

Fireproof Coating for Steel Structure and Construction Management

Kai Wu

Shanghai Depu Investment Management Co., Ltd., Shanghai, 201802, China

Abstract

With the development of building construction technology and building material diversity, compared with the traditional building form and materials, steel structure because of its light weight, high strength, stiffness, convenient processing, simple construction, good earthquake resistance, can also according to the architectural design cut into different shapes, meet the different demand of building appearance, more and more widely used in building large span workshop, super, super heavy venues, super high-rise civil building construction areas.

Keywords

fireproof coating; spraying; steel structure; construction technology; safety protection

钢结构防火涂料及施工管理

吴凯

上海德普投资管理股份有限公司, 中国 · 上海 201802

摘 要

随着建筑施工技术及建筑材料多样性的发展, 与传统的建筑形态及材料相比, 钢结构因为自身重量轻, 强度高, 刚度大, 加工方便, 施工简单, 抗震性好, 还可以根据建筑设计切割成不同的造型进行拼接, 满足人们对建筑外形的不同需求, 越来越广泛地应用于建造大跨度厂房、超高、超重型的场馆、超高层民用建筑等建设领域。

关键词

防火涂料; 喷涂; 钢结构; 施工工艺; 安全防护

钢结构建筑的多少, 标志着一个国家或地区的经济实力和经济发达程度。2000 年以后, 在建筑领域中提出了要“积极、合理地用钢”的理念, 从而甩掉了“限制用钢”的束缚, 钢结构建筑在经济发达地区逐渐增多。特别是在 2008 年前后, 在北京奥运会场馆建设中, 出现了大量钢结构建筑, 从而带动了强劲的市场需求, 建成了一大批钢结构场馆、机场、车站和高层建筑。

随着钢结构建筑日益增多, 建筑单体面积越来越大, 高度越来越高, 也给建筑消防和防火带来的要求就越来越高。高层建筑一旦发生火灾事故, 往往不能在短时间内将火扑灭, 特别是钢结构建筑因为单一的建筑材料——钢构件的不耐火属性, 对钢结构建筑的防火要求提出了更高的需求。当环境温度超过 250℃ 时, 钢结构材质的强度会随温度发生较大变化, 不仅强度逐步降低, 还会发生脆断和徐变现象。温度达到 600℃ 时, 钢结构材质进入塑性状态, 承载能力几

乎衰减为零。我们在建造更大更高的钢结构建筑时, 要想既能充分发挥钢结构本身的优良性能, 又能在防火方面体现更长的耐火时间, 达到两全其美的状态, 这就要求我们在建筑设计及施工时, 在满足建筑造型及强度需要的同时, 也要加大对钢结构建筑材料的防火保护, 以延长其在失火状态下的耐火时间。

现有钢结构防火涂料一般由基料、分散介质、阻燃剂、填料、助剂(增塑剂、稳定剂、防水剂、防潮剂等)等按照一定比例组成, 也可以由其他用绝热、耐火、导热材料进行外包、填充阻隔火焰直接灼烧钢结构本体^[1], 降低热量传递的速度推迟钢结构温升、强度变弱的时间等延长钢结构强度保持时间, 几种常见的方法如下:

①外包法。就是在钢结构外表添加外包层, 可以现浇成型, 也可以采用喷涂增厚成型。现浇成型的实体混凝土外包层通常用钢丝网或钢筋来加固, 以限制收缩脱落, 并保证外壳的强度。喷涂增厚成型可以在施工现场对钢结构表面涂抹防火砂浆、防火涂料等以形成保护层, 防火砂浆可以是石灰、水泥或是石膏砂浆, 也可以掺入珍珠岩或石棉。同时外

【作者简介】吴凯(1982-), 男, 中国上海人, 本科, 工程师, 从事房屋建筑现场施工管理研究。

包层也可以用珍珠岩、石棉、石膏或石棉水泥、轻质混凝土等做成的预制板,采用胶粘剂、钉子、螺栓固定在钢结构上。外包材料要选用自身吸热、隔热效果好,自重轻、自身强度可靠的材料。

②充水法。在空心型钢结构内充水或外敷水袋是抵御火灾最有效的防护措施,这种方法能使钢结构在火灾中保持较低的温度,水在钢结构内循环、吸收材料本身受热的热量,受热的水经冷却后可以进行再循环,或由管道引入凉水来取代受热的水吸收热量,从而达到保护钢结构本体免于受到温度升高带来的结构失能。但外敷水袋由于自重较大,对包覆材料要求较高采用较少。

③屏蔽法。在设计阶段就将钢结构设置在耐火材料组成的墙体或顶棚内,或将构件包藏在两片墙之间的空隙里,采用既有墙体来隔断热源或只要增加少许耐火材料或不增加即能达到防火的目的。这是外包法的一种拓展运用,是将建筑结构与防火措施综合考虑的一种最为经济的防火方法。但由于受建筑形式、使用空间、结构受力等方面的影响,较难实现全部构件均采用这种防火方法,一般由一种或几种方法的组合来实现防火。

