



机械工业出版社高职高专土建类“十二五”规划教材

BUILDING

建筑结构 (上册)



第2版

刘凤翰 主编

- ✓ 适应相关行业岗位考证, 有利就业
- ✓ 既有必要的基础理论, 又有实训操作内容
- ✓ 与新技术、新规范同步
- ✓ 强化识图、加强技能培训



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

免费提供
电子教案

机械工业出版社高职高专土建类“十二五”规划教材

建 筑 结 构

(上册)

第2版

主 编 刘凤翰

副主编 彭 国 李小敏

参 编(以姓氏笔画为序)

邢海霞 刘丽巧 刘保忠

祁顺彬 金 萃 魏俊亚

主 审 郭继武



机械工业出版社

本书按照高职高专建筑工程技术专业培养目标的要求,结合现行《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2011)、《钢结构设计规范》(GB 50017—2011)及《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)等编写。

全书分上、下两册,分别介绍了建筑结构设计原则、钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构、建筑结构抗震、平法识图等内容。

本书编写时,注重实用原则,对传统的建筑结构教材内容作了必要的调整,如删去了钢筋混凝土排架结构厂房、钢筋混凝土预制楼盖等内容,增加了使用非常广泛的平法识图等方面的知识。编写中删减了一些繁琐的理论推导,为了提高学生专业知识的拓展能力,保留了必要的理论知识。

本书可作为高职高专院校土建类各专业及其他成人高校相应专业的教材,也可作为相关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构.上册/刘凤翰主编.—2版.—北京:机械工业出版社,2013.9

机械工业出版社高职高专土建类“十二五”规划教材
ISBN 978-7-111-43684-3

I. ①建… II. ①刘… III. ①建筑结构—高等职业教育—教材 IV. ①TU3

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第187768号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:张荣荣 责任编辑:张荣荣 责任校对:张征
封面设计:张静 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2013年11月第2版第1次印刷

184mm×260mm·16.25印张·402千字

标准书号:ISBN 978-7-111-43684-3

定价:38.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

第2版序

近年来，随着国家经济建设的迅速发展，建设工程的发展规模不断扩大，建设速度不断加快，对建筑类具备高等职业技能的人才需求也随之不断加大。2008年，我们通过深入调查，组织了全国三十余所高职高专院校的一批优秀教师，编写出版了本套教材。

本套教材以《高等职业教育土建类专业教育标准和培养方案》为纲，编写中注重培养学生的实践能力，基础理论贯彻“实用为主、必需和够用为度”的原则，基本知识采用广而不深、点到为止的编写方法，基本技能贯穿教学的始终。在教材的编写过程中，力求文字叙述简明扼要、通俗易懂。本套教材结合了专业建设、课程建设和教学改革成果，在广泛的调查和研讨的基础上进行规划和编写，在编写中紧密结合职业要求，力争能满足高职高专教学需要并推动高职高专土建类专业的教材建设。

本套教材出版后，经过四年的教学实践和行业的迅速发展，吸收了广大师生、读者的反馈意见，并按照国家最新颁布的标准、规范进行了修订。第2版教材强调理论与实践的紧密结合，突出职业特色，实用性、实操性强，重点突出，通俗易懂，配备了教学课件，适用于高职高专院校、成人高校及二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校的土建类专业使用，也可作为相关从业人员的培训教材。

由于时间仓促，也限于我们的水平，书中疏漏甚至错误之处在所难免，殷切希望能得到专家和广大读者的指正，以便修改和完善。

本教材编审委员会

第2版前言

教育部要求高等职业教育必须增强学生职业能力的培养，本书按照高职高专建筑工程技术专业职业能力培养目标的需求，结合新规范编写。全书分上、下两册，分别介绍了建筑结构设计原则、钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构、建筑结构抗震、平法识图等内容。

本书为上册，包括绪论，建筑结构设计的基本原则，钢筋混凝土材料的主要力学性能，钢筋混凝土受弯构件承载力计算，钢筋混凝土受压构件，钢筋混凝土受拉构件，钢筋混凝土受扭构件，钢筋混凝土构件的变形与裂缝，预应力混凝土结构，钢筋混凝土楼盖、楼梯、雨篷，多层与高层钢筋混凝土结构房屋，建筑结构抗震，平法识图等内容。

