

2009



执业资格考试丛书

2009年全国二级注册建筑师考试培训辅导用书

3 建筑结构与设备

(第四版)

住房和城乡建设部执业资格注册中心网 编



中国建筑工业出版社

执业资格考试丛书
2009 年全国二级注册建筑师考试培训辅导用书

• 3 •

建筑结构与设备

(第四版)

住房和城乡建设部执业资格注册中心网 编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构与设备/住房和城乡建设部执业资格注册中心网

编. —4版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2008

2009年全国二级注册建筑师考试培训辅导用书·3·

ISBN 978-7-112-10485-7

I. 建… II. 住… III. ①建筑结构—建筑师—资格考
核—自学参考资料②房屋建筑设备—建筑师—资格考核—自
学参考资料 IV. TU3 TU8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 167188 号

责任编辑: 郭洪兰

责任校对: 兰曼利 陈晶晶

执业资格考试丛书

2009年全国二级注册建筑师考试培训辅导用书

• 3 •

建筑结构与设备

(第四版)

住房和城乡建设部执业资格注册中心网 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

北京天成排版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 25 $\frac{3}{4}$ 字数: 625 千字

2008 年 12 月第四版 2008 年 12 月第八次印刷

定价: 52.00 元

ISBN 978-7-112-10485-7

(17409)

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)

2009 年

全国二级注册建筑师考试培训辅导用书

· 3 ·

《建筑结构与设备》编写委员会

主任委员：金伟良 赵立华

副主任委员：李 豫 高 飞

委 员：丁士昭 王朝霞 王雪松 王达诠 王春燕

龙莉莉 马继伟 刘桑园 刘 磊 孙继德

孙 雁 庄惟敏 乐 云 任乃鑫 吴硕贤

吴 芳 何清华 杜晓宇 李必瑜 李 豫

孟庆林 金伟良 杨昌鸣 杨真静 屈凯锋

陈金华 赵军立 赵立华 赵越喆 赵 宇

赵 敏 张季超 张 星 张丹丽 张 洁

武六元 钟军立 高 飞 翁 季 裴 刚

程 睿 董 江 蔡 节 魏宏扬 邹胜斌

参加编审人员：方鸿强 方 跃 王银根 李海波 宋志刚

陈 鸣 陈水福 邵永治 张爱晖 赵羽习

胡安峰 胡晓鸣 姚 谏 倪士坎 章 华

谢新宇 楼文娟

参加工作人员：杨 杨 杨 琼 李 丽 杨灵艳 范 蕊

张 磊 王 莹 李旭东 张 玉 陈卓伦

前言

我国正在实行注册建筑师执业资格制度，从接受系统建筑教育到成为执业建筑师之前，首先要得到社会的认可，这种社会的认可在当前表现为取得注册建筑师执业注册证书，而建筑师在未来怎样行使执业权力，怎样在社会上进行再塑造和被再评价从而建立良好的社会资信，则是另一个角度对建筑师的要求。因此在如何培养一名合格的注册建筑师问题上有许多需要思考的地方。

一、正确理解注册建筑师的准入标准

我们实行注册建筑师制度始终坚持教育标准、职业实践标准、考试标准并举。三者之间相辅相成，缺一不可。所谓教育标准就是大学专业建筑教育。建筑教育是培养专业建筑师必备的前提。一个建筑师首先必须经过大学的建筑学专业教育，这是基础。职业实践标准是指经过学校专门教育后又经过一段有特定要求的职业实践训练积累。只有这两个前提条件具备后才可报名参加考试。考试实际就是对大学建筑教育的结果和职业实践经验积累结果的综合测试。注册建筑师的产生都要经过建筑教育、实践、综合考试三个过程，而不能用其中任何一个去代替另外两个过程，专业教育是建筑师的基础，实践则是在步入社会以后通过经验积累提高自身能力的必经之路。从本质上说，注册建筑师考试只是一个评价手段，真正要成为一名合格的注册建筑师还必须在教育培养和实践训练上下功夫。

