

# 大型综合高速铁路站房绿色施工技术应用及推广

潘 达

中铁建工集团第四建设有限公司, 上海 200000

**[摘要]**大型综合高速铁路站房作为集多种交通方式一体、功能用房配套齐全的综合大型交通枢纽中心, 具有运行能耗大、室内环境控制技术复杂等特点, 如何降低建筑能耗、提高室内环境质量一直是站房建筑落实可持续发展理念的关键环节。在国家的大力推进下, “碳达峰”“碳中和”走向台前, 杭州西站站房施工过程中所采用包含绿色施工在线监控技术、临时设施与安全防护的定型标准化技术、全自动数控钢筋加工技术、反射型辐射制冷膜施工技术、非传统水源回收与利用技术值得在大型高铁站房施工中进行大力推广。针对大型综合高速铁路站房绿色施工现状及技术进行研究, 秉承绿色施工的管理理念, 减少环境污染, 提高资源使用效率, 最终实现绿色发展、可持续发展。

**[关键词]**铁路站房; 绿色施工技术; 应用

DOI: 10.33142/aem.v5i4.8389

中图分类号: TU74

文献标识码: A

## Application and Promotion of Green Construction Technology for Large Comprehensive High Speed Railway Station Buildings

PAN Da

China Railway Construction Group Fourth Construction Co., Ltd., Shanghai, 200000, China

**Abstract:** As a comprehensive large-scale transportation hub that integrates multiple transportation modes and has complete functional housing facilities, large comprehensive high-speed railway station buildings have the characteristics of high operating energy consumption and complex indoor environmental control technology. How to reduce building energy consumption and improve indoor environmental quality has always been a key link in implementing the concept of sustainable development in station building construction. With the vigorous promotion of the country, "carbon peak" and "carbon neutrality" are moving towards the front of the platform. The standardized technologies including green construction online monitoring technology, temporary facilities and safety protection, fully automatic numerical control reinforcement processing technology, reflective radiant cooling film construction technology, and non-traditional water source recovery and utilization technology used in the construction of Hangzhou West Railway Station are worthy of being vigorously promoted in the construction of large high-speed railway station buildings. Conduct research on the current situation and technology of green construction for large-scale comprehensive high-speed railway station buildings, adhere to the management concept of green construction, reduce environmental pollution, improve resource utilization efficiency, and ultimately achieve green and sustainable development.

**Keywords:** railway station buildings; green construction technology; application

### 1 工程概况

杭州西站衔接湖杭铁路、杭温铁路、沪乍杭铁路及杭临绩铁路, 采用分场布置方案, 总规模 11 台 20 线(其中: 杭临绩场规模 5 台 9 线, 湖杭场规模 6 台 11 线), 站房采用线上正式候车模式。杭州西站地下 2 层, 地面 5 层, 站房地面广场层室外地面距檐口与屋面平均高度约为 49.175m; 站房主体南北长 302m, 东西方向长 230m, 站房东西两侧各设 110m 长无站台柱雨棚。在规划设计上, 杭州西站获评国家三星级绿色建筑设计标识, 在现场施工中, 实现智慧工地管理、使用节能环保绿色建材。后期, 杭州西站将创住房和城乡建设部绿色施工科技示范工程、浙江省建筑安全文明施工标准化工地、鲁班奖、詹天佑奖, 达到世界先进水平精品工程。

### 2 关键技术

#### 2.1 绿色施工在线监控技术

(1) 应用背景及解决的绿色施工难题。在工程周边部署环境在线监测系统, 实时监测施工周围环境、噪音、温湿度等数据, 当监测值超出报警范围后, 与围墙喷淋等设备进行联动, 对施工现场进行降尘降温等, 保证施工过程中的绿色环保。

(2) 系统架构及原理。根据功能不同可分为人工控制和自动控制两种方式。系统安装报警装置, 可在 PM 超标时发出警报同时开启雾炮或者水泵来实现降尘减霾的效果。喷淋联动有四种开启方式分别是配合扬尘联动、手动、遥控、后台控制。四种控制方式任意一种都会开启喷淋; 如果需要关闭喷淋必须四种方式都关闭才能实现喷淋联动的关闭。



