



普通高等学校土木工程专业创新系列规划教材



钢与混凝土组合结构设计

主编 刘殿忠 郭兰慧
主审 窦立军



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

普通高等学校土木工程专业创新系列规划教材

钢与混凝土组合结构设计

主 编 刘殿忠 郭兰慧
副主编 吴兆旗 赵庆明 闻玉辉
主 审 窦立军



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

钢与混凝土组合结构设计/刘殿忠,郭兰慧主编.—武汉:武汉大学出版社,2015.4
普通高等学校土木工程专业创新系列规划教材
ISBN 978-7-307-14771-3

I. 钢… II. ①刘… ②郭… III. 钢筋混凝土结构—组合结构—结构设计—高等学校—教材 IV. TU375.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 257600 号

责任编辑:王亚明

责任校对:王慧平

装帧设计:吴 极

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:whu_publish@163.com 网址:www.stmpress.cn)

印刷:武汉科源印刷设计有限公司

开本:850×1168 1/16 印张:10.75 字数:288 千字

版次:2015 年 4 月第 1 版 2015 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-14771-3 定价:24.00 元

版权所有,不得翻印;凡购买我社图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

普通高等学校土木工程专业创新系列规划教材 编审委员会

(按姓氏笔画排名)

主任委员:刘殿忠

副主任委员:张 利 孟宪强 金菊顺 郑 毅 秦 力
崔文一 韩玉民

委 员:马光述 王 睿 王文华 王显利 王晓天
牛秀艳 白立华 吕文胜 仲玉侠 刘 伟
刘卫星 李 利 李栋国 杨艳敏 邱国林
宋 敏 张自荣 邵晓双 范国庆 庞 平
赵元勤 侯景鹏 钱 坤 高 兵 郭靳时
程志辉 蒙彦宇 廖明军

总责任编辑:曲生伟

秘 书 长:蔡 巍

特别提示

教学实践表明,有效地利用数字化教学资源,对于学生学习能力以及问题意识的培养乃至怀疑精神的塑造具有重要意义。

通过对数字化教学资源的选取与利用,学生的学习从以教师主讲的单向指导的模式而成为一次建设性、发现性的学习,从被动学习而成为主动学习,由教师传播知识而到学生自己重新创造知识。这无疑是锻炼和提高学生的信息素养的大好机会,也是检验其学习能力、学习收获的最佳方式和途径之一。

本系列教材在相关编写人员的配合下,将逐步配备基本数字教学资源,其主要内容包括:

课程教学指导文件

- (1)课程教学大纲;
- (2)课程理论与实践教学时数;
- (3)课程教学日历:授课内容、授课时间、作业布置;
- (4)课程教学讲义、PowerPoint 电子教案。

课程教学延伸学习资源

- (1)课程教学参考案例集:计算例题、设计例题、工程实例等;
- (2)课程教学参考图片集:原理图、外观图、设计图等;
- (3)课程教学试题库:思考题、练习题、模拟试卷及参考解答;
- (4)课程实践教学(实习、实验、试验)指导文件;
- (5)课程设计(大作业)教学指导文件,以及典型设计范例;
- (6)专业培养方向毕业设计教学指导文件,以及典型设计范例;
- (7)相关参考文献:产业政策、技术标准、专利文献、学术论文、研究报告等。

 本书基本数字教学资源及读者信息反馈表请登录www.stmpress.cn下载,欢迎您对本书提出宝贵意见。



前 言

钢与混凝土组合结构综合了钢结构和混凝土结构的优点,具有承载能力强、刚度大、抗震性能好及施工方便等特点,近 30 年来得到了快速发展。其应用范围不断扩大,适应现代土木工程的发展要求,是土木工程结构的重要发展方向,应用前景广阔。

本书力求反映近年来钢与混凝土组合结构工程应用的最新成果,围绕现行设计规范和规程,从钢与混凝土组合结构的特点和应用范围出发,分别介绍了钢与混凝土组合梁、压型钢板与混凝土组合板、钢管混凝土结构、型钢混凝土组合结构的设计方法、构造措施及施工要点。为方便读者自学,本书在编写过程中尽可能做到实用、易读,章后设有知识归纳和习题等内容。

