

# BIM技术在建筑电气设计中的应用研究

建筑信息模型（BIM）在国内工程建设领域正在被越来越多的人所熟识和应用，BIM技术已为建筑、结构专业处理复杂形体的建筑找到了有效的方法，而BIM技术在电气专业的应用还处于初步探索阶段，需要引起电气设计工作者的广泛关注和悉心探索。笔者将BIM技术在电气设计中的应用特点及其应用优势进行探讨，并结合实际工程项目，浅谈BIM技术在建筑电气设计环节中应用的流程和特点，望能对电气设计师在今后的电气设计中使用BIM技术提供一定的参考。

于红亮 王楠/中国建筑东北设计研究院有限公司



于红亮/工程师

## 关键词/Keywords

BIM ·  
建筑电气 ·  
流程 ·  
协同 ·  
应用 ·

在进入21世纪后建筑信息模型（Building Information Modeling, BIM）被认为是全球建筑行业的变革性理念和里程碑式技术，开始引起全球业内人士的广泛关注。在欧美国家，应用BIM的项目数量已超过传统项目。国内BIM应用起步相对较晚，目前一些工程实施过程中也开始得到应用<sup>[1]</sup>。BIM在我国建筑业应用初见成效，尤其适用于复杂项目，但同时也存在诸多问题。BIM综合了所有的几何性信息、功能要求和构件性能，将一个建筑项目整个生命周期内的所有信息整合到一个单独的建筑模型当中，包括施工进度、建造过程和维护管理等过程信息<sup>[2]</sup>。美国建筑师学会进一步定义BIM为一种“结合工程专案信息数据库的模型技术”。BIM被认为是建筑行业的新工具，在传统的建筑设计以及非线性设计等复杂程度较高、难度较大的建筑设计的实现中，BIM提供了良

好的设计基础<sup>[3]</sup>。与此同时，BIM技术在建筑电气专业设计中的应用问题也应运而生。应用BIM技术可突破2D限制，进行可视化的电气设计，实现与各专业设计师之间的及时沟通，对保证设计意图和施工质量都有重要的意义。现阶段国内部分项目的设计阶段和施工阶段采用了BIM电气专业技术，但运营阶段在建设项目的全生命周期内处于“孤立”状态，实现BIM电气专业在各阶段、各专业间的协同应用，是未来发展的关键。本文就BIM技术在建筑电气设计中的应用进行研究。

## BIM在建筑电气中的应用

### 1. BIM概念

BIM是一种全新的建筑设计、施工和管理的方法，以三维数字技术为基础，将规划、设计、建造和运营等各阶段的数据资料，全部包含在3D模型之中，让建筑物整个生命周期中任何阶段的工作人员在使用该模型时，都能拥有准确完整的数据，帮助项目设计师提升决策的效率与正确性。BIM使建筑、结构、给排水、暖通和电气等各个专业基于同一个模型进行工作，从而使真正意义上的三维集成协同设计成为可能。随着BIM技术的发展，电气专业BIM应用具有更大的发展前景。在软件内置入本地化规范，可以实现电气设计的自动校审工作，加快审查过程；应用BIM模型，可以实现对电力系统、智能照明系统、消防系统、安防系统和设备监控系统等电气系统的管理，提升建筑的智能

建筑工程设计BIM集成应用研究课题，子课题名称：  
结构专业和电气专业设计BIM应用研究。

化水平。

## 2. BIM技术在电气设计中的应用

现阶段电气专业BIM技术应用主要有配电设计、照明设计、消防设计、弱电设计和三维碰撞检查。在配电设计中,电气专业可以通过BIM技术的协同功能,搜集暖通专业和给排水专业的动力条件,应用BIM技术的检查功能可以查看动力回路是否完善。当动力条件改变时,配电系统也会自动调整,这就避免了以前二维设计时错、漏动力条件的情况,在生成的配电系统中,软件可以自动对负荷进行三相平衡调整,大大加强了供电质量。在照明设计中,设计人员可以按照规范先设定每个功能房间的照度标准值,在布置灯具时可以实时查看设计是否满足规范要求,加快了设计速度,提高了设计质量;在消防设计中,应用BIM软件的检查功能,可以查看火灾探测器的保护是否满足规范要求,软件还可以搜集暖通专业、给排水专业和电气专业的消防联动条件,使电气专业的消防设计更可靠、安全;在三维碰撞检查过程中,电气专业的强电和弱电桥架根据三维模型的分析,对碰撞点进行调整,满足现场施工要求,这些在二维电气设计时是无法实现的。下面从BIM电气设计的应用流程详细分析验证BIM在建筑电气设计中应用的优越性。

