

机电产品革新展览会

# 电泳涂漆新工艺

(内部资料)

第一机械工业部技术情报所编印

1971.5

# 毛主席语录

领导我们事业的核心力量是中国共产党。

指导我们思想的理论基础是马克思列宁主义。

中国应当对于人类有较大的贡献。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

社会的财富是工人、农民和劳动知识分子自己创造的。只要这些人掌握了自己的命运，又有一条马克思列宁主义的路线，不是回避问题，而是用积极的态度去解决问题，任何人间的困难总是可以解决的。

# 前言

## 19767

水溶性涂料和电泳涂漆施工技术是六十年代发展起来的油漆施工新技术。它具有漆膜质量好、生产效率高、安全、经济、操作简便、能大大改善工人劳动条件等优点，因此得到很多国家的重视，获得了较快的发展，被认为是今后涂漆工艺的发展方向。

我国近年来，特别是文化大革命运动中，在毛主席的无产阶级革命路线指引下，水溶性涂料和电泳涂漆新技术的试验研究与生产应用有了迅速发展，取得很大成绩。一九六五年，上海的工人阶级首先试制成功水溶性涂料，为我国电泳涂漆技术的发展提供了条件。但是，叛徒、内奸、工贼刘少奇及其代理人极力推行“洋奴哲学”、“爬行主义”、“专家治厂”等反革命修正主义路线，给电泳涂漆技术的试验研究和生产应用设置了重重障碍，妄图阻止这一新技术的发展。经过无产阶级文化大革命锻炼的、用毛泽东思想武装起来的广大革命职工识破了他们的阴谋，狠批了叛徒、内奸、工贼刘少奇推行的反革命修正主义路线，高举“鞍钢宪法”的光辉旗帜，发扬“自力更生”、“艰苦奋斗”的革命精神，大力开展水溶性涂料和电泳涂漆的试验研究和生产应用工作，使电泳涂漆技术获得迅速发展和广泛应用，对改变油漆施工部门的生产面貌起了很大的作用，受到广大革命职工的欢迎。这是毛主席无产阶级革命路线的伟大胜利，是无产阶级文化大革命的丰硕成果。

目前，国内生产水溶性涂料的单位有20多个，生产和试制的水溶性漆有10多个品种，一九七〇年产量占全部油漆产量的1%左右。现在全国有26个省、市、自治区采用了电泳涂漆技术，已建成近五十条电泳涂漆施工流水线。应用的部门有汽车、拖拉机、电工、轻工以及国防工业等，其中以自行车行业应用较普遍，并试用了电泳涂漆与静电喷漆相结合的施工方法，使自行车的涂漆工艺向着全部采用水溶性涂料的方向发展。用高强度水溶性聚酯漆代替溶剂型漆包线漆对导线进行电泳涂装，不仅改革了漆包线生产工艺，而且大大提高了漆包线的击穿电压，为生产体积小、功率大、性能好的电机提供了条件。在纺织机械上使用电泳涂漆后，亦收到了良好的效果。

几年来，我国电泳涂漆技术发展很快，但还不能满足社会主义革命和社会主义建设飞速发展的需要。首先是水溶性漆的品种少，而且大多需要高温烘烤，这就不同程度地影响了电泳涂漆的使用范围。另外，电泳涂漆技术目前还多用于电泳底漆，在电泳面漆上还是刚刚开始。因此，除了继续提高现有水溶性漆的质量外，今后，应积极发展新品种，如浅色电泳漆、低温快干电泳漆、自干电泳漆以及适于水溶性漆的颜料和助剂等；加强底面合一的一道电泳漆和电泳面漆的试验研究和生产应用工作；重视适于战备要求的粉末电泳漆的研究工作；注意发展无槽电泳、交流电泳和阴极电泳等电泳涂漆新技术。

伟大领袖毛主席教导我们：“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。”在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国电泳涂漆技术正在飞跃发展，一定能迅速地赶上和超过世界先进水平。

为了及时交流经验，迅速推广这一先进技术，我们将一些单位的应用经验汇集成册，供有关单位参考。由于水平和时间所限，一定存在着片面性，不当之处，请批评指正。

# 目 录

|                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| 1. 水溶性涂料和电泳施工简介             | 湖南造漆厂 (1)        |
| 2. 大型锻件的电泳涂装                | 湖南湘潭电机厂 (9)      |
| 3. 铸件的电泳涂装                  | 北京内燃机总厂 (16)     |
| 4. 有色金属的电泳涂装                | 上海仪表烘漆厂 (20)     |
| 5. 电泳涂装                     | 上海漕北烘漆厂 (25)     |
| 6. 汽车车体的电泳涂装                | 北京东方红汽车制造厂 (33)  |
| 7. 两次电泳涂装                   | 第一汽车制造厂配件分厂 (50) |
| 8. 电泳涂装自动线                  | 沈阳低压开关厂 (55)     |
| 9. 自行车车架、前叉电泳、静电喷漆、红外线烘干传送线 | 天津自行车厂 (63)      |
| 10. 自行车支衣架电泳涂装流水线           | 天津自行车支衣架厂 (70)   |
| 11. 全自动流水线电泳涂装新工艺           | 河南第二纺织器材厂 (74)   |
| 12. 电泳涂装新工艺及其土设备            | 四川岷江机床电器厂 (79)   |
| 13. 高强度聚酯型水溶性电泳绝缘漆及应用       | 湖南造漆厂 (84)       |
| 附表: 目前我国生产的部分水溶性漆品种         | (88)             |

# 水溶性涂料和电泳施工简介

(湖南造漆厂)

水溶性涂料和电泳施工是我国广大工人、革命干部和革命技术人员在伟大领袖毛主席“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平”的伟大教导下，以“自力更生”、“艰苦奋斗”的革命精神，创造性地试制成功的一种具有世界先进水平的油漆新品种和油漆施工新工艺。这一新生事物的出现，不仅打破了过去油漆生产必须耗用大量有机溶剂的惯例，而且可以实现油漆施工机械化、自动化，改善了工人劳动条件。因此，它是油漆生产及施工工艺的一项重大革新。

