



Relion® 650 系列

发电机保护 REG650 应用手册



文件编号：1MRK 502 033-UZH

发行日期：2013.09

修订版：-

产品版本：1.1

© 版权 2013 ABB. 版权所有

版权

未经 ABB 书面许可，不得转载和复制本文的全文及部分内容，不得将内容披露给第三方，也不得用于任何非授权用途。

本文所述的软件或硬件只能在获得许可的情况下提供，只能根据该许可的条款使用或披露。

商标

ABB 和 Relion 均为 ABB 集团的注册商标。本文提及的所有其他品牌或产品名称可能是其各自所有者的注册商标。

保修

请向离您最近的 ABB 代表处咨询保修条款。

ABB AB

变电站自动化产品

SE-721 59 Vasteras

Sweden

电话: +46 (0) 21 32 50 00

传真: +46 (0) 21 14 69 18

<http://www.abb.com/substationautomation>

SAC

国电南京自动化股份有限公司

Guodian Nanjing Automation Co. Ltd. Zip:211100

南京 江宁开发区

中国

电话: +86 25 51183000

传真: +86 25 51183883

<http://www.sac-china.com>

免责声明

本手册中的数据、示例和图片仅提供产品所涉及的概念或产品说明，不能视为保证特性的声明。本手册中提到的负责使用设备的所有人员应确认自身具备相应资格以执行各项操作，同时遵守所有适用的安全规程或其他操作要求。特别是，出现由于系统和/或产品故障导致财产损失和人员伤亡（不仅限于人员伤亡）等应用期间发生的危险，将由使用设备的人员和实体承担全部责任，因此需要这些使用方法来确保已采取排除或降低类似危险的所有措施。

本文件已经过 ABB 仔细检查，但是不能完全排除偏差。如果发现其中有误，请通知制造商。除非有明确的合同承诺，在任何情况下 ABB 将不会承担因使用本手册和应用设备所导致的任何损失或损坏。

符合性

本产品符合关于“统一各成员国有关电磁兼容性(EMC 理事会指令 2004/108/EC)和在规定电压等级范围内使用电气设备”（低压指令 2006/95/EC）欧共体理事会的法律指令。此符合性是 ABB 在遵循 EMC 指令中的产品标准 EN50263 和 EN60255-26 以及低压指令中的产品标准 EN60255-1 和 EN60255-27 进行测试的结果。该继电器的设计符合 IEC 60255 系列的国际标准。

目录

章节 1	简介.....	13
	本手册.....	13
	目标读者.....	13
	产品文件.....	14
	产品文件系列.....	14
	文档修订历史记录.....	15
	相关文件.....	15
	符号和约定.....	16
	安全指示符号.....	16
	文件约定.....	16
章节 2	应用.....	19
	REG650 应用.....	19
	可使用的功能.....	22
	主要保护功能.....	22
	后备保护功能.....	22
	控制和监视功能.....	23
	用于通讯.....	26
	IED 基本功能.....	26
	REG650 应用实例.....	27
	适应不同的应用.....	27
	通过变压器组连接到高压系统的单台发电机.....	28
	包括辅助厂用变压器的单台发电机通过一个变压器组连接到高压系统.....	29
	发电机单元，包括发电机和升压变压器，连接到直接 接地 的高压系统.....	30
	发电机单元，包括发电机和升压变压器，连接到经高阻接地的 高压系统.....	31
	功能表.....	32
	连接到直接 接地的高压系统并带有冗余保护的单发变组.....	34
	发电机/变压器单元，连接到高阻 接地 高压（HV）系统，包括冗余保护功能.....	35
	带有一台三绕组变压器的两台发电机，连接到中性点直接 接地 的高压（HV）系统，带有包含发电机在内的单元差动保护和冗余保护.....	36
	带有一台三绕组变压器的两台发电机，连接到中性点直接 接地 的高压（HV）系统，带有变压器组的差动保护和冗余保护.....	37
	功能表.....	38
章节 3	REG650 整定举例.....	41

模拟量输入模板 4I 1I 5U 计算通用定值.....	43
模拟量输入模块 6I 4U 计算通用定值.....	44
预处理模块 SMAI.....	45
计算全局基准值 GBASVAL 的定值.....	46
发电机差动保护的定值计算.....	46
发电机和变压器的低阻抗保护整定计算.....	48
1 段的整定计算.....	48
2 段的整定计算.....	49
3 段的整定计算.....	49
负荷侵入功能的整定计算.....	50
失步保护的整定计算 00SPPAM.....	51
失磁保护 LEXPDIS 的定值计算.....	56
电机负序定时限过流保护 NS2PTOC.....	60
四段式相过电流保护的整定计算.....	60
发电机相过电流保护的定值计算.....	60
1 段的整定计算.....	60
2 段的整定计算.....	60
辅助变压器相过流保护定值的计算.....	61
1 段的整定计算.....	61
4 段的整定计算.....	62
100%定子接地保护，基于三次谐波 STEFPHIZ.....	63
定子接地保护（中性点电压）.....	64
章节 4 模拟量输入.....	65
说明.....	65
设置指南.....	65
设置相角基准通道.....	65
示例.....	65
电流通道的设置.....	65
示例 1.....	66
示例 2.....	67
常用电流互感器连接中的连接、配置和设置实例.....	67
如何连接星形连接的三相电流互感器到 IED 的举例.....	68
单相电流互感器与 IED 的连接实例.....	70
电压通道的设置.....	72
示例.....	72
常用电压互感器连接中的连接、配置和设置实例.....	73
举例 如何连接 对地型电压互感器与 IED 连接实例.....	73
如何连接开口三角形电压互感器 VT 信号，经低阻接地或不接地.....	75
如何连接开口三角形电压互感器 VT 信号，低阻 接地 或 直接 接地 系统与 IED 连接实例.....	77
带中性点的电压互感器同 IED 连接实例.....	79

章节 5	就地人机界面.....	83
	就地人机界面.....	83
	显示.....	84
	LED.....	85
	键区.....	86
	本地 HMI 功能.....	88
	保护和告警指示.....	88
	参数管理.....	90
	前面板通讯.....	90
	单线图.....	91
章节 6	差动保护.....	93
	变压器差动保护 T2WPDIF 和 T3WPDIF	93
	标识.....	93
	应用.....	93
	设置指南.....	94
	涌流制动方法.....	94
	过励磁制动方法.....	94
	相间交叉闭锁.....	94
	制动和无制动差动保护.....	94
	消除零序电流.....	96
	区外/区内故障识别.....	97
	差动电流告警.....	98
	合于故障特性.....	98
	设置实例.....	99
	摘要与总结.....	99
	一相高阻抗差动保护 HZPDIF	100
	标识.....	100
	应用.....	100
	高阻差动保护原理.....	101
	高阻差动保护连接示例.....	106
	单相带制动接地故障保护与高阻差动保护的接线.....	106
	设置指南.....	107
	配置.....	107
	保护功能的整定.....	107
	制动式接地故障保护.....	108
	报警值动作.....	110
	发电机差动保护 GENPDIF	110
	标识.....	110
	应用.....	111
	设置指南.....	112
	通用定值.....	112
	比例制动性差动保护动作特性.....	113

	负序内部/外部故障的鉴别功能.....	115
	其他的定值选项.....	115
	CT 断线检测.....	116
章节 7	阻抗保护.....	119
	发电机和变压器的低阻抗保护	119
	标识.....	119
	应用.....	119
	设置指南.....	119
	失磁 LEXPDIS.....	120
	标识.....	121
	应用.....	121
	设置指南.....	126
	00SPPAM (失步保护)	129
	标识.....	129
	应用.....	129
	设置指南.....	131
	负荷入侵 (LEPDIS)	134
	标识.....	134
	应用.....	134
	设置参数指南.....	134
	带有负荷侵入特性的电阻保护范围.....	134
章节 8	电流保护.....	137
	4 段相过流保护 0C4PTOC	137
	标识.....	137
	应用.....	137
	设置参数指南.....	138
	1 段-4 段的设置	139
	应用.....	141
	四段式零序过流保护 EF4PTOC	145
	标识.....	146
	应用.....	146
	整定指南.....	147
	1 段和 4 段的设置	148
	每一段的通用设置.....	149
	二次谐波制动.....	151
	灵敏的零序方向过流保护和功率保护 SDEPSDE	151
	标识.....	151
	应用.....	151
	整定导则.....	152
	两个时间常数的热过负荷保护 TRPTTR	159
	标识.....	159
	应用.....	159

整定导则.....	160
断路器失灵保护 CCRBRF	162
标识.....	162
应用.....	162
整定导则.....	162
三相不一致保护 CCRPLD	164
标识.....	165
应用.....	165
整定导则.....	165
方向过/低功率保护.....	166
应用.....	166
方向过功率保护 GOPPDOP	167
标识.....	168
设置指南.....	168
低功率方向保护 GUPPDUP.....	171
标识.....	171
设置指南.....	171
同步电机的误上电保护 AEGGAPC.....	174
标识.....	174
应用.....	174
设置指南.....	174
电机负序定时限过流保护 NS2PTOC	175
标识.....	175
应用.....	175
特点.....	176
发电机连续不平衡电流能力.....	177
设置参数指南.....	179
动作时间特性.....	179
启动灵敏性.....	180
告警功能.....	180
电压制动定时限过流保护 VR2PVOC	181
标识.....	181
应用.....	181
基值.....	181
可能的运用.....	181
低电压保持.....	182
设置指南.....	182
发电机和升压变压器的电压制动过电流保护.....	182
低电压保持的过电流保护.....	183
章节 9 电压保护.....	185
两段式欠电压保护 UV2PTUV	185
标识.....	185
应用.....	185

整定导则.....	186
设备保护，例如电动机和发电机保护.....	186
断开的设备检测.....	186
电源质量	186
减缓电压失稳.....	186
电力系统故障的后备保护.....	186
两段式低电压保护的整定.....	186
两段式过电压保护 0V2PT0V	188
标识.....	188
应用.....	188
设置指南.....	188
两段式零序过电压保护 R0V2PT0V	190
标识.....	190
应用.....	190
整定导则.....	191
设备保护，如电动机和发电机、变压器.....	191
基于零序电压保护的定子接地保护.....	191
电源质量.....	194
高阻接地网络.....	194
直接接地系统.....	195
两段式零序过电压保护的整定.....	196
过励磁保护 0EXPVPH	197
标识.....	197
应用.....	197
设置参数指南.....	198
对输入信号和输出信号的建议.....	198
定值.....	199
运行报告.....	199
基于 3 次谐波的 100%定子接地保护 STEFPHIZ.....	200
标识.....	200
应用.....	200
设置指南.....	204
转子接地保护.....	205
章节 10 频率保护.....	207
低频保护 SAPTUF	207
标识.....	207
应用.....	207
整定导则.....	207
过频率保护 SAPTOF	208
标识.....	208
应用.....	208
整定导则.....	209
频率变化率保护 SAPFRC	209

	标识.....	209
	应用.....	210
	整定指南.....	210
章节 11	二次系统监视.....	211
	熔丝故障监视 SDDRFUF.....	211
	标识.....	211
	应用.....	211
	设置指南.....	212
	概要.....	212
	通用参数设置	212
	基于负序的算法.....	213
	基于零序的算法.....	213
	基于突变量 ΔU 和 ΔI 的算法.....	214
	线路不带电检测功能.....	214
	断路器合闸/跳闸回路监视 TCSSCBR.....	215
	标识.....	215
	应用.....	215
章节 12	控制.....	219
	同期检测无压检测和同期功能 SESRSYN.....	219
	标识.....	219
	应用.....	219
	同步.....	219
	同期检测.....	220
	无压检测.....	221
	电压选择.....	222
	外部 PT 断线.....	222
	应用举例.....	223
	单母线单断路器.....	224
	双母单断路器, 外部电压选择.....	225
	单母单断路器, 内部电压选择.....	226
	整定导则.....	226
	设备控制.....	229
	标识.....	229
	应用.....	230
	模块之间的相互作用.....	233
	整定导则.....	234
	间隔控制(QCBAY).....	235
	用于选择功能和本地人机界面 (LHMI) 显示的逻辑转换开关	
	SLGGIO.....	235
	标识符.....	235
	应用.....	235
	参数设置指南.....	235

选择小型开关 VSGG10.....	236
标识.....	236
应用.....	236
参数设置指南.....	237
IEC 61850 通用的通信输入/输出功能.....	237
标识.....	237
应用.....	237
设置参数指南.....	237
单命令通用控制（8 个信号）功能模块 SPC8GG10.....	237
标识符.....	237
应用.....	237
参数设置指南.....	238
自动位 AUTOBITS.....	238
标识.....	238
应用.....	238
设置参数指南.....	238
章节 13 逻辑.....	239
跳闸逻辑 SMPPTRC	239
标识.....	239
应用.....	239
三相跳闸	239
自保持（Lock-out）	240
功能模块的闭锁.....	240
参数设置指南.....	240
跳闸矩阵逻辑 TMAGG10.....	241
标识符.....	241
应用.....	241
参数设置指南.....	241
可配置的逻辑功能模块.....	242
标识符.....	242
应用.....	243
配置.....	243
固定信号功能模块（FXDSIGN）	244
标识符.....	244
应用.....	244
16 位布尔型量转化为整数 B16I.....	245
标识.....	245
应用.....	245
设置指南.....	245
带逻辑节点表示的 16 位布尔型转化为整数 B16IFCVI.....	245
标识.....	245
应用.....	246
设置指南.....	246

整数转化为 16 位布尔型量功能模块 IB16A.	246
标识符.	246
应用.	246
设置指南.	246
带逻辑节点表示的整数转化为 16 位布尔型 IB16FCVB.	246
标识符.	246
应用.	247
定值.	247
章节 14 监视.	249
IEC61850 通用通信输入/输出功能 SPGGIO.	249
标识符.	249
应用.	249
设置参数指南.	249
IEC 61850 通用的 16 路通信输入/输出功能 SP16GGIO.	249
标识符.	249
应用.	249
设置参数指南.	249
IEC61850 通用通信输入/输出功能 MVGGIO.	250
标识符.	250
应用.	250
参数设置指南.	250
测量.	250
标识.	250
应用.	251
参数设置指南.	252
整定举例.	255
测量功能应用 于 400kV 架空线.	255
对发电机的测量功能应用,	257
事件计数器 (CNTGGIO)	258
标识.	258
应用.	258
设置参数指南.	258
故障报告.	258
标识符.	258
应用.	258
设置参数指南.	259
开关量输入信号.	262
模拟量输入信号.	262
子功能参数.	263
需要考虑的事项.	263
测量值扩展功能模块 MVEXP.	264
标识符.	264
应用.	264

	设置指南.....	264
	站用电池监视功能 SPVNZBAT.....	264
	标识.....	264
	应用.....	265
	气体绝缘监视功能 (SSIMG).....	265
	标识.....	265
	应用.....	265
	液体绝缘监视功能 (SSIML).....	265
	标识.....	265
	应用.....	266
	断路器状态监视 SSCBR.....	266
	标识.....	266
	应用.....	266
章节 15	计量.....	269
	脉冲计数器 PCGGIO.....	269
	标识符.....	269
	应用.....	269
	整定指南.....	269
	电能计算和需量处理功能 (EPTMMTR).....	270
	标识符.....	270
	应用.....	270
	设置参数指南.....	271
章节 16	站级通信.....	273
	IEC61850-8-1 通信协议.....	273
	标识.....	273
	应用.....	273
	借助 GOOSE 的水平通信.....	275
	设置参数指南.....	277
	DNP3 协议.....	277
	IEC 60870-5-103 通信规约功能.....	278
章节 17	IED 的基本功能.....	279
	带内部事件列表的自检.....	279
	标识符.....	279
	应用.....	279
	时间同步.....	280
	标识.....	280
	应用.....	280
	设置参数指南.....	281
	参数定值组处理.....	282
	标识符.....	282
	应用.....	282

设置参数指南.....	283
测试模式功能 TESTMODE.....	283
标识符.....	283
应用.....	283
设置参数指南.....	283
改变锁定功能 (CHNGLCK)	283
标识.....	283
应用.....	284
整定导则.....	284
IED 标识符 TERMINALID.....	285
标识符.....	285
应用.....	285
用户具体设定.....	285
产品资料 PRODINF.....	285
标识符.....	285
应用.....	285
出厂规定设置.....	285
一次系统值 PRIMVAL.....	286
标识符.....	286
应用.....	286
模拟量输入信号矩阵 SMAI.....	286
标识符.....	286
应用.....	286
设置指南.....	286
三相求和 (3PHSUM) 功能.....	289
标识.....	289
应用.....	289
参数设置指南.....	289
全局基准值 GBASVAL.....	289
标识符.....	290
应用.....	290
整定导则.....	290
权限检测 ATHCHCK.....	290
标识.....	290
应用.....	290
IED 权限设置.....	291
权限状态 ATHSTAT.....	291
标识.....	291
应用.....	291
拒绝服务.....	292
标识.....	292
应用.....	292
设置参数指南.....	292

章节 18	技术要求.....	293
	电流互感器的要求.....	293
	电流互感器分类.....	293
	条件.....	293
	故障电流.....	294
	二次回路阻抗和附加负荷.....	294
	常规电流互感器要求.....	295
	额定等效二次电动势要求.....	295
	变压器差动保护.....	295
	一相高阻差动保护.....	296
	断路器失灵保护.....	297
	无方向相和零序过流速断和定时限保护.....	297
	无方向相和零序反时限延时过流保护.....	298
	方向性相和零序过流保护.....	298
	参照其他标准的电流互感器的要求.....	299
	依据 IEC60044-1, P, PR 级的电流互感器.....	299
	依据 IEC60044-1 的 PX 级电流互感器, IEC 60044-6 的 TPS 级电流互感器 (老的英国标准, X 级) 要求.....	299
	依据 ANSI/IEEE 的电流互感器要求.....	300
	电压互感器要求.....	300
	SNTP 服务器要求.....	301
	SNTP 服务器要求.....	301
章节 19	术语表.....	303

章节 1 简介

1.1 本手册

应用手册（AM）包含了根据每个功能分类的应用描述和设定指导。该手册可用于找出使用典型保护功能的时机和目的。当计算整定值时，也可使用本手册。

1.2 目标读者

本手册针对负责计划、预先工程配置和工程配置的保护及控制工程师而编写。

保护及控制工程师必须在电力工程方面富有经验并具有相关的技术知识，如通讯和协议方面的知识。

1.3 产品文件

1.3.1 产品文件系列

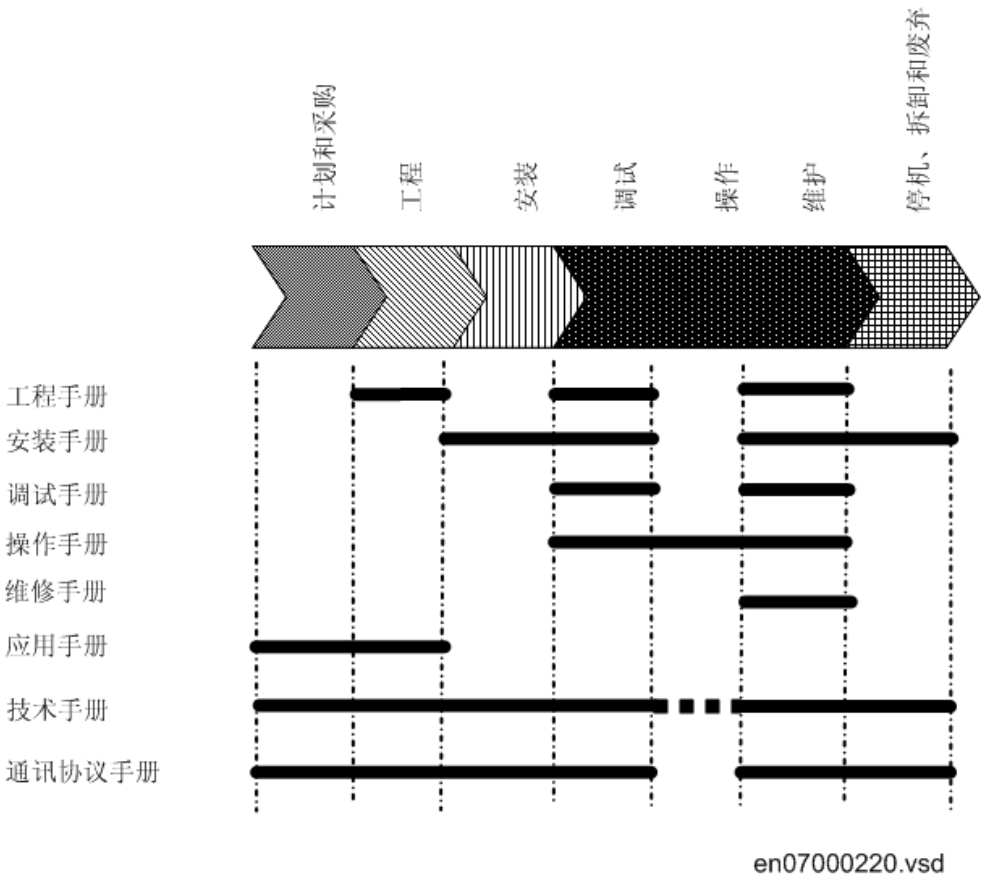


图 1: 在不同产品周期内，各个手册的用途

工程手册中介绍了如何使用 PCM600 中的不同工具来监控 IED。该手册提供了如何建立一个 PCM600 工程和如何将 IED 插入工程结构中的指导。还推荐了保护和控制功能、LHMI 功能以及基于 IEC 60870-5-103、IEC61850 和 DNP3 的通信功能的操作顺序。

安装手册中介绍了如何安装 IED。该手册提供了机械和电气程序。章节按 IED 安装的时间顺序排列。

调试手册介绍了如何调试 IED。在测试阶段，系统工程师和维护人员可以使用该手册作为协助。该手册提供了检查外部安全和 IED 上电、参数整定和配置、还有通过二次电流注入验证整定值的程序步骤。该手册描述了在不运行的变电站中测试 IED 的程序步骤。章节按 IED 调试的时间顺序排列。

操作手册（OM）包含了 IED 调试后如何进行操作的指导。该手册提供了对 IED 监视、控制和整定的指导。该手册也描述了如何确认故障，和如何查看算得的和测得的电网数据，来判定故障原因。

维修手册（SM）包含如何维修和维护 IED 的指导。手册还介绍了 IED 断电、停用和废弃处理的程序。

应用手册（AM）包含了根据每个功能分类的应用描述和设定指导。该手册可用于找出使用典型保护功能的时机和目的。当计算整定值时，也可使用本手册。

技术手册（TM）包含应用和功能描述，按照每个功能列出功能模块、逻辑框图、输入输出信号、整定参数和技术数据。在工程设计阶段、安装和调试阶段和正常运行维护期间，该手册可作为技术参考。

通讯协议手册（CM）描述了 IED 支持的通信协议。该手册着重于厂商指定的方案。

点表手册包含了针对本 IED 数据节点的描述和属性。该手册应与相应的通信协议手册结合使用。



维修手册（SM）尚未发行。

1.3.2

文档修订历史记录

文档校订/日期	产品系列历史	历史
-/2011.2	1.1	首版

1.3.3

相关文件

REG650 相关资料	识别号
应用手册	1MRK 502,033-UZH
技术手册	1MRK 502,034-UZH
调试手册	1MRK 502,035-UZH
产品指南	1MRK 502,036-BZH
型式试验证书	1MRK 502,036-TEN
转子接地故障保护，含 RXTTE4 注入单元和 REG670	1MRG001910
650 系列手册	识别号
通信协议手册，DNP3	1MRK 511,241-UEN
通信协议手册，IEC 61850	1MRK 511,242-UEN
通信协议手册，IEC60870-5-103	1MRK 511,243-UEN
点表手册，DNP3	1MRK 511,244-UEN
续下页	

650 系列手册	识别号
工程手册	1MRK 511, 245-UZH
操作手册	1MRK 500, 093-UZH
安装手册	1MRK 514, 014-UZH

1.4 符号和约定

1.4.1 安全指示符号



电气警告图标，表示存在电击危险。



警示图标，表示存在危险，可能导致人身伤亡。



注意图标，指出重要信息或与文中涉及的概念相关的警示。此图标可能指示存在导致软件破坏、设备或财产损失的危险。



信息图标，警示读者重要的事实和条件。



提示图标，表示提出建议，例如，如何设计你的项目或如何使用某种功能。

虽然这些标识能够警示存在的危险，但同时应当注意，在某些操作条件下，操作受损的设备会导致工艺性能降低，从而也可能造成人员伤亡。因此，务必完全遵守所有警示和注意事项。

1.4.2 文件约定

约定适用于本 IED 手册。一些特别的约定可能不适用于本手册。

- 本手册中的缩写和简称在“术语表”一节作了详细说明。术语表中还包含重要术语的说明。
- LHMI 人机界面 LHMI 菜单中的按钮导航通过面板上的按键图标来表示，例如：
通过  和  键来实现选项间的导航。
- HMI 菜单路径用粗体字显示。例如：

选择 **主菜单/定值**。

- LHMI 信息以 Courier 字体显示表示，例如：
要将更改保存在非易失性存储器中，请选择 “是” 并按下 。
- 参数名以斜体字显示，例如：
通过 *操作* 设置启用和禁用功能。
- 功能模块标志上的输入或输出信号名前端的^符号指示用户可通过 PCM600 自己设置信号名。
- 在功能模块标志上的输入或输出信号名后面的* 符号指示信号必须连接至应用配置中的另一功能模块以达到有效的应用配置。

章节 2 应用

2.1 REG650 应用

REG650 用于对发电厂的保护和监视。该装置特别适用于那些需要很高可靠性的分布式控制系统。它主要用于小型和中型的发电厂。

当需要更广泛的保护系统时，可能需要用到 REG670，或者和 REG650 配合使用，由 REG650 提供冗余方案。

可以选用多种多样的保护功能来为不同类型的发电厂（比如水电厂或火电厂）提供完整的可靠地保护。它可以适应绝大部分发电厂的保护需求。

该保护可以提供检测和消除内部故障的功能，例如发电机定子短路和 接地故障；发电机转子 接地 故障，发变组短路和接地 故障，以及发电厂产生的电力系统外部故障。

该装置定义了两个功能包用于以下应用：

- 包含发电机差动保护的发电机保护装置（B01））
- 包含变压器差动保护的发变组保护装置（B05））

在大部分发电厂内，设计保护系统时将两个功能包联合使用，也就是说，有相同类型或不同类型的这两个装置将为发变单元（发电机和变压器组）提供冗余保护取决于发电厂的要求。

这些包已经配置完成，可以直接应用。模拟量输入和开关量输入/输出电路是预先定义的。

可以利用图形化的配置工具对预配置的 IED 进行修改，以适应特定的应用。

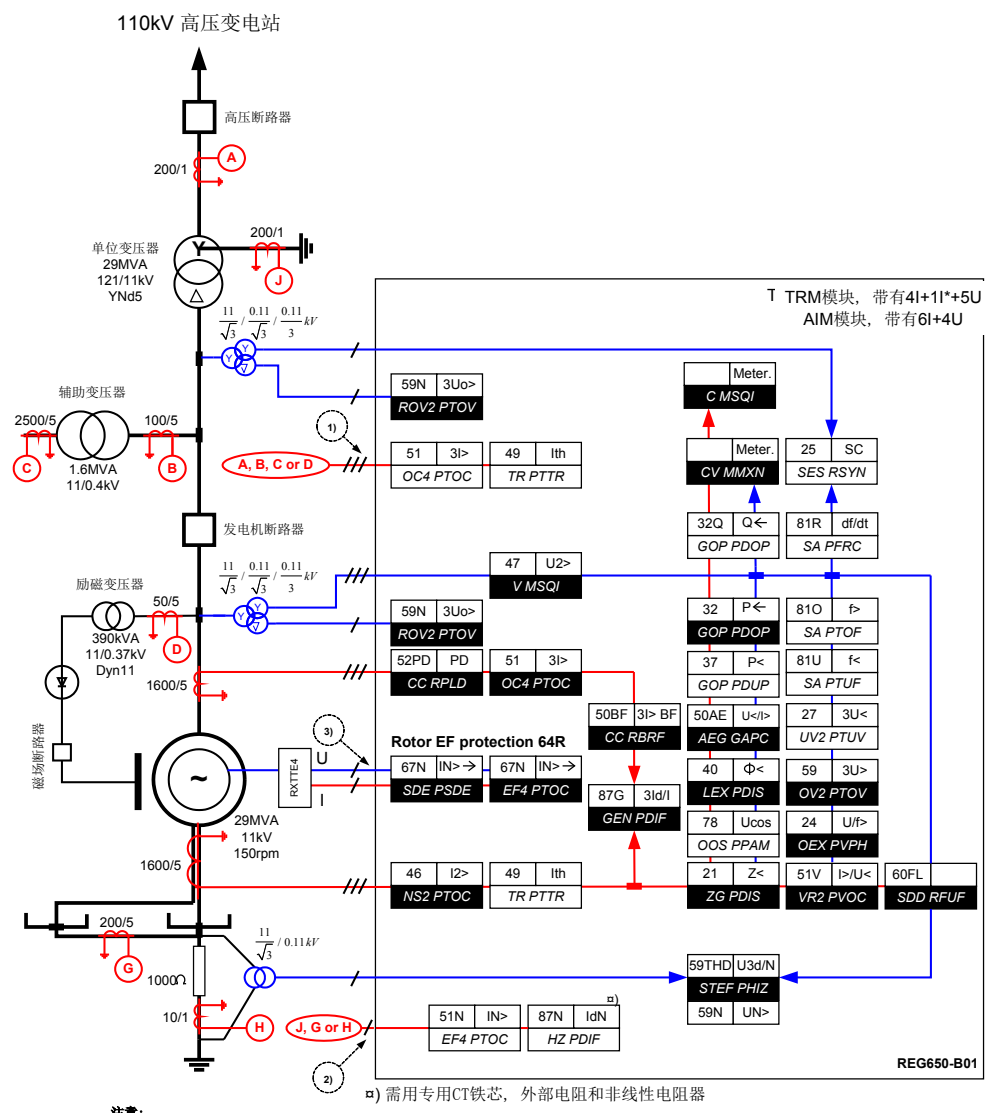
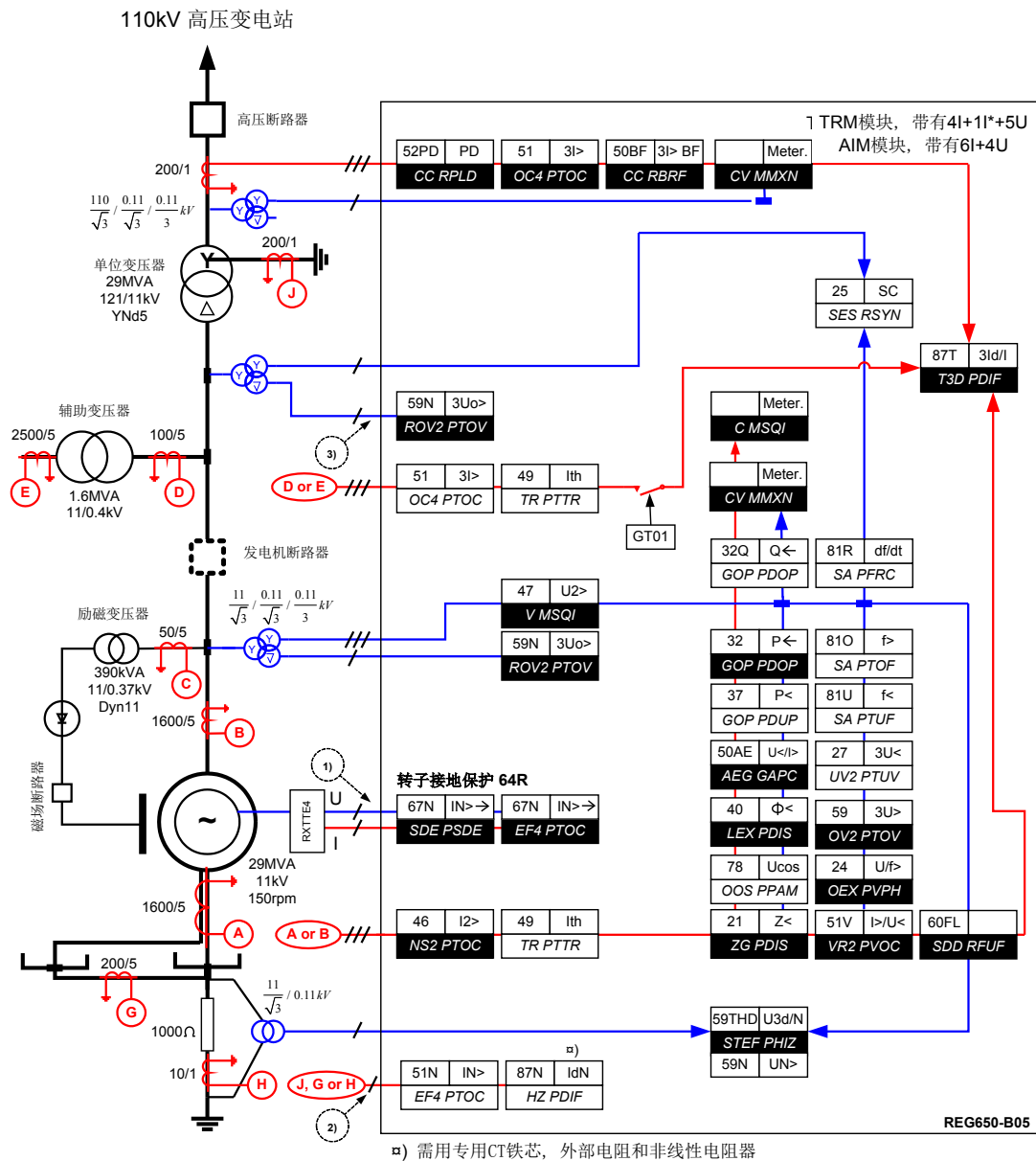


图 2: 包含发电机差动保护的发电机保护装置 (B01)



Note:

- 1) 输入量用于独立的（灵敏性）接地保护功能，可用于不同的保护目的。（用于带RXTTE4的转子接地保护或者并列运行的发电机定子接地保护）。
- 2) 输入量用于独立的（灵敏性）接地保护功能，可用于不同的保护目的。（用于带RXTTE4的转子接地保护或者并列运行的发电机定子接地保护）。
- 3) 升压变高压侧电压互感器开三角可以接到该点？

=IEC10000300=1=zh=Original.vsd

图 3: 包含变压器差动保护的发变组保护装置 (B05)

2.2 可使用的功能

2.2.1 主要保护功能

IEC 61850/功能 模块名称	ANSI	功能函数	发电机	
			REG650 (B01) 发电机差动保护	REG650 (B05) 发电机+变压器差动保护
差动保护				
T3WPDIF	87T	变压器差动保护，三绕组		1
HZPDIF	87	单相高阻抗差动保护	1	1
GENPDIF	87G	发电机差动保护	1	
阻抗保护				
ZGPDIS	21G	发电机和变压器的欠阻抗保护	1	1
LEXPDIS	40	失磁保护	1	1
OOSPPAM	78	失步保护	1	1
LEPDIS		负荷侵入	1	1

2.2.2 后备保护功能

IEC 61850/功能 模块名称	ANSI	功能描述	发电机	
			REG650 (B01) 发电机差动保护	REG650 (B05) 发电机+变压器差动保护
电流保护				
OC4PTOC	51/67	四段带方向相过流保护	2	2
EF4PTOC	51N/67N	四段带方向零序过流保护	2	2
SDEPSDE	67N	灵敏性方向零序过电流及功率保护	1	1
TRPTTR	49	热过负荷保护，两个时间常数	2	2
CCRBRF	50BF	断路器失灵保护	1	1
CCRPLD	52PD	三相不一致保护	1	1
GUPPDUP	37	方向低功率保护	1	1
GOPPDOP	32	方向过功率保护	2	2
AEGGAPC	50AE	同步电机的突加电压保护	1	1

续下页

IEC 61850/功能 模块名称	ANSI	功能描述	发电机	
			REG650 (B01) 发电机差动保护	REG650 (B05) 发电机+变压器差动保护
NS2PTOC	46I2	电机的负序定时限过流保护	1	1
VR2PVOC	51V	电压制动定时限过流保护	1	1
电压保护				
UV2PTUV	27	两段低电压保护	1	1
OV2PTOV	59	两段过电压保护	1	1
RV2PTOV	59N	两段零序过电压保护	2	2
OEXPVPH	24	过激磁保护	1	1
STEFPHIZ	59THD	基于 3 次谐波的 100%定子接地故障保护	1	1
-	64R	转子 接地 保护	1	1
频率保护				
SAPTUF	81	低频率保护	4	4
SAPTOF	81	过频率保护	4	4
SAPFRC	81	频率变化率保护	2	2

2. 2. 3 控制和监视功能

IEC 61850/功能模块名称	ANSI	功能描述	发电机	
			REG650 (B01) 发电机差动保护	REG650 (B05) 发电机+变压器差动保护
控制				
SESRYN	25	同期检测，无压检测和同步	1	1
QCBAY		间隔控制	1	1
LOCREM		就地远方切换	1	1
LOCRENCTRL		操作许可模块（PST0）	1	1
SLGGIO		功能选择和就地人机界面显示的逻辑转换开关	15	15
VSGGIO		选择器微型开关扩展	20	20
DPGGIO		通用双点功能模块	16	16
SPC8GGIO		单点八路控制集成模块	5	5
AUTOBITS		自动控制位功能模块（DNP3.0）	3	3

续下页

IEC 61850/功能模块名称	ANSI	功能描述	发电机	
			REG650 (B01) 发电机差动保护	REG650 (B05) 发电机+变压器差动保护
I103CMD		IEC60870-5-103 的功能命令	1	1
I103IEDCMD		IEC60870-5-103 的装置命令	1	1
I103USRCMD		IEC60870-5-103 的用户定义功能命令	4	4
I103GENCMD		IEC60870-5-103 的一般功能命令	50	50
I103POSCMD		IEC60870-5-103 的带有位置和选择的装置命令	50	50
二次回路监视				
SDDRFUF		PT 断线监视	1	1
TCSSCBR		断路器合闸/跳闸回路监视	3	3
逻辑				
SMPPTRC	94	跳闸逻辑	6	6
TMAGGIO		跳闸逻辑矩阵	12	12
OR		可配置逻辑模块，或门	283	283
INVERTER		可配置逻辑模块，取反	140	140
PULSETIMER		可配置逻辑模块，脉冲计时器	40	40
GATE		可编程逻辑模块，控制门	40	40
XOR		可配置逻辑模块，或门	40	40
LOOPDELAY		可编程逻辑模块，环路延时	40	40
TIMERSET		可配置逻辑模块，计时器功能模块	40	40
AND		可配置逻辑模块，与门	280	280
SRMEMORY		可配置逻辑模块，置位复位存储触发器	40	40
RSMOMERY		可配置逻辑模块，复位位置存储触发器	40	40
FXDSIGN		固定信号功能块	1	1
B16I		布尔值 16 到整数转换	16	16
B16IFCVI		带逻辑节点表示的 16 位布尔型转化为整数	16	16
IB16A		整数的 16 位布尔值转换	16	16
IB16FCVB		带逻辑节点表示的整数转化为 16 位布尔型	16	16
监视				
CVMMXN		测量	6	6
CMMXU		相电流测量	10	10
VMMXU		相间电压测量	6	6
CMSQI		电流序分量测量	6	6
VMSQI		电压序分量测量	6	6
VNMMXU		相电压测量	6	6

续下页

IEC 61850/功能模块名称	ANSI	功能描述	发电机	
			REG650 (B01) 发电机差动保护	REG650 (B05) 发电机+变压器差动保护
CNTGGIO		事件计数器	5	5
DRPRDRE		故障报告	1	1
AxRADR		模拟量输入模块	4	4
BxRBDR		开关量输入模块	6	6
SPGGIO		IEC61850 通用 I/O 通信功能	64	64
SP16GGIO		IEC61850 通用 I/O 通信功能, 16 个输入	16	16
MVGGIO		IEC61850 通用 I/O 通信功能	16	16
MVEXP		测量值扩展器模块	66	66
SPVNZBAT		变电站电池监测	1	1
SSIMG	63	气体绝缘监视功能	2	2
SSIML	71	液体绝缘监视功能	2	2
SSCBR		断路器状态监视	1	1
I103MEAS		IEC60870-5-103 的测量值	1	1
I103MEASUSR		IEC60870-5-103 的用户定义信号的测量值	3	3
I103AR		IEC60870-5-103 的自动重合闸功能状态	1	1
I103EF		IEC60870-5-103 接地故障保护功能状态	1	1
I103FLTPROT		IEC60870-5-103 的故障报告信息状态	1	1
I103IED		IEC60870-5-103 的装置状态	1	1
I103SUPERV		IEC60870-5-103 的监视状态	1	1
I103USERDEF		IEC60870-5-103 的用户定义信号的状态	20	20
计量				
PCGGIO		脉冲计数逻辑	16	16
ETPMTR		电能计量与需量处理	3	3

2.2.4 用于通讯

IEC 61850/功能模块名称	ANSI	功能描述	发电机	
			REG650 (B01) 发电机差动保护	REG650 (B05) 发电机+变压器差动保护
站级通讯				
		IEC 61850 通信协议, LAN1	1	1
		满足 TCP/IP 通信协议的 DNP3.0, LAN1	1	1
IEC61870-5-103		通过 ST 的 IEC60870-5-103 串行通信	1	1
GOOSEINTLKRCV		通过 GOOSE 水平通讯实现的联闭锁	59	59
GOOSEINRCV		GOOSE 开关量接收	4	4
ETHFRNT ETHLAN1 GATEWAY		前端口, LAN1 端口和通道的以太网网关		
GOOSEDPVCV		接收一个双点值的信号 GOOSE 模块	32	32
GOOSEINTRCV		接收一个整数值值的 GOOSE 模块	32	32
GOOSEMVRCV		接收一个测量值的 GOOSE 功能模块	16	16
GOOSESPRCV		接收一个单点值的 GOOSE 功能模块	64	64

2.2.5 IED 基本功能

IEC 61850/功能模块名称	功能描述	
包含所有产品的基本功能		
INTERRSIG	内部事件列表的信号	1
SELF-SUPEVLST	内部事件列表的自我监视	1
SNTP	网路时间同步	1
TIMESYNCGGEN	时间同步	1
DTSBEGIN, DTSEND, TIMEZONE	时间同步, 夏令时	1
IRIG-B	时间同步	1
SETGRPS	设定值组数	1
AVTVGRP	切换定值组	1
TESTMODE	测试模式功能	1
CHNGLCK	更改锁定功能	1
TERMINALID	装置命名	1
PRODINF	产品信息	1
PRIMVAL	一次系统值	1
SMAI_20_1-12	模拟量输入信号处理	2
续下页		

IEC 61850/功能模块名称	功能描述	
3PHSUM	三相求和模块	12
GBASVAL	设定通用基准值	6
ATHSTAT	权限状态	1
ATCHCK	权限检测	1
FTPACCS	带密码的 FTP 入口	1
DOSFRNT	拒绝服务，对前面板端口进行帧速率控制	1
DOSLAN1	取消服务，对 LAN1 端口进行帧速率控制	1
DOSSCKT	拒绝服务，传输流控制	1

2. 3 REG650 应用实例

2. 3. 1 适应不同的应用

继电器的预配置可用于更广的范围。这是通过对继电器的综合功能库进行选择来实现的。这里选择一种应用描述如下。

下面的应用实例描述了没有功能冗余情况下的单台继电器的应用：

- 应用 1：通过变压器组连接到高压系统的单台发电机
- 应用 2：包括辅助变压器的单台发电机通过升压变压器连接到高压系统
- 应用 3：包括发电机-变压器组的单元，连接到中性点直接接地的高压系统
- 应用 4：包括发电机-变压器组的单元，连接到经高阻抗接地的高压系统

接下来的实例描述了给出含全部保护功能冗余的双套继电器应用：

- 应用 5：连接到直接接地的高压系统的单发变组
- 应用 6：连接到高阻抗接地的高压系统的单发变组
- 应用 7：连接到直接接地高压系统的，经一台三绕组变压器组的两台发电机，带有发电机差动保护的冗余保护
- 应用 8：连接到直接接地高压系统的，经一台三绕组变压器组的两台发电机，带有变压器差动保护的冗余保护

在上述应用实例中，用到 REG650 的两个版本：

- REG650 (B01)：包含发电机差动保护的发电机保护装置 (B01)
- REG650 (B05)：包含变压器差动保护的发变组保护装置 (B05)

其他的版本也是可能的，但是这里描述的应用能适应改变的应用条件。

该配置可通过启动/关闭一些保护功能来获得对于不同的应用，从而实现合适的保护功能。

2.3.1.1

通过变压器组连接到高压系统的单台发电机

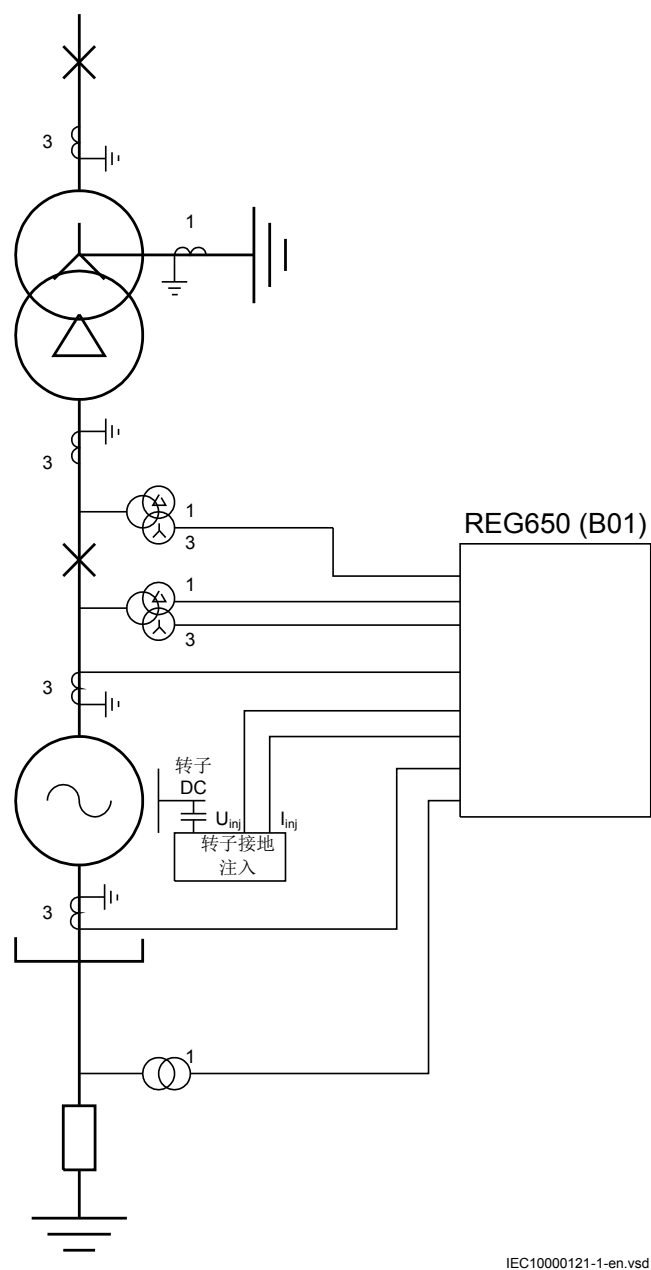


图 4: 通过变压器组连接到高压系统的单台发电机

REG650 (B01) 用于发电机的主保护。 可以用其他的保护来实现冗余。

表 1: 发电机应用示例的数据

参数	数值
发电机额定电压 ($U_{N, Gen}$)	1 - 20 kV
发电机额定容量 (S_N)	1 - 150 MVA
高压侧短路功率水平	500 - 10000 MVA

2.3.1.2 包括辅助厂用变压器的单台发电机通过一个变压器组连接到高压系统

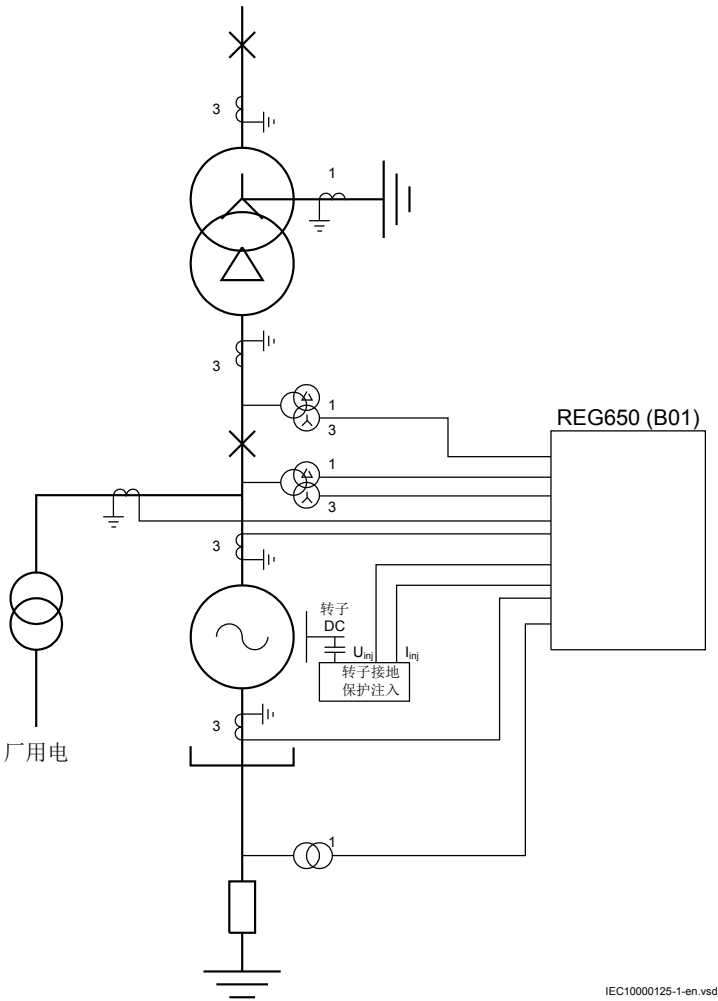


图 5: 包括辅助变压器的单台发电机通过一个变压器组连接到高压系统

REG650 (B01) 用来保护发电机和给厂用辅助系统供电的变压器。可以使用其他的保护来实现冗余。

参数	数值
发电机额定电压 ($U_{N, Gen}$)	1 - 20 kV
发电机额定容量 (S_N)	1 - 150 MVA
高压侧短路功率水平	500 - 10000 MVA

发电机单元, 包括发电机和升压变压器, 连接到直接接地的高压系统

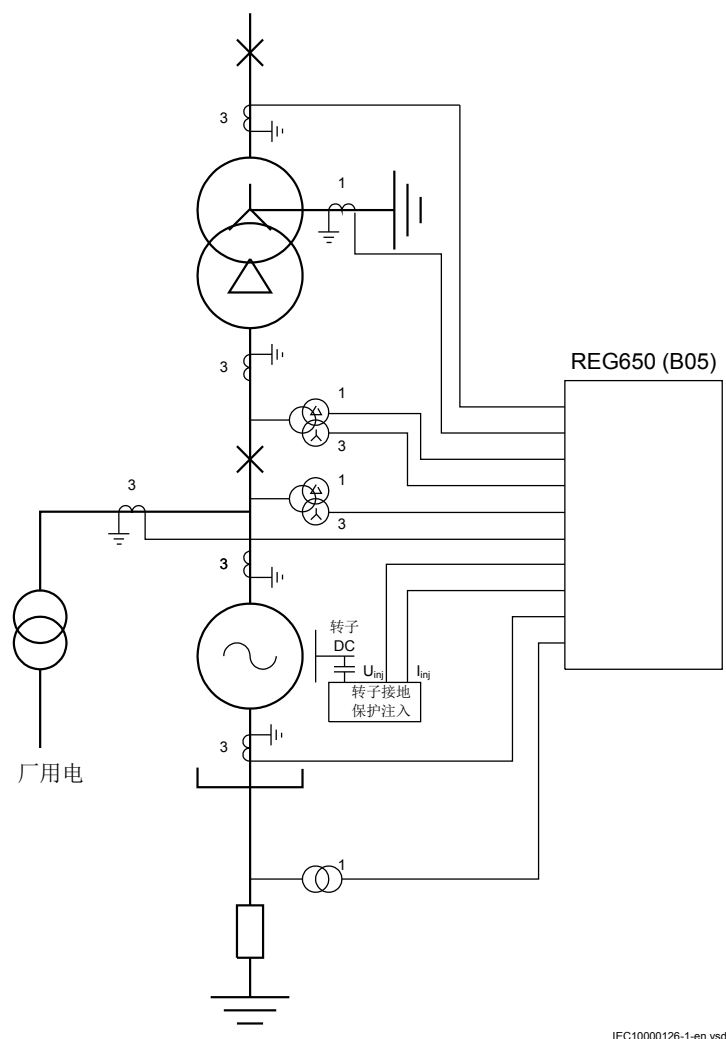


图 6: 发电机单元, 包括发电机和升压变压器, 连接到直接接地的高压系统

REG650 (B05 用来作为发电机和变压器组的保护。 其它的保护功能可冗余。

表 3: 发电机应用示例的数据

参数	值
发电机额定电压 ($U_{N, Gen}$)	1 - 20 kV
变压器高压侧额定电压 ($U_{N, THV}$)	11 - 220 kV
发电面额定功率 (S_N)	1- 150 MVA
高压侧短路功率容量	500 - 5000MVA

2.3.1.4 发电机单元，包括发电机和升压变压器, 连接到经高阻接地的高压系统

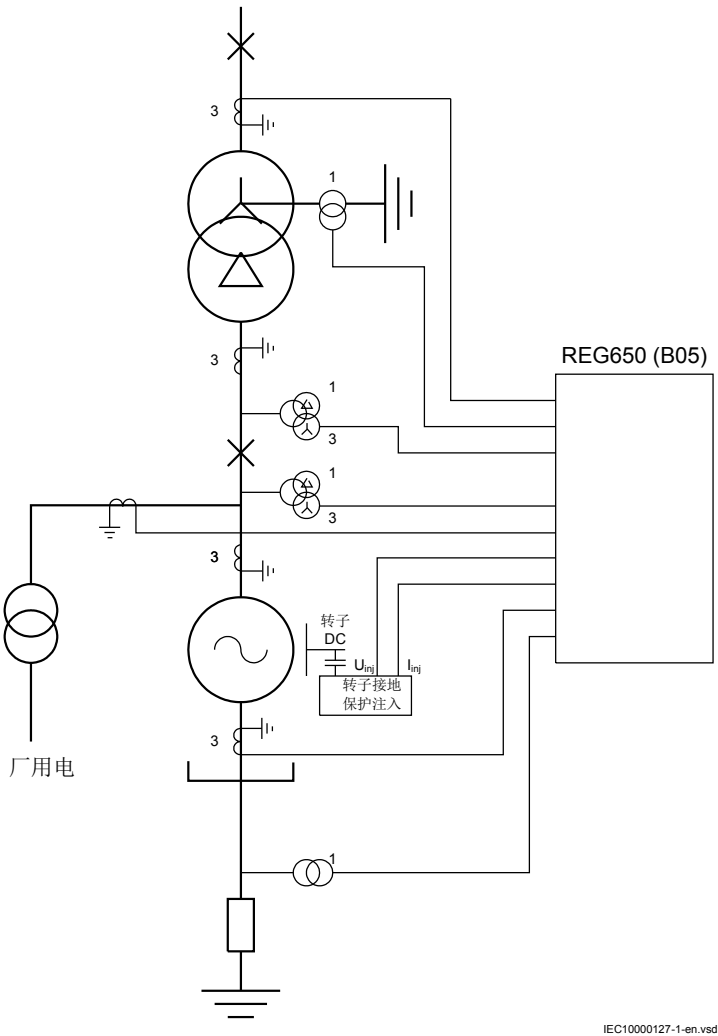


图 7: 发电机单元，包括发电机和升压变压器, 连接到经高阻接地的高压系统

REG650 (B05) 用来做发电机和变压器组的保护。使用其它保护可实现冗余。

表 4: 发电机应用示例的数据

参数	值
发电机额定电压 ($U_{N, Gen}$)	1 - 20kV
变压器高压侧额定电压 ($U_{N, THV}$)	11 - 220 kV
发电机额定功率 (S_N)	1- 150 MVA
高压侧短路功率水平	500 - 5000MVA

2.3.1.5

功能表

不同的应用情况下的建议选择如表 5.

这些建议的含义如下:

- On(投入): 建议应用时使功能保持激活
- Off(退出): 建议应用时使功能不被激活
- 取决于应用: 功能激活或不被激活取决于不同情况下的特定状况.



应用 1—4, 如表 5 是根据之前章节的应用示例。

表 5: 在不同应用实例中推荐的功能

功能	应用 1:	应用 2:	应用 3:	应用 4:
发电机差动保护 GENPDIF (B01)	On(投入)	On(投入)	—	—
变压器差动保护 T3WPDIF (B05)	—	—	On(投入)	On(投入)
一相高阻抗差动保护 HZPDIF (定子 接地 故障保护)	取决于应用	取决于应用	取决于应用	取决于应用
发电机和变压器的低阻抗保护 ZGPDIS	On(投入)	On(投入)	On(投入)	On(投入)
负荷侵入 (LEPDIS)	取决于应用	取决于应用	取决于应用	取决于应用
OOSPPAM(失步保护)	On(投入)	On(投入)	On(投入)	On(投入)
失磁 (低励) 保护 LEXPDIS	On(投入)	On(投入)	On(投入)	On(投入)
4 段相过流保护 OC4PTOC, 示例 1	On(投入) 机端	On(投入) 机端	On(投入) 机端	On(投入) 机端
4 段相过流保护 OC4PTOC, 示例 2	On(投入) 厂用变	On(投入) 厂用变	On(投入) 厂用变	On(投入) 厂用变
四段式零序过流保护 EF4PTOC, 示例 1	可选, 转子接地保护	可选, 转子接地保护	On(投入) 变压器 HV 侧	Off(退出)
四段式零序过流保护 EF4PTOC, 示例 2	Off(退出)	Off(退出)	Off(退出)	Off(退出)
灵敏的零序方向过流保护和功率保护 SDEPSDE	On(投入) 转子接地保护	On(投入) 转子接地保护	On(投入) 转子接地保护	On(投入) 转子接地保护
热过负荷保护 TRPTTR, 示例 1	On(投入)	On(投入)	On(投入)	On(投入)
热过负荷保护 TRPTTR, 示例 2	On(投入) 厂用变	On(投入) 厂用变	Off(退出)	Off(退出)
断路器失灵保护 CCRBRF	On(投入)	On(投入)	On(投入)	On(投入)
续下页				

功能	应用 1:	应用 2:	应用 3:	应用 4:
三相不一致保护 CCRPLD	0n(投入)	0n(投入)	取决于应用	取决于应用
带方向的低功率保护 GUPPDUP (低正向功率保护)	1)	1)	1)	1)
带方向的过功率保护 GOPPDOP, 示例 1 (逆功率保护)	1)	1)	1)	1)
带方向的过功率保护 GOPPDOP, 示例 2 (逆功率保护)	取决于应用	取决于应用	Off (退出)	Off (退出)
同步电机的误上电保护 AEGGAPC	0n(投入)	0n(投入)	0n(投入)	0n(投入)
电机负序定时限过流保护 NS2PTOC	0n(投入)	0n(投入)	0n(投入)	0n(投入)
电压制动定时限过流保护 VR2PVOC	2)	2)	2)	2)
两段式欠电压保护 UV2PTUV, $U <$	0n(投入)	0n(投入)	0n(投入)	0n(投入)
两段式过电压保护 OV2PTOV, $U >$	0n(投入)	0n(投入)	0n(投入)	0n(投入)
两段式零序过电压保护 ROV2PTOV, $U_0 >$, 示例 1	0n(投入) 机端	0n(投入) 机端	0n(投入) 发电机中性点	0n(投入) 发电机中性点
两段式零序过电压保护 ROV2PTOV, $U_0 >$, 示例 2	0n(投入) 变压器低压侧	0n(投入) 变压器低压侧	0n(投入) 变压器低压侧	0n(投入) 高压侧中性点
过励磁保护 OEXPVPH	0n(投入)	0n(投入)	0n(投入)	0n(投入)
100%定子接地保护, 基于三次谐波 STEFPHIZ /95%基于基频	0n(投入)	0n(投入)	取决于应用	取决于应用
低频保护 SAPTUF, 示例 1	0n(投入)	0n(投入)	0n(投入)	0n(投入)
低频保护 SAPTUF, 示例 2	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
低频保护 SAPTUF, 示例 3	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
低频保护 SAPTUF, 示例 4	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
超频率保护 SAPTOF, 示例 1	0n(投入)	0n(投入)	0n(投入)	0n(投入)
超频率保护 SAPTOF, 示例 2	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
超频率保护 SAPTOF, 示例 3	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
超频率保护 SAPTOF, 示例 4	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
频率变化率保护 SAPFRC, 示例 1	取决于应用	取决于应用	取决于应用	取决于应用
频率变化率保护 SAPFRC, 示例 2	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
同期检测、无压检测和同步 SESRSYN	取决于应用	取决于应用	取决于应用	取决于应用

- 1) 发电机应该有逆功率保护。如果发电机消耗低反功率, 在电动机运行状态($< 1\% \text{ of } S_N$), 应该使用低正功率保护。在其他情况下, 应该使用逆功率保护。
- 2) 电压制动定时限过流保护 (VR2PVOC) 可以用来代替低阻抗保护。

2.3.1.6

连接到直接接地的高压系统并带有冗余保护的单发变组

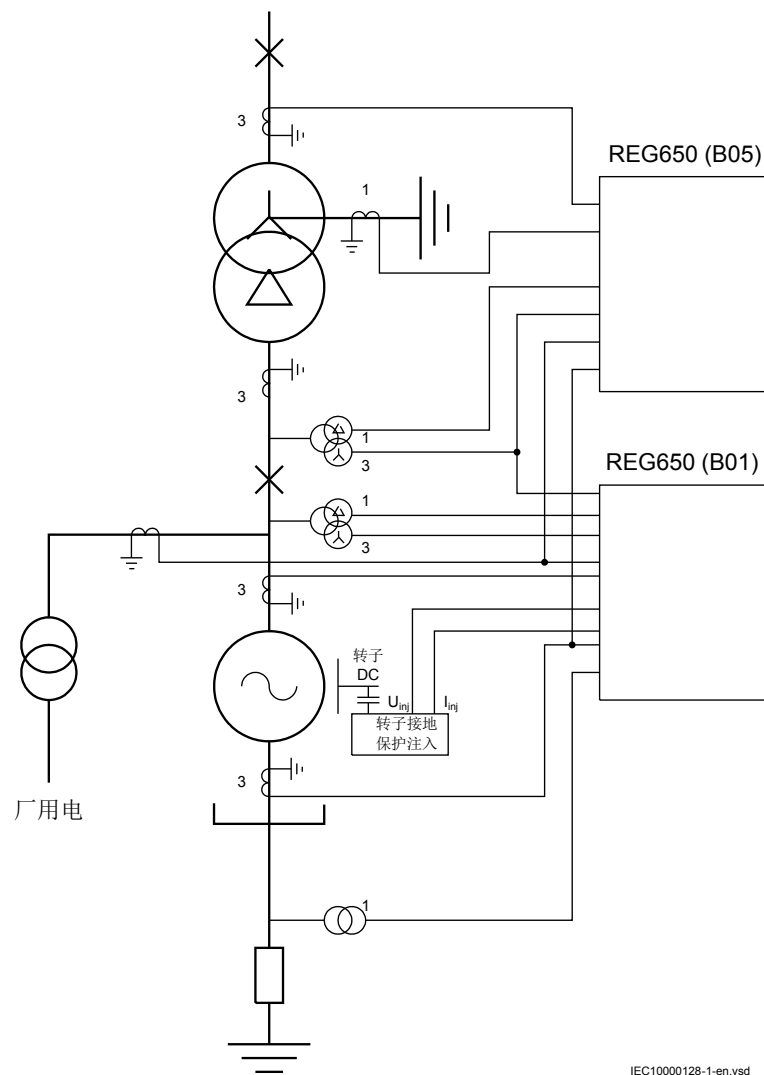


图 8: 连接到直接接地的高压系统并带有冗余保护的单发变组

REG650 (B01) 用于发电机的主保护，另外 REG650 (B05) 用于变压器组的主保护和发电机的后备保护。这些保护的组合可以为辅助系统变压器提供冗余保护。

REG650 (B01)作为发电机的主保护， REG650 (B05) 作为升压变压器的主保护和发电机的后备保护。 这种组合提供发电机的余保护功能和辅助变压器的保护功能。

表 7: 发电机应用举例相关参数

参数	值
发电机额定电压 ($U_{N, Gen}$)	1 - 20 kV
变压器高压侧额定电压 ($U_{N, THV}$)	11 - 220 kV
发电机额定容量 (S_N)	1 - 150 MV
高压侧短路电流容量	500 - 5000 MVA

2. 3. 1. 8

带有一台三绕组变压器的两台发电机，连接到中性点直接 接地 的高压 (HV) 系统，带有包含发电机在内的单元差动保护和冗余保护

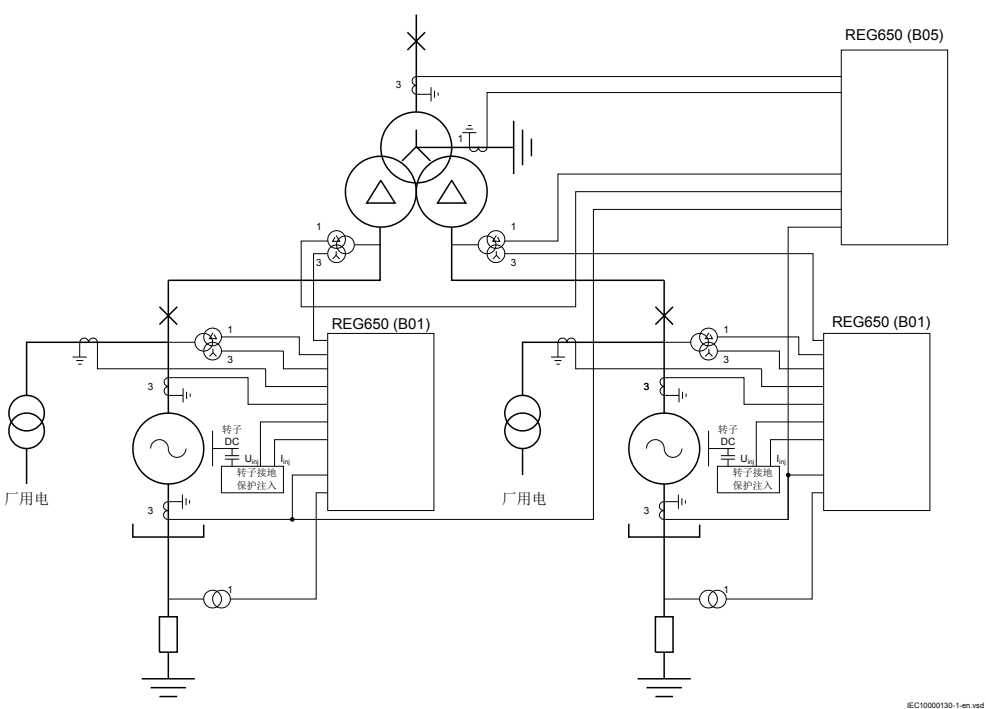


图 10: 带有一台三绕组变压器的两台发电机，连接到中性点直接 接地 的高压 (HV) 系统，带有包含发电机在内的单元差动保护和冗余保护

REG650 (B01) 用于发电机的主保护，另外 GEG650 (B05) 用于变压器组的主保护和发电机的后备保护。 这些保护的组合可以为辅助系统变压器提供冗余保护。

表 8: 发电机应用示例的数据

参数	数值
发电机额定电压 ($U_{N, Gen}$)	1 - 20 kV
变压器高压侧额定电压 ($U_{N, THV}$)	11 - 220 kV
发电机额定容量 (S_N)	1 - 150 MVA
高压侧短路功率水平	500 - 10000 MVA

2. 3. 1. 9

带有一台三绕组变压器的两台发电机，连接到中性点直接 接地 的高压 (HV) 系统，带有变压器组的差动保护和冗余保护

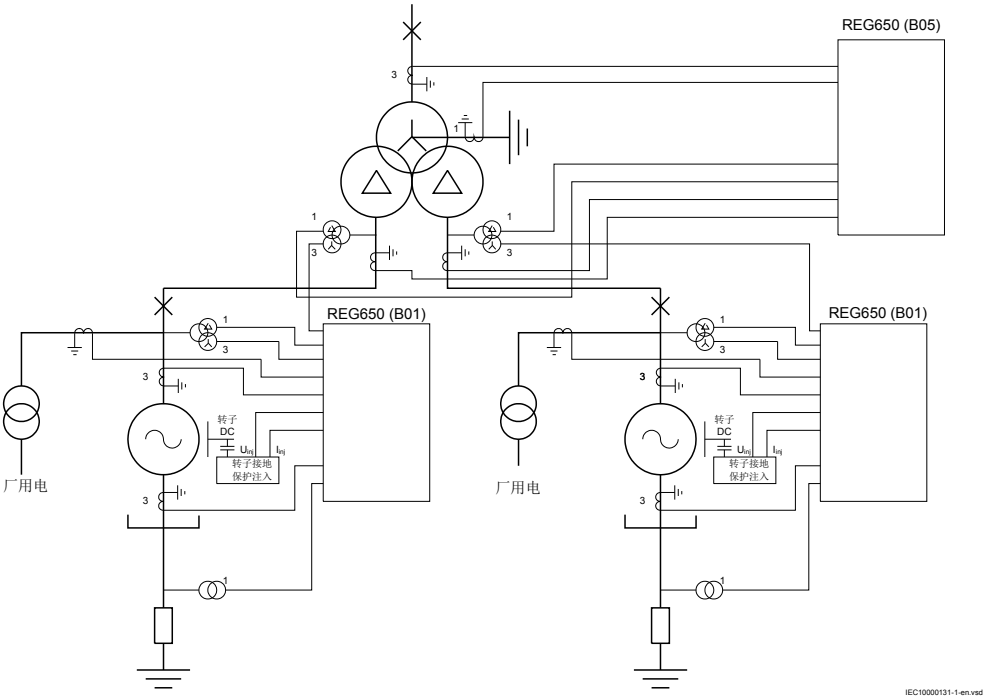


图 11: 带有一台三绕组变压器的两台发电机，连接到中性点直接 接地 的高压 (HV) 系统，带有变压器组的差动保护和冗余保护

REG650 (B01) 用于发电机的主保护，另外 GEG650 (B05) 用于变压器组的主保护和发电机的后备保护。 这些保护的组合可以为辅助系统变压器提供冗余保护。

表 9: 发电机应用示例的数据

参数	数值
发电机额定电压 ($U_{N, Gen}$)	1 - 20 kV
变压器高压侧额定电压 ($U_{N, THV}$)	11 - 220 kV
发电机额定容量 (S_N)	1 - 150 MVA
高压侧短路功率水平	500 - 10000 MVA

2.3.1.10

功能表

不同的应用情况下的建议选择如表所示 [10](#).

这些建议的含义如下:

- On(投入): 建议应用时使功能保持激活
- Off(退出): 建议应用时使功能不被激活
- 取决于应用: 功能激活或不被激活取决于不同情况下的特定状况.



应用 5—8, 如表 [10](#) 是根据之前章节的应用示例。

表 10: 在不同应用实例中推荐的功能

功能	应用 5:	应用 6:	应用 7:	应用 8:
发电机差动保护 GENPDIF (B01)	On(投入)	On(投入)	On(投入)	On(投入)
变压器差动保护 T3WPDIF (B05)	On(投入)	On(投入)	On(投入)	On(投入)
一相高阻抗差动保护 HZPDIF	取决于应用	取决于应用	取决于应用	取决于应用
发电机和变压器的低阻抗保护 ZGPDIS (B01)	On(投入)	On(投入)	On(投入)	On(投入)
发电机和变压器的低阻抗保护 ZGPDIS (B05)	Off(退出)	Off(退出)	Off(退出)	Off(退出)
负荷侵入 (LEPDIS)	取决于应用	取决于应用	取决于应用	取决于应用
00SPAM(失步保护) (B01)	On(投入)	On(投入)	On(投入)	On(投入)
00SPAM(失步保护) (B05)	Off(退出)	Off(退出)	Off(退出)	Off(退出)
失磁(低励)保护 LEXPDIS (A01)	On(投入)	On(投入)	On(投入)	On(投入)
失磁(低励)保护 LEXPDIS (B05)	Off(退出)	Off(退出)	Off(退出)	Off(退出)
4 段相过流保护 OC4PTOC, 示例 1 (B01)	On(投入) 厂用变	On(投入) 厂用变	On(投入) 厂用变	On(投入) 厂用变
4 段相过流保护 OC4PTOC, 示例 1 (B05)	On(投入)	On(投入)	On(投入)	On(投入)
4 段相过流保护 OC4PTOC, 示例 2	Off(退出)	Off(退出)	Off(退出)	Off(退出)
四段式零序过流保护 EF4PTOC, 示例 1 (B01)	Off(退出)	Off(退出)	Off(退出)	Off(退出)
四段式零序过流保护 EF4PTOC, 示例 1 (B05)	On(投入) 变压器 HV	On(投入) 变压器 HV	On(投入) 变压器 HV	On(投入) 变压器 HV
四段式零序过流保护 EF4PTOC, 示例 2	Off(退出)	Off(退出)	Off(退出)	Off(退出)
灵敏的零序方向过流保护和功率保护 SDEPSDE (B01)	On(投入) 转子接地保护	On(投入) 转子接地保护	On(投入) 转子接地保护	On(投入) 转子接地保护
续下页				

功能	应用 5:	应用 6:	应用 7:	应用 8:
灵敏的零序方向过流保护和功率保护 SDEPSDE (B05)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
热过负荷保护 TRPTTR, 示例 1	On (投入)	On (投入)	On (投入)	On (投入)
热过负荷保护 TRPTTR, 示例 2	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
断路器失灵保护 CCRBRF (B01)	On (投入)	On (投入)	On (投入)	On (投入)
断路器失灵保护 CCRBRF (B05)	On (投入) 高压侧断路器	On (投入) 高压侧断路器	On (投入) 高压侧断路器	On (投入) 高压侧断路器
三相不一致保护 CCRPLD	取决于应用	取决于应用	取决于应用	取决于应用
方向低功率保护 GUPPDUP (低正向功率保护), (B01)	1)	1)	1)	1)
带方向的低功率保护 GUPPDUP (低正向功率保护), (B05)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
带方向的过功率保护 GOPPDOP, 示例 1 (逆功率保护), (B01)	1)	1)	1)	1)
带方向的过功率保护 GOPPDOP, 示例 1 (逆功率保护), (B05)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
带方向的过功率保护 GOPPDOP, 示例 2	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
同步电机的误上电保护 AEGGAPC (B01)	On (投入)	On (投入)	On (投入)	On (投入)
同步电机的误上电保护 AEGGAPC (B05)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
电机负序定时限过流保护 NS2PTOC	On (投入)	On (投入)	On (投入)	On (投入)
电压制动定时限过流保护 VR2PVOC (B01)	2)	2)	2)	2)
电压制动定时限过流保护 VR2PVOC (B05)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
两段式欠电压保护 UV2PTUV U<	On (投入)	On (投入)	On (投入)	On (投入)
两段式过电压保护 OV2PTOV, U>	On (投入)	On (投入)	On (投入)	On (投入)
两段式零序过电压保护 ROV2PTOV, U0>, 示例 1 (B01)	On (投入) 发电机中性点	On (投入) 发电机中性点	On (投入) 发电机中性点	On (投入) 发电机中性点
两段式零序过电压保护 ROV2PTOV, U0>, 示例 1 (B05)	On (投入) 发电机低压侧	On (投入) 发电机低压侧	On (投入) 发电机低压侧	On (投入) 发电机低压侧
两段式零序过电压保护 ROV2PTOV, U0>, 示例 2 (B01)	On (投入) 机端	On (投入) 机端	On (投入) 机端	On (投入) 机端
两段式零序过电压保护 ROV2PTOV, U0>, 示例 2 (B05)	Off (退出)	On (投入) 高压侧中性点	On (投入) 变压器低压侧	On (投入) 变压器低压侧
过励磁保护 OEXPPH	On (投入)	On (投入)	On (投入)	On (投入)
100% 定子接地保护, 基于三次谐波 STEFPHIZ /95%基于基频 (B01)	On (投入)	On (投入)	On (投入)	On (投入)
100% 定子接地保护, 基于三次谐波 STEFPHIZ /95%基于基频 (B05)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
低频保护 SAPTUF, 示例 1	On (投入)	On (投入)	On (投入)	On (投入)
低频保护 SAPTUF, 示例 2	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
低频保护 SAPTUF, 示例 3	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
低频保护 SAPTUF, 示例 4	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
超频率保护 SAPTOF, 示例 1	On (投入)	On (投入)	On (投入)	On (投入)
超频率保护 SAPTOF, 示例 2	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
超频率保护 SAPTOF, 示例 3	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
超频率保护 SAPTOF, 示例 4	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)	Off (退出)
频率变化率保护 SAPFRC, 示例 1	取决于应用	取决于应用	取决于应用	取决于应用
续下页				

功能	应用 5:	应用 6:	应用 7:	应用 8:
频率变化率保护 SAPFRC, 示例 2	Off（退出）	Off（退出）	Off（退出）	Off（退出）
同期检测、无压检测和同步 SESRSYN (B01)	取决于应用	取决于应用	取决于应用	取决于应用
同期检测、无压检测和同步 SESRSYN (B05)	Off（退出）	Off（退出）	Off（退出）	Off（退出）

- 1) 发电机应该有逆功率保护。如果发电机消耗低反功率, 在电动机运行状态(< 1 % of S_N), 应该使用低正功率保护。在其他情况下, 应该使用逆功率保护。
- 2) 电压制动定时限过流保护 (VR2PVOC) 可以用来代替低阻抗保护。

章节 3 REG650 整定举例

该应用实例中有一发电机组,它由一台 REG650 B01 (主保护 1)和一台 REG650 B05 (主保护 2)构成,如图 12.

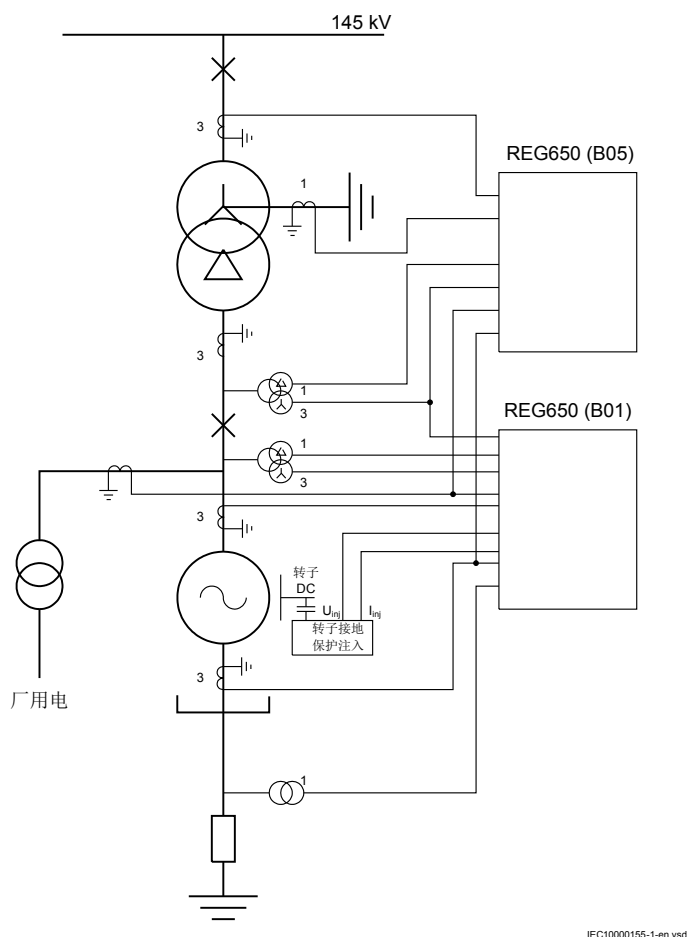


图 12: 发电厂保护应用

假定下面的数据:

表 11: 变压器组数据

项目	数据
发电机额定容量 S_N	25 MVA
变压器高压侧额定电压 U_{N1}	145 kV
变压器低压侧额定电压 U_{N2}	10.5 kV
变压器接线组别	YNd11

续下页

项目	数据
变压器短路电压 e_k	12 %
允许的最大持续负荷	$1.30 * S_N$
145kV 侧的相 CT 变比	150/1 A
145kV 的接地点 CT 变比	150/1 A
10kV 侧的相 CT 变比	1500/1 A
10 kV 侧的 VT 变比	$\frac{11}{\sqrt{3}} / \frac{0.11}{\sqrt{3}} / \frac{0.11}{3} \text{ kV}$
高压侧的最大正序源阻抗	10 欧姆 (大约 2100 MVA) 带有 85° 的相角
高压侧的最大零序源阻抗	j20 欧姆

表 12: 发电机数据

项目	数据
发电机额定容量 S_N	25 MVA
发电机额定电压 U_N	10.5 kV
额定功率因数 $\cos\varphi_n$	0.90
x_d	1.0 每组 (标幺)
x_d'	0.4 标幺
x_d''	0.25 标幺
发电机机端相 CT 变比	1500/1 A
发电机中性点相 CT 变比	1500/1 A
发电机中性点 VT 变比	$\frac{11}{\sqrt{3}} / 0.11 \text{ kV}$
发电机 10kV 端 VT 变比	$\frac{11}{\sqrt{3}} / \frac{0.11}{\sqrt{3}} / \frac{0.11}{3} \text{ kV}$

表 13: 辅助变压器数据

项目	数据
发电机额定容量 S_N	1.0 MVA
变压器高压侧额定电压 U_{N1}	10.5 kV
变压器低压侧额定电压 U_{N2}	0.4 kV
变压器接线组别	Dyn5
变压器短路电压 e_k	4 %
10.5kV 等级的相 CT 变比	100/1 A



设定示例中描述了由于特定的应用而导致设定需要的调整。建议保留所有未描述的设置值为默认值。每种保护和控制功能参见技术手册的设置表。



对于设置示例中没有表述的设置功能请参阅应用手册的设置指引章节。



使用 PCM600 中的参数设置工具，根据特定应用中的计算对继电器进行设置。

3.1 模拟量输入模板 4I 1I 5U 计算通用定值

TRM 转换模块有 4 个电流输入（抽头为 1 或 5A），一个电流输入（抽头为 0.1 或 0.5A）和 5 个电压输入。

发电机中性点电流互感器（三相电流互感器）和输入 1-3 端口相连(L1, L2 和 L3).

