

T/CSEA

中国表面工程协会团体标准

T/CSEA 23—2022

金属覆盖层 钢铁制件渗锌层要求及试验方法

Metallic coatings—Zinc coating by Sherardizing on iron and steel
articles-Specifications and test methods

(发布稿)

2022 - 6 - 10 发布

2022 - 6 - 10 实施

中国表面工程协会 发布

目 次

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 需方向供方提供的资料	2
5 要求	3
6 验收和抽样	4
7 检验方法	4
8 合格证书	5
附录 A（资料性） 渗锌层耐蚀性能	6
附录 B（资料性） 渗锌层特性	7

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。

本文件由中国表面工程协会粉末渗镀分会提出。

本文件由中国表面工程协会归口。

本文件主要起草单位：盐城科奥机械有限公司，福建郭坑铁路工务设备有限公司，昆明理工大学，安徽省新铁路科技有限公司，天津市泽兴铁路设施有限公司，武汉劲野科技有限公司，陕西正鑫工程材料股份有限公司，博耀能源科技有限公司，湖南飞沃新能源科技股份有限公司，中铁十一局集团桥梁有限公司抚州工业分公司，马鞍山市中水路桥机械制造有限公司，山东瑞亿高铁科技有限公司，广东职业技术学院，江苏科成有色金属新材料有限公司，洛阳鑫益达工业设备有限公司，江苏博业实业投资有限公司

本文件主要起草人：乐林江，王胜民，刘腾福，何良俊，赵宏安，刘杰，常家惠，祁长勇，陈宝银，刘磊，陈厚云，刘亚，刘宏武，王志同，蔡继斌，咎长荣，严海锦，刘银庭，肖利明，丁志敏，杨家红，李永伟，范祚玉，张建国，黄智权，沈伟，任冬梅，赵晓军，苑振涛

金属覆盖层 钢铁制件渗锌层要求及试验方法

1 范围

本文件规定了钢铁制件渗锌层的要求和试验方法。

本文件适用于基材为碳钢、铸铁、铁基粉末冶金等的各类钢铁制件渗锌。

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 4956 磁性基体上的非磁性覆盖层 覆盖层厚度的测量 磁性法（GB/T 4956—2003；ISO 2178:1982，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 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验（GB/T 10125—2021；ISO 9227:2006，IDT）

GB/T 12334 金属和其它无机覆盖层 厚度测量的定义和一般要求（GB/T 12334—2001；ISO 2064:1980，IDT）

GB/T 13452.2 涂料和清漆 漆膜厚度的测定（GB/T 13452.2—2008；ISO 2808:2007，IDT）

GB/T 13825 金属覆盖层 黑色金属材料热镀锌层 单位面积质量称量法（GB/T 13825—2008；ISO 1460:1992，IDT）

GB/T 18253 钢及钢产品 检验文件的类型（GB/T 18253—2018；ISO 10474:2013，IDT）

GB/T 19292.1 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 第1部分：分类、测定和评估（GB/T 19292.1—2018；ISO 9223:2012，IDT）

GB/T 19355.1 锌覆盖层 钢铁结构防腐的指南和建议 第1部分：设计与防腐的基本原则（GB/T 19355.1—2016；ISO 14713-1:2009，MOD）

GB/T 19355.3 锌覆盖层钢铁结构防腐的指南和建议 第3部分：粉末渗锌（GB/T 19355.3—2016；ISO 14713-3:2009，MOD）

GB/T 30790.5 色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第5部分：防护涂料体系（GB/T 30790.5—2014；ISO 12944-5:2007，MOD）

