

全国高等院校**土木工程类**应用型系列规划教材

土木工程荷载与结构设计方法

薛志成	杨璐	主 编
	裴强	副主编
	王振清	主 审



科学出版社

中国工程教育学会工程教育国际研究中心



土木工程荷载与结构设计方法

第四版
徐 敏 主编
徐 敏 副主编
王 敏 副主编

中国工程教育学会工程教育国际研究中心

全国高等院校土木工程类应用型系列规划教材

土木工程荷载与结构设计方法

薛志成 杨璐 主编

裴强 副主编

王振清 主审

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书依据高等学校土木工程专业教学指导委员会编写的高等学校土木工程专业本科教育培养目标和培养方案及课程教学大纲的基本要求,同时结合多所高等院校本科教学大纲和相关的最新标准、规程、规范等编写而成。全书内容包括两部分共七章。第一部分第一章至第五章介绍了土木工程结构荷载的计算理论和取值方法,主要包括重力、侧压力、风荷载、地震作用和其他作用。第二部分第六章和第七章介绍了结构设计的基本方法,主要包括工程结构可靠度计算的主要方法和结构概率可靠度设计法。为了便于学生自学,各章均编写了学习要点、小结、思考题。

本书既可作为高等院校土木工程专业的专业基础课教材,又可作为土木工程设计、施工等工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程荷载与结构设计方法 / 薛志成, 杨璐主编. ——北京: 科学出版社, 2010

(全国高等院校土木工程类应用型系列规划教材)

ISBN 978-7-03-029476-0

I. ①土… II. ①薛… ②杨… III. ①土木工程-载荷分析-高等学校-教材 IV. ①TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 218606 号

责任编辑: 童安齐 芦 瑶 / 责任校对: 马英菊

责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

※

2011 年 1 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2011 年 1 月第一次印刷 印张: 12 1/4

印数: 1—3 000 字数: 287 508

定价: 25.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈环伟〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62137026 (BA08)

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

本书依据高等学校土木工程专业教学指导委员会编写的高等学校土木工程专业本科教育培养目标和培养方案及课程教学大纲的基本要求，同时结合多所高等院校本科教学大纲和相关的最新标准、规程、规范等编写而成。

本书是编者多年来进行土木工结构设计类课程教学改革和研究的成果。在编写时力求紧密结合相关标准和规范，语言通俗易懂，内容条理清晰、深入浅出、循序渐进。

本书由薛志成和杨璐任主编，裴强任副主编。其编写分工为：黑龙江科技学院薛志成和大连大学裴强编写第一章、第六章和第七章，沈阳工业大学杨璐和沈阳建筑大学孙立晔编写第二章、第五章，南阳理工学院赵权和黑龙江科技学院薛志成编写第三章、第四章。全书由薛志成和杨璐统稿。

哈尔滨工程大学王振清教授审阅了书稿，并提出了宝贵意见，在此表示衷心感谢。

本书编写过程中参考和引用了国内近年来出版的相关文献，在此向相关作者表示谢意。

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

第一章 绪论	1
1.1 工程结构的概念	1
1.2 作用与荷载	1
1.2.1 作用	1
1.2.2 荷载	2
1.3 结构设计方法的演变	2
1.4 荷载与工程结构设计	4
1.5 课程体系及学习方法	5
1.6 小结	5
思考题	6
第二章 重力荷载和侧压力	7
2.1 重力荷载	7
2.1.1 结构自重	7
2.1.2 土的自重应力	8
2.1.3 雪荷载	9
2.1.4 车辆重力	12
2.1.5 楼面和屋面活荷载	15
2.1.6 人群荷载	23
2.2 侧压力	24
2.2.1 土的侧向压力	24
2.2.2 水压力及流水压力	32
2.2.3 波浪荷载	35
2.2.4 冻胀力	39
2.2.5 冰压力	42
2.3 小结	44
思考题	45
第三章 风荷载	46
3.1 概述	46
3.1.1 风的形成	46
3.1.2 我国的风气候总览	46
3.1.3 风级	47
3.2 风压	48
3.2.1 风压与风速的关系	48

