

BIM 技术在上海容灾中心工程管理中的应用

季彤天,张 斌,董 蓓

(上海市电力公司 电网建设公司,上海 200002)

摘 要:上海容灾中心是国家电网的重点工程项目,为了更好地进行工程管理,引入了先进的 BIM 技术辅助施工和运营维护工作,并取得了良好的效果。本文介绍了上海容灾中心项目中 BIM 技术的主要方案和成果,有利于探索出更加成熟工程管理措施。

关键词:BIM 技术;上海容灾中心;施工管理;运营维护管理

中图分类号:F224.5 **文献标志码:**B

0 引言

BIM(Building Information Modeling)技术已成为当前国内外学者和建筑界人士关注的焦点。BIM 的理念就是建立涵盖工程生命周期的信息库,实现各个阶段、不同专业之间的信息集成和共享。采用 BIM 技术可以建立集成了建筑、结构、建筑设备等三维信息的 BIM 模型,同时集成了其他与建设项目有关的信息。为了更好地完成上海容灾中心的建设,有效管理工程项目从设计到施工,再到运营维护的各个阶段,上海市电力公司特别引入了 BIM 技术,促进了工程管理的实质性进步。

上海容灾中心作为华东地区和华中地区的数据中心,运行华东和华中地区各省、直辖市电力公司的调度、运行、营销、财务等管理信息系统,有效提高国家电网公司信息系统抵御风险的能力,为统一坚强智能电网的建设提供坚实的信息支撑,将更加有力地保障华东、华中地区安全可靠供电。

上海容灾中心是国家电网公司在全国范围内建设的三个集中式信息系统容灾中心之一。本项目涉及专业众多、设备系统复杂、工期紧、对材料、人工等成本控制要求高。项目在建设过程中主要存在以下问题:

1) 容灾中心设备众多,系统复杂,在有限的空间管线走向非常复杂,传统的 CAD 图纸由于使用二维方式做设计、出图,不可避免存在设备、管线、结构直接的碰撞冲突,过去这些工作需要在施工现场由施工企业和设计单位综合协调,对项目进度和成本控制都有负面影响。

2) 容灾中心工期非常紧,参与项目的团队组

成复杂。这需要对施工现场的施工进度计划、施工系统设计、人员交叉施工有很强的管理和控制。施工单位必须确保在 180 个日历天内完成本工程,工期十分紧张,同时施工现场可用场地狭小。如何合理组织施工,确保本工程的节点工期目标和总工期目标实现,是本工程施工中的关键问题之一。

3) 容灾中心投资有严格控制,但由于设备众多、系统复杂,在工程造价中占重要比例的设备、材料工程量统计往往参考设计单位和施工单位提供的概预算数据,作为业主缺乏有效的管理手段。

4) 容灾中心作为一个数据中心,其相关基础设施的可靠性直接关系到 IT 服务系统能否正常、持续、稳定运行。任何一部分的效率降低或者故障,都将导致 IT 服务的可用性降低,轻则造成信息访问不畅,重则带来各种不可预估的重大损失。作为保障数据中心可用性的第一道防线——“集中监控”可以快速帮助容灾中心达成“高可用性”的目标。

1 上海容灾中心应用 BIM 技术的意义

1) 设计阶段的意义

上海容灾中心复杂的关系设计和紧张的工期要求设计必须一步到位,尽量避免返工和设计变更。在设计阶段运用 BIM 技术可以及早发现设计隐患,提出更加合理的设计方案,为整个项目节约工期、节省成本。

2) 施工阶段的意义

上海容灾中心工程项目有着设备管线复杂、工期紧、投资控制严格的特点。如果在施工过程中能够做到对施工重点、难点的预先模拟,发现和

解决产生这些重点和难点的隐患,保证管理、施工设备、人力资源的到位,就能很好的避免因重点和难点问题对施工工期的影响。提高工程的效能化检测能力和管理水平。

3) 运营维护阶段的意义

上海容灾中心投入使用后,将作为国家电网公司在全国范围内建设的三个集中式信息系统容灾中心之一。数据中心作为承载业务的重要IT基础设施,承担着稳定运行和业务创新的重任。在新的经济形势下,为高效运行数据中心并有效降低运营成本,对于高可用数据中心也进一步提出了新的要求。BIM的出现提供了一个将支持性基础设施(空调系统、安防、环境控制等)与IT基础设施(电源、网络、IT设备等)整合在一个平台下进行实施监控的可能,提升数据中心基础设施的高可靠性,提高整个数据中心的高可用性。

