

实用建筑结构设计手册

章天恩 编著

机械工业出版社

本书内容包括第一章建筑结构荷载、第二章建筑结构常用静力计算图表、第三章钢筋混凝土结构、第四章砌体结构、第五章建筑地基基础、第六章多、高层房屋抗震设计。第三、五、六章是本书重点部分,第三章概述了钢筋混凝土结构计算公式、配筋图表与常用梁板构造。第五章包含了多、高层房屋建筑常用基础型式(条基、柱基、箱基、筏基、桩基)与常用地基处理方法。第六章全面介绍了抗震设计的主要内容并将其与非抗震设计一一对比列出,以供比较。抗震一章包含有:抗震概念设计,多、高层钢筋混凝土房屋中框架、框一剪、剪力墙、底层框支剪力墙、大底盘框支剪力墙、多层砖房、底框砖房、内框架砖房、单层钢筋混凝土柱、工业厂房、单层砖柱厂房等的抗震设计内容。

本书专供建筑结构设计人员应用,尤其适合于各设计单位从事具体结构设计人员在日常工作中查阅参考。本书内容具体、详实、简明,携带查阅方便,可一书多用而基本上免去查寻规范单行本或合订本的时间。

本书缺点错误难以避免,希望同行们在应用过程中多提宝贵意见以便修正,深为感谢!

编著者 章天恩

1994年6月于北京

(京)新登字 054 号

内 容 提 要

本书是在采集主要现行常用建筑结构设计规范:建筑结构荷载规范 GBJ 9—87、钢筋混凝土设计规范 GBJ 10—89、砌体结构设计规范 GBJ 3—88、建筑地基基础设计规范 GBJ 7—89、建筑抗震设计规范 GBJ 11—89、结构计算与构造、静力计算等设计参考资料及设计经验综合整理编著而成,内容以经常实际应用为主,使用频率较低或不常用部分概不列入。

全书共分六章:第一章建筑结构荷载;第二章建筑结构常用静力计算;第三章钢筋混凝土结构,概括了计算公式、配筋图表与常用梁板构造;第四章砌体结构;第五章地基基础,包含了多、高层建筑结构常用基础型式(条基、柱基、箱基、筏基与桩基)及地基处理方法(浅层处理、强夯、复合地基);第六章各类房屋结构抗震设计,全面介绍了抗震概念设计,多、高层钢筋混凝土房屋结构体系(框架、框—剪、剪力墙、底层框支、大底盘大空间、多层砖房、底框砖房)及单层钢筋混凝土柱及砖柱厂房等。

实用建筑结构设计手册

章天恩 编 著

*

责任编辑:李奇 范兴国 版式设计:李松山
封面设计:姚毅 责任校对:丁丽丽

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

人民卫生出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 850×1168 $1/32$ ·印张 23.125·字数 803 千字
1995 年 3 月北京第 1 版·1995 年 3 月北京第 1 次印刷
印数 0001—5000·定价:35.00 元

*

ISBN7-111-04407-X/TU·30(G)

前 言

结构设计人员大都忙于设计计算(包括电算的前期估算与后期部分计算调整)与绘图工作,出图纸是设计单位头等生产任务,为完成设计生产任务,结构设计人员身边都具有相当多的设计参考用书,其中主要是现行国家标准,即各种结构设计规范单行本或合订本,以及行业标准(相当于标准规范),外加各种不同的结构计算手册和构造手册等,种类繁多查阅费时又不方便。规范单行本虽轻便但本数较多;规范合订本虽将各种规范综合成册但比较累赘,且其中各种规范的使用频率相差较大、有的难得用到。各种计算手册与构造手册中较常用部分也属有限范围。鉴此,为使结构设计人员对使用频率较高的规范手册、参考资料常用部分查寻方便起见,我们根据下述有关工具书:

1. 现行常用规范(建筑结构荷载规范 GBJ 9—87、砌体结构设计规范 GBJ 3—88、混凝土结构设计规范 GBJ 10—89、建筑地基基础设计规范 GBJ 7—89、建筑抗震设计规范 GBJ 11—89);

