



# 新技术在盐田港施工安全管理中的运用

吴贵红, 黄竹亮

(盐田港东区国际集装箱码头有限公司, 广东 深圳 518083)

**摘要:** 近年来, 工程施工领域生产安全事故总量虽呈逐年下降趋势, 但依旧频发不断, 安全管理工作面临严峻的挑战。面对新的安全形势, 传统安全管理模式已不能满足新形势要求。以深圳港盐田港区东作业区集装箱码头一期工程为背景, 探讨新技术在盐田港施工安全管理过程运用的效果, 以智慧工地系统、二维码、智能设备为媒介, 将BIM技术+智慧工地、图像识别技术、二维码技术、智能设备等新技术运用到项目安全管理, 采用实地观察的方式, 归纳总结新技术对施工安全管理的成效。结果表明, 新技术在施工安全管理中具有重要意义, 可推进施工现场安全管理标准化、信息化, 提高安全管理工作效率。

**关键词:** BIM技术; 智慧工地; 安全管理; 二维码

**中图分类号:** U655; X92

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1002-4972(2025)03-0271-06

## Application of new technologies in construction safety management of Yantian Port

WU Guihong, HUANG Zhuliang

(Yantian Port East International Container Terminal Co., Ltd., Shenzhen 518083, China)

**Abstract:** In recent years, although the total number of production safety accidents in the engineering construction field has shown a downward trend, they still occur frequently. The safety management work faces a severe challenge. Under the new safety situation, the traditional safety management model can no longer meet new requirements. We take the phase I construction project of the container terminal of the east operating area of the Yantian Port in Shenzhen as the background, and discuss the effect of new technologies in the application process of safety management in Yantian Port construction. Using the medium of intelligent construction site system, QR code, and intelligent equipment, we apply BIM technology + smart construction site, image recognition technology, QR code technology, and intelligent equipment to project safety management, and use on-site observation to summarize the effectiveness of new technologies in construction safety management. The results show that new technologies have significant meaning in construction safety management, and can promote the standardization, and information of construction site safety management and improve the efficiency of safety management work.

**Keywords:** BIM technology; intelligent construction site; safety management; QR code

### 1 BIM技术+智慧工地安全管理

深圳港盐田港区东作业区集装箱码头一期工程项目(简称“盐田港东区一期工程”)使用广联达建筑信息模型(BIM)+智慧工地管理系统, 该系统采用物联网的方式, 通过智能硬件实时采集项目现场数据, 经过云计算处理分析然后将项目现场情况实时展示在平台上, 并会根据分析结果提供给项目管理人员一些建议措施, 辅助管理人员决策。

#### 1.1 BIM实现施工过程(方案)可视化模拟

针对复杂的施工区域、危重大施工工序进行重难点施工方案模拟, 在方案实施前查找方案的缺陷和安全隐患点, 提高方案的可行性和安全性, 并编制方案模拟报告。通过BIM技术所建立的模型, 结合虚拟现实/增强现实(VR/AR)等技术, 更加有效和快捷地规范和指导施工方案的制定和实施<sup>[1-5]</sup>。

通过BIM进行施工模拟或工艺模拟(图1), 可进行施工方案优化和施工过程风险判断。有利于工

收稿日期: 2024-09-27

作者简介: 吴贵红(1971—), 男, 工程师, 从事港口经营和水运工程建设安全管理。

程管理人员理解和辨识安全管理中的重点和难点问题；作为安全培训材料，BIM 可视化模拟<sup>[6]</sup>非常直观，有利于理解，达到非常好的培训效果。



图 1 BIM 施工模拟

Fig. 1 BIM construction simulation

### 1.2 基于 BIM 信息平台现场视频监控

盐田港东区一期工程采用视频监控技术，针对施工过程中的重点区域(含基坑、构件预制场、水上作业平台等)进行定点的视频监控，通过摄像设备机实时地采集视频，视频结果通过网络传输到后台进行监控，视频采样点的数据可通过 BIM 管理平台进行实时查看视频直播，见图 2，管理人员可远程查看工地施工进度和措施落实情况，通过录像回放可对问题原因进行溯源<sup>[7]</sup>。通过上述技术手段，实时和远程掌握关键工序、危险部位的实施作业状况，提前对风险趋势进行判断。