2 BIM技术的理论和实践依据

2.1 BIM技术研究内容的原理简述

许多大型行业通过采用数字建模技术以整合设计、生产和运营活动,大大提高了生产效率。几十年来,航空、汽车和造船企业采用数字化虚拟技术设计出复杂的产品,并与供应商密切合作,利用数字模型改进制造设备。这些行业通过数字化建模技术应用,极大提高了生产率、安全性和产品质量。这种经过广泛验证的方式目前已经被引入工程建筑行业——BIM。BIM作为一种建筑行业的信息化技术不仅对建筑的规划、设计、施工带来革命性的影响,更重要的是BIM已经作为Facility Management(简称FM,国内有时候译作:设施管理)的信息汇集和展现方式,越来越多为大型企业和政府组织所接受。

可以说,BIM将是整合建筑物在建设阶段(通常称为建筑行业,包括规划、设计、施工等阶段)和运营阶段(通常称为FM行业,包括运营、改建、拆除)最好的桥梁。

自从2002年BIM被提出以来,特别是最近三年,BIM技术越来越得到建筑行业的认同,被视作建筑行业发展的必然趋势。欧美、日本、香港及台湾地区在BIM应用方面走得很快,不仅将BIM用于建筑物的建设阶段,并且开始将BIM技术应用到建筑物的运营管理阶段,同时通过对运营管理需求的梳理,进而提出适合各自行业、企

业、组织需求的BIM标准,用来提高对新建项目的管理能力。

2.2 BIM技术研究的关键和难点

BIM模型的精确度和完整性。在此项目研究应用过程中需严格对照施工现场及运营信息的反馈信息,真实建立BIM模型,最终使BIM模型与现场情况及投入运营后时间情况完整合一。

目前BIM技术主要用于对建筑物构件的管理和模拟,对于复杂施工现场人流的组织需要结合人流仿真模拟平台(例如IES)的技术应用。

BIM软件需要进行二次开发才能提供良好的使用界面供数据中心运维管理人员录入和管理相关运维信息。

各类传感器监控系统与BIM模型整合。数据中心有着庞大负责的信息监控系统,在此项目研究中需要对不同厂家不同平台的监控系统进行整合,并且通过良好的三维可视化手段加以展现,以方便运维过程中的数据查找、分析和管理。这部分工作市场上没有成熟的产品,需要做大量的软件开发工作。

3 BIM技术的实施方案

3.1 项目内容

上海容灾中心项目将BIM技术应用在施工、以及后期运维阶段中,充分发现并了解施工及运维阶段中容易出现的问题,并结合BIM的功能和可行性进行研究与评估,以求通过BIM技术手段来解决相应的问题,从而摸索并总结出一套适合电网项目、较为成熟的一套BIM解决方案,以提高今后的项目施工及运维管理水平。

1) 辅助施工管理的主要内容

(1) 搭建建筑、结构、水、暖、电等各专业的BIM模型

(2) 在施工开始前,对该工程在施工过程中可能遇到的管线与管线,管线与结构之间的碰撞问题,进行预先发现和解决,并根据工程施工和将来运维的需要进行合理优化,避免因为此类问题引起施工进度延误及人工材料的浪费。

(3) 借助BIM模型可以精确统计该工程所需要的实际工程量,弥补人工统计带来的误差。

(4) 协助优化施工进度和施工系统设计,提高施工现场因交叉施工带来的人员组织、现场管理水平。

2) 辅助运维管理的主要内容

(1) 机房配套设备建模

在施工阶段 BIM 竣工模型的基础上,增加容灾中心各类机房配套设备模型。将容灾中心的建筑设备和机房配套设备加以有效整合,保证此类信息唯一、准确和三维可视化。

(2) BIM 运维软件开发

通过 BIM 运维软件开发整合 BA、电能采集以及消防系统数据库,实现对容灾中心建筑物理环境、建筑设备和机房配套设备故障三维定位,以及相应的解决方案分类提示;通过对不同运营管理系统进行综合分析和优化,实现各平台间的数据共享和传递,进一步对数据中心进行节能分析。

