



# 中华人民共和国国家标准

GB 11379—89

---

## 金属覆盖层 工程用铬电镀层

Metallic coatings—Electroplated coatings of chromium  
for engineering purposes

1989-06-29发布

1990-01-01实施

---

国家技术监督局 发布

本标准参照采用 ISO 6158—1984《金属覆盖层 工程用铬电镀层》。

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了工程用铬电镀层的表示方法、加工定货时需方应向供方提供的资料、工件镀前镀后的热处理工艺规范、镀层质量要求、试验方法等。

本标准适用于黑色金属或有色金属基体上带底镀层或不带底镀层的工程用铬电镀层。工程用铬电镀层常被称为“厚铬”或“硬铬”层。

本标准不包括用于防护装饰性目的的薄铬面层。

工程用铬的应用实例及有关说明见附录 A。

### 2 引用标准

- GB 1238 金属镀层及化学处理表示方法
- GB 4955 金属覆盖层厚度测量 阳极溶解库仑方法
- GB 4956 磁性金属基体上非磁性覆盖层厚度测量 磁性方法
- GB 5270 金属基体上的金属覆盖层(电沉积层和化学沉积层) 附着强度试验方法
- GB 6458 金属覆盖层 中性盐雾试验(NSS 试验)
- GB 6462 金属和氧化物覆盖层 横断面厚度显微镜测量方法
- GB 6463 金属和其他无机覆盖层 厚度测量方法评述

### 3 术语

主要表面：指工件上电镀前和电镀后的某些表面，该表面上的镀层对于工件的外观和(或)使用性能是起主要作用的。

### 4 镀层的表示方法

镀铬层及有关处理的表示方法按 GB 1238 的规定。

### 5 需方应向供方提供的资料

- a. 本标准的标准编号；
- b. 基体金属的成分、含量或牌号以及它的金相组织状态<sup>1)</sup>；
- c. 镀前是否需要作消除应力的处理；
- d. 是否需要作引入压应力的处理，如电镀前喷丸；
- e. 主要表面、不应有镀层的所有表面、允许铬层延伸到的所有部位可用图或有适当标记的样品详

细说明:

- f. 对于镀前处理的任何特定要求或限制,例如用喷砂代替浸酸处理;
- g. 若要求底层,要说明底层的类型,例如镍层或无裂纹铬层等;
- h. 铬层应沉积的最小厚度,若要求底层还应说明电镀层的总厚度,若认为必要,还应说明镀层的最大厚度,特别是磨损或超差零件的修复镀铬。上述镀层的厚度均指经过磨光之后精饰表面上镀层的厚度;
- i. 铬层的类型,如多孔的、无裂纹的、微裂纹的、双层的或常规的(见8.1条和8.2条);
- j. 铬层最后的表面精饰状态,如电镀、磨光或珩磨状态(见8.1.2条);
- k. 允许的表面缺陷,包括缺陷的类型、尺寸、位置;
- l. 工件电镀后的任何热处理要求;
- m. 其他特殊要求。

注:1) 需修复镀铬的旧工件,要提供这类资料有困难,要保证镀铬层的质量,有时也困难。

## 6 基体金属电镀前的处理

### 6.1 处理前的检查

处理前供方应对主要表面进行检查,确认是否有明显的表面缺陷,如气孔、裂纹和不允许的覆盖层,或者任何对最后的精饰不利的其他缺陷。所有缺陷都应在进行任何处理之前提请需方注意。

### 6.2 消除应力

若需方规定电镀之前零件要作消除应力的热处理,一般按表1的工作条件进行。也可采用不同的工作条件,如适当提高温度和缩短时间,但是,必须予以行之有效的实践经验作依据。热处理应在任何镀前准备和用水溶液作净化处理之前进行。

表1 钢件镀铬前的热处理规定

钢的最大抗张强度值 $R_m$ , MPa	热 处 理
$R_m \leq 1050$	无 要 求
$1050 < R_m \leq 1450$	190~220 °C 至少1 h
$1450 < R_m \leq 1800$	190~220 °C 至少18 h
$R_m > 1800$	190~220 °C 至少24 h

