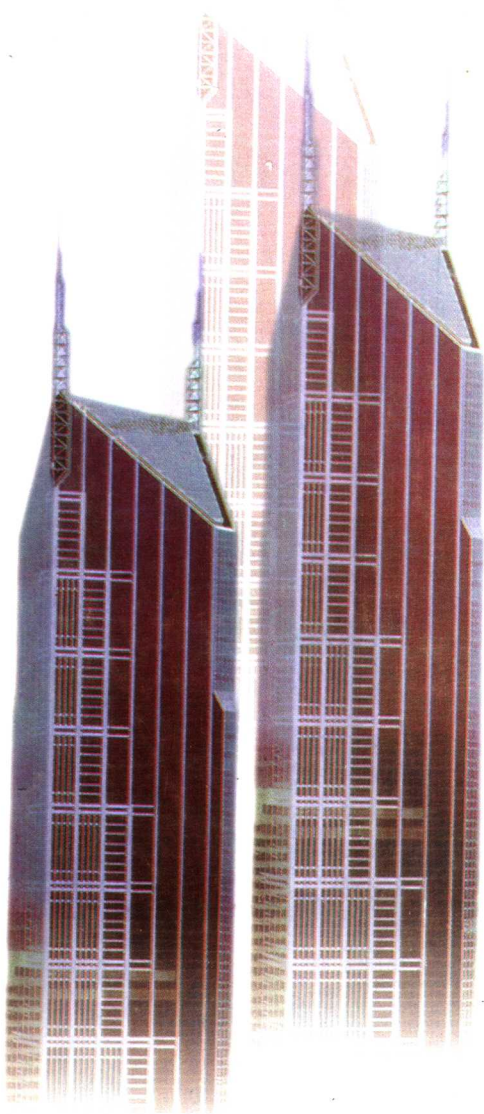


中等专业学校工业与民用建筑专业系列教材

建筑结构学习指导



武汉工业大学出版社

胡兴福 主编
鲁维 副主编
夏建中 编



中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材

建筑结构学习指导

胡兴福 主 编
鲁 维 副主编
夏建中

武汉工业大学出版社

• 武汉 •

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构学习指导/胡兴福主编. —武汉:武汉工业大学出版社,2000.2

中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材

ISBN7-5629-1534-2

I. 建… II. 胡… III. 建筑结构-专业学校-教学参考资料 IV. TU.3

武汉工业大学出版社出版发行

(武汉武昌珞珈路122号 邮编:430070)

各地新华书店经销

核工业中南三〇九印刷厂印刷

(湖北省安陆市九号信箱 邮编:432600)

*

开本:787×1092 1/16 印张:17 字数:421千字

2000年2月第1版 2000年2月第1次印刷

印数1—5000册

定价:17.00元

(本书如有印装质量问题,请向承印厂调换)

中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材

出版说明

为了适应中等专业学校“工业与民用建筑专业”教学,以及该专业中专层次各种形式办学和培训的需要,武汉工业大学出版社组织了部分建筑工程、建筑材料中等专业学校,邀请熟悉中专教学规律,有丰富教学实践经验和体会的教师,编写了中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材。

这套教材依据建设部普通中等专业学校“工业与民用建筑专业”培养方案规定的培养目标、毕业生的业务范围和基本规格,各科内容按照培养方案提出的毕业生应具备的基础知识、专业知识和业务能力的要求进行编写。在编写中、力求做到理论联系实际,结构体系合理,取材恰当,叙述清楚,具有思想性、科学性、实用性、先进性的鲜明特点。在专业技术方面,采用国家颁发的现行规范、标准和规定。教材中的专业术语、符号和计量单位采用《建筑结构设计通用符号、计量单位和基本术语》国家标准,并应符合《中华人民共和国法定计量单位使用方法》及有关国家标准的规定。

这套教材主要用于中等专业学校工业与民用建筑专业和相关专业的相关课程教学,也可供中专层次的电教函授、自学考试、职工岗位技术培训等参考选用。我们诚恳期望广大读者在使用这套教材的过程中提出宝贵意见和建议,以便今后不断修改和完善。

