

2015

二级注册结构工程师 专业考试复习教程

上

施岚青 主 编

2015

中国建筑工业出版社

2015

二级注册结构工程师 专业考试复习教程

上

施岚青 主 编
陈 嵘 副主编

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

2015 二级注册结构工程师专业考试复习教程/施岚青主编.
北京:中国建筑工程工业出版社,2015.4
ISBN 978-7-112-17846-9

I. ①2… II. ①施… III. ①建筑结构-建筑师-资格考试-
自学参考资料 IV. ①TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 040723 号

《2015 二级注册结构工程师专业考试复习教程(上、中、下)》是根据目前注册考试的“新常态”以全新的内容重装面市的。作者对历年的考题以及专家的命题思路进行了认真的学习和研究,逐步确定了教程革新的方向。以 2013 年《考试大纲》为依据;结合 2011 年前后出台的各种结构设计新版《规范》的内容进行系统的梳理和阐述;每个章节都配有例题和答案以及详细解答。二级专业考试的内容需要密切联系常规的工程实际问题,而一级专业考试的内容则需要涉及更高层次的实际技术问题,因此“一是一、二是二”。本书可供二级注册结构工程师专业考试备考及复习参考。

责任编辑:赵梦梅 刘瑞霞 李东禧

责任设计:李志立

责任校对:姜小莲 刘 钰

2015

二级注册结构工程师专业考试复习教程

施岚青 主 编

陈 嵘 副主编

*

中国建筑工程工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市安泰印刷厂印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:108 $\frac{3}{4}$ 字数:2710 千字

2015 年 5 月第一版 2015 年 5 月第一次印刷

定价:230.00 元(上、中、下)

ISBN 978-7-112-17846-9
(27091)

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)

前 言

自 1997 年试点考试开始，注册结构工程师专业考试至今已经进入第 19 个年头了。在这期间共经历了三个阶段。

第一阶段是 2000 年以前的起步阶段。全国工程勘察设计大师孙芳垂奉命将国际上通行的注册制度引入我国结构设计行业，从此结构工程师注册考试开始实施。孙大师为了开展工作，找了二位助手，一位是东北设计院的老院长牧一征，任命题组副组长协助命题；而要我帮助编写《一级注册结构工程专业考试复习教程》，任副主编。当时的专业考试是考一天，上午考作业题，下午考选择题。根据考作业题的特点，《复习教程》主要讲述典型案例，基本上是参考高校的结构教材来编写的。

第二阶段是从 2000 年到 2010 年，牧一征任命题组组长，考试主要以规范为中心，考题密切联系工程实际。主要考核常用的、基本的、主要的规范规定；考题所涉及的多是常见的、量大面广的、高度不太高的结构工程。考试为时一天，考题为 80 道选择题，满分为 80 分，48 分及格。

注册考试制度执行之前，结构设计队伍的业务建设长期处于放松停滞状态。随着计算机应用的普及，一些工程师依靠傻瓜软件亦能从事结构设计工作，导致了忽视规范学习，对规范应用生疏、理解粗浅。结构设计队伍整体素质下滑的迹象已初见端倪。专业考试起步时，考题虽不难，但仍有一批工程师未能注册。但从此大家重视学习了。

十多年来注册考试制度的执行，不仅制止了素质下滑，还使结构设计队伍的整体水平有了全面、完整的提高。为了说清这个现象，现以历年的高层建筑结构考题演变和发展过程为例。在这期间高层的考题累积起来已超过 350 道，开始是考框架结构，接着按剪力墙结构，框架—剪力墙结构，筒体结构，框支—剪力墙结构和混合结构的次序出考题，当某一类结构应该掌握的知识点考核得差不多时，又开辟下一类结构的考题，至今已完成了一个循环，即对每类结构要掌握的知识已经全面完整的考核了一遍。上述各类结构的安排顺序与《高层建筑混凝土结构技术规程》条文的编排相应。所以十多年的考试把整个《高层建筑混凝土结构技术规程》有关的规定考核了一遍。这些考题、每年全国考生均要跟着学习，十多年的注册考试执行下来恰好是一个完整的全面培训。在基层从事设计的工程师人数众多，但多数接触不到高层建筑、在非地震区的接触不到抗震结构，但在注册考试的过程中这些知识他们都学习掌握了。可见注册考试对提高结构设计队伍的整体水平功不可没。