本书可作为高等学校土木工程专业本科生及研究生教材,也可作为土木工程专业相关工程技术人员的参考书。

本书由刘殿忠、郭兰慧担任主编,吴兆旗、赵庆明、闻玉辉担任副主编。

全书共分为 5 章,具体编写分工为:第 1 章、第 2 章的 2.1 节和 2.2 节由吉林建筑大学刘殿忠编写,第 2 章的 2.3~2.5 节由长春工程学院赵庆明编写,第 3 章由吉林省经济管理干部学院闻玉辉编写,第 4 章由哈尔滨工业大学郭兰慧编写,第 5 章由福州大学吴兆旗编写。全书由刘殿忠统稿。

长春工程学院窦立军教授审阅了全书并提出了许多宝贵意见,在此表示感谢。

由于编者的学识水平有限,书中难免存在疏漏和不足之处,敬请读者批评指正,在此深表感谢。

编 者

2015 年 1 月



目 录

1 绪论	1
1.1 钢与混凝土组合结构的特点及类型/1	
1.2 钢与混凝土组合结构的发展/4	
1.3 钢与混凝土组合结构的应用范围/6	
2 钢与混凝土组合梁设计	8
2.1 概述/8	
2.2 钢与混凝土组合梁弹性设计/11	
2.3 钢与混凝土组合梁塑性设计/19	
2.4 钢与混凝土组合梁抗剪连接件设计/26	
2.5 钢与混凝土组合梁的设计及构造/38	
知识归纳/44	
思考题/45	
习题/45	
3 压型钢板与混凝土组合板设计	46
3.1 概述/46	
3.2 组合板的计算/48	
3.3 组合板的设计与构造/54	
知识归纳/58	
思考题/60	
习题/60	
4 钢管混凝土构件设计	61
4.1 钢管混凝土的特点/61	
4.2 钢管混凝土的受力机理分析/63	
4.3 圆钢管混凝土构件设计/65	
4.4 矩形钢管混凝土构件设计/74	
4.5 钢管混凝土格构式构件的设计/81	
4.6 圆钢管混凝土节点/87	
4.7 矩形钢管混凝土节点/94	
4.8 钢管混凝土施工/97	
知识归纳/98	
思考题/98	
习题/99	



5 型钢混凝土组合结构设计	100
5.1 概述/100	
5.2 型钢混凝土梁设计/102	
5.3 型钢混凝土柱设计/124	
5.4 型钢混凝土剪力墙设计/136	
5.5 型钢混凝土梁柱节点设计/144	
5.6 型钢混凝土构件的构造要求/153	
知识归纳/158	
思考题/159	
习题/159	
附录	160
参考文献	162



1 绪 论

内容提要

本章的主要内容为钢与混凝土组合结构的组成、特点、类型及应用。

能力要求

通过本章的学习,学生应对钢与混凝土组合结构有基本的认识,专业领域能有所拓展。

1.1 钢与混凝土组合结构的特点及类型

钢与混凝土组合结构是指钢和混凝土两种材料通过一定方式组合成整体共同工作,并承受外部作用的一种新型结构形式。两种材料各自发挥其性能优势,形成了组合结构优良的工作性能和突出特点。

经过多年的研究、推广和工程应用,钢与混凝土组合结构得到了迅速发展,现已成为公认的新型结构体系。其与传统的木结构、钢结构、砌体结构和混凝土结构四大结构并列,成为第五大结构。

1.1.1 特点

钢与混凝土组合结构形成的基本条件是两种材料通过黏结力和机械咬合力形成整体,共同工作。钢与混凝土组合结构可充分发挥钢材抗拉强度高及混凝土抗压性能良好的优势。

与钢结构相比,钢与混凝土组合结构可以节省钢材,增大结构刚度,提高稳定性,增强防锈和耐火能力。

与混凝土结构相比,钢与混凝土组合结构自重轻,构件体积小,抗震性能好,施工快。但是,要保证两种材料共同工作,需要采取有效措施,如组合梁需设置必要的抗剪连接件,因此增大了设计和施工的难度。

