

# 电镀十大性能测试



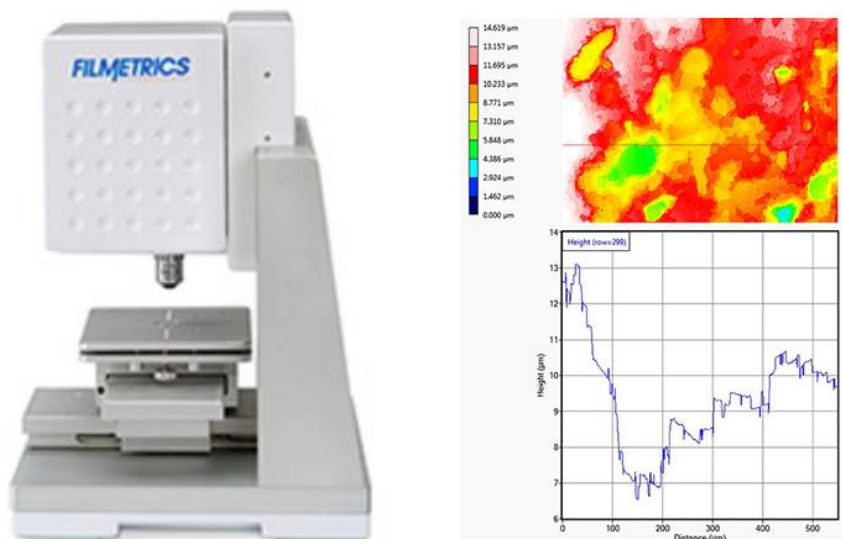
电镀时将制件浸于含有要镀上的金属离子药水中，通电后，在制件表面析出一层金属薄膜的方法。电镀能赋予各种金属和非金属器件以优异的外观和良好的耐腐蚀、耐磨损性能，还能使器件表面获得多种特殊的功能，使之成为新型的功能材料，甚至还可作为形成某些金属基复合结构材料的手段。因此，电镀在各工业生产部门中得到了广泛的应用。那么如何评价电镀的性能呢，下面小编将带您解读电镀十大性能测试。

## 一、外观检验



金属零件电镀层的外观检验是最基本、最常用的检验，外观不合格的镀件就无需进行其它项目的测试。检验时用目力观察，按照外观可将镀件分为合格的、有缺陷的和废品三类。外观不良包括有针孔，麻点，起瘤、起皮、起泡、脱落、阴阳面、斑点、烧焦、暗影、树枝状和海绵状沉积层以及应当镀覆而没有镀覆的部位等缺陷。

### □ 表面粗糙度测试



图片来源：美国 Filmetrics 官网

表面粗糙度测量属于微观长度测量，目前采用方法有比较法、光学法、针描

法等多种，针描法中的轮廓仪法由于具有体积小、重量轻、倍率高、测量速度快等优点，被广泛应用。

#### □ 镀层光亮度



图片来源：梅特勒-托利多官网

镀层光亮度是装饰要求较高的镀件所测量的指标，光亮度的定义是在一定的照度和角度的入射光作用下，镀层表面反射光的比率和强度，通常采用目测法和样板对照法来评定镀件的光亮度。对于平面状镀件，使用光度计能得到很好的效果。