本书编写时，注重实用原则，对传统的建筑结构教材内容作了必要的调整，如删去了钢筋混凝土排架结构厂房、钢筋混凝土预制楼盖等内容，删减了一些繁琐的理论推导。为便于学习，每章均包含有提要、学习重点、小结、例题、思考题、习题等内容。

本书由刘凤翰担任主编，李小敏、彭国担任副主编。本书绪论、第1章由南京交通职业技术学院刘凤翰编写；第2章由山西综合职业技术学院刘保忠编写；第4章、第7章由浙江工业职业技术学院李小敏编写；第3章由南京交通职业技术学院彭国编写；第5章由石家庄职业技术学院刘丽巧编写；第6章由山西工程职业技术学院邢海霞编写；第8章由南京交通职业技术学院祁顺彬编写；第9章由刘凤翰、彭国编写；第10章由天津城市建设学院魏俊亚编写；第11章由天津城市建设学院魏俊亚与山西工程职业技术学院金萃编写，第12章由南京交通职业技术学院彭国编写。全书由刘凤翰进行统稿，并按主审意见进行了修改和定稿。

郭继武担任本书主审，并提出了许多宝贵意见。

在本书编写过程中，我们参阅了一些公开出版和发表的文献，并得到了编者所在单位及机械工业出版社的大力支持，谨此一并致谢。

由于编者水平和经验有限，编写时间仓促，书中定有诸多不妥之处，敬请广大读者和同行专家批评指正。

编者

目 录

第2版序	
第2版前言	
绪论	1
第1章 建筑结构设计的基本原则	6
1.1 结构设计的基本要求	6
1.2 结构上的荷载与荷载效应	7
1.3 概率极限状态设计法	10
思考题与习题	12
第2章 钢筋和混凝土的力学性能	13
2.1 钢筋的力学性能	13
2.2 混凝土的力学性能	15
2.3 钢筋与混凝土之间的粘结作用	18
思考题与习题	19
第3章 钢筋混凝土受弯构件承载力计算	20
3.1 受弯构件的一般构造	20
3.2 受弯构件正截面承载力计算	26
3.3 受弯构件斜截面承载力计算	43
3.4 其他构造要求	50
思考题与习题	54
第4章 受压构件的承载力计算	56
4.1 一般构造要求	57
4.2 轴心受压构件截面承载力计算	59
4.3 偏心受压构件正截面承载力计算	65
4.4 偏心受压构件斜截面受剪承载力计算	75
思考题与习题	76
第5章 钢筋混凝土受拉构件承载力计算	77
5.1 轴心受拉构件正截面承载力计算	77
5.2 偏心受拉构件正截面受拉承载力计算	78
5.3 偏心受拉构件斜截面受剪承载力计算	80
思考题与习题	80
第6章 钢筋混凝土受扭构件承载力计算	82
6.1 概述	82
6.2 纯扭构件承载力计算	83
6.3 钢筋混凝土矩形截面剪扭和弯扭构件承载力计算	87
6.4 钢筋混凝土矩形截面弯剪扭构件的承载力计算	90
思考题与习题	94
第7章 钢筋混凝土构件的裂缝和变形验算	96
7.1 概述	96
7.2 钢筋混凝土构件裂缝宽度验算	97
7.3 钢筋混凝土受弯构件的挠度验算	101
思考题与习题	106
第8章 预应力混凝土构件	108
8.1 预应力混凝土的概念	108
8.2 预应力混凝土的施工工艺	110
8.3 预应力混凝土的材料	111
8.4 张拉控制应力与预应力损失	113
8.5 预应力混凝土构件主要构造要求	117
8.6 部分预应力混凝土和无粘结预应力混凝土概述	120
思考题与习题	123
第9章 钢筋混凝土楼盖、楼梯、雨篷	124

9.1	概述	124			
9.2	现浇单向板肋梁楼盖	126			
9.3	双向板楼盖设计	145			
9.4	楼梯、雨篷	151			
	思考题与习题	164			
第10章 多层与高层钢筋混凝土					
	结构房屋	167			
10.1	多层及高层房屋结构体系	168			
10.2	框架结构	171			
10.3	剪力墙结构	195			
10.4	框架-剪力墙结构	201			
	思考题与习题	203			
第11章 建筑结构抗震					
11.1	地震基本知识	205			
11.2	建筑抗震设防标准及				
	设防目标	206			
11.3	多高层钢筋混凝土结				
	构抗震构造知识	207			
第12章 平法识图					
12.1	平法识图概述	211			
12.2	梁平法识图	212			
12.3	柱平法识图	218			
12.4	剪力墙平法制图规则	221			
12.5	有梁楼盖平法施工图				
	制图规则	222			
12.6	楼梯平法识图	224			
12.7	梁板式筏基平法制图规则	228			
	思考题与习题	231			
附录					
	参考文献	253			