图1 环境质量远程监测系统示意图



图2 环境监测自动喷淋联动示意图

### 2.1.3 系统功能

**扬尘监测系统:** 通过 PM 传感器对施工现场进行连续自动监测, 每分钟采集一次环境中的扬尘数据, 并将实时参数上传至后台服务器进行统计和分析。扬尘监测主要包括环境温湿度、风速风向、PM2.5、PM10 和有毒有害气体检测, 并同时上传智慧工地平台-绿色施工管理系统;

**噪音监测系统:** 通过全天候户外噪声采集传感器, 对项目周边的噪音情况进行检测并同时上传智慧工地平台-绿色施工管理系统;

**数据采集处理系统:** 智慧工地平台-数据采集处理系统对所收取的数据进行分析、检查和保存; 将处理后的数据上报至云平台, 并控制参数的本地化显示。

**联动控制系统:** 智慧工地平台可以控制现场雾炮机、喷淋系统及塔吊喷淋设备。可实现现场自动控制和远距离无线控制 (通过 5G 移动信号进行无线连接, 减少现场复杂环境影响)。

## 2.2 临时设施与安全防护的定型标准化技术

### 2.2.1 应用背景及解决的绿色施工难题

适用于临建工程以及现场临边防护, 楼梯防护等安全工程。可降低造价, 改善施工安全条件; 材料重复利用, 避免材料浪费; 减少地下环境污染。

### 2.2.2 关键技术应用

(1) 职工生活区和办公区的房屋均采用集装箱式活

动房拼接而成, 该房屋运输、安装、移动方便。

(2) 根据站房各个施工阶段的施工需求, 在基坑旁、重要施工通道口处、预留洞口、楼梯间出口、电梯井口和临边部位设置竖向安全防护围栏及水平防护盖板。

(3) 进出工地的入口搭建安全通道, 上下楼层之间若无楼梯, 搭建马道。

### 2.2.3 施工要点

(1) 集装箱式活动房的尺寸为 6m\*3m\*2.8m。

(2) 站房内长边大于 1.5m 的水平洞口四周设置安全防护围栏, 挂密目安全网, 长边小于 1.5m 设置盖板。垂直洞口和属于高处作业的临边设置围栏。所有防护围栏高度不得小于 1.2m, 屋面层临边防护高度不得小于 1.5m。围栏应连续、稳固, 不得使用木、竹材料。不得用警示带、活动围板、铁马等作为临边防护。电梯井道内每隔两层且不大于 10m 设置安全平网。

(3) 马道搭设安全、美观: 宽度不小于 1m, 侧面设置二道高度不小于 1.2m 防护栏杆 (第二道高度居中), 踏步合理, 斜道面上铺间距不大于 300mm 防滑条, 防护栏杆刷间距 400mm 红白相间油漆。

### 2.2.4 效果分析

箱型房屋可自由组合, 组成单间办公室、大型办公室、会议室等, 集装箱大小的模块房屋便于安装、拆卸以及更换场地时的运输。提高了周转使用效率, 也降低了成本开支。

箱式旗杆台座由钢板制成, 空心部位填充沙土, 外部瓷砖石材等装饰, 相比传统混凝土浇筑台座, 可周转, 造价低是其巨大的优势。

施工中的防护栏杆, 我项目采用统一规格的定型防护。将栏杆固定尺寸, 将有效提高栏杆的二次利用率, 不同的地方相同的尺寸, 有利于定型防护的周转。例如地下阶段基坑防护的栏杆, 可以利用到上部结构的临边防护, 洞口防护之中。

LED 灯带照明, 相比传统临时照明, 有着亮度高、覆盖率广、安全性高 (低压电)、可多次循环转运等优势。

## 2.3 全自动数控钢筋加工技术

### 2.3.1 应用背景及解决的绿色施工难题

钢筋全自动数控加工技术由于使用了先进的生产设备及其工艺, 采用智能控制, 提高了加工精度, 确保钢筋使用率的提高, 节省原材料, 几乎无钢筋料头损失, 同时提高了生产效率, 确保生产加工满足现场需求, 由于不在施工现场进行钢筋加工, 确保了施工现场整洁文明, 降低了噪声污染。

本工程钢筋加工采用数控式厂房加工车间, 设置 4 台桁车 (5t、10t 各两台) 进行钢筋材料运输。钢筋数控加工厂采用钢结构, 并添加灯光感应系统和智能通风系统。

主要配置机械数量如下:

数控弯曲机 3 台、数控切割 2 台、锯床 2 台、套丝机 5 台、数控立式钢筋弯曲中心 1 台、数控弯箍机 1 台。



图3 钢筋数控加工厂示意图

(1)数控钢筋切断机具有以下优点:①多挡板设计,定位速度极快,效率高;②斜刀口设计,提高剪切能力;③凹槽式刀片设计,防止钢筋剪切时侧移;④双向出料设计,成品堆放量增加一倍;⑤多级喂料站,并设有安全监测通道;⑥原料输送辊道,变频控制,控制精确;⑦可以对钢筋进行高质量剪切、加工、运输及分类存放,并将各型号钢筋的加工程序编入电脑形成自动加工流水线。

(2)数控钢筋弯曲机具有以下优点:①中心柔性钢筋锁紧机构设计,确保弯曲精度;②弯曲面板采用热处理,耐磨,延长使用寿命;③弯曲主轴由伺服控制,弯曲精度极高;④移动式弯曲主机,弯曲长度自由定尺;⑤高强度移动轨道设计,经久耐用;⑥弯曲主机定位夹紧机构设计,提高弯曲精度;⑦伸缩式弯曲轴实现了钢筋的双向弯曲;⑧高强度自动上料架,承载原材料最大;⑨一次性可弯曲多根钢筋,效率高;

(3)数控钢筋调直机具有以下优点:①一体化自动送进机构,确保精度高;②具有内存近五百种图形储存能力的强大数据库;③同步带传送方式,高精度维护成本极低;④自动控制放线架机构,防止乱线;⑤一体化减震设计,工作平稳,运输方便;⑥双线弯箍送入系统,可大大降低劳动强度;⑦带有机直径记忆功能的快速调整机构;⑧智能化故障识别报警系统,便于维修;⑨自动门设计,内部维修安全方便。

(4)数控钢筋弯箍机具有以下优点:①全自动箍筋生产设备,同时具有校直功能,一机二用。②采用智能控制,可加工多种尺寸多种规格的方形,矩形,菱形,多边形。③从盘条原料到箍筋产品一次成型,可加工冷、热轧高强度盘条钢筋。④生产效率高、相当二十到三十人工。⑤设备使用性强,只需一人操作,节省大量人工。⑥节省原材料,在工作中是连续成型几乎无钢筋料头损失⑦占地面积小,节省校直工作区及切割工作区,可在狭窄区域作业。

(5)效果分析。钢筋全自动数控加工技术由于使用了先进的生产设备及工艺,采用智能控制,提高了加工精度,确保钢筋使用率的提高,节省 524 人工,节省钢筋 237 吨,几乎无钢筋料头损失,同时提高了生产效率,确保生产加工满足现场需求,由于不在施工现场进行钢筋加工,确保了施工现场整洁文明,降低了噪声污染。

## 2.4 反射型辐射制冷膜施工技术

### 2.4.1 应用原理

屋顶、墙面保温隔热性能,是影响建筑使用能耗的重

要指标。杭州西站屋顶外表面将采用一种高效反射新材料—辐射制冷膜,能将屋面的热量反射到外太空,实现不耗能制冷。应用后能够有效降低水汽、氧等对金属屋面系统的腐蚀,大幅提高金属屋面结构的使用年限。

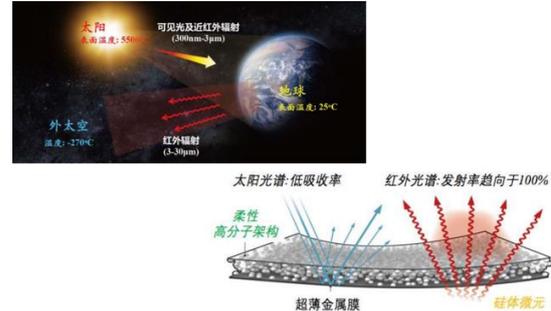


图4 杭州西站反射型辐射制冷膜应用原理

该技术利用高选择性红外辐射大气窗口,将地球上物体的热量通过特定波段(8-13 μm 波长)的红外电磁波源源不断传递至低温外太空,红外辐射过程大气无干涉无吸收,可以实现不耗能昼夜对物体持续高效制冷,可为杭州西站站房的降温节能降耗和提质增效需求提供颠覆性解决方案,是杭州西站实现“碳达峰、碳中和”工作目标最有力的创新技术,并助力杭州西站对“既要金山银山也要绿水青山”理念的创新践行。

