

钢筋混凝土构件实用施工 计 算 手 册

傅钟鹏 编著

中国建筑工业出版社

前言

钢筋混凝土结构是最为面广、量大的一种建筑结构，其理论和实践在近几年来均有更新，与之有关的计算问题也益趋深化和复杂，因此，对参与钢筋混凝土工程的人员来说，掌握施工过程中的各类计算方法就显得迫切而重要。

鉴于专论钢筋混凝土构件施工计算的书籍至今尚付阙如，笔者乃根据长期工作心得，不揣拙劣地撰成本书，冀对这方面读物有所补白。

本书内容尽量网及施工中常用的现场技术问题，除了常规者之外，尚包括处理各种措施所必需具备的设计理论知识，俾使读者在判定构件技术性能并作出方案决策时胸有成竹；同时，书中也广泛地应用一些数学方法，取其理论特点作某种技巧性处理，使计算过程做到进一步简化。

目前，凡手册类的科技出版物，大多作泛泛的数值计算，列具大量图表备查。这种做法固然并无不当，但读者对某工程的施工进度，往往只需索用极少量数据，却不得不置备篇幅巨大的书籍，未免不可取之处；此外，大多数手册未能向读者交待数据的必要根源，使读者遇到某种特殊情况时，常缺乏应变能力，而难以得心应手地决断。为矫正上述弊端，引导读者加强灵活处理技术问题的能力，本书运笔目标是着重理论上的概念性讲解，多举典型算例，而只在很必要的情况下才编制相应图表；另者，本书尚以实用性为主要意向，力图做到施工中经常接触的一应计算问题均能有所索引。

笔者深感以往某种传统计算方法的缺陷对操作效率影响之深，乃着意创用一些快捷、简化的新法，如以抗力法代替面积法选配钢筋、导演预应力混凝土构件的反拱计算公式等，一一录于本书之中，或有助于进一步掌握和运用有关计算机理。

笔者竭力装点本书，但难免闪失，读者若有所见，望不吝赐教。

傅钟鹏

(京)新登字 035 号

本书全面而系统地介绍钢筋混凝土构件施工中常见的各类计算问题，诸如构件的受力机理、钢筋和混凝土材质评选和质量控制、预应力混凝土构件特征、预埋件作用及理论性能、构件起吊及堆放、荷载试验等若干理论和实践问题，并对概率论、优化方法等某些实用数学领域的应用性做出必要的阐述。

本书取材自工程实践，内容深入浅出，着重于引导读者掌握理论实质，并提供某些技巧性快捷方法。此外，书中尚配有相当数量的典型实例和实用图表，以供读者举一反三和案头索骥。

本书读者对象为建筑施工和设计单位的技术人员，并可作为建筑工程专业院系的数学参考书。

* * *

责任编辑 林婉华

钢筋混凝土构件实用施工计算手册

傅钟鹏 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 37³/₄ 字数: 914千字

1994年5月第一版 1994年5月第一次印刷

印数: 1—8,700册 定价: 25.80元

ISBN7—112—02292—4/TU·1778

(7320)

目 录

1. 构件用料的材性计算

1-1 钢筋的力学性能	1
1-1-1 力学性能指标	1
1-1-1-1 钢筋品种分类	1
1-1-1-2 力学性能项目	2
1-1-2 检验计算	3
1-1-2-1 取样要求	3
1-1-2-2 性能测定	4
1-1-3 性能鉴定	9
1-1-3-1 热轧钢筋	9
1-1-3-2 热处理钢筋	11
1-1-3-3 高强度钢丝	12
1-1-3-4 钢绞线	13
1-1-3-5 冷拉钢筋	14
1-1-3-6 冷拔低碳钢丝	15
1-2 混凝土组成材料	16
1-2-1 水泥	16
1-2-1-1 三氧化硫的含量	17
1-2-1-2 烧失量	17
1-2-1-3 细度	18
1-2-1-4 标准稠度用水量	18
1-2-1-5 强度检验	19
1-2-2 碎石和卵石	24
1-2-2-1 表观密度	24
1-2-2-2 堆积密度、紧密密度和空隙率	26
1-2-2-3 含水率	27
1-2-2-4 含泥量、泥块含量	27
1-2-2-5 针、片状颗粒含量	28
1-2-2-6 颗粒级配	28
1-2-2-7 强度	30
1-2-3 砂	31
1-2-3-1 一般性质	31
1-2-3-2 细度模数	33
1-2-3-3 平均粒径	35
1-2-3-4 颗粒级配	36

