

变频器与触摸屏 应用技术 易读通

李永忠 鄢光辉 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

变频器与触摸屏 应用技术 易读通

李永忠 鄢光辉 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书采用“操作技能综合应用培养”的编写思路,从工程实践角度出发,介绍了变频器与触摸屏应用技术。

全书共计8章,第一~六章主要介绍了变频器的安装与接线、变频器的运行操作及参数设置、变频器及外围设备的选择、变频器的工作原理与控制方式、变频调速系统的设计等内容。书中以三菱FR—A540系列为例,讲述了变频器的安装运行操作及参数设置,以及变频调速系统的设计方法和具体应用。第七~八章分别介绍了触摸屏基本组成、原理和分类,并以三菱触摸屏为例介绍了触摸屏编程软件GT Designer Vision的使用,触摸屏与变频器的通信连接方法及参数设置。

本书注重实际,强调应用,理论与实践操作融为一体,可作为通用变频器和触摸屏的培训考核教材,也可作为高职高专院校工业电气自动化、电气工程及自动化、机电一体化等相关专业的教材,同时也可供变频调速工程技术人员在设计、安装、调试、维护工作中阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

变频器与触摸屏应用技术易读通/李永忠,鄢光辉编
著. —北京:中国电力出版社,2008
ISBN 978-7-5083-6681-4

I. 变… II. ①李…②鄢… III. ①变频器-基本知识
②触摸屏-基本知识 IV. TN77 TP334.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第006985号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷
各地新华书店经售

*

2008年6月第一版 2008年6月北京第一次印刷
710毫米×980毫米 16开本 18印张 315千字
印数0001—3000册 定价28.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



21世纪80年代以来正在兴起广泛应用变频器和人机的热潮,广大工程技术人员已经认识到变频器和人机的巨大优越性,但是国外进口设备上的变频器型号多样,技术资料不全,国内销售单位提供的资料甚少,这就造成变频器和人机的推广应用困难。许多单位在办培训班时遇到的最大困难往往是缺乏教材。教学单位更是为实验装置的配置而烦恼。有感于此,我们查阅了大量国内外变频器和人机资料,选择了当今最新、最具特色、具有代表性的日本三菱FR-A540系列变频器和人机GOT-F900作为目标机型,全面的把变频器的各种功能解释清楚并对其进行了应用举例,使读者能在掌握一种型号的变频器和人机后,在使用其他型号的变频器和人机时也可触类旁通,相互参照。

本书具有以下主要特点:

(1) 在编写思路方面,打破了以往内容过于注重“理论知识系统性”的倾向,而采用了以注重“操作技能综合应用能力培养”的体系模式;精炼理论,突出使用技能,强调变频器的实践应用,注重理论知识和技能的综合应用。

(2) 在编写方法方面,注重社会生产技术的发展和劳动力的就业需求,以培养职业岗位群的综合能力为目标,采用先简单实践、后理论、再综合应用的编写方法,循序渐进,注重突出职业技能的训练和专业知识的综合应用,内容体系也适用于相关技术人员学习专业知识和提高职业技能。

(3) 在编写内容方面,以读者为主体,采用先简单实践基本技能,引起读者兴趣,引人入胜;后精学理论知识,与实践融为一体;再综合应用专业知识和职业技能,达到学以致用、系统提高专业素质的目的。内容安排方面更加适用于学生和相关技术人员自主学习专业知识和提高职业技能,以求得无师自通的目的。

本书由广东省技师学院李永忠、鄢光辉老师编写。参加本书编写工作的还有广东省技师学院谢文辉、刘建、肖建章、龙飞文、王风老师和深圳技师学院申海林老师。

由于作者水平有限，书中难免存在错漏和不妥之处，热忱欢迎广大读者批评指正，将不胜感激。

编者

2007年10月



前言

第一章 变频器的安装与接线	1
第一节 变频器的安装	1
第二节 变频器的接线	5
一、主电路的接线	5
二、控制电路的接线	8
第二章 制作一个简单的工程	15
一、通电前检查	15
二、变频器的面板显示与操作	15
三、变频器的操作模式	19
四、变频器的通电与预置	21
第三章 变频器的运行操作及参数预置	24
第一节 频率的给定与参数预置	24
一、频率给定的方式与选择	24
二、频率给定的调整功能	27
三、频率给定的其他功能	30
四、频率的限制功能	33
五、变频器的启动与加速	35
六、变频器的减速与停止	39
七、变频器的制动控制	43
第二节 变频器的外接端子控制	52
一、电动机的点动与运行控制	52
二、多功能输入控制端子的参数预置	55
三、变频器的多段速运行控制	57
四、输出控制端子的控制功能	61
第三节 变频器的系统控制与机械特性控制功能	65
一、变频器的程序控制功能及参数预置	65
二、变频器的工频与变频切换控制	70
三、变频器的瞬停再启动控制	76