如果消除应力是在喷丸或其他冷加工过程之后进行,则温度不应超过220 °C。表面淬火的工件,消除应力应在130~150 °C至少处理5 h,如果允许基体表面的硬度降低,则可以在较高温度下作较短时间的处理。

有色金属是否要求作消除应力的热处理,由供需双方商定。

### 6.3 喷丸

在未电镀和即将电镀的工件表面上引入压应力,通常能改善这些工件承受载荷和疲劳的性能,而且由于对裂纹从覆盖层向基体金属内的蔓延有抑制作用而部分地补偿了疲劳强度的损失。

压应力可以通过喷丸等方式引入,不同的金属材料宜选择不同的喷丸强度。

#### 6.3.1 钢材

如果需要用喷丸改善钢制工件的疲劳强度时,其喷丸强度(若无另外规定),按附录C规定的方法测量时弧高度至少应是:

0.3 mm,对于抗张强度低于1100 MPa的钢;

0.4 mm,对于抗张强度等于或大于1100 MPa的钢。

在细薄的工作上,为了防止变形,应选择较低的喷丸强度,因此在避免疲劳强度降低方面可能得不

到更理想的效果。

如果不作另外的规定,喷丸时应使被喷的表面完全被喷到,即丸痕均应彼此重叠。

### 6.3.2 有色金属

有色金属的喷丸强度应由用户规定。

## 7 工件电镀后的热处理

如果需方有要求,镀后热处理按 7.1 条或 7.2 条的规定进行。热处理应尽快实施,一般不应超过 4 h,并且应安排在磨光或其他机械加工操作之前进行。

### 7.1 消除钢制镀件的氢脆进行的热处理

#### 7.1.1 钢件电镀后的热处理见表 2 的规定,应该注意:

400~480 °C 的热处理仅对那些在使用过程中有疲劳破坏倾向的工件适用。

#### 7.1.2 工件热处理时不能超过它们的回火温度。

7.1.3 表面淬火的工件应在 130~150 °C 加热不少于 5 h,如果允许基体的硬度降低,也可以在较高温度下处理。

7.1.4 未喷丸的工件,可以适当提高处理温度和缩短处理时间,但必须以行之有效的实践经验作依据(见第 6 章及表 2 的注)。

表 2 钢件镀铬后热处理的有关规定

钢的最大抗张强度值 $R_m$ , MPa	为减少氢脆的热处理 a) 不承受疲劳载荷的未喷丸工件 b) 所有喷丸工件	仅用于未喷丸工件减少氢脆和恢复疲劳强度而进行的热处理
$R_m \leq 1050$	无 要 求	400~480 °C 至少 1 h
$1050 < R_m \leq 1450$	190~220 °C 至少 2 h	400~480 °C 至少 1 h
$1450 < R_m \leq 1800$	190~220 °C 至少 6 h	400~480 °C 至少 1 h
$R_m > 1800$	190~220 °C 至少 18 h	400~480 °C 至少 1 h

注:在 400~480 °C 处理会降低铬层的硬度,也可能降低钢基体的硬度。

7.1.5 如果以镍作底层,镀铬后工件应按表 3 的规定进行热处理。表面淬火的工件应在 130~150 °C 下至少处理 2 h,如果基体的硬度允许降低时,也可在较高温度下进行。镍底层厚度小于 25  $\mu\text{m}$ ,镀铬后还应按表 2 的规定进行一次热处理。

表 3 钢件镀铬后热处理的有关规定

钢的最大抗张强度值 $R_m$ , MPa	为了减少氢脆的热处理
$R_m \leq 1050$	无 要 求
$1050 < R_m \leq 1450$	190~220 °C 至少 8 h
$1450 < R_m \leq 1800$	190~220 °C 至少 18 h
$R_m > 1800$	190~220 °C 至少 24 h