今日我们再回头将这 350 道高层考题仔细研究一下，可以惊奇地发现这套考题是经过精心安排的，既不重不漏又思路清晰，既面面俱到又重点明确，不仅全部考题完整配套，且每类结构均安排有序。可以看到这套考题的出台不是每年临时拼凑，而是早有规划，在起步时已定下十年后要达到的水平。其目的就是要采用小步快跑的办法把结构设计队伍每个成员的水平推到一个更高的层次上。这是以牧一征为首的专家组默默无声地为行业的队伍建设立了大功。实际上、每门课程的命题情况均是如此。今天注册结构师对常用规范规

定的理解是到位的，对常遇结构工程的设计是胜任的。

牧一征是将全部考题作为一个整体来思考的，不仅对每一门课程经过十年考试要提升到什么水平是有目标的，对整个考试内容的安排亦是全局在胸。

由于我是从注册考试开始就投入培训工作，多年来我紧跟命题思路，连续不断地追踪，我在培训中是把全部课程作为一个整体来思考、备课和进行教学的。2001 年我提出以规范为中心建立起一个完整的教学体系，编写出了《注册结构工程师专业考试应试指南》。由于和命题思路比较吻合受到考生欢迎。多年来《应试指南》实际上已成为考生复习用书的首选。

第三阶段是从 2011 年以来已近五年了。前一段我们结构设计队伍的业务水平有了明显的长进，但这段时间我国建设的发展对结构设计的难度和质量提出了新的挑战，由于高层建筑的大量采用和类型的创新，各地还出现了一批结构十分复杂的标志性建筑，要求对规范的把握不能停留在一般常用的水平，对深层次的规定亦要掌握；不仅能胜经常用结构的设计，对超限的复杂结构的设计亦要能参与，故对一级注册结构工程师的业务水平提出了更新的要求。第三阶段的命题专家组就承担着这样的使命。这些专家有两个特点：

(1) 有深厚的理论功力，对规范的理解和把握不论从广度和深度均高于一般专家，从他们所发表的著作就可见一斑，如《建筑抗震设计规范应用与分析》、《高层建筑混凝土结构技术规程应用与分析》等。

(2) 命题专家均是资深的设计权威、处理过不少复杂高难建筑结构中的技术难点，是超限工程专项技术审查的专家。专家日常处理的工程实际问题中，遇到的难度和规模也远高于一般工程师所能接触到的。

从专家的经历和水平可以看到，他们就是我们新一代一级注册结构工程师要努力达到的标杆。今天就是要借用这些专家的智慧和经验，依靠注册考试这一平台，经过一段时间的努力后，使每一位一级注册结构工程师的技术水平均能达到新的高度。

自 2011 年以来的一级考题已经显示出命题专家正在有计划有步骤地引导一级考生向更高水平前进。在《全国注册结构工程师专业考试 2011 年试题解答及分析》书中，专家在介绍一级考题的命题思路时，通过对具体难题的介绍，告诉考生考题的难度加大了。并指出难题有两类：概念设计难题和计算难题，相对而言，概念设计难题更不易作答。为了适应这种发展需要，在研究命题思路的基础上特编写新版《一级注册结构工程师专业考试复习教程》及《二级注册结构工程师专业考试复习教程》。

自 2011 年以来一级考题的难度比以前有较大幅度提高，为了适应这种新常态，专业考试复习教程是将一级和二级分开出版的。对于常用的，基本的内容两者相同，但有关深层次的规范规定和有关超限等复杂结构所讨论的内容，仅在一级中讲述。看来今后能取得一级资格的难度将远大于二级。

本书在审校过程中得到了陈嵘，苏丹，金维麟，张玉盘，施晓岚，王子雄，张玉英，施晓华，张玉华，张玉钊，杨继镐，周兴才，鲁芳兰，邵粟的指导和帮助。他们对本书提出来许多宝贵意见，感谢他们为本书的付梓付出的辛勤劳动。

施岚青
于 2015 年春节

目 录

(上册)

第 1 章 荷载	1
1.1 荷载代表值和荷载组合	1
一、荷载分类和荷载代表值	1
二、荷载组合	3
1.2 楼面 and 屋面活荷载	19
一、民用建筑楼面活荷载	19
二、屋面活荷载	29
三、施工和检修荷载及栏杆水平荷载	32
1.3 吊车荷载	35
一、概述	35
二、吊车梁所承担的吊车荷载	35
三、排架所承担的吊车荷载	40
1.4 风荷载	41
一、计算主要受力结构时采用的风荷载	41
二、计算围护结构时采用的风荷载	58
第 2 章 建筑抗震设计	61
2.1 抗震设防	61
一、地震波	61
二、大震、中震、小震	64
三、三水准设防、二阶段设计	69
四、概念设计、计算设计（抗震计算）、构造设计（构造措施）	76
五、抗震设防标准	77
2.2 抗震概念设计的基本原则	88
一、场地与地基	88
二、建筑形体的规则性	90
三、抗震结构体系	124
四、结构材料与施工	131
五、建筑抗震性能化设计	138
2.3 地震作用和结构抗震验算	141
一、地震反应谱和地震影响系数曲线	141
二、振型分解反应谱法	162

