

工程数据数字化交付解决方案研究

蔡雨芳¹ 嵇晓辉²

(1. 上海中沐勤建设发展有限公司, 上海 200030;

(2. 上海现代建筑设计集团工程建设咨询有限公司, 上海 200041)

【摘要】随着计算机和互联网技术的不断发展,工程建设领域正全面迈入数字化时代。基于 BIM 平台的工程数字化交付已经逐渐变成工程项目数据交付的主流趋势。本文首先论述国内外工程行业的数字化交付相关技术和方法经验,再结合国内工程行业自身特点,研究分析得出工程数字化交付的主要技术难点,进而提出基于 BIM 平台的工程数字化交付的新思路。

【关键词】BIM; 工程数字化交付; BIM 平台

【中图分类号】TU17 **【文献标识码】**A

【版权声明】本文被《土木工程信息技术》、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 数字化交付及发展现状

1.1 数字化交付定义

工程数字化交付是将上游环节产生的工程信息交付给下游环节,用以支撑项目建设及管理,确保工程顺利实施的活动。工程数字化交付不仅仅是将工程项目全生命周期的数据信息移交给业主,而且还将项目各参与方都视为数字化交付的主要发起人和受益人,通过交付行为提升项目整体的进度、质量和成本把控力度的一系列复杂过程^[1]。

1.2 数字化交付内容

工程数字化交付内容包含工程单个阶段的成果以及工程竣工时最终的整体成果,具体包括:①合同规定的工程各阶段的相关成果,如设计、施工、竣工、运维模型、协同平台以及相关报告、材料、图纸等;②项目验收需提交的各类工程管理和技术材料^[2-3]。

1.3 数字化交付格式

数字化交付包含工程全生命期各个阶段的成果,除了用于浏览的轻量化通用文档格式外,一般还需要交付可编辑的原文档格式用于项目归档。BIM 模型在交付时需要考虑建模软件的时效性和共

通性,除了提交原文件外,还应提供国际通用格式的版本,例如 IFC 格式等。

1.4 国内外发展现状

美国国家标准与技术研究院对美国相关建设单位、设计、施工、供应商、软件商等 70 家企业进行调研后,发布了《美国固定资产设施建设中相互协作不足所导致的成本分析》报告。报告数据表明在 2002 年,美国仅在固定资产建设这一领域,就因协作不足引起的 158 亿美元的损失。指出提升项目参与单位间在工程全生命周期项目文档数字化共享和业务流程管理能力至关重要^[4]。美国是信息科技和计算机科技的先进国,也是 BIM 平台技术的主要引领国家。近年,随着信息和计算机科技的快速发展,以建筑信息模型(BIM)平台为代表的工程建设领域的信息技术革命给数字化交付带来新的方式。

目前,国内工程项目在各阶段,大多通过纸质、U 盘、CD、邮件等方式,按照相关的流程实施文档交付工作。由于工期紧张,相关参与方众多,以及交付文档量大、审核流程复杂容易造成交付质量和效率低下的现象。2014 年住建部在《关于推进建筑业发展和改革的若干意见》中指出国内应加速推进工程建设领域的信息化及 BIM 应用。上海市在 2014

【作者简介】 蔡雨芳(1989-),女,工程师,主要从事建设项目管理以及 BIM 技术在项目管理工作中的应用。

年完成《计算机审图对策研究》课题后,于 2016 年率先推进“白图替代蓝图”试点,实现“设计文件数字化交付”技术创新^[5]。

综上所述,无论在国内还是国外,政府、设计和施工单位都在积极推动基于 BIM 平台的工程数字化交付。利用 BIM 平台进行工程数字化交付已经愈发成为一种行业趋势。

1.5 数字化交付平台

作为数字化交付的重要载体,被称为数字工程的“最后一公里”的 BIM 数字化交付平台是目前行业发展的热点。数字化交付平台除了可以实现对交付标准和数据传递指南进行整合和定制外,还要具备交付文档合规性检验、存储、交付、共享、在线浏览、沟通协同等功能^[6-7]。表 1 列举了数字化交付平台常见的一些功能。

