

毕业设计分类号：

江苏建筑职业技术学院

毕业设计（论文）

基于 GBIM 的江苏建院办公楼 建筑设计与分析 (总报告)

学院名称	:	建筑建造学院
专业名称	:	建筑工程技术
班 级	:	建工 16-10 建工 16-9
姓 名	:	戴小春 葛建营 张玮昕 李良猛
学 号	:	16401331006 16401331007 1640133931 1640133908
所在团队	:	建筑之春 BIM 技术应用团队
指导教师及职称	:	毛燕红 徐士云 倪晓燕 马庆华

设计（论文）提交日期： 2019 年 6 月 5 日

江苏建筑职业技术学院毕业设计（论文） 独创性声明及使用授权声明

毕业设计（论文）独创性声明

本人郑重声明：本人所呈交的毕业设计（论文）是在导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除文中已经注明引用的内容外，本设计（论文）不包含其他个人已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中作了明确说明并表示谢意。本人承担本声明的法律责任。

戴小青 葛建堂

毕业设计（论文）作者签名：张瑞昕 李良猛 日期：2019.6.5

毕业设计（论文）使用授权声明

本人完全了解江苏建筑职业技术学院有关保留、使用毕业设计（论文）的规定，学校有权保留毕业设计（论文）并向国家主管部门或其指定机构送交论文的电子版和纸质版。有权将毕业设计（论文）用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅。有权将毕业设计（论文）的内容编入有关数据库进行检索。有权将毕业设计（论文）的标题和摘要汇编出版。保密的毕业设计（论文）在解密后适用本规定。

戴小青 葛建堂

毕业设计（论文）作者签名：张瑞昕 李良猛 日期：2019.6.5

导 师 签 名：毛燕红 日期：2019.6.5

徐士云
倪晓燕

马庆华

摘要

本工程为江苏建筑职业技术学院办公楼，主要功能为多功能报告厅、会议室及办公室 A 区和 B 区，建筑面积为 6020.94 m²，建筑总高度 16.8 m，框架结构，南侧 4 层，北侧 3 层，无地下室。层高为 3.6 m，室内外高差 0.450 m。

本设计主要由四部分组成：方案策划、建筑设计与 BIM 建模；绿色建筑设计与分析；结构设计；绿色施工方案。

首先，对办公楼进行建筑设计及其信息模型（BIM）的建立。本设计采用 BIM 正向设计思路，采用 Revit 软件建立了可视化、可模拟的三维建筑模型，并进行了相关的数量统计和施工图导出；利用 Navisworks 进行模型创建、生长动画的制作，使用 Lumion 软件，快速、高效、逼真的模拟了建筑及其周边的动画效果。

其次，针对办公楼进行了两个方面的绿色设计，主要内容如下：（1）进行了工程的节能设计，并使用天正软件进行计算和分析。首先通过静态计算，依次分析了体型系数、屋顶、外墙、热桥、外窗、幕墙等的热工性能，得出了该工程在静态计算不完全满足要求的结果；接下来进行全年供暖和空调耗电量计算，得出该工程的全年能耗小于参照建筑的全年能耗，满足《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）节能建筑的规定。（2）采用 PKPM 建筑天然采光模拟分析软件进行建模和室内采光计算，采用逐点照度模拟算法分析判断室内主要功能空间的采光效果基本达到《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2014 和《建筑采光设计标准》GB 50033-2013 的要求。

第三，是完成办公楼的结构设计，参考现行结构设计规范、文献及同类建筑的设计资料，不断进行分析、调整、优化，对于荷载内力计算采用弯矩分配法，风荷载和地震荷载用 D 值法进行计算，内力组合主要分析地震作用下和非地震作用下，并运用了 PKPM 结构计算软件进行辅助计算，最后，归纳总结结构的设计步骤、设计要点及构造要求。

最后，本设计针对办公楼进行绿色施工部署。绿色施工部署主要由施工管理、环境保护、节能与能源利用、节材与材料资源利用、节水与水资源利用、节地与施工用地保护等六个方面组成。

本文针对现代化大数据时代，采用 BIM、CAD、Lumion 进行 2D 和 3D 全面立体展现施工状况，在未进行施工时发现问题，解决问题，具有重要的现实意义，不仅能够保证土木工程安全、缩短建筑施工工期，还能够有效提高建筑工程的社会效益和经济性效益。

关键词：绿色设计，绿色施工，D 值法，弯矩分配法，PKPM，GBIM，CAD，Lumion

Abstract

The project is a comprehensive building of Jiangsu Vocational Institute of Architectural Technology, the main functions of which are multifunctional lecture hall, conference room and office area A and B, the building area is 6020.94 m^2 , the total height of the building is 16.8 m, the frame structure is 4 floors on the south side, 3 stories on the north side, and there is no basement. The height of the layer is 3.6m, and the difference between indoor and outdoor height is 0.450 m.

This design is mainly composed of four parts: scheme planning, architectural design and BIM modeling; green building design and analysis; structural design; green building and green construction scheme.

First of all, the architectural design of the comprehensive building and the establishment of its information model (BIM). In this design, BIM forward design idea is adopted, visual and simulated 3D building model is established by Revit software, and related quantitative statistics and construction drawings are exported. Navisworks is used to create model, make growth animation, and use Lumion software to simulate the animation effect of building and its surroundings quickly, efficiently and realistically.

Secondly, the green design of the comprehensive building is carried out in two aspects, the main contents are as follows: (1) the energy saving design of the project is carried out, and Tianzheng software is used for calculation and analysis. Firstly, through static calculation, the thermal performance of figure coefficient, roof, exterior wall, hot bridge, outer window, curtain wall and so on is analyzed in turn, and the results that the static calculation of the project does not fully meet the requirements are obtained. Next, the annual energy consumption of heating and air conditioning is calculated, and it is concluded that the annual energy consumption of the project is less than the annual energy consumption of the reference building, which meets the requirements of the Energy Saving Design Standard for Public buildings (GB50189-2015). (2) the natural lighting simulation and analysis software of PKPM building is used for modeling and indoor lighting calculation. The lighting effect of the main functional spaces in the room is analyzed and judged by point-by-point illuminance simulation method, which basically meets the requirements of "Green Building Evaluation Standard" GB/T50378-2014 and "Building Lighting Design Standard" GB 50033.

Thirdly, the structural design of the comprehensive building is completed, referring to the current structural design code, literature and the design data of the same kind of buildings, continuous analysis, adjustment and optimization are carried out. The bending mo-

ment distribution method is used to calculate the load internal force, and the wind load and seismic load are calculated by D method. The internal force combination mainly analyzes the seismic action and non-seismic action, and uses the PKPM structural calculation software to carry on the auxiliary calculation. The design steps, design points and construction requirements of the structure are summarized.

Finally, this design for the comprehensive building green construction deployment. Green construction deployment is mainly composed of six aspects: construction management, environmental protection, energy saving and energy utilization, material saving and material resources utilization, water saving and water resources utilization, land conservation and construction land protection.

In view of the modern big data era, the software of BIM, CAD and Lumion are used to display the construction condition of 2D and 3D, and the problems are found and solved when the construction is not carried out. The design can not only ensure the safety of civil engineering, shorten the construction period, but also effectively improve the social and economic benefits of building engineering.

Key words: green design, green construction, D value method, bending moment distribution method, PKPM, BIM, CAD, Lumion

目 录

摘 要	I
Abstract	II
1 绪论	1
1.1 选题背景及意义	1
1.2 团队成员及分工协作	1
2 绿色建筑设计与 BIM 建模	3
2.1 建筑功能要求及构造	3
2.1.1 建筑构造	3
2.1.2 室外工程	4
2.1.3 无障碍设计	4
2.2 江苏建院办公楼 BIM 模型的建立	5
2.2.1 项目应用 BIM 技术背景	5
2.2.2 Revit 建筑建模	5
2.2.3 Revit 模型应用	7
2.3 BIM 的应用	9
2.3.1 Navisworks	9
2.3.2 Lumion 建筑建模成果展示	10
3 绿色建筑设计与分析	13
3.1 工程概况	13
3.2 节能计算与分析	13
3.2.1 节能设计	13
3.2.2 静态计算分析	13
3.2.3 建筑能耗计算	14
3.2.4 结论	14
3.3 绿色建筑室内光环境与视野综合计算分析	15
3.3.1 概述	15
3.3.2 天然采光模拟	15
3.3.3 结论	16
4 江苏建院办公楼结构设计	17
4.1 工程资料	17
4.2 结构平面布置	17
4.2.1 结构平面布置图	17
4.2.2 框架梁、柱的截面尺寸设计	17

4.3 现浇楼面板设计	18
4.3.1 楼板荷载	18
4.3.2 楼板配筋计算	18
4.4 框架结构计算简图及内力计算结果	19
4.4.1 横向框架结构计算简图	19
4.4.2 横向框架内力图	21
4.5 风荷载作用下的位移和内力计算结果	24
4.5.1 风荷载作用下的位移计算结果	24
4.5.2 风荷载作用下的内力计算结果	25
4.6 水平地震作用下的内力计算和位移计算结果	27
4.6.1 水平地震作用和位移	27
4.6.2 水平地震作用下的内力计算结果	28
4.7 框架结构 PKPM 电算结果与手算结果对比	30
4.7.1 永久荷载作用下框架 PK 电算与手算对比	30
4.7.2 可变荷载作用下框架 PK 电算与手算对比	33
4.8 框架梁、柱和楼梯设计	35
4.8.1 框架梁截面设计	35
4.8.2 框架柱截面设计	36
4.8.3 楼梯设计	37
5 江苏建院办公楼绿色施工专项方案	39
5.1 绿色建筑与绿色施工	39
5.2 工程概况	39
5.3 施工部署	39
5.3.1 绿色施工目标	39
5.3.2 绿色施工的一般规定	39
5.4 绿色施工技术措施	41
5.4.1 节能措施	40
5.4.2 节材措施	41
5.4.3 节水措施	42
5.4.4 节地与施工用地保护措施	42
5.4.5 环境保护措施	42
5.5 鲁班 BIM 三维场布	42
6 结论	45

参考文献.....	46
附图.....	47

1 绪论

1.1 选题背景及意义

绿色建筑是从环境影响和资源有效利用的角度去设计和建造的建筑，是可持续建筑。当前，绿色建筑所涉及的领域在不断地扩展，从以前的“节能建筑、风土建筑、生态建筑”等环保设计理念已经逐渐发展到考虑建筑全生命周期过程中资源节约、居住舒适度等范畴。未来的绿色建筑设计一定是整个建筑行业都要遵循的设计理念和基本原则。目前应用广泛的 BIM (Building Information Modeling) 技术是将建筑全生命周期过程中所涉及的建筑信息进行模型化的一种电脑辅助设计。美国 McGraw Hill 公司在 2010 年提出了绿色 BIM 的概念，即 GBIM (Green BIM)，旨在从项目层面上实现可持续性，提高建筑能效。绿色建筑设计理念与 BIM 技术相结合将会是今后建筑行业发展的趋势与热点。

我国为了加快 BIM 技术在建筑行业中的发展，提出了一系列指导意见。2013 年，住房和城乡建设部在《关于征求关于推荐 BIM 技术在建筑领域应用的指导意见（征求意见稿）意见的函》中提出：截止 2020，完善 BIM 技术应用标准、实施指南，形成 BIM 技术应用标准和政策体系；在有关奖项，如全国优秀工程勘察设计奖、鲁班奖（国际优质工程奖）及各行业、各地区勘察设计奖和工程质量最高的评审中，设计应用 BIM 技术的条件。2016 年，住房和城乡建设部在《关于推进建筑信息模型应用的指导意见》中提出：到 2020 年末，以国有资金投资为主的大中型建筑及申报绿色建筑的公共建筑和绿色生态示范小区项目，其勘察设计、施工、运营维护过程中集成应用 BIM 的项目比率应达到 90%。由以上国家政策导向可知，BIM 技术应用前景非常广阔，而将绿色建筑设计理念融合在 BIM 技术的集成应用中是今后发展的重点。开展基于 GBIM 的绿色建筑设计与分析方面的工作具有非常重要的实践意义。

本毕业设计以团队的形式开展，以江苏建筑职业技术学院办公楼为例，利用 GBIM 理念和技术，对其进行绿色建筑设计和 BIM 建模，并对该建筑的采光环境、风环境、声环境、能耗以及节能进行模拟和分析，进而进行结构设计，并提出针对于该项目的绿色施工专项方案。

1.2 团队成员及分工协作

团队成员由四名非常优秀的学生组成

组长：戴小春，建工 16-10 班同学，曾获：校级一等奖奖学金 2 次，校级二等奖奖学金 2 次，校级三等奖学金 1 次，校级优秀学生干部 4 次，校级三好学生 1 次，曾获第十五届“五一”数学建模竞赛三等奖，首届全国大学生力学邀请赛（高

职高专）个人特等奖，江苏省大学生力学邀请赛（高职高专）个人特等奖，第三届全国施工技能大赛团队一等奖、个人三等奖，现已转本考入淮阴工学院。

组员：葛建营，建工 16-10 班同学，曾获：校级一等奖奖学金 1 次，二等奖学金 1 次，三等奖学金 2 次，校级优秀学生干部 4 次，校级三好学生 2 次，院级三号学生 2 次；曾获第十五届“五一”数学建模竞赛三等奖，现已转本考入南京理工大学泰州科技学院。

组员：李良猛，建工 16-9 班同学，曾获：校级一等奖奖学金 1 次，校级二等奖学金 2 次，校级三等奖学金 2 次，校级优秀学生干部 1 次，校级三好学生 3 次；曾获第十五届“五一”数学建模竞赛三等奖，第十三届大学生高职高专发明杯一等奖。

组员：张玮昕，建工 16-9 班同学，曾获：校级一等奖奖学金 1 次，校级二等奖学金 1 次，校级三等奖学金 2 次，校级优秀团干部 1 次，国家励志奖学金 1 次。

团队成员分工协作情况见表 1.1 所示。

表 1.1 团队成员分工协作情况表

学 生	角色	任务分工	个人题目	指导教师	指导内容
戴小春	组长	方案策划、绿色建筑设计与分析建模	绿色建筑设计与分析	毛燕红 刘伟	建筑节能设计要点；使用软件进行节能分析和采光环境分析；结果分析、设计修改。
葛建营	成员	建筑设计与 BIM	建筑设计与 BIM 建模	毛燕红 马庆华	建筑功能要求与设计要点；BIM 软件的建模、模拟，出效果图。
张玮昕	成员	结构设计	结构设计	倪晓燕	结构选型和布置；计算简图、内力计算、结构设计。
李良猛	成员	绿色建筑与绿色施工方案	绿色建筑专项施工方案	徐士云	施工部署，节能专项施工方案，绿色施工专项方案。

2 绿色建筑设计与 BIM 建模

本章设计的主要目的是对江苏建筑职业技术学院办公楼进行建筑设计及其信息模型（BIM）的建立。本办公楼主要功能为多功能报告厅、会议室及办公室 A 区和 B 区，建筑面积为 6020.94 m²，建筑总高度 16.8 m，框架结构，南侧 4 层，北侧 3 层，无地下室。

本设计采用 BIM 正向设计思路，采用 Revit 软件建立了可视化、可模拟的三维建筑模型，并进行了相关的数量统计和施工图导出；利用 Navisworks 进行模型创建、生长动画的制作，使用 Lumion 软件，快速、高效、逼真的模拟建筑及其周边的动画效果。

2.1 建筑功能要求及构造

本工程为江苏建筑职业技术学院办公楼，要求有办公室 40-50 个、会议室 5 个、报告厅一个，能满足 150 人左右的办公需求。

根据业主要求，设计本办公楼主要功能为多功能报告厅、会议室及办公室 A 区和 B 区，建筑面积为 6020.94 m²，建筑总高度 16.8 m，框架结构，南侧 4 层，北侧 3 层，无地下室。具体图纸见建筑施工图。

2.1.1 建筑构造

（1）砌体工程

本工程基础墙、内外承重墙所有砌体与砂浆材料、强度标号详结构施工图；内外墙体采用 200 厚 ALC 加气混凝土砌块，四周墙体 300 mm 高内采用浇筑混凝土反沿，非承重墙与其它墙、柱或楼地面连接及门窗过梁构造详见结构施工图，并符合有关墙体标准图集构造的规定。

（2）门窗工程

外门窗性能满足《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》（GB/T7106-2008）的规定：气密性能 6 级，抗风压性能不低于 4 级，水密性能不低于 3 级。保温性不得低于 GB/T8484-2008 规定的 5 级，隔声性不低于 GB8485-2008 规定的 3 级，采光性能不低于 GB/T11976-2002 规定的 3 级。