1-3 混凝土的力学性能 40

1-3-1 立方体抗压强度 40

1-3-1-1 强度试验计算 40

1-3-1-2 试件制作要求 41

1-3-1-3 计算示例 42

1-3-2 其它强度试验计算 43

1-3-2-1 轴心抗压强度 43

1-3-2-2 劈裂抗拉强度 44

1-3-2-3 抗折强度 45

2.构件设计原理

2-1 概率论涵义 47

2-1-1 随机现象 47

2-1-2 频率的功用 49

2-1-2-1 随机事件的特性 49

2-1-2-2 频率概念 49

2-1-3 概率 51

2-1-3-1 概率概念 51

2-1-3-2 概率分布 53

2-2 构件可靠度 57

2-2-1 随机变量的表征指标 57

2-2-1-1 均值 58

2-2-1-2 标准差 60

2-2-1-3 变异系数 62

2-2-1-4 计算示例并解说 63

2-2-2 正态分布 65

2-2-2-1 正态分布曲线的形成 65

2-2-2-2 函数特点 66

2-2-3 可靠度计算 71

2-2-3-1 可靠度概念 71

2-2-3-2 荷载效应 72

2-2-3-3 结构抗力 74

2-2-3-4 确定可靠指标 76

2-3 荷载取用原则 80

2-3-1 荷载的基本代表值 80

2-3-1-1 荷载分类 80

2-3-1-2 基本代表值 81

2-3-2 荷载分项系数 84

2-4 极限状态设计要点 85

2-4-1 极限状态分类 85

2-4-1-1 类别及要求 85

2-4-1-2 荷载取值 88

2-4-2 材料强度的取用准则	91
2-4-2-1 材料分项系数·····	91
2-4-2-2 强度取值	92
2-4-2-3 疲劳强度	95

3.构件的截面复核

3-1 梁、板构件·····	97
3-1-1 正截面承载力计算	97
3-1-1-1 应力与应变	97
3-1-1-2 计算模式的适用条件·····	101
3-1-1-3 矩形截面构件·····	104
3-1-1-4 T形截面构件·····	112
3-1-1-5 计算示例·····	117
3-1-2 斜截面承载力计算·····	126
3-1-2-1 受剪承载力·····	126
3-1-2-2 受弯承载力·····	134
3-1-3 按正常使用极限状态验算·····	136
3-1-3-1 挠度验算·····	136
3-1-3-2 裂缝宽度验算·····	144
3-1-4 计算示例·····	146
3-1-5 疲劳强度验算·····	153
3-1-5-1 计算模式·····	153
3-1-5-2 计算示例·····	158
3-2 受拉和受压构件	160
3-2-1 桁架杆件·····	160
3-2-1-1 轴心受拉·····	160
3-2-1-2 轴心受压·····	162
3-2-1-3 偏心受拉·····	164
3-2-2 柱类构件·····	167
3-2-2-1 受力特点·····	167
3-2-2-2 正截面承载力计算·····	171
3-2-2-3 计算示例·····	176
3-2-2-4 斜截面承载力计算·····	186
3-2-2-5 裂缝宽度验算·····	187

4.钢筋施工计算

4-1 配筋原则	190
4-1-1 一般要求·····	190
4-1-1-1 混凝土保护层·····	190
4-1-1-2 最小配筋率·····	192
4-1-1-3 钢筋的握裹条件·····	195
4-1-1-4 纵向受力钢筋·····	197