中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材编委会

1997年5月8日

中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材 编委会成员名单

顾问:周功亚

主任:高鸣涵

副主任:曹文聪 孙成林 范文昭

委员:周相玉 吴润华 高远 陈英 朱永祥 毛小玲 余胜光

冯美宇 梁春光 赵爱民 范德均 王学通 范文昭 宫杰

张文祥 吴振旺 喻建华 杨太生 叶胜川 高文安 吴泽

丁卿 刘自强 胡兴福 吴明军 危道军 杜喜成 蔡德明

田道全 李梅 黄春 杨学忠

秘书长:杨学忠

前 言

建筑结构是工民建专业的主干专业课,也是一门难教、难学的课程。为了帮助广大读者教好、学好这门课程,我们编写了这本《建筑结构学习指导》。

本书按照建设部 1997 年颁布的普通中等专业学校工业与民用建筑专业《建筑结构课程教学大纲》编写。每章分学习要求、章节要点、疑难释义、习题四部分。学习要求是教学大纲对本章的教学要求,以及学习方法指导;章节要点不仅提纲挈领地归纳概括了章节内容,而且有类型丰富的解题实例,并阐明了解题思路;疑难释义详细解释了教学中的疑难问题;习题及答案不仅编入了数量多、类型全的思考题与习题,并给出了习题答案。此外,书末还编入了两套模拟试题,可作为读者自我检测之用。

本书由四川省建筑工程学校胡兴福任主编,江西省建筑工程学校鲁维、四川省建筑工程学校夏建中任副主编。胡兴福同志编写绪论、第一章~第九章及附录,鲁维同志编写第十章~第十五章,夏建中同志编写第十六章~第二十一章。四川大学曾继成教授对书稿进行了认真、仔细的审阅,提出了许多宝贵意见,谨此表示衷心感谢!

本书符号按《工程结构设计基本术语和通用符号》(GBJ-132—90)、《混凝土结构设计规范》(GBJ10—89)、《砌体结构设计规范》(GBJ3—88)、《钢结构设计规范》(GBJ17—88)采用,书中不再解释。

由于时间仓促,编者水平有限,书中疏漏不妥之处难免,恳请读者批评指正。

编 者

1999 年 9 月

目 录

绪论.....	1
学习要求	1
章节要点	1
疑难释义	2
习题	3
第一章 建筑结构荷载	5
学习要求	5
章节要点	5
疑难释义	6
习题	8
第二章 建筑结构概率极限状态设计法	9
学习要求	9
章节要点	9
疑难释义	10
习题.....	11
第三章 混凝土结构材料的力学性能	13
学习要求	13
章节要点	13
疑难释义	16
习题.....	17
第四章 钢筋混凝土受弯构件承载力计算	19
学习要求	19
章节要点	19
疑难释义	42
习题.....	47
第五章 钢筋混凝土轴心受力构件承载力计算	53
学习要求	53
章节要点	53
疑难释义	57
习题.....	59
第六章 钢筋混凝土偏心受力构件承载力计算	60
学习要求	60
章节要点	60
疑难释义	71
习题.....	72

第七章 钢筋混凝土受扭构件承载力计算	74
学习要求	74
章节要点	74
疑难释义	78
习题	79
第八章 钢筋混凝土构件的裂缝宽度和挠度计算	81
学习要求	81
章节要点	81
疑难释义	87
习题	91
第九章 预应力混凝土构件	93
学习要求	93
章节要点	93
疑难释义	100
习题	101
第十章 钢筋混凝土梁板结构	103
学习要求	103
章节要点	103
疑难释义	112
习题	113
第十一章 单层工业厂房结构	115
学习要求	115
章节要点	115
疑难释义	126
习题	128
第十二章 多层框架结构房屋	129
学习要求	129
章节要点	129
疑难释义	150
习题	151
第十三章 砌体及其基本力学性能	152
学习要求	152
章节要点	152
疑难释义	153
习题	155
第十四章 砌体结构构件的承载力计算	156
学习要求	156
章节要点	156
疑难释义	166
习题	169
第十五章 混合结构房屋墙、柱设计	171

学习要求	171
章节要点	171
疑难释义	184
习题	185
第十六章 钢结构的材料及计算方法	187
学习要求	187
章节要点	187
疑难释义	188
习题	190
第十七章 钢结构的连接	191
学习要求	191
章节要点	191
疑难释义	206
习题	210
第十八章 轴心受力构件	212
学习要求	212
章节要点	212
疑难释义	223
习题	225
第十九章 受弯构件——梁	226
学习要求	226
章节要点	226
疑难释义	236
习题	237
第二十章 偏心受力构件	239
学习要求	239
章节要点	239
疑难释义	244
习题	244
第二十一章 钢屋盖	245
学习要求	245
章节要点	245
疑难释义	251
习题	252
附录一 《建筑结构》模拟试题第一套(上册)	253
附录二 《建筑结构》模拟试题第二套(下册)	257
参考文献	262

