

青岛新机场项目深度数字化项目管理

许 健¹ 苏以通² 王甫来² 李 翔² 卢 宇³ 丁尧盛³

(1. 山东慧建天宝建筑工程科技有限公司, 青岛 266071; 2. 青岛国际机场集团有限公司, 青岛 266108;
3. 中建八局第四建设有限公司, 青岛 266061)

【摘要】青岛新机场项目是国内大型复杂公建工程,BIM(全称:Building Information Modeling)作为信息化工具在此项目中的应用意义尤为重要。本文重点介绍了青岛新机场项目通过组建数字化项目管理体系,融合工程建设管理需求与 BIM 软件、硬件设备,实现项目全流程、全员化的 BIM 标准化与立体化应用实施。

【关键词】BIM;数字化;民航机场;项目管理

【中图分类号】TU17 **【文献标识码】**A

【版权声明】本文被《土木建筑工程信息技术》、中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录上网,未经授权严禁登载。

1 工程概况

1.1 项目简介

青岛新机场项目“海星”造型优美而独特,突出了青岛的海洋优势。新机场运行等级为 4F,主跑道长 3 600 m,次跑道长 3 200 m。机场位于胶州市中心东北 11km,大沽河以西、东外环以东、胶济铁路和胶济客运专线之间,距青岛市中心约 39km。效果图如图 1 所示。



图 1 项目整体规划效果图

青岛新机场处在青岛市“三带一轴、三湾三城、组团式”湾区都市建设空间布局的核心区域,支撑京沪两大国际枢纽,服务山东半岛蓝色经济带,助力青岛东、西、北岸协同发展。

作为世界首个集中式单体五指廊航站楼,青岛新机场是国内首家“立体化、零换乘、全通型”综合交通机场,高地铁穿越航站楼并设站,并已列入全国五大综合客运枢纽建设示范工程之一。项目综合管廊建设总长度约 19km,入选住建部国家级试点项目。

1.2 工程难点与关注点

1.2.1 工程兼具“公”“大”“难”特点^[1]

(1)“公”:政府公建项目

青岛新机场工程项目作为典型的政府工程和区域地标项目,承载着多项智能系统和最新科技的应用与推广,担负着将建筑信息纳入城市基础信息的典型试点和引导作用,将为打造数字化城市、建设智慧青岛奠定基础。

(2)“大”:项目规模巨大

项目属于大型工程项目。项目将建设 2 条独立运行的平行远距跑道,建设航站楼面积为 45 万 m²;远期规划建设 2 条近距跑道,再建航站楼面积为 60 万 m²。

(3)“难”

1)项目建设难度大

青岛新机场项目兼具高大特难尖的建筑工程项目特点与广域复杂综合的园区建设特点。

【作者简介】 许健(1989-),男,助理工程师,公司 BIM 总监,主要从事工程建设相关基于 BIM 的项目管理、BIM 数字化咨询等工作。

2) 建设目标要求等级高

- 质量管理目标：“鲁班奖”、“詹天佑奖”、绿色建筑三星评价标准；
- 安全管理目标：AAA 级安全文明标准化工程；
- 绿色施工目标：全国建筑业绿色施工示范工程；
- 进度管理目标：2019 年投入使用。

1.2.2 参与方众多,协调管理冗杂

青岛新机场项目总参与方众多。其中,仅航站区范围内设计单位、监理单位、施工总包单位、甲指专业分包单位等累计近百家。各参与单位技术实力、业务范围类型均存在诸多差异,且参建任务与界面多有交叉。以综合交通换乘中心为例,仅高地铁穿插区域施工期间穿插总包单位达十余家^[2-5]。

2 数字化项目管理体系概述

2.1 实施概述

为协助指挥部项目建设的管控与优化,保证 BIM 技术的整体把控与有效落地,建设单位(青岛国际机场集团有限公司)以指挥部作为主控,指定独立于参建单位的专业 BIM 咨询方(山东慧建天宝

建筑工程科技有限公司)为主导,进行数字化项目管理体系组建,着眼于顶层调控与系统管理^[6]。

该体系以 BIM 技术的仿真模拟^[7-8]和可视化特点^[9-10]为基础进行搭建。体系通过利用数字化施工管理协同平台与 BIM 技术辅助智能设备(三维激光扫描仪、放样机器人、无人机、VR、MR 设备等)等工具,解决工程建设过程中的重难点问题,将传统的工程建设进行数字化、标准化管理,将线下的工程管理工作转移到线上,将现场的实际情况反映到屏幕上,将参与单位协同到同一平台。

