

# 基于 BIM 技术的建筑工程设计阶段优化

——以某综合实验楼项目为例

马继国<sup>1</sup> 张野<sup>2</sup> 赵刚刚<sup>1</sup> 刘冒佚<sup>3</sup>

(1. 重庆路先峰科技有限公司, 重庆 400044; 2. 西南政法大学, 重庆 401120;  
3. 重庆市城投公租房建设有限公司, 重庆 400015)

**【摘要】**设计阶段是建筑项目投资和工程质量控制的关键。传统的二维建筑设计中, 建筑物的设计成果表现方式主要由平面图、立面图、剖面图、大样图四种基本图纸组合而成, 在效果呈现和规避设计碰撞存在先天不足。建筑信息模型(BIM)技术使得三维环境下的协同设计、集成分析成为可能, 并且通过三维模型渲染提供了更加直观的实时可交互效果图, 从而提高设计质量与沟通效率。本文以西南政法大学综合实验楼项目为例, 介绍在设计阶段中利用 BIM 技术(Revit, Ecotect 软件与协同平台等)进行日照分析、冲突分析、合规性检查、多专业协同深化等实践经验, 从而积极探究 BIM 技术在设计阶段深入应用价值。

**【关键词】** BIM 技术; 冲突分析; 性能分析; 设计优化

**【中图分类号】** TU17 **【文献标识码】** A

**【版权声明】**文集数据被中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录, 被本刊录用并在中国知网网络首发正式出版, 严禁侵权转载。

## 引言

近年来, BIM 技术在建筑工程行业高速发展, 相关部门也在大力推广。“2019 年是我国推动落实《2016 - 2020 年建筑行业信息化发展纲要》的关键之年, 国家及各地政府对于 BIM 技术重视程度不减, 多地出台指导意见, 进一步推动 BIM 技术在更加广泛、更加专业的领域进行应用, 积极鼓励支持 BIM 实现本地化应用”<sup>[1]</sup>。另外, 赵雪媛<sup>[2]</sup>等人认为设计方是应用 BIM 技术的先行者, 要将 BIM 技术牢牢地立足于设计阶段, 再带动 BIM 技术立足于建筑项目全生命周期的每个阶段中。

当前在应用 BIM 进行建筑设计的过程中, 普遍存在根据二维图纸进行三维模型“翻模”的现象, BIM 的应用价值还未得到真正体现<sup>[3]</sup>。因此, 如何在项目设计阶段充分利用 BIM 技术并发挥其使用价值成为我们关注的焦点。本文将介绍西南政法

大学综合实验楼项目来探索 BIM 技术在设计阶段中的应用经验及其所产生的应用价值。

## 1 项目概况

西南政法大学综合实验楼项目位于重庆市西南政法大学渝北校区图书馆两侧, 建筑面积为 74705.99m<sup>2</sup>, 项目总投资约 2.31 亿元。项目包括 1 号和 2 号两栋实验楼, 主要含有媒体技术教学实验用房、经济管理教学实验用房、法庭庭审教学实验用房、司法技术教学实验用房及信息技术教学实验用房等。整个拟建地块和已有建筑图书馆构成一矩形用地, 地势北高南低, 南北高差较大。

本项目 1 号楼、2 号楼分列于已有建筑图书馆两侧, 而图书馆为一栋大体量圆弧形建筑, 具有极强的个性, 故本方案布局形态更多考虑寻求与图书馆形成协调统一, 布局上分别布置三个呈放射状的建筑形体, 与图书馆形成向心的协调构图关系。1

**【基金项目】** 2020 年度校级科研项目“高等院校专项工程采用 EPC 建设模式下的项目业主方风险探究”(编号:2020XZYB - 31)

**【作者简介】** 马继国(1989 -), 男, BIM 工程师、二级建造师, 项目管理部经理, 主要研究方向: BIM 技术应用与研究, 项目管理; 张野(1986 -), 男, 工学学士、工程师、基建处科长, 主要研究方向: BIM 的应用实践。

