

# 铁锈转换剂在钢结构防腐运用的可行性分析

张子煜<sup>\*</sup>, 刘金彪, 王彦宁, 贾文召

宝武集团鄂城钢铁有限公司, 湖北 鄂州 436000

**摘要 :** 锈转化剂是一种具有国际领先技术水平的除锈防腐涂料, 该产品应用于已产生锈蚀的钢铁件的除锈、防腐处理。作为涂装前的除锈、防锈底漆使用, 具有优异的防腐效果, 与其他类型的各类中涂漆、面漆配合使用, 复合漆膜的防腐性能将成倍提高。铁锈转化剂同时具有绿色环保、无污染、省时高效、成本低等特点。因此可以说铁锈转化剂替代了传统除锈工艺, 并且解决了传统除锈的弊端, 2023年7月宝武集团鄂城钢铁公司能源环保部设备室, 用铁锈转换剂工艺和传统防腐工艺对钢结构进行防腐施工, 从防腐效果、经济效益两方面进行对比, 结论为铁锈转换剂应用到钢结构防腐是可行的。

**关键词 :** 铁锈转换剂; 防腐; 可行性

## Feasibility Analysis of the Application of Rust Conversion Agent in Steel Structure Anticorrosion

Zhang Ziyu<sup>\*</sup>, Liu jinbiao, Wang Yanning, Jia Wenzhao

Baowu Group Echeng Iron and Steel Co., LTD. Ezhou, Hubei 436000

**Abstract :** Rust converting agent is a kind of rust removal and anti-corrosion coating with international leading technical level, which is used for rust removal and anti-corrosion treatment of steel parts that have been corroded. It is used as a rust removal and anti-rust primer before coating, with excellent corrosion resistance, and when used in conjunction with other types of various types of primer and topcoat, the anti-corrosion performance of the composite paint film will be doubled. At the same time, the rust converter has the characteristics of green environmental protection, no pollution, time-saving and high efficiency, and low cost. In July 2023, the equipment room of the Energy and Environmental Protection Department of Baowu Group Echeng Iron and Steel Company used the rust conversion agent process and the traditional anti-corrosion process to carry out anti-corrosion construction on the steel structure, and compared the anti-corrosion effect and economic benefits, and concluded that it is feasible to apply the rust conversion agent to the anti-corrosion of the steel structure.

**Key words :** rust conversion agent; corrosion prevention; feasibility

### 前言:

目前市场上钢结构防腐普遍是采用涂刷防锈漆方式进行防腐, 用此方法防腐的钢结构一般2—4年就会反锈, 钢铁企业某些地方因为环境较差往往不到1年时间钢结构就出现反锈现象。

在20世纪70年代, 出现的带锈涂料(即锈转化剂)在一定程度上解决了上述问题。目前, 国内外已研制出多种类型的锈转化剂。所谓锈转化剂, 就是利用活性有效组分, 将钢铁表面疏松的锈层予以封闭、钝化和转化, 使其与钢铁结构牢固地附着在一起; 或将活泼有害的铁化合物经钝化或转化, 变成稳定的无害物质存在于漆膜之中, 从而达到不除锈也能防锈的目的。

锈转化剂有以双氧水为主的锈转化剂, 其机理为生成钝化氧化膜。有研究发现, 锈转化剂处理锈蚀碳钢表面的效果很好, 优于酸洗后再磷化处理。叔丁醇, 异丙醇有利于提高锈转化剂的渗透能力和附着力。在锈转化剂中, 单宁酸和磷酸能与铁锈反应生成稳定的化合物。在有氯根存在的腐蚀性环境介质中, 涂有锈转化剂的锈层主要是 $\alpha$ -FeOOH和 $\gamma$ -FeOOH。在非腐蚀性环境介质中, 锈转换层主要为 $\beta$ -FeOOH、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>和 $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>[1]</sup>。

在锈层中, Fe以Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(结合能: 710.8 eV)、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>(结合能: 710.5 eV)和FeOOH(结合能: 711.5 eV)的形式存在。当锈转化剂与锈层发生反应后, 在形成的锈转化涂层中, 铁元素存在形式发生了一些变化。锈转化剂与锈层发生反应后, 锈转化涂层中出现了明显的FeO(结合能: 709.8 eV)相, 并且其含量达到17.58%; FeOOH由43.14%增加到47.76%, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>和Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量分别由29.66%和27.20%下降到15.61%和19.05%。可见, 锈转化剂能使锈层中疏松的Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>部分转化为FeO和FeOOH。而FeO可与包括Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>在内等多种金属氧化物形成稳定的晶尖石结构<sup>[2]</sup>, FeOOH可与二价金属氧化物形成稳定的Fe化合物, 从而具有一定的保护作用。