2. 现行行业标准(钢筋混凝土高层建筑结构设计与施工规程 JGJ 3—91,建筑桩基技术规范,高层建筑箱形与筏形基础技术规范,建筑地基处理技术规范 JGJ 79—91);

3. 结构计算手册;

4. 结构构造手册;

5. 设计单位有效经验;

6. 科研有关实用成果等。

采集并吸收其中各部分的主要或常用内容,并基于编著者多年设计经验加以理解消化而编辑成本书,使结构设计人员设计中查寻资料方便,以提高工作效率。这就是本书编辑的出发点与目标。

目 录

第一章 建筑结构荷载	(1)
第一节 荷载和效应组合	(1)
一、荷载应用	(1)
二、荷载效应组合	(1)
三、荷载分项系数	(2)
四、荷载组合系数	(2)
第二节 各类荷载取值	(3)
一、民用建筑楼面均布活荷载	(3)
二、楼面均布活荷载调整	(4)
三、工业建筑楼面均布活荷载	(5)
四、屋面均布活荷载	(11)
五、屋面积灰荷载	(11)
六、其他有关荷载	(13)
七、动力系数	(13)
第三节 吊车与车辆荷载	(15)
一、吊车竖向荷载	(15)
二、吊车水平荷载	(15)
三、多台吊车组合荷载	(35)
四、车辆荷载	(36)
第四节 雪荷载	(38)
一、雪荷载	(38)
二、雪荷载应用	(38)
三、雪荷载准永久值系数	(39)
第五节 风荷载	(41)
一、风荷载	(41)
二、风压高度变化系数	(42)
三、风载体型系数	(43)

四、风载风振系数	(53)
第六节 地震作用(荷载)	(55)
一、场地特征周期	(56)
二、水平地震影响系数	(56)
三、水平地震作用(荷载)系数	(56)
第七节 建筑重量	(58)
一、常用建筑重量	(58)
二、常用建筑材料自重	(62)
三、高层建筑层重量	(72)
第二章 建筑结构静力计算	(74)
第一节 单跨梁	(74)
一、简支梁	(74)
二、一端简支一端固定梁	(76)
三、两端固定梁	(78)
四、悬臂梁	(81)
五、简支梁内力系数	(82)
第二节 等截面连续梁	(87)
一、等跨连续梁内力系数	(87)
二、不等跨连续梁内力系数	(91)
三、等截面等跨梁支座沉陷内力系数	(91)
四、梁的固端弯矩系数	(100)
五、梁(梁式板)塑性弯矩系数	(108)
第三节 曲梁(包括折梁)内力	(109)
一、水平曲梁	(109)
二、水平环形梁	(112)
第四节 井字梁	(113)
一、井字梁的挠度	(113)
二、单块井字梁内力系数	(114)
三、连续井字梁内力	(124)
第五节 连续深梁内力系数	(125)
第六节 双向板(弹性内力)	(129)
一、单块双向板内力系数	(129)

二、连续双向板内力	(130)
三、简支双向板(局部荷载)内力系数	(130)
四、双向板(集中荷载)内力系数	(141)
五、矩形双悬挑板内力系数	(141)
六、非矩形板内力简化计算	(141)
第七节 圆形类板(弹性内力)	(142)
一、固定边圆形板内力系数	(142)
二、简支边圆形板内力系数	(143)
三、环形板内力系数	(146)
四、中心有柱圆形板内力系数	(149)
第八节 双向板(塑性内力)	(150)
一、塑性弯矩系数	(150)
二、塑性弯矩配筋计算	(154)
第九节 附 录	(154)
一、截面几何特征	(154)
二、曲线及曲面几何特征	(154)
第三章 钢筋混凝土结构	(160)
第一节 材料及基本设计规定	(160)
一、混凝土	(160)
二、钢筋	(162)
三、基本设计规定	(167)
四、预应力构件计算规定	(170)
第二节 正截面承载能力计算	(180)
一、相对界限受压区高度	(180)
二、正截面受弯构件	(181)
三、正截面受压构件	(184)
四、正截面受拉构件	(191)
第三节 斜截面承载力计算	(194)
一、受弯构件	(194)
二、偏心受压与偏心受拉构件	(196)
第四节 扭曲截面承载力计算	(197)
一、截面控制与构造配筋条件	(197)

