



普通高等院校土木工程专业“十三五”规划教材
国家应用型创新人才培养系列精品教材

www.jccbs.com
免费下载

荷载与结构设计方法

Load and Method of Structure Design

主 编 白晓红

副主编 李云龙 郭 磊



普通高等院校土木工程专业“十三五”规划教材
国家应用型创新人才培养系列精品教材

荷载与结构设计方法

主 编 白晓红

副主编 李云龙 郭 磊

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

荷载与结构设计方法/白晓红主编. --北京: 中国建材工业出版社, 2017. 11

普通高等院校土木工程专业“十三五”规划教材 国家应用型创新人才培养系列精品教材

ISBN 978-7-5160-2093-7

I. ①荷… II. ①白… III. ①建筑结构—结构荷载—结构设计—高等学校—教材 IV. ①TU312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 275387 号

内 容 简 介

本书包括以下内容: 荷载与作用、重力、侧压力、风荷载、地震作用、其他作用、荷载统计分析、结构抗力统计分析、工程结构可靠度计算方法、概率极限状态设计法、附录。

本书凝聚了作者十余年的教学经验, 在内容上有的放矢, 重点、难点配有习题, 同时书中涉及的各类荷载的计算以及工程结构设计原理和方法严格遵循最新规范和标准。

本书可作为高等院校土木工程专业及相关专业的教材, 也可作为相关技术人员的参考用书。

荷载与结构设计方法

主 编 白晓红

副主编 李云龙 郭 磊

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市海淀区三里河路 1 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 16

字 数: 400 千字

版 次: 2017 年 11 月第 1 版

印 次: 2017 年 11 月第 1 次

定 价: 49.80 元

本社网址: www.jcbs.com 微信公众号: zgjcgycbs

本书如出现印装质量问题, 由我社市场营销部负责调换。联系电话: (010) 88386906



言

荷载是指使结构或构件产生内力和变形的外力及其他因素，是在建筑中对结构的承载力、变形、裂缝、稳定性等进行验算的依据。因此，《荷载与结构设计方法》是土木工程专业的核心课程。

本书凝聚了作者十余年的教学经验。首先，在相关内容的编写上有的放矢，对于将来从事一般建筑结构工程设计及施工的人员在实践中经常遇到的荷载类型进行详细介绍，如风荷载、地震荷载等，而对于较少遇到的荷载类型则简单介绍或不介绍，如波浪荷载等；其次，对重要的内容，通过对应例题加深记忆，同时在对重点、难点内容逐字逐句反复斟酌的基础上，争取以言简意赅的语言使读者真正理解；再次，本书中引用的一些标准和规范都是目前使用的最新版本，书中涉及的各类荷载的计算以及工程结构设计原理和方法都严格遵循相应最新规范和标准。

全书共分 10 章，由河南科技大学白晓红统稿。第 1~5 章、第 8~10 章由白晓红编写，第 6 章以及附录由河南科技大学李云龙编写，第 7 章由华北水利水电大学郭磊编写。

希望本书能为读者提供帮助。由于编者水平有限，书中不妥和疏漏之处，敬请读者批评指正。

编者

2017 年 11 月

目 录

第1章 荷载与作用	1
1.1 作用	1
1.1.1 荷载和作用的概念	1
1.1.2 作用效应	2
1.2 作用的分类	2
1.2.1 按作用形式分类	2
1.2.2 按随时间的变异分类	2
1.2.3 按随空间位置的变异分类	4
1.2.4 按结构的反应特点分类	5
思考题	5
第2章 重力	6
2.1 结构自重	6
2.2 土的自重应力	7
2.3 雪荷载	10
2.3.1 雪压和基本雪压	11
2.3.2 屋面雪荷载标准值	12
2.3.3 屋面雪荷载影响因素	12
2.4 车辆荷载	15
2.4.1 公路桥梁车辆荷载	16
2.4.2 城市桥梁汽车荷载	18
2.4.3 铁路桥梁列车荷载	20
2.5 楼(屋)面活荷载	20
2.5.1 民用建筑楼面活荷载	21
2.5.2 民用建筑屋面活荷载	23
2.5.3 工业建筑楼面活荷载	24
2.5.4 施工和检修荷载及栏杆水平荷载	24
2.6 吊车荷载	25
2.6.1 吊车工作制等级与工作级别	25
2.6.2 吊车竖向和水平荷载	26
2.6.3 多台吊车的组合	28

