

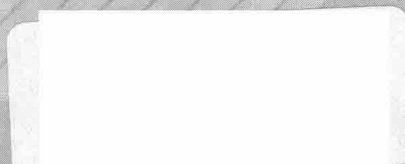
马春庆 赵光麟 等编著

涂装设备 设计应用手册

 化学工业出版社

马春庆 赵光麟 等编著

涂装设备 设计应用手册



化学工业出版社

北京

本书主要介绍了涂装生产线的工艺设计,非标准设备的设计,相关配套设备的选择,生产线的输送系统及电控系统,各种设备的电控设计方式。为了适应当前的环境保护形势,特别介绍了粉末涂料及涂装设备的新技术,“油”改“水”涂装工艺与应用,以及涂装过程中的“环境保护”等技术。

本书可供涂装设备专业生产厂家、涂装设备应用单位的涂装设计及工艺人员使用,也可供相关院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

涂装设备设计应用手册/马春庆等编著. —北京:化学工业出版社, 2018. 10

ISBN 978-7-122-32800-7

I. ①涂… II. ①马… III. ①涂漆-化工设备-技术手册 IV. ①TQ639.3-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第179566号

责任编辑:辛田

文字编辑:冯国庆

责任校对:宋夏

装帧设计:张辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张16½ 字数385千字 2019年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:68.00元

版权所有 违者必究

京化广临字2018—18

前言

近几年我国的汽车工业迅猛发展，大大带动了其他工业涂装技术的进步。涂装线设计是否合理，直接影响着产品的涂装质量和成本。本书主要是笔者汇总了毕生的机械行业涂装设计经验及各专业的工程技术人员的设计制造经验，并吸收了当前国内外涂装先进技术编写而成。

本书是在《涂装设备简明设计手册》一书的基础上修改而成，该书增添了工业涂料及应用、粉末涂料及设备、环境保护等章节，将近几年在前处理、电泳、喷涂及烘干等方面的新技术补充了进去，着重介绍了水性涂料的新品种及其应用。其中，电泳设备、输送设备、电气设备等章节变动较大。同时，对前处理的无磷技术及干式喷漆室也做了更加详细的阐述，参编者都很有实践经验。本书简明实用，既适于大型汽车厂的先进涂装设计，也适于中小型汽车及电动车等机械行业一般水平的涂装设计，可供涂装设计与施工人员参考，有较大的实用价值。本书有一部分计算采用的是赵光麟的经验公式，但已经过实践验证并得到本行业众人的认可。

本书主要由马春庆、赵光麟编写，参加编写的人员还有（按姓氏笔画排序）：马帅、刘书铎、刘宪文、关荣森、苏二生、李承哲、杨勇、杨可兴、吴建军、沈威、张红、张冰冰、张学永、范巧变、欧阳泽华、岳英、金浩、晏立宇、郭英英、康惠春、鲁智、甄朝阳，并由楼丽萍、李锋军、安琪和张朝晖统稿。

本文在编写过程中，国内著名汽车涂装专家王锡春先生、陈慕祖先生、林鸣玉先生、王路女士等提供了很多宝贵资料。尤其王锡春先生，提出了许多宝贵意见。同时也得到了美国PPG涂料（天津）有限公司、西安经建油漆股份有限公司、陕西宝塔山油漆股份有限公司、阿克苏诺贝尔（中国）投资有限公司、金马涂装（上海）有限公司、萨麦丝客牡林涂装设备（上海）有限公司、广州擎天材料科技油漆分公司、常州大众涂装设备有限公司、安得膜分离技术工程（北京）有限公司、德国杜尔公司、河南平原非标准装备股份有限公司等提供的部分产品资料。特别是得到了浙江鑫利来涂装有限公司及台州鑫利来环保工程有限公司等大力支持，并提供了大量涂装设备制造施工的经验。

由于笔者水平有限，书中不足之处在所难免，希望广大读者批评指正。

编者

目录

第1章 工业涂料及应用

1.1 涂料概述	1	涂层案例	9
1.2 涂料的主要品种	1	1.4.8 轨道交通车辆	9
1.2.1 醇酸树脂涂料	2	1.4.9 25型客车涂层系统案例	10
1.2.2 含氯树脂涂料	2	1.4.10 70t铁路罐车涂层系统案例	11
1.2.3 氨基树脂涂料	2	1.4.11 港口机械、装备涂装	11
1.2.4 环氧树脂涂料	2	1.4.12 港口机械维护涂装案例	11
1.2.5 聚氨酯涂料	3	1.5 工业装备防腐蚀涂装	12
1.2.6 有机硅树脂涂料	3	1.5.1 农机车辆涂装	12
1.3 工业涂装时涂料品种的选用依据	3	1.5.2 工程机械	12
1.4 重防腐涂料及重防腐涂装应用案例	4	1.5.3 筑路机械涂装案例	13
1.4.1 桥梁涂装	4	1.5.4 摩托车、电动车、自行车涂装	13
1.4.2 内陆钢结构桥梁涂装案例	5	1.5.5 仪器仪表	13
1.4.3 城市混凝土桥梁涂装案例	6	1.5.6 印铁涂装	14
1.4.4 石油及化工储罐	6	1.5.7 机床涂料	15
1.4.5 我国东南沿海某石油储备库(10万 立方米)石油储罐涂装方案实例 ..	7	1.5.8 工业化木器涂装	15
1.4.6 输变电设备	8	1.5.9 塑料制品涂装	16
1.4.7 某电力装备制造公司高压开关内壁 涂装案例	9	1.5.10 耐高温设备涂装	16
		1.5.11 工业地坪涂装	16

第2章 涂装工艺设计

2.1 涂装工艺设计的重要性	18	2.8 对工艺平面图的评价	33
2.2 工艺设计的主导思想	18	2.9 涂装工艺发展趋势	33
2.3 工艺设计程序	19	2.10 涂装车间设计	34
2.3.1 了解如下设计基础资料	19	2.11 提高涂装工艺水平的措施	36
2.3.2 确定输送方式	19	2.11.1 目前我国的涂装工艺状况	36
2.3.3 计算生产节拍及输送速度	19	2.11.2 提高涂装工艺设计水平的几点措施 ..	36
2.3.4 工艺流程及技术参数	20	2.12 涂装工艺平面布置图设计的技巧	38
2.3.5 绘制工艺平面布置图的原则	22	2.13 涂装工艺设计人员(团队)的素质 要求	39
2.4 绘制工艺平面图	23	2.14 涂装生产线中能源及化学材料消耗 ..	40
2.5 能量消耗汇总	31	2.14.1 能源消耗值	40
2.6 设备说明	31	2.14.2 涂装材料消耗量	40
2.7 其他涂装工艺	31	2.14.3 大气污染物生成量	40
2.7.1 铝合金涂装工艺	31	参考文献	40
2.7.2 塑料涂装工艺	31		