二、截面扭曲强度计算	(199)
第五节 板受冲切承载力计算	(201)
第六节 局部受压承载力计算	(205)
一、间接配筋局部受压	(205)
二、直接配筋局部受压	(205)
第七节 正常使用条件验算	(207)
一、预应力构件抗裂验算	(207)
二、受弯构件裂缝宽度	(210)
三、受弯构件的变形	(214)
四、受弯构件的刚度计算	(218)
第八节 深梁设计与计算	(223)
一、设计一般规定	(223)
二、正截面承载力	(223)
三、斜截面承载力	(223)
四、配筋要求	(224)
第九节 牛腿的设计与计算	(226)
一、牛腿的裂缝控制要求	(226)
二、牛腿配筋	(227)
第十节 预埋件及预制构件吊环	(227)
一、预埋件	(227)
二、预制构件吊环	(228)
第十一节 主要构造规定	(228)
一、一般规定	(228)
二、板	(232)
三、梁	(239)
四、柱	(244)
五、剪力墙	(246)
第十二节 截面强度计算基本用表	(248)
一、梁、板计算跨度	(248)
二、轴心受压构件正截面计算表	(249)
三、偏心受压构件矩形截面计算表	(252)
四、受弯构件截面计算表	(255)

五、偏心受压与偏心受拉构件斜截面受剪承载力计算表	(274)
六、计算表格在抗震设计中的应用	(274)
第十三节 钢筋常用基本数据	(277)
一、钢筋焊接方式、焊条及焊剂	(277)
二、钢筋的截面积及组合面积	(277)
三、钢筋的弯起长度及弯钩尺寸	(277)
四、梁配四肢箍中双肢箍	(277)
第四章 砌体结构	(286)
第一节 材料及基本设计规定	(286)
一、材料强度等级	(286)
二、砌体计算指标	(286)
三、基本设计规定	(290)
第二节 无筋砌体构件承载力计算	(297)
一、受压构件	(297)
二、局部受压	(303)
第三节 砌体中的钢筋混凝土构件计算	(306)
一、圈梁	(306)
二、过梁	(307)
三、墙梁	(309)
四、挑梁及雨篷	(314)
第四节 配筋砖砌体构件承载力计算	(316)
一、网状配筋砖砌体构件	(316)
二、纵向配筋组合砖砌体构件	(321)
第五节 主要构造要求	(323)
一、墙柱的高厚比限值	(323)
二、砌体房屋温度伸缩缝	(324)
三、主要构造规定	(325)
第六节 砌体构件实用计算图表	(327)
一、砖墙、砖柱允许极限高度表	(327)
二、砖墙、砖柱轴心受压承载力表	(329)
三、纵向配筋组合砖柱实用计算图	(329)
四、雨篷板及雨篷过梁选用表	(337)

五、砌体结构常用数据	(341)
第五章 建筑地基基础	(345)
第一节 基本设计规定	(345)
一、建筑物安全等级	(345)
二、建筑物地基变形验算	(345)
第二节 土(岩)的分类与设计指标	(347)
一、土(岩)的分类与工程特性	(347)
二、土(岩)设计指标	(351)
第三节 建筑地基的计算	(355)
一、地基承载力	(355)
二、基础底面积计算	(358)
三、地基变形计算	(360)
四、地基的稳定性	(373)
第四节 山区地基	(374)
一、土岩组合地基	(374)
二、压实填土地基	(376)
三、边坡与挡土墙	(379)
四、岩溶与土洞	(386)
第五节 软弱地基	(387)
一、建筑措施	(387)
二、结构措施	(389)
第六节 软弱地基处理常用措施	(389)
一、换填垫层	(390)
二、土与灰土桩挤密	(393)
三、振冲法挤密	(394)
四、砂石桩挤密	(397)
五、强夯加固地基	(399)
第七节 建筑基础设计	(401)
一、刚性基础	(401)
二、扩展基础	(406)
三、柱下条形基础	(414)
四、筏形基础	(422)

