

The background of the cover is a detailed architectural floor plan of a building, rendered in a light purple and beige color scheme. The plan shows various rooms, corridors, and structural elements. A solid orange vertical bar is positioned on the right side of the cover, partially overlapping the floor plan.

JIANZHUJIEGOUSHEJI SHIGONGZHILIANGKONGZHI

建筑结构设计施工质量控制（第二版）

张吉人 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑结构设计施工质量控制/张吉人编著. —2 版.

北京: 中国建筑工业出版社, 2012. 6

ISBN 978-7-112-14120-3

I. ①建… II. ①张… III. ①建筑结构-结构设计
②建筑结构-工程施工-质量控制 IV. ①TU318

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 039636 号

建筑结构设计施工质量控制

(第二版)

张吉人 编著

*

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

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 9 $\frac{3}{4}$ 字数: 262 千字

2012 年 7 月第二版 2012 年 7 月第三次印刷

定价: 24.00 元

ISBN 978-7-112-14120-3
(22173)

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)

目 录

1 房屋设计作用及可靠度的设置简述	1
1.1 结构的可靠度	1
1.2 工程结构质量安全的三个主要环节	5
1.2.1 工程勘察的重要性	5
1.2.2 结构设计的重要性	5
1.2.3 施工质量的重要性	5
1.3 我国房屋建筑结构设计的使用年限	6
2 房屋地基设计基本要求	7
2.1 岩土工程勘察	7
2.1.1 岩土工程勘察的规定	7
2.1.2 应了解的地质勘察主要指标	8
2.1.3 地质勘察剖面图、柱状图的应用	10
2.2 地基处理的设计	11
2.2.1 基本概念	11
2.2.2 地基处理	13
2.2.3 复合地基检测	24
2.2.4 地震液化地基处理	26
2.2.5 复合地基施工及质量预控要点	27
2.2.6 天然地基土承载力特征值 f_{ak} 的确定	28
2.2.7 桩基础	30
2.2.8 建筑物地基变形设计和基础不均匀沉降问题	35
2.2.9 沉降观测和建筑物地基变形允许值	37
2.2.10 地基和桩基验收问题	41

3	房屋结构设计基本要求	49
3.1	房屋基础和上部结构设计基本要求	49
3.2	房屋基础设计	49
3.2.1	地基基础基底压力要求	50
3.2.2	地基和基础方案应符合的要求	50
3.2.3	高层建筑筏形基础	50
3.2.4	箱形基础	52
3.2.5	箱基刚度形成的分析	53
3.2.6	筏形基础底面积计算	55
3.3	上部结构设计	56
3.3.1	上部结构受力分析	56
3.3.2	荷载	59
3.3.3	框架结构受力特点	62
3.3.4	剪力墙结构受力特点	62
3.3.5	框剪结构受力特点	64
3.4	建筑结构抗震设计	65
3.4.1	地震震害现象	65
3.4.2	抗震设防标准	65
3.4.3	我国地震活动	67
3.4.4	抗震设计的基本要求	68
3.4.5	地震作用（地震荷载）理论值	69
3.4.6	抗震设计构造措施	75
3.5	混凝土结构设计有关规定要求	97
4	房屋建筑施工	120
4.1	对施工的认识	120
4.2	施工组织管理的几个主要方面	121
4.2.1	施工现场平面布局	121
4.2.2	施工机具和垂直运输设备的选择及就位	121
4.2.3	施工工序组织	122
4.2.4	施工图纸会审	122