绪 论

一、学习要求

本部分要求领会建筑结构的概念及分类,了解混凝土结构、砌体结构、钢结构、木结构的优缺点和应用范围,以及本课程的学习要求。

二、章节要点

(一)建筑结构及其分类

在建筑中,由若干构件连接而成的能承受作用的平面或空间体系,称为建筑结构。

建筑结构可按所用的材料和承重结构的类型来分类。

1. 按结构所用的材料分类

建筑结构 { 混凝土结构——以混凝土为主制作的结构
砌体结构——以砌体为主制作的结构
钢结构——以钢材为主制作的结构
木结构——以木材为主制作的结构

其中,混凝土结构包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构。

各种结构的优缺点及应用情况见表 0-1。

2. 按承重结构的类型分类

建筑结构 { 混合结构
框架结构
剪力墙结构
框架—剪力墙结构
筒体结构
排架结构
大跨度结构

表 0-1 各种结构的优缺点及应用情况

结构类型	优 点	缺 点	应用情况
混凝土结构	强度高,可就地取材,耐久性好,可模性好,整体性好	自重大,抗裂性差,现浇时耗模板多,工期长	广泛
砌体结构	就地取材,造价低,耐火性好,耐久性好,技术要求低	自重大,强度低,抗震性能差	广泛
钢结构	强度高,重量轻,材质均匀,制作简单	易腐蚀,维护费用高,耐火性能差	较少
木结构	就地取材,制作简单,便于施工	易燃、易腐,结构变形大	很少

(二)本课程的学习要求

1. 知识要求

了解建筑设计的原则;领会材料的力学性能、强度等级及其应用;领会混凝土结构、砌体结构及钢结构构件的类型、适用范围及其计算方法;领会建筑结构的规范和制图标准。

2. 能力要求

能对结构基本构件进行受力分析和设计计算;能正确绘制与识读结构施工图;能正确处理施工中遇到的一般结构构造问题。

三、疑难释义

1. 剪力墙及剪力墙结构

剪力墙是指在房屋适当部位所设置的钢筋混凝土墙片,其宽度和高度一般与整个房屋的宽度和高度相同。由于这种墙片的主要作用是承受平行于墙体平面的水平力,故名剪力墙,以区别于一般仅承受竖向荷载的墙体。剪力墙在水平力作用下的工作犹如悬臂的深梁(图 0-1),具有很大的抗侧刚度。

剪力墙结构是全部由剪力墙承重的结构体系。实际上,剪力墙结构类似于砖混结构,只是将砖混结构的砖墙换成了现浇的钢筋混凝土墙而已。

2. 筒体与筒体结构

所谓筒体实际上就是由几片剪力墙所形成的封闭的空间结构,犹如一个底端固结于基础,顶端自由,竖向放置的封闭箱(图 0-2)。当壁上仅开少量洞口时,称为

“实腹筒”(图 0-2a);当壁上开口较多时称为“空腹筒”(图 0-2b)。“实腹筒”常常利用电梯井、楼梯间、管道井等形式,故又称为核心筒。“空腹筒”从本质上讲是由密集立柱和深梁组成的框架,故又称框筒。

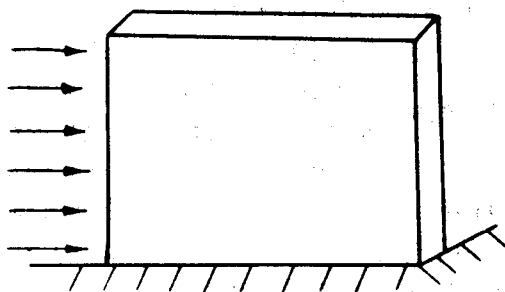


图 0-1 剪力墙

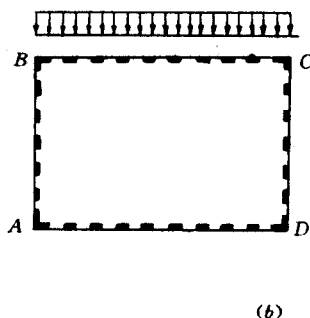
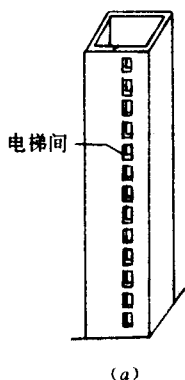


