

注册结构工程师 专业考试专题精讲

荷载、内力分析及桥梁结构

住房和城乡建设部执业资格注册中心 组编

施岚青 主编
罗赤字 主审

2013



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

注册结构工程师专业 考试专题精讲 ——荷载、内力分析及 桥梁结构

住房和城乡建设部执业资格注册中心 组 编
施岚青 主 编
罗赤字 主 审



机械工业出版社

本书是由住房和城乡建设部执业资格注册中心组织,由施岚青教授主编,主要针对 GB 50009—2012《建筑结构荷载规范》的实施而撰写的考试指导用书,同时本书还包括了注册结构工程师专业考试中关于内力分析及桥梁结构所涉及的内容。全书共分三大部分十三章的内容,以考试大纲中对考点的要求为主线,设置历年考试考题精选、标准答题详解规范规定解析三大模块,按照考试大纲要求的考试深度、广度,紧密结合工程设计的实际状况和设计人员需要,从荷载、内力分析和桥梁结构三大方面进行了详细的阐述。

图书在版编目(CIP)数据

注册结构工程师专业考试专题精讲·荷载、内力分析及
桥梁结构/施岚青主编. —北京:机械工业出版社, 2013. 5
ISBN 978-7-111-42124-5

I. ①注… II. ①施… III. ①建筑结构-工程师-资格
考试-题解②工程结构-结构荷载-工程师-资格考试
-题解③建筑结构-内力-分析-工程师-资格考试-
题解④桥梁结构-工程师-资格考试-题解 IV. ①TU3-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 072092 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:薛俊高 责任编辑:薛俊高 张大勇

封面设计:张 静 责任校对:李锦莉

责任印制:杨 曦

北京京丰印刷厂印刷

2013 年 4 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·35.5 印张·880 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-42124-5

定价:88.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

目 录

前言

第一部分 荷 载

第一章 荷载分类和荷载组合	2
第一节 荷载分类和荷载代表值	2
第二节 荷载组合	6
第二章 楼面和屋面活荷载	35
第一节 民用建筑楼面均布活荷载	35
第二节 工业建筑楼面活荷载	45
第三节 屋面活荷载	54
第四节 施工和检修荷载及栏杆水平荷载	60
第三章 吊车荷载	64
第一节 吊车的工作制等级和工作级别	64
第二节 桥式吊车的受力情况	64
第三节 吊车梁所承担的吊车荷载	68
第四节 排架所承担的吊车荷载	80
第四章 雪荷载	86
第五章 风荷载	93
第一节 基本风压	93
第二节 结构的风力与风效应	96
第三节 风压高度变化系数	97
第四节 风荷载体型系数	107
第五节 风振系数和阵风系数	122
第六节 风荷载标准值	131
第七节 横风向风效应	160

第二部分 内 力 分 析

第六章 静定结构内力分析	173
第一节 受弯构件	173
第二节 压弯构件	187
第三节 拉、压杆件	200
第四节 挠度	212
第七章 竖向荷载作用下连续梁和框架的内力计算	221
第一节 结构的刚度	221
第二节 力矩分配法	230
第三节 分层法	240
第八章 水平荷载作用下排架和框架结构的内力计算	247

第一节 排架的内力计算	247
第二节 框架的内力计算	264
第九章 影响线	298
第一节 影响线概念	298
第二节 静力法作影响线	299
第三节 机动法作影响线	304
第四节 利用影响线求固定荷载作用下的量值	310
第五节 利用影响线确定最不利荷载位置——最大值	312
第六节 简支梁的绝对最大弯矩	324
第三部分 桥 梁 结 构	
第十章 通用规范的规定	331
第一节 基本知识与设计要点	331
第二节 作用和作用效应组合	355
第十一章 板桥和梁桥	385
第一节 板桥和车道板	385
第二节 T形截面简支梁桥	411
第三节 箱形截面梁	444
第十二章 支座与墩台	454
第一节 梁式桥的支座	454
第二节 桥梁墩台	462
第三节 温度影响	486
第十三章 桥梁混凝土结构	501
第一节 桥梁钢筋混凝土结构	501
第二节 桥梁预应力混凝土结构	517
后记	559
2013 年度全国一级注册结构工程师专业考试所使用的规范、标准、规程	560

