

第四章 铸件底漆涂装

第一节 概 述

一、涂 漆 的 目 的

涂装油漆是目前对各种金属和非金属材料进行装饰和保护的一种重要而有效的方法。油漆是一种流动性的物质,能够在物体表面上形成连续的薄膜,此薄膜能自行起物理与化学变化,经过一定时间后,变成牢固附着于物体表面的一层坚实外皮。

随着现代工业和科学技术的不断进步,油漆已由原来以植物油和天然漆为基本原料的油漆,发展为大部或全部被人工合成树脂和有机溶剂所代替。无论从质量、品种、数量等各方面都发生了根本的变化,因此目前油漆的确切名称应为“有机涂料”,但习惯上还统称为“油漆”。

涂漆的目的有三点:保护作用、装饰作用、特殊作用。

对于本章讨论的内容——铸件底漆涂装(指直接涂在铸件表面的第一层油漆)来说,其主要目的是保护作用。油漆涂装在铸件表面形成的一层薄膜,它能与空气、水分、阳光及其它酸、碱、盐、二氧化硫等腐蚀介质隔离开,不致产生腐蚀和化学性锈蚀,同时由于铸件表面上增添了一层硬膜,可减轻受摩擦和冲击的程度,从而有一定的机械保护作用。

在具体生产中,铸件底漆涂装往往是为了达到以下四方面的某一方面或几个方面的要求:

1. 作为铸件库存、即加工过程中的防锈。
2. 作为铸件内表面的长期防锈涂层。
3. 作为铸件外表面涂装面漆的底漆。
4. 作为铸件底漆和面漆的一次涂装。

二、油漆的分类、命名和型号

油漆品种极其繁多,其作用又各有不同,根据我国化工部颁发的《涂料产品统一名称型

表4-4-1 油漆分类编号表

顺序	代号	名 称	顺序	代号	名 称	顺序	代号	名 称
1	Y	油 脂	7	Q	硝基树脂	13	H	环氧树脂
2	T	天然树脂	8	M	纤维酯及醚类	14	S	聚氨基甲酸酯
3	F	酚醛树脂	9	G	过氯乙烯树脂	15	W	元素有机聚合物
4	L	沥青	10	X	乙烯树脂	16	J	橡 胶
5	C	醇酸树脂	11	B	丙烯酸树脂	17	E	其 它
6	A	氨基树脂	12	Z	聚酯树脂	18		辅助材料①

① 辅助材料另有分类及代号,此从略。

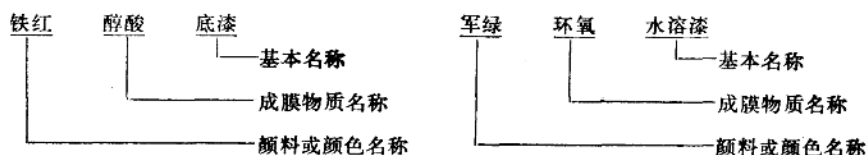
号表》，油漆的分类均以其主要成膜物质为基础。如果主要成膜物质为混合树脂，则按其在漆膜中起决定作用的一种树脂为基础。我国目前将油漆分为 18 大类，如表 4-4-1 所示。

油漆的命名为：颜料或颜色名称 + 成膜物质名称 + 基本名称。表 4-4-2 为 10 种基础品种的基本名称编号表（其它各种专门用途品种的基本名称编号从略）。

表 4-4-2 基础品种的基本名称编号表

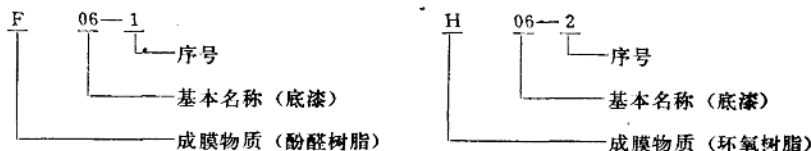
代 号	代 表 名 称	代 号	代 表 名 称
00	清 油	05	烘 漆
01	清 漆	06	底 漆
02	厚 漆	07	腻子
03	调 合 漆	08	水性漆乳胶漆
04	磁 漆	09	大 漆

命名举例：



油漆的型号一般分三个部分：第一部分是成膜物质，用油漆分类编号的代号表示（见表 4-4-1）；第二部分是基本名称，用其代号表示（见表 4-4-2）；第三部分是序号。

型号举例：



三、底漆的种类、性能和用途

在一般情况下，对底漆的要求是：与金属表面有良好的附着力，有良好的防锈性能，对其上层油漆有良好的结合力。除此以外，根据实际需要还有其它特殊要求。

下面介绍几种比较常用的底漆性能和用途：

1. 红丹防锈漆——漆膜坚韧紧密，附着力强，并具有特别良好的防锈能力。适用于作钢铁器材、桥梁、管道等表面的底漆层，但对锌、铝表面不宜使用。

2. C06-1 铁红醇酸底漆——漆膜坚韧，遮盖力强，有良好的附着力和防锈性，与硝基、醇酸等多种面漆的结合力好。广泛用于各种车辆、仪器、仪表、机械设备等表面作底漆层，但对湿热地区不宜使用。

3. H06-2 铁红（锌黄）环氧底漆——漆膜坚韧，附着力强，防锈性能好，若与磷化底漆配套，其防潮、防盐雾、防锈性更佳。适用于在海洋性和湿热地区使用的设备、仪器及各种金属结构。

4. G06-4 铁红（锌黄）过氯乙烯底漆——漆膜防锈性及耐化学腐蚀性能均优于醇酸底漆，并能适应海洋性和湿热气候，具有防霉性能。可用于机床、车辆等表面打底，或作为化工防

防腐层的配套底漆。

5. F 06-9 铁红(锌黄)酚醛底漆——附着力强,防锈性能好。广泛用于各种金属制品打底,特别适应在湿热气候和水下条件使用。

6. E 06-1 无机富锌底漆——漆膜坚固耐磨,有良好的防锈性能,且能耐油、耐水,并具有良好的耐热性,可在 300℃ 温度下长期使用。为黑色金属优良的防腐底漆,也可作为某些耐热防腐涂层。

7. X 06-1 磷化底漆——能代替磷化处理,具有极好的附着力和防腐性能,但不能单独作为底漆,须与其它底漆配合使用。适用于钢铁、铝、镁、锌、铜等各种材料打底。

四、铸件底漆涂装的方法

目前铸件底漆涂装的方法主要有:刷涂、喷涂、浸涂、电泳浸漆等几种。

(一) 刷涂

刷涂是一种最原始而又最普通的方法。这种方法的特点是:设备简单,操作方便,易于掌握,灵活性大,对各种品种的油漆适应性强,而对有些底漆(如红丹防锈漆)采用刷涂尤为适合。其缺点是:手工操作,劳动强度大,生产效率低,并对一般快干性的油漆不适应。另外如操作不熟练,漆膜会产生刷痕和不均匀的缺陷。

