

普通高等教育土木工程专业“十一五”规划教材

Putong Gaodeng Jiaoyu



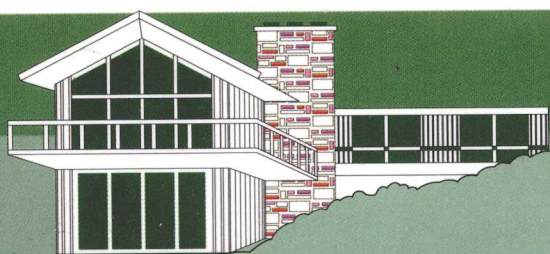
Tumu
Gongcheng

Zhuanye "Shiyiwu" Guihua Jiaocai

作用与结构 设计方法

ZUOYONG YU JIEGOU SHEJI FANGFA

● 主编 李凤兰



郑州大学出版社

普通高等教育土木工程专业“十一五”规划教材

TU318/79

2010

Putong Gaodeng Jiaoyu



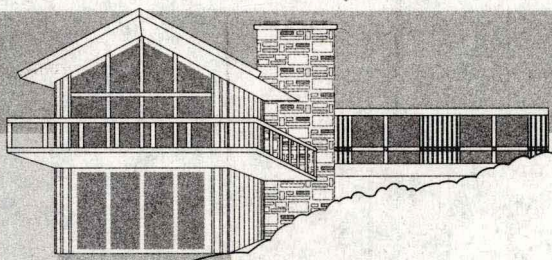
Tumu
Gongcheng

Zhuanye "Shiyiwu" Guihua Jiaocai

作用与结构 设计方法

ZUOYONG YU JIEGOU SHEJI FANGFA

●主编 李凤兰



郑州大学出版社

内 容 简 介

本书是按照高等学校土木工程专业指导委员会编制的“作用与结构设计方法”课程教学大纲的要求编写的。全书共分六章,主要内容有:作用与作用效应、永久作用、可变作用、地震作用、其他偶然作用、结构设计方法等。

本书可作为土木工程等专业的课程教材,也可作为土木工程技术人员继续教育教材。

图书在版编目(CIP)数据

作用与结构设计方法/李凤兰主编. —郑州:郑州大学出版社,2010.2

普通高等教育土木工程专业“十一五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5645 - 0024 - 5

I. 作… II. 李… III. 建筑结构 - 结构设计 - 高等学校 - 教材 IV. TU318

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 235156 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

新乡市凤泉印务有限公司印制

开本:787 mm × 1 092 mm

印张:14.25

字数:340 千字

版次:2010 年 2 月第 1 版

邮政编码:450052

发行电话:0371 - 66966070

1/16

印次:2010 年 2 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978 - 7 - 5645 - 0024 - 5 定价:23.00 元

本书如有印装质量问题,请向本社调换

编写指导委员会

The compilation directive committee

.....

名誉主任 王光远

主 任 高丹盈

委 员 (以姓氏笔画为序)

申金山 司马玉州 刘立新 关 罡

李晓峰 李继周 张 伟 张 玲

张本昀 张国强 陈 淮 郑永红

赵顺波 段印德 祝彦知 姚庆钊

原 方 钱文军 曾宪桃 鲍 鹏

秘 书 崔青峰

本书作者

Authors

主 编 李凤兰

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 俊 李凤兰 赵 山

赵 权 潘永战

序

郑州大学出版社

近年来,我国高等教育事业快速发展,取得了举世瞩目的成就。随着高等教育改革的不断深入,高等教育工作重心正在由规模发展向提高质量转移,教育部实施了高等学校教学质量与教学改革工程,进一步确立了人才培养是高等学校的根本任务,质量是高等学校的生命线,教学工作是高等学校各项工作的中心的指导思想,把深化教育教学改革,全面提高高等教育教学质量放在了更加突出的位置。

