

参数化设计与BIM技术应用

Parametric Design and Application of BIM



撰文 王星宇 北京数字营国信息技术有限公司

摘要 结合实际项目，讨论参数化设计与BIM技术给建筑项目中的设计、算量、深化等带来的变革。

关键词 参数化设计 BIM 算量 深化设计 虚拟现实

作为一个专业的参数化设计和BIM咨询团队，数字营国参与了凤凰国际传媒中心、杭州奥体中心、鲁台会展中心、重庆地产大厦、绍兴县体育中心等多个大型复杂项目。因为在每个项目我们都全程参与，因此有机会接触到了业主、设计院、咨询顾问、总包、钢结构分包、幕墙分包等众多的项目参与方。在此希望就参数化设计和BIM相关的问题做一些讨论，由于经验有限，谬误之处在所难免，还望大家批评指正。

1 参数化设计

参数化设计作为一种新的设计方法，在传统的几何构成之外，更注重几何体之间的拓扑关系和生成逻辑。正是有了这种拓扑关系之后，得以将其用计算机程序实现，从而给建筑形体带来更多的变化可能。我们参与的最终得以实现的项目中都还是采用“自顶向下”的设计手法，参数化设计在其中并不是颠覆性质的，而是作为一种优化的手段。在凤凰国际传媒中心的项目中，钢结构采用交叉状的网壳结构。图1为主肋的控制曲线，其生成过程首先是由建筑师依照莫比乌斯环的概念给出曲线的走势，而后衍生出多条曲线，曲线的曲率连续以及均匀性都需要计算出数值后进行调整，是一个从概念到精确定量分析的过程。其中一个难点在于所有的曲线都是基于一个曲面的，通常的欧式几何空间并不适用，例如非欧几何中两点之间的最短距离不再是一条直线，而是一条空间曲线。在基于常曲率曲面上的曲线生成，需要经历一个逼近的过程，生成曲线——曲率及均匀性分析——再次生成曲线，直至达到最终的设定的条件。在此过程中建筑师给出初始的概念和控制最终成果，而数学模型建立、曲率均匀性数值计算、逼近算法收敛、程序编制等工作均由专业团队提供支持。由此可见，在传统的形式美学之外，参数化设计可以给予建筑师在精确定量和优化方面更多的支持。有了基础控制线后，主、次肋

依照一定逻辑通过程序生成，如图2所示。由于基础控制曲面是一个曲率不断变化的自由曲面，用何种幕墙方案将这个曲面铺满是本项目的一大难点。经过多个方案的比较，最终选定了鳞片状互相搭接的幕墙形式，避免了造价昂贵的曲面玻璃，平衡了外表皮的艺术性和经济性。为了达到渐变的效果，此方案3 200多个单元尺寸也是随曲面渐变的，与梁同样是依照逻辑由程序生成（图3，4）。在整套拓扑关系和生成逻辑的体系建立起来之后，随后的修改、优化、深化等工作均可在此体系内通过修改程序完成，相对于传统手工方式的建模，极大地缩短了设计修改的周期，减少了工作量，提高了设计精度。

参数化设计另一个重点就是数据，尤其是对项目做优化的时候，必须以数据作为优化依据。而目前我们所使用的CAD软件（辅助设计软件如AutoCAD、Catia、Rhino等）和CAE软件（辅助分析软件如：结构计算SAP2000、能耗分析IES、CFD分析STAR-CCM+等），都是彼此独立的，即设计和分析是在不同软件中进行的。在一些大型复杂项目中所使用的这两类软件就不止10个。那么数据在这些软件之间的传递就是一个麻烦的问题。目前的方法多是通过一些中间格式进行转换，容易丢失大量的信息，转到分析软件中还需要大量的手工工作，分析软件的结果无法定量地返回到设计软件中。图5是一个可开合屋盖的体育场。结构分析软件是Midas，常用的工作方式需要将模型导出成单线模型DXF格式，按照不同截面对图导入Midas，在Midas中赋予截面荷载进行分析，再依据分析结果画施工图。而此项目甲方要求的工期非常短，用钢量又要省。对设计院而言，建筑的罩棚需要不断调整，结构为了优化用钢量需要多方案的比较。单是加荷载一项工作就十分费时费力，首先可开合屋盖要依据不同角度算7种工况，曲面的屋面荷载要手工折算成线荷载加到檩条上，风洞试验返回的风荷载都是点荷载的形

