

从入门到精通系列丛书

# 混凝土结构 与砌体结构施工

徐占发 主编

3

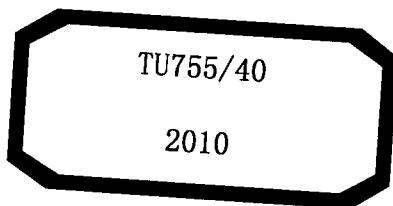
《华中科技大学出版社

TU755  
40

从入门到精通系列丛书

# 混凝土结构与砌体结构施工

徐占发 主编



华中科技大学出版社

中国·武汉

## 图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构与砌体结构施工/徐占发 主编.

—武汉:华中科技大学出版社,2010.3

(从入门到精通系列丛书)

ISBN 978-7-5609-5906-1

I. 混… II. 徐… III. ① 混凝土结构—混凝土施工 ② 砌块结构—工程施工  
IV. TU755 TU36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 227252 号

混凝土结构与砌体结构施工

徐占发 主编

责任编辑:张淑梅

责任监印:张正林

装帧设计:曾新蕾

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

地 址:武汉市武昌珞喻路 1037 号(邮编:430074)

出 版 人:阮海洪

录 排:北京智成同心图文设计有限公司

印 刷:天津泰宇印务有限公司

开 本:710 mm×1000 mm 1/16

印 张:14.75

字 数:32.5 千字

版 次:2010 年 3 月第 1 版

印 次:2010 年 3 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5609-5906-1/TU·753

定 价:27.00 元

投稿热线:(010)64155588—8000 邮箱:hziztg@163.com

销售电话:(022)60266190,60266192,(010)64155588,(022)60266199(兼传真)

网 址:www.hustpas.com;www.hustp.com

(凡购本书,如有缺页、脱页,请向本社发行部调换)

# 《混凝土结构与砌体结构施工》

## 编委会

主 编 徐占发

副主编 孙 震 杨朝晖

参 编 (按姓氏笔画排序)

徐占发 孙 震 杨朝晖 施 行 许大江

朱为军 曹 坤 吴金驰 张凤红 林 芳

郑晓明 李照广

## 内容提要

本书主要内容有混凝土结构工程施工和砌体结构工程施工两大部分。其中,钢筋、混凝土与砌筑材料,模板工程,钢筋工程,混凝土工程,砖砌体工程,中小型砌块砌体施工,石砌体施工,冬期与雨期施工,脚手架与垂直运输设备,单位工程施工组织设计,以及相关的工程质量要求和安全技术等内容。

本书特别适用于初为施工人员的大学毕业生和从业人员的培训教材与自学的参考书,也可作高等教育土建类专业本科、高职高专等各类学校的教材。

# 前 言

混凝土结构与砌体结构施工是土木工程中最重要、最主要和应用最广泛的施工内容,是高等和中等教育土建类专业设置的主干课程之一。学生对该项工程技术缺乏感性认识和实际体验,实践教学环节又很薄弱,学生不能真正掌握课程内容,毕业后难于胜任工作,为了实现毕业与上岗“零距离”接口而编写本书。

本书从内容编写上充分考虑初为施工人员的知识需求,讲清基本概念,大量使用图例,结合典型工程实例,形象具体地阐明施工要点和基本方法,以使读者系统地掌握施工关键点,满足施工现场应具备的技术、管理和操作的基本要求。

本书主要内容有钢筋、混凝土与砌筑材料,模板工程,钢筋工程,混凝土工程,砖砌体工程,中小型砌块砌体施工,石砌体施工,冬期与雨期施工,脚手架与垂直运输设备,单位工程施工组织设计,以及相关的工程质量要求和安全技术等。

本书可供高等教育土建类专业职业本科高职高专等各类学校的教材,特别适用于初为施工人员的大学毕业生、从业人员的培训教材和自学与应用的参考书。

参加本书编写工作的有徐占发、孙震、杨朝晖、施行、许大江、朱为军、曹坤、吴金驰、张凤红、李照广、于然、郑晓明。由徐占发任主编,孙震、杨朝晖任副主编。

本书在编写过程中,参考并引用了已公开发表的文献资料和相关教材,并得到许多专家和朋友的帮助,值此深表谢意!