发电机中性点电流互感器可与输入 4 端口相连（在这里没有使用）。

转子接地 故障测量电流和输入 5 端口相连。

发电机机端侧电压互感器和输入 6-8 端口相连 (L1, L2 和 L3).

发电机中性点电压互感器和输入 9 端口相连。

转子接地故障测量电压和输入 10 端口相连。

1. 对电流互感器输入进行设置
 1. 1. 设置 *CTStarPoint1* 为 *To Object*.
电流互感器二次侧接地公共端朝着变压器。
 1. 2. 设置 *CTSec1* 为 *1 A*.
(CT 二次侧的额定电流)
 1. 3. 设置 *CTPrim1* 为 *1500 A*.
(CT 一次侧的额定电流)
 1. 4. 2、3 输入端口设置相同的电流。
 1. 5. 设置 *CTStarPoint4* 为 *—*.
 1. 6. 设置 *CTSec4* 为 *—*.
 1. 7. 设置 *CTPrim4* 为 *—*.

- 1.8. 设置 *CTStarPoint5* 为 *To Object*.
- 1.9. 设置 *CTSec5* 为 *10 A*.
- 1.10 设置 *CTPrim5* 为 *1 A*.
- .
2. 设置电压互感器的输入。
 - 2.1. 设置 *VTSec6* 为 *110 V*.
(VT 的二次侧额定电压, 给出的是线电压)
 - 2.2. 设置 *VTPrim6* 为 *11 kV*.
(VT 的二次侧额定电压, 给出的是线电压)
 - 2.3. 7、8 输入端口设置相同的电流。
 - 2.4. 设置 *VTSec9* 为 *110 V*.
(VT 的二次侧额定电压)
 - 2.5. 设置 *VTPrim9* 为 *6.35 kV*.
得到相同的变比
$$\frac{11}{\sqrt{3}} / 0.11 \text{ kV}$$
 - 2.6. 设置 *VTSec10* 为 *120 V*.
 - 2.7. 设置 *VTPrim10* 为 *.12 kV*.

3.2

模拟量输入模块 6I 4U 计算通用定值

AIM 模拟量输入模块包括 6 个电流输入 (1A 或者 5A) 和 4 个电压输入。

发电机机端电流互感器相 电流 CT 和输入 1-3 端口相连 (L1, L2 和 L3)。

10kV 辅助变压器的电流互感器 (三相 电流互感器组) 和输入 4-6 端口相连。
L1, L2 和 L3)。

10kV 变压器的电压互感器和输入 7-9 端口相连 (L1, L2 和 L3)。

发电机机端互感器开口三角形电压和输入 10 端口相连。

1. 对电流互感器输入进行设置
 - 1.1. 设置 *CTStarPoint1* 为 *To Object*.
电流互感器二次侧公共接地端朝着变压器。
 - 1.2. 设置 *CTSec1* 为 *1 A*.
(CT 二次侧的额定电流)
 - 1.3. 设置 *CTPrim1* 为 *1500 A*.
(CT 一次侧的额定电流)
 - 1.4. 2、3 输入端口设置相同的电流。
 - 1.5. 设置 *CTStarPoint4* 为 *To Object*.

- 电流互感器二次侧公共接地端朝着变压器。
1. 6. 设置 *CTSec4* 为 *1 A*.
(CT 二次侧的额定电流)
 1. 7. 设置 *CTPrim4* 为 *100 A*.
(CT 一次侧的额定电流)
 2. 设置电压互感器的输入。
 2. 1. 设置 *VTSec7* 为 *110 V*
(VT 的一次侧额定电压, 给出的是线电压)
 2. 2. 设置 *VTPrim7* 为 *11 kV*.
(VT 的二次侧额定电压, 给出的是线电压)
 2. 3. 8、9 输入端口设置相同的电流。
 3. 设置 *VTSec10* 为 *110 V*.
(VT 的二次侧额定电压)
 4. 设置 *VTPrim10* 为 *19.05 kV*.
得到相同的变比

$$\frac{11}{\sqrt{3}} / \frac{0.11}{3} \text{ kv}$$

3.3 预处理模块 SMAI

许多保护功能在发电机运行时必须可靠动作, 包括发电机启动过程中, 即使保护运行在非同步的发电机频率偏离额定频率的环境下. 因此, 预处理模块功能需要使用频率自适应的傅里叶滤波器. 必须配置好自适应的频率跟踪并为模拟输入预处理模块设置信号矩阵, 目的是使得发电机差动保护和其他保护准确动作.

频率自适应傅里叶滤波器需要发电机的电压作为参考. 因此, 发电机的机端电压需要连接到 5ms 和 20ms 预处理器组的模块 SMAI_20_1。

1. 在 SMAI_20_1, 5 ms 模块设置 *DFTReference* 为 *DFTRefGrp1*.
该实例是傅里叶滤波器的参考。
2. 在 SMAI_20_1, 5 ms 模块设置 *DFTRefExtOut* 为 *DFTRefGrp1*.
该实例是将同步参考信号发送到 SPFCOUT 输出. 该信号配置到 SMAI_20_1 在 20ms 预处理器组的输入 DFTSPFC.
3. 在 SMAI_20_1, 20 ms 模块, 设置 *DFTReference* 为 *External DFT ref*.
该输入 DFTSPFC 是傅里叶滤波器的参考。
4. 在 SMAI_20_1, 20 ms 模块, 设置 *DFTRefExtOut* 为 *DFTRefGrp1*.
不配置该预处理器的输出。

5. 设置 *DFTReference* 为 *DFTRefGrp1*, 对 5ms 组的所有预处理器模块.
6. 设置 *DFTReference* 为 *DFTRefGrp1* 对 20ms 组的所有预处理器模块. 这和组 1 的输入信号配置一样.
7. 设置 *DFTReference* 为 *InternalDFTRef*, 用于 SMAI_20_4 和 SMAI_20_5 (20 ms) 预处理模块, 使得采样频率等于注入的基频电压频率.

3.4 计算全局基准值 GBASVAL 的定值

每个保护功能使用一次基准值作为整定参考, 基准值在 GBASVAL 中设置, GBASVAL 最多提供 6 组基准定值: 基准值 1 - 基准值 6.

建议基准值 1 作为发电机保护, 基准值 2 作为升压变的高压侧保护, 基准值 3 作为厂用变高压侧的保护, 基准值 4 作为励磁变高压侧的保护, 基准值 5 作为发电机转子 接地 故障保护, 基准值 6 作为发电机零序保护.

供货时, 产品使用如下基准值:

全局基准	I _{Base} [A]	U _{Base} [kV]	S _{Base} [MVA]
1	1522	11.00	29.000
2	138	121.00	29.000
3	84	11.00	1.600
4	20	11.00	0.390
5	1000	100.00	29.000
6	200 ¹⁾	33.00 ²⁾	29.000

1) 一次侧不接地连接 (对 G 中性点) 3U0, 接地-故障保护功能, 作为匝间短路保护
 2) 3x11=33kV. 作为零序电压保护的 3U0 电压测量



这些全局基准值应按 REG650 安装的应用场所修改.

3.5 发电机差动保护的定值计算

1. 设置 全局基准值选择 为 1.
2. 设置 投退模式 为 On (投入).
3. 设置 1 段末 为 1.25 I_{Base}.
4. 设置 2 段末 为 3 I_{Base}.
5. 设置 2 段的斜率 为 40 %.
6. 设置 3 段的斜率 为 80 %.

差动保护的制动特性和无制动特性，如图 13。保护动作的差流限值是制动电流的函数。REG650 中，制动电流等于最大的发电机相电流。制动电流的特性由以下参数定义：灵敏 1 段，1 段末，2 段末，2 段的斜率 和 3 段的斜率。参数 1 段末，2 段末，2 段的斜率 和 3 段的斜率 已定义并推荐了默认定值。

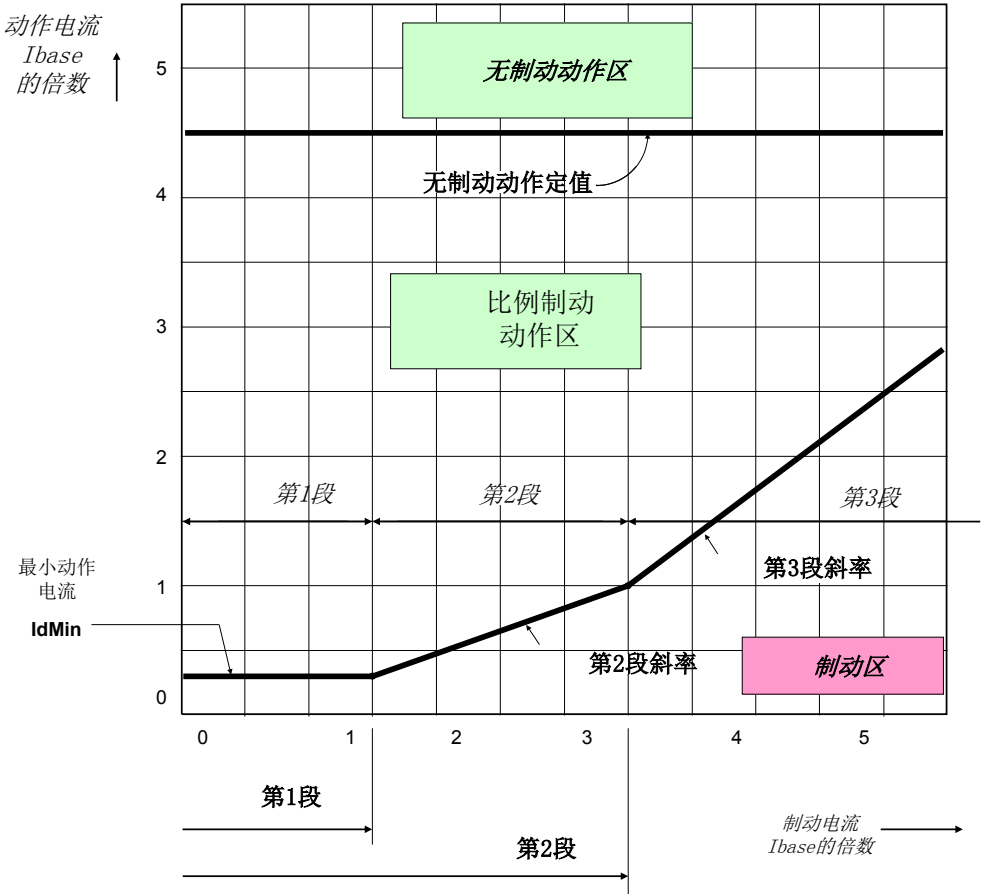


图 13: 差动保护制动-动作特性

在正常运行期间，会因为电流互感器的原因保护会测到“假的”差流。能计算出在极端分接头位置上的差动电流。电流互感器等级为 5P 时，则测量最大幅值误差为 1 %，并且带来最大为 60 分的相移。

- 7. 设置灵敏 1 段为 0.10 IBase。
灵敏 1 段 设为发电机额定电流的 0.1 pu，确保负荷电流不会造成保护误动。
- 8. 设置 IdUnre 为 6.0 IBase。
无制动的差动保护不带制动特性，有很好的稳定性。设定原则只需考虑检测内部故障。这就意味着电流设定值为（IdUnre）比外部故障流过发电机的最大故障电流都要大。估算这个电流的最简单的方法是：

$$IdUnre \geq \frac{1}{x_d} \cdot I_{N,generator} = \frac{1}{0.25} \cdot I_{N,generator} = 4 \cdot I_{N,generator}$$

- 设定时要考虑故障电流中直流分量的影响。
9. 设置 *OpNegSeqDiff* 为 *Yes*.
 10. 设置 *IMinNegSeq* 为 *0.04 IBase*.
 11. 设置 *NegSeqROA* 为 *60°*.
发电机差动保护也有基于负序电流的外部/内部故障识别功能。参数 *OpNegSeqDiff*, *IMinNegSeq* 和 *NegSeqROA* 已定义并推荐了默认定值。
 12. 设置 *OpCrossBlock* 为 *Yes*.
如果有一相激活了谐波制动功能，交叉闭锁可用来防止其它相差动保护的动作。

3.6 发电机和变压器的低阻抗保护整定计算

低阻抗保护功能的设置参照用于 REG650 (B05) 的示例，并假设升压变压器的阻抗为 10%。如图 3 升压变压器在发电机侧的一次阻抗计算如下：

$$X_T = \frac{x_r}{100} \cdot \frac{U_r^2}{S_r} = \frac{10}{100} \cdot \frac{11^2}{29} = 0.4172\Omega$$

(等式 1)

发电机额定负荷阻抗计算如下：

$$Z_{Load} = \frac{U_G^2}{S_G} = \frac{11^2}{29} = 4.1724\Omega$$

(等式 2)

该阻抗是指发电机在额定负荷条件下 ZGPDIS 功能的测量阻抗。

由于负荷侵入的整定计算，假设发电机额定功率因数为 *Grated_PF* = 0.8。该数据在发电机的铭牌上。

3.6.1 1 段的整定计算

阻抗 1 段的设置应深入到升压变压器的内部（即它的范围不能超越变压器），并为发电机机端的相间短路，发电机母线以及变压器组的低压绕组提供一个快速后备保护。可以看出，该功能的低定值也仅可保护定子绕组的一部分。

因而，设置 *Z1* 为升压变压器阻抗的 75%。当需要和发电机定子差动保护功能配合使用时，通常不设延时或非常短的延时（比如 0-100ms）为实现以上应用，设置如下：

1. 设置 *投退模式* 为 *On(投入)* 来启用 ZGPDIS 功能。
2. 设置 *阻抗角* 为 80 度。*阻抗角* 对于三段是共用的。
3. 设置 *OpModeZ1* 为 *Enable-Zone* 来启用 1 段。

4. 设置 $Z1Fwd$ 为 0.313 欧姆。 $Z1Fwd = 0.75 \cdot X_T = 0.75 \cdot 0.4172 = 0.313$ 欧姆。
5. 设置 $Z1Rev$ 为 0.313 欧姆。 $Z1Rev = 0.75 \cdot X_T = 0.75 \cdot 0.4172 = 0.313$ 欧姆。
6. 设置 1 段延时 $tZ1$ 为 0.100s。

3.6.2

2 段的整定计算

2 段的整定设置为升压变压器阻抗的 125%（即它的范围为了保护高压侧母线总是超过变压器阻抗）。它保护整个变压器和高压侧母线。一般需要时间延迟来和高压线路距离保护 Z1 动作以及可能的断路器失灵保护配合使用。



为了在失磁条件和系统震荡情况下避免出现问题，反方向范围必须限制到变压器阻抗的 100%。

为了实现以上应用，设置如下：

1. 设置 $OpModeZ2$ 为 *Enable-Zone* 来启用 2 段。
2. 设置 $Z2Fwd$ 为 0.522 欧姆。 $Z2Fwd = 1.25 \cdot X_T = 1.25 \cdot 0.4172 = 0.522$ 欧姆。
3. 设置 $Z2Rev$ 为 0.4172 欧姆。 $Z2Rev = 1.0 \cdot X_T = 1.0 \cdot 0.4172 = 0.4172$ 欧姆。
4. 设置 2 段延时 $tZ2 = 0.300$ s。

3.6.3

3 段的整定计算

阻抗 3 段一般设置成发电机额定负荷阻抗的 70%，对应于额定电压下额定电流的 $1/0.7 = 1.43$ 倍的动作电流。该定值会为高压网络提供一个灵敏的短路后备保护。为了和高压网络上的其他距离保护继电器区分开，需要一个合适的延时整定。



反方向的范围必须限制到与 Z2 相同的值，原因是一样的。

为了实现以上应用，设置如下：

1. 设置 $OpModeZ3$ 为 *Enable-Zone* 来启用 3 段。
2. 设置 $Z3Fwd$ 为 2.921 欧姆。 $Z3Fwd = 0.70 \cdot Z_{Load} = 0.70 \cdot 4.1724 = 2.921$ 欧姆。
3. 设置 $Z3Rev$ 为 0.4172 欧姆。 $Z3Rev = 1.0 \cdot X_t = 1.0 \cdot 0.4172 = 0.4172$ 欧姆。
4. 设置 $tZ3$ 为 3.000s。区段延时必须和高压线路距离保护的 Z3 或者 Z4 使用的延时协调使用。
5. 设置 $LoadEnchModZ3$ 为 *On* (投入)。因为正向范围很大，因此建议启用负荷侵入功能。

3.6.4 负荷侵入功能的整定计算

负荷侵入功能仅仅能刻画 ZGPDIS 功能的 Z3 特性，根据图 14，负荷侵入的特征用来防止高压电网中特殊运行条件下低阻抗功能误动（比如重载，故障消除，系统扰动，系统震荡）。

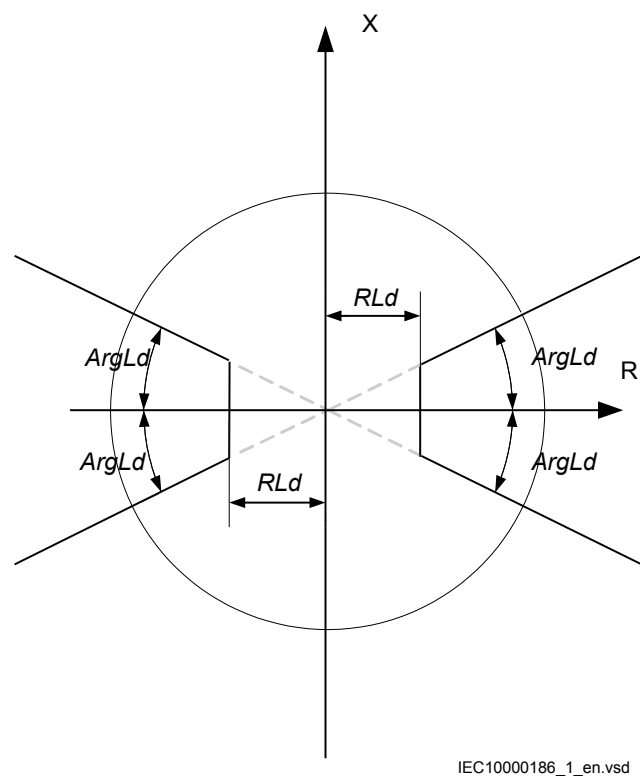


图 14: 带有助于偏移姆欧低阻抗功能的负荷侵入的 Z3 特性

负荷侵入功能的参数设定在 LEPDIS 中实现。



定值 $LoadEnchModZ3$ 用于 ZGPDIS 功能的 3 段必须设为 *On* (投入) 来实现负荷侵入功能。

用于发电机负荷侵入功能的最简单的方式可以参考 IEEE 的建议。该建议在 IEEE 的 PSRC WG 报告“大系统扰动中发电机保护性能”中给出，该报告指出发电机应该能够在电机的额定功率因数下运行在电机 MVA 等级的 200%。在阻抗动作平面上，这意味着运行在额定发电机负荷阻抗的 50%和角度 $\arccos(\text{Grated_PF})$ 下。

为了达到以上应用，设置如下：

1. 设置 RLd (负荷电阻) 为 1.669 欧姆。 RLd (负荷电阻) = $\text{Grated_PF} \cdot 0.5 \cdot Z_{\text{Load}} = 0.8 \cdot 0.5 \cdot 4.1724 = 1.669$ 欧姆。
2. 设置 $ArgLd$ 为 37 度。 $ArgLd = \arccos(\text{Grated_PF}) = \arccos(0.8) = 37$ 度。

3.7 失步保护的整定计算 00SPPAM

该阻抗定值以 Z_{Base} 的百分数形式给出的。 Z_{Base} 定义为：

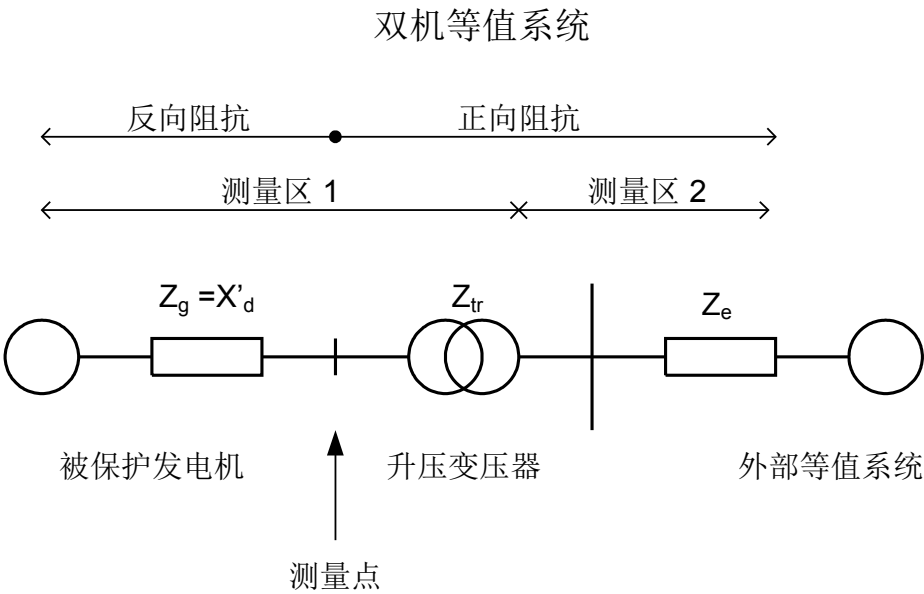
$$Z_{\text{Base}} = \frac{U_{\text{Base}} / \sqrt{3}}{I_{\text{Base}}} = \frac{U_{\text{Base}}^2}{S_{\text{Base}}}$$

参数 U_{Base} 和 S_{Base} 在全局基值设置中，通常是发电机额定线电压（相-相电压）以及发电机额定视在功率，前者以 kV 为单位，后者以 MVA 为单位。

在这种情况下：

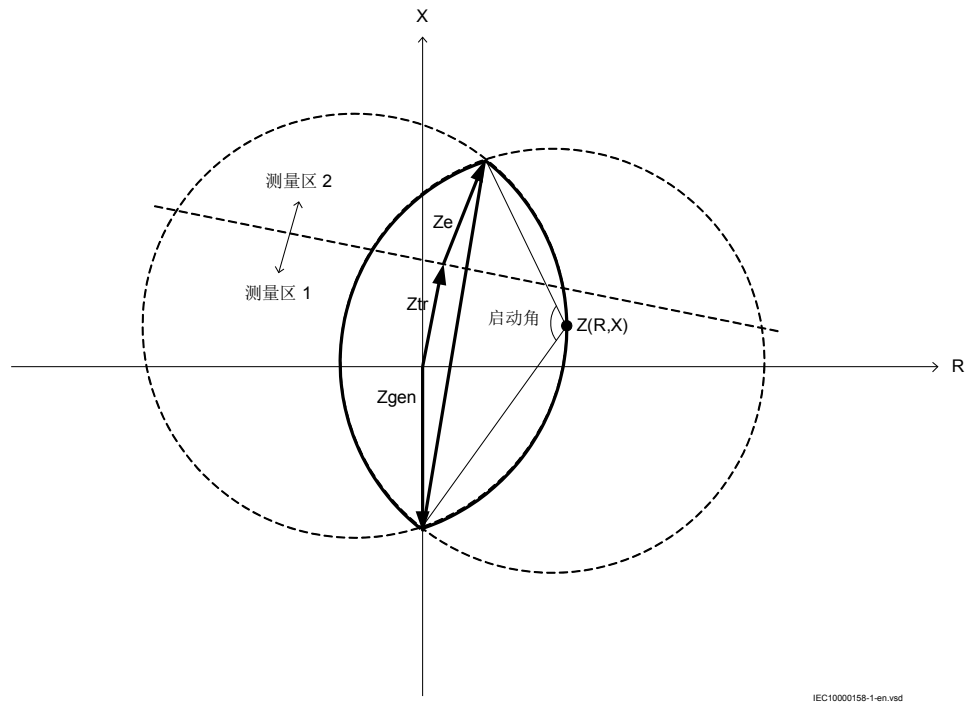
$$Z_{\text{Base}} = \frac{10.5^2}{25} = 4.41 \, \Omega$$

发电机和系统可以描述如图 15.



IEC10000157-1-en.vsd

图 15: 发电机组和外部系统的等效图
 定义失步保护特性的阻抗整定见阻抗图 16.



IEC10000158-1-en.vsd

图 16: 失步保护的阻抗特性

正向阻抗分为电阻和电抗部分 $ForwardR$ 和 $ForwardX$. 正向阻抗是变压器单元阻抗和外部系统的等值源阻抗之和. 变压器单元阻抗可以从变压器的数据计算得到:

$$X_{tr} = \frac{V_N^2}{S_N} \cdot v_{sc} = \frac{10.5^2}{25} \cdot 0.12 = 0.53 \, \Omega$$

$$X_{tr} = \frac{U_N^2}{S_N} \cdot u_{sc} = \frac{10.5^2}{25} \cdot 0.12 = 0.53 \, \Omega$$

或者为 12% 的 Z_{Base} .

该阻抗的计算是以欧姆为单位, 利用变压器在发电机侧的额定电压 U_N 来计算的. S_N 是变压器的额定视在功率, u_{sc} 是以标么值给出的变压器短路电压.

$$R_{tr} = \frac{U_N^2}{S_N} \cdot r_{sc}$$

变压器的电阻与电抗相比可以忽略, 因此在该情况下设为 0.

外部系统的阻抗的计算可以利用短路计算的方法. 变压器单元高压侧三相短路后, 来自系统的短路电流为 I_{sc} . 当系统不是很坚强时, 就会有很大的风险发生失步的状况, 因此计算应该在这种不坚强的条件下进行. 一个通常的情况是发电厂的一条线路跳闸了. 关于变压器高压侧的外部复杂系统阻抗, 可以估算:

$$Z_{e,HV} = R_{e,HV} + jX_{e,HV} = \frac{U_{net}/\sqrt{3}}{I_{sc}}$$

在 145kV 电压等级时, 阻抗为 $10 \angle 85^\circ$.

因为该阻抗的计算是在变压器的高压侧进行的, 因此必须将该阻抗归算到变压器的发电机侧:

$$Z_{e,LV} = R_{e,LV} + jX_{e,LV} = Z_{e,HV} \cdot \left(\frac{U_{N,LV}}{U_{N,HV}} \right)^2 = 0.87 + j10.00 \cdot \left(\frac{10.5}{145} \right)^2 = 0.0046 + j0.0524 \, \Omega$$

给出正向阻抗如下:

$$ForwardR = (R_{tr} + R_{e,LV}) \cdot \frac{100}{Z_{Base}} \% = (0.00 + 0.0046) \cdot \frac{100}{4.41} = 0.10 \%$$

$$ForwardX = (X_{tr} + X_{e,LV}) \cdot \frac{100}{Z_{Base}} \% = (0.53 + 0.052) \cdot \frac{100}{4.41} = 13.2 \%$$

反向阻抗分为电阻和电抗部分 $ReverseR$ 和 $ReverseX$. 反向阻抗是发电机的阻抗. 跟短路相比, 失步现象发生得比较缓慢, 因此可以使用发电机的暂态电抗

用于整定。如果基准阻抗 Z_{Base} 是发电机的额定数据, 那整定值可以直接给出:

$$ReverseR = r_{g,pu} \cdot 100 \% = 0$$

$$ReverseX = x'_d \cdot 100 \% = 40 \%$$

$ReachZ1$ 定义了 1 段正方向的范围。1 段的范围应该超过变压器但不能太远。该定值以 $ForwardX$ 的百分数给出的。

$$ReachZ1 = \frac{X_{tr}}{X_{tr} + X_{e,LV}} \cdot 100 \% = \frac{0.53}{0.53 + 0.052} = 91 \%$$

视在阻抗进入透镜形特性, 如图 17 当转子角大于整定值 $StartAngle$ 。

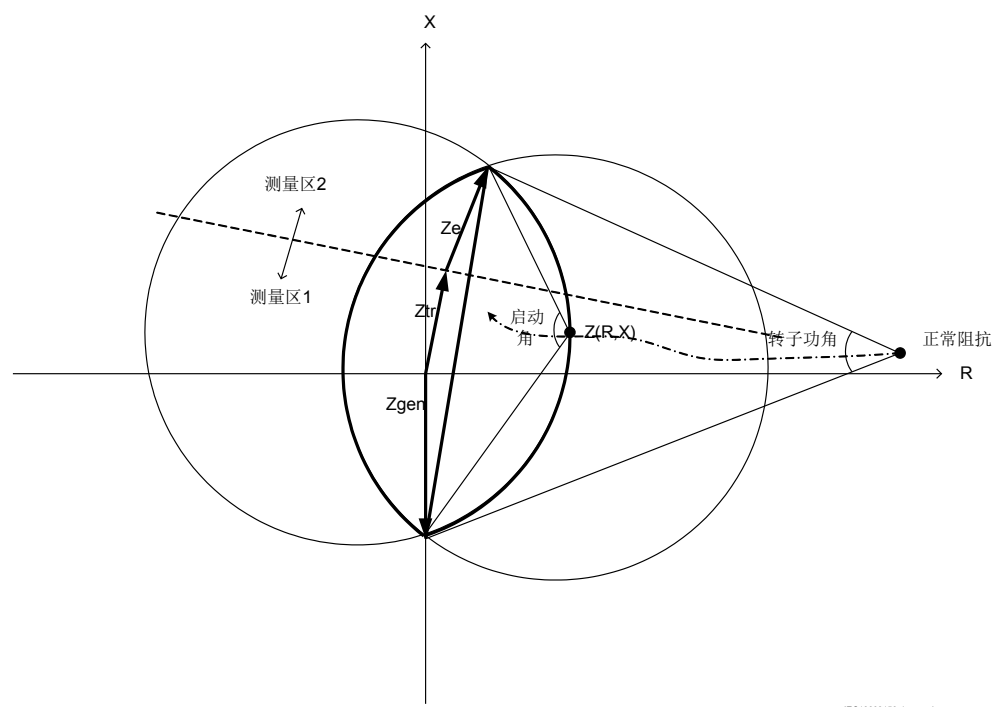


图 17: 视在阻抗在启动角的轨迹

推荐的 $StartAngle$ 的默认值为 110° 。

为了避免因为失步需要跳闸而在断路器上施加的压力, 跳闸信号会被延时直到转子角变得小于整定值 $TripAngle$, 如图 18。

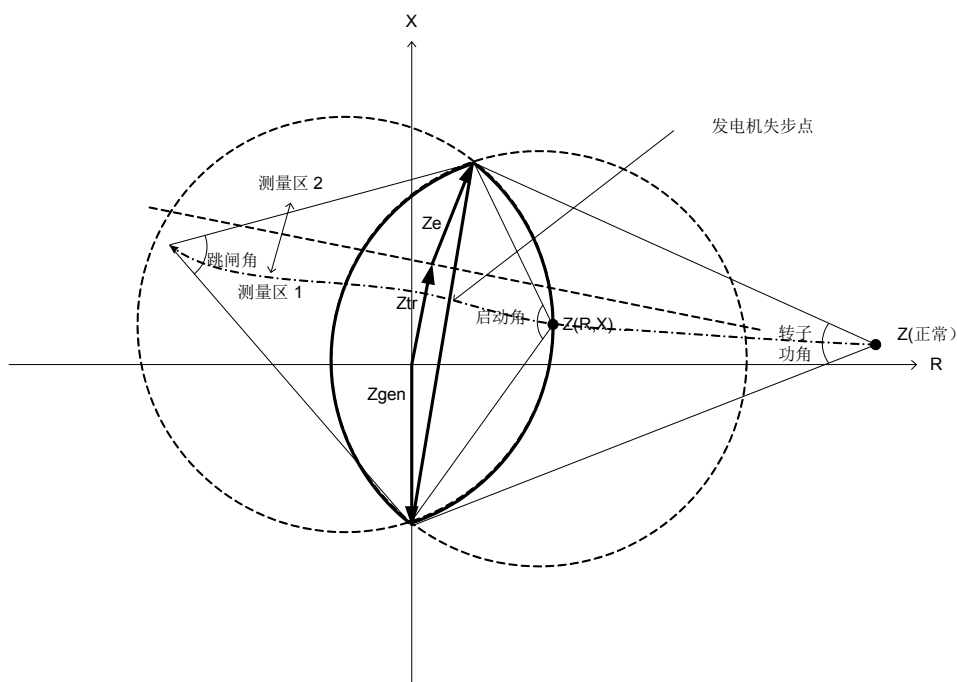


图 18: 失步时的视在阻抗和 $TripAngle$ 的轨迹

默认值 $TripAngle$ 为 60° 。

$tReset$ 表示当失步保护复归时，最后一次滑差检测的时间间隔。建议使用默认设置 6.0。

$NoOfSlipsZ1$ 表示用于 1 段跳闸的 1 段中滑差的数目。通常，跳闸应尽可能地来减小失步对于机组的影响。推荐默认的整定值 1 (在第一次滑差时跳闸)。

$NoOfSlipsZ2$ 表示用于 2 段跳闸的 2 段中滑差的数目。如果失步条件的中心在网络中，滑差时的视在阻抗在 2 段。在这种情况下，较合适的做法是网络分为两部分，这两部分的发电机仍然相连并运行。因此，失步保护允许不跳闸的网络分离。

$NoOfSlipsZ2$ 应该至少设置为 2 (在第二次滑差后跳闸)。

$OperationZ1$ 可设为 *On* (投入) 或者 *Off* (退出)，并且应该设为 *On* (投入) 来允许在 1 段中因滑差而跳闸。

$OperationZ2$ 可设为 *On* (投入) 或者 *Off* (退出)，并且应该设为 *On* (投入) 来允许在 2 段中因滑差而跳闸。

$tBreaker$ 表述了断路器的开断时间。如果设置得大于 0，那么 $TripAngle$ 将会忽略，并且使用一更先进的方法在更有利的时机来给断路器发送跳闸信号。典型的整定值 $tBreaker$ 为 0.040 s。

3.8 失磁保护 LEXPDIS 的定值计算

该阻抗定值以 Z_{Base} 的百分数表示. Z_{Base} 定义为:

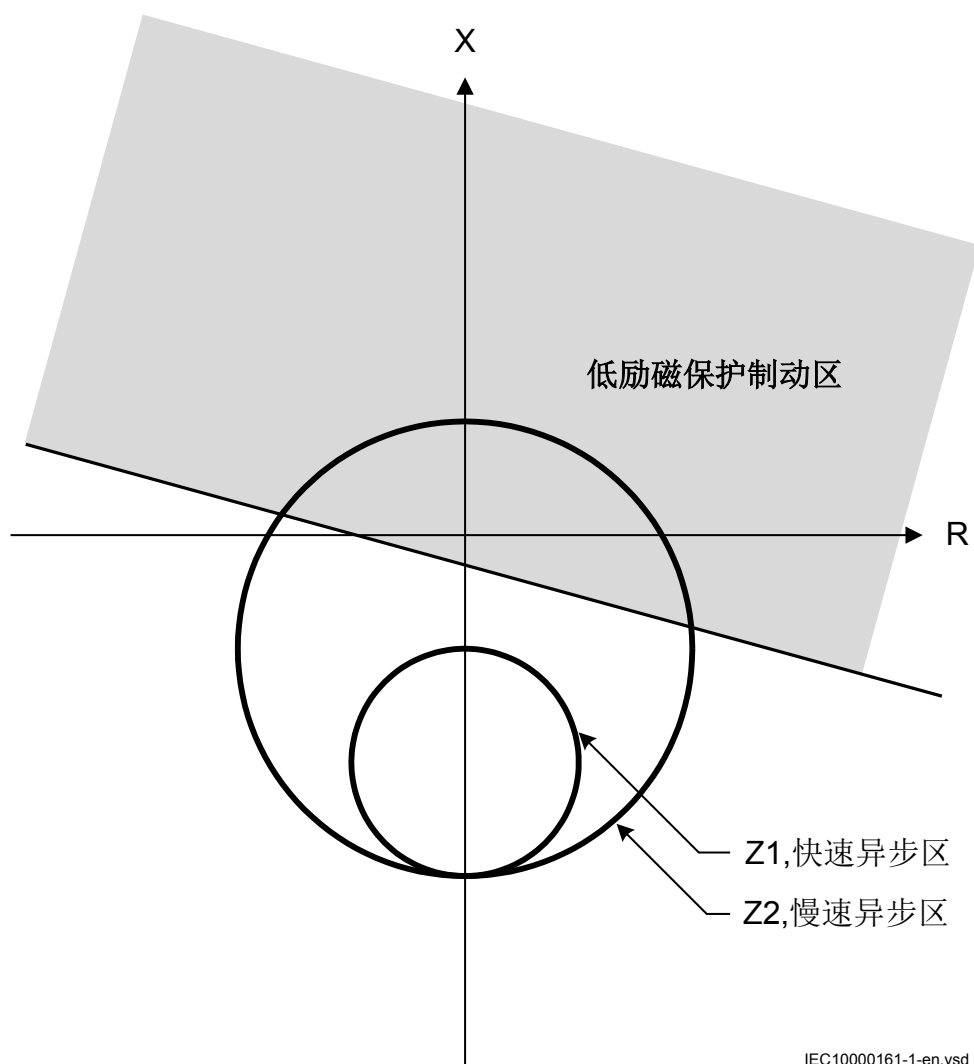
$$Z_{Base} = \frac{U_{Base} / \sqrt{3}}{I_{Base}} = \frac{U_{Base}^2}{S_{Base}}$$

参数 U_{Base} 和 S_{Base} 在全局基值设置中, 通常是发电机额定线电压 (相-相电压) 以及发电机额定视在功率, 以 MW 为单位。

在本算例:

$$Z_{Base} = \frac{10.5^2}{25} = 4.41 \Omega$$

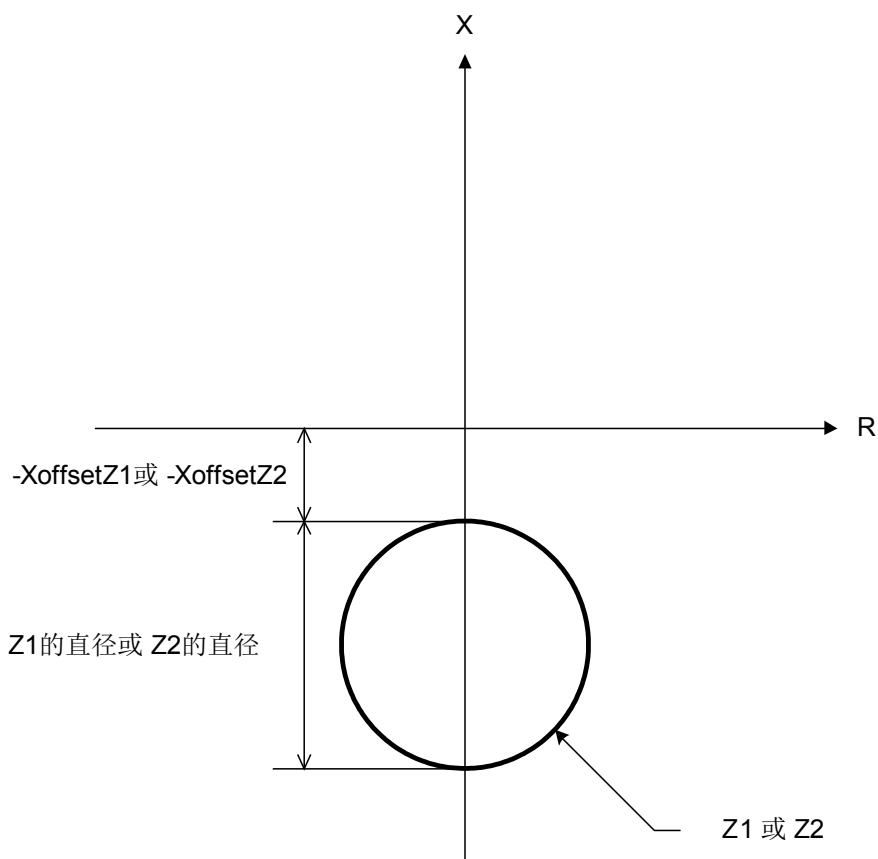
保护中两个保护区的设置如下。如果达到动态稳定极限, Z1 区迅速跳闸。如果发电机到达静态稳定极限, Z2 区经过一个较长的延时跳闸。如图所示机端故障时若阻抗达到保护边界, 需要制动区闭锁跳闸。如图 [19](#)。



IEC10000161-1-en.vsd

图 19: 欠励磁保护特性

1. 设置 投退模式 为 *On* (投入).
2. *OperationZ1* 和 *OperationZ2* 为 *On* (投入)
这两个区的阻抗定值如图所示 [20](#).



IEC10000162-1-en.vsd

图 20: 欠励磁保护 1 区和 2 区的阻抗参数设置

$XOffsetZ1$ 和 $XOffsetZ2$, 沿着 X 轴方向偏移阻抗圆, 如果 $X < 0$, 则其值为负。

通常推荐设置 $XOffsetZ1$ 等于

$$-\frac{X'_d}{2} = -\frac{0.4}{2} \cdot 100\% = -20.0\%$$

和 $Z1diameter$ 等于

$$1.1 \cdot X_d - \frac{X'_d}{2} = (1.1 \cdot 1.0 - \frac{0.4}{2}) \cdot 100\% = 90\%$$

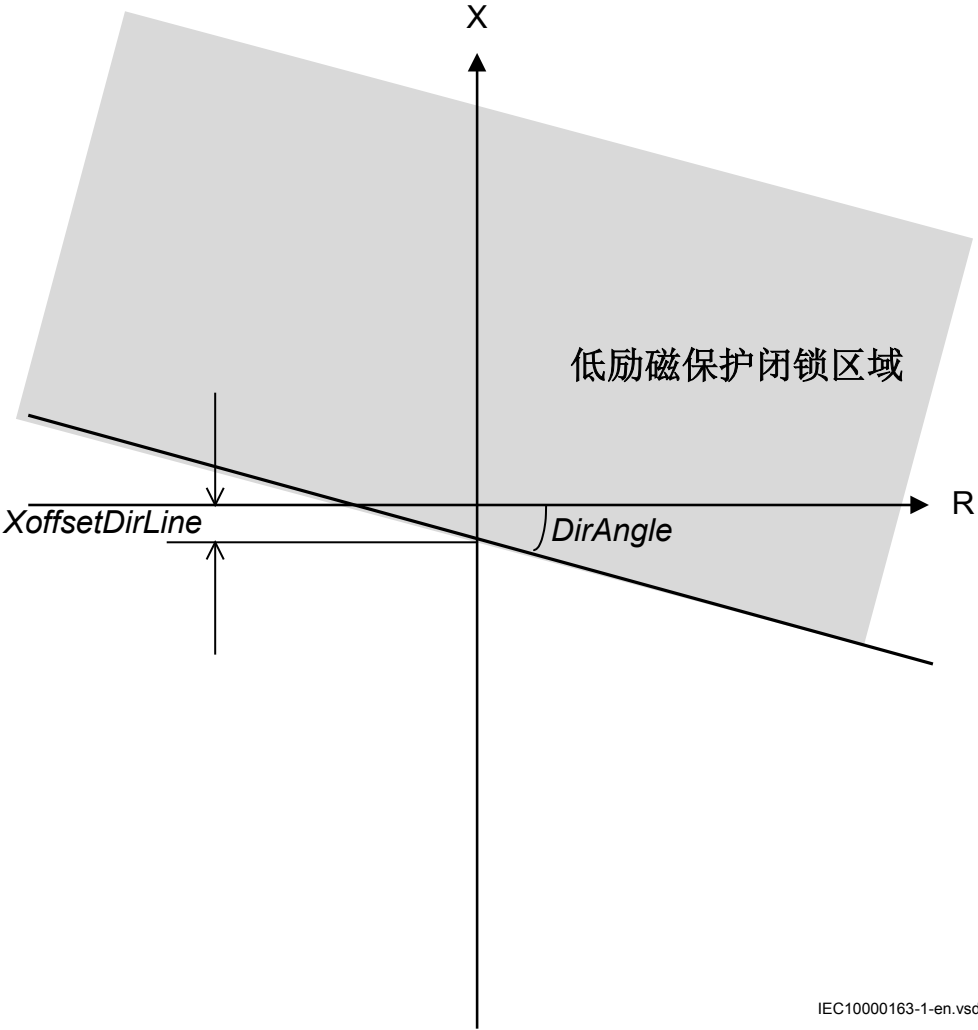
$tZ1$ 为 Z1 的跳闸延时, 建议设为 0.0s。建议设置 $XOffsetZ2$ 等于

$$-X_e = -\frac{0.052}{4.41} \cdot 100\% = -1.1\% \quad (\text{外网的等效阻抗}) \text{ 以及 } Z2diameter \text{ 等于}$$

$$1.1 \cdot X_d + X_e = (1.1 \cdot 1 \cdot 4.41 + 0.052) \cdot \frac{100}{4.41}\% = 111\%$$

t_{Z2} 为 Z1 的跳闸延时，系统振荡时阻抗会落入保护区，为防止误跳建议该参数设为 0.2s。

3. 设置 *DirSuperv* 为 *On*(投入).
低励磁保护的方向制动特性使得电抗可以为负值的整定阻抗不误动。实现方向制动则参数 *DirSuperv* 应设置为 *On*(投入).
参数 *XoffsetDirLine* 和 *DirAngle* 如图所示 20. *XoffsetDirLine* 以基值阻抗的标幺值表示。 *XoffsetDirLine* 如果 $X > 0$ 则为正值。建议使用默认设置 0.0 %。
DirAngle 为第四象限的负值角。建议使用默认设置 13° 。



IEC10000163-1-en.vsd

图 21: 方向制动特性

3.9 电机负序定时限过流保护 NS2PT0C

如果变电站靠近发电厂，电机负序定时限过流保护(NS2PT0C)推荐使用。整定值取决于所连接设备的负序承受能力。这里没有给出一个通用的整定值。

3.10 四段式相过电流保护的整定计算

3.10.1 发电机相过电流保护的定值计算

发电机相过电流保护是由发电机终端侧电流互感器所提供。因此本保护能够检测出外部网络故障和发电机故障。

相过流保护有以下任务：

- 发电电子定子短路后备保护。
- 发变组短路的后备保护。

需要注意的是发电机短路电流，变压器内部短路或者外部系统短路的短路电流会随故障持续而减小。这是因为发电机电抗的增加和励磁的减小。励磁减小的原因是励磁由极端电压反馈。发电机相电流保护可能不能保护外系统短路。

保护由两段式构成。要求发电机的短路电流和发变组内部的短路电流能在短时间内被切除（第一区域）。较慢的第2区，能够检测出发变组高压侧短路电流（允许保护区域不完全覆盖）并能延时跳闸。

3.10.1.1 1段的整定计算

1. 设置 *全局基准值选择* 为 1。
2. 设置 *DirModel* (一段运行方式) 为 *Non-directional* (无方向)。
3. 设置 *特性1* 为 *IEC 定时限*。
4. 设置 *I1>* 为 330 % 的 *IBase* (4.6 kA).
发变组单元变压器高压侧三相短路时，发电机故障电流 *Isc* 为 3.7 kA. 因此1段的整定值选为：*I1>*: 4.5 kA, 大约为 330 % 的 *IBase*.
5. 设置 *t1* 为 0.3 s.

3.10.1.2 2段的整定计算

首先要求2段在最大负荷电流时不误动。允许短时 50%的过负荷。相过电流保护的返回系数为 95%：

3.10.2.2

4 段的整定计算

首先要求 4 段在最大负荷电流时不误动。允许短时 50% 的过负荷。相过电流保护的返回系数为 95%。

$$I_{4>} \geq \frac{1,5 \cdot 55}{0,95} = 87 \text{ A}$$

发变组单元变压器低压侧两相短路，发电机故障电流为： $I_{sc} = 1.3 \text{ kA}$ （电力变压器 Dyn 接线时的一相电流）。因此

$$I_{4>} \leq 0.7 \cdot 1300 = 910 \text{ A}$$

时间上的配合应该保证低压侧熔断器的选择性。内部设置 $I_{4>} > 150\text{A}$ 的选择性和低压侧 1600A 在图形上是配合的。 [22](#).

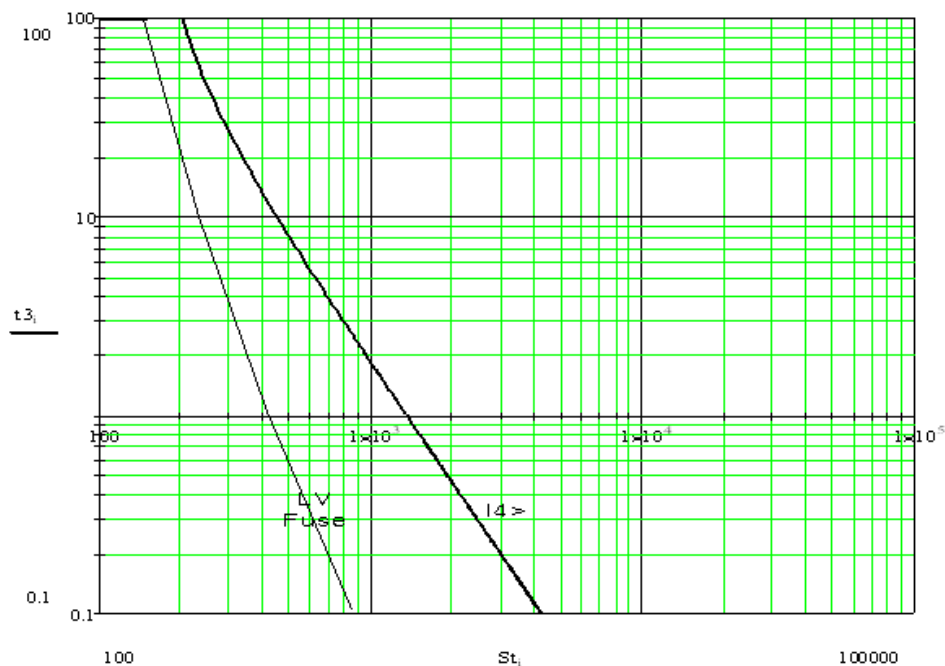


图 22: 相过电流选择性

1. 设置 *DirMode4*（四段运行方式）为 *Non-directional*（无方向）。
2. 设置 4 特性为 IEC 极端反时限。
3. 设置 $I_{4>}$ 为 50 % I_{Base} , (650 A)。
4. 设置 k_4 为 1.0。

3. 11

100%定子接地保护，基于三次谐波 STEFPHIZ

基于 3 次谐波的 100%定子接地保护使用发电机产生的 3 次谐波电压。为了确保保护的可靠，3 次谐波电压至少要达到发电机额定电压的 1%。

1. 设置 *GlobalBaseSel* 为 1。
2. 设置 投退模式 为 On(投入)。
3. 设置 *TVoltType* 为 零序电压。

该保护功能需要由发电机中性点的电压互感器提供电压。参数 *TVoltType* 定义了该保护功能由发电机的高压侧的电压互感器提供电压信号方式。可选择的参数值为：

- *NoVoltage*，当发电机机端没有电压互感器时，使用该选项。在这种情况下，保护作为 3 次谐波欠电压保护。
- *ResidualVoltage*，当保护连接发电机机端的三相电压互感器开口三角形电压信号时，使用该选项。
- *AllThreePhases*，当保护由机端三相电压互感器提供电压信号时，使用该选项。三次谐波零序电压即来自相电压。
- *OneSinglePhaseVoltage(PhaseL1, PhaseL2, PhaseL3)*，当在发电机机端只有一个单相电压互感器时，使用该选项。

4. 设置 *Beta* 值，使得在非故障条件下，和发电机连接到电网时， $DU3/BU3 < 0.5$ 。

整定值 *Beta* 给出了发电机中性点用作制动值的 3 次谐波电压比例。定值 *Beta* 的设置，必须使发电机的正常运行和非故障运行时不会跳闸。另外，如果 *Beta* 设置得很高，就会限制定子绕组部分的保护范围。在大部分的情况下，默认的设置 3.0 可以给出可接受的条件。一种确保最佳性能的方法是在发电机正常运行下进行测量（在调试期间）。在该功能菜单下，以下的参数是可查看的：

- UT3，发电机机端侧的 3 次谐波电压
- UN3，发电机机中性点的 3 次谐波电压
- E3，感应的 3 次谐波电压
- ANGLE，UT3 和 UN3 之间的相角
- DU3，由 UT3 和 UN3 ($UT3 + UN3$) 产生的差动电压
- BU3，制动电压 ($\beta UN3$)

对于发电机不同的运行点（P 和 Q），可以将差动电压 DU3 和制动电压 BU3 进行比较，并且可以选择合适的因子 *beta* 来确保安全性。

5. 设置 *CBexists*（断路器是否存在）为 Yes，来确认发电机有机端断路器（指发电机和变压器之间的断路器）。在这种情况下，激活设置参数 *FactorCBopen* 功能。
6. 通过设置 *FactorCBopen* 使得在非故障条件下并且发电机不连接到电网时， $DU3/BU3 < 0.5$ 。
整定值 *FactorCBopen* 在发电机断路器开路情况下给出一个常数用来乘以 *Beta*。这个因子应该在调试期间进行设置。
7. 设置 *UNFund* 为 5 % (95 % 定子 接地 故障保护)。

-
- UNFund* 给出基于基频零序电压的定子 接地 保护的動作定值。该设置以额定相-地电压的百分比表示。正常的设置范围为 5-10%。
8. 设置 *t3rdH* 为 10s。
t3rdH 给出基于 3 次谐波的定子接地保护的跳闸延时。
 9. 设置 *DelayUNFund* 为 1.0 s。
tUNFund 给出基于基频零序电压的定子接地保护的跳闸延时。

3. 12

定子接地保护（中性点电压）

因为基于基频的 95%保护在 (STEFPHIZ) 被激活了，该保护功能将不会被激活。如果选择 100%的定子接地保护，（基于三次谐波 STEFPHIZ），那么应该激活该功能。该功能可以根据步骤 [6](#) 和 [8](#) 用于（STEFPHIZ 功能）的步骤来整定。

章节 4 模拟量输入

4.1 说明

模拟量输入通道在 IED 中已被配置。但是 IED 仍需要正确的设置，才能得到正确的测量结果，才会正确动作。对于电能测量以及全部的方向保护和差动功能，输入电流的方向必须正确的定义。IED 中测量和保护算法均利用一次系统测量值。保护定值按一次侧参数设定，因此电流和电压互感器的变比设置很重要。

根据 IED 配置的电流互感器和电压互感器输入通道设置对应参数。

参考 *相角参考通道 (PhaseAngleRef)* 必须定义，方便数值的读取。参考模拟通道相角常定为 0 度，其它模拟量相角值以该模拟量的相角为参考。IED 测试时这条参考通道需要做适当的修改，方便测试结果的读取。

4.2 设置指南

4.2.1 设置相角基准通道

所有的相角均相对于定义的基准模拟量通道计算。选择一合适的模拟输入通道作为相角基准。参数 *相角参考通道 (PhaseAngleRef)* 定义了作为相角基准的模拟通道编号。

4.2.1.1 示例

整定值 常选用单相对地电压（通常 L1 相，对应相-地电压的电压互感器模拟卡输入通道号）选择作为参考相位。

4.2.1.2 电流通道的设置

到继电器的电流的方向取决于 CT 的接线方式。除非另有说明，主 CT 通常为星形接线并且公共接地端 这些信息必须要在 IED 中进行设置。该方向性的惯例定义如下：电流，功率等数值为正表明该数量进入被保护对象的方向，为负表明从被保护对象流出。对方向的功能来说，进入被保护对象的方向定义为正向，从被保护对象流出的方向为反向。如图 [23](#)

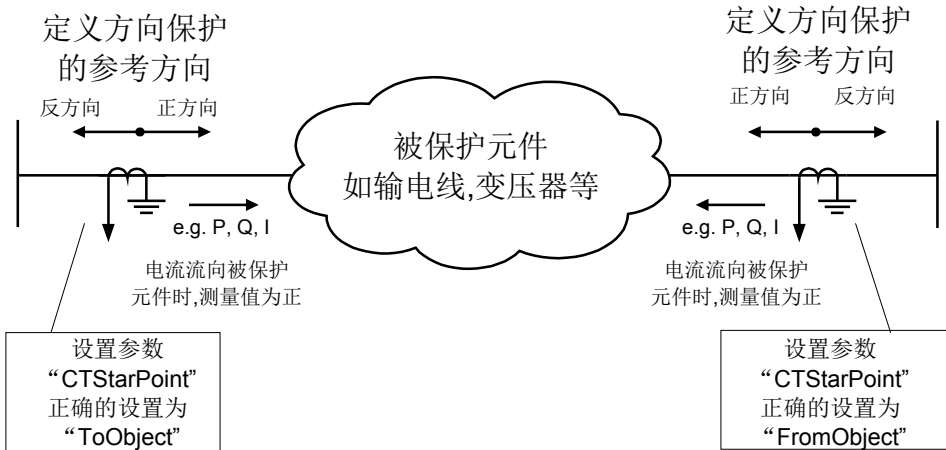


图 23: IED 中方向性的内部约定

一次侧 CT 指向的正确设置, *CTStarPoint* 设置为 *FromObject* 或 *ToObject*, 正向总是流向线路, 下面例子表明这个准则.

4. 2. 1. 3

示例 1

两个 IED 实现两个设备的保护。

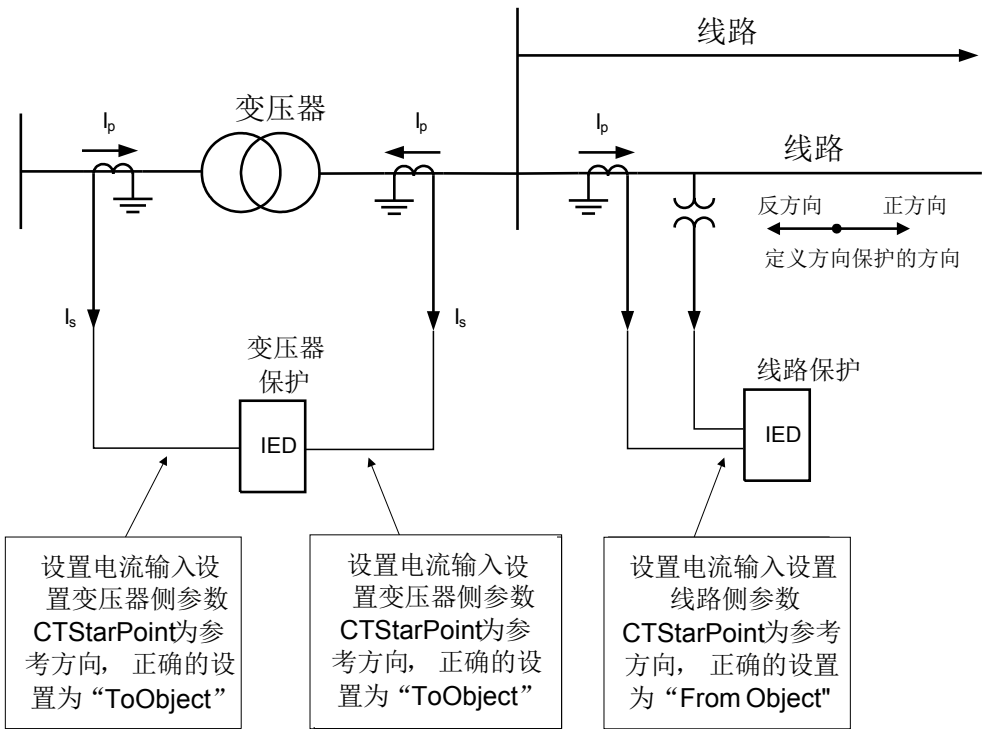


图 24: 电流互感器的设置示例开始对应 OED 中的参数

图 24 示为常规情况下每个设备都拥有自己的电流互感器。电流互感器的方向设置如图所示。 线路保护的方向模块应该设置为正方向以实现该线路的保护功能。 *Forward*（正向），即保护朝着线路方向。

4. 2. 1. 4 示例 2

两个 IED 保护两台设备，公用一套电流互感器。

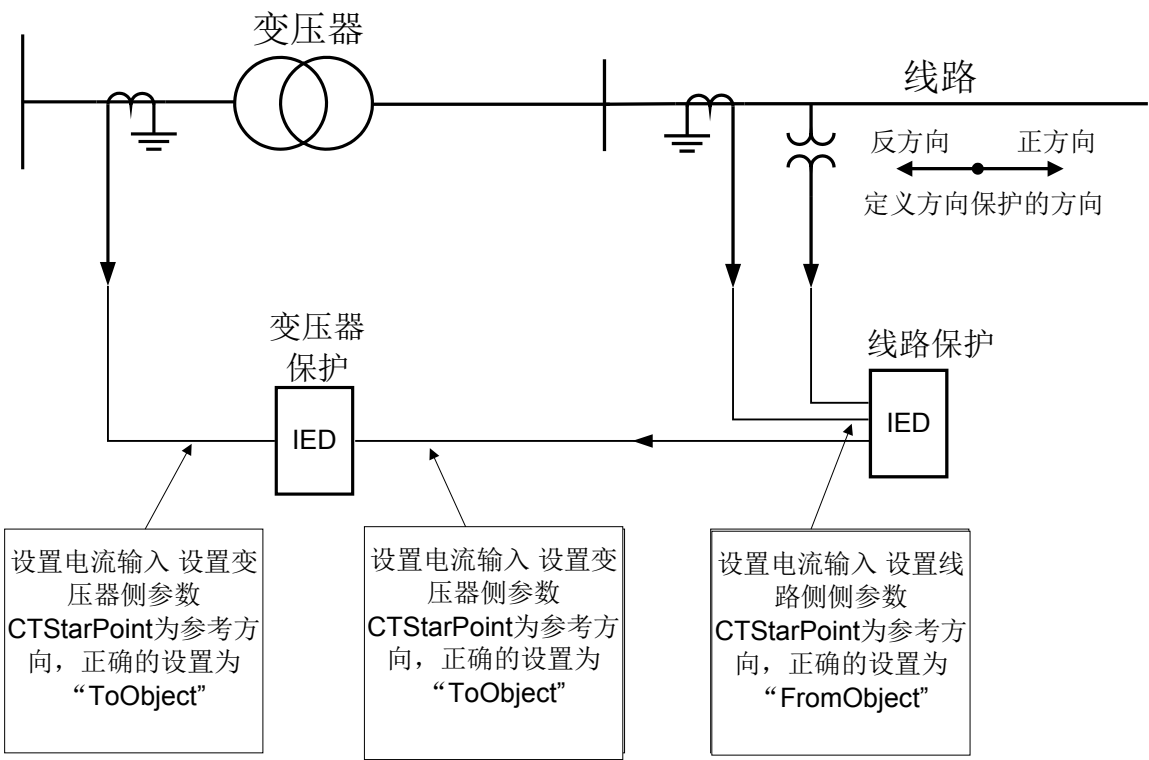


图 25: 电流互感器的设置示例如何在 IED 中设置 CT 的 CTStarPoint 参数

本例和示例 1 有些相同，但变压器只有一条出线并且该线路共用变压器的电流互感器。 尽管流进这连个 IED 的都是来自同一套电流互感器中的电流，但是这两个 IED 的电流互感器设置方向相反。 这样设置后线路保护的方向模块设置为正向， *Forward*（正向） 从母线流向线路方向。

4. 2. 1. 5 常用电流互感器连接中的连接、配置和设置实例

图 26 采用国际通用电流互感器符号标记。

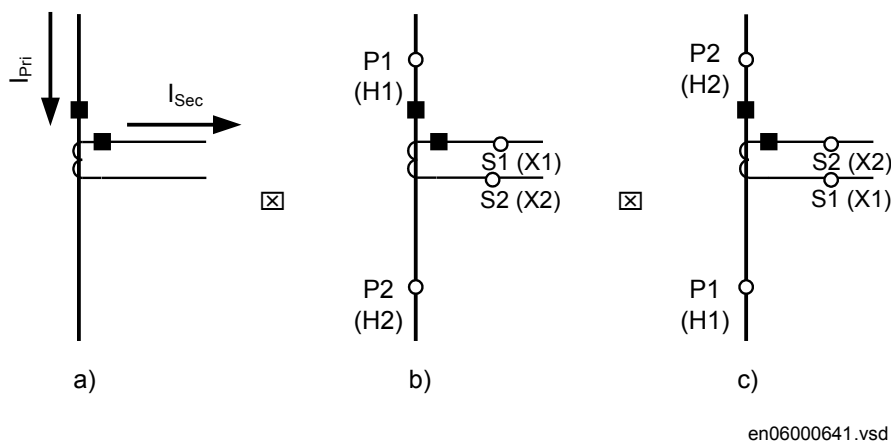


图 26: 电流互感器通用标识

- 其中：
- a) 本文中采用的符号标识。采用圆点做同名端标，表示该位置一次绕组和二次绕组极性相同。
 - b) 和 c) 是 IEC（ANSI）中相应电流互感器同名端的符号标识。请注意这两种情况下电流互感器的极性都是正确的！

应当注意的是根据国际标准和实际工程，电流互感器二次侧额定参数如下：

- 1A
- 5A

但是在一些情况下二次侧额定值也会如下列：

- 2A
- 10A

本 IED 支持以上所有电流互感器二次侧额定值。

4. 2. 1. 6 如何连接星形连接的三相电流互感器到 IED 的举例

如图 27 显示了一个星形连接的三相电流互感器和 IED 连接的实例。通过概括性介绍，用户可以在 IED 中实现该测量模式下的保护和控制功能。



如果想连接准确，请参阅相应 IED 的连线图。

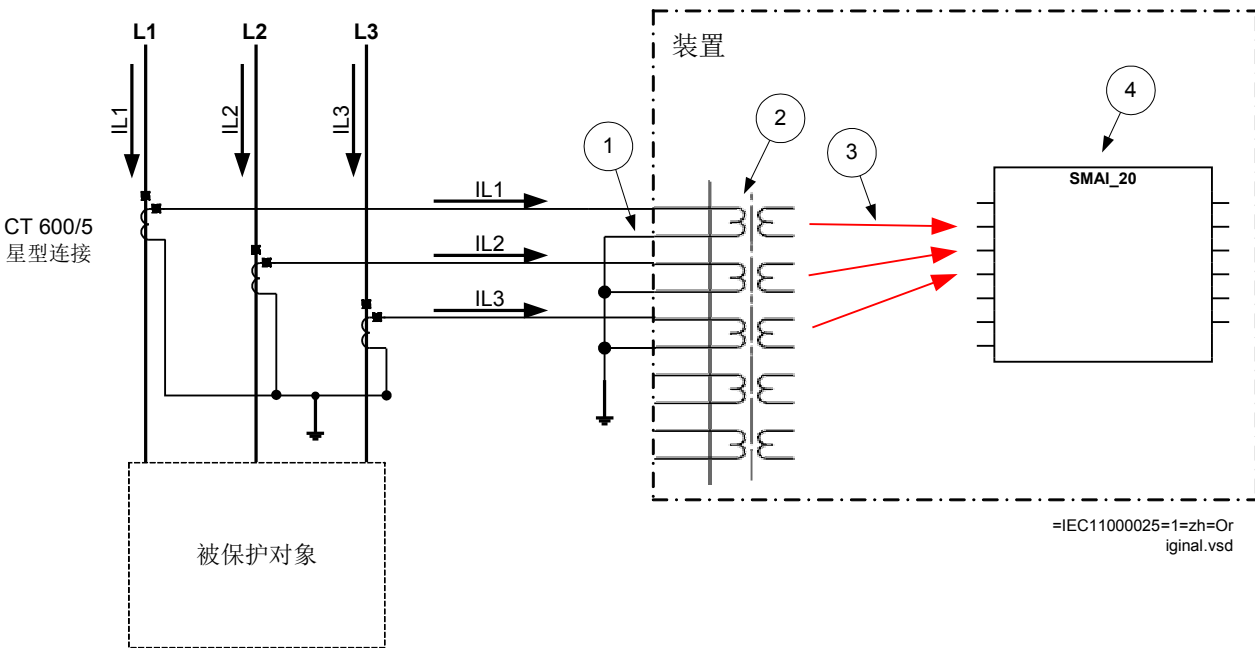


图 27: 星形连接的三相电流互感器星形中性点朝着被保护设备。

其中:

- 1) 显示了如何将星形连接电流互感器的三相电流接入 IED。
- 2) TRM 或 AIM 模块均有电流输入。应当注意的是下列所有电流输入的设置值都是需要整定的。
 - CTprim=600A
 - CTsec=5A
 - CTStarPoint=ToObject
- 3) 处理模块上有三个连接, 将这三相电流 处理模块的三个输入端口相连。需求的电流信息越多, 更多的处理模块将并行接在这三个电流输入端。
- 4) 处理模块的功能是对输入模拟信号进行数字滤波, 并计算
 - 四个输入端口的基波
 - 四个输入端口的谐波含量
 - 并利用前三个输入端口的基波计算正序、负序和零序的量。

计算结果提供给这些在配置工具中与处理模块相连接的 IED 保护和控制模块。使用时大多数的处理模块采用默认定值。
如果需要频率跟踪和补偿 (仅出现在 IED 安装在电厂的情况), 参数 DFReference 也要做相应的设置。

另一种方法是使用三相连接的电流互感器, 如图所示 [28](#):

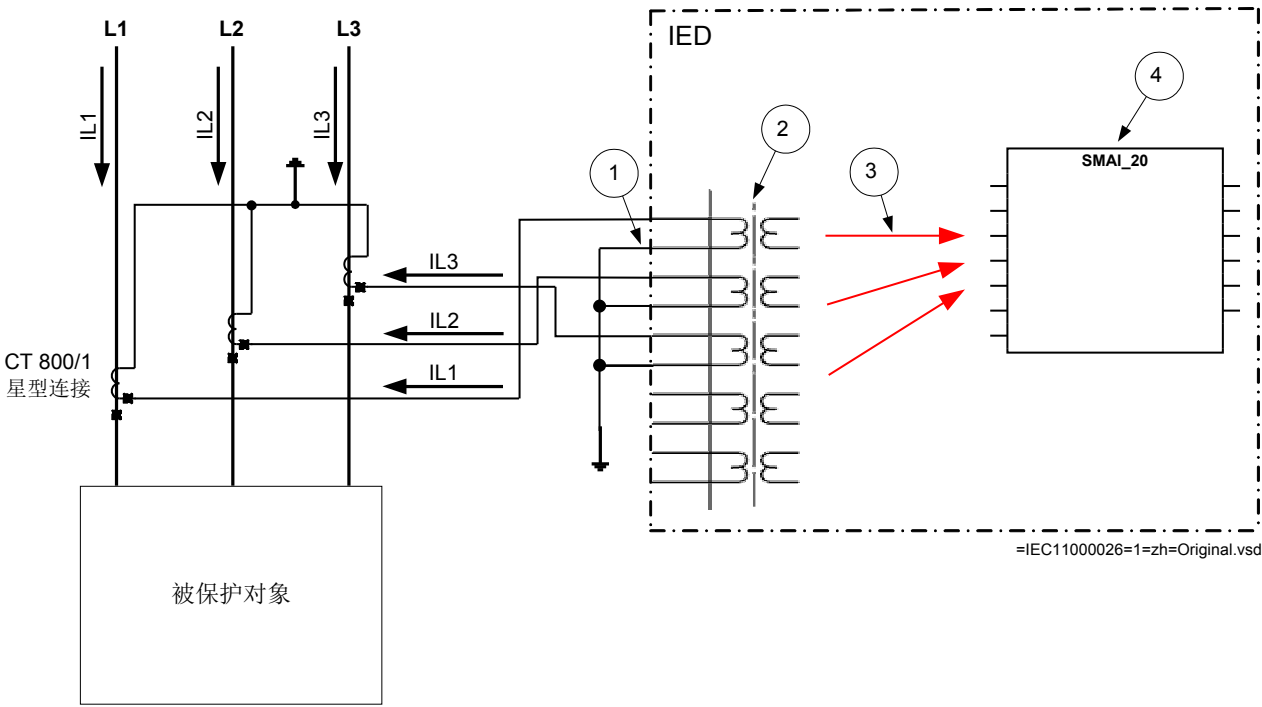


图 28: 星形连接的三相电流互感器，中性点指向被保护设备相同

请注意本设置和上述的例子基本相同，但在 TRM 上接入的电流应按如下设置：

- $CT_{prim}=800A$
- $CT_{sec}=1A$
- $CT_{StarPoint}=FromObject$

在 IED 中只使用前两个参数的变比。如示例中设置的第 3 个参数 反向测量电流（即翻转 180° ），设置流入 IED 的电流为流向被保护设备的。

4. 2. 1. 7 单相电流互感器与 IED 的连接实例

如图 29 显示了单相电流互感器与 IED 连接的一个连接实例。 通过概括性介绍，用户可以在 IED 中实现该测量模式下的保护和控制功能。



如果想连接准确的连接发方法，请参阅相应 IED 的连线图。

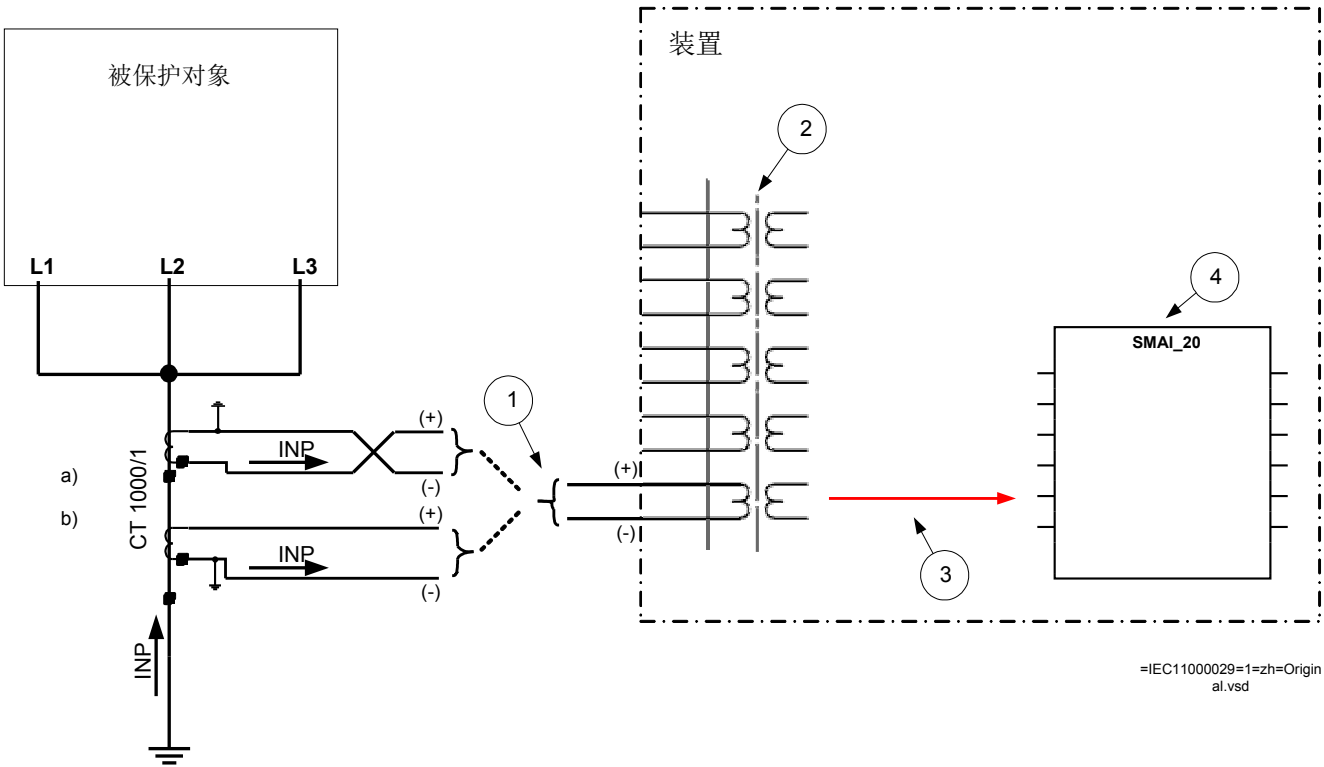


图 29: 单相电流互感器的输入端连接

其中：

- 1) 显示了单相电流互感器如何同 IED 输入相连。
- 2) 电流输入通道位于 ARM 或者 TRM 模块上。 应当注意的是下列所有电流输入设定值都是需要确定的。
 - 连接注意：a) 如图所示 29:
 - $CT_{prim}=1,000A$
 - $CT_{sec}=1A$
 - $CT_{StarPoint}=ToObject$

在 IED 中只使用前两个参数的变比。 正如此例中第三个参数对测量电流大小没有任何影响（即，测量流过被保护设备的电流）。

- 连接注意 b) 如图所示 29:
 - $CT_{prim}=1,000A$
 - $CT_{sec}=1A$
 - $CT_{StarPoint}=从互感器侧。$
- 在 IED 中只使用前两个参数的变比。 正如此例中第三个参数的设置将测量电流反相（即，将测量电流翻转 180° ），使得流入 IED 的电流朝着背向保护设备。
- 3) 显示了如何连接将电流互感器输入信号和 个输入通道相连接。
 - 4) 预处理模块的功能是对输入模拟信号进行数字滤波，并计算
 - 四个输入信号的基波
 - 四个输入信号的谐波含量
 - 并利用前三个输入信号的基波计算正序、负序和零序的量。

计算结果提供给这些在配置工具中和该预处理模块相连接的 IED 中的保护和控制模块。使用时大多数定值采用默认设置。
 如果需要频率跟踪和补偿（仅出现在 IED 安装在电厂的情况），设置参数 $DFTR_{reference}$ 应该修改相应设置。

4. 2. 1. 8

电压通道的设置

由于 IED 使用一次系统的参数，因此必须要知道 VT 的变比。这是通过设定参数 $VT_{二次侧}$ 和 $VT_{一次侧}$ 适用于每路电压通道。即使每路通道是通过 VT 连接到相-地 电压，但输入参数还是应该使用线电压值。

4. 2. 1. 9

示例

电压互感器有如下数据：

$$\frac{132kV}{\sqrt{3}} / \frac{110V}{\sqrt{3}}$$

(等式 3)

常使用下列设置： $VT_{prim}=132$ （单位 kV） $VT_{sec}=110$ （单位 V）

4.2.1.10 常用电压互感器连接中的连接、配置和设置实例

如图 30 采用国际通用电压互感器符号标记。

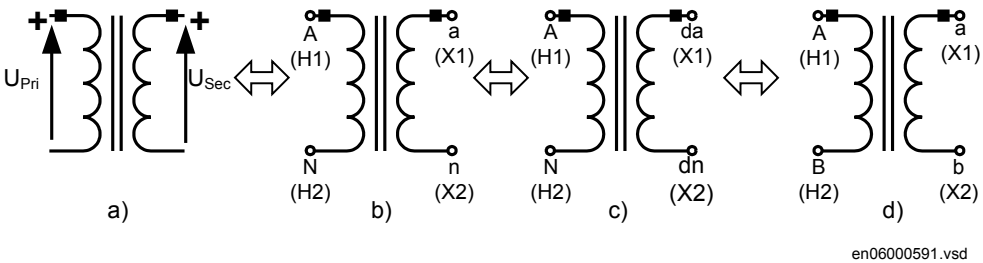


图 30: 电压互感器通用标识

- 其中:
- a) 本文中采用的符号标识。采用圆点做同名端标,表示该位置一次绕组和二次绕组有极性相同。
 - b) 与 IEC (ANSI) 中相地连接的电压互感器的符号和标识相同。
 - c) 与 IEC (ANSI) 中开口三角形电压互感器的符号和标识相同。
 - d) 与 IEC (ANSI) 中相-相连接的电压互感器的符号和标识相同。

应当注意的是根据国际标准和实际工程,电压互感器二次侧典型额定参数如下:

- 100 V
- 110 V
- 115 V
- 120 V

本 IED 支持以上所有电压互感器二次侧额定值。

4.2.1.11 举例 如何连接 对地型电压互感器与 IED 连接实例

图 31 介绍了如何将 三相接地 型电压互感器与 IED 连接的一个实例。通过概括性介绍,用户可以在 IED 中实现该测量模式下的保护和控制功能。



如果想连接准确,请参阅相应 IED 单元的连线图。

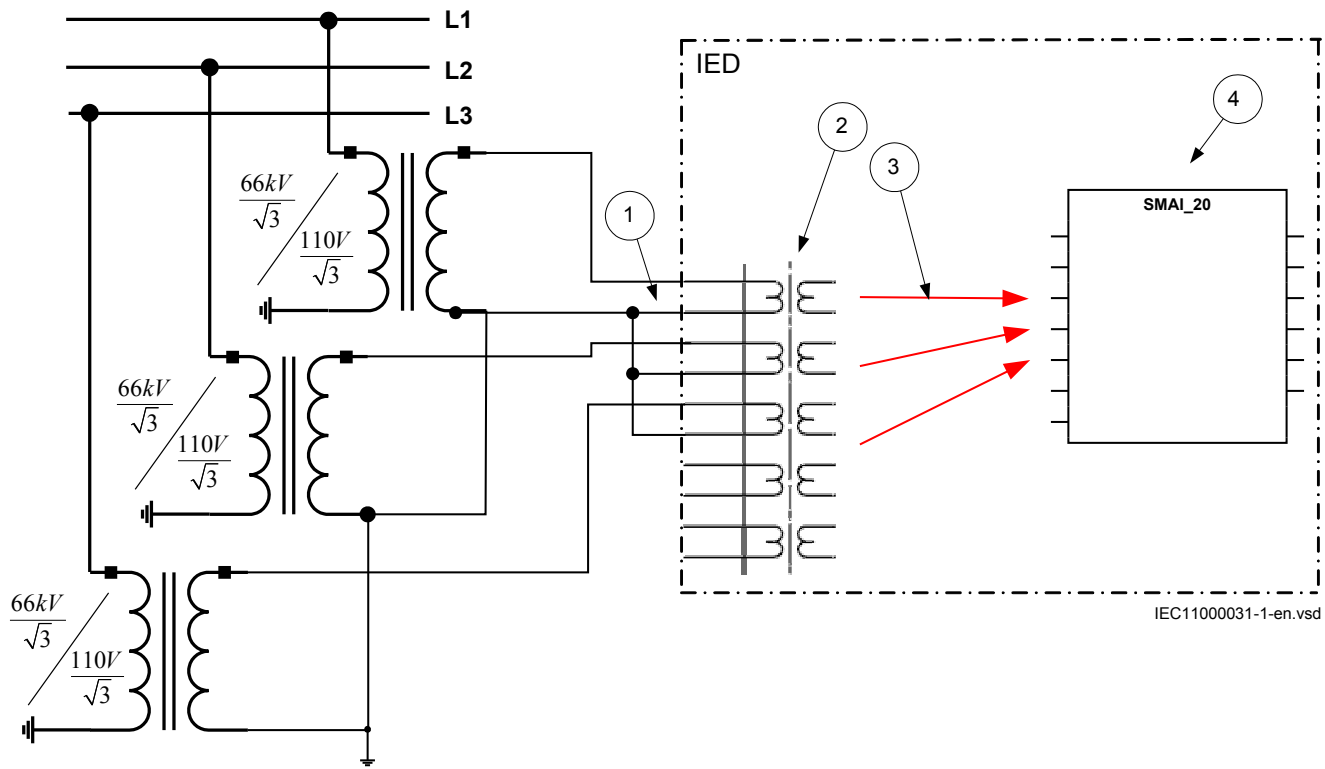


图 31: 三相接地形电压互感器

其中:

- 1) 显示了如何将三个三相电压互感器二次侧电压与 IED 输入相连。
- 2) TRM 或 AIM 模块均有电压输入端。 应当注意的三个输入电压的设定值如下:
 $VT_{prim}=66 \text{ kV}$
 $VT_{sec}=110 \text{ V}$
 在 IED 中只使用其中这两个参数的变比。 应当注意的是输入电压的变比是与每一个电压互感器的变比严格对应的。

$$\frac{66}{110} = \frac{66/\sqrt{3}}{110/\sqrt{3}}$$

(等式 4)

- 3) 计算处理模块上三个连接将这三个电压输入与 第 5 个计算模块的三个输入通道相连接。 按照需求模块的功能类型, 若果需求电压信息的模块越多, 越多的计算处理模块将并行接在这三个电压输入端。
- 4) 计算处理模块的功能是对输入模拟信号进行数字滤波, 并计算
 - 四个输入端口的基波
 - 四个输入端口的谐波含量
 - 并利用前三个输入端口的基波计算正序、负序和零序的量。

计算结果提供给这些在配置工具中与计算处理模块相连接的 IED 中的保护和控制模块。 处理模块使用时大多数的定值采用默认值。 其余则应采用如下设置:

$U_{Base}=66 \text{ kV}$ (线电压)

如果需要频率跟踪和补偿 (仅出在 IED 安装在电厂的情况), 设置参数 *DFTReference* 应该作相应的设置。

4.2.1.12

如何连接开口三角形电压互感器 VT 信号, 经低阻接地或不接地

如图 32 显示了在接地或不接地系统中, 开口三角形电压互感器 VT 信号与 IED 的连接。 请注意电压互感器的这种连接使得二次电压与一次侧电压 $3U_o$ 成正比。

如果发生接地故障, 经过渡电阻接地故障距电压互感器装设位置很近, 一次侧电压 $3U_o$ 将等于:

$$3U_o = \sqrt{3} \cdot U_{Ph-Ph} = 3 \cdot U_{Ph-E}$$

(等式 5)

此类电压互感器一次侧额定电压等于: $U_{相地}$ 。 因此, 三个串联的电压互感器二次电压是每个电压互感器二次额定电压的三倍。 即此类开口三角形电压互感器组的二次侧额定电压是相-相型互感器二次侧额定电压的 1/3 (本例中为 $100V/3$)。 图示 32 通过概括性介绍, 用户可以在 IED 中实现该测量模式下的保护和控制功能。



准确的连接发方法, 请参阅相应 IED 的连线单元。

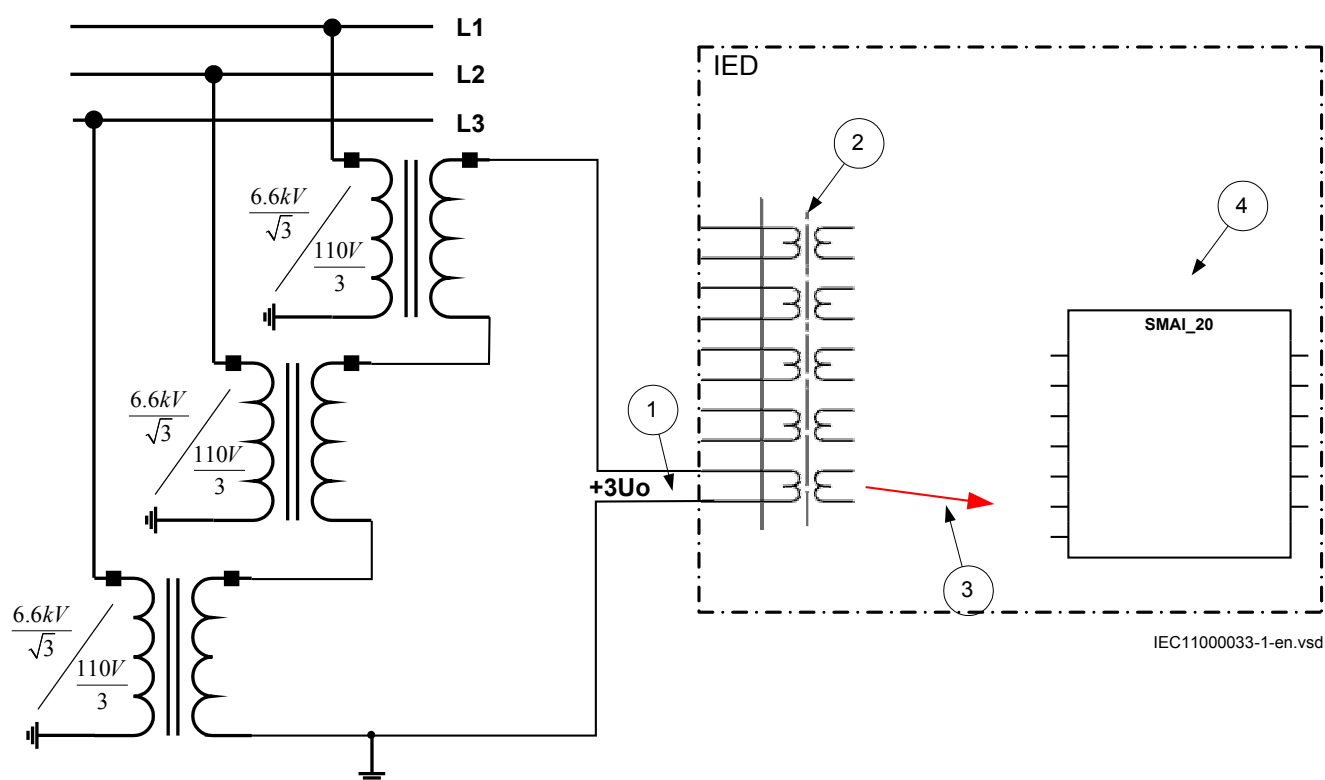


图 32: 中性点经高阻抗接地系统的电压互感器开口三角形电压信号的连接

其中：

- 1) 显示了如何将开口三角形电压互感器二次侧 VT 信号与 IED 一个电压通道的连接。



+3U₀ 将与 IED 相连。

- 2) TRM 或 AIM 有电压输入通道。 注意输入电压按照下面来确定：

$$VT_{prim} = \sqrt{3} \cdot 6.6 = 11.43kV \quad (\text{等式 6})$$

$$VT_{sec} = 3 \cdot \frac{110}{3} = 110V \quad (\text{等式 7})$$

在 IED 中只使用其中这两个参数的变比。应当注意的是输入电压的变比是与一个开口三角形电压互感器变比严格相对应的。

$$\frac{\sqrt{3} \cdot 6.6}{110} = \frac{6.6 / \sqrt{3}}{110 / 3} \quad (\text{等式 8})$$

- 3) 连接，将输入电压与 预处理模块的通道相连接。
- 4) 预处理模块的功能是对输入模拟信号进行数字滤波，并计算
- 四个输入端口的基波
 - 四个输入端口的谐波含量
 - 并利用前三个输入端口的基波计算正序、负序和零序的量

计算结果提供给这些在配置工具中和预处理模块相连接的 IED 的保护和控制模块。使用时大多数的预处理模块定值采用默认设置。
如果需要频率跟踪和补偿（仅出现在 IED 安装在电厂），设置参数 *DFTReference* 应被修改。

4.2.1.13

如何连接开口三角形电压互感器 VT 信号，低阻 接地 或直接 接地 系统与 IED 连接实例

如图 33 显示了将中性点经低电阻接地或者直接接地系统的开口三角形电压互感器 VT 与 IED 连接的一个实例。 请注意电压互感器的这种连接使得二次电压与与一次侧电压 3U₀ 成正比。

若在近电压互感器处发生接地故障，一次侧电压 3U₀ 等于：

$$3U_0 = \frac{U_{Ph-Ph}}{\sqrt{3}} = U_{Ph-E} \quad (\text{等式 9})$$

此类电压互感器一次侧额定电压等于：U相地 因此，三个串联的电压互感器二次电压只等于单个电压互感器二次额定电压的。 即此类开口三角形电压互感器组的二次侧额定电压接近相-相型互感器二次侧的额定电压，如在本例中即为 115V 或者 $115/\sqrt{3}$ V。 如图 33 通过概括性介绍，用户可以在 IED 中实现该测量模式下的保护和控制功能。



如果想连接准确的连接发方法，请参阅相应 IED 的连线单元。

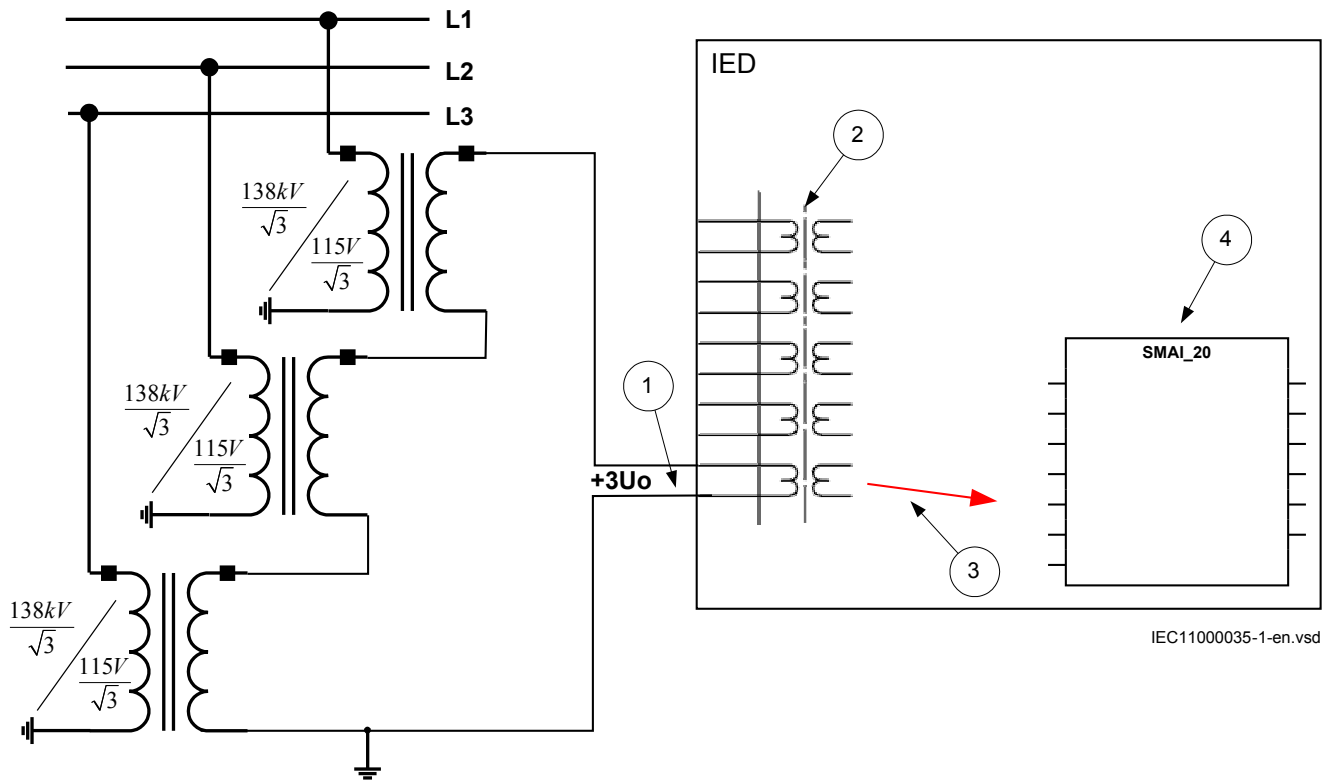


图 33: 中性点经低阻抗接地系统的开口三角形电压互感器

其中：

- 1) 显示了如何将开口三角形电压互感器二次侧同 IED 的一个电压互感器相连接。



+3U₀ 将连接到 IED 上。

- 2) TRM 或 AIM 电压输入信号，注意输入电压按照下面来确定：

$$VT_{prim} = \sqrt{3} \cdot \frac{138}{\sqrt{3}} = 138kV$$

(等式 10)

$$VT_{sec} = \sqrt{3} \cdot \frac{115}{\sqrt{3}} = 115V$$

(等式 11)

在 IED 中只使用其中这两个参数的变比。应当注意的是输入电压的变比是与一个开口三角形电压互感器变比严格相对应的。

$$\frac{138}{115} = \frac{138/\sqrt{3}}{115/\sqrt{3}}$$

(等式 12)

- 3) 连接，将输入电压同 预处理输入模块第 4 个输入通道相连。
- 4) 预处理模块的功能是对输入模拟信号进行数字滤波，并计算：
- 四个输入端口的基波
 - 四个输入端口的谐波含量
 - 并利用前三个输入端口的基波计算正序、负序和零序的量。

计算结果提供给这些在配置工具中和计算模块相连接的 IED 中的保护和控制模块。使用时大多数的预处理模块采用默认设置。
如果需要频率跟踪和补偿（仅出现在 IED 安装在电厂），设置参数 *DFTReference* 应该修改相应设置。

4.2.1.14

带中性点的电压互感器同 IED 连接实例

如图 34 显示了如何将带中性点的电压互感器同 IED 连接。请注意电压互感器的这种连接使得二次电压 V₀（IED 端）与一次侧电压 U₀ 成正比。

如果发生经高阻抗接地故障或者中性点非接地系统一次侧的零序电压 U₀ 将等于：

$$U_0 = \frac{U_{Ph-Ph}}{\sqrt{3}} = U_{Ph-E}$$

(等式 13)

如图 34 通过概括性介绍，用户可以在 IED 中实现该测量模式下的保护和控制功能。



如果想连接准确的连接发方法，请参阅相应 IED 的连线单元。

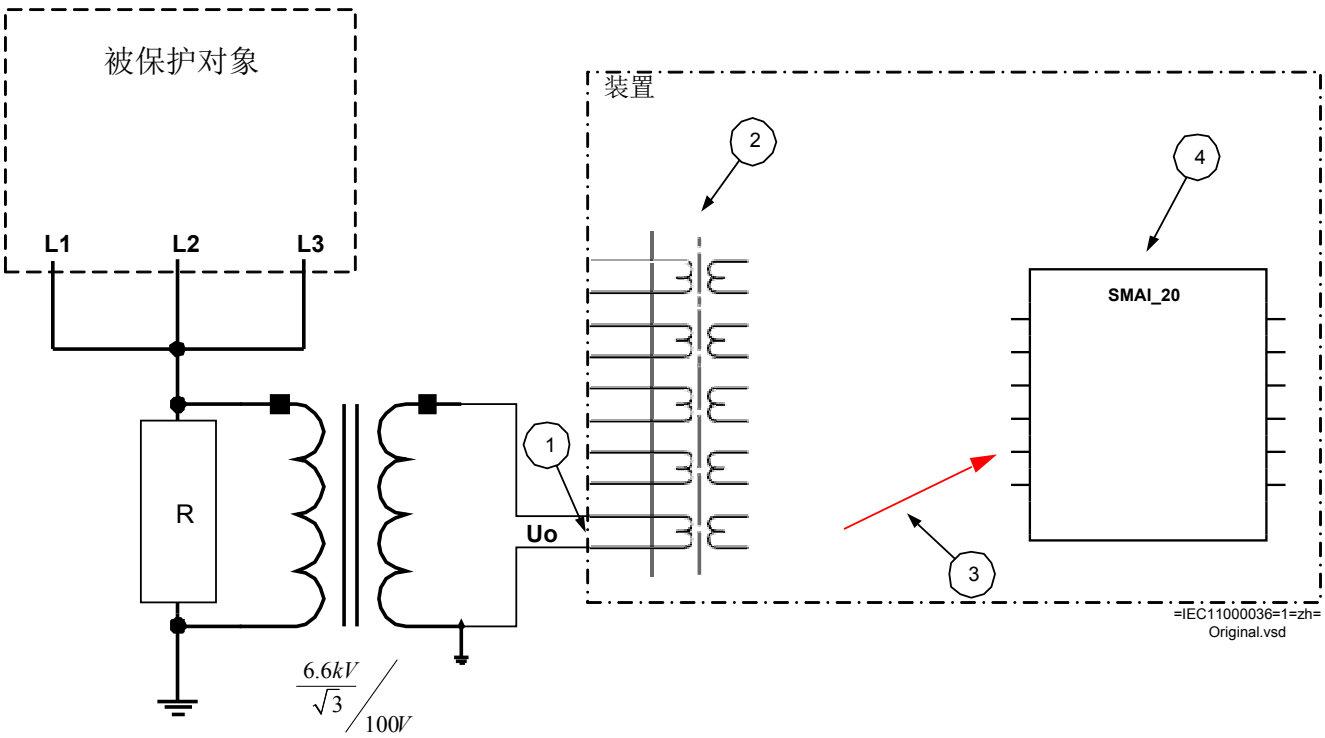


图 34: 中性点接地的电压互感器

其中：

- 1) 显示了如何将中性点接地的电压互感器的二次侧同 IED 的一个电压互感器相连接。



+U₀ 将连接到 IED 上。

- 2) 电压输入信号位于 TRM 或者 AIM 模块上。 注意输入电压按照下面来确定：

$$VT_{prim} = \frac{6.6}{\sqrt{3}} = 3.81kV$$

(等式 14)

$$VT_{sec} = 100V$$

(等式 15)

在 IED 中只使用其中这两个参数的变比。 应当注意的是输入电压的变比是与中性点接地电压互感器变比严格相对应的。

- 3) 显示了，将输入电压同预处理模块的 通道相连接。
- 4) 计算模块的功能是对输入模拟信号进行数字滤波，并计算：
- 四个输入信号的基波
 - 四个输入信号的谐波含量
 - 并利用前三个输入信号的基波计算正序、负序和零序的量。

计算结果提供给这些在配置工具中和预处理模块相连接的 IED 中的保护和控制模块。 使用时大多数的预处理模块定值采用默认设置。
如果需要频率跟踪和补偿（仅出现在 IED 安装在电厂的情况），设置参数 *DFTReference* 应该修改相应设置。

章节 5 就地人机界面

5.1 就地人机界面



图 35: 就地人机界面

装置 的就地人机界面 包含以下元件:

- 显示屏 (LCD)
- 按钮
- LED 指示灯
- 通信端口

LHMI 用于整定，监视和控制 。

5.1.1 显示

IED 本地人机界面 包括一种分辨率为 320 x 240 像素的黑白显示屏。 字符大小可以改变。 显示屏能够容纳的字符数量和行数取决于字符尺寸的大小以及显示的效果。

显示视图分为四个基本区域。



图 36: 显示布局

- 1 路径
- 2 内容
- 3 状态
- 4 滚动条（需要时会出现）

面板上的功能键显示通过功能键可进行一些操作请求。 每个功能按钮都有一个作为其控制行为反馈信号的 LED 指示灯。 所需显示的信号连接到 LED 需通过 PCM600 编程。

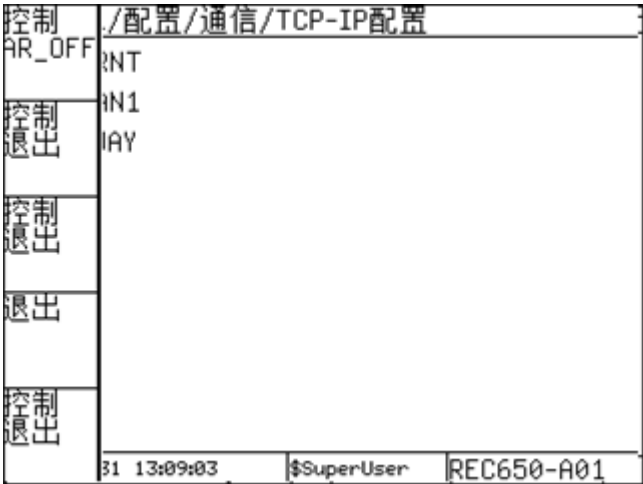


图 37: 功能按钮板

告警 LED 面板可按要求显示其告警信号的文本标签。

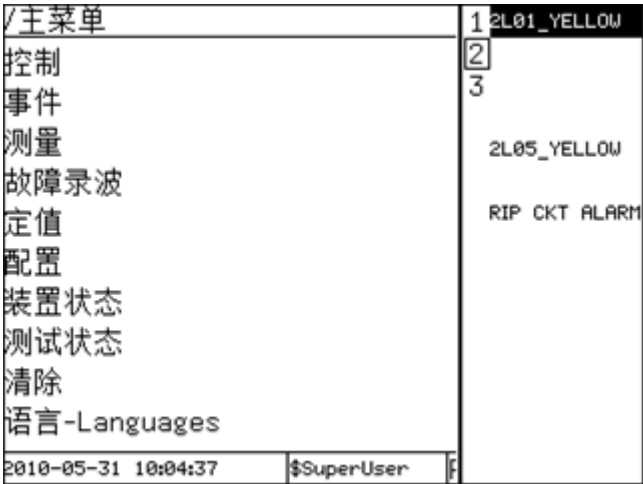


图 38: 告警 LED 面板

功能按钮面板和 LED 面板不能同时呈现。每块面板可通过按功能按钮或翻页按钮进行呈现。按下 ESC 键从显示中清除面板。两块面板都有取决于其包含的标签字符串长度的动态宽度。

5. 1. 2

LED

LHMI 显示屏上方包括三个保护指示灯：就绪、启动和跳闸。

LHMI 上共有 15 个矩阵可编程 LED 灯。每个灯可通过不同颜色指示三种状态：绿、黄和红。三种颜色的指示灯各自有一个告警界面。每个 LED 组的 15 个灯共可指示 45 个不同的信号。三个 LED 组共可指示 135 个不同的信号。LED 可通过 PCM600 配置，工作状态可由 LHMI 或者 PCM600 选定。

5.1.3

键区同时还包含了可编程的按钮，可以设定菜单快捷方式或控制按钮。



图 39: LHMI 键区



图 40: 带对象控制、导航和命令按钮以及通讯端口的 LHM1 键区

- 1...5 功能按钮
- 6 闭合
- 7 断开
- 8 退出
- 9 向左
- 10 向下
- 11 向上
- 12 向右
- 13 钥匙
- 14 确认
- 15 远程/本地
- 16 连接状态 LED
- 17 未使用
- 18 切换
- 19 菜单
- 20 清除
- 21 帮助

5.1.4 本地 HMI 功能

5.1.4.1 保护和告警指示

保护指示灯

保护指示灯 LED 分为就绪、启动和跳闸三种。



通过配置故障录波的参数来点亮启动和跳闸 LED。

表 14: 准备 LED (绿)

LED 状态	说明
不亮	辅助电源断开。
点亮	正常工作。
闪烁	发生内部故障。

表 15: 开启 LED (黄)

LED 状态	说明
不亮	正常状态。
On (投入)	保护功能已启动，并显示指示信息。 启动指示保持，必须通过通讯或按钮来复位 .
闪烁	闪烁状态的黄色 LED 比正常稳定状态下的黄色 LED 有更高的优先级。继电器处于测试模式且保护功能被闭锁。 继电器不再处于测试模式且闭锁信号消失后，闭锁指示不再显示。

表 16: 跳闸 LED (红)

LED 状态	说明
不亮	正常状态。
On (投入)	保护功能已跳闸，并显示指示信息。 跳闸指示保持，必须通过通讯或按  来复位。

告警指示灯

15 个矩阵可编程三色 LED 用于报警指示。 连接到 LED 功能模块的单独的告警/状态 信号，在配置继电器时可以被分配三种 LED 颜色中的一种。

表 17: 告警指示

LED 状态	说明
不亮	正常状态。 所有激活信号均中断。
点亮	- Follow-S 顺序: 激活信号处于接通状态。 - LatchedColl-S 顺序: 激活信号接通, 或该信号已中断但未被确认。 - LatchedAck-F-S 顺序: 信号被确认, 但激活信号仍接通。 - LatchedAck-S-F 顺序: 激活信号接通, 或该信号已中断但未被确认。 - LatchedReset-S 顺序: 激活信号接通, 或该信号已中断但未被确认。
闪烁	- Follow-F 顺序: 激活信号处于接通状态。 - LatchedAck-F-S 顺序: 激活信号接通, 或该信号已中断但未被确认。 - LatchedAck-S-F 顺序: 信号被确认, 但激活信号仍接通。

REG650 的告警指示

表 18: REG650 (B05) 配置的告警组 1

告警组 1, 灯	LED 颜色	标签
GRP1_LED1	Red LED	DIFF PROT TRIP
GRP1_LED2	Red LED	STATOR EF TRIP
GRP1_LED3	Red LED	ROTOR EF TRIP
GRP1_LED4	Red LED	EF PROT TRIP
GRP1_LED5	Red LED	VOLT PROT TRIP
GRP1_LED6	Red LED	FREQ PROT TRIP
GRP1_LED7	Red LED	GEN PROT TRIP
GRP1_LED8	Red LED	GEN BU PROT TRIP
GRP1_LED9	Red LED	AUX TRF PROT TRIP
GRP1_LED10	Red LED	STEPUP TRF TRIP
GRP1_LED11	Red LED	PLD TRIP
GRP1_LED12	Red LED	CB FAIL TRIP
GRP1_LED13	Red LED	EXTERNAL TRIP
GRP1_LED14	Yellow LED	P&Q ALARM
GRP1_LED15	Yellow LED	VOLT ALARM

表 19: REG650 (B05) 配置的告警组 2

告警组 2, 灯	LED 颜色	标签
GRP2_LED1	Yellow LED	DIFF PROT START
GRP2_LED2	Yellow LED	STATOR EF START
GRP2_LED3	Yellow LED	ROTOR EF START
续下页		

告警组 2, 灯	LED 颜色	标签
GRP2_LED4	Yellow LED	EF PROT START
GRP2_LED5	Yellow LED	VOLT PROT START
GRP2_LED6	Yellow LED	FREQ PROT START
GRP2_LED7	Yellow LED	GEN PROT START
GRP2_LED8	Yellow LED	GEN BU PROT START
GRP2_LED9	Yellow LED	AUX TRF PROT START
GRP2_LED10	Yellow LED	STEPUP TRF START
GRP2_LED11	Yellow LED	PLD START
GRP2_LED12	Yellow LED	GEN UNDEREXCITED
GRP2_LED13	Yellow LED	FREQ ALARM
GRP2_LED14	Yellow LED	PF ALARM
GRP2_LED15	Yellow LED	FUSE FAIL ALARM

表 20: REG650 配置的告警组 3

告警组 3, 灯	LED 颜色	标签
GRP3_LED1 - GRP3_LED11	-	-
GRP3_LED12	Yellow LED	GEN CB TCS ALARM
GRP3_LED13	Yellow LED	FIELD CB TCS ALARM
GRP3_LED14	Yellow LED	TURBINE TCS ALARM
GRP3_LED15	Red LED	BAT SUP ALARM
	Yellow LED	BAT SUP START

5. 1. 4. 2

参数管理

LHMI 用于访问继电器参数。可以读写三种参数：

- 数值
- 串值
- 枚举值

数值以整数或小数的形式表示，有最大值和最小值。串值可逐个编辑字符串的字符。枚举值有预定义可选值集。

5. 1. 4. 3

前面板通讯

在 LHMI 上的 RJ-45 端口可以实现前面板通讯。

- 电缆与端口成功连接后，左侧的绿色级联 LED 就会亮起。

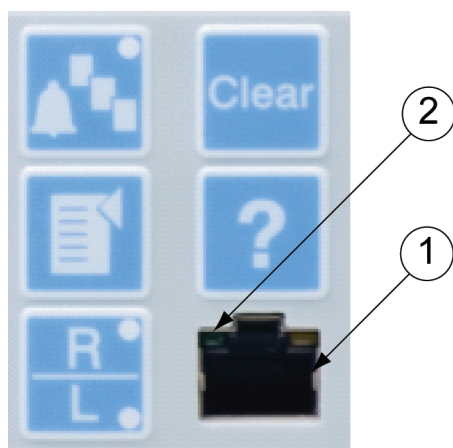


图 41: RJ-45 通讯端口和 绿色的 LED 指示灯

- 1 RJ-45 连接头
- 2 绿色 LED 指示灯

当计算机通过交叉网线与继电器的前接口连接后，继电器的 DHCP 服务器就会向计算机分配 IP 地址，如果 *DHCP 服务器 = On* (投入)。前面板口的默认 IP 地址为 10.1.150.3。



不要将继电器的前通信端口接入 局域网。只可将一台装有 PCM600 的本地 PC 连接到前面通信接口。

5.1.4.4

单线图

REG650 的单线图

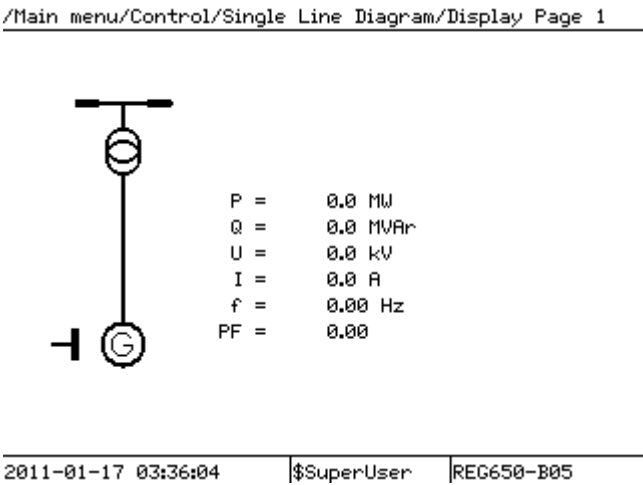


图 42: 单线图 REG650 (B05)

章节 6 差动保护

6.1 变压器差动保护 T2WPDIF 和 T3WPDIF

6.1.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
变压器差动保护，双绕组	T2WPDIF	3Id/I	87T
变压器差动保护，三绕组	T3WPDIF	3Id/I	87T

6.1.2 应用

变压器差动保护是一种元件保护。它在变压器绕组故障时作为变压器的主保护。变压器差动保护的保护区包括其变压器本身、电流互感器和电力变压器之间的母线连接线或电缆。当差动保护装置使用套管型电流互感器时，其保护区不包括断路器和电力变压器之间的母线连接线或电缆。

变压器差动保护对流入和流出变压器的电流进行比较。差动保护装置通过考虑电压、电流和相角的变化来分析故障情况。传统变压器差动保护需要辅助互感器来修正相角以及调整变比。在 IED 保护装置中，使用的是基于数字处理技术的差动算法，因此在变比调整和相位调整都是在保护装置内部由软件完成的。辅助电流互感器不再是必须的。

在理论上，只要采取了正确的变比和相位补偿，当处于正常运行状态或区外故障时候，差动电流应该为零。然而由于除区内故障意外也存在许多不同的情况可以造成不必要的错误差动电流。产生不必要（错误）差动电流的原因如下：

- 调整变压器分接头位置时的误匹配
- 电流互感器的不同特性、负载和运行情况
- 零序电流仅存在于电力变压器的一侧
- 正常的励磁电流
- 励磁涌流
- 过励磁磁化电流

6.1.3 设置指南

变压器差动保护功能的整定可以通过本地人机界面或 IED 保护控制管理器 PCM600 来进行。

IED 的公共基准值，一次电流 (I_{Base})，一次电压 (U_{Base}) 以及一次侧功率 (S_{Base})，这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 $GlobalBaseSelW1$ 、 $GlobalBaseSelW2$ 和 $GlobalBaseSelW3$ 是为了绕组 1，绕组 2 和绕组 2 选择基准值组的定值。

6.1.3.1 涌流制动方法

结合二次谐波制动和波形制动，可以在产生励磁涌流现象时使保护具备高安全和稳定性，同时要能在严重区内故障时保持高性能，即便是电流互感器发生饱和的情况下，也能够正确动作。这两种制动方法保护均采用了。二次谐波制动功能具有一个可整定的等级。若差动电流中的二次谐波与工频谐波比例超过整定的限制值，则将制动差动保护。通常推荐设置参数 $I2/I1Ratio = 15\%$ 若没有需要选择其他值的特殊情况，建议使用默认值。

6.1.3.2 过励磁制动方法

由于波形相对于时间轴对称，过励磁电流包含奇数次谐波。三次谐波不能进入变压器的三角形接线绕组，故五次谐波是可以作为过励磁判据的最低次谐波。差动保护功能提供五次谐波制动功能，以防止保护在变压器过励磁时动作。若差动电流中五次谐波相对于工频电流的比例超过整定限制，将闭锁保护动作。若没有需要选择其他值的特殊情况，建议使用 $I5/I1Ratio = 25\%$ ，这是一个默认值。有的变压器可能面临过电压或欠频率情况（如：电站中的发电机升压变），对这些变压器需要提供基于 V/Hz 的过励磁保护，以在变压器铁心达到热限制之前实现跳闸。

6.1.3.3 相间交叉闭锁

交叉闭锁的基本定义如下：三相之中的任一相能够闭锁其他两相的动作（如：跳闸），闭锁能够由该相的差动电流产生（如波形、二次或五次谐波含量闭锁）。在算法中，用户能够通过整定参数 $CrossBlockEn$ 。当整定参数 $CrossBlockEn$ 设为 On (投入) 将引入相间交叉闭锁。该功能没有任何时间整定值，但若一相的动作点在动作-制动特性之上，但它由上文所述的制动判据自闭锁，该相能够交叉闭锁其他两相。一旦该相的动作点在整定的动作-整定制动特性之下，该相的交叉闭锁将被禁止。这种情况下实现了联闭锁的暂时特性。需要注意的是 $OpCrossBlock=0n$ 是该参数的默认（推荐）整定值。当整定参数 $CrossBlockEn$ 设为 Off (退出)，将禁止所有的交叉闭锁功能。

6.1.3.4 制动和无制动差动保护

变压器差动保护的通常应用是将制动特性设为如下值：在穿越性故障时预计涌流的至少两倍。该判据在不同的应用中有相当大的不同，并且经常是判断的关键因素。第二段折线是上升的，以保证在严重穿越性故障时的稳定性，通常在此情况下可能因为电流互感器的饱和造成增大的差动电流。动作特性的

默认定值是 $IdMin = 0.3pu$ （以变压器额定电流为基准），在正常应用中这是一个推荐的默认定值。若知道更多的详细情况，则可以选择更高或更低的灵敏度。若了解电流互感器等级、变压器有载调压分接头(OLTC)位置，系统短路容量等，则可以选择合适的特性曲线。

非制动动作边界的默认值为 $IdUnre = 10pu$ 它适用于绝大多数的标准变压器应用。然而在下面的一些情况中，整定值需要相应的进行更改：

- 对高压并联电抗器上的不同应用，由于不会有严重穿越性故障发生，无制动动作边界可设置为 $IdUnre = 1.75pu$

总的变压器差动保护动作特性如下图 [43](#).

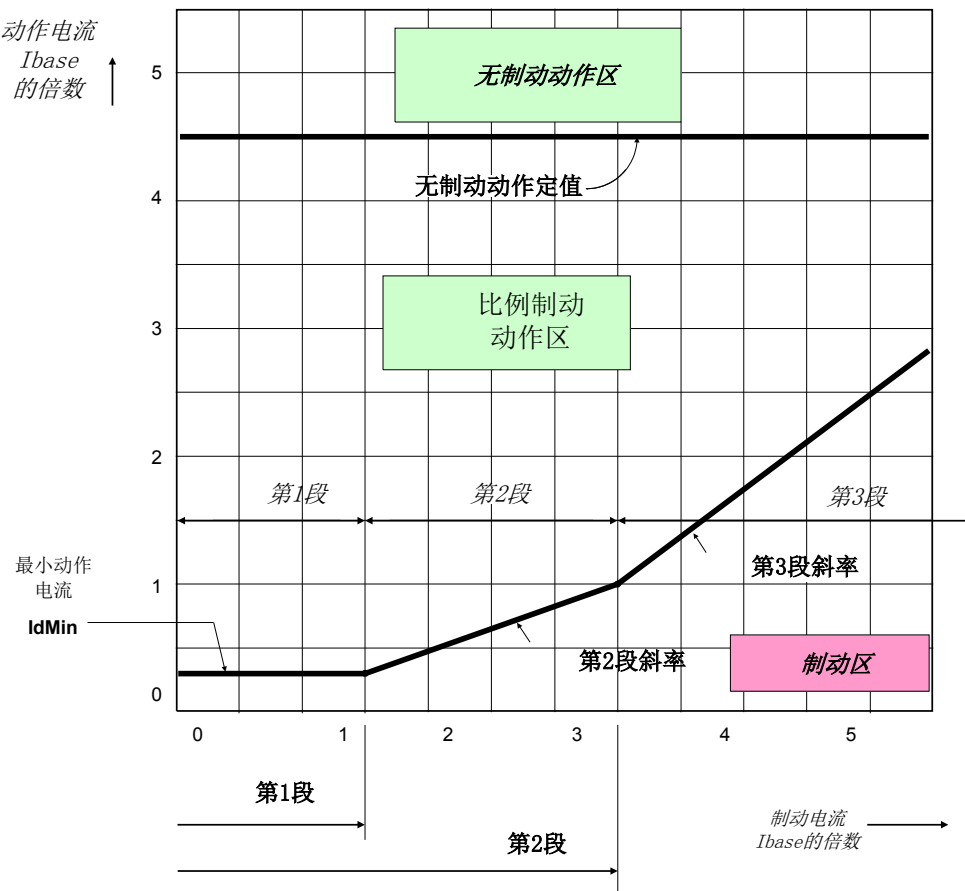


图 43: 制动无制动动作特性的说明

$$slope = \frac{\Delta I_{operate}}{\Delta I_{restrain}} \cdot 100\%$$

(等式 16)

其中制动特性由如下参数决定：

1. I_{dMin}
2. 1 段末
3. 2 段末
4. 2 段的斜率
5. 3 段的斜率

6. 1. 3. 5

消除零序电流

当发生外部接地故障时候，有可能存在以下情况：即零序电流有可能只能存在于变压器的一侧但是不能被流到另一侧，从而可能使得差动保护误动。在这种情况下，零序电流不能被完全的变换到电力变压器的另一侧。若变压器的接线方式为 Yd 或 Dy 时，将不能传递零序电流。如果三角形接线的变压器通过接

地变压器接地,并在差动保护区域的内部,那么若是发生外部接地故障,保护就会误动。为了使整体差动保护对区外接地故障不灵敏,需要从变压器 IED 电流中去除零序电流,经此步骤之后零序电流将不会出现在差动电流之中。这之前是通过辅助电流互感器来实现。现在零序电流的消除是数字化完成的,不再需要辅助电流互感器或者其他零序电流装置。可以分别对每一个绕组中的电流消除零序电流,可以通过对整定参数 $ZSCurrSubtrWx=Off$ (退出) 或者 On (投入) 实现。

6.1.3.6

区外/区内故障识别

区内/区外故障识别器基于两个向量的相对位置(针对双绕组变压器的情况)进行动作,这两个矢量分别代表绕组 W1 和绕组 W2 占负序差动电流的成分。实际中对两个向量之间进行方向比较。

为了执行两个矢量的方向比较,它们的幅值必须足够大,以保证他们是由于故障产生的。另一方面,为保证区外/区内故障判别的高灵敏性,这个最小值的边界不能设置的太大。所以这个边界值,称为 $IMinNegSeq$ 需要在差动保护基准电流 1%到 20%的范围之内设定,所谓的基准电流一般来说是变压器高压侧的额定电流值。其默认值为 4%。只有当两个负序电流成分的幅值均大于整定边界值时,才会对两个矢量的相对位置进行比较。只要两个要进行比较的负序电流成分中,有一个过小(小于整定值 $IMinNegSeq$),就不会进行方向比较,以避免做出错误判别的可能性。在变压器上电时,幅值校验同样可以保证算法的稳定性。当变压器上电时低压侧连接有负载(例如,在变电站内升压变在低压侧直接连接到辅助变压器),在这种情况下,整定值应该提高到至少 12%。这对于防止保护误动非常必要,因为变压器涌流会在低压侧产生大的电流使保护动作。

整定值 $NegSeqROA$ 表示继电器动作角度,也决定了区外/区内故障区域的边界。可以在 30 度到 90 度之间对其进行设定,步长为 1 度。其默认值为 60 度。默认整定值在一定程度上考虑安全性大于可靠性。如果用于没有特殊要求的定值,则取 60 度。

如果相关幅值均完全符合以上的条件,区内/区外故障识别器将依据以下的规则,对变压器高压侧和低压侧负序电流成分之间的相对相角位置进行比较:

- 如果高压侧和低压侧的负序电流成分的相位相同,或至少在内部故障区域,那么故障在区内(两个矢量均落在区内故障区域里)。
- 如果高压和低压侧的负序电流成分的相位成 180° 反向,或至少在外部故障区域,那么故障在区外(高压侧矢量不在区内故障区域里)。

因此在所有的区外故障且电流互感器没饱和的情况下,从理论上说相对相角都为 180° 。在区内故障且电流互感器没饱和的理想状况下相对相角为 0° ,但由于被保护变压器高压、低压侧的负序源阻抗角可能存在差异,其矢量相对角度有可能在一定程度上偏离 0° 的理想值。

由于区内/区外故障识别器已被证明非常可靠,它也被给予了很大的功能。举例来说,如果检测到一故障,那么差动保护会给出 START 信号,同时,该内部/外部故障识别器识别出该故障是内部故障,那么,不管是由谐波制动还是波形制动产生的可能的闭锁信号,都会忽略。如果制动电流大于 I_{Base} 的 110%,那么负

序阈值 ($I_{MinNegSeq}$) 会在内部提升。这确保了在区内故障时, 新的先进差动保护装置的动作时间在一个周波以内 (低于 20ms 对于 50 HZ 系统)。即使是严重的区内故障伴随这十分严重的电流互感器饱和情况, 新型的差动保护同样可以在一个周波之内动作, 因为差动电流中的谐波扰动无法减慢差动保护的动作。基于差动保护的灵敏负序电流保护, 用于检测较小的内部故障, 对于此类故障保护速度不是最重要的, 相反最重要的是要防止误动, 当制动电流大于 150% 的 I_{Base} 时要进行制动。要使灵敏负序电流保护返回, 制动电流必须减小到低于 110% 的 I_{Base} 。该灵敏负序保护总是由谐波分量制动。

考虑变压器的情况, 区外故障相比于区内故障发生的次数多的多。如果扰动被检测到, 且区内/区外故障识别器定义该故障为区外故障, 则在跳闸允许前, 附加判据将会加入到差动算法中。这保证了算法在区外故障时的高稳定性。不仅如此, 同时差动保护装置仍然保持一旦发生区内故障则进行跳闸。

区内/区外故障识别器的原理可扩展到三绕组的电力变压器和自耦变压器。若所有的三个绕组均连接到其相应的网络, 则可以进行三个方向比较, 但仅必须用到两个比较即可, 以用于发现故障所对应的保护区。可能的方向比较包括: $W1 - (W2 + W3)$; $W2 - (W1 + W3)$; $W3 - (W1 + W2)$ 。三绕组变压器的区内/区外故障识别器所应用的原理包括:

- 若所有的比较显示为区内故障, 则为区内故障。
- 若任一个比较显示为区外故障, 则为区外故障

若绕组中的其中一个没有进行连接, 则算法会自动的将其减为双绕组变压器情况。不论如何, 整个变压器都被保护, 包括没有连接的绕组。

6.1.3.7

差动电流告警

差动保护对工频差动电流水平一直进行监视。如果所有三相值同时超过了预设的整定值, 则会发出告警。延时由参数 $t_{AlarmDelay}$ 来整定, 它一般比 OLTC 的机械动作时间 (典型设定为 10s) 的两倍要长。

6.1.3.8

合于故障特性

变压器差动保护 (TW2PDIF 用于双绕组, TW3PDIF 用于三绕组) 内置先进的合于故障特性。使该特性有效或无效, 通过设定整定参数 $SOTFMode$ 。当 $SOTFMode = On$ (投入) 时该特性有效。然而需要注意的是当合于故障特性有效时, 不能通过简单的注入带有 2 次谐波的电流来测试二次谐波闭锁功能。在这种情况下合于故障特性将动作, 差动保护将会跳闸。然而对于真正的涌流情况, 差动保护将完全制动。

对于合于故障特性的动作原理请参见“技术手册”。

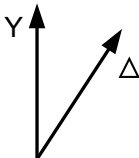
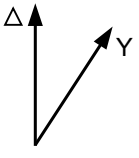
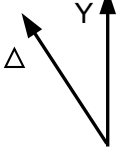
6. 1. 4 设置实例

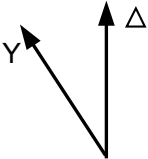
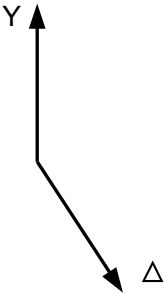
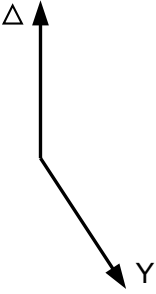
6. 1. 4. 1 摘要与总结

IED 可用于三相电力变压器的差动保护，主 CT 可以选择 星形 或三角形接线方式。 然而继电器在设计中假设所有的主 CT 均为 星形 连接。 IED 同样适用于主 CT 星形接线的情况。 对于这样的应用，需要注意以下方面：

- 1. 三角形接线的 CT 变比相对其单相实际 CT 变比小 $\sqrt{3}$ 倍。
- 2. 变压器 向量组 的典型设置为 Yy0，因为变压器实际相移的相位补偿由外部的三角形连接的 CT 完成。
- 3. 三角形连接的主 CT 能够消除零序电流。 因此在使用三角形连接的 CT 侧，IED 中的零序电流消除需要设置为未投入使用（Off）。

下表总结了世界上最常用的 星形-三角形 向量组 提供了在所保护变压器 星形 侧 CT 所要求的三角形连接类型。

IEC 向量组	正序空载电压向量图	要求的所保护变压器 星形 侧三角形连接 CT 类型和 IED 内部向量组整定
YNd1		Yy0
Dyn1		Yy0
YNd11		Yy0
续下页		

IEC 矢量组	正序空载电压向量图	要求的所保护变压器 星形 侧三角形连接 CT 类型 和 IED 内部矢量组整定
Dyn11		Yy0
YNd5		Yy6
Dyn5		Yy6

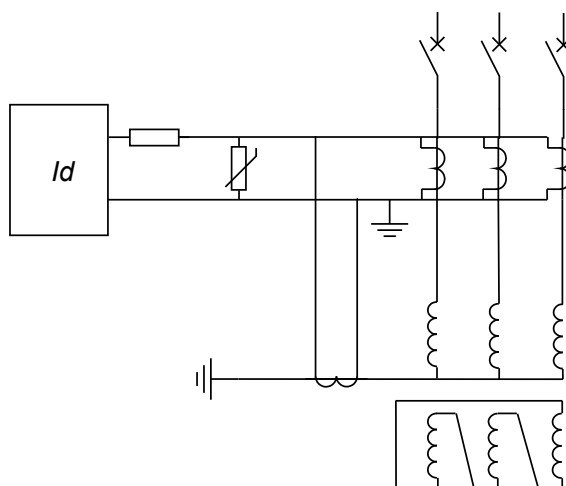
6.2 一相高阻抗差动保护 HZPDIF

6.2.1 标识

功能描述	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
单相高阻抗差动保护	HZPDIF	<i>I</i>_d	87

6.2.2 应用

单相高阻抗差动保护 HZPDIF 可以作为制动式的接地故障保护。



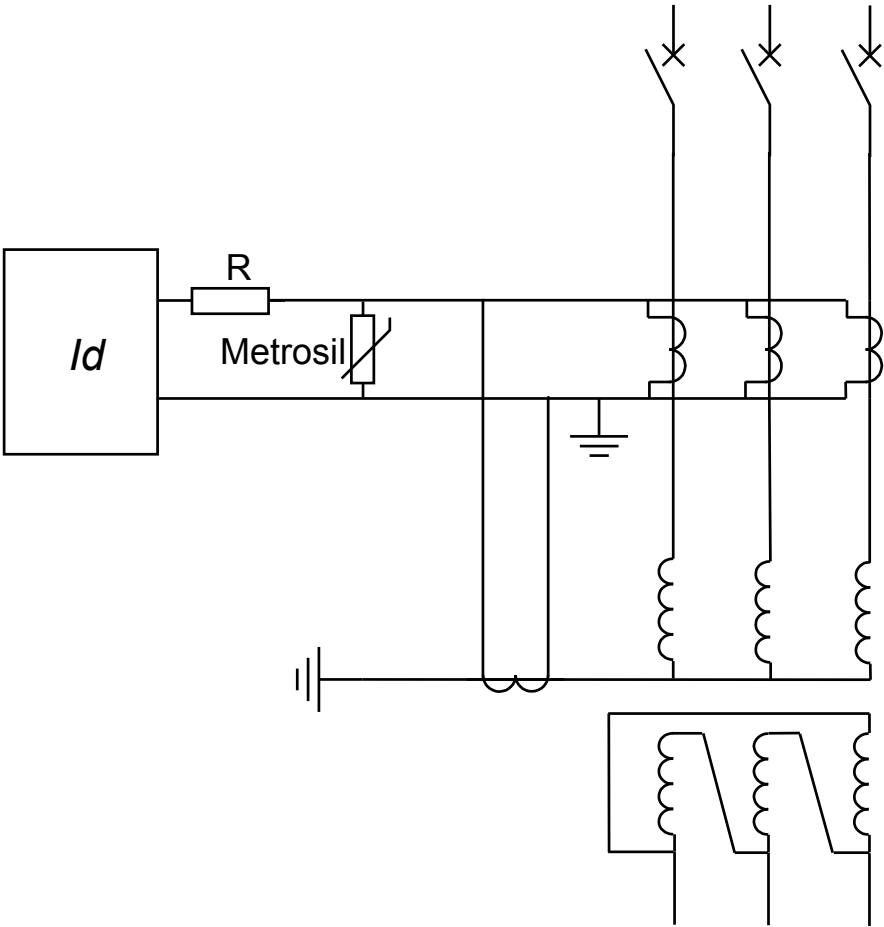
IEC05000177-2-en.vsd

图 44: 单相高阻抗差动保护 HZIPDIF 功能的应用

6.2.2.1

高阻差动保护原理

高阻差动保护原理已使用多年，而且得到好评。其动作特性保证了很高的灵敏性以及快速动作。保护原理在外部发生故障甚至电流互感器严重饱和时也能绝对稳定（即不误动）。该原理利用电流互感器中的二次电流和其他间隔的二次电流形成环流，由于差动回路高阻抗未流入 IED 内，通常情况下该高阻抗值为几百欧姆，有时上千欧姆。当发生内部故障时二次电流不能形成环流回路，强制通过差动回路，使差动保护动作。



IEC05000164-2-en.vsd

图 45: 高阻差动保护应用实例

对于穿越性故障，一个电流互感器可能饱和，而其他电流互感器将不饱和。这时将会在稳定电阻器上产生一个电压。根据最坏情况计算，最小动作电压根据下式计算：

$$UR > IF \max \cdot (R_{ct} + Rl)$$
(等式 17)

- 其中：
- IFmax 为穿越性故障二次侧最大电流
 - Rct 为二次侧电流互感器电阻值，并且
 - Rl 为电流互感器最大回路阻抗。

计算各个间隔的最小动作电压，并且使 IED 动作电压定值取其中最大的动作电压（设置 U>Trip）。因为回路阻抗为从每一个电流互感器到连接点的值，建

议所有的电流互感器的接线应尽可能缩短。这将使得定值最小，有益于布置平衡。可以将最中间的间隔连接到保护控制室。

对于内部故障，将不会形成环流，因为有高阻抗电流互感器会产生过压并使 CT 饱和, 由于快速饱和应注意可能出现的峰值电压, 电压决定于 CT 饱和电压。为防止该电流回路出现闪络，保护应包含一个电压限制器，该限压器为压敏电阻器。

带有稳定电阻器的外部单元，阻值为 6800 欧姆或者 2200 欧姆（根据选择而定），通过短连线开调整需要得到的阻值。根据计算的 UR 值选择电阻器合适的值。阻抗值越大，灵敏性越高，相反，阻抗值越小，灵敏度越小。

推荐动作电流值，输入为 1.0A 时为 40 mA 到 1.0A ，输入为 5A 时 为 200 mA 到 5A。 这样，通过上述选择和设定值，定值 $U > U_{Trip}$ 时的需求电流值和串联电阻值 R 就可以算出来。



一相高阻差动保护 HZPDIF 的电流输入通道，变比设置为 1: 1

下表表示了不同的动作电压与阻抗下的动作电流。 根据表或者应用需要进行相应的修改。



由于相对于全部值，该值比较小，最小欧姆值很难调整。

通常该电压可以适当增加，比最小计算值 $U > U_{Trip}$ 要大，只要调整电阻器电阻为高值，全部动作值也可以做相应改变。下表作为灵敏度计算的参考。

表 21: 1A 时的动作电压

动作电压	稳定电阻器 R	1A 对应得动作电流	稳定电阻器 R	1A 对应得动作电流	稳定电阻器 R	1A 对应得动作电流
20 V	1000	0.020 A	--	--	--	--
40 V	2000	0.020 A	1000	0.040 A	--	--
60 V	3000	0.020 A	1500	0.040 A	600	0.100 A
80 V	4000	0.020 A	2000	0.040 A	800	0.100 A
100 V	5000	0.020 A	2500	0.040 A	1000	0.100 A
150 V	6000	0.020 A	3750	0.040 A	1500	0.100 A
200 V	6800	0.029 A	5000	0.040 A	2000	0.100 A

表 22: 输入 5A，最小动作值降到 100mA

动作电压	稳定电阻器 R1	1A 对应的动作电流	稳定电阻器 R1	1A 对应的动作电流	稳定电阻器 R1	1A 对应的动作电流
20 V	200	0.100 A	100	0.200 A	--	--
40 V	400	0.100 A	200	0.200 A	100	0.400
60 V	600	0.100 A	300	0.200 A	150	0.400 A
续下页						

动作电压	稳定电阻器 R1	1A 对应的动作 电流	稳定电阻器 R1	1A 对应的动作 电流	稳定电阻器 R1	1A 对应的动作 电流
80 V	800	0.100 A	400	0.200 A	800	0.100 A
100 V	1000	0.100 A	500	0.200 A	1000	0.100 A
150 V	1500	0.100 A	750	0.200 A	1500	0.100 A
200 V	2000	0.100 A	1000	0.200 A	2000	0.100 A

电流互感器饱和电压至少为 2 倍的 U_{Trip} ，以保证足够的动作裕度。计算 U_{Trip} 后必须进行检查。

当 R 值已选择，并且 U_{Trip} 值已经设定后，方案的 IP 灵敏度就可以计算。IED 的灵敏度是由回路中的全部电流所决定，根据式子

$$IP = n \cdot (IR + I_{res} + \sum I_{mag})$$

(等式 18)

- 其中：
- n

为电流互感器变比
- IP

IED 启动一次侧电流
- IR

IED 启动电流
- I_{res}

为流过限压器的电流
- $\sum I_{mag}$

为回路中所有电流互感器的励磁电流幅值之和（例如，4 为制动式接地故障保护，2 为差动保护，3-5 为自耦变压器的差动保护）。

要注意必须使用电流的相量之和。电流测量应对故障电流中直流含量不敏感，以上过程计算仅考虑交流部分。

压敏电阻器 (Metrosil) 特性如图所示

串联电阻器热容量

该电阻器的热容量为 200W。电阻器的发热应该小于 200W，这样才可能在测试期间持续激活。如果大于该值，测试中应按暂态故障测试。测试中要仔细操作，确保需要注入电流或者在某一个特殊时间，电阻器产生的热量不要超过 200W。否则注入故障信号的时间需被设置为最短。

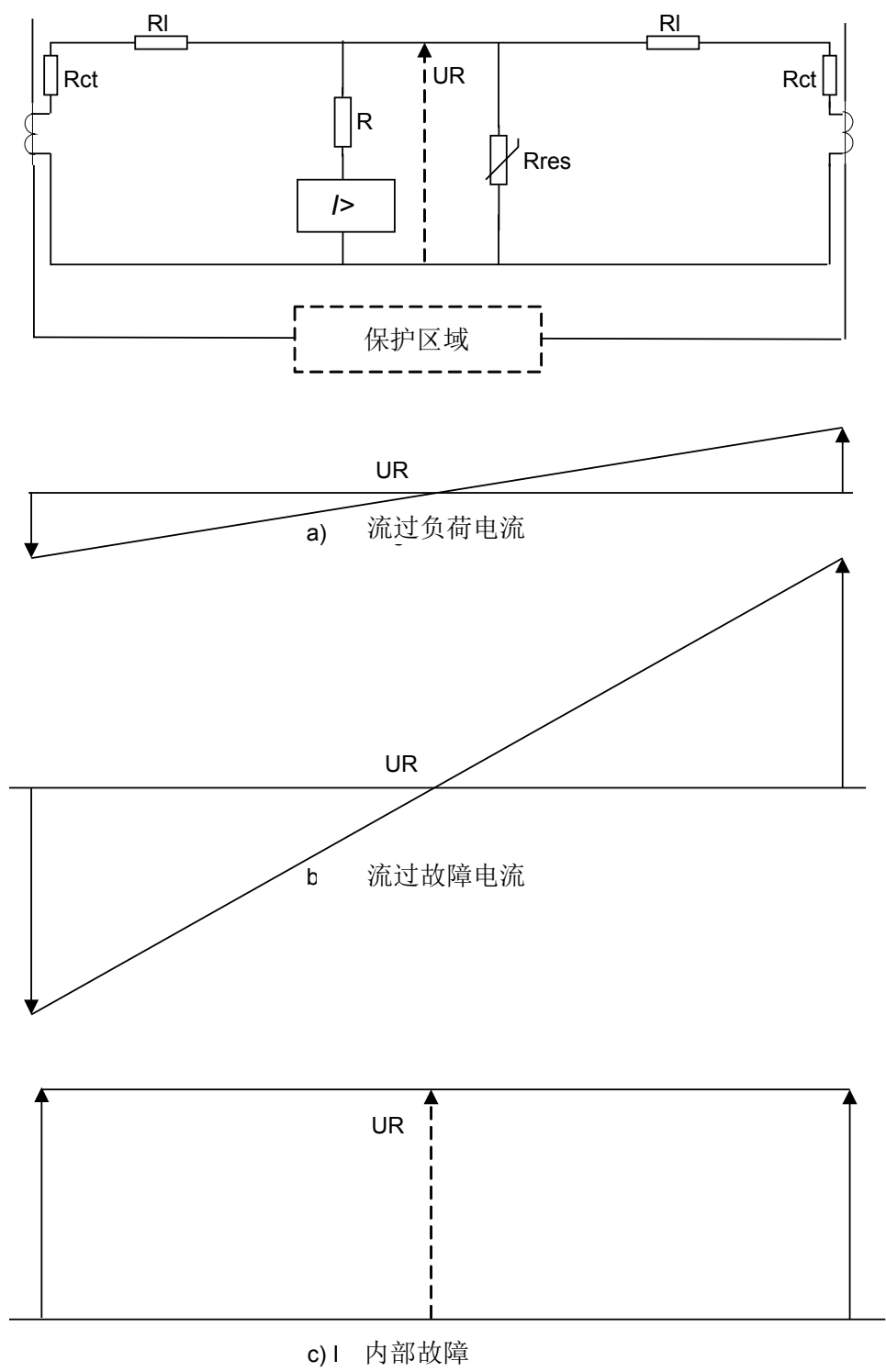


图 46: 一相带两个电流互感器输入的高阻差动原理

6.2.3 高阻差动保护连接示例



警示！要格外小心！该设备上可能会有危险高电压，特别是在有电阻的盘上。只有当保护的主设备断电后方能进行维修操作。如果有国家规定或者标准，电阻盘需安装在有保护盖板的机箱中。

6.2.3.1 单相带制动接地故障保护与高阻差动保护的接线

制动式接地故障保护的一种典型运用是单相高阻差动保护（HZPDIF）。基于 REF 的高阻保护中电流互感器的典型接线如图所示 47。

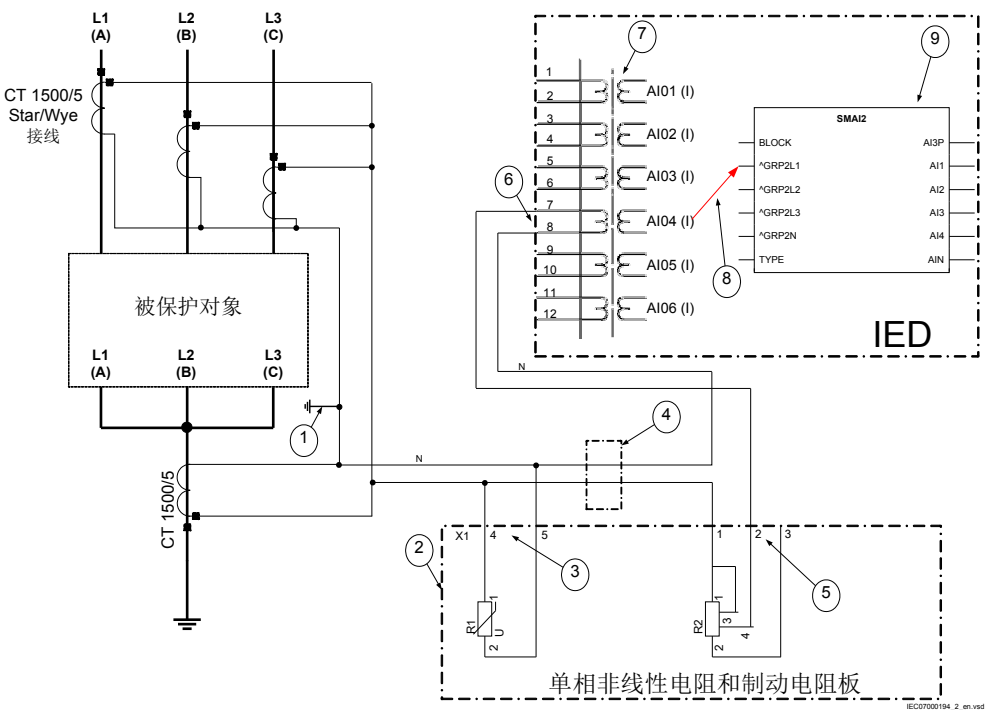


图 47: 带制动的接地保护的电流互感器接线

Pos	说明
1	保护方案的接地点



注意最重要的是一定要保证在该方案中仅有一个接地点。

- 2 单相带设置电阻和限压电阻器板。
- 3 限压电阻器所需的连接端子。显示的接线在两类单相板均适用。
- 4 可选测试开关的位置，作为高阻差动保护继电器的二次注入输入接口。
- 5 电阻器连接端子。显示的接线在两类单相板均适用。

- 6 如何将 REFPDIF 高阻抗方案与 IED 的一个电流互感器输入通道相连。
- 7 电流输入通道的参数。



注意高阻抗差动保护的电流互感器变比只能设定为 1。

- 对于电流互感器二次侧额定电流为 1A，设置可如下： $CT_{prim} = 1A$ 和 $CT_{sec} = 1A$
 - 对于电流互感器二次侧额定电流为 5A，设置可如下： $CT_{prim} = 5A$ 和 $CT_{sec} = 5A$
 - 参数 $CT_{StarPoint}$ 应当采用默认值。设置为： $ToObject$
- 8 在 Signal Matrix（信号矩阵）中完成连接，其中将电流输入与预处理功能模块（SMAI10）的第一输入通道相连。对于应使用高阻抗差动保护需使用 3ms 任务周期的预处理功能块。
 - 9 预处理模块，需要对连接的模拟信号输入进行数字滤波，计算模块输出 AI1 应当和一相高阻抗差动保护（HZPDIF）的一个实例相连（例如，HZPDIF 的实例 1 在配置工具中）。

6.2.4 设置指南

每一个应用中定值计算都是独立的。根据不同的应用场合，描述如下。

6.2.4.1 配置

在应用配置工具中完成配置。例如，检查连接到输入的信号是否是该应用所需要的。

BLOCK 输入会闭锁该功能。例如，外部的闭锁条件。

BLKTR 输入用来闭锁跳闸功能。例如，外部的闭锁情况，只能使告警信号动作，启动报警功能。

6.2.4.2 保护功能的整定

投退模式：高阻抗差动保护功能的运行模式可以设置为 *On* (投入) 或者 *Off* (退出)。

$U > Alarm$ ：告警定值, 其灵敏性可以粗略用差动保护灵敏性来估算。通常设置为 10% 的 $U > Trip$, 它可以作为监视段的功能定值。

$tAlarm$ ：告警时间，典型的设定值为 2-3s。大多数情况, 告警输出用来短接差动回路。

$U > Trip$ ：根据每个应用的实际计算设置的跳闸电压定值。跳闸定值的选择需要根据计算所需的电压再加上一定的裕度，用来满足稳定性。该值根据应用可以设置范围为 20-200V。

串联电阻：设置稳定串联电阻的阻值。根据每个应用实例计算该数值。调节电阻的值使它尽可能地接近计算实例。使用实际测量达到的阻值并设置该值。



该数值应该总是高阻抗。举例来说，这意味着对于 1A 的电路，要大于 400ohms (400VA)；对于 5A 的电路，要大于 100ohms (2500VA)。这确保在穿越性故障时电流是环流而不通过差动回路。

6. 2. 4. 3

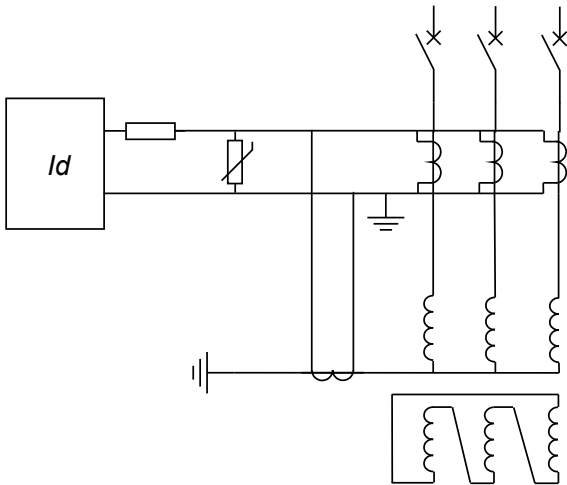
制动式接地故障保护

对于直接接地系统, 制动式接地故障保护 是作为常规变压器差动继电器的补偿给出的。制动式 接地故障保护的优点是它的高灵敏性。常规的差动继电器的灵敏度达到 20%-40%, 而它可以达到 2%-8%。高阻抗制动的接地故障保护的跳闸水平取决于 CT 的励磁电流。

制动式接地故障继电器由于简单的测量原理和只有一个绕组的测量, 所以非常快。

制动式接地 故障继电器的接线如图 48。它们直接互相连接或者通过低电阻接地 变压器绕组连接, 如图 48。

把制动式 接地 故障继电器连接在同一个电流回路中作为变压器差动保护是很常见的。测量原理的不同会限制差动继电器检测 接地 故障的可能性。这类故障只能由 REF 功能检测到。应该避免使用到 1 相高阻抗差动保护 HZPDIF 功能的混合连接, 应使用低阻抗方案来代替。



IEC05000177-2-en.vsd

图 48: HZPDIF 功能作为制动式接地故障保护继电器的应用用于 YNd 接线的变压器

参数整定举例



当用到高阻抗保护时, 强烈建议使用 CT 的最高接头。这对充分利用 CT 的最大性能, 减小电流有帮助, 因此会降低制动电压门槛值。还有一个因素就是在内部故障时, 在使用的的分接头上

产生的电压可以被非线性电阻限制，但在没有使用的分接头上会因为自耦变压器的作用而感应出大大高于设计标准的电压。

基本数据:	
变压器高压绕组的额定电流:	250 A
CT 变比:	300/1 A (注意: 在所有位置必须一致)
CT 种类:	10 VA 5P20
电缆回路电阻:	<50 m 2.5mm ² (单线路) 在 75° C 时电阻为 2 • 0.4 欧姆。
最大故障电流:	变压器电抗限制了最大故障电流, 使用 15 倍的变压器额定电流

计算:

$$UR > 15 \cdot \frac{250}{300} \cdot (0.66 + 0.8) = 18.25V$$

(等式 19)

选择定值 $U_{Trip}=20\text{ V}$
CT 的 饱和 电压 可以根据 额定值粗略地计算出来, 会有 5% 的误差.

$$E5P > (10 + 0.66) \cdot 20 = 213.2V$$

(等式 20)

即大于 $2 \cdot U_{Trip}$

从被选电阻的表单中检验需要用到的串联制动电阻。由于在该应用中并不需要非常灵敏，因此选择 串联电阻= 1000 欧姆, 这给出电流 20 mA。

为了计算动作电压时的灵敏度，可以参照方程 21 , 它给出了 10% 的最小动作电流, 这是可以接受的.

$$IP = \frac{300}{1} \cdot (20|0^\circ + 5|0^\circ + 4 \cdot 20|-60^\circ) \leq approx.25.5A$$

(等式 21)

励磁电流可以从 CT 铁芯的磁化曲线中得到。取当 U_{Trip} 时的值。由于对于压敏电阻电流来说，用的是电压的峰值 $20 \cdot \sqrt{2}$ 和电流的峰值，因此计算电流的有效值时需要除以 $\sqrt{2}$ 。使用曲线上的最大值。

6.2.4.4 报警值动作

单相高阻抗差动保护 HZPDIF 功能有一个单独的报警值, 这可以用来对于包含 CT 的回路故障给出报警. 整定值通常选择大约为动作电压的 10%, 动作电压为 $U > Trip$.

正如上述的整定示例可以看出, HZPDIF 功能的灵敏度很高, 这意味着该功能可以动作于短路故障或者 CT 二次回路开路. 但是, 可以选择稳定电阻来使得灵敏度高于正常负荷电流, 并且/或者往动作中(一个检验段)加入单独的标准. 这可以是拥有同样 HZPDIF 功能的另外一个继电器, 可以和 接地 过电流功能或者中性点电压功能联用作为故障的检验.

在正常情况下不需要动作时, 报警输出应该用来起动差动回路的外部短路, 这可以避免回路中持续的高压. 在短路和报警起动之前由几秒钟的延时.

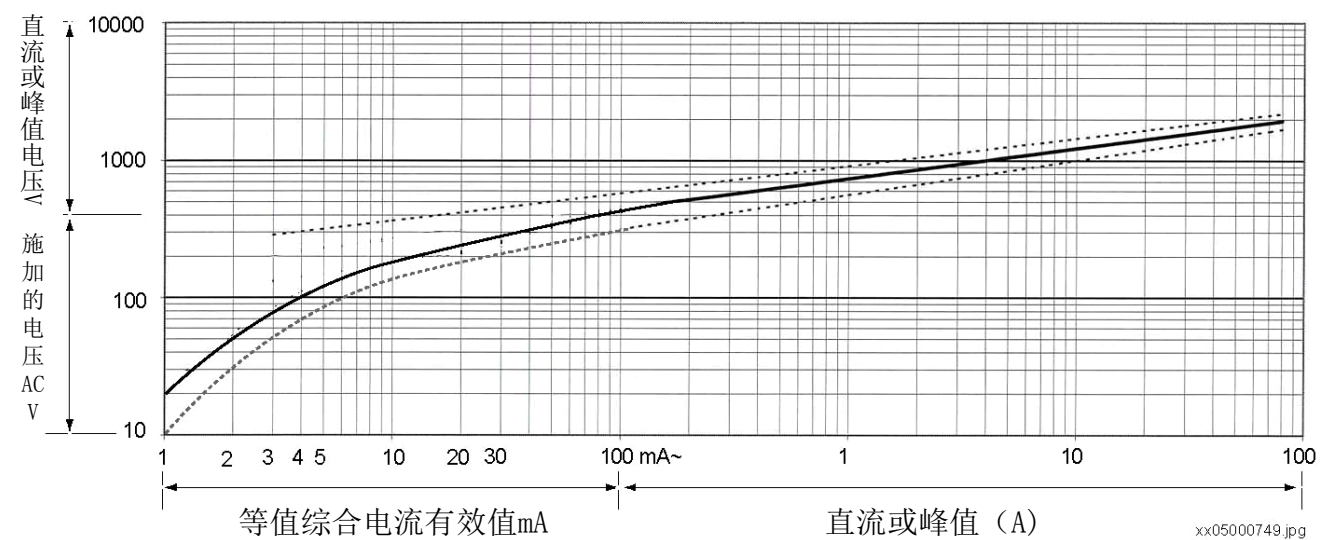


图 49: 非线性电阻的电流电压特性, 电压范围为 10-200V, 电流的平均范围为: 0.01 - 10 mA

6.3 发电机差动保护 GENPDIF

6.3.1 标识

功能描述	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
发电机差动保护	GENPDIF	$I_d >$	87G

6.3.2

应用

定子绕组相间短路会产生较大的故障电流。该短路电流会对绝缘、绕组和定子铁芯造成损坏。大的短路电流会产生大的冲击,破坏电厂内的其他设备,如涡轮和发电机轴系。该短路电流还会引起爆炸和火情。当发电机产生短路电流,必须对损坏进行修理。严重程度和维修时间取决于破坏的程度,破坏程度取决于故障时间。因此快速排除故障对于限制损坏和减小经济损失至关重要。

为了限制定子绕组短路产生的影响,一定要尽快清除故障,即达到瞬时清除。必须尽快断开从外部系统(通过发电机和/或断路器)和发电机本身产生的故障电流。使得来自原动机的机械功率快速减少是很重要的。如果该发电机所连接的电力系统靠近其他发电单元,那么快速的故障清除对于保持非故障发电机的暂态稳定是至关重要的。

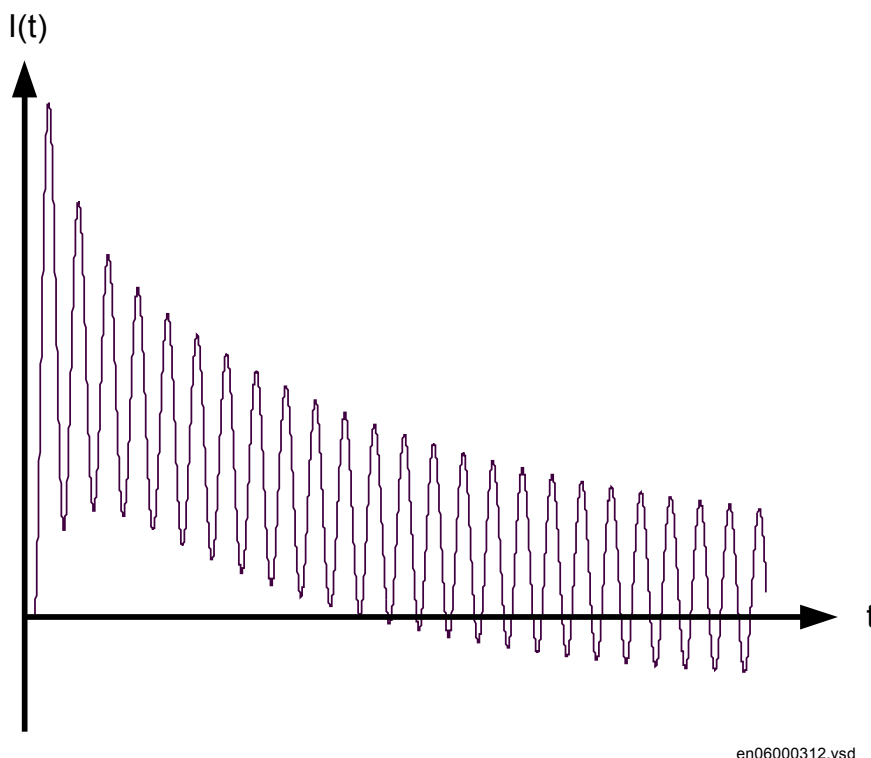
通常情况下,短路电流大大超过发电机的额定电流。若相间短路点靠近发电机中性点,则短路电流相对较小。发电机的低励磁也可以限制短路电流的大小。这通常发生在发电机运行情况下,但还没有与系统同步。因此,对发电机相间短路的灵敏度要求很高,从而能够检测出微小的故障电流。

对于外部故障,尽管发电机会对故障点提供较大的短路电流,但短路保护不会动作,这一点也很重要。为了同时满足快速性、灵敏性和选择性,发电机电流差动保护 GENPDIF 对于发电机相间短路通常是最好的选择。

由电流互感器饱和引起的差动保护误动是差动保护的一个普遍问题。如果发电机跳闸于外部短路,这首先会增加系统崩溃的风险。除此以外,发电机的误动会导致生产损失。因此,防止发电机的误动有着重要的经济意义。

该发电机保护应用允许一特殊情况,即带有一大的直流分量的短路电流在几个周期后可以有第一个电流过零点。这是因为发电机的直流时间常数很大(达到1000ms),见图 50。

GENPDIF 也可以向并联电抗器、小容量母线提供保护,同样满足快速性、灵敏性和选择性。



en06000312.vsd

图 50: 典型的发电机长直流时间常数。它们之间的关系可以这样的, 在开始时瞬时故障电流的偏移大于 100%。

6.3.3

设置指南

发电机差动保护 GENPDIF 在差动保护功能上具有创新。

- 比例制动差流分析
- DC, 2 次 以及 5 次谐波分析
- 内/外部故障诊断



自适应频率跟踪必须正确的配置, 模拟量输入 (SMAI) 预处理模块信号矩阵也必须正确的设置, 才能保证发电机差动保护在频率变化时也能正确的动作。

6.3.3.1

通用定值

IED 通用基准值, 一次侧电流 (I_{Base}), 一次侧电压 (U_{Base}) 以及一次侧功率 (S_{Base}), 这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 $GlobalBaseSel$ 是为了选择一个参考基准值组的定值。

I_{Base} 设置为发电机的额定电流, 按一次侧电流 A 设置。

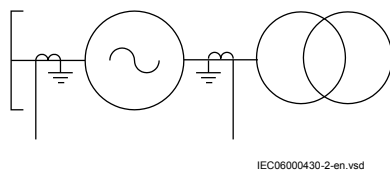


图 51: 电流互感器的位置

如果发电机差动保护 GENPDIF 变压器差动保护的结合使用，终端 CT 的方向可能是参考变压器差动保护。这会给 IED 侧的 CT 发电机提供错误的参考方向。它可以通过设置 *Negation* 使用的 SMAI 模块为 Negate3Ph+N 的参数来调整。

Operation: 功能 GENPDIF 设置 投入 或者 *Off* (退出) 这个功能。

6.3.3.2

比例制动性差动保护动作特性

差动保护的動作-制動特性如图 52. 特性设定整定如下：

- 最小動作電流 I_{dMin}
- 1 段末
- 2 段末
- 2 段的斜率
- 3 段的斜率

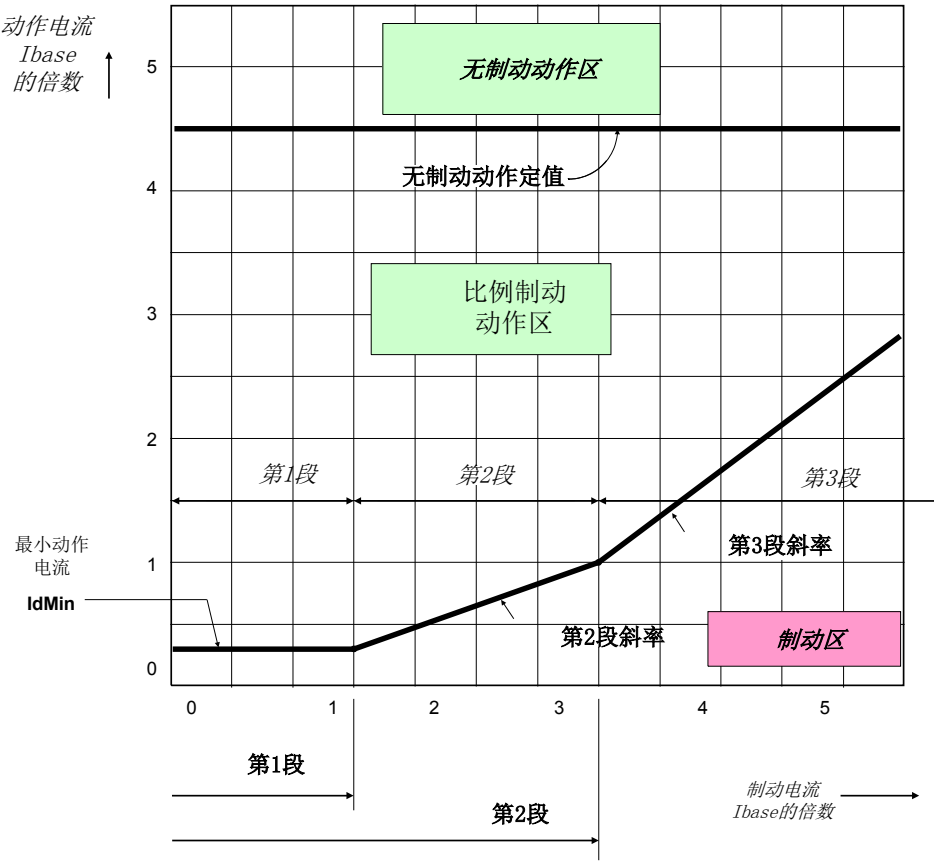


图 52: 差动保护动作-制动特性

$$slope = \frac{\Delta I_{operate}}{\Delta I_{restrain}} \cdot 100\% \quad (\text{等式 } 22)$$

IdMin: *IdMin* 1 段恒定的灵敏度。此设置通常可以选择 0.10 倍的发电机额定电流。

1 段中出现不平衡电流的风险非常低，这种情况制动电流可高达 1.25 倍的发电机额定电流。故 1 段末 可设为 1.25 倍的发电机额定电流。

在 2 段中，引入了一定的小斜率，以处理当不平衡差动电流正比于流经电流互感器的电流，且电流大于正常负荷电流时的情况。2 段末 建议将其设置为约 3 倍的发电机额定电流。则 2 段的斜率, 定义为百分比值 $\Delta I_{diff}/\Delta I_{Bias}$ ，建议设置为 40%，如果没有做更深入的分析不要修改。

在 3 段中，引入一个较大的斜率，这是为了应付故障差动电流与电流互感器饱和电流。则 3 段的斜率, 定义为百分比值 $\Delta I_{diff}/\Delta I_{Bias}$ 建议被设置为 80%，如果没有做更深入的分析不要修改。

IdUnre: *IdUnre* 是无制动差动保护段的定值。设定值的选择可根据外部电源系统（通常三相升压变压器的低压侧保护区的外部短路）故障发电机的最大计算短路电流。定值 *IdUnre* 设置为发电机额定电流的倍数。

OpCrossBlock: 如果 *OpCrossBlock* 设为 *Yes*, 且启动 信号激活后, 在这一相的谐波闭锁也将会闭锁其他相。

6.3.3.3

负序内部/外部故障的鉴别功能

OpNegSeqDiff: *OpNegSeqDiff* 设为 *Yes* 激活负序差动的功能, 包括内部或外部故障判断和灵敏的负序差动保护特性。建议启用此功能。

IMinNegSeq: *IMinNegSeq* 是最小负序电流的定值, 当基于负序电流超过该定值, 该功能应该被激活。这种敏感性正常可以下降到 0.04 倍的发电机额定电流, 使保护功能非常敏感。由于灵敏的负序差动保护功能在高电流情况被闭锁, 高灵敏度不会提供不想要的功能风险。

NegSeqROA: *NegSeqROA* “继电器动作的角度”, 如图所示 53。

建议默认值为 60° , 作为兼顾可靠性和安全性的最佳值。

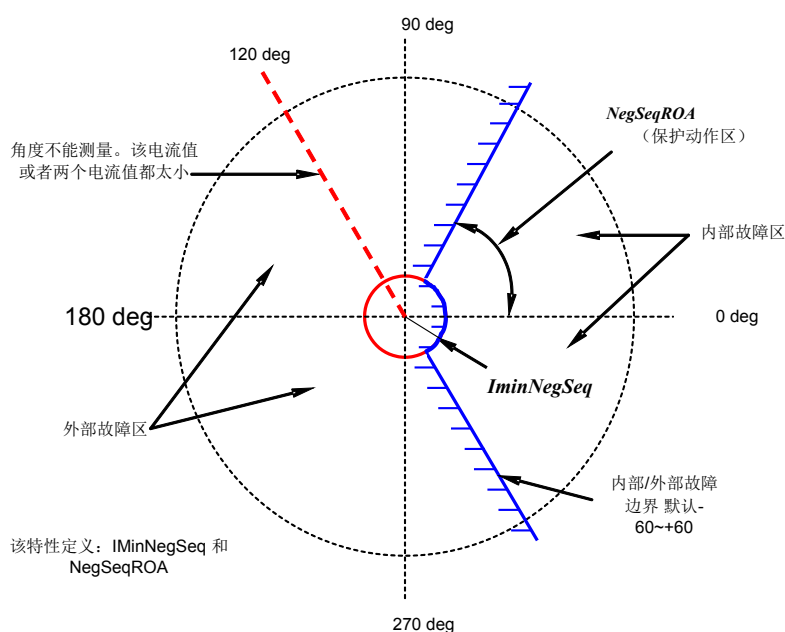


图 53: 定值 *NegSeqROA*: *NegSeqROA* 确定内部和外部故障区域之间的边界

6.3.3.4

其他的定值选项

HarmDistLimit: 此设置是反映总谐波失真 (2 次以及五次谐波) 的谐波制动系数。在正常情况下可以使用默认值的 10%。例如, 在特殊的应用中, 可使用较高的设置, 如靠近电力电子变换器, 可防止不必要的保护闭锁。

TempIdMin: 如果二进制输入 (DESENSIT) 被激活, 动作电流 *IdMin* 增加至 *TempIdMin* 倍。

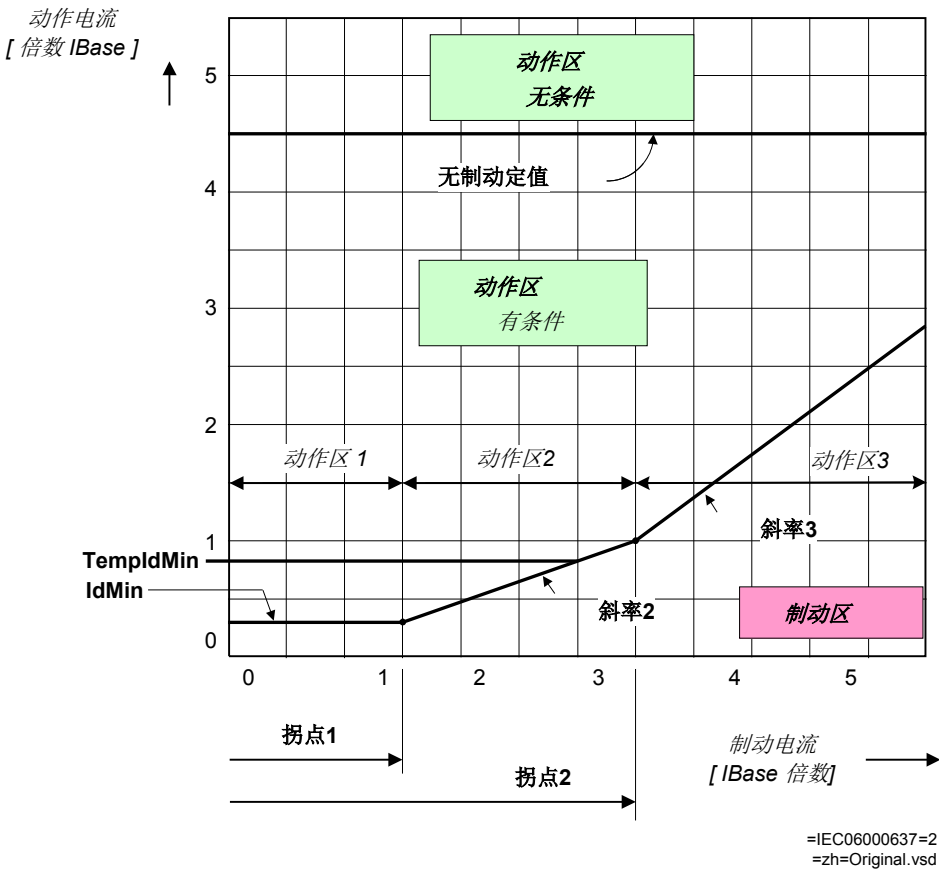


图 54: 设定 TempIdMin 对动作特性的影响

AddTripDelay: 如果输入 DESENSIT 被激活，保护功能的动作时间也可以增加，通过设置参数 AddTripDelay 实现。

OperDCBiasing: 如果启用，差动电流的直流分量，将被包括在缓慢衰减的偏置电流中。可以使用该选项，以提高安全性。如果主系统直流时间常数很长，即使是很小的电流也会带来电流互感器饱和的危险。这种情况通常推荐设置 OperDCBiasing = 投入，如果发电机两侧的电流互感器有不同的磁化特性，保护应用于并联电抗器，也建议设置参数 OperDCBiasing = 投入。

6.3.3.5

CT 断线检测

该发电机差动保护具有内置的先进的 CT 断线检测特性. 该功能可以闭锁在正常负荷条件下由于 CT 二次侧断线导致的发电机差动保护 误动作. 同时可以向变电站操作人员发出一个告警信号，以保证做出快速的补救措施来消除 CT 断线。

以下的整定参数与该特性有关：

- 设置参数 *OpenCTEnable* 使用/禁用该功能
- 设置参数 *tOCTAlarmDelay* 定义经过多少延时将给出告警信号
- 设置参数 *tOCTReset* 定义了断线 CT 校正后，经过多少时间才能复归 CT 断线情况
- 一旦检测到 CT 断线情况，除无制动（差速断）差动保护之外，其他所有的差动保护功能将被闭锁。

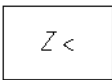
与 CT 断线检测输出信号的相关参数如下：

- *OpenCT*: 检测到 CT 断线
- *OpenCTAlarm*: 经过时延后发出 CT 断线告警信号
- *OpenCTIN*: CT 输入信号组别，（1 为输入 1，2 为输入 2）组 CT 断线
- *OpenCTPH*: CT 断线相别信息（1 表示 L1 相, 2 表示 L2 相, 3 表示 L3 相）

章节 7 阻抗保护

7.1 发电机和变压器的低阻抗保护

7.1.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
发电机和变压器的欠阻抗保护	ZGPDIS (低阻抗保护)		21G

7.1.2 应用

如果该励磁系统为静止励磁，由于励磁系统的功率来自于发电机机端，则持续性的短路电流的幅值和机端电压密不可分。如果发生近端多相故障，则机端电压将会将到很低（比如<25%），而发电机故障电流也会持续低于过电流保护启动电流。在 0.5-1s 后，短路电流会低于额定电流，这是由于故障后电压自动调节器不工作，发电机励磁系统也不能从机端获得反馈。这种情况下发电机最合适的后备保护是低阻抗保护。鉴于此，建议使用阻抗测量继电器作为发电机短路后备保护。

该阻抗继电器通常和发电机中性点电流互感器相连，作为后备保护，同样也适用于发电机不接系统的情况。在电压降低时，动作电流也降低。电压为 0 时，只要电流大于 15%IBase，保护仍能动作（IBase 为发电机的额定电流）。

发电机和变压器低阻抗保护(ZGPDIS)在 650 系列中可以满足发电机和变压器后备保护的基本需要。

7.1.3 设置指南

低阻抗保护功能定值通过一次系统欧姆设置。电流互感器变比必须设置，可以将二次侧的输入模拟量转化为在低阻抗保护（ZGPDIS）中使用的一次侧的值。

在计算定值时，必须考虑应用的实际情况：

- 电流互感器和电压互感器引入的误差，特别是在暂态情况下。

低阻抗保护(ZGPDIS)中所有参数值 必须与被保护区域的参数相对应，与网络的选择性相协调。

IED 通用基准值, 一次侧电流 (I_{Base}), 一次侧电压 (U_{Base}) 以及一次侧功率 (S_{Base}), 这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 $GlobalBaseSel$ 是为了选择一个参考基准值组的定值。

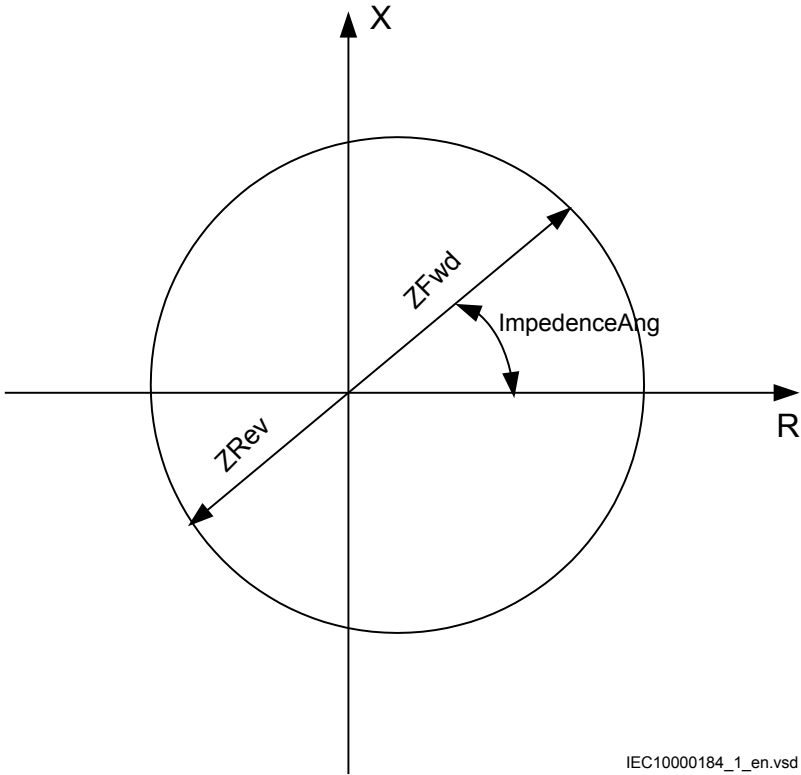


对于 ZGPDIS (低阻抗保护) 常常采用与发电机额定参数相对应的全局基准值。

ZGPDIS (低阻抗保护) 采用偏移欧姆特性, 仅计算三个相间阻抗值。由图可知该保护具有正方向和反方向的阻抗设定值。如图 55.



