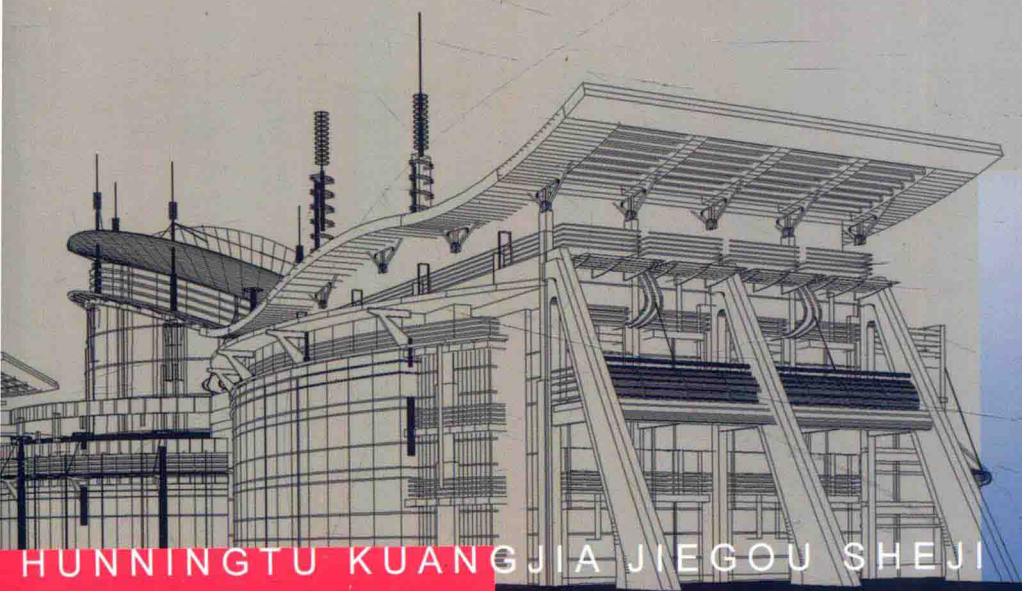


GAODENG XUEXIAO TUMUGONGCHENG ZHUANYE
BIYESHEJI ZHIDAORYONGSHU
高等学校土木工程专业毕业设计指导用书

徐秀丽 韩丽婷 主编 叶燕华 主审



HUNNINGTU KUANGJIA JIEGOU SHEJI

混凝土框架结构设计

(第二版)

中国建筑工业出版社

高等学校土木工程专业毕业设计指导用书

混凝土框架结构设计

(第二版)

徐秀丽 韩丽婷 主编
叶燕华 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土框架结构设计/徐秀丽, 韩丽婷主编. —2 版.
北京: 中国建筑工业出版社, 2015. 12
高等学校土木工程专业毕业设计指导用书
ISBN 978-7-112-18847-5

I. ①混… II. ①徐… ②韩… III. ①钢筋混凝土框架—结构设计—高等学校—教学参考资料 IV. ①TU375.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 303285 号

本书为土木工程专业毕业设计指导用书, 主要内容包括结构选型与布置、确定计算简图、框架内力计算、框架内力组合、框架梁柱截面设计、楼梯结构设计、现浇楼面板设计、基础设计、PKPM 软件在框架结构设计中的应用、施工图绘制, 由一个翔实完整的工程结构设计实例贯穿全书, 其间穿插结构设计各阶段的知识要点和计算分析方法, 突出重点、难点, 并附有符合现行设计表达要求的、用平法表示的主要结构构件施工图。

全书安排的设计内容满足土木工程专业的教学计划要求, 且符合社会发展对土木工程专业房屋建筑方向毕业生的具体需要, 可供高等院校全日制本、专科毕业设计用书, 也可供土木工程设计、施工、教学人员参考。

责任编辑: 朱首明 李明 吴越恺

责任校对: 刘钰 党蕾

高等学校土木工程专业毕业设计指导用书 混凝土框架结构设计 (第二版)

徐秀丽 韩丽婷 主编

叶燕华 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京市安泰印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 10 $\frac{3}{4}$ 插页: 5 字数: 262 千字

