

钢结构车站防火涂料的应用

陈 冲

北京地铁建筑设施维护有限公司, 北京 100082

[摘要]进入新世纪以来,我国工业迅猛发展,钢材产量增加,以钢材作为建筑材料,充分发挥钢材自重轻、具有良好的抗震性能、施工周期短、结构跨度大空间布置灵活等诸多优点被广泛应用于建筑施工中。但同样存在着钢结构易腐蚀、耐热但耐火性差、易产生扭曲等缺点。长期以来人们对钢材的防火认识存在误区,认为钢材结构不怕火烧,经久耐用,不需进行防火防护。其实,钢材在高温环境下,结构承载能力下降非常快,钢材作为建筑材料使用,在建筑防火方面是存缺陷的,不满足规范耐火极限要求。如果发生火灾,在火灾中钢材表面温度迅速升高,钢材承受荷载能力迅速下降,造成建筑物垮塌,给乘客、车站工作人员生命、财产造成损失。因此,钢结构构件必须采取防火保护措施,减轻钢结构建筑物在遭受火灾下的损坏程度,为使乘客、车站工作人员能及时疏散赢得时间。

钢结构防火涂料是涂刷在钢结构构件表面上的一种防火保护措施,它遇火后形成保护层,可以延缓钢结构荷载承受能力的下降速度的一种涂料。钢结构建筑物使用防火材料后,能够有效的提升钢材耐火极限,降低火焰在建筑物之间的延伸速度,为人员疏散赢得救援时间。

[关键词]地铁车站; 钢结构; 防火涂装

DOI: 10.33142/aem.v1i1.783

中图分类号: U454

文献标识码: A

Application of Fire Retardant Coatings for Steel Structure Stations

CHEN Chong

Beijing Metro Construction Facilities Maintenance Co., Ltd., Beijing, 100082

Abstract: Since entering the new century, China's industry has developed rapidly, the steel output increases, takes steel as the building material, gives full play to the steel self-weight light, has good anti-seismic performance, short construction period, structure span and large space layout are widely used in building construction. However, there are also some shortcomings, such as easy corrosion of steel structure, heat resistance but poor fire resistance, easy to produce distortion and so on. For a long time, there are misunderstandings about the fire prevention of steel. It is considered that steel structure is not afraid of fire, durable and does not need fire protection. For a long time, there are misunderstandings about the fire prevention of steel. It is considered that steel structure is not afraid of fire, durable and does not need fire protection. In fact, under the high temperature environment, the bearing capacity of the structure decreases very quickly. Steel, used as a building material, is defective in building fire prevention and does not meet the requirements of the fire resistance limit of the code. In the event of a fire, the surface temperature of the steel is rapidly increased in the fire, the load capacity of the steel is rapidly reduced, the collapse of the building is caused, and the loss of life and property of the passenger and the station staff is caused. Therefore, steel structure members must take fire protection measures to reduce the damage degree of steel structure buildings under fire, in order to enable passengers and station staff to evacuate in time.

Steel structure fire protection coating is a kind of fire protection measure which is painted on the surface of steel structure components. It forms a protective layer after fire, which can delay the decline rate of steel structure load bearing capacity. After using fire prevention material in steel structure building, it can effectively improve the fire resistance limit of steel, reduce the extension speed of flame between buildings, and win rescue time for evacuation.

Key words: subway station; steel structure; fire protection coating

引言

北京作为国际大都市,城市发展速度非常快,城市拥堵问题日益突出,地下轨道交通的建设有效的缓解了交通拥堵问题。随着地铁事业的发展,地铁车站的建设周期越来越短,同时地铁乘客的逐日增加也要求车站内部空间增大。钢结构工程以其自重轻、可靠性高、抗冲击性好、工业化程度高、跨度大、内部空间布置灵活等优点完美的解决了上述问题,钢材也在地铁车站中被广泛应用。在现有钢结构车站中,防火涂料作为钢结构防火保护措施被广泛应用,如何选用防火涂料,通过工程实践也有一些自己的理解。

1 防火涂料的种类

1.1 按防火涂料性质可分为:油性防火涂料和水性防火涂料。油性防火涂料按有机化合物苯含量也可分成低含量苯类油性防火涂料和高含量苯类油性防火涂料。

1.2 按使用场所可分为:室内(N)用防火涂料:主要用于建筑物内部不露天的钢材表面;室外(W)用防火涂料:

用于露天的建筑物钢材表面。

1.3 按使用厚度可分为：超薄型（CB）防火涂料：涂刷在钢构件表面的涂层厚度小于等于 3mm。油性防火涂料、水性防火涂料均有；薄型（B）防火涂料：涂刷在钢构件表面的涂层厚度大于 3mm 且小于等于 7mm，大多数为水性；厚型（H）防火涂料：涂刷在钢构件表面的涂层厚度大于 7mm 且小于等于 45mm，为水性。

2 防火涂料的防护原理

2.1 超薄型、薄型防火涂料的隔热原理

防火隔热原理是涂料在遭受火灾时膨胀起泡，泡沫间紧密相连，隔绝了空气、热量像刚才传递；根据物理化学原理分析，防火涂料遇火灾起泡、体积变大过程中为吸热现象，降低了温度。

2.2 厚型防火涂料的隔热原理

厚型防火涂料在遭受火灾时体积不发生变化，由于防火涂料本身导热系数低，延缓了热量向钢材传递的速度；同时，防火涂料本身是不燃的，起到屏障作用；再次，防火涂料的组成成份之间在高温条件下相互反应生成不燃气体，该反应过程是吸热的，也降低环境温度。

3 防火涂料防火措施的选用原则

选用厚型防火涂料，通常要求耐火极限时间在 1.5h 以上。防火涂料涂层厚（涂层厚度大于 7mm），涂料使用量大，施工过程中需要用钢丝网进行加固，施工工艺比较复杂。易出现开裂、脱落现象，观感性较差。

选用超薄型、薄涂型防火涂料，通常要求耐火极限时间在 1.5h 以下，这两类防火涂料涂层薄，涂料使用量少，施工工艺简单，室内装饰性好。

露天环境下，选用的防火涂料应当适合于在室外环境中使用。涂料应当具有良好的耐水性、低温防冻、使用寿命长的特点。使用前应通过工程试验确定相关性能。

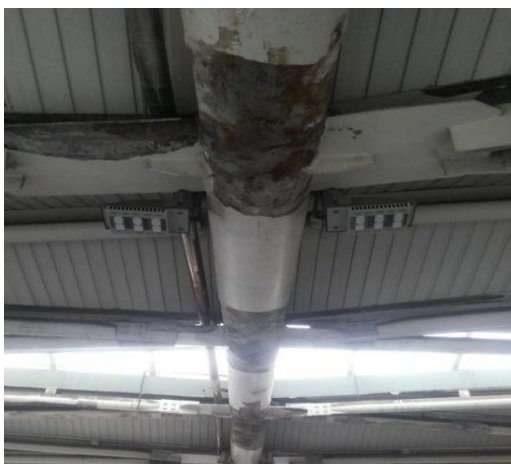
除以上选用原则外还要求防火涂料具有：1、与钢材具有较强的粘接力。2、在极端恶劣环境下或长期受振动冲击条件下，具有涂料层不开裂、不脱落的稳定性能；3、涂料受热反应不产生有毒有害气体；4、施工工艺简单；5、具有良好的相容性能；6、经济合理。

4 地铁车站防火涂料破损的原因分析

防火涂料作为钢结构构件的防火措施，因其施工工艺简单，被广泛用作钢结构防火措。但在用到地铁车站中时，却出现了开裂、空鼓、脱落等病害，这些病害本不该出现，但其却真真实实存在，究其原因我认为主要存在以下四点原因：

4.1 地铁运行震动

地铁列车在运行中产生强烈的震动，这些震动能量传递到钢结构连接节点位置，产生轻微位移造成防火涂料、防腐涂层开裂，开裂后水滴渗入，温度升高后水滴雾化形成水蒸汽导致开裂进一步增大，最后形成空鼓脱落。在 5 号线北苑路北车站、立水桥南车站维修时发现连接的节点位置防火涂料、防腐涂料几乎全部脱落，从现场遗留脱落物中可以清晰看到防火涂料层厚度（厚度在 15mm）、防腐涂料，没有加强网，说明防火涂料与防腐层之间粘结牢固，进而证明脱落的原因可能是由于震动导致的开裂、脱落。



北苑路北车站



立水桥南车站

4.2 屋面渗漏

在维修过程中发现凡是防火涂料脱落比较严重的地方全部存在不同程度的渗漏现象，在这些采用钢结构为主题结构的车站中，轻型屋面为主要屋盖形式，这些屋面已造成渗漏，所以钢结构防火涂层破损情况也比较严重，同一座车站中没有渗漏的部位防火涂料基本完好，究其原因是渗漏的雨水在渗漏过程中渗入到了防火涂料裂缝中，雨水雾化成