(3) 运维辅助功能开发

在竣工 BIM 模型的基础上建立起整套运营管理系统,利用 BIM 信息系统的可视化、数据化和集中性对所有建筑内部设施进行监控,实现包括数据动态展示及预警、设备信息综合监管、管理权限等功能,以达到准确、高效管理的最终目的。

3.2 项目实施方案

1) BIM 模型建立和维护

首先,通过 BIM 技术为上海容灾中心搭建建筑、结构、水、暖、电等专业的全真模型,对各种设备、管道输入信息。

其次,为了保证模型与施工一致,每日有专人进行现场拍摄,并在模型中进行比对。整理每日变更,并反映在模型当中,对模型进行维护。

2) 施工模拟

(1) 施工模拟进度控制

利用 BIM 模型制作整个项目的 4D 施工模拟,可直观模拟施工进度计划和施工系统设计,改善施工环节或关键路径,通过预先研讨和项目过程中的即时协调,极大提高项目建设效率。通过进行 4D 施工进度模拟,优化施工流程,并与原地下一层施工方案进行对比,将土建施工大体分为四个阶段:在第一阶段,原始方案为顺序施工,BIM 优化方案为机房部分与整体同时施工;在第二阶段,原始方案的机房部分刚刚开始施工,而 BIM 优化方案中机房的土建施工已经进行一部分;在第三阶段完成时,原始方案的机房土建施工部分还在进行,而 BIM 优化方案中的机房土建施工已经结束,机电专业可以进场施工;在进行到第四阶段以后,原始方案的机房土建施工刚刚结束,

而 BIM 优化方案中机电部分已经进场施工。在第四阶段完成后,两种方案同时完成地下一层的土建施工。通过 BIM 优化方案,可直观的看到,优化后的方案将机电专业施工提前,并且不影响土建施工进度。达到节约工期的目的。

(2) 安全施工

通过 BIM 的 4D 模拟,将施工计划与现场的实际情况结合,模拟出各个阶段各专业的施工区域、人流路线、材料堆放位置,设备吊装的路径及避让区域,避免不同专业的交叉施工现象,杜绝安全隐患。如地下一层机房机电施工,水、暖、电三个专业同时施工,随着各专业的工作区域在不断地调整,物料的堆放位置也发生改变,通过 BIM 对各阶段施工范围及物料堆放位置进行预先模拟,找出最合理的区域和路径,避免交叉施工,减少安全隐患;通过对地下一层蓄冷罐吊装方案的预先模拟,确定吊装方式及运输路线、运输方法、安全配置等要素。对方案进行反复推敲,避免出现安全隐患。

3) 安全控制

通过 BIM 可视化环境建立各种施工操作和过程的动态模拟,对所采取的安全措施或施工方案进行预演、调整和比选,编制了《塔式起重机拆卸施工方案》、《施工升降机专项施工方案》等 20 多种施工组织方案,从而获得安全、经济、合理的施工方案,有力的保证了施工安全。设备吊装是上海容灾中心施工过程中较危险的环节,利用 BIM 模拟了设备吊装的垂直运输和水平运输,并将模拟结果作为编制施工方案的依据,提高了对施工安全隐患的预见性,保障了施工安全。

3.3 后续工作的目标

1) 机房配套设备建模

在施工阶段 BIM 竣工模型的基础上,增加容灾中心各类机房配图设备模型。将容灾中心的建筑设备和机房配套设备加以有效整合,保证此类信息唯一、准确和三维可视化。

2) BIM 模型与监控关联

通过 BIM 模型整合集成数据中心楼宇自动化监控系统的反馈监控数据,将各种设备的工作状态信息及时反馈到 BIM 模型中,实现对容灾中心各种配套设施和设备的智能化监控。不仅将各种设备的动态数据反映到 BIM 模型中,在 BIM 模型中可随时查看设备的设计参数、工作状态、维

护预案、维护记录、维护路径等信息,而且当配套设备发生故障时,可以快速、准确的通过 BIM 模型对故障设备进行三维定位,帮助维护人员快速分析故障原因、调用并显示相应的解决方案分类提示。

