

中华人民共和国国家标准

GB/T 5267.1—2023
代替GB/T 5267.1—2002

紧固件 电镀层

Fasteners—Electroplate coating

(ISO 4042:2022, Fasteners—Electroplate coating systems, MOD)

2023-05-23发布

2023-12-01 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 | III |
| 引言 | V |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 2 |
| 4 镀层的一般特性 | 2 |
| 5 耐腐蚀和试验 | 8 |
| 6 尺寸要求和测试 | 10 |
| 7 机械、物理性能和试验 | 13 |
| 8 试验的适用性 | 14 |
| 9 标记制度 | 14 |
| 10 订货要求 | 18 |
| 11 储存条件 | 18 |
| 附录 A(资料性) 电镀紧固件的设计和安装 | 19 |
| 附录 B(资料性) 氢脆 | 25 |
| 附录 C(资料性) 铬酸盐转化膜锌镀层的耐腐蚀性 | 28 |
| 附录 D(资料性) 普通螺纹镀层厚度和螺纹间隙 | 29 |
| 附录 E(资料性) 按 GB/T 10125 进行镀层体系中性盐雾试验箱的耐腐蚀性评估 | 35 |
| 附录 F(资料性) GB/T 5267.1—2002 曾用的紧固件电镀体系标记代号 | 43 |
| 参考文献 | 46 |

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。

本文件是GB/T 5267的第1部分。GB/T 5267已经发布了以下部分：

- GB/T 5276.1 紧固件 电镀层；
- GB/T 5276.2 紧固件非电解锌片涂层；
- GB/T 5276.3 紧固件热浸镀锌层；
- GB/T 5276.4 紧固件表面处理耐腐蚀不锈钢钝化处理。

本文件代替GB/T 5267.1—2002《紧固件 电镀层》，与GB/T 5267.1—2002 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了适用范围，适用于所有紧固件，包括自攻螺钉、自挤螺钉、垫圈、铆钉和卡箍等，适用于具有或不具有附加层的电镀层(转化膜、封闭层、表面涂层、润滑剂)(见第1章，2002年版的第1章)；
- b) 增加了一项声明，即GB/T 5267.1对电镀紧固件的要求优先于其他涉及电镀的一般国家标准(见第1章)；
- c) 删除了所有提及ISO2081(GB/T 9799)的内容；
- d) 增加了最低耐腐蚀性要求(白色腐蚀和红锈)(见第5章)；
- e) 增加了关于氢脆和预防措施的最新知识(见4.4、附录B)；
- f) 增加了GB/T 3099.3界定的定义(见第3章)；
- g) 增加了中性盐雾试验(NSS)(见5.2)和二氧化硫试验(Kesternich)(见5.3)；
- h) 增加了可测量性和装配性要求(见6.2)；
- i) 增加了测定厚度试验方法，对测定厚度的区域进行了更明确的规定(见6.4)；
- j) 删除了批平均厚度的要求(见2002年版的第9章、附录D)；
- k) 增加了镀层体系的标记制度(见第9章)；
- l) 增加了机械和物理性能要求及相关试验方法(见第7章)；
- m) 增加了电镀紧固件设计和安装信息(见附录A)；
- n) 增加了普通螺纹镀层厚度和螺纹间隙信息(见附录D)；
- o) 增加了关于中性盐雾试验箱的耐腐蚀性评估信息(见附录E)。

本文件修改采用ISO4042:2022《紧固件 电镀层体系》。

本文件与ISO 4042:2022的技术性差异及其原因如下：

- 用规范性引用的GB/T 3099.3替换了ISO 1891-2(见第3章)，以适应我国的技术条件；
- 用规范性引用的GB/T 9797替换了ISO 1456(见表1、7.1、表F.2)，以适应我国的技术条件；
- 用规范性引用的GB/T 12599替换了ISO 2093(见表1、7.1)，以适应我国的技术条件；
- 用规范性引用的GB/T 13346替换了ISO 2082(见表1、7.1)，以适应我国的技术条件；
- 用规范性引用的GB/T 3098.17替换了ISO 15330(见4.4.6、B.6)，以适应我国的技术条件；
- 用规范性引用的GB/T 10125替换了ISO 9227(见5.2、表8、A.1.4.1、附录C、附录E)，以适应我国的技术条件；
- 用规范性引用的GB/T 3934替换了ISO 1502(见6.2.2)，以适应我国的技术条件；
- 用规范性引用的GB/T 16921替换了ISO 3497(见6.4)，以适应我国的技术条件；

GB/T 5267.1—2023

- 用规范性引用的GB/T 4955 替换了ISO 2177(见6.4),以适应我国的技术条件;
- 用规范性引用的GB/T 6462 替换了ISO1463 (见6.4),以适应我国的技术条件;
- 用规范性引用的GB/T 4956 替换了ISO 2178(见6.4),以适应我国的技术条件;
- 用规范性引用的GB/T 31554 替换了ISO 21968(见6.4),以适应我国的技术条件;
- 用规范性引用的GB/T 16823.3 替换了ISO 16047(见7.4、表12、第10章、A.2.1),以适应我国的技术条件;
- 用规范性引用的GB/T 9791 替换了ISO 3613(见7.5),以适应我国的技术条件;
- 用规范性引用的GB/T 1237 替换了ISO8991 (见9.2),以适应我国的技术条件;
- 用规范性引用的GB/T 39310 替换了ISO 16228(见第10章),以适应我国的技术条件。

本文件做了下列编辑性改动:

- 将标准名称改为《紧固件 电镀层》;
- 将资料性引用的国际文件替换为我国文件;
- 更改了参考文献。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国紧固件标准化技术委员会(SAC/TC 85)归口。

本文件起草单位:中机生产力促进中心有限公司、晋亿实业股份有限公司、上海集优标五高强度紧固件有限公司、舟山市7412工厂、舟山市正源标准件有限公司、河南航天精工制造有限公司、宁波宁力高强度紧固件有限公司、机械工业通用零部件产品质量监督检测中心、湖南申亿精密零部件股份有限公司、苏州热工研究院有限公司、浙江裕泰汽车配件有限公司、宇星紧固件(嘉兴)股份有限公司、济南实达紧固件有限公司、衢州天力紧固件有限公司。

本文件由全国紧固件标准化技术委员会负责解释。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为:

- 1985年首次发布为GB/T 5267—1985,2002年第一次修订为GB/T 5267.1—2002;
- 本次为第二次修订。

引 言

紧固件表面处理是紧固件生产中重要的环节，根据涂镀层功能可实现紧固件耐腐蚀性、装饰性和功能性要求。螺纹紧固件在选择表面处理时，不仅要实现各种功能作用，同时还要满足螺纹旋合性要求。GB/T 5267旨在规范针对紧固件产品的电镀层、非电解锌片涂层、热浸镀锌层、不锈钢钝化和热扩散渗锌层等不同表面处理的技术要求，为涂料供应商、涂镀层加工方、紧固件制造者、分销商和最终用户组织生产、销售和产品质量验收检查提供标准依据，拟由5个部分组成：

- GB/T 5267.1 紧固件 电镀层(ISO 4042);
- GB/T 5267.2 紧固件非电解锌片涂层(ISO 10683);
- GB/T 5267.3 紧固件 热浸镀锌层(ISO 10684);
- GB/T 5267.4 紧固件表面处理 耐腐蚀不锈钢钝化处理(ISO16048);
- GB/T 5267.5 紧固件热扩散渗锌层技术规范。

GB/T 5267转化了4项独立的紧固件表面处理国际标准，在此基础上，拟自主研发热扩散渗锌表面处理标准。将不同表面处理标准纳入GB/T 5267系列之中，方便使用。

