

# 第 10 篇 各种设备

执笔委员 小熊修藏 (東京電力株式会社)  
高橋清策 (東海興業株式会社)  
矢部五郎 (産業科学研究所)  
山口富士雄 (株式会社森村協同設計事務所)

译者 阮少明  
校者 李一文  
责任编辑 王 达



## 目 录

第 1 章 各种设备综述 .....	10-3	第 7 章 冷冻冷藏库的电气设备 .....	10-12
第 2 章 电焊机设备 .....	10-3	第 8 章 医院电气设备 .....	10-17
第 3 章 电气防腐设备 .....	10-7	第 9 章 电子计算机室电气设备 .....	10-20
第 4 章 电气除尘装置 .....	10-9	第 10 章 太阳电池 .....	10-23
第 5 章 静电喷涂装置,其他静电应用装置 .....	10-10	第 11 章 其他设备 .....	10-24
第 6 章 电镀设备、电沉积涂设备、其他电化学处理设备 .....	10-11		

# 第 10 篇 各种设备

执笔委员 小熊修藏 (東京電力株式会社)  
高橋清策 (東海興業株式会社)  
矢部五郎 (産業科学研究所)  
山口富士雄 (株式会社森村協同設計事務所)

译者 阮少明  
校者 李一文  
责任编辑 王 达

## 目 录

第 1 章 各种设备综述 .....	10-3	第 7 章 冷冻冷藏库的电气设备 .....	10-12
第 2 章 电焊机设备 .....	10-3	第 8 章 医院电气设备 .....	10-17
第 3 章 电气防腐设备 .....	10-7	第 9 章 电子计算机室电气设备 .....	10-20
第 4 章 电气除尘装置 .....	10-9	第 10 章 太阳电池 .....	10-23
第 5 章 静电喷涂装置,其他静电应用装置 .....	10-10	第 11 章 其他设备 .....	10-24
第 6 章 电镀设备、电沉积涂设备、其他电化学处理设备 .....	10-11		

# 第10篇 各种设备

## 第1章 各种设备综述

### 1.1 各种设备概况

电气设备广泛地应用在照明、动力、电热、电子等各个部门,除此之外,静电应用、高电压应用等方面的应用范围也很多。此外,还广泛地作为动力和热源应用于简单的机械力和电加热以及复杂的控制和加工方面。

本篇集中介绍除照明、动力设备、电热设备以外的装置中所采用的各种电气设备。

作为静电应用的设备,有电气除尘器、静电喷涂装置等。而在高电压利用方面,有电击杀虫器、电切割、电气除尘器,这些设备,除采取各种安全装置和特殊的脉冲发生装置等安全措施之外,还制订了规章制度,以便确保人和牲畜的安全。此外,埋设在地下的铁煤气管等都设有电气防腐装置,或在金属体上施加电镀的电镀装置等。

### 1.2 各种设备的电气制式

[1] 电气制式 本文所述的各种设备,根据其特征,无论是必须用交流电,还是必须用直流电,都需要有变换器或逆变器等提供电源。另外,从电压来说,需要从几伏到几万、几十万伏,但往往是根

据规格作为这些机械装置的一部分。

这些装置的供电方式,通常是依据日本国商用标准电源来决定电气制方式的,并根据机器容量选用合适的电压值,对自用电设备上的特殊设备,也有采用自行设计的电压值的。

一般的电气制式如下。

(a) 单相2线制100V 广泛应用于家用电机电器、办公用电机电器、医疗用电机电器、电气防腐设备、静电喷涂设备、电击杀虫装置、电切割装置等容量较小的电机电器。

(b) 单相2线制200V 用于电焊机设备、电气防腐设备等。

(c) 三相3线制200V 直流弧焊机、静电喷涂设备、电镀设备等。

[2] 供电方式的注意点 通常各种设备的电气制式如前所述,但在实际设计时,必须注意该设备所在地的供电条件。

例如,偏远山地没有三相电源的场合,在住室内采用对地电压150V的电路,在医院最好采用对地电压低、设置隔离变压器并采用不接地方式的电路等。

## 第2章 电焊机设备

### 2.1 电焊机的种类

电焊机按焊接的原理、焊接方法等可分成各种类型,在供电设计方面可分为弧焊机和电阻焊机。弧焊机又有交流和直流之分。另外,根据弧焊机的用途,又有氩弧焊机和二氧化碳弧焊机。电阻焊机有叠接电阻焊机和对接电阻焊接机等种类(图

10.1)。

### 2.2 交流弧焊机

[1] 交流弧焊机的特性 交流弧焊机是一种隔离变压器,大多是漏电抗大的漏磁式变压器。而且,由于使用时断时续,要对电焊机的最大输入功率,根据一定的利用率作出合理的设计。另外,因弧

焊机的功率因数相当低,通常都在50%以下,故必须考虑设置提高功率因数的电容器。

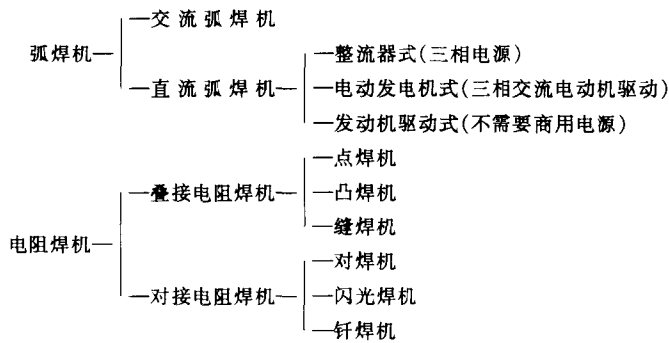


图 10.1 电焊机的种类

表 10.1 交流弧焊机的种类、额定值及特性

(a) 小型交流弧焊机(JIS C 9314)

型号 <sup>①</sup>	额定输出电流 (A)	额定使用率 (%)	额定负载电压 (V)	最高空载电压 (V)	输出电流(A)		参考使用的电焊条(mm)
					最大值	最小值	
AWL-130	130	20	26.5	75 以下	130 以上 143 以下	40 以下	2.0~3.2
AWL-150	150		27.5		150 以上 165 以下	45 以下	2.0~4.0
AWL-180	180		29		180 以上 198 以下	55 以下	2.6~4.0
AWL-250	250		32.5		250 以上 275 以下	75 以下	3.2~5.0

