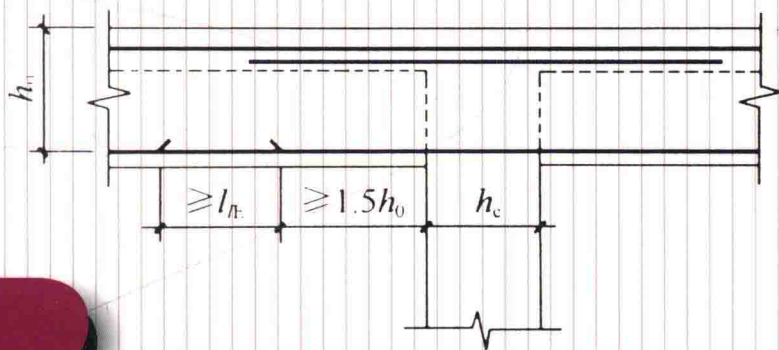


16G101图集实例教程系列丛书



# 16G101平法钢筋 设计实例教程

栾怀军 孙国皖 主编

中国建材工业出版社

16G101 图集实例教程系列丛书

# 16G101平法钢筋设计 实例教程

主编 栾怀军 孙国皖

中国建材工业出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

16G101平法钢筋设计实例教程/栾怀军,孙国皖主编. —北京:中国建材工业出版社,2017.3  
(16G101图集实例教程系列丛书)  
ISBN 978-7-5160-1764-7

I. ①1… II. ①栾… ②孙… III. ①钢筋混凝土结构-结构设计-教材 IV. ①TU375.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 018641 号

### 内容简介

本书从实际应用出发,以 16G101 系列图集为基础,通过对混凝土结构设计基础知识,平法施工图通过用规则简介,梁、板钢筋设计与计算,柱钢筋设计与计算,剪力墙钢筋设计与计算,钢筋混凝土楼梯设计计算以及基础钢筋设计计算章节的讲解介绍,详细地表述了平法钢筋设计的全部内容,尤其注重对“平法”制图规则的阐述,并且通过实例解读“平法”,以帮助读者正确理解并应用“平法”。

本书可作为介绍平法钢筋设计的基础性、普及性图书,平法钢筋宣贯培训教材,可供设计人员、施工技术人员、工程监理人员、工程造价人员、钢筋工以及其他对平法技术感兴趣的人士学习参考。

### 16G101平法钢筋设计实例教程

主编 栾怀军 孙国皖

出版发行:中国建材工业出版社

地址:北京市海淀区三里河路1号

邮编:100044

经销:全国各地新华书店

印刷:北京雁林吉兆印刷有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:18.5

字数:450千字

版次:2017年3月第1版

印次:2017年3月第1次

定价:56.80元



本社网址: [www.jccbs.com](http://www.jccbs.com) 微信公众号: zgjcgycbs

本书如出现印装质量问题,由我社市场营销部负责调换。联系电话:(010) 88386906

《16G101 平法钢筋设计实例教程》  
编委会

主 编 栾怀军 孙国皖

编 委 (按姓氏笔画排序)

于 涛 王红微 白雅君 刘艳君

孙石春 孙丽娜 齐丽娜 何 影

张黎黎 李 东 李 瑞 董 慧

# 前 言

“平法”，即建筑结构施工图平面整体设计方法，为山东大学陈青来教授首次提出。自1996年11月第一本平法标准图集96G101发布实施以来，平法相关标准图集得到了广泛发展与应用。图集内容丰富，表述翔实，涵盖了现浇混凝土结构柱、剪力墙、梁、板、楼梯、独立基础、条形基础、桩基承台、筏形基础、箱形基础和地下室结构的平法制图规则和标准构造详图。毋庸置疑，平法技术深入、广泛应用促进了建筑科技的进一步发展。

为了帮助广大读者更好地理解图集的内容，本书从实际应用出发，主要依据16G101-1《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图（现浇混凝土框架、剪力墙、梁、板）》、16G101-2《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图（现浇混凝土板式楼梯）》、16G101-3《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图（独立基础、条形基础、筏形基础及桩基础）》三本最新图集，通过对混凝土结构设计基础知识，平法施工图通用规则简介，梁、板钢筋设计与计算，柱钢筋设计与计算，剪力墙钢筋设计与计算，钢筋混凝土楼梯设计计算以及基础钢筋设计计算章节的讲解介绍，详细地表述了平法钢筋设计的全部内容，尤其注重对“平法”制图规则的阐述，并且通过实例精解解读“平法”，以帮助读者正确理解并应用“平法”。