1.1.2 类型

钢与混凝土组合结构按照组合方式的不同可分为多种类型,且一些新的组合结构形式仍在不断出现。目前,研究较为成熟和应用较多的主要有下列几种组合结构类型,详见图 1-1(a)~(f): ①压型钢板与混凝土组合板;②钢与混凝土组合梁;③钢管混凝土;④型钢混凝土;⑤外包钢混凝土;⑥组合桁(网)架。其中,应用较广的是压型钢板与混凝土组合板、钢与混凝土组合梁、钢管混凝土和型钢混凝土。

1.1.2.1 压型钢板与混凝土组合板

在压成各种形式的凹凸肋与各种形式槽纹的钢板上浇注混凝土而形成的组合板,依靠凹凸肋

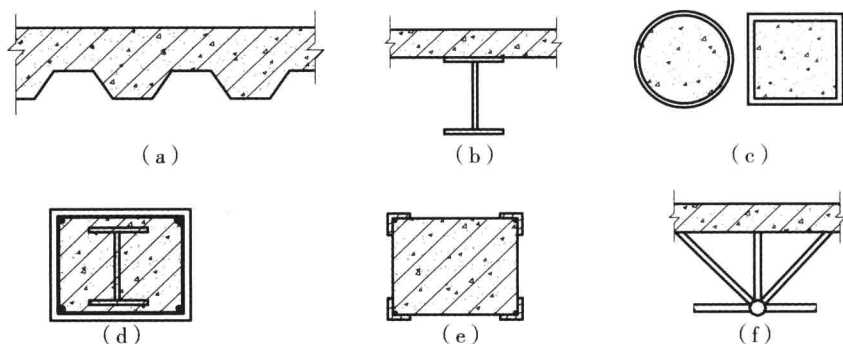


图 1-1 钢与混凝土组合结构的几种类型

及不同的槽纹使钢板与混凝土组合在一起，此组合板称为压型钢板与混凝土组合板，如图 1-2 所示。在与混凝土共同工作而性能较差的压型钢板上可焊接附加钢筋或栓钉，以保证钢材与混凝土的完全组合作用。

压型钢板与混凝土组合板的特点：利用混凝土造价低，抗压强度高，刚度大等特点作为组合板的受压区，而将受拉性能好的钢材放在受拉区，代替板中受拉钢筋，使得两种材料受力合理，各得其所，都能发挥各自的优点。其突出的优点还在于压型钢板在施工时可先行安装，可作为浇筑混凝土的模板及施工平台。

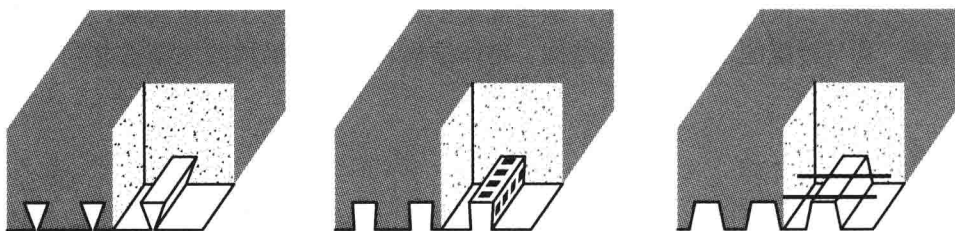


图 1-2 压型钢板与混凝土组合板的形式

1.1.2.2 钢与混凝土组合梁

将钢梁与混凝土板组合在一起形成的组合梁即钢与混凝土组合梁，如图 1-3 所示。混凝土板可以是现浇混凝土板，也可以是预制混凝土板、压型钢板与混凝土组合板或预应力混凝土板。钢梁可以采用轧制或焊接钢梁。钢梁的形式有工字钢、槽钢和箱形钢梁。混凝土板与钢梁之间用剪切连接件连接，使混凝土板作为梁的翼缘与钢梁组合在一起，共同承受外部作用，形成组合 T 形梁。

钢与混凝土组合梁的特点：混凝土板位于组合梁的上部，主要受压；钢梁位于组合梁的下部，主要受拉与受剪。钢与混凝土组合梁受力合理，其强度和刚度明显提高。由于混凝土板的存在为钢梁的受压翼缘提供了连续的侧向支撑，阻止了钢梁受压翼缘的侧向位移，因此很大程度上避免了钢结构容易发生整体失稳与局部失稳的弱点。

