

南沙青少年宫项目智慧工地信息化系统集成应用研究

徐瑞¹ 崔麟² 次晓乐³ 王兴龙⁴

1. 广州市南沙区建设中心, 广州 511455;
2. 广州市南沙区城市更新土地整备中心, 广州 511455;
3. 中国矿业大学(北京) 力学与建筑工程学院, 北京 100083;
4. 中国建筑科学研究院有限公司, 北京 100013)

【摘要】“智慧工地”作为“智慧城市”理念在工程领域的集中体现,在南沙明珠湾青少年宫项目中的应用取得了良好的效果。通过与BIM技术、物联网技术、虚拟技术、人工智能等有机结合,建立了集成、智慧、可持续的“南沙区建设管理中心智慧工地”系统,本文从人员管理、质量管理、安全管理、绿色环保等方面详细介绍了该系统在南沙青少年宫项目施工阶段的具体应用,提高管理效率,打破“信息孤岛”,希望为智慧工地的发展和进一步落地提供经验。

【关键词】智慧工地; BIM技术; 施工现场管理; 精细化管理

【中图分类号】TU17 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1674-7461(2020)04-0040-08

【DOI】10.16670/j.cnki.cn11-5823/tu.2020.04.05

引言

建筑行业是一个管理粗放、人员多且分布广泛、信息化集成程度不高、工作环境相对较差的行业,工地则属于环境复杂、人员复杂、效率不高的区域。如何保证工地施工现场施工的安全、文明、规范、高效与绿色,是项目管理者心中的重中之重。据住建部统计,2015年建筑安全事故发生多起,伤亡多人,为我们敲响了警钟^[1]。在这一方面,监管力度达不到是建筑安全事故频发的关键原因之一。同时,2016年9月26日住建部官网印发《2016~2020年建筑业信息化发展纲要》,旨在增强建筑业信息化发展能力,优化建筑业信息化发展环境,加快推动信息技术与建筑业发展深度融合,文中提出了未来建筑业信息化发展的目标,要全面提高建筑业的信息化水平^[2]。为搭建有效的监控监管平台,

提高建筑业信息化水平,使工地的管理更智能、更精细,提高施工效率,打通工程各个阶段的数据传输链条,使得各阶段信息不再是一座“孤岛”,“智慧工地”系统应运而生。智慧工地即有智慧的工地,工地本身不拥有智慧,而它的运作则要依赖人的智慧,通过在工地上运用信息技术,如传感网络、远程视频监控、地理信息系统、物联网、云计算等,使工地拥有智慧,减少对人的依赖,实现对工地的“自动”监管,从技术和管理上双管齐下提高建设工地水平,也在一定程度上保障了工地的安全。

近年来,美国、英国、新加坡和韩国等国家都在BIM技术的研究与应用方面积极探索并且取得了较大的进步,特别是在计算机技术飞速发展的当下,BIM的落地更易于实现。智慧工地的应用离不开BIM技术,该技术的成功应用是智慧工地得以发展的重要一环^[3],被引入施工阶段,国外的智慧工地

【基金项目】 工程项目管理信息化技术应用研究与探索(编号:11520119270002)

【作者简介】 徐瑞(1981-),男,高级工程师,博士,主要研究方向:结构工程、抗震、工程管理、智慧建造;次晓乐(1995-),女,在读硕士研究生,主要研究方向:BIM技术、建设项目管理。

系统给我们提供了很多值得借鉴的经验^[4]。国内多位专家学者围绕“智慧工地”也进行了深度探索与研究。毛志兵^[5]从全局的角度剖析了智慧工地的特征和发展阶段,提出为了有利于建筑业发展的可持续与“绿色”,必须要推进智慧工地的建设;曾凝霜等^[6]、韩豫等^[7]、朱伯忠^[8]深入研究了智慧工地系统的架构与构建,为其应用奠定了基石;孙文侠等^[9]、黄颖等^[10]研究了智慧工地在公路工程项目中的应用;智慧工地系统在多个工程项目中也得到了应用^[11-19],且都在一定层面上取得了良好的效益,这与政府、企业和专家学者的努力推动是分不开的,因此,南沙青少年宫项目智慧工地系统的建设与应用存在着一定的理论和实践依据。除此之外,青少年宫是广州市南沙区明珠湾建设的重点项目之一,该地交通发达,经济、社会条件良好,施工项目多,对管理的要求高,建立一套有效的智慧工地管理系统,实现项目管理人员对项目的远程监管,与青少年宫建设要求的绿色、低碳、智慧、特色相呼应,保障施工安全,提高信息工业化应用水平,将有力推动城市的发展。事实证明,该智慧工地信息化系统对青少年宫项目应用效果显著,安全事故发生率大幅减少,实现了高效、绿色、智慧的管理。