教材是体现教学内容和教学要求的知识载体,是进行教学的基本工具,是提高教学质量的重要保证。教材建设是教学质量与教学改革工程的重要组成部分。为加强教材建设,教育部提倡和鼓励学术水平高、教学经验丰富的教师,根据教学需要编写适应不同层次、不同类型院校,具有不同风格和特点的高质量教材。郑州大学出版社按照这样的要求 and 精神,组织土建学科专家,在全国范围内,对土木工程、建筑工程技术等专业的培养目标、规格标准、培养模式、课程体系、教学内容、教学大纲等,进行了广泛而深入的调研,在此基础上,分专业召开了教育教学研讨会、教材编写论证会、教学大纲审定会和主编人会议,确定了教材编写的指导思想、原则和要求。按照以培养目标和就业为导向,以素质教育和能力培养为根本的编写指导思想,科学性、先进性、系统性和适用性的编写原则,组织包括郑州大学在内的五十余所学校的学术水平高、教学经验丰富的一线教师,吸收了近年来土建教育教学经验和成果,编写了本、专科系列教材。

教育教学改革是一个不断深化的过程,教材建设是一个不断推陈出新、反复锤炼的过程,希望这些教材的出版对土建教育教学改革和提高教育教学质量起到积极的推动作用,也希望使用教材的师生多提意见和建议,以便及时修订、不断完善。

王发云

2006年7月

前言

Preface

“作用与结构设计方法”课程属于土木工程专业基础必修课,其教学目的是让学生了解工业与民用建筑结构、桥涵结构可能承受的各种作用及其产生的背景与计算方法,掌握设计中常用的作用计算方法,了解工程结构可靠度设计的背景,掌握结构设计的主要概念、结构可靠度原理和满足可靠度要求的结构设计方法。

本书是按照高等学校土木工程专业指导委员会编制的《高等学校土木工程专业本科培养目标和培养方案及课程教学大纲》(2002年11月出版)中的“作用与结构设计方法”课程教学大纲的要求组织编写的,全书共分六章,主要内容有:作用与作用效应、永久作用、可变作用、地震作用、其他偶然作用、结构设计方法等。为了便于教学使用,除在各章给出相应的例题外,还在各章后列出了反映相应重点概念和计算方法的思考题和习题。

根据课程教学需要,本书编写体现了如下原则。

1. 理论与实践相结合的原则。依据《工程结构可靠度设计统一标准》(GB 50153—1992)为基础构筑本书较为系统的理论体系,并以此作为本书编写的主线,体现《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)、《公路工程结构可靠度设计统一标准》(GB/T 50283—1999)和《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)等行业统一标准的制订原则,具体计算方法落实到《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)和《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)、《城市桥梁设计荷载标准》(CJJ 77—1998)、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004)、《公路工程抗震设计规范》等专业规范,充分体现现行的建筑和桥涵结构设计标准全貌。

2. 兼顾整体,去繁就简,突出重点的原则。充分考虑本课程与后续专业基础课程和专业课程的教学内容衔接,避免教学内容上不必要的重复,对需要结合具体结构设计在后续课程中学习的荷载或作用计算

方法,仅作简要的概念性介绍,不再赘述。比如,永久作用中的土侧压力,具体计算牵涉到土的性质及其多个物理力学参数,这些内容留待后续课程“土力学”或“岩土力学”中学习,更易被学生接受;预加力的计算需要结合具体结构才能很好地阐释,其中还涉及结构材料的收缩和徐变、预加力的初始值及其损失等,留待后续课程“混凝土结构设计”或“桥梁工程”中学习。

本书由郑州大学出版社组织有多年丰富教学经验的教师编写,由华北水利水电学院李凤兰教授担任主编并统稿。各章编写执笔人为:第1章,第2章,第4章4.5节,第6章6.1、6.2节由华北水利水电学院李凤兰编写;第3章3.1~3.7节由华北水利水电学院赵山编写;第3章3.8~3.11节及第5章由河南科技大学潘永战编写;第4章4.1~4.4节由南阳理工学院赵权编写;第6章6.3~6.7节由许昌学院王俊编写。华北水利水电学院赵顺波教授担任本书主审并对本书编写提出了具体编写和修改意见。

