

**BEIJING - FANUC**

# 机床电气柜的设计和屏蔽参考

ID 号:

日期:

## 文件使用的限制以及注意事项等

## 文件版本更新的纪录

修订日期	版本号	文件名称	修订内容	修订人
2009-11-30	V1.0	机床电气柜的设计和屏蔽参考	初次发布	邢建伟

## 目录

1. 电柜柜体设计 .....	1
1.1 电柜的密封 .....	1
1.2 柜体的温度设计概述 .....	4
1.3 电柜的抗干扰设计 .....	5
1.4 电柜的制造工艺 .....	5
2. 电柜内部温升设计 .....	7
2.1 电柜内部温升的计算 .....	7
2.2 常用 FANUC 单元发热量 .....	7
2.2.1 系统部分 .....	8
2.2.2 电源模块 PSMi (200V) .....	10
2.2.3 电抗器 (AC REACTOR) .....	10
2.2.4 电源模块 PSMRi(200V) .....	10
2.2.5 滤波器(LINE FILTER) .....	11
2.2.6 伺服放大器(200V) (散热片柜内放置) .....	11
2.2.7 伺服放大器(200V) (散热片柜外放置) .....	12
2.2.8 主轴模块(200V) .....	14
2.2.9 电源模块 (400V) .....	14
2.2.10 电抗器 (400V) .....	15
2.2.11 高压伺服放大器 (400V) (散热片柜内放置) .....	15
2.2.12 高压伺服放大器 (400V) (散热片柜外放置) .....	16
2.2.13 主轴模块(400V) .....	17
2.3 操作站的温升设计 .....	18
3. 元器件选型参考 .....	18
3.1 断路器 .....	18
3.1.1 一般选型 .....	18
3.1.2 电动机保护用自动开关的选型 .....	19
3.2 熔断器 .....	19
3.3 接触器 .....	19
3.3.1 接触器的种类 .....	19
3.3.2 接触器选型原则 .....	20
3.4 继电器 .....	20
3.5 开关电源 .....	21
3.6 接线端子的选型及布置规范 .....	24

---

4. 元器件的分布与设计参考 .....	25
5. 抗干扰和接地对策 .....	26
5.1 信号线的分离 .....	26
5.2 接地 .....	27
5.2.1 接地的含义 .....	27
5.2.2 接地的目的 .....	27
5.2.3 接地的方式 .....	27
5.2.4 FANUC 建议使用的接地方式 .....	28
5.3 地环路干扰的抑制 .....	29
5.4 灭弧装置的使用 .....	30
5.4.1 噪音抑制器 .....	30
5.4.2 浪涌吸收器 .....	31
5.5 屏蔽接地 .....	33
6. 总结 .....	34

## 1 电柜柜体设计

在设计电柜时，必须充分考虑电柜运输和使用的环境条件，参考下表。另外，还要考虑减少 CRT 屏幕的电磁干扰，预防噪声和方便维修。

设计电柜时需考虑的运输及环境条件

室温	运行时	0°C~45°C
	存贮或运输中	-20°C~60°C
相对湿度	通常	≤75%
	短期（一个月内）	≤95%
振动	运行时	≤0.5G
	非运行时	≤1G
海拔高度	运行时	≤1000m
	非运行时	≤12000m
环境	通常的车间环境 (环境中尘土含量、冷却液或有机液含量过高时需另行考虑)	

### 1.1 电柜的密封

电柜的密封需满足运输和使用的环境要求，设计电柜时必须有效防止灰尘、冷却液和有机溶液的进入，防止其对设备造成伤害，要求达到IP54的防护等级。IP防护等级使用2个数字标记，例如一个防护类别 IP 54 (其中IP是标记字母，5是第1个标记数字，4是第二个标记数字)

防护等级的划分标准

接触保护和外来保护等级--第一个标记数字			防水保护等级--第二个数字		
第一个标记数字	防护范围	说明	第二个标记数字	防护范围	说明
0	无防护	*	0	无防护	*
1	防护 50mm 直径和更大的外来物体	探测器球体直径为50mm不应完全进入	1	水滴防护	垂直落下的水滴不应引起损害
2	防护 12.5mm 直径和更大的外来物体	探测器球体直径为12.5mm不应完全进入*	2	箱体倾斜15度时，防护水滴。	箱体向任何一侧倾斜至15度角时，垂直落下的水滴不应引起损害。

3	防护2.5mm直径和更大的外来物体	探测器球体直径为2.5mm不应完全进入*	3	防护溅出的水	以60度角从垂直线两侧溅出的水不应引起损害
4	防护1.0mm直径和更大的外来物体	探测器球体直径为1.0mm不应完全进入*	4	防护喷水	从每个方向对准箱体的射水都不应该引起损害
5	防护灰尘	不可能完全阻止灰尘进入，但是灰尘的进入量不应超过这样的数量，即对装置或者安全造成损害。	5	防护射水	从每个方向对准箱体的射水都不应引起损害
6	灰尘封闭	箱体内在20毫巴的低压时不应侵入灰尘。	6	防护强射水	从每个方向对准箱体的强射水都不应引起损害
			7	防护短时间浸入水中	箱体在标准压力下短时间浸入水中时，不应有能引起有害作用的水量浸入
			8	防护长时间浸入水中	箱体必须在由制造厂和用户协商定好的条件下长期浸入水中，不应有能引起有害作用的水量浸入。但这些条件必须比标记数字7所规定的复杂

在电柜设计时电柜所有开孔均需考虑密封情况，以下几点供参考：

- ◆ 在空气入口处使用空气过滤器，控制气流以保证进入空气入口的灰尘量。  
换气风扇也应加过滤器处理。

风扇或空气入口空气过滤器及护罩



- ◆ 电柜到机床的电缆接口设计需使用锁紧件，备用口需加孔堵满足密封条件：  
使用电缆锁紧装置进行密封，可同时起到电缆的固定作用。

电缆锁紧装置及孔堵图片



- ◆ 电柜门及操作站的密封处理：

使用密封胶条或其他密封措施进行密封处理。如果电柜或操作站部分密封不够充分，灰尘就会不断穿过缝隙而附着在单元上，灰尘累积会引起绝缘效果的恶化。

柜门加密封胶条可防止灰尘累积



## 1.2 电柜温升设计概述

有以下几点需要注意：

- ◆ 设计电柜时，需保证电柜内的温度上升时柜内和柜外的温度差不超过 10 摄氏度。
- ◆ 一个封闭的电柜必须安装风扇（或空调等换气冷却装置）以保证内部空气的循环。

风扇需作调整设计以保证空气以 0.5m/sec 的速度流过每一个安装单元的表面，但不能直吹，如果空气由风扇直接吹向单元，灰尘会很容易附着，容易引起单元的故障，缩短元件使用寿命。热交换器的排风尽量保证能够直接作用到伺服或用电设备。

- ◆ 冷风机和空调的安装使用

有两种安装方式，顶装与侧装。顶装的优势在于热空气往上，机柜底部应开通风口，形成自下而上的空气流动，这样在电器元件表面不容易形成热点和局部的热导效应。冷风机主要以给排风为主，即向柜外抽风式。当风机无法达到机柜内降温的要求时，可选装机柜空调。选装机柜空调时应注意功率选择，功率过大会使机柜内温度低于或等于 28 度，极可能形成凝露现象，这将导致电器元件短路等问题。此外，过大功率的机柜空调制冷时间过短，工作与非工作状态切换频率过高，对机柜空调本身的使用寿命有很大影响。

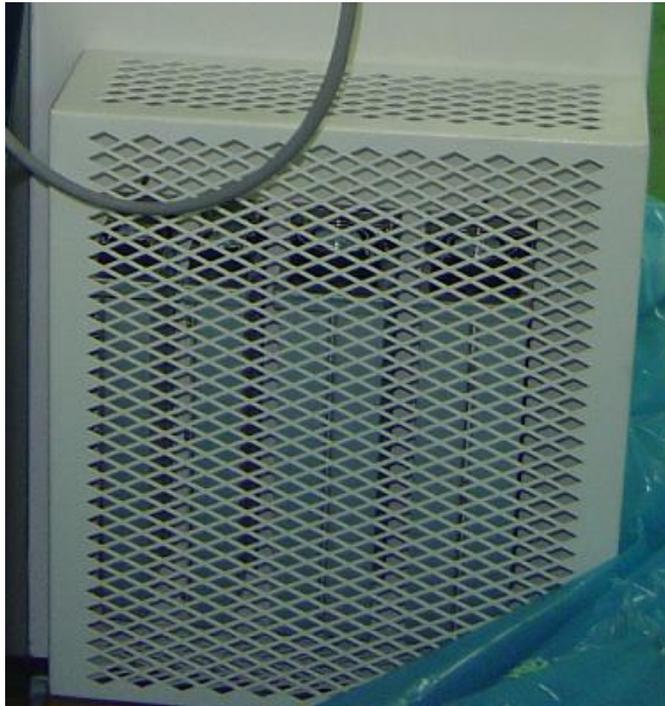
- ◆ 模块放大器的安装使用

带有散热片的模块尽量将散热片安装在电柜外部，因为散热片对柜内温度影响很大，同时为防止环境影响可考虑给散热片增加防护。各种模块发热量及计算方法参考“2 电柜温升计算”。

