

杭州机场三期项目新建航站楼及陆侧交通 中心工程智慧工地项目

项目负责人：陈怡（三期建设指挥部设计技术部副部长）

李晓富（三期建设指挥部工程一部部长）

潘雄辉（三期建设指挥部工程二部负责人）

联系人：童菲（15857109086）

龙伊琳（18768117583）

左召军（13738183676）

一、项目摘要

杭州萧山国际机场三期项目新建航站楼及陆侧交通中心工程（以下简称“三期工程”）是第19届杭州亚运会的重大基础工程保障项目，被列为浙江省大通道建设行动计划十大标志性项目，受到了省委省政府的高度重视。

本项目总建筑面积约130万平方米，钢结构最大跨度为54米，基坑深度最深约28.1米，存在多个单体毗邻施工的情况，现场交叉作业多、难度高，对现场施工管理提出了极高的要求。为此，三期建设指挥部与时俱进，联合三期项目施工总承包单位中建八局和中建三局开展“智慧工地”的实施管理。“智慧工地”的本质在于整合工程管理干系人与工程施工现场，提高工程管理各干系组织和岗位人员相互交互的方式、明确性、效率、灵活性和响应速度，从而大大提高工程管理信息化水平。

三期项目智慧工地按照“以岗位应用为主线、以智能硬件为支撑、以智慧展厅为窗口、以BIM技术为辅助”的建设

思路,通过设备集成并结合先进的通信、计算机及网络技术,同时结合项目管理需求打造综合项目管理信息化平台,实现以“数据为核心”规范“两项”标准(硬件标准、数据标准),打造“三项能力”(感知能力、决策预测能力、创新能力),最终实现“四个智慧化”(管理智慧化、生产智慧化、监控智慧化、服务智慧化)的智慧工地总体目标。

目前,本项目智慧工地建设总体完成约60%,在作业标准化、管理数字化、决策数字化等岗位应用管理方面已取得了一定的成效;智能硬件建设为绿色施工、设备监测、生产监测、现场管理等提供了必要的硬件基础;智慧展厅落成以来接受各级领导及单位参观40余次。

二、项目背景

习近平总书记于2019年9月25日提出了关于推进以“平安、绿色、智慧、人文”为核心的“四型机场”建设的指示精神。随后,民航局于2020年1月9日发布的《中国民航四型机场建设行动纲要(2020-2035年)》指出,四型机场是以“平安、绿色、智慧、人文”为核心,依靠科技进步、改革创新和协同共享,通过全过程、全要素、全方位优化,实现安全运行保障有力、生产管理精细智能、旅客出行便捷高效、环境生态绿色和谐,充分实现新时代符合高质量发展要求的机场。

针对国家和民航局关于“四型机场”的相关要求和指示精神,机场公司于近期编制了《杭州萧山国际机场“四型机场”建设工作方案》(以下简称“《方案》”)。针对“智慧机

场”三期建设板块，《方案》中提出，要全面贯彻落实智慧机场三期建设工作方案，在各信息系统中广泛应用大数据、云计算、人脸识别、人工智能、5G等新技术，实现对各信息资源整合，使作业层、指挥层、决策层能够及时获得所需信息，实现所见即所得的机场运营管理。加大自助设施的投入，实现全流程、门到门、全自助、个性化、体验式的航旅服务。统筹系统软硬件资源，打造共享、稳定、可扩容的一体化信息基础支撑平台。

作为2022年杭州亚运会的重大基础工程保障项目，三期项目具有投资规模大、施工难度高、工期任务紧的特点，亟需引入先进的信息化手段以提升施工现场现代化管理水平，实现施工工地的智慧化管理。在智慧工地建设方面，国务院办公厅和住建部曾先后颁布了《关于促进建筑业持续健康发展的意见》（国办发〔2017〕19号）、《关于印发2016-2020年建筑业信息化发展纲要的通知》（建质函〔2016〕183号）等政策，要求切实推进信息技术与建筑工程施工现场管理的深度融合，有效提升施工现场现代化管理水平，积极推动建筑施工行业转型升级，进一步促进建筑业持续健康发展。因此，智慧工地建设既是提升本场三期工程建设管理水平的迫切需求，也是“智慧机场”概念在本场三期建设阶段的广义延伸和体现。