考虑到与无六价铬钝化、封闭层和表面涂层应用、功能特性要求以及将氢脆风险降至最低的研究工作成果相关的新发展，ISO/TC 2对 ISO 4042:1999进行了全面修订，并于2018年发布。我国未对 ISO 4042:2018进行采标，直接采用了ISO 4042:2022。

电镀的通用标准ISO2081:2018(GB/T 9799—2011,ISO 2081;2008,IDT)和 ISO 19598:2016未能覆盖电镀紧固件的所有要求，特别是关于氢脆和烘焙的内容。因此，在本文件修订过程中，未对这两项标准进行引用，以避免矛盾。

对于电镀螺母、平垫圈和表面硬化的螺钉，减少氢脆风险的措施，特别是与烘焙有关的措施已被修订，以便与 GB/T 3098.2 和 GB/T 3098.5 的修订相一致，并反映最新的研究成果。对于符合 GB/T 3098.26的电镀平垫圈，人们普遍认为，在使用过程中由于有意和无意地弯曲而产生的拉应力可能会增加氢脆的风险。目前正在研究一种适当的测试方法来模拟这种情况。

紧固件 电镀层

1 范围

本文件规定了钢制紧固件的电镀层和镀层体系技术要求，尺寸特性要求也适用于铜或铜合金制紧固件。

本文件规定了内部氢脆要求(见4.4)，给出减少氢脆风险建议(见附录B)。

本文件适用于镀锌和镀锌合金(锌、锌-镍、锌-铁)和镀镉的紧固件，主要用于防腐蚀及其他功能特性：

- 有或没有转化膜；
- 有或没有封闭层；
- 有或没有表面涂层；
- 有或没有润滑(自润滑和/或附加润滑)。

本文件中仅普通螺纹紧固件的尺寸要求适用于其他电镀层和镀层体系(锡、锡-锌、铜-锡、铜-银、铜-银、铜-锌、镍、镍-铬、铜-镍、铜-镍-铬)。

本文件对电镀紧固件的要求优先于其他有关电镀的文件。

本文件适用于普通螺纹螺栓、螺钉、螺柱和螺母，非普通螺纹紧固件和非螺纹紧固件，如垫圈、销、卡箍和铆钉。

注：电镀也适用于不锈钢紧固件，目的是润滑，以避免螺纹咬合。

带镀层紧固件的设计和装配信息见附录A。

本文件未规定紧固件可焊性或涂覆性能。

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 1237 紧固件标记方法(GB/T 1237—2000,ISO 8991:eqv 1986)

GB/T 3098.17 紧固件机械性能 检查氢脆用预载荷试验 平行支承面法(GB/T 3098.17—2000,ISO15330:1999,IDT)

GB/T 3099.3 紧固件术语 表面处理(GB/T 3099.3—2017,ISO 1891-2:2014,MOD)

GB/T 3934 普通螺纹量规 技术条件(GB/T 3934—2003,ISO1502:1996,MOD)

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 4956 磁性基体上非磁性覆盖层 覆盖层厚度测量 磁性法(GB/T 4956—2003,ISO2178:1982,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 9791 锌、镉、铝-锌合金和锌-铝合金的铬酸盐转化膜 试验方法(GB/T 9791—2003, ISO3613:2000,MOD)

GB/T 5267.1—2023

GB/T 9797 金属及其他无机覆盖层 镍、镍十铬、铜十镍和铜十镍十铬电镀层(GB/T 9797—2022,ISO1456:2009,MOD)

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 12599 金属覆盖层 锡电镀层 技术规范和试验方法(GB/T 12599—2002,ISO 2093:1986,MOD)

GB/T 13346 金属及其他无机覆盖层 钢铁上经过处理的镉电镀层(GB/T 13346—2012,ISO2082:2008,IDT)

GB/T 16823.3 紧固件 扭矩-夹紧力试验(GB/T 16823.3—2010,ISO16047:2005,IDT)

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

GB/T 31554 金属和非金属基体上非磁性金属覆盖层 覆盖层厚度测量 相敏涡流法(GB/T 31554—2015,ISO21968:2005,IDT)

GB/T 39310 紧固件 检查文件类型(GB/T 39310—2020,ISO16228:2017,MOD)

ISO 4521 金属和其他无机物覆盖层 工程用电沉积银和银合金涂层 技术条件和试验方法(Metallic and other inorganic coatings—Electrodeposited silver and silver alloy coatings for engineering purposes—Specification and test methods)

ISO15726 金属和其他无机物覆盖层 含镍、钴或铁的电沉积锌合金(Metallic and other inorganic coatings—Electrodeposited zinc alloys with nickel,cobalt or iron)

ASME B18.6.3 机器螺钉、自攻螺钉和自钻自攻螺钉(英制系列)[Machine Screws,Tapping Screws,and Metallic Drive Screws(Inch Series)]

3 术语和定义

GB/T 3099.3界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

参比试样 reference panel

检查紧固件盐雾试验用试验箱腐蚀性水平的参考材料。

4 镀层的一般特性

4.1 镀层金属或合金及主要用途

钢制紧固件电镀体系主要用于防腐蚀和功能特性，如：扭矩-夹紧力关系。

其他功能特性或装饰性能规定见附录A。

常用紧固件电镀层及其主要用途见表1。其他信息，如标记或装饰性方面，在表1的其他相关标准中给出。

表 1 电镀层用途及相关标准

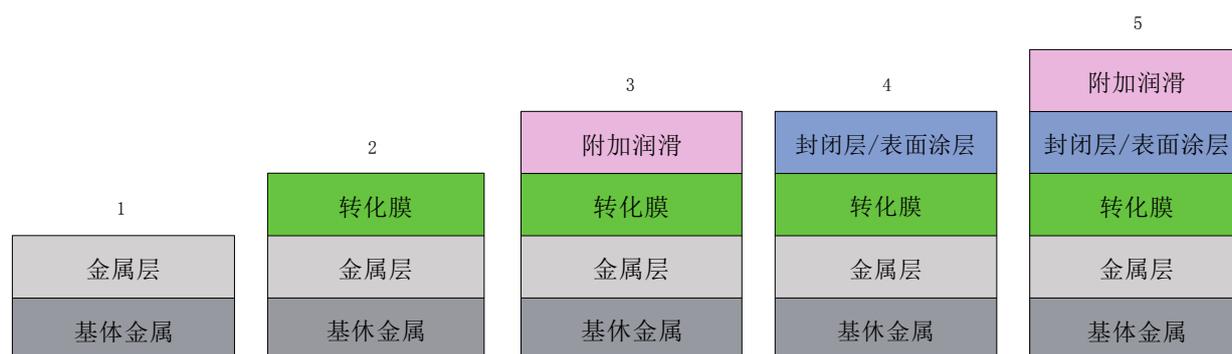
| 镀层金属 | | 种类 | 紧固件镀层 主要用途 | 标准 |
|------|-----|----|---------------|----------|
| 符号 | 元素 | | | |
| Zn | 锌 | 金属 | P/D/F | |
| ZnNi | 锌-镍 | 合金 | P/D/F | ISO15726 |

表 1 电镀层用途及相关标准(续)

| 镀层金属 | | 种类 | 紧固件镀层 主要用途 | 标准 |
|--------------------------------------|---------|----|---------------|------------|
| 符号 | 元素 | | | |
| ZnFe | 锌-铁 | 合金 | P/D/F | ISO15726 |
| Cd | 镉 | 金属 | P/F | GB/T 13346 |
| Ni | 镍 | 金属 | D | GB/T 9797 |
| Ni+Cr | 镍+铬 | 多层 | D | GB/T 9797 |
| Cu+Ni | 铜+镍 | 多层 | D | GB/T 9797 |
| Cu+Ni+Cr | 铜+镍+铬 | 多层 | D | GB/T 9797 |
| CuZn | 黄铜 | 合金 | D | — |
| CuSn | 铜-锡(青铜) | 合金 | F | |
| Cu | 铜 | 金属 | F/D | |
| Ag | 银 | 金属 | F/D | ISO4521 |
| CuAg | 铜-银 | 合金 | F | |
| Sn | 锡 | 金属 | F | GB/T 12599 |
| SnZn | 锡-锌 | 金属 | F/P | |
| P——防腐蚀 F——功能特性 D——装饰性(颜色、外观) | | | | |
| 镉在许多应用中被限制或禁止使用。保留的镉镀层主要用于军事和航空航天领域。 | | | | |

