

## 转化膜层的质量检验

金属经化学、电化学氧化处理或磷酸盐处理所获得的保护层，通常称为化学保护层。化学保护层包括黑色金属的氧化膜和磷化膜、镁合金的氧化膜、铝和铝合金的氧化膜等等。化学保护层根据不同使用目的，需要进行外观、厚度、机械强度、耐蚀性、绝缘性等项目的检验。

### 第一节外观检验

外观检验是在光线充足的条件下，用目力观察、检查镀层外观的方法是在天然散射光或无反射光的白色透明光线下用目力直接观察，光的照度应不低于 300LX(即相当于零件放在 40W 日光灯下距离 50mm 处的光照度)。

#### 一、黑色金属化学保护层的外观

钢铁氧化(发蓝)后，应呈均匀的黑色或微带蓝色的黑色，但合金钢依化学成分不同，允许从浅棕色到黑褐色。不同的加工方法，不同粗糙度的表面，以及焊接、渗碳、局部淬火等部位，允许色泽有差异。所有表面不允许有未氧化的部位、未洗净的盐迹和红色附着物以及不允许零件表面上出现过腐蚀。

钢铁磷化膜的外观由浅灰色到灰黑色，结晶细密、均匀。不允许有未磷化的部位和花斑、锈迹，不允许有损坏磷化膜完整性的擦伤、碰伤，不允许有未洗净的沉淀物等缺陷。

#### 二、铝和铝合金、镁合金的化学保护层的外观

铝和铝合金根据不同的材料和氧化方法，其外观从乳白色至暗灰色(铬酸或磷酸铬酸化学氧化呈浅绿色，草酸阳极氧化呈黄绿色到深褐色，硬质阳极氧化由灰黑色到深褐色)，膜层致密均匀。镁合金氧化后应呈浅黄色，膜层致密均匀。

铝和镁的化学保护层除夹具印痕之外，不允许有未氧化处及破坏氧化膜的擦伤、压伤、划伤、电烧伤，不允许有疏松氧化膜、花斑、局部过腐蚀和零件有裂纹等缺陷。

铜及其合金氧化膜应连续、颜色为黑色，不允许有疏松氧化膜，局部过腐蚀和未洗净的盐类痕迹。

铜零件钝化膜的颜色应呈金属本色，用重铬酸钠钝化的膜层应为金黄色至彩虹色，膜层应该连续，不允许有可擦去的钝化膜和局部无钝化膜，不允许有未除尽的黑点、锈蚀斑点和残留的氧化物，不允许有过腐蚀和未洗净的盐类痕迹。

### 第二节厚度测量

黑色金属的氧化膜和磷化膜、镁合金的氧化膜，通常不需测量厚度。在一般情况下，只有铝合金硬质阳极氧化膜才测定其厚度。其他铝的阳极氧化膜在必要时才进行厚度测量。

铝和铝合金的氧化膜除了可用涡流测厚仪和金相显微镜法测厚外，还可采用下列方法测定其厚度：

(1) 电压击穿法。此法是用专用击穿电压仪测出氧化膜的击穿电压值，并从仪器刻度盘上直接读出或由对照表查得氧化膜层厚度。

(2) 质量法。用相同于被测零件的材料制成 50mm X 100mm X(0.8~1)mm 的试片，经前处理后随同被测零件一起入槽氧化。氧化结束后经清洗、干燥、称重并记录样板质量后，在下列溶液中退除氧化膜。

磷酸( $H_3PO_4$ ) (密度 1.72)	35mL / L	温度	90℃~100℃
铬酸酐( $CrO_3$ )	20g / L	时间	10min~15min

退除氧化膜后，用水洗涤试片，干燥后称重，将退除氧化膜前后质量相减，得出氧化膜层质量，按下式计算：

δ = (m / (ρ · A)) × 100 (μm)

式中：δ<sup>3</sup>为氧化膜平均厚度(μ m)；m 为氧化膜质量(g)；A 为覆有氧化膜的面积(dm<sup>2</sup>)；p 为氧化膜密度(kg / dm<sup>3</sup>)。封闭后的氧化膜密度约为 2. 6kg / dm<sup>3</sup>；未封闭的氧化膜密度约为 2. 4kg/dm<sup>3</sup>。

此法不适用于含铜、镍的非均质的铝合金。

第三节耐蚀性试验

金属表面上化学保护层的耐蚀性试验，除铝和铝合金阳极氧化、封闭处理后，可采用盐雾试验、潮湿试验之外，其他化学保护层通常采用点滴试验或浸渍试验。点滴试验是在洁净的试样表面上滴一滴腐蚀溶液，从滴上溶液到出现腐蚀变化所需时间作为耐蚀性能的考核标准。

一、黑色金属化学保护层的点滴试验(表 10—2—1)

表 10—2—1 黑色金属化学保护层点滴试验

保护层类别	试验液成分	终点变化	合格标准	备 注
氧化膜 (发蓝)	3% 的中性硫酸铜溶液	试样表面 无变化	20s	允许在 1cm <sup>2</sup> 内,有 2 个~3 个接触析出的红点
磷化膜	0. 25mol 硫酸铜溶液 40mL 10% 氯化钠溶液 20mL 0. 1mol 盐酸溶液 0. 8mL	出现玫瑰红色 斑点	3min 以上	作为油漆底层的快速磷化、冷磷化,以 30s 为合格

