

建筑结构设计

常见及疑难问题解析 (第二版)

徐 建 主编

JIANZHU JIEGOU SHEJI
CHANGJIAN JI YINAN WENTI JIEXI

中国建筑工业出版社

014021484

TU318

64-2

建筑设计 常见及疑难问题解析

(第二版)

徐建 主编



中国建筑工业出版社



北航

C1706296

TU318
64-2

181150110

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑结构设计常见及疑难问题解析/徐建主编. —2版.
北京: 中国建筑工业出版社, 2013. 8
ISBN 978-7-112-15647-4

I. ①建… II. ①徐… III. ①建筑结构-结构设计-问题
解答 IV. ①TU318-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 165321 号

本书针对建筑结构设计常见及疑难问题, 由长期从事工程设计、规范编制和科研教学人员进行解析。其内容包括: 荷载和地震作用、混凝土结构、钢结构、钢-混凝土组合结构、砌体结构、地基与基础及木结构中的八百多个问题。问题的汇集尽量做到具有系统性、代表性、实用性, 问题的解析尽量做到精练、清晰、详尽。是帮助建筑工程技术人员释疑解惑的参考书。

本书可供从事建筑结构设计、科研、施工、工程管理人员及大专院校有关专业师生使用, 亦可供注册结构工程师应试者参考。

* * *

责任编辑: 咸大庆 刘瑞霞

责任设计: 张 虹

责任校对: 肖 剑 关 健

建筑结构设计常见及疑难问题解析 (第二版)

徐 建 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京市安泰印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 48½ 字数: 1150 千字

2014 年 1 月第二版 2014 年 1 月第七次印刷

定价: 99.00 元

ISBN 978-7-112-15647-4
(24257)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

《建筑设计常见及疑难问题解析》

编 委 会

主编 徐 建

编委 沙志国 陈富生 张维斌 余海群

谭晋鹏 卢理杰 聂建国 樊健生

徐 建 孙宏伟 孙惠镐

前 言

在建筑结构设计、施工、科研、教学及工程管理过程中,会出现一些常见的问题,有些问题通过深入的学习规范标准可以找出答案,但也有一些问题规范标准中阐述得并不清楚,甚至有矛盾之处。工程设计千变万化,疑难问题也会不断出现,许多问题从规范和手册中难以找到答案。本书由长期从事工程设计、规范编制和科研教学人员,对建筑结构设计中的常见和疑难问题进行汇集整理,并分类进行解析。本书自2007年出版后,经过多次印刷,获得工程设计人员的好评。由于目前本书涉及的主要标准都已经重新修订,本书也需作相应再版。

编写综合性的常见和疑难问题解析是一个新的尝试,因此本书问题的汇集尽量做到具有系统性、代表性和实用性,问题的解析尽量做到精练、清晰、详尽。希望通过本书的编著,对建筑结构设计具有实用价值,对结构工程设计、科研、施工、教学和工程管理人员有所帮助,对注册结构工程师应试者也有所裨益。

本书共分七篇,主要内容包括:荷载和地震作用、混凝土结构、钢结构、钢-混凝土组合结构、砌体结构、地基与基础、木结构,共涉及的问题有八百多个。

本书由徐建主编。各篇编写分工如下:第一篇 荷载和地震作用 沙志国(北京筑都方圆建筑设计公司)、陈富生(中国建筑设计研究院);第二篇 混凝土结构 张维斌(中国中元国际工程公司);第三篇 钢结构 余海群、谭晋鹏、卢理杰(中冶京诚工程技术有限公司);第四篇 钢-混凝土组合结构 聂建国、樊健生(清华大学);第五篇 砌体结构 徐建(中国机械工业集团公司);第六篇 地基与基础 孙宏伟(北京市建筑设计研究院);第七篇 木结构 孙惠镐(北京建筑工程学院)。黄尽才、凌秀美、刘力峰、孙忱、冀筠、高慧贤、刘梅、陶慕轩、王宇航、朱力、胡红松、丁然、马晓伟、刘晓刚、周荫、王媛、李伟强、方云飞、魏海燕等同志也参加了本书的编写工作。