### 2.4.2 实例应用

站房顶部主要采用铝镁锰板金属屋面及采光玻璃天窗结构设计,总面积约 71200 m<sup>2</sup>。屋面使用 1mm 厚 65/300 型铝镁锰合金屋面板进行铺设,铺设建筑面积 57700 m<sup>2</sup> (紫色区域)。本项目反射型辐射制冷膜技术的应用区域为金属屋面系统,应用区域统计如下:

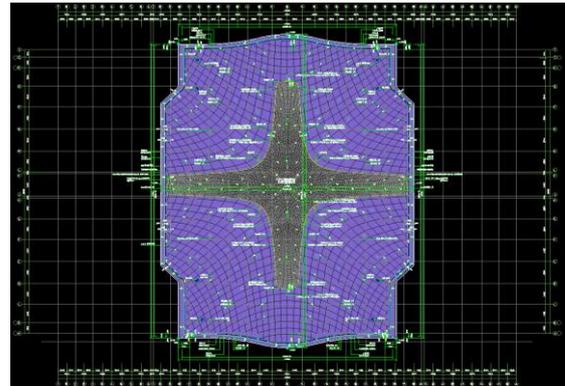


图5 杭州西站反射型辐射制冷膜技术应用区域

金属屋面系统结构中的“1.0mm 厚 65/300 铝镁锰直立锁边合金屋面板”部分结构组成如下表所示。

表1 杭州西站实施区域统计

区域	建筑面积	展开后材料应用面积	拟实施辐射制冷产品	补充说明
铝镁锰金属板屋面	57700 m <sup>2</sup>	91358 m <sup>2</sup>	辐射制冷金属板	压制成型后铺设

### 2.4.3 关键技术

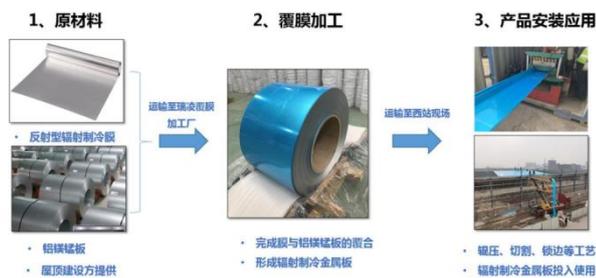


图6 杭州西站反射型辐射制冷膜覆膜工艺

#### (1) 屋面板压制

杭州西站屋面系统中的屋面板为“铝镁锰直立锁边压型金属板”，其瓦型为 65/300 型，结构如图所示。

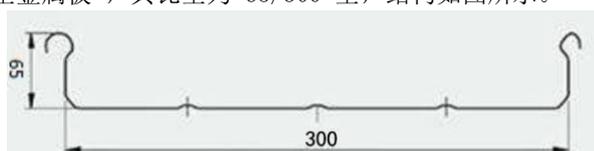


图7 杭州西站屋面铝镁锰直立锁边压型金属板型式

压型金属板的成型过程是通过专用压型机器，使得平面金属板受压辊的辊压冷弯作用从而形成特定的截面形状。通过工业覆膜工艺及特殊的胶黏剂将反射型辐射制冷膜与金属板紧密贴合，同时保护膜能够确保压制过程中反射型辐射制冷膜不受损伤。

屋面板作为屋面系统最外侧的结构，需在屋面系统的前期各项工序完成后进行安装，因此辐射制冷金属板的应用不会对屋面系统的整体建设进度产生影响。成型的辐射制冷压型金属板的安装过程与常规压型金属板基本一致，包含固定、扣合、咬合、切割等常规安装工艺，以及封边、局部修复等特殊工艺。

#### (2) 屋面板安装

固定是指支架安装完成并验收通过后，将第一块辐射制冷压型金属板的小肋一侧安装至支架上，使其固定；扣合是指第二块及后续的屋面板固定后，将其大肋一侧搭至前一块屋面板的小肋上，并施力扣合压实；咬合是指预定区域的屋面板安装完成后，使用锁边机器将各处扣合在一起的屋面板大肋、小肋咬合至一起，形成整体屋面结构。辐射制冷金属板的固定、扣合、咬合工艺与常规金属板一致，操作简便快捷，不会对反射型辐射制冷膜产生损伤。