若需方要求对电镀后经热处理的结构钢或高强度钢作氢脆性能试验,试样应由需方提供,试验方法和验收水平由供需双方商定。

### 7.2 改善铝和铝合金上镀铬层的结合强度进行的热处理

必须注意,加热可能对某些铝合金工件的机械性能产生不良的影响,如果允许进行加热处理,并且要求在铝或铝合金上得到理想的结合强度,电镀工件应按 2~3 °C/min 的升温速率加热至温度为 130~140 °C,然后在该温度下保持 2~3 h。

## 8 对镀层的要求

### 8.1 常规铬层

#### 8.1.1 外观

用肉眼观察时,主要表面上应是光亮的或有光泽的,不应有麻点、起泡、剥落或任何对最后的精饰状态有不良影响的其他缺陷。在电镀后直接使用或电镀后磨光的工件表面上,除边缘外,其他部分不允许有铬瘤。

电镀工件应该无肉眼可见的裂纹,厚度大于  $50\ \mu\text{m}$  的镀层不允许有通达基体的裂纹。

当热处理或磨光过程中产生了肉眼可见的起泡或裂纹,若此过程是由电镀人员实施的,则应作为对镀层拒收的理由。

#### 8.1.2 表面粗糙度

对镀件表面是否有粗糙度要求由需方规定,有要求时,可用轮廓仪测量并评级。验收水平由供需双方商定。

#### 8.1.3 厚度

主要表面上,精饰后铬层和底层的最小厚度应符合需方的要求(见第5章的h):

镀层的厚度要求决定于镀铬工件的使用特性。镀铬层在工业中的应用情况十分复杂,严格规定镀层的厚度比较困难。附录A提供了一些铬镀层的应用实例和镀层厚度的选择范围。

#### 8.1.4 硬度

如果没有另外的规定,镀层的显微硬度值HV不应低于750。

#### 8.1.5 结合强度

按10.2条规定的方法进行试验时,铬层不应与基体分离。若有底层,底层与基体、底层与铬层之间也不应有任何分离。

#### 8.1.6 单位面积上的孔隙数(孔隙率)

是否对常规铬层上通达基体的孔有孔隙率的要求,由需方规定,试验方法见10.3条。试验结果的评定和验收水平,由供需双方商定。

## 8.2 其他类型的铬层

### 8.2.1 一般规定

根据工件不同使用条件的需要,除常规铬层之外,也可以选用其他类型的铬镀层。但是这些类型的铬层在外观、硬度和其他性能方面可能与常规铬有较大的差别,它们的质量是否也按8.1条的有关规定要求,由供需双方商定。

若需方对其他类型铬层单位面积上的孔隙数或单位长度上的裂纹数有要求时,试验方法见10.3条。试验结果的评定和验收水平,除8.2.2条的有关规定之外,由供需双方商定。

若需方对无裂纹铬、双层铬或以操作底层的微裂纹铬有耐蚀性试验要求时,试验方法见10.4条。试验结果的评定和验收水平由供需双方商定。

### 8.2.2 其他类型铬层的特性及相应的质量要求

#### 8.2.2.1 “无裂纹”铬

与常规铬比较,其硬度低,脆性较小,基本上无裂纹,耐蚀性较高,例如乳白铬,该铬层的厚度一般不超过  $25\ \mu\text{m}$ ,并且不进行磨光精饰,也不用在高载荷面上,按第7章的规定进行热处理时,可能会对这类镀层的耐蚀性产生不良影响。

#### 8.2.2.2 多孔铬

采用机械的、化学的或电化学的一种处理方法,可以得到一个储油的多孔铬表面,如松孔铬,需方应对孔的类型(例如是点状的或沟槽状的)、孔的密度及其有关的指标和相应的试验方法作出详细规定。

