

钢结构、管道涂装工程技术规定
(条文说明)

(试行)

北京首钢设计院
1995年10月

目 录

1 总则	1
2 涂装前钢材表面的预处理	2
2.1 一般规定	2
2.2 喷射除锈	6
2.3 化学除锈	11
2.4 手工和电动工具除锈	13
2.6 预处理等级	14
3 涂料	14
4 涂装设计	18
4.1 腐蚀环境的分类	18
4.2 涂层防护体系设计	18
4.3 涂装工程色彩	21
5 涂装施工	22
5.1 一般规定	22
5.2 涂装施工方法	24
5.3 二次涂装的表面处理和修补	27
6 安全技术	28
7 质量检查及验收	28
8 埋地管道防腐蚀	28

1 总则

1.0.1 物质在自然和生产环境中被腐蚀是普遍存在的自然现象，尤其是钢铁的腐蚀更为明显。

在工厂，各种钢结构、机械设备和架空管道，由于受工业大气中二氧化硫等物质的作用腐蚀更为严重。腐蚀不仅缩短了其使用寿命，而且直接影响着生产和安全，造成的间接经济损失要比直接损失大得多。

腐蚀虽然是普遍存在的自然现象，但由于科学技术的发展，腐蚀也是可以减少或防止的。本规定就是为此目的而制订的。

本规定为了使涂装工程的设计、施工及验收能系统地有机地结合起来，方便管理和使用，减少由于分别制订标准而易产生条文重复和矛盾的现象，而将其编制为一个标准。

本规定按冶金部标准和总结宝钢标准《钢结构涂装工程施工及验收规程》(BZQ(GJ)0011—89)应用情况基础上，参考了国内外有关标准，并结合我国冶金工业生产与环境腐蚀的特点而制订的。

1.0.2 本规定适用于钢结构、非标设备和管道的外表面防腐涂装，不适用于管道内壁的防腐涂装。由于埋地管道防腐蚀在涂装设计、施工等方面与架空管道既有共同之处又有不同点，所以独立列在本规定最后一章。但在施工安全方面，仍应执行本规定第七章的规定。

1.0.3 防止或减少钢结构腐蚀的方法很多，如喷、镀金属，阴极保护等。但目前国内外多采用涂装方法进行防护。涂装方法与其它方法相比，具有施工方便、工艺简单、费用低、易维修，特别是具有独特的色彩装饰作用，这是其它方法所不能比拟的。

1.0.4 本规定适用于温度400℃以下的涂装工程，对温度在400℃以上的涂装工程，由于使用条件、环境比较复杂，难以作出具体规定。因此，对使用温度在400℃以上的涂装工程，按具体设计规定执行。

1.0.5 随着涂装技术和涂料工业的发展，新的涂装工艺、设备和涂料品种也随之不断涌现。为了促进首钢涂装技术的提高和促进新涂料品种的应用，本规定明确规定应采取积极的支持态度，但在采用之前，必须要做试验和试用，证明确实是技术先进、防腐效果明显，并经有关部门审批后，方可采用。

1.0.6 涂装施工使用的原材料，大部分为易燃、易爆和有毒物品。为确保安全，除执行本规定外，还应执行国家现行的有关法令、法规和标准。对与本规定有关而本规定又不能包括的事宜，应按国家现行有关的标准执行。

2 涂装前钢材表面的预处理

2.1 一般规定

2.1.1 钢材表面处理，是涂装施工的基础。钢材表面预处理的好坏直接影响着涂层的附着力和涂层厚度的均匀性，在

很大程度上决定着涂装工程的质量。因此，钢材表面处理的施工，必须按设计规定的方法进行，并达到设计规定的预处理等级标准。

2.1.2 对加工完的成品件，必须进行检查、验收，不合格的成品件不得进行表面处理。

2.1.3 为了保证钢材表面预处理质量，预处理施工应在具有一定设备、适合的环境条件和便于管理的工厂进行。

钢材表面预处理方法的不同，其涂装后的防护效果也不同。试验证明，在涂料品种、层数相同，而预处理方法不同的条件下，涂装的防护效果有很大的差异，如表2.1.3。

不同的预处理方法涂装后的防护效果表2.1.3

除锈方法	两道红丹和两道铁红漆	两道铁红漆
手工除锈	2.8	1.2
完整氧化皮不处理	8.2	3.0
酸洗除锈	9.7	4.6
喷射除锈	10.3	6.3

表2.1.3表明，喷射和酸洗预处理方法，要比手工预处理方法涂装后的防护效果好得多。因此，为了延长被涂物的使用寿命，在有条件的情况下，选用喷射和酸洗方法进行表面预处