数字化交付平台的建设模式一般主要有三种方式,分别是:建设方主体建设、第三方主体建设和多方主体共建设。具体差异如下:

(1)建设方主体建设,由建设方主导搭建交付平台,并向项目各参与方提供平台入口实现文档的交付,本质上是各方对建设方的交付,不能较好支持项目各参与方间的协同工作。

(2)第三方主体建设,由建设方委托第三方公司或某一参与方为主建设交付平台,该第三方负责帮建设方收集交付资料,之后再转交给建设方。该方法适合建设方 BIM 能力较弱,直接采用第三方平台的情况。

(3)多方主体共建设,由建设方、设计方、总承包单位、资源单位、软件公司共同实施和建设共享 BIM 平台,各方共同维护和完善^[8]。

2 数字化交付关键技术思考

2.1 数字化交付物审核

数字化交付物的质量高低将对项目后续工作

产生重大影响,因此对各阶段交付物的质量管控尤为重要。工程交付文件要在交付前进行充分的校对和校审,确保交付材料质量合格,应有多级校对、校审机制。

然而大型工程项目的交付资料浩如烟海,审核人员的数量和精力有限,无法对每一个模型、图纸和文档都进行细致的检查,因此 BIM 数字化交付平台具有自动审核的功能就尤为重要了。

交付成果的自动审核可以分为文档审核以及 BIM 模型审核。文档审核相对简单,当用户上传文档后,由平台自动核对文档的格式、大小、命名编号等内容,这在市场上已经有比较成熟的技术。

而 BIM 模型的审核在技术上较为复杂,通常是将设计规范和 BIM 标准中规定的一些硬性条款转化为机器能够识别的语言来实现自动对模型的校核。目前这类软件工具在市场上还不多见,较为成熟的也大多为外国软件,与国内审核标准水土不服,比如芬兰的 Solibri model checker、新加坡建设局的无纸化设计审批 CORENET 系统等。近期,湖南省住建厅针对施工图设计阶段的 BIM 模型开发了一套 BIM 审查系统,是国内为数不多的可以依据设计标准对 BIM 模型进行自动审核的软件工具。

交付平台自动化模型审核技术的应用有助于进行模型规范和工程规范审核,提升数字化交付质量。

2.2 BIM 模型轻量化引擎

数字化交付物上传到 BIM 平台后,平台除了要能查看各类 office 文档和 CAD 图纸外,非常重要的一项功能就是 BIM 模型的轻量化浏览。

现在越来越多的 BIM 平台是基于 B/S 架构,用户在网页端就能直接访问平台并进行各项操作。BIM 模型的网页端轻量化浏览是这类平台需要重点解决的技术难题。

BIM 轻量化引擎一般是基于 WebGL 标准在网页端进行 BIM 模型的快速渲染和展示。模型轻量

表 1 数字化交付平台功能

类别	功能	解决问题
基本功能	文档合规性核验	平台有助于进行模型规范和工程规范审核,提升交付质量。
	交付文档的存储、交付与共享	可实现工程资料汇总、分类、存储和共享,充分一方面能保证文档的安全性,另一方面又能保证数据交付和共享。
	交付文档在线浏览	支持在线查阅 DOC、PDF、AVI、DWF、MP4、BIM 轻量格式文件。
	交付文档沟通和协同	借助 BIM 平台可以及时发现及时讨论快速协调解决问题。简单问题采用讨论组方式,比较复杂的问题采用问题表单。

化的方案很多,比如可以将 BIM 模型通过平台专门的插件进行“瘦身”,形成大小只有原来十分之一甚至几十分之一的数据包,将该数据包上传到平台发布后即可在网页端利用算法进行拼装和加载,实现模型的轻量化浏览。

