

框架轻板建筑

结构设计手册

李桂青主编

知识出版社



框架轻板建筑

结构设计手册

主 编 李 桂 青

副主编 邓 子 林

屠 仲 元

知 识 出 版 社

内 容 简 介

本手册共分九章及十一个附录,系统介绍新型框架轻板建筑材料的性能、品种、规格以及基本结构构件(包括实心与空心梁、柱以及整间肋形板、钢丝网水泥板、圆孔抽芯板、实心板、剪力墙、双钢筋混凝土构件等)、节点、地基基础、整体结构(包括板—柱体系、梁—板—柱体系、框架—支撑—填充墙板体系、框架—剪力墙体系等)的选型、计算方法、设计规定、构造要求、参考图集和施工注意事项。书中列有计算内力、位移和配筋的大量图表、电算程序、结构体系的动力特性和整体破坏性试验研究的主要结果以及构件、结构体系的设计实例等。

本手册根据现行规范和近年来的大量试验研究结果编写的,说理简明扼要,深入浅出,便于应用,除可供框架轻板建筑结构设计人员使用外,对其他建筑结构设计人员及大专院校结构工程专业的师生也很有参考价值。

框架轻板建筑结构设计手册

主 编 李桂青

副主编 邓子林
屠仲林

知 识 出 版 社 出 版

(北京安定门外外馆东街甲1号)

武汉黄鹤书刊发行公司包销 天津蓟县印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张27.75 字数936,000

1986年3月第1版

1986年3月第1次印刷

书号: 15214·10

定价: 9.00元

前 言

自1975年以来,国家科委、国家建筑材料工业部(总局、局)以及中国新型建筑材料公司一直将框架轻板建筑体系的研制、推广、应用列为重点科研项目。十年来,曾对建工、建材系统的设计研究单位和大专院校下达数十项结构方面的研究课题,有关单位做了大量的试验研究,已经或即将进行部级、省级鉴定的项目有石家庄79型框架轻板建筑结构整体破坏性试验研究,北京、天津、苏州、山东、西安、重庆等省市框架轻板建筑体系以及框架轻板建筑动力特性的研究等项目。截至1984年底,框架轻板建筑体系已建成各类房屋近300万平方米。为了更好地推广框架轻板建筑体系,有必要对近年来大量的试验研究结果进行系统总结,为这类新型结构的设计人员提供一个系统的参考资料。这就是《框架轻板建筑结构设计手册》编写的主要目的。

《框架轻板建筑结构设计手册》是在中国新型建筑材料公司的领导下集体编写的,编委会对编写大纲及内容曾先后讨论、审查过六次。编委会由下列人员组成:

主 编 李桂青(武汉工业大学教授)

副主编 邓子林(中国建筑东北设计院副总工程师、高级工程师)

屠仲元(国家建筑材料工业局苏州混凝土水泥制品研究院主任工程师)

编 委 秦华虎(中国新型建筑材料公司副总工程师、高级工程师)

曾富宝(苏州城市建设环保学院高级工程师)

袁子宜(中国新型建筑材料公司建筑设计所工程师)

周乐纯(中国建筑东北设计院工程师)

胡锡文(国家建筑材料工业局苏州混凝土水泥制品研究院工程师)

颜慕贞(武汉市建筑设计院工程师)

陈学鸿(四川省建筑科学研究所工程师)

编委会秘书 欧四媛(武汉工业大学工程师)

参加编写的人员及分工如下:

第一章 李桂青

第二章 屠仲元、邓子林、张桂英、金振钧、梁木林、钟淑芝,参加本章工作的还有杨长友、徐培文同志;

第三章 李桂青、周乐纯;

第四章 李桂青,参加本章工作的还有曹宏、舒宣武同志;

第五章 李桂青、颜慕贞、陈学鸿、屠仲元、郑梦卿、胡锡文,参加本章工作的还有郁振华、钟淑芝同志;

第六章 胡锡文,参加本章工作的还有袁子宜、马玉山、郑承芬同志;

第七章 曾富宝、周乐纯、王兴祥;

第八章 邓子林;

第九章 周乐纯、曹宏;