绪 论

0.1 建筑结构的概念

一只恐龙，其巨大的身体得以支撑和奔跑觅食，是缘于其巨大而精致的骨骼(图 0-1)，像许多动物一样，骨骼系统承受了动物自身的重量，并承受捕食或运动中产生的各种力。

一个雕塑，我们将其外表打开，就会发现里面有一个骨架体系(图 0-2)，这个骨架体系支承着整个雕塑，承受着雕塑的自重，雨、雪、风荷载，甚至地震作用。

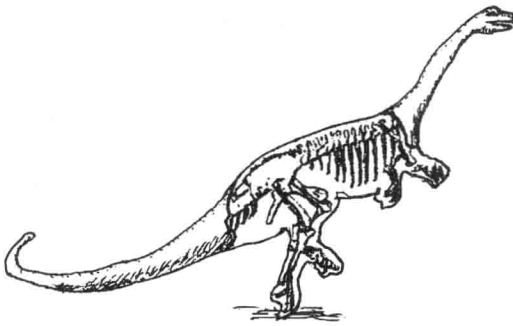


图 0-1

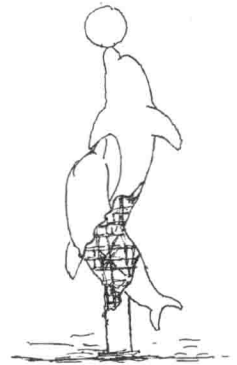


图 0-2

一幢建筑，它也像上面所说的动物或雕塑的情况一样，存在这样一个骨架(图 0-3)，该骨架能够承受和传递各种荷载和其他作用，我们称之为建筑结构。

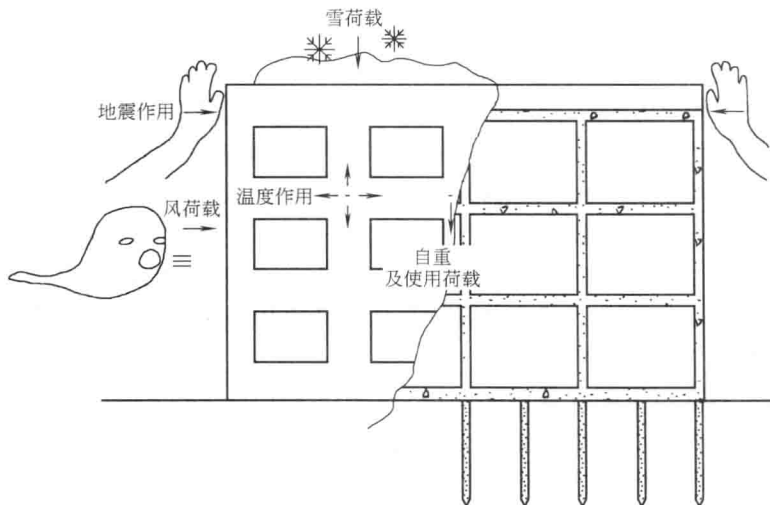


图 0-3 建筑结构所承受的荷载及作用示意图

各种荷载，包括结构自重、人群及家具设备的使用荷载，以及风荷载、雪荷载、屋面积灰荷载等。其他作用中，包括温度变化、地基不均匀沉降及地震作用等。

《建筑结构》这门课程主要是从结构承载能力和满足正常使用的角度去研究和分析建筑物，研究建筑物的结构构造原理、结构设计原理。

0.2 建筑结构的分类

0.2.1 按所用材料分类

按照承重结构所用的材料不同，建筑结构可分为混凝土结构、砌体结构、钢结构、木结构等。

1. 混凝土结构

混凝土结构包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构等。

素混凝土结构是指无筋或不配置受力钢筋的混凝土制成的结构。它主要用于受压构件。素混凝土受弯构件仅允许用于卧置地基上的情况。如图 0-4a 所示，素混凝土梁，上部受压区因混凝土抗压强度高，不易破坏，但下部受拉区因混凝土抗拉强度远低于抗压强度数值，故较小的外力时，受拉区混凝土就会达到极限承载力而产生裂缝破坏，使得整个素混凝土梁的承载能力很低。因此，素混凝土结构不能用于一般建筑物中。