第一部分 荷 载

《考试大纲》的要求

	一 级	二 级
掌握	建筑结构、桥梁结构和高耸结构的荷载分类和组合及常用结构的静力计算方法 掌握风荷载的取值标准和计算方法 掌握荷载效应的组合方法	建筑结构及一般高耸结构的荷载分类和组合及常用结构的静力计算方法 掌握风荷载的取值标准和计算方法 掌握荷载效应的组合方法
了解	了解竖向荷载、风荷载对高层建筑结构和高耸结构的影响	了解竖向荷载、风荷载对高层建筑结构和高耸结构的影响

第一章 荷载分类和荷载组合

第一节 荷载分类和荷载代表值

一、荷载分类

《建筑结构荷载规范》规定

3.1.1 建筑结构的荷载可分为下列三类：

1 永久荷载。包括结构自重、土压力、预应力等。

2 可变荷载。包括楼面活荷载、屋面活荷载和积灰荷载、吊车荷载、风荷载、雪荷载、温度作用等。

3 偶然荷载。包括爆炸力、撞击力等。

2.1.1 永久荷载 permanent load

在结构使用期间，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。

2.1.2 可变荷载 variable load

在结构使用期间，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。

2.1.3 偶然荷载 accidental load

在结构设计使用年限内不一定出现，而一旦出现其量值很大，且持续时间很短的荷载。

二、荷载代表值

荷载是时间的函数。对任一个特定时刻荷载并非定值，存在变异。故对任一个特定时刻，荷载可用随机变量来描述。对于一个时间区段，荷载可用随机过程来描述。图 1.1.1 表示了一个时间区段内这种荷载随时间变化的示意图，横坐标是时间、竖坐标是各种荷载值，在这坐标图中列出了四种情况：永久荷载、持久性活荷载、临时性活荷载、总荷载。

选用不同的时间区域，荷载的统计结果是不同的，《建筑结构荷载规范》规定按一般结构的设计使用年限 50 年的时间区域来进行统计分析，这 50 年即是设计基准期。

《建筑结构荷载规范》规定：

2.1.5 设计基准期 design-reference period

为确定可变荷载代表值而选用的时间参数。

3.1.3 确定可变荷载代表值时应采用 50 年设计基准期。

荷载为一随机变量。结构设计时，不可能直接引用反映荷载变异性的各种统计参数，通过复杂的概率运算来进行具体设计。考虑到结构设计的实用简便和工程人员的传统习惯，目前各种《结构设计规范》所给出的极限状态设计表达式仍采用荷载的具体取值。这些取值能较好