本项目在项目信息化建设和智慧化管理过程中存在如下难点：

（一）工地分布广泛：总占地面积超过30万平方米，

跨越多个分区和道路。

（二）现场环境复杂多变：机场超负荷运营条件下的不停航施工。

（三）建造质量要求高：大体量施工任务在工期极端紧张条件下的高品质。

（四）施工安全风险大：复杂地质及环境条件下的深大基坑群施工，管线保护压力巨大。

（五）组织管理难度大：管理总承包模式，包含多个分包标段、十余家承包单位，数十家建设单位，百余家专业分包、劳务分包单位。

（六）人员管理能力参差不齐：百余人的管理团队，施工、技术、安监、质量、物资和 BIM 等部门协同配合。

（七）信息化程度不一：面向多个系统、多种设备，政府、业主、监理各平台的信息对接要求。

三、项目建设情况

充分考虑项目背景和意义，为实现三期建设期间智慧工地的总体目标，按照统一规划、逐步推进的指导思想，三期项目智慧工地项目从建设思路、建设内容和组织实施三个层面开展具体工作。

（一）建设思路

1、以岗位应用为主线

智慧工地建设的终极目标是为项目管理服务。以智慧工地岗位应用为主线，通过业务替代减轻一线人员工作量，并解决现场工作中的难点和痛点，从而提高协同工作效率，提

升项目整体管理水平，推进工程标准化进程。

2、以智能硬件为支撑

智慧工地智能硬件监测数据可为项目决策提供数据支撑。智能硬件需要“虚实结合”，既有能够满足政府监管要求的硬件，也要有能够真正为项目实际工作提供服务的硬件，技术创新类硬件必不可少。

3、以智慧展厅为窗口

新建航站楼及陆侧交通中心工程作为三期工程的重点项目，兄弟单位往来参观定然非常频繁。因此，需要有科技与文化相结合、软硬一体的智慧工地展厅作为窗口，以集中展示项目信息化建设成果和科技创新成果。展厅建设在展示信息化成果的同时，也要展现出本场特色。

4、以 BIM 技术为辅助

利用 BIM 模型及虚拟建造技术为支点，通过整合全专业的 BIM 模型以及现场实时工况，综合运用 BIM 协同管理平台及智慧工地平台对施工全过程实现动态、集成和可视化的 4D 施工管理。将建筑物及施工现场 3D 模型与施工进度相链接，并与施工资源和场地布置信息集成一体，建立 4D 施工信息模型。实现建设项目施工阶段工程进度、人力、材料、设备、成本和场地布置的动态集成管理及施工过程的可视化模拟。虚拟模型可在实际建造之前对工程项目的功能及可建造性等潜在问题进行预测，实现多专业协同管理。

(二) 建设内容

本项目智慧工地项目由项目管理软件平台、智能监测硬

件和智慧工地展厅组成，并配合使用 BIM 技术，为建筑工程提供多维度、信息化、智慧化的集成系统服务。

平台整体架构分三层设计：感知层（物联硬件监测系统）、业务层（岗位应用软件）和平台层（集成总控系统）。

产品架构图



图 1-智慧工地平台产品架构

(一) 智慧工地项目管理软件平台

根据 SAAS 软件架构和轻量化、易使用的设计要求，智慧工地项目管理软件平台包含 APP（项目岗位应用）、PC 管理

后台 BI 大数据总控看板和智慧党建共四个部分。

1、智慧工地移动 app 端

包含 ios、Android 双系统，实现对项目进行智能管控以及智慧化管理、实现智能物联技术的数据对接，满足后期模块的可拓展性以及各层级权限的可配置性，并包含统计、消息提醒、项目概览、通讯录等功能模块。具体可分为**现场安全管理**（安全隐患排查、危险作业管理、安全验收管理、重大危险源管理、安全工具书、风险源分级管控、安全大数据）、**现场质量管理**（质量检查、质量验收、实测实量、质量工匠之星、质量资料管理、质量大数据）、**特种机械管理**（机械信息管理、机械检查管理、机械维保管理、机械验收管理、机械监测管理、机械大数据）、**劳务人员管理**（劳务实名制管理、人员安全教育、行为安全之星）等四大模块。



