

超节能高压变频器
MV510系列
使用维护说明书

请将该使用维护说明书确实交至最终用户手中。

MV510

目录

第一章 系统介绍	4
1.1 前言	4
1.2 系统概述	5
1.3 系统特点	5
1.4 系统型号说明	1
1.4.1 产品型号说明	1
1.4.2 产品铭牌说明	1
1.5 系统硬件说明	2
1.5.1 控制柜	3
1.5.2 单元柜	3
1.5.3 变压器柜	3
1.5.4 旁路柜	4
1.6 规格	4
第二章 注意事项	5
2.1 概述	5
2.2 安全注意事项	5
2.3 使用注意事项	6
第三章 现场安装规范	7
3.1 外形和重量	7
3.1.1 控制柜和单元柜	7
3.1.2 变压器柜	8
3.1.3 旁路柜（选配、自动旁路柜）	8
3.2 安装要求	9
3.2.1 安装环境要求	9
3.2.2 储存环境要求	10
3.2.3 变频器布置要求	10
3.2.4 设备地基要求	12
3.2.5 设备接地要求	13
3.3 安装过程	14
3.3.1 验收	14
3.3.2 估计重量	14
3.3.3 搬运	14
3.3.4 拼柜、固定	14
3.3.5 功率单元安装	16
3.3.6 变频器耐压测试	16
3.3.7 电气接线	17
3.4 安装完检查	21
第四章 功能介绍	22
4.1 概述	22
4.2 与电机驱动相关的控制功能	22
4.2.1 控制方式	22

4.2.2 频率给定方式.....	23
4.2.3 跳频设置.....	23
4.2.4 转矩提升.....	23
4.2.5 输出电压自适应.....	24
4.2.6 系统过电流限制.....	24
4.2.7 母线过电压限制.....	24
4.2.8 瞬停自启.....	25
4.2.9 飞车启动.....	25
4.2.10 高压采样.....	25
4.2.11 调制方式.....	25
4.2.12 恢复出厂设置.....	26
4.3 信号输入输出功能.....	26
4.3.1 开关量输入.....	26
4.3.2 开关量输出.....	27
4.3.3 模拟量输入.....	28
4.3.4 模拟量输出.....	28
4.4 监控和显示功能.....	29
4.5 通讯功能	29
4.6 工频电网与变频器间的切换（选件）	29
第五章 工作原理	30
5.1 简介	30
5.2 主电路	30
5.2.1 移相变压器.....	31
5.2.2 功率单元.....	32
5.3 控制系统	35
5.3.1 主控系统.....	36
5.3.2 电控系统.....	36
第六章 现场调试规范	38
6.1 范围	38
6.2 术语	38
6.3 调试规范	39
6.3.1 测试内容.....	39
6.3.2 控制柜送电检查.....	39
6.3.3 模拟测试.....	40
6.3.4 分体测试.....	40
6.3.5 功率单元串联测试.....	41
6.3.6 带电机空载测试.....	42
6.3.7 带电机负载测试.....	43
6.3.8 投运测试.....	44
第七章 故障处理及系统维护	46
7.1 故障分类	46
7.2 系统维护	50
7.2.1 安全信息.....	50
7.2.2 维护规程.....	51

7.2.2.1 变频器投运前期	51
7.2.2.2 变频器运行中	51

第一章 系统介绍

1.1 前言

非常感谢贵公司选用我公司的 MV510 系列变频器产品,成为我公司的用户! 我公司将竭诚为您服务,以不断努力创造更好的技术,为您提供更好的产品!

台安科技(无锡)有限公司是由台湾知名跨国企业—东元集团旗下安台国际投资(新加坡)私人公司于 2000 年 7 月 1 日在中国大陆成立的外商独资企业。公司位于江苏省无锡市国家高新技术产业开发区内,总投资额 2,400 万美元,注册资本 1650 万美元。本公司具备国际化的标准厂房、一流的产品品质以及具有专业知识的员工。未来预计目标年产值将达 25 亿元人民币。

目前公司拥有近 1000 人的高素质产销和研发队伍,生产、销售和研发一系列的工控和低压电器与配电产品,下属元件和电子两个事业部。元件事业部拥有完善的生产管理水平,高水准的工程自动化技术,高性能的制造设备以及高素质的销售队伍。其以生产和销售低压电器为主导,同时生产配电产品。低压电器产品门类齐全、质量可靠、价格合理,深受用户好评。配电产品性能优异,价格适宜,为市场广泛认同。为适应市场需要,现正不断开发新产品,以确保强大的竞争力。

电子事业部拥有最先进的成套设备和流水作业线,实现了以最新控制系统为中心的分散控制和集中管理,其技术人才具备高水平电子技术和丰富经验,并以最新的电子技术为基础,可根据各种生产现场的要求,提供更加灵活的柔性生产系统装置。其生产的工控产品已深得行业认同,产销两旺。

MV510 系列变频器是由我公司开发生产的具有自主知识产权,无电网污染的调速系统。可用于多种不同领域的工业环境,在各种复杂场合均能满足电机变频调速及节能的要求。

MV510 系列变频器属于高压设备,用户使用时必须遵守一些安全预防措施,同时为了使您方便、有效地使用我公司的产品,请您在操作该产品之前仔细阅读此用户手册。

1.2 系统概述

MV510 系列变频器是台安科技（无锡）有限公司设计生产的单元串联多电平电压型高压变频器，是我公司研发设计制造的脉宽调制变频器系列之一。该系列变频器主电路采用单元串联方式，通过将若干个独立的功率单元输出串联的方式实现高压直接输出。该系列变频器为“高-高”型变频器，高压直接输入，高压直接输出，不需要升压变压器。该系列变频器输入隔离变压器采用了移相变压器，使得输入波形接近正弦波，对电网谐波污染小；输出侧通过的载波移相 SPWM 调制技术，输出为多电平，变频器的输出电压波形非常接近正弦波，无需外加输出滤波器，可直接接高压电机运行。

1.3 系统特点

MV510 系列高压变频调速系统具有如下优点：

- 系统一体化设计，包括输入隔离变压器，变频器等所有部件及内部连线，用户只须连接高压输入、高压输出、低压控制电源和控制信号线即可，整套系统在出厂前进行整体测试。
- 输入符合并优于 IEEE519~1992 及 GB/T14519~93 标准对电压失真和电流失真最严格的要求。
- 变频器为高高结构，高压直接输出，不需输出升压变压器，输出为模块串联移相式 PWM 方式，满调制时，输出相电压电平数为 $2*N+1$ ，线电压电平数为 $4*N+1$ （N 为每相串联功率单元数）。
- 在 30~100% 的负载变化情况内达到或超过 0.96 功率因数(无需功率因数补偿装置)。
- 无需滤波器变频器就可输出正弦输出电流和电压波形，对电机没有特殊的要求，可以使用普通异步电机，电机不必降额使用。具有软起动功能，没有电机启动冲击引起的电网电压下跌，可确保电机安全、长期运行。
- 变频装置输出波形不会引起电机的谐振，转矩脉动很小，可避免风机喘振现象。变频器有共振点频率跳跃功能。

- 变频装置对输出电缆长度无任何要求，电机不会受到共模电压和 dv/dt 的影响。
- 变频器对电网电压波动有极强的适应能力，在 $\pm 10\%$ 范围内变频器能满载工作，在 30% 的电压下降情况下变频器能继续运行而不跳闸(降载运行)，40% 的电压下降可以短时运行，电网瞬时失电 5 个周期可满载运行不跳闸，轻载时时间更长。
- 在 30%~100% 额定负载下，整机效率可达到或高于 96%。
- 功率模块采用模块化结构，可以互换，维护简单；功率模块自动旁路功能，进一步提高了运行的可靠性。
- 变频器功率模块和主控系统通讯采用光纤连接，具有很高的通信速率和抗干扰能力，安全性好。
- 控制系统采用全数字微机控制，有自诊断功能。
- 调速范围在 0-100% 连续可调，频率精度： $\pm 0.5\%$ ，加/减速时间 0.1~6500.0 秒（根据负载情况可设定），临界速度可跳过(共 3 组，可任意设定)。
- 过载能力为 120%，1min，可满足客制化要求。
- 采用中文显示和操作，直观、清楚，便于学习，容易掌握。触摸屏可随时显示变频器的工况、工作参数及故障类型和故障点，便于分析和查找。

1.4 系统型号说明

1.4.1 产品型号说明

台安科技（无锡）有限公司对中高压变频器产品制定了统一的产品型号，具体说明如下：

$$\begin{array}{ccccccc} \text{MV} & \text{510} & - & \text{H} & \text{A0} & / & \text{100} & - & \text{S} & \text{00} \\ \textcircled{1} & \textcircled{2} & & \textcircled{3}\textcircled{4} & & \textcircled{5} & & & \textcircled{6} & \textcircled{7} \end{array}$$

① MV:TECO 中压变频系列

② 系列号：510 异步机系列，512 同步机系列

③ 输入电压等级：A-2.4kV, B-3kV, C-3.3kV, D-4.16kV, E-6kV,
F-6.6kV, G-7.2kV, H-10kV, J-11kV, K-13.8kV,
X-其他

④ 输出额定电压：33-3.3kV, 42-4.16kV, 66-6.6kV, A0-10kV,
B0-11kV 等

⑤ 额定电流：例 075, 120

⑥ S:非旁通单元，B:旁通单元

⑦ 客制化编码

例如：

MV510-E60/100-S00 表示台安科技（无锡）有限公司生产的输入电压等级 6kV，输出额定电压 6kV，额定电流为 100A 的单元串联多电平中压变频器。

1.4.2 产品铭牌说明

台安科技（无锡）有限公司生产的 MV510 系列变频器产品铭牌如图 1-1 所示。

MV510 变频调速系统	
型号 :MV510-	额定输出电压: kV
额定容量: kVA	额定输出电流: A
额定输入电压: kV (-20%~+10%)	输出频率范围: Hz
额定输入频率: 50~60Hz	冷却方式: 强迫风冷
额定输入功率因数 ≥ 0.96	防护等级: IP
重量: kg	出厂日期: 年 月
产品编号:	
台安科技(无锡)有限公司 TAIAN TECHNOLOGY (WUXI) CO., LTD.	
TECO	

图 1-1 变频器产品铭牌

产品铭牌包含如下内容:

- 产品型号、规格、产品编号等
- 产品技术规格
- 产品使用范围及防护等级
- 生产厂家, 制造日期等

1.5 系统硬件说明

MV510 系列变频器柜体的配置根据变频器的电压等级、功率、型号以及其它因素的不同而有所不同,但主体结构基本都包括控制柜、单元柜、变压器柜、旁路柜。图 1-2 为典型的高压变频器柜体排列图。

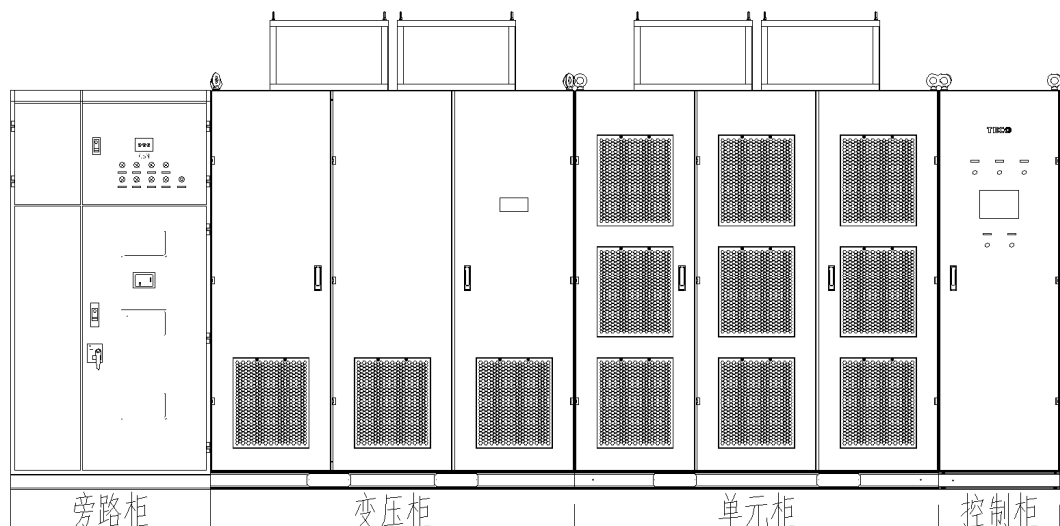


图 1-2 典型的 MV510 系列变频器外形图

1.5.1 控制柜

装有 MV510 系列变频器的控制系统，包括主控系统，电气控制系统，以及用户 I/O 端子。控制柜担负着变频器工作的指挥中心作用，具备用户所需要的各类通信、远控功能。

1.5.2 单元柜

装有单元化设计的多个功率单元，每个功率单元为三相交流输入，单相逆变输出，输入分别接移相变压器的副边输出，每相功率单元输出串联后构成逆变主回路，输出 PWM 波直接驱动高压电机。

功率单元采用单元化设计，同一容量等级的所有功率单元的机械和电气参数均相同，可以方便地进行互换，功率单元采用单面维护，这大大缩短了现场安装、维护时间。每个功率单元包含自己的控制板用来与主控系统进行光纤通讯，该通讯是功率单元与控制柜内的主控部分之间的唯一连接，因而每个单元与主控系统是完全电气隔离的。

1.5.3 变压器柜

装有移相变压器，原边绕组为高压直接输入，副边绕组为各个功率单元提供交流输入电压。副边绕组通过移相技术，对电网谐波污染小，使电网输入侧的谐波总量降低到 4% 以下，直接满足 IEEE519-1992 的谐波抑制标准。

1.5.4 旁路柜

用户可以根据需要选用该组件，除在故障情况下执行工频旁路功能，输入高压电源线从该柜进入变压器柜，到电机的输出电源线也从该柜引出。并且可以根据用户的现场要求配置手动旁路柜、自动旁路柜和一拖二旁路柜等，无旁路柜时电源进线直接进入变压器柜。