四、变频器的PID控制及参数预置	79
五、节能运行功能	85
六、电动机参数自动调整	86
七、转矩控制功能	92
八、矢量控制功能	98
第四节 变频器的保护功能	100
一、电动机的失速防止功能	100
二、变频器的电流保护功能	105
三、变频器的其他保护功能	108
第五节 变频器的常见故障检查与处理	110
一、变频器的维护与检查	110
二、变频器的常见故障与处理	116
第四章 变频器及外围设备的选择	121
第一节 变频器类型的选择	121
一、对恒转矩负载变频器的选择	121
二、对恒功率负载变频器的选择	123
三、对二次方律负载变频器的选择	124
四、对其他类型的负载变频器的选择	126
五、变频器型式的选择	128
第二节 变频器容量的计算	129
一、连续运行时变频器容量的选定	129
二、加减速时变频器容量的选定	130
三、频繁加减速运转时变频器容量的选定	130
四、电动机电流变化不规则的场合所需变频器容量的选定	130
五、电动机直接启动时所需变频器容量的选定	131
六、大惯性负载启动时变频器容量的选定	131
七、一台变频器拖动多台电动机并联运行时变频器容量的选定	132
八、多台电动机并联启动且部分直接 启动时变频器容量的选定	133
九、并联运行中追加投入启动时变频器容量的选定	133
十、与离心泵配合使用时变频器容量的选定	134
十一、轻载电动机时变频器容量的选定	134

第三节	变频器选择的注意事项	135
一、	启动转矩与低速区转矩	135
二、	变频器的输出电压	135
三、	变频器的输出频率	135
四、	变频器的保护结构	135
五、	从电网到变频器的切换	136
六、	瞬时停电再启动	136
七、	变频器容量选择的注意事项	136
第四节	变频器的外围设备及选择	137
一、	输入变压器	137
二、	低压断路器	137
三、	交流接触器	139
四、	电抗器	139
五、	制动电阻	140
六、	滤波器	143
第五节	电动机的选择	143
一、	电动机类型的选择	144
二、	电动机额定功率的选择	145
三、	电动机额定电压及额定转速的选择	147
四、	电动机型式的选择	148
第五章	变频器的工作原理与控制方式	149
第一节	电力半导体器件	149
一、	普通晶闸管 (SCR)	149
二、	可关断晶闸管 (GTO)	151
三、	电力晶体管 (GTR 或 BJT)	152
四、	功率场效应管 (功率 MOSFET)	154
五、	绝缘栅双极晶体管 (IGBT)	156
六、	电力半导体器件的应用特点	159
七、	智能电力模块 (IPM)	160
第二节	变频器的基本工作原理和基本结构	163
一、	变频调速的基本原理	163
二、	交-直-交型变频器的基本结构	163

第三节	变频器主电路的工作原理	165
一、	整流电路	165
二、	中间电路	166
三、	逆变电路	167
第四节	通用变频器的控制方式	168
一、	U/f 控制方式	168
二、	转差频率控制方式 (SF 控制方式)	170
三、	矢量控制方式	171
四、	直接转矩控制方式	176
第五节	正弦脉宽调制控制技术	177
一、	概述	177
二、	正弦脉宽调制 (SPWM) 原理	177
三、	单极性方式 SPWM 技术	178
四、	双极性 SPWM 技术	179
五、	SPWM 波形形成的方法	180
第六节	变频器的分类	181
一、	按变换环节分类	181
二、	按输入电压的相数分类	181
三、	按输出电压的调制方式分类	181
四、	按滤波方式分类	182
五、	按电压等级分类	182
六、	按用途分类	184
七、	按调速控制方式分类	184
第七节	变频器的额定参数和技术指标	185
一、	变频器的额定参数	185
二、	变频器的技术指标	186
第六章	变频调速拖动系统的设计	190
第一节	设计变频调速拖动系统的基本要求	190
一、	在机械特性方面的要求	190
二、	运行可靠性方面的要求	191
三、	设计拖动系统的主要内容	191
第二节	变频调速时电动机的有效转矩线	192