号楼由北至南的三个体块之间形成多个内凹的半开放空间,2 号楼三个体块以山墙对道路和图书馆,最大化的留出与图书馆和城市道路的空间(图 1)。



图 1 拟建项目效果图

## 2 设计阶段 BIM 技术优化应用

### 2.1 日照分析

重庆是中国日照时间最短的地区之一<sup>[4]</sup>。为了确保项目建成后在冬季具有良好的日照条件,同时也要避免对相邻图书馆产生日照遮挡影响,日照分析成为一个非常必要的环节。在原方案设计阶段通过进行日照动态模拟分析充分考虑该地区的气候条件、日照特点、地形特点、邻近建筑的遮挡情况等因素,动态模拟后分析后提出合理化建议。

(1)分析条件:重庆市地处四川盆地的东南部,地跨东经  $105^{\circ}11' \sim 110^{\circ}11'$ 、北纬  $28^{\circ}10' \sim 32^{\circ}13'$  之间,东西长 470km,南北宽 450km,总面积  $82\,402.95\text{ km}^2$ <sup>[4]</sup>。

(2)分析参数:1)地理位置:载入重庆气象数据资料,该气象资料来源于清华大学《中国建筑热环境分析专用气象数据库》,包含了 270 个气象站的实测数据;2)日期:12 月 21 日(冬至日);3)时间:早上 6 点至下午 18 点;4)日照标准:重庆在大寒日(冬至日)建筑底层窗台在 8:00~16:00 间日照时数不小于 2h<sup>[5]</sup>。

(3)分析过程:结合《建筑日照计算参数标准 GB/T 50947-2014》运用 Ecotect 软件进行全天候动态模拟分析(图 2)。

(4)分析结果:经日照动态模拟分析,1 号楼 AA 至 AH 轴交 A1 轴位置及 A-F 交 2 轴位置立面,2 号楼 1-1 至 1-15 轴立面,在冬至日当天一直处于

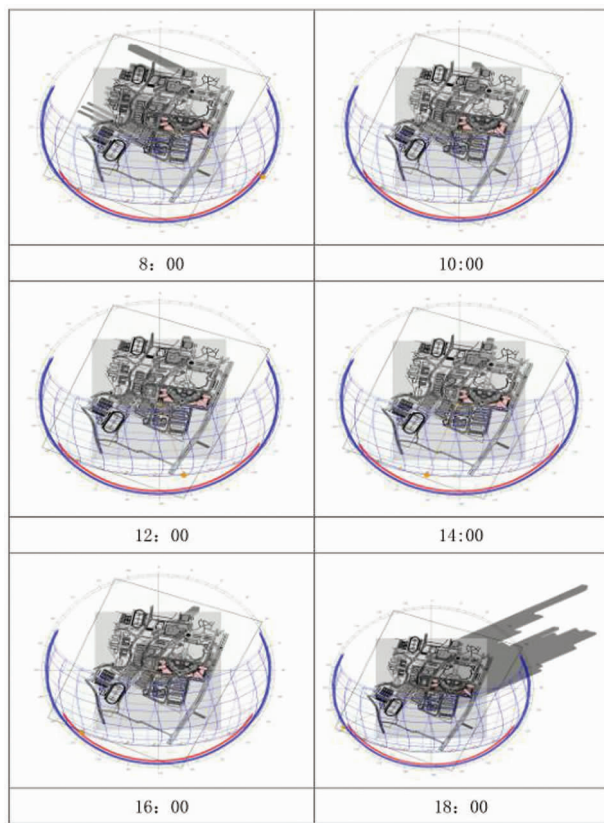


图 2 日照动态模拟分析

遮挡状态,这是由于重庆的特殊地理条件及太阳运行轨迹所决定的(如图 3 蓝线所示);1 号楼 1/01 至 2 轴交 G 轴位置立面(特指 1-4 层),房间日照严重不充足,阳光遮挡原因是因为 1 号楼建筑本身突出主体部分间距较小导致;2 号楼 c-A 至 c-M 轴交 3-1 轴、b-A 至 b-F 轴交 2-1 轴、a-D 至 a-H 轴交 1-6 轴位置立面(特指 1-5 层),房间日照严重不充足,阳光遮挡原因是由于 2 号楼西侧与已有建筑图书馆东侧位置距离过近导致(如图 3 红线所示)。

