

新世纪土木工程系列教材

荷载与结构设计方法

白国良 主 编 刘明 副主编

高等教育出版社

内容提要

本教材是新世纪土木工程系列教材之一 根据土木工程专业教学指导委员会的教学大纲 ,并参照我国最新规范编写。

本书较全面、系统地介绍了工程结构各类荷载及作用的概念、原理、计算方法 ,以及结构可靠度分析原理和满足可靠度要求的结构设计方法。全书共九章 ,包括 :绪论 ,重力、侧压力 ,风荷载 ,地震作用 ,其他作用 ,荷载的统计分析 ,结构抗力的统计分析 ,工程结构可靠度的计算方法 ,概率极限状态的设计法。为便于教学 ,各章附有必要的思考题。

本书可作为高等学校土木工程专业的教材或参考书 ,也可作为工程技术人员的参考书。

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010 - 82028899

购书热线 010 - 64054588
免费咨询 800 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷

开 本 787 × 1092 1/16
印 张
字 数
插 页 1

版 次 年 月 第 1 版
印 次 年 月 第 次印刷
定 价 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题 ,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

工程结构的最重要功能,就是承受其服役过程中可能出现的各种荷载和作用,为保证可靠使用,各类结构在荷载作用下必须基于某个设计方法进行设计。本书较全面、系统地介绍了工程结构各类荷载、作用的概念、原理和确定方法,以及可靠度原理和满足可靠度要求的结构设计方法。

本书为新世纪土木工程系列教材之一,是依据1998年7月教育部颁布的《普通高等学校本科专业目录和专业介绍》和高等学校土木工程专业指导委员会2002年11月确定的“荷载与结构设计方法课程教学大纲”编写的。为适应人才培养模式向专业宽口径拓展的需要,本书编写了土的侧向压力、水压力及流水压力、波浪荷载、冻胀力、冰压力、车辆荷载、雪荷载、风荷载、地震作用、温度作用、爆炸作用、浮力作用、制动力、离心力、预加力、冲击力和撞击力等环境作用内容;对结构体系的可靠度也作了适当介绍。力图对房屋建筑、桥梁工程、隧道和地下工程、水运和港口工程等土木工程专业领域的学生学习有所帮助。

本书由西安建筑科技大学白国良担任主编,沈阳建筑工程学院刘明担任副主编。白国良编写第1、2、3、4章,刘明编写第6、7、8、9章,西安建筑科技大学薛建阳编写第5章。全书由白国良统稿。承长安大学刘健新教授(第3章)、西安建筑科技大学童岳生(第1、4章)、王铁行(第2章)、赵鸿铁(第5章)、牛荻涛教授(第6、7、8、9章)审阅本书,编者谨致衷心感谢。

由于编者的水平所限,加之土木工程领域涉及的环境作用多、知识面广,书中不足之处恳请读者指正。

编 者
2003年4月

目 录

第 1 章 绪论	§ 5.6 制动力
§ 1.1 荷载与作用	§ 5.7 离心力
§ 1.2 作用的分类	§ 5.8 预加力
§ 1.3 结构设计方法	思考题
思考题	
第 2 章 重力、侧压力	第 6 章 荷载的统计分析
§ 2.1 重力	§ 6.1 荷载的概率模型
§ 2.2 侧压力	§ 6.2 荷载的统计参数和统计方法
思考题	§ 6.3 设计基准期最大荷载的概率 分布函数
	§ 6.4 荷载组合和荷载效应组合的 原则
第 3 章 风荷载	§ 6.5 常遇荷载的统计分析
§ 3.1 风的有关知识	§ 6.6 荷载的代表值和设计值
§ 3.2 风压	思考题
§ 3.3 结构抗风计算的几个重要概念	
§ 3.4 顺风向结构风效应	第 7 章 结构抗力的统计分析
§ 3.5 横风向结构风效应	§ 7.1 结构抗力的不定性
思考题	§ 7.2 抗力的统计参数和概率分布 类型
第 4 章 地震作用	§ 7.3 材料的标准强度及其设计取值
§ 4.1 地震基本知识	思考题
§ 4.2 单质点体系地震作用	
§ 4.3 多质点体系地震作用	第 8 章 工程结构可靠度的计算 方法
思考题	§ 8.1 可靠度的基本概念
第 5 章 其他作用	§ 8.2 中心点法
§ 5.1 温度作用	§ 8.3 验算点法
§ 5.2 变形作用	§ 8.4 相关随机变量的结构可靠度
§ 5.3 爆炸作用	§ 8.5 结构体系可靠度
§ 5.4 浮力作用	思考题
§ 5.5 冲击力和撞击力	

