

徐州体育场预应力钢结构 BIM 族库开发及模型建立

刘占省 武晓凤 张桐睿

(北京市建筑工程研究院有限责任公司, 北京 100039)

摘要: 预应力钢结构是目前常用的空间结构形式, 而 BIM 技术也开始渗入到建筑行业的各个领域。为了把 BIM 技术运用到预应力钢结构的设计中, 本文以徐州体育场预应力结构为例, 首先制定了族库的开发标准, 然后进行了预应力结构专用族库的开发, 其次进行了空间三维定位技术的研究, 接着进行了 BIM 三维模型的建立, 并给出了相应的建议, 可为结构的设计和施工提供参考依据。

关键词: BIM 技术; 三维建模; 族库开发

XUZHOU STADIUM PRESTRESSED STEEL STRUCTURE, BIM DATABASE DEVELOPMENT AND MODEL BUILDING

Liu Zhansheng Wu Xiaofeng Zhang Tongrui

(Beijing Institute of Architectural Design Co., Ltd., Beijing 100039)

ABSTRACT: prestressed steel structure is commonly used in space structures, while the BIM technology has permeated into every field of construction industry. In order to apply BIM technology to the design of prestressed steel structure, taking Xuzhou stadium prestressed structure as an example, the family development standards, then the development of prestressed structure special family library, then studied three-dimensional positioning technology, followed by the establishment of a BIM model, and gives the some suggestions, which can provide a reference basis for the structure design and construction.

KEYWORDS: BIM; 3D modeling; family library development

0 引言

当代的结构设计, 包括理念和方法都是因为计算机技术的发展而发生着根本的变革。BIM 技术是一门新兴的技术, 也被人称作第二次建筑革命。变革的动力来自结构工程专业本身, 也来自与结构专业相关学科的推动, 计算机辅助制造对建造方式的影响作用于结构设计的图纸表达方式和设计方法。结构专业应该积极回应这一现状, 并不止步于数字信息文件制作, 而是能够运用数字技术进行设计, 使得数字技术从表述工具成为创造性设计工具。

预应力钢结构作为空间结构的一种, 集美学与力学特征于一身, 其设计方式是一个计算机辅助工程的过程。BIM 技术的引入, 参数化思想的融合使得结构设计如虎添翼, 工程师可以更快速地设计、计算, 更准确地建模、制图, 更轻易地表达、协同。

本文所阐述的方法, 属于全寿命周期中的设计和深化的设计环节, 它的产物——BIM 模型是可以

传递到全寿命周期的下一个环节。基于徐州体育场预应力结构, 制定了族库的开发标准, 进行了预应力结构专用族库的开发, 建立了 BIM 三维模型的建立, 并给出了相应的建议, 可为结构的设计和施工提供参考依据。

1 工程概况

徐州奥体中心体育场为超大规模复杂索承网格结构, 平面外形接近类椭圆形, 结构尺寸约为 263x243m, 中间有类椭圆形大开口, 开口尺寸约为 200x129m。体育场结构最大标高约为 45.2m, 雨篷共 42 榀带拉索的悬挑钢架, 体育场雨篷最大悬挑长度约为 39.9m, 最小悬挑长度约为 16m, 下弦采用了 1 圈环索和 42 根径向拉索。其效果图、整体结构轴测图、结构剖面图见图 1~图 3 所示。

第一作者: 刘占省, 北京市建筑工程研究院有限责任公司, 北京 100039)