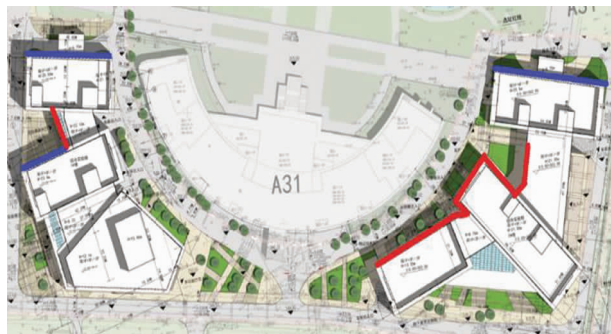


图 3 实验楼分析结果示意(优化前)

(5) 处理建议: ①优化调整了原设计方案中 1 号楼、2 号楼的朝向和方位, 由原来正北方向优化调整为朝北偏东, 方位偏转角度调整; ②优化调整了建筑空间形态和布局, 对原设计方案中在满足空间使用功能和日照要求下, 进行调换经常使用空间(如: 会议室、实验室、办公室等)和次要使用空间(如: 储藏室、工具间、设备间等)位置; ③充分利用自然采光, 配合节能减排设备, 创造良好光环境和节约能源, 结合本方案框架结构特点, 采用大面积开窗, 背光遮挡区域房间窗洞口面积与该房间地面面积之比达到 1:3; ④为保证采光质量, 减轻或消除窗眩光, 工作区域防止直射阳光, 工作人员的视觉背景尽量避免为窗口。

通过对原设计方案优化调整后(如图 4 所示), 1 号楼、2 号楼建筑整体日照时间大于等于 2 小时, 有效日照带在 8~16 小时之间, 满足重庆市日照相关规范标准要求。

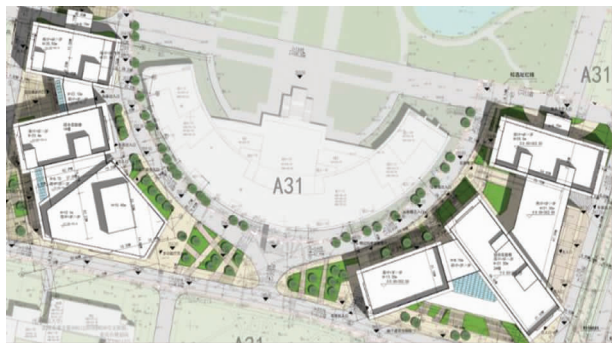


图 4 实验楼调整优化后平面布置

(6) 目前日照分析存在标准、软件不统一, 建筑日照与方案设计抉择(取舍)等问题, 国家出台有关城市规划设计规范, 但是对日照分析的范围、计算方法 and 具体的实施标准没有明确的统一规定, 日照分析技术相对来说比较复杂, 如果分析方法、标准不同, 所产生的的分析结果差异性就会很大; 在建筑规划设计过程中, 早期规划理念往往都是较为理想的, 不过随着项目设计实施过程中, 相关日照分析的结果却满足不了规划设计要求指标, 而想要使得日照需要得到实现, 则规划设计会发生较大变动, 最终将是规划方案受日照因素的制约或日照分析结果受规划方案限制而得不到满足, 以下针对西南政法大学综合实验楼项目举例。

