

# 简明混凝土结构设计手册

涂 鸣 白家璋  
王继群 关福生 主编

中国建筑工业出版社

# 目 录

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| 第一章 混凝土结构设计的基本数据及设计规定 .....                       | 1  |
| 1-1 设计符号 计量单位 .....                               | 1  |
| 1-1-1 工程设计符号 .....                                | 1  |
| 1-1-2 混凝土结构设计的主要符号 .....                          | 3  |
| 1-1-3 计量单位 .....                                  | 5  |
| 1-2 混凝土结构的材料要求及常用表格 .....                         | 6  |
| 1-2-1 混凝土 .....                                   | 6  |
| 1-2-2 钢筋 .....                                    | 8  |
| 1-3 基本设计规定 .....                                  | 11 |
| 1-3-1 一般规定 .....                                  | 11 |
| 1-3-2 承载能力极限状态计算规定 .....                          | 12 |
| 1-3-3 正常使用极限状态验算规定 .....                          | 13 |
| 第二章 建筑结构荷载 .....                                  | 15 |
| 2-1 荷载分类及荷载效应组合 .....                             | 15 |
| 2-1-1 荷载分类 .....                                  | 15 |
| 2-1-2 荷载代表值 .....                                 | 15 |
| 2-1-3 荷载效应组合 .....                                | 15 |
| 2-2 楼面 屋面活荷载 .....                                | 17 |
| 2-2-1 普通民用建筑楼面活荷载 .....                           | 17 |
| 2-2-2 楼面均布活载标准值折减系数 .....                         | 18 |
| 2-2-3 高层建筑楼面均布活荷载 .....                           | 19 |
| 2-2-4 工业建筑楼面活荷载 .....                             | 19 |
| 2-2-5 屋面均布活荷载 .....                               | 23 |
| 2-2-6 屋面积灰荷载 .....                                | 24 |
| 2-2-7 施工和检修荷载及栏杆水平荷载 .....                        | 25 |
| 2-2-8 动力系数 .....                                  | 25 |
| 2-3 雪荷载与风荷载 .....                                 | 25 |
| 2-3-1 雪荷载 .....                                   | 25 |
| 2-3-2 风荷载 .....                                   | 28 |
| 2-4 吊车荷载 .....                                    | 40 |
| 2-5 常用建筑材料和构件自重 .....                             | 41 |
| 2-6 常用楼面、屋面做法重量表 .....                            | 42 |
| 第三章 力学公式及图表 .....                                 | 44 |
| 3-1 常用截面几何及力学特征 .....                             | 44 |
| 3-1-1 矩形、工字形截面特征表 .....                           | 44 |
| 3-1-2 常用图形几何及力学特征表 .....                          | 46 |
| 3-2 积分公式 $\int \overline{M}_i M_k dx$ 的图乘公式 ..... | 49 |

|       |                                                |     |
|-------|------------------------------------------------|-----|
| 3-2-1 | 使用说明                                           | 49  |
| 3-2-2 | 图乘公式                                           | 49  |
| 3-3   | 单跨梁的计算                                         | 52  |
| 3-3-1 | 两端简支梁                                          | 52  |
| 3-3-2 | 一端简支、一端固定梁                                     | 54  |
| 3-3-3 | 两端固定梁                                          | 56  |
| 3-3-4 | 悬臂梁                                            | 58  |
| 3-4   | 水平曲梁及圆弧梁的计算                                    | 59  |
| 3-4-1 | 水平曲梁                                           | 59  |
| 3-4-2 | 均布荷载下固端圆弧梁                                     | 62  |
| 3-5   | 连续梁的计算                                         | 64  |
| 3-5-1 | 等跨连续梁的塑性内力计算                                   | 64  |
| 3-5-2 | 等跨连续梁的弹性内力计算                                   | 64  |
| 3-5-3 | 不等跨连续梁在均布荷载下的内力计算                              | 69  |
| 3-5-4 | 各种荷载的支座弯矩等效均布荷载                                | 72  |
| 3-6   | 双向板的计算                                         | 72  |
| 3-6-1 | 弹性理论计算                                         | 72  |
| 3-6-2 | 均布荷载作用下双向板的塑性计算                                | 78  |
| 3-7   | 井字梁计算                                          | 80  |
| 3-7-1 | 正放井字梁                                          | 80  |
| 3-7-2 | 斜放井字梁                                          | 87  |
| 3-8   | 单阶柱的柱顶反力及柱顶位移计算                                | 88  |
| 第四章   | 钢筋混凝土梁、板计算                                     | 90  |
| 4-1   | 一般规定                                           | 90  |
| 4-1-1 | 梁、板的计算跨度 $l_0$                                 | 90  |
| 4-1-2 | T型及Γ型截面受弯构件翼缘计算宽度 $b'_f$                       | 91  |
| 4-1-3 | 梁板的截面有效高度 $h_0$                                | 92  |
| 4-1-4 | 相对界限受压区高度 $\xi_b$                              | 92  |
| 4-2   | 正截面受弯承载力计算                                     | 92  |
| 4-2-1 | 基本计算公式                                         | 92  |
| 4-2-2 | 单筋矩形截面受弯构件正截面受弯承载力系数表( $a_s$ 、 $r_s$ 、 $\xi$ ) | 92  |
| 4-2-3 | 每米板宽弯矩配筋表                                      | 94  |
| 4-2-4 | 单筋矩形梁弯矩配筋表                                     | 95  |
| 4-2-5 | T型截面梁(中和轴在翼缘下边缘时)的抗弯承载力[M]值表                   | 167 |
| 4-3   | 斜截面受剪承载力计算                                     | 173 |
| 4-3-1 | 截面要求                                           | 173 |
| 4-3-2 | 需要计算的位置                                        | 173 |
| 4-3-3 | 基本计算公式                                         | 174 |
| 4-3-4 | 计算用表                                           | 174 |
| 4-4   | 受扭构件扭曲截面承载力计算                                  | 189 |
| 4-4-1 | 截面控制条件及抗扭塑性抵抗矩                                 | 189 |
| 4-4-2 | 矩形截面受扭构件承载力计算公式                                | 190 |
| 4-4-3 | 计算用表                                           | 191 |

|            |                                  |     |
|------------|----------------------------------|-----|
| 4-5        | 裂缝宽度验算                           | 216 |
| 4-5-1      | 裂缝宽度允许值                          | 216 |
| 4-5-2      | 最大裂缝宽度计算公式                       | 216 |
| 4-5-3      | 钢筋混凝土构件不需做裂缝宽度验算的最大钢筋直径          | 218 |
| 4-5-4      | 受弯构件满足裂缝宽度时的钢筋应力 $\sigma_{ss}$ 表 | 219 |
| 4-6        | 受弯构件的挠度计算                        | 224 |
| 4-6-1      | 受弯构件的挠度允许值                       | 224 |
| 4-6-2      | 不需做挠度验算的最大高跨比                    | 224 |
| 4-6-3      | 在正常使用极限状态下的挠度计算方法                | 224 |
| 4-6-4      | 受弯构件刚度系数表                        | 226 |
| <b>第五章</b> | <b>钢筋混凝土柱的计算</b>                 | 247 |
| 5-1        | 柱的计算长度                           | 247 |
| 5-2        | 轴心受压柱的承载力计算                      | 248 |
| 5-2-1      | 基本公式                             | 248 |
| 5-2-2      | 轴心受压构件的稳定系数                      | 248 |
| 5-2-3      | 轴心受压柱的承载力计算表                     | 249 |
| 5-2-4      | 螺旋式或焊接环式箍筋柱的承载力计算表               | 255 |
| 5-3        | 矩形偏心受压对称配筋柱的承载力计算                | 257 |
| 5-3-1      | 基本公式                             | 257 |
| 5-3-2      | 矩形偏心受压对称配筋柱承载力计算表                | 259 |
| <b>第六章</b> | <b>受拉构件的计算</b>                   | 395 |
| 6-1        | 轴心受拉构件                           | 395 |
| 6-1-1      | 轴心受拉构件正截面承载力计算                   | 395 |
| 6-1-2      | 轴心受拉构件裂缝宽度的验算                    | 396 |
| 6-1-3      | 计算例题                             | 399 |
| 6-2        | 矩形偏心受拉构件                         | 399 |
| 6-2-1      | 小偏心受拉构件的承载力计算                    | 400 |
| 6-2-2      | 大偏心受拉构件的承载力计算                    | 400 |
| 6-2-3      | 计算例题                             | 408 |
| 6-2-4      | 矩形偏心受拉构件裂缝宽度验算                   | 409 |
| 6-2-5      | 矩形偏心受拉构件的斜截面受剪承载力计算              | 412 |
| <b>第七章</b> | <b>钢筋混凝土结构构造</b>                 | 414 |
| 7-1        | 一般设计规定                           | 414 |
| 7-1-1      | 伸缩缝                              | 414 |
| 7-1-2      | 后浇施工缝                            | 415 |
| 7-1-3      | 混凝土保护层                           | 416 |
| 7-1-4      | 钢筋的锚固                            | 417 |
| 7-1-5      | 钢筋的接头                            | 418 |
| 7-1-6      | 纵向钢筋的配筋率                         | 422 |
| 7-2        | 板                                | 423 |
| 7-2-1      | 板的厚度                             | 423 |
| 7-2-2      | 板的受力钢筋                           | 425 |
| 7-2-3      | 单向板的配筋方式                         | 426 |

