

大学教学楼设计

摘 要

本设计为××大学校园内的多层教学楼，设计为 50 年的基准期，二级安全等级，抗震设防烈度为 7 度。该教学楼名为教学楼，教学楼采用钢筋混凝土框架结构，楼（屋）面、梁、板、柱全都是现浇混凝土，基础所用的是独立基础。过程分为建筑还有结构设计两个过程。建筑设计以“功能适用、经济合理、造型美观、环境相宜”的理念，而且还要考虑到防火、水、温度、用电方面和甲方方面的需要，尽可能最大限度的利用建筑内的空地及框架结构的优势来设计，结构方面有空间内力分析及其计算，其计算结果较为准确，梁柱施工图运用的是平面表示法。手动计算框架内容为荷载汇集、内力及内力组合计算、配筋计算。

结构设计以“安全、经济、适用、耐久”的理念，进行了竖向荷载汇集，内力计算，内力组合，风荷载地震作用验证与计算，板、梁、柱、楼梯等结构构件的设计。设计中应用了大学里所学的知识，查询设计规范与标准，应用专业计算软件。本设计依据了国家相应规范和标准，完成了毕业设计任务书所要求的建筑设计和结构设计。

关键词 多层教学楼；框架结构；建筑设计；结构设计；抗震设计

Zhixing Teaching Building Design ×× University

Abstract

The design for the multicampus teaching building of ××, designed for 50 year base period, a secondary level of security, seismic intensity of 7 degrees. The teaching building named knowing and teaching building, knowing and teaching building of reinforced concrete frame structure, building (house) plane, beams, plates and columns are all concrete, the foundation used is independent basis. There are structural design process is divided into two processes building. Architectural design with "feature is available, economical, attractive appearance, environmentally sound" concept, but also take into account the needs of fire, water, temperature, electrical aspects and aspects of the Party, as far as possible to maximize the use of space within the building and benefits framework to design, structure and space analysis of internal force calculation, the results are more accurate, beams construction plans to use the plane representation. Manually calculate the frame content is loading collection, internal force and internal force calculation Reinforcement.

Structure designed to "safe, economical and suitable, durable" concept, were pooled vertical load, calculate the internal forces, internal force wind load earthquake verification and calculation, plate, beams, columns, stairs and other structural elements of the design. The design of the application of knowledge, query design codes and standards the university learned, application of professional calculation software. The design basis of the corresponding national norms and standards, completed the architectural and structural design graduate design assignment requires.

Keywords: Multi-storey school building, frame structure, architectural

design, structural design, seismic design

目 录

摘 要	I
Abstract	II
第 1 章 绪论	1
1.1 课题背景	1
1.2 研究意义	1
第 2 章 ××大学教学楼设计	2
2.1 项目简介	2
2.2 设计条件	2
2.3 设计内容	2
2.4 参考资料目录	4
第 3 章 建筑设计	5
3.1 平面设计	5
3.1.1 使用部分的平面设计	5
3.1.2 辅助房间的平面设计	5
3.1.3 建筑内交通部分的设计	5
3.2 剖面设计	5
3.2.1 层数与层高	5
3.2.2 体型和立面设计	6
3.3 相关技术设计	6
3.3.1 防火疏散设计	6
3.3.2 构造设计	6
第 4 章 结构设计	7
4.1 工程概况	7
4.2 结构选型及布置	7
4.3 截面尺寸的选择	8
4.4 基本假设和计算简图	9
4.4.1 主体结构柱网布置	9
4.4.2 主体结构计算简图	9
4.5 计算模型的简化	9
4.6 荷载汇集	10
4.6.1 竖向荷载	10
4.6.2 活荷载	11
4.6.3 水平荷载	11
4.7 风荷载作用下框架内力计算	12
4.7.1 计算各梁柱的线刚度	12

4.7.2	计算各柱抗侧移刚度.....	13
4.7.3	各柱剪力计算.....	14
4.7.4	确定反弯点高度比.....	15
4.7.5	计算柱端弯矩.....	15
4.7.6	计算梁端弯矩.....	16
4.7.7	计算梁支座剪力及柱轴力.....	17
4.8	水平地震作用下框架结构内力计算.....	17
4.8.1	水平地震作用基本公式.....	17
4.8.2	计算重力荷载代表值和结构的基本自震周期.....	18
4.8.3	水平地震作用计算.....	20
4.8.4	水平地震作用下框架内力计算.....	21
4.9	竖向荷载作用下框架梁上荷载计算.....	21
4.9.1	各层框架上荷载计算.....	22
4.9.2	竖向荷载作用下框架计算简图.....	25
4.9.3	竖向荷载作用下框架梁固端弯矩.....	26
4.10	竖向荷载作用下结构内力计算.....	27
4.10.1	框架梁弯矩计算.....	27
4.10.2	框架梁剪力计算.....	27
4.10.3	框架柱弯矩计算.....	27
4.10.4	框架柱轴力计算.....	27
4.11	梁内力组合与配筋计算.....	27
4.11.1	组合原理.....	27
4.11.2	内力组合.....	28
4.11.3	梁正截面承载力计算.....	34
4.11.4	梁斜截面承载力计算.....	36
4.12	框架柱内力组合与配筋计算.....	37
4.12.1	内力组合.....	37
4.12.2	配筋计算.....	38
4.13	楼板配筋计算.....	40
4.13.1	楼板配筋设计方法.....	40
4.13.2	区格板配筋计算.....	40
4.14	次梁设计计算.....	41
4.14.1	次梁截面设计.....	41
4.14.2	内力计算.....	41
4.15	基础设计.....	43
4.15.1	设计依据.....	43
4.15.2	计算信息.....	43
4.15.3	计算参数.....	45

4.15.4 计算作用在基础底部弯矩值.....	45
4.15.5 验算地基承载力.....	45
4.15.6 基础冲切验算.....	45
4.15.7 基础受剪承载力验算.....	46
4.15.8 柱下基础的局部受压验算.....	47
4.15.9 基础受弯计算.....	47
4.15.10 计算配筋.....	47
4.16 楼梯设计.....	47
4.16.1 楼梯设计计算.....	47
4.16.2 楼梯斜板设计.....	48
4.16.3 平台板设计.....	50
4.16.4 平台梁设计.....	51
结论.....	53
致谢.....	54
参考文献.....	55
附录 A 英文文献.....	56
附录 B 英文文献翻译.....	63
附录 C.....	67

第1章 绪论

1.1 课题背景

多层框架结构由于该结构比其他结构有较大的承载能力、它的重量也不重、具有较好的抗震性能、工业化程度高的一些优点，而且适用于不同类型的工艺需求，对于现在我们国家来说比较实用，而且很常见，它的实用性也被大家所认可。

既然比较普遍，而且被多用，所以更值得我们去研究，并且在实践过程中要严谨，实际的设计过程中，必须根据当地相关的规范要求进行设计，当然在设计过程中肯定会遇到各种问题，这些问题对结构设计人员进行探讨、分析和研究是有意义的。

1.2 研究意义

根据指导老师杨老师布置的任务。此次毕业任务为多层教学楼。

我拟在××大学校园内的一幢教学楼，命名为教学楼建筑面积约为6327m²，5层框架结构，主体材料采用钢筋混凝土，外墙采用砌块外贴保温苯板。

了解多层框架结构在实际生活中的使用用途，设计过程，设计要求，回顾自己大学所学课程，知识点，学会结合各科运用到实际中，并且独立思考，解决问题，还有学习的能力，增强自己画图，设计，识图的能力，对CAD软件的熟悉操作，对建筑设计的深层认识，对结构设计过程更加深刻理解，增强自己手算能力与准确性，学会理论与实践相结合的过程，对PKPM软件的学习，通过点算与手算的对比，认识自己的不足，端正学习态度，增强自我认知力。

第2章 ××大学教学楼设计

2.1 项目简介

项目名称：多层高校教学楼;项目地点：××

该工程是位于××大学校园内的一多层教学楼，因学校的扩招计划，满足教学要求，方便学生有一个更舒适的学习环境，在校园内的一空地，建一5层钢筋混凝土框架结构教学楼，建筑总面积为6327m²，内设有阶梯教室，多媒体教室，办公室，会议室，制图教室等。