2.3 数据安全

数据安全对于数字化交付平台而言是重中之重。对于交付物的安全管理,可以从三个方面来进行管控。

首先是平台服务器部署方式的选择。平台的云端服务器一般有两种部署方式:公有云和私有云。私有云在数据安全上有很大的优势,但是价格较贵,且管理复杂,维护成本高。公有云搭建成本更低,部署灵活,后期维护简单,但是数据安全性上相对差些^[9]。公有云的服务商很多,考虑到一些工程项目的数据保密要求,建议尽量采用国内的云服务供应商进行云平台的搭建。

第二点是平台人员权限管理。通过对各项目参与人员的操作权限进行严格区分和规定,保证交付物只能被选定的目标用户所接收和查阅,其他人员无权进行修改和删除等操作。

第三点是文档版本管理和版本回溯的功能。在平台使用过程中,每次上传的文件都应该由平台自动设置版本号进行记录和保存。如果用户出现误删文件的情况可以通过版本回溯的功能追回原来的文件,保证交付物数据的安全可控。

3 基于 BIM 的工程数字化交付平台

基于 BIM 的工程项目数字化交付平台,除了能满足常规的文档合规性检验、存储、交付、共享、在线浏览、沟通协同等功能外,应注重易用性。确保平台用户不用经过繁杂的培训也能够轻易掌握在线查阅 BIM 模型,借助平台工具或浏览模型发现问题并与相关方进行沟通。

目前国内外已经有不少较为成熟的数字化交付平台。国外方面,比如 BIMX、Aconex、Project

Wise、Autodesk A360、Revizto 等等。但是部分平台的功能还是局限在传统的文件管理协同和电子交付的功能上,对于三维 BIM 模型的展示能力不足。而 Autodesk A360、Revizto 等平台对基于 Revit 建模的 BIM 模型支持较好,但服务器在国外,不太满足国内项目对工程数据安全性的要求。国内方面,商业化的数字交付平台非常多,比如广联达的协筑云平台、鲁班 BIM 系统平台、大象云等等,除了这些专业的软件厂商外,很多建设单位、咨询公司、施工单位等都开发定制了适用于自己项目交付需求的 BIM 平台。总体来说,国内外的数字化交付平台的研究开发呈现出一种百花齐放的态势。

基于 BIM 平台的工程数字化交付加强了不同专业 and 不同参与方之间的协同,使得交付更加顺畅高效。本章以上海现代建设咨询公司研发的 AEC-BIM 交付平台为例,通过其在徐汇区某新建中学项目中的使用情况来展示基于 BIM 的工程数字化交付平台的一些典型应用。

3.1 合规性核检

传统工程交付的成果多为纸质图纸和报告等内容。交付文档的审核要点主要有三点,分别是完整性、准确性、合规性。BIM 模型存储的信息更加详尽,其逻辑关联性更明显,审核的工作量和难度都有所增加,表 2 展示了 BIM 平台在某学校项目中的合规性审查的具体审核内容及审核过程中 BIM 模型常见的一些问题,具体如下:

一是模型规范审核方面,BIM 平台提供交付文档的标准模版和指南,涵盖命名、内容、范围、精细度、信息属性等具体规定。用户在进行成果交付时,平台可以根据用户的角色来判断交付文档的名称、内容、信息量和精细度的正确性,并给予相关提示。

二是工程规范审核方面,平台可以支持部分标准自动审核,如提交的材料不符合相关技术要求,系统会进行提示,该标准在获得管理员同意的情况下可以进行定制和调整。

表 2 数字化交付平台审核功能

类别	审核内容	常见问题
模型完整性	模型、构件完整性,构件信息完整性、模型细度完整性;	模型构件、楼层标高、构件等信息缺失等、模型细度不符合等;
建模规范符合性	基准点、建模规范性、构件和参数关联性、属性信息、机电系统、模型颜色、交付格式和版本情况;	构件与对象类别是否统一、碰撞、重叠、类别命名、构件编码、系统定义错误及缺失;

3.2 存储、交付与共享

项目从前期规划设计、施工到运营,相关方很多,不同主体间的项目文档如图纸、报告、照片等,提资和共享往往需要通过建设方来协调,将图纸、报告、文档等数据信息传递给其他单位时,容易产生项目信息沟通不及时,沟通信息成本高等问题^[10]。