水蒸气导致防火涂料开裂、脱落。

4.3 钢结构温度变形

钢结构的温度变形是导致防火涂料开裂、脱落的有一个重要成因，众所周知所有钢结构都存在着不同程度的温度变形，钢构件越大，温度变形越大，室外钢结构温差在 60-70 摄氏度，如此大的温差必然导致钢结构防腐、防火涂层开裂，开裂后受到雨水侵蚀，造成防火涂层脱落。

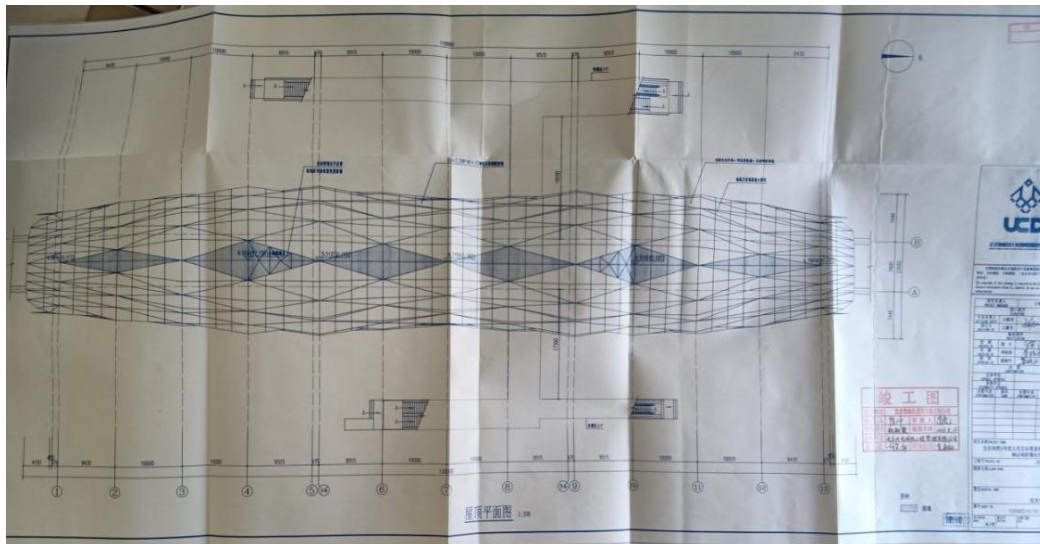
4.4 施工工艺不符合规范要求

防火涂层使用材料不符合要求，材料使用前未进行行管性能检测；钢材基层处理不彻底，存在油污、轻微锈蚀等现象；底漆涂刷时漆膜厚度过厚，超出设计要求；施涂各涂料层间材料相融性差；施工期间环境相对湿度潮湿或施工期间环境温度低，造成防火涂料受冻以上因素都是造成防火涂料层开裂、脱落的原因。

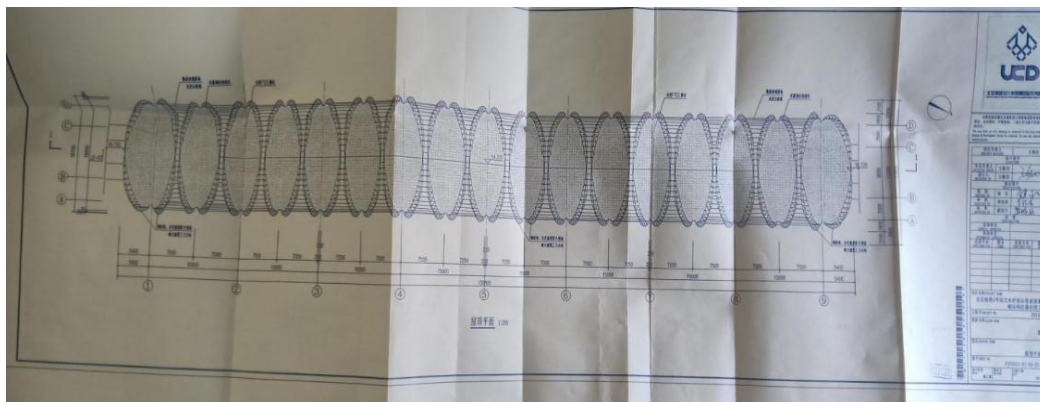
5 地铁车站防火涂料破损的病害治理

5.1 工程概况

本工程主要对车站主体、出入口钢结构饰面进行防火涂刷。地铁 5 号线立水桥南站车站屋面为白色 PTEE 膜材，钢结构框架位于室外；地铁 5 号线北苑路北站车站屋面钢架位于室内，屋面板为铝镁锰合金扣板。两座车站钢结构防火涂层，自 2010 年开始相继出现空鼓、开裂、脱落等现象，多次遭到乘客投诉及索赔，给乘客出行造成影响。防火涂层脱落既降低钢结构防火等级，又减少钢结构车站的使用寿命，给乘客出行带来安全隐患，因此需对两座钢结构车站进行防腐、防火隐患治理。北苑路北站防火涂层面积：7760 m²；立水桥南站防火涂层面积：6380 m²。



