



高压变频器用户手册

2023年 V 2.26

关于本手册

本手册适用于深圳市佛斯特科技有限公司生产的通用高压变频器。

技术支持

如果您在使用通用高压变频器时遇到任何问题，请与我公司联系。

为保护和尊重知识产权，未经授权的任何单位或个人不得向第三方提供手册中的信息。

为保证手册的准确性，我们已经对手册内容做认真校审，但用户如果发现本手册中的错误欢迎指正。

本手册中的信息如果和目前最新产品有不同之处，请参照产品随机说明。

深圳市佛斯特科技有限公司保留对产品技术改进和本手册解释的权利，如有变动，恕不另行通知，请以有关技术协议为准。

深圳市佛斯特科技有限公司 版权所有

Anyhertz Drive (Shenzhen) Co., Ltd.

目录

CATALOGUE

第一章 安全信息与注意事项	01
1.1 概述.....	01
1.2 手册约定.....	01
1.3 安全注意事项.....	01
1.4 安全操作.....	02
第二章 产品介绍	04
2.1 产品信息.....	04
2.2 产品特性.....	05
2.3 技术参数.....	07
2.4 选型说明.....	08
2.5 应用领域.....	09
2.6 执行标准.....	10
第三章 硬件配置	11
3.1 原理.....	11
3.1.1 拓扑结构.....	11
3.1.2 主电路.....	12
3.2 控制系统.....	14
3.2.1 控制器构成.....	14
3.2.2 控制器接口说明.....	15
3.2.3 接口板.....	17
3.3 功率单元.....	24
3.3.1 电气原理.....	24
3.3.2 单元结构.....	26
3.4 柜体配置.....	27
3.4.1 变压器柜.....	27
3.4.2 控制/单元柜.....	30
3.4.3 预充电箱.....	31
3.4.4 启动柜（选配）.....	32
3.4.5 开关柜（选配）.....	33
3.5 电缆选型.....	35
3.5.1 电力电缆的选型.....	35
3.5.2 控制、信号及通讯电缆选型.....	35

第四章 人机接口.....	36
4.1 触摸屏简介.....	36
4.2 触摸屏操作与显示说明.....	36
4.2.1 监控界面.....	36
4.2.2 趋势曲线.....	37
4.2.3 参数设置.....	38
4.2.4 故障记录.....	39
4.2.5 单元状态.....	40
第五章 参数说明.....	41
5.1 变频器与电机参数.....	41
5.2 功能参数.....	48
第六章 功能应用.....	54
6.1 同步投切.....	54
6.2 转速启动.....	54
6.3 瞬时停电功能.....	54
6.4 高压失电处理.....	55
6.5 系统旁路功能（选用）.....	56
6.6 主从控制.....	56
6.7 电机过载保护功能.....	56
6.8 变频器失速防止功能.....	57
6.9 机械旁路及中性点漂移.....	58
6.9.1 机械旁路.....	58
6.9.2 中性点漂移.....	58
6.10 异步机开环矢量.....	59
第七章 运输、储存与安装.....	71
7.1 运输及储存要求.....	71
7.2 验货.....	71
7.3 吊卸.....	71
7.4 安装就位.....	72

第八章 故障处理与维护.....65

8.1 轻故障与报警.....65

8.2 重故障与报警.....65

8.3 常见问题的处理.....65

 8.3.1 变频器跳闸分析.....66

 8.3.2 轻故障信息一览表.....67

 8.3.3 重故障信息一览表.....68

8.4 功率单元的更换.....72

8.5 维护.....72

 8.5.1 日常巡视.....72

 8.5.2 定期维护.....73

 8.5.3 备用变频器与单元模块维护.....73

第九章 干式变压器使用说明.....74

9.1 H级干式变压器安装使用说明.....74

9.2 LD-B10-10系列干式变压器温度控制器使用说明.....80

第十章 Modbus通讯协议.....89

第一章

安全信息与注意事项

1.1 概述

首先感谢您选用我司通用高压变频器！

通用高压变频器是一种高压电气设备，在设计时已充分考虑到人身安全问题，但是与其它高压设备一样，柜内存在危险电压，如果使用不当可能导致人身伤害或设备财产损失。

为了防止给您和他人造成人身伤害或设备财产损失，请在使用之前仔细阅读本手册！为安全使用通用高压变频器，请特别注意在本手册上标有的“说明”及“注意”事项。

严格按照本手册的指导进行通用高压变频器的安装、调试、运行、维护时，人身及设备是安全的。

1.2 手册约定

本说明书中，安全事项分成如下两类：

危险：由于没有按照要求操作造成的危险，可能导致重伤，甚至死亡的情况。

注意：由于没有按要求操作造成的危险，可能导致中度伤害或轻伤，以及设备损坏的情况。

请用户在安装、调试和维修本系统时，仔细阅读本章，务必按照本章内容所要求的安全注意事项进行操作。如出现因违规操作而造成的任何伤害和损失均与本公司无关。

1.3 安全注意事项

我们会对涉及到操作和维护设备的现场人员进行技术培训，使每一位相关人员深入地学习本手册的内容。此外，现场人员还必须严格遵守除本手册所介绍的安全知识以外的相关电力行业规程、规范。

对忽视上述内容而造成的设备损坏、人员伤亡，我司将不承担任何责任。

1.4 安全操作

1.4.1 到货检验



- 开箱时发现控制系统进水、部件缺少或有部件损坏时，请不要安装！
- 装箱单与实物名称不符时，请不要安装！
- 移动、吊装设备时，要保证起吊设备力量足够，否则有损坏设备的危险！
- 有缺件或有损伤的变频器请不要使用，否则有受伤的危险！

1.4.2 安装



- 请安装在金属等阻燃的物体上，远离可燃物。否则可能引起火警。
- 安装过程，不要用手触及变频器柜内的元器件，否则有静电损坏的危险。
- 不可随意拧动设备元件的固定螺栓，否则有损坏设备的危险。
- 作业时切勿让钻孔残余物、导线头或螺钉等掉入变频器中，否则会引起设备损坏。
- 需要安装或者解除电路板时，必须戴防静电手套，且避免碰触电子元器件。

1.4.3 接线



- 必须遵守本手册的指导，由专业电气工程人员施工，否则会出现意想不到的危险！
- 配线作业必须在我公司专业人员指导下，按照相关电气安全作业标准进行！
- 接线前需确认所有电源处于断开状态，否则可能有触电或火灾的危险！
- 接地端子PE 要可靠接地，否则变频器外壳有带电的危险！
- 绝不能将输入电源连接到变频器的输出端子（U、V、W）上。注意接线端子的标记！
- 输入输出电缆要符合相关国家或者行业标准中的绝缘及容量等要求！
- 编码器必须使用屏蔽线，且屏蔽层必须保证单端可靠接地！

1.4.4 运行



- 通电前进一步确认电源电压等级是否与变频器额定电压一致，主回路接线端子是否牢固！
- 变频器配线完成并关闭柜门后，方可通电，带电状态下严禁打开柜门，否则有触电的危险！

- 当启用自启动相关功能时，应对机械设备采取安全隔离措施，否则可能造成人员伤害！
- 变频器接通电源后，即使处于停机状态，变频器的端子上仍带电，不能触摸，否则可能造成触电危险！
- 禁止在变频器运行状态下断开风机电源，否则会导致过热损坏系统设备！
- 对于水冷变频器，停止运行后应立即关断冷却水，以防凝露损坏变频器，严禁在变频调速装置停机状态下投入冷却水！
- 在确认运行命令被切断后，才可以复位故障和报警信号，否则可能造成人员伤害！

注意！

- 不要采用接通或断开供电电源的方式来起、停变频器，否则可能引起变频器损坏。
- 请勿随意更改厂家功能组菜单参数，变频器的绝大多数出厂设定参数已能满足运行要求，只要设定一些必要的参数即可，随意修改参数可能导致机械设备的损坏。
- 在提升设备上使用时，请同时配置机械抱闸装置。
- 在有工频和变频切换的场合，应使控制工频和变频切换的两个接触器互锁。

1.4.5 维护和检查

危险！

- 在通电状态，请勿触摸变频器柜体内任何部分，否则有触电的危险。
- 请勿带电对变频器进行维护和保养，如果要开关柜门，请务必断电。
- 断电后至少等待10分钟或确认单元电源指示灯已熄灭，才能进行保养和检查，以防止主回路电解电容的残余电压造成人员伤害。
- 请指定合格的电气工程人员进行保养、检查或更换部件。

1.4.6 其它

危险！

- 禁止自行改造变频器，否则有导致人身伤害的危险。

注意！

- 废弃的元件、部件，请按照工业废弃物处理。

第二章

产品介绍

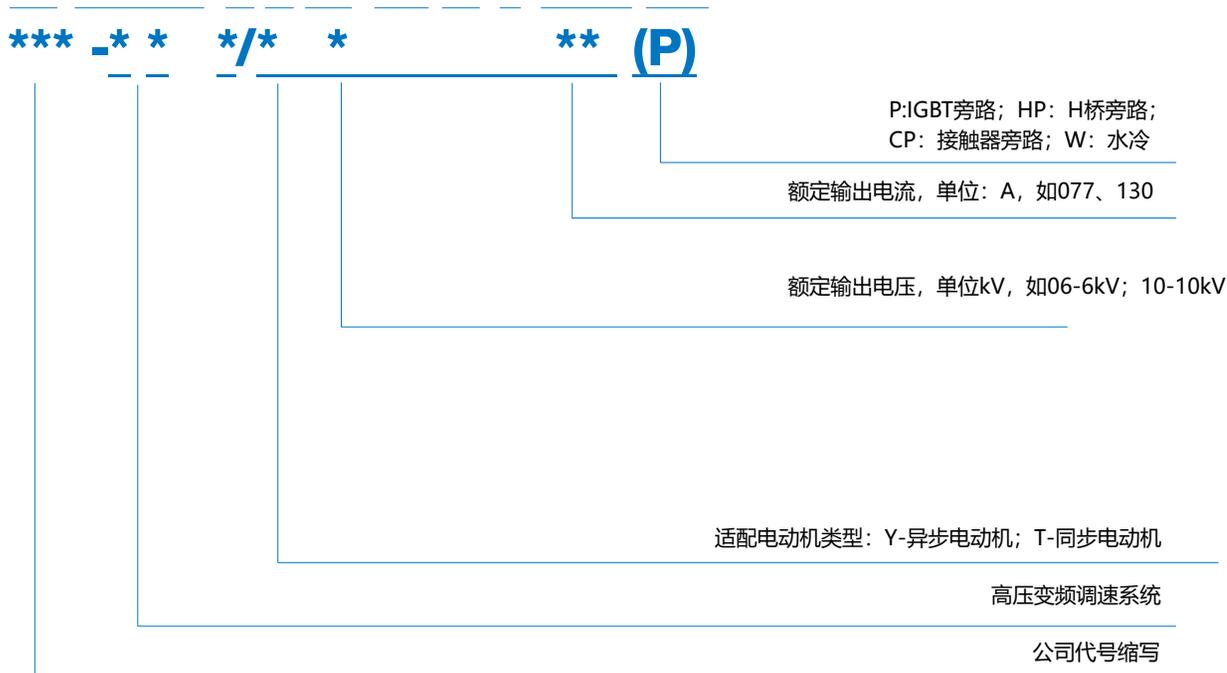
2.1 产品信息

2.1.1 产品铭牌

型号		适配电机	异步电动机	kW
额定容量	kVA	额定输出电压		kV
额定输入电压		额定输出电流		A
额定输入频率	Hz	输出频率范围		Hz
额定输入功率因数	≥0.96	冷却方式		强迫风冷
重量	kg	防护等级		IP31
产品编号		出厂日期	年 月	

图2.1 产品铭牌信息

2.1.2 命名规则



2.2 产品特性

通用高压变频器是由我司自主研发和生产的。该系列产品适用于高压三相交流电动机的调速和驱动，具有以下功能与特点：

- 电机控制策略
异步机通用、异步机矢量、异步机开环矢量、同步机通用、同步机矢量、同步机开环矢量等
- 磁通闭环矢量控制技术
基于电机数学模型对电机磁通进行闭环控制
- 单元旁路技术
旁路方式可选，包括机械旁路和电子旁路
- 中性点漂移技术
当某一功率单元发生故障，仅旁路故障单元，并调整输出电压中性点，提高电压输出能力
- 输出电压自调整功能
当输入电压波动时(-10%~+5%)，变频器具备额定电压输出能力
- 转矩提升功能
增加电机在启动和低频运行时的带载能力
- 转速启动功能
电机旋转状态下，变频器带电机平滑启动，减小对电网冲击
- 瞬时停电功能
当电网瞬间掉电发生时，变频器连续稳定运行
- 高压失电自启动功能
电网电源切换或电网短时失电恢复后，变频器自动重启
- 同步投切功能（选配同步切换柜）
实现电机在工频运行与变频运行之间无扰切换，减小对电气设备与电网的冲击
- 主从控制功能
变频器双机或多机联动运行
- 过程PID控制功能
- 上位通讯功能

通用高压变频器电源输入符合IEEE STD 519-2014和GB/T 14549-1993标准，无需单独安装输入滤波器，为用户节省谐波治理费用，系统功率因数高，无需功率因数补偿装置，可有效减少无功输入，降低输入容量。变频器输入通过移相变压器转换到二次侧并移相后，采用多脉冲二极管整流，为功率单元提供隔离电源，消除了单个功率单元引起的大部分谐波电流（见图2.2）。

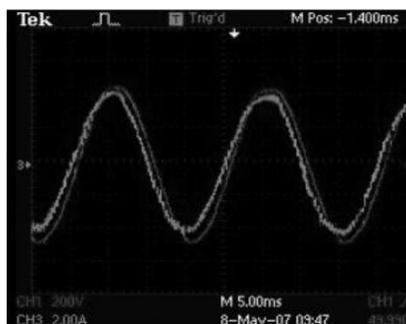


图2.2 30脉冲输入波形（CH1电压、CH3电流）

输出谐波含量低，几近完美的正弦波（见图2.3、图2.4）。与其他形式的高压大容量变频器相比，具有以下优点：

- 无需增加输出滤波装置
- 直接驱动高压交流电动机
- 使主回路电机、电缆绝缘，免受dv/dt应力的损伤
- 脉动转矩小，延长电机和机械设备使用寿命
- 在电缆压降允许范围内，电机电缆无长度限制

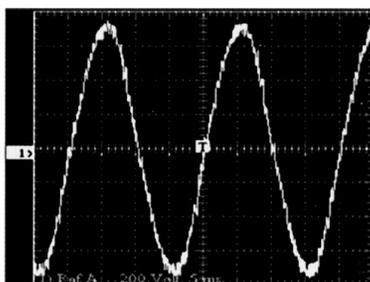


图2.3 输出线电压波形

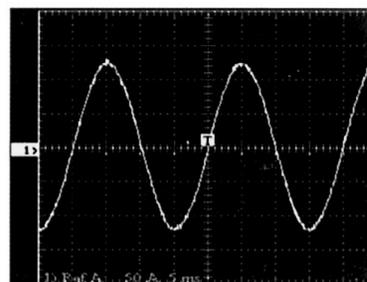


图2.4 输出电流波形

2.3 技术参数

通用高压变频器现有6kV和10kV电压等级标准产品，也可根据用户要求定制其他电压等级产品。

项目	参数
变频器额定容量	400~25000kVA※
额定电压	2.3kV~11kV(-20%~+5%)※(超出范围, 需特殊说明)
额定频率	50Hz/60Hz(-10%~+10%)※
控制电源	380VAC, 30kVA
额定输入功率因数	≥0.96
整机效率	> 96%
输出频率范围	0~80Hz※
转速精度	±0.5%(开环矢量) ±0.1%(闭环矢量)
瞬时过流保护	150% (可根据用户要求定制)
过载能力	120%负载, 120s
转矩限制	10%~150%
模拟量输入	3路 4~20mA/励磁反馈4~20mA (可以定制)
模拟量输出	4路 4~20mA
上位通讯	隔离RS485接口, ModBus RTU (可选: Profibus DP、工业以太网规约)
加减速时间	5秒~6000秒 (与负载相关)
开关量输入输出	14入22出 (输出8路可定义)
运行环境温度	-5~+45°C※
贮存/运输温度	-25~+55°C※
冷却方式	强迫风冷 (AF) /水冷 (WF) /风水冷 (AFWF)
环境湿度	< 95%, 不结露※
安装海拔高度	≤1000米, 高于海拔1000米, 每增加100米降额1%运行
粉尘	不导电、无腐蚀性, < 6.5mg/dm ³ ※u
防护等级	IP30※
柜体颜色	RAL 7035(或根据用户提供色标定制)

表2-1: 通用高压变频器技术参数

※ 超出范围请咨询深圳市佛斯特科技有限公司

※ 设备尺寸如有变动, 恕不另行通知, 具体尺寸以技术协议为准。

2.4 选型说明

通用高压变频器需依据电机类型、负载特性，并对照电机额定电压和额定电流进行选型。对于特殊负载、特种电机和特殊使用环境的场合，通用高压变频器选型还应遵循如下建议：

1、对于压缩机、振动机等转矩波动大的负载工况，应了解实际工艺、工况，选择的HIVT通用高压变频器额定电流必须大于工频运行所需最大电流。

2、对于潜水泵、潜油泵等负载工况，选择的 HIVT通用高压变频器额定电流要大于电动机的额定电流。3、对于油压泵等负载工况，通用高压变频器选型应相应放大一档。

4、在高温、高海拔（超过海拔1000m）等一些特殊的应用场合，HIVT通用高压变频器需降容使用，选型应相应放大。

2.5 应用领域

通用高压变频器已广泛应用于各个行业，为用户提供完善的高压（异步、同步）交流电动机软启动、调速和智能控制方案，深得用户好评。各行业典型应用如下：

发电

排粉风机	增压风机	送风机	引风机	凝结水泵	灰浆泵
抽水蓄能泵	循环水泵	锅炉给水泵	压缩机		

石化

加压风机	引风机	管线输送泵	注水泵	给水泵	潜油泵
输油泵	卤水泵	循环水泵	压缩机		

矿山

对旋风机	除尘风机	主通风机	轴流风机除垢泵	皮带运输机	渣浆泵
清水泵	进料泵	搅拌泵	排水泵	介质泵	窑炉传动
泥浆泵					

冶金

引风机	送风机	二次除尘风机	压缩风机	高炉鼓风机	高炉除尘风机
转炉除尘风机	电炉除尘风机	二氧化硫风机	冲渣泵	给水泵	送水泵
除磷泵	泥浆泵	除垢泵	混捏机	制氧压缩机	煤气压缩机

水泥

窑炉引风机	窑炉供气风机	分选器风机	窑头风机	高温风机	水泥磨风机
除尘风机	循环风机	篦冷风机	窑尾风机	生料磨风机	压力送风机
生料碾磨机	转窑传动	磨煤机			

市政

曝气风机	引风机	送风机	加压泵	热水循环泵	中水泵
污水泵	净水泵	提升泵	供水泵		

轻工

煤气鼓风机	加压泵	清洗泵	轴流泵	软水泵	送水泵
压缩机	打浆机	粉碎机			

其他

风泵试验台	电机试验台	风洞试验装置	变频电源试验台
-------	-------	--------	---------

2.6 执行标准

标准号	标准名称
GB 156-2017	标准电压
GB/T 1980-2005	标准频率
GB/T 3797-2016	电气控制设备
GB/T 4208-2017/ IEC 60529:2013	外壳防护等级(IP代码)
GB4588.1-1996	无金属化孔单双面印制板 分规范
GB4588.2-1996	有金属化孔单双面印制板 分规范
GB/T 12668.2-2002	调速电气传动系统第2部分：一般要求 低压交流调速电气传动系统额定值的规定
GB 12668.3-2012/ IEC 61800-3:1996	调速电气传动系统第3部分：电磁兼容性要求及其特定的试验方法
GB/T 12668.4-2006/ IEC 61800-4:2002	调速电气传动系统第4部分：一般要求 交流电压1kV以上但不超过35kV的交流调速电气传动系统额定值的规定
GB 12668.501-2013/ IEC 61800-5-1: 2007	调速电气传动系统 第5-1部分：安全要求 电气、热和能量
GB 12668.502-2013/ IEC 61800-5-2: 2007	调速电气传动系统 第5-2部分：安全要求 功能
GB/T 14549-1993	电能质量 公用电网谐波
GB/T 10228-2015	干式电力变压器技术参数和要求
DL/T 994-2006	火电厂风机水泵用高压变频器
GB/T 1094.3-2017	电力变压器 第3部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙
GB/T 16935.1-2008/ IEC 60664-1:2007	低压系统内设备的绝缘配合 第1部分：原理、要求和试验
GB 5226.3-2005/IEC 60204-11: 2000	机械安全 机械电气设备 第11部分：电压高于1000V a.c.或1500V d.c.但不超过36kV的高压设备的技术条件
GB/T 4025-2010/ IEC 60073-2002	人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器件的编码规则
GB/T 30843.1-2014	1kV以上不超过35kV的通用变频调速设备 第1部分：技术条件
GB/T 30843.2-2014	1kV以上不超过35kV的通用变频调速设备 第2部分：试验方法
GB/T 12668.701-2012	调速电气传动系统 第701部分：电气传动系统的通用接口和使用规范 接口定义
GB/T 12668.8-2017	调速电气传动系统 第8部分：电源接口的电压规范

第三章

硬件配置

3.1 原理

通用高压变频器一般由变压器、功率单元和控制系统组成。

1.1 拓扑结构

变频器拓扑结构如图3.1所示

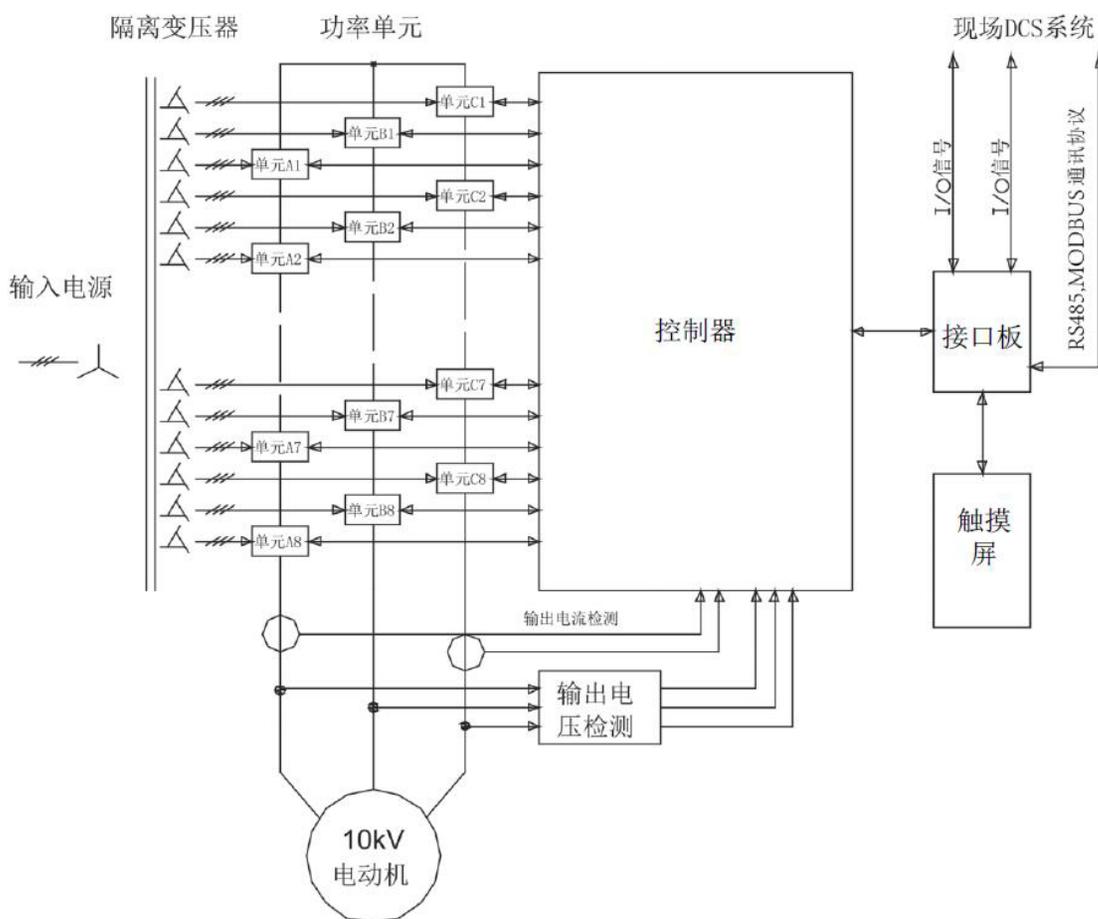


图3.1 变频器系统图 (10KV为例)

3.1.2 主电路

变频器主电路图如图3.2所示

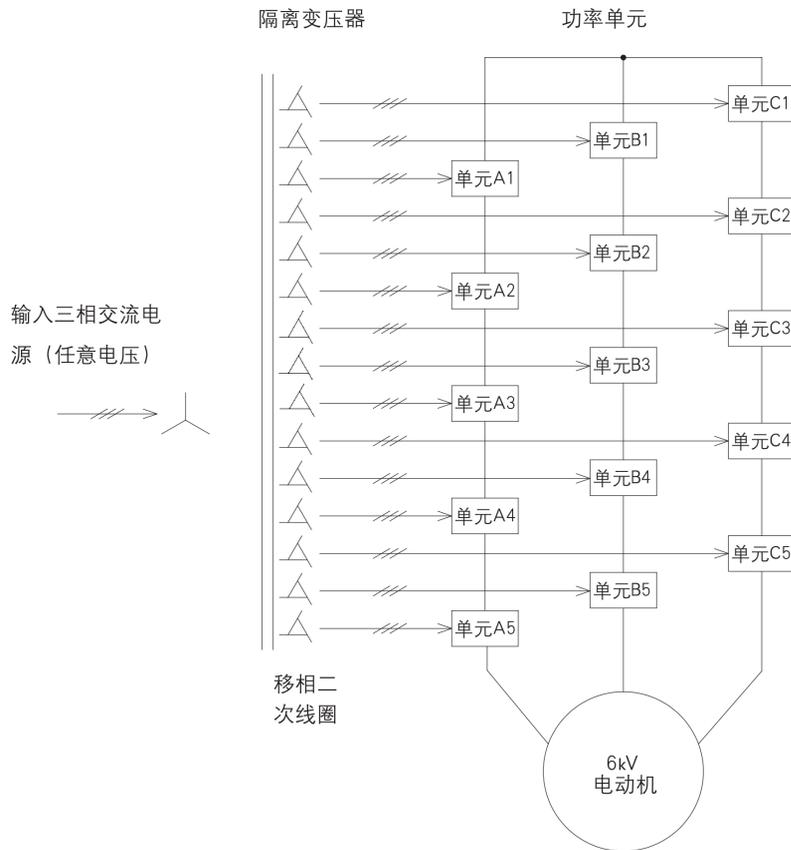


图3.2 变频器主回路图 (6kV为例)

隔离变压器为三相干式整流变压器，采用强迫风冷；原边为Y接法，与高压进线直接相连；副边绕组为延边三角形接法，为每个功率单元提供隔离三相电源输入，数量由变频器电压等级和结构决定。为了最大限度抑制输入侧谐波含量，同一相的副边绕组通过延边三角形接法移相，绕组间的相位差由下式计算：

$$\text{移相角度} = \frac{60^\circ}{\text{单元级数}}$$

变频器输出是将多个三相输入、单相输出的低压功率单元串联叠波得到。例如5个额定电压为690V的功率单元串联，得到3450V相电压，如表3-1所示。

变频器电压等级	每相串联单元数	单元额定电压 (V)	输出相电压 (V)	输出线电压 (V)	每相电平数量
6kV	5	690	3450	6000	11
6kV	6	580	3480	6000	13
10kV	8	720	5760	10000	17
10kV	9	640	5760	10000	19

表3-1 通用高压变频器功率单元配置

三相输出Y接，得到驱动电机所需的高压电源，6kV产品功率单元数量为15或18个，如图3.3所示。10kV产品功率单元数量为24或27个，如图3.4所示。

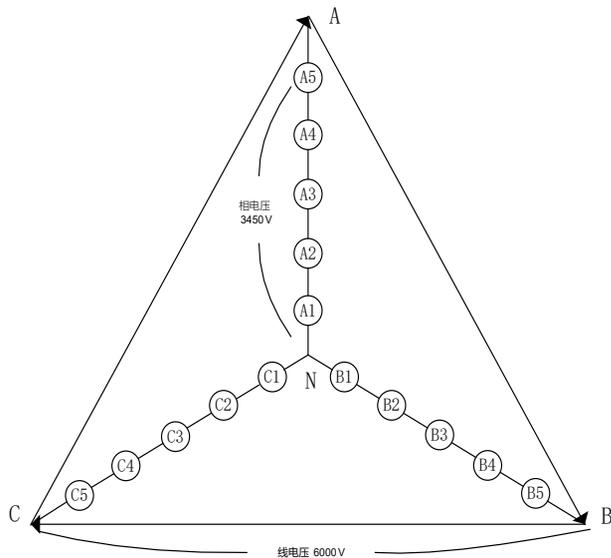


图3.3 6kV变频器单元电压叠加图

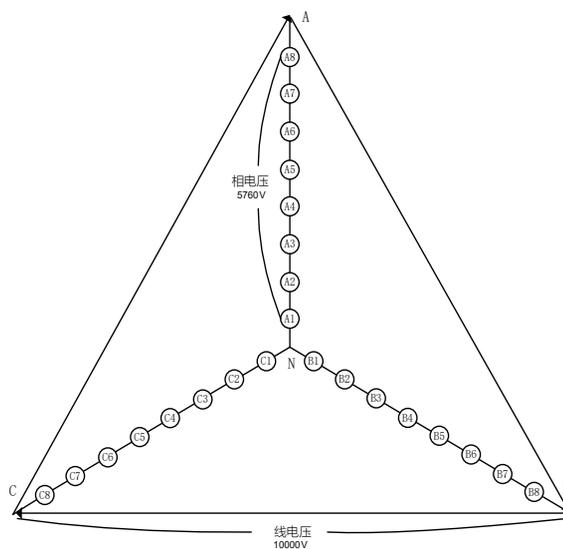


图3.4 10kV变频器单元电压叠加图

以5个功率单元串联的6kV变频器为例，有11个电平（-5~0~+5）。增加电平的同时，每个等级的电压值降低，减小了 dv/dt 对电机绝缘的破坏，并削弱了输出电压的谐波含量。每个功率单元输出的电压波形，以及单元串联后输出的相电压波形如下图所示。

