

职业技能操作训练丛书

防腐蚀工

吉化集团公司 组织编写
李丰春 主编

● 依据《国家职业标准》

● 提炼核心操作技能

● 专家指导操作演练

● 从易到难各等级兼备



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

职业技能操作训练丛书

防腐蚀工

吉化集团公司 组织编写

李丰春 主 编



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

本书是《职业技能操作训练丛书》的一个分册,是根据《国家职业标准》和《职业技能鉴定规范》,由具有实践经验的技术专家编写而成,旨在帮助广大技术工人提高操作技能。

本书为《防腐蚀工》分册,全书用19个训练介绍了防腐蚀涂层、砖板衬里防腐蚀、橡胶衬里防腐蚀、塑料防腐蚀、纤维增强树脂防腐蚀、铅衬里防腐蚀六种作业的施工技术及其涉及的相关技能知识。

本书力求为从事防腐蚀施工作业的技术工人提供操作技能上的帮助和指导。

图书在版编目(CIP)数据

防腐蚀工/李丰春主编. —北京:化学工业出版社,
2006.5

(职业技能操作训练丛书)

ISBN 7-5025-8612-1

I. 防… II. 李… III. 防腐-技术培训-教材
IV. TB304

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第040766号

职业技能操作训练丛书

防腐蚀工

吉化集团公司 组织编写

李丰春 主编

责任编辑:卢小林 周国庆

责任校对:陶燕华

封面设计:于兵

*

化学工业出版社 出版发行

工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 7¼ 字数 161 千字

2006年8月第1版 2006年8月北京第1次印刷

ISBN 7-5025-8612-1

定价:16.00元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

《职业技能操作训练丛书》 编写委员会

主 任：申尧民

副主任：魏 然

委 员：李凤鸣 张晓明 关昱华
周国顺 原学文 刘勃安
周国庆

前 言

国家劳动和社会保障部正在大力推行职业资格证书制度，并倡导企业以各种方式鼓励技术工人通过培训和自学来提升自己的知识与技能。技术工人需要通过考取职业资格证书，提高自己的操作技能，来增强自己的职场竞争力。为了帮助广大技术工人提高操作技能，化学工业出版社组织一批长期工作于生产一线、具有丰富实践经验的工程技术人员和高级技师，编写了《职业技能操作训练丛书》。

本套丛书根据国家职业标准，将各工种不同等级的核心操作技能提炼出来，用一个个训练实例的形式加以表现并分步骤进行讲解。通俗地讲，本套丛书就是各工种核心操作技能的实例集，每分册都包括了数十个极具典型性和代表性的实例，这些实例均来自生产一线或职业技能操作考试题库。书中对每个实例均作了细致的讲解，新颖的编排形式可以使读者对每个案例的操作全过程一目了然。本套丛书力求使读者尽快熟练掌握每个工种在各个等级的核心操作技能，力求对读者通过职业资格鉴定考试有所帮助。同时读者也可以将书中相应实例的讲解用于实际生产操作。

本丛书共包括 22 种：机械加工类包括《数控机床操作工》、《车工》、《检修钳工》、《装配钳工》、《铣工》、《气焊工》、《电焊工》、《磨工》、《镗工》、《管工》、《冷作钣金工》、《金属热处理工》；仪电类包括《仪表维修工》、《维修电工》、《变电站值班员》、《电机修理工》、《制冷设备维修工》；表面处理类包括《防腐蚀工》、《涂装工》、《电镀

工》；其他有《起重工》、《无损探伤工》。

本书为《防腐蚀工》分册，全书用 19 个训练介绍了防腐蚀涂层、砖板衬里防腐蚀、橡胶衬里防腐蚀、塑料防腐蚀、纤维增强树脂防腐蚀、铅衬里防腐蚀六种作业的施工技术及其涉及的相关技能知识。本书力求为从事防腐蚀施工作业的技术工人提供操作技能上的帮助和指导。