2.6.4	吊车荷载的动力系数	29
2.6.5	吊车荷载的组合值、频遇值及准永久值	29
2.7	人群荷载	30
2.7.1	公路桥梁人群荷载	30
2.7.2	铁路桥梁人行道人行荷载	30
2.7.3	城市桥梁人群荷载	30
	思考题	31
第3章	侧压力	32
3.1	土压力	32
3.1.1	基本概念	32
3.1.2	土压力类型	32
3.1.3	土压力的基本原理	33
3.1.4	土压力的计算	37
3.1.5	工程中挡土墙土压力计算	39
3.2	水压力及流水压力	42
3.2.1	静水压力	42
3.2.2	流水压力	43
3.3	冻胀力	44
3.3.1	冻土的概念、性质及与结构物的关系	44
3.3.2	土的冻胀原理	45
3.3.3	冻胀力的分类	45
3.3.4	冻胀力的计算	45
	思考题	46
第4章	风荷载	47
4.1	风的有关知识	47
4.1.1	风的形成	47
4.1.2	两类性质的大风	47
4.1.3	风级	48
4.2	风压	49
4.2.1	风压与风速的关系	49
4.2.2	基本风压	51
4.2.3	非标准条件下的风速或风压的换算	52
4.3	结构抗风计算的重要概念	54
4.3.1	结构的风力与风效应	54
4.3.2	结构扭转风振等效风荷载	55
4.4	顺风向结构风效应	56
4.4.1	顺风向平均风与脉动风	56

4.4.2	顺风向平均风效应	56
4.4.3	顺风向脉动风效应	63
4.4.4	顺风向总风效应	65
4.5	横风向结构风效应	67
4.5.1	横风向风振	67
4.5.2	锁定现象及共振区高度	69
4.5.3	横风向风振验算	71
4.5.4	横风向风振等效风荷载	72
4.6	结构总风效应	74
4.6.1	风荷载组合工况	74
4.6.2	结构横风向驰振、颤振和抖振	74
	思考题	75
第5章	地震作用	76
5.1	地震基本知识	76
5.1.1	地球构造及地震类型和成因	76
5.1.2	地震分布	78
5.1.3	震级与烈度	79
5.1.4	地震波和地面运动	83
5.2	单质点体系地震作用	85
5.2.1	单质点体系地震反应	85
5.2.2	地震作用和地震反应谱	88
5.2.3	设计反应谱	90
5.3	多质点体系地震作用	93
5.3.1	多质点体系地震反应	94
5.3.2	振型分解法	95
5.3.3	振型分解反应谱法	97
5.3.4	底部剪力法	99
	思考题	102
第6章	其他作用	103
6.1	温度作用	103
6.1.1	温度作用及温度应力	103
6.1.2	温度应力的计算	104
6.1.3	温度变化的考虑	108
6.2	变形作用的计算	111
6.3	偶然荷载	113
6.3.1	偶然荷载的一般规定	113
6.3.2	爆炸作用	114

6.3.3 撞击	120
6.4 浮力作用	123
6.5 制动力	124
6.6 冲击力	126
6.6.1 汽车冲击力	126
6.6.2 火车冲击力	126
6.7 离心力	127
6.7.1 汽车离心力	127
6.7.2 火车离心力	128
6.8 预加应力	129
6.8.1 预加应力的概念	129
6.8.2 预加应力的原理	129
6.8.3 预加应力的方法	130
思考题	132
第7章 荷载统计分析	133
7.1 荷载的概率模型	134
7.1.1 随机过程的几个概念	134
7.1.2 平稳二项随机过程概率模型	134
7.2 荷载的统计参数	135
7.3 设计基准期最大荷载的概率分布函数	136
7.4 常遇荷载的统计分析	136
7.4.1 永久荷载(恒载)	136
7.4.2 民用建筑楼面活荷载	137
7.5 荷载代表值	140
7.6 荷载组合和荷载效应组合的原则	143
7.6.1 荷载与荷载效应的关系	143
7.6.2 两种常见的荷载(效应)组合原则	144
思考题	145
第8章 结构抗力统计分析	146
8.1 结构抗力统计分析基本概念	146
8.1.1 抗力的基本概念	146
8.1.2 不定性的基本概念	146
8.2 结构抗力的不定性	147
8.2.1 材料性能的不定性	147
8.2.2 结构构件几何参数的不定性	149
8.2.3 结构构件计算模式的不定性	151
8.3 抗力的统计参数和概率分布类型	152

