



普通高等教育土建学科专业“十二五”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

(下册)

叶列平 编著

中国建筑工业出版社

TU37-43

29

V2

.. 013026194

普通高等教育土建学科专业“十二五”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

(下册)

叶列平 编著



中国建筑工业出版社



北航

C1633406

TU37-43

29

V2

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土结构 (下册) / 叶列平编著. — 北京: 中国建筑工业出版社, 2012. 12

(普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材, 高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材)

ISBN 978-7-112-14978-0

I. ①混… II. ①叶… III. ①混凝土结构-高等学校-教材
IV. ①TU37

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 308036 号

普通高等教育土建学科专业“十二五”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 (下册)

叶列平 编著

*

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

北京富生印刷厂印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 25 字数: 624 千字

2013 年 3 月第一版 2013 年 3 月第一次印刷

定价: 48.00 元

ISBN 978-7-112-14978-0

(23080)

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)

前 言

《混凝土结构》下册的主要内容以混凝土结构设计方法和钢-混凝土组合结构为主,介绍了混凝土结构的设计概念和原则、结构类型和结构体系;各种荷载和作用、地震作用的计算,以及针对偶然作用和其他作用的设计与考虑方法;详细介绍了连续梁和梁板结构考虑塑性内力重分布的设计计算方法,双向板的条带法,井式楼盖、密肋楼盖、无梁楼盖及楼梯的设计方法,框架结构体系、分析方法、内力组合、抗震设计方法、抗连续倒塌设计方法以及基础的设计计算方法。为适应现代混凝土结构的发展,本书还介绍了钢-混凝土组合梁板结构、钢骨混凝土结构和钢管混凝土柱的设计计算理论和方法。

本书的有关设计计算方法主要依据《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010、《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012、《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010、《钢骨混凝土结构设计规程》YB 9082—2006 编写。

本书编写中,在注重工程结构概念和理论分析方法讲解的基础上,力求语言通俗易懂、深入浅出、图文并茂。同时,本书的有关内容反映了本学科的最新进展,如结构的鲁棒性与抗连续倒塌、钢-混凝土组合结构等。本书每章均有适量的例题,每章末有一定数量的习题和思考题。

赵作周副教授和樊健生教授协助了第18章框架结构的例题和有关内容的编写;陆新征教授和博士生李易协助了框架结构抗连续倒塌设计编写;林旭川协助18.10节的编写;胥晓光协助了本书部分插图的绘制,在此表示衷心的感谢。由于编者的经验和水平的限制,本书一定还存在不少缺点甚至错误,敬请读者指正,以便及时改进。

叶列平
2012年10月于清华园

本书系作者根据清华大学土木工程系《混凝土结构》的教学大纲编写。

本书下册以混凝土结构设计方法和钢-混凝土组合结构为主，内容包括：工程结构设计概论，荷载与作用，梁板结构，框架结构，基础，钢-混凝土组合梁板，钢筋混凝土结构和钢管混凝土柱。

本书注重概念叙述，讲解深入，并介绍了本学科的有关最新进展。本书每章都列举了适量的例题，每章后都有一定数量的思考题和习题，帮助读者掌握有关概念和设计计算方法。

本书可作为大专院校土木工程专业的教学参考书，也可作为广大从事土建工程设计和施工的技术人员学习混凝土结构的参考资料。

* * *

责任编辑：王 跃 吉万旺

责任设计：李志立

责任校对：张 颖 陈晶晶

目 录

第 15 章 工程结构设计概论	1
15.1 概述	1
15.2 结构设计的内容和要求	2
15.3 结构类型和结构体系	5
15.4 结构分析	10
思考题	15
第 16 章 荷载与作用	17
16.1 定义与分类	17
16.2 荷载与作用的代表值	18
16.3 荷载与作用的效应组合	20
16.4 永久荷载	23
16.5 楼面和屋面活荷载	24
16.6 雪荷载	28
16.7 风荷载	30
16.8 地震作用	41
16.9 偶然荷载与偶然作用	57
16.10 其他作用	57
思考题	63
第 17 章 梁板结构	64
17.1 梁板结构形式	64
17.2 肋形楼盖的荷载传递与计算简图	67
17.3 钢筋混凝土连续梁的内力计算	74
17.4 双向板	94
17.5 井式楼盖和密肋楼盖	114
17.6 无梁楼盖	116
17.7 楼梯	131
思考题	134
习题	136
第 18 章 框架结构	138
18.1 概述	138