本书编写过程中参考了有关的规范标准和文献资料,在此一并致谢。本书中不当之处,敬请指正。

目 录

第一篇 荷载和地震作用

第一章 荷载	1
第二章 地震作用	36

第二篇 混凝土结构

第一章 设计基本规定	84
第二章 基本构件	134
第三章 框架结构	161
第四章 剪力墙结构	197
第五章 框架-剪力墙结构	221
第六章 筒体结构	236
第七章 板柱结构、板柱-剪力墙结构	252
第八章 复杂高层建筑结构	272

第三篇 钢 结 构

第一章 总则	295
第二章 术语、符号和制图	298
第三章 基本设计规定	302
第四章 材料	308
第五章 结构分析与稳定性设计	316
第六章 受弯构件	319
第七章 轴心受力构件	325
第八章 拉弯、压弯构件	330
第九章 钢板剪力墙	332
第十章 塑性及弯矩调幅设计	334
第十一章 连接	338
第十二章 节点	351

第十三章	钢管连接节点	360
第十四章	疲劳计算及防脆断设计	363
第十五章	钢结构抗震性能化设计	366
第十六章	钢结构防护	375
第十七章	单层工业厂房	377

第四篇 钢-混凝土组合结构

第一章	钢-混凝土组合结构基本概念	386
第二章	钢-混凝土组合板	391
第三章	钢-混凝土组合梁	401
第四章	钢管混凝土组合结构	423
第五章	矩形钢管混凝土组合结构	433
第六章	型钢混凝土组合结构	437
第七章	钢-混凝土组合节点	447
第八章	钢-混凝土组合剪力墙	459
第九章	钢-混凝土组合加固	464
第十章	钢-混凝土组合结构抗震设计	469

第五篇 砌体结构

第一章	砌体结构与材料	474
第二章	静力设计原则与计算规定	490
第三章	无筋砌体构件的承载力	502
第四章	砌体结构静力设计的构造要求	517
第五章	圈梁、过梁、墙梁及挑梁	533
第六章	配筋砖砌体构件	551
第七章	配筋砌块砌体构件	564
第八章	砌体结构抗震设计	578

第六篇 地基与基础

第一章	地基承载力	634
第二章	地基变形	653
第三章	桩基设计	677
第四章	地基处理	686
第五章	基槽勘验与沉降观测	705

第七篇 木 结 构

第一章	木结构材料	710
第二章	木结构基本设计规定	715
第三章	木结构构件计算	722
第四章	木结构的连接	726
第五章	普通木结构	734
第六章	胶合木结构	745
第七章	轻型木结构	750
第八章	木结构防火和防护	755
第九章	木结构的抗震设计	759
参考文献		766

第一篇 荷载和地震作用

第一章 荷 载

第一节 荷载分类

1.1.1 新颁布的《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 的适用范围有何特点?

【解析】《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 在第 1.0.2 条及其条文说明中明确其适用范围限于工业及民用建筑的主体结构及其围护结构的设计;对建筑结构的地基基础设计,其上部结构传至基础的荷载也应以《建筑结构荷载规范》为依据。

除《建筑结构荷载规范》给出的荷载及间接作用外,尚有一些建筑工程其他性质的荷载需要确定。例如设计电视塔、无线电塔楼、送电杆塔等类似结构时,应考虑结构构件、架空线、拉绳表面裹冰后引起的荷载等,需由《高耸结构设计规范》GB 50135 规定;储存散料的储仓荷载需由《钢筋混凝土筒仓设计规范》GB 50077 规定;烟囱结构的温差作用需由《烟囱设计规范》GB 50051 规定;设计给水排水工程构筑物时的水压力和土压力需由《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069 规定;对某些专用房屋的楼面均布活荷载尚应符合相关规范的规定。

1.1.2 荷载与作用有何区别?