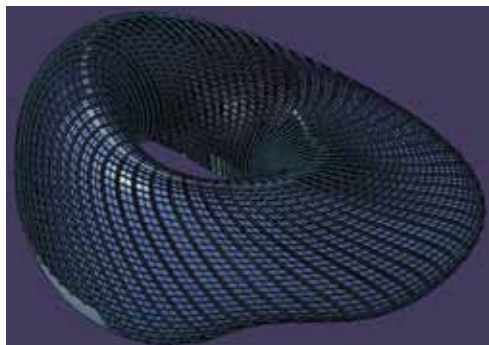
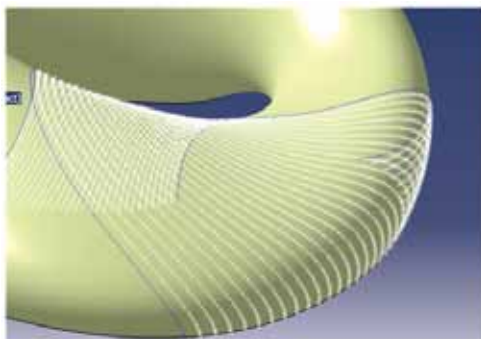


图1 凤凰项目钢结构主肋控制线

图2 凤凰项目结构主、次肋

图3 凤凰项目幕墙

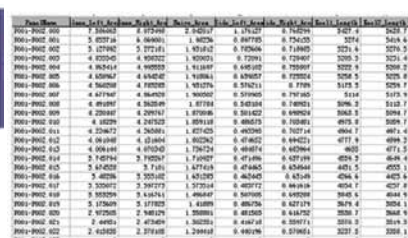
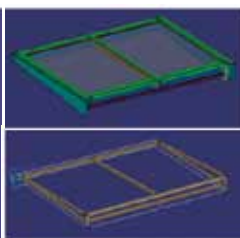
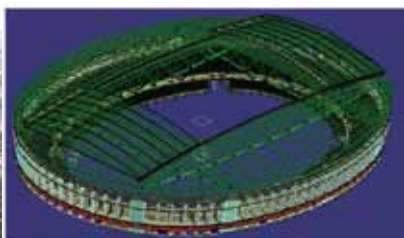


图4 凤凰项目幕墙照片

图5 可开合屋盖体育场

图6 幕墙算量

图7 幕墙算量

式,按风的方向每30°一个工况,如果模型有修改,对应的节点编号也会变化,所有节点对应的风荷载都需要重新更新。在开发了与Midas软件的接口后,可以直接读写Midas文件,将设计软件中的杆件定位、截面尺寸、截面 β 角、分组、屋盖恒活载、风荷载等直接导入Midas,并可将其计算后的截面返回到设计软件中,大大缩短了每版方案调整的时间。参数化设计可在设计阶段提供有力的支持,而BIM模型可以对项目生命周期内的各个阶段产生影响。

2 BIM技术对项目各个阶段的帮助

项目最终的品质是取决于业主方多一些还是设计院多一些？个人认为在国内取决于业主方多一些。众所周知，国内外的工程建设环境存在差别。在国外设计师的决策权多一些，例如材料和设备等，建筑师还要部分充当监理的角色；国内更多的则是由业主方说了算，由此也就要求我们的业主方需要具备更多的专业知识和更丰富的工程经验。那么在有了BIM模型之后，如何给业主方更有力的支持，也成为了至关重要的问题。以下将就量、深化设计、预先体验建筑几个方面做简单的讨论。