编者

2009年11月

# 目 录

<b>第 1 章 钢筋、混凝土与砌筑材料</b> .....	1
1.1 建筑钢材 .....	1
入门要点 钢材的冶炼与分类 .....	1
精通要点 1 建筑钢材的主要技术性能 .....	3
精通要点 2 建筑钢材的标准和应用 .....	7
1.2 混凝土 .....	13
入门要点 1 概述 .....	13
入门要点 2 混凝土的组成材料 .....	14
精通要点 1 混凝土的主要技术性质 .....	21
精通要点 2 混凝土外加剂 .....	29
1.3 砌筑材料 .....	34
入门要点 1 砌筑砂浆 .....	34
入门要点 2 抹灰砂浆 .....	39
入门要点 3 砖、砌块和石材 .....	41
入门要点 4 烧结普通砖 .....	41
入门要点 5 烧结多孔砖、空心砖 .....	45
入门要点 6 蒸养(压)砖 .....	46
入门要点 7 中小型砌块 .....	48
入门要点 8 建筑工程石材 .....	50
<b>复习思考题</b> .....	53
<b>第 2 章 模板工程</b> .....	54
2.1 模板类型及其配套材料 .....	54
入门要点 1 组合钢模板 .....	54
入门要点 2 胶合板模板与支撑 .....	56
入门要点 3 大模板 .....	58
入门要点 4 液压滑升模板 .....	62
入门要点 5 其他模板 .....	66
2.2 主要构件模板的构造要点及图示 .....	67
精通要点 1 基础模板 .....	67
精通要点 2 柱模板 .....	68
精通要点 3 梁、楼板模板 .....	68

精通要点 4 楼梯模板 .....	69
2.3 主要构件模板安装 .....	69
精通要点 安装顺序 .....	69
2.4 早拆模板体系 .....	70
入门要点 早拆原理 .....	70
精通要点 施工图示 .....	70
2.5 模板的验算与实例 .....	71
精通要点 1 模板验算 .....	71
精通要点 2 验算实例 .....	73
2.6 模板拆除 .....	76
精通要点 1 拆除要求 .....	76
精通要点 2 拆除顺序 .....	76
2.7 模板的质量要求和安全措施 .....	77
精通要点 1 质量要求 .....	77
精通要点 2 安全注意事项 .....	78
复习思考题 .....	80
<b>第 3 章 钢筋工程</b> .....	<b>81</b>
3.1 钢筋的检验与验收 .....	81
精通要点 1 钢筋的检验 .....	81
精通要点 2 钢筋工程验收 .....	82
3.2 钢筋工程的施工工序 .....	83
精通要点 钢筋工程施工工序 .....	83
3.3 钢筋的配料计算、代换与示例 .....	84
精通要点 1 钢筋的配料计算 .....	84
精通要点 2 钢筋的代换 .....	88
3.4 钢筋现场加工与安装 .....	90
精通要点 1 钢筋的现场加工 .....	90
精通要点 2 钢筋的安装 .....	91
3.5 钢筋的连接 .....	92
精通要点 1 焊接连接 .....	93
精通要点 2 绑扎连接 .....	97
精通要点 3 机械连接 .....	98
复习思考题 .....	100
<b>第 4 章 混凝土工程</b> .....	<b>101</b>
4.1 混凝土结构工程的施工工序 .....	101
入门要点 混凝土结构工程的施工方法 .....	101
精通要点 混凝土结构工程施工工艺 .....	102
4.2 混凝土的制备 .....	102



精通要点 1	混凝土强度的确定	102
精通要点 2	混凝土施工配合比	103
精通要点 3	混凝土搅拌机的选择	104
精通要点 4	搅拌作业	105
4.3	混凝土的运输	106
入门要点 1	对混凝土运输的基本要求	106
入门要点 2	运输工具的选择	106
入门要点 3	混凝土泵送运输	107
4.4	混凝土的浇筑	109
精通要点 1	浇筑前的准备工作	109
精通要点 2	浇筑混凝土的一般规定	109
精通要点 3	后浇带的施工	111
精通要点 4	整体混凝土结构浇筑	111
精通要点 5	大体积混凝土结构浇筑	112
精通要点 6	水下浇筑混凝土	113
精通要点 7	喷射混凝土施工	114
精通要点 8	混凝土密实成型	115
4.5	混凝土的养护	117
精通要点	自然养护	117
4.6	混凝土工程的质量要求与安全措施	118
精通要点 1	混凝土的检查与验收	118
精通要点 2	混凝土工程的安全措施	119
复习思考题		121
<b>第 5 章 砖砌体施工</b>		122
5.1	砌砖前准备	122
精通要点 1	材料准备	122
精通要点 2	抄平、放线、制作皮数杆	123
5.2	砖砌体组砌形式	123
精通要点 1	砖基础组砌形式	123
精通要点 2	砖墙组砌形式	124
5.3	砖砌体砌筑工艺	124
精通要点 1	摆砖(撂底)	125
精通要点 2	立皮数杆	125
精通要点 3	盘角和挂线	125
精通要点 4	砌筑	125
精通要点 5	楼层标高控制	125
5.4	砖砌体砌筑质量保证措施	126
精通要点 1	横平竖直	126