【解析】作用是指能使结构产生效应(包括内力、变形、应力、应变、裂缝等)各种原因的总称。其中包括施加在结构上的集中力或分布力所引起的直接作用和能够引起结构外加变形或约束变形的间接作用。对结构上的作用过去也曾笼统地统称为荷载,这在我国和许多国家均如此。实际上由于大部分的作用是由各种负载力形成的,因此将它们称为荷载也未尝不可。但是荷载这个术语用于间接作用并不恰当,例如温度变化、材料的收缩和徐变、焊接变形、地基变形或地面运动引起的作用等,这类作用在结构设计时都不是以力的形式输入结构系统,而是通过温度、变形和加速度等强制或约束变形输入结构系统。若将它们称为荷载将会混淆两种性质不同的作用而产生误解,例如有人曾将地震作用称为地震荷载,从而误认为地震荷载是施加于结构上而与场地和结构本身无关的外力。当然在设计中事先考虑了场地和结构自身因素而采用地震力的形式施加在结构上时,而称之为地震荷载,那也是可以的。而《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 仅对涉及建筑结构的荷载和温度作用作出规定,对其他间接作用除地震作用由《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 作出规定外,均暂时尚未在规范中列入。

1.1.3 荷载怎样分类?

【解析】荷载(包括各种作用)不应仅以其量值的大小而给以区分,而应根据设计需要按其性质分类如下:

1. 按随时间的变化分类

此项分类是荷载最重要的分类,它直接关系到荷载随时间而变化的概率模型选择,当分析结构可靠度及结构按各类极限状态设计时均需要此项分类。它可分为三类荷载:

(1) 永久荷载

在结构使用年限内,其值不随时间变化,或其变化与平均值相比可以忽略不计,或其变化是单调的并能趋于限值的荷载。例如结构自重、土压力、预应力等。

(2) 可变荷载

在结构使用年限内,其值随时间变化,且其变化与平均值相比不可以忽略不计的荷载。例如楼面活荷载、屋面活荷载和积灰荷载、吊车荷载、风荷载、雪荷载等。

(3) 偶然荷载

在结构使用年限内不一定出现,一旦出现其值很大且持续时间很短的荷载。例如爆炸力、撞击力、龙卷风荷载等。

2. 按随空间的变化分类

按空间的变异性对荷载进行分类,是由于进行荷载效应组合时,必须考虑荷载在空间的位置及其所占面积的大小,可分为两类荷载:

(1) 固定荷载

此类荷载的特点是在结构上出现的空间位置固定不变,但其量值可能具有随机性。例如,房屋建筑楼面上位置固定的设备荷载、屋盖上的水箱等。

(2) 自由荷载

其特点是荷载可以在结构的一定空间上任意分布,出现的位置及量值都可能是随机的。例如,楼面上的人员荷载等。

3. 按结构的反应特点分类

按结构的反应特点对荷载进行分类,是由于进行结构分析时,对某些出现在结构上的荷载需要考虑其动力效应(加速度反应)。因而可将荷载划分为静态和动态两类:

(1) 动态荷载(动荷载)

此类荷载在结构上引起不能忽略的加速度,在结构分析时应考虑其动力效应,按结构动力学方法进行计算。但有一部分动态荷载例如民用建筑中楼面上的活荷载,本身可具有一定的动力特征,但它使结构产生的动力效应可以忽略不计,因而仍划分为静态荷载。还有一部分动荷载例如工业建筑中的吊车荷载,在设计中可采用增大其量值,即采用乘以动力系数的方法按静态荷载处理。

(2) 静态荷载(静荷载)

此类荷载的特点是在结构上不产生加速度效应,可按结构静力学的一般方法进行分析 and 计算。

4. 按无限值分类

此项分类是考虑到在选择荷载的概率模型时,很多典型的概率分布类型的取值往往是无界的,而实际上很多随机荷载的量值由于客观条件的限制而具有不能被超越的界限值(例如具有敞开泄压口的内爆炸荷载等)。选用这类有界荷载的概率分布类型时,应考虑其特点而进行以下分类:

(1) 有界荷载:具有不能被超越的且可确切或近似掌握其限值的荷载。

(2) 无界荷载:没有明确界限值的荷载。

5. 其他分类

例如,当进行结构疲劳验算时,可按荷载随时间变化的周期对其进行低周期性和高周期性分类;当考虑结构徐变效应时,可按荷载作用在结构上持续期的长短分类。

总之,荷载的不同分类各有其不同的用途。例如吊车荷载,按随时间的变化分类它为可变荷载,应考虑它对结构可靠性的影响;按随空间的变化分类它为自由荷载,应考虑它在结构上的最不利位置;按结构的反应特点分类它为动态荷载,应考虑它对结构的动力影响。可见对每一种荷载的分类须依据荷载的具体性质按设计需要进行分类。现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012的荷载是以按时间的变化为主进行分类,并在一些需要情况下考虑了按荷载空间位置的变化和按结构的动力反应特性分类对设计的影响。

1.1.4 荷载的计量单位是什么?