1.1.2.3 钢管混凝土

钢管混凝土构件可分为圆钢管混凝土构件、方钢管混凝土构件和矩形钢管混凝土构件，如

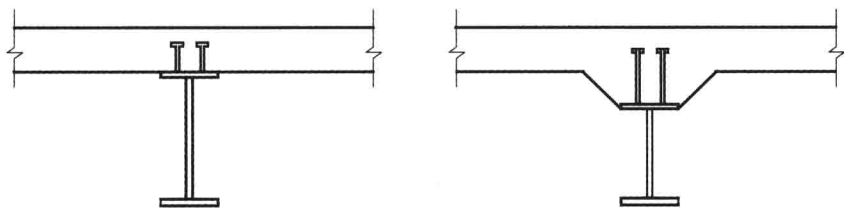


图 1-3 钢与混凝土组合梁的形式

图 1-4 所示。一般在钢管中浇注混凝土时,不需另配钢筋。图 1-5 所示为钢管混凝土结构工程实例。

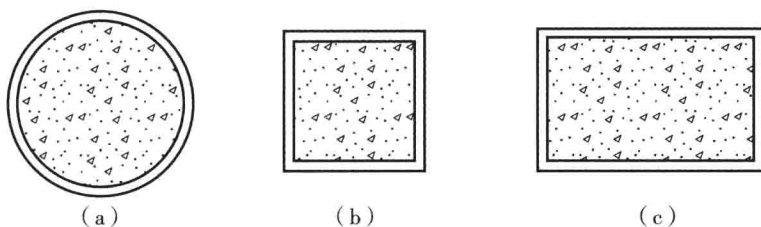


图 1-4 钢管混凝土截面形式

(a) 圆钢管混凝土; (b) 方钢管混凝土; (c) 矩形钢管混凝土

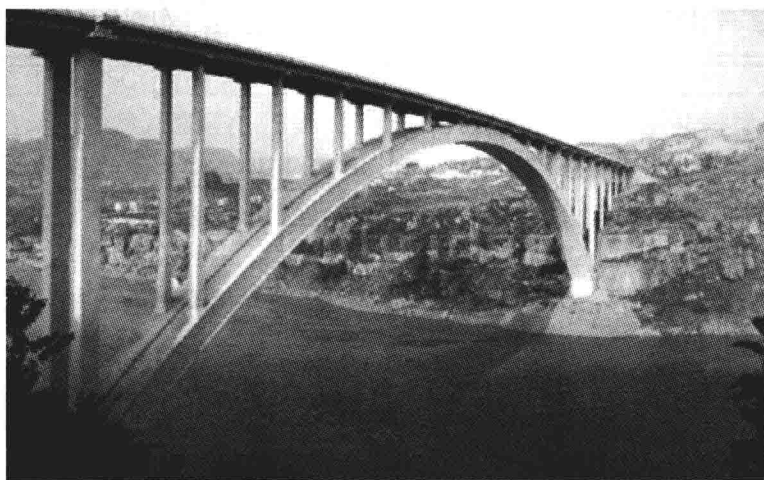


图 1-5 重庆万州长江大桥

①圆钢管混凝土构件的特点: 利用钢管约束混凝土, 将混凝土由单向受压转变为三向受压。钢管混凝土结构充分发挥了混凝土和钢材各自的优点, 避免了钢材特别是薄壁钢材容易失稳的缺点, 所以受力合理, 可大大节省材料。但由于圆形截面断面高度较小, 所以在受弯矩作用时并无优越可言。因此, 常常将其作为高层建筑中下面数层的柱(轴力较大)。圆钢管混凝土结构的最大弱点是圆形截面的柱与矩形截面的梁连接较复杂, 但现已有相应的节点做法。

②方钢管混凝土构件的特点: 其克服了圆钢管混凝土构件的一些缺点, 可以用作偏心受压构

件。房屋的外观较好；连接面为平面，节点构造比较简单；方钢管构成封闭截面，自身刚度较大；由于钢材都分布于截面外边，故其抗弯承载力较高；钢板为连续配置，提高了对混凝土的约束作用，故构件的延性比钢筋混凝土结构明显提高；省去了模板，方便施工。但方钢管对混凝土的约束作用不如圆钢管，只在直角处约束较大。

