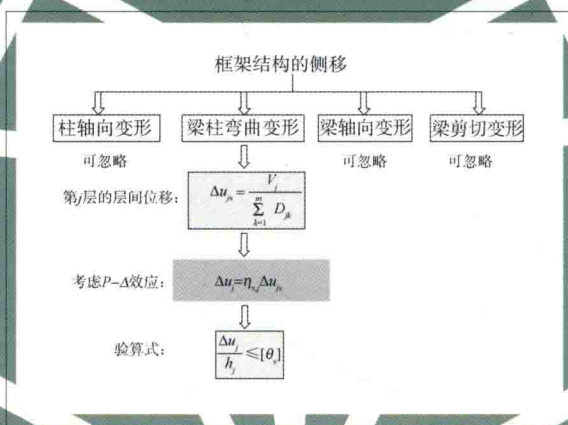


看图学规范系列丛书

看图学规范——混凝土 框架结构与厂房

王艺霖 周晓松 编著



书内包含 54 个二维码
扫一扫, 得更多

中国建筑工业出版社

看图学规范系列丛书

看图学规范—— 混凝土框架结构与厂房

王艺霖 周晓松 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

看图学规范——混凝土框架结构与厂房/王艺霖, 周晓松编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2018. 4
(看图学规范系列丛书)
ISBN 978-7-112-21804-2

I. ①看… II. ①王… ②周… III. ①钢筋混凝土框架-
框架结构-建筑规范-中国 IV. ①TU375.4-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 020069 号

本书依照“从整体到局部、从主要到次要”的脉络, 梳理了《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3—2010、《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010、《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 这四本规范 (规程) 中的相关知识。清晰简洁地介绍了混凝土框架结构和厂房的基础知识、设计理念、分析与设计方法、截面计算、构造要求等重点内容, 并与规范条文做了具体对应。本书的主要特色是强化“结构”概念, 突出体系。同时, 大量采用框图形式代替文字表达, 并辅以相应的实景照片。

本书可作为土木工程相关专业本科生、研究生学习混凝土框架结构和厂房相关国家规范 (规程) 的辅导书, 也可作为结构设计人员、施工技术人员的技术参考书。

责任编辑: 刘瑞霞 刘婷婷

责任校对: 李美娜

看图学规范系列丛书 看图学规范——混凝土框架结构与厂房 王艺霖 周晓松 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
环球东方 (北京) 印务有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18 $\frac{1}{4}$ 字数: 452 千字
2018 年 4 月第一版 2018 年 4 月第一次印刷
定价: 58.00 元

ISBN 978-7-112-21804-2
(31643)

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)

前 言

要全面掌握混凝土框架结构和厂房的相关知识,需要深入学习《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010(2011年7月1日起实施,2015年8月局部修订)、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3—2010、《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010及《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012等。

为了帮助学习者尽快熟悉和掌握这四本国家规范(规程)的相关内容,本书在写作过程中力求简明扼要,大量采用框图的形式代替文字表达,同时结合诸多实景照片来进行辅助说明,帮助加深对关键概念的理解,提升学习效率和效果。

特别值得说明的是:本书并非完全依照规范(规程)的内容顺序来讲述,而是基于“强化结构概念”的观念,依照“从整体到局部、从主要到次要”的思路,对规范(规程)的相关内容作了一个新的梳理。

全书共12章:第1章是绪论;第2章讲述结构所受的外界作用和自身抗力;第3章介绍结构设计的基本概念和方法;第4~7章按照“从整体到局部”的顺序讲述结构设计的安全性问题[其中第4章针对框架结构的整体分析,第5章针对厂房结构的整体分析,第6~7章针对两大类结构中的主要受力构件(梁、板、柱)的截面分析与设计];第8章介绍了节点和楼梯的设计;第9章介绍了框架结构和厂房中非结构构件的设计;第10章介绍了混凝土结构的适用性设计;第11章对预应力混凝土进行了专题介绍;第12章是结语。