JB/T 5069-2007 钢铁零件渗金属层金相检验方法

EN 13438 色漆和清漆 建筑用热浸镀锌或渗锌钢铁制件表面有机粉末涂层（EN 13438:2013）

EN 15773 热镀锌和渗锌钢铁制件表面有机粉末涂层的工业应用（双系统）规范，建议和指南（EN 15773:2018）

3 术语和定义

GB/T 3138、GB/T 12334界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

渗锌处理 sherardizing process

制件和渗剂混合在一起加热形成锌铁扩散镀层的过程，通常借助于密封旋转的容器或静止的容器，处理后得到渗锌层。

3.2

渗锌层 sherardized coating

通过渗锌处理方法在制件表面获得的防腐层，渗锌层包括锌/铁合金层。

- 3.3
渗剂 sherardizing mixture
以锌粉为主体并可能加入其它元素和工艺过程其它需要加入的组分构成的混合物。
- 3.4
渗锌层镀覆量 mass of sherardizing coating
单位面积上渗锌层的质量（以 g/m^2 表示）。
- 3.5
渗锌层厚度 thickness of sherardizing coating
包括锌-铁合金的由渗层表面到基体交界处的距离（以 μm 表示）。
- 3.6
钝化工艺 passivation
使渗锌层表面形成不活泼态的过程。
- 3.7
封闭 sealing
采用无机和/或非成膜性封闭剂对渗锌层或渗锌层钝化膜进行的封闭处理。
- 3.8
涂覆 post coating
钢铁制件渗锌后经涂料涂装或粉末喷涂获得有机或无机涂层的涂覆处理。
- 3.9
主要表面 significant surface
制件的表面，该表面上的渗锌层对于制件的使用性能或外观是极为重要的，且需达到本标准的所有规定要求。
- 3.10
基本测量面 reference area
主要表面上按规定次数进行检测试验的区域。
- 3.11
渗层局部厚度 local thickness of sherardizing coating
在某一基本测量面按规定次数用磁性法所测得的渗层厚度的算术平均值或用称量法进行一次测量所测得的渗层镀覆量的厚度换算值。
- 3.12
渗层平均厚度 mean thickness of sherardizing coating
不同基本测量面的渗层局部厚度的算术平均值。
注1：如果只有一个基本检测面，渗层平均厚度就是渗层的局部厚度。
- 3.13
检查批 inspection lot
指一次订货或一次供货。
- 3.14
样本 control sample
从批中抽取用于进行试验的制件或制件组。
- 4 需方向供方提供的资料
- 4.1 必要资料
- 本文件的标准号，即 T/CSEA $\times\times\times\times-\times\times\times\times$ ；
 - 渗层厚度要求的等级，或所要求的最小渗层厚度（见表1）；
 - 后处理、涂覆的类别及要求。

4.2 附加资料

如供方需要以下资料，则在订货时应征得需方的同意：

- a) 制件基体材质及类型；
- b) 渗锌加工允许的上限温度；
- c) 对于待渗制件的表面积和质量，若同一订单中存在不同类型的制件，则应提供每组同类制件的表面积和质量；
- d) 主要表面或基本测量面的标定，如图纸标明或做了标记的样品；
- e) 需在产品图纸或订单文件中注明螺纹预留间隙，这取决于所要求的渗层厚度等级；
- f) 是否有特殊预处理要求；
- g) 细长杆件或槽道是否允许截断渗锌及渗后焊接焊缝部位的保护层修复要求；
- h) 制件的孔腔是否允许没有渗层，或对渗层厚度的要求；
- i) 检验要求；
- j) 是否需要合格证书。

5 要求

5.1 外观

- a) 经目测渗层表面应平整、均匀，允许存在因渗锌过程制件之间正常接触或储运过程产生的轻微划痕，待渗制件自身存在的砂眼、夹渣等引起的渗层表面不均匀不应视为外观缺陷；
- b) 渗层表面呈灰色（发暗或有光泽），经钝化、封闭等后处理的渗层外观本标准不做要求；
- c) 不应有漏渗；
- d) 渗层表面允许存在深灰色斑点的面积不应超过渗层总面积的 5%；
- e) 除非供需双方协商一致，否则交货时制件表面不应存在橙棕色产物；因表面有橙棕色产物被拒收的制件在征得需方同意后，应重新渗锌处理后送交检查。