(二) 喷涂

喷涂是采用喷漆枪,利用压缩空气喷出的气流,与连接贮漆罐的管内形成压力差,从而把漆液从贮漆罐里吸上来,由压缩空气的气流带到喷嘴,吹成雾状喷到被涂表面。这种方法的特点是:生产效率高,操作方便,漆膜坚硬、并耐磨,适应性强,能适应任何铸件及绝大部分油漆品种,特别对于大面积铸件和快干性油漆更为适用,而且漆膜分布均匀,光滑平整。其缺点是:油漆的有效利用率低,损耗较大,工作场地有刺激性气味,漆雾弥漫,影响操作工人健康。

(三) 浸涂

浸涂就是将被涂零件放入油漆槽中浸渍,然后取出让表面多余的漆液自然滴落,经过干燥后达到涂装的目的。这种方法的特点是:有较高的生产效率,可组织机械化、自动化生产,而且设备简单,操作方便。其缺点是:不够安全,容易引起火灾,且劳动条件较差;其次适用场合有一定的局限性,如对挥发较快和含有重质颜料的油漆以及双组分涂料(胺固化环氧漆、聚氨酯漆等)均不适宜;另外漆膜外观不平整,易产生上薄下厚、边缘流挂等现象,因此适用于对外观要求不太高的铸件。

近年来,在浸涂方法的基础上,有些工厂采用了真空加压浸涂,主要用于保证铸件气密性的封闭漆和绝缘漆的施工。其操作方法是:将需浸涂的铸件在 100~110℃ 温度下预热 3~4 小时后,放入浸涂罐中,并用真空泵将罐内抽为真空,然后将漆液放入浸涂罐并浸没铸件,接着通入 5 公斤/厘米² 压缩空气并保持 5 分钟,最后取出烘干。

(四) 电泳浸漆

电泳浸漆是六十年代发展起来的一项新工艺,由于它较上述几种方法具有明显的优越性,因此正越来越广泛的被用于铸件底漆的涂装。这种方法是将被涂铸件浸渍于电泳槽内,槽内为浓度很低的水溶性油漆(固体含量 8~15%,其余 85~92% 为水),将被涂铸件作为阳极,电泳槽体作为阴极,水溶漆作为电解质,两极间通以直流电,漆膜就均匀地附着在被

涂铸件上。

这种方法的特点是：

1. 由于采用了水溶性油漆，消除了漆雾及溶剂等有害气体的飞散，改善了劳动条件，保障了工人身体健康。

2. 水溶性油漆以水为溶剂，避免了火灾危险。生产、贮藏、运输和施工都能保证安全。

3. 铸件任何复杂部位都能获得厚度均匀的漆膜，附着力强，防锈防腐性能好。

4. 水溶性油漆采用价廉的水代替价格昂贵的有机溶剂，节约了大量的有机溶剂，成本大大降低。

5. 用其他方法涂漆施工时，油漆的利用率仅 50~60%，有的还更低，而电泳浸漆油漆的利用率可达 95% 以上。

6. 电泳浸漆工艺可广泛实现机械化和自动化，能实现连续流水作业生产，不仅降低了劳动强度，而且大大提高了劳动生产率。

电泳浸漆目前存在的缺点是：

1. 对电泳浸漆前被涂铸件的表面要求较高。

2. 漆液的稳定性较差。

3. 目前使用的水溶漆，对漆膜固化温度要求较高，故需消耗一定量的热能。

4. 当采用流水线生产时，对复杂的铸件凹面，易于在清洗和电泳过程中产生窝水和窝漆现象。

根据上述几种方法的特点及使用情况，下面仅以电泳浸漆的工艺及其设备设计的有关问题，作以重点介绍。

第二节 电泳浸漆及其设备

一、电泳浸漆的基本原理

目前我国采用的电泳浸漆，绝大多数是属于阳极电泳型的。

电泳浸漆使用的水溶性油漆是由水溶性树脂、填料、助剂和水组成，其主要成分是水溶性树脂，这是一种高酸价的羧酸氨盐，在水中溶解后，即分离成带正电荷的阳离子和带负电荷的阴离子。在直流电场的作用下，这两种离子便向相反方向移动。阴离子向阳极（被涂铸件）移动，在阳极表面上放出电子，起氧化反应而沉积成漆膜；阳离子向阴极（电泳槽体）移动，在阴极上得到电子，起还原反应而还原成氨，存留在漆液中，这就是电泳浸漆的基本原理。

电泳浸漆是一个复杂的电化学反应，其中主要包括以下四个同时进行的过程：

1. 电泳 在胶体溶液中，分散在极性介质（例如水）中的带电胶体颗粒，在直流电场的作用下，向与它所带电荷相反的电极方向移动，这种现象称为电泳。电泳漆液中除带负电荷的树脂粒子可以电泳外，不带电荷的颜料和体质颜料粒子吸附在带电荷的树脂粒子上也随着电泳。

2. 电沉积 在直流电场作用下，带负电荷的树脂粒子电泳到达阳极，放出电子并沉积在阳极表面，逐步形成一层不溶于水的漆膜，称为电沉积。电沉积是漆膜的形成过程，也是

电泳浸漆的主要过程。电沉积首先是在电力线密度特别高的部位（如被涂铸件的边缘、棱角和尖端处）进行，随着这些部位漆膜的增厚，电阻不断增大，电沉积就向电力线密度低的部位移动。这样按其电阻大小的程序进行沉积，最后得到完全均匀的涂层。

3. 电渗 树脂粒子开始沉积时，形成的漆膜是疏松的，含水量较高，这时在阳极表面产生的阳离子会通过漆膜向阴极移动，阳离子移动时是带着水分子（还有一些助溶剂）一起走的。随着阳离子的移动，漆膜内所含的水分就逐步地被排除到漆膜外的电泳槽液中，这一脱水过程称为电渗。经电渗后的漆膜含水量降到5~15%以下，有助于以后的烘干，不致产生起泡或流挂现象。

4. 电解 水或其它电解质在直流电场作用下产生的分解称为电解。水溶性油漆是用电解质水来稀释的，因此必然会产生电解，在阳极放出氧气，在阴极放出氢气。在阳极放出的氧气可被沉积漆膜所吸收，而影响漆膜质量，降低泳透力（指胶体粒子能在远离阴极或屏蔽开的物面上沉积的能力）。

上述四个过程中，前三个过程对于电泳漆膜的形成来说是有利的，而电解过程则是有害的，但又是必然会产生付反应。因此在电泳浸漆过程中，应适当控制电泳时间，以减少付反应，并防止电解质杂质离子混入电泳漆液中，以免电解时放出过量气体而影响漆膜质量。