2.2 设计条件

1.总体要求

建筑总面积6000—7000m²±5%，4-6层，建筑等级Ⅱ级，耐火等级不低于Ⅱ级。

2.建筑及结构设计基本条件

- 1) 主导风向：夏季为南、西南；
- 2) 冬季室外采暖计算温度-26℃；
- 3) 标准冻结土深度-2.0m；
- 4) 场地平坦、地下无障碍物；
- 5) 地质资料另附；
- 6) 基本风压与基本雪压按《建筑结构荷载规范》(GB50009—2001)取用；
- 7) 抗震设防烈度按7度设计，场地类别为Ⅱ类，设计地震分组为第二组，用于设计基本地震加速度为0.15g。

3.房间组成及要求

为便于管理，同类型用房应适当集中(同层或竖向集中)，连接体之间可采用错层等布局型式，层间交错屋顶可用为上层课间休息及防火疏散用场地。

2.3 设计内容

(一) 时间安排

毕业设计共十四周，按工作量划分，建筑设计4/14，结构设计8/14，施工或地基设计2/14。

(二) 内容要求

1. 毕业设计论文摘要（中、外文各一页）

2. 目录

3. 建筑设计内容

1)总平面图 1: 1000—1: 5000 (位置及环境设计适当)

2)平面图 (有关各层) 1: 100—1: 200 (应注明房间名称及单元局部放大)

3)立面图 2 个 1: 100—1: 200

4)剖面图 2 个 1: 100

5)建筑详图 ≥ 3 个 1: 10—1: 20

6)建筑说明书若干项 (包括总体布局说明)

通过上述建筑施工图将有关建筑构造等表述清楚。

4. 结构设计内容

结构体系为钢筋混凝土框架结构

考虑风载及地震作用, 电算完成框架结构的内力分析, 用手算定性校核其计算结果的正确性, 完成一榀框架结构的配筋计算和其配筋图绘制。

完成一部楼梯及一个雨篷 (主要雨篷) 的内力分析以及配筋计算和配筋图。

结构设计说明和结构设计计算书。

框架结构内力分析及配筋计算以电算为主, 手算校核为辅。

5. 图纸数量要求:

建筑施工图和结构施工图不少于 6~8 张

6. 地基基础设计

确定基础型式

(1)若采用桩基础要求完成:

①合理确定桩的类型, 桩长及截面尺寸, 确定承台底面标高。

②计算单桩承载力

③确定桩的数量及其布置, 计算群桩承载力及验算群桩地基强度与变形。

④进行单桩荷载验算及单桩结构设计。

⑤预估承台尺寸, 进行承台抗剪、抗冲切验算及配筋验算。

⑥绘制图纸 1~2 张, 包括以下内容

i 基础平面图, 包括群房基础方案布置图。

ii 桩及承台配筋及构造详图。

iii编写施工说明。

(2)若采用筏板基础要求完成:

①合理确定基础的底面积及筏板截面尺寸

②用简化弹性地基梁法或弹性板法及其它数值分析方法计算基底反力和筏板内力与变形。

③进行软弱下卧层验算及地基变形验算

- ④进行筏板抗剪、抗冲切验算及配筋计算
- ⑤绘制图纸 1~2 张, 包括以下内容
 - i 基础平面布置图, 包括裙房基础方案布置图和沉降缝构造方案图。
 - ii 配筋及剖面构造详图。
 - iii 编写施工说明
- (3) 若采用柱下条型基础及交叉梁基础要求完成:
 - ①合理确定基础的底面积
 - ②用简化分析法或弹性地基梁的分析方法分析基础的内力, 进行基础的纵、横向配筋, 对基础进行剖面设计。
 - ③进行软弱下卧层强度验算
 - ④计算相邻柱中心点的沉降差
 - ⑤绘制图纸 1~2 张, 包括以下内容
 - i 基础平面图, 如有相邻裙房, 应考虑主体基础与相邻群房基础间的关系, 基础梁布置图。
 - ii 绘制基础的纵向、横向剖面图。
 - iii 编写施工说明。

2.4 参考资料目录

1. 《房屋建筑学》
2. 《建筑设计资料集》(一)(二)(三)集或新编有关分册
3. 有关建筑、结构及基础构造图集
4. 《建筑施工制图标准》
5. 《建筑钢筋混凝土及砌体结构》
6. 《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012)
7. 《建筑地基基础设计规范》(GB50007—2011)
8. 《混凝土结构设计规范》(GB50010—2010)
9. 《砌体结构设计规范》(GB50003-2011)
10. 《施工手册》中国建筑工业出版社
11. 《建筑施工》中国建筑工业出版社
12. 《建筑施工技术》
13. 《模板计算手册》
14. 《高层建筑施工手册》中国建筑工业出版社
15. 《建筑结构抗震设计规范》(GB50011—2010)
16. 《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ3—2010)
17. 《混凝土土肋及井式楼盖设计手册》中国建筑工业出版社

第3章 建筑设计

3.1 平面设计

3.1.1 使用部分的平面设计

满足毕业设计任务书的要求的同时,更大限度的满足学校的教学要求,专门设计多媒体教室,会议室,合理的按照平面设计要求完成,人性化设计各个房间的规格。

对各个教室设计的要求:

- 1.房间的规格要满足教室的使用用途,教学设备布置合理;
- 2.门窗的设计满足采光及防火要求,门开方向设计主要是利于防火疏散;
- 3.设计时要考虑施工是否方便,房间之间组合是否合理,设计使用材料是否符合建筑要求的标准;
- 4.在满足使用要求的设计同时,最大限度的节省开支。
- 5.虑到结构的各项受力性能合理性。

3.1.2 辅助房间的平面设计

该教学楼辅助部分有员工休息室、男女卫生间、办公室和仓库。

卫生间根据教学楼使用人数设计房间大小,再根据房间使用面积大小设计房间内设施

根据使用用途,还在每层设计了员工休息室,教师办公室。

考虑使用的方便性在教学楼首层设计了仓库

3.1.3 建筑内交通部分的设计

交通联系部分包括:走廊、过道、楼梯、门厅、过厅等。

设计主要考虑防火疏散的安全使用问题,其次是使用的实用性。

3.2 剖面设计

剖面设计主要考虑各层之间的结合,建筑的整体性。

3.2.1 层数与层高

根据任务书和使用要求,层数为五层,层高均为4.2m,女儿墙高1m,

总高为 22m。室内外高差取 0.3m。

3.2.2 体型和立面设计

3.2.2.1 体型设计

总体为长方形平面，这样不但可以保证空间使用，还能体现结构的使用特性。

3.2.2.2 立面设计

在考虑美观的方面，即在视觉上让人舒适也让人觉得得体大方，同时考虑结构方面^[3]。

3.3 相关技术设计

3.3.1 防火疏散设计

该建筑为二类建筑，二级耐火等级。防烟楼梯为本建筑疏散的主要楼梯。

1. 楼梯施工采用现浇钢筋混凝土板式楼梯。
2. 楼梯踏步高为 150mm，宽为 270mm。
3. 梯面装修选用了水磨石地面面层。

3.3.2 构造设计

全部按照相关的规定、规范以及规程进行设计。

墙体的构造有：

1. 内墙采用 200mm 厚页岩蒸压粉煤灰加气混凝土砌块。
2. 外墙采用 400mm 厚页岩蒸压粉煤灰加气混凝土砌块。

楼板构造

采用单向板布置。

屋顶构造

1. 排水构造：屋面排水采用材料找坡，坡度取 3%，设计为内排水。
2. 防水构造：采用刚性和柔性防水结合。
3. 保温构造：采用 80 厚矿渣水泥。

第4章 结构设计

4.1 工程概况

- 1.工程名称：××大学教学楼
- 2.设计地点：××市
- 3.工程概况：平面尺寸为 66.6m×21m，5 层，总面积约为 6327m²，每层层高均为 4.2m，室内外高差 0.3m。设计年限为 50 年。
- 4.基本风压： $W_0=0.55\text{kN/m}^2$ ，地面粗糙程度为 B 类。
- 5.基本雪压： $S_0=0.45\text{kN/m}^2$ ， $r=1.0$ 。
- 6.抗震设防要求按 7 度考虑，场地类别为 II 类，设计地震分组为第二组。

