ICS 25.220.40
A 29

中华人民共和国国家标准

GB/T 19355—2003

钢铁结构耐腐蚀防护 锌和铝覆盖层 指南

Protection against corrosion of iron and steel in structures—Zinc and aluminum coatings—Guidelines

(ISO 14713:1999,MOD)

2003-10-29 发布　　2004-05-01 实施

中华人民共和国
国家质量监督检验检疫总局　发布

目　　次

前言 …… Ⅲ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　材料 …… 2
4.1　钢铁基体材料 …… 2
4.2　有色金属覆盖层 …… 2
5　锌或铝覆盖层体系的选择 …… 3
6　不同环境中的腐蚀 …… 3
6.1　大气腐蚀 …… 3
6.2　土壤腐蚀 …… 5
6.3　水中腐蚀 …… 5
6.4　异常暴露(特殊情况) …… 5
6.4.1　总则 …… 5
6.4.2　化学侵蚀 …… 5
6.4.3　磨料浸蚀 …… 6
6.4.4　在温升及高温中暴露 …… 6
7　保护体系的设计 …… 6
7.1　一般原理 …… 6
7.2　专业设计 …… 6
7.3　管件和空心件 …… 7
7.3.1　总则 …… 7
7.3.2　热浸镀保护 …… 7
7.3.3　热喷涂保护 …… 7
7.4　接头 …… 7
7.4.1　与热喷涂层或热浸镀层一起使用的紧固件 …… 7
7.4.2　与覆盖层相关的焊接设计 …… 7
7.4.3　铜焊或锡焊 …… 7
7.5　锌或铝覆盖层上加保护涂层 …… 8
附录A(资料性附录)　产品热浸镀设计 …… 14
附录B(资料性附录)　钢铁基体热喷涂设计 …… 24
参考文献 …… 28

前　言

本标准修改采用 ISO 14713:1999《钢铁结构耐腐蚀防护　锌和铝覆盖层　指南》(英文版)。

本标准对 ISO 14713:1999 进行了重新起草,并作下列修改:

——取消了 ISO 14713 的前言;

——取消了 ISO 14713 的附录 ZA(规范的附录)“国际标准发布与欧洲标准发布的关系”;

——用“本标准”代替“本国际标准”;

——引用了部分采用国际标准的我国标准;

——将我国国家标准 GB/T 11373《热喷涂金属表面预处理通则》以及我国行业标准 JB/T 5067《钢铁制件粉末渗锌》和 JB/T 8928《钢铁制件机械镀锌》收入了附录 C 作为参考文献。

本标准附录 A 和附录 B 是资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国金属与非金属覆盖层标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位:武汉材料保护研究所。

本标准参加起草单位:西安天元化工(集团)有限公司。

本标准主要起草人:吴勇、李秉忠、李春燕、胡有权、张海成、董志红、胡箭星、刘俊峰。

钢铁结构耐腐蚀防护
锌和铝覆盖层　指南

1　范围

本标准是一个指南，它给出了钢铁结构件（含连接件）的锌或铝耐腐蚀防护覆盖层的一般性建议。本标准着重于热轧钢或冷成型钢上的热浸镀层和热喷涂层，但是这些一般性建议也适用于其他锌覆盖层（电镀锌层、机械镀锌层、粉末渗锌层等）。初步保护涉及到：

a）　适宜的标准工艺；

b）　设计要求；

c）　使用环境。

这些指南还考虑了铝或锌覆盖层的最初选择对此后采用油漆或粉末涂装的影响。

这些指南仅提供一般性的建议，而不涉及具有锌或铝覆盖层的钢在服役中的防腐蚀维修，防腐蚀维修由另一文件（见 ISO 12944-5）给出。

每类金属覆盖层的具体要求促使人们去制定其各自相应的标准。对于在工厂某一特定产品上应用并成为该产品（如钉子、紧固件、球铁管）不可缺少的组成部分的金属覆盖层的要求，由相应的产品标准做出规定。

2　规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 9793　金属和其他无机覆盖层　热喷涂　锌、铝及其合金（eqv ISO 2063）

GB/T 9799　金属覆盖层　钢铁上的锌电镀层（eqv ISO 2081）

GB/T 12334　金属和其他无机覆盖层　关于厚度测量的定义和一般规则（eqv ISO 2064）

GB/T 13912—2002　金属覆盖层　钢铁制品热浸镀锌　技术要求及试验方法（MOD ISO 1461：1999）

ISO 4998　结构碳钢板连续热浸镀锌

ISO 9223　金属及合金的腐蚀　大气腐蚀　分类

ISO 12944-5　色漆与清漆　钢结构保护性涂装体系防腐　第5部分：保护性涂装体系

EN 10142　冷作用低碳钢板和钢带连续热浸镀锌规范　交货技术条件

EN 10147　结构钢板及钢带连续热浸镀锌规范　交货技术条件

EN 10240　钢管的内外保护涂层　自动化工厂的热浸镀锌规范

3　术语和定义

下列术语和定义以及 GB/T 13912—2002、GB/T 9793 和 GB/T 12334 给出的定义适用于本标准。

3.1

大气腐蚀　atmospheric corrosion

暴露在－55℃与 60℃之间的大气中而产生的腐蚀。

3.2

高温　elevated temperatures

60℃与150℃之间的温度。

3.3

异常暴露　exceptional exposure

在一些特殊情况下，腐蚀暴露得到切实强化，而且(或)对腐蚀保护体系提出了更高要求。

3.4

首次维修寿命　life to first maintenance

从初始涂覆时刻算起，到原始涂层的保护性能下降到必须对其进行维修才能维持其对基体的保护作用的时刻为止的间隔时间。

4　材料

4.1　钢铁基体材料

钢可以热轧成型或冷成型。热轧被用来生产角型类、"Ⅰ"型类、"H"型类构件及其他构件。一些较小构件，如：格构桁架、包覆钢横梁以及包覆钢镶板采用冷成型。

钢是由铁、碳和根据性能和加工方法要求加入的其他元素组成的合金。钢的冶金和化学性质对热喷涂涂层的防护性能毫无影响；但对于热浸镀而言，钢的化学成分尤其是硅加磷的含量降低钢的活性(见GB/T 13912—2002)

铸铁和锻铁具有不同的金相组织和化学成分，这些对热喷涂层的防蚀性能不产生影响；但是，对热浸镀锌而言，有必要特别推荐下列最适合的铸铁：

——灰铸铁：灰铸铁的含碳量大于2%，碳主要以片状石墨形式存在。

——球墨铸铁(SG)：多数化学成分与灰铸铁相似，但由于加入镁或铈，碳主要以球状石墨形式存在。

——可锻铸铁：黑心可锻铸铁、白心可锻铸铁和珠光体可锻铸铁。其韧性和可塑性源于退火工艺，不允许存在初级石墨。

传统盐酸酸洗无法清除铸铁表面的型砂、石墨或积碳，要将其清除干净需采用喷砂方法。形状复杂的铸件应由专业电镀厂采用氢氟酸清洗。

铸件设计须谨慎。对于形状简单的小铸件和实心件，只要材料和表面状况合适，热浸镀锌不存在什么问题；但对于较大铸件，就应该考虑平衡设计，以保证其截面厚度均匀，避免热应力造成的变形和开裂。设计中应采用大的内圆角半径和增多型腔的数量，避免尖角和深的壁龛。

铸件表面一般是粗糙的，因而铸件较轧制件更易形成较厚的热浸镀锌层。

4.2　有色金属覆盖层

金属覆盖层是延缓或阻止钢铁基体腐蚀的有效方法。最常采用的是锌、铝或锌铝合金、铝锌合金、锌或铝与铁的合金覆盖层，因为它们能从屏障阻隔和电化学作用两方面来保护钢铁，通常以热浸镀或热喷涂工艺涂覆。

锌、铝及其合金的腐蚀受其表面暴露于潮湿环境和腐蚀介质的时间的影响，但腐蚀速率比钢要慢得多，且常常随时间延长而逐渐降低，不同腐蚀介质的相对影响也会发生改变。

如果在设计的使用寿命内有色金属覆盖层与其钢铁基材的总腐蚀不足以影响结构的性能，则这些覆盖层可以不维修。如果需要更长的总体寿命，则应采用涂漆来维护覆盖层，可进行初始涂漆或重新涂

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

漆，重新涂漆应在初始覆盖层仍然有效时进行。

5 锌或铝覆盖层体系的选择

锌或铝覆盖层体系的选择应考虑下列各项：

a) 服役的总体环境(见 6 和表 1)；

b) 局部环境变化，包括预期的环境变化和任何特殊的环境条件；

c) 金属覆盖层体系的首次维修寿命(见表 2)；

d) 所需的辅助要素；

e) 涂漆费用，包括初始涂漆和金属覆盖层将要接近首次维修寿命的终点时进行起码的维修所需的费用；

f) 有效性及成本；

g) 覆盖层体系维修的难易(它的首次维修寿命小于钢结构所需寿命)。

所选覆盖层体系的施工工序应由钢构件加工方和金属覆盖层体系施工方协商决定。

注 1：其他信息可参见产品说明书。

注 2：在一些国家和对一些零件不仅适用热浸镀(特别是对板材和线材)，而且也适用热喷涂的锌铝合金层体系，但热喷涂的锌铝合金层体系与其他一些合金覆盖层一样并不普遍适用，因而在表 2 中未列出。

6 不同环境中的腐蚀

6.1 大气腐蚀

表 1 给出几组基本腐蚀性环境(参照 ISO 9223)。相对湿度低于 60%时，钢铁的腐蚀速率可忽略不计，钢铁制件可以不需要金属覆盖层保护，例如在许多建筑物内。但是对有外观和卫生要求的钢铁制件，如食品厂中使用的制件，则仍然需要加涂漆或不加涂漆的金属覆盖层保护。当相对湿度高于 60%时，或暴露于潮湿、长期凝露环境中，或处于全浸状态，钢铁像大多数的金属一样会遭到严重的腐蚀。钢铁表面上的污染沉积物，特别是氯化物和硫酸盐会加速侵蚀。如果钢铁表面的沉积物吸潮或在钢铁表面生成溶液，则这些沉积物会进一步加剧钢铁腐蚀。环境温度也会影响未加保护的钢铁的腐蚀速率，且温度波动比平均温度值的影响更大。

