工程总承包项目实施安全管理重点 及智能化措施应用研究

高光超

上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司

DOI: 10.12238/ems.v6i11.9970

[摘要] 现阶段,在EPC工程项目安全管理环节中,需加强对现场全要素、全过程的严格管控,从人、机、料、法、环多个角度,分析工程总承包项目实施的安全管理重点,通过引进数字化技术、BIM技术、无人机技术以及智能穿戴设备等智能化的安全管控措施,来确保项目安全管理目标实现,对进一步提升项目安全管理水平具有积极的现实意义。

[关键词] EPC; 安全管理; 智能化; 措施

Research on the Key Points of Safety Management and the Application of Intelligent Measures in the Implementation of Engineering General Contracting Projects

Gaoguang Chao

Shanghai Urban Construction Design and Research Institute (Group) Co., Ltd

[Abstract] At present, in the safety management of EPC engineering projects, it is necessary to strengthen strict control over all elements and processes on site. From the perspectives of people, machines, materials, methods, and environment, the key points of safety management in the implementation of engineering general contracting projects are analyzed. By introducing intelligent safety control measures such as digital technology, BIM technology, unmanned aerial vehicle technology, and smart wearable devices, the goal of project safety management can be achieved, which has positive practical significance for further improving the level of project safety management.

[Keywords] EPC; Safety management; Intelligentization; measures

引言:

当前,在EPC工程项目安全管理期间,工程总承包相关单位需构建完善的工程总承包项目安全管理体系,建立一套完整的安全管理系统和组织架构,做好对各项要素的把关控制,构建项目安全管理新思路和应用多样化、智能化安全管控措施,来提升工程总承包项目的综合安全管理水平。

一、工程总承包项目实施安全管理的重点

工程总承包项目安全管理涉及项目设计、采购、施工及运维全过程管控,其立足于项目全寿命周期的管理思想,需加强对工程总承包项目全要素的管理控制,其中,工程总承包单位需进行项目前期风险评估,通过对项目可能存在的风险进行预判,提前制定防控措施,降低事故发生概率。在前期风险评估环节,管理者需重点对地理环境、设计方案、施

工工艺进行评测,识别潜在的安全隐患。在项目开始之后,工程总承包单位需编制详细的安全计划,对环境安全、设备安全、人员安全进行严格把控,而安全计划须明确各项安全措施、执行人、执行时间、方法等,以安全计划为根本,为项目施工过程中的安全管理提供明确指导和依据,保证每一项措施都能够得到有效管控。另外,在项目施工环节,项目方面还需要加强现场实时监控,通过安装监控设备,设置安全警示标志等方式,掌握现场安全状况,监控内容不仅囊括对施工现场各项要素的把关,还需要做到对隐蔽工程项目的有效监管,及时发现并处理安全隐患,防止事件发生。后续,项目安全管理工作还应当重点强化定期安全检查,检测内容大致包含对人、机、料、法、环五项要素的安全排查,要求安全检查人员掌握必要的专业知识,能够发现并处理潜在的

安全隐患。最后,项目安全管理还需要引进应急管理预案,做到对事故高效处理,包含对事故调查、总结等多个环节。

二、工程总承包项目安全管理的智能化措施

(一) 数字化安全管理

鉴于EPC项目的高度信息化集成特性,首要任务是构建一个跨单位、跨部门的安全管理信息平台。该平台作为信息交互与决策支持的核心,需整合设计、采购、施工、调试等全生命周期的安全数据、人员信息、设备状态及监控视频,实现数据的集中存储与高效处理。通过模块化设计,将项目管理、数据分析、风险识别与评估、安全监控、应急响应等功能模块无缝对接,确保每个模块功能明确、操作便捷,为项目管理者提供一站式安全管理解决方案。安全管理的智能化首先依赖于数据的实时性与准确性。在EPC项目中,应广泛部署智能传感器于关键区域及危险源附近,实时采集现场温度、湿度、气体浓度、振动等关键参数。通过构建完善的现场网络拓扑结构,确保传感器数据能够高效、稳定地传输至安全管理信息平台。这一过程不仅打破了信息孤岛,还实现了数据的即时共享与协同分析,为安全决策提供坚实的数据基础。基于海量实时数据,EPC项目管理者应引入先进的数据分析算法与智能预警系统,深入挖掘安全隐患的潜在规律与趋势。通过不断优化预警模型,提高预警的准确性和及时性,为项目安全管理提供强有力的技术支持。同时,利用可视化技术将分析结果直观呈现,帮助管理者快速识别风险点,制定有效的防控措施。

除此之外,在安全管理过程中,应急预案的制定与演练至关重要。EPC项目应构建数字化的应急预案系统,针对不同等级的安全事故制定详细的应对措施、人员疏散方案及物资调配计划。此外,利用VR(虚拟现实)、AR(增强现实)等先进技术进行应急演练和培训,使参与人员能够在虚拟环境中模拟真实场景下的应急操作,提升应急响应能力和实战操作技能。这种数字化与实战化相结合的演练方式,不仅降低了传统演练的成本与风险,还大大提高了培训效果。

