



面向 21 世纪课程教材



普通高等教育“十一·五”国家级规划教材

高校土木工程  
专业指导委员会规划推荐教材

# 混凝土结构

中册

## 混凝土结构与砌体结构设计

(第四版)

东南大学 同济大学 天津大学 合编  
清华大学 主审

中国建筑工业出版社

面向 21 世纪 课 程 教 材

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

# 混 凝 土 结 构

中册 混凝土结构与砌体结构设计

(第四版)

东南大学	程文瀾	
同济大学	颜德姮	主编
天津大学	王铁成	
清华大学	江见鲸	主审

中 国 建 筑 工 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土结构. 中册, 混凝土结构与砌体结构设计/东南大学, 同济大学, 天津大学合编. —4 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2008

面向 21 世纪课程教材. 普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

ISBN 978-7-112-10127-6

I. 混… II. ①东…②同…③天… III. ①混凝土结构-结构设计-高等学校-教材②砌块结构-结构设计-高等学校-教材  
IV. TU37

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 113259 号

面向 21 世纪课程教材  
普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

混凝土结构

中册 混凝土结构与砌体结构设计

(第四版)

东南大学 程文灏  
同济大学 颜德姮 主编  
天津大学 王铁成  
清华大学 江见鲸 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

北京红光制版公司制版

世界知识印刷厂印刷

\*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 28½ 字数: 572 千字

2008 年 11 月第四版 2008 年 11 月第十次印刷

定价: 45.00 元

ISBN 978-7-112-10127-6

(16930)

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)

本教材分为上、中、下三册。此次修订全面参照最新的国家规范和标准对全书内容进行了梳理、充实和重新编排,使本教材能更好地适应当前混凝土结构课程教学发展的需要。上册混凝土结构设计原理,主要讲述基本理论和基本构件;中册混凝土结构与砌体结构设计,主要讲述楼盖、单层厂房、多层框架、高层建筑;下册为混凝土公路桥设计。

中册共分6章,主要结合《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)、《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ3—2002)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)编写,内容包括:混凝土结构设计的一般原则和方法、楼盖、单层厂房、多层框架结构、高层建筑结构、砌体结构等。

本教材可作为高校土木工程专业教材,也可供从事混凝土结构设计、制作、施工等工程技术人员参考。

\* \* \*

责任编辑:朱首明 王 跃 吉万旺

责任设计:赵明霞

责任校对:孟 楠 王金珠

## 第四版前言

这本《混凝土结构》教材主要是供土木工程专业中主修建筑工程，选修桥梁工程的大学学生用的。全书有上、中、下三册。上册为《混凝土结构设计原理》，包括绪论、材性、弯、剪、压、拉、扭、变形裂缝和预应力等9章；中册为《混凝土结构与砌体结构设计》，包括设计原则和方法、楼盖、单厂、多层框架、高层和砌体结构等6章；下册为《混凝土公路桥设计》，包括总体设计、设计原理、梁式桥、拱式桥和墩台设计等5章。

这本教材是教育部确定的普通高等教育“十一五”国家级规划教材，同时也被住房和城乡建设部评为普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材。2007年底，高校土木工程专业指导委员会对“混凝土结构基本原理”和“土力学”两门课程的教材组织了推荐评审工作，本教材的上册被评为住房和城乡建设部高等学校土木工程专业指导委员会“十一五”推荐教材。

本教材是在原有的第三版基础上进行修订的。这次修订的主要内容是把原来上册第3章计算方法的内容都移到现在的中册第10章设计原则和方法中去，并把原来分散在楼盖和单厂中的楼面竖向荷载、风、雪荷载等内容也归并到第10章中；在上册中删去双偏压，增加型钢混凝土柱和钢管混凝土柱简介；在中册高层中突出剪力墙，并把它单独列为一节；在例题和习题中的受力钢筋大多改为HRB400级钢筋。

本教材的重点内容是，受弯构件的正截面受弯承载力、矩形截面偏压构件的正截面承载力计算、单向板肋形楼盖、单跨排架计算、多层框架的近似计算、剪力墙和梁式桥。本教材的难点内容是，保证受弯构件斜截面受弯承载力的构造措施、矩形截面小偏心受压构件的正截面承载力计算、钢筋混凝土超静定结构的内力重分布、排架柱和框架梁、柱控制截面的内力组合。教学中应突出重点内容，讲清难点内容。