宏观环境最好是由科学测量数据来加以定义(如相对湿度、温度、氯化物和硫酸盐的沉积速率)，但这些数据却常常难以利用。因此，表 1 和图 1 给出了对环境的定性描述，表 1 和图 1 参考了联合国及其他全球性研究的最新成果。就不同国家或一些国家的不同地区而言，腐蚀的优先趋势不尽相同，如：斯堪的纳维亚或西班牙的工业大气的腐蚀性就可能比联合王国(UK)的要轻。在过去 30 年里，由于大气污染减轻，锌及锌合金覆盖层在大气中的腐蚀速率显著降低，并有可能进一步降低。应尽一切努力根据已知行为或硫酸盐或氯化物水平来选择大气环境种类：对锌来说，二氧化硫含量最为重要；在其他类似大气环境中，锌的腐蚀速率随二氧化硫含量的增加而呈线性增加。

表 1 环境种类、腐蚀危险及腐蚀速率

编号	腐蚀性种类	腐蚀危险	腐蚀速率 锌的平均厚度损失[a,b,c] μm/年
C1	室内：干燥	很低	≤0.1
C2	室内：偶尔结露	低	0.1～0.7
	室外：内陆乡村		

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

表 1（续）

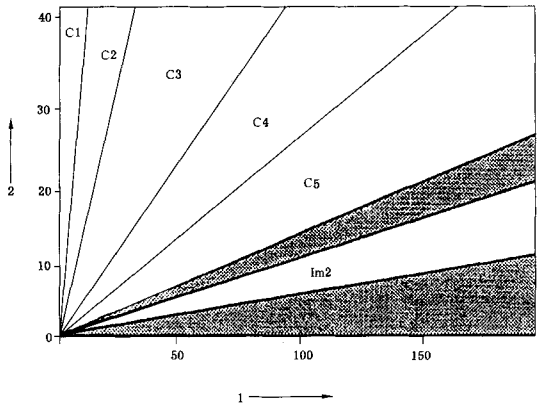
编号	腐蚀性种类	腐蚀危险	腐蚀速率 锌的平均厚度损失[a,b,c] μm/年
C3	室内：高湿度、轻微空气污染 室外：内陆城市或温和海滨	中	0.7～2
C4	室内：游泳池、化工厂等 室外：工业发达的内陆或位于海滨的城市	高	2～4
C5	室外：高湿度工业区或高盐度海滨	很高	4～8
Im2	温带海水	很高	10～20[d]

[a] 除腐蚀速率≥2 μm/年的数据以外，其他腐蚀速率数据与 ISO 9223 所列完全相同。

[b] 锌的腐蚀速率数据适用于表 2，它们均在该表的每部分标题中给出。作为初步近似，视某一特定环境中的所有金属锌表面的腐蚀都以相同的速率进行。钢铁腐蚀一般比锌快 10～40 倍，高氯环境中的腐蚀速率通常较高。铝覆盖层腐蚀速率随时间呈非线性变化，根据平板腐蚀数据所得到的关系见 ISO 9223。

[c] 大气环境随时间的推移而发生变化，过去 30 年来，污染情况（特别是二氧化硫）在世界范围内明显下降，这表明，讨论中的每种环境种类的腐蚀速率（本表是按 1990～1995 年的数据制定的）远低于历史上的腐蚀速率；如果污染继续减轻，预计未来的腐蚀速率还要低。

[d] 温带海水对锌的腐蚀比通常处于较高温度的热带海水弱。此表适用于欧洲温带海水，热带环境应征求专家意见。



1——覆盖层厚度，单位为微米（μm）；

2——覆盖层的首次维修寿命，单位为年。

注 1：每种环境均以条带表示，边线表明在该环境中覆盖层典型寿命的上限和下限。

注 2：小环境的特殊影响未包括在内。

图 1 按典型腐蚀速率分类的各种腐蚀环境中锌覆盖层的典型首次维修寿命

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

微观环境，也就是钢构件周围占主导的环境条件，同样也很重要，因为对可能有的环境而言，它能够做出比单独地研究基本气候条件更为精确的评价。但是在项目的设计阶段，我们对其并不总是很清楚。然而，应尽可能对微观环境做出准确的判别，因为它是总体环境中的一个重要因素，而耐这种总体环境就需要实施防腐蚀保护。微观环境的一个典型例子是桥下部分（尤其是水面以上）的微观气候。

建筑物内部钢构件的腐蚀取决于内部环境而非"正常的"大气环境，如：环境干燥和温度升高的影响都不明显。建筑物外墙里面的钢构件的腐蚀与外墙内各部分的配置有关，如：钢构件与外墙门扉完全分开并被一个空间隔为两部分时，其腐蚀危害比钢构件与外墙门扉相接触或埋入外墙门扉之中时要小。当建筑物内含工业加工、化学、潮湿或污染环境时，应对其加以特别关注。半敞开的钢结构，如农场的谷仓、飞机库，应考虑为处于户外环境。

6.2 土壤腐蚀

土壤腐蚀取决于土壤中矿物质的含量、矿物质性质、有机物成分、水和氧含量（有氧腐蚀和厌氧腐蚀）。受污染土壤中的腐蚀速率通常高于未受污染土壤。

一般而言，含石灰和砂土的土壤（假如不含氯化物）腐蚀性最弱，而粘土和粘泥灰土的腐蚀性也有限；对于泥沼和泥炭土壤来讲，腐蚀性取决于土壤中总酸含量。

许多钢铁结构，例如管道、隧道、罐体装置，由于跨越了不同类型的土壤，因氧浓差电池的形成会导致局部区域（阳极区）腐蚀加剧（点蚀）。对于某些应用，如土质加固，在对钢铁结构采用金属覆盖层保护的同时，配合采取控制性的土壤回填。

腐蚀电池也可能在土壤/空气界面处和土壤/地下水平面界面处形成，这也可能导致腐蚀加剧，对这些区域应加以特别关注。相反，对土壤中（或水中）的钢结构采用阴极保护，则不仅能降低对保护涂层的要求，而且能延长钢结构的使用寿命。对所有存在的条件都应征求专家的意见，以得到充分指导。

土壤腐蚀的这些影响因素使得表 2 中无法以简单指南的方式将其列出。

6.3 水中腐蚀

水的类型（软或硬的淡水/微咸水/盐水）对水中钢铁的腐蚀和金属保护覆盖层的选择起主要作用。对于锌覆盖层，腐蚀的主要影响因素是水的化学成分，但水的温度、压力、流速、流动性及氧含量也都很重要。例如，锌不应用于热的不结垢的水中；在冷凝水中锌也能发生严重腐蚀，尤其在 55℃～80℃之间（如桑拿浴环境中）。另外，任何水温条件下的锌覆盖层都提供阻隔保护；水温低于 60℃以下的锌覆盖层还能提供阴极保护。锌覆盖层在低温结垢水中的寿命通常比在不结垢水中长（用 Ryznar 或 Langelier 指数来计算水是否结垢）。通常是根据水的 pH 值选择铝、锌覆盖层：pH＜5 或 6 时选择铝覆盖层；pH＞5 或 6 时选择锌覆盖层（结合其他因素）。由于不结垢水的成分变化很大，先期经验或专家建议应加以重视。对热水来说，专家意见始终应予重视（亦可参见 DIN 50930-3:1991）。所有用于供水的钢构件（包括管道、配件、水箱及箱盖）的覆盖层，凡是与饮用水接触的，都应无毒，不应使水发生任何串味道、串气味、串色或浑浊，不会促使水中细菌繁衍。对于水箱，若需对热浸镀锌层进行涂装保护，应采用高标号沥青涂层。

涨落区（即：由于水的自然涨落，例如潮汐运动而带来水位变化的区域；或船闸及水库里人为造成水位变化的区域）或飞溅区均应予以特殊考虑，因为除了水的侵蚀之外，还可以存在大气腐蚀和磨料浸蚀。

影响淡水腐蚀的因素复杂，仅靠表 2 这样的简单表格指南来选择覆盖层是不够的；海水环境下的覆盖层选择参见表 2 中 g）；但应强调的是，对于所有暴露于水环境中的腐蚀问题，都应征询专家意见，以获得在所有相关条件下全面的指导。

6.4 异常暴露（特殊情况）

6.4.1 总则

由于异常暴露（特殊情况）种类的多样性，6.4.2～6.4.4 只讨论几种情况，表 2 中不包含此项内容。

6.4.2 化学侵蚀

工业生产产生的污染区域性地加剧了腐蚀，所产生的酸会加剧锌覆盖层的腐蚀，而产生的碱会加剧

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

铝覆盖层的腐蚀。

虽然许多有机溶剂对有色金属的影响都很小，但对每一种化学物质均应征询专家建议。

6.4.3 **磨料浸蚀**

发生在水中的砾石漂移、砂粒浸蚀、波浪飞溅等能引起自然机械磨损。风夹带着颗粒(如砂)也能加剧侵蚀。

有色金属覆盖层比传统的涂漆层的耐磨料浸蚀能力高得多(10倍或更多)。锌-铁合金覆盖层特别硬。

行人、机动车或两者混合区域会遭受严重的磨料浸蚀；粗糙碎石下的部位也会受到严重的冲击侵蚀和磨料浸蚀。金属覆盖层和钢之间良好的结合力(尤其是具有合金反应的热浸镀锌和粉末渗锌)有利于降低这类影响。