① 型号中所记符号及数值含义如下:AWL——小型交流弧焊机;AWL后的数值——额定输出电流。

(b) 交流弧焊机(JIS C9301)

型号 <sup>①</sup>	额定输出电流 (A)	额定使用率 (%)	额定负载电压			最高空载电压 (V)	输出电流(A)		参考使用的电焊条(mm)
			电阻降 (V)	电抗降(V)			最大值	最小值	
				50Hz	60Hz				
AW-200	200	40	30		85 以下	200 以上 220 以下	35 以下	2.0~4.0	
AW-300	300		35			300 以上 330 以下	60 以下	2.6~6.0	
AW-400	400		40			400 以上 440 以下	80 以下	3.2~8.0	
AW-500	500	60	40	10	12	95 以下	500 以上 550 以下	100 以下	4.0~8.0

① 型号中所记的符号及数值含义如下:AW——交流电弧焊机;AW后的数值——额定输出电流。

JIS(标准)规定的一般交流弧焊机的特性如表 10.1 所示。

[2] 供电电压和负荷的平衡 供给交流弧焊机一次侧回路的对地电压必须在 300V 以下。

采用的标准电压为单相 200V,特殊的工厂也有用单相 400V 的。另外,3kVA 以下小容量的也有用单相 100V 的。

还有,一般的电焊机为单相而需要较大的容量,

所以从三相电源上接出时,必须注意该电路的电焊机负荷与其他负荷之间的平衡问题。

[3] 弧焊机的一次侧回路 弧焊机的一次侧回路,在靠近电焊机易于启闭的地方,设置开关设备。另外,电焊机一般有可能被草率地操作,最好设置[高灵敏度型(采取防止误动作的措施)或中灵敏度型]漏电断路器。

[4] 弧焊机的二次侧回路 电弧焊接机的二次侧回路中,使用焊接用电缆或橡皮绝缘软电缆,根据焊接电流的大小,按表 10.2 确定的粗细选用。

表 10.2 弧焊机二次侧电线的粗细  
(按内线规程)

二次电流(A)	铜电线的粗细(mm <sup>2</sup> )
100 以下	(14)
150 以下	22
250 以下	38
400 以下	60
600 以下	100

注: 1) ( )表示 JIS 焊接用电缆以外的电缆。

2) 均指额定使用率为 50% 的场合。

[5] 被焊件等的接地 被焊零件或与之有电气连接的机器、平台等金属体应按第 3 类接地工程进行接地。

### 2.3 直流弧焊机

直流弧焊机一般从三相 200V 电源通过变压器降压,整流后使用。但是,从三相供电的直流弧焊机与同容量的单相弧焊机相比,对电源的闪变效应的影响小,而且,也不必担心电路的平衡问题(图 10.2)。

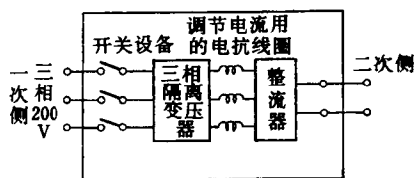


图 10.2 整流式直流弧焊机的电路实例

直流弧焊机较交流弧焊机稳定,有利于小电流的焊接,另外,也可用于氩弧焊等高品质的焊接。由于具有这些特点,使其得到广泛的应用范围。至于施工上的注意点与交流弧焊机相同。

### 2.4 电阻焊机

电阻焊机利用电阻发热来加热被焊部位,一般还要在被焊部位加压。焊接电流采用单相交流,有从数百安到数万安大容量的种类、用途等几种,电源容量也相应地从数十千伏安到数百千伏安。

电阻焊机一次侧的标准电压一般有单相 200V 或单相 400V。

大型电阻焊机采用单相时,对电源的不平衡影响和闪变效应也大,对高压用电设备,当单机容量超过 100KVA 时,有必要与电力公司协商。

由于一般电阻焊机的功率因数较低(30% ~ 70%),要考虑配置改善功率因数的电容器设施,另外,利用率根据机型、用途亦相差很大,大致为 1% ~ 75%,缝焊机由于连续通电而利用率较高,必须考虑与一般电热器相同的电路设计。但是,当设计电路时,要采用按照机型、使用条件选定电焊机的说明书上确认的利用率。

### 2.5 配线设计

[1] 配线设计方案 电焊机有间断负荷,而同时使用时需要较大的电流,焊接时电压降太大等会影响焊接质量,所以超过 100kVA 的大容量电焊机用的电源变压器,应考虑放在离电焊机 30m 以内,并尽量靠近电焊机。另外,配线不仅要满足发热条件,而且要注意电压降的影响不致引起机器特性降低。

弧焊机、电阻焊机的回路一般功率因数较低,还由于使用率较低,使用较小的容量时,电压降所引起的问题可以不予考虑,此时要考虑由断续负荷电流引起的等效热量,进行合理的配线设计。

另外,在与其他电气设备共用的回路等,必须十分注意由断续负荷电流引起的电压降(闪变)不致给其他的负荷机器带来恶劣影响。

与焊接机的热等效的连续电流按下式计算。

(1) 1 台电焊机时

$$I = I_0 \sqrt{a}$$

(2) N 台电焊机时

$$I = I_0 \sqrt{Na(1-a) + N^2 a^2} \approx NI_0 \sqrt{a}$$

式中  $I$ ——等效连续电流(A);

$I_0$ ——额定(断续)电流(A);

$\alpha$ ——电焊机利用率[按照电焊机反复断续使用时电线温度上升的饱和时间(3h左右)推算,按下式计算]

$$\alpha = \frac{\text{通电时间}}{\text{通电时间} + \text{停止时间}}$$

**[2] 电焊机回路的电线粗细等** 电焊机回路的电线粗细和开关设备,过电流保护器容量的选定,除连续通电使用之外,一般可按表 10.3 进行。

表 10.3 电线及开关设备、过电流保护器的额定值(示例)(按内线规程)