4.2.5	施工技术问题	124
4.3	工程施工质量要求和质量控制	126
4.3.1	工程施工质量要求	126
4.3.2	施工质量控制总原则	127
4.3.3	施工质量重点控制部位	127
4.4	混凝土结构施工三大分项工程控制	128
4.4.1	模板工程	128
4.4.2	钢筋工程	132
4.4.3	混凝土工程	137
4.4.4	混凝土施工缝的留置	140
4.4.5	混凝土后浇带的设置	141
4.4.6	商品混凝土	142
4.5	房建结构工程施工程序及方法	146
4.5.1	土方工程施工	146
4.5.2	地基处理（换土垫层）施工	146
4.5.3	基础工程施工	147
4.5.4	主体工程施工	148
4.5.5	混凝土强度评定	152
4.6	高层建筑结构施工	153
4.6.1	施工测量	153
4.6.2	基础基坑施工	156
4.6.3	混凝土结构施工	159
4.6.4	混合结构施工	164
4.7	基础主体结构工程质量验收	167
4.8	填充墙施工	168
4.9	装饰施工	168
4.10	混凝土结构分项工程允许偏差	168
4.11	砌体工程允许偏差	170
5	装饰工程施工及质量控制	172
5.1	装饰作用	172

5.2	一般建筑装饰设计的几项原则	172
5.3	施工质量验收规范确定的装饰内容	173
5.4	质量发展特点	173
5.5	实现优质工程的主客观条件	174
5.6	结构施工偏差对优质工程的影响	175
5.7	装饰的属性及特点	175
5.8	装饰装修功能及定义	176
5.9	装饰质量的相关因素	177
5.10	装饰施工	179
5.11	装饰施工方法及质量控制	180
5.11.1	清水外墙装饰	180
5.11.2	墙面抹灰	180
5.11.3	抹灰工程几个问题的认识与处理	187
5.11.4	外墙贴面砖	189
5.11.5	内墙贴面砖	191
5.11.6	饰面板(石材)安装	192
5.12	地面工程	194
5.12.1	细石混凝土地面	194
5.12.2	水磨石地面	196
5.12.3	瓷质板块地砖	197
5.12.4	花岗石、大理石地面	200
5.12.5	楼梯	200
5.12.6	踢脚线	201
5.12.7	厨卫间地面防水	201
5.13	涂料装饰	203
5.13.1	涂饰效果	203
5.13.2	涂料种类划分	203
5.13.3	房屋和施工对涂料的要求	205
5.13.4	质量要求	205
5.13.5	施涂控制措施	205

5.13.6	油漆问题	206
5.13.7	木门窗油漆常见质量缺陷	207
5.14	门窗工程	207
5.14.1	门窗进场及安装验收	208
5.14.2	阳台封闭金属窗、塑料窗上口的防水处理	209
5.15	屋面工程	210
5.15.1	屋面防水等级和设防要求	210
5.15.2	施工方案的编制	211
5.15.3	屋面工程防水保温材料材质证明	211
5.15.4	SBS 改性沥青防水卷材施工	213
5.15.5	保温层排汽屋面施工的控制	214
5.15.6	卷材铺贴的施工控制	215
5.15.7	屋面防水细部处理	216
5.15.8	卷材保护	218
5.15.9	使用新型防水卷材常见质量通病	218
5.16	装饰工程施工质量“三控制”原则	218
5.16.1	控制工序	218
5.16.2	控制上线	219
5.16.3	控制细部	220
5.17	房屋实体优质工程效果要求	220
5.17.1	室外墙面	221
5.17.2	变形缝、水落管	222
5.17.3	屋面	222
5.17.4	室内墙面	223
5.17.5	室内顶棚	224
5.17.6	室内地面	224
5.17.7	楼梯、踏步、护栏	225
5.17.8	门窗及玻璃	226
5.17.9	细部工程	226