2016 年 4 月第二版 2016 年 4 月第九次印刷

定价: 28.00 元

ISBN 978-7-112-18847-5

(28112)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

第二版前言

2008年出版的《混凝土框架结构设计》第一版，是按当时实行的行业规范编写的，但随着近年来设计规范的修订，书中一些内容已不符合设计要求，因此决定更新相关内容。

针对新版《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010修改的相关内容有：①规范要求“贯彻落实‘四节一环保’、节能减排与可持续发展的基本国策，淘汰低强材料，采用高强高性能材料，淘汰了235MPa级低强钢筋，增加500MPa级高强钢筋，并明确将400MPa级钢筋作为主力钢筋”，因此提高了设计例题的钢筋及混凝土强度等级；②规范补充、完善了构件截面设计的有关内容，统一了一般受弯构件与集中荷载作用下的梁的斜截面受剪承载力计算公式，调整了斜截面受剪承载力计算公式中箍筋抗力项的系数；对结构侧移的二阶效应，提出有限元分析方法及增大系数的简化考虑方法，在弯矩增大系数 η_{ms} 计算公式中，取消了构件不同长细比对截面曲率的修正系数 ζ_2 ；修改了受冲切承载力计算公式，设计例题均改用新版规范给出的计算公式进行计算。针对《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223—2008，对教育建筑中幼儿园、小学、中学的教学用房以及学生宿舍和食堂，设防类别均予以提高，明确了抗震设防类别应不低于重点设防类（乙类），由于书中设计例题为中学教学楼，因此升为乙类建筑。《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010规定，乙类建筑抗震等级按提高一度后判断，由此，书中设计例题框架的抗震等级由三级升二级，在计算地震作用下梁、柱的配筋时，对梁、柱内力按二级进行调整，同时也根据新版抗震规范要求对框架结构的楼梯间进行了抗震设计。

为使本书的质量能得到不断地完善，自2008年第一版出版后，我们就一直留意收集使用者对本书的反馈意见，在本次修订中对错误之处进行了修改：将漏掉的一些填充墙的自重重新计入、部分建筑施工图与结构施工图轴线不一致以及其他一些笔误；也增加了一些容易使学生产生困惑的内容说明和我们的教研成果，如框架结构抗震等级分类依据、内力计算图表依据、偏压构件破坏类型判断标准等；考虑到目前建筑设计院使用SATWE较多，这次也增加了SATWE使用说明的内容。本指导书的再版初稿于2013年2月完成，并作为南京工业大学2013届土木工程专业学生毕业设计指导教材进行试用，又及时发现并纠正了一些错误。

南京工业大学的韩丽婷老师承担了本书再版修改的大量工作，由徐秀丽、叶燕华担任主编，叶燕华担任主审。2012级硕士研究生王文科同学完成了本书的设计例题的计算工作；第九章专业软件应用部分，得到了河南中建工程设计有限公司史莉娟高工的大力支持。

持，史莉娟高工具有丰富的工程结构设计经验，对结构设计的主要参数如何合理设置及施工图的绘制进行了具体指导，使本书更具实用性。

特别感谢西南林业大学的刘德稳老师，我们素未谋面，但他多年来一直与编者保持邮件联系，对我们的工作给予了充分的肯定，并提出了很多具体而富有建设性的修改建议。我们真诚地希望能继续得到使用该指导书的广大师生及工程界朋友的关心支持，对书中的不足给予批评指正，让这本指导书能有更高质量的第三版甚至更高版本问世。

本书的再版得到了中国建筑工业出版社李明编辑的大力支持，并提出了宝贵的修改意见，对此表示衷心感谢。

第一版前言

目前土木工程专业房屋建筑工程方向本科毕业生虽然有相当一部分都直接从事建筑施工工作,但大多数学校仍将框架结构设计作为毕业设计的主要选题,主要是框架结构的结构类型在建筑中具有代表性,难度及工作量也较适宜于一般学生的学习水平。通过结构设计的全过程训练,帮助学生对建筑的基本概念、一般构造要求进行系统全面的梳理,对今后无论是从事设计、施工还是其他相关工作的毕业生都具有指导作用。为符合教育面向经济建设的具体需求,使新毕业的学生能更快地适应具体工作,编者认为应对毕业设计内容进行相应调整,宜以结构设计为主要内容,手算分析与专业软件分析相结合,并加入部分施工组织设计工作。

本指导书的编写体系采用两条平行路线,一部分为结构设计的基本概念、设计方法和计算步骤,另一部分为一非常翔实完整的工程结构设计实例。每一章都先对该部分要掌握的知识要点和计算分析方法进行简要阐述,突出重点、难点,在此基础上再通过设计实例提供具体的实施方法和步骤,使理论与实际充分融合。两部分内容互相穿插,可有目的地引导学生学习结构设计的基本理论知识和方法,有效避免对例题的生搬硬套。