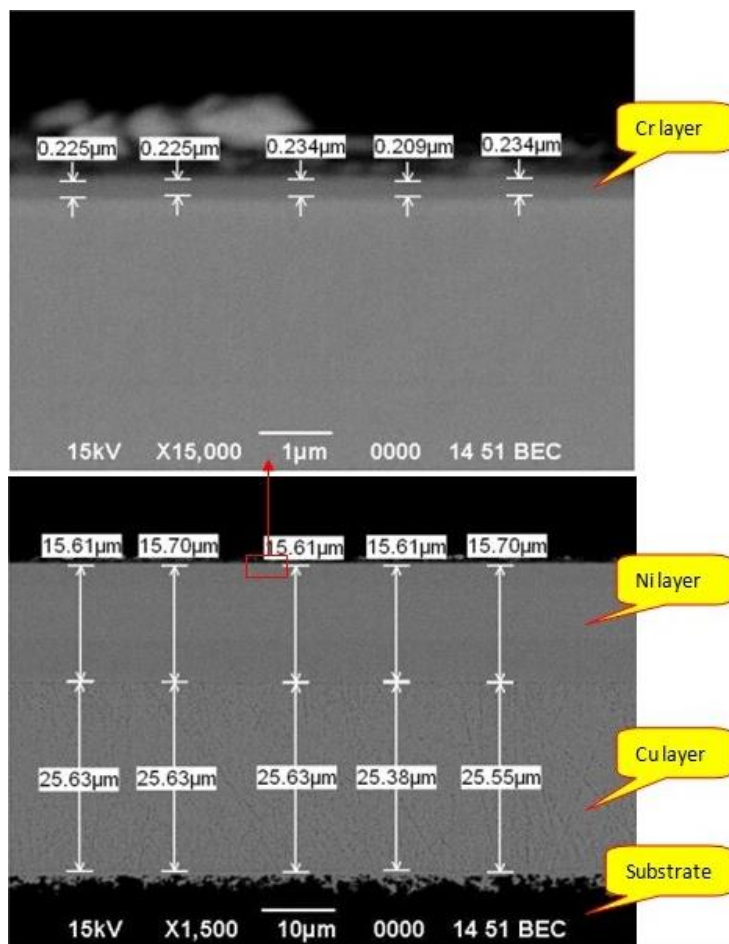
## 二、附着强度测试

镀层附着强度又称镀层结合力，是指镀层与基体或中间体镀层结合的好坏，镀层附着强度的好坏对装饰性能、防护作用有直接的影响，它是金属镀层质量重要的检验指标之一。

金属镀层附着强度试验方法的选择

试验方法	覆盖层金属								
	镉	铬	铜	镍	镍/铬	银	锡	锡-镍	锌
摩擦抛光法	√		√	√	√	√	√	√	√
钢球摩擦抛光法	√	√	√	√	√	√	√	√	√
拉伸剥离法			√	√		√		√	
剥离（粘胶带）法	√		√	√		√	√	√	√
锉刀法			√	√	√			√	
凿子法		√		√	√	√		√	
划线法	√		√	√	√	√	√		√
弯曲法		√	√	√	√			√	
磨、锯法		√		√	√			√	
拉力法	√		√	√	√	√		√	√
热震法		√	√	√	√		√	√	
杯突发	√	√	√	√	√		√	√	
凸缘法		√	√	√	√	√		√	
喷丸法				√		√			
阴极处理法		√		√	√				
刷光法	√		√			√	√		

### 三、厚度测量



图片来源：深圳市美信检测技术有限公司

电镀层的厚度及其均匀性是镀层质量的重要标志，它在很大程度上影响产品的可靠性和使用寿命。电镀层的厚度测量方法分破坏性测量和非破坏性测量两大类。破坏性测量方法包括：计时液流法、点滴测厚法、库伦法、金相法等；非破坏性测量方法包括：磁性法、涡流法、β射线反向散射法、X射线光谱法等。

#### 厚度测试方法及其对应标准

方法		标准
破坏性	计时液流法	GB/T 5927

	点滴测厚法	GB/T 5930, ASTM B6550
	库伦法	GB/T 4955, ASTM B504
	金相法	GB/T 6462, ASTM B487
非破坏性	磁性法	GB/T 6331, ASTM B499
	涡流法	GB/T 31554, ASTM B244
	$\beta$ 射线反向散射法	GB/T 5931, ASTM F 567
	X 射线光谱法	GB/T 16921, ASTM B568

#### 四、孔隙率测试

镀层的孔隙是指镀层表面直至基体金属的细小孔道隙大小影响镀层的防护能力。

测定孔隙的方法有贴滤法、浸渍法、电涂法、气体渗透法等。

镀层孔隙率测试方法

测试方法	标准
贴滤纸法	GB/T 17720 ASTM B765
浸渍法	
电图像法	
气体渗透法	GB/T 17720, GB/T 18179, GB/T 19351 ASTM 765, ASTM B799, ASTM B809, ASTM B735