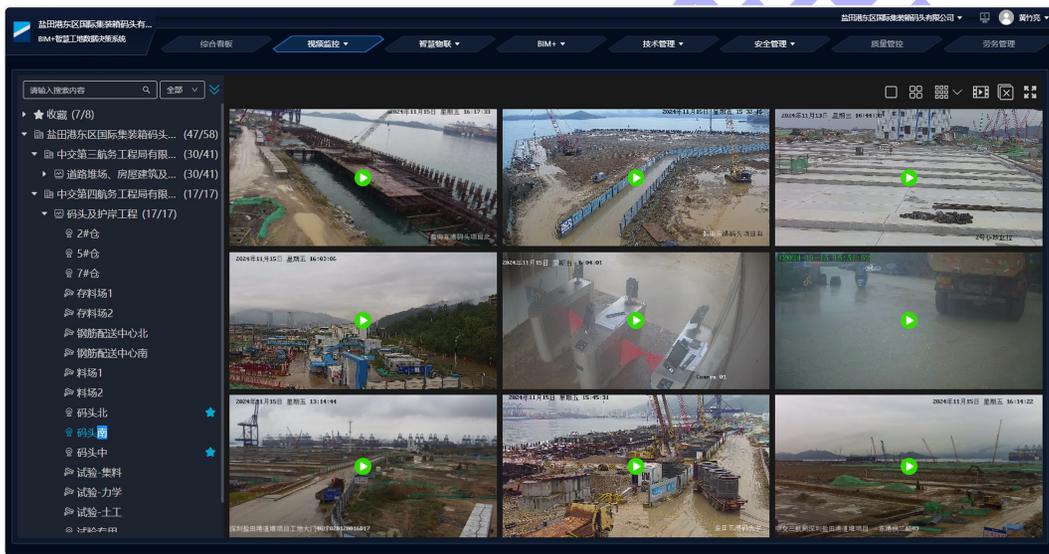


图 2 视频监控直播

Fig. 2 Video monitoring live broadcast

### 1.3 图像识别技术预警人员违规行为

系统图像识别技术是人工智能(AI)发展相对较为成熟的领域，在交通安全领域已用作辅助驾驶系统(ADAS)，它通过对驾驶环境中障碍物的识别，辅助汽车电脑判断，辅助修正驾驶行为，确保行车安全<sup>[8]</sup>。

盐田港东区一期工程将图像识别技术引入施工安全管理，依托施工现场监控摄像头，将监控端海量的照片上传至云端，通过图像识别对违反劳动纪律的行为进行识别，将监控画面自动抽取、

归类到智慧工地 AI 预警中心，见图 3。管理人员可在 AI 预警中心查看影像记录，将典型人员抓拍照片公布并对其进行安全教育。

在施工现场安装智能广播，其后台控制端对接到智慧工地系统，可同步播报 AI 预警的信息，提示和警告现场人员穿戴好劳保用品；日常通过后台设定广播内容和时间，宣传安全管理理念和安全提示，减少人员现场值守频率，提高安全防护意识。