五、箱形基础	(426)
六、桩基础	(446)
七、岩石锚杆基础	(481)
八、箱桩与筏桩基础	(483)
第八节 附录	(485)
一、岩石土的划分与碎石土的野外鉴别	(485)
二、地基土载荷试验要点	(485)
三、单桩竖向静载荷试验要点	(485)
四、单桩横向静载荷试验要点	(489)
五、建筑物沉降观测要点	(490)
六、常用灌注桩成孔的机械性能	(491)
七、土力学常用物理性质指标	(493)
八、建筑工程地基勘察要点	(495)
第六章 各类房屋结构抗震设计	(500)
第一节 结构抗震设计的基本要求	(500)
一、结构抗震的概念设计	(500)
二、抗震建筑场地划分	(505)
三、抗震建筑液化地基	(507)
四、抗震建筑地基基础设计要点	(511)
第二节 地震作用和结构抗震验算	(514)
一、地震作用计算的一般方法	(514)
二、地震的水平作用	(515)
三、地震的竖向作用	(521)
四、截面抗震验算	(522)
五、结构变形验算及控制标准	(526)
第三节 多、高层钢筋混凝土房屋抗震设计	(532)
一、设计一般规定	(532)
二、设计计算要点	(546)
三、框架结构	(549)
四、剪力墙结构	(577)
五、框架-剪力墙结构	(604)
六、多、高层建筑顶层小塔楼	(620)

七、多、高层建筑墙板与幕墙	(621)
八、多、高层结构基本自振周期	(623)
九、框架结构主要构造要求	(624)
十、剪力墙结构主要构造要求	(641)
十一、框支剪力墙结构主要构造要求	(649)
十二、框-剪结构主要构造要求	(654)
十三、筒体结构主要构造要求	(658)
十四、初步设计参考数据	(659)
第四节 多层砌体房屋抗震设计	(663)
一、设计一般规定	(663)
二、设计计算要点	(665)
三、多层砖房主要构造措施	(673)
四、常用构造详图	(675)
第五节 底层框架砖房和多层内框架砖房抗震设计	(679)
一、设计一般规定	(679)
二、设计计算要点	(680)
第六节 单层钢筋混凝土柱厂房	(687)
一、设计一般规定	(687)
二、厂房横向排架抗震计算	(691)
三、厂房纵向抗震计算	(697)
四、厂房横向弹塑性变形验算	(703)
五、双向大柱网单层厂房	(704)
六、主要抗震构造要求	(704)
七、非抗震设计支撑系统	(710)
八、常用构造详图	(711)
第七节 单层砖柱厂房	(715)
一、设计一般规定	(715)
二、设计计算要点	(716)
三、主要构造措施	(717)
四、非抗震设计支撑	(719)
参考文献	(723)

第一章 建筑结构荷载

第一节 荷载和效应组合

一、荷载应用

建筑结构按承载能力极限状态设计时，采用荷载设计值。荷载设计值是荷载分项系数与荷载代表值的乘积，荷载代表值不论对永久荷载（结构或构件自重）、可变荷载均应采用标准值。但可变荷载为两个及其以上时，则应采用组合值、组合值是可变荷载标准值乘以荷载组合系数。

建筑结构按正常使用极限状态设计时，采用荷载标准值（不乘荷载分项系数）。其中可变荷载有两个及其以上时，当按荷载的短期效应组合设计采用组合值；当按荷载的长期效应组合设计采用准永久值、准永久值是可变荷载标准值乘以荷载准永久值系数。

二、荷载效应组合

建筑结构按承载能力极限状态设计时应采用荷载效应的基本组合。对荷载效应的基本组合，荷载效应组合后的设计值按下式确定。

$$S = \gamma_G C_G G_K + \gamma_{Q1} C_{Q1} Q_{1K} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} C_{Qi} \psi_{Ci} Q_{iK} \quad (1.1a)$$

式中 $\gamma_G, \gamma_{Q1}, \gamma_{Qi}$ ——分别为永久荷载、第一个(较大的)、第 i 个可变荷载的分项系数；

G_K, Q_{1K}, Q_{iK} ——分别为永久荷载、第一个(较大的)、第 i 个可变荷载的标准；

C_G, C_{Q1}, C_{Qi} ——分别为永久荷载、第一个(较大的),第 i 个可变荷载的荷载效应系数;