钢筋混凝土结构，是利用混凝土材料与钢筋材料共同组成的混凝土结构。混凝土的抗压强度高耐久性好，钢筋的抗拉强度高，两者共同工作，大大地提高了结构的性能，故在建筑结构中应用十分广泛。如图 0-4b 所示，钢筋混凝土梁，与素混凝土梁不同的是，在梁下部受拉区配置钢筋，受拉区的拉力则由抗拉强度极高的钢筋来承担，上部受压区仍由抗压强度较高的混凝土来承担，这样，相对于素混凝土梁，承载能力大大地提高了。

预应力混凝土结构，是在钢筋混凝土结构的基础上产生和发展而来的一种新工艺结构，它是由配置受力的预应力钢筋通过张拉或其他方式建立预加应力的混凝土制成的结构。这种结构具有抗裂性能好，变形小，能充分发挥高强混凝土和高强度钢筋性能的特点，在一些较大跨度的结构中有较广泛的应用。

混凝土结构，具有以下优点：

混凝土结构，具有以下的优点：

(1) 承载力高。相对于砌体结构等，承载力较高。

(2) 耐久性好。混凝土材料的耐久性好，钢筋被包裹在混凝土中，正常情况下，它可以保持长期不被锈蚀。

(3) 可模性好。可根据工程需要，浇筑成各种形状的结构或结构构件。

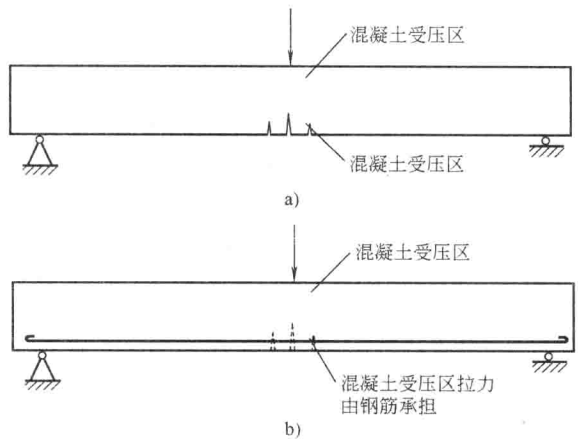


图 0-4 素混凝土梁和钢筋混凝土梁受力破坏示意图

(4) 耐火性好。混凝土材料耐火性能是比较好的，而钢筋在混凝土保护层的保护下，在发生火灾后的一定时间内，不致很快达到软化温度而导致结构破坏。

(5) 可就地取材。混凝土结构用量最多是砂石材料，可就地取材。

(6) 抗震性能好。钢筋混凝土结构因为整体性好，具有一定的延性，故其抗震性能也较好。

混凝土结构除具有上述优点外，也还存在着一些缺点，如自重大、抗裂能力差、现浇时耗费模板多、工期长等。

2. 砌体结构

砌体结构是指用块材通过砂浆砌筑而成的结构，块材包括普通粘土砖、承重粘土空心砖、硅酸盐砖、混凝土中小型砌块、粉煤灰中小型砌块或料石和毛石等。

砌体结构有就地取材、造价低廉、耐火性能好以及施工方法简易等优点，在多层建筑中广为应用。

砌体结构除具有上述一些优点外，还存在着自重大、强度低、抗震性能差等缺点。

3. 钢结构

钢结构是由钢材制成的结构。它具有强度高、自重轻、材质均匀，以及制作简单、运输方便等优点。在现代建筑中得到了较为广泛的应用，特别是应用于大跨度结构的屋盖、工业厂房、高层建筑、高耸结构等。如大跨度的体育场馆的屋盖，几乎都是钢结构的，如北京的奥运场馆“水立方”、“鸟巢”以及其他的场馆。现代的高层建筑中使用钢结构也非常普遍，如中国中央电视台的新台址、上海的金茂大厦等。工业厂房中，采用钢结构的比例也很大。

钢结构的主要缺点是，容易锈蚀、维修费用高、耐火性能差等。

4. 木结构

木结构是指采用木材制成的结构。在古代，木结构应用得十分广泛。木结构有价格高、易燃、易腐蚀和结构变形大等缺点，在现代建筑中应用很少，仅在一些仿古建筑或对古建筑的维修中少量应用。