4.2 结构选型及布置

1.结构选型

本建筑有五层，且为高校教学楼，考虑到使用特点及结构的各项受力性能合理，整个框架结构选用了大跨度的柱距，既可以保证整个空间的光照条件，也可以满足使用上的高度自由布置。使建筑和结构上保持了一致，达到了和谐统一。为了使结构的整体刚度较好，楼面、屋面、楼梯、天沟等均采用现浇结构。基础为柱下独立基础。

2.结构布置

框架结构应设计成双向梁柱抗测力体系，框架梁、柱中心线宜重合。当梁、柱偏心距大于该方向柱宽的 1/4，宜采取增设梁的水平加腋等措施。

结合建筑平面、里面、和剖面布置情况，本教学楼的结构平面和剖面布置分布分别如图所示。

框架结构房屋中，柱距一般为 5~10m，本建筑的柱网为 6m×7.4m。根据结构布置，本建筑平面建筑均为单向板。本建筑由于楼面活荷载不大，为减轻结构自重和节省材料以及在板中布设管线等因素起见，根据经验楼面板和屋面板的厚度的均为 100mm。

本建筑的材料选用如下：

混凝土：采用 C30；

钢筋：纵向受力钢筋采用热轧钢筋 HRB400，其余采用热轧钢筋 HPB300；

墙体：蒸压粉煤灰加气混凝土砌块 重度=5.5kN/m²；

4.3 截面尺寸的选择

梁、柱截面尺寸估算

(1) 框架横梁截面尺寸

主梁截面高度一般取 $h = (1/8 \sim 1/10) l$, l 为主梁的跨度, 主梁的截面宽度取 $b = (1/2 \sim 1/3) h$; 且, 主梁宽不宜小于柱宽的 1/2 且不应小于 250mm。次梁的截面高度一般取 $h = (1/12 \sim 1/15) l$, l 为次梁的跨度, 次梁的截面高度取 $b = (1/2 \sim 1/3) h$, 则: 主梁纵向 $h = (1/8 \sim 1/10) \times 7400 = 925\text{mm} \sim 740\text{mm}$, 取 $h = 750\text{mm}$, $b = (1/2 \sim 1/3) \times 750 = 375\text{mm} \sim 250\text{mm}$, 取 $b = 350$, 次梁 $h = (1/12 \sim 1/15) \times 6000 = 500\text{mm} \sim 400\text{mm}$, 取 $h = 500\text{mm}$, $b = (1/2 \sim 1/3) \times 500 = 250\text{mm} \sim 133\text{mm}$, 取 $b = 250\text{mm}$; 由此初步确定为梁的截面尺寸详见下表 4-1。

表 4-1 梁的截面尺寸

楼层	类别	尺寸 $b \times h$, mm × mm	混凝土
1~5	主梁	350 × 750	C30
1~5	次梁	250 × 500	C30

(1) 框架柱的截面尺寸

框架柱的截面尺寸根据柱的轴压比限值, 按下列公式计算:

根据柱的轴压比限值确定, 按下列公式计算:

$$N_v = \text{柱支撑的楼板面积} \times \text{楼层数} \times (12 \sim 14) \times 1.25 \\ = 7.4 \times 6 \times 5 \times (12 \sim 14) \times 1.25 = 3330\text{N}$$

$$N = (1.05 \sim 1.15) N_v = 1.1 \times 3330 = 3663\text{kN}$$

$$A_c \geq \frac{N}{[\mu_n] f_c} \quad (4-1)$$

式中 μ_n 为框架柱轴压比限值, 本方案抗震等级为三级, 查《抗震规范》可知取 0.9;

f_c 为混凝土轴心抗压强度设计值; 对 C30, 查得 $=14.3\text{N/mm}^2$ 。

$$A_c \geq \frac{N}{[\mu_n] f_c} \geq 284615\text{mm}^2$$

$a = 533.5\text{mm}$, 初步定为柱均取 $600\text{mm} \times 600\text{mm}$

4.4 基本假设和计算简图

4.4.1 主体结构柱网布置

主体结构柱网结构布置如图 4-1

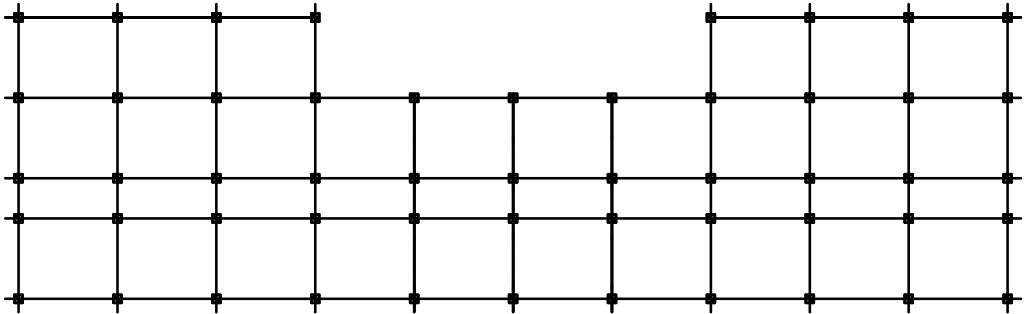


图 4-1 主体结构柱网结构布置图

4.4.2 主体结构计算简图

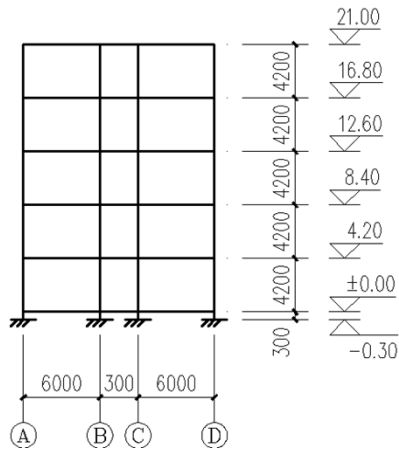


图 4-2 主体结构计算简图

4.5 计算模型的简化

为方便计算，假定框架梁和柱间节点为刚性节点，框架柱在基础顶面按固定端考虑，在计算模型中，各杆的截面惯性矩：柱按实际截面确定，框架梁则应考虑楼板的作用。当采用现浇楼板时，现浇板可作为框架梁的翼缘，故框架梁应按 T 形截面确定其惯性矩，工程中为简化计算，允许按下式计算框架梁的惯性矩，一边有楼板的梁截面惯性矩取 $I = 1.5I_0$ ，两边有楼板的梁截面惯性矩取 $I = 2I_0$ （其中， I_0 为按矩形截面计算的梁截面惯性矩）。

4.6 荷载汇集

4.6.1 竖向荷载

考虑粉刷层重量，混凝土容重取	25kN/m ³
基本雪压	0.45kN/m ²
1. 花岗岩楼面荷载	
20mm 厚花岗岩铺面	0.5kN/m ²
28mm 厚水泥砂浆抹灰	0.56kN/m ²
120mm 厚现浇板	3.0kN/m ²
12mm 顶棚抹灰	0.24kN/m ²
吊顶	0.20kN/m ²
恒载合计	4.5kN/m ²
2. 卫生间楼面荷载	
10mm 厚地砖	0.22kN/m ²
20mm 厚水泥砂浆	0.40kN/m ²
40mm 厚细石砼	0.80kN/m ²
20mm 厚水泥砂浆	0.40kN/m ²
110mm 厚现浇板	2.75kN/m ²
12mm 厚顶棚抹灰	0.24kN/m ²
吊顶	0.20kN/m ²
恒载合计	5.01kN/m ²
3. 上人屋面荷载（有保温隔热层）	
50mm 厚混凝土预制板	1.25kN/m ²
20mm 厚水泥砂浆	0.40kN/m ²
20mm 厚水泥砂浆	0.40kN/m ²
膨胀蛭石找坡层	0.30kN/m ²
120mm 厚现浇板	3.00kN/m ²