#### 8.2.2.3 裂纹铬

与常规层形成裂纹的情况不同,裂纹铬的裂纹网络是采用特定的工艺有意形成的,其中微裂纹铬的裂纹网络是肉眼看不见的,在整个主要表面的任何方向上,每1 cm的长度内有250条以上的裂纹,而粗裂纹铬每1 cm长度内的裂纹数通常比250条小得多。

裂纹铬的硬度与常规格的接近。由于裂纹铬具有裂纹结构,所以比较容易储油。如果使用镍作底层,与粗裂纹铬相比,微裂纹铬能使抗蚀性提高。

#### 8.2.2.4 双层铬

通常是在作底层的无裂纹铬上再镀一层常规铬,因此其硬度与常规铬相似,同时又具有较高的耐蚀性。

### 9 抽样

按照第8章规定的对镀层质量的要求进行抽样检查,抽样方式和验收水平由供需双方商定。

### 10 试验方法

#### 10.1 镀层厚度的测定

在主要表面上的任何位置测量铬镀层的厚度,所用的测量方法均应保证测量误差在10%以下。

##### 10.1.1 工程量具测量法

选定一个参考点,电镀前后在该处测量工件的尺寸,可得到一个厚度的直接读数。常用的量具有千分尺、深度规等。对于圆柱形工件直径尺寸的增加(外圆)或减少(内孔),只有当镀层的厚度分布均匀时,才能代表铬层的厚度。

铬层厚度的均匀性,可以采用适当的方式测量,例如可采用电镀面绕工件的轴心旋转以千分表进行测量或采用其他间接方法测量。

##### 10.1.2 磁性法

无镍镀层作底层时,按GB 4956的规定测量铬镀层的厚度。

##### 10.1.3 横断面厚度显微镜测量法

本方法属于破坏性厚度测量方法。按GB 6462的规定测量铬镀层和其他底镀层的厚度。

##### 10.1.4 库仑法

本方法属于破坏性厚度测量方法。按GB 4955的规定测量铬镀层和镍底层的厚度。当镀层的厚度超过50  $\mu\text{m}$ 时,其可靠性将降低。

除上述厚度测量方法之外,还可以采用轮廓尺寸测量方法及GB 6463中规定的铬镀层适用的其他方法测量其厚度。

#### 10.2 镀层结合强度的测定

镀层的结合强度按GB 5270中规定的弯曲、磨锯、热震等试验方法进行检查,也可以采用该标准中其他适用的方法。进行弯曲试验时,试片上铬层的厚度均应为25  $\mu\text{m}$ 。

应该注意,铬镀层与基体之间结合强度的各种试验方法,往往都存在一定的局限性,因此试验方法应由供需双方商定。

#### 10.3 镀层孔隙或裂纹数的测定

常规铬层和“无裂纹”铬层中通达基体的孔隙,以及其他类型铬层的孔隙或裂纹的检测,按附录D中规定的适宜的方法进行。

#### 10.4 镀层耐蚀性试验方法

镀层耐蚀性试验方法,按GB 6458的规定进行。

## 附录 A

## 工程用铬电镀层的特性、应用实例及有关说明

(参考件)

## A1 特性

工程用铬电镀层具有下述特性,不同条件下使用时,其中的一种或几种特性得到了应用。

- a. 摩擦系数低;
- b. 抗粘附或抗“咬死”;
- c. 耐磨损;
- d. 耐腐蚀;
- e. 耐重载。

## A2 应用实例

A2.1 镀后直接使用或镀后仅作抛光或珩磨精饰后使用的铬层

A2.1.1 镀层厚度小于  $12\ \mu\text{m}$ ,如用于:

- a. 塑料模具,铬层可提供一个耐腐蚀并使产品易于脱模的表面;
- b. 切削刀具、丝锥、冲模、钻头,铬层可避免机械加工切削的金属粘附在刀具的刃口上。

A2.1.2 铬层厚度为  $12\sim 50\ \mu\text{m}$ ,如用于:

- a. 液压装置中使用的柱塞;
- b. 内燃机汽缸的套筒;