6.4.4 **在温升及高温中暴露**

所有的已述金属覆盖层一般都适用于温升场合。但涉及到任何有机材料和涂层时必须分别征求意见。

本标准不考虑200℃以上的情况。200℃～500℃之间的温度只出现在特定的结构和操作条件下，如钢制烟囱、暖气管道、焦化厂的煤气输出总管。对将暴露在这类环境中的表面覆盖层应征求专家意见。

7 保护体系的设计

7.1 一般原理

设备和结构的设计将会影响保护体系的选择，优化设计使之适合优选的保护体系，可能是经济合理的。

应考虑的要点包括：

a) 应提供维修的安全和抵近维修作业的便利。

b) 容易积水、积灰的死角及凹槽应予避免。平滑的外形设计有利于保护层的施工且有助于提高耐腐蚀性。腐蚀性化学物质应被引导离开构件，例如，应采用排水管以使用于除冰而撒布的盐流去。

c) 对安装后再无法进入的部位，所采用的覆盖层体系应按构件要求的使用寿命来设计。

d) 如果可能存在双金属腐蚀，应考虑额外保护措施(例如参见英国标准协会的PD 6484)。

e) 在覆盖层保护的钢铁构件预计可能与其他建筑材料相接触的地方，对接触区域应予特别关注，如应考虑采用涂料、胶带或塑料衬垫加以隔离。

f) 热浸镀锌、粉末渗锌、机械镀锌或者电镀锌只能在工厂进行，而热喷涂和锌鳞片涂层施工既能在工厂也能在现场进行。若金属覆盖层需要涂漆，尽管在车间涂装更易控制，但对于在运输和安装过程中容易损伤的部位，最终涂装宜在现场进行。

当整个体系都无法在现场施工时，施工规程的要求中应包括避免已完成表面保护的钢铁构件受到损伤和钢构件一旦安装完毕即刻着手覆盖层修补的内容。

g) 热浸镀锌(依照GB/T 13912—2002)或热喷涂(依照GB/T 9793)工序，应在弯曲成型或其他成型工序之后进行。

h) 覆盖层施工之前对工件标记的方法。

i) 为最大限度减少加工过程中和加工过程后可能发生的变形需采取的预防措施。

7.2 专业设计

热浸镀层的设计实践不同于热喷涂层。附录A给出了热浸镀层的设计指南，附录B是针对热喷涂涂层的。它们补充给出了钢结构正确设计的基本原则。

设计初期应与热浸镀厂就设计进行讨论，以便使加工过程中产生的应力尽可能平衡。热浸镀期间

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

基体金属内的一部分应力会被释放，这可能会引起镀件变形。

电镀锌的设计遵循常规电镀设计原则，本标准不再涉及。粉末渗锌和机械镀锌的设计最好和专业人士协商而定；一般而言，粉末渗锌和机械镀锌最适合能在滚筒中翻滚的小件，但专用的设备可能适用于其他形状的零件。

7.3 管件和空心件

7.3.1 总则

如果管件和空心件内部是干燥而且密封的，就不需要保护；如果空心件内部完全暴露于大气且未密封，则应考虑对内外壁有无必要都进行保护、避免内部积污和任何进水的排出等问题。

7.3.2 热浸镀保护

热浸镀为内外壁提供相同厚度的镀层。如果管件及空心件在拼装后才进行热浸镀锌，应设置工艺排气导流孔(见附录 A)。

7.3.3 热喷涂保护

某些内表面无法采用热喷涂保护是因为喷枪不能合适地接近这些表面。因此，如果部分封闭结构的内表面只采用较少的保护配置，就应考虑采用其他方法(如干燥剂)以提高保护覆盖层寿命。

7.4 接头

7.4.1 与热喷涂层或热浸镀层一起使用的紧固件

结构接头处的螺栓、螺母及其他连接件的保护处理应予以细致考虑，理想状态下，其保护处理等级至少应与所要求的总体表面保护处理等级相同。特殊要求参见相关产品标准和正处于制定或出版阶段的紧固件覆盖层系列标准。

应考虑采用热浸镀锌的(例如参见 GB/T 13912—2002，该标准覆盖了最小镀层厚度至 55 μm 的热浸镀锌层的要求)、粉末渗锌的[相关的欧洲标准(工作项目 00262097)处于委员会草案阶段]或其他覆盖层的钢制紧固件。此外也可采用不锈钢紧固件，如果有美观或防止浸在氯化物溶液中时发生电偶腐蚀的需求，那么装配后应进行涂装；在这种情况下，应对不锈钢进行适当的预处理。

对于由高强度摩擦力防松螺栓制成的接头的配合面应给予特别对待。一般情况下不需为了获得足够的摩擦系数而除去这些区域的热喷涂层或热浸镀层；但是如果是在要求长期防滑动、防蠕变以及需要调整装配尺寸的情况下使用时，应考虑去掉覆盖层。

7.4.2 与覆盖层相关的焊接设计

焊接方法影响到焊接区域是否：

a) 在表面预处理后并在焊接前进行覆盖层保护；或

b) 在焊接后再进行覆盖层保护。

最好在热浸镀或热喷涂以前进行焊接。焊接后，应按为整体钢构件规定的标准进行表面预处理，然后再实施涂层保护。应均衡焊接(即从主轴线出发的每个方向上焊接量相等)，以避免导致结构中的应力不对称。涂层施工前应去除焊渣。对热喷涂而言一般的预处理通常已经足够，但热浸镀锌则需要特别的预处理，尤其焊渣应分别去除。有些焊接会留下碱性沉积物，应用清水洗净后再喷砂，然后再喷涂(这种预处理不适用于需进行热浸镀的留有碱性焊接沉淀物区域的清理)。

在加工时最好不用防锈底漆，因为这些底漆在热浸镀或热喷涂前都要除去。

如在热浸镀或热喷涂后焊接，为保证最佳焊接质量，最好在焊接前将焊区的涂层局部清除。焊接之后应采用热喷涂、“低温焊粘结”和(或)富锌涂料进行局部修补保护。

已进行覆盖层保护的钢焊接后，在涂漆或喷涂熔结粉末涂层之前，应按为整体钢构件规定的标准对其表面进行预处理。

不同的金属焊接装配在一起时，需要采用不同的预处理，应与加工方进行讨论。

7.4.3 铜焊或锡焊

锡焊组装件不能热浸镀；由于许多种类铜焊组装件也不适合热浸镀，因此也应尽量避免。若考虑采

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

取铜焊，热浸镀厂家应询问专家的意见。

由于这些工艺中可能使用腐蚀性焊剂，因此在涂覆之后必须将残留焊剂清除以避免腐蚀涂覆件；这类零件的设计应便于此清除作业。

7.5 锌或铝覆盖层上加保护涂层

ISO 12944-5 介绍了在锌或铝覆盖层上加保护涂层。对于非苛刻的环境（或对于寿命要求短于指示寿命的情况），预处理（如果规定了的话）后的锌或铝覆盖层上只需一道漆膜就够了。

对于较苛刻和潮湿环境，需两道漆膜，才能使覆盖层的贯通孔隙降低到最少。

由于在一个构件变得不能使用之前，构件中一些钢料就可以因为腐蚀而损耗掉，因此一个用覆盖层保护起来的构件的寿命要比该构件的覆盖层体系的寿命长。若需要进一步延长覆盖层的使用寿命，应在任何锈蚀发生前进行维修，最好在还残存 20 μm～30 μm 厚的金属覆盖层时即着手进行。这样，可以赋予维修后的金属覆盖层加保护涂层的体系比简单漆膜更长的总寿命。

如果维修拖延到涂层消耗殆尽并且钢铁锈蚀已经开始时才进行，钢铁件就不得不按锈蚀的涂漆钢的维修方法进行维修。

金属覆盖层加保护涂层体系的总体寿命通常比分别使用的该金属覆盖层（见表 2）以及适当的漆膜或熔结粉末涂层的寿命之和要长得多。两种涂层间存在协同作用，即金属覆盖层的存在减轻了油漆涂层底部的锈蚀；漆膜保护金属覆盖层免于过早腐蚀。在希望能保留相当完好的漆层作为维修基础的场合，最初涂上的漆膜体系应格外厚一些。

维修通常在金属覆盖层外观损伤或恶化时进行。金属覆盖层的恶化时间通常要比漆膜长。因此可能建议金属覆盖层首次维修时间为 20 年甚至更长，而同样的金属覆盖层如果加了漆膜，基于漆膜外观原因，建议 10 年即着手首次维修。还应该注意的是：恶化的漆膜区域会存留湿气，从而加速金属腐蚀，尤其在那些雨水淋不到的表面。

表 2 特定环境保护覆盖层体系推荐

a) C2 腐蚀性种类[长期暴露的典型的锌的腐蚀速率<0.7 μm/年或<5 g/(m²/年)]
C1 腐蚀性种类，其寿命要长 5～10 倍

典型首次维修寿命/年	一般描述和适用性	单面覆盖层平均厚度（最低）/μm	注（列于表 2 末）
很长（≥20）	符合 GB/T 13912—2002 的热浸镀锌	25～85[a]	1,2,3,4
	热浸镀锌管（例如符合 EN 10240）	25～55[a]	1,2,3,4
	符合 GB/T 9793 的封闭或未封闭的热喷涂铝	100	4,5,6
	符合 GB/T 9793 的封闭的热喷涂铝	50	4,5,6
	符合 GB/T 9793 的封闭或未封闭的热喷涂锌	50	1,4,5,8
	热浸镀锌板 Z275（见 EN 10142 或 EN 10147 或 ISO 4998）	20	1
	符合 GB/T 9799 的电镀锌（普通）	20	1
长（10～<20）	同上		
中（5～<10）	同上		
短（<5）	同上		