理是必要的。

2.1.4 钢材表面除本身产生的氧化皮和铁锈外，还有在生产、运输等过程中外来的污物。为了保证涂装工程质量，在进行钢材表面预处理前，应清除表面上的疏松氧化皮、铁锈和其它外来污物。钢材表面外来物的类型、来源、对涂层的影响和清除方法，见表2.1.4。

钢材表面外来物类型、来源、影响及清除方法 表2.1.4

类 型	来 源	对涂层的影响	清除方法
机械物 (砂、泥 土、灰尘 矿)	在生产、运 输和贮存过 程中产生的 (包括型砂 打磨灰、毛 刺和焊渣等)	使用层不能与基体表 面直接接触, 涂层表 面粗糙, 污物易剥落 并破坏涂层, 空气容 易渗透到钢材基层	一般用专 用工具打 磨, 并用 压缩空气 清理干净
矿物油、 润滑脂和 动植物油	在运输、加 工和贮存过 程中产生的	使涂层附着力严重下 降并影响干燥, 也使 涂层的硬度和光泽降 低	用碱液或 有机剂清 洗除掉
酸、碱、 盐等化学 药品	在运输、贮 存及热处理 时产生	使涂层易起泡, 并使 涂层底漆与金属界面 破坏涂层附着力严重 下降, 在高潮湿条件 下引起涂层脱落	用水或专 用清洗剂 清洗
旧涂层	为在加工和 运输、贮存 过程中防止 锈蚀而涂的 底漆	使涂层附着力下降, 外观不均匀、光滑	一般用碱 液或有机 溶剂清除

2.1.5 对用固化剂固化的双组分保养底漆，如果涂层基本完好，则可以保留。但对部分已破坏或返锈的部位则应采用喷射方法进行处理，并达到规定的除锈等级，除锈时应注意在保留部分与不保留部分有一过渡段，以保证涂层的附着和均匀性。

所谓固化剂固化的双组分保养漆，一般是指环氧树脂类的涂料。

对非固化剂固化的保养漆和已破坏面积很大的双组份保养漆的涂层，应在表面预处理时除掉。

2.2 喷射除锈

2.2.1 喷射清理(除锈)有两种方法，即干法和湿法。湿法适用于非金属磨料的喷射，在磨料中加入防锈添加剂，防止粉尘飞扬和防止钢材表面在短时间内返锈。

喷射除锈是利用压缩空气将磨料带入并通过喷嘴以高速喷向钢材表面，利用磨料的冲击和磨擦力将氧化皮、铁锈和污物除掉，使表面获得一定的清洁度和粗糙度。

喷射清理的质量取决于下列因素：

喷射磨料的速度

喷射角度

喷射距离

喷射磨料量(单位时间)

磨料的形状、大小和含尘量

2.2.2 喷射除锈时，使用的压缩空气，必须经过油、水分离处理，否则油污和水分将附在钢材表面上，不仅影响涂层的附着力，还将破坏涂层的均匀性和密实性，从而降低涂层的防护性能。对油和水份是否分离干净，一般可用以下方法进行检查：将白布或白漆靶板，用压缩空气吹1分钟，用肉眼观察其表面，应无油污、水珠和黑点。

2.2.3 喷射磨料基本分两大类，即金属磨料(黑色金属磨料和有色金属磨料)和非金属磨料(天然矿物、人造矿物和有机物磨料)。常用的喷射磨料性能差，见表2.2.3。

表2.2.3

常用的喷射磨料性能

磨料	平均颗粒大小 (mm)	硬度	空气压力 (过气压)			磨料输送量 (kg/min)	喷射20克金属所需磨料 (kg)	喷射20克金属所需时间(平均值/min)
锆沙	0.12	800	4.2~4.6	好	中等	11.1	16.1	1.5
砂	0.39	1800	5.1~5.2	"	多	—	—	1.4
铸铁碎粒	0.58	890	4.1~4.3	相当好	少	11.1	16.7	1.5
钢丝绳粒	0.65	510	3.8~4.4	好	"	10.4	17.0	1.7
电熔金刚砂·S	0.72	2150	3.4~3.6	中等	"	6.2	14.5	2.5
电熔金刚砂·K	0.75	2200	3.2~3.4	"	"	5.8	15.5	2.3
金刚砂	0.79	2050	3.5~3.7	差	很多	5.5	—	3.5
钢丝绳粒	0.97	610	4.2~4.4	中等	少	—	19.1	2.0
平均值							16.6±1.5	2.1±0.7

注: 引用J·H·Zeal《关于钢结构喷射除锈的探讨》。

表2.2.3表明:在喷射效率方面, 钴砂、砂、铸铁碎粒和小粒钢丝线粒比较高, 金刚砂最低; 在粉尘方面, 金刚砂、砂和钴砂比较多, 其它较少; 在施工性能方面, 金刚砂最差, 其次是电熔金刚砂和大粒钢丝线粒较差, 其它均较好。