图 2-移动端软件界面

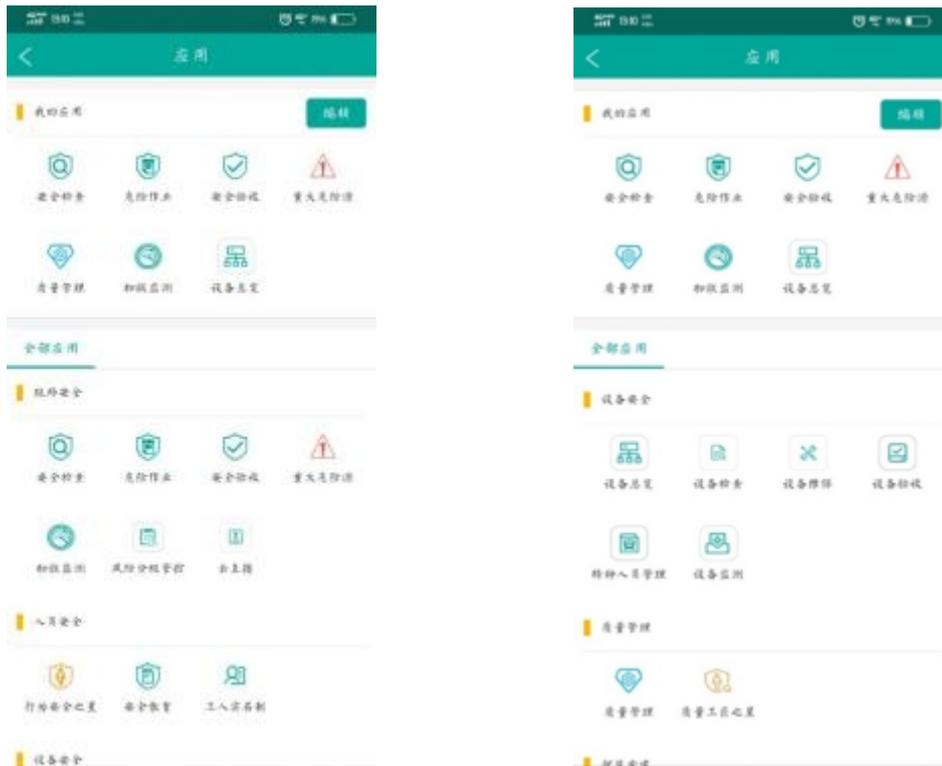


图 3-软件功能应用模块

2、PC 管理后台

PC 管理后台统计汇总各台账明细，并形成统计分析和数据报表导出，以便于项目管理人员及时了解现场管理数据。实现各类智能应用在统一平台进行管理、保证后台管理的可配置性包括组织机构管理、人员用户录入、系统权限编辑等、通过各智能设备物联在后台的统一管控性实现各智能设备物联数据统计分析、满足各岗位级应用数据报表导出、相关单据即时导出打印；并对劳务、进度、质量、安全岗位级应用数据进行多维度的分析。



图 4-平台后台 web 管理

3、BI 大数据总控看板

BI 大数据总控看板可满足项目“一个屏幕、统一管控”的智慧工地要求。其可包含各岗位级应用和各智能设备物联的大数据展示、实现各类数据信息如视频监控等即时性展示功能、实现 BIM 轻量化模型展示功能。通过整体 UI 展示效果，实现项目亮点宣传目的。并通过新一代数字孪生技术和项目实际需求，定制开发 BI 专属大屏，结合项目 3D BIM 模型，实现 AIOT+BIM 的联动展现和预警分析。



图 5-平台 BI 管理

4、智慧党建业务模块

根据项目指挥部党建联盟开展情况，定制开发**智慧党建业务模块**，实时展示项目内部党员活动、党建联盟、爱心活动等信息，结合项目特性设置专属党员学习内容展示，并且结合党群工作要求进行个性化内容定制。



图 6-智慧党建模块

(二) 智能硬件

作为项目信息化、智慧化的采集端和信息抓手，智能监测硬件的应用也必不可少，借助科技手段实现项目智能管理，通过多方面智能硬件应用，提升项目整体科技感。本项目中采用的智能硬件分为绿色施工、设备监测、生产监测和现场管理四大类。

化水平，充分体现科技给工程施工建设、管理、环境、安全等带来的改变与进步。

展厅中高科技设备由全息 3D 安全讲解、智能引导机器人、项目介绍 3D 液晶拼接屏、机场沙盘、智慧工地展示大屏（含触摸一体机）、企业宣传滑轨屏、党建拼接屏、党建多人 VR 体验展馆、安全教育 VR 体验、安全排查 VR 漫游、质量样板全息投影、BIM 模型 MR 混合显示体验、质量样板互动屏幕、电子签名墙和人脸识别会议签到等组成。