## 基于BIM的电气设计在应用流程中的变化

在基于BIM的设计中,电气专业依然存在初步设计阶段和施工图设计阶段,在某一个具体设计阶段内,专业内、各个专业间可以共享BIM模型,从而避免了重复建模和设计信息的丢失错漏。

### 1. 传统电气设计流程

传统的电气设计流程基于二维图样,如图1所示。电气专业基于建筑专业的设计提资及设计任务书开始设计准备工作,并对建筑专业和其他专业的设计方案进行复核确认,提出本专业的技术参数及要求,然后开展基于二维图样的电气设计制图工作。在此过程中,电气专业需与其他专业相互提资。在设计完成后,随后进行审批、交付和归档。

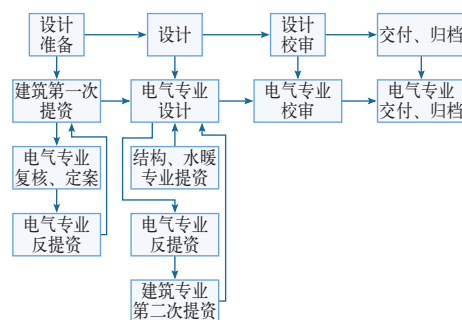


图1 传统的设计流程

从工作流程的角度看,包括设计准备、电气设计、校审、交付和归档。在设计准备过程中,电气专业除需确认建筑专业提供的资料外,也需要将本专业的设计参数及要求通过提资的方式告知其他专业,作为设计依据。

从数据传递的角度看,专业间仅存在定期、节点性的提资活动,通过图样传递设计信息的传统方式,无法实现实时的数据共享。图样间缺乏相互的关联性,容易造成不同图样表达不一致的问题。

通过以上分析可见,传统的基于二维图样的电气设计方式存在一些不足之处,主要体现在:

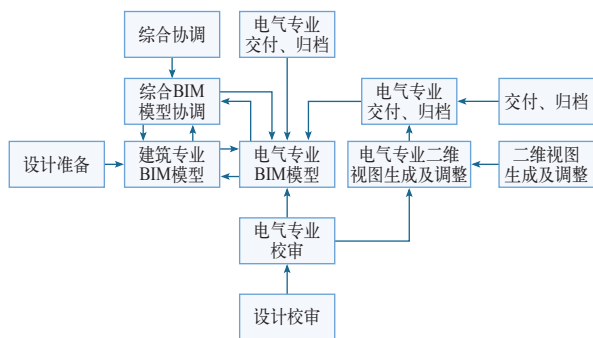
- 1) 二维图样间缺乏数据关联,不能有效地保证数据的一致性,这会导致平、立和剖等二维图样表达不一致。
- 2) 二维图样不能在专业内和各个专业间建立起直接的数据关联,容易导致专业间的碰撞冲突等问题。

### 2. 基于BIM技术电气设计流程

基于BIM技术的设计模式下,工作流程和数据传递方面会有明显的改变,明显提升设计质量。从工作流程的角度看,基于BIM技术的工作流程将划分为六个环节,包括设计准备、电气设计、综合协调、二维视图生成及调整、设计校审、交付和归档,如图2所示。

与传统的工作流程相比,主要发生了以下变化:

- 1) 电气专业与各专业协调工作将贯穿于整个设计流程中。在电气设计过程中可以实现实时协调,可以避免或解决设计的冲突问题。
- 2) 增加了二维视图生成和调整过程。创建电



气设计模型之后,传统的设计制图过程转变为由模型生成二维视图过程,由于生成的二维视图与现阶段执行的设计深度要求不符,还需对生成的二维视图进行深化调整。

从数据传递的角度看,实现了电气专业与其他专业随时的数据传递与交换。BIM模型和二维图样将同时交付供施工阶段使用,实现数据的共享。从工作成果的角度看,模型与所生成的相应图样准确一致,减少了错、漏、碰和缺等现象,为施工图阶段提供了更准确的设计图样<sup>[4]</sup>。