（3）屋面工程

本工程的屋面防水等级为 I 级，屋面防水层合理使用年限不得小于 25 年。屋面工程必须严格按照 GB50345-2012《屋面工程技术规范》施工。

（4）楼地面工程

楼、地面做法详见工程做法表。楼地面工程应按《建筑地面工程施工质量验收规范》GB50209-2010 进行施工及验收。

（5）外装饰工程

外装饰做法详见工程做法表或有关立、剖面及详图所注。装饰工程应按《建筑装饰装修工程质量验收规范》。

（6）内装饰工程

内装饰做法详见工程做法表或有关平、剖面及详图所注。装饰工程应按《建筑内部装修设计防火规范》GB50223-2015 以及《建筑内部装修防火施工及验收规范》。

（7）防火构造

管井开向走道的门均为丙级防火门。管道井应每层在楼板处用相当于楼板耐火极限的不燃烧体作防火分隔，电缆井、管道井与房间、走道等相连通的孔洞，其空隙应采用不燃烧材料填塞密实。

（8）防水构造

屋面防水等级I级，平屋面采用两道防水卷材设防，坡屋面一道卷材一道瓦。卫生间楼地面采用聚合物水泥基防水涂料防水，同时四周做 300 高素混凝土反沿防水；所有穿楼板的管道均采用预埋止水套管，套管高出地面 30，管根嵌防水胶；除注明外此类房间标高均比相对应的层高低 40。凡有水湿的房间，楼地面均找坡，坡向地漏坡度 0.5%~1%，以不积水为原则。

外墙防水：外墙防水应执行《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T235-2011，外墙用聚合物水泥抗裂砂浆进行防水，砌体填充墙及门窗洞口四周应严格按有关规程规定砌筑施工；安装在外墙上的构配件（各类孔洞、管道、螺栓等）均应预埋，预埋件位于砌块墙体时，应在预埋件四周嵌以聚合物水泥砂浆。墙面分隔缝内嵌密封材料。

2.1.2 室外工程

（1）散水与墙面交界处及沿散水长度方向每隔 6m 做 20mm 宽温度伸缩缝通缝内填嵌缝膏。

（2）散水做法建筑物周边除注明外均做 900mm 宽散水，其做法详见工程做法表。

2.1.3 无障碍设计

（1）本工程执行《无障碍设计规范》GB50763-2012。

（2）本工程无障碍设计范围：建筑入口、门厅、走道，无障碍卫生间。

（3）服务于残疾人的无障碍电梯应按照《无障碍设计规范》GB60763-2012 的要求补齐所有设施。

（4）校园道路、公共活动场地的无障碍设施应与本工程、城市道路的无障碍设施相接。

2.2 江苏建院办公楼 BIM 模型的建立

2.2.1 项目应用 BIM 技术背景

BIM 是 Building Information Modeling 的简称，中文翻译为建筑信息模型，因其具有良好的可视化、模拟性、关联性、协调性和可出图性而受到人们的关注，更在工程实践中得以广泛应用，其前景非常广阔。

在本项目中应用 BIM 技术主要考虑如下几个因素。

（1）提前优化设计方案。图纸在从设计院出图，存在部分设计问题只能在施工过程中找到。就此可以利用 BIM 平台对模型进行碰撞检测、漫游动画等手段，提前找到设计的不足，以便于后期施工。

（2）工程难度系数大。该项目设计采用的是被动式设计——在建筑设计的初始阶段，就开始进行建筑能效设计，从而选择最优化的设计方案。与传统建筑在建筑设计有有很大的改变，所以可以利用 BIM 系统让项目施工可模拟、可视化，减少施工难度，加快施工进度。

2.2.2 Revit 建筑建模

Revit 是 Autodesk 公司一套系列软件的名称。Revit 系列软件是为建筑信息模型(BIM)构建的，可帮助建筑设计师设计、建造和维护质量更好、能效更高的建筑。也是我国建筑业 BIM 体系中使用最广泛的软件之一。在精确建模的基础上，可以 Revit 可以导出模型生成的平面图、立面图、剖面图、详图以及明细表等。

（1）建模过程

所建模型为江苏建筑职业技术学院办公楼，建模的主要工作有：墙体的创建、门窗的创建、楼板的绘制、二层构件的复制和修改；绘制楼梯、栏杆扶手、台阶、散水、屋顶等。

（2）族的创建

Revit 模型是用不同参数的构件族(系统族、可载入族、内建族)组成的，每做一个构件模型，首先必须有其模型所需要的族才能创建构件。在项目中，一般的族不需要自己创建，因 Revit 软件本身就自带一些常用的族库，当项目所用窗户族库存在时，我们就可以直接将族载入进项目里即可。同时也可以利用一些插件，如：族库大师等，增加一些普遍应用的族。因为本工程门窗的类型较多，Revit 系统族不能完全满足要求，因此需要根据设计工程的实情创建门窗族。另外，项目中的零星构件如：散水、墙饰条、窗台都需要创建相应的族来绘制，创建好的族载入项目即可使用，本项目创建的窗台族如图 2.1 所示。

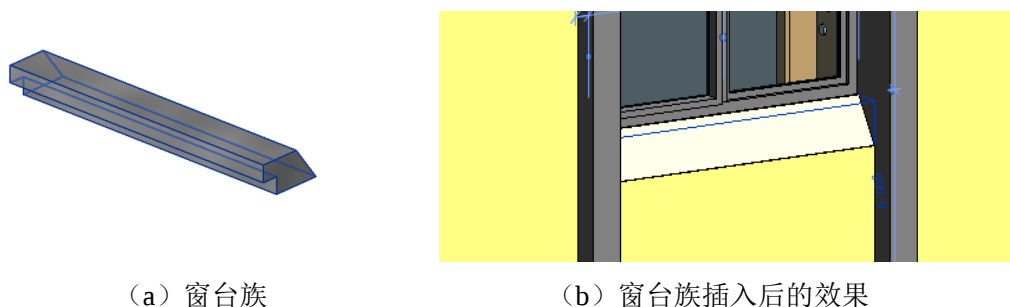


图 2.1 Revit 窗台三维视图

（3）墙体的创建

本工程墙厚度为 200mm、300mm 的墙体，外墙结构为：核心层、保温层、面层（2 面），内墙结构为：核心层、面层（2 面），创建时直接在设置墙体类型属性时添加墙体内装饰层的属性进行材质的定义即可。

（4）玻璃幕墙的创建

本项目西侧南北走廊和西北角各层均采用了面积较大的玻璃幕墙，如图 2.2 所示，在建模时，要保证幕墙中的两个方向的竖梃尺寸正确。在进行绘制玻璃幕墙时，首先将其实例属性（标高、底部偏移、顶部偏移等等各项参数）设置完成进行绘制，在玻璃幕墙整体绘制完成后，再进行对玻璃幕墙的类型属性（构件材质、竖梃位置、竖梃轮廓等等各项参数）进行设置，最后进行嵌板的设置。

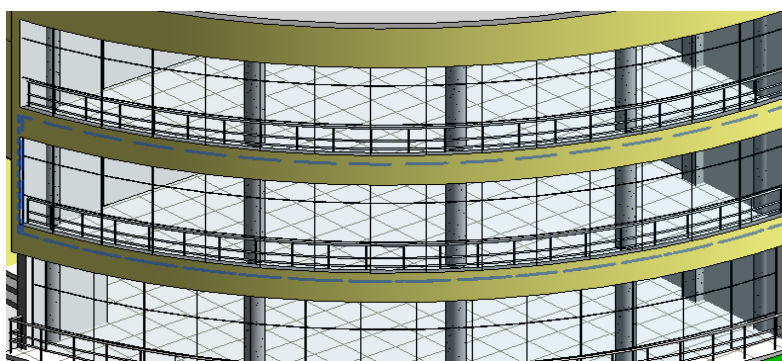


图 2.2 Revit 创建的玻璃幕墙三维视图

（5）楼梯的创建

在做楼梯之前首先熟悉楼梯的各个尺寸，包括踏面深度、梯面高度、梯段的起始位置、梯段的净宽和高度、休息平台的标高以及梯井的宽度等多项尺寸，用于设置楼梯的类型属性及实例属性。这些尺寸可以在楼梯详图种找出，之后利用参照平面进行确定其楼梯各个尺寸要求。其楼梯三维视图剖面如图 2.3 所示。



图 2.3 楼梯 Revit 模型剖面视图

（6）建筑场地地形的创建

用 Revit 做地形操作比较复杂，首先要确定图纸标高以及区域范围大小，各部分应该放置的内容，先做出模型。部分物体需通过载入构件放置进行创建。其三维效果图如图 2.4 所示。



图 2.4 本项目 Revit 地形三维视图

2.2.3 Revit 模型应用

（1）施工图的生成。Revit 的特性之一就是可出图性，当模型创建完成，可以直接根据楼层平面、视图等生成图纸，进行相关设置即可出图，提高了设计人员的工作效率。图纸导出方式和生成的样式，如图 2.5 和 2.6 所示。

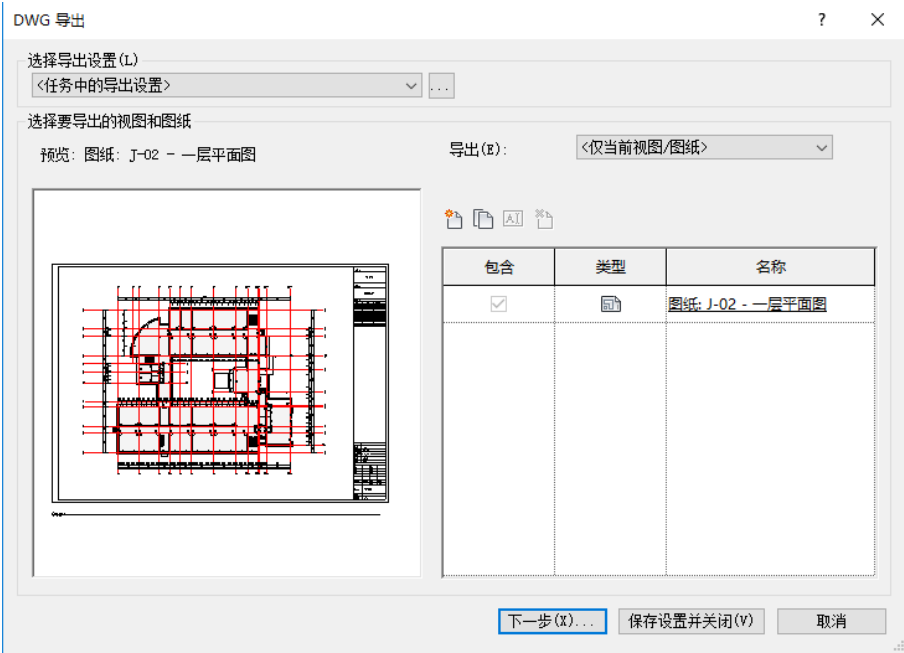


图 2.5 图纸导出设置

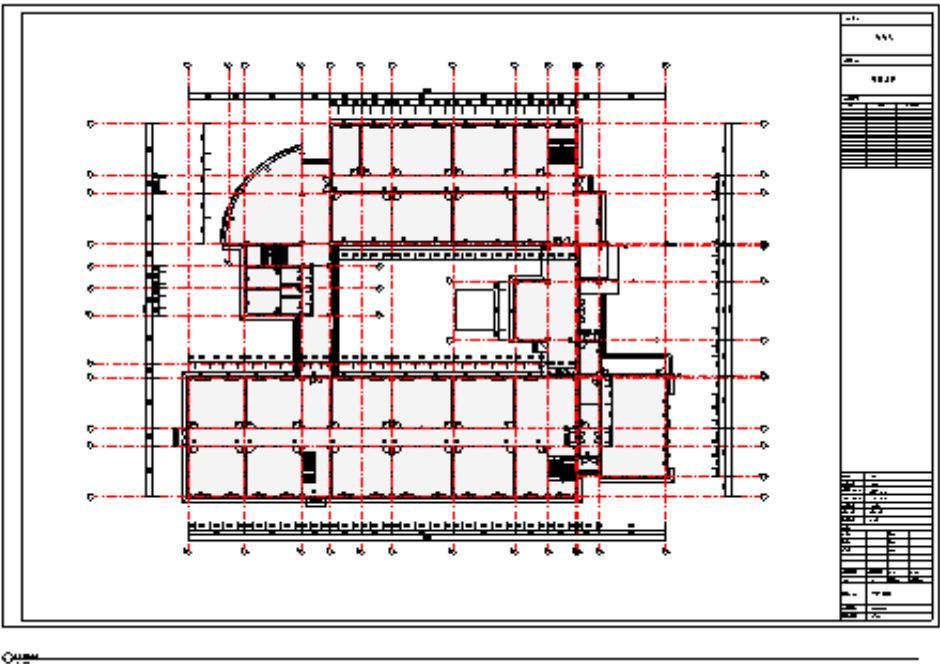


图 2.6 Revit 生成平面图

(2) 明细表的生成。Revit 建模完成后，可以利用其生成明细表，对门、窗等构件进行列表统计，方便检查模型和计量等工作。窗明细表样式如图 2.7 所示。

〈窗明细表〉			
A	B	C	D
类型	宽度	高度	合计
C1	1800	2100	144
C2	1500	2100	16
C3	1200	2700	2
C4	2400	3200	1
C5	5400	2700	1
C6	1500	3200	5
TC1	5500	3480	3

图 2.7 Revit 模型窗明细表

2.3 BIM 的应用

BIM 模型的建立是一个基础，使人们能够更准确的预先看到项目的模型，发现问题及时调整。在实际应用中需要将静态房屋改造成动态的施工过程，对施工过程中可能出现的一些问题进行模拟，使施工过程以及施工工序方法进行最大优化，也可利用已建的模型借助其他软件做出更好的动画效果。

2.3.1 Navisworks

Navisworks 是 Autodesk 平台的一款 BIM 应用软件，其用于模拟、分析和项目信息交换的软件。多学科设计模型和数据可以被集成到一个集成的项目模型中，用于设计评审和冲突管理。Navisworks 可以帮助设计（相关专业）、访问者、业主和施工人员对现场施工前的 3D 模型进行全面的审查，以满足设备对安全、维护和操作空间的要求，并预测和避免潜在的问题。模型在 Navisworks 软件里的三维视图如图 2.8 所示。

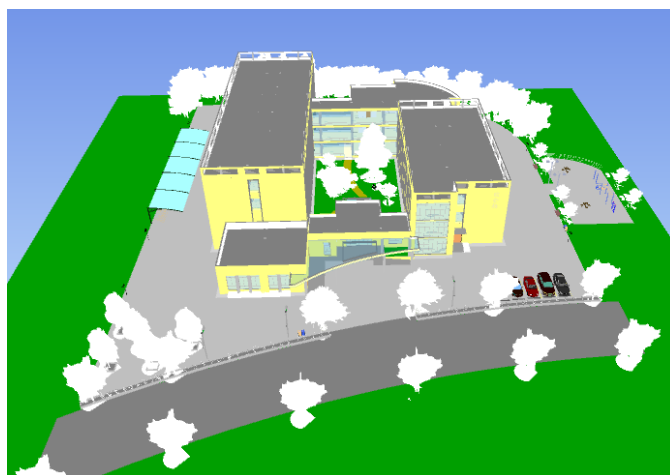


图 2.8 本项目 Navisworks 模型全景展示

Revit 可以和 Navisworks 进行很好的对接，在 Revit 模型建好后，把模型导出成 NWC 文件格式，之后可直接导入 Navisworks 文件中，进行编辑。Navisworks 可以动画、进行视点保存、模拟生长动画等。项目等轴侧视点展示如图 2.9 所示，