4-1-2	钢筋的接头	198
4-1-2-1	接头型式	198
4-1-2-2	搭接长度	199
4-1-2-3	适用范围	201
4-2	钢筋配料计算	207
4-2-1	缩尺配筋	207
4-2-1-1	直线缩尺	207
4-2-1-2	圆形缩尺	208
4-2-1-3	曲线边形缩尺	215
4-2-2	下料长度	217
4-2-2-1	弯曲调整值	217
4-2-2-2	弯钩计算	219
4-2-2-3	箍筋下料长度	220
4-2-2-4	钢筋弯折计算	222
4-2-2-5	特殊线长度	226
4-2-2-6	综合下料方案	230
4-3	钢筋规格代换	235
4-3-1	代换原则和范围	235
4-3-2	等承载力代换	236
4-3-2-1	等钢筋抗力法	237
4-3-2-2	考虑构件截面的有效高度	245
4-3-2-3	配有弯起钢筋的情况	249
4-3-2-4	剪力值的确定	256
4-3-3	若干计算问题	258
4-3-3-1	钢筋间距计算	258
4-3-3-2	常见问题的处理	260
4-4	钢筋重量计算	265
4-4-1	单位长度重量	265
4-4-2	实际代换量计算	266
4-4-3	大面积配筋的重量估算	266

5.混凝土质量控制

5-1	强度的统计分析	270
5-1-1	样本表征	270
5-1-1-1	样本均值	270
5-1-1-2	样本方差	271
5-1-2	强度测值的数据处理	273
5-1-2-1	数据整理内容和计算公式	273
5-1-2-2	考虑频率影响的分组计算	274
5-1-2-3	计算示例	275
5-2	配合比设计	280
5-2-1	设计原则	280