18.2	框架结构震害与抗震概念设计	140
18.3	框架结构的布置	149
18.4	框架梁、柱的设计参数	156
18.5	框架结构的分析	159
18.6	框架结构的设计要求	189
18.7	荷载效应组合	192
18.8	延性框架抗震设计	200
18.9	框架结构抗连续倒塌设计	226
18.10	框架结构构件的重要性评价	231
	思考题	237
第19章	基础	239
19.1	基础的类型	239
19.2	柱下独立基础	240
19.3	条形基础	246
19.4	十字形基础	250
19.5	十字形基础和条形基础的构造要求	252
19.6	筏形基础	253
	思考题	254
第20章	钢—混凝土组合梁板	255
20.1	钢—混凝土组合梁的基本概念	255
20.2	钢—混凝土组合梁一般规定	257
20.3	钢—混凝土组合梁	260
20.4	剪力连接件	272
20.5	连续组合梁	278
20.6	压型钢板—混凝土组合板	282
	思考题	287
	习题	288
第21章	钢骨混凝土结构	289
21.1	概述	289
21.2	钢骨与混凝土的共同工作	291
21.3	钢骨混凝土结构的一般规定	293
21.4	钢骨混凝土梁	296
21.5	钢骨混凝土柱	305
21.6	梁柱节点	320
	思考题	323
	习题	324

第 22 章 钢管混凝土柱	325
22.1 概述	325
22.2 钢管混凝土短柱的基本性能	326
22.3 钢管混凝土柱的承载力计算	331
22.4 钢管混凝土柱与梁的连接节点	340
22.5 钢管混凝土柱脚	344
思考题	344
习题	345
附录 1 部分常用材料和构件的自重表	346
附录 2 民用建筑楼面均布活荷载	351
附录 3 连续梁弹性内力计算表	353
附录 4 双向板弹性内力计算表	356
附录 5 井式梁内力计算表	365
附录 6 主要符号表	375
参考文献	392

第15章 工程结构设计概论

15.1 概 述

工程建设是人们为满足自身的生产和生活需求有目的地改造、适应并顺应自然和环境的活动。每一个工程建设项目，应努力做到“以人为本、天人合一”。所谓“以人为本”是指工程建设应满足人们生产和生活的各种需求，如方便残疾人的无障碍通行。所谓“天人合一”是指应尽可能减少对自然环境造成的不利影响，减少乃至不对环境造成危害。工程设计是基于人们对自然规律的认识，并合理运用自然规律，对整个工程建设和使用全过程进行合理规划的最重要的工作。

工程建设往往涉及多个领域，如对建筑工程来说，就涉及建筑、交通、材料、防灾、结构、水暖电供应和施工建造等；对工业建筑，还涉及生产工艺流程、生产设备和运输等。因此，工程设计是一项综合性极强的工作，需要各方面专业技术设计人员的密切配合。另一方面，不同于批量生产的工业产品，每个工程建设项目都具有各自独特的情况。因此，任何一个工程建设项目都应进行细致认真的规划与设计，其中工程结构承载着工程项目整个生命周期内各种荷载和环境作用的影响，是整个工程项目安全可靠运行之本，保证工程结构的安全性和适用性是工程结构设计的最主要任务。

