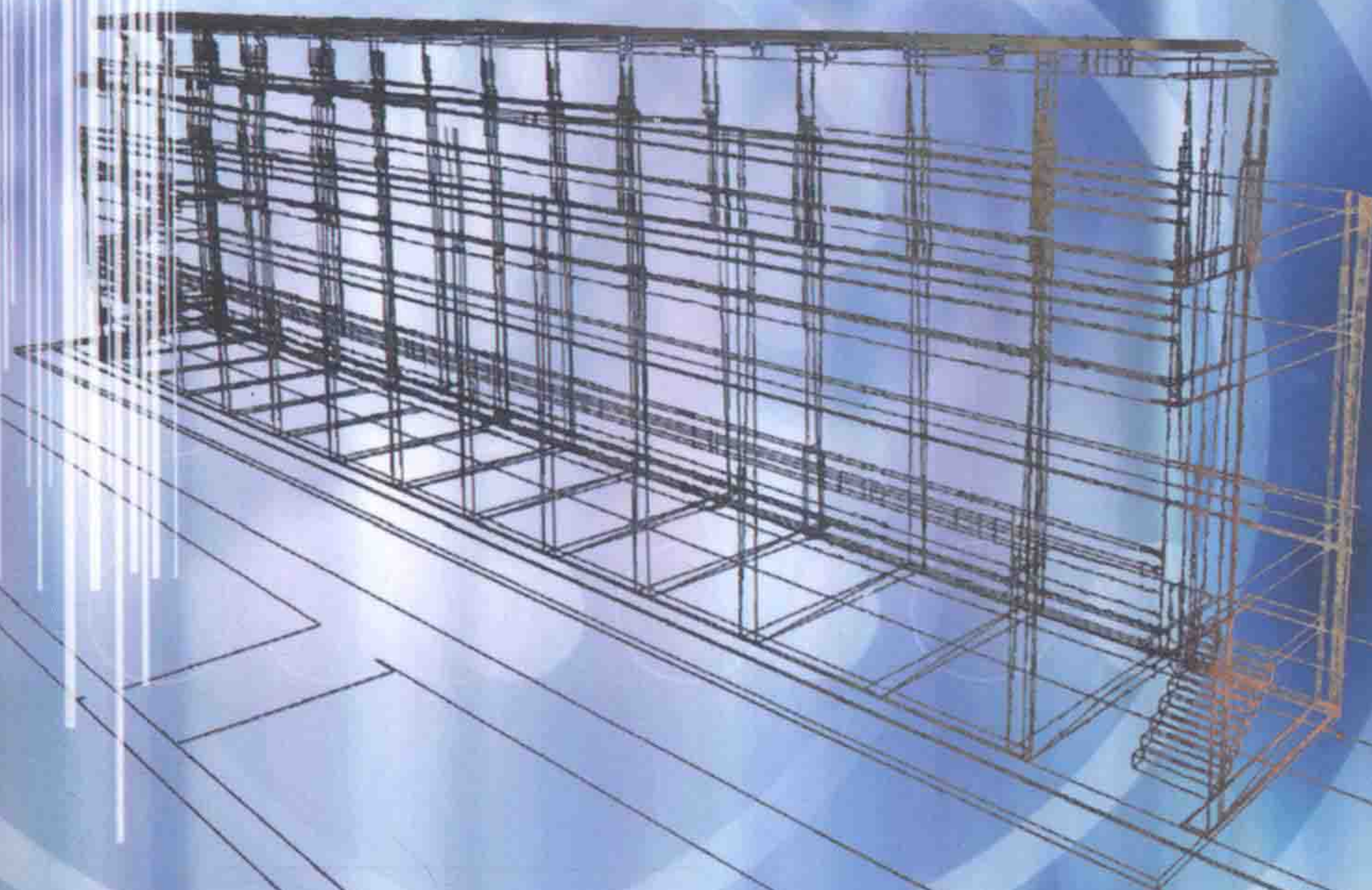


高职高专规划教材

Gangjin
Fanyang Yu
SuanLiang

钢筋翻样与算量 (第二版)