编写本教材第四版的分工如下：上册主编程文灏、王铁成、颜德姮；中册主编：程文灏、颜德姮、王铁成；下册主编：程文灏、叶见曙、颜德姮、王铁成。江见鲸担任全书的主审。参加编写的有：王铁成（第1、2、3、10章）、顾蕙若（第4章）、李砚波（第5、6章）、康谷贻（第3、5、6、7章）；高莲娣（第9章）、颜德姮（第9章）、程文灏（第3、8、12、14、15章）、邱洪兴（第11章）、张建荣（第13、14章）、戴国亮（第15章）、叶见曙（第16、17、18章）、安琳（第18章）、张秀娟（第19章）、吴文清（第20章）。东南大学蒋永生教

授因病逝世，在此对他以前为本书所做的工作表示感谢。

为满足广大读者的要求，我们按本教材上册和中册的内容，由程文灏担任主编，编写了《混凝土结构学习辅导与习题精解》，已由中国建筑工业出版社出版，供大家学习时参考。

限于水平，不妥的地方一定很多，欢迎批评指正。

编者

2008年2月

## 第三版前言

为了写好这本普通高等教育“十五”国家级规划教材，我们做了一些调查研究工作，得到以下三点认识：（1）这本教材主要是供土木工程专业中主修建筑工程，选修桥梁工程的本科大学生学习混凝土结构、砌体结构和桥梁工程课程用的教科书；（2）要切实贯彻“少而精”原则，减少和精练教材内容；（3）避免错误，并减轻学生的经济负担。为此，我们在本教材的第三版中做了以下工作：

1. 调整书的结构，全书仍分为上、中、下三册。上册为混凝土结构设计原理，把原来的第11章混凝土结构按《公路桥规》的设计原理及其在附录中的有关内容放到下册中去。中册为混凝土结构与砌体结构设计，有五章：楼盖、单层厂房、多层框架结构、高层建筑结构、砌体结构。下册为混凝土桥梁设计，有五章：公路混凝土桥总体设计、公路混凝土桥设计原理、混凝土梁式桥、混凝土拱式桥、桥梁墩台设计，是按新修订的《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTGD 62—2004)编写的。

2. 不再讲述我国工程中已经不用或用得很少的结构和构件，例如单层厂房中的混凝土屋盖和先张法预应力混凝土受弯构件等。对于那些尚待商榷的内容则仍给予保留，例如钢筋混凝土基础和双向偏心受压构件正截面承载力的计算等。

3. 认真地修改了原有的内容，使其进一步完善。

编写本教材第三版的老师如下：上册主编：程文灏、王铁成、颜德姮；中册主编：程文灏、颜德姮、王铁成；下册主编：程文灏、叶见曙、颜德姮、王铁成。参加编写的有：王铁成（第1、2、3章）、杨建江（第4、8章）、顾蕙若（第5章）、李硕波（第6、7章）、康谷贻（第6、7、8章）、蒋永生（第9、15章）、高莲娣（第10章）、颜德姮（第10章）、叶见曙（第16、17、18章）、程文灏（第4、12、17章）、邱洪兴（第11章）、曹双寅（第12章）、张建荣（第13、14章）、戴国亮（第15章）、吴文清（第20章）、安琳、张娟秀（第18、19章）。全书主审：江见鲸。天津大学陈云霞和东南大学陆莲娣两位教授因退休，没有再参加编写工作，在此向她们表示衷心的感谢。

此外，为满足广大读者的要求，我们已按本教材上册和中册的内容编写了《混凝土结构学习辅导与习题精解》，由中国建筑工业出版社出版，供大家学习时参考。

限于水平，不妥的地方一定很多，欢迎批评指正。

编者

2004年6月

# 第一版前言

本教材是教育部、建设部共同确定的“十五”国家级重点教材，也是我国土木工程专业指导委员会推荐的面向 21 世纪的教材。

本教材是根据全国高校土木工程专业指导委员会审定通过的教学大纲编写的，分上、中、下册，上册为《混凝土结构设计原理》，属专业基础课教材，主要讲述基本理论和基本构件；中册为《混凝土建筑结构设计》，属专业课教材，主要讲述楼盖、单层厂房、多层框架、高层建筑；下册为《混凝土桥梁设计》，也属专业课教材，主要讲述公路桥梁的设计。