动画生长展示如图 2.10 所示。

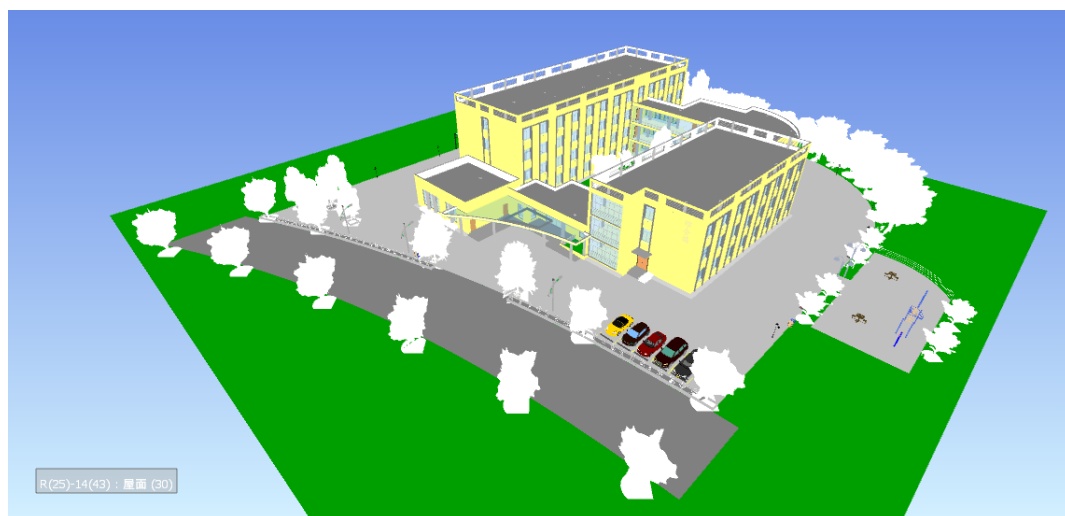


图 2.9 等轴侧视点展示

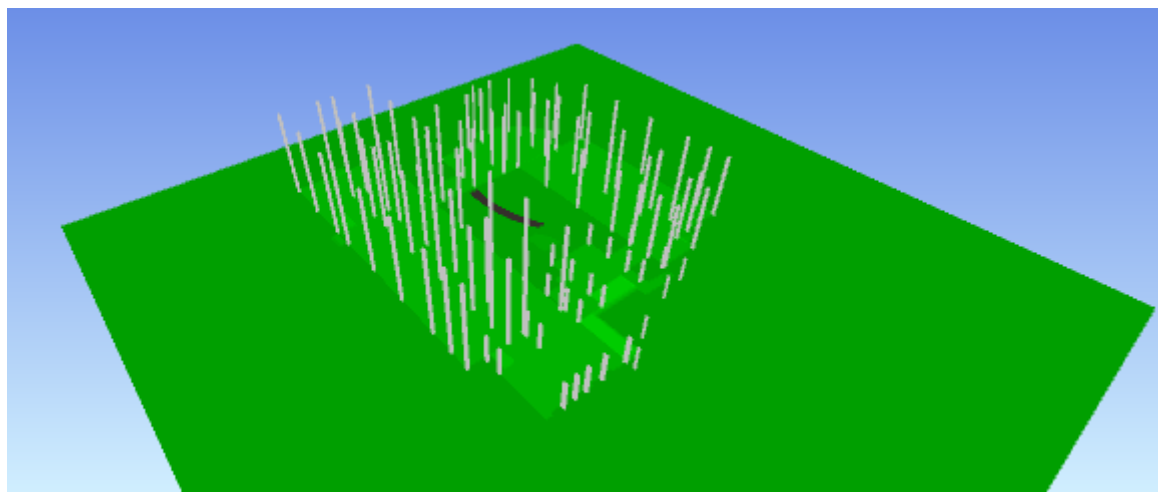


图 2.10 施工模拟生长动画展示

2.3.2 Lumion 建筑建模成果展示

Lumion 是一个实时的 3D 可视化工具，用来制作电影和静帧作品，涉及到的领域包括建筑、规划和设计。Lumion 的强大就在于它能够提供优秀的图像，并将快速和高效工作流程结合在了一起，节省时间、精力和金钱。

本工程制作的 Lumion 导出视频见附件，三维视图见图 2.11~图 2.14 所示。

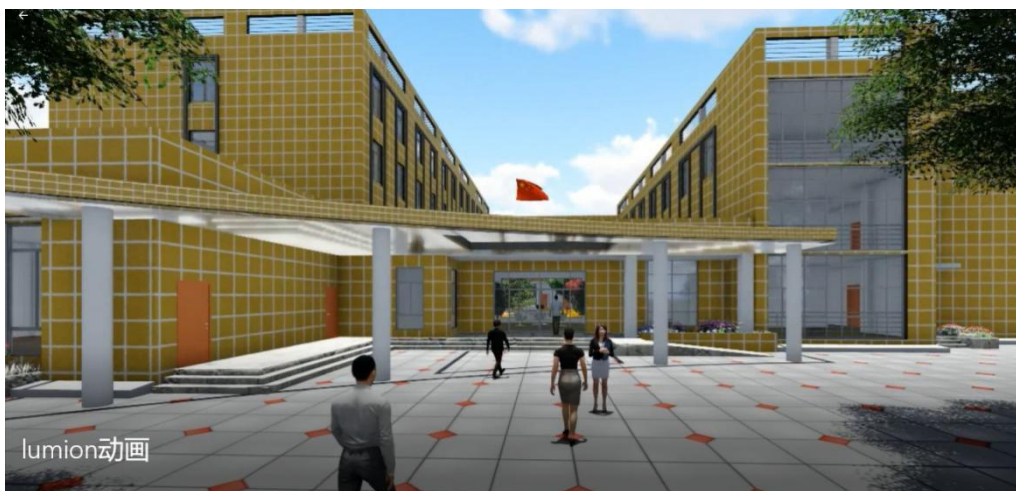


图 2.11 三维视图 1

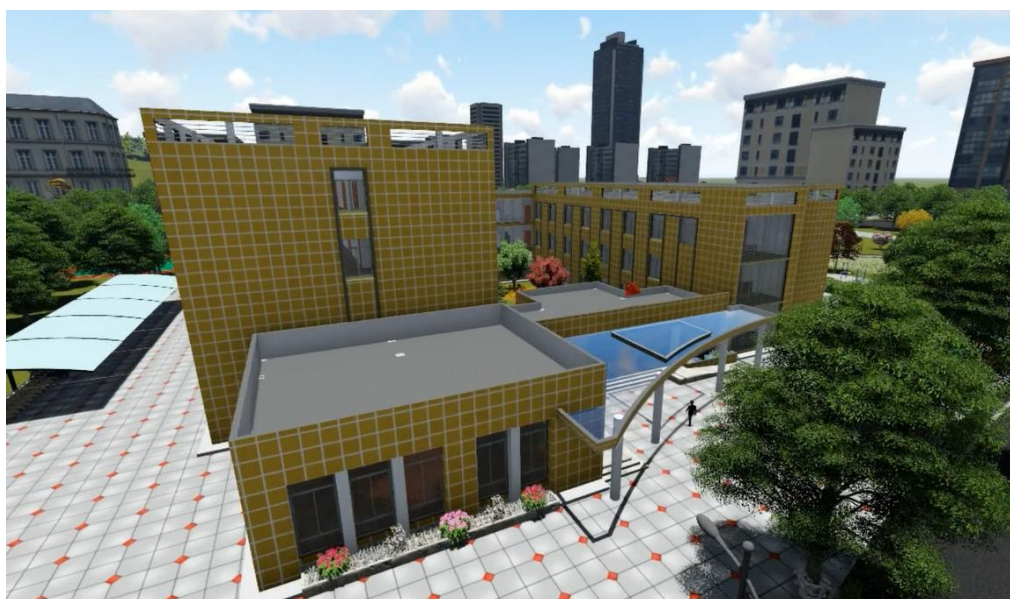


图 2.12 三维视图 2



图 2.13 三维视图 3



图 2.14 三维视图 4

3 绿色建筑设计与分析

3.1 工程概况

结构类型为框架结构；总建筑面积约 6020.94m²，建筑总高度 16.8m，南侧 4 层，北侧 3 层，无地下室。层高为 3.6m，女儿墙高 1.95m，室内外高差 0.450m。

3.2 节能计算与分析

采用 T20 天正建筑节能分析软件，版本号：V2.0 Build160824，气候分区为寒冷地区。

3.2.1 节能设计

根据《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）、《建筑热工设计规范》（GB50176-93）、《建筑照明设计标准》（GB50034-2013）、《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》（GB/T7106-2008）、《建筑幕墙》（GB/T 21086-2007）、《公共建筑节能设计标准》DGJ32/J 96-2010 等标准文件，对本建筑围护结构进行节能设计。

外墙外保温采用复合岩防火保温棉板（加气块），平屋面采用阻燃型挤塑聚苯板，底部自然通风的架空楼板采用复合岩棉防火保温板，周边地面保温采用挤塑聚苯板；门类型为木（塑料）框单层实体门，窗类型 1 为多腔塑料型材 6 透明+12 空气+6 透明，窗类型 2 为多腔塑料型材 6 高透光 Low-E+12 空气+6 透明。

3.2.2 静态计算分析

分别计算建筑外表面积、体型系数、屋顶热工性能、外墙热工性能、混凝土柱梁热桥热工系数、架空层与外挑楼板的热工参数、外门窗气密性登记、外窗传热系数、外窗太阳得热系数等，进行列表，得出静态判断计算结论，如表 3.1 所示。

可以看出体形系数、建筑外窗气密性等级、外门气密性等级、透明幕墙气密性等级、屋顶传热系数、屋顶平均传热系数、外墙平均传热系数、架空或外挑楼板传热系数、非供暖楼梯间与供暖房间之间的隔墙传热系数、外窗传热系数、外窗可见光透射比、周边地面保温层热阻性能均满足要求，但外窗太阳得热系数不完全满足要求，即该工程不完全满足《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）的相应要求，需进行热工权衡判断计算。

表 3.1 静态判断结论表

序号	项目名称	结论
1	体形系数	满足要求
2	建筑外窗气密性等级	满足要求

3	外门气密性等级	满足要求
4	透明幕墙气密性等级	满足要求
5	屋顶传热系数	满足要求
6	屋顶平均传热系数	满足要求
7	外墙平均传热系数	满足要求
8	架空或外挑楼板传热系数	满足要求
9	非供暖楼梯间与供暖房间之间的隔墙传热系数	满足要求
10	外窗传热系数	满足要求
11	外窗太阳得热系数	不完全满足要求
12	外窗可见光透射比	满足要求
13	周边地面保温层热阻	满足要求

根据计算，该工程不完全满足《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）的相应要求，需进行热工权衡判断计算。

3.2.3 建筑能耗计算

根据供暖空调区室内温度要求、照明功率密度值、照明开关时间、不同类型房间人均占有的使用面积、房间人员逐时在室率、不同类型房间的人均新风量、不同类型房间电器设备功率密度、电器设备逐时使用率等方面的用电需求。结合建筑几何参数，建筑墙体和门窗的热工参数，计算建筑物全年供暖和空调耗电量。建筑物全年供暖和空调总耗电量计算结果见表 3.2。可以看出该工程的全年能耗小于参照建筑的全年能耗。

表 3.2 建筑物全年供暖和空调总耗电量计算结果

计算结果	设计建筑	参照建筑
空调耗电量(kWh/m ²)	9.96	9.96
采暖耗电量(kWh/m ²)	18.19	18.36
总计(kWh/m ²)	28.15	28.32

3.2.4 结论

通过围护结构热工性能的权衡判断，该工程的全年能耗小于参照建筑的全年能耗，满足《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）节能建筑的规定。

3.3 绿色建筑室内光环境与视野综合计算分析

3.3.1 概述

计算软件：天然采光模拟分析软件 PKPM-Daylight

开发单位：中国建筑科学研究院建研科技股份有限公司

应用版本：20170930

本工程导入 Revit 模型后生成的建筑轴测图如图 3.1 所示。

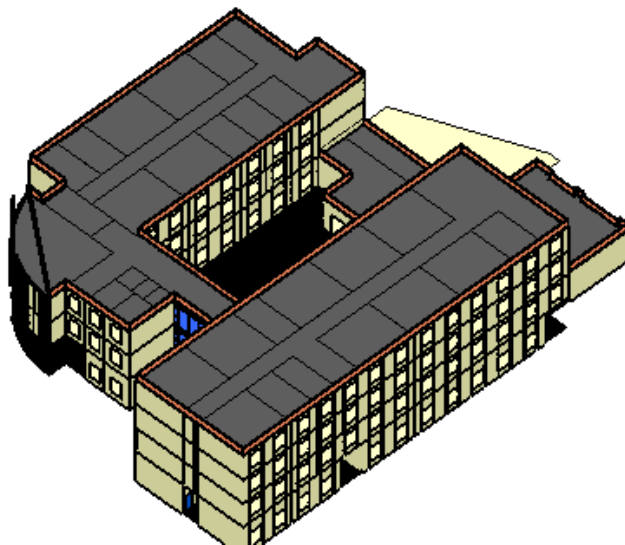


图 3.1 建筑轴测图

3.3.2 天然采光模拟

针对天然采光评价标准依据主要为《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2014 和《建筑采光设计标准》GB 50033.2013。

进行采光模拟，模拟范围：标准层 1（普通层 1）、标准层 2（普通层 2）、标准层 5（普通层 4）。得到了模拟采光系数分布图，如图 3.2~图 3.4，以及每个模拟层的主要功能空间采光系数表。

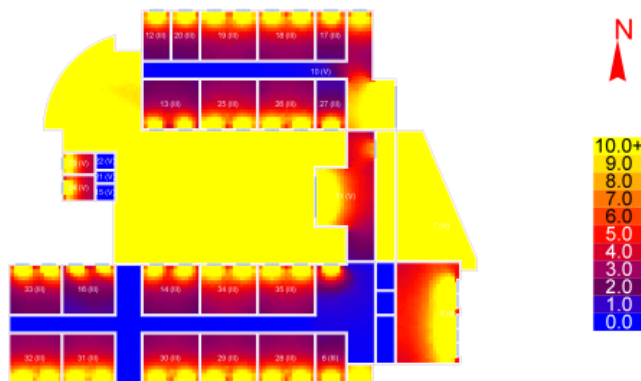


图 3.2 普通层_1 采光系数分布图

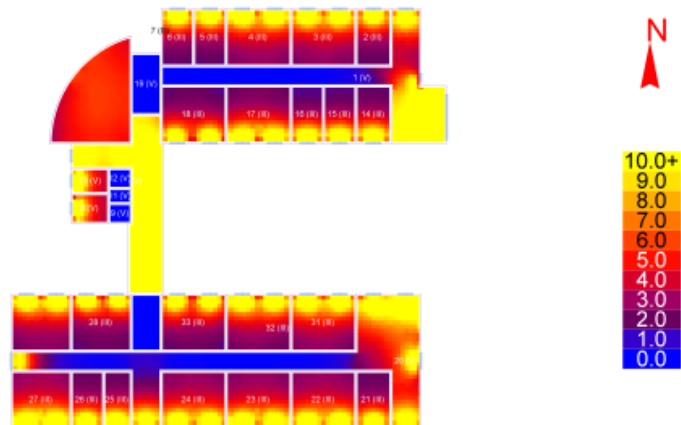


图 3.3 普通层_2 采光系数分布图

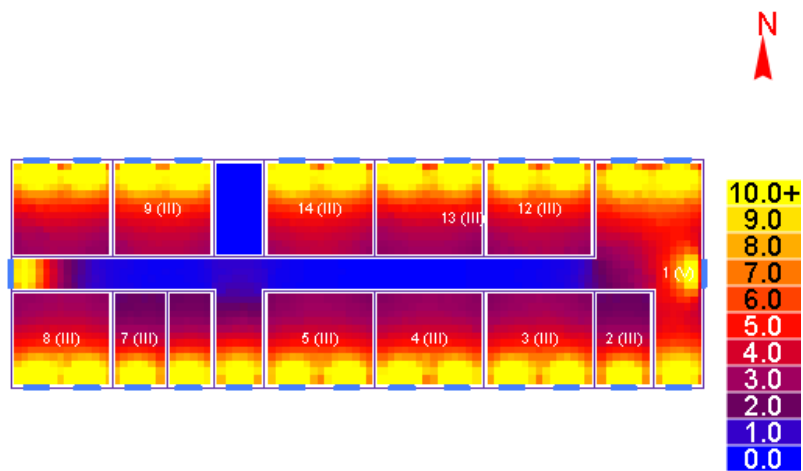


图 3.4 普通层_4 采光系数分布图

3.3.3 结论

经分析计算，本项目满足《建筑采光设计标准》GB 50033.2013 的要求，建筑采光设计符合标准要求。

4 江苏建院办公楼结构设计

4.1 工程资料

根据江苏建筑职业技术学院办公楼所处区域的地质勘察报告，得知该区域的地质条件较为稳定，场地基岩面起伏较大，溶洞较为发育，无地下水分布。地下使用独立基础，持力层为 2 号黏土层。基本风压为 $0.35\text{KN}/\text{m}^2$ ，基本雪压为 $0.35\text{KN}/\text{m}^2$ ，地面粗糙度类别为 B 类。抗震设防烈度设置为 7 度。基础垫层、基础、框架结构和二次结构分别选用 C20、C35、C30 和 C25 混凝土。钢筋采用 HPB300 和 HRB400 两种。