12mm 厚顶棚抹灰	0.24kN/m ²
吊顶	0.20kN/m ²
恒载合计	5.79kN/m ²

4. 框架梁自重

$$b \times h = 350\text{mm} \times 750\text{mm}$$

梁自重	6.56kN/m
10mm 厚混合砂浆抹灰	0.51kN/m
合计	7kN/m

5. 次梁自重

$$b \times h = 250\text{mm} \times 500\text{mm}$$

梁自重	3.13kN/m
10mm 厚混合砂浆抹灰	0.33kN/m
合计	3.46kN/m

6. 柱自重

$$b \times h = 600\text{mm} \times 600\text{mm}$$

柱自重	9kN/m
10mm 厚混合砂浆	0.41kN/m
合计	9.41kN/m

4.6.2 活荷载

活荷载如表 4-1:

表 4-1 活荷载设计值

主体部分	楼面活荷载	上人屋面	走道	卫生间	楼梯（消防）
荷载	2.5	2	3.5	2.5	3.5

4.6.3 水平荷载

根据《建筑结构荷载规范》查得××地区的风压为 0.55kN/m^2 。

垂直于建筑物表面上的荷载标准值 $\omega_k = \beta_z \mu_s \mu_z \omega_0$ ，式中， μ_s 为风荷载体型系数，本设计取 $\mu_s = 1.4$ ； μ_z 为风压高变系数。本工程位于市中心，地面粗糙度类别为 C 类， μ_z 值根据规范确定 β_z 为风振系数， $\beta_z = 1 + \frac{\xi \gamma \varphi_z}{\mu_z}$ ，

本例中取 $\beta_z = 1$ 。各层风荷载标准值计算结果见下表 4-2:

表 4-2 风荷载标准值计算结果

距地面高度 H_i, m	β_z	μ_z	μ_s	ω_0	$\omega_k = \beta_z \mu_z \mu_s \omega_0$
22	1	1.42	1.4	0.55	1.015
21	1	1.42	1.4	0.55	1.015

16.8	1	1.25	1.4	0.55	0.894
12.6	1	1.14	1.4	0.55	0.815
8.4	1	1	1.4	0.55	0.715
4.2	1	1	1.4	0.55	0.715

4.7 风荷载作用下框架内力计算

计算风荷载作用下各楼层节点上集中力时，假定风荷载在层间为均匀分布，并假定上下相邻各半层层高范围内的风荷载按集中力作用本层楼面上。

5层顶处风荷载作用下楼层节点集中力为

$$F_5 = (1.015 \times 4.2/2 + 1.015 \times 0.9) \times 7.4 \\ = 22.53 \text{KN}$$

4层顶处风荷载作用下楼层节点集中力为

$$F_4 = (0.894 \times 4.2/2 + 1.015 \times 4.2/2) \times 7.4 \\ = 29.67 \text{KN}$$

3层顶处风荷载作用下楼层节点集中力为

$$F_3 = (0.815 \times 4.2/2 + 0.894 \times 4.2/2) \times 7.4 \\ = 26.56 \text{KN}$$

2层顶处风荷载作用下楼层节点集中力为

$$F_2 = (0.715 \times 4.2/2 + 0.815 \times 4.2/2) \times 7.4 \\ = 23.78 \text{KN}$$

1层顶处风荷载作用下楼层节点集中力为

$$F_1 = (0.715 \times 4.2/2 + 0.715 \times 4.2/2) \times 7.4 \\ = 22.22 \text{KN}$$

各层风荷载引起的节点集中力及各层剪力计算结果见表 4-3:

4.7.1 计算各梁柱的线刚度

计算梁的线刚度时，考虑到现浇楼板的作用，一边有楼板的梁截面惯性矩 $I=1.5I_0$ ，两边有楼板的梁截面惯性矩取 $I=2.0I_0$ 。 I_0 为按矩形截面计算的梁截面惯性矩^[5]。

表 4-3 集中力及各层剪力计算结果

层号	层高 H m	风荷载标准 值 ω_i	各层集中力 F_i, kN	各层剪力 $V_i = \sum F_i, \text{kN}$
女儿墙	1	1.015		
5	4.2	1.015	22.53	22.53
4	4.2	0.894	29.67	52.5

3	4.2	0.815	26.56	78.76
2	4.2	0.715	23.78	102.54
1	4.2	0.715	22.22	124.76

线刚度计算公式 $i = \frac{EI}{l}$ 。各梁柱线刚度计算结果见下表 4-4。

表 4-4 线刚度计算结果

	$b \times h, \text{mm}$	L, mm	$E_c, \text{N/mm}^2$	$I_0 = \frac{bh^3}{12}, \text{mm}^4$	$I = 2I_0$	$i = \frac{EI}{l}, \text{N} \cdot \text{mm}$
梁	350×750	6000	3.0×10^4	1.23×10^{10}	2.46×10^{10}	1.23×10^{11}
	350×750	3000	3.0×10^4	1.23×10^{10}	2.46×10^{10}	2.46×10^{11}
柱	600×600	4200	3.25×10^4	10.8×10^9		8.36×10^{10}

4.7.2 计算各柱抗侧移刚度

D 值为使柱上下端产生单位相对位移所需施加的水平力，计算公式为

$$D = a_c \frac{12i_c}{h^2} \quad (4-2)$$

柱侧移刚度修正系数如表 4-5：

表 4-5 柱侧移刚度修正系数

楼层	简图	K	α
一般柱		$K = \frac{i_1 + i_2 + i_3 + i_4}{2i_c}$	$\alpha = \frac{K}{2+K}$

底层 柱			$K = \frac{i_1 + i_2}{i_c}$	$\alpha = \frac{0.5 + K}{2 + K}$
---------	--	--	-----------------------------	----------------------------------

4.7.3 各柱剪力计算

设第 i 层第 j 根柱的 D 值为 D_{ij} ，该层柱总数为 m ，该柱的剪力为

$$V_{ij} = \frac{D_{ij}}{\sum_{j=1}^m D_{ij}} V_i \quad (4-3)$$

水平荷载作用下柱抗侧移刚度 D 计算见下表 4-6

表 4-6 水平荷载作用下柱抗侧移刚度 D 计算结果

层/ h_i	柱列轴号	i_c	i_b	K	αc	D_i	$\sum D_i$
5/5	A	0.836	2.46	1.471	0.424	0.241	1.14
	B	0.836	7.38	4.414	0.688	0.329	
	C	0.836	7.35	4.414	0.688	0.329	
	D	0.836	2.46	1.471	0.424	0.241	
4/4	A	0.836	2.46	1.471	0.424	0.241	1.14
	B	0.836	7.38	4.414	0.688	0.329	
	C	0.836	7.35	4.414	0.688	0.329	
	D	0.836	2.46	1.471	0.424	0.241	
3/4	A	0.836	2.46	1.471	0.424	0.241	1.14
	B	0.836	7.38	4.414	0.688	0.329	
	C	0.836	7.35	4.414	0.688	0.329	
	D	0.836	2.46	1.471	0.424	0.241	
2/4	A	0.836	2.46	1.471	0.424	0.241	1.14
	B	0.836	7.38	4.414	0.688	0.329	
	C	0.836	7.35	4.414	0.688	0.329	
	D	0.836	2.46	1.471	0.424	0.241	
1/4	A	0.836	1.23	1.471	0.568	0.323	1.518
	B	0.836	3.69	4.414	0.766	0.436	
	C	0.836	3.69	4.414	0.766	0.436	
	D	0.836	1.23	1.471	0.568	0.323	

4.7.4 确定反弯点高度比

$$y = y_0 + y_1 + y_2 + y_3 \quad (4-4)$$

式中， y_0 为标准反弯点高度系数，根据结构总层数 m 及该柱所在层 n 及 \bar{K} 值由表差得； y_1 为上下层梁线刚度比对 y_0 的修正值； y_2 ， y_3 为上下层层高变化对 y_0 的修正值。反弯点距下端距离为 y_h 。