本套《建筑结构》教材的内容，主要是按以上四种结构来分别讲解的。

0.2.2 按承重结构类型分类

1. 砖混结构

砖混结构是指由砌体结构构件和其他材料制成的构件所组成的结构。例如，许多多层住宅、宿舍等建筑，承重墙体采用砖砌体，水平承重构件，如梁和楼板等采用钢筋混凝土结构构件，故都属于砖混结构。

砖混结构具有就地取材、施工方便、造价低等优点，也有整体性相对弱、抗震性能低等缺点，多用于层数较少、房间尺寸相对较小的住宅、旅馆、办公楼等建筑中。

2. 框架结构

框架结构是由纵梁、横梁和柱组成的结构。框架结构整体性好，抗震性能较好，因墙体为非承重墙，后砌筑，故房间分隔布置灵活。框架结构在需要较大空间的商场、工业生产车间、礼堂、食堂等建筑广泛应用，也常用于住宅、办公楼、医院、学校等建筑。

3. 框架-剪力墙结构

随着建筑物高度的增加，由风荷载及地震作用产生的内力和侧移将越来越大，为了使结

构具有足够的抗剪能力和侧向刚度，在框架结构的适当位置，设置一定数量的钢筋混凝土墙，即剪力墙，剪力墙可大大提高结构的侧向刚度，并承担大部分的剪力。这种由框架和剪力墙构成的结构称为框架-剪力墙结构。

4. 剪力墙结构

建筑物的纵横墙均用钢筋混凝土建造，形成剪力墙结构。这种结构侧向刚度将大大提高，所以剪力墙结构适用于更高的高层建筑，特别是墙体较多的高层住宅或宾馆，采用剪力墙结构就更为广泛。

5. 筒体结构

筒体结构，可以认为是剪力墙结构的一种特例，钢筋混凝土剪力墙围成了筒状，使得建筑物的整体刚度更强。有时，筒体的内部还有一层钢筋混凝土墙筒体，称之为筒中筒结构。

筒体结构适用于更高的高层建筑。

6. 大跨度结构

一些大型场馆，如体育馆、车站候车大厅等建筑，需要大跨度大空间，为了减轻屋盖的自重，常采用网架结构、悬索结构、薄壳结构等。

0.3 建筑结构课程的学习方法

《建筑结构》是建筑工程技术专业的一门重要的专业课程，学好这门课对学习其他课程以及以后的工作具有重要意义。这门课程既有较强的理论性，又有较强的实践性，学习时要注意把握好以下学习方法：

1. 在理解的基础上学习

本课程主要讲解设计原理与构造原理，学习中要侧重理解，在理解的基础上，才能较好地掌握与记住一些基本知识，才能真正提高解决实际问题的能力。

2. 善于抓住重点

对于设计原理，应重点掌握基本构件的计算方法，如混凝土结构，重点学好受弯构件的计算，为学好钢筋混凝土梁、板、楼梯、雨篷、基础的计算打好基础。一些构造原理，侧重于记忆与掌握一些基本构造要求，更多的构造要求方面的知识，做到有所了解，需用时，会去查找。

3. 注重理论联系实践

一方面，一些计算或设计，要多动手练习。另一方面，有目的地去施工现场参观，增加感性认识，对学好本门课程具重要作用。

4. 注重与其他课程的联系

本课程与其他专业课程有着十分紧密的联系，学习中应予以重视。在本课程学习与其他专业课程学习中，多结合思考。

5. 多参阅相关的资料

多参阅相关图集、规范。《建筑结构》教材的编写一个重要依据就是国家现行规范，一些主要结构构造原理，也会集中体现在一些常用图集中，图集与规范也是以后工作中使用的重要工具。学习中多参阅这方面的资料，对学好本门课程以及为以后工作打下基础都具有重要意义。