最大输入电流(A)	最大输入(kVA)					一次配线的最小粗细		开关设备的额定值(A)	过电流保护器的额定值(A)	
	单相			三相		绝缘的引按配线	金属管配线等(3根以下)		熔断器	配线用断路器
	100V	200V	400V	200V	400V					
15	以下	以下	以下	以下	以下	1.6mm	1.6mm	15	15	20
20	1.5	3	6	5	10	1.6	1.6	30	20	20
30	2	4	8	7	14	1.6	2.0	30	20	30
40	3	6	12	10	21	2.0	2.6	30	30	30
50	4	8	16	14	28	2.0	8mm <sup>2</sup>	30	30	30
75	5	10	20	17	35	3.2	14	50	50	50
100	7.5	15	30	26	52	14mm <sup>2</sup>	22	100	75	75
125	10	20	40	35	69	14	30	100	75	75
150	12.5	25	50	43	87	22	38	100	100	125
175	15	30	60	52	100	30	50	200	125	150
200	17.5	35	70	60	120	38	60	200	150	175
250	20	40	80	70	140	50	(125)80	200	150	200
300	25	50	100	87	170	60	(150)125	300	200	225

注:电线的粗细和开关设备以及过电流保护器的额定值,对1台时规定为最大输入电流的70%。

## 2.6 防触电(电击)装置

**[1] 一次侧回路的触电防护** 弧焊机作为可搬、可移动的机器使用,由于移动使用时不小心使绝缘损坏,而由一次侧(大多为200V)电路和电压引起的触电事故时有发生。为了防止此事故,在电焊机外壳装设第3类接地装置的同时,还要在供电电路中设置漏电断路器。漏电断路器一般按JIS选定外,还要适合电焊机的回路。

**[2] 电击自动防护装置** 电击自动防护装置,对二次侧空载电压较高的交流弧焊机在焊接时,作为安全装置,在劳动安全卫生法有限制使用场所的规定,而其使用则与一般的相同。

交流弧焊机的二次侧空载电压的大小,随机型而稍有差别,但一般约为70~100V。

电击防护装置对在焊接电弧发生时以外的空载电压,可以不致给作业人员带来危险,焊条一接触被焊件,主回路即闭合,电焊机正常工作时,切断电弧使电流为零,电焊机的主回路变成开路而使二次回路电压降低。

电击防护装置有装在交流弧焊机本体内的,但也有另外附带的,根据电焊接的种类,可按表10.4规定的种类可靠地组合起来使用。

另外,在电焊机输出回路中即使有相当大的电阻也能起动的电击防护装置,易于引发电弧而有利于作业,但其缺点是由于误操作而使操作人员处于危险状态时电击保护装置才投入动作,可能有损于安全性,所以电击防护装置大致可分为低电阻起动型和高电阻起动型,各自的起动电阻范围应根据用途选择。

表 10.4 交流弧焊机的电击防护装置(JIS C 9311)

(a) 低电阻起动型(L型)电击防护装置的种类、额定值及特性

型 号	额定电流 <sup>①</sup> (A)		额定使用率 (%)	输出侧空载 电压(V)	迟动时间 (s)	起动灵敏度 (Ω)	适用于电焊机输出侧 的空载电压范围(V)	
	输入侧	输出侧					下限	上限
SP-3A-L	130	300	50	25 以下	1.0±0.3	不到 2	60	85
SP-5A-L	220	500	70				70	95
SP-3B-L	130	300	50				60	85
SP-5B-L	220	500	70				70	95
SP-3C-L	110	300	50				60	85
SP-5C-L	180	500	70				70	95
SP-2E-L	-	200	50				60	85
SP-3E-L	-	300	50				60	85
SP-5E-L	-	500	70				60	85

(b) 高电阻起动型(H型)电击防护装置的种类、额定值及特性

型 号	额定电流 <sup>①</sup> (A)		额定使用率 (%)	输出侧空载 电压(V)	迟动时间 (s)	起动灵敏度 (Ω)	适用于电焊机输出侧 的空载电压范围(V)	
	输入侧	输出侧					下限	上限
SP-3A-H	130	300	50	25 以下	1.0±0.3	2~500	60	85
SP-5A-H	220	500	70				70	95
SP-3B-H	130	300	50				60	85
SP-5B-H	220	500	70				70	95
SP-3C-H	110	300	50				60	85
SP-5C-H	180	500	70				70	95
SP-2E-H	-	200	50				60	85
SP-3E-H	-	300	50				60	85
SP-5E-H	-	500	70				60	85

注：型号的含义如下：1)开头的 SP 表示电击防护装置；2)后面的数字表示输出侧额定电流的 1/100；3)数字后的 A 表示与电容器是否装在交流弧焊机本身内，B 表示电容器不在机内的交流弧焊机，C 表示电容器装在交流弧焊机内，E 表示发动机驱动的交流弧焊机的电击防护装置；4)末尾的 L 表示低电阻起动型，H 表示高电阻起动型。

① 额定电流规定为电击防护装置的主触点设在一次侧时为一次侧额定电流，设在输出侧时为输出侧额定电流。

### 第3章 电气防腐设备

电气防腐设备的工程在电技第 248 条已有详细的规定，在电气上按其规定进行就可以了。可是为确保防腐效果，施工的技术巧门很重要，因之要由有经验的技术人员进行设计及施工的监督管理。

本章仅介绍有关电气防腐的一般知识。

#### 3.1 腐蚀与防腐

[1] 腐 蚀 腐蚀一般指金属生锈并溶解于液体中。

铁制品在海水中表面会生锈，不久即剥落，引起

内层生锈。在湿空气中铁同样会生锈,渐渐地消耗掉。在干燥空气中,温度变高时,铁的表面因氧化而被铁锈覆盖。

不限于铁,除贵金属以外的金属在空气中的氧气或腐蚀性气体的作用下,表面由氧化物、硫化物等所谓的锈覆盖。金属表面附着的这些化合物,如能致密地紧贴在基材上,则不再向内部腐蚀。铝、不锈钢就是这种情况,保持着金属光泽。

腐蚀在金属表面均匀进行的情况是很少见的,水中的铁和高温氧化以及实验室的情况大致可认为是全面同样腐蚀。全面腐蚀的程度用失去的金属量  $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{d}$  表示,此数值越小,金属耐腐蚀性越好。