附 录 李桂青、瞿伟廉、陶年华、霍凯成、郑梦卿、杨景华;

在编写过程中，许多兄弟单位热情地为本手册提供了不少宝贵资料，编委会也引用了其他单位的一些资料，在此一并表示衷心感谢。

限于编委水平，本手册可能存在一些缺点或错误，敬希读者指正。

《框架轻板建筑设计手册》编委会

常用符号

除特殊说明者外，各符号代表意义如下（按出现先后为序）：

- R_a ——混凝土的轴心抗压设计强度；
- R_w ——混凝土的弯曲抗压设计强度；
- R_l ——混凝土的抗拉设计强度；
- R_f ——混凝土的抗裂设计强度；
- R ——混凝土的标号；
- C_r ——变异系数（离散系数）；
- E_h ——混凝土的弹性模量；
- E_g ——钢筋的弹性模量；
- R_g 、 R'_g ——钢筋的抗拉及抗压设计强度；
- R_y 、 R'_y ——预应力钢筋抗拉及抗压设计强度；
- Φ ——I级钢筋；
- Φ ——II级钢筋（16锰）；
- Φ ——III级钢筋（25锰）；
- Φ ——IV级钢筋；
- Φ^L ——冷拉I级钢筋；
- Φ^L ——冷拉II级钢筋；
- Φ^L ——冷拉III级钢筋；
- Φ^L ——冷拉IV级钢筋；
- ϕ^b ——冷拔低碳钢丝；
- ϕ^s ——碳素钢丝；
- ϕ^k ——刻痕钢丝；
- ϕ^f ——钢绞线；
- W ——重量或风荷载；
- k_z ——风压高度变化系数；
- C ——结构影响系数或阻尼系数；
- α ——地震影响系数或折算系数等；
- p 、 q 、 g ——分布荷载；
- μ ——截面形状系数或配筋率；
- G ——剪切弹性模量；
- J ——截面惯性矩；
- F ——截面面积；
- $\bar{m}$ ——集中质量；
- m ——分布质量；
- ω_j ——第j自振圆频率；

t_j ——第 j 自振频率;
 T_j ——第 j 自振周期;
 K_f ——框架的平均剪切刚度;
 K_s ——总剪力墙或填充墙的平均剪切刚度;
 K_L ——连梁的刚度参数;
 M ——弯矩、力矩;
 P ——集中荷载;
 u, v ——线位移;
 φ, θ ——角位移 (φ 还代表纵向弯曲系数);
 Q, N ——剪力、轴力;
 M_T ——扭矩;
 i_z ——柱的线刚度;
 i_b ——梁的线刚度;
 i_L ——连梁的线刚度;
 H ——房屋总高度;
 h ——层高;
 δ ——层间位移;
 Δ ——顶点位移;
 A_g, A'_g ——纵向受拉及受压钢筋的截面面积;
 A_y, A'_y ——受拉区及受压区的纵向预应力钢筋截面面积;
 Q_{kh} ——斜截面上受压区混凝土和箍筋的抗剪强度;
 α_{kh} ——抗剪强度影响系数;
 A_k ——配置在同一截面内箍筋各肢的全部截面面积;
 a_k ——单肢箍筋的截面面积;
 e, e' ——纵向力作用点至钢筋 A_g 与 A_y 及 A'_g 与 A'_y 合力点之间的距离;
 e_0 ——纵向力作用点至截面重心的距离 (偏心距);
 η ——考虑挠度影响的纵向力偏心距增大系数;
 r, r_1, r_2 ——圆形截面半径及环形截面的内外半径;
 r_g ——纵向钢筋所在圆的半径;
 K ——强度设计安全系数;
 K_f ——抗裂设计安全系数;
 δ_f ——裂缝宽度;
 $\{a\}$ ——列向量;
 $[a]$ ——矩阵及方阵;
 $[I]$ ——单位方阵;
 $[a]^{-1}$ ——方阵 $[a]$ 的列方阵;
 $[a]^T$ —— $[a]$ 的转置;
 $[m]$ ——质量方阵;
 $[\delta]$ ——柔度方阵;
 $[K]$ ——刚度方阵。

