

GMR3

电 压 调 节 器 技 术

说 明 书

目 录

1. 总则	3
1.1 工作原理	3
1.2 调节器组成	4
1.3 程序内容	4
2. 硬件说明	5
2.1. 工作电源	5
2.2. 主处理器板 MRB	6
2.3. 子处理器板 PIM	6
2.4. 信号处理单元 SAB	6
2.4.1 实际值	6
2.4.2 可自由选择模拟量	7
2.4.3 脉冲输出	8
2.4.4 面板开关	8
2.5. 实际值采集板 IWK	8
2.6. 数字量输入板 DE32	8
2.7. 数字量输出板 DA32	8
2.8. 模拟量输入板 AE8	9
2.9. 模拟量输出板 AA8	9
3. 软件说明	9
3.1. 操作系统 ECS	9
3.1.1 程序执行控制	10
3.1.2 变量分类及显示格式	11
3.1.3 操作系统中变量的表示	12
3.1.4 存储器空间	12
3.2. 调节器主程序	13
3.3. 调节器子程序	14
3.3.1 门脉冲生成, 手动设定操作	14
3.3.2 励磁电流调节器, 可自由选择模拟量	17
3.3.3 实际值测量及计算	17
4. 监视及故障检测	20
4.1. 系统起动时的故障检测	20
4.2. 运行时的监视	20
4.2.1 不依赖处理器的硬件监视	20
4.2.2 软件监视	21
5. 运行及维护	21
5.1. 维护设备	21
5.2. 按键, 开关及 LED 灯	22
5.2.1 SAB 上手动设定操作	22
5.2.2 MRB 上的 DIP 开关	22
5.2.3 系统重起动 (复位)	24
5.2.4 MRB 上的 LED 灯的指示功能	24
5.2.5 I/O 板上的 LED 灯的指示功能	25
5.3. 修改设定参数	25
5.4. 故障诊断	25
5.4.1 复归后的故障信息	26



5.4.2 故障代码及故障信息..... 27

5.5. 更换印刷电路板 29

5.5.1 更换主处理器板 MRB..... 29

5.5.2 更换子处理器板 PIM..... 29

5.5.3 更换信号处理板 SAB..... 29

6. 技术参数31

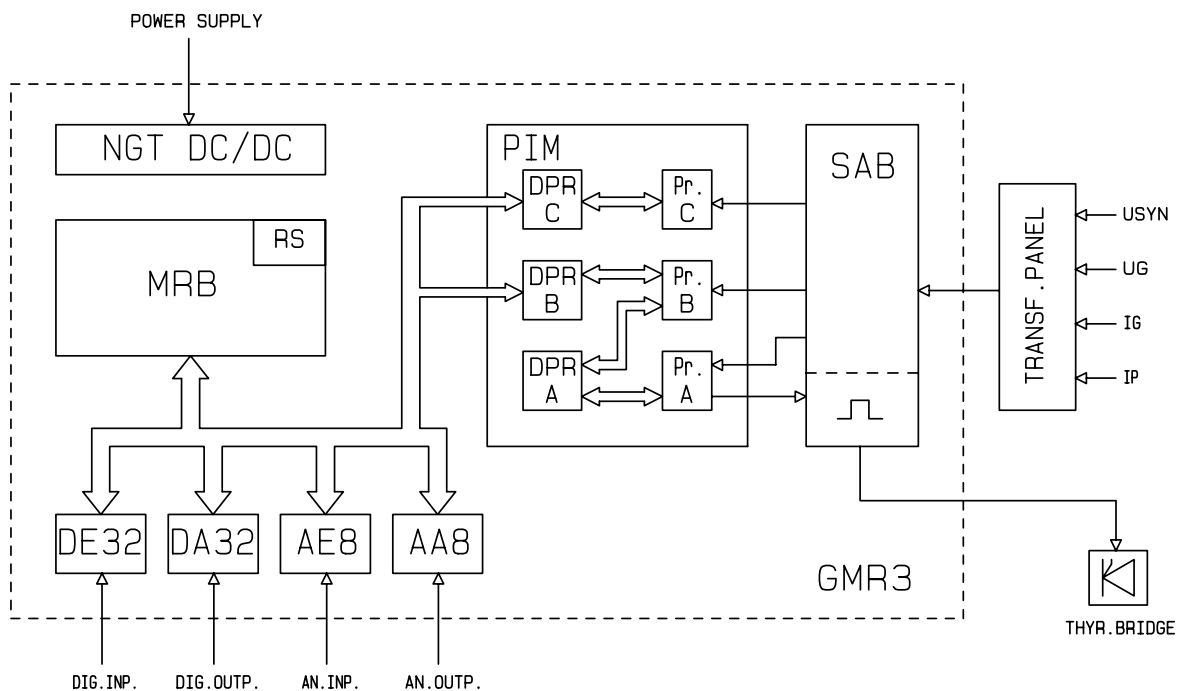
1. 总则

调节器及门控单元 **GMR3**，为多处理器电压调节器，适用于频率很宽的单相及三相同步电机。它包括一套完整的电压调节器，可运行于单相及三相系统的脉冲触发电路，以及对于励磁系统的正确操作必要的控制逻辑。基本硬件组成是 **ELTAS**（**ELIN** 的牵引自动化系统）各组件。**ELTAS** 是可自由编程的微处理器系统，也是为牵引技术（铁路）的应用而发展起来的。用于同步电机的特殊的组件构成完整的调节器系统。鉴于它们的应用领域，即牵引及电站，所有组件很大程度上不受恶劣的运行条件（振动、温度、电磁兼容性，等）的影响。

1.1 工作原理

该系统的基本实现系统为：1 块主处理器（**MRB**）、3 块子处理器（**Pr.A,B,C**）、不同数量的数字及模拟量输入输出板、电机电气参数值处理板 **SAB** 及门脉冲电路。调节器作为电压调节器由一个主控制环（电压）和一个从控制环（励磁电流）组成。

匹配变压器隔离实际值（定子电压 **UG**、定子电流 **IG**、励磁电流 **IP**、可控硅电压 **USYN**）。它们被变换成低电压，由电缆送入 **SAB** 板；在 **SAB** 板上，经处理后送至 **PIM** 单元的子处理器。



GMR33 框图

子处理器 **C** 计算调节同步电机所需参数。计算结果经双端口 **RAM**（**DPRC**），送至主处理器 **MRB**。（两处理器都可进入双端口存储器，而且相互独立。）

主处理器包含的软件用于电压调节环（自动运行方式）、限制器、附加的调节器，以及对于正确操作很必要的完整的控制逻辑。所有数字 I/O 板和额外的系统的特殊的模拟量 I/O 板也与主处理器单元相连。电压调节环的输出值经双端口 **RAM DPRB** 送至 **PIM** 板上的子处理器 **B**。

子处理器 B 包含励磁电流调节环（手动运行方式）。基于实际的磁场电流（经 SAB 模板记录）和主处理器提供的信息，该调节环为可控硅脉冲计算触发角。触发角经 DPR A 送至子处理器 A。

子处理器 A 计算触发脉冲。SAB 模板上的晶体管电路放大脉冲，经电缆送至触发变压器（每可控硅一只）。SAB 面板上有一只开关便于触发脉冲的手动测试。

数字量输入及输出用于控制和处理命令、反馈及报警。调节所需的所有模拟输入输出量在 SAB 板上变为有效可用的信号。附加的输入输出板作为可选项可用于特殊的系统任务。

1.2 调节器的组成

不同的调节器板装入 19" 机箱内，在机箱后部，它们经配线插针连接。工作电源及外部输入输出量经面板连接器连接。

装在一台调节器单元内的板子如下：

- 1 工作电源 NGT (A1)
- 1 主处理器板 MRB (A2)
带存储程序及设定参数的存储器，位于面板的 1 只串行口适配器
- 1 或几块子处理器板 PIM（按需求，从 A4 到 A9）
每块板带 3 片信号处理器（A，B，C）及附带的程序存储器
- 1 或几块信号处理板 SAB（按需求，从 A4 到 A9）
联结测量值及隔离门脉冲。
- 1 或几块数字量输入板 DE32（按需求，从 A4 到 A19）
每块板带 32 路光耦输入及 32 只 LED 指示灯
- 1 或几块数字量输出板 DA32（按需求，从 A4 到 A19）
每块板带 32 路继电器接点输出及 32 只 LED 指示灯

另外，可以根据需求，可提供模拟量输入输出板（AE8 和 AA8）。每块板容许 8 路模拟量，并带有测量信号的测试插孔。

1.3 程序内容

软件包括主处理器板（MRB）上的操作系统及带设定参数的调节器程序，以及子处理器板（PIM）上的不同的子程序。所有程序存储在 EPROMs 中，所有调节参数存在 EEPROMs 中。

操作系统实现输入输出量的变换，协调调节器程序执行的顺序，与子处理器交换数据，以及便于与调节器经串口通讯。不同的监视功能允许可选择一个故障检测功能。另外，操作系统带有一编辑器，可用来编辑调节器程序。

