



普通高等教育工程管理专业
“十一五”规划教材



工 程 结 构

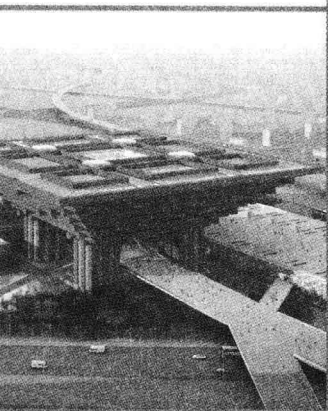
Gongcheng Jiegou

● 主编 薛 茹

 郑州大学出版社



普通高等教育工程管理专业
“十一五”规划教材



工 程 结 构

Gongcheng



薛 茹



郑州大学出版社

内 容 提 要

本书依据我国现行的最新相关规范、规程和标准以及工程管理专业培养目标和专业需求,系统介绍了混凝土结构设计原理、混凝土结构设计及砌体结构设计的相关内容,并简要介绍了基本建设程序、结构设计程序、规范规程、标准图等知识。

本书可作为工程管理和土木工程等相关专业的教材,也可作为与土木工程相关专业人员的学习和培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

工程结构/薛茹主编. —郑州:郑州大学出版社,
2010.6

ISBN 978 - 7 - 5645 - 0055 - 9

I. ①工… II. ①薛… III. ①工程结构 - 高等学校 -
教材 IV. ①TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 117162 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:王 锋

全国新华书店经销

南阳市风雅印务有限公司印制

开本:787 mm × 1 092 mm

印张:29.25

字数:696 千字

版次:2010 年 8 月第 1 版

邮政编码:450052

发行部电话:0371 - 66966070

1/16

印次:2010 年 8 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978 - 7 - 5645 - 0055 - 9 定价:46.00 元

本书如有印装质量问题,由本社负责调换

编写指导委员会

The compilation directive committee



名誉主任 任 宏
主 任 申金山
委 员 (以姓氏笔画为序)

王长永	王有凯	王新武
闫 瑾	关 罡	李纪周
杨 露	杨德钦	张 伟
张 玲	陈桂香	胡宝柱
祝彦知	钱文军	高洪波
郭春显	雷 雨	

秘 书 崔青峰 李荔寅

本书作者

Authors



主 编 薛 茹

副主编 丁亚红 侯晓英 宁永胜

编 委 (以姓氏笔画为序)

丁亚红 史 翔 宁永胜 刘凌云

侯晓英 郭一斌 鲍鹏玲 薛 茹

Preface



本书按照全国普通高校工程管理专业教学指导委员会制定的大纲和工程管理专业人才培养目标对工程结构课程的基本教学要求,依据我国现行的最新结构设计规范和标准编写而成。

本书共分为 13 章,主要内容包括钢筋混凝土结构、砌体结构设计和建筑设计实务简介。钢筋混凝土结构包含混凝土结构设计原理及钢筋混凝土结构设计两个问题。混凝土结构设计原理主要介绍钢筋和混凝土材料的力学性能、概率极限状态设计方法、钢筋混凝土构件在不同受力变形时截面设计方法、变形与裂缝宽度验算、构造措施等;钢筋混凝土结构设计包括钢筋混凝土楼屋盖设计、钢筋混凝土单层工业厂房和钢筋混凝土多高层结构设计,主要介绍各种结构的结构布置、结构构件的形式、结构的内力计算及配筋、构造措施、抗震设计要点等,是基本理论的应用。砌体结构主要介绍砌块力学性能、砌体的受力特征及变形性能、砌体构件的承载力计算及混合结构房屋的设计。建筑设计实务简介主要介绍了基本建设程序、结构设计程序、相关规范规程、设计参考资料、相关设计软件简要介绍等。

本书由薛茹主编,具体参编人员和编写分工如下:薛茹(第 1 章、第 10 章),侯晓英(第 2 章、第 5 章、附录),郭一斌(第 6 章、第 13 章),宁永胜(第 4 章),史翔(第 3 章、第 8 章),刘凌云(第 7 章、第 9 章),鲍鹏玲(第 11 章),丁亚红(第 12 章)。