4.2 建立基本电镀层体系

图1给出了基本电镀层体系。



标引序号说明:

1——仅有金属层;

2——金属层+转化膜;

3——金属层+转化膜+附加润滑;

4——金属层+转化膜+封闭层/表面涂层;

5——金属层+转化膜+封闭层/表面涂层+附加润滑。

注: 金属层可为一层或多层。

图 1 基本电镀层体系(图解)

转化膜增加了锌、锌合金和镉镀层防腐蚀性。转化膜可以钝化(不含六价铬)或铬酸盐处理(含六价铬)。转化膜还能为附加层和/或附加的装饰性涂层提供更好的附着力。

附加封闭层/表面涂层(带或不带自润滑剂)可以增加耐腐蚀性和/或实现其他特定功能特性(如扭矩-夹紧力特性、耐化学腐蚀、机械阻力、外观、色泽、热稳定性、抗电阻性和耐紫外线辐射)。宜根据预期的附加特性选择封闭层或表面涂层。

附加润滑可调整或改变扭矩-夹紧力关系。

注：电镀也适用于不锈钢紧固件，目的是润滑，以避免螺纹咬合。

4.3 镀层体系和镀层工艺

在选择镀层体系和相应的镀层工艺(见附录A)时，宜考虑紧固件的类型和几何形状，也要考虑氢脆因素(见附录B)。

电镀过程应按认可的标准和/或供需协议的规范进行控制。4.5和B.4给出了内部氢脆补充工艺验证的建议。

4.4 内部氢脆

4.4.1 概述

紧固件同时具备以下三个条件时，才会产生内部氢脆(IHE) 的风险，见附录B:

- 高抗拉强度或高硬度，包括表面硬化；
- 拉应力，包括残余拉应力；
- 氢原子。

随着紧固件硬度提高，内部氢脆(IHE) 敏感性增加。表2中根据紧固件淬火并回火后不同硬度，规定了预防氢脆所采取的适当措施。

根据硬度范围，表2和4.4.2~4.4.4提供了与内部氢脆有关的措施的一般指南。

表2中的一般指南转化为4.4.5和4.4.6的规范性要求，适用于每一种规定类型的紧固件性能等级(见表3~表5)或芯部硬度(见表6和表7)。这些具体的规范性要求是基于硬度和每种类型的紧固件在设计 and 功能方面所承受的拉应力程度。

表 2 紧固件淬火和回火后不同硬度下预防内部氢脆(IHE) 措施

| ≤360 HV | >360 HV~390 HV | >390 HV |
|----------------------------------|------------------------------|--|
| A | B | C |
| 不需要内部氢脆补充工艺验证或产品试验 和 不需要烘焙 | 内部氢脆补充工艺验证和/或产品试验 或 烘焙 | 内部氢脆补充工艺验证和/或产品试验 和 烘焙 (应规定烘焙温度和烘焙时间) |
| | 由紧固件制造者选择 | |
| 见4.4.2 | 见4.4.3和B.6 | 见4.4.4和B.6 |
| 对于加工硬化造成的高硬度紧固件，见4.4.7和B.5。 | | |

4.4.2 硬度不大于360 HV 紧固件(≤ 360 HV)

对规定最高硬度为360HV 的淬火并回火紧固件进行电镀时(表2~表5中的A 项),不需要对内部氢脆(IHE) 进行补充工艺验证和对紧固件进行烘焙。

4.4.3 硬度360 HV 至390 HV 紧固件($390 \text{ HV} \geq B > 360$ HV)

对规定最高硬度大于360 HV 且小于或等于390 HV 的淬火并回火紧固件进行电镀时(表2~表5中的B 项),由制造商选择提供补充工艺验证和/或产品试验, 或对紧固件进行烘焙。

在该硬度范围内的紧固件, 电镀一般不会产生内部氢脆(IHE) 风险。如果产品试验失效, 不能假定烘焙零件会防止这种失效(氢脆):宜研究紧固件材料的金相组织和物理性能是否符合。更多信息见B.2 和 B.4。

4.4.4 硬度大于390 HV 紧固件(>390 HV)

对规定最高硬度大于390 HV 的淬火并回火紧固件进行电镀时(表2、表3中的C 项), 要求对紧固件进行烘焙, 推荐的最低烘焙温度和最短烘焙时间见B. 4。

满足以下条件时, 可不进行烘焙:

- 设计或标准中规定不承受拉应力的紧固件(例如, 符合GB/T 3098.3要求的紧定螺钉), 不需要烘焙(见B.2);
- 感应淬火末端(例如自挤螺钉)不需采用与表2相关的预防内部氢脆(IHE) 措施, 因为当末端露出匹配螺纹时, 通常不承受拉应力;
- 碱性锌-镍电镀(镍含量12%~16%)内部氢脆(IHE) 风险较低(见B.3), 不进行烘焙是可行的, 不进行烘焙的决定应基于试验(见B.6)和供需协议。

注1:镍含量为12%~16%的碱性锌-镍电镀工艺在航空航天工业中也称为“低氢脆”工艺(LHE), 见B.3。

注2:研究表明, 酸性锌-镍电镀具有与碱性锌镍电镀相似的优点, 但尚需更多的数据证实不需进行烘焙。

4.4.5 符合GB/T 3098.1、GB/T 3098.2和 GB/T 3098.26 紧固件

表3、表4和表5分别适用于符合GB/T 3098.1、GB/T 3098.2 和GB/T 3098.26的紧固件。

注:符合GB/T 3098.23的产品宜考虑采取适当的预防内部氢脆措施。

表 3 符合GB/T 3098.1 紧固件预防内部氢脆(IHE) 措施

| 性能等级 | <10.9 | 10.9 | 12.9/12.9 |
|---|--------------------------|--------------------|--------------------|
| | A | B | C |
| 预防内部氢脆(IHE)措施 | 不需要内部氢脆补充工艺验证或产品试验和不需要烘焙 | 内部氢脆补充工艺验证或产品试验或烘焙 | 内部氢脆补充工艺验证或产品试验和烘焙 |
| | | 由紧固件制造者选择 | |
| | 见4.4.2 | 见4.4.3和B.6 | 见4.4.4和B.6 |
| • 对于镍含量为12%~16%的碱性锌-镍电镀, 不进行烘焙的决定应基于试验(见B.6), 并有供需协议。烘焙温度和时间见B.4。 | | | |

表 4 符合GB/T 3098.2螺母预防内部氢脆(IHE) 措施

| | |
|---|----------------------------------|
| 性能等级 | ≤12 |
| 预防内部氢脆 (IHE) 措施 | A |
| | 不需要内部氢脆补充工艺验证或产品试验 和 不需要烘焙 |
| | 见4.4.2 |
| <p>研究表明, 螺母(包括带法兰的螺母)关键部位的拉应力总是低于相应性能等级的配合螺栓、螺钉或双头螺栓螺纹处的拉应力(见表3与IHE有关的措施), 符合GB/T 3098.2(所有性能等级)的螺母硬度总是低于390 HV, 因此不需要烘焙。</p> <p>对于性能等级为10级和12级的全金属有效力矩锁紧螺母, 要求补充工艺验证。是否烘焙由制造商选择。</p> | |