工程设计是一个在多种约束条件下寻找合理“解”的过程。所谓约束条件，是指工程项目的用途、规模、投资、业主要求、材料供应、安全、环境、地理、施工技术水平，以及维护、维修和未来因各种灾害可能造成的损失及其对环境的影响等，这些条件均应尽量满足，并应体现可持续发展要求。由于工程建设涉及的领域和专业等因素太多，很难在多种约束条件下使各方都完全满意。因此，工程设计的结果往往是在保证主要功能得到最大满意的前提下，其他要求尽可能达到基本满意。以建筑工程为例，其设计概念如图 15-1 所示。

根据不同工程建设项目，工程结构包括建筑结构、桥梁结构、地下结构、水工结构、特种结构等。结构的主要功能是形成工程项目生产、生活和建筑造型所需要的空间承力骨架，并能够长期安全可靠地承受工程使用期间所可能遭受的各种荷载和变形作用、环境介质长期作用影响，包括各种自然灾害和意外事故（如火灾、地震和爆炸等）。《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153—2008 关于“结构”的定义是：“能承受作用并具有适当刚度的由各连接部件有机组合而成的

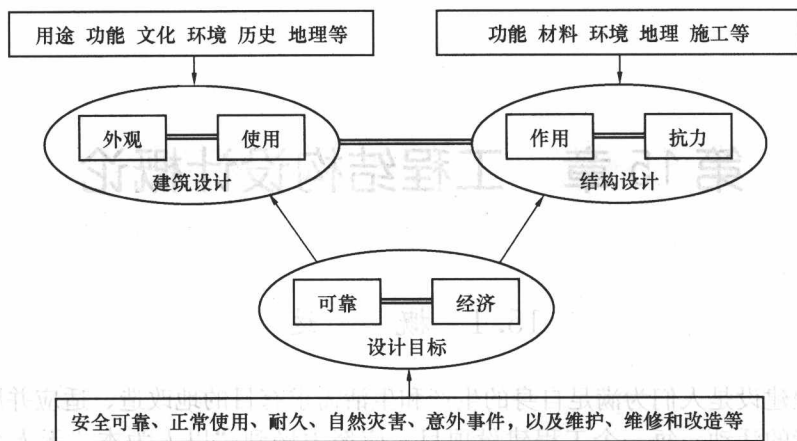


图 15-1 建筑结构设计概念

系统”。其中，“各连接部件”即通常所说的“结构构件”，主要包括梁、柱、杆、索等线状构件，墙、板、壳等二维面状构件，以及三维实体构件。针对不同类型的结构，结构中的各种构件可能具有不同的功能，且具有不同的重要性。结构设计问题属于系统设计，其中结构方案是结构设计的最重要的环节，对工程结构的整体安全性和经济性影响最大。

结构设计不仅要考虑结构本身，同时要考虑工程所处的环境条件、可选用的材料和施工方法以及正常使用阶段的维护维修，并需要考虑可能遭遇各种灾害所带来的直接和间接经济损失。许多历史遗留至今的著名工程结构物，无一不是在设计时综合考虑了当时的经济条件和未来各种因素的可能影响，使其经历了数百年、甚至上千年而至今依然屹立。

工程结构设计是一项全面、具体、细致的综合性工作，也是与建筑师或其他专业人员共同合作的一项创造性工作。作为保证工程结构安全的技术人员，结构工程师除应认真负责自己的工作外，还应与其他相关专业技术人员加强沟通协调，尤其在结构方案设计阶段，应充分与建筑师和相关专业的工程师沟通协调，保证结构方案的合理性，实现工程项目各方面设计目标的最优化。

15.2 结构设计的内容和要求

15.2.1 工程设计的过程

工程建设包括勘察、设计和施工三个环节，同时也应考虑到工程完成后在正常使用期间的维护、维修，乃至改造再设计，直至工程最后报废所可能产生的各种问题。为保证整个工程项目建设进展的合理性，应严格遵守先勘察后设计、先