本书在编写过程中参考了国内同行的著作、教材和论文资料,在此谨致谢忱。由于编者水平有限,本书中不妥甚至错误之处,恳请读者批评指正。

编者

2009年7月

目录

CONTENTS

▷▷▶ 1

第1章 作用与作用效应	1
1.1 作用及其分类	1
1.2 作用的代表值	2
1.3 作用效应	5
第2章 永久作用	6
2.1 概述	6
2.2 结构重力	9
2.3 土的重力	12
2.4 水的浮力	15
第3章 可变作用	19
3.1 概述	19
3.2 楼面和屋面活荷载	21
3.3 吊车荷载	42
3.4 雪荷载	51
3.5 风荷载	60
3.6 汽车荷载及作用	92
3.7 桥梁的人群荷载	100
3.8 水压力	102
3.9 冰压力	103
3.10 温度作用	105
3.11 支座摩阻力	109
第4章 地震作用	113
4.1 概述	113
4.2 地震的基本知识	115
4.3 地震作用的计算方法	125
4.4 工业与民用建筑结构的地震作用	138
4.5 桥涵结构的地震作用	152
第5章 其他偶然作用	164
5.1 撞击作用	164
5.2 爆炸作用	167

5.3 火灾作用	170
第6章 结构设计方法	173
6.1 结构设计的基本概念	173
6.2 作用的统计分析	177
6.3 结构抗力的统计分析	183
6.4 结构概率可靠度设计方法	188
6.5 现行规范结构极限状态设计表达式	208
6.6 工业与民用建筑结构的作用效应组合	209
6.7 桥涵结构的作用效应组合	212
参考文献	216

第 1 章 作用与作用效应

1.1 作用及其分类

结构上的作用(action on structures)是指施加在结构上的集中力或分布力以及引起结构外加变形或约束变形的原因。其中,施加在结构上的集中力或分布力属于直接作用(direct action),通常称为荷载(load),如结构自重、活荷载、风荷载和雪荷载等;引起结构外加变形或约束变形的原因属于间接作用(indirect action),包括地震、基础不均匀变位、温度和湿度变化、混凝土收缩徐变、焊接变形等。

研究结构上作用的目的是计算结构由于作用产生的内力(弯矩、轴力、剪力、扭矩)、变形和裂缝等作用效应(action effect),分析结构受作用的影响是否满足结构设计的要求。因此,为了便于计算作用效应和分析其对结构的影响,通常按作用的性质将其进行分类。

1.1.1 按随时间的变异分类

作用具有与时间变化相关的性质,表现为随时间的量值变化、持续时间长短和变异规律特征等。因此,《工程结构可靠度设计统一标准》(GB 50153—1992)以作用按随时间的变异为基本分类,选择各类作用的统计分析概率模型,并确定其各种量值。具体划分为如下三类。

(1)永久作用(permanent action) 在设计基准期内其量值不随时间变化,或其变化与平均值相比可以忽略不计的作用,如结构自重、土压力、预加应力等。永久作用中的直接作用,又称为永久荷载(permanent load),也就是通常所说的恒荷载(dead load)。

(2)可变作用(variable action) 在设计基准期内其量值随时间变化,且其变化与平均值相比不可忽略的作用,如安装荷载、楼面活荷载、风荷载、雪荷载、吊车荷载和温度变化等。可变作用中的直接作用,又称为可变荷载(variable load),也就是通常所说的活荷载(live load)。

(3)偶然作用(accidental action) 在设计基准期内不一定出现,而一旦出现其量值很大且持续时间很短的作用,如地震、爆炸、撞击等。

1.1.2 按随空间位置的变异分类

在计算作用效应及分析作用效应对结构的影响时,需要考虑作用在空间的位置及其所占面积的大小。因此,《工程结构可靠度设计统一标准》(GB 50153—1992)按作用随空间位置的变异分为如下两类。



(1) 固定作用(fixed-position action) 在结构上具有固定分布的作用。如工业厂房楼面上位置固定的设备荷载、屋盖上的电梯荷载与水箱荷载等,均具有在空间位置固定不变,但量值可能具有随机性的特点。

(2) 自由作用(free-position action) 在结构上一定范围内可以任意分布的作用,其出现的位置及量值都可能是随机的。如结构上的人群荷载、工业厂房中的吊车荷载、桥梁上的汽车荷载等。

1.1.3 按结构的反应特点分类

对于某些出现在结构上的作用,在进行结构分析时需考虑其动力效应,以便计及其对结构的不利影响。因此,《工程结构可靠度设计统一标准》(GB 50153—1992)按作用是否会使结构产生不可忽略的加速度,将其划分为如下两类。