精通要点 2 砂浆饱满 .....	126
精通要点 3 组砌得当 .....	126
精通要点 4 接槎可靠 .....	127
<b>复习思考题</b> .....	128
<b>第 6 章 中小型砌块砌体施工</b> .....	129
6.1 中小型砌块砌体施工准备 .....	129
入门要点 1 材料准备 .....	129
入门要点 2 机械准备 .....	129
精通要点 砌块排列图 .....	130
6.2 混凝土空心砌块墙砌筑形式 .....	131
精通要点 1 转角砌法 .....	131
精通要点 2 T 字交接砌筑 .....	131
精通要点 3 十字交接砌筑 .....	132
6.3 混凝土空心砌块墙砌筑要点 .....	133
入门要点 1 砌筑前的准备 .....	133
入门要点 2 砂浆配制 .....	133
入门要点 3 砌筑 .....	133
入门要点 4 墙体留槎 .....	134
入门要点 5 留洞与填实 .....	134
6.4 钢筋混凝土构造柱、芯柱的施工 .....	135
精通要点 1 钢筋混凝土构造柱施工 .....	135
精通要点 2 钢筋混凝土芯柱施工 .....	136
6.5 砌筑工程施工质量要求和安全措施 .....	137
精通要点 1 烧结普通砖、烧结多孔砖、蒸压灰砂砖、粉煤灰砖等砌体工程的质量要求 .....	137
精通要点 2 混凝土小型空心砌块砌体工程的质量要求 .....	139
精通要点 3 砌体工程安全技术 .....	141
精通要点 4 砌体工程检验批质量验收记录 .....	141
<b>复习思考题</b> .....	143
<b>第 7 章 石砌体施工</b> .....	144
7.1 石砌体施工准备 .....	144
7.2 毛石基础施工 .....	144
精通要点 1 砌筑方法 .....	144
精通要点 2 砌筑要求 .....	144
7.3 毛石墙施工 .....	145
精通要点 1 石墙的转角和丁字接头砌筑 .....	145
精通要点 2 墙体砌筑 .....	146
7.4 石砌体的施工质量要求 .....	147

入门要点 一般规定 .....	147
精通要点1 主控项目 .....	148
精通要点2 一般项目 .....	148
复习思考题 .....	150
<b>第8章 冬期与雨期施工</b> .....	151
8.1 混凝土工程冬期施工 .....	151
入门要点1 混凝土冬期施工原理 .....	151
入门要点2 混凝土冬期施工方法的选择 .....	152
入门要点3 混凝土冬期施工的一般要求 .....	152
入门要点4 冬期施工方法及热工计算 .....	153
精通要点1 混凝土工程温度测定 .....	160
精通要点2 混凝土强度估算 .....	161
8.2 砌体工程冬期施工 .....	162
精通要点1 对材料的要求 .....	162
精通要点2 氯盐砂浆法 .....	162
精通要点3 冻结法 .....	163
8.3 冬期施工安全技术 .....	163
8.4 雨期施工 .....	164
入门要点 雨期施工的准备工作的 .....	164
精通要点1 各分部分项工程在雨期施工的注意事项 .....	164
精通要点2 防雷设施 .....	166
复习思考题 .....	167
<b>第9章 脚手架与垂直运输设备</b> .....	168
9.1 脚手架工程的基本要求 .....	168
9.2 外脚手架的基本组成和一般构造 .....	169
入门要点 外脚手架的基本组成 .....	169
精通要点 外脚手架的一般构造 .....	169
9.3 几种新型的脚手架的类型 .....	170
精通要点1 悬挑式脚手架 .....	170
精通要点2 外挂脚手架 .....	170
精通要点3 吊篮 .....	170
精通要点4 升降式外脚手架 .....	171
精通要点5 里脚手架 .....	171
9.4 脚手架的质量要求与安全措施 .....	172
入门要点 脚手架构配件质量要求 .....	172
精通要点1 脚手架的质量检查验收 .....	172
精通要点2 脚手架安全技术 .....	174
9.5 垂直运输设备 .....	176