一、 $f_x \leq f_N$ 时的有效转矩线	192
二、 $f_x > f_N$ 时的有效转矩线	194
三、有效功率线	196
第三节 恒转矩负载变频调速系统的设计	197
一、恒转矩负载的基本特点	197
二、系统设计的主要问题	197
三、电动机和变频器的选择	201
第四节 恒功率负载变频调速系统的设计	203
一、恒功率负载的基本特点	203
二、系统设计的主要问题	203
三、电动机和变频器的选择	206
四、设计实例	206
第五节 二次方律负载变频调速系统的设计	213
一、二次方律负载的基本特点	213
二、系统设计的主要问题	214
三、电动机与变频器的选择	215
四、设计实例	216
第七章 三菱触摸屏编程软件 GT Designer Vision 的使用	227
第一节 触摸屏技术概述	227
一、触摸屏的基本组成和工作原理	227
二、触摸屏的分类	227
三、触摸屏的作用与功能	229
第二节 触摸屏编程软件 GT Designer Vision 的安装	229
一、安装编程软件 GT Designer Vision 的系统要求	229
二、编程软件的安装步骤	230
第三节 软件设计前的通用设置	234
一、设置 GOT/PLC 类型	234
二、设置屏幕切换元件	235
第四节 设置数值功能	237
一、设置数值显示功能	237
二、设置数值输入功能	239
第五节 设置指示灯显示功能	241
第六节 设置触摸键功能	244

第七节	创建第二个屏幕	248
第八节	设定水平面显示功能	252
第九节	设定指针仪表盘显示功能	254
第十节	设置报警列表显示功能	256
第十一节	项目的下载和上传	259
	一、安装 OS 程序和通信驱动程序	259
	二、下载屏幕数据	259
	三、上传画面信息	261
第八章	人机与变频器的连接与参数设置	262
第一节	人机与变频器的连接	262
	一、CPU 直接连接的配置 (RS-422)	262
	二、变频器接头规格	263
第二节	人机与变频器参数设置	265
	一、通信设置规格	265
	二、变频器中的通信设置	266
	三、使用 FREQROL 系列变频器的注意事项	269
	四、GOT 软元件与参数之间的对应	271
	五、变频器通信参数设置	274
	六、GOT 连接设备设置	275
第三节	人机与变频器连接设置实例	276
	一、工程要求	276
	二、变频器的参数设置	276
	三、触摸屏设置	277
参考文献	278

第一章

变频器的安装与接线

第一节 变频器的安装

变频器是全晶体管设备，所以它对周围环境的要求也和其他晶体管设备一样。为了使变频器能稳定、可靠地工作，发挥其具有的性能，必须确保设置环境能充分满足 IEC 标准及国标对变频器所规定环境的允许值。

（一）变频器的设置场所

装设变频器的场所应具备以下条件：

- (1) 电气室应湿气少，无水浸入。
- (2) 无爆炸性、燃烧性或腐蚀性气体和液体，粉尘少。
- (3) 装置容易安装。
- (4) 应有足够的空间，便于维修检查。
- (5) 应备有通风口或换气装置以排出变频器产生的热量。
- (6) 应与易受变频器产生的高次谐波和无线电干扰影响的装置隔离。
- (7) 安装在室外的变频器必须单独按照户外配电装置设置。

（二）变频器的使用环境

下面叙述变频器长期稳定运行所必须的环境条件。

1. 周围温度条件

变频器运行中周围温度的允许值多为 $0\sim 40^{\circ}\text{C}$ 或 $-10\sim +50^{\circ}\text{C}$ ，避免阳光直射。

(1) 上限温度。对于单元型变频器装入配电柜或控制盘内使用时，考虑柜内预测温升 10°C ，则上限温度多定为 50°C 。变频器为全封闭结构、上限温度为 40°C 的壁挂以单元型装入配电柜内使用时，为了减少温升，可以装设通风管或者取下单元外罩。