BIM 平台可实现各类工程资料的汇总、分类、存储和共享,可根据每个项目参与方的职责设立专属的文档目录,各方可以自由查阅和修改自己所属的文件夹资料,其他参与方查阅时需要得到管理授权才能以只读的方式查阅,这样既保证了文档的安全性,又能实现了工程数据的交付和共享。

图 1 展示了 BIM 平台在某学校项目的数据成果交付过程中的应用情况。在该项目中,各参与方每阶段的工作成果都通过 BIM 交付平台进行成果存储和交付。平台自带文件版本管理的功能,可以追溯同一文件的历史版本,保障了在实际项目中文档数据的安全。此外,在文件共享方面,利用平台人员权限管理的功能,保证有权限的用户才能访问和分享相关的文件。

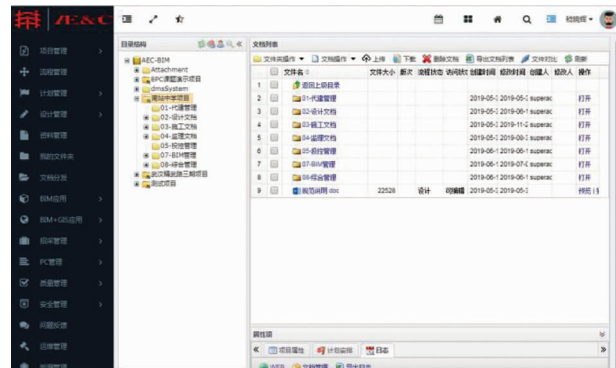


图 1 存储、交付与共享

3.3 在线浏览

BIM 平台应该支持在线查阅 DOC、PDF、AVI、DWF、MP4、BIM 轻量格式文件。单机平台的 BIM 对计算机软硬件要求相对比较高,涉及软件版权和操作培训等问题,不利于在工程中大面积推广使用。BIM 交付平台则支持基于 B/S 浏览器进行轻量化模型查阅,让交付的模型审阅变得简单,可大幅规避排查交付文档中的“错、碰、漏、缺”问题,减少后期的变更。

图 2 展示了 BIM 平台的模型轻量化浏览功能。

平台通过算法将原来 BIM 模型的体积进行压缩和瘦身,保证用户可以在网页端流畅地浏览模型并进行操作互动。用户在平台上既可以查看模型构件信息,也能使用剖切框查看建筑物内部情况,便于项目各参与方对交付成果的快速查看和审核。



图 2 在线浏览

3.4 沟通和协同

当代工程项目规模和复杂性逐渐提升,通过传统 CAD 图纸和纸媒图纸检查问题对技术人员的技术和人力投入要求都很高,部分问题需要多人商议解决,人员受时空制约因素大;借助 BIM 交付平台可以辅助项目各方快速协调解决交付过程及交付成果中发现的问题。一般根据问题复杂程度可以分为两种情况:一是简单问题,可采用讨论组的方式在线进行小范围问题讨论,讨论不仅可以通过文字还可以通过模型和文件的视图以工作任务发送给相关工程师,由相关工程师负责解决和答复问题,讨论的过程和记录将被保存下来,后期可以回溯。二是相对比较复杂的问题,可借助 BIM 平台的问题表单应用,将发现的问题通过标准报表发送到平台中,报表中将明确责任方、参与方以及问题整改时间节点;问题相关方可在 BIM 平台上对就提出的问题进行讨论,并最终将整改措施及整改结果发