本书第一章至七章、第十章由徐秀丽、韩丽婷编写,第八章由刘子彤编写,第九章由范苏榕、徐秀丽编写,第十一章由张国华编写,全书由徐秀丽统稿,叶燕华主审。本书书稿自2003年开始一直作为南京工业大学毕业设计内部指导书,每年都根据使用过程中指导教师和学生提出的意见建议进行修改完善,先后有多位研究生及本科生对本书的设计实例进行了累计十多遍的计算修改,力求每一个数据的准确性,使本指导书更具参考性。他们是99级专升本函授生无锡设计院的杨志诚工程师,02级研究生于兰珍、戴家东,02级本科生王海洋,05级研究生马文静,06级研究生马静静,特别是05级研究生徐士云,从本科毕业设计开始的近三年中,一直都在帮助完善设计实例,并完成了排版及部分插图工作,为此投入了大量的精力。刘伟庆教授、王曙光教授对本书的编写内容也提出了一些建设性建议,衷心感谢为本书付出辛勤劳动的同仁和同学们。

在撰写本书的过程中参考了较多的指导书、专业设计手册及国家规范,但由于编写时间较长,有些资料已难以列出,在此一并向有关作者表示感谢。

由于水平有限,书中错误及不当之处在所难免,敬请读者、专家指正,以便及时修正完善。

目 录

1 结构选型与布置	1
1.1 结构选型	1
1.2 结构布置	2
1.3 设计例题已知条件	3
2 确定计算简图	10
2.1 基本理论	10
2.2 设计例题	16
2.2.1 确定计算简图	16
2.2.2 梁、柱截面尺寸	17
2.2.3 材料强度等级	17
2.2.4 荷载计算	17
3 框架内力计算	26
3.1 计算方法	26
3.1.1 竖向荷载作用下框架内力计算	26
3.1.2 框架活荷载不利布置	28
3.1.3 水平荷载作用下框架内力计算	29
3.2 例题计算	31
3.2.1 恒载作用下的框架内力	31
3.2.2 活载作用下的框架内力	38
3.2.3 风荷载作用下内力计算	50
3.2.4 地震作用下横向框架的内力计算	53
4 框架内力组合	59
4.1 荷载组合	59
4.2 控制截面及最不利内力	60
4.2.1 控制截面	60
4.2.2 最不利内力组合	61
4.3 弯矩调幅	61
4.4 例题计算	62
5 框架梁柱截面设计	70
5.1 基本理论	70
5.2 例题设计	72
6 楼梯结构设计	85

6.1	基本理论	85
6.1.1	板式楼梯	85
6.1.2	梁式楼梯	86
6.2	例题设计	87
6.2.1	梯段板计算	88
6.2.2	休息平台板计算	89
6.2.3	梯段梁 TL1 计算	89
7	现浇楼面板设计	91
7.1	计算方法	91
7.1.1	单向板肋形楼盖	91
7.1.2	双向板肋形楼盖	93
7.2	例题设计	95
7.2.1	跨中最大弯矩	95
7.2.2	求支座中点最大弯矩	96
7.2.3	A 区格	96
7.2.4	E 区格	97
8	基础设计	99
8.1	柱下独立基础设计	99
8.1.1	按持力层强度初步确定基础底面尺寸	99
8.1.2	抗震承载力验算	100
8.1.3	地基软卧层强度验算	100
8.1.4	地基变形验算	101
8.1.5	确定基础高度	101
8.1.6	基础底板配筋	102
8.2	例题设计	103
8.2.1	荷载计算	103
8.2.2	确定基础底面积	104
8.2.3	地基变形验算	107
8.2.4	基础结构设计	108
9	PKPM 软件在框架结构设计中的应用	112
9.1	PKPM 软件介绍	112
9.2	框架结构设计在 PKPM 系列软件中的实施步骤	112
9.2.1	PMCAD 全楼结构模型建立	112
9.2.2	PK 模块分析单榀框架内力	121
9.2.3	SATWE-8 建筑结构空间有限元分析及设计软件	130
9.2.4	TAT-8 空间框架分析及平法配筋施工图绘制	138
9.3	软件分析结果与手算结果比较	144
10	施工图绘制	150
10.1	结构施工图的表示方法	150
10.2	各类结构构件的平法施工图	151

10.2.1	柱平法施工图	151
10.2.2	梁平法施工图	151
10.2.3	板平法施工图	153
10.2.4	楼梯平法施工图	153
10.2.5	基础平法施工图	153
10.2.6	标准构件详图	154
10.3	例题部分施工图	154
附录 1 规则框架承受均布及倒三角形分布水平力作用时标准反弯点的高度比		
	高度比	155
附录 2 双向板弯矩、挠度计算系数		
		160
参考文献		
		164

1 结构选型与布置

结构设计的主要内容包括：结构选型、结构布置、确定计算简图、选择合理简单的计算方法进行各种荷载作用下的内力计算、荷载效应组合、截面配筋设计（计算、构造）、绘制施工图。