设计后施工的程序。

工程勘察是进行工程设计的前提,主要是通过采取各种方法,掌握工程建设场地及周边的地质、水文、气象等详细情况和有关数据,为工程设计提供可靠依据,如场地土的性质、成因、构造和承载力情况;是否是地震区及工程建设场地的抗震设防烈度、地震危险性及地震地面运动参数;有无滑坡、溶洞等地质情况及其对建设场地稳定性的影响;建设场地的地下工程和管网情况,周边建设工程情况及其是否会对拟建工程和周边既有工程产生不利影响;地下水的深度及变化情况以及对建筑材料有无侵蚀性影响;最高和常年洪水位和场地冻结深度;常年气温变化、雨量、积雪深度、风向和风力等。

工程设计分为方案设计、初步设计和施工图设计三个阶段。重要工程的方案设计以实现工程的总体使用功能为目标,根据建设场地情况、工程用途、各使用功能空间的分区与组织以及施工可行性和工程总体经济指标进行规划。在工程方案设计过程中,各个专业之间应相互配合,通力合作。此阶段结构方案设计应以满足工程建设使用功能要求为前提,根据工程方案设计的空间需求分布情况,初步确定几种可行的结构方案和总体经济指标参与到整个工程方案设计中。对于一般工程,可将方案设计与初步设计结合。结构方案设计是结构设计中带有全局性的问题,应认真对待。对于建筑工程,确定结构方案时应尽量满足建筑设计要求,并与建筑师沟通,使结构方案在整体受力上合理可行,努力实现建筑与结构的统一。结构方案合理与否直接关系到整个工程的合理性、经济性和可靠性(安全、适用和耐久)。结构方案的确定需要有足够的知识、经验积累、设计人员的直觉和灵感,这需要一个长期的过程,尤其是直觉和灵感,很难在本书中叙述,在本章 15.3 节中将简要介绍有关要求,读者也可阅读本书参考文献所列的有关专著和教材。从结构角度来说,理想的结构方案具有受力明确、传力路径简捷,结构整体刚度大、整体性好,有足够的冗余度,延性大,轻质、高强、耐久等特点。

工程施工是根据设计技术要求和设计施工图,采取各种技术手段和方法将设计成果付诸实施,是整个工程最终实现的环节。应尽可能采取先进的施工技术、在最短的时间内完成,并在各施工阶段进行必要的质量验收,确保工程施工质量达到设计规定的要求。施工过程中,工程施工的技术负责人员应及时与设计人员保持联系,如图纸会审、技术交底、工程验收,必要时可根据施工过程中遇到的具体情况,对工程设计提出修改建议,供设计人员对原设计作必要的修改。

15.2.2 结构设计的内容

结构设计分为概念设计、初步设计和施工图设计,基本内容有:结构方案、结构布置、荷载及作用计算、结构分析与计算、构件内力或效应组合、构件及其连接的设计、基础设计、绘制施工图,必要时可考虑极端灾害和偶然作用下结构的抗倒塌计算。具体来说主要工作如下:

(1) **概念设计**是根据工程结构的所处的环境条件、使用要求和空间需求(这种空间需求有时也可能纯粹是一种建筑观瞻需求),确定合适的结构方案,包括选择合适的结构材料。对于一般工程,可根据工程所处的环境、地质条件、材料供应及施工技术水平,参照以往既有同类结构设计经验确定结构方案。结构方案对后续结构设计有决定性影响,也对整体结构的安全性和经济性有重要影响,应给予充分的重视。

(2) **初步设计**是根据概念设计提出的几种结构方案和主要荷载情况,进行较为深入的结构分析,并对分析结果进行综合比较,比如可分别采用不同结构材料、不同结构体系、不同结构布置进行初步计算分析比较,并对有关问题进行专门分析和研究,在此基础上初步确定结构整体和各部分构件尺寸以及结构建造所采用的主要施工技术。

(3) 分析和确定在**结构设计使用年限**内(包括建造和使用阶段)结构上可能承受的各种荷载与作用的形式和量值(包括可能遭遇的极端灾害和意外事故影响),并应估计其长期影响,必要时还应估计环境介质的长期影响。