④膨胀法。膨胀法也是外包法的另一种拓展运用,是采用在钢结构表面涂饰遇火膨胀的防火涂料。当火灾发生时,通过体积的增厚来隔热保护构件,这种方法具有防火隔热性能好、施工不受钢结构几何形体限制、涂饰观感效果好等优点,一般不需要添加辅助设施,且涂层质量轻,属于现代的先进防火技术措施,有逐渐取代厚涂型防火材料的趋势。

由此可见,外包法防火是较流行的防火处理方法,按照防火机理分为膨胀型钢结构防火涂料和非膨胀型钢结构防火涂料。

膨胀型钢结构防火涂料是膨胀法的运用,外覆涂层在高温时迅速膨胀发泡,形成耐火隔热保护层。

非膨胀型钢结构防火涂料是外包法的大多数做法,一般厚度在3cm以上,为厚型防火涂料,通过多次喷涂实现。涂层在高温时不膨胀发泡,依靠其自身厚度或隔热性能成为钢结构的耐火隔热的保护层。

较膨胀型防火涂料相比,由于非膨胀型防火涂料的优秀防火性能、可靠的施工工艺及低廉的价格优势,现仍是大多数防火涂料的绝对首选,下面就非膨胀型防火涂料的施工工艺、质量管控、安全防护和职业健康做简要介绍:

防火涂料施工合同签订后,项目管理部应挑选技术能

力强、踏实肯干、安全意识高的管理人员提前到达施工现场,熟悉现场工况,建立项目管理机构,进行施工前各项准备工作。并选派具有丰富的防火涂料施工经验的施工队来承担工程施工。因大部分工作需要登高作业,因此多数施工人员都要具有能从事高空作业的能力。施工前对所有作业人员进行安全、技术交底,交底内容须有交底人和被交底人的签字。

防火涂料施工工艺流程如图1所示。

防火涂料施工期间要保证材料供应充足,机械性能良好,确保施工过程顺利。施工机具应统一在试作业或样板施工前三天运送到现场并安装调试完成。登高设备要检验验收合格,挂牌使用。在试作业或样板作业确认后展开大面积喷涂作业,非膨胀型防火涂料施工一般采用空压机配合喷枪进行施工。

在大面积喷涂作业实施之前,需对钢结构本体基层进行处理,去除油污,砂浆、灰尘、铁锈等附着物,检查焊接位置防锈漆、封闭底漆是否涂刷完成,并做好交接记录。

非膨胀型防火涂料需在施工现场加水调配,调配时应严格按产品配比说明书执行,使稠度适宜。防火涂料与固化剂分别加水后在搅拌机内拌合,所有粉料均应完全湿润,并持续搅拌至拌料无结块为准^[2]。搅拌时间大约1.5~2min,不可过度搅拌,过度的搅拌会降低喷涂效率。防火涂料应随拌随用,一次搅拌的混合料宜在1h内用完。

底层涂料喷涂施工,采用低压喷涂方式,喷枪垂直于构件,距离30~50cm。喷嘴与基面基本保持垂直,喷枪移动方向与基材表面平行,不能是弧形画圈移动,喷覆的厚度在5~10mm左右。操作时先移动喷枪后开喷枪送气阀;停止时先关闭喷枪送气阀后再停止移动喷枪。喷涂构件阳角时,先由端部自上而下或自左而右垂直基面喷涂,然后再水平喷涂;喷涂阴角时,先分别从角的两边由上而下垂直先喷一下,然后再水平方向喷涂。

待底层喷涂24h后可以进行第一层喷涂,喷涂顺序与底层喷涂一致,本次喷涂需观察底层喷涂厚薄程度,未达到厚度或明显有凹陷或鼓突位置要适当进行填补喷涂或减小喷涂厚度,保证喷涂厚度均匀,本次喷厚度保持在8~10mm;第二层喷涂在第一层喷涂后24h进行,在前两次喷涂的基础上继续喷涂,喷涂厚度保持在8~10mm;第三层涂抹在第二层喷涂24h后进行,此时外包防火涂料厚度在3~4cm之间的设计厚度均可在本次涂抹期间完成。涂抹进行之前先进行边角和交接处毛刺修整,采用阴角条、阳角条收边,保证阳角挺括、阴角顺直,再用铁抹子批平收光大面。