金属表面往往局部腐蚀而形成孔(坑),此现象称为局部腐蚀或点蚀(锈斑)。至于局部腐蚀的原因,与金属组成的局部不均匀及应力等有关。

埋在地里的钢电线管和电缆护套钢管经数年后,或是发生腐蚀孔,或是一部分烂成碎块。

这是由于地里水分含有电解质离子,作用于金属而形成电池,金属变成离子而溶出的现象。

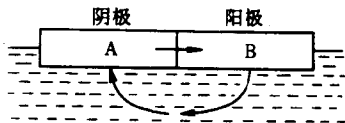


图 10.3 腐蚀电池

图 10.3 中,箭头方向表示电流的流向,作为阳极 B 的部分金属失去电子,变成离子溶出,即腐蚀。在阴极 A 的部分离子获得电子,又返回金属,或是由氢离子变成氢。因而阴极侧的金属不会腐蚀。

实际上,阳极现象在何处发生难于预测,根据对发生腐蚀的调查,现将作为其原因的事项归纳或摘录如下:

- (1) 金属材质的不同;
- (2) 金属的加工、处理或应力不一样;
- (3) 周围的土质、地质的不同;
- (4) 周围温度的不同;
- (5) 周围水质的不同;
- (6) 从电气铁道漏出的电流;
- (7) 溶于周围水中的氧浓度的不同;
- (8) 放射线、电磁波的影响;
- (9) 细菌等微生物的作用。

**[2] 防腐** 防止金属腐蚀的方法如下。

(1) 采用对化学(热力学)稳定的金属,或对金属表面作化学稳定处理。

(2) 抑制腐蚀电池的阳极反应或阴极反应,或增大回路电阻。

前一种方法是采用耐腐蚀性强的金属,强制使其处于阴极状态的方法;在金属表面电镀贵金属、覆盖玻璃等(搪瓷、玻璃衬里),以及化学处理或是涂漆等方法。

抑制阴极反应也就是抑制氢离子发生,可用在金属中加添加剂,减少溶出的氧、氢离子的方法。

抑制阳极反应,采用在铁中添加铬、镍而成不锈钢的方法,采用钛等耐腐蚀金属的方法,也有用外接电源极化阳极等。

增加回路电阻有金属表面的处理及涂漆,除去周围地下的水分,除去周围水中的离子等方法。

### 3.2 防腐措施

**[1] 金属材料的选择** 要考虑到使用环境的大气污染程度、湿度、温度、气流速度、雨水等条件,或使用场所和所接触的液体的化学组成、温度、流速、液面变化等来确定材质和加工方法。

**[2] 设计、施工** 由于金属连接的部分即使有微小间隙也容易发生腐蚀,因此设计时结构上不允许有这样的间隙(例如焊接),对连接部位要采用油漆等防腐方法。

有液体流过时,由于流动截面急剧变化而产生的湍流会加速腐蚀,所以设计时要尽量使流动平稳。

电缆的护套等与周围的混凝土或土接触而形成腐蚀电池时,其长度越长,电位差越大,局部腐蚀越厉害。可在金属护套的中间加装绝缘接头,增加回路电阻进行防腐(图 10.4)。

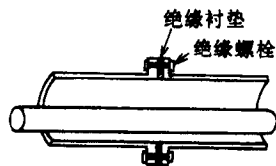


图 10.4 电缆护套的绝缘接头

**[3] 除湿、干燥** 去除大气中湿分,并使户内湿度稍高于露点以上,可以防止由大气引起的腐蚀。

**[4] 腐蚀性气体的去除** 用喷雾器的水清洗大气或是用过滤器去除腐蚀性气体,这只是有目的地采取的防腐措施,较少使用。

**[5] 腐蚀抑制剂** 用浸含挥发性胺的纸,或是包着微细铁粉的纸袋等与机械部件包装在一起,亦可防腐。

[6] **溶解氧的去除** 常用于蒸汽锅炉内壁等的防腐。

#### [7] 水中或潮湿环境中的腐蚀抑制剂

抑制阳极反应是用表面钝化方法。当施加的电位差比阳极自然溶出状态的电位差大时,在表面生成金属化合物,电流反而减少形成钝化。为促进这种钝化的生成,可使用铬酸离子、亚硝酸离子等药剂,但要注意这些抑制剂不足时,反而会促进腐蚀。

要使金属表面全部用化合物覆盖,这时所用的抑制剂有磷酸离子等,但需要在一定浓度以上。

抑制阴极反应,中性时同去除溶解氧一样。酸性时有必要抑制氢的作用,但没有合适的方法。

有机胺等吸附在金属表面作抑制剂,即使为酸性也有效果。

[8] **电化学的防腐** 有利用阴极极化原理将金属电位置于不腐蚀的稳定区域的方法,利用阳极极化原理的钝化方法。参见[9]。

[9] **漏电流对策** 从电气铁道、电解槽等泄漏的(杂散)电流通入埋设的管道时,电流的出口形成阳极而腐蚀。这通常称为电腐蚀,在电气铁道中,一般将钢轨作负方,所以从钢轨泄漏的电流通入埋设的管道并沿线分布,集中流到靠近变电所的地区。

如果用导线连结埋设的管道与变电所的负端,那未埋设的管道表面就没有流出的电流,因而能防止腐蚀。可是像这样直接连接时(称排流),由于电车行走与电流方向相反,还会使一部分埋设的管道腐蚀,故通常加装整流元件连结(选择排流)(图10.5)。

### 3.3 电气防腐的方式

[1] **阴极防腐法** 从外部将电源加在防腐

对象的金属上而使其阴极极化的方法,称为外部电源法或通电法,与更低电位的金属(如锌)组成电池的方法称为流阳极法或叫牺牲阳极法。

外部电源法用60V以下的直流电,将其负端与防腐金属联接,其正端与设置在适当位置的阳极联接。阳极用石墨、磁性氧化铁、铅、钛、银等制作,根据防腐对象的大小选择不少于1个的数量安装在合适的位置上。这种合适的位置、个数、大小等根据经验进行设计。

[2] **阳极防腐法** 利用阳极反应处理不锈钢、钛、钢、镍合金的表面,使能维持处理过的表面上的电流继续流过而提高其耐酸性。

电源的极性与阴极防腐时相反,使防腐对象与正端联接。

[3] **电源、配线** 电气防腐设备的电源和电极(防腐对象的金属体或与此相对应的设备的电极)之间连接的配线,每个电极用单独的电线接到电源端进行配线。选择电线的粗细时应按即使在最大电流时电压降也不会太大来设计。

