

从业主的角度看 BIM

——BIM 在上海中心的全过程运用研究

葛 清/上海中心大厦建设发展有限公司

0 前言

接触 BIM 是在 2007 年,当时上海中心正处在方案设计阶段。上海中心项目具有超高、超大规模、系统超复杂等特点。其中参与单位接近 40 个,另外整个工程没有一个标准层。业主团队整个技术管理人员不到 10 个人,应该采用什么方法才不会导致过多人为错误而导致现场的大量返工?因此当有人跟我提到 BIM 理念的时候,我马上意识到它将会对我们有非常大的帮助。上海中心从 2007 年筹划使用 BIM 至今,我体会颇多,在这里跟大家交流一下。

1 矛盾的甲方乙方

现今,甲方和乙方在实际的工程项目中,常常存在配合上的冲突。这些情况的发生不可避免是和业主变更反复,项目设计、施工周期短,设计考虑不周全,设计图纸质量差、错误多,施工工序考虑不周,加工、安装精度不够导致返工有关。一些科研院所和调查机构的调研分析表明,87.5%的项目都存在不同程度的延误。去年中国商业地产协会对包括业主、地产商、施工企业、设计企业做了一个全方位的调查,近八成的受访者认为是因为设计图纸问题而引起项目的延误或者投资损失。出现这样的状况,与工程建设领域的体制机制有关系,也和发展太快而技术力量没有完全跟上存在必然的联系。实际工程当中,参与设计的都是工作经验较少的年轻工程师,无论从技术能力、工作经验、责任心态上讲,都是不匹配的。同时不少技术人员基本上是边学边干,这就不可避免地带来考虑问题深度不够、对重大复杂问题预判不足、众多专业之间协调不充分等系列问题。

事实上,除了因为市场的原因造成项目定位发生重大改变外,很多设计变更的产生是由于事先信息交流不充分造成的。大多数业主并不具备专业知识,理解施工图能力并不强,这就在信息的沟通上产生了巨大的时间差。除此之外,设计院各专业之间的配合也存在不同程度的问题。因此随着工程的建造,施工图纸中的问题便会逐步反映出来。BIM 的出现,很好地解决了这一问题。

2 BIM 平台

BIM(建筑信息模型)的工作平台或许就是很好的解决办法。图 1 形象反映出 BIM 作为一个平台,把设计、建造、施工和运营之间联系起来。

有几个案例采用 BIM 节省近 10% 的建造费用。斯坦福大学对建造费用进行了研究,通过 32 个采用 BIM 的项目总结,表明使用 BIM 具有优势。上海中心项目参与者众多,光是设计咨询单位就达 30 余个;分支系统非常复杂,建筑分为 8 大功能综合体,有 7 种结构体系,基本上在常规建筑当中能见到的结构体系在这个项目里都有。机电系统有 30 多个,其中弱电系统还有 31 个。文件信息量很大,相互之间有效传递难度非常大。目前完成的施工图不到 4000 张,而施工到 38 层已经发生 1.5 万张深化图,最终的深化图纸可能将超过 10 万张。数目众多设计图纸要设计院或者深化设计单位不犯错误是不现实的。

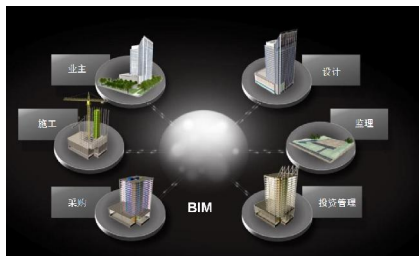


图 1 BIM 平台

我们采用 BIM 工作平台想达到三个主要目的:更好地提高设计质量,更好地进行施工管理,更好地进行运营管理。图 2 为 BIM 工作平台与设计、投资采购、建造、运营的关系图, BIM 作为一个公共信息平台,是整理、组织、传递信息的核心。