1 工程背景介绍

1.1 项目简介

南沙青少年宫项目位于广州市南沙区黄阁镇

凤凰大道西侧,蕉门水道北侧,总用地面积 30 036m²,总建筑面积 56 258 m²,其中地上建筑面积 42 345 m²,地下为一层,建筑面积 13 913 m²,项目建筑密度 38.5%,绿地率 35%,目标打造国际领先、国内一流的青少年宫项目。建设成为面向粤港澳大湾区的综合性、示范性国际青少年交流活动平台,建设成为明珠湾起步区绿色、循环、低碳的试点示范项目,推进南沙新型城市化发展、广州南沙新区城市副中心及高水平对外开放门户枢纽建设。项目效果图如图 1 所示。

1.2 工程特点及难点

南沙青少年宫项目主要建设内容包括剧场、素质教育区、对外交流区、特色科技中心、办公区、服务区、辅助用房、地下室及其他辅助配套设施、户外活动场地等,致力于把南沙青少年宫建设成一个集社会体验、科技、体育、团队活动及艺术教育等功能于一体的具有粤港澳青年特色的现代化综合性国际青少年交流活动基地。除基础设施外,还对信息化建设提出了较高的要求,工期紧张。根据上级指示要求,建设要紧扣十八大关于“创新、协调、绿色、开放、共享”的五大发展理念,充分体现明珠湾区“绿色生态、低碳节能、智慧城市、岭南特色”规划建设理念,建成满足南沙未来十年发展需要的“国际化、高端化、精细化、品质化”青少年交流活动基地。这些建设理念要求项目经理在项目实施初期就制定出高品质建设方案,并要积极推动智慧工地系统落地,且项目以争创鲁班奖为目标,对质量和管理



图1 南沙青少年宫项目效果图

有较高要求。

2 “南沙区建设管理中心智慧工地”系统在青少年宫项目中的应用

2.1 “南沙区建设管理中心智慧工地”系统架构

本智慧工地管理系统架构由基础设施层、支撑平台层、应用平台层、用户层构成。由于智慧工地管理系统同时涉及多个不同用户类型,且存在大量的数据共享、沟通协作,所以系统采用了云架构,因为云架构能够有效保障不同客户类型之间的沟通协作和数据共享。架构图如图2所示。

基础设施层作为智慧工地系统的基础,承担了对现场各类信息识别采集、传输和控制的功能,该层配备了环境监测传感器、视频监控、机械设备安全监控等各种设备或基础设施,用以采集施工现场的信息。支撑平台层为应用层的具体应用提供技术支持,包含互联网协作、管理协同、移动互联、IoT接入、BIM、GIS这些功能,汇聚整个施工现场各种信息数据,实现各业务功能模块的集成运行。应用平台层是指施工现场所需管理的业务应用,包括工程信息管理、人员管理、安全管理、绿色施工管理、视频监控、机械设备管理等模块,是系统的主体部分,各应用之间还有对应的数据统计、分析、预警和各模块之间的数据共享等功能。用户层则是指南沙区建设中心筹备组项目管理人员、勘察单位、设计单位、施工单位和监理单位等相关业务人员以及系统管理员和数据维护人员等。整个系统从整体上来说即为收集信息、分析信息、信息应用的路线^[20],形成一个完整的流动过程。

2.2 智慧工地功能模块

如今物联网技术、无线射频识别技术、三维激

光扫描技术、虚拟现实技术、云、大数据等发展得日新月异,但是某项技术是不可能单独地得到高效应用的,必须要借助信息化模型来支撑和整合,换句话说来说就是要利用 BIM 技术建立建筑信息模型,依据模型使用各项先进技术。如在现场施工中的环境管理方面,我们要在工地放置空气监测设备,达到预警值之后自动降尘喷雾,它们位置的确定则需要在事先建立的 BIM 模型上进行智能化分析、选点,使得喷雾能喷在扬尘最严重的地方,整个现场中最合适。通过 BIM 推动智慧工地的建设,才能使智慧工地更智慧,可以说 BIM 模型越精细,智慧工地越高效。南沙青少年宫的管理信息化技术应用正是建立基于 BIM 的智慧工地系统,从建设项目管理的角度建立了多个模块,涵盖了施工过程所需考虑的各种需要,系统构建严谨,理念先进,具有较强的可操作性。

