

# 交通安全设施钢构件镀锌层质量评价技术

王成虎

(交通运输部公路科学研究所, 北京 100088)

**[摘要]** 镀锌是目前广泛应用在交通行业中用于保护钢构件的防腐形式,镀锌层的质量直接影响交通安全设施中钢构件的质量,因此对镀锌层的质量进行合理、有效地评价,是对交通工程质量评价的一部分。结合相关标准和实际质量评价工作,对高速公路上钢构件镀锌层的外观、附着量、附着性能、均匀性和耐盐雾腐蚀性能等质量指标的检测评价方法进行了详细阐述和说明。

**[关键词]** 镀锌层; 质量; 检测; 评价

**[中图分类号]** TQ153.1

**[文献标识码]** B

**[文章编号]** 1001-3660(2010)06-0108-03

## Quality Evaluation Technology for Zinc Coating of Steel Components of Traffic Safety Facilities

WANG Cheng-hu

(Highway Research of Institute, Ministry of Communication, Beijing 100088, China)

**[Abstract]** Galvanization is a main corrosion prevention for steel components present widely used in the transportation profession, the quality of zinc coating directly influences the quality of steel components of traffic safety facilities, so reasonably and effectually evaluating for zinc coating is a part of evaluating for quality of traffic engineering. Combined with the correlative standards and practice in quality evaluation workings, it expounded the test and evaluation technology for the appearance, adhesion quality, adhesion performance, uniformity and salt spray corrosion resistance of zinc coating of steel components.

**[Key words]** zinc coating; quality; test; evaluation

镀锌是高速公路交通工程钢构件的一种主要防腐形式,广泛应用在护栏、隔离栅、标志、门架、灯柱以及很多机电设备的机架、机箱、机壳等构件上。镀锌层的质量直接决定这些设施的使用寿命,进而影响整个工程项目的质量。因此,这些产品标准中都对钢构件镀锌层的质量作出了明确要求,如交通行业标准 JT/T 281—2007《高速公路波形梁钢护栏》、JT/T 374—1998《隔离栅技术条件》等,此外,国家标准 GB/T 18226—2000《高速公路交通工程钢构件防腐技术条件》中也专门对镀锌层的质量提出了明确的技术要求和评价方法。笔者结合这些技术标准和实际工作经验,重点介绍了目前广泛应用的钢构件镀锌层质量评价技术,尤其对测试方法和评价标准进行了详细的阐述和说明。

### 1 评价指标

钢构件镀锌层质量评价指标主要包括外观、附着量、附着性能、均匀性和耐盐雾腐蚀性能。

外观质量<sup>[1]</sup>是常规技术要求,GB/T 18226—2000中规定:镀锌构件表面的锌层应均匀完整、颜色一致,表面具有实用性光滑,不允许有流挂、滴瘤或多余结块;镀件表面应无漏镀、露铁等缺陷;有螺纹的构件在热浸镀锌后,应清理螺纹或作离心分离。

附着量是指经镀锌处理后的钢构件表面单位面积上附着锌层的质量。根据使用条件等特性,不同产品的附着量要求也不同。

附着性能<sup>[1]</sup>是对镀锌层与基底金属结合力进行评价的指标。要求锌层应与基底金属结合牢固,经锤击

**[收稿日期]** 2010-09-15; **[修回日期]** 2010-10-23

**[作者简介]** 王成虎(1979—),男,辽宁丹东人,工程师,主要研究方向为交通工程安全设施产品研究及测试。

试验或缠绕试验后,锌层不剥离、不凸起,不得开裂或起层到用裸手指能够擦掉的程度。

均匀性<sup>[1]</sup>是对镀锌层在钢构件表面分布均匀程度进行评价的指标。要求镀锌构件的锌层应均匀一致,经硫酸铜浸渍法试验后,无金属铜的红色沉积物。

耐盐雾腐蚀性能<sup>[1]</sup>是评价镀锌层耐大气腐蚀能力的指标。要求镀锌构件经中性盐雾试验后,基体钢材不应出现腐蚀现象。

2 评价方法

2.1 外观质量

采用目测和手感方法检查外观。波形梁钢护栏具有诱导视线的作用,通常热浸镀锌波形梁钢护栏的外观不需要过于光滑亮洁,否则易折射阳光对驾驶员产生眩光效果,影响行车安全,但波形梁钢护栏的热浸镀锌过程中应严格控制铝含量。热浸镀锌产品因表面钝化处理而产生的表面发黄现象是允许的。