第9章 概论极限状态的设计法

- § 9.1 结构设计的目标和原则
- § 9.2 直接概率设计法
- § 9.3 基于分项系数表达的概率极限

状态设计法

思考题

附录

参考文献

§ 1.2 作用的分类

结构上的作用分类方法有多种,不同的分类方法反映了作用的某些基本性质或作用效应重要性的不同。对结构承受的各种作用可按下列原则分类:

1. 按随时间的变异分类

① 永久作用。在设计基准期内作用值不随时间变化,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、水位不变的水压力、预加压力、地基变形、钢材焊接、混凝土收缩变形等。

② 可变作用。在设计基准期内作用值随时间变化,且其变化与平均值相比不可忽略的作用。如施工中的人员和物件重力、车辆重力、吊车荷载、使用中的人员和设备重力、风荷载、雪荷载、冰荷载、波浪荷载、水位变化的水压力、温度变化等。

③ 偶然作用。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、火灾、龙卷风等。

结构上的作用按随时间的变异分类是对作用的基本分类。永久作用的特点是其统计规律与时间参数无关,故采用随机变量概率模型来进行描述;而可变作用的统计规律与时间参数有关,必须采用随机过程概率模型来描述。永久作用、可变作用和偶然作用的出现概率和其出现的持续时间长短不同,可靠度水准也不同。

2. 按随空间位置的变异分类

① 固定作用。在结构空间位置上具有固定的分布,但其量值可能具有随机性的作用。如结构自重、固定的设备荷载等。

② 自由作用。在结构空间位置上的一定范围内可以任意分布,出现的位置及量值可能具有随机性的作用。如楼面上的人群和家具荷载、厂房中的吊车荷载、桥梁上的车辆荷载等。

由于可动作用在结构空间上可以任意分布,设计时必须考虑它在结构上引起最不利效应的分布位置和大小。

3. 按结构的反应特点分类

① 静态作用。对结构或结构构件不产生动力效应,或其产生的动力效应与静态效应相比可以忽略不计的作用。如结构自重、雪荷载、土压力、建筑的楼面活荷载、温度变化等。

② 动态作用。对结构或结构构件产生不可忽略的动力效应的作用。如地震作用、风荷载、大型设备振动、爆炸和冲击荷载等。

结构在动态作用下的分析,一般按结构动力学的方法进行。当然,根据作用的性质和变化,动态作用下的结构分析,可能是数定的或非数定的。对非数定的分析,在统计和概率意义上予以确定,对有些动态作用,可转换成等效静态作用,按静力学方法进行结构分析。

§ 1.3 结构设计方法

我国工程结构的设计方法经历了容许应力法、破损阶段法、极限状态设计法和概率极限状态设计法四个阶段。需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

容许应力法是建立在弹性理论基础上的设计方法。在使用荷载作用下,它规定结构构件在使用阶段截面上的最大应力不超过材料的容许应力。容许应力法没有考虑材料的非线性性能,忽视了结构实际承载能力与按弹性方法计算结果的差异,对荷载和材料容许应力的取值也都凭经验确定,缺乏科学依据。