第3章 前处理设备

3.1 前处理工艺及处理方式	41	3.9.4 袋式过滤器	51
3.2 前处理设备设计	42	3.9.5 HRVC系统除渣装置	51
3.2.1 槽体设计	42	3.10 磷化除渣装置	52
3.2.2 槽体选材及防腐	43	3.10.1 高位沉降塔	52
3.2.3 槽体保温	43	3.10.2 斜板沉淀法	52
3.3 密封室设计	43	3.10.3 带式过滤器	53
3.3.1 密封室的型式	43	3.10.4 PS过滤法	53
3.3.2 密封室的尺寸	43	3.10.5 FK过滤机	54
3.3.3 密封室的结构	44	3.10.6 浓缩一体带式压榨过滤机	54
3.3.4 密封室的选材与防腐	44	3.11 前处理用水量计算	55
3.3.5 密封室的保温	44	3.12 绘制前处理工作原理图	55
3.4 槽液循环	44	3.13 前处理的发展趋势——硅烷及氧化锆技术	56
3.5 喷嘴的型式与数量	44	3.13.1 硅烷技术	56
3.5.1 喷嘴的种类	44	3.13.2 氧化锆技术	57
3.5.2 喷管与喷嘴的数量计算	45	3.13.3 磷技术应用现状及前景	58
3.6 泵的选择	46	3.13.4 节水技术	60
3.7 加热装置	46	3.14 抛丸清理技术	60
3.8 油水分离器	47	3.14.1 主要技术参数	61
3.8.1 加热分离法	49	3.14.2 抛丸清理系统	61
3.8.2 超滤再生法	49	3.14.3 弹丸净化系统	63
3.8.3 过滤法	49	3.14.4 除尘系统	65
3.8.4 吸附净化法	49	3.14.5 输送系统	65
3.9 过滤器	49	3.14.6 机器故障原因分析及排除方法	65
3.9.1 旋液分离器	49	3.14.7 设备润滑	66
3.9.2 纸带过滤器	50		
3.9.3 磁分离器	50		

第4章 电泳涂装及设备

4.1 电泳涂装的特点	67	比较	75
4.2 电泳涂装的原理及分类	67	4.10 电泳设备设计	75
4.2.1 阳极电泳漆	69	4.10.1 电泳槽	75
4.2.2 阴极电泳漆	69	4.10.2 电泳槽主循环系统	76
4.3 涂膜性能评价	70	4.10.3 电泳涂装室	76
4.4 施工性能评价	71	4.10.4 温控系统	77
4.5 目前代表性电泳漆产品主要性能指标	71	4.10.5 制冷量计算	77
4.6 阴极电泳漆今后主要的发展方向	72	4.10.6 换热器面积的计算	77
4.7 几种阴极电泳漆的性能	72	4.10.7 UF(超滤)系统	77
4.7.1 厚膜阴极电泳漆	72	4.10.8 电极系统	78
4.7.2 中厚膜阴极电泳漆	72	4.10.9 电泳供电系统	80
4.7.3 低温固化型阴极电泳漆	73	4.11 电泳后冲洗系统	81
4.7.4 底面合一(彩色)阴极电泳漆	73	4.12 加料装置	82
4.7.5 丙烯酸阴极电泳漆	73	4.13 纯水装置	82
4.7.6 薄膜高泳透力阴极电泳漆	73	4.14 电泳原理图的绘制	84
4.8 阴极电泳漆的技术标准	74	4.15 电泳后冲洗废水再利用	84
4.9 阴极电泳与阳极电泳涂装的性能		4.16 电泳漆膜常见弊病	86
		4.16.1 漆膜粗糙	86

4.16.2 缩孔、陷穴	86	4.17.2 设备清洗	89
4.16.3 针孔	86	4.17.3 设备操作	89
4.16.4 花斑	87	4.18 电泳专用名词解释	91
4.16.5 涂膜过薄	87	4.19 自泳涂装	91
4.16.6 涂膜过厚	87	4.19.1 反应机理	91
4.16.7 流痕	87	4.19.2 工艺流程	92
4.16.8 工件内表面涂覆过薄	88	4.19.3 设备要求	92
4.16.9 湿漆膜再溶解	88	4.19.4 使用范围	92
4.16.10 湿漆膜剥落	88	4.19.5 涂膜的特性	92
4.17 电泳设备操作规程	88	4.19.6 自泳涂膜性能	94
4.17.1 电泳生产前的准备工作	88		

第5章 粉末涂料及设备

5.1 粉末涂料的种类	95	5.7 粉末喷涂的施工要求	99
5.1.1 热固性粉末涂料	95	5.8 常见问题与解决方法	99
5.1.2 热塑性粉末涂料	96	5.8.1 粉末涂料喷涂问题与解决方法	99
5.2 粉末涂料与涂装的技术特点	96	5.8.2 涂膜外观问题与解决方法	100
5.3 粉末涂料涂装的原理及应用	96	5.8.3 涂膜性能问题与解决方法	100
5.3.1 粉末涂料的带电机理	96	5.9 农用机械、建筑机械以及工程机械 粉末涂料	101
5.3.2 粉末涂料的应用领域	97	5.9.1 背景	101
5.4 粉末涂料的组成	97	5.9.2 粉末产品线	101
5.5 粉末涂料的内在质量与外观	97	5.9.3 产品性能说明	102
5.5.1 流平与边角覆盖	98	5.10 粉末涂料在国内的发展	103
5.5.2 施工性与涂装效果	98	5.11 静电粉末涂料喷涂原理及喷涂 设备	104
5.5.3 粉末涂料的毒性与 MSDS	98	5.11.1 静电粉末涂料喷涂原理	104
5.6 粉末涂料的主要涂装方法	98	5.11.2 静电粉末喷涂	105
5.6.1 流化床法	98	5.11.3 静电粉末喷涂设备	108
5.6.2 静电喷涂法	99		
5.6.3 火焰喷涂法	99		