【解析】目前我国工程界的计量单位是采用以国际单位制(SI)为基础的法定计量单位代替过去工程单位制。但是国际单位制实施以来有一部分结构设计人员在处理某些工程问题时会发生两种计量单位的混淆,特别是对重力和重量的区别时有混淆。以往将1kg质量(mass)物体承受的重力(gravity)以1kgf来计量,或称重量(weight)为1kg,由于含义不同的质量和重量共用一个计算单位,极易与国际单位制中的重力定义混淆,国际单位制中力和重力的计量单位为牛顿(N),它表示1kg质量的物体产生 1m/s^2 加速度所需要的力,即 $1\text{N}=1\text{kg}\cdot\text{m/s}^2$,可见在国际单位制中重力和重量的定义和以往不一样,为避免由此可能产生的混淆,我国工程界将重量与质量视为同义,采用kg计量,而力和重力是以牛顿(N)计量,使其有明确的区别。由于一般情况下荷载量值较大,材料的自重和其他荷载一般都是以千牛顿(kN)计量。

第二节 结构设计中的荷载代表值

1.1.5 什么是荷载代表值?

【解析】由于在结构设计时需要考虑结构构件可能处于各种不同设计状况的不利受力状态,并通过设计和验算使结构构件满足相关的结构设计规范要求。在不同极限状态设计时,应采用不同的荷载值,这些荷载值即荷载的代表值,它们可以是荷载标准值,也可以是可变荷载的伴随值如组合值、频遇值或准永久值。

1.1.6 如何确定荷载标准值?

【解析】按现行国家标准《工程结构可靠设计统一标准》GB 50153—2008 规定:当有充分观测数据时,荷载的标准值应按在设计基准期 50 年内最不利荷载概率分布的某个统计特征值确定;当有条件时,可对各个荷载统一规定该设计特征值 (Characteristic Value) 的概率定义;但该标准对确定特征值的概率未作统一规定;当观测数据不充分时,荷载的标准值也可根据工程经通过分析判断后,协议一个公称值 (Nominal Value) 作为荷载标准值;对有明确界限的有界荷载,荷载的标准值应取其界限值。

《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 根据上述规定,针对建筑设计中的某些类型荷载的实际情况,采用不同方法确定其标准值。现举例如下:

1. 结构自重标准值

由于结构构件或非承重构件、建筑配件的自重为永久荷载,其变异性不大,而且多为正态分布,一般以其分布的平均值作为结构自重的标准值,因此结构设计时可按结构设计规定的设计尺寸与材料单位体积的自重计算确定。对自重变异性较大的材料和构配件,其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。

2. 楼面活荷载标准值

根据对住宅、办公室和商店的楼面活荷载进行调查和统计的结果,并考虑荷载随空间和时间的变异性,采用了适当的概率统计模型 (极值 I 型分布),给出满足工程设计的保证率以确定其标准值。此外还考虑到国外同类型荷载标准值的规定及今后发展变化的趋势,最终确定出现行《建筑结构荷载规范》规定的住宅、办公室和商店的楼面活荷载最小标准值。对其他类别房屋的楼面活荷载标准值,由于缺乏系统的统计资料,仍按以往的设计经验,并参考国际标准化组织 1986 年颁布的《居住和公共建筑的使用和占用荷载》ISO 2103 而加以确定。例如藏书库、档案室的楼面活荷载,不会随时间变化而且可控制,但对此类房屋尚无系统的统计资料,仅能根据 20 世纪 70 年代初期的调查结果,得知其活荷载一般为 3.5kN/m^2 左右,个别超过 4kN/m^2 ,最重可达 5.5kN/m^2 ,在 GBJ 9—87 修订时,参考 ISO 2013 的规定,其活荷载标准值采用 5kN/m^2 ,并给出当书架高度大于 2m 时,书库活荷载标准值尚应按每米书架高度不小于 2.5kN/m^2 采用,以防止书架高度过高时的实际楼面荷载超载导致结构不安全。此外规范还对无固定走道密集书柜的书库规定其楼面活荷载应采用不小于 12kN/m^2 。