1.6 规格

MV510 系列变频器的电压等级范围为 2.4kV~13.8kV，额定电流从 30A~800A，下表列出了 MV510 系列高压变频器的公共电气和机械规格。

表 1-1 MV510 系列高压变频器的公共规格

变频器额定容量	250~10000kW/31~12500kVA※
额定电压	2.4kV~13.8kV (-10%~+10%) ※
额定频率	50Hz/60Hz (-10%~10%)
调制技术	CPS-SPWM
控制模式	380VAC~480VAC 三相四线，25~30kVA(依功率等级而定)
控制电源	380VAC，5-30kVA(依功率等级而定)
输入功率因素	≥0.95 (20%负载以上)
整机效率	≥ 98% (不含变压器)
输出频率范围	0Hz~120Hz ※
频率解析度	0.01Hz
瞬时过流保护	180% 立即保护
超载能力	120% 60 秒
限流保护	10%~150%设定
模拟输入	2 组 4~20mA (可扩展)
模拟输出	4 组 4~20mA (可扩展)
通讯	隔离 RS485 接口，ModBus RTU (可选);Profibus DP (可选);工业以太网等 (可选)
加减速时间	0.1 秒~6000 秒 (与负载相关)
数位输入/输出	12 组 DI / 9 组 DO (输入/输出可扩展)
运行环境温度	-5~+40℃ ※
储存/运输温度	-40~+70℃
冷却方式	强制风冷
环境湿度	<90%，不结露 ※
安装海拔高度	<1000m，高于海拔 1000m，每增加 100m 降额 1%运行
粉尘	不导电、无腐蚀性，<6.5mg/dm ³ ※
防护等级	IP30,IP31(可客制化) ※
柜体颜色	RAL7035 (可客制化)

※欲了解详细信息，请洽销售人员

第二章 注意事项

2.1 概述

MV510系列变频器操作使用时必须严格遵守安全预防措施和相关的操作规程，任何错误的操作方法都可能导致人员伤害和设备的损害。当使用变频器时，确保已经阅读了本手册，以防止发生电击和烧伤，保证设备的完好。而且，当操作设备时，确保遵守产品的安全标志和标签上描述的内容。

2.2 安全注意事项

注意：本产品属于高压电气设备，请谨慎使用！

变频器在设计时充分考虑到人员的安全。然而，就象其他高压设备一样，操作时必须遵守一些安全事项。

- (1) 变频器的操作维护人员必须经过专门培训，取得电气设备操作使用合格证，同时应仔细读完本用户手册。
- (2) 必须安装安全防护栏，并应标有高压危险；使用中不要将其移走。
- (3) 维护时必须遵守高压操作规程，如戴绝缘手套、穿绝缘鞋、戴安全眼镜；工作时必须有其他监护人员在场。
- (4) 禁止把易燃材料放在变频器旁。
- (5) 变频器的旁路柜、变压器柜、单元柜均属高压危险区域，上电前请关闭并锁好柜门，绝对不能打开柜门进行作业或运行，除非是进行维护或者安全检查操作，否则请不要随意打开柜门。
- (6) 控制柜与其它柜体采用光纤隔离技术，不存在高电压，但也必须是经过培训的授权人员方能进行操作。
- (7) 绝对不要用湿手接触设备内部。
- (8) 当主电源断开后的15分钟内不要打开柜门，更不能接触设备内部的任何器件。

本手册中还会在其他章节提到有关的安全注意事项。必须遵守这些安全注意事项，以防止人员伤亡和设备损坏。

2.3 使用注意事项

- (1) 使用环境应符合产品的技术条件要求。
- (2) 安装时应严格按照本手册中提供的安装步骤进行安装。
- (3) 产品的操作使用人员必须是经过专业训练的电气设备操作使用人员。
- (4) 产品在使用过程中必然会不断地凝集灰尘以及各种杂质,必须定期进行清理维护。
- (5) 产品经过一段时间的运行后,由于风机的振动和其它机械震动可能引起电气接触部件的松动,以至于引起接触不良甚至损坏元件、部件及整机,造成用户的不便和损失。因此,在使用一段时间后需要进行维护和清理检查,避免造成损失。
- (6) 应该经常检查接地电阻是否符合设备运行的要求,是否符合国家标准的要求,接地电阻不符合要求会造成危险。
- (7) 应该形成记录设备运行状况的制度和应用维护制度。
- (8) 启动变频器之前,应保证电机处于静止状态。
- (9) 上下电顺序应遵循:启动时先开控制电,再上高压电;停机时先停稳电机,再断高压电,最后断控制电。
- (10) 运行当中,用户应随时监视负载运行情况,不正常时应及时停机。
- (11) 应保证室内良好通风,维持环境温度在0-40℃范围。
- (12) 在处理或测量变频器内部件时要十分小心,注意不要让仪表引线相互短接或接触其它端子;
- (13) 禁止在系统运行过程中强制断开风扇电源,这样会导致过热,损坏装置;
- (14) 用户进行故障维护仅限于记录故障现象,并在必要时更换单元;进一步的维修应移交本公司进行处理;
- (15) 更换单元必须在高压断电15分钟后,并且变频器单元的指示灯全灭后才能进行。

第三章 现场安装规范

3.1 外形和重量

本节主要介绍 MV510 系列变频器各部件的基本外形，下面以 MV510-E60/100-S00（自动旁路）型变频器为例，对各个部件进行说明。所配置变频器的具体外形尺寸以我公司对该工程提供的外形图为准。

3.1.1 控制柜和单元柜

大概重量：2750kg（包含功率单元重量）

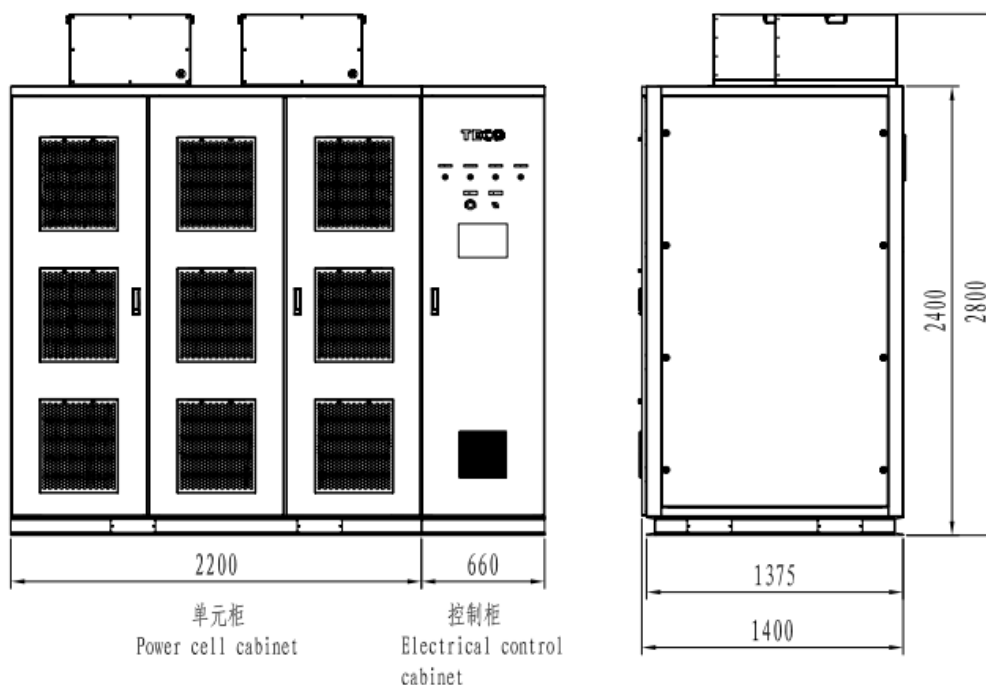


图 3-1 控制柜和单元柜外形图

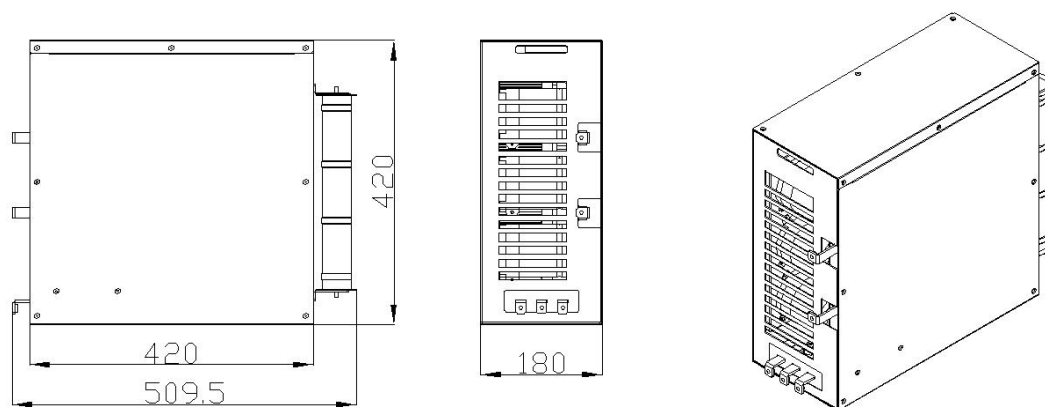


图 3-2 功率单元外形图

3.1.2 变压器柜

大概重量： 3270kg（包含变压器重量）

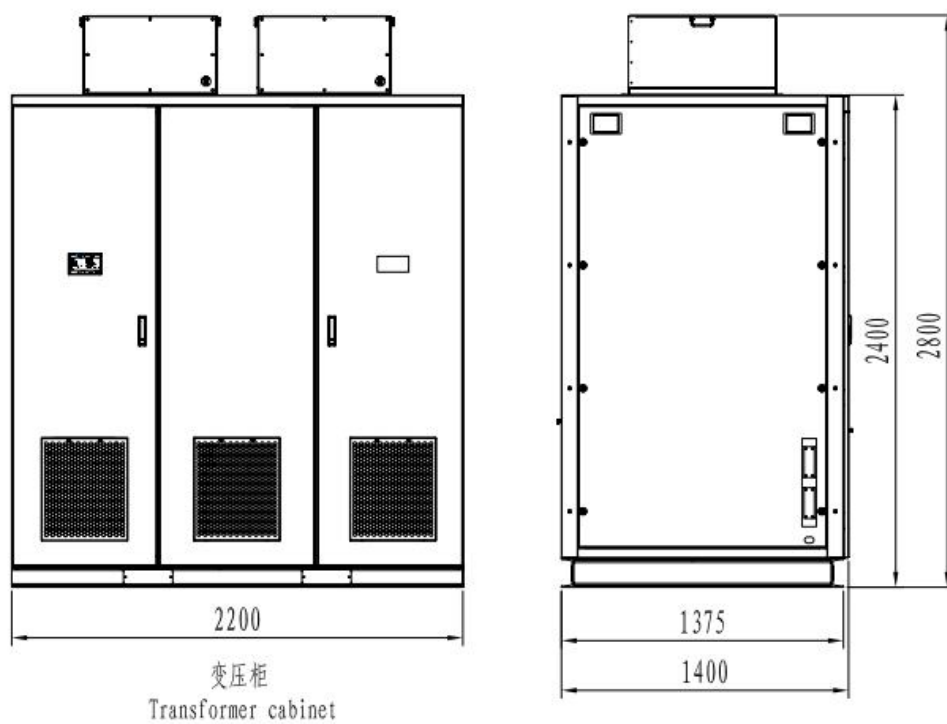


图 3-3 变压器柜外形图

3.1.3 旁路柜（选配、自动旁路柜）

大概重量： 600kg

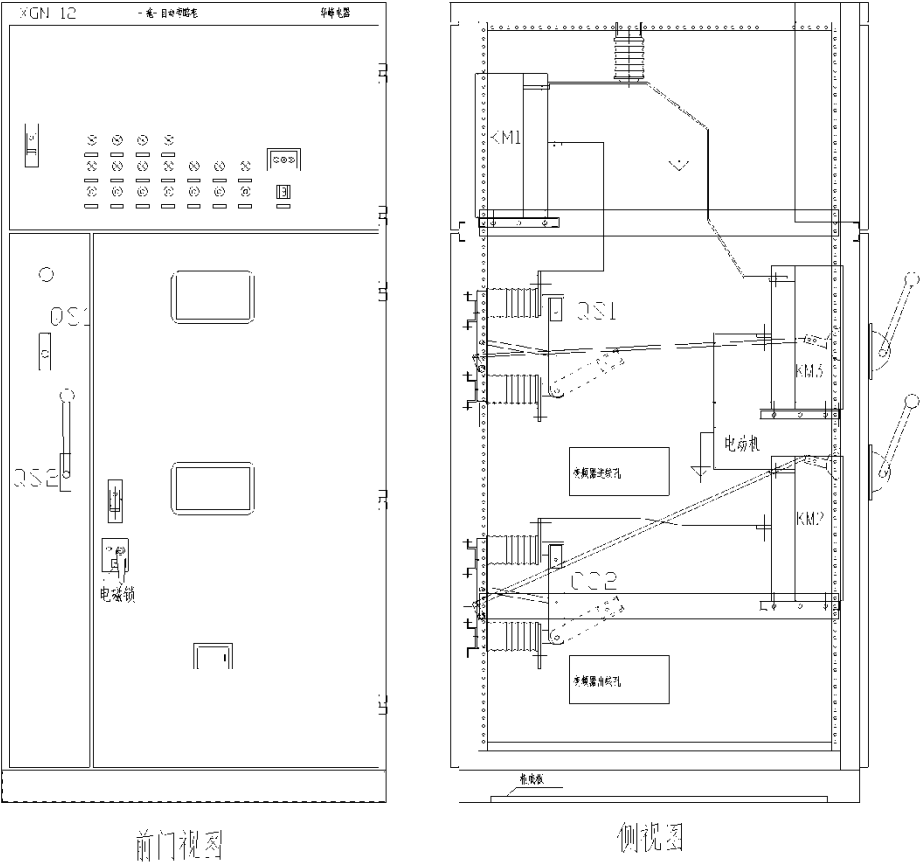


图 3-4 自动旁路柜外形图

3.2 安装要求

3.2.1 安装环境要求

符合以下环境指标

序号	项目	要求		
1	环境温度	温度应在 0℃~40℃ 范围内		
2	环境湿度	最低温度时，不应超出 90%，不能因温度变化而凝结		
3	高度	低于海拔 1000m		
4	大气压	在 860~1060hPa 范围内		
5	室内空气质量	设备所安放的房间内，空气状态应保持正常大气灰尘标准，尤其是铁粒子和有机物粒子，如有机硅		
6	腐蚀因素	腐蚀因素		密度或数量
		腐蚀性气体	硫化氢 (H ₂ S)	≤0.001PPM
			二氧化硫 (SO ₂)	≤0.05PPM