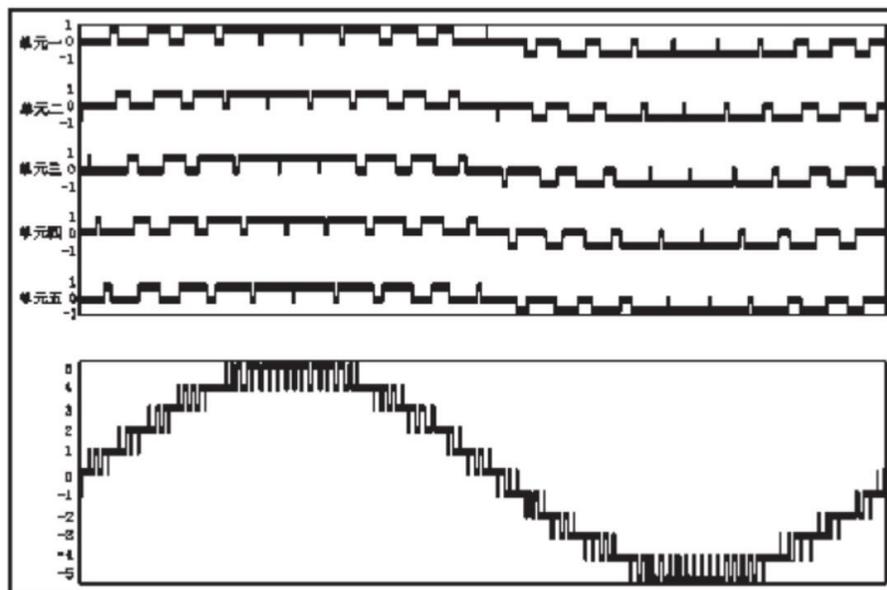


图3.5 6kV变频器输出相电压波形

控制系统由控制器、接口板和触摸屏组成。

3.2.1 控制器构成

控制器主要由主控板、光纤板、电源板和信号板组成，如图3.6所示：

(1) 主控板

主控板由以下两个部分构成：

DSP子系统：完成电机控制算法、单元故障诊断、各项实时保护及与接口板通信等功能；

FPGA子系统：完成与DSP实时通信、与单元通信、载波移相PWM输出及其他逻辑功能。

(2) 光纤板

光纤板是控制器与功率单元之间的通信桥梁，每个控制器配备3块光纤板，每块光纤板控制变频器三相单元中某一相的所有单元。光纤板周期性向单元发出脉宽调制（PWM）信号和工作指令，功率单元通过光纤接收其触发指令和状态信号，并在故障时向光纤板发出故障代码信号。

(3) 电源板

电源板除了产生控制器所用电源外，还具备I/O接口和转速采样功能：

- 产生+5V、±15V电源，用于向主控板、光纤板、信号板供电；
- 变频器控制系统内部数字信号的传递；
- 对于闭环矢量控制机型，采集编码器反馈的电机转速信息。

(4) 信号板

信号板采集变频器的输入/输出电压、电流信号，并将采集到的信号进行模数转换，发送至主控板。

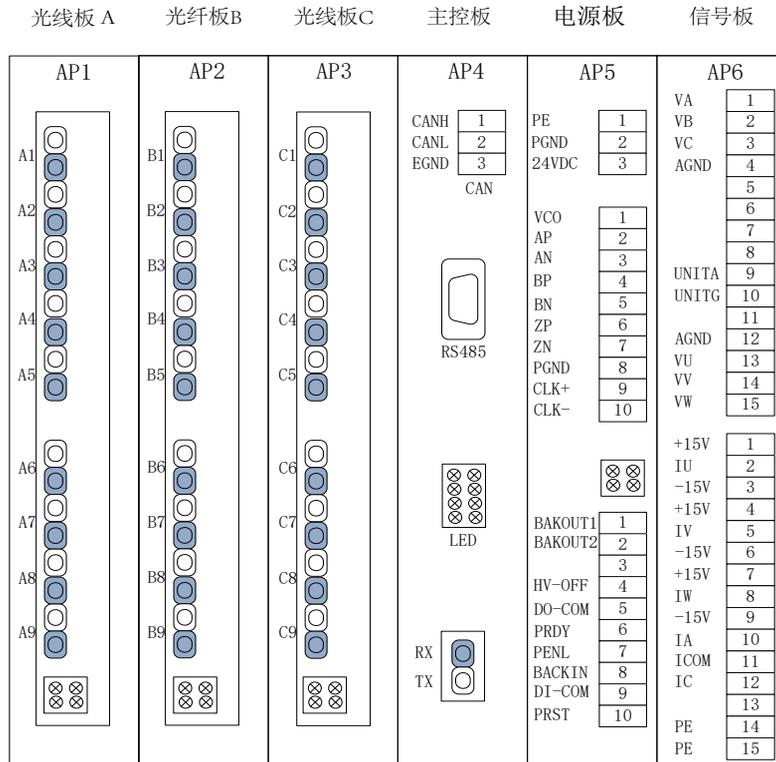


图3.6 控制器面板示意图

3.2.2 控制器接口说明

3.2.2.1 光纤板接口说明

名称	说明
A1/B1/C1	第1级功率单元光纤通信接口
A2/B2/C2	第2级功率单元光纤通信接口
A3/B3/C3	第3级功率单元光纤通信接口
A4/B4/C4	第4级功率单元光纤通信接口
A5/B5/C5	第5级功率单元光纤通信接口
A6/B6/C6	第6级功率单元光纤通信接口
A7/B7/C7	第7级功率单元光纤通信接口
A8/B8/C8	第8级功率单元光纤通信接口
A9/B9/C9	第9级功率单元光纤通信接口
LED	状态指示

3.2.2.2 主控板接口说明

名称	说明
CANH	CAN通信接口
CANL	
EGND	
485A	485通信接口
485B	
LED	状态指示
RX	光纤通信接口
TX	

3.2.2.3 电源板接口

序号	名称	说明
1	PE	屏蔽地
2	PGND	24V电源地
3	24VDC	24V电源
1	VCO	编码器电源: +5V或+24V输出, 200mA
2	AP	编码器信号A+ (RS422差分信号)
3	AN	
4	BP	编码器信号B+ (RS422差分信号)
5	BN	
6	ZP	编码器信号Z+ (RS422差分信号)
7	ZN	
8	PGND	编码器电源地
9	CLK+	时钟信号+输出 (RS422差分信号)
10	CLK-	
	LED	状态指示

引脚	名称	说明
1	BACKOUT1	备用输出1, 常开干接点
2	BACKOUT2	备用输出2
4	HV-OFF	高压就绪输出, 常开干接点, 断开有效
5	DO-COM	输出公共点
6	PRDY	控制器就绪输出, 常开干接点, 闭合有效
7	PENL	接口板就绪输入, 闭合有效
8	BACKIN	备用输入
9	DI-COM	输入公共点
10	PRST	控制器复位输入, 闭合有效

3.2.2.4 信号板接口说明

序号	名称	说明
1	VA	A相输入电压检测信号
2	VB	B相输入电压检测信号
3	VC	C相输入电压检测信号
4	AGND	输入电压检测信号公共端
9	UNITA	单元电压采样+
10	UNITG	单元电压采样-
12	AGND	输出电压检测信号公共端
13	VU	U相输出电压检测
14	VV	V相输出电压检测
15	VW	W相输出电压检测
1	+15V	霍尔传感器正向电源
2	IU	U相输出电流采样
3	-15V	霍尔传感器负向电源
4	+15V	霍尔传感器正向电源
5	IV	V相输出电流采样
6	-15V	霍尔传感器负向电源
7	+15V	霍尔传感器正向电源
8	IW	W相输出电流采样
9	-15V	霍尔传感器负向电源
10	IA	A相输入电流采样
11	ICOM	输入电流公共地
12	IC	C相输入电流采样
14	PE	屏蔽地
15	PE	屏蔽地

3.2.3 接口板

3.2.3.1 介绍

接口板逻辑控制器件选用西门子S7-200 SMART PLC，该PLC配备西门子专用高速处理器芯片，基本指令执行时间可达0.15us。结合变频器控制要求选用24DI，16DO，4AI，4AO，这样既保证接口充足又保证快速运算处理。

S7-200 SMART CPU 模块标配以太网接口，支持西门子S7 协议、TCP/IP 协议、有效支持多种终端连接，另外CPU 模块集成1 个RS485 接口，可以与第三方设备通信，同时增配CM01 信号板来实现RS232/RS485 自由通讯。

本机集成Micro SD 卡插槽，使用市面上通用的Micro SD 卡即可实现程序更新和PLC 固件升级，极大地方便了客户工程师对最终用户的服务支持，也省去了因PLC 固件升级返厂服务的不便。

接口板用于变频器内部开关信号、现场给定与反馈信号以及状态信号的逻辑处理，同时还拥有处理4路模拟量输入和4路模拟量输出的能力，如图3.7所示。

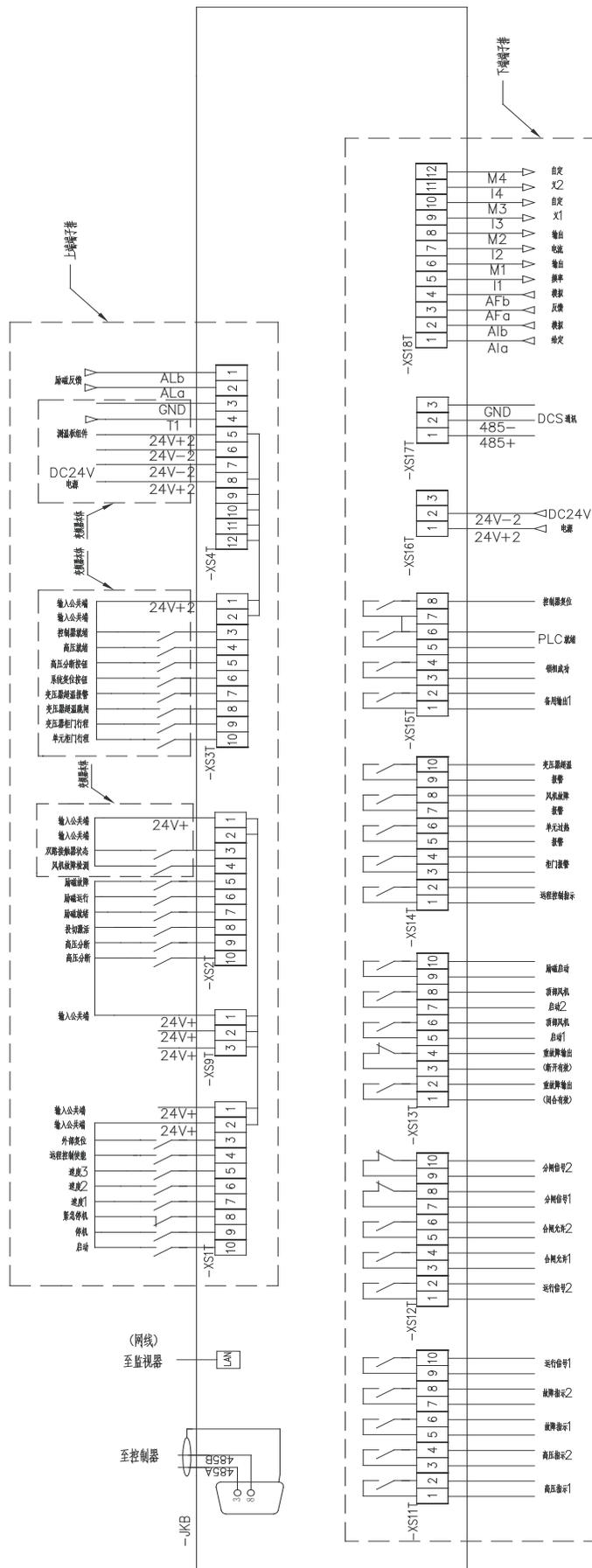


图3.7 I/O接口板原理图

3.2.3.2 上端子排接口信号

上端子排接口信号主要由对外远程输入信号组、变频器柜内信号以及励磁反馈信号组成。其中输入电源24V+2由外部开关电源模块供电，然后通过DC/DC模块产生24V+给远程信号部分电路供电，远程信号与PLC之间通过继电器进行隔离。

其原理框图如下图所示：

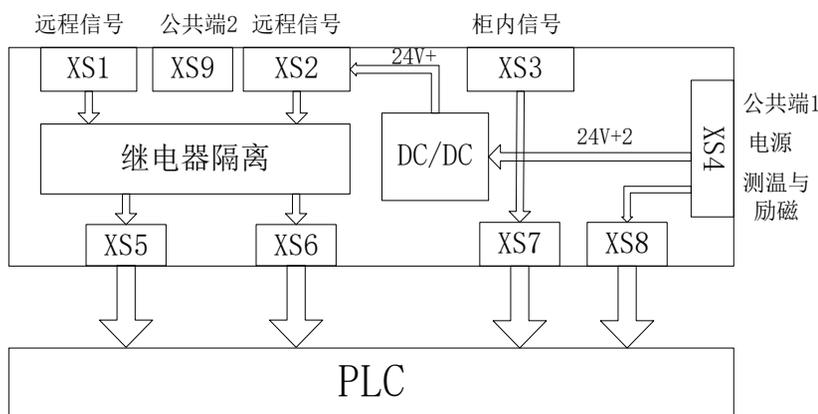


图3.8 接口上板原理框图

上端子排接远程控制和现场开关量输入信号，其中模拟输入总共1路，为4~20mA电流输入，负载阻抗要求小于500Ω；远程控制支持电平和脉冲2种信号，可通过触摸屏功能项“远程启停方式”进行设置；投切激活信号端子仅在使用同步切换功能时连接，详见《同步投切柜使用手册》。

⚠ 注意!

开关量输入均要求为无源节点，当多个开关量在同一处接线时，其中的24V+可以采用共用公共线的方式。

接口板远程复位信号与柜门复位按钮功能相同：在变频器无重故障状态下，仅复位触摸屏，不会对系统产生其他影响（如：在运行状态下复位不会造成停机）；当变频器发生重故障并排除故障后，复位控制系统，使变频器恢复到正常状态。

接口板上端子排定义如下：

端子号	位置	名称	状态	类型	说明
XS1T	1 10	电平正启停/ 脉冲启动	闭合/ 断开	DI/电平或 脉冲 信号	触摸屏功能项“控制方式”设置为远程控制时有效，根据触摸屏功能项“远程启停方式”设置对应2种输入模式： 电平正启停：闭合正向启动，断开停机（电平方式） 脉冲启动：闭合后断开（脉冲宽度大于500ms），启动（脉冲方式）
	1 9	电平反启停/ 脉冲停机	闭合/ 断开	DI/电平或 脉冲 信号	触摸屏功能项“控制方式”设置为远程控制时有效，根据触摸屏功能项“远程启停方式”设置对应2种输入模式： 电平反启停：闭合反向启动，断开停机（电平方式、变频器反转设置为允许） 脉冲停机：闭合后断开（脉冲宽度大于500ms），停机（脉冲方式）
	1 8	紧急 停机	断开 有效	DI/常闭 电平信号	断开后封锁输出，电机自由停机
	1 7	速度1	闭合 有效	DI/常开 电平信号	触摸屏功能项“运行方式”为开环运行、“给定方式”为开关给定时有有效，闭合后给定频率分别对应触摸屏参数项“开关给定1”、“开关给定2”和“开关给定3”
	1 6	速度2	闭合 有效		
	1 5	速度3	闭合 有效		
	1 4	远程控制 使能	闭合 有效	DI/常开 电平信号	触摸屏功能项“远程设控制方式”设置为允许时有效，闭合后变频器控制方式为远程控制
1 3	外部 复位	闭合 有效	DI/常开 脉冲信号	闭合后在重故障时复位控制系统，或运行时复位触摸屏（等同柜门复位按钮）	
XS2T	1 10	高压 分断	闭合 有效	DI/常开 脉冲信号	闭合后分断高压输入电源（等同柜门高压分断按钮）
	1 9	高压 分断	闭合 有效	DI/常开 脉冲信号	闭合后分断高压输入电源（等同柜门高压分断按钮）
	1 8	投切 激活	闭合 有效	DI/常开 脉冲信号	触摸屏功能项“变频投切”设置为允许时有效，闭合后变频器输出频率提升到电网频率并锁相
	1 7	励磁 就绪	闭合 有效	DI/常开 脉冲信号	该接点闭合励磁就绪（用于同步机）
	1 6	励磁 运行	闭合 有效	DI/常开 脉冲信号	该接点闭合励磁运行（用于同步机）
XS4T	1 2	励磁 反馈	4~20mA	AI/ 电流	励磁电流的反馈给接口板，变频器进行相应调节
	4	柜温	4~20mA	AI/ 电流	温度信号反馈给接口板

3.2.3.3接口板下端子排接口信号

下端子排接状态输出信号、变频器进线开关的联锁信号、模拟输入输出及通讯信号。数字信号XS11T:1~XS13T:8节点容量为250VAC/8A（或250VDC/8A），部分为250VAC/16A（或250VDC/16A）。超出需求时，请加中间继电器扩容。模拟量输入信号线必须使用屏蔽线，输入阻抗 $\geq 250\Omega$ ，最大输入电流为30mA（最大输入电压为15V）；锁相成功信号端子 仅在使用同步切换功能时连接，详见《同步投切柜使用手册》。



注意!

合闸允许和分闸信号与变频器上级开关（电源柜断路器，或自动旁路柜中变频器进线真空接触器/断路器）是联锁关系：

合闸允许为常开点，应串联到上级开关的合闸回路中作为合闸条件，但不参与上级开关操作。当该点闭合时，允许上级开关合闸为变频器上电；否则，不允许上级开关合闸上电。

分闸信号为常闭点，应并联到上级开关分闸回路。变频器运行过程中发生重故障时该点闭合，自动分断上级开关，保护变频器。

接口板下端子排数字量定义如下:

端子号	位置	名称	状态	类型	容量	说明
XS11T	1 2	高压指示1	闭合有效	DO/常开	8A/250VAC	高压就绪闭合
	3 4	高压指示2	闭合有效	DO/常开	8A/250VAC	
	5 6	故障指示1	闭合有效	DO/常开	8A/250VAC	轻故障闪烁（1秒钟一个周期：0.5s亮/0.5s灭），重故障常亮
	7 8	故障指示2	闭合有效	DO/常开	8A/250VAC	
	9 10	运行信号1	闭合有效	DO/常开	8A/250VAC	变频器运行闭合
XS12T	1 2	运行信号2	闭合有效	DO/常开	8A/250VAC	
	3 4	合闸允许1	闭合有效	DO/常开	8A/250VAC	触摸屏功能项“控制状态”为正常状态，且变频器无重故障输出时闭合
	5 6	合闸允许2	闭合有效	DO/常开	8A/250VAC	
	7 8	分闸信号1	闭合有效	DO/常闭	8A/250VAC	触摸屏功能项“控制状态”为调试状态，且变频器无重故障输出时闭合
	9 10	分闸信号2	闭合有效	DO/常闭	8A/250VAC	
XS13T	1 2	重故障输出	闭合有效	DO/常开	8A/250VAC	重故障闭合
	3 4	重故障输出	断开有效	DO/常闭	8A/250VAC	重故障断开
	5 6	顶部风机启动1	闭合有效	DO/常开	8A/250VAC	需启动柜顶风机时闭合
	7 8	顶部风机启动2	闭合有效	DO/常开	8A/250VAC	
	9 10	励磁启动	闭合有效	DO/常开	16A/250VAC	需启动励磁时闭合
XS14T	1 2	远程控制指示	闭合有效	DO/常开	16A/250VAC	变频器控制方式为远程控制时闭合
	3 4	柜门报警	闭合有效	DO/常开	16A/250VAC	柜门打开时闭合
	5 6	单元过热报警	闭合有效	DO/常开	16A/250VAC	单元柜过热时闭合
	7 8	风机故障报警	闭合有效	DO/常开	16A/250VAC	风机故障时闭合
	9 10	变压器超温报警	闭合有效	DO/常开	16A/250VAC	变压器超温时闭合
XS15T	1 2	备用输出	闭合有效	DO/常开	16A/250VAC	备用接点
	3 4	锁相成功	闭合有效	DO/常开	16A/250VAC	同步投切时，输出电压与电网电压偏差在锁相允许范围内闭合（相位最大偏差 $\pm 5^\circ$ ，幅值最大偏差 $\pm 2\%$ ）

接口板下端子排电源、通讯及模拟量定义如下：

端子号	位置	名称	状态	类型	说明
XS17T	1 2 3	DCS通讯		RS485	变频器与上位机的Modbus通讯接口（1为+，2为-） 注意：若接口板下板升级后，XS17端子位置改动，（2为-，3为+）与端子XS23信号一致
	1 2	模拟给定	4~20mA	AI/电流或电压	调整触摸屏参数“最小给定电流”和“最大给定电流”可调节对应关系，精度1.5%。 • 4~20mA对应0Hz~最高频率
	3 4	模拟反馈	4~20mA	AI/电流或电压	调整触摸屏参数“最小给定电流”和“最大给定电流”可调节对应关系，精度1.5%。 • 4~20mA对应0~100%
XS18T	5 6	输出频率	4~20mA	AO/电流	最大负载500Ω，10位A/D采样，分辨率0.1%，精度1.0% • 4~20mA对应0Hz~最高频率
	7 8	输出电流	4~20mA	AO/电流	最大负载500Ω，10位A/D采样，分辨率0.1%，精度1.0% • 4~20mA对应0A~变频器额定电流的150%
	9 10	自定义模拟输出1	4~20mA	AO/电流	最大负载500Ω，10位A/D采样，分辨率0.1%，精度1.0% 根据触摸屏功能参数“模拟输出1”设置对应3种输出： • 4~20mA对应0Hz~最高频率（设置为输出频率） • 4~20mA对应0A~变频器额定电流的150%（设置为输出电流） • 4~20mA对应0~100℃（设置为单元柜温） • 4~20mA对应0~1（设置为输出功率因数） • 4~20mA对应0~额定输出功率的150%（设置为输出功率） • 4~20mA对应0~励磁柜额定电流（设置为励磁给定电流）
	11 12	自定义模拟输出2	4~20mA	AO/电流	最大负载500Ω，10位A/D采样，分辨率0.1%，精度1.0% 根据触摸屏功能参数“模拟输出2”设置对应3种输出： • 4~20mA对应0Hz~最高频率（设置为输出频率） • 4~20mA对应0A~变频器额定电流的150%（设置为输出电流） • 4~20mA对应0~100℃（设置为单元柜温） • 4~20mA对应0~1（设置为输出功率因数） • 4~20mA对应0~额定输出功率的150%（设置为输出功率） • 4~20mA对应0~励磁柜额定电流（设置为励磁给定电流）

3.3 功率单元

3.3.1 电气原理

功率单元电气拓扑如图3.9所示：输入侧R、S、T接变压器二次侧绕组，经三相全桥整流为直流母线供电，输出侧为H桥逆变电路。功率单元通过光纤接收触发信号，控制IGBT（Q1~Q4）的导通和关断，输出单相脉宽调制波形。每个单元有三种输出状态：当Q1和Q4导通时，单元输出电压为直流母线电压；当Q2和Q3导通时，单元输出电压为负的直流母线电压；当“Q1和Q3”或者“Q2和Q4”导通时，单元输出电压为零。

当选配具有“单元旁路功能”的功率单元，如果某个单元出现故障而不能继续工作，该单元将封锁Q1~Q4输出，并导通旁路IGBT或旁路接触器K，发出旁路报警，保证变频器连续工作。

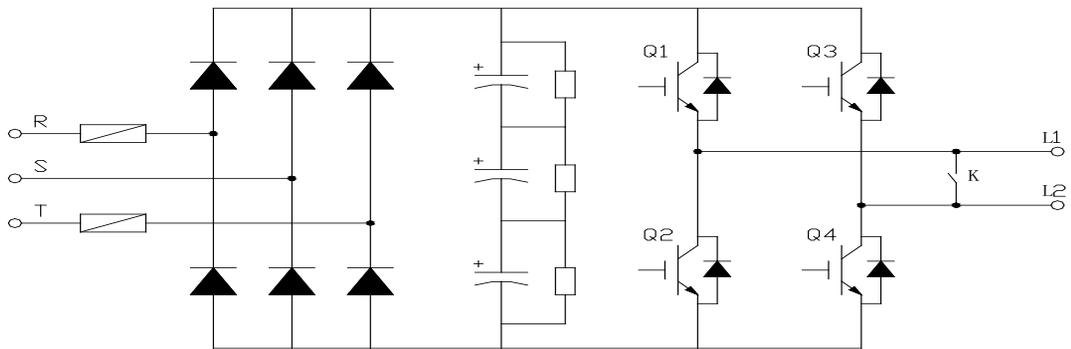


图3.9 功率单元拓扑图

功率单元内包含一块单元控制板和一块单元驱动板：单元控制板通过光纤与控制器通讯，如图3.10所示；单元驱动板主要用于驱动IGBT，如图3.11所示。由于光纤是单元与主控系统的唯一连接，故单元与主控系统实现了完全的电气隔离。

单元控制板通过光纤（XS4）接收来自控制器的信号，接收解码器解码后用于控制逆变IGBT和旁路IGBT或者旁路接触器；单元控制板具备多种单元故障检测电路（如：过热检测、缺相检测、直流母线过压检测、光纤故障检测、驱动故障检测，接触器故障检测），故障信号经过故障编码逻辑电路编码后，由光纤（XS3）发送回控制器，实现故障保护和故障记忆。

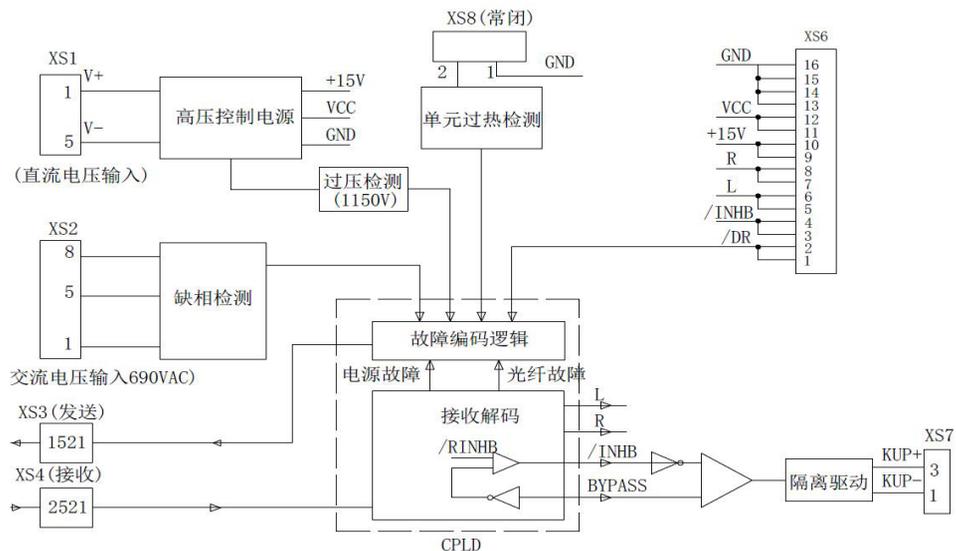


图3.10 单元控制板原理图

单元控制板供电电源取自主回路中的直流母线（通过XS1），经开关电源隔离和变换后得到所需控制电源。断开高压电源后，单元控制电源并不会立刻消失（单元控制板上的电源指示灯经过几分钟后才能熄灭）。

单元驱动板产生4个IGBT的驱动信号，并将IGBT的故障反馈到单元控制板。单元驱动板经端子XS5与控制板端子XS6相连，具体信号定义如下：

- “L” 控制左桥臂的两个IGBT(Q1、Q2)， “R” 控制右桥臂的两个IGBT(Q3、Q4)， “Q1、Q2” 和 “Q3、Q4” 的驱动信号互锁。
- “/INH B” 为IGBT禁止信号， “/DR” 为IGBT的故障信号，反馈回单元控制板用于单元保护。
- 单元驱动板电源来自单元控制板。其中 “+15V” 电源被隔离成4路电源，分别用于驱动4个IGBT。

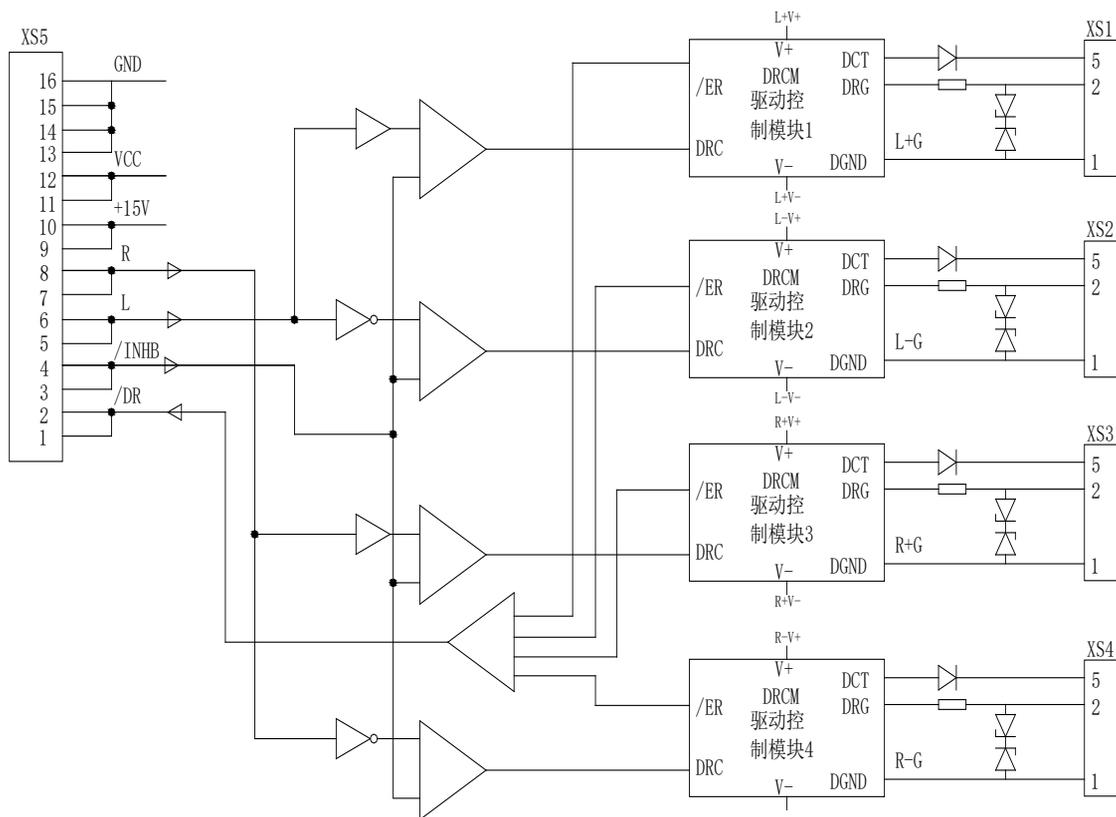


图3.11 单元驱动板原理图

3.3.2 单元结构

功率单元（简称单元）安装在单元柜内，由螺钉固定在安装导轨上，功率单元外型一般如图3.12所示。柜内单元具有完全相同的电气和机械参数，可以互换。单元的三相输入接移相变压器的副边绕组，进线侧装有快熔。