例如: ①本项目开展日照分析工作时, 对分析方法(区域分析法: 可快速直观地表现特定建筑日

照关系; 窗日照分析法: 最精确、严格, 但规范除对幼儿园、中小学普通教室的采光要求达到满窗日照标准外, 其他类建筑并未对满窗提出要求<sup>[6]</sup>; 线上分析法: 主要是针对方案前期有诸多不确定因素, 用于分析建筑轮廓上给定高度的日照情况)及分析软件(众智、天正、SketchUp 日照大师、Ecotect)进行了讨论, 经过分析比较最终选定的是窗日照分析法及 Ecotect 分析软件。②本项目前期方案设计周期经历两年多, 一直因为政策变化及控制指标不满足要求而不断变化, 原始设计方案为 17 层高层建筑, 建筑位于已有图书馆西侧, 经日照分析后发现新建建筑东侧 1-3 层采光极差, 已有建筑图书馆自下午两点以后几乎没有自然采光, 原有方案不断进行设计调整但始终满足不了日照采光要求, 最终推翻原有设计方案将原有一栋高层变为两栋 6 层多层建筑布置在原有图书馆两侧。

由此可见, 对日照分析相关法规政策中存在模糊不确定的问题进行细化、明确, 加强地方性有关日照分析的管理办法, 优化日照技术管理规定, 建立科学的日照分析标准、计算方法, 确定高层建筑日照间距标准是很有必要的; 将日照分析优化提前考虑到地块规划设计, 便于日照分析可以贯穿于整个规划设计阶段, 充分考虑周边建筑环境对建筑本身的相互影响关系。

## 2.2 空间规划

现代建筑对人的使用功能需求和使用舒适度更加关注和重视, 因此在进行建筑设计时, 需要利用 BIM 技术对建筑的功能、布局等进行合理安排, 将空间使用需求和建筑工艺紧密融合, 从根本上提升建筑空间规划设计<sup>[7]</sup>。

(1) 原有设计方案中卫生间处在大厅居中位置, 隐私性较低, 达不到自然采光及通风要求, 卫生间易积聚潮气、发霉、挥发异味, 卫生间直接对应公共区, 为满足室外人员使用需求, 必须经由门厅进出, 而门厅又紧邻 700 座位的学术报告厅, 报告厅正常使用时人流相对比较密集, 卫生间蹲位数量满足不了高峰期使用需求, 容易出现高峰排队现象也会出现卫生间的异味挥发严重影响公共区域使用品质(如图 5)。

业主对卫生间后期使用和维护非常重视, 为满足业主使用需求, 经过 BIM 可视化方案论证及通风分析验证, 消防控制室可以设置在密闭且通风不佳



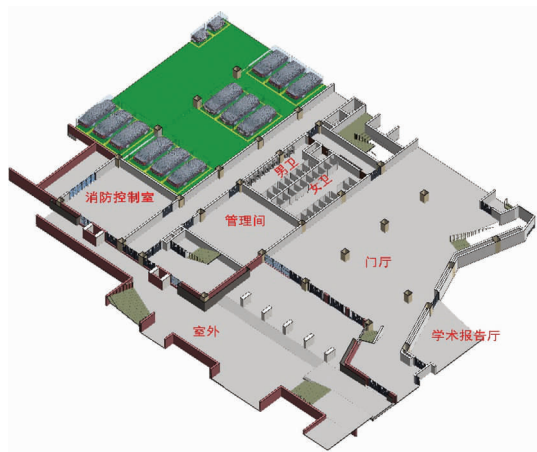


图5 方案优化前

的位置,卫生间可设置在靠外墙窗位置,于是进行设计方案房间布局调整,将卫生间调整至原消防控制室位置并进行一定空间扩充增加蹲位数量,将消防控制室调整至原卫生间相邻管理间位置,同时也满足消防控制室直通室外的规范要求,原有卫生间位置变更为管理用房并预留出学术报告厅出入卫生间的走廊通道。调整后(如图6)的卫生间布局既能满足学术报告厅使用标准蹲位、小便器数量,也满足了室外人员使用卫生间的流线和学术报告厅的人员流线不交叉,又保证卫生间具有自然采光、通风良好使用性能,同时又不影响门厅和学术报告厅的室内空气质量,最终建筑设计方案达到卫生、健康、文明的目标,体现了人性化设计与管理<sup>[8]</sup>。

