

# 静电氟粉末的制造工艺研究

Research of Technique of Making

Electrodusting PTFE Powder

吴崇周 (北京航空材料研究院)

Wu Chongzhou (Institute of Aeronautical Materials, Beijing)

[摘要] 主要研究静电氟粉末的制造工艺、影响因素及其影响因素间的关系。试验表明, SP 添加剂的影响最大。

关键词 PTFE 添加剂 工艺

[Abstract] Technique, influence factor & factors relation of electrodusting PTFE powder were studied. The result shown that influen of SP additive is the greatest.

Keyowrds PTFE additive technique

## 1 前言

氟涂料是一种综合性能优良的涂料,其应用范围很广,耐化学腐蚀,如强酸、强碱、强氧化剂、有机液体甚至“王水”对它也不起作用,可应用于国防、冶金、化工、海洋、石油等行业<sup>[1]</sup>。

但是,通常所使用的氟涂料为液体涂料,喷涂工艺十分复杂,再加上氟涂料成本较高,给氟涂料的广泛应用增加了很多障碍。为了克服这些问题,加快推广氟涂料的应用,我们研制了静电氟粉末。

静电喷涂容易操作,可实用于大批量生产,这为降低成本、扩大氟涂料的应用范围开辟了新的途径。

## 2 实验过程

### 2.1 原材料

主要原料为聚四氟乙烯 (PTFE),辅助原料有聚乙烯醇、SP 添加剂、二甲苯、煤油、ZnO 等。

### 2.2 主要设备及工装

除油槽、水槽、腐蚀槽、磷化槽为聚氟乙烯板制造,板厚度 1 ~ 1.5cm。

干燥箱为 304DF,功率 11kW,最高温度为 300 ,精度  $\pm 5$  。

静电设备为 SJF-4,功率 2kW。

喷室为自制非标设备。

高温炉为 DF3-3,功率为 30kW,最高温度为 500 ,精度  $\pm 5$  。还有排风扇,喷砂机 and 空压机。

### 2.3 测试方法

GB 1723-79 涂料粘度测定法

GB 1729-76 漆膜外观测定法

GB 1764-79 漆膜厚度测定法

ASTMD 3359-76 漆膜附着力测定法

GB 1763-79 漆膜耐化学试剂性测定法

### 2.4 制作方法

将各原材料按一定比例配合,然后进行胶体磨,研磨 3 ~ 5 次原料就能充分混合,并有一定程度的磨细。将磨好的原料放入搪瓷盘中,置于烘烤箱内进行干燥。将干燥好的原料进行粉碎,过筛,装入塑料袋内,放于干燥清洁的地方备用。

## 3 实验结果与讨论

静电喷涂就是使涂料粉末通过高压带电,然后在静电场的作用下飞向工件,在工件表面产生一层薄而均匀的粉末<sup>[2]</sup>。静电喷涂对涂料有一定要求,粉末必须在一定的电阻值范围内<sup>[3]</sup>,大于此范围时,粉末不会通过高压而带电。PTFE 是一种优异的电介质绝缘材料,其电阻率高达  $10^{17} \Omega \cdot \text{cm}$ ,而且电绝缘性不随温度、频率的变化而变化。因此要使 PTFE 成为静电粉末,首先就要降低其电阻率。本研究经过多次试验,降低了 PTFE 的电阻值,并通过实际操作,找出了 SP 含量的最佳值,结果见表 1。在 SP 添加剂中,含有强金属性元素,SP 加入氟涂料后,其中强金属性元素能与氟原子产生吸附,在静电场作用下,产生一定的极化而带电,带电粉末微粒在电场力的作用下就会产生定向运动,达到静电喷涂的效果。当 SP 含量小于 5% 时,相应的强金属性元素数

量少，相互吸附的数量不多，在电场中带电数量有限，静电效果较差，喷涂 10min 后，喷涂效果仍然很差；随着 SP 含量的增加，喷涂效果不断提高，但当 SP 含量超过 20% 后，涂层流平性显著变差，这与 SP 的流平性差有关。因此 SP 的添加量一般在 15% ~ 20% 内，以靠近 15% 为最佳。

聚乙烯醇的作用见表 2。聚乙烯醇的作用主要是将亲合性较差的一些基团结合起来，不使涂料制作时的液体出现分层现象，影响涂料以后的性能。它的添加量一般控制在 2% 左右，太多时，会使涂料的其它性能受到影响，例如附着力、耐蚀性等指标会下降。