5.17.10	油漆	227
5.17.11	管道	227
5.17.12	卫生器具	227
5.17.13	电气	228
5.18	创优精品和细部质量控制重点	228
5.18.1	外檐	229
5.18.2	内檐	229
5.18.3	屋面	230
5.18.4	管、线安装	230
5.19	成品保护	231
5.20	单位工程竣工质量验收	231
6	工程技术质量资料整理	234
6.1	工程资料整理的有关认识	234
6.2	管理资料和工程质量资料整理顺序及内容	236
6.3	地基工程资料整理顺序及内容	237
6.4	基础工程资料整理顺序及内容	238
6.5	主体混凝土结构工程资料整理顺序及内容	239
6.6	钢网架工程资料整理顺序及内容（独立成册） ...	241
6.7	主体钢结构工程资料整理顺序及内容（独立成册）	241
6.8	填充墙工程资料整理顺序及内容	242
6.9	主体砌体结构工程资料整理顺序及内容	242
6.10	装饰工程资料整理顺序及内容（独立成册）	242
6.11	幕墙工程（玻璃幕墙、金属幕墙、石材幕墙）资料 整理顺序及内容（独立成册）	244
6.12	屋面工程资料整理顺序及内容	245
6.13	建筑给水排水与采暖工程资料整理顺序及内容	245
6.14	建筑电气工程资料整理顺序及内容	246
6.15	通风与空调工程资料整理顺序及内容	247

6.16	电梯工程资料整理顺序及内容	247
6.17	智能建筑资料整理顺序及内容	248
6.18	节能工程资料整理顺序及内容	248
6.19	单位工程竣工图	249
7	施工质量验收规范有关规定	250
7.1	验收组织	250
7.2	检验批划分原则	250
7.3	编制施工技术文件的有关条文	253
7.4	主要结构安全和功能检测	254
7.5	结构实体检验	255
7.5.1	混凝土结构强度实体检验	255
7.5.2	钢筋保护层实体检验	257
7.5.3	结构实体检验实施(选点)方案	257
7.5.4	混凝土试件类别、性能及强度评定	258
7.6	对混凝土和砌体结构施工质量强条的理解及应用	260
	附录	266
	参考文献	298
	后记	301

1 房屋设计作用及可靠度的设置简述

人类从远古时期的树寝、穴居而至地上房屋，产生了建筑。

各种功能不同的建筑满足人们生产、工作、学习和生活的不同需要，有工业建筑、民用建筑。民用建筑中又分公共建筑（如办公的、教育的、医疗的、体育的、交通建筑等）和居住建筑（如住宅、宿舍等）。

房屋建筑从根本上讲，要解决建筑功能问题（建筑造型、体形、平面布局、竖向布置、设备设施满足生产、生活要求）和结构功能问题（安全性、适用性、耐久性）。

房屋设计主要应搞好建筑设计和结构设计两个方面。建筑设计是根据房屋的使用功能要求，选择一定的建筑造型、体形、布局、格调、色彩，体现建筑的艺术性和实用性，装饰城市面貌，同时具体的建筑创作又受时代和精神的影响，反映时代的政治、经济、科技和文化水平，打上时代烙印。结构设计则是在特定的建筑体形、功能条件下，确定结构体系，材料强度和杆件截面，满足结构在静力、动力作用下，结构的承载力、刚度和稳定性，以保证结构的可靠度。