由上可知，电泳浸漆和电镀比较相似，所不同的主要有两点：一则电泳浸漆绝大多数是阳极沉积，二则电泳漆膜是不导电的。

二、电泳浸漆的工艺流程

电泳浸漆的工艺流程根据被涂铸件的特点、产量及质量要求而异，但就其布置形式不外乎以下两种：

1. 前处理和电泳浸漆在同一条生产线上。
2. 前处理和电泳浸漆不在同一条生产线上。

在一般情况下，采用第二种类型的布置形式比较合理，特别是对于被涂铸件品种多样的情况下更是如此。这是由于前处理和电泳浸漆所需的时间差别甚大，若设置在同一条传送带上，则很难找到一个能同时满足两者要求的传送速度；此外，要使前处理获得较理想的质量，往往须设置多段（多槽）的处理形式，这样使一条传送带上出现上下弯头太多，会给铸件传送的布置带来不少困难和许多不利的条件。

图4-4-1 a) 为第一种类型电泳浸漆线的工艺流程示例，其工艺流程为：

装料→酸洗→碱洗→清洗→电泳浸漆→水冲洗→烘干→卸料。

图4-4-1 b) 为第二种类型电泳浸漆线的工艺流程示例，其工艺流程为：

装料→吹净→电泳浸漆→水冲洗及吹去冲洗余水→烘干→卸料。

前处理包括表面清理、酸洗、碱洗、钝化、磷化处理等，其目的是去除被涂铸件上的残留粘砂、氧化皮、锈斑、油迹等以增加漆膜的结合力及油漆后的表面质量。对于汽车、拖拉机等行业来说，一般则不需经酸洗、碱洗、钝化、磷化等处理。前处理是直接影响铸件电泳浸漆质量好坏的因素之一，因此应根据铸件的具体情况和质量要求，选择合理的前处理程序。

清洗（或吹净）是用清水（或压缩空气）洗（吹）去铸件表面上的各种杂质、灰尘，以保证浸漆的质量。

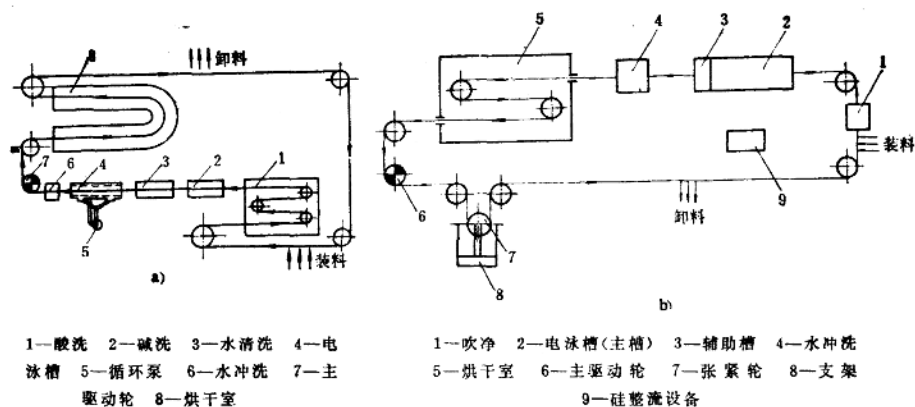


图4-4-1 两种类型电泳浸漆线的工艺流程

电泳浸漆在电泳槽中进行，一般由主槽和辅助槽两部分组成：主槽内存放水溶性漆液，辅助槽主要作用是保证主槽具有一定的液面高度，并把主槽漆液面上的气泡、杂物，通过溢流口流出并经过滤后，再用循环泵送回主槽。

电泳后水冲洗的目的是把铸件表面残留的一部分浮漆，用清水洗净，以免漆膜粗糙。有时为了缩短烘干时间，水洗后的铸件再经压缩空气吹去余水。但水冲洗必须解决废水处理问题，因此一般铸件底漆如允许漆膜粗糙时，则可不用水冲洗。

经电泳浸漆和水冲洗后的铸件，其表面及漆膜内，均含有一定量的水分，因此必须经过烘干，除去水分，才能使漆膜具有较好的附着力和防锈能力，烘干另一个重要作用是使水溶性树脂起质的变化，因此对烘干的温度、时间均有一定的要求。

三、电泳浸漆流水线的主要设备

电泳浸漆线上的主要设备有四类：机械传送设备及吊具、冲洗槽、电泳槽及其附属设备、烘干室及其配套的电器设备。

在设计和选用上述这些设备前，必须首先确定被涂铸件的尺寸、生产量、涂料特性、通电方式及涂装条件、水洗条件及本单位现有设备条件等基本参数后，才能较好地进行上述设备的选用和设计工作。

(一) 机械传送设备及吊具

在电泳浸漆线上，通常采用牵引式悬挂输送机，其常用的牵引构件有两种：钢绳式、可拆链式。

钢绳式的优点是：钢绳是标准产品，易于投产，费用较低，重量轻，工作平稳，维修方便，转弯处可不受圆弧半径的限制。其缺点是钢绳伸长较严重，且与驱动轮有摩擦损耗。在目前，对于一些体积小、重量轻的铸件，当输送距离又较短的情况下，钢绳式用得比较广泛。

可拆链式的优点是：传动可靠，牵引强度高，允许载荷较钢绳式大，装拆方便，伸长小（对较长的传送带此优点就更为突出）。其缺点是费用较贵（如采用冲压件时则费用可降低），自重也大。但由于可拆链式优点比较突出，因此目前用得最为广泛。

有关悬挂输送机的设计计算与选用, 可见《铸造车间机械化》第六篇第四章《悬挂输送机》。

关于悬挂铸件的吊具, 可根据被涂铸件的形状与特点进行设计。在设计、制造、使用吊具时, 应注意以下三个问题:

1. 当采用阳极接地时, 吊具上的绝缘应考虑其受潮(水冲洗)时, 不影响其导电性能。
2. 吊具上的接触点必须保持清洁, 使导电性能良好。当被涂铸件相当重时, 可借助于铸件与吊具间的摩擦作用去除接触点上的漆, 因此不必再设除漆工序。但对较轻铸件的吊具, 用毕后需要除漆。往往是将吊具浸入碱液或化学除油剂中进行脱漆, 脱漆后再经水洗, 以除去脱落的漆和碱液。
3. 无论在多品种生产及大量生产中, 均须考虑吊具的通用性、互换性、拆装的方便性等。

图4-4-2为可拆链式悬挂输送机上使用的吊具的一个示例。

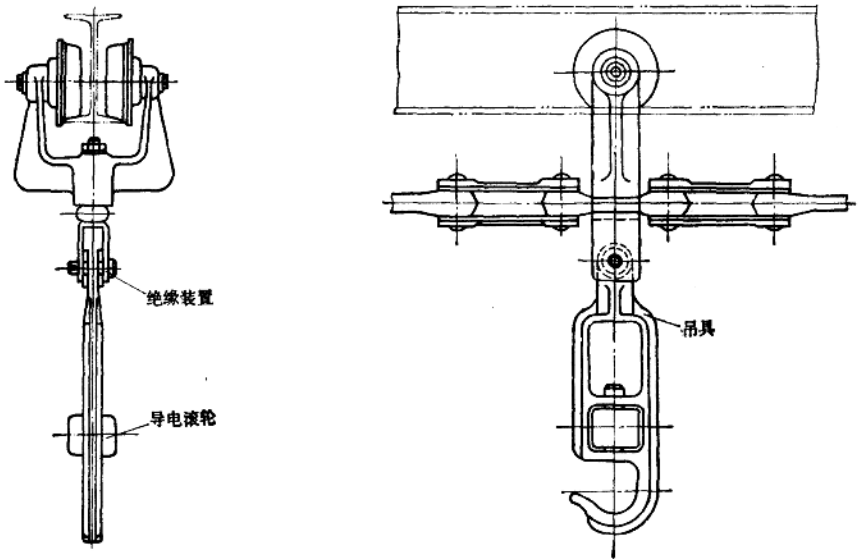


图4-4-2 吊具示例

(二) 冲洗槽

包括电泳前和电泳后的冲洗, 分述如下:

1. 电泳前冲洗槽

电泳前冲洗的目的是将被涂铸件表面的残留粘砂、各种杂质冲洗干净。为了不使冲洗水中的杂质离子带入电泳槽内, 最好采用软化水冲洗或采用二次冲洗, 即第一次用自来水冲洗, 第二次用软化水冲洗。但从目前一些工厂的使用证明, 如当地自来水所含杂质能符合要求时, 也可直接采用自来水进行一次冲洗。

冲洗时间一般在1~1.5分钟以上, 水压力为2~3公斤/厘米²。

2. 电泳后冲洗槽

电泳后冲洗的目的主要是防止铸件内部形成窝漆, 以保证烘干后的漆膜质量。一般电泳

后最好在2分钟内用水进行冲洗,冲洗水的压力为 $0.5 \sim 1.5$ 公斤/厘米²。冲洗水可以用自来水,如能用软化水则更为理想。

对于形状复杂的铸件,为了去除电泳后内存的窝漆,可设置翻转装置,以便在冲洗时翻转铸件。

冲洗槽的结构均可根据铸件形状来定,图4-4-3为采用淋洗的一种冲洗槽示意图。对于一些特殊形状(如筒形或箱形)铸件,用淋洗可能内部冲洗不到,此时可用浸洗的方式进行冲洗。

冲洗水的水温,大都是采用冷水,但据国外资料介绍,也有使用热水的,这样一方面有助于去除浮漆,另一方面烘干后不会产生水迹现象。

(三) 电泳槽及其附属设备

电泳槽是电泳浸漆生产中的关键设备,直接影响到涂漆的质量和效能。电泳槽由主槽及辅助槽两部分组成。

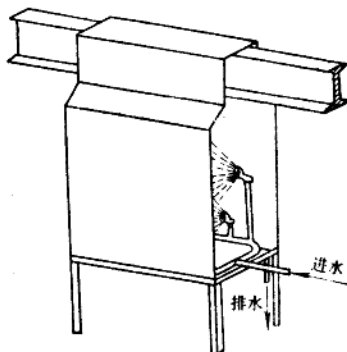


图4-4-3 淋洗冲洗槽示意图

1. 主槽槽体尺寸

电泳槽大都采用4~8毫米的普通钢板焊接而成,有时考虑到电器绝缘的要求,或者为了消除对钢板的污染,也有采用塑料或环氧树脂为衬里的槽体。国内还有些工厂采用玻璃钢槽体,即钢板槽体除了涂环氧树脂外,再贴上几层玻璃丝布。

用于连续生产的电泳槽,目前一般采用船形结构。为了减少占地面积,缩短流水线长度,槽体容量在满足工艺条件的原则下应力求容积最小。槽体结构尺寸应根据被涂铸件的形状、尺寸及施工过程形式而定。

图4-4-4为几种槽底形状,前两种形状都是为了避免槽底形成死角,做成后两种形状的好处是当用搅拌装置将漆液翻起时,使漆液不会因槽体结构有死角而产生漆液沉淀。

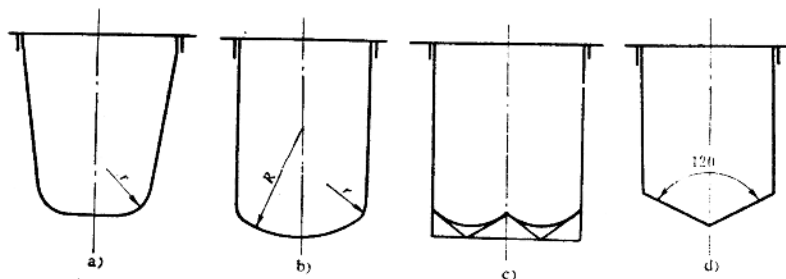


图4-4-4 几种槽底形状

a) 圆弧形 b) 圆底形 c) W形 d) 尖形

主槽槽体结构尺寸的确定如下:

(1) 槽体长度尺寸 L

槽体长度包括铸件进槽与出槽的圆弧过渡部分以及铸件在槽内水平行走部分见图4-4-5 a)。

$$L = 2L_1 + L_2 \text{ (米)}$$

式中 L_1 ——两个过渡圆弧的水平长度(米);

L_2 ——水平直线段长度(米)。

由图 4-4-5 b) 可知:

$$L_1 = 2BB' + EC$$

因此要求出 L_1 时, 必须首先确定: 传送带轨道高低间的距离 h , 铸件进出槽坡度的相应

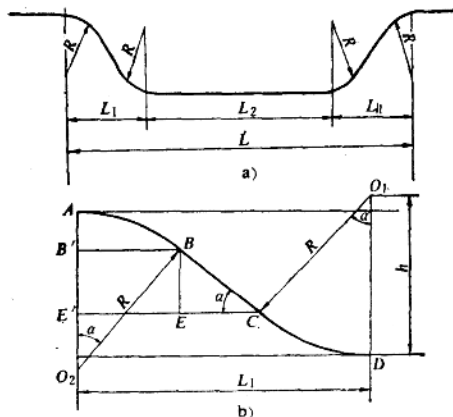


图 4-4-5 槽体长度尺寸的确定

角 α , 轨道过渡圆弧的半径 R 。

由图 4-4-6 可知:

$$h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \text{ (米)}$$

式中 h_1 ——铸件本身垂直高度(米);

h_2 ——铸件浸入后, 铸件上平面距漆液面的高度(米), 一般取 $h_2 = 0.15 \sim 0.2$ 米;

h_3 ——漆液面距电泳槽口的高度(米), 一般取 $h_3 = 0.2 \sim 0.25$ 米;

h_4 ——铸件在轨道最高点时铸件上平面距电泳槽口的高度(米)。

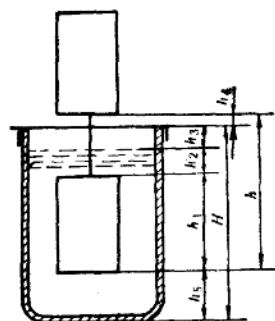


图 4-4-6 槽体高度尺寸的确定

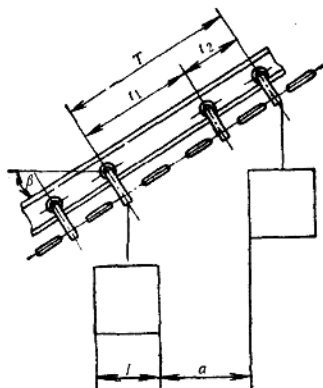


图 4-4-7 验算相邻两铸件间的距离

在确定进出槽坡度的 α 角时, 可取此传送带上其它上下坡度较大的角度数值, 这样可缩短电泳槽体长度, 减少漆液的容量。

α 角确定后, 还应按下式验算 (见图 4-4-7) 斜坡上前后相邻两铸件是否会产生相碰:

$$T \geq \frac{1}{\cos \beta_{\max}} (l + a) \text{ (米)}$$

式中 $\beta_{\max}$ ——轨道的最大倾斜角(度);

l ——铸件外形长度(米);

a ——相邻两铸件间的距离(米)。

轨道过渡圆弧的半径 R , 可根据牵引构件的特性以及达到传动平稳的要求进行选取。

当确定了 h 、 α 及 R 值后, 就可按下式计算 L_1 值 (参见图 4-4-5 b):

$$L_1 = 2R \sin \alpha + \frac{h - 2R (1 - \cos \alpha)}{\tan \alpha}$$

表4-4-3 L_1 的简化计算

α	L_1	α	L_1
15°	$2R \times 0.137 + 3.7321h$	35°	$2R \times 0.3153 + 1.4281h$
20°	$2R \times 0.1763 + 2.7475h$	40°	$2R \times 0.3640 + 1.1918h$
25°	$2R \times 0.2217 + 2.1445h$	45°	$2R \times 0.4142 + h$
30°	$2R \times 0.2679 + 1.7321h$		

为便于设计计算, 可将不同的 α 角度值代入, 则上式可简化如表 4-4-3 所示。

L_2 则按下式计算:

$$L_2 = V \times t \quad (\text{米})$$

式中 V ——传送带传送速度 (米/秒);

t ——电泳时间 (秒), 初步设计可按 2~4 分钟选取。

有些厂为了尽量缩短电泳槽槽体长度, 将轨道过渡圆弧部分改用特制链轮来传动, 如图 4-4-8 所示, 这样不仅可使圆弧半径 R 小, 并且可减小阻力。

(2) 槽体宽度尺寸 B

根据图 4-4-9, 可得出槽体宽度尺寸为:

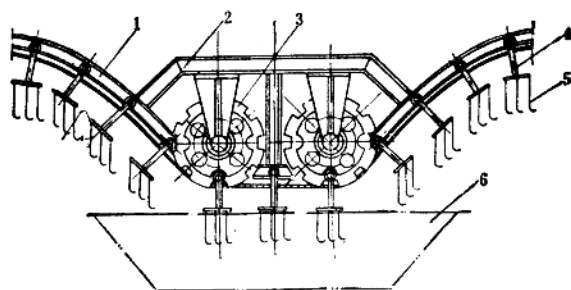


图4-4-8 轨道上的特制链轮

1—轨道 2—支架 3—特制链轮
4—行走件 5—吊具 6—电泳槽

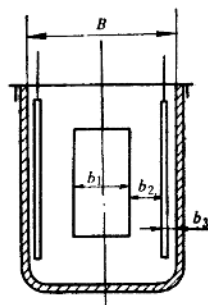


图4-4-9 槽体宽度尺寸

$$B = b_1 + 2(b_2 + b_3) \quad (\text{米})$$

式中 b_1 ——铸件最大宽度 (米);

b_2 ——铸件至阴极板间距离 (米);

b_3 ——阴极板至电泳槽壁间距离 (米), 一般为 0.12~0.15 米。

铸件与电泳槽体在宽度方向上应有一定的距离, 如距离太近, 外部漆膜沉积太快, 易产生流挂、桔皮等现象, 如距离太远, 则电沉积效率低。一般可在 0.15~1 米范围内选取, 若采用电泳槽作为阴极, 则 b_2 和 b_3 合并, 并按上述尺寸范围内选取。

(3) 槽体高度尺寸 H

根据前面图 4-4-6, 可得出槽体高度尺寸为:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad (\text{米})$$

式中 h_4 ——铸件浸入电泳槽后, 底面距槽底高度, 一般取 0.2~0.25 米;

h_1, h_2, h_3 ——同前。

2. 辅助槽

由溢流口及溢流槽组成。辅助槽的作用有三：一是除去主槽中的外来杂质及泡沫，以免影响涂漆质量；二是通过辅助槽来完成漆液的循环，防止漆液产生沉淀；三是通过溢流口调节主槽中漆液面高度。一般辅助槽容量为主槽容量的10~15%。

辅助槽的结构有三种：第一种是布置在主槽长度方向，如图4-4-10所示；第二种是布置在主槽宽度方向，如图4-4-11所示；第三种是布置在主槽周边方向，如图4-4-12所示。第一种结构最简单，但对泡沫的去除效果较差。因此有些厂采用这种结构时，在其对侧加吹风装置，使泡沫随漆液经溢流口流入溢流槽。采用此措施，涂漆铸件应从对面槽口进入为好。第二种结构溢流比较均匀，尤其设计成双侧式，并配上较为有效的漆液循环系统，可获得清浄的液面。第三种结构效果最好，但四周均制造在同一水平面上则比较困难。

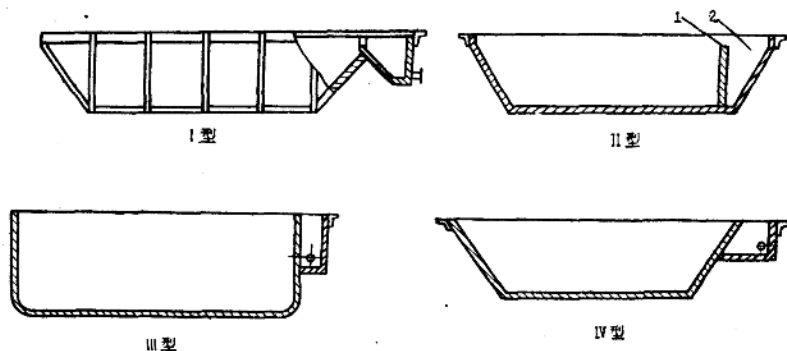


图4-4-10 第一种辅助槽结构

1—溢流口 2—溢流槽



图4-4-11 第二种辅助槽结构

1—溢流口 2—溢流槽

国内目前在实际应用中，还是多数采用第一种或第二种结构。

3. 槽中漆液的搅拌

漆液搅拌的主要目的是使颜料及水溶性漆不至于沉淀结块，另一方面是保持漆液浓度均匀，减少温差，排除液面气泡，增加漆液稳定性。因此，为了保证漆膜质量在电泳过程中，必须不断地对漆液进行搅拌。