目 录

前 言	
常用符号	

第一章 概 论

第一节 框架轻板建筑简介	1
第二节 《框架轻板建筑设计手册》总则	3
一、 编写依据与原则	3
二、 适用范围	4

第二章 建 筑 材 料

第一节 承重结构材料	5
一、 普通混凝土	5
(一) 混凝土的标号和强度	5
(二) 混凝土的主要特性	7
1. 强度与龄期的关系	7
2. 混凝土的收缩及膨胀	7
3. 混凝土的变形	7
(三) 混凝土配合比	8
1. 计算水灰比	8
2. 选定用水量	9
3. 计算水泥用量	9
4. 选定砂率	9
5. 计算砂石用量	9
6. 常用的混凝土参考配合比表	10
二、 轻骨料混凝土	12
(一) 概述	12
(二) 轻骨料的种类和性质	12
(三) 轻骨料混凝土的物理力学性能	14
1. 强度和容重	14
2. 变形性能	14
3. 耐久性	15
4. 热工性能	15
(四) 轻骨料混凝土的配合比	16
三、 钢丝网水泥	18

(一) 水泥砂浆	18
1. 水泥砂浆组成材料	19
2. 水泥砂浆的配合比	20
(二) 砂浆的标号、强度及性能	20
1. 砂浆标号	20
2. 砂浆强度	20
3. 影响砂浆强度的主要因素	20
4. 砂浆的收缩	20
5. 砂浆的变形模量(弹塑性模量)	20
(三) 钢丝网与钢丝网水泥填夹的钢筋	20
1. 钢丝网规格	20
2. 钢丝网水泥填夹的钢筋	21
(四) 钢丝网水泥及其构件的力学性能	21
四、 钢筋	22
(一) 钢筋和钢丝的力学性能	22
(二) 钢筋的接头	24
(三) 钢筋的弯钩、弯转	25
第二节 轻质墙板材料	26
一、 加气混凝土	26
(一) 加气混凝土砌块和墙板的品种、规格	26
(二) 材料的计算指标	28
(三) 加气混凝土砌体和配筋板材的安全系数	29
(四) 加气混凝土的保温、隔热、隔声、耐火等性能	30
(五) 加气混凝土砌体和墙板工程验收标准	32
(六) 60个城市室外空气计算温度	33
二、 纸面石膏板和轻钢龙骨石膏板隔墙	35
(一) 纸面石膏板产品规格和应用范围	35
(二) 纸面石膏板技术性能、用途及施工方法	35
(三) 石膏龙骨为骨架的复合板隔墙的主要性能	36
(四) 轻钢龙骨石膏板隔墙隔音性能	37
(五) 轻钢龙骨石膏板隔墙的轻钢龙骨规格和吊顶龙骨规格	37
三、 石棉水泥板	37
(一) 石棉板的规格及性能	38
(二) 石棉水泥压力板	39
四、 稻草板	39
第三节 其他建筑材料	40
一、 节点浆锚材料	40
(一) 水泥品种	40
(二) 砂浆	41

(三) 浆锚型式.....	41
二、 保温隔热材料.....	42
(一) 有机隔热材料.....	42
1. 木丝板.....	42
2. 聚苯乙烯泡沫塑料.....	42
(二) 无机隔热材料.....	43
1. 矿物棉及其制品.....	43
2. 玻璃棉及其制品.....	44
三、 防水材料.....	45
(一) 油毡及油纸.....	45
(二) 沥青胶.....	46
(三) 沥青膏.....	48
(四) 其他防水材料.....	48
四、 饰面材料.....	49
(一) 涂料.....	49
1. 外墙涂料.....	49
2. 内墙涂料.....	50
(二) 铝合金板.....	50
(三) 钙塑板.....	51
1. 钙塑材料的特性及用途.....	51
2. 钙塑材料的物理性能.....	51
3. 产品品种及规格.....	52
(四) 壁纸.....	52
1. 普通胶层壁纸.....	52
2. 玻璃纤维贴墙布.....	52
3. 聚氯乙烯壁纸.....	52
五、 嵌缝材料.....	53
(一) 用途.....	53
(二) 种类.....	53
1. 聚氨脂沥青弹性嵌缝胶.....	53
2. 塑料油膏.....	54
3. 马牌建筑油膏.....	54
4. 鱼油沥青油膏.....	54