3. 风、雪荷载

国外对荷载规范习惯上都以规定的平均重现期 T_R 来定义风、雪荷载的标准值。平均重现期是指连续两次超过标准值 Q_k 的平均时间间隔,当荷载的分布函数 $F_Q(x)$ 为已知时,荷载标准值 Q_k 与重现期 T_R 有下述的近似关系:

$$F_Q(Q_k) = 1 - 1/T_R \quad (1.1.1)$$

式中 $F_Q(Q_k)$ ——可变荷载 (风、雪) 在设计基准期内的概率分布函数,此分布函数采用极值 I 型分布;

T_R ——重现期 (年),现行建筑结构荷载规范规定对确定基本风压和基本雪压取 50 年。

同时重现期 T_R 与分位值对应的概率 P 和定义标准值的设计基准期 T 还存在下述的近似关系:

$$T_R \approx \{1/\ln(1/p)\}T \quad (1.1.2)$$

4. 吊车竖向荷载

按吊车竖向荷载设计结构时,有关吊车的技术资料一般情况由工艺提供,其中最重要的数据是吊车的最大和最小轮压,荷载规范取吊车最大轮压作为吊车竖向荷载的标准值。

1.1.7 怎样确定可变荷载组合值?

【解析】当作用在结构上的可变荷载有两种或两种以上时,由于全部可变荷载同时达其单独出现时可能达到的最大值概率极小,因此,除主导活荷载(产生最大效应的荷载)仍可以其标准值为代表值外,其他伴随活荷载均采用在设计基准期内的最大荷载,也即以小于其标准值的组合值为荷载代表值。《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153—2008 定义可变荷载组合值是使组合后的荷载效应的超越概率与该可变荷载单独出现时其标准值产生的荷载效应的超越概率趋于一致的荷载代表值;或组合后使结构具有规定可靠指标的荷载值。其值可通过组合值系数($\psi_c \leq 1$)对荷载标准值的折减来表示的荷载代表值。

由于考虑到目前对可变荷载取样统计的局限性,因此《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 暂不明确荷载组合值的确定方法,主要是采用根据工程设计经验,偏保守地加以确定。如对一般情况下组合取值 0.7;对书库、档案库、储藏室、通风机室、电梯机房的楼面活荷载及机械、冶金、水泥工厂在生产过程中有大量排灰的厂房和其临近建筑的屋面积灰荷载其组合值系数取 0.9,而对高炉附近建筑的屋面积灰荷载的组合值系数取 1.0;对风荷载取 0.6。这些情况下的取值是为了避免与以往设计结果有过大差别。此外,《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 在有关条文说明中建议在任何情况下,组合值系数不低于频遇值系数。

1.1.8 怎样确定荷载标准永久值?

【解析】按现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》规定,可变荷载标准永久值可按下述原则确定:

1. 对在结构上经常出现的部分可变荷载,可将其出现部分的均值作为准永久值 $\Psi_q Q_k$ 采用(Ψ_q 为准永久值系数, Q_k 为可变荷载标准值)。

2. 对不易判别的可变荷载,可以按荷载值被超越的总持续时间与设计基准期的规定比率确定,此比例可取 0.5。

但是结合我国建筑结构中的可变荷载的实际情况,按严格的统计定义来确定准永久值目前还比较困难,因而我国建筑结构规范中大部分的准永久值系数是根据工程经验并参考国外标准的相关内容后确定的。

1.1.9 怎样确定可变荷载频遇值?