2.2 附着量

附着量可通过失重法直接测得,也可以通过涂层测厚仪测得镀锌层厚度,再换算成附着量。当对检测结果发生争议时,以失重法作为仲裁试验方法。

失重法的实验原理是:用盐酸溶液溶解掉钢构件表面的锌层,盐酸溶液中需加入缓蚀剂,以阻止盐酸与钢构件基体金属发生反应,通过计算反应前后钢构件的质量变化来确定钢构件表面镀锌层的附着量。使用涂层测厚仪测得镀锌层的厚度,已知锌的密度,也可以换算出钢构件表面镀锌层的附着量。两种方法各有利弊:失重法准确但试验过程复杂,而且是破坏性的;涂层测厚仪法操作简单方便,但多少会引入些许误差。因此实际检测工作中以涂层测厚仪法为主,出现临界值或者发生争议时,使用失重法进行仲裁。

大部分标准中规定的失重法都是采用铈化合物作为缓蚀剂,但铈化合物具有毒性,试验时会对操作人员造成危害,同时也会污染环境,而且试验中还会产生大量黑色沉淀,称量前需清除吸附在金属基体表面的沉淀,不利于操作。近年来开始选用有机缓蚀剂作为铈化合物的替代品,有机缓蚀剂的作用机理复杂,最简单的一种机理认为,缓蚀剂吸附在金属基体表面上,阻碍了离子放电,从而减缓了腐蚀。在酸性介质中,通常使用的有机缓蚀剂有苯胺(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>)、乌洛托品[六次甲基四胺(CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub>N<sub>4</sub>]、若丁(二邻苯甲基硫脲)。由于有机缓蚀剂在金属表面有较强的吸附性,试验中在锌层剥离后,它就在铁基表面形成吸附膜,使铁的溶解受阻,从而消除了铁溶解对测定结果引入的误差。此外,

使用有机缓蚀剂,在锌层脱镀后,金属基体表面无沉淀物,也省却了锌层剥离后试样表面的清洗操作。因此,使用有机缓蚀剂进行钢构件表面镀锌层附着量测定是方便、准确、安全的测定方法。

2.3 附着性能

测定镀锌钢板或镀锌钢管上锌层的附着性能,是使用钢构件镀锌层附着性能测定仪(见图 1)进行锤击试验,底座固定于水平稳定的台架上,被测试件表面应保持与底座同样高度并与其处于同一水平面上。试验时,锤柄垂直于台架保持稳定后,使锤柄与锤头自由落下,以 4 mm 的间隔平行打击试件表面 5 点,查看试件表面锌层状态,镀锌层不剥离、不凸起则为合格样品。打击点应离试件端部 10 mm 以外,同一点不得打击 2 次<sup>[2]</sup>。

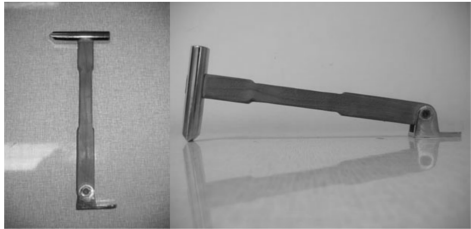


图 1 钢构件镀锌层附着性能测定仪  
Fig. 1 Tester of adhesive property of zinc coating of steel components

对于钢丝镀锌层的附着性能,则应用缠绕试验装置(见图 2)进行检测。缠绕试验装置包含旋转缠绕和松懈功能,它的主要部件是缠绕芯棒,芯棒表面应具有足够的硬度,表面粗糙度不超过 6.3 μm。根据镀锌钢丝的直径选择缠绕芯棒的直径,其对比关系见表 1。钢丝在芯棒上缠绕时,应形成紧密的螺旋圈。

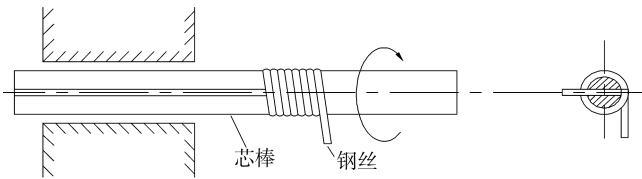


图 2 缠绕试验装置  
Fig. 2 Winding test device

表 1 芯棒直径及缠绕圈数

Tab.1 Diameter of mandrel and winding cycles			
钢丝直径 /mm	试样最小长度 /mm	芯棒直径为 钢丝直径倍数	最少缠 绕圈数
2.0	350	5	6
2.0~3.0	600	7	6
3.0~4.0	800	7	6

缠绕试验应在室温下进行,试验前先用酒精对镀锌钢丝试样表面的油污进行处理。将镀锌钢丝试样一

段固定于缠绕试验芯棒上,然后旋转芯棒使镀锌钢丝试样沿螺旋方向以紧密的螺旋圈缠绕在芯棒上,缠绕速度为 5~10 圈/min,必要时可略微减慢试验速度,防止温度升高而影响试验结果。为确保缠绕紧密,缠绕时应在试样自由端施加不大于线材公称抗拉强度相应试验力 5% 的力。缠绕试验后,镀锌层不开裂或起层到用裸手指能够擦掉的程度则为合格样品<sup>[3]</sup>。