二、关注建筑专业教育对职业建筑师的影响

应当看到，我国的建筑教育与现在的人才培养、市场需求尚有脱节的地方，比如在人才知识结构与能力方面的实践性和技术性还有欠缺。目前在建筑教育领域实行了专业教育评估制度，一个很重要的目的是想以评估作为指挥棒，指挥或者引导现在的教育向市场靠拢，围绕着市场需求培养人才。专业教育评估在国际上已成为了一种通行的做法，是一种通过社会或市场评价教育并引导教育围绕市场需求培养合格人才的良好机制。

当然，大学教育本身与社会的具体应用需要之间有所区别，大学教育更侧重于专业理论基础的培养，所以我们就从衡量注册建筑师第二个标准——实践标准上来解决这个问题。注册建筑师考试前要强调专业教育和三年以上的职业实践。现在专门为报考注册建筑师提供一个职业实践手册，包括设计实践、施工配合、项目管理、学术交流四个方面共十项具体实践内容，并要求申请考试人员在一名注册建筑师指导下完成。

理论和实践是相辅相成的关系，大学的建筑教育是基础理论与专业理论教育，但必须要给学生一定的时间使其把理论知识应用到实践中去，把所学和实践结合起来，提高自身的业务能力和专业水平。

大学专业教育是作为专门人才的必备条件，在国外也是如此。发达国家对一个建筑师的要求是：没有经过专门的建筑学教育是不能称之为建筑师的，而且不能进入该领域从事与其相关的职业。企业招聘人才也首先要看他们是否具备扎实的基本知识和专业本领，所以大学的本科建筑教育是必备条件。

三、注意发挥在职教育对注册建筑师培养的补充作用

在职教育在我国有两个含义：一种是后补充学历教育，即本不具备专业学历，但工作后经过在职教育通过社会自学考试，取得从事现职业岗位要求的相应学历；还有一种是继续教育，即原来学的本专业和其他专业学历，随着科技发展和自身业务领域的拓宽，原有的知识结构已不适应了，于是通过在职教育去补充相关知识。由于我国建筑教育在过去一时期底子薄，培养数量与社会需求差别很大。改革开放以后为了满足快速发展的建筑市场需求，一批没有经过规范的建筑教育的人员进入了建筑师队伍。而要解决好这一历史问题，提高建筑师队伍整体职业素质，在职教育有着重要的补充作用。

继续教育是在职教育的一种行之有效的教育形式，它特指具有专业学历背景的在职人员从业后，因社会的发展使之原有知识需要更新，要通过参加新知识、新技术的学习以调整原有知识结构、拓宽知识范围。它在性质上与在职培训相同，但又不能完全画等号。继续教育是有计划性、目标性、提高性的，从整体人才队伍和个人知识总体结构上做调整和补充。当前，社会在职教育在制度和措施上还不够完善，质量很难保证。有一些人把在职读学历作为“镀金”，把继续教育当作“过关”。虽然最后证明拿到了，但实际的本领和水平并没有相应提高。为此需要我们做两方面的工作，一是要让我们的建筑师充分认识到在职教育是我们执业发展的第一需求；二是我们的教育培训机构要完善制度、改进措施、提高质量，使参加培训的人员有所收获。

四、为建筑师创造一个良好的职业环境

要向社会提供高水平、高质量的设计产品，关键还是要靠注册建筑师的自身素质，但也不可忽视社会环境的影响。大众审美的提高可以让建筑师感受到社会的关注，增强自省意识，努力创造出一个个经受得住大众评价的作品。但目前实际上建筑师的很多设计思想受开发商与业主方面很大的影响，有时建筑水平并不完全取决于建筑师，而是取决于开发商与业主的喜好。有的业主审美水平不高，很多想法往往只是自己的意愿，这就很难做出跟社会文化、科技、时代融合的建筑产品。要改善这种状态，首先要努力创造尊重知识、尊重人才的社会环境。建筑师要维护自己的职业权力，大众要尊重建筑师的创作成果，业主不要把个人喜好强加于建筑师。同时建筑师自身也要提高自己的素质和修养，增强社会责任感，建立良好的社会信誉。要让创造出的作品得到大众的尊重，首先自己要尊重自己的劳动成果。