本书由李丰春主编，薛秀燕、秦墅君参加了编写工作。

由于编者水平有限，时间仓促，书中不妥之处，恳请同行多提宝贵意见。

编者
2006 年 1 月

化工出版社推荐职业培训用书

职业技能鉴定培训读本(初级工)

- | | |
|-----------|---------|
| 1. 机械基础 | 8. 检修钳工 |
| 2. 机械制图 | 9. 焊工 |
| 3. 电工识图 | 10. 木工 |
| 4. 电工基础 | 11. 瓦工 |
| 5. 电子技术基础 | 12. 油漆工 |
| 6. 安全技术基础 | 13. 铆工 |
| 7. 管工 | 14. 锅炉工 |

职业技能鉴定培训读本(中级工)

- | | |
|-------------|--------------|
| 1. 机械制图 | 13. 锻造工 |
| 2. 机械制造基础 | 14. 镗工 |
| 3. 金属材料与热处理 | 15. 铣工 |
| 4. 车工 | 16. 磨工 |
| 5. 铸造工 | 17. 冷作钣金工 |
| 6. 电工 | 18. 组合机床操作工 |
| 7. 钎焊复合工 | 19. 加工中心操作工 |
| 8. 金属切削工 | 20. 电气设备安装工 |
| 9. 热处理工 | 21. 高低压电器装配工 |
| 10. 刨插工 | 22. 电机装配工 |
| 11. 钳工 | 23. 变电设备安装工 |
| 12. 模具工 | 24. 仪表维修工 |

职业技能鉴定培训读本(高级工)

- | | |
|-------------|-------------|
| 1. 工具钳工 | 15. 电机修理工 |
| 2. 检修钳工 | 16. 汽车维修工 |
| 3. 装配钳工 | 17. 汽车维修电工 |
| 4. 管工 | 18. 汽车维修材料工 |
| 5. 铆工 | 19. 摩托车维修工 |
| 6. 电焊工 | 20. 车工 |
| 7. 气焊工 | 21. 铣工 |
| 8. 维修电工 | 22. 刨插工 |
| 9. 仪表维修工 | 23. 磨工 |
| 10. 制冷工 | 24. 镗工 |
| 11. 气体深冷分离工 | 25. 铸造工 |
| 12. 防腐蚀工 | 26. 锻造工 |
| 13. 起重工 | 27. 钣金工 |
| 14. 锅炉工 | 28. 加工中心操作工 |
| | 29. 热处理工 |

职业技能鉴定培训读本(技师)

- | | |
|-----------|---------------|
| 1. 化学基础 | 11. 检修管工 |
| 2. 化工基础 | 12. 热处理工 |
| 3. 电工电子基础 | 13. 防腐蚀工 |
| 4. 机械基础 | 14. 分析化验工 |
| 5. 机械制图 | 15. 电机修理工 |
| 6. 工程材料 | 16. 维修电工 |
| 7. 检测与计量 | 17. 仪表维修工 |
| 8. 检修钳工 | 18. 在线分析仪表维修工 |
| 9. 检修焊工 | 19. 制冷工 |
| 10. 检修铆工 | 20. 污水处理工 |

目 录

第 1 章 防腐蚀涂层作业施工	1
训练 1.1 10m ³ 中间体储槽内壁防腐蚀涂层的 作业施工	1
训练 1.2 油罐外壁防腐蚀涂层作业施工	16
训练 1.3 铁路运输槽车内表面的防腐蚀涂层的作 业施工	20
本章相关知识: 常用防腐蚀涂料	23
第 2 章 砖板衬里防腐蚀作业施工	40
训练 2.1 方形储槽的衬里更新	40
训练 2.2 12m ³ 立式圆筒形反应釜的耐酸瓷板的 衬里施工	57
训练 2.3 卧式圆形储罐砖板衬里的局部检修	69
第 3 章 橡胶衬里防腐蚀作业施工	74
训练 3.1 一批直径为 300mm, 长为 2m 的管道及 管件的内衬橡胶的作业施工	74
训练 3.2 立式圆筒反应釜的橡胶衬里施工	96
训练 3.3 10m ³ 的卧式衬胶储罐的检修	107
本章相关知识 1: 各种橡胶衬里的施工方法	113
本章相关知识 2: 橡胶衬里缺陷的原因分析	122
第 4 章 塑料防腐蚀作业施工	124
训练 4.1 10m ³ 硬聚氯乙烯塑料卧式圆形稀酸储 罐的制作	124
训练 4.2 0.3m ³ 稀酸液计量槽硬聚氯乙烯衬里 施工	139
训练 4.3 6m ³ 反应釜的软聚氯乙烯板衬里	