5-2-2 计算方法.....281

5-2-2-1 确定水灰比.....281

5-2-2-2 确定用水量.....284

5-2-2-3 确定组成材料用量.....284

5-2-2-4 计算示例.....287

5-2-3 试拌调整.....289

5-2-4 施工配合比.....291

5-2-5 工艺配合比.....292

5-3 混凝土的强度发展293

5-3-1 自然养护.....294

5-3-2 蒸汽养护.....296

5-3-3 掺加氯化钙.....298

5-3-4 冬期施工的混凝土温度.....299

5-3-4-1 混凝土拌合物的温度.....299

5-3-4-2 拌合物施工过程的温度.....301

5-4 混凝土强度的评定302

5-4-1 用统计方法.....302

5-4-1-1 标准差已知.....303

5-4-1-2 标准差未知.....305

5-4-2 用非统计方法.....307

5-4-3 生产质量水平.....307

5-4-3-1 评级的划分.....307

5-4-3-2 同盘混凝土质量指标.....308

5-5 构件的低强处理309

6. 预应力混凝土理论特征

6-1 概念性计算318

6-1-1 荷载平衡法.....318

6-1-1-1 预加力的力学作用.....318

6-1-1-2 等效荷载的建立.....319

6-1-2 预应力度.....326

6-1-2-1 构件抗裂性能评价.....326

6-1-2-2 按预加力大小的分类.....326

6-1-2-3 部分预应力构件.....327

6-2 构件计算基本原则329

6-2-1 预应力值的取用.....329

6-2-1-1 预应力的建立.....329

6-2-1-2 预应力损失.....331

6-2-2 截面复核.....335

6-2-2-1 正截面受弯承载力计算.....335

6-2-2-2 斜截面受剪承载力计算.....337

6-2-2-3 正常使用极限状态验算.....338

6-2-2-4 计算示例.....341

6-2-3 施工阶段受力.....351

6-3 构件的反拱值计算353

6-3-1 等截面梁.....353

6-3-1-1 预应力钢筋为直线状.....353

6-3-1-2 预应力钢筋为折线状.....354

6-3-1-3 预应力钢筋成直线状弯起.....355

6-3-1-4 预应力钢筋为圆弧状.....355

6-3-1-5 预应力钢筋为抛物线状.....357

6-3-2 变截面梁.....359

6-3-3 桁架.....361

6-3-4 等效荷载的应用.....362

6-3-5 无粘结预应力构件.....364

6-3-6 图解法的应用.....370

6-3-7 计算示例.....373

6-4 构件生产计算384

6-4-1 操作计算.....384

6-4-1-1 预应力钢筋下料长度.....384

6-4-1-2 张拉控制力.....386

6-4-1-3 张拉伸长值.....388

6-4-2 预应力损失值复核.....392

6-4-3 锚具和夹具计算.....393

6-4-3-1 楔具受力计算.....393

6-4-3-2 锚具的静载锚固性能.....394

6-4-4 电热法张拉.....395

6-4-4-1 预应力控制.....395

6-4-4-2 加热温度.....395

6-4-4-3 设备选择.....396

6-4-5 生产技术处理实例.....398

6-4-5-1 预应力钢筋代换.....398

6-4-5-2 构件的低强处理.....411

7.预埋件计算

7-1 受力特征414

7-2 焊缝工作型式418

7-2-1 焊着金属的应力.....418

7-2-2 焊件连接型式.....419

7-2-2-1 搭接.....419

7-2-2-2 对接和顶头接.....421

7-3 焊接计算.....421

7-3-1 计算内容.....421

7-3-2 焊缝的一般计算.....422

7-3-2-1 强度设计值	422
7-3-2-2 计算用式	423
7-3-3 锚固筋与锚板的顶头接	424
7-3-3-1 焊缝计算	424
7-3-3-2 顶头接说明	426
7-3-4 受力筋与钢板的搭接焊	427
7-4 握裹力和锚固	429
7-5 计算示例	433

8. 构件起吊计算

8-1 一般要求	440
8-2 吊点位置的确定	442
8-2-1 截面的上下钢筋配置不同	442
8-2-2 截面的上下钢筋配置相同	443
8-2-2-1 等截面构件	443
8-2-2-2 变截面短臂构件	444
8-2-2-3 变截面长臂构件	445
8-2-2-4 具有附加重量者	447
8-2-3 起吊重量的平衡	448
8-2-4 特殊情况	449
8-3 吊环选用	450
8-4 吊绳计算	454
8-5 若干计算问题	458
8-5-1 矩形截面的悬臂长度估算	458
8-5-2 翻身吊立	460
8-5-3 预应力混凝土构件的起吊	466
8-6 计算示例	469

9. 构件的荷载试验

9-1 试验原则	488
9-1-1 试验目的	488
9-1-2 加荷型式	488
9-1-2-1 重物加荷法	489
9-1-2-2 千斤顶加荷法	489
9-1-2-3 特殊加荷型式	490
9-1-3 支座布置	491
9-1-3-1 支座型式	491
9-1-3-2 部件尺寸选择	492
9-2 加荷要求	494
9-2-1 荷载布置	494
9-2-2 加荷步骤	498
9-2-2-1 常规结构性能检验要求	499