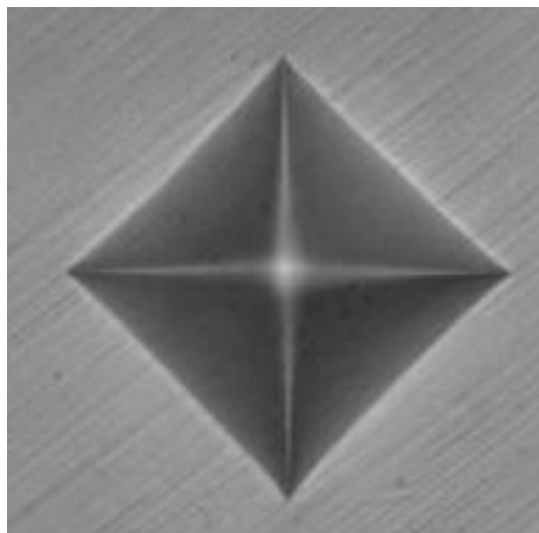
## 五、显微硬度测试

硬度是镀层的重要机械性能之一。镀层的硬度决定于镀层金属的结晶组织。为了消除基体材对镀层的影响和镀层厚度对压痕尺寸的限制，一般用显微硬度法。

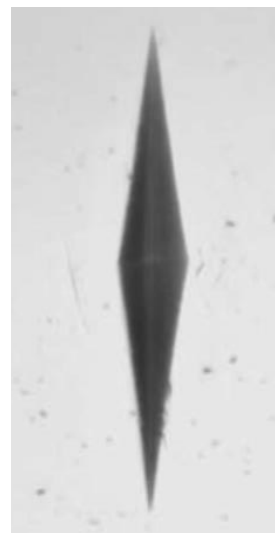
硬度测试参照标准：GB/T 9790, ISO 4516, ASTM B578。



维氏/努氏硬度计（荷兰 INNOVATEST）



维氏硬度压痕



努氏硬度压痕

□ 维氏硬度计算公式：

$$HV = \frac{P}{F_{\text{压痕}}} = \frac{2P \sin(136^\circ / 2)}{d^2} = 1.854 \frac{P}{d^2}$$

P — 试验力, kg;

d — 两条对角线平均长度, mm。

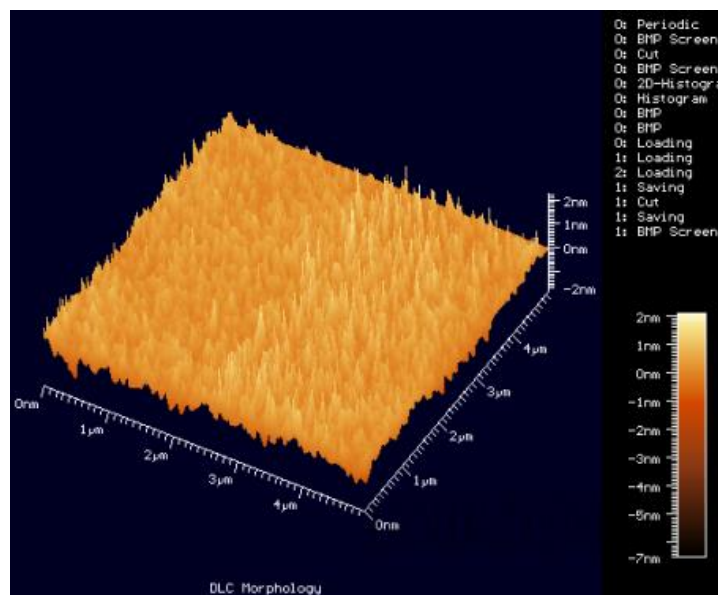
□ 努氏硬度计算公式:

$$HK = 0.102 \frac{F}{S} = 0.102 \frac{F}{cd^2} \approx 1.451 \frac{F}{d^2}$$

F — 试验力, N;