4.2 结构平面布置

4.2.1 结构平面布置图

根据苏建院办公楼的功能要求以及框架的结构体系，通过分析荷载传递路线确定了框架梁的布置方案。本工程的南侧部分结构平面布置如图 4.1 所示。

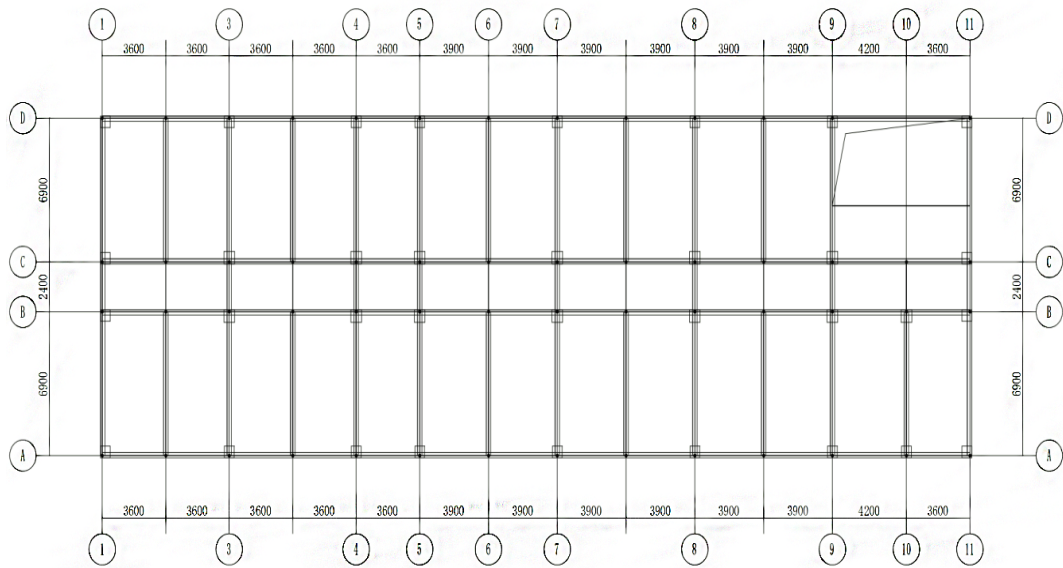


图 4.1 标准层结构平面布置图

4.2.2 框架梁、柱的截面尺寸设计

框架梁的截面尺寸应满足承载力、刚度及延性要求，应符合以下要求：框架梁的高度按跨度的 $1/12 \sim 1/8$ 估算，为防止框架梁发生剪切脆性破坏，梁的净跨度与截面高度之比不宜小于 4，梁的高宽比不宜大于 4；梁截面宽度可取 $1/2 \sim 1/3$ 梁高，且不应小于 200mm。由此估算的梁截面尺寸见表 4.1。

表 4.1 梁截面尺寸

边梁	中梁	次梁	过梁
250×650	250×650	250×500	250×400
	250×500		

按轴压比要求来估算框架柱的截面尺寸, 框架抗震等级为三级, 轴压比 $\mu_N = 0.85$ 。第 7 轴线具有代表性, 所以选用 7 轴线的框架作为对象。根据计算结果, 7 轴与 B 轴相交中柱取 $600 * 600 \text{ mm}$, 其余柱均取 $550 * 550 \text{ mm}$ 。

4.3 现浇楼面板设计

4.3.1 楼板荷载

该办公楼南侧各层楼盖应采用现浇梁板结构。办公室楼面板厚取 120 mm，卫生间、走廊取 100 mm，楼梯平台板厚取 100 mm。对 120 mm 不上人平屋面、100 mm 不上人平屋面、120 mm 标准层楼面、100 mm 标准层楼面、100 mm 卫生间楼面和 100 mm 雨篷面板的永久荷载进行了计算，他们受到的总的永久面荷载分别为 7.6 KN/m²，6.7 KN/m²，5.2 KN/m²，4.7 KN/m²，5.3 KN/m² 和 3.2 KN/m²。办公室、走廊和门厅、楼梯、雨篷、不上人屋面、卫生间所受的可变荷载进行了取值，分别取为 2.0 KN/m²，2.5 KN/m²，3.5 KN/m²，0.5 KN/m²，0.5 KN/m²，2.0 KN/m²。

4.3.2 楼板配筋计算

以第三层楼板为例将楼板划分为 A 板和 B 板。计算简图如图 4.2 所示。

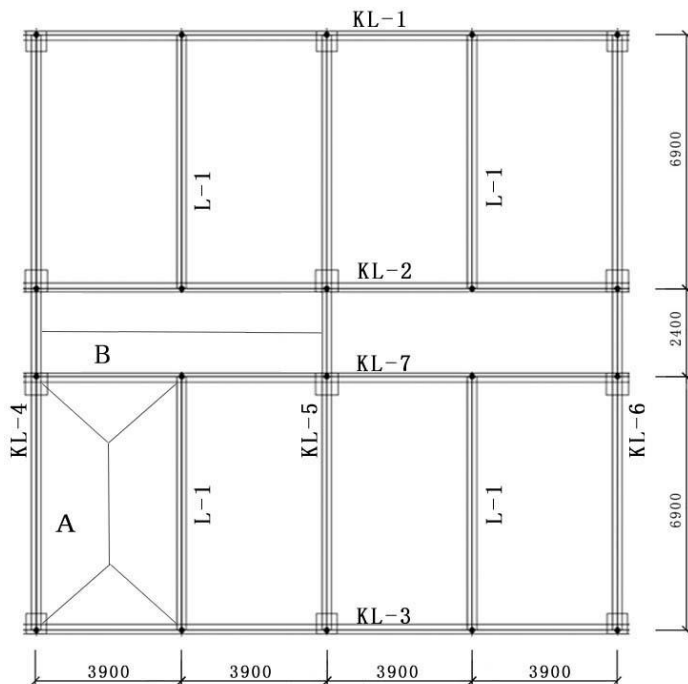


图 4.2 板分区图

(1) A 区格板配筋计算

计算配筋量时,取内力臂系数 $\gamma_s = 0.95$ 。板筋选用 HRB400, $f_y = 360 \text{ N/mm}^2$, 配筋计算结果见表 4.2。

表 4.2 A 区格板配筋计算

位置	截面	$h_0(mm)$	$M(KN.m)$	$A(mm^2)$	选配钢筋	实配钢筋
跨中	l_x 方向	96	5.79	177	$\phi 8 @ 180$	297
	l_y 方向	88	2.06	69	$\phi 8 @ 200$	251
支座	A 边支座 l_x 向	96	-13.66	416	$\phi 8 @ 120$	419
	A 边支座 l_y 向	96	-7.9	241	$\phi 8 @ 150$	335

(2) B 区格板配筋计算

计算配筋量时，该板按单向板计算，现浇板的混凝土采用 C30， $f_c = 14.3 N/mm^2$ 现浇板的受力筋选 HRB400， $f_y = 360 N/mm^2$ ，B 区板格板配筋计算如表 4.3 所示。

表 4.3 B 区格板配筋计算

截面	跨中	支座	截面	跨中	支座
$M(KN.m)$	5.24	-3.74	$A_s = \frac{M}{\gamma_s h_0 f_y}$	196	138
$\alpha_s = \frac{M}{\alpha_1 f_c b h_0^2}$	0.0618	0.0441	选配钢筋	$\phi 6 @ 140$	$\phi 6 @ 200$
$\gamma_s = 0.5(1 + \sqrt{1 - 2\alpha_s})$	0.968	0.977	实配钢筋	202	141

4.4 框架结构计算简图及内力计算结果

4.4.1 横向框架结构计算简图

通过第一、第二、第三和第四层的计算简图，得到永久荷载，可变荷载及重力荷载作用下的横向框架计算简图，如图 4.3~图 4.5。



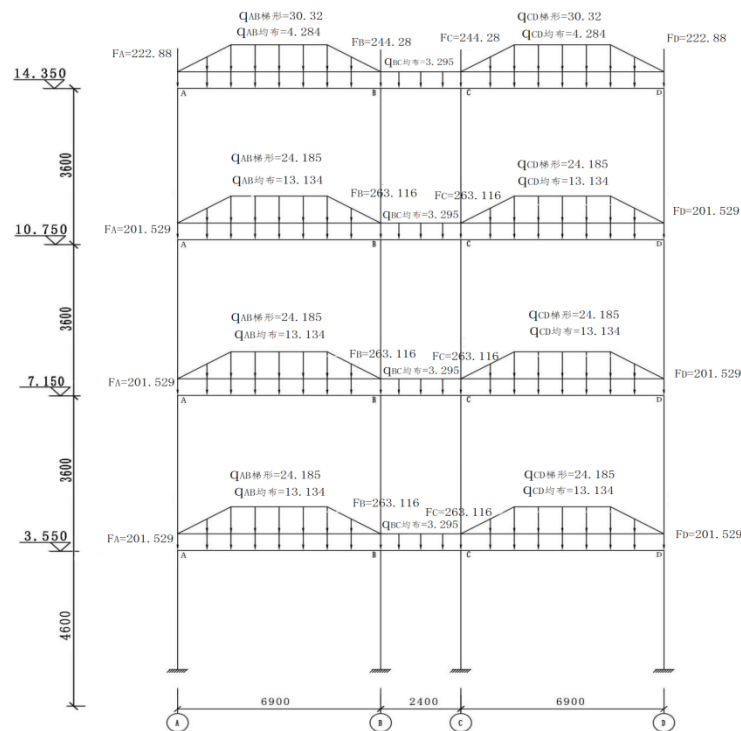


图 4.5 框架在重力荷载下总计算简图

4.4.2 横向框架内力图

根据永久荷载作用下横向框架计算简图，用弯矩二次分配法计算永久荷载作用下的弯矩。并通过计算结果画出永久荷载作用下的弯矩图、剪力图和轴力图如图 4.6、4.7 和图 4.8 所示。