表 5 符合GB/T 3098.26 平垫圈预防内部氢脆(IHE) 措施

| | | |
|---|----------------------------------|----------------------------|
| 性能等级 | ≤300 HV | 380 HV |
| 预防内部氢脆 (IHE) 措施 | A | B |
| | 不需要内部氢脆补充工艺验证或产品试验 和 不需要烘焙 | 内部氢脆补充工艺验证或产品试验 或 烘焙 |
| | | 由紧固件制造者选择 |
| | 见4.4.2 | 见4.4.3 |
| <p>• 当性能等级为300 HV的平垫圈用于可能存在弯曲应力的特殊应用(例如扩大或开槽孔)时, 可能需要烘焙, 应由需方在订购时作出要求。烘焙温度和时间见B.4。</p> <p>当性能等级为380 HV的平垫圈用于可能存在弯曲应力的特殊应用(例如扩大或开槽孔)时, 烘焙是必要的, 应由需方在订购时作出要求。烘焙温度和时间见B.4。</p> | | |

4.4.6 表面硬化紧固件

经过表面硬化以实现特定功能的紧固件包括:

- 自攻螺钉(见GB/T 3098.5);
- 自挤螺钉(见GB/T 3098.7);
- 自钻自攻螺钉(见GB/T 3098.11);
- 软材料连接的螺钉(例如: 塑料或木材)。

表面硬化螺钉的预防内部氢脆(IHE) 措施基于芯部硬度, 芯部硬度对内部氢脆(IHE) 敏感性的影响最大(见B.3)。

表面硬化螺钉分为a) 和 b) 两类:

a) 不承受高夹紧力的表面硬化螺钉

这类螺钉包括符合GB/T 5280 螺纹的自攻螺钉、自钻-自攻螺钉和软材料连接的螺钉等。由于这些螺钉通常不承受高夹紧力, 因此内部氢脆(IHE) 的风险显著降低。

表6列出了这类螺钉预防内部氢脆(IHE) 措施。

注：非螺纹表面硬化紧固件(如销钉或垫圈)在设计上不承受拉应力影响，不需要与IHE 相关的特殊措施，除非需方和制造商就特定应用达成特别协议。

b) 承受预紧力的表面硬化和回火的螺钉

这类螺钉包括根据GB/T 197形成普通配合螺纹的表面硬化和回火螺钉，以及其他表面硬化和回火螺纹成型或自钻自攻螺钉，适用于预载荷条件。

表7列出了这类螺钉预防内部氢脆(IHE) 措施。

表 6 不承受高夹紧力表面硬化螺钉预防内部氢脆(IHE) 措施

| 芯部硬度 | ≤360 HV | >360 HV~390 HV | >390 HV |
|--|------------------------------------|------------------------------|---|
| 预防内部氢脆(IHE)措施 | 内部氢脆补充工艺验证 或 产品试验 或 烘焙 | 内部氢脆补充工艺验证 和 产品试验和/或烘焙 | 内部氢脆补充工艺验证 和 烘焙 和 每一制造批产品试验 |
| | 由紧固件制造者选择 | | — |
| “烘焙温度和时间见B. 4。 对于镍含量为12%~16%的碱性锌镍电镀，产品试验应被视为过程控制的一部分(对每个制造批不是强制性的)。 | | | |

表 7 承受预载荷表面硬化和回火自攻螺钉预防内部氢脆(IHE) 措施

| 芯部硬度 | ≤360 HV | >360 HV~390 HV | >390 HV |
|---|------------------------------------|-----------------------|---|
| 预防内部氢脆(IHE)措施 | 内部氢脆补充工艺验证 或 产品试验 或 烘焙 | 内部氢脆补充工艺验证 和 烘焙 | 内部氢脆补充工艺验证 和 烘焙 和 每一制造批产品试验 |
| | 由紧固件制造者选择 | 仅产品试验由制造商选择 | |
| 烘焙温度和时间见B. 4。 对于镍含量为12%~16%的碱性锌镍电镀，产品试验应被视为过程控制的一部分(对每个制造批不是强制性的)。 | | | |

当对表面硬化螺钉进行内部氢脆(IHE) 产品试验时，应符合GB/T 3098.17或 ASME B18.6.3,见B.6。

4.4.7 加工硬化紧固件和热处理后滚制螺纹紧固件

不淬火和回火紧固件，因加工硬化造成高硬度，产生高残余应力，电镀前去应力可能是必要的，见B.5。

热处理后(即淬火和回火后)滚制螺纹的紧固件，应适用表3中符合GB/T 3098.1的紧固件预防内部氢脆的措施，无需修改；加工硬化增加的局部表面硬度和残余压应力的结合，对内部氢脆(IHE) 没有负面影响。

4.4.8 贝氏体组织紧固件

贝氏体组织紧固件在4.4中没有规定，由供需双方就内部氢脆(IHE) 达成书面协议。

4.5 烘焙

进行烘焙时，烘焙时间和烘焙温度应基于紧固件材料属性、电镀工艺和镀层材料，更详细的指南/建议，见B.4。

烘焙通常是在涂覆转化膜和/或涂覆封闭层/表面涂层之前进行。在不损害耐腐蚀性的情况下，根据烘焙温度，在钝化和/或封闭的条件下烘焙可能是合适的。

注：通过将工艺条件和镀层材料与紧固件材料对氢脆的敏感性相关联，并应用适当的工艺控制程序，许多电镀钢制紧固件无需烘焙。DIN 50969-2或ASTM F1940是公认的过程控制评价内部氢脆(IHE) 风险的方法。这些或其他类似的试验方法用作确定是否需要烘焙的依据。

然而，预防内部氢脆(IHE) 并不仅取决于烘焙(见4.4和附录B)。

5 耐腐蚀和试验

5.1 一般要求

电镀层的防腐性能很大程度上取决于金属层的厚度。锌、锌-铁、锌-镍和镉镀层上的转化膜和/或封闭层或表面涂层针对金属镀层腐蚀(形成白色腐蚀物)提供了防护作用，从而对防止基体金属腐蚀提供了额外的保护。

锌、锌合金和镉镀层的电位比基体金属的低，是阴极保护的先决条件。相反，电位比钢基体金属高的金属(例如镍、铜、银等)不能提供阴极保护，如果镀层损坏或产生点蚀，则会加速对紧固件的腐蚀。

浸润持续时间和频次、服役温度、与化学腐蚀剂的接触和与其他金属或者材料的接触(电化学腐蚀/接触腐蚀)，都可能影响镀层防护性能。

产品的耐腐蚀性由于下列因素而降低：

- 搬运和运输过程中对镀层的物理损坏；
- 在运输和储存过程中，镀层氧化或与环境发生反应。

选择镀层体系前，宜考虑装配工艺、连接副所有功能和使用条件，而不仅是紧固件，见附录A。对于特定用途，需方和紧固件供方和/或镀层实施方和/或化学品供应商之间宜作出适当的选择。

加速腐蚀试验(如中性盐雾试验、二氧化硫试验)测得的耐腐蚀性与特定服役环境下的耐腐蚀特性无直接对应关系，但加速腐蚀试验通常用于评估镀层的耐腐蚀性。

5.2 锌基镀层体系中性盐雾试验

符合GB/T 10125规定的中性盐雾试验(NSS) 用于评估镀层体系的耐腐蚀性。

当要求对盐雾试验箱进行评价时，宜参照附录E 进行。

定期从电镀过程中抽取紧固件样品，按GB/T 10125规定的中性盐雾试验(NSS) 量化紧固件的防腐性能，监控过程的一致性(即过程控制)。因此，中性盐雾试验(NSS) 应在“镀层”状态下的紧固件上进行。“镀层”状态是指在完成所有电镀工序(包括使用任何封闭层、表面涂层或润滑剂)后，没有发生5.4中所列因素导致镀层防腐能力降低，即在任何分拣、包装、运输或储存之前。