将模块散热片置于电柜外部



防止环境对散热片风扇的影响可增加防护设计



### 1.3 电柜柜体的抗干扰设计

电柜设计时还必须考虑到尽量降低噪声，并且防止噪声向 CNC 单元传送，在柜体设计时须考虑元件的布局情况，尽量减少元件之间相互干扰情况。

- ◆ 单元在电柜内部的安装和排列必须考虑检查和维修的方便，元件分交直流布置，走线尽量做到交直流分离，因此要在设计柜体时充分考虑各元件安装情况。
- ◆ 如果有电磁辐射的元件（比如变压器，风扇风机，电磁接触器，线圈和继电器）安装在显示器附近，他们经常会干扰显示器的显示。电磁元件位置固定且和显示器之间的距离小于 300mm 时，可以通过调整电磁元件的方向来降低对屏幕显示的影响。
- ◆ 柜体设计时充分考虑柜体接地策略，预先设计好接地点，详细参考“5 电柜的抗干扰和接地对策”。

### 1.4 电柜的制造工艺

对于电柜钣金的制作要求首先是能够为柜内电气设备提供一个可靠的保护箱体，同时必须拥有良好的接地。在实际生产中柜内接地螺丝只是使用镀锌螺丝且由于使用焊接的方法固定在柜内，使得被焊接后的螺丝很快就发生锈蚀现象。况且电柜还要经过油漆烘漆等柜体防腐蚀和美观处理，这样一来接地螺丝反而成了“准绝缘螺丝”，其接地效果会大打折扣。所以电柜制作时一般采用铜质螺柱，电柜的柜门将全部焊上接地桩而取代过去的接地螺丝。以解决以前“准绝缘”螺丝的问题。

以下工艺细节供参考：

- ◆ 柜体表面应平整，边缘及开孔应光滑，无毛刺、裂口。
- ◆ 柜体外表面、手柄和漆层应无损伤或变形情况。
- ◆ 各零部件应配合正确，门、抽屉等活动部件工作灵活，紧固件、连接件牢固无松动。
- ◆ 活动门应设止动器。
- ◆ 如电柜活动门或面板处有元件安装，必须在面板元件开孔之间安排足够的线槽安装筋，以方便面板线槽的可靠固定和标准化的走线。
- ◆ 电柜柜内每块底板背面都要做相应明显的标记，以方便安装。
- ◆ 所安装的元件要求质量，型号、规格符合设计要求，外观完好，且附件齐全，排列整齐，固定牢固，密封良好。
- ◆ 为了便于电柜接线和提高工作效率，电柜门铰链要能方便拆卸，保证再次安装时的方便性和日后使用的可靠性。
- ◆ 电柜的备用钥匙要用扎带捆于电柜内可靠安全处。便于集中收集。
- ◆ 为了方便电柜底板接线完毕后底板的安装，要在底板最下处安装底板靠脚，即底板与电柜之间有一定空隙。
- ◆ 保护及工作接地的接线柱螺纹直径应不小于 6mm。专用接地接线柱或接地板的导电能力，至少应相当于专用接地导体的导电能力，且有足够的机械强度。
- ◆ 柜体上应设有专用接地螺柱，并有接地标记。接地螺柱的直径与接地铜导体截面、电气设备电源线截面的关系（对固定安装的电气设备）见下表。
- ◆ 电柜内的接地螺栓用铜制。如采用钢质螺栓，必须在电箱外壳上漆前用包带可靠地将其紧密包扎，以防止油漆覆层影响接地效果。
- ◆ 不论电柜柜门上是否安装元件，都必须安装接地螺丝，规格见下表。

接地导体、螺柱关系表

电源线导体截面 S (mm <sup>2</sup> )	接地铜导体件最小截面 Q (mm <sup>2</sup> )	接地螺柱直径 (mm)
S<4	Q=S, 但 Q 不小于 1.5	M6
4<S<120	Q=S/2, 但 Q 不小于 4	M8
S>120	Q=70	M10

## 2. 电柜内部温升设计

安装在电柜内部元件产生的热量会使电柜内部的温度升高。因为产生的热是通过电柜自身表面散热，电柜的内部温度和电柜外部温度会在一定热水平上保持平衡。如果产生的热是一个常量，电柜的表面面积越大，电柜内部的温升就越慢。要进行电柜的温升设计，就要计算电柜内产生的热量，估算电柜的表面面积，如果需要，可以通过在电柜内部安装热交换器或空调来改善热交换条件。

### 2.1 电柜内部的温升计算

用钣金制造的电柜的散热能力通常为  $6\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$ ，也就是说，当电柜内部有  $6\text{W}$  的热源，并且有  $1\text{m}^2$  的表面积时，则当电柜内外的温度达到平衡时，电柜内部的温度上升  $1^\circ\text{C}$ 。

这里的电柜表面积指电柜的有效散热面积，也就是电柜的总面积减去电柜与其他接触面接触的面积。这里有两个前提条件：电柜内部的空气必须有风扇进行循环并且电柜内部的温度必须基本保持恒定。

根据控制单元的温度允许值需要，为了限制电柜内部和外部的温度差低于  $13^\circ\text{C}$ ，当电柜内部的温度升高时必须符合下面的表达式：

$$\text{内部发热量 } P[\text{W}] \leq 6[\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}] \times \text{表面面积 } S[\text{m}^2] \times \text{温升 } 13[^\circ\text{C}]$$

例如：一个电柜有  $4\text{m}^2$  的散热面积，具有  $24\text{W}/^\circ\text{C}$  的散热能力。在这种条件下，为了能满足内部温升小于  $13^\circ\text{C}$ ，则内部的热源就不能超过  $13 \times 24 = 312\text{W}$ ，如果实际的内部热源为  $360\text{W}$ ，则电柜内部的温度将上升  $15^\circ\text{C}$  或更高。

当这电柜内部温升高于  $13^\circ\text{C}$  时，电柜的散热能力必须通过热交换器或空调等设施进行改善。热交换器的效果就如同扩大了散热面积。

另外，0i 系列的强电柜内如包含 I/O 单元，当电柜内部温度升高时电柜内部和外部的温度差必须限制在低于  $10^\circ\text{C}$  以下而不是  $13^\circ\text{C}$ 。

### 2.2 各单元的发热量

分别列出系统及附件、电源模块（ $200\text{V}/400\text{V}$ ）、电抗器、滤波器、伺服模块（ $200\text{V}/400\text{V}$ ）、主轴模块（ $200\text{V}/400\text{V}$ ）的发热量，需要注意的是在计算过程中，需根据柜内环境情况选择总发热量或是柜内残余发热量数值进行计算。

**注意：**本节中所有发热量的计算及常数都是基于 HRV2 控制模式。

2.2.1 系统部分

◆ Oi 系列

Oi 系列发热量参考

○：表示适用

单元		Oi 系列	Oi Mate 系列	发热量 (W)	备注
控制单元	不带选择槽	○	○	33W	(*1)
	双槽	○	—	37W	(*1)
选择板 (*2)	HSSB 板	○	—	3W	
	串行通讯板 (DNC2)	○	—	6W	
	数据服务器板	○	—	9W	

- 注： 1 包括液晶显示器和 MDI 单元。不包括选择板。  
 2 当使用选择板时，选择板的总发热量不能超过下列值：

机架型	总发热量
双槽机架	26W

系统附件发热量

单元	发热量 (W)	备注
MDI 单元	0W	
机床操作面板 I/O 模块	12W	(*1)
I/O 模块插接板 (基本)	8W	(*1)
I/O 模块插接板 (附加)	5W	(*1)
Oi 系列 I/O 单元		(*1)
分离型检测接口单元	9W	仅 4 个基本控制轴 (*2)

- 注： 1 上表是当模块的输入点 50%接通时的值。  
 2 不包括分离型监测器本身散发的热量。

◆ 30i 系列

30i 系列发热量参考

单元		发热量 (W)	备注
一体型控制单元	10.4 显示单元	33W	(*1)
	15 显示单元	48W	(*1)
分离型控制单元	2 槽	30W	
选择板 (*2)	Profibus 板	5W	
	扩展伺服轴板	6W	
	扩展主轴板	4W	
	数据服务器板	3W	

注：1 包括液晶显示器和 MDI 单元。不包括选择板。

系统附件发热量

单元	发热量 (W)	备注
MDI 单元	0W	
机床操作面板 I/O 模块	12W	(*1)
I/O 模块插接板 (基本)	8W	(*1)
I/O 模块插接板 (附加)	5W	(*1)
分离型检测接口单元	9W	仅 4 个基本控制轴 (*2)
分离型检测接口单元	14W	基本 4 轴+附加 4 轴 (*2)

注：1 上表是当模块的输入点 50%接通时的值。

2 不包括分离型监测器本身散发的热量。

2.2.2 电源模块 PSMi (200V)

低压电源模块 PSMi (200V) 发热量表

名称	订货号	额定输出	总散热量	电柜内残余 (达到通风或冷却要求) 热量
PSM-5.5i	A06B-6110-H006	5.5KW	100W	53W
PSM-11i	A06B-6110-H011	11KW	158W	53W
PSM-15i	A06B-6110-H015	15KW	333W	61W
PSM-26i	A06B-6110-H026	26KW	597W	75W
PSM-30i	A06B-6110-H030	30KW	681W	79W
PSM-37i	A06B-6110-H037	37KW	706W	81W
PSM-55i	A06B-6110-H055	45KW	921W	81W
		55KW	1115W	101W

2.2.3 电抗器 (AC REACTOR)