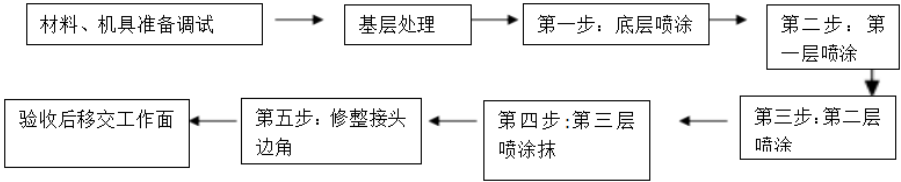


图1 防火涂料施工工艺流程

如设计厚度大于3cm,可重复第二层喷涂流程,直到在涂抹层能达到设计厚度。每次喷涂或涂抹完成后,均需采用探针进行厚度测量,喷涂过程中,要适时调整喷枪与构件表面的距离和角度,估算喷涂时间及厚度的关系,逐渐掌握要领。面层涂抹在某些特殊部位也可进行喷涂施工(如难以涂抹到的部位)。钢结构连接处有缝隙时,采用防火涂料填补平整后,再进行整体防火涂料喷涂工作。防火涂料喷涂施工过程中,环境温度宜在0℃~38℃之间,相对湿度不大于90%,空气应流通。构件表面有结露或有雨淋风险时,不宜作业。冬季施工,做好防寒保暖;夏季施工,做好防暑降温工作。

施工中,尽量采用流水施工方法组织施工,以便使施工连续、均衡和有节奏地进行,避免出现在第二次喷涂前不合理的等待时间。合理地使用人力、物力和财力,多快好省地完成工作。喷涂时地面需铺设彩条布,干净的落地涂料应及时清扫回收,可重新搅拌使用(超过半小时则不宜使用);应提高施工机械化程度,减轻劳动强度,提高劳动生产率。

施工完成后,钢结构顶、壁的检测方法以针入法测定,所抽查的构件数不小于施工总构件数的20%,但均不应少于3件,单位抽查面积以不小于3m²,单位抽查面积内的检测点宜不少于8点,防火涂层平均厚度应达到设计要求的耐火极限所对应的厚度,偏差值应控制在±2mm以内,厚度不足部分的连续面积的长度不大于500mm,并在5m范围内不再出现类似情况。若不符合上述要求,则要进行修补涂刷^[1]。

施工期间,需按照要求对现场施工用隔热防火涂料做一组试件,送国家防火建筑材料质量监督检测中检测。每使用500t厚涂型钢结构防火涂料应抽样检测一次粘结强度和抗压强度。

施工期间,防火涂料施工要早于砌筑、安装专业进行施工,以减少对成品的保护或保证砌筑交界面的防火涂料施工方便及达到设计厚度。根据现场情况,顶面楼层板、地面为防止喷涂造成污染级材料回收,喷涂前采用彩条布遮盖,除此之外,还需用彩条布对核心筒剪力墙(或墙体)加以保护,以免影响后续墙面装饰施工。防火涂料喷涂时楼层四周也应用彩条布或密目网遮挡封闭,以避免防火涂料随楼层高空飞溅,污染周边环境及涂料颗粒飘落后对周边建筑物、市

政设施及过往行人造成污染或伤害。

若受工期及其他因素影响需穿插施工时,施工现场结构、电器仪表配管、设备、管道等已完工及堆放物品较多时,为减少污染,在涂料喷涂施工前需对可能污染的已安装施工到位的其他设施的施工部位用彩条布及其他物品进行包裹、遮盖防护,尽量避免滴落到其表面造成污染。

施工期间,搅拌机械、空压机、登高用剪刀车电源线、喷浆管等要根据现场施工行进路线进行布局设计,尽量悬挂不得拖地,并有可靠的绝缘措施。避免出现剪刀车在行走过程中碾压电缆造成漏电事故或阻碍喷涂作业;登高车的使用作业人员要进行专门培训,培训合格后才能上岗,站立平台护栏要锁紧牢靠,施工人员佩戴五点式安全带并扣在剪刀车护栏上进行喷涂施工;使用期间需由专人定期保养、检查并做好维护记录。建立健全安全管理制度,班组每天进行班前安全活动并做好记录,班前安全检查应有记录,发现隐患及时整改。现场人员安全管控由专职安全人员管理,应根据项目规模设置合理的安全管理人员数量,每天跟班检查,检查的重点有:安全帽、劳动鞋、安全带、护目镜、手套、防护服和防护口罩等个人防护用品是否正确佩戴及使用;设备及机械、施工区域的安全标志和警示牌是否按要求设置;用电设备是否有可靠的接地保护,线缆、配电箱接线是否正确,元器件工作是否正常;施工区域是否用警戒线设置警示区域,临边位置防护是否可靠;搭设的临时仓库中必须设置明显的警示标志及放置灭火器材,高温季节要做好通风措施。

在材料搅拌和喷涂过程中,要全程佩戴防尘口罩和护目镜,防止粉尘吸入口腔、肺部和防火涂料浆液喷入眼睛,引起尘肺、黏膜损坏等职业病和损坏健康,工作结束后要及时清理口鼻,防尘口罩每隔2h要更换一次。

总之,有了充足的安全及健康保障,防火涂料施工完成后经过局部和边角修整,既可以到达美观或其他装饰基层处理后的要求,也可以延长钢结构耐火时间,极大地保护钢结构在火灾中的强度。

参考文献

- [1] 王金平.钢结构防火涂料[M].北京:化学工业出版社,2017.
- [2] GB14907—2018 钢结构防火涂料规范[S].
- [3] T/CECS24—2020 钢结构防火涂料应用技术规范[S].