

建筑类(初、中、高级)专业技术资格(职称)考试复习指导

建筑结构设计专业 基础与实务

本书编写委员会 组织编写
李 冰 主 编

建筑结构设计专业

中国建筑工业出版社

建筑类（初、中、高级）专业技术资格（职称）考试复习指导

建筑结构设计专业基础与实务

本书编写委员会 组织编写

李 冰 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构设计专业基础与实务/本书编写委员会组织编写,李冰主编. —北京:中国建筑工业出版社,2010.7

建筑类(初、中、高级)专业技术资格(职称)考试复习指导

ISBN 978-7-112-12137-3

I. ①建… II. ①本…②李… III. ①建筑结构-结构设计-建筑师-资格考核-自学参考资料 IV. ①TU318

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第095262号

本书是建筑类专业技术资格(职称)考试的复习指导用书之一,为建筑结构设计专业适用。本书根据相关考试大纲编写,对考试大纲的知识点逐条进行概要性解释,以帮助应试者理解考试大纲的考点要求。全书内容包括:建筑结构基本概念,混凝土结构,砌体结构,钢结构,地基与基础,建筑抗震,共6章28节,涵盖了考试大纲要求掌握和了解的知识点。各章后附有大量的练习题及其参考答案,练习题有单项选择题和多项选择题两种题型,便于应试者对复习成果进行巩固。

本书既可作为参加建筑结构设计专业的初、中、高级专业技术资格(职称)考试的人员的复习指导用书,还可作为建筑工程专业技术和管理人员的岗位培训教材。

* * *

责任编辑:刘江 范业庶

责任设计:陈旭

责任校对:刘钰

建筑类(初、中、高级)专业技术资格(职称)考试复习指导

建筑结构设计专业基础与实务

本书编写委员会 组织编写

李冰 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

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:14 字数:340千字

2010年10月第一版 2010年10月第一次印刷

定价:32.00元

ISBN 978-7-112-12137-3

(19329)

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)

本书编写委员会

主任委员 卜良桃

副主任委员 黄政宇 何放龙

委 员 卜良桃 黄政宇 何放龙

仇一颗 程露敏 黎 丽

前 言

建筑工程类技术资格（职称）考试复习指导用书不同于一般的系统阐述一门学科的教材，其章、节与考试大纲应基本保持一致，以便应试者查阅，其内容主要是针对考试大纲的知识点逐条进行概要性的解释，以帮助应试者理解考试大纲的要求。若应试者阅读了该考试用书而对有些概念和内容的理解还有困难，则应查阅有关的教材、书籍和现行规范、规程。

《建筑结构设计专业基础与实务》共分为6章，即：建筑结构基本概念、混凝土结构、砌体结构、钢结构、地基与基础、建筑抗震。其内容包括：建筑结构的组成及分类、建筑结构上的作用和作用效应、结构极限状态设计基本概念；混凝土梁、板、柱构件力学性能与设计、多（高）层混凝土结构、混凝土结构单层厂房、预应力混凝土结构基础知识；砌体结构和混合结构房屋的结构设计及构造、过梁、挑梁设计；钢结构的特点及性能、钢结构的连接方法和连接构造、钢结构基本构件及钢屋盖设计；土力学基本知识、地基与工程地质勘察、基础设计、挡土墙设计；建筑抗震基本知识、地震作用和结构抗震验算、抗震构造措施等内容。各章后附有大量练习题及参考答案，习题有单项选择题和多项选择题两种题型。

《建筑结构设计专业基础与实务》由李冰主编，参加编写的人员为李冰、卢磊、阳波、孙怀栓、陈婷婷。本书既可作为参加建筑结构设计专业的初、中级专业技术资格（职称）考试的人员的复习指导用书，同时也可作为参加该专业高级专业技术资格（职称）考试的用书，还可作为建筑工程专业技术与管理人员的岗位培训教材。