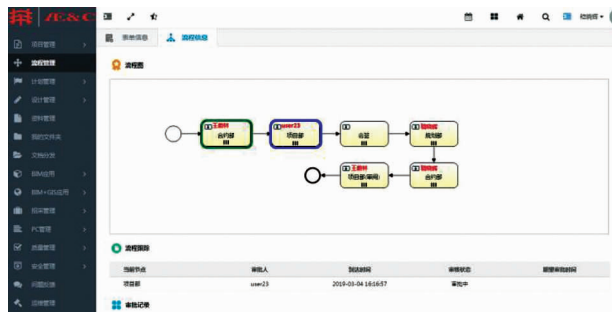


图 3 沟通与协同

布在平台上。问题发起人对整改结果进行复核,通过后可进行问题闭环并归档。

图3展示了在某学校项目中问题闭环的流程图。在BIM交付平台部署初期便将这些事先规划好的工作流程内置到平台当中,保证在成果交付时一旦发现问题,即有标准的解决流程供各方参照和遵循。

3.5 大数据整理分析

工程项目全生命周期要生成巨量的信息和数据,基于BIM的工程数据交付平台可以对上述的各项应用生成的数据进行集成。在此基础上,实现对项目分阶段、分层级、分专业的分析,将各项数据通过图表、表格的形式进行直观的反映,并实现对未来情势进行预判,通过科学数据指导未来其他类似项目的实施和决策。

4 总结

在过去粗放式发展模式下,工程建设各相关企业交付行为形式化严重,导致工程全过程中大量有价值的无法采集、积累和共享。而随着基于BIM平台的数字化交付方式的逐步推广和普及,将在很大程度上帮助项目管理者解决项目管理层面繁杂、各方信息孤岛严重、项目建设信息管控滞后等问题。

无需质疑,基于BIM平台的工程数字化交付必将成为工程项目建设的主流趋势。在促进建筑信

息化的同时,帮助工程建设的各参与方实现多阶段、多层次、多专业项目精细化管理,提高工程整体数字化交付质量和效率。

参考文献

- [1] 李珍. 基于工程项目数字化交付的文档管理[J]. 现代企业, 2019,402(3): 22-22.
- [2] 吴青. 智慧炼化建设中工程项目全数字化交付探讨[J]. 无机盐工业, 2018,50(5): 1-6.
- [3] 庄超. 数字化移交在广佛线中的应用与探讨[C]. 中国图学学会 BIM 专业委员会. 第二届全国 BIM 学术会议论文集. 中国图学学会 BIM 专业委员会: 中国建筑工业出版社数字出版中心, 2016,238-246.
- [4] 孙莉,戴玮. 基于BIM的公路桥梁工程数字化交付方法初探[J]. 工程与建设, 2015,29(6): 749-752.
- [5] 陈锋. 基于BIM技术的项目协同管理平台的实践[J]. 中国住宅设施, 2017(2):62-64.
- [6] 李紫东,张原. 基于协同工作平台的大型建设项目组织界面管理[J]. 价值工程, 2010(20):76-77.
- [7] 李越茂. 沙州750kV数字化变电站——BIM与数字化移交[J]. 工程质量, 2014,032(1): 70-74.
- [8] 杨震卿,张红,张莉莉,等. BIM技术在机电施工中的应用研究[J]. 建筑技术, 2015,046(2): 132-134.
- [9] 马建红,赵恒,周建业. 企业私有云平台构建技术与性能分析[J]. 重庆邮电大学学报(自然科学版), 2014,26(6): 815-818.
- [10] 陆新玉,霍现涛. 中国工程总承包现状及发展对策研究[J]. 建材发展导向(上),2017,15(7):309-310.

Research of Solutions in Delivering Digital Engineering Data

Cai Yufang¹, Ji Xiaohui²

(1. Shanghai Zhong Mu Qin Construction Development Co., Ltd., Shanghai 200030, China;

2. Shanghai Xian Dai Architecture Engineering & Consulting Co., Ltd., Shanghai 200041, China)

Abstract: With the development of computer and Internet technology, AEC industries is fully entering the digital era. The digital delivery based on the BIM platform is becoming the prevailing trend in project data delivery. This article has discussed the technologies and methods relating to the digital delivery in domestic and foreign AEC industries. The main difficulties of engineering digital delivery are concluded integrated with the characteristics of domestic AEC industries. Therefore, new methods of BIM-based digital delivery of project data is proposed.

Key Words: BIM; Digital Delivery of Engineering; BIM Platform