第6章 喷涂设备

6.1 喷漆室的功能	114	6.9.1 室体尺寸	122
6.2 水旋式喷漆室	114	6.9.2 送排风量	123
6.2.1 喷漆室室体	114	6.9.3 供水量	123
6.2.2 送排风系统	115	6.9.4 照明	124
6.2.3 漆泥处理系统	116	6.9.5 空调送风热量计算	125
6.3 文丘里式喷漆室	117	6.10 喷涂 PVC 胶设备	125
6.4 水帘喷漆室	117	6.11 静电喷漆设备	126
6.5 无泵喷漆室	118	6.12 静电喷粉设备	126
6.6 干式喷漆室	118	6.12.1 工作原理	126
6.6.1 基本构成与功能	119	6.12.2 设备组成	126
6.6.2 干式喷漆室的优势	119	6.13 机器人喷涂	128
6.6.3 干式喷漆室的应用业绩	120	6.13.1 机械手运动	128
6.6.4 存在的问题及解决措施	121	6.13.2 喷枪的喷涂流量	128
6.7 喷漆室类型的选择	121	6.13.3 每个旋杯喷涂流量	128
6.8 防火措施	121	6.13.4 机器人数量的配置	129
6.9 喷漆室的设计	122	6.13.5 机械人的移动速度	129

6.14 集中供漆	130	6.15 静电喷涂	135
6.14.1 加料系统	131	6.15.1 静电喷涂概述	135
6.14.2 循环泵	131	6.15.2 静电喷涂设备	135
6.14.3 过滤器	131	6.15.3 自动静电喷涂系统	139
6.14.4 热交换系统	131	6.16 自动供漆系统	141
6.14.5 液位显示器	132	6.16.1 加料和供料装置	143
6.14.6 稳压器	132	6.16.2 涂料泵	143
6.14.7 喷站出口元件	132	6.16.3 过滤器	143
6.14.8 输漆管道	132	6.17 PIGABALE 在线式柔性管道快速换色 系统	143
6.14.9 监控系统	132	6.18 PVC 涂胶系统	144
6.14.10 集中供漆系统的调试	132		

第7章 烘干设备

7.1 涂膜的固化机理	146	7.6.1 加热装置	150
7.1.1 自干型涂料	146	7.6.2 循环系统	150
7.1.2 加热固化型涂料	146	7.7 温控系统	151
7.2 加热方式	146	7.8 烘干室设计	151
7.2.1 辐射加热	146	7.8.1 室体尺寸计算	151
7.2.2 热风对流加热	146	7.8.2 热量计算	152
7.3 热源的选择	147	7.8.3 风量计算	153
7.4 烘干室的工作原理	147	7.9 烘干室的分区	153
7.4.1 直通式烘干室	147	7.10 水分烘干室	154
7.4.2 桥式烘干室	148	7.11 强冷室	154
7.4.3 Ⅱ式烘干室	149	7.12 废气处理	155
7.5 烘干室的组成	149	7.13 废气余热利用	157
7.5.1 室体结构	149	7.14 废气余热利用的工作原理	157
7.5.2 室体型式的确定	149	7.14.1 理论计算	158
7.5.3 室体材料	149	7.14.2 经济效益	159
7.6 热风循环系统	150		

第8章 输送设备及智能物流系统

8.1 轻型悬挂输送机	160	8.10.3 横向移行机	176
8.2 普通悬挂输送机	163	8.10.4 单排链式输送机	177
8.3 积放式悬挂输送机	165	8.10.5 双排链式输送机	178
8.4 摆杆式输送机	170	8.10.6 升降机	178
8.5 全旋反向输送机	171	8.10.7 滑橇堆垛机和卸垛机	178
8.6 自行葫芦	172	8.11 智能物流系统	180
8.7 龙门行车输送机	174	8.11.1 AGV 小车	180
8.8 普通地面输送机	175	8.11.2 机械手搬运移栽	181
8.9 地面反向积放输送机	175	8.11.3 机械手的选型	181
8.10 滑橇输送机系统	176	8.11.4 机械手抓手(夹头)的应用 实例	183
8.10.1 滑橇	176	8.11.5 辅助装置	186
8.10.2 滚床	176		

第9章 电气设计

- | | | | |
|-----------------------|-----|----------------------|-----|
| 9.1 涂装车间公用配电的要求 | 188 | 9.3 涂装线的电气控制系统 | 188 |
| 9.2 涂装车间的负荷及计算 | 188 | 9.4 涂装线各单体电气设计 | 191 |

第10章 水性工业涂料及涂装

- | | | | |
|--------------------------------------|-----|-----------------------|-----|
| 10.1 水性涂料的特点 | 193 | 10.3.2 喷漆 | 201 |
| 10.2 水性工业涂料品种 | 194 | 10.3.3 闪干 | 202 |
| 10.2.1 水性无机富锌底漆 | 194 | 10.3.4 烘干 | 202 |
| 10.2.2 水性双组分环氧涂料 | 195 | 10.3.5 自动喷涂系统 | 203 |
| 10.2.3 水性醇酸涂料 | 196 | 10.3.6 输调漆系统 | 203 |
| 10.2.4 水性双组分丙烯酸聚氨酯
涂料 | 197 | 10.4 消防及环保问题 | 203 |
| 10.2.5 水性汽车中间漆、面漆 | 198 | 10.4.1 消防问题 | 203 |
| 10.3 水性涂料的工艺及设备设计需要
注意的一些问题 | 201 | 10.4.2 环保问题 | 204 |
| 10.3.1 浸涂 | 201 | 10.5 水性涂料的环保经济性 | 204 |
| | | 10.6 结束语 | 205 |
| | | 参考文献 | 205 |

第11章 “油”改“水”涂装工艺与应用

- | | | | |
|---|-----|---|-----|
| 11.1 溶剂型涂料切换成水性涂料的
必要性 | 206 | 11.6 “油”改“水”涂装工艺的应用
案例 | 215 |
| 11.2 “油”改“水”涂料生产设备与
喷涂工艺要求 | 207 | 11.6.1 案例1: 高压无气涂装——水性
涂料在农用机械底盘上的喷涂
工艺 | 215 |
| 11.2.1 “油”改“水”涂料生产设备
要求 | 207 | 11.6.2 案例2: 淋涂工艺——水性涂料在
电气设备外壳涂装中的应用 | 216 |
| 11.2.2 水性涂料喷涂设备要求 | 208 | 11.6.3 案例3: 静电涂装——电梯门板
水性涂装应用工艺 | 218 |
| 11.3 水性涂料的涂装工艺要求 | 212 | 11.6.4 案例4: 圆盘式静电涂装——
汽车零部件水性涂装工艺 | 219 |
| 11.4 溶剂型涂料与水性涂装工艺的
对比 | 212 | 参考文献 | 220 |
| 11.5 溶剂型涂料涂装工艺改装成水性涂
料涂装工艺的可行性 | 214 | | |