			氯气 (CL ₂)	≤0.1 1PPM
			氨气 (NH ₃)	≤0.1 1PPM
			二氧化氮 (NO ₂)	≤0.02PPM
			氧化氮 (NO _x)	≤0.02PPM
			臭氧 (O ₃)	≤0.002PPM
			氯化氢酸雾 (HCL ₁)	≤0. 1mg/m ³

注意：

- 当打扫安放设备的房间时，请使用吸尘器，从而避免更大的灰尘；
- 安放设备的房间地板请勿使用硅蜡，这将给电动机带来影响；
- 外部电缆（接地线，主电路电缆和控制线）连入机柜后，请确认是否用氧化锡将孔槽密封，如果电缆连入的孔槽未被填满，空气将进入设备，使上述安装环境不安全，这将导致设备的严重损坏。

3.2.2 储存环境要求

请确认设备存放处有关环境状况的下列各项指标：

- 设备存放在室内；
- 环境温度应保持在-40℃～70℃之间，并且无大的温度变化；
- 建议存放处有关湿度在 50%～60%之间，如果保存环境不能达到，将设备安放在不会凝结并且有关湿度不超过 90%的地方，这样才不会导致凝结；
- 将设备存放在没有灰尘的地方；
- 将设备存放在没有较大振动和震动的地方；
- 将设备存放在没有腐蚀性气体的地方；
- 使设备远离强电磁场干扰。

3.2.3 变频器布置要求**(1) 设备背面靠墙或背面靠其它设备布置**

设备背面靠墙或背面靠其它设备布置对变频器室空间要求如下：

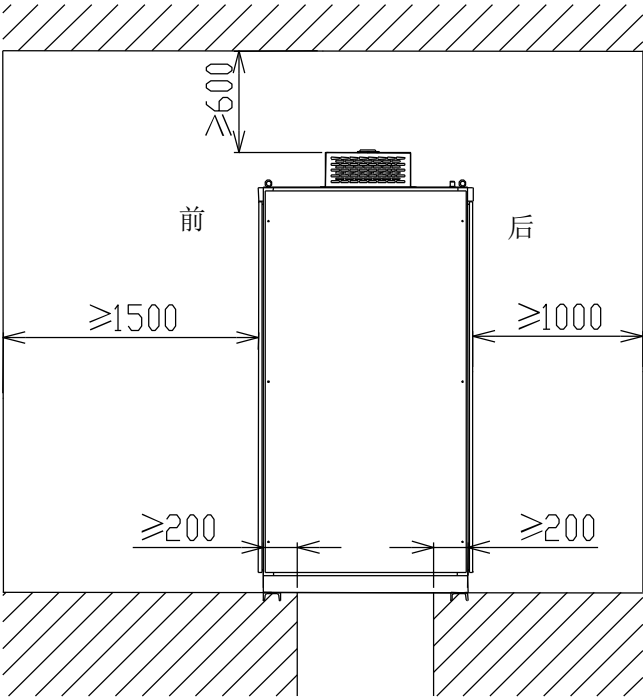


图 3-5 变频器维护空间和通风口

(2) 设备面对面布置

设备面对面布置对变频器室的空间要求如下：

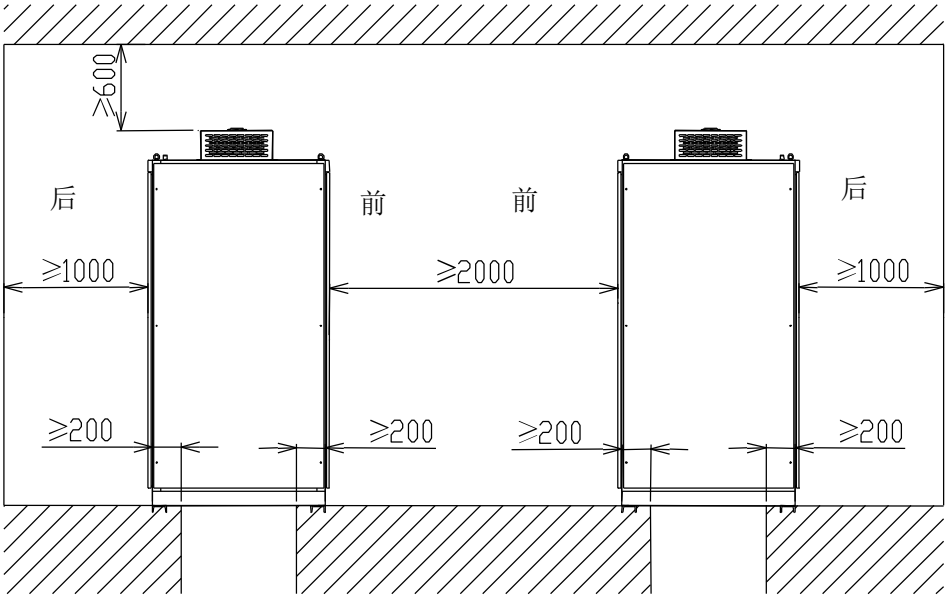


图 3-6 变频器维护空间和通风口

施工完成后，要求变频器室门、窗和排风孔洞应安装完毕，并具备预防雨、雪、沙、尘等措施；屋顶、楼板施工完毕，无渗漏。

3.2.4 设备地基要求

(1) 地基槽钢安装要求

地基槽钢尺寸符合地基图纸要求，高出抹平地面 5~10mm，焊接质量符合要求，强度和刚度达到设备的载重要求。在出厂包装的外面和用户图纸中都注明了设备的尺寸和重量。

➤ 水平误差

水平方向标准的基准长度是每 1000mm 容差为 1mm。

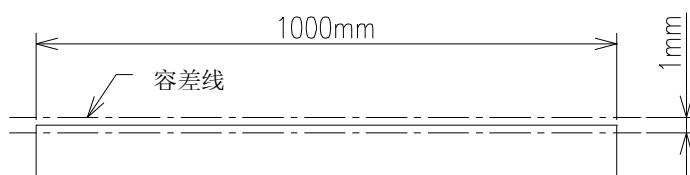


图 3-7 水平容差图

➤ 垂直误差

前后基准中垂直差异是柜体深度每 1200mm 容差为 1mm。

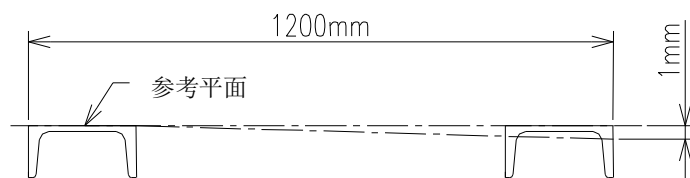


图 3-8 垂直容差图

➤ 平行误差

维护标准与容差一致为基准长度每 1000mm 容差为 1mm。

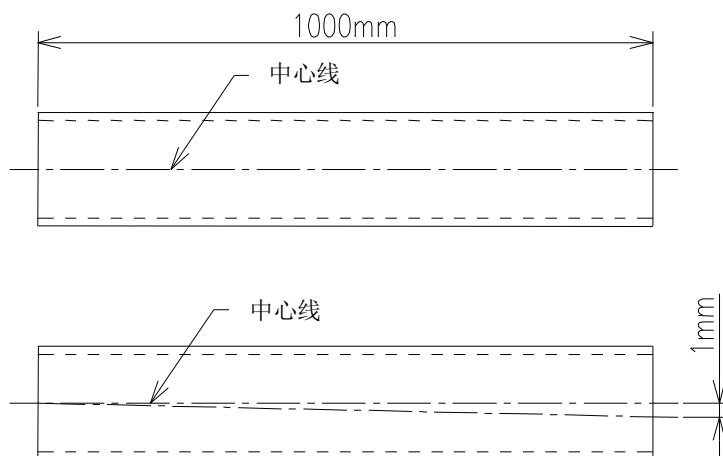


图 3-9 平行容差图

(2) 地基的一般外形

地基施工完成后，结束地面工作，室内无积水、杂物，预埋件及预留孔符合设计要求，预埋件应牢固。一般的地基外形图如图 3-10 所示，详细地基图请参看变频器随机图纸。

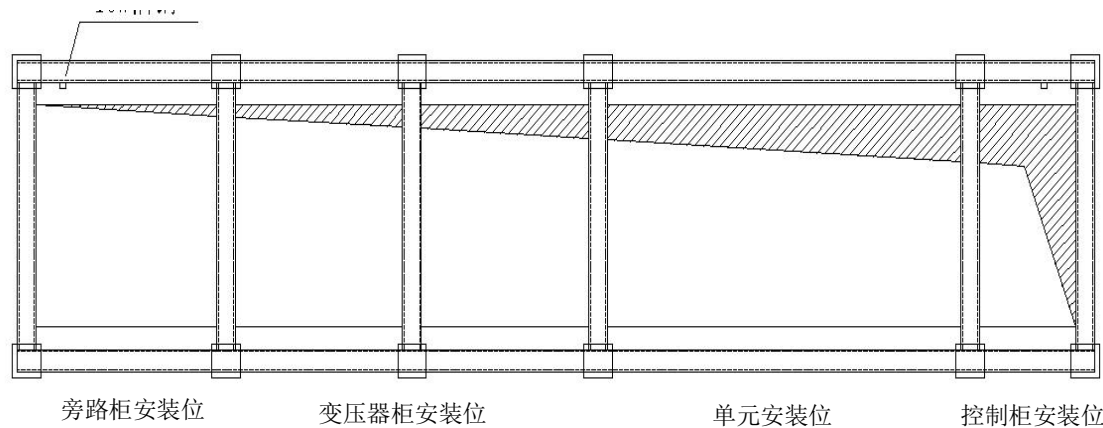


图 3-10 变频器地基的一般外形

3.2.5 设备接地要求

地基槽钢采用钢材可靠接地，最小规格见表 3-1；焊接应采用搭接焊，搭接长度见表 3-2，并与接地干线连接，并作好防腐措施，接地电阻要求小于 4Ω。混凝土基础应干固，表面应平整，强度达到承重要求。

表 3-1 钢接地体的最小规格

种 类	规 格	单 位	地 上		地 下
			室 内	室 外	交流电流回路
圆 钢	直 径	mm	6	8	10
扁 钢	截 面	mm ²	60	100	100
	厚 度	mm	3	4	4
角 钢	厚 度	mm	2	2.5	4
钢 管	管壁厚度	mm	2.5	2.5	3.5

表 3-2 搭接长度规定

搭接方式	搭接要求
扁钢	2 倍宽度

圆钢	6 倍直径
扁钢与圆钢	6 倍圆钢直径
扁钢与钢管 扁钢与角钢	接触部位两侧和用钢带弯成的弧形（或直角形） 卡子或用钢带弯成的弧形（或直角形）

3.3 安装过程

3.3.1 验收

正确的验收程序如下：

- 开箱前，依据发货清单认真清点包装箱数量，检查包装箱外观有无变形、破损、淋雨、溅水等。
- 开箱后，依据装箱清单认真清点包装箱内货物。检查是否缺件、缺文件资料或与实际不符。
- 如有损伤或与实际不符，及时通知我公司，我们将尽快给予处理。

3.3.2 估计重量

由于 MV510 系列高压变频器随用户具体应用的不同而变化，设备的确切重量与设备的容量和选件相关。在出厂包装箱的外面和用户图纸中标明了该设备的外形尺寸和重量。

3.3.3 搬运

注意：严禁使用变频器柜顶的吊环来搬运变压器柜，否则将出现严重事故。这些吊环是为在工厂搬运空机柜方便而设计的。

MV510 系列高压变频器在厂内经过分体组装、整体测试，分别包装出厂。一般分为控制柜、单元柜、变压器柜、旁路柜四部分，这四个部分必须分别整体运输安装。在柜体的底座槽钢上开有为使用叉车而设计的叉车孔，因此建议用户根据实际的现场情况选用以下三种方式来搬运：

- 吊车或倒链葫芦提升
- 叉车
- 滚钢

3.3.4 拼柜、固定

变频器柜体就位校正以后，需要将控制柜、单元柜、变压器柜、旁路柜

联接起来，并且将每个柜体与地基槽钢联接起来。

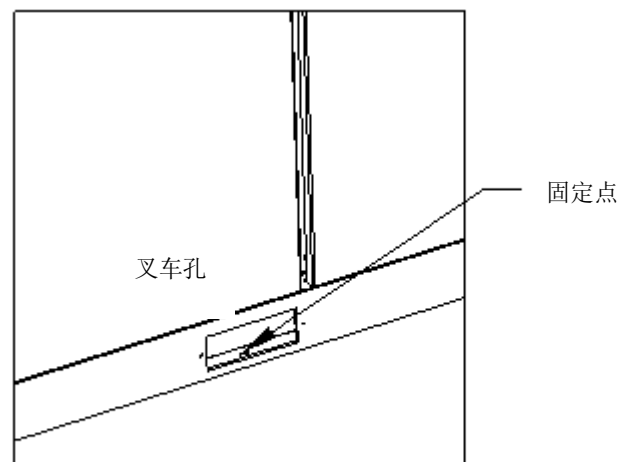


图 3-11 机柜固定

注意：

- 柜体在搬运和安装时应采取防震、防潮、防止框架变形和漆面受损等安全措施。
- 柜体就位校正后，进行拼柜，其垂直度、水平偏差以及柜面偏差和柜体间接缝的允许偏差规定见表 3-3。
- 带电部分相间和相对地、带电体与柜门的最小安全间距见表 3-4。柜体、柜门应可靠接地，变压器、柜体应和基础槽钢点焊，保证接地可靠。
- 安装中所用的紧固件，应采用镀锌标准件。

表 3-3 柜体安装的允许偏差

项 目		允许偏差（mm）
垂直度（每米）		<1.5
水平偏差	相邻两柜顶部	<2
	成列柜顶部	<5
柜面偏差	相邻两柜边	<1
	成列柜面	<5

盘间接缝	<2
------	----

表 3-4 安全净距 (mm)

适用范围	额定电压		
	3kV	6kV	10kV
相间和相对地	75	100	125
带电体至门	105	130	155

3.3.5 功率单元安装

- 安装之前确认功率单元没有受损，受潮。
- 功率单元安装前应打开单元的侧板，检查里面是否有紧固件松动。
- 功率单元应小心搬运，安装过程中应防止杂物掉入功率单元内，特别是金属物。
- 额定电流低于 200A 的功率单元安装时可以两人直接安装于单元柜内；额定电流超过 200A 时，可以使用公司所配的升降车进行安装。
- 功率单元应安装整齐、到位，靠风道侧，应与后挡风板紧贴。
- 功率单元安装到位后用螺丝紧固。