建筑设计、结构设计的结果就是施工图纸。图纸是工程设计和工程界的语言。施工图纸所设计的结构必须保证工程的安全。

对于从事施工的工程技术人员来讲，首先关心的是房屋结构的质量安全问题。而我国工程质量的安全是由结构可靠度来确定的。

1.1 结构的可靠度

我国工程结构的安全问题，从根本上讲，在于我国工程结构

可靠度的设置。

结构是怎样保证安全的？绝对的安全是没有的。但被限制在一个很大的可靠范围内，这就是可靠度的概率问题。它决定于效应（S）和抗力（R）的相对大小，见图 1-1。

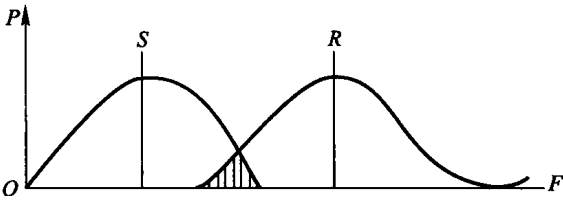


图 1-1

当 $R>S$ ，结构安全，抗力大于效应；

$R<S$ ，结构失效，抗力小于效应，图中阴影面积 p_f 称为失效概率；

$R=S$ ，结构处于极限状态。

失效概率 p_f 不能直接用于设计，而用可靠指标 β 表示。可靠指标 β 与失效概率 p_f 之间有一对应关系，见表 1-1。

可靠指标与失效概率的关系 表 1-1

β	2.7	3.2	3.7	4.2
p_f	3.5×10^{-3}	6.9×10^{-4}	1.1×10^{-4}	1.3×10^{-5}

我国的工程安全等级多数为二级，可靠指标 $\beta=3.2\sim3.7$ 时，失效概率 p_f 为 $0.11\%\sim0.69\%$ ，意味着即使按规范设计的建筑结构，正常情况下，仍可能有 $0.1\%\sim0.7\%$ 达不到规定的功能。如沉降过大，挠曲变形，结构不耐久等。大量工程实践表明，严格执行标准、规范和规程，在正常设计，正常施工，正常使用（三正常）的条件下，工程的安全和质量是能够得到保证的，不会出现房屋垮塌现象。

可靠指标的计算：

$$\beta = \frac{\mu_R - \mu_S}{\sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_S^2}} \tag{1-1}$$

式中 μ ——荷载或抗力的平均值；
 σ ——荷载或抗力的标准差。

从此式中可看出，要整个提升抗力，即材料的质量等级难度是比较大的，需要技术的提高和经济的发展，但通过管理提高材料的均质性，减少材料的离散性，确是能够做到的。

建筑物可靠指标 β 值的要求，见表 1-2。

建筑物可靠指标 β 的要求 表 1-2

重要性	安全等级	破坏后果	延性破坏	脆性破坏
重要建筑物	一级	很严重	3.7	4.2
一般建筑物	二级	严重	3.2	3.7
次要建筑物	三级	不严重	2.7	3.2

可靠指标 β 值的计算在工程设计中仍过于复杂，难以直接用可靠指标度量结构构件的可靠度。实际工程的设计是以概率理论为基础的极限状态设计方法，以分项系数的设计表达式进行计算，由此达到用可靠指标度量结构构件的可靠度。如承载能力极限状态由永久荷载效应控制的组合：

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} \psi_{ci} S_{Qik} \tag{1-2}$$

$$\gamma_0 S \leqslant R$$

式中 γ_0 ——重要性系数；
 γ_G ——永久荷载分项系数；
 S_{Gk} ——永久荷载 G_k 计算的荷载效应值；
 γ_{Qi} ——活荷载分项系数；
 ψ_{ci} ——活荷载 Q_i 的组合值系数；
 S_{Qik} ——可变荷载标准值 Q_{ik} 计算的荷载效应值。
 具体设计中根据结构构件承载力计算：

比如，简支梁： $M = \frac{1}{8} q L^2$

$$V = \frac{1}{2} q L$$

$$q=1.2G+1.4Q$$

钢筋混凝土结构：

$$M \leq \alpha_1 f_c b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) \quad (1-3)$$

$$V \leq 0.7 f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{S} h_0 \quad (1-4)$$

式中 M ——弯矩设计值；

b ——矩形截面宽度；

h_0 ——截面有效高度；

x ——受压区高度；

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

V ——剪力设计值；

A_{sv} ——箍筋截面面积；

S ——箍筋间距；

f_{yv} ——箍筋抗拉强度设计值；

f_t ——混凝土抗拉强度设计值。

材料抗力，材料强度取值：

材料强度是如何确定的呢？是经调查试验统计分析的结果。

钢筋：全国 9 个钢厂， $\phi 10 \sim \phi 32\text{mm}$ HRB300～HRB400 级钢屈服点抗拉强度，弹性模量 41159 个子样。