卸下单元与导轨的固定螺钉、输入电缆、输出铜排和光纤接头后，就完全将单元与单元柜分离，可以将其从导轨上取下。单元安装的步骤则与拆卸相反。

变频器停电后，单元内仍存在危险电压。因此，一定要等待单元指示灯熄灭后方能对单元进行操作。

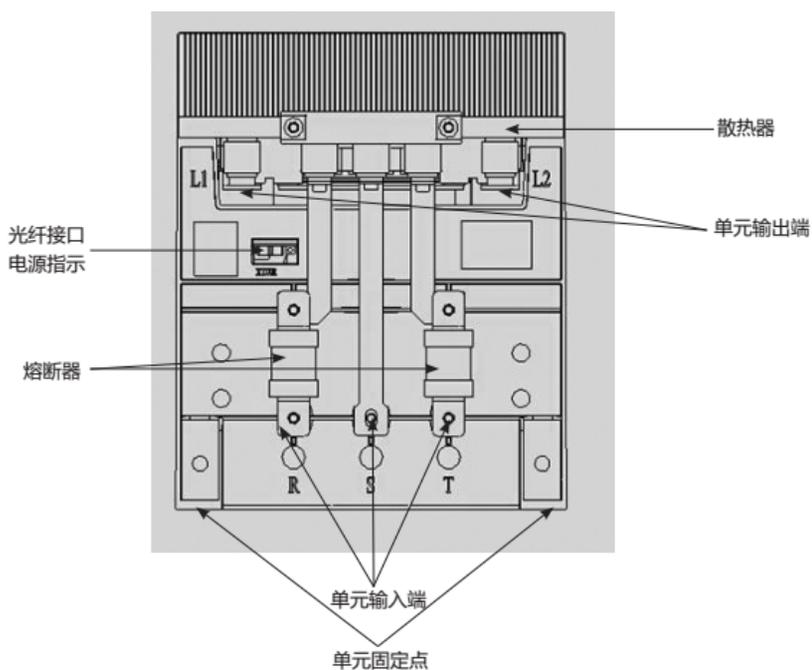


图3.12 功率单元外形图

功率单元型号含义如下图所示。例如，功率单元型号为“RST700/050”，说明该单元额定输出电压为700V，额定输出电流为50A。

3.4 柜体配置

变频器主要由下列几部分组成：

- 变压器柜
- 控制/单元柜
- 启动柜（大功率时配置）
- 开关柜及其他选件（选配）

变频器柜体典型排列如下图所示，包含变压器柜、单元柜和控制柜。变频器容量较小时，变压器与单元置于同一柜体；变频器容量较大时，系统排列中可能包含多个柜体。

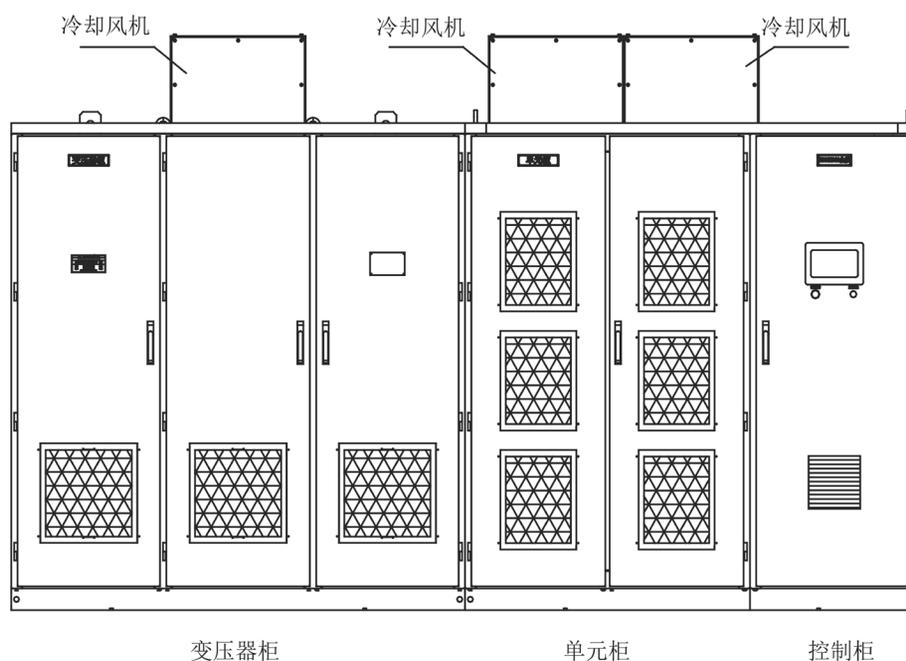


图3.14 变频器典型柜体

3.4.1 变压器柜

变压器柜内含移相变压器(简称变压器)及其辅助部件。柜内典型装配如图3.15所示，包括：

- 变压器柜体
- 移相变压器
- 变压器底部风机（按需配置）
- 变压器温度控制仪
- 电流互感器
- 变压器柜风机控制、保护回路
- 柜顶冷却风机

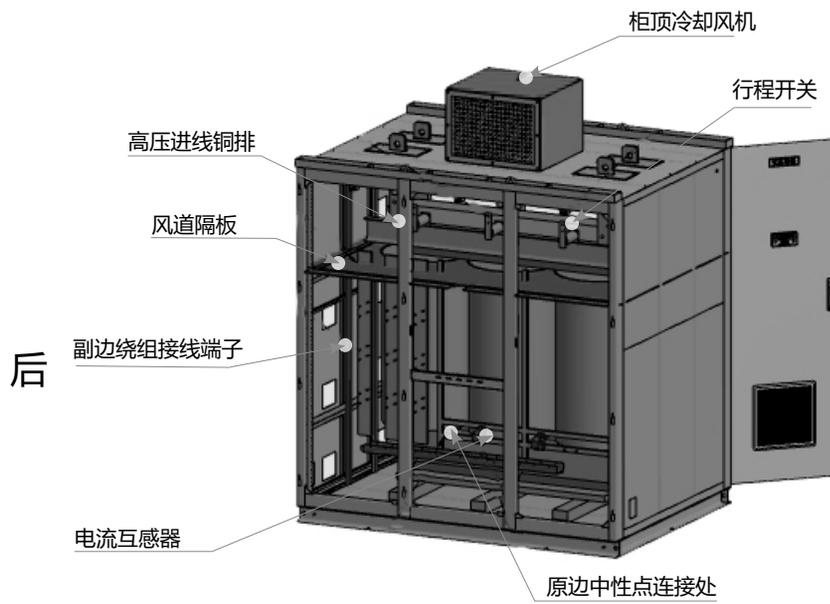
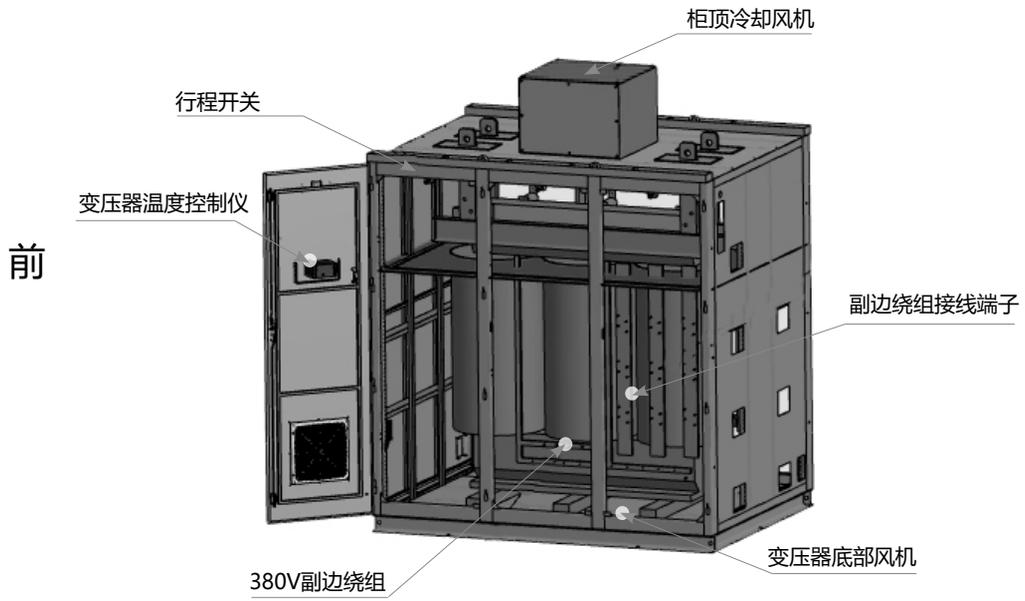


图3.15 典型变压器柜装配图

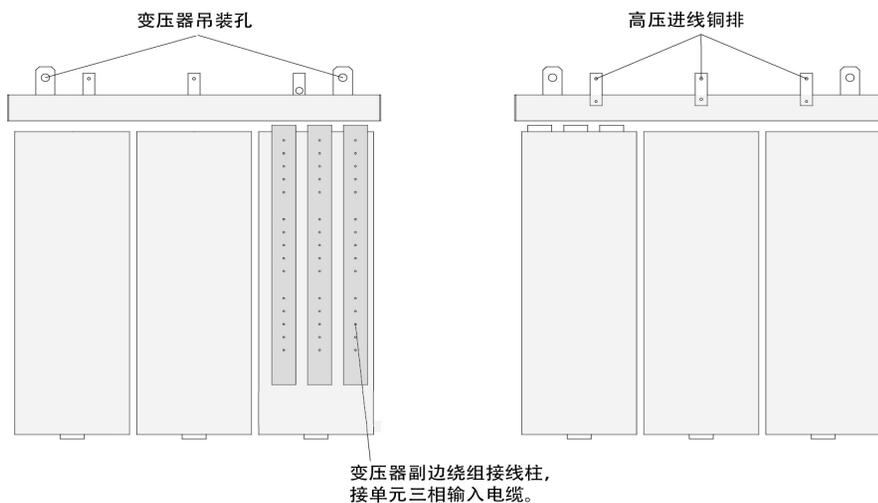


图3.16 变压器吊装孔示意图

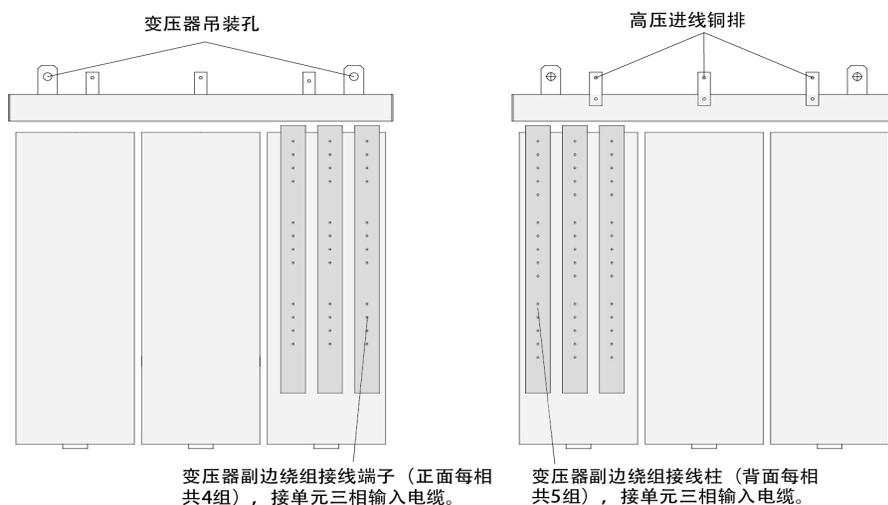


图3.17 变压器副边结构图

柜内主体是移相变压器，可为功率单元提供隔离的低压电源。基于散热考虑，柜顶部装有离心风机，同时变压器底部按需可配6台冷却风机，每个绕组的正面和背面各1个。温度控制仪安装于柜门，具有温度报警、过热保护及底部风机控制功能；柜门内侧装有行程开关，监控柜门状态。

变压器和底座用螺钉连接，便于运输和安装。整体吊装时，需使用变压器吊装孔吊装，如图3.16/3.17所示。请注意：柜体吊环仅用于吊装变压器柜体，不能用于带变压器整体吊装。

变频器的三相输入由底部（通过地沟）或侧面（通过地面）进入变压器柜，连接于变压器上部。

3.4.2 控制/单元柜

控制/单元柜(简称单元柜)内含控制系统、功率单元及其辅助部件。典型单元柜排布如下图所示，柜内主要包含以下部件：

- 控制器
- 功率单元
- 单元电压检测板
- 输出电压检测板
- 离心冷却风机
- 接口板
- 功率单元电阻板
- 控制变压器组件
- 一次接线室
- 除湿器（选配）
- 触摸屏
- 检测附件
- 输出电流霍尔元件
- 二次接线室
- UPS（选配）

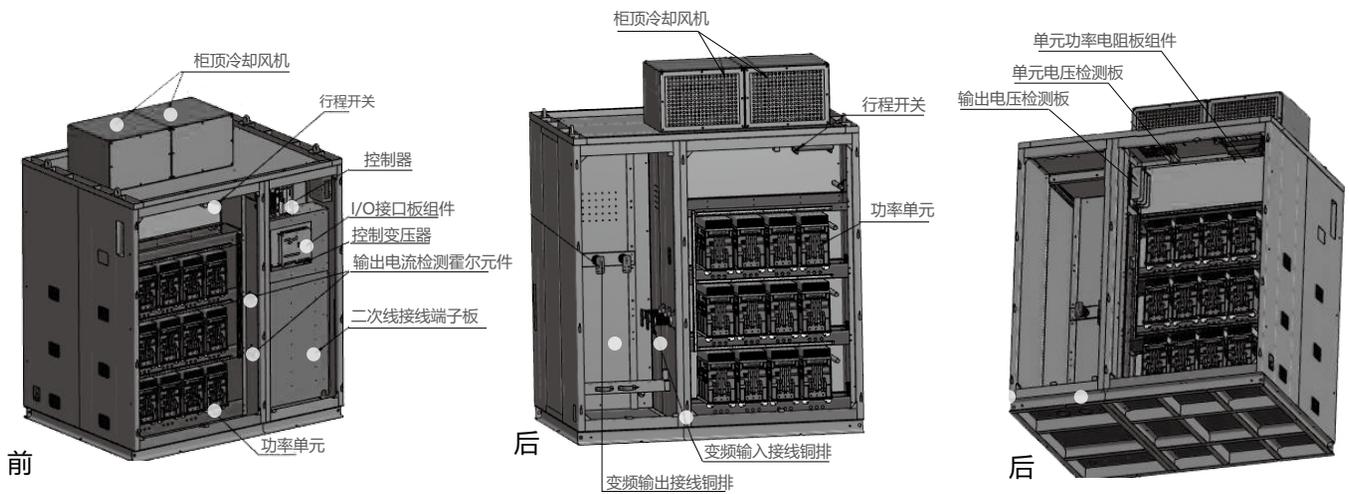


图3.18 典型单元柜排布图

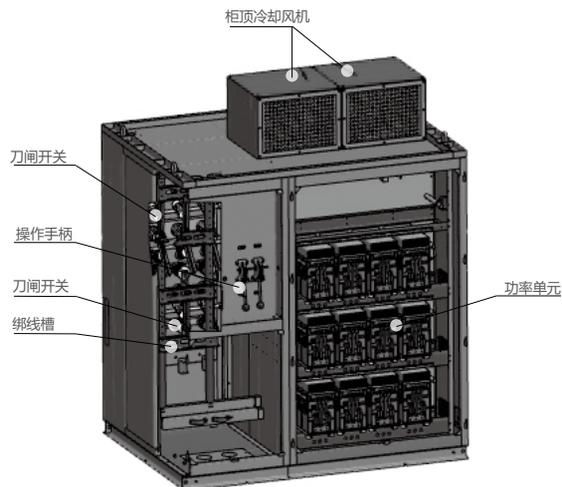


图3.19 带手动旁路柜外形图

● 6kV系列

6kV单元柜内功率单元从上到下分成三组，分别为A相、B相和C相。以每相5个串联单元为例，每相单元从右向左排列，如A相单元从右到左分别为A1、A2、A3、A4、A5。单元下端为三相输入电源，经快速熔断器连接至变压器二次侧输出，单元上端为单相输出，每组5个单元由铜排串联成一相。三相第一级单元的左桥臂短接，组成Y接中性点，第五级单元输出接变频器输出。

功率单元由两个M8螺钉与柜内导轨固定连接。单元柜后部为通风管道，冷空气通过前柜门过滤层，流经单元散热器，把功率单元内产生的热量带到后部通风管道，由柜顶离心风机排出。

柜门外装有过滤层，用于阻挡粉尘进入单元内部。柜门内侧装有行程开关，用于柜门连锁报警。控制系统安装在柜体后右面，从上到下依次为控制器和接口板。电源开关及用户接线端子排在背面的右侧，变频器输出端子排在变压器柜背面的左侧挡板内。

● 10kV系列

以单相8级单元串联为例，为了压缩柜体宽度，单元采用前后排列方式，如下图所示。每一相单元的前四级位于柜内正面，如A相从右到左排列分别为A1、A2、A3、A4。正面右侧为控制室，安装有控制器、电源、开关等。柜体背面装每一相剩余4个单元，同样从右往左排列，如A相分别为A5、A6、A7、A8。三相第一级单元的左桥臂短接，组成Y接中性点，第八级单元输出接变频器输出。结构配置与6kV系列相同。

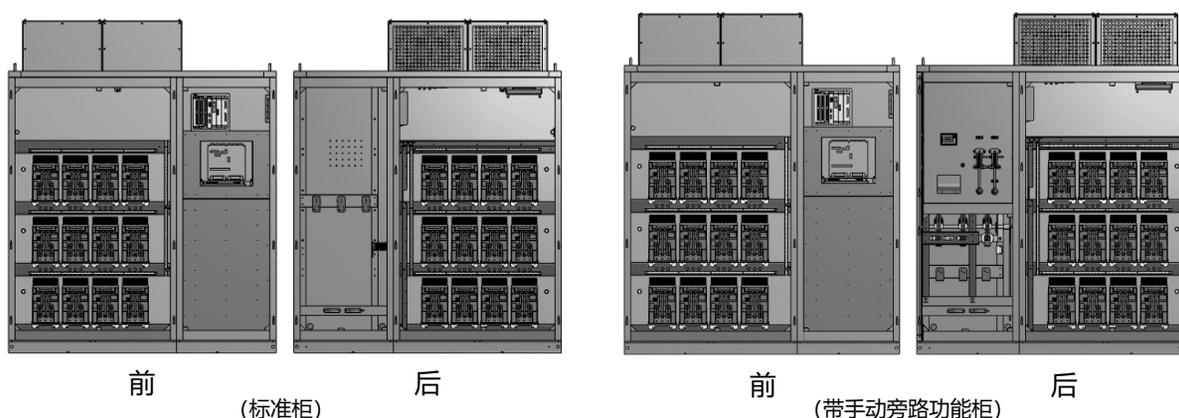


图3.20 10kV单元柜柜布置图

3.4.3 预充电箱

变频器功率单元容量过大（功率单元额定电流大于250A）时，配置预充电箱。预充电箱有两种工作模式：预充电与单元检测。

预充电模式：用于功率单元电容预充电。通过切换串入充电回路限流电阻个数，可分三级对功率单元进行充电。充电完成3.5秒后发出合闸允许信号（持续4.5秒），允许上级高压开关柜合闸。

单元检测模式：用于单元自检。充电过程与预充电模式相同，唯一区别为第三级充电会一直持续，直至用户按下高压分断按钮停止。

预充电箱安装在变频器内部，电阻的功率、阻值和数量与变频器的规格相匹配。预充电一次回路如图3.21所示：

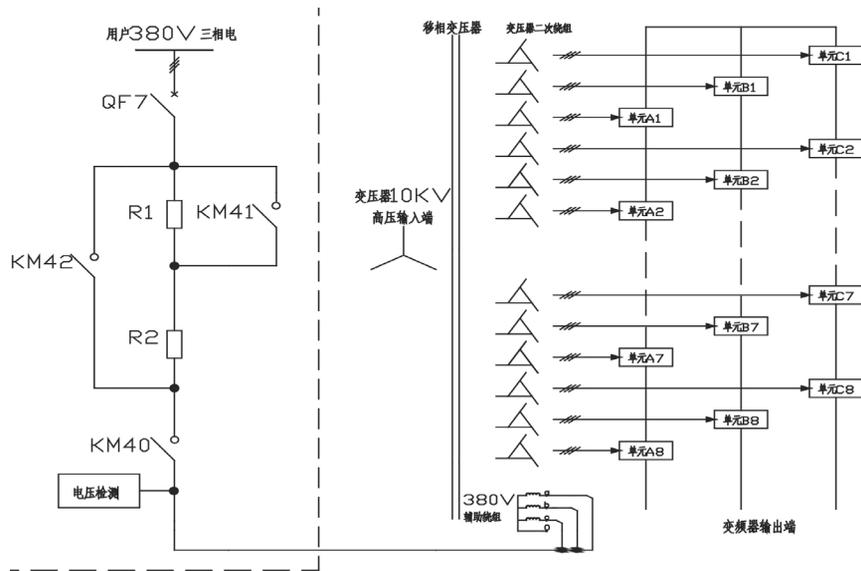


图3.21 预充电箱一次回路

预充电输入侧连接用户380V电源，输出侧连接移相变压器辅助绕组。预充电柜的输出电压随预充电电阻切换数量变化，变压器二次绕组将感应出相应的电压，对功率单元的直流电容进行充电。

备注：若要运行变频器，必须拆除输出室电机电缆。

3.4.4 启动柜(选配)

由于移相变压器的激磁涌流，大容量变频器上电会出现较大冲击电流。配置启动柜可抑制上电冲击电流，启动柜原理如下图所示。启动柜宽度为1.2米，安装在变频器左侧，电阻的功率、阻值、数量与变频器规格相匹配。

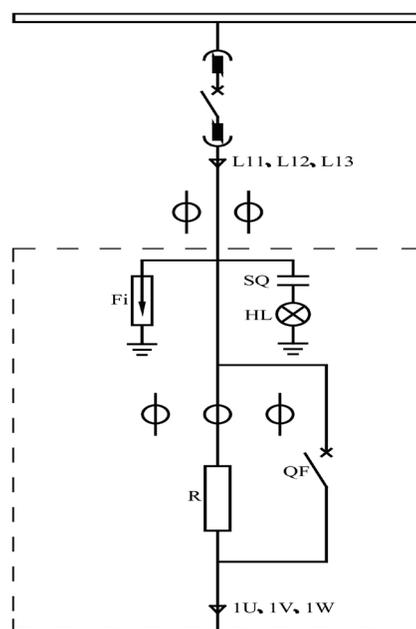


图 3.22 启动柜一次图

3.4.5 开关柜（选配）

实际应用中，往往需要开关柜与变频器配合使用。开关柜分为旁路柜和切换柜。

(1) 旁路柜

旁路柜能够在变频器故障时，将电机切换到工频电网运行，以保证系统连续生产。旁路柜分为手动旁路柜和自动旁路柜：手动旁路柜宽度为0.8米，配置时变频器与电源柜联锁；自动旁路柜宽度为1米，配置时变频器与旁路柜中进线接触器KM1联锁。

配置旁路柜时，用户侧一次电缆（电源进线和电机出线）通常由旁路柜底部进入，旁路柜与变频器之间的一次电缆采用软线布置于柜内。

当系统允许短暂停机时，可配置手动旁路柜，如图3.23所示。手动旁路柜内有三个刀闸（其中QS1与QS22电气互锁，QS21和QS22为双刀双掷的隔离开关），操作人员手动进行切换。

当系统不允许停机时，可配置自动旁路柜，如图3.24所示。自动旁路柜内有三个真空接触器（其中KM1与KM2为联锁关系，KM2和KM3为互锁关系），切换过程通过电气回路自动控制实现。为了变频器的维护方便，自动旁路柜通常带隔离刀闸，用来将变频器从高压电源中隔离出来。

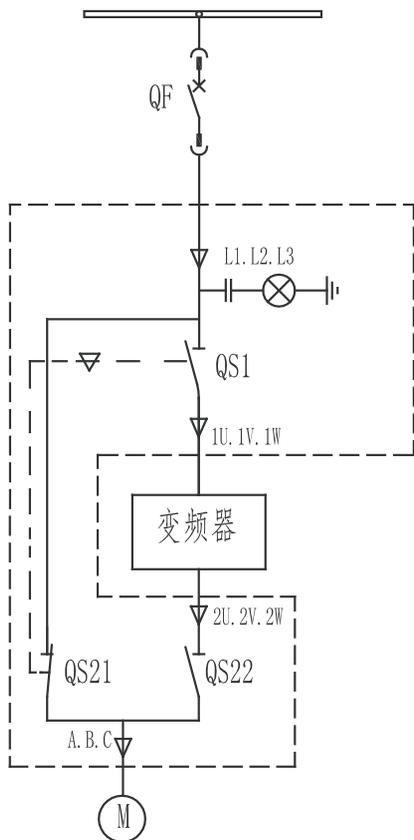


图3.23 手动旁路柜一次图

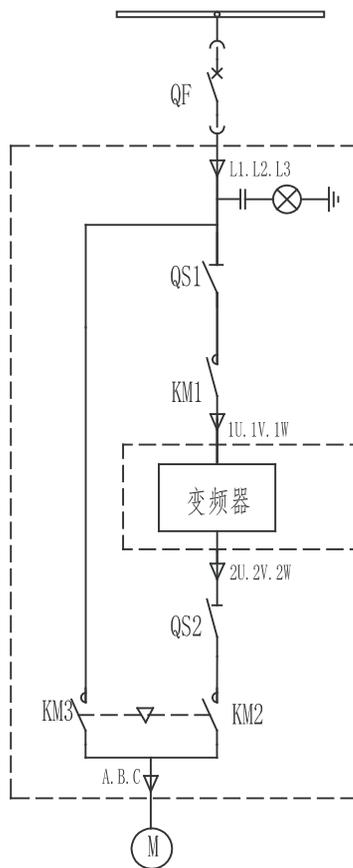


图3.24 自动旁路柜一次图

(2) 切换柜

切换柜适用于一台变频器拖两台电机的场合。当现场电机一用一备或两台电机工况相近时，可选用这种方案，提高变频器利用率。切换柜分为手动切换柜和自动切换柜。

手动切换柜原理如图3.25所示，QS1和QS2实现机械互锁，1QF与QS1、2QF与QS2实现电气互锁；自动切换柜中QS1与QS2无机械连锁，KM1与KM2、KM1与1QF、KM2与2QF实现电气互锁，如图3.26所示。

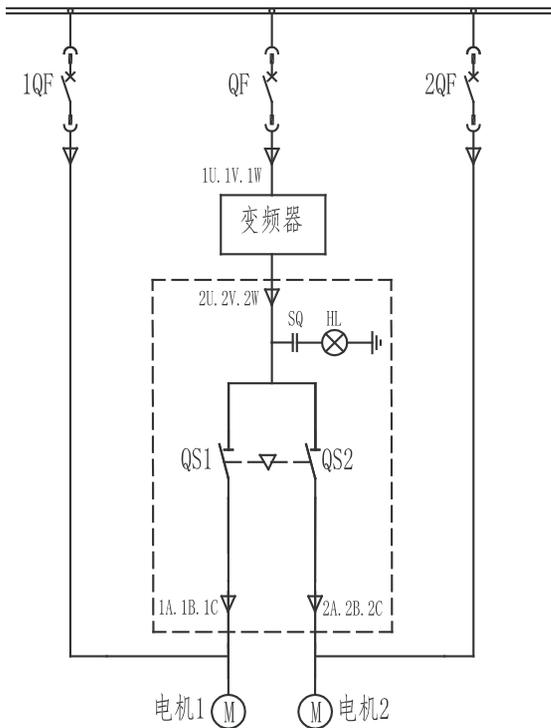


图3.25 手动切换柜一次图

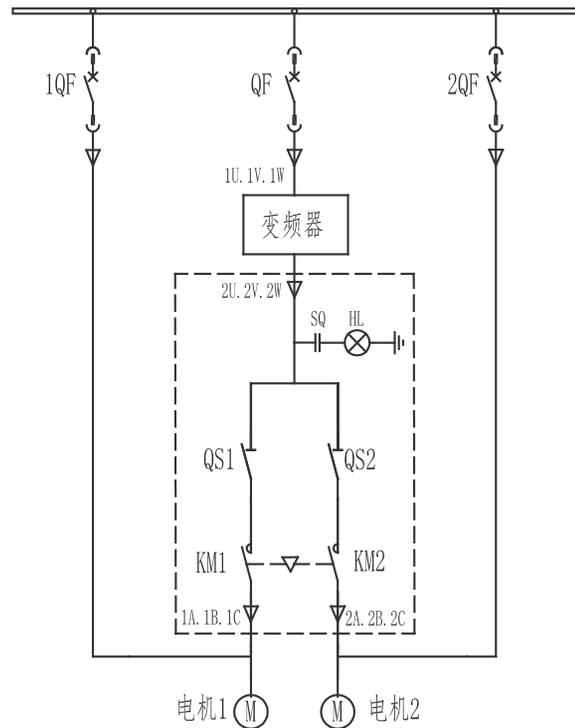


图3.26 自动切换柜一次图



注意!

变频器运行过程中，严禁变频器出线端接触器分闸，故选用自动旁路柜和自动切换柜，务必将变频器运行信号常闭接点串入KM1、KM2分闸回路，避免操作失误引起功率单元损坏。

3.5 电缆的选型

3.5.1 电力电缆的选型

功率电缆的选型必须严格按照以下要求选型

- 电缆载流量
- 电缆长度引起的压降
- 电缆制造厂家规范
- 电力行业规范
- 安装敷设方式
- 符合EMC规范



注意!

- 变频器与用户设备（高压电源柜、电机）之间的高压电缆建议采用有屏蔽作用的铠装电缆，以防止鼠害。
- 如果电缆屏蔽层的总截面积小于单相导体截面积的50%时，需要沿着电缆增加一根地线，以防止工厂接地网电势差造成屏蔽层过载。
- 接地电缆截面必须大于 16mm^2 。

3.5.2 控制、信号及通讯电缆选型

控制、信号及通讯电缆推荐截面及规格:

- 模拟量输入、输出电缆：选用整体屏蔽双绞线，截面 $1.5\text{mm}^2 \sim 2.5\text{mm}^2$
- 数字量输入、输出电缆：选用整体屏蔽双绞线，截面 $0.5 \sim 1.5\text{mm}^2$
- 通讯电缆：选用相关通讯规约要求的专业通讯电缆，或是整体屏蔽双绞线，截面 $0.5 \sim 1.5\text{mm}^2$



注意!