3.3.6 变频器耐压测试

变频器就位以后，在一次电缆未接情况下，需要对变频器的高压部分按照高压标准进行耐压测试，包括旁路柜和变压器柜进行测试。

(1) 旁路柜耐压测试（需拆除带电显示器）

旁路柜耐压主要对柜内的高压隔离开关、高压绝缘子等高压器件进行测试。

变频器额定电压为 6kV 时，旁路柜现场测试值：

序号	测试项目	工频耐压值(有效值)	时间
1	三相之间	AC32kV	1min
2	三相对地	AC32kV	1min

变频器额定电压为 10kV 时，旁路柜现场测试值：

序号	测试项目	工频耐压值(有效值)	时间
1	三相之间	AC42kV	1min
2	三相对地	AC42kV	1min

(2) 变压器柜耐压测试（需将温度探头从线圈中取出）：

变频器额定电压为 6kV 时，变压器现场测试值：

序号	测试项目	工频耐压值	时间
1	高压——低压及地	AC17kV	1min
2	低压——高压及地	AC17kV	1min
3	低压各组之间（共三组）	AC17kV	1min

变频器额定电压为 10kV 时，变压器现场测试值：

序号	测试项目	工频耐压值	时间
1	高压——低压及地	AC24kV	1min
2	低压——高压及地	AC24kV	1min
3	低压各组之间（共三组）	AC24kV	1min

3.3.7 电气接线

变频器耐压测试合格后，方可进行变频器内部接线，内部接线包括一次接线和二次接线，下面对一次接线和二次接线分别进行介绍。

(1) 一次接线

一次接线分为变频器的内部接线和变频器输入输出电缆接线

- **高压电源输入、输出电缆：**高压输入、输出端子均集中在旁路柜内，高压输入电缆接在旁路柜的输入铜排上，高压输出电缆（即负载机电缆）直接接至旁路柜的输出铜排上，如图 3-12 所示，用户可根据现场的情况选定从底部或者顶部进出电缆。

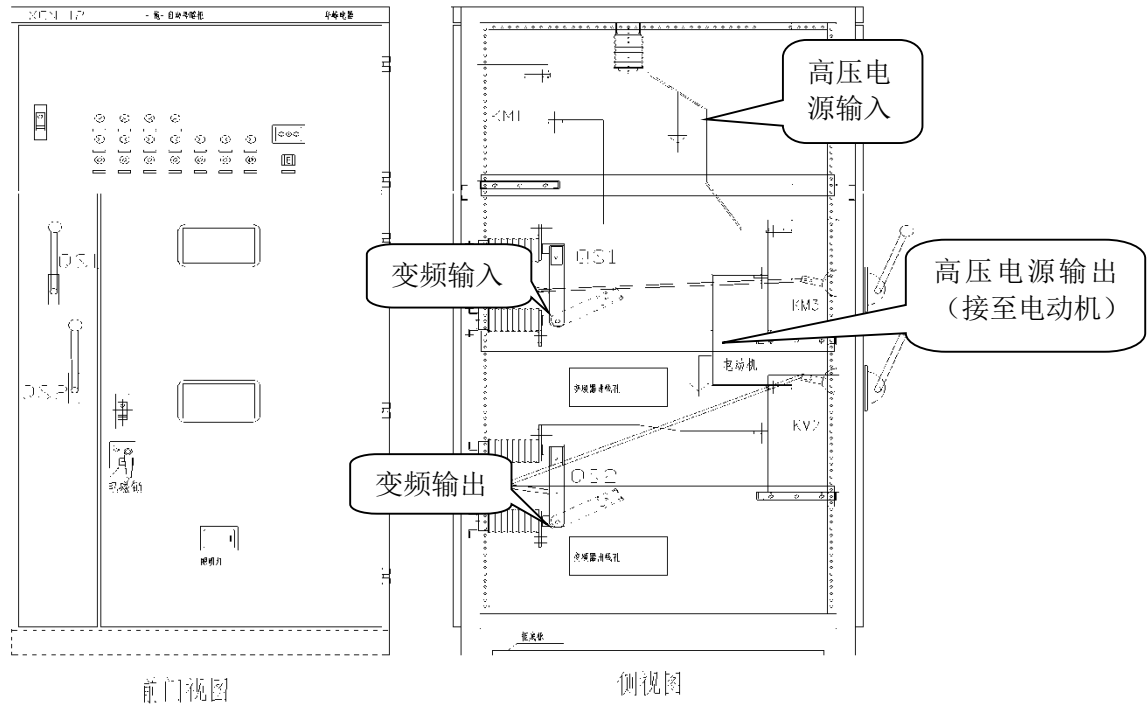


图 3-12 旁路柜一次接线端子图

- **旁路柜到移相变压器的电缆:** 用高压软电缆将 QS1 的下端与移相变压器的一次侧端子连接，旁路柜的接线端子如图 3-12 所示；变压器一次侧接线端子如图 3-13 所示：

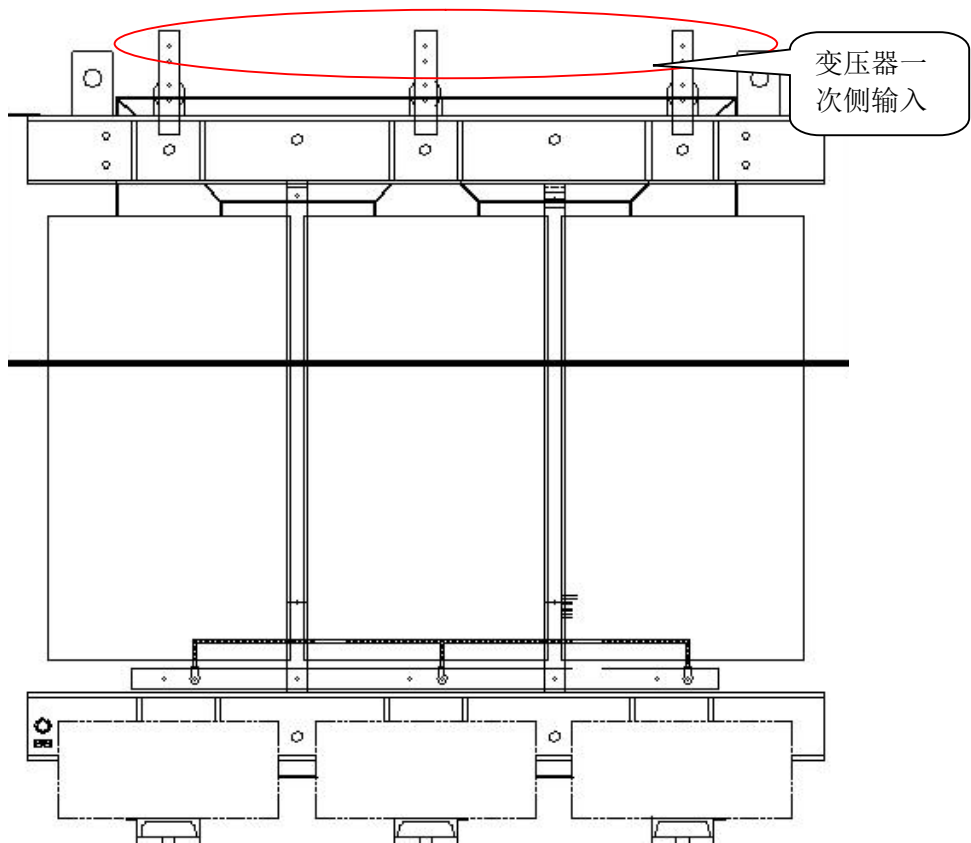


图 3-13 变压器输入端子

- **移相变压器的二次侧端子到功率单元的电缆：**变频器柜体就位拼装完成以后，只需按照电缆号将电缆的两端接到移相变压器二次侧端子和功率单元输入端子即可。变压器二次侧端子如图 3-14 所示，功率单元输入端子如图 3-15 所示：

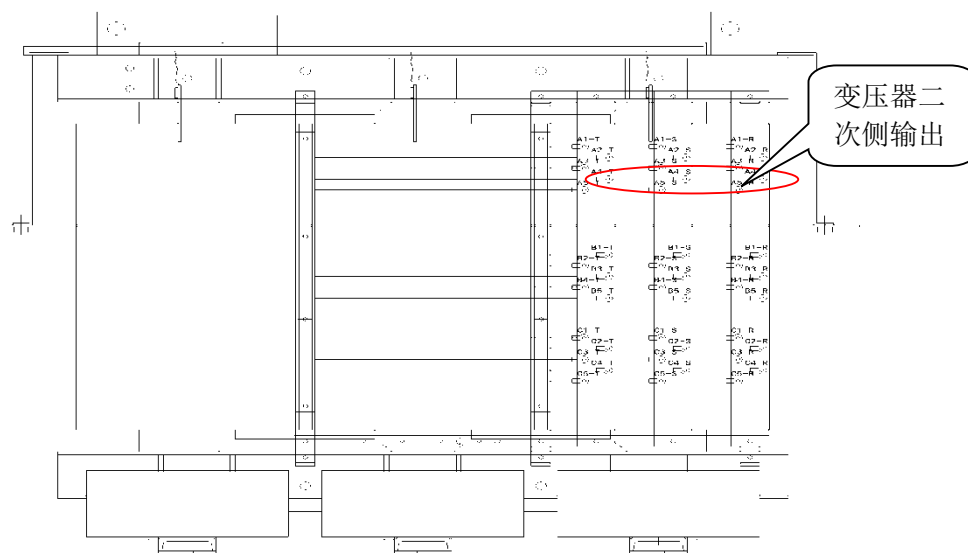


图 3-14 5 级变压器接口图

- **功率单元串接电缆和中性点接线电缆：**功率单元串接电缆（铜排）和中性点接线电缆只能在功率单元输出波形测试正常后才能接线，其接线示意图如图 3-15 所示。



图 3-15 5 级串接图

- **功率单元输出到旁路柜的电缆：**功率单元串接以后，最后一级单元输出额定电压，直接接到旁路柜内的 QS2 的下端，如图 3-12 所示。

(2) 二次电缆接线

- 功率单元柜与变压器柜的接线主要是变压器的冷却系统、温度检测信号和电流检测信号的接线，接线端子在变压器柜的右侧，其标准的接线端子如图 3-16 所示。

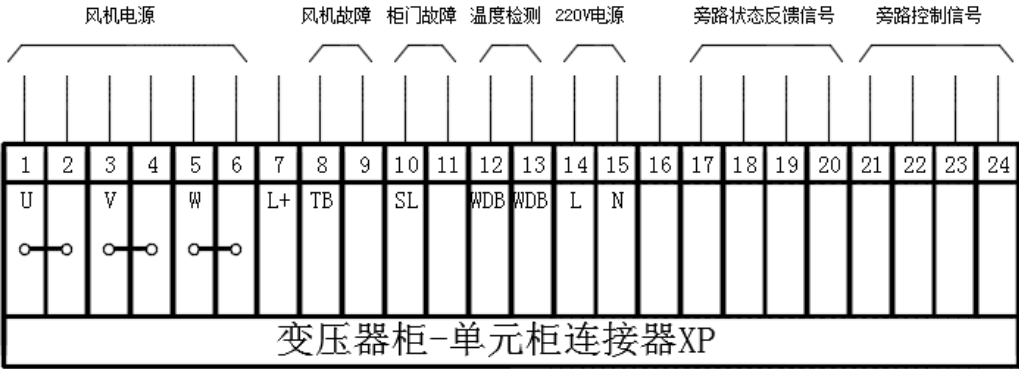


图 3-16 变压器柜内接线端子图

- 变压器与旁路柜的接线端子在变压器柜左侧，主要有旁路柜的电源和高压隔离开关的状态信号的接线，其标准的接线端子如图 3-17 所示。

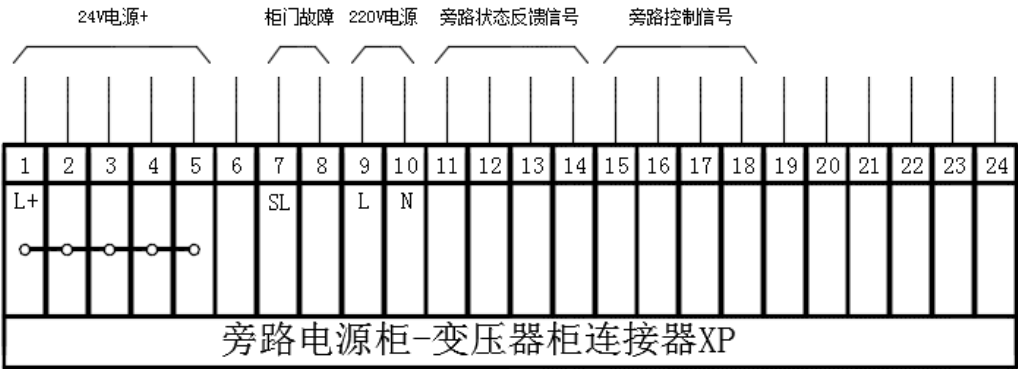


图 3-17 变压器与旁路柜的接线端子图

- 变频器与用户的信号接口集中在控制柜内，包括各种 DI、DO、AI、AO 信号和控制电源，其标准的接线端子如图 3-18 所示：

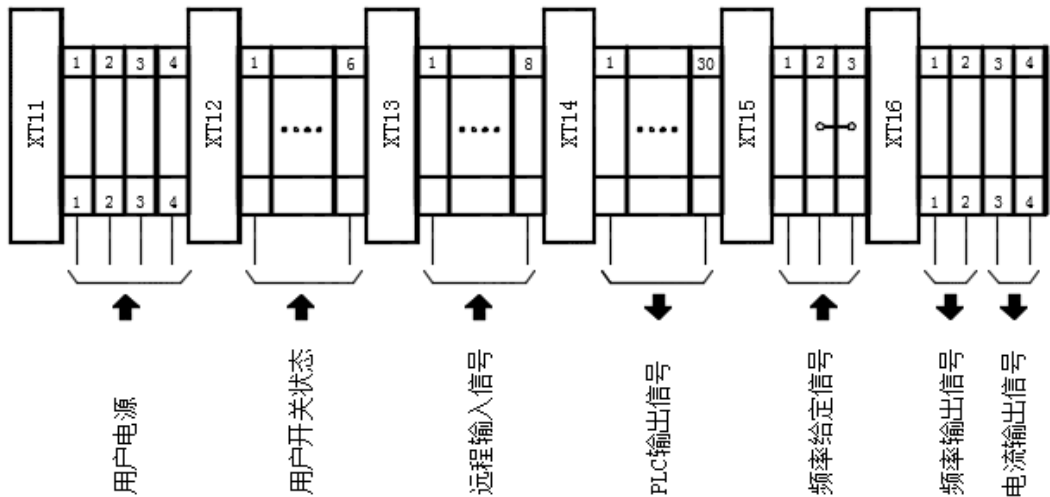


图 3-18 变频器与用户的信号接口图

以上二次接线端子图是标准配置变频器的接线图，仅供参考。不同的工程项目的变频器端子图有不同的改动，具体的接线图以随工程配置的电气图为准！

3.4 安装完检查

变频器安装完成后必须对柜体和控制回路进行整机检查！！

第四章 功能介绍

4.1 概述

MV510 系列变频器将频率固定为 50Hz 或 60Hz 的电网频率变换成 0-50Hz 或 60Hz 可调频率，它的功能主要分为以下几类：

- (1) 与电机驱动相关的控制功能
- (2) 故障处理功能
- (3) 信号输入输出功能
- (4) 监控和显示功能
- (5) 通讯功能等
- (6) 工频电网与变频器间的切换（选件）