2.2 BIM 作业方式

BIM 咨询方基于国家标准、企业项目管理经验、“BIM+”综合技术能力及新机场项目建设需求,先后编制《青岛新机场 BIM 技术应用实施管理办法》、《青岛新机场 BIM 技术应用实施管理办法》等在内的 15 项标准制度,进行培训交底累计超过 3 000 人次。基于参建单位性质、参建规模及参建角色,对 27 个标段内设计、监理、勘测、咨询、施工、设备供应商等近百家单位,进行统一标准、技术引导、分档考核,使各家的 BIM 技术应用得以有序实施。

2.3 架构一览

体系整体实施架构图参见图 2。



图 2 BIM 数字化项目管理体系架构图

3 体系应用核心点例举分析

3.1 解决规划设计阶段的传统过渡方式

以解决传统的冲突协调与 BIM 新模式下产生的交接传递问题为主。从可视化角度,项目要求设计单位将民航众多专业存在的冲突问题进行完整提报、过审。较常规项目的设计 BIM 冲突协调^[11],机场项目量多、专业复杂,安排类别、子项和具体问题,进行条理化逐项消除比对的模式。

同时,在 BIM 咨询管理方的协调与审核下,消除设计 BIM 图审及交接施工单位所带来的 BIM“真空”区域,推进 BIM 的细节审核与成果交接流程。

3.1.1 解决冲突与管综的 BIM 形式图审

设计图纸阶段,设计团队从三维模型优化出发,解决了净高不足、空间不足、综合专业冲突、结构留洞、图纸错漏及平立(剖)详图不匹配在内 7 大类(合计 30 余小类)的设计冲突问题 430 多项。

施工图纸阶段,仅航站楼指廊部位,解决主体结构有效冲突 156 处,航站楼大厅部位解决主体结构有效冲突不少于 500 处。尤其航站楼、换乘中心与高地铁站房交叉施工部位,预判识别关键冲突 100 余项。

3.1.2 BIM 深化设计出图标准化

在图纸深化(尤其施工深化)阶段,BIM 咨询方关注传统图纸深化过程繁琐或专业牵连性强等位置,制定明确的流程标准,以提升深化成果的“可用率”。

BIM 咨询方通过协调指挥部与施工总包方,确定统一了“模型创建→冲突分析→专业深化(见图 3)→逐级审核→三维交底→打印出图(见图 4)→图纸确认”的流程化实施,实现 BIM 成果由数字科技模型到现场工人手持图纸的“科普”。

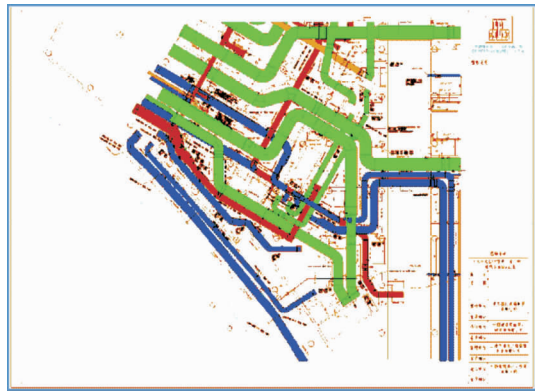


图 3 BIM 机电专业深化



图 4 打印出图

经由以上流程,施工班组对重点部位 BIM 深化成果的接收程度达到 100%。基于深化图纸,主要班组施工效率提升 30% ~ 50%,且几乎零碰撞(见图 5),机电、钢结构等专业返工率均降低 80% 以上。



图 5 深化后的施工

3.1.3 从运营角度逆向分析和指导前期建设

旅客行李处理系统(以下简称“行李系统”)为民航机场尤其重要和复杂的系统之一,需 13 家单位穿插施工,其各专业相互影响。为解决其他系统干涉影响,项目组织包含建筑设计单位、行李系统设计安装运行一体化单位、施工单位等,基于模型可视化完成前期预判。通过利用 BIM 手段进行可视交流与模拟分析,项目在设计前期,便已解决行李系统内部各个部件(见图 6)及行李系统与其他系统专业之间(见图 7)的碰撞冲突,并对多类内部空间和部件布置予以优化。