低压电源模块 PSMi 配置电抗器发热量表

名称	订货号	额定输出	电柜内残余 (达到通风或冷却要求) 热量
FOR PSM-5.5i	A81L-0001-0155	5.5KW	16W
FOR PSM-11i	A81L-0001-0155	11KW	38W
FOR PSM-15i	A81L-0001-0156	15KW	50W
FOR PSM-26i	A81L-0001-0157	26KW	70W
FOR PSM-30i	A81L-0001-0158	30KW	65W
FOR PSM-37i	A81L-0001-0159	37KW	55W
FOR PSM-55i	A81L-0001-0160	55KW	79W

2.2.4 电源模块 PSMRi(200V)

低压电源模块 PSMRi (200V) 发热量表

名称	订货号	额定输出	总发热量	电柜内残余 (达到通风或冷却要求) 热量
PSMR-3i	A06B-6115-H006	3KW	60W	60W
PSMR-5.5i	A06B-6115-H011	5.5KW	105W	55W
		7.5KW	130W	60W

2.2.5 滤波器(LINE FILTER)

低压电源模块 PSMRi 使用的滤波器发热量表

名称	订货号	额定输出	电柜内残余（达到通风或冷却要求）热量
FOR PSM-3i	A81L-0001-0083#3C	2KW	10W
		3KW	15W
FOR PSM-5.5i	A81L-0001-0101#C	5.5KW	40W
		7.5KW	50W

2.2.6 伺服放大器(200V)（散热片柜内放置）

伺服放大器发热量取决于伺服模块规格和伺服电机的持续工作额定电流（参考值）。

计算公式：

$$\text{伺服模块发热量} = a + K_{a1} \times b_1 + K_{a2} \times b_2 + K_{a3} \times b_3$$

a : SVM 规格对应的发热量基数（参照表格）

Ka1 : SVM 决定的计算常数（W/Arms）

b1 : 伺服电机电流（Arms）

Ka2 : SVM 决定的计算常数（W/Arms）

b2 : 伺服电机电流（Arms）

Ka3 : SVM 决定的计算常数（W/Arms）

b3 : 伺服电机电流（Arms）

以下是几种低压伺服放大器散热片放置柜内时的散热量。

◆ 单轴模块

单轴低压伺服模块发热量表（散热片柜内）

名称	规格	a [W]	K [W/Arms]
SVM1-20i	H103	13	Ka1: 5.0
SVM1-40i	H104	13	Ka1: 4.6
SVM1-80i	H105	13	Ka1: 4.3
SVM1-160i	H106	17	Ka1: 4.7
SVM1-360i	H109	25	Ka1: 4.9

◆ 双轴模块

双轴低压伺服模块发热量表（散热片柜内）

名称	规格	a [W]	轴	K [W/Arms]
SVM2-4/4i	H201	17	L	Ka1: 5.0
			M	Ka2: 5.0

SVM2-20/20i	H205	17	L	Ka1: 5.0
			M	Ka2: 5.0
SVM2-20/40i	H206	17	L	Ka1: 5.0
			M	Ka2: 4.6
SVM2-40/40i	H207	19	L	Ka1: 4.6
			M	Ka2: 4.6
SVM2-40/80i	H208	19	L	Ka1: 4.6
			M	Ka2: 4.3
SVM2-80/80i	H209	19	L	Ka1: 4.3
			M	Ka2: 4.3
SVM2-80/160i	H210	19	L	Ka1: 4.3
			M	Ka2: 4.7
SVM2-160/160i	H211	19	L	Ka1: 4.7
			M	Ka2: 4.7

◆ 三轴模块

三轴低压伺服模块发热量表（散热片柜内）

名称	规格	a [W]	轴	K [W/Arms]
SVM3-4/4/4i	H301	21	L	Ka1: 5.0
			M	Ka2: 5.0
			N	Ka3: 5.0
SVM3-20/20/20i	H303	21	L	Ka1: 5.0
			M	Ka2: 5.0
			N	Ka3: 5.0
SVM3-20/20/40i	H304	21	L	Ka1: 5.0
			M	Ka2: 5.0
			N	Ka3: 4.6

2.2.7 伺服放大器(200V)（散热片柜外放置）

如果将模块散热片放置在电柜外部，其计算方法如下：

$$\text{伺服模块发热量} = a + Kb1 \times b1 + Kb2 \times b2 + Kb3 \times b3$$

- a : SVM 规格对应的发热量基数（参照表格）
- Kb1 : SVM 决定的计算常数（W/Arms）
- b1 : 伺服电机电流（Arms）
- Kb2 : SVM 决定的计算常数（W/Arms）
- b2 : 伺服电机电流（Arms）
- b2 : 伺服电机电流（Arms）
- Kb3 : SVM 决定的计算常数（W/Arms）
- b3 : 伺服电机电流（Arms）

以下是几种低压伺服放大器散热片放置柜外时详细的发热量。

◆ 单轴模块

单轴低压伺服模块发热量表（散热片柜外）

名称	规格	a [W]	K [W/Arms]
SVM1-20i	H103	13	Kb1: 5.0
SVM1-40i	H104	13	Kb1: 0.92
SVM1-80i	H105	13	Kb1: 0.86
SVM1-160i	H106	13	Kb1: 0.47
SVM1-360i	H109	18	Kb1: 0.25

◆ 双轴模块

双轴低压伺服模块发热量表（散热片柜外）

名称	规格	a [W]	轴	K [W/Arms]
SVM2-4/4i	H201	17	L	Kb1: 5.0
			M	Kb2: 5.0
SVM2-20/20i	H205	17	L	Kb1: 5.0
			M	Kb2: 5.0
SVM2-20/40i	H206	17	L	Kb1: 1.0
			M	Kb2: 0.92
SVM2-40/40i	H207	17	L	Kb1: 0.46
			M	Kb2: 0.46
SVM2-40/80i	H208	17	L	Kb1: 0.46
			M	Kb2: 0.43
SVM2-80/80i	H209	17	L	Kb1: 0.43
			M	Kb2: 0.43
SVM2-80/160i	H210	17	L	Kb1: 0.43
			M	Kb2: 0.47
SVM2-160/160i	H211	17	L	Kb1: 0.47
			M	Kb2: 0.47

◆ 三轴模块

三轴低压伺服模块发热量表（散热片柜外）

名称	规格	a [W]	轴	K [W/Arms]
SVM3-4/4/4i	H301	21	L	Kb1: 5.0
			M	Kb2: 5.0
			N	Kb3: 5.0
SVM3-20/20/20i	H303	21	L	Kb1: 5.0
			M	Kb2: 5.0
			N	Kb3: 5.0

SVM3-20/20/40i	H304	19	L	Kb1: 5.0
			M	Kb2: 5.0
			N	Kb3: 0.92

2.2.8 主轴模块(200V)

低压主轴模块发热量表

名称	订货号	额定输出	总发热量	电柜内残余（达到通风或冷却要求）热量
SPM-2.2i	A06B-6111-H002#H550	1.5kW	75W	37W
SPM-5.5i	A06B-6111-H006#H550	2.2kW	112W	36W
		3.7kW	120W	36W
SPM-11i	A06B-6111-H011#H550	5.5kW	171W	41W
		7.5kW	218W	46W
SPM-15i	A06B-6111-H015#H550	11kW	273W	45W
SPM-22i	A06B-6111-H022#H550	15kW	435W	53W
		18.5kW	515W	57W
SPM-26i	A06B-6111-H026#H550	22kW	684W	62W
SPM-30i	A06B-6111-H030#H550	26kW	739W	65W
SPM-45i	A06B-6111-H045#H550	30kW	911W	75W
		37kW	1123W	85W
SPM-55i	A06B-6111-H055#H550	45kW	1360W	98W

2.2.9 电源模块（400V）

高压电源模块发热量表

名称	订货号	额定输出	总发热量	电柜内残余（达到通风或冷却要求）热量
PSM-11HV <sub>i</sub>	A06B-6120-H011	11kW	136W	51W
PSM-18HV <sub>i</sub>	A06B-6120-H018	18kW	274W	57W
PSM-30HV <sub>i</sub>	A06B-6120-H030	30kW	380W	64W
PSM-45HV <sub>i</sub>	A06B-6120-H045	30kW	394W	64W
		37kW	475W	68W
		45kW	567W	75W
PSM-75HV <sub>i</sub>	A06B-6120-H075	60kW	600W	75W
		75kW	738W	82W
PSM-100HV <sub>i</sub>	A06B-6120-H100	100kW	1380W	110W

2.2.10 电抗器（400V）

高压电源模块用电抗器发热量表

名称	订货号	额定输出	总发热量
For PSM-11HVi	A81L-0001-0163	11kW	38W
For PSM-18HVi		18kW	70W
For PSM-30HVi	A81L-0001-0164	30kW	60W
For PSM-45HVi		45kW	100W
For PSM-75HVi	A81L-0001-0165	75kW	120W
For PSM-100HVi		100kW	180W

2.2.11 高压伺服放大器（400V）(散热片柜内放置)