1.1.2.4 型钢混凝土

型钢混凝土结构是指在混凝土中主要配置轧制或焊接型钢而形成的结构。其截面形式如图 1-6 所示。

型钢混凝土结构的特点：在混凝土中配置的是型钢，这些型钢可以是轧制的，也可以是焊接的。一般在大型建筑中经常配置焊接型钢，可以根据构件截面大小、受力特点，并考虑受力的合理性，灵活地选择焊接型钢各个板件的宽度与厚度。型钢混凝土结构不仅强度、刚度明显增加，而且延性可获得很大的提高，因此是一种抗震性能很好的结构，尤其适用于地震区。比起钢结构建筑，型钢混凝土结构节省了大量钢材，降低了造价，而且避免了钢结构建筑防锈、防腐蚀、防火性能差，需要经常维护等弱点。

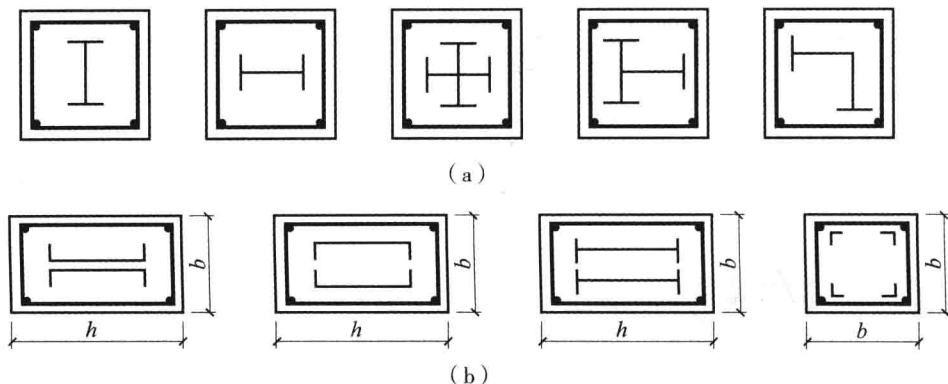


图 1-6 型钢混凝土构件的截面形式

(a)实腹式型钢混凝土截面；(b)空腹式型钢混凝土截面

1.2 钢与混凝土组合结构的发展

钢与混凝土组合结构发展到今天这样的水平经历了漫长的过程。

(1) 单一材料结构

在古代，人类在建筑中只能单独使用一种材料，如泥土、木材、石头、砖、铸铁等。

(2) 钢木组合结构

19 世纪 40 年代出现了豪氏桁架，其使用了铸铁(钢)、木材两种材料(图 1-7)。

(3) 钢筋混凝土结构

19 世纪末 20 世纪初，钢筋混凝土(RC)得以发展和应用，现已成为工程建设中应用最广泛的建筑材料之一。

(4) 外包混凝土结构

20 世纪 40 年代以前，西方国家在高层建筑中，出于防火要求，在钢柱外包混凝土。1908 年，Burr W. H. 在纽约进行了试验，发现柱子承载力提高。20 世纪 30 年代，欧美各国科学家进

行了大量试验(限于长细比较小的轴压短柱),得到承载力是钢柱和混凝土部分承载力之和的结论。英国在 1948 年的 BS449 规范中允许考虑采用外包混凝土加大截面刚度,而不考虑承载力的提高,这就是早期的型钢混凝土结构。

(5) 钢与混凝土组合结构的出现

1940 年,欧洲出现了少数的组合梁及钢管内填混凝土(在钢管及螺旋箍筋 RC 基础上)形成的结构。由图 1-8 可知,两种材料组合后承载力有不同程度的提高。20 世纪 40 年代,组合梁发展迟缓,原因是当时用铆接连接件很不经济,焊接连接出现后才得以迅速发展。