入门要点 1 塔式起重机 .....	176
入门要点 2 井架 .....	176
入门要点 3 龙门架 .....	177
入门要点 4 塔式起重机 .....	178
入门要点 5 轨道式塔式起重机 .....	179
入门要点 6 爬升式塔式起重机 .....	180
入门要点 7 附着式塔式起重机 .....	182
入门要点 8 桅杆式起重机 .....	183
精通要点 垂直运输设备使用应注意的事项 .....	184
复习思考题 .....	185
<b>第 10 章 单位工程施工组织设计</b> .....	186
10.1 施工组织设计的分类和内容 .....	187
入门要点 1 施工组织设计分类 .....	187
入门要点 2 施工组织设计的内容 .....	188
10.2 编制施工组织设计的依据和原则 .....	189
入门要点 1 编制施工组织设计的依据 .....	189
入门要点 2 编制施工组织设计的基本原则 .....	189
10.3 单位工程施工组织设计的编制要点 .....	191
10.4 某混凝土结构工程单位工程施工组织设计实例 .....	191
入门要点 1 工程概况 .....	191
入门要点 2 施工部署 .....	192
精通要点 1 主要项目施工方法 .....	194
入门要点 3 施工进度计划 .....	197
精通要点 2 施工准备 .....	197
入门要点 4 劳动力及主要机具计划 .....	200
入门要点 5 施工平面布置 .....	201
入门要点 6 各项技术与管理措施 .....	202
10.5 某砌体结构工程单位工程施工组织设计实例 .....	204
入门要点 1 工程概况 .....	204
入门要点 2 施工部署 .....	205
精通要点 1 主要项目施工方法 .....	207
入门要点 3 施工进度计划 .....	211
精通要点 2 施工准备 .....	211
入门要点 4 劳动力及主要机具计划 .....	215
入门要点 5 施工平面布置 .....	217
入门要点 6 各项技术与管理措施 .....	218
复习思考题 .....	221
参考文献 .....	222

# 第 1 章 钢筋、混凝土与砌筑材料

## 1.1 建筑钢材

钢材是基本建设中的三大材料之一,是现代建筑工程中十分重要的材料。

钢材是由生铁经冶炼、浇注成钢锭,或直接轧制、锻压等加工工艺制造而成。钢材的品质均匀,强度高,自重轻,有良好的塑性和韧性,且具有承受冲击和振动荷载的能力;可切割、焊接、铆接和螺栓连接,便于安装和拆除。建筑钢材,包括各种型钢(钢管、角钢、槽钢、工字钢、H 型钢)、钢板、钢筋和钢丝等,除用于钢筋混凝土结构和钢结构外,还大量用于门窗、五金、模板和脚手架等。钢材的缺点是易锈蚀、不耐火、维修费用高等。

### 入门要点 钢材的冶炼与分类

#### 1. 钢的冶炼

钢与生铁都是黑色金属,是铁和碳的合金。此合金中除铁、碳元素外,还有硅、锰、硫、磷及少量其他元素,当含碳量小于 2% 时称为钢,大于 2% 时称为生铁。

生铁是以铁矿石、石灰石、焦炭等为原料,经高炉冶炼而成的。生铁分为炼钢生铁、铸造生铁和合金生铁。炼钢生铁也称白口铁,供炼钢用;铸造生铁也称灰口铁,用以铸造各种机器零件和结构部件;合金生铁用含有共生金属铜、钒、钛、镍等的铁矿石冶炼而成,性能较好。

炼钢是将生铁在高温下氧化,使部分铁被氧化成氧化铁,将碳的含量降低到规定的范围,杂质含量降低到允许的范围的过程,为此,在炼钢后期要投入脱氧剂除去钢液中的氧,常用的脱氧剂有锰铁、硅铁和铝。