A2.1.3 镀层厚度在  $50\ \mu\text{m}$  以上,如用于:

要求防腐蚀和(或)要求耐磨损,而精饰和精密的配合并不重要的表面。

A2.2 镀后磨削到一定尺寸的铬层

铬层的硬度较高只能用磨削或类似的方法将其加工到规定的尺寸,如用于:

- a. 在新零件上,磨光后应保留的铬层厚度由需方规定,一般为  $50\sim 250\ \mu\text{m}$ 。
- b. 磨损的或机械加工超差工件的修复(见附录 B),所要求的铬层厚度应能弥补磨损的金属。如果需要较厚的镀层,可以沉积足够厚度的底金属,例如镍,使最终磨光后,铬镀层为  $100\sim 250\ \mu\text{m}$  厚。如果只用铬层,所选用的最大厚度可能受到技术和经济方面的限制。

A2.3 采用底镀层的镀铬零件

使用在严重腐蚀环境下的镀铬零件,建议采用镍作底层,并且可能需要对镍层本身先作耐蚀试验。底层镍的质量应符合工程镀镍的规定,若有特殊的要求,也可以用其他的金属作底层。

## A3 说明

由于硬铬层脆性较大,因此铬层不能承受较大的变形,否则会引起镀层断裂或脱落,必须注意:

- a. 基体金属应能抵抗施加在镀层厚度方向上的所有应力;
- b. 工件在承受变形和冲击载荷的情况下使用时,镀层的厚度应取最小值。

## 附录 B

## 铬层磨损或铬层厚度不足时零件的返修

(参考件)

返修前,应检查零件是否存在裂纹,有裂纹的零件,不能镀铬。

一般情况下,应将待返修的零件上原有铬层退除后再镀铬。对于铬层厚度不够而需要返修的零件,经需方认可,可在原有铬层上加镀,加镀前应进行彻底除油,零件应在通常电镀的电流密度下进行阳极浸蚀 10~20 s,然后立即进行阴极低电流活化,电流密度为  $5 \text{ A/dm}^2$  左右,并且,低电流活化 5 min 左右,再逐步地将电流密度升至正常值。

## 附录 C

## 喷丸强度的测量方法

(补充件)

本附录提供了工件喷丸时,控制喷丸强度的试验方法,具体操作如下:

## C1 试样的制备

将硬度为  $\text{HV}_{30}400$  至  $\text{HV}_{30}500$ ,厚度为 1.6 mm 的碳钢板,切割成  $76 \text{ mm} \times (20 \pm 0.2) \text{ mm}$  的尺寸,然后磨削到厚度为  $1.3 \pm 0.02 \text{ mm}$ 。试样制好后,测量试样的平直度;用 C3 方法测定时,其弧高度不应超过  $38 \mu\text{m}$ 。

## C2 夹具装配及喷丸

按图 C1 所示,将试样紧固在夹具中,夹具本体为工具钢,对暴露面喷丸,喷丸时间和喷丸条件与电镀工件喷丸时相同。

## C3 测量弧高度

喷丸后,将试样从夹具上取下,用一深度规测量未喷丸表面的曲率。试样被 4 个直径为 5 mm 的球支撑,形成一个  $32 \text{ mm} \times 16 \text{ mm}$  的矩形,在试样上使量规的中心针对准试样的中心,在 32 mm 的测量长度上,测量试样中心处的弧高度,测量精确到  $25 \mu\text{m}$ 。测量结果应符合 6.3.1 条中规定的弧高度值的要求,否则应调整喷丸条件,以便得到所要求的弧高度值。

