中华人民共和国国家标准

GB/T 9797—2022
代替 GB/T 9797—2005，GB/T 9798—2005

金属及其他无机覆盖层
镍、镍＋铬、铜＋镍和铜＋镍＋铬电镀层

Metallic and other inorganic coatings—Electrodeposited coatings of nickel, nickel plus chromium, copper plus nickel and of copper plus nickel plus chromium

（ISO 1456:2009，MOD）

2022-10-12 发布　　2023-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅰ
引言 …… Ⅲ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 2
4　需方应向电镀方提供的信息 …… 2
4.1　必要信息 …… 2
4.2　附加信息 …… 3
5　标识 …… 3
5.1　通用要求 …… 3
5.2　标识规则 …… 3
5.3　服役条件号 …… 4
5.4　铜底层的类型 …… 11
5.5　镍镀层的类型 …… 11
5.6　铬镀层的类型和厚度 …… 11
6　要求 …… 12
6.1　外观 …… 12
6.2　镀层厚度 …… 12
6.3　双层和三层镍镀层 …… 12
6.4　结合强度 …… 12
6.5　耐蚀性[铜加速乙酸盐雾(CASS),腐蚀膏(CORR)和乙酸盐雾(AASS)试验] …… 12
6.6　STEP 试验要求 …… 13
6.7　延展性 …… 13
6.8　镀前消除应力的热处理 …… 13
6.9　消除氢脆的热处理 …… 13
7　抽样 …… 13
附录 A（规范性）　镍镀层硫含量的测定 …… 14
附录 B（规范性）　延展性试验 …… 15
附录 C（资料性）　铬镀层的裂纹和孔隙密度的测量 …… 16
附录 D（规范性）　厚度测量方法 …… 18
附录 E（资料性）　STEP 试验方法 …… 19
参考文献 …… 20

+86 400-860-0988
https://www.terminalblock.net

前　言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 9797—2005《金属覆盖层 镍＋铬和铜＋镍＋铬电镀层》和 GB/T 9798—2005《金属覆盖层 镍电镀层》。本文件以 GB/T 9797—2005 为主，整合了 GB/T 9798—2005 的内容。与 GB/T 9797—2005 相比，除了结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

——增加了“必要信息”镍镀层的类型、铬镀层的类型[见 4.1d)和 4.1e)]；

——合并了“服役条件号”和“各种服役条件号相对应的服役环境举例”，并将其列入“标识”章节中(见 5.3，2005 年版的第 5 章和附录 A)；

——增加了镀层热处理的标识规则(见 5.2)；

——增加了镍镀层的类型 i 无机械抛光的含高硫的光亮、半光亮或暗镍(见 5.5)；

——增加了对双层或三层镍镀层电位差的要求(见表 5)；

——更改了双层或三层镍镀层中各镀层厚度百分比的要求(见表 5，2005 年版的表 7)；

——增加了铬镀层的类型 b 黑铬(见 5.6)；

——增加了铬镀层孔隙密度测量的恒压试验(见附录 C.3.2.2)；

——增加了 STEP 试验方法(见附录 E)。

本文件修改采用 ISO 1456：2009《金属及其他无机覆盖层 镍、镍＋铬、铜＋镍和铜＋镍＋铬电镀层》。

本文件与 ISO 1456：2009 的技术差异及其原因如下：

——关于规范性引用文件，本文件做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术文件，调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中，具体调整如下：

- 用等同采用国际标准的 GB/T 3138 代替 ISO 2080(见第 3 章)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 4955 代替 ISO 2177(见附录 D、附录 E)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 5270 代替 ISO 2819(见 6.4)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 6461 代替 ISO 10289(见 6.5)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 6462 代替 ISO 1463(见 5.5、附录 D)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 6463 代替 ISO 3882(见附录 D)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 6465 代替 ISO 4541(见 6.5)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 10125 代替 ISO 9227(见 6.5)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 12334 代替 ISO 2064(见第 3 章)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 12609 代替 ISO 4519(见 6.10)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 13744 代替 ISO 2361(见附录 D)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 16921 代替 ISO 3497(见附录 D)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 19349 代替 ISO 9587(见第 3 章、6.8)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 19350 代替 ISO 9588(见第 3 章、6.9)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 20018 代替 ISO 3543(见附录 D)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 26107 代替 ISO 10587(见 6.9)；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 31563 代替 ISO 9220(见附录 D)；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 34626.2 代替 ISO 27831-2(见 5.4、附录 C)；

引　言

本文件合并 GB/T 9797—2005《金属覆盖层　镍＋铬和铜＋镍＋铬电镀层》和 GB/T 9798—2005《金属覆盖层　镍电镀层》，并进行了修订。

装饰性镍、铜＋镍电镀层（有或无铜底层且无铬面层），适用于使用中避免摩擦或触摸，或者采用铬以外的面层来防止变色的工件，也适用于对变色要求不高的工件。耐蚀性取决于镀层的厚度和类型。

装饰性镍＋铬和铜＋镍＋铬电镀层用于增强产品的外观和耐蚀性能。耐蚀性取决于镀层的厚度和类型。一般来说，多层镍比同等厚度的单层镍具有更好的耐蚀性，微裂纹状态的铬镀层比常规铬镀层具有更好的防护性能。

金属及其他无机覆盖层
镍、镍＋铬、铜＋镍和铜＋镍＋铬电镀层

警示——本文件可能与国家的某些健康、安全和环境法规不一致，并且文件要求使用的一些物质和工艺，如果不采取合适的措施，会对健康产生危害。本文件没有讨论文件使用过程中涉及的任何健康危害、安全或环境的事项和法规。本文件使用者有责任建立合适可行的健康、安全和环境条例，并采取适当措施，使其符合国家、地方和国际条例和法规的规定。遵从本文件不意味着免除法律义务。

1 范围

本文件规定了钢铁、锌及锌合金、铜及铜合金以及铝及铝合金上装饰性的镍、镍＋铬、铜＋镍和铜＋镍＋铬电镀层的要求，该镀层用来提供美丽外观和增强防护性。本文件还规定了不同厚度和种类镀层的标识，并提供了电镀件暴露于对应服役环境下镀层级别的选择指南。

本文件未规定电镀前基体金属的表面状态。

本文件适用于钢铁、锌及锌合金、铜及铜合金以及铝及铝合金上装饰性的镍、镍＋铬、铜＋镍和铜＋镍＋铬电镀层。

本文件不适用于未加工成形的薄板、带材、线材的电镀，也不适用于螺纹紧固件或螺旋弹簧的电镀。

GB/T 12600 规定了塑料上铜＋镍＋铬电镀层的要求。GB/T 12332 和 GB/T 11379 分别规定了工程用镍和工程用铬电镀层的要求。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 3138 金属及其他无机覆盖层 表面处理 术语(GB/T 3138—2015，ISO 2080：2008，IDT)

GB/T 4955 金属覆盖层 覆盖层厚度测量 阳极溶解库仑法(GB/T 4955—2005，ISO 2177：2003，IDT)