本书在编写过程中参阅和借鉴了许多优秀书籍、图集和有关国家标准，并得到了有关领导和专家的帮助，在此一并致谢。由于作者的学识和经验有限，虽经编者尽心尽力，但书中仍难免存在疏漏或未尽之处，敬请有关专家和读者予以批评指正。

编 者

2017年1月



中国建材工业出版社

China Building Materials Press

我们提供

图书出版、图书广告宣传、企业/个人定向出版、设计业务、企业内刊等外包、代选代购图书、团体用书、会议、培训，其他深度合作等优质高效服务。

编辑部

010-88386119

出版咨询

010-68343948

市场销售

010-68001605

门市销售

010-88386906

邮箱：[jccbs-zbs@163.com](mailto:jccbs-zbs@163.com)

网址：[www.jccbs.com](http://www.jccbs.com)

发展出版传媒 服务经济建设

传播科技进步 满足社会需求

---

(版权专有，盗版必究。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。举报电话：010-68343948)

# 目 录

第一章 混凝土结构设计基础知识	1
第一节 基本规定	1
第二节 混凝土结构的设计方案	2
第三节 承载能力极限状态计算	2
第四节 正常使用极限状态验算	3
第五节 混凝土结构的耐久性设计	5
第六节 混凝土构件中的钢筋代换	7
第二章 平法施工图通用规则简介	9
第一节 16G101 图集基本规定	9
一、16G101 图集的基本要求	9
二、平面整体表示方法制图规则	10
三、平法图集与其他标准图集的差异	14
第二节 钢筋保护层	15
第三节 受拉钢筋的锚固长度	16
一、受拉钢筋锚固长度的确定	16
二、受拉钢筋锚固长度的修正	19
第四节 钢筋的连接	20
一、钢筋的连接方法	20
二、纵向受力钢筋的绑扎搭接	21
三、纵向受力钢筋的机械连接	22
第三章 梁、板钢筋设计与计算	25
第一节 梁、板的配筋计算	25
一、受弯构件	25
二、梁的基本要求	26
三、板的基本要求	28
四、受弯构件正截面承载力计算	29
五、受弯构件斜截面承载力计算	36
【实例一】某矩形截面梁的截面设计计算	42
【实例二】某双筋矩形截面梁的受拉和受压钢筋计算	42
【实例三】某 T 形梁纵向受力钢筋计算	43
【实例四】斜截面受剪承载力计算	44

【实例五】矩形梁截面的受拉钢筋截面面积计算 .....	45
【实例六】矩形梁截面的截面复核 .....	46
【实例七】现浇钢筋混凝土板的板厚及受拉钢筋截面面积计算 .....	46
【实例八】某矩形截面简支梁最大剪力设计值的计算 .....	48
【实例九】简支梁按斜截面受剪承载力要求确定腹筋的计算 .....	49
第二节 梁的平法识读与构造 .....	51
一、梁的平法识图 .....	51
二、梁平法钢筋构造详图 .....	62
第三节 板的平法识读与构造 .....	67
一、板的平法识图 .....	67
二、板平法钢筋构造详图 .....	72
第四节 梁、板平法钢筋计算公式与实例 .....	79
一、框架梁钢筋计算公式 .....	79
二、楼板构件钢筋计算公式 .....	82
【实例十】框架梁 KL1 支座负筋设计长度的计算 .....	85
【实例十一】框架梁 KL1 架立筋设计长度的计算 .....	86
【实例十二】非框架梁 L4 架立筋设计长度的计算 .....	86
【实例十三】框架梁 KL1 第二跨下部纵筋设计长度的计算 .....	86
【实例十四】某框架连续梁中间跨下部钢筋的设计尺寸计算 .....	87
【实例十五】板 LB1 上部贯通纵筋设计尺寸的计算 .....	88
【实例十六】板 LB1 下部贯通纵筋设计尺寸的计算 .....	89
【实例十七】端部梁中线至外侧部分的单侧扣筋设计长度计算 .....	89
【实例十八】双侧扣筋的设计尺寸计算 .....	90
第四章 柱钢筋设计与计算 .....	92
第一节 柱的配筋计算 .....	92
一、概述 .....	92
二、柱的一般构造要求 .....	93
三、轴心受压构件的承载力计算 .....	94
四、偏心受压构件正截面承载力计算 .....	98
五、偏心受压构件斜截面承载力计算 .....	105
【实例一】某轴心受压柱的设计计算 .....	106
【实例二】框架柱双向箍筋面积及间距的设计计算 .....	107
【实例三】某钢筋混凝土轴心受压柱截面尺寸及纵筋截面面积的设计计算 .....	109
【实例四】某展示厅内钢筋混凝土柱的设计计算 .....	110
【实例五】某矩形截面钢筋混凝土框架柱的设计计算 .....	111
【实例六】某偏心受压柱箍筋数量的设计计算 .....	112
第二节 柱平法施工图识读 .....	113



