

新型金属防腐材料在水工金属结构中的应用

陈 新¹ 王建慧¹ 项 娜² 吕立东³ 卢雪鹏³ 孙玉锐³ 赵 亮⁴

- 1. 北京市水科学技术研究院 北京 100048
- 2. 北京市南水北调团城湖管理处 北京 100195
- 3. 北京盛鸿泽水务建设有限公司 北京 101100
- 4. 北京市水务建设管理事务中心 北京 100036

摘 要：水工金属结构是水利工程的重要组成部分，由于工作环境不同于普通金属结构，在水荷载及其他因素的影响下极易发生锈蚀，降低承载力，进而影响水利工程运行安全。同时由于环保要求日趋严格，因此开展新环保实用型水工金属结构防腐材料的研究与应用是十分必要的。“科来新”空气隔离剂是新型金属重防腐材料，它可以渗透金属基材长久的保护金属结构不被腐蚀，并且施工简便快捷，除锈工艺及材料本身均符合环保要求，是一种全新的水工金属结构防腐材料。

关键词：水工金属结构；除锈防腐；科来新；环保

1 前言

水工金属结构主要包括闸门、阀门、拦污栅、压力钢管等。水工金属结构长期处于潮湿环境或直接暴露在空气中，极易受到日光照射、高速水流冲击、泥沙冲刷、风浪腐蚀等因素影响，使其发生锈蚀^[1]。钢材的锈蚀，不断地削弱结构，降低承载力，严重的会影响工程的安全运行。因此，为了延长水工金属结构的使用年限，保证水利工程的安全运行，必须及时妥善的对水工金属结构进行防腐保护。

目前，我国水工金属结构较为主流的防腐方法为涂料保护和金属热喷防腐。涂料防腐的价格较为便宜，施工较为简单，因此也是使用最为广泛的水工金属结构防腐方法，但是由于防腐涂料的抗水、抗老化、机械强度等性能的制约，并不能带来很好的防腐效果，且防腐涂料大多在施工中会释放有毒气体和有害物质，对周围环境和人员健康都有很大危害。金属热喷防腐较涂料防腐效果更好且防腐周期较长，但是金属热喷防腐价格相对较高，喷镀前对结构表面预处理要求较高，需要喷砂处理，喷镀过程中还会产生重金属污染，其预处理及喷镀过程中都会危害周围环境及人员健康。

近年来随着人们对环保意识的增强，国家和地方各项环保标准日趋严格，传统的除锈防腐工艺受到环保标准及其他因素制约，已逐渐不能满足新形势下水工金属结构防腐需求。因此，开展新环保实用型水工金属结构防腐材料的研究和应用日益紧迫。

2 水工金属结构防腐新材料——“科来新”空气隔离剂

“科来新”（Corrizon）空气隔离剂（以下简称“科来新”）是以色列Green ICPS公司研发生产的新型环保型金属防腐材料，在国外已广泛应用于船舶、输油管线、大型钢结构等工程。“科来新”不同于传统意义的防锈漆形成面层达到金属结构防锈蚀的目的，它可以穿透铁锈、腐蚀物和旧油漆并渗入到金属基材0.5mm以上，寻找并替换掉金属内部的氧化物、同时还能形成表层阻隔层从而阻止腐蚀的二次形成、扩展、加重。“科来新”与金属合为一体，可以防止基材的流失，一次使用理论上可达到20年以上长效防腐。“科来新”对金属结构表面预处理要求低仅为SA1级，只需采用水体为介质进行金属表面预处理，同时由于“科来新”本身是环保型材料，除锈防腐完全达到环保要求。“科来新”成分构成、技术指标如表1、如表2所示。

表1 “科来新”成分构成表

COMPONENTS	成分	占比
Water	水	5% ~ 20%
Filler	填充物	20% ~ 40%
Active Materials	活性材料（粘合剂）	5% ~ 25%
Waterborne Resins(Acrylates & Alkyds)	水性树脂（丙烯酸和醇酸树脂）	15% ~ 35%