五、认清差距，提高自身能力，迎接挑战

目前中国的建筑师与国际水平还存在着一定差距，而面对信息化时代，如何缩小差距以适应时代变革和技术进步，成为建筑教育需要探讨解决的问题，并及时调整、制定新的对策。

我们现在的建筑教育不同程度地存在重艺术、轻技术的倾向。在注册建筑师资格考试中明显感觉到建筑师们在相关的技术知识包括结构、设备、材料方面的把握上有所欠缺，这与教育有一定的关系。学校往往比较注重表现能力方面的培养，而技术方面的教育则相对不足。尽管这些年有的学校进行了一些课程调整，加强了技术方面的教育，但从整体来看，现在的建筑师在知识结构上还是存在欠缺。

建筑是时代发展的历史见证，它凝固了一个时期科技、文化发展的印记，建筑师如果不能与时代发展相适应，努力学习和掌握当代社会发展的科学技术与人文知识，提高建筑

的科技、文化内涵,就很难创造出高水平的作品。

当前,我们的建筑教育可以利用互联网加强与国外信息的交流,了解和掌握国外在建筑方面的新思路、新理念、新技术。这里想强调的是,我们的建筑教育还是应该注重与社会发展相适应。当今,社会进步速度很快,建筑所蕴含的深厚文化底蕴也在不断地丰富、发展,现代建筑创作不能单一强调传统文化,要充分运用现代科技发展成果,使建筑在经济、安全、健康、适用和美观得到全面体现。在人才培养上也要与时俱进。加强建筑师科技能力的培养,让他们学会适应和运用新技术、新材料去进行建筑创作。

一个好的建筑要实现它的内在和外表的统一,必须要做到:建筑的表现、材料的选择、结构的布置以及设备的安装融为一体。但这些在很多建筑中还做不到,这说明我们一些建筑师在对结构、新设备、新材料的掌握和运用上能力不够,还需要加大学习的力度。只有充分掌握新的结构技术、设备技术和新材料的性能,建筑师才能够更好地发挥创造水平,把技术与艺术很好地融合起来。

中国加入 WTO 以后面临国外建筑师的大量进入,这对中国建筑设计市场将会有很大的冲击,我们不能期望通过政府设立各种约束限制国外建筑师的进入而自保,关键是要使国内建筑师自身具备与国外建筑师竞争的能力,充分迎接挑战、参与竞争,通过实践提高我们的设计水平,为社会提供更好的建筑作品。

赵春山

住房和城乡建设部执业资格注册中心主任

兼全国勘察设计注册工程师管理委员会副主任

中国建筑学会常务理事

出版说明

随着执业建筑师制度在我国的稳步推进,配合注册建筑师考试工作,全国各地已陆续出版了一些有关考试用书,这些都对考试复习起到了积极作用。由于编制力量或编制范围和实际需要不均衡等因素,以及新规范、标准的陆续颁布等原因,使得某些考试用书在不同程度上尚存在一些局限性。为了提高全国注册建筑师考前培训辅导教材的编写出版质量,更好地指导建筑师做好考前复习,由住房和城乡建设部执业资格注册中心网统一组织,在各地有关注册建筑师管理机构的支持下,在全国范围内选聘在注册建筑师考试辅导培训一线工作多年,来自全国著名院校及设计院的知名专家、教授等,按最新考试大纲的要求,以最新的设计规范、标准为基础,并吸取已出版的同类教材的优点,通过分析历届考题特点,调查了解应试建筑师的心得体会,总结历届考试的经验,有针对性地编写出全新的考前辅导教材及模拟题解。