三、扭转耦联振型分解法	169
四、底部剪力法	176
五、水平地震作用的调整	182
六、时程分析法	193
七、竖向地震作用	199
八、结构抗震承载力验算	203
九、抗震变形验算	211
2.4 延性与抗震等级	229
一、延性和塑性耗能能力	229
二、抗震等级	249
2.5 结构分析、重力二阶效应及结构稳定	261
一、结构分析	261
二、重力二阶效应及结构稳定	264
第3章 混凝土结构	274
3.1 一般规定	274
一、结构重要性系数 γ_0	274
二、材料	275
三、塑性内力重分布	280
3.2 构造规定	283
一、混凝土保护层	283
二、钢筋的锚固	284
三、钢筋的连接	287
四、纵向受力钢筋的最小配筋率	296
3.3 正截面承载力计算	299
一、正截面承载力计算的一般规定	299
二、正截面受弯承载力计算	302
三、正截面受压承载力计算	329
四、正截面受拉承载力计算	362
3.4 抗剪、抗扭、抗冲切、局部承压	365
一、斜截面受剪承载力计算	365
二、扭转截面的承载力计算	394
三、受冲切承载力计算	421
四、局部受压承载力计算	433
3.5 正常使用极限状态验算	437
一、基本设计规定	437
二、裂缝宽度验算	441
三、受弯构件的挠度验算	451
3.6 结构构件的基本规定	457
一、板	457

二、梁	463
三、柱、墙	478
四、梁柱节点、牛腿	484
五、预埋件及吊钩	494
六、深受弯构件、叠合构件	504
3.7 预应力混凝土结构构件	516
一、材料	517
二、结构分析	519
三、预应力损失	522
四、预应力构件的计算	527

(中册)

第4章 高层建筑结构	531
4.1 结构设计基本规定	531
一、房屋的适用高度及高宽比	531
二、上部结构的嵌固部位	535
三、地下室底面的应力控制	539
四、防震缝	542
4.2 框架结构	543
一、一般规定	543
二、框架梁	545
三、框架柱	564
四、梁柱节点	597
4.3 剪力墙结构	608
一、一般规定	608
二、悬臂实体剪力墙	618
三、双肢墙	667
四、连梁	677
4.4 框架-剪力墙结构、板柱-剪力墙结构和异形柱结构	691
一、框架-剪力墙结构	691
二、板柱-剪力墙结构	716
三、混凝土异形柱结构	725
第5章 钢结构	736
5.1 基本设计规定	736
一、钢结构的材料	736
二、钢材的分类及选用原则	741
三、设计指标	744
5.2 连接计算	750
一、焊缝连接	750

二、螺栓连接	786
三、高强度螺栓接连	812
5.3 轴心受力构件	831
一、轴心受力构件的强度	831
二、轴心受力构件的刚度	837
三、轴心受压构件的整体稳定	859
四、轴心受压构件的局部稳定	875
5.4 受弯构件（一级、二级共用）	881
一、受弯构件的强度	881
二、受弯构件的整体稳定（弯扭屈曲）	895
三、受弯构件的局部稳定	906
四、受弯构件的挠度验算	916
5.5 拉弯和压弯构件	921
一、拉弯和压弯构件的强度	922
二、柱的计算长度	927
三、实腹式压弯构件在弯矩作用平面内的整体稳定	953
四、压弯构件的局部稳定	966
5.6 构件的连接计算	971
一、梁与柱的刚性连接	971
二、连接节点处板件的计算	977
三、与梁、柱有关的连接计算	982
四、其他构造问题	986
第6章 砌体结构与木结构	991
6.1 房屋的静力计算	991
一、三种静力计算方案	991
二、刚性方案或刚性弹性方案的横墙要求	992
三、单层砌体结构房屋的计算	993
四、多层砌体结构房屋的计算	997
五、水平风荷载作用下的内力分析	1001
六、上柔下刚多层房屋的静力计算	1002
6.2 高厚比验算	1004
一、墙、柱的高厚比验算	1004
二、自承重墙的高厚比验算	1017
三、带壁柱墙的高厚比验算	1021
四、变截面柱的高厚比验算	1032
五、配筋砌体的高厚比验算	1035
6.3 无筋砌体	1041
一、受压构件	1041
二、局部受压构件	1054