|        |               |     |
|--------|---------------|-----|
| 7-2-4  | 分布钢筋          | 427 |
| 7-2-5  | 板的构造钢筋        | 427 |
| 7-2-6  | 板的支承长度        | 428 |
| 7-2-7  | 双向板           | 429 |
| 7-2-8  | 悬臂板           | 430 |
| 7-2-9  | 无梁楼盖          | 431 |
| 7-2-10 | 板上开孔的配筋       | 433 |
| 7-2-11 | 板上小型设备基础      | 435 |
| 7-2-12 | 板抗冲切的配筋       | 436 |
| 7-3    | 梁             | 437 |
| 7-3-1  | 梁的截面尺寸        | 437 |
| 7-3-2  | 纵向受力钢筋        | 437 |
| 7-3-3  | 箍筋            | 440 |
| 7-3-4  | 弯起钢筋          | 442 |
| 7-3-5  | 梁内构造钢筋        | 443 |
| 7-3-6  | 受扭或受弯、剪、扭作用的梁 | 446 |
| 7-3-7  | 悬臂梁           | 446 |
| 7-3-8  | 雨篷            | 446 |
| 7-3-9  | 特殊形式截面梁       | 447 |
| 7-3-10 | 梁的折角及梁腹开洞     | 447 |
| 7-3-11 | 主梁、次梁、板的负筋位置  | 449 |
| 7-4    | 柱             | 449 |
| 7-4-1  | 柱的截面尺寸        | 449 |
| 7-4-2  | 纵向钢筋          | 451 |
| 7-4-3  | 箍筋            | 452 |
| 7-4-4  | 纵向受力钢筋的接头     | 452 |
| 7-4-5  | 工字形截面柱        | 454 |
| 7-4-6  | 单层厂房结构的抗风柱    | 454 |
| 7-5    | 楼梯            | 456 |
| 7-5-1  | 一般设计规定        | 456 |
| 7-5-2  | 现浇板式楼梯        | 456 |
| 7-5-3  | 现浇梁式楼梯        | 457 |
| 7-5-4  | 悬挑式楼梯         | 458 |
| 7-5-5  | 螺旋扭板式楼梯       | 460 |
| 7-5-6  | 预制装配式楼梯       | 460 |
| 7-6    | 现浇井字梁楼盖       | 461 |
| 7-6-1  | 一般构造          | 462 |
| 7-6-2  | 井字梁的截面尺寸      | 462 |
| 7-6-3  | 井字梁楼盖的配筋构造    | 464 |
| 7-7    | 预埋件及吊环        | 465 |
| 7-7-1  | 一般设计规定        | 465 |
| 7-7-2  | 预埋件的构造        | 465 |
| 7-7-3  | 承受静力荷载预埋件的计算  | 469 |

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 7-7-4 构件吊环的设计                          | 473 |
| <b>第八章 牛腿的设计</b>                       | 475 |
| 8-1 牛腿的截面尺寸                            | 475 |
| 8-2 牛腿的配筋                              | 475 |
| 8-2-1 纵向受力钢筋的计算及锚固                     | 475 |
| 8-2-2 承受竖向力所需的纵向受拉钢筋的配筋率               | 476 |
| 8-2-3 箍筋的设置                            | 476 |
| 8-2-4 弯起钢筋的设置                          | 476 |
| 8-2-5 牛腿钢筋的布置                          | 477 |
| 8-3 柱牛腿设计实例(支承吊车梁)                     | 478 |
| 8-4 柱牛腿配筋选用表                           | 479 |
| <b>第九章 地基基础</b>                        | 502 |
| 9-1 一般规定                               | 502 |
| 9-1-1 基础设计应注意的问题                       | 502 |
| 9-1-2 基础埋置深度                           | 502 |
| 9-1-3 基础选型                             | 503 |
| 9-2 地基承载力的确定                           | 504 |
| 9-2-1 国家标准《建筑地基基础设计规范》GBJ7—89 地基设计有关规定 | 504 |
| 9-2-2 《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》地基设计有关规定       | 506 |
| 9-3 扩展基础                               | 507 |
| 9-3-1 钢筋混凝土单独基础                        | 507 |
| 9-3-2 墙下钢筋混凝土基础                        | 516 |
| 9-4 柱下钢筋混凝土条形基础                        | 522 |
| 9-4-1 条形基础的类型及适用范围                     | 522 |
| 9-4-2 条形基础的构造要求                        | 522 |
| 9-4-3 条形基础的计算方法                        | 523 |
| 9-4-4 条形基础的计算实例                        | 524 |
| 9-5 筏板基础                               | 526 |
| 9-5-1 基础形式                             | 526 |
| 9-5-2 构造要求                             | 526 |
| 9-5-3 计算方法                             | 527 |
| 9-6 箱形基础                               | 528 |
| 9-6-1 基础形式                             | 528 |
| 9-6-2 箱形基础的设计原则和构造要求                   | 528 |
| 9-6-3 箱形基础计算方法的有关规定                    | 529 |
| <b>第十章 多层及高层混凝土结构构件抗震设计</b>            | 531 |
| 10-1 多高层建筑结构设计和计算的一般规定                 | 531 |
| 10-1-1 抗震设计的基本原则                       | 531 |
| 10-1-2 结构选型与结构布置                       | 531 |
| 10-1-3 结构平面和竖向布置                       | 532 |
| 10-2 框架结构构件的设计                         | 533 |
| 10-2-1 一般要求                            | 533 |
| 10-2-2 框架柱的设计                          | 535 |

|             |                       |            |
|-------------|-----------------------|------------|
| 10-2-3      | 框架梁的设计                | 538        |
| 10-2-4      | 框架梁柱节点的设计             | 542        |
| 10-2-5      | 砌体填充墙的设计              | 544        |
| 10-3        | 剪力墙结构构件设计             | 544        |
| 10-3-1      | 一般设计规定                | 544        |
| 10-3-2      | 剪力墙的配置及尺寸要求           | 545        |
| 10-3-3      | 剪力墙结构构件的设计与构造         | 546        |
| 10-4        | 框架剪力墙结构构件设计           | 548        |
| 10-4-1      | 一般设计规定                | 548        |
| 10-4-2      | 框剪结构构件的设计与构造          | 549        |
| 10-5        | 框支剪力墙结构构件设计           | 552        |
| 10-5-1      | 一般设计规定                | 552        |
| 10-5-2      | 框支剪力墙结构构件的设计与构造       | 553        |
| <b>第十一章</b> | <b>预应力混凝土结构设计</b>     | <b>557</b> |
| 11-1        | 材料                    | 557        |
| 11-1-1      | 混凝土                   | 557        |
| 11-1-2      | 钢筋                    | 557        |
| 11-2        | 设计规定与建议               | 558        |
| 11-3        | 预应力损失 $\sigma_l$      | 561        |
| 11-3-1      | 按规范计算预应力损失            | 561        |
| 11-3-2      | 实用近似计算                | 562        |
| 11-3-3      | 计算需参数                 | 563        |
| 11-4        | 预应力构件的强度设计            | 564        |
| 11-4-1      | 受弯构件的正截面承载力计算         | 564        |
| 11-4-2      | 受弯构件的斜截面承载力计算         | 565        |
| 11-4-3      | 受冲切承载力计算              | 566        |
| 11-4-4      | 局部受压承载力计算             | 567        |
| 11-5        | 预应力混凝土构件的抗裂度及挠度验算     | 568        |
| 11-5-1      | 抗裂度验算                 | 568        |
| 11-5-2      | 挠度验算                  | 569        |
| 11-5-3      | 反拱计算                  | 569        |
| 11-6        | 构造设计                  | 569        |
| 11-6-1      | 预应力混凝土构件的防火与防腐最小保护层厚度 | 569        |
| 11-6-2      | 非预应力筋的最小配筋率           | 570        |
| 11-6-3      | 预应力筋间距                | 570        |
| 11-6-4      | 无梁楼板预应力筋布置及内力分配       | 570        |
| 11-6-5      | 锚固长度                  | 570        |
| 11-6-6      | 锚固区承压板布置要求            | 571        |
| 11-6-7      | 预应力混凝土端部节点构造          | 571        |
| 11-6-8      | 锚固区构造                 | 572        |
| 11-7        | 结构设计实例                | 572        |
| <b>参考文献</b> |                       | <b>582</b> |