本书编写过程中,作者参阅和引用了不少专家、学者论著中的有关资料,在书末的参考文献中均已列出,在此向其作者表示诚挚感谢。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2009 年 6 月

Contents



目 录

1	第 1 章 绪 论
2	1.1 工程结构的基本概念
2	1.2 不同工程结构的概念、特点及应用
6	1.3 本课程的主要内容及学习方法
9	第 2 章 工程结构的设计标准与方法
10	2.1 结构的功能要求
12	2.2 结构极限状态和概率极限状态设计法
20	2.3 结构构件设计方法的演变及设计内容
23	第 3 章 工程结构材料的力学性能
24	3.1 钢材
31	3.2 混凝土
47	第 4 章 钢筋混凝土受弯构件
48	4.1 概述
51	4.2 受弯构件正截面的受力性能
55	4.3 受弯构件正截面承载力计算
77	4.4 受弯构件斜截面受剪承载力计算
89	4.5 纵向受力钢筋的弯起和截断
91	4.6 受弯构件裂缝宽度和变形的验算
101	第 5 章 钢筋混凝土受压构件
102	5.1 概 述
102	5.2 受压构件的一般构造要求

105	5.3 轴心受压构件承载力计算
113	5.4 偏心受压构件承载力计算有关原理
121	5.5 矩形截面偏心受压构件正截面承载力计算
132	5.6 偏心受压构件斜截面受剪承载力计算
133	5.7 大偏心受压构件的裂缝宽度验算
137	第6章 钢筋混凝土受拉构件
138	6.1 概 述
139	6.2 轴心受拉构件正截面承载力计算
140	6.3 偏心受拉构件正截面承载力计算
145	6.4 偏心受拉构件斜截面承载力计算
145	6.5 受拉构件裂缝宽度验算
149	第7章 钢筋混凝土受扭构件
150	7.1 概 述
151	7.2 纯扭构件的受扭承载力计算
156	7.3 弯剪扭构件承载力计算
159	7.4 受扭构件配筋的构造要求
163	第8章 预应力混凝土结构概述
164	8.1 预应力混凝土的基本概念及分类
166	8.2 预应力混凝土结构的基本原理
183	第9章 钢筋混凝土梁板结构
184	9.1 概 述
184	9.2 整浇楼盖的结构布置和受力体系
190	9.3 单向板肋形楼盖的设计计算
214	9.4 双向板肋形楼盖按弹性理论的计算方法
220	9.5 装配式钢筋混凝土楼盖
224	9.6 楼 梯

233	第 10 章 砌体结构
234	10.1 概 述
236	10.2 砌体结构材料及其力学性能
249	10.3 砌体结构构件的承载力计算
262	10.4 混合结构房屋的墙体设计
281	10.5 混合结构房屋其他构件设计
297	第 11 章 单层厂房结构设计
298	11.1 概 述
299	11.2 单层厂房结构的组成和布置
313	11.3 排架结构的受力分析
326	11.4 钢筋混凝土柱的设计
333	11.5 钢筋混凝土柱下独立基础设计
343	第 12 章 多高层房屋结构
344	12.1 概 述
344	12.2 多高层房屋的结构体系
354	12.3 框架结构布置
356	12.4 框架的荷载
361	12.5 框架结构的内力分析及侧移计算
385	12.6 框架结构的内力组合
388	12.7 框架结构的构件设计
392	12.8 多高层框架结构设计计算例题
409	第 13 章 建筑结构设计实务简介
410	13.1 设计程序
414	13.2 结构专业设计内容
423	13.3 规范规程、标准图与参考资料
439	13.4 常用结构设计软件简介
443	附表
458	参考文献

第 1 章

绪 论



我们就要学习工程结构这门课程了,你知道工程结构的基本概念吗?

你能举出几个不同工程结构应用的例子吗?

你了解本课程的特点及学习方法吗?