石英砂、河砂和海砂, 主要成份是 SiO_2 , 其粉尘对人身有害, 必须严格控制使用。

2.2.4 喷射除锈效率, 除受磨料影响外, 主要受喷射时的压缩空气压力、喷咀大小、喷射角度和喷射距离的影响。

(1) 喷射压力: 压力越大, 单位时间内喷出磨料量越多, 喷射效率高。但过大易造成磨料粉碎率高、表面粗糙度大、对胶管和喷咀磨损也大。

(2) 喷咀直径: 在规定的压力条件下, 喷咀越大, 效率越高, 但超过规定的直径, 反而降低效率。

(3) 喷射角: 喷射角决定着磨料喷出时与被喷物表面相冲击程度。当喷射角为 90° 时, 喷出的磨料与弹回的磨料相碰机会最大, 喷射角为 45° 时相碰机会最小, 所以, 一般将喷射角规定为 $30\sim 70^\circ$ 。

(4) 喷射距离: 以距离150mm左右效果最佳, 一般控制在100~200mm范围内。

2.2.5 使用后的磨料, 可根据规定的质量标准进行检查, 合格的可以重复使用。当颗粒太小或灰尘过多时, 采用筛分法进行分级处理或用水冲洗清除灰尘后, 晾干或炒干方可使

用。

2.2.6 喷射除锈时，要求环境相对湿度在80%以下，或控制钢材表面温度高于空气露点温度3℃以上，否则钢材表面容易返锈，同时也很难达到较高的除锈质量标准。因为在湿度较大时，不仅钢材表面容易生锈，而且金属磨料也容易生锈，所以必须在较干燥的条件下才能进行喷射除锈。

露点温度测定方法：先测定环境温度(℃)和空气相对湿度(%)，查表纵横交叉处的数字，即为露点温度。如测得环境温度为20℃，空气相对湿度为85%，在表中纵横交叉处数字为17.4，即露点湿度为17.4℃。钢材表面温度应在 $17.4 \div 3 = 20.4$ ℃以上时方可施工。

2.2.7 喷射除锈后的钢材表面，曝露在空气中很容易返锈，特别是除锈后遇阴雨天气更是如此。所以一般要求除完锈后尽快涂上底漆。底漆涂得越早，涂层的附着力越好，反之附着力越差。

对喷射除锈后又返锈的钢材表面，必须再次重新除锈。如果返锈不重，一般情况下可采用轻度喷射方法进行再除锈。

2.2.8 喷射除锈后，钢材表面附着一定的灰尘或磨料碎渣，应进行补充清理工作。补充清理工作是喷射除锈不可缺少的重要组成部分。一般常采用压缩空气进行清理。

2.2.9 喷射除锈会改变钢材表面的轮廓，一般以粗糙度表示空间的表面轮廓。粗糙度的大小影响涂层的附着力、涂料

的用量和防护作用。所以，对喷射后的表面粗糙度应有所控制。

2.3 化学除锈

2.3.1 化学除锈，其原理就是利用酸洗液中的酸与金属氧化物进行化学反应，使金属氧化物溶解，生成金属盐溶于酸洗液中。

决定酸洗质量的主要因素是酸洗液的配方及其工艺。一般酸洗液主要由酸、缓蚀剂和表面活性剂所组成，由于配方不同，其工艺也不同。

(1) 酸的选择

酸洗所用的酸有无机酸和有机酸两大类。无机酸主要有硫酸、盐酸、硝酸、磷酸和氢氟酸等；有机酸主要有醋酸和柠檬酸等。目前国内对大型钢结构酸洗，主要用硫酸、盐酸，也有的用磷酸。硫酸和盐酸属于强酸，酸洗效率高、速度快、原料广、价格低，缺点是容易产生“过蚀”现象，如清洗不彻底，残存的酸会引起返锈。另外，硫酸需在70℃左右条件下进行酸洗，盐酸虽然要求温度不高(30℃左右)，但酸雾仍然很大。磷酸酸洗效率低、速度慢、价昂贵，但它的优点也很多，如可配成“三合一”或“四合一”酸洗液，简化酸洗工艺，磷酸酸洗不会产生“过蚀”、“氢脆”现象。磷酸一般用于机械加工件或较精密部件的酸洗。

(2) 缓蚀剂

缓蚀剂是酸洗液中不可缺少的重要组成部分。大部分缓蚀剂是有机物，在酸洗液中加入适量的缓蚀剂，可以防止或减少在酸洗过程中产生“过蚀”或“氢脆”现象，同时也减少了酸雾。