当测量电流低于 15% I_{Base} 时, 停止相关的相间阻抗测量.



IEC10000184_1_en.vsd

图 55: 相间故障动作特性

7.2 失磁 LEXPDIS

7.2.1 标识

功能描述	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
失磁保护	LEXPDIS		40

7.2.2 应用

对同步电机的低励磁有限制 励磁电流减少，削弱了转子和外部电源系统之间的耦合。本机可能会失去同步，并开始像一个感应电机运行。然后，有功消耗将增加。即使机器不失去同步，它可能无法接受在这种状态下运行很长一段时间。励磁的减少，增加同步机的末端区域产生的热量。 局部加热可能会损坏定子绕组的绝缘性能，甚至铁芯。

一台发电机连接到电力系统，可以由一个等效的单相电路表示，如图所示 56. 为简单起见，等值电路显示了一台隐极发电机， ($X_d \approx X_q$).

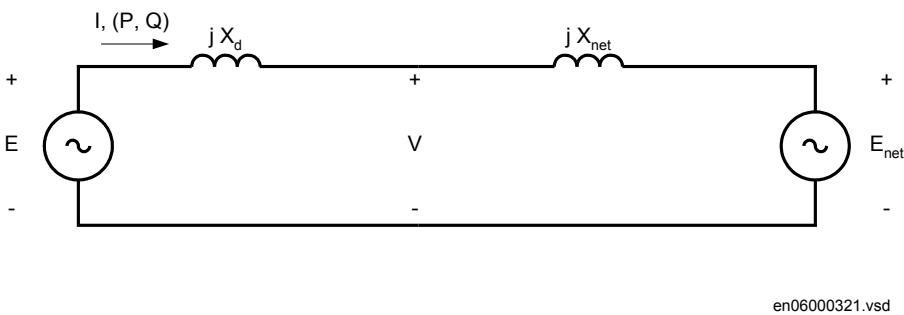


图 56: 一台发电机连接到电力系统，可以由一个等效的单相电路表示

其中：

- E 代表发电机的内部电压，
- X_d 发电机的固定电抗，
- X'_d 发电机次暂态电抗，
- X_{net} 代表外部电源系统的一个等效电抗
- E_{net} 为一个无限大电压源，代表系统中的发电机之和。

发电机的有功功率可以根据下式进行计算 23:

$$P = \frac{E \cdot E_{net}}{X_d + X_{net}} \cdot \sin \delta$$

(等式 23)

其中：

角 δ 为角度差（电压 E 和 E_{net} ）。

若发电机的励磁减小（消失 或者故障），电压 E 就会减小。为了保证有功功率的输出， δ 角必须增大。很明显当角度为 90° 时功率最大。如果无功无法保持到 90° 角度，则静态稳定则无法保证。

发电机输出功率与角度差 δ 对应如图所示 57. 对应于 90° 的线是静态稳定极限。需要注意的是下面所示的功率极限与网络阻抗有很大的关系。

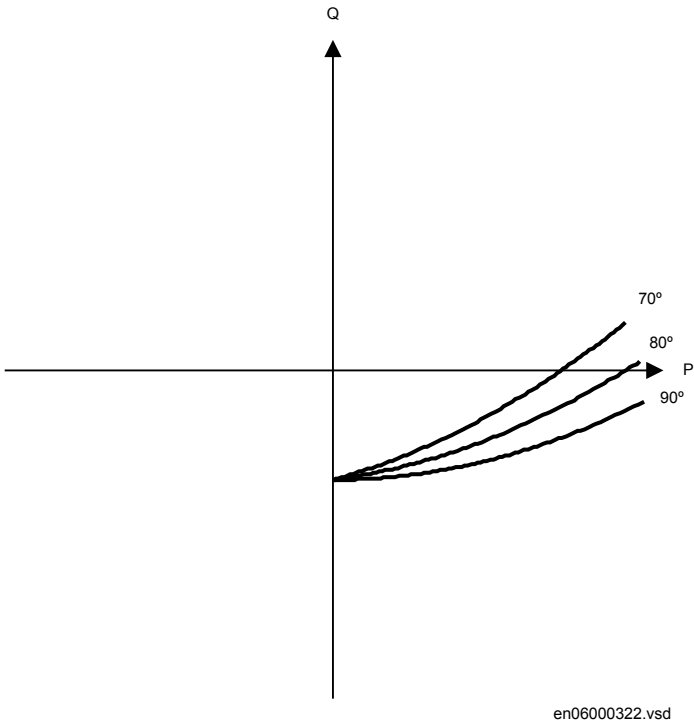


图 57: 不同 δ 角下发电机功率

为了防止发电机受到损坏，当励磁很小时发电机应跳闸。在 PQ 坐标上，保护区域如图所示 58. 在本例中，限值应当设置为很小的负无功功率，与有功功率无关。

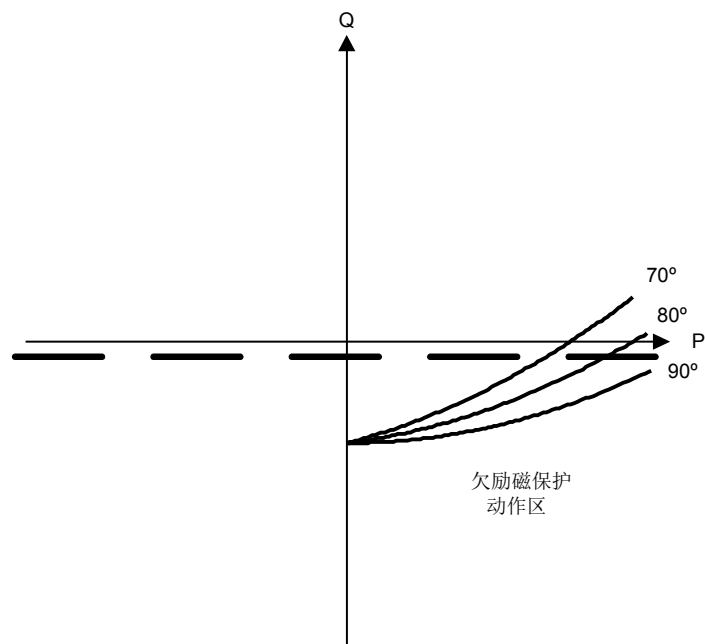


图 58: PQ 坐标系上保护区域

通常发电机容量曲线也表示了该发电机低励磁能力，如图 [59](#).

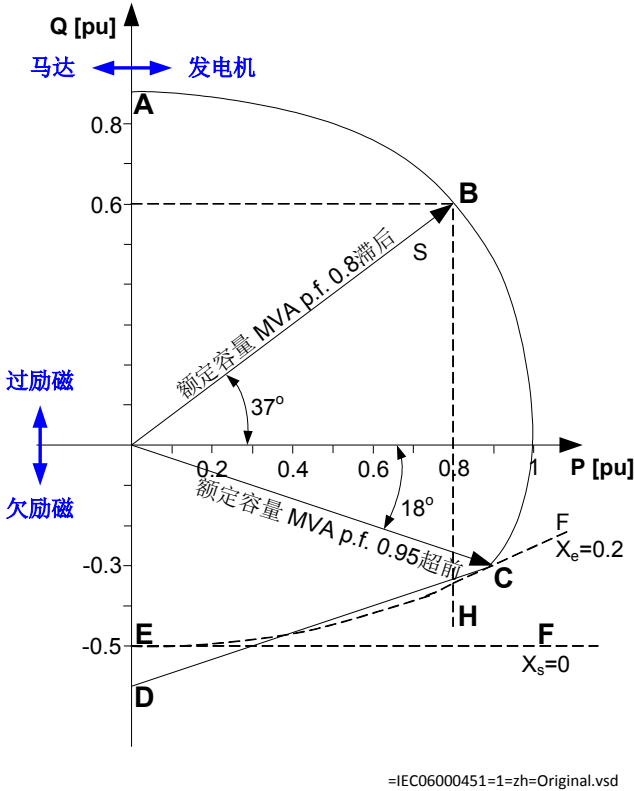


图 59: 发电机容量曲线

其中：

- AB = 磁场电流限值
- BC = 定子电流限值
- CD = 定子末端区域热限值，根据漏磁通确定
- BH = 汽轮机输出极限决定的发电机有功极限值
- EF = 无 AVR 时稳定极限
- X_s = 所连接系统的电源阻抗

基于方向功率测量或者阻抗测量的失磁保护

P-Q 坐标系上的直线利用下式可以转换到阻抗平面上 [24](#).

$$\bar{Z} = \frac{\bar{V}}{\bar{I}} = \frac{\bar{V} \cdot \bar{V}^*}{\bar{I} \cdot \bar{V}^*} = \frac{V^2}{S^*} = \frac{V^2 \cdot \bar{S}}{S^* \cdot \bar{S}} = \frac{V^2 \cdot P}{P^2 + Q^2} + j \frac{V^2 \cdot Q}{P^2 + Q^2} = R + jX$$

(等式 24)

P-Q 坐标系上的直线利用下式可以转换到阻抗平面上，如图 [60](#). 该例中，该轨迹对应于 Q 是常数，即与 P 轴平行特性。

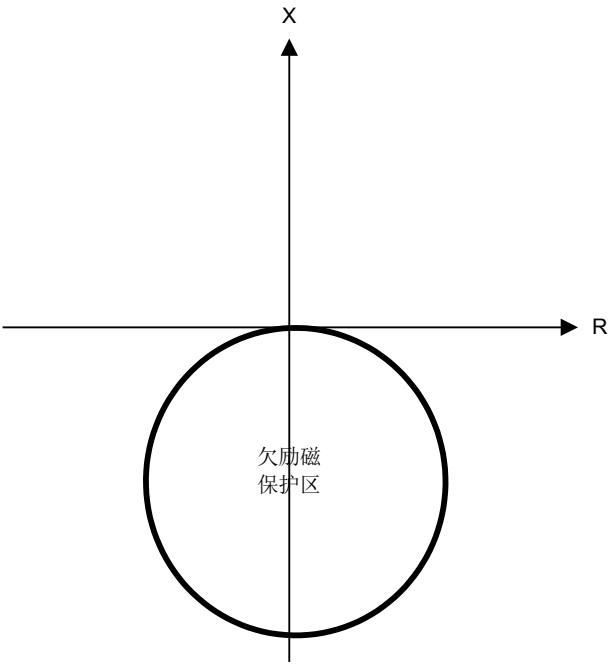


图 60: PQ 坐标系上的直线等效于阻抗平面上的圆

LEXPDIS 在 IED 中通过两个阻抗圆和一个方向制动线来实现，如图 61.

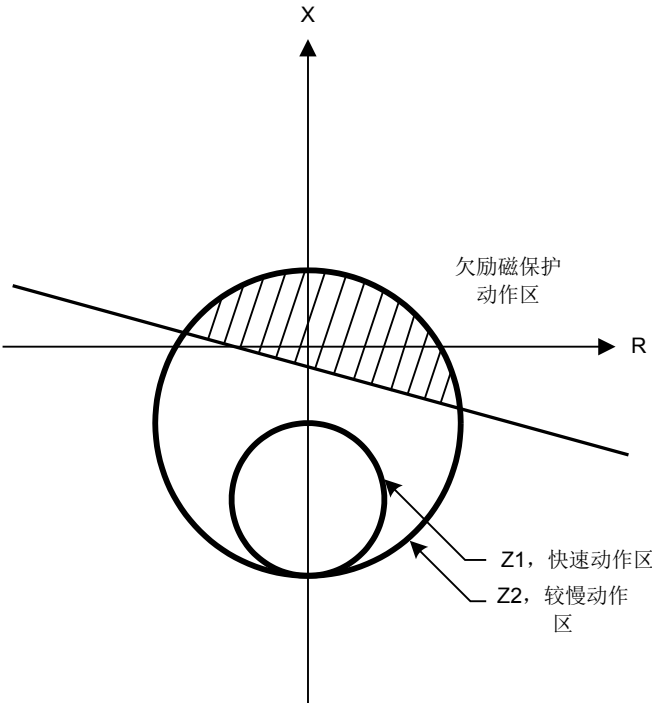


图 61: LEXPDIS 在 IED 中通过两个阻抗圆和一个方向制动线来实现

7.2.3

设置指南

保护中两个保护区的设置如下。如果达到动态稳定极限，Z1 区迅速跳闸。如果发电机到达静态稳定极限，Z2 区需经一个较长的延时跳闸。如图所示机端故障时若阻抗达到保护边界，需要制动区闭锁跳闸。如图 61.

Operation: LEXPDIS 的定值 *Operation* 可以设置为 *On* (投入)/*Off* (退出)。

IED 通用基准值，一次侧电流 (*IBase*)，一次侧电压 (*UBase*) 以及一次侧功率 (*SBase*)，这些参数是为功能参数整定而设置的全局基准值。定值 *GlobalBaseSel* 是选择基准值组的一个定值。

IBase: 整定值 *IBase* 是发电机的额定电流，以 A 来表示，请见方程式 25.

$$IBase = \frac{S_N}{\sqrt{3} \cdot U_N}$$

(等式 25)

UBase: 整定值 *UBase* 是发电机的额定电压（相与相之间的电压），以 kV 来表示。

OperationZ1, *OperationZ2*: 定值 *OperationZ1* 和 *OperationZ2* 每一段可以设置为 *On* (投入) 或者 *Off* (退出)。

这两个区的阻抗定值如图所示 62.

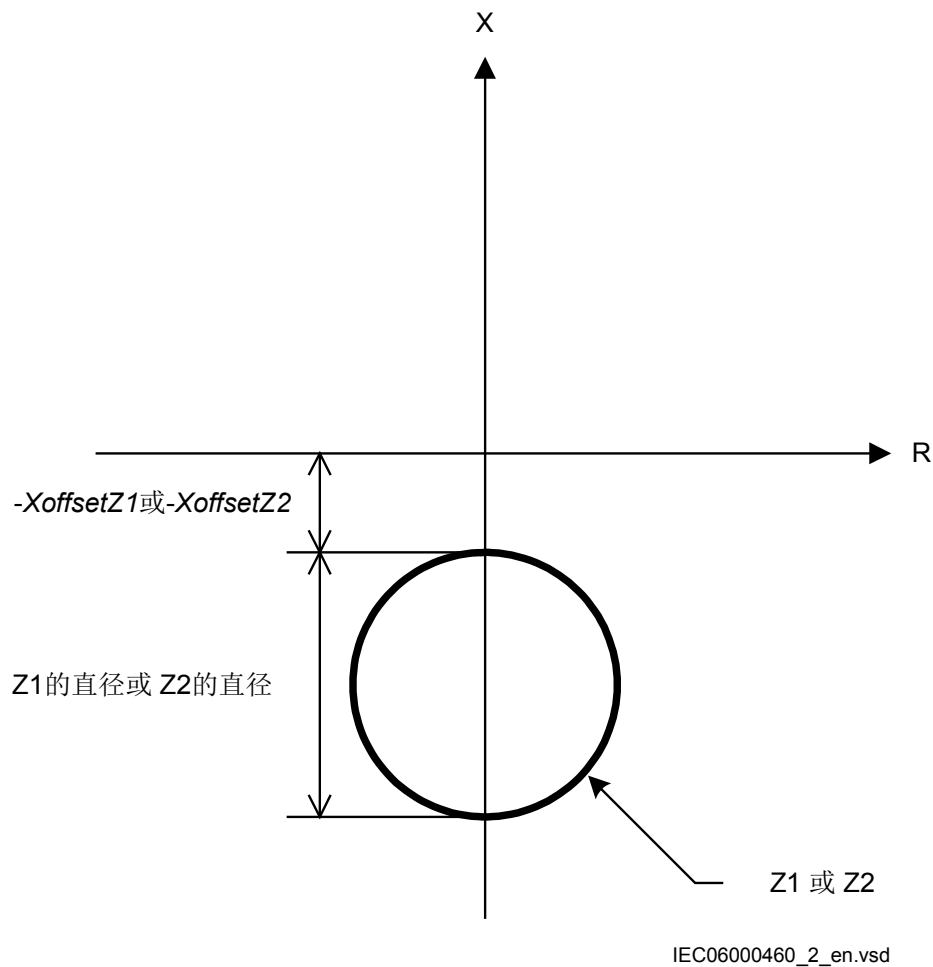


图 62: 快速 (Z1) 和慢速 (Z2) 段阻抗设置
阻抗以阻抗基值的标幺值表示，根据下式计算 [26](#).

$$Z_{Base} = \frac{U_{Base}/\sqrt{3}}{I_{Base}}$$

(等式 26)

$XoffsetZ1$ 和 $XoffsetZ2$, 沿着 X 轴方向偏移组抗圆, 如果 $X < 0$. 则其值为负。

$XoffsetZ1$: 通常推荐设置 $XoffsetZ1 = -X_d'/2$ 以及 $Z1diameter = 100\%$ 的 $ZBase$.

$tZ1$: $tZ1$ 为 Z1 段跳闸延时, 建议参数设置为 0.1s。

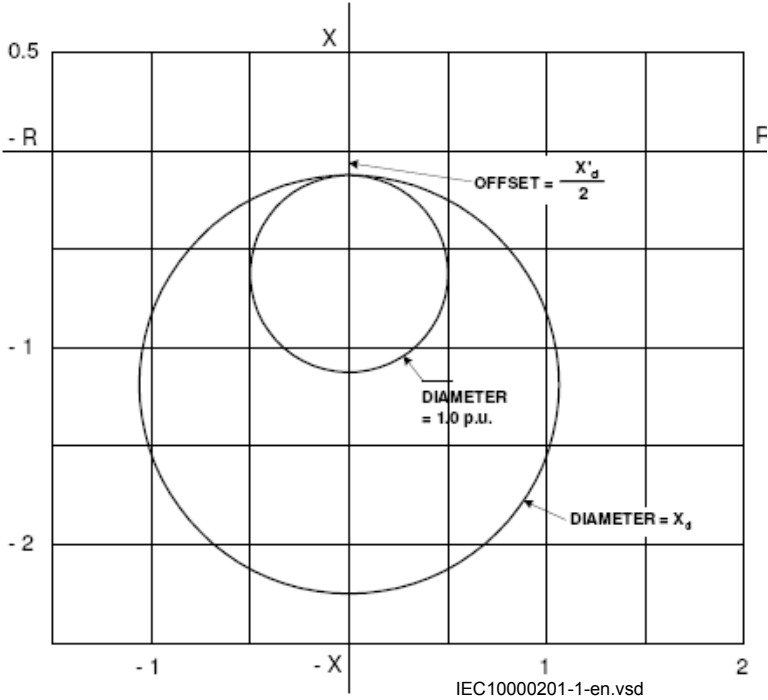


图 63: IEEE 推荐的失磁特性

通常推荐设置 $X_{offsetZ2}$ 等于 $X_d' / 2$ 以及 $Z2diameter$ 等于 X_d 。

t_{Z2} : t_{Z2} 为 Z1 的跳闸延时，系统振荡时阻抗会落入保护区，为防止误跳建议该参数设为 0.2s。

$DirSuperv$: 低励磁保护的方向制动特性使得电抗可以为负值的整定阻抗不误动。实现方向制动则参数 $DirSuperv$ 应设置为 投入。

$X_{offsetDirLine}$, $DirAngle$: 参数 $X_{offsetDirLine}$ 和 $DirAngle$ 如图所示 64。 $X_{offsetDirLine}$ 根据下式设置为基值阻抗的百分数 26。

$X_{offsetDirLine}$ 若 $X > 0$ ，该值为正值。 $DirAngle$ 在第 4 象设置为正值，单位角度。典型值为 -13° 。

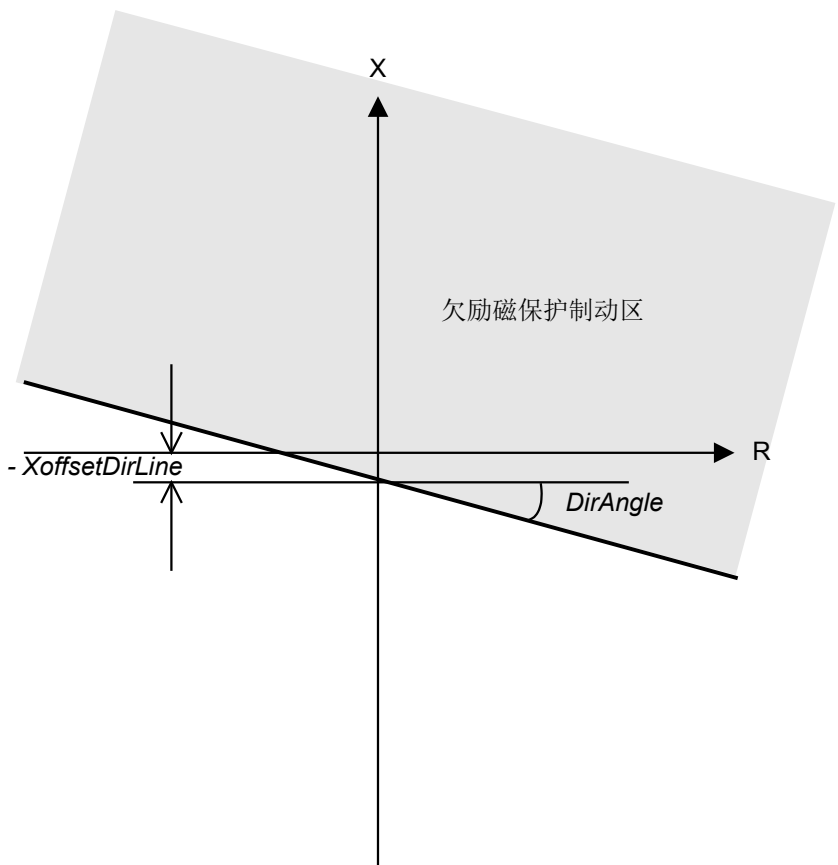


图 64: 参数 *XoffsetDirLine* 和 *DirAngle*

7.3

00SPPAM (失步保护)

7.3.1

标识

功能描述	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
失步保护	00SPPAM	Φ<	78

7.3.2

应用

系统处于平衡和稳定状态时，发电机功角恒定运行，除去发电机内少量的能力损失外，将与输入发电机的机械能相等的有功功率输入系统。如果发电机近端发生三相短路，发电机将无法输送有功。这时汽轮机的大部分能量会加速转子和汽轮机旋转。如果故障未及时清除，则在故障消除后发电机将不再与系统保

持同步。如果发电机与系统中其它部分失步，即出现滑极。从非常态的同步功率曲线可以出失步的特点，即每个滑差周期潮流方向有两次反向。

当系统中的不同部分有周期性的反向现象时，系统即发生了失步。通常以等效输电线路两端连接等值发电机（双机等值系统）做为简化模型，其中两端发电机相角差 180 度电角度。

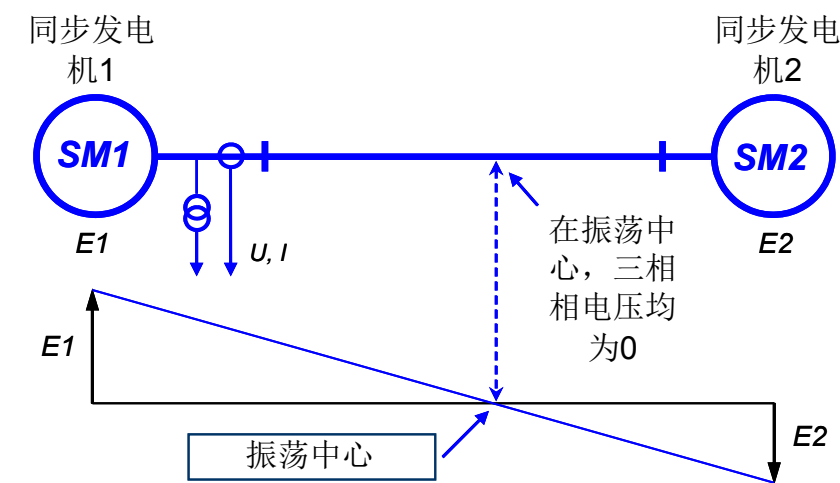


图 65: 机电振荡中心

电力系统中机电振荡中心可能会位于发电机组（或者发变组），或者在系统中的其他地方。当机电振荡中心在发电机内部时，应立即切机。当振荡发中心不在系统中的任一个发电机内部时，系统会被解裂成两部分，每一部分都可以稳定运行。有时也称之为“孤岛”。孤岛运行的目的是阻止失步影响正常系统的运行。因此，必须防止互联线路或者发电机的不可控跳闸。显然失步保护需要合适的控制策略，其他保护的動作行为也需要合理的选择，针对每一个特殊的电网和/或者次级系统这些保护的位置和定值都需要仔细的研究。另一方面，如果系统发生了严重的摆动，此时迅速恢复系统已不肯能，要尝试着在事先预定的解列点将系统解裂，将影响区域隔离。电力系统中部分摇摆系统可以在摇摆中心附近断开连接，形成两个可以稳定运行的孤岛系统。有时系统有计划的解裂问题是难解决的，很难预测到最佳解裂点，因为需要考虑故障点的位置以及此时发电机和输电线路的运行情况。纵观不同的系统设计，很难有固定通用的失步保护策略。成功的孤岛运行需要两个区域的选择性操作。如果系统中有若干个失步继电器，就可以为隔离继电器提供选择性（例如 1 区域），而不是利用时间分级隔离。

发电机失步的原因有许多。系统突发事故比如负荷变动较大，系统故障或者故障切除时间较长，都可以导致系统振荡（即系统功角摇摆）。若处于不可恢复的情况，系统功角摇摆很严重，会导致系统失步，一种情况是出现滑差。

系统中不同位置的机群之间弱连接，相互振荡。如果机群之间的连接太弱，振荡幅值就会增大，直到失去功角稳定。更多情况是三相短路故障（在此不对称故障的危害要小一些）在外部电网络中发生，但与发电机的电器距离很近。如果故障清除时间过长，发电机加速过多，就不能在保持同步，如图 66.

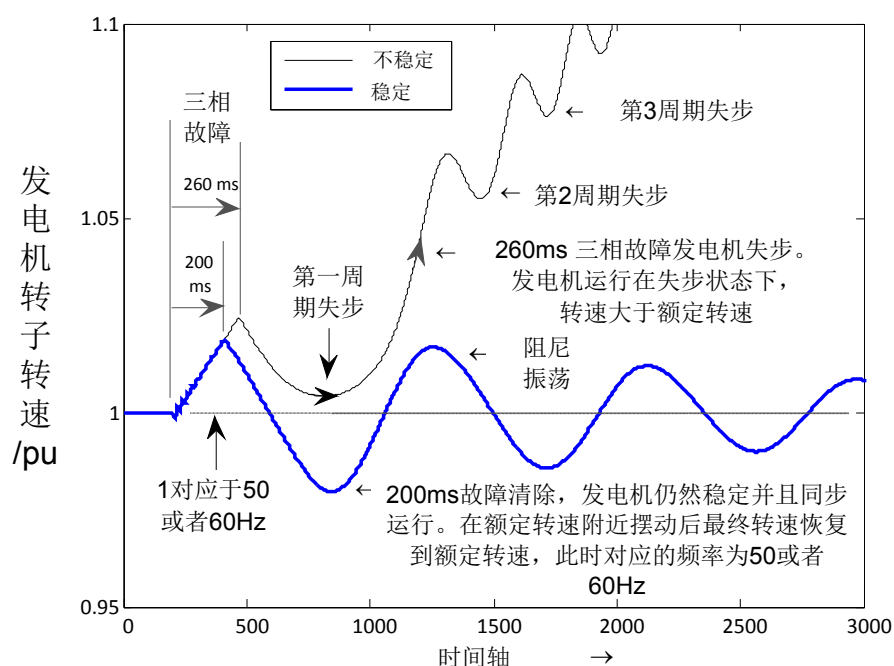


图 66: 稳定与不稳定情况 故障切除时间 $t_{cl} = 200\text{ ms}$, 发电机仍同步, 故障切除时间 $t_{cl} = 260\text{ ms}$, 发电机失步。

发电机失步，持续的滑差，会导致发电机，大轴和汽轮机损坏。

- 定子绕组较高的机电压力。
- 失步电流比三相短路电流要大，会对发电机-汽轮机大轴产生很大的转矩损害。
- 异步运行时发电机感应出的部分电流在发电机内部流通，导致发电机过热。 将会对绝缘和定/转子铁芯造成损害。

测量发电机机端阻抗幅值，方向和负荷阻抗相对变化率是判断是否出现滑差的通用有效方法。失步保护用来保护发电机或者电动机（或者两个弱连接的电力系统），在严重故障后出现失步，使系统仍能保持稳定运行。尤其是：

1. 正常稳定负荷状态不动作
2. 区分稳定/不稳定的转子摇摆
3. 确定系统功角振荡中心
4. 判断第一失步周期以及以后周期
5. 保护断路器安全
6. 区分发电机和电动机方式失步
7. 为扰动分析提供数据

7.3.3

设置指南

以发电机保护设定为例，描述了如何计算 $ForwardR$, $ForwardX$, $ReverseR$, 以及 $ReverseX$ 这些重要参数的计算。

表 23: 定值计算实例 *ForwardR*, *ForwardX*, *ReverseR*, 以及 *ReverseX*

	发电机	升压变压器	单相输电线路	电力系统
需要的原始数据	$U_{Base} = U_{gen} = 13.8 \text{ kV}$ $I_{Base} = I_{gen} = 8367 \text{ A}$ $X_{d'} = 0.2960 \text{ pu}$ $R_s = 0.0029 \text{ pu}$	$U_1 = 13.8 \text{ kV}$ $U_2 = 230 \text{ kV}$ $I_1 = 12\,551 \text{ A}$ $X_t = 0.1000 \text{ pu}$ (以 Z_{Base} 为基准) $R_t = 0.0054 \text{ pu}$ (以 Z_{Base} 为基准)	$U_{line} = 230 \text{ kV}$ $X_{line/km} = 0.4289 \text{ Ohm/km}$ $R_{line/km} = 0.0659 \text{ Ohm/km}$	$U_{nom} = 230 \text{ kV}$ $SC \text{ level} = 5000 \text{ MVA}$ $SC \text{ current} = 12\,551 \text{ A}$ $\Phi = 84.289^\circ$ $Z_e = 10.5801 \text{ Ohm}$
第 1 步计算	$Z_{Base} = 0.9522 \text{ Ohm}$ (发电机) $X_{d'} = 0.2960 \cdot 0.952 = 0.282 \text{ Ohm}$ $R_s = 0.0029 \cdot 0.952 = 0.003 \text{ Ohm}$	$Z_{Base} (13.8 \text{ kV}) = 0.6348 \text{ Ohm}$ $X_t = 0.100 \cdot 0.6348 = 0.064 \text{ Ohm}$ $R_t = 0.0054 \cdot 0.635 = 0.003 \text{ Ohm}$	$X_{line} = 300 \cdot 0.4289 = 128.7 \text{ Ohm}$ $R_{line} = 300 \cdot 0.0659 = 19.8 \text{ Ohm}$ (X 和 R 以 230 kV 为基准电压)	$X_e = Z \cdot \sin(\Phi) = 10.52 \text{ Ohm}$ $R_e = Z \cdot \cos(\Phi) = 1.05 \text{ Ohm}$ (X_e 和 R_e 以 230 kV 为基准电压)
第 2 步计算	$X_{d'} = 0.2960 \cdot 0.952 = 0.282 \text{ Ohm}$ $R_s = 0.0029 \cdot 0.952 = 0.003 \text{ Ohm}$	$X_t = 0.100 \cdot 0.6348 = 0.064 \text{ Ohm}$ $R_t = 0.0054 \cdot 0.635 = 0.003 \text{ Ohm}$	$X_{line} = 128.7 \cdot (13.8/230)^2 = 0.463 \text{ Ohm}$ $R_{line} = 19.8 \cdot (13.8/230)^2 = 0.071 \text{ Ohm}$ (X 和 R 以 13.8 kV 为基准电压)	$X_e = 10.52 \cdot (13.8/230)^2 = 0.038 \text{ Ohm}$ $R_e = 1.05 \cdot (13.8/230)^2 = 0.004 \text{ Ohm}$ (X 和 R 以 13.8 kV 为基准电压)
第 3 步计算	正方向 $X = X_t + X_{line} + X_e = 0.064 + 0.463 + 0.038 = 0.565 \text{ Ohm}$; $ReverseX = X_{d'} = 0.282 \text{ Ohm}$ (所有参数均以 13.8 kV 作为基准电压) 正方向 $R = R_t + R_{line} + R_e = 0.003 + 0.071 + 0.004 = 0.078 \text{ Ohm}$; $ReverseR = R_s = 0.003 \text{ Ohm}$ (所有参数均以 13.8 kV 作为基准电压)			
就绪!	正方向 $X = 0.565/0.952 \cdot 100 = 58.39 \text{ in } \% Z_{Base}$; $ReverseX = 0.282/0.952 \cdot 100 = 29.62 \text{ in } \% Z_{Base}$ (所有参数均以 13.8 kV 作为基准电压) 正方向 $R = 0.078/0.952 \cdot 100 = 8.19 \text{ in } \% Z_{Base}$; $ReverseR = 0.003/0.952 \cdot 100 = 0.32 \text{ in } \% Z_{Base}$ (所有参数均以 13.8 kV 作为基准电压)			

定值 *ForwardR*, *ForwardX*, *ReverseR*, 以及 *ReverseX*.

- 为实现失步保护和构造适合的棱镜特性，则这个系统的模型应为同步运行的双机系统，装设有失步保护，或者系统模型为单机无穷大系统。失步保护安装处阻抗的正方向与正常运行时负荷方向一致。
- 参数 *ForwardX*, *ForwardR*, *ReverseX* 和 *ReverseR* 如果可能，必须要考虑该简单系统的扰动。通常这很难处理，特别是在孤岛运行时。但是在如图所示的双机系统中，图 66 断开故障线路后，可能只剩一条线路运行。参数 *ForwardX*, *ForwardR* 必须考虑这条运行线路的电阻和电抗。
- 所有电阻和电抗值都必须统一到失步保护安装线路的电压等级下，例如下图 66，发电机基准电压有名值 $U_{Base} = 13.8 \text{ kV}$ 。这将会影响所有的正向电阻和电抗值，如下图 图 66。
- 所有的电阻和电抗值最后都以 Z_{Base} 的百分数形式表示，其中 Z_{Base} 如下图所示 图 66 发电机组阻抗基值 $Z_{Base} = 0.9522 \text{ Ohm}$ 。注意变压器的阻抗基不相同，其值为 0.6348 Ohm 。注意在将变压器阻由标么值转换为欧姆值的时候，必须采用变压器阻抗基值。

- 对于下图中同步发电机 [图 66](#)，采用暂态电抗 X_d' 。这是因为失步状态时一个相对缓慢的电磁振荡过程。
- 有时发电机等效阻抗很难求得。暂态电抗 X_d' 的 1% 是一个较好估计值。即使这个阻抗值取 0，误差也不大。
- 对于线路阻抗，连接 SE 点和 RE 点，实轴反方向可以计算 $\arctan$ （反正切） $\left((ReverseX + ForwardX) / (ReverseR + ForwardR) \right)$ ，对于下图所示的情形，[图 66](#) 该值为典型值，为 84.48 度。下图为 [图 66](#)。

其他定值：

- *ReachZ1*: 决定了 1 区正方向的边界。从 2 区来界定 1 区的线路电抗值。以 *ForwardX* 的百分数来设定。如下图所示的情况，[图 66](#) 其中升压变压器的阻抗是全部 *ForwardX* 的 11.32%，则 *ReachZ1* 应设置为 *ReachZ1* = 12 %。这样发电机-升压变压器组就会在保护 1 区。换句话说，如果振荡中心落在 1 区，保护灵敏性很好，只有很少的滑差保护不能判别，通常只有一个值。
- *StartAngle*: 简化等效双机系统中，转子间的角度差，也就是定子感应电压 E_1 、 E_2 的相角差做为启动信号。透镜形特性的宽度由该定值决定。一旦复合阻抗 $Z(R, X)$ 落入透镜形区域，就是一个故障信号。推荐使用 110 度或者 120 度，因为在这个转子角度下经常发生伴随着暂态稳定的故障。有时也称 120 度电角度为“无返回角”，因为如果发电机振荡角度达到该角度，则这台发电机可能会失步。当复合阻抗 $Z(R, X)$ 落入透镜形区域，启动输出信号（**START**）置为 1（**TRUE**）。
- *tReset*: 当失步保护复归时，因为最后一次滑差检测的时间间隔。在 *tReset* 设置的时间间隔内没有检测到滑差，因为前一个的原因，该功能将复归。所有布尔量输出值均设置为 0（**FALSE**（假））。在 *tReset* 设置的时间间隔内若没有检测到滑差，因为启动信号已经设置（例如稳定同步情况下），该功能将复归，包括启动输出信号（**START**）置为 0（**FALSE**（假））在 *tReset* 间隔时间过完之后。然而，诸如 R, X, P, Q 等模拟量的测量没有停止。因此 *tReset* 时间建议设置为 6s-12s。
- *NoOfSlipsZ1*: 振荡中心落在 1 区需要跳闸的最大滑差数。通常，*NoOfSlipsZ1* = 1。
- *NoOfSlipsZ2*: 振荡中心落在 2 区需要跳闸的最大滑差数。存在两个区域的是为了保证保护的选择性，特别是要求孤岛运行的场合。如果系统中有若干失步保护，各失步保护之间的选择性通过保护实现（例如 1 区），而不是靠时间分级。如下图简单系统，[图 66](#)，2 区中允许的滑差与 1 区的相同。*NoOfSlipsZ1* = 1。建议设置为：*NoOfSlipsZ2* = 2 或者 3。
- *OperationZ1*: 动作 1 区 *On*（投入），*Off*（退出）。如果 *OperationZ1* = *Off*（退出），则振荡中心落在 1 区的所有失步情况将会被忽略。默认设置为 *On*（投入）。更多的是做为扩大 1 区范围的选项，这样 1 区甚至会覆盖 2 区范围。如扩大 1 区（EXTZONE1）布尔输入所示。
- *OperationZ2*: 动作 2 区 *On*（投入），*Off*（退出）。如果 *OperationZ1* = *Off*（退出），则振荡中心落在 2 区的所有失步情况将会被忽略。默认设置为 *On*（投入）。
- *tBreaker*（断路器合闸时间）：断路器断开时间 使用默认值 *tBreaker*（断路器合闸时间）= 0 s 在没有任何说明的情况下使用。如果该值大于默认值，比如 *tBreaker*（断路器合闸时间）= 0.040 s，内部算法就会认

为在电流达到最小值之前跳闸时间是 0.04s。这样就减小了断路器开断大电流的压力。

- *UBase*: 为失步保护装设处的电压。如果失步保护装设于发电机机端，*UBase* 就是被保护发电机的额定线电压。全部电阻和电抗的量测和显示值都要归算到 *Ubase* 电压等级上。注意 *ReverseX*, *ForwardX*, , , *ReverseR*, 以及 *ForwardR* 也必须归算到 *UBase*.
- *IBase*: 失步保护安装在发电机上，*IBase* 就是被保护发电机的额定电流值（有名值）。

7.4

负荷入侵（LEPDIS）

7.4.1

标识

功能描述	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
负荷侵入	LEPDIS	-	-

7.4.2

应用

在许多电力系统中，重负荷的输送是很常见的，这会使得距离保护过渡电阻覆盖范围很难达到要求。在这种情况下，负荷侵入（LEPDIS）功能可以扩大欠阻抗测量区的阻性整定值而不受负荷阻抗影响。

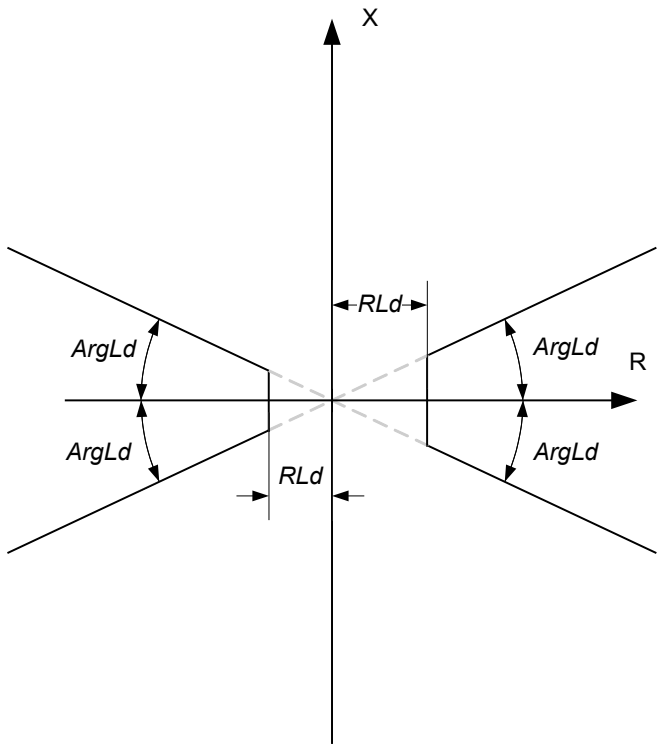
7.4.3

设置参数指南

7.4.3.1

带有负荷侵入特性的电阻保护范围

计算负荷侵入整定的步骤基本包括确定负荷角 *ArgLd* 以及死区 *RLd*（负荷电阻），如图所示 [67](#).



IEC10000144-1-en.vsd

图 67: 负荷侵入特性

负荷角 $ArgLd$ 正向和反向时相同，因此适合计算参数的整定。参数设置为最大有功负荷时的最大可能负荷角。该值必须大于 20° 。

死区 RLd （负荷电阻），根据下式计算：

$$RLd = 0.8 \cdot \frac{U^2_{min}}{P_{exp max}}$$

(等式 27)

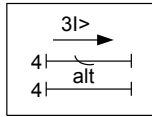
其中：

$P_{exp max}$	最大输出有功功率
ΔU_{min}	在 $P_{exp max}$ 时的最小电压
0.8	是安全因数，来确保 RLd 的定值 低于计算得到的最小阻性负荷的安全系数。

章节 8 电流保护

8. 1 4 段相过流保护 0C4PT0C

8. 1. 1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
4 段相间过流保护	0C4PT0C		51/67

8. 1. 2 应用

4 段相过流保护 0C4PT0C 在电力系统中有许多应用。 一些应用实例如下：

- 配电站和变电站中馈线的短路保护。 通常这些馈线都是辐射式的结构。
- 输电线的后备短路保护。
- 电力变压器的后备短路保护。
- 连接到电力系统上的各种设备的短路保护，如并联电容器组，并联电抗器，电动机等。
- 发电机短路的后备保护。



如果没有 VT 输入或未连接 VT, 参数设置 *DirModex* ($x = 1, 2, 3$, 或 4 段) 将只剩下默认值设定 *Non-directional* (无方向) 或设为 *Off* (退出)。

在实际应用中，不同段有不同的电流启动值及延时。 0C4PT0C 有多达四种不同的、可单独设置的段。 0C4PT0C 保护每一段设置的灵活性都很强。 功能的灵活性如下所示：

不带方向/带方向功能： 很多情况都是使用不带方向保护。 这是在故障电流不能通过保护设备流出时使用。 为了同时达到可选择和快速动作的目标，需要有方向性的功能来保证。

时间延时特性的选择： 有很多类型的延时特性，例如，定时限延时，各种不同类型的反时限延时。 不同过流保护的可选择性是由这些保护模块之间延迟时间的配合来完成的。 为了使所有的继电器在过流上有最好的配合，继电器

应该有相同的延时特性。因此，采用广泛标准化的反时限时间特性：IEC 和 ANSI。

1 段和 4 段时间特性可选择为定时限或反时限。2 段和 3 段通常采用定时限延时，而不采用反时限特性。

8.1.3

设置参数指南

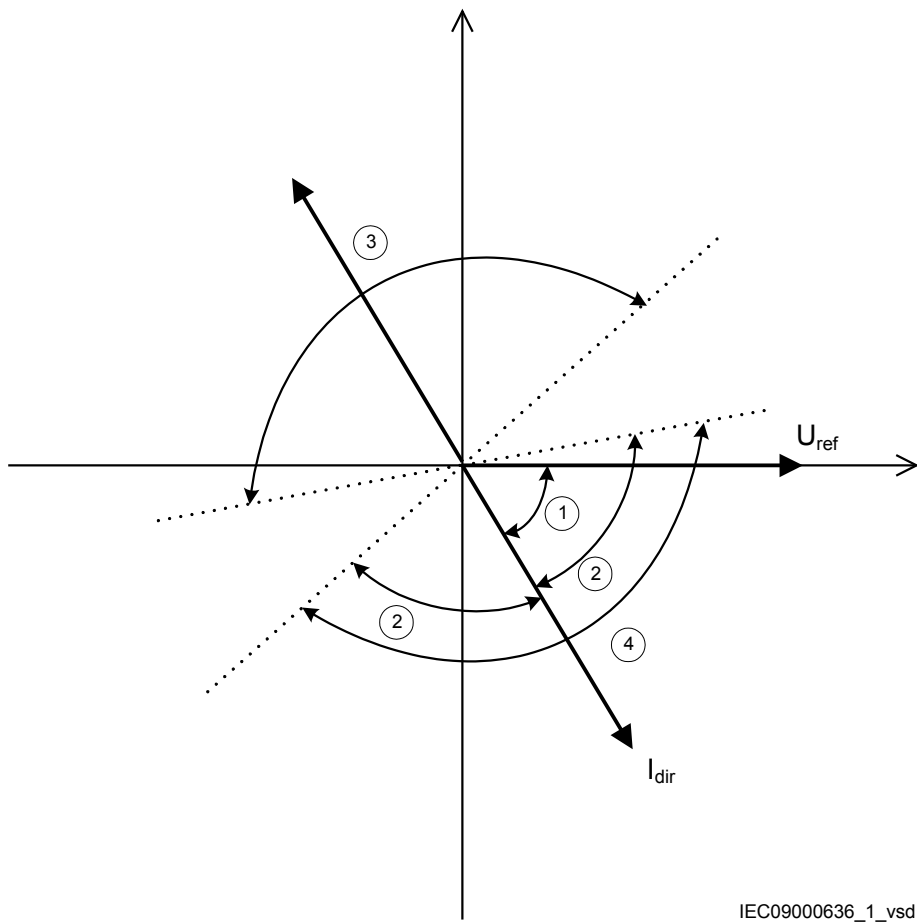
四段相过流保护 OC4PTOC 的参数可以通过本地人机界面或者 PCM600 来设置。

OC4PTOC 参数设置如下：

IED 通用基准值，一次侧电流 (I_{Base})，一次侧电压 (U_{Base}) 以及一次侧功率 (S_{Base})，这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 $GlobalBaseSel$ 是为了选择一个参考基准值组的定值。

MeasType (测量模拟量类型)：选择离散傅立叶滤波 (DFT) 或者选择测量有效值 (RMS)。RMS 用于需考虑谐波含量的情况，例如并联电容器的应用情况。

投退模式：保护可设为 *Off* (退出) 或者 *On* (投入)



IEC09000636_1_vsd

图 68: 方向功能特性

1. RCA = Relay 特性角 55°
2. ROA = Relay 动作角 80°
3. Reverse (反向)
4. Forward (正向)

8.1.3.1

1 段-4 段的设置



n 表示 1 段和 4 段。 x 表示 1, 2, 3 和 4 段。

DirModex: 表示 x 段的方向模式。可能的设置为 *Off* (退出) / *Non-directional* (无方向) / *Forward* (正向) / *Reverse* (反向)。

特性: 表示 n 段选择的时间特性。定时限特性和不同类型的反时限特性见表 24。2 段和 3 段通常采用定时限延迟。

表 24: 反时限特性

曲线名称
ANSI 极端反时限
ANSI 非常反时限
ANSI 正常反时限
ANSI 中级反时限
ANSI/IEEE 定时限
ANSI 长时极端反时限
ANSI 长时非常反时限
ANSI 长时反时限
IEC 正常反时限
IEC 非常反时限
IEC 反时限
IEC 极端反时限
IEC 短时反时限
IEC 长时反时限
IEC 定时限
ASEA RI
RXIDG (对数形式)

不同的时限特性请见 技术手册.

I_{x>}: 表示 *x* 段的动作相电流 以基准电流 *I_{Base}* 的百分数来表示的.

t_x: 表示 *x* 段的定时限特性. 继电器里选择此特性时即有效。

kn: 表示 *n* 段反时限延时的时间因子.

I_{Minn}: 表示 *n* 段的最小动作电流 以 *I_{Base}* 的百分数来表示的. 对于每段设置 *I_{Minn}* 低于 *I_{x>}* 以达到标准的 ANSI 复归特性。 如果对于每段设置 *I_{Minn}* 高于 *I_{x>}*，那么当电流低于 *I_{Minn}* 时，ANSI 复归工作相当于电流为零.

tnMin: 反时限特性的最小动作时间。 电流很大时，反时限特性能让保护在很短的时间里动作。 设置好这个参数后，各段动作时间必须比这个参数设置的时间要长。 设定的范围： 0.000 - 60.000s 步长为 0.001s。

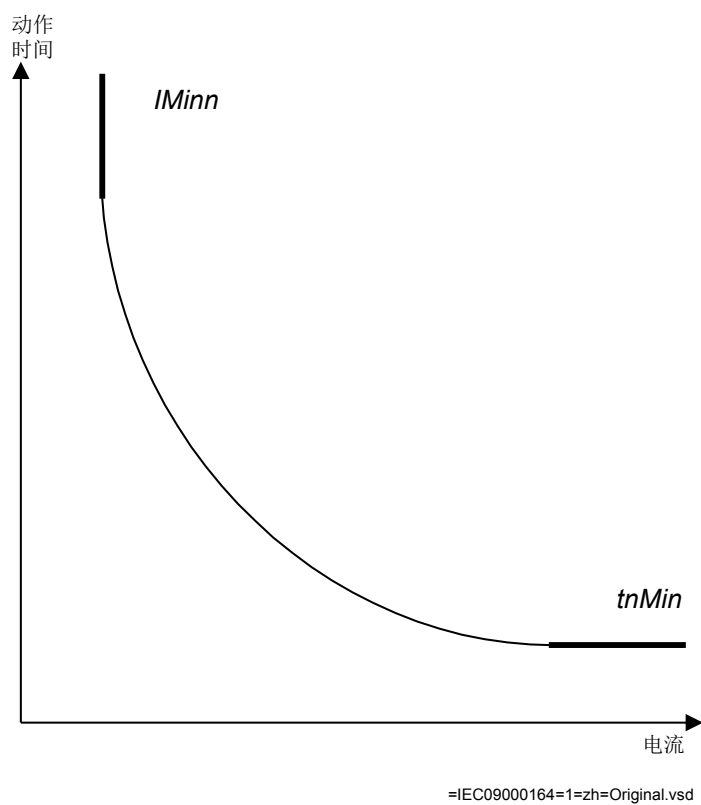


图 69: 反时限特性的最小动作电流和动作时间

为了完全满足 C 曲线定义, 要求 $tnMin$ 必须设置成这样一个值, 即等于反时限曲线上对应于测量到 20 倍整定的电流启动值的动作时间。需要注意的是, 动作时间与所选的时间系数 kn 的整定值有关。

8.1.3.2

应用

四段相过流保护可以在不同的情形中应用, 这些应用由工程实际决定。大体表述如下。

参数启动电流 是保护定时限以及反时限的最小动作电流, 这样做的目的是保证在负荷电流最大的情况下, 保护不会动作。同样, 也需要考虑保护复归电流, 电流在很短时间出现的冲击情况, 即使保护时限已到, 保护也不会动作。详细情形见图 70。

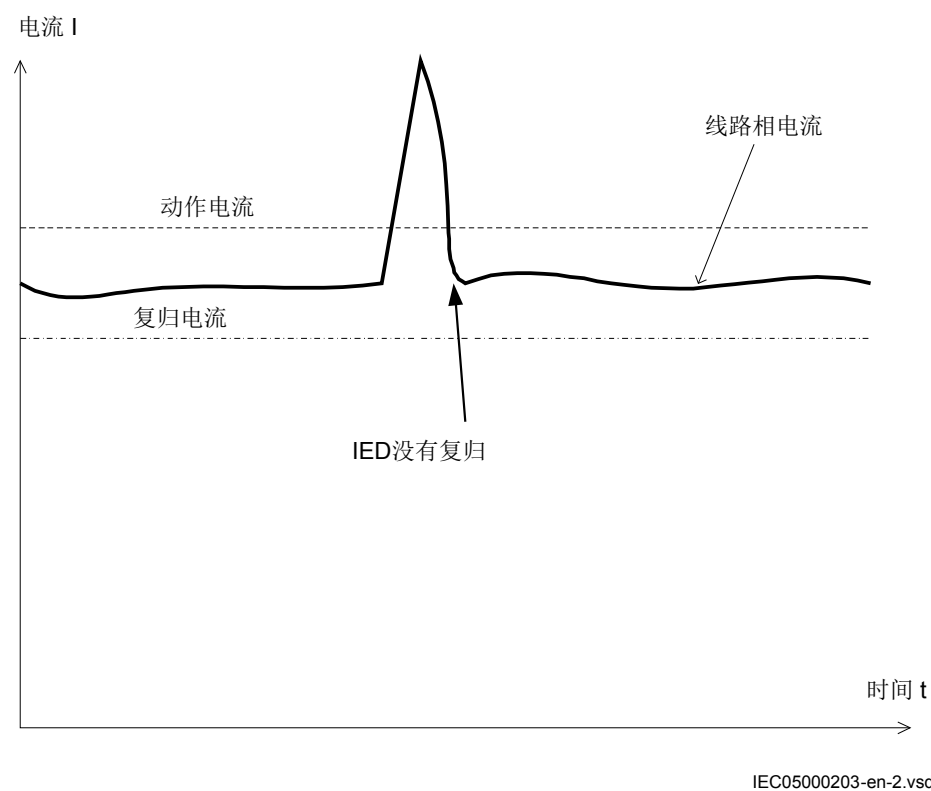


图 70: 过流保护的启动 电流和复归电流
 最小的电流值可以根据方程式 28.

$$I_{pu} \geq 1.2 \cdot \frac{I_{max}}{k}$$
 (等式 28)

其中:
 1.2 为安全因子,
 k 保护返回系数,
 I_{max} 为最大的负荷电流。

可估计出线路上最大的负荷电流。同样,还有一个要求,就是对于所有的故障,只要保护能够覆盖到,必须能让相过流保护检测到。计算能被保护检测到的最小故障电流,以 I_{scmin} 来表示。以此值为基准,启动电流的最大值可通过方程式得到 29.

$$I_{pu} \leq 0.7 \cdot I_{scmin}$$

(等式 29)

其中：

0.7 为安全因子，

I_{scmin} 是能被过流保护模块检测到的最小故障电流。

综上，启动电流的值应选择一个范围内，具体见方程式 30.

$$1.2 \cdot \frac{I_{max}}{k} \leq I_{pu} \leq 0.7 \cdot I_{scmin}$$

(等式 30)

过电流保护的高电流功能动作时间非常短，因此，必须设置好启动电流的值，使得电力系统里这个保护模块和其他的保护模块能够区分开来。对用户来说，希望保护装置（主保护区），在电力系统发生故障时，大部分情况下保护都能快速的动作。经计算得知，最大的故障电流 I_{scmax} 在主保护区所覆盖的地方都能动作。由于短路电流中可能产生的较大的直流分量，因此需要考虑瞬时过流问题。相过流保护速动的最小电流可表示为

$$I_{high} \geq 1.2 \cdot k_t \cdot I_{scmax}$$

(等式 31)

其中：

1.2 为安全因子，

k_t 也是安全因子，这个安全因子是短路电流的直流分量可能产生的瞬时大电流而设计的，可以设置为小于等于 1.1 的常数。

I_{scmax} 为保护范围末端故障所产生的最大电流。

选择相过流保护的動作时间考虑尽可能短并保证选择性，以免传输线路发生过热情况，从而造成设备损坏。对一个辐射式配电馈线的电网，过流保护的时间可通过图形的方法来选择定。这种方法大部分应用在反时限过流保护中。图 71 所示是电流时间曲线。时间设置的原则是保护有很好的选择性，故障电流在很短的时间就能动作。即使不同曲线时间上的差异大于临界时间的差异，保护的选择性应得到保证。

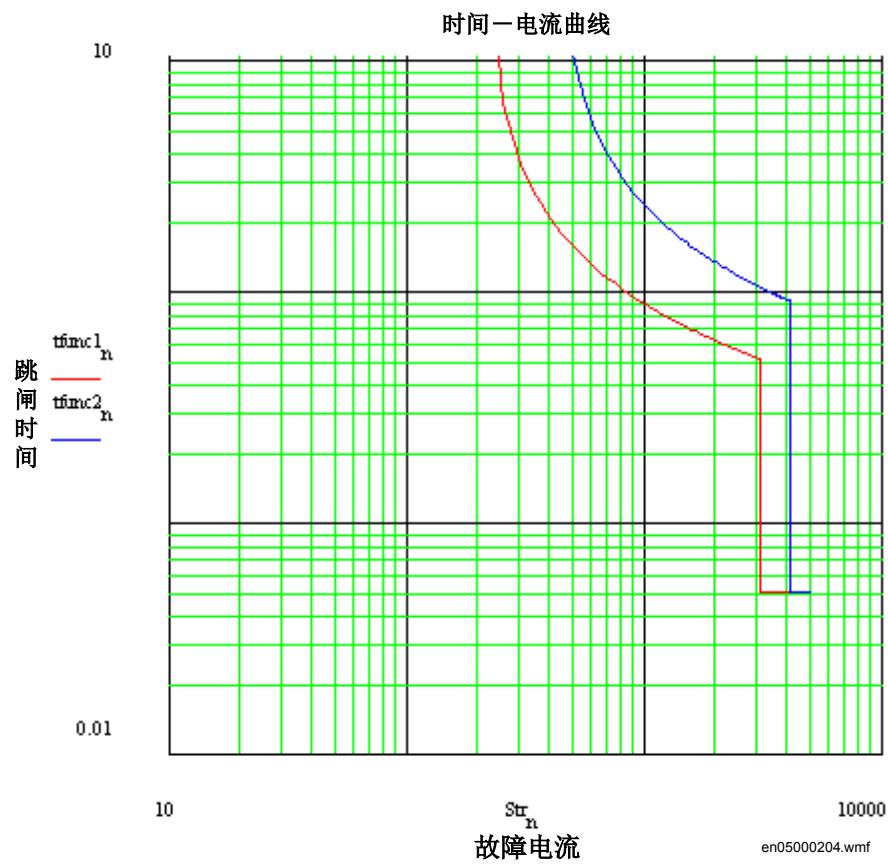


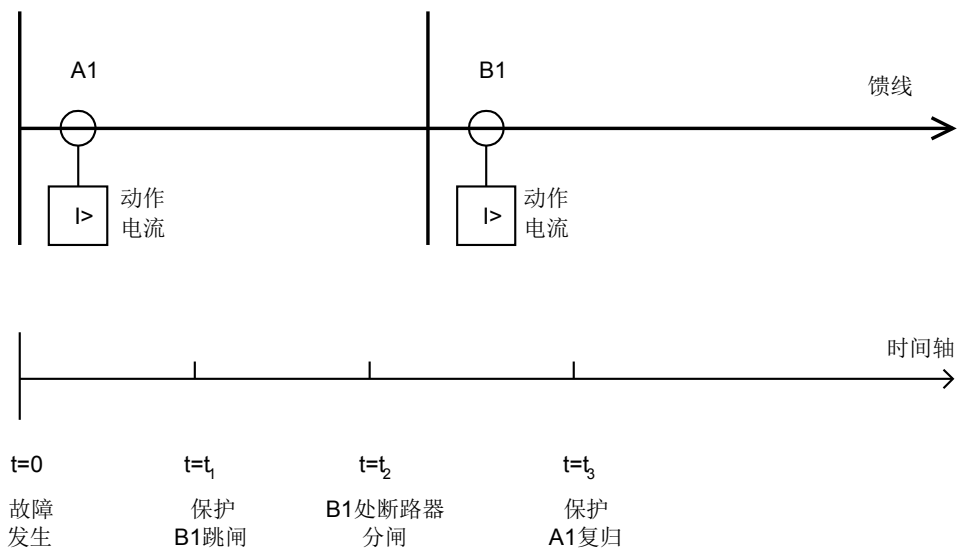
图 71: 保持选择性的故障时间

为了确保不同保护的可选择性，在辐射式的电网中，两台保护在动作上应该有一个 Δt 的最小时间差别。不同的情况最小的时间差别是不一样的。为了确定保护之间可能的最小时间差别，我们必须对保护的動作时间、开关的断开时间以及保护的复归时间有一定的了解。对不同的设备来说，这些延时非常值得关注。 以下为保护各个部分的延时：

保护动作时间：	15-60 ms
保护复归时间：	15-60 ms
断路器断开时间：	20-120 ms

示例

假设 A 和 B 两个变电站直接通过一条传输线连接起来，如下图所示 72。在连接 B 变电站的一条传输线上有一个故障，故障电流很大，B1 过流保护要瞬时就能动作。A1 过流保护有延时功能。故障的事故记录可通过横坐标为时间的轴来表示，见图 72。



en05000205.vsd

图 72: 故障的事件记录

其中:

- t=0 故障发生,
- t=t₁ 继电器 B1 发出过流跳闸信号。保护的動作时间是 t₁,
- t=t₂ 继电器 B1 处的断路器开关跳开。断路器开断时间是 t₂ - t₁ 和
- t=t₃ 继电器 A1 的过流保护复归。 保护复归时间是 t₃ - t₂.

为了确保继电器 A1 的过流保护和继电器 B1 的过流保护有区别，A1 和 B1 最小的时间差别必须大于 t₃。因为在保护的動作时间、断路器开断时间和保护的复归时间上存在不确定的因素。因此，在时间上需包含一个安全裕度。两保护所需的时间差见方程式 32.

$$\Delta t \geq 40\text{ ms} + 100\text{ ms} + 40\text{ ms} + 40\text{ ms} = 220\text{ ms}$$

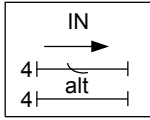
(等式 32)

在上式中:

- B1 过流保护的動作时间为 40 ms
- 断路器开断时间为 100 ms
- A1 保护的复归时间为 40ms
- 额外的时间裕度为 40 ms

8. 2 四段式零序过流保护 EF4PT0C

8.2.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
4 段零序过电流保护	EF4PTOC		51N/67N

8.2.2 应用

4 段零序过电流保护 EF4PTOC 在电力系统中有许多应用。一些应用实例如下：

- 馈线接地故障的保护，在中性点 接地的配电站和次传输系统中。通常这些馈线都是辐射式。
- 传输线的后备接地故障保护。
- 传输线灵敏的接地故障保护。 EF4PTOC 相对于距离保护来说，在检测带电阻的接地故障时有更好的灵敏性。
- 变压器的后备接地故障保护。
- 连接到电力系统上的各种设备的接地故障保护，如并联电容器组，并联电抗器或其它设备。

在实际应用中，不同段的启动 电流和时间延时是不一样的。EF4PTOC 有多达四种不同的、可单独设置的段。EF4PTOC 保护每一段设置的灵活性都很强。功能的灵活性如下所示：

不带方向/带方向功能：一些应用中都是使用不带方向性功能。这是在故障电流不能通过保护设备方向供给的情况。为了同时达到可选择和快速动作的目标，需要有方向性的功能来保证。一般来说， 接地故障线路保护是有方向性的保护，若该保护是在环形和有效 接地 传输系统中。 方向零序过流保护也可以运用通讯方案来实现，这样能快速的清除传输线上的 接地 故障。方向过流保护功能使用到极化量这个参数。极化电压 ($-3U_0$) 应用得非常多，但是，由变压器中性点提供的电流也是起极化的作用。也可采用含电压极化和电流极化这两种方式的双重极化。

时间特性的选择：有很多类型的时间特性，例如，定时限以及各种不同类型的反时限特性。不同过流保护的可选择性是由这些保护模块之间动作时间的配合来完成的。为了使所有的保护在过流保护上有最好的配合，因此，继电器应该有相同的延时特性。因此，可以采用广泛标准化的反时限时间特性： IEC 和 ANSI。 1 段和 4 段时间特性可选择为定时限或反时限。 2 段和 3 段通常采用定时限延时，而不采用反时限特性。

表 25: 时间特性

曲线名称
ANSI 极端反时限
ANSI 非常反时限
ANSI 正常反时限
ANSI 中级反时限
ANSI/IEEE 定时限
ANSI 长时极端反时限
ANSI 长时非常反时限
ANSI 长时反时限
IEC 正常反时限
IEC 非常反时限
IEC 反时限
IEC 极端反时限
IEC 短时反时限
IEC 长时反时限
IEC 定时限
ASEA RI
RXIDG (对数形式)

当变压器接上电时，变压器会产生非常大的涌流。这个励磁涌流中包含了零序电流成分。这种现象是由于变压器磁路饱和产生的。这其中有一个问题是，励磁涌流中的零序电流可能超过零序过流保护的启动电流值。涌流包含非常大的二次谐波电流。这个谐波电流常用来避免一些不必要的保护动作。因此，EF4PTOC 有二次谐波抑制的功能 *2ndHarmStab*，当二次谐波电流超过了已经设置好的电流值时，二次谐波抑制功能将保护闭锁。

8. 2. 3

整定指南

四段零序过流保护 EF4PTOC 的参数可以通过过本机人机界面或者 PCM600 来设置的。

四段相过电流保护参数设置如下所示。

IED 通用基准值, 一次侧电流 (*I_{Base}*)，一次侧电压 (*U_{Base}*) 以及一次侧功率 (*S_{Base}*)，这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 *GlobalBaseSel* 是为了选择一个参考基准值组的定值。

投退模式: 设置保护状态为 *On* (投入) 或者 *Off* (退出)。

8. 2. 3. 1

1 段和 4 段的设置



n 表示 1 段和 4 段。

DirModex: x 段的方向模式 x . 可能的设置为 *Off* (退出) / *Non-directional* (无方向) / *Forward* (正向) / *Reverse* (反向) .

Characteristx: 各段选择的时间特性 x . 有定时限特性和不同类型的反时限特性。

反时限特性可以快速的清除大电流所产生的故障，同时，保护的选择性能把零序过流和反时限相过流保护区分开。反时限零序过流保护主要用在辐射式配电系统中，但有时也应用在环形网络中。在环形网络中，定值的设置必须基于网络故障的计算。

在辐射性网络中，为了保证不同保护的选择性，两个保护之间提供了一个最小延时时间间隔 Δt 。最小延时时间间隔根据应用场合不同而不同。若要选择最短的时间间隔，则必须了解保护的動作时间，断路器开断时间以及保护复归时间。对于不同的保护装置这些时间差别很大。可估计以下的时间延时：

保护动作时间:	15-60 ms
保护复归时间:	15-60 ms
断路器开断时间:	20-120 ms

不同的时限特性请见 技术手册 (TM) .

IN_{x>}: x 段的零序动作电流 x 以基准电流 *I_{Base}*.

kn: 取决于各段（反时限）特性的时间因子 n .

IM_{inn}: x 段的最小动作电流 n 以 *I_{Base}*. 设置 *IM_{inn}* 低于 *I_{x>}* 为了使得每段都能实现 ANSI 的标准复归特性。如果 *IM_{inn}* 整定值高于 *I_{x>}* 当电流值小于 *IM_{inn}* 时，正如每段 ANSI 在电流等于零的状态复归。 *IM_{inn}*.

tnMin: 反时限特性的最小动作电流和动作时间 电流很大时，反时限特性能让保护在很短的时间里动作。设置好这个参数后， 步骤 n 动作时间必须比这个参数设置的时间要长。

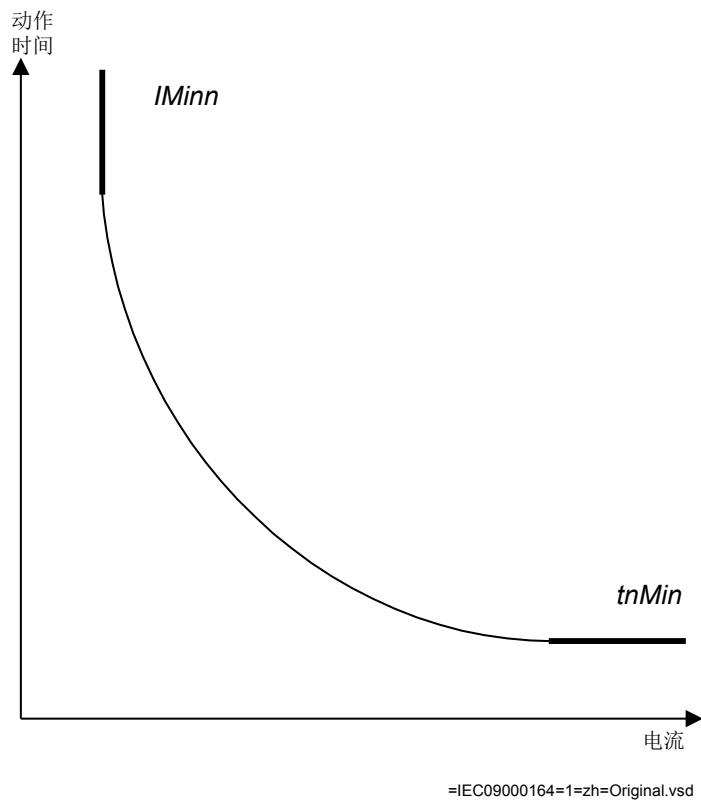


图 73: 反时限特性的最小动作电流和动作时间

为了完全满足曲线定义的参数设置, 要求 $txMin$ 必须设置成这样一个值, 即等于反时限曲线上对应于测量到 20 倍整定的电流启动值的动作时间。需要注意的是, 动作时间与所选的时间系数的整定值有关 kn .