电源要能调节各种电极的电流(指使防腐对象的金属表面上电流密度达到所需大小的电流)。

从电气防腐设备泄漏出的电流必须在设计、施工上保证不腐蚀其他埋设的管道、水井等。

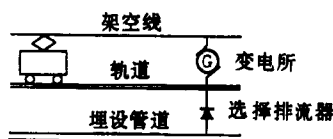


图 10.5 选择排流方式

## 第4章 电气除尘装置

电气除尘装置须按照电技第250条的规定进行制造及施工。

### 4.1 高压电源和配线

电气除尘装置的高压电源中的直流电不仅是含有脉动电流和脉冲的直流电或极性反转的电流等。这些电源将变压器、整流元件及其他机器组合在一起作成整体。

电源装置装设在除尘装置的顶部等,用短小电缆箱与放电极联接,电源装置的一次侧配线往往只

在现场施工。

由于空气除尘器及空调用的电气除尘装置的高压电源装在除尘装置的内部,所以只要接上一次侧的低压配线就可以了。

### 4.2 除尘装置

目前电气除尘装置的技术有惊人的发展,除利用放电电极的电晕放电将电荷送至电场中的集尘板而捕集空气中的粉尘的基本原理不变外,放电电极的结构、电压波形、气体的预处理、集尘极的结构、粉尘的

捕集方法等则千差万别。

静电除尘器是电气除尘器的一种。这种装置在电极之间设置多孔质的介电体(绝缘体),通过介电体的孔将气体中的粉尘捕集在静电场中。由于此方式不是利用电晕放电原理,所以不会产生臭氧。

利用静电场的作用能使气体运动。在电气除尘装置中,也有使用与静电送风机组合在一起的空气清洁装置。

在工厂的作业现场、隧道的施工现场的除尘中,有使用裸电线作为张力电极方法,此时的电源要采用人触及也不会发生危险的静电喷涂用的高压电源(参见 5.1 节)(图 10.6)。

电气除尘装置的除尘效率,根据使用条件变动较大,要选择适当设计的装置,必须在风量等的设计值范围内使用。

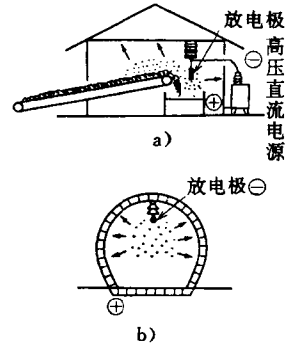


图 10.6 用外露电极的电气除尘

a) 工厂内的除尘 b) 隧道内的除尘

## 第 5 章 静电喷涂装置、其他静电应用装置

应用静电的装置除在第 4 章的除尘装置外还有静电喷涂、静电植毛、静电涂油、静电加湿、静电分离、静电照相(底片)等。

### 5.1 高压电源

通常用高频振荡,反馈变压器升压,并由整流元件倍增整流回路产生高压直流电。这时比起不平滑的脉动电流更能进行稳定的喷涂等作业。

回收从喷涂机等飞散出来的粉料时,作为其电场屏蔽的电源,将交流经变压器升压后即可照样用。

表 10.5 为喷涂用高压直流电源的额定值的实例。

### 5.2 静电喷涂机械

批量生产工厂用的静电喷涂装置用的机械如图 10.7 所示,是机器人手握喷枪进行自动喷涂的系统。

表 10.5 静电喷涂枪高压直流电源的额定值实例

喷枪支数	输入电压 (V)	输出(直流)	
		最大电压(kV)	最大电流( $\mu$ A)
1	100 单相	-60	200
2	100 单相	-60	200
6	200 三相	-90	600
12	200 三相	-90	1 000

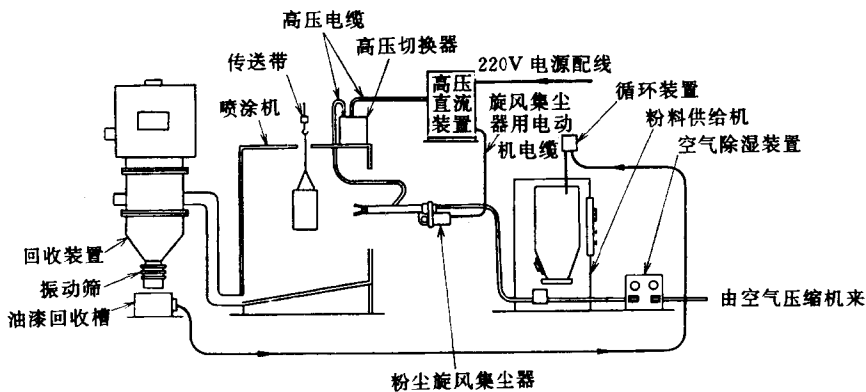


图 10.7 静电喷涂设备

### 5.3 其他静电应用装置

[1] **静电植毛装置** 将纤维短片、石粒、砂等静电喷涂在涂敷粘着剂的板、纸、布、壁、金属等上,使纤维等直立在面上,称为植毛。

为固定设备时,则使用类似于静电加湿装置的装置,为手持喷枪(配件)时,则使用类似于静电喷涂装置的装置。图 10.8 为壁面加工用的静电植毛装置简图。

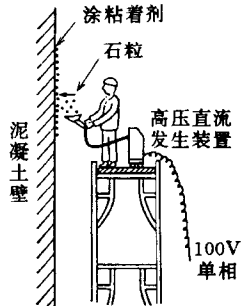


图 10.8 静电植毛装置

[2] **静电加湿装置、静电涂油装置** 为在工厂内连续进行纸、布等加湿,或白铁皮板的涂油,需要配置数个静电喷涂用喷枪的装置。

[3] **静电农药喷洒机** 与静电喷涂原理一样,利用静电喷洒农药,使农药一点都不浪费地附着在草木上。其装置的动力可在携带方便的户外静电植毛装置上以电池作电源,或改造成与农业喷洒机的动力共用(图 10.9)。



