

MEP项目中BIM技术的应用与推广

BIM Application in Complex MEP Project

撰文 陈宇军 段春姣 清华大学建筑设计研究院BIM技术中心

0 引言

当前,关于BIM技术的话题已不是要不要采用这项技术,而是如何采用以及如何顺利过渡的问题。在应用及推广BIM的过程中,发现有必要消除以下几点关于BIM的认识误区:

(1)认为BIM是高端技术。这是方向性的误解,BIM是未来的“大众”设计技术,它也许会成为每一位设计师和工程师必备的执业资格条件。

(2)认为BIM很难掌握。BIM的确难以掌握,但这仅是相对于AutoCAD等2D设计软件来说的。BIM设计与2D设计的不同之处在于BIM中的每一个环节、每一个步骤都“有法可依”并“有法必依”,掌握这些规则需要更多的时间和精力,但掌握之后并不需要高深的应用技巧或深厚的计算机基础。

(3)与上一个误区相反,认为BIM可以快速掌握。持这种观点很容易在学习和实施BIM的过程中产生挫折感,甚至半途而废。BIM软件供应商以及类似于“三天速成”之类的教程都可能给初学者以误解,认为BIM技术一两周就可以掌握。实际上,掌握BIM需要的是几个月而不是几周,并且需要一个BIM环境。

(4)认为BIM能大幅度提高设计院的生产效率。实际上,BIM技术提高的更多的是设计+建造+运营的综合效率,而非单一设计环节的效率。对设计环节来说,BIM可能反而增加了信息量的输入,加大部分设计人员的工作量,但这会通过体现协作优势得到加倍的补偿。长远来看,BIM的综合效率会使得采用BIM技术的设计院在投标过程中具有更大的优势。

(5)认为单位有一个小组可以搞BIM就可以了。实际上,未来只有全体采用BIM,才能体现出单位的竞争力。

结合清华大学建筑设计研究院BIM技术中心参与的一个管线综合项目实例,阐述BIM技术与常规设计方法的不同以及二者的结合和过渡办法。

1 项目概况

实施BIM管线综合的MEP项目为清华大学新建医院一期工程门诊综合楼(图1),工程位于北京市昌平区天通苑社区内,总用地面积为10.14Ha。清华大学新建医院为1500床的三级甲等综合医院,总建筑面积为225000m²。其中,1号门诊住院楼总建筑面积为94510m²,地下2层,地上13层,建筑高度为63.45m,属于一类高层建筑。

该医院建筑构造复杂、布置变化多、管线最复杂的地下2层到地上5层均为不同的标准层,且层高也不一致。各类风管、水管种类多、分布密集,而且要求布置精准,并尽量节省空间。对于这个项目,依靠通常的2D设计手段已很难完成。在这种情况下,BIM中心与该项目设计人员合作,采用Revit MEP进行了3D管线布置,与设计人员一起在3D状态下成功进行了管线调整,不仅避免了碰撞,也尽可能地提升了房间的使用空间高度。过程中还有效开展了BIM培训及推广工作。



图1 清华大学新建医院一期工程门诊综合楼效果图

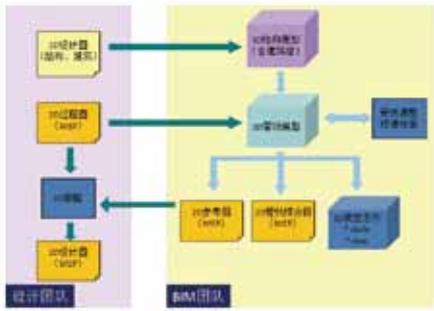


图2 设计团队与BIM团队相对独立的协作模式

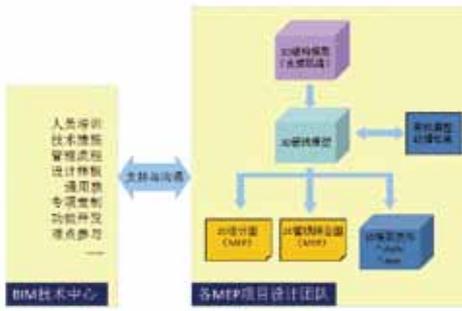


图3 技术中心支持下的BIM设计模式



图4 基于共同模型的协同工作模式

2 整体组织

该项目采取传统设计与BIM设计相结合的方式进行，项目组分为设计团队与BIM团队，两个团队的协作贯穿项目始终。

软件方面，BIM团队主要采用了Revit 2011系列中的Architecture和MEP，另外还有一些外围辅助软件，如Autodesk Design Review 2011等。

院方要求通过本项目的实施达到两方面的目的：一方面通过BIM团队的协助，完成该项目的BIM模型的建立与调整，另一方面，BIM团队要完成设计团队向BIM过渡的引导工作。