破损阶段法考虑结构在使用阶段,使考虑塑性应力分布后的结构构件截面承载力不小于外荷载产生的内力并乘以安全系数。破损阶段法以构件破坏时的受力状况为依据,并且考虑了材料的塑性性能,在表达式中引入了一个安全系数,使构件有了总安全度的概念。因此,与容许应力法相比,破损阶段法有了进步。但存在的缺点是,安全系数仍须凭经验确定,且只考虑了承载力问题,没有考虑构件在正常使用情况下的变形和裂缝问题。

极限状态设计法明确将结构的极限状态分成承载力极限状态和正常使用极限状态。承载力极限状态要求结构构件可能的最小承载力不小于可能的最大外荷载所产生的截面内力。正常使用极限状态是指对构件的变形及裂缝的形成或开展宽度的限制。在安全度的表达上有单一系数和多系数形式,考虑了荷载的变异、材料性能的变异及工作条件的不同。在部分荷载和材料性能的取值上,引入了概率统计的方法加以确定。因此,它比容许应力法、破损阶段法考虑的问题更全面,安全系数的取值更加合理。

容许应力法、破损阶段法和极限状态设计法存在的共同问题是:没有把影响结构可靠性的各类参数都视为随机变量,而是看成定值;在确定各系数取值时,不是用概率的方法,而是用经验或半经验、半统计的方法,因此都属于“定值设计法”。

概率极限状态设计法是以概论理论为基础,视作用效应和影响结构抗力(结构或构件承受作用效应的能力,如承载能力、刚度、抗裂能力等)的主要因素为随机变量,根据统计分析确定可靠概率(或可靠指标)来度量结构可靠性的结构设计方法。其特点是有明确的、用概率尺度表达的结构可靠度的定义,通过预先规定的可靠指标 β 值,使结构各构件间,以及不同材料组成的结构之间有较为一致的可靠度水准。

理论上,可以直接按目标可靠指标进行结构的设计。但考虑到计算上的繁琐和设计应用上的习惯,目前我国采用“分项系数表达的以概率理论为基础的极限状态设计方法”。简言之,概率极限状态设计法用可靠指标度量结构可靠度,用分项系数的设计表达式进行设计,其中各分项系数的取值是根据目标可靠指标及基本变量的统计参数用概率方法确定的。

思考题

1. 工程结构的基本功能是什么?
2. 说明直接作用与间接作用的区别。
3. 什么是作用效应?
4. 作用有哪些类型?
5. 永久作用、可变作用主要指哪些荷载?
6. 我国结构设计方法是怎样演变的?
7. 何为概率极限状态设计法?

第2章

重力、侧压力

§ 2.1 重力

§ 2.2 侧压力

§ 2.1 重力

§ 2.1.1 结构自重

结构的自重是指组成结构的材料自身重量产生的重力,属永久作用。进行结构设计时,只要明确结构设计规定的尺寸和材料或结构构件单位体积的自重(或单位面积的自重),就可算出构件的重量

$$G_i = \gamma V \quad (2-1)$$

式中 G_i ——构件的自重, kN;

γ ——构件材料重度, kN/m³;

V ——构件的体积,一般按设计尺寸确定, m³。

工程结构中常用材料和构件的重度,可参考本书附录 A。对于自重变异较大的材料和构件(如现场制作的保温材料、混凝土薄壁构件等),自重的计算应根据其对结构的不利或有利作用,取上限值或下限值。式(2-1)适用于一般建筑结构、桥梁结构以及地下结构等构件的自重计算。计算结构总自重时,应根据结构各构件的材料重度的不同将结构人为地划分为多种容易计算的基本构件,先计算基本构件的重量,然后叠加即得到结构的总自重,计算公式为

$$G = \sum_{i=1}^n \gamma_i V_i \quad (2-2)$$

式中 G ——结构总自重, kN;

n ——组成结构的基本构件数;

γ_i ——第 i 个基本构件的重度, kN/m³;