闫玉红 冯占红 主编
陈达飞 田恒久 主审



中国建筑工业出版社
China Architecture & Building Press

高职高专规划教材

钢筋翻样与算量

(第二版)

闫玉红 冯占红 主编
陈达飞 田恒久 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

钢筋翻样与算量/闫玉红, 冯占红主编. —2 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2012. 12
(高职高专规划教材)
ISBN 978-7-112-14960-5

I. ①钢… II. ①闫…②冯… III. ①建筑工程-钢筋-工程施工
②钢筋混凝土结构-结构计算 IV. ①TU755.3 ②TU375.01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 288978 号

本书主要介绍了现行国家标准图集的制图规划、相关的标准构造详图以及各种构件的钢筋量计算方法。

本教材以培养技术应用型人才为主线, 重点培养学生在实际工程中的识图和算量能力; 严格按最新国家规范、规程和标准编写教材; 体系完整, 内容精炼, 附图直观, 集可读性、实用性于一体。既适合初学者平法识图的学习, 结构施工图识读能力的培养, 也值得工程技术人员深入研读; 突出混凝土结构中各类构件的钢筋量计算方法介绍和典型工程实例分析, 并通过工程实例将理论方法和工程实践有机结合。

本教材适用于工程造价建筑工程管理等建筑经济管理专业的《钢筋翻样与算量》课程教学, 也适用于建筑工程技术专业钢筋算量平法施工图识读等相关课程的学习。此外, 也可作为工程技术人员学习平法制图规则和标准构造详图, 进行钢筋工程量计算的参考用书。

* * *

责任编辑: 张 晶
责任设计: 张 虹
责任校对: 姜小莲 党 蕾

高职高专规划教材 钢筋翻样与算量 (第二版)

闫玉红 冯占红 主编
陈达飞 田恒久 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 16 插页: 9 字数: 400 千字
2013 年 9 月第二版 2013 年 9 月第四次印刷

定价: 35.00 元

ISBN 978-7-112-14960-5
(23027)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

第二版前言

《钢筋翻样与算量》作为工程造价专业高职高专规划教材之一，自2011年9月出版以来，以其完整的课程体系，丰富的内容和实例分析，赢得各高职院校的认可和选用，随着近期建筑行业规范、规程和标准图集的修订和调整，课程体系和教学内容的改革完善，教材建设也应随之不断修订和完善，以推广新规范、规程和标准，推广课程体系和教学内容的改革成果。

本教材的编写依据为国家现行规范《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010、《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010、《高层建筑混凝土结构设计规程》JGJ 3-2010、《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011、《混凝土结构施工图平面整体表示方法》11G 101-1、11G 101-2、11G 101-3系列图集，并参考《混凝土结构施工钢筋排布规则与构造详图》06G 901-1、09G 901-2、09G 901-3、09G 901-4系列图集等。针对专业人才培养目标定位和发展，对教材相应内容进行了调整，力求反应工程实际，体现教材实用型和能力型的特色。

本书由闫玉红、冯占红担任主编，参加本书修订工作的有：闫玉红（第1、5、6章）、冯占红（第3、7章）、李文华（第2章）、李彦君（第8章）、陈娟（第4章）。山西自动化研究所陈达飞教授、山西建筑职业技术学院田恒久副教授再次主审全书，提出许多宝贵意见和建议，在此表示感谢。

限于编者水平和经验，文中不妥之处在所难免，恳请广大读者和同行专家批评指正。

2013年6月

第一版前言

《钢筋翻样与算量》作为工程造价专业课程之一，针对高职高专类工程造价专业人才培养目标的定位，主要介绍了现行国家标准图集的制图规则、相关的标准构造详图以及各种构件的钢筋量计算方法。

本教材的编写依据为国家颁布的《混凝土结构设计规范》GB 50010 - 2010、《建筑地基基础设计规范》GB 50007 - 2002、《建筑抗震设计规范》GB 50011 - 2010、《混凝土结构施工图平面整体表示方法》G101 以及《混凝土结构施工钢筋排布规则与构造详图》G901 系列图集。本教材力求突出以下特色：

