

BIM 正向设计中结构信息模型的构建方法

殷付通 刘海波 王明军

(青岛理工大学 土木工程学院, 青岛 260033)

【摘要】建筑信息模型技术(BuildingInformationModeling,简称 BIM)的兴起与运用,有效解决了建筑与结构专业间信息协同交流困难的问题。本文提出了利用基于 IFC 标准的结构正向设计软件构建结构模型的一般流程和方法,并在某高层剪力墙工程项目中进行应用。结果表明基于 IFC 标准的结构信息模型构建方法可以应用于 BIM 正向设计,为推动我国 BIM 正向设计在工程实践中推广应用提供了一种可靠方法。

【关键词】BIM;技术结构信息模型;正向设计;IFC 标准

【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。

引言

BIM (BuildingInformationModeling) 技术自提出便得到了建筑行业的大力推广,《建筑业发展“十三五”规划》^[1]也明确提出加快实现建筑行业信息化发展,加快推进 BIM 技术在全过程的集成应用以及应用 BIM 新技术为建设生产服务。BIM 技术已经引领起了一场行业内的思想变革浪潮。像建筑设计、结构设计、施工管理、后期维护多个方面的信息都可以通过 BIM 技术有效地进行信息共享、集成和交换。

BIM 正向设计是对传统建筑项目设计流程的彻底变革,使得建筑与结构可以用直观的三维模型展现,不同维度和属性的信息在同一平台集成管理,有效的提高设计效率与协调性,进而提高设计质量。与目前普遍使用“先 CAD 出图,后翻模”^[2]的 BIM 逆向设计而言,这种“先建模,后出图”的 BIM 正向设计方法,强化了规划、设计、施工、运维建筑全生命周期信息对称性、统一性和指导性;满足了业主、施工、监理、审图机构等设计协同方对建筑信息的需要;也避免了 BIM 逆向设计造成的工作重复、设计效率低、人力物力浪费的问题^[3]。

传统设计中的结构信息模型(StructureInformationModel)是区别于建筑信息模型(BuildingInforma-

tionModel),通常的建筑设计与结构设计是分开进行的,但是设计过程却是紧密相关的,建筑设计要为结构设计提供必要的几何拓扑信息。BIM 是基于 IFC 标准^[4]架构建筑与结构信息协同模型。作为国际建筑业主流的产品数据交换和共享标准,IFC 可以从层次上分为资源层、核心层、共享层、专业领域层。标准的建筑模型应含有几何信息、材料信息、荷载信息等都储存在 IFC 资源层,利用支持 IFC 标准的软件在共享层中可以实现资源层的信息交换与共享。核心层对整个信息资源层的信息进行组织和链接。通过定义基于 XML 格式的通用有限元模型,可以从 IFC 的资源层中提取出必要的结构构件信息,形成结构设计分析得标准 XML 文件,利用 IFC 模型中构件角部节点坐标完成结构单元连接节点的提取^[5]。

国内在 BIM 正向设计软件开发方面已有众多成果,王静^[6]等人设计了自主平台 CabrIFC,该平台可以实现 PKPM 设计软件与 IFC 标准数据之间的建筑信息共享,解决了两者中对于部分结构分析信息描述上的统一。邓雪原^[7]等人建立了一种基本方法自动生成符合 IFC 标准的各种结构分析设计软件的结构模型。研究思路是先构建基于 IFC 标准的建筑模型。通过自动提取技术,从模型文件中获取用于结构分析和计算的标准 XML 文件,通过有限元模

型接口对结构模型进行修改和编辑,如图 1 所示。吴文勇^[8]等人提出了较为完善的 BIM 技术编制要点,以数据库 + 文件服务器的方式进行数据分离,建立了建筑结构设计系 GSRevit。