大家知道，在一般的涂料产品中，均含有50%左右的有机溶剂。有的涂料(例如硝基漆、过氯乙烯漆等)在施工时还要加入大量的有机溶剂(香蕉水、过氯乙烯稀料等)。而这些溶剂在涂料中的作用，仅仅是使漆液形成一层均匀的薄膜以后便完成使命，随后便全部挥发，这是一种极大的浪费。因为有机溶剂不仅价格昂贵，而且有些是以粮食为原料制得的，许多有机溶剂还是农业、国防工业以及基本有机合成工业的不可缺少的重要原料。另一方面，有机溶剂给生产和施工过程也带来许多危害，例如，容易引起火灾以及溶剂中毒性职业病等。油漆生产和油漆施工工人早就下定决心，要突破这一技术难关，走水溶性涂料电泳施工的道路。可是国内外一小撮阶级敌人千方百计地阻挠和破坏这项重大的技术革新。在国际上，帝、修、反胡说我们中国人民试制和生产水溶性涂料是“为时过早”；在国内，以叛徒、内奸、工贼刘少奇为首的一小撮反革命修正主义分子竭力推销“洋奴哲学”、“爬行主义”和“专家治厂”等反革命修正主义黑货，给试制和生产工作制造重重障碍。然而用战无不胜的毛泽东思想武装起来的广大工人、革命干部和革命技术人员，并没有被反动派的其势汹汹所吓倒，他们高举毛泽东思想伟大红旗，紧跟毛主席的伟大战略部署，怀着赶超世界科学技术先进水平，狠狠打击帝、修、反和改善广大油漆工人劳动条件的深厚的无产阶级感情，在阶级斗争、生产斗争和科学实验三大革命运动中，终于试制成功了具有世界先进技术水平的涂料新品种——水溶性涂料，并成功地应用到国民经济各部门中去。这是战无不胜的毛泽东思想的伟大胜利，是毛主席无产阶级革命路线的伟大胜利，是无产阶级文化大革命的丰硕成果，也是对国内外一切阶级敌人的迎头痛击。

## 一、水溶性涂料的特点

1. 水溶性涂料以水为溶剂，无火灾危险，生产、储藏、运输和施工都能保证安全，适应战备要求。
2. 水溶性涂料施工时无有害气体扩散至空气中，能彻底消除施工工人溶剂中毒职业病的危害，保障了工人的身体健康。
3. 水溶性涂料可采用电泳施工，电泳时漆液与工件直接发生电化学反应，因而所得漆

膜不但附着力好，而且缝隙及稜角等部位都能获得厚度均匀的漆膜，防锈、防腐性能好。

4. 电泳涂装工艺可使油漆施工更广泛地实现机械化和自动化，能实行连续流水作业，不但降低了劳动强度，并可大大提高劳动生产率。

5. 由于水溶性涂料系采用廉价的水代替价格昂贵的有机溶剂，不仅节约了有机溶剂，而且可大大降低生产成本和施工造价。

6. 一般油漆施工时，油漆的利用率仅达50~60%，有的还更低，而水溶性电泳涂料的利用率可达95%以上。

## 二、水溶性涂料的简单机理

水溶性涂料之所以能在水中溶解，主要是由于水溶性合成树脂分子中含有一定量的亲水性强的基团，如羧基（ $-\text{COOH}$ ）及其胺（氨）盐（ $-\text{COONH}_2$  或  $-\text{COONH}_3$ ），尤以胺（氨）盐亲水性最强。制造水溶性涂料时，一般是先合成高酸价树脂，然后再以碱（胺或氨）中和使之具有水溶性。

合成树脂的分子量（聚合度）对水溶性涂料的性能影响很大。分子量小的树脂，水溶性较好，但涂膜物理性能较差；分子量大的树脂，涂膜物理性能较好，但水溶性较差。因此，在保证涂料具有良好水溶性的前提下，尽量使树脂分子量大一些，就能够获得质量更好的涂膜。

为了增加涂料的水溶性，一般需加入少量的助溶剂（如丁醇等）。

水溶性色漆系将水溶性树脂与颜料、填料混合研磨至一定细度，然后用蒸馏水调配成一定固体份的水溶性涂料而成。

## 三、电泳涂装的简单机理

目前采用的电泳涂装都是属于阳极电泳型。

水溶性树脂是一种高酸价的羧酸盐，在水中溶解后，以分子和离子平衡状态存在。在直流电场中，两极之间产生电位差，离子发生定向移动，阴离子向阳极移动，在阳极表面上放出电子，沉积于阳极表面；阳离子向阴极移动，在阴极上获得电子，还原成胺（氨），这就是电泳涂装的基本原理。简单地说就是把电镀原理应用于涂漆，有的称电泳涂装为镀漆。电泳涂装是一个很复杂的电化学反应，其中主要包括以下四个同时进行的过程：

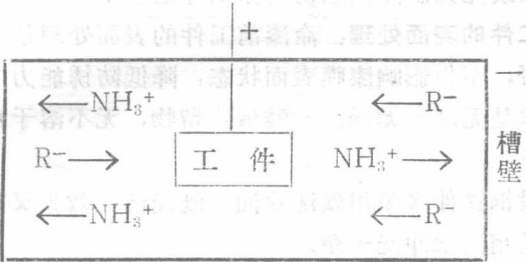
1. 电泳：在直流电场作用下，胶体分散介质中的胶体粒子发生定向移动，这种现象叫做电泳。漆液电泳是比较复杂的，因为漆液中包含树脂、颜料、填料以及助溶剂等成分，而且各种粒子的电荷量和电泳性能又各不相同。

2. 电沉积：水溶性涂料的粒子是带负电荷的，当在电场作用下，向正极方向移动，在阳极放出电子并粘附于阳极上。在涂装过程中，随涂层厚度的增加，其绝缘程度亦随之增大。大多数胶体颗粒首先沉积于电力线密度特别高的部位（例如物件的边缘角及尖端），最后得到完全均匀的涂层，此反应是电泳涂装的主要反应。