1. 以培养技术应用型人才为主线，重点培养学生在实际工程中的识图和算量能力；
2. 严格按现行国家规范、规程和标准编写教材；
3. 体系完整，内容精练，附图直观，集可读性、实用性于一体。既适合初学者平法识图的学习，结构施工图识读能力的培养，也值得工程技术人员深入研读；
4. 突出混凝土结构中各类构件的钢筋量计算方法介绍和典型工程实例分析，并通过工程实例将理论方法和工程实践有机结合。

本教材适用于工程造价等建筑经济管理专业《钢筋翻样与算量》课程教学，也适用于建筑工程技术等专业钢筋算量相关课程的学习。使用本教材有助于全面把握平法设计思路与理念，掌握钢筋量计算方法；此外，也可作为工程技术人员学习平法制图规则和标准构造详图，进行钢筋工程量计算的参考用书。

本书由闫玉红、冯占红担任主编，参加本书编写和材料收集工作的有：闫玉红（第1、4、6章）、冯占红（第3、7章）、李文华（第2章）、李彦君（第8章）、刘艳芬（第5章）。山西自动化研究所陈达飞教授、山西建筑职业技术学院工程管理系田恒久副教授主审全书，提出许多宝贵意见和建议，文中参考引用了大量的文献资料，在此一并致谢。

限于编者水平和经验，文中不妥之处在所难免，恳请广大读者和同行专家批评指正，请将您的宝贵意见发至邮箱 yan_yuhong@163.com。

2011年6月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 建筑工程施工图概述	1
1.2 混凝土结构施工图平面整体表示方法概述	2
1.3 钢筋翻样与算量概述	4
第 2 章 建筑结构基础知识简介	6
2.1 建筑材料及其力学性能	6
2.2 建筑结构设计方法.....	11
2.3 建筑结构抗震设防简介.....	12
2.4 混凝土结构基本构件.....	16
2.5 钢筋混凝土楼（屋）盖.....	23
2.6 钢筋混凝土多层与高层结构.....	29
本章知识小结	36
思考题	36
第 3 章 建筑结构施工图通用构造规则介绍	38
3.1 混凝土结构的环境类别.....	38
3.2 受力钢筋的混凝土保护层厚度.....	39
3.3 受拉钢筋的锚固长度.....	40
3.4 纵向钢筋的连接.....	42
3.5 箍筋及拉筋弯钩构造.....	47
3.6 钢筋弯曲调整值与下料长度计算.....	47
3.7 构件的节点本体与节点关联.....	49
3.8 基础结构或地下结构与上部结构的分界.....	51
本章知识小结	51
思考题	51
第 4 章 柱平法施工图识读与钢筋量计算	53
4.1 柱平法施工图制图规则.....	53
4.2 柱标准构造详图.....	57
4.3 柱钢筋量计算方法.....	70
4.4 柱钢筋工程量计算实例.....	79
4.5 柱钢筋工程量计算实战训练.....	90
本章知识小结	91
思考题	91
疑难知识点链接与拓展	91

第 5 章 梁平法施工图识读与钢筋量计算	93
5.1 梁施工图制图规则	93
5.2 梁标准构造详图	99
5.3 钢筋工程量计算方法	111
5.4 钢筋工程量计算实例	114
5.5 梁钢筋工程量计算实战训练	130
本章知识小结	130
思考题	131
疑难知识点链接与拓展	131
第 6 章 剪力墙平法施工图识读与钢筋量计算	132
6.1 剪力墙施工图制图规则	132
6.2 剪力墙标准构造详图	140
6.3 钢筋工程量计算方法	155
6.4 剪力墙钢筋工程量计算实例	164
6.5 剪力墙钢筋工程量计算实战训练	167
本章知识小结	167
思考题	168
疑难知识点链接与拓展	168
第 7 章 现浇混凝土楼面板与屋面板平法施工图识读与钢筋量计算	169
7.1 现浇混凝土楼面与屋面板的制图规则	169
7.2 现浇混凝土楼面与屋面板标准构造详图	180
7.3 钢筋工程量计算方法	183
7.4 钢筋工程量实例训练	188
7.5 板钢筋工程量计算实战训练	198
本章知识小结	198
思考题	199
疑难知识点链接与拓展	199
第 8 章 基础施工图识读与钢筋量计算	200
8.1 筏形基础的制图规则与标准构造详图	200
8.2 独立基础、条形基础和桩基承台的制图规则与标准构造详图	228
本章知识小结	244
思考题	244
疑难知识点链接与拓展	245
附录	246
附录 1 普通钢筋强度标准值、设计值和弹性模量	246
附录 2 混凝土强度标准值、轴心抗压强度设计值 f_c 、 f_t 和弹性模量	247
附录 3 某住宅楼（框架剪力墙结构）施工图	248
参考文献	249