- 用于通讯、控制等的信号电缆应选择质量良好的单对双绞线电缆或多对双绞线电缆。
- 信号电缆和动力电缆应分开布线，使用不同电缆沟槽、桥架。如无法实现，则两类电缆间距应大于 30cm ，避免彼此并行敷设。
- 禁止电源线与信号电缆共用一根屏蔽电缆。
- 信号电缆应敷设在靠近拐角处和接地电位上，用以提高抗干扰性。
- 传输不同类别信号的导线必须交叉垂直布线。
- 要对不同的部件之间在干扰电位的地方，应通过敷设一条与控制电缆平行的电位均衡电缆，对地固定连接（电缆截面必须为 16mm^2 ）。
- 屏蔽层要在变频器侧单端接地；屏蔽层与接线端子连接时距离要尽可能短。

第四章

人机接口

4.1 触摸屏简介

触摸屏安装于变频器柜门正面，用户可通过触摸屏对变频器进行参数设定、状态观测及数据读取等操作，窗口菜单简要结构框图如下图所示：

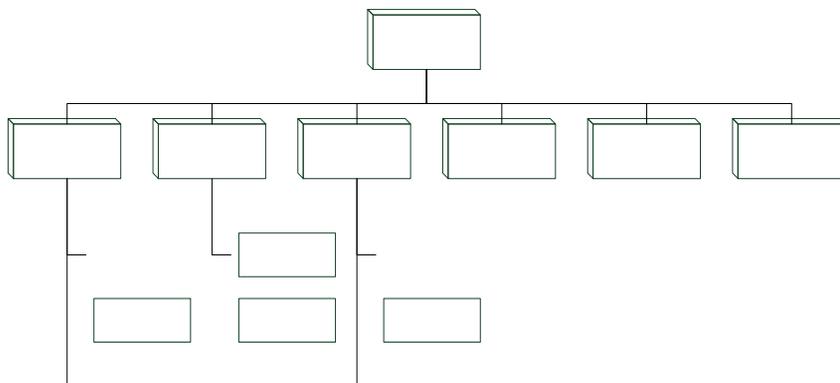


图4.1 窗口菜单结构框图

4.2 触摸屏操作与显示说明

4.2.1 监控界面

开机默认为监控界面，可划分为4个区域：信息显示区、状态指示区、故障信息显示区、窗口菜单选择区，如下图所示。



图4.2 监控界面

各区域说明如下表：

区域	说明
信息显示区	主显示区域，包含关键参数显示、变频器运行状态及变频器启停控制等
状态指示区	高压：变频器高压就绪时点亮（红色） 待机：系统待机时点亮（绿色） 运行：变频器运行时点亮（绿色） 故障：重故障发生时常亮（红色），有轻故障发生时闪烁（红色）
故障信息显示区	故障报警信息显示区域，重故障对应红色报警条，报警（轻故障）对应黄色报警条
窗口菜单选择区	通过点击各个窗口菜单按钮，切换信息显示区内容

表4-1 监控界面区域说明

4.2.2 趋势曲线

趋势曲线用于显示变频器的变量曲线，分为实时曲线和历史曲线，所有变量均为标么值。

实时曲线：实时显示变频器的运行频率、输出电流和输出电压等变量，数据按100ms/次进行采样，每屏可显示300s的变量波形，如下图所示。



图4.3 实时曲线

历史曲线：显示变频器最近30天内的变量曲线，超出部分将循环覆盖，曲线数据采集周期为5s，每屏可显示300s的变量波形，如图4.4所示。用户可通过“导出历史曲线”和“删除历史曲线”按钮对历史曲线进行存盘和删除操作。

如需查询某一时间段历史记录，可按以下两种方式进行：

- 直接调整箭头按钮定位；
- 点击 “⏮” ，设置定位时间，快速查询。

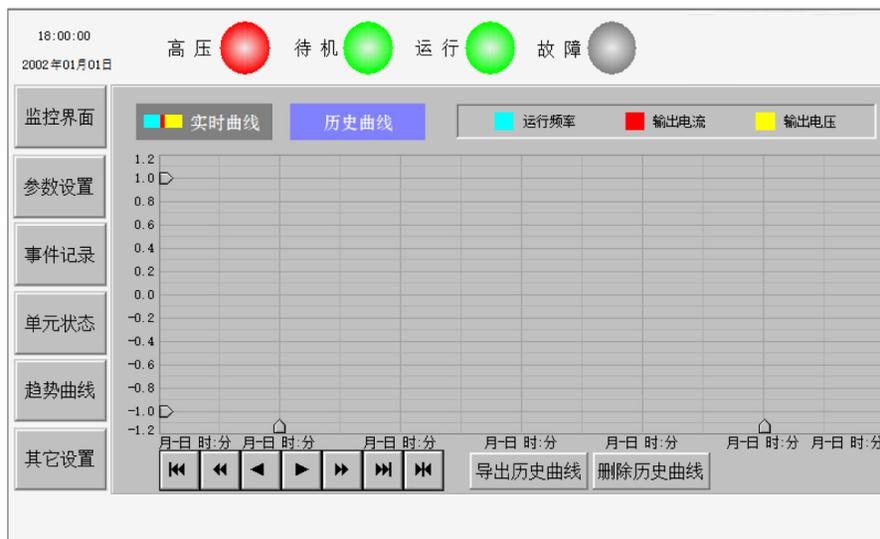


图4.4 历史曲线

4.2.3 参数设置

可设置参数分为三类：变频器参数、电机参数和功能参数，共5个页面，参数说明详见第5章。

首次进入“参数设置”需用户登录验证，如下图所示。

图4.5 参数设置登录窗口

系统默认用户为2个：工程师和操作员。用户密码及权限如下表所示。

用户名	级别	密码 (6位)	权限
工程师	高	456789	全部参数
操作员	低	123456(初始密码)	部分参数

表4-2 用户密码权限一览表



注意!

用户登录10分钟内若无操作，参数设置将自动加密。

用户登录成功后，可进行参数设定相关操作，如下图所示。



图4.6 参数设置界面

参数设置共3种操作：参数上传、参数下载和恢复出厂设置。功能按钮描述如下表所示：

功能按钮	说明
恢复出厂设置	所有参数恢复出厂设置
参数上传	将控制器中的参数值上传到PLC并传输至触摸屏
参数下载	将触摸屏的参数值传输至PLC并下载到控制器

表4-3 功能按钮说明

4.2.4 故障记录

故障记录界面记录了变频器发生的故障信息。

通过“设置”按钮，可快速定位历史故障信息，如下图所示。

通过“导出历史数据”和“删除历史数据”按钮，可对历史数据进行存盘和删除操作。

故障记录存盘溢出时，超出部分将循环覆盖。



图4.7 故障记录界面

4.2.5 单元状态

单元状态界面显示所有单元的实时状态，如下图所示。



The screenshot displays a control interface for unit status. At the top, it shows the time 22:41:50 and the date 2022年09月15日. Below this, there are four status indicators: 高压 (High Voltage), 待机 (Standby), 运行 (Running), and 故障 (Fault), each accompanied by a grey sphere icon. The main area contains a table with columns for phase units (A, B, C) and their states. A sidebar on the left provides navigation options: 监控界面 (Monitoring Interface), 参数设置 (Parameter Settings), 事件记录 (Event Log), 单元状态 (Unit Status - currently selected), 趋势曲线 (Trend Curve), and 其它设置 (Other Settings).

	A相单元	A相单元状态	B相单元	B相单元状态	C相单元	C相单元状态
监控界面	A1	正常	B1	正常	C1	正常
参数设置	A2	正常	B2	正常	C2	正常
事件记录	A3	正常	B3	正常	C3	正常
单元状态	A4	正常	B4	正常	C4	正常
趋势曲线						
其它设置						

图4.8 单元状态显示界面

第五章

参数说明

5.1 变频器与电机参数

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
1	启动频率	Hz	0	5.0	0.2

变频器初始输出频率，即变频器启动后开始运行的频率；启动频率设置过大，可能导致启动时变频器过流；启动频率不为零，可以保证启动时输出电机转矩；为使电机启动时充分建立磁通，需要启动频率保持一定时间。

异步机通用：如果启动频率不为零，并且实际输出电流大于电机空载电流，则开启降压功能；

异步机开环矢量：正常启动时，启动频率用于建立磁通时的运行频率。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
2	最高频率	Hz	0	80.0	50.0
3	最低频率	Hz	0	80.0	0

最高频率：变频器允许运行的最高频率（绝对值）；如变频器运行超过最高频率10%，且达到0.5秒，变频器报“系统超速”故障并停机。

最低频率：变频器连续运行的最低频率（绝对值）。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
4	变频器额定电压	V	380	15000	6000
5	变频器额定电流	A	30	3000	77
35	变频器额定输入电压	V	380	15000	6000
36	变频器额定输入电流(比例)		100	2000	200

上述参数按照变频器铭牌上的标识设定，或者变频器出厂设置，用户不需要修改。

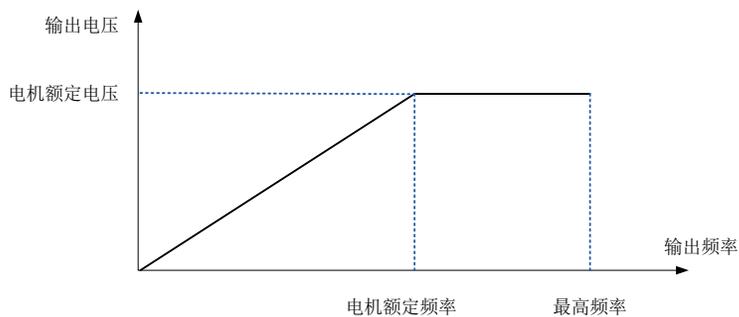
ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
6	电机限流系数	%	100	200	100

设定变频器输出的电流限制，以避免变频器输出过大的电流从而损坏电机。

100%对应电机的额定电流，例如电机额定电流为61A，电机限流系数为100%，则变频器最大输出电流为61A；电机限流系数等于120%，则变频器最大输出电流为73.2A。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
7	电机额定电压	V	380	15000	6000
8	电机额定电流	A	1	1600	77
9	电机额定频率	Hz	5	80	50
10	电机额定转速	rpm	10	3600	980
11	电机额定功率	kW	1	60000	1000

上述参数按照电机铭牌上的标识设定，其中电机额定频率与电机额定电压的关系图如下图所示：



注意!

如果电机额定电压设置小于电机铭牌，变频器降容运行；如果电机额定电压设置大于电机铭牌，则会导致电机过励磁运行，运行效率降低，温升提高。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
12	电机转动惯量	Kg.m ²	1	3000	30
14	电机空载电流	%	0	50	25
16	电机定子电阻	%	0	25	0.1
17	电机定子漏感	%	0	50	16

上述异步电机参数如果厂家提供，则输入相应数值；如果厂家未提供，可通过参数辨识得到。

异步机开环矢量：参数辨识1为电机静止辨识，电机与负载无需脱开，得到电机定子电阻与定子漏感；参数辨识2为动态辨识，要求变频器与负载脱开，即相当于空载状态，得到电机转动惯量与电机空载电流；电机定子电阻为标么值，与欧姆值换算关系如下：

$$R_s\% = 100 \times \sqrt{3} \times R_s(\Omega) \times \frac{\text{电机额定电流 (A)}}{\text{电机额定电压 (V)}} \%$$

异步机通用：电机空载或者轻载运行时，变频器输出功率因数较低，为避免变频器报过压保护，通常采用降压运行。当启动频率非零且实际输出电流小于电机空载电流时，变频器自动降低电压输出，最小限幅为电机额定电压的50%。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
15	主从频率差值	Hz	0	1.0	0.5
1-2	主从设置		0	1	0
1-3	主从模式		0	1	0

变频器主从控制场合，主从频率差用于平衡主从功率输出；柔性连接时，主从频率差最大允许值为1.0Hz；刚性连接时通常设置为零。

主从设置为0-主从无效时，变频器单机运行；1-主从有效时，变频器允许主从联动运行。

通过主从模式参数可任意设置某台变频器为主机，其它变频器为从机；如果将两台变频器设置为双机联动运行，则可将一台变频器设置为主机，另一台变频器设置为从机；不可将两台均设置为主机，或两台都设置为从机。

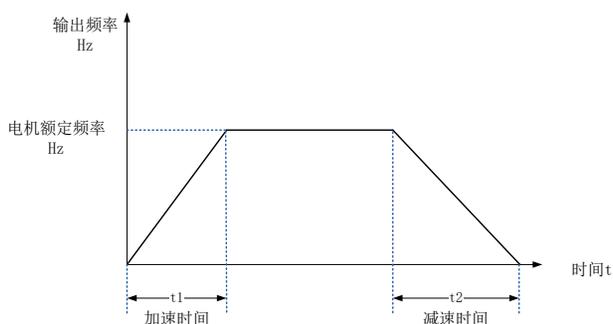
ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
19	磁通给定	pu	0.1	1.0	0.96

异步机开环矢量：电机磁通给定，默认值为0.96

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
20	加速时间	sec	5	6000	30
21	减速时间	sec	5	6000	50

加速时间指变频器从零速加速到电机额定频率所需的时间，见图中t1；

减速时间指变频器从电机额定频率减速到电机零速所需的时间，见图中t2。



注意!

现场加减速时间的设置需要考虑负载的实际工况，如果加速时间过短，易导致变频器过流；如果减速时间过短，易导致单元过压。

ID	描述	单位	最小值	最小值	最大值	默认值
22	转速比例系数		0.5		20	5
23	转速积分时间	sec	0.1		20	3.0

矢量控制：通过调节速度环的转速比例系数、转速积分时间，可以改善速度控制的动态响应特性。增加转速比例系数，减小转速积分时间，均可加快速度环的动态响应。但是转速比例系数过大、或者转速积分时间过小均可能引起系统震荡。建议调节方法如下：如果默认值不能满足要求，则在默认值的基础上微调，先增加比例系数，保证系统不震荡；然后减小积分时间，使系统既有较快的响应特性、超调又较小。

异步机通用：异步机通用属于开环控制，有时在个别低频段出现转速震荡，同时产生电机电流波动，影响系统运行于可靠性，通过调节转速比例系统可以有效避免震荡。注意此时转速比例系数在45Hz以下有效，调节时必须观察电机三相输出波形。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
24	磁通比例系数		0.5	20	5
25	磁通积分时间	s	0.1	20	2.0

用于矢量控制，通过调节磁通环的磁通比例系数、磁通积分时间，可以改善磁通控制的动态响应特性。

调节方法类似转速环。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
26	电流比例系数		0.1	20	0.6
27	电流积分时间	ms	0.1	50	10

矢量控制：通过调节电流比例系数、电流积分时间，可以改善电流环的动态响应特性。在实际使用中调节该值时需要仔细观察输出电流波形，参数设置不合适将会导致输出电路波形畸变。

VF控制主从方式：通过调节电流比例系数、电流积分时间调整主从机功率平衡的响应特性。参数不合适容易引起系统报过流故障。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
28	编码器脉冲数	p/r	512	65535	8192

用于矢量控制并且安装编码器的场合，注意编码器脉冲数必须严格与实际编码器对应。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
29	频率搜索电流	pu	0.1	1.0	0.4

异步机开环矢量：启动方式设置为转速启动、频率搜索方式设置为“正向搜索”、“负向搜索”或者“双向搜索”，该参数为频率搜索过程中的搜索电流，数值为相对电机额定电流的百分比。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
30	电机相序 0：反向，1：正向		0	1	1

用于同步机矢量并且安装编码器的场合，即变频器输出相序的选择，UVW为正序、UWV为负序。该参数一般不需要用户设置，通过同步机转子定位过程自动识别。电机相序设置错误将导致变频器无法正常启动。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
31	投切锁相角	度	0.5	5	5

用于带同步投切的变频器，通过设置投切锁相角调整同步投切的性能。

投切锁相角越小，电网电角度与变频器输出电角度锁相后差值越小，锁相越精确，但锁相难度加大，投切时冲击电流越小；

投切锁相角越大，电网电角度与变频器输出电角度锁相后差值越大，但锁相精确越差，锁相越容易，投切时冲击电流越大。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
32	变频器类型 1: 异步机通用 2: 异步机矢量 3: 同步机通用 4: 同步机矢量 5: 异步机开环矢量 6: 同步机开环矢量		1	6	1

通过设置变频器类型，可以改变变频器的控制方式。

对于对负载要求不高、或者一主多从的场合，如风机、水泵负载，通常选择异步机通用或者同步机通用；

对于高性能要求场合，通常选择开环矢量控制方式；对于高性能要求并且对低频性能要求较高场合，通常选择矢量控制方式，即闭环矢量或者有编码器矢量。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
33	瞬时停电时间	ms	0	1000	0

变频器类型为异步机通用或异步机开环矢量时，电网电压短暂跌落时，变频器保持正常运行允许的最长时间。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
34	单元级数		2	9	5

对应变频器实际单元级数，出厂时设置，一般无需用户更改。



注意!

该参数必须准确无误，否则可能引起严重后果!

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
37	死区补偿时间	us	0	20	1

用于补偿功率器件死区损耗，出厂时设置，一般无需用户更改。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
1-1	负载类型 0: 风机负载 1: 水泵负载		0	1	0

转速启动时，根据负载类型选择可调整建立励磁的时间，风机负载建立励磁时间大于水泵负载。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
1-4	单元旁路数 0: 无 1: 1个		0	1	0
3-3	旁路类型 0: 无旁路 1: 机械旁路 2: IGBT旁路		0	2	0

变频器旁路类型按照实际单元类型设置，默认为0-无旁路；带旁路功能的变频器按照实际单元类型选择，即机械旁路或者IGBT旁路，通常出厂时设置，无需用户更改；带机械旁路功能变频器，上电过程中变频器对接触器进行自检，自检通过后进入待机状态；如果接触器发生故障，变频器报“接触器故障”。

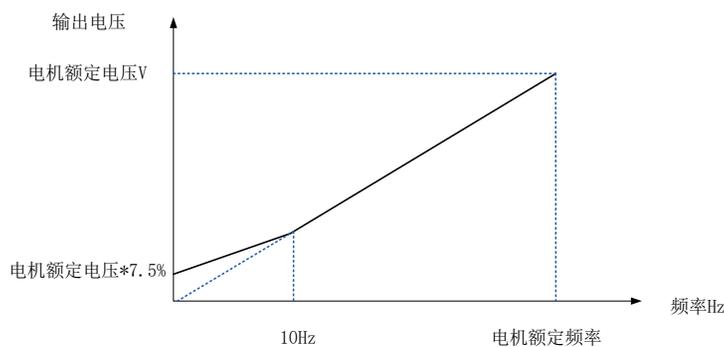
单元旁路数设置为0时，变频器无旁路功能；

设置为1时，单元旁路功能有效，运行过程中如果某个单元发生硬件故障，变频器将自动隔离该单元，通过中性点漂移功能保持变频器旁路运行；由于某个单元已发生故障，变频器电压输出能力降低，为保护变频器，此时变频器适当降频运行。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
1-5	转矩提升		0	15	0

转矩提升的目的是为了补偿低频运行时电机定子电阻上消耗的电压降，以提升电机的输出转矩。对于大转矩负载（如压缩机、渣浆机、皮带机等）运行工况，通过设置此参数，可以解决启动困难问题。转矩提升的幅度应根据负载情况适当设定，提升过多，在启动过程中将产生较大的电流冲击。

异步机通用：10Hz以下转矩提升有效，每1单位等于（电机额定电压*0.5%），当设置转矩提升为15时，对应VF曲线如下：



同步机通用：启动过程为直流定向、电流环运行至5Hz、切换到vf模式运行。通过转矩提升设置直流定向与电流环运行的电流标么值（启动电流标么值），启动电流标么值计算公式如下：

$$\text{启动电流 (pu)} = \text{转矩提升值} \times 0.1 \times \text{电机限流系数}$$

例如：转矩提升值=10，电机限流系数=100%，则启动电流（pu）=1.0；如电机额定电流=61A，此时启动电流=61A。

转矩提升值=5，电机限流系数=120%，则启动电流（pu）=0.6；如电机额定电流=61A，此时启动电流=36.6A。



注意！

同步机通用类型，如果转矩提升值设置过小，电机无法旋转时容易导致切换失败。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
1-6	启动方式 0: 正常启动 1: 转速启动 2: 参数辨识一 3: 参数辨识二		0	3	0

正常启动：变频器从启动频率开始运行，按加速时间曲线加速到目标频率；当变频器类型为同步机通用时，启动时先按高转矩方式输出，稳定运行至5Hz后切入VF模式；启动转矩可按照参数-转矩提升设置，每1单元等于电机限流系数的10%，即15对应电机限流系数的150%。

转速启动：变频器在电机旋转状态下启动，变频器先跟踪电机的转速，再按照跟踪到的电机频率启动，对于旋转中的电机可实现无电流冲击启动。适用于大惯量的负载瞬时停电再启动；

参数辨识一：变频器类型为异步机开环矢量，用于参数静态辨识；

参数辨识二：变频器类型为异步机开环矢量，用于参数动态辨识。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
1-7	频率搜索方式 0: 残压检测 1: 正向搜索 2: 负向搜索 3: 双向搜索		0	3	0

转速启动时变频器需要先跟踪电机的转速，默认为0-残压检测；

异步机开环矢量控制：可选择0-残压检测、1-正向搜索、2-负向搜索、3-双向搜索。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
1-8	控制状态 0: 调试模式 1: 正常模式		0	1	0

调试模式：变频器无高压状态，用于厂内调试；

正常模式：变频器上高压状态，用于实际现场。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
1-9	停机方式 0: 减速停机 1: 自由停机		0	1	0

减速停机：变频器接收到停机命令后按照减速时间曲线递减，减速到最低频率后封锁输出并待机；为避免减速过程报过压故障，减速过程中变频器自动判断单元电压，如果单元电压过高，变频器减速过程暂停，因此实际减速时间有可能大于设定的减速时间；

自由停机：变频器接收到停机命令后立即封锁输出，电机非受控惯性停机。

ID	描述	单位	最小值	最大值	默认值
2-1	过励磁频率	Hz	1	30	20
2-2	过励磁增益	%	0	30	0

在现场惯量较大的场合减速停机，特别是在低频段，由于变频器处于发电模式，输出功率接近于零，容易出现过压故障。为了解决上述问题，通过增加减速过励磁功能使电机处于过励磁状态，可以抑制母线电压持续上升，避免变频器报过压故障。励磁增益越大抑制效果越明显，但是过大容易导致输出电流太大，在实际使用过程中需要权衡使用。

过励磁频率:过励磁开始起作用频率，缺省值20Hz。

5.2 功能参数

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
1	恢复出厂	0: 禁止 1: 允许	0	否

该参数用于设定是否允许为出厂默认值，为1时“恢复出厂设置”按钮有效。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
2	模拟给定掉线	0: 禁止 1: 允许	1	否

是否允许给定掉线后给定频率维持原给定值，给定方式设置为模拟给定时有效；

允许：发生掉线后给定频率维持原给定值；如果进行复位操作，则给定频率变为最低频率；

禁止：发生掉线后给定频率变为最低频率。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
3	高压失电速断	0: 禁止 1: 允许	0	否

发生高压失电时，该参数设置为允许，变频器会报高压失电；

设置为禁止，变频器则会待机，状态不报重故障，显示高压就绪，运行时报高压失电（取决设置屏蔽延时时间）。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
4	高压失电自启动	0: 禁止 1: 允许	0	否

高压失电时间在失电屏蔽延时以内（小于等于），允许/禁止变频器自动恢复到失电前的运行状态；

失电前系统状态为正在运行，高压失电速断为禁止，且启动方式为转速启动时有效。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
5	变频器反转	0: 禁止 1: 允许	0	否

需要进行电机反转运行时，需将触摸屏功能项“变频器反转”设置为允许。根据频率给定方式的不同，反转操作步骤也不同，流程如图5.21所示：

- 本地给定或上位给定：操作触摸屏或上位机，将频率设定为负值，变频器即可反转运行。如果控制方式设置为远程控制、远程启停方式设置为电平方式，通过接口板电平正启停信号进行启停控制。

- 模拟给定或开关给定：将控制方式设置为远程控制、远程启停方式设置为电平方式，通过接口板电平反启停信号端子，控制电机反转启动和停机。

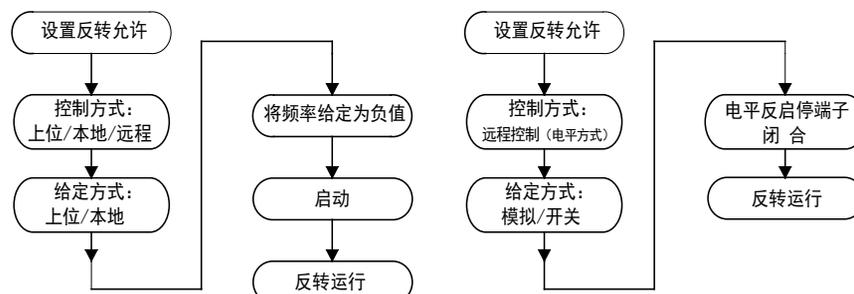


图5.21 反转运行流程图

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
6	工频投切方向	0: 上切 1: 下切	0	是

上切，即工频投切是指将电机从变频驱动运行状态切换到电网运行状态，然后将电机与变频器分离；

下切，即工频投切是指将电网运行状态的电机从电网分离，然后切换到变频驱动运行状态。



注意!

该功能需在“变频投切”参数设置为允许情况下有效。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
7	远程启停方式	0: 脉冲方式 1: 电平方式	0	否

对远程启停触发方式的设定，控制方式设置为远程控制时有效。

电平方式：PLC-XS1T-1、10端子定义为电平正启停；XS1T-1、9端子为电平反启停；

脉冲方式：PLC-XS1T-1、10端子定义为脉冲启动；XS1T-1、9端子为脉冲停机。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
8	模拟输出1	0: 输出频率 1: 输出电流 2: 单元柜温 3: 励磁电流 4: 输出功率 5: 输出功率因数	0	否

对PLC-XS18T-11、M3端子自定义模拟输出信号内容的设定。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
9	模拟输出2	0: 输出频率 1: 输出电流 2: 单元柜温 3: 励磁电流 4: 输出功率 5: 输出功率因数	1	否

对PLC-XS18T~12、M4端子自定义模拟输出信号内容的设定。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
10	模拟反馈掉线	0: 禁止 1: 允许	1	否

是否允许给定掉线后给定参量维持原给定值，给定方式设置为模拟给定时有效。

允许：发生掉线后给定参量维持原给定值；

禁止：发生掉线后给定参量变为0。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
11	远程设控制方式	0: 禁止 1: 允许	0	否

是否允许远程设置变频器的控制方式。允许后，控制方式有2种模式：本地控制（接口板远程控制使能断开）和远程控制（接口板远程控制使能闭合）。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
12	开关给定选择	0: 三段速1: 七段速	0	是

当变频器给定方式为开关给定时，对开关给定档位的设置。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
13	风机控制	0: 停止 1: 启动	0	是

变频器内置风机启停的设置选择。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
14	轻故障上电	0: 禁止 1: 允许	0	是

当变频器发生轻故障时，是否允许变频器上高压电正常运行。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
15	变频投切	0: 允许 1: 禁止	1	是

是否允许实现“同步投切”功能，即电网工频运行与变频器调频运行之间的相互切换，详见6.1节。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
16	控制方式	0: 本地控制 1: 上位控制 2: 远程控制	0	是

对变频器启停控制方式的设定，有三种控制方式：

- 本地控制：通过触摸屏的监控界面上的按键控制变频器启停。
- 远程控制：利用远程控制信号，通过接口板远程电平（或脉冲）启停信号端子控制变频器启停。
- 上位控制：利用上位机软件，通过上位机通讯控制变频器启停。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
17	给定方式	0: 本地给定 1: 模拟给定 2: 开关给定 3: 上位给定	0	是

对变频器频率给定有四种给定方式：

- 本地给定：触摸屏功能参数界面的本地给定频率通过数值输入给定频率。
- 模拟给定：通过接口板模拟给定信号设置变频器频率。输入电流信号（4~20mA）可通过触摸屏参数“最小给定电流”和“最大给定电流”进行调节。在开环控制下，模拟给定信号对应0Hz~最高频率，在闭环控制下，模拟给定信号对应0%~100%。给定值与频率的对应关系如图5.22所示。
- 开关给定：通过接口板3档开关量信号（开关给定1~3）设置变频器给定频率，仅在开环运行下有效（闭环运行时无效）。当无开关闭合时，给定频率为最低频率；多档开关闭合时，给定频率为最高档的给定，给定值与频率的对应关系如图5.23所示。
- 上位给定：通过上位机通讯设置变频器给定频率（或给定参量）。

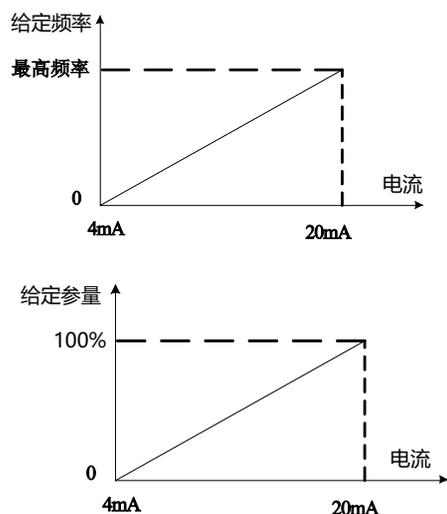


图5.22 模拟给定

模式选择	开关选择			频率给定		
	开关3#	开关2#	开关1#	频率f3	频率f2	频率f1
三段速	001			f1		
	010			f2		
	100			f3		
七段速	001			f1		
	010			$(2 * f1 + f2) / 3$		
	011			$(2 * f2 + f1) / 3$		
	100			f2		
	101			$(2 * f2 + f3) / 3$		
	110			$(2 * f3 + f2) / 3$		
111			f3			

图5.23 开关给定

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
18	运行方式	0: 开环运行 1: 闭环运行	0	是

变频器有两种运行方式:

- 开环运行: 变频器的运行频率由用户直接给定。
- 闭环运行: 变频器的运行频率由被控量 (如压力、温度) 的实际值与用户设定值调节生成。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
19	冷却方式	0: 风冷 1: 水冷	0	是

变频器柜温过高时, 对变频器散热方式的设置。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
20	电机参数组选择	0: 第一组 1: 第二组 3: 第三组 4: 第四组	0	否

变频器一拖多个电机时, 对电机参数的选择, 最多只能四组。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
21	通信模式	0: Modbus 1: Profibus-DP	0	否

变频器进行上位通信时, 可以选择0: Modbus或者1: Profibus-DP通信。



注意!