在本书的编写过程中，参考和借用了大量相关资料（主要参考资料列于书末），在此对相关作者和专家表示感谢。

由于水平所限，时间仓促，书中难免会有疏漏之处，敬请广大考生和专业技术人员批评指正，并提出宝贵意见，以便进一步完善。

目 录

第 1 章 建筑结构基本概念	1
1.1 建筑结构的组成及分类	1
1.1.1 建筑结构的定义	1
1.1.2 建筑结构的组成	1
1.1.3 建筑结构的分类	1
1.1.4 结构的基本要求	3
1.2 建筑结构上的作用和作用效应	3
1.2.1 荷载性质及其分类	4
1.2.2 荷载代表值	5
1.2.3 荷载分项系数与荷载设计值	5
1.2.4 材料强度指标	6
1.3 结构极限状态设计基本概念	6
1.3.1 极限状态分类	7
1.3.2 结构极限状态设计表达式	8
1.3.3 结构可靠度	10
第 2 章 混凝土结构	12
2.1 钢筋和混凝土材料的力学性能	12
2.1.1 钢筋混凝土结构特点	12
2.1.2 混凝土的强度	12
2.1.3 混凝土变形	13
2.1.4 建筑钢材	15
2.1.5 钢筋与混凝土的粘结	15
2.1.6 材料分项系数和设计值	16
2.2 钢筋混凝土受弯构件的受力特点及设计	16
2.2.1 受弯构件正截面破坏形态	16
2.2.2 受弯构件正截面承载力计算	17
2.2.3 受弯构件斜截面承载力计算	21
2.2.4 受弯构件的构造要求	22
2.3 钢筋混凝土弯、剪、扭构件的受力特点及设计	23
2.3.1 矩形纯扭构件截面承载力计算	23
2.3.2 矩形截面弯、剪、扭构件截面承载力计算	24
2.3.3 矩形截面弯、剪、扭构件的构造要求	25
2.4 钢筋混凝土拉、压构件的受力特点及设计	25

2.4.1	拉压构件的破坏形态	25
2.4.2	大小偏心受压构件的判别	26
2.4.3	轴心受压构件正截面承载力的计算	27
2.4.4	偏心受压构件正截面承载力计算	28
2.4.5	大、小偏心受拉构件正截面承载力计算	30
2.4.6	拉压构件的构造措施	31
2.5	钢筋混凝土梁、板构件	32
2.5.1	概述	32
2.5.2	单向板肋梁楼盖的计算与配筋	32
2.5.3	梁、板的计算要点	35
2.6	混凝土构件裂缝宽度和挠度计算	36
2.6.1	钢筋混凝土受弯构件的挠度验算	36
2.6.2	混凝土构件裂缝宽度计算	38
2.7	多、高层混凝土结构	39
2.7.1	结构体系及选型	40
2.7.2	水平荷载作用下框架结构内力简化计算方法	41
2.7.3	竖向荷载作用下框架结构内力简化计算方法	44
2.7.4	荷载及内力组合	44
2.8	混凝土单层厂房	45
2.8.1	单层工业厂房的结构组成	45
2.8.2	单层工业厂房的结构布置与支撑布置	47
2.8.3	单层工业厂房铰接排架的内力分析	49
2.8.4	牛腿设计	51
2.9	预应力混凝土结构基础知识	52
2.9.1	预应力的施加方法	52
2.9.2	预应力混凝土结构用材料	53
2.9.3	预应力损失及计算	53
2.9.4	预应力损失值的组合	55
2.9.5	张拉控制应力	56
2.9.6	预应力混凝土受弯构件使用阶段正截面抗裂度验算	56
	复习题及参考答案	57
第3章	砌体结构	69
3.1	砌体材料及砌体的力学性能	69
3.1.1	块材、砂浆的力学性能	69
3.1.2	砌体的抗压、抗拉、抗弯、抗剪及变形性能	70
3.1.3	砌体的强度计算指标	74
3.2	无筋砌体受压构件计算	77
3.2.1	无筋砌体受压构件的承载力计算	77
3.2.2	局部受压计算	79

3.2.3 砌体的受拉、受弯、受剪承载力计算	81
3.3 砖混结构房屋的结构设计及构造	83
3.3.1 承载墙体的布置	83
3.3.2 砌体房屋静力计算方案	83
3.3.3 砌体房屋墙、柱设计	85
3.3.4 钢筋混凝土圈梁和构造柱的布置及构造要求	89
3.4 过梁、挑梁设计	91
3.4.1 过梁的种类与计算	91
3.4.2 钢筋混凝土挑梁的计算及构造要求	92
复习题及参考答案	93
第4章 钢结构	98
4.1 钢结构的特点及性能	98
4.1.1 钢结构的特点	98
4.1.2 钢结构的材料性能	98
4.1.3 钢材的种类及选用	102
4.2 钢结构的连接	105
4.2.1 钢结构的连接方法	105
4.2.2 焊缝的构造和计算	107
4.2.3 螺栓连接的构造和计算	113
4.3 钢结构基本构件的设计	119
4.3.1 轴心受力构件	119
4.3.2 受弯构件	124
4.3.3 拉弯、压弯构件	128
4.4 钢结构的连接构造	131
4.4.1 次梁与主梁的连接	132
4.4.2 梁与柱的连接—柱头	133
4.4.3 柱与基础的连接—柱脚	136
4.5 屋盖结构	138
4.5.1 钢屋盖结构的组成形式	138
4.5.2 屋架的支撑系统	138
4.5.3 钢檩条	141
复习题及参考答案	143
第5章 地基与基础	149
5.1 土力学基本知识	149
5.1.1 土的组成	149
5.1.2 土的三相比比例指标	151
5.1.3 土的渗透性	152
5.1.4 土的工程分类	152
5.1.5 土的工程特性指标	153