编写本教材时，注意了以教学为主，少而精；突出重点、讲清难点，在讲述基本原理和概念的基础上，结合规范和工程实际；注意与其他课程和教材的衔接与综合应用；体现国内外先进的科学技术成果；有一定数量的例题，每章都有思考题，除第 1 章外，每章都有习题。

本教材的编写人员都具有丰富的教学经验，上册主编：程文灏、康谷贻、颜德姮；中、下册主编：程文灏、颜德姮、康谷贻。参加编写的有：王铁成（第 1、2、3 章）、陈云霞（第 1、2 章）、杨建江（第 4、8 章）、顾蕙若（第 5 章）、李砚波（第 6、7 章）、康谷贻（第 6、7、8 章）、蒋永生（第 9 章）、高莲娣（第 10 章）、颜德姮（第 10 章）、叶见曙（第 11、16 章）、程文灏（第 11、13 章）、邱洪兴（第 12 章）、曹双寅（第 13 章）、张建荣（第 14、15 章）、陆莲娣（第 16 章）、朱征平（第 16 章）。全书主审：江见鲸。

原三校合编，清华大学主审，中国建筑工业出版社出版的高等学校推荐教材《混凝土结构》（建筑工程专业用），1995 年荣获建设部教材一等奖。本教材是在此基础上全面改编而成的，其中，第 11 章是按东南大学叶见曙教授主编的高等学校教材《结构设计原理》中的部分内容改编的。

本教材已有近 30 年的历史，在历届专业指导委员会的指导下，四校的领导 and 教师紧密合作，投入很多精力进行了三次编写。在此，特向陈肇元、沈祖炎、江见鲸、蒋永生等教授及资深前辈：吉金标、蒋大骅、丁大钧、滕智明、车宏亚、屠成松、范家骥、袁必果、童启明、黄兴棣、赖国麟、储彭年、曹祖同、于庆荣、姚崇德、张仁爱、戴自强等教授，向中国建筑科学研究院白生翔教授、清华大学叶列平教授，向给予帮助和支持的兄弟院校，向中国建筑工业出版社的



领导及有关编辑等表示深深的敬意和感谢。

限于水平，本教材中有不妥之处，请批评指正。

编者  
2000年10月

# 第一版前言

（此处为前言正文内容，因图像模糊，文字难以辨认，故省略具体内容）

# 目 录

<b>第 10 章 混凝土结构设计的一般原则和方法</b> .....	1
§ 10.1 建筑结构设计的一般原则 .....	1
§ 10.2 建筑结构荷载 .....	3
§ 10.3 结构的功能要求和极限状态 .....	10
§ 10.4 按近似概率的极限状态设计法 .....	13
§ 10.5 实用设计表达式 .....	16
思考题 .....	25
<b>第 11 章 楼盖</b> .....	27
§ 11.1 概述 .....	27
§ 11.2 现浇单向板肋梁楼盖 .....	29
§ 11.3 双向板肋梁楼盖 .....	65
§ 11.4 无梁楼盖 .....	81
§ 11.5 装配式楼盖 .....	89
§ 11.6 楼梯与雨篷 .....	93
思考题 .....	102
习题 .....	105
<b>第 12 章 单层厂房</b> .....	107
§ 12.1 单层厂房的结构形式、结构组成和结构布置 .....	107
§ 12.2 排架计算 .....	118
§ 12.3 单层厂房柱 .....	144
§ 12.4 柱下独立基础 .....	154
§ 12.5 吊车梁 .....	166
思考题 .....	171
习题 .....	171
<b>第 13 章 多层框架结构</b> .....	173
§ 13.1 多层框架结构的组成与布置 .....	173
§ 13.2 框架结构内力与水平位移的近似计算方法 .....	179
§ 13.3 多层框架内力组合 .....	191
§ 13.4 无抗震设防要求时框架结构构件设计 .....	194
§ 13.5 多层框架结构基础 .....	199