一台操作终端或兼容 PC 机可经 RS232-C 串口联接到主处理器板用于操作。

子处理器板上的子处理程序整理测量值及计算实际值（处理器 C），进行励磁电流调节（处理器 B），生成门脉冲（处理器 A）。

调节器程序提供以下功能：

- 电压调节，随可调设定电压调节，并利用子处理器 B 作第二位的电流调节环（自动运行）
- 有功及无功补偿。
- 励磁电流调节，随可调手动设定值调节（手动运行）。
由于两调节方式（自动、手动）连续保持平衡，它们之间的无扰动切换总是可能的。
- 励磁电流调节至一设定常值（电气制动）。
- 最大励磁电流限制器（无延时），限制可能的最大短时顶值电流。
- 最大励磁电流限制器，过电流延时特性（反时限特性），限制持续允许电流。
- 最小励磁电流限制器（无延时），防止运行在最小允许电流下。

可选择功能如下：

- 定子电流限制器，过电流延时特性（反时限特性），用于过励及欠励运行。
- 无延时功角限制器（低励限制）。
- 带延时的最大、小电压限制器。
- 带延时的磁通（Volts/Hertz）限制器。
- 电力系统稳定器。
- 无功或功率因素调节器，随可调设定值调节。
由于调节器间连续保持平衡，不同运行方式的无扰动切换总是可能的。
- 特殊的就地功能。

系统功能正确执行所需的不同的控制任务以独立的程序块集成在软件中。

2. 硬件说明

调节器为一 19" 机箱（6HE，84TE），机箱中装配有满足系统特定功能必要的印刷电路板。调节器的后部，所有单元经配线插针连接。一些模块另外的连接经各自带插接式配线插针的插头来实现。工作电源和所有的输入输出经面板的连接器通过电缆连接。

各板子的功能概述如下，详细资料见各自的印刷电路板的说明。

2.1 工作电源

调节器需要 24V 直流电源。电源需提供冗余，一路经匹配变压器及二极管整流器取自可控硅电压，另一路取自电站蓄电池。

调节器电子电路电源

冗余工作电源（标称值 24Vdc，波动范围：15—36Vdc）经面板连接器接入直流—直流变换器 NGT。直流—直流变换器只能插入到调节器的插槽 A1。它提供了调节器电子电路所需的电源。

5V：所有处理数字信号功能组的电源。

±15V：所有处理模拟信号功能组的电源。

在机箱的后部，这些电源经配线插针接入各插板中。调节器地接至调节器外壳上。

脉冲放大器工作电源

装在可控硅附近的脉冲放大器需要 24V 直流电源。因此，调节器冗余电源经 SAB 板供电给脉冲放大器。24V 直流电源地连接至调节器地和调节器外壳上。

2.2 主处理器板

操作系统及主处理器程序位于该板上。该板上有一片 INTEL 处理器和程序存储器 EPROMs，除工作内存之外，还有一条 EEPROM 用来存储现场有关参数。该板只能插入调节器插槽 A2 内。一只 RS232-C 串行适配器位于面板，用于连接维护用操作终端或兼容 PC 机。

8 DIP 开关 在面板上伸手可及。正常操作时，开关 1 至 6 及 8（从顶到底连续编号）必须置于右边（在“NORM”位置），开关 7 必须置于左边。LED 指示灯显示不同的系统状态（见第 5 章 2 节）。

2.3 子处理器板

该板包含 3 片独立的 INTEL 信号处理器及相应外围电路。每片处理器执行着与相应软件一致的精确定义的任务。一套调节器系统中子处理器板可达 4 块（按需求，从 A4 到 A9）。PIM 板连续编号，从 0 板开始，板号必须由板上选择开关设定。

双端口 RAM 存储器用于和主处理器之间的数据交换。它们是 2 处理器都可以读写的存储器。因此，处理器间并未联结。子处理器可独立于主处理器工作，这意味着，即便主处理器板故障，子处理器仍可继续工作。

2.4 信号处理板 SAB

SAB 板只能和子处理器板 PIM 一起使用。两块板子经插接式插针在背部连接。系统信号经 2 只面板连接器接入。一套调节器系统最多用 3 块 SAB 板（按需求，从 A4 到 A9）。

印刷电路板 SAB 执行以下任务：

- 读入实际值。
- 读入 6 路可自由选择模拟量。
- 输出门脉冲。
- 激活手动设定操作。

注意：所有模拟信号及门脉冲地电气连接到调节器地上！模拟信号连接可能只经变送器或变压器隔离。

2.4.1 实际值

最多有 7 路调节及门控制所需测量值经隔离变压器读入。

- 同步电压信号（可控硅）US1（L1—L3）
- 同步电压信号（可控硅）US2（L2—L3）
- 定子电压 UG1（L1—L3）
- 定子电压 UG2（L2—L3）
- 定子电流 IG1（L1）
- 定子电流 IG2（L2）
- 励磁电流 IP1

测量到的物理量经过滤后转换成 PIM 板能处理的格式。另外，在印刷电路板上焊接不同的电阻可匹配不同量级输入信号。

可以处理单相或三相信号。经两测量通道记录三相信号，当测量单相信号时，用于相应测量值的第二通道不用。励磁电流总是经一通道以直流电压传送。

根据现场条件，以下组合是可能的：

三相整流桥：

US1:	可控硅电压 L1—L3
US2:	可控硅电压 L2—L3

单相整流桥：

US1:	可控硅电压 L—N
US2:	未用

带三相测量的三相电机：

UG1:	定子电压 L1—L3
UG2:	定子电压 L2—L3
IG1:	定子电流 L1
IG2:	定子电流 L2

带单相测量的三相电机：

UG1:	定子电压 L1—L3
UG2:	未用
IG1:	未用
IG2:	定子电流 L2

单相电机：

UG1:	定子电压 L—N
UG2:	未用
IG1:	定子电流 L
IG2:	未用

2.4.2 可自由选择模拟量

SAB 板有 6 路模拟量输入用于现场应用，可用来执行用户的特殊任务。直流或交流信号都可处理，它们必须经外部隔离变压器接入。这些信号经输入电路、分压器、整流器及附加的偏移电路、低通滤波器，最后变换成 0 至 +5V 信号。焊接电阻便于匹配不同量级的输入信号。

软件通过变量 V511（ANA1）到 V516（ANA6）使用这 6 路模拟量信号。

2.4.3 脉冲输出

控制功率整流器可控硅所需的门脉冲在 SAB 板上放大，与用于脉冲放大的直流 24V 辅助电源一起送到面板上部连接器。最多 6 路脉冲可用。

经印刷电路板上的跳线，既可选择脉冲放大器（放大器与变压器串联），也可选择脉冲变压器（没有放大器）。当选用脉冲放大器时，可控硅桥只能并联连接。板上的脉冲闭锁继电器可以禁止发出脉冲。

2.4.4 面板开关

面板开关允许手动设定操作（见第 5 章 2 节 1 条）。当开关“HST”拨至位置“1”时，可控硅控制角可经控制键“±”手动调节。可在测量插孔“U”处测量设定的触发角（0—5V 对应于 0—180°）。

2.5 实际值采样板 IWK

该板装于调节器单元背部的保护罩后。包含最多测量 8 路实际值所需的匹配及隔离电路。这些外部信号接入 IWK 板端子排，经电缆进入 SAB 板作进一步处理。IWK 板上主要部件有：

- 2 同步电压（可控硅）US1 US2 用 PT；
- 2 定子电压 UG1 UG2 用 PT；
- 2 定子电流 IG1 IG2 用 CT；
- 2 励磁电流 IP1 用 CT 及整流器。测自可控硅桥交流侧，或可替换为，一只直流—直流变换器给霍尔元件供电，该元件在励磁机磁场电路中测量电流 IP1。
- 1 可选择 PT，用于电网电压 UN。

6 路可自由选择模拟量中的 4 路（ANA1、ANA4、ANA5、ANA6）不作进一步处理通过 IWK 单元。1 路输入（ANA3）预留给磁场电压（通过霍尔元件测量）。

2.6 数字量输入板 DE32

该印刷电路板拥有 32 路数字量输入。每路输入经光耦隔离及 LED 灯指示状态。每两路输入有公共电势点。所有连接经面板连接器通过电缆接至端子排。直流 24V 电源（波动范围：15—36V）用作信号输入用电源。调节器基本配置为 1 块板 DE32，最多可使用 16 块（按需求，从 A4—A19）。

软件通过变量 E0 至 E31 读第一块板的输入，附加板的输入变量连续编号。

2.7 数字量输出板 DA32

该印刷电路板拥有 32 路数字量输出。每路输出经印刷电路板继电器隔离及 LED 灯指示状态。每两路输出有公共电势点。所有连接经面板连接器通过电缆接至端子排。直流 24V 电源（波动范围：15—36V）用作信号输出用电源。调节器基本配置为 1 块板 DA32，最多可使用 16 块（按需求，从 A4—A19）。

软件通过变量 A0 至 A31 驱动第一块板的输出，附加板的输出变量连续编号。

2.8 模拟量输入板 AE8

该板仅在现场特殊应用时使用。该板有带不同的放大器的 8 路模拟输入量，可分别设定为电压或电流输入。它们可平滑调节。经测试插孔可测量实际输入信号。所有连接经面板连接器通过屏蔽电缆接至端子排。最多可使用 16 块输入板（按需求，从 A4—A19）。