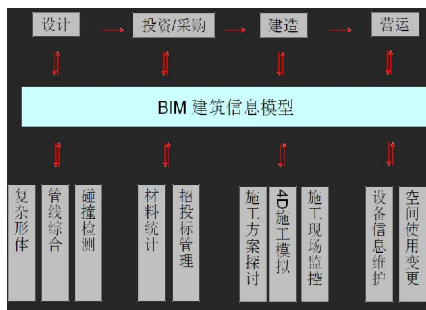


图 2 BIM 工作平台与设计、投资采购、建造、运营的关系

在设计阶段,主要集中在复杂体系的设计、机电管线综合、各专业碰撞检测方面;在投资采购方面,主要是材料统计、工程量计算和招投标管理;而机电安装在招标时,明确要求投标单位以后所有的机电设备管线部分要以 BIM 模型作为计算依据,这样才能在整个工程量计算的时候避免出现过多的人为误差;建

造方面有施工方案的探讨、4D 施工模拟、施工现场监控；运营阶段主要是设备信息管理、维护保养管理、空间使用变更等。我们现在做的比较多的是设计和建造方面，运营维护是基础工作，就是我们在做机电深化设计时，结合信息模型的建立和设备招标采购情况，已经把主要的设备信息输入进去了，为今后的物业管理体系做好信息准备。

3 BIM 团队架构

上海中心 BIM 组织架构已经有 8 家团队，参与 BIM 的工作人员有 50 多人。如何开展 BIM 工作，常规的模式是请一个面向业主的专业 BIM 团队，来对业主负责；另外一个模式是组建一个 BIM 团队，把各家的 BIM 拿过来进行交流。我们采用的是具有一定风险性的后者模式，因为我们决定上 BIM 的时候，总承包商、承包商、设备供应商等对 BIM 了解甚微。但是我相信只要业主提出了这个要求，而他又想来投这个标，那他就一定会对 BIM 进行了解并熟悉的。这样做的好处就是每个分项、每个总承包商和分包商、每个设备厂商深化设计都要和 BIM 团队之间全方位沟通，必须把问题解决了再提交到总包平台上，由业主和总包一起进行评价，确保没有问题。如果 BIM 模型这块没有过关是不能上现场的，只有这样才能避免大量的返工。

现在的 BIM 团队是 50 多人，随着项目推进最后可能会超过 100 人，而业主是不可能组建一个 100 人的团队的，而让任何一家咨询公司组建一个 100 人的团队也是不现实的，所以在招标过程当中，强制要求投标参与方必须掌握 BIM。

4 BIM 规范和流程标准

整个 BIM 的技术框架分成设计、施工、运营等几大块，不同的板块有不同的软硬件需求，因此必须有一套管理方法，使各方都能达到预设目标。为此我们作为业主方编制了基于 BIM 工作平台的规范与流程，包括四大方面：工作流程的分析、BIM 系统的管理与流程、BIM 应用策略和 BIM 的基础标准。这是在跟合作单位和科研院所，在实践当中不断优化和深化的过程中积累的成果。当然借鉴了一些国外的案例，其中管理流程分为 BIM 的工作团队组成、工作流程、业主流程和文档管理流程等。

把 BIM 工作平台的要求写入相应的招标文件，主要包括模型的文件要求、模型的构建方法、文件的标准、项目的模板等，还有软硬件的配置、团队的建设等，要求各投标单位根据 BIM 工作要求组建相应的专业团队，根据事先制定的管理办法和流程完成各自承担的 BIM 工作，这种做法是一种比较新的探索。主要承担单位有施工总包、机电总包、钢结构分包、幕墙分包、电梯、擦窗机等，我们通过招标的方法逐步落

实。总包起到总体协调和组织的作用，对不同分项工程提供的模型进行相互之间的检查，以确保模型的准确性和模型与各自深化设计之间的一致性，从而在正式实施前把问题减到最少。不同专业之间的模型碰撞检测需要有合理的标准，以满足深化设计和现场施工的需求，同时标准的设定是一个逐步磨合的过程，并不是简单地人为制定一个容差标准。