第12章 环境保护

- | | | | |
|-----------------------------|-----|---------------------------|-----|
| 12.1 涂装废水处理 | 222 | 12.1.7 SBR 衍生的新工艺 | 229 |
| 12.1.1 涂装废水的来源及特点 | 222 | 12.2 涂装废气处理 | 230 |
| 12.1.2 处理工艺 | 223 | 12.2.1 涂装废气的来源与特性 | 230 |
| 12.1.3 工艺流程 | 224 | 12.2.2 废气处理方法 | 231 |
| 12.1.4 工艺改进 | 225 | 12.2.3 喷漆室废气处理方法的选择 | 234 |
| 12.1.5 SBR 设计需特别注意的问题 | 225 | 12.2.4 烘干室废气处理方法的选择 | 234 |
| 12.1.6 SBR 设计要点及主要参数 | 227 | 参考文献 | 235 |

附录

第1章 工业涂料及应用

1.1 涂料概述

涂料是一种通过涂覆于物体表面，使其不受环境的侵蚀并赋予被涂物装饰性的化工材料，过去习惯于将溶剂型涂料称为油漆，将水性涂料称为涂料，现多统称为涂料。涂料是涂装过程中的中间材料，最终起装饰和防腐蚀作用的是涂料固化后的涂层。涂料通过适当的涂装方式在物体表面形成涂膜也就是涂层，使物体获得防腐性能和装饰性能。不管物体本身材料为何性质，涂料通过涂装形成的涂层都可具有与被覆盖物体完全不同的结构、性能和色彩，使得涂料具有装饰性、保护性、标识性以及其它特殊功能。采用涂料进行各种材料的装饰及防护，具有施工方便、便于维修、可满足大多数材料防护装饰要求、可满足造型复杂设备涂装、可在各现场施工、维护成本较低等特点，因此采用涂料进行涂装的应用极为广泛。

1.2 涂料的主要品种

涂料的品种繁多，可从不同的角度对涂料进行分类。常采用的涂料分类包括成膜物化学结构、涂料成膜机理、涂料施工顺序、涂料功能用途等。按成膜物化学结构可分为醇酸树脂涂料、氨基树脂涂料、丙烯酸树脂涂料、环氧树脂涂料、聚氨酯涂料等；按成膜机理可分为热塑性非反应型涂料和热固性反应型涂料；按施工顺序可分为底漆、中间漆和面漆；按功能用途可分为建筑涂料、汽车涂料、塑料涂料等；按是否含有有机溶剂可分为溶剂型涂料、水性涂料、无溶剂涂料等。各种涂料分类方法各有特点，采用成膜物化学结构分类和成膜机理分类便于专业技术人员选择涂料；采用用途和施工顺序分类便于采购和施工；采用用途分类还便于非专业人员选择涂料。

为了获得具有良好装饰性、防腐性以及其它特殊性能，在许多场合需要涂装多道涂层组成涂层系统，发挥保护、装饰等功效。涂层系统按涂装顺序划分为底漆、中间漆和面漆，底漆直接与底材接触，是整个涂层系统的基础，要求对基材具有良好的附着力、具有优良的防腐性、具有与基材接近的收缩率、与后道涂装的中间漆或面漆附着性良好等特点；中间漆的作用是增加涂层系统的厚度，以提高整个涂层的屏蔽性，提供较平整的涂层过渡以提高面漆的装饰性；面漆起到遮蔽性、耐化学介质、具有特定的颜色和装饰性等性能。涂层系统可以采用相同化学结构的涂料组成，也可以采用不同化学结构的涂料组成。涂料使用单位在涂装过程中必须选择合适的涂料系统、制定合理的涂装工艺、对涂装基材进行合适的表面处理、严格管理涂装过程。本手册主要通过典型的工业涂装案例，介绍常用工业设备用涂料。

涂料的主要作用是装饰功能、防腐蚀功能和标识功能，不同设施对涂层的功能要求不尽

相同，比如家具用涂料对涂层的装饰性要求多；桥梁、埋地管道等所用的涂料则更偏重于防腐性要求；汽车、高性能仪器设备的涂装则要求既有优良的防腐性，也有优良的装饰性。不同涂料具有不同的性能，涂料品种的划分方法有很多，常用的涂料品种的划分有以下几类。

① 按涂料成膜物质的化学结构，划分为醇酸、环氧、聚氨酯、氨基、含氯树脂、丙烯酸树脂、有机硅树脂、氟碳树脂等类型。

② 按涂料的应用领域，划分为工业装备涂装、一般钢结构防腐涂料、汽车涂料、船舶涂料、木器涂料等类型。

③ 按涂料的使用环境，可划分为重防腐涂料和一般防腐涂料。涂料制造和应用工程师习惯按涂料成膜物质化学结构划分涂料品种，这样可以很快判断涂料的物理化学性能。按涂料成膜物化学结构划分，目前常用的涂料品种及主要性能如下述。

1.2.1 醇酸树脂涂料

醇酸树脂涂料的成膜物质为醇酸树脂，醇酸树脂是一种通过氧化反应固化的合成聚合物，由多元醇、多元酸和脂肪酸通过缩聚反应合成的。醇酸树脂的氧化固化反应机理为结构中的脂肪酸所含的共轭双键在氧的作用下发生自由基聚合反应。

醇酸树脂漆的特点：单组分施工方便，施工固含量较高，耐盐雾 200h，氙灯人工加速老化 200h，可满足一般工业防腐要求。摆杆硬度为 0.4，60°光泽在 85%以上，可满足一般装饰性要求。漆膜表干时间为 3h，实干时间为 24h。

1.2.2 含氯树脂涂料

含氯树脂涂料包括氯化橡胶涂料、过氯乙烯涂料、高氯化聚乙烯涂料、氯磺化聚乙烯涂料、氯乙烯-乙酸乙烯树脂涂料等，它们的共同特点为树脂分子结构中含氯原子，因此涂料具有较好的防腐性和防霉性；它们基本上是热塑性非反应型涂料（氯磺化聚乙烯涂料除外）。

涂料特点：表干速度快，约 10min 表干；耐盐雾 400h，可满足较高工业防腐要求；耐霉菌性好，用于防霉要求高的环境涂装；单组分施工方便，涂层重涂维护方便；施工固含量低，挥发性有机化合物（VOC）排放较大。

1.2.3 氨基树脂涂料

氨基树脂是一种在高温下固化的交联剂，常用的氨基树脂包括三聚氰胺甲醛树脂、脲醛树脂、糠醛树脂等。单独的氨基树脂并不适宜做漆，需与其他含羟基的树脂如醇酸树脂、聚酯树脂、丙烯酸树脂等配合制成涂料，因此氨基树脂涂料其实是含有氨基树脂交联剂涂料的统称，具体某一产品名称应该加上羟基树脂名称，如醇酸氨基树脂涂料、聚酯氨基树脂涂料、丙烯酸氨基树脂涂料等。氨基树脂涂料一般均为烘烤型涂料，有些地方所称的自干氨基涂料其实是采用异氰酸酯或羧酸固化剂固化，不在我们所说的氨基涂料范围内。