8. 2. 3. 2 每一段的通用设置

tx : 表示 x 段的定时限延时. 继电器里选择此特性时即有效。

$AngleRCA$: 继电器的特性角, 以度来表示。这个角度的说明见图 74. 这个特性角在零序电流滞后参考电压 ($Upol = -3U_0$) 时为正。

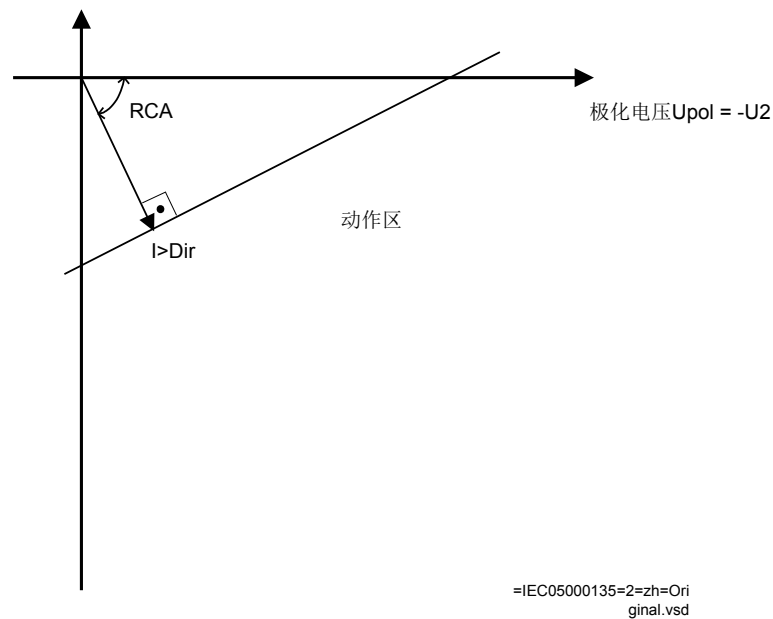


图 74: 继电器的特性角，以度来表示

正常情况下，输电网 RCA 的值大约是 65° 。其整定范围为 -180° 至 $+180^\circ$ 。

polMethod: 定义当方向性极化电压来自于

- 电压 ($-3U_0$)
- 电流 ($3I_0 \cdot Z_{Npol}$, $Z_{Npol} = R_{Npol} + jX_{Npol}$), 或者
- 既有电压又有电流, 双 (双极化, $-3U_0 + 3I_0 \cdot Z_{Npol}$)。

通常，极化电压是取自零序电压之后或者开口三角形的电压。当本地电源很大且需要很高的灵敏性时，可以使用电流极化。在这种情况下，极化电压 ($-3U_0$) 可能比 1% 还小，因此，这种情况可以使用电流极化或者双极化。把已设定好的电流（一次值）和最小的阻抗相乘，并确认相-地之间电压的百分数大于 1%（最小的 $3U_0 > U_{PolMin}$ 定值）。

RNPoI, *XNPoI*: 用一次值整定的零序电源阻抗，它是计算电流极化的基础。极化电压可表示成 $3I_0 \cdot Z_{Npol}$ 。 Z_{Npol} 可以定义为 $(Z_{S1}-Z_{S0})/3$ ，即保护后面 接地 返回源阻抗。电源处的最大接地故障电流可以计算 Z_N 的值，即 $U/(\sqrt{3} \cdot 3I_0)$ 通常， Z_{Npol} 的最小值 ($3 \times$ 零序源阻抗) 是已设置好的。这个最小值是以一次侧的欧姆值来表示的。

当采用双重极化方法时，定值 $I_{Nx} >$ 或 $3I_0 \times Z_{Npol}$ 不大于 $3U_0$ 。如果这样，当反方向故障时会导致不正确的动作。

IPoIMin: 是方向性保护模块 接地故障电流的最小值。当电流的值比这个值小时，这个模块将会闭锁。典型设置为 5-10% 的 I_{Base} 。

UPoIMin: 方向性功能模块中最小的极化（参考）零序电压，以下面基准值的百分数给出，即 $U_{Base}/\sqrt{3}$ 。

IN>Dir: 方向性比较方案中的零序动作电流，以 *I_{Base}* 的百分数表示。该定值以 *I_{Base}* 的百分数给出。输出信号，STFW 和 STRV 用于通讯方案的保护。一些有用的信号应配置到通讯线路模块中。

8. 2. 3. 3 二次谐波制动

变压器在通上电后，变压器的铁心可能饱和，这样会产生变压器励磁涌流。因为励磁涌流在三相之间有偏差，所以在电网中会产生逐渐衰退的零序电流。这就存在一个风险，即零序过流模块会不必要的动作。励磁涌流包含了相对比例很大的 2 次谐波分量。这个二次谐波可以用来产生一个抑制信号来阻止继电器不必要的动作。

在电流互感器饱和期间，通过保护装置可以测量到故障零序电流。此外，2nd 谐波抑制能阻止保护误动作。

2ndHarmStab: 该参数表示 2 次谐波占多少比例就可以激活 2 次谐波制动信号。这个参数是以基频零序电流的百分比来表示的。

HarmRestrinx: 能够通过二次谐波制动功能实现 *x* 段的闭锁。

8. 3 灵敏的零序方向过流保护和功率保护 SDEPSDE

8. 3. 1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
灵敏的零序方向过流保护	SDEPSDE	-	67N

8. 3. 2 应用

对于高阻 接地系统，相-地 故障电流比短路电流小得多。此外， 接地故障保护的相-地 电流几乎与故障位置无关，这些都为接地故障保护增加了难度。

在高阻接地系统中，方向零序电流可用来检测相-接地 故障，并发出选择性跳闸信号 接地 网络。保护采用零序电流分量 $3I_0 \cos\varphi$ 作为整定值，其中 φ 为零序电流和电压 ($-3U_0$) 之间的相角差，由一个特性角补偿。可采用 $3I_0$ 为整定值，当检测 $3I_0$ 的相角和 $\cos\varphi$ 时。

在高阻接地系统中，方向零序功率可用来检测相-接地 故障，并发出选择性跳闸信号 接地 网络。保护采用零序功率分量 $3I_0 \cdot 3U_0 \cdot \cos \varphi$ 作为整定值，其中 φ 为零序电流和电压 ($-3U_0$) 之间的相角差，由一个特性角补偿。

不带方向的零序电流保护功能也可设置为定时限或反时限特性。

不带方向的灵敏后备保护功能中包含后备中性点电压保护功能。

在一个独立电网中，即 接地 相导线和 接地之间只通过电容器耦合的电网中，零序电流总落后于参考零序电压 -90° 。在这样的系统中，特性角设定为 -90° 。

在经电阻 接地 网络或者在消弧线圈 接地，采用零序电流的有功分量（与零序电压同相的分量）进行 接地故障检测。在这样的系统中，特性角设定为 0° 。

因为零序电流 幅值 与故障位置无关，由时间选择性来保证 接地 保护的选择性。

何种情况使用灵敏的方向零序过流保护，何种情况使用灵敏性方向零序功率保护？ 需要考虑以下因素：

- 灵敏的方向零序过流保护的灵敏度更高
- 灵敏的方向零序功率保护可使用反时限特性。 适用于较大容性 接地 故障电流的大型高阻 接地故障电流。
- 在一些电力系统中，中性点接地电阻采用中型，例如，在低阻 接地 系统。 这样的系统中 接地故障零序电流的电阻性分量在 200-400A 范围内 接地 故障。 此系统中，方向零序功率保护可以使用反时限功率特性，因此选择性更高。

8.3.3

整定导则

灵敏的接地故障保护常用在高阻抗接地系统中，或者应用在那些中性点电阻接地故障电流比正常的高阻抗电流大，但是比相间短路要小的电阻性接地的电力系统中。

在高阻抗接地电力系统中，假定故障电流只受电网零序接地 并联阻抗和故障电阻约束。电网中所有的串联阻抗都假定为零。

在一个高阻抗接地的电力系统中设置接地故障保护的定值时，中性点的电压（零序电压）和接地故障电流都要以灵敏度为（故障电阻）基础进行计算。中性点电压（零序电压）可以通过下式计算出来：

$$U_0 = \frac{U_{\text{phase}}}{1 + \frac{3 \cdot R_f}{Z_0}} \quad (\text{等式 } 33)$$

其中

U_{phase} 为发生故障之前的故障点的相电压。

R_f 为发生故障时故障点的接地电阻

Z_0 为发生故障时系统的零序接地阻抗

故障点的故障电流可通过下式计算：

$$I_j = 3I_0 = \frac{3 \cdot U_{\text{phase}}}{Z_0 + 3 \cdot R_f}$$

(等式 34)

其中，阻抗 Z_0 由系统的接地回路构成。在一个中性点不接地系统中（中性点没有电阻或者电抗设备），零序阻抗和相导线与地之间的耦合电容是容抗相等的：

$$Z_0 = -jX_c = -j \frac{3 \cdot U_{\text{phase}}}{I_j}$$

(等式 35)

其中

I_j 容性的接地故障电流，当非电阻性接地的相地故障时

X_c 为对地容抗

在一个中性点经电阻接地（电阻接地系统）其中，阻抗 Z_0 ，可按以下公式计算：

$$Z_0 = \frac{-jX_c \cdot 3R_n}{-jX_c + 3R_n}$$

(等式 36)

其中

R_n 为电阻接地系统的电阻

在电力系统中，中性点电抗器（消弧线圈）也可以连接到一个或者多个变压器的中性点。在这样的系统中，阻抗 Z_0 ，可按以下公式计算：

$$Z_0 = -jX_c // 3R_n // j3X_n = \frac{9R_n X_n X_c}{3X_n X_c + j3R_n \cdot (3X_n - X_c)}$$

(等式 37)

其中

X_n 是消弧线圈的电抗。如果消弧线圈发生谐振，则 $3X_n = X_c$ 在这种情况下，阻抗 Z_0 为： $Z_0 = 3R_n$

现在考虑这样一个接地的电力系统，这个系统通过电阻接地 的故障电流比通过高阻抗接地的故障电流大。这种情况下，电力系统中的串联阻抗不能被忽略。电力系统发生单相 接地时的情况如图 [75](#)。

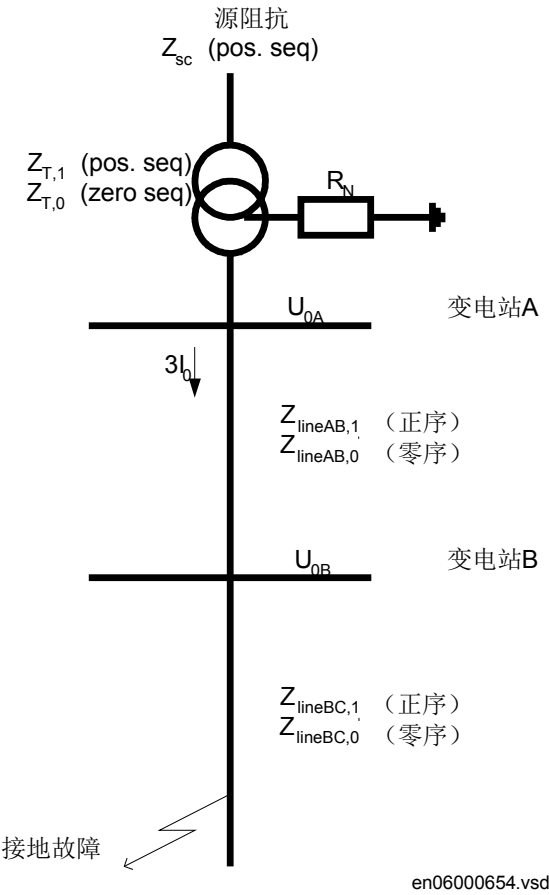


图 75: 计算定值时电力系统等效电路图

零序故障电流可写为:

$$3I_0 = \frac{3U_{\text{phase}}}{2 \cdot Z_1 + Z_0 + 3 \cdot R_f} \quad (\text{等式 38})$$

其中

U_{phase} 为发生故障之前的故障点的相电压

Z_1 为折算到故障点处总的正序阻抗。 $Z_1 = Z_{sc} + Z_{T,1} + Z_{\text{lineAB},1} + Z_{\text{lineBC},1}$

Z_0 为折算到故障点处总的零序阻抗。 $Z_0 = Z_{T,0} + 3R_N + Z_{\text{lineAB},0} + Z_{\text{lineBC},0}$

R_f 为故障点处的电阻。

变电站 A 和变电站 B 的零序电压表示如下:

$$U_{0A} = 3I_0 \cdot (Z_{T,0} + 3R_N) \quad (\text{等式 39})$$

$$U_{0B} = 3I_0 \cdot (Z_{T,0} + 3R_N + Z_{lineAB,0})$$

(等式 40)

变电站 A 和 B 的灵敏 接地 故障保护测得的零序功率为：

$$S_{0A} = 3U_{0A} \cdot 3I_0$$

(等式 41)

$$S_{0B} = 3U_{0B} \cdot 3I_0$$

(等式 42)

零序功率是一个复数变量。保护特性角 RCA 时有最好的灵敏性。在功角为特性角时，保护装置测得的零序有功功率如下式所示：

$$S_{0A,prot} = 3U_{0A} \cdot 3I_0 \cdot \cos \varphi_A$$

(等式 43)

$$S_{0B,prot} = 3U_{0B} \cdot 3I_0 \cdot \cos \varphi_B$$

(等式 44)

其中 φ_A 和 φ_B 为变电站零序电流和零序电压之间的相角差，这两个角由特性角 RCA 来补偿。

保护装置将通过特性角计算有功功率，并作为测量有功功率的依据，同时，根据有功功率来计算反时限延时时间。

反时限特性延时由下式确定：

$$t_{inv} = \frac{kSN \cdot (3I_0 \cdot 3U_0 \cdot \cos \varphi(\text{reference}))}{3I_0 \cdot 3U_0 \cdot \cos \varphi(\text{measured})}$$

(等式 45)

IED 通用基准值, 一次侧电流 (I_{Base})，一次侧电压 (U_{Base}) 以及一次侧功率 (S_{Base})，这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 $GlobalBaseSel$ 是为了选择一个参考基准值组的定值。

功能可设置 *On/Off* (投入/退出), 可以通过设置定值 *Operation* 实现。

设定 *OpMode* 确定了方向性功能模块的模式。

当 *OpMode* 设置为 *3I0cosfi* 保护装置测得的是零序电流的有功分量，特性角 *RCADir* 和这个有功分量相等。特性 *RCADir* 设置为 0° 时，见图 76。

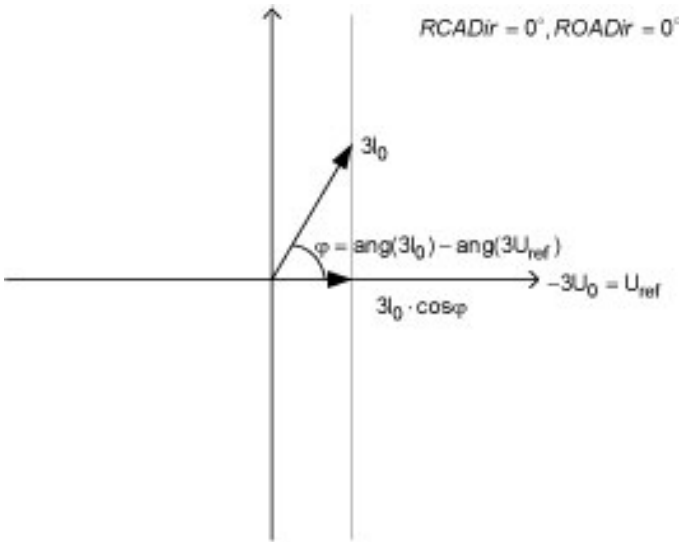


图 76: 特性曲线示例 $RCADir$ 设置为 0°
 特性角 $RCADir$ 设置为 -90° 时，见图 77.

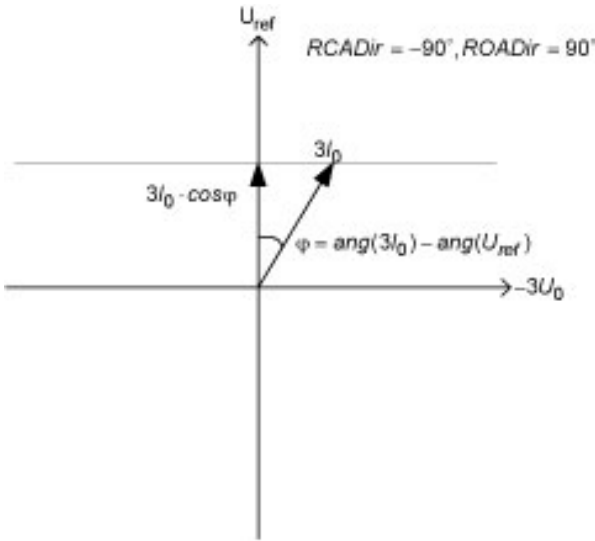


图 77: 特性曲线示例 $RCADir$ 设置为 -90°

当 $OpMode$ 设为 $3U03I0cosfi$ 保护装置测量的是零序电流的有功功率。

当 $OpMode$ 设为 $3I0$ 和 fi 时方向性功能模块的动作电流 当零序电流大于定值 $INDir$ 且零序电流角度在 $RCADir \pm ROADir$.

特性 $RCADir = 0^\circ$ 且 $ROADir = 80^\circ$ 时的特性如图 78.

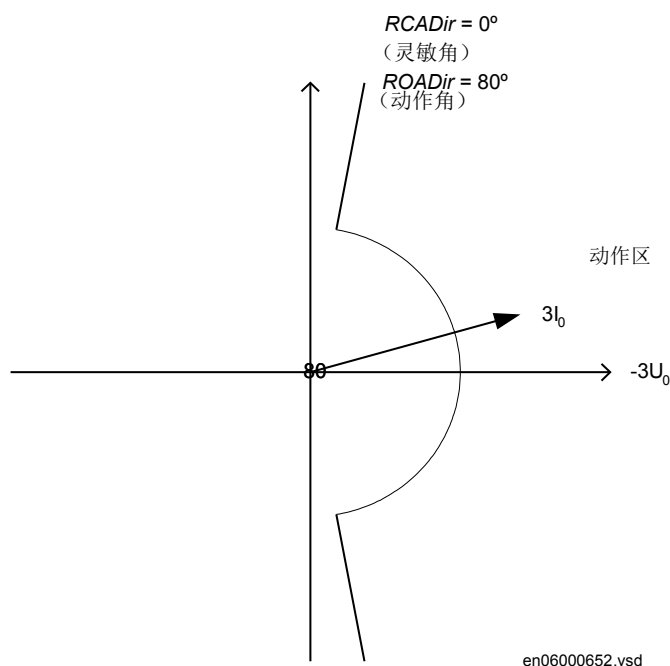


图 78: 特性曲线示例 $RCADir = 0^\circ$ 且 $ROADir = 80^\circ$

$DirMode$ 设置为正方向 或者 反方向 两种模式，这个参数决定了该功能模块的动作方向。

所有的方向性保护模块的模式都必须设置零序启动电流 $INREL$ 。该参数以基准电压 $IBase$ 。这个电流应该小于等于保护装置能检测到的最小故障电流。

所有的方向性保护模块的模式都必须设置零序启动电压 $UNREL$ 。该参数以基准电压 $UBase$ 。同样，这个电压应该小于大于保护装置能检测到的最小故障电压。

$tDef$ 是定时限延时时间，以 s 来表示，当方向性零序电流保护模块是定时限延时时，就需要用到这个参数。

方向性功能模块中特性角 $RCADir$ 是以度来表示的。 $RCADir$ 通常设置为 0° ，在中性点接上电阻的高阻抗 接地 的高阻接地系统中，有功电流分量只在故障侧出现。 $RCADir$ 设置为 -90° ，在独立电网中，所有电流均以容性为主的情况下。

继电器的开断角 $ROADir$ 是以度来表示的。角度差 $ROADir$ 和 $RCADir$ 很大时，保护就被闭锁。这个参数常用来阻止非接地馈线误动作，这些非接地馈线因为电流互感器相角的误差，而出现了非常大的容性 接地故障电流。

$INCosPhi$ 是当 $OpMode$ 设置为 $3I0Cosfi$ 时，方向性保护模块的动作电流。该定值以 $IBase$ 。该参数应该以保护装置的灵敏性为前提，来计算容性或者感性 接地故障电流。

SN 是当 $OpMode$ 设置为 $3I03U0Cosfi$ 。该定值以 $IBase$ 。该参数应该以保护装置的灵敏性为前提，来计算容性或者感性 接地故障零序功率。

灵敏方向零序过电流以及功率保护的输入互感器与相电流互感器有相同的短路容量。

如果零序功率有时间延时，延时时间由两个参数决定。 *SRef* 是零序参考功率，以 *SBase*. *kSN* 是时间计数器。 延时时间由下式确定：

$$t_{inv} = \frac{kSN \cdot Sref}{3I_0 \cdot 3U_0 \cdot \cos \varphi(measured)}$$

(等式 46)

INDir> 是当 *OpMode* 位置为 *3I0* 和 *fi* 时方向性功能模块的动作电流. 该定值以 *IBase*. 该参数应该在确定了保护灵敏性的情况下，来计算 接地故障电流。

OpINNonDir> 设置为 投入 无方向性零序电流保护被激活。

INNonDir> 是无方向性保护模块的动作电流。 该定值以 *IBase*. 与方向性保护模块相比，这个模块能在更短的时间检测到故障，并且消除故障。 这个电流定值应大于保护线路上最大的单相零序电流。

TimeChar 这个参数确定无方向性零序电流保护时间延时特性。 有定时限特性和不同类型的反时限特性：

ANSI 极端反时限
ANSI 非常反时限
ANSI 正常反时限
ANSI 中级反时限
ANSI/IEEE 定时限
ANSI 长时极端反时限
ANSI 长时非常反时限
ANSI 长时反时限
IEC 正常反时限
IEC 非常反时限
IEC 反时限
IEC 极端反时限
IEC 短时反时限
IEC 长时反时限
IEC 定时限
ASEA RI
RXIDG (对数形式)

不同的时限特性请见技术手册。

tINNonDir 无方向接地故障保护的定时时间，以 s 表示。

OpUN> 设置为投入 零序电压保护的动出口被激活。

tUN 零序电压保护动作的定时限时间，以 s 来表示。

8. 4 两个时间常数的热过负荷保护 TRPTTR

8. 4. 1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
热过负荷保护，2 个时间常数	TRPTTR		49

8. 4. 2 应用

电力系统中的变压器，是按照所能承受的某一个最大负荷电流来设计的。 如果电流超过这个最大负荷电流，电网损耗将比想象中更大。 带来的后果是变压器的温度将会上升。 如果变压器的温度太高，这些设备可能被损坏：

- 变压器内部的绝缘老化。 容易引起内部的相间或相-地 故障。
- 有可能达到变压器的内部过热点，将降低变压器油的品质。 可能导致变压器油起泡。

在电力系统承受高负荷的情况下，要求变压器能在某一定时间里过负荷运行。 这个允许运行的时间段内应没有风险。 热过负荷保护提供了相关信息且允许暂时性的变压器过负荷。

变压器容许的负荷等级取决于变压器的冷却系统。 有两个主要原则：

- ONAN：空气在冷却器里面流动，不需要风扇，油也是自然流动。
- OFAF：冷却器有风扇来驱动空气制冷，油泵来驱动变压器油循环流动。

保护有两组参数，其中一组参数是非强迫性制冷，另外一组参数是强迫性制冷。 变压器稳定状态下可允许的负荷值和热时间常数受变压器的冷却系统影响。 两组参数可以通过开关量来激活，即激活二进制输入信号 COOLING。 这可以用在这样的情形中，即强迫性制冷失效，如风扇或者油泵故障。

热过负荷保护持续评估变压器的内部热含量（温度）。 这个评估过程可以通过变压器的热模块来实现，它是一种基于电流的测量方法。

如果被保护变压器的热含量达到设定的报警值，将会有有一个信号发送给操作员。 有两个可用报警值。 这可以使得在危险的温度达到之前，电力系统提前动作。 如果变压器的温度达到跳闸值，保护将会让被保护的变压器动作。

热过负荷保护跳闸后，变压器会逐渐冷却。在变压器的热含量（温度）达到某一个值之前，这需要一段时间。这样变压器才会再次运行。因此，保护装置通过一个设定好的冷却温度常数来持续评估变压器内的热含量。当热含量达到一个设定的值时，变压器上电将会被闭锁。

8.4.3

整定导则

带两个时间常数的热过负荷模块（TRPTTR）的参数通过本地人机界面或者保护和控制器（PCM600）来设置。

可对热过负荷保护进行如下设置。

IED 通用基准值，一次侧电流（ I_{Base} ），一次侧电压（ U_{Base} ）以及一次侧功率（ S_{Base} ），这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 $GlobalBaseSel$ 是为了选择一个参考基准值组的定值。

投退模式: *Off* (退出) / *On* (投入)

I_{Ref} : 是一个参考电流，以 I_{Base} 的百分数表示。当电流的值等于 I_{Ref} 时，最终（稳定状态）热含量等于 1。建议用户设定一个值，使这个值和变压器绕组的额定功率相对应。

I_{Base1} : 基准电流 1，以 I_{Base} 的百分数表示。这个参数必须和 COOLING 输入的 *Off* 状态有关。建议用户设定一个值，使这个值和自然冷却状态下变压器的额定功率相对应（ONAN）。

I_{Base2} : 基准电流 2，以 I_{Base} 的百分数表示。这个参数必须和 COOLING 输入的 *On* 状态有关。建议用户设定一个值，使这个值和强制冷却状态下变压器的额定功率相对应（OFAF）。如果变压器不能强制制冷，则 I_{Base2} 应该等于 I_{Base1} 。

τ_{1} : 被保护变压器的热时间常数 1，以分钟来表示，和 I_{Base1} （冷却器状态输入为 *Off*）有关。

τ_{2} : 被保护变压器的热时间常数 2，以分钟来表示，和 I_{Base2} （冷却器状态输入为 *On*）有关。

热时间常数可以从厂商的手册上获得。热时间常数由冷却的形式和油的量来决定。容量为中型和大型的变压器（根据 IEC60076-7 标准），变压器为自然冷却时时间常数大约 2.5 小时，变压器为强制冷却时时间常数大约为 1.5 小时。

时间常数可以通过在冷却期间（见 IEC 60076-7 标准）测量油的温度来估计。评估过程中，假设变压器所带负荷为一个确定的值，而且油的温度为常数（稳定状态操作）的情况下动作的。油的温度高于环境温度的时，高出的值是 $\Delta\Theta_{o0}$ 。然后变压器和电网断开（不带负荷）。至少经过 30 分钟的时间，继续测量油的温度。此时油的温度高于环境温度高出的值是 $\Delta\Theta_{ot}$ 。热时间常数可以通过下式来估计：

$$\tau = \frac{t}{\ln \Delta \Theta_{o0} - \ln \Delta \Theta_{ot}}$$

(等式 47)

如果变压器是强制制冷（OFAF），则应该使操作方式在有强制制冷和没有强制制冷的情况下进行测量，它分别对应 τ_{2} 和 τ_{1} 。

如果电流高于设定的值或者低于设定的值，则时间常数也会发生改变。如果电流很大，可以认为强制制冷被激活，低电流无效。下面的参数可用于自动调整时间常数。

τ_{1High} : 该参数为乘法因子，该因子将会调整时间常数 τ_{1} 当电流比设定的值 $I_{High\tau_{1}}$ 高。 $I_{High\tau_{1}}$ 以 I_{Base1} 的百分数表示。

τ_{1Low} : 该参数为乘法因子，该因子将会调整时间常数 τ_{1} 当电流低于设定的值 $I_{Low\tau_{1}}$ 。 $I_{Low\tau_{1}}$ 以 I_{Base1} 的百分数表示。

τ_{2High} : 该参数为乘法因子，该因子将会调整时间常数 τ_{2} 当电流比设定的值 $I_{High\tau_{2}}$ 高。 $I_{High\tau_{2}}$ 以 I_{Base2} 的百分数表示。

τ_{2Low} : 该参数为乘法因子，该因子将会调整时间常数 τ_{2} 当电流低于设定的值 $I_{Low\tau_{2}}$ 。 $I_{Low\tau_{2}}$ 以 I_{Base2} 的百分数表示。

以电流的值作为基准来改变时间常数，对不同实际应用是非常有用的。见下例所示：

- 如果被保护装置全部中断（低电流），所有降温的都不起作用。此时时间常数将会发生改变。
- 如果热保护功能包含其他的组件（电动机），当电流非常大时，设备有过热的危险。此时，电动机的热时间常数通常比变压器的热时间常数小。

I_{Trip} : 该参数为稳定状态下变压器能持续承受的电流。该定值以 I_{Base1} 或者 I_{Base2} 。

$Alarm1$: 该参数为激活信号 $Alarm1$ 的热含量的值。 $Alarm1$ 以跳闸时热含量值的百分数来表示。

$Alarm2$: 该参数为激活信号 $Alarm2$ 的热含量的值。 $Alarm2$ 以跳闸时热含量值的百分数来表示。

$ResLo$: 该参数为复归闭锁信号的热含量的值。当热过负荷保护跳闸时，闭锁信号将会被激活。只要变压器的温度很高，这个信号将会闭锁被保护线路（变压器）的开关合闸。当估计的热含量的值低于设定的值时，该信号就释放。该温度值应选择的比报警温度的值小。 $ResLo$ 以跳闸时热含量值的百分数来表示。

$Warning$: 当计算出的跳闸时间如果小于报警的设定时间，则 告警 报警信号将会被激活。该定值参数以分钟来表示。

8.5 断路器失灵保护 CCRBRF

8.5.1 标识

功能说明	IEC 61850 辨识	IEC 60617 辨识	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
断路器失灵保护	CCRBRF	3I>BF	50BF

8.5.2 应用

在设计故障清除系统时，用的最多的是 N-1 标准。N-1 标准表明，在故障消除系统中的任一个元件发生故障，系统故障都要能被消除。故障消除系统中其中一个很重要的元件就是断路器。从实际应用和经济两方面考虑，为被保护的设备提供一个双断路器是不可行的。因此，断路器失灵保护可以发挥作用。

断路器失灵保护（CCRBRF）当被保护元件的断路器跳闸失灵时，断路器保护模块将给邻近的断路器发出一个后备跳闸命令。可以通过保护测量到的电流来判断断路器跳闸是否失灵，也可以通过检测跳闸保持信号（无条件的）来判断断路器是否失灵。

断路器失灵保护 也可以再次跳闸。这表明第二个跳闸信号将会发送给断路器。断路器重跳功能提高了断路器运行的可靠性，同时，也可以避免很多其他断路器的后备保护跳闸，以免继电器在自保持和测试期间产生错误。

8.5.3 整定导则

断路器失灵保护 CCRBRF 参数可通过本地人机界面或者 PCM600 来设置。

断路器失灵保护参数设置如下。

IED 通用基准值，一次侧电流（*I*Base），一次侧电压（*U*Base）以及一次侧功率（*S*Base），这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 *GlobalBaseSel* 是为了选择一个参考基准值组的定值。

投退模式: *Off*（退出）/*On*（投入）

功能模式 这个参数可以设置为 *电流* 或者 *接点*。该参数指出了检测断路器失灵保护的两种方式。当模式为“*电流*”时，通过测量电流来判断断路器是否失灵。当模式为 *接点* 时，通过长时间保持的启动信号（动作信号）来判断断路器是否失灵。当模式为 *电流&接点* 时，以上两种方式都可用来检测断路器保护是否失灵。*接点* 模式用于流过断路器的故障电流很小时，这种情况一般应用在发电机保护（如逆功率保护）或者弱电源端线路中。

重跳模式: 这个参数指出“re-trip”功能模块如何运行。**重跳退出** 表明功能模块不使用重跳功能。**检查断路器位置** (断路器触点位置检查) + **电流** 这种模式表明, 某一相电流必须比动作电流大, 才允许断路器重新跳闸。**检查断路器位置** (断路器触点位置检查) + **接点** 这种模式表明, 在断路器是合状态 (已使用到断路器触点开关的位置) 时, 断路器就再次动作。 **No CBPos Check** 表示不检查断路器开关的位置, 断路器就再次跳闸。

表 26: 参数 RetripMode 和 FunctionMode 的依存关系

重跳模式	功能模式	说明
重跳 退出	N/A	表明重跳功能模块没有激活
检查断路器位置	电流	这种模式表明, 某一相电流必须比动作电流大, 才允许断路器重新跳闸
	接点	如断路器仍处于合闸状态, 重跳令发出之后将执行重跳。
	电流&接点	两种方法都使用
不检查断路器位置	电流	表示不检查断路器开关的位置, 断路器就再次跳闸
	接点	表示不检查断路器开关的位置, 断路器就再次跳闸
	电流&接点	两种方法都使用

BuTripMode: 后备跳闸模式提供充分的电流标准来检测断路器失灵。对 **电流** 操作 **4 选 2** 代表 A、B、C 三相电流和零序电流, 这四组电流至少有 2 组过流, 才能说明断路器保护失灵。 **3 选 1** 代表 A、B、C 三相电流, 这三组电流至少有 1 组过流, 才能说明断路器保护失灵。 **4 选 1** 代表 A、B、C 三相电流或者零序电流, 至少有 1 个过流, 才能说明断路器保护失灵。 在大部分实际应用中, **3 选 1** 这种模式就可以了。对 **接点** 这种模式表明, 断路器是合状态是断路器失灵保护动作的条件 (已使用到断路器的位置接点)。

IP>: 判断断路器保护是否失灵的电流值, 以 **IBase** 的百分数来表示。 **IP>** 应该设置得很小, 使很小的故障电流都能监测到。这个参数应该根据启动断路器失灵保护时最灵敏的保护模式来设定。 通常设置为 10%的 **IBase**。

I>BlkCont: 如果断路器失灵保护使用接点检测方式, 且任何一相的电流比 **I>BlkCont** 大, 则这个功能被闭锁。如果 **功能模式** 设置为 **电流&接点** 断路器失灵保护在大故障电流时能安全使用电流检测。为了提高安全性, 该模块对高电流是不起作用的。定值可以选为 **IBase** 的 **5 - 200%**

IN>: 零序电流, 用来检测断路器保护是否失灵, 以 **IBase** 的百分数表示。 在高阻 接地系统单相接地故障的零序电流通常比短路电流小很多。为了能在单相接地故障时, 能检测到断路器保护是否失灵, 需要测量零序电流的值。同样, 在中性点 接地系统中, 接地故障电流保护的定值设置的相对比较小。其中 **BuTripMode** 设置为 **4 选 1**。 电流应根据接地故障保护为定时限或反时限。定值可以设置为 **IBase** 的 **2 - 200 %**

tI: 保护重跳的延时时间。 定值取值范围为 0-60s, 步长为 0.001s, 典型设置为 0-50ms。

t_2 : 失灵保护动作的延时时间。这个参数值应该设置的很小，同时，要避免保护误动作。典型设置为 90–200ms（同样与失灵重跳整定延时有关）。

保护重跳的最小延时时间由下式确定：

$$t_2 \geq t_1 + t_{copen} + t_{BFP_reset} + t_{margin}$$
(等式 48)

- 其中：
- t_{copen} 是断路器断开所需的最长时间
 - t_{BFP_reset} 是断路器失灵保护检测断路器的功能是否正常所需的最长时间
 - t_{margin} 为安全裕度

通常要求总的故障清除时间要小于给定的临界时间。临界时间通常取决于一旦故障发生于靠近发电厂时所维持暂态稳定的能力。

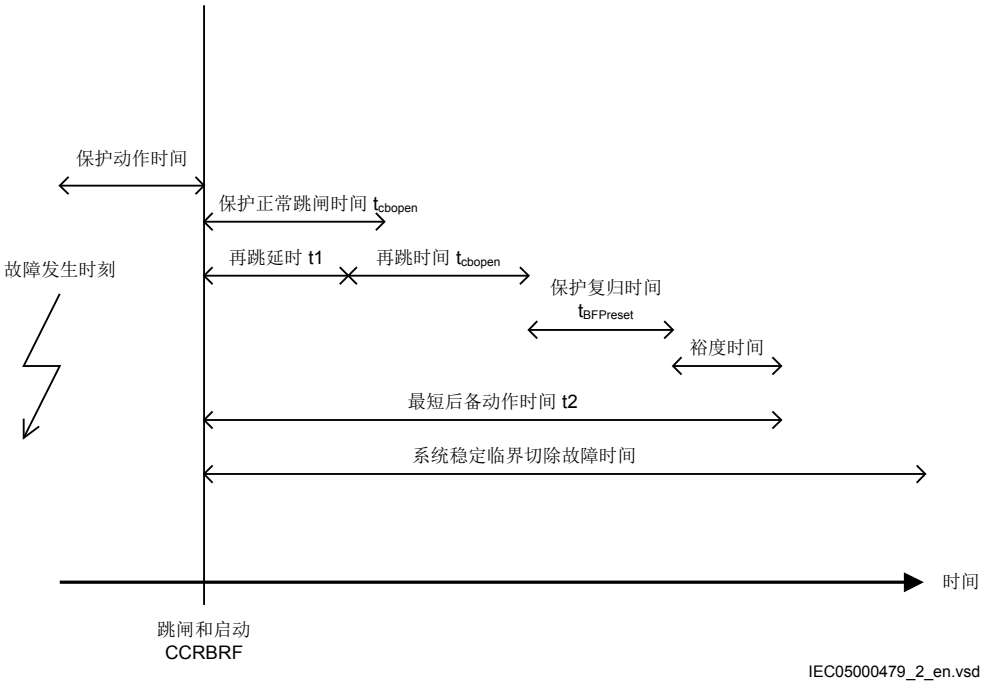


图 79: 失灵保护动作时间的时序图

8. 6 三相不一致保护 CCRPLD

8. 6. 1 标识

功能说明	IEC 61850 标识	IEC 60617 标识	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
三相 不一致 保护	CCRPLD	PD	52PD

8. 6. 2 应用

在断路器执行合或者分操作时，断路器可能发生三相不一致。如一相已经断开另外两相还处于合位，或者两相已经断开而第三相还处于合位。断路器三相不一致会产生三相不对称电流。断路器不一致可能产生的影响如下：

- 负序电流会对旋转机械产生引力
- 在电力系统中，零序电流可能使灵敏的接地故障保护误动作。

因此，检测断路器的三相不一致非常重要。当检测好后，断路器应该立即跳闸。

三相不一致保护 CCRPLD 检测被保护断路器三相不一致的状态。保护模块有两种不同的检测方式：

- 把断路器的辅助节点接到继电器中，根据三相不一致原理，创建一个不一致保护逻辑，当三相不一致时，将会有有一个信号发送到保护装置的不一致模块 discordance.
- 测量断路器每相的电流。如果各相电流的差别大于定值 *CurrUnsymLevel* 这就表明断路器三相不一致，保护就会动作。

8. 6. 3 整定导则

三相不一致保护 CCRPLD 的参数可以通过本地人机界面或者 PCM 600 来设置的。

三相不一致保护参数设置如下。

IED 通用基准值, 一次侧电流 (*IBase*)，一次侧电压 (*UBase*) 以及一次侧功率 (*SBase*)，这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 *GlobalBaseSel* 是为了选择一个参考基准值组的定值。

投退模式: *Off* (退出) 或者 *On* (投入)

tTrip (动作时间): 保护动作的延时时间。

ContSel: 基于接点的三相不一致保护动作方式选择。可设为: *Off* (退出) / 取自 CB 的 PD 信号. 如果 选择取自 CB 的 PD 信号 来检测三相不一致，保护按断路器辅助接点的信息启动不一致保护，同时，只有一个信号连接到三相不一致功能。

CurrSel: 基于电流的三相不一致保护的动作方式选择。可设为: *Off* (退出) / *CB oper monitor* / 连续监视。如果选 *CB oper monitor* 只有连接到保护的断路器分闸命令或者合闸命令置位时, 该功能模块才被激活。如果选 *连续监视* 该功能模块一直处于激活状态。

CurrUnsymLevel: 和最大相电流相比, 最小相电流的不对称度, 以最大相电流的百分数来表示。

CurrRelLevel 值: 电流解锁定值, 以 *IBase* 的百分数表示。

8.7 方向过/低功率保护

8.7.1 应用

发电厂中, 发电机的作用是将旋转轴转矩形成的机械能转化为电能。

有时, 原动机发出的机械能降低太多, 以致于不能补偿转轴损耗和气隙损耗。这时, 同步发电机以同步电动机方式运行, 开始从电网吸收电能。这种个别发电机运行于电动机的状态不会对设备本身产生影响。如果该发电机容量很大, 消耗了大量电能, 则考虑从电力系统中切除以保证其余设备的正常运行。

一般情况下, 电动机运行模式下的原动机处于危险状态。因此, 逆功率保护的对象是原动机, 而不是保护发电机本身。

当蒸汽轮机的蒸汽流量过低或者没有蒸汽通过汽轮机时, 蒸汽轮机很容易过热。因此, 汽轮发电机应该有逆功率保护。很多情况都有可能产生逆功率: 如主蒸汽管破裂, 蒸汽轮机一个或者多个叶片损坏, 主截止阀不小心关闭。当主截止阀不小心关闭时, 配备逆功率保护是非常必要的。这可以使装置不受到损害。

在很多火电机组日常停机期间, 逆功率保护将给发电机断路器一个跳闸脉冲信号。在机械功率变为零之前, 经过以上操作, 保护装置能够阻止发电机组断开。发电机组过早断开将使汽轮发电机在停机时有一个加速度。这极有可能使发电机超速及产生极高的离心力。

当汽轮机没有蒸汽流过时, 汽轮机叶片将很难冷却。此时, 空气阻力产生的热量就很难消除。相反, 这个热量将使汽轮机的温度增大, 特别是叶片的温度。当汽轮机在没有蒸汽的情况下转动时, 电力功率的损耗将是发电机额定功率的 2%。最坏的情况是汽轮机空转时, 汽轮机将发热过快而损害。当汽轮机真空环境消失了时, 在很短的时间汽轮机温度将变得很高。

汽轮发电机过热的临界时间为 0.5s 到 30s, 临界时间由汽轮发电机的类型来决定。叶片小而且薄、高压下的汽轮机比叶片长而且重、低压下的发电机更容易过热。汽轮机的情况各不相同, 关于汽轮机的情况, 可以咨询汽轮机厂家。

发电站辅助设备的电力来自于厂用变压器，这个变压器连接到升压变压器一次侧。电力也可以来自备用变压器，这个变压器连接到外部电网。因此，用户需配置好逆功率保护，使得保护能检测到逆功率，这个功率和流向发电站辅助设备的电力是独立开来的。

水轮机比汽轮机更能承受逆功率，只有转桨式水轮机和灯泡贯流式水轮机可能遭受逆功率的影响。这两种水轮机转轮可能向轴的方向移动，并且接触到水轮机固定的部分。它们并不是总能承受住这些压力。

当室外温度远远低于零度时，冰和雪可能阻塞进水口。枝和叶也可能阻塞废物废料的通道闸门。进水口完全被堵住可能产生汽蚀。通过调整发电厂的逆功率保护，可以使水轮机不受到损害。

水轮机导叶有水旋转时，需要电力系统提供电能。这个电能大约是额定功率的 10%。如果水轮机里只有空气，则只需要额定功率的 3%。

柴油发动机机需要逆功率保护。柴油发电机需要消耗其额定功率的 15%或者从电力系统获得比其额定功率 15%更多的功率。一台刚性的发电机可能需要大约 25%的额定功率来发动它。正常运行的发电机需要的牵引力不到额定功率的 5%。因此，可以从发电机生产商来获得发电机的信息，同时，需要测量发电机运行过程中的逆功率。

汽轮机常常不需要逆功率保护。

如图 80 展示了配有低功率继电器和过功率继电器组成的逆功率保护。低功率继电器的裕度更大，可靠性更高。但是同步后立即发生误动的风险更高。可设置当发电机发出的有功低于 2%左右时低功率继电器跳闸。当电网流入发电机的功率高于 1%左右时过功率继电器跳闸，具体限值取决于原动机的类型。

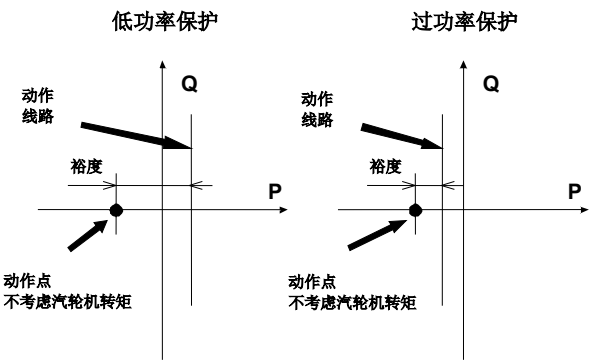


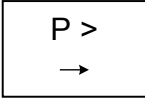
图 80: 带有低功率保护或者过功率保护的逆功率保护

8.7.2

方向过功率保护 GOPPDOP

8.7.2.1

标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
带方向的过功率保护	GOPPDOP		32

8.7.2.2

设置指南

IED 通用基准值, 一次侧电流 (I_{Base}), 一次侧电压 (U_{Base}) 以及一次侧功率 (S_{Base}), 这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 $GlobalBaseSel$ 是为了选择一个参考基准值组的定值。

Operation: 参数 *Operation* 该功能可设置 投入 (*On*) / *Off* (退出)。

模式: 用来设置测量电流和电压。该参数的设置方式见表 27.

对于反方向功率应用, 强烈推荐 *PosSeq* 或者 *Arone* 模式。

表 27: 复功率计算

设定值 模式	复功率计算公式表
L1, L2, L3	$\bar{S} = \bar{U}_{L1} \cdot \bar{I}_{L1}^* + \bar{U}_{L2} \cdot \bar{I}_{L2}^* + \bar{U}_{L3} \cdot \bar{I}_{L3}^*$ (等式 49)
Arone	$\bar{S} = \bar{U}_{L1L2} \cdot \bar{I}_{L1}^* - \bar{U}_{L2L3} \cdot \bar{I}_{L3}^*$ (等式 50)
PosSeq	$\bar{S} = 3 \cdot \bar{U}_{PosSeq} \cdot \bar{I}_{PosSeq}^*$ (等式 51)
L1L2	$\bar{S} = \bar{U}_{L1L2} \cdot (\bar{I}_{L1}^* - \bar{I}_{L2}^*)$ (等式 52)
L2L3	$\bar{S} = \bar{U}_{L2L3} \cdot (\bar{I}_{L2}^* - \bar{I}_{L3}^*)$ (等式 53)
L3L1	$\bar{S} = \bar{U}_{L3L1} \cdot (\bar{I}_{L3}^* - \bar{I}_{L1}^*)$ (等式 54)
A 相	$\bar{S} = 3 \cdot \bar{U}_{L1} \cdot \bar{I}_{L1}^*$ (等式 55)
B 相	$\bar{S} = 3 \cdot \bar{U}_{L2} \cdot \bar{I}_{L2}^*$ (等式 56)
C 相	$\bar{S} = 3 \cdot \bar{U}_{L3} \cdot \bar{I}_{L3}^*$ (等式 57)

本保护含有两段，有相同的整定参数。

$OpMode1(2)$ ：用来确定功能模块 STEP2 所处的运行状态。可能的设置为：

投入：功能模块被激活； Off （退出）：功能模块不起作用

模块就发出保护动作信号，若以 $Angle1(2)$ 确定的方向性功率分量比启动功率值 $Power1(2)$

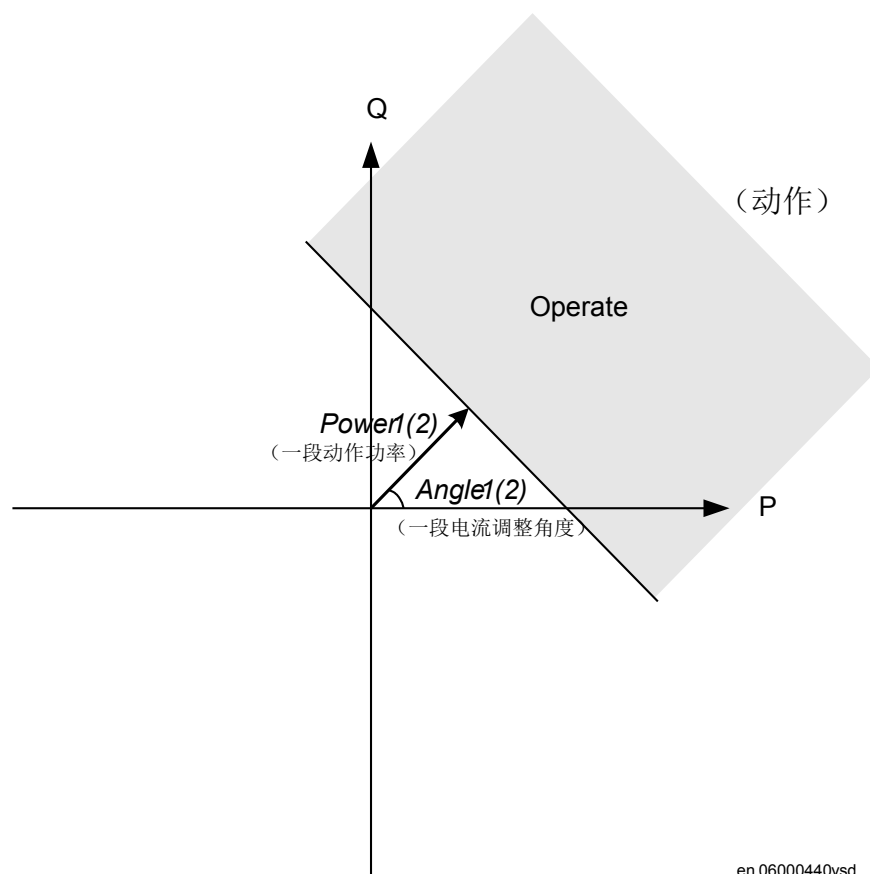


图 81: 过功率模式

整定值 $Power1(2)$ 给出了在功角 $Angle1(2)$ 方向上的启动功率。该参数值以发电机额定功率标么值来表示，见方程式 58.

推荐最小值为 1.0% 的 S_N ，注意 IED 二次侧的最小启动电流要大于 9mA。

$$S_N = \sqrt{3} \cdot U_{Base} \cdot I_{Base}$$

(等式 58)

整定值 $Angle1(2)$ 是功角值，该值是保护功能模块灵敏性最大时的功角值。该参数以度来表示。有功功率中该参数的取值为 0° 或者 180° 。取 180° （在 50Hz 网络发电机反向功率保护时使用），取 -179.5° （在 60Hz 网络发电

机反向功率保护时使用）。60Hz 频率的网络中角度的调整可以提高功率保护的精度。

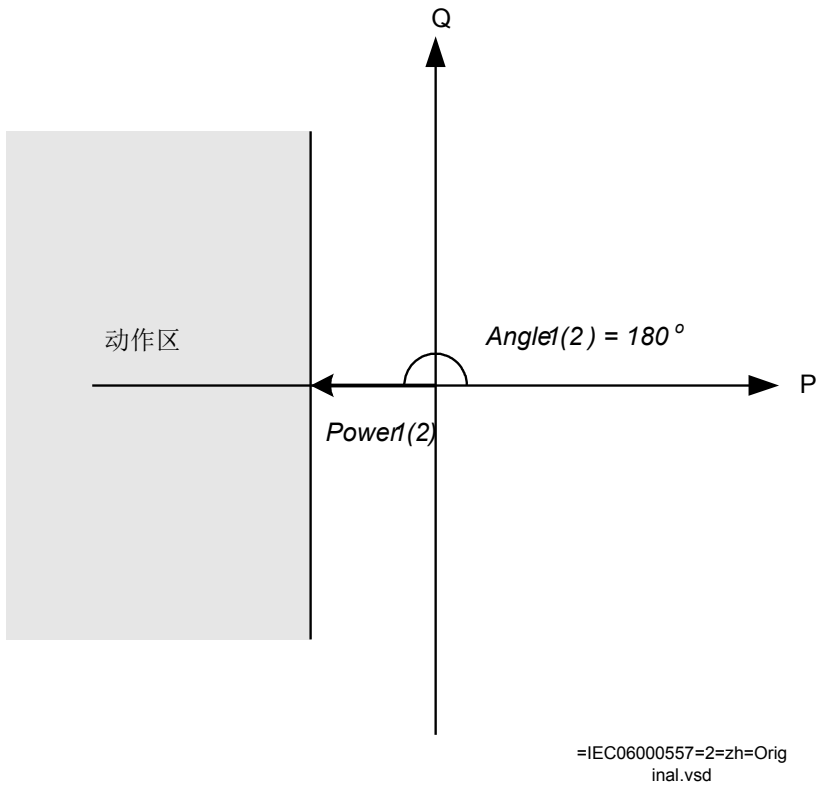


图 82: 过功率保护中，反向功率保护应取 180°
 $TripDelay1(2)$ 以 s 来表示，是保护每一阶段启动后的动作延时时间。
 通过下式获得低通滤波功率：

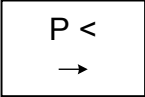
$$S = k \cdot S_{Old} + (1 - k) \cdot S_{Calculated}$$
(等式 59)

- 其中：
- S 为保护功能给出的新测量值
 - S_{Old} 为前一个执行周期由测量功能所给出的测量值
 - $S_{Calculated}$ 为当前执行周期中所计算出的新值
 - k 为终端用户可设定的参数

设定 $k=0.98$ 或者 $k=0.99$ ，取该值的原因是由于跳闸延时通常很长。滤波器将提高功率保护的精度。

8.7.3 低功率方向保护 GUPPDUP

8.7.3.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
带方向的低功率保护	GUPPDUP		37

8.7.3.2 设置指南

IED 通用基准值, 一次侧电流 (I_{Base}) , 一次侧电压 (U_{Base}) 以及一次侧功率 (S_{Base}) , 这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 $GlobalBaseSel$ 是为了选择一个参考基准值组的定值。

运行方式: 参数 $Operation$ 该功能可设置 投入 (On) / 退出 (Off) 。

模式: 选择测量电流和电压。该参数的设置方式见表 28。

对于反方向功率应用, 强烈推荐 $PosSeq$ 或者 $Arone$ 模式。

表 28: 复功率计算

设定值 模式	复功率计算公式表
L1, L2, L3	$\bar{S} = \bar{U}_{L1} \cdot \bar{I}_{L1}^* + \bar{U}_{L2} \cdot \bar{I}_{L2}^* + \bar{U}_{L3} \cdot \bar{I}_{L3}^*$ (等式 60)
Arone	$\bar{S} = \bar{U}_{L1L2} \cdot \bar{I}_{L1}^* - \bar{U}_{L2L3} \cdot \bar{I}_{L3}^*$ (等式 61)
PosSeq	$\bar{S} = 3 \cdot \bar{U}_{PosSeq} \cdot \bar{I}_{PosSeq}^*$ (等式 62)
L1L2	$\bar{S} = \bar{U}_{L1L2} \cdot (\bar{I}_{L1}^* - \bar{I}_{L2}^*)$ (等式 63)
L2L3	$\bar{S} = \bar{U}_{L2L3} \cdot (\bar{I}_{L2}^* - \bar{I}_{L3}^*)$ (等式 64)
L3L1	$\bar{S} = \bar{U}_{L3L1} \cdot (\bar{I}_{L3}^* - \bar{I}_{L1}^*)$ (等式 65)
续下页	

设定值 模式	复功率计算公式表
A 相	$\bar{S} = 3 \cdot \bar{U}_{L1} \cdot \bar{I}_{L1}^*$ (等式 66)
B 相	$\bar{S} = 3 \cdot \bar{U}_{L2} \cdot \bar{I}_{L2}^*$ (等式 67)
C 相	$\bar{S} = 3 \cdot \bar{U}_{L3} \cdot \bar{I}_{L3}^*$ (等式 68)

本保护含有两段，有相同的整定参数。

OpMode1(2) 用来确定功能模块 STEP2 所处的运行状态。 可能的设置为：

投入 (*On*)：激活该段。 *Off* (退出)：功能模块不起作用

模块就发出保护动作信号，若以 *Angle1(2)* 确定的方向性功率分量比启动功率值 *Power1(2)*

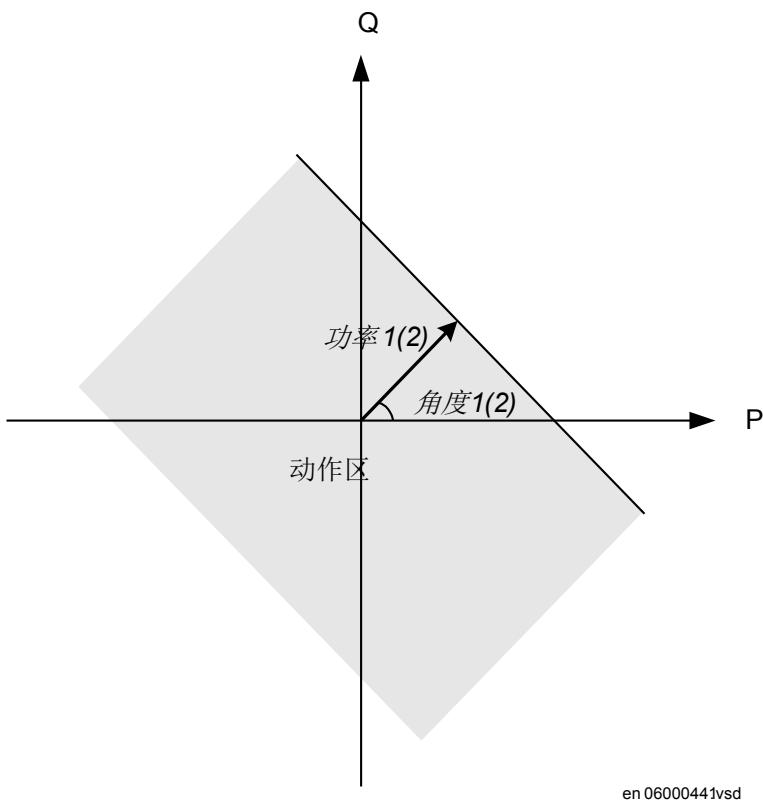


图 83: 低功率模式

整定值 *Power1(2)* 给出了在功角 *Angle1(2)* 方向上的启动功率。该参数值以发电机额定功率标么值来表示，见方程式 [69](#).

推荐最小值为 1.0%的 S_N 。同时，IED 二次侧的最小启动电流要大于 9mA。

$$S_N = \sqrt{3} \cdot U_{Base} \cdot I_{Base}$$

(等式 69)

整定值 $Angle1(2)$ 是功角值，该值是保护功能模块灵敏性最大时的功角值，该参数以度来表示。有功功率中该参数的取值为 0° 或者 180° 。在发电机最小正向功率保护时使用 0° 。

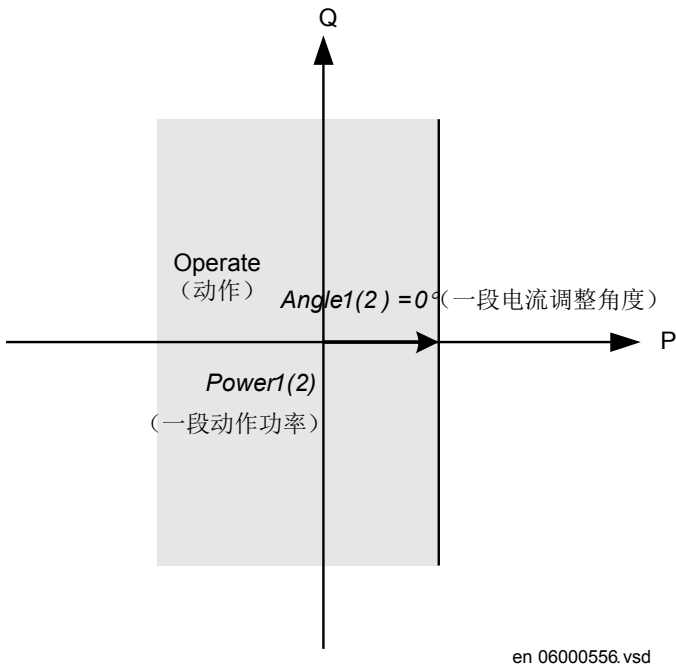


图 84: 低功率保护，最小正向功率保护时应设为 0°

$TripDelay1(2)$ 以 s 来表示，是保护每一阶段启动后的动作延时时间。

通过下式获得低通滤波功率：

$$S = k \cdot S_{Old} + (1 - k) \cdot S_{Calculated}$$

(等式 70)

其中：

- S 为保护功能给出的新测量值
- S_{Old} 为前一个执行周期由测量功能所给出的测量值
- $S_{Calculated}$ 为当前执行周期中所计算出的新值
- k 为终端用户可设定的参数

设定 $k=0.98$ 或者 $k=0.99$ ，取该值的原因是由于跳闸延时通常很长。滤波器将提高功率保护的精度。

8.8 同步电机的误上电保护 AEGGAPC

8.8.1 标识

功能描述	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
同步电机的突加电压保护	同步电机的误上电保护	U<I>	50AE

8.8.2 应用

发电机误上电一般是由于操作失误、断路器闪络、控制电路故障或这些情况的多个同时发生引起的。处于静止或者旋转状态的发电机误上电是造成事故并加速了故障，这用情况同样适用于异步电动机。此刻，根据系统等效阻抗和发电机的次暂态电抗可以绘制一到四个电流曲线。无论是发电机还是异步电动机，内部的电流会更大，电机可能会在几秒之内因过热而损坏。

同步电机的误上电保护 AEGGAPC 监视发电机的最大相电流和最大线电压。基于此形成了“带电压监视的过电流保护”。当发电机低电压时间大于保护整定延时并且过流保护启动时，保护判为误上电，过流段启动跳闸。发电机电压恢复则过电流段自动复归。

8.8.3 设置指南

IED 通用基准值，一次侧电流（ I_{Base} ），一次侧电压（ U_{Base} ）以及一次侧功率（ S_{Base} ），这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 $GlobalBaseSel$ 是为了选择一个参考基准值组的定值。

设置 I_{Base} 为被保护发电机的额定电流。设置 U_{Base} 为被保护发电机的额定线电压。

$I>$: 发电机误上电保护动作电流，在保护激活后跳闸电流动作值以 I_{Base} 百分比表示。要求设置基于发生误上电情况下的最大电流： $I_{energisation}$ 计算。这种情况下的电流计算为：

$$I_{energisation} = \frac{U_N / \sqrt{3}}{X_d'' + X_T + Z_{network}}$$

(等式 71)

其中:	
U_N	是发电机额定电压
X_d'	是发电机次暂态电抗(Ω)。
X_T	是升压变压器电抗(Ω)。
$Z_{network}$	为与该发电机相连网络的短路电抗（归算到本发电机）。

选择的设置为:

$$I > to\ be\ less\ than\ 0.8 \cdot I_{energisation}$$

(等式 72)

tOC : 跳闸延时定值，以防止发电机突然上电带来的大电流。推荐使用默认延时时间 0.03s。

$ArmU<$: 电压动作值，以 U_{Base} 百分数表示，用以启动误上电的保护功能。该电压应小于运行的电压最小值。推荐使用默认值 50%。

$tArm$: 激活保护段的低电压延时时间。延时应该大于该网络故障最长时间。推荐使用默认值 5s。

$DisarmU>$: 电压定值，以 U_{Base} 百分数表示，用以停用误上电保护功能。该电压应该大于 $ArmU<$ 定值。定值同时应小于最小运行电压。推荐使用默认值 80%。

$tDisarm$: 过电压动作延时， $DisarmU>$ 后停用保护。时间延时应该大于 tOC 。推荐使用默认值 0.5s。

8.9电机负序定时限过流保护 NS2PTOC

8.9.1标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
电机定时限负序过电流保护	NS2PTOC	2I2>	46I2

8.9.2应用

电机负序定时限过流保护 NS2PTOC 的主要目的是防止定子电流中的负序成分造成的转子过热。

发电机中的负序电流主要有以下原因形成:

- 不平衡负荷
- 相间故障
- 相接地 故障
- 系统导体断相
- 断路器或隔离开关的一相或多相故障

NS2PT0C 还可以用作后备保护，即在线路保护时或断路器不能切除系统不平衡故障时保护发电机。

为了保护发电机不受外部不平衡条件的损害，NS2PT0C 可以直接测得负序电流。 NS2PT0C 还可以通过延时特性来与发电机的热特性相匹配 $I_2^2t = K$ 如在 IEEE C50.13. 中所定义。

其中：

I_2	表示以发电机额定电流为基准值的负序电流标么值
t	表示动作时间，单位为秒
K	为一个常数，取决于发电机的尺寸和设计构造

NS2PT0C 对于 K 有一个很广的设定范围，灵敏性和切除负序电流的能力取决于发电机持续承受的能力。

分开告警输出可提醒运行人员有潜在的危险工况。

8.9.2.1

特点

定时限负序过电流保护（NS2PT0C） 可以可靠用以处于不平衡系统中的所有类型和容量的发电机保护。

该保护具有以下特点：

- 相互独立的两段，跳闸输出分开。
- 保护灵敏，可以检测出低于发电机额定电流的 3%的负序电流并跳闸，精度很高。
- 1 段有 2 种实验特性：
 - 定时限延时
 - 反时限延时
- 反时限延时特性与 $I_2^2t = K$ 发电机负序能力曲线相匹配。
- 可以提供宽范围的发电机能力常数 K ，从 1 到 99s，这些常数可以适用于各种类型的发电机。
- 可自由设置反时限特性的最小动作时间。 当然设置值必须要与其他保护（例如线路保护）相配合。

- 可自由设置反时限特性的最大动作时间。
- 与发电机转子冷却率相接近的逆复位特性，在保护复归期间系统出现不平衡时可以减小动作时间。
- 该定值通过测量负序电流值，以安培为单位，通过当地 HML 就可以实现。

8.9.2.2 发电机连续不平衡电流能力

存在不平衡负荷时，发电机定子绕组中会有负序电流流通。定子绕组中的负序电流将会在转子绕组中感应出二倍频电流，造成发电机发部分转子过热。

当负序电流增加，超过发电机持续不平衡电流能力时，发电机转子温度也会继续增加。如果此刻发电机不切机，则可能会发生转子故障。因此，根据负序电流 I_2 建立了判断发电机可持续短时不平衡电流能力的工业标准 即转子过热标准。 I_2^2t .

根据转子过热标准典型短时能力（不平衡故障能力） $I_2^2t = K$ 如下表所示 [29](#).

表 29: 同步电机不对称故障的 ANSI 要求

同步电机种类		可允许度 $I_2^2t = K [s]$
凸极发电机		40
同步冷凝器		30
隐极发电机	间接冷却	30
	直接冷却 (0 - 800 MVA)	10
	直接冷却 (801 - 1600 MVA)	如图 85

如图 [85](#) 表示了发电机 I_2^2t 容量与 MVA 级直冷发电机的关系。例如，一台 500MVA 的发电机 K 等于 10s，而一台 1600 MVA 的发电机 K 等于 5s。短时不平衡负序电流 I_2 以发电机标么值表示，时间为秒。

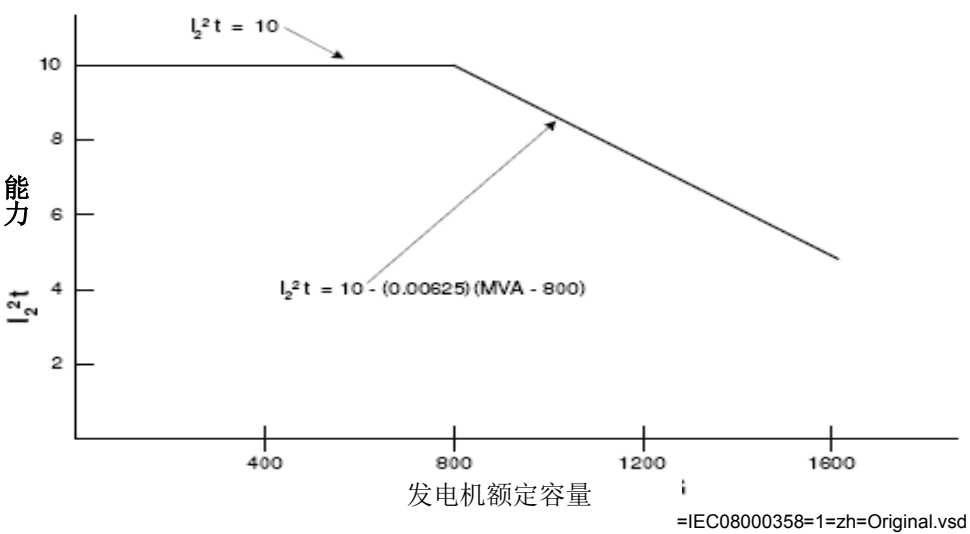


图 85: 直冷机组的短时不平衡电流能力

发电机持续电流 I_2 能力₂ 也在该标准中包含。表 30（来源于 ANSI C50.13 标准）包括了下列建议容量

表 30: 持续 I_2 能力

发电机类型	I_2 可持续度 ₂ （以发电机额定电流百分数）
凸极机	10
考虑阻尼绕组	
不考虑阻尼绕组	
隐极机转子	10
间接冷却	
直冷	
到 960MVA	
961 至 1200 MVA	
1201 至 1500 MVA	
	5

如上表所示，发电机可持续负序电流能力是发电机额定电流的 5%到 10%。当出现断线或者发电机断路器跳闸，可持续负序能力将是发电机额定电流的 10%到 30%。除了负序过电流保护外发电机或者系统保护其他保护通常无法检测到这种情况。

发电机负序电流的产生原因是因为系统不平衡，造成系统不平衡的原因有：

- 负荷不平衡比如
 - 单相铁路负荷
- 系统不对称故障比如

- 相- 接地 故障
- 两相 接地 故障
- 相间故障
- 断线, 包括
 - 断线故障
 - 断路器多相跳闸

8.9.3 设置参数指南

8.9.3.1 动作时间特性

电机负序定时限过流保护 NS2PT0C 的第一段提供了两个动作延时特性:

- 定时限延时特性
- 反时限延时特性

通过定值来选择所需要的动作时间特性 *CurveType1*:

- *CurveType1* = 定时限
- *CurveType1* = 反时限

第 2 段通常为定时限延时特性。一旦负序电流大于启动值, 定时限延时就和负序电流幅值没有关系了, 与其不同的是反时限特性与负序电流的大小有很大的关系。

也就是说电流越小反时限延时就越长, 随着负序电流增加动作时间变短。电机负序过流保护的反时限特性 如等式描述 $I_2^2 t = K$, 其中 *K* 设定值范围在 1 - 99 秒。一种典型的反时限过电流曲线如图所示 [86](#).

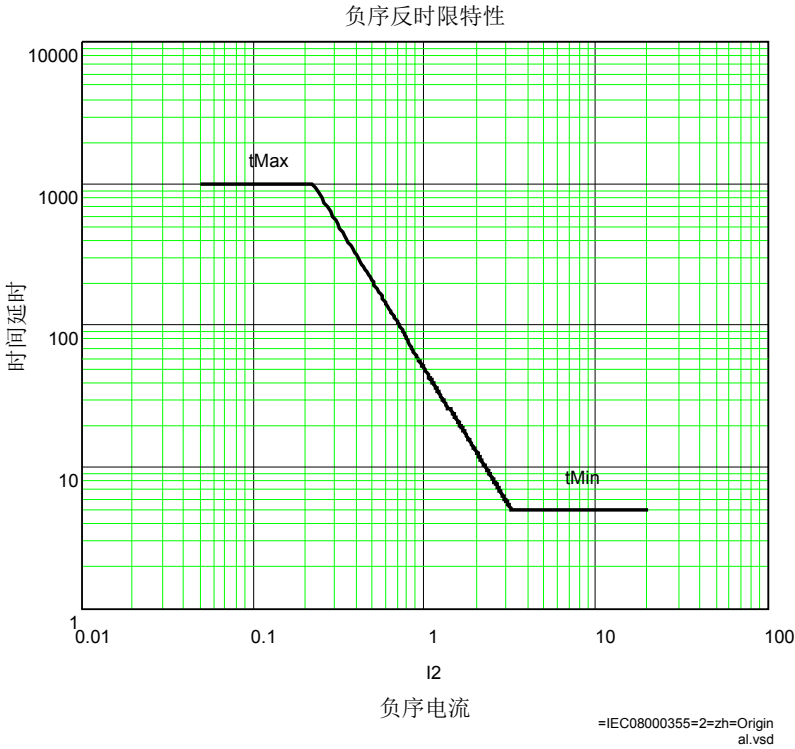


图 86: 反时限延时特性

以图 86 为例，特性描述了该保护的设定最小动作时间 t_{Min} 为 5s。整定值 t_{Min} 可以自由选择，通常作为一种安全措施。最小定值要保证与例如线路距离保护等保护的正确配合。也可以设定最大时间限制定值 t_{Max} 。

8.9.3.2 启动灵敏性

NS2PTOC 跳闸启动电流幅值 I_{2-1} 和 I_{2-2} 范围在 3%–500%的发电机额定基准电流 I_{Base} 。为了能保护不同类型和容量的发电机，这种范围的启动整定值 是需要的。

启动之后，NS2PTOC 复归需要一定的延时。 两段的返回系数都是 0.97

8.9.3.3 告警功能

告警功能由启动 START 信号输出，用来告知运行人员发电机的不正常状态，比如，当发电机持续过负序电流越限，则应采取必要的操作防止发电机切机。整定延时时间 t_{Alarm} 为了防止短时不对称运行时不告警。

8. 10 电压制动定时限过流保护 VR2PVOC

8. 10. 1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
电压制动定时限过流保护	VR2PVOC	U<I>	51V

8. 10. 2 应用

输电线导体和接地导体绝缘损害导致了短路或者接地故障。 这些故障会产生很大的短路电流，甚至会对一次系统中的电器设备造成损坏。

该 IED 利用电压制动过电流保护原理 (VR2PVOC)。 VR2PVOC 通常通过配置工具得到三相电流电压来实现保护功能，但是该 IED 通常检测最大相电流和最大线电压。

VR2PVOC 保护是由二个相互独立的保护所构成。

- 过电流段有如下特点：
 - 定时限或者反时限过电流 TOC/IDMT
 - 采用电压制动/控制特性，利用测量电压来修正启动电流。
- 低电压段采用如下特性：
 - 定时限延时

低电压保护功能可以启用，也可以闭锁不用。 有时为了达到保护目的，需要将这两个独立的保护结合起来使用，这需要通过 VR2PVOC 适当的配置设置来实现（例如采用低电压过电流保护）。

8. 10. 2. 1 基值

VR2PVOC 功能按基准值作为启动值的整定参考值，必须以基准值的百分数设置。

IED 的通用基准值，一次侧电流（*I_{Base}*）；一次侧电压（*U_{Base}*）和一次功率（*S_{Base}*），这些参数是为功能参数整定而设置的全局基准值。定值 *GlobalBaseSel* 是选择基准值组的一个定值。

I_{Base} 应为被保护对象一次侧的额定相电流 A 值。

U_{Base} 应为被保护对象一次侧的额定线电压值，单位 kV。

8. 10. 2. 2 可能的运用

VR2PVOC 功能有以下三种使用方法：

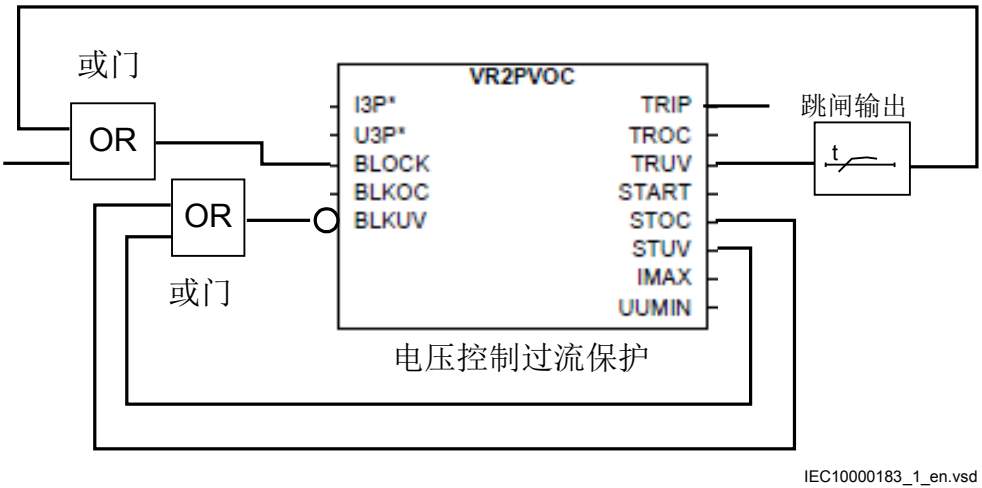
- 电压控制过电流
- 电压制动过电流
- 低电压保持的过电流保护

8. 10. 2. 3

低电压保持

如果该励磁系统为静止励磁，由于励磁系统的功率来自于发电机机端，则永久性短路电流的幅值和机端电压密不可分。如果机端发生多相故障，发电机机端电压可能跌落到很低，比如<25%，发电机故障电流可能持续低于过流保护启动值。在 0.5-1s 后，短路电流会低于额定电流，由于故障使电压自动调节器不工作，发电机励磁系统也不能从机端获得反馈。在这种情况下，采用带欠电压特性的过电流保护可以保持并跳闸。

电压制动定时限过流保护可以采用的配置如图所示，图 87。通常启动电流驱动低电压保持。低电压保护一旦被激活，它将开始计时，如果在整定时间内电压未恢复到整定值之上，将会使保护跳闸。在发出跳闸信号之后为确保保护复归，这两个保护将会被闭锁 2s。



IEC10000183_1_en.vsd

图 87: 电流启动低电压保持的逻辑图

8. 10. 3

设置指南

电压制动定时限过电流保护 (VR2PVOC) 的参数通过本地人机界面或保护和控制管理器 PCM600 来设置的。

8. 10. 3. 1

发电机和升压变压器的电压制动过电流保护

下面举例说明，如何利用 VR2PVOC 实现发电机的电压制动过电流保护。假设用以下的设置实现时间上的配合：

- 反时限过电流 TOC/IDMT 曲线： ANSI 极端反时限
- 发电机额定电压下的启动电流是发电机额定电流的 185%。
- 低于发电机额定电压的 25%时启动电流是原始启动值的 25%。

为保证保护的正确动作，可以采用以下措施：

1. 将发电机的三相电压电流与 VR2PVOC 连接。
2. 设置发电机一次侧电流值为基准电流值。
3. 以发电机额定线电压（以 KV 为单位）作为基准电压。
4. 选择 *特性* 来匹配该网络使用的电流曲线，例如采用 *ANSI 非常反时限*。
5. 必要时可以为选择的曲线设置最小动作时间，通过设置参数 *tMin*（默认值为 0.05s）来完成。
6. 设置 *StartCurr* 为 185%。
7. 设置 *VDepMode* 为 *斜率 (slope)*。
8. 设置 *VDepFact* 为 0.25。
9. 设置 *UHighLimit* 为 100%。

采用上述如此方法对 VR2PVOC 进行设置，它的保护特性通过二次系统的连接很容易实现。其他设置可以采用默认值。

8.10.3.2

低电压保持的过电流保护

为实现该功能，应该首先对过电流段进行设置：

- 设置启动电流为发电机额定电流的 135%到 150%。
- 如果不需要过电流段跳闸，可以设置延时 600.0ms。
- 设置参数 *VDepFact* 为 100%，确保过电流段启动值和发电机电压幅值无关。

Operation_UV: 参数 *Operation_UV* 设置为 *On* (投入) 来激活低电压段。

StartVolt: 低电压启动值以 *UBase* 的百分数来表示。通常设定为发电机额定电压的 70%-80%。

EnBlkLowV: 设置为 *Off* (退出) 为了闭锁低电压截断。

BlkLowVolt: 低电压中截断电压以 *UBase* 的百分数表示。该特性通过设定 *EnBlkLowV* 实现。默认值为 *UBase* 的 3%，并且在大多数情况下，这个值是合适的。

tDef_UV: 低电压段的启动和跳闸之间的时间延时。因为常做后备保护，所以常采用较长的延时，例如 3.0s。

章节 9电压保护

9.1 两段式欠电压保护 UV2PTUV

9.1.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
两段式欠电压保护	UV2PTUV	2U<	27

9.1.2 应用

两段式低电压保护（UV2PTUV）适用于电力系统任何情形，然而可靠的低电压检测是必需的。两段式低电压保护也可以为其他保护模块提供监测和故障检测功能，这可以提高整个系统在保护上的安全性。

两段低电压保护用在电力系统的元件上，如发电机，变压器，电动机和电力线路，来检测系统是否在低电压的情况下运行。低电压的情形是异常操作或者电力系统故障造成的。两段低电压保护 可以和过电流保护结合起来一起使用，低电压保护可以组成制动的过电流保护，或者和过电流保护动作出口一起组成“与门”。低电压保护在其他的应用包括检测“无电压”的情形，例如，高压线路带电之前或者为了避免大范围停电，开关自动跳闸的情形。两段低电压保护 也可以用来校正电压，如在电网中加入并联电容器组，补偿电网的无功功率，提高电网电压。低电压模块有极高的测量精度，使得该保护能用来控制无功负荷。

两段低电压保护 能把电网中的设备从电网断开，如电动机，电动机在低电压运行时易受损害。两段低电压保护 在电力系统频率稳定的情况下，低电压情况由以下原因产生：

1. 电压调压器故障或者手动控制时错误的设置（对称电压下降）。
2. 过负荷（对称电压下降）。
3. 短路，通常的单相接地故障（电压不对称下降）。

两段低电压保护 能够阻止一些灵敏性高的设备在低电压情况下运行，设备如果在低电压情形下运行，设备发热会过高，同时，设备期望的生命周期会变短。很多情况下，在电力系统的本地或者远程控制上，低电压模块在回路中都可以发挥非常有用的作用。

9.1.3 整定导则

两段低电压保护功能模块 (UV2PTUV) 的参数可以通过过本机人机界面或者 PCM 600 来设置。

电力系统中所有的低电压情形 UV2PTUV 都要考虑。同样，这些功能也要能应用到相关的设备上，包括设备的电压等级和时间特性。

低电压保护功能应用范围非常大。所有与电压相关的定值都以基准电压 U_{Base} 的百分数来表示，通常，基准电压可以设置为电力系统或者高电压设备一次侧的额定电压（线电压）。

低电压 UV2PTUV 保护模块的定值 并不是必须要设置的，因为主保护需要足够的时间来清除短路电流和接地故障。

以下为低电压保护模块实际工程应用和相关定值设置指南。

9.1.3.1 设备保护，例如电动机和发电机保护

该整定值必须低于最低“正常”电压，高于设备最小可接受电压。

9.1.3.2 断开的设备检测

该整定值必须低于最小“正常”电压，高于当设备和系统断开时由于感性或容性耦合产生的最大电压。

9.1.3.3 电源质量

考虑规章、良好惯例或其它的协定，该定值必须低于最小“正常”电压，高于最小可接受电压。

9.1.3.4 减缓电压失稳

该整定值很大程度上取决于与电力系统特性，要通过彻底仔细的研究来找到合适的值。

9.1.3.5 电力系统故障的后备保护

整定值应当低于最小“正常”电压，高于所考虑故障状态得最大电压。

9.1.3.6 两段式低电压保护的整定

以下的定值可以通过两段低电压保护模块来设置 (UV2PTUV)。

IED 通用基准值，一次侧电流 (I_{Base})，一次侧电压 (U_{Base}) 以及一次侧功率 (S_{Base})，这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 $GlobalBaseSel$ 是为了选择一个参考基准值组的定值。