(4) 确定**结构分析计算简图**,对各种荷载和作用进行结构分析计算,并考虑各种荷载和作用可能同时造成影响的情况(即荷载组合),由此确定结构各个构件的控制截面和关键部位的受力和变形大小。

(5) 根据所选用的结构材料,进行结构构件设计和构件连接的设计,如混凝土构件的配筋计算,并进行适用性验算。对于有耐久性要求的工程,尚应进行耐久性验算或采取相应的措施保证其设计使用年限。

(6) 最终设计结果以施工图形式提交,并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。

本书主要以建筑结构为对象,结合混凝土结构的几种主要形式,详细介绍它们的受力特点、结构分析模型、分析方法和具体设计计算的方法。

15.2.3 结构设计的要求

结构设计的总体要求是保证其安全性、适用性和耐久性。

工程建设在国民经济中占有十分重要的地位,尤其是重大工程项目。因此,为保证工程建设项目的安全性、可靠性和耐久性,国家对工程建设颁布了各种政策、法规和设计标准及规程,以规范工程建设的设计和施工的各个环节。一般情况下,工程结构的设计工作均应遵照这些规范、标准和规程进行。本教材主要依据《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012、《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010、《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3—2010等介绍建筑结构的设计计算方法。为保证结构设计的可靠性和安全性,避免人为错误,结构设计还应进行校核和审核,以检查是否存在不合理的情况和不符合相关设计规范规定的情况。

需要指出的是,结构工程是不断发展的学科,随着工程建设发展的需要,新材料、新技术和新方法不断出现。而已颁布的技术标准、规范和规程是对以往成熟技术的总结,不能成为限制新技术推广应用的障碍。但对于新理论、新方法和新技术的初期应用阶段,应经过必要的试验研究和论证,确保其可靠性。经过一段时间的实践试点、改进和完善,新理论、新方法和新技术的内容可纳入有关技术标准、规范和规程,或编制专门的技术规程,以推广使用。

15.3 结构类型和结构体系

优秀的结构方案是建立在结构工程师对各种结构类型和结构体系整体受力特征的理解和把握的基础上的。结构设计人员应培养自己对结构体系整体传力路径的直觉和敏感性,并能充分体现建筑师对建筑整体的设计意图。

15.3.1 结 构 类 型

根据不同分类方法,结构类型有如下几种。

按结构用途分有:建筑结构、桥梁结构、地下结构、水工结构、特种结构等。不同用途的结构,因其使用功能和荷载作用特性的不同,结构形式和体系有很大差别。

按结构材料分有:木结构、砌体结构、混凝土结构、钢结构、组合结构和混合结构。不同结构材料的受力特性有很大差异,因此结构形式和体系也取决于所采用的结构材料。

对于混凝土结构,还可分现浇混凝土结构和预制装配混凝土结构。预制装配混凝土结构通常会采用预应力混凝土构件。

结构构件可以由单一材料构成,也可以由不同结构材料构成,此时一般称为组合构件,如钢筋混凝土构件、钢管混凝土构件、钢-混凝土组合梁以及钢-混凝土组合墙等(钢筋混凝土构件和预应力混凝土构件因使用十分广泛,不再称为组合构件)。混合结构是指结构中的构件采用两种或两种以上类型结构构件构成的结构,这样可以根据结构不同部位的受力特征,发挥不同材料结构构件的特长,使结构材料使用效率得到更充分的发挥,结构整体性能更为优越。早期,混合结构主要是指砌体与钢筋混凝土的混合结构,近年来各种混合结构类型越来越多,如钢-混凝土混合结构、钢管混凝土-混凝土混合结构,以及各种组合构件与混凝土结构或与钢结构等形成不同形式的混合结构等,这里无法一一列举,读者可根据本书有关章节的介绍或查阅有关资料,及时了解工程结构的进展。