8.3.1	结构构件抗力的统计参数	152
8.3.2	结构构件抗力的概率分布类型	153
8.4	材料的标准强度及其设计取值	153
8.4.1	材料强度的标准值	153
8.4.2	材料强度的设计值	154
思考题		154
第9章	工程结构可靠度计算方法	155
9.1	结构的功能函数及极限状态	155
9.1.1	结构功能要求	155
9.1.2	结构的功能函数	155
9.1.3	结构的极限状态	156
9.2	结构可靠度	157
9.2.1	可靠度的定义	157
9.2.2	结构的可靠指标	157
9.3	结构可靠度计算的基本方法	159
9.3.1	中心点法	159
9.3.2	验算点法	163
9.4	相关随机变量的结构可靠度	169
9.4.1	正态随机变量和线性功能函数	170
9.4.2	非正态随机变量和非线性功能函数	171
9.5	结构体系的可靠度	171
9.5.1	结构体系基本模型	171
9.5.2	结构体系可靠度计算的近似计算方法	172
思考题		172
第10章	概率极限状态设计法	173
10.1	土木工程结构设计方法演变简况	173
10.1.1	容许应力设计方法	173
10.1.2	破损阶段设计方法	174
10.1.3	多系数极限状态设计方法	174
10.1.4	基于可靠性理论的概率极限状态设计方法	175
10.2	结构设计的目标和原则	176
10.2.1	结构的安全等级和设计状况	176
10.2.2	结构构件的目标可靠指标	178
10.3	直接概率设计法	180
10.3.1	概念	180
10.3.2	直接概率法的基本思路	180
10.4	基于分项系数表达的概率极限状态设计法	180

10.4.1 承载能力极限状态下的荷载效应组合.....	181
10.4.2 正常使用极限状态下荷载效应组合.....	183
10.4.3 结构抗震验算.....	184
思考题.....	186
附录 A 常用材料和构件的自重	187
附录 B 全国各城市的雪压、风压和基本气候	199
附录 C 屋面积雪分布系数	229
附录 D 风荷载体型系数	231
参考文献	245



第 1 章 荷载与作用

1.1 作 用

土木工程的范围非常广泛，它与人们的衣食住行和各种行业发展密切相关，是一个涉及行业多、影响范围广的学科。土木工程是建造各类工程设施的科学技术的总称，它既指工程建设的对象，即建在地上、地下、水中的各类工程设施，也指所应用的材料、设备和所进行的勘测设计、施工、保养、维修等技术。

土木工程结构必须具有抵御自然和人为作用的能力，因此了解作用在结构上的荷载种类、性质，以及如何确定其大小尤为重要。同时，随着社会经济及技术水平的提高，土木工程结构形式和工作环境更趋复杂化，结构承受的荷载形式和荷载强度也趋于多样化。因此，为了保证工程结构整体质量，就必须重视结构设计，这就需要对工程结构荷载及其相关内容有所了解。

1.1.1 荷载和作用的概念

荷载是指直接施加于结构上，使其产生内力、发生变形的力。例如：结构自重，作用于楼面上的人群、家具、设备的重力，作用于桥面的车辆、人群的重力，施加于结构物上的风压力、水压力、土压力、雪压力、冻胀力、积灰荷载等。

施加在结构上的集中或分布荷载，以及引起结构外加变形或约束变形的原因，均称为结构上的作用，它是结构能产生效应（内力、变形、应力、应变和裂缝等）的各种原因的总称。简单来说，作用即是结构产生各种效应的原因。

