生产技术

冶金工业钢结构重防腐涂料的施工质量控制

谷 民
（济钢集团有限公司 工程管理部，山东 济南 250101）

摘 要：冶金工业钢结构由于生产环境恶劣，腐蚀速度较快，需经常维护，生产成本较高。在冶金行业钢结构重防腐施工阶段，应严格按照操作规程和使用指南要求，制定合理措施，延缓腐蚀时间，提高使用寿命。具体措施为：确保钢材基层处理效果达到标准要求；使用多遍涂装法减少防锈底漆针孔缺陷；注意面漆、中间漆涂装时施工条件和施工方法；采取涂层厚度检测、电火花针孔检测、涂装附着力检测等。

关键词：冶金工业钢结构；重防腐涂层；基层处理；检验
中图分类号：TQ639 **文献标识码**：B **文章编号**：1004-4620(2009)04-0042-02

钢结构工程具有施工速度快、承重能力强等特点，在冶金工业中使用较为广泛。钢结构工程特有的耐腐蚀能力差的缺点，造成后期维护较困难。在生产环境恶劣的冶金车间，腐蚀更为严重。为减缓钢构件锈蚀速度，设计时选用重防腐涂料涂层，从而降低生产维护成本。由于多方面原因，许多措施都达不到设计设想，构件在交付使用很短时间内就可以看见表面锈痕，需经常维护，生产成本大幅升高。这固然有生产环境恶劣和涂料自身质量的原因存在，但施工质量是重要影响因素，应引起高度重视。本研究从施工角度，阐述冶金工业钢结构重防腐涂层的施工质量监控的要点问题。

1 钢结构腐蚀原因与重防腐涂层

金属腐蚀按照腐蚀机理可以分成3类：1）金属高温气体腐蚀，在高温（500～1 000 ℃）下，钢材容易被氧化破坏，在表面生成氧化铁皮。2）化学腐蚀，即干腐蚀，指环境中没有液相或凝露现象存在情况下产生的腐蚀。3）电化学腐蚀，即湿腐蚀，指有液体（水）存在，即电解质溶液接触的腐蚀过程。在冶金工业厂房钢结构中，电化学腐蚀最为严重。

重防腐涂料指能在恶劣腐蚀环境下应用并具有长效使用寿命的涂料。金属与非金属防护理论、现代表面技术、新兴合成材料、防锈颜料、先进的涂装设备、现代检测技术等科学技术的发展为重防腐涂料提供了良好的技术物质条件，推动了重防腐涂料的进步和发展[1]。现在冶金工业厂房中使用的重防腐涂料主要有氯化橡胶涂料、醇酸树脂耐酸涂料、氯磺化聚乙烯涂料、玻璃鳞片涂料、环氧树脂自流平涂料、富锌涂料等类型[2]。

收稿日期：2009-03-18
作者简介：谷民，男，1973生，2005年毕业于山东建筑大学工程管理专业。现为济钢工程管理部工程师，一级注册建造师，从事工程质量管理、项目管理工作。

使用重防腐涂料的目的是保护钢材表面免受外界环境影响，延长钢材基体使用寿命。其机理是防腐涂料中的防锈颜料和成膜剂形成致密的防锈涂层，使涂层首先受到外界作用的影响，保护钢材不受腐蚀，延缓钢材开始受到腐蚀的时间。目前，我国重防腐涂料生产技术基本成熟，产品质量已达到相关技术要求。提高钢结构防腐水平，需要在施工质量方面采取有效措施。