GB/T 5270 金属基体上的金属覆盖层 电沉积和化学沉积层 附着强度试验方法评述(GB/T 5270—2005，ISO 2819：1980，IDT)

GB/T 6461 金属基体上金属和其他无机覆盖层 经腐蚀试验后的试样和试件的评级(GB/T 6461—2002，ISO 10289：1999，IDT)

GB/T 6462 金属和氧化物覆盖层 厚度测量 显微镜法(GB/T 6462—2005，ISO 1463：2003，IDT)

GB/T 6463 金属和其他无机覆盖层 厚度测量方法评述(GB/T 6463—2005，ISO 3882：2003，IDT)

GB/T 6465 金属和其他无机覆盖层 腐蚀膏腐蚀试验(CORR 试验)(GB/T 6465—2008，ISO 4541：1978，IDT)

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验(GB/T 10125—2021，ISO 9227：2017，MOD)

GB/T 12334 金属和其他非有机覆盖层 关于厚度测量的定义和一般规则(GB/T 12334—2001，ISO 2064：1996，IDT)

GB/T 12609　电沉积金属覆盖层和相关精饰　计数检验抽样程序(GB/T 12609—2005,ISO 4519:1980,IDT)

GB/T 13744　磁性和非磁性基体上　镍电镀层厚度的测量(GB/T 13744—1992,ISO 2361:1982,IDT)

GB/T 16921　金属覆盖层　覆盖层厚度测量　X射线光谱方法(GB/T 16921—2005,ISO 3497:2000,IDT)

GB/T 19349　金属和其他无机覆盖层　为减少氢脆危险的钢铁预处理(GB/T 19349—2012,ISO 9587:2007,IDT)

GB/T 19350　金属和其他无机覆盖层　为减少氢脆危险的涂覆后钢铁的处理(GB/T 19350—2012,ISO 9588:2007,IDT)

GB/T 20018　金属与非金属覆盖层　覆盖层厚度测量　β射线背散射方法(GB/T 20018—2005,ISO 3543:2000,IDT)

GB/T 26107　金属与其他无机覆盖层　镀覆和未镀覆金属的外螺纹和螺杆的残余脆性试验 斜楔法(GB/T 26107—2010,ISO 10587:2000,IDT)

GB/T 31563　金属覆盖层　厚度测量　扫描电镜法(GB/T 31563—2015,ISO 9220:1988,MOD)

GB/T 34626.2　金属及其他无机覆盖层　金属表面的清洗和准备　第2部分:有色金属及其合金(GB/T 34626.2—2017,ISO 27831-2:2008,MOD)

GB/T 34627　金属及其他无机覆盖层　外观的定义及习惯用法(GB/T 34627—2017,ISO 16348:2003,IDT)

ISO 15724　金属及其他无机覆盖层　钢中扩散氢的电化学测量(Metallic and other inorganic coatings—Electrochemical measurement of diffusible hydrogen in steels-Barnacle electrode method)

3　术语和定义

GB/T 3138、GB/T 12334、GB/T 19349、GB/T 19350 和 GB/T 34627 界定的术语和定义适用于本文件。

4　需方应向电镀方提供的信息

4.1　必要信息

按本文件订购电镀件时,需方应在合同、订购单或工程图纸上提供以下信息:

a)　本文件号 GB/T 9797 和标识(见第5章);

b)　在工件的图纸上标明主要表面,或提供恰当标注主要表面的样品;

c)　外观要求,如光亮镍、暗镍或缎面镍,含高硫或低硫的光亮、半光亮或暗镍(见5.5和6.1)。也可由需方提供并认可的符合精饰要求和种类的样品,供对比用(见6.1);

d)　镍镀层的类型,如装饰性的含硫光亮镍、半光亮镍或层状结构的缎面镍;或无机械抛光的含高硫的光亮镍、半光亮镍或层状结构的缎面镍;机械抛光的暗镍或半光亮镍;无机械抛光的暗镍、半光亮镍或缎面镍;双层或三层镀层(见5.5和6.3);

e)　铬镀层的类型,如普通、黑色、微裂纹或微孔(见5.6);

f)　腐蚀试验类型(见6.5和表6);

g)　结合强度试验方法和最小局部厚度(见6.4和6.2);

h)　非主要表面上可允许的缺陷程度(见6.1);

i)　主要表面上不可避免的夹具或触点痕迹的位置(见6.1);

j) 钢的抗拉强度，钢铁为减少氢脆危害进行的预处理和后处理的要求，以及氢脆试验方法的要求（见 6.8 和 6.9）；

k) 抽样方法和验收水平（见 6.10）。

4.2 附加信息

必要时，需方还应提供以下附加信息：

a) STEP 试验的相关要求和测试方法的类型（见 6.6）；

b) 不能被直径 20 mm 的球体接触到的表面区域的厚度要求（见 6.2）；

c) 是否需要铜底层（见 5.2 和 5.4）。

5 标识

5.1 通用要求

标识应出现在合同、订购单、工程图或详细的产品说明中。

标识应按照规定的顺序明确指出基体材料、特殊合金、消除应力的要求、底镀层的类型和厚度（有底镀层时）、镍或镍合金镀层及多层镍（要求双层或多层时）的厚度和组成，以及消除氢脆热处理等后处理的要求。

5.2 标识规则

镀层标识规定了适用于服役条件号的基体金属及镀层类型和厚度（各种基材上的镀层见表 1～表 4），组成如下：

a) 术语“电镀层”，本文件号 GB/T 9797，后跟连字符；

b) 表示基体金属（或合金基体中的主要金属）的化学符号，后跟斜线（/），如：

——Fe/表示基体为钢铁；

——Zn/表示基体为锌及锌合金；

——Cu/表示基体为铜及铜合金；

——Al/表示基体为铝及铝合金；

c) 如果用铜或含铜量超过 50%的黄铜合金作为底镀层时，化学符号 Cu 表示底镀层；

d) 表示铜底层的最小局部厚度的数字，单位为 μm；

e) 表示铜底层的类型的字母（见 5.4）；

f) 表示镍镀层的化学符号 Ni；

g) 表示镍镀层的最小局部厚度的数字，单位为 μm；

h) 表示镍镀层类型的字母（见 5.5）；

i) 如果镍镀层上有面镀层，标注面镀层的化学符号，后接数字表示其最小局部厚度；面镀层为合金时，标注其主要成分的化学符号。例如：Cr 表示铬作面镀层；

j) 表示铬镀层的类型和最小局部厚度的一个或多个字母（见 5.6）；

k) 热处理要求的标识：字母 SR 表示消除应力的热处理，字母 ER 表示消除氢脆的热处理；在圆括号中标注热处理的最低温度，单位为℃；标注热处理的时间，单位为 h。

斜线（/）用来分隔相邻的不同工艺步骤对应的标识。双斜线（//）表示某个工序不需要或省略。

对于特殊合金，推荐在其主要成分化学符号后的＜ ＞内标注其标准牌号，如合金的 UNS 号，或者国家或地区的等效号。例如，Fe＜G43400＞是一个高强度钢的 UNS 号（见参考文献）。