图 0-2 筒体

(a)核心筒;(b)框筒

筒体结构体系是指由核心筒和框筒等单元所组成的承重结构体系,常见的形式有框筒结构、筒中筒结构、框架核心筒结构、成束筒结构、多重筒结构等(图 0-3)。

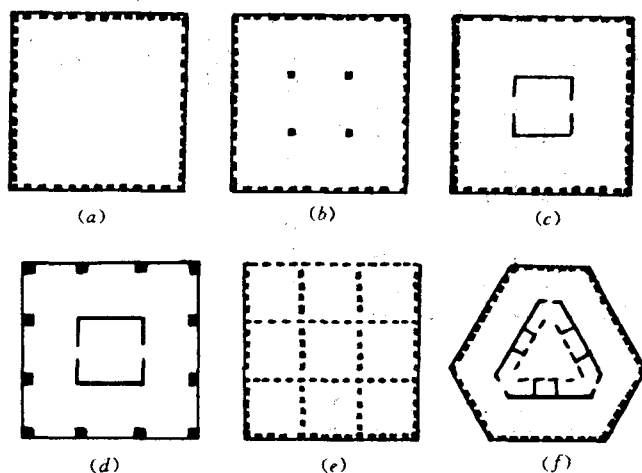


图 0-3 筒体结构的类型

(a)(b)框筒结构;(c)筒中筒结构;(d)框架核心筒结构;
(e)成束筒结构;(f)多重筒结构

3. 大跨度结构的类型

大跨度建筑的结构组成包括屋盖结构和竖向承重结构(如刚架或排架)。能够表现建筑造型的是屋盖结构。现代大跨度屋盖结构主要包括门式刚架结构、薄腹梁结构、桁架结构、拱结构、薄壳结构(图 0-4)、网架结构(图 0-5)、悬索结构(图 0-6)等。其中前四种屋盖结构属于平面结构体系,后三种属于空间结构体系。

四、习题

1. 什么叫建筑结构?
2. 按结构所用材料不同,建筑结构可分为哪几类?各有何优缺点?
3. 按承重结构的类型,建筑结构分为哪几类?应用范围各是什么?