2 重防腐涂料涂层施工与监控要点

2.1 钢材基层处理

《钢结构工程施工质量验收规范》（GB50205-2001）规定了各种底漆或防锈漆除锈的等级，这些除锈等级规定应当得到严格的贯彻和检查，无论是采用喷砂还是抛丸，都应该达到等级标准。据有关资料显示，钢材表面的除锈质量，会影响涂装质量的60%以上[3]，甚至直接决定着钢结构建筑的维护周期和使用年限。在进行基层表面施工时，要采用正确的施工方法，并要辅以严格的过程监控。施工方法要点：一是要选好磨料，尽量减少河沙使用量，采用强度高、质地坚硬、棱角分明的磨料；二是调节好喷射压力，增加喷射动能，除掉钢材表面较坚硬的氧化铁皮；三是调整角度和距离，用45° 射出角，克服自重阻力，使动能损失最小；四是喷嘴形状，使用带有膛线的喷嘴，使磨料以旋转状态高速喷出，加大除锈效果；五是表面粗糙度，以40～60 μm最为适宜，过大过小都会对涂膜造成不利影响；六是使用质量基准作为评价参照，除（GB8923-88）《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》规定的表面质量文字描述之外，还应当对照该规范所列的28张标准图片现场比对，确定除锈效果；七是控制除锈后的涂装时间，应当在除锈结束后4～6 h内进行涂装，过期的重新处理，以免受到外界环境侵蚀，影响涂装质量。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.2　多遍防锈底漆涂装

有些技术人员在设计防腐涂层时，只选用1道防锈底漆，漆膜在涂装过程中，由于工艺缺陷或涂料本身因素在涂膜上产生大量微小的、肉眼不可见的针孔，大气中的有害物质，如溶解于电解液中NO_2、SO_2、CO_2、Cl^-等与漆膜接触，通过这些毛细针孔渗入漆膜到达基体表面，对金属产生化学作用，其结果使漆膜附着力下降，产生起泡、生锈、剥落，最后导致漆膜完全破坏，失去保护作用。试验表明，如涂装2道或2道以上底漆，可增加漆膜的厚度，减少水汽渗透率，减少针孔发生的概率。随着漆膜中间漆、面漆的层数、漆膜厚度的增加，涂层耐蚀性能将大大提高，而不是呈简单的算术级数增加。试验结果证明多层涂装有利于提高涂层的防锈能力[4]。

2.3　中间漆和面漆的涂装

中间漆和面漆涂装的施工要点包括施工条件和施工方法。

1)施工条件。①施工场地要求。现在有些施工单位在涂装时，涂装区露天作业，受大气环境影响，无法做到清洁和干燥，已经除锈的涂件表面和涂装好的表面被灰尘、喷砂飞扬的沙粒、雨水、油脂、焊接飞溅或其他脏物附着在上面，影响漆膜质量。从构件周期寿命和价值工程角度考虑，除锈和涂装应当在封闭车间内进行，以保护过程质量。②施工环境温度一般要求在5～38 ℃，温度过低涂料中的固化反应停止，过高则需要大量使用稀释剂，影响漆膜质量。现场应设置温度计，按照厂家提供的产品使用指南规定的温度条件操作。③要特别注意相对湿度应＜85%，钢材温度高于露点温度，以防止基层和前道涂层有结露现象。涂装后4 h内不得淋雨，防止水分存留加剧电化学反应。

2)施工方法。高压无气喷涂方式具有功率高、涂料损失少、一次涂层厚的优点，应当尽量选用。施工时按照自上而下、先里后外、先难后易、纵横交错的方式进行涂装。传统的滚涂、涂刷与之相比，工艺落后，质量控制难度大，应减少使用[5]。

3　施工质量控制要点与检查

重防腐涂装的质量控制流程见图1。需要说明的是，除图1显示的流程外，各涂料生产厂家按照规范要求，会随产品附一份使用指南，应当同时参照指南要求，确定检查指标和程序。

3.1　涂层厚度控制

涂料能够发挥最佳性能，足够的漆膜厚度非常重要。施工时要从5个方面控制：1)施工时按照涂料使用指南规定的标准面积使用量涂装。2)对边、角、焊缝、切痕等部位，喷涂前先涂刷一道涂料，然后大面积喷涂，保证凸出部位的漆膜厚度。3)施工时，质量管理人员和监理单位要使用湿膜测厚仪，按照统计抽样检查的方法，测定湿漆膜厚度，以保证干漆膜和涂层的均匀。4)漆膜干透后，用干膜测厚仪测出干膜厚度，设计允许干膜厚度加上允许偏差的绝对值为漆膜的要求厚度，按照评定标准执行。5)质量管理过程控制要严格，拟定的操作规程和过程检查要到位，有条件的除文字检查记录以外，还要加装监控录像，提高操作人员、管理人员的责任心，确保严格按照规程作业。