V_i ——第 i 个基本构件的体积, m³。

① $\gamma = \rho g$ ρ 为构件材料的密度, g 为重力加速度。

§ 2.1.2 土的自重应力

土是一种三相非连续介质,由固体颗粒(固相)、水(液相)和气(气相)组成,土中任意截面上都包括骨架和孔隙的面积。计算土中应力时,通常不考虑土的非均质性,而是把土体简化为均质连续体,采用连续介质力学理论(如弹性力学理论)计算土中应力的分布,土中应力取为单位面积(包括孔隙面积在内)上的平均应力。必须指出,只有通过土粒接触点传递的粒间压力才能使土粒彼此挤紧和产生位移,从而引起土体的变形,而且粒间压力又是影响土体强度的一个重要因素,所以由粒间压力在土体中引起的应力称为有效应力。土的自重应力即为土自身有效重力在土体中所引起的应力。

一般情况下,土层的覆盖面积很大,将土体看作均质半无限体,土的自重可看作分布面积为无限大的荷载,土体在自重作用下既不能有侧向变形也不产生剪切变形,只能产生竖向变形。对于均匀土层,在天然地面下任意深度 z 处水平面上的竖向自重应力 σ_{cz} 可用下式计算

$$\sigma_{cz} = \gamma z \quad (2-3)$$

式中 γ ——土的天然重度 kN/m^3 ;
 z ——计算深度 m 。

σ_{cz} 沿水平面均匀分布,沿深度方向为直线分布,如图 2-1a 所示。

当地基土由成层土组成时,天然地面下深度 z 处的竖向有效自重应力的计算公式为

$$\sigma_{cz} = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \dots + \gamma_n h_n = \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i \quad (2-4)$$

式中 n ——从天然地面起到深度 z 处的土层数;
 h_i ——第 i 层土的厚度 m ;
 γ_i ——第 i 层土的天然重度。

此时 σ_{cz} 的分布为折线型,如图 2-1b 所示。

若有地下水存在,则水位以下土层由于受到水的浮力作用,采用式(2-4)计算时,水位以下各层土的天然重度应改取土的有效重度。土的重力减去水的浮力,称为土的有效重力,水下土单位体积的有效重力称为土的有效重度(浮重度),用 $\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$ (γ_{sat} 为土的饱和重度,是指当土中孔隙全被水充满时,单位体积土的重力)表示。其应力分布如图 2-1c 所示。若地下水位以下存在不透水层,则在不透水层层面及层中浮力消失,其自重应力等于全部上覆的水土总重(如图 2-1d 所示)。