2008年版《全国一、二级注册建筑师考试培训辅导用书》尽管出版较晚,但由于该书内容丰富、实用,短短几个月即已售罄。为不负广大读者厚爱,2009年版在原书基础上,广泛征求读者意见,组织各编写单位对全书做了修改、完善,对新修订的规范、标准做了全面反映,还增加了新版注册建筑师考试复习题及2008年注册建筑师考试模拟题(凡题前加圆点(●)的题,均为增加题,与往年类型雷同的未加)。

本书的特点是重点突出,联系实际,叙述清晰,简明扼要,既具针对性又具全国普遍性,更具权威性。

书后附有考试大纲及参考书目和有关考试工作方面的最新文件。

本套考试用书共分13册,分别为:

2009年全国一级注册建筑师考试培训辅导用书(7册)

书 名	主要编写单位
• 1 • 《设计前期与场地设计》	北京工业大学建筑与城市规划学院 河北工业大学建筑系 清华大学建筑设计研究院
• 2 • 《建筑设计》	西安建筑科技大学建筑学院
• 3 • 《建筑结构》	浙江大学建筑工程学院
• 4 • 《建筑物理与建筑设备》	华南理工大学建筑学院
• 5 • 《建筑材料与构造》	重庆大学建筑城规学院
• 6 • 《建筑经济 施工与设计业务管理》	同济大学工程管理研究所
• 7 • 《建筑方案设计 建筑技术设计 场地设计》(作图)	广州大学、广州大学建筑设计研究院

2009年全国二级注册建筑师考试培训辅导用书(4册)

• 1 • 《场地与建筑设计》(作图)	天津大学建筑设计研究院 河北工业大学建筑系
• 2 • 《建筑构造与详图》(作图)	重庆大学建筑城规学院

• 3 • 《建筑结构与设备》

浙江大学建筑工程学院

华南理工大学建筑学院

• 4 • 《法律 法规 经济与施工》

同济大学工程管理研究所

2009 年全国一、二级注册建筑师考试模拟题解 • 1 • (知识)

2009 年全国一、二级注册建筑师考试模拟题解 • 2 • (作图)

参与编写工作的单位除以上相关单位外还有东南大学建筑设计研究院、东南大学土木工程学院、沈阳建筑大学建筑与规划学院。

在本套丛书出版之际,谨向参与编写的各位作者表示衷心的感谢。

住房和城乡建设部执业资格注册中心赵春山主任和郭保宁处长,就如何正确认识有关执业注册、注册考试以及历次考试出现的问题和注意事项等,特为本套书撰写了前言和专文,相信这必将对参加注册建筑师考试的朋友们大有裨益。在此,对他们的热情支持与诚意指导表示衷心感谢。

由于注册考试工作的不断改进、更新,因此在本书编写过程中,也遇到不少新课题,虽经反复推敲、核证,恐仍难免有不妥或疏漏之处,恳请广大读者不吝赐教,提出宝贵意见,以便再版时予以修正,以更好的服务于广大读者和注册建筑师考试工作。

(住房和城乡建设部执业资格注册中心网: <http://www.pqrc.org.cn>)

全国一、二级建筑师考试培训辅导用书编写委员会

修 订 说 明

为了帮助建筑师们准备注册建筑师执业资格考试,由浙江大学建筑工程学院与华南理工大学建筑学院承担了全国二级注册建筑师考试培训辅导用书中《建筑结构与设备》分册的编写工作。编写时系以新颁布的考试大纲为依据,以现行有关国家规范、标准为基础,参考了有关的教科书和此前业已出版的有关注册建筑师考试辅导教材,通过分析前几届注册建筑师考试中的相关试题,以及向参加过前几届注册建筑师执业资格考试的部分建筑师们作调研,了解他们的考试心得与要求,在此基础上,编写了本册辅导教材,目的在于更好地指导建筑师们做好考前复习。本书的特点是突出重点,联系实际,叙述清晰,简明扼要,明确注册建筑师们应着重掌握、理解或了解的有关基本原理、主要概念和应用技术措施。编著者是我国本学科领域年富力强的专家学者,基本上具有博士学位,有的还具有博士后经历,有的还曾经担任注册建筑师考前辅导教师,相信本辅导教材的出版能受到广大建筑师的欢迎,对于帮助他们备考,获得好成绩有所裨益。