软件通过变量 X0—X7 读入第一块板的这些输入，附加板的输入变量连续编号（X8）。模拟输入量精度 12 位。

可通过插接式跳线分别选择以下信号范围：

±10V
±5/±10V/±10mA

2.9 模拟量输出板 AA8

该板仅在现场特殊应用时使用。该板有带不同的放大器的 8 路模拟输出量，可分别设定为电压或电流输入。它们可平滑调节。经测试插孔可测量这些输出信号。所有连接经面板连接器通过屏蔽电缆接至端子排。最多可使用 16 块输出板（按需求，从 A4—A19）。

软件通过变量 Y0—Y7 驱动第一块板的这些输出，附加板的输出变量连续编号（Y8）。模拟输出量精度 12 位。

可通过插接式跳线分别选择以下信号范围：

$\pm 10V$

$\pm 5/\pm 10V/\pm 10mA$

3. 软件说明

软件包括以下程序：

- 带编辑及监视功能的操作系统
- 带现场特殊设定值的调节器程序
- 子处理器使用的子程序

操作系统和调节器程序运行在主处理器板 MRB 上。PIM 板上子处理器的子程序是独立功能单元。它们处理特定的时标任务，而主处理器不能处理（如门脉冲产生，实际值计算，...）。

所有程序存储在 EPROMs 上。现场特殊的参数存储在 EEPROMs 中，且而可随时改变。

3.1 操作系统 ECS

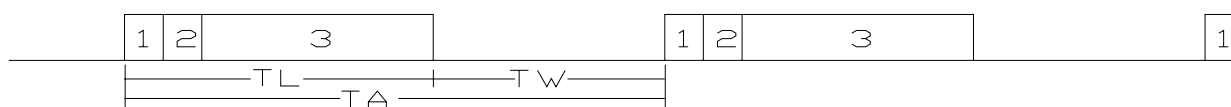
操作系统运行在主处理器板 MRB 上。它实现输入输出量的变换，协调调节器程序的执行，还有与子处理器之间交换数据，以及经主处理器板上的串口协助与调节器的通讯。不同的监视功能允许选择一个故障检测功能。另外，操作系统包括的编辑器帮助生成、改变及显示用户的程序。

因此，调节器基本上就是一个可自由编程的控制和调节的系统，它可用功能块语言来编辑。通过这种语言，预定义的软件块（功能块）经链接表引入用户程序。该操作系统包含一模块库，库中有大量的运行时间可选择的模拟及数字块。这些模块使调节及控制任务的执行变得容易。

3.1.1 程序执行控制

微处理器只能顺次地执行一个个功能（序列地）。一条程序运行一次所需的时间称为“执行时间”。一旦程序结束，整个过程又会重新开始。由于该系统用于调节任务，有必要在精确定义的时间间隔（系统周期时间）内运行某些程序。例如，某些程序每 10 毫秒起动一次。当然，每条程序的执行时间必须比程序周期时间短。

程序执行时间概览：



TL: 程序执行时间

TW: 等待时间

TA: 程序执行周期

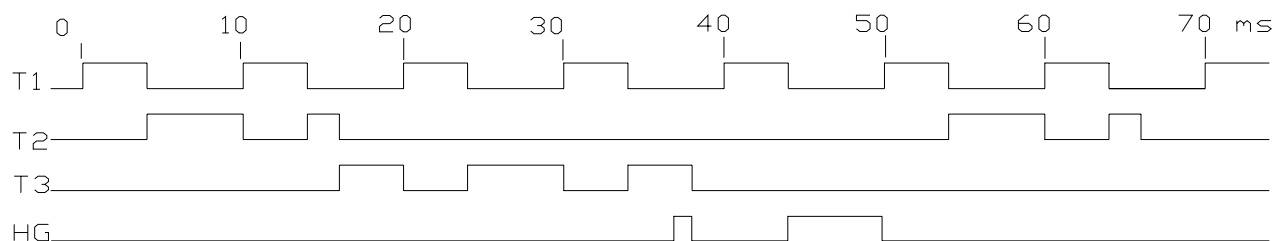
顺序：

- 1 扫描输入量
- 2 设置输出量（根据上一个程序周期的结果）
- 3 执行程序（在下一个程序周期输出新结果）

程序的最大可能规模受周期时间限制。为了能在短的周期内充分利用程序，可将用户程序分成需要不同执行速度的 8 个部分（任务）。每一任务可选择各自的固定周期时间 T_a （1—65535ms）。

任务被编号（1—8），低数字编号的任务比高数字编号的优先级更高，周期更短。高优先级任务可中断低优先级任务。因此，几个任务可以类似并列方式执行。在任务间断期间，服务接口程序也可相类似地执行。执行用户程序时，这些参数可以设置。

例如：



T1 (Task1): TA= 10ms, 执行时间 = 4ms
T2 (Task2): TA= 50ms, 执行时间 = 8ms
T3 (Task3): TA= 200ms, 执行时间 = 16ms

HG: 背景
例如，在这些阶段执行期间，
服务接口程序被执行。

在上述例子中，任务 3 运行时，从未被任务 2 中断，却被任务 1 中断两次。

3.1.2 变量分类及显示格式

主处理器板上的用户程序的编程语言吸收了便利的调节及控制技术，也就是各个组件（模块）连在一起构成整体结构。在存储单元中，模块连接采用了周密的电路工程连线技术。系统中，不同的连接单元（“变量”）对各个应用程序都是可用的。不同类型的变量为了与其应用领域一致，有着不同的数值范围及显示格式。

软件使用有 3 种显示格式的 9 类变量。

变量类型

数字变量：

- E: 数字输入变量（来自输入板 DE32）
- A: 数字输出变量（送至输出板 DA32）
- I: 内部数字变量（连接用变量）
- C: 内部数字常量

模拟变量：

- X: 模拟输入变量（来自模拟量输入板 AE8）
- Y: 模拟输出变量（送至模拟量输出板 AA8）
- V: 内部模拟变量（连接用变量）
- P: 内部模拟常量

时间常数：

- T: 内部时间常数

同一类型变量通过字母后面的数字来区分（始于 0，如 E0，V251，...）。

显示格式

各个变量值以下列形式显示在用户屏幕上（PC 机，操作终端）：

数字变量/常量（E、A、I、C）： L，H（0，1），（在操作终端上）

数值范围仅为两个值 L（low,log.0）和 H（high,log.1）。对于一个数字参数，如果数值 U（未定义）出现在屏幕上，这最有可能是硬件发生故障。

模拟变量/参数（S、Y、V、P）： - 16.0000 ---+15.9995 （标么值）

以下变换应用于模拟量输入和输出 X（AE8）和 Y（AA8）：

-1.0000 下限值（如：-10V,-20mA）
0.0000 0V,0mA
+1.0000 上限值（如：+10V,+20mA）

模拟板的数值范围通过插入式跳线来设置（见各板说明）。

如+2.0000 设置为一输出模拟量值，那么将输出上限值（如：+10V,与运算放大器顶值电压同）。然而在系统内，参数 V 和 P 的数值范围是-16.0000 至+15.9995。

时间常数（T）： 0—65535 （十进制）

该类参数可以是系统内部逻辑掩码、与子处理器的通讯地址及不可变时间常数。当用作时间参数时，该设置值应理解为周期时间的系数。

例如：假如参数 T20 用于任务 1，任务 1 的周期假定为 2 毫秒，T20 的给定值是 140，那么设定时间为：140×2ms=0.24s。

3.1.3 操作系统中变量的表达

系统中，数字变量 E、A、I 以及 C 以“Bytes”（8 位）来表示。字节 0 对应逻辑值 L，字节 255 对应逻辑值 H。所有其他值显示为 U（未定义）。

模拟变量 X、Y、V、P 及 T 用“Words（16 位）”来表示。在服务设备上，参数 X、Y、V 及 P 以“p.u.”（标么值）格式显示（如：+0.0000），参数 T 以十进制表示（如：30100）。以下数值意义如下：

系统内部表示 （二进制补数）		十进制 （T）		p.u.格式 （X、Y、V、P）
32767	=	32767	=	+15.9995
1	=	1	=	+00.0005
0	=	0	=	+00.0000
-1	=	65535	=	-00.0005
-32768	=	32768	=	-16.0000

计算机不会区分各类模拟变量，这种区分只是为了更清楚地显示。

以下为模拟量显示格式之间的变换公式：

$$0 \leq T \leq 32767 \quad V = T \times 16 / 32768 \quad (V \text{ 带正号})$$

$$32768 \leq T \leq 65535 \quad V = T \times 16 / 32768 - 32 \quad (V \text{ 带负号})$$

3.1.4 存储空间

操作系统和调节器程序存储在 EPRMs 中，现场特定的设定值存在 EEPROMs 中并可随时改变。

系统的内存分 3 个区，编号为：0、1、2。区域 0 和 1 分配给调节器程序，区域 2 给变量及设定参数。系统每次重起动（复归，电源故障）时，系统会检查带执行程序的调节器程序 EPROM 是否有效。如有效，调节器程序（来自 EPROM）和设定参数（来自 EEPROM）装入各自内存区域。如无效，操作终端或 PC 机上会显示错误信息。