3.2 强调针对性与可行性的施工实施阶段

现阶段,BIM 的工期、质量、安全等专项应用在建设行业内均具有了较为成型的实施方向,包括工期进度管理、质量资料归档(关联模型)管理、安全防范仿真分析及虚拟可视化管理等。

青岛新机场项目在管理阶段,针对项目的实际

管理需求与特点,将 BIM 技术中涉及的模型、设备、工具及“BIM +”等进行了综合整合与梳理,并从中按需制定和选用对现场管理较为有指导意义的几种方案执行,包括如下:

3.2.1 重大难特区域的方案深化研讨

在施工前及施工中,通过多款 BIM 软件与平台,将过程中具有技术攻关性的方案难题进行优先模拟(见图 8 与图 9),可完成跨空间、时间的方案研讨,将项目参建单位(尤其特、一级资质企业)的企业技术经验进行集成。

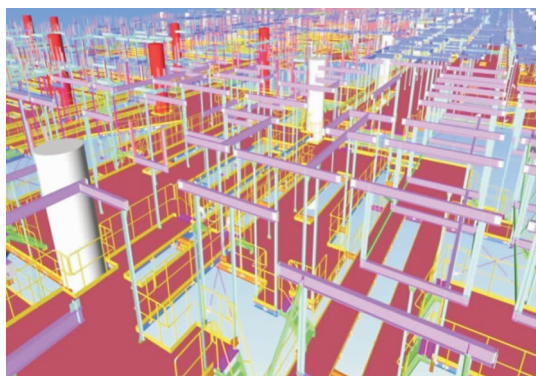


图 6 行李系统模型内部深化

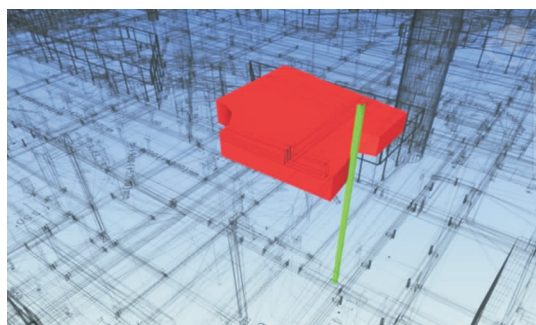


图 7 行李系统与其他专业冲突识别



图 8 基于 BIM 可视化的现场交底



图 9 模型校核现场施工状况

3.2.2 实现常规 BIM 成果的标准性与可复制性

结构工程、脚手架工程、基坑方案、安全防护交底等常规方案及交底方面,项目强制重点标段、鼓励一般标段进行标准化仿真模拟演示模型及动画视频的制作(见图 10)。该部分内容在不同区域、标段、楼层具有可推广价值和样板性质,具备制作周期短、内容简洁、实施过程可复制等特点,且在本项目结束后仍可用于其他企业或企业其他项目。

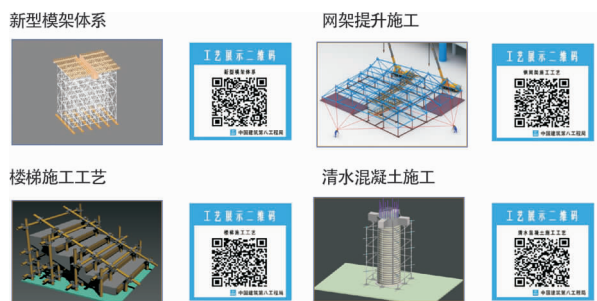


图 10 BIM 可视化交底二维码(批量标准化)

3.2.3 缩短 BIM 成果与工程实体的距离

通过交底卡(见图 11)、二维码等形式,将设计-施工后的成果“转化”,由“多经验技术人员-技术管理人员-施工管理人员-施工班组-施工工人-工程实体”的模式进入现场及一线^[12]。



图 11 BIM 可视化交底卡

3.3 核心管控与创新技术积极引入的建设管理阶段

针对项目建设质量管理中存在的检查粗漏问题及检查结果少、假、丢问题,建设方进行指令委

派,BIM 咨询方从 BIM 专业技术角度,基于此前的项目实施经验,创新性地引入 BIM 智能设备进行专项技术协助。BIM 咨询方将各方提报合格的模型及处理后的数据文件进行整合,借助设备协助建设方施工管理部门、质量管理部门及监理单位(包括面对甲方指定分包的施工总包单位)等进行质量管理工作。