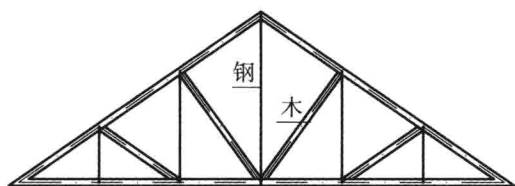


图 1-7 钢-木豪氏桁架

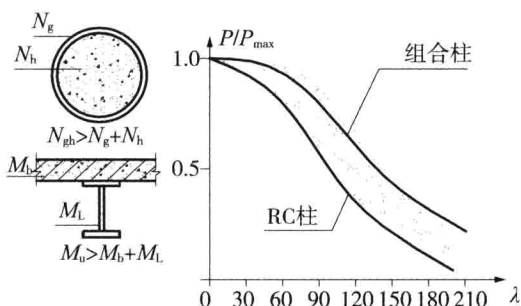


图 1-8 组合与非组合的对比

(6) 钢与混凝土组合结构的发展

20 世纪 40 年代初,组合梁结构出现后,最初应用于高层建筑楼层,然后发展到公路桥梁、铁路桥梁中。1944 年,美国 AASHO(美国国有公路管理局协会)规范中增加了组合梁部分,适用于公路桥梁。1952 年, AISC(美国钢铁学会)规范开始用于楼层。1959、1967 年,英国 BS449 规范中增加了组合梁设计一章。德国在 1955 年 DIN1078 规范中增加了公路桥梁组合梁;1956 年, DIN4239 规范中增加了建筑组合梁;1974 年,增加了钢与混凝土组合梁设计与施工规范的补充条文。西欧 10 国在国际土木工程学会下于 1974 年组成欧洲钢结构协会(ECCS),1979 年发表组合结构典型规程草案,1981 年出版正式文本(ECCS1,即欧 1)。经过一段时间的使用后,积累了一定的经验,西方各国开始制定相应的设计规范(考虑两种材料的组合作用)。1995 年出版的欧 4 规范(ECCS4),是一部全面、详细的组合结构设计规范。我国 1988 年颁布的《钢结构设计规范》(GBJ 17—1988)第一次将钢与混凝土组合梁作为单独的一章,且只适用于承受静载的简支组合梁。《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)扩大了应用范围。

(7) 钢管混凝土组合结构

20 世纪 50 年代,钢管混凝土结构得到了发展;20 世纪 60 年代,其发展较快。欧美日等国家和地区先后制定了设计规范。到目前为止,欧洲各国、美国、日本、加拿大、澳大利亚等国,在组合梁和钢管混凝土结构实验、理论分析、设计、应用等方面都比较成熟,都制定了相应的规范。1988 年,我国电力工业部组织编制了《钢管混凝土结构设计与施工规程》并主要用于电力部门,在 1999 年进行了修订。1990 年,中国工程建设标准化协会组织编制了《钢管混凝土结构设计与施工规程》,现已出版《钢管混凝土结构技术规程》(CECS 28—2012)。在上述规程的基础上,现正在编写《钢管混凝土结构技术规范》(已出征求意见稿),对之前的规程进行了全面修订。其将圆形、方形、矩形及实心 and 空心钢管混凝土全部列入了规范。

1.3 钢与混凝土组合结构的应用范围

1.3.1 多高层建筑结构

采用钢结构的多高层建筑,其楼盖结构均采用组合楼层,大大加快了施工进度。直接采用钢管混凝土组合结构的多高层建筑有厦门金源大厦[地下2层,地上28层,高96.1m,建筑面积32690m²,1997年竣工,钢管柱尺寸为 $\phi 800 \times (8 \sim 12)$,C40],天津今晚报大厦[地下2层,地上38层,高137m,建筑面积8.2万平方米,1997年竣工,钢管柱尺寸为 $\phi 1020 \times (8 \sim 14)$,C60],深圳赛格广场大厦[地下4层,地上75层,高300m,建筑面积16万平方米,1999年竣工,钢管柱尺寸为 $\phi 1600 \times 28$],上海陆海工程[25层,高84.7m,建筑面积10万平方米,1997年竣工,钢管柱尺寸为 $\phi 300 \times (6 \sim 10)$,C60]。国内应用组合结构的多高层建筑已有近百个。

钢管混凝土组合结构之所以能迅速地用于多高层建筑,是基于它具有比钢筋混凝土和钢结构更为优越的性能和特点:

- ①钢管混凝土柱的抗压和抗剪承载力大;
- ②扩大了使用空间;
- ③柱子截面减小,对结构抗震有利;
- ④柱子截面减小,降低了地基基础的造价;
- ⑤钢管混凝土柱的钢管较薄,简化了施工;
- ⑥钢管混凝土柱的耐火性能优于钢柱;
- ⑦可安全可靠地采用高强度混凝土。