涂料特点：氨基树脂涂料为高温固化产品，一般固化温度为 100~150℃，烘干时间为 20~60min。印铁、卷钢的涂料烘干温度较高，为 180~220℃，烘干时间从十几秒至十几分钟。因此氨基树脂涂料适合烘道流水线涂装，可大大提高涂装效率。氨基涂料的性能由氨基树脂本身的性能和与其匹配的含羟基树脂的性能共同体现，性能较好的丙烯酸氨基烘干涂料耐人工加速老化性能可达 1200h 以上，具有极好的户外耐候性；涂层丰满、硬度高、光泽好，具有很好的装饰性。

1.2.4 环氧树脂涂料

环氧树脂涂料指的是主要成膜物为环氧树脂的涂料。一般分子链上含 2 个或 2 个以上环

氧基团的树脂均属于环氧树脂，环氧树脂涂料的固化为分子间化学反应过程，是环氧树脂分子结构中的环氧基和羟基，与其他树脂分子链中的氨基、羧基、羟甲基、异氰酸酯等发生交联反应，形成网状结构的大分子膜。由于含有环氧基团的树脂品种很多，可与环氧树脂产生交联反应的固化剂品种也很多，因此环氧树脂涂料的品种非常多。常用的环氧树脂涂料品种如下。

① 环氧树脂与固化剂分开包装的双组分常温干燥型涂料，包括胺固化环氧树脂涂料和异氰酸酯固化环氧树脂涂料。

② 环氧树脂与高温反应固化剂制备的单组分烘干型涂料，包括环氧酚醛涂料、环氧氨基涂料、环氧聚酯涂料等。

③ 环氧树脂与脂肪酸酯化反应合成的单组分环氧酯氧化型涂料。如果不特别说明，一般所指的环氧树脂涂料为双组分胺固化环氧涂料。

涂料特点：双组分胺固化环氧树脂涂料具有优良的附着力，在金属、混凝土、玻璃、复合材料上均有优良的附着性；抗化学品性能优良；具有优良的电绝缘性；漆膜坚硬、抗污性好；一般光老化性能差，不适宜在户外作为面漆涂装。

1.2.5 聚氨酯涂料

聚氨酯涂料是指成膜物高分子链中含有氨基甲酸酯键的涂料，氨基甲酸酯由多异氰酸酯和多元醇反应得到，因此聚氨酯涂料一般为双组分，组分 A 是含有多元醇的树脂组分，组分 B 是含有异氰酸酯的树脂组分，也称为固化剂。多异氰酸酯有芳香族结构和脂肪族结构，脂肪族结构的多异氰酸酯具有优良的耐候性。根据多元醇树脂不同，聚氨酯涂料分为醇酸聚氨酯涂料、聚酯聚氨酯涂料、环氧聚氨酯涂料、丙烯酸聚氨酯涂料、氟聚氨酯涂料等；根据异氰酸酯的不同，可将异氰酸酯的结构标明在涂料名称前，如脂肪族丙烯酸聚氨酯涂料。

涂料特点：聚氨酯涂料兼具很好的装饰性和防护性，尤其是脂肪族丙烯酸聚氨酯和氟聚氨酯涂料，它们是综合性能最好的涂料之一；高光涂料光泽可达 95 以上，硬度可达 3H，具有很好的装饰性；具有良好的耐磨性和韧性，涂层力学性能优良；脂肪族丙烯酸聚氨酯涂料氙灯人工加速老化可达 1200h 以上，户外耐候性能优良；可在 $-5\sim 35^{\circ}\text{C}$ 自然环境下干燥固化，也可在 $60\sim 80^{\circ}\text{C}$ 环境下烘干固化，可用于几乎所有装备的防护装饰涂装。

1.2.6 有机硅树脂涂料

有机硅树脂涂料的成膜物为有机硅树脂，有机硅树脂是以 Si—O 无机键为主链的有机硅氧烷聚合物，在 Si 原子上接有烷基或芳基，一般也称为聚硅氧烷。该树脂具有高温稳定性好、低温柔韧性好、耐候性好、绝缘性好等特点，因此有机硅涂料主要品种为有机硅耐高温涂料、有机硅绝缘涂料和有机硅耐候涂料。

涂料特点如下。

(1) 有机硅耐高温涂料 有机硅树脂在 300°C 开始分解成无机二氧化硅结构，与涂料中的无机陶瓷材料形成玻璃态硅酸盐结构，可在 $500\sim 800^{\circ}\text{C}$ 环境长期使用，也可瞬间耐 1100°C 高温。

(2) 有机硅绝缘涂料 有机硅绝缘涂料的最高允许温度可达 180°C ，满足 H 级和 C 级耐热等级要求。

1.3 工业涂装时涂料品种的选用依据

涂料品种非常多，如何选择合适的涂料品种是涂料使用客户面临的一大难题。目前涂料

使用客户选择涂料品种的方法，包括查看涂料生产单位的产品说明书，借鉴以往的涂装经验，查阅涂装工艺指南等，这些均可有效促进涂料正确选用。由于涂料性能主要由成膜物的化学性质决定，如醇酸树脂、环氧树脂、聚氨酯树脂等具有不同的性能，因而生产厂家的产品说明书是涂料选择的重要依据。但现在有一种趋势，一些涂料生产厂家为了保密，不在说明书中说明树脂的类型，只说明主要指标和应用领域，这就需要涂料应用厂家向制造商了解清楚涂料特性，避免错误使用涂料品种。涂料对需保护基材的防腐蚀期限要求一般是较长的，有些可达10年以上。因此涂层是否能满足防腐性要求不是立刻能看到的，涂装时借鉴已有的成功经验就变得非常重要。随着涂料理论研究和涂料应用研究的深入，涂料应用的理论依据也日渐规范化。目前户外防腐蚀涂装涂料选择的依据包括ISO 12944《防腐漆体系对钢结构的防腐蚀保护》；GB/T 15957—1995《大气环境腐蚀性分类》；GB/T 19292.1—2003《金属和合金的腐蚀大气腐蚀分类》；JT/T 722—2008《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》；JT/T 695—2007《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》等标准，这些标准对大气环境进行了分类，明确了不同大气环境下不同防腐年限要求的户外钢铁材料推荐使用的涂料系统。但是这些标准也是有适用范围的，并没有覆盖涂装防护的所用领域。以ISO 12944《防腐漆体系对钢结构的防腐蚀保护》为例，它涉及的金属基材为低碳钢或低合金钢；适用的环境为各类大气环境、水环境及土壤环境；适用的涂料体系为自然环境条件下能干燥或固化的涂料。因此铝材、混凝土等其他基材，需要耐化学介质及高温的环境，使用烘干类型的涂料等涂装均不在该标准的包含范围内，这些领域的涂装仍需进行相关的涂层验证试验和借鉴相似的涂装经验。