施工	142
训练 4.4 硬聚氯乙烯管道的安装施工	145
第 5 章 纤维增强树脂防腐蚀作业施工	155
训练 5.1 6m ³ 玻璃钢储槽的制作施工	155
训练 5.2 6m ³ 反应釜玻璃钢增强树脂的衬里 施工	167
训练 5.3 3m ³ 整体纤维增强树脂（玻璃钢）槽车 的检修	185
本章相关知识：玻璃钢的质量检验与缺陷修复	186
第 6 章 铅衬里防腐蚀作业施工	190
训练 6.1 6m ³ 立式圆筒形反应釜铅衬里施工	190
训练 6.2 直径 600mm 的钢制封头的搪铅施工 ...	201
训练 6.3 铅管道的铺设安装	210

第 1 章 防腐蚀涂层作业施工

训练 1.1 10m³ 中间体储槽内壁防腐蚀涂层的作业施工

1. 设备概况及要求

中间体储槽是由 10mm 厚碳钢板制造。其形状为立式圆筒形，储槽上盖可拆卸，用螺栓固定。

该储槽的使用温度为 30~40℃，盛装介质为酸性。

要求：选用耐酸性能较好的涂料，涂层总厚度为 200μm 左右。

2. 施工前准备

施工前准备包括制定施工方案、选择涂料、工机具准备、安全措施准备等。

中间体储槽内壁防腐蚀涂层选用的涂料在设计要求中没有具体规定，因此施工前首先要按涂料的选用原则，进行筛选。

知识点介绍 涂料的选用原则

(1) 根据具体的使用条件来合理地选用涂料，是充分发挥涂料作用的重要保证。不同的设备和用途对涂料的选择也有所不同。

化工设备内壁防腐蚀涂料形成的涂层要具有良好的耐

酸、耐碱、耐温性能和良好的附着力。这类涂料适合用于化工储罐、储槽、槽车、换热器、水洗塔等化工设备的内壁。

最常用的涂料有酚醛树脂系、环氧树脂系、聚氨酯系、呋喃树脂系、乙烯树脂系以及某些天然树脂系的涂料。不同用途对涂料的选择参考表 1-1。

表 1-1 不同用途对涂料的选择

涂料种类 用 途	油基涂料	酯胶涂料	大漆	纯酚醛涂料	沥青漆	醇酸涂料	过氧乙烯涂料	乙烯涂料	环氧涂料	氯磺化聚乙烯涂料	聚氨酯涂料	聚氨酯沥青涂料	有机硅涂料	无机富锌涂料
一般大气	✓	✓		✓		✓	✓			✓	✓		✓	✓
化工大气			✓		✓		✓	✓		✓				
耐酸			✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		
耐碱							✓	✓	✓	✓	✓	✓		
耐溶剂			✓	✓					✓		✓			✓
耐油			✓				✓		✓	✓	✓			✓
耐水			✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
耐热													✓	✓
耐磨				✓				✓	✓		✓			✓
耐盐					✓		✓	✓	✓	✓	✓			