图 8-智慧展厅布置和高科技设备

(四) BIM 应用

方案模拟：本项目方案通过 BIM 模拟进行方案的细化和讨论，使本项目方案在现场施工中具有可实施性。

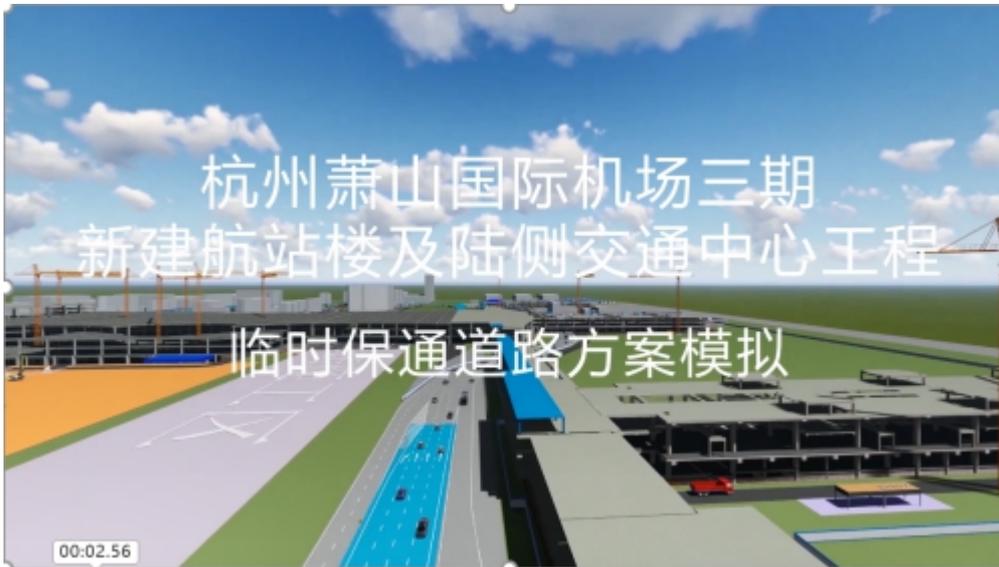


图 9-BIM 应用方案模拟

总平管理：本项目体量大、施工复杂，施工过程中与多家单位施工界面存在交叉，本项目运用 BIM 工具解决各个单位工作界面的划分和管理，明确施工界面问题。

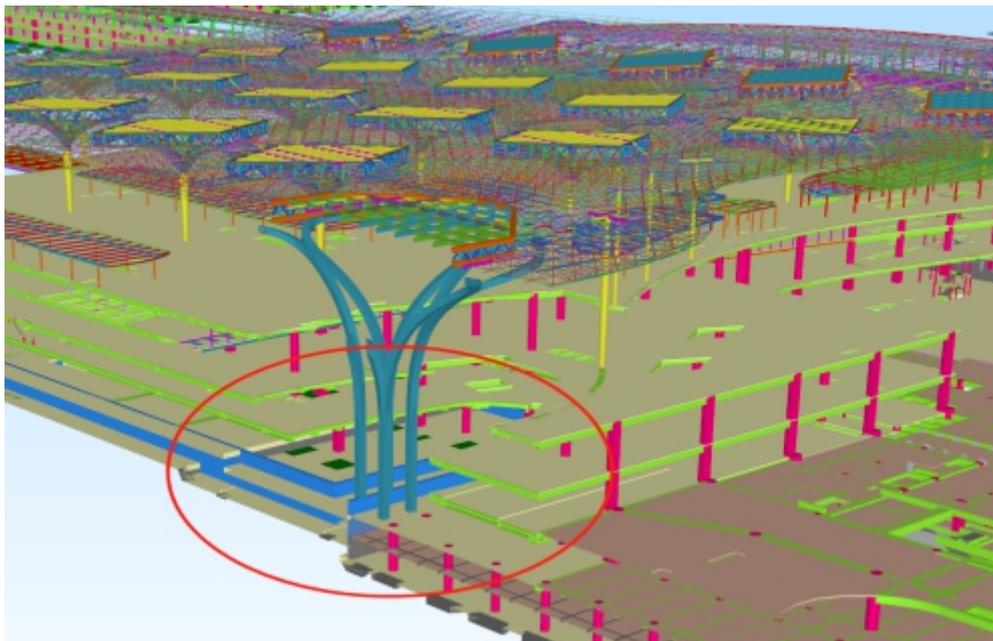


图 10-BIM 总平管理

图纸会审：通过 BIM 建模梳理土建、机电安装及专业单位的图纸问题。

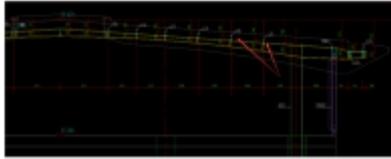
序号	图纸位置	问题描述	图片
1	指廊结构剖面图 7.15，楼空空间，北二北二 1-CN 轴往后的剖面图，北三 1-CQ 轴往后的剖面图。	屋顶轮廓线，以及下桁架钢梁的位置是否有误，需要调整。	
2	10.8m C12-C16段结构平面布置图，指廊结构剖面。	大部分柱子的表示与剖视图不一致，如 1-55 轴的平面图和剖面图。	