思考题与习题

1. 什么是建筑结构？
2. 建筑结构按所用材料可分哪些类？各有哪些特点？
3. 建筑结构按承重结构类型可分哪些类？各有哪些特点？

第 1 章 建筑结构设计的基本原则

本章提要

本章介绍建筑结构概率极限状态设计法的基本知识。

本章要点

1. 掌握极限状态的相关基本概念
2. 掌握荷载的分类、荷载代表值的概念及其确定方法
3. 掌握概率极限状态设计法的方法要点

1.1 结构设计的基本要求

1.1.1 结构的功能要求

任何结构在规定的时间内，在正常情况下均应满足预定功能的要求，这些要求是：

1. 安全性

建筑结构在正常施工和使用条件下，应能承受可能出现的各种荷载或其他作用。在一些偶然事件，如地震发生时，虽有局部损坏，但应能保持整体稳定，不倒塌。

2. 适用性

建筑结构除了保证安全性外，还应保证正常使用的功能不受影响，如结构不应产生过大的变形、裂缝或振动等。

3. 耐久性

建筑结构在正常使用、维护的情况下应具有足够的耐久性。如钢筋混凝土结构的钢筋保护层过小，造成钢筋锈蚀，或混凝土材料的耐久性差，造成混凝土冻融破坏等，从而影响了建筑物的使用年限。

1.1.2 结构功能的极限状态

结构或结构的一部分在承载能力、变形、裂缝、稳定等方面超过某一特定状态，以致不能满足设计规定的某一功能要求时，这一特定状态就称为结构在该功能方面的极限状态。

结构功能的极限状态可分为承载能力极限状态和正常使用极限状态两类。

1. 承载能力极限状态

承载能力极限状态对应于结构或结构构件达到了最大承载能力，或产生了不适于继续承载的过大变形。当结构或结构构件出现了下列状态之一时，即认为超过了承载能力极限状态：

- (1) 整个结构或结构的一部分作为刚体失去平衡。

- (2) 结构构件或其连接因超过材料强度而破坏。
- (3) 结构转变为机动体系。
- (4) 结构或构件丧失稳定。

超过承载能力极限状态，结构的安全性就得不到保证，所以要严格控制出现承载能力极限状态的概率。

2. 正常使用极限状态

正常使用极限状态是对应于结构或结构构件达到正常使用或耐久性能的某项规定限值。当结构或构件出现了下列状态之一时，即认为结构或结构构件超过了正常使用极限状态：

- (1) 影响正常使用(包括影响美观)的变形。
- (2) 影响正常使用或耐久性能的局部损坏。
- (3) 影响正常使用的振动。
- (4) 影响正常使用的其他特定状态。

控制出现正常使用极限状态的概率，就是为了保证结构或构件的适用性与耐久性。

1.2 结构上的荷载与荷载效应

建筑结构承受和传递各种荷载和其他作用，本节主要讨论各种与荷载相关的概念。

1.2.1 荷载的分类

结构上的荷载，通常按随时间的变异分类，可分为：

- (1) 永久荷载。在结构使用期间，数值不随时间变化或变化值相对于平均值可以忽略不计的荷载。结构自重、土压力等均为永久荷载。永久荷载也称恒载。
- (2) 可变荷载。在结构使用期间，数值随时间变化，且变化值相对于平均值不可忽略的荷载。楼面活荷载、风荷载、雪荷载、吊车荷载等均为可变荷载。可变荷载也称活荷载或活载。
- (3) 偶然荷载。在结构使用期间内出现的机率较小，但其一旦出现，其量值很大、持续时间很短，如地震力、爆炸力等。

1.2.2 荷载的代表值

在结构设计时，应根据不同的设计要求采用不同的荷载数值，称为代表值。《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)，以下简称《荷载规范》，给出了几种代表值：标准值、组合值、频遇值、准永久值。分别介绍如下：

1. 荷载标准值

荷载的标准值是指荷载正常情况下可能出现的最大值。各种荷载标准值是建筑结构设计时采用的基本代表值。

- (1) 永久荷载(恒载)标准值。结构自重为永久荷载值，由于离散性不大，可按结构构件的设计尺寸与材料重力密度(单位体积自重)的乘积确定。表 1-1 例举了几种常用材料的自重。

表 1-1 几种常用材料的自重

名 称	自重/(kN/m ³)	名 称	自重/(kN/m ³)
素混凝土	22~24	石灰砂浆、混合砂浆	17
钢筋混凝土	24~25	普通砖砌体	18~19
水泥砂浆	20		

(2) 可变荷载标准值。可变荷载标准值的确定相对较复杂, 根据调查、统计和分析, 《荷载规范》给出了各种可变荷载的标准值。表 1-2 列出了部分民用建筑楼面活荷载标准值。