1.1 结构选型

结构选型是一个综合性问题，应选择合理的结构形式。根据结构受力特点，常用的建筑结构形式有：混合结构、框架结构、框架-剪力墙结构、剪力墙结构（一般剪力墙结构、筒体剪力墙结构、筒中筒剪力墙结构）等。混合结构主要是墙体承重，由于取材方便、造价低、施工方便，在我国广泛地应用于多层民用建筑中，但砌体结构强度低、自重大、抗震性能较差，一般用于7层及7层以下的建筑。框架结构是由梁、柱构件通过节点连接形成的骨架结构，框架结构的特点是由梁、柱承受竖向和水平荷载，墙体起维护作用，其整体性和抗震性均好于混合结构，且平面布置灵活，可提供较大的使用空间，也可构成丰富多变的立面造型，但随着层数和高度的增加，构件截面面积和钢筋用量增多，侧向刚度越来越难以满足设计要求，一般不宜用于过高的建筑。框架-剪力墙结构是在框架中设置一些剪力墙，既能满足平面布置灵活，又能满足结构抗侧力要求，一般常用于10~25层的建筑中。剪力墙结构是依靠剪力墙承受竖向及水平荷载，整体性好、刚度大、抗震性能好，常用于20~50层的高层建筑。现浇钢筋混凝土结构适用的最大高度见表1-1。

现浇钢筋混凝土房屋适用的最大高度 (m)

表 1-1

结构类型	抗震设防烈度				
	6	7	8(0.2g)	8(0.3g)	9
框 架	60	50	40	35	24
框架-抗震墙	130	120	100	80	50
抗震墙	140	120	100	80	60
部分框支抗震墙	120	100	80	50	不应采用
框架-核心筒	150	130	100	90	70
筒中筒	180	150	120	100	80
板柱-抗震墙	80	70	55	40	不应采用

- 注：1. 房屋高度指室外地面到主要屋面板板顶的高度（不包括局部突出屋顶部分）；
2. 框架-核心筒结构指周边稀柱框架与核心筒组成的结构；
3. 部分框支抗震墙结构指首层或底部两层为框支层的结构，不包括仅个别框支墙的情况；
4. 表中框架结构，不包括异形柱框架；
5. 板柱-抗震墙结构指板柱、框架和抗震墙组成抗侧力体系的结构；
6. 乙类建筑可按本地区抗震设防烈度确定其适用的最大高度；
7. 超过表内高度的房屋，应进行专门研究和论证，采取有效的加强措施。

结构选型时需充分了解各类结构形式的优缺点、应用范围、结构布置原则和大致的构造尺寸等，根据建筑物高度及使用要求，结合具体建设条件，进行综合分析，从而做出最终的决策。结构设计中，选择合理科学的结构体系非常重要，是达到安全可靠、经济合理的重要前提。

实际工程中，多层与小高层常采用框架结构体系。在我国，由于经济水平及其他条件的限制，混凝土框架结构比钢框架结构应用要广，因此本书以混凝土框架结构作为分析实例。

1.2 结构布置

进行混凝土框架结构布置的主要工作是合理地确定梁、柱的位置及跨度。其基本原则是：

(1) 结构平面形状和立面体形宜简单、规则，使刚度均匀对称，减小偏心和扭转。

(2) 控制结构高宽比，以减少水平荷载作用下的侧移。钢筋混凝土框架结构高宽比限值为：非抗震设防时为5；6度、7度抗震设防时为4；8度抗震设防时为3。

(3) 尽量统一柱网及层高，以减少构件种类规格，简化梁柱设计及施工。

框架结构的柱网尺寸，即平面框架的柱距（开间、进深）和层高，首先要满足生产工艺和其他使用功能的要求。柱网布置方式可分为内廊式、等跨式、不等跨式等几种，如图1-1所示；其次是满足建筑平面功能的要求，如图1-2所示。此外，平面应尽可能简单规则、受力合理，使各构件跨度、内力分布均衡，如图1-3所示。工程实践中常用的梁、板