5.1.6	土中应力计算	153
5.1.7	沉降计算	154
5.1.8	土的抗剪强度	156
5.1.9	地基承载力	158
5.1.10	朗肯土压力理论	159
5.1.11	库仑土压力理论	161
5.2	地基与工程地质勘察	162
5.2.1	地基与基础的设计原则	162
5.2.2	地基基础设计等级	163
5.2.3	工程重要性、场地及地基等级	163
5.2.4	岩土工程勘察等级	164
5.2.5	地基勘察方法	164
5.2.6	工程地质勘察报告	164
5.3	基础设计	165
5.3.1	地基基础设计的基本原则和一般步骤	165
5.3.2	基础类型	165
5.3.3	刚性基础的结构设计与构造要求	165
5.3.4	扩展基础的结构设计和构造要求	167
5.3.5	桩基础	172
5.3.6	高层建筑的基础设计	174
5.3.7	软弱地基	175
5.4	挡土墙设计	176
5.4.1	挡土墙类型选择	176
5.4.2	挡土墙的计算	177
5.4.3	重力式挡土墙的构造措施	179
	复习题及参考答案	180
第6章	建筑抗震	186
6.1	建筑抗震基本知识	186
6.1.1	基本专业术语	186
6.1.2	结构的抗震设防	187
6.1.3	抗震设计的基本要求	189
6.1.4	场地、场地土、地基和基础	192
6.1.5	地基土液化及抗液化措施	194
6.2	地震作用和结构抗震验算	196
6.2.1	地震反应分析	196
6.2.2	结构抗震验算	197
6.2.3	抗震变形验算	198
6.3	抗震构造措施	199
6.3.1	多层砌体房屋的抗震构造措施	199

6.3.2 钢筋混凝土框架结构的抗震构造措施	201
6.3.3 底部框架-抗震墙房屋的抗震构造措施	204
6.3.4 钢框架结构的抗震构造措施	205
复习题及参考答案	207
参考文献	214

第1章 建筑结构基本概念

1.1 建筑结构的组成及分类

1.1.1 建筑结构的定义

土木工程中，由建筑材料所组成的，具有明确使用功能，并能承受预定的施加于建筑物的各种作用力的骨架部分，称为结构。

结构在正常使用条件下，必须具有满足特定要求的强度、刚度和稳定性。结构可由一种或多种材料构成。

1.1.2 建筑结构的组成

一般建筑物通常由基础和上部结构两部分组成。基础是上部结构与地基相联系的部分，承担建筑物所承受的所有荷载（作用）并将其传递到地基上。

建筑结构的基础有多种形式，按埋置深度和施工方法的不同分为浅基础和深基础两类。

浅基础一般指埋置深度小于5m，采用一般方法与设备施工，而且常常修建在天然地基上的基础。如独立基础、条形基础、筏形基础等。浅基础根据所用的材料和结构形式可分为无筋扩展基础（如砖基础、毛石基础、混凝土和毛石混凝土基础、灰土基础等）和配筋扩展基础（如柱下钢筋混凝土独立基础、墙下钢筋混凝土条形基础）。