# 第一章 混凝土结构设计的基本数据 及 设 计 规 定

## 1-1 设计符号 计量单位

### 1-1-1 工程设计符号

工程结构设计通用符号应由主体符号或主体符号带上、下标构成。其书写和印刷字体应符合下例规定：

- 1. 主要符号应采用斜体字母。
- 2. 上下标应采用正体字母。
- 3. 作为下标的数字应采用正体、代表序数的拉丁字母符号应采用斜体字母。

主体符号及其意义应符合表1-1-1~表1-1-3。

用大写斜体拉丁字母表示的主体符号 表 1-1-1

| 符 号      | 意 义                     | 符 号      | 意 义              |
|----------|-------------------------|----------|------------------|
| <i>A</i> | 偶然作用、面积                 | <i>M</i> | 力矩、弯矩            |
| <i>B</i> | 梁的截面弯曲刚度、双弯矩、[总宽度]      | <i>N</i> | 轴向力              |
| <i>C</i> | [作用效应系数]                | <i>P</i> | 预加力              |
| <i>D</i> | 板和壳的截面弯曲刚度              | <i>Q</i> | 可变作用（活荷载等）、荷载    |
| <i>E</i> | 地震作用、[弹性模量]、[能]         | <i>R</i> | 抗力、合力、反力         |
| <i>F</i> | 作用、力                    | <i>S</i> | 作用效应、雪荷载、面积矩     |
| <i>G</i> | 永久作用（恒荷载、自重等）、重力、[剪变模量] | <i>T</i> | 扭矩、[周期]          |
| <i>H</i> | 水平分力、[总高度]              | <i>V</i> | 竖向分力、剪力、体积       |
| <i>I</i> | 惯性矩、裹冰荷载                | <i>W</i> | 风荷载、截面模量（抵抗矩）、功  |
| <i>J</i> | 转动惯量                    | <i>X</i> | 平行于 <i>x</i> 轴的力 |
| <i>K</i> | [构件刚度]、[系数]             | <i>Y</i> | 平行于 <i>y</i> 轴的力 |
| <i>L</i> | 楼面活荷载、动量矩               | <i>Z</i> | 平行于 <i>z</i> 轴的力 |

注：1. 表中 [ ] 表示量纲例外或有时量纲例外。  
2. 表中 ( ) 内的文字为解释语。

用小写斜体拉丁字母表示的主体符号 表 1-1-2

| 符号       | 意 义                  | 符号       | 意 义                             |
|----------|----------------------|----------|---------------------------------|
| <i>a</i> | 几何参数、距离、加速度          | <i>n</i> | 单位长度或宽度上的轴向力                    |
| <i>b</i> | 宽度                   | <i>p</i> | 压强、动量                           |
| <i>c</i> | 保护层厚度                | <i>q</i> | 分布可变作用（分布活荷载等）                  |
| <i>d</i> | 直径、厚度、深度             | <i>r</i> | 半径                              |
| <i>e</i> | 偏心距                  | <i>s</i> | 分布雪荷载、地基压缩变形量、间距、轨距             |
| <i>f</i> | 材料强度、频率、矢高           | <i>t</i> | 时间、薄构件的截面厚度、[单位长度或宽度上的扭矩]       |
| <i>g</i> | 分布永久作用（分布恒荷载等）、重力加速度 | <i>u</i> | 平行于 <i>x</i> 轴的位移、周边长度、速度       |
| <i>h</i> | 高度                   | <i>v</i> | 平行于 <i>y</i> 轴的位移、单位长度或宽度的剪力、速度 |
| <i>i</i> | 回转半径                 | <i>w</i> | 平行于 <i>z</i> 轴的位移、分布风荷载、裂缝宽度    |
| <i>j</i> | 日数                   | <i>x</i> | 座标、受压区高度                        |
| <i>k</i> | [系数]                 | <i>y</i> | 座标                              |
| <i>l</i> | 长度、跨度                | <i>z</i> | 座标、力臂                           |
| <i>m</i> | 质量、[单位长度或宽度上的弯矩]     |          |                                 |

注：同表1-1-1。



用正体拉丁字母表示作用、作用效应和抗力的下标

表 1-1-3

| 符 号   | 意 义        | 符 号   | 意 义           |
|-------|------------|-------|---------------|
| a (A) | 偶然作用       | g (G) | 永久作用 (恒荷载)、重力 |
| e (E) | 地震作用       | m (M) | 弯矩、力矩         |
| f (F) | 泛指作用、力     | n (N) | 轴向力           |
| p (P) | 预加力        | t (T) | 扭矩            |
| q (Q) | 可变荷载 (活荷载) | u (U) | 剪力            |
| r (R) | 抗力         | w (W) | 风荷载           |
| s (S) | 作用效应、雪荷载   |       |               |

注：1.当采用小写字母有可能混淆时，作用和抗力的下标可采用括弧中的大写字母。  
2.当遇混淆时，偶然作用下标可采用“ac”，扭矩可采用“tor”。

常用的数理统计符号和专用符号

表 1-1-4

| 符 号 | 意 义        | 符 号    | 意 义         |
|-----|------------|--------|-------------|
| S   | 钢材强度等级     | $\phi$ | 直径 (钢筋、铆钉等) |
| T   | 木材强度等级     | [ ]    | 容许值         |
| C   | 混凝土强度等级    | +      | 受拉          |
| MU  | 砖、石、砌块强度等级 | -      | 受压          |
| M   | 砂浆强度等级     |        |             |

注：材料的强度等级应采用S、T、C、MU、M等符号与材料强度标准值 (MPa) 一起表示。如C 30、MU 5等。

常用的各种作用符号

表 1-1-5

| 符 号 | 意 义    | 符 号       | 意 义                      | 符 号                                                           | 意 义                                     |
|-----|--------|-----------|--------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| F   | 泛指作用或力 | $F_{dir}$ | 直接作用<br>(力、荷载)           | $G (g)$<br>$Q (q)$<br>$W (w)$<br>$S (s)$<br>$F_{cp}$<br>$F_b$ | 恒荷载<br>活荷载<br>风荷载<br>雪荷载<br>土压力<br>制动力  |
|     |        | $F_{ind}$ | 间接作用<br>(引起外加变形和约束变形的原因) | $E$<br>$P$<br>$F_s$<br>$F_{cc}$<br>$F_{cs}$                   | 地震作用<br>预加力<br>地基压缩变形<br>混凝土徐变<br>混凝土收缩 |