由地面运动、地基不均匀变形等引起的结构或构件的变形称为外加变形。例如，地震是由于地震造成地面运动致使结构产生惯性力引起的作用效应，基础沉降导致结构外加变形引起的内力效应。

由温度变化、材料胀缩等引起的受约束结构或构件中潜在的变形称为约束变形，温度变化、材料收缩和徐变等都会引起结构约束变形从而产生内力效应。

由于常见的能使结构产生效应的原因，多数可归结为直接作用在结构上的力集（包括集中力和分布力），因此习惯上将结构上的各种作用统称为荷载（又称载荷或负荷）。但“荷载”这个术语，对于另外一些也能使结构产生效应的原因并不恰当。例如：温度变化、材料的收缩和徐变、地基变形和地面运动等现象，这类作用不是直接以力集的形式出现的，用“荷载”一词来概括，势必会混淆两种不同性质的作用。按照国际标准和我国现行

标准中的术语,将这两类作用分别称为直接作用和间接作用,其中,荷载等同于直接作用。

直接作用与结构本身性能无关,而间接作用与结构本身性能有关。例如,风水平作用于建筑物和水平地震作用于建筑物,其结果都是使建筑结构产生内力和侧向位移等效应,但前者是一个与结构无关的外力直接施加在结构上,而后者是建筑物自身由静止到运动的惯性产生的,它的大小与结构自身的性质(如刚度)有关。

1.1.2 作用效应

由于直接作用或间接作用于结构构件上,在结构上产生的内力(如轴力、弯矩、剪力、扭矩等)和变形(如挠度、转角、裂缝等)称为作用效应。当作用为直接作用(荷载)时,其效应也称为荷载效应,即由荷载引起的结构或构件的反应。当作用为间接作用时,其效应称为间接作用效应,如地震作用效应、温度变化作用效应、地基变形作用效应。

如果用 S 表示荷载效应,用 Q 表示荷载,则荷载与荷载效应之间,一般近似按线性关系考虑:

$$S=CQ \quad (1-1)$$

式中: C ——荷载效应系数,为一常数。

例如:均布荷载 q 作用在 $l/2$ 处的简支梁的最大弯矩为 $M=ql^2/8$, M 是荷载效应, $l^2/8$ 就是荷载效应系数, l 是梁的计算跨度。

结构上的作用,除永久作用外,都是不确定的随机变量,有时还与时间变量甚至空间参数有关,所以作用效应一般来说也是随机变量或随机过程。

1.2 作用的分类

结构上的作用的分类方法有多种,同一种作用在不同情况下选取不同的分类方法,反映了这种作用的基本性质或作用效应不同的重要性。在工程中,对结构承受的各种作用可以按照下列原则进行分类。

1.2.1 按作用形式分类

1. 直接作用

当以力的形式作用于结构上时,称为直接作用,习惯上称为荷载。

2. 间接作用

当以变形的形式作用于结构上时,称为间接作用。

1.2.2 按随时间的变异分类

结构上的作用按随时间的变异分类是对作用的基本分类。它直接关系到概率模型的选择及荷载代表值与效应组合形式的选择。

1. 永久作用(也称永久荷载或恒载)

在结构设计基准期间,其值不随时间变化,或其变化与平均值相比可以忽略不计,或其变化是单调的并能趋于限值的荷载。其统计规律与时间无关,可采用随机变量概率模型

来描述,如结构自重、土压力、预应力、水位不变的水压力、钢材焊接应力、混凝土收缩和徐变等。

土压力和预应力作为永久荷载,是因为它们都是随时间单调变化而趋于限值的荷载,其标准值都是依据可能出现的最大值来确定的。需要指出的是,在建筑结构设计,遇有水压力作用时,水位不变的水压力按永久荷载考虑,而水位变化的水压力按可变荷载考虑。混凝土收缩和徐变、基础不均匀沉降,在若干年内基本完成,它们均随时间单调变化而趋于限值,按永久作用考虑。固定隔墙的自重可按永久作用考虑,位置可灵活布置的隔墙自重应按可变作用考虑。

2. 可变作用 (也称可变荷载或活荷载)