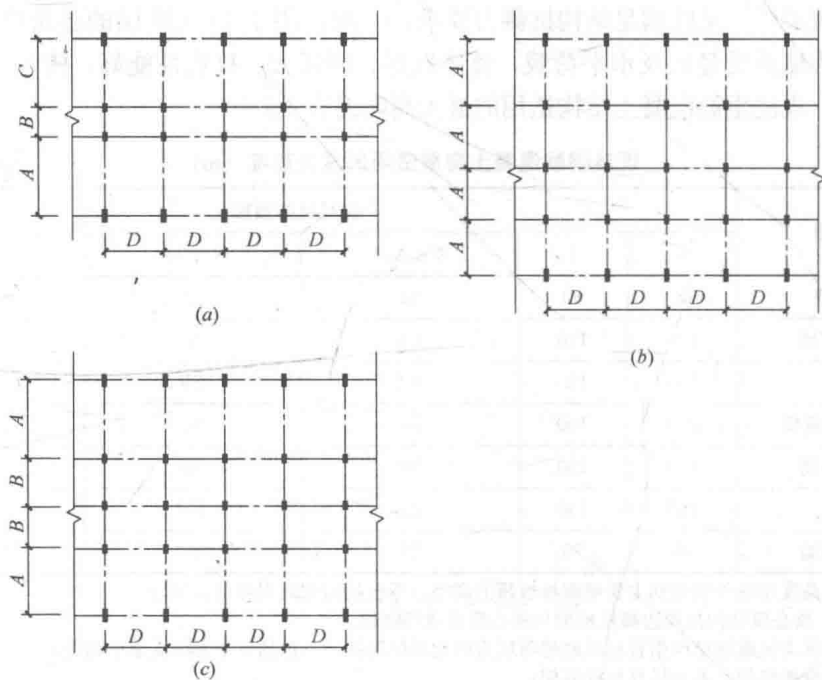


图 1-1 多层框架柱网布置

(a) 内廊式；(b) 等跨式；(c) 对称不等跨式

跨度：主梁（与框架柱相连且承担楼面板主要荷载的梁）跨度 5~8m，次梁跨度 4~6m；单向板跨 1.7~2.5m，一般不宜超过 3m，双向板跨 4m 左右，荷载较大时宜取较小值，因为板跨直接影响板厚，而板的面积较大，板厚度的增加对材料用量及结构自重增加影响较大。

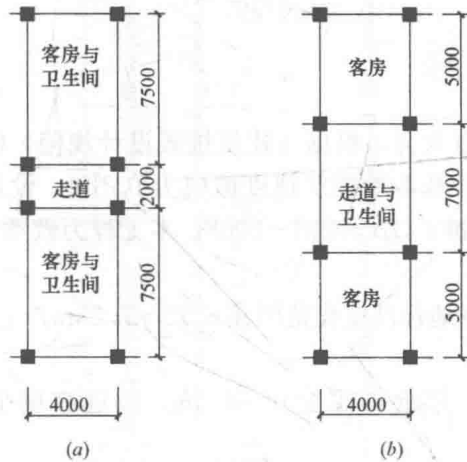


图 1-2 旅馆横向柱列布置

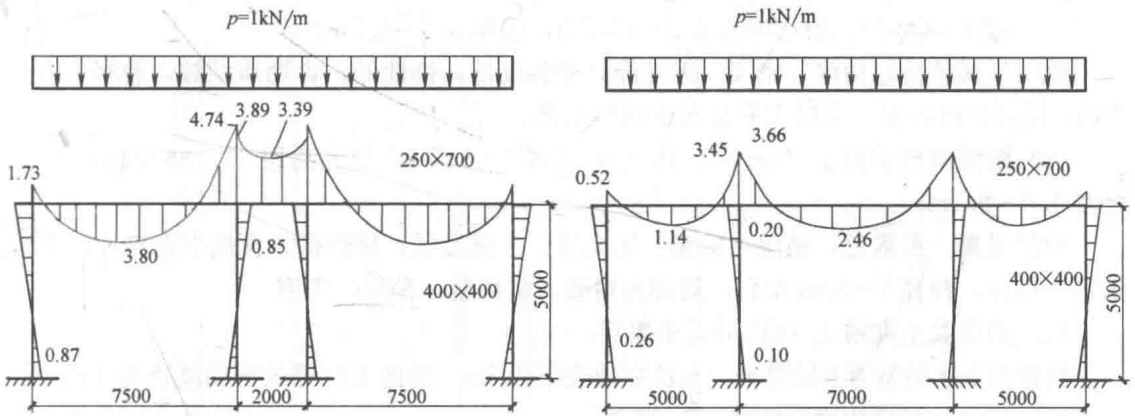


图 1-3 结构布置对框架内力分布的影响

(4) 房屋的总长度宜控制在最大温度伸缩缝间距内，当房屋长度超过规定值时，伸缩缝将房屋分成若干温度区段。伸缩缝是为了避免温度应力和混凝土收缩应力使房屋产生裂缝而设置的。在伸缩缝处，基础顶面以上的结构和建筑全部分开。现浇钢筋混凝土框架结构的伸缩缝最大间距为 55m。

确定层高、柱网尺寸后，应选择合理的结构平面布置方案，即选择合理的楼盖类型，详见第 7 章。

1.3 设计例题已知条件

工程名称：江苏省南京市六合区某中学教学楼

根据建筑方案图，本工程结构为四层钢筋混凝土框架，建筑面积约 2800m²，建筑一层平面图、南立面图、东立面图及剖面图分别如图 1-4~图 1-7 所示，结构标准层平面及剖面简图如图 1-8、图 1-9 所示，其他条件如下：