表 1-2 民用建筑楼面均布活荷载标准值及其组合值、
频遇值和准永久值系数

项次	类 别		标准值 /(kN/m ²)	组合值系 数 ψ_c	频遇值系 数 ψ_f	准永久值 系数 ψ_q	
1	(1) 住宅、宿舍、旅馆、办公楼、医院病房、托儿所、幼儿园		2.0	0.7	0.5	0.4	
	(2) 试验室、阅览室、会议室、医院门诊室		2.0	0.7	0.6	0.5	
2	教室、食堂、餐厅、一般资料档案室		2.5	0.7	0.6	0.5	
3	(1) 礼堂、剧场、影院、有固定座位的看台		3.0	0.7	0.5	0.3	
	(2) 公共洗衣房		3.0	0.7	0.6	0.5	
4	(1) 商店、展览厅、车站、港口、机场大厅及其旅客等候室		3.5	0.7	0.6	0.5	
	(2) 无固定座位的看台		3.5	0.7	0.5	0.3	
5	(1) 健身房、演出舞台		4.0	0.7	0.6	0.5	
	(2) 运动场、舞厅		4.0	0.7	0.6	0.3	
6	(1) 书库、档案库、贮藏室		5.0	0.9	0.9	0.8	
	(2) 密集柜书库		12.0	0.9	0.9	0.8	
7	通风机房、电梯机房		7.0	0.9	0.9	0.8	
8	汽车通道 及客车 停车库	(1) 单向板楼盖(板跨不小于2m)和双向板楼盖(板跨不小于3m×3m)	客车	4.0	0.7	0.7	0.6
			消防车	35.0	0.7	0.5	0.0
		(2) 双向板楼盖(板跨不小于6m×6m)和无梁楼盖(柱网不小于6m×6m)	客车	2.5	0.7	0.7	0.6
			消防车	20.0	0.7	0.5	0.0
9	厨房	(1) 餐厅	4.0	0.7	0.7	0.7	
		(2) 其他	2.0	0.7	0.6	0.5	
10	浴室、卫生间、盥洗室		2.5	0.7	0.6	0.5	
11	走廊、 门厅	(1) 宿舍、旅馆、医院病房、托儿所、幼儿园、住宅	2.0	0.7	0.5	0.4	
		(2) 办公楼、餐厅、医院、门诊部	2.5	0.7	0.6	0.5	
		(3) 教学楼及其他可能出现人员密集的情况	3.5	0.7	0.5	0.3	

(续)

项次	类别		标准值 (kN/m ²)	组合值系 数 ψ_c	频遇值系 数 ψ_f	准永久值 系数 ψ_q
12	楼梯	(1) 多层住宅	2.0	0.7	0.5	0.4
		(2) 其他	3.5	0.7	0.5	0.3
13	阳台	(1) 可能出现人员密集的情况	3.5	0.7	0.6	0.5
		(2) 其他	2.5	0.7	0.6	0.5

- 注：1. 本表所给各项活荷载适用于一般使用条件，当使用荷载较大、情况特殊或有专门要求时，应按实际情况采用。
2. 第6项书库活荷载当书架高度大于2m时，书库活荷载尚应按每米书架高度不小于2.5kN/m²确定。
3. 第8项中的客车活荷载只适用于停放载人少于9人的客车；消防车活荷载是适用于满载总重为300kN的大型车辆；当不符合本表的要求时，应将车轮的局部荷载按结构效应的等效原则，换算为等效均布荷载。
4. 第8项消防车活荷载，当双向板楼盖板跨介于3m×3m~6m×6m之间时，应按跨度线性插值确定。
5. 第12项楼梯活荷载，对预制楼梯踏步平板，尚应按1.5kN集中荷载验算。
6. 本表各项荷载不包括隔墙自重和二次装修荷载。对固定隔墙的自重应按恒荷载考虑，当隔墙位置可灵活自由布置时，非固定隔墙的自重应取不小于1/3的每延米长墙重(kN/m)作为楼面活荷载的附加值(kN/m²)计入，附加值不小于1.0kN/m²。