【例 2-1】某场地的地质柱状图和土的有关指标如表 2-1 所示。试计算地面下深度为 2.5 m、5 m 和 9 m 处的自重应力,并绘制分布图。

解 按照计算式(2-4)和有效重度的公式,计算的自重应力结果见表 2-1,将各点的自重应力值用直线连结,即为土的竖向自重应力分布曲线。

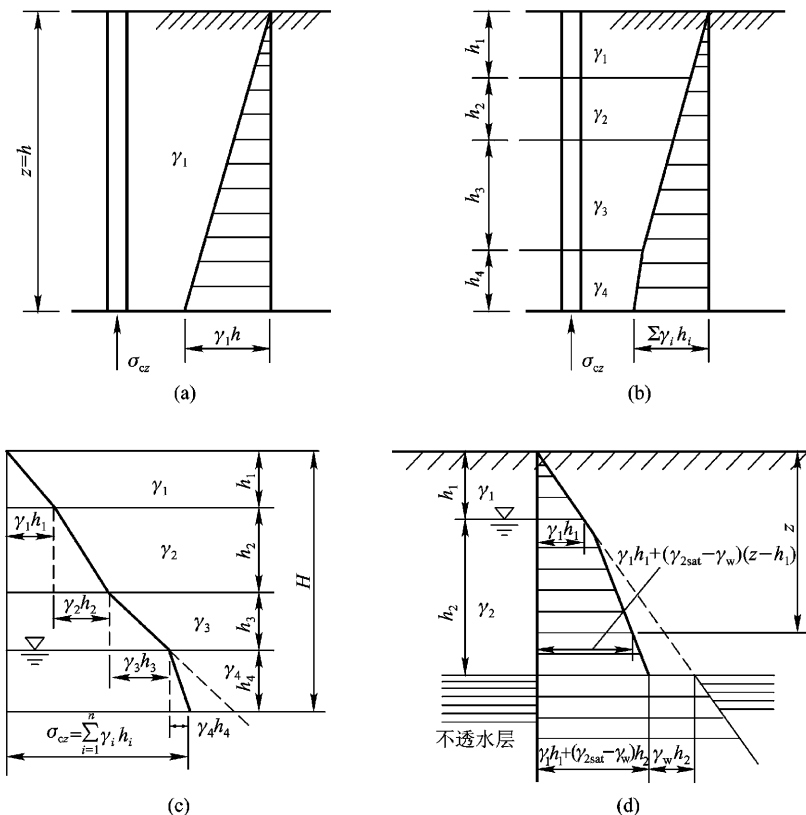


图 2-1 土的自重应力分布

表 2-1 有关指标和计算结果

土层	土的有效重度的计算	柱状图	深度 /m	分层厚度 /m	重度 /(kN/m^3)	土中竖向自重应力的计算	竖向自重应力分布图
粉土	$\gamma = 18.0 \text{ kN}/\text{m}^3$ $d_s = 2.70$ $w = 35\%$ 地下水位		2.5	3.6	18	45	
			3.6			65	
			5.0	2.4	8.4	77	
			6.0			85	
粉质粘土	$\gamma = 19.8 \text{ kN}/\text{m}^3$ $d_s = 2.72$ $w = 34.3\%$ $\gamma' = \frac{d_s - 1}{1 + e} \gamma_w$ $= 8.4 \text{ kN}/\text{m}^3$		9.0		8.9	112	112 kPa

注 d_s ——土粒相对密度，一般粘性土 2.70~2.76 砂土 2.65~2.69；

e ——孔隙比 w ——含水量。

§ 2.1.3 雪荷载

雪荷载是房屋屋面的主要荷载之一,属于结构上的可变荷载。在我国寒冷地区及其他大雪地区,因雪荷载导致屋面结构以及整个结构破坏的事例时有发生。尤其是大跨度结构以及轻型屋盖对雪荷载更为敏感。因此,在有雪地区,在结构设计中必须考虑雪荷载的作用。

1. 基本雪压

所谓雪压是指单位水平面积上的积雪重量,而基本雪压是指当地空旷平坦地面上根据气象记录资料经统计得到的在结构使用期间可能出现的最大雪压值。当气象台站有雪压记录时,应直接采用雪压数据计算基本雪压,当无雪压记录时,可间接采用积雪深度,按下式计算雪压

$$S = h\rho g \quad (2-5)$$

式中 S ——雪压 kN/m^2 ;

h ——积雪深度,指从积雪表面到地面的垂直深度 m ;

ρ ——积雪密度 t/m^3 ;

g ——重力加速度,取 9.8 m/s^2 。

雪密度随积雪深度、积雪时间和当地的地理气候条件等因素的变化有较大幅度的变异,对于无雪压直接记录的气象台(站),可按地区的平均雪密度计算雪压。对于积雪局部变异特别大的地区,以及高原地形的山区,应予以专门调查和特殊处理。

由于我国幅员辽阔,各地气候条件差异较大,故对不同地区取不同的积雪平均密度:东北及新疆北部地区的平均密度取 0.15 t/m^3 ;华北及西北地区取 0.13 t/m^3 ,其中青海取 0.12 t/m^3 ;淮河、秦岭以南地区一般取为 0.15 t/m^3 ,其中江西、浙江取 0.20 t/m^3 。我国基本雪压 S_0 的修订是根据全国 672 个地点的气象台(站),从建站起到 1995 年的最大雪压或雪深资料,经统计得出的 50 年一遇的最大雪压,即重现期为 50 年的最大雪压,以此规定为当地的基本雪压。图 2-2 是我国按 50 年一遇重现期确定的基本雪压分布图。全国各主要大城市的雪压值见表 2-2。