伺服放大器发热量取决于伺服模块规格和伺服电机的持续工作额定电流（参考值）。

计算公式：

$$\text{伺服模块发热量} = a + K_{a1} \times b_1 + K_{a2} \times b_2$$

a : SVM 规格对应的发热量基数（参照表格）

Ka1: SVM 决定的计算常数（W/Arms）

b1 : 伺服电机电流（Arms）

Ka2: SVM 决定的计算常数（W/Arms）

b2 : 伺服电机电流（Arms）

以下是几种高压伺服放大器散热片放置柜内时详细的发热量。

◆ 单轴模块

单轴高压伺服模块发热量表（散热片柜内）

名称	规格	a [W]	K [W/Arms]
SVM1-10HVi	H102	13	Ka1: 8.2
SVM1-20HVi	H103	13	Ka1: 8.8
SVM1-40HVi	H104	13	Ka1: 8.8
SVM1-80HVi	H105	17	Ka1: 9.0
SVM1-180HVi	H106	25	Ka1: 8.8
SVM1-360HVi	H109	34	Ka1: 7.8

◆ 双轴模块

双轴高压伺服模块发热量表（散热片柜内）

名称	规格	a [W]	轴	K [W/Arms]
SVM2-10/10HVi	H202	17	L	Ka1: 8.2
			M	Ka2: 8.2
SVM2-20/20HVi	H205	17	L	Ka1: 8.8
			M	Ka2: 8.8
SVM2-20/40HVi	H206	17	L	Ka1: 8.8
			M	Ka2: 8.8
SVM2-40/40HVi	H207	17	L	Ka1: 8.8
			M	Ka2: 8.8
SVM2-40/80HVi	H208	17	L	Ka1: 8.8
			M	Ka2: 9.0
SVM2-80/80HVi	H209	17	L	Ka1: 9.0
			M	Ka2: 9.0

2.2.12 高压伺服放大器（400V）(散热片柜外放置)

如果将模块散热片放置在电柜外部，其计算方法如下：

$$\text{伺服模块发热量} = a + Kb1 \times b1 + Kb2 \times b2$$

a : SVM 规格对应的发热量基数（参照表格）

Kb1 : SVM 决定的计算常数（W/Arms）

b1 : 伺服电机电流（Arms）

Kb2 : SVM 决定的计算常数（W/Arms）

b2 : 伺服电机电流（Arms）

以下是几种高压伺服放大器散热片放置柜外时详细的发热量。

◆ 单轴模块

单轴高压伺服模块发热量表（散热片柜外）

名称	规格	a [W]	K [W/Arms]
SVM1-10HVi	H102	13	Kb1: 8.2
SVM1-20HVi	H103	13	Kb1: 1.76
SVM1-40HVi	H104	13	Kb1: 1.76
SVM1-80HVi	H105	13	Kb1: 0.90
SVM1-180HVi	H106	18	Kb1: 0.44
SVM1-360HVi	H109	20	Kb1: 0.39

◆ 双轴模块

双轴高压伺服模块发热量表（散热片柜外）

名称	规格	a [W]	轴	K [W/Arms]
SVM2-10/10HVi	H202	17	L	Kb1: 8.2
			M	Kb2: 8.2
SVM2-20/20HVi	H205	17	L	Kb1: 1.76
			M	Kb2: 1.76
SVM2-20/40HVi	H206	17	L	Kb1: 0.88
			M	Kb2: 0.88
SVM2-40/40HVi	H207	17	L	Kb1: 0.88
			M	Kb2: 0.88
SVM2-40/80HVi	H208	17	L	Kb1: 0.88
			M	Kb2: 0.90
SVM2-80/80HVi	H209	17	L	Kb1: 0.90
			M	Kb2: 0.90

2.2.13 主轴模块(400V)

高压主轴模块发热量表

名称	订货号	额定输出	总发热量	电柜内残余（达到通风或冷却要求）热量
SPM-5.5HVi	A06B-6121-H006#H550	0.55kW	26W	18W
		1.5kW	44W	22W
		2.2kW	59W	24W
		3.7kW	87W	29W
SPM-11HVi	A06B-6121-H011#H550	5.5kW	122W	37W
		7.5kW	156W	39W
SPM-15HVi	A06B-6121-H015#H550	11kW	189W	40W
SPM-30HVi	A06B-6121-H030#H550	15kW	247W	41W
		22kW	349W	45W
SPM-45HVi	A06B-6121-H045#H550	30kW	482W	52W
		37kW	588W	57W
SPM-75HVi	A06B-6121-H075#H550	60kW	1264W	91W
SPM-100HVi	A06B-6121-H100#H550	100kW	2100W	150W

注意：表格中所说的“电柜内残余（达到通风或冷却要求）热量”是指满足柜内空气以 0.5m/sec 的速度流过每一个安装单元的表面情况下的残余热量。

### 2.3 操作站的温升设计

对于操作箱等小型电柜，假如电柜内的空气能够充分流通，电柜的散热能力可按以下参数进行计算：

喷漆的金属柜壳散热能力： $8\text{W}/\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$

塑料柜壳（操作面板、MDI 部分等）散热能力： $3.7\text{W}/\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$

温度升高时允许温度高于电柜外部 $13^{\circ}\text{C}$

例如操作站尺寸为：

$560(\text{W})\times 470(\text{H})\times 150(\text{D})\text{mm}$

计算金属柜壳的表面积： $0.5722\text{mm}^2$

计算塑料柜壳的表面积： $0.2632\text{mm}^2$

则电柜允许的总散热量是：

$8\times 0.5722\times 13+3.7\times 0.2632\times 13=72\text{W}$

那么该电柜中安装的各单元的散热总量不能超过  $72\text{W}$ 。

### 3. 元器件选型参考

低压电器选型的一般原则：

- ◆ 低压电器的额定电压应不小于回路的工作电压，即  $U_e\geq U_g$ 。
- ◆ 低压电器的额定电流应不小于回路的计算工作电流，即  $I_e\geq I_g$ 。
- ◆ 设备的遮断电流应不小于短路电流，即  $I_{zh}\geq I_{ch}$
- ◆ 热稳定保证值应不小于计算值。
- ◆ 按回路起动情况选择低压电器。如，熔断器和自动空气开关就需按起动情况进行选择。

#### 3.1 断路器

作用：过载保护，短路保护，欠压保护

##### 3.1.1 一般选型

需满足以下几点要求：

- ◆ 断路器额定电压 $\geq$ 线路额定电压；
- ◆ 断路器额定电流 $\geq$ 线路计算负荷电流；
- ◆ 断路器脱扣额定电流 $\geq$ 线路计算负荷电流；
- ◆ 断路器极限通断能力 $\geq$ 线路中最大短路电流；
- ◆ 线路末端单相对地短路电流不小于 1.25 倍的自动开关瞬时（或短延时）脱扣整定电流；
- ◆ 断路器欠电压脱扣器额定电压等于线路额定电压。

### 3.1.2 电动机保护用自动开关的选型

需满足以下几点要求：

- ◆ 长延时电流整定值=电动机额定电流；
- ◆ 6倍长延时电流整定值的可返回时间 $\geq$ 电动机起动时间；
- ◆ 鼠笼形瞬时整定电流为8~15倍脱扣器额定电流；绕线形瞬时整定电流为3~6倍脱扣器额定电流。

## 3.2 熔断器

作用：短路保护，做过载保护使用时，可靠性不高，因此不考虑价格因素断路器更可靠稳定。

## 3.3 接触器

作用：接触器用来接通和分断负载。

与热过载继电器组合，保护运行中的电气设备。

与继电控制回路组合，远控或联锁相关电气设备。

### 3.3.1 接触器的种类

- ◆ 交流接触器：主回路接通和分断交流负载。控制线圈可以有交、直流。
- ◆ 直流接触器：主回路接通和分断直流负载。控制线圈可以有交、直流。其动作原理与交流接触器相似，但直流分断时感性负载存储的磁场能量瞬时释放，断点处产生高能电弧，因此要求直流接触器具有较好的灭弧功能。
- ◆ 真空接触器：真空接触器其组成部分与一般空气式接触器相似，不同的是真空接触器的触头密封在真空灭弧室中。其特点是接通/分断电流大，额定操作电压较高。
- ◆ 半导体式接触器：主要产品如双向晶闸管，其特点是无可动部分、寿命长、动作快、不受爆炸、粉尘、有害气体影响，耐冲击震动。
- ◆ 电磁闭锁接触器：模块安装与母线安装的电磁闭锁接触器都安装特殊电磁铁，当线圈失电时，可以将其保持在接通位置。
- ◆ 电容接触器：专门应用于低压无功补偿设备中投入或者切除并联电容，以调整用电系统的功率因数。
- ◆ 可逆交流接触器：由两个相同规格的交流接触器加机械互锁（和电气互锁）构成。应用于双电源切换和电机设备正反转控制。可自行组装也有全套产品。
- ◆ 星三角起动组合接触器：采用3个接触器、1个热继电器和1个延时头及辅助触点块等组成的专门应用于星三角起动的设备，可以选择独立元件组装。

### 3.3.2 接触器选型原则

接触器的选型主要需要确定种类，负载类型，主回路参数，控制回路参数辅助触点，以及电气寿命，机械寿命等多种情况综合考虑。

◆ 根据使用目的和要求选型：

注意严格区分主回路负载类型是直流还是交流。交流接触器不同于直流接触器，用于直流负载时只适用于 DC-1 至 DC-5 负载，对于 DC-5 以上的直流负载建议使用直流接触器。另外电容接触器不能用普通交流接触器替代。