在 2009 年的修订过程中,我们结合新颁布的国家有关规范对教材内容进行了更新,并结合 2008 的试题出题方向进行了针对性的调整,希望能对应试者的考前复习给予更好的帮助。

本书还可供建筑院校本科生、研究生作为辅导教材以及参加各种考试的参考用书。建筑结构设计方法与荷载(金伟良编写)、建筑结构与结构选型(宋志刚编写)、建筑力学(陈水福编写)、钢筋混凝土结构(邵永志和陈鸣编写)、砌体结构(李海波编写)、钢结构(姚谏编写)、木结构(赵羽习编写)、建筑结构抗震(张爱晖编写)和地基与基础(胡安峰编写),建筑结构部分由金伟良负责编辑审核。建筑给排水(李豫和赵立华编写)、暖通空调(李豫和赵立华编写)、建筑电气(高飞编写)。

希望广大读者不吝赐教,及时反馈对本书的意见、建议和要求,以便再版时予以修正。

本书编写组

目 录

第一章 建筑结构设计方法与荷载	1
第一节 建筑结构设计方法	1
第二节 作用和作用效应	3
第三节 荷载的标准值	5
参考习题及答案	23
第二章 建筑结构与结构选型	27
第一节 建筑结构基本概念	27
第二节 多层建筑结构体系	28
参考习题及答案	38
第三章 建筑力学	42
第一节 静力学基础	42
第二节 杆件的基本变形与组合变形	46
第三节 结构计算简图	53
第四节 平面体系的几何组成分析	54
第五节 静定结构的内力分析	57
第六节 静定结构的位移	71
第七节 超静定结构	71
参考习题及答案	75
第四章 钢筋混凝土结构	88
第一节 结构设计的基本规定	88
第二节 钢筋混凝土结构特点和材料的力学性能	89
第三节 承载能力极限状态计算	93
第四节 正常使用极限状态验算	100
第五节 构造	106
第六节 预应力混凝土结构的基本知识	106
参考习题及答案	108
第五章 砌体结构	116
第一节 概述	116
第二节 砌体材料	117
第三节 构造要求	120
参考习题及答案	125
第六章 钢结构	131
第一节 钢结构的特点和应用	131

第二节 钢结构的材料及其性能	132
第三节 钢结构的连接	139
第四节 钢结构基本构件的设计	150
第五节 钢结构构件的连接构造	156
第六节 桁架及屋盖	163
参考习题及答案	168
第七章 木结构	171
第一节 木结构用木材	171
第二节 木结构的连接	172
第三节 木结构的一般设计和构造要求	177
第四节 木结构的防火和防护	178
参考习题及答案	179
第八章 建筑结构抗震	181
第一节 概述	181
第二节 建筑结构抗震设计	191
参考习题及答案	215
第九章 地基与基础	227
第一节 概述	227
第二节 土的物理性质及分类	228
第三节 地基与基础设计	235
第四节 软弱地基	247
参考习题及答案	249
参考书目	254
第十章 建筑给水排水	256
第一节 室内给水系统	256
第二节 建筑内部热水系统	261
第三节 消防给水与自动灭火系统	267
第四节 污水系统及透气系统	272
第五节 雨水集合及处理	275
第六节 水泵房设计	277
参考习题及答案	277
第十一章 暖通空调	287
第一节 采暖	287
第二节 空调系统及控制	297
第三节 通风	309
第四节 高层民用建筑的防火排烟设计	310
第五节 燃气供应	312
参考习题及答案	316