3. 电渗：当漆液胶体粒子受电场影响，向阳极移动并沉积时，介质（主要是水）在内渗力作用下，从阳极附近穿过沉积的漆膜进入漆液中，这种现象叫电内渗，也称电渗。电渗作用是将沉积下来的涂膜进行脱水，通常新沉积的漆膜含水量为5~15%，可直接进入高温

烘干，不致发生起泡或流挂现象。

4. 电解：当电流通过电解质和水时，水便发生电解反应，在阴极放出氢气，在阳极放出氧气。但对电泳涂漆来说，希望不发生电解反应，因阳极放出的氧可被沉积涂膜所吸收，影响漆膜质量，降低泳透力。然而电解是一个不可避免又必须适当控制的过程。在施工过程中，应当尽量降低电压，缩短电泳时间，防止电解时放出过量气体而影响漆膜质量。

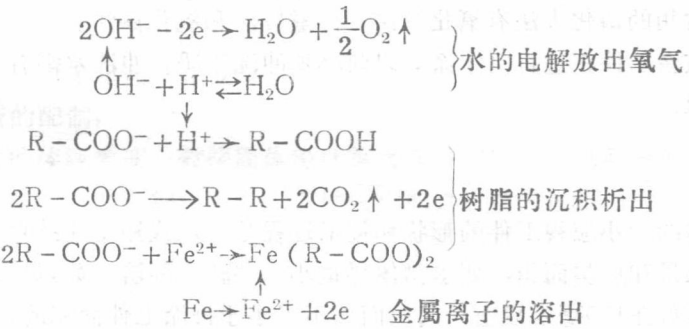


电泳涂漆时漆液中主要离子活动示意图

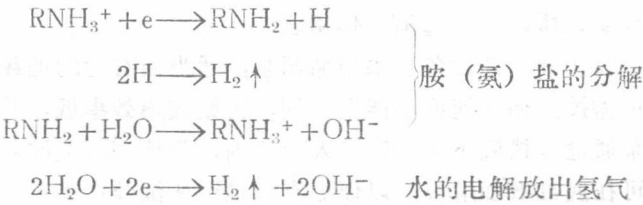
图中  $R^-$  为带负电荷的高分子胶体粒子（包括树脂、颜料及填料等）， $NH_3^+$  为胺(氨)盐离子，以铁槽为负极，被涂工件为正极。

电泳涂漆时电极的主要化学反应：

阳极：



阴极：



#### 四、电泳涂漆的工艺条件

电泳涂漆是一项油漆施工新工艺，施工时工艺条件的控制对涂膜质量有直接的影响。例如，被涂工件的几何形状，所用材料的种类，工件与阴极的距离，选用涂料的类型，颜料的品种以及施工时的各种电气和物理参数等等都应找出合理的数据，并严加控制。但由于我们

在这方面缺乏充分的第一性资料和具体的技术数据，故只能提出以下不成熟意见供各单位参考。

### 1. 电泳涂漆的主要工艺流程（以钢铁件为例）：

除油—→除锈—→水洗—→磷化—→水洗—→电泳涂漆—→水洗—→烘干

有些工件不需要磷化处理，在除油、除锈、水洗后，即可直接进行电泳涂漆。

铸件一般用喷砂法或抛丸法除油除锈后涂刮导电腻子，干燥后打磨平整再进行电泳涂漆。

2. 电泳涂漆前工件的表面处理：涂漆前工件的表面处理是电泳涂漆的一个重要环节，因为工件表面处理不好，不但影响漆膜表面状态，降低防锈能力，并能破坏漆液的稳定性。因此，对工件表面要求是无油、无锈、无酸碱残留物，无不溶于水的有机溶剂和粘附杂质。通常表面处理工艺如下：

（1）除油：一般钢铁件多采用碱洗除油，既经济，效果又好。操作系采用10~15%的烧碱液进行煮洗，然后用清水冲洗干净。

对于铝金属不能采用这种方法，一般采用溶剂（汽油或煤油）清洗，或采用聚氧乙烯辛烷基酚醚—10、磷酸三钠和水玻璃的水溶液进行浸洗。

（2）除锈：一般系将工件浸于稀盐酸溶液中进行除锈，目前也有采用综合处理法同时进行除油除锈的，例如采用硫酸、平平加（一种非离子型表面活性剂，主要成分是聚氧乙烯脂肪醇醚）、若丁（一种很有效的酸洗缓蚀剂，有效成分是二邻甲苯硫脲）、烷基苯磺酸钠等配成溶液进行浸泡除油除锈。

（3）磷化：要得到良好防锈能力的漆膜，金属表面应进行磷化处理，但电泳涂漆时，磷化膜不宜过厚。常用的磷化方法有氧化锌法、硝酸锌法和氧化铜法。

（4）水洗：被涂工件在进行电泳涂装以前必须冲洗干净。冲洗水需有一定压力，方能收到预期的冲洗效果。

### 3. 电泳涂漆

#### （1）设备：

①电泳槽：槽体的大小应视工件的形状和施工过程是间歇式还是连续自动化来确定。为了减少槽内漆液的数量和厂房面积，要求槽体尽量小一些较为经济。如以槽体作为阴极时，工件与槽壁的距离最好在150毫米以上，阴极面积不得小于被涂工件面积的1/2倍。

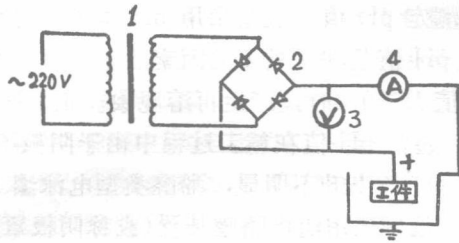
由于水溶性涂料用水稀释，粘度小，颜料容易沉降，故电泳槽必须装有循环泵不断循环。要求槽底不能有死角，因此槽底四角多采用抛物形。漆槽应考虑带有溢流槽，槽上装有过滤网，可除去循环漆液中的机械杂质，并可起消泡作用。