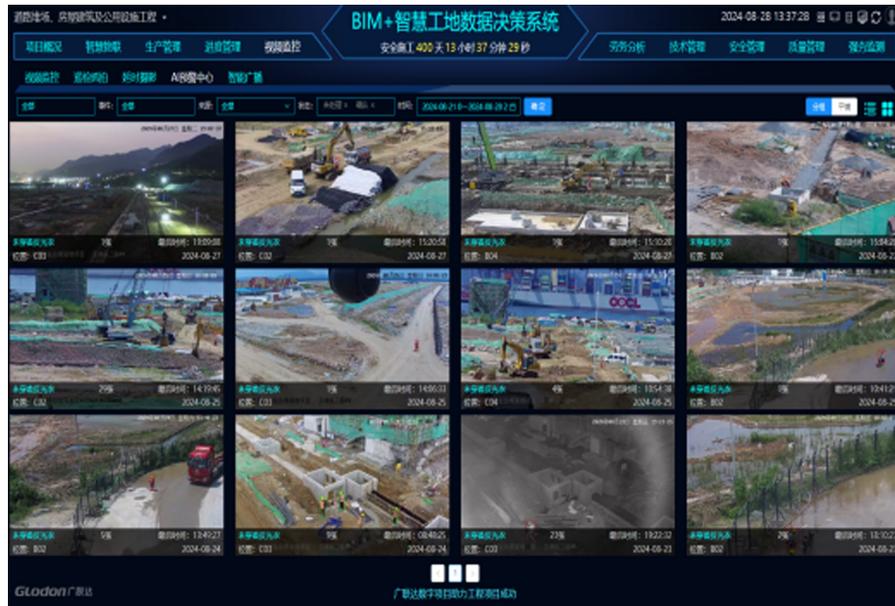


图 3 智慧工地 AI 预警中心

Fig. 3 AI early warning center of intelligent construction site

### 1.4 智能安全帽

在智慧工地系统中搭配智能安全帽平台，智能安全帽自带高清摄像头及 4G/wifi 网络，可实现实时语音视频通话、实时视频监控、实时语音对讲、全球定位系统(GPS)定位、电子围栏、脱帽报警、温度过高预警、SOS 紧急呼叫按钮、跌落碰撞报警、高度检测远程指导及可视化管理等一系列智能化管理作用<sup>[9]</sup>。盐田港东区一期工程将智能安全帽连接智慧工地“在线指挥调度平台”

(图 4)，安全帽的 GPS 定位、视频监控、拍照等信息会实时反馈到智慧工地平台，在平台上可实时查看安全帽的各项数据状况。

智能安全帽配备给专职安全巡查人员，相当于一个头戴式“行车记录仪”，使用者的行动轨迹、现场人员的分布情况在后台一览无余，方便人员调配管理，在安全管理巡查工作中成效显著，在密闭空间使用可实现紧急情况下的快速呼叫和报警。



图 4 智能安全帽在线指挥调度平台

Fig. 4 Online command and dispatch platform for intelligent safety helmet

## 2 二维码技术在施工安全管理中的应用

### 2.1 二维码技术

二维码是用某种特定的几何图形按一定规律在平面(二维方向上)分布的黑白相间的图形上记录数据符号信息的应用技术<sup>[10]</sup>。图文、音视频等内容通过二维码生成器存储到一个网站内,然后将网址编码生成二维码,通过联网可实现在线查看信息。这种利用活码技术存储的图文和视频以网址为媒介,在改变内容再存储情况下无需改变二维码图片。二维码生成后,点击二维码设置,规定二维码的有效期限、查看权限、打开方式,设置完成后根据需要进行二维码美化,美化包含改变颜色、大小、添加标识等。管理人员通过后台数据库导出信息,在线维护系统保证收集信息的准确性。

### 2.2 人员信息二维码

盐田港东区一期工程运用草料二维码生成器,在后台录入作业人员安全档案生成二维码,将个人信息二维码制作成帽贴,贴在安全帽背后,见图5,方便各级管理人员核查人员基本信息、三级安全教育及持证情况,实现安全资料的高效无纸化。



图5 个人信息二维码帽贴

Fig. 5 Hat sticker of QR code for personal information

### 2.3 基于二维码技术的安全巡检与设备档案

对于施工现场配电箱、消防设施、大中型设备的常规巡检,盐田港东区一期工程运用草料二维码平台生成安全巡检二维码,制作出巡检二维码贴纸(图6),粘贴到对应的设备设施醒目位置,实行“一箱一码、一机一码”,在日常巡检工作中,通过手机扫描配电箱等设备设施上的二维码,进入安全管理平台页面,填写相关的巡检内容即可