➤ 1.1 工程结构的基本概念

工程结构是指工程实体的承重骨架,是工程实体赖以存在的物质基础。在相当长的使用期内,需要工程结构能安全可靠地承受设备、人群、车辆等使用荷载,经受风、雪、冰、雨、日照或是波浪、水流、土压力、地震等自然环境作用。它们的安全可靠与否,不但影响工农业生产,还常常关系到人身的安危。

工程结构既包括房屋建筑,又包括构筑物。房屋建筑又称建筑结构,是供人们生活、学习、工作以及从事生产和各种文化活动的工业与民用建筑物的结构。构筑物,是间接为人们提供服务的设施,如交通工程的桥梁结构、路基结构,涵洞,港口工程的码头,水利工程的堤坝、渡槽、水闸,给水排水工程的水池、水管等,均称为构筑物。

一般工程结构可按结构所用材料和受力特点不同进行分类。根据结构所用材料不同,可分为混凝土结构、砌体结构、钢结构、木结构。按结构受力特点不同,可分为砌体结构、框架结构、剪力墙结构、框架—剪力墙结构、筒体结构、排架结构、壳体结构、悬索结构、斜拉结构和拱结构等。另外,根据结构几何体系还可分为静定结构、超静定结构;按照空间工作情况又可分为平面结构、空间结构、杆系结构等。

➤ 1.2 不同工程结构的概念、特点及应用

1.2.1 混凝土结构

1.2.1.1 混凝土结构的概念

以混凝土为主制成的结构称为混凝土结构,包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构等。是工程结构中最主要、使用最广泛的结构形式之一。

(1) 混凝土结构的优点 钢筋由密实、厚度适当的混凝土包裹,不易锈蚀,耐久性好。若处于侵蚀性环境时,只要选用适宜的水泥品种及外加剂,增大保护层厚度,也能满足工程耐久性的要求。因此混凝土结构的维修较少,不像钢结构和木结构那样需要经常保养。

混凝土属于不良导热体,遭受火灾时,混凝土起隔热作用,使钢筋不致很快达到软化温度而导致结构整体破坏。经验表明,虽然经受了较长时间的燃烧,混凝土常常只损伤表面。对承受高温作用的结构,还可应用耐热混凝土。

新拌和未凝固的混凝土具有良好的可塑性,可以按模板图浇筑成建筑师所设计的各种形状和尺寸的构件,如曲线型的梁和拱、空间薄壳等形状复杂的结构。

整体浇筑或装配整体式的钢筋混凝土结构刚度较大,抗变形能力强,且整体性好,对抵抗地震、风载和爆炸冲击作用具有良好的性能,适用于防护结构。

混凝土结构的组成材料中,用量最多的石子和砂子等材料,便于就地取材。而且钢筋混凝土结构构件合理地利用了钢筋和混凝土这两种材料的受力特点,在一定条件下可

用来代替钢结构,因而能节约钢材,降低造价。

(2)混凝土结构的缺点 钢筋混凝土结构自重,限制了在大跨度结构、高层建筑结构中的使用,而且构件运输和吊装也比较困难。

混凝土材料的抗拉强度低,在正常使用时,往往带裂缝工作。对一些不允许出现裂缝或对裂缝宽度有严格限制要求的结构,使用受到限制。

现场浇筑的混凝土结构施工工序多,现场湿作业多,费工费料、施工周期长,施工受环境和气候的影响较大。

实际工程中,可采用轻质、高强混凝土来减轻结构自重;采用预应力混凝土来改善构件的抗裂性能;采用预制构件节约模板,加快施工速度,采用重复使用的钢模板或工具式模板以及滑模等施工技术,使工程免受或少受气候条件的影响。

1.2.1.2 混凝土结构的应用

钢筋混凝土和预应力混凝土结构的应用非常广泛,除了在房屋建筑、地下结构、桥梁隧道、水工海港等土木工程中得到应用外,混凝土强度随生产的发展而不断提高,目前C50~C80级混凝土甚至更高强度混凝土的应用已较普遍。各种特殊用途的混凝土不断研制成功并获得应用,例如超耐久性混凝土的耐久年限可达500年;耐热混凝土可耐1800℃以上的高温;钢纤维混凝土和聚合物混凝土、防射线、耐磨、耐腐蚀、防渗透、保温等有特殊要求的混凝土也应用于实际工程中去。