需方通常希望对接收后的紧固件进行中性盐雾试验(NSS)，评价镀层的防腐性和/或供方质量控制。在这种情况下，对紧固件样品的防腐性能的评估是在“接收”状态下进行的，即在分拣、包装、运输和/或储存可能导致镀层防腐能力降低后。

当在紧固件“接收”状态下进行中性盐雾试验(NSS) 时，表8中的数值不适用。它们宜作为起始

点，并宜考虑到导致耐蚀性降低的因素，见5.4。

表8中规定的无Cr(VI)钝化膜镀层体系中盐雾试验持续时间应适用于“镀层”状态的紧固件，应在镀后24 h后进行试验。对于铬酸盐转化膜的镀锌层体系的中性盐雾试验持续时间，见附录C。

在评估耐腐蚀性时，不考虑夹具与紧固件的接触点(如有)。

由于固有的电化学沉积特性，带有(一个或多个)组合垫圈的紧固件在紧固件和垫圈结合面之间和/或垫圈面之间镀层厚度较小，类似于带盲孔紧固件。这两种情况都会导致腐蚀试验期间这些区域的耐腐蚀性降低，但不宜作为拒收的理由。在使用中，这些区域通常不暴露在腐蚀环境下。

注：对于电镀后承受塑性变形程度高的紧固件(压接、铆接等)，变形区域的耐腐蚀性降低。

表8常用锌和锌合金镀层体系耐腐蚀性

| 锌基镀层体系 | 符号 (见表11) | 最短中性盐雾试验时间 (滚镀镀层) | | | |
|-----------------|--------------|-----------------------|--------------------|-------|------|
| | | 无镀层金属腐蚀 (未出现白色腐蚀物) | h | | |
| | | | 无基体金属腐蚀 (未出现红锈) | | |
| | | | 镀层厚度 | | |
| | | 5 μm | 8 μm | 12 μm | |
| Zn, 透明钝化膜 | Zn//An/T0 | 8 | 48 | 72 | 96 |
| Zn, 彩虹钝化膜 | Zn//Cn/To | 72 | 120 | 192 | 240 |
| Zn, 彩虹钝化, 封闭 | Zn//Cn/T2 | 120 | 168 | 240 | 288 |
| Zn, 黑色钝化, 封闭 | Zn//Fn/T2 | 244 | 72 | 144 | 192 |
| ZnFe, 彩虹钝化 | ZnFe//Cn/T0 | 96 | 144 | 216 | 264 |
| ZnFe, 彩虹钝化, 封闭 | ZnFe//Cn/T2 | 120 | 216 | 288 | 360 |
| ZnFe. 黑色钝化, 封闭 | ZnFe//Fn/T2 | 96 | 192 | 240 | 312 |
| ZnNi. 银灰色钝化 | ZnNi//Cn/T0 | 120 | 480 | 720 | 720 |
| ZnNi, 银灰色钝化, 封闭 | ZnNi//Cn/T2 | 168 | 600 | 720 | 720* |
| ZnNi. 黑色钝化 | ZnNi//Fn/To | 484 | 360 | 600 | 720° |
| ZnNi. 黑色钝化, 封闭 | ZnNi//Fn/T2 | 120 | 480 | 720 | 720* |

• 不应将最短中性盐雾试验时间视为电镀紧固件在可能使用的所有环境中的耐腐蚀性的直接依据，见GB/T 10125。
 采用挂镀工艺能减少镀层损坏，提高耐腐蚀性。
 黑色斑点不损害耐腐蚀性，不应作为拒收理由，见A.1.4.4。
 白色混浊不视为白色腐蚀，见A.1.4.2。
 通常情况下可以获得更高的耐腐蚀性，本文件规定的腐蚀试验时间为720 h。

与温度有关的耐腐蚀试验见7.3。

5.3 二氧化硫试验(Kesternich 试验)

潮湿大气中的二氧化硫试验(也称为Kesternich 试验)适用于带有锌基镀层体系的室外建筑紧固件。必要时，使用二氧化硫试验评估镀层体系的耐腐蚀性，并应使用2.0L的SO₂进行试验，见ISO 22479中的方法B。

定期从电镀过程中抽取紧固件样品,用二氧化硫试验量化紧固件的防腐蚀性能,监控过程的一致性(即过程控制)。因此,二氧化硫试验应在镀后24 h后,在“镀层”状态下的紧固件上进行。

“镀层”状态是指在完成所有电镀工序(包括使用任何封闭层、表面涂层或润滑剂)后,没有发生5.4中所列因素导致镀层防腐蚀能力降低,即在任何分拣、包装、运输或储存之前。

最短试验周期应在订货时由供需协议(即2、5、8、10、12、15周期等)。

在评估耐腐蚀性时,不考虑夹具与紧固件的接触点(如有)。

由于固有的电沉积特性,带有(一个或多个)组合垫圈的紧固件在紧固件和垫圈结合面之间和/或垫圈面之间镀层厚度较小,类似于带盲孔紧固件。这两种情况都会导致腐蚀试验期间这些区域的耐腐蚀性降低,但不宜作为拒收的理由。在使用中,这些区域通常不暴露在环境腐蚀下。

注:对于电镀后承受塑性变形程度高的紧固件(压接、铆接等),变形区域的耐腐蚀性降低。

5.4 散装搬运及输送和/或分拣、储存和运输的自动化处理

散装搬运及输送和/或分拣、储存和运输的自动化处理,可能会导致镀层防腐蚀能力显著降低(尤其是对防止镀层金属腐蚀),这取决于紧固件镀层体系和紧固件的类型及几何形状。尤其可能发生在自我修复性较差的和/或封闭层/表面涂层对撞击损伤和/或擦伤敏感的无Cr(VI)镀层体系中。

如果要在任何这些或类似的过程/步骤后进行腐蚀防护检查,供需双方宜达成协议,如:

——缩短中性盐雾试验持续时间;

——调整镀层参数;

——增加镀层厚度;

——改变镀层体系。

6 尺寸要求和测试

6.1 一般要求

镀前所有紧固件的尺寸应在产品标准或技术规范规定的公差范围内。

6.2 普通螺纹紧固件

6.2.1 镀层厚度

镀层厚度适用于按GB/T 197、GB/T 9145或GB/T 2516规定的普通螺纹,并取决于基本偏差的可利用性,还取决于螺纹和下列公差带位置:

——外螺纹: g, f, e;

——内螺纹: G或H。

其他更多信息见附录D。

镀层厚度对可测量性和可装配性有显著影响,应考虑螺纹公差和螺纹间隙。外螺纹镀层不应超出零基准线(基本尺寸h),内螺纹也不应低于零基准线(基本尺寸H),见D.5。

当镀层厚度超过预期的间隙时,应采用特殊要求,见附录D。

6.2.2 可测量性和可装配性

电镀后的普通螺纹应按GB/T 3934规定的外螺纹公差位置h和内螺纹公差位置H的通端螺纹环/塞规进行测量。

当用通端螺纹环规测量电镀后的螺栓、螺钉和螺柱时,从螺纹末端至1d长度范围内,允许的最大扭矩为 $0.001d^3(N\cdot m)$;当用通端螺纹塞规测量电镀后的螺母时,允许的最大扭矩为 $0.001D$

(N·m)。见表9。

表 9 测量镀后普通螺纹的最大扭矩

| 螺纹公称直径 d 或 D mm | 最大扭矩 N·m |
|--|-------------|
| 3 | 0.03 |
| 3.5 | 0.04 |
| 4 | 0.06 |
| 5 | 0.13 |
| 6 | 0.22 |
| 7 | 0.34 |
| 8 | 0.51 |
| 10 | 1.0 |
| 12 | 1.7 |
| 14 | 2.7 |
| 16 | 4.1 |
| 18 | 5.8 |
| 20 | 8.0 |
| 22 | 11 |
| 24 | 14 |
| 27 | 20 |
| 30 | 27 |
| 33 | 36 |
| 36 | 47 |
| 39 | 59 |
| 对其他直径, 扭矩值应按 $0.001d^1$ (N·m) 或 $0.001D^1$ (N·m) 计算, 并圆整至2位有效数字。 | |