1.3.2 新型住宅结构

在新型住宅结构中应用钢与混凝土组合结构的优势:可满足大开间的要求,进行灵活分割,提高使用面积5%~8%;采用配套技术,符合环保、节能建筑要求;可实现工业化、建筑技术集成化;可减轻结构自重,施工周期短,综合经济效益较好。

1.3.3 桥梁结构

钢与混凝土组合结构在桥梁结构中的应用较早,主要用于公路及铁路桥梁。美国已建成了跨度为80m的公路大桥,俄罗斯公路组合桥的跨度可达120~150m。

公路和城市桥梁最初常采用钢筋混凝土结构,钢筋混凝土拱桥的跨度可达200m。但由于施工设备等的限制,钢筋混凝土拱桥的跨度一直无法突破200m。

到20世纪80年代末,钢管混凝土组合结构得到推广后,便立即受到桥梁工程师们的重视,很快被用于拱桥结构中。采用钢管混凝土拱的优点是:空钢管组成的拱圈可以承受施工阶段的荷载,但质量比钢筋混凝土拱小很多,跨度增大,桥墩减少,经济效果十分显著。从此,钢管混凝土组合结构进入到公路和城市桥梁领域,促使拱桥跨度突破200m。仅仅十几年时间,全国建成和在建的钢管混凝土拱桥已达百余座,跨度由100m到300多米不等,最大的是万县长江大桥,跨度已达到420m,为世界之最。其已于1997年7月1日建成通车。据桥梁工程师们预测,采用



这种拱桥结构，单孔跨度有望达到五六百米，大有发展前途。

1.3.4 其他结构

地铁站台柱、构架柱及平台，输变电塔架，单层工业厂房等结构均有采用组合结构的工程。

2 钢与混凝土组合梁设计

内容提要

本章的主要内容为钢与混凝土组合梁的弹性和塑性设计方法、抗剪连接件的计算、构造要求等内容。本章的教学重点为钢与混凝土组合梁的塑性设计方法，教学难点为钢与混凝土组合梁的弹性设计方法。

能力要求

通过本章的学习，学生应了解钢与混凝土组合梁的工作原理及特点，掌握钢与混凝土组合梁弹性和塑性设计方法、连接件的设计计算等内容，基本具备钢与混凝土组合梁的设计能力。

2.1 概 述

2.1.1 钢与混凝土组合梁的类型

钢与混凝土组合梁适用于桥梁结构、楼盖结构或平台结构，其应用类型如下。

2.1.1.1 普通工字钢组合梁

普通工字钢组合梁具有以下几种形式：①工字钢[图 2-1(a)]；②工字钢下翼缘再焊接一块钢板，用以增大抗拉强度、加大下翼缘，而形成的焊接工字钢[图 2-1(b)]；③将上翼缘伸入混凝土板中，而不需要抗剪连接件的工字钢[图 2-1(c)]。普通工字钢组合梁主要用于楼盖、平台结构中，其上部混凝土板可采用现浇混凝土板、预制混凝土板、叠合混凝土板。

①现浇混凝土板：整体性好，布置灵活，能满足各种建筑平面形状的布置要求，但现浇混凝土板需要现场支模，湿作业工作量大，适用于楼盖结构或平台结构。

②预制混凝土板：可减少现场混凝土的湿作业工作量，施工快，但要求预制混凝土板端在有栓钉处预留槽口，后浇槽口与板缝。这是保证混凝土板和钢梁共同工作的关键，其浇筑质量直接影响到混凝土板和钢梁的整体工作性能。预制混凝土板组合梁的整体性差，传递水平力的能力差，现已很少采用。

③叠合混凝土板：构造简单，施工方便，受力性能好。预制混凝土板在施工阶段作为模板，在使用阶段则作为组合梁混凝土翼板的一部分参与受力，可用于非抗震区的楼盖。

在钢结构建筑中常采用压型钢板组合楼层[图 2-1(h)]。压型钢板可作为板中配筋承重，也可作为永久性模板不参与承重，适用于多高层钢结构楼盖结构。

2.1.1.2 箱形组合梁

箱形组合梁[图 2-1(e)]主要用于公路及铁路桥梁，美国于 1968 年建成了跨度为 80m 的公路

大桥。

2.1.1.3 蜂窝式组合梁

蜂窝式组合梁[图 2-1(g)]用于跨度较大、荷载较小的多层建筑。为提高型钢梁的高度,将工字钢的腹板纵向切割成锯齿形的两半,然后错开,将凸出部分对头焊接,形成了腹板有六角形开孔的蜂窝式梁。与顶部混凝土板组合成整体后,其较单一的钢蜂窝梁增加了梁的强度和刚度。