4.7.5 计算柱端弯矩

根据各柱分配到的剪力及反弯点位置 yh 计算第 i 层第 j 根柱端弯矩。上端弯矩为：

$$M_{ij}^t = V_{ij} h(1 - y) \quad (4-5)$$

下端弯矩为：

$$M_{ij}^b = V_{ij} yh \quad (4-6)$$

计算结果见下表 4-7。

表 4-7 风荷载作用下柱端弯矩计算结果

层/hi	柱列序号	D_i	$\sum D_i$	V_i	V_{ij}	K	y_0	y	M_{ij}^t	M_{ij}^b
5/5	A	0.241	1.14	22.53	4.76	1.471	0.3 7	0.3 7	11.8	7.40
	B	0.329			6.5	4.414	0.4 5	0.4 5	15.0 2	12.2 9
	C	0.329			6.5	4.414	0.4 5	0.4 5	15.0 2	12.2 9
	D	0.241			4.76	1.471	0.3 7	0.3 7	12.5 9	7.40
4/4	A	0.241	1.14	52.5	11.1	1.471	0.4 2	0.4 2	27.0 4	19.5 8
	B	0.329			15.1 5	4.414	0.5	0.5	31.8 2	31.8 2
	C	0.329			15.1 5	4.414	0.5	0.5	31.8 2	31.8 2
	D	0.241			11.1	1.471	0.4 2	0.4 2	27.0 4	19.5 8
3/4	A	0.241	1.14	78.76	16.6 5	1.471	0.4 7	0.4 7	37.0 6	32.8 7
	B	0.329			22.7 3	4.414	0.5	0.5	47.7 3	47.7 3
	C	0.329			22.7 3	4.414	0.4 7	0.4 7	50.6 0	44.8 7
	D	0.241			16.6 5	1.471	0.5	0.5	34.9 7	34.9 7

2/4	A	0.241	1.14	102.54	21.6	1.471	0.5	0.5	45.5	45.5
	B	0.329			8	0	0	3	3	
	C	0.329			29.6	4.414	0.5	0.5	62.1	62.1
						0	0	6	6	
					29.6	4.414	0.5	0.5	62.1	62.1
							0	0	6	6

续表 4-7

层/hi	柱列序号	D_i	$\sum D_i$	V_i	V_{ij}	K	y_0	y	M_y^l	M_y^r
1/4	A	0.323	1.518	124.76	26.5	1.471	0.6	0.6	44.6	66.9
	B	0.436			5	0	0	1		
	C	0.436			35.8	4.414	0.5	0.5	67.7	82.7
	D	0.323			3	5	2	7		
					35.8	4.414	0.5	0.5	67.7	82.7
					3	5	5	2	7	
					26.5	1.471	0.6	0.6	44.6	66.9
					5	0	0	1		

4.7.6 计算梁端弯矩

由柱端弯矩，并根据节点平衡计算两端弯矩。
边跨外边缘处的梁端弯矩为

$$M_{bi}^l = M_{ij}^t + M_{i+1,j}^b \quad (4-7)$$

中间支座处的梁端弯矩为

$$M_{bi}^l = (M_{ij}^t + M_{i+1,j}^b) \frac{i_b^l}{i_b^l + i_b^r} \quad (4-8)$$

$$M_{bi}^r = (M_{ij}^t + M_{i+1,j}^b) \frac{i_b^r}{i_b^l + i_b^r} \quad (4-9)$$

框架在风荷载作用下弯矩见下图 4-3。

4.7.7 计算梁支座剪力及柱轴力

根据力平衡原理，由梁端弯矩和作用在梁上的竖向荷载可求出梁支座剪力；柱轴力可由计算截面之上的梁端剪力之和求得。框架在风荷载作用下梁剪力及柱轴力见下图 4-4 风荷载作用下梁剪力及柱轴力图^[6]。

4.8 水平地震作用下框架结构内力计算

4.8.1 水平地震作用基本公式

本工程建于 7 度抗震设防地区的 II 类场地上，设计地震分组为第二组，用于设计基本地震加速度为 0.15g。计算地震作用时，建筑结构的重力荷载代表值取永久荷载标准和。可变荷载组合值系数按下列规定采用：

1. 雪荷载取 0.45
2. 楼面活荷载按等效均布活荷载计算的一般民用建筑取 2，屋面活荷载不计入。

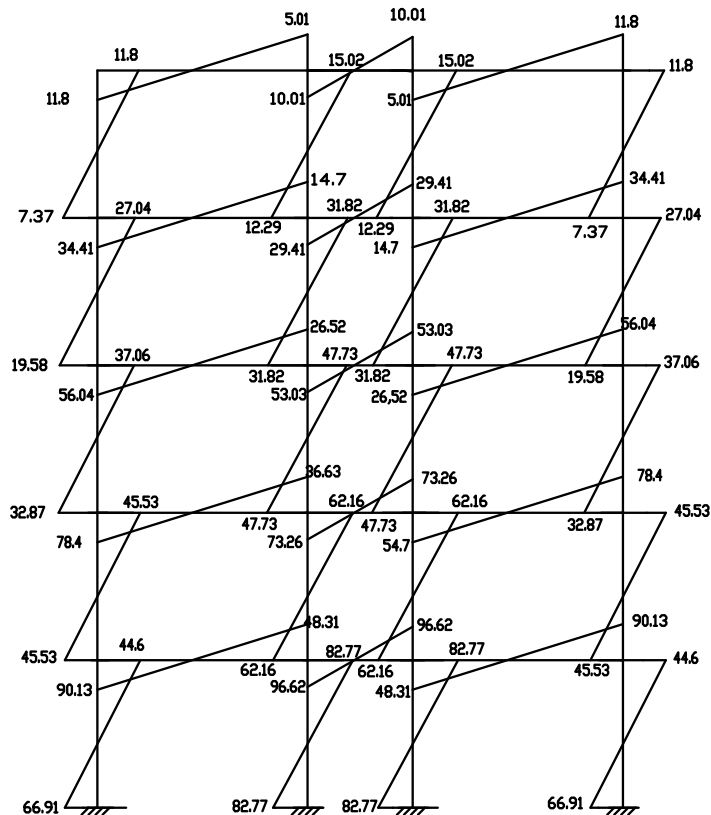


图 4-3 风荷载作用下弯矩图

在实际地震作用下各柱剪力时，是计算出建筑物整体的重力荷载值，从而计算出建筑物各层的总剪力。各层的总剪力再按刚度分配给每一根柱子。为计算方便仅取 6 轴一榀框架负荷载的重力荷载代表值，计算出剪力后，在该榀框架上进行剪力分配。这样算得的剪力值大于按建筑物整体计算所得的结果。

4.8.2 计算重力荷载代表值和结构的基本自震周期

4.8.2.1 计算重力荷载代表值

$b \times h = 350\text{mm} \times 750\text{mm}$ 框架梁自重	6.56 kN/m
$b \times h = 250\text{mm} \times 500\text{mm}$ 次梁自重	3.125 kN/m
各层楼板自重及抹灰	4.5 kN/m ²
200mm 内墙 (4.2m 高)	7.5 kN/m
400mm 外墙 (4.2m 高, 开洞率 18.62%)	11.5 kN/m
柱自重 (4m 高)	37.8 kN
屋面板自重及保温防水	5.79 kN/m ²

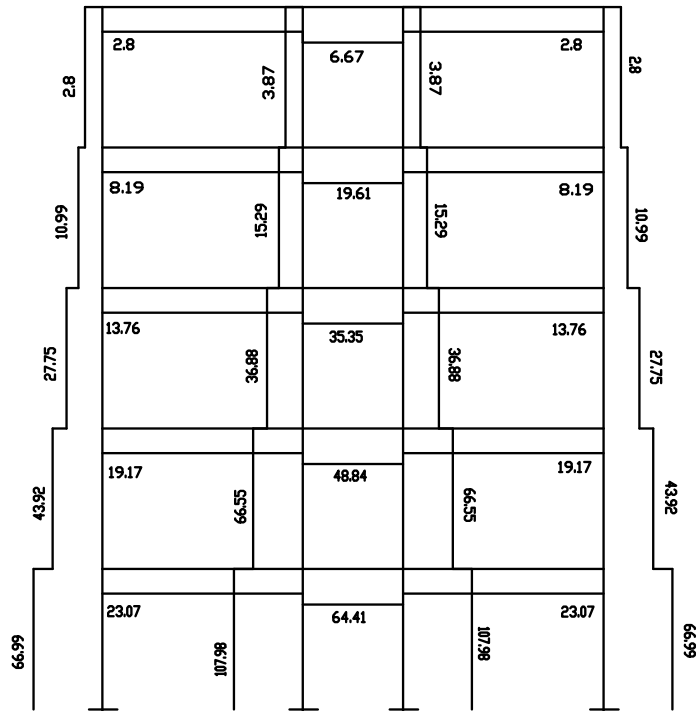


图 4-4 风荷载作用下梁剪力及柱轴力图

负面宽取为 7.4m, 各层内隔横墙长 6m+6m=12m, 内隔纵墙长 14.8m, 外维护纵墙长 14.8m, 各层取上下半层的柱子自重计入本层。

各层楼面活荷载作用

$$2.5\text{kN/m}^2 \times 0.5 \times 7.4\text{m} \times 12\text{m} + 3.5\text{kN/m}^2 \times 0.5 \times 7.4\text{m} \times 3\text{m} = 149.85\text{kN}$$