通过上述对比分析得出，基于BIM技术的施工图设计流程具有以下优势：

1) 基于BIM技术的设计方式能够直观、全面地表达各专业的空间关系,能够随时实现专业内及专业间的协调工作,具有良好的数据关联性,能够大幅度地提升设计质量,减少设计错误发生的概率。

2) 在设计效率方面, 由于增加了二维视图生成和调整环节, 电气专业工作量有所增加, 但在整个设计流程中, 减少了专业内和专业间的协调工作, 减少了设计变更对电气专业的影响, 这将大大提高工作效率, 所以对于整个工程周期将会缩短。

3) 为设计优化提供了技术手段。所创建的BIM模型包含了丰富的几何和参数等属性信息, 这些信息可以用于电气的电力分析、照明分析等, 还可用于负荷计算、照明计算和防雷计算等。

## 基于BIM的电气设计与其他专业的协同优势

在二维图样时代，各个专业的协调是一个烦

琐碎费时的工作，做得不好会经常引起施工中的反复变更。在基于BIM技术的设计模式下，电气专业与各专业之间的协调工作将贯穿于整个设计流程中，整个设计基于BIM技术整合于一个共享的建筑信息模型中，因而电气专业与各专业间的冲突会直观地显现出来，电气工程师可在三维模型中随意查看并准确查到可能存在问题的地方，及时调整自己的设计，从而使得设计的修改变得更容易。

在设计过程中,由于所有专业都通过统一的BIM模型,随时了解整体的空间布置情况,在确定变/配电室、各弱电机房(包括消防控制室、安防监控室、电视机房和电话网络机房等)、电气(强电、弱电)竖井的位置和尺寸、设备运输通道、维护通道以及各电气设备位置时,可以发现并及时解决与专业内或与其他专业之间的冲突,可直接读取模型中结构梁、板、柱和结构墙的信息,减少了电气专业与其他专业沟通协调的时间,大大降低了发生设计冲突等问题的可能性。

另外, 三维管线综合碰撞检测是基于BIM技术电气设计中一个较为突出的特点和优势。由于大型、复杂的建筑工程设计中常常出现的管线之间或管线与结构构件之间发生碰撞的情况, 给施工带来麻烦, 造成返工或浪费, 甚至存在安全隐患, 而采用BIM技术进行三维管线综合设计方式可以实现全面检测管线碰撞、准确定位管线标高、准确控制层高、动画漫游和3D校审等功能, 这是电气专业应用BIM技术的一大亮点。

在设计工作基本完成后,通过应用分析软件对模型进行总体综合协调工作,以保证BIM模型数据的准确完整。其工作流程一般可分为对各专业模型的简化与整合、多专业综合检查和设计调整优化。

总结BIM在实际项目中的应用，BIM技术应用于电气设计与其他专业的协同工作中应该注意以下问题：

1) BIM模型数据输入前,要考虑模型结构和组成的正确性及协调一致性,如果模型有重要的结构错误,就不能可靠地使用该模型所包含的信息。

2) 应统一文件命名规则, 统一建模规则。输

入BIM模型数据时,应对电气元素合理分组,电气元素参数规则应满足分类编码标准,应保证电气元素数据准确性和电气元素之间数据的关联性,提高模型数据的重用率。

3) 电气专业可以采用其他专业的电气提资数据,保证数据的完整、一致、关联、通用、可重用和轻量化等。不同模型数据的对象在不同阶段划分不同,可以制定计划来规定每个阶段输入的数据内容。

4) BIM 模型数据的输出主要作为完整的数据资源,供建筑的不同阶段和不同用途使用。为了保证数据的完整性,应保持原有的数据格式,尽量避免数据转换造成的数据损失。BIM数据生成时需采用支持BIM数据的国际标准格式IFC软件,按照IFC的规则来保存BIM数据。IFC是与BIM数据相关的唯一国际标准,可以作为BIM基本标准使用,所有的BIM软件都通过IFC标准来转化数据。除了IFC格式外,由于用途不同,gbXML、IFC-XML等标准格式也可以被使用。