图 10.9 静电农药喷洒机

[4] **静电分离、静电滤油、静电净水** 利用电导率及电容率(电介常数)的差别能够分离粉末和粒子,去除油中杂质。图 10.10 为被粉碎的电线碎屑在带电后,利用从带式输送机下落时离开速度的差别而分离的例子。滤油装置与净水装置是适用于液体的静电感应集尘装置(参见第 4 章)。外加的电压在净水时为 2kV,滤油时为 10kV。由于这些装置与电源装在一起,只要进行电源一次侧的低电压配线就可以了。

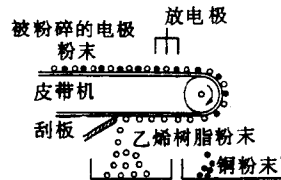


图 10.10 静电分离装置

## 第 6 章 电镀设备、电沉积涂漆设备、其他电化学处理设备

利用电化学的电气设备有从大规模的铝电解槽、苏打电解槽、盐水渗析槽到桌子上的实验装置,这里主要叙述中小规模的工业设备。

### 6.1 电镀的电源装置

表 10.6 为电镀用硅整流器的额定值的例子。

由于电镀工厂会产生腐蚀性气体,要注意整流器安装场地的选择。

电气设备担心的还是升温,故应考虑通风,同时为了防腐,避免有害气体及结露等也是重要的。

### 6.2 电镀槽、电镀工厂的配线

在电镀及金属表面的电化学处理中,除了进行电镀的主设备电镀槽外,还要有处理液准备设备、废液处理设备、预处理设备、干燥器,后处理设备。

电化学的金属表面处理,有电解氧化(如氧化铝膜处理)、电解研磨、电解除污染(如核能发电站中消除放射性污染)等。

电镀液等的处理液准备设备包括混合槽、热交换器、加热装置,冷却装置、过滤装置等,废液处理设备包括金属回收装置、蒸发浓缩装置、离子交换装

置、杂质去除装置、排水处理装置等。

电镀等电化学处理设备,就是将全部这些装置紧凑地集中在一起,在工厂内全部用配置的自动传送带处理的大规模生产设备。这些配线工程的设计、施工共同需要注意的事项为防止直流配线接头处接触不良,防止所有电气部件,特别是印制电路板等的腐蚀。

表 10.6 电镀用硅整流器额定值实例

用途	方式	输入电压 (交流) (V)	输出(直流)	
			电压(V)	电流(A)
实验室	晶闸管定电压 (带定温控制)	100 单相	0~12	0~10
			3~8	500
工厂	晶闸管定电压	200 三相	3~12	1 000
				1 500
				2 000
				3 000
				4 000
				5 000
				6 000
	8 000			
	10 000			
		200 三相	2~8	
		400 三相	3~12	

### 6.3 电沉积涂漆设备

电沉积涂漆也称电泳涂漆,利用将分散于水中的涂料粒子在负极带电,将加工件作正极带电而使涂料附着的方法。

图 10.11 为连续电沉积涂漆设备的简图,有槽体,涂料循环装置、温度调节装置、pH调整装置、电源装置、传送带、集电装置、直流配线等。

### 6.4 水电解处理设备

[1] 排水的电解处理 工厂排水和城市下水等电解处理的设备,利用在电极上发生氧化、还原、中和、分解、析出等反应和由这些反应生成的化学物质、离子、粒子、气泡等的作用,再进行沉淀、吸附、上浮等处理方法。

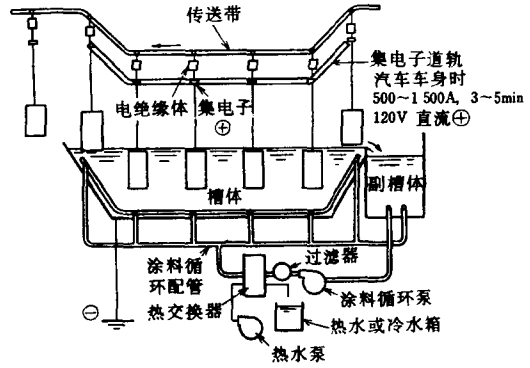


图 10.11 电沉积涂漆设备实例

所使用的电流通常在 10A 以下,电压在 10~50V 之间。

设置在户外时,使用的电源可来自户外密封配电箱,户内时电源可接自电解处理装置控制室。

[2] 海水的电解处理 为了防止工厂或发电厂冷却用海水附着海生物,使部分海水电解,产生次氯酸钠苏打,在取水口混合。

电解槽与电源以及附件装在密封配电箱内,有 1kW~1MW 的各种类型。

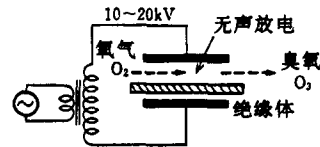


图 10.12 无声放电

### 6.5 臭氧发生装置

空气在图 10.12 所示原理的装置中,能放电产生臭氧。臭氧可用于除臭、杀菌、脱色。

空调用、杀菌用的小型臭氧发生器的电源也装在该设备的内部。设置在污水处理厂等的大型装置,电源与臭氧发生器(通常为卧式圆筒箱)要接在特别高压的配线上。

## 第 7 章 冷冻冷藏库的电气设备

冷冻冷藏库是将保存的物品冷却,以达到保证其新鲜的目的。为此将库内冷却,使库内外产生较大的温度差,与一般的建筑物不同,要施加隔热、防

潮工程,以防热流侵入。

在这种条件下,各种电气设备的设置,要处理好有温差的墙壁、地板,并要考虑到凝露。

另外,冷冻冷藏库完全依赖于电力,动力占成本的10.5%,这时节省电力是经营的主要内容之一。

作为其对策,在设计、施工时必须考虑与负荷相匹配的合适电源,配置节省能源的设备。

## 7.1 冷冻冷藏库的特征与电气设备

### [1] 建筑物种类与保存温度

(a) 冷冻冷藏库的结构分类 冷冻冷藏库按其层数可分为1、2层的低层建筑和3层以上的多层建筑。低层建筑多为木结构、混凝土预制件结构、钢骨架结构、钢骨架混凝土结构或上述并用结构。多层建筑则有钢筋混凝土结构,钢骨架钢筋混凝土结构、主体为钢筋混凝土结构而外壁为屏蔽墙的形式。