变频器只能做从站, 与现场主站之间进行总线通信。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
22	变频器Modbus地址	1~31	31	否

上位机与变频器进行Modbus通讯时分配给变频器的从站地址, 必须与上位机设置地址一致。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
23	波特率	0: 1200 1: 2400 2: 4800 3: 9600 4: 19200 5: 38400	3	是

变频器进行Modbus上位通讯时，对Modbus通讯波特率的选择设定，出厂默认为9600。

ID	参数名称	设定范围	单位	出厂值	运行中更改
24	给定频率分辨率	0.00~1.00	Hz	0.01	是

给定频率数值的分辨率，默认值为0.01Hz。

ID	参数名称	设定范围	单位	出厂值	运行中更改
25	跳转频率1L	0.00~80.00	Hz	51.00	是
26	跳转频率1U	0.00~80.00	Hz	51.00	是
27	跳转频率2L	0.00~80.00	Hz	51.00	是
28	跳转频率2U	0.00~80.00	Hz	51.00	是

跳转频率设置是为避开机械系统所固有的共振点，需设置的变频器频率跳转范围。跳转频率共有两个点，除非在加、减速过程中，否则当设置频率处于跳转频率区域内时，系统自动将运行频率调整到跳转频率的上限值。为确定跳转频率区域，每个跳转频率点均需设置两个参数，即上限频率U和下限频率L。在同一个跳转区域内，上限频率值必须大于下限频率值；如果有两个跳转频率点，则跳转频率2的设置必须大于跳转频率1，如图5.24所示：

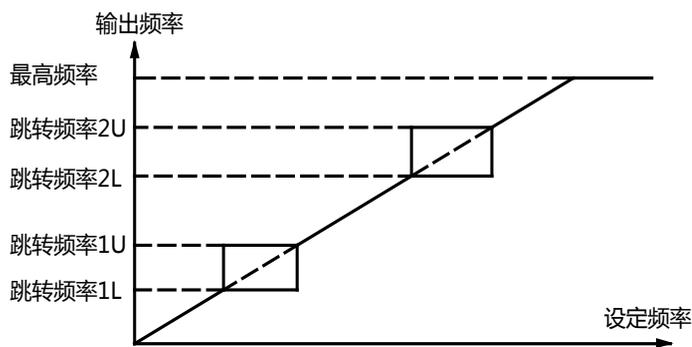


图5.24 跳转频率

ID	参数名称	设定范围	单位	出厂值	运行中更改
29	输入电压系数	50~200		100	是

输入电压值的校正系数。若测量的输入电压偏小于真实值，该值应调大，反之调小。

ID	参数名称	设定范围	单位	出厂值	运行中更改
30	最大给定电流	10.00~25.00	mA	20	是
31	最小给定电流	0.00~8.00	mA	4	是

模拟给定时，现场给定电流信号的最大值，对应最高频率（或闭环控制给定量的100%）；

现场给定电流信号的最小值，对应0Hz（或闭环控制给定量的0%）。

ID	参数名称	设定范围	单位	出厂值	运行中更改
32	开关给定1	0.00~80.00	Hz	10	是
33	开关给定2	0.00~80.00	Hz	20	是
34	开关给定3	0.00~80.00	Hz	30	是

开关给定时，速度1,速度2,速度3闭合时对应不同的给定频率值。

ID	参数名称	设定范围	单位	出厂值	运行中更改
35	失电屏蔽时间	1~100	S	1	否

当高压失电发生，屏蔽高压失电故障的延时时间设置为100s时，相当于无穷大（不限时）。

ID	参数名称	设定范围	单位	出厂值	运行中更改
36	最大反馈电流	10.00~25.00	mA	20	是
37	最小反馈电流	0.00~8.00	mA	4	是

模拟反馈时，现场反馈电流信号的最大值，对应反馈量的100%。

现场反馈电流信号的最小值，对应反馈量的0%。

ID	参数名称	设定范围	单位	出厂值	运行中更改
38	过程闭环比例系数	0.5~20.00		10	否
39	过程闭环积分时间	0.01~20.00	Min	10.00	否
40	过程闭环微分时间	0.00~20.00	Min	10.00	否

运行方式为闭环运行时，P控制比例系数，I控制积分时间，D控制微分时间的设置。

ID	参数名称	设定范围	单位	出厂值	运行中更改
41	定时除尘时间	15~3000	Day	0	是

通风滤网清洗设置为提醒，此参数有效。

ID	参数名称	设定范围	单位	出厂值	运行中更改
42	通风机停止时间	0~30	Min	0	是

变频器停止运行后，允许通风机继续运行进行柜体散热的时间。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
43	柜门轻重故障选择	0: 轻故障 1: 重故障	0	是

柜门故障时，报警类型可以设置为轻故障与重故障两种，轻故障不影响正常运行，重故障会导致直接停机。

ID	参数名称	设定范围	出厂值	运行中更改
44	通风滤网清洗	0: 不提醒 1: 提醒	0	是

通风滤网灰尘太多时，选择是否对通风滤网清洗设置报警提醒。

第六章

功能应用

本章围绕通用高压变频器的一些较复杂应用以及特色功能进行描述。

6.1 同步投切

使用同步投切技术，变频器可以被用于软启并控制多台电机。同步投切分为频工投切（上切）和工频投切（下切）两种操作。

频工投切是指将电机从变频驱动运行状态切换到电网运行状态，然后将电机与变频器分离。变频器在得到投切指令后，变频器检测输入侧的电网频率并将该频率作为输出速度指令来实现频率匹配。在输入和输出的频率匹配后，通过使用输入侧锁相环测得的电网相位信息以及输出侧锁相环测得的输出相位信息进行相位匹配。当变频器的输出电压频率、幅值、相位都与电网相符后，触摸屏显示锁相成功，可以进行投切。投切成功后，变频器输出接触器断开，变频器自由停机。为适应不同工况的现场，增加投切锁相角参数，范围为 0.5° 至 5° 。

工频投切是指将电网运行状态的电机从电网分离，然后切换到变频驱动运行状态。电机在工频运行时，变频器先空载运行并跟踪电网至锁相，并网后将电机从工频切出，投入变频运行。

注意!

在尝试同步投切之前，需要检查一下系统参数的设定是否合理且满足要求，必须禁止有可能会造成投切失败的命令或功能，比如速度曲线、速度限值、给定方式等可能会在同步投切期间改变变频器的输出频率，从而导致投切失败。

使用同步投切功能时，需要配备同步投切柜、电抗器柜、同步投切采样板，具体功能应用详见《同步投切柜使用手册》。

6.2 转速启动

当电机处于转动状态时，转速启动功能允许变频器测定电机速度，变频器输出与电机旋转频率相同频率的电压，使变频器启动时对电机冲击最小。

当【停机方式】设为自由停机，【启动方式】设为转速启动时，在启动之前变频器一直检测电机的转速，一旦接到启动命令，变频器立即输出该转速对应的频率，并在此基础上进行加减速，到达给定频率运行。

6.3 瞬时停电功能

现场实际运行中，电网经常会出现不稳定的情况。变频器检测到电网电压跌落时减速运行，此时相当于向电网侧充电。在【瞬时停电时间】以内，变频器正常运行；如果超过【瞬时停电时间】电网未恢复供电，此时状态切换参见6.4。

6.4 高压失电处理

当电网电压跌落超过【瞬时停电时间】时，此时的状态称高压失电。通过设置参数【高压失电速断】、【高压失电自启动】、【失电屏蔽延时】，用户可以选择发生高压失电时，变频器是否报重故障；以及恢复来电时，变频器是否自动运行。

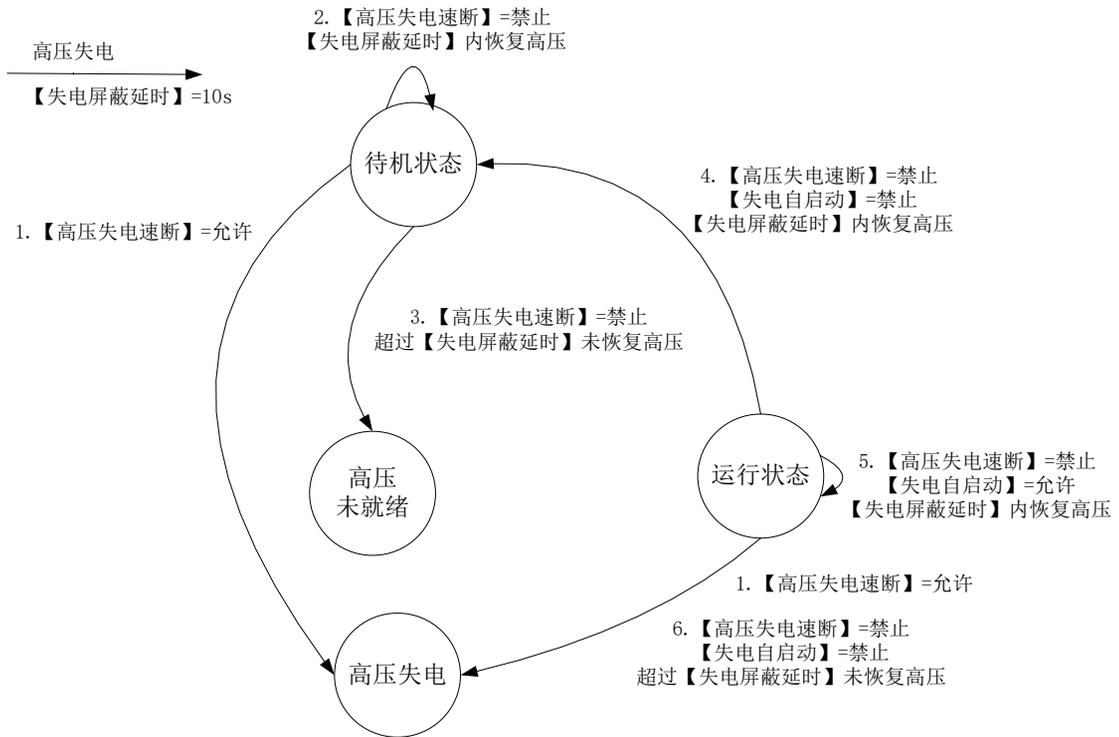


图6.1 高压失电状态机

高压失电状态机如上图所示，按照不同的参数设置，变频器状态如下表所示：

序号	高压失电前状态	参数	条件	结果
1	待机、运行	【高压失电速断】=允许		高压失电重故障
2	待机	【高压失电速断】=禁止	10秒内恢复高压	待机
3	待机	【高压失电速断】=禁止	10秒内未恢复高压	高压未就绪
4	运行	【高压失电速断】=禁止 【失电自启动】=禁止	10秒内恢复高压	待机
5	运行	【高压失电速断】=禁止 【失电自启动】=允许	10秒内恢复高压	运行
6	运行	【高压失电速断】=禁止 【失电自启动】=禁止	10秒内未恢复高压	高压失电重故障

表6-1 高压失电状态切换表

6.5 系统旁路功能(选用)

当变频器发生故障，不能保证电机正常运行时，而现场工况不允许停机发生，可选旁路柜实现系统旁路功能，将电机投入到工频电网运行。

旁路柜分为手动和自动两种。当系统可以短暂停机时，采用手动旁路柜，通过操作人员进行切换；当系统要求不允许停机时，在工况允许的情况下建议采用自动旁路柜，投切过程自动实现。电机工频运行后，可以将变频器从高压电源中隔离出来，便于变频器的维护和修理。

6.6 主从控制

主从控制为多传动应用工况设计，其系统由2个或者多个高压变频器共同驱动，同时电机轴通过联轴器、链条、齿轮或者传送带等装置耦合在一起。通过主从控制功能，可以将负载均匀地分配在各个电机之间。

当应用主从控制时，系统参数【主从设置】应设为有效，【主从模式】主机设置为主模式，从机设置为从模式。主机与从机之间通过光纤通讯。主机会实时将运行、转速、转矩等信息传至从机，从机将依据自身所测数据响应主机所传递的数据指令。

6.7 电机过载保护功能

为了防止电机长时间工作于重载过电流状态而损坏电机，HIVT高压变频器按照电机热过载模型来保护电机，具体电机过载反时限保护表达式如下：

$$\int_0^t \left[\left(\frac{I}{I_N} \right)^2 - 1 \right] dt \geq k$$

其中 I_N 为电机额定电流， I 为电机电流瞬时值， t 为反时限过流保护时间， k 为保护常数整定值。由表达式可知，当电机电流超过额定电流后，反时限保护功能将会被启动，电机电流越大，则保护动作时间越短。反时限保护示意图如下图所示：

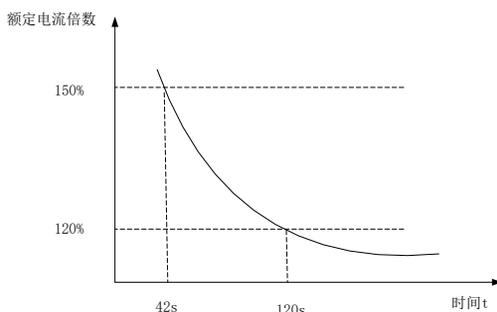


图6.2 反时限保护示意图

反时限保护是一个积分过程，电机过流倍数越大，则积分步长越大，变频器持续运行时间就越短。为了定量说明，假设变频器输出电流恒定在电机的某一过载倍数，变频器会持续运行相应的时间，直到报出相应故障。HIVT高压变频器的电机过载倍数与持续时间如表6-2所示：

过载倍数	持续时间 (秒)
110%	251
120%	120
130%	76
140%	55
150%	42
200%	18

表6-2电机过载倍数与持续时间对应表

6.8 变频器失速防止功能

如果变频器给定的加速或减速时间过短，变频器的输出频率变化远远超过电动机转速的变化，变频器将因过电流或过电压而跳闸，这种现象称作失速。为了防止失速，使电动机持续稳定运行，就要检测出电流和单元电压的大小以进行频率控制，适当抑制加减速速率。

当变频器在加减速过程中出现了较大电流，如果该电流超过了预置的过流调节点后(即加速电流的最大允许值)，变频器的输出频率将不再改变，暂缓加减速，待电流下降到过流恢复点以下后再继续加减速。如下图所示：

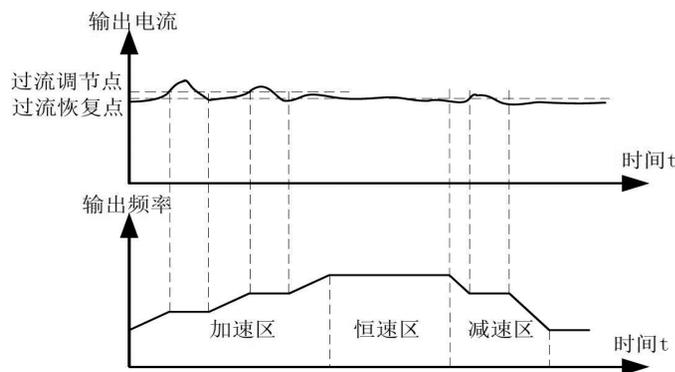


图6.3 过流调节示意图

变频器在减速运行时，如果负载惯性过大或减速时间过短，就会引起直流母线电压的上升，有可能导致单元过压保护动作。为了避免这种情况发生，变频器将实时检测单元母线电压，当其超过单元过压调节点后，停止减速过程，待单元母线电压低于过压调节点后，再继续减速运行如下图所示：

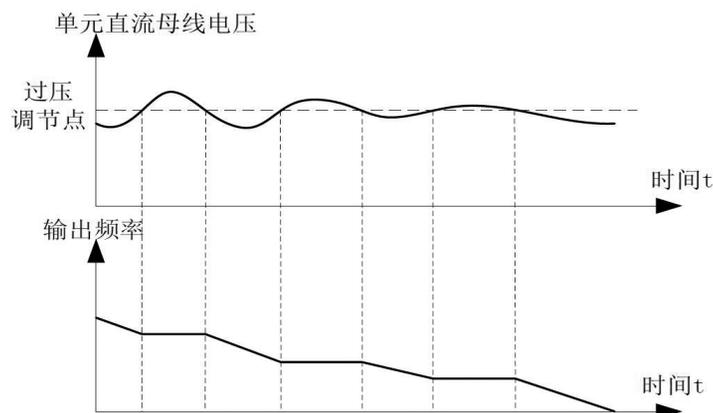


图6.4 过压调节示意图

6.9 机械旁路及中性点漂移

6.9.1 机械旁路

高压变频器每相单元都是串联的，当变频器的某一个或几个单元发生故障时，为了不导致客户现场完全停机，通常采用旁路运行的方式维持现场生产。

通用高压变频器机械旁路单元通过在输出端增加一个接触器实现旁路功能。当变频器检测到某单元发生故障时，立即封锁所有IGBT输出并同时发出旁路指令使相应的接触器闭合，从而将该单元从输出回路中分离出来，变频器重新启动，降额运行。

机械旁路几乎可以旁路任何故障类型，包括光纤故障，而不仅仅局限于功率半导体器件发生故障时保护变频器。

6.9.2 中性点漂移

将发生故障的单元旁路并不会影响变频器的电流输出能力，但是其电压输出能力将会下降。在传统同级旁路方式下，当某一个单元发生故障时，为了保持三相输出平衡，采取每相旁路一个单元的方式，因此电压输出能力大大下降。

通用高压变频器按照中性点漂移方式，当某一个单元发生故障时，仅旁路该单元，其它单元正常工作，使电压输出能力达到最大。

图6.5为5级高压变频器无旁路示意图，每相由5个功率单元级联而成，此时所有单元都正常，没有发生故障，因此A、B、C三相每相电压夹角互差 120° 。图中，以A相为例，A1指A相第一级单元，A2指A相第二级单元，以此类推。

当变频器A相1个单元发生故障被旁路后，只剩下4个单元正常工作，输出电压将变得不平衡，如图6.6所示。此时A相输出相电压明显减小，输出线电压也不再平衡。

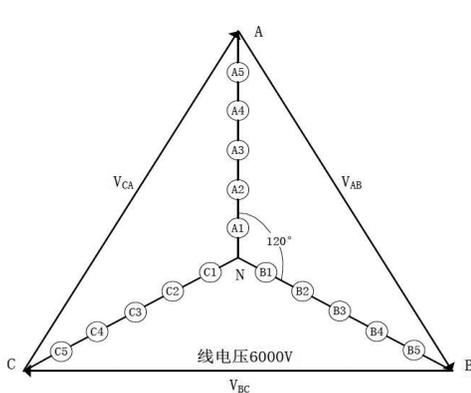


图6.5 5级变频器无旁路示意图

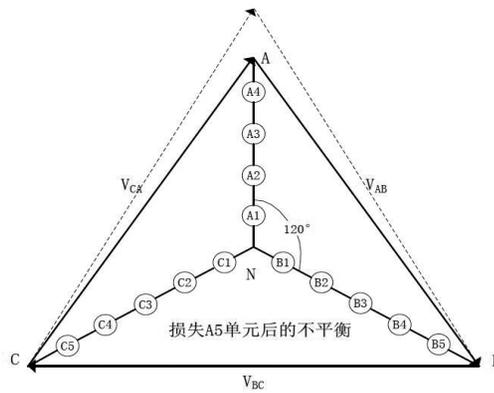


图6.6 A5单元旁路示意图

采用中性点漂移算法，如图6.7所示。这种方法的前提是单元的中性点是浮动的，而且不连接到电机的中性点，因此变频器输出电压的中性点能够偏离电机中性点。我们可以通过调整输出相电压的相位角来改变输出线电压的平衡性。因此虽然每相工作的单元个数不同，输出的相电压不平衡，但是可以得到平衡的线电压，电机可以正常运行。这种方法相当于在PWM调制时，在调制波形中注入不平衡的零序分量。图中14个单元还在正常工作，可提供相当于标称输出电压92.9%的输出电压。图中可以看出，输出相电压的相位角被适当调整，A相与B相(C相)的相位差为 126.4° ，并不是通常的 120° ，但正是这种相电压之间存在的相位差，产生了平衡的线电压输出。

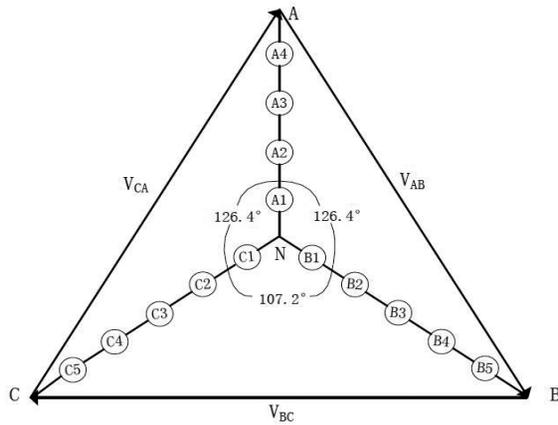


图6.7 中性点漂移输出示意图

6.10 异步机开环矢量

异步机开环矢量控制适用于大部分单台异步电机应用。在这种方式下，变频器根据实测电压电流，按照电机模型估算出滑差、磁通量、同步角等参数，实现磁通与速度闭环控制，可以提供接近于带编码矢量控制的性能。

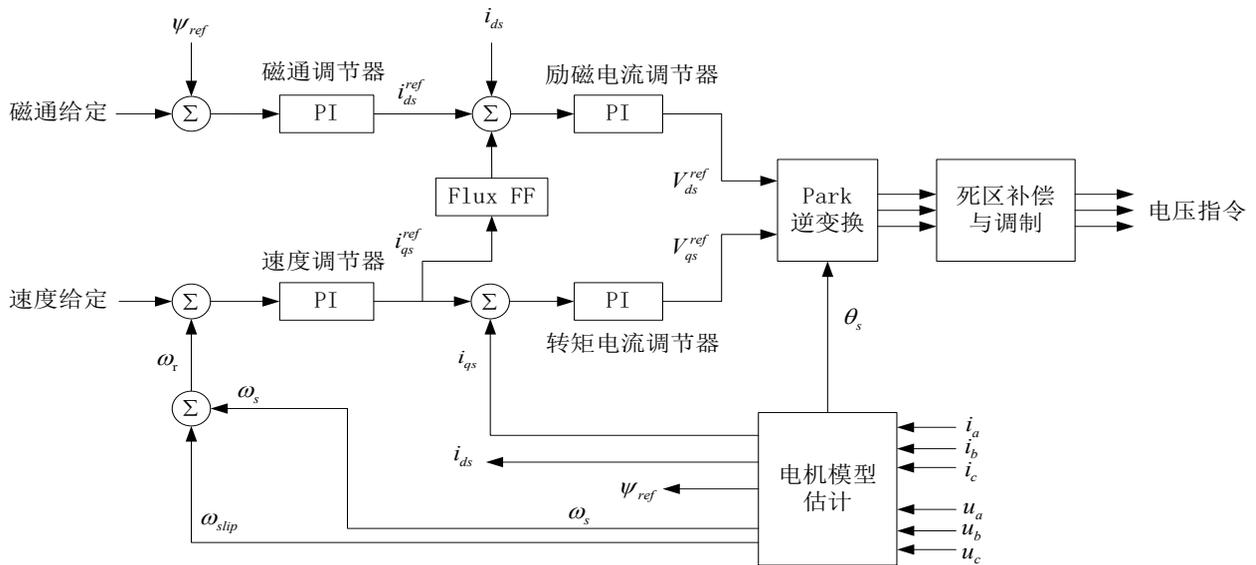


图6.8 异步机开环矢量控制框图

如图6.8所示，根据实测的定子电压 u_a 、 u_b 、 u_c ，定子电流 i_a 、 i_b 、 i_c 按照电机模型估算出磁通 ψ_{ref} ，同步速 ω_s ，同步电角度 θ_s 与滑差 ω_{slip} 。

定子电流 i_a 、 i_b 、 i_c 按照同步电角度 θ_s 坐标变换得到同步坐标系下磁通电流 i_{ds} ，力矩电流 i_{qs} 。

磁通调节器根据磁通给定与 ψ_{ref} 差值进行PI调节，生成励磁电流给定 i_{ds}^{ref} ，励磁电流调节器根据励磁电流给定 i_{ds}^{ref} 与磁通电流 i_{ds} 差值进行PI调节，生成d轴电压输出 V_{ds}^{ref} 。

速度调节器根据速度给定与实际转速 ω_s 差值进行PI调节，生成力矩电流给定 i_{qs}^{ref} ，转矩电流调节器根据转矩电流给定 i_{qs}^{ref} 与转矩电流 i_{qs} 差值进行PI调节，生成q轴电压输出 V_{qs}^{ref} 。

dq轴电压输出 V_{ds}^{ref} 、 V_{qs}^{ref} 按照同步角 θ_s 进行坐标变换与死区补偿调制得到电压输出指令。

第七章

运输、储存与安装

7.1 运输及储存要求

通用高压变频器可以通过汽车、火车、轮船等交通工具运输。此外，变频器应存放在空气流通、温度在 $-25^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$ ，空气的最大相对湿度不超过95%的室内；存放期间应避免阳光直射，防止水浸、雨淋和腐蚀等情况发生。



注意!

- 通用高压变频器在运输过程中严禁雨淋、暴晒，严禁剧烈震动、撞击和倒放。
- 选择运输工具及路径时，请考虑运输过程中是否有限高等因素的存在。
- 汽车等运输工具承重能力应大于通用高压变频器实际重量。

7.2 验货

通用高压变频器完整的验收程序如下：

- 确认变频器外包装是否完好；
- 拆开包装后确认变频器外观是否有损坏；
- 核对发货清单，确认设备齐全、规格型号正确。



注意!

变频器如有损坏、损伤，请拒绝签收，并立即与北京申特创新科技有限公司联系确认！

7.3 吊卸

通用高压变频器在卸货和安装就位时，可用如下3种方式进行搬运：

吊车

- 手拉葫芦
- 滚轮

在使用吊车或是手拉葫芦时，要确认：

- 承重在吊车或手拉葫芦的允许范围内；
- 钢丝绳必须足够长，绳子的强度必须能支撑设备的重量；
- 禁止钢丝绳直接穿过起吊孔，必须使用带有安全吊钩的钢丝绳。

滚轮适用空间狭小而没有上述设备的场合：使用时将滚轮并排放置在地板上，将柜子放在上面；配合撬棍，循环移动滚轮，搬运就位。

⚠ 注意!

- 在使用吊车、手拉葫芦、滚轮搬运时，要避免损伤柜子的表面；吊绳不得碰到风机。
- 吊装任一柜体时，必须同时使用4个吊环。
- 在吊装单元柜时，为了防止柜体变形，吊绳与柜体之间的夹角不得小于 60° 。
- 吊装变压器柜时，除包装标识和图纸位置做特殊说明外，都应吊装变压器自身的扁钢部分，不能吊装变压器柜本体（见图7.1）。若变压器柜顶安装有多台风机，则吊装变压器时还必须拆除风机，吊装后需按原样恢复。
- 在变压器柜内操作时一定要小心谨慎，严禁用硬物触碰变压器线圈，严防异物落入变压器内。同时，吊装变压器时，吊装角度要考虑柜顶盖板和风机的位置，不能使风机或盖板受力变形。
- 柜体需安放在平整地面，变频器的金属外壳可能变形，使得门发生错位，无法正常开关。
- 柜体在吊装卸运时严禁人员站在起吊设备下方；起吊过程中柜体发生倾斜时，严禁人力尝试校正。

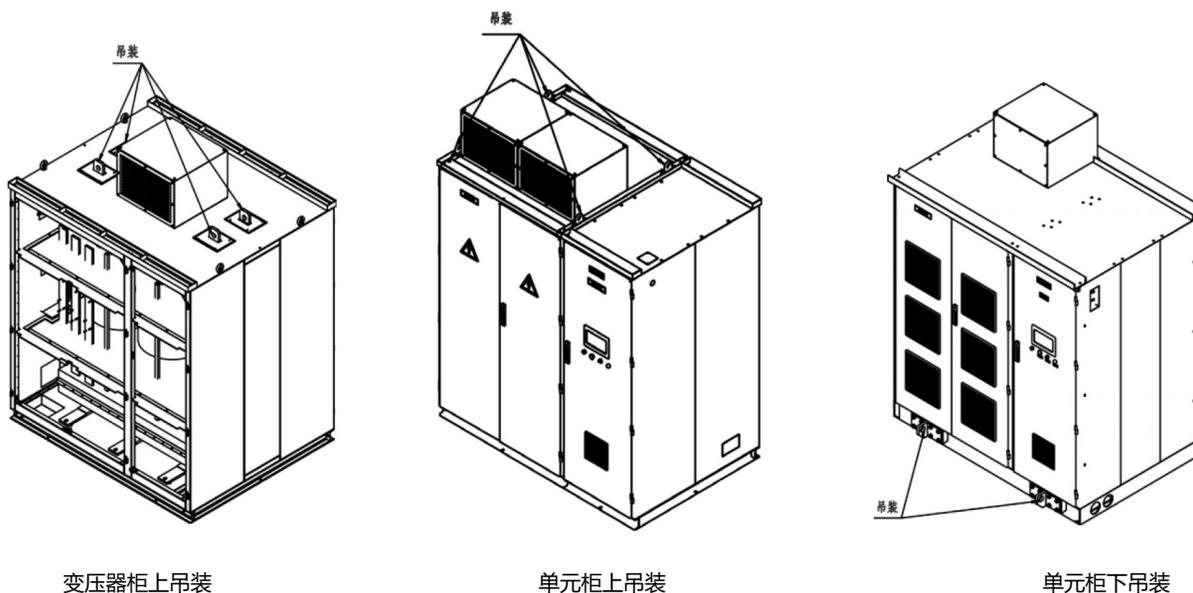


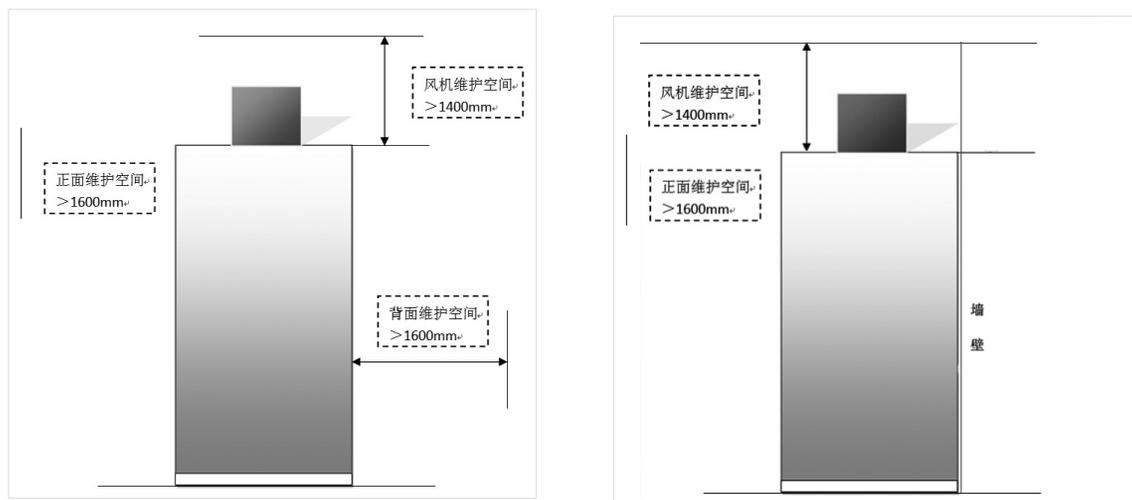
图7.1 柜体吊装示意图

7.4 安装、就位

为了使通用高压变频器能够长期稳定、可靠运行，对变频器安装环境作如下要求：

- 设备应安装在无腐蚀性气体、易燃性气体、导电粉尘、滴水、盐分、油烟的室内。
- 环境温度应在 $-5^\circ\text{C} \sim 45^\circ\text{C}$ 的范围内，如环境超过允许值，应安装安全可靠的温度调节装置。
- 设备现场应具备防止蛇、鼠等小动物侵入的防护措施，要严格避免因此类动物侵入造成的设备损坏。