地反映荷载的变异性及它在设计中的特点，这个量值就是荷载代表值。

《建筑结构荷载规范》规定：

2.1.4 荷载代表值 representative values of a load

设计中用以验算极限状态所采用的荷载量值，例如标准值、组合值、频遇值和准永久值。

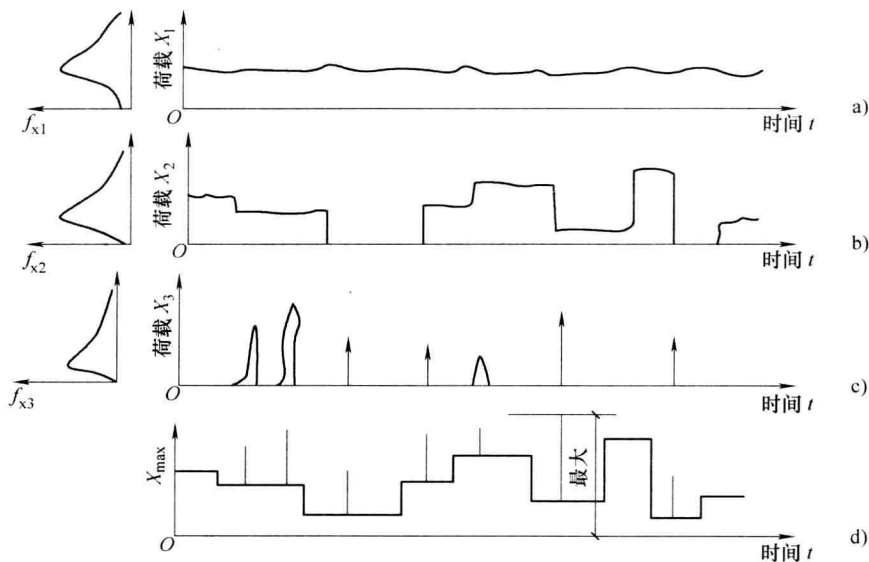


图 1.1.1 荷载-时间的分布情况

a) 永久荷载 b) 持久性活荷载 c) 临时性活荷载 d) 总荷载

荷载代表值就是设计表达式中对荷载赋予的规定值。具体说来，荷载的代表值指的是在结构或结构构件设计时，针对不同的设计目的所采用的荷载规定值。原则上荷载的代表值可以取分布的特征值（如均值、众值或中值），实际上，目前并不是所有的荷载都能取得充分资料，只能协定一个公称值作为代表值。

荷载标准值是荷载的基本代表值，是指结构在设计基准期内，正常情况下可能出现的最大值。其他代表值是在标准值的基础上换算得到的。

对于永久荷载只有一个代表值——标准值；对于可变荷载，有四个代表值——标准值、频遇值、准永久值和组合值。

《建筑结构荷载规范》规定：

3.1.2 建筑结构设计时，应按下列规定对不同荷载采用不同的代表值：

1. 对永久荷载应采用标准值作为代表值；
2. 对可变荷载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；
3. 对偶然荷载应按建筑结构使用的特点确定其代表值。

三、荷载的标准值、频遇值和准永久值

对于与时间有关联的可变荷载代表值的取值，可按下列原则取值。

在可变荷载随机过程中, 荷载超越某水平 Q_x 的表示方式, 用在设计基准期 T 内超过 Q_x 的总持续时间 $T_x = \sum t_i$ 来表示。或用与设计基准期 T 的比率 $\mu_x = T_x/T$ 来表示, 如图 1.1.2 所示。

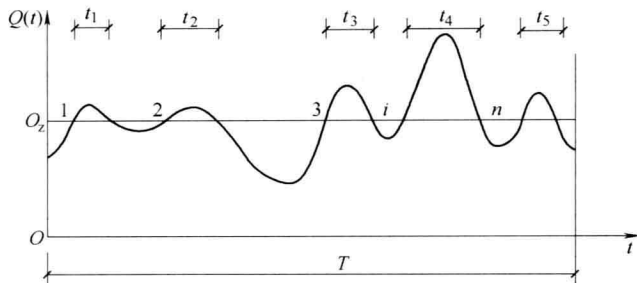


图 1.1.2 可变荷载超过 Q_x 的持续时间

对于结构上经常作用的可变荷载, 应以准永久值为代表值, 可取 $\mu_x = 0.5$, 相当于可变荷载在整个变化过程中的中间值。

当允许某些极限状态在一个较短的持续时间内被超越, 或在总体上不长的时间内被超过时, 可以采用较小的 μ_x 值 ($\mu_x \leq 0.1$) 计算荷载的频遇值作为荷载的代表值, 相当于结构上时而出现的较大荷载值 (总是小于标准值)。

荷载标准值是指结构在设计基准期内, 正常情况下可能出现的最大值。理论上应使其在设计基准期 T 内具有不被超越的比率 $\mu_x = T_x/T = 0.05$ 来确定。但由于目前并非对所有荷载都能取得充分的资料, 以获得设计基准期内最大荷载的概率分布, 所以可变荷载的标准值主要还是根据历史经验, 通过分析判断后确定。

图 1.1.3 列出可变荷载准永久值与频遇值取值原则示意图。图中 $f(x)$ 为任意时点荷载的概率密度函数, 其 0.50 和 0.90 的分位值 $q_{0.5}$ 和 $q_{0.9}$ 就是可变荷载的准永久值和频遇值。(分位值为与随机变量分布函数某一概率相应的值)。