常用构件代号

表 1-1-6

| 名 称     | 代 号 | 名 称 | 代 号 | 名 称  | 代 号 |
|---------|-----|-----|-----|------|-----|
| 板       | B   | 天沟板 | TGB | 柱    | Z   |
| 屋面板     | WB  | 梁   | L   | 基础   | J   |
| 空心板     | KB  | 屋面梁 | WL  | 设备基础 | SJ  |
| 槽形板     | CB  | 吊车梁 | DL  | 桩    | ZH  |
| 折板      | ZB  | 圈梁  | QL  | 雨棚   | YP  |
| 密肋板     | MB  | 过梁  | GL  | 阳台   | YT  |
| 楼梯板     | TB  | 连系梁 | LL  | 梁垫   | LD  |
| 盖板      | GB  | 基础梁 | JL  | 预埋件  | M   |
| 挡雨板     | YB  | 楼梯梁 | TL  | 天窗端壁 | TD  |
| 檐口板     | YB  | 框架  | KJ  | 钢筋网  | W   |
| 墙 板     | QB  | 刚架  | GJ  | 钢筋骨架 | G   |
| 吊车安全走道板 | DB  | 支 架 | ZJ  |      |     |

## 1-1-2 混凝土结构设计的主要符号

混凝土结构设计的主要符号见表1-1-7。

混凝土结构设计的主要符号

表 1-1-7

| 性能分类                            | 符 号                        | 意 义                                     |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------|
| 材<br>料<br>性<br>能                | $E_c$                      | 混凝土弹性模量                                 |
|                                 | $E_c^f$                    | 混凝土疲劳变形模量                               |
|                                 | $G_c$                      | 混凝土剪变模量                                 |
|                                 | $\nu_c$                    | 混凝土泊松比                                  |
|                                 | $E_s$                      | 钢筋弹性模量                                  |
|                                 | C20                        | 表示立方体强度标准值为20N/mm <sup>2</sup> 的混凝土强度等级 |
|                                 | $f_{cu}$                   | 边长为150mm的混凝土立方体抗压强度                     |
|                                 | $f_{cu}'$                  | 边长为150mm的施工阶段混凝土立方体抗压强度                 |
|                                 | $f_{cu,k}$                 | 边长为150mm的混凝土立方体抗压强度标准值                  |
|                                 | $f_{ck}, f_c$              | 混凝土轴心抗压强度标准值、设计值                        |
|                                 | $f_{cmk}, f_{cm}$          | 混凝土弯曲抗压强度标准值、设计值                        |
|                                 | $f_{tk}, f_t$              | 混凝土轴心抗拉强度标准值、设计值                        |
|                                 | $f'_{ck}, f'_{tk}$         | 施工阶段的混凝土轴心抗压、抗拉强度标准值                    |
|                                 | $f_{yk}, f_{pyk}$          | 普通钢筋、预应力钢筋强度标准值                         |
|                                 | $f_y, f'_y$                | 普通钢筋的抗拉、抗压强度设计值                         |
|                                 | $f_{py}, f'_{py}$          | 预应力钢筋的抗拉、抗压强度设计值                        |
| 作<br>用<br>和<br>作<br>用<br>效<br>应 | $N$                        | 轴向力设计值                                  |
|                                 | $N_s, N_L$                 | 按荷载的短期效应组合、长期效应组合计算的轴向力                 |
|                                 | $N_p$                      | 后张法构件预应力钢筋及非预应力钢筋的合力                    |
|                                 | $N_{po}$                   | 混凝土法向预应力等于零时预应力钢筋及非预应力钢筋的合力             |
|                                 | $N_{uo}$                   | 构件的截面轴心受压或轴心受拉承载力设计值                    |
|                                 | $N_{ux}, N_{uy}$           | 轴向力作用于 $x$ 轴、 $y$ 轴的偏心受压或偏心受拉承载力设计值     |
|                                 | $M$                        | 弯矩设计值                                   |
|                                 | $M_s, M_L$                 | 按荷载的短期效应组合、长期效应组合计算的弯矩值                 |
|                                 | $M_u$                      | 构件的正截面受弯承载力设计值                          |
|                                 | $M_{cr}$                   | 受弯构件正截面开裂弯矩值                            |
|                                 | $T$                        | 扭矩设计值                                   |
|                                 | $V$                        | 剪力设计值                                   |
|                                 | $V_{cs}$                   | 构件斜截面上混凝土和箍筋的受剪承载力设计值                   |
|                                 | $F_l$                      | 局部荷载设计值或集中反力设计值                         |
|                                 | $\sigma_{sc}, \sigma_{Lc}$ | 荷载的短期效应组合、长期效应组合下抗裂验算边缘的混凝土法向应力         |
|                                 | $\sigma_{pc}$              | 由预加应力产生的混凝土法向应力                         |
|                                 | $\sigma_{tp}, \sigma_{cp}$ | 混凝土中的主拉应力、主压应力                          |
|                                 | $\sigma_{c, \max}^f$       | 疲劳验算时受拉区或受压区边缘纤维混凝土的最大应力、最小应力           |
|                                 | $\sigma_{c, \min}^f$       |                                         |
|                                 | $\sigma_s, \sigma_p$       | 正截面承载力计算中纵向普通钢筋、预应力钢筋的应力                |
|                                 | $\sigma_{ss}$              | 按荷载的短期效应组合计算的纵向受拉钢筋应力或等效应力              |
|                                 | $\sigma_{con}$             | 预应力钢筋张拉控制应力                             |
|                                 | $\sigma_{po}$              | 预应力钢筋合力点处混凝土法向应力等于零时的预应力钢筋应力            |
|                                 | $\sigma_{pe}$              | 预应力钢筋有效预应力                              |
|                                 | $\sigma_L, \sigma'_L$      | 受拉区、受压区预应力钢筋在相应阶段的预应力损失值                |
|                                 | $\tau$                     | 混凝土的剪应力                                 |
|                                 | $\omega_{\max}$            | 考虑裂缝宽度分布的不均匀性和荷载长期效应组合影响的最大裂缝宽度         |
|                                 | $B$                        | 受弯构件的截面刚度                               |

| 性能分类    | 符 号                    | 意 义                                 |
|---------|------------------------|-------------------------------------|
| 几何参数数   | $a, a'$                | 纵向受拉钢筋合力点、纵向受压钢筋合力点至截面近边的距离         |
|         | $a_s, a'_s$            | 纵向非预应力受拉钢筋合力点、受压钢筋合力点至截面近边的距离       |
|         | $a_p, a'_p$            | 受拉区纵向预应力钢筋合力点、受压区纵向预应力钢筋合力点至截面近边的距离 |
|         | $b$                    | 矩形截面宽度, T形、I形截面的腹板宽度                |
|         | $b_f, b'_f$            | T形或I形截面受拉区、受压区的翼缘宽度                 |
|         | $d$                    | 圆形截面的直径或钢筋直径                        |
|         | $c$                    | 混凝土保护层厚度                            |
|         | $e, e'$                | 轴向力作用点至纵向受拉钢筋合力点、纵向受压钢筋合力点的距离       |
|         | $e_0$                  | 轴向力对截面重心的偏心距                        |
|         | $e_a$                  | 附加偏心距                               |
|         | $e_i$                  | 初始偏心距                               |
|         | $h$                    | 截面高度                                |
|         | $h_0$                  | 截面有效高度                              |
|         | $h_f, h'_f$            | T形或I形截面受拉区、受压区的翼缘高度                 |
|         | $i$                    | 回转半径                                |
|         | $r_c$                  | 曲率半径                                |
|         | $l_a$                  | 纵向受拉钢筋的最小锚固长度                       |
|         | $L_0$                  | 计算跨度或计算长度                           |
|         | $s$                    | 沿构件轴线方向上横向钢筋的间距、或螺旋筋的间距或箍筋的间距       |
|         | $x$                    | 混凝土受压区高度                            |
|         | $y_0, y_n$             | 换算截面重心、净截面重心至所计算纤维的距离               |
|         | $z$                    | 纵向受拉钢筋合力点至混凝土受压区合力点之间的距离            |
|         | $A$                    | 构件截面面积                              |
|         | $A_0$                  | 构件换算截面面积                            |
|         | $A_n$                  | 构件净截面面积                             |
|         | $A_s, A'_s$            | 受拉区、受压区纵向非预应力钢筋的截面面积                |
|         | $A_p, A'_p$            | 受拉区、受压区纵向预应力钢筋的截面面积                 |
|         | $A_{svl}, A_{stl}$     | 在受剪、受扭计算中单肢箍筋的截面面积                  |
|         | $A_{sv}, A_{sh}$       | 同一截面内各肢竖向、水平箍筋的全部截面面积               |
|         | $A_{sb}, A_{pb}$       | 同一弯起平面内非预应力、预应力弯起钢筋的截面面积            |
|         | $A_l$                  | 混凝土局部受压面积                           |
|         | $A_{cor}$              | 钢筋网、螺旋配筋或箍筋范围以内的混凝土核芯面积             |
|         | $W$                    | 截面受拉边缘的弹性抵抗矩                        |
|         | $W_0$                  | 换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩                      |
|         | $W_n$                  | 净截面受拉边缘的弹性抵抗矩                       |
|         | $I$                    | 截面惯性矩                               |
|         | $I_0$                  | 换算截面惯性矩                             |
|         | $I_n$                  | 净截面惯性矩                              |
| 计算系数及其它 | $\alpha_c$             | 混凝土线膨胀系数                            |
|         | $\alpha_{ct}$          | 混凝土拉应力限制系数                          |
|         | $\alpha_E$             | 钢筋弹性模量与混凝土弹性模量的比值                   |
|         | $\beta$                | 混凝土局部受压时的强度提高系数                     |
|         | $\gamma$               | 受拉区混凝土塑性影响系数                        |
|         | $\eta$                 | 偏心受压构件考虑挠曲影响的轴向力偏心距增大系数             |
|         | $\lambda$              | 计算截面的剪跨比                            |
|         | $\mu$                  | 摩擦系数                                |
|         | $\rho$                 | 纵向受拉钢筋配筋率                           |
|         | $\rho_{sv}, \rho_{sh}$ | 竖向钢筋、水平箍筋或竖向分布钢筋、水平分布钢筋的配筋率         |
|         | $\rho_v$               | 间接钢筋或箍筋的体积配筋率                       |
|         | $\varphi$              | 轴心受压构件的稳定系数                         |
|         | $\theta$               | 考虑荷载长期效应组合对挠度增大的影响系数                |
|         | $\psi$                 | 裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数                    |