②漆液的搅拌设备：一般漆液搅拌设备是采用循环泵，适当而有力的循环可使漆液成分均匀，并防止颜料沉降。但需控制循环速度不能太剧烈，否则成膜效率低，并加速漆液老化变质。漆液从溢流槽经水泵通过漆槽底下多孔管送入漆槽内，将槽底沉淀冲起，但往往仍难避免沉淀生成，大型设备可在底部增加滑板，以便更有效地防止沉淀产生。

③直流电源：一般直流电源多采用硅或硒整流器将交流电源进行整流而获得。大型设备可采用直流发电机，也有采用直流电焊机的。

目前，电泳涂漆大多采用定电压法，设备较简单，电压控制一般采用调压变压器。定电压法的缺点是对工件几何形状影响较大。另外一种方法是定电流法，但所需设备较复杂，优点是对工件几何形状影响较小。定电压法施工的电流密度一般以2毫安/平方厘米（即20安/平方米）较为合适。

除了上述电气设备外，还可根据条件和需要，安装过电流继电器、时间继电器以及信号装置（如指示灯、电铃）、自控设备等。



間歇式电泳涂漆硅整流供电设备安装简图：

- 1—自耦变压器（调压器），一般施工要求功率5~10千伏安，调压范围9~250伏。
- 2—硅整流元件（带散热器），一般为4件联接，20~50安，200伏。
- 3—直流电压表。
- 4—直流电流表。

④冲洗设备：工件在电泳前或电泳后一般都用自来水冲洗，但需用加压设备，让水达到一定压力时，方能收到预期的冲洗效果。一般小型工件用常压自来水冲洗即可。

⑤烘烤设备：可采用电阻炉、感应电热炉或土法火力烘房。但要求做到炉内上下各处温度均匀，方可使产品质量符合要求。

⑥其它设备：以上各项电泳涂漆设备配置仅供参考，主要还应根据具体情况和要求进行设计和安装。同时还应根据不同情况装置一些必要的辅助设备，例如，除油、除锈、酸洗、磷化、刮腻子等。当采用连续作业时，则需安装自动流水线。

## （2）漆液的配制：

电泳涂漆时的漆液浓度一般按固体份计算为5~13%。但也可根据实际情况适当提高或降低。浓度较低时，涂膜较均匀细致，工件带出的漆液损失也小；浓度较高时，涂膜易厚，外观较粗糙。因此，电泳施工时，漆液浓度不宜太高，但浓度太低时，容易引起漆膜厚度难达到要求，同时导致水的电解作用加速，影响漆膜质量。具体的漆液浓度应根据原漆的品种、性质以及工件形状和工艺条件等而定。

稀释漆液所用的水，必须保证杂质离子含量不能过高。一般采用离子交换树脂处理水或用蒸馏水，如果使用一般水，其中含有大量钙镁离子，加入漆中将产生沉淀，漆液稳定性将受到严重影响，加速漆液变质。有的地方天然水不含硬质金属离子或含量极低，也有直接采用的，但必须经过严格的检验和试验。

漆液配制一般可按下面公式进行计算：

$$\text{加漆量} = \frac{A \times B}{C} = D$$

$$\text{加水量} = A - D$$

式中：

A——预计用水稀释后漆液的总重量（公斤）

B——预计用水稀释后漆液的固体份（%）

C——原漆的固体份（%）

D——加漆量，即需要加入的原漆重量（公斤）

测定漆液的固体份时，称取漆液约5克放在玻璃或金属皿内，置150℃烘箱中烘一小时，取出称重，根据残留漆重即可计算出漆液的固体份。

（3）pH值的控制：测定pH值一般是采用pH试纸，也可采用酸度计测定。

对电泳漆来讲，漆液的pH值是非常重要的因素。pH值低，漆液稳定性不好；pH值高，则漆膜盖底不好，pH值大于9.3时则产生再溶现象。正常时稀释后漆液（不挥发物5~13%）pH值在8~9之间。通常pH值在施工过程中由于阴极不断产生胺（氨）的结果而逐步增高，环氧树脂类型电泳漆pH值上升不明显，酚醛类型电泳漆pH值上升较快。

为了控制漆液的pH值，最好采用阴极隔膜装置（或称阴极罩），将阴极装于厚帆布罩内，罩内注入蒸馏水，使胺（氨）透过而漆液不能透过，通过更换蒸馏水，抽出高pH值水换入新水。阴极罩换水时，应在通电情况下进行。

如pH值较低时可加一乙醇胺或三乙醇胺进行调整。如果漆液的pH值发生显著的异常变化（过高或过低）时，则应特别注意查找原因，以防漆液变质。

（4）电泳时的漆液温度：漆液温度高成膜快，但漆膜外观较粗糙，而且容易使漆膜变色，浅色漆尤为显著，当电泳温度超过40℃时，漆膜颜色显著变深。温度低电泳能力差，成膜较慢，但漆膜外观较细密。一般要求施工温度在15~20℃最好。

（5）电压的选择：采用定电压法电泳涂漆时，电压对漆膜的影响很大。电压高低的选择不但与使用水溶性漆的类型、颜色有关，并且与被涂工件的材料性质、表面大小以及和阴极的距离有关。一般是电压高漆膜厚，表面粗糙，烘干后有橘皮现象。电压低则漆膜薄而细致。适当的施工电压则应根据漆液、工件和具体的工艺条件确定，通常使用电压在30~90伏之间。

（6）电泳时间：当电压一定时，在保证产品质量的前提下，电泳时间要求愈短愈好。当涂膜达到一定厚度，电阻增大至不能再行涂复时，时间延长也不能增加其漆膜厚度，反而加剧副反应的进行。一般电泳时间是2~3分钟，但也可根据漆液、工件、工艺条件和漆膜质量等情况进行适当的延长或缩短。

根据许多用户单位通过实践证明，在一定条件下，漆膜厚度与被涂工件的厚度成反比。即工件厚，漆膜较薄；工件薄，漆膜较厚。因此，漆膜厚度应通过控制电泳时间或其它因素予以控制。