按结构形式分有:拱结构、墙体结构、排架结构、刚架结构、框架结构、筒体结构、折板结构、网架结构、壳体结构、索结构、膜结构、充气结构等。

此外,一个结构通常将自然地面或 ± 0.000 以上的部分称为上部结构,以下

的部分称为下部结构。下部结构主要包括基础和地下室。基础可以分为柱下独立基础、墙下和柱下条形基础、条形基础、筏形基础、箱形基础和桩基础等。本书主要以建筑工程应用最多的框架结构为主,介绍结构的设计方法,以初步掌握结构的设计方法。

15.3.2 结 构 体 系

所谓结构体系是基本构件(梁、板、柱、杆、墙、基础等)按一定传力路径构成的受力骨架定式,一种结构体系通常对应一种结构分析计算简图,并形成相应的计算方法以及相关配套的结构构造措施。

对于建筑结构,常见的结构体系一般可分解为水平结构体系和竖向结构体系,也有空间结构体系,如壳体结构、折板壳结构、网壳结构、索穹顶结构、充气结构和索膜结构等。

水平子结构体系主要有三种结构作用:

(1) 跨越水平空间,承受其上的竖向荷载作用,并将竖向荷载传递给竖向结构体系或支座;

(2) 把作用在整个结构上的侧向水平荷载传递或分配给竖向子结构体系;

(3) 作为竖向结构体系的组成部分(此时水平子结构中的构件也是竖向子结构中的构件),与竖向结构体系中的构件共同形成整体结构,提高整个结构的侧向刚度和抗侧承载力。

水平结构体系有拱结构、梁板结构、桁架结构、网架结构、折板结构、筒壳结构、斜拉或悬索结构、张拉索结构、弦支结构、索穹顶结构等(见图 15-2)。

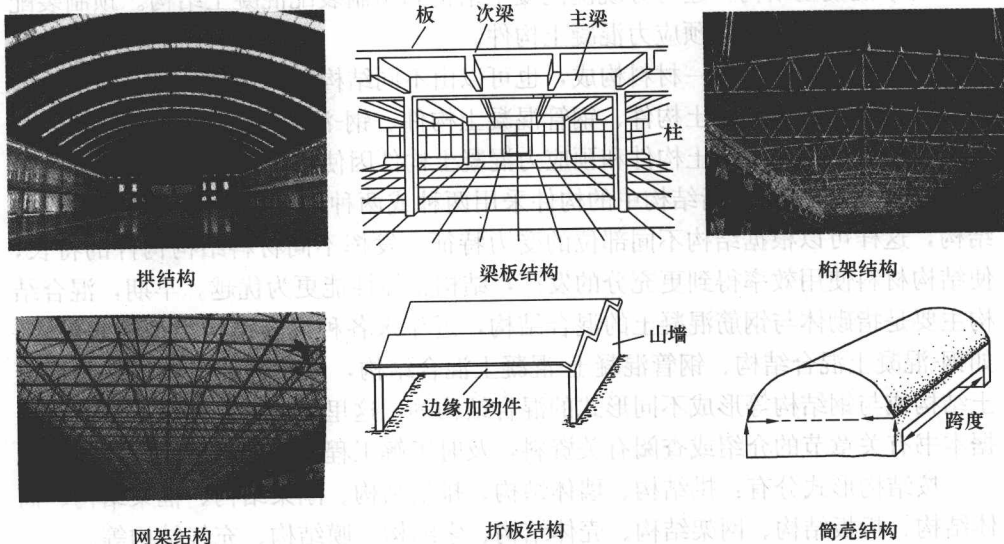


图 15-2 水平结构体系

竖向结构体系的主要作用是,承受水平结构体系传来的竖向荷载,并直接承受水平荷载作用(如侧向水平风荷载、侧向水平地震作用),将上部结构的所有荷载传递给基础。

竖向结构体系是整个结构的关键,通常整体结构体系的名称是以竖向结构体系来标志,如排架结构、框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构、框架-筒体结构、巨型框架结构等,见图 15-3。