2.2.1 工程信息管理

工程信息包括项目本身的基本信息如项目名称、地址、类型、开工和竣工时间、参建单位等,以及工程项目各功能数据如人员、工程、质量、安全等信息统计和预警信息展示的统计信息。这些数据在智慧工地平台的首页进行管理与展示,最终目的一定是管理,所以平台还提供了综合信息数据分析功能,是为了满足施工现场的数据应用、多维度数据关联分析,还可自动生成图表或报表。如图3所示。

2.2.2 人员管理

(1)人员管理需要首先制定用人计划,根据项目需求确定用人方案,系统提供用人计划监测预警功能,当实际情况不满足要求时作出预警,管理人员可作出反应,及时调整实际用人情况,保证项目有序进行。

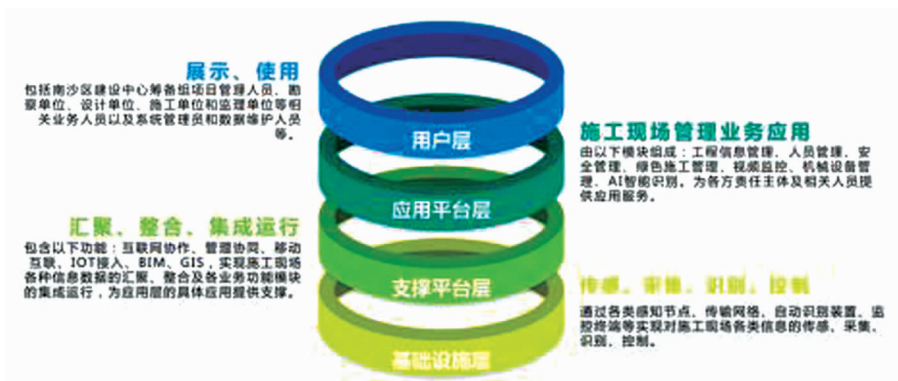


图2 智慧工地系统架构

(2)实行劳务实名制管理,在平台里录入现场人员的基本信息,采集了包括但不限于姓名、性别、血型、身份证号、民族、出生日期、籍贯、家庭住址、身份证签发机关等等项。如图4所示。



图3 工程信息展示



图4 人员基本信息

(3)在考勤方面,考虑到实际应用效果及成本,选用了人脸识别方式,结合智慧闸机,自动记录考勤。如图5所示。



图5 人员考勤信息

(4)人员管理中很重要的一个选项是培训教育管理,目前传统人工培训的方式采用得较多,在青少年宫智慧工地中,我们利用新技术提升劳务人员安全教育的效率和效果,改为在线教育的方式,并且培训记录都上传至系统,便于查看记录,如图6。

(5)另外,为对员工作出激励,员工的奖罚记录也在系统备案,见图7。

培训名称	建筑行业突发事件应急处置学习培训		
主讲人员	万晨	培训类型	安全培训
培训开始时间	2018-10-13 19:00	培训结束时间	2018-10-13 20:30:12
培训地点	会议室		
培训内容	建筑行业突发事件应急处置学习		
现场照片	无		
备注			培训人数: 30
部门	员工工号	员工姓名	工种
商务合部	1408033029	吴德新	预算员
综合办公室	150828181X	曾祺	文员
项目班子	1610253057	何阳书	生产经理
物资设备部	1612083055	陈海波	农料员
商务合部	1205130335	赵周鹏	部门助理
测量部	150220561X	王鹏	测量组长
工程管理部	1702196912	李升	实习施工员
商务合部	1207035827	罗月	项目管理人员
物资设备部	1810142058	冰三红	农料员
项目班子	1810075712	万晨	安全总监

图6 培训教育记录

员工奖罚记录	
员工姓名	严福兴
奖罚类型	奖励
奖罚事由	超英标兵
描述	综合评价优秀
奖罚金额	500.0元
奖罚日期	2019-01-05

图7 员工奖罚记录

(6)最后,利用射频技术实现对进场人员的准确定位,通过定位数据进一步提升现场管理能力。

人员的管理是全方位的管理,方方面面都将在智慧工地系统中体现出来,充分显示系统的优越性。
2.2.3 安全管理

安全管理在建筑企业管理中是一项重要内容,也是“平安工地”的基本要求。为此,青少年宫智慧工地系统制定了全面、立体的安全管理功能模块,从项目开始,到项目结束,基本覆盖了施工全过程。