示例 1：钢基体上的电镀层由 20 μm（最小）的延展、整平性铜底层＋ 30 μm（最小）的光亮镍镀层＋0.3 μm 的微裂纹铬组成，其标识为：电镀层 GB/T 9797-Fe/Cu20a/Ni30b/Crmc

示例 2：钢基体上的电镀层，镀前在 200 ℃下进行 3 h 消除应力的热处理，镀后在 210 ℃下进行 8 h 消除氢脆的热处理，其标识为：电镀层 GB/T 9797-Fe/SR(200)3/Ni30b/ER(210)8/Crmc

为了便于订货，详细的产品规范不仅应包含标识，还应清楚注明满足该特定产品使用所需的其他要求（见第 4 章）。

5.3 服役条件号

需方应根据服役环境，使用下列服役条件号规定工件需要的保护级别。

1 温和 在温和干燥的室内环境下服役，例如：办公室。

2 中度 在可能发生凝露的室内环境下服役，例如：浴室、厨房。

3 严酷 在偶尔或经常因雨露而潮湿的户外环境下服役，例如：户外用品、自行车、医院用品。

4 非常严酷 在非常严酷的户外环境下服役，例如：汽车部件、船舶配件。

5 极其严酷 在极严酷的、需要对基体进行长期保护（如 10 年以上）的户外环境下服役，例如：车辆保险杠、车轮。

表 1 黑色金属基材上的电镀层

Ni	Cu + Ni	Ni + Cr	Cu + Ni + Cr
服役条件 1 的部分标识			
Fe/Ni10p	Fe/Cu10a/Ni5p	Fe/Ni10p/Crr Fe/Ni10p/Crmc Fe/Ni10p/Crmp Fe/Ni10p/Crb	Fe/Cu10a/Ni5p/Crr Fe/Cu10a/Ni5p/Crmc Fe/Cu10a/Ni5p/Crmp Fe/Cu10a/Ni5p/Crb
Fe/Ni10s	Fe/Cu10a/Ni5s	Fe/Ni10s/Crr Fe/Ni10s/Crmc Fe/Ni10s/Crmp Fe/Ni10s/Crb	Fe/Cu10a/Ni5s/Crr Fe/Cu10a/Ni5s/Crmc Fe/Cu10a/Ni5s/Crmp Fe/Cu10a/Ni5s/Crb
Fe/Ni10b	Fe/Cu10a/Ni5b	Fe/Ni10b/Crr Fe/Ni10b/Crmc Fe/Ni10b/Crmp Fe/Ni10b/Crb	Fe/Cu10a/Ni5b/Crr Fe/Cu10a/Ni5b/Crmc Fe/Cu10a/Ni5b/Crmp Fe/Cu10a/Ni5b/Crb
服役条件 2 的部分标识			
Fe/Ni20p	Fe/Cu15a/Ni15p	Fe/Ni20p/Crr Fe/Ni15p/Crmc Fe/Ni15p/Crmp Fe/Ni15p/Crb	Fe/Cu15a/Ni15p/Crr Fe/Cu15a/Ni10p/Crmc Fe/Cu15a/Ni10p/Crmp Fe/Cu15a/Ni10p/Crb
Fe/Ni20s	Fe/Cu15a/Ni15s	Fe/Ni20s/Crr Fe/Ni15s/Crmc Fe/Ni15s/Crmp Fe/Ni15s/Crb	Fe/Cu15a/Ni15s/Crr Fe/Cu15a/Ni10s/Crmc Fe/Cu15a/Ni10s/Crmp Fe/Cu15a/Ni10s/Crb

表 1　黑色金属基材上的电镀层（续）

Ni	Cu + Ni	Ni + Cr	Cu + Ni + Cr
服役条件 2 的部分标识			
Fe/Ni20b	Fe/Cu15a/Ni15b	Fe/Ni20b/Crr Fe/Ni15b/Crmc Fe/Ni15b/Crmp Fe/Ni15b/Crb	Fe/Cu15a/Ni15b/Crr Fe/Cu15a/Ni10b/Crmc Fe/Cu15a/Ni10b/Crmp Fe/Cu15a/Ni10b/Crb
Fe/Ni20d	Fe/Cu15a/Ni15d	Fe/Ni20d/Crr Fe/Ni15d/Crmc Fe/Ni15d/Crmp Fe/Ni15d/Crb	Fe/Cu15a/Ni15d/Crr Fe/Cu15a/Ni10d/Crmc Fe/Cu15a/Ni10d/Crmp Fe/Cu15a/Ni10d/Crb
服役条件 3 的部分标识			
Fe/Ni35p	Fe/Cu15a/Ni25p	Fe/Ni35p/Crr Fe/Ni30p/Crmc Fe/Ni30p/Crmp Fe/Ni30p/Crb	Fe/Cu15a/Ni30p/Crr Fe/Cu15a/Ni25p/Crmc Fe/Cu15a/Ni25p/Crmp Fe/Cu15a/Ni25p/Crb
Fe/Ni35s	Fe/Cu15a/Ni25s	Fe/Ni35s/Crr Fe/Ni30s/Crmc Fe/Ni30s/Crmp Fe/Ni30s/Crb	Fe/Cu15a/Ni30s/Crr Fe/Cu15a/Ni25s/Crmp Fe/Cu15a/Ni25s/Crmp Fe/Cu15a/Ni25s/Crb
Fe/Ni35b	Fe/Cu15a/Ni25b	Fe/Ni35b/Crr Fe/Ni30b/Crmc Fe/Ni30b/Crmp Fe/Ni30b/Crb	Fe/Cu15a/Ni30b/Crr Fe/Cu15a/Ni25b/Crmc Fe/Cu15a/Ni25b/Crmp FeCu15a/Ni25b/Crb
Fe/Ni30d	Fe/Cu15a/Ni20d	Fe/Ni30d/Crr Fe/Ni25d/Crmc Fe/Ni25d/Crmp Fe/Ni25d/Crb	Fe/Cu15a/Ni25d/Crr Fe/Cu15a/Ni20d/Crmc Fe/Cu15a/Ni20d/Crmp Fe/Cu15a/Ni20d/Crb
服役条件 4 的部分标识			
		Fe/Ni40p/Crr Fe/Ni30p/Crmc Fe/Ni30p/Crmp Fe/Ni30p/Crb	Fe/Cu20a/Ni35p/Crr Fe/Cu20a/Ni25p/Crmc Fe/Cu20a/Ni25p/Crmp Fe/Cu20a/Ni25p/Crb
		Fe/Ni40s/Crr Fe/Ni30s/Crmc Fe/Ni30s/Crmp Fe/Ni30s/Crb	Fe/Cu20a/Ni35s/Crr Fe/Cu20a/Ni25s/Crmc Fe/Cu20a/Ni25s/Crmp Fe/Cu20a/Ni2、/Crb
		Fe/Ni40b/Crr Fe/Ni30b/Crmc Fe/Ni30b/Crmp Fe/Ni30b/Crb	Fe/Cu20a/Ni35b/Crr Fe/Cu20a/Ni25b/Crmc Fe/Cu20a/Ni25b/Crmp Fe/Cu20a/Ni25b/Crb