在本书的编写过程中,得到了山东建筑大学领导及师生的大力支持、指导和帮助。此外,澳大利亚 North Star Design & Build 陈可高级工程师、Five Element Infrastructure Co., Ltd 贾治龙高级工程师、中瀚国际建筑设计院张强高工、中国建筑设计集团济南分院宋本腾工程师、华海建设有限公司何清耀工程师、中铁二十五局毛爱通工程师、中铁二十一局林学武工程师、青岛海德路桥工程股份有限公司于浩工程师、湖南和天监理公司吕滔滔工程师、英国卡迪夫大学博士研究生刘晓阳、加拿大 University of Western Ontario 研究生刘明玥等提供了部分照片,特别表示感谢!

本书适用于土木工程相关专业的本科生及研究生,以及从事建筑结构设计和施工的技术人员。对于在校学生而言,本书可以帮助尽快理解混凝土框架结构和厂房的理论体系,并熟悉规范条文;对于设计院的结构设计人员、施工单位的技术人员而言,可以通过比较轻松的阅读来掌握规范条文,更好地理解核心思想。

因作者水平有限,敬请广大读者对书中错误和欠妥之处提出批评和指正。

有关结合图示和照片来编写国家规范(规程)学习辅导书的方式,本书是一个尝试,今后有待做进一步的改进。

作者
于山东济南

说 明

本书主要涉及以下规范（规程）：

1. 《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010，本书简称为《混规》；
2. 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3—2010，本书简称为《高规》；
3. 《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010，本书简称为《抗震规范》；
4. 《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012，本书简称为《荷载规范》。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 钢筋混凝土结构的基本概念	1
1.2 钢筋和混凝土的协同工作问题	1
第 2 章 结构所受的外界作用和自身抗力	2
2.1 作用的概念和分类	2
2.2 常见荷载及其代表值	3
2.2.1 荷载代表值的概念	3
2.2.2 民用建筑的楼面活荷载	4
2.3 抗力 R	4
2.3.1 混凝土的物理力学性能	5
2.3.2 钢筋的物理力学性能	5
2.3.3 钢筋与混凝土之间的粘结和锚固	5
第 3 章 结构设计的基本概念和方法	14
3.1 结构设计的内容	14
3.2 结构的功能要求及界限分析	14
3.2.1 结构的功能要求	14
3.2.2 界限分析	15
3.2.3 安全性的界限及其表达方程	15
3.2.4 适用性的界限及其表达方程	16
3.3 结构对应于安全性的设计方法	17
3.3.1 结构的安全等级与设计使用年限	18
3.3.2 分项系数的取值	19
3.4 结构对应于适用性的设计	20
3.5 结构对应于耐久性的设计	20
3.5.1 混凝土的碳化	20
3.5.2 钢筋的锈蚀	22
3.5.3 混凝土结构的耐久性设计	23
3.6 本章小结	26

第4章 混凝土框架结构	27
4.1 框架结构概述	27
4.1.1 框架结构的组成	27
4.1.2 框架结构的由来	27
4.1.3 框架结构的优缺点	28
4.1.4 框架结构的分类	28
4.1.5 注意点	29
4.2 框架结构的布置	29
4.2.1 结构缝的设置	29
4.2.2 框架梁和柱的布置	31
4.3 框架结构的楼盖	32
4.3.1 概述	32
4.3.2 单向板肋梁楼盖	36
4.3.3 双向板肋梁楼盖	46
4.3.4 无梁楼盖	55
4.4 框架结构分析	61
4.4.1 结构分析模型	61
4.4.2 结构简化分析的相关要求	61
4.4.3 计算假定	61
4.4.4 框架结构的荷载	62
4.4.5 计算简图	62
4.5 框架结构的内力分析	63
4.5.1 需要预先确定的参数	63
4.5.2 竖向荷载作用下的内力近似计算	66
4.5.3 水平荷载作用下的内力近似计算	66
4.5.4 小结	67
4.6 框架结构考虑 $P-\Delta$ 效应的增大系数法	68
4.7 梁和柱的控制截面	68
4.7.1 框架梁	69
4.7.2 框架柱	69
4.8 本章小结	70
第5章 混凝土结构厂房	71
5.1 (装配式) 单层钢筋混凝土柱厂房	71
5.1.1 结构组成	71
5.1.2 结构布置	75