(2) 下限温度。周围温度的下限值多为 0°C 或 -10°C ，以不结霜为前提条件。

2. 周围湿度条件

变频器要注意防止水或水蒸气直接进入变频器内，以免引起漏电，甚至打火，击穿。若周围湿度过高，也会使电气绝缘降低，及金属部分被腐蚀。为

此，变频柜安装平面应高出水平地面 0.8m 以上。

3. 周围气体条件

作为室内设置，其周围不可有腐蚀性、爆炸性或燃烧性气体。还要选择粉尘和油雾少的设置场所。

4. 振动条件

关于耐振性因机种的不同而不同，设置场所的振动加速度多被限制在 $0.3g \sim 0.6g$ (g 为重力加速度) 以下 (振动强度 $\leq 5.9m/s^2$)。对于机床、船舶等事先能预测振动的场合，必须选择有耐振措施的机种。

5. 抗干扰条件

为防止电磁干扰，控制线应有屏蔽措施，母线与动力线要保持不少于 100mm 的距离。

(三) 变频器的安装空间

下面主要针对变频器安装场所的温度、湿度和振动等环境条件进行研究。

1. 温度

由于变频器工作过程中会导致变频器发热，在设计配电柜或设计电气室、设置场所时，必须考虑变频器工作时其周围温度要控制在允许范围以内。

(1) 防止配电柜发热。需要采取加大配电柜的尺寸，或增加换气风量等方法。变频器在控制箱内的间隔如图 1-1 所示，两种安装方式如图 1-2 所示。

配电柜内布置应注意：①考虑到柜内温度的增加，不应将变频器放在密封的小盒中或在其周围空间堆放零件、热源等。②配电柜内的温度不应超过 50°C 。③在配电柜内安装冷却扇时，应设计成使冷却空气能通过热源部分。变频器和风扇安装位置不正确将导致变频器周围的温度超过允许的数值。④将多台变频器安装在同一装置或控制箱里时，为减少相互热影响，建议横向并列安放，如图 1-2 (a) 所示。必须上下 (纵向) 安装时，为了使下部的热量不至影响上部的变频器，应在变频器之间加入一块隔板，如图 1-2 (b) 所示。

(2) 防止电气室或设置场所过热。因变频器的发热使电气室或设置场所的温度升高时，可采取以下对策：①设置通风口或换气装置。设置通风口或换气装置时，要注意其构造，充分考虑到不要有湿气的侵入和强风时雨水的侵入。②设置冷房装置，强制降低周围温度。冷房装置要根据发热量来选择。选择要领请参考与空调有关的文献。