2. 屋面的雪压

基本雪压是针对地面上的积雪荷载定义的,屋面的雪荷载由于风向、屋面形式及屋面散热等各种因素的影响,往往与地面雪荷载不同。因此,计算屋面雪荷载时应对地面基本雪压乘以屋面积雪分布系数。

(1) 风对屋面积雪的影响

下雪时,风会把部分本将飘落在屋面上的雪吹积到附近的地面上或其他较低的物体上,称为风的漂积作用。当风速较大或房屋处于特别暴风位置时,部分已经积在屋面上的雪会被风吹走,从而导致平屋面或小坡度(坡度小于 10°)屋面上的雪压普遍比邻近地面上的雪压要小。苏联、加拿大等国家的调查也表明了这种现象:风速越大,房屋周围挡风的障碍物越小,漂积作用越明显。

对于高低跨屋面,由于风对雪的漂积作用,会将较高屋面的雪吹落在较低屋面上,在低屋面上形成局部较大的漂积荷载。苏联根据西伯利亚地区的屋面雪荷载的调查,对屋面积雪分布系数 μ_r 规定为

$$\mu_r = 2h/S_0 \leq 4.0 \quad (2-6)$$

式中 h ——屋面高低差 m ;

S_0 ——基本雪压 kN/m^2

表 2-2 我国主要大城市 50 年一遇的风压及雪压值

省市名	城市名	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)		
		<i>n</i> = 10	<i>n</i> = 50	<i>n</i> = 100	<i>n</i> = 10	<i>n</i> = 50	<i>n</i> = 100
北京		0.30	0.45	0.50	0.25	0.40	0.45
天津		0.30	0.50	0.60	0.25	0.40	0.45
上海		0.40	0.55	0.60	0.10	0.20	0.25
重庆		0.25	0.40	0.45			
河北	石家庄市	0.25	0.35	0.40	0.20	0.30	0.35
	承德市	0.30	0.40	0.45	0.20	0.30	0.35
	秦皇岛市	0.35	0.45	0.50	0.15	0.25	0.30
	唐山市	0.30	0.40	0.45	0.20	0.35	0.40
山西	太原市	0.30	0.40	0.45	0.25	0.35	0.40
	大同市	0.35	0.55	0.65	0.15	0.25	0.30
	临汾市	0.25	0.40	0.45	0.15	0.25	0.30
	运城市	0.30	0.40	0.45	0.15	0.25	0.30
内蒙古	呼和浩特市	0.35	0.55	0.60	0.25	0.40	0.45
	包头市	0.35	0.55	0.60	0.15	0.25	0.30
	赤峰市	0.30	0.55	0.65	0.20	0.30	0.35
辽宁	沈阳市	0.40	0.55	0.60	0.30	0.50	0.55
	锦州市	0.40	0.60	0.70	0.30	0.40	0.45
	鞍山市	0.30	0.50	0.60	0.30	0.40	0.45
	大连市	0.40	0.65	0.75	0.25	0.40	0.45
吉林	长春市	0.45	0.65	0.75	0.25	0.35	0.40
	四平市	0.40	0.55	0.60	0.20	0.35	0.40
	通化市	0.30	0.50	0.60	0.50	0.80	0.90
黑龙江	哈尔滨市	0.35	0.55	0.65	0.30	0.45	0.50
	齐齐哈尔市	0.35	0.45	0.50	0.25	0.40	0.45
	佳木斯市	0.40	0.65	0.75	0.45	0.65	0.70
山东	济南市	0.30	0.45	0.50	0.20	0.30	0.35
	烟台市	0.40	0.55	0.60	0.30	0.40	0.45
	威海市	0.45	0.65	0.75	0.30	0.40	0.50
	青岛市	0.45	0.60	0.70	0.15	0.20	0.25