**注：DC-X 指直流-使用类别，不做详细介绍，DC-5 指的是串励电机的起动、反接制动与反向运转、点动，电机动态分断情况。**

◆ 根据负载类型和主回路参数选型：

主回路参数主要是额定工作电压、额定电流、极数、通断能力、绝缘电压和耐受过载能力等。尤其要注意负载类型。接触器可以运行在不同的负载类型下，但是对应的型号不同，不能完全依靠主极电压和功率选型。

◆ 控制回路及辅助触点：

接触器的线圈电压按照控制回路电压确定。目前，国产接触器一般只有交流线圈。如果需要直流线圈，需要选择进口产品。对于辅助触点，不同接触器所允许安装辅助触点的位置和个数均不同，需根据实际情况进行选择。

◆ 电气寿命和机械寿命：

在设计过程中，如果对电气寿命有严格超过数百万次要求，需特别注意根据样本进行选择符合要求的接触器类型。

### 3.4 继电器

◆ 电磁继电器主要构造，是由电磁铁的线圈组件与电路触点组件所构成。

◆ 电磁继电器的基本原理，是自线圈两端加上额定电压，一定电流会通过线圈使线圈组件形成电磁铁，从而吸引触点组件可动部分，致使电路发生通断作用。

◆ 电磁继电器的触点依动作分为静触点、动触点。

◆ 电磁继电器的触点依电路作用分为常开触点、常闭触点。当其线圈未通电时处于断开状态的静触点，称为常开触点(N.O.)，处于接通状态的静触点称为常闭触点(N.C.)。

◆ 选型前需了解以下内容：

负载电压、电流大小。

负载类型是直流或交流。

负载阻抗型式。

负载所处环境、温度、湿度。

负载控制方式、断通比。

控制电路所提供的线圈电压、电流值。

控制电路要求的绝缘阻抗值。

机器设备的使用寿命。

#### ◆ 电磁继电器的主要规格及应用原则

**触点容量：**电磁继电器的触点容量就是对电路电压和电流的导通能力大小，使用时不能超过触点容量。

**线圈工作电压和电流：**继电器工作时线圈需要的电压和电流。同一机种继电器的构造基本上是相同的，但为了不同的应用电路设计，同一机种的继电器有数种工作电压和电流可以选择。

**吸合电压：**这是指电磁继电器能够产生吸合动作的最小线圈电压。在实际应用中，为使继电器可靠吸合，所给线圈电压应以线圈工作电压为准，而且不可超过最大允许线圈电压，不然线圈很可能会过热烧毁。

**释放电压：**这是指电磁继电器产生释放动作的最大线圈电压，如果减小在吸合状态的继电器的线圈电压，当电压减小到一定程度时，继电器触点将恢复到线圈未通电时的状态。

**环境温度：**电磁继电器工作时必须在允许的环境温度范围内，才不致造成部件因温度异常导致继电器性能劣化。

**线圈温升：**当电磁继电器工作时，其线圈本身是发热的来源，必须在允许的最大温升内，才不致造成线圈组件因温度过高导致性能劣化。

**外形尺寸：**电磁继电器的外形尺寸是依整体空间允许而定，一般而言，外形尺寸较大的继电器具有更好的散热能力。

总之，实际继电器机种型号的选用，要以厂商提供之规格为参考依据，再考虑负载的阻抗型式是否有浪涌电流，保留充份的余度。

### 3.5 开关电源

直流电源在电气线路设计中的合理使用非常重要，原则上系统的输入、输出用电源尽可能要采用不同的电源，即每台机床至少有两个开关电源，一个提供系统、I/O、面板、光栅接口及输入 X 地址使用，一个给输出 Y（DOCOM）地址提供电源驱动柜内或机床外围元件使用。不要简单地增加电源容量。严禁电源并联使用。

开关电源有以下参数需在选型时关注：

- ◆ 开关电源的安装方式，导轨安装或直接固定
- ◆ 温度范围有三个参数：工作温度、满载温度及存储温度，需根据现场工作环境进行选择。
- ◆ 输入电压及频率范围，一般输入交流电压 110V-240V，50-60Hz，也有直流输入规格，如有特殊需要可根据样本进行选择。
- ◆ 防护等级，根据现场环境情况确认。

- ◆ 环境湿度要求，不同质量的电源能够承受的湿度范围不同，具体需参考相应电源样本确定。
- ◆ 过载性能：根据样本中的 V/I、I/T 进行确认能否达到现场使用要求。
- ◆ 输出电压的可调范围，不同输入状态下可获得最佳的输出电压范围。

额定输出电流，根据负载情况决定，为保证负载的稳定运转，电源容量需有一定余量，同时基于节能考虑，当使用一个电源带多个负载回路时，要清楚负载回路的时序，选择电源容量大于联动负载最高值即可满足。

- ◆ 尽量将开关电源安装在远离强干扰源的位置。
- ◆ 推荐的外部 24VDC 电源（稳压电源）指标：

电源电压必须满足 UL1950 的要求。

输出电压范围：+24V±10%(21.6V~26.4V)。

负载的波动（包括突变电流）：由于外部输出或其它因素使负载波动时输出电压波动不要超出允许范围。允许的输入瞬间中断持续时间（供参考）：

10ms(输入幅值下降 100%时)

20ms（输入幅值下降 50%时）。

附 FANUC 系统及常用模块电源容量。

0i 系列 CNC 控制单元电源容量

单元		0i 系列	0i Mate 系列	电源容量 (A)	备注
控制单元	不带选择槽	○	○	1.5A	注 1
	双槽	○	—	1.7A	注 1
选择板	HSSB 板	○	○	0.2A	
	串行通讯板 (DNC2)	○	○	0.3A	
	数据服务器板	○	○	0.5A	

注 1：包括液晶显示器和 MDI 单元，不包括选择版

0i系列相关附件电源容量

单元	电源容量	备注
MDI 单元	0A	
机床操作面板I/O 模块	0.3A+7.3mA×输入点数	
I/O 模块插接板(基本)	0.2A+7.3mA×输入点数	
I/O 模块插接板(附加)	0.1A+7.3mA×输入点数	
0i 系统I/O 单元	0.3A+7.3mA×输入点数	
分离型检测器接口单元	0.9A	仅4 个基本控制轴

30i 系列 CNC 控制单元电源容量

单元		电源容量	备注
一体型控制单元	10.4 LCD 显示单元	1.6A	注1
	15 LCD 显示单元	2.0A	注1
分离型控制单元	2选择槽	1.6A	注1
附加轴板		0.3A	
附加主轴板		0.2A	
快速数据服务器板		0.2A	
Profibus 主板		0.3A	

30i系列相关附件电源容量

单元	电源容量	备注
MDI 单元	0A	
机床操作面板I/O模块	0.3A+7.3mA×输入点数	
I/O 模块插接板(基本)	0.2A+7.3mA×输入点数	
I/O 模块插接板(附加)	0.1A+7.3mA×输入点数	
分离型检测器接口单元	0.9A	4 个基本控制轴
分离型检测器接口单元	1.5A	4 个基本控制轴+附加4轴

### 3.6 接线端子的选型及布置规范

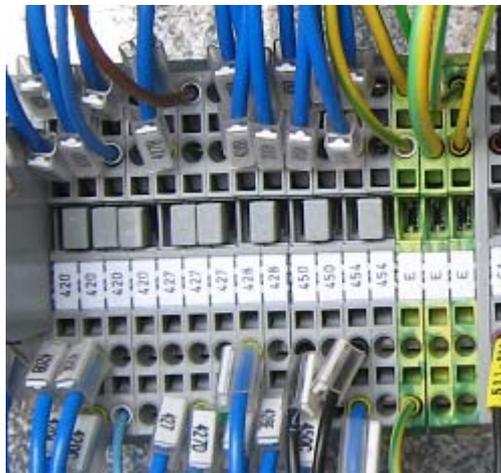
在接线过程中，需尽量按以下规范布置端子排走线：

#### ◆ 交、直流分开

在同一类型的端子排中，如果有分配直流的，还有分配交流的，那么把分配直流的端子排和分配交流的端子排分开。要么先直流后交流，要么先交流后直流。即把其中一种排完再排另一种。这样便于走线，也防止出现错误。

◆ 每个端子排上有 2 个或多个点相通，每个点内只能有一个端子。所以，在用端子排分线的时候，一定要数清接点的个数，不够用的可使用短接片连接多个端子排，以满足使用需要，并以此来确定端子排的数量。

使用短接片连接图



◆ 端子排排号的方法有多种，最常见的就是用阿拉伯数字依次排序，或者用原理图上的线号直接标记。

◆ 接到端子排上的线号，要与端子排的接点一致，便于查线。

因为 0V 和 24V 的端子排的数量比较多，所以用短接片短接在一起，但是为了明确各个不同出处及去处的端子，便在线号 0V 和 24V 后面加上表示它们在端子排上的位置的线号。

例如三点的端子排，由上至下依次标记为 A、B、C 点。接线表中接到端子排的 A 点上的 0V 标记线号为 0VA，接线表中接到端子排的 B 点上的 0V 标记线号为 0VB，依次类推。这样便于在接线过程中正确接线，防止出现所接线过长过短或线号标记方向错误的问题。

◆ 接地端子排的使用



接地专用端子



普通端子

图中可以看出接地端子和普通端子的设计区别在于接地专用端子导轨卡脚处是金属铜片连接，而导轨和背板通过螺丝或铆钉连接，同时背板会接地，但由于中间转接环节多，电阻较大，通常在接地端子排完成后加接一条较粗的接地线直接接地。