### 1-1-3 计量单位

法定计量单位、非法定计量单位及换算关系见表1-1-8、表1-1-1-9。

法定计量单位、非法定计量单位及换算关系

表 1-1-8

| 量的名称                          | 法 定 计 量 单 位                                              |                                                          | 非 法 定 计 量 单 位                                     |                                                                 | 单 位 换 算 关 系                                                                                                                                           |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               | 名 称                                                      | 符 号                                                      | 名 称                                               | 符 号                                                             |                                                                                                                                                       |
| 质 量                           | 千 克                                                      | kg                                                       |                                                   |                                                                 |                                                                                                                                                       |
| 力、重力                          | 牛 顿<br>千牛顿                                               | N<br>kN                                                  | 千 克 力<br>吨 力                                      | kgf<br>tf                                                       | 1kgf = 9.80665N ≈ 10N<br>1tf = 9.80665kN ≈ 10kN                                                                                                       |
| 面 分 布 力                       | 牛 顿 每 平 方 米<br>(帕 斯 卡)<br>千 牛 顿 每 平 方 米<br>(千 帕 斯 卡)     | N/m <sup>2</sup><br>(Pa)<br>kN/m <sup>2</sup><br>(kPa)   | 千 克 力 每 平 方 米<br>吨 力 每 平 方 米                      | kgf/m <sup>2</sup><br>tf/m <sup>2</sup>                         | 1kgf/m <sup>2</sup> = 9.80665N/m <sup>2</sup> (Pa)<br>1tf/m <sup>2</sup> = 9.80665kN/m <sup>2</sup>                                                   |
| 线 分 布 力                       | 牛 顿 每 米<br>千 牛 顿 每 米                                     | N/m<br>kN/m                                              | 千 克 力 每 米<br>吨 力 每 米                              | kgf/m<br>tf/m                                                   | 1kgf/m = 9.80665N/m<br>1tf/m = 9.80665kN/m                                                                                                            |
| 体 分 布 力<br>重 力 密 度            | 牛 顿 每 立 方 米<br>千 牛 顿 每 立 方 米                             | N/m <sup>3</sup><br>kN/m <sup>3</sup>                    | 千 克 力 每 立 方 米<br>吨 力 每 立 方 米                      | kgf/m <sup>3</sup><br>tf/m <sup>3</sup>                         | 1kgf/m <sup>3</sup> = 9.80665N/m <sup>3</sup><br>1tf/m <sup>3</sup> = 9.80665kN/m <sup>3</sup>                                                        |
| 力矩、弯矩<br>扭矩                   | 牛 顿 米<br>千 牛 顿 米                                         | N·m<br>kN·m                                              | 千 克 力 米<br>吨 力 米                                  | kgf·m<br>tf·m                                                   | 1kgf·m = 9.80665N·m<br>1tf·m = 9.80665kN·m                                                                                                            |
| 应 力<br>材 料 强 度                | 牛 顿 每 平 方 毫 米<br>(兆 帕 斯 卡)<br>千 牛 顿 每 平 方 米<br>(千 帕 斯 卡) | N/mm <sup>2</sup><br>(MPa)<br>kN/m <sup>2</sup><br>(kPa) | 千 克 力 每 平 方 毫 米<br>千 克 力 每 平 方 厘 米<br>吨 力 每 平 方 米 | kgf/mm <sup>2</sup><br>kgf/cm <sup>2</sup><br>tf/m <sup>2</sup> | 1kgf/mm <sup>2</sup> = 9.80665N/mm <sup>2</sup><br>1kgf/cm <sup>2</sup> = 0.0980665N/mm <sup>2</sup><br>1tf/m <sup>2</sup> = 9.80665kN/m <sup>2</sup> |
| 弹 性 模 量<br>剪 变 模 量<br>变 形 模 量 | 牛 顿 每 平 方 毫 米<br>(兆 帕 斯 卡)                               | N/mm <sup>2</sup>                                        | 千 克 力 每 平 方 厘 米                                   | kgf/cm <sup>2</sup>                                             | 1kgf/cm <sup>2</sup> = 0.0980665N/mm <sup>2</sup>                                                                                                     |
| 地 基 抗 力<br>刚 度 系 数            | 千 牛 顿 每 三 次 方 米                                          | kN/m <sup>3</sup>                                        | 吨 力 每 三 次 方 米                                     | tf/m <sup>3</sup>                                               | 1tf/m <sup>3</sup> = 9.80665kN/m <sup>3</sup>                                                                                                         |
| 地 基 抗 力<br>比 例 系 数            | 千 牛 顿 每 四 次 方 米                                          | kN/m <sup>4</sup>                                        | 吨 力 每 四 次 方 米                                     | tf/m <sup>4</sup>                                               | 1tf/m <sup>4</sup> = 9.80665kN/m <sup>4</sup>                                                                                                         |
| 能、功                           | 焦 耳<br>千 焦 耳                                             | J<br>kJ                                                  | 千 克 力 米<br>吨 力 米                                  | kgf·m<br>tf·m                                                   | 1kgf·m = 9.80665J<br>1tf·m = 9.80665kJ                                                                                                                |
| 功 率                           | 瓦 特                                                      | W                                                        | 千 克 力 米 每 秒                                       | kgf·m/s                                                         | 1kgf·m/s = 9.80665W                                                                                                                                   |