炼钢常用的方法有空气转炉法、氧气转炉法、平炉法和电炉法。建筑钢材主要用氧气转炉法及平炉法来冶炼。

氧气转炉法是将熔融的生铁倒入转炉,吹入纯氧,使碳和杂质氧化。该法能有效地除去硫和磷,钢中含气量少、杂质少、质量好,是一种较为先进的炼钢方法。

平炉炼钢是以固态或液态的生铁、废钢、铁矿石为原料,以煤气或重油为燃料,靠吹入的空气或氧气及铁矿石中的氧使碳及杂质被氧化清除出去。平炉炼钢时间长,钢的成分易于调整、控制,杂质较少,质量较高,但成本也较高。

根据脱氧程度不同,钢又可分为沸腾钢、镇静钢和半镇静钢。

1) 沸腾钢脱氧不充分, 钢液中含有较多的 FeO, 它与碳反应生成 CO, 故在铸锭冷却过程中, 有大量 CO 气体逸出, 钢液呈沸腾状。沸腾钢杂质分布不均匀, 偏析较严重, 其冲击韧性和焊接性能较差, 但成本低, 钢锭缩孔小, 轧材成品率高。

2) 镇静钢脱氧充分, 铸锭时钢液平静。镇静钢质地均匀, 焊接性能、冲击韧性和塑性较好, 抗腐蚀性较强, 但缩孔较大, 成材率较低, 成本较高。一般用于承受冲击振动荷载和其他重要结构与焊接结构。

3) 半镇静钢是介于沸腾钢和镇静钢之间的钢种, 其性能也介于两者之间。

## 2. 钢材的分类

钢材除按上述冶炼方式分类外, 尚可按化学成分、质量、用途和加工方式等分类。现将钢材的分类列于表 1-1。

表 1-1 钢材分类表

分类依据		分 类	
按冶炼方法 分类	按炉的种类分	平炉钢	
		转炉钢	
		电炉钢	
	按脱氧程度和 浇注方法分	沸腾钢(F)	
		镇静钢(Z)	
		半镇静钢(b)	
按化学成分分类	碳素钢	碳素结构钢	低碳钢: 一般含碳量 < 0.25%
			中碳钢: 一般含碳量 0.25%~0.6%
			高碳钢: 一般含碳量 > 0.6%
	优质碳素结构钢		
	合金钢	低合金钢: 合金元素总量 < 5%	
		中合金钢: 合金元素总量 5%~10%	
高合金钢: 合金元素总量 > 10%			
按有害杂质含量分类	普通钢 $P \leq 0.045\%$ $S \leq 0.050\%$		
	优质钢 $P \leq 0.035\%$ $S \leq 0.035\%$		
	高级优质钢 $P \leq 0.025\%$ $S \leq 0.025\%$		
按用途分类	建筑钢		
	结构钢	碳素结构钢	
		合金结构钢	
	工具钢	碳素工具钢	
		合金工具钢	
高速工具钢			
特殊性能钢	如不锈钢、耐酸钢、耐磨钢		
按加工方式分类	热加工钢材		
	冷加工钢材		