[a] 取决于所规定的管子覆盖层质量（例如见 EN 10240）或产品中钢的厚度（见 GB/T 13912—2002）。

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

表 2（续）

b) C3 腐蚀性种类(室内)(高湿度、轻微空气污染,常结露) [长期暴露的锌的典型腐蚀速率为 0.7 μm/年～2 μm/年或 5 g/(m²/年)～15 g/(m²/年)]			
典型首次维修寿命/年	一般描述和适用性	单面覆盖层平均厚度(最低)/μm	注(列于表 2 末)
很长(≥20)	符合 GB/T 13912—2002 的热浸镀锌	45～85[a]	1,2,3,4
	热浸镀锌管(例如符合 EN 10240)	45～55[a]	1,2,3,4
	符合 GB/T 9793 的封闭或未封闭的热喷涂铝	100	4,5,6
	符合 GB/T 9793 的封闭或未封闭的热喷涂锌	100	1,4,5,6
长(10～<20)	同上或者：		
	热浸镀锌管(例如符合 EN 10240)	25	1,2,3,4
	符合 GB/T 13912—2002 的热浸镀锌	25	1,2,3,4
中(5～<10)	同上或者：		
	热浸镀锌板 Z275(见 EN 10142 或 EN 10147 或 ISO 4998)	20	1
	符合 GB/T 9799 的电镀锌(普通)	20	1
短(<5)	同上		
[a] 见表 2a)脚注。			

c) C3 腐蚀性种类(室外)[长期暴露的锌的典型腐蚀速率为 0.7 μm/年～2 μm/年或 5 g/(m²/年)～15 g/(m²/年)]			
典型首次维修寿命/年	一般描述和适用性	单面覆盖层平均厚度(最低)/μm	注(列于表 2 末)
很长(≥20)	符合 GB/T 13912—2002 的热浸镀锌(所有厚度的钢)	45～85[a]	1,2,3,4
	符合 GB/T 9793 的封闭的热喷涂铝	100	4,5,6
	符合 GB/T 9793 的封闭的或未封闭的热喷涂锌	100	1,4,5,6
	热浸镀锌管(例如,符合 EN 10240)	45～55[a]	1,2,3,4
长(10～<20)	同上或者：		
	热浸镀锌管(例如,符合 EN 10240)	25	1,2,3,4,9
	符合 GB/T 13912—2002 的热浸镀锌	25	1,2,3,4,9
中(5～<10)	同上或者：		
	热浸镀锌板 Z275(见 EN 10142 或 EN 10147 或 ISO 4998);冷作镀锌板	20	1,9
	符合 GB/T 9799 的电镀锌(普通)	20	1,9
短(<5)	同上		
[a] 见表 2a)脚注。*			

* ISO 14713:1999 中漏掉此注。

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

表 2（续）

d） C4 腐蚀性种类[长期暴露的锌的典型腐蚀速率为 2 μm/年～4 μm/年或 15 g/(m²/年)～30 g/(m²/年)]

典型首次维修寿命/年	一般描述与适用性	单面覆盖层平均厚度(最低)/μm	注(列于表 2 末)
很长(≥20)	符合 GB/T 13912—2002 的热浸镀锌(钢厚度≥6 mm)	85	1,2,3,4
	符合 GB/T 9793 的封闭的热喷涂铝	100	4,5,6
	符合 GB/T 9793 的封闭的或未封闭的热喷涂锌	100	1,4,5,6
长(10～<20)	同上或者：		
	符合 GB/T 13912—2002 的热浸镀锌(钢厚度<6mm)	45～70[a]	1,2,3,4
	符合 EN 10240 的热浸镀锌管	45～55[a]	1,2,3,4
中(5～<10)	同上或者：		
	热浸镀锌板 Z275(见 EN 10142 或 EN 10147 或 ISO 4998)	20	1,9
	符合 GB/T 9799 的电镀锌(普通)	25	1,9
	热浸镀锌管(例如符合 EN 10240)	25	1,2,3,4,9
	符合 GB/T 13912—2002 的热浸镀锌[b]	25	1,2,3,4,9
短(<5)	同上		

[a] 取决于规定的管子覆盖层质量(例如见 EN 10240)或产品中钢的厚度(见 GB/T 13912—2002)，要求超过规定的相应的最小平均厚度。

[b] 直径<6 mm 的螺纹件。

e） C5 腐蚀性种类：很高(本腐蚀性种类中程度最低的部分)[长期暴露的锌的典型腐蚀速率为 4 μm/年～6 μm/年或30 g/(m²/年)～40 g/(m²/年)]

典型首次维修寿命/年	一般描述和适用性	单面覆盖层平均厚度(最低)/μm	注(列于表 2 末)
很长(≥20)	热浸镀锌(厚镀层，不总适用，见列于表 2 末的注 2)	115	1,2,3,4,10,11
	符合 GB/T 9793 的未封闭的热喷涂铝	150	4,6
	符合 GB/T 9793 的未封闭的热喷涂锌	150	1,4,6
	符合 GB/T 9793 的封闭的热喷涂铝	150	4,5,6
	符合 GB/T 9793 的封闭的热喷涂锌	150	4,5,6
长(10～<20)	同上或者：		
	符合 GB/T 13912—2002 的热浸镀锌(钢厚度≥6 mm)	85	1,2,3,4
	符合 GB/T 9793 的封闭的热喷涂铝	100	4,5,6
	符合 GB/T 9793 的封闭的热喷涂锌	100	4,5,6
中度(5～<10)	同上或者：		
	符合 GB/T 13912—2002 的热浸镀锌(钢厚度<6 mm)	45～70[a]	1,2,3,4
	符合 GB/T 9793 的未封闭的热喷涂锌或铝	100	1,4,6
	热浸镀锌管(例如符合 EN 10240)	45～55[a]	1,2,3,4
短(<5)	同上或者：		
	符合 GB/T 13912—2002 的热浸镀锌[b]	25	1,2,3,4,9
	热浸镀锌管(例如符合 EN 10240)	25	1,2,3,4,9
	热浸镀锌板 Z275(见 EN 10142 或 EN 10147 或 ISO 4998)	20	1,9
	符合 GB/T 9799 的电镀锌(普通)	20	1,9

[a] 取决于规定的管子覆盖层质量(例如见 EN 10240)或产品中钢的厚度(见 GB/T 13912—2002)，要求超过规定的相应的最小平均厚度。

[b] 直径<6 mm 的螺纹件。

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

表 2（续）

f) C5 腐蚀性种类：很高（本腐蚀性种类中程度最高的部分[长期暴露的锌的典型腐蚀速率为 6 μm/年～8 μm/年或 40 g/(m²/年)～60 g/(m²/年)]

典型首次维修寿命/年	一般描述和适用性	单面覆盖层平均厚度（最低）/μm	注（列于表 2 末）
很长（≥20）	热浸镀锌	150～200[c]	1,2,3,4,10,11
	符合 GB/T 9793 的未封闭的热喷涂铝	250	4,6
	符合 GB/T 9793 的未封闭的热喷涂锌	250	1,4,6
	符合 GB/T 9793 的封闭的热喷涂铝	150	4,5,6
	符合 GB/T 9793 的封闭的热喷涂锌	150	4,5,6
长（10～＜20）	同上或者：		
	热浸镀锌（厚镀层，不总适用，见列于表 2 末的注 2）	115	1,2,3,4,10,11
	符合 GB/T 9793 的未封闭的热喷涂铝	150	4,6
	符合 GB/T 9793 的未封闭的热喷涂锌	150	1,4,6
	符合 GB/T 9793 的封闭的热喷涂铝	100	4,5,6
	符合 GB/T 9793 的封闭的热喷涂锌	100	4,5
中（5～＜10）	同上或者：		
	符合 GB/T 13912—2002 的热浸镀锌（钢厚度≥3 mm）	70～85	1,2,3,4
短（＜5）	同上或者：		
	符合 GB/T 13912—2002 的热浸镀（钢厚度＜3 mm 或经离心处理[b]）	25～55[a]	1,2,3,4,9
	热浸镀锌管（例如符合 EN 10240）	25～55[a]	1,2,3,4,9
	热浸镀锌板 Z275（见 EN 10142 或 EN 10147 或 ISO 4998）	20	9

[a] 取决于规定的管子覆盖层质量（例如见 EN 10240）或产品中钢的厚度（见 GB/T 13912—2002），要求超过规定的相应的最小平均厚度。

[b] 直径＜6 mm 的螺纹件。

[c] 这些条件和首次维修寿命大于 20 年，要求热浸镀锌层很厚，例如 150 μm～200 μm 厚。在未与热浸镀锌方讨论之前，以及未镀出满意的热浸镀锌样品之前，不规定这类覆盖层。其一般指南见 GB/T 13912—2002 和列于表 2 末的注 2。

g) Im2 腐蚀性种类：温带海水[d,e]（锌的典型腐蚀速率为 10 μm/年～20 μm/年或 70 g/(m²/年)～150 g/(m²/年)]

典型首次维修寿命/年	一般描述和适用性	单面覆盖层平均厚度（最低）/μm	注（列于表 2 末）
很长（≥20）	符合 GB/T 9793 的封闭的热喷涂铝	150	4,5,6
	符合 GB/T 9793 的封闭的热喷涂锌	250	4,5,6
长（10～＜20）	同上或者：		
	热浸镀锌（见表 2f）的脚注 c）	150～200	1,2,3,4,11
	符合 GB/T 9793 的封闭的热喷涂锌	150	4,5,6
中（5～＜10）	同上或者：		
	热浸镀锌（厚镀层，见列于表 2 末的注 2）	115	1,2,3,4
短（＜5）	同上或者：		
	符合 GB/T 13912—2002 的热浸镀锌（钢厚度≥3 mm）	70～85	1,2,3,4

[d] 热镀锌管、板和设备在海水中使用时一般都要增加保护。

[e] 含盐的水比海水的腐蚀性或强或弱，对其使用寿命不能提出一般估计。

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

表 2（续）

注 1：保护覆盖层体系的首次维修寿命：表 2 所列体系是按环境和典型首次维修寿命分类，供设计者进行选择。表中对较长寿命的处理建议对于较短使用周期保护同样适用，且常常同样很经济。