实现数字化的归档,与传统的事后手动填表的方式相比,扫描二维码巡检效率高、无遗漏,杜绝了伪造巡检记录的现象。



图6 配电箱巡检二维码

Fig. 6 QR Code for inspection of distribution box

对于大中型设备,可将设备基本信息、相关证书档案录入后台,扫描该设备二维码进入安全管理平台页面,即可查阅设备的档案信息、操作人员持证情况等,便于对设备的合规性进行检查。

## 3 运用智能设备代替人工

### 3.1 机器人验桩技术

盐田港东区一期工程码头护岸工程中的钢管桩内空间狭小、高温,且通风不良,人员进入桩内检测时存在中暑、中毒与窒息等安全风险。经过工艺技术创新,利用桩检机器人进入钢管桩内进行检测,见图7。机器人携带高清摄像头,将拍摄到的检测视频实时传输到控制器,操作人员在外部操控和查看控制面板,无需人员进入桩内检测作业,利用科技化手段提高本质安全化水平。



图7 桩检机器人检测作业

Fig. 7 Detection operation by pile inspection robot

### 3.2 无人下桩施工技术

盐田港东区一期工程钢管桩打入桩内处理为有限空间作业,原施工方法采用潜水泵将桩内海水抽干,同时用高压水泵冲洗桩内壁附着物,多次循环至内壁清洁,灌填石粉至混凝土芯底高程以下30~40 cm(预留砂浆封底位置),石粉利用特制吊斗以及吊机配合将石粉送入桩内,人工抹平并将最后30 cm左右用砂浆进行封底。施工过程中,作业人员需要多次下桩底操作,桩内空间狭小、通风不良、上下通行不便,存在中毒与窒息、高处坠落等风险。

经过施工工艺改进,采用RS-TV02型钻孔电

视成像仪(图8),通过远程视频对桩内施工过程实时查看,在打入桩内处理过程中,运用高压水泵冲洗桩内壁附着物,多次循环至内壁清洁,将成像仪探头放入孔中,主机平板电脑操控绞车,探头配置数字高清摄像头,成像清晰度可达到1 440 P,侧面镜头支持连续变焦、360°旋转拍摄图片,能实时、清晰地观察孔壁信号输出图片以及视频。经过RS-TV02钻孔电视成像仪验收后,灌填石粉至混凝土芯底高程以下30~40 cm,利用特制吊斗以及吊机配合将石粉送入桩内,最后30 cm左右用砂浆通过导管进行封底,再利用RS-TV02钻孔电视成像仪进行最后的验收。



图8 RS-TV02 钻孔电视成像仪产品组成

Fig. 8 Product composition of RS-TV02 borehole TV imager

此工艺改变原有人工桩内清理作业和检查的方式,全程无需作业人员下桩底工作,有效避免人员进入有限空间作业,实现了该工艺作业的本质安全。

### 3.3 UDS 强夯智能施工系统

强夯加固施工涉及的夯机作业工程量大。盐田港东区一期工程通过改造强夯机,为其部署基于通用数据系统(UDS)的强夯智能施工系统,采用北斗高精度定位技术,结合传感器和控制模块等装置,在施工过程中对夯击遍数、夯锤落距、夯点位置、沉降量变化等进行记录和计算,并对数据存储、分析及上传,可以通过登录数字化施工管理平台实时进行数据共享<sup>[11]</sup>。

该系统实现无桩化施工,无需测量员放样施工基准线,降低了对测量的依赖,减少现场施工辅助和核验人员,自动化减人、智能化少人的手段提升工地的安全性;同时,运用电子围栏设置强夯作业危险躲避区,强夯设备无法在电子围栏设定的区域作业,避免盲目操作破坏周边的地下埋设物,提高施工安全性。