冷冻冷藏库的规模通常以储藏吨数来标称。储藏吨数为库内保存物所占面积与堆积高所得体积乘以密度得出的重量来表示,扣除通道、上部游隙(约

60cm)后得到净体积。“仓库业法施行规则运用方针”规定,按容积 $2.5\text{m}^3$ 作1t计算。规模划分大致标准为收容4000t以上的为大型,其下为中小型。

(b) 保存温度 冷冻冷藏库按保存温度分类有F级( $-20^\circ\text{C}$ 以下)、 $C_1$ 级( $-20^\circ\text{C} \sim -10^\circ\text{C}$ )、 $C_2$ ( $-10^\circ\text{C} \sim -2^\circ\text{C}$ )、 $C_3$ 级( $-2^\circ\text{C} \sim +10^\circ\text{C}$ ),特别把 $-30^\circ\text{C}$ 以下的称为超低温。

[2] 库内的配管、配线设备 冷藏库的隔热处理方法有外隔热式和内隔热式(图10.13)。

内隔热式常用于低层建筑和多层建筑的上下层有温度差的场合,这时的配管、配线有外露配管和电缆工程。

外露配管时,为避免库内的油漆而使用白色的。电线至F级一般用乙烯树脂电线不会有问题,但要注意在低温下如受到冲击和极端弯曲会产生龟裂。

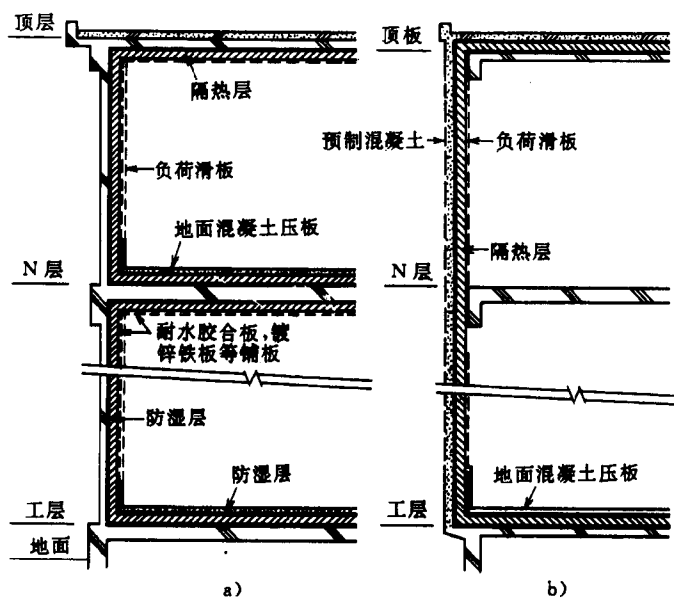


图10.13 隔热方法  
a) 内隔热式 b) 外隔热式

电缆为外露配线时,可以使用聚乙烯、氯丁二烯(耐寒性特殊配方)系列的,其耐寒性好,使用温度可达 $-60^\circ\text{C}$ 。一般到F级用2RNCT,超低温用EP、EV电缆。电缆固定在隔热材料压紧的铁件上,用电缆鞍卡止动。超低温的配管工程中,配线不用聚乙烯电线,而用EP、EV电缆。

外隔热式时,配管埋在墙体混凝土内,所用电线及电缆与内隔热式相同。

[3] 有温差库房中墙壁的贯穿处理 冷冻冷藏库的电气设备特别要注意的是有温差库房中墙壁的贯穿处理。这种处理如不完全,则库内冷气

会流向外部而起凝露现象,凝结水在电线管的内外传输而渗入箱盒和器具,成为绝缘变坏的原因,在墙壁面上凝结水垂直流入库内而结冰,对建筑物的防湿层和隔热材料有恶劣影响。

这种处理方法如图10.14所示,在库内外设引线箱,在穿墙部分的配线装入电线管,通线后穿墙部分及管内在现场进行发泡聚氨酯填充处理。图中,库内侧引线箱中的电线管富余出50mm,这样就不会由于冷却使建筑物本体收缩而影响到电线。穿墙用的木框用涂柏油的红松,使之保持防湿、防腐性。墙壁两侧的引线箱用木螺丝固定在穿墙木框上。

[4] 上下层有温度差的楼板配管处理

上层与下层有温度差时,例如1层为常温仓库,2层为F级冷藏库,在建筑上对1层顶棚面或2层楼板面进行隔热处理。

电气配管,为了安装在1层顶棚面的器具之内,一般为楼板下埋设配管。这时,由于地面冷却会使埋管内凝露,凝结水会流入器具箱,成为绝缘恶化而使弱电机器误动作的原因。

作为其对策,如图10.15所示,在箱内以聚氨酯进行现场发泡充填。设置配有钢坯底板的混凝土

箱,在混凝土浇注前,在完成通线和接线工作后,再封闭配管端口,然后从箱上部在现场进行聚氨酯发泡充填。

[5] 安装在冷却面上的机器的处置

一般将盘板和机器之类安装在冷藏库外,但由于冷藏库墙面冷却的影响,应尽可能避免在墙面上安装这些机器。不得已要安装时,如图10.16所示不要直接靠在墙面上,墙壁与机器之间要留有空气层,这样可防止机器的凝露。