表 2 可用于确定任何锌覆盖层的首次维修寿命，可适用于表的每部分的腐蚀速率均在各部分表头给出。任何一种覆盖层都不可能达到厚度完全均匀，表 2 第 3 列的标题及其他地方提到的“覆盖层平均厚度（最低）”指的是最小值；实际上，全部覆盖层厚度的总平均值可能大大超过此最小值；这是重要的，因为锌和铝覆盖层能对邻近区域提供保护作用，这可能过早消耗其覆盖层。应注意，EN 10240 中的厚度要求是最低局部厚度要求。此外，此表所列的覆盖层厚度可能不符合一些标准中规定的覆盖层厚度。

表 2 给出了结构用等级和冷作用等级的热浸镀板和热浸镀冷轧件覆盖层、电镀锌板覆盖层以及热喷涂锌或热喷涂铝或热浸镀覆盖层制成品的指南。薄材料的热浸镀成品和半成品、紧固件和其他离心处理件一般都涂覆中等厚度的覆盖层（也见相关产品标准）。因为所有锌覆盖层的使用寿命都大致与锌覆盖层的厚度或涂覆量成正比，所以很容易估计出这种中等厚度覆盖层的相关性能。在典型大气和海水中的金属锌覆盖层的首次维修寿命见图 1。在其他因素不变时，锌覆盖层在大气中的寿命随二氧化硫污染物浓度的降低而增长。

在整个表中，提到了常见的热浸镀板 Z275。具有较厚覆盖层的板，如 Z450 级，首次维修寿命成比例提高。较薄覆盖层等级的首次维修寿命成比例地减少。

锌铝合金覆盖层（5%～55%铝）通常比纯锌覆盖层更耐用；由于锌铝合金的更广泛应用未成定局，故本表未予列出，这类材料适用的技术文献很多，可参见 EN 10214:1995 和 EN 10215:1995。

注 2：产品的热浸镀厚度：GB/T 13912—2002 规定厚度大于或等于 6 mm 的钢标准热浸镀层厚度最低为 85 μm；较薄钢、自动热浸镀管材和离心件（一般为螺纹件和零配件）的镀层较薄，但通常超过 45 μm；那些规定需使用不同厚度镀层的地方，可通过计算确定其使用寿命；锌镀层的寿命（初步近似）与其厚度成正比。对于管材，EN 10240 包括了需方选择较厚镀层要求，这样可得到更长的寿命。厚度大于 85 μm 的热浸镀层在 GB/T 13912—2002 中未作规定，但是该标准的一般条款汇同特殊厚度指标，可构成第三方检验的规范；在定出这种规范前有必要了解所用钢的成分，并应向热浸镀厂家咨询，因为这些厚镀层可能并不对所有类型的钢材都适用。如果钢材适用，可能规定厚镀层，下列指标可用作指南：

产品及厚度 t/mm	镀层局部厚度/μm（最小值）	镀层平均厚度/μm（最小值）
钢 $t \geqslant 6$	100	115
钢 $3 < t < 6$	85	95
钢 $1 < t \leqslant 3$	60	70
离心处理的小零件	不推荐	不推荐

比以上所列更厚的镀层（如 150 μm～200 μm），在选择钢材时更要谨慎。对于所有厚的热浸镀层，可能都有必要检测一件热浸镀出来的样品的厚度。钢铁的成分也影响钢与锌的反应速率。一般来说，如果钢铁中硅质量分数加 2.5 倍的磷质量分数之和小于 0.1%，就可能形成浅灰色连续镀层；然而大多数类型的钢材都能得到有限制厚度的优质连续镀层。

注 3：锌覆盖层的增强或修复：厚度不够的覆盖层，如小件上的覆盖层，可能涂敷锌粉涂料以达到使用寿命所要求的锌覆盖层总厚度。不连续和破损区域可能采用喷锌、专用锌合金融敷或富锌涂料修复（见 GB/T 13912—2002），设计者应保证修复区域能与随后可能要采用的任何涂层相容。

注 4：待涂漆的金属覆盖层的维修间隔时间（见 7.5）：在裸露的热浸镀表面或封闭的热喷涂金属表面采用油漆维修的情况下，未来的维修间隔时间将为金属覆盖层加漆膜体系的维修间隔时间，它往往比裸金属覆盖层短，而比直接涂于钢上的同种漆膜体系长。由于未封闭的金属热喷涂层的维修操作通常比封闭的热喷涂层精心得多，因此宁愿要求它应足以保护构件到要求的寿命而不必维修。表 2 中“很长”寿命类所推荐的体系一般就满足 20 年后维修的寿命要求。对那些很长寿命覆盖层，如果在 20 年周期结束前有机会进行这样的维修，可能是很有利的，特别是当构件要求无限期使用下去时。对于表 2 中任何一类，最不利的情况可能是需要将钢件喷砂清洁并重新涂覆。

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

表 2（续）

注 5：封闭的热喷涂层：可用封闭改善金属热喷涂层的外观和提高其使用寿命，广泛采用乙烯基或环氧基共聚物封闭剂。不要求封闭剂形成可测出的覆盖层，但封闭剂应一直涂至被吸收过程完全时为止。如果想在表面最终维修时热喷涂层还保留下来，热喷涂铝涂层加封闭是特别值得推荐的体系；对这种体系的维修只需用封闭剂进行修补就行了。对金属热喷涂层很少采用涂装，除非有色彩、惰性阻断或额外的耐磨性要求。

注 6：与混凝土接触的金属覆盖层：混凝土的碱性使得它不适合与铝或铝覆盖层直接接触，应使用一层惰性阻断层。在大气中，有铝或锌与混凝土、土壤等形成的界面，会从一种惰性层的形成中得到巩固，这种惰性层能在适当情况下通过锌与混凝土的受控反应而原位生成，从而保证了良好而协同的结合强度。

注 7：防污涂料：用于防止海洋生物沉积在构件表面的特殊配方涂料，大多数防污涂料都需要每年或每两年重新涂覆。锌和铝上一般不应涂覆含铜或汞化合物的防污涂料。

注 8：薄热喷涂层：GB/T 9793 允许室内用 50 μm 厚的不封闭的锌涂层，50 μm 厚的涂漆的锌涂层既可用于室内又可用于城市环境，因此这里包括它们的内容。指定这类薄涂层时，建议与热喷涂方进行协商，因为实际上许多热喷涂方都推荐较高的最小涂层厚度。

注 9：在腐蚀性较强的大气中，厚度低于大约 30 μm 的锌覆盖层应在生成后即涂漆。

注 10：在腐蚀性较强的大气中，建议 10 年维修一次；如果想使寿命更长，则维修更需提前。

注 11：锌或铝覆盖层加涂漆也能获得很长寿命（见 7.5）。金属覆盖层加涂漆或粉末涂层是替代增加金属覆盖层厚度以获得长寿命的另一种方法，一般能规定这种覆盖层 10 年～15 年之后进行维修。

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

附 录 A
（资料性附录）
产品热浸镀设计

A.1 总则

任何需要精饰的制件的设计，不仅必须考虑制件的功能及其制造方法，而且还应考虑精饰所带来的限制性。图 A.1～A.11 表明了一些重要的设计特点，其中一些针对于热浸镀。

A.2 表面准备

设计和所用的材料应允许进行良好的表面准备，这对于生产出优质的镀层是绝对必要的。必须完全除去表面污垢，其中包括不能用酸洗去除的油、脂、油漆、焊渣和飞溅物等，以及类似不洁物如防飞溅剂等。必须避免清漆、蜡、油漆、油和脂基的痕迹。表面应无缺陷，以保证镀层具有良好外观和服役性能。

铸铁表面露出的石墨影响熔融金属的润湿而且退火铸件的表面层可能含氧化硅粒子，都应予以除去，以获得质量良好的热浸镀层。建议在铸件退火之前和之后都进行喷砂处理。

A.3 与设计考虑有关的工艺过程

热浸镀锌浴和相关设备应具备足够的制件热浸镀锌的能力。对于现有的锌浴而言，如果制件的尺寸过大，可将制件的一部分先浸入，然后在长度或深度方向调头再进行浸镀，以得到完整的镀层。

热浸镀过程中的所有操作都应该是安全的。通常可利用螺栓孔、起重吊耳（见图 A.9）辅助进行一般的操作。制件可以放置在夹具或吊架上，在这种状况下热浸镀后，可能会有一些明显的接触痕迹。浸镀操作中，一般是将工件垂直移出锌浴，但是内部有锌液需要排出的制件可倾斜一定的角度。整个处理工序中，所有的工件表面都会经历从空气中到进入预处理剂再到进入锌浴的过程，气泡会妨碍其所在区域的预处理，造成漏镀；密闭空间里的液体在约 450℃的热浸镀温度下会汽化，产生的压力能使工件变形或产生爆炸；过量的锌可能降低附着性，影响外观并造成浪费。

一些制件，例如，热交换器和气罐，可能只进行外部热浸镀（见图 A.11）。这需要特殊技术和设备（例如，将制件浸入锌浴时要采取防止制件上浮的措施），应向专业热浸镀人员咨询。

A.4 设计要点

推荐采用的热浸镀件的设计要点见图 A.1～图 A.11。

警告：具有封闭空间的工件严禁进行热浸镀，或者必须开排气孔，否则会出现严重的爆炸危险。

空心结构的导流和排气孔（见图 A.5 和 A.10），其内表面也允许形成镀层进行保护，从而保证对制件具备更好的保护作用。工件的残余应力大到一定的程度往往可能在热浸镀温度下释放，这是钢制工件发生意外变形或开裂的主要原因之一。工件最好采用对称结构；应尽量避免采用厚度或截面尺寸变化大的结构，例如，薄板与厚角钢焊接；应该选择引入非平衡应力较小的焊接和装配工艺；在焊接和加工过程中应尽量减少热膨胀的不一致。在热浸镀之前可能希望进行热处理。与热浸镀厂家讨论加工件的组装次序可能会有所裨益。对热浸镀而言，紧凑的部件组合（占热浸镀浴空间最少）是最经济的。焊接最好在热浸镀前进行，以保证在焊缝上热浸镀层的连续性。有关基体金属中应力的更进一步的资料详见 GB/T 13912—2002 中 C.1.5。