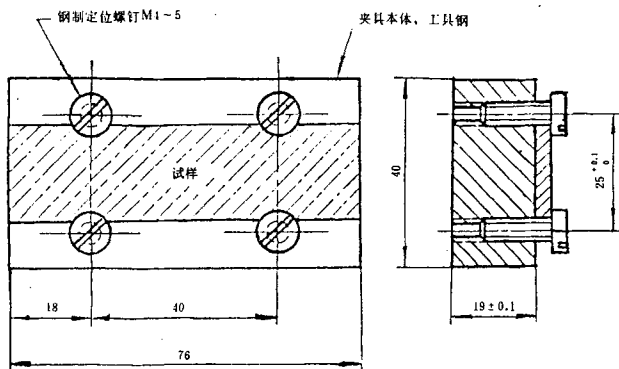


图 C1 喷丸试样的夹具



**附录 D**  
**孔隙或裂纹的测量法**  
(补充件)

**D1 贴滤纸法****D1.1 应用范围**

本方法能测量常规铬或无裂纹铬层中通达基体的肉眼可见的孔隙。

**D1.2 试验溶液**

用蒸馏水配制含有下列成分的溶液：

铁氰化钾	$K_3[Fe(CN)_6]$	10 g/L
氯化钠	NaCl	30 g/L
氯化铵	$NH_4Cl$	60 g/L

所用试剂为化学纯级。

**D1.3 试验步骤**

应保持试验环境的清洁,避免空气中弥漫有铁、铜等粉尘。

用乙醇或其他适当的除油剂彻底除去待测表面的油污,以蒸馏水洗净并晾干。

将浸有上述溶液(见 D1.2 条)的滤纸,紧密贴附在待测表面上保持 10 min。若滤纸在此期间干燥,可用试验溶液少许将滤纸湿润。

取下滤纸,观察与镀层接触的表面,蓝色印痕表示镀层上有通达钢铁基体的孔隙;红褐色印痕表示通达铜或铜合金基体的孔隙。

**D1.4 记录测试面积和印痕数目,按规定测算孔隙率,单位为点数/cm<sup>2</sup>,必要时应测量和记录最大印痕尺寸和数量或观察到的其他现象。**

注:某些国外的工程用铬标准中规定的孔隙测量方法,使用了不同的组分或不同的铁氰化钾含量,或者采取了不同的试验程序。这些方法的试验结果与 D1 章试验的结果,往往有较大的差异。

**D2 目测法**

**D2.1 本方法不能用于常规铬层孔隙或裂纹的测定**

**D2.2 在倍率为 100 的光学显微镜下,用反射光检查铬层表面的裂纹,对极细微的裂纹精确计数时,可能需要更高的倍率,为使计数更准确,使用测微目镜或类似的装置可以测定一定长度上裂纹的数目。**

调整显微镜的倍率,选择在视场中至少可数出 40 条裂纹的测量长度。

**D3 电沉积铜测量法**

**D3.1 本方法一般用于测量以镍作底层时铬层的孔隙或裂纹,能快速目测孔隙和裂纹的均匀性,如果要求计数,应按 D2.2 条的规定进行。**

**D3.2 原理**

在酸性硫酸铜溶液中,以低电流在镀铬层表面电沉积铜层,铜仅沉积在裂纹、孔和其他铬层不连续上被暴露的底层上。

**D3.3 操作步骤**

试样电镀后立即镀铜效果最佳,否则应将试样彻底除油。应避免作任何电解处理,可以采用超声清洗或氧化镁粉水浆刷洗等除油方式。

如果在电镀以后的几天才进行镀铜,则应在除油后镀铜前将试样浸入 10~20g/L 的硝酸中

4 min, 溶液温度 95 ℃, 有助于显露裂纹或孔隙。

将经过前处理的试样带电进入酸性镀铜槽电沉积铜, 电解液的组成为:

硫酸铜( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ):	200 g/L
硫酸( $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \rho=1.84$ ):	20 g/L
阴极电流密度( $D_c$ ):	0.3 A/dm <sup>2</sup>
镀铜时间:	1 min

**附加说明:**

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由金属与非金属覆盖层标准化技术委员会归口。

本标准由武汉材料保护研究所负责起草。

本标准主要起草人陶维正、孙友松。