3.2.2 基本风压	48
3.2.3 非标准条件下的风速或风压的换算	49
3.3 结构的风力和风效应	51
3.3.1 结构的风力	51
3.3.2 结构的风效应	52
3.4 建筑工程结构风荷载计算	52
3.4.1 风荷载标准值计算	52
3.4.2 横风向风振	57
3.4.3 风荷载计算	59
3.5 桥梁工程风荷载计算	59
3.5.1 横桥向风荷载计算	59
3.5.2 顺桥向风荷载计算	63
3.6 小结	64
思考题	65
第四章 地震作用	66
4.1 概述	66
4.1.1 地球的构造	66
4.1.2 地震的类型和成因	66
4.1.3 地震分布	67
4.1.4 震级与地震烈度	68
4.1.5 地震波与地面运动	70
4.2 基本概念	72
4.2.1 基本烈度与抗震设防烈度	72
4.2.2 场地与场地土	72
4.2.3 设计地震分组	72
4.2.4 场地土的卓越周期、设计特征周期和结构自振周期	73
4.2.5 设计基本地震加速度	74
4.2.6 地震反应谱和地震影响系数	74
4.3 工程抗震设防	77
4.3.1 抗震设防的概念	77
4.3.2 抗震设防标准	78
4.3.3 抗震设防目标和方法	78
4.4 建筑结构的地震作用计算	79
4.4.1 简述	79
4.4.2 水平地震作用的计算方法	80
4.4.3 竖向地震作用的计算方法	87
4.5 公路桥梁结构的地震作用计算	89
4.5.1 简述	89

4.5.2 地震作用计算	89
4.6 小结	92
思考题	93
第五章 其他作用	94
5.1 温度作用	94
5.1.1 基本概念及原理	94
5.1.2 温度应力和变形的计算	95
5.2 变形作用	96
5.3 浮力作用	97
5.4 冲击力与撞击力	98
5.4.1 汽车冲击力	98
5.4.2 汽车撞击力	98
5.4.3 船只或漂浮物的撞击力	99
5.5 制动力	99
5.5.1 汽车制动力	99
5.5.2 吊车制动力	100
5.6 离心力	101
5.7 预应力	101
5.8 爆炸作用	102
5.8.1 爆炸的概念及分类	102
5.8.2 爆炸的破坏作用	102
5.8.3 爆炸作用的原理与荷载计算	102
5.9 小结	107
思考题	108
第六章 工程结构可靠度计算	109
6.1 几个基本概念与问题	109
6.1.1 结构的功能要求	109
6.1.2 结构的设计使用年限与结构设计基准期	110
6.1.3 结构功能函数	110
6.1.4 结构的极限状态	111
6.1.5 影响结构可靠性因素的随机性	112
6.2 数理统计基本知识	112
6.2.1 正态分布曲线	113
6.2.2 正态分布曲线的特征值及保证率	113
6.2.3 随机变量函数的特征值	114
6.3 荷载统计分析	115
6.3.1 荷载的概率模型	115
6.3.2 荷载的代表值	119

6.4 抗力的统计分析	121
6.4.1 结构抗力的不定性	121
6.4.2 结构构件抗力的统计特性	126
6.4.3 材料强度标准值和设计值	128
6.5 结构的可靠度与可靠指标	129
6.5.1 结构可靠度和失效概率	129
6.5.2 结构可靠指标	130
6.6 结构可靠度的一般计算方法	132
6.6.1 中心点法	133
6.6.2 验算点法	135
6.7 相关随机变量结构可靠度的计算方法	141
6.7.1 相关随机变量的概念	141
6.7.2 广义随机空间的概念	141
6.7.3 相关随机变量可靠度计算的中心点法	142
6.7.4 相关随机变量可靠度计算的验算点法	143
6.8 结构体系可靠度的计算方法	146
6.8.1 几个基本概念	146
6.8.2 结构体系可靠度计算的方法	149
6.9 小结	152
思考题	153
第七章 结构概率可靠度设计法	155
7.1 结构设计状况及设计原则	155
7.1.1 结构的安全等级	155
7.1.2 设计状况	156
7.1.3 基本设计原则	156
7.1.4 设计要求	157
7.2 目标可靠指标	157
7.2.1 影响目标可靠指标的因素	157
7.2.2 目标可靠指标的确定	158
7.3 结构构件概率可靠度直接设计法	159
7.4 结构概率可靠度设计的实用表达式	162
7.4.1 单一系数设计表达式	162
7.4.2 分项系数设计表达式	163
7.4.3 规范设计表达式	164
7.5 荷载效应组合	165
7.5.1 荷载效应组合规则	165
7.5.2 规范中的荷载效应组合	167
7.6 小结	174