一、柱平法施工图的表示方法	113
二、列表注写方式	113
三、截面注写方式	116
第三节 柱平法钢筋构造详图	118
一、KZ 纵向钢筋连接构造	118
二、地下室 KZ 的纵向钢筋连接构造及箍筋加密区范围	121
三、KZ 中柱柱顶纵向钢筋构造	122
四、KZ 边柱和角柱柱顶纵向钢筋构造	123
五、KZ、QZ、LZ 箍筋加密区范围	124
六、柱纵向钢筋在基础中构造	124
第四节 柱平法钢筋计算公式与实例	125
一、柱插筋计算公式	125
二、柱纵筋计算公式	128
三、柱箍筋和拉筋计算公式	130
【实例七】KZ1 基础插筋的设计计算	132
【实例八】地下室框架柱纵筋的设计计算	133
【实例九】顶层框架柱纵筋的设计计算	133
【实例十】条形基础一层框架柱箍筋的设计计算	135
第五章 剪力墙钢筋设计与计算	137
第一节 剪力墙配筋计算	137
一、剪力墙结构的一般规定	137
二、剪力墙结构的布置	138
三、剪力墙分布钢筋的加强部位	139
四、剪力墙配筋规定	140
第二节 剪力墙平法施工图识读	141
一、剪力墙编号规定	141
二、列表注写方式	143
三、截面注写方式	144
四、剪力墙洞口的表示方法	145
五、地下室外墙的表达方法	148
第三节 剪力墙平法钢筋构造详图	151
一、墙身竖向分布钢筋在基础中构造	151
二、剪力墙水平钢筋构造	152
三、剪力墙竖向钢筋构造	156
第四节 剪力墙平法钢筋计算公式与实例	159
一、剪力墙柱钢筋计算	159
二、剪力墙梁钢筋计算	162

三、剪力墙身钢筋计算	162
【实例一】某抗震剪力墙墙身顶层竖向分布筋的设计计算	164
【实例二】抗震剪力墙中层、底层竖向分布筋的设计计算一	164
【实例三】抗震剪力墙中层、底层竖向分布筋的设计计算二	164
【实例四】某抗震剪力墙竖向分布基础插筋的设计计算	164
【实例五】抗震剪力墙顶层、中层及底层基础插筋的设计计算	165
第六章 钢筋混凝土楼梯设计计算	167
第一节 钢筋混凝土楼梯配筋计算	167
一、楼梯的设计要求	167
二、现浇梁式楼梯的计算与构造	168
三、现浇板式楼梯的计算与构造	172
四、折线形板式楼梯的计算与构造	177
【实例一】现浇板式楼梯的设计计算	178
【实例二】现浇梁式楼梯的设计计算	184
【实例三】折线形板式楼梯的设计计算	189
第二节 钢筋混凝土板式楼梯平法识读	192
一、板式楼梯类型	192
二、平面注写方式	197
三、剖面注写方式	198
四、列表注写方式	198
第三节 板式楼梯构造详图	198
一、AT 型楼梯板配筋构造	198
二、BT 型楼梯板配筋构造	199
三、CT 型楼梯板配筋构造	199
四、DT 型楼梯板配筋构造	200
五、ET 型楼梯板配筋构造	200
六、FT 型楼梯板配筋构造	203
七、GT 型楼梯板配筋构造	203
八、ATa 楼梯板配筋构造	204
九、ATb 楼梯板配筋构造	204
十、ATc 型楼梯板配筋构造	205
十一、CTa 型楼梯板配筋构造	205
十二、CTb 型楼梯板配筋构造	205
第四节 板式楼梯的钢筋计算公式与实例	208
【实例四】某 AT 型楼梯梯段板的钢筋设计计算一	209
【实例五】某 AT 型楼梯梯段板的钢筋设计计算二	210
第七章 基础钢筋设计计算	213