第1章 概 述

【学习目标】

1. 熟悉平法施工图内容，掌握平法设计的整体思路和设计原则；
2. 明确钢筋翻样的基本要求；
3. 重点把握课程的学习内容和学习方法。

1.1 建筑工程施工图概述

1.1.1 建筑工程施工图

建筑工程施工图是指利用正投影方法把所设计的房屋大小、外部形状、内部布置和室内装修、各部结构、构造、设备等的做法，按照建筑制图国家标准规定，用建筑专业的习惯画法详尽、准确的表达出来，用以指导施工的图样，是设计人员的最终成果，也是施工单位进行施工的主要依据。建筑工程施工图是工程界的技术语言，是表达工程设计和指导工程施工必不可少的重要依据，具有法律效力的正式文件，也是重要的技术档案文件。

建筑工程施工图按其内容和作用不同，通常包括建筑工程施工图、结构工程施工图、设备工程施工图（包含给排水工程施工图、暖通工程施工图和电气工程施工图等）。建筑工程施工图一般的编排顺序是：图纸目录、设计总说明、建筑总平面图、建筑工程施工图、结构工程施工图、给排水工程施工图、暖通工程施工图和电气工程施工图等。

1.1.2 结构施工图

结构施工图是表示建筑物基础、承重墙、柱、梁、板等各种承重构件等布置、形状、大小、材料及相互关系的图样，同时，还应反映其他专业图纸如建筑、给排水、暖通、电气等对结构的要求。结构施工图是房屋建筑施工时的主要技术依据。

1.1.2.1 结构施工图的内容

不同类型的结构，其结构施工图的具体内容与表达也各有不同，但一般包括下列三个方面的内容：

1) 结构设计说明

结构设计说明主要包含以下内容：

- a) 工程结构设计的主要依据；
- b) 设计标高所对应的绝对标高值；
- c) 建筑结构的安全等级和设计使用年限；
- d) 建筑场地的地震基本烈度、场地类别、地基土的液化等级、建筑抗震设防类别、抗震设防烈度和混凝土结构的抗震等级；
- e) 所选用结构材料的品种、规格、型号、性能、强度等级、受力钢筋保护层厚度、钢筋的锚固长度、搭接长度及连接方法；

- f) 所采用的通用做法的标准图集;
- g) 施工应遵循的施工规范和注意事项。

2) 结构平面布置图

结构平面布置图是房屋承重结构的整体布置图,主要表示结构构件的位置、数量、型号及相互关系。

结构平面布置图通常有:基础平面图、楼层结构平面布置图和屋面结构布置图。

3) 构件详图

构件详图是表示单个构件形状、尺寸、材料、构造及工艺的图样。构件详图主要有:梁、柱、剪力墙、板及基础结构详图;楼梯、电梯结构详图;屋架结构详图;其他详图,如支撑、预埋件、连接件等的详图。

1.1.2.2 结构施工图的特点和识读方法

不同类型的结构施工图所表达的内容和要求不尽相同,但也有相同的特点:

1) 图示方法

结构施工图均是采用正投影法绘制而成,如:楼层结构平面图为沿房屋每层楼板面的水平剖面图。

2) 表达方式

表达方式均是采用由整体到局部并逐步详细的表达方式。

3) 尺寸标注

结构施工图的尺寸标注要求与表达内容的深度有关系。如:结构布置图中主要标注各构件的定位尺寸,而结构详图则要标注构件的定形尺寸和构造尺寸。

4) 联系配合

结构施工图的各种图纸之间是相互联系、密切配合的。如:平面布置图表示出构件在整体布置中的位置,而结构详图则表示构件的具体形状、尺寸、配筋等。

结构施工图识读的常规方法是:先看结构设计说明;再看基础平面图;然后读楼层结构平面布置图、屋面结构平面布置图;最后读构件详图和钢筋详图、钢筋表。读图时,应注意联系各种图样,全面读图;熟练运用投影关系、图例符号、尺寸标注和比例尺寸,达到读懂整套施工图的目的。

1.2 混凝土结构施工图平面整体表示方法概述

1.2.1 平法的概念

混凝土结构施工图平面整体表示方法,简称为平法,创始人是山东大学陈青来教授。平法是把结构构件的尺寸和配筋等,按照平面整体表示方法制图规则,整体直接表达在各类构件的结构平面布置图上,再与相应构件的标准构造详图相配合,即构成一套完整的结构设计。传统图纸的绘制是将构件从结构平面图中索引出来,再逐个绘制配筋详图的方法。相比之下,平法绘制的图纸清晰、简洁、信息量大。

1.2.2 平法图集的类型及内容

为了保证按平法设计的结构施工图实现全国统一,平法的制图规则已纳入国家建筑标准设计G101系列图集《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》。

G101 系列现有图集包括:

11G101-1 (现浇混凝土框架、剪力墙、梁、板);

11G101-2 (现浇混凝土板式楼梯);

11G101-3 (独立基础、条形基础、筏形基础及桩基承台)。

另外,为配合平法图集在设计和施工等领域的广泛应用,针对 G101 系列平法图集的构造内容、施工时钢筋的排布等问题,中国建筑标准设计研究院推出《混凝土结构施工钢筋排布规则与构造详图》系列图集,主要包括:

06G901-1 《现浇混凝土框架、剪力墙、框架-剪力墙》;

09G901-2 《现浇混凝土框架、剪力墙、框架-剪力墙、框支剪力墙结构》;

09G901-3 《筏形基础、箱形基础、地下室结构、独立基础、条形基础、桩基承台》;

09G901-4 《现浇混凝土楼面与屋面板》;

09G901-5 《现浇混凝土板式楼梯》。

1.2.3 平法整体设计

1.2.3.1 设计方法的标准化思路

平法系列图集主要由平面整体表示方法制图规则和标准构造详图两大部分内容组成。平法结构施工图设计文件包括两部分:

1) 平法施工图

平法施工图是在构件类型绘制的结构平面布置图上,直接按制图规则标注每个构件的几何尺寸和配筋;同时含有结构设计总说明。

2) 标准构造详图

标准构造详图提供的是平法施工图图纸中未表达的节点构造和构件本体构造等不需结构设计师设计和绘制的内容。节点构造是指构件与构件之间的连接构造,构件本体构造指构件节点以外的配筋构造。

图纸是工程师的语言,设计表示方法是设计语言的语法规则。为了保证在全国范围内形成统一的“工程师语言”,而不是各地区或部门的“设计方言”,将“平面整体表示方法”制定为制图规则的形式,成为新型标准化的内容之一。制图规则成为设计者明确、简捷、高效的表达结构设计内容的专业技术规则。

制图规则主要是用文字表达的技术规则,而标准构造详图是用图形表达的技术规则。两种技术相辅相成,共同服务于结构设计和施工。

1.2.3.2 平法的实用效果

1) 平法采用标准化的设计制图规则,结构施工图表达数字化、符号化,单张图纸的信息量高。

2) 构件分类明确,层次清晰,表达准确,设计效率大幅提高。

3) 平法采用标准化的构造设计,准确、形象、直观,标准构造详图集国内相对成熟的节点构造之大成,可避免构造做法反复抄袭而引起的设计失误。

4) 平法大幅降低设计成本和设计消耗,节约自然资源。

1.2.4 平法设计总则

1.2.4.1 平法设计制图规则的总体功能

我国幅员辽阔,为适应市场经济的需要和建筑结构的长足发展,结构设计界需要有相

对统一的制图规则，使得在全国范围内使用各地都能够接受的结构工程师语言。混凝土结构施工图采用建筑结构施工图平面整体设计方法，能够保证平法设计绘制的结构施工图实现全国统一，确保设计和施工质量，确保设计图纸在全国流通使用。