(1)安全方案管理。系统提供了安全方案在线提交、审查、编辑、共识、台账的功能,还可以进行安全方案交底管理。

(2)从业人员安全行为管理。规范从事安全管理的人员的行为,对他们的资质、安全行为记录档案做规范管理。对于现场工人,我们在工地设置了VR安全体验区和模拟灭火体验区,如图8-9所示,大家可以身临其境地感受高处坠落等五大安全事故,学会在不同的场景如何使用不同的灭火器,借此达到安全管理的目的。

(3)系统提供了危险性较大的分部分项工程评定功能,在进行风险评估时,与危险源数据库和项目实际情况对照,选择危险源,制定清单,明确危险因素和等级。如图10所示。

(4)对施工现场安全生产风险作信息化管控,



图8 VR安全体验



图9 消防灭火体验区

重大风险源						
风险源预计发生时间		2019-02				
风险源内容	防水层施工、高空作业、非系安全带、非穿防滑鞋。					
初始风险	风险等级	四级	损失等级	A	可能性等级	1
应对措施	高空作业人员必须系好安全带，穿防滑鞋，安全带必须高挂低用等					
残余风险	风险等级	四级	损失等级	A	可能性等级	1

图10 重大风险源管理

这项功能包括了安全生产风险辨识、等级评定、安全生产风险台账、以及应对的施工方案的、防护措施、检查管理,监控管理安全生产风险。

(5)现场的隐患排查则可由巡检人员进行管理。巡检人员在系统录入巡检过程中发现的隐患信息,拍照上传到系统,向整改负责人发起整改通知,系统可以短信或者移动消息的形式通知到负责人。整改负责人在整改完成后上传整改后的情况,通过系统发短信或者移动消息通知巡检人员。巡检人员根据整改记录进行复查,并记录复查情况,

确定整改是否通过。

(6)对于基坑的安全监测管理,与 BIM 技术、3D 激光扫描技术、物联网等技术集成应用,实现了基坑施工与维护。通过现场监测设备,将数据直接上传至系统,实时分析监测数据,如出现异常,系统会做预警推送和发展反演,总部可远程监控指挥,及时消解,从而提高基坑安全管理水平。

(7)安全资料管理系统采集安全行为信息、安全信息,处置、整改这些安全问题,并且将安全资料与 BIM 模型关联,可以使资料关联构件,安全资料逆向定位构件,实现安全资料管理。

2.2.4 质量管理

为了更便于质量管理,青少年宫项目以智慧工地系统为依据,开发了施工现场安全质量巡检 APP (见图 11),使用手机端就可完成施工现场检查记录填报,各方人员都可查看,所有的信息被集中起来,而且也便于事后检查。



图11 施工现场安全质量巡检 APP

(1)检查员通过手机移动端浏览 BIM 模型、施工图纸及工艺做法,快速了解到需检查部位情况。检查过程中拍照取证(见图 12),APP 提供照片的编辑和标注功能,直观又方便。检查人只需要依照流程进行检查并拍照记录,检查标准及结果从标准库中获取。同时将检查信息推送给相关人员,避免重复和错漏检查,清晰记录整个查验、整改、消项过程,责任明确,最大限度减少了扯皮、分工混乱等问题,做到有迹可循、有据可依。

(2)见证取样也是现在质量管理中广泛应用的一项。通过见证取样监督管理,杜绝假样品、假检测报告出现,也能了解不合格材料分布情况,提高工程质量管控。取样员将二维码植入样品中,通过该质量巡检 APP 扫描此二维码,填写样品的强度等级、直径等基本信息,对样品拍照并保留,提交监测



图 12 拍照取证

申请取样信息, APP 同时对取样位置进行 GPS 定位。见证人扫描二维码, 核对检测申请信息, 确认见证信息。检测单位只需扫描二维码即可获得检测委托信息, 实现检测过程中盲检管理, 通过同广州市检测监管平台获取检测报告数据, 实时了解青少年宫材料质量情况。管理人员可通过系统对见证员与取样员的见证取样信息进行监督, 若见证员递交见证信息的时间与取样员递交取样信息的时间间隔不合常理, 见证员、取样员及工程 GPS 地理位置坐标相比较有问题, 则可判定双方是否真正同时完成了见证取样工作, 监督更有效。如图 13 所示。