为了使您能更全面的了解我们公司的 MV510 系列变频器，下面对其一些主要功能进行一一介绍。

4.2 与电机驱动相关的控制功能

4.2.1 控制方式

MV510 系列变频器采用了两种控制方式：就地控制，远程控制。

在就地控制方式下，变频器的运行，停机，复位，频率的升降等控制，是在变频器本体的控制柜上操作进行的，DCS 或其它远方控制站的控制将不起作用。远程控制是指变频器是由 DCS 或其它远方控制站进行控制的。

变频器实际运行过程中只能选择一种控制方式有效，变频器处于哪种控制方式下是由控制柜门上的“远方/就地”旋钮决定的，当旋钮拨向“就地”位置，表示变频器处于就地控制方式下，远方控制无效。当旋钮拨向“远方”位置，表示变频器处于远方控制方式下，就地控制无效。

控制方式的选择不会影响变频器的其它功能。也就是说，不管变频器处于何种控制方式，变频器的运行参数、故障历史记录等功能在 HMI 上都可以进行显示或查询。

4.2.2 频率给定方式

目前，MV510 系列变频器采用了两种频率给定方式：（1）数字量频率给定；（2）模拟量频率给定。

用户可以根据情况任意选择其中一种频率给定方式，当选定某种频率给定方式以后，另外一种频率给定方式给定的频率值无效。

频率给定具有自保持功能。即当变频器由模拟量给定或端子频率给定方式切换到控制界面手动频率给定时，给定频率会先自动保持在切换前的设定值，然后再逐渐改变到当前的给定频率。

4.2.3 跳频设置

在某些传动系统中，存在机械共振点，电机若长期在共振点附近频率运行，机械系统容易发生强烈共振，电机电流变化剧烈，系统不能正常运转，甚至会导致变频器过电流保护而跳闸，这样的共振是非常有害的，变频器在运行中需要加以避免；MV510 提供 3 个共振点频率跳跃设定功能，给定频率自动跳跃跳频区间段，同时系统在运行中快速通过共振点，使电机能够平滑过渡。

若给定频率设定值处于共振频率带范围内，则给定频率取值为共振频率带上限值，机械系统的共振点个数需要根据具体的负载情况由用户实测确定；当不使用此功能时，可将跳频功能关闭。

4.2.4 转矩提升

为了弥补电机低速时的转矩不足，可根据需要加入转矩提升电压，改变变频器输出的“电压—频率”曲线，从而实现对电机的输出转矩提升。

为了使电机合理运行，当频率为 0 时，输出电压为 U_b ，该值即为转矩提升值，如图 4-1 所示。转矩提升在实际运行中应该根据负载的性质进行合理的设置，过高的转矩提升电压会导致变频器启动时电机过流，系统效率也会降低，一般不宜超过 5%。

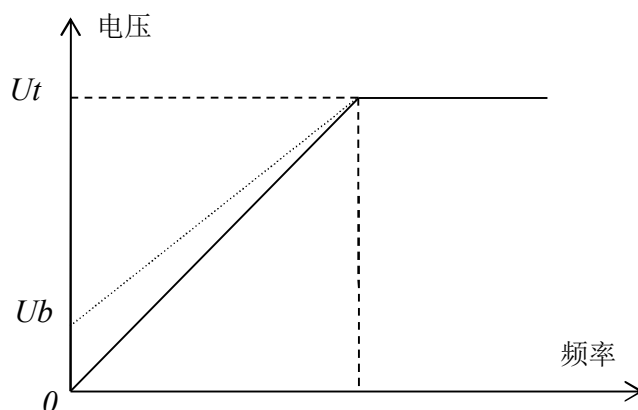


图 4-1 变频器的转矩提升曲线

4.2.5 输出电压自适应

输出电压自适应功能是指当电网电压波动时系统根据母线电压的波动自动调节输出 PWM 信号的占空比，从而保证输出电压不会受到电网电压及负载变化带来的影响。

4.2.6 系统过电流限制

无论是负载突变，还是升速过程中短时间的过流，总是不可避免的，因此对过电流的处理原则是尽量避免保护停车，为此变频器具备过电流的自处理功能，只有当冲击电流峰值过大时，才迅速保护停机。

当运行过程中出现过电流时，为使系统不发生报警或者保护停车，用户可根据电动机额定电流和负载的具体情况设定限流准位，当电流超过设定限值时，系统先将输出频率适当降低，待电流低于设定限值时，工作频率在逐渐恢复。

4.2.7 母线过电压限制

对于两象限的变频器，在系统受控减速过程中，很容易出现母线电压泵升的现象，经常触发母线过压故障，导致系统故障停机，更严重的会出现功率单元爆炸现象。

本系统具备母线过压限制功能，并具备良好的动态特性，在能保证比较快速的减速停机的同时，最大程度的保护了功率单元可能出现的母线电压严重泵升。

4.2.8 瞬停自启

由于工业现场比较复杂，有时会发生瞬时停电或瞬时欠电压的情况，调速系统除满足正常运行时的性能要求外，还要求变频器对不正常运行状态具有足够的处理能力。

MV510 具有最先进的瞬停自启能力，在停电时间极短的情况下，可以依赖电动机的残压进行转速追踪，快速完成自启动功能，约 200ms 恢复到之前的工作状态，该能力可以满足失电穿越及单元冷旁路技术；在停电时间较长时，电机残压会迅速衰减，这时可以判断残压的幅值，如果难以实现残压追踪就改用电压激励法，通过估计有功电流完成电机的再启动功能，约 3s 左右恢复到之前工作状态。

4.2.9 飞车启动

飞车启动又称为旋转启动，能够提高系统连续生产的能力以及消除电机旋转状态下再启动对网侧及变频器自身的冲击；通过主动激励的方式，估计有功电流，完成飞车启动，可以保证在基频以内全频率范围内的 100%再启动成功；适用于电机在初始状态下非静止状态的直接启动。

4.2.10 高压采样

MV510 采用 2 个 $5\text{M}\Omega$ 高压无感电阻（耐压均为 40kV）串联，进行分压，保证机柜外壳接地电流在 0.8mA 以内，使用隔离电压 15kV 的隔离运放（业内独家使用）将采样信号安全的引入到主控箱，也保证了采样信号的幅值及相位失真很小，0.5%以内。

4.2.11 调制方式

调制波采用正弦波迭加 3 次谐波的方式，最高可以提高输出电压 1.1547 倍；MV510 采用单调制波双三角载波的倍频法调制方式，IGBT 开关频率为 640Hz，5 级以上系统额定输出电压谐波均在 1%以内；与单极性调制相比，同等的谐波含量，开关频率降低一半，大大降低了 IGBT 开关损耗，延长了使用寿命，同时也保证了动态过程中各个 IGBT 功率平衡。

4.2.12 恢复出厂设置

出厂设定是变频器所有参数被定义的初始状态，通过恢复出厂设定值，能够在任何时候将所有参数值恢复到恢复初始状态，因而撤销自变频器运行以来的所有参数的变更。出厂设定值在出厂时与控制软件一起存贮在永久性存贮器中，如果变频器由于参数被异常修改而导致不能正常运行，可以通过修改特定的功能号将变频器恢复默认值设置。

变频器的出厂默认参数值是由厂家针对不同的应用场合而单独调试设置的。用户只有在熟悉参数含义，参数修改后不会导致严重后果出现，并且在经过双方认可后，才能进行修改。

4.3 信号输入输出功能

MV510 系列变频器的信号输入输出主要包括开关量输入、开关量输出、模拟量输入、模拟量输出四部分。

4.3.1 开关量输入

MV510 系列变频器提供 6 路基本开关量输入通道，通道定义如下：

表 4-1 DI 输入接口

序号	名称	逻辑要求	接口类型	用途
1	DCS 急停	脉冲信号	无源干节点	变频器在正常运行时直接跳开用户开关
2	DCS 复位	脉冲信号	无源干节点	复位变频器故障记录
3	DCS 启动	脉冲信号	无源干节点	启动变频器，按照设定曲线升频到设定频率
4	DCS 停止	脉冲信号	无源干节点	停止变频器，按照设定曲线降频到 0Hz
5	备用	脉冲/电平信号	无源干节点	

6	备用	脉冲/电平 信号	无源干节点	
---	----	-------------	-------	--

此外，在必要的情况下，变频器系统可以根据用户的要求对开关量输入通道进行扩展，具体要求在订货和技术协议中提出。

4.3.2 开关量输出

MV510 系列变频器提供 6 路基本开关量输出通道，所有通道均为继电器干接点输出。

表 4-2 DO 输出接口

序号	名称	逻辑要求	接口类型	用途
1	远方控制	合：变频器处于 DCS 控制 分：变频器处于就地控制	无源干节点：常开	标识变频器的控制方式
2	系统就绪	合：允许合用户开关 分：禁止合用户开关	无源干节点：常开	允许合用户开关(串到用户开关的合闸回路中)
3	系统待机	合：允许启动变频器 分：禁止启动变频器	无源干节点：常开	变频器运行的条件
4	变频运行	合：电机变频运行 分：电机未变频运行	无源干节点：常开	标识变频器的运行状态
5	报警信号	合：变频器有报警信号 分：变频器无报警信号	无源干节点：常开	标识变频器有报警信号
6	故障信号	合：变频器有故障信号 分：变频器无故障信号	无源干节点：常开	标识变频器有故障信号
7	高压分闸	脉冲信号	无源干节点：常开	分断用户开关(并到用户开关的分闸回路中)

此外，在必要的情况下，变频器系统可以根据用户的要求对开关量输出通道进行扩展，具体要求在订货和技术协议中提出。

4.3.3 模拟量输入

MV510 系列变频器可对系统输入侧、输出侧三相电压和电流进行监测，除了电压、电流的监测以外，MV510 系列变频器还提供两路外部模拟量输入通道，模拟输入信号可以为 4~20mA 电流信号或 0~10V 电压信号。表 4-3 给出了 MV510 系列变频器模拟量输入部分的定义。

表 4-3 模拟量输入接口

序号	名称	逻辑要求	接口类型	用途
1	设定频率	4~20mA/0~10V (量程 0~50Hz)	模拟量	变频器设定频率模拟量输入
2	备用	4~20mA/0~10V	模拟量	备用

此外，在必要的情况下，变频器系统可以根据用户的要求对模拟量输入通道进行扩展，具体要求在订货和技术协议中提出。

4.3.4 模拟量输出

在 MV510 系列变频器的用户端子上，有 2 路模拟量输出通道。模拟输出信号可以为 0~10V 电压信号或 4~20mA 电流信号。

表 4-4 模拟量输出设置

序号	名称	逻辑要求	接口类型	用途
1	输出频率	4~20mA/0~10V (量程 0~1.2 倍额定 频率)	模拟量	变频器运行频率模拟量输出
2	输出电流	4~20mA/0~10V (量程 0~1.5In)	模拟量	变频器输出电流模拟量输出

此外，在必要的情况下，变频器系统可以根据用户的要求对模拟量输出通道进行扩展，具体要求在订货和技术协议中提出。

4.4 监控和显示功能

MV510 系列高压变频器有一套十分简洁和易于操作的人机界面，采用北京昆仑通态公司生产的触摸屏，有多种规格可供用户选择，同时具有监控和操作两种功能，实时显示系统多组模拟、数字量信息，如输入电压、输入电流、输出电压、输出电流、给定频率、输出频率、单元母线电压、单元温度、系统运行状态等相关信息；同时具有参数设定、故障记录等功能。

4.5 通讯功能

MV510 系列变频器除了自身具备强大的控制功能外，还具备与其它设备进行通讯的功能，可扩展 Profibus-DP、MODIBUS、TCP/IP 等通讯协议接口，可以方便地与机组分散控制系统 DCS 或其它控制系统进行通讯。

4.6 工频电网与变频器间的切换（选件）

为了不影响生产，MV510 系列高压变频器本身配置了工频旁路，当需要对变频器进行检修、维护或者变频器出现故障时，将电机投切到工频下运行，确保系统正常工作。

作为选件，可以配置自动旁路柜，在进行变频器向工频电网切换过程中，不需要任何手动干预，实现完全自动切换。当设备出现故障时，系统在检测到之后，自动执行运行方式的切换，以保证变频器连续进行工作。设备具有了这项功能后，可以大大地提高其运行可靠性，满足高可靠性用户的要求，以便于这类用户的系统设备或工艺不会因为变频器故障而受到影响。旁路运行之后，可以由用户决定在合适的时间停机，对故障进行维修。

转入工频运行后，为了满足工况要求，必须重新控制节流装置（风门或阀门），保证运行工况满足工艺要求。

第五章 工作原理

5.1 简介

台安科技（无锡）有限公司生产的MV510系列变频器是专门为标准三相交流高压感应电动机应用而设计的。目前，异步电动机由于具有坚固耐用、结构简单、适用性强、价格低廉等特点在工业生产领域得到广泛应用。当由电网直接供电时，电机的转速是固定的，对电机的控制是靠改变其它机械环节的控制方法得到的，使得电动机长期运行在低效率工作区，能源浪费严重；运行时自动调节的品质差，而且维护、检修费用高；同时直接启动对电动机和电网的电流冲击很大，给机组的安全运行带来隐患。