1. 气象资料

(1) 基本风压值： $w_0 = 0.40 \text{ kN/m}^2$

(2) 基本雪压值： $s_0 = 0.65 \text{ kN/m}^2$

2. 水文地质资料

场地条件：

本项目场地位于南京市六合，根据《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010，南京市抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值应为 0.10g，设计地震分组第一组。依据《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223—2008，本工程为教学楼建筑，抗震设防类别应为重点设防类（乙类）。

拟建场地地表平整，场地标高变化范围在 6.72~7.25m，土层分布如图 1-9 所示。各土层特征分述如下：

(1) 杂填土（Q4eol）：层底埋深 1.0~6.0m，层底高程 135.90~147.12m，层厚 1.0~1.4m。

地层呈褐黄色，稍湿，松散。无光泽，干强度低，韧性低。含建筑垃圾、蜗牛壳碎片。表层为耕土，局部含较多植物根系及少量腐殖质斑点。

(2) 粉土（Q3al）：层底埋深 2.8~13.5m，层厚 3.2~8.5m。

地层呈褐黄色，稍湿，密实。无光泽，干强度低，韧性低。含钙质结核，粒径 0.5~2cm，局部含量较多。本层主要分布在场东部。

(3) 淤泥质粉质黏土（Q3al）：层底埋深 3.5~5.0m，层底高程 127.36~134.58m，层厚 1.0~9.7m。

地层呈褐、黄褐色，稍湿，密实。无光泽，干强度低，韧性低。含蜗牛壳碎片，见大量钙质结核，粒径 1~3cm 左右，局部夹粉砂，黄褐色，稍湿，中密。

(4) 粉质黏土夹粉土（Q3al）：未揭穿。

场地地下水类型为上层滞水，水位在地表下 1.8m。场地土层等效剪切波速为 145m/s， $3\text{m} \leq d_{ov} \leq 50\text{m}$ 。场地为稳定场地，类别Ⅲ类。

根据原位测试及土工试验结果，结合地区建筑经验，综合确定地基土承载力特征值 f_{ak} 、压缩指标见表 1-2。

地基土承载力特征值、压缩模量表

表 1-2

层号	压缩模量 E_{s1-2} (MPa)	压缩性 评价	承载力特征值 f_{ak} (kPa)
(1)			
(2)	7.0	中	120
(3)	4.0	高	65
(4)	8.8	中	160