目前国内采用的搅拌方法主要有两种：离心搅拌和混流搅拌。

图4-4-13为采用离心搅拌的电泳槽搅拌系统的几种示例。它们的搅拌过程是利用离心泵把漆液从溢流槽（或主槽）中抽出，经过管路进入主槽，然后由主槽内各种排列形式的管道喷嘴喷出，主槽内的漆液再流回溢流槽，如此反复循环以达到搅拌的目的。离心搅拌的缺点是：功率消耗大，搅拌效果较差，管路复杂。

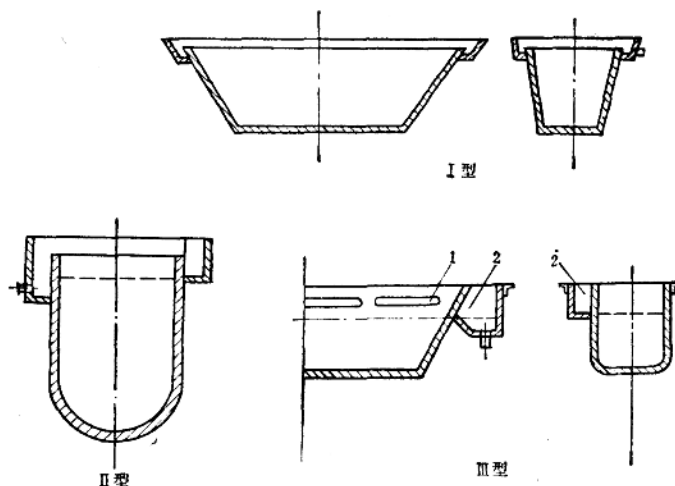


图4-4-12 第三种辅助槽结构

1—溢流口 2—溢流槽

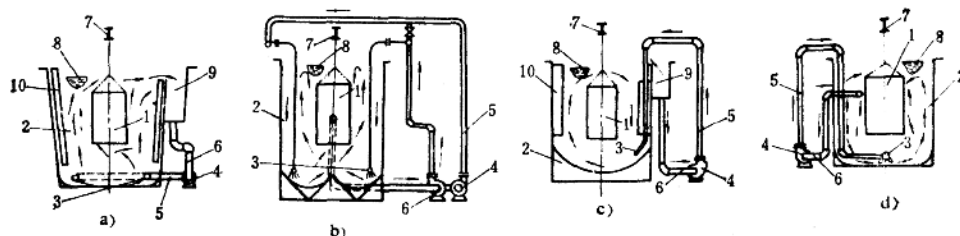


图4-4-13 离心搅拌几种示例

1—被涂铸件 2—主槽 3—喷嘴 4—离心泵 5—输漆管 6—吸漆管
7—悬链 8—漆液 9—溢流槽 10—阴极罩

根据离心搅拌存在的缺点，国内一些单位采用了另一种搅拌方法——混流搅拌。

图4-4-14为采用混流搅拌的电泳槽搅拌系统的一种示例。其搅拌系统是主槽中的漆液由搅拌器吸口6进入搅拌器4，然后从主槽底部的喷嘴3喷出。由于槽体底部圆角的导向，漆液沿阴极罩10上升到液面。液面上的漆液则由循环系统中喷嘴13喷出的漆液引流向搅拌器吸口6，一部分漆液经过滤网过滤后回到溢流槽9，如此反复循环达到搅拌的目的。

生产实践证明，混流搅拌较之离心搅拌，有以下特点：

(1) 漆液的流动方向有规律性。而且，循环系统能配合搅拌系统起到主槽内上层漆液的引流作用，使漆液总是按顺时针方向流动（见图4-4-14）。这样使被涂铸件对漆液的阻力小，从而搅拌效果好。但图4-4-13中的a)、b)采用离心搅拌，由于漆液互相交错流动，使阻力增大。

(2) 由于阻力损失小，功率消耗也就小，一般一台搅拌器的电机功率1.5千瓦就足够了。若采用离心搅拌，要达到同样的搅拌效果，电机功率至少要大5~6倍。

(3) 混流搅拌使搅拌管路系统的回路最短。由于这种搅拌系统的结构特点决定，漆液

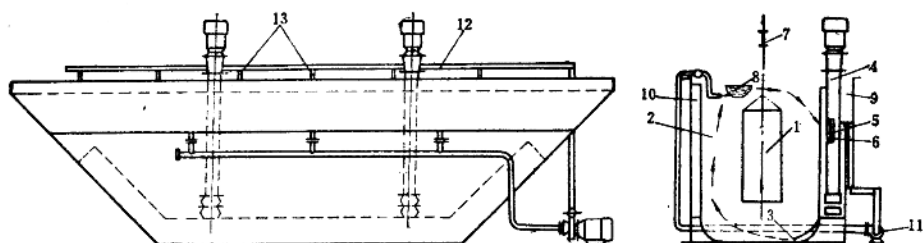


图4-4-14 混流搅拌的一种示例

1—被涂铸件 2—主槽 3—喷嘴 4—搅拌器 5—搅拌器吸口栏杆 6—搅拌器吸口
7—悬链 8—漆液 9—溢流槽 10—阴极罩 11—离心泵 12—输漆管 13—喷管

从搅拌器的吸口到喷嘴的出口距离一般都不会太长。因此不但使管路的沿程损失小，而且不需要法兰及管接头，从而根本上消除了由于管接头及法兰连接处的松动产生的渗漏现象，以及避免空气被吸入漆液中，导致漆液中产生大量的泡沫。

(4) 由于管路短、管径大，漆液在管道内沉积阻塞现象不会产生，使维修工作量大大减少。

(5) 由于混流搅拌主槽内没有任何管道，这样会减少槽体内死角，并使死角处不致产生漆液沉积现象，从而使喷嘴不会造成阻塞，另外也增大了主槽的有效使用容积。

根据上述特点分析，应当推荐使用混流搅拌方法。在设计混流搅拌系统时，尚须提出以下注意事项：

(1) 搅拌速度的选择，搅拌速度是指主槽内漆液每小时的循环次数，或称循环量。根据有关资料介绍，一般要求在一小时内将主槽漆液循环4~10次。对于混流搅拌，其循环量，应较上述数值再适当增大些。

(2) 若没有现成理想的混流泵时，可将5LN-33型农用混流泵进行改装。如有些厂将上述泵的下面进液口改为出液口，并做成喇叭口，而将进液口改在中间，另把叶片反向，螺纹车成反牙等。这种泵的主要规格是：流量65~100 m³/时，扬程4~6米水柱，电机功率1.5千瓦。

(3) 搅拌器进液口的位置（见图4-4-14中的6）应低于漆液表面400~500毫米，其开口面积要大于搅拌器的管状筒体的横截面积，否则会将空气吸入搅拌器，使漆液产生大量泡沫。在进液口开口处，设有直条栏杆，以阻挡比较大的杂质进入搅拌器，但不宜采用滤网。