5.1.3	不考虑抗震时的结构计算	78
5.1.4	厂房的横向抗震计算	78
5.1.5	厂房的纵向抗震计算	81
5.1.6	柱间支撑的抗震设计	83
5.1.7	厂房的抗风柱、屋架小立柱和计及工作平台影响的抗震计算	83
5.1.8	抗震构造措施	84
5.1.9	说明	94
5.2	多层钢筋混凝土框排架厂房	95
5.2.1	框排架结构厂房的框架部分	95
5.2.2	厂房结构布置的要求	95
5.2.3	竖向框排架厂房的结构布置	96
5.2.4	竖向框排架厂房的地震作用计算	96
5.2.5	竖向框排架厂房的地震作用效应调整和抗震验算	96
5.2.6	竖向框排架厂房的基本抗震构造措施	97
第6章	梁、板的受力分析及设计方法	99
6.1	梁、板的受弯承载力分析及截面设计方法	100
6.1.1	抗弯钢筋的布置方式及配筋率	100
6.1.2	单筋梁的受弯承载力分析及截面设计方法	100
6.1.3	双筋矩形截面的受弯承载力分析及截面设计方法	100
6.1.4	T形截面的受弯承载力分析及截面设计方法	104
6.1.5	受弯纵筋的截断或弯起	105
6.1.6	对梁内纵筋的构造要求	107
6.1.7	钢筋的连接类型（也适用于柱内纵筋）	112
6.1.8	有关绑扎搭接的要求	114
6.1.9	有关机械连接的要求	117
6.1.10	有关焊接的要求	118
6.1.11	连接方式的选择	119
6.1.12	需要进行疲劳验算的构件应符合的要求	119
6.1.13	框架梁上开洞时应符合的要求	119
6.2	梁、板受弯剪共同作用的承载力分析及设计	120
6.2.1	概述	120
6.2.2	斜截面上的裂缝形态及受剪破坏形态	121
6.2.3	配筋措施	121
6.2.4	配箍筋梁的斜截面受剪破坏形态	123
6.2.5	影响斜截面受剪承载力 V_u 的主要因素	123
6.2.6	对斜截面受剪机理的理论描述	123

6.2.7	斜截面受剪承载力的计算公式	124
6.2.8	斜截面受剪承载力的设计计算	127
6.2.9	对箍筋的构造要求	129
6.2.10	考虑剪力作用后的纵筋截断要求	133
6.2.11	有关疲劳验算	136
6.3	框架梁的最不利内力确定	136
6.3.1	荷载效应的合理组合及截面最终配筋方案	137
6.3.2	竖向活荷载的布置问题	139
6.3.3	考虑抗震时的梁端剪力调整	140
6.4	受扭梁的分析	141
6.4.1	纯扭作用下的情况	142
6.4.2	剪扭作用下的情况	142
6.4.3	弯扭作用下的情况	142
6.4.4	弯剪扭作用下的情况	142
6.5	多类构件的钢筋构造要求	145
6.5.1	单向板肋梁楼盖部分	145
6.5.2	双向板肋梁楼盖部分	153
6.5.3	不与框架柱相连的次梁	155
6.5.4	无梁楼盖的钢筋构造要求	156
6.5.5	吊车梁的钢筋构造要求	157
6.6	厂房柱的牛腿设计	157
6.6.1	分类	157
6.6.2	短牛腿的试验研究及破坏形态	157
6.6.3	牛腿设计	157
6.7	本章小结	160
第7章	柱子的受力分析及安全性设计	163
7.1	框架柱的受力分析及安全性设计	163
7.1.1	有关柱子的基本概念和参数	163
7.1.2	压弯共同作用(偏心受压)的情况	165
7.1.3	纯压作用的情况	167
7.1.4	压力、弯矩、剪力作用的情况	171
7.1.5	压力、弯矩、剪力和扭矩共同作用下的情况	173
7.1.6	拉力和弯矩作用(偏心受拉)的情况	174
7.1.7	拉力、弯矩、剪力作用的情况	174
7.1.8	拉力、弯矩、剪力、扭矩作用的情况	174
7.1.9	最不利内力的确定和最终配筋	175