表 1　黑色金属基材上的电镀层（续）

Ni	Cu + Ni	Ni + Cr	Cu + Ni + Cr
服役条件 4 的部分标识			
		Fe/Ni35d/Crr Fe/Ni25d/Crmc Fe/Ni25d/Crmp Fe/Ni25d/Crb	Fe/Cu20a/Ni30d/Crr Fe/Cu20a/Ni20d/Crmc Fe/Cu20a/Ni20d/Crmp Fe/Cu20a/Ni20d/Crb
服役条件 5 的部分标识			
		Fe/Ni45d/Crmc Fe/Ni45d/Crmp	Fe/Cu25a/Ni35d/Crmc Fe/Cu25a/Ni35d/Crmp

表 2　锌合金上的电镀层

Ni	Cu + Ni	Ni + Cr	Cu + Ni + Cr
服役条件 1 的部分标识			
Zn/Ni10p	Zn/Cu10a/Ni10p	Zn/Ni10p/Crr Zn/Ni10p/Crmc Zn/Ni10p/Crmp Zn/Ni10p/Crb	Zn/Cu8a/Ni10p/Crr Zn/Cu8a/Ni10p/Crmc Zn/Cu8a/Ni10p/Crmp Zn/Cu8a/Ni10p/Crb
Zn/Ni10s	Zn/Cu10a/Ni10s	Zn/Ni10s/Crr Zn/Ni10s/Crmc Zn/Ni10s/Crmp Zn/Ni10s/Crb	Zn/Cu8a/Ni10s/Crr Zn/Cu8a/Ni10s/Crmc Zn/Cu8a/Ni10s/Crmp Zn/Cu8a/Ni10s/Crb
Zn/Ni10b	Zn/Cu10a/Ni10b	Zn/Ni10b/Crr Zn/Ni10b/Crmc Zn/Ni10b/Crmp Zn/Ni10b/Crb	Zn/Cu8a/Ni10b/Crr Zn/Cu8a/Ni10b/Crmc Zn/Cu8a/Ni10b/Crmp Zn/Cu8a/Ni10b/Crb
		Zn/Ni10d/Crr Zn/Ni10d/Crmc Zn/Ni10d/Crmp Zn/Ni10d/Crb	Zn/Cu8a/Ni10d/Crr Zn/Cu8a/Ni10d/Crmc Zn/Cu8a/Ni10d/Crmp Zn/Cu8a/Ni10d/Crb
服役条件 2 的部分标识			
Zn/Ni20p	Zn/Cu15a/Ni15p	Zn/Ni20p/Crr Zn/Ni15p/Crmc Zn/Ni15p/Crmp Zn/Ni15p/Crb	Zn/Cu15a/Ni15p/Crr Zn/Cu15a/Ni10p/Crmc Zn/Cu15a/Ni10p/Crmp Zn/Cu15a/Ni10p/Crb
Zn/Ni20b	Zn/Cu15a/Ni15b	Zn/Ni20b/Crr Zn/Ni15b/Crmc Zn/Ni15b/Crmp Zn/Ni15b/Crb	Zn/Cu15a/Ni15b/Crr Zn/Cu15a/Ni10b/Crmc Zn/Cu15a/Ni10b/Crmp Zn/Cu15a/Ni10b/Crb

表 2　锌合金上的电镀层（续）

Ni	Cu + Ni	Ni + Cr	Cu + Ni + Cr
服役条件 2 的部分标识			
Zn/Ni20s	Zn/Cu15a/Ni15s	Zn/Ni20s/Crr Zn/Ni15s/Crmc Zn/Ni15s/Crmp Zn/Ni15s/Crb	Zn/Cu15a/Ni15s/Crr Zn/Cu15a/Ni10s/Crmc Zn/Cu15a/Ni10s/Crmp Zn/Cu15a/Ni10s/Crb
Zn/Ni15d	Zn/Cu15a/Ni10d	Zn/Ni20d/Crr Zn/Ni15d/Crmc Zn/Ni15d/Crmp Zn/Ni15d/Crb	Zn/Cu15a/Ni15d/Crr Zn/Cu15a/Ni10d/Crmc Zn/Cu15a/Ni10d/Crmp Zn/Cu15a/Ni10d/Crb
服役条件 3 的部分标识			
Zn/Ni40p	Zn/Cu20a/Ni30p	Zn/Ni35p/Crr Zn/Ni30p/Crmc Zn/Ni30p/Crmp Zn/Ni30p/Crb	Zn/Cu20a/Ni30p/Crr Zn/Cu20a/Ni25p/Crmc Zn/Cu20a/Ni25p/Crmp Zn/Cu20a/Ni25p/Crb
Zn/Ni40s	Zn/Cu20a/Ni30s	Zn/Ni35s/Crr Zn/Ni30s/Crmc Zn/Ni30s/Crmp Zn/Ni30s/Crb	Zn/Cu20a/Ni30s/Crr Zn/Cu20a/Ni25s/Crmc Zn/Cu20a/Ni25s/Crmp Zn/Cu20a/Ni25s/Crb
Zn/Ni40b	Zn/Cu20a/Ni30b	Zn/Ni35b/Crr Zn/Ni30b/Crmc Zn/Ni30b/Crmp Zn/Ni30b/Crb	Zn/Cu20a/Ni30b/Crr Zn/Cu20a/Ni25b/Crmc Zn/Cu20a/Ni25b/Crmp Zn/Cu20a/Ni25b/Crb
Zn/Ni30d	Zn/Cu20a/Ni25d	Zn/Ni30d/Crr Zn/Ni25d/Crmc Zn/Ni25d/Crmp Zn/Ni25d/Crb	Zn/Cu20a/Ni25d/Crr Zn/Cu20a/Ni20d/Crmc Zn/Cu20a/Ni20d/Crmp Zn/Cu20a/Ni20d/Crb
服役条件 4 的部分标识			
		Zn/Ni40p/Crr Zn/Ni35p/Crmc Zn/Ni35p/Crmp Zn/Ni35p/Crb	Zn/Cu20a/Ni35p/Crr Zn/Cu20a/Ni30p/Crmc Zn/Cu20a/Ni30p/Crmp Zn/Cu20a/Ni30p/Crb
		Zn/Ni40s/Crr Zn/Ni35s/Crmc Zn/Ni35s/Crmp Zn/Ni35s/Crb	Zn/Cu20a/Ni35s/Crr Zn/Cu20a/Ni30s/Crmc Zn/Cu20a/N 30s/Crmp Zn/Cu20a/Ni30s/Crb
		Zn/Ni40b/Crr Zn/Ni35b/Crmc Zn/Ni35b/Crmp Zn/Ni35b/Crb	Zn/Cu20a/Ni35b/Crr Zn/Cu20a/Ni30b/Crmc Zn/Cu20a/Ni30b/Crmp Zn/Cu20a/Ni30b/Crb