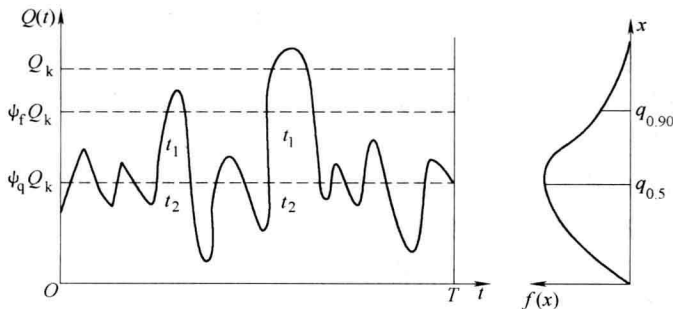


图 1.1.3 可变荷载频遇值与准永久值取值原则示意图

《建筑结构荷载规范》的术语定义:

2.1.6 标准值 characteristic value/nominal value

荷载的基本代表值, 为设计基准期内最大荷载统计分布的特征值 (例如均值、众值、中值或某个分位值)。

2.1.8 频遇值 frequent value

对可变荷载, 在设计基准期内, 其超越的总时间为规定的较小比率或超越频率为规定频率的荷载值。

2.1.9 准永久值 quasi-permanent value

对可变荷载,在设计基准期内,其超越的总时间约为设计基准期一半的荷载值。

《建筑结构荷载规范》对标准值、频遇值、准永久值的取值给出了具体规定。

(一) 荷载标准值

荷载标准值是荷载的基本代表值,《建筑结构荷载规范》指出:

3.1.4 荷载的标准值,应按本规范各章的规定采用。

(二) 荷载频遇值

荷载频遇值是指在设计基准期内结构上较频繁出现的较大荷载值,主要用于正常使用极限状态的频遇组合中。实际上,荷载频遇值是考虑到正常使用极限状态设计的可靠度要求较低而对标准值的一种折减,其中折减系数称为频遇值系数 ψ_f ,在《建筑结构荷载规范》中,给出了频遇值系数 ψ_f 的具体取值。

(三) 荷载准永久值

荷载准永久值是指在设计基准期内,其超越的总时间约为设计基准期一半的荷载值,主要考虑荷载长期作用效应的影响。荷载准永久值也是对标准值的一种折减,折减系数称为准永久值系数 ψ_q ,在《建筑结构荷载规范》中给出了 ψ_q 具体取值。

3.1.6 正常使用极限状态按频遇组合设计时,应采用可变荷载的频遇值或准永久值作为其荷载代表值;按准永久组合设计时,应采用可变荷载的准永久值作为其荷载代表值。可变荷载的频遇值,应为可变荷载标准值乘以频遇值系数。可变荷载准永久值,应为可变荷载标准值乘以准永久值系数。

对于永久荷载,由于自重的变异性不大,永久荷载标准值可按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)平均值确定。对于自重变异性较大的材料或构件(如屋面保温材料、防水材料以及薄壁结构等),其标准值应根据该荷载对结构有利或不利,分别按材料密度的变化幅度,取其自重的上限值或下限值。

四、荷载组合值

当有两种或两种以上的可变荷载在结构上要求同时考虑时,由于所有可变荷载同时达到其单独出现时可能达到的最大值的概率极小,因此除主导荷载(产生最大效应的荷载)仍可以其标准值为代表值外,其他伴随荷载均应采用相应时段内的最大荷载,也即以小于其标准值的组合值为荷载代表值。

2.1.7 组合值 combination value

对可变荷载,使组合后的荷载效应在设计基准期内的超越概率,能与该荷载单独出现时的相应概率趋于一致的荷载值;或使组合后的结构具有统一规定的可靠指标的荷载值。

可变荷载组合值与荷载标准值的比值称为组合值系数,以 ψ_c 表示。该系数乘在除最大可变荷载效应以外的其他可变荷载效应上。采用组合值的实质是要求结构在单一可变荷载作用下的可靠度与在两个及两个以上可变荷载作用下的可靠度保持一致。组合值系数 ψ_c 在《建筑结构荷载规范》中,给出了具体取值。

3.1.5 承载能力极限状态设计或正常使用极限状态按标准组合设计时,对可变荷载应按规定的荷载组合采用荷载的组合值或标准值作为其荷载代表值。可变荷载的组合值,应为可变荷载的标准值乘以荷载组合值系数。

真题

【1.1.1】(2010年一级考题)

按我国现行规范的规定,试判断下列说法中何项不妥?