房屋建筑中的住宅和公共建筑,广泛采用钢筋混凝土楼盖和屋盖。单层工业厂房很多采用钢筋混凝土柱、基础,钢筋混凝土或预应力混凝土屋架及薄腹梁等。

桥梁工程中的中小跨度桥梁绝大部分采用混凝土结构建造,甚至相当多的大跨度桥梁也采用混凝土结构建造。

隧道及地下工程,比如地铁、地下商业街、地下停车场、地下仓库等也都是钢筋混凝土结构。水利工程中的水电站、拦洪坝、引水渡槽、污水排灌管等均采用钢筋混凝土结构。其他特种结构如烟囪、贮液池、水塔、贮仓等,也都可以采用钢筋混凝土建造。

1.2.1.3 混凝土结构的新进展

钢筋混凝土和预应力混凝土结构,除了在一般工业与民用建筑中得到广泛应用外,在高层建筑、大跨度桥梁、高耸结构中的应用也有了突飞猛进、日新月异的发展。随着技术的发展,混凝土结构在其所用材料和配筋方式上有了许多新进展,形成了一些新的混凝土结构形式,如高性能混凝土、纤维增强混凝土及钢与混凝土组合结构等。

(1)高性能混凝土 高性能混凝土具有高强度、高耐久性、高流动性及高抗渗透性等特点,是今后混凝土材料发展的重要方向。我国《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)将混凝土强度等级大于C50的混凝土划为高强度混凝土。我国在高层建筑中,已使用C50~C60级,个别工程用到C80,我国已研制成C100级的混凝土。罗马尼亚已研制成C170级,美国已研制成C200级混凝土,预计未来可达到C400级。高强混凝土的强度高、变形小、耐久性好,适应现代工程结构向大跨、重载、高耸的方向发展,并且满足了承受恶劣环境条件的需要。配置高强混凝土必须采用很低的水灰比并掺入粉煤灰、矿渣、沸石灰、硅粉等混合料。在混凝土中加入高效减水剂可有效地降低水灰比;掺入粉煤灰、矿渣、沸石灰则能有效地改善混凝土拌和料的工作度,提高硬化后混凝土的力学性能

和耐久性;硅粉对提高混凝土的强度最为有效,并使混凝土具有耐磨和耐冲刷的特性。

高强混凝土在受压时表现出较小的塑性和更大的脆性,因而在结构构件计算方法和构造措施上与普通强度混凝土有一定差别,在某些结构上的应用受到限制,如有抗震设防要求的混凝土结构,混凝土强度等级不宜超过 C60(设防烈度为 9 度时)和 C70(设防烈度为 8 度时)。

(2)纤维增强混凝土 纤维增强混凝土是指在普通混凝土中掺加适量的纤维材料而形成的改良混凝土。纤维材料有钢纤维、耐碱玻璃纤维、合成纤维、植物纤维等。纤维增强混凝土结构,可达到提高结构构件的抗拉、抗剪、抗折强度和抗裂、抗冲击、抗疲劳、抗震、抗爆等性能,因而被广泛应用于各种工程,如抗震框架节点区、刚性防水屋面、地下防水工程、地下人防工程、混凝土拱桥拱体受拉区、桥梁桥面、公路路面、机场道面、隧洞衬砌、结构加固工程、大坝防渗面板、泄洪洞、水工结构中的高速水流冲刷和腐蚀的部位。

(3)钢与混凝土组合结构 用型钢或钢板焊(或冷压)成钢截面,再将其埋置于混凝土中,使混凝土与型钢整体共同受力,这种结构称为钢与混凝土组合结构。国内外常用的组合结构有压型钢板与混凝土组合楼板、钢与混凝土组合梁、型钢混凝土结构、钢管混凝土结构和外包钢混凝土结构等五大类。

钢与混凝土组合结构除具有钢筋混凝土结构的优点外,还有抗震性能好、施工方便、能充分发挥材料的性能等优点,因而得到了广泛应用。各种结构体系,如框架、框架—剪力墙、剪力墙、框架—核心筒等结构体系中的梁、柱、墙均可采用组合结构。例如,美国近年建成的太平洋第一中心大厦(44 层)和双联广场大厦(58 层)的核心筒大直径柱子,以及北京环线地铁车站柱,都采用了钢管混凝土结构。上海金茂大厦外围柱以及刚建成的 95 层上海浦东世界环球金融中心大厦的外框筒柱,采用了型钢混凝土柱。另外我国在电厂建筑中推广使用的外包钢筋混凝土结构也是钢与混凝土组合结构。