1.4 重防腐涂料及重防腐涂装应用案例

涂料行业提出了重防腐涂装和一般防腐涂装的概念，关于重防腐涂装和一般防腐涂装并没有严格的标准，一般在海洋大气或工业大气环境下防腐年限超过5年，在一般大气环境下防腐年限超过10年，在酸、碱、盐及溶剂介质中，且有一定温度的条件下的涂装，均可称为重防腐涂装；其他的称为一般防腐涂装。重防腐涂装主要用于腐蚀问题突出的苛刻环境和不利于短期维修的工程设施，包括海洋环境下的大型工程；现代交通运输设施，如桥梁、船舶、集装箱、火车等；能源工程，如发电设备、石油储存设备、输变电设备、水电设备等；大型工业企业，如化工企业、钢铁企业、矿山冶炼等；市政设施，城市高架桥、立交桥、天然气管道、饮水设施等。一般防腐涂装是在一般环境条件下，对金属及其他基材等起到防腐和装饰的作用。在大气环境、水环境及土壤环境下的钢铁防腐，如使用可在自然条件下干燥或固化的涂料品种，可参考ISO 12944-5—2007《防护漆体系》中推荐的涂层系统进行涂装。对于其他基材、其他环境下及使用烘干型涂料品种的防腐涂装，应参考相似的涂装经验和涂料厂家推荐的涂料体系。以下是常用重防腐涂装和工业防腐涂装的案例，可作为涂装选用涂料的参考。

1.4.1 桥梁涂装

现代桥梁主要为钢筋混凝土结构桥梁和钢结构桥梁，钢筋混凝土结构桥梁主要用于高速公路高架桥、高速铁路高架桥、城市道路高架桥和立交桥。钢结构桥梁为跨越江河湖海的公路及铁路桥梁，包括梁式桥、拱式桥、斜拉桥、悬索桥等。由于钢结构桥梁大部分跨越江河湖海，长期暴露在室外潮湿和大气污染的自然环境中，长期承受各种荷载，经历风雨雪雾。在这种条件下，桥梁钢结构难免发生腐蚀或其他破坏失效。为了延长钢铁桥梁的安全使用寿命，必须对容易锈蚀的钢结构采取有效的防护措施。现有钢梁结构防腐蚀的主要方法是进行

表面涂层防护, 涂层防护采用底漆、中间漆、面漆 3 个防护层组成涂层系统。钢结构桥梁所采用的基材、所处的环境和使用涂料的固化方式均满足 ISO 12944 标准要求, 因此其底材处理方式和涂料选择均可参考 ISO 12944 涂层推荐方案。钢结构防腐涂装作为重防腐涂装的典型, 其基材必须喷砂处理到 Sa2.5 级, 这样才能保证达到长效防腐的目的。桥梁防腐涂层系统的底漆要求具有良好的防腐蚀性和对钢铁的附着性能, 底漆品种主要为无机硅酸盐富锌涂料和环氧富锌涂料, 无机硅酸盐富锌涂料和环氧富锌涂料干膜锌含量要求大于 80%。中间漆要求对底漆和面漆的涂层间有附着结合力, 并有较好的屏蔽作用, 以便阻止水、氧及腐蚀介质的渗入。同时对底漆富锌涂层的孔隙进行封闭, 防止涂层系统出现针孔、气泡等弊病, 目前中间漆基本采用环氧云铁中间涂料和环氧封闭涂料。面漆要求耐水、耐化学介质、耐候性优良, 主要有橡胶涂料、聚氨酯涂料、氟碳涂料等。钢结构桥梁防腐蚀涂层系统的涂层总厚度, 内陆地区一般要求不低于 $260\mu\text{m}$, 沿海地区要求不低于 $320\mu\text{m}$ 。这种重防腐涂层系统在钢结构桥梁防护中应用比较广泛, 已经成为经典的涂层体系。该涂层体系通过合理维护, 耐腐蚀寿命在一般内陆乡村大气环境下可以达 20 年。

1.4.2 内陆钢结构桥梁涂装案例

底材处理	喷射或抛丸除锈达 Sa2.5 级 (粗糙度 R_z)	$40\sim 70\mu\text{m}$
底漆	PHZ085 环氧富锌底漆 (厚度)	$80\mu\text{m}$
中间漆	PHA075 环氧云铁中间漆 (厚度)	$100\mu\text{m}$
面漆	阿克苏 8509 丙烯酸聚氨酯面漆 (厚度)	$80\mu\text{m}$

涂层特点: PHZ085 环氧富锌底漆干膜锌含量大于 80%, 具有优良的附着力和阴极保护作用, 对基材的附着力优良, 其耐盐雾性大于 1000h。PHA075 环氧云铁中间漆涂层具有优异的屏蔽保护性能, 可有效地防止腐蚀介质的渗透; 与金属表面具有良好的附着力; 涂料具有很好的厚涂性。阿克苏 8509 丙烯酸聚氨酯面漆涂层高光泽、丰满、坚韧、硬度高; 耐水、耐油性能优异; 涂层具有极佳的装饰性能和超长的耐候性; 耐化学药品性优异; 其氙灯人工加速老化性大于 1200h。

钢筋混凝土桥梁包括钢结构部分和钢筋混凝土结构部分, 钢结构部分的防腐蚀涂装与钢结构桥梁一致。之前, 随着环境的不断变化, 钢筋混凝土结构的腐蚀耐久性问题已越来越引起人们的重视。混凝土构造的防腐蚀要点是保护埋在混凝土中的钢筋。混凝土中含 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 呈高度碱性, pH 值达 12.5 以上, 埋在混凝土中的钢筋由于处在钝化状态而不会腐蚀。引起混凝土结构腐蚀的因素包括混凝土中性化、氯离子腐蚀、酸雨腐蚀、冻融作用、微生物腐蚀、冲蚀作用以及水和氧气作用。由于沿海盐雾环境、城市污染以及城市冬季融雪剂的大量使用, 部分地区环境中含有大量氯离子, 氯离子的渗透会大大加剧钢筋混凝土结构的腐蚀。对于城市立交桥还有装饰和防污的问题, 出于防腐蚀和美观的考虑, 钢筋混凝土结构桥梁的防腐蚀涂装也越来越多。