常用法定计量单位与英制计量单位换算表

表 1-1-9

| 量的名称           | 法定计量单位          |                          | 英制计量单位        |                      | 单位换算关系                                                        |
|----------------|-----------------|--------------------------|---------------|----------------------|---------------------------------------------------------------|
|                | 名称              | 符号                       | 名称            | 符号                   |                                                               |
| 长度             | 米               | m                        | 英尺            | ft                   | 1ft = 0.3048m                                                 |
|                | 厘米              | cm                       | 英寸            | in                   | 1in = 2.54cm                                                  |
| 面积             | 平方米             | m <sup>2</sup>           | 平方英尺          | ft <sup>2</sup>      | 1ft <sup>2</sup> = 0.0929m <sup>2</sup>                       |
|                | 平方厘米            | cm <sup>2</sup>          | 平方英寸          | in <sup>2</sup>      | 1in <sup>2</sup> = 6.452cm <sup>2</sup>                       |
| 体积             | 立方米             | m <sup>3</sup>           | 立方英尺          | ft <sup>3</sup>      | 1ft <sup>3</sup> = 0.02832m <sup>3</sup>                      |
|                | 升               | L                        | 立方英寸          | in <sup>3</sup>      | 1in <sup>3</sup> = 28.3168L                                   |
| 质量             | 千克              | kg                       | 磅             | lb                   | 1lb = 0.4536kg (1磅 = 16盎司)                                    |
|                | 吨               | t                        | 英吨            | ton                  | 1ton = 1.01605t                                               |
| 密度             | 千克每立方米          | kg/m <sup>3</sup>        | 磅每立方英尺        | lb/ft <sup>3</sup>   | 1lb/ft <sup>3</sup> = 16.0185kg/m <sup>3</sup>                |
| 力<br>重力        | 牛顿              | N                        | 磅力            | lbf                  | 1lbf = 4.4482N                                                |
|                | 千牛顿             | kN                       | 英吨力           | tonf                 | 1tonf = 9.96402kN                                             |
| 力矩<br>弯矩<br>扭矩 | 牛顿米             | N·m                      | 磅力英寸          | lbf·in               | 1lbf·in = 0.11299N·m                                          |
|                | 千牛顿米            | kN·m                     | 磅力英尺<br>英吨力英尺 | lbf·ft<br>tonf·ft    | 1lbf·ft = 1.35582N·m<br>1tonf·ft = 3.03703kN·m                |
| 截面<br>惯性矩      | 四次方米            | m <sup>4</sup>           | 四次方英寸         | in <sup>4</sup>      | 1in <sup>4</sup> = 41.6231 × 10 <sup>-8</sup> m <sup>4</sup>  |
|                |                 |                          | 四次方英尺         | ft <sup>4</sup>      | 1ft <sup>4</sup> = 0.863097 × 10 <sup>-2</sup> m <sup>4</sup> |
| 压力             | 牛顿每平方米<br>(帕斯卡) | N/m <sup>2</sup><br>(Pa) |               |                      |                                                               |
| 压强             | 千牛顿每平方米         | kN/m <sup>2</sup>        | 磅力每平方英寸       | lbf/in <sup>2</sup>  | 1lbf/in <sup>2</sup> = 6894.76N/m <sup>2</sup>                |
| 应力             |                 |                          | 磅力每平方英尺       | lbf/ft <sup>2</sup>  | 1lbf/ft <sup>2</sup> = 47.882N/m <sup>2</sup>                 |
|                | (千帕斯卡)          | (kPa)                    | 英吨力每平方英尺      | tonf/ft <sup>2</sup> | 1tonf/ft <sup>2</sup> = 107.252kN/m <sup>2</sup>              |

## 1-2 混凝土结构的材料要求及常用表格

### 1-2-1 混凝土

#### 1. 混凝土强度等级与钢筋混凝土结构选用混凝土规定:

混凝土强度等级是按立方体抗压强度标准值确定的。立方体抗压强度标准值是指按标准方法制作养护的边长为150mm的立方试件在28d龄期,用标准试验方法测得的具有95%保证率的抗压强度。

钢筋混凝土结构选用混凝土强度等级的规定见表1-2-1。

#### 2. 混凝土强度标准值、设计值、弹性模量

钢筋混凝土结构选用混凝土强度等级的规定

表 1-2-1

| 结 构 条 件          | 混凝土强度等级  | 结 构 条 件        | 混凝土强度等级  |
|------------------|----------|----------------|----------|
| 钢筋混凝土结构          | 不宜低于C 15 | 预应力钢筋混凝土结构     | 不宜低于C 30 |
| 采用Ⅱ级钢筋的混凝土结构     | 不宜低于C 20 | 采用碳素钢丝、钢绞线、热处理 | 不宜低于C 40 |
| 采用Ⅲ级钢筋以及承受重复荷载构件 | 不宜低于C 20 | 钢筋作预应力筋        |          |

注：当采用山砂混凝土及高炉矿渣混凝土时，尚应符合有关专门规程的规定。

混凝土强度标准值见表1-2-2。

混凝土强度标准值 (N/mm<sup>2</sup>)

表 1-2-2

| 强度种类 | 符号        | 混 凝 土 强 度 等 级 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|-----------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|      |           | C 7.5         | C 10 | C 15 | C 20 | C 25 | C 30 | C 35 | C 40 | C 45 | C 50 | C 55 | C 60 |
| 轴心抗压 | $f_{ck}$  | 5             | 6.7  | 10   | 13.5 | 17   | 20   | 23.5 | 27   | 29.5 | 32   | 34   | 36   |
| 弯曲抗压 | $f_{cmk}$ | 5.5           | 7.5  | 11   | 15   | 18.5 | 22   | 26   | 29.5 | 32.5 | 35   | 37.5 | 39.5 |
| 抗 拉  | $f_{tk}$  | 0.75          | 0.9  | 1.2  | 1.5  | 1.75 | 2    | 2.25 | 2.45 | 2.6  | 2.75 | 2.85 | 2.95 |

混凝土强度设计值及弹性模量见表1-2-3。

混凝土强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>)及弹性模量 $E_c$  (N/mm<sup>2</sup>)

表 1-2-3

| 强度种类                   | 符号       | 混 凝 土 强 度 等 级 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------|----------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                        |          | C 7.5         | C 10 | C 15 | C 20 | C 25 | C 30 | C 35 | C 40 | C 45 | C 50 | C 55 | C 60 |
| 轴心抗压                   | $f_c$    | 3.7           | 5    | 7.5  | 10   | 12.5 | 15   | 17.5 | 19.5 | 21.5 | 23.5 | 25   | 26.5 |
| 弯曲抗压                   | $f_{cm}$ | 4.1           | 5.5  | 8.5  | 11   | 13.5 | 16.5 | 19   | 21.5 | 23.5 | 26   | 27.5 | 29   |
| 抗 拉                    | $f_t$    | 0.55          | 0.65 | 0.9  | 1.1  | 1.3  | 1.5  | 1.65 | 1.8  | 1.9  | 2    | 2.1  | 2.2  |
| 弹性模量 $E_c \times 10^4$ |          | 1.45          | 1.75 | 2.20 | 2.55 | 2.80 | 3.00 | 3.15 | 3.25 | 3.35 | 3.45 | 3.55 | 3.60 |

3. 新旧规范混凝土强度等级换算。

TJ10—74混凝土标号与GBJ10—89强度等级换算见表1-2-4。

T J 10-74混凝土标号与 G B J 10—89强度等级换算

表 1-2-4

| 强度种类(强度设计值<br>N/mm <sup>2</sup> ) | T J 10-74 混 凝 土 标 号       |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|-----------------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|                                   | 100                       | 150  | 200  | 250  | 300  | 350  | 400  | 500  | 600  |  |
|                                   | G B J 10-89 混 凝 土 强 度 等 级 |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|                                   | C 8                       | C 13 | C 18 | C 23 | C 28 | C 33 | C 38 | C 48 | C 58 |  |
| 轴心抗压 $f_c$                        | 3.96                      | 6.5  | 9.0  | 11.5 | 14.0 | 16.5 | 18.7 | 22.7 | 25.9 |  |
| 弯曲抗压 $f_{cm}$                     | 4.38                      | 7.3  | 10.0 | 12.5 | 15.3 | 18.0 | 20.5 | 25.0 | 28.4 |  |
| 抗 拉 $f_t$                         | 0.57                      | 0.8  | 1.02 | 1.22 | 1.42 | 1.59 | 1.96 | 1.96 | 2.16 |  |

4. 混凝土疲劳强度设计值及疲劳变形弹性模量。

混凝土疲劳强度设计值按下式计算：

$$(f_c^f, f_{cm}^f, f_t^f) = (f_c, f_{cm}, f_t) \times \gamma_p$$

式中  $\gamma_p$  —— 疲劳强度修正系数。

修正系数 $\gamma_p$ 根据不同疲劳应力比值 $\rho^f$ 确定，见表1-2-5。

$$\rho^f = \rho_{c, \min}^f / \rho_{c, \max}^f$$

式中  $\rho_{c, \min}^f, \rho_{c, \max}^f$ ——构件疲劳验算时, 截面同一纤维的混凝土最小应力及最大应力。

不同  $\rho^f$  值时混凝土的疲劳强度修正系数  $\gamma_P$  表 1-2-5

| $\rho^f$   | $\rho^f < 0.2$ | $0.2 < \rho^f < 0.3$ | $0.3 < \rho^f < 0.4$ | $0.4 < \rho^f < 0.5$ | $\rho^f \geq 0.5$ |
|------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| $\gamma_P$ | 0.74           | 0.80                 | 0.86                 | 0.93                 | 1.0               |