制件的结构设计应有利于熔融金属的流入和排放，并应该避免封住空气。光滑的外观轮廓，避免不必要的边、隅角，都将对热浸镀有利；这样再加上热浸镀以后采用螺栓连接可以改善长期耐蚀性。

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

构件中所必须开的热浸镀工艺孔最好在组装前加工，这些孔是通过对构件截面上的一些连接板的隅角进行切削或磨削除角形成的。这样有利于避免“死胡同”的出现，滞留在这些“死胡同”中的过多的熔融锌能凝结起来。当制件已经组装好时，气割可能是加工孔类的最佳方法，因为钻孔所需的空间可能不允许所钻的孔充分靠近制件边或隅角。

A.5 间隙

热浸镀层的厚度主要决定于钢的特性和厚度，在配合面上和孔内应给镀层金属的厚度预留足够间隙。一般情况下，对于平整表面上的热浸镀层预留 1 mm 的余量比较合适。

螺纹件的情况要复杂些。例如，对热浸镀并经离心处理的螺母和螺栓，各个国家现行惯例不一样，并行以下两种规范：

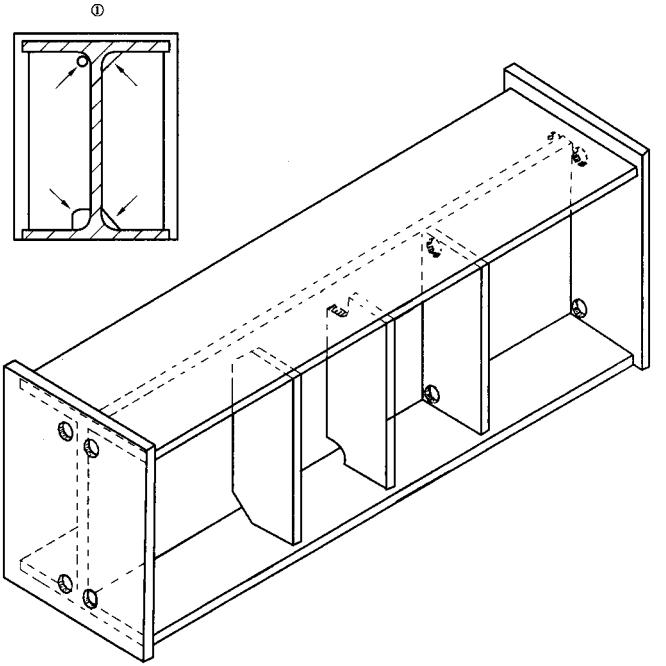
a) 将螺栓上的螺纹按相应规范所规定的公差加工，而不为热浸镀预留余量，而且将热浸镀后的螺母攻丝达到超过正常尺寸 0.4 mm；

b) 将螺栓加工得较正常尺寸小些（例如瑞典标准 SS3192～SS3194），以使热浸镀螺母上的标准螺纹在所有情况下都能使用。

A.6 储存和运输设计

热浸镀钢铁件应始终堆垛储存，以使空气能在其所有的表面上自由循环。如果储存或在户外运输，遇有大而平的表面，例如箱面处，应采用隔离垫块（除非能将起隔离作用的突起构造纳入到设计中）来堆垛，以减少湿的储存斑点。不应将制件套叠或密集地压紧在一起，这些部位产生的凝露和（或）毛细管作用能将水吸附在接触面之间（也见 GB/T 13912—2002）。

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

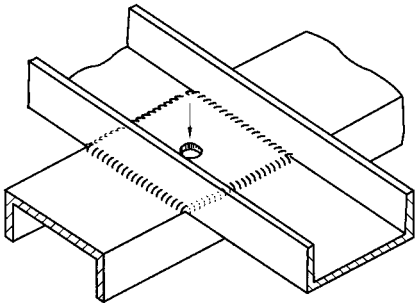


主横梁的截面①示出三种所需要的有利于热浸镀过程中金属流动的导流孔类型

注：外加强板、焊接在柱体和横梁上的角撑板和腹板以及槽内截面上的角撑板都应切掉隅角，在不影响结构强度的前提下所形成的缺口应尽可能大。若需要环绕所形成的边角进行焊接，则应采用圆孔形的切角以便获得沿切角端头绕到另一侧的连续焊缝。圆孔的效果较差，若采用圆孔，则应使之尽可能地靠近隅角和边。在较方便的地方，切角和开孔也可能在主梁上。在大型箱体的截面中(见图 A.9)，内加强板除了切角以外，还应在中心开孔；小型箱体内的截面上只需切角就够了。如果可能，角支撑应在不到主梁翼缘处为止。有底板的地方，则需要另加导流孔。所有这些特点在于a)防止处理过程中夹裹空气，从而使酸洗用酸和熔融锌可到达工件的所有表面；b)从酸槽、漂洗槽和热浸镀槽中取出工件过程中有利于液体的排放。孔和缺口的准确位置可能因热浸镀工艺不同而不同，应在设计阶段向热浸镀厂家咨询。

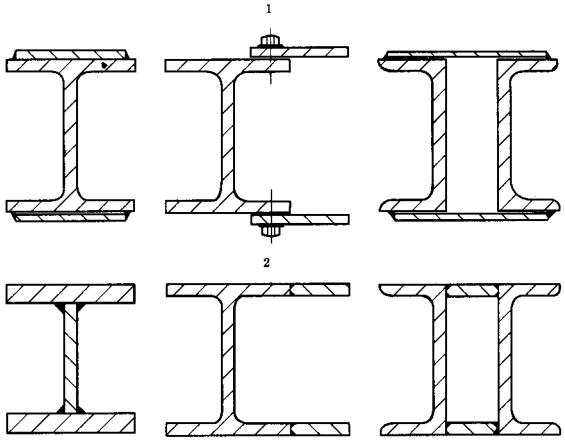
图 A.1　横梁、角撑板和腹板

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载



注：接触表面应按图所示进行钻孔，薄钢更应如此。开孔尺寸的确定应考虑重叠面积。按重叠形状可能需要一个以上的孔；应避免液体在接触平面之间的狭缝中的残留(见图 A.3)，这一预防措施对于避免热浸镀操作中发生爆炸是必要的。没有必要钻透接触中的两个组成件，但这样做要有助于液体自由流动。

图 A.2　焊接在一起的平整表面



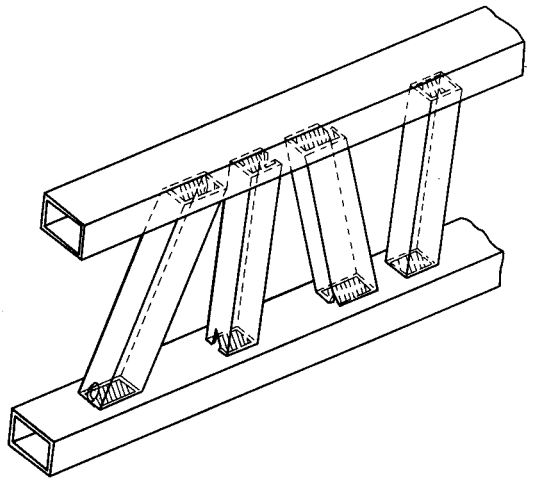
1——避免采用；

2——推荐采用。

说明：部件之间，特别是相互以平面接触的表面之间形成的狭缝，液体将可以渗透其中，但热浸镀层不可以在其中形成。焊接接头应连续，除非它们被封闭在别的无开孔表面中了。部件热浸镀后最好采用螺栓连接，所有部件都要能热浸镀。能互换的标准的轧制制品在螺栓连接前进行热浸镀既有利于处理也有利于组装，以后的拆卸也容易；这也是最适用的方法而且耗费最低。

图 A.3　狭缝

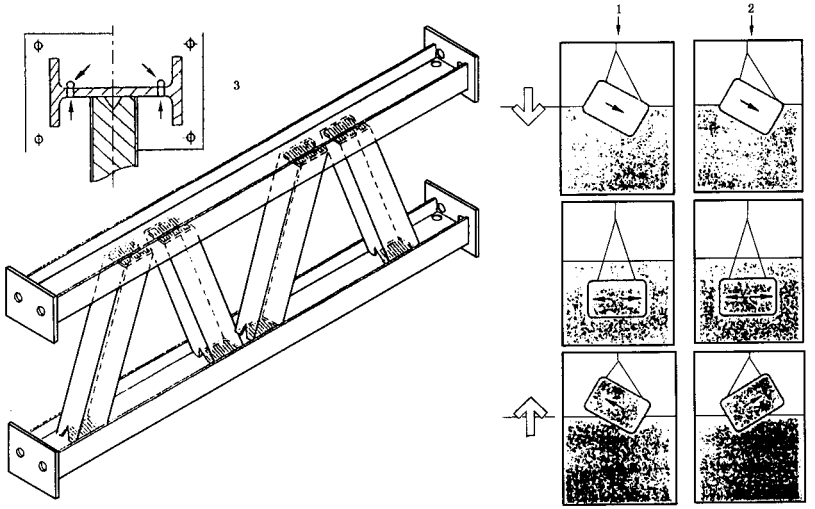
标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载



注：应做设置导流孔和排气孔的准备(从检查和安全起见，最好设置得可以从外部观察到)。对于端部封口(例如被平板面封口)的交叉组件或桁弦组件，应在成对顶的靠近顶部和底部的位置彼此相对地钻两个孔或开两个V形缺口，并尽可能接近封口端部，钻孔应尽可能地大，小型制件的典型最小开孔直径为10 mm，较大制件的开孔直径应大约为组件宽度的25%(也见图A.5)。