§ 13.6 现浇混凝土多层框架结构设计示例 .....	208
思考题 .....	225
习题 .....	225
<b>第14章 高层建筑结构</b> .....	227
§ 14.1 概述 .....	227
§ 14.2 高层建筑结构体系与布置原则 .....	232
§ 14.3 高层建筑结构上的作用 .....	243
§ 14.4 剪力墙构件 .....	247
§ 14.5 剪力墙结构 .....	272
§ 14.6 框架—剪力墙结构 .....	280
§ 14.7 筒体结构 .....	299
思考题 .....	312
习题 .....	313
<b>第15章 砌体结构设计</b> .....	314
§ 15.1 概述 .....	314
§ 15.2 块体与砂浆的种类和强度等级 .....	314
§ 15.3 砌体结构的设计方法与砌体的强度设计值 .....	318
§ 15.4 砌体结构构件的承载力 .....	325
§ 15.5 混合结构房屋的砌体结构设计 .....	350
§ 15.6 墙体的设计计算 .....	361
§ 15.7 圈梁、过梁、挑梁和墙梁的设计 .....	374
§ 15.8 墙、柱的一般构造要求与防止墙体裂缝的措施 .....	392
思考题 .....	394
习题 .....	396
<b>附录5 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</b> .....	401
<b>附录6 等截面等跨连续梁在常用荷载作用下的内力系数表</b> .....	402
附表 6-1 两跨梁 .....	402
附表 6-2 三跨梁 .....	403
附表 6-3 四跨梁 .....	405
附表 6-4 五跨梁 .....	408
<b>附录7 双向板弯矩、挠度计算系数</b> .....	412
附表 7-1 四边简支 .....	412
附表 7-2 三边简支一边固定 .....	413
附表 7-3 对边简支、对边固定 .....	414
附表 7-4 四边固定 .....	414

附表 7-5 邻边简支、邻边固定 .....	415
附表 7-6 三边固定、一边简支 .....	415
附录 8 钢筋混凝土结构伸缩缝最大间距 (m) .....	417
附录 9 单阶柱柱顶反力与水平位移系数值 .....	418
附录 10 规则框架承受均布及倒三角形分布水平力作用时反弯点的高度比 .....	423
附表 10-1 规则框架承受均布水平力作用时标准反弯点的高度比 $y_0$ 值 .....	423
附表 10-2 规则框架承受倒三角形分布水平力作用时标准反弯点的高度比 $y_0$ 值 .....	425
附表 10-3 上下层横梁线刚度比对 $y_0$ 的修正值 $y_1$ .....	427
附表 10-4 上下层高变化对 $y_0$ 的修正值 $y_2$ 和 $y_3$ .....	427
附录 11 《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001) 的有关规定 .....	429
附表 11-1 砌体的弹性模量 .....	429
附表 11-2 砌体的线膨胀系数和收缩率 .....	429
附表 11-3 摩擦系数 .....	429
附表 11-4 烧结普通砖和烧结多孔砖砌体的抗压强度设计值 .....	430
附表 11-5 蒸压灰砂砖和蒸压粉煤灰砖砌体的抗压强度设计值 .....	430
附表 11-6 单排孔混凝土和轻骨料混凝土砌块砌体的抗压强度设计值 .....	430
附表 11-7 轻骨料混凝土砌块砌体的抗压强度设计值 .....	430
附表 11-8 毛料石砌体的抗压强度设计值 .....	431
附表 11-9 毛石砌体的抗压强度设计值 .....	431
附表 11-10 沿砌体灰缝截面破坏时砌体的轴心抗拉强度设计值、弯曲抗拉强度设计值和抗剪强度设计值 .....	431
附表 11-11 影响系数 $\varphi$ .....	432
附表 11-12 网状配筋砖砌体轴向力影响系数 $\varphi_h$ .....	434
附表 11-13 组合砖砌体构件的稳定系数 $\varphi_{com}$ .....	435
附录 12 电动桥式起重机基本参数	
5~50/5t 一般用途电动桥式起重机基本参数和尺寸系列 (ZQ1-62) .....	436