ψ_{ci} ——第 i 个可变荷载的组合值系数;

n ——可变荷载的个数。

对一般排架、框架结构,可简化为下式。

$$S = \gamma_G C_G G_k + \psi \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} C_{Qi} Q_{ik} \quad (1.1b)$$

式中 ψ ——可变荷载组合系数。

建筑结构按正常使用极限状态设计、要分别根据设计需要采用荷载的短期效应组合和荷载的长期效应组合进行设计。

荷载短期效应组合设计值 S_s 按下式确定。

$$S_s = C_G G_k + C_{Q1} Q_{1k} + \sum_{i=2}^n C_{Qi} \psi_{ci} Q_{ik} \quad (1.2a)$$

荷载长期效应组合设计值 S_l 按下式确定。

$$S_l = C_G G_k + \sum_{i=1}^n C_{Qi} \psi_{qi} Q_{ik} \quad (1.2b)$$

式中 ψ_{qi} ——第 i 个可变荷载的准永久值系数。

三、荷载分项系数

荷载分项系数按下列规定采用。

(1) 永久荷载分项系数:

当其效应对结构不利时,取 $\gamma_G = 1.2$;

当其效应对结构有利时,取 $\gamma_G = 1.0$;

(2) 可变荷载分项系数:一般情况下, $\gamma_Q = 1.4$, 对楼面结构,当活荷载校准值 $Q_k \geq 4 \text{ kN/m}^2$ 时,取 $\gamma_Q = 1.3$

验算结构的倾复和滑移时,对抵抗倾复和滑移有利的永久荷载,其 $\gamma_G = 0.9$ 。

四、荷载组合系数

荷载组合系数对按式(1.1a)计算时为荷载组合值系数 ψ_{ci} , 当

可变荷载中有风荷载参与组合时， $\phi_{ci}=0.6$ ；可变荷载中没有风荷载参与组合时， $\phi_{ci}=1.0$ 。

荷载组合系数对按式(1.1b)计算时为荷载组合系数 ϕ ，当可变荷载在两个或两个以上，且有风荷载参与组合时， $\phi=0.85$ ；在其他情况下 $\phi=1.0$ 。

设计中为简化计算，根据设计经验荷载设计值与荷载标准值要互相转换。按其统计的加权平均值当永久荷载与可变荷载共存时可采用荷载效应转换系数 γ 值。荷载效应设计值与荷载效应标准值之间可有下列关系：

$$S_D = \gamma S_k \tag{1.3}$$

式中 $S_D、S_k$ —— 分别表示荷载效应设计值与荷载效应标准值；
 γ —— 荷载效应转换系数，对非抗震设计可取 $\gamma = 1.20$ ，对抗震设计可取 $\gamma = 1.25$ 。

第二节 各类荷载取值

一、民用建筑楼面均布活荷载

民用建筑楼面均布活荷载的标准值及其准永久值系数见表 1.1。

表 1.1 民用建筑楼面均布活荷载

项次	类 别	标准值 (kN/m ²)	准永久值 系数 ϕ_q
1	住宅、宿舍、旅馆、办公楼、医院病房	1.5	0.4
2	教室、试验室、阅览室、会议室	2.0	0.5
3	食堂、办公楼中一般资料档案室	2.5	0.5
4	礼堂、剧场、电影院	2.5	0.3
5	展览馆	3.0	0.5
6	商店、车站大厅、候车室、舞台、体操室	3.5	0.5
7	藏书室，档案室	5.0	0.8
8	停车库： (1)单向板楼盖($l \geq 2m$) (2)双向板楼盖、无梁楼盖(柱网不小于 6m × 6m)	4.0 2.5	0.6 0.6
9	厨房(住宅、宿舍等一般厨房)	2.0	0.5

(续)