铁锈转换剂防腐原理: (1) 在锈层表面涂覆锈转化剂之后, 锈转化剂中的活性组分将与铁锈发生一些化学反应, 使得锈转化涂层融为一体, 成为均匀相, 表面粗糙度降低; (2) 锈转化剂为酸性, pH值为3, 能够促使铁锈中的Fe<sup>3+</sup>发生氧化还原反应, 使其转化为Fe<sup>2+</sup><sup>[3]</sup>。在此过程中, 锈转化剂中的无机阴离子和单宁酸等有机化合物组分, 将与Fe<sup>3+</sup>、Fe<sup>2+</sup>进行化学反应, 形成稳定的无机盐和有机络合物的混合保护膜。

\* 作者简介: 姓名: 张子煜, 性别: 男, 出生年份: 1982.03.21 职称: 中级工程师, 籍贯: 湖南, 民族: 汉, 学历: 本科, 学位: 学士, 研究方向: 机械制造

目前市场上钢结构防腐普遍是采用涂刷防锈漆方式进行防腐，用此方法防腐的钢结构一般2—4年就会反锈，钢铁企业某些地方因为环境较差往往不到1年时间钢结构就出现反锈现象，鄂钢公司能源环保部一混加压站位于焦化干熄焦厂房边缘，干熄焦循环水冷却塔距离一混煤气管道不足10米，导致一混区域环境湿度过高，钢结构防腐的要求较高。

2023年6月份能环部一混加压站煤气管道防腐施工，采用的是传统防腐二底二面施工方法，材料选用双虎牌调和漆，同期选取一个煤气排水器筒体采取铁锈转换剂工艺代替传统防腐底漆进行防腐，两者进行对比，分析铁锈转换剂工艺的可行性。

截至2023年12月份，从防腐效果、施工、经济效益、环保等方面进行对比。

1. 防腐效果：2023年7月12日传统工艺与铁锈转换剂工艺同时施工，8月23日、12月7日、12月29日两种防腐工艺效果对比图如下：



从三次防腐效果图对比可以看出，8个月后，传统工艺防腐钢结构已经开始出现轻微反锈现象，铁锈转换剂工艺防腐未出现反锈现象（表面黄色痕迹是上部未防腐区域铁锈液流下来所致）<sup>[4]</sup>。

2. 施工对比

传统工艺防腐，采取两底两面工艺，先对需防腐的钢结构进行重度除锈，刷底漆前必须保证钢结构表面的洁净度、表面无水分，确保防锈漆能充分附着在钢结构表面。

铁锈转换剂工艺防腐，采取一底一面工艺（也可以采取一底两面工艺），钢结构无需重度除锈，只需要中度除锈，确保钢结构表面干净、无杂物即可，铁锈转换剂是水基型化学物质 [5]，可以吸收钢结构表面的水分，对湿度要求不高，可以在湿度较高的环境下施工。

3. 经济效益对比

以1000平方管道防腐，包工包料，施工预算对比如下

预算表（传统防腐工艺（不含措施费））															
工程名称：管道防腐（管道直径小于1000）															
序号	定额编号	工程项目	工程量			材料单价	单价				材料合计	预算价值			
			单位	系数	数量		基价	人工费	材料费	机械费		基价	人工费	材料费	机械费
1	5-4-68	人工手工除重锈	10m2	1.1	100		209.00	197.10	11.90		0	22990	21681	1309	
2	5-4-72	防锈漆第一遍	10m2	1.1	100		35.90	19.70	16.20		0	3949	2167	1782	
3	差价	醇酸防锈漆	kg	1.1	131	3.57					514	0	0	0	
4	5-4-73	防锈漆第二遍	10m2	1.1	100		33.70	19.70	14.00		0	3707	2167	1540	
5	差价	醇酸防锈漆	kg	1.1	112	3.57					440	0	0	0	
6	5-4-74	面漆第一遍	10m2	1.1	100		31.80	20.40	11.40		0	3498	2244	1254	
7	差价	醇酸调和漆	kg	1.1	105	7.57					874	0	0	0	
8	5-4-75	面漆第二遍	10m2	1.1	100		29.70	19.70	10.00		0	3267	2167	1100	
9	差价	醇酸调和漆	kg	1.1	93	7.57					774	0	0	0	
10		小计									2603	37411	30426	6985	
11		人材机调整										39546	33469	6077	
12		合计										39546	33469	6077	
13		取费					基价 + 人工 * 0.4947 + 材料差价合计					58705			

表1

预算表（铁锈转换剂工艺（不含措施费））															
工程名称：管道防腐（管道直径小于1000）															
序号	定额编号	工程项目	工程量			材料单价	单价				材料合计	预算价值			
			单位	系数	数量		基价	人工费	材料费	机械费		基价	人工费	材料费	机械费
1	5-4-68	人工手工除中锈	10m2	1.1	100		56.31	56.21	0.1		0	6194	6183	11	