3.3.1 模型转入设备的数字化测设

BIM 咨询方(山东慧建天宝)利用放样机器人引导“mm”级放样、单人级复核,在桩基、土方大开挖、网架等超大量定位阶段,较传统测设方式(经纬仪等)精度提高且效率提升 7~8 倍;在机电管线、高架桥面、钢构件等高空曲面定位复核阶段,通过免棱镜等智能测设方式,解决该类型施工粗测估量的传统弊端(实施方式对比参见图 12)。



图 12 BIM 放样机器人与传统测设对比

3.3.2 实体转入线上的数据模型管理

项目利用三维扫描仪进行实体数据采集并转入线上。该方式得到的实体点云模型数据精准,且与实体一致。在解决桩孔底部、批量网架等看不了、看不到、看不对的质量项方面(见图 13),成效显著。

3.3.3 实体数据模型信息的存储意义

通过三维扫描得到的实体模型在记录节点形象进度方面,可用以提供工期审核依据(见图 14);后期实时可查可测,为质量管理方面存在的数据人为篡改、抽查疏漏、归档造假等问题提供解决思路。



图 13 三维激光扫描仪作业及成果



图 14 形象进度记录的传统与扫描方式对比

3.4 BIM 数字化项目管理模式下的“四统一概念”竣工验收

“四统一概念”是在前期既有模型、成果应用及实体扫描的基础上,与常规竣工验收流程结合的一种辅助验收方式。项目基于 BIM 的数字化项目管理模式,制定“多比合一”样板概念:图纸、模型、施工、实体四者统一(见图 15),完成建设阶段在 BIM 指导与辅助作用下的验收过程。

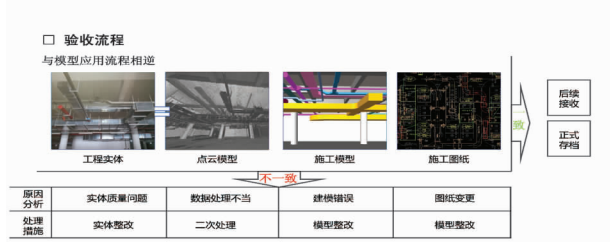


图 15 “四统一概念”实施过程

3.5 智慧机场理念下的运维阶段

为满足智慧机场的整体运维需求,前期统一标准化管理的 BIM 数据,需满足后续融入 GIS,进行数据转存档案及整体输出^[13]。在 GIS 轻量化的过程中,我们要求保留相应 BIM 属性字段,并同时在 GIS 中根据需求进行虚拟逼真效果制作,最终将工程建筑阶段的模型处理至满足用户运维阶段的三维

需求。

4 数字化项目管理载体说明

为满足将上述各项功能进行全员全流程化的集成协同应用,项目建设方及 BIM 咨询方联合完成定制化 BIM(集成)协同管理平台——慧建数字化项目管理平台的引入^[14]。作为管理体系的核心载体,新机场进行流程管理的该线上平台,满足以下基础性能(功能模块按需转入,此处不做赘述):

保密性:重点公建项目,满足信息不上传第三方(尤其国外)处理中心的要求;

超大承载量:模型文件预计超过 200G(实际已完成集成约合 80G 文件);

定制化:包容所有主流建模软件,输出标准数据,功能基于项目管理需求制定(见图 16);

流畅性:兼具三维视图浏览、构件属性查询、管理信息查询、在线协同、视图工具等功能内容,包括文档、模型、多媒体等在内的工程资料分类别、分架构权限、分版本管理等(见图 17)。