表2 “科来新”技术指标表

项目	指标
Mass density（密度）	1.2 ~ 1.3克/毫升
Volume Solids（固体物百分比）	46% ~ 50%
VOC（挥发性有机物）	低于1.0
Viscosity（黏度）	200 ~ 600厘斯
pH（酸碱度）	3.5 ~ 4.5

续表:

项目	指标
Recommended dry film thickness (建议涂层厚度)	30 ~ 50微米
Dry to touch (风干时间)	20 ~ 40分钟
Overcoating intervals (涂装面漆的时间间隔)	待风干之时
Full cure after (完全固化的时间)	24小时
Salt spary test time (盐雾测试时间)	大于4000小时

2.1 “科来新”的作用机理

“科来新”应用创新点不同于传统的除锈防腐。传统方式是防止金属与氧气的接触产生化学反应，但往往防不胜防，一旦出现缺口，便会轻易造成腐蚀而生锈。但在金属表面涂装“科来新”，深入材料的活性成分与金属发生反应，会将锈立刻溶解，在金属表面形成一层高致密性的氧化层（单位密度小于氧），新的氧化层物质附着在金属表面而长期保护金属。渗透金属的过程中置换金属内部所含的微量氧原子从而让锈蚀不再二次生成。这样由内而外双重保护使金属不再生锈。“科来新”还有活性成分，多余部分的材料还能使金属表面产生免疫力，从而达到有锈必除的效果，彻底解决了反复生锈的问题。

此外“科来新”可以通过混凝土孔隙渗入50mm以上，对结构钢筋起到防锈蚀作用。

2.2 “科来新”涂料与传统的除锈防腐的对比

使用“科来新”涂料涂层与传统除锈防腐材料的对

比情况，如表3所示。

表3 “科来新”涂装涂层与传统除锈防腐材料的对比表

“科来新”涂料	传统涂料
钢板厚度不变	传统喷沙钢板会越来越薄
表面硬度提高70%	表面硬度不变
生锈点不会扩散	生锈点会扩散
渗透钢材板基3mm	不会渗透钢材板基
施工人员健康大幅度改善	施工人员健康危害比较大，容易形成职业病

2.3 “科来新”对比传统防腐工艺的优势

(1) 食品级环保，达到美国UL机构“黄金级别”环保认证。

(2) 施工便捷，起效快，工期短，对人员及环境都没有不良影响。

(3) 防腐年限长，可达20年以上。

(4) 活性材料，能够渗透金属，不使基材流失。

(5) 金属基材表面预处理程度低，Sa1级。

(6) 与大部分面漆都兼容，并且覆盖的面积较广

(7) 对施工环境要求低，可在极限天气下进行施工。

(8) 节约施工及后期维护成本。

3 “科来新”防腐施工工艺

使用“科来新”对金属结构进行除锈防腐，需要将金属结构暴露在空气中施工（如水工钢闸门使用“科来新”防腐，需要将闸门提出水面或搭设围堰施工）。施工工艺及过程如图1所示。