5.2 厚度

5.2.1 厚度要求

本文件将渗层厚度要求分为8个等级（见表1），每个等级的渗锌层厚度不应小于表1中的规定。

表1 渗层厚度

渗层等级	局部厚度最小值（ μm ）	单位面积渗层质量平均值（ g/m^2 ）
100	100	720
90	90	648
80	80	576
70	70	507
60	60	432
50	50	360
40	40	288
30	30	216

5.2.2 螺纹件的预留间隙

对于螺纹件，渗锌处理前应考虑内外螺纹之间留有足够的间隙。需方应与供方讨论预留间隙的要求，关于预留间隙的指南参见GB/T 19355.3。

5.3 后处理和涂覆

制件渗锌后应采用后处理或涂覆提高渗层的耐腐蚀性能，改善渗层的外观质量。

后处理包括钝化、封闭、钝化及封闭等处理工艺，钝化宜采用环保型无铬钝化工艺。

涂覆包括锌铝涂覆、达克罗涂覆、有机涂料涂覆等涂料涂装和粉末喷涂。

高强度制件渗锌后采用化学抛光、钝化、封闭处理时，处理后是否需要除氢和采用何种除氢工艺及条件由供需双方协商。

5.4 耐盐雾性能

渗锌及钝化、封闭处理后制件应通过600h中性盐雾试验（NSS试验）不出红锈，渗锌及涂覆处理后制件应通过1500h中性盐雾试验（NSS试验）不出红锈。

6 验收和抽样

除非订货时需方提出其他要求，验收检查应在产品离开渗锌厂家之前进行。

用于渗锌层外观、厚度试验的样本应从每一检查批中随机抽取，应按表2要求从每一检查批中抽取不少于最小数量的钢铁制件组成样本。

表2 按批的大小确定样本大小

检查批的钢铁制件数量	样本所需钢铁制件的最小数量
1-3	全部
4-500	3
501-1200	5
1201-3200	8
3201-10000	13
>10000	20

7 检验方法

7.1 外观

自然散射光下裸视观察。

7.2 厚度

7.2.1 总则

厚度测量应在干净、清洁的制件表面进行。若制件渗锌后不要求清洗或钝化处理，则待测制件应单独清洗。

渗层局部厚度通常参照GB/T 4956、GB/T 13452.2采用磁性法测量。

对于形状复杂的制件，当采用磁性法难以测量时，应参照GB/T 13825采用称量法测量。横截面显微镜法（GB/T 6462）只能检测某一较小区域的厚度值，属不宜经常采用的破坏性检测方法；但此方法宜用于形状复杂、质量有特殊要求的制件渗锌层厚度测量，采用时供需双方须协商一致。

7.2.2 基本测量面

为获得尽可能具有代表性的渗层平均厚度或渗层质量，采用磁性法、横截面显微镜法或称量法测量渗层厚度时，基本测量面的数量、位置及尺寸应根据制件的形状和大小确定。

基本测量面应位于制件的主要表面，供需双方另有协商的除外。

主要表面面积大于或等于10 cm²的制件，样本中的每个制件应至少选取一个基本测量面。样本大小参见表2。

主要表面面积小于 10 cm^2 的制件，应取足够数量（ N 个）制件累计在一起以提供至少为 10 cm^2 的表面而构成一个基本测量面。用于试验的制件总数应等于构成一个基本测量面所要求的制件数 N 乘以表2最后一列所列出的数量（要求样本制件的最小数量）。

7.2.3 磁性法

每个基本测量面内应至少测量五点。由于该方法的测量面较小，允许单点测量值小于局部厚度最小值，但偏差在15%范围内。一个基本测量面内测量点的平均值应不小于局部厚度最小值。

当制件数必须多于5才能累计达到至少为 10 cm^2 基本测量面时，如果每个制件有合适的主要表面，则可用磁性法对每个制件进行一次厚度测量，反之，则应参照GB/T 13825采用称量法测量。