1 结构模型构建方法

只有严格按照 IFC 标准进行结构信息模型构建,才能确保建筑模型和结构模型数据一致性和共享性,实现 BIM 正向设计,结构信息高效传递^[9]。目前可用于 BIM 设计的软件众多,像 Bentley 公司的 ArchitecturalDesktop 软件、Autodesk 公司的 Revit 系列软件、Graphisoft 公司的 ArchiCAD 系列软件、DassaultSystem 公司的 CATIA 系列软件。其中在民用建筑领域应用比较广泛的是 Revit 系列软件,它具有较好三维展示功能,工程模型数据支持 IFC 标准且具有比较丰富的外部数据接口^[10]。因此,将 IFC 标准中的属性集扩展方法作为一种技术手段,结合 IFC 标准中现有组件的属性集,建立一个具体的结构信息模型是可行的^[11]。有多种建模软件可供选择,但众多软件基本的建模思路是一致的。利用 BIM 建模软件通过各种三维建模命令进行实体建模,实现数据模型的可视化,输入的各类参数将按数据模型的要求组织、读取、分析和计算。下面将从 BIM 结构模型构建的全过程叙述如何进行结构信息模型的构建。

1.1 非几何信息

构建结构模型首先要输入待建项目的总体信息,结构模型总信息应包括结构形式与层数、建筑和结构层号关系、材料信息、砖混信息、地震和时程分析信息、风计算信息、地下室信息、规范调整信息

等,这些信息与参数将会贯穿结构计算与分析的全过程,以共享参数的形式添加,属于结构的非几何信息,是结构分析与计算的整体信息。其中每一个构件的非几何信息都会被单独描述、储存和利用,相同类别的信息可以同时被选定和修改,大幅度提高了建模的效率。

1.2 几何信息

结构几何模型构建与一般的建筑三维模型构建方法大致相同。不同之处在于结构模型所有的构件都是受力构件,要进行结构计算。首先进行结构轴网的布置,轴网是几何拓扑信息的平面映射,是后期模型建立、构件安放、定点定位,提取计算尺寸数据的基础,在结构模型计算中起着举足轻重的作用。正交轴网、圆弧轴网、单根轴网等都是轴网的输入方法,其中批量进行轴网输入是效率较高的一种轴网创建方法。

轴网完成后要根据结构形式进行构件的布置。梁、板、柱、墙是结构计算中最基本的构件。所有的计算数据都是根据基本构件的尺寸得到的。将基本构件划分为单元,然后叠加不同的荷载和工况进行分析计算。梁板柱创建与截面信息修改,根据扩展的各个 IFC 实体的属性,按要求输入结构构件的几何尺寸、材料强度、等参数信息创建能够包含这些 IFC 实体所有属性的数据类。

构件布置完成后要按规范输入构件的恒载和活载,便于以后的结构分析和验算。荷载类型包括线性荷载、集中荷载、局部线性荷载、分布扭矩、集中扭矩、温度变化等。通过定义构件属性信息可以实现荷载的施加,不同的建模软件实现方式有所不同。但结构荷载都会以共享参数和扩展数据的形式存储在符合 IFC 标准的模型文件中。

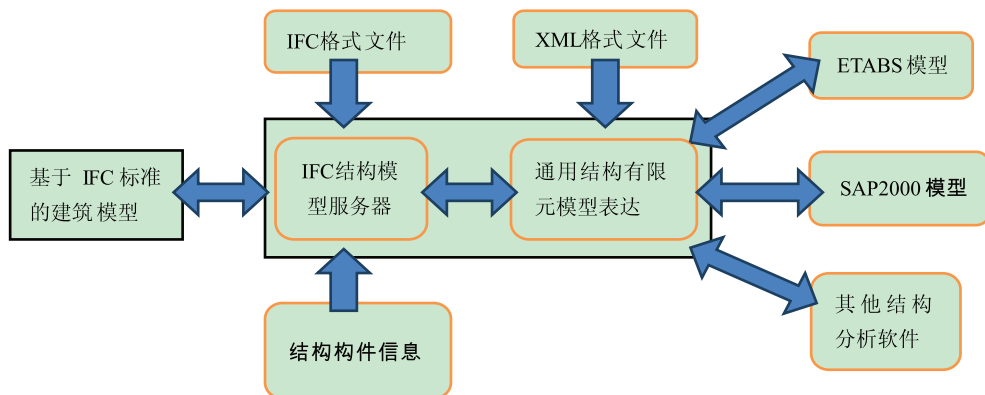


图 1 基于 IFC 标准的建筑结构模型自动生成基本框架

荷载布置完成后就基本完成了结构模型的构建,接下来需要进行结构分析与计算,根据计算结果合理调整设计,这里不做分析。以上介绍的结构模型建立方法适用于框架、框剪、剪力墙、筒等多种结构形式。