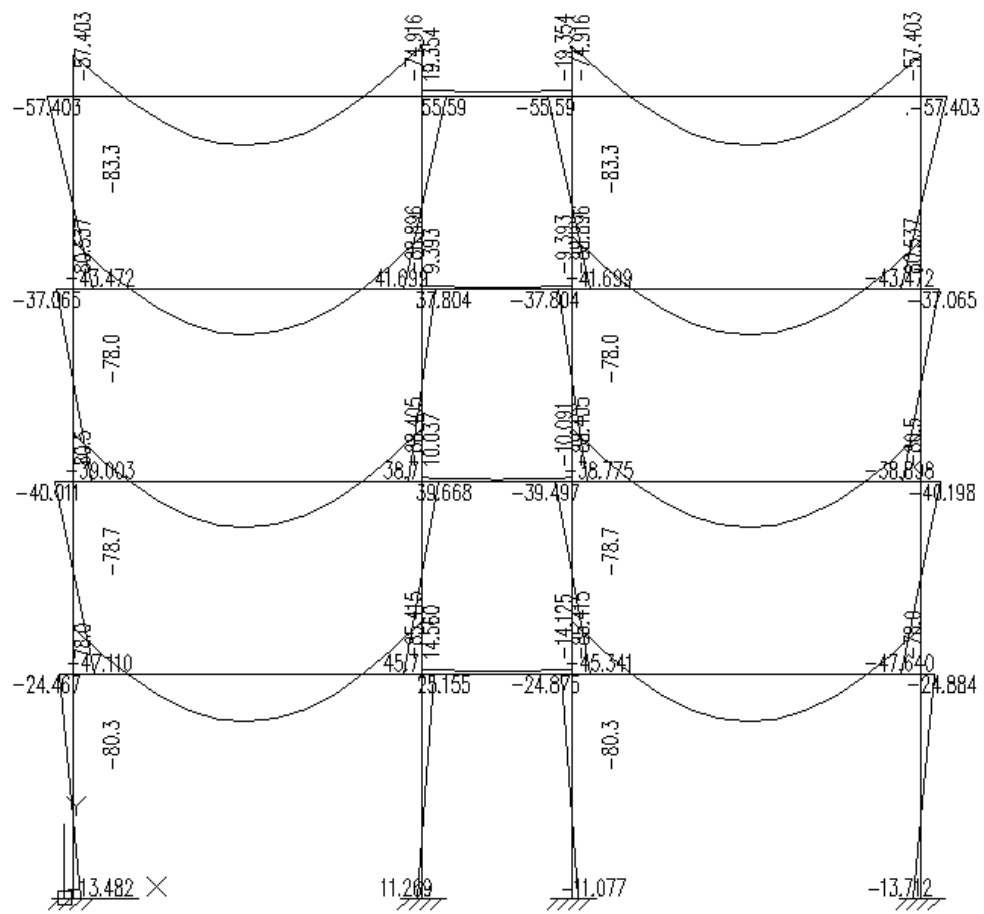


图 4.6 横向框架在永久荷载作用下的弯矩图

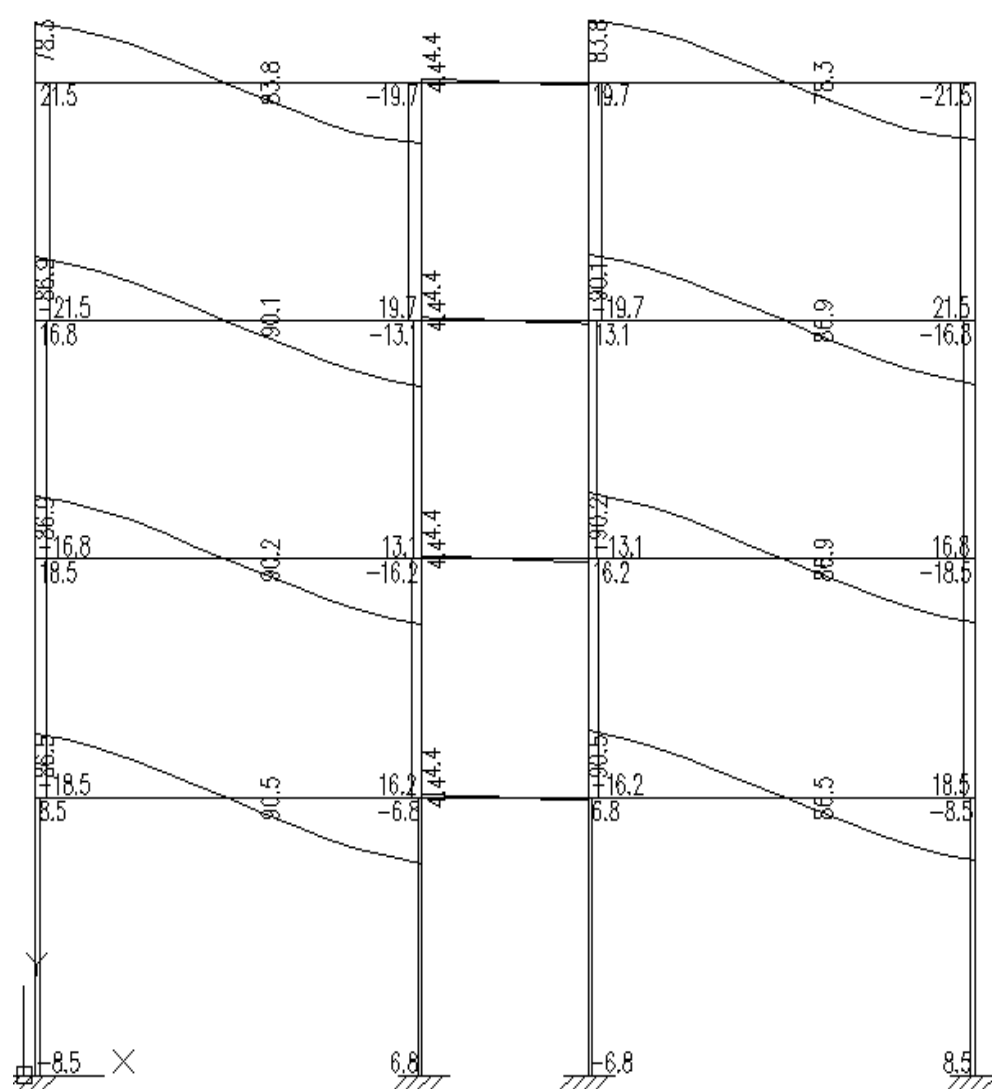


图 4.7 横向框架在永久荷载作用下的剪力图

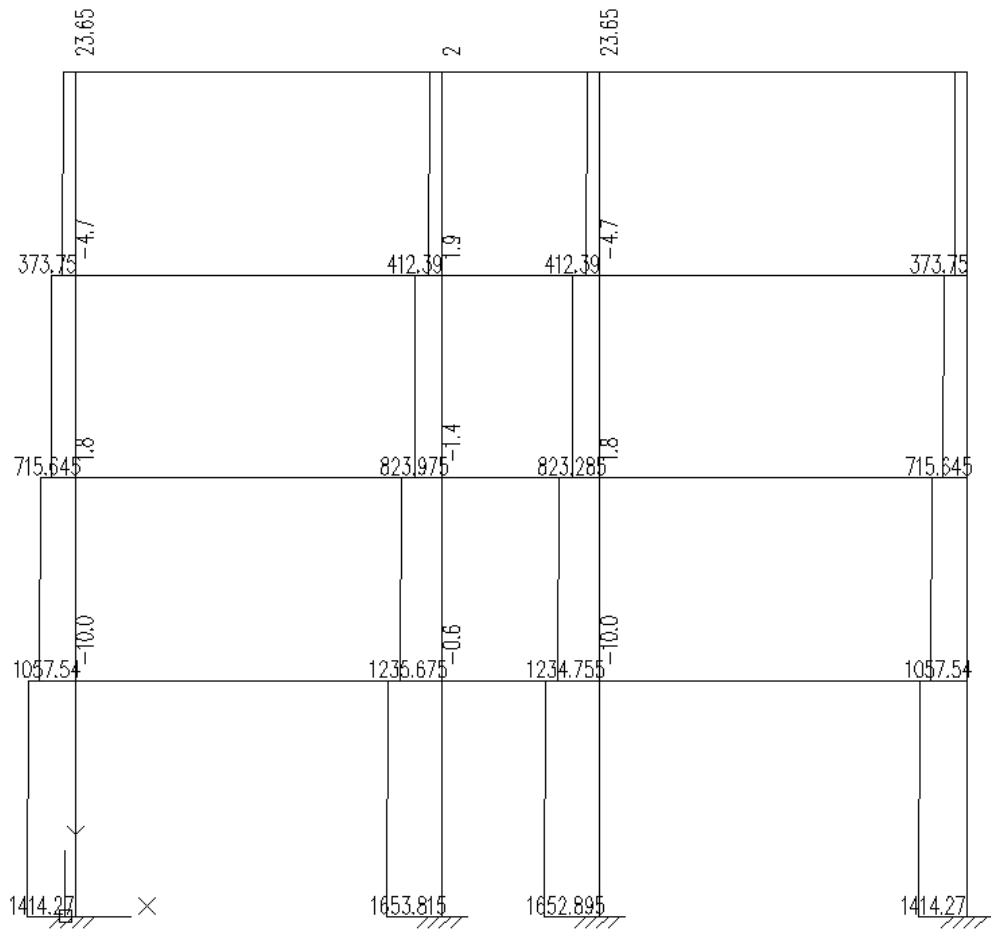


图 4.8 横向框架在永久荷载作用下的轴力图

同理可以得到可变荷载以及重力荷载作用下的框架结构的弯矩图、剪力图和轴力图，避免篇幅过大，此处省略。

4.5 风荷载作用下的位移和内力计算结果

风荷载是楼房结构设计需要考虑的重要内容之一。风荷载对建筑物的影响主要是使建筑产生侧向变形。由基本风压，风压高度变化系数，风荷载体形系数，风振系数决定，这些系数和所在地的风的大小，建筑高度，建筑的外形，和地区粗糙度有关。江苏建筑职业技术学院办公楼所处区域的基本风压为 0.35 KN/m^2 ，地面粗糙度为 B 类。

4.5.1 风荷载作用下的位移计算结果

用 D 值法计算柱的侧移刚度。计算了框架梁的线刚度以及柱的线刚度。7 轴线框架在风荷载作用下侧移的计算结果见表 4.4。

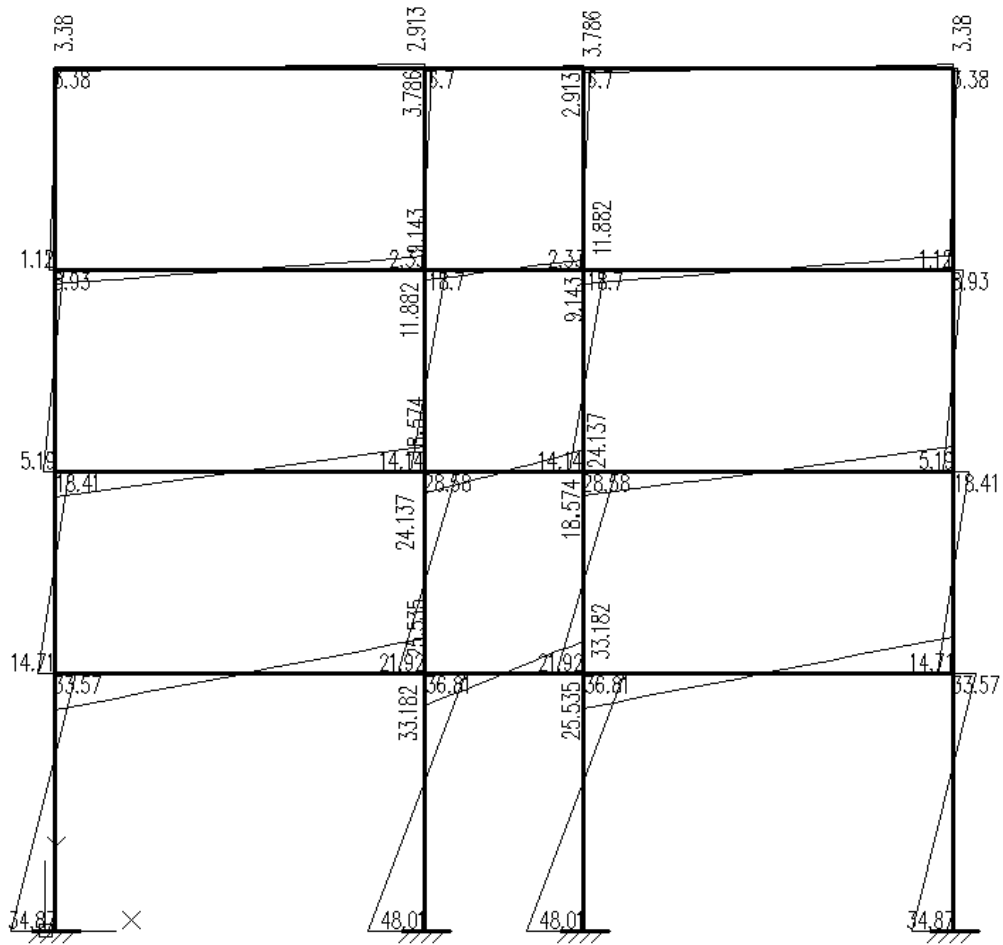
表 4.4 风荷载作用下框架楼层层间位移与验算

楼层	F_j	V_j	$\sum D_i$	Δu_j	h	$\Delta u_{ij}/h$
4	21.29	21.29	5970 0	0.00036	3.6	0.0000991
3	17.94	39.23	5970 0	0.00066	3.6	0.0001825
2	15.33	54.56	5970 0	0.00091	3.6	0.0002539
1	13.57	68.13	7505 6	0.00091	4.6	0.0001973
$u = \sum_{j=1}^n \Delta u_{ij} = 0.0028m$						

由于框架结构楼层层间最大位移与层高之比的限值为 1/550，因此本框架的框架侧向位移满足要求。

4.5.2 风荷载作用下的内力计算结果

框架在风荷载作用下的内力计算采用 D 值法计算，根据节点平衡条件，梁端弯矩之和等于柱端弯矩之和，再通过节点左右梁端弯矩之和按左右线刚度比例分配。得出梁的弯矩、剪力和轴力图，如图 4.9~图 4.11 所示。



图图

4.9 风荷载作用下的弯矩图

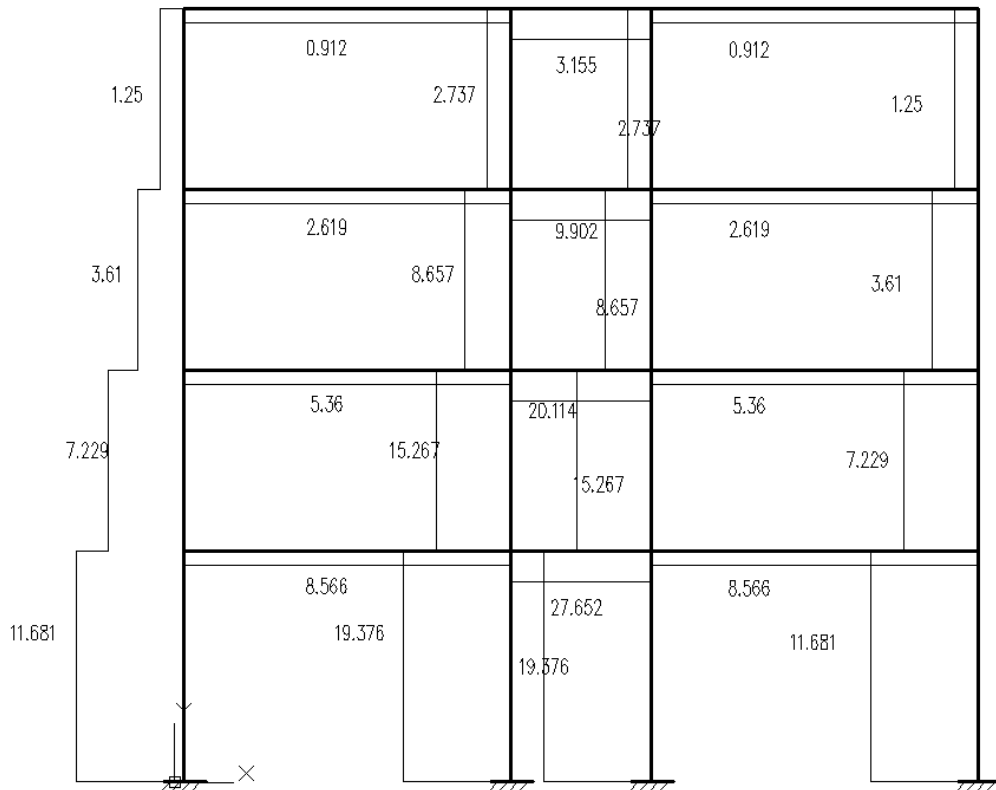


图 4.10 风荷载作用下的剪力图

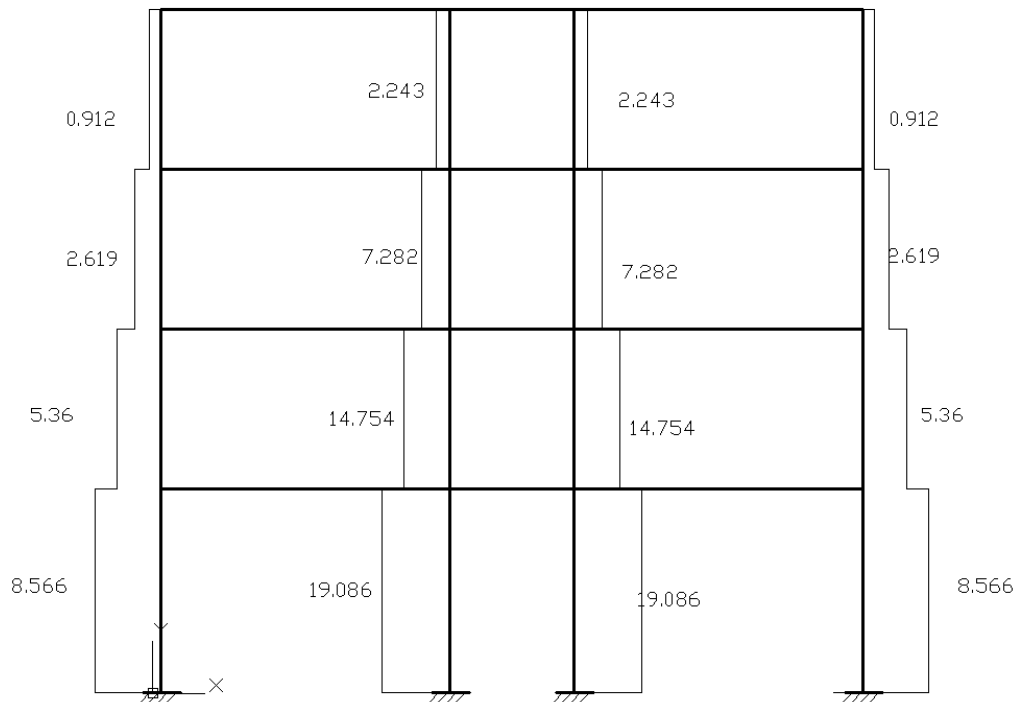


图 4.11 风荷载作用下的轴力图

4.6 水平地震作用下的内力计算和位移计算结果

4.6.1 水平地震作用和位移

已知建筑高度为 $16.8\text{ m} < 40\text{ m}$ ，采用底部剪力法计算水平地震作用。通过水平地震作用标准值的计算结果得到水平地震作用下框架的计算简图，如图 4.12 所示。

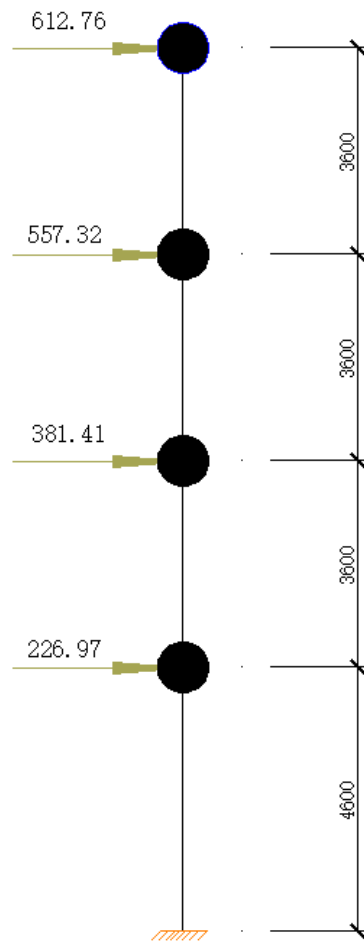


图 4.12 水平地震作用下的计算简图

通过计算可知，位移满足要求；各层的刚重比均大于 10，所以满足稳定性的要求。查规范得楼层最小地震剪力系数 $\lambda=0.016$ ，通过计算可得各层的剪重比均大于 0.016，所以满足剪重比的要求。