可装配性验收程序可由供需协议:

- 外螺纹, 使用相配的螺母或原配紧固件;
- 外螺纹, 啮合螺纹长度大于 $1d$ 时的技术要求;
- 内螺纹, 使用相配的芯棒(例如, 按GB/T 3098.2规定, 保证载荷试验用芯棒)或原配紧固件。

6.3 其他紧固件

本文件未规定非普通螺纹紧固件和无螺纹紧固件电镀后尺寸要求。更多信息见附录A。

6.4 镀层厚度测定试验方法

金属层局部厚度应采用以下试验方法之一确定:

- X射线法(按GB/T 16921);
- 库仑法, 按GB/T 4955, 该方法不适用有附加非导电层时;
- 金相显微镜法, 按GB/T 6462(在紧固件的任一部位);
- 磁性法, 按GB/T 4956(应用封闭层和/或附加润滑前), 该方法也可用于确定局部总厚度;

——涡流法(相敏),按GB/T 31554。

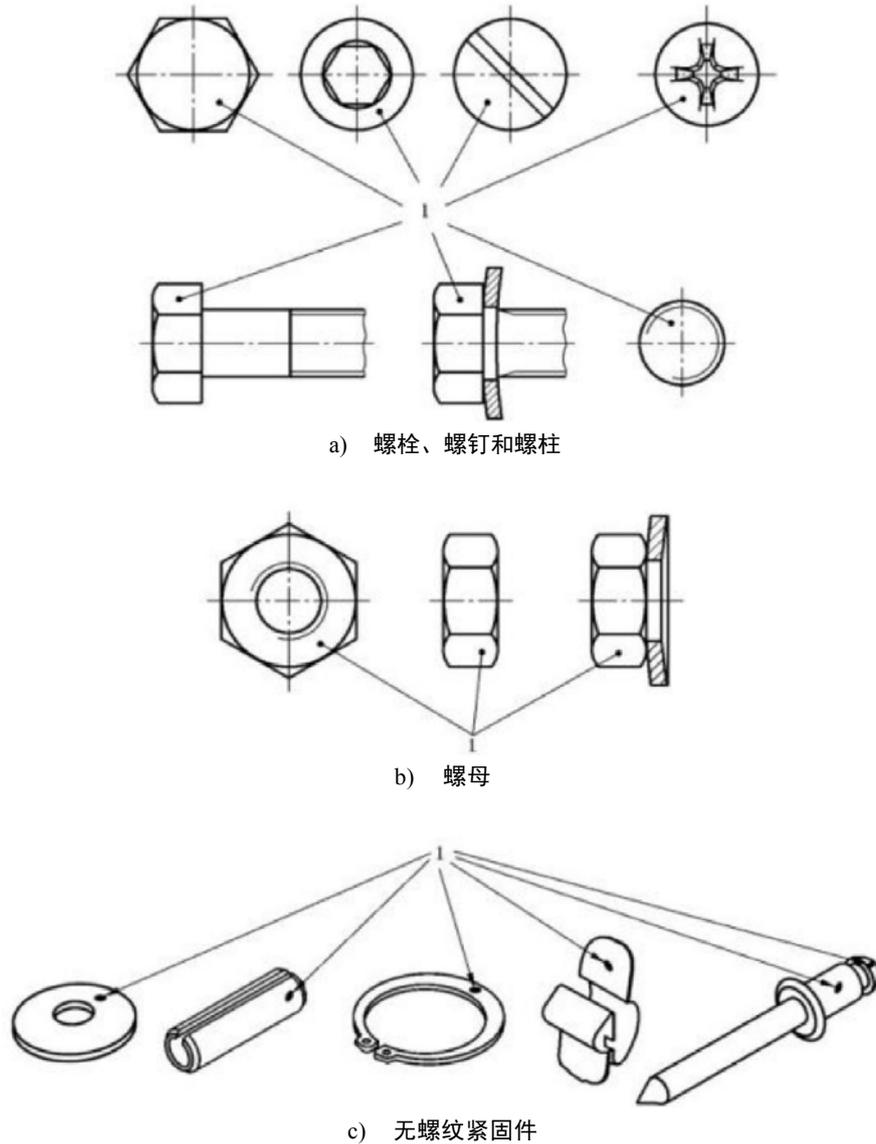
如有争议,应采用GB/T 6462规定的金相显微镜法。

厚度测量应在下列部位进行:

——对于长杆类紧固件(螺栓、螺钉、螺柱等),任何位于其一端的平面,见图2a);

——对于螺母、垫圈、销钉、铆钉和其他紧固件,任何平面或其他合适的区域,见图2 b)和图2c)。

对于组合垫圈,测量部位应为与螺栓、螺钉或螺母支承表面相对应表面。对于特殊形状紧固件,测量部位应按协议。见注2。



标引序号说明:

1——局部镀层厚度测量部位。

图 2 紧固件厚度测量部位

对于垫圈和类似的平面紧固件,耐腐蚀性按表8的规定,镀层厚度仅供参考。

注1:垫圈和类似的平面紧固件镀层均匀性的更多信息,见A.3.4。

按图2规定测量部位测量的金属层镀层厚度,应符合表10规定的最小值,在测量部位以外测量的较低局部厚度,不应作为拒收的理由。

表 10 金属层镀层厚度

| 公称镀层厚度 μm | 最小局部厚度 μm |
|--------------|--------------|
| 3 | 3 |
| 5 | 5 |
| 8 | 8 |
| 10 | 10 |
| 12 | 12 |
| 15 | 15 |
| 20 | 20 |
| 25 | 25 |
| 30 | 30 |

注2: 电镀可能会导致镀层厚度不均匀, 这种现象被称为“集肤效应”, 即外边缘的厚度较大, 而孔洞的厚度较小, 见 D.3。图2规定参考区域是为了对镀层厚度进行可重复的测定。

7 机械、物理性能和试验

7.1 一般要求

电镀层应符合GB/T 9797、GB/T 13346、GB/T 12599、ISO 4521或ISO 15726(见表1)中有关涂层外观、附着力和延展性的规定, 以及7.2~7.5中规定的要求。

7.2 外观

镀层不应有可能对紧固件耐腐蚀性造成不良影响的起泡和未镀覆区域。镀层局部过厚(如表面涂层)不应影响功能特性(可测量性、扭矩/夹紧力关系等)。

可将染料/颜料添加到钝化或着色溶液中, 使转化层具有着色效果。染料/颜料也可添加到封闭层/表面涂层中, 以获得彩色表面。

除非订货时协商一致, 否则, 颜色不均匀不应作为拒收理由。

7.3 耐腐蚀性与温度的关系

高温会影响电镀紧固件的耐腐蚀性。

若订货时有规定, 耐腐蚀性可在规定的热循环结束后进行测试。热循环温度和持续时间应按供需协议, 如: 加热至120℃, 持续1 h; 加热至120℃, 持续24 h; 加热至150℃, 持续1 h。对于锌基镀层, 紧固件在规定温度热循环后, 耐腐蚀性要求仍应符合5.2的要求。

7.4 扭矩-夹紧力关系

有要求时, 包含封闭层和/或带有自润滑和/或附加润滑表面涂层的电镀体系可确定普通螺纹紧固件的扭矩-夹紧力关系。试验方法应按GB/T 16823.3和/或其他相关技术规范, 由供需协议。扭矩-夹紧力关系的要求应由供需协议, 信息见A.2。

7.5 六价铬的测定

有要求时，应按GB/T 9791使用试验溶液C2(破坏性溶液)确定是否存在六价铬Cr(VI)。对于紧固件，表面尺寸有可能达不到50 mm×50 mm,但应尽可能接近2500 mm²。