3. 抗震设防烈度：7 度（假定场地覆盖层厚度大于 9m，小于 80m）。

4. 荷载资料

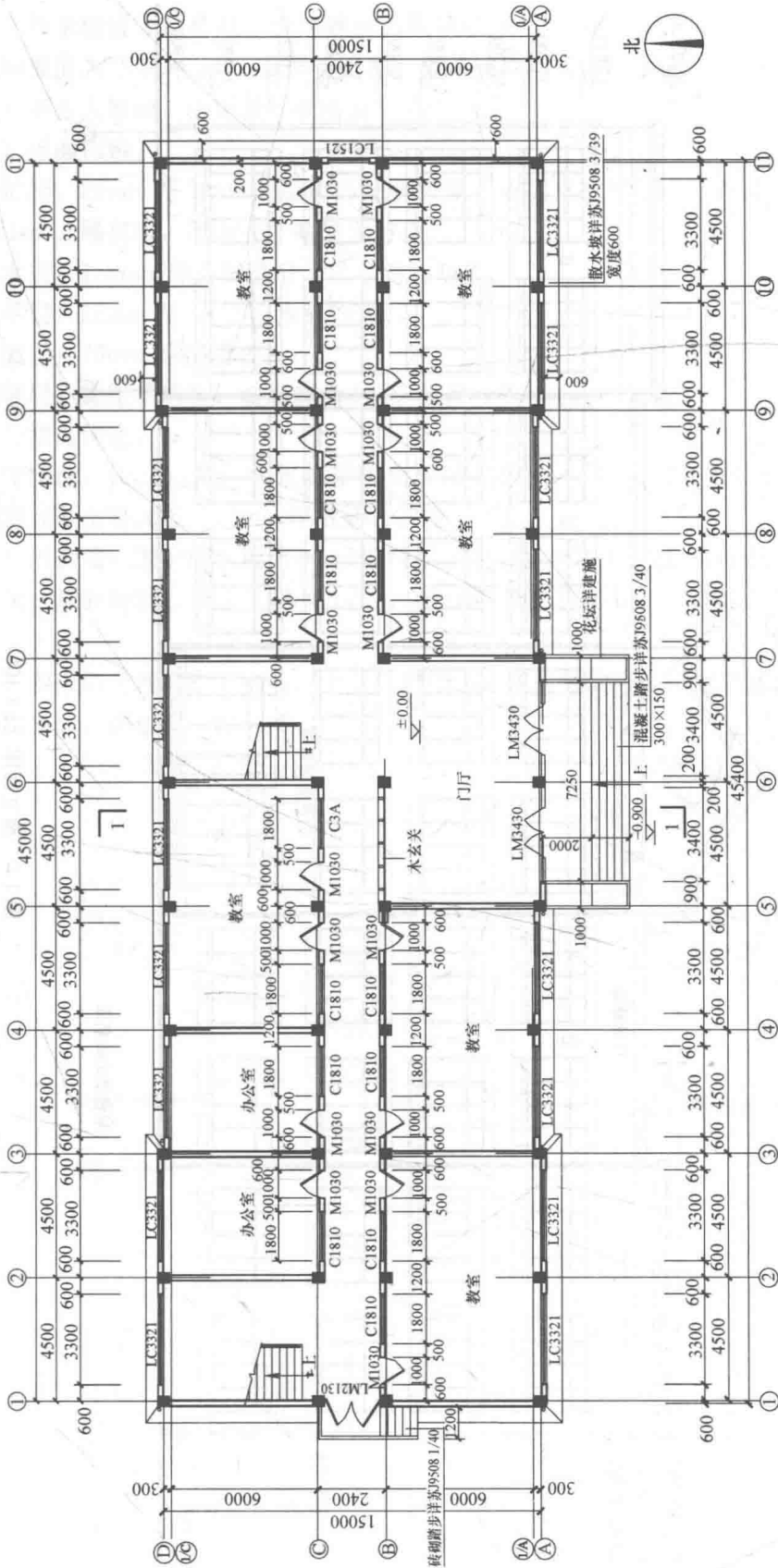


图 1-4 一层建筑平面图 (1:100)