7.2.4 称量法

单位面积渗层质量（单位： g / cm^2 ）应根据GB/T 13825测量确定。渗层的厚度值为单位面积渗层质量（单位： g / cm^2 ）的测量值除以渗层名义密度 $7.2\text{ g} / \text{cm}^3$ 。

7.2.5 验收准则

基本测量面渗层厚度应达到5.2.1要求。如果样本的渗层厚度不符合5.2.1要求，则应在该批制件中双倍取样（制件数少于最低取样数则取全部制件进行试验），若这一较大的样本达到5.2.1要求，该批制件合格；若未达到5.2.1要求，则该批制件应拒收。

7.3 耐盐雾性能

按GB/T 10125中的中性盐雾试验要求进行试验。

8 合格证书

根据需要，渗锌厂家应提供满足本标准要求的证书（符合GB/T 18253相关要求）。对此证书的要求需方要在订购时提出。

附 录 A
(资料性)
渗锌层耐蚀性能

A.1 通则

渗锌层用于保护基材免受腐蚀和磨损。

对于绝大多数应用场合,渗锌层暴露于大气环境之下,此时渗锌层的服役寿命与厚度成正比,见GB/T 19355.1。

渗锌层的服役环境参考GB/T 19292.1确定腐蚀性等级,渗锌层在典型大气环境下的预估服役寿命见GB/T 19355.1。

盐雾试验不能准确地测试渗锌层的耐蚀性能,因为盐雾腐蚀的加速失效机理是不适用的。如果没有一个合适的干/湿循环过程,渗锌层表面不能形成氧化层;在没有氧化层存在的情况下,锌不断受到侵蚀,则预测得到的渗锌层寿命很低。

A.2 后处理

渗锌层经钝化、封闭、磷化或其它处理后可延长服役寿命,渗锌层后处理的效果可采用加速腐蚀试验对比测试,但该测试结果不代表整个表面防护层的实际服役寿命。

A.3 涂覆

渗锌制件经涂料涂装或粉末喷涂处理后可以达到很长的使用寿命。

渗锌制件涂料涂装所涉及到的涂料、表面处理要求、涂装系统、涂层厚度等参见GB/T 30790.5。

渗锌制件粉末涂装所涉及到的涂装粉末、预处理要求、应用及服役性能参见 EN 13438和EN 15773。

附 录 B
(资料性)
渗锌层特性

- B.1 渗锌层相对于钢铁制件是阳极性的，能为制件提供电化学保护。
- B.2 渗锌过程通常致制件表面硬化，通常超过 35 HRC，硬化程度与渗锌工艺参数有关。
- B.3 渗锌过程不产生氢脆。
- B.4 由于表面存在固有的微观粗糙度，渗锌层和各类涂覆层具有优异的结合强度。
- B.5 渗锌加工的温度通常在 290℃到 500℃之间。
- B.6 由于渗锌过程需要较长的扩散时间，所以渗锌加工只允许用于那些在渗锌温度下材质性能不发生变化的那些制件。
- B.7 渗锌层应覆盖制件所有表面，渗锌层厚度应在制件整个表面分布均匀，即使是形状复杂的制件（如螺纹连接等）也同样如此。
- B.8 由于锌和铁在制件表面发生相互扩散，渗锌层具有较高的结合强度。渗锌层渗入到制件基体初始表面以下的部分约为最终渗层厚度的 1/3，渗锌层的其它部分应位于制件基体初始表面以上。
- B.9 典型的渗锌组织主要由锌-铁 δ 相或含有 δ 相化合物(FeZn10)组成，平均含铁量为 12%~18%（质量分数）。
- B.10 由于渗锌层中存在铁，在湿度增加或冷凝液的作用下渗锌制件的表面可能会出现红色或褐色点状腐蚀产物，它是由渗层表面的铁离子引起的，这些铁离子容易被水冲洗掉。
- B.11 如果无法区分是渗锌层的腐蚀产物还是制件基体金属的腐蚀产物，则应采用金相分析法和失重法判断渗锌层是否存在。
-