桩基础是最常用的深基础形式之一。

建筑结构的上部结构一般由以下基本构件组成：

（1）板。包括平板、曲板和斜板。其几何特点是，厚度远小于其他两个方向的尺寸。

（2）梁。包括直梁、曲梁、斜梁，实体梁、非实体梁。其几何特点是，长度远大于其横截面两个方向的尺寸。

（3）柱。其几何特点与梁相同。

（4）墙。其几何特点与板类似。

板和梁是主要用来承受竖向荷载（作用）的构件，又称水平构件。柱和墙是主要用来支承水平构件或承担水平荷载（作用）的构件，又称竖向构件。

1.1.3 建筑结构的分类

建筑结构的分类方法很多，按不同特点和不同目的可作多种形式的类别划分，为学习和叙述的方便，常见的分类有：

1. 按几何特征划分

（1）杆件结构。

(2) 实体结构。

(3) 薄壁结构。

2. 按主要建筑材料划分

(1) 砌体结构。指在建筑中以砌体为主组成的结构。包括砖砌体、石砌体、小型砌块、大型砌块和多孔砖砌体等。

(2) 钢筋混凝土结构。指主要由配有钢筋增强的混凝土构件制成的结构。由于工程中有普通钢筋混凝土和预应力钢筋混凝土之分，故常将二者以及无配筋的素混凝土统称为混凝土结构。

(3) 钢结构。通常是指用 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结构。

(4) 木结构。指在建筑中以木材为主制成的结构，一般用榫卯、齿、螺栓、钉、销、胶等连接而成。

(5) 其他结构，如塑料结构、玻璃结构等。

3. 按组成结构体系的主要结构形式划分

(1) 砌筑结构。其竖向构件主要由砌块砌筑而成。少数砌筑结构的水平构件也由砌块砌筑而成，如砖拱建筑。

(2) 框架结构。水平和竖向承重构件主要由梁、柱组成，梁、柱在交接处刚性连接。

(3) 排架结构。常用于工业厂房或仓储。其显著特点是，顶层主要水平构件与竖向承重构件在交接处非刚性连接（铰接）。

(4) 框架-剪力墙结构。由框架和一定数量的墙体共同组成，墙体以抵抗水平作用力为主。

(5) 筒体结构。由若干墙体组成一个或多个竖向筒体，通常用于需要很高抵抗水平作用力能力的高层或超高层建筑。

(6) 框筒结构。由宽梁和密柱框架组成的竖向筒体结构。

(7) 桁架结构。由较小杆件组成，能跨越较大空间的平面结构，其杆件在计算简图中通常被假定为二力杆。桁架结构通常被用作建筑物中的一部分，如屋架。

(8) 网架结构。由较小杆件组成，能跨越较大空间的空间结构，其杆件在计算简图中被定义为二力杆。

(9) 拱形结构。其特点是水平构件在竖向力作用下，其支座处将产生水平推力。

(10) 空间薄壁结构。包括薄壳、折板、幕式结构。

(11) 索结构。以若干索形成的主要承重构件，通常与膜一起组成索膜结构作为建筑物的屋盖。

(12) 薄膜结构。由薄膜材料作为主要承重构件组成的结构。

4. 按建筑物层数划分

(1) 单层结构。多用于工业厂房、食堂、影剧院、仓库等。

(2) 多层结构。一般指 2~7 层的建筑物，广泛用于工业和民用建筑。

(3) 高层结构。一般指 8 层及 8 层以上的建筑物，广泛用于住宅和其他民用建筑。

5. 按结构受力特点和结构分析时的计算简图划分

(1) 平面结构。结构分析时，主要受力部分可取为平面计算简图的结构。

(2) 空间结构。结构分析时，主要受力部分不能按平面计算简图分析的结构。

1.1.4 建筑结构的的基本要求

建筑结构的基本要求是：在设计使用年限内，在规定的条件下（正常设计、正常施工、正常使用、正常维护）必须保证达到其基本目标。这些目标主要包括：

(1) 安全性。即建筑结构能够承受在正常施工和正常使用条件下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护条件下，应能在规定的使用年限期间内满足安全、适用性能的要求，例如构件裂缝应能满足设计规定的要求。

上述三个特性也可概括为结构可靠性要求。

结构的设计使用年限是指设计规定的结构或构件不需进行大修即可按其预定目的使用的时期。现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068—2001 规定的结构设计使用年限见表 1-1。由表可见，我国普通房屋建筑结构的设计使用年限通常是 50 年。

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

1.2 建筑结构上的作用和作用效应

导致结构产生各种效应的原因，统称为结构上的作用。我国现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068—2001 对结构上的作用是这样定义的：施加在结构上的集中力或分布力（直接作用，也称为荷载）和引起结构外加变形或约束变形的原因（间接作用）。

直接作用包括结构自重（永久荷载）和楼面上的使用荷载（可变荷载）等。直接作用量值的确定和由它引起的效应大小的计算一般比较简单。直接作用量值的取值可按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009—2001（以下称《荷载规范》）的规定采用。