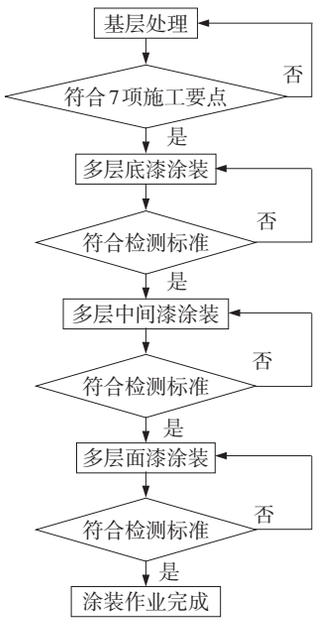


图1　重防腐涂装的质量控制流程

3.2　电火花针孔检验

合格的防腐涂料产生的涂层应当能够通过耐候性检验、耐湿性试验、耐盐雾试验、耐霉菌试验、耐化学试剂试验等基本试验要求[6]。涂层施工质量控制重点是涂膜针孔检验，针孔的发生与施工工艺、涂层遍数、涂层厚度均有关系。据观察，在冶金Ⅲ、Ⅳ类车间，构件腐蚀时可见表面和焊缝处有大量点状锈蚀，逐渐连成一片，最后锈斑将涂层全部崩落，腐蚀向深处发展，致使防腐层完全失效，其机理与针孔缺陷密切相关。参考文献[2]对针孔电火花测试提出了要求，美国腐蚀工程师协会(NACE，National Association of Corrosion Engineers)提出了对导电基层涂层不连续(针孔)的低电压湿海绵检测国际标准[7]，可以参考使用。在涂装过程中，应当逐层检测针孔数量，使贯通和半贯通针孔在涂膜上彻底消失，达到防腐效果。

3.3　涂装附着力检验

附着力是表示漆膜与基层或漆膜与漆膜之间相互粘结的性能，附着力的好坏，直(下转第46页)

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表4　焦炭强度试验值和预测值的对比

编号	煤质指标			M_{40}/%			M_{10}/%		
	V_{daf}/%	G	X/%	试验值	预测值	相对误差	试验值	预测值	相对误差
1	26.41	83	36	77.93	78.20	0.35	7.17	7.08	−1.26
2	26.86	82	43	78.27	77.06	−1.54	7.03	7.23	2.78
3	26.36	82	36	78.53	78.39	−0.17	6.80	7.05	3.72
4	26.23	81	34	77.03	78.95	2.49	7.17	6.97	−2.82
5	26.98	80	34	78.93	78.95	0.03	7.07	6.82	−3.47
6	27.18	83	34	78.93	78.37	−0.71	6.80	6.90	1.44
7	26.56	79	33	78.92	79.29	0.47	6.93	6.84	−1.30
8	26.59	80	36	78.80	78.70	−0.13	7.00	6.95	−0.69
9	22.18	78	35	81.40	80.27	−1.39	7.73	7.49	−3.13
10	23.73	80	33	80.40	79.89	−0.63	7.00	7.26	3.73

地预测焦炭强度。应用此模型可以有效地控制各配煤指标，保证焦炭强度和检验配煤合理性，可以达到合理指导配煤的目的。

5.3　线性回归模型是动态模型，在焦炭强度预测上不能一味地套用公式，应根据生产数据做出符合实际的回归方程，并且根据需要，定期地对其进行修正，以满足生产要求。

参考文献：

[1] 张振才，刘建清.包钢焦炭质量预测方法的探讨[J].内蒙古科技与经济，1999(5):52–55.