注：✓为可用。

(2) 根据基体材料的性质选用涂料。基体材料的性质对涂层的结合强度有很大的影响。选择涂料时应了解涂料对基体表面是否有足够的亲和力，是否会发生不良化学反应，如酸性固化剂涂料不宜直接涂覆在容易被酸腐蚀的钢铁和水泥表面，含有红丹的涂料不宜涂在铝锌等有色金属表面。

(3) 根据施工方法的不同，固化条件的不同，选择可适用的涂料。

(4) 根据涂料的配套性能选用涂料。为了充分发挥各种

涂料的优点，常常将两种或两种以上的涂料配套使用，互相改性，取长补短。配套合理就会得到一种性能良好，优于单一品种的混合涂料。涂料配套使用应满足下列要求：底漆与面漆之间有良好的黏合力；相互间无不良反应；底漆与被涂表面无腐蚀性，并有良好的附着力。

进行涂料的改性时应满足：两种涂料能相互混合均匀；混合后两种涂料之间不会发生不良反应，不会出现沉淀胶化等现象；改性后涂料应保持原有涂料的优点。

(5) 根据经济效果选用涂料，在选用防腐涂料时，除了满足它的技术性能要求，还要考虑经济效果。

总之，选用防腐涂料时必须了解使用条件、涂料性能和价格，考虑施工条件和施工费用等问题，必要时应做小实验，以免涂料选择不当造成损失。

(1) 制定方案。依据上述原则和储槽的实际要求，制定的方案为选用耐酸性能较好的酚醛树脂漆作为面层和中间层涂料，而底层则采用粘接性能较好的环氧树脂漆作为底漆。施工方法为刷涂。此方案优点是施工简便，操作易掌握，工具简单，不受施工条件限制，通用性、适应性较强，省料等。其缺点是效率低、外观质量差，对技术和经验要求高。

储槽的表面处理采用喷砂除锈的方法，表面处理的质量等级为 $Sa2\frac{1}{2}$ 级。

(2) 材料的准备。作为涂层的面层和中间层的涂料是酚醛树脂涂料。按方案和实际情况使用 2130 型的酚醛树脂自配制冷固化涂料，其辅料为固化剂、溶剂、填料等。其各项指标见表 1-2、表 1-3。

底层涂料为环氧树脂涂料。采用自配制的环氧树脂涂料，固化剂、稀释剂、填料的各项指标见表 1-4、表 1-5。

表 1-2 酚醛树脂质量指标

项 目	指 标
外观	棕红色黏稠液体
游离酚质量分数/%	<10
游离醛质量分数/%	<2
含水率/%	<10
黏度(涂-4 黏度计, 25℃)/s	45~65

表 1-3 酚醛树脂固化剂指标

种 类 项 目	对甲苯磺酰氯	苯磺酰氯	硫酸乙酯[m(硫酸): m (乙醇)=1:(2~3)]
外观	灰白色晶体	无色油状液体	无色液体
相对密度		1.384	
沸点/℃	145~146	251.5	
熔点/℃	71	14.5	

注：配制硫酸乙酯的硫酸浓度大于 98%，乙醇浓度大于 95%。

表 1-4 E 型环氧树脂的质量指标

项 目	E-44(6101)	E-42
外观	淡黄黏厚透明液体	淡黄黏厚透明液体
环氧值/当量·(100g) ⁻¹	0.41~0.47	0.38~0.453
软化点/℃	12~20	21~27

表 1-5 环氧树脂固化剂 (T31)

项 目	指 标	项 目	指 标
黏度/mPa·s	1100~1300	胺值/mg(KOH)·g ⁻¹	460~480
密度	1.08~1.09		

适用于酚醛树脂涂料和环氧树脂涂料的几种常用填料性能见表 1-6。

材料中还需准备表面处理用的磨料，一般采用石英砂和河海砂。石英砂使用较多。

(3) 施工的工机具准备。按刷涂工艺准备的工机具主要有配制涂料的容器、涂刷用的小桶、油刷等常用的工具。机械设备主要是喷砂所用的，化工防腐涂层作业施工时表面处理的一套喷砂除锈设备，其中包括空气压缩机、