第十二章 建筑电气	329
第一节 供配电系统	329
第二节 变配电所和自备电源	335
第三节 民用建筑的配电系统	339
第四节 室内外电气配线	345
第五节 电气照明	348
第六节 电气安全和建筑物防雷	351
第七节 火灾自动报警系统	357
第八节 电话、有线广播和扩声、同声传译	364
第九节 有线电视系统和闭路应用电视系统	368
第十节 呼应信号及信息显示	370
第十一节 建筑物综合布线系统	371
第十二节 建筑电气的节能环保措施	374
第十三节 交流电的基本概念	375
参考习题及答案	376
参考书目	383
附录 1 全国二级注册建筑师资格考试大纲	384
附录 2 全国二级注册建筑师资格考试规范、标准及主要参考书目	387
附录 3 关于调整注册建筑师考试书目内容的通知	391
附录 4 2008 年度全国一、二级注册建筑师资格考试考生注意事项	392
附录 5 解读《考生注意事项》(郭保宁)	394

第一章 建筑结构设计方法与荷载

第一节 建筑结构设计方法

根据《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)所确定的建筑结构可靠度设计的基本原则,应用我国现行规范进行结构设计时,采用的是以概率理论为基础的极限状态设计方法,使建筑结构设计符合技术先进、经济合理、安全适用、确保质量的要求。

一、建筑结构的基本功能

结构在规定的时间内(即设计使用年限),在规定的条件下(正常设计、正常施工、正常使用、正常维修)必须保证完成预定的功能,这些功能包括:

(1) 安全性,即建筑结构在正常施工和正常使用时能够承受可能出现的各种作用(如荷载、温度变化、基础不均匀沉降),并且能在设计规定的偶然事件(如地震、爆炸)发生时和发生后保持必需的结构整体稳定性。

(2) 适用性,即建筑结构在正常使用过程中,应保持良好的工作性能,例如结构构件应有足够的刚度,以免产生过大的振动和变形,使人产生不适应的感觉。

(3) 耐久性,即建筑结构在正常维修条件下,应能在规定的使用年限期间内满足耐久性能的要求,例如构件裂缝应能满足设计规定的要求。

以上所述的结构的安全性、适用性和耐久性,总称为结构的可靠性。结构可靠性的概率度量值称为结构的可靠度,也就是说,可靠度是指在规定的时间内和规定的条件下,结构完成预定功能的概率。

结构的设计使用年限是指设计规定的结构或结构构件不需进行大修即可按其预定目的使用的时期。我国现行规范规定的设计使用年限是按表 1-1 选用。

设计使用年限分类

表 1-1

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

由此可见,我国通常的建筑结构的设计使用年限是 50 年。对于按照我国现行设计规范选用的可变作用和与时间有关的材料性能等取值所对应的时间参数则称为设计基准期,它不等同于建筑结构的设计使用年限。我国《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)规定的设计基准期为 50 年。相应的《建筑结构荷载规范》(GB 50009—

2001)(以下简称《荷载规范》)所考虑的荷载统计参数都是按设计基准期为50年确定的,如设计时需采用其他设计基准期,则必须另行确定在设计基准期内最大荷载的概率分布及相应的统计参数。

二、结构功能的极限状态与设计状况

区分结构是否可靠与失效,其分界标志就是极限状态。当整个结构或某一构件超过规定许可的某一特定状态时,就不能满足设计所规定的某一功能的要求,这种特定的状态即称为该功能的极限状态。

极限状态分为两类:

1. 承载能力极限状态

当结构或构件达到了最大承载能力,或者产生了不适于继续承载的过大变形时,即认为超过了承载力极限状态。例如:

(1) 整个结构或结构的一部分作为刚体失去平衡,例如烟囱在风荷载作用下整体倾翻。

(2) 结构构件或其连接因超过材料强度而破坏(包括疲劳破坏),例如轴心受压短柱中的混凝土和钢筋分别达到抗压强度而破坏,或构件因塑性变形过大而不适于继续承载。

(3) 结构转变为机动体系,如简支梁跨中截面达到抗弯承载力形成三铰共线的机动体系,从而丧失承载能力。

(4) 结构或构件因达到临界荷载而丧失稳定,例如细长柱达到临界荷载后因压屈失稳而破坏。

(5) 地基丧失承载能力而破坏(如失稳等)。

事实上,承载能力极限状态就是结构或结构构件发挥允许的最大承载功能的状态。

2. 正常使用极限状态

这种极限状态是对应于结构或构件达到正常使用或耐久性能的某项规定限值的状态。当出现下列状态之一时,即认为超过了正常使用极限状态:

(1) 影响正常使用或出现明显的难以接受的变形,如梁的挠度过大影响正常使用。

(2) 影响正常使用或耐久性能的局部破坏(包括裂缝)。

(3) 影响正常使用的振动,如楼板的振幅过大而影响使用。

(4) 影响正常使用的其他特定状态,如基础产生的不均匀沉降过大。

在建筑结构设计时,除了考虑结构功能的极限状态之外,还须根据结构在施工和使用中的环境条件和影响,区分下列三种设计状况:

(1) 持久状况,即在结构使用过程中一定出现,其持续期很长的状况,例如房屋结构承受家具和正常人员荷载的状况。持续期一般与设计使用年限为同一数量级。

(2) 短暂状况,即在结构施工和使用过程中出现概率较大,而与设计使用年限相比,持续期很短的状况,如结构施工和维修时承受堆料荷载的状况。

(3) 偶然状况,即在结构使用过程中出现概率很小,且持续期很短的状况,如结构遭受火灾、爆炸、撞击、罕遇地震等作用。

这三种设计状况分别对应不同的极限状态设计。对于持久状况、短暂状况和偶然状况,都必须进行承载能力极限状态设计;对于持久状况,尚应进行正常使用极限状态设计;而对于短暂状况,可根据需要进行正常使用极限状态设计。

第二节 作用和作用效应

一、结构上的作用、作用效应和结构抗力

结构产生各种效应的原因,统称为结构上的作用。结构上的作用包括直接作用和间接作用。直接作用指的是施加在结构上的集中力或分布力,例如结构自重、楼面活荷载和设备自重等。直接作用的计算一般比较简单,引起的效应比较直观。间接作用指的是引起结构外加变形或约束变形的作用,例如温度的变化、混凝土的收缩或徐变、地基的变形、焊接变形和地震等,这类作用不是以直接施加在结构上的形式出现的,但同样引起结构产生效应。间接作用的计算和引起的效应一般比较复杂,例如地震会引起建筑物产生裂缝、倾斜下沉以致倒塌,但这些破坏效应不仅仅与地震震级、烈度有关,还与建筑物所在场地的地基条件、建筑物的基础类型和上部结构体系有关。

过去习惯上将上述两类不同性质的作用统称为荷载。例如将温度变化称为温度荷载,将地震作用称为地震荷载等,这样就混淆了两类不同性质的作用,特别是对间接作用的复杂性认识不足。

根据目前结构理论发展水平以及现有规范颁布的现状,对直接作用在结构上的荷载可按《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)(以下简称《荷载规范》)的规定采用;对间接作用,除了对地震作用按《建筑抗震设计规范》(GB 5001—2001)(以下简称《抗震规范》)的规定采用外,其余的间接作用暂时还未制定相应的规范。

考虑到广大设计人员的现状及习惯上的衔接,目前还未将两类作用严格划分,而将其简称为荷载。

作用在结构上的直接作用或间接作用,将引起结构或结构构件产生内力(如轴力、弯矩、剪力、扭矩等)和变形(如挠度、转角、侧移、裂缝等),这些内力和变形总称为作用效应,其中由直接作用产生的作用效应称为荷载效应。