屋面雪荷载作用

$$0.45\text{kN/m}^2 \times 0.5 \times 7.4\text{m} \times 15\text{m} = 24.975\text{kN}$$

女儿墙 (为 1m 高, 0.3m 厚混凝土, 两面抹灰各厚 0.02m)

$$25\text{kN/m}^3 \times 1 \times 0.3\text{m} + 20\text{kN/m}^3 \times 0.02\text{m} \times 2 \times 1\text{m} = 8.3\text{kN}$$

楼面板作用

$$4.5\text{kN/m}^2 \times 7.4\text{m} \times 15\text{m} = 499.5\text{kN}$$

楼面梁作用

$$6.56\text{kN/m} \times (12\text{m} + 14.8\text{m} \times 2 + 3\text{m}) = 292.576\text{kN}$$

2~4层墙作用

$$7.5\text{KN/m} \times 26.8\text{m} + 11.56\text{KN/m} \times 14.8\text{m} = 286.544\text{KN}$$

各楼层处重力荷载代表值计算结果

$$G_{\text{顶层}} = \text{屋面板自重及保温防水} + \text{女儿墙自重} + \text{楼面梁自重} + \text{柱子自重} \\ + \text{屋面雪荷载作用}$$

$$G_{\text{标准层}} = \text{楼面板作用} + \text{楼面梁作用} + \text{标准层隔墙作用} + \text{柱子自重} \\ + \text{各层楼板活荷载作用}$$

$$G_{\text{底层}} = \text{楼面板作用} + \text{楼面梁作用} + \text{2层隔墙作用} + \text{柱子自重} \\ + \text{各层楼板活荷载作用}$$

$$G_5 = 5.79\text{kN/m}^2 \times 7.4\text{m} \times 15\text{m} + 8.3\text{kN/m} \times 7.4\text{m} \times 2 + 292.576\text{kN} \\ + 37.8\text{kN} + 24.975\text{kN} = 1120.9\text{kN}$$

$$G_{1-4} = 499.5\text{kN} + 292.576\text{kN} + 201\text{kN} + 151.2\text{kN} + 155.61\text{kN} = 1299.9\text{kN}$$

4.8.2.2 结构自振周期计算

结构自振周期为 $T_1 = (0.08 \sim 0.1) n = 0.5\text{s}$

地震影响系数:

$$\alpha = \left(\frac{T_g}{T}\right)^r \eta_2 \alpha_{\max} \quad (4-10)$$

式中, α_{\max} 为水平地震影响系数的最大值, 7度区多遇地震取 0.08; T_g 为特征周期, 设计地震分组为第二组, II类场地土为 0.35; T 为结构自振周期, 取 0.5; r 为衰减指数, η_2 为阻尼调整系数, 当阻尼比 $\zeta = 0.05$ 时, 取 $r = 0.9$, $\eta_2 = 1$ 则

$$\alpha = \left(\frac{T_g}{T}\right)^r \eta_2 \alpha_{\max} = \left(\frac{0.35}{0.5}\right)^{0.9} \times 1 \times 0.08 = 0.058$$

4.8.3 水平地震作用计算

计算结果见下表 4-8

表 4-8 水平地震力计算结果

层数	H_i/m	G_i/KN	$G_i H_i$	F_i/KN	V_i/KN
5	21	1120.9	23538.9	107.23	107.23
4	16.8	1299.9	21838.32	77.51	184.74

3	12.6	1299.9	16378.74	58.13	242.87
2	8.4	1299.9	10919.16	38.76	281.63
1	4.2	1299.9	5459.58	19.38	301.01
Σ		6320.5	78134.7		

用底部剪力计算结构水平地震作用

$$G_E = \sum G_i = 6320.5 \text{ kN}$$

$$G_{eq} = 0.85 G_E = 5372.4 \text{ kN}$$

$$F_{ek} = \alpha G_{eq} = 311.6 \text{ kN}$$

本工程中 $T_1 = 0.5 \text{ s} > 1.4 T_g = 1.4 \times 0.35 = 0.49 \text{ s}$, 考虑顶部附加。

计算结果见下表 4-9

表 4-9 水平地震作用下柱端弯矩计算结果

层 /hi	柱列序号	D_i	D_i 之和	V_i	V_{ij}	K	y_0	y	M_{ij}^t	M_{ij}^b
5/5	A	0.241	1.14	107.23	22.67	1.471	0.37	0.21	59.98	35.23
	B	0.329			30.95	4.414	0.45	0.38	71.49	58.5
	C	0.329			30.95	4.414	0.45	0.38	71.49	58.5
	D	0.241			22.67	1.471	0.37	0.21	59.98	35.23
4/4	A	0.241	1.14	184.74	39.05	1.471	0.42	0.26	95.13	68.88
	B	0.329			53.32	4.414	0.50	0.41	111.97	111.97
	C	0.329			53.32	4.414	0.50	0.41	111.97	111.97
	D	0.241			39.05	1.471	0.42	0.26	95.13	68.88
3/4	A	0.241	1.14	242.87	51.34	1.471	0.47	0.40	114.28	101.35
	B	0.329			70.09	4.414	0.50	0.46	147.19	147.19
	C	0.329			70.09	4.414	0.50	0.46	147.19	147.19
	D	0.241			51.34	1.471	0.47	0.40	114.28	101.35
2/4	A	0.241	1.14	281.63	59.54	1.471	0.50	0.54	125.04	125.04
	B	0.329			81.28	4.414	0.50	0.59	170.69	170.69

1/4	C	0.329	1.518	301.0 1	81.28	4.414	0.5 0	0.5 0	170.6 9	170.6 9
	D	0.241			59.54	1.471	0.5 0	0.5 0	125.0 4	125.0 4
	A	0.323			64.05	1.471	0.6 0	0.7 8	107.6 1	161.4 1
	B	0.436			86.46	4.414	0.5 5	0.6 4	163.4 1	199.7 2
	C	0.436			86.46	4.414	0.5 5	0.6 4	163.4 1	199.7 2
	D	0.323			64.05	1.471	0.6 0	0.7 8	107.6 1	161.4 1

4.8.4 水平地震作用下框架内力计算

框架在水平地震力作用下的弯矩计算结果见下图 4-5, 框架在水平地震力作用下的梁剪力及柱轴力见下图 4-6

4.9 竖向荷载作用下框架梁上荷载计算

本工程结构及荷载分布比较均匀, 可以选择典型平面框架进行计算, 这里仅给轴线 A、B、C、D 框架的内力计算, 纵向框架的计算方法与横向框架计算方法相同, 这里不再给出。

多层多跨框架在竖向荷载作用下的内力近似按分层法计算。除底层外, 上层各柱线刚度均乘以 0.9 进行修正, 这些柱的传递系数取 1/3, 底层柱的传递系数取 1/2。弯矩分配系数计算公式 $a_j = \frac{i_j}{\sum i_j}$ 。框架节点弯矩分配系数计算结果见下表 4-10。