[2] 单晓云，高志芳，朱书全，等.二元线性回归法预测焦炭强度研究[J].选煤技术，2006(6)：1–3.

[3] 吴国富.实用数据分析方法[M].北京：中国统计出版社，1992：116–123.

[4] 吴翊，李永乐.应用数理统计[M].上海：国防科技大学出版社，1995：135–185.

[5] 吴贵生.实验设计与数据处理[M].北京：冶金工业出版社，1997：138–176.

[6] 王惠文，吴载斌，孟洁.偏最小二乘回归的线性与非线性方法[M].北京：国防工业出版社，2006：31–32.

Prediction of Coke Strength Based on Multiple Linear Regression Analysis

LIU Bin–bin, WU Xian–xi

(School of Chemistry and Chemical Engineering, Guizhou University, Guizhou 550003, China)

Abstract: Coke strength was predicted by selecting the indexes of blending coal quality. The indexes were used as independent variables for multiple linear regression analysis and got regression models. Then took regression coefficient to make t test, eliminated the no significant index and renewed to make the linear regression models. The research indicated that the model can be used to effectively predict coke strength and the relative error forecasting results was within 5%.

Key words: coke strength; multiple regression; interrelation analysis; prediction equation

(上接第43页)接影响涂装的质量和效果。应当按照标准逐层检验，以可交付成果为基准，决定是进入下道工序还是重新处理。

4　结　语

冶金工业钢结构厂房的重防腐涂层质量要求高，操作复杂，监控难度大，在环境恶劣的车间中，提高涂层施工质量，可以延长使用寿命，节省养护费用，取得较大的经济效益。在冶金行业钢结构重防腐施工中，应严格按照操作规程和涂料使用指南的要求，以过程控制为重点，辅以先进的质量检测手段和质量管理方法。

参考文献：

[1] 郭清泉，陈焕钦.重防腐涂料的发展展望[J].化工进展，2003，22(9)：947–950.

[2] 中华人民共和国发展改革委员会.YB4147–2006冶金建筑工程施工质量验收规范[S].北京：冶金工业出版社，2007.

[3] 贾福兴.钢结构工程除锈质量的控制与认定[J].工业建筑，2006，36(Z)：270–272.

[4] 杜存山.多层涂装对防锈漆防锈性能的影响[J].涂料工业，1999，29(6)：25–27.

[5] 李金桂.腐蚀控制设计手册[M].北京：化学工业出版社，2006.

[6] 胡传忻.表面处理手册[M].北京：工业大学出版社，1997.

[7] 李永亮，胡士信.NACE国际标准推荐做法导电基体上新保护涂层的不连续(针孔)检测[J].防腐保温技术，2005，13(1)：41–44.

Construction Quality Control of Heavy–duty Coatings for Metallurgy Industry's Steel Structure

GU Min

(The Project Management Department of Jinan Iron and Steel Group Corporation, Jinan 250101, China)

Abstract: Due to the badly production environmental that metallurgy industry's steel structure, the speed of rusting is so soon. It result breakdown maintenance often and increase the production costs. At the construction stage that metallurgy industry's steel structure strengthen antisepsis, it must according the request of the routine practice and the using guide stringently, institute measure in reason, leave something the rusting time and improving using life. The measures include: Insure the rolled steel's superficial treatment effect accord with the request of standard; Use several application method to reduce pinhole defect of the antisepsis primer; Notice the work condition and the work method to the surface and middle application; Adopt this method include measuring the film thickness, inspecting pinhole using electrical spark and inspecting the adhesive attraction of the paint film.

Key words: metallurgy industry's steel structure; heavy–duty coating; superficial treatment; test

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net