2.1.1.4 钢桁架式组合梁

钢桁架式组合梁[图 2-1(f)]由钢筋混凝土板与普通钢桁架或轻钢桁架组成。桁架的上弦节点板或桁架上弦杆向上伸入到混凝土板中,作为桁架和混凝土板之间的连接件,形成组合结构,以减小上弦杆件的截面尺寸。

前苏联设计的钢桁架式组合梁,钢桁架采用跨度为 30m 和 36m,与跨度为 6~12m 的 RC 板组合。上弦杆节省钢材 30%~40%,全桁架节省钢材 15%。上弦杆上每隔 0.1~1m 焊接一个角钢连接件,考虑 RC 板的连续性可减小质量 20%~30%(板)(取消了上弦杆,RC 板为上弦杆)。

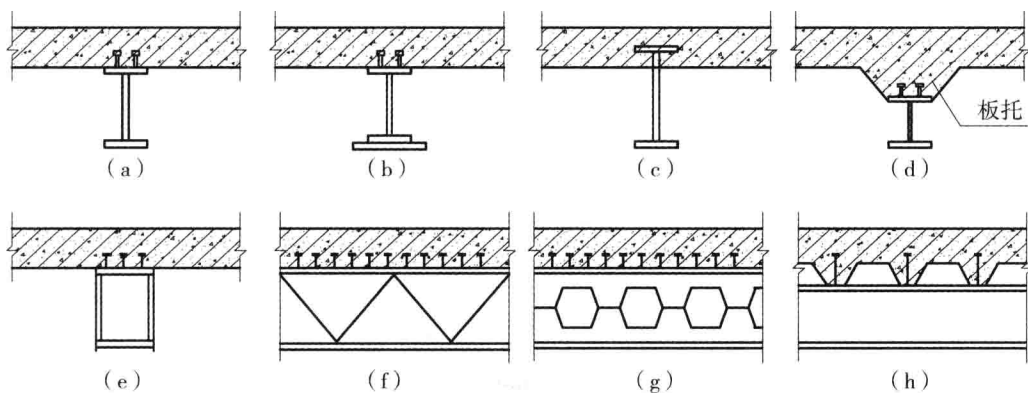


图 2-1 组合梁的各种类型

2.1.2 钢与混凝土组合梁的特点

在采用混凝土板和钢梁的建筑中,过去分别设计、计算板和梁。如果是简支梁,假定板底和钢梁上翼面之间的接触部分无摩擦阻力,而仅有竖向内力,则它们受到竖向荷载后,在各自截面上产生弯矩和变形。总的力矩为两者之和,即 $M_{\text{板}} + M_{\text{梁}} = \sum M$ 。变形表现为混凝土翼板底面受拉,钢梁上翼面受压,如图 2-2 所示。但实际上混凝土板是紧贴在钢梁上翼面上的,当受力变形时它们之间产生摩擦阻力,降低了它们之间的相对移动。这种部分的相互制约作用,特别是混凝土翼板底和钢梁上翼面都很粗糙时,在混凝土翼板中产生压力 N_h ,在梁中产生拉力 N_g ,增加了截面的抵抗力矩 $N_h e$ 或 $N_g e$,连同各自截面上的应变如图 2-3 所示。

如果在混凝土翼板底和钢梁上翼缘贴合面上加上足够的连接件,会阻止或大大降低它们之间的相对滑移。此时构件组合成一个整体,而仅具有一个共同的中和轴,板中的压力 N_h 和梁中的拉力 N_g 增大了,而整个截面的抵抗力矩 $N_h e$ 或 $N_g e$ 也增加了,如图 2-3 所示。这样有意识地把梁上的混凝土板和钢梁在构造上组合成整体,显然会大大增加梁的承载能力和刚度,这就形成了钢与混凝土组合梁。