2.1 算量

如大家所知，规范标准相对于技术上的进步总是滞后的。当

我们在做一些尖端的项目时会更多地面临这些问题。例如在凤凰国际传媒中心项目中，常规的幕墙算量都是按照投影面积进行折算，而由于该项目幕墙整体都是基于一个连续变化的曲面，如按常规方法折算会与真实的工程量有较大的差距。业主方在幕墙招标前需要对真实的工程量有一个准确的计算，也使各投标方有一个明确的依据。通过程序开发，依据生成逻辑建立更精细的模型（图6），然后将模型中3 200多个单元中的主材，包括玻璃、龙骨百叶、铝板、型材等的量分别提取出来，并标明每个单元功能，如是否有美景条、是否能开启等（图7），再由此编制招标文件。

此外，在凤凰国际传媒中心项目中，钢结构涂料的用量开始也存在争议。此项目的钢结构都是空间扭曲的（图8），开始的报价是以每吨钢结构的涂料用量报，后经业主方委托，通过程序提取出了所有钢结构的表面积，以此作为大家都认可的量进行报价。由此可见，对于此类项目客观真实地计算出工程量是业主方合理有效控制工程造价的一个重要手段。

2.2 深化设计

目前在施工图出图之后还有大量的深化设计工作,如机电深化、钢结构和幕墙深化。BIM模型也可以起到辅助深化设计的作用。

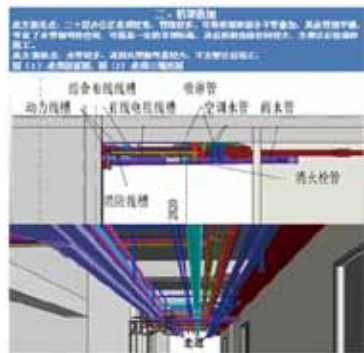
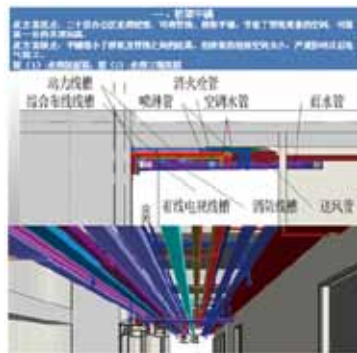