1.2.2 砌体结构

1.2.2.1 砌体结构的概念

砌体结构是以砖、石、砌块为块体,用砂浆砌筑而成的结构的统称。根据块体材料的不同,可分为砖砌体、砌块砌体、石砌体。为提高砌体的抗压、抗剪和抗弯能力,在砌体中配置钢筋或钢筋混凝土形成配筋砌体。

(1)砌体结构的优点 砌体结构材料来源广泛,易于就地取材。石材、黏土、砂等是天然材料,分布广,价格低,与钢筋混凝土结构相比,可节约水泥与钢材。另外,工业废料如煤矸石、粉煤灰、页岩等都是制作块材的原料,用来生产砖或砌块不仅可降低造价,还有利于环境保护。

由于砌体材料本身和加工工艺的原因,砌体材料有较好的化学稳定性和大气稳定性,从而使得砌体结构有较好的耐火能力和耐久性。

砖石砌体特别是砖砌体,具有良好的隔热、隔声性能。

砌体结构砌筑时不需要特殊的技术设备,新砌筑的砌体即可承受一定的荷载,可以连续施工,且成本低廉。

砌体材料抗压强度远大于抗拉、抗剪强度,即使砌体强度不是很高,也能具有较高的

结构承载力,特别适合于以受压为主的构件。

(2) 砌体结构的缺点 一般砌体的强度较低,因而必须采用较大截面的墙、柱构件,材料用量多,因而结构的体积大、自重大,构件及结构笨重。

由于砂浆和砌块之间的黏结力较弱,致使砌体的抗拉、抗弯和抗剪强度较低,抗震性能差,因此砌体结构在很多方面的应用受到限制。

砌体基本上采用手工方式砌筑,劳动强度大,生产效率低。

砖砌体结构的黏土砖用量很大,往往需要占用大量的耕田,黏土砖砌体结构已不能适应可持续发展的要求。

1.2.2.2 砌体结构的应用

由于砌体结构具有很多明显的优点,因此应用范围广泛。但砌体结构存在的缺点,又限制了它在某些场合下的应用。随着墙体材料改革的深入,大型板材、轻质高强砌块、工业废废料砖、混凝土空心墙板、配筋砌体等不断涌现,大大拓宽了砌体结构的应用范围。

砌体结构的受力特点是抗压能力较强,抗拉能力较弱。所以砌体结构多用作轴心受压或偏心受压构件,而受弯、受拉、受剪构件使用较少。房屋的基础、墙、柱等都可用砌体结构建造。另外过梁、屋盖、地沟等也可用砌体结构建造。

在工业与民用建筑中,砌体往往被用来砌筑维护墙和填充墙,构筑物中的烟囱、料斗、管道支架、对渗水性要求不高的水池等特殊构件也可用砌体建造。

在交通运输方面,砌体结构可用于桥梁、隧道工程;各种地下渠道、涵洞、挡土墙等也常用石材砌筑;在水利建设方面,可用石材砌筑坝、堰和渡槽等。

1.2.2.3 砌体结构的新进展

新中国成立以来,我国在砌体结构研究和应用方面做了大量的工作,砌体结构材料的生产和应用有较大的发展。近10余年来,采用矸、轻骨料矸或加气矸,以及利用河沙、各种工业废料、粉煤灰、煤矸石等制无熟料水泥煤渣混凝土砌块,或蒸压灰砂砖、粉煤灰硅酸盐砖、砌块等在我国有较大的发展。

配筋砌体的应用研究在我国起步较晚。20世纪60年代有些地区一些房屋的部分墙、柱采用网状配筋砌体承重,节省了钢材和水泥,使用情况良好。20世纪70年代以来,尤其是1975年海城—营口地震和1976年唐山大地震之后,对设置构造柱和圈梁的约束砌体进行了一系列的试验研究,研究成果很多被纳入到我国抗震设计规范。

从20世纪90年代初期,有关部门在总结国内外配筋混凝土砌块试验研究经验的基础上,在配筋砌块结构的配套材料、配套应用技术的研究上获得了突破,在此基础上开展了更具代表性和针对性的试点工程,试点工程实践表明,中高层配筋砌块建筑具有明显的社会效益。作为黏土砖的主要替代材料和某些功能强于黏土砖的砌块的发展前景是非常好的。