# 第10章 混凝土结构设计的一般原则和方法

## § 10.1 建筑结构设计的一般原则

### 10.1.1 建筑结构的组成和类型

建筑结构是建筑物的受力主体，以室外地面为界，分为上部结构和下部结构两部分。

上部结构由水平结构体系和竖向结构体系组成。水平结构体系是指各层的楼盖和顶层的屋盖。它们一方面承受楼、屋面的竖向荷载，并把竖向荷载传递给竖向结构体系；另一方面把作用在各层处的水平力传递和分配给竖向结构体系。竖向结构体系的作用是，承受由楼、屋盖传来的竖向力和水平力并将其传给下部结构。由于结构物抵抗侧向力的能力是十分重要的，特别是高层建筑和有抗震设防要求的建筑物更是如此，而这种能力主要是由竖向结构体系提供的，所以常把竖向结构体系称为抗侧力结构体系。

下部结构主要由地下室和基础等组成，其主要作用是把上部结构传来的力可靠地传给天然地基或人工地基。

建筑物的结构类型通常是以上部结构的结构类型来命名的。

按结构材料，结构类型可分为砌体结构、混凝土结构、钢结构、组合结构和混合结构等。组合结构指的是结构构件由共同工作的两种或两种以上结构材料构成的结构。例如，由型钢—混凝土梁、柱等构成的钢—混凝土组合结构。混合结构是指整个结构是由两种或两种以上结构材料构成的，但结构构件却都是采用同一种结构材料的结构。例如，常在单层厂房中采用屋盖是钢结构、柱和基础等是混凝土结构的钢—混凝土混合结构。再如，在多层住宅中常采用砌体墙、柱，而楼、屋盖则是混凝土结构的砌体—混凝土混合结构。

按竖向结构体系，结构类型可分为排架结构、框架结构、剪力墙结构、框架—剪力墙结构和筒体结构等。其中，排架、框架和剪力墙是最常用的抗侧力构件，将分别第12、13、14章中讲述。

### 10.1.2 建筑结构设计阶段和内容

工程建设通常包括工程勘察、工程设计和工程施工三个主要环节。工程建设应遵守先勘察后设计，先设计后施工的程序。

建筑结构设计是工程设计的重要组成部分，一般分为三个阶段，即初步设计、技术设计和施工图设计。当有条件和经验时，也可把初步设计阶段与技术设计阶段合并，成为二阶段设计。

初步设计阶段的主要内容是，对地基、上下部结构等提出设计方案，并进行技术经济比较，从而确定一个可行的结构方案；同时对结构设计的关键问题提出技术措施。初步设计也常称为方案设计。

技术设计阶段的主要内容是，进行结构平面布置和结构竖向布置；对结构的整体进行荷载效应分析，必要时尚应对结构中受力状况特殊的部分进行更详细地结构分析；确定主要的构造措施以及重要部位和薄弱部位的技术措施。

施工图设计阶段的主要内容是，给出准确完整的各楼层的结构平面布置图；对结构构件及构件的连接进行设计计算，并给出配筋和构造图；给出结构施工说明并以施工图的形式提交最终设计图纸；将整个设计过程中的各项技术工作整理成设计计算书存档。对重要建筑物，当有需要时，还应按实际施工情况，给出竣工图。