第一节 无筋扩展基础与扩展基础	213
一、无筋扩展基础构造与计算	213
二、扩展基础构造与计算	214
第二节 独立基础平法识读与构造	222
一、独立基础平法识读	222
二、独立基础 DJ <sub>J</sub> 、DJ <sub>P</sub> 、BJ <sub>J</sub> 、BJ <sub>P</sub> 底板配筋构造	229
三、双柱普通独立基础底部与顶部配筋构造	229
四、设置基础梁的双柱普通独立基础配筋构造	231
五、独立基础底板配筋长度缩减 10% 构造	232
六、杯口和双杯口独立基础构造	234
七、高杯口独立基础配筋构造	235
八、双高杯口独立基础配筋构造	236
九、带短柱独立基础配筋构造	236
第三节 条形基础平法识读与构造	240
一、条形基础平法识读	240
二、条形基础底板配筋构造	245
三、基础梁 JL 端部与外伸部位钢筋构造	248
四、基础梁 JL 梁底不平和变截面部位钢筋构造	248
五、基础梁侧面构造纵筋和拉筋	250
六、基础梁 JL 与柱结合部侧腋构造	250
七、基础次梁 JCL 配置两种箍筋构造	251
第四节 筏形基础平法识读与构造	252
一、梁板式筏形基础平法识读	252
二、平板式筏形基础平法识读	256
三、基础主梁端部与外伸部位钢筋构造	259
四、基础主梁纵向钢筋与箍筋构造	260
五、基础主梁竖向加腋钢筋构造	260
六、基础次梁 JCL 纵向钢筋构造	261
七、基础次梁 JCL 外伸部位钢筋构造	261
八、梁板式筏形基础平板 LPB 钢筋构造	262
九、梁板式筏形基础平板 LPB 端部与外伸部位钢筋构造	264
第五节 基础平法钢筋计算公式与实例	265
一、独立基础钢筋计算公式	265
二、条形基础钢筋计算公式	265
三、筏形基础钢筋计算公式	267
【实例一】独立基础 DJ <sub>P</sub> 2 长度缩减 10% 的对称配筋设计计算	271
【实例二】独立基础 DJ <sub>P</sub> 3 长度缩减 10% 的非对称配筋设计计算	271

【实例三】独立基础 DJ <sub>p</sub> 4 的钢筋设计计算 .....	272
【实例四】独立基础 DJ <sub>j</sub> 1 的钢筋设计计算一 .....	273
【实例五】独立基础 DJ <sub>j</sub> 1 的钢筋设计计算二 .....	273
【实例六】基础梁 JL04 (有高差) 的钢筋设计计算 .....	274
【实例七】基础梁 JL02 (底部非贯通筋、架立筋、侧部构造筋) 的钢筋 设计计算.....	276
【实例八】基础平板 LPB1 顶部贯通纵筋的设计计算.....	278
【实例九】基础平板 LPB1 底部贯通纵筋的设计计算.....	278
【实例十】基础平板 LPB01 的钢筋设计计算 .....	278
参考文献.....	282

# 第一章 混凝土结构设计基础知识

## 重点提示:

1. 了解混凝土结构设计的基本规定
2. 了解混凝土结构的设计方案要求
3. 了解承载力能力极限状态验算和正常使用极限状态验算的内容
4. 了解混凝土结构的耐久性设计知识
5. 熟悉混凝土构件中的钢筋代换知识

## 第一节 基本规定

(1) 混凝土结构设计应包括下列内容:

- 1) 结构方案设计, 包括结构选型、构件布置及传力途径。
- 2) 作用及作用效应分析。
- 3) 结构的极限状态设计。
- 4) 结构及构件的构造、连接措施。
- 5) 耐久性及施工要求。
- 6) 满足特殊要求结构的专门性能设计。

(2) 《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010) 采用以概率理论为基础的极限状态设计方法, 以可靠指标度量结构构件的可靠度, 采用分项系数的设计表达式进行设计。

(3) 混凝土结构的极限状态设计应包括:

1) 承载能力极限状态: 结构或结构构件达到最大承载力、出现疲劳破坏、发生不适于继续承载的变形或因结构局部破坏而引发的连续倒塌。

2) 正常使用极限状态: 结构或结构构件达到正常使用的某项规定限值或耐久性能的某种规定状态。

(4) 结构上的直接作用(荷载)应根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)及相关标准确定; 地震作用应根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)确定。

间接作用和偶然作用应根据有关的标准或具体情况确定。

直接承受吊车荷载的结构构件应考虑吊车荷载的动力系数。预制构件制作、运输及安装时应考虑相应的动力系数。对现浇结构, 必要时应考虑施工阶段的荷载。

(5) 混凝土结构的安全等级和设计使用年限应符合现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50153—2008)的规定。

混凝土结构中各类结构构件的安全等级, 宜与整个结构的安全等级相同。对其中部分结构构件的安全等级, 可根据其重要程度适当调整。对于结构中重要构件和关键传力部位, 宜

适当提高其安全等级。

(6) 混凝土结构设计应考虑施工技术水平以及实际工程条件的可行性。有特殊要求的混凝土结构,应提出相应的施工要求。

(7) 设计应明确结构的用途,在设计使用年限内未经技术鉴定或设计许可,不得改变结构的用途和使用环境。

## 第二节 混凝土结构的设计方案

(1) 混凝土结构的设计方案应符合下列要求:

- 1) 选用合理的结构体系、构件形式和布置。
- 2) 结构的平、立面布置宜规则,各部分的质量和刚度宜均匀、连续。
- 3) 结构传力途径应简捷、明确,竖向构件宜连续贯通、对齐。
- 4) 宜采用超静定结构,重要构件和关键传力部位应增加冗余约束或有多条传力途径。
- 5) 宜采取减小偶然作用影响的措施。

(2) 混凝土结构中结构缝的设计应符合下列要求:

1) 应根据结构受力特点及建筑尺度、形状、使用功能要求,合理确定结构缝的位置和构造形式。

2) 宜控制结构缝的数量,并应采取有效措施减少设缝对使用功能的不利影响。

3) 可根据需要设置施工阶段的临时性结构缝。

(3) 结构构件的连接应符合下列要求:

1) 连接部位的承载力应保证被连接构件之间的传力性能。

2) 当混凝土构件与其他材料构件连接时,应采取可靠的措施。

3) 应考虑构件变形对连接节点及相邻结构或构件造成的影响。

(4) 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。

## 第三节 承载能力极限状态计算

混凝土结构的承载能力极限状态计算应包括下列内容:

(1) 结构构件应进行承载力(包括失稳)计算。

(2) 直接承受重复荷载的构件应进行疲劳验算。

(3) 有抗震设防要求时,应进行抗震承载力计算。

(4) 必要时尚应进行结构的倾覆、滑移、漂浮验算。

(5) 对于可能遭受偶然作用,且倒塌可引起严重后果的重要结构,宜进行防连续倒塌设计。

对持久设计状况、短暂设计状况和地震设计状况,当用内力的形式表达时,结构构件应采用下列承载能力极限状态设计表达式:

$$\gamma_0 S \leq R \quad (1-1)$$

$$R = R(f_c, f_s, \alpha_k \dots) / \gamma_{Rd} \quad (1-2)$$

式中  $\gamma_0$ ——结构重要性系数：在持久设计状况和短暂设计状况下，对安全等级为一级的结构构件不应小于 1.1，对安全等级为二级的结构构件不应小于 1.0，对安全等级为三级的结构构件不应小于 0.9；对地震设计状况下应取 1.0；