在结构设计基准期间,其值随时间变化,且其变化与平均值相比不可忽略不计的荷载,其统计规律与时间有关,可选用随机过程概率模型来描述。

活荷载(可变荷载)按荷载作用时间的长短又可分为长期作用活荷载(即持久性活荷载)与短期作用活荷载(即临时性活荷载)。例如楼面、屋面活荷载、积灰荷载、风荷载、雪荷载、吊车荷载、温度作用等。

持久性活荷载:即在设计基准期内经常出现的荷载。例如,固定设备重量;仓库、粮库、书库及类似房屋和房间的楼面活荷载;居住和公共建筑中房间楼面活荷载,主要为设备和材料的重量;没有除尘措施而产生的积灰重量。

临时性活荷载:即暂时出现的活荷载。例如,设备操作和修理区的人群重量及修理材料的重量;建筑结构制作、运输和施工中产生的荷载;工地临时堆放材料重量产生的荷载;启动、停止、试验工作情况下产生的设备荷载;房屋施工和使用期间使用起吊设备产生的移动荷载;雪荷载、风荷载;居住和公共建筑中房间楼面活荷载。

3. 偶然作用 (也称偶然荷载、特殊荷载)

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很短的荷载,一般依据各专业本身特点按经验采用。因此,设计值的确定一般不采用分项系数方法,直接取用荷载标准值。

例如爆炸力、撞击力、雪崩、严重腐蚀、强烈的特大地震、龙卷风,还包括工艺过程突然破坏、设备临时故障或损坏引起的荷载,船只或漂流物撞击力等。

偶然荷载出现时,结构一般还同时承担其他荷载,考虑到偶然荷载出现概率很小,其他荷载分项系数一般取 1.0。

由图 1-1 可以明显看出三种作用的区别。

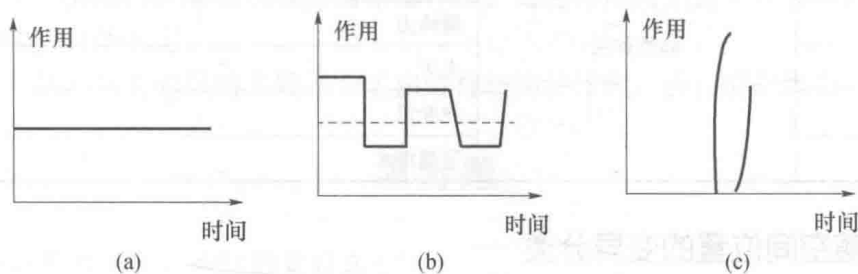


图 1-1 作用按随时间变异分类图示

(a) 永久作用; (b) 可变作用; (c) 偶然作用

考虑到“荷载”与“作用”两者的联系和区别，除了温度作用、地震作用称为“作用”，其他作用都可称为“荷载”。当偶然荷载作为结构设计的控制荷载时，在允许出现局部构件破坏的情况下，应保证结构不致因为偶然荷载引起连续倒塌。

将工程中常遇的荷载按随时间变异分类见表 1-1。

表 1-1 作用分类表

编号	作用分类	作用名称
1	永久作用	结构重力（包括结构附加重力）
2		预应力
3		土的重力
4		土的侧压力
5		水位不变的水压力
6		混凝土收缩及徐变作用
7		水的浮力
8		焊接应力
9		基础沉降
10	可变作用	屋面与楼面活荷载
11		吊车荷载
12		安装荷载
13		积灰荷载
14		人群荷载
15		汽车荷载
16		风荷载
17		雪荷载
18		水位变化的水压力
19		中小地震
20		温度变化
21		波浪荷载
22		冰荷载
23	偶然作用	罕遇地震
24		船舶或漂流物的撞击力、汽车撞击力
25		爆炸力
26		火灾
27		龙卷风
28		罕遇洪水

1. 2. 3 按随空间位置的变异分类

结构上的作用按随空间位置的变异分类是由于进行荷载组合时，必须考虑荷载在空间的位置及其所占面积的大小。

1. 固定作用

在结构空间位置上具有固定不变的分布,但其量值可能具有随机性的作用。例如结构自重、工业与民用建筑楼面上的固定设备荷载等。

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,出现的位置和量值可能是随机的作用。例如工业与民用建筑楼面上的人群荷载、吊车荷载和车辆荷载等。