## 精通要点1 建筑钢材的主要技术性能

钢材的主要技术性有化学性能、力学性能和工艺性能等,了解和掌握钢材的性能是选择和应用钢材的依据。

### 1. 钢材的化学性能

钢材在冶炼过程中加入各种元素,不同元素对钢材的性能产生不同的影响。为了保证钢材的质量,国家标准对各类钢材的化学成分作了严格规定。

化学成分对钢材性能的影响,见表1-2。

表1-2 化学成分对钢材性能的影响

名称	在钢材中的作用及含量	对钢材性能的影响
碳(C)	决定强度的主要因素。碳素钢含量在0.04%~1.7%之间,合金钢含量大于0.5%~0.7%	含量增高,强度和硬度增高,塑性和冲击韧性下降,脆性增大,冷弯性能、焊接性能变差
硅(Si)	加入少量能提高钢的强度、硬度和弹性,能使钢脱氧,有较好的耐热性、耐酸性。在碳素钢中含量不超过0.5%,超过限值则成为合金钢的合金元素	含量超过1%时,则使钢的塑性和冲击韧性下降,冷脆性增大,可焊性、抗腐蚀性变差
锰(Mn)	能提高钢强度和硬度,可使钢脱氧去硫,含量在1%以下。合金钢中含量大于1%时即成为合金元素	少量锰可降低脆性,改善塑性、韧性、热加工性能和焊接性能;含量较高时,会使钢塑性和韧性下降,脆性增大,焊接性能变坏
磷(P)	是有害元素,会降低钢的塑性和韧性,出现冷脆性;但也能使钢的强度显著提高,同时提高大气腐蚀稳定性。含量应限制在0.05%以下	含量提高,在低温下使钢变脆,在高温下使钢缺乏塑性和韧性,焊接及冷弯性能变坏。其危害与含碳量有关,在低碳钢中影响较小
硫(S)	是极有害元素,会使钢热脆性大,含量应限制在0.05%以下	含量高时,焊接性能、韧性和抗蚀性将变坏,在高温热加工时,容易产生断裂,形成热脆性
钒、铌(V、Nb)	使钢脱氧除气,能显著提高强度。合金钢中含量应小于0.5%	少量可提高低温韧性,改善可焊性;含量多时,会降低焊接性能
钛(Ti)	是钢的强脱氧剂和除气剂,可显著提高钢的强度,能与碳和氮作用生成碳化钛(TiC)和氮化钛(TiN)。低合金钢中含量在0.06%~0.12%	少量可改善塑性、韧性和焊接性能,降低热敏感性
铜(Cu)	含少量铜对钢不起显著变化,可提高抗大气腐蚀性	含量增到0.25%~0.3%时,焊接性能变坏,增到0.4%时,发生热脆现象

### 2. 钢材的力学性能

钢材的力学性能,主要包括钢材的拉伸性能、冲击韧性、耐疲劳性能和硬度等。

#### (1) 拉伸性能

拉伸性能是钢材最主要的力学性能。通过钢材的拉伸试验可测定钢材的屈服点或屈服强度,以及抗拉强度和伸长率(图 1-1)。

将低碳钢(也称软钢)制成的标准试件,在试验机上做拉伸试验,逐级加载直到破坏,分别测得拉力  $F_i$  和变形  $\Delta l$ ,按下式计算:

$$\Delta\sigma = F/A \quad (1-1)$$

$$\epsilon = \Delta l/l_0 \quad (1-2)$$

$$\delta = (l_1 - l_0)/l_0 \quad (1-3)$$

式中  $\sigma$  —— 钢材试件应力;  
 $F$  —— 试件承受拉力;  
 $A$  —— 试件受拉截面积;  
 $\epsilon$  —— 钢材试件应变;  
 $\Delta l$  —— 试件被拉伸长度;  
 $l_0$  —— 试件被拉伸前的长度。

根据试验数据,计算出应力、应变,并绘出  $\sigma\epsilon$  曲线关系图,即可得出试件在拉伸过程中,经历的四个阶段,并找出其屈服点或屈服强度( $f_y$ )、抗拉强度( $f_u$ )和伸长率  $\delta$  等主要力学指标。

①弹性阶段。OA 段为一直线,  $E = \sigma/\epsilon$  为常数,说明该阶段为弹性, A 点的应力称为弹性极限,以  $\sigma_e$  表示。

②屈服阶段。AB 段为一曲线,应变增长快于应力增长, B 点可分为  $B_{\uparrow}$  (上屈服点)和  $B_{\downarrow}$  (下屈服点)。  $B_{\downarrow}$  较稳定易测得。 B 点称为屈服点,对应的应力用  $\sigma_y$  表示,屈服强度以  $f_y$  表示。屈服强度是结构设计的一个重要参数,钢材受力达屈服点后出现较大的塑性变形,不能满足使用要求,因此工程设计以  $f_y$  为依据。

③强化阶段。BC 曲线为一上升曲线,表明由于钢材内部组织的畸变,钢材得到强化。其最高点 C 对应的应力值为  $\sigma_b$ ,其极限抗拉强度以  $f_u$  表示。抗拉强度  $f_u$  也是钢材的一个重要的力学参数,是钢材一个标志性指标。

④颈缩阶段。CD 曲线为一下降曲线,表明 C 点后,变形迅速发展,应力下降,试件拉长,截面缩小,直到断裂,故称为颈缩阶段。 D 点是试件破坏的标志。

屈服强度与抗拉强度之比,称屈强比( $\sigma_y/\sigma_b$ ),是反映钢材的利用率和安全可靠程度的一个重要参数。屈强比过小,说明钢材的强度利用率偏低,造成钢材的浪费;但是,结构的安全储备较高。设计中,要采用合理的屈强比,一般取为 0.60~0.75。