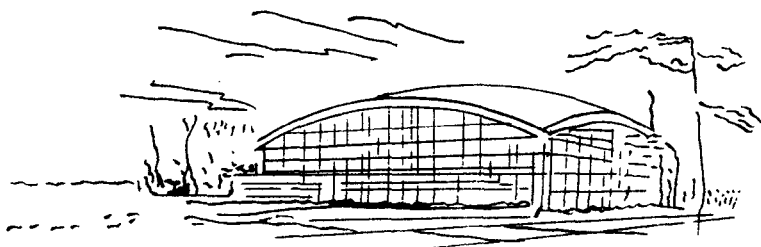


图 0-4 薄壳结构示例——双曲扁壳结构

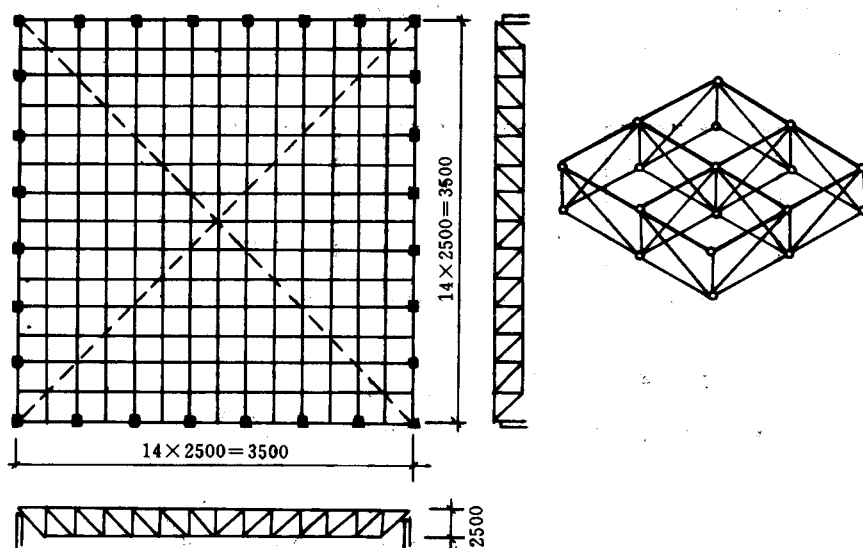


图 0-5 网架结构示例——平板网架

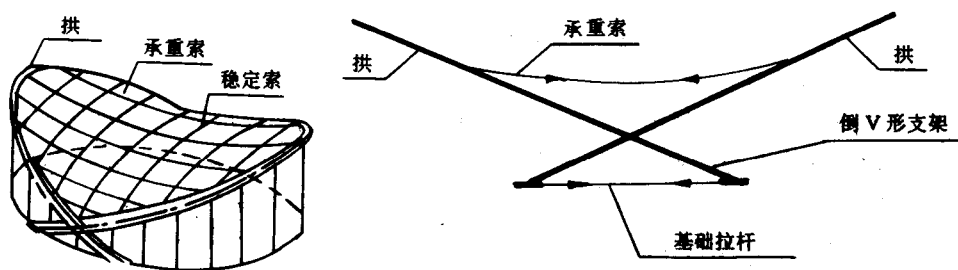


图 0-6 悬索结构示例——马鞍形悬索结构

第一章 建筑结构荷载

一、学习要求

本章要求领会荷载的分类,了解代表值的概念及取值方法。

二、章节要点

(一)荷载的分类

1. 永久荷载(恒荷载)

在结构使用期间,其值不随时间变化,或其变化与平均值相比可以忽略不计的荷载称为永久荷载。

2. 可变荷载(活荷载)

在结构使用期间,其值随时间变化,且其变化与平均值相比不可忽略的荷载称为可变荷载。

3. 偶然荷载

在结构使用期间不一定出现,一旦出现,其值很大且持续时间较短的荷载称为偶然荷载。

(二)荷载代表值

永久荷载采用标准值为代表值,可变荷载以标准值、准永久值、组合值为代表值。

1. 荷载标准值

在结构使用期间,正常情况下可能出现的最大荷载值称为荷载标准值。

荷载标准值按下列方法确定:

恒载:按设计尺寸与材料或构件的单位自重确定。常用材料和构件的单位自重见表 1-1。

表 1-1 常用材料和构件的单位自重

项 次	名 称	单 位	自 重	备 注
1	石灰砂浆、混合砂浆	kN/m^3	17	
2	水泥炉渣	kN/m^3	12~14	
3	水泥砂浆	kN/m^3	20	
4	泡沫混凝土	kN/m^3	4~6	
5	钢筋混凝土	kN/m^3	24~25	
6	浆砌石砌体	kN/m^3	20.8~26.4	因石材的外形和岩性而不同
7	浆砌机砖砌体	kN/m^3	19	
8	贴瓷砖墙面	kN/m^2	0.5	包括水泥砂浆打底
9	水泥粉刷墙面	kN/m^2	0.36	
10	水磨石墙面	kN/m^2	0.55	包括打底

续表

项次	名 称	单 位	自 重	备 注
11	水刷石墙面	kN/m ²	0.5	包括打底
12	石灰粗砂粉刷	kN/m ²	0.34	
13	木框玻璃窗	kN/m ²	0.2~0.3	
14	钢框玻璃窗	kN/m ²	0.4~0.45	
15	木 门	kN/m ²	0.1~0.2	
16	钢 铁 门	kN/m ²	0.4~0.45	
17	油毡防水层	kN/m ²	0.05	一毡二油
		kN/m ²	0.25~0.3	一毡二油上铺小石子
		kN/m ²	0.3~0.35	二毡三油上铺小石子
		kN/m ²	0.35~0.4	三毡四油上铺小石子
18	硬木地板	kN/m ²	0.2	不包括搁栅
19	小瓷砖地面	kN/m ²	0.55	包括打底
20	水磨石地面	kN/m ²	0.65	包括打底
21	缸砖地面	kN/m ²	1.7~2.1	60mm 砂垫层, 53mm 面层, 平铺
		kN/m ²	3.3	60mm 砂垫层, 115mm 面层, 平铺

楼、屋面均布活荷载、屋面积灰荷载:查表;