参数在非易失性存储器中的分配

P、T 及 C 常数和程序一起存放在 EPROM 中，它们用于基本设置且不应修改。

超出 V800 和 I1000 以上的变量预留给设定参数，并存放在 EEPROM 中。

3.2 主调节器程序

调节器允许进行自动和手动地调节。它作为电压调节器，结构为双环结构（主—从），根据可调节的给定电压调节发电机或电动机电压。

主环（电压调节）为带积分反馈的 PI(D)调节器，并控制着 P(I)特性的从环（励磁电流调节器）。以上结构有着高的控制速度，且在各负荷点有着高的稳定性。大量的限制器及附加调节器（见第 1 章 3 节）的高度调节性满足各种需求，其中一些是可选的。

主调节器程序由主处理器 MRB 执行，它是使用操作系统 ECS 模块库中的模块编辑的。该调节器程序包含电压控制环、所有限制器和附加调节器，还有逻辑顺控及其监视功能；这些顺控是整个励磁系统无故障运行所必须的。第二位的励磁电流调节环是子处理器板上的子程序的一部分。根据进行中的任务，起动不同的功能适应现场特殊需要。

程序的整个涵盖范围取决于系统配置，因而是可以改变的。第 1 章第 3 节综述了大部分可用的调节器功能。各个调节器参数的说明可从随系统文件提供的图纸及说明中得到。

主程序分为 8 项任务，变量分成数个组。

任务划分

调节器程序划分成各项任务及其相应运行周期概括如下表：

任务号	周期时间	程序块
1	2ms	电压调节器
2	4ms	无延时励磁电流限制器

3	20ms	功角限制器
4	50ms	其他限制器
5	50ms	模拟量监视 现场特殊模拟量的处理
6	50ms	逻辑控制
7	100ms	设定值生成 无功调节 调节器运行信息 故障信息
8	300ms	参数交换 时间基准变换

变量数组

依据变量的用途，分解成不同的数组。

如： V0—V199 调节用模拟变量
I0 — I199 调节用数组变量

超出 V800 及 I1000 的变量预留给设定参数，存储在 EEPROM 中。

V800—V899 模拟参数
V900—V949 时间参数 1.0000=1s
I1000—I1015 时间参数 1.0000=100s

测量值标准化

调节器软件计算采用标准值。通常，每路测得的物理量与它的额定值有关，并表示成 p.u.（标么值）。

例如：电机电压用变量 V501 表示，当机端电压为额定值时，V501 值为 1.0000。

3.3 调节器子程序

主处理器不能处理的多种功能由 PIM 板上的子处理器执行。调节器最少有一块带 3 片子处理器的 PIM 板子。这些处理器执行实际值的计算，调节励磁电流及产生门脉冲。

与主处理器的数据交换通过双端存储器进行。一系列参数及变量完成对各个子程序的配置，还对它们进行监视。

3.3.1 门脉冲产生，手动设定操作

为了从交流电压（可控硅电压）生成可变的直流电压，门控制单元为可控硅产生触发脉冲。可控硅电压可以是单相或三相的，其频率也可在较宽范围内变化（如永磁机）。产生在负荷（磁场，转子）上的直流电，由于感性的负荷而非常平滑。

控制角 α 是门控制单元的输入。控制角（触发角）定义为对应于相电压相位的，触发脉冲的触发时刻。带触发电路的可控硅桥在给定触发角下，按特定的控制规律产生输出电压。

通常，控制角 $\alpha=0^\circ$ 是整流器的极限角（最大可能正输出电压）。控制角 $\alpha=90^\circ$ 导致电压输出值为 0。而且最大可能控制角必须小于 180° （逆变极限角，负输出电压）。

控制角从自然换相点开始计算。这表示门控制必须知道相电压的当前相位。另外，在达到特定相位瞬间前计算触发角必须是可能的。因此，有必要知道相电压的频率（使触发脉冲和可控硅电压同步）。

门控制由处理器 A、子处理器板上相关电路及 SAB 板上输入输出电路组成。它适用于三相系统（6 可控硅）和单相系统（4 可控硅）。处理器 A 为可控硅桥计算触发脉冲。

门脉冲生成

对于处理器 A，两相间同步电压 US1（L1—L3）和 US2（L2—L3）是有效的测量信号，并可使触发脉冲同步（单相系统只用 US1）。每路电压经 SAB 板上滤波，通过压控振荡器（VCO）再变换成频率信号，频率直接与电压瞬时值成比例。子处理器板 PIM 上的计数模块周期性地计算频率信号的脉冲个数。该过程相当于对测量值作积分处理。

软件模仿同步电压（可控硅电压）的矢量，该矢量作为自然换相点的参考电压，以及频率信号的参考电压。每只可控硅的实际触发点来自触发角 α ，由磁场电流调节器（处理器 B）计算出来。它从触发角 α 和相关可控硅的自然换相点之和计算出来。

整流器限制确定了触发角 α 工作范围的低限（整流器状态），同样，逆变器限制确定了上限（逆变状态）。

处理器 A 相应 HSO（高速输出口）于实际触发时刻，为全控桥每条可控硅支路生成触发脉冲。脉冲宽度取决于同步电压频率。

计算方法独立于相序及频率的检测，以致处理器 A 的容量是唯一的限制因素。脉冲计算程序以可控硅电压频率的倍频（同步系数 m ）与可控硅电压同步运行，也就是，每周期测量及计算执行 m 次。同步系数满足以下条件：

$$m = 6 \times i \qquad i = 1, 3, 5, 7, 9, 11$$

计算需要一定的时间，这限制同步系数 m 减小，然而计算应当尽可能经常重复。这就导致了在可控硅桥门控制组的工作范围内，同步系数可以改变。

当 $m=6$ 时，基于计算容量，可控硅电压的最大允许频率是 440Hz。根据可控硅电压频率及可能的同步系数，程序周期范围约为 0.4-1.3 毫秒。

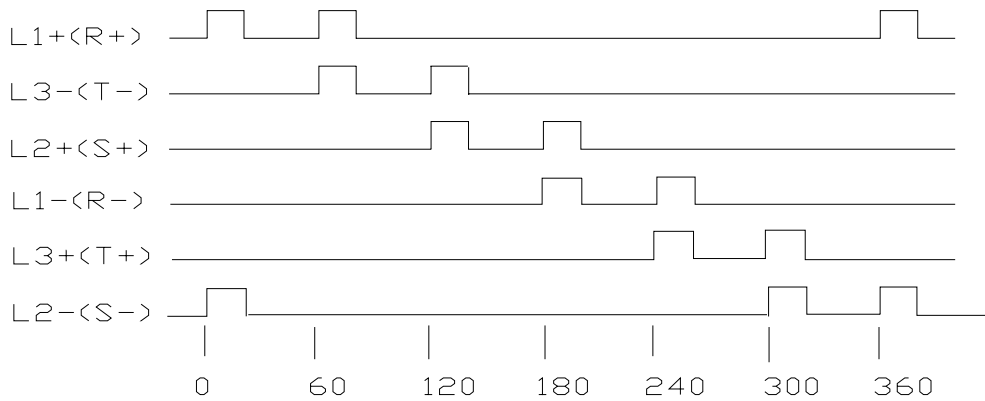
门控制组可工作于正或负相序三相可控硅桥或单相可控硅桥。

三相整流桥

它包括 6 只可控硅，相应的，必须产生 6 路触发脉冲。脉冲间距离为 60° 。

测量相间电压 $US1$ ($L1-L3$) 和 $US2$ ($L2-L3$)。自然换相点是在相应相电压过零点后 30° 。整流运行时（触发角 $0^\circ-90^\circ$ ），生成间距 60° 的双脉冲，也就是说，换相时，将导电的两可控硅总是同时收到一个触发脉冲。逆变运行时（触发角 $0^\circ-90^\circ$ ），为了安全起见，只生成单脉冲。

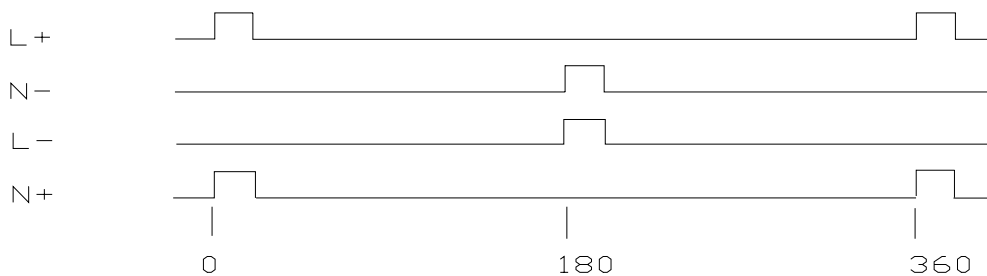
下图为正相序系统脉冲序列（ $L1+$ 指正半桥中对应相 $L1$ 的可控硅）：



正相序三相桥脉冲序列，整流器状态
(参考相 $L1$)

单相整流桥

包括 4 只可控硅。生成 4 脉冲，其中 2 脉冲必须总是同时产生（即，生成 2 脉冲对，间距 180° ）。测量交流电压 $US1$ ($L-N$)。自然换相点发生在相电压零点。