7.1.10 框架柱的一般构造要求 183

7.1.11 有关框架柱内纵筋的连接 190

7.2 厂房排架柱的受力分析及安全性设计 191

7.2.1 控制截面及其内力种类 191

7.2.2 最不利内力的确定 191

7.2.3 柱内的配筋情况 194

7.2.4 构造要求 195

7.2.5 吊装阶段的承载力验算 195

7.3 本章小结 195

第8章 框架结构节点、楼梯的设计 197

8.1 节点 197

8.1.1 节点核芯区的抗震验算 197

8.1.2 非抗震时的节点构造要求 200

8.1.3 抗震时的节点构造要求 200

8.1.4 梁、柱中心线不重合时的加腋处理 208

8.2 楼梯 209

8.2.1 板式楼梯 211

8.2.2 梁式楼梯 213

8.2.3 楼梯间的抗震设计 215

第9章 框架结构与厂房的非结构构件设计 217

9.1 一般规定 217

9.1.1 非结构构件的连接或锚固 217

9.1.2 需要进行抗震验算的非结构构件范围 219

9.1.3 达到性能化设计目标的方法 219

9.1.4 预埋件、锚固件部位应采取的加强措施 220

9.2 基本计算要求 221

9.2.1 结构抗震计算时计入非结构构件影响的规定 221

9.2.2 非结构构件因支承点相对水平位移产生的内力计算 221

9.2.3 考虑的地震作用方向 222

9.2.4 补充说明 222

9.3 所受地震作用的计算方法 223

9.4 围护墙与隔墙 223

9.4.1 墙体布置的要求 223

9.4.2 对墙体本身的要求 224

9.4.3 墙体与主体结构的拉结要求 224

9.4.4 采用装配式外墙板时	226
9.4.5 针对框架结构的具体要求	227
9.4.6 针对单层厂房的具体要求	228
9.5 钢筋混凝土雨篷	230
9.5.1 组成	230
9.5.2 雨篷上的荷载	231
9.5.3 雨篷的计算	231
9.6 其他非结构构件	231
9.6.1 幕墙、装饰贴面	231
9.6.2 砌体女儿墙	232
9.6.3 各类顶棚的构件与楼板的连接件	233
9.6.4 轻质雨篷	233
9.6.5 其他附属于楼屋面的悬臂构件和大型储物架等	233
第 10 章 适用性设计	234
10.1 框架结构的侧移计算	234
10.1.1 梁柱弯曲变形引起的侧移	235
10.1.2 柱轴向变形引起的侧移	236
10.1.3 侧移的限值	236
10.2 钢筋混凝土梁、板的变形计算	237
10.2.1 钢筋混凝土简支梁（板）的刚度计算	237
10.2.2 钢筋混凝土连续梁（板）的变形计算	238
10.2.3 抗弯刚度计算的小结	238
10.2.4 变形验算	238
10.3 钢筋混凝土构件的裂缝宽度验算	239
10.3.1 裂缝的机理	239
10.3.2 平均裂缝间距	240
10.3.3 平均裂缝宽度 ω_m	240
10.3.4 最大裂缝宽度及其验算	240
第 11 章 预应力混凝土构件	243
11.1 概述	243
11.1.1 预应力混凝土的概念	243
11.1.2 预应力混凝土的分类	243
11.1.3 张拉预应力钢筋的方法	244
11.1.4 预应力筋的布置	244
11.1.5 所用的混凝土和预应力筋	244