思考题.....	175
附录.....	176
1 常见材料和构件的重度	176
2 我国按 50 年一遇重现期确定的基本雪压分布图.....	180
3 屋面积雪分布系数	181
4 我国按 50 年一遇重现期确定的基本风压分布图.....	182
5 风荷载体形系数	183
主要参考文献.....	184

第一章 绪 论

学习要点

1. 理解工程结构的基本概念；掌握作用与荷载的基本概念及其分类；了解荷载与工程结构的关系。
2. 理解工程结构设计方法的演变过程；了解本课程的内容体系及学习方法。

1.1 工程结构的概念

土木工程是指建造在地上、地下、水中的各种工程设施。通常把房屋建筑工程、市政道路工程、桥梁工程、隧道工程、海洋港口工程、机场与防空工程、水利水电工程等与人类生产、生活活动有关的工程设施统称为土木工程。工程结构即土木工程结构的简称，是指由各个基本构件组成的结构空间承重体系。如在建筑工程结构中，由板、梁、柱、墙、基础等构件组成空间承重体系；桥梁工程结构中，由梁、墩台、基础等构件组成空间承重体系，实现荷载的传递过程。

工程结构按材料可以分为砌体结构、混凝土结构、钢结构、组合结构等。

砌体结构是指由块材（砖、砌块、石材等）和砂浆砌筑而成的结构。在文明史初期就得到应用，是目前工程结构中普遍应用的结构形式，如房屋建筑工程中的外墙、柱、毛石基础等；交通土建工程中的石拱桥、隧道、涵洞、挡土墙等；水利工程中的大坝、渡槽等。

混凝土结构是指以混凝土为主要工程材料的工程结构形式，包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构等。混凝土结构在土木工程中得到了广泛的应用，如多高层建筑结构、桥梁结构、隧道结构、公路和城市道路路面结构、压力容器、海洋结构和飞机跑道等。

钢结构是指用 H 型钢、工字钢、槽钢、角钢等热轧型钢和钢板组成的以及用冷弯薄壁型钢制成的承重构件或承重体系。工业革命后，钢结构在工程中得到了发展和应用，如房屋建筑工程中的钢结构工业厂房、钢结构吊车梁、钢屋架、钢网架等；交通土建工程中的斜拉桥、悬索桥等。

组合结构是指由两种或两种以上材料组成，材料之间能以某种方式有效传递内力和变形，且以整体形式产生抗力的结构。通常所说的组合结构是指钢结构与钢筋混凝土组合而成的结构。组合结构因充分利用两种结构的优点，克服了两种结构的缺点，在建筑工程、桥梁工程、地铁工程中得以应用。

1.2 作用与荷载

1.2.1 作用

工程结构在施工和使用的过程中要承受各种环境作用，如结构构件自重、风荷载、

雪荷载、地震作用、土压力、水压力、车辆荷载、车辆制动力等，这些环境作用能使工程结构产生内力和变形。我们可以把作用的定义总结为：作用是使结构或构件产生效应（内力、应力、应变、变形、裂缝等）的各种原因。