【解析】根据《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153—2008 规定,可变荷载频遇

值是按在设计基准期 50 年内被超越的总持续时间占设计基准期的规定比率（其值一般不大于 0.1）确定的荷载值；或按被超越的频率限制在规定频率内或单位时间平均超越次数确定的荷载值。它通常采用荷载标准值乘以频遇值系数确定。欧洲的荷载规范中对可变荷载的频遇值作出了具体规定，我国《公路桥涵设计通用规范》JTG D60—2004 中也在正常使用极限状态验算中规定了各种可变荷载频遇值的取值。但是对建筑结构行业，由于以往对可变荷载频遇值缺乏深入的研究，建筑结构设计人员对它尚不够熟悉，因此虽然 GB 50009—2012 中列出了各类可变荷载的频遇值，但目前各种建筑结构设计规范中均未在正常使用极限状态验算时采用它。

第三节 荷载组合

1.1.10 计算荷载基本组合的效应设计值 S_d 时应注意那些问题？

【解析】现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 第 3.2.3 条中用强制性条文规定了基本组合效应设计值 S_d 的确定原则。采用公式 (1.1.3) 及公式 (1.1.4) 计算。

1. 由可变荷载控制的效应设计值，应按下列式计算：

$$S_d = \sum_{j=1}^m \gamma_{Gj} S_{Gjk} + \gamma_{Q1} \gamma_{L1} S_{Q1} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \gamma_{Li} \Psi_{ci} S_{Qik} \quad (1.1.3)$$

式中 γ_{Gj} ——第 j 个永久荷载的分项系数；

γ_{Q1} ——第 1 个可变荷载的分项系数；其中 γ_{Q1} 为主导可变荷载 Q_1 的分项系数；

γ_{Li} ——第 i 个可变荷载考虑设计使用年限的调整系数，其中 γ_{L1} 为主导可变荷载 Q_1 考虑设计使用年限的调整系数；

S_{Gjk} ——按第 j 个永久荷载标准值 G_{jk} 计算的荷载效应值；

S_{Qik} ——按第 i 个可变荷载标准值 Q_{ik} 计算的荷载效应值；其中 S_{Q1k} 为诸可变荷载效应中起控制作用者；

Ψ_{ci} ——第 i 个可变荷载 Q_i 的组合值系数；

m ——参与组合的永久荷载数；

n ——参与组合的可变荷载数；

2. 由永久荷载控制的效应设计值，应按下列式进行计算：

$$S_d = \sum_{j=1}^m \gamma_{Gj} S_{Gjk} + \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} \gamma_{Li} \Psi_{ci} S_{Qik} \quad (1.1.4)$$

以下问题必须引起结构设计人员重视：

(1) 应从公式 (1.1.3) 及公式 (1.1.4) 中选取最不利的效应设计值作为控制设计的依据。

当采用电子计算机进行辅助设计时，结构分析中采用的经考核和验证的软件，其技术条件通常均符合国家现行有关规范的要求，因而不致发生计算判断错误。但当采用手算时，必须比较公式 (1.1.3) 及公式 (1.1.4) 的计算结果，确定最不利的效应设计值，避免发生判断错误，特别是对 S_{Q1k} 无法明显判断时，应依次以各可变荷载效应作为 S_{Q1k} ，并

选取其中最不利的荷载组合的效应设计值。

(2) 应考虑设计使用年限对可变荷载代表值的影响

由于现行《建筑结构荷载规范》中的荷载标准值是按 50 年设计基准期确定，而结构设计使用年限应根据建设工程项目的业主对该工程提出的使用要求（如安全性、耐久性、重要性等）确定，两者的年限不一定完全相同，因此为满足该工程的设计使用年限要求，应在基本组合效应设计值计算中考虑设计使用年限对可变荷载代表值的影响。现行荷载规范对不同类型的可变荷载采用不同的考虑方法。

对楼面和屋面活荷载考虑设计使用年限的调整系数 γ_{L1} 应按表 1.1.1 采用。

楼面和屋面活荷载考虑设计使用年限的调整系数 γ_{L1}

表 1.1.1

结构设计使用年限 (年)	5	50	100
γ_{L1}	0.9	1.0	1.1

注：1. 当设计使用年限不为表中数值时，调整系数 γ_{L1} 可按线性内插确定；

2. 对荷载标准值可控制的活荷载（不会随时间明显变化的荷载，如书库、储藏室、机房、停车库以及工业楼面均布活荷载等），设计使用年限调整系数 γ_{L1} 取 1.0。