间接作用包括温度变化、混凝土收缩或徐变、地基变形、制造误差、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，但同样能引起结构产生效应。间接作用量值的计算和引起的效应大小一般比直接作用复杂。

直接作用常可简称为“荷载”。间接作用则不宜简称为“荷载”，如，地震作用不宜称为地震荷载。有时为了叙述方便，仍习惯统称为荷载，但应明了两类作用（直接作用、间

接作用)的不同性质。

作用在结构上的作用,将引起结构或构件产生内力(如轴力、剪力、弯矩、扭矩等)和变形(如挠度、转角、侧移等),这些内力和变形总称为作用效应。

结构或构件承受作用效应的能力,称为结构的抗力,如构件的承载能力、抵抗变形的能力(刚度)、抗裂缝的能力等。结构构件的抗力与其截面形式、截面尺寸及材料物理性能等因素有关。结构设计时,应根据使用过程中在结构上可能同时出现的荷载,取其最不利的效应组合作为设计依据。

为了保证所设计的结构或构件具有足够的承载力、刚度和稳定性,其抗力应大于或等于其作用效应。

下面介绍与作用效应有关的一些名词及其含义。

1.2.1 荷载性质及其分类

本小节中的“荷载”,即指上节中的“直接作用”和“间接作用”。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。在这一期间内,荷载不仅在量值上是可能变化的,而且作用在结构上的时间持续性也是变化的。

设计基准期是设计规范选用的与时间有关的可变作用和材料性能等取值所对应的时间参数。它不等同于建筑结构的设计使用年限。现行国家标准《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,相应的现行国家标准《建筑结构荷载规范》所考虑的荷载统计参数都是按设计基准期为50年确定的,如设计时需要采用其他设计基准期,则必须另行确定在其设计基准期内最大荷载的概率分布及相应的统计参数。

结构上的荷载(作用)可按下列性质分类。

1. 按随时间的变异性分类

(1) 永久荷载(也称恒载)。在设计基准期内量值不随时间变化,或其变化与平均值相比可忽略的荷载。如结构构件的自重、土压力等。

(2) 可变荷载(也称活荷载)。在设计基准期内量值随时间变化,且其变化与平均值相比不可忽略的荷载。如楼面人群荷载、屋面积灰荷载、雪荷载、吊车荷载等。

(3) 偶然荷载(作用)。在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很短的作用。如地震作用、爆炸力、撞击力等。

2. 按随空间的变异性分类

(1) 固定荷载。在结构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。在结构上一定范围内可以任意分布的荷载。如民用建筑楼面上的人群荷载、工业建筑中的吊车荷载等。

3. 按结构的反应特点分类

(1) 静态荷载。使结构产生的加速度可以忽略不计的荷载。如楼面的人群荷载等。

(2) 动态荷载(作用)。使结构产生的加速度不可忽略不计的作用。如地震作用、作用在高层建筑上的风荷载等。

1.2.2 荷载代表值

设计中用来验算极限状态所采用的荷载量值称为荷载代表值，包括荷载标准值、荷载组合值、荷载频遇值和荷载准永久值。在对结构进行某种极限状态计算时，需采用与之相应的荷载代表值产生的作用效应。

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。

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）与构件材料密度的标准值（如梁、柱材料为普通钢筋混凝土时，则其材料密度标准值为 25kN/m^3 ）来确定的数值。我国《建筑结构荷载规范》GB 50009—2001 提供了常用建筑材料的标准值取值。

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《建筑结构荷载规范》GB 50009—2001 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。《建筑结构荷载规范》GB 50009—2001 给出了不同性质荷载的组合值系数，其值恒小于 1。

3. 荷载频遇值

在设计基准期内，可变荷载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。可变荷载频遇值由可变荷载标准值乘以荷载频遇值系数而得。《建筑结构荷载规范》GB 50009—2001 提供了荷载频遇值系数。

4. 荷载准永久值

在设计基准期内，可变荷载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标准值中，有一部分荷载是长期作用且变化不大的，如住宅建筑楼面活荷载中的家具部分。因此，也可以把长期作用在结构物上面的这部分可变荷载当作永久荷载来对待。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。荷载准永久值系数为荷载准永久值与荷载标准值的比值，其值恒小于 1.0。