### 10.1.3 建筑结构设计的一般原则

建筑结构设计的一般原则是安全、适用、耐久和经济合理。

安全性、适用性和耐久性是建筑结构应满足的功能要求，俗称“三性”，详见下述。

结构设计时应考虑功能要求与经济性之间的均衡，在保证结构可靠的前提下，设计出经济的、技术先进的、施工方便的结构。具体的结构设计原则如下：

(1) 详细阅读和领会工程地质勘察报告，把建筑场地的水文、地质等资料作为设计的依据。

(2) 把国家、地方和行业的现行设计法规、标准、规范和规程等作为设计的依据，切实遵守有关规定，特别是“强制性条文”的规定。

(3) 采用高性能的结构材料、先进的科学技术、先进的设计计算方法和施工方法。

(4) 结合工程的具体情况，尽可能采用并正确选择标准图。

(5) 宜优先采用有利于建筑工业化的装配式结构和装配整体式结构。

(6) 与其他工种的设计，诸如建筑设计、给水排水设计、电气设计、空气调节与通风设计等互相协调配合。

## § 10.2 建筑结构荷载

### 10.2.1 结构上的作用与荷载

使结构产生内力或变形的原因称为“作用”，分直接作用和间接作用两种。荷载是直接作用，混凝土的收缩、温度变化、基础的差异沉降、地震等引起结构外加变形或约束的原因称为间接作用。间接作用与外界因素和结构本身的特性有关。例如，地震对结构物的作用是间接作用，它不仅与地震加速度有关，还与结构自身的动力特性有关，所以不能把地震作用称为“地震荷载”。

结构上的作用使结构产生的内力（如弯矩、剪力、轴向力、扭矩等）、变形、裂缝等统称为作用效应或荷载效应。荷载与荷载效应之间通常按某种关系相联系。

### 10.2.2 荷载的分类

按作用时间的长短和性质，荷载可分为三类：

#### (1) 永久荷载

永久荷载是指在设计使用期内，其值不随时间而变化，或其变化与平均值相比可以忽略不计，或其变化是单调的并能趋于限值的荷载。例如，结构的自重、土压力、预应力等荷载。永久荷载又称恒荷载。

#### (2) 可变荷载

可变荷载是指在设计基准期内其值随时间而变化，其变化与平均值相比不可忽略的荷载。例如，楼面活荷载、吊车荷载、风荷载、雪荷载等。可变荷载又称活荷载。

#### (3) 偶然荷载

偶然荷载是指在设计基准期内不一定出现，一旦出现，其值很大且持续时间很短的荷载。例如，爆炸力、撞击力等。

另外，随空间位置的变异，荷载可分为固定荷载和移动荷载。固定荷载如固定设备、水箱等；移动荷载如楼面上的人群荷载、吊车荷载、车辆荷载等。按结构对荷载的反应性质，荷载可分为静力荷载（如结构自重、楼面活荷载、雪荷载等）和动力荷载（如设备振动、吊车荷载、风荷载、车辆刹车、撞击力和爆炸力等）。

需要注意的是，确定各类可变荷载的标准值时，会涉及出现荷载值的时域问题。《建筑结构荷载规范》（GB 50009—2001）统一采用一般结构的设计使用年限 50 年作为规定荷载最大值的时域，称作设计基准期，即荷载的统计参数都是按设计基准期为 50 年确定的。由于设计基准期是为确定可变作用及时间有关的

材料性能而选用的时间参数,所以它不等同于建筑结构的设计使用年限。

### 10.2.3 荷载代表值

《建筑结构荷载规范》给出了四种荷载代表值,即标准值、组合值、频遇值和准永久值。荷载的标准值是荷载的基本代表值,其他代表值可在标准值的基础上乘以相应的系数后得到。一些荷载(如可变荷载)随时间具有变异性,而设计中很难直接考虑其变异过程,这时一般根据不同的设计要求以及相应的极限状态和荷载效应组合的要求,规定不同的荷载代表值。

对永久荷载应采用标准值作为代表值;对可变荷载应根据设计要求采用标准值、组合值、频遇值和准永久值作为代表值;对偶然荷载按结构的使用特点确定其代表值。

荷载标准值是指其在结构的使用期间(一般结构的设计基准期为50年)可能出现的最大荷载值。

永久荷载标准值(如结构自重),可按结构构件的设计尺寸与材料单位体积的自重计算确定。对于自重变异性较大的构件,自重标准值应根据对结构的不利状态取上限值或下限值。

可变荷载标准值,对于有足够统计资料的可变荷载,可根据其最大荷载的统计分布按一定保证率取其上限分位值。实际荷载统计困难时,可根据长期工程经验确定一个协议值作为荷载标准值。