2. 可变荷载的组合值

当考虑两种或两种以上可变荷载在结构上同时作用时，由于所有荷载同时达到其单独出现的最大值的的可能性极小，因此，除主导荷载(产生荷载效应最大的荷载)仍以其标准值作为代表值外，对其他伴随的可变荷载应取小于其标准值的组合值为其代表值。可变荷载的组合值采用组合值系数 ψ_c 乘以相应的可变荷载的标准值：

$$Q_c = \psi_c Q_k \quad (1-1)$$

3. 可变荷载的频遇值

可变荷载的频遇值是针对结构上偶尔出现的较大荷载，这类荷载相对于设计基准期(50年)具有较短的持续时间或较少的发生次数的特性，从而对结构的破坏性有所减弱，可变荷载的频遇值采用频遇值系数 ψ_f 乘以可变荷载的标准值：

$$Q_f = \psi_f Q_k \quad (1-2)$$

4. 可变荷载的准永久值

在进行结构构件变形和裂缝验算时，要考虑荷载长期作用对构件刚度和裂缝的影响。永久荷载长期作用在结构上，故取荷载标准值。可变荷载不像永久荷载那样，在设计基准期内全部作用在结构上，因此，在考虑荷载长期作用时，可变荷载不能取其标准值，而只能取在设计基准期内经常作用在结构上的那部分荷载。它对结构的影响类似于永久荷载，这部分荷载就称为荷载的准永久值。可变荷载准永久值采用准永久值系数 ψ_q 乘以相应的可变荷载的标准值：

$$Q_q = \psi_q Q_k \quad (1-3)$$

1.2.3 荷载效应

荷载作用在结构上，产生的内力(如弯矩、剪力和轴力等)及变形(如挠度、裂缝等)统称为荷载效应。

若荷载记作 Q ，荷载效应记作 S ，则 $S = CQ$ ， C 称为荷载效应系数。

如简支梁跨度为 l ，所受均布荷载为 q ，则跨中最大弯矩和支座最大剪力分别为 $M_{\max} = \frac{1}{8}ql^2$ 、 $V_{\max} = \frac{1}{2}ql$ ，则 M 、 V 都是荷载效应，它们对应的荷载效应系数分别为 $\frac{1}{8}l^2$ 、 $\frac{1}{2}l$ 。

1.3 概率极限状态设计法

1.3.1 概率极限状态设计法的概念

结构的极限状态分为承载能力极限状态和正常使用极限状态。在进行结构设计时，应对不同的极限状态，根据结构的特点和使用要求给出具体的极限状态限值，以作为结构设计的依据。这种以相应于结构各种功能要求的极限状态作为结构设计依据的设计方法，就称为“极限状态设计法”。

荷载产生的荷载效应为 S_d ，结构抵抗或承受荷载效应的能力称结构抗力，记作 R_d ，则：

$S_d < R_d$ ，表示结构满足功能要求，处于可靠状态；

$S_d > R_d$ ，表示结构不满足功能要求，处于失效状态；

$S_d = R_d$ ，表示结构处于极限状态。

应当指出，由于决定荷载效应 S_d 的荷载，以及决定结构抗力 R_d 的材料强度和构件尺寸都不是定值，而是随机变量，故 S_d 和 R_d 亦为随机变量。因此，在结构设计中，保证结构绝对安全可靠，即 $S_d < R_d$ 是办不到的，而只能做到大多数情况下结构处于 $S_d < R_d$ 的可靠状态。从概率的观点来看，只要结构处于 $S_d > R_d$ 失效状态的失效概率足够小，我们就可以认为结构是可靠的。

概率极限状态设计法，就是通过控制结构达到极限状态的概率，即控制失效概率的设计方法。

1.3.2 极限状态实用设计表达式

1. 按承载能力极限状态实用设计表达式

当结构上同时作用有多种可变荷载时，需要考虑荷载效应组合的问题。荷载效应组合是指对所有可能同时出现的各种荷载进行组合。在不同的荷载组合产生的荷载效应值中，应取对结构构件产生最不利的一组进行计算。荷载效应组合分为基本组合与偶然组合两种情况。

基本组合与偶然组合均采用以下设计表达式设计：

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (1-4)$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数，对安全等级为一级、二级、三级的结构构件，应分别取 1.1、1.0、0.9；

S_d ——荷载效应组合的设计值；

R_d ——结构构件抗力的设计值。

(1) 对于基本组合，荷载效应组合的设计值 S_d 应从以下两列组合中取最不利值确定：

1) 由可变荷载效应控制的组合：

$$S_d = \sum_{j=1}^m \gamma_{Cj} S_{Cjk} + \gamma_{Q1} \gamma_{L1} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \gamma_{Li} \psi_{ei} S_{Qik} \quad (1-5)$$