表 1-6 几种常用填料性能

性能 \ 种类	辉绿岩粉	石英粉	瓷粉	石墨粉
密度/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	1.6~1.7	2.6~2.65	—	2.1
耐酸性	好	较好	较好	好
耐氢氟酸性	不耐	不耐	不耐	好
耐碱性	好	不耐	不耐	好
耐热性	高	一般	一般	
导热性	一般	一般	一般	高
吸水性	低	较高	较高	好
耐磨性	高	一般	一般	较差
收缩性	小	一般	一般	小
价格	高	低	一般	较高
水分/%	1%	1%以下	1%以下	1%

缓冲罐、油水分离器、橡胶管（高压喷砂软管）及砂料回收设备。

（4）安全施工准备及要求。为确保施工安全，对施工所用的涂料及稀释剂的性能和毒性应有足够的了解，并严格遵守有关规章制度。

涂料中的溶剂均为易燃液体，其挥发后与空气混合超过一定比例，在受到冲击、摩擦或静电的作用下，即使不遇明火（在施工现场是绝对禁止任何火种带入的），也会自燃爆炸。

由于各类油漆的溶剂多为一级（闪点在 28°C 以下），或二级（闪点为 $28\sim 45^{\circ}\text{C}$ ）易燃易爆液体，故均应储在密闭容器中，放置在专用库房内，设专人妥善保管，严禁堆放在施工现场，而且随用随领。

施工现场严禁动火和吸烟，并需放置二氧化碳灭火器、砂土、石棉布等消防器材。

施工用的电器设备应有接地装置，以防静电聚集成灾。最好采用防爆型电动机和防爆照明灯。

施工现场内的剩余溶剂、棉纱以及余漆、溶剂等均应存放在密闭容器中。

在清理施工现场时，严禁将汽油等有机溶剂洒在地板或工作台上，而后又用拖布或棉纱擦洗。

涂料中均含有对人体有害的化学物质，所以施工现场必须装有排风设备，通风要良好，以将各种有害有毒物质在空气中的含量控制在最高允许浓度以下，同时操作人员应佩戴口罩和防毒面具。

3. 表面处理

本储槽系碳钢制造的，经检查在实施防腐蚀涂层作业的表面，存在大量氧化皮和一小部分油污，这些都必须除掉。按金属表面处理等级的规定，本储槽表面处理质量等级应达到 $Sa2\frac{1}{2}$ 级，采用干式喷砂处理的方法就可以达到规定要求。

知识点介绍 喷砂处理

喷砂处理在化工防腐蚀施工中最常用的一种表面处理方法，同其他方法相比，它效率高、质量好。

喷砂处理主要是以高压空气为动力，通过喷嘴将磨料（砂子或钢丸等）高速喷射到金属表面，依靠磨料的棱角的冲击和摩擦，将金属表面的锈和其他杂物彻底清除，以得到一个有一定粗糙度，并显露出金属本色的表面。喷砂处理前不需去油污。

对磨料的要求是棱角多、硬度和粒度适中、不含油污、含水率在 1% 以下。当预处理表面要求达到 $Sa3$ 或 $Sa2\frac{1}{2}$ 级时，不宜使用河砂和海砂作为磨料。

喷砂处理分为干式和湿式两种，一般都采用干式喷砂法。本储槽就是采用干式喷砂法进行表面处理。

干式喷砂法表面处理所用的装置是由空气压缩机、缓冲罐、油水分离器、喷砂罐、橡胶管（高压喷砂管）、砂料回

收等部分组成。

(1) 空气压缩机。主要根据喷砂量来选择，一般要求压力不低于 $0.5 \sim 0.7 \text{ MPa}$ 。配一个喷嘴使用时、风量不少于 $3 \text{ m}^3/\text{min}$ ，喷砂罐容积为 3 m^3 左右；配多个喷嘴使用时，排气量不少于 $6 \sim 10 \text{ m}^3/\text{min}$ ，喷砂罐容积为 6 m^3 。