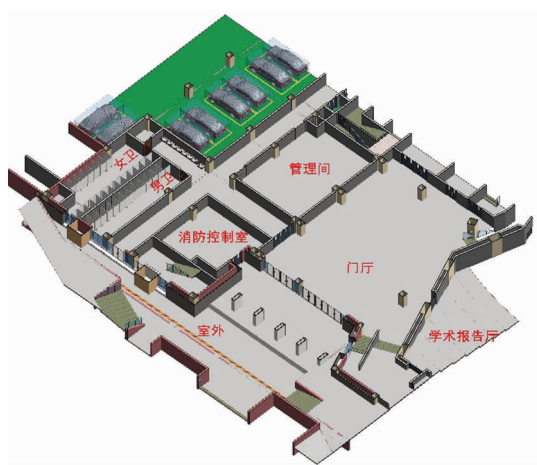


图6 方案优化后

(2)原有设计方案中,女卫生间和清洁间布置在外墙靠窗位置,经 BIM 可视化及室内采光分析,发现女卫生间蹲便隔板遮挡使自然采光系数降低,

清洁间完全遮挡盥洗间自然采光及自然通风,降低了卫生间空间利用率及使用舒适度(如图7)。

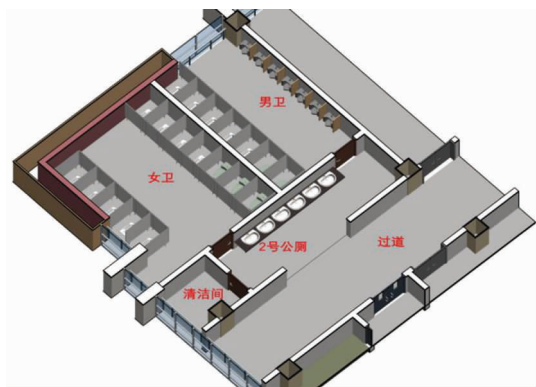


图7 方案优化前

结合 BIM 模型对原设计方案在不影响使用功能的前提下进行调整,将原有男卫生间与女卫生间的位置对调,原先靠窗位置蹲便间取消,靠墙侧变更为小便器;将原有清洁间及盥洗间位置对调,盥洗间紧邻外墙窗户设置,清洁间为不经常使用空间,可以放在密闭空间位置。调整后(如图8)卫生间及盥洗间空间布局更为规整通透,既能满足当前楼层人员使用标准(蹲位、小便器数量),又保证卫生间、盥洗室具有自然采光、通风良好使用性能,同时提升了空间利用价值及使用舒适度。

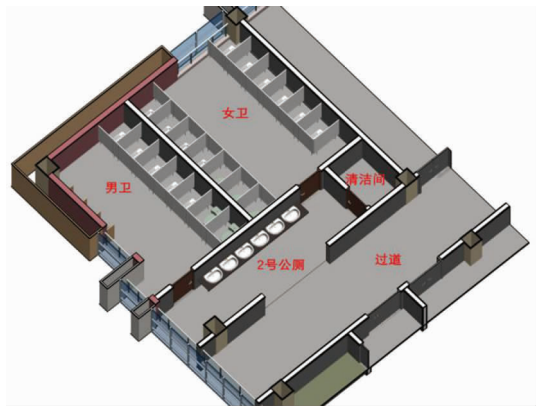


图8 方案优化后

(3)目前空间规划存在满足法规要求和后期使用合理性之间角逐取舍(就低不就高)问题传统建筑设计整体空间布局在方案设计阶段已基本定形,后期通过初步设计、施工图设计阶段进行优化调整。目前国家层面有关空间规划专项标准规范不是特别完善,地方对建筑空间规划要求又结合当地实际需求,项目空间规划布局深化协调时往往会发