收稿日期: 2013-06-13



图1 徐州奥体中心体育场效果图

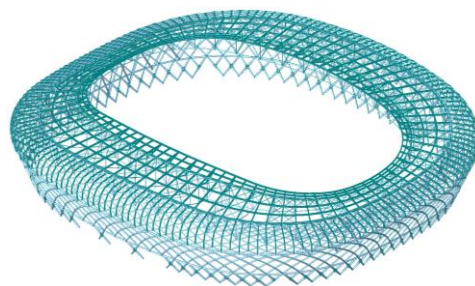


图2 徐州体育场实体结构轴测图

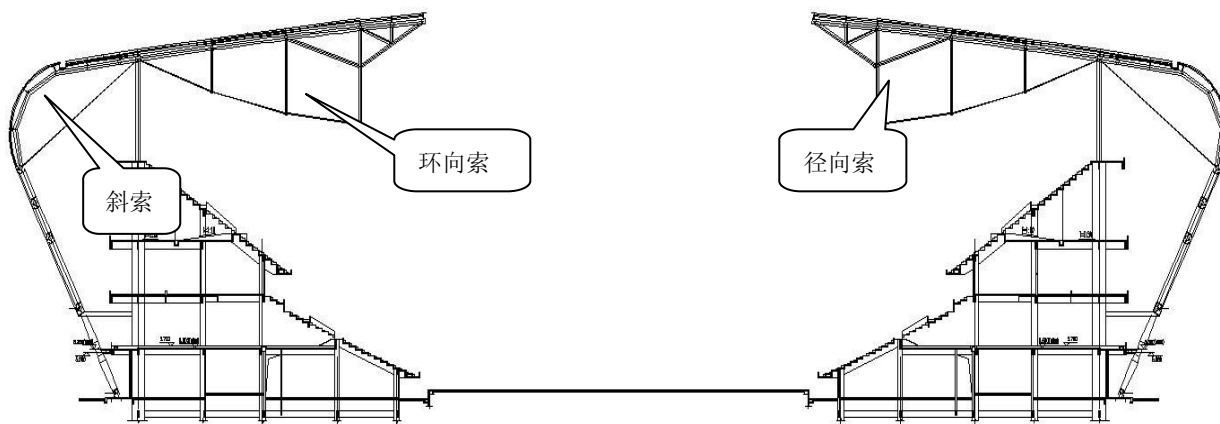


图3 结构剖面图

2 族库开发

2.1 族库标准

族是建立 BIM 模型的基础单元,是组成项目的构件,族文件可以承载构件的所有信息,以便于后续的分析计算及施工管理等,其创建的质量高低、是否规范会对项目产生较大的影响。为满足模型、深化、图纸、监测、管理等的需求,项目需要大量的族文件,而此族文件要包含大量的信息,如构件尺寸、应力、材质、施工时间及顺序、价格、企业信息等各种参数。族文件的管理与族文件标准的建立对于大型项目 BIM 模型的建立是必需的,因此在建立族的时候就要有建立的标准,即要考虑一些必要的因素来建立族库。

创建族文件时要考虑如下因素:模型的搭建时间;施工深化图出图的需要;以后类似项目创建族时参数变化的方便;软件运行的要求;企业创建自己的族样板库以满足族库的扩展开发与使用需求。

对于预应力钢结构来说,施工中构件的准确下料、各构件的施工顺序、索的张拉顺序严重影响着

结构最后的成形及受力,决定着结构最后是否符合建筑设计与结构设计的要求。预应力钢结构的施工难度大,施工要求高,因此基于 BIM 软件技术进行项目模型的建立时族包含的信息就更多更大。徐州奥体中心体育场的预应力钢结构相关族建立时主要考虑了施工深化图出图的需要,模型的参数驱动需求以及体现公司特色的目标,因此在建立预应力钢结构族库的时候,运用企业自定义的族样板,在 Revit Structure 的原有族样板的基础上结合公司深化的经验与习惯,创建了适应公司预应力结构施工及日后维护的族样板作为族库建立的标准样板,在此标准样板中包含了尺寸、应力、价格、材质、施工顺序等在施工中必需的参数。

2.2 族库建立

徐州体育场结构复杂,预应力钢结构族库建立是直观重要的步骤。根据项目的需求主要建立了耳板族,索夹族,索头族,索体族,及徐州体育场特有的复杂节点族,所建立的族如图 4~图 12 所示。图中的所建立的族具有高度的参数化性质,可以根据不同的工程项目来改变族在项目中的参数,通用性和拓展性强。