4. 水溶性涂料的干燥条件：水溶性涂料的干燥条件有烘干型和自干型两类。目前使用的水溶性电泳涂料多属烘干型。环氧树脂水溶电泳漆干燥时间为150℃一小时或180℃20~30分钟。但有的品种（如灰色、大红色）在高温容易变色，烘烤温度宜低，约120~130℃一小时。酚醛类水溶性电泳漆涂膜较难干燥，烘烤温度要求高，一般需要160~180℃烘烤一小时。若被涂工件体积较大，则需适当延长烘烤时间。

## 五、电泳涂装可能出现的一些问题及解决办法

1. 漆液的稳定性问题：漆液的稳定性不好，主要是由于：

- ①原漆中树脂水溶性不好或颜料稳定性差引起沉淀。
- ②漆液pH值过低或过高。
- ③漆槽搅拌设备不够强，或槽底结构不好，不易搅动。

④工件在电泳涂漆前，除油、除锈未净，或在碱洗、酸洗以后去酸、碱未净，带至漆液中，致使漆液变质。

⑤稀释漆液的水中含钙镁等金属离子与漆液反应产生沉淀。

根据上述原因，应特别注意稀释用水的质量，并经常注意检查和调整漆液的 pH 值，严格控制工件涂漆前的表面处理，务将油污、锈块和残余酸碱去净。

**2. 阴阳面的产生：**工件在电泳涂漆时，产生涂膜光洁度不一致，甚至某些部位完全不上漆的现象叫做阴阳面。通常产生阴阳面的原因有以下情况，可以采用相应的办法予以消除：

(1) 原漆中颜基比不适当，颜料成分过高，树脂成分过低，或颜料分散性不好。

(2) 电泳时工件位置不当，工件位置应尽量与阴极表面平行。

(3) 电泳时漆液的搅拌力量要适当，不宜过强，有的工件在电泳时还必须停止搅拌，方可减轻或消除阴阳面。

工件几何形状愈复杂，愈容易由于形成电力线的屏蔽现象而产生阴阳面。在这种情况下，可根据工件的具体形状安装适当的辅助阴极。

(4) 工件进入漆液时，应使工件各个部分的空气完全排出，不使形成空气泡，否则在空气泡部分就不能上漆。

(5) 采用自动流水线进行电泳涂漆时，工件间应保持一定的距离。工件从传送带进出漆槽时，应做到不带电进槽，带电出槽，否则容易形成阴阳面。

### 3. 漆膜外观可能产生的质量问题：

(1) 工件表面上漆不均匀，甚至有些部位不上漆，主要是由于工件电泳涂漆前的表面处理不好，除油、除锈不净或磷化液未洗净。

(2) 漆膜外观不好，粗糙、有流挂、桔皮等现象。产生这些现象的主要原因是：

①电泳涂漆前工件处理不好。

②磷化处理时磷化膜不均匀，或未洗净，磷酸盐在漆中溶解。

③漆液 pH 值不正常，过低时漆液亲水性下降，过高时漆膜被再溶解。

④槽温过高，易产生流挂、桔皮，过低则漆膜较薄，光泽较差。

⑤施工电压过高或电流密度过大。

⑥极间距离或被涂工件之间的距离过小。

⑦烘烤温度不均匀。

⑧漆液固体份过高。

⑨漆液中杂质离子含量过多。

(3) 涂膜光泽不均匀或全部失光：

①由于电泳时阴阳面的产生。

②磷化处理时磷化膜不均匀，或由于磷化膜的结晶粒度过大。

③漆液 pH 值过高，产生漆膜再溶解现象。

④槽温过低。

⑤漆液中杂质离子过多。

(4) 涂膜产生针孔：

①由于电解作用而产生的气泡附着于工件表面没有被排走，或从已形成的漆膜中逸出而漆膜未流平导致形成针孔。

②漆液 pH 值过高，漆膜产生再溶解反应。

③漆液中的杂质离子过多。

(5) 电泳后用水冲洗时漆膜剥落:

①工件表面处理不好。

②漆液 pH 值过高, 漆膜被溶解。

③施工电压过低。

④电泳完毕后稍停几分钟再用水冲洗, 漆膜较为牢固, 不易被水冲掉。

(6) 漆膜表面有颗粒, 不平整:

①由于漆液中树脂亲水性不好, 产生凝聚。

②颜料分散不均匀, 或稀释后的漆液久放, 颜料沉淀不易分散。

③漆液中混有杂质。

(7) 漆膜颜色不一致:

①烘烤温度过高, 或烘房内温度不一致。

②复色漆由多种颜料组成, 容易分离, 特别是用水稀释后的漆液更易分色, 故在每次涂漆前应进行充分搅拌, 涂漆时也应当进行搅拌。为了防止漆液中的颜料沉降, 即使在漆液不进行施工时, 也应定时搅拌。

#### 4. 电泳涂漆的安全注意事项:

(1) 电泳涂漆是带电操作, 施工时应特别注意安全。电泳前, 应严格检查电气设备, 操作时, 应戴好必要的绝缘防护用具。

(2) 以槽体作阴极时, 电泳施工应注意使工件与槽壁保持一定距离, 防止工件与槽体接触发生短路现象。阴极必须接地。

## 六、水溶性涂料的技术指标

水溶性涂料系新型涂料产品, 尚无统一的技术标准, 目前通用的烘干型水溶性涂料技术条件如下: (供参考)

1. 颜色: 符合样板要求。

2. 不挥发物含量(固体份):  $50 \pm 5\%$ 。

3. 细度:

底漆 不大于50微米。

面漆(有光) 不大于20微米。

面漆(平光) 30~40微米。

4. pH 值: 用蒸馏水稀释至不挥发物为 5~13%时, 测定 pH 值为 8~9。

5. 干燥时间: 用蒸馏水稀释到固体份为 5~13%时, 样板在 40~60 伏电泳 2~3 分钟

按下列条件干燥应合格:

浅色  $150^{\circ}\text{C} \leq 1$  小时。

深色  $180^{\circ}\text{C} \leq 1$  小时。

6. 冲击强度: 50 公斤·厘米。

7. 弹性: 1 毫米。

8. 附着力: 1~2 级(划圈法)。

9. 硬度: 0.5

# 大型鍛件的电泳涂装

(湖南湘潭电机厂)

我厂广大革命职工在党和各级革委会的领导下,以阶级斗争、两条路线斗争为纲,高举“鞍钢宪法”的光辉旗帜,大搞技术革新,在省内外兄弟单位大力协助下,通过一百三十天的战斗,实现了电泳涂装新工艺,使我厂油漆工艺开始进入了先进行列。

电泳涂装新工艺虽然在我厂已稳定地生产一年了,但是还有许多缺点和不完善的地方,有待今后进一步研究改进。

## 一、电泳涂装的优点和使用效果

电泳涂装之所以能得到广泛的应用,是因为它具有一般涂装方式难以达到的优点。

1. 形状复杂的被涂物件的各处均能得到均匀的漆膜,质量好,附着力强,大大提高了防锈能力,性能超过同类溶剂型涂料。

2. 电泳获得的漆膜在烘干前含水量已降低到不能流动,不可能产生流挂、气泡等弊病,保证质量。

3. 在固体份、电压、pH 值一定的条件下,电泳涂装所得漆膜厚度大致与电泳时间成正比,因此,控制电泳时间,基本上可控制漆膜厚度。

4. 保证安全,符合战备要求。水溶性漆是以水为溶剂,因此无火灾危险。另外,还消除了有机溶剂挥发和漆雾的产生,改善了施工工人的劳动条件,实现了文明生产。

5. 漆的利用率可达90%以上。同时,又以廉价的水为溶剂,可为国家节约大量的价格昂贵的有机溶剂。例如,我厂冷锻车间油漆班以前采用喷涂,每年需耗漆10吨,溶剂3~4吨,而利用率只有40~50%。现改用电泳涂装后,11个月仅用漆6吨,并全以水为溶剂,每年可为国家节约漆4吨,溶剂3~4吨。

6. 操作简单,施工周期短,有利于自动化连续生产。不但减轻劳动强度,而且大大提高了生产效率。例如,冷锻车间以前喷涂机车车架一台,需3级以上师傅操作,每台需45分钟,现在采用电泳涂装,只需一般工人,6分钟即可完工,提高工效10倍。

## 二、影响电泳涂装的因素

电泳涂装在生产过程中,对漆液的管理和维护是非常重要的。因为水溶性漆是高分子树脂中带有颜料分散体在水中胶体溶液,在电泳过程中的反应是相当复杂的,如不强化漆液的管理,会造成漆膜质量不好,以致引起漆液的变质,因此对其影响因素必须加强管理和控制。根据我们生产近一年来的体会,主要有下列几方面:

1. pH 值的影响: 使用天津油漆厂生产的水溶性环氧型漆, pH 值变化是比较小的。根据有关方面介绍, pH 值保持在7.5~8.5范围内较好。当 pH 值大于8.5时,漆膜出现针孔,表面颇为粗糙,因为漆膜在碱性介质中会溶解等原因。当 pH 值小于7.5时,基本上在酸性介

质中，因为漆液在酸性介质中会产生凝结现象，使漆液变质。使用酚醛型漆，pH 值变化较大，在生产使用过程中一般 pH 值会升高。我们解决 pH 值上升的问题是采用加新漆和设制阴极罩的办法。环氧型漆使用一年来，除加新漆外，没有进行任何调整。

2. 固体含量的影响：固体含量增高，漆膜厚度增厚。但固体含量太高，反而漆膜减薄，表面粗糙不堪。这是因为漆液固体含量较高，粘度大，影响泳动速度所造成。若固体含量太低，漆液反而不稳定和发生泳不上去的现象。我们一般控制在 8~15% 左右。

3. 电压的影响：电压高，加快电沉积速度，漆膜厚而粗糙。我们控制在 100 伏以下。

4. 漆液温度的影响：温度高，电沉积速度快，漆膜厚。但温度过高，pH 值不易控制，漆膜粗糙，易产生挂皮现象。温度过低，工件表面漆膜不丰满。我们控制在 12~30℃。

5. 电泳时间的影响：在一定条件下，电泳时间长，漆膜厚，但由于漆膜加厚，电阻增大，故到一定的时间，电阻无穷大了，漆膜不再增加。

6. 搅拌速度的影响：电泳漆溶液相当稀时，颜料易沉淀，但搅拌速度过快，易冲刷漆膜，破坏粒子移动，使漆膜厚度减薄。搅拌速度小，形成凝物，使漆液不稳定。我们选定的搅拌速度为每小时循环 4 次左右。

7. 杂质的影响：在电泳施工过程中，对漆液的稳定性要求很高。如有酸碱盐等离子渗入，漆液都会加剧变质和破坏，因此在施工过程中必须严加控制。

8. 颜基比的影响：颜基比是指电泳漆中树脂与颜料的比值。如果在电泳过程中，这个比值随时间而发生变化，则会影响漆膜的颜色和光泽或不盖底等现象。我们使用天津漆厂生产的环氧型电泳漆，没有发现此现象，颜基比一直保持不变。

测定颜基比的方法：取一定量漆液，用离心法将水液分离，沉淀物用氨水加蒸馏水洗涤，然后取出烘干，即测出颜料含量，再取漆液测固成份，进行换算，即得颜基比。

计算公式：

$$\text{颜基比} = \frac{\text{一定漆液量中颜料重}}{(\text{一定漆液量} \times \text{固体含量}) - \text{一定漆液量中颜料重}}$$