MV510系列变频器是采用新型高压大功率电力电子器件构造的直接“高-高”型高压变频器，通过直接改变供给的交流电源的频率和幅值的变压变频控制方法，在很宽的转速范围内进行高效率的转速调节和位移控制，从而改善系统性能，提高生产工艺，实现高度自动控制，提高产品质量，降低能源消耗。

5.2 主电路

MV510 系列变频器是由多个功率单元串联而成，通过将多个低压功率单元的输出来叠加起来得到高压输出。图 5-1 为 6kV 系列高压变频器的典型电路拓扑图。

电网送来的三相 6kV/50Hz 交流电，经移相变压器，供电给 15 个功率单元，每个功率单元的额定输出电压为 690V，相邻功率单元的输出来联接起来，每相 5 个功率单元进行叠加，使得高压变频器的额定输出相电压为 3450V。三相共 15 个功率单元，形成 Y 联结结构，使得线电压为 6000V，直接供给感应电动机。

每个功率单元承受全部的输出电流，但只提供 1/5 的相电压和 1/15 的输出功率。由于此种结构采用的是整个功率单元串联，而不是的功率器件串联，故不存在元器件串联所带来的均压等问题。

对于不同的输出电压等级，串联的单元数目是不一样的，但是其基本原理是一样的。

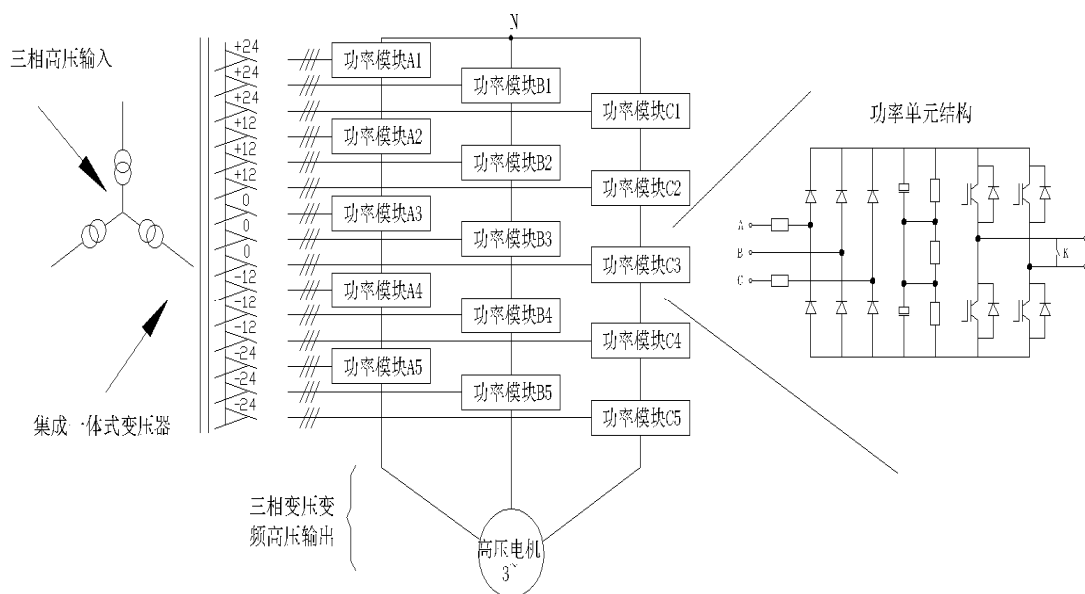


图 5-1 MV510 系列变频器的典型电路拓扑图

5.2.1 移相变压器

每个功率单元由一体化的移相变压器的副边线圈分别供电。隔离变压器的每一个次级仅供给一个功率单元，为了降低输入谐波电流，移相变压器实行多重化设计，以 6kV 变频器为例，二次侧共 15 套副边绕组，采用延边三角形联结，每相分为 5 个不同的相位组，互差 12° 电角度。分别有 0° 、 $\pm 12^\circ$ 、 $\pm 24^\circ$ 等移相角度，这种移相接法可以有效地消除 29 次以下的谐波，不会对电网造成超过国家标准的谐波干扰，完全符合 IEEE519~1992 及 GB/T14519~93 标准对电压失真和电流失真最严格的要求，图 5-2 所示的是输入侧线电压波形，MV510 系列高压变频器的输入电压接近正弦波，对电网的谐波污染小，总体谐波畸变小于 4%。同时，输入侧的功率因数高，不必采用功率因数补偿装置。

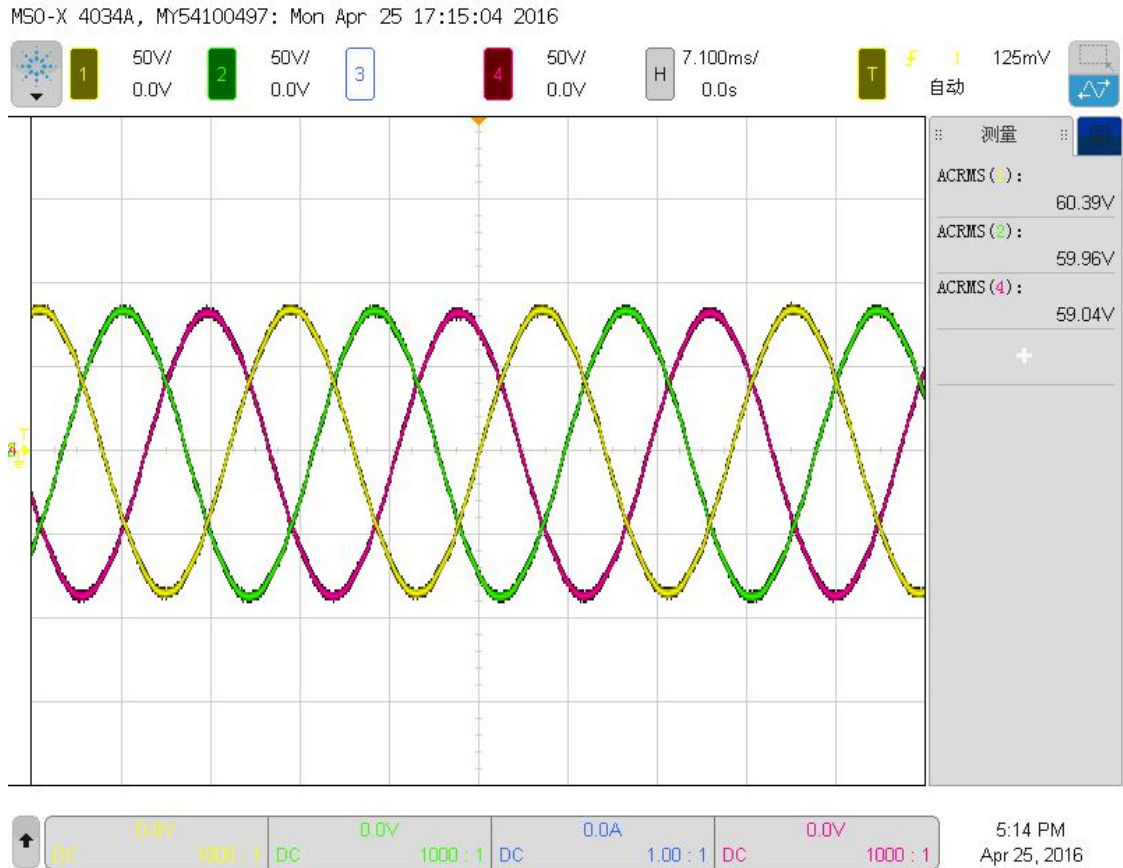


图 5-2 实测输入侧线电压波形

5.2.2 功率单元

功率单元的结构图见图 5-3，功率单元结构都是相同的，具有互换性，每个功率单元包括输入熔断器，整流桥，滤波电容，IGBT 逆变桥，以及实现驱动、保护、监测、通讯等控制功能的功率单元控制基板等。

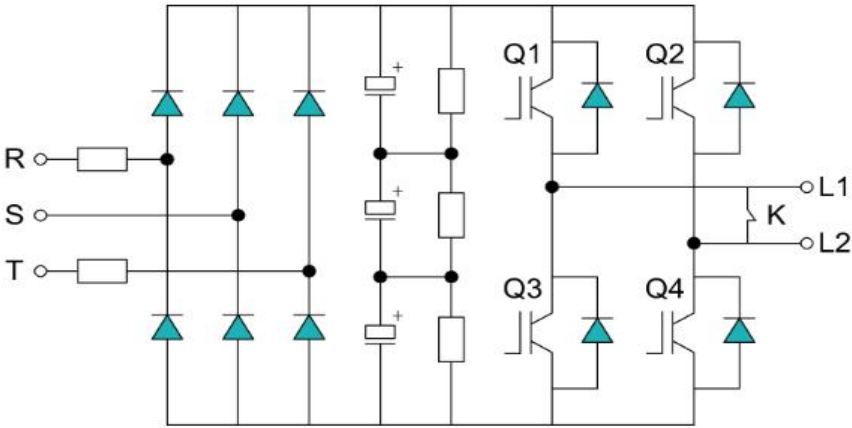


图 5-3 功率单元结构图

每个功率单元通过光纤通讯接收主控箱发送的调制信息以产生负载电机所需要的电压和频率，而每个功率单元的状态信息（包括正常工作状态和故障信息）也通过光纤反馈给主控系统，由主控系统进行统一控制。

功率单元输入为三相交流电，经三相整流桥整流后，经滤波电容形成直流母线电压，再经由 4 个 IGBT 构成的 H 型单相逆变桥，实行 SPWM 控制，在其输出端形成额定频率为 50Hz/60 Hz（此频率可根据电机的额定频率调整）的单相交流电，图 5-4 为实测功率单元输出波形。

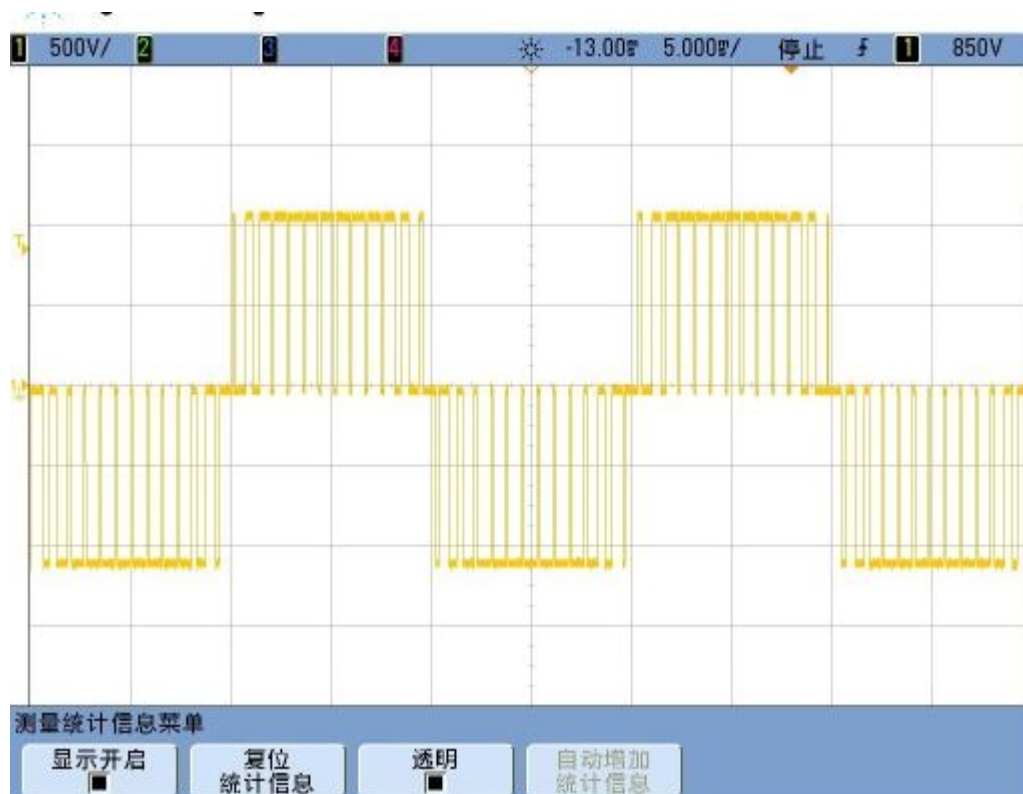


图 5-4 实测功率单元输出波形

每个单元输出 3 种不同的电压，即 $+U$ 、 0 和 $-U$ 。每相 5 个功率单元串联叠加，产生多重化的相电压波形，共有 11 种电平即 0 、 $\pm U$ 、 $\pm 2U$ 、 $\pm 3U$ 、 $\pm 4U$ 、 $\pm 5U$ ，对应的线电压，有 21 种电平，图 5-4 为实测输出侧线电压波形。