注: 1. 表中系数仅适用于承受重级工作制吊车梁的构件, 对于中级工作制吊车的混凝土疲劳强度修正系数  $\gamma_P$ , 应按表中数值乘系数 1.1 采用, 但相乘后的数值不得大于 1.0。  
2. 如采用蒸汽养护时, 养护温度不宜超过 60℃, 如超过时, 应按计算需要的混凝土强度设计值提高 20%。

混凝土疲劳变形模量见表 1-2-6。

混凝土疲劳变形模量  $E_c^f$  (N/mm<sup>2</sup>) 表 1-2-6

| 混凝土强度等级             | C 20 | C 25 | C 30 | C 35 | C 40 | C 45 | C 50 | C 55 | C 60 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $E_c^f \times 10^4$ | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5  | 1.55 | 1.6  | 1.65 | 1.7  |

混凝土线膨胀系数  $\alpha_c$ : 当温度在 0℃ 至 100℃ 范围内时, 可采用  $1 \times 10^{-5}$ 。

混凝土泊松比  $\nu_c$ : 采用 0.2。

混凝土剪变模量  $G_c$ : 按混凝土弹性模量的 0.4 倍采用。

1-2-2 钢筋

1. 钢筋混凝土结构及预应力混凝土结构的钢筋选用规定:  
普通钢筋宜采用 I 级、II 级、III 级钢筋和乙级冷拔低碳钢丝。  
预应力钢筋宜采用碳素钢丝、刻痕钢丝、钢绞线和热处理钢筋, 以及冷拉 II、III、IV 级钢筋。  
对中、小型构件中的预应力钢筋, 可采用甲级冷拔低碳钢丝。

2. 钢筋、钢丝、钢绞线强度标准值、设计值、弹性模量 (表 1-2-7)。

钢筋、钢丝、钢绞线强度标准值、设计值、弹性模量 (N/mm<sup>2</sup>) 表 1-2-7

| 种 类       |                                                                      | 强度标准值      | 强 度 设 计 值  |            | 弹性模量 $E_s$        |
|-----------|----------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|-------------------|
|           |                                                                      |            | 抗 拉        | 抗 压        |                   |
| 热 轧 钢 筋   | I 级 (A3、AY3)                                                         | 235        | 210        | 210        | $2.1 \times 10^5$ |
|           | II 级 [20MnSi、20MnNb (b)]                                             |            |            |            |                   |
|           | $d \leq 25$                                                          | 335        | 310        | 310        | $2.0 \times 10^5$ |
|           | $d = 28 \sim 40$                                                     | 315        | 290        | 290        |                   |
|           | III 级 (25MnSi)                                                       | 370        | 340        | 340        | $2.0 \times 10^5$ |
| 冷 拉 钢 筋   | IV 级 (40Si2MnV<br>45SiMnV<br>45SiMnTi)                               | 540        | 500        | 400        | $2.0 \times 10^5$ |
|           | I 级 ( $d \leq 12$ )                                                  | 280        | 250        | 210        | $2.0 \times 10^5$ |
|           | II 级 ( $d \leq 25$<br>$d = 28 \sim 40$ )                             | 450<br>430 | 380<br>360 | 310<br>290 |                   |
|           | III 级                                                                | 500        | 420        | 340        | $1.8 \times 10^5$ |
|           | IV 级                                                                 | 700        | 580        | 400        |                   |
| 热 钢 处 理 筋 | 40Si2Mn ( $d = 6$ )<br>48Si2Mn ( $d = 8.2$ )<br>45Si2Cr ( $d = 10$ ) | 1470       | 100        | 400        | $2.0 \times 10^5$ |

续表

| 种                  类 |                                                        | 强度标准值                    | 强 度 $N/mm^2$ 设 计 值       |                | 弹性模量 $E_s$ 。<br>$N/mm^2$ |
|----------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|
|                      |                                                        |                          | 抗 拉                      | 抗 压            |                          |
| 碳 素 钢 丝              | $\phi 4$                                               | 1670                     | 1130                     | 400            | $2.0 \times 10^5$        |
|                      | $\phi 5$                                               | 1570                     | 1070                     | 400            |                          |
| 刻 痕 钢 丝              | $\phi 5$                                               | 1470                     | 1000                     | 360            | $2.0 \times 10^5$        |
| 冷 拔 低 碳 钢 丝          | 甲 级 $\phi 4$                                           | I 组    II 组              | I 组    II 组              | 400            | $2.0 \times 10^5$        |
|                      | $\phi 5$                                               | 700    650<br>650    600 | 460    430<br>430    400 |                |                          |
|                      | 乙 级 $\phi 3 \sim \phi 5$<br>用于焊接骨架和焊接网时<br>用于绑扎骨架和绑扎网时 | 550                      | 320<br><br>250           | 320<br><br>250 |                          |
| 钢 绞 线                | $d = 9.0$ ( $7\phi 3$ )                                | 1670                     | 1130                     | 360            | $1.8 \times 10^5$        |
|                      | $d = 12.0$ ( $7\phi 4$ )                               | 1570                     | 1070                     |                |                          |
|                      | $d = 15.0$ ( $7\phi 5$ )                               | 1470                     | 1000                     |                |                          |

注：1. 当采用直径为28~400mm的Ⅰ级钢筋，且符合国家标准《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》GB1499-91时，可取钢筋强度标准值 $f_{yk}$ 等于335N/mm<sup>2</sup>；钢筋抗拉、抗压强度设计值 $f_y$ 和 $f_y'$ 等于310N/mm<sup>2</sup>。  
2. 在钢筋混凝土结构中，轴心受拉和小偏心受拉构件的钢筋抗拉强度设计值大于310N/mm<sup>2</sup>时，仍应按310N/mm<sup>2</sup>取用；其它构件的钢筋抗拉强度设计值大于340N/mm<sup>2</sup>时，仍应按340N/mm<sup>2</sup>取用；对于直径大于12mm的Ⅰ级钢筋，如经冷拉，不得利用冷拉后的强度。  
3. 当钢筋混凝土结构的混凝土强度等级为C10时，光面钢筋的强度设计值应按190N/mm<sup>2</sup>取用，变形钢筋（包括月牙钢筋和螺纹钢筋）的强度设计值应按230N/mm<sup>2</sup>取用。  
4. 构件中配有不同种类的钢筋时，每种钢筋根据其受力情况应采用各自的强度设计值。  
5. 冷拔低碳钢丝用作预应力钢筋时，应按钢丝强度标准值逐盘进行检验，其强度设计值应按甲级采用；乙级冷拔低碳钢丝可按分批检验，并宜作焊接骨架、焊接网、架立筋、箍筋和构造钢筋。  
6. 当碳素钢丝、刻痕钢丝、钢绞线的强度标准值不符合本表的规定时，其强度设计值应进行换算。

3. 钢筋疲劳强度设计值（表1-2-8）。

钢筋疲劳强度设计值（N/mm<sup>2</sup>）表 1-2-8

| 疲劳应力比值 $\rho^f$        | 疲 劳 强 度 设 计 值 |      |      | 疲 劳 应 力 比 值 $\rho^f$ | 疲 劳 强 度 设 计 值 |      |      |
|------------------------|---------------|------|------|----------------------|---------------|------|------|
|                        | Ⅰ级钢筋          | Ⅱ级钢筋 | Ⅲ级钢筋 |                      | Ⅰ级钢筋          | Ⅱ级钢筋 | Ⅲ级钢筋 |
| $-1.0 < \rho^f < -0.8$ | 85            |      |      | $0.2 < \rho^f < 0.3$ | 175           | 200  | 205  |
| $-0.8 < \rho^f < -0.6$ | 95            |      |      | $0.3 < \rho^f < 0.4$ | 185           | 210  | 220  |
| $-0.6 < \rho^f < -0.4$ | 105           |      |      | $0.4 < \rho^f < 0.5$ | 195           | 225  | 235  |
| $-0.4 < \rho^f < -0.2$ | 115           |      |      | $0.5 < \rho^f < 0.6$ |               | 235  | 255  |
| $-0.2 < \rho^f < 0$    | 135           |      |      | $0.6 < \rho^f < 0.7$ |               | 250  | 275  |
| $0 < \rho^f < 0.1$     | 155           | 175  | 175  | $0.7 < \rho^f < 0.8$ |               | 260  | 290  |
| $0.1 < \rho^f < 0.2$   | 165           | 185  | 185  | $0.8 < \rho^f < 0.9$ |               | 275  | 305  |