5) 在输出BIM模型前,应当在建模工具内或使用模型检查工具进行检查。由于设计交付的目的、对象和后续用途的不同,不同类型的设计模型,应规定其适合的数据输出格式,并保证数据的质量。模型数据文件名应按照一致性原则进行制定。

## 实际项目中的应用

本文以天津某办公楼作为示范工程进行BIM设计研究。该工程为普通办公楼项目,电气系统多且相对复杂,配套设备齐全,可以全方面测试BIM设计软件的建模能力和各BIM软件之间的交互共享能力。

电气专业BIM技术软件主要包括建模软件、辅助建模工具和分析软件,主要为Autodesk Revit软件、Bentley软件和MagiCAD软件<sup>[4]</sup>。BIM用于建筑电气设计软件以Autodesk公司的Revit MEP、Revit 2013为主,部分用户使用MagiCAD for Revit和MagiCAD for CAD双平台。使用Autodesk公司的Naviswork三维模型浏览软件,进行碰撞检查、漫游和动画<sup>[5]</sup>。本文以Autodesk有限公司的Autodesk

Revit软件<sup>[4]</sup>为例,从协同方式、设计技巧和管线综合三个方面,研究BIM技术应用于电气设计中的流程、特点及优势。

### 1. BIM技术协同方式

本工程BIM设计阶段采用工作集协同方式,中心模型放在BIM服务器内,使用工作集可以在给定时间内,当一个用户在成为某工作集的所有者时,其他工作组人员仅可查看该工作集和向工作集中添加新图元,如果要修改该工作集的图元,需向该工作集所有者借用图元,这一限制避免了项目中可能产生的设计冲突,同时工作集协同方式还可以使每个用户实时查看最新的模型情况。工作集的创建按照专业和各专业系统情况进行分配,充分考虑专业之间的协调,本工程的工作集协同示意图如图3所示。

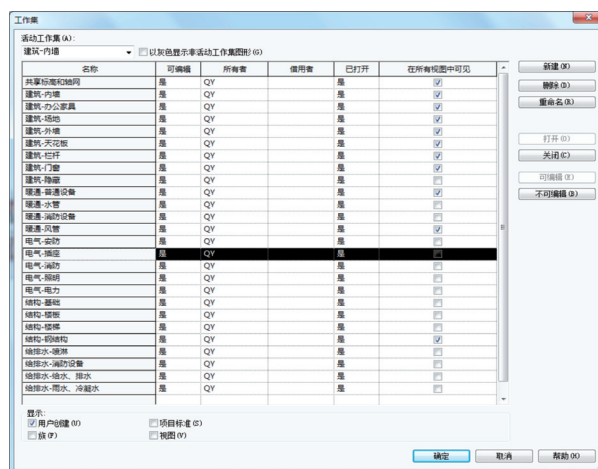


图3 工作集示意图

### 2. BIM技术设计技巧

本工程主要的电气系统有配电系统、照明系统、火灾报警联动系统、综合布线系统和视频安防监控系统。利用Autodesk Revit软件中的线路检查、平衡配电盘负荷和估算房间照度等功能,可以直接从BIM模型分析提取计算所需数据,协助完成电气设计。

线路检查主要用于检查设备连接件的逻辑连接,如果项目文件中有未连接的设备,会弹出警告窗口,也可以借助系统浏览器查看未指定的设备情况。系统浏览器中包含所有建立的电气系统,点击系统浏览器中的配电回路,通过电路属

性可以查看这个回路相关的电气参数,如总的视在和实际电流、视在和实际负荷、电压降、导线长度及导线尺寸等。

通过使用电路追踪负载、连接设备的数量及电路长度,最大限度地减少电气设计错误。定义导线类型、电压范围、配电系统及需求系数,有助于确保设计中电路连接的正确性,防止过载及错配电压问题。在设计时,识别电压下降,应用减额系数,这项功能可以借助关键的工程信息,对电气系统进行评估。