4.6.2 水平地震作用下的内力计算结果

通过计算水平地震作用下的柱端和梁端弯矩及剪力，画出框架结构的内力图，分别为弯矩图、剪力图和轴力图，如图 4.13~图 4.15。

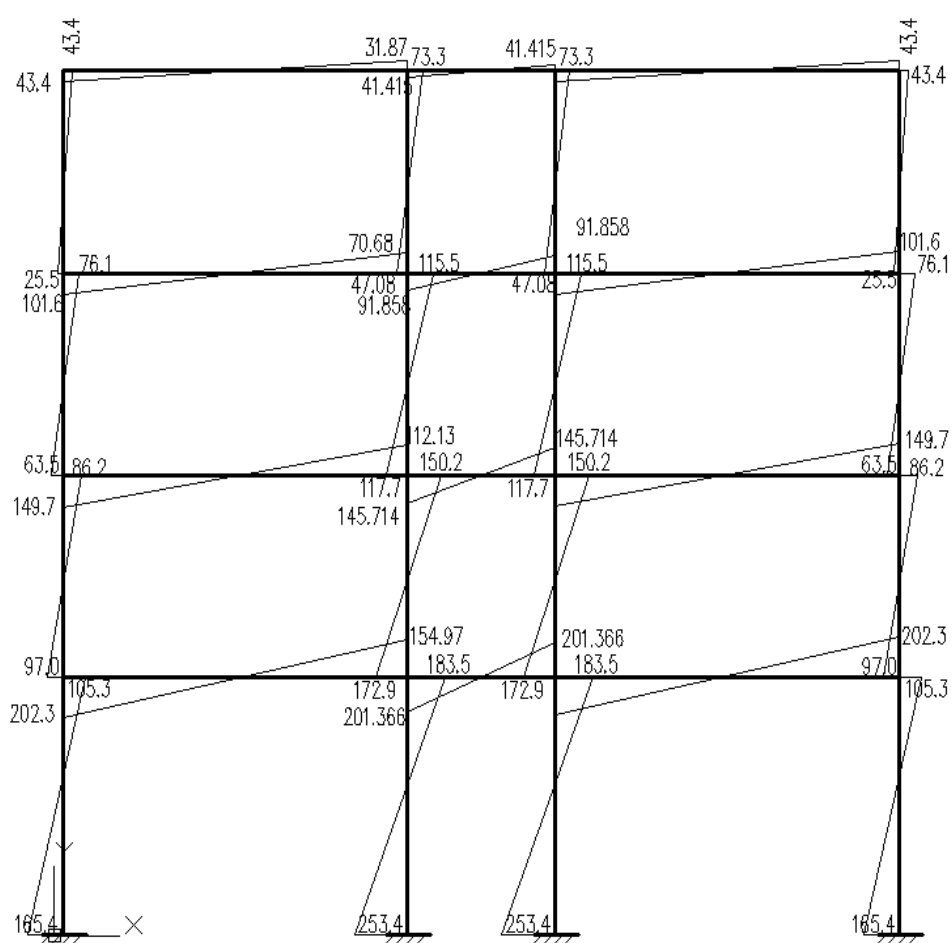


图 4.13 水平地震作用下框架的弯矩图

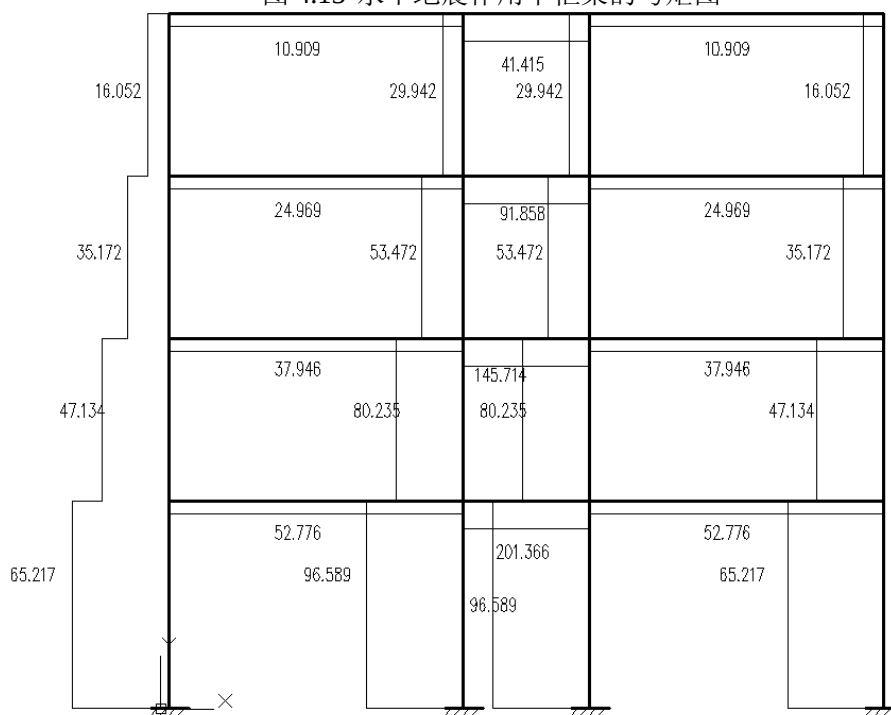


图 4.14 水平地震作用下框架的剪力图

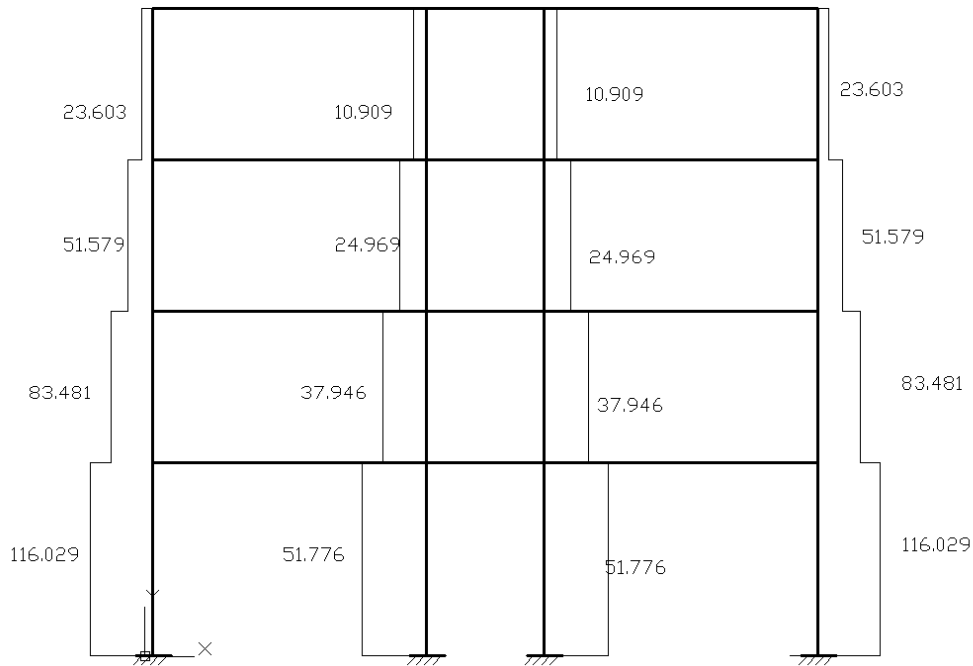


图 4.15 水平地震作用下框架的轴力图

4.7 框架结构 PKPM 电算结果与手算结果对比

4.7.1 永久荷载作用下框架 PK 电算与手算对比

永久荷载作用下的电算荷载计算简图如图 4.16 所示。

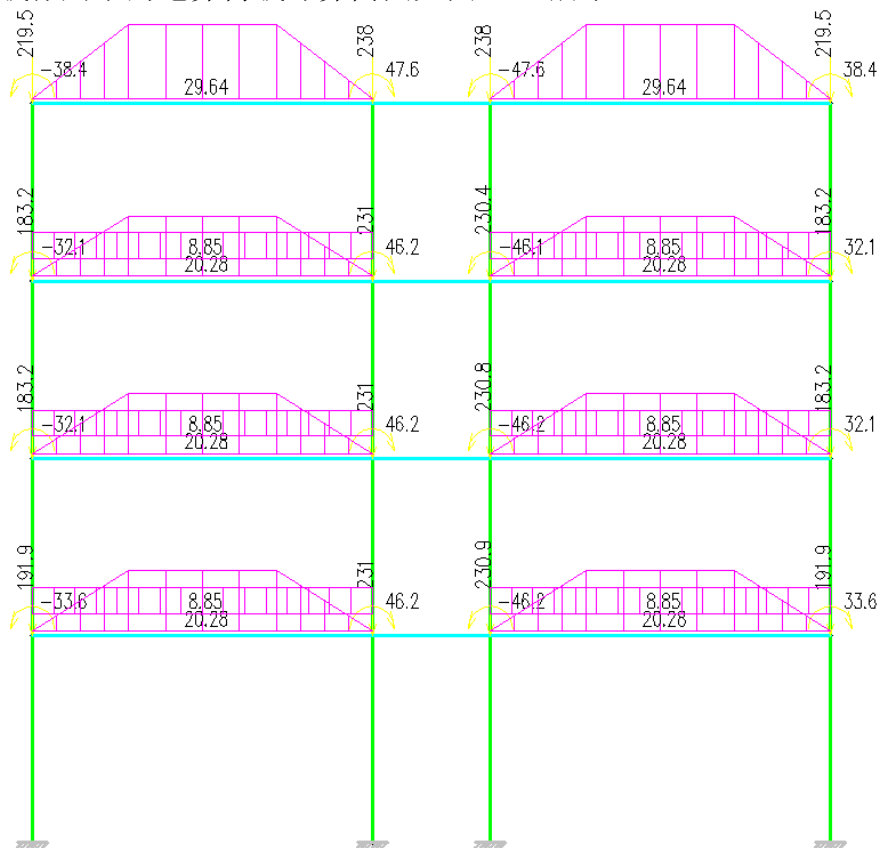


图 4.16 永久荷载作用下的电算荷载简图

通过对比电算和手算结果，第三层 AB 框架梁上的荷载计算结果相差明显，原因是电算的荷载只有墙的荷载，并没有梁和板传来的荷载，从而导致结果偏差较大。

永久荷载作用下的电算弯矩图如图 4.17 所示。

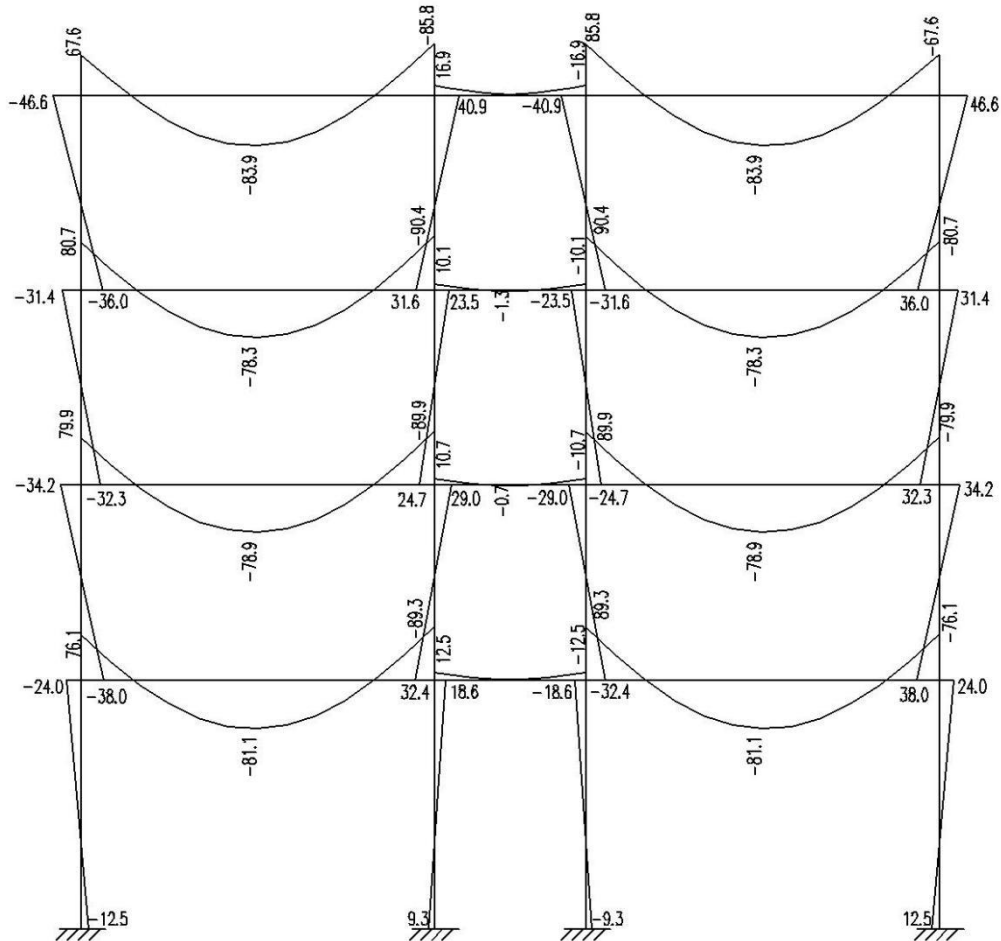


图 4.17 永久荷载作用下的电算弯矩图

通过对比电算和手算弯矩结果，发现梁的弯矩相差不大，柱的弯矩相差有点大，原因是电算用的计算方法和手算的计算方法有差距，电算考虑的更加全面一点，从而导致计算结果偏差较大。

永久荷载作用下的电算剪力图、轴力图如图 4.18 和图 4.19 所示。

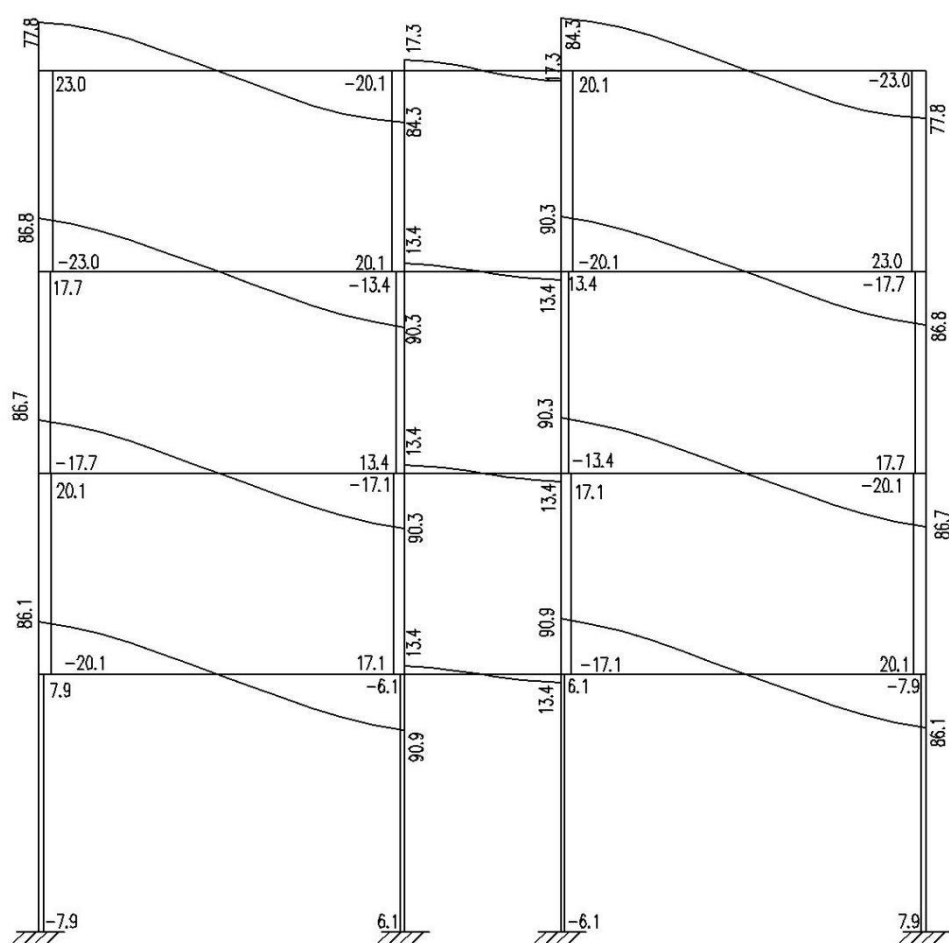
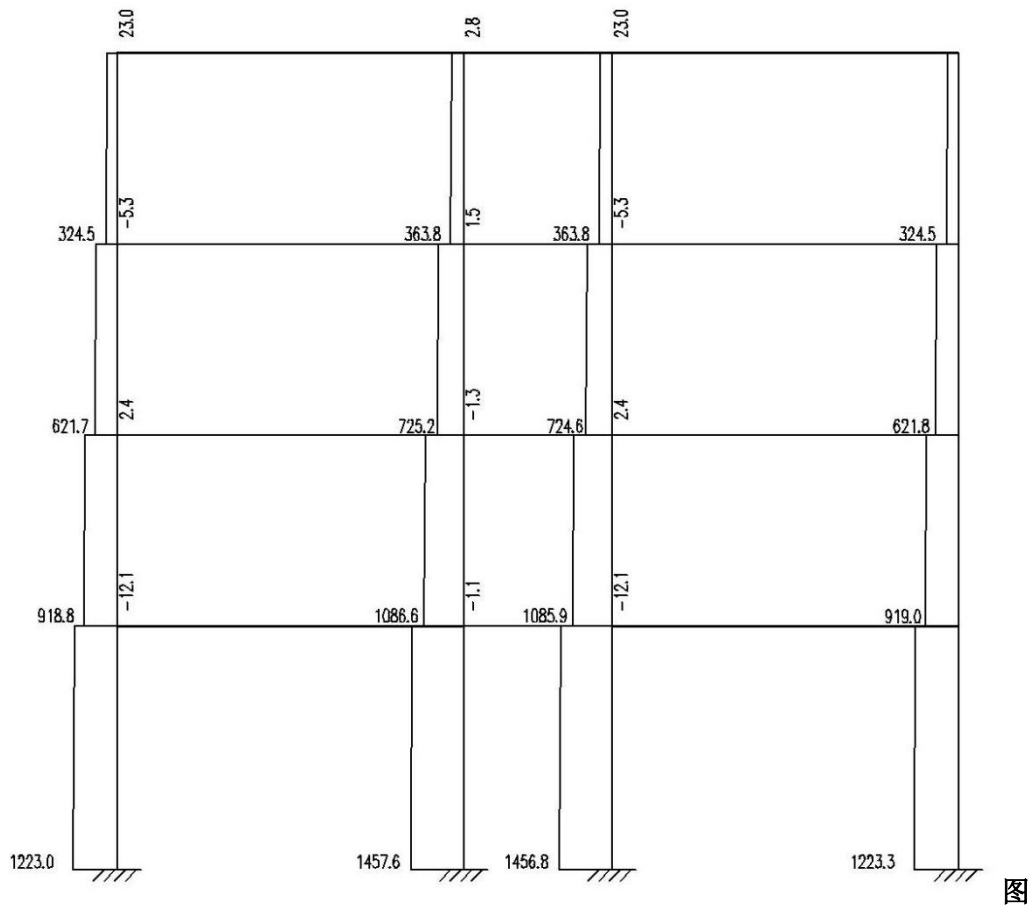