为了方便工程结构设计，作用可以按下面方式进行分类：

(1) 按作用的形式分

直接作用：以力的形式直接作用在结构上。如结构自重、风荷载、土压力等。

间接作用：以变形的形式作用在结构上。如温度变形、基础沉降、地震等。

(2) 按随时间的变异性分

永久作用：在设计基准期内其值不随时间变化，或其变化与平均值相比可以忽略不计。如结构自重、土压力、预应力等。

可变作用：在设计基准期内其值随时间变化，且其变化与平均值相比不可忽略不计。如风荷载、安装荷载、温度变化等。

偶然作用：在结构设计基准期内不一定出现，而一旦出现其量值很大，且持续时间较短。如地震作用、爆炸力等。

(3) 按空间位置的变异性分

固定作用：在结构空间位置上具有固定的分布的作用。如过大的设备荷载、结构自重等。

可动作用：在结构空间位置上的一定范围内可以任意分布的作用。如楼面的人员荷载、吊车荷载等。

(4) 按结构的反应分

静态作用：不使结构或构件产生加速度，或所产生的加速度很小可以忽略不计。如结构自重、楼面活荷载等。

动态作用：使结构或构件产生不可忽略的加速度，即使结构产生动力效应。如地震作用、吊车荷载、设备振动等。

1.2.2 荷载

荷载是结构上的直接作用，即直接外力。通常把荷载按随时间的变异性进行分类。

永久荷载又称为恒荷载，如结构自重、土压力等；可变荷载又称活荷载，如吊车荷载、雪荷载、风荷载等；偶然荷载在结构设计基准期内不一定出现，而一旦出现其量值很大，如撞击力、爆炸力等。

1.3 结构设计方法的演变

随着科学发展和技术进步，土木工程结构在结构设计理论上经历了从弹性理论到极限状态理论的转变，在设计方法上经历了从定值法到概率法的发展，下面作简要介绍。

1. 容许应力设计法

此种方法在 19 世纪初被提出,是建立在弹性理论基础上的设计方法。该方法将工程结构材料都作为弹性体,用材料力学或弹性力学方法计算结构或构件在使用荷载作用下的应力,要求截面内任何一点的最大应力不超过材料的容许应力,即

$$\sigma \leq [\sigma] \quad (1.1)$$

式中: $[\sigma]$ ——材料的容许应力,由材料破坏试验所确定的极限强度(如混凝土)或极限(如钢材) f 除以安全系数 k 得到,即

$$[\sigma] = \frac{f}{k} \quad (1.2)$$

安全系数 k 依靠经验确定,缺乏科学依据。该方法认为结构中任意一点应力超过容许应力时,结构即失效,这与实际工程结构的失效有很大出入,不能反映结构或构件失效的本质,因此目前绝大多数国家规范已不再采用。

2. 破损阶段设计法

此种方法由苏联学者格沃兹捷夫、帕斯金尔纳克等在 20 世纪 30 年代提出。该方法认为结构在使用阶段,考虑塑性应力分布后的截面承载力不应小于外荷载产生的内力乘以安全系数 k ,即

$$kS \leq R \quad (1.3)$$

该方法与破损阶段设计法相比,考虑了结构材料的塑性性能,更接近于构件截面的实际工作情况,但安全系数 k 仍主要依据经验确定,未考虑荷载及材料强度的变异性。该方法只限于构件的承载力计算。

3. 极限状态设计法

此种方法由苏联学者格沃兹捷夫等在 20 世纪 50 年代提出。该方法规定了结构按承载力极限状态、变形极限状态和裂缝极限状态设计。承载力极限状态要求构件可能的最小承载力不小于外荷载在构件截面上产生的最大内力;对构件的变形与裂缝形成或开展加以限制。在安全度的表达上有单一系数和多系数两种,考虑了荷载变异、材料性能变异以及工作条件的不同。在部分荷载和材料性能的取值上,按统计方法分析和经验进行确定。

前三种设计方法都没有把影响结构可靠度的因素作为随机变量来考虑,而是看成了定值;另外,在各系数的取值上,不是用概率方法确定,因此都属于定值设计法。

4. 概率极限状态设计法

此种方法提出了结构可靠度的概念和具体的计算方法,认为影响结构荷载和抗力的各种因素都是随机变量,是一种借助于统计分析确定出结构可靠度而度量结构可靠性的方法。

这种方法按其精确程度可分为三个水准：

水准Ⅰ——半概率法。对荷载效应和结构抗力的基本变量部分地进行数理统计法分析，并与工程经验结合，引入某些经验系数，所以尚不能定量地估计结构的可靠性。因此是一种半概率半经验的设计法。