三、受弯、轴拉与受剪构件	1069
6.4 配筋砖砌体构件	1073
一、网状配筋砖砌体构件	1074
二、砖砌体和钢筋混凝土面层或钢筋砂浆面层的组合砌体构件	1082
三、砖砌体和钢筋混凝土构造柱组合墙	1089
6.5 砌块砌体构件和配筋砌块砌体构件	1093
一、砌块砌体构件	1093
二、配筋混凝土砌块砌体构件	1104
6.6 过梁、墙梁和挑梁（一、二级共用）	1109
一、过梁	1109
二、墙梁	1116
6.7 多层砖砌体房屋抗震	1120
一、多层砖砌体房屋的抗震概念设计	1121
二、多层砖砌体房屋的抗震构造设计	1132
三、多层砌体房屋的抗震计算设计	1151
6.8 砌块砌体构件和配筋砌块砌体构件抗震设计	1179
一、砌块砌体构件抗震设计	1179
二、配筋砌块砌体剪力墙抗震设计	1184
6.9 底部框架抗震墙砌体房屋	1198
一、一般规定	1198
二、抗震构造措施	1201
三、刚度比	1211
四、抗震计算	1211
6.10 木结构	1222
一、材料和设计指标	1222
二、构件	1227
三、连接	1242
四、构造	1255
五、防火与防护	1260
六、抗震设计	1264

(下册)

第7章 地基与基础	1267
7.1 基本要求	1267
一、设计要求	1267
二、作用与作用的组合	1272
7.2 地基土的分类	1275
一、砂土和碎石土的分类	1276
二、黏性土的分类	1279

三、粉土	1283
四、淤泥	1284
7.3 土中应力计算	1285
一、自重应力	1285
二、基底压力	1286
三、附加应力	1290
四、用角点法计算土中的附加应力	1292
五、用应力扩散角法计算土中的附加应力	1295
7.4 地基承载力	1299
一、地基承载力特征值	1299
二、根据载荷试验法确定地基承载力特征值	1302
三、地基承载力特征值的修正	1306
四、根据土的抗剪强度指标确定地基承载力特征值	1314
五、地基承载力计算	1318
7.5 地基变形计算	1325
一、土的压缩与变形的控制	1325
二、变形计算	1334
7.6 土压力与重力式挡墙	1350
一、土压力	1350
二、挡土墙	1364
三、坡顶到基底的最小距离	1372
四、抗浮稳定性	1374
7.7 浅基础设计	1376
一、基础埋置深度	1376
二、基础设计所采用的荷载效应	1378
三、无筋扩展基础	1379
四、扩展基础	1382
五、联合基础	1400
六、梁板式筏基底板	1403
七、岩石锚杆基础	1412
7.8 桩基础	1414
一、基本设计规定	1414
二、单桩竖向极限承载力	1425
三、特殊条件下的桩基计算	1445
四、承台计算	1464
7.9 地基处理	1478
一、压实地基	1478
二、换填垫层	1482
三、复合地基的一般规定	1485

四、散体材料增强体复合地基的承载力计算	1498
五、有粘结强度增强体复合地基承载力计算	1505
六、复合地基的变形计算	1518
7.10 场地、液化土和地基基础的抗震验算	1524
一、场地	1524
二、天然地基和基础	1530
三、液化土	1533
四、桩基	1540
附录 内力分析	1544
附录 1 静定结构内力计算	1544
附录 2 结构的刚度	1590
附录 3 竖向荷载作用下连续梁和框架的内力计算	1608
附录 4 水平荷载作用下排架和框架结构的内力计算	1624
附录 5 影响线	1677
后记	1709

第 1 章 荷 载

1.1 荷载代表值和荷载组合

一、荷载分类和荷载代表值

1. 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。

2. 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。

《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。

3. 荷载的标准值、频遇值和准永久值

《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。

① 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。

② 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。

③ 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 的具体取值。

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。

4. 荷载的标准值、频遇值和准永久值

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 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。

【例 1. 1. 1-1】 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)

(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 ISO 2394: 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。

二、荷载组合

1. 荷载效应组合

(1) 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。

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。

(2) 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。

(3) 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。

结构在使用过程中，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，多种可变荷载在使用过程中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。

(4) 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。

(5) 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。

2. 承载能力极限状态的荷载效应组合

(1) 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》3.2.2 条指出：“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如下。

《工程结构可靠性设计统一标准》规定