续表

省市名	城市名	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)		
		<i>n</i> = 10	<i>n</i> = 50	<i>n</i> = 100	<i>n</i> = 10	<i>n</i> = 50	<i>n</i> = 100
江苏	南京市	0.25	0.40	0.45	0.40	0.65	0.75
	徐州市	0.25	0.35	0.40	0.25	0.35	0.40
	连云港	0.35	0.55	0.65	0.25	0.40	0.45
	吴县东山	0.30	0.45	0.50	0.25	0.40	0.45
浙江	杭州市	0.30	0.45	0.50	0.30	0.45	0.50
	宁波市	0.30	0.50	0.60	0.20	0.30	0.35
	温州市	0.35	0.60	0.70	0.25	0.35	0.40
安徽	合肥市	0.25	0.35	0.40	0.40	0.60	0.70
	蚌埠市	0.25	0.35	0.40	0.30	0.45	0.55
	黄山市	0.25	0.35	0.40	0.35	0.45	0.50
	南昌市	0.30	0.45	0.55	0.30	0.45	0.50
江西	赣州市	0.20	0.30	0.35	0.20	0.35	0.40
	九江	0.25	0.35	0.40	0.30	0.40	0.45
福建	福州市	0.40	0.70	0.85			
	厦门市	0.50	0.80	0.95			
陕西	西安市	0.25	0.35	0.40	0.20	0.25	0.30
	榆林市	0.25	0.40	0.45	0.20	0.25	0.30
	延安市	0.25	0.35	0.40	0.15	0.25	0.30
	宝鸡市	0.20	0.35	0.40	0.15	0.20	0.25
甘肃	兰州市	0.20	0.30	0.35	0.10	0.15	0.20
	酒泉市	0.40	0.55	0.60	0.20	0.30	0.35
	天水市	0.20	0.35	0.40	0.15	0.20	0.25
宁夏	银川市	0.40	0.65	0.75	0.15	0.20	0.25
	中卫	0.30	0.45	0.50	0.05	0.10	0.15
青海	西宁市	0.25	0.35	0.40	0.15	0.20	0.25
	格尔木市	0.30	0.40	0.45	0.10	0.20	0.25
新疆	乌鲁木齐市	0.40	0.60	0.70	0.60	0.80	0.90
	克拉玛依市	0.65	0.90	1.00	0.20	0.30	0.35
	吐鲁番市	0.50	0.85	1.00	0.15	0.20	0.25
	库尔勒市	0.30	0.45	0.50	0.15	0.25	0.30

续表

省市名	城市名	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)		
		<i>n</i> = 10	<i>n</i> = 50	<i>n</i> = 100	<i>n</i> = 10	<i>n</i> = 50	<i>n</i> = 100
河南	郑州市	0.30	0.45	0.50	0.25	0.40	0.45
	洛阳市	0.25	0.40	0.45	0.25	0.35	0.40
	开封市	0.30	0.45	0.50	0.20	0.30	0.35
	信阳市	0.25	0.35	0.40	0.35	0.55	0.65
湖北	武汉市	0.25	0.35	0.40	0.30	0.50	0.60
	宜昌市	0.20	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35
	黄石市	0.25	0.35	0.40	0.25	0.35	0.40
湖南	长沙市	0.25	0.35	0.40	0.30	0.45	0.50
	岳阳市	0.25	0.40	0.45	0.35	0.55	0.65
	衡阳市	0.25	0.40	0.45	0.20	0.35	0.40
	郴州市	0.20	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35
广东	广州市	0.30	0.50	0.60			
	汕头市	0.50	0.80	0.95			
	深圳市	0.45	0.75	0.90			
广西	南宁市	0.25	0.35	0.40			
	桂林市	0.20	0.30	0.35			
	柳州市	0.20	0.30	0.35			
	北海市	0.45	0.75	0.90			
海南	海口市	0.45	0.75	0.90			
	三亚市	0.50	0.85	1.05			
四川	成都市	0.20	0.30	0.35	0.10	0.10	0.15
	绵阳市	0.20	0.30	0.35			
	宜宾市	0.20	0.30	0.35			
	西昌市	0.20	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35
贵州	贵阳市	0.20	0.30	0.35	0.10	0.20	0.25
	遵义市	0.20	0.30	0.35	0.10	0.15	0.20
云南	昆明市	0.20	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35
	丽江	0.25	0.30	0.35	0.20	0.30	0.35
	大理市	0.45	0.65	0.75			