图 11-BIM 图纸会审

VR 实景模拟：本项目节点复杂，施工交界面多，本项目运用 BIM 技术和 VR 技术，让项目管理人员身临其境，学习施工具体步骤和施工工艺、工法。



图 12-BIM 技术 VR 实景模拟

进度模拟：本项目工期紧施工任务繁重，BIM 通过进度

计划与现场实际施工进度比较形成进度模拟文件，进行进度分析。

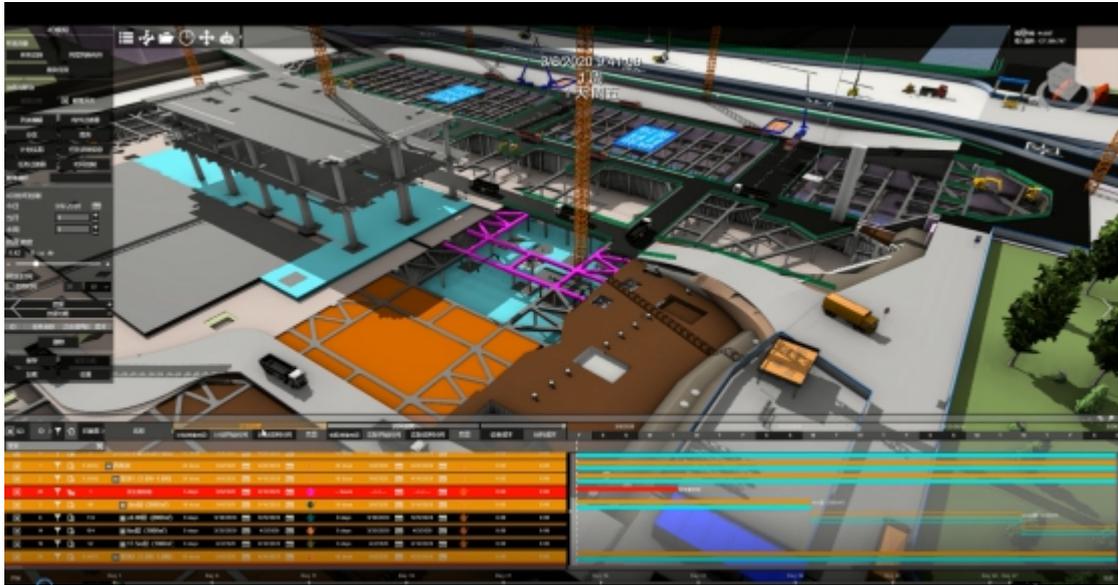


图 13-BIM 进度模拟

平台应用：依托 BIM 协同管理平台，BIM 小组通过多次的培训，形成了本项目平台使用方案，为下一步项目 BIM 平台管理形成思路。

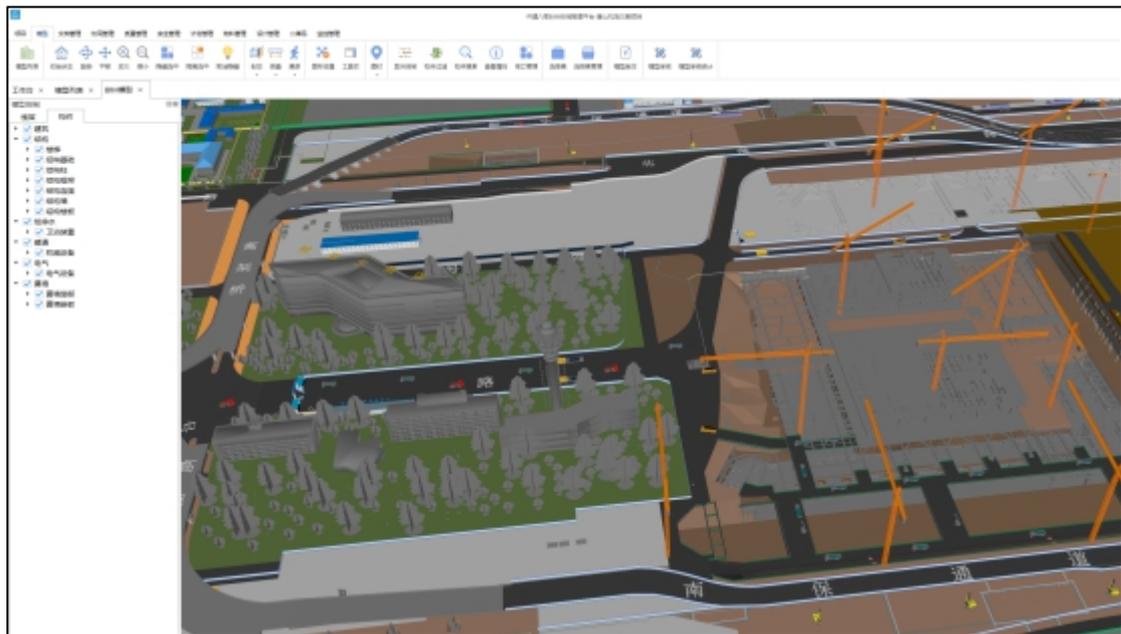


图 14-BIM 平台应用

(三) 组织实施情况

1、方案筹划

根据《方案》，智慧工地项目统筹规划由“四型机场”建设领导小组领导并联系领导小组办公室，由智慧机场建设运营工作组和建设工作组具体牵头，围绕三期工程建设，在三期工程的设计、施工、投运等环节融入“四型机场”建设理念。