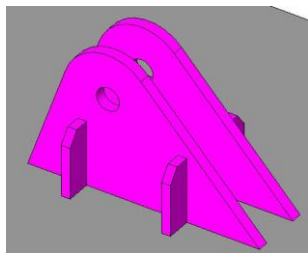


图 4 耳板族

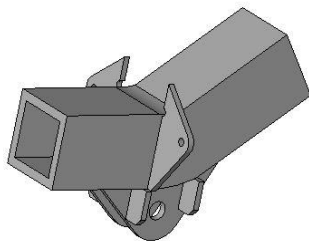


图 5 复杂节点族

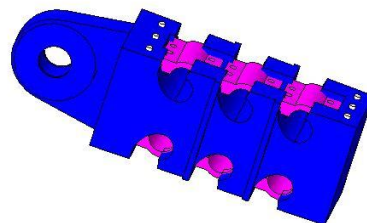


图 6 环索夹节点族

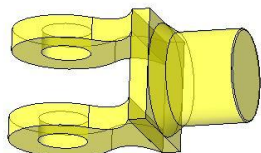


图 7 固定端索头族

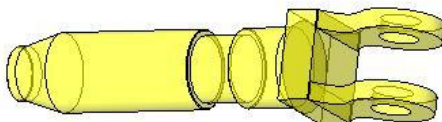


图 8 可调节端索头族

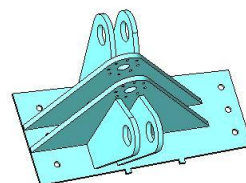


图 9 环索夹节点上盖板族

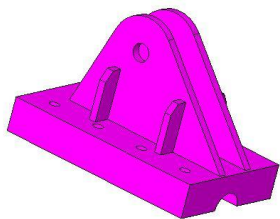


图 10 环索夹节点上半部分

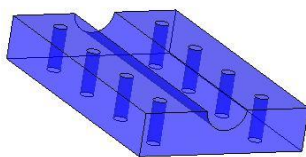


图 11 环索夹节点下半部分

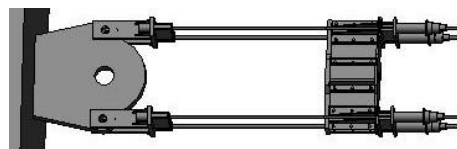


图 12 索张拉工装族

3 BIM 三维模型建立

3.1 模型定位技术

从结构的剖面图和平面图可看出, 徐州奥体中心体育场结构形式复杂, 而构件的准确安装定位是施工中最关键的一步, 因此, 如何准确地进行模型的定位也是 BIM 建模的关键技术。在徐州体育场的模型定位上有两种思路可以定位: 根据计算分析软件 Midas 或 Ansys 中的节点和构件坐标在 Revit

Structure 中进行节点的准确定位, 这样比较费时; 根据 Autocad 中的模型进行定位, 将 Cad 中的模型轴线作为体量导入到 Revit Structure 中, 导入前在 Revit Structure 中定好所要导入的轴线体量的标高, 所导入的轴线体量即是构件的定位线。徐州奥体中心体育场所用的方法为先在 Revit Structure 中定好标高, 然后导入 Autocad 中的轴线, 以导入的轴线作为定位线, 这样既快捷又准确。导入的轴线体量如图 13 所示。

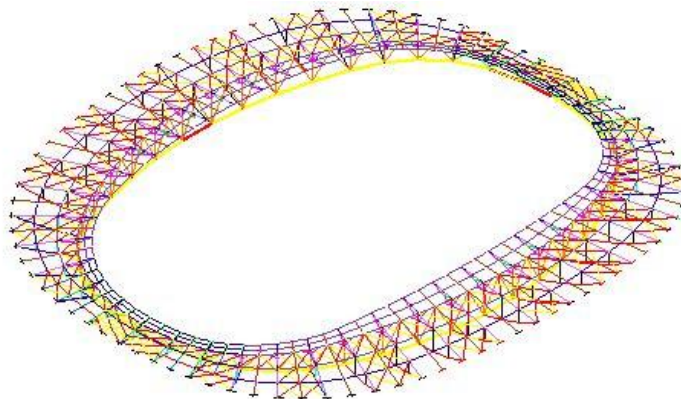


图 13 Revit Structure 中导入的轴线体量

3.2 BIM 模型建立

三维建模要准确表达结构的三维空间形式, 并关联所有的平面、立面和剖面图, 只要建立三维模型即可很快生成平、立、剖面图, 无需像二维画图那样费时费力, 利用 BIM 软件中的 Revit Structure 可以很高效地出图, 这是相对于以往传统出图的一大进步。

利用 Revit Structure 建立曲梁是难点, 但是根据已经导入的 Autocad 的轴线定位线却可以很好地解决曲梁或曲线拉索的绘制。徐州奥体中心体育场 BIM 模型的建立就是基于导入的 Autocad 轴线和已经创建的族来建立的, 模型建立的思路如下: (1)