续表

省市名	城市名	风压/(kN/m ²)			雪压/(kN/m ²)		
		$n = 10$	$n = 50$	$n = 100$	$n = 10$	$n = 50$	$n = 100$
西藏	拉萨市	0.20	0.30	0.35	0.10	0.15	0.20
	日喀则市	0.20	0.30	0.35	0.10	0.15	0.15
台湾	台北	0.40	0.70	0.85			
	新竹	0.50	0.80	0.95			
	台中	0.50	0.80	0.90			
香港	香港	0.80	0.90	0.95			
	横澜岛	0.95	1.25	1.40			
澳门		0.75	0.85	0.90			

并规定积雪分布宽度 $\alpha_1 = 2h$, 但不小于 5 m, 不大于 10 m。积雪按三角形状分布, 如图 2-3 所示。根据我国的积雪情况调查, 高低屋面堆雪集中程度远小于西伯利亚地区, 形成三角形分布的情况较小, 一般高低屋面处存在风涡作用, 雪堆多形成曲线图形的堆积情况。因此, 我国规范将其简化为矩形分布的雪堆, 对 μ_r 取平均值 2.0, 雪堆长度 $2h$ 不小于 4 m, 但不大于 8 m。

对多跨坡屋面及曲线型屋面, 屋谷附近区域的积雪比屋脊区大, 也受风作用下的雪漂积的影响, 屋脊区的部分积雪被风吹积在屋谷区内, 造成局部堆雪及局部滑雪。因而, 对多跨坡屋面及曲线型屋面, 风作用除了使总的屋面积雪减少外, 还会引起屋面的不平衡积雪荷载。

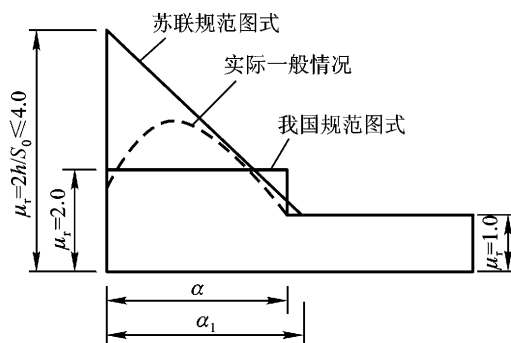


图 2-3 高低屋面处雪堆分布图式

(2) 屋面坡度对积雪的影响

屋面雪荷载随屋面坡度的增加而减小, 主要原因是风的作用和雪滑落。当屋面坡度大到某一角度时, 积雪就会在屋面上产生滑落或滑落, 坡度越大, 滑落的雪越多。屋面表面的光滑程度对雪滑落的影响也较大。加拿大对不同坡度屋面的雪滑落观测研究表明, 当坡度大于 10° 时就有可能产生雪滑落。双坡屋面可能形成一坡有雪另一坡完全滑落的不平衡雪荷载情况。结构设计中还应考虑到, 由于雪滑落导致滑落的雪堆积在与坡屋面邻接的较低屋面上, 而可能出现很大的局部堆积雪荷载。

(3) 屋面温度对积雪的影响

冬季采暖房屋的积雪一般比非采暖房屋少, 这是因为屋面散发的热量使部分积雪融化, 同时也使雪滑落容易发生。不连续加热的屋面, 加热期间融化的雪在不加热期间可能重新冻结, 并且冻结的冰渣可能堵塞屋面排水, 以致在屋面较低处结成较厚的冰层, 产生附加荷载, 重新冻结的冰雪还会减低坡屋上的雪滑落能力。对大部分采暖的坡屋面, 在其檐口处通常是不加热的, 故融