$S$ ——承载能力极限状态下作用组合的效应设计值：对持久设计状况和短暂设计状况按作用的基本组合计算；对地震设计状况按作用的地震组合计算；

$R$ ——结构构件的抗力设计值；

$R(\cdot)$ ——结构构件的抗力函数；

$\gamma_{Rd}$ ——结构构件的抗力模型不定性系数：静力设计取 1.0，对不确定性较大的结构构件根据具体情况取大于 1.0 的数值；抗震设计应用承载力抗震调整系数  $\gamma_{RE}$  代替  $\gamma_{Rd}$ ；

$f_c$ 、 $f_s$ ——混凝土、钢筋的强度设计值；

$\alpha_k$ ——几何参数的标准值，当几何参数的变异性对结构性能有明显的不利影响时，应增减一个附加值。

公式 (1-1) 中的  $\gamma_0 S$  为内力设计值，也可用  $N$ 、 $M$ 、 $V$ 、 $T$  等表达。

#### 第四节 正常使用极限状态验算

(1) 混凝土结构构件应根据其使用功能及外观要求，按下列规定进行正常使用极限状态验算：

- 1) 对需要控制变形的构件，应进行变形验算。
- 2) 对不允许出现裂缝的构件，应进行混凝土拉应力验算。
- 3) 对允许出现裂缝的构件，应进行受力裂缝宽度验算。
- 4) 对舒适度有要求的楼盖结构，应进行竖向自振频率验算。

(2) 对于正常使用极限状态，钢筋混凝土构件、预应力混凝土构件应分别按荷载的准永久组合，并考虑长期作用的影响或标准组合，采用下列极限状态设计表达式进行验算：

$$S \leq C \quad (1-3)$$

式中  $S_1$ ——正常使用极限状态荷载组合的效应设计值；

$C$ ——结构构件达到正常使用要求所规定的变形、应力、裂缝宽度和自振频率等的限值。

(3) 钢筋混凝土受弯构件的最大挠度应按荷载的准永久组合，预应力混凝土受弯构件的最大挠度应按荷载的标准组合，并均应考虑荷载长期作用的影响进行计算，其计算值不应超过表 1-1 规定的挠度限值。

表 1-1 受弯构件的挠度限值

构件类型		挠度限值
吊车梁	手动吊车	$l_0/500$
	电动吊车	$l_0/600$



续表

构件类型		挠度限值
屋盖、楼盖及楼梯构件	当 $l_0 < 7\text{m}$ 时	$l_0/200$ ( $l_0/250$ )
	当 $7\text{m} \leq l_0 \leq 9\text{m}$ 时	$l_0/250$ ( $l_0/300$ )
	当 $l_0 > 9\text{m}$ 时	$l_0/300$ ( $l_0/400$ )

注：1. 表中  $l_0$  为构件的计算跨度；计算悬臂构件的挠度限值时，其计算跨度  $l_0$  按实际悬臂长度的 2 倍取用。

2. 表中括号内的数值适用于使用上对挠度有较高要求的构件。

3. 如果构件制作时预先起拱，且使用上也允许，则在验算挠度时，可将计算所得的挠度值减去起拱值；对预应力混凝土构件，尚可减去预加力所产生的反拱值。

4. 构件制作时的起拱值和预加力所产生的反拱值，不宜超过构件在相应荷载组合作用下的计算挠度值。

(4) 结构构件正截面的受力裂缝控制等级分为三级，等级划分及要求应符合下列规定：

1) 一级：严格要求不出现裂缝的构件，按荷载标准组合计算时，构件受拉边缘混凝土不应产生拉应力。

2) 二级：一般要求不出现裂缝的构件，按荷载标准组合计算时，构件受拉边缘混凝土拉应力不应大于混凝土抗拉强度的标准值。

3) 三级：允许出现裂缝的构件，对钢筋混凝土构件，按荷载准永久组合并考虑长期作用影响计算时，构件的最大裂缝宽度不应超过表 1-2 规定的最大裂缝宽度限值。对预应力混凝土构件，按荷载标准组合并考虑长期作用的影响计算时，构件的最大裂缝宽度不应超过表 1-2 规定的最大裂缝宽度限值；对二 a 类环境的预应力混凝土构件，尚应按荷载准永久组合计算，且构件受拉边缘混凝土的拉应力不应大于混凝土的抗拉强度标准值。