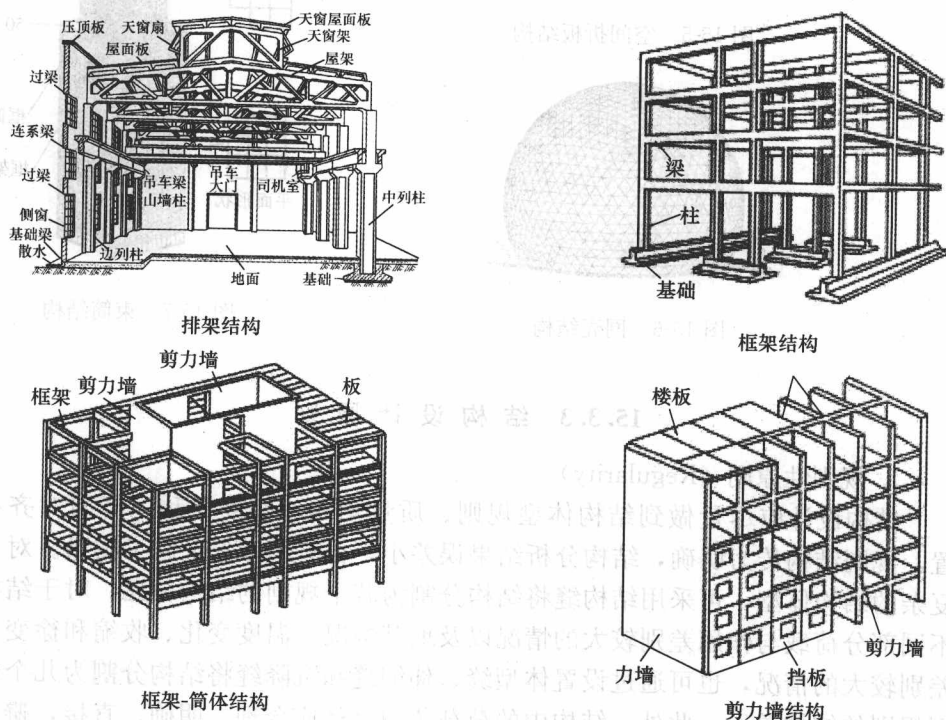


图 15-3 竖向结构体系

有些结构是作为一个整体同时承受竖向和水平荷载作用,无法简单区分出水平结构体系和竖向结构体系,此时称为空间结构体系,如图 15-4 的壳体结构以及图 15-5 的空间折板结构和图 15-6 所示的网壳结构等。此外,近年来还有一些新型结构体系出现,如索膜结构、索支结构、索穹顶结构、充气结构、悬挂结构、束筒结构(图 15-7)等。



图 15-4 壳体结构

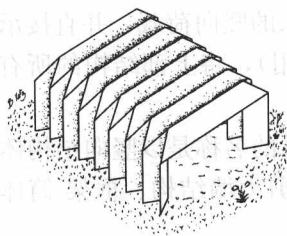


图 15-5 空间折板结构

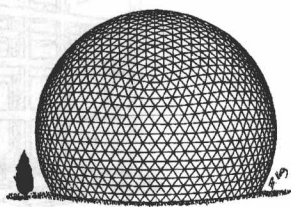
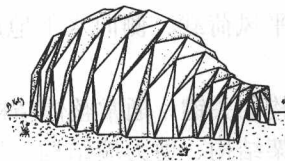


图 15-6 网壳结构

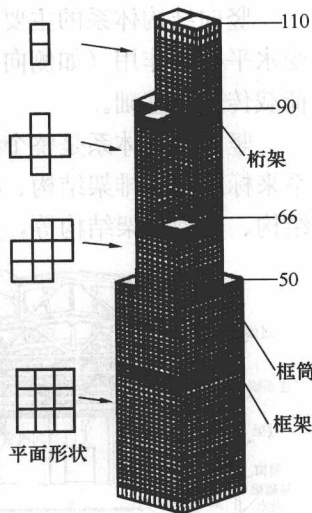


图 15-7 束筒结构

15.3.3 结构设计原则

1. 规则性原则 (Regularity)