表 2　锌合金上的电镀层（续）

Ni	Cu + Ni	Ni + Cr	Cu + Ni + Cr
服役条件 4 的部分标识			
		Zn/Ni35d/Crr Zn/Ni30d/Crmc Zn/Ni30d/Crmp Zn/Ni30d/Crb	Zn/Cu20a/Ni30d/Crr Zn/Cu20a/Ni25d/Crmc Zn/Cu20a/Ni25d/Crmp Zn/Cu20a/Ni25d/Crb
服役条件 5 的部分标识			
		Zn/Ni45d/Crmc Zn/Ni45d/Crmp	Zn/Cu25a/Ni35d/Crmc Zn/Cu25a/Ni35d/Crmp

表 3　铜及铜合金上的电镀层

Ni	Cu + Ni	Ni + Cr	Cu + Ni + Cr
服役条件 1 的部分标识			
Cu/Ni8s		Cu/Ni8s/Crr Cu/Ni8s/Crb	
Cu/Ni8b		Cu/Ni8b/Crr Cu/Ni8b/Crb	
服役条件 2 的部分标识			
Cu/Ni15p		Cu/Ni12p/Crr Cu/Ni10p/Crmc Cu/Ni10p/Crmp Cu/Ni10p/Crb	
Cu/Ni15s		Cu/Ni12s/Crr Cu/Ni10s/Crmc Cu/Ni10s/Crmp Cu/Ni10s/Crb	
Cu/Ni15b		Cu/Ni12b/Crr Cu/Ni10b/Crmc Cu/Ni10b/Crmp Cu/Ni10b/Crb	
服役条件 3 的部分标识			
Cu/Ni25p		Cu/Ni20p/Crr Cu/Ni15p/Crmc Cu/Ni15p/Crmp Cu/Ni15p/Crb	

表 3　铜及铜合金上的电镀层（续）

Ni	Cu + Ni	Ni + Cr	Cu + Ni + Cr
服役条件 3 的部分标识			
Cu/Ni25s		Cu/Ni20s/Crr Cu/Ni15s/Crmc Cu/Ni15s/Crmp Cu/Ni15s/Crb	
Cu/Ni25b		Cu/Ni20b/Crr Cu/Ni15b/Crmc Cu//Ni15b/Crmp Cu/Ni15b/Crb	
Cu/Ni20d		Cu/Ni15d/Crr Cu/Ni12d/Crmc Cu/Ni12d/Crmp Cu/Ni12d/Crb	
服役条件 4 的部分标识			
		Cu/Ni30p/Crr Cu/Ni25p/Crmc Cu/Ni25p/Crmp Cu/Ni25p/Crb	
		Cu/Ni30s/Crr Cu/Ni25s/Crmc Cu/Ni25s/Crmp Cu/Ni25s/Crb	
		Cu/Ni30b/Crr Cu/Ni25b/Crmc Cu/Ni25b/Crmp Cu/Ni25b/Crb	
		Cu/Ni25d/Crr Cu/Ni20d/Crmc Cu/Ni20d/Crmp Cu/Ni20d/Crb	
服役条件 5 的部分标识			
		Cu/Ni45d/Crmc Cu/Ni45d/Crmp	

表 4　铝及铝合金上的电镀层

Ni	Cu+Ni	Ni + Cr	Cu + Ni + Cr
服役条件 1 的部分标识			
Al/Ni10b		Al/Ni10b/Crr	

表 4　铝及铝合金上的电镀层（续）

Ni	Cu+Ni	Ni + Cr	Cu + Ni + Cr
服役条件 2 的部分标识			
Al/Ni25p		Al/Ni25p/Crr Al/Ni20p/Crmc Al/Ni20p/Crmp	
Al/Ni25s		Al/Ni25s/Crr Al/Ni20s/Crmc Al/Ni20s/Crmp	
Al/Ni25b		Al/Ni25bCrr Al/Ni20b/Crmc Al/Ni20b/Crmp	
Al/Ni20d		Al/Ni20d/Crr Al/Ni15d/Crmc Al/Ni15d/Crmp	
服役条件 3 的部分标识			
Al/Ni35p		Al/Ni35p/Crr Al/Ni30p/Crmc Al/Ni30p/Crmp	
Al/Ni35s			
Al/Ni35b		Al/Ni35b/Crr Al/Ni30b/Crmc Al/Ni30b/Crmp	
Al/Ni30d		Al/Ni30d/Crr Al/Ni25d/Crmc Al/Ni25d/Crmp	
服役条件 4 的部分标识			
		Al/Ni45d/Crr	
		Al/Ni35d/Crmc	
		Al/Ni35d/Crmp	
服役条件 5 的部分标识			
		Al/Ni50d/Crmc	
		Al/Ni50d/Crmp	

5.4 铜底层的类型

符号“a”表示从酸性溶液中沉积出的延展性、整平性铜底层[见 4.2 c)]。

钢铁表面电镀延展性酸铜前，通常先在氰化铜溶液中电镀，获得 5 μm～10 μm 的初始铜底层，以防止发生置换沉积和结合力差的沉积。这种初始铜底层(闪铜)不能被表 1 中规定的任何延展性酸铜取代。

锌合金应先镀铜以确保后续镍镀层的结合强度。铜底层通常在氰化铜溶液或无氰碱性铜溶液中电沉积。铜底层的最小厚度是 8 μm～10 μm。对于复杂形状的工件，铜底层最小厚度可能需要增加到 15 μm，以确保除主要表面外的低电流密度区域覆盖镀层。当规定铜底层厚度大于 10 μm 时，通常由氰化物沉积初始铜底层，再从酸性镀液中电沉积延展性、整平性铜底层。

对于铝及铝合金，镀覆表 4 中指定的镍镀层之前，恰当地进行浸锌或浸锡，电沉积铜或其他底层，作为电镀准备的一部分，以确保结合强度(见 GB/T 34626.2)。

5.5 镍镀层的类型

镍镀层的类型应由下列符号表示：

——b 表示装饰性的含硫光亮、半光亮或层状结构的缎面镍；

——i 表示无机械抛光的含高硫的光亮、半光亮或层状结构的暗镍；

——p 表示机械抛光的暗镍或半光亮镍；

——s 表示无机械抛光的不含硫的柱状结构的暗镍、半光亮镍；

——d 表示双层或三层镍，有关要求见表 5。

镀层含硫或不含硫，光亮镍、半光亮镍或暗镍，机械抛光或不进行机械抛光，均应由需方指定[见 4.1 d)]。

规定硫含量是为了说明所用镀镍溶液的类型。没有简单的测量镍镀层硫含量的方法。但是，按附录 A 中规定的方法，可以对专门制备的试样进行硫含量的准确测量。按 GB/T 6462 对工件进行抛光和浸蚀后用显微镜观察，或采用 STEP 试验的方法，可以识别多层镍的种类和确定镍镀层之间的厚度比。附录 B 给出了延伸率(或延展性)的测量方法。

表 5 双层或三层镍镀层要求

层次(镍镀层类型)	延伸率/%	电位差/mV		硫含量/% (质量分数)	厚度/% (占总镍层厚度的百分比)	
		双层	三层		双层	三层
底层(s)	＞8	80～150	≥120	＜0.005	30～60	≥50
中间层(i)	—			＞0.15	—	10
面层(b)	—		≥25	＞0.04，＜0.15	40～70	≤40