水准Ⅱ——近似概率法，又称“一次二阶距法”。该方法以结构的失效概率或可靠指标来度量结构可靠性，并建立了结构可靠度与结构极限状态方程之间的数学关系，在计算可靠指标时考虑了基本变量的概率分布类型并采用了线性化的近似处理，在截面设计时一般采用分项系数的实用设计表达式。我国《建筑结构可靠度设计统一标准》（GB 50068—2001）和《公路工程结构可靠度设计统一标准》（GB/T 50283—1999）（以下分别简称为建筑《统一标准》和公路《统一标准》）都采用了这种近似概率法，且在此基础上颁布了各种结构设计的规范。

水准Ⅲ——全概率法。这是完全基于概率论的结构设计方法，要求对整个结构采用精确的概率分析，求得结构最优失效概率作为可靠度的直接度量。这种方法无论在基础数据的统计方面还是在可靠度计算理论方面都很不成熟，有待于进一步研究和探索。因此目前这种方法还未得到广泛应用。

1.4 荷载与工程结构设计

工程结构设计就是要确定采用何种结构形式去承受结构的外部作用，并且确定出结构构件采用何种材料、多大尺寸、何种构造等。结构设计在满足结构安全、适用、耐久和稳定的基础上，还应该尽可能地满足经济合理，为此根据可靠度的理论，我国颁布制定了《工程结构可靠度设计统一标准》（GB 50153—92）（以下简称为工程《统一标准》）、建筑《统一标准》、公路《统一标准》等国家标准和行业标准，规定了工程结构的设计采用概率极限状态设计法。

结构所承受的荷载在结构构件上将产生效应值（如内力、应力、应变、变形、裂缝等），这些效应值决定了工程结构采用何种结构形式、何种材料、材料的强度以及构件的相关尺寸等。如果荷载的取值或计算不准确，就不可能准确地计算出结构构件的效应值，就可能产生结构可靠度过大，而导致浪费；也可能导致结构的可靠度较低，而出现承载力不足，安全性下降，或产生变形和裂缝过大，而影响正常使用。因此对于工程结构的设计，必须认真分析结构承受的荷载形式，并且准确地进行荷载的取值和计算。如对于一个多层民用建筑来说，它既承受自重，又要承受屋面活荷载（包括屋面均布活荷载、雪荷载和积灰荷载）和楼面活荷载，还可能承受风荷载、水平地震作用和竖向地震作用。

另外，荷载与结构构件跨度、构件的尺寸等也存在一定的关系。对于承受荷载且截面尺寸不变的梁来说，跨度增大时，梁的最大挠度比其最大内力增长得快，此时最大变形值对构件的设计很重要。因此，长跨度的梁一般用于承受重荷载，轻荷载适合于短跨度的梁。对于柱来说，高柱用于承受重荷载，轻荷载最好不使用高柱，原因是侧向弯曲对截面承载力的影响远大于荷载对截面承载力的影响，故高柱承受重荷载更为经济。对

于材料相同,且截面宽度和截面面积相同的工形截面和矩形截面梁,前者比后者的截面惯性矩要大得多,因此工形截面梁比矩形截面梁的承载力要大。在工程结构设计时,如果梁承受的荷载较大,对梁的刚度要求也较高,应尽可能地采用工形截面或 T 截面,而不采用矩形截面。

1.5 课程体系及学习方法

本课程主要包括两大部分内容。

第一部分介绍了土木工程结构荷载,主要包括重力(如结构自重、土的自重应力、雪荷载、车辆重力、屋面和楼面活荷载,行人荷载等)、侧压力(如土侧压力、水压力及流水压力、波浪荷载、冻胀力、冰压力,施工、检修荷载和栏杆水平荷载等)、风荷载、地震作用和其他作用(如浮力作用、冲击力、撞击力、制动力、离心力、预应力、爆炸作用、温度作用、变形作用等)。这部分主要介绍了工程结构设计时应用的各类荷载及作用的基本计算理论和取值方法,部分荷载(如雪荷载、屋面和楼面活荷载、风荷载等)都要依据于概率论数理统计的知识经过统计分析确定,并且不同的荷载分别对应于相应的工程结构,学习时要加以区分。