#### 4 元器件的分布与设计参考

对于元器件的分布，一般依据以下原则进行布局：

- ◆ 通过强电流和弱电流的元器件尽量分开。
- ◆ 同一类元件尽量紧靠安装，如断路器和断路器安装在一起，继电器和继电器安装在一起，接线端子排尽量布置在一排等等。
- ◆ 查看元器件的规格说明书，检查是否有对空间和环境的特殊要求。
- ◆ 元件布局时，必须要考虑到布线的简洁、方便，节约成本且维修方便。
- ◆ 电气设备应有足够的电气间隙及爬电距离以保证设备安全可靠的工作。
- ◆ 电气元件及其组装板的安装结构应尽量考虑方便正面拆装。如有可能，元件的安装紧固件应能在正面紧固及松脱。
- ◆ 各电器元件应能单独拆装更换，而不影响其他元件及导线束的固定。
- ◆ 发热元件宜安装在散热良好的地方，两个发热元件之间的连线应采用耐热导线或裸铜线套瓷管。
- ◆ 电阻器等电热元件安装一般应安装在箱子的上方，安装方向及位置应考虑到利于散热并尽量减少对其它元件的热影响。
- ◆ 柜内的 PLC 等电子元件的布置要尽量远离主回路、开关电源及变压器，不得直接放置或靠近柜内其他发热元件的对流方向。
- ◆ 主令操纵电器元件及整定电器元件的布置应避免由于偶然触及其手柄、按钮而误动作或动作值变动的可能性。
- ◆ 系统或不同工作电压电路的熔断器应分开布置。
- ◆ 熔断器、使用中易于损坏、偶尔需要调整及复位的零件，应不经拆卸其他部件便可以接近，以便于更换及调整。

元件排版应考虑到元件的布置对线路走向和合理性的影响。对大截面导线转弯半径的考虑，对强弱电元件之间的距离放置，对发热元件的方向布置，为最大限度的防干扰对 PLC 和其他仪器仪表相对于主回路和易产生干扰源元件之间的布置等等。这些都成为排版布置时必须综合考虑的问题。

5 抗干扰和接地对策

电磁干扰有传导干扰和辐射干扰两种。传导干扰是指通过导电介质把一个电网络上的信号耦合(干扰)到另一个电网络。辐射干扰是指干扰源通过空间把其信号耦合(干扰)到另一个电网络。在高速 PCB 及系统设计中, 高频信号线、集成电路的引脚、各类接插件等都可能成为具有天线特性的辐射干扰源, 能发射电磁波并影响其他系统或本系统内其他子系统的正常工作。

因为表面安装和大规模集成电路的应用, CNC 的体积已经得到稳步减小。设计上也可以防止外部的噪声对CNC 的损坏。然而, 很难定量测量噪声的水平, 并且噪声有很多不确定的因素。防止内部噪声的产生和防止外部噪声传入CNC 都非常重要。如果能注意到这些, 就会提高CNC加工中心的稳定性。CNC 的功能部件经常和电柜中的能产生噪音的电磁元件装在一起。可能传入CNC 的噪声源有电容耦合、电磁感应和对地的循环。以下这些措施实施简单, 效果明显, 能够很好的提高抗干扰能力。

5.1 信号线的分离

机床中使用的电缆种类如下所述:

机床使用电缆的分类及抗干扰处理措施

组	信号线	抗干扰处理办法
A	初级交流电源线	将 A 组电缆与 B 组和 C 组电缆分开捆绑 (分组捆绑时两组电缆间距离至少 10cm)。 或者将 A 组电缆进行屏蔽 (使用接地板在两组间进行屏蔽) 在线圈或者继电器上安装灭弧装置或者二极管。
	次级交流电源线	
	交流/直流电源线 (包括伺服和主轴电机的电源线)	
	交流/直流线圈	
	交流/直流继电器	
B	直流线圈 (24VDC)	将直流线圈和继电器与二极管连接起来。
	直流继电器 (24DC)	将B 组电缆与A 组电缆分开捆绑, 或者将B 组电缆进行屏蔽。
	CNC 和强电柜之间的DI/DO 电缆	B 组电缆与C 组电缆尽量远离。
	CNC 和机床之间的DI/DO 电缆	建议将B 组电缆屏蔽处理。
	连接控制单元及它外围设备的 24-VDC输入电源电缆	
	I/O LINK电缆	将C 组与A 组电缆分开捆绑, 或者将C 组电缆进行屏蔽。
	用于位置和速度反馈的电缆	
	CNC 与主轴放大器之间的电缆	C 组电缆与B 组电缆尽量远离。

C	位置编码器的电缆	CNC与CNC 与CRT/MDI 之间的电缆长度小于30cm时不用屏蔽。
	手摇脉冲发生器的电缆	
	CNC 与CRT/MDI 之间的电缆	
	RS-232-C 与RS-422 用的电缆	
	电池用的电缆	
	其它屏蔽用的电缆	

## 5.2 接地

### 5.2.1 接地的含义

接地的含义是提供一个等电位点或等电位面。接地可以接真正的大地，也可以不接，例如飞机上的电子电气设备接飞机壳体就是接地。如果接的是大地，则地线的电位就是大地电位，为零电位。

### 5.2.2 接地的目的

接地的目的有两个，一是为了保护人身和设备的安全，免遭雷击、漏电、静电等危害，这类地线称为保护地线，应与真正的大地相连接。由于电柜壳体是通过保护地线接大地的，机壳始终保持大地电位，即使人手接触柜体也不会发生危险。如果不接保护地线，故障时柜体电位很高，这时人手触及柜体，故障电流就会全部流过人体入地，从而产生触电的危险；二是为了保证设备的正常工作，例如直流电源常需要有一极接地，作为参考零电位，其他极与之比较。信号传输也常常需要有一根线接地，作为基准电位，传输信号的大小与该基准电位相比较。对设备进行屏蔽时在很多情况下只有与地相结合，才能起到应有的效果。这类称为工作地线，在电子设备中一定要注意工作地线的正确接法，否则会产生共地线阻抗干扰、地环路干扰或共模电流辐射等等。

### 5.2.3 接地的方式

#### ◆ 单点接地：

即把各个接地点用工作地线串联起来，然后接地。

这种接地方式在频率较低、地线阻抗不大、组内各电路的电平又相差不大的情况下使用比较多，比较简单，电路布线比较容易。但是由于电源回流的影响，很容易产生共阻抗干扰。

#### ◆ 单点并联接地：

用这种方式接地的各电路的地电位只与本电路的地电流及电线阻抗有关，不受其他电路的影响。在实际电路布置中，常常把单点串联接地和单点并联接地方式结合起来使用。

单点接地只适用于低频电路，较长的地线应尽量减少其阻抗，特别是减小电感，例如增加地线的宽度，采用矩形截面导体代替圆导体作地线带等等。

◆ 多点接地:

多点接地的思路是把需要接地的电路就近接到一金属面上，各电路接地点到金属面的引线要尽可能缩短。金属面要导电好、面积大，这样阻抗很小，不易产生共阻抗干扰，还可改善地线的高频特性。

5.2.4 FANUC 建议使用的接地方式

CNC机床有以下三种接地:

1) 信号地系统 (SG)

信号地 (SG) 提供了电信号系统的参考电压 (0V)。

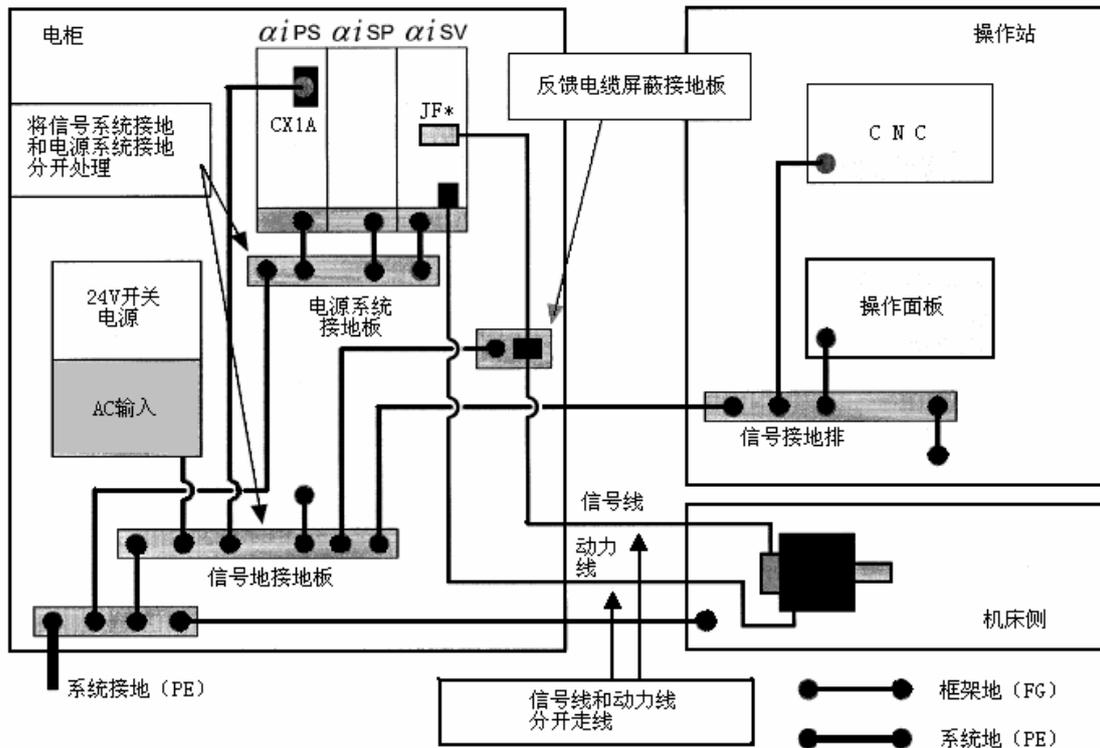
2) 框架地系统 (FG)