11.1.6 锚具和夹具 244

11.1.7 张拉控制应力 σ_{con} 244

11.1.8 预应力损失 σ_l 244

11.1.9 预应力损失的分批 245

11.1.10 先张法构件预应力筋的传递长度 245

11.1.11 后张法构件端部锚固区的局部受压验算 245

11.1.12 预应力混凝土构件的配筋方式 245

11.1.13 预应力混凝土结构与构件设计的一般规定 246

11.2 预应力混凝土轴心受拉构件的受力分析与设计 248

11.2.1 普通混凝土轴心受拉构件 248

11.2.2 预应力混凝土轴心受拉构件各阶段的应力分析 249

11.2.3 预应力混凝土轴拉构件的设计 249

11.2.4 使用阶段的计算和验算 249

11.2.5 施工阶段的承载力验算 251

11.3 预应力混凝土梁（板）的受力分析与设计 251

11.3.1 梁（板）受弯时的应力分析 252

11.3.2 预应力梁（板）的设计步骤 252

11.3.3 使用阶段正截面受弯承载力验算 252

11.3.4 使用阶段斜截面承载力验算 256

11.3.5 使用阶段抗裂验算 257

11.3.6 变形验算 258

11.3.7 施工阶段的验算 260

11.3.8 预应力梁（板）的抗扭能力 260

11.3.9 特殊情况的处理 260

11.4 预应力构件的构造要求和耐久性措施要求 261

11.4.1 一般构造要求 261

11.4.2 曲线、折线型预应力筋的情况 264

11.4.3 局部加强措施 264

11.4.4 无粘结预应力混凝土结构中的对非预应力筋的构造要求 266

11.4.5 预制肋形板的构造要求 268

11.4.6 耐久性措施要求 268

11.5 考虑抗震时的预应力混凝土结构设计 268

11.5.1 一般要求 268

11.5.2 预应力混凝土结构的抗震计算 269

11.5.3 预应力混凝土框架结构的抗震构造措施 270

11.6 本章总结 271

第 12 章 结语 272

12.1 若干要点小结..... 272

12.1.1 混凝土结构的设计思想概括 272

12.1.2 设计过程的“迭代性” 272

12.1.3 构件设计的不唯一性 273

12.1.4 有关荷载组合的种类 273

12.1.5 时变性..... 273

12.1.6 钢筋的并筋问题 274

12.1.7 钢筋的代换问题 274

12.2 三个少见的问题..... 275

12.2.1 防连续倒塌的设计方法 275

12.2.2 既有结构的处理 276

12.2.3 二维或三维混凝土结构构件的情况 276

12.3 对两类“特殊”结构进行细致分析的方法..... 277

12.3.1 对重要或受力复杂的结构 277