- (A) 材料强度标准值的保证率为95%
- (B) 永久荷载的标准值的保证率一般为95%
- (C) 活荷载的准永久值的保证率为50%
- (D) 活荷载的频遇值的保证率为95%

【答案】(D)

【详解】

(1) 根据《建筑结构可靠度设计统一标准》5.0.3条及条文说明,材料强度标准值一般取概率分布的低分位值,国际上一般取0.05分位值,本标准也采用这个分位值确定材料强度标准值。(A)正确。

(2) 根据《建筑结构可靠度设计统一标准》4.0.6条及条文说明,对于某些重量变异较大的材料和构件,其标准值应根据对结构的不利状态,通过结构可靠度分析,取重力概率分布的某一分位值确定,例如0.95或0.05分位值。(B)正确。

(3) 根据《建筑结构可靠度设计统一标准》4.0.9及条文说明,国际标准ISO2394:1998中建议,准永久值根据设计基准期内荷载达到和超过该值的总持续时间与设计基准期的比值为0.5确定。对住宅、办公楼楼面活荷载及风雪荷载等,这相当于取其任意时点荷载概率分布的0.5分位值。(C)正确。

(4) 根据《建筑结构可靠度设计统一标准》4.0.8条及条文说明,荷载频遇值是对可变荷载而言,是设计基准期内荷载达到和超过该值的总持续时间与设计基准期的比值小于0.1的荷载代表值,即活荷载频遇值的保证率为90%。(D)错误。

【简解】根据《可靠度设计统一标准》4.0.8条及条文说明,(D)错误。

第二节 荷载组合

一、荷载效应组合

(一) 荷载设计值

在承载能力极限状态计算中,除疲劳验算外,均采用荷载设计值。

《建筑结构荷载规范》规定:

2.1.10 荷载设计值 design value of a load

荷载代表值与荷载分项系数的乘积。

《工程结构可靠性设计统一标准》规定:

2.1.55 作用的设计值 design value of an action

作用的代表值与作用分项系数的乘积。

《工程结构可靠性设计统一标准》“条文说明”指出：

8.1.2 本条规定了各种基本变量设计值的确定方法。

1 作用的设计值 F_d 一般可表示为作用的代表值 F_r 与作用的分项系数 γ_F 的乘积。

作用分项系数 γ_F 的取值，应符合现行国家有关标准的规定。如对房屋建筑， γ_F 的取值为：不利时， $\gamma_G = 1.2$ 或 1.35 ， $\gamma_Q = 1.4$ ；有利时， $\gamma_G \leq 1.0$ ， $\gamma_Q = 0$ 。

荷载设计值的数值比标准值大。荷载标准值是指结构在设计基准期内，正常情况下可能出现的最大值。荷载设计值是指结构在设计基准期内考虑非正常情况下可能出现的最大值。

（二）荷载效应

《建筑结构荷载规范》规定：

2.1.11 荷载效应 load effect

由荷载引起结构或结构构件的反应，例如内力、变形和裂缝等。

对线弹性结构，荷载与荷载效应间存在下述线性关系

$$S = C_Q Q$$

式中 S ——荷载效应；

C_Q ——荷载效应系数；

Q ——荷载值。

本书仅讨论荷载与荷载效应间属于线性关系的荷载效应。

（三）荷载组合

《建筑结构荷载规范》规定：

2.1.12 荷载组合 load combination

按极限状态设计时，为保证结构的可靠性而对同时出现的各种荷载设计值的规定。

结构在设计基准期内，可能经常会遇到同时承受永久荷载及两种以上可变荷载的情况，如活荷载、风荷载、雪荷载等，在进行结构分析和设计时，必须研究和考虑两种以上可变荷载同时作用而引起的荷载效应组合问题。因此，为确保结构安全，必须要考虑多个可变荷载是否相遇以及相遇的概率大小问题。一般来说，多种可变荷载在设计基准期内以最大值相遇的概率不是很大。例如，最大风荷载与最大的施工荷载同时存在的概率一般是非常小的。