BIM培训是一个相对漫长的过程，不可能一蹴而就，因此BIM中心为工作的每一步均设置了现实可行的目标，使关键的跨越和循序渐进的过渡很好地结合，做好概念普及、重点培训、以点带面、示范引导等各个方面的工作。

3 团队协作模式

BIM团队与设计团队的协作方式分为两个阶段，初期阶段，二者相对较独立，合作模式如图2所示。

此阶段，设计团队采用传统2D设计方式进行，BIM团队基于其设计成果（2D设计图）创建3D BIM模型。然后，设计团队与BIM团队合作，基于3D管线模型进行碰撞检查以及管道调整。调整完成后，再自动形成2D参考图，设计团队基于2D参考图调整其设计成果，形成最终的设计交付文件。同时，BIM团队基于3D模型形成3D发布文件，该文件取代通常的2D管线综合图，可利用免费的Autodesk Design Review 2011查看。

由于设计团队此阶段几乎不需要任何BIM培训，因此对工作的切入是非常有利的。采用这种方式，BIM团队与设计团队顺利完成了标准层的管线布置与调整工作。在此过程中，设计团队也切身体验了BIM设计的优势，为BIM培训打下了良好的基础。

接下来，BIM中心对设计团队进行相关BIM培训。由于是结合实际项目的培训，非常重视实用性，让每一位接受培训的设计人员能够在短期内上手，在BIM中心的帮助下开始BIM设计。这是很有效的培训方式。脱离生产的系统培训可能会耗费相当长的时间，并且由于缺乏实战关联，培训的实用性往往不强。

另外，BIM中心负责做好所有的周边工作，如设备配备、软件安装及调试、网络设置，以及项目相关的系统模板设置、常用族的开发、标准定制、协同辅助等等，没有BIM团队的帮助，这些环节会耗费设计团队相当多的时间和精力，应该说这也是BIM设计长期以来不容易推广的重要原因。

设计团队完成BIM转化之后，工作配合的模式就有了变化，BIM中心更多的是发挥其支撑作用。如图3所示，此阶段，BIM中心将以发挥技术支撑作用为主，设计团队直接采用BIM技术后，由于节省了前后两方面的成果重录入以及校核的工作，工作效率比前一种过渡式的配合方式大为提高。

4 协同工作

BIM协同设计与当前2D CAD方式下的基于网络沟通与组织的协同设计是完全不同的。BIM设计中，协同即是设计手段本身而非辅助工具。

比如，以前的2D协同设计是采取网络沟通的手段方便大家互相参照对方的设计文件，即需要的时候可以很方便地拿过来参考一下，知道到哪里找以及怎么找到需要的东西，省去了设计人员网上找文件的过程。而BIM的协同则是大家一开始就在共同构建一个虚拟的模型，包含建筑、结构、设备、管道等等，大家像同处于一个虚拟模型中一同工作，会实时看到各自搭建和布置的东西，碰撞与矛盾都是可以即时发现的，可以随时就一个碰撞同其他工种的工程师展开讨论。