图 A.4　空心结构件

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载



1——(最常用的)浸入过程中的取向举例;

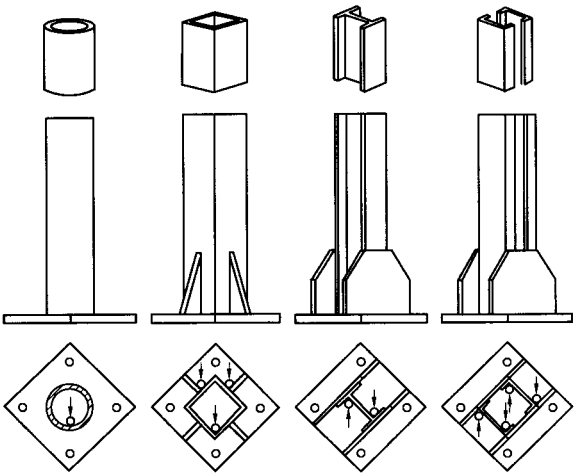
2——(也可采用的)浸入过程中的取向举例;

3——排气孔示意图。

注:锌液应能不受限制地流走;推荐的操作是从一角浸入,浸镀后从对角提出。应使排气孔的姿态与提出过程中的调准相关连。

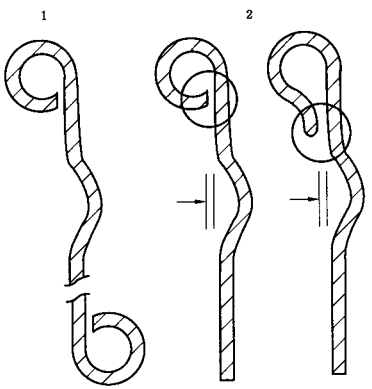
图 A.5 热浸镀过程中的取向

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载



注：制件端部的排气孔应对顶设置，最好与热浸镀厂方共同决定。

图 A.6　可供选用的底板上的排气孔位置设计



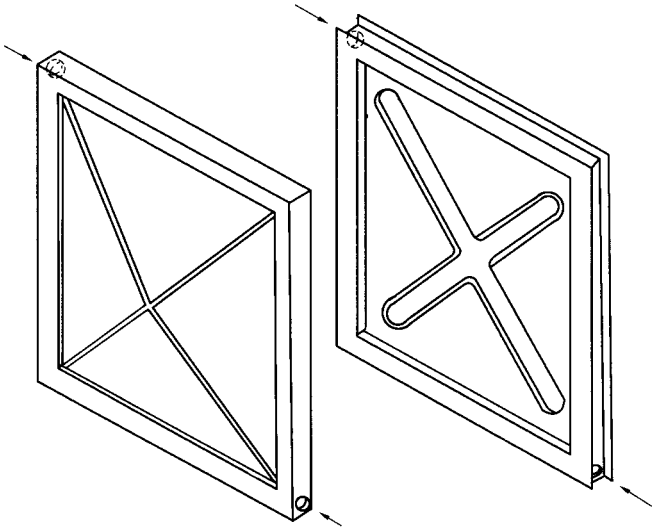
1——避免采用；

2——推荐采用。

注：卷边零件的设计及其在热浸镀槽中的支承方法，应能保证其从熔融锌中提出时卷边内的锌液能不受限制地流动。卷边应呈开口状，被卷部分的边缘应与其根部基板之间留有适当的间隙，也不应彼此背对背取向地卷边，否则熔融锌总会被所形成的"杯子"中的一个滞留住。

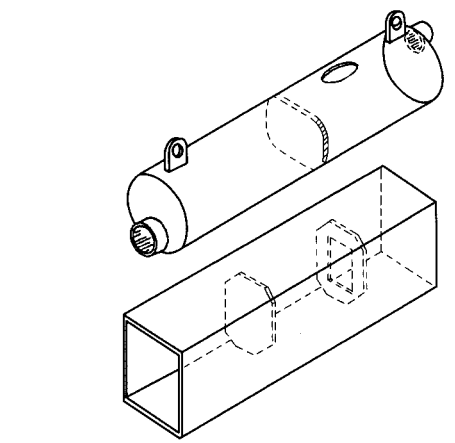
图 A.7　卷边

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载



注：大型开口容器应采取加强措施以减小变形。如果容器的外框做成多角形，开口应在转角处。平板容易变形，在可能的地方，应采取加强措施，例如，凹槽状的筋或肋板。

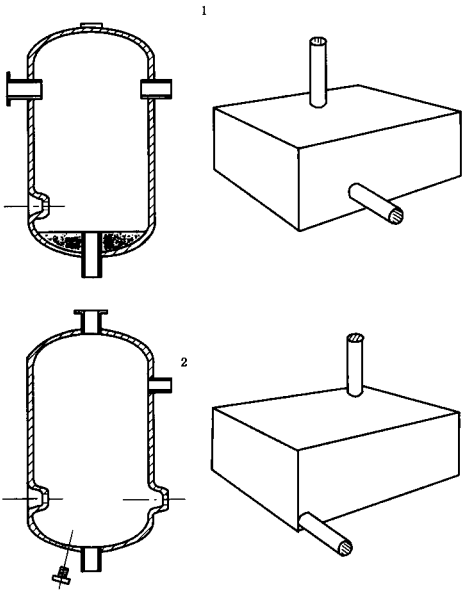
图 A.8　平板的热浸镀



注：排气孔应在同一个径向彼此相对地布置，孔的直径至少为 50 mm。内隔板的底部和顶部应被弓形地切掉，被切掉区域应可以通过观察孔（排气孔）看见。除了图中所示排气孔之外，大型容器要备有适当尺寸的进人孔——其尺寸可向热浸镀厂方咨询。应设置吊耳，并应能经受住从热浸镀锌槽提出时圆筒内附加的熔融锌的重量。

图 A.9　筒形件

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载



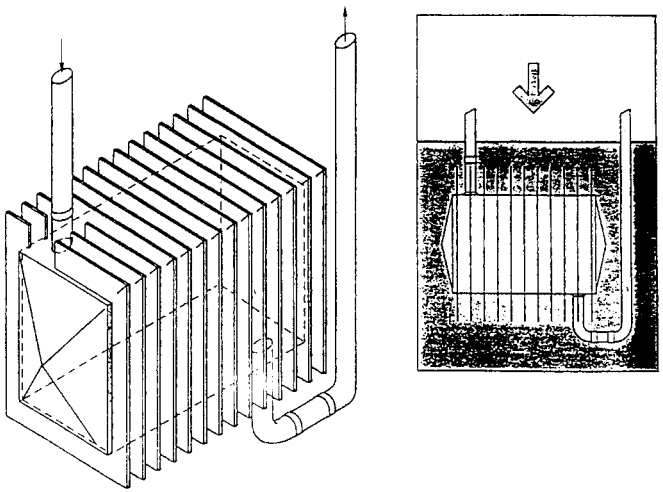
1——避免采用；

2——推荐采用。

注：制件为内腔件时，制件上应设置导流孔。如果需要，此孔可在热浸镀后塞住。

图 A.10　封闭腔

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载



注：组装件只要求进行外部热浸镀时（例如，容器或热交换器），则必须：

a) 密封低于熔融锌液面的开口；

b) 增加延伸部件，保证组装件各个部位的热（膨胀）空气能排放出去；

c) 采用一种装置迫使组装件浸入熔融锌液面之下（没有向下的压力，制件将漂浮而只有部分浸入）。

图 A.11 只需外部热浸镀的制件

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

附 录 B
（资料性附录）
钢铁基体热喷涂设计

B.1 总则

任何需要精饰的制件的设计，不仅必须考虑制件的功能及其制造方法，而且还应考虑精饰所带来的限制性。

最常用的热喷涂是将锌或铝喷涂在钢铁上，其他热喷涂材料还涉及到从锡及锡合金、铜及铜合金、钢及不锈钢到镍合金和某些陶瓷等许多种类。使用特殊的专用封闭剂能提高热喷涂层的耐蚀性。这些封闭剂不仅延长涂层的使用寿命，而且还提供所需的较光滑的外观和颜色。“传统的”多层油漆涂装体系一般较少看好。在设计阶段就应征询热喷涂厂方专家的意见。

热喷涂防护分为两个确定的步骤。即表面准备和热喷涂。

B.2 表面准备

表面应采用喷砂进行预处理（见 GB/T 8923）。使其达到 Sa2 $\frac{1}{2}$ 级（喷锌或锌合金前）或 Sa3 级（喷铝或铝合金前）；根据 GB/T 8923（也见 GB/T 9793）喷砂后的表面应提供一个合适的表面轮廓。将要热喷涂的表面应完全没有游离的颗粒及灰尘粘附。

B.3 工艺

金属热喷涂层的工业化生产是将熔融的金属热喷涂材料以雾化方式喷射沉积到要涂覆的表面。由于热喷涂过程中输入基材的热量能维持得很低，故一般视其为“冷”加工工艺。

热喷涂作业既可采用手工操作，也可采用自动化装备。锌、铝涂层的控制和检验可参见GB/T 9793。

B.4 设计特点

满意的表面准备及后续的热喷涂的效率和经济性都受下列设计要点的制约。

a) 要喷涂金属的钢结构及构件从设计的开始就应清晰地将热喷涂考虑在内。若考虑不周，几乎必定增加热喷涂施工的难度及成本，并导致总体使用寿命的降低。

b) 应遵循的主要设计原则要点如下：

——设计应保证所有表面都是完全能接近以进行预处理和随后的砂粒清除，并允许进行完全而始终如一的热喷涂施工的。

——产品应设计得使腐蚀极难形成任何集中点，从这些集中点出发腐蚀能扩展开来。由于主要的腐蚀因素是湿气和污垢，海洋性和工业性腐蚀介质能积聚在湿气和污垢中，这一因素要求简化设计并消除所有可能有利于湿气和污垢沉积和滞留的外形。