项次	类 别	标准值 (kN/m ²)	准永久值 系数 ψ_q
10	浴室、厕所、盥洗室： (1)对第1项民用建筑 (2)其它民用建筑	2.0 2.5	0.4 0.5
11	走廊、门厅、楼梯： (1)住宅 (2)宿舍、旅馆、医院、办公楼 (3)教室、食堂 (4)礼堂、剧场、电影院、展览馆	1.5 2.0 2.5 3.5	0.4 0.4 0.5 0.3
12	挑出阳台	2.5	0.5
13	酒吧间、舞厅、展销厅、宴会厅	3.0~4.0	0.5
14	屋面花园 ^①	4.0~5.0	0.8
15	贮藏室	5.0~8.0	0.8
16	饭店厨房 ^② 、洗衣房、计算机主机房	4.0~5.0	0.5
17	健身房、娱乐室	3.0~4.5	0.5
18	屋顶直升机停机坪按3倍直升机自重分布在2 ×2m ² 范围内,4乘客机自重15kN	11~11.5 (4乘客小型机)	0.3
19	农村住宅屋面兼作晒场	1.5	0.5
20	医院x光机30MA移动式	2.5	0.5
21	多层停车的车道	5.0~6.0	0.5
22	医院万能手术台3000、3008、3001,x光机	3.0~4.0	0.5
23	医院x光存片室、消毒柜	5.0~6.0	0.5
24	医院口腔科治疗室	3.0~4.0	0.5

①当有100mm厚卵石滤水层、300~400mm厚浸水饱和土层等,若无具体设计资料可按12.0kN/m²、 $\psi_q=0.8$ 。

②厨房为特大型时取6.0~8.0kN/m²、 $\psi_q=0.6$ 。

二、楼面均布活荷载调整

设计楼面梁、墙、柱及基础时,表1.1中的楼面活荷载标准值在下列情况下应乘以规定的折减系数。

1. 设计楼面梁时的折减系数:

(1)第1项当楼面梁从属面积[⊖] $A>25\text{m}^2$ 的,取0.9;

(2)第2~7项当楼面梁从属面积 $A>50\text{m}^2$ 的取0.9;

(3)第8项对单向板楼盖的次梁和槽形板的纵肋取0.8;对单向板楼盖的主梁取0.6;对双向板楼盖梁取0.8

(4)第9~12项采用与所属房屋类别相同的折减系数。

⊖ 楼面梁的从属面积是指向梁两侧各延伸1/2梁间距范围内的面积。

2. 设计墙、柱和基础时的折减系数:

(1)第 1 项按表 1.2 的规定采用;

表 1.2 楼面活荷载按楼层层数的折减系数

墙、柱基础计算截面以上的层数	1	2~3	4~5	6~8	9~20	>20
计算截面以上各楼层活荷载总和的折减系数	1.00 (0.90)	0.85	0.70	0.65	0.60	0.55

注:当楼面梁从属面积 $A>25\text{m}^2$ 时采用括号内的值。

(2) 第 2~7 项采用与其楼面梁相同的折减系数;

(3) 第 8 项对单向板楼盖取 0.6;对双向板楼盖和无梁楼盖取 0.8;

(4) 第 9~12 项采用与所属房屋类别相同的折减系数。

三、工业建筑楼面均布活荷载

工业建筑楼面均布活荷载一般应按实际情况计算,也可采用等效均布活荷载代替。工业建筑的楼面(包括车间工作平台)上无设备区域的操作荷载、包括操作人员,一般工具与零星原材料成品重在內取 2.0kN/m^2 。生产车间的楼梯活荷载应按实际情况采用,不宜小于 3.5kN/m^2 。

对一般金工车间、仪器仪表车间、半导体器件车间、棉纺织车间、轮胎厂准备车间、粮食加工车间,其楼面等效均布活荷载标准值当无资料时可参考表 1.3~表 1.8 采用。

对机械加工车间机床上楼,其楼面等效均布活荷载标准值当无资料时可参考表 1.9 规定采用^[1]。机床传给楼面的垂直动力荷载标准值见表 1.10^[1]。

表 1.3 金工车间楼面均布活荷载

序号	项 目	标准值(kN/m ²)					准永久 值系数 ψ _q	代表性机床型号
		板		次梁(肋)		主 梁		
		板跨 ≥1.2m	板跨 ≥2.0m	梁间距 ≥1.2m	梁间距 ≥2.0m			
1	一类金工	22.0	14.0	14.0	11.0	9.0	0.85	CW6180、X53K、 X63W、B690、 M1080、Z35A