图8 杭州西站金属屋面完成图

### 2.4.4 效果分析

本技术在本项目应用后，将为杭州西站的运营带来显著的经济和社会效益，提升环保科技实力和品牌效应：

(1) 节能效益：辐射制冷产品应用后，杭州西站的空调（制冷与采暖）系统的综合节能率可达 35%~45%，电力需求削峰比约 60%，年空调节电总量预计为 733~946 万 kw·h。按照《2019 年 7 月浙发改价格（2019）271 号》中 0.6413 元/千瓦时的电费进行计算，每年可节省电费约 470~607 万元，在只考虑节省电费收益的情况下，静态回收周期 3.5 年~4.5 年。

(2) 社会与环境效益：辐射制冷产品应用后，显著改善西站站房旅客夏季舒适体验感，大幅降低了空调系统的电力消耗，年减少用电量约 733~946 万 kw·h，降低站房在供电高峰期时的电力需求，提升社会电网系统的稳定性和可靠性。年度用电量的减少换算成标准煤消耗减少约 2961~3822 t，换算成碳粉尘量减少约 1994~2573 t，也相应减少了二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机物等的排放量，减少排放显著。杭州西站应用辐射制冷技术后，将满足国家发改委《绿色高效制冷行动方案》中到 2030 年，大型公共建筑制冷能效提升 30%。

(3) 品牌效应：辐射制冷技术的应用，将大大提升杭州西站的节能科技含量，成为全球节能建筑样板并形成国际节能创新引领，进一步助力杭州西站提升国际影响力，打造成为国内外知名大型铁路枢纽标杆。

## 2.5 非传统水源回收与利用技术

### 2.5.1 适用范围及解决的绿色施工难题

适用于降水较多区域内的室外工程。利用了施工现场非传统水资源，节省了自来水，降低了工程施工成本，减少了施工现场扬尘的污染，保护了环境，产生了较好的经济效益和社会效益。

### 2.5.2 技术内容

本系统由：非传统水回收、非传统水利用、高空喷雾、绿色施工在线监控技术四个子系统组成。

在站房建筑四周设置集水沟将施工现场内的雨水、土方开挖过程中基坑内的地下水收集至集水沟；通过集水沟将水引流至沉淀池。沉淀池经过沉淀、净化，将净化后的水源引至回收池。

水回收之后通过给水泵将净化后的水输送至地面，净化后的回收水可用于混凝土养护、卫生间冲洗、冲洗车辆、施工现场场地降尘、临建设施降温、场地绿化浇水、高空喷雾系统等。

高空喷雾系统：在外墙脚手架、塔吊等高空设备上安装喷雾头或运用远程喷雾炮，将净化后的回收水通过喷雾头喷出，起到降尘的作用，炎热夏季亦可以起到防暑降温的作用。

绿色施工在线监控系统：在工程周边部署环境在线监测系统，实时监测施工周围环境、噪音、温湿度等数据，

当扬尘监测值超出报警范围后,与围墙喷淋等设备进行联动,对施工现场进行降尘等,保证施工过程中的绿色环保。

非传统水回收、利用系统原理见下图:

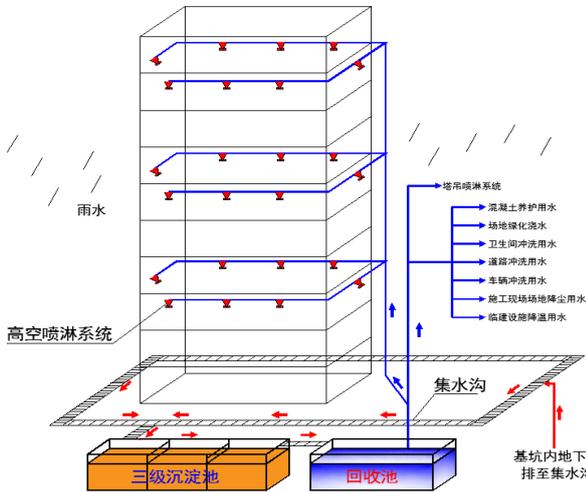


图9 施工现场非传统水回收、利用原理图

### 2.5.3 施工要点

#### (1) 收集系统的设置

①收集系统是指通过集水沟、潜水泵等措施将雨水、地下室集水坑积水、基坑降水等收集到回收池。②施工进场后应根据施工现场平面布置情况设置临时或永久集水沟、集水管及集水池,用来收集施工现场雨水。基坑施工时若有地下水应在基坑内设置集水沟、集水坑,以便收集基坑内的地下水。临时集水沟、集水坑做法可参照下图。③基坑土方回填后根据设计图纸要求施工建筑物四周永久散水及排水沟(设计无散水及排水沟的施工临时散水及排水沟),用来收集建物流下的水,排水沟背离建筑物一侧进行场地硬化。永久散水及排水沟施工时可先不进行面层的施工,防止主体施工时对散水及排水沟面层造成破坏,影响外观。永久散水及排水沟施工前,应根据施工图将给排水及图纸设计的其他施工内容进行预埋施工,防止二次施工造成永久散水及排水沟的破坏。回收池内的水泵宜采用自动变频水泵。

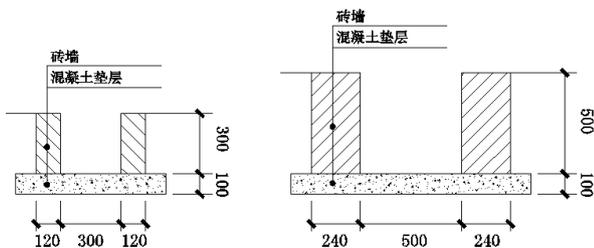


图10 杭州西站排水沟、集水坑大样图

#### (2) 非传统水源收集、处理

①雨水收集通过施工现场设置的集水沟等集水设施进入收集系统进行收集处理。②在基坑内的集水坑中安装

临时污水泵,将集水坑中的水抽至收集系统进行收集处理。③水源首先经过过滤挡板初步过滤,将其杂物、粗大颗粒等去除,然后再通过三级沉淀池沉淀、消毒处理。将经过处理的水引至回收池内储存,以待利用。

#### (3) 非传统水源利用

①非传统水源的利用是指非传统水源经过专用污水净化设备处理后,在回收池内设置给水泵,通过给水泵将净化过的水输送到地面,用于施工和生活使用。净化处理后的水可以用于混凝土养护、高空喷雾系统、冲洗用水、施工现场场地降尘用水和临建设施降温用水。非传统水源在使用前必须经过水质检测,以免在使用过程中对主体结构及环境造成不良影响。②高空喷雾系统又可以称为“高空降尘喷雾系统”,此系统是指在外墙脚手架、塔吊等高空设备上安装喷雾头或使用远程喷雾炮,将净化后的水通过喷雾头喷出,起到降尘的作用,炎热夏季亦可以起到防暑降温的作用。

### 2.5.4 效果分析

(1)非传统水源的回收利用,可以大量节约施工用水,直接减少了工程的施工成本。回收系统建立时若能做到利用永久设施,又可节约另外安装一套设备的资金。

(2)水是大自然馈赠给人类的宝贵礼物,随着水资源的日益匮乏和人们绿色环保、节水节能意识的日益加强,非传统水源的回收利用已日渐成为大家的共识。政府还制订了“节流优先,治污为本,多渠道开源”的城市水资源可持续开发利用的新战略。非传统水源回收利用既可为节约大量的用水费用,又可减少城市雨洪灾害和缓解城市水资源短缺的局面,具有良好的经济效益、社会效益和环境效益,是水资源可持续利用的一个有效途径。

## 3 结语

站房施工中贯彻“绿色建筑”“生态建筑”和“四节一环保”理念,从节地与室外环境、节能与能源利用、节水与水资源利用、室内环境质量控制等方面采用多项环保节能的绿色建筑技术措施,缓解全球普遍遭受的“热岛效应”进而达到“碳中和”的目标,化解全球日益变暖的危机。

#### [参考文献]

[1]杨煜,曹少卫. 铁路站房施工技术发展与展望[J]. 施工技术,2018(6):102.  
[2]杜庆梅. 浅谈建筑施工现场非传统水源回收利用系统[J]. 安装,2020(10):101.  
[3]郑勇. 绿色建筑施工技术在大中型铁路枢纽工程中的应用[J]. 施工技术,2010(10):101.  
[4]吴忱. 建筑工程绿色施工创新技术与节能环保措施探析[J]. 建筑技术,2019(7):103.

作者简介:潘达(1994.3-),男,毕业院校:江苏科技大学,所学专业:土木工程,当前工作单位:中铁建工集团第四建设有限公司,职务:技术员,职称级别:助理工程师。