对雪荷载和风荷载，应取重现期为设计使用年限，按现行荷载规范第 E.3.3 条的规定确定基本雪压和基本风压，或按有关规范的规定采用。

(3) 除效应基本组合外，荷载偶然组合及正常使用极限状态的标准组合、频遇组合或准永久组合的效应设计值中均不考虑设计使用年限对可变荷载代表值的影响。其原因是：①由于荷载偶然组合中的偶然荷载具有很大的不确定性，在结构设计使用年限内不一定出现，因此在该组合中无法考虑设计使用年限对可变荷载代表值的影响；②由于正常使用极限状态的重要性不如承载能力极限状态，此外也为了简化计算，因此在相应的标准组合、频遇组合或准永组合中均不考虑设计使用年限对可变量荷载代表值的影响。

1.1.11 计算荷载偶然组合的设计值 S_d 时应注意些什么问题？

【解析】现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 第 3.2.6 条规定荷载偶然组合的设计值可按下列两种情况确定：

1. 用于承载能力极限状态计算的效应设计值 S_d 应按下式进行计算：

$$S_d = \sum_{j=1}^m S_{Gjk} + S_{Ad} + \psi_{f1} S_{a1k} + \sum_{i=2}^n \psi_{qi} S_{Qik} \quad (1.1.5)$$

式中 S_{Ad} ——按偶然荷载标准值 A_d 计算的荷载效应值；

ψ_{f1} ——第 1 个可变荷载的频遇值系数；

ψ_{qi} ——第 i 个可变荷载的准永久值系数。

2. 用于偶然事件发生后受损结构整体稳固性验算的效应设计值应按下式进行计算：

$$S_d = \sum_{j=1}^m S_{Gjk} + \psi_{f1} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \psi_{qi} S_{Qjk} \quad (1.1.6)$$

在计算荷载偶然组合设计值 S_d 时应注意以下问题：

(1) 该组合设计值 S_d 仅适用于荷载与荷载效应为线性的情况。

(2) 计算荷载偶然组合设计值 S_d 尚需符合相关的结构设计规范要求。例如《混凝土结

构设计规范》GB 50010—2010 规定, 当进行偶然作用下结构防连续倒塌验算时, 作用宜考虑结构相应部位倒塌冲击引起的动力系数; 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3—2010 规定在采用拆除构件方法验算抗连续倒塌剩余结构构件承载力时; 由偶然作用产生的剩余结构构件效应设计值应乘以效应折减系数 (对中部水平构件取 0.67 对其他构件取 1.0)。

(3) 计算荷载偶然组合设计值 S_d 时除需进行偶然作用发生时结构构件的承载力验算外, 尚需进行偶然事件发生后, 受损结构整体稳固性验算。这是《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 新修订的规定, 结构工程师应加以重视并熟悉它。

1.1.12 为什么在正常使用极限状态验算时需要采用不同的荷载效应组合设计值, 例如标准组合、频遇组合或准永久组合效应设计值等?

【解析】正常使用极限状态验算是为了防止结构或结构构件达到或超过影响到其正常使用和耐久性的某项规定限值的状态 (例如变形、裂缝、振幅、加速度、最大应力限制等)。由于对不同的结构或结构构件有不同的正常使用要求, 因而在设计规范中规定有各种不同的限值。为了进行验算, 也就需要不同的荷载效应组合设计值。考虑到可变荷载在设计基准期内其量值随时间变化的不同特性, 在实际工程中通常需要采用以下三种不同的荷载组合的效应设计值进行正常使用极限状态验算:

1. 荷载标准组合的效应设计值: 宜用于不可逆的正常使用极限状态验算。例如对严格不允许出现裂缝的预应力混凝土受弯构件, 控制其不允许出现裂缝状况的验算应采用此种荷载组合。

2. 荷载频遇组合的效应设计值: 宜用于可逆的正常使用极限状态验算。例如对一般要求不允许出现裂缝的预应力混凝土受弯构件, 验算其在可变荷载作用时产生裂缝, 但卸除可变荷载后裂缝闭合情况应采用此种荷载组合。

3. 荷载准永久组合的效应设计值: 宜用于荷载长期效应起决定性因素的正常使用极限状态设计。例如建筑结构中的钢筋混凝土受弯构件 (屋面梁、楼面梁等) 的裂缝宽度验算需要采用此种荷载组合。