2.4 均匀性

波形梁钢护栏和镀锌隔离栅的镀锌层均匀性测试一般采用硫酸铜法。波形梁钢护栏试样经硫酸铜溶液浸蚀 5 次,每次浸置时间 1 min,不变红则认为合格。镀锌隔离栅网片试样的每次浸置时间也是 1 min,浸蚀次数见表 2。硫酸铜法的关键步骤是试验溶液的配制和试验浸蚀终点的判定。

表 2 镀锌层浸置时间及浸置次数  
Tab.2 Immersion time and the number  
of immersion of zinc coating

隔离栅网片		次数
除重工业、都市或沿海等腐蚀较严重地区以外的一般场所使用的网片钢丝		1
重工业、都市或沿海等腐蚀较严重地区使用的网片钢丝	直径≤2.2 mm	2
	直径>2.2 mm	3

试验溶液的配制可采用 2 种方法:1)用 36 g 化学纯硫酸铜(CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O)加入 100 mL 蒸馏水中,加热溶解后,冷却至室温,加入氢氧化铜或碳酸铜(每 1 L 硫酸铜溶液加入 1 g),搅拌混匀后,静置 24 h 以上,然后过滤或吸出上面的澄清溶液供使用。该溶液在 18℃ 时,相对密度应为 1.18,否则需以浓硫酸铜溶液或蒸馏水调整。硫酸铜的浓度在任何情况下都不应低于标称溶液的 90%。2)将 10%(质量分数)的氢氧化钠溶液加入硫酸铜溶液(硫酸铜与水的质量比为 1:5)中,生成浅绿色的氢氧化铜沉淀,然后过滤洗涤至溶液无游离碱为止。

试验浸蚀终点的判定:经硫酸铜溶液浸蚀试验后,试样上出现红色的金属铜时为试样达到浸蚀终点。若用无锋刃的工具将铜刮掉,铜下面仍有金属锌时,可不算浸蚀终点。对金属铜红色沉积下面是否存在锌层有怀疑时,可将金属铜红色沉积刮除,于该处滴一至数滴稀盐酸,若有锌层存在,则有活泼氢气产生。此外,还可利用锌的定性试验进行判定,即用小片滤纸或吸液管等把滴下来的酸液收集起来,用氢氧化铵中和,使其呈弱酸性,在此溶液中通入硫化氢,看是否生成白色沉淀。下面几种情况不能作为浸蚀终点:1)试样端部 25 mm 内出现红色金属铜;2)试样的棱角出现红色金属铜;3)镀锌后损伤的部位及其周围出现红色金属铜<sup>[3]</sup>。

不过,目前使用硫酸铜法进行的均匀性测试试验并不是测定最小厚度与最大厚度的差,而更趋向于测定最小锌层厚度,而且纯锌层与铁锌合金层在硫酸铜溶液中的溶解速度有很大差异,因而浸入次数与附锌量的对应关系并不是很好。规定的浸置次数对于镀锌层厚度值高的试样基本无效,即不能通过硫酸铜法衡量镀锌试样的厚度差,同时大量试验表明:镀锌层过厚,易造成附着性能试验不合格,例如 4 mm 直径的隔离栅网片钢丝镀锌层厚度超过 200 μm 时,缠绕试验合格率极低,不超过 20%。而笔者认为 GB/T 13912 中直接规定锌层局部厚度的最小值,更适用于控制镀锌层厚度均匀。

在美国标准及 ISO 标准中,已取消了硫酸铜试验;在英国标准中,规定当供需双方同意时可做硫酸铜试验;在日本标准中,有一类镀件可不规定锌层附着量而只要求 5 次硫酸铜试验,其他规定附锌量的就不必做硫酸铜试验。

2.5 耐盐雾腐蚀性能

对于护栏板、立柱、隔离栅等产品,要求按 GB/T 10125 的试验方法进行 200 h 盐雾试验后,表面不应出现腐蚀现象。

3 结语

随着高速公路的发展,应用于高速公路上的各种镀锌钢构件设施和配件越来越多,钢构件镀锌层质量也受到越来越多的重视,相关检测评价技术正广泛应用于生产厂家、工程监理和检测机构。笔者根据自身的工作实践对钢构件镀锌层质量评价技术进行了阐述和讨论,希望对相关检测、质量评价工作有所启发,对生产、监理、检测起到积极的作用,促进钢构件镀锌层质量评价技术的标准化和检测科学化。

[ 参 考 文 献 ]

[1] GB/T 18226—2000,高速公路交通工程钢构件防腐技术条件[S].  
[2] JT/T 281—2007,高速公路波形梁钢护栏[S].  
[3] JT/T 374—1998,隔离栅技术条件[S].