## 4 结语

1) 在施工现场安全管理活动中,运用BIM+智慧工地数据决策系统建立施工工艺模拟,能更为直观地识别施工过程安全风险,为安全风险的辨识与预防提供了帮助;运用视频监控实现远程

查看施工现场,可实时监控重大危险源,运用图像识别技术识别预警人员违章行为;运用二维码技术实现安全资料的高效无纸化;运用智能设备代替人工,可避免或减少作业人员进入危险部位,提高了本质安全化水平。

2) 这些新技术在施工安全管理中的实践与应用,提高了施工安全管理工作效率和管理水平,推进施工安全管理信息化、智能化和高效化,有效降低安全事故的发生概率。

#### 参考文献:

- [1] 袁文婷. BIM 技术在建筑工程施工安全管理中的应用[J]. 建材发展导向, 2024, 22(14): 97-100.  
YUAN W T. Application of BIM technology in construction safety management of building engineering [J]. Development guide to building materials, 2024, 22(14): 97-100.
- [2] 许伟. BIM 技术在建筑工程施工安全管理中的应用[J]. 江西建材, 2023(1): 184-185, 190.  
XU W. Application of BIM technology in construction safety management of building engineering [J]. Jiangxi building materials, 2023(1): 184-185, 190.
- [3] 杨萍. BIM 技术在建筑施工安全管理中的应用[J]. 中华建设, 2023(1): 43-45.  
YANG P. Application of BIM technology in construction safety management [J]. China construction, 2023(1): 43-45.
- [4] 黄小锋, 程鑫, 徐浩, 等. BIM 技术在高支模施工安全管理中的应用[J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(10): 196-198.  
HUANG X F, CHENG X, XU H, et al. Application of BIM technology in high-support formwork construction safety management [J]. China construction metal structure, 2023, 22(10): 196-198.
- [5] 陈邦荣, 肖俊文. 数字 VR 技术在项目施工安全管理中的应用研究[J]. 产业创新研究, 2022, (22): 88-90.  
CHEN B R, XIAO J W. Application research of digital VR technology in project construction safety management [J]. Industrial innovation, 2022(22): 88-90.
- [6] 于硕硕, 宋纯飞, 何亚蕾. 可视化技术在推进施工安全管理精益化中的应用分析[J]. 工程与建设, 2022, 36(2): 552-554, 561.  
YU S S, SONG C F, HE Y L. Application analysis of visualization technology in promoting construction safety management precisionization [J]. Engineering and construction, 2022, 36(2): 552-554, 561.
- [7] 周晓亮. 信息化技术在建筑施工安全管理中的应用研究[J]. 中国战略新兴产业, 2024(17): 179-181.  
ZHOU X L. Application research of information technology in construction safety management [J]. China strategic emerging industry, 2024(17): 179-181.
- [8] 徐远科, 管子然. 图像识别技术在电力施工现场安全管理中的应用[J]. 电气技术与经济, 2024(2): 88-90.  
XU Y K, GUAN Z R. Application of image recognition technology in power construction site safety management [J]. Electrical technology and economy, 2024(2): 88-90.
- [9] 何思聪. 人工智能技术在工程施工安全管理中的应用[J]. 云南水力发电, 2024, 40(S1): 42-46.  
HE S C. Application of artificial intelligence technology in engineering construction safety management [J]. Yunnan water power, 2024, 40(S1): 42-46.
- [10] 周军, 马保亮, 王宏, 等. 二维码技术在隧道工程施工安全管理中的应用[J]. 交通企业管理, 2022, 37(2): 79-81.  
ZHOU J, MA B L, WANG H, et al. Application of two-dimensional code technology in tunnel engineering construction safety management [J]. Transportation enterprise management, 2022, 37(2): 79-81.
- [11] 张子涵. 物联网技术在建筑工程施工安全管理中的应用研究[J]. 冶金管理, 2023(9): 15-17.  
ZHANG Z H. Application research of internet of things technology in construction safety management of building engineering [J]. China steel focus, 2023(9): 15-17.

(本文编辑 王璁)