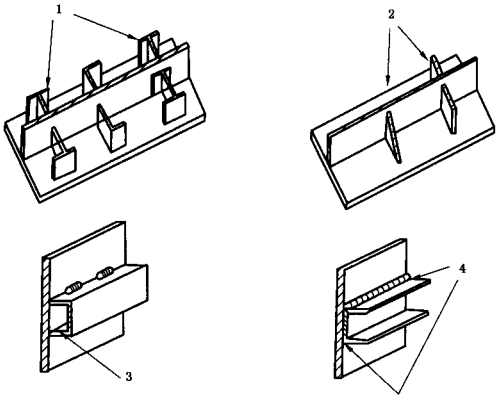
——整个设计应做到便于全面检查，容易清洁和维修。

——应避免使用薄板，因为喷砂处理所用的高压射流可能造成其变形。

焊接结构使用量的增多以及由此引起的设计的普遍简化已使得下列设计推荐比较容易满足。事实上，周全的焊接设计与优秀的防护设计有着许多共同之处，因为通常难以焊接的外形同时也难以实施热喷涂保护。

要采用热喷涂金属涂层的构件的一些值得推荐的和不推荐的外形设计见图 B.1～图 B.4。

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载



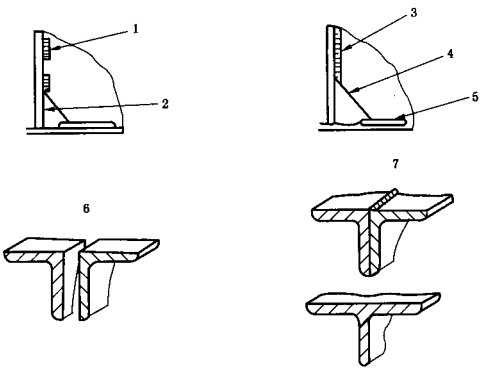
1——避免用小截面 T 形梁或槽钢作加强板；

2——优先采用平板或球头扁钢作加强板；

3——除非焊接前通道内部已得到保护，否则应避免；

4——优先采用连续光滑的焊接头，焊渣和飞溅物应清除干净。

图 B.1　内锐角和盲隙



1——避免间断的焊接头作为加强筋；

2——避免填密焊缝靠近腹板；

3——优先采用连续焊接头；

4——优先采用长喙加宽间距，以便于接进；

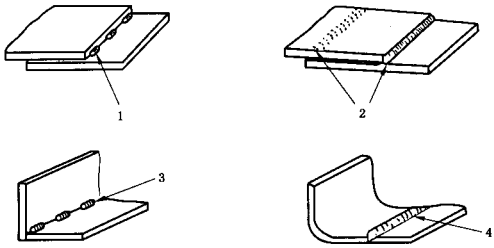
5——优先采用填密焊缝尽量离腹板远一些的设计；

6——避免采用两个角背对背的构造，因为内侧面不能被喷涂；

7——优先采用连续焊接头或相同截面的 T 形钢。

图 B.2　狭缝和罅隙

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载



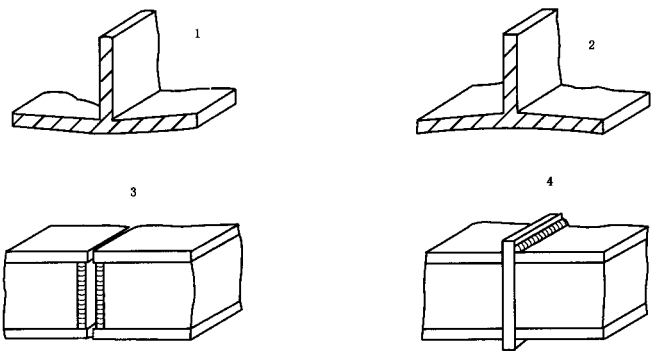
1——避免在搭接处采用不连续焊；

2——优先采用将搭接缝全部封死的连续焊接头，焊接光滑、无焊渣和“焊接金属飞溅”；

3——避免尖角和不连续焊；

4——优先采用圆角和连续对接焊。

图 B.3　搭接和角



1——易滞留污垢和湿气的设计细部；

2——预先调整腹板以助湿气凝结的水流走；

3——避免采用缩头的对接板；

4——优先采用露头的对接板。

图 B.4　平面和容器

无论采取何种具体的保护方案，对于任何暴露于腐蚀损害环境中的工程构件来讲，下列许多设计推荐都是同样适用的：

——任何引起“遮蔽”的外形设计，也就是妨碍方便地接近有关表面区域进行喷砂或金属喷涂的外形设计，都是极不允许的，应予避免。

——由于喷砂和金属喷涂时材料基本上都是从喷嘴呈直线射出，所以设计应当有利于喷嘴与喷涂面构成的夹角大致形成 90°，而且该近似角度应始终不小于 45°。

——由于在操作喷砂嘴连同其附带的高压且较难弯曲的气管和金属喷枪连同其附件时，喷嘴与被喷涂表面间的距离在 150 mm～200 mm 之间，所以任何要处理的表面的前面至少要有 300 mm的靠近长度。

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

——狭缝、盲隙、深坑和内锐角应予避免，因为这些特征难免会妨碍表面预处理和涂层制备的均匀性，这大概是局部耐蚀性遭受损害的原因。同样地，小截面的“E”或“T”型加强板和深而窄的槽形截面也可能产生既不能充分预处理也不能进行完整喷涂的“盲”区。所以这种设计应予避免，代之以“平板”或“球头扁钢”加强板。

——应优先采用圆角而不是尖角。

——封闭空间，例如容器，应配备足够的进人孔，供操作者完全接近所有内表面；还应提供第二出口，通过该出口能安排必不可少的实在的通风。喷砂会产生大量的粉尘，为了清洁表面的实现和操作能见度，应及时而积极地将其清除；在狭窄空间进行金属喷涂也产生金属尘烟和热量。为维持正当的工作条件，除了向操作者保护面罩单独地供空气外，还应有非常好的通风。

——如果在罐体内表面或其他内空间进行常规喷砂，应有清除比重大的砂粒堆积的准备。采用大功率真空除尘器，利用足够的进人孔和抽风口，能相当地简化砂粒清除工作；另一个从源头防止任何比重大的砂粒堆积的方法是，采用配备了封闭循环真空回收装置的喷砂设备，该设备的回收装置用以回收喷砂用过的砂粒，可以连续清除砂粒，使粉尘问题降低到最小程度，并且还大大简化了残留粉尘和砂粒的最终清除问题，这些粉尘和砂粒如果残留下来就能提供一些腐蚀萌生中心。

——容器内和封闭空间的隔板和配件应尽可能制成可拆卸的，以便于处理；若不可能做到这点，则应特别注意能否接近这些组件的所有表面进行施工。

——为了满意地对空心件和管件内表面实施表面预处理和热喷涂，应考虑由“接进”和“喷嘴距离”要求所产生的限制，一般来讲，直径大于 100 mm 的短直管件能用带特殊附件的喷砂、喷涂设备进行施工。弯管和直径小于 100 mm 的小空心构件内表面却非常难进行满意的处理；除非有关金属喷涂施工方认为这类构件的处理是能实施的，否则应予以避免。

——对于服役期间遭受热冲击、快速膨胀和收缩或强烈振动的制件和结构（例如：喷气式发动机试验台架的消声器），重要的是，它们的设计应将膨胀和收缩减少到最小，并应使金属涂层表面充分强化的要求具体化。

B.5 形状——以避免成为腐蚀萌生中心

B.5.1 当采用两个角背对背的构造或在两个面的交线上采用短的间断焊接头作为加强筋时，会形成罅隙与狭缝，应予避免，因为对它们难以保护。最好采用连续焊接。

B.5.2 除非搭接被连续、光滑的焊接头封闭，否则，应将搭接改为对接。

B.5.3 角最好是圆的，因为圆角比方角更易于保护，圆角还使检测、清洗、维修得以简化并且使湿气和污垢的积聚减到最少。

B.5.4 为了提供较大的表面积以使保护涂层均匀并克服尖锐的棱边处涂层无法获得足够厚度的难题，最好将棱边倒圆。尖锐棱边处的涂层也更容易破损。

注：遭受大气腐蚀的大型“棱边”区域（例如：在接长或接宽的金属上）一般考虑采用喷锌，因为锌能对钢铁提供比铝更好的阴极保护。

B.5.5 盲隙、狭缝、搭接点、凹坑、通道和水平展开的表面是易受腐蚀的潜在区域，这是由于湿气及包括表面预处理用过的砂粒在内的污垢在这些部位的滞留而引起的。无论在何处，都应为湿气的蒸发、逸出或排导做出设计规定，或靠预先设置或靠准备设置足够数量并位置适当的排水孔来达到这些规定。

B.5.6 焊在一起的配合表面应用焊蚕将其全部封死（即满焊（起草者注）），以防止喷砂磨料的陷入，并防止湿气进入未处理区。

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

参 考 文 献

GB/T 8923—1988 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级(eqv ISO 8501-1:1988)

GB/T 11373 热喷涂金属表面预处理通则

JB/T 5067 钢铁制件粉末渗锌

JB/T 8928 钢铁制件机械镀锌

EN 10214:1995 钢带和钢板的连续热浸镀锌-铝(ZA)交货技术条件

EN 10215:1995 钢带和钢板的连续热浸镀铝-锌(AZ)交货技术条件

DIN 50930:1993 金属腐蚀 在管、槽及设备中水对金属材料的腐蚀 铁基材料热浸镀后腐蚀行为评估

PD 6484:1979 两种金属接触时的腐蚀及缓蚀评述

SS 3192 金属及其他无机覆盖层 钢制螺纹件的热浸镀锌

SS 3193 ISO 普通公制螺纹 外螺纹件的热浸镀锌 尺寸公差及最小值

SS 3194 ISO 英制螺纹 外螺纹件的热浸镀锌(UNC 螺纹)尺寸公差及最小值

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载