北苑路北站屋顶平面图



立水桥南站屋顶平面图

5.2 治理措施

1) 立水桥南站治理措施

屋面钢结构拱形环梁, 要求耐火极限大于 2.5h, 选用薄型防火涂料涂刷, 涂刷厚度大于 6.5mm。

屋面次梁要求耐火极限大于 2h, 选用薄型防火涂料涂刷, 涂刷厚度大于 4.5mm。

出入口钢结构要求耐火极限大于 2h, 选用薄型防火涂料涂刷, 涂刷厚度大于 4.5mm。

2) 北苑路北站治理措施

站台、站厅钢结构要求耐火极限大于 2.5h, 选用薄型防火涂料涂刷, 涂刷厚度大于 6.5mm。

斜拉撑: 站厅、站台钢拱架间横拉撑、型钢钢梁及其连接板, 耐火级限大于 2h, 选用薄型防火涂料涂刷, 涂刷厚度大于 4.5mm。

出入口钢结构要求耐火极限大于 2.5h, 选用薄型防火涂料涂刷, 涂刷厚度大于 6.5mm。

5.3 质量控制要点

1) 基层处理: 本工程施工地点在已经运营的地铁车站, 不具备机械除锈的条件, 只能采用“蜘蛛人”手工除锈。除锈等级 St3 级, 要求表面呈现金属光泽, 无油脂、铁锈、油漆涂层。

2) 施工材料质量要求: 所有施工材料进场前均应具有合格证、检测报告、质量证明文件等, 材料进场前均应按照相关规范要求进行进场复试试验, 不合格材料禁止进入施工现场。

3) 环境要求: 施工期间每日收听天气预报, 记录施工温度, 施工温度控制在 5℃-35℃之间, 相对湿度控制在 85% 以下, 大风、降雨等恶劣天气禁止施工。

4) 施工时间: 因施工地点在已经运营的地铁车站, 白天不能进行正常施工、不能影响乘客出行, 所以大部分施工内容需在夜间地铁停运后进行施工, 夜间施工条件差, 需要对每一道工序严格检查。

5) 防腐油漆涂刷: 防锈底漆涂刷前, 应再次检查钢材表面, 确保钢材表面没有附着尘土、附锈, 环境温度、湿度达标。防锈底漆涂刷时应充分搅拌, 涂刷完成后色泽均匀一致, 漆膜厚度均匀, 按照设计文件要求控制成膜厚度, 防止因漆膜过厚造成底漆开裂。

6) 防火涂料涂刷: 防锈底漆施工完 24h 后并且环氧富锌防锈底漆完全干燥后, 可进行防火主料的涂装施工。防火涂料使用前搅拌均匀, 分层涂刷在钢构件表面。首次涂刷厚度不能过后, 第二遍涂刷应在首次涂刷完全干燥后进行, 依次涂刷, 直至达到设计要求。

7) 施工人员要求: 劳务施工单位要具有相应的资质、应有相关的施工工程实例、有相应技术管理人员、有企业内部施工质量标准并且通过正规程序选定。

5.4 完工后评价

本工程自 2015 年工程立项, 2016 年 4 月工程开工, 2016 年 8 月工程完工, 工程实施期间严格按照质量控制要点进行实施, 确保了工程质量。截止目前, 工程未出现开裂、脱落等病害, 隐患消除。



北苑路北站



立水桥南站

6 结论

提高钢结构工程防火功能要求, 杜绝恶性火灾事故发生, 减少乘客及车站工作人员伤亡及财产损失, 防止雨水渗漏对钢结构造成的破坏以及有效的减少列车运行振动对防火涂料层造成的开裂将是以后加强改进的方向。

【参考文献】

[1] 王华进. 王贤明. 管朝祥等. 超薄型钢结构防火涂料[J]. 涂料工业, 2015(2): 16-18.

[2] 时虎. 防火涂料研究及其应用[J]. 化工科技市场, 2013(3): 22-28.

作者简介: 陈冲, (1981-), 本科, 助理工程师。