9-2-2-2 具体步骤和要求.....499

9-3 观测.....500

9-3-1 挠度.....500

9-3-1-1 仪表量测.....500

9-3-1-2 拉线量测.....501

9-3-1-3 实测值计算.....501

9-3-2 裂缝.....503

9-3-3 破坏状态.....504

9-3-4 应力.....504

9-4 构件的性能评定505

9-4-1 抽样.....505

9-4-2 挠度.....506

9-4-3 抗裂性能.....507

9-4-4 裂缝宽度.....509

9-4-5 承载力.....509

9-4-6 检验结果处理.....510

9-4-6-1 数据调整.....570

9-4-6-2 评定规定.....511

9-5 计算示例511

9-6 疲劳试验概念517

10. 构件 计 算 专 题

10-1 桩件受力计算.....520

10-1-1 单桩设计要点520

10-1-1-1 承受荷载的途径520

10-1-1-2 按材料强度确定承载力521

10-1-1-3 锤击应力522

10-1-1-4 吊装、堆放和运输过程计算522

10-1-1-5 竖立阶段计算522

10-1-1-6 间接钢筋的应用523

10-1-2 预应力混凝土桩524

10-1-2-1 预加力的必要性524

10-1-2-2 预应力混凝土受压构件计算525

10-1-3 群桩中的单桩受力526

10-1-4 计算示例527

10-2 框架计算问题.....532

10-2-1 框架结构的预制构件接头处理532

10-2-1-1 一般要求532

10-2-1-2 柱与柱的接头533

10-2-1-3 柱与梁的接头534

10-2-1-4 主梁与次梁的接头535

10-2-2 内力计算536

10-2-3 其它计算要点	536
10-3 构件质量评定	537
10-3-1 项目分类	537
10-3-2 模板质量检验内容	537
10-3-2-1 保证项目	537
10-3-2-2 基本项目	537
10-3-2-3 允许偏差项目	537
10-3-3 钢筋质量检验内容	538
10-3-3-1 原材料	538
10-3-3-2 半成品	538
10-3-3-3 成品	540
10-3-4 构件质量检验内容	541
10-3-4-1 保证项目	541
10-3-4-2 基本项目	542
10-3-4-3 外观质量和允许偏差项目	542
10-3-5 计算示例	544
10-4 数学方法处理	547
10-4-1 曲线长度计算的近似法	547
10-4-1-1 梯形法	547
10-4-1-2 抛物线法	548
10-4-1-3 计算示例	550
10-4-2 直线诺模图	552
10-4-2-1 图算原理	552
10-4-2-2 应用示例	555
10-4-3 最小二乘法	560
10-4-3-1 简要原理	560
10-4-3-2 实际应用	562
10-4-3-3 相关系数	563
10-4-4 物理量计算	566
10-4-4-1 外加剂溶液计算	566
10-4-4-2 截面惯性矩计算	569
10-4-5 图表法估算	571
10-4-5-1 制表示意	571
10-4-5-2 制图示意	573
10-5 优化方法	574
10-5-1 线性原理	574
10-5-2 平均值不等式	577
10-5-2-1 平均值不等式意义	577
10-5-2-2 定和求积原理	577
10-5-2-3 定积求和原理	579
10-5-3 单因素试验计算	582
10-5-4 多因素试验计算	585
10-5-4-1 正交试验法原理	585
10-5-4-2 正交表的应用	586

1.构件用料的材性计算

1-1 钢筋的力学性能

1-1-1 力学性能指标

1-1-1-1 钢筋品种分类

钢筋混凝土构件所用钢筋通常按化学成分分类，共分两种品种：

1.碳素钢钢筋

含碳量低于0.25%者称为低碳钢钢筋；含碳量0.7%~0.9%者称为高碳钢钢筋。

低碳钢钢筋按冶炼方法有平炉、氧气转炉和空气转炉三种；按脱氧程度有镇静钢、半镇静钢和沸腾钢三种；按保证供应条件分甲类钢（按力学性能供应）、乙类钢（按化学成分供应）和特类钢（按力学性能和化学成分供应）三类。按力学性能的不同，钢号有1号、2号、3号等，钢筋混凝土构件中仅用3号钢一种。有关低碳钢钢筋的表示符号示于表1-1，其中平炉钢、镇静钢不用符号标记；例如牌号AY3表示甲类氧气转炉3号镇静钢，A3表示甲类平炉3号镇静钢。

有关低碳钢钢筋的表示符号 表 1-1

项 目	符 号	说 明	项 目	符 号	说 明
氧气转炉钢	Y	符号放在钢号左侧	甲 类 钢	A	符号放在Y、J或钢号左侧
空气转炉钢	J	符号放在钢号左侧	乙 类 钢	B	符号放在Y、J或钢号左侧
半镇静钢	b	符号放在钢号右侧	特 类 钢	C	符号放在Y、J或钢号左侧
沸 腾 钢	F	符号放在钢号右侧			

高碳钢钢筋的强度较高，且制成的钢筋直径很小（5mm和5mm以下），故通常称为“碳素钢丝”或“高强度钢丝”。制造此种钢丝的用钢一般为70、75、80、85号钢。钢丝仅按力学性能供应。

2.普通低合金钢钢筋

普通低合金钢钢筋是在低碳钢或中碳钢（含碳量0.25%至0.7%以下）的成分中加入少量合金（如钛、钒等）制成，以改善其某种性能。

普通低合金钢钢筋的表示符号为：各种牌号前面的数字表示平均含碳量的万分数，后面的元素名称为所加合金元素；如合金元素后面未附数字，表示该元素的平均含量在1.5%以下，如附有数字“2”，则表示其平均含量为1.50%~2.49%。例如牌号为40硅2锰钒（40Si2MnV）的钢筋表示它的平均含碳量为0.4%，平均含硅量在1.50%~2.49%之间，平