第二部分介绍了结构设计的基本方法,在荷载统计分析和抗力统计分析的基础上,介绍了工程结构可靠度的一般计算方法。考虑到直接按目标可靠指标进行结构设计时,其计算上的复杂性和设计应用上的不便,目前只是在特殊工程采用。我国工程《统一标准》中规定工程结构设计必须采用以概率理论为基础的极限状态设计方法,即用可靠指标来度量结构的可靠度,用含有分项系数的表达式来进行结构设计,其中各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的方法加以确定。介绍了概率极限状态设计法,并且讲解了实用设计表达式及我国建筑工程结构和公路工程结构设计时的荷载效应组合式,这部分内容的学习要紧密结合各类工程结构设计标准和规范的具体内容,做到理论联系实际。

1.6 小 结

工程结构即土木工程结构的简称,是指由各个基本构件组成的空间承重体系。工程结构在施工和使用的过程中要承受各种环境作用,作用是使结构或构件产生效应(内力、应力、应变、变形、裂缝等)的各种原因。作用可以按作用的形式、按随时间的变异性、按空间位置的变异性 and 按结构的反应进行分类。荷载是结构上的直接作用,即直接外力。荷载可分为永久荷载、可变荷载和偶然荷载。

结构设计方法的演变经历了四个阶段:容许应力设计法、破损阶段设计法、极限状态设计法和概率极限状态设计法。工程《统一标准》中规定了工程结构必须采用概率极限状态设计法进行设计。

荷载在结构构件上将产生效应值,设计时必须认真分析结构所承受的荷载形式,并且准确地进行取值和计算。荷载与结构构件跨度、构件的尺寸等也存在一定

的关系。

本课程主要包括工程结构荷载取值与计算及结构设计方法两部分。

思 考 题

- 1.1 说明荷载与作用的区别。举例说明二者各是如何分类的。
- 1.2 设计中为什么要把荷载区分为永久荷载、可变荷载和偶然荷载？
- 1.3 结构设计方法的演变经历了哪几个阶段？试分析各种设计方法的不同。

第二章 重力荷载和侧压力

学习要点

1. 掌握结构自重、土的自重应力、雪荷载、车辆荷载的计算；掌握楼（屋）面活荷载与公路（城市）桥梁人群荷载的取值；了解各种荷载的产生和定义。

2. 掌握土的侧向压力的分类与计算方法；了解水压力及流水压力、波浪荷载、冰压力及冻胀力的计算方法。

2.1 重力荷载

地球引力会使物体产生重力，重力产生的荷载称为重力荷载。结构自重、土体自重、车辆重力、屋面和楼面活荷载、雪荷载等均为常见的重力荷载。

2.1.1 结构自重

结构自重是由组成结构的材料产生的重力。一般只要知道了结构各部件或构件的设计尺寸和材料重度，即可计算出构件的自重，即

$$G_b = \gamma V \quad (2.1)$$

式中： G_b ——构件的自重，kN；

γ ——构件材料的重度，kN/m³，常见材料和构件的重度见本书附录 1 或《建筑结构荷载规范》（GB 50009—2001）（以下简称《荷载规范》）的附录 A；

V ——构件的体积，一般按设计尺寸确定，m³。

式（2.1）适用于一般建筑结构、桥梁结构以及地下结构等各构件自重计算。

结构中各构件的材料重度可能不同，计算结构总自重时可将结构划分为一些基本构件，然后叠加各基本构件的自重即得到结构总自重，即

$$G = \sum_{i=1}^n \gamma_i V_i \quad (2.2)$$

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。

进行建筑设计时，考虑应用上方便，可以把建筑物看成一个整体，将建筑结构自重转化为平均楼面恒荷载，作为近似估算。对于一般的木结构建筑，其平均楼面恒荷载可取为 1.98~2.48kN/m²；对于钢结构建筑，可取为 2.48~3.96kN/m²；对于钢筋混凝土结构的建筑，可取为 4.95~7.43kN/m²；而对于预应力混凝土建筑，建议可取钢筋混凝土建筑平均楼面恒荷载的 70%~80%。