框架地系统 (FG) 用于安全方面，并且抑制内部和外部噪声。在框架地系统中，将单元的外壳框架、面板和单元之间接口电缆的屏蔽连接在一起。

3) 系统地系统 (PE)

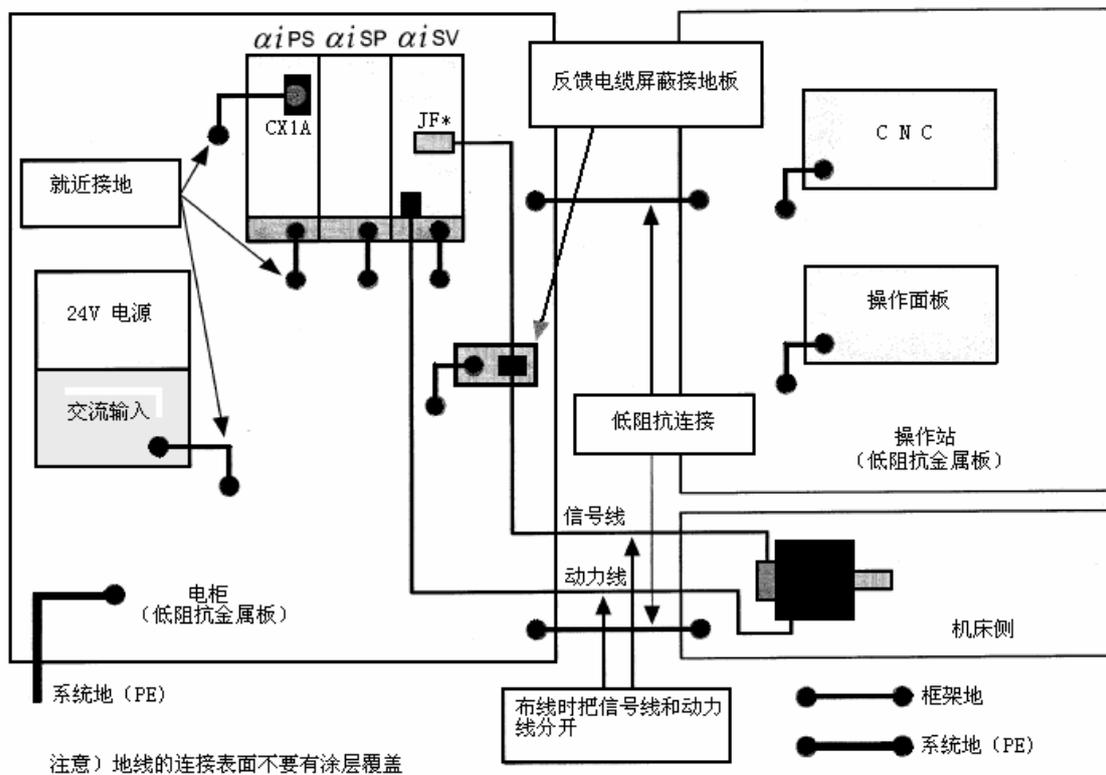
系统地系统用来将设备和单元的框架地系统和大地连接起来。

◆ 单点接地方式



单点接地线路图

◆ 多点接地方式



多点接地线路图

其中，框架地（FG）和系统地（PE）属于保护地线，信号地（SG）属于工作地线。

5.3 地环路干扰的抑制

电路多点接地并且电路间有信号联系时会构成地环路。在机电一体化系统中地环路引起的干扰是必须考虑的严重问题。

抑制地环路干扰的方法是切断地环路，常用的措施有以下几种：

(1) 隔离变压器

隔离变压器的初、次级间有一层金属屏蔽层，起到了初级与次级间的电场屏蔽作用。

但是隔离变压器不能传输直流信号和频率很低的信号。

(2) 磁环

将磁环套在导线上可以使直流和频率很低的差模信号通过，但对于高频共模噪声呈现出很大阻抗，因此可用来抑制地环路干扰。

(3) 光电耦合器

光电耦合器只能传输差模信号，不能传输共模信号，所以能完全切断两个电路之间的地环路。

## 5.4 灭弧装置的使用

### 5.4.1 噪音抑制器

强电柜中要用到线圈和继电器。当这些设备接通/断开时由于线圈自感应会产生很高的脉冲电压。导线中的脉冲电压会对电子线路产生干扰。我们在电柜中采用了灭弧装置，有效的抑制了导线中的脉冲电压。

选择灭弧装置的注意事项

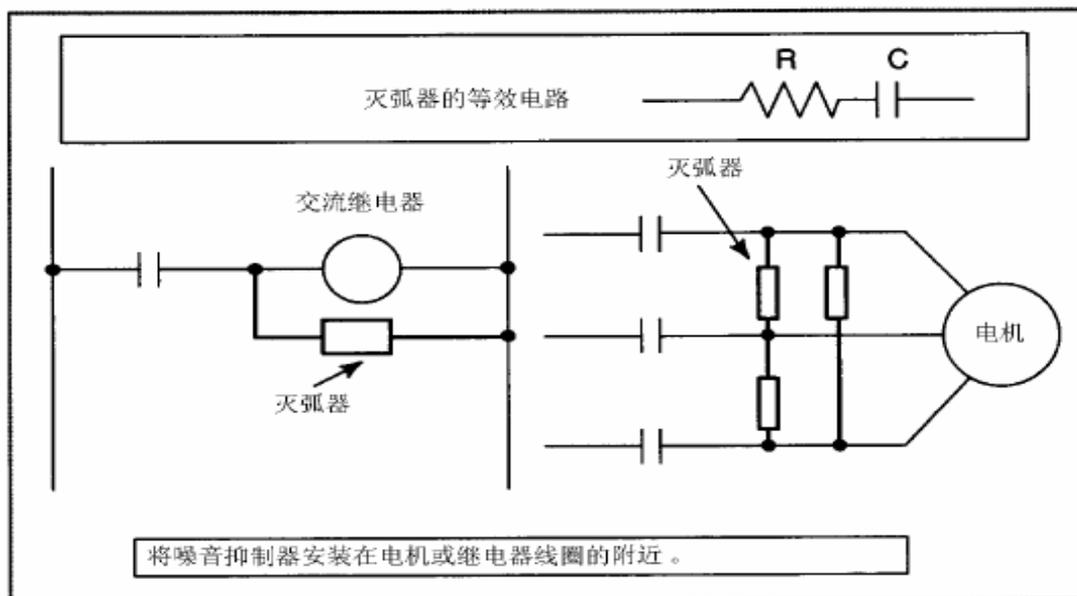
◆ 选择由电阻和电容组成的灭弧装置，这种灭弧装置被称为CR灭弧装置。（在交流中使用）（电阻在限制脉冲电压的峰值时有效。但不能限制脉冲电压突然升高的电流，所以我们使用CR灭弧器。）

◆ 灭弧器的电容和电阻参考值由静态线圈的直流阻值和电流来决定。

1) 电阻 (R) : 线圈的等效直流电阻

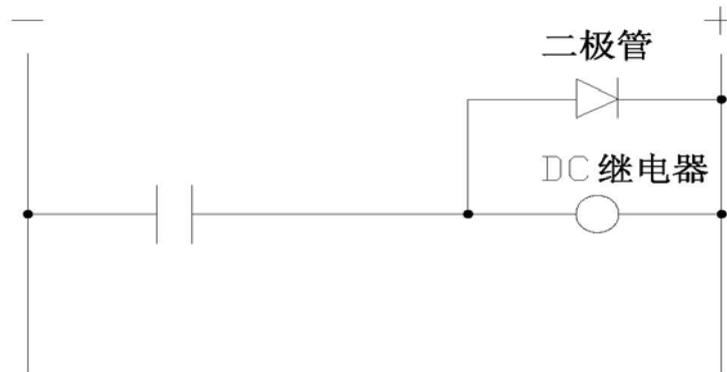
2) 电容 (C) :  $I^2/10$  到  $I^2/20$  (uF)