ZnO 的作用见表 3。ZnO 属填料，其作用主要是增加涂层硬度，其含量一般控制在 5% 以内，再多时会影响涂料的其它性能，例如使涂层发脆，耐冲击性下降。

研磨次数和涂料粒度的影响见表 4。胶磨一次，涂料尺寸在 100 ~ 200 $\mu$ m 之间，比较粗大，喷涂后，涂层表面有桔皮产生。胶磨 3 ~ 5 次后，涂料尺寸在 76 $\mu$ m 以下，涂层表面比较光滑。涂料尺寸越小，其流平性越好，但尺寸太小，其静电效果会变差，通过本试验比较，此涂料尺寸最好在 76 $\mu$ m 左右。

溶剂比例的影响见表 5。煤油主要用于分散 SP 添加剂，二甲苯则主要用于分散其它原料，煤油所占比例过大时，减少涂层的附着力，因此煤油与二甲苯的比例不宜超过 1 : 2，按此比例配制时，涂层附着力可达 ASTM D 法的 5 级。

涂料经烘干制粉时，烘干温度对涂料性能有一定影响，结果见表 6。烘干温度为 100 $^{\circ}$ C 时，经过 2h，溶剂还不能完全挥发；当温度升为 150 $^{\circ}$ C 时，溶剂可完全挥发，使涂料干燥；当温度再升为 200 $^{\circ}$ C 时，1.5h 后涂料就可完全干燥，但部分涂料会被氧化，此时温度较高，溶剂煤油易被氧化，而使涂料也被部分氧化。本试验确定的 150 $^{\circ}$ C，2h 可使涂料全部干燥，涂料不被氧化。

表 1 SP 添加剂对涂层的影响

Table 1 SP additive s influence on the coating

SP 含量, %	5	10	15	20	25
喷涂效果	薄, 不均匀	较薄, 较均匀	厚, 均匀	较厚, 较均匀	较厚, 较均匀
喷涂时间 min	10	5	1 ~ 2	1 ~ 2	1 ~ 2
流平性	较好	较好	好	较差	差

喷涂面积为 2m<sup>2</sup>

4 结论

(1) 要制造静电氟涂料，必须加入添加剂降低 PTFE

表 2 聚乙烯醇对涂料的作用

Table 2 Polyvinyl alcohol s on the coating

聚乙烯醇	无	有
液态涂料	分层	不分层

\* 放置 2h 后

表 3 ZnO 对涂层的影响

Table 3 ZnO s effect on the coating

ZnO	无	有
涂层硬度 (铅笔)	1H	2H

表 4 胶磨次数和涂料尺寸对涂层的影响

Table 4 Grinding time and grain size s influence on the coating

胶磨次数	1	3	5
涂料尺寸	100 ~ 200 $\mu$ m	76 $\mu$ m	76 $\mu$ m 以下
涂层状态	有桔皮	表面光滑	表面光滑

表 5 溶剂比例对涂层影响

Table 5 Solvent rate s effect on the coating

溶剂比例	1 : 1	1 : 2	2 : 1
涂层状态	少量发黄	正常	发黄
附着力	3 级	5 级	易脱落

表 6 烘干温度对涂料的影响

Table 6 Baking temperature s influence on the coating

烘烤温度	100	150	200
干燥程度	2h, 半干燥	2h, 全部干燥	1.5h 全部干燥
氧化程度	无氧化	无氧化	部分氧化

的电阻率，本试验确定的 SP 添加剂含量以 15% 为最佳值，含量更多时，虽然静电效果不错，但涂料流平性受到一定影响；含量少时，其静电效果较差。

(2) 聚乙烯醇的添加量一般控制在 2% 左右，用来克服涂料制作时的分层现象，含量再多时，会使附着力和耐蚀性下降。

(3) ZnO 用来增加涂层硬度，含量控制在 5% 以内，再大时，会使涂层发脆，耐冲击性降低。

(4) 涂料尺寸控制在 76 $\mu$ m 左右，胶磨 3 ~ 5 次即可，涂料尺寸越小，其流平性越好，但静电效果变差；尺寸太大，涂层容易产生桔皮。

(5) 煤油与二甲苯比例以 1 : 2 最佳，煤油量加大，会降低涂层附着力。制作涂料粉末时的烘烤工艺为 150 $^{\circ}$ C，2h，温度再高，容易使涂料产生部分氧化。