(4) 循环系统中的喷管出口（见图4-4-14中的13）要低于漆液表面100毫米以下或者高出液面30毫米。

(5) 在溢流槽上面设置过滤网，其作用是消除漆液的泡沫及过滤机械杂质。滤网目数不得大于40目，否则泡沫易阻塞网目，滤泡效果差，漆液溢流不畅快。

(6) 如电泳槽内设置阴极罩，其位置应与槽体底部的过渡圆弧相切（见图4-4-14），这样既减小搅拌时的机械阻力，也避免漆液沉积。如图4-4-13中c），将槽体底部圆弧设计过大，阴极罩不与其相切，便形成了死角，产生漆液沉积现象。

4. 槽中漆液温度控制

漆液温度过低,使电沉积慢,即漆膜形成慢,漆液温度过高,则漆液容易变质,使漆膜粗糙。电泳槽中漆液温度一般应保持在 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 的范围。但在电泳过程中,由于通电和漆液搅拌、外界气候的变化、工作周围温度的变化等因素的影响,都可能使漆液温度升高,而在气温较低地区,尤其是冬天,漆液温度要降低。因此电泳槽中有必要设置温度调节装置。当漆液温度低于上述范围的下限时要升温,如高于上限时则要降温。

调节温度的装置主要有以下几种:

(1) 调温水套 这种装置是在电泳槽壁上制作水套,套内通水,漆液温度高时,通以冷却水,漆液温度低时,通入热水。水套形式有:套槽如图4-4-15 a)及两侧水套如图4-4-15 b)两种。

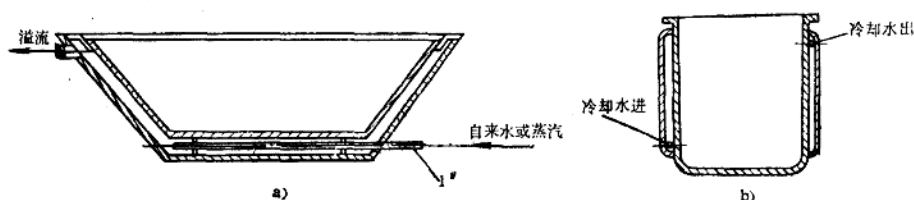


图4-4-15 水套形式

a) 套槽 b) 两侧水套

水套截面宽度根据槽体大小、贮液量多少及不同地区而定,一般在 $150\sim 250$ 毫米范围内。这种装置用在升温时尚可,降温时效果则较差。

(2) 水泥槽 将电泳槽放入水泥槽中(图4-4-16),四周及底部均可通水。漆温高时电泳槽外部通入自来水或地下水,或在水中放冰块进行冷却;漆温低时通入热水或在水中通蒸汽加热。这种调温装置和上述调温水套都有一共同缺点,就是电泳槽的钢板容易锈蚀。

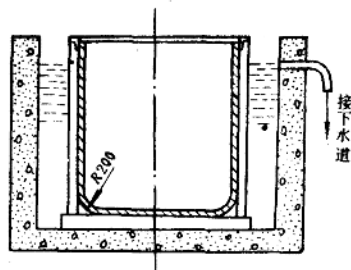


图4-4-16 水泥槽

(3) 自动控制漆液温度的水套 在电泳槽壁上做有水套,在水套的进水管上装有电磁阀,槽内温度用电触点式玻璃水银温度计控制。当漆液温度上升到控制点以上时接通电路,使电磁铁动作打开阀门。冷却水由水套侧壁下部的进水管进入水套,由另一侧的上部排水管将水排出,直到漆液温度降至控制点以下,关闭阀门停止进水,此时水套内保持有一定高度的水位。

为控制漆液温度不致于过低,在水套的侧壁上装置有若干个电阻加热器,每侧接线成一组,以便需要时可个别控制。加热器在侧壁上要均匀分布。加热器的个数及功率视温差大小及要求升温的速度而定。当漆液温度低于控制点时,电路接通,加热器工作。如冬天温度太低时,可两组同时工作,当漆液温度接近控制点时,可一组工作。这种调温装置使用效果较好,缺点是较为复杂。

(4) 热交换装置控制漆温 这种调温装置不是设在槽体上,而是在漆液循环系统中装入热交换器,如平板形、管式、蛇形管式热交换器等。漆液通过热交换器进入电泳槽,当漆液温度高时,用冷水或经冷冻设备冷却的液体通入热交换器进行降温,漆液温度低时通入蒸

汽，使漆液加热升温。这种装置主要用于升温，则其效果较好。

5. pH值的控制

在电泳浸漆过程中，pH值的控制是关系到电泳性能和漆膜质量，因此对pH值必须严格控制，其控制方法有以下四种：

(1) 补加低氨或无氨新漆法 此方法是将一定量的低氨或无氨漆，调匀后加到电泳槽的漆液中。这样一方面可调整固体含量，另一方面利用漆液中过剩的氨将涂料稀释溶解，从而达到调整pH值。要注意的是添加新漆时，要考虑到原漆的固体分以及漆液的电泳性能因素。

(2) 离子交换树脂法 此方法主要是用泵循环，使漆液通过分别装有弱酸型的阳离子交换树脂柱和强碱型的阴离子交换树脂柱。前者除去漆液中过剩的氨，后者除去杂质离子，保持漆液稳定，达到控制pH值。

(3) 电渗析法 此方法是用一个单独的电渗析槽，将许多阳离子交换树脂和阴离子交换树脂交替地排列起来。电流通过树脂群，电泳时生成的氨离子可以通过它，而漆液中的树脂和颜料则不能通过，这样就能够除去氨和杂质离子，保持pH值不变。

(4) 阴极隔离罩法 此方法是将阴极板3放在一种渗透性好、强度高的材料（如工业帆布）做成的阴极罩1中。罩内通过进水管5充满阴极液（最好是蒸馏水、去离子水，如杂质含量少的自来水亦可），开口处用木质框架2使其支撑在电泳槽的侧壁上，如图4-4-17所示。在电泳进行过程中生成的氨离子和漆液中带正电荷的杂质离子均可通过隔膜到达阴极罩内，并在阴极放电。通过阴极罩内水的抽换，将高pH值的液体和杂质不断从溢流口4溢流到下水道，随着更换阴极液达到pH值的控制并去除部分杂质。

阴极隔离罩法是目前电泳浸漆中应用最为广泛的一种方法。

阴极隔离罩目前大都用工业帆布做成，它具有结构简单、来源方便等优点。但帆布在断电停止电泳工作时，集结在阴极板周围的氨基离子和杂质离子，又可能通过阴极罩重新回到漆液中（渗透作用），而漆液中的树脂部分也可能在无电场控制的情况下渗透到阴极罩内，从而造成一部分基料的损失。因此工业帆布不是理想的材料，还有待于用新材料来代替。由此可知，用工业帆布做的阴极隔离罩，最好用在连续生产中，以避免其缺点。如果用在间断生产中，则在电泳停止时，应迅速将阴极罩内的阴极液抽出，也能避免上述情况产生。

6. 电极接线及通电方式

电极接线方法有两种：阴极接地法和阳极接地法。

(1) 阴极接地法 这种方法又有以下两种形式：

1) 阴极接地 如图4-4-18a)所示，以槽体为阴极将其接地，吊具及轨道接阳极并将其绝缘。这种形式对于大型铸件用得较多，缺点是吊具制造复杂，工作不安全，易使槽体击穿。