由于钢筋混凝土桥梁中的很多混凝土是高碱性物质, 内部的 pH 值可高达 12.5~13.5, 因此耐碱性是涂层能否与混凝土保持良好附着力并长期使用的重要因素。混凝土底材在进行涂装前, 必须经过足够的养护期, 一般要求养护期在 28 天以上。混凝土表面的油污和污染物必须清除干净, 混凝土表面清洁方式有高压水清洗或稀盐酸清洗等。混凝土结构防腐蚀涂层一般采用底漆、中间漆、面漆 3 个防护层组成涂层系统, 底漆为混凝土封闭层, 要求底漆涂料与混凝土有很好的相容性和润湿性, 可以渗入混凝土的孔隙内部, 对多孔的混凝土进行封闭。由于封闭层与混凝土直接附着, 要求封闭层涂料具有极好的耐碱性和渗透性, 目前混凝土封闭涂料多采用环氧封闭底漆。中间漆的作用是填平混凝土粗糙表面、承接封闭底漆和面漆的涂层附着结合力、起到良好屏蔽等作用, 中间漆所用涂料一般为环氧中间涂料。面漆

要求耐水、耐化学介质、耐候性优良。对于城市立交桥，往往还要求涂层具有一定的抗污性和自洁性，对于城市立交桥上附着的污染物可以方便地清除。面漆多采用低表面附着性的丙烯酸聚氨酯和氟聚氨酯涂层。涂层总厚度一般要求在 $160\mu\text{m}$ 以上，涂装耐久性要求不小于 10 年。

1.4.3 城市混凝土桥梁涂装案例

底材处理	养护、清洗
底漆	H01-1 环氧封闭底漆 $20\mu\text{m}$
中间漆	H922 环氧聚酰胺底漆 $80\mu\text{m}$
面漆	FS-010 氟聚氨酯面漆 $80\mu\text{m}$

涂层特点：H01-1 环氧封闭底漆具有优良的混凝土渗透性和附着力，对混凝土的封闭性良好。H922 环氧聚酰胺底漆作为中间漆使用，涂层具有优异的填坑性和屏蔽性，可有效地防止腐蚀介质的渗透。FS-010 氟聚氨酯面漆涂层丰满、坚韧、耐水、耐油、耐化学药品性能优异；涂层具有极佳的装饰性能和超长的耐候性；涂层具有较好的抗污性，适合城市立交桥的污染物清除。

1.4.4 石油及化工储罐

石油及化工储罐在我国应用量非常巨大，据统计，我国的石油储备已达 4000 万吨，石油储罐数量非常大。我国大型石油储罐的容积已达 10 万立方米，储罐的设计寿命一般为 20 年，石油储罐防腐涂装在重防腐涂装领域占据非常重要的地位。

储罐的腐蚀环境大体分 3 类，即土壤腐蚀、大气腐蚀与油品腐蚀。土壤腐蚀主要发生在储罐罐底板与地面接触面，储罐的埋地管道等。大气腐蚀发生在大气环境下的金属表面，如罐外壁、罐顶外表面、浮顶外表面等。储罐内部的腐蚀环境则是导致产生油品腐蚀的原因。因为腐蚀环境不同，腐蚀程度不同，所以储罐不同部位所使用的涂料种类和涂料技术要求也不同。处于土壤腐蚀环境的罐体外表面通常选用无机富锌或环氧富锌这种耐热性好、可焊接的牺牲阳极涂料来进行底层防腐。采用环氧煤沥青涂料做面漆，其耐土壤腐蚀性好、绝缘性好，这种涂层系统目前广泛应用于储罐接地外表面。储罐埋地管道主要采用环氧煤沥青底层涂料，环氧煤沥青面层涂料和玻璃布组成的涂层系统，采用 5 油 4 布特强级涂装方式。储罐内部的腐蚀及防护：原油的腐蚀性主要由于含有硫化物、无机盐类、环烷酸、氮的化合物等腐蚀性物质。另外，原油中的水会加速对金属的腐蚀。原油储罐的内壁腐蚀情况可根据原油在罐内的形态分为储罐底部腐蚀、储罐中部腐蚀和储罐上部腐蚀。原油储罐底部至罐壁 $1.5\sim 1.8\text{m}$ 部位腐蚀主要是由油析水造成的腐蚀，这里是油罐腐蚀最严重的部位。储罐顶部腐蚀主要是由水蒸气、空气中的氧以及油品中的挥发性硫化氢造成的电化学腐蚀。原油储罐内的防腐涂层必须具有以下几方面的基本性能要求：稳定的耐化学品性，涂层应具有良好的耐各种酸、碱、盐、油等化学介质性；良好的耐水性；较高的玻璃化温度 (T_g)；足够的耐冲击、抗弯曲、耐磨等力学性能；优异的附着力和良好的抗阴极剥离性；稳定、良好的电性能。环氧类涂料由于其稳定的耐化学品性能，优异的附着力，良好的力学性能，优异的电绝缘性能等，而成为储油罐内防腐涂料的首选。其品种有环氧沥青涂料、环氧防静电涂料、环氧玻璃鳞片涂料、高固体分环氧涂料、酚醛环氧涂料、无溶剂环氧涂料等种类，这些种类适合于储油罐内防腐使用。

成品油一般腐蚀性较小，主要要求涂层系统耐油性好、具有导静电性能。

储罐外部腐蚀环境为大气腐蚀环境，考虑到进口原油的运输条件，我国的石油战略储备库的选址多设在靠近海洋的港口区域，如舟山石油储备库、黄岛石油储备库等，其大气腐蚀

环境为典型的海洋大气腐蚀环境。因此储罐外防腐涂料的涂层体系以环氧富锌（或无机富锌）底漆、环氧云铁中间漆和丙烯酸聚氨酯面漆涂层系统为主。环氧富锌底漆依靠高细度锌粉的牺牲阳极保护作用来保护，可使钢铁不生锈。环氧云铁中间漆依靠片状的云母氧化铁来增加涂层体系的厚度和屏蔽作用，延长中涂时间。而丙烯酸聚氨酯面漆则赋予涂层优异的抗紫外线性能和保光保色性能。油罐由于储存油品的要求，通常均设计有隔热保温层，为进一步降低日晒对储罐温度的影响，储罐外壁也采用反射隔热涂层。反射隔热涂层具有对阳光的反射作用和一定的隔热作用，可降低罐体在阳光下的温度。

1.4.5 我国东南沿海某石油储备库（10万立方米）石油储罐涂装方案实例

(1) 储罐外壁

底材处理	喷射或抛丸除锈达 Sa2.5 级（粗糙度 R_z ）	40~80 μm
底漆	PHZ085 环氧富锌底漆（厚度）	80 μm
中间漆	PHA075 环氧云铁中间漆（厚度）	100 μm
面漆	阿克苏 8509 白色丙烯酸聚氨酯面漆（厚度）	80 μm