由于自由作用在结构空间上是可以任意分布的,在结构设计时,应考虑其位置变化在结构上引起的最不利效应组合。

1.2.4 按结构的反应特点分类

结构上的作用按照结构的反映特点分类主要是为了在结构分析时,对某些出现在结构上的作用,需要考虑其动力效应(加速度反应)。

1. 静态作用(也称静荷载)

静态作用是逐渐地、缓慢地施加在结构上,作用过程中不使结构或构件产生加速度或所产生的加速度可以忽略不计。例如结构自重,住宅与办公楼的楼面活荷载、雪荷载、土压力等。

2. 动态作用(也称动荷载)

动态作用使结构或结构构件产生不可忽略的加速度。例如地震作用、吊车荷载、大型设备振动、阵风脉动等。

动荷载可以看作是活荷载的突然作用或突然移走,它必然会对结构产生动力效应,动荷载对结构产生的荷载效应(例如内力)要比同样大小的静荷载大,对结构是不利的。

静态作用与动态作用的区别,主要不是看作用本身是否具有动力特性,而是看结构本身是否出现不可忽略的加速度。例如大多数活荷载(楼面人群荷载),可能具有一定的动力特性,但结构的反应加速度很小,因此可以把这种荷载视为静态作用。对于动态作用,在结构分析时,应考虑其动力效应。例如,吊车荷载,可采用乘以动力系数的方法增大其值,而后按静力学理论计算。但对于地震作用、大型动力设备的作用,由于结构的特性不同,自振周期不同,其作用的大小也会相应变化,所以应按结构动力学相关理论进行计算分析。

风荷载对于层数较少、刚度较大的建筑(如砌体结构)来说可视为静态作用,但对高耸建筑或大跨度桥梁来说,风荷载引起的振动很大,故属于动态作用。

作用按其作用形式、按随时间变异、按随空间位置变异和结构反应特点进行分类,各有其不同的用途。例如,吊车荷载,按随时间变异分类为可变作用,按随空间位置变异分类为自由作用,按结构反应特点分类为动态作用。每种作用按上述何种分类方法分类,需依据作用的性质具体确定。

作用(荷载)分类的目的主要是为了在进行结构设计时,进行荷载组合。

思考题

1. 荷载与作用的联系和区别是什么?
2. 结构上的作用有哪几种分类,如何进行分类?
3. 什么是荷载效应?



第2章 重力

2.1 结构自重

作用按照随时间的变异分为永久作用、可变作用和偶然作用，其中永久作用包含结构构件、围护构件、面层及装饰、固定设备、长期储物的自重，土压力、水压力，以及其他需要按永久荷载考虑的荷载。其中，结构自重及非承重构件的自重是建筑结构中主要的永久作用。

结构自重是由地球引力引起的，组成结构的材料自身重量所产生的重力。结构自重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。结构自重一般按照均匀分布的原则计算。结构基本构件的重量为：

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

式中： G ——构件的自重， kN ；

γ ——构件的材料重度， kN/m^3 ；

V ——构件的体积， m^3 。

常见材料和构件单位体积的自重参见本书附录。在实际工程结构中，各构件的材料不同导致重度不同，因而在计算结构自重时，应将结构人为划分为多种容易计算的基本构件，先计算每个构件的自重，然后通过叠加原理计算结构总自重：

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

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/m^3 ；

V_i ——第 i 个基本构件的体积， m^3 。

土木工程结构自身重量主要包括板、梁、墙体等构件的自重。根据计算荷载效应的需要，结构自重可以用面荷载、线荷载或集中荷载表示，其中以前两种运用较多。结构自重以面荷载或线荷载的形式分布如图 2-1 所示。