以上说明的各个影响因素，都是不能把它看成单独的，互不干扰的因素。而是互相影响的，在生产过程中工艺参数是在变化的，因此要看具体条件的变化来进行调整。

### 三、电泳涂漆工艺

工艺过程：表面处理→清水洗→电泳→清水洗→烘干→存库。

1. 表面处理：我厂现采用喷砂处理，质量好，但劳动条件恶劣，劳动强度大。我们准备学习其他单位的先进经验改用化学处理。这项工作现正在着手进行。

2. 清水洗：喷砂后的工件上还存在着许多杂质和灰尘，要用自来水洗净。另一方面，在电泳前要有一个润湿过程。电泳后冲洗的目的是防止带出漆液对已成膜之产品进行再溶解和防止漆膜出现花斑等现象。

3. 电泳涂漆：设备及电气部分：（1）整流器：硅整流器：1000安，10~100伏。（2）电气控制：分自控及手控两部分。自控即每次接电源后按已调整好的时间电泳（一般为 2~5 分钟，我厂常用 3 分钟），时间到后，自动跳闸。手控则可任意控制电泳时间，适于做试验工作。（3）电泳槽：为长方形，下面有搅拌系统。但在四个角上产生死角，搅拌不均匀，

在搅拌系统的端头多加出漆孔,可以避免死角.这样比起船形槽体制造要方便得多.我厂现有大型槽子三个,容积为22米<sup>3</sup>、29米<sup>3</sup>、36米<sup>3</sup>。

工艺条件:电压30~100伏;漆温12~30℃;电泳时间2~5分钟;固体含量8~15%;pH值7.5~8.5;烘干温度180℃、半小时。

4. 电泳漆液的分析: pH值用普通试纸或用雷磁25型酸度计测定。

固体含量测定方法应用重量法测定。方法: 先称取10克左右的漆液, 在180℃高温下烘干, 称其烘干后之重量, 计算即得固体含量。公式如下:

$$\text{固体含量}\% = \left( \frac{W_2 - W}{W_1 - W} \right) \cdot 100\%$$

式中:  $W_1$ —为烘干前容器与试样重;

$W_2$ —为烘干后容器与试样重;

$W$ —为容器重。

漆槽加料(漆)公式:

$$X = - \frac{(A - B) \times C}{E}$$

式中:  $A$ —为基准浓度(最低允许固体含量);

$B$ —为实测固体含量;

$C$ —漆槽容积;

$E$ —为新漆固体含量;

$X$ —为需加漆量。

稀释用水量公式:

$$Y = G \times \left( \frac{E}{D} - 1 \right)$$

式中:  $G$ —为原漆重量;

$E$ —为原漆固体含量;

$D$ —为需要固体含量;

$Y$ —为需加水量。

## 四、槽体的选择设计

我们以我厂两年来生产的7、8、10吨矿用电力机车为主要生产对象, 其它中小型工件也要能在槽内生产。工件重量约2吨左右, 表面总面积约17~20米<sup>2</sup>, 确定以间歇式生产方式。工件与槽体距离最好在150~300毫米, 阴极面积最好不小于被涂工件表面积的1/2倍。我们考虑的槽体为:

| 漆 型 | 色     | 长 (毫米) | 宽 (毫米) | 高 (毫米) | 体 积(米 <sup>3</sup> ) | 备 注  |
|-----|-------|--------|--------|--------|----------------------|------|
| 环氧型 | 铁 红 槽 | 6000   | 2000   | 1800   | 22                   | 无阴极罩 |
| 酚醛型 | 黑 色 槽 | 6000   | 2400   | 2000   | 29                   | 有阴极罩 |
| 环氧型 | 灰 色 槽 | 4500   | 2500   | 3200   | 36                   | 无阴极罩 |