荷载准永久值系数的大小与建筑物的用途有关，如《建筑结构荷载规范》GB 50009—2001 规定，住宅建筑楼面均布活荷载的准永久值系数为 0.4，而对书库、档案库则为 0.8，它代表了不同用途建筑物可变荷载变化的差异。

1.2.3 荷载分项系数与荷载设计值

1. 荷载分项系数

荷载分项系数是在荷载组合中，反映了荷载的不确定性并与结构可靠度概念相关联的

一个数值。对永久荷载和可变荷载，规定了不同的分项系数。

(1) 永久荷载分项系数 γ_G ：现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009—2001 是这样规定永久荷载分项系数 γ_G 的：当永久荷载对结构产生的效应对结构不利时，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；当永久荷载对结构产生的效应对结构有利时，一般情况下应取 1.0。

(2) 可变荷载分项系数 γ_Q ：现行《建筑结构荷载规范》规定，一般情况下 γ_Q 应取 1.4，但对工业房屋的楼面结构，当其活荷载标准值 $>4\text{kN/m}^2$ 时，考虑到活荷载数值已较大，则 γ_Q 应取 1.3；对结构的倾覆、滑移或漂浮验算，荷载的分项系数应按有关结构设计规范的规定确定。

2. 荷载设计值

荷载设计值等于荷载代表值乘以荷载分项系数。按承载能力极限状态计算荷载效应时，需考虑荷载分项系数；按正常使用极限状态计算荷载效应时（不管是考虑荷载的短期效应组合还是长期效应组合），由于对正常使用极限状态的可靠度比对承载能力极限状态的可靠度要求可以适当放松，因此可以不考虑分项系数，即分项系数取 1.0。

由于不同的极限状态设计要用到不同的荷载代表值和荷载分项系数，为了简化计算，在结构设计的实际应用中，通常是先按荷载标准值计算出作用效应，然后根据计算内容（如承载力极限状态、正常使用极限状态等）再乘以相应荷载分项系数。

1.2.4 材料强度指标

除荷载外，结构设计中的另一重要参数是结构构件的材料强度，它包括材料强度标准值、材料强度设计值和材料分项系数等指标。

1. 材料强度标准值

材料强度标准值为结构设计时采用的材料性能的基本代表值，具有 95% 的保证率。材料强度标准值由规范给出，或由试验结果提供。

2. 材料强度设计值

材料强度设计值为材料强度标准值除以材料分项系数。在承载能力极限状态设计中，材料强度采用材料强度设计值。

3. 材料分项系数

材料分项系数是在按承载能力极限状态设计时考虑的材料强度系数。主要与可靠度指标 $[\beta]$ 值及材料几何参数和荷载有关。我国规范规定了各种结构用的材料分项系数。

1.3 结构极限状态设计基本概念

结构设计时，通常取作用（荷载）效应 S 和结构（构件）抗力 R 两个基本变量。结构承受的作用效应 S 和结构抗力 R 之间可出现下列三种状态：

$R > S$ ，结构处于可靠状态；

$R < S$ ，结构处于失效状态；

$R = S$ ，结构处于极限状态（临界状态）。

判别结构或构件是否可靠与失效，其分界标志就是其极限状态。

上述作用效应 S 和结构抗力 R 之间的关系也被表述为结构功能函数： $Z=R-S$ 。当整个结构或其中的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。

现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068—2001 反映了结构极限状态设计的基本原理和要求。这一“标准”是制定或修订有关建筑结构各类设计规范或规程时应遵守的规定，是实现采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，统一各类材料的建筑结构设计的基本原则。

1.3.1 极限状态分类

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，即认为超过了承载能力极限状态。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。当结构或结构构件出现下列状态之一时，应认为超过了承载能力极限状态：

- (1) 整个结构或结构的一部分作为刚体失去平衡（如倾覆等）。
- (2) 结构构件或连接因超过材料强度而破坏（包括疲劳破坏），或因过度变形而不适于继续承载。
- (3) 结构转变为机动体系。
- (4) 结构或结构构件丧失稳定（如压屈等）。
- (5) 地基丧失承载能力而破坏（如失稳等）。

2. 正常使用极限状态

正常使用极限状态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) 影响正常使用或外观的变形。
- (2) 影响正常使用或耐久性能的局部损坏（包括裂缝）。
- (3) 影响正常使用的振动。
- (4) 影响正常使用的其他特定状态。

3. 设计状况与极限状态设计要求

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、撞击等。

这三种设计状况分别对应不同的极限状态设计：

- (1) 对三种设计状况，均应进行承载能力极限状态设计。