生满足法规要求和后期使用合理性角逐取舍,大部分为了保证工程进度和投资成本,选择满足法规要求即可,以下针对西南政法大学综合实验楼项目举例。

例如:①本项目地下车库中有两根结构柱布置在机动车行车路线上,行车本应直线通过,结果需要走 S 线才能通过,从设计图纸上看起没什么特别影响,但是进行三维行车模拟时,就发现行车流线很受限制而且对行车安全也存在很大的安全隐患。BIM 行车模拟报告反馈业主并提出优化建议,进行设计协调会讨论后不做修改,原因一是柱子间行车间距正好满足规范要求,暂未考虑后期使用合理性;原因二是如果修改设计要对上下层结构受力重新计算,上下层空间布局都要调整,调整后又要重新走图纸审查流程,会造成项目进度延后,成本增加等;建设单位在满足规范要求和后期使用合理性之间选择了前者。②本项目地上主体 B 区楼梯间整体宽度 5.8m,梯段宽度 2.1m,楼梯井宽度 1.6m,楼梯井宽度设置过大,设计图纸表达中看不出有任何问题,但是通过 BIM 人流疏散模拟分析验证后发现,上下课及紧急疏散期间属于人员流动密集区,容易发生推搡踩踏坠落事件,存在极大的安全隐患。BIM 将人流疏散模拟分析报告问题反馈业主并提出优化建议,进行设计协调会讨论后不做修改,原因一是楼梯井宽度设置满足公共建筑规范,规范

中只明确不宜小于规定值;原因二是楼梯井要修改楼梯间长度已固定,加宽梯段休息平台就没有可变空间,只能缩短楼梯井宽度,单要重新计算临近教室面积;原因三楼梯间要更改窗户也要随之移动位置,会影响外立面造型调整。建设单位基于时间成本考虑,在满足规范要求和后期使用合理性之间选择了前者。

由此可得出建筑空间布局规划中不能只局限于单方面优化,要从建筑空间规划功能性、经济型、协调性等方面考虑。建议后续项目规划设计时 BIM 技术就融入,能够为规划设计提供更优质的咨询服务,提升整个项目的建设品质。

### 2.3 合规性检查

本建筑设计采用二维三维联动设计协同,弥补了传统二维设计信息表达不清的不足,在设计过程中以 BIM 模型为载体,对单专业和多专业间设计协同进行冲突分析、合规性检查,从而达到方案设计的优化。后勤走道净宽 1350mm,走道内管线密集,走道梁底净高 3450mm,下方安装有风管、消防喷淋管、空调热水管及电气桥架,考虑管线综合排布,扣除保温层厚度、支吊架预留空间后,走道净高只能达到 1600mm,净高不满足规范使用要求,经 BIM 专业深化后空调热水回水管沿走道另一侧更改路由,排烟风管改为 900mm \* 200mm,水泵房送风管更改路由,排烟风管改为 900mm \* 200mm,水泵房送风管更改路由(如图 9)。优化后走道满足净高使用需