12.3.2 对不承受多次重复荷载作用且有足够塑性变形能力的结构 277

12.4 有关叠合构件和装配式结构..... 277

12.4.1 叠合构件 277

12.4.2 装配式和装配整体式结构 277

参考文献 278

第 1 章 绪 论

1.1 钢筋混凝土结构的基本概念

钢筋混凝土是用圆钢筋作为配筋的普通混凝土结构。

混凝土中为什么需要配钢筋？

原因如图 1-1 所示。

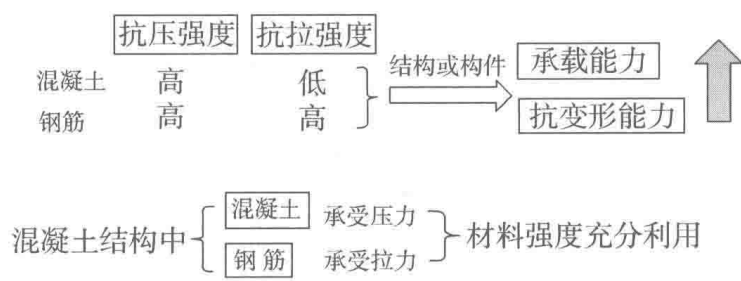


图 1-1 混凝土中需要配钢筋的原因

1.2 钢筋和混凝土的协同工作问题

钢筋和混凝土为什么能协同工作？

原因如图 1-2 所示。

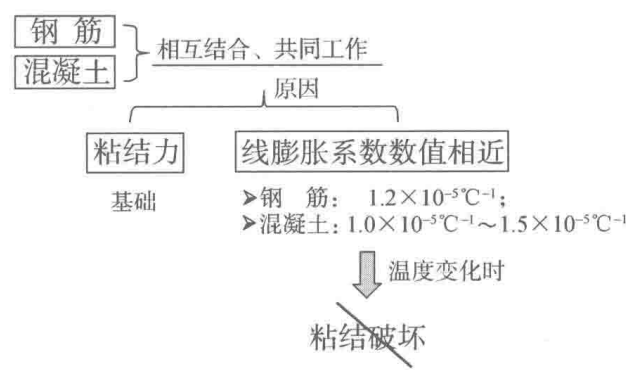


图 1-2 钢筋与混凝土协同工作的原因

注：混凝土结构设计应符合节省材料、方便施工、降低能耗与保护环境的要求。

以上参见《混规》3.2.4 条

第 2 章 结构所受的外界作用和自身抗力

本章介绍建筑物在大自然中存在的基本矛盾——“攻”与“守”。

- “攻”：对应“外界作用”；
- “守”：对应“自身抗力”。

2.1 作用的概念和分类

作用：指能使结构产生效应（内力、变形）的各种原因的总称。

根据性质不同，可进行多种分类。其中，可按直接性和间接性进行分类，如图 2-1 所示。

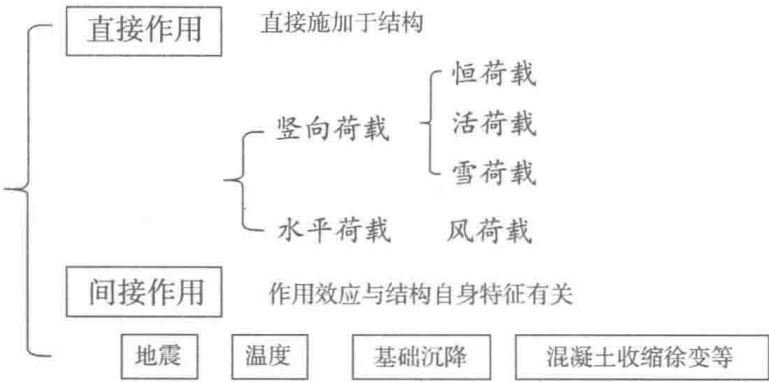


图 2-1 作用按直接性和间接性分类

直接作用又称为“荷载”。

当混凝土的收缩、徐变以及温度变化等间接作用在结构中产生的作用效应可能危及结构的安全或正常使用时，宜进行间接作用效应的分析，并应采用相应的构造措施和施工措施。

间接作用效应的分析如何进行？

- (1) 可采用弹塑性分析方法（参考《混规》5.5 节）；
- (2) 也可考虑裂缝和徐变对构件刚度的影响，按弹性方法进行近似分析。

以上参见《混规》5.7 节

因本书主要研究的是直接作用（荷载），因此后面直接将“作用”称为“荷载”。

下面依据《荷载规范》对常见荷载及其代表值进行介绍。其他荷载的情况参见《荷载规范》。

2.2 常见荷载及其代表值

✧ 2.2.1 荷载代表值的概念

要定量地确定荷载，需要考虑到一般都具有的明显变异性。在设计时为了方便取值，通常是考虑荷载的统计特征，赋予其一个规定的量值，称为“代表值”。

荷载可以根据不同的设计要求规定不同的代表值，使其能更准确地反映出在设计中的特点。

常用的代表值有以下两种。

1. 荷载的标准值

结构在正常使用期间可能出现的最大荷载值称为荷载标准值。荷载标准值是荷载的基本代表值。

关于“正常使用期间”：《建筑结构荷载规范》对于一般的建筑结构，统一取 50 年作为“正常使用期间”的持续时间，用一个比较专业的词命名为“设计基准期”。即：可变荷载的统计参数都是按设计基准期（50 年）确定的。