例如,某石化企业决定启动一项大型炼油厂扩建项目,采用EPC(Engineering, Procurement, Construction)工程总承包模式进行建设,该项目涉及多个国内外设计单位及设备供应商,信息量大、协调复杂,且石化行业对安全管理有着极高的要求。为提升项目安全管理效率与效果,项目团队引入数字化安全管理体系。项目团队首先搭建了一个集成化的安全管理信息系统,命名为“石化安全云”。该系统集成了项目各阶段的安全数据、人员信息(包括特种作业人员资质)、设备状态监测数据(如压力容器压力、温度),以及现场监控视频。通过统一的平台,项目各方能够实时查看和共享信息,打破了传统管理模式下的信息孤岛。

项目管理模块:用于任务分配、进度跟踪及文档管理,确保安全管理任务明确、执行到位。

数据分析模块:引入大数据分析技术,对收集到的安全

数据进行深度挖掘,识别潜在的安全风险趋势。

风险识别评估模块:基于历史数据和专家系统,对识别出的风险进行量化评估,并自动生成风险报告。

安全监控模块:集成现场传感器数据,实现24小时不间断监控,对异常数据即时报警。

应急响应模块:构建应急预案库,包含不同等级安全事故的应对措施、人员疏散路径、物资调配方案等,并支持VR/AR应急演练,提升应急响应速度。

(二) BIM建筑信息模型技术的应用

BIM技术在建筑领域的应用较为常见,尤其是针对工程总承包项目全过程、全寿命周期的管理。工程总承包单位可利用BIM系统,结合三维可视化模型、4d模型,从时间序列、空间序列等多个角度来强化项目管控。基于以上思想,在工程总承包项目管理活动中,相关单位可利用BIM技术对各项安全事务进行严格把关。

1. 直观可视化

其中,工程总承包单位可利用三维可视化模型,实时展示安全隐患,将建筑结构、设备布局、管线走向等信息以三维形式展现出来,使各方能够清晰地看到建筑内部和外部的每一个细节,为安全管理提供直观的视觉支持。为增强直观展示效果,还可以将BIM技术与上述的VR、AR等数字化系统关联互动,打造BIM+MR模型,有助于在注重安全技术交底、安全管理规划的过程中直观展示各项信息。该系统还具备模拟识别功能,结合其搭载的4d建模功能,可以从时间序列角度模拟施工过程,预测可能出现的安全隐患,并制定相应的防护措施。

例如,在项目建设初期,工程总承包单位可根据设计图纸建立高精度三维可视化模型。在安全管理过程中,当发现某区域存在安全隐患(如结构支撑不足、管线交叉干扰等)时,可迅速将这些隐患以三维形式标注在模型中,并通过大屏幕实时展示给项目各方。例如通过BIM模型可以清晰地看到某楼层走廊的吊顶下方管线是否过于密集,是否存在维修困难及安全隐患,从而及时提出优化方案。为进一步增强安全交底培训效果,利用BIM模型与VR(虚拟现实)、AR(增强现实)技术结合,BIM+MR(混合现实)模型,参训人员可直观地理解安全操作规程和注意事项。此外,利用4D建模技术将施工进度计划与三维模型相结合,通过模拟能够预测出未来施工中可能遇到的安全隐患,如施工高峰期的人员拥挤、设备冲突等,并提前制定相应的安全防护措施。例如,在模拟中发现某阶段脚手架搭设区域与混凝土浇筑区域冲突,可能导致作业面狭窄,增加安全事故风险,通过及时调整了施工计划,避免潜在的安全风险隐患问题。

2. 全生命周期管理

最为关键的是BIM系统参与整个工程总承包项目全寿命周期管理,可实时监测工程项目状态。项目总承包单位可利用该管理模式,做到对施工现场安全隐患问题的全时段的动

态跟踪处理。通过在 BIM 系统中设置预警阈值, 根据项目进展, 当监测到数据超出阈值时, BIM 系统便会自动发出警报, 做到动态监管以及常态化管理。通过引进 BIM 建筑信息模型技术, 从全寿命周期、全过程、全要素管理角度分析, 能有效提升项目安全管理水平。

例如, 工程总承包项目管理团队在 BIM 系统中设置了多项预警阈值, 包括但不限于结构应力、环境温度、湿度等。通过集成在施工现场的各类传感器, BIM 系统能够实时监测这些数据, 并与预设的阈值进行对比。一旦监测到数据超出阈值, BIM 系统便会自动发出警报, 并通过手机 APP、电子邮件等方式通知相关人员。如在某次混凝土浇筑过程中, BIM 系统监测到混凝土温度异常升高, 迅速发出警报, 提醒施工人员采取降温措施, 避免了因温度过高导致的结构质量及安全隐患问题。