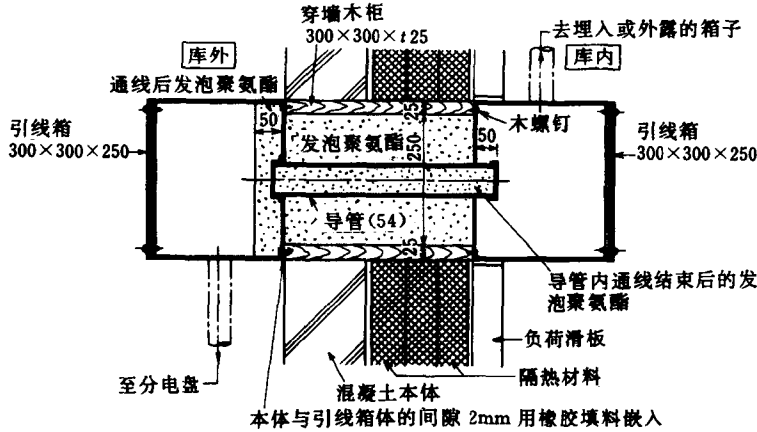


图 10.14 隔热层贯穿处理方法实例

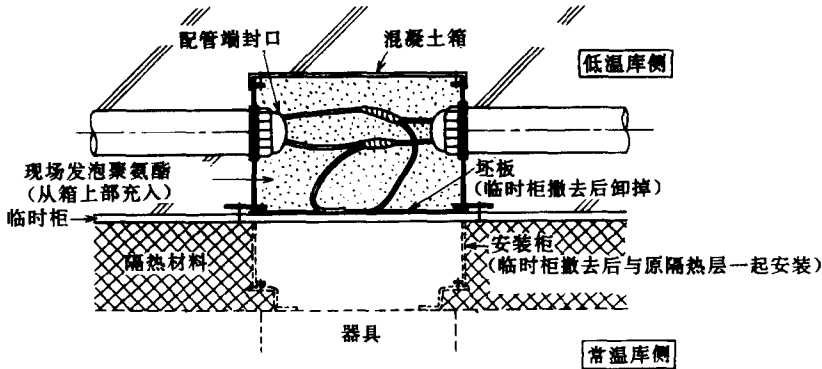


图 10.15 有温差的埋入地板下的箱体的处理实例

7.2 电力设备

[1] 冷藏库的规模与合同电力 冷冻冷藏库的电力合同种类根据变电设备的规模分为高压电力乙、高压甲、低压电力选用,但要根据实际情况选用业务电力。由此可判断建筑物的主体是冷冻冷藏库,还是一般的保管营业仓库和办公室部分。

对冷藏库来说,有冷冻机器的动力大而电灯用

电小的特点,可适用于高压甲、乙,但这时电灯设备的负荷大致在总设备负荷的5%以下。业务用电和高压甲、乙,由于基本费用、电力费用相差很大,设计时可省略关系不大的电灯设备,必须考虑到这样做有利于电力供应合同。

动力电源设备在正常运行时,一般最好以电动机负载总马力数( $hp \times 65\% \sim 72\%$ )为标准,但在建筑物竣工交付时,往往都要使之降到规定温度,为此要

强制进行库内骤冷,骤冷时如使全库房在满负荷下运行,可能造成变压器容量不足,因此必须有计划地进行预冷,以避免过多地设置变压器。

变压器设备容量和冷藏库规模的关系,与储存吨位、冷冻机种类有关,大致有每储存 1 000t 需要 50~75kW。

**[2] 对节能的考虑** 冷藏仓库以冷冻设备动力为主体,此外还有货物装卸设备动力和电灯设备电力。可是,过剩的动力设备会使合同电能量增大而电费也增加,所以必须按冷藏库的负荷设置合适的设备。下面,将主要设备节能的检验要点叙述如下。

(a) **压缩机** 压缩机多余能力取得越小设备动力也越小。可控制转速以控制需求量来抑制用电量。

(b) **库内冷却器用送风机** 每储存 100t 大致需 0.4~0.7kW,占压缩机动力的 12%~15%。

(c) **冷却器的除霜** 定时强制运转要保持在最小限度,要有结霜自动检测装置,超过规定限值时,要合用自动除霜装置进行除霜。

(d) **地板加热** 检测表面的冻结度,使用自动启停装置。

(e) **库内照明** 采用高照度的灯具,而且库内勿忘息灯,开关应有 ON、OFF 状态的指示。

(f) **变电设备** 变压器可考虑启动负荷的容量,但要避免设置过剩容量。另外,设置低压电容器以减少无功电流,降低变压器容量。用高压电容器时,要选择适当的容量,力求使功率因数达到 100%。

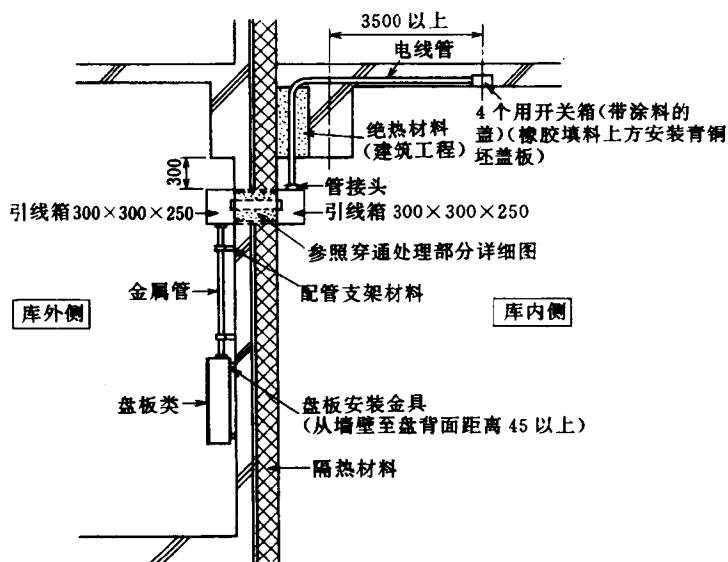


图 10.16 盘板安装要领(外隔热实例)

### 7.3 电灯设备

**[1] 照明灯具与照度** 库内的照度随室温、货物吞吐情况而有差异,可考虑与叉式起重机的前灯一起使用,最低为 50lx 左右作为通道照明的主体。在库内存取货物时,需要 100~200lx。一般 C 级要明亮, F 级可用低照度。

照明灯具考虑点灯的瞬时性和价格问题,大多使用密封白炽灯,但从节能、寿命、照度来说,越来越多地采用密封水银灯了。其他方面,虽市场也出售低温用荧光灯,但冷藏面积大灯就用得多,价格方面也就高了。

灯具一般均匀地装在天花板上,大型冷藏库有柱子的场合,用托架将灯具安装在需要有照度的地方。

#### [2] 事故照明、引导灯的装设

(a) **事故照明** 冷冻冷藏库根据建筑标准法不作为起居室的作业场所,故没有义务设置,但考虑到库内作业人员的安全及货物的存取情况等,有时也指定要设置。大中型冷藏库几乎都得采用电动叉式起重机,另外,为了看清通道,事故照明可以限定安装在通道上。灯具使用电池外置式、密封型白炽灯。

(b) **引导灯** 在冷藏库常常是消防上的无窗户层,是安装引导灯的对象。可是,由于冷藏库的特殊