注：当纵向受拉钢筋采用闪光接触对焊接头时，其接头处钢筋疲劳强度设计应按表中数值乘以系数0.8。

预应力钢筋的疲劳强度设计值（N/mm<sup>2</sup>）表 1-2-9

| 种 类    |                  | 疲 劳 强 度 设 计 值 $f_{fy}$ |                      |
|--------|------------------|------------------------|----------------------|
|        |                  | $0.7 < \rho^f < 0.8$   | $0.8 < \rho^f < 0.9$ |
| 冷拉Ⅱ级钢筋 | $d < 25$         | 315                    | 335                  |
|        | $d = 28 \sim 40$ | 300                    | 320                  |
| 冷拉Ⅲ级钢筋 |                  | 355                    | 385                  |



续表

| 种 类              |          | 疲 劳 强 度 设 计 值 $f_b$     |                         |
|------------------|----------|-------------------------|-------------------------|
|                  |          | $0.7 \leq \rho^f < 0.8$ | $0.8 \leq \rho^f < 0.9$ |
| 冷拉Ⅳ级钢筋           |          | 450                     | 485                     |
| 碳 素 钢 丝          | $\phi 4$ | 850                     | 935                     |
|                  | $\phi 5$ | 800                     | 880                     |
| 刻 痕 钢 丝 $\phi 5$ |          | 675                     | 750                     |

注：1.当采用闪光接触对焊接头的冷拉Ⅱ级、冷拉Ⅲ级钢筋作为预应力钢筋时，其接头处预应力钢筋的疲劳设计值，应按表中数值乘以系数0.8。

2.当 $\rho^f \geq 0.9$ 时，不必验算钢筋的疲劳强度。

4. 钢筋计算截面面积及公称质量（表1-2-10）。

钢筋计算截面面积及公称质量 表 1-2-10

| 直 径<br>$d$ (mm) | 不同根数钢筋的计算截面面积 (mm <sup>2</sup> ) |      |      |      |      |      |      |       |       | 单根钢筋公称质量<br>(kg/m) |
|-----------------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|--------------------|
|                 | 1                                | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8     | 9     |                    |
| 3               | 7.1                              | 14.1 | 21.2 | 28.3 | 35.3 | 42.4 | 49.5 | 56.5  | 63.6  | 0.055              |
| 4               | 12.6                             | 25.1 | 37.7 | 50.2 | 62.8 | 75.4 | 87.9 | 100.5 | 113   | 0.099              |
| 5               | 19.6                             | 39   | 59   | 79   | 98   | 118  | 138  | 157   | 177   | 0.154              |
| 6.0             | 28.3                             | 57   | 85   | 113  | 142  | 170  | 198  | 226   | 255   | 0.222              |
| 6.5             | 33.2                             | 66   | 100  | 133  | 166  | 199  | 232  | 265   | 299   | 0.26               |
| 8               | 50.3                             | 101  | 151  | 201  | 252  | 302  | 352  | 402   | 453   | 0.395              |
| 8.2             | 52.8                             | 106  | 158  | 211  | 264  | 317  | 370  | 423   | 475   | 0.432              |
| 10              | 78.5                             | 157  | 236  | 314  | 393  | 471  | 550  | 628   | 707   | 0.617              |
| 12              | 113.1                            | 226  | 339  | 452  | 565  | 678  | 791  | 904   | 1017  | 0.888              |
| 14              | 153.9                            | 308  | 461  | 615  | 769  | 923  | 1077 | 1230  | 1387  | 1.21               |
| 16              | 201.1                            | 402  | 603  | 804  | 1005 | 1206 | 1407 | 1608  | 1809  | 1.58               |
| 18              | 254.5                            | 509  | 763  | 1017 | 1272 | 1526 | 1780 | 2036  | 2290  | 2.00               |
| 20              | 314.5                            | 628  | 941  | 1256 | 1570 | 1884 | 2200 | 2513  | 2827  | 2.47               |
| 22              | 380.1                            | 760  | 1140 | 1520 | 1900 | 2281 | 2661 | 3041  | 3421  | 2.98               |
| 25              | 490.9                            | 982  | 1473 | 1964 | 2454 | 2945 | 3436 | 3927  | 4418  | 3.85               |
| 28              | 615.3                            | 1232 | 1847 | 2463 | 3079 | 3695 | 4310 | 4926  | 5542  | 4.83               |
| 32              | 804.3                            | 1609 | 2418 | 3217 | 4021 | 4826 | 5630 | 6434  | 7238  | 6.31               |
| 36              | 1017.9                           | 2036 | 3054 | 4072 | 5089 | 6107 | 7125 | 8143  | 9161  | 7.99               |
| 40              | 1256.1                           | 2513 | 3770 | 5027 | 6283 | 7540 | 8796 | 10053 | 11310 | 9.87               |

注：表中直径 $d = 8.2\text{mm}$ 的计算截面面积及公称质量仅适用于有纵肋的热处理钢筋。

5. 每米板宽内各种钢筋间距时的钢筋截面面积（表1-2-11）。

每米板宽内各种钢筋间距时的钢筋截面面积表 表 1-2-11

| 钢筋间距<br>(mm) | 当钢筋直径 (mm) 为下列数值时的钢筋截面面积 (mm <sup>2</sup> ) |      |     |     |     |     |      |      |       |      |       |      |       |      |
|--------------|---------------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
|              | 3                                           | 4    | 5   | 6   | 6/8 | 8   | 8/10 | 10   | 10/12 | 12   | 12/14 | 14   | 14/16 | 16   |
| 70           | 101                                         | 179  | 281 | 404 | 561 | 719 | 920  | 1121 | 1369  | 1616 | 1908  | 2199 | 2536  | 2872 |
| 75           | 94.3                                        | 167  | 262 | 377 | 524 | 671 | 859  | 1047 | 1277  | 1508 | 1780  | 2053 | 2367  | 2681 |
| 80           | 88.4                                        | 157  | 245 | 354 | 491 | 629 | 805  | 981  | 1198  | 1414 | 1669  | 1924 | 2218  | 2513 |
| 85           | 83.2                                        | 148  | 231 | 333 | 462 | 592 | 758  | 921  | 1127  | 1331 | 1571  | 1811 | 2088  | 2365 |
| 90           | 78.5                                        | 140  | 218 | 314 | 437 | 559 | 715  | 872  | 1064  | 1257 | 1481  | 1710 | 1972  | 2234 |
| 95           | 74.5                                        | 132  | 207 | 298 | 414 | 529 | 678  | 826  | 1008  | 1190 | 1405  | 1620 | 1868  | 2116 |
| 100          | 70.6                                        | 126  | 196 | 283 | 393 | 503 | 644  | 785  | 958   | 1131 | 1335  | 1539 | 1775  | 2011 |
| 110          | 64.2                                        | 114  | 178 | 257 | 357 | 457 | 585  | 714  | 871   | 1028 | 1214  | 1399 | 1614  | 1828 |
| 120          | 58.9                                        | 105  | 163 | 236 | 327 | 419 | 537  | 654  | 798   | 1012 | 1112  | 1283 | 1480  | 1676 |
| 125          | 56.5                                        | 100  | 157 | 226 | 314 | 402 | 515  | 628  | 766   | 905  | 1068  | 1232 | 1420  | 1608 |
| 130          | 54.4                                        | 96.6 | 151 | 218 | 302 | 387 | 495  | 604  | 737   | 870  | 1027  | 1184 | 1366  | 1547 |