脉冲序列：

单相桥脉冲序列（参考相 $L+$ ）

元件误差补偿

调节器内部代表同步电压的矢量产自信号 $US1$ ($L1-L3$) 和 $US2$ ($L2-L3$)（三相系统），或产自 $US1$ ($L-N$)（单相系统）。电气元件在测量过程中的误差会产生较小的信号放大倍数偏差和零点漂移。这会引起内部矢量不对称，从而导致门脉冲不对称。零漂在基频下会引起不对称，放大倍数的偏差在可控硅电压倍频下也会引起不对称。这些基于元件的不对称不会对整个功能造成影响，只会在可控硅输出电压中产生小的纹波。如必要，可由参数 $V800-V802$ 进行补偿。（见第 5 章“运行及维护”）

手动设定操作

可手动设定触发角用于测试目的。**SAB** 板上用于操作的开关是处理器 **A** 的数字量输入信号。触发脉冲的瞬时值是脉宽调制信号，它从处理器的一个 **HSO** 口（高速输出口）输出。可在测量插孔处测量触发脉冲（见第 5 章第 2 节第 1 条）。

3.3.2 励磁电流调节，可自由选择模拟量

励磁电流调节器

电压调节器 **GMR** 的调节算法中包含了第二励磁电流调节环，电流调节也可用于手动操作。该调节环具有 **P (I)** 特性，在子处理器 **B** 中实现。特性 **P** 和 **I** 可单独配置或关断。

主处理器提供励磁电流调节的设定值。测量到的励磁电流经 **SAB** 板滤波，经压控振荡器（**VCO**）转换成与电压瞬时值直接成比例的频率信号。周期性工作的子处理器板 **PIM** 的脉冲计数器模块对频率信号的脉冲计数。经软件以这样的方式处理后的励磁电流，经过可调节时间常数的 1 阶低通滤波器过滤后，作为实际值提供给调节算法。

调节器的输出是触发脉冲，在处理器 **A** 中传至门控制。处理器 **B** 中的调节算法与处理器同步运行，从而具有同样的运行周期。

可通过输入参数配置不同的运行方式：

- **PI** 调节，**P** 和 **I** 可单独设定。
- **P** 调节，**P** 可以设定（**I=0**）。
- 装入带预设值的积分器。
- 主处理器直接设定触发角。

可自由选择模拟量

经 **SAB** 板，6 路模拟量可用。它们用于系统特定的任务。每路模拟量在 **SAB** 板上变换成 **0—+5V** 信号。子处理器 **B** 经模拟量输入口读入这些值，数值精度为 10 位。另外，它们经软件过滤器过滤（1 阶低通，**PT1**），然后经双端口存储器提供给主处理器。过滤器的时间常数可单独设置。

模拟量 1（**V511-ANA1**）可用于主处理器中，时间精度 4 毫秒，所有其他量（**V512—V516**）的精度为 100 毫秒。

3.3.3 实际值测量及计算

处理器 **C** 从发电机或电动机的参数中计算出调节和电力系统稳定器所需要的数值（电压、电流、频率、转角、功率、稳定信号、...）。计算方法同样适用于单相或三相系统（转向左或右），并覆盖很宽的频率范围（见技术参数）。该程序运行周期为 1 毫秒。

两定子相间电压 **UG1**（**L1—L3**）和 **UG2**（**L2—L3**）及两相电流 **IG1**（**L1**）和 **IG2**（**L2**）是可用的

（单相系统中只有 **UG1** 和 **IG1**）。这些值经 **SAB** 板过滤，然后经压控振荡器（**VCO**）变换成与过滤后的电压值直接成比例的频率信号。周期性运行的子处理器板 **PIM** 的计数模块对最终频率信号的脉冲计数。该过程相当于对测量值进行积分处理。数值测量过程中电气元件误差会导致信号放大倍数较小偏差及零点漂移，这会导致内部矢量不对称。零漂在基频下会引起不对称，放大倍数的偏差在被测量电压倍频下也会引起不对称。这些基于元件的不对称不会对整个功能造成影响，只会在可控硅输出电压中产生小的纹波。如果必要的话，可由参数 **V810—V812** 补偿定子电压，**V814—V816** 补偿定子电流。（见第 5 章“运行及维护”）

有功电流、无功电流以及有功功率

从被测量值电压矢量 $\underline{u}$ 和电流矢量 $\underline{i}$ 计算出它们的 X、Y 轴分量。

电压矢量的分量：

$$u_x(t) = -1/3 u_{st}(t) - 2/3 u_{tr}(t)$$

$$u_y(t) = 1/\sqrt{3} u_{st}(t)$$

$\underline{u}(t)$ 的实部

$\underline{u}(t)$ 的虚部

电流矢量的分量：

$$i_x(t) = i_r(t)$$

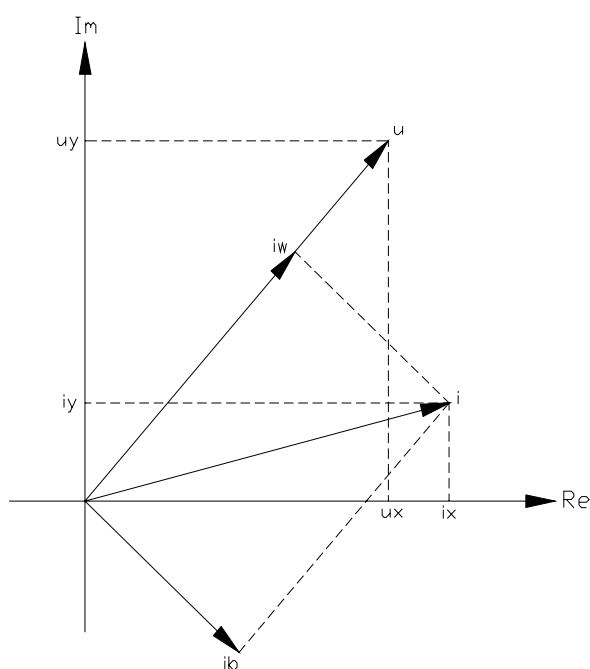
$$i_y(t) = 1/\sqrt{3} (i_r(t) + 2 i_s(t))$$

（下标字母 **r, s, t** 是指相 **L1, L2, L3**）

$\underline{i}(t)$ 的实部

$\underline{i}(t)$ 的虚部

所有其他值基于上述 X、Y 轴分量计算出来。这些矢量见下图。



电机电压电流矢量图

有功电流 i_w 对应于电流矢量 $\underline{i}$ 在电压矢量 $\underline{u}$ 上的投影，同时，无功电流 i_b 对应的分量与它垂直。三相系统中有功功率的瞬时值为电压矢量和与它同相位的电流矢量分量的乘积。

$$p(t) = |\underline{u}(t) * i_w(t)|$$

有功功率

功角

当涉及同步电机功角时，一定要区分内、外功角。可从以下矢量图看到，内功角 δ_i 是虚拟转子电势 $\underline{e}_p$ （与转子交轴一致）和定子电压 $\underline{u}$ 之间的夹角。外功角 δ_a 为 $\underline{e}_p$ 和 $\underline{u}_n$ 之间夹角。 δ_a 角对电机的稳定起决定性作用。因此，计算出它的值并提供给限制器。

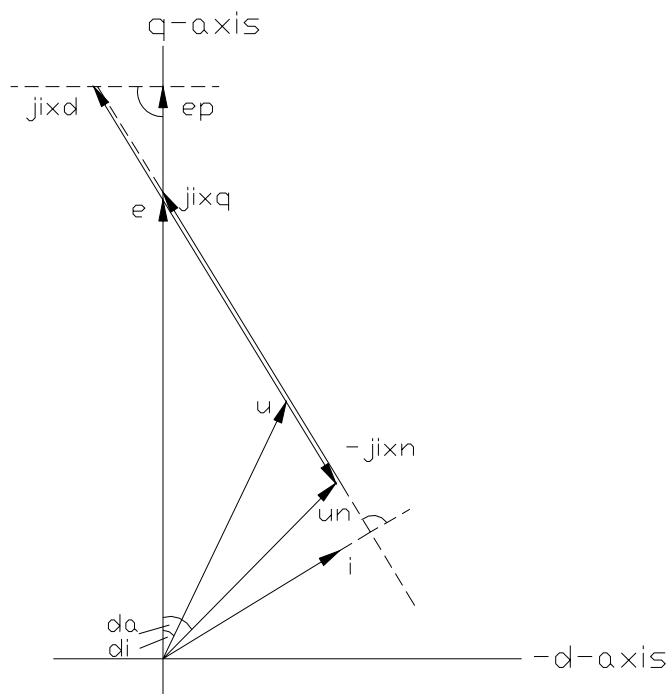
计算时， $\underline{e}_p$ 被同相位矢量 $\underline{e}$ 代替。因此，可得到内部电压 $\underline{e}$ 和线电压 $\underline{u}_n$ 。

$$\underline{e}(t) = \underline{u}(t) + j I(t) X_q$$

内部电压

$$\underline{u}_n(t) = \underline{u}(t) - j I(t) X_n$$

线电压



这两矢量之间的夹角就是功角 δ_a 。

同步电机功角计算矢量图

X_d : 电机同步直轴电抗

X_q : 电机同步交轴电抗

X_n : 电网系统电抗

4. 监视及故障检测

系统包含几级故障检测。所有被检测到的故障起动公共报警信号，送至远方指示。可将一台 PC 机或操作终端连接到主处理器（MRB）服务适配器以获得细节信息。

4.1 系统起动时的故障检测

每次电源故障后整个系统重起动，或每次处理器复归时，重要的硬件元件及软件会被检查。如检测无错，调节器程序则自动起动，同时数字输出板（通常是 A15）报“调节器程序运行”信号，指示调节器功能执行正确。每片处理器都有自己的检查各自硬件和软件的例行检查程序。