在设计理论方面,从新中国成立前直至1950年我国谈不上有任何结构设计理论。1956年国家建委批准在我国推广应用苏联砌体结构设计标准。1973年,在我国有关部门的领导和组织下,对砖石结构进行了较大规模的试验研究和调查,并颁布了国家标准《砖石结构设计规范》(GBJ 3—73),这是我国第一部砖石结构设计规范。1988年又颁布

了《砌体结构设计规范》(GBJ 3—88),使我国砌体结构设计理论和方法趋于完善。2002年1月10日发布的最新《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001),更加完善了砌体结构设计的理论和实际依据。

由于砌体材料良好的物理力学性能、易于取材、生产和施工,造价低廉,至今仍是我国主导的建筑材料。但是由于砌体材料普遍存在着自重大、强度低、生产能耗高、毁田严重、施工机械化水平较低,和耐久性、抗震性能较差等弊病,这些又制约了砌体结构的发展。

鉴于以上原因,今后我们应该积极发展新材料,研究轻质高强低能耗的砖、砌块,积极开发研究节能环保的新型材料,如蒸压灰砂废渣制品、利用页岩生产多孔砖、废渣轻型混凝土墙板等。进一步加强配筋砌体和预应力砌体的研究,这种砌体的原理与预应力混凝土相似,能明显改善砌体的受力性能和抗震性能。尤其是研制和定制生产砌块建筑使用的机具,如铺砂浆器、小直径振捣棒、小型灌孔混凝土浇注泵、小型钢筋焊机、灌孔混凝土检测仪等,这些机具对保证配筋砌块结构的质量至关重要。

在砌体结构理论方面,应进一步研究砌体结构的破坏机理和受力性能,通过数学和力学模式,建立完善而精确的砌体结构理论。要着重研究基本的本构关系和工作原理,用适合于砌体结构特点的模型和手段来研究砌体结构的各种力学行为,结构整体工作性能,配筋砌体中高层计算理论以及砌体结构的评估、修复和加固等。

➤ 1.3 本课程的主要内容及学习方法

1.3.1 本课程的主要内容

本课程主要讲钢筋混凝土结构及砌体结构设计两个方面的问题。

其中第一部分中包含混凝土结构设计原理及钢筋混凝土结构设计两个问题。混凝土结构设计原理主要介绍钢筋和混凝土材料的力学性能、概率极限状态设计方法、钢筋混凝土构件在不同受力变形时,截面设计方法、变形与裂缝宽度验算、构造措施等。这部分是学习工程结构的基础知识。

钢筋混凝土结构设计包括钢筋混凝土楼屋盖设计、钢筋混凝土单层工业厂房和钢筋混凝土多高层结构设计。主要介绍各种结构的结构布置、各种结构构件的形式、结构的内力计算及配筋、构造措施、抗震设计要点等,是基本理论的应用。

砌体结构主要介绍砌块力学性能、砌体的受力特征及变形性能、砌体构件的承载力计算及混合结构房屋的设计。

建筑结构设计实务简介部分,主要介绍我国基本建设程序、结构设计程序,工程结构设计、施工过程中的相关规范规程、设计参考资料等,使学生了解设计实务的相关内容。

1.3.2 本课程的特点及学习方法

1.3.2.1 课程特点

(1)材料的复杂性 钢筋混凝土是由钢筋和混凝土两种力学性能完全不同的材料组成的复合材料,除自身性能复杂外,其性能还受诸多因素的较大影响。它与以往学过的材料力学中单一、匀质、连续、理想弹性材料不同,所以材料力学公式在混凝土结构中可以直接运用的不多,但在考虑了钢筋混凝土材料特性的基础上通过平衡关系建立基本方程的途径是相同的。而且两种材料在截面面积数量和材料强度大小上的比例匹配不同也会引起构件受力性能的改变,这是单一材料构件所没有的特点。为了对钢筋混凝土的受力性能和破坏特性有较好的了解,首先要掌握好钢筋和混凝土材料的力学性能和影响因素。这对于钢筋混凝土构件是一个既具有基本理论意义,又具有工程实际意义的问题。这是学习本课程必须十分注意的问题。