不同的缓蚀剂在不同的酸洗液中，缓蚀的效率也不一样。因此，在选用缓蚀剂时，应根据选用的酸选择不同的缓蚀剂。

(3) 表面活性剂

由于酸洗技术的发展和表面活性剂的应用，在现代的酸洗液配方中，一般都要添加表面活性剂，以省去除油污的工序。特别是综合性的酸洗液（如“三合一”、“四合一”），必须加入表面活性剂。

2.3.2 酸洗液的配制，必须按配比和一定的程序进行。如酸的浓度过高，易产生“过蚀”或破坏其它添加剂的效能；酸浓度过低，则会降低酸洗效率。在配制硫酸洗液时，应将硫酸慢慢的加入水中，否则酸液溅出，容易伤害操作人员。

2.3.3 控制酸洗温度非常重要，酸洗温度过高，可加快酸洗速度，但过高就容易产生“过蚀”或破坏添加剂的作用，酸洗温度低，会降低酸洗速度，并在钢材表面上吸附一层沉淀物，该沉淀物影响下一道工序的冲洗。

2.3.4 在酸洗时，各道工序都有一定的时间要求，而且必须连续作业，中间不许停顿。如在酸洗时停顿，钢材必然要被腐蚀；在水冲、中和后停顿，将会造成返锈。对返锈件需重

新进行酸洗。

在酸洗过程中，要不断的检查酸和铁盐的浓度变化情况，一般当酸(硫酸液)的浓度低于10%时，应加入新的酸补充到规定的浓度；当铁盐浓度达90克升时，则应清理酸槽，换入新的酸洗液。

酸洗后的废液，应进行中和后再处理掉，但应符合环卫条例要求，不得随意处理。

2.3.5 酸洗后进行钝化处理是为了防止钢材表面在短时间内返锈和提高涂层的附着力。不然酸洗后，钢材表面很快就会返锈。经钝化后的钢材表面，由于钝化膜很薄，在潮湿的条件下容易返锈。所以应尽快晾干或吹干，存放在干燥、不潮湿的地方。

2.3.6 钢材酸洗后，不能在短时间内涂上底漆的，应进行活化和转化成膜处理。经转化成膜处理后，一般条件下可延长一个月以上的防锈期。

2.4 手工和电动工具除锈

2.4.1—2.4.2 手工和动力工具除锈方法，是指用手使用简单工具(铲刀、刮刀、钢丝刷、锉锤子和砂布等)和动力工具(如风砂轮、风动钢丝刷和风动打锈锤等)进行除锈的方法。

手工和动力工具除锈与喷射和酸洗除锈相比，优点是：工具简单、施工方便，缺点是效率低、质量差，使用动力工具时、灰尘大、劳动强度大。

2.6 预处理等级

2.6.1—2.6.4 本规定对钢材表面预处理等级标准，参照采用了国际标准ISO8501—1:1988和国家标准GB8923—88，在文字叙述上内容基本相同。

目前世界很多国家(包括ISO8501—1)的钢材涂装前表面锈蚀等级和预处理等级标准，基本都是以瑞典SIS055900《涂装前钢材表面除锈标准》为蓝本制订的，因此对一些国家的钢材表面预处理标准可以对应参照使用，见表2.6.1。

2.6.5 由于国际标准ISO8501—1:1988和国家标准GB8923—88中没有酸洗预处理等级标准，而我国目前有些工程仍在采用酸洗方法除锈，因此，本规定根据德国标准DIN55928第四部分的有关规定制定了酸洗预处理等级标准。

3 涂 料

3.0.1 随着工业建设的发展，对钢结构涂装防腐质量要求越来越高，从我国钢结构涂装工程选用的涂料品种来看，低档的涂料已逐渐(如油基漆和调合漆)被淘汰，而大量的选用中档漆(如醇酸漆、氯化橡胶漆和高氯化聚乙烯漆等)和高档漆(聚氨酯漆和丙烯酸漆等)，使涂装工程质量有了很大程度上的提高，其使用寿命也大大延长。

预处理等级对照表

表2.6.1

ISO8501 (国际)	GB8923-88 (中国)	SIS855900 (瑞典)	DIN55928 (西德)	FPSL.Vis (美国)	BS4232 (英国)	JIRA SPSS 日本造船协会	
						喷砂	喷丸
Sa 1	Sa 1	Sa 1	Sa 1	SP-7			
Sa 2	Sa 2	Sa 2	Sa 2	SP-6	三级	St 1	Sh 1
Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	SP-10	二级	St 2	Sh 2
Sa 3	Sa 3	Sa 3	Sa 3	SP-5	一级	St 3	Sh 3
St 2	St 2	St 2	St 3	SP-2			
St 3	St 3	St 3	St 3	SP-3			
F1	F1		F1	SP-4			
			Be	SP-8			