第三章 设计的一般规定

第一节 对结构布置的要求.....	56
第二节 荷载	57
一、 荷载分类与组合.....	57
(一) 荷载分类.....	57

(二) 荷载组合	57
二、楼面及屋面活荷载	58
三、雪荷载	58
(一) 基本雪压及雪荷载	58
(二) 屋面积雪分布系数	58
四、风荷载	58
(一) 基本风压及风荷载	58
(二) 风压高度变化系数	61
(三) 风载体型系数	62
五、地震荷载	62

第四章 结构的自振周期、内力和位移计算

第一节 自由振动的计算方法	65
一、平扭非耦联体系	65
1. 基本假定	65
2. 刚度矩阵	65
3. 自振周期及振型的计算	69
4. 近似计算方法	71
二、平扭耦联体系	77
第二节 内力和位移计算	79
一、一般规定	79
二、矩阵位移法	79
三、框架内力、位移的近似计算	80
(一) 竖向荷载作用下框架内力的近似计算	80
(二) 水平荷载作用下框架内力、位移的近似计算	81
四、框架——支撑(填充墙板)体系的近似计算	87
(一) 竖向荷载作用下框架——支撑(填充墙板)体系的近似计算	87
(二) 水平荷载作用下框架——支撑(填充墙板)体系的近似计算	87
五、框架——剪力墙体系的近似计算	87
(一) 竖向荷载作用下框架——剪力墙体系的近似计算	87
(二) 水平荷载作用下框架——剪力墙体系的近似计算	87
第三节 位移限制	103

第五章 基本结构构件设计计算

第一节 钢筋混凝土梁	185
一、一般设计规定	185
二、单筋矩形梁	185
(一) 正截面强度计算	185
(二) 斜截面抗剪强度计算	185

(三) 单筋矩形梁弯矩配筋表	187
(四) 矩形截面抗剪强度计算表	187
三、钢筋混凝土空心梁	197
(一) 截面折算方法	197
(二) 正截面强度计算	197
(三) 斜截面强度计算	198
(四) 矩形空心梁的截面力学特征	199
第二节 钢筋混凝土柱	201
一、一般设计规定	201
二、实心柱	201
三、方管柱	202
(一) 轴心受压方管柱	202
(二) 偏心受压方管柱	208
(三) 偏心受压方管柱截面对称配筋计算表	211
四、圆管柱	219
(一) 沿周边均匀配筋及不均匀对称配筋圆管柱的截面选型	219
(二) 关于偏心距的增大系数 η	220
(三) 沿周边均匀配筋圆管柱正截面强度计算	220
(四) 沿周边不均匀对称配筋圆管柱正截面强度计算	225
(五) 几种常用表格	228
(六) 圆管柱及连接的构造	249
第三节 钢筋混凝土楼板(屋面板)	250
一、一般设计规定	250
二、梁板柱框架的楼板设计	250
(一) 整间肋形楼板	251
1. 板肋静力计算	251
2. 板面静力计算	254
3. 板肋、板面强度与配筋计算	255
4. 挠度计算	257
5. 抗裂度验算	260
(二) 钢筋混凝土圆孔板	263
1. 普通钢筋混凝土圆孔板	263
2. 预应力混凝土圆孔板	269
3. 圆孔板制作与安装注意事项	274
三、板柱框架整间大楼板	275
(一) 整间肋形楼板设计计算	275
1. 拟板法	276
2. 折算交叉梁系节点位移协调法	293
(二) 钢丝网水泥楼板	313