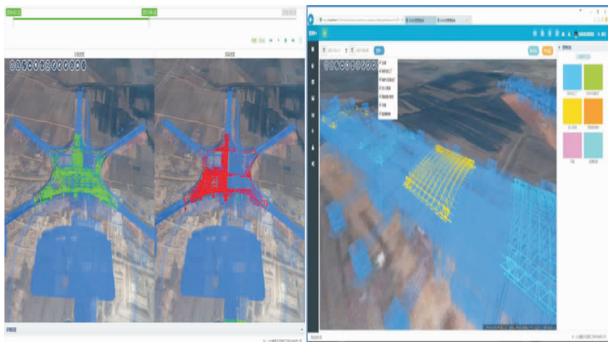


图 16 慧建数字化项目管理平台功能模块

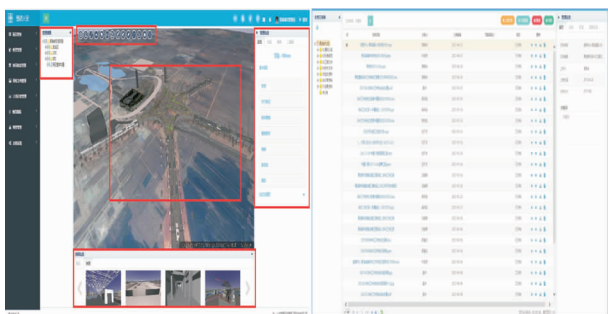


图 17 慧建数字化项目管理平台协同性能

数据无损传递:在平台搭建及使用过程中,引入“重量化”管理,避免信息轻量带来的数据缺失,保证了后期对数据的精细化、准确性需求(见图 18)^[15]。

5 项目应用效果分享

技术效益:软件、设备、平台的数字化集成应用,使新技术的多元搭配尝试为项目带来工作效率的提升与管理的科学化。图 19 所示为传统测设方式与点云模型测量方式对比。

管理效益:45 万 m²工程施工属性信息、构件数量达 500 万级别、图形达到数亿面等,为智慧机场、智慧城市提供底层基础数据。

成本效益:相比同类传统项目工程(机场工程),在行李系统、机电工程、弱电智能化系统等方面得到千万级成本优化。

资产效益:基于 BIM 的项目管理平台及运维平台,对创建企业数字资产,尤其对“百年工程”数字资产归档具有现实参考价值。



图 18 慧建数字化项目管理平台数据管理



图 19 BIM 数字化设备测设优势对比

6 阶段经验与总结

从整体管理与实施来讲,青岛新机场项目将影响投入运行时间的工期管理和影响公建工程的质量管理作为 BIM 新技术指导辅助的优选项,而成本管理流程冗杂且敏感,暂不列入此次 BIM 实施范

围。“BIM+”基础上实施的数字化管理流程,在解决相关问题时,虽存在尝试与磨合阶段,但整体而言,技术成熟部分为项目带来了可观效益。技术创新部分也为项目建设管理的流程和管理优化提供了思路。

6.1 先入为主

前期顶层设计与整体架构的搭建应及早进行。新机场项目在建设初期便已设定 BIM 技术应用的总体目标,并在设计阶段明确 BIM 技术使用要求,指定 BIM 总协调方(咨询方)进行统筹,使得后续的 BIM 技术得以延续、拓展和执行。

6.2 有章可依

规章制度制定完整且专业水平均较为合格。由于进场单位水平参差,且“体系”在实施过程中在不同区域、标段、单位、工序均存在不同层次的落地差异,因此标准制度的制定前期出现调整过程。在此期间,项目“体系”出现执行不力情况,使得主要精力用以进行过程的协调和管理实施,对解决问题的技术攻克精力投入不足,影响了部分内容的实施成效。

6.3 大局效益

青岛新机场指挥部从指挥部层面确立了各个参与部门、人员等的职责和配合。新机场项目的主要参建单位在“体系”实施过程中,为实现指挥部 BIM 规章的执行,“牺牲”了部分企业短时效益,对传统的管理模式和作业方式都进行了努力突破。其中,尤其以中建八局、中建三局、中铁建工、青岛市政、青岛城建、中国二十冶等,在新技术的推广中给予了积极的配合和实施。事实证明,其此后均也取得了可观的经济效益和尤其技术和管理方面的创新突破。

6.4 技术为先

(1) 适配公建项目的技术委托模式

指挥部在确定 BIM 技术应用后,在进行多方调研考察对比后,选用适宜项目的专业 BIM 咨询第三方,并进行大力启用。将 BIM 咨询方设置于技术总协调的总工办管辖内,便于管理的协调与新技术的落地引入。总工办设置专门领导专项岗位对接, BIM 咨询单位提供全程专业技术支持,共同成为体系实施的核心基础。