（四）两种极限状态的荷载组合

当整个结构或结构的一部分进入某一特定状态，而不能满足设计规定的某种功能要求时，则称此特定状态为结构对该功能的极限状态。结构的极限状态往往以结构的某种荷载效应，如内力、应力、变形等超过规定的标志值为依据。根据设计中要考虑的结构功能，结构的极限状态在原则上可分为承载能力极限状态和正常使用极限状态两类。对承载能力极限状态，一般是以结构内力超过其承载能力为依据；对正常使用极限状态，一般是以结构的变形、裂缝超过设计允许的限值为依据。有时在设计中也经常采用结构内的应力控制来保证结构满足正常使用的要求。

《建筑结构荷载规范》规定：

3.2.1 建筑结构设计应根据使用过程中在结构上可能同时出现的荷载，按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载组合，并应取各自的最不利的组合进行设计。

(五) 基本组合、偶然组合

《建筑结构荷载规范》规定：

2.1.13 基本组合 fundamental combination

承载能力极限状态计算时，永久荷载和可变荷载的组合。

2.1.14 偶然组合 accidental combination

承载能力极限状态计算时永久荷载、可变荷载和一个偶然荷载的组合，以及偶然事件发生后受损结构整体稳固性验算时永久荷载与可变荷载的组合。

二、承载能力极限状态的荷载效应组合

(一) 荷载效应基本组合

1. 设计表达式

《建筑结构荷载规范》规定：

3.2.2 对于承载能力极限状态，应按荷载的基本组合或偶然组合计算荷载组合的效应设计值，并应采用下列设计表达式进行设计：

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (3.2.2)$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数，应按各有关建筑结构设计规范的规定采用；

S_d ——荷载组合的效应设计值；

R_d ——结构构件抗力的设计值，应按各有关建筑结构设计规范的规定确定。

2. 安全等级

《工程结构可靠性设计统一标准》规定：

A.1.1 房屋建筑结构的安全等级，应根据结构破坏可能产生后果的严重性按表 A.1.1 划分。

表 A.1.1 房屋建筑结构的安全等级

安全等级	破坏后果	示 例
一级	很严重：对人的生命、经济、社会或环境影响很大	大型的公共建筑等
二级	严重：对人的生命、经济、社会或环境影响较大	普通的住宅和办公楼等
三级	不严重：对人的生命、经济、社会或环境影响较小	小型的或临时性储存建筑等

注：房屋建筑结构抗震设计中的甲类建筑和乙类建筑，其安全等级宜规定为一级；丙类建筑，其安全等级宜规定为二级；丁类建筑，其安全等级宜规定为三级。

3. 结构重要性系数

《建筑结构荷载规范》规定：

3.2.2 对于承载能力极限状态，应按荷载的基本组合或偶然组合计算荷载组合的效应设计值，并应采用下列设计表达式进行设计：

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (3.2.2)$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数，应按各有关建筑结构设计规范的规定采用；

S_d ——荷载组合的效应设计值；

R_d ——结构构件抗力的设计值，应按各有关建筑结构设计规范的规定确定。

《建筑结构荷载规范》指出：“结构重要性系数，应按各有关建筑结构设计规范的规定采用”。现将有关《规范》的规定列出。

(1) 《工程结构可靠性设计统一标准》规定：

A. 1.7 房屋建筑的结构重要性系数 γ_0 ，不应小于表 A. 1.7 的规定。

表 A. 1.7 房屋建筑的结构重要性系数 γ_0

结构重要性系数	对持久设计状况和短暂设计状况			对偶然设计状况 和地震设计状况
	安全等级			
	一 级	二 级	三 级	
γ_0	1.1	1.0	0.9	1.0

(2) 《混凝土结构设计规范》规定：

3.3.2 对持久设计状况、短暂设计状况和地震设计状况，当用内力的形式表达时，结构构件应采用下列承载能力极限状态设计表达式：

$$\gamma_0 S \leq R \quad (3.3.2-1)$$

$$R = R(f_c, f_s, a_k, \dots) / \gamma_{Rd} \quad (3.3.2-2)$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数：在持久设计状况和短暂设计状况下，对安全等级为一级的结构构件不应小于 1.1，对安全等级为二级的结构构件不应小于 1.0，对安全等级为三级的结构构件不应小于 0.9；对地震设计状况下应取 1.0。