5.6 铬镀层的类型和厚度

铬层的类型和厚度应由下列符号跟在化学符号 Cr 后表示：

——b 表示黑铬，厚度范围为 0.5 μm～2.0 μm；

——r 表示普通铬(即常规铬)，最小厚度为 0.3 μm；

——mc 表示微裂纹铬。当采用附录 C 中规定的方法测定裂纹密度时，镀件任意方向上每厘米长度应有 200 条以上的裂纹，在整个主要表面上构成一个紧密的网状结构，最小局部厚度为

0.5 μm。某些工序为达到所必需的裂纹样式，要求较厚（不小于 0.8 μm）的铬镀层。在这种情况下，最小局部厚度应按如下方式标注在镀层标识中：Crmc(0.8)；

——mp 表示微孔铬。当采用附录 C 中规定的方法测定时，在镀件的每平方厘米面积内至少应有 10 000 个微孔，厚度为 0.3 μm。用裸眼或矫正视力观察，微孔应不可见。

在含惰性的非导电颗粒的特别薄的镍层上沉积铬层，可得到微孔铬镀层。在 b、s 或 d 型镍层上可以镀出这种薄镍镀层（见 5.5）。这种特殊镍层的厚度不计入所需镍镀层的总厚度。

对于 mp 或 mc 铬镀层，在使用一段时间后可能会失去光泽，这在某些应用中是不可接受的。对于表 1～表 4 中规定的微孔或微裂纹铬镀层，可以通过增加到 0.5 μm 厚度的铬镀层来减缓失光趋势。

6 要求

6.1 外观

镀件主要表面上不应有明显的镀层缺陷，例如鼓泡、孔隙、粗糙、裂纹、局部漏镀、花斑和变色。在非主要表面上可能产生的镀层缺陷程度应由需方规定[见 4.1 h)]。若主要表面上有不可避免的挂具痕迹，痕迹的位置应由需方规定[见 4.1 i)]。工件外观应均匀，颜色与协商规定的一致，应符合供比对用样品的外观[见 4.1 c)]。

6.2 镀层厚度

标识中规定的镀层厚度应为最小局部厚度。电镀层最小局部厚度应在能被直径为 20 mm 的球接触到的主要表面上任意一点进行测量，否则应由需方规定[见 4.1 g)和 4.2 b)]。

镀层厚度测量应按附录 D 描述的方法进行测量。

6.3 双层和三层镍镀层

双层和三层镍镀层的要求见表 5。

6.4 结合强度

镀层与基体以及各组合镀层之间应结合良好，应能通过 GB/T 5270 中规定的锉刀试验或热震试验[见 4.1 g)]。镀层不应从基体上剥落，镀层之间不应有任何分离。

电镀方有责任确定电镀前表面处理方法，使之满足本条款的要求。

6.5 耐蚀性[铜加速乙酸盐雾(CASS)，腐蚀膏(CORR)和乙酸盐雾(AASS)试验]

已镀工件应按表 6 给出的腐蚀试验方法、服役条件号对应的试验持续时间进行试验。用于某些目的的特殊试验应由需方规定[见 4.1 f)]。GB/T 6465 和 GB/T 10125 规定的加速腐蚀试验，提供一种控制镀层的连续性和质量的方法，不是测量金属的实际腐蚀情况。腐蚀试验的持续时间和结果与镀件使用寿命之间的相关性很小，因此，所获得的结果不能被视为镀件在所有使用环境下的耐蚀性的直接指南。镀件经过适当的腐蚀试验之后，应按 GB/T 6461 的规定进行检查和评级。腐蚀试验后最低评级应为 9 级。

表 6　相应服役条件下的腐蚀试验

基体金属	服役条件号	腐蚀试验的持续时间 /h		
		CASS 试验 (GB/T 10125)	CORR 试验 (GB/T 6465)	AASS 试验 (GB/T 10125)
钢、铜或铜合金、锌或锌合金、铝或铝合金	1	不需要试验	不需要试验	8
	2	8	8	48
	3	16	16	96
	4	24	2×16	144
	5	64	不需要试验	不需要试验

6.6　STEP 试验要求

需方有规定时，应通过 STEP 试验（厚度和电位同时测量）测量多层镍镀层之间的电化学电位差[见 4.2 a)]。测试方法见附录 E。

6.7　延展性

按照附录 B 规定的方法测量多层镍镀层中半光亮镍层以及铜底层的延伸率或延展性，结果应符合表 5 的要求。

6.8　镀前消除应力的热处理

最大抗拉强度大于或等于 1 000 MPa(31HRC)的钢铁件，以及在机械加工、磨削、矫直或冷加工时会产生拉应力的工件，清洗和电镀前应进行消除应力的热处理。除非需方另有规定，消除应力热处理的工序和等级应按 GB/T 19349 的规定进行[见 4.1 j)]。

电镀前应清除钢件的氧化皮或锈迹。对于高强度钢，适合用碱性化学清洗、碱性阳极电解清洗以及机械清洗，以避免清洗过程产生氢脆危害。

6.9　消除氢脆的热处理

除非需方另有规定[见 4.1j)]，最大抗拉强度大于或等于 1 000 MPa(31HRC)和表面硬化处理过的钢件，应按照 GB/T 19350 规定的工序和等级进行消除氢脆的热处理。

除非需方另有规定，应按 GB/T 26107 测量螺纹件的残余脆性，按 ISO 15724 测量钢中相对扩散氢的浓度，以评价消除氢脆热处理的效果。

弹簧或其他易弯曲的电镀件在消除氢脆热处理前不应弯曲。

本文件规定的镀层极少用于抗拉强度大于 1 000 MPa 的钢件，也极少进行热处理。如果此类镀层应用于氢脆敏感的钢件，并需要进行镀后热处理，需方应注意到，热处理可使含硫镍镀层变色和变脆。

7　抽样

应从 GB/T 12609 规定的程序中选择抽样方法，验收水平应由需方规定。

附 录 A
（规范性）
镍镀层硫含量的测定

A.1 燃烧——碘酸盐滴定法

需要时，应采用在感应炉的氧气流中燃烧镍试样来测定镍镀层硫含量。产生的二氧化硫被碘酸钾/淀粉溶液吸收，然后用碘酸钾溶液滴定。碘酸钾溶液用已知硫含量的钢标样进行新标定，以消除二氧化硫回收时随时间变化的影响。应进行空白试验，消除坩埚和加速剂的影响。

本方法适用于硫含量（质量分数）在0.005%～0.5%之间的镍镀层。

注：一些商业仪器采用红外和热导探测法测量燃烧产生的二氧化硫含量，通过连接计算机设备可以直接读出硫含量。

A.2 硫化物生成和碘酸盐滴定法

另一种方法是，用含六氯铂酸作促进剂的盐酸溶液处理镍镀层。镍层中的硫转化成硫化氢，逸出的硫化氢与氨基硫酸锌反应，生成的硫化锌用碘酸钾溶液滴定。以碘酸钾为基础计算硫含量。