(2) 成熟模式的推广,冲破传统管理的既有壁垒

在设计可视化图审、机电管综深化、施工可视化交底等 BIM 技术应用相对成熟情况下,项目在各个层面、各个标段力推严查,使得相关技术应用推广普及(尤其对 BIM 技术弱势的参建单位)取得了极大成效。

(3) 新工具新模式的大胆引入

在机场专项课题组的推动下,三维激光扫描仪、BIM 放样机器人、虚拟现实技术设备等新型设备的引入,实现了优质点的推广与课题点的尝试,在解决诸如大体量网架复查记录、隐蔽工程实体模型可视化等“疑难杂症”方面的突破,为相关民航、大型公建项目提供了有力且合理的参照。

参考文献

- [1] 何关培. 现阶段不同类型企业 BIM 应用的关键问题是什么? [J]. 土木建筑工程信息技术, 2014, 6(1): 9-13.
- [2] 覃章高. 中国民用机场建设指南机场[M]. 北京:清华大学出版社, 2015: 220.
- [3] 查尔斯·伊士曼. 美国佐治亚州亚特兰大市梅纳德机场新国际航站楼 BIM 应用案例[J]. 土木建筑工程信息技术, 2015, 7(2): 61-64.
- [4] 陈文华, 狄娟, 费燕. 民营机场运营与管理[M]. 北京:人民交通出版社, 2008: 91-94.
- [5] 肖婧, 曹乐, 莫玳, 等. BIM 开启民航建造新未来——博鳌机场 BIM 实践[J]. 土木建筑工程信息技术, 2016, 8(5): 1-9.
- [6] 李政, 陈杨泽, 杨远丰, 等. 建设方主导的 BIM 项目管理实践与思考——以保利鱼珠项目为例[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018, 10(5): 1-9.
- [7] 林佳瑞, 张建平, 钟耀锋. 基于 4D-BIM 的施工进度-资源均衡模型自动构建与应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2014, 6(6): 44-49.
- [8] 尹龙, 王启光, 路耀邦. 基于 BIM 技术的仿真模拟在地铁暗挖隧道施工中的应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2015, 7(6): 73-79.
- [9] 高永刚, 李光金, 董智力, 等. BIM 技术在银川火车站工程中的应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2010, 2(3): 72-75.
- [10] 李欣宇, 何宇航, 霍旭薪. BIM 技术在运河宿迁港项目中的应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018, 10(4): 41-47.
- [11] 冯卫闯, 栗昊. 重庆烟草工业有限责任公司涪陵分厂易地技术改造项目全生命周期 BIM 应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2017, 9(5): 15-22.

- [12] 陈云钢, 丁吉祥. 基于 BIM 技术的综合管廊设计施工一体化协同机制研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018, 10(4): 56-63.
- [13] 丁梦莉, 杨启亮, 张万君, 等. 基于 BIM 的建筑运维技术与应用综述[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018, 10(3): 74-79.
- [14] 王勇, 李久林, 张建平. 建筑协同设计中的 BIM 模型管理机制探索[J]. 土木建筑工程信息技术, 2014, 6(6): 64-69.
- [15] 王勇, 张建平, 李久林. 基于 IFC 的建筑结构施工图设计信息模型描述[J]. 土木建筑工程信息技术, 2014, 6(4): 30-35.

In-Depth Digital Project Management of Qingdao New Airport Project

Xu Jian¹, Su Yitong², Wang Fulai², Li Xiang², Lu Ning³, Ding Dangsheng³

(1. Shandong Huijian Tianbao Construction Engineering Technology Co., Ltd., Qingdao 266071, China;

2. Qingdao International Airport Group Co., Ltd., Qingdao 266108, China;

3. The Fourth Construction Co., Ltd. of China Construction Eighth Engineering Division, Qingdao 266061, China)

Abstract: The Qingdao new airport project is a large-scale and complex public construction project in China, thus the application of Building Information Modeling (BIM) as an information tool in this project is of particular importance. This paper focuses on the introduction on establishing a digital project management system for Qingdao new airport project, which combines the project construction management needs with BIM software and hardware equipment, and achieves the implementation of standardized 3D application for whole progress and full staff.

Key Words: BIM; Digital; Civil Aviation Airport; Project Management