该BIM软件可以针对线路中的配电盘创建配电

盘明细表,其提供了自动平衡负荷的功能,按照从下至上的原则使各个相线中的线路负荷尽量相等。设计人员可以自定义配电盘明细表样板并应用于自己项目中。配电盘明细表大致分为四个部分:页眉、线路表、负荷汇总和页脚。页眉部分描述配电盘的个体信息,如配电盘名称、安装位置、安装方式和电源供电系统等;在线路表中描述配电盘连接回路信息,如线路说明、每回路跳闸电流和每相负荷分布等;负荷汇总部分描述配电盘所连接的各种负荷分类,包括负荷总量、需求系数值和需用电流等。配电盘信息如图4所示。

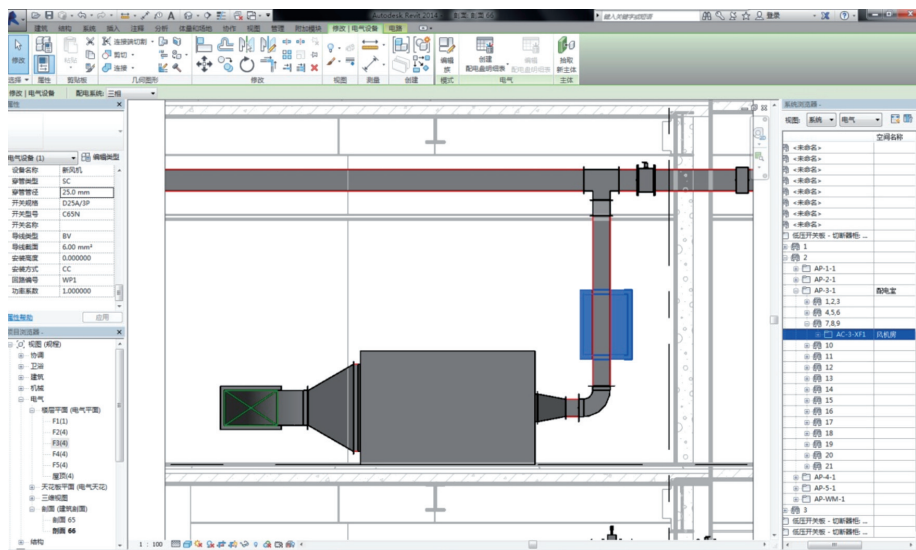


图4 配电平面图

照明计算软件采用明细表分析的方式,在满足照度要求的基础上,同时完成灯具的选型和布置,设计人员可以根据实际情况自定义计算所需参数,计算结果同时可以和规范要求进行比较,用于调整设计以满足照度要求,项目中各个房间照明计算空间明细表如图5所示,可以利用BIM软件给出的平均估算照度直接得出所需照明级别的

照度差值。

设计人员可以准确捕捉设计模型中的信息,自动生成准确的平面图、剖面图、立面图和明细表视图。模型中的所有视图可以随时与同一数据库进行同步。在这个数据库中,对任何视图所作的变更可以同时更新所有视图。模型中的设计变更引擎会自动管理协调工作,如图6、图7所示。

### 3. 管线综合碰撞检测

本工程采用Navisworks软件进行可视化和碰撞检测。首先整合图样,然后通过平移、动态观察、环视和漫游等操作对模型进行漫游可视化分析。漫游时可以查看漫游时的碰撞情况,帮助设计人员对碰撞情况进行修改,漫游时还可以在适合的位置保存视点,便于后期查看,保存的视点

| 空间明细表 |        |        |        |          |        |        |
|-------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 名称    | 墙反射    | 天花板反射  | 地板反射   | 照明计算工作平面 | 平均估算照  | 所需照明级别 |
| 配电室   | 50.00% | 75.00% | 20.00% | 750      | 268 lx | 200 lx |
| 卫生间   | 50.00% | 75.00% | 20.00% | 750      | 135 lx | 150 lx |
| 卫生间   | 50.00% | 75.00% | 20.00% | 750      | 135 lx | 150 lx |
| 卫生间   | 50.00% | 75.00% | 20.00% | 750      | 129 lx | 150 lx |
| 卫生间   | 50.00% | 75.00% | 20.00% | 750      | 129 lx | 150 lx |
| 风机房   | 50.00% | 75.00% | 20.00% | 750      | 121 lx | 100 lx |
| 楼梯间   | 50.00% | 75.00% | 20.00% | 750      | 61 lx  | 100 lx |
| 楼梯间   | 50.00% | 75.00% | 20.00% | 750      | 61 lx  | 100 lx |