均含锰量和含钒量都在1.5%以下。

普通低合金钢钢筋按力学性能和化学成分供应。

1-1-1-2 力学性能项目

钢筋混凝土构件所用钢筋必须满足规定的强度性能和塑性性能要求，对于某些有特殊要求的构件，其所用钢筋尚应满足规定的冲击韧性或疲劳性能要求。

1. 强度性能

通过钢材的拉伸试验作鉴定。

图1-1示钢材在拉伸过程得到的一般应力与应变的关系图。用低碳钢和中碳钢制成的钢筋属于软钢，其“应力-应变图”见图1-1(a)，拉伸过程经历四个阶段：弹性阶段(OB段，试件变形为弹性变形。本阶段包括应力与应变成线性关系的“直线比例段”OA)，屈服阶段(BC段，在本阶段内，应力基本上不再提高，而应变却在急剧增大)，强化阶段(CD段，在本阶段内，钢筋的应力需有较大提高，才能继续产生变形)和颈缩阶段(DE段，在本阶段内，应力逐渐降低，而应变却在增大；最后，在钢筋的某一部分，截面开始缩小，形成“颈缩现象”，终于在颈缩处断裂)。用高碳钢制成的钢筋(高强度钢丝)属于硬钢，其应力-应变图见图1-1(b)，由于它相对于软钢的塑性性能较差，故无产生塑性变形的屈服阶段，或屈服阶段的图形(通常称为“屈服台阶”)不明显。

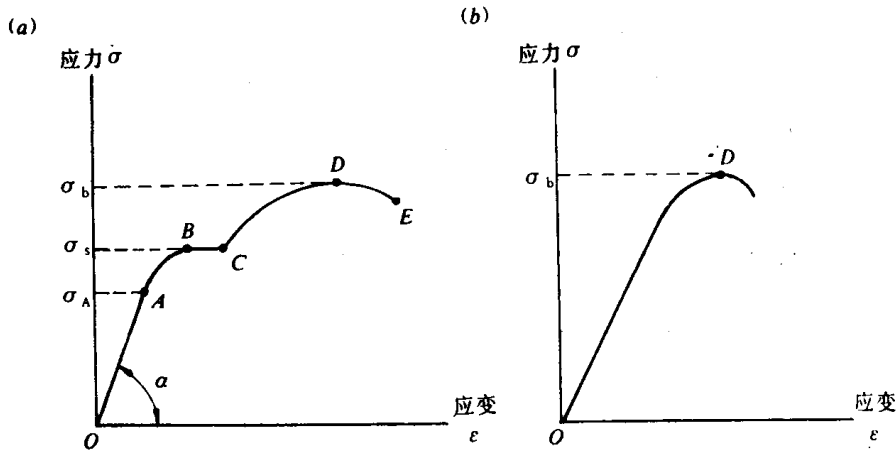


图 1-1

根据钢材拉伸试验的特征，作钢筋混凝土构件设计和施工计算时，考虑到试件产生的应力与应变关系，确定强度性能以以下两个项目为依据：

(1) 屈服点 (或屈服强度)

按图1-1(a)，钢筋应力达到B点的相应值之后，进入塑性工作状态，此时，试件虽然尚未断裂，但产生很大的塑性变形，一般已经不能满足所属结构的使用要求，故考虑所采用钢筋的强度性能时取B点的相应应力值为计算依据，此应力值称为“屈服点”，以 σ_s 表示。

对于硬钢，由于它的应力-应变图没有明显的屈服台阶，因此无法定出屈服点，就采用“屈服强度”以代替。屈服强度是一种“假想”屈服点，它的意义是：于试件上划定一段标距，在拉伸过程中标距部分残余伸长达原始标距值的0.2%时的应力。屈服强度以 $\sigma_{r0.2}$ 表示。

(2) 抗拉强度

图1-1曲线的最高点D意味着钢筋受拉伸产生最大应力处，亦即说明试件被拉断前所能经受拉力最大时相应的应力，这是钢筋的抗拉极限强度，称为“抗拉强度”，以 σ_b 表示。