(3) 《高层建筑混凝土结构技术规程》规定：

3.8.1 高层建筑结构构件的承载力应按下列公式验算：

持久设计状况、短暂设计状况

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (3.8.1-1)$$

地震设计状况

$$S_d \leq R_d / \gamma_{RE} \quad (3.8.1-2)$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数，对安全等级为一级的结构构件不应小于 1.1，对安全等级为二级的结构构件不应小于 1.0。

(4) 《砌体结构设计规范》规定：

4.1.5 砌体结构按承载能力极限状态设计时，应按下列公式中最不利组合进行计算：

$$\gamma_0 \left(1.2 S_{Gk} + 1.4 S_{Q1k} + \gamma_L \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \psi_{ci} S_{Qik} \right) \leq R(f, a_k, \dots) \quad (4.1.5-1)$$

$$\gamma_0 \left(1.35 S_{Gk} + 1.4 \gamma_L \sum_{i=1}^n \psi_{ci} S_{Qik} \right) \leq R(f, a_k, \dots) \quad (4.1.5-2)$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数。对安全等级为一级或设计使用年限为 50 年以上的结构构件，不应小于 1.1；对安全等级为二级或设计使用年限为 50 年的结构构件，不应小于 1.0；对安全等级为三级或设计使用年限为 1~5 年的结构构件，不应小于 0.9。

对比上述四本《规范》的规定,前三本《规范》认为“结构重要性系数”的取值由“安全等级”一个因素确定。而《砌体结构设计规范》规定“结构重要性系数”的取值由“安全等级”和“设计使用年限”两个因素确定。

真题

【1.2.1】(2009年二级考题)

在混凝土结构或结构构件设计中,常遇到的计算或验算有:①承载力计算;②倾覆、滑移验算;③裂缝宽度验算;④抗震设计计算。试问,在下列的计算和验算的组合中,何项全部不考虑结构构件的重要性系数 γ_0 ?

- (A) ①、②、③ (B) ②、③ (C) ②、③、④ (D) ③、④

【答案】(D)

【详解】

(1) 根据《混凝土结构设计规范》3.3.1条,承载能力极限状态计算包括结构的倾覆、滑移、漂浮验算。①、②考虑重要性系数。

(2) 根据《混凝土结构设计规范》3.3.2条,承载能力极限状态表达式: $\gamma_0 S \leq R$,其中 γ_0 为结构重要性系数,对地震设计状况下应取1.0。

根据《建筑抗震设计规范》5.4.1条的条文说明:重要性系数对抗震设计的实际意义不大,本规范对建筑重要性的处理仍采用抗震措施的改变来实现,不考虑此项系数。④不考虑重要性系数。

(3) 根据《混凝土结构设计规范》3.4.1条规定正常使用极限状态验算包括裂缝宽度验算。

根据《混凝土结构设计规范》3.4.2条规定正常使用极限状态设计表达式: $S \leq C$ 。③不考虑重要性系数。

综上所述,(D)正确。

【简解】《混规》3.3.1条、3.3.2条、3.4.1条、3.4.2条,(D)正确,(A)、(B)、(C)错误。

(二)《建筑结构荷载规范》规定的承载能力极限状态设计表达式

1. 适用条件

3.2.3条

注:1 基本组合中的效应设计值仅适用于荷载与荷载效应为线性的情况;

2. 可变荷载控制和永久荷载控制

3.2.3 荷载基本组合的效应设计值 S_d ,应从下列荷载组合值中取用最不利的效应设计值确定:

1 由可变荷载控制的效应设计值,应按下列式进行计算:

$$S_d = \sum_{j=1}^m \gamma_{Gj} S_{Gjk} + \gamma_{Q1} \gamma_{L1} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \gamma_{Li} \psi_{ci} S_{Qik} \quad (3.2.3-1)$$

式中 γ_{Gj} ——第 j 个永久荷载的分项系数,应按本规范第3.2.4条采用;

γ_{Qi} ——第 i 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,应按本规范第3.2.4条采用;