图 13 见证取样管理

2.2.5 进度管理

监理单位在系统中编制施工进度计划, 提供了横道图展示形式, 可根据实际施工进度填报施工进度和工程款支付情况。系统自动汇总各个清单项目的进度, 通过横道图对施工进度情况进行对比分析。

2.2.6 绿色施工管理

绿色施工管理模块包括扬尘、噪音、现场小气候监测管理, 施工用电、用水监测管理, 施工垃圾监测管理, 绿色施工评价等部分。总体围绕采集数

据、分析数据、预警处理这三步来完成, 如图 14 所示。



图 14 系统环境监测

(1) 施工前, 在建立的 BIM 模型上分析、计算, 选择最合适的位置布置扬尘、噪音、气候监测仪器。现场施工过程中监测设备将采集的信息上传至系统, 系统后台已经根据绿色施工标准设定了这些项目的预警值, 当分析之后若达到预警值之后将会联动防尘控制设备等, 作出处理。

(2) 施工用水、用电的情况也是通过物联网技术实现对其动态监控, 在系统中有展示页面, 还可以汇总分析, 评估节水节电的能力, 有助于合理利用资源。

(3) 施工垃圾监测管理是城市垃圾处理的一项重要工作, 项目把垃圾处理这一项作为重要工作, 垃圾产生量和投放地址等都在系统做了备案, 有利于企业的良性发展。

(4) 绿色施工的各个环节是以绿色施工评价为指引, 评价标准主要依据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 中的要求, 评价要素为“四节一环保”的内容, 分为控制项、一般项、优选项三项评价指标, 算出各个指标的得分, 定量地评价施工的绿色情况。

2.2.7 视频监控管理

视频监控现在发展得比较成熟, 通过视频监控实时掌控项目现场的动态, 提供了云台控制功能, 能够调节摄像头的旋转角度、镜头景深远近等, 还可抓拍。视频可回放、存储, 所有管理人员都可以实时了解项目的情况, 有助于管理。当出现不合规或危险行为时, 可提前预警, 因为视频监控与 AI 技术结合了起来, 这一应用大大提高了现场管理的及时性。见图 15 所示。

2.2.8 机械设备管理

设备根据项目实际情况接入, 数据上传到项目



图 15 视频监控管理

智慧工地平台,可以实时查看设备运行情况,预警情况等。对重点施工机械做定位管理,实时掌握设备的具体位置,记录设备运行的轨迹数据,使设备安全、高效地运行。

在设备管控方面,通过设备预警情况的分析,可以通知类似项目在施工过程中遇到相同施工情况时,提前预防该类型事故发送的风险。如基坑建设施工中,出现同类型地质情况时可以做提前预防,加固等处理。通过塔吊运行情况分析,对安装情况,高度、重量做相应的规定,如图 16 所示。



图 16 塔吊监控

3 应用效果

2018年,智慧工地信息化系统在南沙区成功投入使用,在青少年宫项目施工过程中发挥了不可或缺的作用。系统整合了多项应用成熟的技术,提高了施工效率,打破了“信息孤岛”,管理人员得以被联系在一起,消除了原有施工所有数据的传输障碍,使施工变得透明化,这对现场管理大有裨益。通过该智慧工地信息化系统的综合运用,各项数据采集、日常监测实现智能化,给项目及公司也带来了巨大的社会和环保效益。智慧工地信息化建设

响应了国家号召,在施工中更强调“绿色”、“环保”,降低了对环境的影响,使建筑行业向“低碳”发展迈进,改善了施工现场原有脏、乱、差的形象。智慧工地信息化系统在南沙青少年宫项目的成功应用向建筑业提供了优秀的解决方案,也有力地推动了社会经济的发展。

4 总结与展望

南沙青少年宫项目对智慧工地信息化系统进行了探索和尝试,取得了良好的应用效果,为其他智慧工地项目提供了值得借鉴的经验,但是也存在以下几个问题:

(1)系统使用过程中产生了大量的数据,这些数据到底该如何应用与整合仍是一个需要研究的课题。应该提高数据挖掘能力,进一步分析这些数据背后的意义,再次加以分析和利用,切记不能直接舍弃,否则跟智慧工地系统的理念是不相适应的。