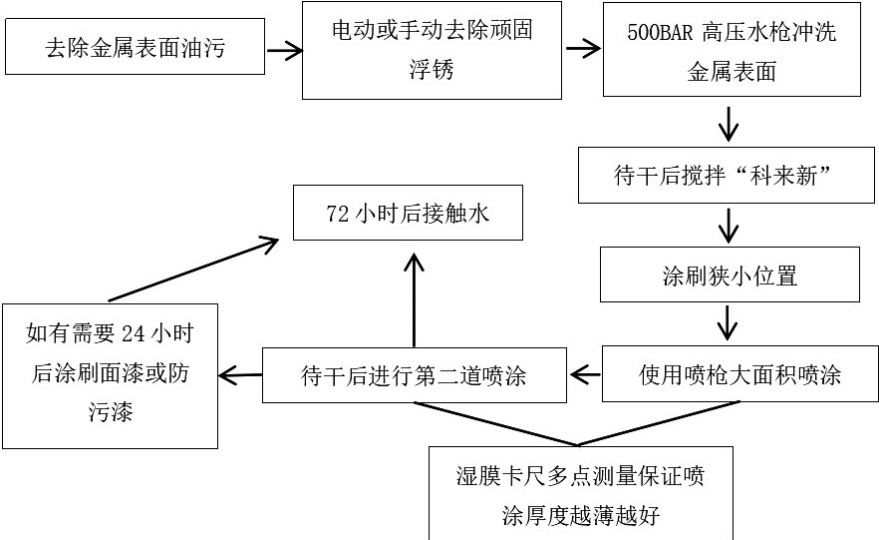


图1 工艺流程

3.1 金属结构表面预处理要求及流程

3.1.1 “科来新”预处理级别要求

Sa1 级: 轻度除锈表面应无可见的污物、油脂和附着

不牢的氧化皮、油漆涂层、铁锈、和杂质等^[8]。

3.1.2 预处理流程

(1) 使用除油剂清除金属表面油渍。

(2) 用 500BAR 压力水枪近距离高压水多角度冲洗基材表面, 顽固附着部位需用电动钢丝刷或手动刷子清除后再同理用高压水枪进行清理。“科来新”可渗透高达 300 微米的表层旧漆, 所以不需把表面打磨的金属可见。

(3) 预处理后待干 30 分钟-1 小时, 以手触方式检查表面是否已干, 如果未干继续等待。

3.2 喷涂“科来新”

(1) 将科来新搅拌均匀, 再用清水调试喷枪角度、力度、距离以调试至理想程度 30-50 微米。

(2) 为达到其最佳效果, 喷涂厚度越薄越好。涂层湿膜厚度约为 30 微米, 干膜厚度约为 20 微米。先用刷子涂刷边角落及狭小位置, 再用喷枪喷涂其余大面积部分, 喷涂后可用湿膜卡尺进行多点测量。

(3) 进行第二道“科来新”喷涂, 两道之间的时间间隔为 15~60 分钟(以手触表面干为准), 喷涂方法及厚度同第一道。两道喷涂后干膜共约 40 微米。

(4) 如果有需要, 在两道“科来新”干透后便可开始直接在“科来新”基础上涂刷面漆或防污漆, 涂刷间隔不得少于 24 小时。

(5) “科来新”使用在水工钢闸门或其它与水接触的的金属结构上, 需等待 72 小时后才可接触水^[2]。

3.3 “科来新”除锈防腐中的关键点

(1) 喷涂前要确保把表面油渍及浮锈清除干净。

(2) 喷涂“科来新”不要过厚, 一道喷涂以形成 20~30 微米干膜, 30~50 微米湿膜为最佳。

(3) “科来新”施工温度在 4~40 摄氏度, 可在潮湿表面施工不用等彻底干透。

4 典型案例及工程应用

4.1 榆林庄闸防腐应用

榆林庄闸位于北京市北运河下游, 由西闸和东闸组成, 工程等别为 II 等, 主要建筑物级别为 2 级。东、西闸各 5 孔, 闸孔净宽为 12m, 闸门采用露顶式液压弧形钢闸门。榆林庄闸自 2014 年改造工程完工以来, 闸门长期浸没水下, 在启闭时频繁的干湿交替, 特别是水线部分受到水、日光及水生物的作用, 及受到水浪、泥沙和其它漂浮物的冲蚀, 已经出现锈蚀情况, 2019 年 6 月, 应用“科来新”进行处理。半年后, 对榆林庄东闸进行检查, 闸门及金属结构运行情况良好, 未出现锈蚀。