智慧工地项目建设由三期项目指挥部主导，由管理总承包具体落实，协调配合政府相关部门、业主单位和监理单位工作，由中建八局和三局两个施工总承包以 I 标段、II 标段的形式具体开展，下辖各标段管理单元，统一管理相应分包单位和参建单位。

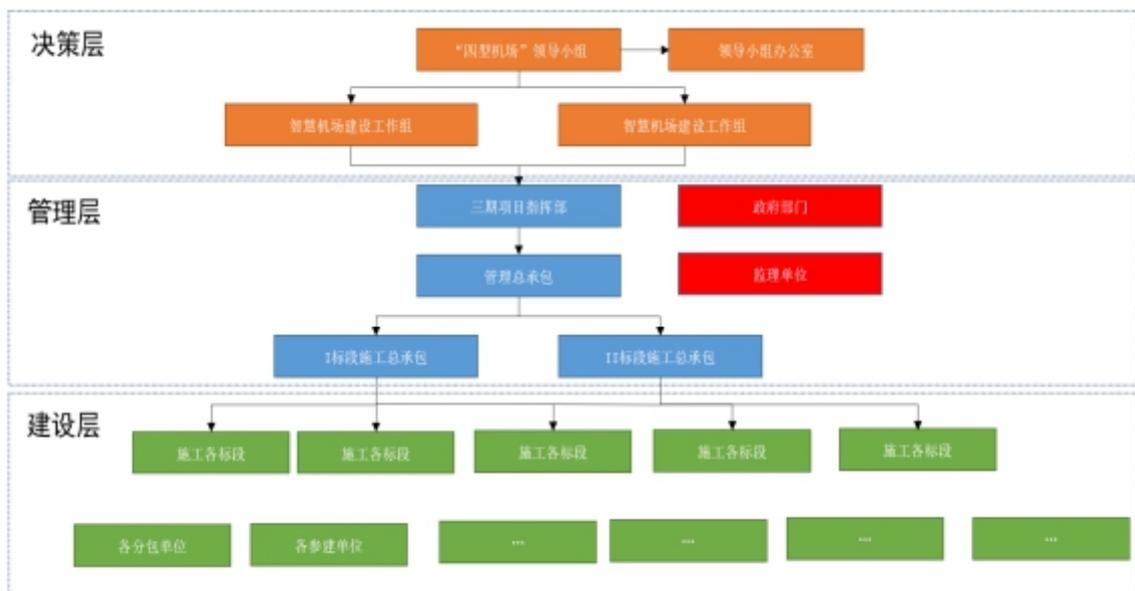


图 15-项目组织统筹

2、责任落地

实施团队通过辅助项目梳理各岗位系统应用职责，制定系统要求责任部门和负责人，使项目智慧工地管理系统能够

由各部门各司其职，相应模块由相应部门自行完成，确保各个模块信息数据采集的及时、完整、有效。以 I 标段为例，项目部责任分工表如下所示。

杭州萧山国际机场三期项目智慧工地系统责任分工表			
序号	模块	系统要求责任部门	具体责任人
1	安全管理系统	安全部	刘杰、张鼎汶、冯毅豪
2	质量管理系统	质量部	朱国林、杨培国、李志
3	生产进度任务系统	生产部	刘天龙、张雨溪、田太原
4	设备管理系统	安全部	王政
5	人员安全管理系统	安全部	刘贵贵
6	物资验收系统	物资部	阎波

图 16-I 标段智慧工地责任分工

3、进度跟进

根据项目实际情况、智慧工地建设目标、投入预算、人员配比等综合情况，各项目部结合智慧工地咨询顾问的意见，编制专业的智慧工地进度计划，保证智慧工地建设目标的达成。以 I 标段为例，项目正式开始于 2019 年 8 月 22 日，于 9 月 3 日确认详细计划；智慧展厅于 9 月 25 日完成展厅搭建和设备进场，10 月达到参观状态；通过近一月的现场业务调研和资料准备，软件配置培训于 11 月完成，12 月开始智能硬件安装对接工作，至 2020 年 3 月已基本完成现场安装。



图 17-智慧工地项目专题会

4、制度保障

各施工总承包单位制定制度配合系统使用和岗位应用落地。以 I 标段施工单位中建八局为例，中建八局项目部于 2019 年 12 月建立系统应用保障制度与奖惩机制，发布智慧工地系统管理考核制度，结合指挥部立功竞赛同步执行。



图 18-智慧工地管理系统管理考核制度

5、应用汇报

自系统上线以来，依托完善日常运维体系和专项沟通机制。智慧工地项目坚持周汇报、月总结的模式，由系统管理员发布每周周报汇报，督促各业务部门使用。同时制定系统运维计划，从制度落地、模块推广、整体应用、服务保障和优化升级多层次分步骤保障系统应用。