当计算楼板的荷载效应时，楼面板自重、面层材料自重可用板的厚度、面层材料厚度分别乘以各自材料的单位体积自重得到，楼板自重以分布面荷载的形式作用，单位为 kN/m^2 ；当计算楼板的荷载对梁或墙体产生的效应时，以小的板单位面积自重与板短边长度一半的乘积得到，楼板自重以分布线荷载的形式作用在梁或墙上，单位为 kN/m ；当计算梁的荷载效应时，一般将梁的自重表示为线荷载，即以梁材料单位体积的自重乘以梁截面面积，单位为 kN/m ；当计算承重墙体荷载效应时，一般取其单位长度计算自重，即

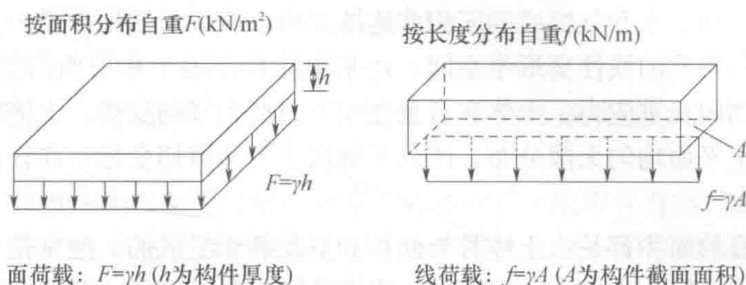


图 2-1 面荷载与线荷载计算自重的区别

以墙体材料单位体积自重乘以墙体单位长度、厚度、高度；柱子自重一般以柱材料单位体积自重乘以柱体积，单位为 kN。

一般材料和构件的单位自重可取其平均值，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，尤其是制作屋面的轻质材料，考虑到结构的可靠性，在进行结构构件自重计算时，自重的标准值应根据对结构的不利或有利状态，分别取上限值或下限值。

特殊情况是，在施工阶段，构件在吊装运输或悬臂施工时引起的结构内力，有可能大于正常设计荷载产生的内力，因此在施工阶段验算构件的强度和稳定性时，构件重力应乘以适当的动力系数。

【例 2-1】 计算 20mm 厚双面水泥粉刷厚 220 普通砖墙（机制）的自重标准值 g 。

解：由公式 (2-2) 可知，自重标准值： $g = 0.22\text{m} \times 19\text{kN/m}^3 + 2 \times 0.36\text{kN/m}^2 = 4.90\text{kN/m}^2$

【例 2-2】 某现浇楼面结构，楼面做法为：20mm 厚水泥砂浆面层，80mm 厚现浇钢筋混凝土板，12mm 厚稻草石灰泥粉刷板底。试计算此楼面结构自重标准值 g 。

解：20mm 厚水泥砂浆面层： $0.02\text{m} \times 20\text{kN/m}^3 = 0.4\text{kN/m}^2$

80mm 厚现浇钢筋混凝土板： $0.08\text{m} \times 25\text{kN/m}^3 = 2.0\text{kN/m}^2$

12mm 厚稻草石灰泥粉底： $0.012\text{m} \times 16\text{kN/m}^3 = 0.192\text{kN/m}^2$

合计： $g = \sum g_i = 2.592\text{kN/m}^2$

在建筑物所承受的总荷载中，结构自重占很大比例，一般占总荷载的 50%~80%，如果建筑物本身自重减轻，将会降低工程造价。在建筑结构初步设计阶段，为应用方便起见，把建筑物看成是一个整体，将建筑结构自重简化为平均楼面横载来估算建筑物的总重。

2.2 土的自重应力

在修建建筑物之前，地基中由土体本身的有效重量而产生的应力称为自重应力，它使土体密实并具有一定强度和刚度。研究自重应力的目的就是确定土体的初始应力状态。在实际工程中土体的应力主要包括土体本身自重产生的自重应力及由外荷载引起的附加应力。地基中由于自重应力形成的变形，一般已在地质历史过程中完成，对已经固结稳定的土层，自重应力不再引起地基变形，在建筑物沉降计算中不必考虑，而对未固结土层或人工填土，自重应力是引起地基变形的原因之一。附加应力是在建筑物修建以后，建筑物自重或其他外荷载在地基中引起的应力。所谓的“附加”就是指在来自重应力的基础上增加的压力。附加应力是引起地基变形和破坏的主要原因。本节主要介绍土的自重应力。