图5 照明计算明细表

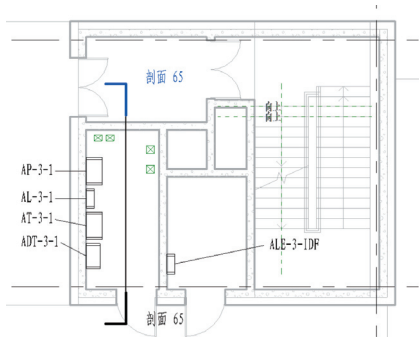


图6 配电室平面图

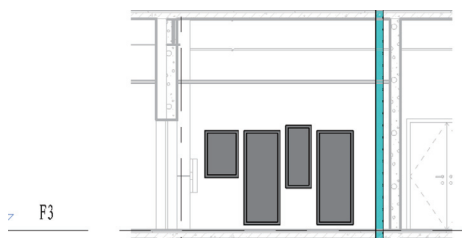


图7 配电室剖面图

可以通过软件提供的动画功能导出视频文件进行查看。

在对初步碰撞进行修改之后,可以利用clash detective功能,对模型内专业内和专业间进行碰撞检测,之后软碰撞校审,发现间隙碰撞、空间碰撞等,最后通过报告导出功能导出碰撞检测报告。针对碰撞检测报告里发现的问题进行全面修改,在满足设计与施工要求的同时,给设备管线留出足够空间,然后依据“有压让无压、大管让小管”等原则,按照各个系统调整设备管道,并注意给电气专业留出检修空间。在经过一轮碰撞修改之后,模型基本达到令人满意的效果,最终得到了“零碰撞”模型。碰撞检测调整前如图8所示,碰撞检测调整后如图9所示。

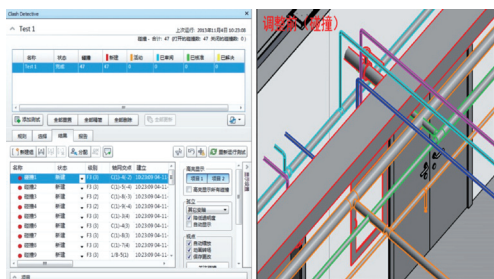


图8 碰撞检测调整前

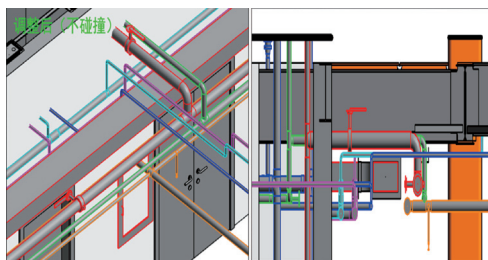


图9 碰撞检测调整后

## 结束语

随着BIM技术在工程建筑领域的不断发展,BIM技术在建筑电气方面的应用成为大势所趋,BIM技术在建筑电气方面的应用也逐渐受到了电气设计师的广泛关注。BIM技术的特点是使设计精细化、可视化,增强了专业内和专业之间的协同能力,减少了设计冲突等问题的发生,而且管线综合碰撞检测是BIM技术应用的一大亮点。BIM在实际项目的设计应用中仍然存在一些问题。首先,BIM软件还没有形成统一的满足施工的设计标准,本土化水平仍有待提高;其次,族库的内容不够完善,需要设计人员不断根据实际需求添加更新;最后,BIM数据与其他分析处理软件的兼容性尚待优化。

如今,BIM对电气专业的产品极其丰富,但是缺少信息的建筑模型只是一个没有灵魂的壳。电气产品信息库的建立及更新是一项巨大的工程,基于BIM技术的建筑电气设计应用势必将会对传统的电气设计工作带来巨大的冲击。

## 参考文献

- [1] 尹航. 基于BIM的建筑工程设计管理初步研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2013.
- [2] Edward Goldberg H. The building information model: is BIM the future of AEC design? [J]. Cadalyst, 2004, 21 (11): 56-58.
- [3] 王东, 毛亮. BIM在非线形建筑设计中的应用[J]. 数学技术与应用, 2013, 12 (1): 173.
- [4] 清华大学BIM课题组. 设计企业BIM实施标准指南[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.

(收稿日期: 2014-07-25) EA