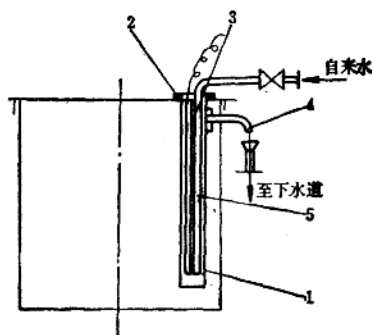


图4-4-17 阴极隔离罩法

1—阴极罩 2—框架 3—阴极板
4—溢流口 5—进水管

2) 槽中插入阴极板, 阴极接地 即前面所述的阴极隔离罩法, 如图 4-4-18 b) 所示。这种形式操作较前者安全, 电泳工作情况好。阴极板面积应与电泳的铸件面积成一定比例, 一般采用的阴极板面积越大越好, 至少应不小于电泳铸件面积的 0.5 倍, 缺点也是吊具制造比较复杂。

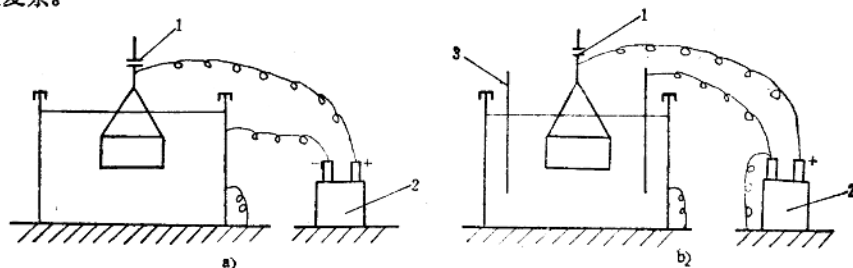


图4-4-18 阴极接地法

1—吊具 2—电源 3—阴极板

(2) 阳极接地法 这种方法也有两种形式, 如图 4-4-19 所示。图中 a) 为带衬里槽体, 即内壁用环氧树脂、聚氯乙烯等进行绝缘, 可使漏电降低至 1~3% 以内。图中 b) 为不带衬里槽体, 漏电较大。这两种形式一般都是采用阴极隔离罩法, 吊具及电泳铸件接阳极, 并将其接地。采用阳极接地, 槽体必须绝缘, 否则起动电流大。

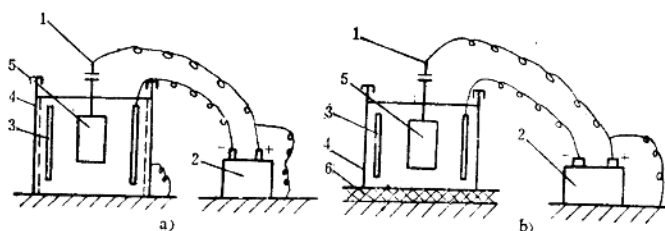


图4-4-19 阳极接地法

1—吊具 2—电源 3—阴极板 4—电泳槽 5—被涂铸件 6—绝缘体

阳极接地法的优点是: 吊具结构简单, 没有绝缘物, 制造容易, 电流可直接通过输送轨道送给铸件。这种方法最适合用于中小型铸件, 对于大型铸件则最好另加装送电轨道, 可使电能损失小。

关于铸件通电方式有全入槽后通电及带电入槽两种。

(1) 全入槽后通电 这种通电方式在定电压情况下, 当被涂铸件入槽后一接上电, 往往会出现严重拉弧现象, 时间一长就会将接电装置烧坏而影响生产。因此为解决拉弧现象产生, 可设置预送电轨道, 它与送电轨道之间加电磁开关, 如图 4-4-20 a) 所示。即当被涂铸件接上预送电轨道时, 电磁开关接通送电, 这样就可避免送电轨道及接电装置的拉弧损坏。

另一解决办法是采用二段电压送电方式, 即送电分二段完成, 如图 4-4-20 b) 所示。在被涂铸件从第一段转到第二段上时, 第二段电压则降到一般电压值, 当被涂铸件完全进入第二段, 电压又升到原电压值。这种方式电泳效果好, 但需配备两套电源。

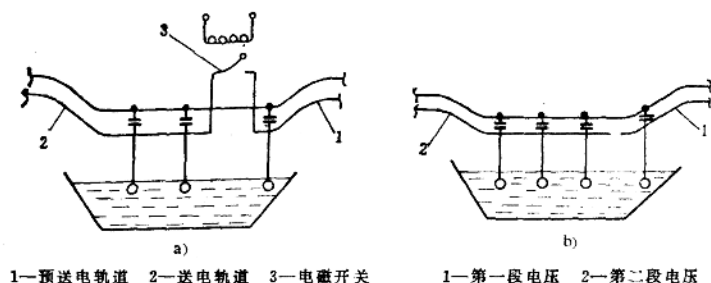


图4-4-20 全入槽后通电方式

(2) 带电入出槽 这是目前采用定电压电泳普遍采用的通电方式,优点是电流变化不剧烈,无太大冲击,因此不会出现拉弧现象。但假如电泳工艺安排不妥或电泳槽漆液管理不当,也会出现水印及阶梯针孔现象。

(四) 烘干室

在设计铸件电泳浸漆后的烘干室时,必须根据各种水溶性漆膜固化特性,铸件大小、形状复杂程度以及当地热源等情况来考虑。

目前国内外采用的干燥方法主要有两种:热风对流干燥和红外线(包括远红外线)辐射干燥。

这两种干燥方法所采用的热源可分别有以下几种:

热风对流干燥 { 电热热风对流
液化石油气、重油、煤气热风对流
蒸汽—电热混合热风对流

红外线辐射干燥 { 电热辐射
煤气辐射
天然气辐射

表4-4-4为几种常用烘干室的类型及用途。

表4-4-4 几种常用烘干室的类型及用途

序 号	类 型	用 途	热 源
1	单室或多室单向式烘干室	适用于大、中、小型铸件,单件、小批及中批生产,间断作业周期往复移动铸件	电、煤气、油等
2	通过式烘干室	适用于大、中、小型铸件,中批、大批生产,间断作业周期移动铸件	电、煤气、油等
3	单行程烘干室	适用于中、大型铸件,中批(接近大批)、大批及大量生产,连续或脉动移动铸件	电、煤气或蒸汽—电热混合等
4	多行程烘干室	适用于大、中、小型铸件,大批、大量生产,连续或脉动移动铸件	电、煤气等

根据目前使用情况来看,铸件电泳干燥采用热风对流方法最为理想,因为铸件尺寸往往大小不一,且形状复杂,如采用红外线干燥,往往红外线照射到的部位很快被烘干,而照射不到的部位(如铸件的内表面),当达到烘干要求时,则被红外线直接照射部分的漆膜,可能已被烘脆。但近年来随着远红外线(波长范围一般为5.6~1000微米)在铸件电泳干燥中