(a) 高压水枪



(b) 高压水枪清理基面



(c) 采用科来新防腐处理后

图2 榆林庄闸施工现场及处理后照片

4.2 高碑店闸舌瓣防腐应用

由于高碑店闸闸门舌瓣锈蚀明显, 2019 年 10 月对高

碑店闸舌瓣, 应用“科来新”进行防腐处理。半年后, 对高碑店闸舌瓣进行检查, 闸门舌瓣运行情况良好, 未

出现锈蚀。

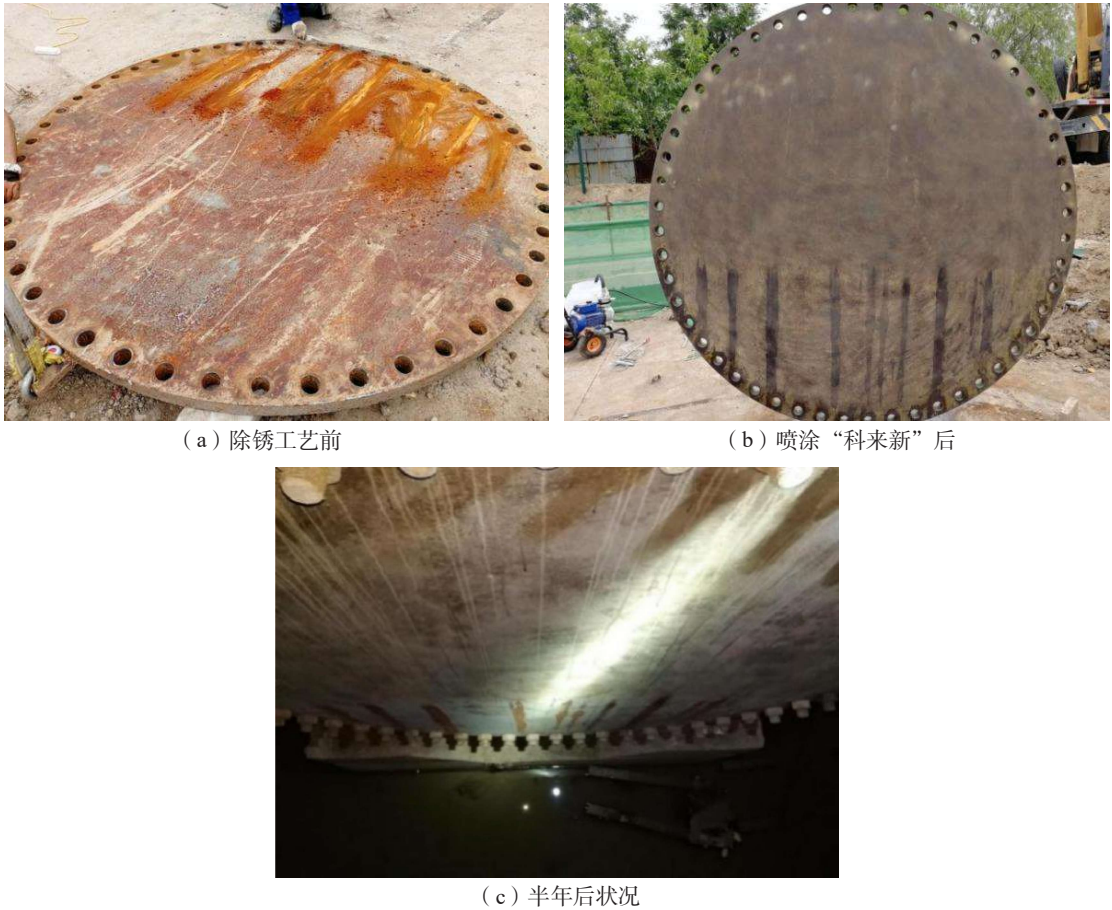


(a) 喷涂“科来新”前 (b) 喷涂“科来新”后
图3 高碑店闸处理前后照片对比

4.3 南水北调南干渠工程30号井盲板防腐应用

由于南水北调南干渠工程30号井盲板锈蚀明显，2019年6月，对南水北调南干渠工程30号井盲板应用“科

来新”进行防腐处理。半年后，对30号井盲板进行检查，未出现锈蚀。



(a) 除锈工艺前 (b) 喷涂“科来新”后
(c) 半年后状况

图4 30号井盲板处理前后照片对比

4.4 门头沟试验基地标准养护间铁架和试验大厅金属管中的防腐应用

由于混凝土标准养护间常年需要保持潮湿状态，混

凝土石块需要放在铁架子上保持一定的间距放置，达到一定的温湿度要求后进行养护，目前铁架子生锈严重，2020年11月，在标准养护间中，选取一个铁架子应用

“科来新”进行除锈防腐处理，而选取另外一个铁架子进行表层打磨除锈，未喷涂“科来新”防锈材料，进行对比试验^[3]。半年后，对喷涂“科来新”防腐材料的铁架

子进行观察检查，未出现锈蚀，而对表层打磨后，未喷涂“科来新”防腐材料的另外一个铁架子，仍然生锈。



(a) 打磨除锈前

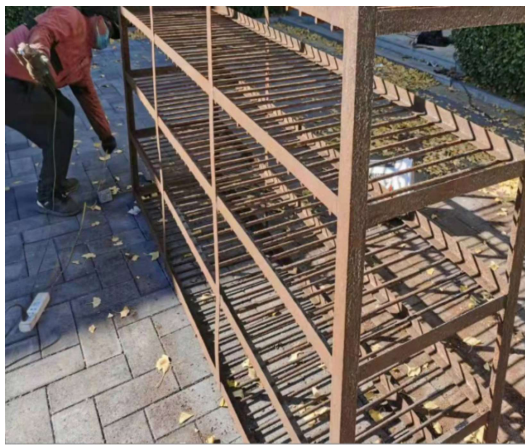