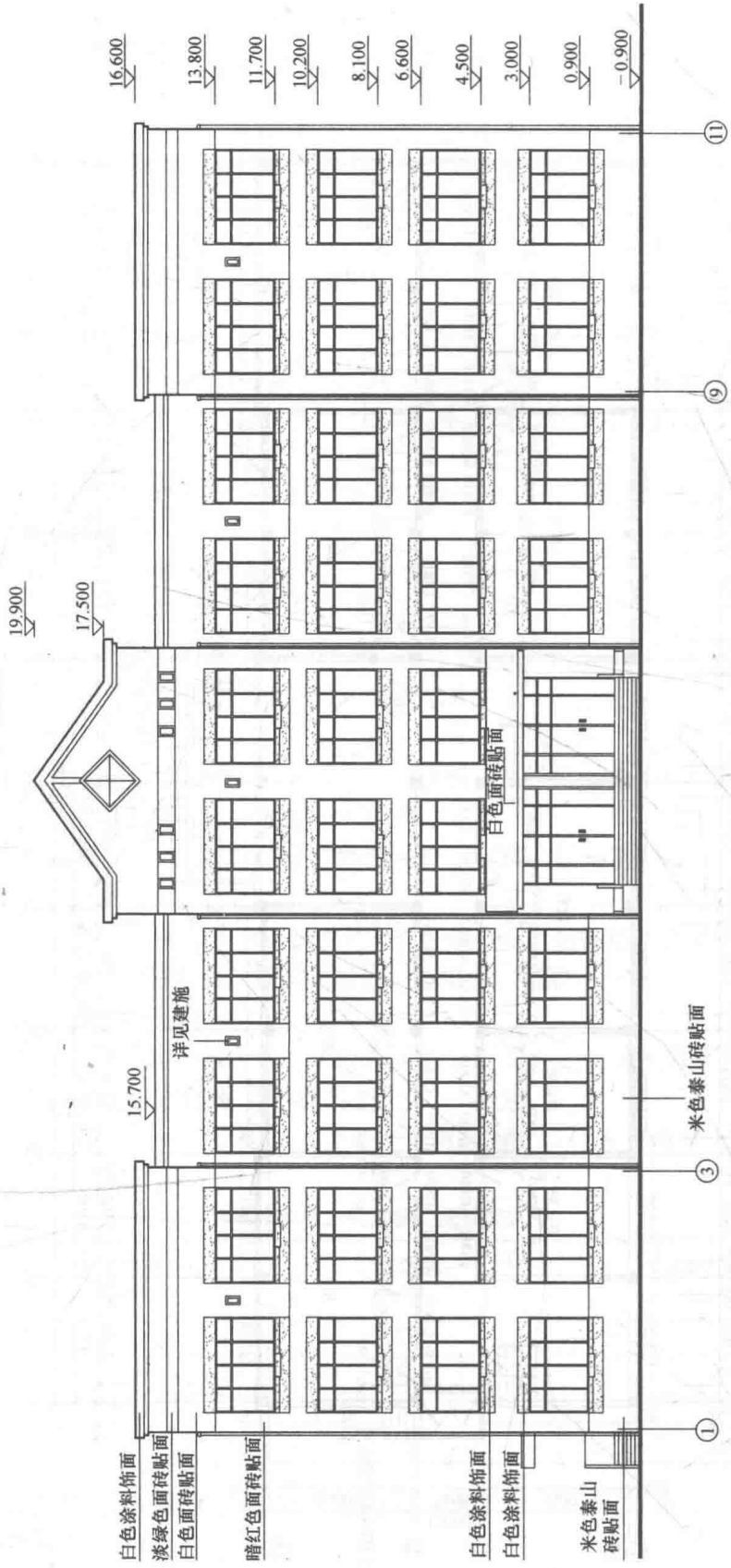


图 1-5 南立面图 (1:100)

(1) 教学楼楼面活荷载，查《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012，确定教室楼面活荷载标准值为 2.5kN/m^2 ，教学楼走廊、楼梯楼面活荷载标准值为 3.5kN/m^2 。

(2) 不上人屋面：活荷载标准值为 0.7kN/m^2 。

(3) 屋面构造：

保护层：20mm 厚 1:2.5 或 M15 水泥砂浆，表面应抹平压光，并设分隔缝，分隔面积宜为 1m^2 。隔离层：200g/ m^2 聚酯无纺布。

防水层：1.2mm 厚合成高分子防水卷材两道。

找平层：20mm 厚 1:2.5 水泥砂浆。

保温层：75mm 厚挤塑板。

找坡层：膨胀珍珠岩，坡度宜为 3%，最薄处不得小于 30mm。

(4) 楼面构造：

水泥楼面：10mm 厚 1:2 水泥砂浆面层压实抹光、15mm 厚 1:3 水泥砂浆找平层、现浇钢筋混凝土楼面板、12mm 厚纸筋石灰粉平顶。

(5) 围护墙：围护墙采用 200mm 厚混凝土空心小砌块（重度 2.36kN/m^3 ），M5 混合砂浆砌筑，双面粉刷（重度 3.6kN/m^3 ），每开间采用 $3300\text{mm} \times 2100\text{mm}$ ($b \times h$) 通长塑钢窗。

本工程采用全现浇框架结构，由于开间较小，双向板的跨度超过经济跨度不多，同时考虑使用要求，在楼面不设次梁。

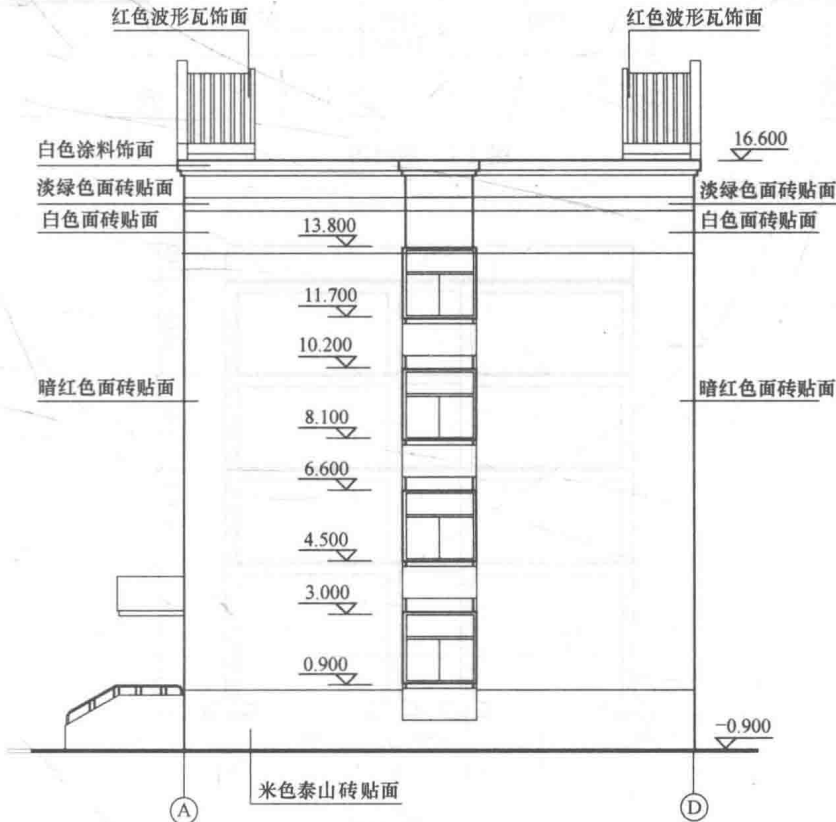


图 1-6 东立面图