正常使用极限状态的可逆与不可逆的划分很重要, 此划分决定荷载效应组合的选用。可逆与不可逆不能只按所验算构件的情况确定, 而是需要与周边构件联系起来共同考虑。例如以钢梁的挠度为例, 在弹性范围内受荷时钢梁将发生挠度, 但完全卸荷后, 钢梁将消除挠度, 因而其挠度计算是可逆的, 应采用荷载频遇组合验算。但是假若钢梁下方有隔墙, 钢梁与隔墙之间未作专门处理, 钢梁的挠度会使隔墙损坏, 则仍被认为是不可逆的, 则应采用荷载标准效应组合验算。

第四节 永久荷载

1.1.13 怎样确定建筑结构和非承重结构构件、建筑配件的自重标准值?

【解析】现行国家标准《建筑结构荷载规范》附录 A 列出了常用材料和构件的自重,

设计人员在情况符合该附录情况下可直接采用。但实际工程中遇到的情况往往超出附录 A 的范围,因此设计人员需要解决在设计中如何确定未列入附录 A 的材料或结构自重标准值的问题。确定其值时应遵循以下原则:

1. 由于房屋建筑中的各种建筑材料的自重均为永久荷载,其变异性不大,而且多为正态分布,因此一般情况以其分布的均值作为自重的标准值。结构设计时可按设计规定的结构尺寸和建筑做法以建筑材料单位体积的自重(或单位面积的自重)平均值确定其标准值。

2. 对某些自重变异性较大(如自重与含水量有密切关系等)的材料或构件,考虑到其自重变异会影响结构的安全性,因此在设计中应根据该材料或构件对结构有利或不利,分别取自重的下限值或上限值。

应该指出附录 A 关于混凝土空心小砌块的自重为 11.8kN/m^3 ,是未考虑灌孔混凝土或设置构造柱影响的自重标准值,根据设计经验当其用于不同高度的房屋时,由于规范对此类砌体墙的灌孔率也不相同,因此考虑灌孔混凝土和设置构造柱影响的混凝土空心小砌块墙体的自重标准值:对少层房屋可取 13kN/m^3 ;对多层房屋可取 $17.5\sim 18\text{kN/m}^3$;对高层房屋可取 $20\sim 25\text{kN/m}^3$ 。

1.1.14 什么情况下水压力才可按永久荷载考虑?

【解析】《建筑结构荷载规范》将水压力视为永久荷载。但规范未区分形成该水压力的水位变化时间是否迅速或缓慢,其变化缓慢时可将该水压力视为永久荷载,而《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069—2002 规定:当确定水位可能急剧变化的地表或地下水压力(侧压力、浮托力等)时则应将水压力视为可变荷载。此规定符合我国多年来的工程经验。

1.1.15 怎样确定土压力?

【解析】现行荷载规范对土压力的计算未作明确规定。然而在实际工程设计中却经常需要计算作用在挡土结构构件(如地下室外墙、地沟侧壁、挡土壁、基坑支护结构构件等)上的侧向土压力。准确确定挡土结构构件的侧向土压力是一个十分复杂的工程问题,因为影响土压力的因素很多:诸如挡土结构构件的位移、旋转或移动,挡土结构构件的截面形状(矩形、梯形、L形等),挡土结构构件所采用的建筑材料类别(如素混凝土、钢筋混凝土、各种砌体等),填土地面坡度和地面荷载、填土内地下水情况等,因而土压力有较大的不确定性,常需要根据工程经验判断各种理论计算的结果,确定合适的侧向土压力。

由于缺乏足够数量的观测资料和大规模的试验资料,在设计中通常采用古典的库仑理论或朗金理论,通过修正和简化来确定土压力。按照上述理论,侧向土压力可根据挡土结构构件的位移情况分为静土压力、主动土压力和被动土压力。当土体内剪应力低于其抗剪强度,在侧向土压力作用下的结构构件处于无任何位移或转动的弹性状态时,取静止土压力;当挡土结构构件沿侧向土压力的方向开始位移的方向相同或转动而处于极限平衡时,