4 成果及意义

4.1 经济效益

通过 BIM 模型在施工前发现并消除的碰撞错误,避免上海容灾中心工程因设备、管线拆改造成的预计损失约 363 万元,同时由于 4D 施工模拟技术的应用,避免工程增加管理费用约 105 万元,具体数据见表 1。

表 1 上海容灾中心管理费用节省数据表

管理费					
名称	问题数量(个)			节约成本(万元)	
	施工图纸上存在的问题	施工过程中发现的问题	合计	单个问题节约的成本	总节约的成本
简单问题 ⁽¹⁾	792	288	1 080	0.01	10.8
中等问题 ⁽²⁾	413	105	518	0.03	15.5
复杂问题 ⁽³⁾	263	71	334	0.16	53.4
严重问题 ⁽⁴⁾	74	8	82	0.31	25.4
合计	1 542	472	2 014		105

注: (1) 简单问题: 可现场解决, 不会太大的影响实际施工进度;

(2) 中等问题: 问题需停工, 待现场技术人员处理;

(3) 复杂问题: 问题需停工, 需拆改方能解决;

(4) 严重问题: 问题需停工, 需拆改, 无法实现部分原设计意图的功能。

4.2 社会效益

在上海容灾中心工程中通过 BIM 技术配合施工, 可提前发现管线、设备、结构、建筑之间的冲突情况并及时解决, 从而减少施工错误, 节约施工工期, 提高施工效率。后期加入 BIM 运维管理软件辅助运营管理, 可以把数据中心诸如中央空调自控系统、门禁系统、监控系统等各自独立的管理平台整合到统一的平台上, 实现各平台间数据的共享和相互传递, 并且可以进行综合分析和优化, 同时通过 BIM 模型, 对关键设备进行实时监控、数据采集和限定值的安全运行提示, 使管线、设备处于正常运行维护状态, 对整个建筑物起到保驾护航的作用。

4.3 技术亮点

上海容灾中心工程是国内首次由业主引导主

导, 将 BIM 技术应用于大型数据中心全生命周期的 BIM 项目实施案例。由于该工程机电系统复杂、管线的复杂性繁多, 依靠单一 BIM 软件难以应对工作目标, 为了更好的发挥 BIM 的技术价值, 课题组充分发挥研究了 Revit、MagiCAD、Navisworks 等软件的技术特长, 通过对不同 BIM 软件的有机的组合, 成功的实现了预定目标。

此外, 为了更好的发挥 BIM 技术在工程投入运营后的作用, 课题组还在 BIM 模型的基础上, 开发了用于读取楼宇自动化系统监控数据的数据库软件平台, 将各种设备的工作状态信息及时反馈到 BIM 中, 实现对容灾中心各种配套设施和设备的智能化监控, 并可随时在 BIN 模型中查看设备的设计参数、工作状态、维护预案、维护记录、维护路径等信息, 而且当配套设备发生故障时, 可以快速、准确地通过 BIM 对故障设备进行三维定位, 帮助维护人员快速分析故障原因、调用并显示相应的解决方案分类提示, 提高对容灾中心建筑配套设施监控能力和安全保障。

5 结语

BIM 技术作为一种全新的理念, 涉及从规划、设计理论到施工、维护技术的一系列创新和变革, 是建筑业信息化的发展趋势。

通过在上海容灾中心项目中的运用, 帮助工程建设项目提高效率、降低风险。运用先进的科学管理手段, 摸索出了一套创新的建筑设计、施工和管理方法, 有助于提高今后的项目施工及运维管理水平。上海容灾中心工程管理中运用 BIM 技术势必会对我国建筑业 BIM 技术的广泛应用起到重要的示范作用。

参考文献:

- [1] 李恒, 郭红领, 黄鑫, 等. BIM 在建设项目中应用模式研究[J]. 工程管理学报, 2010, 24(5).
- [2] 刘照球, 李云贵, 吕西林, 等. 基于 BIM 建筑结构设计模型集成框架应用开发[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2010, 38(7): 948-953.

收稿日期: 2011-09-20

作者简介: 季彤天(1971-), 男, 项目经理, 一级注册建造师, 长期从事工程管理工作。

(编辑: 吕 斌)