预算表(铁锈转换剂工艺(不含措施费))																
工程名称:管道防腐(管道直径小于1000)																
序号	定额编号	工程项目	工 程 量			材料 单价	单 价				材料 合计	预算价值				
			单位	系数	数量		基价	人工费	材料费	机械费		基价	人工费	材料费	机械费	
2		铁锈转换剂第一遍	10m <sup>2</sup>	1.1	100		35.90	19.70	16.20		0	3949	2167	1782		
3	差价	铁锈转换剂	kg	1.1	110	24					2904	0	0	0		
4	5-4-74	面漆第一遍	10m <sup>2</sup>	1.1	100		31.80	20.40	11.40		0	3498	2244	1254		
5	差价	醇酸调和漆	kg	1.1	105	7.57					874	0	0	0		
6	5-4-75	面漆第二遍	10m <sup>2</sup>	1.1	100		29.70	19.70	10.00		0	3267	2167	1100		
7	差价	醇酸调和漆	kg	1.1	93	7.57					774	0	0	0		
8		小计									4553	16908	12761	4147		
9		人材机调整										17645	14037	3608		
10		合计										17645	14037	3608		
11		取费	基价+人工*0.4947+材料差价合计									29142				

表2

从以上两表对比可以看出,传统工艺防腐技术整体施工费用为58705元[6]。管道除中锈及刷两遍底漆费用为31600元(施工费30646元+材料费954元);

铁锈转换剂工艺整体施工费用为29142元。铁锈转换剂工艺无需除重锈,转换剂涂刷一遍即能满足要求;从上表计算得出,刷完铁锈转换剂工序时费用为13047元(施工费10143元+材料费2904元);铁锈转换剂市场价24元/kg,1kg涂刷8-10平方米,1000平方需要110kg左右铁锈转换剂,材料费为2904元[7]。

综上对比可以看出1000平方米管道防腐,铁锈转换剂工艺比传统工艺施工费节约29563元,节约比例为50.3%,整体施工投入(含材料费、措施费)节约比例为30%-40%。

#### 4. 环保对比:

铁锈转换剂为水基型产品,不含金属重离子,无挥发性[8],

对环境无污染;传统防锈漆多含铬、铅、镉等颜料,其本身有毒,在使用过程中会污染环境和危害健康。

2020年至2023年鄂钢公司能源环保部防腐施工共总费用508.2万元(不含材料费[9]),平均每年防腐施工费用127.05万元,全部都是传统工艺防腐技术,以此类推,如果采用铁锈转换剂工艺技术防腐,每年鄂钢公司能环部可节约费用大概为127.05\*0.3=38.1万至127.05\*0.4=50.82万元。鄂钢公司共计十几个分厂,每年节约的防腐费用可以达到百万以上<sup>[10]</sup>。

综上所述,锈转化剂是一种具有国际领先技术水平的除锈防腐涂料,该产品应用于已产生锈蚀的钢铁件的除锈、防腐处理。作为涂装前的除锈、防锈底漆使用,具有优异的防腐效果,与其他类型的各类中涂漆、面漆配合使用,复合漆膜的防腐性能将成倍提高。铁锈转化剂同时具有绿色环保、无污染、省时高效、成本低等特点。

#### 参考文献:

- [1] 一种环氧带锈底漆的研制[J]. 吕钊;李伟华;宗成中. 2011(09).
- [2] 2种铁锈转化底漆的性能研究[J]. 杨万国;丁国清;杨海洋;沈耀辉. 2011(11).
- [3] 水性带锈转锈涂料最新研究进展[J]. 黄河;马道林;张丽;王小波. 2010(10).
- [4] 高立军;杨建炜;张旭;曹建平;姜杉;王胜荣. 耐候钢表面锈层稳定化处理技术研究[J]. 表面技术, 2020(03).
- [5] 王侨;郭常青;邵亚诗;丁开元;张善贵. 环保型低表面处理环氧通用底漆的研制及应用[J]. 现代涂料与涂装, 2021(07).
- [6] 张雪菲;李梦雅;孔龙飞;王猛;闫璐;肖凤娟. 金属光电化学阴极保护材料及其防腐功能化实现研究进展[J]. 表面技术, 2021(03).
- [7] 叶明;王冠;关学刚. 白炭黑-氟碳漆复合超疏水涂层的制备及其在金属防腐中的应用[J]. 工业技术创新, 2021(01).
- [8] 丁国清;李向阳;张波;杨朝晖;黄桂桥;杨海洋;刘凯吉. 金属材料在天然海水中的腐蚀电位及其变化规律[J]. 中国腐蚀与防护学报, 2019(06).
- [9] 长输地理油气管道腐蚀因素分析与防护对策探讨[J]. 丁锐;姚宝慧;方孝斌. 2019(12).
- [10] 慕金枫石油加工过程中硫化物的腐蚀与防护[J]. 化工管理, 2020(02).