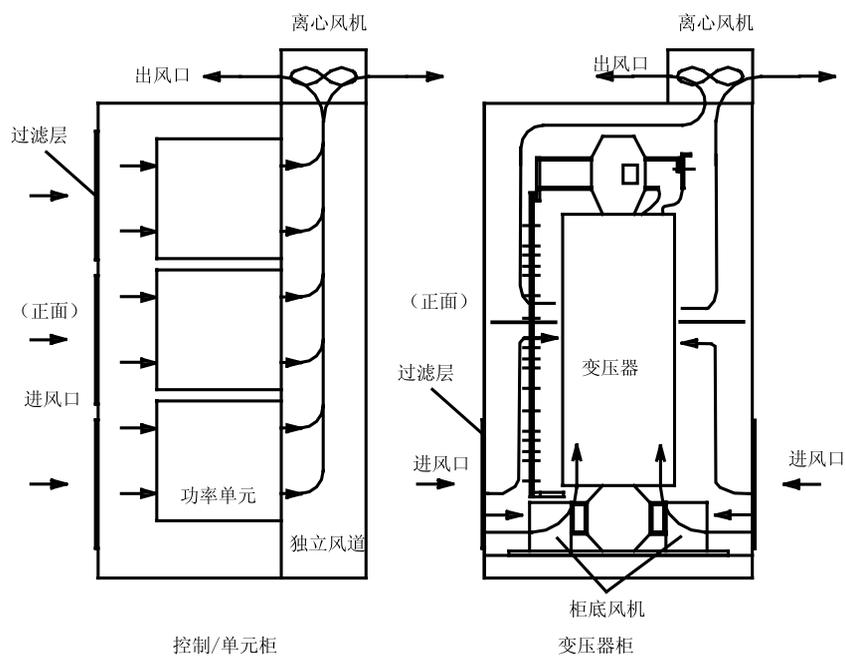
为保证冷却风路的畅通（冷却风路见图7.3及7.4），以及操作维护的方便，安装时必须给变频器留出一定的空间：如图7.2所示：



双面操作空间

单面操作空间

图7.2 柜体摆放空间



控制/单元柜

变压器柜

图7.3 6kV通用变频冷却风路图

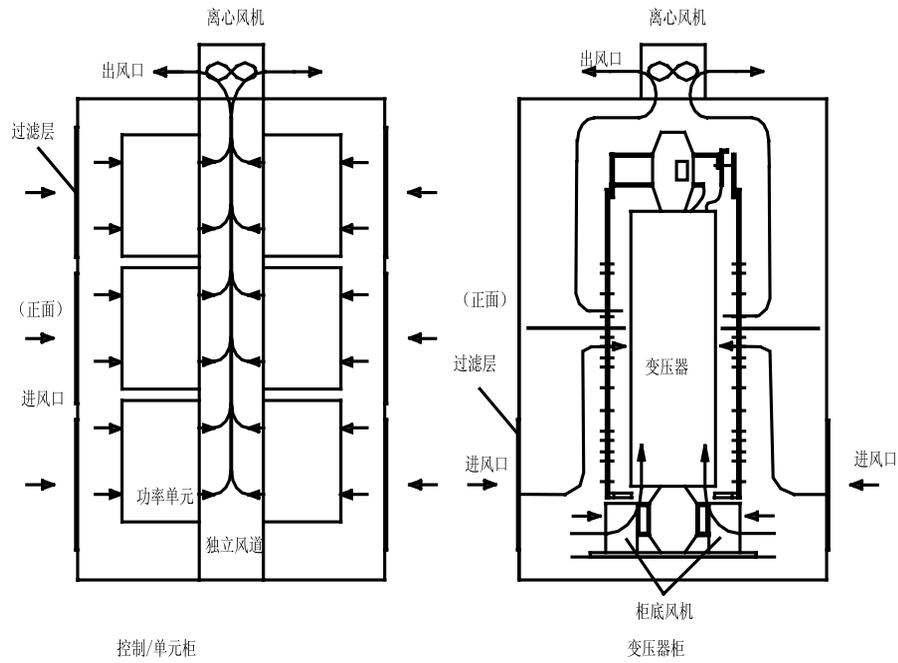


图7.4 10kV通用变频冷却风路图

对于环境温度高或是通风不畅的场合，必须增加循环风机或是对应制冷能力的工业空调。为了进一步降低变频器环境温度，用户可以安装集中通风风道，将热空气经过离心风机，直接通过风道引至室外。柜外集中风道直接与柜顶冷却风机连接，如图图7.5所示。

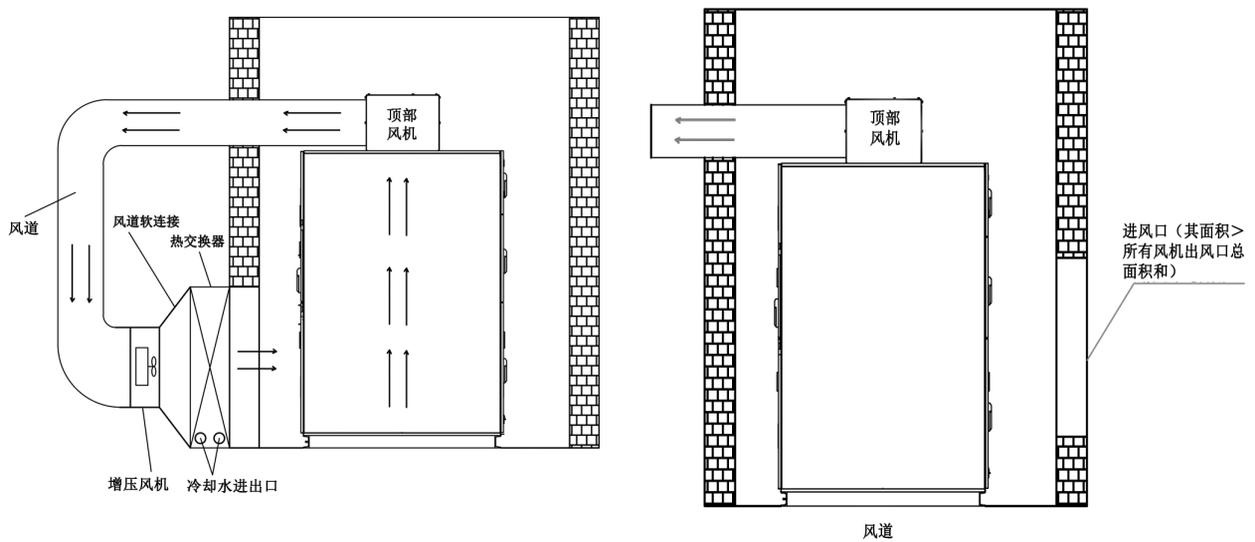


图7.5 空水冷图

为了布线的安全和方便，变频器柜体推荐安装在电缆沟上，如图7.6所示。电缆沟上的变频器底座通常可选用10#槽钢；当变频器功率大于等于1600kW时，可选用16#槽钢；4000kW以上，可选用18#工字钢。安装完成后，变压器柜和单元柜从正面看由左至右排列整齐。柜体安装就位后，应将所有柜体与底座槽钢点焊固定，并将变频器用多芯铜电缆（ 35mm^2 以上）与用户接地点可靠连接，接地电阻不得大于 4Ω 。

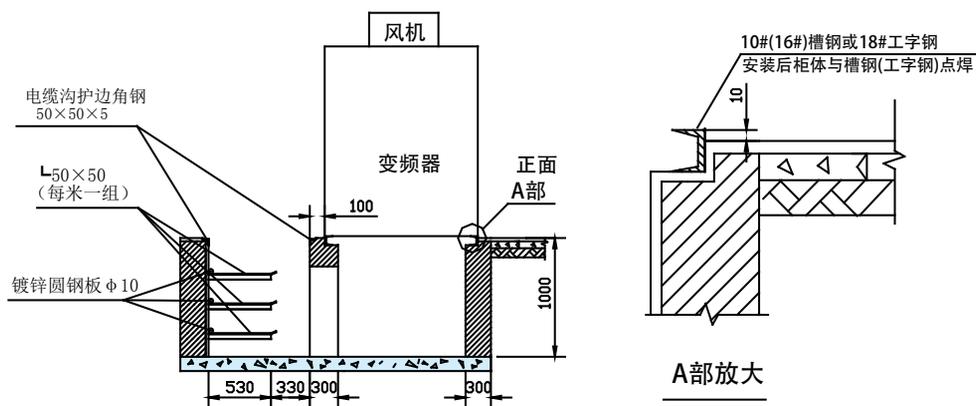


图7.6 电缆沟

在工业现场，根据工况需求可能选配一些辅助开关柜，如用于电机在变频与工频之间切换的一拖一旁路柜，用于变频输出在两台电机之间切换的一拖二切换柜，用于限制大容量变频器上电电流的启动柜等等。选配有这些辅助柜时，具体安装位置依照技术协议执行。

第八章

故障处理与维护

通用高压变频器具有完善的故障监测和保护功能。故障分为轻故障和重故障两类，轻故障：仅发出报警，系统可以正常上电、启动及运行；重故障：系统立即切断高压电源，保存故障信息，并将系统状态锁存。

用户在寻求服务之前，可以先按照故障名称，根据本节提示进行自查，分析故障原因，找出解决方法。寻求服务时，与您所购变频器的代理商或直接与北京申特创新科技有限公司联系。

8.1 轻故障与报警

轻故障时，系统发出报警信号（系统对轻故障不作记忆处理，仅做故障指示），故障指示灯闪烁，故障消失后报警自动取消。当变频器运行中出现轻故障报警，系统不停机；当变频器上高压前出现轻故障，可通过触摸屏的轻故障上电选项设定：选择允许时，变频器上端电源柜可以合闸；选择禁止时，变频器上端电源柜禁止投入。

轻故障包括：

- 变压器柜门轻故障
- 单元柜门报警
- 励磁差值过大
- 风机故障报警
- 模拟给定掉线
- 水冷故障
- 风机故障
- 单元旁路
- 请清洗通风滤网
- 风机失电
- 电机过载
- 变压器换热器漏水
- 变压器过热报警
- 触摸屏未通讯
- 单元柜过热报警

8.2 重故障与报警

重故障报警分为系统重故障和单元重故障。重故障报警时，系统发出报警信号和故障指示，同时给出高压分断指令（变频器进线高压电源将自动分断）。并且，对故障指示、高压分断指令作记忆处理——即便故障消失，故障指示、高压分断指令依然保持。待故障排除并对系统复位后，变频器恢复到高压不就绪状态。

系统发生下列故障时,按照重故障处理：

- 外部故障
- 高压失电
- 调试状态禁止上高压
- 变压器过热
- 接口板故障
- 控制器使能断线
- 电机过流
- 系统超速
- 变压器柜门重故障
- 柜温过热
- 主控板故障
- 单元柜门重故障
- 单元故障
- 参数设置错误
- 主控版本错误
- 变频器过流
- 接口板未就绪
- 过压故障
- 输出不平衡
- 输出对地短路
- 输入不平衡
- 输入对地短路
- 接触器故障
- 励磁故障

8.3 常见问题的处理

变频器故障后，在触摸屏上有明确显示。用户可以根据触摸屏显示的故障信息，分别采取相应的处理措施。

8.3.1 变频器跳闸分析

请参照图8.1分析跳闸原因。

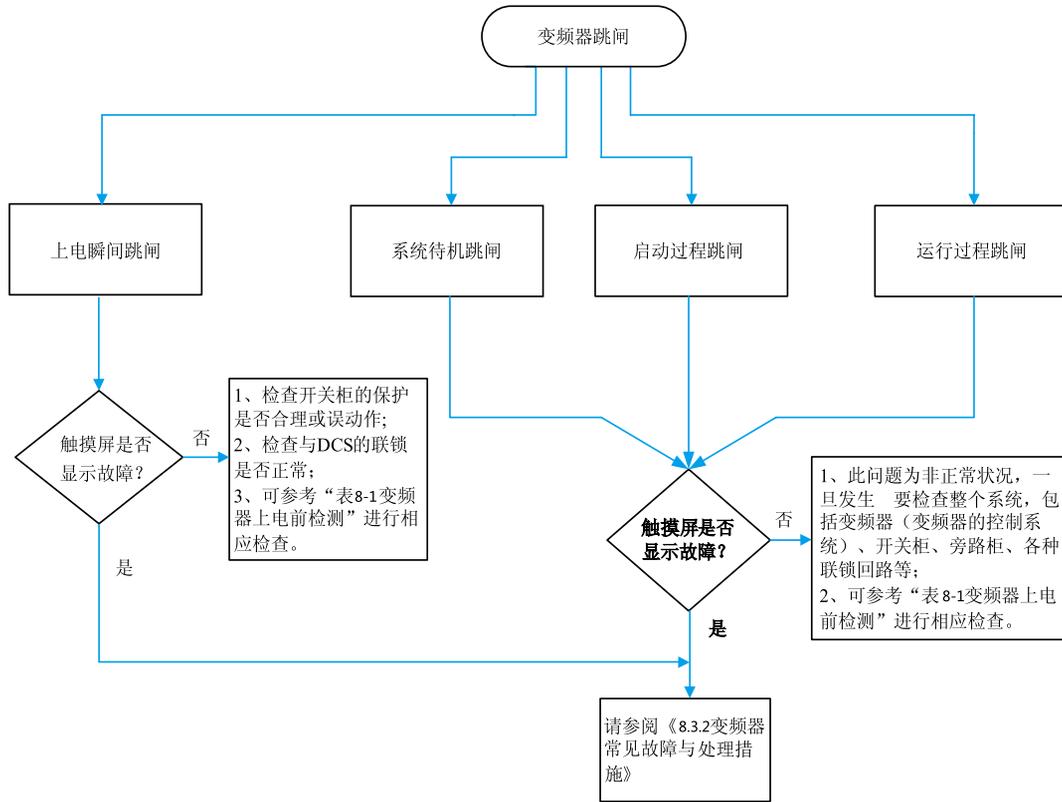


图8.1 变频器跳闸检测流程图

序号	检测项		检查要点
1	变频器及附属设备	开关柜	开关柜一次进线电源L1、L2、L3电压是否正常 断路器是否合闸
		旁路柜	带电显示仪是否有指示 高压真空接触器是否合闸
		一次进线	开关柜至旁路柜接线是否正确 从旁路柜到变频器的连接线是否正确
		联锁接线及控制电源	旁路柜控制回路供电是否正常 合闸允许、高压分闸联锁接线是否正确
		变频器	变压器柜至单元柜的一次接线是否正确 变频器的参数是否设置正确 变频器状态是否显示高压不就绪 故障指示灯是否常亮，有无重故障信号输出
2	负荷设备	一次接线	变频器至电机线缆是否连接正确
		电机	电机是否堵转 工频运行是否正常
		负载	风机是否正常
3	文件记录	现场安装调试文件	是否按步骤检验

表8-1 变频器上电前检测

8.3.2 轻故障信息一览表

序号	故障名称	保护值	故障原因排查	故障处理对策
1	变压器超温报警	100℃	1、温度保护值设置错误 2、铂热电阻阻值异常 3、柜顶、柜底风机未运行 4、变频器长时间过载运行 5、环境温度过高	1、检查温度设置保护值是否正确 2、检查铂热电阻是否损坏 3、检查断路器、接触器、热继电器是否正常工作 4、降低负载后观察变压器温度 5、控制环境温度、增加空凋制冷
2	单元柜超温报警	55℃	1、单元柜风机未运行 2、过滤网堵塞 3、变频器长时间过载运行 4、环境温度过高	1、检查断路器、接触器、热继电器是否正常工作 2、用A4纸测试是否吸附到进风口 3、降低负载后观察触摸屏温度 4、控制环境温度、增加空凋制冷
3	门联锁报警		1、行程开关与柜门顶碰件未压实 2、行程开关二次线断路 3、接口板IO端口继电器损坏	1、检查行程开关是否接触良好 2、检查二次线接线是否正确与测量二次线通断 3、寻求技术支持
4	模拟给定掉线		1、模拟量信号线断路 2、电流源未供电	1、检查模拟量信号接线是否正确与测量有无断线情况 2、检查电流源是否正常工作
5	模拟反馈掉线		1、模拟量信号线断路 2、电流源未供电	1、检查模拟量信号接线是否正确与测量有无断线情况 2、检查电流源是否正常工作
6	触摸屏未通讯		1、通讯网线断路 2、接触不良 3、触摸屏端口损坏	1、检查网线通断 2、检查网线是否插接到位 3、寻求技术支持
7	风机失电		1、风机电源断路器、接触器、热继电器未闭合 2、风机热继电器保护跳闸 3、风机辅助触点开路	1、检查断路器、接触器、热继电器是否正常工作 2、热继电器保护值设置是否偏小，调整保护值 3、寻求技术支持
8	风机故障		1、风机故障点接线错误 2、风机内部辅助触点断开	1、检查风机故障信号线连线是否正确 2、测量风机辅助触点通断
9	通风滤网清洗	提醒	1、通风滤网报警值设置不合适 2、防尘网堵塞	1、检查通风滤网报警保护值设定是否合适 2、更换防尘网
10	电机过载		1、电机电流到达保护值 2、加速时间短 3、减速时间短 4、参数设定错误 5、电机机械堵转 6、输入电源过低 7、变频器选型小	1、检查变频器是否存在过负荷运行情况，降低负载观察输出电流 2、延长加速时间 3、延长减速时间 4、检查电机额定电流值设置是否正确 5、更换电机或清除机械故障 6、检查母线电压值是否在允许范围内 7、根据负载特性选用匹配的变频器

序号	故障名称	保护值	故障原因排查	故障处理对策
11	控制器不通讯		1、通讯线连接错误 2、接口板电源异常 3、控制器电源异常 4、主控板程序版本不匹配 5、主控板损坏	1、检查内部接线是否正确 2、通讯线端头方向与连线是否接触牢固 3、测量电源板电压是否在允许范围内 4、寻求技术支持 5、寻求技术支持
12	单元旁路		1、熔断器故障 2、IGBT故障 3、光纤故障 4、接触器故障 5、单元过热故障 6、电路板积尘过多导致单元模块误报故障	1、寻求技术支持 2、寻求技术支持 3、寻求技术支持 4、寻求技术支持 5、寻求技术支持 6、清除电路板与单元模块内部灰尘
13	水冷故障		1、温度过高 2、导电率过高 3、水位偏低 4、接线错误	1、检查参数设置是否正确与外循环水是否开启 2、检查导电率数值是否超过设定值与开启内水 进行去离子流程 3、检查水位是否过低 4、检查二次线是否正确
14	励磁差值过大	≥10%	1、参数设置错误 2、励磁柜给定电流与反馈电流值偏差超过10%	1、检查励磁界面参数设置是否正确 2、检查电流偏差值是否在允许范围内
15	变压器换热器漏水		1、换热器漏水	1、寻求技术支持

8.3.3重故障信息一览表

序号	故障名称	保护值	故障原因排查	故障处理对策
1	电机过流	110%-150%	1、参数设置错误 2、电机或辅助机械堵转 3、输入电源过低	1、检查电机电流参数设置是否正确 2、更换电机或清除机械故障 3、检查母网电压值是否在允许范围内
2	变频器过流	150%	1、负载突变 2、参数设置错误 3、主回路接线错误 4、控制方式为异步机开环矢量且没有进行参数辨识 5、控制方式为异步机矢量编码器接线错误 6、控制方式为同步机矢量编码器接线错误 7、主回路连接线虚接 8、输出电压检测板二极管损坏 9、输出电流振荡 10、电机绝缘损坏 11、霍尔传感器接线错误 12、减速时间短 13、加速时间短 14、单元工作异常 15、电机或辅助机械堵转	1、查找负载突变原因，消除故障 2、信号板电流模块与参数设置一致 3、检查输出回路接线是否正确 4、按参数辨识正确的顺序进行电机参数辨识 5、检查编码器信号线连接是否正确 6、检查编码器信号线连接是否正确 7、检查外围线缆、铜牌是否存在接触不良现象 8、寻求技术支持 9、调整转速比例参数优化输出电流波形 10、测量连接线缆、电机绕组绝缘是否在允许范围内 11、检查霍尔传感器接线是否正确与测量霍尔传感器电压是否在允许范围内 12、延长减速时间 13、延长加速时间 14、寻求技术支持 15、更换电机或清除机械故障

序号	故障名称	保护值	故障原因排查	故障处理对策
2	变频器过流	150%	16、启动频率设置过高 17、转矩提升设置过大 18、输出侧功率因数校正电容或浪涌吸收装置接线错误 19、变频器选型小	16、检查启动频率设置是否合适 17、检查转矩提升值设置是否合适 18、检查变频器输出端外围电气设备接线是否正确 19、根据负载特性选用匹配的变频器
3	熔断器故障		1、输入电源缺相 2、电网异常断电 3、单元模块进线未连接 4、单元模块熔断器损坏 5、变压器二次侧端子对相邻接线端子电气距离不达标 6、变频器柜体接地不达标 7、电路板积灰过多导致单元模块误报故障	1、检查上级电源柜接线是否正确 2、检测电网异常断电原因消除故障源 3、检查单元模块三相进线是否连接正确 4、寻求技术支持 5、检查变压器二次侧接线端子及相邻端子电气距离是否在允许范围内 6、变频器柜体接地电阻不大于0.1Ω 7、清除电路板及单元内部灰尘
4	IGBT驱动故障		1、单元电压检测板短路 2、负载突变 3、变频器输出接地线未拆除 4、电机绝缘损坏 5、电机负载堵转 6、变压器二次侧端子对相邻接线端子电气距离不达标 7、变频器柜体未按照要求接地 8、电路板积灰过多导致单元模块误报故障	1、检查单元电压检测板、功率电阻接线是否正确 2、检查负载突变原因消除故障 3、检查变频器输出接线是否正确 4、测量电机绝缘是否在允许范围内 5、更换电机或清除机械故障 6、检查变压器二次侧接线端子及相邻端子电气距离是否在允许范围内 7、变频器柜体接地电阻不大于0.1Ω 8、清除电路板及单元内部灰尘
5	单元过热	85℃	1、柜顶风机未工作 2、过滤网堵塞 3、单元过热传感器损坏 4、长时间处在过载状态 5、环境温度过高	1、用A4纸置于过滤网上看是否吸附 2、检查过滤网是否堵塞 3、寻求技术支持 4、检查电机负载是否过负荷运行，减小负载观察运行情况 5、控制环境温度、增加空调制冷
6	单元过压	1150-1190VDC	1、减速时间过快 2、输入电源超过额定值 3、输出电流振荡 4、霍尔传感器工作异常 5、电机无功功率大 6、双机联动负载出力不均衡	1、延长减速时间，调整过励磁增益系数 2、检查母网电压是否在允许范围内 3、调整转速比例系数 4、检查霍尔器件是否完好与接线是否正确 5、寻求技术支持 6、寻求技术支持
7	光纤故障		1、单元模块控制板工作异常 2、光纤信号发送、接收位置连接错误 3、光纤连接座内部有灰尘 4、光纤芯与外部插头接触不良 5、光纤断路 6、光纤连接头脱落 7、变频器柜体未按照要求接地 8、电路板积灰过多导致单元模块误报故障 9、单元模块损坏 10、光纤板损坏	1、寻求技术支持 2、检查光纤连接是否正确 3、用无尘布清除灰尘 4、检查光纤插头接触是否到位 5、更换整根光纤 6、检查光纤外围压件是否牢固 7、变频器柜体接地电阻不大于0.1Ω 8、清除电路板及单元内部灰尘 9、寻求技术支持 10、寻求技术支持

序号	故障名称	保护值	故障原因排查	故障处理对策
8	变频器上电即跳闸		1、主回路接地线未拆除 2、上级电源柜保护值过小 3、变压器激磁涌流过大	1、检查主回路接线是否正确 2、根据现场容量调整电源柜保护值 3、寻求技术支持
9	启动过程中输出频率在低速震荡		1、变频器输出力矩不够 2、变频器输出缺相 3、变频器限流系数设置不合适 4、加速时间参数设置不合适 5、单元模块工作异常	1、调整转矩提升参数，用CAN后台监控输出电流、输出电压波形 2、检查变频器输出端接线是否正确 3、调整变频器限流系数， 4、调整加速时间参数 5、寻求技术支持
10	输出不平衡		1、某个单元模块输出电压低 2、某个单元输出半波 3、信号板版本不匹配	1、寻求技术支持 2、寻求技术支持 3、寻求技术支持
11	输出对地短路		1、控制方式为异步机开环矢量变频器输出短路	1、检查变频器输出端接线及电机连接是否正确
12	输入不平衡		1、母网电压不平衡 2、信号板版本与控制系统不匹配 3、信号板采样电阻不匹配	1、检查输入电源是否正常 2、寻求技术支持 3、寻求技术支持
13	输入对地短路		1、变压器输入端接地线未拆除 2、输入线缆绝缘损坏 3、防雷板异常	1、检查变频器主回路接线是否正确 2、测量输入电缆绝缘电阻是否在允许范围内 3、检查防雷装置是否损坏
14	自动旁路柜自动旁路时上级开关柜跳闸		1、旁路柜中延时吸合时间继电器动作异常 2、电源柜整定值过小	1、需求技术支持 2、寻求技术支持
15	柜温过热	60℃	1、单元柜风机未工作 2、过滤网堵塞 3、变频器长时间过载运行 4、环境温度过高 5、测温板损坏	1、检查断路器、接触器、热继电器是否正常工作 2、用A4纸测试是否吸附到进风口 3、检查变频器是否过负荷运行或降低负载观察触摸屏温度 4、控制环境温度、增加空调制冷 5、寻求技术支持
16	变压器过热	130℃	1、温度保护设置错误 2、过滤网堵塞 3、柜顶、柜底风机未工作 4、变频器长时间过载运行 5、环境温度过高	1、检查温度保护值设置是否正确 2、用A4纸测试是否吸附到进风口 3、检查断路器、接触器、热继电器是否正常工作 4、降低负载后观察变压器温度 5、控制环境温度、增加空调制冷
17	参数错误		1、控制方式为同步机矢量参数设置错误	1、检查参数设置是否正确
18	接触器故障		1、单元控制板电源异常 2、接触器损坏	1、寻求技术支持 2、寻求技术支持

序号	故障名称	保护值	故障原因排查	故障处理对策
19	调试状态禁止上高压		1、接口板XS3T-4端子信号线断路 2、电源柜未加联锁强制合闸	1、检查接线是否断线或虚接情况 2、检查联锁保护是否正常动作
20	系统超速		1、控制方式为异步机通用参数设置错误 2、控制方式为同步机通用参数设置错误	1、寻求技术支持 2、寻求技术支持
21	励磁故障		1、励磁柜故障 2、接口板励磁故障IO端口信号线短接	1、检查励磁柜是否存在故障 2、检查接口板接线是否正确
22	外部故障		1、柜门高压分断按钮闭合 2、远程高压分断点闭合 3、接口板高压分断输入点短接 4、接口板内部继电器损坏	1、检查高压分断按钮是否闭合 2、检查远程高压分断按钮是否闭合 3、检查接口板输入点端口接线是否正确 4、寻求技术支持
23	高压失电		1、变频器运行中高压断电 2、失电屏蔽延时参数设置不合适 3、信号板信号异常	1、检查现场电网是否有异常情况 2、检查参数设置是否正确 3、寻求技术支持
24	控制器使能断线		1、控制器与PLC接口板接线断路	1、检查接线是否有接触不良、断线情况
25	输入功率显示值不对		1、输入电流变比参数设置错误 2、KA1继电器未闭合 3、输入电压、输入电流相序接线错误	1、检查输入电流变比参数设置是否正确 2、检查KA1继电器工作是否正常 3、检查输入电压相序、输入电流相序信号线连接是否正确
26	主控板版本错误		1、参数未上传 2、程序版本不匹配	1、参数上传后故障自动清除 2、寻求技术支持

8.4 功率单元的更换

单元柜内的功率单元模块型号、外观尺寸完全一致，经确认由于某一单元故障而导致变频器不能正常工作，可以在允许设备退出的时间用备用单元将其替换。更换时与北京申特创新科技有限公司联系，维修故障单元模块。功率单元模块更换依照以下步骤进行：

- 停机，使变频器退出运行状态；
- 切断高压电源，退出高压柜小车（有旁路柜时，可以由旁路柜的隔离刀闸将变频器隔离出来），将本地或远程高压分断开关锁定，并将高压柜接地刀闸接地。
- 打开单元柜柜门，等待所有单元的指示灯熄灭；
- 拔掉故障单元的TX、RX两根光纤头；
- 拆下故障单元的R、S、T输入电源接线和L1、L2输出连接铜排；
- 拆下故障单元与轨道的固定螺钉；
- 将故障单元沿轨道拔出，注意轻拿轻放；
- 将新单元上的光纤座塞子安放到更换下来的单元上；
- 按与上述拆卸相反的顺序将备用单元装上并接线；
- 系统重新上电投入运行。

8.5 维护

8.5.1 日常巡视

项目	检查内容	检查手段	判断标准
运行环境	温度	温度计	-10~+40°C 40~50°C之间降额使用，每升1°C，额定输出电流减少1%
	湿度	湿度计	5~95%无凝露
	粉尘、油渍、水及滴漏	目测	无污垢、油渍、水漏痕迹
	振动	专用测试仪	0.15mm,9-58Hz;03m/s ² ,
	气体	专用测试仪，鼻嗅、目视	无异味、无异常烟雾
变频器	发热	专用测试仪	出口温度正常
	声音	专用测试仪、耳听	无异常响声
	气体	鼻嗅、目视	无异味、无异常烟雾
	外观	目视	外观完好、无缺损
	冷却风道	目视	无污垢、棉絮等堵塞风道
	输入电流	电流表	在正常工作允许范围内，参考铭牌
	输入电压	电压表	在正常工作允许范围内，参考铭牌
	输出电流	电流表	在额定值范围，允许短时过载
电机	输出电压	电压表	在额定值范围
	发热	专用测试仪、鼻嗅	发热无异常、无烧焦气味
	声音	耳听	声音无异常
	振动	专用测试仪	振动无异常

8.5.2 定期维护

请根据使用情况，每隔3~6个月按照下表对变频器进行定期维护

项目	检查内容	检查手段	判断标准
变频器	主回路端子	螺丝刀/套筒	螺钉紧固，电缆无破损
	PE端子	螺丝刀/套筒	螺钉紧固，电缆无破损
	控制回路端子	螺丝刀	螺钉紧固，电缆无破损
	内部连接线、接插件牢靠性	螺丝刀、手	插接牢固
	安装螺钉	螺丝刀/套筒	螺钉紧固
	粉尘清扫	吸尘器	无粉尘、棉絮等
	内部异物	目视	无异物
电机	绝缘测试	2500V兆欧表	无异常



注意!