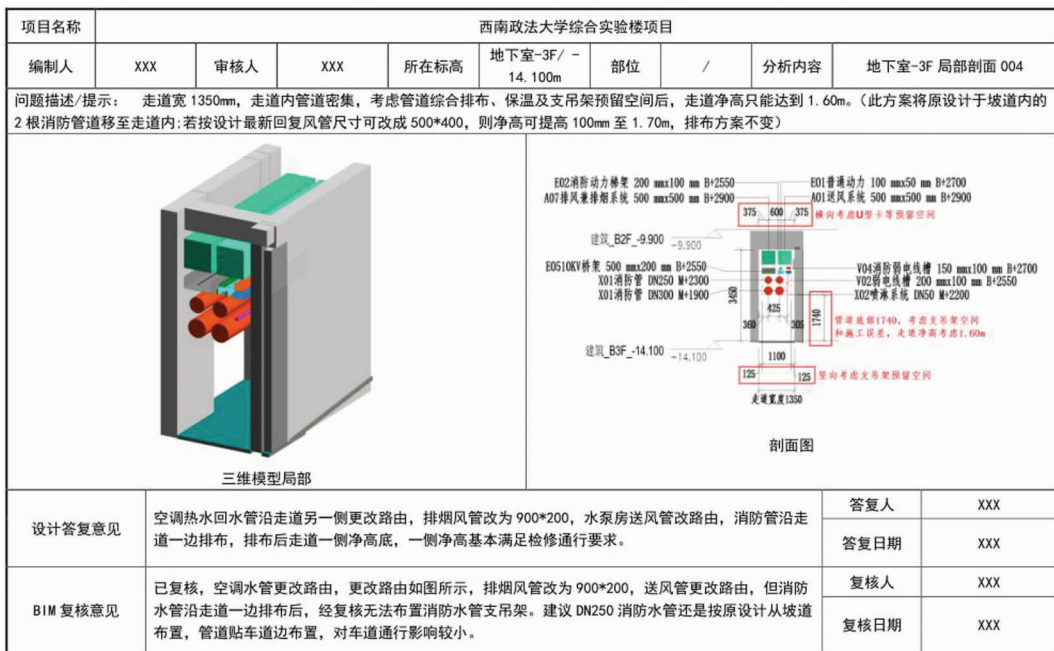


图 9 净高合规性检查

求、满足后期维护检修空间。

设计阶段利用 BIM 技术共提出合规性检查问题 256 项(如表 1)。其中土建专业问题主要集中在图纸缺少信息、图纸构件不符或缺失、室内外标高衔接有误差、降板处梁高不足、构件多余、构件碰撞等;机电专业问题主要集中在管道与路由错误、净高不足、图纸内容缺失、机电与建筑不符、机电构件布置错误不合理、建筑功能空间不满足机电使用需求等。

表 1 合规性问题检表

工作阶段	合规性检查问题			
	1#土建	2#土建	1#机电	2#机电
方案阶段	16	22		
初设阶段	30	36	8	9
施工图阶段	39	55	21	20
小计	85	113	29	29
合计		256		

### 2.4 多专业协同深化

传统建筑设计基本是二维图纸设计,各专业设计师都是独立负责完成本专业的绘图设计,在设计过程中没有实现多专业的协同设计,最终设计图纸势必会存在各专业的碰撞和冲突问题。而 BIM 技术的应用可以对整个建筑设计过程进行一次提前模拟,这就相当于一个全方位的三维图审过程。在此过程中大批量隐藏在设计图纸中的问题得以直观显现,这些暴露问题可能不牵涉设计强规强调,但跟各专业协同配合紧密相关(比如空间位置交叉冲突),在以往的单专业设计审查过程中很难被发现。本次建筑设计运用 BIM 技术和精益实践原则规划设计团队的组织结构、工作模式以及团队间协同沟通方式,方便在设计过程中快速高效识别错误,减少错误并限制错误的扩散<sup>[9-10]</sup>。

在机电管线深化设计过程中,利用数字化协同平台提取所需的其他专业模型,在智能软件中完成冲突分析、检测,导出冲突分析报告,而后经过协同平台分享给各专业负责人进行冲突调整,线上进行相关冲突问题分析讨论,最终确定冲突问题解决方案,各方确认模型无误后更新原有模型版本,同时导出各专业管线综合平面图纸,使用方通过平台下载客户端或直接手机扫描二维码查看最新版本模型及图纸(如图 10)。