(三) 无人机的应用

相关单位建立一套基于大数据、云计算与人工智能技术的项目安全智能化无人机巡检系统是必不可少的, 这一系统不仅限于现场巡检, 更侧重于数据驱动的安全风险预测、预警与应急响应机制。通过无人机巡检系统作为核心感知层, 结合物联网、BIM (建筑信息模型) 等先进技术, 实现对项目全寿命周期的安全监控与管理。针对 EPC 项目特点, 需制定无人机巡检的战略规划, 包括巡检区域的科学划分、巡检目标的精准定位及无人机性能需求的定制化设计, 通过高级算法优化巡检路径, 确保无人机在续航、精度、稳定性等方面满足项目需求, 同时考虑环境因素 (如天气、地形) 对巡检效果的影响, 实现巡检效率与质量的双重提升。在巡检过程中, 无人机搭载的高清摄像头、红外传感器等设备收集的数据, 利用图像识别、视频分析、机器学习等 AI 技术, 自动识别并标记安全隐患, 如结构缺陷、材料老化、环境异常等。同时结合 BIM 模型进行三维可视化展示, 为项目管理者提供直观、全面的安全风险隐患评估, 助力科学决策。在推进技术革新的同时, 需做好人员应用系统培训建设, 针对无人机操作人员, 实施系统化、专业化的培训, 提升其操作技能、数据分析能力及安全风险隐患识别能力。

例如, 针对某 EPC 桥梁建设工程, 项目团队首先根据桥梁项目特点, 划分了巡检区域, 包括桥面、桥墩、索塔、缆索等关键部位, 并确定了巡检的安全管理需求, 如巡检覆盖范围、巡检精度、续航时间、隐患图像收集。基于这些需求, 选取具备高清摄像头、红外传感器、长续航能力的专业无人机型号, 确保巡检效果, 无人机巡检过程中, 项目团队利用图像识别技术和视频处理技术, 对无人机传回的图像和视频进行实时分析。通过高清摄像头, 清晰地看到了桥梁表面的细微结构裂缝、现场动态管理中存在的临边安全防护缺失及现场大型垂直运输起重设备中安全保护装置及安全限位是否有效作用, 通过红外传感器, 发现了塔吊标准节锈蚀断裂等现象, 为项目安全管理提供了重要的科学依据。在识别出安

全隐患后, 项目团队立即组织专家进行了深入分析, 评估了现场设备和建筑结构的潜在风险。

(四) 引进智能穿戴设备

上述开展的项目智能化安全管理应用主要是从环境管理、设备管理、材料管理、施工管理等角度, 对现场安全隐患问题进行的把关控制, 而人员安全问题作为整个项目安全管理的核心, 尤为重要, 为此引进智能穿戴设备, 实时监控作业人员的安全风险隐患问题, 根据项目特点、工人作业环境和安全要求, 选取合适的智能穿戴设备, 如安全帽、智能手环、智能鞋垫等, 明确智能穿戴设备功能要求, 如生命体征监测、环境感知、紧急求助, 介绍操作技巧和使用方法, 保证高效使用设备。并将智能穿戴设备与安全管理系统对接, 实现实时数据共享传递, 通过互联网技术, 将采集到的数据信息传输至云端或本地服务器进行快速集中处理。根据分析结果, 建立人员的安全风险预警与工作反馈机制与应急救援响应工作机制, 确保人员在即将受到危险或者受到伤害时, 第一时间启动安全保护措施, 保障人员的生命安全。

例如, 根据某项目特点、工人作业环境和安全管理要求, 明确智能穿戴设备功能要求, 结合市场调研和对比分析, 项目选择了具有高灵敏度、长续航、防水防尘等特性的智能安全帽和智能手环, 组织开展专项使用培训会, 向工人详细介绍智能设备的操作技巧和使用方法, 并开展现场演示和实操练习, 确保每位工人都能熟练掌握设备使用方法。工人佩戴智能穿戴设备开始作业, 设备实时监测工人的生命体征和作业环境数据, 一旦监测到异常情况 (如心率异常、环境有害气体浓度超标、温度、湿度超标、人员定位异常、紧急求助等), 设备会立即发出警报, 并通过无线通信技术将数据传输至云端或本地服务器, 第一时间联动应急响应救援措施, 预防工人伤亡事件发生。

三、结束语

总之, 在工程总承包项目安全管理期间, 需做好全要素管理, 通过对 EPC 工程项目安全管理重点的分析, 开展智能化、信息化、多元化安全管控措施, 对影响工程建设的安全隐患进行有效闭环管理, 使项目安全管理更加完善, 突显项目安全管理特色, 有效提升工程总承包项目整体安全管理水平。

[参考文献]

- [1] 吴悻哲, 雷博龙. EPC 工程总承包项目安全管理的侧重与实施策略[J]. 工程建设与设计, 2017 (1): 4. DOI: 10.13616/j.cnki.gcjsysj.2017.01.049.
- [2] 高峰. EPC 工程总承包项目安全管理的侧重与实施策略[J]. 环球市场, 2017 (6): 1.
- [3] 陈凯. 浅谈智能化系统在项目管理中的应用——以福州万科九里商务中心项目施工总承包工程为例[J]. 福建建材, 2022, (04): 97-99+118.
- [4] 姚金阳, 安卫华. EPC 项目建筑智能化工程设计管理浅析[J]. 绿色建造与智能建筑, 2020 (10): 23-25.