d — 压痕长对角线长度, mm。

## 六、内应力测试



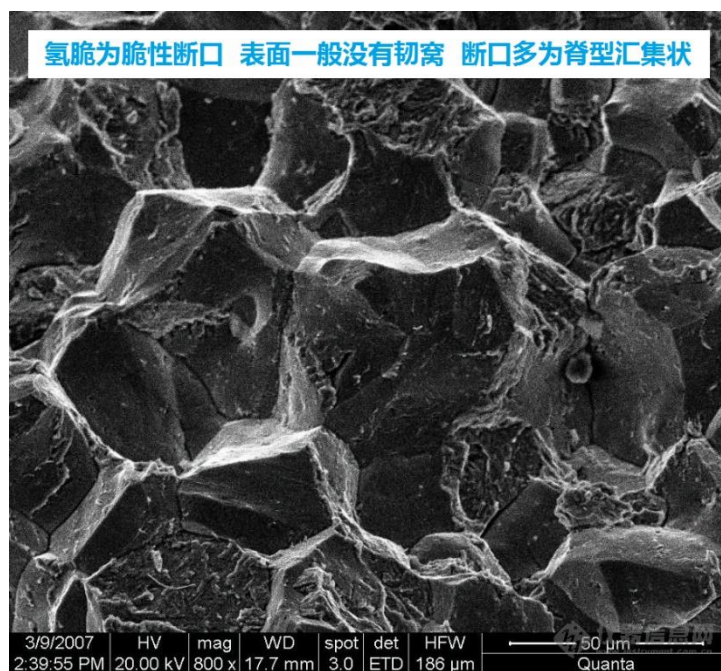
图片源自于网络

镀层内应力是指在没有外加载荷的情况下, 镀层内部所具有的一种平衡应力。这种应力是在电镀过程中受到一些沉积因素的影响, 引起金属晶格缺陷所致。镀液中的某些金属离子、阴离子以及有机添加剂, 都会显著增加镀层的内应力。镀层



内应力会导致镀层在储存、使用过程中产生气泡、开裂、剥落等现象，在外力作用时，还会引起应力腐蚀和降低疲劳强度等。测定镀层内应力的方法有：弯曲阴极法，刚性平带法，螺旋收缩仪法等，测试方法可参考 ASTM B636。