混凝土试块：9 个城市 77 个厂，104 个现场，C15～C40，试块 68000 多组数据。砂浆试块：6 个城市 989 个抗压数据。

砖：10 个大、中城市 4252 个子样数据。由取得的数据，得到平均值 μ_f 。

对于钢筋、混凝土材料强度分析多数呈正态分布。以保证材料质量保证率为 95%，取材料强度标准值为 f_k ：

$$f_k = \mu_f - 1.645\sigma_f \quad (1-5)$$

再取材料分项系数：

钢筋 $\gamma_c = 1.2$ ；混凝土 $\gamma_c = 1.4$

得材料强度设计值：
$$f = \frac{f_k}{\gamma_c}$$

1.2 工程结构质量安全的三个主要环节

工程结构的质量安全主要是由结构构件和承载能力的安全性，结构的整体牢固性和结构的耐久性所决定。具体的房屋建筑工程则通过勘察、设计、施工三个主要环节来完成。

决定房屋工程质量的直接技术因素，关键是勘察、设计、施工的质量，所以要先勘察，后设计，再施工。

1.2.1 工程勘察的重要性

搞工程不勘察，房屋地底下的情况摸不清就建设，要么发生事故或藏有重大隐患，要么造成极大浪费。有了勘察，可以提出和正确选择地基处理方案，合理选择基础形式，确保地基承载力，控制基础沉降地基变形，不能发生过大的不均匀沉降。这对施工期间，特别对房屋的长期使用，保证建筑的安全和耐久性（使用寿命），增强因意外因素可能对房屋地基造成危害的抵御能力至关重要。

1.2.2 结构设计的重要性

结构设计最重要的是其安全性。结构设计的安全性是决定工程安全的先决条件。设计不安全，工程不会安全，所以结构设计的安全是工程安全的第一位。结构设计应按照结构设计原则进行。包括结构的安全等级、使用年限、使用条件、荷载的确定、不同受力工况的选择、设计分项系数的确定等。设计上必须保证地基、基础、上部结构的安全。设计要贯彻国家的技术经济政策，做到安全适用，技术先进，经济合理，方便施工，确保质量。

1.2.3 施工质量的重要性

设计上的安全还要通过施工来实现，施工达不到设计要求，特别是在结构强度，承载力方面，降低结构设计的安全度，严重时结构梁板断裂，甚至房屋垮塌。地基变形过大，导致上部结构开裂。全国已有数十起（“八五”期间 78 起，“九五”期间 42 起）房屋垮塌事故，教训惨痛，应引以为戒。所以施工质量很重

要。施工是实物的建造，施工的损失是经济财产的重大损失，是形成事实的损失，所以必须控制施工质量。

1.3 我国房屋建筑结构设计的使用年限

我国建筑法律规定：建筑物在合理使用寿命内，必须确保地基基础和主体结构的质量。建筑工程勘察、设计、施工的质量必须符合国家有关建筑工程安全标准的要求。

根据《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)规定：

- 普通房屋和构筑物设计使用年限 50 年；
- 纪念性建筑和特别重要的建筑设计使用年限 100 年；
- 我国结构的设计基准期为 50 年。

规范编制组根据新修订的荷载规范和混凝土结构设计规范进行的试设计，对民用建筑配筋量影响比较明显，总用钢量较原设计规范约增加 10%~20%。我国工程混凝土结构构件的可靠指标约提高了 0.6，可靠概率相当于提高了一个数量级。

结构设计使用年限，是首次在我国建筑结构标准规范中的规定。其意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，房屋在“三正常”条件下和包括必要的检测、防护及维修在内的正常维护下所应达到的使用年限。在设计使用年限内，结构应具有设计规定的可靠度。确保结构可靠度，结构的安全则取决于地基勘察、结构设计、材料与制品、施工质量和使用维护。因此，关注和了解结构的设计，施工建造的基本要求、原则和方法，就有重要意义。