(1) 静态作用(static action) 对结构不产生加速度或者产生的加速度可以忽略不计的作用。如结构自重、住宅和办公楼的楼面活荷载、桥梁上的人群荷载等。

(2) 动态作用(dynamic action) 使结构产生的加速度不可忽略不计的作用。如吊车荷载、设备振动、地震作用、爆炸力等。对于吊车荷载和设备振动引起的结构振动、汽车荷载引起的桥梁振动,可以采用将静态作用效应按倍数放大的方法,即对静态作用乘以动力系数进行分析。对于地震作用、爆炸力等强破坏性的作用引起的结构动态反应,则需要按结构动力学的方法进行分析。

按上述3种方法对作用进行分类,在结构设计时各有其不同的用途。例如:工业厂房结构的吊车荷载和桥梁上的汽车荷载,需按其随空间位置的变异确定属于自由荷载,考虑荷载对结构作用效应的不利位置;当空间位置一定后,需按随时间的变异确定属于可变荷载,考虑可变荷载的取值再计算作用效应;同时考虑按结构的动力反应又属于动态荷载,需要将静态作用效应乘以动力系数加以扩大。

1.2 作用的代表值

各种作用的最大值一般都是随机变量,在设计中如果直接引用反映作用变异性的各种统计参数,通过复杂的概率运算进行具体设计,将会给设计带来许多困难。因此,为设计使用便利,《工程结构可靠度设计统一标准》(GB 50153—1992)对各种作用赋予了规定的量值用以验证极限状态,称为作用的代表值(representative value of an action)。也就是说,作用代表值是作用的定量表达,是在设计表达式中对作用赋予的规定值。这样既能较好地反映各类作用基本变量的变异性,设计时又不直接涉及其统计参数和概率运算。

工程结构设计时,可根据不同的设计目的和要求,对作用采取不同的代表值,以便能更确切地反映它在设计中的特点。作用的代表值包括标准值、频遇值、准永久值以及组合值。其中,标准值是基本的代表值,其他代表值则是以标准值为基础乘以适当的系数后得到的。永久作用采用标准值作为代表值;可变作用应根据设计要求采用标准值、组合值、频遇值或准永久值作为代表值;偶然作用应按结构的使用特点确定其代表值。

1.2.1 作用标准值

作用标准值(characteristic value of an action)是作用的基本代表值,是指在结构设计基准期内可能出现的具有一定保证率的最大作用。由于最大作用是随机变量,因此,对其取值原则上应由设计基准期作用最大值分布的某一分位数来确定,即对其取值应具有一定的保证率,使得超过作用标准值的概率要小于某一允许值。

当有足够实测资料时,作用标准值由资料按统计分析加以确定。当没有足够统计资料时,作用标准值可根据历史经验估算。

结构或非承重构件的自重为永久荷载,由于其变异性不大,而且多为正态分布,一般以其正态分布的均值(分位数为0.5)作为荷载的标准值,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。对于某些自重变异性较大的材料和构件(如现场制作的保温材料、混凝土薄壁结构、找平等),考虑到结构的可靠性,在设计中应根据荷载对结构的不利状态,分别取其上限值或下限值。

可变作用标准值由设计基准期内作用最大值概率分布的某一分位值确定。例如楼面活荷载的标准值 L_k 相当于在设计基准期最大活荷载 L_T 概率分布的平均值 μ_{L_T} 加 α 倍的标准差 σ_{L_T} ,即 $L_k = \mu_{L_T} + \alpha\sigma_{L_T}$ 。由《建筑结构荷载规范》(GB 50011—2001)可知,办公室楼面活荷载的标准值 L_k 为 2.0 kN/m^2 ,即 $L_k = \mu_{L_T} + \alpha\sigma_{L_T} = 1047.2 \text{ N/mm}^2 + 3.16 \times 301.8 \text{ N/mm}^2 \approx 2.0 \text{ kN/m}^2$,其中保证率系数 α 取值为3.16。

实际上并非对所有作用都能取得充分的资料,因此《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)没有统一规定分位值的百分位,还主要是考虑已有的工程经验。在确定荷载标准值时,是在原有荷载规范规定的荷载标准值基础上来计算有关数据,但对性质类同的可变荷载,应尽量使其取值在保证率上保持相同的水平。