5 BIM 在各阶段的运用

BIM 在设计阶段的运用主要是参数化设计、可持续设计、可视化设计、多专业协同。上海中心是一个有一定变形规律的建筑，每一层的缩放倍率是 99.998904，基于这个特点采用了参数化的设计。特别是在外幕墙设计的时候，参数化模型非常重要。整个外幕墙非常复杂，从 2011 年 1 月开始攻关，虽然采用了大量的信息化技术，但到现在还有一些节点没有最终落成。可以预想如果没有 BIM 工作平台的支持，我们的研究时间可能还要加长。外幕墙的支撑体系是个柔性结构，上下的变形值理论计算最大要 430mm，一万多块玻璃幕墙板块几何尺寸都不一样。考虑到结构和玻璃幕墙板块的加工误差、施工误差等因素的存在，如果不进行严密的控制，同时通过精确测量，把测量数据和模型结合起来，然后再生成加工安装图，幕墙工程是根本不可能完成的任务。

上海中心在可持续设计方面有两个目标：绿色 LEED 银奖和国家绿色三星级的认证。我们在绿色和可持续方面做了大量的工作，从定性到定量分析，比如光污染的问题，它的影响范围，对每幢楼和每个窗户的影响；还有建筑外风环境模拟，要保证大楼下面风速不能超过设计值；再如地下建筑物自然光采光模拟等等。同时还通过 BIM 模型分析，同时结合高雷诺数风洞试验，拟合建筑外形，大大减少了建筑的风荷载，这方面节约的造价大概就有 3.5 亿元。

可视化设计方面，现在很多人谈到 BIM 的作用主要是指这个方面。事实上，可视化设计只是整个工作平台中的小部分。

在施工方面，没有太多案例可参考，但 BIM 确实对整个工程建设起到了很好的指导作用。比如我们在现场设置了 4 台塔吊，距离非常近，地面还有 300t 的履带吊辅助工作，相互之间不可避免会产生干扰。通过 BIM 对塔吊空间位置及运行状态进行模拟，检查相互间的干扰情况，并验证应对措施可行性，最终得出了塔吊的运行规定，比如单台塔吊在运作过程当中需要 360° 旋转，而其垂直运行角度应该控制在 44~85° 之间。台风季节的时候，塔吊钢丝绳下垂长度不能超过 5m，以防止吊绳和牵引绳之间发生缠绕。另外，我们把 BIM 模型与工程进度表相结合，通过 4D 施工模

拟,发现了很多工序上的排列错误,于是及时地进行了调整,避免了可能出现的返工。另外,我们还借助 BIM 工作平台实现了复杂钢结构的虚拟预拼装,实践证明,达到了预期的效果,节约了大量的工期、场地。

在深化设计阶段,需要很多专业协调,把各个分包的模型在总包的平台上进行整合,反映出各承包商在实施之前的一些碰撞问题。定期地发布碰撞报告,使各分项工程两两之间进行相互比较,提前发现问题,并且通过深化设计把问题解决在施工阶段。如果这些图纸上的失误发生在现场,需要延误多少工期和花费多少人工、材料,通过数据统计来反映 BIM 工作平台给我们带来的巨大价值。

机电大型设备的安装方案也通过 BIM 模型进行论证,确保实际过程当中不会发现预判不到的问题。同时在后期采购和投资控制方面也进行了一些研究工作,包括工程量的统计、设备和材料采购的数量及型号统计等。在物业方面,我们设立了一个研究课题,探讨基于信息化模型,怎样与物业管理模式和物业管理软件方面进行对接等等。目前全球这样的工程案例较少,包括合作单位和其他专业公司进行有效的合作创新,也希望我们能够在这方面做些有意义的探索。