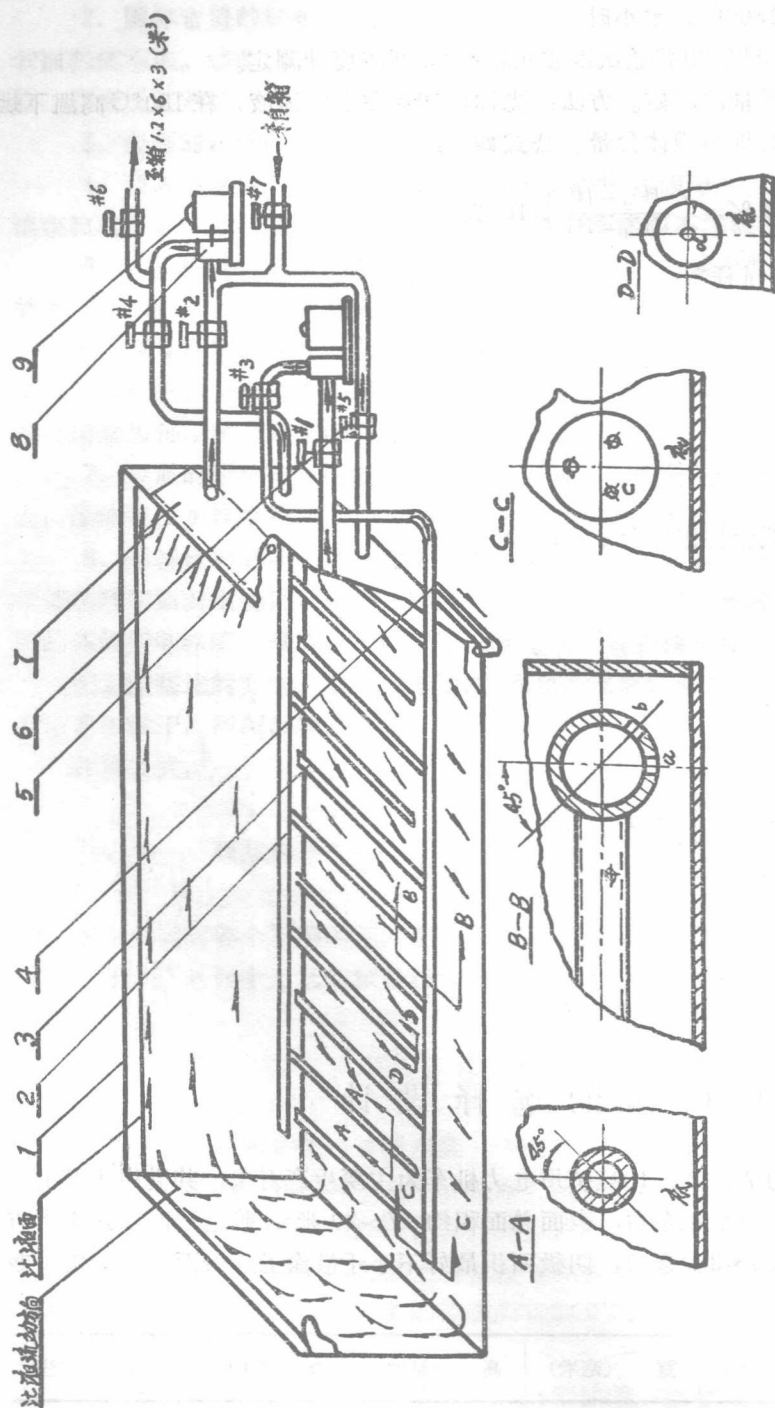


图1 漆槽及循环系统示意图:

- 1—槽, 6毫米厚钢板, 长6000, 宽2000, 高1800。2—4"管。3—5—1"管。6—法兰阀244 T-10型。
- 7—溢流槽, 2毫米厚钢板。8—泵, 4B-20型 (旧4BA-18)。9—电动机J 52-10瓩。
- A—A图中a小孔, 顺漆液流动方向与槽底成45°角, 孔距150~200毫米,  $\phi 3$ 毫米。
- B—B图中a小孔, 与槽底垂直, b小孔朝槽角向与槽底成45°角, a与b孔距150~200毫米,  $\phi 3$ 毫米。
- C—C图中c小孔, 应对准槽角。D—D图中d小孔, 最好向底部适当倾斜。
- 在铁红漆槽中无B—B中之b孔和C—C中之c孔, 在大修时必须加制。灰色漆槽小孔  $\phi 5$  毫米, 大修时要取消  $\frac{1}{2}$  为宜。小孔应均匀分布于整个底面, 以保证槽底无死角。
- 搅拌时: 开#1#2#3#4, 其它闭。
- 抽漆至箱时: 开#5#6, 其它闭。
- 抽漆至槽时: 开#7#4, 其它闭。
- 项4管接至溢流槽。
- 项5管开有均匀分布小孔, 使漆液不在溢流槽内沉淀。

水性漆用水稀释，粘度小，易沉降，必须有循环泵不断搅拌循环，要求槽底不能有积漆的死角。因此，槽底四角有选用抛物面形的，我们是选用方形槽底，如图1所示。

图1所示之循环搅拌系统，我们认为工作尚好。并着重注意了：①槽底部的出漆管道上开有的小孔，必须均匀地分布于槽底面；②图1中C—C视图中之c孔必不可少；③所有小孔不宜太大，以免影响出漆压力。

我厂存在的问题：①铁红槽在大修时必须增加C—C视图中之c孔数量，应增加至原有数量一倍。②灰色槽在大修时必须减少出漆孔数量，应减少40%，即每间隔一个，用电焊补焊填掉一个。黑色槽尚未发现问题。

漆槽均应设有溢流槽，并安上过滤网，溢流槽可保证漆液整体循环翻动，不至于产生局部循环。过滤网可除去漆液中之机械杂质，并可消除气泡。

槽体应考虑升降温问题，我们将漆槽浸沉在水泥池中，水泥池中存有水，冷天用加热水的办法使漆保温，夏天可在水中放冰，以保证漆液温度在12~30℃范围之内。

漆液的搅拌是为了使漆槽内漆液成分均匀，但需控制循环速度，既要使漆液搅起，又不能翻动太剧烈。否则将产生沉淀与死角，或使漆成膜效率降低，并加速漆液老化变质。漆液循环过程是：由溢流槽→槽的某一侧墙（我们是选在端头）→四吋管道→水泵进口→水泵出口→三吋管道→进入槽底侧墙→从搅拌系统槽底铺设的管道均匀分布的许多小孔将漆液打入槽底，使沉淀部分冲起来→在槽中如图1箭头所示方向流动→再经过过滤网及溢流槽重复此循环过程。

水泵容量的选择：根据漆槽容量，一般考虑每小时将漆液全部抽出又全部打入槽中约4次左右为宜。水泵扬程虽然没有具体数据，但也必须有一定出水压力，保持漆液可看得出翻动为佳，可用选择出口截面积来给予调整。

目前，我们在箱内壁制有塑料方格板，以减少工件与铁箱（即正负极）相碰的机率。亦可采用木条料，熟练操时亦可不加，对于流水线生产可以不加。

## 五、阴 极 罩

阴极罩的作用是由于酚醛型漆在电泳时pH值上升较快，为稳定漆槽中pH值所特加的。

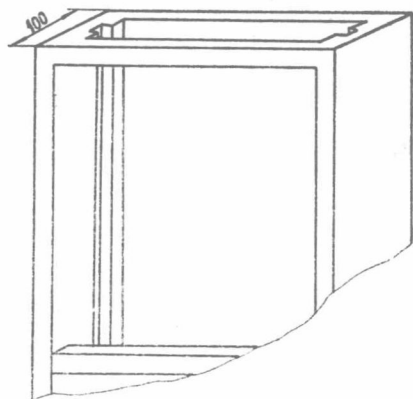


图2 阴极罩木架示意图

生产操作时，可以更换阴极罩中蒸馏水来降低pH值。换水时，应在通电电泳情况下进行。

**阴极罩设计制造：**图2为阴极罩之木架结构。在罩中心槽中嵌入金属阴极板，木架外面套上帆布袋子，使帆布袋子紧紧地包住木架子。

**极板制作：**我厂采用普通铁板，以节约用铜。每板相接通，直接至整流设备之阴极。

**帆布袋子制作：**我厂选用帆布规格为10×10，在缝纫线上用橡胶刷涂，以使水不漏出、渗进，但又可使离子通过帆布。

阴极罩应均匀地分布于槽的四周。我厂制有10个全部装在漆槽中，此时槽体便不接阴极了。阴极罩具