图8 钢结构涂料算量

图9

图10

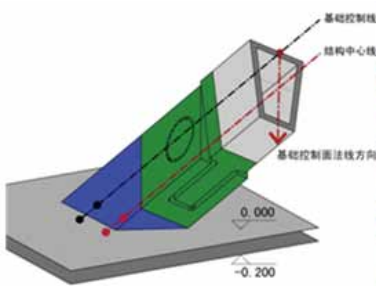


图11 落地铸钢节点深化设计

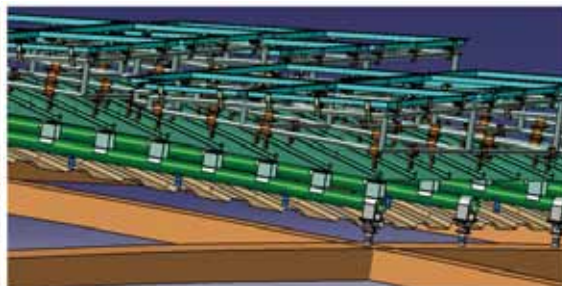


图12 杭州奥体中心项目双层皮幕墙深化设计

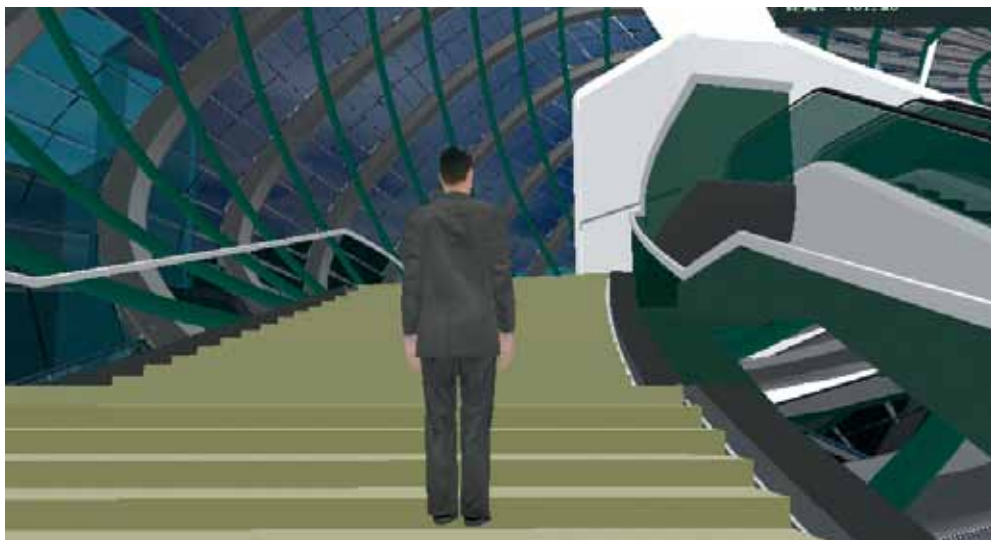


图13 凤凰项目预先体验

用。在一个写字楼项目中，甲方要求精装设计与施工图同步进行，而且对走廊净高要求较高。那么需要在BIM模型中对重点部位的管线进行排布以确定吊顶标高，并进行空间排布的优化和多版方案的比较（图9，10）。通过在BIM模型中的深化设计，可以优化空间，提前发现问题避免现场的返工。设备末端还需要跟随精装吊顶方案进行调整，以使模型具备指导施工的作用。

目前很多钢结构都是外露的，而落地节点又是在近人尺度下能观察到的，所以这些节点除了满足结构受力的要求外，也应尽量美观，成为人们对建筑整体感受的一个组成部分。那么这些铸钢节点的深化设计都可以在BIM模型中完成，经各方认可后再进行加工（图11）。钢结构和幕墙的精度要求都比较高，尤其是幕墙的精度更像是机械加工，那么我们的BIM模型是否也需要按照机械零件进行深化设计？如图12所示，此模型不仅发现了平面图纸上的一些隐藏问题，同时对其中的零件均单独进行了设计，最后装配成为一个整体。此模型可以方便地统计出各种零件的用量，并可精确定位各个零件的空间位

置，对幕墙的采购、加工、安装都有实际的指导意义。

2.3 预先体验建筑

经常困扰业主方的一个问题是项目进行到了中后期才发现某些局部不是他们想要的。而实际施工中也经常会出现由于业主方发生的变更。目前的虚拟现实技术可以充分利用BIM模型，使业主方在项目早期去体验建筑、模拟今后可能发生的状况。首先虚拟现实技术可以使大家对建筑有一个全方位的体验,不再局限于某些特定视角（图13），此外可以允许以不同的角色来体验建筑，例如我们可以模拟VIP流线，也可以模拟坐轮椅的残疾人进入到建筑中检验各种无障碍设施。

3 结语

近几年是参数化设计与BIM相关技术，相信我们可以对这些新技术抱以合理的期望值，脚踏实地地向前迈进，以先进实用的软件技术帮助建筑行业解决各种问题。AT



作者及单位简介

王星宇，北京数字营国信息技术有限公司合伙人，毕业于浙江大学。

数字营国是一家从事参数化设计、BIM咨询和程序开发等相关整合业务的公司，特别专注于复杂形体和大型项目。

公司名字来源于周礼中的匠人营国，寓意能像过去的工匠一样把自己的手艺做好，利用信息化的工具助力建筑行业的发展。