1.2.2 可变作用频遇值和准永久值

可变作用的标准值是其结构设计基准期内可能达到的概率意义上的最大量值,没有反映它随时间变异的特性,也就不能体现作用量值超过某一水平所持续的时间长短。当结构设计需要验算结构的正常使用极限状态时,例如要求控制房屋的变形、裂缝、局部破坏以及引起不舒适的振动时,需要区别可变作用的持续时间和对结构造成的破坏后果,选取频遇值或准永久值。

1.2.2.1 频遇值

可变作用的频遇值(frequent value of an variable action)是指结构上时而出出现的较大的作用。它与时间有较密切的关系,即在设计基准期内,具有较短的总持续时间或较少的发生次数,对结构的破坏程度有所减缓,其值小于作用的标准值。

《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)规定,可变作用的频遇值是指在设计基准期内被超越的总时间仅为设计基准期一小部分的作用值,或在设计基准期内其超越概率为某一给定频率的作用值。《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)规定,可变作用的频遇值可根据在足够长观测期内作用任意时点概率分布的0.95分位值确定。但是,我国目前从严格概率统计意义上确定可变作用的频遇值还比较困难,因此大部分是



根据工程经验并参考国外标准制定的。

可变作用的频遇值用于工业与民用建筑结构正常使用极限状态的频遇组合,用于桥涵结构的短期效应组合,其量值是以作用的频遇值系数与相应可变荷载标准值的乘积来确定的。例如,根据《建筑结构荷载规范》(GB 50011—2001)规定,住宅楼面均布荷载标准值为 2.0 kN/m^2 ,频遇值系数为 0.5,则楼面活荷载频遇值为 $2.0 \times 0.5 = 1.0 \text{ kN/m}^2$;根据《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)规定,专用人行桥梁上的人群荷载标准值为 3.5 kN/m^2 ,频遇值系数为 1.0,则人群荷载频遇值为 $3.5 \times 1.0 = 3.5 \text{ kN/m}^2$ 。

1.2.2.2 准永久值

可变作用的准永久值(quasi-permanent value of an variable action)是指在结构上时间较长的那部分作用量值。比如,住宅楼面上的活荷载,是由楼面上的人员、家具、物品产生的荷载,其中属于居家成员、常用家具产生的那部分荷载将会持续作用在楼面上,其对结构的影响类似于永久作用,可称为准永久作用,该部分荷载的量值即为楼面活荷载的准永久值。

各种可变作用的准永久值大小与持续时间有关,可按在结构设计基准期内具有某个规定的较长的总持续期确定。《工程结构可靠度设计统一标准》(GB 50153—1992)规定:可以根据连续观测数据确定可变作用的准永久值,一般按可变作用值超越某一数值的总持续时间与整个观测时间的比值不大于 0.5 确定。《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)规定准永久值是指在结构基准期内被超越的总时间为设计基准期一半的作用值,设计基准期为 50 a;《公路工程结构可靠度设计统一标准》(GB/T 50283—1999)规定桥梁结构设计基准期为 100 a。因此,从理论上来说,对于工业与民用建筑结构,其可变作用的准永久值为可变作用总持续时间为 25 a 对应的概率统计分位值;对于桥梁结构,其可变作用的准永久值为可变作用总持续时间为 50 a 对应的概率统计分位值。

可变作用准永久值用于工业与民用建筑结构正常使用极限状态的准永久组合和频遇组合,用于桥涵结构的长期效应组合,其量值是以作用的准永久值系数与相应可变作用标准值的乘积来确定的。例如,根据《建筑结构荷载规范》(GB 50011—2001)规定,住宅楼面均布荷载标准值为 2.0 kN/m^2 ,准永久值系数为 0.4,则楼面活荷载准永久值为 $2.0 \times 0.4 = 0.8 \text{ kN/m}^2$;根据《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)规定,专用人行桥梁上的人群荷载标准值为 3.5 kN/m^2 ,准永久值系数为 0.4,则人群荷载准永久值为 $3.5 \times 0.4 = 1.4 \text{ kN/m}^2$ 。

按严格的概率统计意义确定可变作用的准永久值,目前还比较困难。我国现行设计规范给出的各种可变作用的准永久值系数,大部分是根据工程经验并参考国外标准制定的。

1.2.3 作用组合值

当有两种或两种以上的可变作用同时作用在结构上时,由于所有可变作用同时达到最大值的概率极小,因此,需做适当调整进行组合,使组合后的作用效应在设计基准期内的超越概率,能与该作用单独出现时的相应概率趋于一致,或使组合后的结构具有统一规定的可靠指标。可变作用的组合方法为:除产生最大效应的主要可变作用仍取其标准值