ConnType: 设置测量为相-地 基波值, 相-相基波值, 相-地 有效值或相-相有效值。

投退模式: *Off/On* (退出/投入)。

UV2PTUV 功能选择测量相-地 电压, 或相-相电压, 通过参数 *ConnType* 设置。

当测量的是相地 电压, 如果:

$$U < (\%) \cdot UBase(kV) / \sqrt{3}$$

(等式 73)

当测量的是相相电压时, 保护在以下情况下动作:

$$U < (\%) \cdot UBase(kV)$$

(等式 74)

特性 1: 此参数给出了 1 段的时间延时类型。设定可为 *定时向/反时限 A/反时限 B*。具体选择哪一种类型由保护的工程应用来决定。

OpModen: 这个参数说明了有多少相电压低于设定的值, 保护才能动作。*n* (*n*=1 段和 2 段)。可以设置为 *3 选 1*, *3 选 2* 或 *3 选 3*。在很多实际应用中, 只要一相电压过低保护就会动作。如果此功能对于单相接地故障不够灵敏, 则采用 *3 选 2* 模式。

Un<: 设置保护第 *n* (*n*=1 和 2 段) 段的动作值, 以全局参数 *UBase* 的百分数给出。该参数的取值很大程度上由保护的工程应用来决定。在设置参数时, 首要考虑的是非故障情况下的最小电压。通常, 这个参数比额定电压的 90% 大。

tn: 表示 *n* (*n*=1 和 2) 段动作的延时时间, 以 s 来表示。该参数的取值很大程度上由保护的工程应用来决定。在很多实际应用中, 考虑到电力系统的短路情况或者 接地 故障, 该保护不会立即动作。保护的延时时间必须与短路电流保护相配合。

t1Min: 1 段反时限特性的最小动作时间, 以 s 为单位。对低电压模块的低电压来说, 当保护为反时限特性时, 动作时间将非常短。这可能使保护没有选择性就动作。通过设定 *t1Min* 动作时间, 就可以使保护能有选择性的动作。

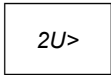
k1: 该参数为反时限特性的时间计数器。这个参数用和低电压保护的反时限延时特性时间配合使用。



当被保护的物体已经断开时, 必须对该功能实施外部闭锁。

9.2 两段式过电压保护 0V2PT0V

9.2.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
两段式零序过压保护	0V2PT0V		59

9.2.2 应用

两段式过电压保护 0V2PT0V 适用于电力系统任何情形，然而可靠的高电压检测是必需的。两段过电压保护 可以用来监测和检测电力异常情况，也可以和其他保护模块结合起来，来提高整个系统的安全性。

过电压是由电力系统的异常情况产生的。两段过电压保护 应用在电力系统的元器件上，如发电机，变压器，电动机和电力线路，来检测系统是否在高电压的情况下运行。两段过电压保护 可以和低电流信号结合起来使用，来确定终端的传输线是否已经断开。除此之外，0V2PT0V 也可以用来校正电压，如在电网中加入并联电容器组，补偿小的无功负荷，降低电网电压。低电压模块有极高的测量精度和滞后现象，使得该保护能用来控制无功负荷。

两段过电压保护 能把电网中的设备从电网断开，如电动机，电动机在高电压运行时易受损害。在电力系统频率稳定的情况下，过电压保护 0V2PT0V 对电网过电压的情形能起到很好的保护作用。过电压可以造成以下问题：

1. 各种不同类型的故障，过电压会出现在电力系统的某一个地方，这就好比一块金属连接到高电压上（断裂的导体倒在交叉的架空线上，变压器从高压绕组到低压绕组的闪络事故等）。
2. 电压调压器故障或者手动控制时错误的设置（对称电压上升）。
3. 无功负荷比无功出力小（对称电压上升）。
4. 经高阻接地系统的零序故障使得零序电压和两非故障相的电压非常大（非对称电压上升）。

两段过电压保护 能够阻止一些灵敏性高的设备在过电压情况下运行，设备如果在低电压情形下运行，设备发热过高，绝缘材料的绝缘性承受力过高，同时，设备期望的生命周期会变短。很多情况下，在电力系统的本地或者远程控制上，低电压模块在回路中都可以发挥非常有用的作用。

9.2.3 设置指南

两段式过电压保护功能模块（0V2PT0V）的参数可以通过本地人机界面或者保护和控制管理器（PCM 600）来设置。

电力系统中所有的电压情形 0V2PT0V 都要考虑。同样，这些功能也要能应用到相关的设备上，包括设备的电压等级和时间特性。

过电压保护功能应用范围非常大。所有与电压相关的参数都以基准电压的百分数来表示，通常，基准电压可以设置为电力系统或者高电压设备一次侧的额定电压（相与相之间）。

0V2PT0V 保护的时间延时 有时是必不可少的，并且延时时间和过电压的大小有关。电力系统和高电压元件能在一段时间内承受比较小的过电压，但是，当电压超出过电压范围很多时，相关的设备应该能快速跳闸。

以下为高电压保护模块实际工程应用和相关定值设置指南：

设备保护，如电动机和发电机、变压器

高电压会造成铁心过励磁和绕组绝缘的退化。参数的定值必须比最大的故障“正常”电压大，同时比设备能承受的最大电压小。

装置保护，电容器

高电压能使绝缘体和导体的绝缘退化。参数的定值必须比最大的故障“正常”电压大，同时比电容器能承受的最大电压小。

高阻接地网络

在高阻抗接地系统中，接地故障使非故障相的电压升高。两段过电压保护 可以用来检测这样的故障。参数的定值必须比最大的故障“电压”高，同时比故障期间最小的故障电压小。金属性的单相接地故障使得非故障相电压是正常电压的 $\sqrt{3}$ 倍。

以下的定值可以通过两段式过电压保护模块来设置

IED 通用基准值，一次侧电流（ I_{Base} ），一次侧电压（ U_{Base} ）以及一次侧功率（ S_{Base} ），这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 $GlobalBaseSel$ 是为了选择一个参考基准值组的定值。

ConnType: 该定值用来确定测量的电压是哪一种电压，如相地基波电压，相相基波电压，相地电压有效值或者相相电压有效值。

投退模式 Off/On（退出/投入）。

两段过电压保护测量相地电压，或者线电压可以选择。当测量到的电压高于电压设定好的定值 U_{Base} 。即相-对地电压过电压：

$$U > (\%) \cdot \frac{U_{Base}(kV)}{\sqrt{3}} \quad (\text{等式 75})$$

当测量的是相相电压时，保护在以下情况下动作：

$$U > (\%) \cdot U_{Base}(kV) \quad (\text{等式 76})$$

特性 1: 这个参数说明了保护延时时间的类型。可以设置为：定时间/反时限 A/反时限 B/反时限 C。具体选择哪一种类型由保护的工程应用来决定。

OpMode: 这个参数说明了有多少相电压高于设定的值，保护才能动作。可以设置为 3 选 1，3 选 2 或 3 选 3。在很多实际应用中，只要一相电压过高保护就会动作。如果此功能对于单相接地故障 3 选 3 可以选择，因为单相接地故障时，非故障相电压将会升高。

Un>: 设置 n 段（n=1 和 2）过电压的动作值，以全局基准值 UBase。该参数的取值很大程度上由保护的工程应用来决定。在设置参数时，首要考虑的是非故障情况下的最大电压。通常，这个参数比额定电压的 110% 小。

tn: n 段动作的延时时间，以 s 来表示。该参数的取值很大程度上由保护的工程应用来决定。在很多实际工程应用中，过电压保护能阻止被保护的设备受到损害。过电压保护的动作时间非常重要，以免变压器出现过励磁的情形。过电压保护延时时间必须和电力系统自动开关动作时间相匹配。

t1Min: 保护 1 段最小的动作时间，以 s 来表示。对过电压模块来说，当保护为反时限特性时，动作时间将非常短。这可能使保护没有选择性就动作。设定 t1Min 比理论动作时间长，就可以使保护能有选择性的动作。

k1: 该参数为反时限特性的时间系数，这个参数用于和其它过电压保护的时限特性时间配合使用。

9.3 两段式零序过电压保护 ROV2PTOV

9.3.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
两段式零序过压保护	ROV2PTOV	3U0>	59N

9.3.2 应用

两段式零序过电压保护 ROV2PTOV 主要应用在经高阻接地的配电网，常作为馈线和变压器接地保护的后备保护。为了提高各种接地故障保护动作的安全性，零序过电压信号可以作为其它保护开放信号。零序电压可以通过变压器中性点测量，也可以通过电压互感器开口三角形绕组测量。零序电压值还可以根据保护测量到的三相电压，在继电器内部计算出来。

在经高阻接地系统中，系统零序电压在任何接地故障时，其值都会升高。不同的故障类型和接地阻抗，零序电压的测量值都会不同。最大的零序电压可以达到单相对地额定电压的三倍。零序电压的增量在整个电力系统的都接近，据此

用户很难找到发生故障的元器件。因此，ROV2PT0V 常作为馈线接地故障的后备保护或者保护的开放信号。

9.3.3

整定导则

两段式过电压保护功能模块（OV2PT0V）的参数可以通过本地人机界面或者 PCM600 来设置的。

电力系统中所有的电压情形 ROV2PT0V 都要考虑。同样，这些功能应用到相关的设备时，应考虑包括设备的电压等级和时间特性。

零序过压保护应用的范围非常广。基准电压可以设置为电力系统一次侧的额定电压（相与相之间）或者高电压设备的额定电压，所有与电压相关的参数都可以用基准电压的百分数来表示。

ROV2PT0V 保护的延时时间并不是很重要，因为零序电压与高阻抗系统的接地故障有关，接地故障应考虑主保护有足够的时间来切除故障。在一些特定的情形中，过压保护常用来保护一些专用设备，延时时间可以更短。

以下为零序电压保护模块实际工程应用和相关定值设置指南：

9.3.3.1

设备保护，如电动机和发电机、变压器

高零序电压值预示着系统中存在接地故障因此，或许故障正位于二段式零序过压保护（ROV2PT0V）的元器件上。经过一段时间的延时后，主保护跳开故障装置，零序电压保护跳开故障设备。参数的定值必须比最大的故障“正常”零序电压大，同时比设备能承受的最大零序电压小。

9.3.3.2

基于零序电压保护的定子接地保护

发电机定子槽和定子铁芯短接是最常见的发电机电气故障。该故障一般是由机械或者发热对绝缘材料或者定子线圈防晕漆造成损害所造成的。由于匝间短路很难识别，故障很容易发展成为接地短路，继而发电机定子接地保护动作跳闸。大多数国家实际工程中通过发电机中性点经电阻接地，将一次侧最大短路电流限制在 5-10A。也经常使用谐振电阻器，将故障电流限制在 1A 以下。在这两种情况下，接地故障期间定子中的暂态电压将保持在一个可以接受的水平，并且这个接地故障持续时间不到 1s，给定子绕组带来的损害是微不足道的。

本保护中采用的零序过电压保护功能可以适合于连接不同的电压互感器。

1. 电压互感器（或者配电变）接在发电机中性点与地之间。
2. 三相电压互感器接在发电机高压侧（这种情况下，零序电压将通过 IED 内部计算）。
3. 带开口三角形绕组的电压互感器接在发电机高压侧。

这三种连接如下所示：图 88。根据设定值和故障过渡电阻，这种保护可以保护定子绕组的范围为 80-95%。因此，该保护通常设定在离中性点 5%以外定子接地时，带有 0.5s 延时动作。这样该保护就可以保护 95%的定子绕组。该保

护区域还可以延伸到发电机母线，变压器单元的低压绕组，以及发变组单元的辅助变压器高压侧绕组。该保护定值可以设置很低，因为发电机中性点电阻通常可以限制变压器高压侧传递过来的中性点暂态零序电压的值，一般使得暂态电压为高压侧最大值的 2-3%。

发电机与变压器中间带有断路器的发变机组需要一个三相电压互感器，该电压互感器连接在位于变压器低压侧和发电机断路器中间的那条母线上（如图 88 功能 3 所示）。互感器二次侧开口三角形绕组用于连接零序过电压保护，通常设定为 20-30%，当发变机组中发电机侧断路器断开时可以为变压器低压侧和分段母线提供接地保护。

两段式零序电压保护 可以用于所有的三相设备。零序电压保护基于电压基频分量测量和动作。在所示的发电机中可以有效地减小三次谐波的影响。

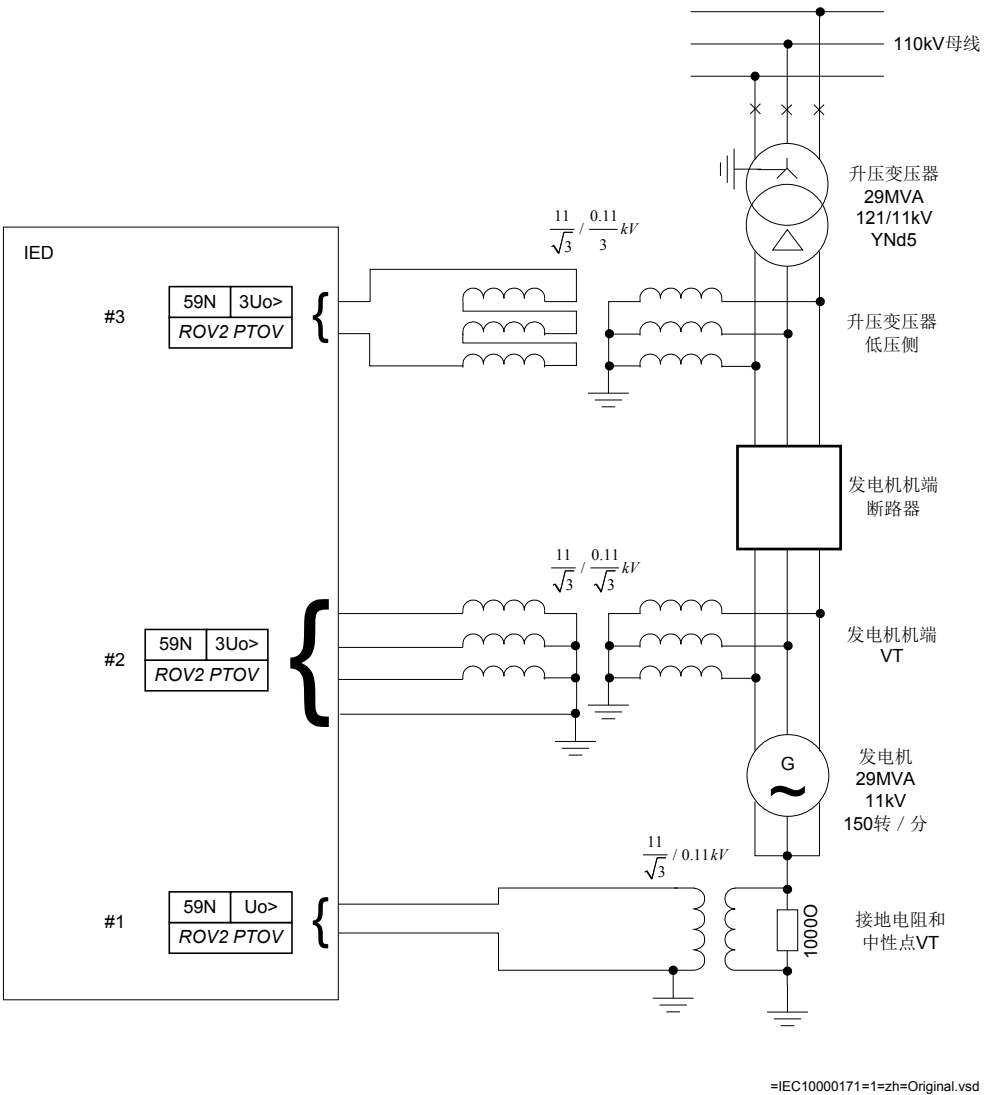


图 88: 定子电压接地保护
 两段零序过电压保护 应用 #1

两段零序过电压保护连接到电压互感器（或者配电变压器），位于发电机中性点。

1. 正是这种连接方式，两段式零序过电压保护可以测量发电机中性点电压 U_o 。发电机高压侧发生单相接地故障，产生的最大零序电压 U_o 为：

$$U_{o_{Max}} = \frac{U_{Ph-Ph}}{\sqrt{3}} = \frac{11kV}{\sqrt{3}} = 6.35kV$$

(等式 77)

2. IED 需要利用电压互感器的一个输入。该电压互感器的变比需要根据中性点变压器的变比来确定。对于上例，一次侧和二次侧额定电压分别为 6.35 kV 和 110V。
3. 发电机额定线电压设定为基准值。由此上例中 $U_{Base}=11\text{ kV}$ 。该功能不直接设定基准电压值，而是通过 *全局基准值选择* 参数来确定。
4. 二段式零序保护中基准值已经乘以 $\sqrt{3}$ ，所以也可使用 U_o 最大值做基准值。所以，如果是从离中性点 5% 开始，那么二段式零序保护的启动值应设定为 $U_I \geq 5\%$ 。
5. 定时限延时设定为 0.5s。

两段零序过电压保护 应用 #2

两段零序过电压保护连接在一个三相电压互感器，位于发电机高压侧。

1. 如此连接，二段零序过压保护计算的零序电压是发电机高压侧的值（即 $U_o=U_{L1}+U_{L2}+U_{L3}$ ）。发电机高压侧发生单相接地故障，产生的最大零序电压 U_o 为 $3U_{o_{Max}}$ ：

$$3U_{o_{Max}} = \sqrt{3} \cdot U_{Ph-Ph} = \sqrt{3} \cdot 11kV = 19.05kV$$

(等式 78)

2. IED 需要使用这三个电压互感器的输入。电压互感器的变比需要根据电压互感器的变比进行设置。对于上例，一次侧和二次侧的电压互感器额定值分别为 11 kV 和 110 V。
3. 发电机额定线电压设定为基准值。由此上例中 $U_{Base}=11\text{ kV}$ 。该功能不直接设定基准电压值，而是通过 *全局基准值选择* 参数来确定。
4. 两段零序过电压保护 二段式零序保护中基准值已经乘以 $\sqrt{3}$ ，所以电压基准值为 6.35kV。这个值比 $3U_o$ 最大值小三倍。因此，如果是从远离中性点 5% 开始，二段式零序过电压保护启动值应设定为 $U_I \geq 3 \cdot 5\% = 15\%$ （例如是希望区域的三倍）
5. 定时限延时设定为 0.5s。

两段零序过电压保护 应用 #3

两段零序过电压保护与开口三角形电压互感器相连，位于发电机高压侧或者变压器单元的低压侧。

1. 这样连接，使得二段式零序过电压保护可以测得发电机高压侧的零序电压 $3U_o$ 。发电机高压侧发生单相接地故障，产生的最大零序电压 U_o 为 $3U_{o_{Max}}$ ：

$$3U_{O_{Max}} = \sqrt{3} \cdot U_{Ph-Ph} = \sqrt{3} \cdot 11kV = 19.05kV$$

(等式 79)

2. IED 需要利用电压互感器的一个输入。变压器变比需要根据开口三角形绕组的变比做相应设置。本例中，一次侧和二次侧额定电压为 19.05 kV 和 110 V。
3. 发电机额定线电压设定为基准值。由此上例中 $U_{Base}=11\text{ kV}$ 。该功能不直接设定基准电压值，而是通过 *全局基准值选择* 参数来确定。
4. 两段零序过电压保护 二段式零序保护中基准值已经乘以 $\sqrt{3}$ ，所以电压基准值为 6.35kV。这个值比 $3U_o$ 最大值小三倍。因此，如果是从远离中性点 5%开始，二段式零序过电压保护启动值应设定为 $U_{I>3} \cdot 5\% = 15\%$ （例如是希望区域的三倍）
5. 定时限延时设定为 0.5s。

9.3.3.3

电源质量

由于规章、良好惯例或其它的协定，该定值必须高于最大的“正常”零序电压，低于可接受的最大零序电压。

9.3.3.4

高阻接地网络

在高阻抗接地系统中，接地故障在变压器的中性点产生了零序电压。两段式零序过电压保护 ROV2PTOV 用来跳闸该变压器，作为馈线 接地故障保护的后备保护，并作为变压器一次侧 接地故障保护的后备保护。参数的定值必须比最大的故障“正常”零序高，同时比故障期间最小的故障电压小。金属性的单相 接地故障使得变压器的中性点电压等于正常情况下相地电压。

测量相地电压的电压互感器同时测量故障相的零序电压。两个非故障相将测量相与相之间的线电压，因为此时 地 和故障相相连接在一起，中性点电压就是相地电压。零序过电压将是相地电压的三倍。参见 [图 89](#)。

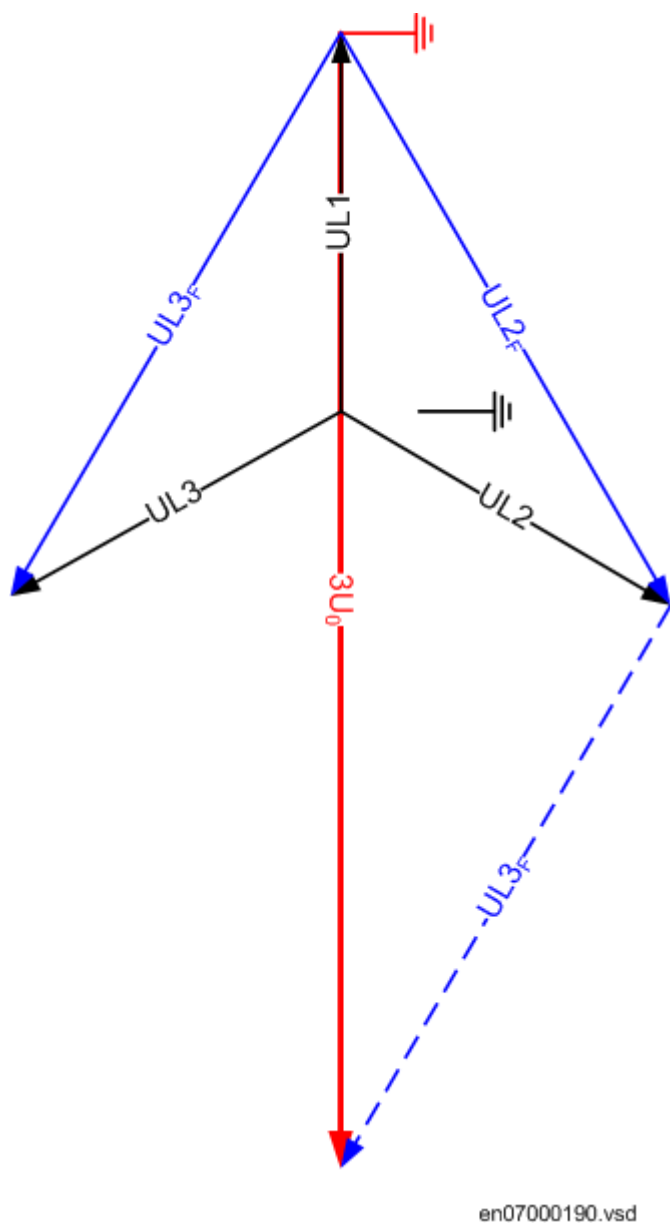


图 89: 非有效接地系统

9.3.3.5

直接接地系统

在中性点直接接地系统，一个接地故障意味着该相电压骤降。两非故障相对地电压是正常的相电压。零序电压总和与相对地电压相等。参见图 90.

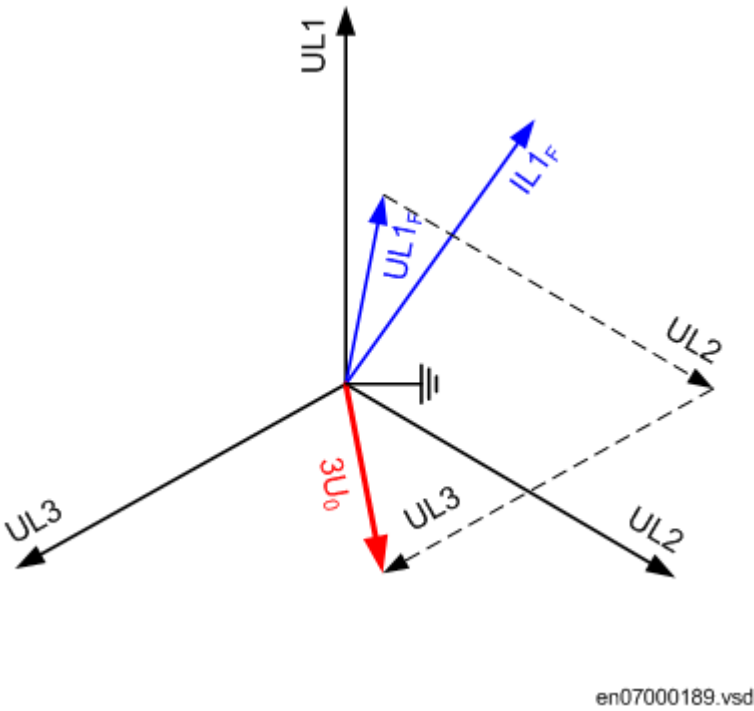


图 90: 直接接地系统

9.3.3.6

两段式零序过电压保护的整定

IED 通用基准值, 一次侧电流 (I_{Base}), 一次侧电压 (U_{Base}) 以及一次侧功率 (S_{Base}), 这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 $GlobalBaseSel$ 是为了选择一个参考基准值组的定值。

投退模式: *Off* (退出) 或者 *On* (投入)

U_{Base} 作为参考基准电压定值。继电器可以通过不同的方式来获得电压:

1. IED 的电压通过电压互感器组获得, 此时, 零序电压由保护软件中的相-地电压计算获取。
2. IED 的电压通过带开口三角形绕组的电压互感器获得。在开口三角形绕组中, 该电压是 $3U_0$ (单个输入)。在应用手册的整定章节讲述怎样设置模拟量输入。
3. IED 的电压通过单个电压互感器获得, 这个电压互感器连接到电力系统电压互感器的中性点上。在这种连接方式下, 该电压是 $U_N=U_0$ (单个输入)。在应用手册的整定章节讲述怎样设置模拟量输入。ROV2PTOV 保护功能模块将测量零序电压和相应的额定相地电压, 对于高阻抗接地系统。这个测量值建立在中性点电压位移之上。

特性 1: 这个参数说明了保护延时时间的类型。 可以设置为 *定时限* 或者 *反时限曲线 A* 或者 *反时限曲线 B* 或者 *反时限曲线 C*。具体选择哪一种类型由保护的工程应用来决定。

$U_{n>}$: 设置保护第 n ($n=1$ 和 2 段) 段的过电压动作值, 以对应全局参数 U_{Base} 的零序电压的百分数给出:

$$U > (\%) \cdot U_{Base}(kV) / \sqrt{3}$$

该参数的定值取决于保护所需的灵敏性和系统的接地。在非有效 接地 系统中, 零序电压最大可以达到相地 间的额定电压, 即 100% U_{Base} 。

在有效接地 系统中, 该值取决于 Z_0/Z_1 之比。检测高阻 接地故障的定值必须基于网络计算。

t_n : 保护第 n ($n=1$ 段和 2 段) 段动作的延时时间, 以 s 来表示, 该参数的取值很大程度上由保护的 实际工程应用来决定。在很多实际工程应用中, 过电压保护能阻止被保护的 设备受到损害。过电压保护的 动作时间非常重要, 以免 变压器出现过励磁的情形。过电压保护延时时间必须和电力系统自动开关动作时间相匹配。

$t1Min$: 保护 1 段最小的动作时间, 以 s 来表示。对过电压模块来说, 当保护为反时限特性时, 动作时间将非常短。这可能使保护没有选择性就动作。设定 $t1Min$ 比计算动作时间长, 就可以使保护能有选择性的动作。

$k1$: 该参数为反时限特性的时间系数。这个参数用于和低电压保护的 反时限延时特性之间的时间配合时使用。

9. 4 过励磁保护 OEXPVPH

9. 4. 1 标识

功能说明	IEC 61850 辨识	IEC 60617 辨识	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
过励磁保护	OEXPVPH	U/f >	24

9. 4. 2 应用

过励磁保护 (OEXPVPH) 有电流输入, 以允许计算负荷电流对感应电压的影响。这是计算磁性流量比较准确的一种方法。当变压器为单向负荷潮流时, OEXPVPH 功能的测量电压应该从馈线侧获得。

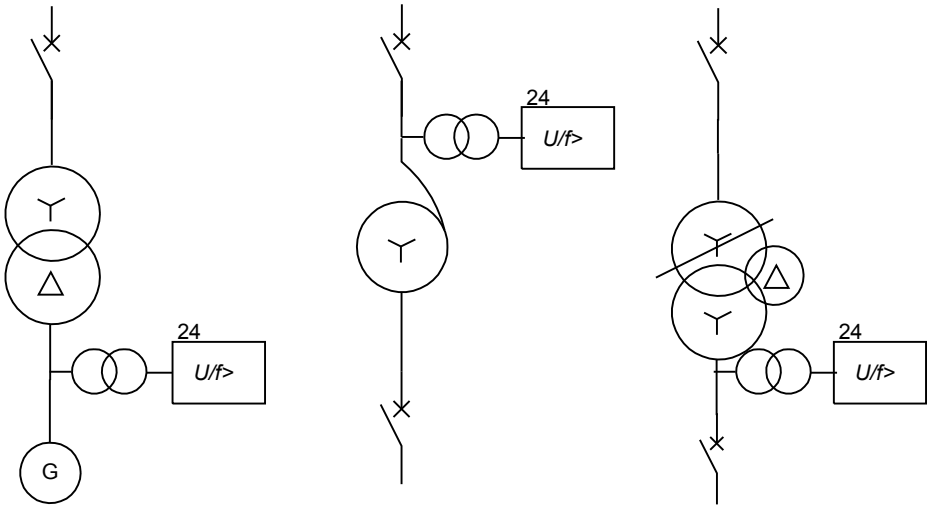
过励磁期间, 关键部分会积聚热量, 当励磁回到正常值时, 积聚的热量会逐渐减少。如果结果在很短的时间间隔内, 新的周期又发生了过励磁现象, 则关键部位会从更高的值开始发热, 所以, OEXPVPH 必须有热记忆性。冷却时间常数取值范围为 20 分钟。

当配置为单个线电压输入，计算需使用单个相间电流。在对称系统中，它与线电压之间的夹角等于相电流和对应相电压之间的夹角。在对称系统中，相电流和相电压是对应的，单个相间电流相角和相相之间的电压是对应的。如果可以的话，建议配置三相电压和电流输入，使用电压电流正序分量。



模拟量不能从装有有载调压变压器绕组侧获得。

变压器的不同连接方式见图 91.



en05000208.vsd

图 91: 过励磁（电压/频率）保护的连接方式

9. 4. 3

设置参数指南

9. 4. 3. 1

对输入信号和输出信号的建议

关于参数设置方面的内容，请查阅技术手册(TM) 。

输入信号的建议

请参考保护默认的出厂配置。

BLOCK（闭锁）：该输入会闭锁过励磁保护功能模块 OEXPVPH，例如在某些特定的运行期间，可以使用该参数在限定时间里闭锁保护。

RESET（复位）：OEXPVPH 保护有热记忆性，使得保护复归需要很长的时间。当复归信号被激活时，保护就会复归。

输出信号的建议

请参考保护默认的出厂配置。

启动: 该 启动输出表明 $V/Hz>>$ 的值已经达到。该参数用来启动时间计量。

TRIP: 当 U/f 值达到设定好的定值时，经过一定的动作时间，跳闸就被激活。该跳闸信号用来使断路器跳闸。

ALARM: 当告警的值达到定值，并且告警定时器时间已经到达时，该信号被激活。当系统电压很高时，该输出给操作员发送一个告警信号。

9.4.3.2

定值

过励磁保护 OEXPVPH 的参数是通过本地人机界面 (LHMI) 或 PCM600 加以设置。

IED 通用基准值, 一次侧电流 (I_{Base})，一次侧电压 (U_{Base}) 以及一次侧功率 (S_{Base})，这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 $GlobalBaseSel$ 是为了选择一个参考基准值组的定值。

投退模式: 过励磁保护 OEXPVPH 可设为 *On* (投入)/*Off* (退出)。

$V/Hz>$: 反时限特性的启动值。保护动作基于额定电压和额定频率之间的关系，且参数单位是百分数。该参数的值由变压器的能力曲线来确定，正常情况下，该参数的定值在额定值的 108-110% 上下波动。

$V/Hz>>$: 在过励磁情况，定时限延时时间为 $tMin$ 的启动值。保护动作基于额定电压和额定频率之间的关系，且参数单位是额定值的百分数。该参数的值由变压器的能力曲线来确定，正常情况下，该参数的定值在额定值的 110-180% 上下波动。该参数的定值必须大于拐点的值，该拐点为特性曲线直线高处变为直线处。

$kForIEEE$: 反时限特性的时间常数。应选择一个和变压器性能最匹配的值。

$tMin$: 保护动作的时间，当电压大于设定值 $V/Hz>>$ 。该参数值必须和高电压的性能相匹配。典型值是 1-10s。

$AlarmLevel$: 该参数表示保护告警的值，以保护跳闸值的百分数来表示。告警值一般设置为保护跳闸值的 98%。

$tAlarm$: 当电压或者频率达到保护设定的报警值时，保护经多长的时间报警。典型值是 5s。

9.4.3.3

运行报告

在调试和运行期间，很多内部参数可作为运行值而得到。跳闸的剩余时间（以 s 为单位）TMTOTRIP，磁通密度 VPERHZ，内部热容量 (THERMSTA)，以跳闸值的百分数来表示。这些值可以通过本地人机界面，变电站自动化 (SA) 系统和 PCM 600 得到。

9.5 基于 3 次谐波的 100%定子接地保护 STEFPHIZ

9.5.1 标识

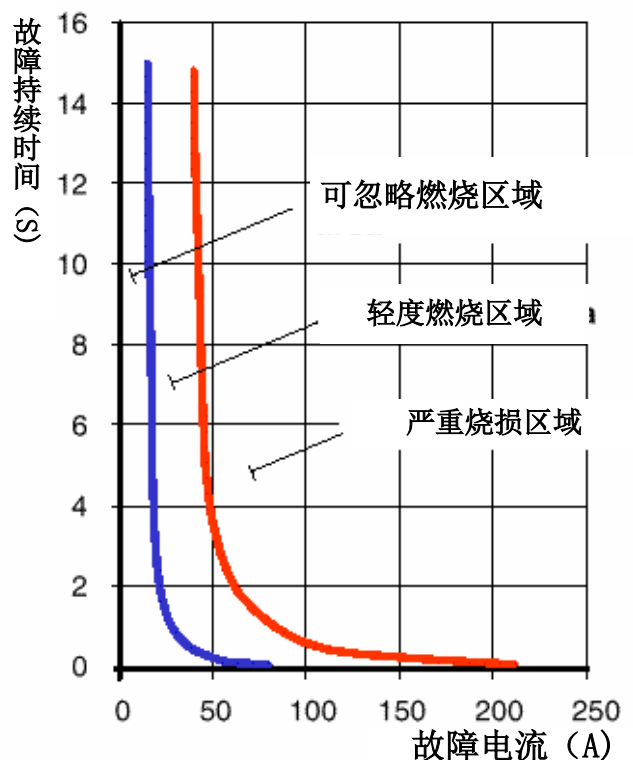
功能描述	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
100% 定子 接地 保护，基于三次谐波	STEFPHIZ	-	59THD

9.5.2 应用

发电机定子接地保护检测大型发电机和连接到他们的电力变压器的接地故障的保护，最好应能够检测小接地漏抗电流（几千欧的等效电阻），即使发生在发电机中性点附近。接近中性点的高电阻接地故障，本身并不致命，但无论如何必须进行检测，以防止两点接地故障，当另一 接地故障发生时，例如在靠近发电机终端。这种两点故障可能是灾难性的。

在槽和定子铁芯定子绕组之间短路是最常见的发电机电气故障类型。大中型发电机通常有高阻抗接地阻抗，即 地与中性点之间的阻抗。该电阻会使得发电机的高压侧直接接地产生范围在 3-15 安培的接地故障电流，在发生直接 接地故障直接在发电机高电压端。这个相对较小的接地故障电流（只是一个 接地故障）给发电机的热和机械应力相对较少，例如与相间短路比较。虽然和发电机内部的短路故障相比电流很小，允许较长的故障时间，但接地故障必须被检测并且使发电机跳闸。

发电机接地故障电流幅值和接地故障时间以及后果的关系，如图所示 [92](#).



=IEC06000316=1=zh=Original.vsd

图 92: 发电机接地故障电流幅值与接地故障时间与后果的关系

如前所述，为大中型发电机，通常的做法是机组经高阻抗接地。最常见的接地系统是利用中性点电阻接地，使在机端直接接地的故障电流限制在范围 3 – 15A 内。即使接地故障在发电机高压侧。这种方式的一个版本是接地点使用一种单相配电变压器，高压侧是连接中性点和地，并在变压器低压侧的并接等效电阻。其他类型的发电机组接地方式，如直接接地方式为中性点直接接地，但相当罕见。

发电机组在额定非故障运行时，中性点电压接近于零，并且发电机中没有零序电流流过。当相对地发生故障时，中性点基波频率的电压的将会增加，将会有基频电流通过中性点电阻。

为了检测发电机组绕组的接地故障，可以使用中性点过电压保护，中性点过流保护，零序过电压保护或零序差动保护。这些保护都很简单，并且已经使用了很多年。但是，这些简单的方案至多只能保护定子绕组的 95%。他们还留下中性点末端附近的 5% 范围不能被保护。在不好的情况下，这个盲区可能从中性点延伸到 20%。一些不同的接地故障保护解决方案如图所示 [93](#) 和图 [94](#)。

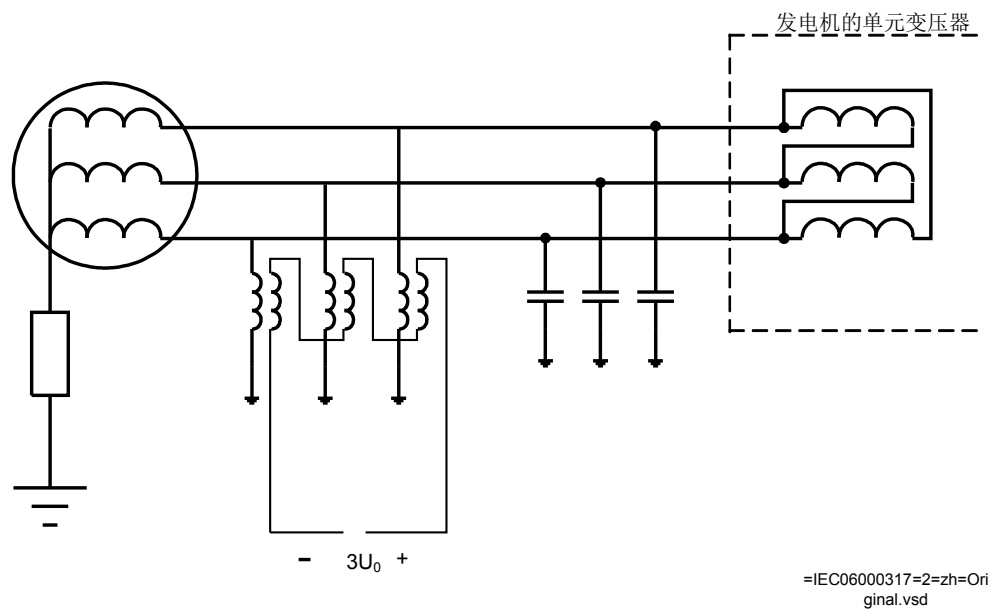


图 93: 电压互感器三相电压和开口三角形电压的测量 U_0 电压

或者可以测量零序电流，如图 95

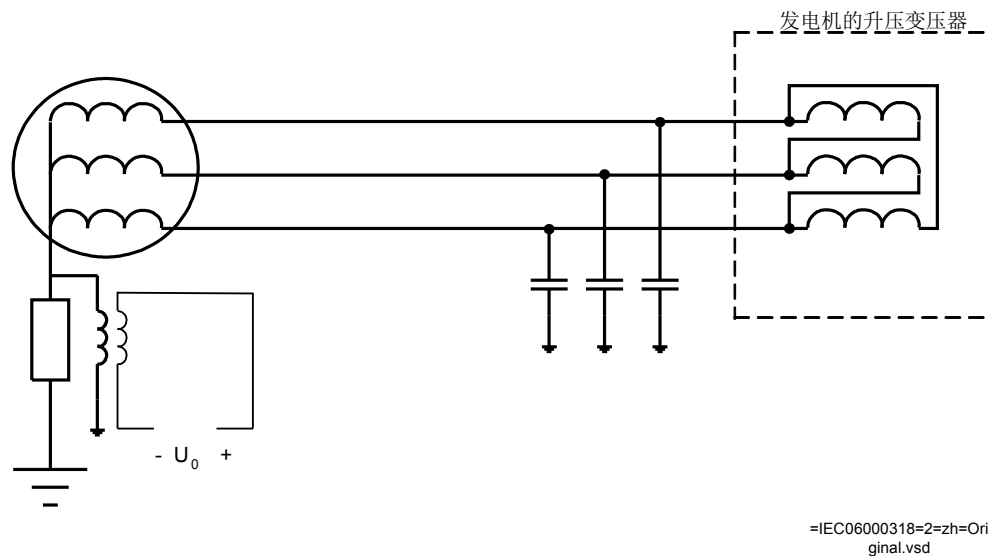


图 94: 中性点电压互感器测量中性点电压（即 U_0 电压）

在某些应用中，中性点电阻连接到单相配电变压器的低压侧，连接到发电机的中性点。在这种情况下，电压测量可直接测量二次侧电阻电压。

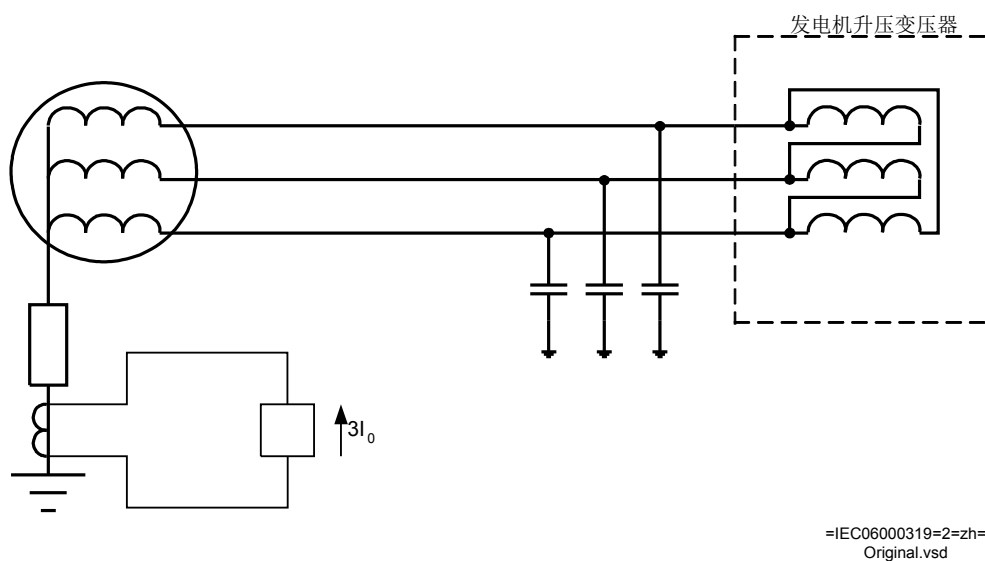


图 95: 中性点电流测量

在一些电厂中性点电阻安装于发电机组变压器中性点，如果有多个发电机连接到同一母线，经常被采用。检测 接地故障可通过电流测量实现，如图所示 [96](#).

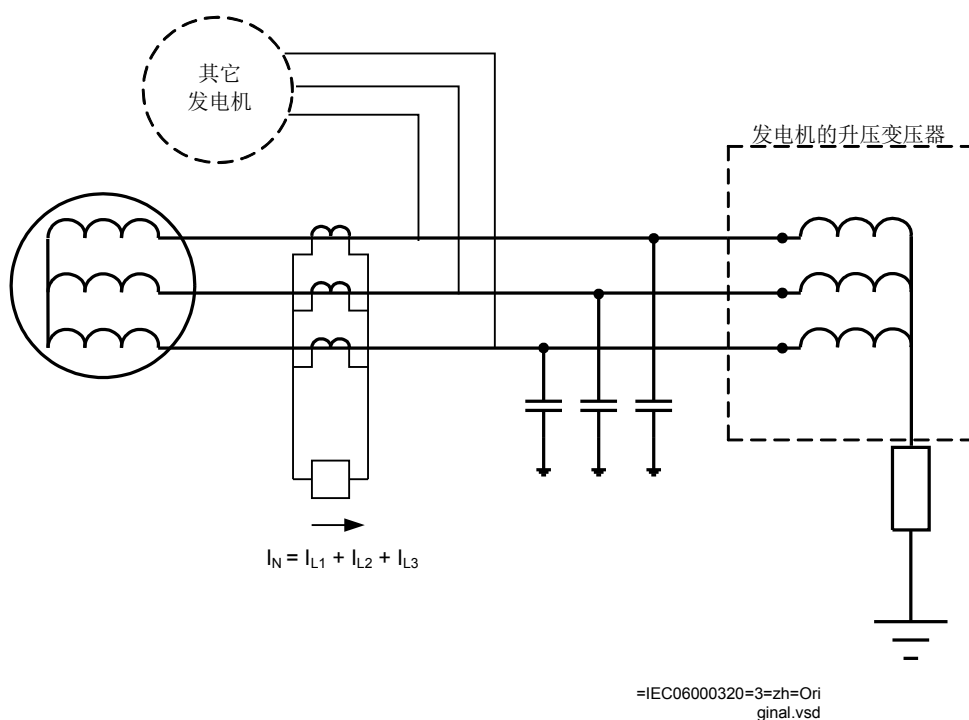


图 96: 零序电流测量

这一解决方案有一个困难是，电流互感器变比通常是如此之大，使二次故障零序电流会很小。但不平衡零序电流，由于三相电流互感器之间的差异，在二次

侧可与接地故障电流在同一水平，因此如果物理条件可能，建议使用专用电缆电流互感器测量电流 $3I_0$ 以提高精度。

如上所述，将有非常小的中性点电压或零序电流，如果定子接地故障靠近发电机中性点。这种故障的概率是相当小，但不为零。对于小型发电机的风险，不检测的定子接地故障，接近中性点的可以接受。对于大型发电机，往往要求，必须检测这些故障。因此，需要一个特殊的的中性点末端接地故障保护 STEFPHIZ，功能 STEFPHIZ 可以以多种方式实现。有两个主要原理是：

- 3 次谐波电压检测
- 中性点电压注入

3 次谐波电压检测是基于发电机产生一定程度的三次谐波电压的事实，三次谐波电压在三相有相同的相位角。这意味着在正常运行中的发电机中性点将会有一定的谐波电压。这些分量是用于检测发电机的接地故障，特别是接近于中性点的故障。

如果发电机总产生的 3 次谐波电压非常小，二次侧小于 0.8V，不能使用 3 次谐波原理的接地保护。

在 REG650 有这个保护功能，采用 3 次谐波电压差动原理的接地保护。

9.5.3

设置指南

100%定子接地保护，基于三次谐波（STEFPHIZ）原理，保护利用发电机自己产生的 3 次谐波电压进行判断。为了确保保护的可靠运行，3 次谐波电压至少要达到发电机额定电压的 1%。

Operation: 参数 *Operation* 用来设定功能 *On* (投入) / *Off* (退出)。

IED 的基准值，一次侧电流 (I_{Base})，一次侧电压 (U_{Base}) 以及一次侧功率 (S_{Base})，这些参数是 GBASVAL 为功能参数整定而设置的全局基准值。定值 *GlobalBaseSel* 是选择基准值组的一个定值。整定值 U_{Base} 设置为发电机的额定线电压，单位 kV。

TVoltType: STEFPHIZ 功能需要有发电机中性点的电压互感器提供电压。定值 *TVoltType* 定义了该保护功能怎样由发电机的高压侧的电压互感器提供电压。可选择的参数值为：

- *NoVoltage* 当发电机机端没有电压互感器时，使用该选项。在这种情况下，保护可作为 3 次谐波欠电压保护。
- *ResidualVoltage* 当保护测量的 $3U_0$ 电压由一个发电机机端的开口 三角形绕组提供时，使用该选项。该值为推荐值，可选择。
- *AllThreePhases* 当保护由机端三相电压互感器提供电压信号时，使用该选项。三次谐波零序电压即来自相电压。
- *A 相, B 相, C 相*，当在发电机机端只有一个单相电压互感器时，使用该选项。

β 定值给出了发电机中性点的 3 次谐波电压用作制动量的比例。定值 β 必须设置，使发电机在正常运行和非故障运行时不会跳闸。另外，如果 β 设置得很高，就会限制定子绕组接地保护的范围。在大部分的情况下，默认的设置 3.0 可以给出接地故障发生在定子绕组中性点附近时，可接受的灵敏度。一种确保最佳性能的方法是在发电机正常运行下进行测试（或在调试期间）。保护功能自身可查看调试所需求的信息：

- UT3, 3 次谐波电压（发电机机端）
- UN3, 3 次谐波电压（发电机中性点）
- E3, 感应的 3 次谐波电压总量
- ANGLE, 电压相量之间的相角差（UT3 和 UN3）
- DU3, 为 UT3 和 UN3; ($|UT3 + UN3|$) 之间的差值
- BU3, 制动电压 ($\beta \times UN3$)

对于发电机不同的运行点（P 和 Q），可以将差动电压 DU3 和制动电压 BU3 进行比较，并且可以选择合适的因子 β 来确保安全性。

CBexists（是否有机端断路器）：*CBexists* 设为 Yes 为存在发电机的断路器（指发电机和变压器之间的断路器）

FactorCBopen: 整定值 *FactorCBopen* 在发电机断路器分位情况下给出一个常数用来乘以 β 如果发电机断路器跳开，输入 CBCLOSED 为 FALSE 并且 *CBexists* 设置为 Yes。

UN3rdH: 整定值 *UN3rdH* 提供低电压动作值（如果 *TVoltType* 设为 *NoVoltage*）。在所有的机端有连接电压的选择中，该设置不被激活，动作基于比较电压 DU3 与制动电压 BU3。该设置以额定相-地电压的百分数表示。该设置应当基于中性点 3 次谐波电压（正常运行时的测量值）整定。

UNFund: *UNFund* 给出基于基频零序电压的定子接地保护定值。以额定相-地电压百分数表示。通常设置范围为：5 - 10%。

UT3B1kLevel: *UT3B1kLevel* 提供发电机机端侧的 3 次谐波电压定值。如果测量电压值小于定值，保护将被闭锁。该定值以额定相-地电压的百分数整定。该定值通常为 1%。

t3rdH: *t3rdH* 提供 3 次谐波定子接地保护跳闸延时。该值以秒为单位。通常，一个相对较长的延时（大约 10s）是可以接受的，当接地电流很小的时候。

tUNFund: *tUNFund* 给出基于基频零序电压的定子接地保护的延时。该定值以 s 为单位。在 0.5-2s 的延时是可以接受的。

9.6

转子接地保护

发电机转子绕组和辅助直流电路与地完全绝缘。单一的接地故障只会产生较小的故障电流。但是，第二点的接地故障将会产生严重后果。取决于两故障的位置，可产生如下运行后果：

- 发电机部分或者全部失磁
- 转子励磁回路的大直流电流
- 转子震动
- 转子移位严重，造成定子机械损伤

因此，大型发电机转子回路都具有检测第一处接地故障的保护功能，根据故障电阻来决定发告警或者切机。



转子接地故障保护可以与发电机所需的其他保护集成在一台 IED 内。在说明书 1MRG001910 中描述了如何使用 COMBIFLEX 的注入单元 RXTTE4。

章节 10 频率保护

10.1 低频保护 SAPTUF

10.1.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
低频保护	低频率保护	$f <$	81

10.1.2 应用

低频保护 SAPTUF 能应用到电力系统的任何情形中，它能用来检测电力系统的基波电压频率是否过低。电力系统的频率和频率的变化率，是实际发电量和负荷需求不相等的一个度量标准。电力系统基波频率过低表明发电量太低，不能满足电力负荷的需求。低频率保护能检测以上这样的情况，并发出一个信号，使系统能甩负荷，发电机增加发电出力，调整高压直流输电设定值或者启动燃气轮机等。有时，并联电抗器也会自动断开开关，来降低电力系统的电压，同时，降低负荷对电压的依赖性。低频率保护非常灵敏精确，当频率稍稍偏离设定值时，该保护就会警告操作者，使用户有足够的时间手动操作。低频信号也能用在过励磁检测中。某种情况下，升压变压器和发电机连接，但是和电网断开。如果此时发电机仍然带电，因为低频的原因，电力系统就会过励磁。

10.1.3 整定导则

低频保护 SAPTUF 的参数 通过本地人机界面或保护控制管理器（PCM600）来设置的。

凡是有 SAPFRC 实现功能的系统， 都要考虑其频率和电压幅值条件。 同样，这些功能也要能应用到相关的设备上，包括设备的频率和时间特性。

SAPFRC 有两个特定的应用领域：

1. 保护设备不受低频的损害，如发电机，变压器和电动机。 过励磁也和低频有关
2. 保护整个电力系统，或者部分电力系统，使电网不受到破坏，在发电量不足的情况下可以通过甩负荷来实现。

低频保护的 START（启动） 值以 HZ 来设定。 所有与电压相关的设备都以基准电压的百分数来表示。

低频率保护 不是瞬时保护，因为频率和系统惯性的运动有关，但是，保护在不同情况下动作时，动作的时间和频率的步长是非常重要的，有时，保护需要在非常短的时间里动作，如 70ms。

以下为低频保护模块实际工程应用和相关定值设置指南：

设备保护，如电动机和发电机

参数的定值必须比最小的“正常”频率小，比设备能承受的最小频率大。

电力系统保护，通过甩负荷来实现

参数的定值必须比系统最小的“正常”频率小，比电站或者敏感负荷能承受的最小频率大。 参数的等级、参数等级的数目和最大最小等级之间的步长（时间或者频率）很大程度上取决于所在的电力系统。 相对于“电力系统的大小”来说，“最大的甩负荷”这个值是一个非常重要的参数。 在大的电力系统中，当出现甩负荷情况时，此时设定的频率相对来说比较高，延时时间并不是非常重要。 在小电力系统中， START（启动） 频率必须设置为一个非常小的值，延时时间必须设置得更小。

10.2 过频率保护 SAPTOF

10.2.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
过频率保护	SAPTOF	$f >$	81

10.2.2 应用

过频率保护 SAPTOF 能应用到电力系统的任何情形中，它能用来检测电力系统的基波电压频率是否过高。 电力系统的频率和频率的变化率，是实际发电量和负荷需求不相等的一个度量标准。 电力系统基波频率过高表明，和电力负荷相比，电力系统发电量太大。 SAPTOF 能检测以上这样的情况，并发出一个信号，使系统能甩负荷，发电机增加发电出力，调整高压直流输电设定值等。 SAPTOF 过频保护非常灵敏精确，当频率稍稍偏离设定值时，该保护就会警告操作者，使用户有足够的时间手动操作。

10. 2. 3 整定导则

过频率保护模块（SAPTOF）的参数是通过本地人机界面或者保护和控制管理器（PCM 600）来完成的。

凡是有 SAPTOF 实现功能的系统都要考虑其频率和电压幅值条件。同样，这些功能也要能应用到相关的设备上，包括设备的频率和时间特性。

SAPTOF（过频率保护）有特定的应用领域：

- 1. 保护设备不受高频的损害，如发电机，变压器和电动机
- 2. 保护整个电力系统，或者部分电力系统，使电网不受到破坏，在发电量过量的情况下可以通过切除发电机来实现。

过频率启动值单位设置为 Hz。所有与电压相关的设备都以基准电压 U_{Base} 的百分数来表示。

SAPTOF 不是瞬时保护，因为频率和系统惯性的运动有关，但是，保护在不同情况下动作时，动作的时间和频率的步长是非常重要的，有时保护需要在非常短的时间里动作，如 70ms。

以下为过频保护模块实际工程应用和相关定值设置指南：

设备保护，如电动机和发电机

参数的定值必须比最小的故障“正常”频率小，比设备能承受的最小频率大。

电力系统保护，通过切除发电机来实现

参数的定值必须比系统最大的事故“正常”频率大，比电站或者敏感负荷能承受的最大频率小。参数的等级、参数等级的数目和最大最小等级之间的步长（时间或者频率）很大程度上取决于所在的电力系统。相对于“电力系统的大小”来说，“最大发电机负荷”这个值是一个非常重要的参数。在大的电力系统中，当发电机切机时，此时设定的频率相对来说比较低，但延时时间并不是非常重要。在小电力系统中，START（启动）频率必须设置为一个非常大的值，延时时间必须设置得更小。

10. 3 频率变化率保护 SAPFRC

10. 3. 1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
频率变化率保护功能	SAPFRC	df/dt ≥	81

10.3.2

应用

频率变化率保护 (SAPFRC) 可应用于所有情况, 当需要可靠检测电力系统电压频率变化时。频率变化率保护可用于增高的频率, 也可用于降低的频率。频率变化率保护有一个输出信号, 适用于卸负荷、发电机甩负荷、发电机电压升高、高压直流输电设定值、燃气轮机启动。通常 SAPFRC 和低频信号结合使用, 尤其是在小型电力系统中, 当失去容量相当大的发电机时需要快速补救措施以确保整个电力系统的安全性。在这种情况下, 在相当高的频率水平上要进行切负荷, 但需结合很大的频率变化率负值, 和使用欠频率保护 (设置较高的频率定值)。

10.3.3

整定指南

频率变化率保护 (SAPFRC) 的参数可以通过本地人机界面或者 PCM600 来设置的。

凡是有 SAPFRC 实现功能的系统 都要考虑其频率和电压幅值条件。 同样, 这些功能应用到相关的设备上, 应考虑包括设备的频率和时间特性。

SAPFRC 有两个特定的应用领域: :

1. 保护设备不受高频或者低频的损害, 如发电机, 变压器和电动机。
2. 在负荷和发电量不平衡的情况下, 保护整个电力系统, 或者部分电力系统, 通过切负荷或增加发电使电网不会崩溃。

频率变化率保护 通常和过频或者低频保护一起使用, 用在小的电力系统, 在这样的系统中, 单个事故就会使负荷和发电量间产生非常大的不平衡。 在这种情况下, 要迅速切负荷或者切机, 在频率信号达到不正常值之前也许没有足够时间。 因此, 当频率的变化率非常大时 (就正负而言), 频率非常接近一次侧的额定频率时保护即可动作。

频率变化率保护启动值的单位是 Hz/s。所有与电压幅值相关的整定值都以可设的基准电压的百分数来表示, 通常, 基准电压是电力系统或者高压设备一次侧的额定电压 (线电压)。

频率变化率保护 功能不是速动的, 因为该功能需要时间保持一个稳定值。 推荐让保护有足够长的时间延时, 以消除信号噪声。 尽管如此, 在不同情况下动作时, 保护动作的时间, 频率变化率和频率的步长这些值对保护来说是必不可少的, 有时, 保护需要在非常短的时间里动作, 如 70ms。

小的工业系统由于单个故障, 频率的变化率可能高达 5 Hz/s。 大的电力系统也可形成发电量和负荷非常不平衡的孤岛, 当某个孤岛从大电网孤立出来时, 严重的故障 (或者几个故障的联合) 被清除后, 系统频率的变化率可以高达 3 Hz/s。 当大系统发生更加 “正常” 的严重事故时, 频率的变化率会小很多, 很多时候都只有零点几 Hz/s。

章节 11 二次系统监视

11.1 熔丝故障监视 SDDRFUF

11.1.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
熔丝故障监视	SDDRFUF	—	—

11.1.2 应用

保护装置 IED 不同的保护功能都是在继电器所测量电压的基础上动作的。例如：

- 距离保护功能
- 低/过电压保护功能
- 同期检测 功能和弱馈逻辑的电压检测。

当故障发生在电压互感器和 IED 之间的二次回路上时，以上这些保护模块可能误动作。

可以使用不同的测量方式来防止这些保护误动作。电压测量回路中的小型断路器，与电压互感器的位置很相近，可以作为测量方式中的其中一种。单独的 PT 断线监视继电器或者保护和监视装置的元器件也可作为另一种测量方式。以上这些方法结合起来，PT 断线监视功能（SDDRFUF）就会更强大。

PT 断线监测功能内置在 IED 装置内，它根据来自小型断路器或者线路隔离开关的开关量信号进行动作。第一种情况影响所有电压依赖型保护模块的动作情况，第二种情况不影响阻抗测量功能。

负序检测的运算法则基于负序电流测量的值, 出现较高的 $3U_2$ 电压值而不出现负序电流 $3I_2$ 的情形, 适合用在不接地或高阻接地的网络。

零序检测的运算法则基于零序电流测量的值, 出现较高的 $3U_0$ 电压值而不出现零序电流 $3I_0$ 的情形, 适合用在直接接地或低阻接地的网络。当线路有零流弱馈，应该避免 PT 断线监视功能。

基于 ΔI 和 ΔU 测量的判据可以添加到 PT 断线监视功能中，这可以检测三相 PT 断线，在电站运行期间，这一方法和电压互感器的开关紧密联合使用。

11.1.3 设置指南

11.1.3.1 概要

因为一次系统不同的非对称性和电流和电压互感器的不同，负序和零序电压、负序和零序电流总是存在。电流和电压测量元件最小的动作值必须有 10%到 20%的安全裕度，这由系统的运行情况来决定。

当 PT 断线功能使用在比较长的不换位线路，多回路线路等情况时，请务必注意测量值的不对称性。

负序、零序和变化量算法都以基准电压和基准电流的百分数来表示，分别是 U_{Base} 和 I_{Base} 进行测量。设置 U_{Base} 为电压互感器绕组一次侧的额定电压，以及 I_{Base} 为电流互感器绕组一次侧的额定电流。

11.1.3.2 通用参数设置

IED 通用基准值，一次侧电流 (I_{Base})，一次侧电压 (U_{Base}) 以及一次侧功率 (S_{Base})，这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 $GlobalBaseSel$ 是为了选择一个参考基准值组的定值。

负序、零序和变化量算法都以全局基准电压和全局基准电流的百分数来表示，分别是 U_{Base} 和 I_{Base} 。

电压门槛值 $U_{SealIn<}$ 用来确定系统的电压是否过低。设置 $U_{SealIn<}$ 比发生紧急情况时最小的动作电压小。建议大约为全局参数 U_{base}/V_{base} 的 70%。

线路不带电相检测 200ms 返回，建议设置 $SealIn$ 为 On (投入) 这将防止线路充电完成发出合闸命令时不会发生熔丝故障误跳闸。当远处断路器合闸除了熔丝断线外其他相电压将会恢复。因为当地断路器断开，电流为 0，熔丝断裂相仍不带电。当本地断路器合闸有电流流过时，该功能将会就检测到熔丝断线。但由于有 200ms 的返回延时，BLKZ 输出只能在 200ms 之后激活。也就是说不闭锁距离保护，因为“无电压但有电流”的情况仍然可以跳闸。

工作模式参数 $OpMode$ 更能适应系统的要求。模式选择器可以选择负序算法和零序算法之间的相互作用。在通常应用中， $OpMode$ 既可以设置为 $UNsINs$ (负序电压电流) 用来选择负序算法，也可选择 $UZsIZs$ (零序电压电流) 用来选择零序算法。如果系统研究或者工作经验表明，PT 断线功能因为系统的运行情况而不能被激活，此时当参数 $OpMode$ 设为 $UZsIZs$ OR $UNsINs$ (负序或零序) 或者 $OptimZsNs$ (零序和负序之一)。当模式为 $UZsIZs$ OR $UNsINs$ (负序或零序) 时，负序算法和零序算法都被激活，并且在“或”的情况下运行。当模式为 $OptimZsNs$ (零序和负序之一) 时，负序和零序算法都被激活，测量到负序电流幅值最大的那个算法将会动作。如果用户需要 PT 断线功能的安全性，参数 $OpMode$ 可设为 $UZsIZs$ AND $UNsINs$ (负序和零序)，此时，负序算法和零序短发都被激活，并且在“与”的情况下运行，即负序和零序算法都有闭锁条件，这样才可以激活输出信号 BLKU 或 BLKZ。

11.1.3.3

基于负序的算法

继电器定值 $3U2>$ (负序电压定值) 以基准电压 U_{Base} 的百分数给出, 不应低于式 [80](#).

$$3U2 \geq \frac{3U2}{U_{Base}} \cdot 100$$

(等式 80)

其中:

$3U2$ 正常运行期间最大的负序电压

U_{Base} IED 的全局基准电压定值

电流定值 $3I2<$ 以全局基准定值 I_{Base} 的百分数给出. 定值 $3I2<$ 必须设置得高于正常运行时的不平衡电流, 该数值存在于系统中, 可以计算得到根据公式 [81](#).

$$3I2 \leq \frac{3I2}{I_{Base}} \cdot 100$$

(等式 81)

其中:

$3I2$ 正常运行情况下最大的负序电流

I_{Base} 本功能的基准电流

11.1.3.4

基于零序的算法

继电器定值 $3U0>$ 是以全局基准参数 U_{Base} 的百分数来表示. 参数 $3U0>$ 不应低于式 [82](#).

$$3U0 \geq \frac{3U0}{U_{Base}} \cdot 100$$

(等式 82)

其中:

$3U0$ 系统正常运行期间最大的零序电压

U_{Base} IED 的全局基准电压

电流定值 $3I0<$ 是以全局基准参数 I_{Base} 百分数来表示. 参数 $3I0<$ 的值必须比系统可能存在的正常不平衡电流大. 可根据式 [83](#).

$$3I0 \leq \frac{3I0}{IBase} \cdot 100$$

(等式 83)

其中:

$3I0 <$ 正常运行情况下最大的零序电流

$IBase$ IED 的全局基准电流

11.1.3.5

基于突变量 ΔU 和 ΔI 的算法

设置运行模式为 $OpDUDI$ 为 On (投入)，如果变化量功能需投入运行。

参数 $DU >$ 应该设置的比较大（大约为 60% $UBase$ ）和电流门槛 $DI <$ 比较低（大约为 $IBase$ 的 10%）避免网络正常开合时误动作。负序或者零序测量功能与 ΔU 和 ΔI 通常可同时使用。如果参数 $USetprim$ 是 dU/dt 对应一次电压变化量，参数 $ISetprim$ 是 dI/dt 对应一次侧电流变化量，定值 $DU >$ 和 $DI <$ 可以根据式 84 和式 85 计算。

$$DU > = \frac{USetprim}{UBase} \cdot 100$$

(等式 84)

$$DI < = \frac{ISetprim}{IBase} \cdot 100$$

(等式 85)

电压门槛定值 $UPh >$ 用来确定系统的电压是否过低。定值 $UPh >$ 要比发生紧急情况时最小的运行电压低。建议为 70% UB 。

对于距离保护，门槛值电流定值 $IPh >$ 应当低于定值 $IMinOp$ （动作电流）。推荐值为 5-10%。

11.1.3.6

线路不带电检测功能

线路不带电检测是通过设置参数阈值电流 $IDLD <$ 和阈值电压 $UDLD <$ 来完成的。

参数 $IDLD <$ 值带有足够裕度小于最小的期望负荷电流。建议其安全裕度为 15-20%。当只有一相断线时（和其他相有互耦合），保护的動作值必须大于架空线最大的充电电流。

参数 $UDLD <$ 值带有足够裕度小于最小的期望動作电压。建议其安全裕度为 15%。

11.2 断路器合闸/跳闸回路监视 TCSSCBR

11.2.1 标识

功能描述	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
断路器合闸/跳闸回路监视	断路器合闸/跳闸回路监视	-	-

11.2.2 应用

TCSSCBR 检测断路器的电气控制电路故障。该功能可监视断路器跳闸和合闸的线圈电路。持续检查控制电路的有效性是十分必要的。



跳闸回路监视功能通过监视回路产生大约 1.0mA 的电流。必须确保此电流不会导致受控对象被闭锁。



为了保护继电器的跳闸监视回路，由并行的瞬态电压抑制器提供输出接点。这些抑制器的击穿电压为 400 +/- 20VDC。

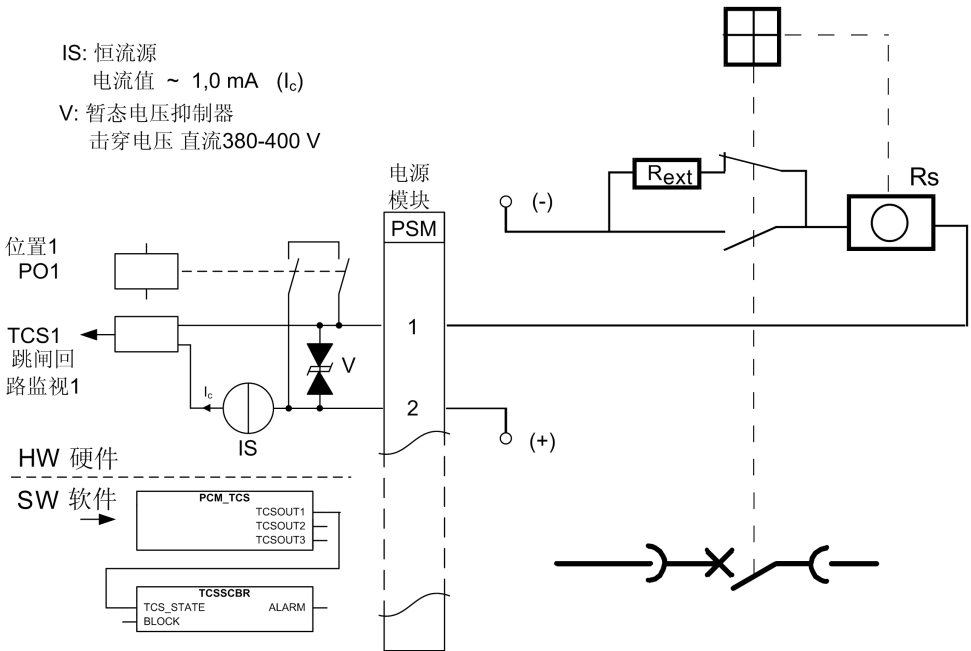


图 97: 带外部电阻器的跳闸回路监视的工作原理。由于使用外部电阻器，所以不需要 TCSSCBR 闭锁开关。

若仅在合闸位置需要 TCS，可不用外部分流电阻。若断路器处于分闸位置，TCS 视此情况为故障回路。为避免这种情况下 TCS 动作的一种方法是，一旦断路器分闸就闭锁监视功能。

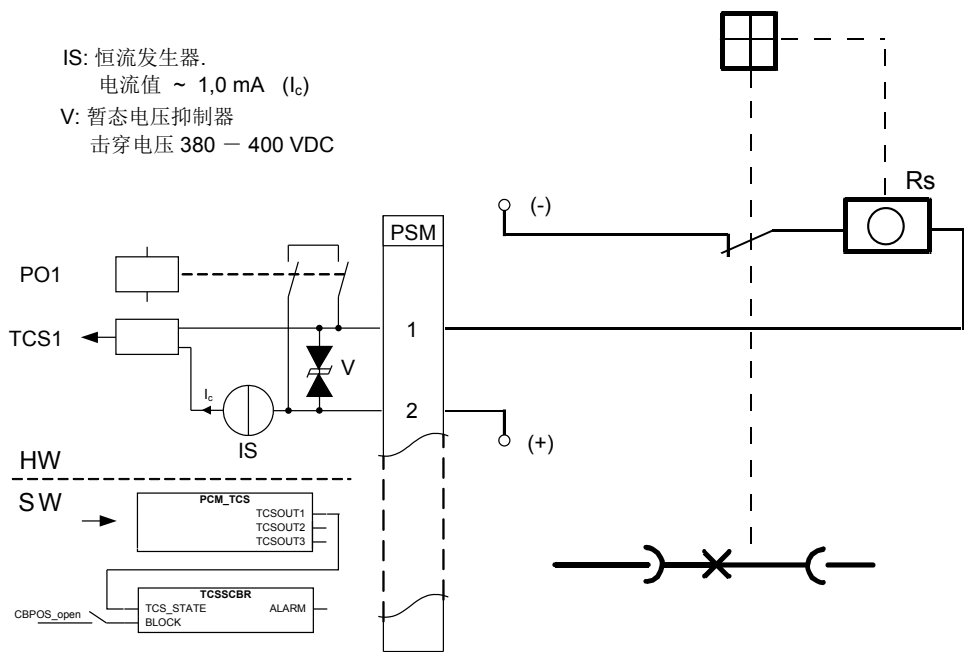


图 98: 不带外部电阻器的跳闸回路监视的工作原理。断路器分闸指示被设定为在断路器分闸时闭锁 TCSSCBR。

跳闸回路监视和其它跳闸接点

典型情况是，跳闸回路包含不止一个并联跳闸接点，例如在变压器馈线处 Buchholz 继电器的跳闸接点与馈线终端或其他有关继电器并联。

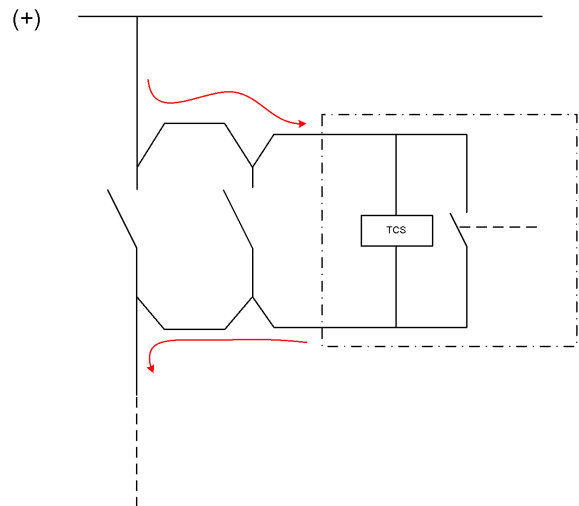


图 99: 并联跳闸接点和跳闸回路的恒定测试电流监视

若干跳闸回路 监视 功能并联在回路中

不仅跳闸回路有并联跳闸接点，回路也有可能多重并联 TCS 回路。每个 TCS 回路使得自身的监视电流流经被监视线圈，实际线圈电流是所有 TCS 电流的总和。当确定 R 的阻值时，这一点必须要考虑。

带有辅助继电器的跳闸回路 监视

许多更新改造工程都只是部分更新，即，用新的继电器代替旧的电磁继电器，但不更换断路器。这会引发一个问题：对于保护 IED 跳闸接点动作，老类型的断路器的线圈电流太高。

断路器线圈电流通常被断路器的内部接点切断。如果断路器发生故障，就会存在保护继电器跳闸接点被损坏的危险，因为该接点不得不切断聚集在跳闸线圈中的能级电磁能。

可以在保护继电器跳闸接点和断路器线圈之间使用一个辅助继电器。通过这种方式可以解决切断容量问题，但是保护继电器中的 TCS 回路只监视正常的辅助继电器线圈，而不监视断路器线圈。为此，采用单独的跳闸回路监视继电器来监视断路器跳闸线圈。

外部电阻器的尺寸

从数学上动作条件可表示为：

若使用外部分流电阻，电阻应不去干扰监视功能或跳闸线圈。电阻太大会造成很大的电压跌落，危及内部电路至少 20V 的要求，当电阻太小会造成跳闸线路的误动作。

在较低的辅助回路动作电压 (<48V DC)，建议使用断路器位置来闭锁 TCS 的无意动作。本章节的前面部分描述了位置指示的使用。

章节 12 控制

12.1 同期检测无压检测和同期功能 SESRSYN

12.1.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
同期检测、无压检测和准同期	SESRSYN	sc/vc	25

12.1.2 应用

12.1.2.1 同步

同步功能可用来在非同步运行的电网间控制断路器合闸。当断路器的运行条件满足要求时，同步功能会在最适宜的时间发出断路器合闸命令，这样可以避免对电网和其元器件的应力损伤。

当母线和线路频率的差别大于可调参量时，这个系统可以认为是非同步运行电网。如果频率的差别小于这个门槛值，可认为该系统有一个并联线路，并且同期检测功能可应用到这个系统中。

同步检测功能测量 U-线路与 U 母线电压和这两电压之间的差别。 当计算出的合闸相位角等于测量到的相角，而且以下条件同时满足时，同步功能会动作并给断路器发出一个合闸命令。

- 电压 U-线路与 U-母线电压大于标准预设线路和母线电压的最小值。
- 线路电压和母线电压的电压差小于功能标准值。
- 线路电压和母线电压的频率差小于设定好的值 FreqDiffMax, 大于定值 FreqDiffMin。 如果频率小于 FreqDiffMin， 同期检测可投入，并且 FreqDiffMin 的值一定等于 FreqDiffM 或者 FreqDiffA ，对于 同期检测 功能来说。线路和母线频率必须在额定频率+/-5Hz 范围内。当自动重合闸包含同步功能选项时，人工重合闸和自动重合闸频率的定值应该一样，同步检测中频率的差值应该设置得比较小。
- 频率的变化率比 U-母线和 U-线路设定的频率变化率小。
- 合闸角由计算得到的滑差和需要提前合闸的时间来确定。

同步功能补偿测量滑差和断路器合闸延时。持续计算相位超前量。合闸角为断路器合闸动作时间 $t_{Breaker}$ 。

参考频率可以为相电压或者线电压，或者正序电压。母线电压的连接方式必须和人机界面上已选择的方式相一致，补偿角用来补偿角度之间的差别。

12.1.2.2

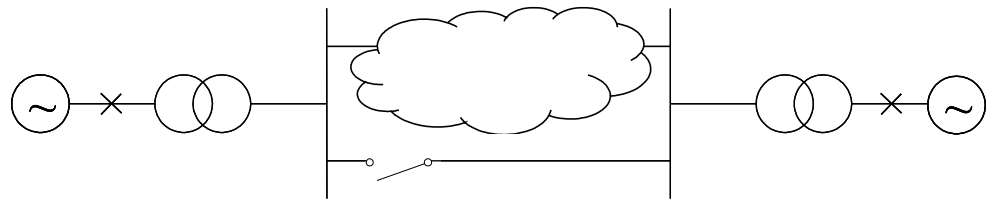
同期检测

在电网中，同期检测功能的主要目的是对断路器合闸进行控制，这样可以防止在没检测到同步的情况下，断路器合闸。同步功能也可以恢复以下这样两个系统重新连接，如形成孤岛后分开的系统或三相重合闸后分开的系统。



单相自动重合闸不需要任何同期检测，因为电力系统通过另外两相相互连接起来。

SESRSYN 包含同期检测功能和无压检测功能，当其中一侧的断路器没有动作时，可以允许另外一侧的断路器合闸。SESRSYN 功能同样也具有内置的电压选择配置，这个内置的电压选择配置可以方便地运用到各种类型的母线接线方式中。



en04000179.vsd

图 100: 两个相互连接的电力系统

图 100 显示了两个相互连接的电力系统。云块表示这两个相互联络的地点隔得非常远，即，线路通过其他电站连接起来。因为两个电网在手动合闸或者自动合闸时不同步的可能性变得非常大，所以在网状系统减少的情况下，需要增强同期检测。

同期检测测量线路两端断路器的情况，并将其与设定值进行比较。只有当测得的值同时都在设定的限值内时，同步检测功能才会产生输出信号。检测功能包括：

- 线路和母线是否都在运行当中
- 电压之间的幅值差别
- 频率差别（滑差），母线和线路的频率必须在额定频率的 ± 5 Hz
- 相角差

为了确保同步检测各个条件在最小的时间周期内都能满足，可以设定一个延时时间。

在非常稳定的电力系统中，手动合闸或者自动合闸时，频差是可以忽略不计，或者为 0。在稳定的系统中允许有较大的相角差，例如有负荷的长并联线

路。对于这种应用情况，考虑到频差，同期检测需要有一个较长的动作时间和高的灵敏性。相角差应设置为电力系统稳定状态下的值。

另外一个例子是电网运行受到干扰，故障清除后重合闸高速动作的情况。这可能造成电网功率摆动和相角差以至振荡。通常，频差是相角差对时间的微分，它在正序和负序值之间波动。在电网故障清除后，如果频差比上述稳定状态下出现的频差大，同期检测也可以接受，断路器也会通过自动重合闸功能来合闸。但是如果频差大的同时相角差也比较大，将会出现一个问题，即自动重合闸将会在相角差很大且在逐渐变大的时候发生 此时，为了确保安全，应该在相角差比较小的时候才合闸。

要实现以上所提出的要求，同期检测功能有两套完全相同的设备，其中一套设备在稳定（手动）状态下使用，另一套在电网受干扰的情形（自动）下使用。

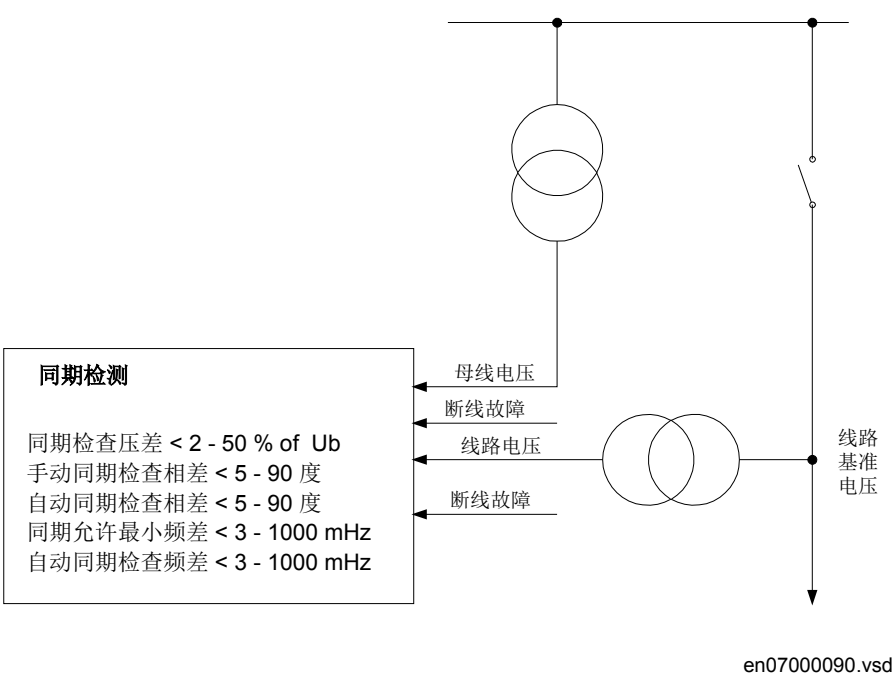


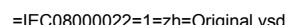
图 101: 同期检测功能的运行原理

12.1.2.3

无压检测

无压检测主要目的是，方便断开的线路母线受控重连到有电的线路母线。

无压检测功能测量母线电压和线路电压，并将其与高低两个门槛检值比较。当所有实际测量值符合设定条件时，才能输出信号。图 102 表示两电力系统，其中（1）带电，（2）不带电。电力系统 1 通过断路器 A 对电力系统 2 供电（DLLB）。