结构或结构构件承受内力和变形的能力,称为结构的抗力,如构件的承载能力、刚度的大小、抗裂缝的能力等。结构抗力与结构构件的截面形式、截面尺寸及材料强度等级等因素有关。

二、荷载的分类

荷载是一个不确定的随机变量。在《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)中,规定设计基准期为50年。在这段时间内,荷载不仅在量值上是变化的,并且,作用在结构上的时间持续性也是变化的。因此在《荷载规范》中,将荷载按以下原则进行了分类。

1. 按随时间变异分类

(1) 永久荷载(亦称恒载)。在设计基准期内,其量值不随时间变化,或即使有变化,其变化值与平均值相比可以忽略不计的荷载。如结构的自重、土压力、预应力等。

(2) 可变荷载(亦称活载)。在设计基准期内,其量值随时间变化,且其变化值与平均值相比不能忽略的荷载。如楼(屋)面活荷载、屋面积灰荷载、雪荷载、风荷载、吊车荷载等。

(3) 偶然荷载。在设计基准期内,可能出现,也可能不出现,但一旦出现,其量值很大且持续时间很短的荷载。如地震作用、爆炸力、撞击力等。

2. 按随空间位置的变异分类

(1) 固定荷载。在结构空间位置上具有固定分布的荷载。如结构自重、楼面上的固定设备荷载等。

(2) 自由荷载。在结构上的一定范围内可以任意分布的荷载。如民用建筑楼面上的活荷载、工业建筑中的吊车荷载等。

3. 按结构的动力反应分类

(1) 静态荷载。对结构或结构构件不产生加速或产生的加速度很小可以忽略不计。如结构的自重、楼面的活荷载等。

(2) 动态荷载。对结构或构件产生不可忽略的加速度。如吊车荷载、地震荷载、作用在高层建筑上的风荷载等。

三、荷载的代表值

设计中用来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。

1. 荷载标准值

荷载标准值是指在结构的设计基准期内,在正常情况下可能出现的最大荷载值,例如在《荷载规范》中,住宅楼面的均布活荷载规定为 2.0kN/m^2 。

对于永久荷载的标准值,是按结构构件的尺寸(如梁、柱的断面)与构件采用材料的重度(自重)的标准值(如梁、柱材料为钢筋混凝土,则其重度(自重)的标准值一般取 25kN/m^3)来确定的数值。对常用材料重度(自重),可按《荷载规范》附录 A 采用。

对于可变荷载的标准值,则由设计基准期内最大荷载概率分布的某一分位数来确定,一般取具有 95% 保证率的上分位值,但对许多还缺少研究的可变荷载,通常还是沿用传统的经验数值。对可变荷载的标准值,可按《荷载规范》的规定采用。

2. 荷载组合值

当结构上作用两种或两种以上的可变荷载时,考虑到其同时达到最大值的可能性较少,因此,在按承载能力极限状态设计或按正常使用极限状态的短期效应组合设计时,应采用荷载的组合值作为可变荷载的代表值。

可变荷载的组合值为可变荷载乘以荷载组合值系数。组合值系数见《荷载规范》表 4.1.1。

3. 荷载频遇值

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。

可变荷载频遇值应取可变荷载标准值乘以荷载频遇值系数。荷载频遇值系数见《荷载规范》表 4.1.1。

4. 荷载准永久值

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。

作用在建筑物上的可变荷载(如住宅楼面上的均布活荷载为 2.0kN/m^2),其中有部分是长期作用在上面的(可以理解为在设计基准期 50 年内,不少于 25 年),而另一部分则是不出现的。因此,也可以把长期作用在结构物上面的那部分可变荷载看作是永久活荷载来对待。可变荷载的准永久值,为可变荷载值乘以荷载准永久值系数 ψ_k 。也就是说,准永