可变荷载的组合值是指对于有两种和两种以上可变荷载同时作用时,使组合后的荷载效应在设计基准期内的超越概率能与荷载单独作用时相应超越概率趋于一致的荷载值。可变荷载的组合值可表示为 $Q_c = \psi_c Q_k$ ,其中 $\psi_c$ 为可变荷载组合值系数。

可变荷载的准永久值是指在设计基准期内,其超越的总时间约为设计基准期一半的荷载值。可变荷载的准永久值可表示为 $Q_q = \psi_q Q_k$ ,其中 $\psi_q$ 为可变荷载准永久值系数。

可变荷载的频遇值是指在设计基准期内,其超越的总时间为规定的较小比率,或超越频率为规定频率的荷载值,可表示为 $Q_f = \psi_f Q_k$ ,其中 $\psi_f$ 为可变荷载频遇值系数。

可变荷载有准永久值和频遇值之分。由于荷载的标准值是考虑规定设计基准期内的最大荷载来确定的,在整个设计基准期荷载标准值的持续时间很短,在结构进行正常使用极限状态计算时,如取荷载标准值显得过于保守,所以根据荷载随时间变化的特性取可变荷载超过某一水平的累积总持续时间的荷载值来进行计算。准永久值和频遇值的区别是准永久值总持续时间较长,约为设计基准期的一半,一般与永久荷载组合用于结构长期变形和裂缝宽度的计算,而频遇值总持续时间较短,一般与永久荷载组合用于结构振动变形的计算。



### 10.2.4 竖 向 荷 载

#### 1. 楼、屋面的荷载

楼、屋面的荷载可分为竖向恒荷载和竖向活荷载两种类型。建筑结构的竖向恒荷载包括结构的自重和附加在结构上的恒荷载（如构件自重、门窗自重、设备重量等）。在设计基准期内竖向恒荷载可按照实际分布情况计算结构的荷载效应。对结构的自重，可按构件的设计尺寸与材料表观密度计算确定。

##### (1) 民用建筑楼面均布活荷载

《建筑结构荷载规范》根据大量调查和统计分析，考虑可能出现的短期荷载，按等效均布荷载方法给出一般各类民用建筑的楼面均布活荷载标准值及其有关代表值系数如附录 5 所示。

考虑到实际楼面活荷载的量值和作用位置经常变动，不可能同时满布所有的楼面，所以在设计梁、墙、柱和基础时要考虑构件实际承担的楼面范围内荷载的分布变化，并予以折减。当楼面梁的从属面积（楼面梁所承担的楼面荷载范围的面积）超过一定值时（根据使用功能分别取  $25\text{m}^2$  或  $50\text{m}^2$ ），计算楼面梁内力时活荷载应乘以折减系数 0.9。

对于多、高层建筑，设计墙、柱和基础时应根据计算构件的位置乘以楼层折减系数，如表 10-1 所示。

活荷载按楼层的折减系数

表 10-1

墙、柱、基础计算截面 以上的层数	1	2~3	4~5	6~8	9~20	>20
计算截面以上各楼层 活荷载总和的折减系数	1.00(0.9)	0.85	0.70	0.65	0.60	0.55

注：当楼面梁的从属面积超过  $25\text{m}^2$  时，采用括号内系数。

##### (2) 工业建筑楼面均布活荷载

工业建筑楼面在生产使用或安装检修时，由设备、管道、运输工具及可能拆除的隔墙产生的局部荷载，均应按实际情况考虑，可采用等效均布活荷载代替。楼面等效均布活荷载，包括计算次梁、主梁和基础时的楼面活荷载，可分别按《建筑结构荷载规范》附录 B 的规定确定。对于一般金工车间、仪器仪表生产车间、半导体器件车间、棉纺织车间、轮胎厂准备车间和粮食加工车间，当缺乏资料时，可按《建筑结构荷载规范》的附录 C 采用。对设计有大量排灰的厂房及其邻近建筑，其水平投影面上的屋面积灰荷载，应分别按《建筑结构荷载规范》相应的规定采用。

##### (3) 屋面活荷载

房屋建筑的屋面，其水平投影面上的均布活荷载，应按表 10-2 采用。屋面均布活荷载不应与雪荷载同时组合。