(三) 箱形楼板	313
(四) 圆孔抽芯楼板简介	317
(五) 实心楼板简介	318
四、双钢筋混凝土构件设计	320
(一) 双钢筋构造形式与要求	320
(二) 双钢筋混凝土的使用范围	321
(三) 双钢筋混凝土构件的设计计算	321
(四) 双钢筋混凝土设计与使用注意事项	322
第四节 钢筋混凝土带框剪力墙	323
一、整截面带框剪力墙	323
(一) 刚度取值	323
(二) 截面设计	324
1. 抗弯强度验算	324
2. 抗剪强度验算	325
3. 剪力墙洞口加筋计算	326
二、带框带缝剪力墙	329
三、带框剪力墙横梁与节点的连接强度计算	330
(一) 正截面强度计算	330
(二) 斜截面强度计算	330
四、带框剪力墙的构造要求	331
五、剪力墙楼盖圈梁的计算	333

第六章 钢筋混凝土节点

一、节点设计的一般要求	334
二、框架节点设计	334
(一) 设计原则	334
(二) 柱端设计	335
1. 强柱弱梁的一般规定	335
2. 配筋及构造要求	335
(三) 梁的设计	336
1. 梁的计算宽度	336
2. 剪压比	336
3. 剪切强度	337
4. 构造要求	337
(四) 节点核芯	337
1. 核芯剪力	337
2. 剪压比	338
3. 核芯区抗剪强度计算	339
4. 核芯区横向箍筋计算	342

三、 装配式框架轻板建筑几种常用的节点	343
(一) 二次浇灌节点	343
(二) 浆锚节点	344
(三) 螺栓节点	345
四、 节点参考图	347

第七章 地基与基础

第一节 地基的计算	372
一、 一般计算原则	372
二、 基础底面压力的计算	372
三、 地基内的附加压力	373
四、 基础的倾斜计算	380
五、 软弱粘性土下卧层的强度验算	381
六、 地震对地基的影响	381
七、 软弱地基的处理方法	383
第二节 杯形基础的计算	386
一、 基础构造	386
二、 基础底面尺寸的确定	386
三、 冲切计算	388
四、 抗剪计算	388
五、 基础底面配筋计算	388
第三节 井字形基础的计算	389
一、 地基系数法	389
(一) 内柱节点	390
(二) 边柱节点	390
(三) 角柱节点	390
二、 弹性地基上交叉梁系矩阵分析	391
(一) 基本假定和计算原理	391
(二) 两端固定弹性地基梁的内力和支座反力计算	392
(三) 等效节点荷载向量 DP 的形成	395
(四) 在梁局部坐标系 $O'XYZ$ 中建立弹性地基梁的单元刚度矩阵 R_d	397
(五) 在总体坐标系 $O\xi\eta\xi$ 中建立弹性地基梁单元刚度矩阵 C	399
(六) 建立交叉梁系的总刚度矩阵 R	400
(七) 内力计算	401
第四节 片筏基础	402
一、 片筏基础的用途	402
二、 片筏基础的计算方法	403
(一) 刚性基础方法	403
(二) 用文克尔理论计算	404

(三) 设计片筏基础时应注意的若干要点	405
第五节 桩基础	405
一、 桩基的构造要求	405
(一) 桩的类型选择	405
(二) 桩尖进入持力层深度	405
(三) 桩和承台的连接	406
(四) 桩的布置原则	406
二、 单桩承载力的确定	407
(一) 按桩身材料强度计算	407
(二) 按土层对桩支承计算	407
三、 桩基承台板设计与验算	408
(一) 单桩承载力验算	408
(二) 承台板的冲切验算	409
1. 桩对承台板的冲切	409
2. 桩对承台板的冲切	410
3. 承台板的抗剪验算	411
4. 承台板的配筋计算	411

第八章 构造措施

第一节 剪力墙	413
一、 填充墙板	413
二、 带框带缝剪力墙	415
第二节 外墙板	419
一、 加气混凝土块填芯钢筋混凝土预制外墙板	420
二、 加气混凝土砌块砌筑外墙	424
(一) 保温砂浆的选择	424
(二) 加气混凝土砌体与柱子连接以及避免加气混凝土墙体出现裂缝的措施	424
三、 石膏板——铝合金压型板(内填岩棉或矿棉)	425
第三节 内墙板	426
第四节 楼板	431
第五节 楼梯、阳台	432
一、 楼梯	432
二、 阳台	434