为代表值外,其他伴随的可变作用均应采用组合值(combination value of an action),即用小于1.0的组合值系数乘以相应的标准值来作为其荷载代表值。例如,根据《建筑结构荷载规范》(GB 50011—2001)规定,住宅楼面均布荷载标准值为 2.0 kN/m^2 ,组合值系数为0.7,则楼面活荷载组合值为 $2.0 \times 0.7 = 1.4 \text{ kN/m}^2$;根据《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)规定,当永久作用与汽车荷载和人群荷载组合时,人群荷载的组合系数为0.80,若人群荷载的标准值为 3.5 kN/m^2 ,则人群活荷载组合值为 $3.5 \times 0.8 = 2.8 \text{ kN/m}^2$ 。

1.3 作用效应

作用效应(action effect)是指由结构上的作用引起的结构内力(如轴力、剪力、弯矩、扭矩等)和变形(如挠度、侧移、裂缝等)。当作用为集中力或分布力等直接作用时,其效应也称为荷载效应(load effect)。

由于结构上的作用是不确定的随机变量,所以作用效应一般也是一个随机变量,作用与作用效应的关系可以通过材料力学或结构力学的方法加以确定。

对于荷载 Q 与荷载效应 S ,可以近似按线性关系考虑,即

$$S = CQ \quad (1.1)$$

式中 C ——荷载效应系数。

例如,集中荷载 P 作用在跨中 $\frac{1}{2}l_0$ 处的简支梁,跨中截面的弯矩为 $M = \frac{1}{4}Pl_0$, M 就是荷载效应, $\frac{1}{4}l_0$ 就是荷载效应系数, l_0 为梁的计算跨度。



思考题

1. 什么是结构上的作用,荷载与作用有什么关联和不同?
2. 作用是如何分类的,为什么要进行作用的分类?
3. 作用的代表值包括哪些,各有何意义?
4. 什么是作用效应?
5. 请查阅本章提到的设计规范,熟悉相应规范条款的内容。
6. 请复习《材料力学》、《结构力学》,回顾并熟练掌握常见结构或构件上的作用效应计算方法。



第2章 永久作用

2.1 概述

土木工程结构上的永久作用(permanent action)包括结构重力(含固定设备重力)、预加力、土的重力、土侧压力、水的浮力等恒载以及基础变位作用、混凝土收缩及徐变作用等。本章将对结构重力(含固定设备重力)、土的重力、水的浮力进行较系统的论述,对于其他永久作用简要说明如下。

2.1.1 关于预加力

预加力(pre-exerted actions)是为改善结构的受力性能而在建造过程中预先施加在结构上的永久作用,受到预加力作用的结构通称为预应力结构(prestressed structure)。预加力的计算内容包括预加力初始值、损失值和有效值以及由其在超静定结构中产生的次效应(包括内力与变形)等,随预应力技术体系、预加力施加方式、预应力筋材、结构组成材料、结构体系等的不同而变化。

预应力施加方式可划分为张拉筋材施加方式和预加变形施加方式,预应力筋材有预应力钢绞线、预应力螺纹钢筋和预应力钢棒。张拉筋材施加方式按其张拉施工与结构成型的先后顺序可划分为先张法预应力和后张法预应力,按预应力筋材与结构本体的位置关系可划分为体内预应力和体外预应力,按筋材在其长度范围内是否与结构形成一体可划分为有黏结预应力和无黏结预应力。按结构组成材料划分,预应力结构可划分为预应力混凝土结构、预应力钢结构、预应力组合结构、预应力砌体结构等。

所有结构体系均可采用预加力对其受力性能按使用要求加以改善,所以对工业与民用建筑结构可划分为预应力基本构件(拉杆、压杆、梁)、预应力平面结构(框架、拱架、桁架等)以及预应力空间结构(空间框架、立体桁架、网架、网壳等),对桥涵结构可划分为装配式预应力混凝土梁桥(空心板、T梁、小箱梁等)、预应力混凝土连续梁桥、预应力混凝土刚架桥、预应力混凝土斜拉桥、预应力混凝土拱桥等。因此,预加力的计算需要具体到结构设计进行专门的计算分析。