附 录 B
（规范性）
延展性试验

B.1 概述

本附录规定了试样上镍镀层延伸率的测定方法，以及对镀层延展性的评判。

本试验用于验证表 5 要求的镍镀层的类型，也可以用于评估铜底层和其他镀层的延展性。

B.2 原理

沿规定直径的圆轴上弯曲已镀镍层的试样，使镀层的延伸率不低于 8%，目视检测镀层是否开裂。

B.3 装置

B.3.1 圆轴

直径为 11.5 mm±0.1 mm。

B.4 试片的准备

按下述方法，准备一个长 150 mm、宽 100 mm、厚 1.0 mm±0.1 mm 的电镀试片。

抛光一块与已镀工件类似的基体金属片，如果基体是锌合金可以用软黄铜片代替。采用的金属片要足够大，以保证切下的测试试样周边距边缘至少约有 25 mm。

在金属片的抛光面上电镀镍，厚度为 25 μm，所用的镀液和电镀工艺应与电镀件相同。

用切割机或平剪从电镀金属片上切割下试片。至少应将有镀层一面的试片长边边缘仔细锉圆或磨圆。

B.5 步骤

稳定施加压力，使电镀面承受张力，将试片沿圆轴表面弯曲 180°，至试片的两端互相平行。在弯曲过程中，应保证试片和园轴之间保持接触。目视检测弯曲试片的凸面是否有裂纹。

B.6 结果表示

试验后试片凸面完全没有裂纹，则认为镀层符合延伸率 8%的最低要求。

附 录 C
（资料性）
铬镀层的裂纹和孔隙密度的测量

C.1 概述

微裂纹可以通过显微镜直接测量而无需预处理。但是，在有争议情况下，推荐使用电沉积铜法（见 C.3）来显示裂纹，而且电沉积铜法也是显示微孔的必要方法。

微裂纹或微孔镀层具有一定数量的裂纹或孔隙，以保证特定的耐蚀性。

C.2 无需预处理的裂纹显微镜测量

在适当放大倍数的光学显微镜下，用反射光检查表面裂纹。使用测微目镜或类似装置测出用以计数裂纹的距离。在至少可以数出 40 条裂缝的长度上进行测量。

C.3 裂纹和孔隙的电沉积铜法（硫酸铜试验）

C.3.1 原理

在低电流或低电压下从硫酸盐溶液中沉积铜，这种铜只沉积于铬层中不连续暴露的镍底层上。为了计数不连续的裂纹和孔隙，应使用显微镜观察。

这两种测试最好在电沉积完成后立即进行。如有任何延迟，在测试前彻底清洗测试样品，同时避免任何电解处理。

C.3.2 试验方法

C.3.2.1 恒流试验（Dubpernell）

本试验中，单个裂纹或孔隙的电流密度随试样表面裂纹或孔隙的总数而变化。

本试验可以作为一种快速直观地评价裂纹或孔隙均匀性的方法，也可以用来计算裂纹或孔隙的数量。后者需要使用显微镜。

用不导电材料遮蔽未镀铬表面和所有与电极接触的导线，以试样为阴极，浸入以下溶液：

五水硫酸铜（$CuSO_4 \cdot 5H_2O$）：200 g/L

硫酸（H_2SO_4，1.84 g/L）：20 g/L

电流密度（阴极）：3 A/dm^2

温度：20 ℃±5 ℃

时间：1 min

在冷水和热水中清洗后，于空气中干燥（见 GB/T 34626.2）。

测试样品和阳极浸入槽液前应与电源连接。

如有延迟，按 GB/T 34626.2 或使用下列方法之一进行处理：

对于短时间延迟，试样需在低于 65 ℃的热碱性溶液中脱脂，在体积分数为 5%～10%的硫酸（H_2SO_4，1.84g/mL）中清洗，并进行适当的漂洗（见 GB/T 34626.2），浸入上述溶液前无需干燥。

如果镀铬数天后进行试验，试样镀铜前应先浸入约 65 ℃的 10 g/L～20 g/L 的硝酸（HNO_3，1.42 g/mL）溶液中浸泡 4 min，这样做有助于显露出裂纹和孔隙。

使用带有标尺的金相显微镜，或采用试样代表性区域的显微照片，在至少能数出 40 条裂纹或 200 个孔隙的长度或面积范围内进行测量。

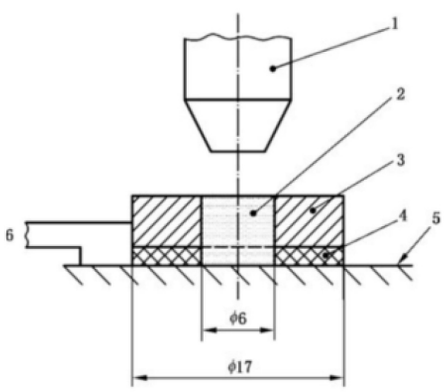
C.3.2.2 恒压试验（Fuhrmann）

本试验中，所有裂纹或孔隙的电流密度都是相同的，与试样上的裂纹或孔隙总数无关。恒压试验计数孔隙，结果更精确，并具有可重复性。

C.3.2.2.1 装置

如图 C.1 所示，该装置由直径为 17 mm 的铜阳极片组成，厚度为 4 mm，空腔直径为 6 mm。

单位为毫米



标引序号说明：

1——显微镜；

2——硫酸铜电解液；

3——圆盘铜阳极；

4——惰性绝缘圆盘；

5——试样；

6——恒电位电源。

图 C.1 恒压测量装置示意图

C.3.2.2.2 步骤

以试样为阴极，浸入以下溶液：

五水硫酸铜（$CuSO_4 \cdot 5H_2O$）：33.00 g/L

硫酸（H_2SO_4，1.84 g/L）：16.00 g/L

氯化钾（KCl）：2.25 g/L

电压：0.4 V（恒压）

温度：20 ℃±5 ℃

时间：0.5 min～1.0 min

用铜电解液注满电解槽，将设备置于显微镜下，接通电源。在浸湿的测试表面上填充两次电解液，得到一个平坦或略凸起的电解液表面。

在 50 倍～200 倍放大倍数下，通过对已知区域内沉积的铜点进行计数来计算孔隙密度。结果以每平方厘米的孔隙数表示。

+86 400-860-0988
https://www.terminalblock.net

附 录 D
（规范性）
厚度测量方法

D.1 概述

按照 GB/T 6463，评述了金属及其他无机覆盖层的厚度测量方法。以下方法已经被广泛使用。

D.2 破坏性测量

D.2.1 显微镜法

按照 GB/T 6462 规定的方法测量厚度。如有必要，可用规定的硝酸/冰醋酸刻蚀剂刻蚀铜＋镍镀层，硝酸/冰醋酸刻蚀液由一体积硝酸（密度为 1.40 g/mL）加入到 5 体积冰醋酸中配制而成。

注：用这种刻蚀液能区分双层和三层镀层中不同层的厚度，从而进行测量。

D.2.2 库仑法

如果组合镀层已知，可采用 GB/T 4955 规定的库仑法在能被直径为 20 mm 的球接触到的主要表面上任一点，测量铬镀层厚度、镍镀层总厚度、铜及铜合金镀层厚度。