重起动时，主处理器检查系统内存（RAMs, EPROMs），输入输出板，及程序。无论何时检测到故障，主处理器会发送错误信息到服务适配器，同时调节器程序也不会起动。信息“调节器程序运行”也不会发出。另外，主处理器会检查与子处理器之间的通讯内存（双端口 RAM）。这些检测结果会链接各自故障掩码。最后，调节器程序起动，故障信息经数字输出板发出。

每片子处理器会检查它的内部寄存器、内存（RAM, EPROM, DP-RAM）及计数器。故障掩码对于子处理器的自检结果在主程序中是有效的。如主处理器中没有故障，当系统重起动时，这些故障掩码的所有位会被置位。成功完成每项例检后，子处理器清除各个故障掩码的各个位。如子处理器发现故障，正在执行的例检会中断，对应各个故障的掩码的位不会复归。然而，主处理器却复归故障掩码各位，并起动调节器程序。这些故障掩码可在 PC 机或操作终端上进行分析。由于子处理器检测范围对于整个系统功能检测非常可观，信息“调节器运行”只是有条件起动，或者发出故障信息。

所有故障信息列表，包括解释，可在第 5 章“运行及维护”中找到。

4.2 运行时的监视

调节器程序执行时，各种硬件和软件监视功能会被起动。

4.2.1 独立于处理器的硬件监视

硬件看门狗

整个操作系统连续受到监视。主处理器故障时，会被复位（红色 LED 灯“RESET”亮），外围电路被闭锁，且输出继电器“调节器程序运行”掉电。如 DIP 开关 2“AUTORES”置于“NORN”，约 2 秒后系统自动重起动。

工作电源监视

监视电源（+5V, ±15V）是否电压低。如电压下降到低于最低值（如下所示），由于电路的安全运行不再能得到保证，处理器（被复归）和外围电路（硬件禁止）都被闭锁。15V 电源电压下降到低于限制值时，仅外围电路被闭锁，即所有输出继电器掉电及所有模拟输出量值为 0。

电源电压监视起动值

+5V	电源	复归	<4.76--- 4.97V
+15V	电源	复归	<10.5--- 11.35V
		硬件禁止	<12.5--- 13.4V
-15V	电源	硬件禁止	>-12.5 --- -13.4V

参考电压的产生及监视

MRB2 提供 +5V 和 +10V 参考电压，用于一些外围电路板。这两路电压受监视既是否低电压又是否过电压。而且，一个故障闭锁整个硬件电路。

输出板监视

所有输出板（DA32，AA8）都有所谓 I/O 看门狗，当调节器程序执行时，它们周期性起动。发生故障时，模拟量输出板输出值为 0，继电器板上输出继电器掉电。

4.2.2 软件监视

调节器程序设置输出“调节器程序运行”（通常 A15）。当主处理器程序停止时，该输出继电器掉电，报程序停止信号。

分配给每片子处理器的变量监视程序执行。在每一次程序执行周期，各子处理器增加的这些变量的值。依据故障的类型，主处理器分析这些变量，并持续检查与子处理器交换的所有数据。各故障信息显示在 PC 机或操作终端上。根据故障及调节器特定的系统配置，这些故障起动报警或使输出继电器“调节器程序运行”掉电。

上述提及的故障掩码及故障信息，以及它们的解释，可在下章“运行及维护”的错误列表中找到。

5. 运行及维护

5.1 维护设备

每台带串口的个人兼容计算机都可用于操作及维护。运行于 WIN95 或 NT4.0（功能简化版也可运行于 DOS 操作系统）的 GMR33 终端程序是一项有效的功能选择。它在众多事情中，在调节器程序执行时，有助于操作、解释及修改参数。变量及参数可用文本任意编辑，并集成在所谓的监视器掩码内。这样便于重要变量按不同组别清晰地布置及显示。监视器掩码可存入磁盘以备再次使用。

主处理器操作系统中的编辑器可以修改停止执行的用户程序。程序和常数，以及设定值都可存放在磁盘内。为了持久保留修改，修改后的程序一定要装入到一片 EPROM 以替换掉 MRB 板上的用户 EPROM。更多的细节信息见 GMR 终端软件的说明。

服务适配器和调节器设备共地。我们建议将串行电缆屏蔽层和 PC 机外壳与调节器地连接以避免干扰（特别是高干扰的现场，及逆变电源供电给 PC 机的情形）。

装于调节器内的带 LCD 显示的操作装置使得可以在调节器程序执行时，改变变量和设定值。另外，也能显示自检例程的结果和故障信息。这些信息以文本格式清晰显示。执行于操作装置的终端功能便于通过变量标识符可以找到所有程序变量。更多的细节信息见 GMR 操作终端说明。

P、T 和 C 常数和用户程序一起存放在 EPROM 中。这些常数用于基本的设置，不可更改。当系统起动时（由于电源故障），任何修改都会丢失，除非更换 EPROM。

超出 V800 和 I1000 的变量预留给设定参数。修改过的参数可保存在参数 EEPROM 中。（主处理器单元 MRB 前板上的 DIP 开关 7“UDP”，见第 5 章第 2 节第 2 条）。

5.2 按键、开关及 LED 灯

为了维护目的，几项系统功能可从调节器面板起动。LED 灯指示不同的硬件条件。

5.2.1 SAB 上手动设定操作

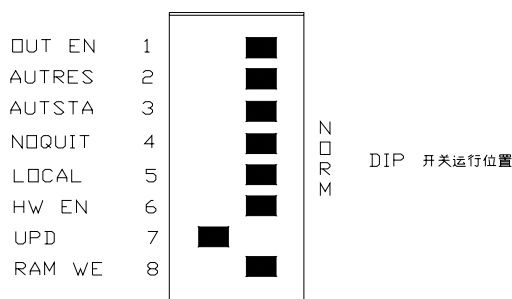
印刷电路板 SAB 面板上的开关便于手动设定操作。当开关“HST”置于位置“1”时，就可使用控制键“±”手动调节控制角和可控硅输出电压。可在测量插孔“U”处测量设定的触发角（0—5V 对应于 0—180°）。当开关“HST”置于位置“1”，当前触发角不会改变，即切换是无扰动的。通常，无扰动回到运行状态是不可能的。软件监视着这只开关的位置。

手动设定操作时，门脉冲闭锁继电器失效，门脉冲独立于门脉冲闭锁继电器。当励磁系统关断，且同步电压仍在时，这有助于检查门脉冲。

对系统而言，手动设定操作电源独立于机端电压，因此可作紧急操作用。对于励磁机并联接入磁场，静态励磁的同步电机，手动设定操作在大多数情况下是不可能的。

5.2.2 MRB 上的 DIP 开关

MRB 板面板上的 8 位 DIP 开关伸手可及。正常操作时，开关 1—6 和 8（从顶到底连续编号）必须置于右边的位置“NORM”，而开关 7 必须置于左边！



1 OUT EN（输出允许）

左边：所有硬件输出禁止（所有数字输出继电器掉电；所有模拟量输出值为 0V 或 0mA）。

正常位置：当用户程序运行时，如 DIP 开关 6 HW EN 位于“NORM”位置，输出有效。

2 AUTRES（微处理器故障后，故障闭锁自动复归）

左边：微处理器故障后，LED 灯 RESET 亮，故障状态保持直至工作电源关断；这时，硬件保持闭锁。

正常位置：微处理器故障后，自动执行“冷起动”，就象投入电源一样。

3 AUTSTA（程序自动起动）

左边：投入电源后，用户程序不起动；必须经串口输入顺控指令“PJ”起动程序。

正常位置：投入电源后，用户程序自动起动。

4 NOQUIT（禁止用户程序停止）

左边：当经串口输入指令“QUIT”时，用户程序会停止执行。参数会被修改。

正常位置： 输入“QUIT”命令会在输入设备上产生错误信息；用户程序不会被这种方式所中止，修改参数也被禁止。

5 LOCAL（就地、远方切换）

左边： 预留。

正常位置： 所有与 MRB 板有关的输入命令直接连入输入端子。

6 HW EN（硬件激活）

左边： 所有输出禁止，另外所有子处理器复归。

正常位置： 如 DIP 开关 1“OUT EN”位于“NORM”位，可能释放的硬件总释放，输出被激活。

7 UPD（更新）

左边： EEPROM 中的设定值不能改变。当起动系统时，所有可能的修改会丢失。

正常位置： 存放在 EEPROM 中的设定值持续与调节器程序的参数进行后台比较，及更新。每个写周期 LED 灯“UPD”亮。

8 RAM WE（RAM 写允许）

左边： 在 MRB 板上设置跳线 J1 及 DIP 开关 8 RAM WE 拨至左边，用户程序受到保护不至被覆盖。这也阻止了用户程序从有效的 EPROM 中重新装入系统，也阻止破坏可能的修改。（只有 MRB 板上有电池时，才有意义）。