(b) 打磨除锈喷涂“科来新”后



(c) 喷涂“科来新”防腐材料半年后状况

图5 喷“科来新”防腐材料处理前后照片对比状况



(a) 打磨除锈后状况



(b) 打磨除锈后未喷涂“科来新”防腐材料半年后状况

图6 打磨除锈未喷“科来新”防腐材料前后效果对比

同样，2020年11月，对门头沟试验大厅中部分金属管喷涂“科来新”新材料进行防腐处理，由于该金属管锈蚀明显，选取了两段金属管进行对比试验。半年后，

对喷涂“科来新”新材料试验后的两段金属管进行检查，仍未出现锈蚀。



(a) 打磨除锈喷涂前状况



(b) 打磨除锈处理过程中



(c) 喷涂“科来新”防锈材料半年后效果

图7 打磨除锈喷涂“科来新”防腐材料前后效果对比

5 结束语

(1) “科来新”空气隔离剂是环保型金属防腐材料，除锈工艺及施工均符合环保要求，适应当前形势下水工金属结构除锈防腐各项环保标准。

(2) “科来新”空气隔离剂施工简便节省人力物力财力，可以完全克服水利工程施工的环境较差、制约因素较多等不利因素的影响。且由于其是渗透性材料不会使金属基材流失、起效快、防腐年限长、后期维护成本

低等特点，非常适用于水利工程金属结构的防腐。

参考文献

[1]刘尚鹏. 市政给排水工程中新型防水防腐材料的安全性能评估与应用[J].全面腐蚀控制,2025,39(12):87-89.
[2]胡红卫,林睿,赵庆礼,等. 污水管道及输配构筑物内防腐材料的应用[J].净水技术,2025,44(12):190-197.
[3]张志刚,程久元,杨成亮,等. 钢结构防腐材料在铝电解的应用研究[J].甘肃冶金,2025,47(06):88-91.