结构设计应尽量做到结构体型规则、质量均匀、刚度匀称、竖向对齐布置。规则结构传力明确, 结构分析结果误差小, 也有利于保证施工质量。对于复杂的结构体型, 可采用结构缝将结构分割为若干规则的结构单元。对于结构不同部分荷载与作用差别较大的情况以及地基情况、温度变化、收缩和徐变等差别较大的情况, 也可通过设置体型缝、伸缩缝和沉降缝将结构分割为几个体型规则的结构单元。此外, 结构中的荷载传力途径应合理、明确、直接, 避免间接传力。

2. 整体性原则 (Integrity)

结构作为一个系统, 其整体性可表述为“整体不等于部分之和”。任何构件一旦离开整体结构, 整体结构丧失的功能不等于该构件在结构系统中所发挥的功能, 可能更大, 也可能更小。结构系统的整体性取决于构件的组成方式和构件之间的相互作用。采用同样结构构件、但按不同方式组成的结构系统, 其整体性可能表现为截然不同的结果。如果因为局部构件的破坏与所导致的整体结构破坏程度很不相称, 则结构的整体性就差。图 15-8 为汶川地震中遭遇 9 度地震区的某小学两栋教学楼的震害对比。两栋教学楼均为砖混结构, 图 15-8 (a) 因外走廊采用了 RC 柱, 楼梯间也为 RC 框架, 且砌体墙中设置了 RC 构造柱和圈梁, 增加了该教学楼结构的整体性, 地震中虽然破坏严重, 但未倒塌; 而图 15-8 (b) 是该学校的另一个砌体结构教学楼发生了彻底坍塌。砌体结构中圈梁和构造柱不

仅仅是增强砌体墙体的承载能力,更重要的是维持了墙体的整体性,显著增加了墙体的变形能力,减小了砌体墙发生粉碎性破坏的可能性。一般来说,现浇钢筋混凝土结构通常整体性较好,预制装配式结构的整体性较差,此时可采用部分预制、部分现浇的方式增加结构整体性。



图 15-8 汶川地震中某小学两栋教学楼的震害对比

(a) 未倒塌的教学楼; (b) 彻底倒塌的教学楼

3. 多冗余度原则 (Redundancy)

冗余度反映了结构的超静定次数。结构的超静定次数、冗余约束越多、荷载传递路径也越多,这有利于结构中不同构件之间的内力重分布,尤其当遭遇极端灾害作用导致个别构件失效时,高冗余度结构可避免整体结构发生连续性破坏。

4. 多层次性原则 (Multi levels)

工程结构作为一个系统,其中一个重要特征是结构中的构件具有不同的层次性,通常可分为重要性层次和功能性层次。

所谓重要性层次是指结构中的不同构件对整体结构的安全性影响程度大小的差别。通常,结构中构件的重要性可分为关键构件、重要构件、一般构件和次要构件。所谓关键构件是指该构件一旦发生破坏将导致整个结构系统破坏。一般来说,结构中的柱、墙和转换梁等承受竖向荷载作用较大的构件为关键构件或重要构件,水平构件为一般构件和次要构件。本书 18.10 节将针对框架结构介绍结构构件的重要性评价方法。

对于重要构件,其安全储备应增加,本书上册第 4 章结构设计表达式 (4-19c) 中的系数 γ_{Rd} 含有这个概念,但针对不同重要性构件未定量给出其取值方法。正确认识结构系统的层次性,并使各层次构件的安全储备与其重要性相匹配。根据结构构件重要性层次的概念,通过合理的结构体系设计,可使结构在灾害作用下具备的多道防线,使得在不同灾害等级下结构损坏情况不超过相应的等级。

结构系统层次性的另一个方面是功能性层次。传统的结构主要为结构构件组成受力系统,即所谓受力骨架,其主要功能是提供承载力和结构刚度。随着技术