正常位置： 投入电源，或复归后，调节器程序从用户 EPROM 装入 RAM，在 RAM 中程序可以被执行或修改。

5.2.3 系统重起动（复归）

工作电源故障又恢复后，MRB 上的操作系统会重起动。成功完成所有例检后，操作系统将设定值从 EEPROM 装入到 RAM 中，也将调节器程序从 EPROM（如可用）装入到 RAM 中，调节器程序开始自动运行。

有时为了检测故障，一定会强行重起动。可能的两种情况如下：

1 调节器电源被关断约 3 秒，接上电源后，操作系统会重起动，调节器程序也会重起动。

2 MRB 板面板后可找到一按钮，就在 DIP 开关上面。轻触按钮，主处理器和所有子处理器都会复归（“冷起动”）。然后系统会如同电源故障后起动一样自动起动。

因此，在设备正常运行时，不应该关掉调节器几秒钟使系统重起。

5.2.4 MRB 板上 LED 灯指示功能

可在 MRB 板的面板上找到 6 路 LED 灯，指示系统的运行状态。

RESET

当复归命令在主处理器中执行时，灯亮。

RUN

用户程序执行时，灯亮

HWOK（硬件正常）

运行期间灯亮，它表明硬件功能正常。当发生第 4 章第 2 节第 1 条提及的故障，或 DIP 开关 6 HW EN

（见第 5 章第 2 节）拨至左边时，程序中止，灯熄灭。

UPD（更新）

对 EEPROM 进行写操作的周期内，灯亮。

REM（远方）

当 ECS188（未提供）处于远方方式时，灯间歇闪烁。

POWER

当电源+5V 和+15V 正常，而且没有复归时，灯亮。

5.2.5 I/O 板上的 LED 灯

数字量输入输出板上的 LED 灯为每路输入输出指示逻辑状态。当输入信号输入时，或输出继电器动作时，相应 LED 灯亮。

5.3 设定值修改

运行时，设定值随时可以改变。将 MRB 板面板上的 DIP 开关 4“NOQUIT”拨向左边，可用操作终端或 PC 机调出各个变量，然后输入新的值（见各个设备的说明）。完成修改后，恢复 DIP 开关 4 至右边以避免偶尔覆盖参数。

所有修改都在 MRB 板上的内存中进行，当系统每次重起动时修改就会丢失。当 MRB 板面板上的 DIP 开关 7“UPD”拨至右边（“NORM”）时，修改送至 EEPROM，然后永久存储。如 RAM 和 EEPROM 内容不同，只有修改过的变量写入 EEPROM。

5.4 故障诊断

系统具备不同级别的故障诊断功能。故障被统计，并根据故障类型及调节器现场特殊的配置，发出故障信息或使输出继电器“调节器程序运行”掉电。可将一台 PC 机或操作终端连入主处理器（MRB）的服务适配器以获取细节信息。诊断根据故障可分为 4 级：

1) 主处理器（MRB）停止，系统无响应。

MRB 板面板上 LED“RUN”灯未亮。主处理器复归后（见以上 5.2.3），显示屏上无信号：系统“死机”（主要检测 MRB 板），没进一步诊断的可能。

- 2) 操作系统运行，但调节器程序未起动。
MRB 板面板上 LED“RUN”灯未亮。主处理器复归后，显示器上出现涉及故障的系统信息。故障可能依次是以下类别：
硬件故障（如：I/O 板，RAM，EPROM，EEPROM，...）
软件故障（如：程序出错，内部求和自检检出错误，...）
- 3) 调节器程序运行
MRB 板面板上 LED“RUN”灯亮。如 LED“HWOK”灯未亮，那表明有一般硬件故障（见 5.2.4）。
可使用终端检查子处理器（PIM）的故障信息及掩码。故障掩码不同的位分配给每一片子处理器，显示以下自诊断结果：
RAM，EPROM，计数器，与主处理器通讯，程序运行监视功能。
- 4) 所有处理器正确运行。
根据现场特殊配置，调节器软件监视所连接设备的不同部分。经继电器输出和故障信息分别报告故障信息。

以下为故障信息说明，不包括现场特殊信息。

5.4.1 复归后的故障信息

主处理器复归后，可能出现的故障号及信息如下表。

故障号	信息
31	Program error （程序故障） 原因：用户程序 EPROM 出错 处理：更换 MRB 或用户程序 EPROM
33	Wrong module （模块出错） 原因：用户程序 EPROM 出错 处理：更换 MRB 或用户程序 EPROM
34	Wrong parameter （参数错误） 原因：用户程序 EPROM 出错 处理：更换 MRB 或用户程序 EPROM
35	No active task （无进行中任务） 原因：用户程序 EPROM 出错 处理：更换 MRB 或用户程序 EPROM
36	Inactive task not empty （未进行任务没释放内存） 原因：用户程序 EPROM 出错 处理：更换 MRB 或用户程序 EPROM
38	No END module （程序模块未中止） 原因：用户程序 EPROM 出错 处理：更换 MRB 或用户程序 EPROM

- 39 **No module** （无软件模块）
原因：用户程序 EPROM 出错
处理：更换 MRB 或用户程序 EPROM
- 40 **Module 2X** （模块 2x）
原因：用户程序 EPROM 出错
处理：更换 MRB 或用户程序 EPROM
- 41 **IO number too small** （I/O 数值太小）
另外，显示故障板的类型¹，还有标称值和实际值。
原因：I/O 板故障或缺
处理：更换或插入 I/O 板
- 42 **Invalid IO component** （无效的 I/O 组件）
另外，显示故障板类型，以及标称值及实际值。I/O 板从插槽 A4 开始往后插入并以 KNr.0 开始编号。前 3 条插槽（A1—A3）预留给电源及系统板。
原因：I/O 板故障或插错位置
处理：更换 I/O 板或插入正确位置
- 46 **Program too big** （程序太大）
原因：用户程序 EPROM 出错
处理：更换 MRB 或用户程序 EPROM
- 47 **Number of VI too big** （V I 数值太大）
原因：用户程序 EPROM 出错
处理：更换 MRB 或用户程序 EPROM
- 98 **Prog./Sys.-version** （程序或系统版本错误）
原因：用户程序 EPROM 出错
处理：更换 MRB 或用户程序 EPROM
- 100 **Execution time > Ta** （执行时间>Ta）
原因：用户程序 EPROM 出错
处理：更换 MRB 或用户程序 EPROM
- 101 **SYS—ROM CRC error** （系统内存奇偶校验检出错误）
原因：系统 ROM 出错
处理：更换 MRB 或系统 EPROM
- 102 **SYS-RAM read/write error** （系统内存读写错误）
原因：普通 RAM 读写错误
处理：更换 MRB 系统 RAM
- 105 **Program CRC error** （程序奇偶校验检出错误）
原因：用户程序 EPROM 出错
处理：更换 MRB 或用户程序 EPROM

106	AUX—RAM read/write error （辅助 RAM 读写错误） 原因：普通 RAM 读写错误 处理：更换 MRB 或辅助 RAM
107	AUX—ROM CRC error （辅助 ROM 奇偶校验检出错误） 原因：辅助 EPROM 出错 处理：更换 MRB 或用户辅助 EPROM

- 1 可能出故障的板子类型：
- E — 数字输入板
 - A — 数字输出板
 - X — 模拟输入板
 - Y — 模拟输出板

5.4.2 故障掩码及信息

子处理器自检结果链接故障掩码。如检测到故障，根据故障类型，故障掩码中相应位被置位，且会生成故障信息。可借助操作终端或 PC 机显示故障信息。另外，可通过故障掩码的变量值作检查。

如属于 PIM 板的所有掩码的所有位被置位，那么该板未插入或印刷电路板上的 PIM 选择开关 S1 位于错误位置。

变量	意义
I520 MHST	手动控制门脉冲的报警信息 （SAB 模块面板上的开关 HST 位于测试位置）
I521 ARUNF	处理器 A 程序停止的报警信息
I522 ASYNF	处理器 A 同步失败的报警信息 （脉冲与可控硅电压不同步或可控硅故障）
I523 BRUNF	处理器 B 程序停止的报警信息
I524 CRUNF	处理器 C 程序停止的报警信息
I525 FEKO	通讯故障报警信息
V525 FMKO	通讯故障掩码 位 0：与处理器 B 通讯故障 位 1：与处理器 C 通讯故障 位 2：预留
I526 FEAB	处理器 A, B 故障报警信息
V526 FMAB	处理器 A, B 故障掩码 位 0： 处理器（RAM 等）



	位 1: EPROM 求和自检	PIM 板处理器 B
	位 2: PIM 侧 DPR	自检结果
	位 3: 计数器	
	位 4: MRB 侧 DPR	
	位 5: MRB 侧 DPR	
	位 6: MRB 侧 DPR	
	位 7: 调节器程序: 1 停止, 0 运行	
	位 8: 处理器 (RAM 等)	
	位 9: EPROM 求和自检	PIM 板处理器 A
	位 10: PIM 侧 DPR	自检结果
	位 11: 计数器	
	位 12: MRB 侧 DPR	
	位 13: MRB 侧 DPR	
	位 14: MRB 侧 DPR	
	位 15: 调节器程序: 1 停止, 0 运行	
I527 FEC	处理器 C 故障报警信息	
V527 FMC	处理器故障掩码	
	位 0: 处理器 (RAM 等)	
	位 1: EPROM 求和自检	PIM 板处理器 C
	位 2: PIM 侧 DPR	自检结果
	位 3: 计数器	
	位 4: MRB 侧 DPR	
	位 5: MRB 侧 DPR	
	位 6: MRB 侧 DPR	
	位 7: 调节器程序: 1 停止, 0 运行	
	位 15: 调节器程序: 1 停止, 0 运行	

当系统起动时, 主处理器首先将掩码各位置位。完成每项自检例程后, 主处理器复归各相应位。分配给子处理器 (对应自检结果) 的位, 经成功自检后由子处理器清零。如子处理器检测到故障, 正执行的自检程序被中止, 分配给那个故障的位, 而且还有所有非常多的位从而都没有复归。也就是说, 子处理器自检结果中的所有被置位的位中, 只有极少的位与实际故障有关。

清除故障: 重新起动系统 (见 5.2.3)。如故障仍然存在, 那一定是 PIM 板或 MRB 板上硬件故障。关断电源, 更换 PIM 或 MRB。在插入新板子之前, 检查所有插入式跳线及 PIM 选择开关位置是否正确!