## 七、氢脆性及延展性测试

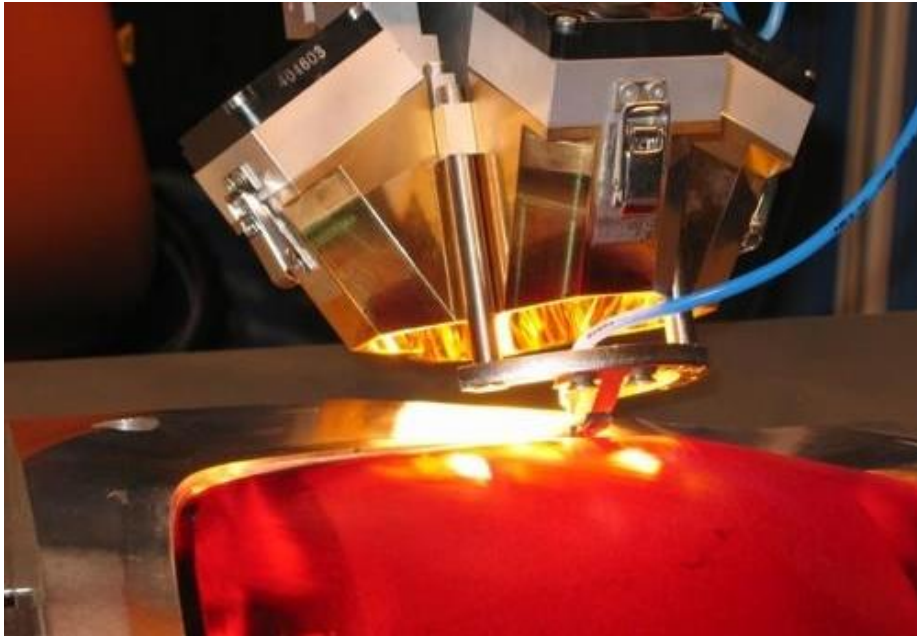


典型氢脆断口（图片来自网络 新材料在线整理）

镀层脆性是镀层物理性能中的一项重要指标。脆性存在往往会导致镀层开裂，结合力下降，乃至直接影响的使用价值。镀层脆性的测试，一般通过试样在外力作用下使之变形，直至镀层产生裂纹，然后以镀层产生裂纹时的变形程度或挠度值大小，作为评定镀层脆性的依据，测试可参照标准 **ASTM F519**。

镀层的延展性是指镀层在外力的作用下，产生塑性变形或弹性变形时，或者两种变形同时产生时，镀层不发生断裂或开裂的能力。测定镀层脆性的方法有延迟破坏试验，缓慢弯曲试验，应力环试验等；测定镀层韧性的方法有拉伸试验法和弯曲试验法，可参照的标准有：GB/T 15821, ASTM B489, ASTM B490。

## 八、钎焊性测试



镀层钎焊性是表示焊料在欲焊金属表面流动的难易程度，即镀层表面被熔融焊料润湿的能力。不同的镀层，被同一种熔融焊料润湿的能力是不同的；即使是同一种镀层，由于所含杂质含量、镀层组织不同，其钎焊性也会有差别。因此，对镀层的钎焊性进行检测，可以更好了解镀层与焊料的匹配性，从而有针对性地选择焊料，满足电子工艺对钎焊性镀层的需要。钎焊性测试方法主要有槽焊法，球焊法，润湿称重法，可参照标准 GB/T 16745, ASTM B678。

## 九、耐蚀性测试



盐雾试验箱（图片来源：艾思荔检测仪器）

耐蚀性是指电镀产品抵抗环境条件侵蚀的能力，它是镀层的重要性能指标之一。不管是防护性镀层，还是装饰性镀层、功能性镀层，对镀层在一定环境下的耐蚀性都有严格要求。因为一旦镀层被腐蚀，产品就无法发挥其应有的功能。耐蚀性测试是考核镀层性能，评价产品使用寿命的重要手段，对保证产品的安全使用具有重要的意义。

### 镀层耐腐蚀测试方法

测试方法		标准	适用范围
盐	中性盐雾	GB/T 10125	适用于金属镀层耐腐蚀性能、保护性能的检验和鉴定。
雾			
测			

试	酸性盐雾	GB/T 10125	适用范围与中性盐雾试验相同
	铜加速酸性盐雾	GB/T 10125 ASTM B368	钢件和锌压铸件上装饰性铜/镍/铬或镍/铬镀层
腐蚀膏腐蚀		GB/T 6465 ASTM F180	钢铁和锌合金上铜/镍/铬等装饰性镀层
周期浸润腐蚀试验		GB/T 19746	锌镀层、镉镀层、装饰铬镀层
电解腐蚀试验		GB/T 6466 ASTM B627	钢或锌合金压铸件上铜+镍+铬或镍+铬装饰性镀层的耐蚀性能
二氧化硫腐蚀试验		GB/T 9789	模拟和加速试样在工业区使用条件下的腐蚀过程
硫化氢腐蚀试验		QB/T 3831	铜和铜合金镀层以及银和银合金镀层的抗变色能力

## 十、耐磨性能



磨耗试验机（图片来源：恒宇仪器有限公司）

有一些镀层用在有摩擦的部位，需要有良好的耐磨性，一般认为镀层硬度高，相应的耐磨性良好，因此有时人们用镀层硬度比较耐磨性的高低，此办法不是很科学，因为镀层的耐磨性不仅取决于硬度，还取决于什么材质和表面的物体摩擦、摩擦时的负荷、润滑状态和温度等因素。因此镀层耐磨性能的测试，多数是模拟实际使用情况，做磨耗试验。试验设备为磨耗试验机，可参考的标准有：GB/T 12967, ASTM F1978。