图 10 数字化设计协同

### 3 结语

本文以实际项目为例,阐述了 BIM 在设计阶段的主要应用价值,包括:进行日照分析与优化从而提升建筑采光效能;通过空间规划优化建筑内部布局的合理性;通过合规性检查使设计符合更高于规范要求,图纸施工问题前置解决,大大减少后期施工变更;BIM 技术应用荣获了国家省市专业大奖及示范项目,提升了项目影响力并获得了业主方的认可。BIM 技术为建筑设计的工作效率和质量提供了强有力的技术支持,已成建筑行业发展的必然选择。

在本次项目实践中认识到 BIM 技术在现阶段设计应用存在缺少统一工作标准资源数据库和异地协同设计效率低下等局限性。未来可通过建立大数据网络字典库,行业或设计单位可以获得统一的设计标准和规范,来保障设计成果的统一性和准确性,实现正确的设计过程管理。还可以通过改变传统的设计组织结构、工作及团队协同沟通方式,把 BIM 技术更高效地应用到设计阶段过程中去。基于设计协同管理平台,通过二三维联动使专业之间的数据、信息可视化共享,设计人员可以实现跨部门、跨地区分享交流成果,进行设计评审或设计冲突讨论。

### 参考文献

[1] 中国建筑学会. BIM 应用发展报告(2019)北京:中国建筑工业出版社,2020. 8.  
 [2] 赵雪媛,董娜. BIM 在设计阶段应用障碍及解决措施[J]. 施工技术,2015(S2):667-670.  
 [3] 曾旭东,周鑫,张磊. BIM 技术在建筑设计阶段的正向设计应用探索[J]. 西部人居环境期刊,2020(11):155-155.  
 [4] 陈志军,查书平,高阳华,等. 重庆市日照时间变化规律

- 和特征分析[J]. 南通大学学报,2008(2):55-59.
- [5] GB 50180-93. 2002. 城市居住区规划设计规范[S]. 北京:中国计划出版社.
- [6] 刘晓丽. 城市规划管理中日照分析工作存在的问题与对策研究[J]. 住宅与房地产,2019(15):231.
- [7] 薛清华. 图书馆建筑空间规划设计原则分析[J]. 建材与装饰,2020(17):62-63.
- [8] 王鸿洋,徐宁,冯西培. 北京市轨道交通新线车站卫生间设计标准浅析[J]. 城市建筑,2018(29):65-67.
- [9] 王廷魁,邓兢兢,李骁. 基于内容分析法的 BIM 设计阶段应用研究综述[J]. 建筑经济,2016(9):100-105.
- [10] 楚童. BIM 技术在深化设计中的应用[J]. 建材与装饰,2018(14):130-130.

## Optimizing the Building Design Based on BIM: A Case Study for the Integrated Laboratory Building

Ma Jiguo<sup>1</sup>, Zhang Ye<sup>2</sup>, Zhao Gangang<sup>1</sup>, Liu Maoyi<sup>3</sup>

(1. Chongqing Road Pioneer Technology Co., Ltd., Chongqing 400044, China;

2. Southwest University of Political Science & Law, Chongqing 401120, China;

3. Chongqing Chengtuo Public Rental Housing Construction Co., Ltd., Chongqing 400015, China)

**Abstract:** Design stage is the key to controlling the cost and quality of construction projects. In the traditional two-dimensional building design, buildings are expressed mainly by four basic drawings: plan view, elevation view, section view and large sample drawing, which inherently lacks the capability of presenting the design effect and avoiding the collision of different building elements of different disciplines. Building information model (BIM), a relatively new technology in the built environment, makes it possible for collaborative design and integrated analysis with a three-dimensional building model. It facilitates more intuitive real-time interactive rendering, and thus can improve the design quality and communication efficiency. Taking the project of the comprehensive experimental building of Southwest University of political Science and Law as a case study, this paper introduces the practical experiences of BIM application in design stage, including sunlight analysis, conflict analysis, compliance check, multi-disciplinary collaborative deepening. The main involved tools are Revit, Ecotect, and a collaborative platform. this study explored the value of BIM in building design.

**Key Words:** Building Information Modeling (BIM); Conflict Analysis; Performance Analysis; Design Optimization