2 结构模型构建方法在某高层剪力墙工程项目中的应用

通过对比选择,作者认为 GSrevit 是一款较符合作者模型构建思路的建模软件。作者选取了一个装配式混凝土剪力墙结构的项目^[12],通过使用广厦 GSRevit 软件进行 BIM 结构信息模型构建,以此验证结构信息模型构建思路的正确性,期望发现建模过程中可能存在的问题与解决办法。

首先在进行非几何信息的输入,在相应的模块里可以很细轻松地进行结构信息、材料信息、地震信息以及各种计算信息的输入,且可以与后期构件布置相协调保持一致。完成信息输入后可以进行轴网建立,轴网输入已是较为成熟的输入方式。其次进行标高修改,因为在非几何信息输入时已经确定结构层数和楼层标高,结构标高已提前生成,在这一步只需要进行部分标高的修改完善。重要的一步为构建布置,在 Revit 中可以很方便的建立各种族,我们所熟悉的墙、梁、板、柱均可以以族的形式使用,且每一个单独的族可以定义不同的属性。

经过实际项目验证,在结构模型构建中调用各类族进行构件布置是完全可行的。进行结构计算前的最后一步即为荷载布置,荷载布置完成后便可以初步验证模型是否有错误。作者利用该项目基本完成了一个结构模型的构建全过程,证明了提出的 BIM 结构模型的构建思路是正确的,但具体的操作与实践中还存在一些细节上的问题。

首先在模型总体信息中需要记录构件的材料强度等参数,但每个构件的自带属性里也包含着对应构件的非几何参数,两处皆可修改,两者的修改逻辑问题需要明确规定。在结构构件布板是常出现自动布板出现错误,可以选择的替代方法有角点布板。但是角点布板布置上的板只能出计算配筋值,后期无法通过软件自动生成施工图。出现自动布板错误的原因可能是墙、梁、柱的连接不正确。解决的办法有两种,一种是加强建模时的细节控制,另一种方法是优化节点判定,让软件自行修正建模偏差。