2. 塑性性能

塑性性能好坏直接影响到钢筋的使用条件（例如塑性性能好的钢筋不至于在某种情况下出现脆断现象）以及工艺条件（例如塑性性能好的钢筋不至于在弯曲成型时或在焊接时产生裂纹），除了应通过钢材的拉伸试验作鉴定之外，尚需对钢筋进行“弯曲”加工以鉴定（取用一定的弯心直径，对钢筋弯曲至某个规定角度或反复弯曲至规定次数，以检验它的表面状态作鉴定）。

对于拉伸试验，确定塑性性能以“伸长率”一个项目为依据：试件拉断后标距长度的增量与原始标距值的百分比称为伸长率，以 δ 表示。

至于对钢筋进行弯曲加工以鉴定其塑性性能之举，仅牵涉到钢筋的外观检查，并不联系到计算问题。

1-1-2 检 验 计 算

1-1-2-1 取样要求

钢筋从钢厂发出时，应该具有出厂质量证明书或试验报告单，每捆（盘）钢筋均应有标牌，其上有厂名、牌号、炉罐（批）号、直径等标记。钢筋进入施工单位的仓库或放置场时，应按炉罐（批）号及直径分批验收，验收工作须在查对标牌、外观检查之后，才可以按有关技术标准的规定抽取试件作力学性能试验，认为检验合格后方可使用。

钢筋的三个力学性能指标：屈服点（或屈服强度）、抗拉强度、伸长率均由拉伸试验一次取得。受拉伸试验的钢筋试件分为比例的和定标距的两种，前者用于粗钢筋，而后者则用于钢丝。

比例试件系按下列公式计算而得的试件：

$$l_0 = K \sqrt{S_0} \quad (1-1)$$

式中 l_0 ——试件的原始标距；

K ——系数，取为5.65或11.3；

S_0 ——试件的横截面面积。

试件横截面的直径应在标距的两端及中间处两个相互垂直的方向上各测一次，取其算术平均值，选用三处测得横截面面积中最小值。横截面按下式计算：

$$S_0 = \frac{1}{4} \pi d^2 \quad (1-2)$$

式中 π ——圆周率；

d ——试件横截面的直径。

以(1-2)式的 S_0 代入(1-1)式可得下式：

$$l_0 = \frac{1}{2} K \sqrt{\pi} d \quad (1-3)$$

当 K 取为5.65或11.3时，可得

$$l_0 = 5d \quad \text{或} \quad l_0 = 10d \quad (1-4)$$

取 $l_0 = 5d$ 者称为“短比例试件”，取 $l_0 = 10d$ 者称为“长比例试件”。一般应采用短比例试件。长比例试件仅系过渡性质，当试件的横截面面积甚小时，为保证测量精度，才予采用。

定标距试件的原始标距 l_0 系根据钢筋直径的情况确定，主要是针对直径较小的钢筋（即通常所称的“钢丝”）而设，定一个确定的数值，而无与比例试件那样的比例关系。

对于钢筋试件，取样长度可为原始标距 l_0 （mm）加上200mm，但长度与试验机上、下夹具间的最小距离和夹头的长度有关，可灵活掌握；同时，也应考虑到标距之外的钢筋段，须使夹头与标距端点有一定间距。

如果受试验机性能限制，无法拉伸直径太大的钢筋，则直径为22~40mm的钢筋可进行机加工，制成直径为10mm的标准试件，如图1-2所示，图中 l_0 、 l （试件平行长度）和 L （试件总长）之值按表1-2所示。

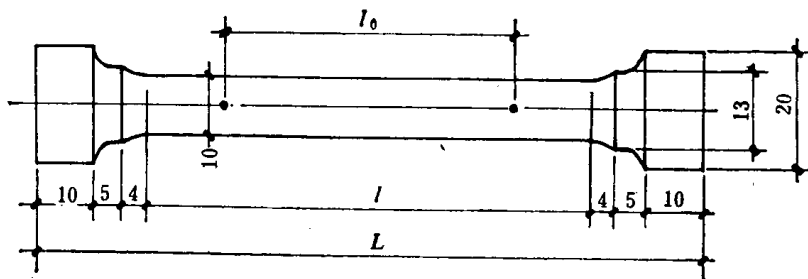


图 1-2

标准试件的长度 (mm)