如有争议，应采用库仑法测量厚度小于 10 μm 的铬镀层和镍镀层。应采用显微镜法测量厚度大于 10 μm 的多层镍和底镀层。

D.2.3 扫描电镜法

按照 GB/T 31563 规定的扫描电镜法可以用于测量组合镀层中各层的厚度。

D.2.4 STEP 法

双层和三层镍镀层中各层厚度可以用 STEP 法测定（见附录 E 和参考文献）。

D.3 非破坏性测量

D.3.1 磁性法（仅用于镍镀层）

按照 GB/T 13744 规定的方法测量。

注：本方法对镀层磁透能力较为敏感。

D.3.2 β 背散射法（仅用于无铜底镀层）

按照 GB/T 20018 规定的方法测量。

本方法用于测量镀层的总厚度，如果有铜底层，则包括铜底层的厚度。然而，结合使用 GB/T 4955 规定的镍镀层和铬镀层厚度的测量方法，或 GB/T 13744 规定的镍镀层厚度的测量方法，可以将铜底层的厚度和外镀层的厚度区分开来。

D.3.3 X 射线光谱法

按照 GB/T 16921 规定的方法测量。

附 录 E
（资料性）
STEP 试验方法

E.1 概述

当需方有规定[见 4.2 a)]时，可从参考文献[9]和参考文献[17]给出的两种方法中选其一进行 STEP 试验(厚度和电位同时测量)。

E.2 试验方法

E.2.1 多层镍的电位差

在三层镍镀层中，高活性镍层与光亮镍层的 STEP 电位差在 15 mV～35 mV 范围内，且高活性镍镀层(阳极性)比光亮镍镀层更活泼。

铬镀层下的薄镍层(例如用来产生微孔或微裂纹)与光亮镍层的 STEP 电位差在 0 mV～30 mV 之间，且光亮镍层(阳极性)始终比铬镀层下的薄镍层更活泼。

普遍认为，电位差没有固定值，但对于所需的电位差范围具有一定的共识。例如，半光亮镍层和光亮镍层的 STEP 电位差在 15 mV～200 mV 之间，半光亮镍层(阴极性)总是比光亮镍层更稳定。

STEP 试验是对 GB/T 4955 中的通过阳极溶解来测试厚度的库仑法的改进，其本质区别在于在电解池中加入标准参比电极。在氯化镍($NiCl_2 \cdot 6H_2O$，300 g/L)、氯化钠(NaCl，50 g/L)和硼酸(H_3BO_3，25 g/L)的标准溶液中，在 pH 3.0 和室温条件下，将多层镍在恒电流下阳极溶解，电位的变化被记录为时间的函数。然后分析测量结果的电位与时间关系图，以确定各层之间的电位差、每层的厚度和总镀层厚度(见参考文献[10])。

E.2.2 单层电位的测定

本试验也是对 GB/T 4955 中通过阳极溶解来测量厚度的库仑法的改进，其本质区别在于在电解池中加入标准参比电极，并测量多层镍镀层中各镍层之间的电位差。根据该方法，双层镍的 STEP 电位差在 80 mV～150 mV 之间，半光亮镍层比光亮镍层更稳定。光亮镍层不如微孔铬镀层下的镍镀层稳定，两者的电位差在 20 mV～60 mV 之间。

在 E.2.1 中所述的类似溶液中，即氯化镍($NiCl_2 \cdot 6H_2O$，300 g/L)、氯化钠(NaCl，50 g/L)和硼酸(H_3BO_3，25 g/L)，在 pH 3.0 和室温条件下，将镀层阳极溶解，记录各镀层溶解时的电位变化，分析电位变化曲线。对于大多数商用仪器，镀层厚度是根据溶解时间自动计算出来的，电位差是根据镀层厚度(μm)的函数计算得出的(见参考文献[18])。

参 考 文 献

[1] GB/T 2828(所有部分) 计数抽样检验程序[ISO 2859(所有部分)]

[2] GB/T 11379 金属覆盖层 工程用铬电镀层(GB/T 11379—2008,ISO 6158:2004,IDT)

[3] GB/T 12332 金属覆盖层 工程用镍电镀层(GB/T 12332—2008,ISO 4526:2004,IDT)

[4] GB/T 12600 金属覆盖层 塑料上镍+铬电镀层(GB/T 12600—2005,ISO 4525:2003,IDT)

[5] GB/T 34626.1 金属及其他无机覆盖层 金属表面的清洗和准备 第1部分:钢铁及其合金(GB/T 34626.1—2017, ISO 27831—1:2008, MOD)

[6] ISO 27830,Metallic and other inorganic coatings—Guidelines for specifying metallic and inorganic coatings

[7] ASTM B117,Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog)Apparatus

[8] ASTM B368, Standard Method for Copper—Accelerated Acetic Acid-Salt Spray (Fog) Testing (CASS Test)

[9] ASTM B764,Standard Test Method for Simultaneous Thickness and Electrochemical Potential Determination of Individual Layers in Multilayer Nickel Deposit(STEP Test),Annual Book of ASTM Standards,ASTM International,West Conshohocken,PA

[10] ASTM E527, Standard Practice for Numbering Metals and Alloys in the Unified Numbering System(UNS)

[11] RAY,G.P. Thickness testing of electroplated and related coatings,2nd Ed.,1993,Electrochemical Publications Ltd,lsle of Man,British lsles,ISBN 0 901150 27 4

[12] HARBULAK,E.H. Simultaneous Thickness and Electrochemical Potential Determination of Individual Layers in Multilayer Nickel Coatings,Plating & Surface Finishing,67,p.49,1980

[13] DIBARI,G.A. Con.Proc.SUR/FIN 1998—Minneapolis,Ed.version,Plating & Surface Finishing.12 Oct.1998

[14] DIBARI,G.A. and CARLIN,F.X.Decorative Nickel Chromium Electrodeposits on Steel—15Years of Corrosion Performance Data,Plating & Surface Finishing,72 (5),p.1,1985

[15] DIBARI,G.A.Marine Corrosion Performance of EN Coatings on Steel—Report on ASTM Corrosion Program 14,Proc.of EN 91,Gardner Publications, Inc.,Cincinnati,OH,p.2-1,1991

[16] FUHRMANN, A. and MÖBIUS, A. Porentest—Verbesserte Methode zur Porenzahlbestimmung bei-mikroporig verchromten Bauteilen,Metalloberfl äche 56,9, pp.68—71,2002

[17] DIN 50022,Metallische und andere anorganische Überzüge—Schichtpotentialmessung von-galvanischen Mehrfach—Nickelschichtsystemen (STEP—Test)

GB/T 9797—2022

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
金属及其他无机覆盖层
镍、镍＋铬、铜＋镍和铜＋镍＋铬电镀层
GB/T 9797—2022
*
中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)
网址：www.spc.org.cn
服务热线：400-168-0010
2022 年 10 月第一版
*
书号：155066·1-70553

版权专有 侵权必究

GB/T 9797-2022

码上扫一扫 正版服务到