3 结论

(1) 基于 BIM 技术的结构信息模型构建为实现 BIM 正向设计提供了一种可靠的方法,为建筑三维可视化模型和分析计算模型的无缝对接提供基础。

(2) 以非几何信息输入、轴网布置、结构构件布置、荷载输入等步骤可以实现结构模型的构建,且

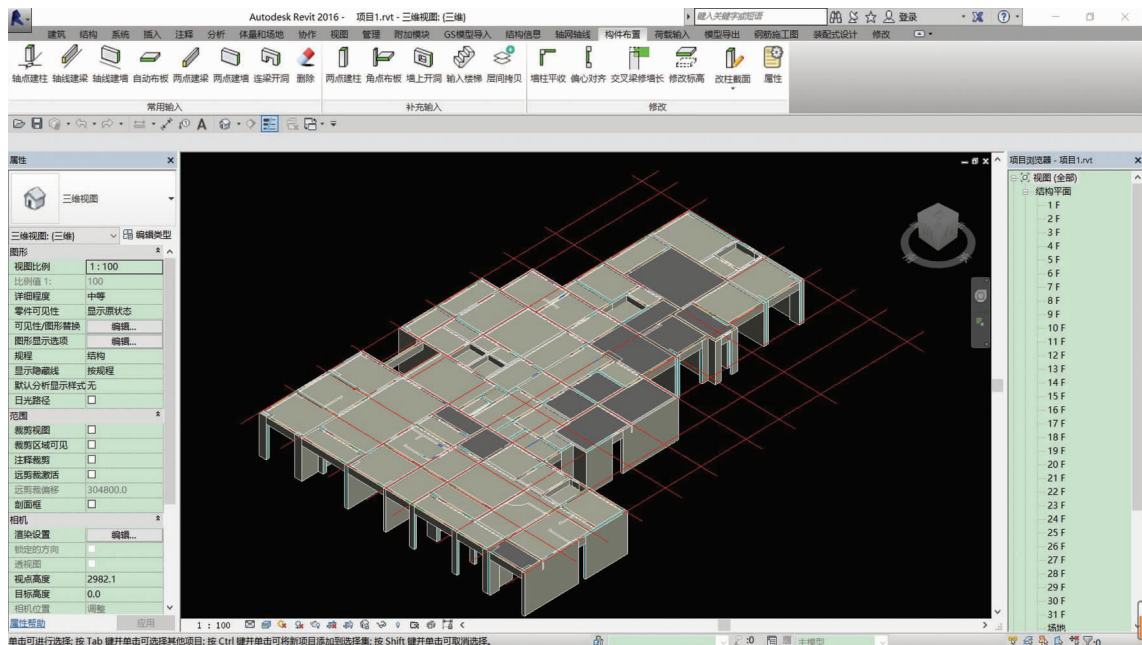


图2 结构模型构建项目实例

满足结构分析计算的要求。

(3) 基于 IFC 标准建立的结构信息模型可以得到支持 IFC 标准的建模软件和结构分析软件的兼容, 为通用结构模型构建、实现集成化建筑设计、后期运营管理奠定了技术基础。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部.《建筑业发展“十三五”规划》. 2017.
- [2] 焦柯, 陈少伟, 许志坚, 等. BIM 正向设计实践中若干关键技术研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2019, 11(5): 19-27.
- [3] 刘照球, 李云贵. 建筑结构信息模型的研究[C]. 第十四届全国工程设计计算机应用学术会议论文集. 2008.
- [4] 满庆鹏, 孙成双. 基于 IFC 标准的建筑施工信息模型[J]. 土木工程学报, 2011(s1): 239-243.
- [5] 陈远, 范运昌. 基于 IFC 与 gbXML 标准的绿色建筑信息模型数据标准及应用研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018, 10(1): 9-15.
- [6] 王静, 张汉义, 等. 基于 IFC 标准的 CAD 软件原型系统研究[C]//计算机技术在工程建设中的应用——第十三届全国工程建设计算机应用学术会议论文集. 2006.
- [7] 邓雪原, 张之勇, 刘西拉, 等. 基于 IFC 标准的建筑结构模型的自动生成[J]. 土木工程学报, 2007, 40(2): 6-12.
- [8] 吴文勇, 焦柯, 童慧波, 等. 基于 Revit 的建筑结构 BIM 正向设计方法及软件实现[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018, 10(3): 39-45.
- [9] 钟宇, 陈健, 陈国良, 等. 基于建筑信息模型技术的盾构隧道结构信息模型建模方法[J]. 岩土力学, 2018, 39(288).
- [10] 蒋中行, 徐旻洋, 胡珉, 等. 基于 IFC 认证的 BIM 建模软件选择方案研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018, 2(1): 1-8.
- [11] 孙昱, 谌红杰, 刘文尧. BIM 技术在中南大学湘雅五医院项目中的应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018, 10(5): 81-89.
- [12] 第二届全国大学生结构信息大赛赛题. <http://www.gs-education.com.cn/>.

Developing the Structural Information Model in Forward Design of BIM

Yin Futong, Liu Haibo, Wang Mingjun

(Qingdao University of Technology, Qingdao 260033, China)

Abstract: The rise and application of Building Information Modeling (BIM) has effectively solved the problem of collaborative communication of professional information between architecture and structure disciplines. This paper has presented the general process and method of developing the structure model by using the forward design software based on IFC standard, then it has been applied to a high-rise shear wall project. The results show that the construction method of structural information model based on IFC standard can be applied to BIM forward design, which has provided a reliable method to promote the application of BIM forward design in engineering practice in China.

Key Words: BIM; Structure Information Model; Forward Design; IFC