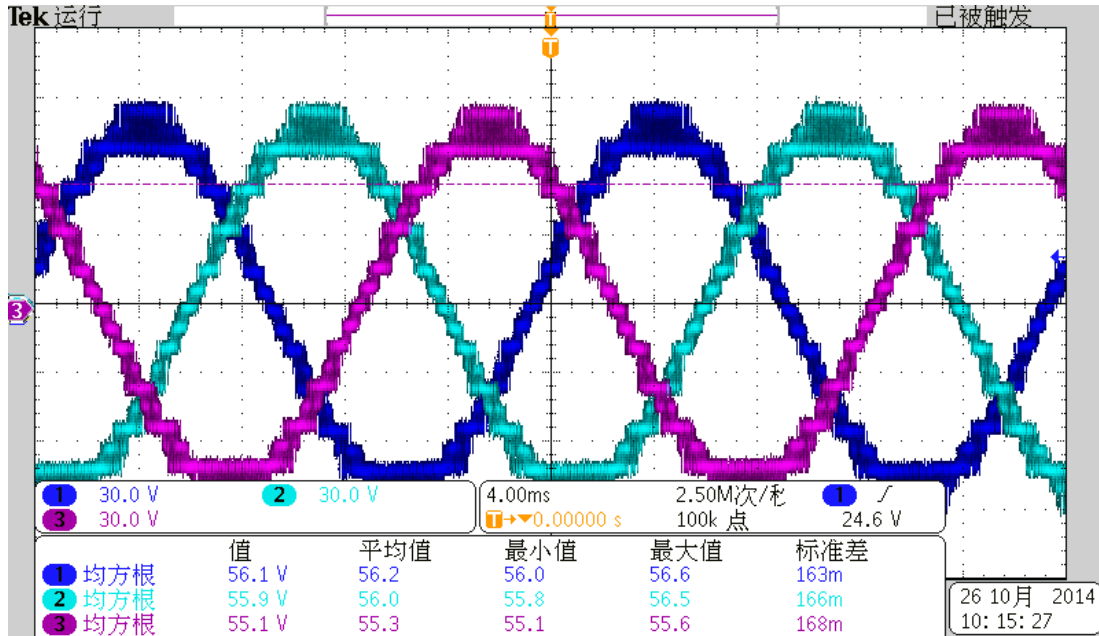


图 5-5 实测输出侧线电压波形

与国内行业其它同类产品，MV510 系列所配置的功率单元具有如下优势：

(1) 温度实时采集

功率单元散热器上装有 NTC 电阻，通过 PWM 比较电路产生脉冲，然后 FPGA 解码上传给 DSP，以达到单元温度上传的效果，经上位曲线拟合后显示精度在 0.9° C，温度实时监控使得产品可靠性得到了很大的提高。

(2) 单元功率母线设计及母线电压实时采集

功率单元内部大量采用功率母线设计方式，在有效的抑制开关尖峰产生的同时提高了可靠性，使 IGBT 等功率单元工作在一个比较安全的环境中，同时也减少了功率器件开关所产生的电磁辐射；同时母线电压采用 12 位精度的 AD 采集，经 SPI 通信传给 CPLD，不同于其他厂家仅在功率单元内部用硬件设置比较器做故障保护，为软件性能的提升提供了很高的保证。

(3) 独立风道的设计

功率单元内各个功率部分、控制部分采用整体屏蔽与独立腔室屏蔽结合的整体设计方案，使得单元内部各个发热元器件散热均匀，整个单元结构牢固，屏蔽效果较好，使得功率单元的 EMC、EMI 性能测试均超过国内行业其它同类产品。

- 1) 在电解电容组区域形成强迫的气流，使电解电容组的散热情况更好，延长了电解电容的使用寿命；
- 2) 为单元控制板件安装腔室单独设计风道，使单元控制板件在得到良好散热的同时，兼顾了 EMC 的设计；

在功率器件表面、均压电阻及吸收电路安装腔室内设置风道，使单元内部温度得到改善。

(4) 单元吸收电路设计

经过精确计算和实际测试而设计出的功率单元吸收电路，使得 IGBT 的开关损耗较小，单元工作时温升小，延长了功率器件的使用寿命。

(5) 单元旁通功能（选件）

MV510 采用常闭触点的非对称式机械旁路技术，当功率单元故障后，其自动旁路，系统根据实际运行工况满额运行或降额运行，与其他控制方式相比具有如下优势：

- 1) 即使电源故障也能实现单元旁通；
- 2) 即使单元控制板故障或 CPLD 停止工作，也能实现单元旁通；
- 3) 与非旁通系统程序兼容、结构兼容，可以方便将非旁通系统改造成旁通系统。

(6) 单元老化与测试

1) 每个单元在厂内均要通过 100% 额定电流老化，同时每个单元的单元旁通功能均在 100% 额定电流情况下测试，保证产品在使用中的可靠性。

2) 功率单元内使用的控制板件均在厂内通过两次测试及老化，老化条件高于工业级温度、湿度老化标准，保证控制板件的可靠性。

5.3 控制系统

控制系统包括主控系统和电气控制系统。图 5-6 为 MV510 系列变频器控制系统的结构示意图。

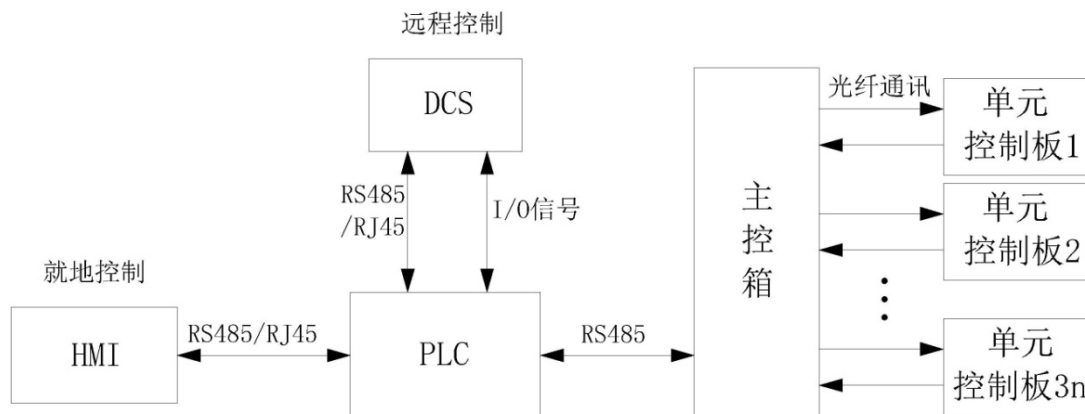


图 5-6 控制系统结构示意图

5.3.1 主控系统

主控系统包括主控板、光纤通讯板、采样板、接口板。主控板采用整体设计，避免大量接插件，主控系统安装在整体屏蔽的机箱内，提高了系统的抗干扰能力。

主控系统是整机控制的核心部分，整机的快速保护、故障的快速诊断、变频器的运行状态的控制、控制数据运算和输出均由主控系统完成，主控系统与功率单元之间通过光纤通讯，主控板和光纤通讯板之间通过硬件插座进行数据传输，光纤通讯板通过光纤与功率单元上的功率单元控制板进行通讯和控制，向各个功率单元传输 SPWM 信号，并返回各个功率单元状态信息，该光纤是功率单元与主控系统的唯一连接，因而 MV510 系列高压变频器的主电路与控制系统是完全电气隔离的。

5.3.2 电控系统

电气控制系统包含电源部分，逻辑控制部分（包括 PLC 和电气控制元件），人机界面。PLC 采用 S7-1200/AP-200，可靠性高，主要完成对变频器输入输出信号控制，对外围电气的控制、保护、连锁，外部故障检测，与主控系统进行通讯，控制人机界面等。

人机界面采用北京昆仑通态触摸屏，通过与 PLC 相连，主要完成命令下发、功能参数的设定，系统状态、运行状态，故障的显示和记录等功能，全中文界面且操作方便。

PLC 和主控系统之间采用 RS-485 串行通讯。DCS 上位控制系统通过用户 I/O 端子发出控制命令，如控制变频器的运行/停机，复位等，同时接受变频器的反馈状态及工作参数，如运行状态，故障信息，运行频率等。

第六章 现场调试规范

6.1 范围

本章规定了变频器的现场调试规范，其中包括变频器测试项目、现场测试要求及步骤等等，供用户编制现场调试方案参考和公司服务人员在现场调试时使用。

6.2 术语

- **现场调试：**变频器运抵用户现场，安装验收合格后，根据规定的测试内容对变频器进行测试。
- **控制柜送电检查：**低压 AC380V 控制电源送电后，根据本规范规定的内容对变频器进行一次电源不送电检查。
- **模拟测试：**用户变频器电源开关推到试验位置，低压 AC380V 控制电源送电后，根据技术协议和设计文件的规定对变频器进行模拟现场实际运行。
- **单元处于非工作状态：**功率单元前面板的所有发光二极管均已熄灭。
- **功率单元分体测试：**变频器主电源送电，变频器功率单元输出端不进行串联，根据规定的内容和步骤进行调试。
- **功率单元串联测试：**变频器功率单元分体测试合格后，将变频器功率单元输出端星型连接，根据规定的内容和步骤进行测试。
- **带电机空载测试：**变频器功率单元串联测试合格后，连接电机，电机不带任何负载，根据规定的内容和步骤进行测试。
- **带电机负载测试：**变频器带电机空载测试合格后，变频器连接电机，电机带负载（风机、水泵等），根据本规范规定的内容和步骤进行测试。
- **投运测试：**变频器带电机负载测试完成后，根据技术协议和设计文件规定，将变频器投入到用户的系统生产中运行。

6.3 调试规范

6.3.1 测试内容

变频器现场测试内容包括：控制柜送电检查、模拟测试、功率单元分体测试、功率单元串联测试、带电机空载测试、电机带负载测试、投运测试。

6.3.2 控制柜送电检查

安全注意事项：

- 1、本步骤仅限于低压 AC380V 控制电源送电；
- 2、送电前，必须保证用户的变频器一次电源开关处于试验位置。

(1) 送电检查流程

根据图纸，安装、接线检查确认→低压 AC380V 控制电源送电→状态检查→低压 AC380V 控制电源掉电。

(2) 安装、接线检查

- 控制电源是否符合设计规范；
- 根据设计文件检查用户接口信号线连接是否正确可靠；
- 根据设计文件检查控制柜内各接线是否有松动，连接正确可靠；
- 根据设计文件检查各个接地线：控制柜电气地、变压器接地、机柜接地及柜门接地线是否正确可靠；电气地是否和高压地分开连接；
- 检查每个功率单元和主控箱的上行光纤和下行光纤插接是否正确，插接是否可靠；
- 检查功率单元进线螺钉是否紧固可靠。

(3) 状态检查

- 根据设计文件检查各主要执行机构状态指示是否正确；测试变频器的各低压控制信号，验证各按钮的有效性以及是否正确互锁；
- 根据设计文件检查 PLC 输入点和输出点状态；
- 对远控信号进行测试，以确保接口正确；
- 根据设计文件检查触摸屏各状态指示；

6.3.3 模拟测试

安全注意事项:

- 1、控制柜送电检查合格后方可进行模拟测试;
- 2、模拟测试前, 必须保证用户的变频器一次电源开关处于试验位置;

(1) 模拟测试流程

检查确认→低压 AC380V 控制电源送电→模拟测试→低压 AC380V 控制电源掉电。

(2) 模拟测试内容

- 检查以下各主要执行机构是否正常工作。
 - 1) 隔离开关工作是否正常;
 - 2) 接触器工作是否正常;
 - 3) 断路器工作是否正常;
 - 4) 冷却风机系统工作是否正常;
 - 5) 门开关工作是否正常;
 - 6) 电磁锁工作是否正常;
 - 7) 柜内照明灯工作是否正常;
- 变频器重故障或紧急分断后立即跳掉用户变频器一次电源开关;
- 在变频方式和工频旁路方式模拟运行的情况下, 变频器未给出高压开关合闸允许信号前用户的变频器一次电源开关不能手动或自动合上;
- 故障报警可靠, 状态指示正确;
- 就地或远程控制方式下能正常启动、停止、复位变频器;
- 在触摸屏上校验就地及远程给定运行频率。

6.3.4 分体测试

安全注意事项:

- 1、模拟测试合格后方可进行变频器功率单元分体测试;
- 2、变频器一次电源送电之后, 禁止操作隔离开关;

- 3、变频器一次电源第一次送电前，必须将所有的变频器柜门关闭，同时不能站在变频器柜体正面 2 米以内；
- 4、变频器一次电源第一次送电 5 分钟后，方可进行测试；
- 5、在所有项目的测试过程中，现场测试人员必须佩戴安全帽、带绝缘手套和穿绝缘靴；
- 6、在所有项目的测试过程中，现场测试人员必须衣冠整洁，禁止穿短袖、短裤，佩戴钥匙、手机、手表，装饰品及其它金属制品。

(1) 功率单元分体流程

检查确认→低压 AC380V 控制电源送电→变频器就绪→变频器一次电源送电→运行→功率单元分体测试→停机→变频器一次电源掉电→低压 AC380V 控制电源掉电。

(2) 分体测试、记录内容

- 用数字万用表测量各个功率单元输入侧线电压有效值，并记录；
- 变频器采用就地控制方式，运行至 50 赫兹，用示波器测量各个功率单元输出电压 PWM 波形，并记录一个正常的电压 PWM 波形和所有异常电压 PWM 波形；
- 在所有功率单元输出波形正常的情况下，用示波器读取各功率单元输出电压交流有效值，并记录；
- 变频器运行过程中，测试并记录单元柜进风口温度；

6.3.5 功率单元串联测试

安全注意事项：

- 1、变频器功率单元分体测试合格后方可进行变频器功率单元串联测试；
- 2、变频器一次电源送电之后，禁止操作隔离开关；
- 3、所有项目的测试过程中，测试人员必须佩戴安全帽、带绝缘手套和穿绝缘靴；
- 4、所有项目的测试过程中，测试人员必须衣冠整洁，禁止穿短袖、短裤，佩戴钥匙、手机、手表，装饰品及其它金属制品；
- 5、功率单元分体测试合格后，串接功率单元输出铜牌前，必须保证变频器一次

电源开关处于试验位置，且各单元均处于非工作状态。

(1) 功率单元串联测试流程

安装串联铜排→中性点连接→测量仪器连接→检查确认→低压 AC380V 控制电源送电→变频就绪→变频器一次电源开关送电→运行变频器→线电压波形检测→停机→变频器一次电源掉电→低压 AC380V 控制电源掉电。

(2) 功率单元串联测试内容

- 变频器采用就地控制方式运行，用示波器和高压探头，测试并记录 10Hz、20Hz、30Hz、40Hz、50Hz 时变频器输出线电压波形，记录结果，要求示波器显示电压有效值；
- 变频器运行过程中，测试并记录单元柜进风口温度；

6.3.6 带电机空载测试

安全注意事项：

- 1、变频器功率单元串体测试合格后方可进行变频器拖动电机空载测试；
- 2、禁止变频器一次电源送电后拉合隔离开关；
- 3、所有项目的测试过程中，测试人员必须佩戴安全帽、带绝缘手套和穿绝缘靴；
- 4、所有项目的测试过程中，测试人员必须衣冠整洁，禁止穿短袖、短裤，佩戴钥匙、手机、手表，装饰品及其它金属制品；
- 5、功率单元串联测试合格后，连接变频器输出到电机的电缆前，必须保证变频器一次电源开关处于试验位置；
- 6、若在测试过程中，发现电机反转，在更正电机相序前，必须保证变频器一次电源开关处于试验位置，且各单元均处于非工作状态。