2 房屋地基设计基本要求

房屋的地基、基础和主体结构设计主要是两个方面：一是对工程进行地质勘察和地基处理的设计，二是对上部结构的设计。本章从施工角度出发，对应该了解的岩土工程勘察和工程地基设计有关的基本概念要求，作一应用性的分析和介绍，以便在工程施工中能够识读地质勘察报告，地基设计文件，注意其对结构施工的影响，更好地理解 and 判断工程地基设计的合理性、安全性。从而实现设计要求。

2.1 岩土工程勘察

岩土工程勘察揭示地基土性质和水文地质状况，并给出岩土的工程特性指标和水文地质参数。而岩土的工程特性指标是地基设计计算的基础，是进行工程设计的重要条件，是决定对地下土质进行强化处理的重要依据。解决岩土工程中的问题，经验和原则占有很大成分，计算分析与工程经验相结合，理论和实践相结合，应慎重选用计算参数、计算模式和安全度。尤其注意岩土工程地质区域性，要了解当地地质的特点和条件，以正确解决地质勘察问题。

2.1.1 岩土工程勘察的规定

对建筑工程地质勘察要依据工程设计、现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021) 和《高层建筑岩土工程勘察规程》(JGJ 72) 的规定进行。

在《岩土工程勘察规范》(GB 50021) 中，明确提出“各项工程建设在设计和施工前，必须按基本建设程序进行岩土工程勘察。岩土工程勘察应按工程建设各勘察阶段的要求，正确反映工

程地质条件，查明不良地质作用和地质灾害，精心勘察，精心分析，提出资料完整、评价正确的勘察报告”。

可见勘察不是随便就可以进行的，要有科学的分析和结论。

在“强条”中，又明确要求工程勘察（详勘）应“对建筑地基作出岩土工程评价，并对地基类型、基础形式、地基处理、基坑支护、工程降水和不良地质作用的防治等提出建议”。

2.1.2 应了解的地质勘察主要指标

地质勘察是通过内外作业来完成的。根据地质勘察规程，要布置各种钻孔，要对拟建场地按建筑物周边、中心和角点的位置进行勘探点的布置。勘探手段有钻探、井探、静力触探、动力触探，视具体情况选择。触探可获得连续定量的数据，井探可直接观察岩土结构。

勘测布置一般有标贯孔、取土孔、取标孔、静探孔、地脉动测试、波速测试孔、外业钻孔总进尺和孔口高程的量测。

根据地基复杂程度和地质勘察规范，详勘探点间距一般为15m、30m、50m；探点深度：条形基础3B，独立柱基1.5B，低层，多层至少5m，高层建筑0.8~1.2B（B为基础宽度）。取土样，主要土层每层不少于6件（组）。详勘控制性探孔单栋高层建筑不少于4个，密集高层建筑群，每栋至少1个。深度超过地基变形计算深度。总数量不少于勘探点总数的1/3。通过勘察，提出地基的主要受力土层和压缩层范围内地基土的性质属于哪类土（岩石、碎石、砂土、粉土、黏性土、人工填土、特殊性土），密实度如何（碎石土用重探 $N_{63.5}$ 表示，砂土用标贯 N 值表示，粉土用孔隙比 e 表示）。

黏性土软硬情况用液性指数 I_L 表示。有坚硬 $I_L \leq 0$ ，硬塑 $0 < I_L \leq 0.25$ ，可塑 $0.25 < I_L \leq 0.75$ ，软塑、流塑状态。土的压缩性高低用压缩系数 α_{1-2} 表示（ $\alpha_{1-2} < 0.1 \text{MPa}^{-1}$ ，为低压缩性土； $0.1 \sim 0.5 \text{MPa}^{-1}$ ，为中压缩性土； $\alpha_{1-2} \geq 0.5 \text{MPa}^{-1}$ 为高压缩性土）。也可用压缩模量 E_s 表示。 $E_s \leq 4 \text{MPa}$ （高）， $4 \sim 15 \text{MPa}$ （中）， $\geq 15 \text{MPa}$ （低）。含水量大小用 w 表示。提出各层土的地