图 19-智慧工地管理系统周常汇报

四、取得成效

项目建设至今，已取得以下主要成效：

1、岗位应用建设成果

(1) 作业标准化

总包管理人员及参建方参照系统经验库、标准库进行关键作业。避免作业因人而异，实现作业过程相对标准化。实

现检查验收的全闭环。目前管理总承包、2个施工总承包、5个标段管理单位、50余个分包单位均已纳入系统使用，各级管理人员用户近400人，实现对劳务4000余人的管理。



图 20-智慧工地管理系统组织管理

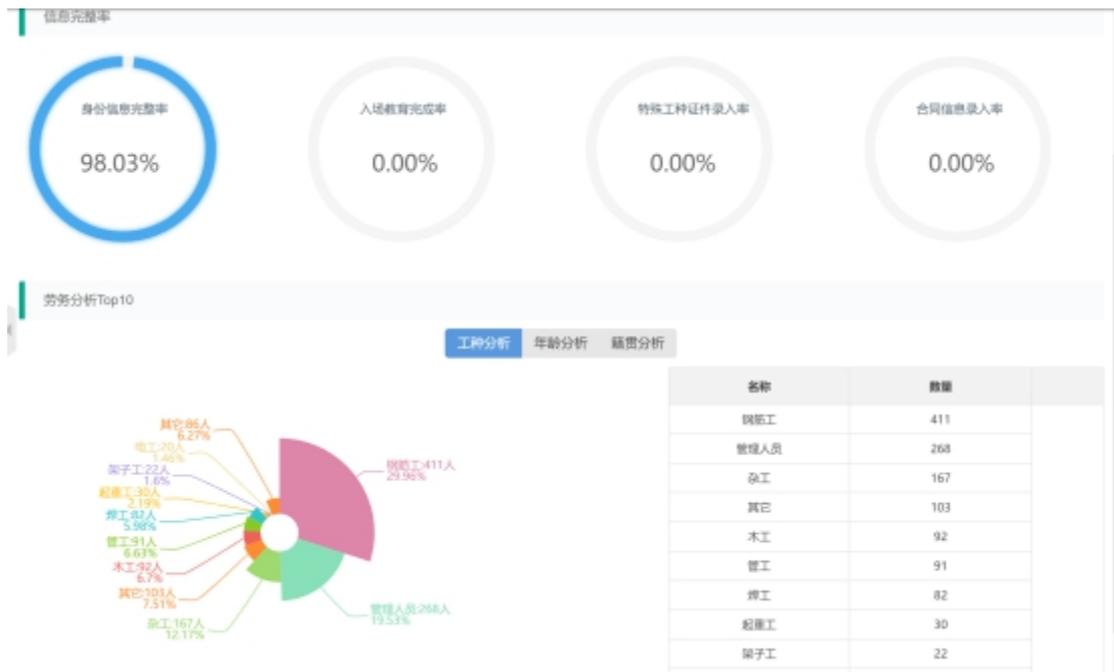


图 21-智慧工地管理系统劳务分析

(2) 管理数字化

业务表单实现电子化打印，参建方工作由参建方自行完成，总包方进行审核，权责利清晰。目前已实现检查记录、专项检查表和整改通知单的无纸化办公。采用各类软件进行

纵横相连，一击式查阅。想看现场施工情况，有视频监控 APP；想看安全质量隐患问题，有桩桩 APP；想看塔吊运行及效能对比情况，有塔吊综合管理 APP；想看现场绿色施工情况，有扬尘监控 APP 等等，摆脱了传统人工式管理监督，达到应用智能化，同时也是无纸化办公的体现。

序号	资料类型	操作
1	节后复工安全检查整改单	下载
2	节后复工安全检查整改单-回复	下载
3	整改通知单	下载

图 22-智慧工地管理系统业务报表打印

(3) 决策数字化

通过安全、质量、生产各类预警，进行总分包管理人员考核，实现现场底线管理。目前实现安全检查 231 次，隐患查出率 97.4%，整改率 100%；质量检查 384 次，查出问题率 35.42%，整改率 95.59%。