(1) 带电机空载测试流程

连接电机→测量仪器连接→检查确认→低压 AC380V 控制电源送电→变频就绪→变频器一次电源开关送电→5Hz 运行→检查电机转向→若反向，则停机

→分断变频器一次电源开关→等待功率单元掉电→更正电机接线→检查确认→

变频器一次电源开关送电→电机转向正确后，升频→输出电压、电流波形检测

→停机→分断变频器一次电源开关→低压 AC380V 控制电源掉电。

(2) 带电机空载测试内容

- 在变频器带电机试验之前，根据工况和客户需求，要求用户安排人员测量并记录：工频运行时，电机在空载及最大负载情况下的轴向、水平、垂直三个方向的振动参数值；
- 在带电机运转之前，应首先确认变频器所驱动电机的冷却方式。若电机的冷却方式为风冷，则需要确定电机允许长时间运行的最低转速，以免电机过热。
- 检查变频器各项参数设置，清除故障历史纪录，电机的升降速时间可设定在 3 分钟或更长，采用就地控制方式启动变频器带电机空载运行，从 5Hz 开始，在升速的过程之中，查找并记录电机的机械共振点，若存在机械共振点，则停机，设置跳频参数；再从 5Hz 开始重复升速过程，观察跳频点的设置是否有效；并反复测试，直至机械共振点完全被抑制住，并详细记录；
- 用示波器和电流探头，观测并记录：10Hz、20Hz、30Hz、40Hz、50Hz 时，变频器输出侧和变压器输入侧电流波形，要求示波器显示电流有效值；
- 在电机允许运行的最低转速以下运转时，要求用户方安排人员随时注意监测电机温升。
- 测量电机轴温；
- 变频器运行过程中，测试并记录单元柜进风口温度；
- 带电机空载连续运行 1 小时。

6.3.7 带电机负载测试

安全注意事项：

- 1、变频器带电机空载测试合格后方可进行变频器带电机负载测试；
- 2、禁止变频器一次电源送电后拉合隔离开关；
- 3、所有项目的测试过程中，测试人员必须佩戴安全帽、带绝缘手套和穿绝缘靴；

- 4、所有项目的测试过程中，测试人员必须衣冠整洁，禁止穿短袖、短裤，佩戴钥匙、手机、手表，装饰品及其它金属制品；
- 5、在进行电机与负载连接，测量仪器连接时，必须保证变频器一次电源开关处于掉电状态，且各单元处于非工作状态。

(1) 带电机负载测试流程

连接电机→电机与负载连接→测量仪器连接→检查确认→低压 AC380V 控制电源送电→变频就绪→变频器一次电源送电→运行→电压、电流波形检测→停机→分断变频器一次电源开关→低压 AC380V 控制电源掉电

(2) 带电机负载测试内容

- 变频器采用就地控制方式运行，用示波器和电流探头，观测并记录：10Hz、20Hz、30Hz、40Hz、50Hz 时，变频器输出侧和变压器输入侧电流波形，以及三个方向电机的振动值；
- 在电机允许运行的最低转速以下运转时，要求用户方安排人员随时注意监测电机温升；
- 在电机允许运行的最低转速以下运转时，要求用户方安排人员随时注意监测电机温升；
- 电机三相振动；
- 监测电机轴温；
- 变频器运行过程中，测试并记录单元柜进风口温度；
- 带电机负载连续运行 2 小时。

6.3.8 投运测试

安全注意事项：

- 1、变频器带电机负载测试合格后方可进行变频器投运测试；
- 2、禁止变频器一次电源送电后拉合隔离开关；
- 3、所有项目的测试过程中，服务人员必须佩戴安全帽、带绝缘手套和穿绝缘靴；
- 4、所有项目的测试过程中，服务人员必须衣冠整洁，禁止穿短袖、短裤，佩戴钥匙、手机、手表，装饰品及其它金属制品；

(1) 投运测试流程

按用户操作规程操作

(2) 投运测试内容

- 电机三相振动
- 监测电机轴温
- 运行频率、电流
- 环境温度
- 变压器温度
- 柜体出风口温度
- 变频器投入用户生产系统连续运行 72 小时。

第七章 故障处理及系统维护

7.1 故障分类

MV510 系列变频器具有完善的故障监控和保护功能，故障分为重故障和轻故障（报警）两大类。当发生故障时变频器首先根据故障类型进行相应的处理，同时向触摸屏和 DCS 远方控制系统发出故障信号，并在触摸屏上显示具体的发生时间和故障内容，变频器故障分类及处理见下表。

MV510 系列变频器具有完善的故障诊断、定位和处理功能，对系统所能发生的故障进行分类，按轻重缓急程度分别进行不同的处理，同时实时输出故障类型、故障报文、故障发生时间，并保存历史故障记录，故障分类及处理见下表。

表 7-1 变频器故障分类及处理

类型	系统处理动作
一级故障	(1) 控制柜面板报警指示灯常亮 (2) 变频器继续运行或旁通降额运行 (3) 在触摸屏上显示报警发生时间和内容
二级故障	(1) 控制柜面板故障指示灯常亮 (2) 封锁变频器输出 (3) 电机自由停车 (4) 在触摸屏上显示重故障发生时间和内容
三级故障	(1) 控制柜面板故障指示灯常亮 (2) 封锁变频器输出 (3) 变频器给出高压分闸信号 (4) 电机自由停车 (5) 在触摸屏上显示重故障发生时间和内容

下面分别介绍常见系统故障以及发生故障的原因和应采取的相应措施。运行人员在发现系统故障时，应尽快安排时间排除相应故障，以确保系统正常的

工作, 并及时通知我公司, 我公司一定会尽快协助贵公司尽快找到故障原因, 使变频器恢复正常运行。

表 7-2 变频器一级故障

序号	故障名称	现象	故障原因及措施
1	用户侧控制电源掉电	HMI 显示“用户侧控制电源掉电”, 变频器继续运行	原因: 控制电源的主电源失电或者出现故障 措施: 检查控制电源的主电源进线
2	冷却风机电源故障	HMI 显示“风机电源故障”, 变频器继续运行	原因: 风机电源开关因故断开或者未合 措施: 检查冷却风机状态及其电源开关位置, 检查风机线路是否有短路现象
3	变压器超温报警 (110℃)	HMI 显示“变压器超温报警”, 变频器继续运行	原因: 变压器柜内温度超高 措施: 检查变压器冷却风扇、室内的空调是否正常、变频器室的环境温度是否达标以及输入电流是否正常
4	单元报警	HMI 显示“XX 单元 XXXX 故障”, 变频器继续运行	原因: 根据 HMI 上的故障描述, 查找故障原因, “母线欠压”表示单元母线电压低于保护值; “单元过热”表示单元温度超过保护值 措施: 故障发生的类型找到故障原因, 并尽快找时间更换单元
5	DSP-PLC 通信故障	HMI 显示“DSP-PLC 通信故障”变频器继续运行, 只是触摸屏内容不再刷新	原因: 主控系统与 PLC 之间的通讯不正常 措施: 检查触摸屏到主控箱的通

			信电缆
6	模拟信号断线	HMI 显示“模拟信号断线” 变频器继续运行	原因： 变频器检测不到 DCS 给定的频率值 措施： 检查 DCS 的频率给定信号线是否正常

表 7-3 变频器二级故障

序号	故障名称	现象	故障原因及措施
1	硬件过流	HMI 显示“硬件过流”， 变频器故障封锁	原因： 输出电流超过额定电流的 2.5 倍。 措施： 检查过流的原因
2	输出过流	HMI 显示“输出（或输入）过流”，变频器故障封锁	原因： 输出（或输入）电流超过额定电流的 1.5 倍 措施： 检查过流的原因
3	系统过载	HMI 显示“系统过载”， 变频器故障封锁	原因： 电机的电流按照额定电流的 1.2 倍，1 分钟进行定时保护 措施： 检查过载的原因
4	系统过热	HMI 显示“系统过热”， 变频器故障封锁	原因： 电机的电流按照额定电流的 1.1 倍，10 分钟进行反时限保护 措施： 检查过热的原因
5	单元故障	HMI 显示“XX 单元 XXXX 故障”，变频器故障封锁	原因： 根据 HMI 上的故障描述，查找故障原因，“母线过压”表示单元母线电压超过保护值，“逆变故障”表示 IGBT 故障，“输入缺相”表示单元三相输入电源故障。“上行（下行）通

			讯故障”表示故障单元与主控系统通讯中断 措施：检查故障发生的类型找到故障原因，并尽快找时间更换单元
--	--	--	--

表 7-4 变频器三级故障

序号	故障名称	现象	故障原因及措施
1	运行中高压失电	HMI 显示“运行中高压失电”，变频器故障封锁，切断高压电源	原因：变频器检测到高压异常失电 措施：检查高压失电原因，检查接入变频器的高压断路器、真空接触器工作是否正常
2	柜门连锁	HMI 显示“柜门未合”，变频器故障封锁，切断高压电源	原因：柜门行程开关与柜门未压实 措施：检查柜门是否打开或者行程开关电气功能是否正常
3	变压器超温故障 (130℃)	HMI 显示“变压器超温故障”，变频器故障封锁，切断高压电源	原因：变压器柜内温度高于保护温度跳闸值 措施：检查变压器冷却风扇、室内的空调是否正常、变频器室的环境温度是否达标以及变频器是否长期处于过载状态
4	单元过热保护	HMI 显示“单元过热保护停机故障”，变频器故障封锁，切断高压电源	原因：“单元过热保护停机故障”表示单元温度超过保护值，并持续 3 分钟 措施：检查过热的原因

7.2 系统维护

由于使用环境的温度、湿度、酸碱度、粉尘、振动等因素的影响，以及变频器内部器件的老化、磨损等诸多原因，都有可能会导致变频器存在故障隐患。因此，在使用过程中必须对整个变频器系统进行日常检查，并定期进行保养和维护。

7.2.1 安全信息

- (1) 维护人员必须接受培训，熟悉本装置的结构，并掌握实际运行知识。
- (2) 只有通过上述培训的人员才允许运行和维修本变频器
- (3) 只有在保证变频器输入高压真空开关断开，并且不存在高温时，才能接触变频器柜内部件。
- (4) 维护时必须遵守高压操作规程，如戴绝缘手套、穿绝缘鞋、戴安全眼镜；工作时必须有其他人在场进行监护。
- (5) 必须安装安全防护栏(标有高压危险)；使用中不得将其移走。
- (6) 禁止把易燃材料(包括设备图纸和操作手册)放在变频器旁。
- (7) 在处理或测量变频器内部件时要十分小心，注意不要让仪表引线相互短接或接触其它端子。
- (8) 为保证人身安全，禁止在柜门打开的情况下运行变频器。
- (9) 在搬运变频器功率单元时注意小心轻放。
- (10) 功率单元必须存放在库房货架内；如果条件特殊需短时间存放在地面，必须保证地面干燥、平整。
- (11) 更换部件是排除故障最好的方法，但必须弄清楚新换部件应与原部件型号、规格一致。
- (12) 更换变频器功率单元必须在变频器高压停电超过 5 分钟后才能进行。
- (13) 变频器功率单元维护需特殊仪器，功率单元内部无用户可维护部分，禁止打开。进一步的维修应移交我公司工程部进行处理。
- (14) 变频器功率单元故障后，请您即时通知我公司工程技术部。

7.2.2 维护规程

7.2.2.1 变频器投运前期

- (1) 用带塑料吸嘴的吸尘器彻底清洁变频器柜内、外，保证设备周围无过量的尘埃。
- (2) 变频室的通风、照明应保持良好，通风设备能够正常运转。
- (3) 检查变频器内部电缆间的连接应正确、可靠。
- (4) 检查变频器柜内所有接地应可靠，接地点无生锈。
- (5) 检查变频器旁通柜隔离开关的操作应正常，能正确合闸和分断。
- (6) 变频器 72 小时试运行完成验收后，应重新紧固变频器内部电缆的连接各螺母。
- (7) 半年内应再紧固一次变频器内部电缆的连接各螺母。
- (8) 半年后每六个月紧固一次变频器内部电缆的连接各螺母。

7.2.2.2 变频器运行中

在变频器的正常运行中，应做好保养工作，以保证运行环境良好；通过日常保养和检查，可以及时发现各种异常情况，及时查明异常原因，并及时解决故障隐患，保证设备正常运行，延长变频器使用寿命。

- (1) 认真监视并记录变频器触摸屏上的各显示参数，发现异常应即时反映。
- (2) 认真监视并记录变频室的环境温度，环境温度不能超过 40℃。
- (3) 变频器柜门上的过滤网通常每周应清扫一次；如工作环境灰尘较多，清扫间隔还应根据实际情况缩短。
- (4) 在变频器运行过程中，一张标准厚度的笔记本纸应能吸附在柜门进风口滤网上。
- (5) 变频室必须保持干净，应根据现场实际情况随时清扫。
- (6) 变频室的通风、照明必须良好，通风设备能够正常运转。
- (7) 变频器功率单元柜出风口温度不能超过 50℃。
- (8) 检查变频器系统冷却风机的运转情况，一旦发现变频器或输入变压器风扇停转，请通知专业人员进行维修。

(9) 检查整流变压器的温升情况，一旦发现整流变压器温度超过 120℃时，
请通知专业人员进行维修。

(10) 检查装置整体是否有异常振动、异常声音和异常气味。

附录：变频器检查项目一览表

检查位置	检查项目
周围环境	确认环境温度、湿度、振动，空气中有无灰尘、气体、油雾、水滴等，周围有没有放置工具等异物、危险品。
电压	主电路、控制电路电压是否正常。
触摸屏	触摸屏显示是否清楚，是否缺少字符； 有无异常声音或异常振动，螺栓是否松动，有无变形损伤，有无过热造成的变色，有无粘着灰尘、污损。
整体	螺栓是否松动或脱落，机器、绝缘体有无变形、裂纹、破损或因过热的老化变色，有无附着灰尘、污损。
主电路	导体有无因过热造成的变色，是否偏斜，电线外皮是否破损或变色、有无损伤。
移相变压器	有无异常的鸣叫或怪味。
控制电路	螺丝类、接插件是否松动，是否有怪味、变色，是否有裂纹、破损、变形或显著生锈。
冷却系统	有无异常声音或异常振动，螺栓类是否有松动，有无因过热而出现的变色，散热器的进排气口的间隙是否堵塞或附有异物。

工程技术服务热线：0510-82227555