2. 湿度

(1) 环境的湿度对策。变频器放置在湿度高的地方，常常发生绝缘劣化和金属部分腐蚀。如果受设置场所的限制，不得已放置在湿度较高的场所，房屋



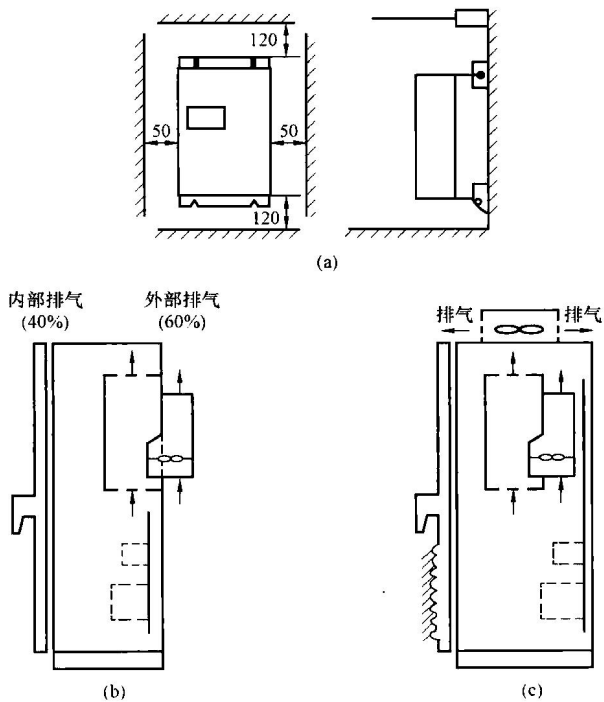


图 1-1 变频器在控制箱内的布置

(a) 变频器在箱内的空间要求；(b) 变频器散热片露在箱外的安装方式；
(c) 变频器散热片露在箱内的安装方式

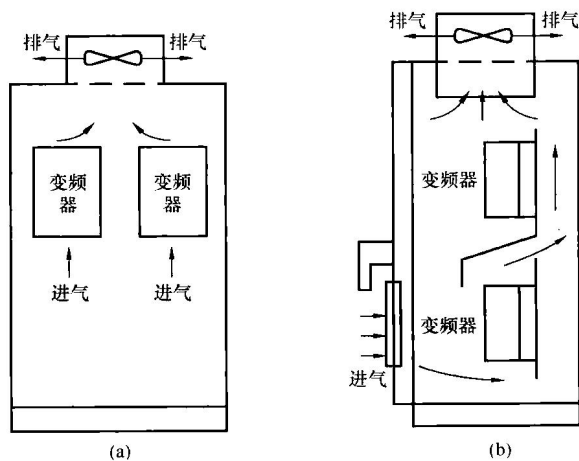


图 1-2 变频器的两种安装方式

(a) 横排式；(b) 纵排式



应尽可能采用密闭式结构，利用冷房装置等进行除湿。为了防止变频器停止时的结露，有时加装空间对流加热器。

(2) 变频器的湿度对策。在设置变频器的配电柜中，作为结露防止对策应装设空间对流加热器。变频器运转时，则切断加热器回路。

3. 振动

在有振动的场所应注意，振动超过变频器的容许值时，在振源一侧需要采取减小振动的对策，而在变频器一侧需要采用防振橡胶或变更设置场所等。在有振动的场所设置的变频器，必须以容易松动的主电路为重点，定期进行加固。

(四) 变频器的安装方法

(1) 把变频器用螺栓垂直安装到坚固的物体上，而且从正面就可以看见变频器正面的文字位置如图 1-3 (a) 所示，不要上下颠倒或平放安装，如图 1-3 (b) 和图 1-3 (c) 所示。

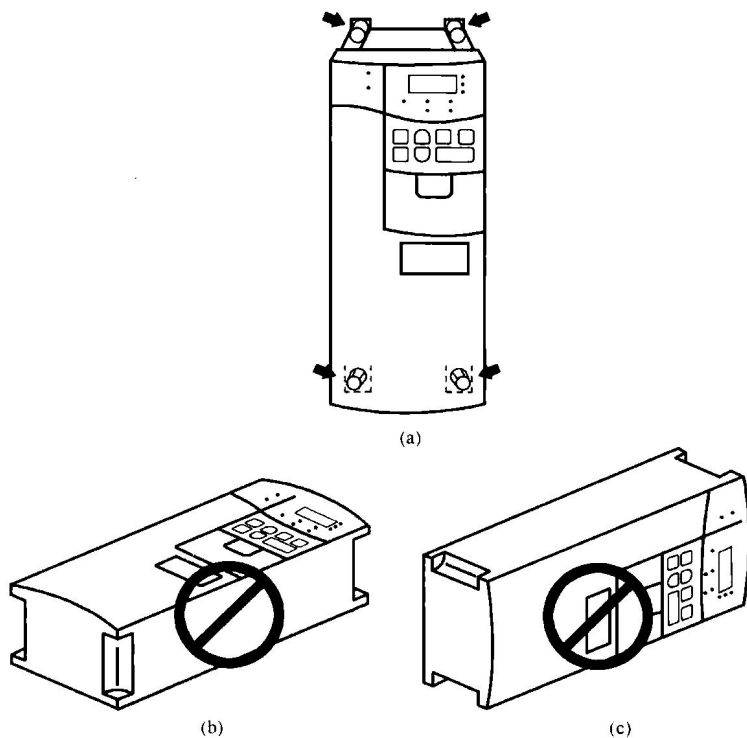


图 1-3 变频器垂直安装

(a) 正向垂直安装；(b) 平放安装；(c) 倒下安装



(2) 变频器在运行中会发热，为确保冷却风道畅通，按图 1-1 (a) 所示的空间安装（电线、配线槽不要通过这个空间）。由于变频器内部热量从上部排出，所以不要安装到不耐热的机器下面。