图 4.18 永久荷载作用下的电算剪力图



8.4 图 4.19 永久荷载作用下的电算轴力图

通过对比剪力、轴力的电算和手算结果，发现梁柱的剪力、轴力计算结果均相差不大，说明手算电算模型精确，计算结果准确。

4.7.2 可变荷载作用下框架 PK 电算与手算对比

可变荷载作用下的电算荷载计算简图如图 4.20 所示。

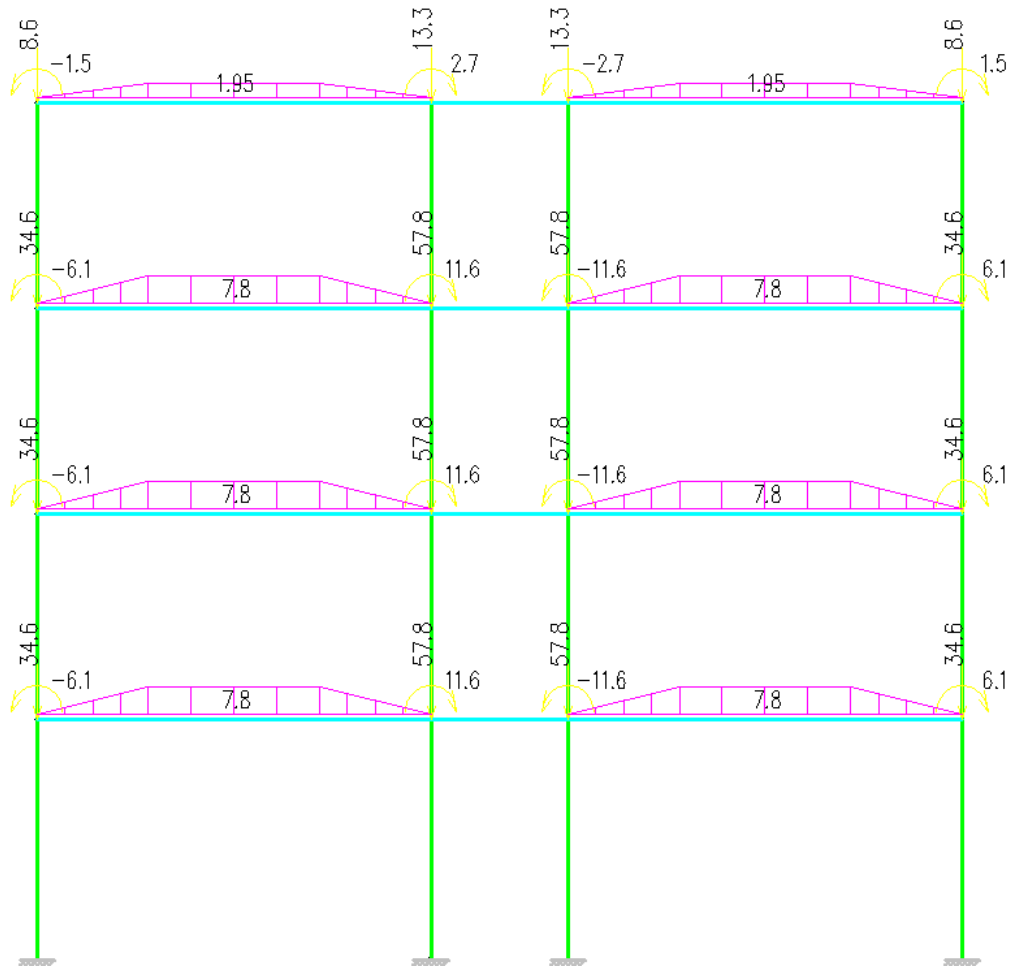


图 4.20 可变荷载作用下的电算荷载简图

通过对比电算和手算结果，发现荷载相差不大，原因是可变荷载的数量较少。可变荷载作用下的电算弯矩图如图 4.21 所示。

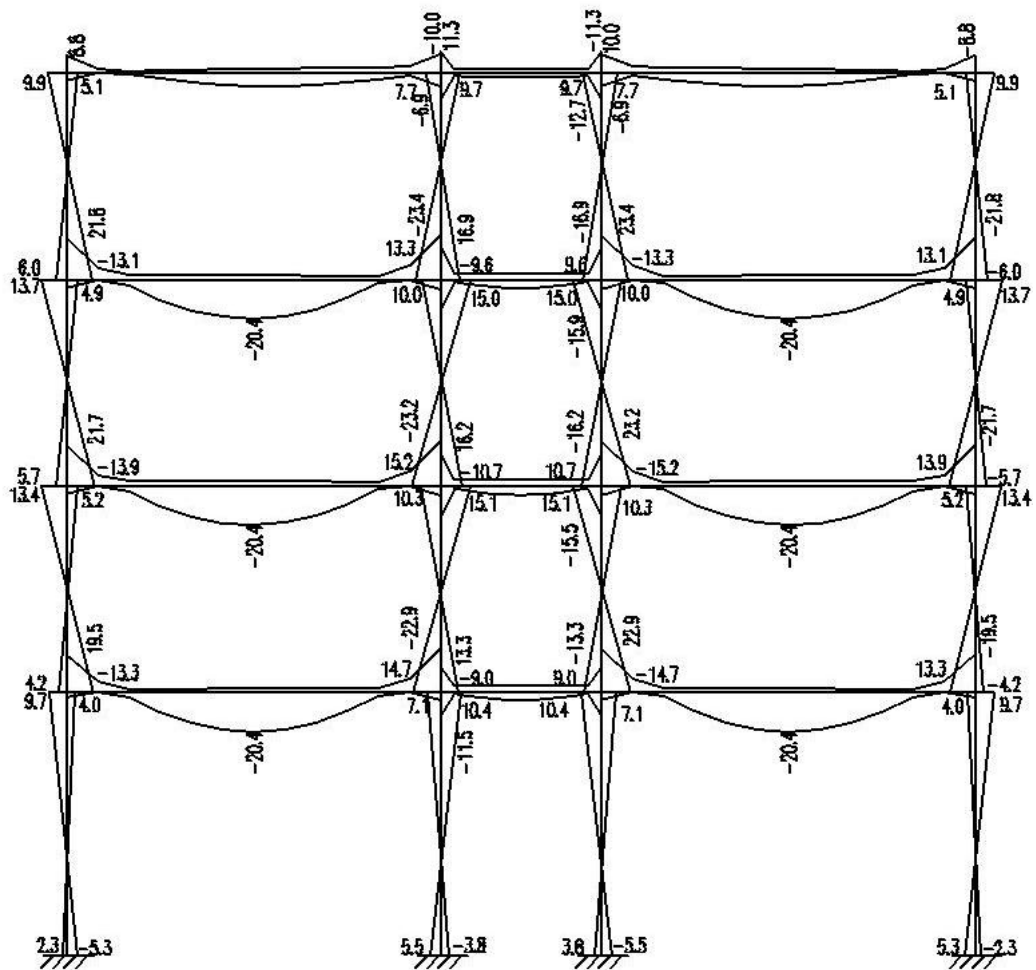


图 4.21 可变荷载作用下的电算弯矩图

通过电算和手算结果对比发现，梁的弯矩和柱的弯矩相差较大，原因是两种计算方法考虑的因素不同的问题，电算的方法比手算考虑的多，从而手算的偏大。

可变荷载作用下剪力和轴力手算和电算结果相差较小，为了节省篇幅，报告里不详述。

4.8 框架梁、柱和楼梯设计

已知地震烈度为 7 度，抗震等级为三级。对荷载效应和地震作用效应进行组合。并对梁柱的内力进行组合，框架梁的控制截面为梁的两端及跨中，柱的控制截面为柱顶和柱底。在内力组合求得后，进行内力的调幅，调幅系数为 0.85。框架梁柱轴线处的弯矩值和剪力值应换算到梁柱的边缘处，接着再内力组合。根据内力组合结果，对框架梁柱的截面和楼梯进行设计。

4.8.1 框架梁截面设计

以第三层 AB 跨框架梁为例，对框架梁的正截面受弯承载力及纵向钢筋进行计算，计算过程详见表 4.5。

表 4.5 第三层 AB 跨框架梁正截面受弯承载力计算

截面位置	M	$\alpha_s = \frac{M}{\alpha_1 f_c b h_0^2}$	$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s}$	$\gamma_s = \frac{(1 + \sqrt{1 - 2\alpha_s})}{2}$	$A_s = \frac{M}{\gamma_s h_0 f_y}$	配筋	实配 A_s	$\rho = \frac{A_s}{bh}$
左端	112.07	0.084	0.088	0.954	534	3C16	602	0.37%
右端	98.35	0.074	0.077	0.962	466	2C18	509	0.313%
跨中	101.81	0.077	0.080	0.958	484	2C18	509	0.313%

验算最小配筋率:

支座: $\rho_{\min} = \max[0.25\%, (55 f_t / f_y)\%] = 0.25\%$

跨中: $\rho_{\min} = \max[0.2\%, (45 f_t / f_y)\%] = \max[0.2\%, 0.18\%] = 0.2\%$

由计算结果可知, 各截面的配筋率均大于最小配筋率, 满足要求。

为防止梁在弯曲破坏前发生剪切破坏, 按“强剪弱弯”的原则调整框架梁端截面组合的剪力设计值。已知抗震等级为三级, 对框架梁端截面的剪力设计值进行调整。

第三层 AB 跨梁端剪力“强剪弱弯”调整详见表 4.6。

表 4.6 第三层 AB 跨梁端剪力“强剪弱弯”调整

位置	η_{vb}	M_b^l (kN·m)	M_b^r (kN·m)	l_n (m)	V_{Gb} (kN)	V (kN)	$\gamma_{re} V$ (kN)
梁左	1.1	112.07	98.35	6.9	105.17	138.72	117.912
梁右	1.1	112.07	98.35	6.9	105.17	138.72	117.912

第三层 AB 跨梁斜截面受剪承载力计算详见表 4.7。

表 4.7 第三层 AB 跨梁斜截面受剪承载力计算表

面位置	V	$0.25\beta_c f$	$A_{sv}/S = \frac{(V-0.7)}{h_0 f_y}$	加 密区 配 筋	非加 密区 配筋	$\rho_{sv} =$	0.2%	密 区 长 度
端	1 23.93	545.18 8	-0.13	A8 @100	A8@ 200	0.4 02%	0. 127%	9 75
端	1 17.91 2	545.18 8	-0.13	A8 @100	A8@ 200	0.4 02%	0. 127%	9 75

4.8.2 框架柱截面设计

第三层 A 轴线框架柱的截面尺寸为: 550mm×550mm, 混凝土等级为 C30, 纵筋采用 HRB400 级, 箍筋采用 HPB300 级。由规范可知三级框架轴压比为 0.85, 则

$$\mu = \frac{N}{f_c b h} = \frac{1034.28 \times 10^3}{14.3 \times 550 \times 550} = 0.24 < 0.85$$

所以满足规范要求。为避免框架柱先于梁发生破坏，应按“强柱弱梁”的原则对框架柱的组合内力进行调整。该框架梁的抗震等级为三级，框架柱弯矩设计值 M ，应按下式（10-2）进行调整，即：

$$\sum M_c = \eta_c \sum M_b$$

式中： η_c —对于三级框架结构取 1.3；

第三层 A 轴线框架柱端弯矩的调整见表 4.8。

表 4.8 第三层 A 轴线框架柱端弯矩抗震调整

楼层	位置	$\sum M_b$	$\sum M_c$	$M_{\text{上柱}}$	$M_{\text{下柱}}$
3	A 轴柱	112.07	145.691	114.73	114.73

对于现浇楼板，框架结构底层柱和其余各层柱的计算长度分别为 1.0H 和 1.25H。

通过计算 A 选配 32 的钢筋。验算配筋率：

$$\rho = \frac{A_s}{bh} = \frac{3217}{550 \times 550} = 2.12\% > \rho_{\min} = 0.55\%$$

$$\rho = \frac{A_s}{bh} = \frac{3217}{550 \times 550} = 1.06\% > \rho_{\min} = 0.2\%$$

一侧纵筋，所以满足要求。

为保证弯曲破坏先于剪切破坏，剪力设计值应按“强剪弱弯”的原则进行调整，

计算公式如下：

$$V = \eta_{vc} (M_c^t + M_c^b) / H_n$$

式中：三级框架结构 $\eta_{vc} = 1.2$

M_c^t 、 M_c^b 分别为柱的上、下端顺时针或反时针方向截面的组合弯矩设计值；

H_n 为柱的净高。

调整结果见表 4.9 所示。

表 4.9 框架柱剪力调整

楼层	位置	$M_c^t (kN \cdot m)$	$M_c^b (kN \cdot m)$	$H_n (m)$	$V_{\text{上}} (kN)$	$V_{\text{下}} (kN)$
3	A 轴柱	114.73	103.48	$\frac{2.9}{5}$	56.86	56.86

对框架柱的截面尺寸进行复核。

$$\text{由于 } \frac{h_w}{b} = \frac{510}{550} = 0.93 < 4 \quad \text{则}$$

$$0.25 \beta_c f_c b h_0 = 0.25 \times 1 \times 14.3 \times 550 \times 510 = 1002.79 kN > 56.86 (kN)$$

说明截面尺寸满足要求。按构造配筋，加密区为 A8@100，非加密区为 A8@150。

4.8.3 楼梯设计

如图 4.22 为一层楼梯平面布置图，混凝土等级为 C30，钢筋选用 HRB400 级。

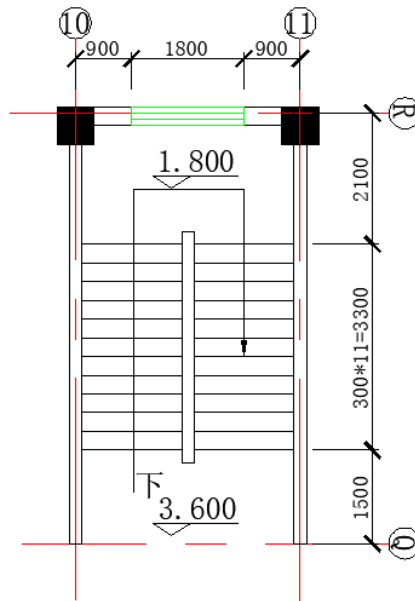


图 4.22 一层楼梯平面布置图

考虑到第一层楼梯梯段斜板两端与混凝土楼梯梁的固结作用，斜板跨度按净跨取值，取 1m 板宽为计算单元。对楼梯斜板进行设计：

斜板的水平投影净长： $l_n = 3300(\text{mm})$

斜板的斜向净长： $l'_n = \frac{l_n}{\cos \alpha} = \frac{3300}{300 / (\sqrt{300^2 + 150^2})} = 3690(\text{mm})$

斜板厚度：

$$t = \left(\frac{1}{25} \sim \frac{1}{30} \right) l'_n = \left(\frac{1}{25} \sim \frac{1}{30} \right) * 3690 = 123 \sim 148, \text{ 取 } t = 130 \text{ mm}$$

楼梯斜板自重计算：5.51 kN/m

踏步抹灰自重：0.6 kN/m

底板抹灰自重：0.38 kN/m

金属栏杆自重：0.2 kN/m

标准值：6.69 kN/m

设计值：8.03 kN/m

可变荷载设计值：4.9 kN/m

楼段斜板的荷载设计值：12.93 kN/m

跨中最大弯矩值为 17.61 kN/m

选配 C10@150，踏步分布钢筋为每个踏步下 1C8 钢筋。

平台板和平台梁设计参数，由于篇幅过长，此处省略。

5 江苏建院办公楼绿色施工专项方案

5.1 绿色建筑与绿色施工

绿色建筑指在建筑的全寿命周期内，最大限度地节约资源，包括节能、节地、节水、节材等，保护环境和减少污染，为人们提供健康、舒适和高效的使用空间，与自然和谐共生的建筑物。

绿色施工是指工程建设过程中，在保证安全质量、健康的前提下，通过科学管理和采取相应的技术措施，最大限度地减少该项工程对社会环境造成负面影响、充分利用施工现场资源，提倡节约资源（节能、节水、节材、节地）和提高效率的施工活动。