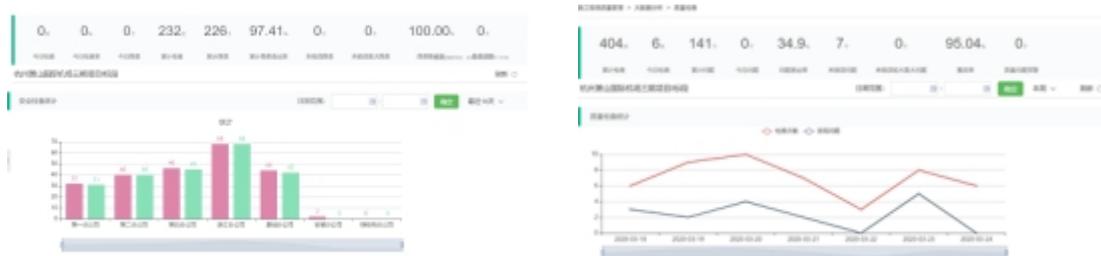


图 23-智慧工地管理系统大数据分析

2、智能硬件建设效果

(1) 绿色施工

目前现场共配置 2 台电动喷雾车、6 套水电监测、2 台环境监测设备，保证环境管理要求，助力项目节能减排。



图 24-绿色施工

(2) 设备监测

目前项目 14 套塔吊均配备塔机监测、盲区可视化和司机人脸识别系统，保障设备运行安全。通过吊钩视频，辅助驾驶员对吊钩现场的情况进行显示，塔机监测监管塔基超重等违规的记录，并对塔吊司机进行管理。



图 25-设备监测

(3) 生产监测

深基坑、高支模、混凝土测温等系统的配备，有效的降低项目施工风险。



图 26-设备监测

(4) 现场管理

全景鹰眼、智能烟感监测、高清执法记录和人员定位系统的实施辅助项目降本增效。通过监控中心查看报警抓拍图片记录、现场实时视频，及时处理危险源和危险区域，提高管理效率；通过手机端 APP，及时处理报警信息，实现快速响应。实名制系统直接对接人脸识别闸机，实现实时真实考勤，降低工资纠纷风险。



图 27-现场管理

(5) 创新应用

AI 智能识别、临边防护报警等创新硬件提升项目品牌形象。



图 28-AI 识别

3、智慧展厅建设成果

展厅落成以来接受各级领导和兄弟企业参观 40 余次，通过参观项目智慧展厅，详细了解杭州萧山国际机场三期工程的项目概况、总体规划设计和周边市政配套设施情况，并对智慧工地的开展进行了解和学习。



图 29-智慧展厅参观

五、后期规划

1、**总控大屏升级：**通过领先的数字孪生技术与机场 BIM 模型结合高效赋能，结合 AIOT 硬件智能检测与业务信息联动协同。



图 30-总控大屏升级

2、**施工升降机安全监控管理系统**：重点针对施工升降机非法人员操控、维保不及时和安全装置易失效等安全隐患进行防控。实时将施工升降机运行数据传输至控制终端和智慧工地云平台，实现事后留痕可溯可查，事前安全可看可防。



图 31-施工升降机安全监控

3、**实测实量“四小智”**：电子化测量、场景化设计、智能化传输、一键打表单。



图 32-实测实量

4、**智能巡检安全帽**：360° 视频巡检安全帽针对工程巡检全新设计研发的全景巡检设备，视频直播 录像 拍照 360° 无死角任意查看，应急联动指挥，安全质量 AI 分析，形成过程结果并重的安全生产管理新模式。



图 33-智能安全帽

5、**建造观光塔**，更加直观的快速了解项目进展及项目成效。

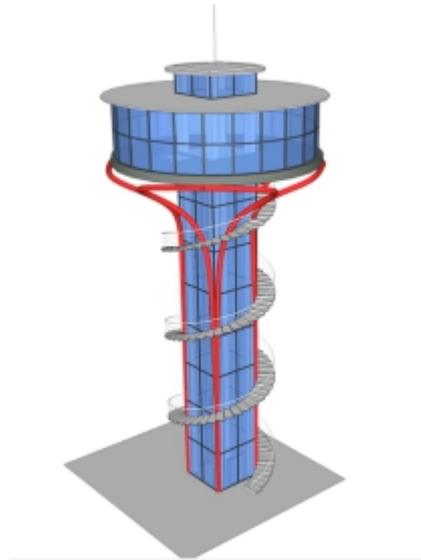
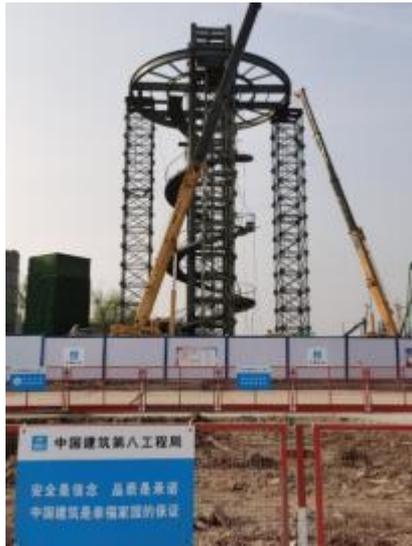


图 34-观光塔

6、**资料管理系统：**作为综合性的施工资料管理平台，以满足施工企业、建设单位、监理单位、质量监督部门等不同部门的应用需求而设计。



图 35-资料管理系统