8 试验的适用性

8.1 一般要求

第5章~第7章中规定的所有要求适用于镀层的一般特性。当需方要求时，应在订货时对试验项目达成协议。

8.2 每批产品的强制性试验

每批紧固件应进行以下试验：

- 镀层厚度(见6.4)；
- 普通螺纹紧固件的可测量性和可装配性(见6.2.2)；
- 其他紧固件的可装配性(见6.3)；
- 外观(见7.2)。

8.3 过程控制试验

以下试验不用于每个紧固件批，但相关时，应用于过程控制(见GB/T 90.3)：

- 耐腐蚀性：中性盐雾试验(NSS 试验)(见5.2)；
- 按4.4, 补充/增加关于内部氢脆(IHE) 的工艺验证。

8.4 需方规定的试验

以下试验当用户特别要求时进行，过程控制试验(见8.3)可作为试验结果提供给用户：

- 耐腐蚀性：中性盐雾试验(见5.2), 或仅当明确要求时采用二氧化硫试验(见5.3)；
- 耐温性(见7.3)；
- 扭矩-夹紧力关系(见7.4)；
- 是否存在六价铬(见7.5)。

9 标记制度

9.1 一般要求

镀层体系可以由若干层构成，如表11所示。但并非所有层同时存在，见图1。

表 11 电镀层体系关键标记

| 元素 | 描述 | 代号 | 标记 |
|------|-----------|------|-----|
| 基体金属 | | 钢 | |
| 金属层 | 锌 | Zn | 表12 |
| | 锌-镍 | ZnNi | |
| | 锌-铁 | ZnFe | |
| | 其他金属层，见表1 | | |

表 11 电镀层体系关键标记(续)

| 元素 | 描述 | 代号 | 标记 |
|-----------------|----------------|----|------|
| 转化膜(钝化) | 透明 | An | 表13 |
| | 彩虹 | Cn | |
| | 黑色 | Fn | |
| | 黄色 | Gn | |
| | 无转化膜 | U | |
| 封闭层/表面涂层 | 封闭层(见A. 1. 3) | T2 | 表 15 |
| | 表面涂层(见A. 1. 3) | T7 | |
| | 无封闭层, 无表面涂层 | T0 | |
| | 无润滑剂 | nL | |
| 附加润滑 | 后附加润滑剂 | T4 | 表15 |
| 用于铬酸盐转化膜, 见表14。 | | | |

9.2 订单中电镀体系标记

应按GB/T 1237规定的紧固件标记方法增加电镀层标记, 电镀层体系应按表11规定顺序标记。应使用斜线(/)分隔镀层标记中的数据字段。见9.3示例。

注: GB/T 5267.1—2002规定的、弃用的标记代号, 作为资料性附录给出, 见附录F, 仅供参考。

对于其他电镀层, 标记应符合表1中引用的相关标准。

当要求应力消除工艺和/或烘焙时, 不应列入标记, 但应另行规定。

如果封闭层、表面涂层和/或附加润滑的成分对预期用途很重要, 供需双方应在订单中就其化学成分明确达成协议。

表 12 订单中紧固件电镀层体系标记

| 电镀层体系 | | | 中性盐雾试验持续时间 (红锈) | 扭矩-夹紧力要求 (如有) | |
|---|------|----------|--------------------|------------------|------------------------|
| 金属层 | | 转化膜 | | | |
| 镀层材料 | 厚度 | | 封闭层/表面 涂层/或润滑 | | |
| Zn | 按表10 | 按表13或表14 | 按表15 | 例如: 480 h | ttot(规定范围)或 K(规定范围) |
| ZnNi | | | | | |
| ZnFe b | | | | | |
| <p>紧固件锌-镍电镀层镍含量一般为12%~16%(质量分数), 在ISO 15726中标记为ZnNi(12)。如果需要更多镍含量, 见ISO 15726。</p> <p>b 锌-铁合金规定铁含量为0.3%~1%(质量分数)。</p> <p>厚度可以由表8规定的最小中性盐雾持续时间代替: 在这种情况下, 标记中厚度应省略, 应增加耐腐蚀性, 见9.3示例1。</p> <p>订货时规定试验方法(如GB/T 16823.3)和μ或K值范围, 见A.2.1。</p> | | | | | |

表13 无六价铬转化膜标记(仅对锌和锌合金电镀层)

| 钝化 | | 典型外观 |
|----|----|----------------|
| 代号 | 类型 | |
| An | 光亮 | 透明的, 光亮过渡到蓝色 |
| Cn | 彩虹 | 透明的, 光亮过渡到彩虹 |
| Fn | 黑色 | 黑色, 允许略带彩虹色的黑色 |
| Gn | 黄色 | 黄色过渡到略带彩虹色的黄色 |
| U | | 无转化膜 |

所有类型钝化处理可以融入纳米颗粒, 以改善外观和/或功能特性。
 第一个字母对应转化膜; 第二个字母(n)表示转化膜中没有六价铬。
 根据镀层体系, 蓝色可以从浅蓝色到深色彩虹蓝色。
 “也称为厚层钝化。”

表14 六价铬转化膜标记(仅对锌和锌合金电镀层)

| 铬转化膜 | | 典型外观 |
|------|-----|----------------|
| 代号 | 类型 | |
| A | 光亮 | 透明的, 光亮过渡到蓝色 |
| C | 彩虹 | 黄色彩虹 |
| D | 不透明 | 橄榄绿色 |
| F | 黑色 | 黑色, 允许略带彩虹色的黑色 |
| U | | 无转化膜 |

表15 封闭层、表面涂层和/或附加润滑的标记

| 代号 | 名称 | 要求 |
|----|-----------------------------|---|
| | 当没有规定代号时, 封闭层或表面涂层可由涂层处理商选择 | |
| To | 没有封闭层和表面涂层 | 封闭层和表面涂层不适用(例如, 用于需要更好的附着力、导电性、电接触或焊接性能场合) |
| T2 | 封闭层 | 封闭层应适用, 它可以是带或不带润滑 |
| T4 | 附加润滑 | 润滑剂或蜡适用 润滑剂可以直接在金属层上施加 也可施加在钝化处理表面、封闭层表面或表面涂层 |
| T7 | 表面涂层 | 表面涂层适用 表面涂层通常被用来实现特定特性, 例如耐化学性、颜色…… 表面涂层可带或不带润滑 |

表 15 封闭层、表面涂层和/或附加润滑的标记(续)

| 代号 | 名称 | 要求 |
|--|-----|-----------------------|
| nL | 无润滑 | 不存在自润滑(视情况, 增加至T2或T7) |
| 注: 有关封闭层和表面涂层的更多信息, 见A. 1. 3。 | | |
| 封闭层和表面涂层可以有机的或无机的, 或两者的组合。 “当扭矩/夹紧力有要求(例如摩擦系数范围)时, 应使用自润滑或附加润滑。 规定附加润滑时, 代号T4应放在斜线后, 并直接放在规定封闭层或表面涂层后, 见9. 3示例4。 | | |

9.3 紧固件无六价铬电镀层体系标记示例

当最小耐腐蚀性在标记中规定时, 应按表8检查标记中镀层体系要求的兼容性。

示例1: 锌镍合金(ZnNi)电镀层(GB/T 5267.1)的紧固件, 镍含量12%~16%, 无镀层厚度要求, 但最短720h中性盐雾试验无基体金属腐蚀(红锈), 不含六价铬, 透明钝化, 无封闭层、表面涂层或润滑剂的标记:

[紧固件标记]-GB/T 5267.1/ZnNi/An/720h

示例2: 电镀锌层(Zn)(GB/T 5267.1)紧固件, 镀层厚度8 μm, 无六价铬透明钝化膜(An)的标记:

[紧固件标记]-GB/T 5267.1/Zn8/An

示例3: 电镀锌层(Zn)(GB/T 5267.1)紧固件, 要求镀层厚度12 μm, 无六价铬彩色钝化膜(Cn), 有封闭层, 带或不带自润滑(T2)的标记:

[紧固件标记]-GB/T 5267.1/Zn12/Cn/T2

示例4: 电镀锌层(Zn)(GB/T 5267.1)紧固件, 镀层厚度12 μm, 无六价铬黑色钝化膜(Fn), 表面涂层(T7), 附加润滑(T4), 摩擦系数μ为(0.10~0.20)的标记:

[紧固件标记]-GB/T 5267.1/Zn12/Fn/T7/T4(p,0.10-0.20)

示例5: 电镀锌层(Zn)(GB/T 5267.1)紧固件, 镀层厚度8 μm, 无六价铬彩色钝化膜(Cn), 禁止增加封闭层(TO)的标记:

[紧固件标记]-GB/T 5267.1/Zn8/Cn/TO

示例6: 电镀锌层(Zn)(GB/T 5267.1)紧固件, 镀层厚度8 μm, 无六价铬黑色钝化膜(Fn), 无封闭层要求的标记:

[紧固件标记]-GB/T 5267.1/Zn8/Fn

示例7: 电镀锌镍层(ZnNi)(GB/T 5267.1)紧固件, 镍含量12%~16%, 镀层厚度8 μm, 无六价铬彩色钝化膜(Cn), 无封闭层、表面涂层、润滑或扭矩/夹紧力要求的标记:

[紧固件标记]-GB/T 5267.1/ZnNi8/Cn

9.4 紧固件电镀层体系标签标记

标签中应至少给出以下信息, 用斜线(/)隔开:

- 电镀层体系按GB/T 5267.1;
- 符合表8规定的镀层的材料、金属层厚度或最小中性盐雾试验时间;
- 符合表13(n表示不含有六价铬)或表14规定的转化膜;
- 如果有, 符合表15规定的封闭层、表面涂层和/或附加润滑。

示例1:

[紧固件标记示例]-GB/T 5267.1/ZnNi8/Fn/T7/T4

示例2:

[紧固件标记示例]-GB/T 5267.1/ZnNi/Fn/T7/T4/720 h

10 订货要求

按本文件订购电镀紧固件时，应提供以下信息：

- a) 本文件编号(GB/T 5267.1)；
- b) 镀层标记(见第9章)；
- c) 与电镀工艺相关的紧固件特性，例如：基体材料、表面状态、硬度、抗拉强度和/或性能等级；
- d) 如有，电镀前去应力条件；
- e) 如有，普通螺纹紧固件电镀前螺纹公差位置的螺纹公差；
- f) 如有，针对氢脆风险采取的预防措施要求，如烘焙(见4.4和4.5)；
- g) 如有，扭矩-夹紧力要求和供需协议的试验方法(例如GB/T 16823.3)；
- h) 如有，其他要求(如耐化学性、附着力、导电性/绝缘性)；
- i) 如有，附加试验(见8.4)和相关抽样；
- j) 如有，试验报告要求按GB/T 39310。

11 储存条件

储存条件不应影响紧固件电镀层的扭矩/夹紧力特性和耐腐蚀性能(见A.4)。

附录 A (资料性) 电镀紧固件的设计和安装

A.1 设计

A.1.1 一般要求

选择镀层体系之前,宜考虑装配工艺、连接副所有功能和使用条件,而不仅是紧固件,见A.2.2。需方应咨询供应商针对特定用途确定合理的选择。

目前,六价铬Cr(VI)受到了广泛限制。因此,宜在新应用中仅使用无Cr(VI)转化膜(钝化)。

为提高耐腐蚀性和达到其他性能和/或功能特性(如:耐化学性、机械阻力、抗冲击/磨损、外观、颜色、耐热性、绝缘/导电性、抗紫外线),可选择封闭层和表面涂层(见A.1.3)。对于封闭层和表面涂层,为达到扭矩-夹紧力特性,可选择自润滑或附加润滑。

A.1.2 电镀工艺

电镀层可采用滚镀或挂镀工艺进行批量处理,表面涂层通常采用浸-旋工艺。

紧固件电镀通常是大批量处理。当需要小批量电镀时,为了达到电镀紧固件所需的性能和功能特性,需要合适的电镀生产线和/或工艺。对于大规格或大质量的紧固件,或为减少或避免螺纹损坏的风险时,宜考虑用挂镀工艺代替散装/滚镀工艺。

当进行表面涂层时,固化过程(尤其是较高温度和/或较长时间)可能会影响紧固件的特性/性能,例如:

- 对于冷作硬化紧固件;
- 对于热处理后滚压螺纹紧固件,可能会降低残余应力;
- 非金属嵌件有效力矩型螺母。

A.1.3 封闭层和表面涂层

封闭层和/或表面涂层通常用于提高锌基镀层体系的耐腐蚀性。然而,两者表现出不同的特点。

——封闭层通常在潮湿状态下使用,使用前不进行干燥处理。这使得封闭层可以部分地与钝化膜结合,形成复合层,从而提高耐腐蚀性;封闭层也可用于其他目的,如润滑、降低钝化膜的彩色度、去光泽或光亮化等。封闭层厚度通常约为 $0.5\ \mu\text{m}\sim 2\ \mu\text{m}$ 。

——表面涂层通常在干燥后、干燥状态下进行。表面涂层经常用于应符合特殊要求时,例如:加入颜料以获得浓重的颜色(例如黑色)、高耐化学性等。表面涂层厚度通常约为 $2\ \mu\text{m}\sim 10\ \mu\text{m}$ 。

封闭层、表面涂层和/或润滑剂可能会在内孔、凹槽、内扳拧、凹穴和螺纹根部堆积。

基于预期的附加性能要求,选择封闭层或表面涂层种类,见A.2.2。

A.1.4 镀层腐蚀对外观的可能影响

A.1.4.1 一般要求

按GB/T 10125进行的腐蚀试验可产生两种腐蚀产物:

- 锌或锌合金镀层腐蚀,通常称为白色腐蚀(或“白锈”);
- 基体金属腐蚀,通常称为红锈。

腐蚀试验的初始阶段可能会出现增进的视觉变化,例如被称为白雾(或“轻度灰雾”)的轻微白膜,或

黑色斑点。

A.1.4.2 白雾

白雾是试验介质与锌发生轻微反应的结果，主要出现在金属层和/或钝化膜的自然微裂纹中。对于锌镍合金层，白雾阻止了进一步的腐蚀，被认为是高耐腐蚀性的条件。

通常情况下，在腐蚀试验约24 h~72 h后，没有或带有透明或彩虹色钝化膜的锌镍层上出现白雾，见图A.1 a)。在腐蚀试验约24 h~120 h后，非合金锌层以及锌铁或锌镍合金层与黑色钝化膜结合层也可能出现白雾。

测试期间，白雾可能会随着时间的推移而增加[见图A.1 b)]。白雾量少，在潮湿状态下不可见，仅在干燥状态下可见，见图 A.2。



a) 72 h中性盐雾试验(NSS)后



b) 1000 h中性盐雾试验(NSS)后

图 A.1 干燥状态下白雾示例



a) 潮湿状态试件



b) 干燥状态试件

图 A.2720 1000 h中性盐雾试验(NSS) 后湿态和干态下锌镍层上的白雾示例

白雾对于锌镍合金层是一种自然现象，应予以接受。对装饰性外观有较高要求时，建议供需协议。

A.1.4.3 白色腐蚀

与白雾相比，锌和锌合金层的白色腐蚀是由于镀层金属的广泛腐蚀造成的，量大并且在零件的湿态下已经可以识别，见图A.3 和图A.4。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/457166164045006133>