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_{Qjk} ——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_{Qik} 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：

$$S_d = \sum_{j=1}^m \gamma_{Gj} S_{Gjk} + \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} \gamma_{Li} \psi_{ci} S_{Qik} \quad (3.2.3-2)$$

“可变荷载效应控制的组合”是指永久荷载效应与可变荷载效应相比较小。

“永久荷载效应控制的组合”是指永久荷载效应与可变荷载效应相比较大。

3. 最不利组合

最不利荷载效应设计值应根据式 (3.2.3-1) 和式 (3.2.3-2) 计算结果判断其最不利值。

《建筑结构荷载规范》规定：

3.2.3 条

注：2 当对 S_{Qik} 无法明显判断时，应轮次以各可变荷载效应作为 S_{Qik} ，并选取其中最不利的荷载组合的效应设计值。

“对结构不利”是指其效应使结构内力增加，也就是永久荷载效应与可变荷载效应“同号”（即相同方向）。

“对结构有利”是指其效应使结构内力减小，也就是永久荷载效应与可变荷载效应“异号”（即相反方向）。

某些情况下要准确判断永久荷载效应对结构有利还是不利，是非常困难的。比如，对承受轴力 N 和弯矩 M 的偏心受压（拉）构件，由于轴力 N 的变化对受拉侧是否有利是与受压侧相反，因此在设计时，宜用不利与有利两种不同的永久作用分项系数值计算效应设计值 N （不利）， M （不利）； N （有利）， M （有利），并分别用它们进行承载力设计。

4. 荷载分项系数

(1) 《建筑结构荷载规范》规定：

3.2.4 基本组合的荷载分项系数，应按下列规定采用：

1. 永久荷载的分项系数应符合下列规定：

1) 当永久荷载效应对结构不利时，对由可变荷载效应控制的组合应取 1.2，对由永久荷载效应控制的组合应取 1.35；

2) 当永久荷载效应对结构有利时，不应大于 1.0。

2. 可变荷载的分项系数应符合下列规定：

1) 对标准值大于 4kN/m^2 的工业房屋楼面结构的活荷载，应取 1.3；

2) 其他情况，应取 1.4。

(2) 《工程结构可靠性设计统一标准》规定:

A. 1. 8 房屋建筑结构作用的分项系数, 应按表 A. 1. 8 采用。

表 A. 1. 8 房屋建筑结构作用的分项系数

适用情况 作用分项系数	当作用效应对承载力不利时		当作用效应对 承载力有利时
	对式(8.2.4-1)和式(8.2.4-2)	对式(A.1.6-1)和式(A.1.6-2)	
γ_G	1.2	1.35	≤ 1.0
γ_P	1.2		1.0
γ_Q	1.4		0

注: 对式(8.2.4-1)和式(8.2.4-2)是指“可变荷载效应控制的组合”;
对式(A.1.6-1)和式(A.1.6-2)是指“永久荷载效应控制的组合”。

(3) 小结

表 1.2.1 永久荷载分项系数 γ_G

设计条件	效应组合情况	γ_G
永久荷载效应对结构不利时	对由可变荷载效应控制的组合	1.2
	对由永久荷载效应控制的组合	1.35
永久荷载效应对结构有利时	对一般情况	1.0
	对结构刚体失去平衡的验算	不作统一规定

表 1.2.2 可变荷载分项系数 γ_Q

5.1.1	设计条件	γ_Q
可变荷载效应对结构不利时	一般情况	1.4
	对标准值大于 4kN/m^2 的工业厂房楼面结构活荷载	1.3
可变荷载效应对结构有利时		0.0

5. 考虑设计使用年限的调整系数

(1) 《工程结构可靠性设计统一标准》规定:

A. 1. 2 房屋建筑结构的设计基准期为 50 年。

A. 1. 3 房屋结构设计使用年限, 应按表 A. 1. 3 采用。

表 A. 1. 3 房屋结构设计使用年限

类 别	设计使用年限/年	示 例
1	5	临时性建筑结构
2	25	易于替换的结构构件
3	50	普通房屋和构筑物
4	100	标志性建筑和特别重要的建筑结构

可变作用标准值是根据设计基准期 50 年确定的, 当结构的设计使用年限与设计基准期不同时应进行调整。