- 定期维护间隔推荐为3~6个月清扫一次，如灰尘较多，应定期清洁滤网，更换周期可缩短到一周一次。
- 建议变频器投入运行第一个月内，将变频器所有进出线电缆、功率单元进出线电缆、控制电缆紧固一遍，以后每3~6个月紧固一遍，并用吸尘器清除柜内灰尘。
- 记录变频器运行情况（见表8-2），发生故障跳闸时，要记录故障情况，查明原因并排除后方可再次上电。

记录时间	室内温度	变压器温度	单元柜温	运行频率	输出电流	输出电压	故障记录及概述

表8-2故障记录表

8.5.3 备用变频器与单元模块维护

- 确保备用单元的TX、RX两个光纤座塞子插好，防止灰尘污染。
- 定期（一般6个月）将备用单元模块上电运行。
- 变频器长时间存放时，应保证6个月进行通电试验，通电时间不少于1个小时，通电时采用调压器进行缓慢升压至额定值。

第九章

干式变压器使用说明

9.1 H级干式变压器安装使用说明

概述:

本说明的内容包括安装使用说明及维护。

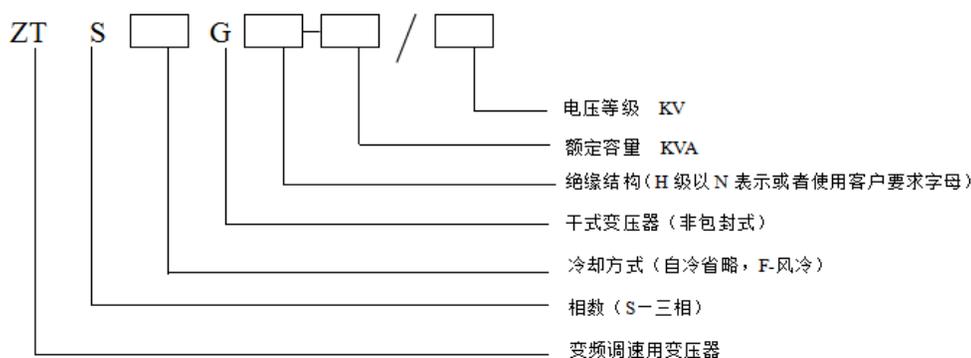
在安装调试和使用设备之前, 请务必阅读完整的使用说明书。

9.1.1 用途

本公司目前生产的H级干式变频调速用整流变压器有两大系列: 国内变频器配套用干式整流变压器ZTSFG系列和国外变频器配套用干式整流变压器ZPSG系列, 均为非包封结构, 绝缘材料耐热等级为H级, 线圈匝绝缘采用NOMEX纸, 电压等级为20kV及以下, 广泛使用在水厂、电厂、冶金、石化的变频调速装置中。

9.1.2 型号说明

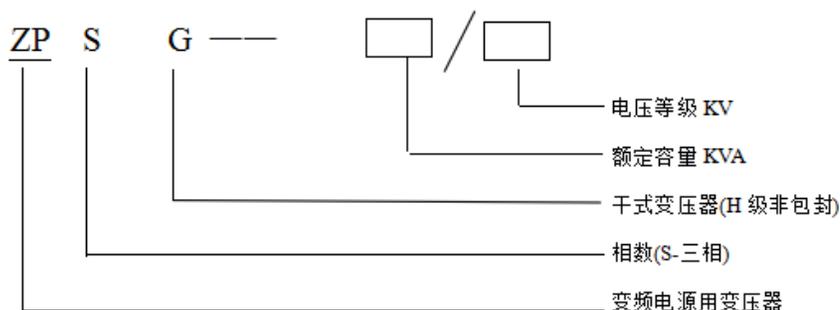
9.1.2.1. 国内变频器配套用干式整流变压器, 型号一般表示如:



示例: a. ZTSGN—500/6: 500KVA/6KV H级三相干式变频调速用整流变压器,

b. ZTSFGN-1000/10: 1000KVA/10KV H级三相风冷干式变频调速用整流变压器, H级绝缘以NOMEX纸为线圈的匝绝缘。

9.1.2.2. 国外变频器配套用干式整流变压器, 型号一般表示如:



示例: ZPSG-1000/10: 1000KVA/10KV H级三相风冷干式变频调速用整流变压器, 我公司H级绝缘以NOMEX纸为线圈的匝绝缘。

9.1.3 正常使用条件

- 海拔不超过1000米;
- 环境温度:
 - 最高气温+40°C
 - 最高日平均气温+30°C
 - 最高年平均气温+20°C
 - 最低气温 - 5°C (适用于户内式变压器)
- 使用环境空气中不含有腐蚀和破坏绝缘的有害气体或尘埃,使用中不得使变压器受到水、雨、雪的浸湿;
- 电源电压波形近似于正弦波, 多相变压器连接的电源电压应近似对称;
- 保护外壳带百叶窗面距遮挡物体1米以上, 以保证良好通风;

9.1.4 运输和保管

- H级干式变频调速用整流变压器在运输途中, 应有防雨及防潮措施, 出厂资料应妥善包装防止受潮;
- H级干式变频调速用整流变压器在装卸和运输过程中, 不应有严重的冲击和振动;
- H级干式变频调速用整流变压器到达现场后, 应及时进行外观检查, 查看有无机械损伤、附件是否齐全、出厂资料是否受潮、防雨及防潮措施是否完好。

● H级干式变频调速用整流变压器到达现场后, 应及时安装到位, 不能及时安装到位的, 应在室内存放保管, 并采取有效的防雨与防潮措施。

9.1.5 安装前的一般检查

● H级干式变频调速用整流变压器经过长途运输和存放后, 用户必须进行全面外观检查。检查并清除变压器各部位(铁芯与线圈之间风道内)有无异物, 所有紧固件是否松动。检查完后用干燥的压缩空气清扫积灰, 紧固件松动的需拧紧。

● 铁芯检查

- 铁芯应无变形, 铁轭与夹件间的绝缘应良好;
- 铁芯应无多点接地;

如有必要, 可进一步打开夹件与铁轭接地片, 用2500V兆欧表测量铁芯对地绝缘电阻应 $\geq 5M\Omega$, 穿心螺杆与铁芯、夹件间绝缘电阻应 $\geq 100M\Omega$;

● 绕组检查

- 绕组绝缘层应完整, 无破损, 错位及变形现象;
- 各绕组应排列整齐, 间隙均匀;
- 绕组的上下轭垫块应紧固, 紧固螺母应锁紧;

● 引出线绝缘包扎牢固, 无破损、位移、折断、拧弯现象; 引出线固定牢靠, 其固定支架应紧固, 引出线绝缘支座应完好无损;

● 无励磁调压接线板或装置各分接头与线圈的连接应正确并紧固, 接点位置或转动接点应正确停留在各个位置上, 且与标志牌或指示器所指位置一致;

● H级干式变频调速用整流变压器应在未与外部接线的状态下，使用2500V兆欧表，测量线圈对地绝缘电阻，如低于下表所列现场最低允许的绝缘电阻值时，可参照附录采取相应的干燥措施，进行干燥处理。

线圈电压等级(kV)		0.4			3.0			6.0			10			20		
出厂 试验	测试条件	室温10-40°C,湿度 < 85%														
	绝缘电阻(MΩ)	≥50			≥100			≥200			≥300			≥500		
现场 试验	湿度(%)	≤85														
	温度(°C)	5	15	25	5	15	25	5	15	25	5	15	25	5	15	25
	绝缘电阻(MΩ)	11.5	7.5	5.0	45	30	20	68	45	30	90	60	40	225	75	50

9.1.6 H级干式变频调速用整流变压器及配件安装

9.1.6.1 变压器安装平稳，底座底脚螺栓紧固；如有滚轮，其轮距应与轨距配合，就位后用制动装置固定。

9.1.6.2 风机的安装：按冷却风机使用说明书的要求安装风机，分清侧吹式和顶吹式风机。风机一般安装于变压器器身下侧，（有时也有将风机安装于外罩的顶部，将热空气从顶部抽通过向出），应按侧吹式风机或顶吹式风机最佳位置图安装，按风机的旋转方向令风流分别铁芯散热风道、低压线圈风道、高低压线圈风道及高压线圈风道。接入的电源电压、相数应与风机的额定电压、相数相符。同一台变压器上的风机并联后接至温控仪。较大容量的风机应加装中间继电器。风机初装后应通电试运转检查接线是否正确，转向是否与风机的标志一致，风流是否通过相应的散热气道，三相是否均匀。风机的绝缘电阻不得低于0.5MΩ。为防止在安装时有异物掉落风机叶轮内，我司在出厂前均有防护纸，请在设备安装调试完成运行前揭开防护纸。

9.1.6.3 温控仪安装：（说明：在变压器运行时，必须保证温控电源正常，否则变压器有可能烧坏！）

严格按温控仪使用说明书进行安装与调试。H级采用三根内径Φ11热缩套管分别固定在高低压线圈气道的上端部。传感电缆安装在上夹件的走线环氧管内，三只铂热电阻pt100分别插入管中，三相插入深度一致（插入深度根据客户要求制作），在安装及运行前需确认测温探头需插到温控管档片部位；温控仪外部接线需对应后盖接线标识：控制风机启停、超温报警、超温跳闸、故障报警，接线完成后需通电检查所对应的接点，动作是否正确。

9.1.6.4 温控仪和冷却风机的接线应按低压电气装置的安装标准要求进行。

9.1.6.5 接地：变压器及其外壳、风机及温控仪必须可靠接地。要求接地电阻≤2Ω。

9.1.6.6 变压器空载运行建议从原边送电，不建议从副边380V绕组送电，可能造成380V绕组过热损坏。

9.1.7 H级干式变频调速用整流变压器验收试验及试运行

9.1.7.1 验收试验项目及其标准；按下表格内容：

试验项目		适用范围	质量特性要求和允许偏差					备注	
1	绕组直流电阻	容量(kVA)	不平衡率						
		配变≤2500 电力变≥630	相	线					
			≤4% ≤2% (中点引出)	≤2% ≤2% (中点不引出)					
整流、变流变压器	不予规定,提供厂实测值及测试温度								
2	联结组标号	所有变压器	符合铭牌						
3	铁芯接地	所有变压器	必须只有一点接地					10-40℃ 湿度 ≤85%	
	铁芯绝缘电阻	所有变压器	2500V兆欧表持续1 min,应无闪络及击穿						
4	绝缘电阻 (不低于)	所有变压器 (断开外部接线)	kV	1	3	6	10	20	25℃ 湿度 ≤85%
			MΩ/2500V	5	20	30	40	50	
			R2=R1×1.5 (t1-t2) /10						
5	变压比	配变、电力变	额定分接 ≤±0.5%或≤实测阻抗±10%					或按技术协议	
		整流、变流 变压器	直流电压 < 250V	按技术协议					
			直流电压 > 250V	额定分接≤±1%					
6	调压切换装置检查和试验	无励磁调压 变压器	接线板式	挡位符合铭牌、连接可靠					
			分接开关	转动灵活、挡位与指示标牌一致					
7	交流耐压 (断开外部接线、拔出测温探头)	配变、电力变	电压等级kV	≤1	3	6	10	15	无击穿或闪络现象
			耐受电压 kV/1min	2.6	8.5	17	24	32	
8	检查相位	所有变压器	一次侧与电网相位一致						
			二次侧与用户设计要求一致						

9.1.7.2 试运行前的检查

应进行全面检查，确认变压器是否具备下列8个试运行条件：

- 本体及冷却装置，所有附件应安装齐全并无缺陷；
- 变压器本体上应不得遗留有金属物、非金属异物；
- 分接位置应符合现场电网电压及运行要求，各分接头螺母需紧固并有锁紧螺母紧固；
- 变压器相位及接线组别应符合运行要求，接线顺序与相序标识应符合；
- 接地引线及其接地网的连接应满足设计要求，接地可靠；
- 测温装置指示正确，整定值符合要求(参见第9.1.8.3条)；

- 风机连接正确(参见9.1.6.2条)试运转正常;
- 变压器交接试验项全部合格,保护整定值符合规定,操作及联动试验正确。

9.1.7.3 变压器空载额定电压下冲击合闸

励磁涌流的大小,取决于投入变压器时线路电压的相位以及铁芯剩磁通的状态,可达额定电流值的10 - 12倍,其值经几个周波至几秒后衰减,故涌流对变压器没有多大危害,但如不采取相应措施,可能引起变压器过流或差动等保护误动作,故进行变压器操作时应当注意,相励磁涌

断开二次侧接线,在额定电压下进行5次冲击合闸,第一次受电后不少于10 min,以后每隔5 min一次。变压器应无异常,励磁涌流不应引起保护装置的误动;

9.1.7.4 变压器的试运行

H级干式变频调速用整流变压器五次冲击合闸合格后,空载运行30 min无异常即可逐步带负荷,直至额定负荷,连续运行24小时。如无异常,试运行到此结束;该变压器设备按有关规定进行交接验收后,即可投入正式运行。

9.1.8 H级干式变频调速用整流变压器的运行及运行中应注意的问题

9.1.8.1 H级干式变频调速用整流变压器的运行请遵照DL/T572-2010《电力变压器运行规程》及GB/T17211-1998《干式电力变压器负载导则》;

9.1.8.2 空载合闸时的励磁涌流

流峰值 i_p 应换算为相励磁涌流的有效值

$$I_{\Phi} = \frac{0.6}{\sqrt{2}} i_p(A).$$

9.1.8.3 按绝缘材料的温度等级,B级、F级、H级的绕组温升限值如下表:

温度等级	B级	F级	H级
绝缘材料最高允许温度°C	130	155	180
绕组温升限值	80	100	125

在正常使用条件下运行中变压器的线圈温升不应超过表中限值(电阻法)。由于干变温控仪的pt热电阻是插入气道上部的保护管中,所示温度是气道的温度,一般它小于线圈实际温度30°C左右,用户应根据具体的环境条件及运行规范对报警、跳闸,选取适当的整定值,也可参考下表:

温度°C (气道温度)	超温报警°C	超温跳闸°C
H级	110	130

9.1.8.4 变压器在运行过程中,应经常对其进行监视和检查

- 监视变压器运行时的声音及温度;
- 监视查看线圈、铁心及封线的外观,有无损伤、变色现象发生;灰尘堆积及脏污情况;
- 监视风冷装置、分接开关及测温装置等部件是否正常;
- 一定要防止水滴滴落在变压器上,应防止日光直射线圈;应作好变压器的运行值班记录。
- 应作好变压器的运行值班记录。



9.1.9 H级干式变频调速用整流变压器定期保养

9.1.9.1 定期保养请参照DL/T 596-2005《电力设备预防性试验规程》；

9.1.9.2 H级干式变频调速用整流变压器根据现场运行环境（现场运行条件恶劣应半年进行保养一次，正常运行条件下不得超过一年）应停电进行以下相应项目的保养：

- 检查线圈、铁心、封星线、分接端子及各部位的所有紧固件，应无损伤、变形、变色、松动、过热痕迹及腐蚀现象；若有异常，应查明原因，采取必要的措施；

- 开启顶部风机用干燥的压缩空气清除掉变压器上及箱体內的灰尘并抽出箱体内，也可用棉质干布擦拭，不得使用挥发性的清洁剂；

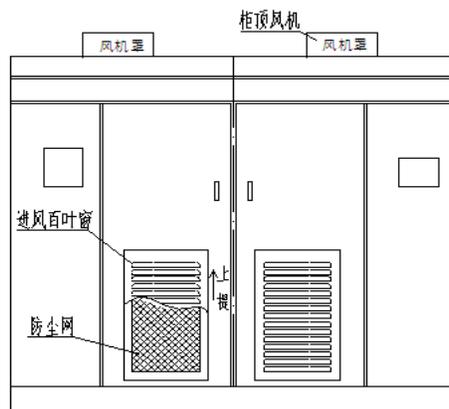
- 清除风机外部及内部叶轮上的灰尘，并检查补充或更换轴承润滑脂；

- 无载或有载分接开关，可按其使用说明书的规定进行检查、保养；

9.1.9.3 每次检查及保养都必须测试变压器的各项绝缘电阻，其所测试的绝缘电阻值不得低于本使用说明书第5.6条之规定，当绝缘电阻值符合要求时，H级干式变频调速用整流变压器则可具备再次投入运行的条件；

9.1.9.4 变压器进风百叶窗內有防尘网，防尘网应视设备运行环境情况定期检查（每次在进风口处用A3纸或报纸放在进风百叶窗上，若纸能有力的吸附在百叶窗进风口上，则为合格，若不能吸附或者吸附无力时则说明防尘网有堵塞）并清洗，清洗后的防尘网应干燥后安装；每次在检查进风口时也要对柜顶风机出风口进行检查，以防止出风口堵塞，柜体内的热风无法循环而导致变压器无法散热。

百叶窗拆卸如下图所示：



说明：

- 1, 如图示将百叶窗上提，即可拆下；
- 2, 然后将防尘网向上挪动即可取出；
- 3, 根据不同参数的变压器，柜顶风机为1-3台（查看装箱清单）；
- 4, 安装柜顶风机应注意风机与其它部件的配合，以避免损坏风机及其部件；

9.1.10 附录

H级干式变频调速用整流变压器受潮后的干燥。

9.1.10.1 干燥方法的选择：根据变压器绝缘受潮情况和现场条件，可采用红外灯、烘箱、热风、短路等方法进行干燥，具体使用方法可参照如下：

-红外灯干燥法：变压器四周和顶部采用大功率红外线灯照射；

-烘箱干燥法：适用于小容量H级干式变频调速用整流变压器，将其吊入烘箱中，烘箱温度控制 $\leq 100^{\circ}\text{C}$ ，在烘箱内干燥3~4小时，烘箱每隔50分钟左右排风10分钟，干燥完成等变压器自然冷却后再测量绝缘电阻；

-热风干燥法：根据H级干式变频调速用整流变压器的大小，用壁板搭成干燥室，壁板内面满铺石棉板或其浸渍过防火溶液的帆布或石棉亚布。变压器吊入其中，与周边距离不小于200mm，可用电炉或蒸汽蛇形管等加热通过干燥室的热风量为 $1.5 \times \text{干燥室容积} \text{m}^3/\text{min}$ ，不超过 100°C 的热风从器身下面向上吹，潮气由上部通气孔放出。

-低压绕组短路加热法：低压绕组短路，采用发电机组或移圈调压器给高压绕组从零开始调压供电，维持高压绕组电流等于额定电流，直到干燥完毕为止；

9.1.10.2 干燥中的温度控制：进行干燥时，必须在变压器的各部位安装铂电阻温度计进行监控。注意加温均匀，升温速度 $10 - 15^{\circ}\text{C} / \text{h}$ 。特别是绕组，不应超过其绝缘等级的最高允许温度。B级绝缘的变压器，其气道温度不应超过 80°C ，H级不应超过 100°C 。每隔1小时测量高、低线圈各部位的温度；

9.1.10.3 干燥终结的判断：变压器在干燥完成后，变压器自然冷却到常温后再进行绝缘电阻测试，每隔1小时测量其绝缘电阻，连续3次测量绝缘电阻值没有明显差异变化时，符合出厂试验报告绝缘电阻值即为合格；

9.1.10.4 进行变压器干燥时，应事先做好防火安全措施，防止加热系统故障或绕组过热烧损变压器；

9.1.10.5 干燥后的变压器应进行器身检查，所有电气连接螺栓及紧固部分应无松动，绝缘表面应无过热等异常情况。

9.2 LD-B10-10系列干式变压器温度控制器使用说明

9.2.1 概述

LD-B10-10系列干式变压器温度控制器(简称温控器)是专为干式变压器安全运行设计的一种智能控制器。该温控器采用单片机技术，利用预埋在干式变压器三相绕组中的三只铂热电阻来检测及显示变压器绕组的温升，能够自动启停冷却风机对绕组进行强迫风冷，并能控制超温报警及超温跳闸输出，以保证变压器运行在安全状态。

9.2.2 技术指标

- 测量范围： $-30.0^{\circ}\text{C} \sim 240.0^{\circ}\text{C}$
- 测量精度：
 - 精度等级 1级(温控器0.5级，传感器B级)；
 - 分辨率 0.1°C
- 使用条件：
 - 环境温度 $-20^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$
 - 相对湿度 $< 95\% (25^{\circ}\text{C})$
 - 电源电压 $\text{AC}220\text{V} (+10\%, -15\%)$
 - 电源频率 50Hz 或 $60\text{Hz} (\pm 2\text{Hz})$

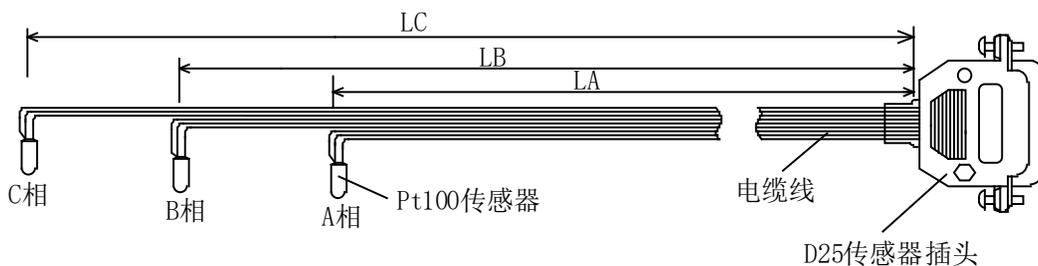
- 温控器功耗: $\leq 8W$
- 执行标准:
 - 生产标准: JB/T7631-2005《变压器用电子温控器》
 - 通过的认证: ISO9001: 2008国际质量管理体系认证
 - 通过的试验: IEC61000-4: 2002国际标准
 - GB/T17626-2008《电磁兼容试验和测量技术》标准
- 继电器触点输出: 风机触点容量: 10A/250VAC
 - 控制输出容量: 5A/250VAC; 5A/30VDC(阻性)
- Pt100传感器引线采用三线制, 其探头尺寸: $\Phi 3mm \times 30mm$ 或 $\Phi 4mm \times 40mm$
- 温控器外型尺寸: 80mm \times 160mm \times 100mm (高 \times 宽 \times 深)
 - 嵌装开孔尺寸: 76+1mm \times 152+1mm(高 \times 宽)

9.2.3 功能与型号分类

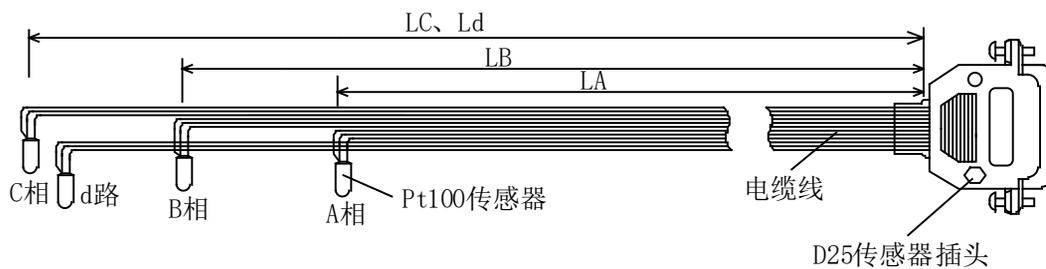
型号	功能
LD-B10-10D(常规型)	三相巡回测量; 三相巡回显示/最大值显示及两种功能相互切换; 输入开路及故障自检显示并输出; 冷却风机自动启停输出; 超温报警显示并输出; 超温跳闸显示并输出; 风机手动/自动控制两种状态显示、输出及相互切换; 各通道显示值数字补偿; “黑匣子”功能; 风机定时启停控制功能; 输出状态检测。
LD-B10-10E	同LD-B10-10D型, 增加三路独立的4~20mA模拟电流输出。
LD-B10-10F	同LD-B10-10D型, 增加RS-485/232串行通讯功能。
LD-B10-10G	同LD-B10-10D型, 增加一路机房环境温度测量与控制。
LD-B10-10I	同LD-B10-10D型, 增加一路变压器铁心温度测量与报警。
LD-B10-10*P	同LD-B10-10*型, 风机控制输出更改为有源输出。

9.2.4 传感电缆总成

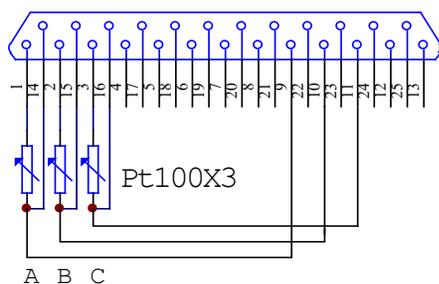
9.2.4.1 D25传感电缆(三线制)



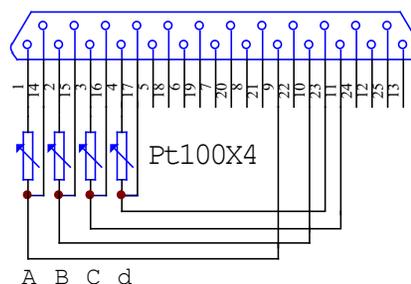
D/E/F型三路电缆连接示意图



G/I型四路电缆连接示意图



D/E/F型三路插头内部示意图

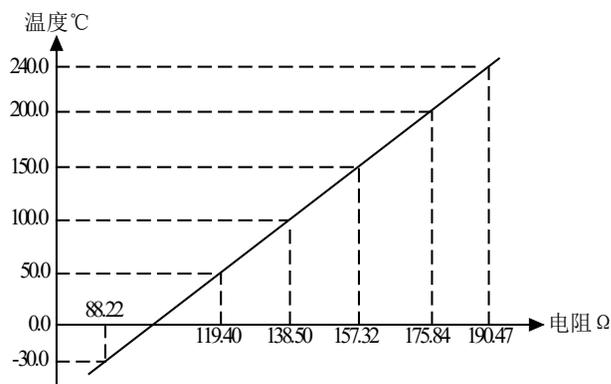


G/I型四路插头内部示意图

9.2.4.2 传感器

● Pt100铂电阻是一种在 $-30.0^{\circ}\text{C} \sim 240.0^{\circ}\text{C}$ 范围内线性较好的热电阻，它符合GB/T8622-97《工业铂电阻技术条件及分度表》B级要求。

- 外形尺寸： $\Phi 3\text{mm} \times 30\text{mm}$ 或 $\Phi 4\text{mm} \times 40\text{mm}$
- Pt100铂电阻的电阻与温度的对应曲线：



9.2.5 显示与按键

9.2.5.1 温控器工作状态显示(以常规D型温控器为例)

- 温控器上电后，先进入“上电自检”状态，面板显示如下：

PV LEAd
 SV -b10



6秒钟后，温控器自动转入正常工作状态。如输入接线正确，温控器测量回路本身无故障，PV与SV分别显示测量值和测量绕组相序。如果要求温控器自检，可按复位键。

- 如果温控器测量回路接线有误，PV闪烁显示 -Er-，故障继电器J5闭合。
- 如果温控器测量回路开路，PV闪烁显示 -OP-，故障继电器J5闭合。
- 如果输入信号超出温控器测量范围：
 - 超上限时，PV闪烁显示 -OH-，故障继电器J5闭合。
 - 超下限时，PV闪烁显示 -OL-，故障继电器J5闭合。
- 风机运行：绿色指示灯亮，风机控制继电器J3闭合。
- 超温报警：黄色指示灯亮，超温报警继电器J2闭合。
- 超温跳闸：PV闪烁显示温度值，超温跳闸继电器J1闭合。
- SV显示值含义：

SV	温控器工作状态	备注
PH X	三相巡回显示状态，三相绕组温度均低于报警值。	X、X' 为A、b、C相、(d路) X：指正在测量显示的相序 X'：指超温相序
X' X	三相绕组中X'相超温。	
HH X	三相绕组温度正常，风机在手动启动状态。	
HX' X	风机在手动启动状态，X'相超温。	
UU X	温控器在最大值显示状态。	
HU X	温控器在最大值显示状态，风机在手动启动状态。	

9.2.5.2 按键功能

按键	功能
SET	在正常工作状态时，按该键，温控转入参数设定状态，设定过程中按该键进入下一步。
△	在设定状态下，按一次该键，显示的参数值增1，按住该键不放，可进行快速增数。正常工作状态下按该键可切换风机处于手动控制状态或自动控制状态。
▽	在设定状态下，按一次该键，显示的参数值减1，按住该键不放，可进行快速减数。正常工作状态下按该键可切换温控器处于最大值显示或各相巡回显示状态。

注：在按键操作过程中，若不按任何键，约100秒后温控器自动返回正常工作状态，同时设定无效。

9.2.6 参数设置

9.2.6.1 “黑匣子”功能

进入该功能操作状态，可查看停电前瞬间各相绕组的温度值。

步骤	显示 按键	PV	SV	说明	备注	
1	SET	-Cd-	1000			
2	△或▽	-Cd-	1002	输入黑匣子操作密码	密码要输入正确	
3	SET	xxx.x	EE A	断电时刻A相绕组的温度值	按“SET”键，返回 正常工作状态。 注:仅G/I型有此步骤	
4	△	xxx.x	EE b	断电时刻B相绕组的温度值		
5	△	xxx.x	EE C	断电时刻C相绕组的温度值		
6	△	xxx.x	EE d	断电时刻d路绕组的温度值		
7	SET	温控器退出黑匣子功能操作状态，返回正常工作状态。				

9.2.6.2 冷却风机激励(风机定时启停)功能

步骤	显示 按键	PV	SV	说明	备注	
1	SET	-Cd-	1000			
2	△或▽	-Cd-	1003	输入定时启停风机密码	密码要输入正确	
3	SET	-00-	xxx	设定前风机启停间隔时间		
4	△或▽	-00-	xxx	设定后风机启停间隔时间		
5	SET	温控器退出风机定时启停功能，返回正常工作状态。				

注：时间间隔单位为小时，设定范围0~150。风机每次自动运行时间已由软件定为2分钟，用户无法修改。

例：设为0，则表示风机无定时启停功能；若设为24，则风机将每隔24小时自动启停一次，用户可根据实际情况设置间隔时间。

9.2.6.3 参数设定步骤（表中所示参数均为参考值，具体设定值以产品出厂标签为准）

- LD-B10-10D/E/F型温控器的操作流程：

步骤	显示 按键	PV	SV	说明	备注	
1	SET	-Cd-	1000			
2	△或▽	-Cd-	1005	输入参数设定密码1005	密码要输入正确	
3	SET	-Ob-	90.0	出厂时设定的风机启动温度目标值为90.0°C。	设定范围 -30.0~240.0	
4	SET	-dF-	10.0	出厂时设定的风机启动回差值为10.0°C。	设定范围 0.0~15.0	
5	SET	-AH-	150.0	出厂时设定的超温跳闸温度值为150.0°C，回差值为0.3°C。	设定范围 -30.0~240.0	
6	SET	-AL-	130.0	出厂时设定的超温报警温度值为130.0°C，回差值为0.3°C。	设定范围 -30.0~240.0	
7	SET	确认修改后的参数值，温控器退出参数设定状态，返回正常工作状态。				

注：若Ob=90.0 dF=10.0 即风机启动温度 > 90.0+10.0=100.0°C 风机关闭温度 < 90.0-10.0=80.0°C



● LD-B10-10G型温控器的操作流程:

步骤	显示 按键	PV	SV	说明	备注
!	接10.2.6.3 LD-B10-10D/E/F型温控器的操作流程步骤1~6				
7	SET	-Obj	35.0	出厂时设定机房风扇启动目标值为35.0℃。	设定范围 -30.0~240.0
8	SET	-dFJ	2.5	出厂时设定机房风扇启动回差值为2.5℃。	设定范围 0.0~15.0
9	SET	-AHJ	70.0	出厂时设定机房超温跳闸温度值为70℃, 回差值为0.3℃。	设定范围 -30.0~240.0
10	SET	确认修改后的参数值, 温控器退出参数设定状态, 返回正常工作状态。			

注: ① 若Obj=35.0 dFJ=2.5 即机房风扇启动温度 > 35.0+2.5=37.5℃ 机房风扇关闭温度 < 35.0-2.5=32.5℃

② 机房超温跳闸与绕组超温跳闸共用一个接点, 请用户慎改机房跳闸(AHJ)温度值。

● LD-B10-10I型温控器的操作流程:

步骤	显示 按键	PV	SV	说明	备注
!	接10.2.6.3 LD-B10-10D/E/F型温控器的操作流程步骤1~6				
7	SET	-ALJ	130.0	出厂时设定铁心超温报警温度值为130.0℃, 回差值为0.3℃。	设定范围 -30.0~240.0
8	SET	确认修改后的参数值, 温控器退出参数设定状态, 返回正常工作状态。			

9.2.6.4 温控器数字补偿值设定步骤

步骤	显示 按键	PV	SV	说明	备注
1	SET	-Cd-	1000		
2	△或▽	-Cd-	1008	输入示值补偿设定密码	密码要输入正确
3	SET	A相温度值	A 0.0	进入A相补偿值设定状态, 原来A相补偿值为0.0℃。	补偿值可设定为正补偿或负补偿, 设定范围0.0℃~±19.9℃。 注: 仅G/I型有d路。
4	△或▽	A相补偿后温度显示值	A 1.5	设定A相补偿值为1.5℃。	
5	按类似3、4步骤设定B、C相和d路补偿值				
6	SET	确认设定后的补偿值, 温控器退出补偿值设定状态, 返回正常工作状态。			

注: 按SET键, 切换到另一相时, 需稍候, 再作调整。

9.2.6.5 输出状态检测操作步骤

可以通过数字设定, 模拟测量温度的变化, 对温控器的输出状态及对应触点进行检测。

步骤	显示 按键	PV	SV	说明	备注
1	SET	-Cd-	1000		
2	△或▽	-Cd-	1012	输入输出功能检测密码	密码要输入正确
3	SET	-30.0	EE A	起始温度为-30.0℃	
4	△	100.1	EE A	超过风机启动温度	风机运行灯亮、风机输出
5	△	130.4	EE A	超过超温报警温度	超温报警灯亮、报警输出
6	△	240.1	EE A	超出测量范围	故障报警灯亮、故障输出
7	▽	240.0	EE A	进入测量范围之内	故障报警灯灭、故障断开
8	▽	129.6	EE A	低于超温报警温度	超温报警灯灭，报警断开
9	▽	79.9	EE A	低于风机停止温度	风机运行灯灭、风机断开
10	SET	温控器退出输出功能检测状态，返回正常工作状态。			

注：① 为避免引起变压器误跳闸，软件不支持模拟超温跳闸功能！

② G/I型温控器无模拟故障输出功能。

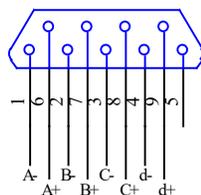
③ 实际动作温度点以温控内部参数(1005功能设置)为准。

9.2.7 DC4 ~ 20mA电流输出型(E型)

9.2.7.1 功能特点

在通用功能的基础之上，输出与检测温度值成线性对应关系的独立的3路(4路)4 ~ 20mA电流信号，可以直接与远端A/D卡相连，以组成集散式监控系统(DCS)。

9.2.7.2 电流输出插座示意图



A+、A-对应变压器A相线圈温度的电流输出端

B+、B-对应变压器B相线圈温度的电流输出端

C+、C-对应变压器C相线圈温度的电流输出端

d+、d-对应d路温度的电流输出端

在温控器内部，A+、B+、C+、d+是相连的，即共正极，若用户的采集系统与之相矛盾，请在定货前加以说明。我们通常提供3相绕组温度电流输出，如用户需加d路温度电流输出，请在定货前加以说明。

9.2.7.3 电流输出的技术要求

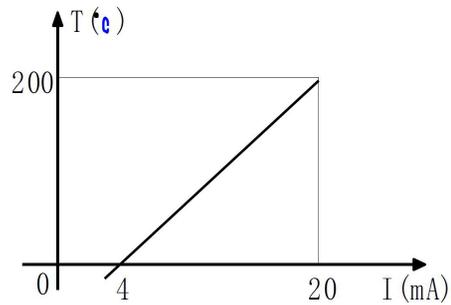
- 最大负载电阻 $R \leq 500\Omega$;

输出精度; $\pm 1\%$

- 温控器测量的温度与输出电流的对应曲线和关系式:

温度与电流的关系式: $I = (16T/200) + 4$

其中：T为某相线圈温度值（℃） I为该相温度对应电流值（mA）



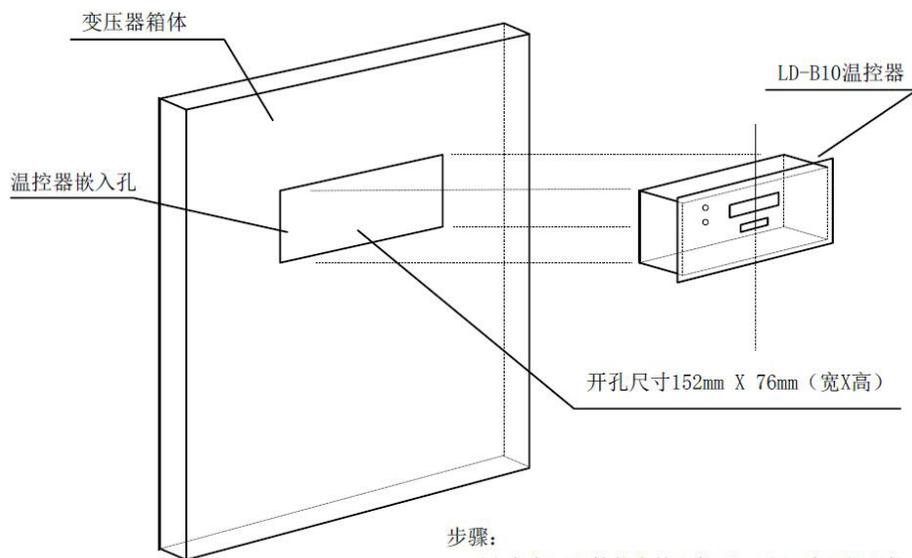
- 输出转换

若用户的采集系统要求接收模拟电压信号，可以直接在现有的电流输出端并接高精度250Ω电阻，即可取得1~5V的电压信号，接入负载电阻 $R \geq 20K\Omega$ 。

9.2.8 RS485通讯型 (F型)

请参看《通讯规约说明书》（另附）。

9.2.9 温控器安装图(单位 mm)

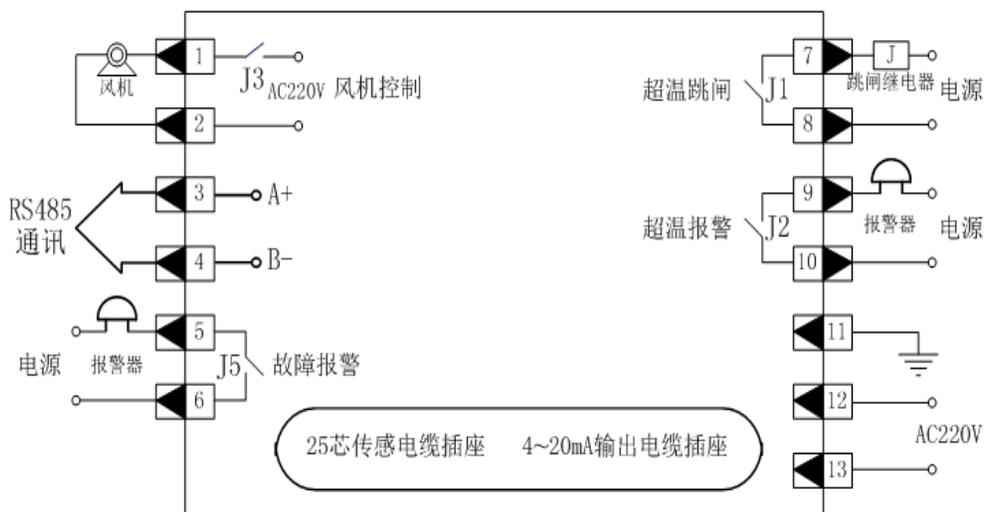


步骤：

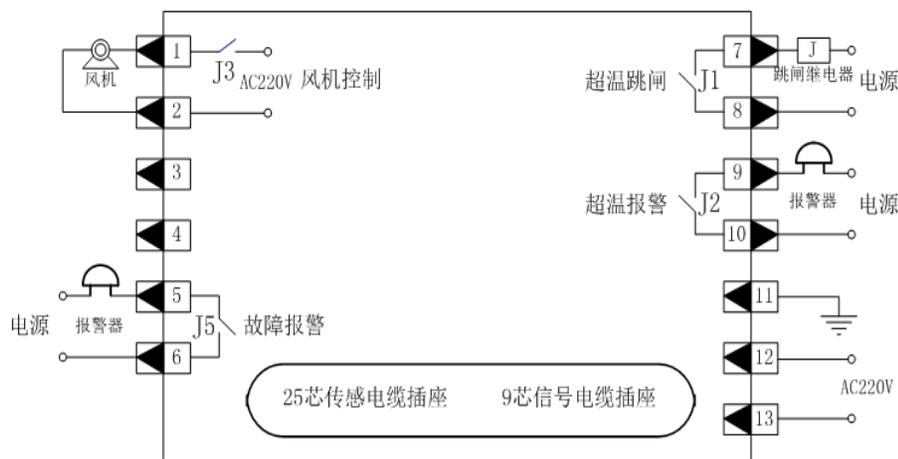
- (1) 在变压器箱体上按温控器开孔尺寸开好温控器嵌入孔。
- (2) 将LD-B10系列温控器嵌入变压器箱体上已开好的嵌入孔。

9.2.10 接线图

9.2.10.1 LD-B10-10DP/EP/FP后盖端子接线图(注: 10DP无9芯信号电缆插座)



9.2.10.2 LD-B10-10EFP后盖端子接线图



第十章

Modbus 通讯协议

10.1 基本原则

通用高压变频器提供RS485通讯接口，并支持Modbus通讯协议。通过该协议接口，用户可利用上位机，读取或更改变频器的参数以及查看变频器的工作状态及故障信息等，利用上位机发送变频器的启动、停机命令，控制变频器的启停等，实现工业现场集中控制。

拓扑结构：单主机多从机系统，从机地址唯一，从机地址范围为1~247，0为广播通信地址。主机是指个人计算机或可编程逻辑控制器（PLC）等，从机是指变频器。主机既能对某个从机单独通信，也能对所有从机发布广播信息。

接口方式：RS485硬件接口。

传输方式：异步串行半双工传输模式，在同一时刻主机和从机只能由一个发送数据，另一个接收数据。

数据及帧格式：变频器采用RTU模式，数据位 - 8；奇偶校验-无校验；停止位 - 1；波特率有2400、4800、9600、19200、38400bps可选。RTU数据帧，采用CRC校验，每帧至少要以3.5个字符时间的停顿间隔开始，并且在最后一个传输字符（CRC校验数据）之后，一个至少3.5个字符时间的停顿代表消息的结束。一个帧的信息必须以一个连续的数据流形式进行传输，如果整个帧传输结束前有超过1.5个字符以上的时间间隔，接收设备认为该报文帧不完整，丢弃该报文帧。

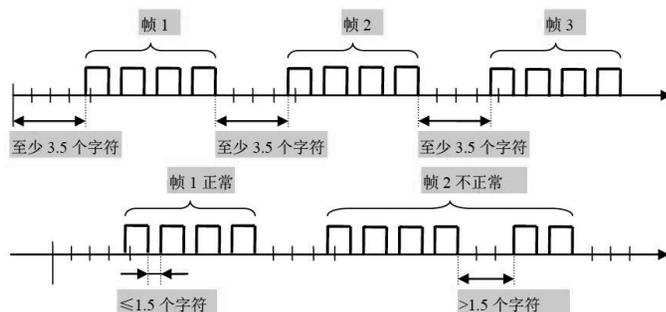


图11.1 数据及帧格式

RTU帧的标准结构：

名称	说明
帧头START	T1-T2-T3-T4 (3.5个字节的传输时间)
从机地址域ADDR	通讯地址：0~247（十进制）（0为广播地址）
功能域CMD	03H：读从机参数；06H：发从机命令；10H：写从机参数
数据域 DATA (N-1) ... DATA (0)	2*N个字节的数据，该部分为通讯的主要内容，也是通讯中，数据交换的核心。
CRC低位	检测值：CRC校验值（16BIT）
CRC高位	
帧尾END	T1-T2-T3-T4 (3.5个字节的传输时间)

10.2 数据包结构

序号	名称	字节数	范围	备注
1	地址码	1	1 ~ 247	从机地址
2	功能码	1	0x03、0x06、0x10	03H、06H、10H
3	数据区	2*N	0x00 ~ 0xFF	数据交换的核心内容
4	校验码	2	0x00 ~ 0xFF	CRC校验
总计		≤256		

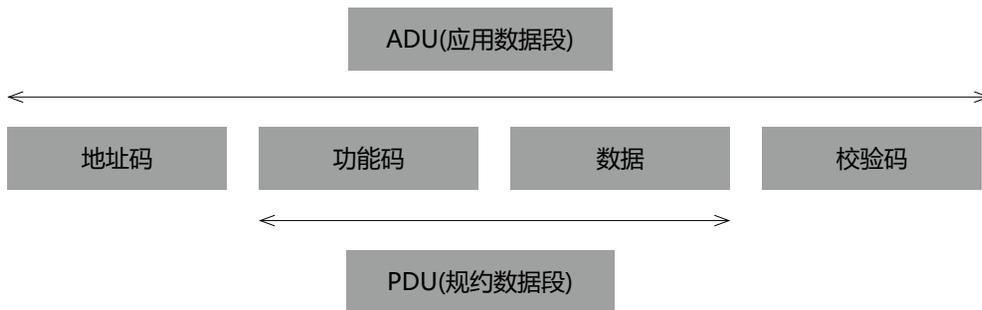


图11.2 数据包结构

10.3 功能码定义

功能码	名称	描述
03H	读多个寄存器	读取从站寄存器内部数据（参数设定值）
06H	写单个寄存器	设定从机一个寄存器值
10H	写多个寄存器	设定从机多个寄存器值

10.4 常用功能码及应答

10.4.1 功能码0x03，读多个寄存器

主机请求数据包

数据内容	字节数	说明
从站地址	1	1 ~ 247
功能码	1	0x03
起始地址高位	1	0x00 ~ 0xFF
起始地址低位	1	0x00 ~ 0xFF
寄存器个数高位	1	N个寄存器
寄存器个数低位	1	
CRC校验低位	1	循环冗余码校验
CRC校验高位	1	

从机应答数据包

数据内容	字节数	说明
从站地址	1	1 ~ 247
功能码	1	0x03
字节个数	1	2*N字节
起始地址对应寄存器数据高位	1	第一寄存器
起始地址对应寄存器数据低位	1	
...
第N寄存器对应数据高位	1	第N寄存器
第N寄存器对应数据低位	1	
CRC校验低位	1	循环冗余码校验
CRC校验高位	1	

*N = 寄存器数量

错误响应

数据内容	字节数	说明
功能码	1	0x83
错误码	1	01或 02或 03 或 04

错误码说明：

01功能码错误

02起始地址或（起始地址+寄存器数量）错误

03寄存器数量错误

04读多个寄存器错误

10.4.2 功能码0x06，写单个寄存器

主机请求数据包

数据内容	字节数	说明
从站地址	1	1 ~ 247
功能码	1	0x06
寄存器地址高位	1	0x00 ~ 0xFF
寄存器地址低位	1	0x00 ~ 0xFF
寄存器值高位	1	0x00 ~ 0xFF
寄存器值低位	1	0x00 ~ 0xFF
CRC校验低位	1	循环冗余码校验
CRC校验高位	1	

从机响应数据包

数据内容	字节数	说明
从站地址	1	1 ~ 247
功能码	1	0x06
寄存器地址高位	1	0x00 ~ 0xFF
寄存器地址低位	1	0x00 ~ 0xFF
CRC校验低位	1	循环冗余校验
CRC校验高位	1	



错误响应

数据内容	字节数	说明
功能码	1	0x86
错误码	1	01或 02或 03 或 04

错误码说明:

01功能码错误

02寄存器地址错误

03寄存器值错误

04写单个寄存器错误

10.4.3 功能码0x10, 写多个寄存器

从机响应数据包

数据内容	字节数	说明
从站地址	1	1 ~ 247
功能码	1	0x10
起始地址高位	1	0x00 ~ 0xFF
起始地址低位	1	0x00 ~ 0xFF
寄存器数量高位	1	0x00
寄存器数量低位	1	0x01 ~ 0x7B (1 ~ 123)
字节计数	1	2×N
第1寄存器值高位	1	0x00 ~ 0xFF
第1寄存器值低位	1	0x00 ~ 0xFF
...		
第N寄存器值高位	1	0x00 ~ 0xFF
第N寄存器值低位	1	0x00 ~ 0xFF
CRC校验低位	1	循环冗余码校验
CRC校验高位	1	

*N = 寄存器数量

从机响应数据包

数据内容	字节数	说明
从站地址	1	1 ~ 247
功能码	1	0x06
起始地址高位	1	0x00 ~ 0x81
起始地址低位	1	0x00 ~ 0xFF
寄存器数量高位	1	0x00
寄存器数量低位	1	0x01 ~ 0x7B (1 ~ 123)
CRC校验低位	1	循环冗余校验
CRC校验高位	1	

错误响应

数据内容	字节数	说明
功能码	1	0x90
错误码	1	01或 02或 03 或 04

错误码说明：

01功能码错误

02起始地址或（起始地址+寄存器数量）错误

03寄存器数量或字节数错误

04写多个寄存器错误

10.5 CRC校验 (16-bit)

CRC: 循环冗余校验 (Cyclic Redundancy Check)

CRC计算步骤：

- (1) 异或多项式 $U = 0xA001$
- (2) CRC寄存器初值 $V = 0xFFFF$
- (3) V 与第一个字节 (B_0 , 为地址码) 异或并存于 V , $V = V \text{ XOR } B_0$
- (4) V 右移一位
- (5a) 如果移出位为1, 则 $V = V \text{ XOR } U$, 返回到第6步
- (5b) 如果移出位为0, 则返回到第6步
- (6) 重复4、5步, 完成8次移位
- (7) V 与下一个字节 (B_1 , 功能码) 异或并存于 V , $V = V \text{ XOR } B_1$
- (8) 重复4-7步, 直到数据包内所有字节完成异或并移位8次。
- (9) 寄存器 V 即为CRC校验码, 附于数据包末尾, 低字节在前高字节在后。

10.6 地址码定义及分配

为了便于用户对变频器进行控制和管理, 变频器的所有参数和运行状态变量都对用户开放, 通过上位控制系统, 用户可以查看变频器内所有参数及运行状态。用户可以通过上位机发送不同的功能码和地址码报文, 控制变频器的运行、获取变频器状态信息及变频器相关功能参数设定等。

Modbus通讯报文的地址范围: 00H~79H。

地址范围27H~3DH为功能参数, 用户可对其参数进行更改, 但是当变频器处于运行状态时有些功能参数不可更改; 地址范围3EH~63H为系统参数, 用户在变频器处于待机状态下可对其参数进行更改, 当变频器处于运行状态时, 不可更改; 更改参数, 还要注意参数的设定范围。

变频器控制参数地址码分配表

ID	名称	属性	寄存器地址	PLC地址	参数说明
1	给定频率	R\W	0H	40001	最低频率~最高频率
2	给定参量	R\W	1H	40002	0-100%
3	启停控制	R\W	2H	40003	启: 00FF; 停: 0F00

ID	名称	属性	寄存器地址	PLC地址	参数说明			
					Bit	0	1	
18	状态监视	R	11H	40018	15			
					14			
					13			
					12			
					11			
					10			水冷故障
					9			控制器不通讯
					8			单元旁路
					7			模拟反馈掉线
					6			模拟给定掉线
					5			电机超载
					4			变压器柜门开
					3			单元柜门开
					2			单元柜超温
					1			变压器超温
0			风机故障					
19	本次运行时间	R	12H	40019	低字节：分；高字节：时			
20		R	13H	40020	天			
21	累积运行时间	R	14H	40021	低字节：分；高字节：时			
22		R	15H	40022	天			
23	控制器版本	R	16H	40023				
24	接口组件版本	R	17H	40024				
25	A1B1	R	18H	40025	字节	名称	机械旁路	IGBT旁路
26	C1A2	R	19H	40026	高字节	A1,C1,B2,A3,C3,B4,A5, C5,B6, A7,C7,B8,A8,C9	0: 正常 1: 熔断器故障 2: 过热故障 3: IGBT故障 4: 熔断器故障	0: 正常 1: 熔断器故障 2: 过热故障 3: IGBT故障
27	B2C2	R	1AH	40027				
28	A3B3	R	1BH	40028				
29	C3A4	R	1CH	40029				
30	B4C4	R	1DH	40030				
31	A5B5	R	1EH	40031				
32	C5A6	R	1FH	40032	低字节	B1,A2,C2,B3, A4,C4,B5,A6, C6,B7,A8,C8,B9	4: 熔断器故障 5: 光纤上行 6: 母线过压 7: 光纤下行	4: 电源故障 5: 欠压故障 6: 过压故障 7: 光纤故障
33	B6C6	R	20H	40033				
34	A7B7	R	21H	40034				
35	C7A8	R	22H	40035				
36	B8C8	R	23H	40036				
37	A8B9	R	24H	40037				
38	C9	R	25H	40038				



变频器命令参数地址码分配表

ID	名称	属性	寄存器地址	PLC地址	参数说明		
					Bit	0	1
39	参数控制组	R/W	26H	40039	15		
					14		
					13		
					12		
					11		
					10		
					9		
					8		上传失败
					7		下载失败
					6		上传成功
					5		下载成功
					4		参数上传(脉冲信号)
					3		参数下载(脉冲信号)
					2		恢复出厂设置
					1	恢复出厂设置禁止	恢复出厂设置允许
					0	参数设置禁止	参数设置允许

功能参数地址码分配表

ID	名称	属性	寄存器地址	PLC地址	参数说明			
					Bit	名称	0	1
40	参数组合1	R/W	27H	40040	15	通讯模式	Modbus通讯	Profibus-DP通讯
					14	柜门轻重故障选择	轻故障	重故障
					13	通风滤网清洗提醒	不提醒	提醒
					12	冷却方式	风冷	水冷
					11	变频投切	禁止	允许
					10	轻故障上电	禁止	允许
					9	风机控制	停止	启动
					8	开关给定选择	3段速	7段速
					7	远程设控制方式	禁止	允许
					6	模拟反馈掉线	禁止	允许
					5	远程启停方式	脉冲	电平
					4	变频器反转	禁止	允许
					3	高压失电自启动	禁止	允许
					2	高压失电速断	禁止	允许
					1	模拟给定掉线	禁止	允许
					0	运行方式	开环运行	闭环运行
41	参数组合2	R/W	28H	40041	字节	名称	字节解析	
					高字节	给定方式	0: 本地给定 1: 模拟给定 2: 开关给定 3: 上位给定	
					低字节	控制方式	0: 本地控制 1: 上位控制 2: 远程控制	
42	模拟量输出	R/W	29H	40042	字节	名称	字节解析	
					高字节	模拟输出1	0: 运行频率 1: 输出电流 2: 单元柜温 3: 励磁电流	
					低字节	模拟输出2	4: 输出功率 5: 功率因数 6: 输出电压	

ID	名称	属性	寄存器地址	PLC地址	参数说明		
					字节	名称	字节解析
43	Modbus参数	R/W	2AH	40043	高字节	Modbus地址	1-31
					低字节	Modbus波特率	0: 1200 1: 2400 2: 4800 3: 9600 4: 19200 5: 38400
44	跳转频率1L	R/W	2BH	40044		0~80.00Hz	
45	跳转频率1U	R/W	2CH	40045		0~80.00Hz	
46	跳转频率2L	R/W	2DH	40046		0~80.00Hz	
47	跳转频率2U	R/W	2EH	40047		0~80.00Hz	
48	输入电压系数	R/W	2FH	40048		50-200	
49	开关给定1	R/W	30H	40049		0~80.00Hz	
50	开关给定2	R/W	31H	40050		0~80.00Hz	
51	开关给定3	R/W	32H	40051		0~80.00Hz	
52	失电屏蔽延时	R/W	33H	40052		1.0~100.0s	
53	最小给定电流	R/W	34H	40053		0~8.00mA	
54	最大给定电流	R/W	35H	40054		10.00~25.00mA	
55	最小反馈电流	R/W	36H	40055		0~8.00mA	
56	最大反馈电流	R/W	37H	40056		10.00~25.00mA	
57	过程闭环比例系数	R/W	38H	40057		0~50.00	
58	过程闭环积分时间	R/W	39H	40058		0.01~20.00min	
59	过程闭环微分时间	R/W	3AH	40059		0~20.00min	
60	给定频率分辨率	R/W	3BH	40060		0.01-1.00Hz	
61	定时除尘时间	R/W	3CH	40061		15~30000天	
62	通风机停止时间	R/W	3DH	40062		0~30min	
63	电机参数组选择	R/W	4EH	40079		0: 第一组1: 第二组2: 第三组3: 第四组	

系统参数地址码分配表

ID	名称	属性	寄存器地址	PLC地址	参数说明			
64	启动频率	R/W	3EH	40063	0~5.00Hz			
65	最高频率	R/W	3FH	40064	0~80.00Hz			
66	最低频率	R/W	40H	40065	0~80.00Hz			
67	电机限流系数	R/W	41H	40066	10%-200%			
68	参数组合3	R/W	42H	40067	字节	名称	字节解析	
					高字节	单元旁路级数	0-1	
						单元级数	2~9	
69	参数组合4	R/W	43H	40068	字节	名称	备注	
					高字节	死区补偿	0-20	
					低字节	转矩提升	0-15	
70	加速时间	R/W	44H	40069	5.0s~6000.0s			
71	减速时间	R/W	45H	40070	5.0s~6000.0s			
72	瞬时停电时间	R/W	46H	40071	0~1000ms			
73	参数组合5	R/W	47H	40072	Bit	名称	0	1
					15			
					14			
					13			
					12			



ID	名称	属性	寄存器地址	PLC地址	参数说明			
					Bit	名称	0	1
73	参数组合5	R/W	47H	40072	11			
					10			
					9			
					8			
					7			
					6			
					5			
					4	控制状态	调试状态	正常状态
					3	停机方式	减速停机	自由停机
					2	主从模式	主模式	从模式
					1	主从设置	无效	有效
					0			
74	参数组合6	R/W	48H	40073	字节	名称	字节解析	
					高字节	变频器类型	1.异步机通用 2.异步机矢量 3.同步机通用 4.同步机矢量 5.异步机开环矢量 6.同步机开环矢量 7.无刷直流同步机 8.永磁同步机	
					低字节	启动方式	0: 正常启动 1: 转速启动 2: 参数辨识一 3: 参数辨识二	
75	变频器额定输入电压	R/W	49H	40074	380~15000V			
76	变频器额定电压	R/W	4AH	40075	380~15000V			
77	变频器额定电流	R/W	4BH	40076	31.0~1600.0A			
78	变频器额定输入电流比例	R/W	4CH	40077	100-2000			
79	投切锁相角	R/W	4DH	40078	0.5-5°			
80	电机额定电压	R/W	4FH	40080	380~15000V			
81	电机额定电流	R/W	50H	40081	0.1~1600.0A			
82	电机额定频率	R/W	51H	40082	5.00~80.00H			
83	电机额定转速	R/W	52H	40083	0~3600RPM			
84	电机额定功率	R/W	53H	40084	1~60000kW			
85	电机转动惯量	R/W	54H	40085	0.1-300kg.m ²			
86	电机空载电流	R/W	55H	40086	1~1600.0A			
87	电机定子电阻	R/W	56H	40087	0.001~10.000Ω			
88	电机定子漏感	R/W	57H	40088	0.1~1000.0mH			
89	功能字2	R/W	58H	40089	Bit	名称	0	1
					B15			自动计算速度环
					B14			自动计算电流环
					B13			自动计算磁通环
					B12			VF滑差补偿
					B11~B4	备用		
					B3~B0	励磁时间	1~16s	

ID	名称	属性	寄存器地址	PLC地址	参数说明			
90	磁通给定	R/W	59H	40090	0.1~1.0pu			
91	转速比例系数	R/W	5AH	40091	0.5~20.00			
92	转速积分时间	R/W	5BH	40092	0.1~20.00s			
93	磁通比例系数	R/W	5CH	40093	0.5~20.00			
94	磁通积分时间	R/W	5DH	40094	0.1~20.00s			
95	电流比例系数	R/W	5EH	40095	0.1~15.00			
96	电流积分时间	R/W	5FH	40096	0.15~30.00ms			
97	编码器脉冲数	R/W	60H	40097	0: 512 1: 1024 2: 2048 3: 4096 4: 19200 5: 16384 6: 65535			
98	频率搜索电流	R/W	61H	40098	0.1~1.0pu			
99	电机相序	R/W	62H	40099	0: 反向 1: 正向			
100	功能字3	R/W	63H	40100	Bit	名称	0	1
					B15~B13	VF曲线选择	0: 线性VF曲线 1: 1.2次方曲线 2: 1.5次方曲线 3: 1.7次方曲线 4: 2次方曲线 5: VF分离曲线	
					B12~B8	过励磁频率	1~30	
					B7~B3	过励磁增益	1~30	
					B2~B0	旁路类型	0: 无旁路 1: 机械旁路 2: IGBT旁路	

励磁参数地址码分配表

ID	名称	属性	寄存器地址	PLC地址	参数说明			
101	参数组合7	R/W	64H	40101	Bit	名称	0	1
					15			
					14			
					13			
					12			
					11			
					10			
					9			
					8	励磁故障状态	无故障	故障
					7	励磁运行状态	停止	运行
					6	励磁就绪状态	未就绪	就绪
					5	启动/停止励磁	停止	启动
					4	励磁反馈是否具备	具备	不具备
3	工变切换	禁止	允许					
2	工作模式	手动调节	闭环调节					
1	励磁方式选择	异步启动	同步启动					
0	励磁控制	禁止	允许					

ID	名称	属性	寄存器地址	PLC地址	参数说明
102	设定功率因数	R/W	65H	40102	0.5-0.98
103	自动调节切换频率	R/W	66H	40103	25.00-50.00Hz
104	异步投励频率	R/W	67H	40104	0-50.00Hz
105	电机额定励磁	R/W	68H	40105	0.1~1600.0A
106	励磁最小给定电流	R/W	69H	40106	0-20.00mA
107	励磁最大给定电流	R/W	6AH	40107	0-20.00mA
108	励磁最小反馈电流	R/W	6BH	40108	0-20.00mA
109	励磁最大反馈电流	R/W	6CH	40109	0-20.00mA
110	励磁柜电流	R/W	6DH	40110	0~1600.0A
111	给定励磁电流	R/W	6EH	40111	0~1600.0A
112	反馈励磁电流	R	6FH	40112	0.1A
113	输出励磁电流	R	71H	40113	0.1A
114	励磁闭环比例系数	R/W	70H	40114	0~20.00
115	励磁闭环微分时间	R/W	72H	40115	0~30.00min
116	励磁闭环积分时间	R/W	73H	40116	0.1~20.00min