(5) 结构构件应根据结构类型和《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010) 规定的环境类别，按表 1-2 的规定选用不同的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值  $\omega_{\text{lim}}$ 。

表 1-2 结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值 (mm)

环境类别	钢筋混凝土结构		预应力混凝土结构	
	裂缝控制等级	$\omega_{\text{lim}}$	裂缝控制等级	$\omega_{\text{lim}}$
—	三级	0.30 (0.40)	三级	0.20
二 a				0.10
二 b		0.20	二级	—
三 a、三 b			一级	—

注：1. 对处于年平均相对湿度小于 60% 地区一类环境下的受弯构件，其最大裂缝宽度限值可采用括号内的数值。

2. 在一类环境下，对钢筋混凝土屋架、托架及需做疲劳验算的吊车梁，其最大裂缝宽度限值应取为 0.20mm；对钢筋混凝土屋面梁和托梁，其最大裂缝宽度限值应取为 0.30mm。

3. 在一类环境下，对预应力混凝土屋架、托架及双向板体系，应按二级裂缝控制等级进行验算；对一类环境下的预应力混凝土屋面梁、托梁、单向板，应按表中二 a 级环境的要求进行验算；在一类和二 a 类环境下需做疲劳验算的预应力混凝土吊车梁，应按裂缝控制等级不低于二级的构件进行验算。

4. 表中规定的预应力混凝土构件的裂缝控制等级和最大裂缝宽度限值仅适用于正截面的验算；预应力混凝土构件的斜截面裂缝控制验算应符合《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010) 第 7 章的有关规定。

5. 对于烟囱、筒仓和处于液体压力下的结构，其裂缝控制要求应符合专门标准的有关规定。

6. 对于处于四、五类环境下的结构构件，其裂缝控制要求应符合专门标准的有关规定。

7. 表中的最大裂缝宽度限值为用于验算荷载作用引起的最大裂缝宽度。



(6) 对混凝土楼盖结构应根据使用功能的要求进行竖向自振频率验算, 并宜符合下列要求:

- 1) 住宅和公寓不宜低于 5Hz。
- 2) 办公楼和旅馆不宜低于 4Hz。
- 3) 大跨度公共建筑不宜低于 3Hz。

## 第五节 混凝土结构的耐久性设计

混凝土结构的可靠性是由结构的安全性、结构的适用性和结构的耐久性来保证的, 在规定的正常使用年限内, 在正常的维护下混凝土结构应具有足够的耐久性。耐久性与寿命概念不能混淆, 与设计周期不一样。

耐久性是指结构在规定的工作环境中, 在预定时期内, 其材料性能的恶化不至于导致结构出现不可接受的失效概率, 足够的耐久性可使结构正常使用到规定的设计使用年限。

根据《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010) 第 3.1.3 条规定, 耐久性设计按正常使用极限状态控制, 耐久性问题表现为钢筋混凝土构件表面锈渍或锈胀裂缝; 预应力筋开始锈蚀; 结构表面混凝土出现酥裂、粉化等。它可能引起构件承载力破坏, 甚至结构倒塌。

目前结构耐久性设计只能采用经验方法解决。根据调研及我国国情, 《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010) 规定了混凝土耐久性设计的六条基本内容。

- (1) 确定结构所处的环境类别。
- (2) 提出材料的耐久性质量要求。
- (3) 确定构件中钢筋混凝土保护层厚度。
- (4) 满足耐久性要求相应的技术措施。
- (5) 在不利的环境条件下应采取的保护措施。
- (6) 提出结构使用阶段检测与维护的要求。

对临时性的混凝土结构, 可不考虑混凝土耐久性要求, 如开发小区的售楼处。

按照《工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50153—2008) 确定的结构设计极限状态仍然分为两类——承载力极限状态和正常使用极限状态, 但内容比《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010) 有所扩大。

- (1) 承载力极限状态中, 为结构安全考虑, 增加了结构防连续倒塌的内容。
- (2) 正常使用极限状态中, 为提高使用质量, 增加了舒适度的要求。

影响混凝土结构耐久性的因素之一是环境类别, 环境类别可分为七类 (表 1-3)。

表 1-3 混凝土结构的环境类别

环境类别	条 件
—	室内干燥环境 无侵蚀性静水浸没环境