真正往后看五十年显然是做不到的。怎么办？

如图 2-2 所示。

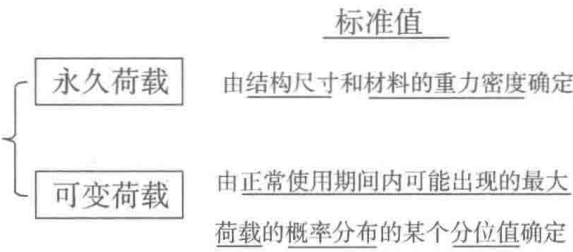


图 2-2 标准值的确定方法

2. 荷载准永久值

如图 2-3 所示。

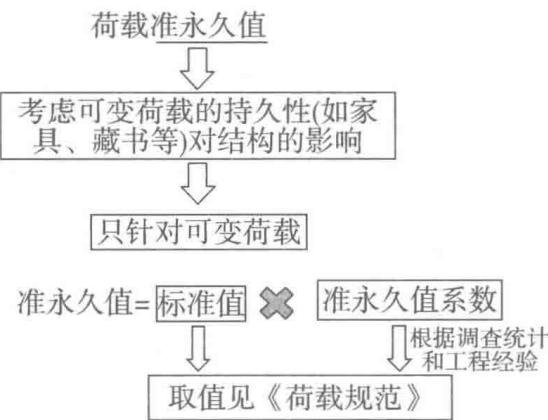


图 2-3 荷载准永久值

说明

准永久值只针对可变荷载。用于考虑某些可变荷载（如家具）的持久性对结构的影响。书库等建筑的楼面活载中，准永久荷载值占的比例达到 80%。

准永久值由标准值乘以一个准永久值系数得到。准永久值系数 ψ_q ：是根据在设计基准期内荷载达到和超过该值的总持续时间与设计基准期内总持续时间的比值而确定。具体由调查统计和工程经验得到。可从《荷载规范》中查到。

下面具体介绍最常用的民用建筑的楼面活荷载及其代表值。

★ 2.2.2 民用建筑的楼面活荷载

详见二维码链接 2-1。



2.3 抗力 R

结构对外界作用的抵抗能力用字母 R （Resistance）来代表。

显然，抗力 R 与材料自身对各种内力的抵抗能力、构件的几何尺寸有关。如图 2-4 所示：

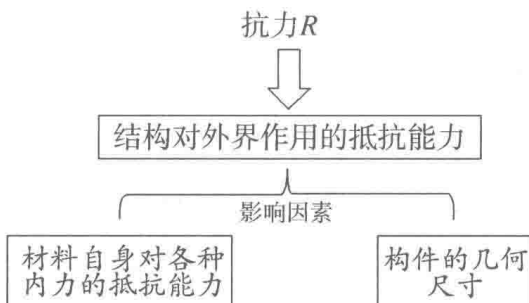


图 2-4 抗力 R 的影响因素

R 可展开表达为：

$$R = R(f_c, f_s, a_k, \dots) \gamma_{Rd} \quad \text{《混规》式 (3.3.2-2)}$$

式中 $R(\cdot)$ ——抗力函数；

γ_{Rd} ——结构构件的抗力模型不定性系数，

- 一般设计时：取 1.0；
- 对不确定性较大的结构构件：可根据具体情况取大于 1 的数值；
- 抗震设计时：应用承载力抗震调整系数 γ_{RE} 代替 γ_{Rd} ；

a_k ——几何参数的标准值，一般不用考虑。当几何参数的变异性对结构性能有明显的不利影响时，才需要增加或减去一个附加值；