涂层特点：涂层系统为重防腐要求，与钢结构桥梁涂层系统一致。PHZ085 环氧富锌底漆的干膜锌含量一定要大于 80%。阿克苏 8509 白丙烯酸聚氨酯面漆的涂层具有反射隔热功能。

(2) 储罐内壁

储罐内壁腐蚀，其顶部主要是水蒸气导致的腐蚀，空气中的氧及油品中的挥发性含硫物造成的电化学腐蚀；罐壁气液交替部位的腐蚀主要是由于氧的浓差电池引起的；罐底部腐蚀主要是油析水造成的腐蚀。因此油罐内壁使用的涂层系统不尽相同。

(3) 底板及底板上 1.8m 高的罐壁

底材处理	喷射或抛丸除锈达 Sa2.5 级（粗糙度 R_z ）	40~70 μm
底漆	PHZ085 环氧富锌底漆（厚度）	80 μm
中间漆	H0521 环氧玻璃鳞片防腐中间漆（厚度）	100 μm
面漆	H0521 环氧玻璃鳞片防腐面漆（厚度）	100 μm

涂层特点：该涂层系统处于原油储罐内壁下表面，主要腐蚀介质为原油中的水。涂层系统要求防腐性好，系统整体不导静电。底漆采用环氧富锌底漆，干膜中金属锌含量大于 80%，在涂层系统中起到阴极保护作用。中间漆和面漆均采用 H0521 环氧玻璃鳞片防腐漆，其绝缘性好，具有优异的屏蔽性，耐油及化学品性能优良。

(4) 油罐浮盘底板下表面、外缘板外表面、支柱等附件

底材处理	喷射或抛丸除锈达 Sa2.5 级（粗糙度 R_z ）	40~70 μm
底漆	H9201 环氧耐油导静电防腐底漆（厚度）	80 μm
中间漆	H9201 环氧耐油导静电防腐中间漆（厚度）	100 μm
面漆	H9201 环氧耐油导静电防腐面漆（厚度）	100 μm

涂层特点：该涂层系统处于油储罐内壁中部，腐蚀介质为油品，涂层系统要求整体导静电。H9201 环氧耐油导静电防腐漆（底漆、中间漆、面漆）的体积电阻系数为 $10^8 \sim 10^{10} \Omega$ ，具有较好的导静电性，涂层耐油及耐化学品性能优良。

(5) 油罐加热器

底材处理	喷射或抛丸除锈达 Sa2.5 级（粗糙度 R_z ）	40~80 μm
底漆	300# 环氧有机硅耐热涂料底漆（厚度）	80 μm
面漆	300# 环氧有机硅耐热涂料面漆（厚度）	80 μm

涂层特点：油罐中的石油需要加热，降低黏度，便于泵送，油罐内的加热器所用的涂层系统要求具有耐高温性。300# 环氧有机硅耐热涂料底漆和面漆耐热温度可达 300℃。

(6) 罐体下表面（埋地部分）

底材处理	喷射或抛丸除锈达 Sa2.5 级（粗糙度 R_z ）	40~60 μm
底漆	PHA085 环氧富锌涂料底漆（厚度）	80 μm
面漆	HL04-2 环氧沥青涂料面漆（厚度）	200 μm

(7) 埋地管道

底材处理	喷射或抛丸除锈达 Sa2.5 级（粗糙度 R_z ）	40~80 μm
底漆	HL06-1 环氧沥青涂料底漆（厚度）	150 μm
面漆	HL04-2 环氧沥青涂料面漆（厚度）	150 μm
玻璃布		4 层

涂层特点：环氧沥青涂料具有优良的耐土壤微生物腐蚀性能，罐底采用环氧富锌+环氧煤沥青涂层系统。埋地管道采用 5 油 4 布加强级涂层系统，可保证在土壤环境下 20 年防腐寿命。

(8) 浮舱型储罐浮舱

底材处理	喷射或抛丸除锈达 Sa2.5 级（粗糙度 R_z ）	40~70 μm
第一道	IC588 水性无机富锌车间底漆（厚度）	60 μm
第二道	水性环氧防磷酸锌底面合一防腐漆（厚度）	100 μm

涂层特点：浮舱由于处于灌顶且相对密闭，容易形成凝结水，因此浮舱内部涂层要求耐水性良好；由于浮舱在钢板焊接完毕后内部整体涂漆，且空间密闭，因此对涂料的环保要求较高，选用水性环氧防磷酸锌底面合一环氧防腐漆。IC588 水性无机富锌车间底漆干燥速度快，不含有机溶剂，耐盐雾性可达 1000h；水性环氧防磷酸锌底面合一防腐漆有机挥发物含量极低，满足环境友好涂料要求，耐水、耐介质性能优良。

1.4.6 输变电设备

电力设备包括钢结构铁塔、高压开关、变压器等，大多数运行在自然环境中，长期承受风、霜、雨、雪、高温、严寒、日晒的侵蚀，以及酸雨等化学腐蚀等，且电力设备很多处于偏远地区，难以进行维护，因此电力设备的防腐蚀属于重防腐领域。

电力设备的防腐蚀涂装分为设备外表面和内表面。设备外表面包括电力设备钢结构铁塔，设备外壁的涂装。涂层系统设计防腐年限一般要求 15~20 年，属于重防腐涂层设计。外表面底材均要求进行喷砂处理达到 Sa2.5 级，采用底漆、中间漆、面漆涂层系统进行防腐涂装。涂层系统底漆采用环氧富锌底漆，干膜锌含量大于 80%；中间漆采用 PHA075 环氧云铁中间漆；面漆采用丙烯酸聚氨酯或氟聚氨酯组成的重防腐体系，涂层系统总厚度大于 260 μm 。

某国家重点电力装备制造公司高压开关涂层系统如下。

底材处理	喷射或抛丸除锈达 Sa2.5 级（粗糙度 R_z ）	40~60 μm
底漆	PHZ085 环氧富锌（干膜锌含量 80%）底漆（厚度）	80 μm
中间漆	PHA075 环氧云铁中间漆（厚度）	100 μm
面漆	阿克苏 8509 丙烯酸聚氨酯面漆（厚度）	60 μm

涂层特点：PHZ085 环氧富锌底漆干膜锌含量大于 80%，具有优良的附着力和阴极保护作用。PHA075 环氧云铁中间漆涂层具有优异的屏蔽保护性能，可有效地防止腐蚀介质的渗透，与金属表面具有良好的附着力，涂料具有很好的厚涂性。阿克苏 8509 丙烯酸聚氨酯面漆涂层光泽高、丰满、坚韧、硬度高；耐水、耐油性能优异；涂层具有极佳的装饰性能和超