无压检测方向可以在断路器的：仅母线有压 (DLLB) 方向、仅线路有压 (DBLL) 方向、或同时两个方向。对于断路器自动重合闸和手动合闸，无压检测的方向也不同。对手动合闸而言，当断路器两侧的线路和母线无压 (DBDL) 时，允许手动合闸的。

当装置的电压大于已设定的值，例如，大于基准电压的 80%，就可以认为该装置有压，当装置的电压低于已设定的值，例如，低于基准电压的 30%，就可以认为该装置无压。断开的线路可能有相当大的电压，这个电压可能是在运行中的并联线路的感应电压，或者已被断路器断开的电容器反馈的电压。这个电压可能达到线路基准电压的 50%，或更高。通常，带单相断路元件的断路器（ $<330\text{kV}$ ），无压值是低于 30%。

当无压方向和设置的方向相符合时，在合信号允许的情况下，系统的情形在某一个周期内应该保持不变 动作时间有延时是为了确保没有运行的一侧保持无压状态，同时，也要确保发生这样的情形不是临时干扰导致的。

电压选择

电压选择功能可用来把适当的电压和同期检测与无压检测功能连接起来。例如，当 IED 用在双母线接线系统中时，需要选择哪几相电压是由断路器和/或隔离开关的状态来决定的。通过检查隔离开关辅助接点的状态，可选择同步功能，同期检测和无压检测功能。

母线和线路电压必须物理连接到 IED 的电压输入端，且通过控制软件，母线和线路电压最多连接到两个 SESRSYN 功能上。

外部 PT 断线

外部熔丝故障信号或熔丝开关/MCB 的跳闸信号，应配置到终端内的 SESRSYN 功能模块。内部 PT 断线监视模块至少可以提供一条线路电压的断线监视。信

号 FUSE-VTSU 与无压检测功能模块的闭锁输入连接起来。一旦 PT 断线发生时，SESRYSN 和无压检测功能被闭锁。

输入量 UB10K/UB20K 和 UB1FF/UB2FF 与母线电压相关，而输入量 ULNOK 和 ULNFF 输入与线路电压相关。

外部选择无压检测方向

可通过已有的逻辑功能模块来选择无压检测方向。 以下举例说明通过选择器开关功能模块，利用本地人机界面的的符号完成模式选择，但也可通过 IED 前面板的物理选择器开关，它连接到二进制转整数模块(B16I)上。

若使用连接到本地人机界面的本地-远程开关的操作地点选择(PSTO)输入，模式的选择也可以来自于变电站人机界面（HMI）系统，如典型的 经由 IEC61850 通讯的 ABB Microscada 系统。

选择手动捡无压方式的连接见图 103. 选择的名称仅仅是举的例子而已，但是必须指出的是，人机界面只能显示三个符号。

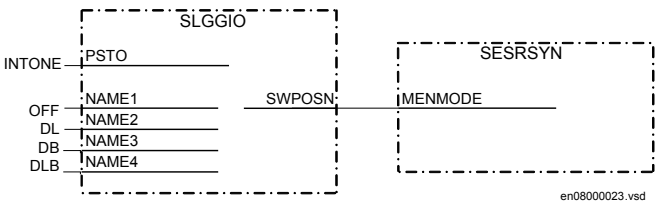


图 103: 通过选择器开关功能模块，利用本地人机界面的的符号选择无压检测模式

12. 1. 3

应用举例

SESRYSN 功能模块也能用在一些开关站接线方式中，但是设置的参数不一样。以下举例说明不同的接线方式是怎样连接到 IED 的模拟量输入，以及 SESRSYN 功能模块. 。每一个断路器用一个功能模块。



以下例子中用到的输入量都是比较典型的，这些输入量可以通过配置工具和信号矩阵工具来改变。



SESRYSN 以及相连接的 SMAI 功能模块在应用配置中周期必须相同。

12.1.3.1 单母线单断路器

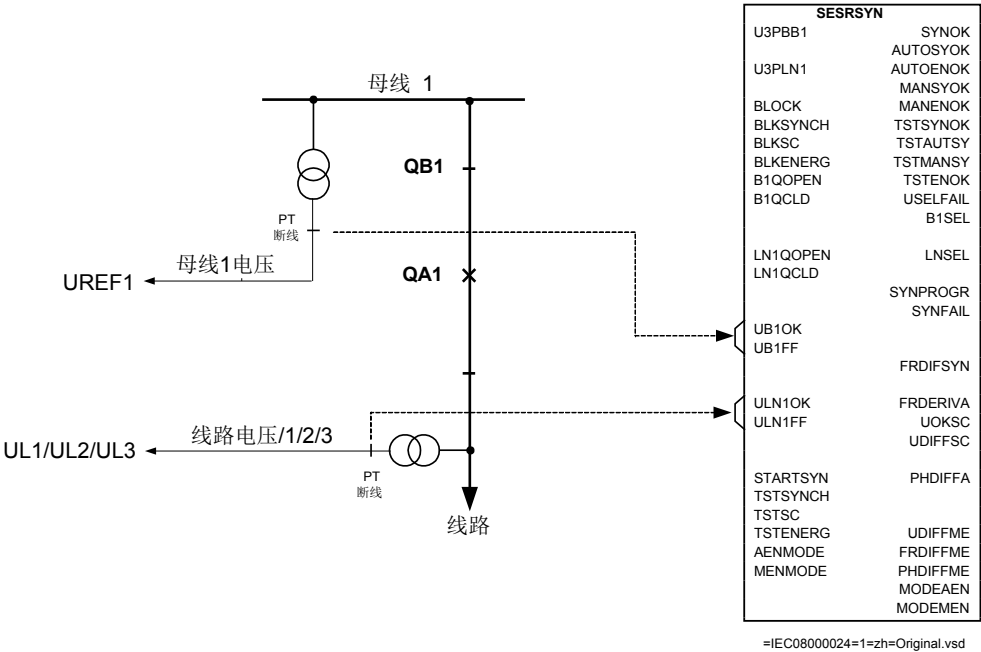


图 104: 功能模块 SESRSYN 单母线布置应用连接

如图 104 说明了连接原则。对于 SESRSYN 来说，断路器的任何一侧都有一个电压互感器。电压互感器回路的连接方式是直接的，不需要特定的电压选择。对于 SESRSYN 母线侧电压互感器的电压连接到模拟量输入到 UREF1 模拟量输入模块上。线路电压作为三相电压连接到 UL1/VA，UL2/VB，UL3/VC 模拟量输入上。

12.1.3.2 双母单断路器，外部电压选择

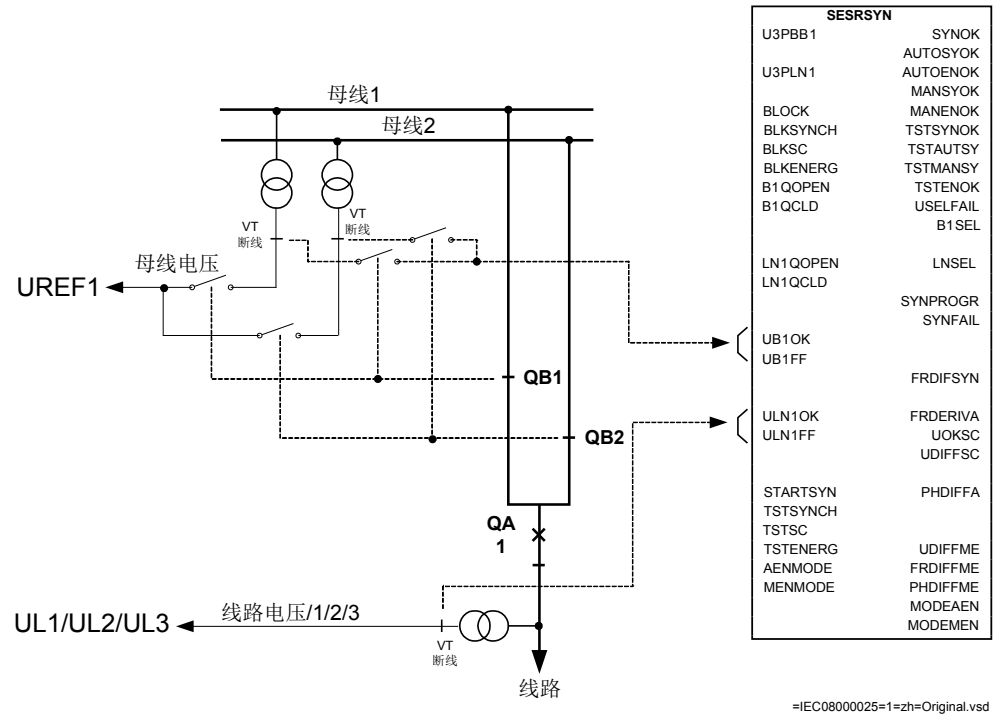


图 105: 功能模块 SESRSYN 外部电压选择的双母单断路器接线方式中的应用连接

在这种类型的接线方式中，不需要内部电压选择。电压选择是通过外部继电器来完成的，典型接线方式请见图 105。两条母线的电压和 PT 断线监测是基于母线隔离开关的位置来选择的。这意味着功能模块的连接方式和单母的连接方式是相同的。

12.1.3.3 单母单断路器，内部电压选择

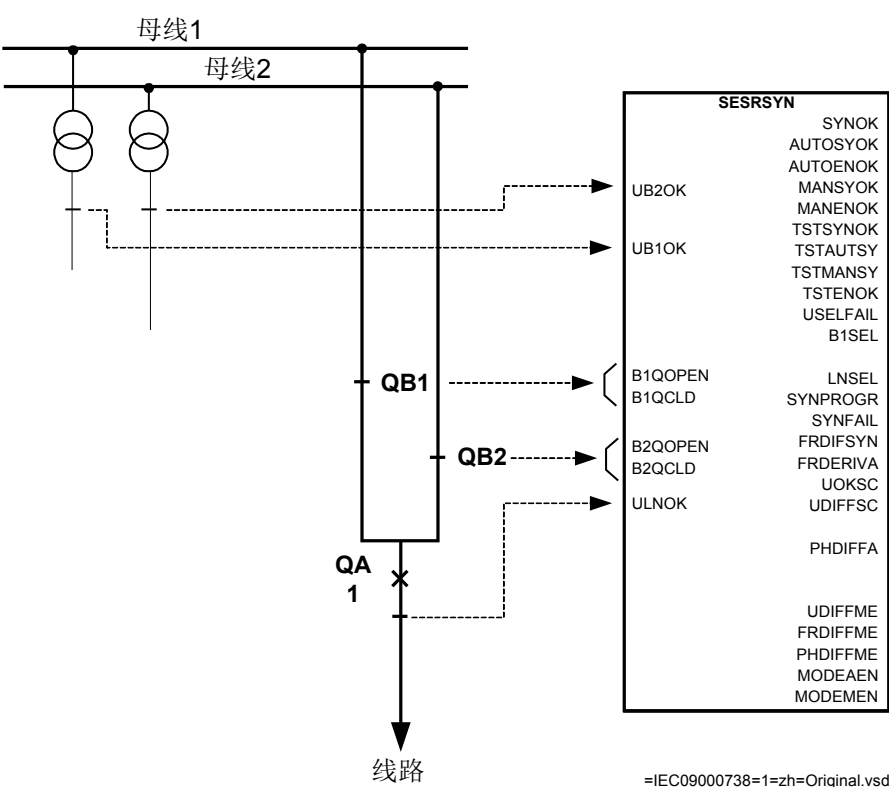


图 106: 内部电压选择的双母单断路器接线方式中，同期检测功能模块的连接

根据图 106 基于 QB1 和 QB2 发出的信号进行内部电压选择。

12.1.4 整定导则

同步，同期检测和无压检测功能（SESRSYN）的参数是通过本地人机界面，保护和控制 IED 管理器（PCM 600）来设置的。

IED 一次侧常用电压基准值（*UBase*）设置为全局基值功能 GBASVAL。定值 *GlobalBaseSel* 是选择基准值组的一个定值。

投退模式：运行模式可通过参数设置工具（PST）来设置，在 PST 中 *On*（投入）或者 *Off*（退出）。整定值 *Off*（退出）表明整个功能不能发挥作用。

MeasVoltBus1 和 *MeasVoltBus2*

这两个参数为母线电压配置参数，它可以确定母线 1 和母线 2 电压测量的方式，测量方式有单相（*UL1*），两相（*UL1L2*）或者正序电压。



MeasVoltBus1 和 *MeasVoltBus2* 必须设置为测量同类电压，包括单相（*UL1*），两相（*UL1L2*）或者正序电压。

MeasVoltLine1

这两个参数为线路电压配置参数，它可以确定线路的电压测量方式，测量方式有单相 (*UL1*)，两相 (*UL1L2*) 或者正序电压。



MeasVoltLine1 必须设置为测量同类电压, 如 *MeasVoltBus1* 和 *MeasVoltBus2*，包括单相电压 (*UL1*)，两相 (*UL1L2*) 或者正序电压。

PhaseShift (相移)

该参数用来补偿相位移，相位移是电压互感器在母线和线路上测量电压所产生的相角差, 或者一个电压是相电压而另一个是相电压。设定的值加到测量到的线路的相角中。母线电压是参考电压。

URatio

其中 *URatio* 被定为为“*URatio*=母线电压/线路电压”，“*VRatio*=母线电压/线路电压”。参数 *URatio* 主要用来补偿电压差，当用户想比较母线的相相电压和线路的相地电压时，该电压差就会产生。其中 *MeasVoltBus1* 应当设置为线电压，*VRtio* 设置为 $\sqrt{3}=1.73$ 。参数 *URatio* 扩大了线路电压的值，使线路电压和母线电压的值相等。

OperationSynch (同期功能投退)

整定值 *Off* (退出) 表示同步功能不能用。设定 *On* (投入) 同步功能可用，输出信号决定于输入模拟量信号。

FreqDiffMax

FreqDiffMax 为同期检测可接受的最大滑差频率。 $1/\text{FreqDiffMax}$ 表示矢量转动 360° 所需的时间，该时间可以用同步指示仪来计量，专业术语可称为“Beat time”，*FreqDiffMax* 典型值为 200-250mHz，“Beat time”一般为 4-5s。通常，两个电网是彼此独立的，要使它们能尽快调节到额定频率，这两个电网之间的频差应该设置得比较小。

FreqDiffMin

FreqDiffMin 表示系统在定义为不同步的情况下，频差的最小值。频差小于这个设定的值时，可以认为系统是并行的。*FreqDiffMin* 的一个典型取值是 10mHz。通常，该参数的值应该设置得比较小，在同步和同步检测功能都使用到的情况下，最好能够关闭同步功能，当电网在有频差的环境下运行时，同步功能会在某一个适当的时间关闭。在这种情况下，当相角差的值和真实值有 35° 的差别时，同步功能将会关闭。



FreqDiffMin 的定值应当和 *FreqDiffA* 相同；因为，同步检测功能取决于同步检测功能用在哪一种模式中，它有手动操作模式，自动重合闸模式和两种模式兼而有之。

FreqRateChange

最大允许的频率变化率。

tBreaker

参数 *tBreaker* 的值应该和断路器的合闸时间相匹配，而且必须包含合闸回路中可能的时间延时。有很重要的一点需要用户核对，即在 IED 配置中不能使用慢逻辑元件，因为这些元器件的合闸所需的时间差别非常大。典型设置为 80–150 ms，具体时间取决于断路器的合闸时间。

tClosePulse (合闸信号脉冲时间)

断路器合闸脉冲持续时间的定值。

tMinSynch

参数 *tMinSynch* 表示在同步合闸命令已经发出的情况下，接受同步合闸所需的最小时间。该定值只有在同步功能启动的时间内条件完全满足才会发出合闸命令。典型设置是 200ms。

tMaxSynch

tMaxSynch 定义为当同步检测功能的动作在一定时间内没有发生时，可以用来复归同步检测功能。该参数定值必须符合 *FreqDiffMin*，因为 *FreqDiffMin* 决定了电网达到同相位所需最长的时间。当“Beat time”为 100s 时，参数至少要大于 *tMinSynch* 乘以 100s。如果电网的频率在启动阶段就超出频率所允许的限值，则参数还需另加一定的时间裕度。典型设置是 300s。

OperationSC

OperationSC 设置为 *Off* (退出) 退出同期检测功能，同时设置 *AUTOSYOK*, *MANSYOK*, *TSTAUTSY* 以及 *TSTMANSY* 输出为低电平。

设定 *On* (投入) 同步功能可用，输出信号决定于输入信号。

UDiffSC

该参数表示线路和母线之间的电压差。

FreqDiffM 和 *FreqDiffA*

FreqDiffM 和 *FreDiffA* 这两个频差设定值，应该根据电网的运行情况来确定。在电网很稳定的情况下，频差应该比较小，使用参数 *FreqDiffM*。在自动重合闸的情况下，频差比较大，使用参数 *FreDiffA*。 *FreqDiffM* 的一个典型值取 10mHz， *FreDiffA* 的典型值常取 100–200 mHz。

PhaseDiffM 和 *PhaseDiffA*

以上两参数表示相角差，参数 *PhaseDiffM* 和 *PhaseDiffA* 应该根据电网的运行情况来确定。该参数的取值必须满足这样的要求，即电网所带负荷最大的情况下，该相角允许断路器合闸。电网所带负荷量比较大时，相角差的值比较大，最大可到 45°，然而，在大部分电网中，故障角的最大值小于 25°。

tSCM 和 tSCA

以上两参数表示时间延时，参数 *tSCM* 和 *tSCA* 是为了确保 同期检测 时，电网的运行情况保持稳定，而且，电网的运行情况并不是因为干扰而产生的。电网的运行情况不会一直持续不变，当同步检测的条件重新满足时，时间计数器复归，以上步骤重新启动。在设定好的延时时间期间，如果 同期检测 时，电网的运行情况一直保持稳定，则可以允许断路器合闸。当电力系统比较稳定时，动作时间延时比较长，使用参数 *tSCM* 定值。自动重合闸时，动作时间延时比较短，使用参数 *tSCA* 定值。典型值 *tSCM* 取值为 1s，参数 *tSCA* 取值为 0.1s。

AutoEnerg 和 *ManEnerg*

以上两参数用在断路器自动合闸和手动合闸的情况。每一个参数的取值如下：

- *Off* (退出) 无压功能不起作用。
- DLLB，线路不带电，母线正常运行，线路电压低于标准值。
- DBLL，母线不带电，线路正常运行，母线电压低于标准值。
- 无压检测可以在 DLLB 和 DBLL 运行。

tAutoEnerg 和 *tManEnerg*

以上两参数表示时间延时，参数 *tAutoEnerg* 和 *tManEnerg* 是为了确保没有运行的一侧保持无压状态，同时，也要确保发生这样的情形不是临时干扰导致的。电网的运行情况不会一直持续不变，当同步检测的条件重新满足时，时间计数器复归，以上步骤重新启动。因此同期检测情况在整个延时整定时间内保持不变，才进行这种断路器合闸。

ManEnergDBDL

当该参数设置为 *On* (投入) 手动无压检测投入。

12. 2 设备控制

12. 2. 1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
间隔控制	间隔控制	-	-
本地/远端	就地远方切换	-	-
本地远端控制	本地/远程控制	-	-

12.2.2

应用

开关设备控制用于一个间隔内断路器、隔离开关和接地刀闸的控制和监视。当其它功能模块的评估条件满足时，例如联锁 同期检测、操作地点的选择、外部或内部闭锁等，才允许操作一次设备。



该产品不包含完整的控制功能，以下信息用于理解操作的原理，功能模块 QCBAY, LOCREM, 和 LOCREMCTRL 的作为使用场所的选择。

图 107 概述了开关设备控制在何地接收命令。开关设备控制的命令可以来自于控制中心（CC），变电站人机界面或者继电器面板上的人机界面。

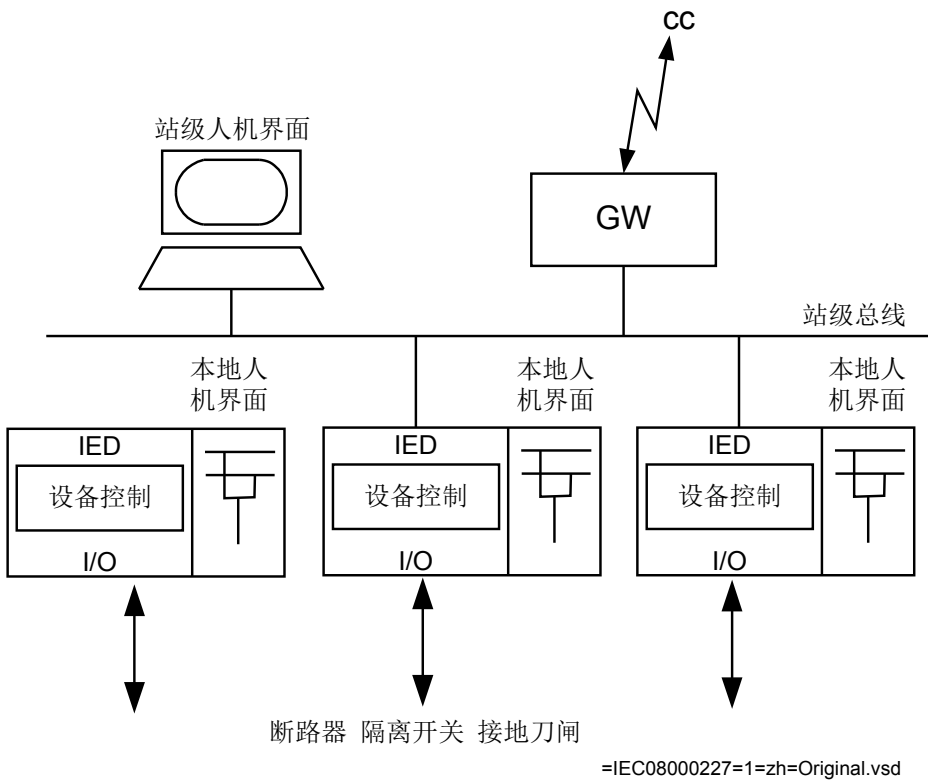


图 107: 开关设备控制功能的概述

开关设备控制功能的特点：

- 一次设备的操作
- 选择-执行的原理保证有很高的可靠性
- 防止设备同时操作的选择功能
- 操作者位置的选择和管理
- 命令监视
- 操作的闭锁/解锁
- 位置指示更新的闭锁/解锁
- 位置指示的替代
- 解除联锁功能

- 解除同期检测
- 动作计数器
- 中间位置的抑制

开关刀闸控制功能是通过一些指定的功能模块来实现的：

- 开关控制 (SCSWI)
- 断路器 SXCBR
- 线路开关 SXSWI
- 位置评估 POS_EVAL
- 选择释放 SELGGIO
- 间隔控制功能 QCBAY
- 本地/远程 LOCREM
- 本地/远程控制 LOCREMCTRL

依照 IEC 61850 标准，SCSWI，SXCBR，QCBAY，SXSWI 和 SELGGIO 是逻辑节点。这些功能模块的信号流动见图 [108](#)。下图所示的逻辑节点连闭锁（SCILO）功能 [108](#) 适用于联锁的逻辑节点

控制操作可以通过本地人机界面实现。若管理员通过 UM 工具来定义不同等级的用户后，那么本地/远程开关在只有授权才能控制。如果没有定义不同等级的用户，默认（出厂）用户就是超级用户，他能通过本地人机界面来执行控制操作而不需要登陆。本地/远程开关的默认位置是远程。

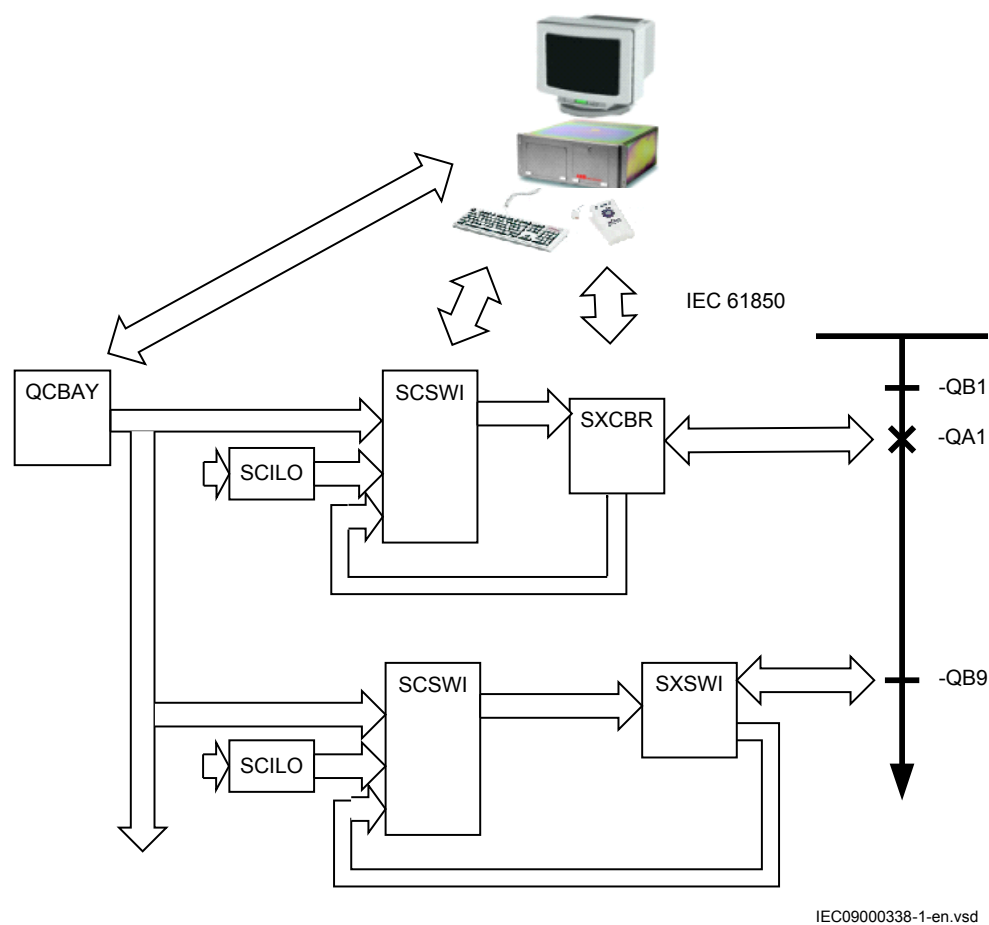


图 108: 开关设备控制功能模块之间的信号流程

间隔控制 (QCBAY)

间隔控制 (QCBAY) 用来处理每个间隔中操作员位置的选择。该功能允许从两种不同类型的位置来操作，既可以从远程（如控制中心或者变电站人机界面）进行控制，也可以从本地（IED 的本地人机界面）进行控制，或者从两者处进行操作（本地和远程）。本地/远程开关的位置也可以设置为 0ff，这意味着没有选择操作员的位置，即，既不能从本地也不能从远程进行操作。

QCBAY 同样包含闭锁功能，这些闭锁功能可以用在不同的设备中。有两种不同的闭锁选择：

- 闭锁更新位置
- 闭锁命令

间隔控制功能没有由 IEC61850 标准定义的功能，这意味着间隔控制功能只包含卖方特定的逻辑节点。

12.2.3 模块之间的相互作用

典型的间隔设备控制功能，它包含逻辑节点的组合和功能描述如下：

- 开关控制器（SCSWI）发起一个装置的所有操作，执行真实的开关动作，几乎是驱动设备的接口。它包括开关位置的处理和位置的控制。
- 断路器（SXCBR）用于设备控制功能的断路器的处理接口。
- 线路开关（SXS WI）用于设备控制功能的隔离开关或者 接地 刀闸的处理接口。
- 间隔控制（QCBAY）完成设备的间隔等级功能，例如，操作位置的选择和全部间隔闭锁。
- 该功能（SELGGIO），处理间隔的预约。
- 4 段相过流保护（OC4PTOC）使断路器跳闸。
- 保护跳闸逻辑（SMPPTRC）把一个或者多个保护功能的“跳闸”输出连接起来，形成公共“跳闸”信号传送到 SXCBR。
- 自动重合闸功能（SMBRREC），包含这样一些设备，这些设备能根据一些可配置的条件，自动重合已跳闸的断路器。
- 逻辑结点联闭锁功能（SCILO），它给开关控制器 SCSWI 提供信息，开关是否动作由开关站的拓扑结构决定。连锁条件由单独的逻辑来判断并连接到 SCILO。
- 同期检测、无压检测和同步功能（SESRSYN），计算和比较断路器两侧电压相角差，使断路器按照预先定义的开关条件（同期检测），包括其中一侧不带电（无压检测）的情况合闸。
- 逻辑节点通用自动过程控制 GAPC 是一个自动功能，它降低了操作员和系统的交互作用。收到命令后，操作员可以启动一个序列，这个序列将终止一个对象（如线路）和母线的连接。

以上这些功能之间的交互请见下图 [109](#)。

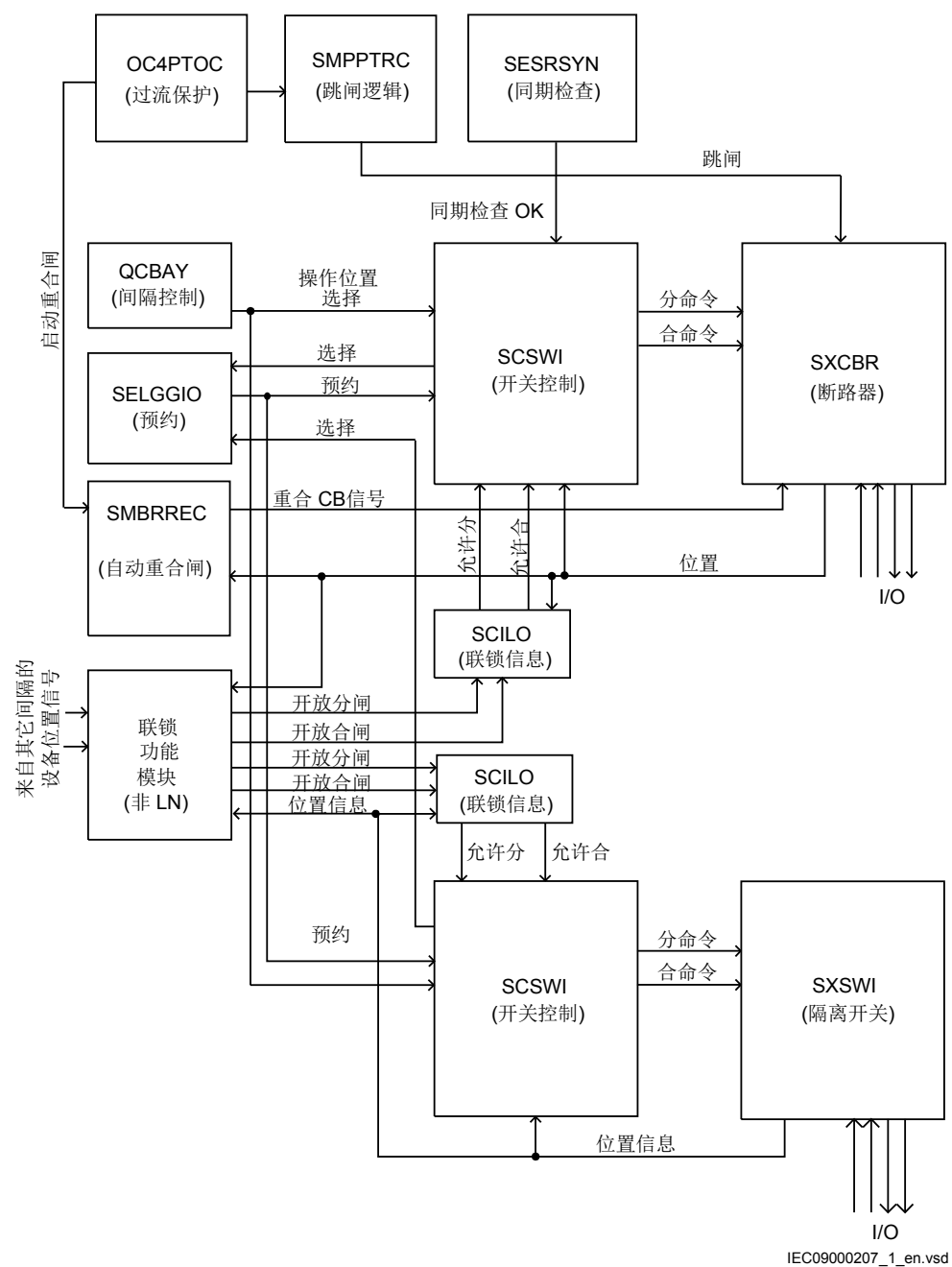


图 109: 典型间隔中各个功能之间的交互作用

12.2.4 整定导则

可以通过本地人机界面或 PCM600 来对设备控制功能进行参数整定。

12. 2. 4. 1 间隔控制 (QCBAY)

当参数 *AllPSTOValid* 设置为 无优先权，那么本地和远端的所有使用者都没有优先权。

12. 3 用于选择功能和本地人机界面（LHMI）显示的逻辑转换开关 SLGGIO

12. 3. 1 标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
用于选择功能和本地人机界面（LHMI）显示的逻辑转换开关	SLGGIO	—	—

12. 3. 2 应用

功能选择和本地人机界面（LHMI）显示的选转逻辑开关 (SLGGIO) 功能模块（或也称为选择开关功能模块）用来 实现与硬件选择器开关相似的选择开关功能。硬件选择开关应用广泛，用于选择参数已经预设好的不同功能。然而，硬件开关的维护工作量大，系统可靠性低，投资成本高。虚拟选择开关可以解决以上问题。

SLGGIO 功能模块有两个动作输入（UP 和 DOWN），一个闭锁输入（BLOCK），一个操作位置输入（PSTO）。

SLGGIO 功能模块既可以通过本地人机界面（LHMI）来激活，也可以经由 IED 开关量输入通过外部设备（开关）来激活。它也允许通过远程遥控（如变电站计算机）操作。SWPOSN 是一个整数值输出，它给出实际的输出数字。因为开关位置的数值可以通过设置来确定（如下所示），用户必须注意设置的值和配置要协调（如果用户设置位置的值为 x，则配置的模块只有前 x 个输出可用）。同样，脉冲的频率（UP 或者 DOWN）必须比小于定值 *tPulse*。

对于本地人机界面（LHMI），开关有两种操作方式：通过菜单和通过单线图（SLD）操作。

12. 3. 3 参数设置指南

如下为功能选择选转逻辑开关在本地人机界面（LHMI）显示，并设置功能参数：

Operation(投退模式) 设置功能运行的 *On*(投入) 或者 *Off* (退出)。

NrPos 开关位置的数值（最大值为 32），当开关的位置从最后一个变化到第一个位置时，该参数影响开关的性能。

OutType *Steady* (稳态) 或者 *Pulsed* (脉冲) 。

tPulse 输出为脉冲时间，该参数给出脉冲的长度（以 s 为单位）。

tDelay (输出延时时间) UP 或者 DOWN 的激活信号正沿与输出激活信号之间的延时。

StopAtExtremes 设置开关在末端位置的动作方式-如果设为 禁用 则在第一个位置为 UP 时，开关将会跳到最后一个位置；当为最后一个位置为 DOWN，开关将会跳到第一个位置；当设置为 投入，不允许位置跳跃。

12.4 选择小型开关 VSGGIO

12.4.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
微型选择开关	VSGGIO	-	-

12.4.2 应用

小型选择开关功能（VSGGIO）是一个多用途的功能，通过 PCM600 的配置 工具进行配置，适合多种应用场合，可称为是通用开关。 VSGGIO 既可用于获取外部开关位置（通过位置 1 指示 IPOS1 和位置 2 指示 IPOS2 输入），并通过单线图符号（或通过 POS1 和 POS2 输出到配置）表示外部开关位置，也可以用于，命令功能（由操作位置选择 PSTO 输入控制）， 通过 CMDPOS12 和 CMDPOS21 输出来给出开关命令。

位置指示（POSITION）输出是整数输出，用整数 0-3 表示实际位置。

通过本地人机界面（HMI）的按钮符号可以配置 VSGGIO 来切换自动重合闸方式, 如 图 110. 位于当地 HMI 上的分闸，合闸按钮通常用作操作断路器。

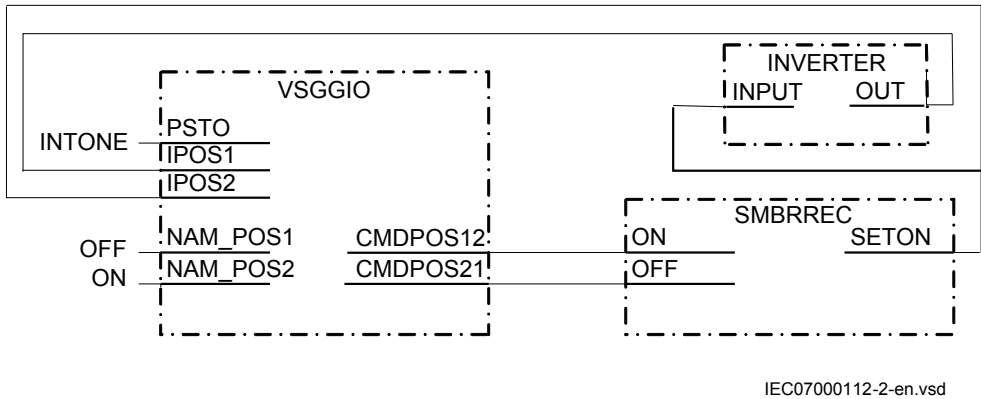


图 110: 从本地人机界面（HMI）通过微型选择开关控制自动重合闸

12. 4. 3 参数设置指南

通用转换开关模块(VSGGIO)可以产生脉冲或稳态命令（通过设定 *模式* 参数）。产生脉冲命令后，脉冲长度设定可通过 *tPulse* 参数设置。同样地，在单线图（SLD）上该模块有两个控制模式（设定通过 *CtlModel*）：*Dir Norm* 和 *SBO Enh*。

12. 5 IEC 61850 通用的通信输入/输出功能

12. 5. 1 标识

功能说明	IEC 61850 标识符	IEC 60617 标识符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
IEC 61850 通信输入/输出 功能	DPGGIO	-	-

12. 5. 2 应用

IEC61850 通用通信输入/输出功能的（DPGGIO）功能用于向变电站内的其他系统或设备发送三个逻辑输出信号。三个输入命名为“OPEN”，“CLOSE”和“VALID”，因为 DPGGIO 模块主要作为联闭锁位置指示和站级预约逻辑功能模块。

12. 5. 3 设置参数指南

在本地人机界面（LHMI）或 PCM600 中，该功能没有任何参数。

12. 6 单命令通用控制（8 个信号）功能模块 SPC8GGIO

12. 6. 1 标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
单点八路通用控制模块	SPC8GGIO	-	-

12. 6. 2 应用

单命令通用控制（8 个信号）(SPC8GGIO)功能模块是 8 个单点命令的集合，它的功能是从远方（SCADA）引入命令到逻辑配置部分，这些部分不需要具有接收命令能力的复杂功能模块（如 SCSWI）。在这种方式下，简单命令可以直接送到 IED 的输出端，无需确认。命令结果的确认（状态）应由其他方式完成，如开关量输入和 SPGGIO 功能模块



对于所有控制功能而言，操作地点选择（PST0）是通用的操作地点选择器。虽然操作地点选择（PST0）可通过允许本地（LOCAL）或都可（ALL）操作地点来配置，单点八路通用控制（SPC8GGIO）功能模块可用的唯一功能位置是远程（REMOTE）。

12.6.3

参数设置指南

单命令通用控制（8 个信号）的参数设置通过本地人机界面或 IED 保护控制管理器（PCM600）。

Operation: 切换功能运行方式 *On*（投入）/*Off*（退出）。

每一个命令输出都有两个参数（共有 8 个）：

Latchedx: 确定输出命令信号方式 *自保持*（稳态）还是 *脉冲*。

tPulsex: 如果 *Latchedx* 设为 *脉冲*，那么 *tPulsex* 将设定脉冲长度（以 s 为单位）。

12.7

自动位 AUTOBITS

12.7.1

标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
DNP3.0 的自动位指令功能	AUTOBITS	-	-

12.7.2

应用

AUTOBITS 功能模块（或自动位功能模块）在 PCM600 中使用，使其遵守 DNP3.0 协议的指令转换为二进制输出配置。功能有 32 个独立输出，每个输出都可以映射为 DNP3 中的开关量输出点。DNP3 中的“对象 12”操作这些输出。这个对象包括了控制码，计数，持续时间，间隔时间的参数。输出点，发送一个自保持-开，自保持-关，脉冲-开，脉冲-关，跳闸或合闸的控制码。以下参数是正确的：例如脉冲-开，持续时间=100，时间间隔=300，计数=5，会出现 5 个 100ms 正脉冲，每个间隔 300ms。

详见 DNP3 通信规约手册中的 DNP3 规约执行的说明。

12.7.3

设置参数指南

AUTOBITS 功能模块有一个定值，（*Operation*: *投入/Off*（退出））投入或者退出该功能。在 PCM600 的 DNP 通信配置工具中可看见这些名称。

章节 13 逻辑

13.1 跳闸逻辑 SMPPTRC

13.1.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
跳闸逻辑	SMPPTRC	I->O	94

13.1.2 应用

不同保护模块的所有跳闸信号应该通过跳闸逻辑来发送。 最简单的备选方案中，此逻辑只链接跳闸信号，并且确保动作信号有足够时长。

IED 中的跳闸逻辑（SMPPTRC）为保护、控制和监视提供三相跳闸。

所有故障均三相跳闸提供了一个简单的方案，一般在网架坚固的输电系统和高压输电网中用它已经足够了。

如果线路和变电站通过多个断路器相连，那么每个断路都应有一个 SMPPTRC 功能模块。

为了避免断路器在跳闸后合闸，此功能可以闭锁合闸。

13.1.2.1 三相跳闸

逻辑模块发出三相跳闸是一个简单应用，仅利用了此功能模块的一部分。 把保护功能模块的输出接到输入 TRIN. 如果有必要（通常都是必要的），使用一个逻辑或模块将不同功能的输出连到这个输入上。 把输出 TRIP（跳闸）信号接到输入输出（IO）板上的数字输出端。

对于特殊应用场合，比如下节的自保持（Lock-out）。 典型的连接显示如图 [111](#). 没有用到的信号已模糊化。

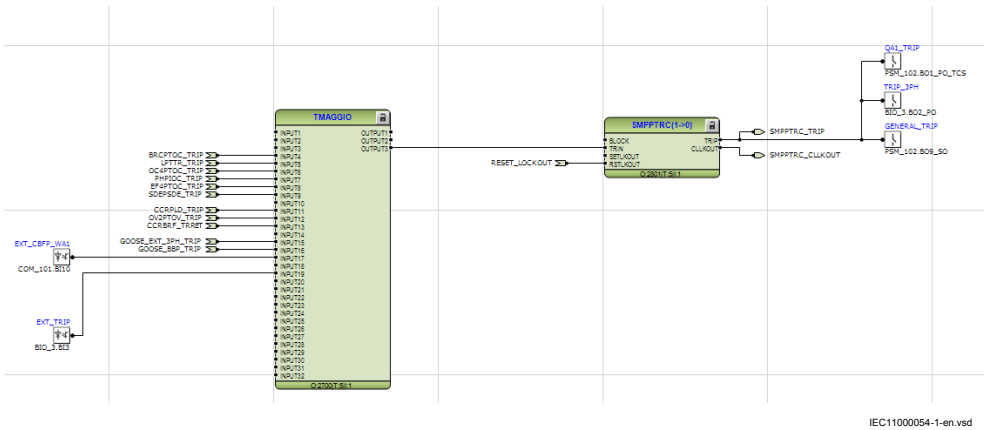


图 111: 跳闸逻辑 SMPPTRC 用于简单的三相跳闸应用场合

13. 1. 2. 2

自保持（Lock-out）

此功能模块可以启动自保持。 可以设置自保持，使得仅激活模块合闸输出 CLLKOUT，或激活模块合闸输出同时也自保持跳闸信号（保持的跳闸）。

在检测一次侧故障后，通过激活输入复归自保持 RSTLKOUT，可以手动复归自保持，

如果需要外部条件来启动自保持（Lock-out），但是不启动跳闸，可通过激活输入信号 SETLKOUT。 整定值 *AutoLock*（自动保持功能投退） = *Off*（退出） 将意味着内部跳闸不激活自保持（Lock-out），所以只用启动输入 SETLKOUT 才可导致自保持（Lock-out）。 这通常用于架空线保护，因为其大多数故障是瞬时性的。 在这种情况下，可以连接不成功的自动重合闸和后备区跳闸，通过激活输入 SETLKOUT 来启动自保持（Lock-out）。

13. 1. 2. 3

功能模块的闭锁

闭锁可以由内部逻辑启动，或者由操作员通过通信信道启动。 跳闸逻辑的完全闭锁（SMPPTRC）功能是通过激活输入 BLOCK（闭锁）来完成的，在内部故障时它可用于闭锁 SMPPTRC 的输出。

13. 1. 3

参数设置指南

跳闸逻辑 (SMPPTRC) 功能的参数是通过本机人机界面或者 PCM 600 软件来设置的。

可整定下列参数来管理跳闸方式。

Operation: 设置运行模式。 *Off*（退出）设置跳闸方式为退出。该参数通常设置为 *On*（投入）。

TripLockout (跳闸信号自保持投退)：设置自保持的方案。*Off* (退出) 表示只激活自保持输出。*On* (投入) 激活自保持输出和锁定输出接点。该参数通常设置为 *Off* (退出)。

AutoLock (自动保持功能投退)：设置自保持的方案。*Off* (退出) 只能通过输入 SETLKOUT 激活自保持。*On* (投入) 也可以通过跳闸功能自身激活 该参数通常设置为 *Off* (退出)。

tTripMin：设定所需要的跳闸脉冲所需的最小持续时间。它的设定应该确保断路器完成跳闸，当用于断路器失灵保护 CCRBRF 应比 CCRBRF 后备保护时间短。通常设定为 0.150s。

13. 2 跳闸矩阵逻辑 TMAGGIO

13. 2. 1 标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
跳闸矩阵逻辑	TMAGGIO	-	-

13. 2. 2 应用

跳闸矩阵逻辑 (TMAGGIO) 的功能是按规定将跳闸信号和其他逻辑输出信号发送给 IED 上不同的输出接口。

TMAGGIO 的输出信号和实际的物理输出信号允许用户根据特定的应用需求，将信号与实际物理输出关联起来。

13. 2. 3 参数设置指南

Operation (投退模式)：功能的投退 *On* (投入)/*Off* (退出)。

脉冲时间：定义脉冲宽度。当用于断路器直接跳闸时，输出信号的脉冲延时将设置为近似 0.150s，以获得令人满意的断路器跳闸线圈的跳闸脉冲最短持续时间。

动作延时：用于避免干扰输入引发输出信号。通常设为 0 或一个小数值。

返回延时：定义输出端的最小接通时间。当用于断路器直接跳闸时，输出延时返回时间将设置为近似 0.150s，以获得令人满意的断路器跳闸线圈的跳闸脉冲最短持续时间。

ModeOutputx (输出 x 模式)：定义输出信号 OUTPUTx (其中 x=1-3) 为 *Steady* (稳态) 或者 *Pulsed* (脉冲) 方式生产输出。

13.3 可配置的逻辑功能模块

13.3.1 标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
OR 功能模块	或	–	–

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
取反功能模块	取反	–	–

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
脉冲定时器功能模块	脉冲定时器	–	–

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
可控门功能模块	GATE	–	–

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
异或功能模块	XOR	–	–

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
执行周期延时功能模块	LOOPDELAY	–	–

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
计时器功能模块	TIMERSET	–	–

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
与（AND）功能模块	AND	–	–

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
置位-复位存储器功能模块	SRMEMORY	–	–

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
存储功能模块的复位-置位	RSMEMORY	-	-

13.3.2 应用

为满足 IED 的配置需要，需要一些标准的逻辑模块，例如或门、非门等，以及定时器。

对与门（AND）、或门（OR）、取反和异或门（XOR）没有提供参数设置，.

对通常的 On/Off 延迟和脉冲时间，用本地人机界面（LHMI）或参数设定工具（PST）进行延时和脉冲长度整定。

同一逻辑模块的两个定时器（一个整定启动延时，另一个整定返回延时）都使用一个公共定值。

对于可控门，可整定定时器和带记忆的 SR 触发器，可通过本地人机界面（LHMI）或参数设定工具（PST）来获得参数定值。

13.3.3.1 配置

逻辑通过应用配置工具（ACT）来配置。

可配置逻辑模块中定义了功能的执行，它们按照一个固定的顺序运行，每个功能的循环时间不一定相同。

对于每个循环时间，给功能模块一个序列执行号。 当在 ACT 配置工具中使用功能模块的符号名称和循环时间时，可见这种情况，见下面的例子。

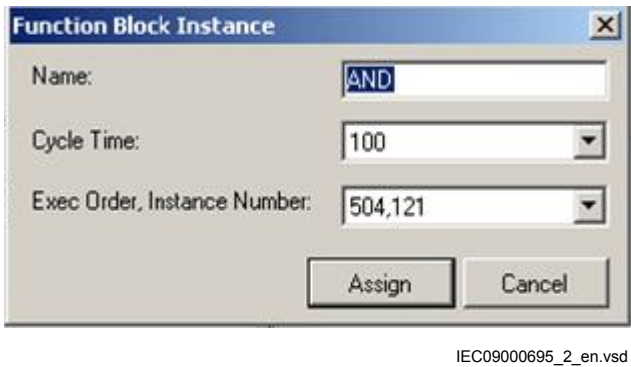


图 112: 逻辑模块的示例符号名称，序列执行号和循环时间

同一循环周期内不同功能模块的执行由他们的序列执行号的次序决定。 当串连接两个或多个逻辑功能模块时要时刻记住这一点。



要注意快速循环时间的功能模块和慢速循环时间的功能模块的连接。

要仔细设计逻辑回路，记得总是检查不同功能模块的执行顺序。在其他方面，附加的延时必须引入到逻辑方案中以避免出错，例如功能间的竞争。

与门的四个输入默认值为 1，用户可以根据需要只连接需要连接输入，其余的悬空。输出 OUT 初始默认值是 0，若本功能处于错误的执行顺序下，输出 OUT 可能被抑制一个周期。

13.4 固定信号功能模块（FXDSIGN）

13.4.1 标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
固定信号	FXDSIGN	—	—

13.4.2 应用

固定信号功能模块（FXDSIGN）产生一些预先设定（固定）的信号，可将这些信号用于 IED 的配置中，或者用于对其它功能模块中没使用的输入强制置为某一水平/值，或者用于创建某一逻辑。

FXDSIGN 模块的 GRP_OFF 信号使用举例

限制接地故障保护功能 REFDPDIF 可用于自耦变压器和普通变压器。

当用于自耦变压器的时候，该功能需要两侧绕组的信息和中性点电流。这表明要有 3 个输入。

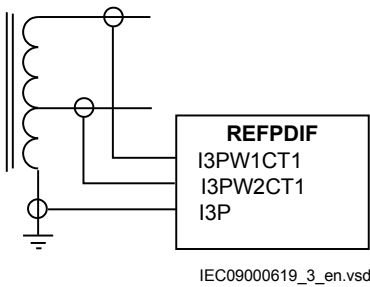


图 113: REFDPDIF 用于自耦变压器的输入

对于普通变压器，只需要 1 侧绕组和中性点信息。这表明只需要使用 2 个输入。既然所有组的连接都必须接上，那么第三个输入需要连接东西，就是 FXDSIGN 功能模块的 GRP_OFF 信号。

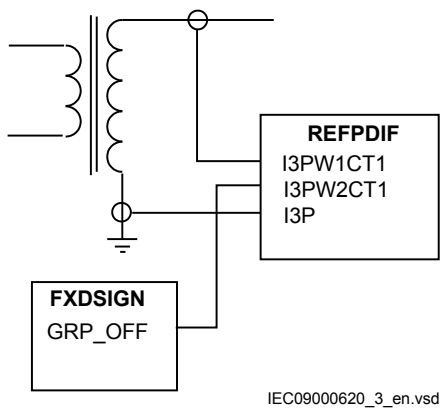


图 114: REFDPDIF 用于普通变压器的输入

13.5 16 位布尔型量转化为整数 B16I

13.5.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
16 位布尔型量转化为整数	B16I	-	-

13.5.2 应用

16 位布尔型转化为整数功能模块(B16I) 用于把一组 16 个开关量（逻辑量）信号转化为一个整数。例如，它可以用来连接一个功能（如距离保护）的逻辑输出信号至另一个功能（如线路差动保护）的整数输入。B16I 功能没有逻辑接点映射。

13.5.3 设置指南

在本地人机界面（LHMI）或 IED 保护控制管理器（PCM600）中，该功能没有任何参数。

13.6 带逻辑节点表示的 16 位布尔型转化为整数 B16IFCVI

13.6.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
带逻辑节点表示的 16 位布尔型转化为整数的功能模块（	B16IFCVI	-	-

13.6.2应用

带逻辑节点表示的 16 位布尔型转化为整数的功能模块, 是用于将一组 16 个开关量（逻辑量）信号转化 为一个整数。当你想通过输入整数生成逻辑命令（用于选择开关或者电压控制）时这些功能非常有用。IB16GGIO 在 IEC 61850 上有一个逻辑节点。

13.6.3设置指南

在本地人机界面（LHMI）或 IED 保护控制管理器（PCM600）中，该功能没有任何参数。

13.7整数转化为 16 位布尔型量功能模块 IB16A

13.7.1标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
故障测距	LMBRFLO	-	-

13.7.2应用

整数转化为 16 位布尔型量功能模块（IB16A）是用于将一个整数转化为一组 16 个开关量（逻辑量）信号。 例如，它可以用来连接一个功能（如距离保护）的整数输出信号至另一个功能（如线路差动保护）的开关量（逻辑）输入。 IB16A 功能没有逻辑接点映射。

13.7.3设置指南

在本地人机界面（LHMI）或 IED 保护控制管理器（PCM600）中，该功能没有任何参数。

13.8带逻辑节点表示的整数转化为 16 位布尔型 IB16FCVB

13.8.1标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
带逻辑节点表示的整数转化为 16 位布尔型	IB16FCVB	-	-

13.8.2**应用**

带逻辑节点表示的整数转化为 16 位布尔型的功能模块（IB16GGIO）是用于将一组 16 个开关量（逻辑量）信号转化为一个整数。IB16GGIO 的功能模块可以从一个变电站电脑接收一个整数，例如通过 IEC 61850。当你想通过输入整数生成逻辑命令（用于选择开关或者电压控制）时这些功能非常有用。IB16GGIO 在 IEC 61850 上有一个逻辑节点。

13.8.3**定值**

在本地人机界面（LHMI）或 IED 保护控制管理器（PCM600）中，该功能没有任何参数。

章节 14 监视

14.1 IEC61850 通用通信输入/输出功能 SPGGIO

14.1.1 标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
IEC 61850 通用通信输入/输出功能	SPGGIO	-	-

14.1.2 应用

IEC 61850 通用通信输入/输出功能的（SPGGIO）功能用于向变电站内的其他系统或设备发送单个的逻辑信号。有一个可见的输入端可通过 ACT 工具连接。

14.1.3 设置参数指南

在本地人机界面（LHMI）或 IED 保护控制管理器（PCM600）中，该功能没有任何参数。

14.2 IEC 61850 通用的 16 路通信输入/输出功能 SP16GGIO

14.2.1 标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
IEC 61850 通用通信输入/输出带 16 个输入的功能模块	SP16GGIO	-	-

14.2.2 应用

SP16GGIO 功能模块用于传送最多 16 位的信号给变电站内其它系统或设备。在应用配置工具（ACT）中连接输入信号。

14.2.3 设置参数指南

在本地人机界面（LHMI）或 IED 保护控制管理器（PCM600）中，该功能没有任何参数。

14.3 IEC61850 通用通信输入/输出功能 MVGGIO

14.3.1 标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
IEC 61850 通用的通信输入/输出功能	IEC 61850 通用 I/O 通信功能	-	-

14.3.2 应用

IEC 61850 通用通信输入/输出功能的（MVGGIO）功能用于向变电站内的其他系统或设备发送模拟量输出的瞬时值。也可在同一 IED 内使用该功能模块，对一个模拟量值附加一个扩展功能模块(RANGE)，可以允许对该值进行测量监视。

14.3.3 参数设置指南

IEC61850 通用通信输入输出功能 (MVGGIO) 的参数允许用户从被监视信号中选择死区和过零值区。在过零值区中的值被认为是 0。

高限和低限定值提供了测量值的限值即：高高限、高限、正常、低限以及低低限值的范围。测量值的实际范围显示在 MVGGIO 功能模块的范围输出上。当测量扩展模块(MVEXP)连接到范围输出上，MVEXP 的逻辑输出相应地改变。

14.4 测量

14.4.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
测量	CVMMXN	P, Q, S, I, U, f	-
相电流测量	三相电流测量	I	-
线电压测量	VMMXU	U	-
续下页			

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
电流序分量测量	CMSQI	I1, I2, I0	—
序电压测量	VMSQI	U1, U2, U0	—
相电压测量	VNMXU	U	—

14.4.2

应用

测量功能用于电力系统的测量、监视，并向本地人机界面、PCM600 内的监视工具、或例如基于 IEC 61850 向站控层报告所得到的测量值。可以连续监视有功、无功、电流、电压、频率、功率因素等测量值，对电能的高效生产、传输、分配来说非常重要。它向系统运行人员提供快速、直截了当的当前电力系统的状况概要。另外，为了验证仪用互感器（即电流互感器 CT，电压互感器 VT）运行恰当、连接正确，在保护和控制 IED 测试和投运期间，也可利用这些测量值。在正常运行期间，通过对来自 IED 的测量值与来自其它独立表计的测量值定期比较，可以验证 IED 测量回路的正确运行。最后，还可以藉此验证距离保护功能或是方向过流保护功能方向朝向的正确性。



IED 中所具有的测量值与实际的硬件（TRM）以及 PCM600 中所作的逻辑配置有关。

所有测量值可由 4 个可整定的限值来监视，分别是：低低限，低限，高限，高高限。也支持零箝位归算值，即将在某整定限值以下的测量值强制置 0，以减少输入回路中的噪音影响。任意定值或参数之间没有关联，无论是功能模块之间还是每个功能模块的信号之间。

零箝位是由 *ZeroDb* 来处理的，每个功能模块的每个信号分开处理。例如，U12 的零箝位是由 *ULZeroDb*（VMMXU 模块内）处理，I1 的零箝位是由 CMMXU 中的 *ILZeroDb* 处理的。

当测量值的变化在整定的门槛限值之上，或从上次数值更新之后所有变化量的时间积分超过门槛限值时，可用死区监视向站控层报告所测量的信号值。测量值也可基于周期性报告方式。

测量功能，CVMMXN，提供如下的系统值：

- P、Q 和 S： 三相有功、三相无功和三相视在功率
- PF： 功率因素
- U： 线电压 幅值
- I： 相电流幅值
- F： 电力系统频率

输出值通过本地人机界面显示，是在 **主菜单/测试状态/功能状态/监视/CVMMXN/输出**

测量功能 CMMXU, VNMMXU 和 VMMXU 提供以下物理参数：

- I： 相电流（幅值和相角）（CMMXU）
- U： 电压（单相接地和线电压，幅值 和角度）（VMMXU, VNMMXU）

可以校准测量功能以达到高于 0.5 级的显示值。它通过用位于幅值 5%、 30% 及 100%的额定电流、额定电压处对幅值和相角进行补偿来实现。



所提供的电力系统参数与实际的硬件（TRM）及 PCM600 中所作的逻辑配置有关。

测量功能 CMSQI 和 VMSQI 提供序分量：

- I： 电流序分量（正序、零序、负序的幅值 和角度）
- U： 电压序分量（正序、零序、负序的幅值 和角度）。

其中 CVMMXN 功能用测量的电流、电压信号的基波相量（即 DFT 值），计算出三相有功量。根据所选择的定值，测量功率值可以作为瞬时计算值或一个周期的平均值（即低通滤波后的值）。

14.4.3

参数设置指南

测量功能 CVMMXN, CMMXU, VMMXU, CMSQI, VMSQI, VNMMXU 的可用整定参数都和实际硬件 (TRM) 和 PCM600 中的逻辑配置有关。

通过本地人机界面或 PCM600 可以设置测量功能 CVMMXN, CMMXU, VMMXU, CMSQI, VMSQI, VNMMXU 的参数。

IED 通用基准值，一次侧电流 (I_{Base})，一次侧电压 (U_{Base}) 以及一次侧功率 (S_{Base})，这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 $GlobalBaseSel$ 是为了选择一个参考基准值组的定值。

Operation(投退模式) 退出/投入，每个功能实例(CVMMXN, CMMXU, VMMXU, CMSQI, VMSQI, VNMMXU)可以投入运行 (On) 或退出运行 (Off)。

下列通用整定值可用于测量功能 (CVMMXN)。

PowMagFact 功率比例系数。

PowAngComp 相位补偿，补偿 I 和 U 这两个测量量之间的相移

Mode 测量电流与电压的选择。基于连接到 IED 的可用电压互感器输入，有 9 种不同的方式用于计算监视的三相值。请参照参数组整定表。

k 电能测量 V 和 I 的低通滤波系数。

UAmpCompY 幅值补偿系数，电压测量 Ur 值为 Y%处，其中 Y 可以为 5、30 或 100。

IMagCompY 幅值补偿系数，电流测量 Ir 值为 Y%处，其中 Y 可以为 5、30 或 100。

IANGCompY 电流相位补偿系数，电流测量 Ir 值为 Y%处，其中 Y 可以为 5、30 或 100。

下列通用整定值可用于 **线电流测量** (CMMXU)。

IMagCompY 幅值补偿系数，电流测量 Ir 值为 Y%处，其中 Y 可以为 5、30 或 100。

IANGCompY 幅值补偿系数，电流测量 Ir 值为 Y%处，其中 Y 可以为 5、30 或 100。

下列通用整定值可用于 **线电压测量** (VMMXU)。

UAmpCompY 幅值补偿系数，电压测量 Ur 值为 Y%处，其中 Y 可以为 5、30 或 100。

UANGCompY 电压相位补偿系数，电压测量 Ur 值为 Y%处，其中 Y 可以为 5、30 或 100。

下列通用整定值可用于所有检测量，包括在功能 (CMMXU, VMMXU, CMSQI, VMSQI, VNMMXU) 中，其中下面整定值中的 X 即为 S、P、Q、PF。

Xmin 模拟信号 x 的最小值，在应用测量单元直接设置。

Xmax 模拟量信号 x 最大值。



Xmin 和 Xmax 值直接设在应用测量单位，V，A 以及对于所有的测量功能都是如此，除了 CVMMXN，因为 CVMMXN 中 Xmin 和 Xmax 以 SBase 百分数设置。

XZeroDb 零点箝位。小于 XZeroDb 的信号值将强行变为 0。

XRepTyp 报告类型。周期性 (*Cyclic* (周期))，(*DeadBand*) 或积分静区 (*Int deadband*)。控制报告间隔通过参数 XDbRepInt 设置

XDbRepInt 报告静区监视设定。当为周期报告时，其报告间隔为几秒。幅值静区的设定值为测量范围的百分数。积分静区的设定值为积分区，即测量值（以测量范围的百分数表示）乘以两个测量值之间时间。



限值对所有模块可设置为测量功能的应用测量单位，V，A 等，除了 CVMMXN 内的限值整定为 Xmin 和 Xmax 以 SBase 百分数表示

XHiHiLim 高高限。

XHiLim 高限。

XLowLim 低限。

XLowLowLim 低低限。

XLimHyst 迟滞值，范围的百分数，所有限值公用。

所有的相角均相对于定义的基准通道表示。通过参数 *相角参考通道* (*PhaseAngleRef*) 定义了基准通道。

校正曲线

可以对功能(CVMMXN, CMMXU, VNMMXU 和 VMMXU) 进行校正，以达到 0.5 级的电压，电流和功率的测量精度。通过幅值和相角在额定电流的 5%，30% 和 100% 处进行补偿实现。幅值和相角的补偿曲线特性如图所示（例）。第一相将被用作参考通道，与曲线进行比较以计算参数。修正参数将被用于所有的相关通道。

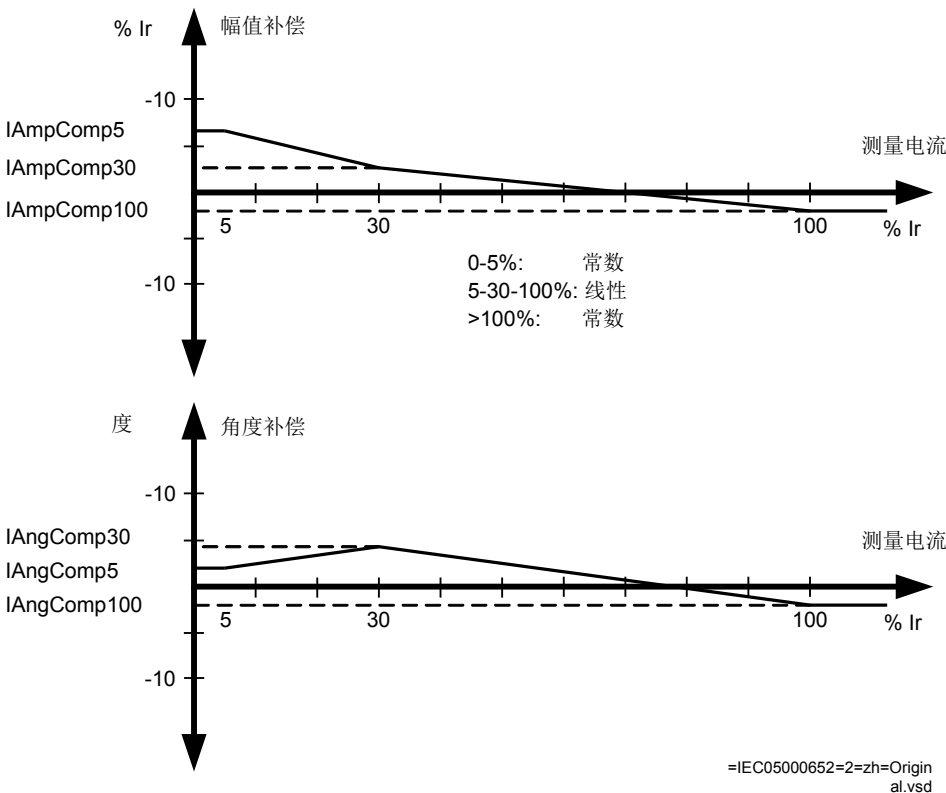


图 115: 校正曲线

14.4.4 整定举例

这里有三个与测量功能 (CVMMXN) 连接的整定举例：

- 测量功能 (CVMMXN) 用于 400kV 的架空线
- 测量功能 (CVMMXN) 用于变压器的二次侧
- 测量功能 (CVMMXN) 用于发电机

将提供每一个例子的详细说明和选择的整定参数值的最终列表。



IED 中所具有的测量值与实际的硬件 (TRM) 以及 PCM600 中所作的逻辑配置有关。

14.4.4.1 测量功能应用 于 400kV 架空线

该应用的单线图如图 116:

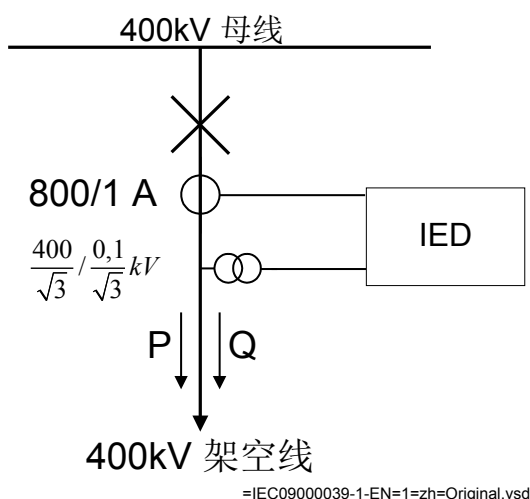


图 116: 单线图 400 kV 架空线应用

为了对上图中所示的有功和无功进行监视、监控和校正 116 需要进行如下的事项：

1. 设置正确的 CT 和 VT 数据以及参考通道，使用 PCM600 配置模拟输入通道
2. 在 PCM600 中，将测量功能连接到三相 CT 和 VT 输入。
3. 整定测量功能的通用整定参数：
 - 通用整定值见表 31.
 - 有功量监控见表 32.
 - 校正参数见表 33.

表 31: 测量功能的通用整定参数

整定值	简要说明	选择值	注释
运行	运行 Off (退出) / 投入	投入	功能必须 运行 (ON)
<i>PowAmpFact</i>	幅值 功率比例系数	1.000	在调试时可用其达到更高的测量精确度。典型情况下不需要缩放。
<i>PowAngComp</i>	相位补偿, 补偿下列两个测量量之间的相移: I 和 U	0.0	在调试时可用其达到更高的测量精确度。典型情况下不需要角度补偿。同时这里要求的 P 和 Q 的测量值都是朝向被保护元件 (即每个 IED 区内故障方向)
模式	测量电流与电压的选择。	L1, L2, L3	可选择 VT 的所有三相相对地输入
<i>k</i>	用于功率测量、U 和 I 的低通滤波器系数	0.00	典型情况下不需要额外滤波

表 32: 水平监视的整定参数

整定值	简要说明	选择值	注释
<i>PMin</i>	最小值	-750	预测的最小负荷
<i>PMax</i>	最小值	750	预测的最大负荷
<i>PZeroDb</i>	零点箝位, 范围的 0.001%	3000	整定零点箝位为 45MW, 即 1500MW 的 3%
<i>PRepTyp</i>	报告类型	db	选择 幅值 静区监视
<i>PDbRepInt</i>	周期报 Cycl: 报告间隔 (s), 幅值静区监视 Db: 范围以%表示, 积分静区监视 Int Db: 范围以%×s 表示	2	整定 $\pm \Delta db = 30MW$, 即 2% (当变化量大于 30MW 时将会进行报告)
<i>PHiHiLim</i>	高高限 (物理值)	600	高告警限值, 即极端过负荷告警
<i>PHiLim</i>	高限 (物理值)	500	高预警限值, 即过负荷预警
<i>PLowLim</i>	低限 (物理值)	-800	低预警限值。未激活
<i>PLowLowLim</i>	低低限 (物理值)	-800	低告警限值。未激活
<i>PLimHyst</i>	迟滞值, 范围的百分数 (所有限值公用)	2	整定 $\pm \Delta Hysteresis MW$, 即 2%

表 33: 校正参数整定

整定值	简要说明	选择值	注释
<i>IampComp5</i>	幅值 电流补偿系数, 当位于 5%	0.00	
<i>IampComp30</i>	幅值 电流补偿系数, 当位于 30%	0.00	
<i>IampComp100</i>	幅值 电流补偿系数, 当位于 100%	0.00	
<i>UampComp5</i>	幅值 电压补偿系数, 当位于 5%	0.00	
<i>UampComp30</i>	幅值 电压补偿系数, 当位于 30%	0.00	
<i>UampComp100</i>	幅值 电压补偿系数, 当位于 100%	0.00	
<i>IangComp5</i>	电流相位补偿系数, 当位于 5% Ir	0.00	
<i>IangComp30</i>	电流相位补偿系数, 当位于 30% Ir	0.00	
<i>IangComp100</i>	电流相位补偿系数, 当位于 100% Ir	0.00	

14. 4. 4. 2 对发电机的测量功能应用，

该应用的单线图如图 117.