表 1-2

长 度	l_0	l	L
短比例试件	50 (5d)	60	98
长比例试件	100 (10d)	110	148

采用机加工试件时，所属原钢筋的直径必须符合“名义”直径的大小（例如对于原钢筋的直径为25mm者，实测直径大小应处于“名义”直径25mm的允许偏差范围内）。

对于不经机加工的试件，可采用重量法测定其平均原始横截面积，计算公式如下：

$$S_0 = \frac{m}{\rho L} \times 1000 \quad (1-5)$$

式中 m —— 试件质量 (g)；

ρ —— 试件密度 (g/cm^3)，可取 $7.85\text{g}/\text{cm}^3$ ；

L —— 试件总长 (mm)。

实际上，试件质量即其重量（按计量法规定，质量习惯称为重量）；按(1-5)式算得的 S_0 值，其计算单位为 mm^2 。

1-1-2-2 性能测定

1. “力-伸长”图

用自动记录方法绘制的是力-伸长图，按以下关系式变换为应力-应变图：

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (1-6)$$

式中 σ ——应力;

F ——力;

S ——横截面积。

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (1-7)$$

式中 ε ——应变;

l ——试件长度;

Δl ——原始长度为 l 的伸长值。

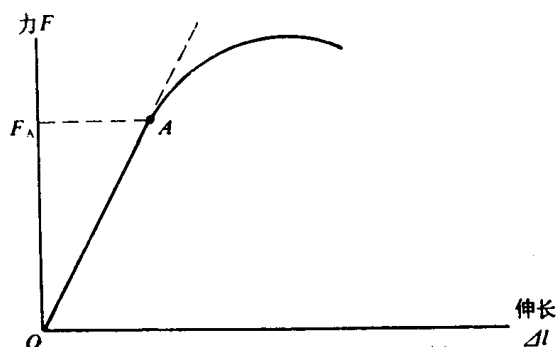


图 1-3

2. 比例极限

力-伸长图上直线部分的终点, 见图1-3上的 A 点。在图形的直线比例段 OA 范围内, 力与伸长成线性关系(由于 S 和 l 是定值, 故相应地应力与应变亦成线性关系), 相应于 A 处的力为“比例伸长极限力”。

在应力-应变图中, 相应于 A 处的应力称为“比例极限”(见图1-1的 σ_A), 按 OA 为直线, 从图1-1可得下式:

$$\tan \alpha = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (1-8)$$

按弹性定律, 在 OA 范围内当有下式:

$$\sigma = \varepsilon E \quad (1-9)$$

式中 E ——钢筋的弹性模量, 相当于(1-8)式的 $\tan \alpha$ 。

在预应力混凝土构件施工中, 为了计算钢筋在张拉过程中的伸长值, 比例极限是控制弹性范围线性变形的唯一指标。

3. 屈服点

在用自动记录方法绘制的力-伸长图中, 若屈服台阶基本上是成一条与横坐标轴平行的直线, 便可以定出试件在屈服时所受的力, 如图1-4(a)中以屈服台阶 BC 确定力 F_s 。但是, 有时在台阶区段内, 力是在一个很小的范围内波动, 图形便成为图1-4(b)那样接近与横坐标轴平行线的波浪形, 在这种情况下, 屈服阶段中首次下降前的最大力以 F_{su} 表示, 不计初始瞬时效应的最小力以 F_{sL} 表示。

在力-伸长图中, F_{su} 或表现如图1-4(c)所示(首次下降前的最大力并非最高波峰者)。存在 F_{su} 和 F_{sL} 的图形可绘如图1-4(d)所示。

于是, 以 σ_s 、 σ_{su} 、 σ_{sL} 分别表示屈服点、上屈服点、下屈服点, 则它们可用以下相应公式计算得出:

$$\sigma_s = \frac{F_s}{S_0} \quad (1-10)$$

$$\sigma_{su} = \frac{F_{su}}{S_0} \quad (1-11)$$

$$\sigma_{sL} = \frac{F_{sL}}{S_0} \quad (1-12)$$

当钢筋具有上、下屈服点时, 取下屈服点作为该钢筋的屈服点。