(2)该系统功能多样、复杂,使用繁琐,作为管理工具,是否切实符合管理人员的使用习惯仍需探索。在实践中发现问题并加以解决,一步步完善系统,智慧工地会越来越智慧,越来越为我们所用,提升建筑业的信息化创新水平指日可待。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部安全生产管理委员会办公室. 2015年11月房屋市政工程生产安全事故情况通报[Z]. 2015-12-15. http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201512/t20151221_226037.html.
- [2] 2016~2020年建筑业信息化发展纲要[N]. 中国建设报, 2016-09-22(004).
- [3] 吴杰,陈强. BIM打造智慧工地的实施要点[J]. 施工企业管理, 2017(4): 45.
- [4] 刘怡. 智慧工地现状与发展趋势研究[J]. 福建质量管理, 2018,(18): 88.
- [5] 毛志兵. 推进智慧工地建设 助力建筑业的持续健康发展[J]. 工程管理学报, 2017, 31(5): 80-84.
- [6] 曾凝霜,刘琰,徐波. 基于BIM的智慧工地管理体系框架研究[J]. 施工技术, 2015, 44(10): 96-100.
- [7] 韩豫,孙昊,李宇宏,等. 智慧工地系统架构与实现[J]. 科技进步与对策, 2018, 35(24): 107-111.
- [8] 朱伯忠. 基于物联网技术的智慧工地构建[J]. 四川水泥, 2016(3): 328.
- [9] 孙文侠,王志文. “智慧工地”在公路工程中的应用研究[J]. 公路, 2019, 64(8): 353-355.

- [10] 黄颖,高杰.“智慧工地”在公路工程项目中应用研究[J]. 土木工程信息技术, 2019, 11(4): 33-38.
- [11] 霍旭薪,李欣宇,何宇航. 推进智慧工地建设 助力建筑行业发展[J]. 土木工程信息技术, 2019, 11(2): 129-134.
- [12] 吕豪. 智慧工地的几个典型应用[J]. 施工企业管理, 2017(4): 32-33.
- [13] 田宝吉,王保栋,邓磊. 智慧工地管理实践与应用[J]. 施工技术, 2018, 47(S4): 1063-1066.
- [14] 陈星,薛伟,程淑珍,等. 智慧工地管理体系在玉溪海绵城市建设中的应用[J]. 中国给水排水, 2019, 35(12): 100-103.
- [15] 周永明,苏章,苏前广. 珠海横琴国际金融中心大厦项目智慧工地集成化应用[J]. 土木工程信息技术, 2018, 10(4): 17-26.
- [16] 季文普,任庆伟,丁宁,等. 智慧工地系统在建筑施工过程中的应用[J]. 企业科技与发展, 2019(1): 116-117.
- [17] 段媛媛. 智慧工地系统在施工现场安全管理中的应用[J]. 建筑安全, 2019, 34(7): 42-44.
- [18] 杨晓毅,李立洪,陆建新,等. 基于 BIM 技术的特大型多方协作智慧管理[J]. 土木工程信息技术, 2018, 10(5): 16-24.
- [19] 蔡林宏. 重庆“智慧工地”项目发展浅析[J]. 四川建材, 2018, 44(1): 208-209.
- [20] 次晓乐,王静,董建峰,等. 以绿色施工评价为导向的信息化绿色施工管控平台研究与框架设计[J]. 土木工程信息技术, 2019, 11(4): 13-19.

Research on the Integrated Application Using Information System of Intelligent Construction Site in Nansha Youth Palace Project

Xu Rui¹, Cui Lin², Ci Xiaole³, Wang Xinglong⁴

(1. Nansha District Development Center, Guangzhou 511455, China;

2. Guangzhou Nansha Urban Renewal Land Consolidation Center, Guangzhou 511455, China;

3. School of Mechanics and Civil Engineering, China University of Mining & Technology, Beijing 100083, China;

4. China Academy of Building Research Co., Ltd., Beijing 100013, China)

Abstract: The concept of "Smart City" has been particularly reflected by successfully implemented "Intelligence Construction Site" in Nansha Pearl Bay Youth Palace project. Through combination of technologies (e. g. BIM, IoT, VR, AI, and etc.), an integrated, intelligent and sustainable "Nansha Construction Management Center Intelligence Construction Site" system has been established. This paper has introduced the specific application of the system during the construction stage of Nansha Youth Palace project in the perspective of personnel management, quality management, safety management and environmental protection. This system is aiming to improve management efficiency and to break the "information isolated island", capturing lessons and experiences for the development and the future implementation of intelligence construction site.

Key Words: Intelligence Construction Site; BIM Technology; On-Site Construction Management; Fine Management