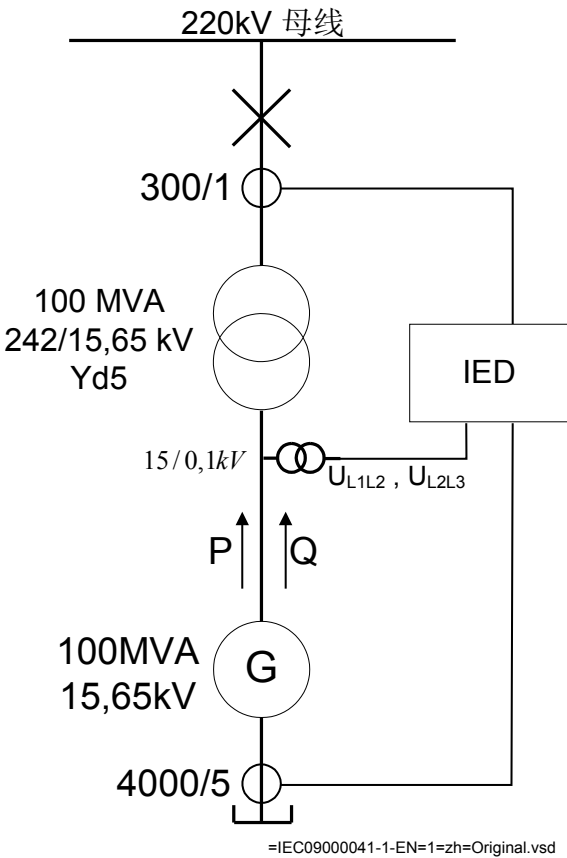


图 117: 发电机应用的单线图

为了测量上图中所指示的有功和无功值，需要进行如下事项：

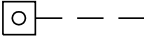
1. 利用 PCM600 选择正确的所有 CT 和 VT 数据以及相角参考通道输入通道
2. 在 PCM600 中，将测量功能连接到变压器的 CT 和 VT 输入端
3. 为相关测量功能设置的通用整定值如下表所示：

表 34: 测量功能的通用整定参数

整定值	简要说明	选择值	备注
操作	操作 <i>Off</i> (退出) / <i>On</i> (投入)	<i>On</i> (投入)	功能必须设置为 <i>On</i> (投入)
PowAmpFact	功率比例系数。	1.000	典型情况下不需要缩放。
PowAngComp	相位补偿，补偿下列两个测量量之间的相移：I 和 U	0.0	典型情况下不需要角度补偿。同时这里要求的 P 和 Q 的测量值都是朝向被保护元件（即每个 IED 区内故障方向）
Mode	测量电流与电压的选择	<i>Arone</i>	连接在相间 (V 型连接) 的发电机 VT
k	用于功率测量、U 和 I 的低通滤波器系数	0.00	典型情况下不需要额外滤波

14.5 事件计数器 (CNTGGIO)

14.5.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
事件计数器	CNTGGIO		-

14.5.2 应用

事件计数器 (CNTGGIO) 六个计数器，它们可以存贮每个计数器被激活的次数。可用 CNTGGIO 记数某个特定功能，例如跳闸逻辑发出跳闸信号的次数。六个计数器有公共闭锁和复归功能。

14.5.3 设置参数指南

投退模式 设置事件计数器 (CNTGGIO) 的运行是 *On* (投入) 或 *Off* (退出)。

14.6 故障报告

14.6.1 标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
故障报告	故障报告	-	-
模拟量输入信号	A1RADR	-	-
模拟量输入信号	A2RADR	-	-
模拟量输入信号	A3RADR	-	-
模拟量输入信号	A4RADR	-	-
开关量输入信号	B1RBDR	-	-
开关量输入信号	B2RBDR	-	-
开关量输入信号	B3RBDR	-	-
开关量输入信号	B4RBDR	-	-
开关量输入信号	B5RBDR	-	-
开关量输入信号	B6RBDR	-	-

14.6.2 应用

为了得到与故障相关的一次、二次系统内完整的、可靠的信息，重要的是要采集到故障时电流，电压和事件的信息，能够在概览中连续的事件记录可被监

视。故障报告功能实现这些任务，且使对电力系统的行为和故障期间、故障后的一、二次设备有更好的理解。事故数据的分析提供了用于解释故障的有效信息，是设置系统计划，原有设备的改进等的基础。这些信息也可用作设计新的设备的长远规划，在这种意义上，故障录波是功能分析的一部分。

故障报告 DRRDRE，通常包含在 IED 中，通常需要与功能模块相连的那些模拟信号的采样数据和开关信号，这些信号有

- 最多 30 个外部模拟信号
- 10 个内部驱动模拟信号
- 96 个开关信号。

故障故障报告功能是下列多个功能的通用名称，事件记录 事件列表跳闸值记录，扰动记录。

就配置、启动条件、记录时间、大存储容量而言，该功能具有极大的灵活性。因此，故障报告不依赖于保护功能的运行，它能记录如保护功能没有发现情况下的故障信息。故障报告可用作高级的独立的故障录波仪。

每个故障报告的记录存储在 IED 中。同样也适用于所有的事件存储，其在环形缓冲器中被连续存储。故障录波的信息可以利用故障处理工具上传到 PCM600，用作报告读取或进一步的分析（利用 WaveWin，它可以在 PCM600 安装 CD 上找到）。用户也可以通过 FTP 或者 MMS（通过 61850）客户端载入故障记录文件。

如果该 IED 装置连接在站级中线上（IEC 61850-8-1），故障记录和故障定位信息通过 GOOSE 或者报告控制数据获得。

14. 6. 3

设置参数指南

可以通过本地人机界面或 PCM600 来对故障报告功能进行参数整定。

可以处理多达 40 个模拟和 96 个开关量信号，无论是内部信号还是外部输入信号。开关量信号对于所有的功能都一样，比如，故障录波，事件记录，指示，跳闸值记录和 事件列表 功能。

利用 PCM600 用户可以自定义开关量和模拟量输入信号名称。模拟量和开关量信号将以用户自定义的名称出现。该名称将用于所有的相关功能，（故障录波），事件记录，指示，跳闸值记录和 事件列表）。

图 118 显示了故障报告中所包含的功能及功能模块之间的关系。事件列表，事件记录和指示使用来自开关量输入功能模块 (BxRBDR) 的信息。跳闸值记录使用来自模拟量输入功能模块 (AxRADR) 的信息，故障报告功能所需的信息来自于 AxRADR 和 BxRBDR。

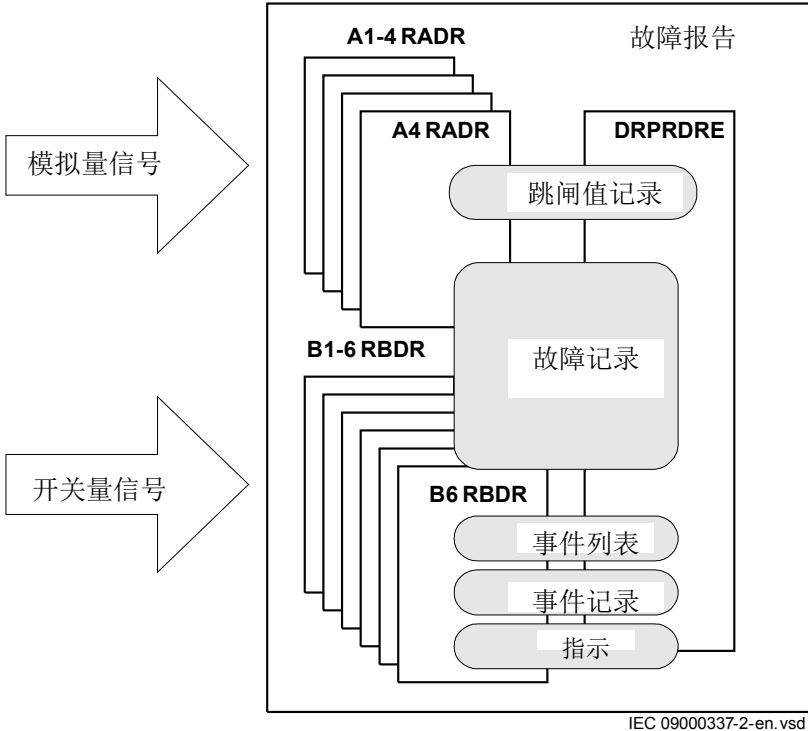


图 118: 故障报告功能及相关的功能模块

对于故障报告功能有数个整定值，这些整定值也会影响其子功能。

在 LCD 屏幕上方的三个 LED 指示灯，通过这些指示灯能够快速得到 IED 智能保护设备的状态。

绿色 LED:	常亮	在运行中
	闪亮	内部故障
	熄灭	没有上电
黄色 LED:	本功能由故障报告功能中的整定值 SetLEDn 控制。	
红色 IED:	本功能由故障报告功能中的整定值 SetLEDn 控制。	

Operation (运行)

故障报告功能的运行可以整定为 *On*(投入) 或者 *Off* (退出) 。 如果选择 *Off* (退出) ， 那么请注意不会登记任何故障报告， 并且没有子功能运行（这是唯一影响 事件列表）。

投退模式 = *Off* (退出) :

- 故障报告将不会被存储。
- LED 信息(黄色 - 启动, 红色 - 跳闸)不会保存也不会更改。

投退模式 = *On* (投入):

- 存储故障报告, 可以通过本地人机界面, 或在个人电脑上使用 PCM600 读取故障信息。
- LED 信息(黄色 - 启动, 红色 - 跳闸)保存。

每个录波将会有有一个编号 (0 到 999), 这个编号可以用作为标识符 (本地人机界面, 故障分析工具和 IEC61850)。另一种可替换选择的录波标识为日期、时间和序列号。每产生一个新的录波, 序列号将自动的增加一个, 并且每天午夜序列号将会重新置零。IED 上能存储录波的最大数量是 100, 若存储已满, 当有新的故障报告产生时将覆盖最老的故障报告 (FIFO)。



要删除故障录波, *投退模式* 参数必须为 *On* (投入)。



录波的最大数目取决于每个录波的总体录波时间。较长的录波时间会使得录波的数目少于 100 个。



IED 的闪存不能用来保存用户文件。这可能会导致因存储空间不够而使得故障录波被删除。

录波时间

故障报告的各种录波时间可以进行设置 (故障前时间、故障后时间和极限时间)。这些录波时间将或多或少的影响到所有的子功能, 但对事件列表 功能没有影响。

故障前录波时间 (*PreFaultRecT*) 是故障启动点之前的录波时间。该定值应至少设定为 0.1 s, 以保证采样足够进行跳闸值记录 功能中估算故障前值。

故障后录波时间 (*PostFaultRecT*) 是在跳闸信号消失之后的最长录波时间 (不会影响跳闸值记录 功能)。

录波时间限值 (*TimeLimit*) 是在跳闸之后的最大录波时间。若某些跳闸情况 (故障时间) 持续非常长或者为永久性故障, 则该参数能够限制录波时间 (不会影响跳闸值记录 功能)。

故障后重触发 *PostRetrig* 可设为 *On* (投入) 或者 *Off* (退出)。在故障后情况下出现新的跳闸信号时, 这个参数使得可以运行故障报告功能。

PostRetrig = *Off* (退出)

当在故障后时间之内有新跳闸信号时, 该功能为未激活。

$PostRetrig = On(投入)$

该功能将完成现有的报告，并启动一个新的完整报告，后者包括：

- 新的故障前和故障时间(将于先前的报告重叠)
- 由于重叠，事件和指示可能会存于前面的报告
- 新的跳闸值计算（若安装了该功能，处于运行并且已经启动）

测试模式运行

若 IED 处于测试模式，且 $OpModeTest = Off(退出)$ ，故障报告功能将不会贮存任何记录，且不会显示 LED 信息。

若 IED 处于测试模式，且 $OpModeTest = On(投入)$ ，故障报告功能将以正常模式运行，可以在所存贮的记录中得到指示的状态。

14. 6. 3. 1

开关量输入信号

最多可选择 96 个开关量信号供故障报告处理，可从内部逻辑信号及开关量输入信号中选择这些信号。配置工具用于配置信号。

对于 96 个信号中的每一个，可以选择该信号是否用作于启动故障报告的触发信号，以及激活此触发录波应当是上升沿(1)还是下降沿(0)。

$OperationN$: 开关量输入 N 可以触发故障报告 ($On(投入)$) 或不触发 ($Off(退出)$)。

$TrigLevelN$: 开关量输入 N 在上升沿 (1) 触发) 或下降沿 (0) 触发。

14. 6. 3. 2

模拟量输入信号

在内部模拟量和模拟量输入信号中，最多可以选 40 个模拟量信号。PCM600 用于配置这些信号。

不会影响故障报告的模拟量触发，无论模拟量输入 M 是否包括在故障录波中 ($OperationM = On(投入)/Off(退出)$)。

如果选择 $OperationM = Off(退出)$ ，图表中将不会记录和报告波形（采样）。但是会记录和报告动作值、故障前和故障时的值。输入通道仍可用于触发故障录波。

如果选择 $OperationM = On(投入)$ ，图表中将不会记录和报告波形（采样）。

$NomValueM$: 输入 M 的正常值。

$OverTrigOpM$, $UnderTrigOpM$: 过/欠量触发动作，模拟量输入 M 的高/低值会触发故障报告 ($On(投入)$) 或不触发 ($Off(退出)$)。

$OverTrigLeM$, $UnderTrigLeM$: 过/欠量触发定值，输入量 M 在相对正常值多少百分数的高/低触发定值时，将触发故障报告。

14. 6. 3. 3

子功能参数

只要故障报告在运行，所有的功能都在运行。

指示

IndicationMaN: 开关量输入 N 的指示掩码，如果设定了 (*Show 显示*)，将会获得此特定输入的状态改变信息，并显示在本地人机界面的故障录波摘要上。如果设定为 (*Hide 隐藏*)，则不会显示状态改变。

SetLEDN: 如果开关量输入 N 状态改变，则在 IED 上的本地人机界面设置黄色 *启动* 和红色 *跳闸* LED 灯。

故障录波

OperationM: 故障录波会记录模拟量通道 M (*On(投入)*) 或不会记录 (*Off(退出)*)。

如果 *OperationM* = *Off(退出)*，图表中将不会记录和报告波形（采样）。但是会记录和报告动作值、故障前和故障时的值。输入通道还可用于触发故障录波。

如果 *OperationM* = *On(投入)*，图表中将会记录和报告波形（采样）。

事件记录

事件记录 功能没有专用的参数。

跳闸值记录

ZeroAngleRef: 该参数定义了哪个模拟量信号将作为其它所有模拟量输入信号的相角基准。该信号也可用于频率测量，测得的频率用于计算跳闸值的参考频率。建议选择电压输入信号，例如一个线路或母线的相电压（信道 1-30）。

事件列表

事件列表 功能没有专用的参数。

14. 6. 3. 4

需要考虑的事项

由于带录波功能的现代 IED 数量在增加，所以电力系统内的录波设备的密度在增加。这将造成在每个单一故障时，如果不对录波功能给出合适的整定，将会出现非常多的录波，同样也会提交过多的信息。其目标是为了优化每个 IED 的整定，以使其仅对有价值的故障进行录波，从而让每个 IED 存贮尽可能多的故障报告条数。

录波时间不应超过极限时间 (*PostFaultrec* 和 *TimeLimit*)。

- 该功能是应该仅对所保护元件的进行故障录波还是覆盖更多的元件？
- 所预期的故障清除时间最长是多少？
- 录波需要记录重合闸吗？当发生永久性故障时，要产生第二次录波吗 (*PostRetrig*)？

使录波的数量最小化：

- 开关量信号：仅使用相关的信号来启动录波，即保护跳闸、载波接收和/或 启动信号。
- 模拟量信号：触发值的设置需要非常注意，因为不合宜的整定将造成大量的录波。若使用了模拟量输入触发，所选择的整定值应该比正常运行值留出一个足够的冗余。不推荐将相电压信号作为触发信号。

记住其它地方整定的参数值将被关联到报告的信息上。例如这些参数包括变电站和元件标识，CT 和 VT 变比。

14. 7 测量值扩展功能模块 MVEXP

14. 7. 1 标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
测量值扩展功能模块	MVEXP	-	-

14. 7. 2 应用

电流电压测量功能(CVMMXNCMMXU, VMMXU 和 VNMMXU)，电流电压序分量测量功能(CMSQI 和 VMSQI)， IEC 61850 通用通信输入/输出功能(MVGGIO) 都是由测量监视功能提供的。所有测量值可由 4 个可设定的限值监视，分别是：低低限，低限，高限，高高限。引入测量值扩展功能模块 (MVEXP) 能够将测量功能的测量范围信号转换为 5 个开关量信号即：低于低低限、低于低限、正常值、高于高高限、高于高限。可使用这些输入信号输出，作为配置逻辑中使用的条件。

14. 7. 3 设置指南

在本地人机界面 (LHMI) 或 IED 保护控制管理器 (PCM600) 中，该功能没有任何参数。

IED 通用基准值, 一次侧电流 (*I*Base)，一次侧电压 (*U*Base) 以及一次侧功率 (*S*Base)，这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 *GlobalBaseSel* 是为了选择一个参考基准值组的定值。

14. 8 站用电池监视功能 SPVNZBAT

14. 8. 1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
站点电池监视功能	SPVNZBAT	U<>	-

14.8.2 应用

通常，直流系统的负荷是恒定阻抗负荷，例如处于稳定运行状态的灯、LED。电子器件和电磁接触器。当断路器跳闸或合闸时，存在暂态 RL 负荷。

必须持续监视电池电压，因为电池只可以耐受很短时间的中度过电压和欠电压。

- 如果电池遭受长时间或高频率的过压，会导致电池加速老化，这会使得电池提早故障。其它的情况可能是热失控，发热，或阀控电池的氢气量增大和液体减损。
- 如果充电电压值低于电池的最小推荐浮动电压，那么电池不能接收到足够的充电电流来抵消内部损耗，这会导致电池容量的逐渐损失。
 - 如果铅酸电池遭受持续的欠电压，板上会发生严重的硫酸盐化作用，这会降低电池容量。

14.9 气体绝缘监视功能（SSIMG）

14.9.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
气体绝缘监视功能	SSIMG	-	63

14.9.2 应用

气体绝缘监视功能 (SSIMG) 用于监视断路器的状态。断路器内合适的压缩气体灭弧很重要。当气压与所需值相比太低时，闭锁断路器动作以避免事故。基于断路器气压的开关量信息用于功能的输入信号。除此之外，功能基于收到的信息产生告警。

14.10 液体绝缘监视功能（SSIML）

14.10.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
液体监视功能	SSIML	-	71

14. 10. 2 应用

液体绝缘监视功能 (SSIMG) 用于监视断路器的状态。断路器内合适的油压对灭弧很重要。当油压与所需值相比太低时，闭锁断路器动作以避免事故。基于断路器油压的开关量信息用于功能的输入信号。除此之外，功能也基于收到的信息产生告警。

14. 11 断路器状态监视 SSCBR

14. 11. 1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
断路器状态监视	断路器状态监视	-	-

14. 11. 2 应用

SSCBR 包含不同的计量和监视子功能。

断路器状态

断路器状态功能可以监视断路器的位置，即断路器为分闸、合闸还是处于中间位置。

断路器操作监视

断路器操作监视功能用于指示断路器是否已很长时间未操作。该功能用于计算断路器不活动（即维持相同的分闸或合闸状态）的天数。也可以设置初始不活动天数。

断路器接点行程时间

长行程时间表明需要维护断路器装置。因此，需要检测过长行程时间。在分断周期内，主接点启动分闸。辅助接点 A 断开，辅助接点 B 闭合，主接点到达分断位置。在闭合周期内，第一个主接点启动闭合。辅助接点 B 断开，辅助接点 A 闭合，主接点到达闭合位置。根据辅助接点的状态变化以及考虑到主接点和辅助接点位置变化的时差而增加的校正因数计算行程时间。

操作计数器

断路器的日常维护，例如给断路器装置上润滑油，一般在一系列动作的基础上进行。在操作周期次数超过设定的定值时发出告警的合适门槛定值有助于预防性维护。它也可用于在使用油断路器的情况下指示抽取油样进行电介质性能试验的要求。

状态的变化可通过辅助接点的开入量进行检测。对于可用于在操作一段时间后或在采用经过整修的一次设备的情况下启动该功能的计数器，可以为其设定初始值。

It

$I^y t$ 累计用于计算储能 $\Sigma I^y t$ ，其中因数 y 称为电流指数。因数 y 取决于断路器的类型。对于油断路器，该因数通常为 2。如果是高压系统，则系数 y 可以为 1.4...1.5。

断路器的剩余寿命

每次操作断路器时，断路器的寿命都会由于磨损而减少。断路器的磨损取决于跳闸电流，而断路器的剩余寿命可以根据制造商提供的断路器跳闸曲线估算。

估算断路器剩余寿命的示例

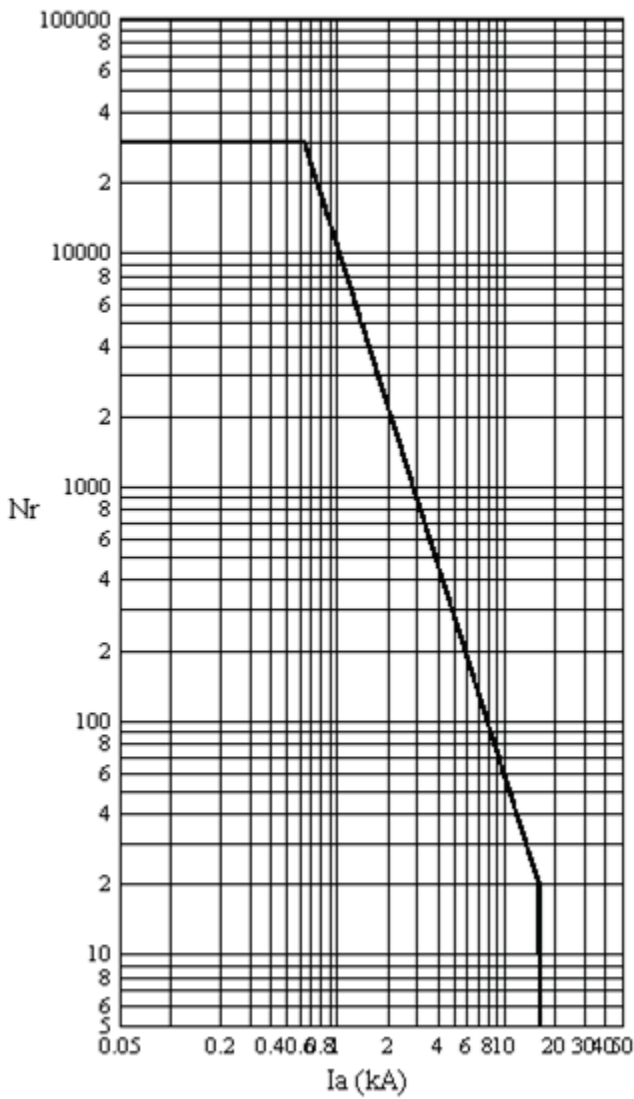


图 119: 典型 12 kV, 630 A, 16 kA 真空断路器的跳闸曲线

Nr	断路器允许的合闸-分闸操作次数
Ia	断路器跳闸时的电流

方向系数的计算

方向系数根据以下公式计算：

$$Directional\ Coef = \frac{\log\left(\frac{B}{A}\right)}{\log\left(\frac{I_f}{I_r}\right)} = -2.2609$$

(等式 86)

I _r	额定动作电流 = 630 A
以及	额定故障电流 = 16 kA
A	额定动作次数 = 30000
B	故障动作次数 = 20

剩余寿命估算

该公式表明在处于 630 A 额定动作电流时可能有 30,000 次动作，在处于 16 kA 额定故障电流时可能有 20 次动作。因此，如果跳闸电流为 10 kA，10 kA 时的一次动作相当于处于额定电流时的 30,000/500=60 次动作。同时假定：在此次跳闸之前，断路器的剩余寿命为 15,000 次动作。因此，在完成 10 kA 时的一次动作后，该断路器的剩余寿命为处于额定动作电流时的 15,000-60=14,940 次动作。

弹簧储能指示

对于断路器的正常动作，断路器弹簧应在规定的时间内完成储能。因此，检测到弹簧储能时间较长表明需要进行断路器维护。最后一个弹簧储能时间值可用作使用值。

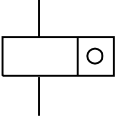
气压监视

气压监视功能可以监视电弧室内的气压。当压力相对于所需值过低时，断路器动作将被闭锁。根据该功能中的压力水平获取开入量，同时根据这些开入量产生告警。

章节 15 计量

15.1 脉冲计数器 PCGGIO

15.1.1 标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
脉冲计数器	PCGGIO		—

15.1.2 应用

脉冲计数器功能对外部产生的开关量脉冲计数。例如对外部电度表产生的脉冲计数，以计算电量。捕获脉冲是通过开关量输入模块（BIM）的输入信号实现，通过脉冲计算器模块 PCGGIO 读取，然后，计数器中的脉冲数通过站级总线传到变电站自动化系统，或作为服务值通过站级监视系统读取。当使用 IEC 61850 时，通过站级总线可获取折算后的服务值。

本功能通常用于对外部电度表的电能脉冲计数。可以从 IED 的任意开关量模数中选择输入数目。来用于此目的计数频率高达 10Hz。PCGGIO 脉冲计数器也可用作于通用计数器。

15.1.3 整定指南

通过 PCM600，每个脉冲计数器的这些参数可以单独整定：

- 投退模式: *Off (退出) / On (投入)*
- *tReporting: 0-3600s*
- *EventMask: NoEvents/ReportEvents*

可以使用 PCM600 工具对 PCGGIO 功能进行编程。.

在开关量输入模块 开关量输出模块（BIO）防抖滤波器整定时间固定，为 5ms，计数器将抑制脉冲长度小于 5ms 的脉冲。 开关量输入输出模块(BIO) 的开关量输入通道可单独整定防抖事件，振荡计数和振荡时间。 该值也可以通过本地人界面和 PCM600 的如下路径进行更改： **主菜单/配置/I/O 模块**



整定值是单独的，对于所有位于 开关量输出模块（BIO）上的输入通道，即对没有连接到脉冲计数器的 BI 限值进行改变，它不将影响 用于脉冲计数器的 输入 BI。

15.2 电能计算和需量处理功能（EPTMMTR）

15.2.1 标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
电能计算与需量处理	ETPMTR	Wh↔	-

15.2.2 应用

电能计算与需量处理 (ETPMTR) 功能用于对正向和反相的有功和无功值进行统计 它具有非常高的精度，基于测量功能. 具备现场校准功能，可以进一步增加总的灵敏度。

该功能连接到测量功能的瞬时输出 如图所示 [120](#).

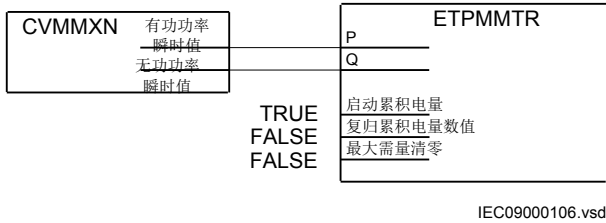


图 120: 电能计算和需量处理功能（ETPMTR）与测量功能 (CVMMXU) 之间的连接

可以经由通信在 PCM600 的监视工具，和/或采用本地人机界面上显示的读取能量值，其单位为 MWh 和 MVarh。 本地人机界面图形显示是通过 PCM 图形编辑工具（GDE）利用一个测量值配置的，测量值可以根据选择显示有功分量或无功分量。 当然也可以显示所有四种值。

同样的最大电能需求量同样可以用 MWh 或 Mvarh 来表示。

另一种方法：该值同样可以使用脉冲计数器（PCGGIO）来表示。 输出值可以使用脉冲输出整定值进行缩放，电能计量功能的 *EAFAccPlsQty*, *EARAccPlsQty*, *ERFAccPlsQty* 和 *ERRAccPlsQty*，且通过该功能的缩放，脉冲计数器可以被设置为显示正确值。 同样的方式，脉冲计数器值可以在本地人机界面上显示，和/或经通信模块传输到变电站自动化系统，这里对脉冲能量进行合计从而计

算总的能量值。该原理可以适用于非常大数值的能量计量，因为数位的饱和将限制能量的计量，最多可以在 50KV 和 3000A 的情况下进行大约一年的计量。在这个积累值之后，计数将会从零重新开始。

15.2.3

设置参数指南

通过本地 HMI 或 PCM600 设置参数。

对电能计算和需量处理功能 (ETPMMTR) 可以进行如下的设置：

IED 通用基准值，一次侧电流 (I_{Base})，一次侧电压 (U_{Base}) 以及一次侧功率 (S_{Base})，这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 $GlobalBaseSel$ 是为了选择一个参考基准值组的定值。

Operation: Off (退出) / On (投入)

tEnergy: 电量计算时间间隔。

StartAcc: Off (退出) / On (投入) 用于启动能量累积功能。



输入信号 STACC 用于启动累积。输入信号 STACC 不能用于暂停累积。每当 STACC 激活时，都会复归能量内容。STACC 可用于例如当使用一个外部时钟时，可以将两个有功电能测量功能块按时间进行切换，从而实现分时电量统计。

tEnergyOnPls: 给出了脉冲的长度。它需要至少需要 100ms 时间，才能被脉冲计数器功能模块接收，典型值为 100 ms.

tEnergyOffPls: 脉冲之间的低电平时间。典型值为 100 ms.

EAFAccPlsQty 和 *EARAccPlsQty*: 给出了每个脉冲的 MWh 值。它需要与脉冲计数器 (PCGGIO) 的整定值一起选择，以给出正确的总脉冲值。

ERFAccPlsQty 和 *ERRAccPlsQty*: 给出了每个脉冲的 MVarh 值。它需要与脉冲计数器 (PCGGIO) 的整定值一起选择，以给出正确的总脉冲值。

对于高级用户，还有很多的整定值如方向、零点箝位、最大限制值等一般情况下默认整定值适用于大多数参情况。

章节 16站级通信

16. 1 IEC61850-8-1 通信协议

16. 1. 1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
IEC 61850-8-1 通信规约	IEC 61850-8-1	-	-

16. 1. 2 应用

IEC61850-8-1 通讯规约允许与 HSI 客户端垂直通信，且允许与来自一个或几个厂家的智能电子设备进行水平通信，以交换信息和使用其功能并进行正确的合作。

GOOSE(面向通用对象的变电站事件)作为 IEC61850 - 8 - 1 标准的一部分，通过发布-预约机制，实现继电器之间状态和控制信息的通信。即在检测事件的基础上，继电器使用多播传输技术来告知那些已经注册接收数据的装置。通过发布 GOOSE 报文，继电器可以通告它的状态。也可以针对网络中的任一装置提出控制行为的请求。

[图 121](#) 显示了 IEC61850 - 8 - 1 配置的拓扑结构。 IEC61850 - 8 - 1 只指定 LAN 通信接口。LAN 本身是预留给 SA 系统集成。

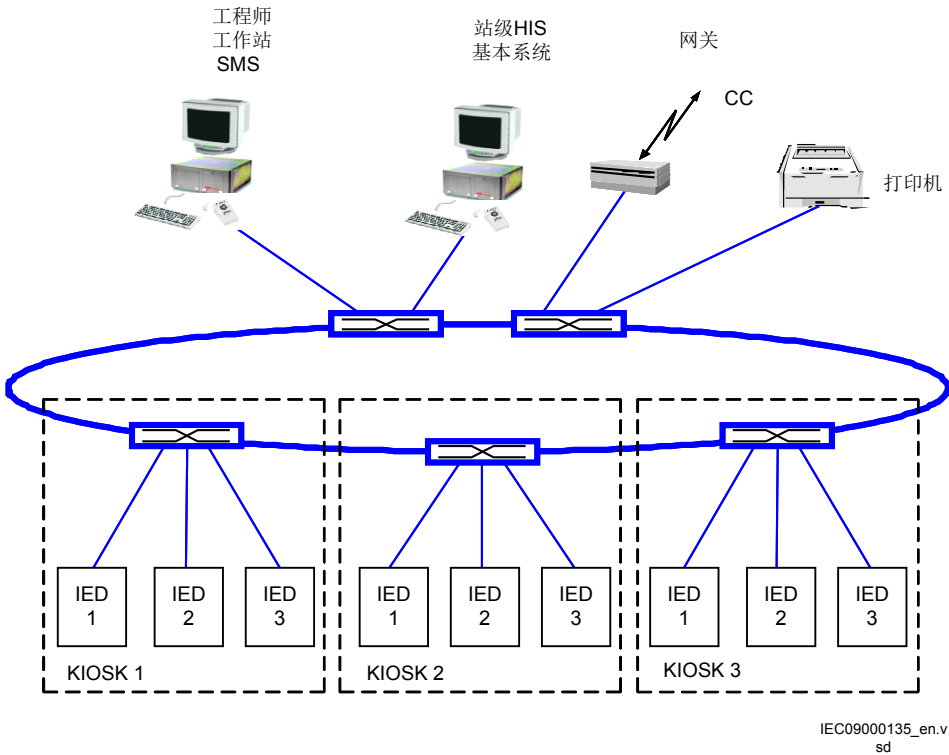


图 121: IEC 61850 通信系统的一个例子

图 122 显示了 GOOSE 点对点通信。

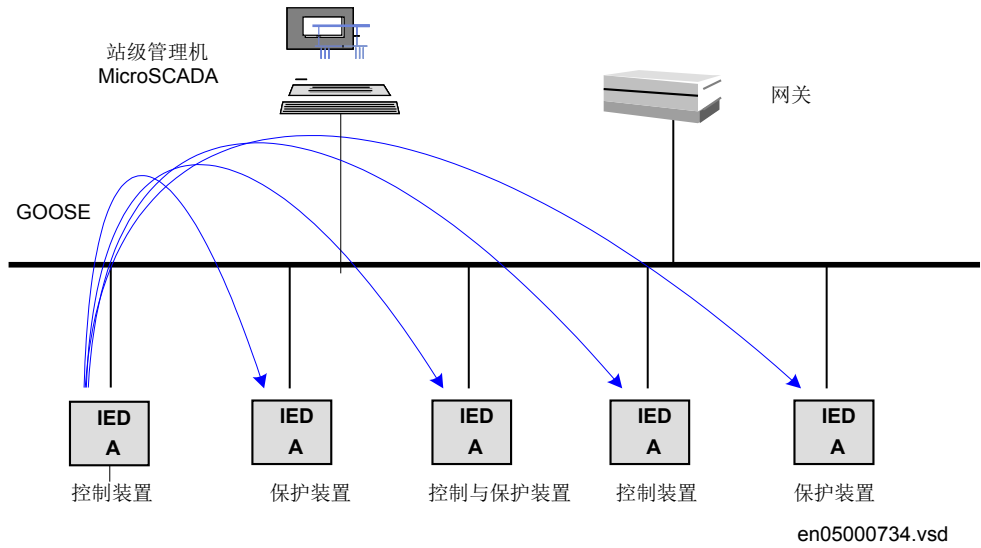


图 122: GOOSE 报文广播的实例

16.1.2.1 借助 GOOSE 的水平通信

GOOSE 报文在继电器之间以水平通信的方式进行传送。 交换的信息用于站级电气联锁，断路器失灵保护, 母线电压选择等。

简化原理如图所示，描述如下。 当 IED1 决定传输数据集，它必须通过站级总线来实现。所有其他的 IEDs 将接收数据集，但只有那些在它们的地址列表中有此数据集的继电器将接收它并保持在一个输入容器中。 可定义为接收的 IED 将接收到的数据集的内容并将其为应用配置所使用。

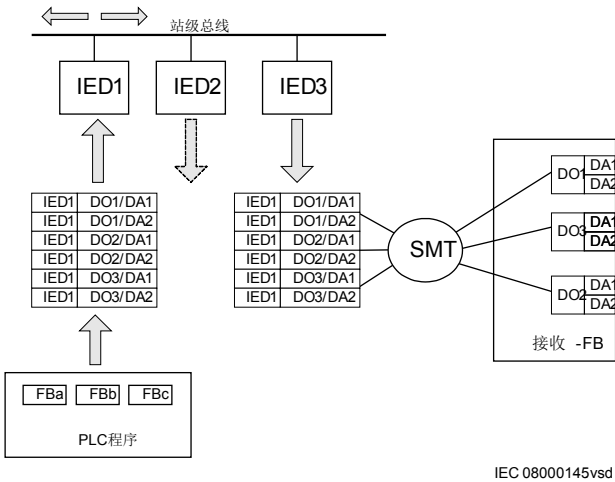


图 123: SMT: GOOSE 原理和 SMT 下的信号路径

特定的功能模块接收数据集并通过应用配置里作为应用功能输出信号的功能模块所呈现。 不同的任务使用不同的 GOOSE 接收功能模块。

SMT 把不同的数据对象属性（如 stVal 或幅值）和输出信号连接起来，使其能用于应用配置中的功能。 当单元矩阵阵列被标为红色，表示 IEC 61850 的数据属性类型不适合在一起，即使 GOOSE 接收功能块匹配。 SMT 通过接收的数据集的内容来进行检查。 见 [图 124](#)

BP1 - Signal Matrix

		Ied: E4_173, Logical Device: LD0			
		LN: S81GGI01	LN: DPGGI01	LN: SCSWI5	LN: SCSWI4
GooseBinRcv:5 (5)	TagBinOut1	X			
	TagBinOut2				
	TagBinOut3				
	TagBinOut4				
	TagBinOut5				
	TagBinOut6				
	TagBinOut7				
	TagBinOut8				
	TagBinOut9				
	TagBinOut10				
	TagBinOut11				
	TagBinOut12				
	TagBinOut13				
	TagBinOut14				
	TagBinOut15				
	TagBinOut16				
IntlReceive:1 (1)	TagReservReq				
	TagReservGrant				
	TagApparatus1		X		
	TagApparatus2				X
	TagApparatus3			X	

Binary Inputs
 Binary Outputs
 Analog Inputs
 Functions
 Goose Receive

IEC08000174.vsd

图 124: SMT: SMT 对 GOOSE 进行整理

GOOSE 接收功能模块提取数据集接收的过程信息到用于应用配置的单个属性信息。在 SMT 中矩矩阵连接接收的值到 SMT 中的各自功能块信号中，见 [图 125](#)



相应的品质属性通过 SMT 自动连接。此品质属性可通过 GOOSE 功能模块输出，在 ACT 中得到。

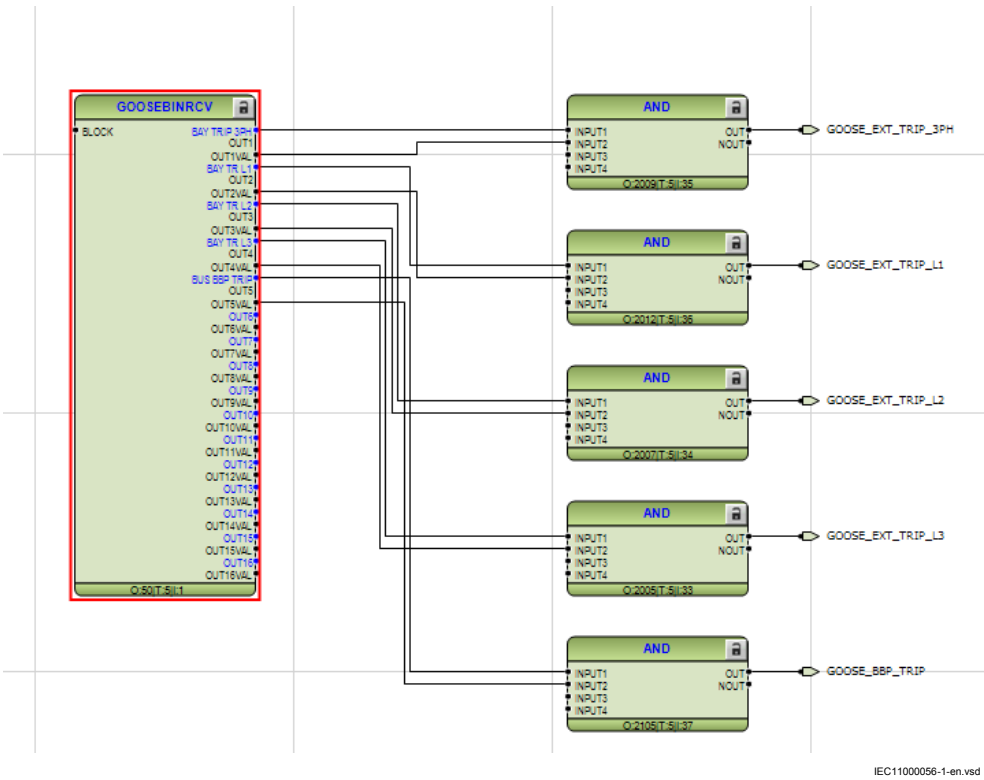


图 125: SMT: 带有转换信号的 GOOSE 接收功能模块

16. 1. 3

设置参数指南

每个 IED 有两个 与 IEC 61850 - 8 - 1 规约有关的整定值：
Operation 用户可以设定 IEC 61850 通信为 *On*(投入) 或者 *Off* (退出) .
GOOSE 需设为以太网连接，即发送和接受 GOOSE 业务的接口。



包含在一台 IED 中涉及的 IEC61850-8-1 特定数据（逻辑节点等）可以在 IEC 61850 的通信协议手册中找到。

16. 2

DNP3 协议

DNP3（分布式网络协议）是一组用于过程自动化系统中组件间的数据通信的通讯协议。如需了解 DNP3 协议的详细描述，请参阅 DNP3 通信协议手册。

16.3 IEC 60870-5-103 通信规约功能

IEC60870-5-103 是一种在控制系统中用位编码串行通信交换信息，数据传输率达到 38400bit/s 的不平衡（主-从）通信规约。在 IEC 术语中，主变电站是主站，次级变电站是从站。该通信是基于点到点传输的原则。主站上必须安装有软件来解释 IEC60870-5-103 通信消息。

IEC60870 - 5 - 103 通信规约手册包含 650 系列厂商指定方案。

章节 17 IED 的基本功能

17.1 带内部事件列表的自检

17.1.1 标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
内部出错信号	内部事件列表的自我监视	-	-
内部事件列表	内部事件列表的自我监视	-	-

17.1.2 应用

保护和控制 IED 有许多内置固有的功能。带内部事件列表 (SELSUPEVLST) 的自检和内部出错信号 (INTERRSIG) 功能提供了对 IED 的监控。故障信号使得故障分析和定位更加简易。

这里包括了硬件和软件的监控，且通过电源模块的硬件接点和/或通过软件通信，可以指示可能的故障。

内部事件是由内置的监控功能产生的。监控功能监视着 IED 的所有模块，若有故障，会产生相应的事件。同样的，当故障消除，也会产生相应的事件。

除了内置的对不同模块的监控，以下事件的状态改变时也会产生事件：

- 内置实时时钟（运行中/出错）
- 外部时间同步（运行中/出错）
- 更改锁定（投入/退出）

以下情况也会产生事件：

- IED 的任意设置发生改变。

内部事件打上分辨率为 1ms 的时标，存储在列表中。列表最多可存储 40 个事件。列表基于先进先出（FIFO）原则，即当存储满时，覆盖最早的事件。列表 可以通过本地人机界面（LHMI）清除。

内部事件列表提供了有价值的信息，可以在调试和故障跟踪时使用。

可以在本地人机界面（LHMI）里或利用事件视图工具在 PCM600 里面查看到内部事件列表。

17.2 时间同步

17.2.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
时间同步	时间同步	–	–

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
时间系统，采用夏时制开始计时	DSTBEGIN	–	–

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
时间系统，采用夏时制结束计时	DSTEND	–	–

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
通过 IRIG-B 进行时间同步	IRIG-B	–	–

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
通过 SNTP 进行时间同步	SNTP	–	–

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
协调世界时（UTC）的时区	TIMEZONE	–	–

17.2.2 应用

使用时间同步来得到 IED 保护和控制系统的通用时间基准。这使得系统内所有 IED 之间比较事件和故障数据成为可能。

当评估故障时，内部事件和故障的时标极为有用。若没有时间同步，则只有 IED 的内部事件可以互相比较。有了时间同步，在评估的时候，整个站点内甚至是线路两端的事件和故障都可直接做比较了。

在 IED 内，内部时间可以通过以下信号源同步：

- SNTP
- IRIG-B
- DNP
- IEC60870-5-103



Micro SCADA OPC 服务器不能作为时间同步信号源。

17. 2. 3 设置参数指南

系统时间

时间设定用年、月、日、小时、分钟和秒。

同步

通过本地人机界面或 PCM600 可以设置实时时钟的外部时间同步（TIME）。

TimeSynch（**对时方式**）

当时间同步源是通过本地人机界面来选择时，该参数就称为 *TimeSynch*（**对时方式**）。时间同步源也可以通过 PCM600 来设置。 可选择的参数值为：

FineSyncSource（**微调时钟源**） 可以选择的参数值如下：

- *Off*（退出）
- *SNTP*
- *IRIG-B*

CoarseSyncSrc（**粗调时钟源**） 可以选择的参数值如下：

- *Off*（退出）
- *SNTP*
- *DNP*
- *IEC60870-5-103*

系统时间可以手动设置，它通过本地人机界面或者通信接口。 时间同步时间同步来调整时钟。

IEC 60870-5-103 时间同步

带有 IEC60870-5-103 规约的 IED 可以实现时间同步，限于精度原因，不建议使用该方案。然而，在一些情况下，需要时间同步，例如又没有其他时间同步源的时候才使用。

首先，通过 IEC 60870-5-103 设置 IED 同步，须在菜单 **IED Configuration/时间/同步/TIMESYNCHGEN:1** 在 PST 中或者从本地 HML 中设置。



图 126: 在 PST 中设置 TIMESYNCHGEN:1

只有 *CoarseSyncSrc*（粗调时钟源）可设为选择通过 IEC 60870-5-103 对时，而 *FineSyncSource*（微调时钟源）不可使用。

在设定同步时钟源之后，用户需要检测和修改 IEC 60870-5-103 时间同步设定，在菜单 **IED Configuration/通信/站级通信/IEC60870-5-103:1**。

- MasterTimeDomain* 规定了时间的格式。格式可以有：
 - 协调世界时 (*UTC*)
 - 设定的当地时间 (*Local*)
 - 带夏令时的当地时间 (*Local with DST*)
- 同步时间模式* IED 发送时间。采用以下几种方法实现时间同步：
 - IEDTime*: IED 传送包含自身时间的信息。
 - LinMasTime*: IED 测量自身时间和卫星时间的时差，在 *IEDTimeSkew* 传送的信息中利用这个时差。但是在 *LinMasTime* 采用两个时钟信号变化的时间。
 - IEDTimeSkew*: IED 测量自身时间和卫星时间的时差，传送的信息中利用这个时差。
- EvalTimeAccuracy* 评价无效时间的准确度。特定同步时间精度为 (5, 10, 20 or 40 ms)。如果时间精度比特定的要差，就会出现“不良时间”标志。为了适应名副其实的不良同步时间，*EvalTimeAccuracy* 可设为 *Off*（退出）。

根据这个标准，当保护装置中同步时间忽略超过 23 个小时，就会出现“不良时间”提示标志。

17.3 参数定值组处理

17.3.1 标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
定值组处理	SETGRPS	-	-
参数定值组	ACTVGRP	-	-

17.3.2 应用

四个 定值设置为继电器在不同系统条件下的运行提供了最优的选择。通过本地人机界面或可配置的开关量输入创建和改变微调定值设置，使得继电器能与系统的变化取得高适应性。

在不同电压等级条件的网络中要求高适应性的保护和控制单元，以满足最佳的可靠性，安全性和选择性的要求。保护单元运行于更高的效率，特别是如果其参数的设定值是根据电力系统的条件不断优化的。

运行部门可以为不同运行条件的一次设备制定计划。保护工程师可以准备必要的优化，且为不同保护功能进行提前预测测试的设置。四个不同的参数设置组在继电器中得到提供。其中任何一个都可以通过外部或内部的控制信号产生的不同的可编程的二进制输入方式来激活。

17.3.3 设置参数指南

整定值 *ActiveSetGrp* (当前定值组)，用于选择激活哪个定值组。选择激活定值组也可通过配置的 BI 输入，将它连接到功能模块 ACTVGRP 实现。

参数 MaxNoSetGrp 定义了可互相切换的定值组的最大数目。只有经 PCM600 设定的定值组数以内的定值组才可能被模块激活。

17.4 测试模式功能 TESTMODE

17.4.1 标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
测试模式功能	TESTMODE	-	-

17.4.2 应用

该保护控制装置有一个复杂的配置 很多包含的功能。为了简化测试过程，该装置允许对单个的，部分的或者所有的功能进行各自闭锁。

这意味着当一个功能起动或者跳闸时，我们可以看得到。这同样使得用户能够追踪一些相关功能的操作来检测正确的功能，检测部分配置信息等等。

17.4.3 设置参数指南

请注意有两种将 IED 设为 测试模式= On(投入) “位置。如果 IED 设为正常运行 (测试模式 = Off(退出) 但是测试模式仍显示这些功能，位于 TESTMODE 功能模块的输入信号 INPUT 可能在配置中激活。

只有当 IED 是测试模式时，才有强制执行开关量输入信号。

17.5 改变锁定功能 (CHNGLCK)

17.5.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
改变锁定功能	CHNGLCK	-	-

17.5.2

应用

修改闭锁控制功能 (CHNGLCK) 用于一旦完成调试后，闭锁 IED 配置的进一步改变。目的是使得在在某一确定时间点之后，不要无意改变 IED 配置。

然而当 CHNGLCK 被激活时，它将允许下列不涉及重新配置 IED 的 IED 状态的改变：

- 监视
- 读取事件
- 重设事件
- 读取故障数据
- 清除故障
- 复归 LED
- 复归计数器和其它的运行元件状态
- 控制操作
- 设定系统时间
- 进入和退出测试模式
- 改变当前定值组

开关量输入控制的功能由应用配置工具 (ACT) 或信号矩阵工具 (SMT) 定义。通过应用配置工具 (ACT) 配置 CHNGLCK 功能。

LOCK (闭锁)	会激活/去激活功能的开关量输入信号，由应用配置工具 (ACT) 或信号矩阵工具 (SMT) 定义
ACTIVE (激活)	输出状态信号
OVERRIDE (重叠)	如果功能被重叠，则置位

当改变锁定 (CHNGLCK) 功能的输入为逻辑 1，那么所有修改 IED 配置的尝试都会被拒，且本地人机界面 (LHMI) 会显示信息：“改变被闭锁”；在 PCM600 中信息是：“改变闭锁被激活，拒绝操作”。要配置改变锁定 (CHNGLCK) 功能，这样可以通过开关量输入模块的信号控制它。这保证了通过把输入信号设为逻辑 0，改变锁定 (CHNGLCK) 功能不被激活。若到改变锁定 (CHNGLCK) 功能输入的信号路径中包含逻辑，需要设计这个逻辑使其在 CHNGLCK 输入不能一直产生逻辑 1。如果在采取这些预防措施后，还有这种情况，那么请联系本地 ABB 代表处进行维修。

17.5.3

整定导则

在本地人机界面 (LHMI) 或 PCM600 中，该功能没有任何参数。

17.6 IED 标识符 TERMINALID

17.6.1 标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
装置命名	TERMINALID	-	-

17.6.2 应用

17.6.2.1 用户具体设定

用户具体设定给 IED 提供了唯一的名字和地址。该设定由中心控制系统用来实现与 IED 的通信。用户具体标识可在本地人机界面找到，路径为**配置/电力系统/装置命名/TERMINALID**

这些设定也可由 PCM600 工具来实现。若要了解关于可用标识更多的信息，参见技术手册。



站点、单元和对象名称只能使用字母 A-Z、a-z 和 0-9。

17.7 产品资料 PRODINF

17.7.1 标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
产品信息	PRODINF	-	-

17.7.2 应用

17.7.2.1 出厂规定设置

出厂规定设置对于鉴定一个特定版本，以及维护，修理，不同变电站自动化系统之间继电器的交换和升级都是很有帮助的。用户不可以更改出厂规定设置。只可以进行浏览。这些设置可以在本地人机界面（LHMI）找到，路径为**主菜单/诊断/装置状态/产品标识符**

可以得到以下的标识符：

- 产品型号

- IED 型号的描述（如 REL, REC 或 RET. 例如: *REL650*
- 产品定义
 - 描述产品的编号。 例如: *1. 1. 0. A1*
- 产品版本
 - 产品版本的描述。 例如: *1. 1. 0*
- 序列号
- 订货号
- 生产日期

17.8 一次系统值 PRIMVAL

17.8.1 标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
一次系统值	PRIMVAL	—	—

17.8.2 应用

系统额定频率 和相序的设定是在本地人机界面和 PCM600 参数整定树中的 Main menu/Configuration/ Power system/ Primary Values/PRIMVAL。

17.9 模拟量输入信号矩阵 SMAI

17.9.1 标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
模拟量输入信号矩阵	SMAI_20_1	—	—

17.9.2 应用

用于模拟量输入功能 SMAI (或预处理功能) 的信号矩阵关联是在 PCM600 中使用, 信号矩阵工具与应用配置工具有直接的关系. 信号矩阵工具 (SMT) 显示模拟量输入与 IED 模拟量通道的配置。

17.9.3 设置指南

设置模拟量输入信号矩阵 (SMAI) 功能的参数可通过本地人机界面、PCM600.

每个 SMAI 功能模块可以接收 4 个模拟量信号（3 个相值和 1 个中性点值），可以为电压或电流。模拟量输入信号模块(SMAI)的输出所采集的三相模拟量信号的各方面信息（相角、有效值（RMS）、频率、及频率偏差等等，总共 244 个量）。另外模块“组名称”，模拟量输入类型（电压或电流）和模拟量输入名称也可以通过 ACT 直接整定。

IED 通用基准值, 一次侧电流 (I_{Base})，一次侧电压 (U_{Base}) 以及一次侧功率 (S_{Base})，这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 *GlobalBaseSel* 是为了选择一个参考基准值组的定值。

DFTRefExtOut: 此参数只对功能模块 SMAI_20_1:1, SMAI_20_1:2 and SMAI_80_1 有效。对外输出 (SPFCOUT 功能输出) 的同步基准信息。

DFTReference: 模块的 DFT（离散付氏变换）的同步基准定值。

DFT（离散值）同步基准定值整定了 DFT 付氏变换计算的工频量的采样基准。（定值取 *InternalDFTRef* 将使用系统额定频率为同步基准。定值 *DFTRefGrpn* 将使用选定组模块的测量值作为 DFT 同步基准，如本组选择的自适应的 DFT 基准，将基于本组算得的信号频率进行采样。定值 *ExternalDFTRef* 将使用基于输入 DFTSPFC 的同步基准）。

ConnectionType: SMAI 的特定实例(n)的信号连接类型 ($Ph-N$ (星形接线) 或者 $Ph-Ph$ (三角形接线))。根据实际连接类型设置，将计算没有连接的 $Ph-N$ (星形接线) 或者 $Ph-Ph$ (三角形接线) 输出。

Negation: 如果用户想取反三相信号，可以选择三相信号取反 *Negate3Ph* (三相取反)，只需中性点信号取反选 *NegateN* (零序取反) 或两者取反 *Negate3Ph+N* (三相与零序取反)；取反表示向量旋转 180° 。

MinValFreqMeas (频率测量最小电压)：频率计算需要的最小电压，其电压值以 *GlobeBasUaGrp*(n) 的百分数表示（针对编号为 n 的实例）。



定值 *DFTRefExtOut* 和 *DFTReference* 应当被设为默认值 *InternalDFTRef*，如果没有 VT 输入可用的话。

示例 自适应频率跟踪的例子

Task time group 1	
SMAI instance	3 phase group
SMAI_20_1:1	1
SMAI_20_2:1	2
SMAI_20_3:1	3
SMAI_20_4:1	4
SMAI_20_5:1	5
SMAI_20_6:1	6
SMAI_20_7:1	7
SMAI_20_8:1	8
SMAI_20_9:1	9
SMAI_20_10:1	10
SMAI_20_11:1	11
SMAI_20_12:1	12

Task time group 2	
SMAI instance	3 phase group
SMAI_20_1:2	1
SMAI_20_2:2	2
SMAI_20_3:2	3
SMAI_20_4:2	4
SMAI_20_5:2	5
SMAI_20_6:2	6
SMAI_20_7:2	7
SMAI_20_8:2	8
SMAI_20_9:2	9
SMAI_20_10:2	10
SMAI_20_11:2	11
SMAI_20_12:2	12

DFTRefGrp7

IEC09000029_1_en.vsd

图 127: 不同任务时间组，组织的 SMAI 实例和相应的参数编号

例子中显示了所有实例选择同一个基准的自适应频率跟踪的情况。实际上每个实例可以适应实际应用的需求。

示例 1

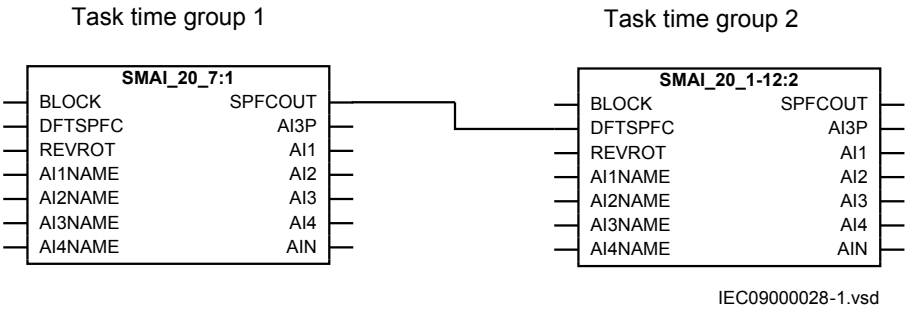


图 128: 使用任务时间组 1 中一个实例作为 DFT 基准的配置

假设配置选中任务时间组 1 中的实例 SMAI_20_7:1 来控制频率跟踪。（对于 SMAI_20_x 任务时间组）。注意选中的基准实例(例如跟踪)必为电压类型。注意频率追踪特性采用正序电压。

对于任务时间组 1，给出下列参数（编号见图 127）：

SMAI_20_7:1: $DFTRefExtOut = DFTRefGrp7$ 将 SMAI_20_7:1 基准送至 SPFCOUT 输出, $DFTReference = DFTRefGrp7$ 使得 SMAI_20_7:1 利用 SMAI_20_7:1 作为基准 (见图 128). .

SMAI_20_2:1 - SMAI_20_12:1 $DFTReference = DFTRefGrp7$ 使得 SMAI_20_2:1 - SMAI_20_12:1 利用 SMAI_20_7:1 作为基准。

对于任务时间组 2, 给出下列参数:

SMAI_20_1:2 - SMAI_20_12:2 $DFTReference = ExternalDFTRef$, 使用 DFTSPFC 输入作为基准 (SMAI_20_7:1)

17. 10 三相求和 (3PHSUM) 功能

17. 10. 1 标识

功能说明	IEC 61850 标识	IEC 60617 标识	ANSI/IEEE C37. 2 装置编号
三相求和模块	3PHSUM	-	-

17. 10. 2 应用

三相求和功能 (3PHSUM) 用于将 2 组三相模拟量信号 (具有相同类型) 求和, 给需要该信号和的 IED 功能使用。

17. 10. 3 参数设置指南

求和模块接收 SMAI 模块发送的三相信号。求和模块有一些整定值。

IED 通用基准值, 一次侧电流 (I_{Base}) , 一次侧电压 (U_{Base}) 以及一次侧功率 (S_{Base}) , 这些参数是功能 GBASVAL 设置的全局基准值。定值 $GlobalBaseSel$ 是为了选择一个参考基准值组的定值。

$SummationType$: 计算方式 (组 1+组 2, 组 1-组 2, 组 2-组 1 或者 $-(组 1+组 2)$) .

$DFTReference$: 基准 DFT 模块 ($InternalDFT Ref$, $DFTRefGrp1$ 或者 $External DFT ref$) .

$FreqMeasMinVal$: 频率测量最小电压, 表示为 U_{Base} 基准电压的百分数, (对每个实例 x) 。

17. 11 全局基准值 GBASVAL

17.11.1 标识符

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
全局基准值	设定通用基准值	-	-

17.11.2 应用

全局基准值功能 (GBASVAL) 用于提供全局基准值，通用于 IED 内的所有应用功能。一套全局值包括电流、电压和视在功率基准值，可以有 6 套不同的全局基准值。

这是一个进步，因为 IED 内所有应用功能使用单一的基准值来源。这方便了整个 IED 的一致性，同样，在需要更新基准值的时候只需在一处修改。

IED 内每个应用功能都有个参数，即“全局基准值选择”，可确定使用 6 套全局基准值中的哪一套。

17.11.3 整定导则

UBase: 相间电压值用作 IED 应用功能中的基准值。

IBase: 相电流值用作 IED 应用功能中的基准值。

SBase: 标准视在功率值用作继电器应用功能中的基准值，典型值 $SBase = \sqrt{3} \cdot UBase \cdot IBase$ 。

17.12 权限检测 ATHCHCK

17.12.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
权限检测	ATHCHCK	-	-

17.12.2 应用

为了保障客户的利益，无论是通过 IED 还是 IED 的保护工具软件访问，都需经过授权处理手段。IED 的授权处理通过 PCM600 软件设置，以及在两个进入 IED 的点实现：

- 就地人机界面
- 远程，通过通信端口

17.12.2.1 IED 权限设置

IED 出厂时，默认用户为超级用户。在用户管理工具（UMT）创建用户之前，不需要登陆就能操作 IED。

一旦创建了一个用户并把它写入 IED 中，此用户就能够登陆并在工具中设置密码。然后，默认的用户就是宾客。

如果没有用户被创建，试图登陆时，将会弹出对话框，显示：“没有定义用户！”

如果用户没有注销就离开 IED，在超时后（在 主菜单/配置/人机界面/屏幕/1:SCREEN）后，IED 将返回到 宾客状态，权限为只读。出厂设置，背光灯超时时间默认为 60 分钟。

如果有一个或多个用户创建用户管理工具 并写入 IED 中，这时，如果用户尝试登陆通过按下  键或当用户尝试进行有密码保护的操作时，将会有登陆窗口打开。

当指针停留在“用户身份 “（User identity）区域时，按下  键，可选择用户名，用”向上“（up）和”向下“（down）箭头可游览用户列表。选择好正确的用户名之后，用户必须再次按下  键。当要键入密码时，按下  键后将出现符号：“*****”。用户必须要滚动键入密码的每个字母。密码输入完毕后（密码区分大小写），选择 OK 且再次按下  键。

成功登陆后，本地人机界面（LHMI）在 LCD 底部状态栏显示新的用户名。正确登陆后，例如，当请求修改密码保护项时，本地人机界面（LHMI）回到实际的设置文件夹。如果登陆失败，将弹出信息”拒绝错误登陆“（Error Access Denied）。若用户输错 3 次密码，该用户的登陆操作将会被闭锁 10 分钟。从本地人机界面（LHMI）和 PCM600 工具该用户都被闭锁。然而，其他用户可以在这段时间内登录。

17.13 权限状态 ATHSTAT

17.13.1 标识

功能说明	IEC 61850 识别符	IEC 60617 识别符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
权限状态	ATHSTAT	-	-

17.13.2 应用

权限状态（ATHSTAT） 功能是一个只是功能模块，指示与 IED 和用户权限有关的 2 种事件：

- 至少有一个用户尝试登陆错误地 IED 且 IED 闭锁（输出 USRBLOCK）
- 至少有一个用户成功登陆（输出 LOGGEDON）

可以在配置中将 功能用于不同的指示和告警原因，或可以发送到站级控制用于同样的目的。

17. 14 拒绝服务

17. 14. 1 标识

功能说明	IEC 61850 标识符	IEC 60617 标识符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
拒绝服务，对前面板端口进行帧速率控制	DOSFRNT	–	–

功能描述	IEC 61850 标识符	IEC 60617 标识符	ANSI/IEEE C37.2 装置编号
取消服务，对 LAN1 端口进行帧速率控制	DOSLAN1	–	–

17. 14. 2 应用

拒绝服务功能模块（DOSLAN1DOSLAN1 和 DOSSCKT）用于限制由于过重的以太网通信造成的 IED 过负荷。 通信功能不能危及装置的主要功能。所有的入站网络通信将被限额控制，这样可以控制过重的网络负载。 网络重负载可能是，例如连到网络的设备故障的结果。

DOSFRNT，DOSLAN1 和 DOSSCKT 从通信测量 IED 负载，且若有需要，因为 CPU 高负荷，限制通信以防止对 IED 控制和保护功能的损害。 该功能有以下输出：

- LINKUP 显示以太网的连接状态。
- 预警 (WARNING) 指示通信（帧速率）高于正常值
- 告警（ALARM）指示 IED 限制通信

17. 14. 3 设置参数指南

在本地人机界面（LHMI）或 PCM600 中，该功能没有任何参数。

章节 18 技术要求

18.1 电流互感器的要求

保护功能的性能将取决于测量电流信号的质量。电流互感器的饱和会引起电流信号的失真及导致拒动或发生误动。因此，CT 饱和即会影响保护的可靠性，还会影响保护的安全性。这种保护继电器设计需在 CT 严重饱和的情况下也能正确动作。

18.1.1 电流互感器分类

为确保正确操作，电流互感器（CT）必须在饱和前，以最短的时间正确处理电流。为完成饱和时一段确定时间内的要求，CT 必须满足最小二次电动势的要求，如下所示：

有一些不同的阐明 CT 的方法。传统磁芯 CT 通常根据一些国际或国内标准来阐明和制造，这些标准也阐明了不同保护等级。有许多不同的标准和许多等级，但基本上有三种 CT 类型：

- 高剩磁型 CT
- 低剩磁型 CT
- 无剩磁型 CT

高剩磁型 没有限制剩磁通。这种 CT 有一个无气隙磁芯，可以在几乎无限长时间内保持很高剩磁通。这种互感器的剩磁可高达饱和磁通的 80%。高剩磁型 CT 的典型型号包括 P、PX、TPS、TPX 级（依据 IEC 标准），P、X 级（依据老的英国标准），和无差别的 C、K 级（根据 ANSI/IEEE 标准）。

低剩磁型 对剩磁通有明确限制。这种 CT 有小气隙将剩磁降低到不超过 10% 饱和磁通。小气隙对 CT 其他属性只有很有限的影响。依据 IEC 标准，PR、TPY 级 CT 均属于低剩磁型。

无剩磁型 CT 的剩磁值基本上可以忽略。这种 CT 有相对较大的气隙，将剩磁降低为基本为 0。同时，这些气隙降低了一次故障电流直流分量的影响。在非饱和运行区域中，气隙也会减少测量准确度。依据 IEC 标准，TPZ 型 CT 属于无剩磁型。

不同的标准和分级使用不同的方式对饱和电势进行定义，但不同分级之间的数值是可以近似比较。根据 IEC 60044 - 6 标准的额定等效二次极限电动势 E_{al} 用于阐明 IEC 对 CT 的要求。也根据其它标准阐明这些要求。

18.1.2 条件

对我们的模拟电网进行调查研究后，产生这些要求。 电流互感器模型选取高剩磁型和低剩磁型电流互感器。 对于无剩磁型电流互感器 (TPZ)，其结果不一定总是适用。

从对称性故障到完全非对称性故障，均对保护的性能进行了检测。 在这些检测中，考虑的一次时间常数至少为 120ms。 因而如下的电流要求均适用于对称或非对称性故障电流条件。

根据保护功能，测试不同相应故障位置下的相接地、相间和三相故障，例如保护出口处的正向和反向故障、1 区接地故障、区内或区外故障。 保护的可靠性和选择性通过如下检测进行测试：延时、误操作、方向性、越级配合和稳定性。

电流互感器铁芯剩磁可能造成保护的误动或者较小的不必要延时。 选择性在已考虑了所有存在最大剩磁的极端故障情况 (例如反向故障或区外故障) 后，是不允许误动作发生的。 由于几乎可以忽略存在额外延时的风险不计、且不存在拒动，在研究可靠性问题时对剩磁不进行考虑。 因此下面所述的要求完全适用于一般的应用情况中。

为了防止出现额外延时，对剩磁需要有一个附加的边界条件，但对其给出一个通用的推荐值是非常困难的。 这需要取决与其性能及经济性要求。 当使用低剩磁型电流互感器 (例如：TPY, PR 型) 时，一般不需要附加边界。 对高剩磁型电流互感器 (例如 P, PX, TPS, TPX 型)，由于有较小的可能性发生完全非对称性故障、并在故障所产生涌流的相同方向上有较大的剩磁，这在附加边界时需要考虑进去。 当故障在近似零电压 (0°) 时发生，则有可能出现完全的非对称性故障电流。 研究表明 95% 的电网故障发生时，电压都在 40° 到 90° 之间。 另外在同一时刻，完全的非对称性故障电流不会存在于所有相中。

18.1.3

故障电流

电流互感器要求是基于不同故障点情况下的最大故障电流的。 最大故障电流在三相故障或单相接地 故障。 当整个故障回路中零序阻抗小于正序阻抗时，单相接地 故障的电流将超过三相故障时的电流。

因此当计算电流互感器要求时，相应故障点的最大故障电流需要考虑两种不同的情况。

18.1.4

二次回路阻抗和附加负荷

电流互感器二次侧端子的电压直接影响电流互感器的饱和情况。 这个电压是由电路中一个包括所有继电器负载和二次接线的回路产生的。 对 接地 故障，该回路包含相线和中线，其电阻在一般情况下是单相二次回路的两倍。 对于三相故障，中线电流为零，仅需要考虑到相线与公用中线连接的那一点的电阻。 最常见的应用是使用四线二次电缆，在正常情况下，这足以在三相故障时将其考虑为单相的二次回路。

总结一下，当计算单相接地 故障时，应使用回路阻抗 (电阻为单相二次回路的两倍)；而当计算三相故障时，一般需要使用相阻抗 (单相二次回路阻抗)。

由于在三相故障和单相接地 故障中负载的区别相当大，考虑全部两种情况是非常重要的。即使在单相接地 故障电流小于三相故障电流的情况下，由于更大的负载相-接地 故障也可以造成电流互感器的误差。

对于不接地或经高阻 接地 地系统中，单相接地 故障不会产生电流互感器误差，因此在这种情况下，可以使用单相二次回路的电阻进行计算。

18.1.5

常规电流互感器要求

电流互感器的变比主要取决与电力系统某些数据，如最大负荷。然而还需要检验选择了这个 CT 变比之后，任何故障情况下流入保护的电流能否高于最小动作值而被检测到。最小动作电流在不同功能中不尽相同，在一般情况下对每一个功能都需要进行检查。

电流互感器的电流误差能够限制某些应用的可能性，如在灵敏零序过流保护使用非常灵敏的定值。在该功能中，如果使用了非常灵敏的定值，则建议电流互感器能够达到如下要求：其存在电流误差的精度等级（在额定一次电流时）需要小于±1%（如 5P）。如果应用低于此精度的电流互感器，建议在试运行检测实际的不必要零序电流大小。

18.1.6

额定等效二次电动势要求

考虑到电流互感器的饱和，可以使用下列满足额定等效二次电动势 E_{al} 的高剩磁型和低剩磁型的电流互感器。就相角误差而言，没有很好定义无剩磁型 CT (TPZ) 的特性。如果没有给出特定功能的明确推荐，我们建议联系 ABB 以确定是否可用无剩磁型电流互感器。

根据 IEC60044-6 标准，下列不同保护功能的 CT 要求由额定等效二次极限电动势 E_{al} 来进行定义。在这一节的末尾，将以各种方式详细描述 CT 要求。

18.1.6.1

变压器差动保护

电流互感器应具备额定等效二次电动势 E_{al} ，它要大于下列所要求二次电动势 E_{alreq} 的最大值：

$$E_{al} \geq E_{alreq} = 30 \cdot I_{nt} \cdot \frac{I_{sn}}{I_{pn}} \cdot \left(R_{CT} + R_L + \frac{S_R}{I_r^2} \right) \quad (\text{等式 87})$$

$$E_{al} \geq E_{alreq} = 2 \cdot I_{tf} \cdot \frac{I_{sn}}{I_{pn}} \cdot \left(R_{CT} + R_L + \frac{S_R}{I_r^2} \right) \quad (\text{等式 88})$$

其中：

I_{nt}	电力变压器额定一次电流 (A)
I_{tf}	流经两主 CT 和电力变压器时最大一次工频电流 (A)
I_{pn}	额定一次 CT 电流 (A)
I_{sn}	额定二次 CT 电流 (A)
I_r	保护 IED 的 额定 电流 (A)
R_{CT}	CT 二次阻抗 (Ω)
R_L	二次回路及附加负荷阻抗 (Ω)。环路阻抗包含相和中线，它适用于固体 接地 系统中的故障。 单项二次回路的阻抗应用于高阻 接地 系统中的故障。
S_R	IED 电流输入通道负载 (VA)。 $S_R=0.010$ VA/通道 (当 $I_r=1$ A 且 $S_r=0.250$ VA/通道 (当 $I_r=5$ A

当变电站采用 1 1/2 接线或双母线双断路器接线方式时，对变压器差动保护来说故障电流可能经过两个主 CT，但不流经电流变压器。 在该情况下如果两个主 CT 均有相同的变比和励磁特性，CT 应满足式 87 和式 89.

$$E_{al} \geq E_{alreq} = I_f \cdot \frac{I_{sn}}{I_{pn}} \cdot \left(R_{CT} + R_L + \frac{S_R}{I_r^2} \right) \quad (\text{等式 } 89)$$

其中：

I_f 流经两主 CT 但不流经电力变压器的最大一次工频电流 (A)

18. 1. 6. 2

一相高阻差动保护

电流互感器应具备额定等效二次电动势 E_{al} 要大于等于下列所要求的二次电动势 E_{alreq} 的最大值：

$$E_{al} \geq E_{alreq} = 2 \cdot U_s = 2 \cdot I_{tmax} \cdot \frac{I_{sn}}{I_{pn}} \cdot (R_{CT} + R_L)$$

其中：

ΔU_s	设置电压继电器的动作值 (V)
I_{kmax}	区外故障时最大一次工频故障穿越电流 (A)
I_{pn}	额定一次 CT 电流 (A)
I_{sn}	CT 额定二次电流 (A)
R_{CT}	电流互感器二次侧阻抗
R_L	从电流互感器到公共点间的二次电缆阻抗 (Ω)。 环路阻抗包含相和中性线，它适用于直接接地 系统，单相线路的阻抗用于高阻 接地 系统中的故障。

连接到同一个保护的电流互感器的变比必须相同。 因此通常不用辅助电流互感器的。 该 IED 必须使用单独的 CT 绕组。

18.1.6.3

断路器失灵保护

电流互感器应具备额定等效二次电动势 E_{al} 要大于等于下列所要求二次电动势 E_{alreq} 的最大值：

$$E_{al} \geq E_{alreq} = 5 \cdot I_{op} \cdot \frac{I_{sn}}{I_{pn}} \cdot \left(R_{CT} + R_L + \frac{S_R}{I_r^2} \right)$$

(等式 91)

其中：

I_{op} 一次动作电流 (A)

I_{pn} 额定一次 CT 电流 (A)

I_{sn} 额定二次 CT 电流 (A)

I_r 其中 额定 电流 (A)

R_{CT} CT 二次阻抗 (Ω)

R_L 二次电缆及附加负荷阻抗 (Ω)。 环路阻抗包含相和中线，它适用于直接 接地 系统。 单相二次回路的阻抗应用于高阻 接地 系统。

S_R IED 电流输入通道负载(VA)。 $S_R=0.010$ VA/通道 (当 $I_r=1A$ 且 $S_R=0.250$ VA/通道 (当 $I_r=5A$)

18.1.6.4

无方向相和零序过流速断和定时限保护

电流互感器应具备额定等效二次电动势 E_{al} 要大于等于下列所要求二次电动势 E_{alreq} 的最大值：

$$E_{al} \geq E_{alreq} = 1,5 \cdot I_{op} \cdot \frac{I_{sn}}{I_{pn}} \cdot \left(R_{CT} + R_L + \frac{S_R}{I_r^2} \right)$$

(等式 92)

其中：

I_{op} 一次动作电流 (A)

I_{pn} 额定一次 CT 电流 (A)

I_{sn} 额定二次 CT 电流 (A)

I_r 保护 IED 的额定电流 (A)

R_{CT} CT 二次阻抗 (Ω)

R_L 二次电缆及附加负荷阻抗 (Ω)。 环路阻抗包含相和中线，它适用于直接接地 系统。 单相二次回路的阻抗应用于高阻 接地 系统。

S_R IED 电流输入通道负载(VA)。 $S_R=0.010$ VA/通道 (当 $I_r=1A$ 且 $S_R=0.250$ VA/通道 (当 $I_r=5A$)

18.1.6.5

无方向相和零序反时限延时过流保护

如果使用高定值速断或定时限阶段，则式 93 和式 94 的要求不必满足。在这种情况下，式 92 只是必要条件。

如果反时限延时功能是唯一使用的过流保护功能，那么 CT 的额定等效二次电动势 E_{al} 要大于等于下列所要求二次电动势 E_{alreq} 的最大值：

$$E_{al} \geq E_{alreq} = 20 \cdot I_{op} \cdot \frac{I_{sn}}{I_{pn}} \cdot \left(R_{CT} + R_L + \frac{S_R}{I_r^2} \right) \quad (\text{等式 93})$$

其中

I_{op}	反时限功能的一次电流整定值 (A)
I_{pn}	额定一次 CT 电流 (A)
I_{sn}	额定二次 CT 电流 (A)
I_r	装置 IED 的额定 电流 (A)
R_{CT}	CT 二次阻抗 (Ω)
R_L	二次电缆及附加负荷阻抗 (Ω)。环路阻抗包含相和中线，它适用于直接接地系统。单相二次回路的阻抗应用于高阻接地系统。
S_R	IED 电流输入通道负载 (VA)。 $S_R=0.010$ VA/通道 (当 $I_r=1A$ 且 $S_R=0.250$ VA/通道 (当 $I_r=5A$)。

与值 I_{op} 无关，下式给出了所需的最大 E_{al} ：

$$E_{al} \geq E_{alreq \max} = I_{k \max} \cdot \frac{I_{sn}}{I_{pn}} \cdot \left(R_{CT} + R_L + \frac{S_R}{I_r^2} \right) \quad (\text{等式 94})$$

其中

$I_{k \max}$	近距离故障时最大一次工频电流 (A)
--------------	--------------------

18.1.6.6

方向性相和零序过流保护

如果使用方向性过流保护功能，那么 CT 的额定等效二次电动势 E_{al} 要大于等于下列所要求的二次电动势 E_{alreq} 的最大值：

$$E_{al} \geq E_{alreq} = I_{kmax} \cdot \frac{I_{sn}}{I_{pn}} \cdot \left(R_{CT} + R_L + \frac{S_R}{I_r^2} \right)$$

(等式 95)

其中:

 I_{kmax} 正向或反相近距离故障时最大一次工频电流 (A) I_{pn} 额定一次 CT 电流 (A) I_{sn} 额定二次 CT 电流 (A) I_r 保护 IED 的额定电流 (A) R_{CT} CT 二次阻抗 (Ω) R_L 二次电缆及附加负荷阻抗 (Ω). 环路阻抗包含相和中线, 它适用于直接接地系统。单相二次回路的阻抗应用于高阻接地系统。 S_R IED 电流输入通道负载 (VA)。 $S_r=0.010$ VA/通道 (当 $I_r=1A$ 且 $S_r=0.250$ VA/通道 (当 $I_r=5A$))

18. 1. 7

参照其他标准的电流互感器的要求

所有类型的传统磁芯 CT 均可与 IED 系列智能保护设备配合使用, 只需要这些 CT 能够完全符合上文的要求, 该要求依据 IEC 60044-6 标准以额定等效二次电动势 E_{al} 表示)。对于其他不同的标准以及继电器应用的可用数据, 同样可以近似的计算与 E_{al} 类似的 CT 的二次电动势。通过对其与所要求的二次电动势 E_{alreq} 的比较, 可以判断该 CT 是否符合要求。根据其他标准所得到的要求详述如下。

18. 1. 7. 1

依据 IEC60044-1, P, PR 级的电流互感器

依据 IEC 60044-1 标准, CT 通过二次限定电动势来指定 E_{2max} 。定值 E_{2max} 的值与 IEC60044-6 中相对应的 E_{al} 大致相等。因此 P 和 PR 级的 CT 应该有符合如下二次限定电动势 E_{2max} 的特性:

$$E_{2max} > \max \text{imum of } E_{alreq}$$

(等式 96)

18. 1. 7. 2

依据 IEC60044-1 的 PX 级电流互感器, IEC 60044-6 的 TPS 级电流互感器 (老的英国标准, X 级) 要求

依照这些标准的 CT 大致通过一个同样的方式, 即以一个额定拐点电动势 E_{knee} 来指定 (PX 级为 E_k , X 级为 E_{kneeBS} 而 TPS 级为限制二次电压 U_{al})。 E_{knee} 的值小于 IEC60044-6 中相应的 E_{al} 的值。不太可能给出 E_{knee} 和 E_{al} 间的一般关系, 但一般情况下 E_{knee} 大约为 80% E_{al} 。因此 PX, X 和 TPS 级 CT 需要有完全符合如下条件的额定拐点电动势 E_{knee} :

$$E_{knee} \approx E_k \approx E_{kneeBS} \approx U_{al} > 0.8 \cdot (\text{maximum of } E_{alreq}) \quad (\text{等式 } 97)$$

18.1.7.3

依据 ANSI/IEEE 的电流互感器要求

ANSI/IEEE 标准有些部分以不同方式定义了电流互感器。对 C 级别的 CT，使用一个额定二次端子电压 U_{ANSI} 进行指定。 U_{ANSI} 是一个二次端子电压，CT 将在不超过 10% 的比率修正情况下以 20 倍额定二次电流大小将其传送到一个标准负载上。有许多标准化的 U_{ANSI} 值，比如 U_{ANSI} 为 400V 对于 C400 的 CT。相应的额定等效二次极限电动势 E_{alANSI} 可以通过如下的式子进行估算：

$$E_{alANSI} = |20 \cdot I_{sn} \cdot R_{CT} + U_{ANSI}| = |20 \cdot I_{sn} \cdot R_{CT} + 20 \cdot I_{sn} \cdot Z_{bANSI}| \quad (\text{等式 } 98)$$

其中：

Z_{bANSI} C 级的标准 ANSI 负载的阻抗值（复数量）(Ω)

U_{ANSI} C 级二次端子电压 (V)

对 C 级 CT，需要一个完全符合下述要求的额定等效二次极限电动势 E_{alANSI} ：

$$E_{alANSI} > \text{maximum of } E_{alreq} \quad (\text{等式 } 99)$$

根据 ANSI/IEEE 标准，CT 同样可以使用拐点电压 $U_{kneeANSI}$ 来进行定义，它在图像上根据励磁曲线来进行定义。一般来说拐点电压 $U_{kneeANSI}$ 的值相较 IEC 和 BS 标准中的拐点电动势值较小。 $U_{kneeANSI}$ 可大致估计为对应 IEC 60044-6 标准中相应 E_{al} 值的 75%。因此根据 ANSI/IEEE 标准，CT 的拐点电压 $U_{kneeANSI}$ 需要符合下述要求：

$$E_{kneeANSI} > 0.75 \cdot (\text{maximum of } E_{alreq}) \quad (\text{等式 } 100)$$

18.2

电压互感器要求

保护功能的性能将取决与测量输入信号的质量。容性电压互感器（CVT）引起的暂态现象也会影响一些保护功能。

磁性或容性电压互感器均可使用。

容性电压互感器（CVT）要能够完全满足 IEC60044-5 标准的铁磁谐振和暂态现象的要求。CVT 的铁磁谐振要求在该标准的章节 7.4 中进行了详细叙述。

对于三种不同的标准暂态响应等级的暂态响应，T1, T2, T3 在该标准的章节 15.5 中进行了详细叙述。 在所有等级中 CVT 都可以使用。

对于这些暂态现象，IED 保护装置都具备有效的滤波器，这能够确保 CVT 安全正确的运行。

18.3 SNTP 服务器要求

18.3.1 SNTP 服务器要求

使用的 SNTP 服务器连接到本地网络上，距离 IED 不能超过 4-5 个 Switch 或路由器。SNTP 服务器专用于其任务，或至少装备了实时操作系统，而不是装有 SNTP 服务器软件的个人电脑（PC）。SNTP 服务器应当稳定，也就是说，要么与例如 GPS 这样的稳定信号源进行同步，要么是本地无同步的 SNTP 服务器。在冗余配置中，不推荐使用无同步的本地 SNTP 服务器作为主要或备用服务器。

章节 19 术语表

AC	交流电流
ACT	PCM600 中的应用配置工具
A/D converter	模/数转换器
ADBS	幅值静区监视
AI	模拟输入量
ANSI	美国国家标准协会
AR	自动重合闸
ASCT	辅助电流互感器求和
ASD	自适应信号检测
AWG	美国线规标准
BI	开关量输入
BOS	开关量输出状态
BR	外部双稳态继电器
BS	英国标准
CAN	控制器区域网络。用于串行通入的 ISO 标准（ISO 11898）
CB	断路器控制
CCITT	国际电报电话咨询委员会。联合国发起的在国际电信联合会之内的标准团体。
CCVT	耦合电容式电压互感器
Class C	IEEE/ ANSI 标准规定的保护电流互感器等级
CMPPS	每秒综合的兆脉冲
CMT	PCM600 的通信管理工具
CO cycle	合一分周期
Codirectional	通过平衡线路传送 G. 703 的方式。要 2 根双绞线，以使其可在两个方向传输信息
COMTRADE	按 IEC60255-24 的标准格式
Contra-directional	通过平衡线路传送 G. 703 的方式。要 4 根双绞线，2 根用于在两个方向上传输数据，2 根用于传送时钟信号
CPU	中央处理器单元
CR	载波收信

CRC	循环冗余检查
CROB	控制继电器的输出模块
CS	载波发信
CT	电流互感器
CVT	电容式电压互感器
DAR	带延时的自动重合闸
DARPA	美国国防部远景研究规划局（TCP/IP 等规约的美国研发人员）
DBDL	母线无电，线路无电
DBLL	母线无电，线路有电
DC	直流电流
DFC	数据流控制
DFT	离散付氏变换
DHCP	动态主机配置协议
DIP-switch	印制电路板上安装的小开关
DI	数字输入
DLLB	线路无电，母线有电
DNP	分布式网络协议，按照每一个 IEEE/ANSI 标准 1379-2000
DR	故障录波
DRAM	动态随机存储器
DRH	故障报告处理器
DSP	数字信号处理器
DTT	直接转移跳闸方案
EHV network	超高压网络
EIA	电子工业协会
EMC	电磁兼容
EMF	（电动势）
EMI	电磁干扰
EnFP	末端故障（断路器与 CT 之间的故障）
EPA	增强性能结构
ESD	静电放电
FCB	数据流控制位；帧计数位
FOX 20	带 20 个通道模块的电信系统，用于话音、数据及保护信号传输
FOX 512/515	访问复接器的设备

FOX 6Plus	压缩的时分复接器，用于通过光纤传送数字信息，最多有 7 个双工通道
G. 703	当地电话公司使用的数字线路的电气描述及功能描述。可通过平衡与非平衡线路传输
GCM	带有 GPS 收信模块载体的通信接口模块
GDE	PCM600 内的图形显示编辑器
GI	通用查询命令
GIS	气体绝缘的开关装置
GOOSE	面向通用对象的变电站事件
GPS	全球定位系统
HDLC protocol	高级数据链路控制，规约基于 HDLC 标准
HFBR connector type	塑料光纤连接器
HMI	人机界面
HSAR	高速重合闸
HV	高压
HVDC	高压直流
IDBS	综合死区监视
IEC	国际电工委员会
IEC 60044-6	IEC 标准，仪用互感器第 6 部分：保护用的电流互感器暂态特性要求
IEC 61850	变电站自动化通信标准
IEEE	电气和电子工程师协会
IEEE 802.12	在双绞线上或光纤电路上提供 100Mb/s 速率的网络技术标准
IEEE P1386.1	用于本地总线模块的 PCI 夹层卡（PMC）。机械方面参考 CMC（IEEE P1386，也称为公用夹层卡）标准，电气上的电动势参考 PCI SIG（特别兴趣小组）PCI 规范
IED	智能式电子装置
I-GIS	智能式气体绝缘开关装置
Instance	当 IED 中可能有多个相同功能时，就指该功能的实例。一个功能的一个实例与同种功能的另一个实例功能相同，但在 IED 用户接口中有不同的编号。该单词有时也定义为一种信息项。同样 IED 中一个实例代表一种功能。
IP	1. 互联网协议。TCP/IP 协议包的网络层广泛用于以太网。IP 为无连接、高效的分组交换协议。它通过数据链路层提供分组寻址、拆分、重装。 2. 按 IEC 标准的抗侵入保护

IP 20	按 IEC 标准，抗侵入保护等级为 20
IP 40	按 IEC 标准，抗侵入保护等级为 40
IP 54	按 IEC 标准，抗侵入保护等级为 54
IRF	内部故障信号
IRIG-B:	靶场仪器组时间码格式 B，标准 200
ITU	国际电信联合会
LAN	局域网
LIB 520	高压软件模块
LCD	液晶显示器
LDD	就地检测装置
LED	发光二极管
MCB	小型断路器
MCM	夹层载体模块
MVB	多功能车辆总线，最初开发用于列车的标准串行总线
NCC	国家控制中心
OCO cycle	分—合—分循环
OCP	过电流保护
OLTC	有载调压
OV	过电压
Overreach	用于描述故障期间继电器行为的术语。例如当距离继电器所呈现的阻抗小于故障施加于边界即整定范围处的视在阻抗时，即发生超越。继电器“看”到了故障，但或许它本不应该看到该故障。
PCI	外围元件互联，一种就地数据总线
PCM	脉冲编码调制
PCM600	IED 装置保护控制管理器软件
PC-MIP	夹层卡标准
PISA	传感器与传动装置的接口处理
PMC	PCI 夹层卡
POR	允许式超范围
POTT	超范围允许式传输跳闸
Process bus	过程层即在测量部件和/或控制部件附近处所用的总线或 LAN 网
PSM	电源模块
PST	PCM600 内参数整定工具

PT ratio	电压互感器变比
PUTT	欠范围允许式传输跳闸
RASC	同期检查继电器，CMBIFLEX
RCA	继电器特性角
RFPP	相间故障电阻
RFPE	相地故障电阻
RISC	指令组简化的计算机
RMS value	均方根值
RS422	点对点连接中用于数字信息传输的平衡式串行接口
RS485	按 EIA 标准 RS485 的串行链路
RTC	实时时钟
RTU	远方终端装置
SA	变电站自动化
SBO	先选择后操作
SC	合闸开关或按键
SCS	站控制系统
SCADA	监控和数据采集系统
SCT	按 IEC61850 标准的系统配置工具
SDU	服务数据单元
SMA connector	次小 A 型，一种带有恒定阻抗的螺纹型连接器。
SMT	PCM600 内信号矩阵工具
SMS	站监视系统
SNTP	简单网络的时间同步规约，用于在局域网中同步计算机的时钟。可减少网络中每个嵌入式系统对硬件时钟精度的要求。如果远方时钟有所要求的精度，则每个嵌入式节点可通过其同步。
SRV	断路器就绪条件的切换接点
ST	分闸开关或按键
Starpoint	中性点，变压器或发电机的中性点。
SVC	静态无功补偿
TC	跳闸线圈
TCS	跳闸回路监视
TCP	传输控制协议。用于以太网与互联网中最常见的透明层协议。
TCP/IP	互联网协议上的传输控制协议。事实上标准以太网协议包含于 4.2BSD Unix。TCP/IP 内的以太网协议由 DARPA 开

	发，用于互联网运行，并且包含网络层和传输层的协议。 TCP 和 IP 指的是特定协议层的两个协议，TCP/IP 常用于指基于这两个协议的全部美国国防部协议包，包括 Telnet、FTP、UDP 和 RDP
TNC connector	螺纹连接器，BNC 连接器的恒定阻抗螺纹型版
TPZ, TPY, TPX, TPS	按 IEC 标准的电流互感器等级
UMT	用户管理工具
Underreach	用于描述故障期间继电器行为的术语。 例如当距离继电器所呈现的阻抗大于故障施加于边界即整定范围处的视在阻抗时，即发生继电器失灵。 继电器没有“看”到故障，但或许它应该看到故障。 参见 Overreach。
U/I-PISA	传送电压、电流测量值的接口处理部件
UTC	协调世界时间。 坐标时间刻度由国际计量局(BIPM)维持，其构成标准频率和时间信号协调传播的基础。 UTC 由国际原子时间（TAI）通过添加润秒的整数值导出，用于同全球时间 1（UT1）同步。因而考虑地球轨道的离心率，将旋转轴倾斜（23.5 度），但仍然示出地球的不规则旋转，UTC 正是基于此。 协调世界时采用 24 小时时钟表示，并使用 Gregorian 日历。 它用于航空和航海导航，其有时也用军事名称称为“Zulu 时间”。 语音字母中的“Zulu”代表“Z ”， 即表示经度的“0”。
UV	低电压
WEI	弱馈逻辑
VT	电压互感器
X. 21	数字通信接口，主要用于电信设备
3I ₀	3 倍零序电流。通常称为剩余电流或接地故障电流。
3U ₀	3 倍零序电压。通常称为剩余电压或中性点电压

联系我们

ABB AB
Substation Automation Products
SE-721 59 Västerås, Sweden
电话 +46 (0) 21 32 50 00
传真 +46 (0) 21 14 69 18
www.abb.com/substationautomation

SAC
国电南京自动化股份有限公司
Guodian Nanjing Automation Co. Ltd.
Zip:211100
南京 江宁开发区, 中国
电话 +86 25 51183000
传真 +86 25 51183883
www.sac-china.com