5.5 更换印刷板

模块只可在断电后更换。在插入新板之前, 所有插入式跳线必须检查位置是否正确, 否则它们的功能不能正常执行。

5.5.1 更换主处理器板 MRB

检查所有插入式跳线位置是否正确（见励磁系统说明）。如设定值和新板上的值比较发生改变，必须经操作终端重新输入或装入新板子。尽管故障板上的 EEPROM 无故障，也需更换以避免输入新的数据。

如用户程序发生修改，也需检查用户程序 EPROM 版本是否正确、有效；如必要，可以更换。

5.5.2 更换子处理器板 PIM

检查所有插入式跳线位置是否正确，并将 PIM 板选择开关拨至正确位置（见励磁系统说明）。

5.5.3 更换信号处理板 SAB

检查所有插入式跳线位置是否正确，并检查所有可调电阻的分电阻值是否正确（见励磁系统说明中测试设置）。

由于电气元件误差，每路信号会产生小的放大倍数偏差及零点漂移。这些偏差可在 PIM 板上由软件补偿（也见第 3 章 3 节“调节器子程序”）。所有补偿变量按以下所述正确调整。未做补偿时，所有零漂变量值置为 0，所有放大倍数变量值设置 1（见下页）。标准变量禁止改变。

注意：以下所有变量和 SAB 自动补偿只对第一块 SAB 板有效。如系统中更多的 SAB 板提供补偿，那要在系统特殊说明中加以说明。

标准变量：禁止改变

V803	NormUsyn	V817	Normlgen
V813	NormUgen	V805	Normlf

无 SAB 补偿更换

如无补偿，以下变量必须经用户终端设置。

零漂调整变量：置为 0

V800	OffsURTsyn	V814	OffsIRgen
V801	OffsUSTsyn	V815	OffsISgen
V810	OffsURTgen		
V811	OffsUSTgen	V804	OffsIf

放大倍数补偿变量：置为 1

V802	KorrUSTsyn	V816	KorrISgen
V812	KorrUSTgen		

如第 5 章 3 节所述将这些数值保存到 EEPROM 中，并连接好所有 SAB 电缆。

有 SAB 补偿更换

对同步电压、定子电压及定子电流的补偿分别进行。变量 V510 的值（可能为：1，2，3）决定这三个测量值是否给予补偿。使能变量 I510 可投入自动补偿过程。

注意：零漂补偿必须在放大倍数补偿之前进行！放大倍数补偿也可省略。如进行零漂补偿，零漂补偿变量一定已包含在最终的值中（即零漂补偿必须完成）。

1) 零漂补偿 (用于三相或单相测量)

- 无电缆接至 SAB 板, 即所有输入断开。
- 将变量 V510 设为 1 (用于同步电压)。
- 将变量 I510 设为 H (操作终端上为 1)。
信息“调节器运行”消失, 自动补偿开始。约 20 秒后 I510 回到 L 值 (操作终端上为 0), V510 值为 0, 补偿过程结束。

- 以此类推, 重复上述步骤, 设置变量 V510, 补偿值 2 (定子电压) 和值 3 (定子电流)。
零漂补偿变量 V804 (磁场电流) 一直保持为 0。

2) 放大倍数保持 (只对三相测量有意义)

也许可完全省略, 这里只是为了说明完整而已。

(a) 同步电压:

- 连接 SAB 板下部的连接器插座 X3 上的 d30,d32 插针 (同步电压)。
- 将直流电压 +15V 接到连接好的插针上, 并防止与 b32(-)地接触。
- 将变量 V510 设置为 1 (用于同步电压)。
- 保持变量 I510 设置为 H (操作终端上为 1)。
信息“调节器运行”消失, 自动补偿开始。约 20 秒后, I510 回到 L 值 (操作终端上为 0), V510 值为 0, 补偿过程结束。

(b) 定子电压和电流:

- 连接 SAB 板下部的连接器插座 X3 上的 d22,d24 插针 (定子电压), d26,d28 (定子电流)。
- 将直流电压 +5V 接入连接好的插针, 并防止与 b32(-)地接触。
- 将变量 V510 设置为 2 (用于同步电压)。
- 保持变量 I510 设置为 H (操作终端上为 1)。
信息“调节器运行”消失, 自动补偿开始。约 20 秒后 I510 回到 L 值 (操作终端上为 0), V510 值为 0, 补偿过程结束。
- 以此类推, 重复(b)步骤, 设置变量 V510 补偿值 3 (定子电流)。

3) 检查新值

在完成补偿后, 修改过的值必须接受检查。

补偿过的测量值的零漂补偿变量值应在-0.1 和+0.1 之间, 放大倍数补偿变量值应为 0.9 与 1.1 之间。如这些值超出极限值, 那补偿过程一定有故障, 必须重复补偿过程。如同样的故障值再次出现, 那么 SAB 或 PIM 板一定发生故障了。

如要求重复补偿, 零漂补偿后, 那么相应放大倍数补偿也必须重复。对于补偿结果, 测量值 (V510: 1,2,3) 的顺序是无关紧要的。

如第 5 章 3 节所述, 将值保存到 EEPROM 中, 并重新接好所有 SAB 电缆。

6. 技术参数

工作电源

经 NGT 供电的调节器电源：
调节器地接至调节器外壳。

工作电压	额定值	24Vdc
	运行范围	14.8 – 36Vdc
工作电流	取决于配置	24V 时，≤3A

经 SAB 供电的脉冲放大器电源：
脉冲放大器地（0V）接至调节器地。

工作电压	额定值	24Vdc
	运行范围	14.8 – 36Vdc
工作电流	每只可控硅桥	24V 时，0.4A

门脉冲输出

接地极接至调节器地。

脉冲电压	空载时	+15V
	8 只可控硅桥	>+10V
负载能力	最大	峰值 1A, 0.1Arms
脉冲类型	单相系统	单脉冲
	三相系统	触发角<90°时，双脉冲
		触发角≥90°时，单脉冲
脉冲宽度	取决于频率	0.3 - 1ms

测量值输入

定子电压	额定值	100(110) Vac
	运行范围	0 - 130%
	频率范围	10 - 150 Hz
		逆相序和正相序，
		三相或单相系统
	输入回路负荷	3 VA
定子电流	额定值	1 (5) Aac
	运行范围	0 - 130%
	频率范围	10 - 150 Hz
		逆相序和正相序，
		三相或单相系统
	输入回路负荷	3 VA
励磁电流	额定值	1 Aac

运行范围		0 - 200%
输入回路负荷		3 VA
接地极接至调节器地。		
同步电压	额定值	15 Vrms
运行范围		0.75 - 20 Vrms
极限值		30 Vrms, 75Vrms 5 秒
频率范围		10 - 400 Hz,三相系统 , 逆相序和正相序
输入电流		10 - 330 Hz,单相系统 15Vrms 时, 约 8.8 mA
SAB 上可自由选择模拟输入量		
输入信号地接至调节器地。		
输入用电源	预置范围	0 - $\pm 10V$ (带整流器) (可根据输入电流调节)
极限值		30V, 75V, 5 秒
输入电流		10V 时, 约 5.6 mA
数字输入 DE32		
输入经光耦电气隔离。		
输入用电源	额定值	24Vdc
High 值范围		14 - 36Vdc
Low 值范围		0 - 3Vdc
极限值		80V 1 秒
输入电流		24V 时, 约 5.5mA
数字输出 DA32		
输出经继电器电气隔离。		
工作电压	额定值	24V
容许电流	环境温度 50°C	1.0A
模拟量输入 AE8		
模拟量经高阻抗 (200K Ω) 输入, 信号地接至调节器地。		
电压输入	范围	$\pm 10V$
极限值		50V
电流输入	范围	$\pm 5/10/20mA$
对地最大允许输入电压		50V
模拟量输出 AA8		



输出信号地接至调节器地。

电压源	范围	±10V
	短路电流	约 30mA
电流源	范围	±5/10/20mA
	开路电压	±15V

环境温度

环境温度	范围	-15 - +60°C
	短时运行（10 分钟）	-15 - +75°C

调节范围

预置	电压调节器	85— 115%
	电流调节器	0 — ≤130%
调节精度		±0.5%