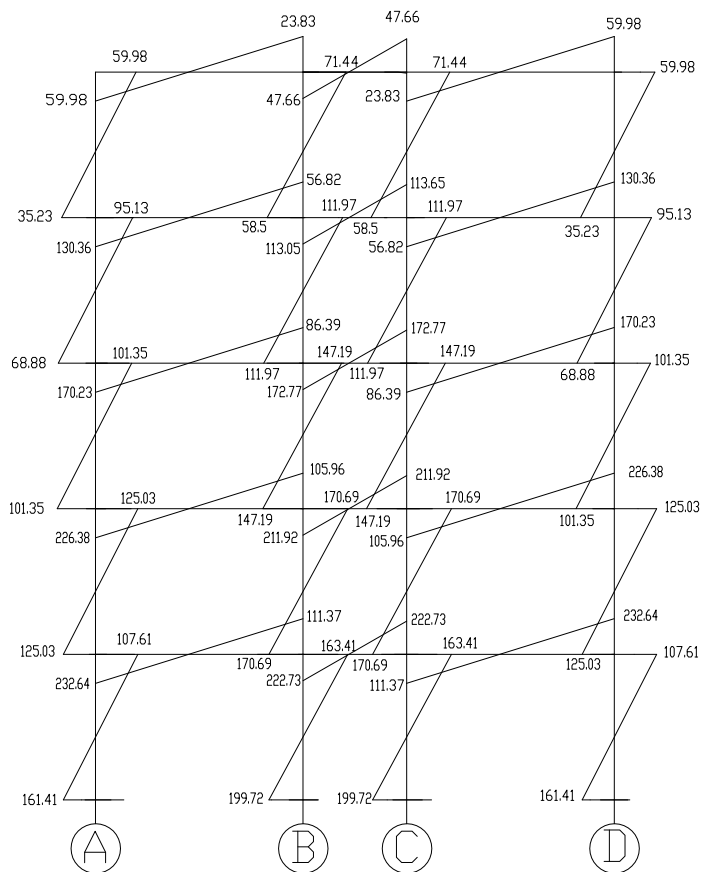


图 4-5 框架在水平地震力作用下的弯矩图

4.9.1 各层框架上荷载计算

4.9.1.1 屋面梁均布荷载

(1) 边跨均布永久荷载
板传来

$$5.79\text{kN/m}^2 \times 7.4\text{m} = 42.85\text{kN/m}$$

框架梁自重

$$6.56\text{kN/m}$$

合计

$$49.41\text{kN/m}$$

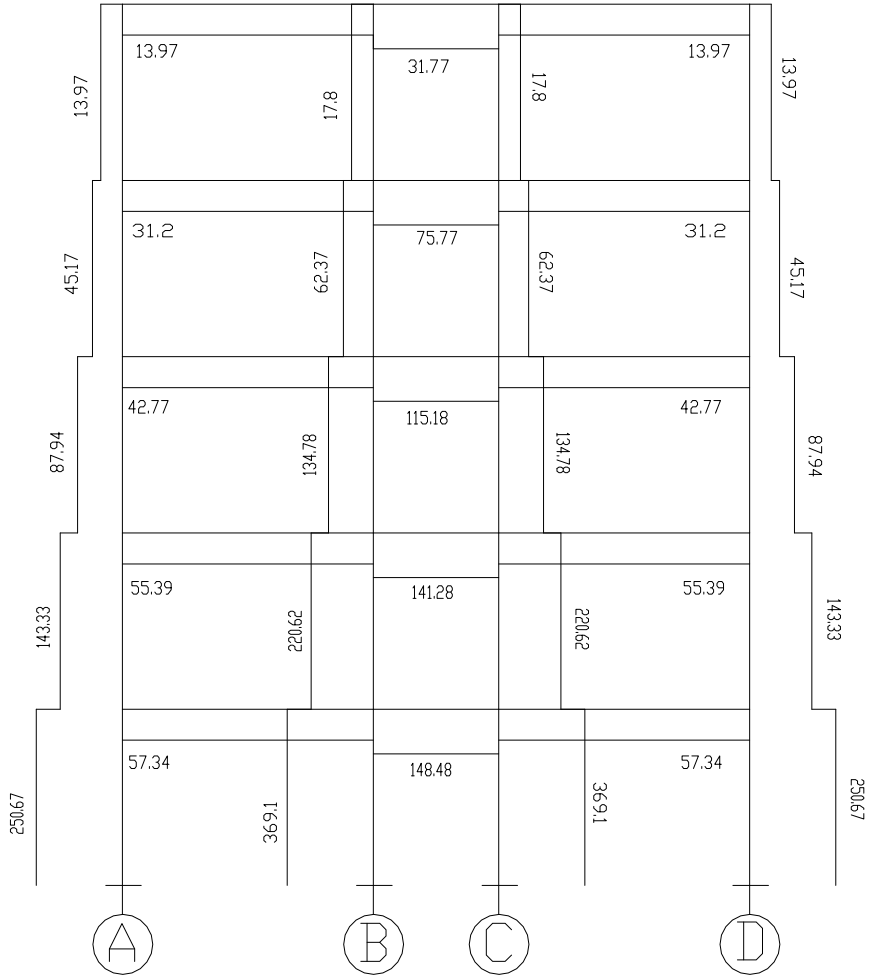


图 4-6 框架在水平地震力作用下的梁剪力及柱轴力

(2) 中间跨均布永久荷载

梁自重

$$7.5\text{kN/m}$$

板传来

$$5.79\text{kN/m}^2 \times 7.4\text{m} = 42.85\text{kN/m}$$

合计

$$49.41\text{kN/m}$$

(3) 均布可变荷载标准值

取上人屋面活荷载与雪荷载二者中较大的值，即

$$2\text{kN/m}^2 \times 7.4\text{m} = 14.8\text{kN/m}$$

表 4-10 框架节点弯矩分配系数计算结果

层	A 轴			B 轴				C 轴				D 轴		
	下柱	上柱	梁	下柱	上柱	梁右	梁左	下柱	上柱	梁左	梁右	下柱	上柱	梁
5	0.4	0	0.6	0.1 9	0	0.5 4	0.2 7	0.1 9	0	0.5 4	0.2 7	0.4	0	0.6
4	0.2 9	0.2 9	0.4 2	0.1 5	0.1 5	0.4 6	0.2 4	0.1 5	0.1 5	0.4 6	0.2 4	0.2 9	0.2 9	0.4 2
3	0.2 9	0.2 9	0.4 2	0.1 5	0.1 5	0.4 6	0.2 4	0.1 5	0.1 5	0.4 6	0.2 4	0.2 9	0.2 9	0.4 2
2	0.2 9	0.2 9	0.4 2	0.1 5	0.1 5	0.4 6	0.2 4	0.1 5	0.1 5	0.4 6	0.2 4	0.2 9	0.2 9	0.4 2
1	0.2 9	0.2 9	0.4 2	0.1 5	0.1 5	0.4 6	0.2 4	0.1 5	0.1 5	0.4 6	0.2 4	0.2 9	0.2 9	0.4 2

4.9.1.2 1-5 层梁均布荷载

(1) 边跨均布永久荷载

板传来

$$4.5\text{kN/m}^2 \times 7.4\text{m} = 33.3\text{kN/m}$$

框架梁自重

$$6.56\text{kN/m}$$

墙自重

$$7.5\text{kN/m}$$

合计

$$47.36\text{kN/m}$$

(2) 中间跨均布永久荷载

梁自重

$$6.56\text{kN/m}$$

板传来

$$4.5\text{kN/m}^2 \times 7.4\text{m} = 33.3\text{kN/m}$$

合计

$$39.86\text{kN/m}$$

(3) 均布可变荷载标准值

$$2\text{kN/m}^2 \times 7.4\text{m} = 14.8\text{kN/m}$$

4.9.2 竖向荷载作用下框架计算简图

综合上面的荷载计算，各层框架梁上计算得的荷载值，布置在框架梁上，框架梁上的分布荷载如下图 4-7 恒荷载作用简图，图 4-8 活荷载作用简图所示，其为分别在竖向恒荷载作用下框架梁的荷载计算简图和竖向活荷载作用下框架梁的荷载计算简图。