在Revit中，中心文件是这个虚拟模型的代表，基于中心文件可以很容易地实现前述的协同模式，如图4所示。

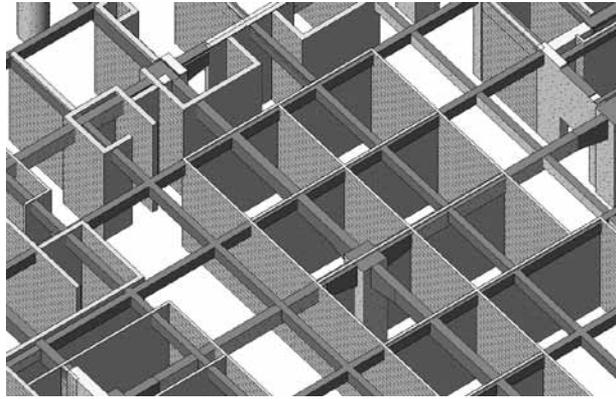


图5 地下1层局部结构

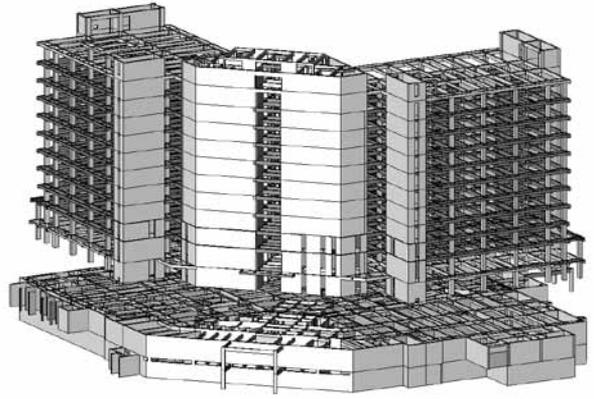


图6 利用工作集控制层的显示

可以说，没有协同，就谈不上BIM。在Revit中，从技术角度实现前述协同是很容易的，也很容易学习和掌握。相对来说，人们更需要接受的是设计方式的改变，协同从根本上摒弃了以往单兵作战的设计方式。BIM的协同需要良好的项目规划以及成员工作关系的划分及组织，它更多依靠管理者的协调作用。Revit中，每一个工作单元叫做一个工作集（Workset），规划合理的工作集会使得项目逻辑合理、结构清晰，并且除协同之外，还可以发挥许多衍生的功能。

5 结构模型创建

为了进行管道碰撞检查，需要创建结构模型而非建筑模型，但由于建筑墙体对管道布置同样有影响，因此创建的模型中也包含了建筑墙体。图5为地下1层的一部分。

对于高层建筑，按层划分工作集是一种有效的方法。Revit虽然有层的概念，但并没有直接控制层显示的方法。工作集作为一种协同工作概念下的操作单元，还可以被用作控制层显示的最有效的手段。图6显示的模型中，通过工作集隐藏了中间2层的结构，并隐藏了各层楼板的显示。

与AutoCAD不同的是，Revit中没有图层的概念，这一点不同于其他一些BIM软件或造型设计软件如ArchiCAD，Bentley Architectur，Bentley Structure，Rhino等。Revit将构件按功能、类型做了很多分类，可以直接用这些分类控制构件的显示。例如，可以通过Revit的显示开关直接控制楼板或梁、柱的显示。

而对于其他一些需要用户定制的分类标准，如高度小于800的梁或顶标高比楼层标高低50的梁等，Revit提供了过滤器，利用过滤器工具，可以随心所欲地按自己的标准把构件分类，控制它们的显示效果，如是否显示、显示什么颜色、是否透明等等。总的来说，Revit按类型分类的手段也是很丰富的，熟练运用会起到很好的效果，缺点是定制不够直观，初学者掌握起来不像图层那样便捷。

6 链接结构模型

管线建模时，并不直接在结构模型中进行。对于性质不同的工种（结构与MEP），Revit不推荐将它们的模型合二为一，而是相互保持独立。链接是保持二者参照的有效手段。

在该医院项目中，通过链接的方式，将结构模型链接到MEP模型中作为参考。通过中心文件的链接，可以确保结构模型修改后，MEP模型中的结构也会自动更新。

Revit 2011版本的一个重大的更新是可以在主模型（MEP模型）中控制链接模型（结构模型）中的工作集的显示，这样，就可以在MEP模型中，按需要打开结构层进行参考。在Revit 2010中，这项功能要靠其他手段来实现，过程非常繁琐。

7 MEP模型布置及调整

由于是高层结构，工作集的划分同时考虑了管道所在层及管道类型。图7为第4层工作集的划分情况，从图中可以看出管线的复杂程度，这也再次说明了BIM设计更多的是管理和协调的问题。

在Revit布置和调整各种管道时，由于涉及到BIM团队以及设计人员的配合，需要更加明确管道布置的规则以及优先级。

一般来说，无压有坡度管是关键，如污水管、空调冷凝水管、蒸气凝水管、雨水管等，这些管道的布置要优先考虑，因为它们要求一定的单向坡度，以便管中液体能够在自重作用下顺利流动。这类管后期调整的余地不大，布置不当甚至影响建筑吊顶的高度。

各类风管尽可能靠上布置，对于比较紧张的无压有坡管，要考虑风管避让它们。

其他管道本着有压有坡管优先于有压无坡管，上下转弯有限制的管优先于可自由转弯的管，以及小管让大管等指导性原则进行，再结合实际情况进行灵活调整。

04层-y/t-
04层-净化系统
04层-医疗气体
04层-手术-排风
04层-手术-机房风管
04层-手术-空调水管
04层-手术-风管
04层-排风
04层-新风
04层-消防
04层-电气-弱电1
04层-电气-弱电2
04层-电气-强电
04层-空调水管
04层-给排水
04层-给排水-污水
04层-送风
04层-防排烟