第九章 设计实例

一、 说明	436
二、 结构参数	437
三、 自振周期的计算	440
四、 横向地震荷载的计算	440
五、 协同工作体系内力和位移计算	441

六、	带框带缝剪力墙内力的计算.....	443
七、	协同工作体系框架内力的计算.....	447
八、	框架——剪力墙在垂直荷载作用下的内力分析.....	448
九、	内力组合.....	453
附录一	框架结构的极限分析及自由振动计算程序.....	456
附录二	框架结构考虑平扭耦联及非耦联的自由振动计算程序.....	466
附录三	LXB——I型、II型板计算程序.....	478
附录四	四角点支承带边梁钢筋混凝土带肋板的静力计算程序.....	483
附录五	弹性地基上交叉梁系计算程序 ALGQL语言TQ—16机	492
附录六	框架轻板建筑动力特性的实测研究.....	501
附录七	框架轻板建筑整体破坏性和非破坏性试验研究.....	508
附录八	整体预应力板柱结构设计要点.....	530
附录九	全国主要城市的基本地震烈度.....	543
附录十	地震力理论简介.....	545
一、	设计烈度的规定.....	545
二、	地震荷载的计算方法.....	545
三、	结构影响系数.....	564
附录十一	钢筋混凝土墙板的非线性分析.....	567

第一章 概 论

第一节 框架轻板建筑简介

几千年来,我国建筑工程一直沿用的建筑材料主要是砖、瓦、灰、砂、石。解放后,我国建筑材料有了很大发展,但因仍沿用这些材料,受到这些材料固有的种种缺点的限制,致使建筑材料的面貌还没有根本的变化。这些材料存在的主要问题是:

1. 与农争地。现在我国粘土砖年产量大约2000亿块,其中约有三分之一需挖田取土,每年要毁田六万亩左右,严重影响了农田基本建设。有些砖厂,就是因为土源枯竭,已经减产或停产。

2. 生产粘土砖的劳动强度大,效率低,平均每人每年只产6万块。

3. 生产粘土砖的能耗大。

4. 施工效率低,建设周期长。

5. 传统建筑材料自重大,占用巨大的运输吨位,花费大量运费,又造成运输紧张。

6. 小块粘土砖、瓦建造的房屋抗震性能差。

由于粘土砖墙体重量大,刚度大,因而在地震时所受地震荷载比较大。但其强度又较低,故最易遭受地震破坏。国内外大量震害调查表明:一般砖混结构在七、八度地震时普遍遭受不同程度的破坏,在八、九度地震时普遍倒塌。对框架房屋来说,若采用粘土砖墙体,则在地震时即使主体结构完好,但墙体也往往遭受破坏,致使修复困难,耗费巨额资金。

由于以上种种原因,改革墙体材料,发展轻质、高效、多功能新型建筑材料势在必行,这是我国建筑材料工业的一场革命。近年来,研制和发展了若干类型轻质、高效、多功能的新型建筑材料,建成了一批由轻型钢筋混凝土框架承重,采用各种轻质墙板(体)担负卫护及分隔功能的新型建筑。这种建筑称为框架轻板建筑,其主要特点是把各类房屋作为工业产品,全部构件、配件生产工厂化,现场装配机械化。也就是说是用大工业的生产方式盖房子,是一个工业化的新型建筑体系。

从结构上讲,框架轻板建筑体系主要有三种类型:

1. 由梁、柱和轻型楼板组成的承重结构体系,简称一般框架体系或梁板柱体系。

梁有空心的,也有实心的;柱采用离心法或抽孔法生产的外方内圆的柱或实心柱;楼板一般是整间一块、面层一次压光的大楼板,可不必另做地面装修。

2. 由板、梁合一的大型带肋板和柱组成的承重体系,简称板一柱框架体系或板柱体系。这种体系的结构构件只有二种:柱与板。板直接搁置在柱上,不另设置梁。

苏州研制成功一种钢筋网水泥肋形板,板厚只有2~3厘米,肋高20厘米,肋下吊平顶,板的自重很轻,每平方米才130公斤左右,只是普通混凝土空心楼板重量的一半,而且还可以不做面层,因而大大节约水泥,减轻房屋自重。