绿色施工总体结构由施工管理、环境保护、节能与能源利用、节材与材料资源利用、节水与水资源利用、节地与施工用地保护等六个方面组成。

5.2 工程概况

本工程为办公楼，主要功能为多功能报告厅、会议室及办公室 A 区和 B 区，建筑面积为 6020.94m²，建筑总高度 16.8 m，南侧 4 层，北侧 3 层，无地下室。层高为 3.6 m，室内外高差 0.450 m。建筑设计使用年限为 50 年。本工程采用独立基础，框架结构，抗震设防烈度为 7 度，安全等级为二级。

5.3 施工部署

5.3.1 绿色施工目标

本工程施工过程中，最大限度地保护环境和减少污染，防止扰民，节约资源（节能、节地、节水、节材），在确保工程质量的前提下，贯彻环保优先为原则，以资源的高效利用为核心的指导思想，追求环保、高效、低耗，统筹兼顾，实现环保（生态）、经济、社会综合效益最大化的绿色施工模式。

5.3.2 绿色施工的一般规定

定期组织绿色施工教育培训，增强施工人员绿色施工意识；定期对施工现场绿色施工实施情况进行检查，做好检查记录。

在施工现场的办公区和生活区应设置明显的有节水、节能、节约材料等具体内容的警示标识，并按规定设置安全警示标志。

管理人员及施工人员除按绿色规程组织和进行绿色施工外，还应遵守相应的法律、法规、规范、标准和集团公司的相关文件等。

5.4 建筑节能专项施工方案

5.4.1 节能措施

本工程采用的节能措施有：

- (1) 外墙类型：外墙外保温-复合岩棉防火保温板（加气块）
- (2) 屋顶类型：平屋面-阻燃型挤塑聚苯板
- (3) 热桥柱类型：外墙外保温-复合岩棉防火保温板(钢筋混凝土)
- (4) 热桥梁类型：外墙外保温-复合岩棉防火保温板(钢筋混凝土)
- (5) 门窗过梁类型：外墙外保温-复合岩棉防火保温板(钢筋混凝土)

此外，工地现场还要节约用电及节约用纸。

5.4.2 保温工程施工时间计划

本工程的保温工程施工时间计划见表 5.1。

表 5.1 保温工程施工时间计划

分部工程名称	施工时间段
屋面阻燃型挤塑聚苯板保温板	按进度要求
外墙复合岩棉防火保温板	按进度要求
门窗	按进度要求

5.4.3 外墙复合岩棉防火保温板保温

1.施工工艺流程

基层界面处理→吊垂直、弹控制线→安装岩棉板（框粘法+胀栓锚固）→界面层的施工→找平层施工→抹抗裂砂浆

2.质量要求及保证措施

(1) 基层处理：垂直、平整度在 5mm 以内。在固定板前所有的水落管、各种线管等预埋件必须按设计图纸和施工验收规范要求安装完毕。脚手架距墙应在 300mm 以上。

(2) 剪裁岩棉板：专用刀、锯，确保板材尺寸精确，裁口整齐。

(3) 岩棉板：要严格控制岩棉板厚度、宽度均匀、挺直，必须保证结合一致，转角部位应咬茬搭接。

(4) 安装岩棉板时，板缝应挤紧，相邻板应齐平，拼缝严密。

(5) 岩棉板的表观密度应符合设计要求。岩棉板表面不得长期裸露，为防止岩棉板受潮，每块岩棉用塑料袋小包装，在墙体的顶部用塑料布苫盖岩棉板，板安装完后应及时报验，并进行下道工序施工。安装岩棉板时，板缝应挤紧，相邻板应齐平，板间缝隙拼接严密。

外保温施工的环境温度不低于 5℃，5 级以上大风天气和下雨天气禁止施工。质量偏差要求符合相关规定。

3.系统防水及特殊部位的处理

(1)在遇到窗门洞口时,板材长度、宽度按墙体部位现场确定玻棉板的长宽。

(2)防水防潮:在岩棉板施工完的顶部未进行下一道工序之前,用塑料布苫盖好,

防止下雨渗漏于板内侧;岩棉板转角处裸漏岩棉板的部位,使用与面层同等材质。

5.4.4 屋面阻燃型挤塑聚苯板保温层施工方案

材料的密度、导热系数等技术性能,必须符合设计要求和施工及验收规范的规定,应有试验资料。

挤塑保温板:产品应有出厂合格证,根据设计要求选用厚度、规格应一致,外形应整齐;密度、导热系数、强度应符合设计要求。表面密度为 $\leq 45\text{kg/m}^3$,抗压强度不低于 0.18MPa ,导热系数为 $0.043\text{W/m}\cdot\text{K}$ 。

铺设保温材料的基层(结构层)施工完以后,将预制构件的吊钩等进行处理,处理点应抹入水泥砂浆,经检查验收合格,方可铺设保温材料。

铺设隔气层的屋面应先将表面清扫干净,且要求干燥、平整,不得有松散、开裂、空鼓等缺陷;隔气层的构造做法必须符合设计要求和施工及验收规范的规定。

穿过结构的管根部位,应用细石混凝土填塞密实,以使管子固定。

板状保温材料运输、存放应注意保护,防止损坏和受潮。

5.5 绿色施工技术措施

5.5.1 节材措施

根据施工进度、库存情况等合理安排材料的采购、进场时间和批次,减少库存。现场材料堆放有序。储存环境适宜,措施得当。保管制度健全,责任落实。料运输工具适宜,装卸方法得当,防止损坏和遗洒。根据现场平面布置情况就近卸载,避免和减少二次搬运。优化安装工程的预留、预埋、管线路径等方案。

对于钢筋工程,主要是优化钢筋配料方案,原材与半成品钢筋分别堆放,多余的废钢筋接头要在指定地点堆放,马凳筋、埋件、短洞口加筋等尽量利用此类钢筋。

对于模板工程,应以节约自然资源为原则,推广使用钢框竹模、竹胶板。在施工前应对模板工程的方案进行优化,最大限度的提高模板、支撑架的周转次数。

对于混凝土工程,在与商品混凝土厂家签合同时,要求以图纸算量为混凝土工程量结算依据。浇筑墙体等竖向构件时必须使用挡板配合浇筑,以减少混凝土

土的浪费。

对于装饰装修材料，贴面类材料在施工前，应进行总体排版策划，减少非整块材的数量。防水卷材、油漆及各类涂料基层必须符合要求，避免起皮、脱落。各类油漆及粘结剂应随用随开启，不用时及时封闭。木制品及木装饰用料、玻璃等各类板材等宜在工厂采购或定制。

对于周转性材料，应选用耐用、维护与拆卸方便的周转材料和机具。现场办公和生活用房采用周转式活动房。

5.5.2 节水措施

施工现场装设水表，施工区和生活区分别计量；建立用水节水施工台帐，并进行分析对比，提高节水率。合理的地表雨水径流管理计划，施工现场充分利用雨水资源，保持水体循环。使用节水龙头，工人生活区、食堂、厕所等处节约用水管理责任落实到人，杜绝长流水现象。

5.5.3 节地与施工用地保护措施

节地方面，要根据施工规模及现场条件等因素合理确定临时设施，平面布置合理、紧凑。

施工用地保护方面，对基坑施工方案进行优化，减少土方开挖和回填量，最大限度地减少对土地的扰动，保护周边自然生态环境。施工总平面布置应做到科学、合理，充分利用原有建筑物、构筑物、道路、管线为施工服务。临时设施布置应注意远近结合，努力减少和避免大量临时建筑拆迁和场地搬迁。

5.5.4 环境保护措施

环境保护主要从防止大气污染、防止水污染、防止施工噪音、有毒有害固体废物管理、垃圾减量化等几方面进行。

5.6 鲁班 BIM 三维场布

力求科学环保，合理安排，充分利用场地资源，最大限度地满足施工需要，确保既定的质量、工期、安全生产文明施工三大目标实现。

5.6.1 布置内容

本工程布置一台塔式起重机，即可满足施工所用的材料垂直运输。设施料场布置在施工现场的附近，设施料的运输通过井架、机动翻斗车、平板车等运输，设施料场设有消防栓、灭火器等灭火器材。本工程的施工道路为 6.5 米宽的环形道路，办公区、生产区、生活区、围挡和大门等。

5.6.2 鲁班三维场布的效果

鲁班 BIM 场布是一个三维建模软件，用于建筑工程的施工现场设计，它嵌入了办公生活、绿色文明、安全保护等多个参数化的构件。它可以快速建立三维的总平面图模型，并使人们能够看到真实的场地布置效果。

本工程三维场布视图如图 5.1 所示。

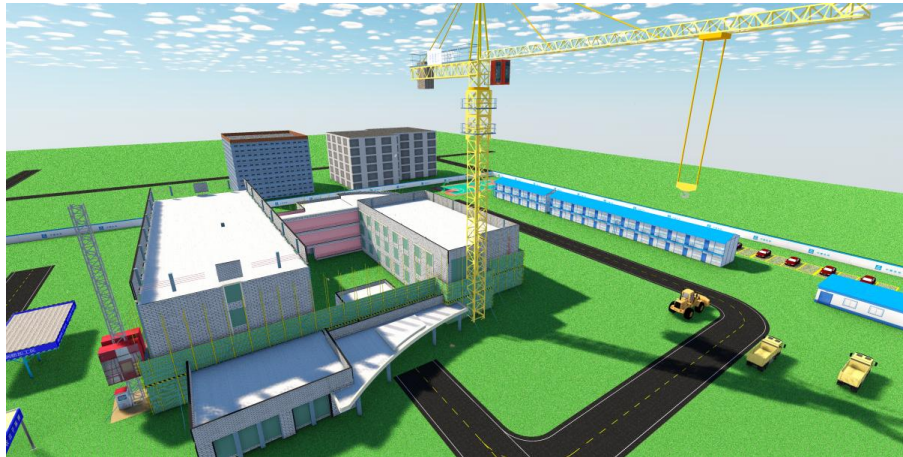


图 5.1 三维场布视图

5.6.3 临时设置工程量统计表

鲁班 BIM 场地布置软件还能自动进行所需材料的精确统计，可以为企业精细化管理提供依据。本工程采用鲁班 BIM 场布计算的有脚手架和临建构件工程量，分别如表 5.1 和 5.2 所示。

表 5.1 脚手架工程汇总表（部分）

序号	材质	规格	长度（m）	单位	工程量	备注
1	安全网		-	m ²	1479.74	
2	挡脚板	18 厚挡脚板	217.61	根	1	
3	槽钢		11.00	根	4	
4	槽钢		11.50	根	2	
5	槽钢		15.50	根	2	
6	槽钢		3.00	根	3	
7	槽钢		3.50	根	6	
8	槽钢		33.50	根	2	
9	槽钢		36.00	根	2	
10	槽钢		4.00	根	5	
11	槽钢		4.50	根	5	
12	槽钢		5.00	根	5	
13	槽钢		52.00	根	2	
14	槽钢		7.00	根	2	
15	槽钢		8.00	根	2	
16	槽钢		8.50	根	2	

序号	材质	规格	长度 (m)	单位	工程量	备注
17	槽钢		9.00	根	1	
18	槽钢		9.50	根	3	
19	脚手板	10 厚竹笆片	—	m ²	795.41	
20	钢管	Φ 48*3.5	1.00	根	111	
21	钢管	Φ 48*3.5	1.50	根	676	
22	钢管	Φ 48*3.5	2.00	根	69	
23	钢管	Φ 48*3.5	2.50	根	156	
24	钢管	Φ 48*3.5	3.00	根	58	
25	钢管	Φ 48*3.5	3.50	根	87	
26	钢管	Φ 48*3.5	4.00	根	64	
27	钢管	Φ 48*3.5	4.50	根	118	
28	钢管	Φ 48*3.5	5.00	根	100	
29	钢管	Φ 48*3.5	5.50	根	241	
30	钢管	Φ 48*3.5	6.00	根	1445	

表 5.2 构件汇总表（部分）

序号	构件小类	构件名称	长度 (m)	单位	工程量	备注
1	地貌	场区地貌	—	m ²	197744.40	
2	围墙	夹芯彩钢板围墙 1	—	m	584.36	
3	大门	临时大门	—	个	1	
4	道路	250 厚施工道路	—	m	1457.65	
5	路口	路口 1	—	m ²	944.56	
6	拟建筑物	拟建筑物	—	个	2	
7	毗邻建筑	多层建筑	—	个	1	
8	板房	板房	—	m ²	733.94	
9	食堂	食堂	—	m ²	132.06	
10	停车场	停车场	—	个	28	
11	篮球场	篮球场	—	个	1	
12	材料标识牌	材料标识牌	—	个	1	
13	宣传栏	宣传栏样式 1	—	个	14	

6 结论

绿色建筑信息模型化是建筑领域发展的趋势和热点，本设计响应国家政策和行业需求，以江苏建筑职业技术学院办公楼为例，开展了基于 GBIM 理念和技术下的建筑设计和分析。对该办公楼进行了绿色建筑设计和 BIM 建模，并对采光环境、风环境、声环境、能耗以及节能进行了模拟和分析，进行了结构设计，并提出了针对于该项目的绿色施工专项方案。得到了如下结论：

（1）本设计采用 BIM 正向设计思路，采用 Revit 软件建立了可视化、可模拟的三维建筑模型，并进行了相关的数量统计和施工图导出；利用 Navisworks 进行了模型创建、生长动画的制作，使用 Lumion 软件制作了该办公楼及其周边的动画。

（2）根据《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）等标准文件，对办公楼围护结构进行了节能设计。并对建筑能耗进行了计算。通过围护结构热工性能的权衡判断，该工程的全年能耗小于参照建筑的全年能耗，满足《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）节能建筑的规定。

（3）依据《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2014 和《建筑采光设计标准》GB 50033.2013，对该办公楼进行了采光模拟和分析，经分析计算，本建筑满足《建筑采光设计标准》GB 50033.2013 的要求，建筑采光设计符合标准要求。

（4）对该办公楼进行了结构设计，对于荷载内力计算采用弯矩分配法，风荷载和地震荷载用 D 值法进行计算，计算并分析了地震作用下和非地震作用下内力和位移，并运用了 PKPM 结构计算软件进行了辅助计算。采用 BIM、CAD、Lumion 软件全面展现了 2D 和 3D 下的施工状况。

（5）对该办公楼的施工做了绿色施工专项方案，包括施工部署、建筑节能施工专项方案、绿色施工的技术措施，并采用鲁班 BIM 场布软件进行了场地的布置和工程量统计。

参考文献

- [1] 张希晨.低碳概念下的建筑设计应对策略[J].城市发展研究, 2010(7):45-51.
- [2] 冯雅,高庆龙,钟辉智. 绿色建筑技术在建筑设计中的优化与结合[J].南方建筑, 2015(2):16-20.
- [3] 赵昂.BIM 技术在计算机辅助建筑设计中的应用初探[D].重庆大学, 2006.
- [4] 马晓枫.建筑设计 BIM 化-项目设计流程分析[J].中国住宅设施, 2015(4):56-58.
- [5] 冯俊彦.小型建筑设计 BIM 技术应用研究[J].山西建筑, 2018, 44(28):25-27.
- [6] 易颖.建筑设计 BIM 技术的应用探讨[J].建材与装饰,2018, No.528(19):75-76.
- [7] 王鹏.建筑设计 BIM 实战应用[M]. 西安交通大学出版社,2016.
- [8] 杨庆峰,林大崧, 路军. BIM 技术在建筑设计中的应用及推广策略[J].建筑技术,2016,7(8):733-735.
- [9] 岳杰. BIM 技术及其在建筑设计中的应用[J]. 四川建材, 2011, 37(5):270-271.
- [10] 卢琬玫. BIM 技术及其在建筑设计中的应用研究[D]. 天津大学, 2014.
- [11] 秦军. 建筑设计阶段的 BIM 应用[J]. 建筑技艺, 2011(1):158-161.
- [12] 张璐薇, 关瑞明. BIM 技术发展及其建筑设计应用[J]. 华中建筑, 2016(11).
- [13] 赵立恒. BIM 技术在建筑设计中的应用研究[J]. 中国新技术新产品(10).
- [14] 刘晓光. BIM 技术在建筑设计中的应用[J]. 信息与电脑: 理论版, 2015(8):9-11.
- [15] 邵光华. BIM 技术在建筑设计中的应用研究[D]. 青岛理工大学, 2014.
- [16] 王润生, 王文略. 浅析 BIM 在建筑设计中的应用[J]. 青岛理工大学学报, 2014, 35(1).
- [17] 王光宇. BIM 在建筑设计中的应用及发展趋势[J]. 黑龙江水利科技, 2013(1):92-93.

附图

（1）师生研讨会



（2）教师研讨会



（3）学生合作交流



（5）公开答辩



（6）校级优秀毕业生