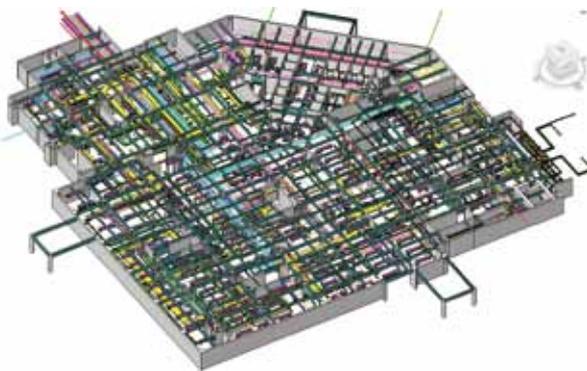


图7 第4层管线工作集的划分

图8-1 结构及管道布置

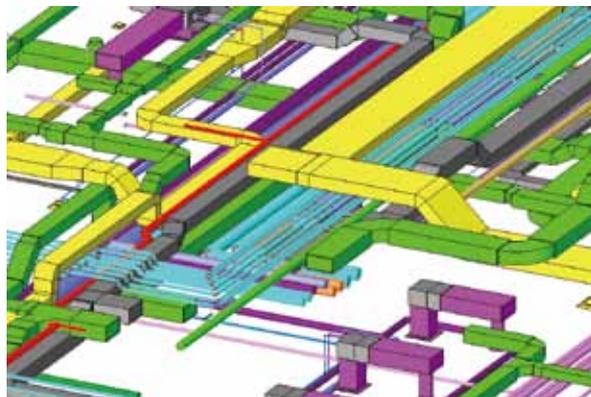


图8-2 局部管道布置

比较自由的管道，如医疗气体管、通气管等优先级可适当靠后。但需要注意相应的特殊事项，如通气管不能形成U形弯，以免形成凝水堵塞管道。

热水供、回水管，空调冷热水管等，按一定坡度“抬头”走，但延伸较长时需要较大的竖向空间，需要在一定距离后向下折，此时需要注意在下折的地方预装放气阀。风机盘管本身可以当做放气阀用。

考虑到结构跨度大，梁高有一定的空间，经协调将消防管穿梁布置，有效地节省了布置高度。

对于竖向空间紧张的区域，还考虑增设同类管道避免空间交叉的办法。如为避免污水管交叉，将污水管分为并行的两根，引入管井后再交叉合并，有效降低了空间高度的需求。

图8为地下1层管道交错布置情况。该建筑包含了8个不同的MEP标准层，其中地下2层到地上4层为裙房部分，每层布置均完全不同，再加上5层以上的2个标准层，整体管线调整工作量很大。

管线碰撞检查是Revit提供的一个有效工具，可以帮助检查需要查看的部分或全楼的碰撞情况。碰撞检查可以有选择地进行，如只检查风管与结构的碰撞、风管之间的相互碰撞或污水管与风管的碰撞等等。但是Revit提供的碰撞检查功能比较单一，只能检查到管道之间的硬碰撞，条件更复杂的碰撞检查，如间距检查，则需要导入到Navisworks软件中进行。

8 困难与不足

仅从设计单位内部来说，实施BIM最大的困难在于初期环境的建设，可概括为以下几点：

(1) 从2D到BIM设计的观念转变并非易事。

(2) Revit系列软件的本地化程度仍需要进一步提高。

在本项目BIM实施过程中，制作了符合中国标准并适合

清华大学建筑设计研究院做法的族，如各种风机盘管、管道连接件，结构构件如变截面梁、门型梁等，并对模板进行了多处定制以适合中国规范。我国的设备厂商尚未像国外厂商那样直接提供产品的族文件，这使得模型在造价估算及运营管理上缺乏依据，模型的精确性受到影响。欲使BIM在建筑全生命周期发挥作用，这个问题必须解决。

(3) 软件运行效率依然存在问题。随着Revit 2011版本的推出，软件运行效率较之前的版本有了较大提升，硬件需求过高的问题得到了一定缓解。但是，为提高生产效率，Revit依然需要强大的硬件作为支撑，为此，BIM中心采用了先进的图形工作站及Windows7 64位操作系统运行Revit。实施BIM的成本问题依旧不容忽视，期待Revit在优化程序内核、提高运行效率方面加快研发步伐。

(4) 培训所需要的时间、资金成本需要仔细规划，合理安排，尽量避免影响正常生产。

总之，初期较高的综合实施成本，包括软硬件投资、人才招聘、BIM团队建设、管理跟进、人员培训等均是阻碍BIM推行的因素。

9 结语

概要介绍了BIM复杂管线项目的组织、实施及BIM推广情况，限于篇幅，无法涉及更多的技术细节。BIM的应用与实施不仅是设计软件的改变，还将改变设计行业的生产流程，可以说愈先采纳，愈早受益。

作者简介

陈宇军，工学硕士，高级工程师，一级注册结构工程师，BIM技术中心主任。
段春姣，计算机科学学士，工程师，PMP项目管理专家。