先将钢网格用拾取的方式拾取钢网格轴线绘制出来, 然后绘制索体, 索体也采用拾取的方式绘制, 在绘制钢网格和索体时可以利用参数化的作用来改变钢梁或索体的截面; (2) 对拉索和钢网格的连接节点进行绘制, 此时的连接节点都是基于创建的预应力构件族, 由公司绘制的习惯和经验来制定的族样板; (3) 待绘制完所有构件后就加入最后的连接构件, 即销轴和螺栓, 这样整体模型就搭建完成了。搭建整体模型的重点在于定位和族的选取建立, 选取合适的族才能高效地建立模型。徐州体育场的 BIM 模型整体图、平面图、立面图和详图如图 14~图 20 所示。

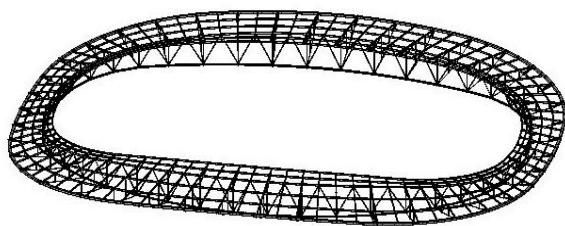


图 14 屋盖结构整体模型



图 15 屋盖里面图

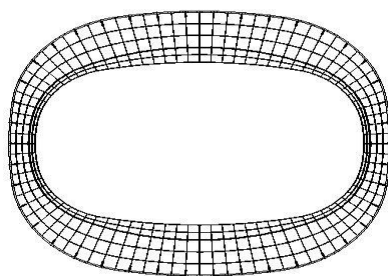


图 16 屋盖结构平面图

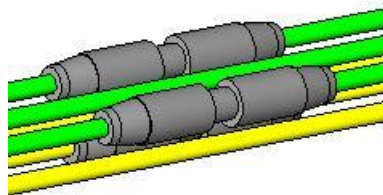


图 17 环索对接后示意图

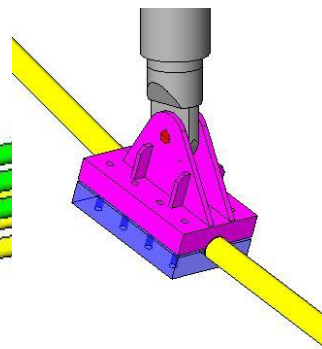


图 18 径索索夹安装后示意图

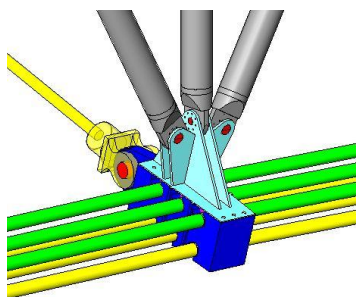


图 19 环索安装后示意图

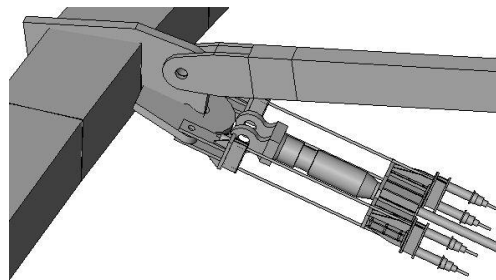


图 20 径索张拉工装安装后示意图

4 结论

BIM 技术带来了建筑结构界的革命, 利用 BIM

软件中的 Revit Structure 可以方便快捷高效地建立模型。本文从族库建立、标准制定、模型定位技术及整体模型的建立等方面详细阐述了 BIM 技术的工程

应用, 在该项目的设计和深化设计中, 实现了空间结构数据的高效传递, 实现了节点分析的最优化设计。通过以上的论述及例证, 说明了基于 BIM 的参数化预应力钢结构设计方法可行性较强, 不但可以解决既有问题, 而且可以提高设计效率, 并且降低出错率。BIM 技术在徐州奥体中心体育场的应用表

明 BIM 技术在预应力钢结构上应用的成功, 积累了预应力结构建模的经验, 为以后预应力钢结构的应用提供了宝贵的经验, 所创建的预应力钢结构构件族由于参数化的性质而具有很大的拓展空间, 高效准确的模型定位技术值得推广。