(2)公式的半理论、半经验性 钢筋混凝土结构及砌体结构中涉及的计算公式与材料力学等基础课中的公式有所不同。材料力学所涉及的材料都是理想的弹性材料,而在钢筋混凝土结构及砌体结构中的材料则是非均质、非弹性的钢筋混凝土材料,其计算公式是根据理论分析及试验研究得到的半理论、半经验公式,有些则是工程经验的总结。因此在学习和运用这些公式时,要正确理解公式的本质,特别注意公式的适用范围及限制条件。

(3)设计的多方案性 在数学和力学等基础学科中,问题的答案一般是唯一的。而结构设计则是要综合考虑总体布置、结构形式、材料选择和构件选型等多个方面,是一个多因素的综合性问题,应遵循安全、经济、适用、美观和有利环保的原则。同一构件在给定荷载作用下,可以采用不同的截面形式,选择不同的截面尺寸和配筋方式等,进而可得到不同的设计结果。合理的设计往往要经过多方案的技术经济比较,从施工、造价、使用、维护和环保等方面综合考虑。事实上,不同的设计理念造就了不同的设计结果。所以在学习过程中,要注意培养对多种因素进行综合分析的能力。

(4)规范的权威性和设计者的主动创造性 规范是国家制定的有关结构设计计算、构造要求以及施工的技术规定和标准,是具有约束性和立法性的文件,是设计、校核、审批结构工程设计的依据。强制性条文是设计中必须遵守的带有法律性质的技术文件,这将使设计方法达到统一化和标准化,从而有效地贯彻国家的技术经济政策,保证工程质量。规范是总结了近年来设计、科研单位的科研成果和工程实践经验,并广泛征求国内有关单位的意见,学习和借鉴国外先进规范的经验,并逐渐与国际标准一致,经过反复修改而制定的,它代表了该学科在一个时期的技术水平。由于科学技术水平和生产实践经验是不断发展的,所以规范也必然需要不断修订和补充。因此,要用发展的观点来看待设计规范,在学习和掌握工程结构理论和设计方法的同时,要学会运用规范,在熟悉、运用规范时,应注意不能仅限于规范所列的具体条文、公式、表格,更主要的是对规范条文的概念和实质要有正确的理解,要善于观察和分析,不断地进行探索和创新。只有这样才能确切地运用规范,充分发挥设计者的主动性和创造性。

1.3.2.2 学习方法

(1)重视构造要求 结构设计包括结构计算及构造设计两个方面,结构计算是在对结构进行假定简化的基础上进行的,因而计算结果与实际情况仍有一定差距;而构造要求是构件受力性能的保证措施,是长期的科学实验和工程实践的总结。因此,一定要重视构造细节的设计,理解构造原理,懂得计算和构造同等重要。

(2)重视实践和规范应用 工程结构课程是一门理论性和实践性都较强的课程,学习时一方面要通过课堂讲授、习题、作业进行基础知识及理论学习,通过课程设计、毕业设计等实践教学环节进行结构设计,解决工程中所遇到的构造问题。另一方面,还应有针对性地通过施工现场的参观、实习,了解实际工程的结构布置、施工工艺等,增强感性认识,积累工程经验。

在学习过程中还要注意逐步熟悉和正确运用相关的设计规范和设计规程,如《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2002)等。设计规范是国家颁布的关于结构设计技术和构造要求的技术规定和标准,是具有约束性的法规性文件,是结构设计、校核、审批工程设计的依据。学习本课程时,应不仅仅局限于规范所列条文、公式、表格的学习,还要侧重于掌握结构构件的受力性能。只有对设计规范条文的概念和实质有正确的理解,才能正确地应用规范的条文及其相应的计算公式、构造要求,充分发挥设计者的主动性、创造性,并能适应设计规范的发展,不断地提高设计工作的水平。

(3)注意难点,突出重点 专业课一般知识面广,综合性强,内容更新快。本课程内容多、试验多、符号多、公式多、构造规定多,学习时要遵循教学大纲要求,贯彻“少而精”的原则,突出对重点内容的学习。对学习中的难点要找出它的根源,以利于化解。除记好本学科理论和方法的推论、应用和联系外,还要记下更新的内容以及与其他学科的联系。学习新的概念时,要想一想为什么建立这个概念,它是怎样从实际问题中抽象出来的。