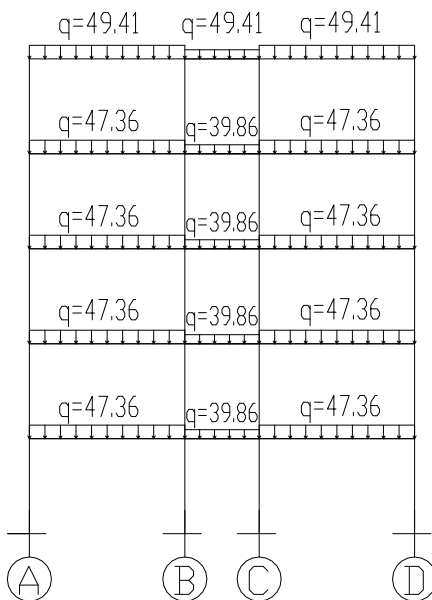


图 4-7 恒荷载作用简图

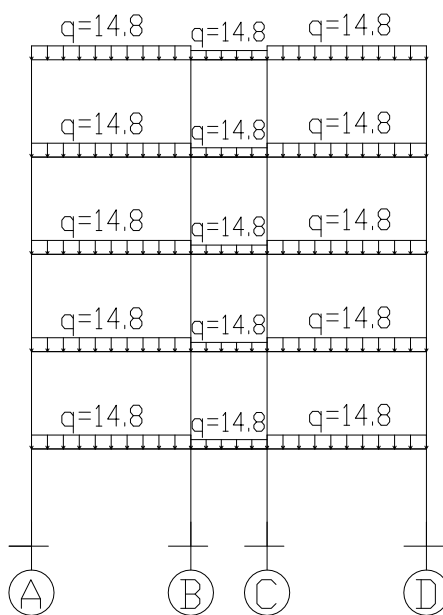


图 4-8 活荷载作用简图

4.9.3 竖向荷载作用下框架梁固端弯矩

(1) 永久荷载作用下

AB 跨

5 层顶

$$M = 49.41\text{kN/m} \times (6\text{m})^2 / 12 = 148.23\text{kN} \cdot \text{m}$$

1-4 层

$$M = 47.36\text{kN/m} \times (6\text{m})^2 / 12 = 142.08\text{kN} \cdot \text{m}$$

CD 跨

5 层顶

$$M = 49.41\text{kN/m} \times (6\text{m})^2 / 12 = 148.23\text{kN} \cdot \text{m}$$

1-4 层

$$M = 49.41\text{kN/m} \times (6\text{m})^2 / 12 = 148.23\text{kN} \cdot \text{m}$$

BC 跨

5 层顶

$$M = 49.41\text{kN/m} \times (3\text{m})^2 / 12 = 37.06\text{kN} \cdot \text{m}$$

1-4 层

$$M = 39.86\text{kN/m} \times (3\text{m})^2 / 12 = 29.9\text{kN} \cdot \text{m}$$

(2) 可变荷载作用下

AB 跨

$$M = 14.8\text{kN/m} \times (6\text{m})^2 / 12 = 44.4\text{kN} \cdot \text{m}$$

CD 跨

$$M = 14.8\text{kN/m} \times (6\text{m})^2 / 12 = 44.4\text{kN} \cdot \text{m}$$

BC 跨

$$M = 14.8\text{kN/m} \times (3\text{m})^2 / 12 = 11.1\text{kN} \cdot \text{m}$$

4.10 竖向荷载作用下结构内力计算

4.10.1 框架梁弯矩计算

框架梁的设计弯矩，把同一开口所求得的梁端弯矩进行内力组合就得到框架梁端的设计弯矩。

4.10.2 框架梁剪力计算

框架梁的剪力可取该梁为脱离体进行计算，均布荷载可按下式计算

$$V = \frac{q+g}{2} \pm \frac{M_2 - M_1}{l} \quad (4-11)$$

M_1 ， M_2 分别为两支座的弯矩。

4.10.3 框架柱弯矩计算

将各开口框架所求得的同一控制截面弯矩进行拼合得框架柱的最终弯矩。

4.10.4 框架柱轴力计算

根据各节点的弯矩分配系数及框架梁固端弯矩值，进行内力计算。具体计算结果见下列表 4-9 至 4-12。

4.11 梁内力组合与配筋计算

4.11.1 组合原理

框架结构设计要满足“强柱弱梁，强剪弱弯，更强节点”的延性设计要求，故对框架梁剪力设计值及框架柱弯矩进行调整^[9]。

4.11.2 内力组合

通过以上计算，已求得 5 轴框架在各情况的内力，现在以 2 层 A~B 轴之间梁为例，计算内力组合，各截面梁内力见表 4-13。

各截面内力组合有以下 4 项：

组合一：①×1.2+②×1.4+③×1.4×0.6

组合二：①×1.2+②×1.4×0.7+③×1.4

组合三：①×1.35+②×1.4×0.7

组合四：[(①+0.5×②) ×1.2+④×1.3] ×0.75

注：组合四的系数 0.75 为承载力抗震力抗震调整系数

表 4-13 各截面梁内力

荷载截面		永久荷载①	可变荷载②	风荷载③	地震作用④
左支座	$M, \text{kN}\cdot\text{m}$	101.57	30.42	±78.40	±266.38
	V, kN	137.32	29.34	19.70	55.39

跨 中	$M, \text{kN}\cdot\text{m}$	59.12	18.35	—	—
-----	-----------------------------	-------	-------	---	---

右支座	$M, \text{kN}\cdot\text{m}$	130.13	38.98	± 36.63	± 105.96
	V, kN	146.84	30.08	19.17	55.39

抗震设计时，框架梁端部截面组合的剪力设计值，其中按简支梁分析的梁端截面剪力设计值为

$$V_{Gb} = (55.39 \text{ kN/m} + 6.94 \text{ kN/m} \times 0.5) \times 6\text{m}/2 \times 1.2 = 211.90 \text{ kN}$$

逆时针弯矩设计值为：

$$M^l = [(101.57 \text{ kN/m} + 30.42 \text{ kN/m} \times 0.5) \times 1.2 + 226.38 \text{ kN/m} \times 1.3] \times 0.75 = 279.74 \text{ kN/m}$$

$$M^r = [(-130.13 \text{ kN/m} - 38.98 \text{ kN/m} \times 0.5) \times 1.2 + 105.96 \text{ kN/m} \times 1.3] \times 0.75 = -31.38 \text{ kN/m}$$

顺时针弯矩设计值为：

$$M^l = [(-101.57 \text{ kN/m} - 30.42 \text{ kN/m} \times 0.5) \times 1.2 + 226.38 \text{ kN/m} \times 1.3] \times 0.75 = -115.62 \text{ kN/m}$$

$$M^r = [(130.13 \text{ kN/m} + 38.98 \text{ kN/m} \times 0.5) \times 1.2 + 105.96 \text{ kN/m} \times 1.3] \times 0.75 = 237.97 \text{ kN/m}$$

框架梁左端截面组合的剪力设计值为

$$V = \eta_{vb} (M^l + M^r) / l_n + V_{Gb} = 1.1 \times (279.74 \text{ kN/m} - 31.38 \text{ kN/m}) / 6 + 211.90 \text{ kN} = 253.29 \text{ kN}$$

框架梁右端截面组合剪力设计值为

表 4-9 顶层永久荷载内力计算

节点	A 轴			分配方向	B 轴				分配方向	C 轴				分配方向	D 轴		
	上柱	下柱	右梁		上柱	左梁	下柱	右梁		上柱	左梁	下柱	右梁		左梁	下柱	上柱
分配系数		0.40	0.60			0.27	0.19	0.54			0.54	0.19	0.27		0.60	0.40	
固端弯矩		-148.23			148.23	-37.06				37.06		-148.23			148.23		
分配过程		59.29	88.94	→	44.47					-44.47				←	-88.94	-59.29	
		-26.01		←	-52.03 -29.57 -84.05				→	-42.02							
		10.41	15.61	→	7.80		53.37		←	106.74		37.56	53.37	→	26.68		
		-8.26		←	-16.52		-11.62 -33.03		→	-16.52		-8.01		←	-16.01		-10.67
		3.30	4.96	→	2.48		6.62		←	13.24	4.66	6.62	→	3.31			
				-2.46		-1.73 -4.91		→	-2.46		-0.99		←	-1.99		-1.32	
					1.86		0.66 0.93										
最后弯矩	73.00	-73.00		131.98	-42.92	-99.06			97.91	42.87	-140.78			71.29	-71.29		

表 4-10 顶层可变荷载内力计算

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/056030021150011005>