工业与民用建筑结构设计需遵循《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《无粘结预应力混凝土结构技术规程》(JGJ 92—2004)、《预应力混凝土结构抗震设计规程》(JGJ 140—2004)和《预应力钢结构技术规程》(CECS212:2006)的相关规定,桥涵结构设计需遵循《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004)和《预应力钢结构技术规程》(CECS212:2006)的相关规定。这部分内容将在后续的“混凝土结构设



计原理”、“预应力混凝土结构设计”或“桥梁工程”等课程中深入学习。

2.1.2 关于土侧压力

土侧压力(soil lateral compression)是土体对结构的侧向压力。当结构内外侧的土体出现高差时,就会存在土体失稳或滑移的可能性,从而对阻挡结构的接触面产生作用力。比如,为防止天然或人工土体失稳或滑移修筑的挡土墙、结构基坑开挖维护结构将受到外侧土体的侧压力,桥梁两端与道路相接的桥台将受到道路一侧土压力与河道一侧土压力的共同作用,隧道衬砌将受到外侧周围土体的压力作用,如图 2.1 所示。

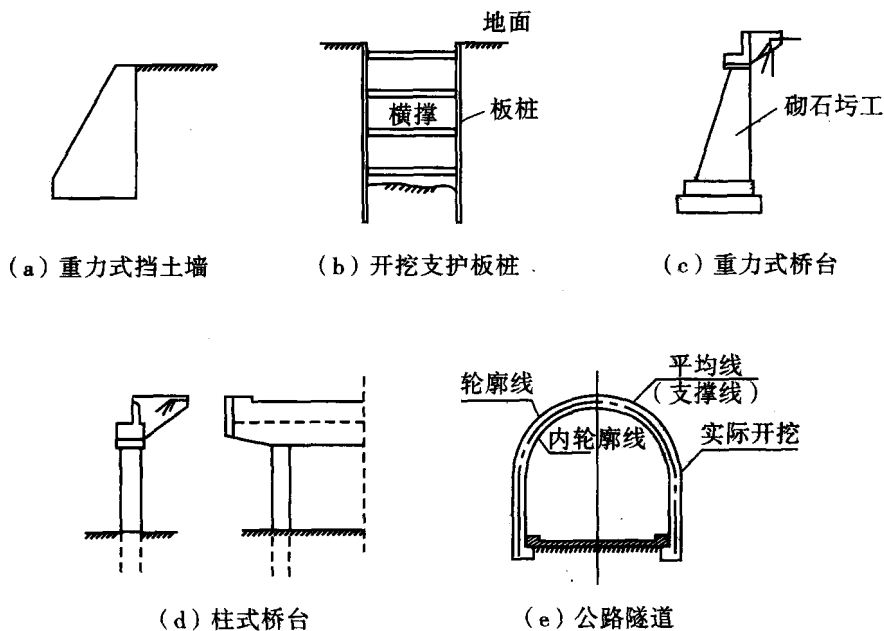


图 2.1 承受土侧压力的结构物

按结构的位移情况和土体所处的应力状态,土侧压力可分为主动土压力、静止土压力和被动土压力三种类型。以图 2.2 所示的挡土墙为例:

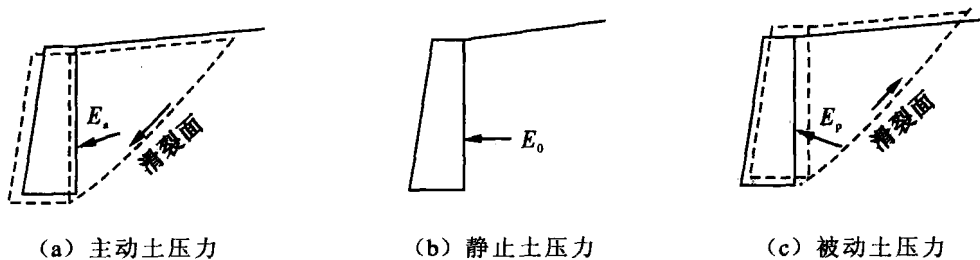


图 2.2 挡土墙的三种土压力

挡土墙在墙后土压力作用下背离填土方向转动或移动时,墙后土体由于侧面所受限