I: 线圈的静态电流



选用CR类型的噪声消除装置，因为相比与电阻类型的噪声消除装置，它即可以限制脉冲电压的峰值，又能限制脉冲电压突然的上升沿。

二极管用于直流电路



选用耐压值约为外加电压的2倍，耐电流约为外加电流2倍的二极管。

5.4.2 浪涌吸收器

为了保护设备，消除由于打弧产生的浪涌电压，要求在输入电源的线间和各线与地之间安装浪涌吸收器。

推荐产品如下：

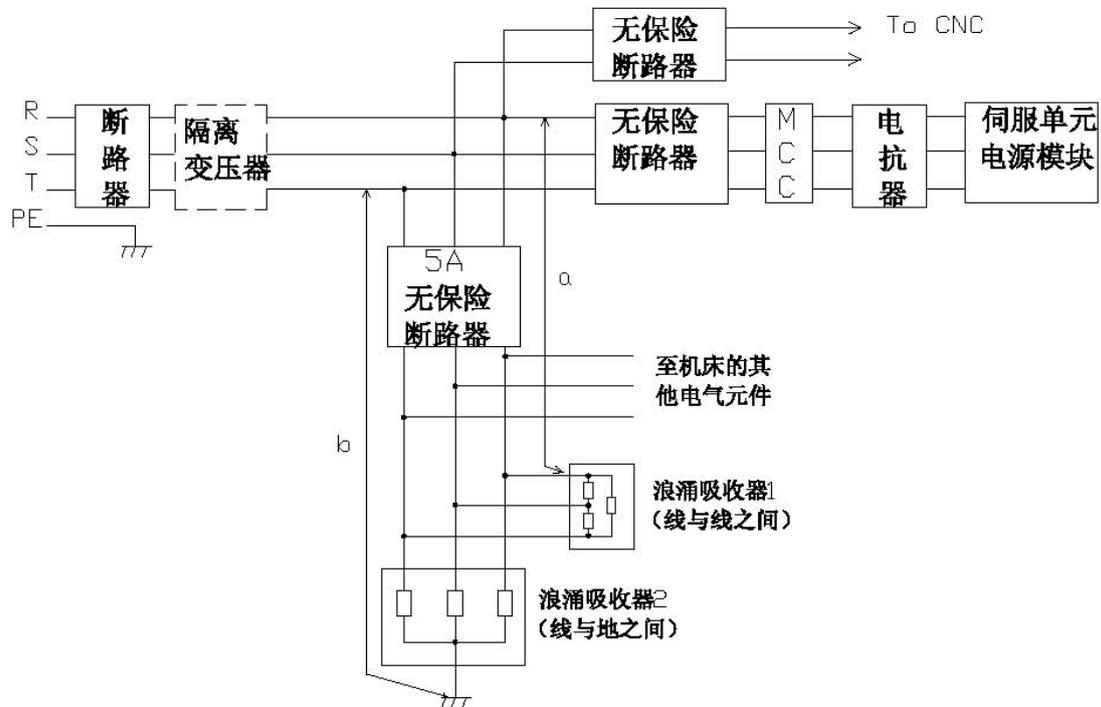
应用于200—V系统

线与线之间	R·A·V-781BYZ-2
线与地之间	R·A·V-781BXZ-4

应用于400—V系统

线与线之间	R·A·V-152BYZ-2A
线与地之间	R·A·V-801BXZ-4

安装如图：



如上图所示，输入电源单元必须安装浪涌吸收器以消除由于打弧产生的浪涌电压。如果不安装隔离变压器，则必须安装浪涌吸收器2。如果安装隔离变压器，浪涌吸收器2可不安装。

但是这样并不能完全消除由于打弧产生的浪涌电压。

注：（1）为了吸收浪涌电压的效果更好，导线要求尽可能短。

导线规格：线径 $\geq 2\text{mm}^2$

导线长度：连接浪涌吸收器1的导线总长（a）和连接浪涌吸收器2的导线总长（b）不能大于2m。

（2）如果在电源线上进行过电压（1000VAC和1500VAC）绝缘强度测试时，应先将浪涌吸收器2去掉。否则，过压会损坏浪涌吸收器。

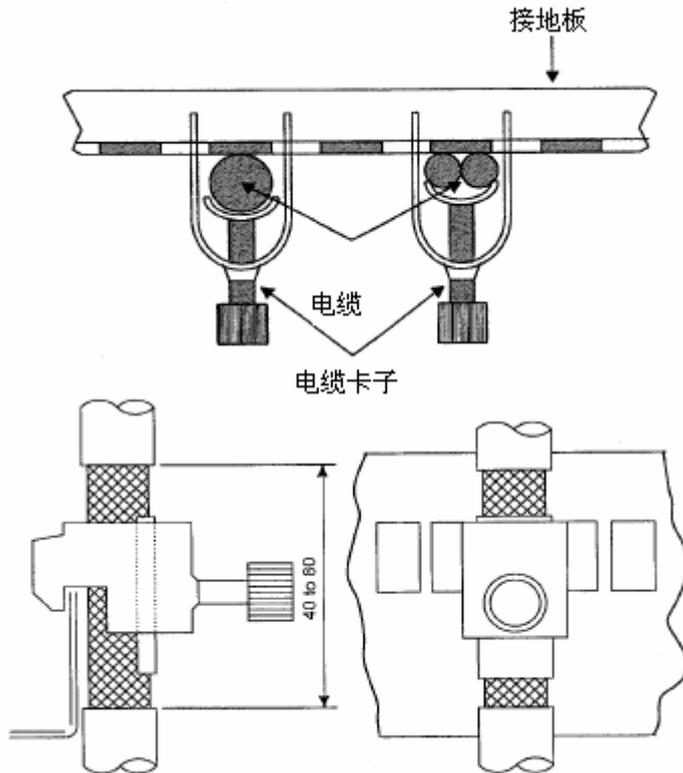
（3）当浪涌电压超过浪涌吸收器容量或浪涌吸收器短路时，无保险断路器（5A）对电网提供保护作用，故必须安装断路器。

（4）因为正常运行时，没有电流通过浪涌吸收器1和2，所以断路器（5A）可以与机床上其他电气元件共用。可用于伺服单元中电源模块的电源控制或主轴风扇电机的电源控制。

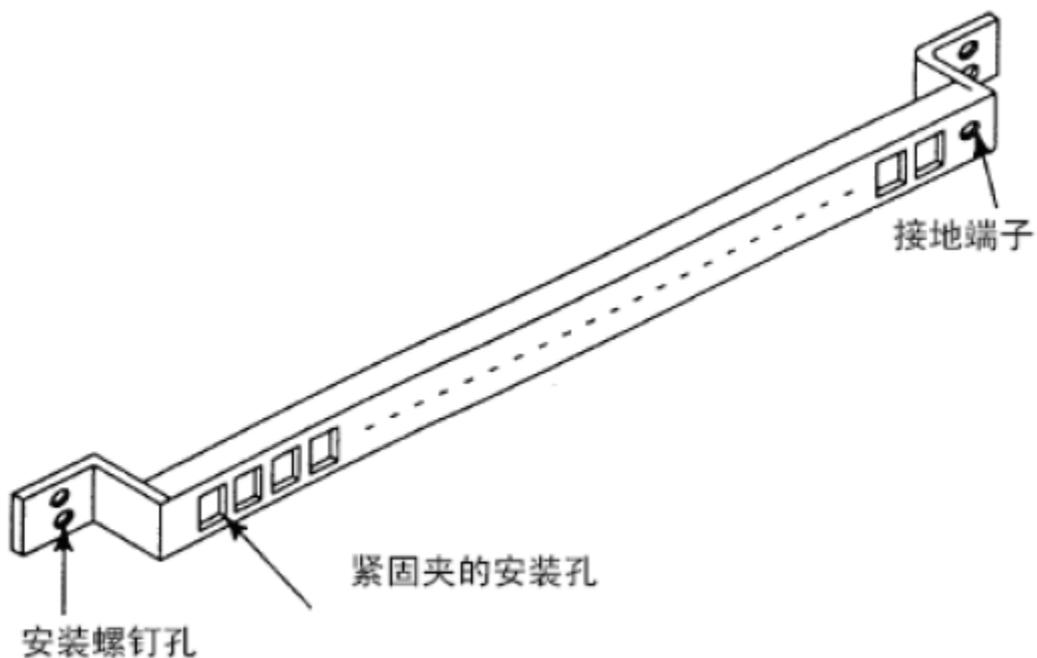
5.5 屏蔽接地

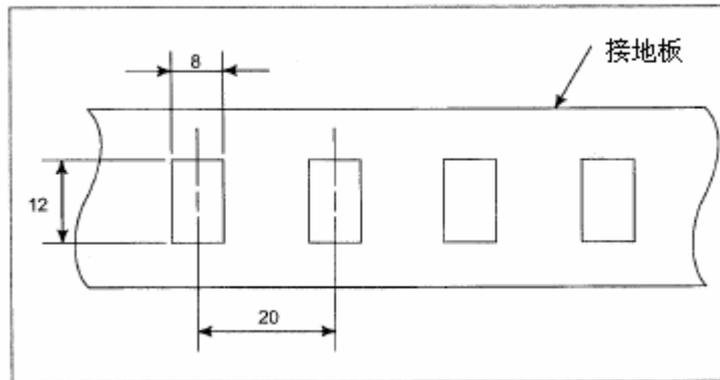
CNC 需要进行屏蔽的电缆必须使用下面的方法进行卡紧。这种电缆卡子的目的是为了支撑电缆和电缆屏蔽。为了保证CNC 系统操作的稳定性，请按如下介绍的电缆卡紧方法处理。

将电缆外层剥掉一块露出屏蔽层。用电缆卡子夹紧此处，并卡在地线板上。按下图安装。



接地板按如下设计：





注意事项:

地线板应使用 2mm 或更细的镍表面金属板。

电缆在做屏蔽安装时，注意动力线和信号线要分开，即动力线与信号线的电缆卡子不要卡在同一块接地板上，而应使用不同的接地板。

## 6 总结

电气柜的设计、电气线路的设计是数控机床靠可靠性的最重要关口，设计的先天缺陷对产品的可靠性影响非常大，有时是无法补救的。一定尽量在设计中避免上述问题的出现，不要等出现问题再去补救，费时费力且会对厂家的信誉产生影响。