二、黑色金属化学保护层的浸渍试验

将除去油污的氧化试样或磷化试样浸渍在 3%的氯化钠溶液中(零件悬挂在溶液中，不得接触槽壁)。氧化膜零件浸渍到出现棕色斑点或一片棕色薄膜，氯化钠溶液发生混浊时为止。在试验前和试验后称试样的质量，求出腐蚀失重，衡量腐蚀程度。浸渍 2h 后观察磷化试样，没有出现腐蚀锈点被认为合格。

三、铝和铝合金与镁合金化学保护层的点滴试验

铝和铝合金与镁合金化学保护的点滴试验，如表 10—2—2 所列。

表 10—2—2 铝和铝合金、镁合金点滴试样

保护层类别		试验液成分	终点颜色	备 注
铝及铝合金 阳极氧化膜		盐酸(密度 1. 19) 25mL 重铬酸钾 3g 蒸馏水 75mL	液滴变为绿色	氧化封闭处理后 3h 内进行试验
镁合金化学 氧化膜	配方 1	1% 氯化钠溶液 0. 1% 酚酞酒精液 }混合	液滴呈现 玫瑰红色	
	配方 2	高锰酸钾 0. 05g 硝酸(密度 1. 42) 1mL 蒸馏水 100mL	液滴呈红 色不消失	3min 时红色不消失为合格

铝和铝合金与镁合金氧化膜点滴试验时间标准，分别列于表 10—2—3 和表 10—2—4。

表 10—2—3 铝和铝合金阳极氧化膜点滴试验时间标准

氧化方法	材 料	在不同温度下试验时间标准/min				
		11℃ ~ 13℃	14℃ ~ 17℃	18℃ ~ 21℃	22℃ ~ 26℃	27℃ ~ 32℃
硫酸法	包铝材料(膜厚 10μm 以上)	30	25	20	17	14
	裸铝材料(膜厚 5μm ~ 8μm)	11	8	6	5	4
铬酸法	包铝材料	—	—	12	8	6
	裸铝材料	—	—	4	3	2
瓷质 氧化法	ZL104	10	8	5	4	3
	LY12	10	8	5	3.5	2.5

表 10—2—4 镁合金氧化膜点滴(配方 1) 试验时间标准

合金牌号	在不同温度下试验时间标准/min				
	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃
MB8	2	1.33	1.05	0.86	0.66
MB1	2	1.33	1.05	0.86	0.66
ZM5	1	0.66	0.58	0.43	0.33

第四节耐磨性试验

一、钢铁氧化膜的耐磨性试验

将表面粗糙度 Ra≤3.2 的试样,用酒精除去油污后,置于落砂试验仪上(见图 10—2—1)。将粒度为 0.5mm~0.7mm 的石英砂 100g(定期部分更换)放在漏斗中,砂子经内部直径为 5mm~6mm,高 500mm 的玻璃管自由下落,冲击试片表面。砂落完后,用脱脂棉擦去试片上的灰尘,并在冲击部位滴一滴用氧化铜中和过的 0.5%硫酸铜溶液,经 30s 后,将液滴用水冲去或用脱脂棉擦去,直接目测观察,不得有接触铜出现。

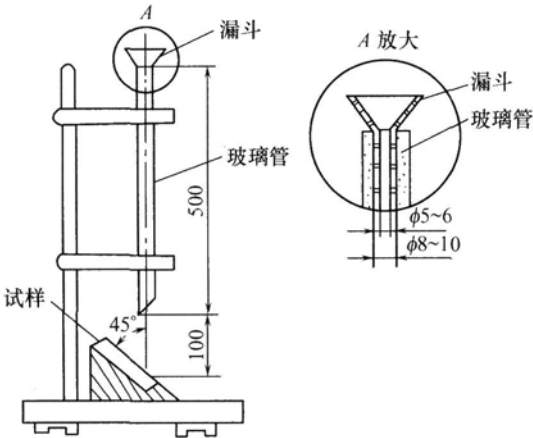


图 10—2—1 落砂试验仪

二、有色金属氧化膜的耐磨试验

将落砂试验仪稍加改装,用一根内径为 5mm,长度为 110cm,中间带控制阀的玻璃管代替落砂试验仪玻璃管。把厚度为 0.5mm~1mm 的试样,固定在距玻璃管末端 50mm 的试样架上,称取 100g~200g 砂子倒入漏斗内,砂子约占其容积的一半。试验时打开控制阀,砂子自由落下冲击试样表面,漏斗中砂子的水平面不断补加新砂保持不变,当砂子冲击处呈现基体的瞬间,关闭控制阀,所落下砂子的质量(g)作为耐磨性衡量标志。反复试验三次,取其

算术平均值作为最终结果。

本法适合于试验铝、镁、铜和锌及其合金上氧化膜的耐磨性，也可用于测量磷化膜的耐磨性。