通过钢材的拉伸试验可以取得另一个重要的力学指标:伸长率  $\delta$ 。  $\delta = (l_1 - l_0)/l_0$ ,  $l_0$  为试件原标距,  $l_0 = 5d_0$  或  $10d_0$ ,  $d_0$  为试件直径,  $l_1$  为试件拉断时测定的长度。伸长率是反映钢材塑性的重要指标,  $\delta$  越大,塑性越好,偶尔超载也不会发

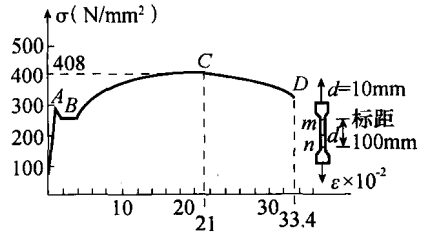


图 1-1 有明显流幅钢筋的应力-应变曲线



生脆性破坏。

钢材的另一个塑性指标是断面收缩率  $\varphi$ ,  $\varphi = (A_1 - A_0) / A_0 \times 100\%$ 。  $A_0 = \pi d_0^2 / 4$ , 为试件原截面面积;  $A_1$  为试件颈缩后的截面面积。  $\varphi$  越大塑性越好。

对于硬钢, 在拉伸时,  $\sigma-\epsilon$  曲线中无明显屈服点, 规范规定以残余应变的 0.2% 时, 相应的应力 ( $\sigma_{0.2}$ ) 为屈服强度, 记为  $f_{0.2}$ 。

### (2) 冲击韧性(图 1-2)

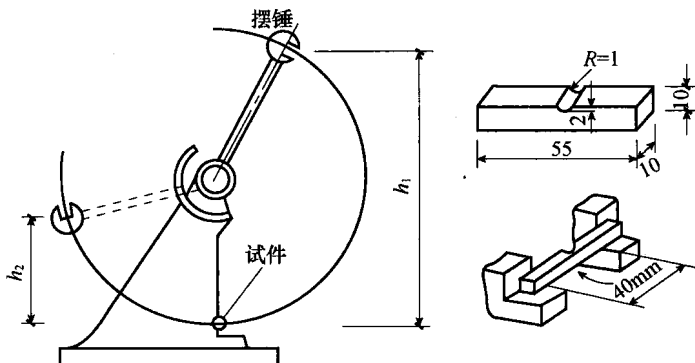


图 1-2 钢材冲击韧性试验示意图

冲击韧性是指钢材抵抗冲击荷载的能力。钢材的冲击韧性指标是通过将带有 V 形或 U 形缺口的标准试件, 置于摆锤式冲击试验机上用摆锤将缺口打断, 试件面积上消耗的功来确定, 并用冲击韧性值  $a_k$  表示, 单位为  $J/cm^2$ , 常用《金属夏比冲击断口测定方法》(GB/T 12778-2008) 的标准确定。在承受动荷载、低温条件下工作的结构, 塑性和冲击韧性下降, 应按规范要求检验钢材的冲击韧性。

### (3) 耐疲劳性

钢材在交变荷载反复作用下, 超过一定的限度, 会突然发生脆性破坏, 即疲劳破坏。此时的强度称为疲劳极限或疲劳强度。在设计承受反复荷载且需进行疲劳验算的结构时, 应当了解钢材的疲劳强度。

### (4) 硬度

测定钢材的硬度采用压入法, 建筑钢材常用布氏法。该法是用一直径为  $D$  (mm) 的合金钢球, 在规定的荷载  $P$  (N) 作用下压入试件表面, 持续一段时间后, 卸载, 测得试件表面压痕的直径  $d$  (mm), 计算布氏硬度值 HB(图 1-3)。

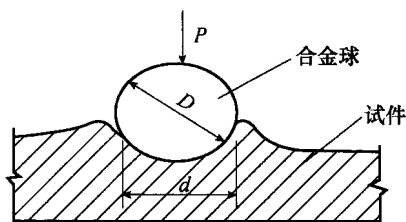


图 1-3 布氏硬度测定示意图

$$HB = 0.12 \times 2P / [\pi D^2 (1 - \sqrt{1 - (d/D)^2})] \quad (1-4)$$

硬度是衡量钢材软硬程度的一项力学指标。材料强度越高塑性越小, 则硬度值越高, 故可根据硬度估算出材料的强度。