6 BIM 的成果和展望

围绕 BIM 的运用,我们设立了两个课题:《上海

中心大厦绿色超高层建筑关键技术研究》及《住建部信息化示范项目》,希望为 BIM 的运用起到一个示范和推广作用。业主、承包商、软件商、高校都联动起来,在实践的基础上形成自己的成果,例如 BIM 的使用标准、产品技术的组合、人才培养等。目前我们 BIM 团队有 50 多人,其中很多人在参与上海中心建设之前根本不知道 BIM 这个理念,现在通过这个项目,他们都成了这方面的人才。另外由于招标时对施工总包、机电总包、幕墙、电梯分包等全方位提出了 BIM 的工作要求,现在通过具体实践,很多单位已经在其他项目上运用 BIM 这个工作方法了,并且取得了不错的效果。像机电总包,已经把 BIM 信息化技术运用作为他们企业的核心竞争力,在市场竞争中发挥了重要的作用。机电总包提出把 BIM 技术延伸到设备和产品的加工制作,争取实现 70% 的工厂化制作,从而大大提高了现场的施工进度和精度。应该说上海中心业主推广 BIM 的使用,不仅在本项目的建设上发挥了巨大的作用,也推动了项目参与各方的技术进步,在产生经济效益的同时,社会效益也逐步显现。

如果在工程建设行业, BIM 的工作理念和工作方法得到普遍的使用,这将是行业的一个革命性的进步,将大大提高行业的生产效率和效益,转变经济发展方式。

(上接第 16 页)

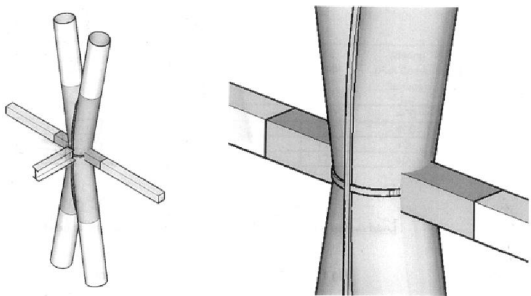


图 3 结构节点方案示意图

方案:四根斜向圆杆由两个互相垂直的平面加劲板焊接相连,以补充圆形杆件截面被切削损失的强度。根据专家建议,我们借用了在机械设计业常用的 Inventor 软件来模拟节点处的真实情况。在将 Revit 单线模型导入 Inventor 建模后,发现不同节点由于杆件的空间斜度均不一致,部分节点(如垂直方向)使用一个平面的加劲板无法兼顾上下两组杆件的夹角平分线,如保持一个平面则会使某根杆件的切削截面过大,从而无法满足强度要求。经与结构专家协商后,将节点处理方案改为采用两个不共面的竖向加劲板,中间设置较厚的横向加劲板作为转换,既保证力的有效传递,

也使构件的截面削弱做到最小。

3.3 机电专业

在本工程中,机电专业通过使用 Magi CAD 软件实现了基于设备实际参数的设计,这些实际参数既有直接来自厂家的纸质设备样本,也可以是由设计人员自行录入的设备参数,从而使得 BIM 模型与实际项目联系得更加密切。同时,利用 Magi CAD 的水力计算功能,配合真实的产品工作特性,可以看到对应的工作状态点,随时了解该处工况是否满足要求。

4 结语

通过本工程的实践,项目组人员深深感到 BIM 技术应用范围的广阔。BIM 带来的变革不应仅限于从二维绘图到三维绘图,而是提供了一个平台,让设计团队能够获得更多建筑本身的信息,促进协同设计,并且还能够二次开发,拓展模型的应用。推动其在建筑全生命周期的应用,帮助施工方、运营方合理安排调度,达到提高建筑效能等效果,才是我们推广 BIM 技术的最终目的。相信随着软件版本的完善和软件种类的丰富以及适合中国市场族库的完善, BIM 技术必将更好地帮助我们提高设计效率和设计质量, BIM 在整个行业的普及也将指日可待。