雪荷载、风荷载:按下列公式计算:

$$s_k = \mu_r s_0 \quad (1-1)$$

$$w_k = \beta_s \mu_s \mu_z w_0 \quad (1-2)$$

注意:屋面均布活荷载不应与雪荷载同时考虑,积灰荷载应与雪荷载或屋面活荷载两者中的较大值同时考虑。

2. 可变荷载准永久值

在设计基准期内经常作用于结构上的那部分可变荷载称为可变荷载准永久值。它可表示为 $\psi_k Q_k$ 。

3. 可变荷载组合值

可变荷载组合值是结构或构件承受两种或两种以上可变荷载作用时,在设计时所采用的一种可变荷载代表值。它可表示为 $\psi_c Q_k$ 。

可变荷载准永久值、组合值实际上都是对标准值的折减。

三、疑难释义

1. 作用与荷载的区别和联系

作用是能使结构产生效应(内力、变形、裂缝等)的各种原因的总称。这些原因可分为两类:一类是施加在结构上的集中力或分布力,其特点是以力的形式出现;另一类是引起结构外加变形或约束变形的原因(例如地震、基础沉降、温度变化等)。前一类称为直接作用,即习惯上所说的“荷载”,后一类称为间接作用。由此可见,荷载只是作用中的一种。

直接作用与间接作用是两种不同性质的作用,间接作用不能称“荷载”,否则,容易发生误解。例如,若将“地震作用”称为“地震荷载”,则易误认为地震作用是直接施加在结构上而与地基和结构本身无关的外力。

2. 外加变形和约束变形

外加变形是指由地面运动、地基不均匀变形等作用引起的变形。约束变形是指由温度变化、材料胀缩等作用引起的受约束结构或构件中潜在的变形。

3. 荷载标准值的含义是什么?为什么采用标准值为荷载的基本代表值?

荷载标准值是指结构在使用期间,在正常情况下可能出现的最大荷载值。也就是说,荷载标准值,并不是结构上作用的实际荷载值,而是根据大量荷载统计资料,运用数理统计的方法确定的具有一定保证率的统计特征值。实际荷载值可能小于这个值,也可能等于这个值,甚至可能超过这个值,但超过的概率很小。

为什么要采用标准值为荷载的基本代表值呢?这是因为荷载的大小都具有不定性(或称变异性)。即使是结构自重,虽然可事先根据结构的设计尺寸和材料单位重量计算而得,但由于施工时的尺寸偏差和材料单位重量的变异性等原因,以致实际自重并不完全与计算结果相吻合。至于可变荷载的大小,其变异性则更大。对于这种具有不定性的问题,应当作为随机变量,采用数理统计的方法加以处理。用这种方法确定的荷载值就是荷载标准值,它是具有一定保证率的、可能出现的最大荷载值。

4. 可变荷载准永久值、组合值

在设计基准期内,可变荷载中的一部分经常作用在结构上,而有一部分则不经常作用在结构上。例如在民用建筑楼面活荷载中,家具荷载是经常出现的,而人群荷载则是临时性的。我们将设计基准期内经常作用在结构上的那部分可变荷载叫做可变荷载准永久值。其对结构的影响类似于永久荷载。

可变荷载准永久值根据在设计基准期内荷载达到和超过该值的总持续时间与设计基准期的比值为 0.5 的条件确定,即取持续时间超过 25 年的荷载值作为荷载准永久值。它可表示为 $\psi_q Q_k$, 其中 ψ_q 是一个小于 1 的系数,称为准永久值系数。可变荷载 $Q(t)$ 及其标准值 Q_k 、准永久值 $\psi_q Q_k$ 的关系如图 1-1。

可变荷载准永久值是考虑到某一可变荷载的最大值不可能长期作用在结构上,而对其标准值进行的折减。当结构上同时作用多个可变荷载时,多个可变荷载同时达到最大值的可能性也是极小的。此时,除主导荷载采用标准值外,其余可变荷载则采用小于标准值的值为其代表值,此即可变荷载组合值。