(3) 变频器在运转中，散热片的附近温度最高可上升到约 150℃，故变频器背面要使用耐高温材料。

(4) 变频器安装在控制箱内时，要充分注意换气，防止变频器周围温度超过额定值。且不要将变频器放在散热不良的小密闭箱内。

(五) 注意事项

(1) 变频器和电动机外壳与电缆屏蔽层之间必须保证高频等电位接地，同时每台装置也必须与 PE（黄绿色）保护接地端子一起连接到接地装置上。

(2) 如果使用附加的输入滤波器，则应将其安装在变频器的后面，且要通过非屏蔽电缆直接与主电源相连。

第二节 变频器的接线

一、主电路的接线

变频器主回路端子排列如图 1-4 所示。

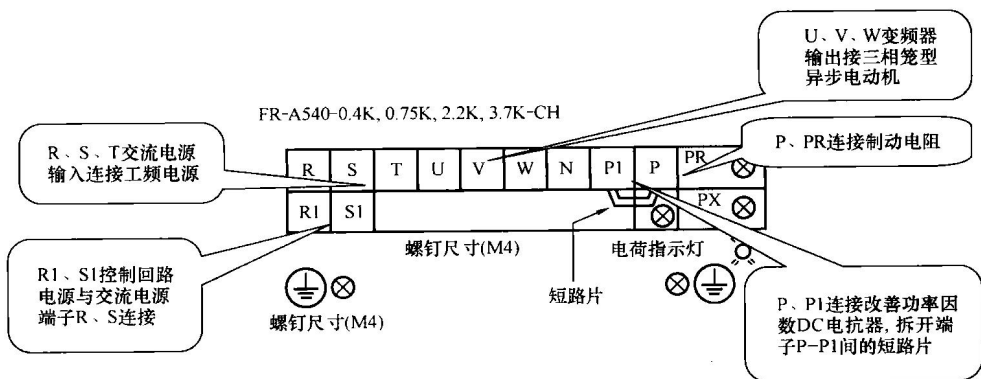


图 1-4 三菱 FR-A540 变频器主回路接线端子排

P、PR 连接制动电阻器时，要拆开端子 PR-PX 之间的短路片；P、N 连接制动单元连接选件、电源再生单元或高功率因数转换器；PR、PX 连接内部制动回路时要用短路片将 PX-PR 间短路。

主电路的接线方法如图 1-5 所示。图中，三相电源通过空气断路器，接到变频器的电源输入 R、S、T 端。U、V、W 是变频器的输出端，与电动机相

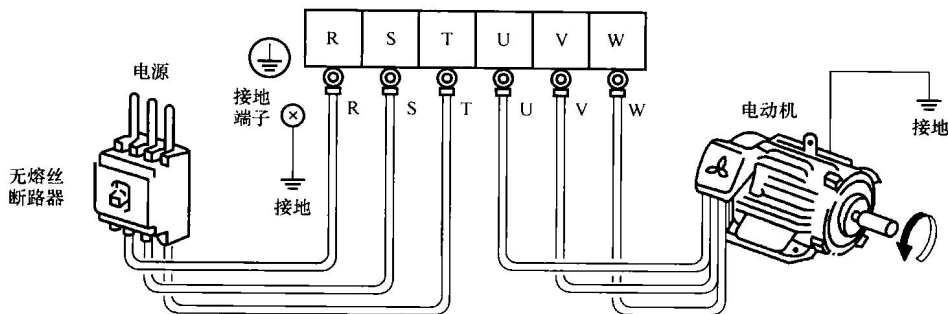


图 1-5 变频器主回路接线

接。变频器与电动机之间的电缆长度应满足规定要求。

注意事项：

(1) 不能用接触器的触点来控制变频器的运行和停止，应使用控制面板上的操作键或接线端子上的控制信号。

(2) 接线后，零碎线头必须清理干净，零碎线头可能造成变频器异常、失灵和故障，必须始终保持变频器清洁。在控制箱上打孔时，请注意不要使碎片粉末等进入变频器。

(3) 为使电压下降在 2% 以内，要求用适当型号的电线接线。变频器和电动机间的接线距离较长时，特别是低频率输出情况下，会由于主电路电缆的电压下降而导致电动机的转矩下降。

(4) 布线距离最长为 500m，如图 1-6 所示。尤其长距离布线，由于布线寄生电容所产生的冲击电流，可能会引起过电流保护误动作，输出侧连接的设备可能运行异常或发生故障。

(5) 在 P 和 PR 端子间建议连接制动的电阻选件，端子间原来的短路片必须拆下。

(6) 电磁波干扰。变频器输入/输出（主电路）包含有谐波成分，可能干扰变频器附近的通信设备。因此，应安装无线电噪声滤波器（仅在输入侧）或线路噪声滤波器，使干扰降至最小。

(7) 变频器的输出端不能接电力电容或浪涌吸收器，这将导致变频器故障或电容和浪涌吸收器的损坏。

(8) 电动机的旋转方向如果和生产工艺要求不一致，最好用调换变频器输出相序的方法，不要用调换控制端子 FWD 或 REV 的控制信号来改变电动机的旋转方向。