(2) 喷砂罐。喷砂罐按结构分为单室喷砂罐（图 1-1）和双室喷砂罐。单室喷砂罐为间歇式操作，双室喷砂罐可连续操作。

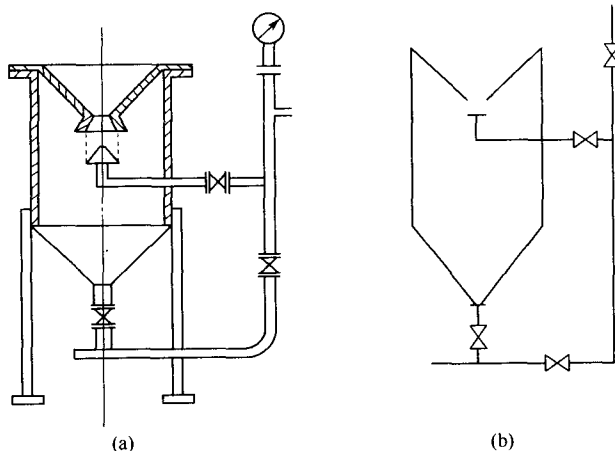


图 1-1 单室喷砂罐

(3) 辅助设备。缓冲罐上部装有安全阀，下部有油水分离阀。缓冲罐后面还有两个小罐，第一个小罐中间一个挡板，第二个小罐内放入填充料来吸附空气中的水分。

喷嘴的材质一般为铸铁、锰钢、陶瓷、辉绿岩及内衬 W-Co 硬质合金，目前较为普遍采用的是白口铸铁喷嘴和陶瓷喷嘴。

对压缩空气的要求。压缩空气应干燥清洁，不得含水和油污。压缩空气的检查是使用白布或白漆靶板，将其置于压缩空气气流中 1 min ，表面用肉眼观察应无油、水等污迹。

加压干式喷砂处理工艺指标按使用磨料不同而有所不同, 详见表 1-7。

表 1-7 加压干式喷砂处理工艺指标

磨料种类	磨料粒度组成标准筛号	喷嘴入口处最小空气压力/MPa	喷嘴最小直径/mm	喷射角度/(°)	喷距/mm
石英砂	全部通过 7 筛号筛, 不过 45 筛号筛, 20 筛号筛余量不得小于 40%	0.55	8	30~75	80~200
硅质河砂或海砂	全部通过 7 筛号筛, 不过 45 筛号筛, 20 筛号筛余量不得小于 40%	0.5	8	30~75	80~200
金刚砂	全部通过 10 筛号筛, 不过 45 筛号筛, 30 筛号筛余量不得小于 40%	0.4	6	30~75	80~200
激冷铁砂或激冷铁丸	全部通过 18 筛号筛, 不过 45 筛号筛, 30 筛号筛余量不得小于 85%	0.6	5	30~75	80~200
钢线粒	线粒直径 1.0mm, 线粒长度等于直径, 偏差不得大于直径 $\pm 40\%$	0.6	5	30~75	80~200
铁丸或钢丸	全部通过 14 筛号筛, 不过 35 筛号筛, 20 筛号筛余量不得小于 85%	0.6	5	30~75	80~200

喷砂操作流程见图 1-2 所示的喷砂操作流程圖。

接通电源, 启动空气压缩机后, 压缩空气进入缓冲罐, 使压缩空气稳定在一定压力下 (0.5~0.7MPa), 首先打开阀门 4, 利用压缩空气顶住砂罐内的伞形活门 1, 使砂罐内的砂粒获得一个向下的压力, 然后打开阀门 3 和旋塞 2 控制, 使砂流在一压力下通过砂管从喷嘴喷向被处理的表面, 以达到表面处理的目的。

当停止操作时, 首先关闭旋塞 2, 然后关闭阀门 4 和阀门 3, 最后打开阀门 5, 放出罐内的压缩空气。这时盛