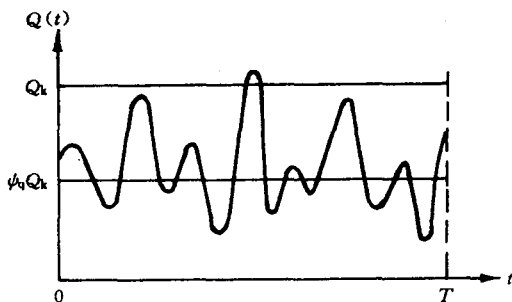


图 1-1 $Q(t)$ 、 Q_k 、 $\psi_q Q_k$ 间的关系

5. 楼面活荷载的折减系数

作用在某层楼面上的活荷载,不一定各处都同时达到最大值,因而设计楼面梁时,应对负荷范围内的楼面活荷载标准值进行折减。同样,一栋房屋各层楼面上的活荷载也不一定同时达

到最大值,所以,设计墙、柱及基础时,也应对各层楼面的楼面活荷载标准值进行折减。楼面活荷载折减系数见表 1-2、表 1-3。

表 1-2 楼面活荷载折减系数

序号	类 别	设计楼面梁时的 折减系数	设计墙、柱和基础时的 折减系数
1	住宅、宿舍、旅馆、办公楼、医院、病房、托儿所、幼儿园	当楼面梁从属面积超过 25m^2 时取 0.9	按表 1-3 采用
2	教室、试验室、阅览室、会议室、食堂、办公楼中的一般资料档案室、礼堂、剧场、电影院、体育场及体育馆的看台、商店、展览馆、车站大厅、候车室、舞台、体操室、藏书库、档案库	当楼面梁从属面积超过 50m^2 时取 0.9	采用与其楼面梁相同的系数
3	停车库	单向板楼盖的次梁和槽形板的纵肋取 0.8,单向板楼盖的主梁取 0.6,双向板楼盖的梁取 0.8	单向板楼盖取 0.6,双向板楼盖和无梁楼盖取 0.8
4	厨房、挑出阳台、浴室、厕所、盥洗室、走廊、门厅、楼梯	采用与其楼面梁相同的系数	同 上

表 1-3 活荷载按楼层数的折减系数

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 (0.90)	0.85	0.70	0.65	0.60	0.55

注:当楼面梁的从属面积超过 25m^2 时,采用括号内的系数。

四、习题

1. 什么是结构上的作用? 什么是结构上的荷载? 二者有何区别与联系?
2. 荷载可分为哪几类? 各以什么为代表值?
3. 荷载标准值、准永久值、组合值的定义各是什么? 恒载及楼、屋面均布活荷载的标准值如何确定? 准永久值、组合值与标准值的关系是什么?

第二章 建筑结构概率极限状态设计法

一、学习要求

本章要求领会结构的三项功能要求及两种极限状态,领会结构可靠性和可靠度的概念,了解概率论的基本知识及可靠指标的概念,了解安全等级的划分方法,重点领会极限状态的实用设计表达式。

学习本章时,建议复习数学课中有关概率的基本知识。

二、章节要点

(一)结构应满足的功能要求

1. 安全性 结构在正常施工和正常使用的条件下,能承受可能出现的各种作用的能力,以及在偶然事件发生时和发生后,仍保持必需的整体稳定性的能力。

2. 适用性 结构在正常使用条件下,满足预定使用要求的能力。

3. 耐久性 结构在正常维护条件下,随时间变化而仍满足预定功能要求的能力。

(二)结构的可靠性与可靠度

结构的可靠性是指在规定时间(即设计基准期,一般可取 50 年)内,在规定条件(正常设计、正常施工、正常使用和维护)下,完成预定功能的能力,它是结构的安全性、适用性和耐久性的总称。

结构在规定的时间内,在规定条件下完成预定功能的概率称为结构的可靠度。它是对结构可靠性的概率度量,对结构可靠性的定量描述。

(三)结构的功能极限状态

整个结构或结构的一部分超过某一特定状态就不能满足设计所规定的某一功能要求,此特定状态称为该功能的极限状态。

结构的功能极限状态可分为下列两类:

1. 承载能力极限状态 它对应于结构或构件达到最大承载能力或不适于继续承载的变形。

2. 正常使用极限状态 它对应于结构或构件达到正常使用或耐久性能的某项规定限值。

(四)功能函数与极限状态方程

结构的功能函数可表示为:

$$Z=g(S,R)=R-S \quad (2-1)$$

当 $Z>0$ 时,结构处于可靠状态;

当 $Z<0$ 时,结构处于失效状态;

当 $Z=0$ 时,结构处于极限状态;

式 $Z=g(R,S)=R-S=0$ 称为极限状态方程。