1.2.4.2 平法设计制图规则与国家现行规范、规程的关系

在采用平法图集的制图规则和标准构造详图时，同时应符合国家现行规范、规程和标准的相关要求。

1.2.4.3 适用范围

G101系列平法图集的适用范围：各种现浇混凝土结构的柱、剪力墙、梁等构件的结构施工图设计；混凝土结构和砌体结构的现浇板式楼梯的施工图设计；钢筋混凝土筏形基础施工图设计，其中包括基础以上的主体结构为混凝土结构、钢结构、砌体结构及混合结构根部与基础的连接设计；现浇混凝土楼面与屋面板的设计与施工；钢筋混凝土独立基础、条形基础、桩基承台的设计与施工；钢筋混凝土箱形基础和地下室结构的设计与施工。

1.3 钢筋翻样与算量概述

钢筋翻样与算量的工作中包含了丰富建筑结构理论知识和实践经验。首先，想做好钢筋翻样和算量工作，首先是结构理论方面的基础知识必须完备，这样才能在工程图纸会审阶段，及时发现和纠正图纸的缺陷、漏洞和不合理之处，避免在施工时返工，在施工阶段，及时提供正确的钢筋用量计划表和钢筋下料单，保证工程顺利进行。

1.3.1 钢筋翻样的基本要求

1) 算量全面，精通图纸，不漏项

精通图纸的表示方法，熟悉图纸中采用的标准构造详图，是钢筋算量的前提和依据，这部分内容也是我们后面要着重介绍的内容之一。

2) 准确，即不少算、不多算、不重算

各类构件钢筋受力性能不同，构造要求不同，长度和根数也不相同，准确计算出各类构件中的钢筋工程量，是算量的根本任务，也是本教材中要给大家介绍的重点和难点内容部分。

3) 遵从设计，符合规范要求

钢筋翻样和算量计算过程要遵从设计图纸，应符合国家现行规范、规程和标准的要求，才能保证结构中钢筋用量符合要求。

4) 指导性

钢筋的翻样结果将用于钢筋的绑扎和安装，可用于预算、结算、材料计划和成本控制等方面。另外，钢筋翻样的结果可指导施工，通过详细准确的钢筋排列图可避免钢筋下料错误，减少钢筋用量的不必要损失。

1.3.2 本课程的教学内容和学习方法

《钢筋翻样与算量》课程是一门综合性和实践性很强的课程。其内容主要有：钢筋混凝土结构基本知识简介，基础、柱、墙、梁、板等各类构件平法施工图的识读和标准构造详图的学习，并在此基础上，着重介绍各类构件钢筋量的计算方法。

本门课程是工程造价专业及相关专业的核心专业课程之一，它不仅是学习后期工程量与计价等专业课程的前提，同时也是一门应用技术课程。在学习本课程时应注意以下学习方法的运用。

1) 本课程是基于建筑力学、建筑结构的一门专业性和技术性很强的课程。本书中介绍了部分建筑结构基础的内容，应注意在此基础上，深入了解结构基础相关的理论知识，并将其运用到后期的识图和钢筋量计算的学习过程中。

2) 本课程与现行国家规范、规程和标准联系密切，应在课题学习的基础上，熟悉并学会应用现行规范、规程和标准图集解决工程实际问题。

3) 本课程是实践性很强的专业课程，在课堂教学中，会安排大量的课题实训时间，将基本读图和钢筋量计算方法学以致用；同时，在教学过程中，应注意理论联系实际，多进行工地现场参观、学习和实践，增强感性认识，加深理论知识的学习和基本技能的培养。

第2章 建筑结构基础知识简介

【学习目标】

1. 熟悉常见混凝土结构材料的力学性能；
2. 熟悉建筑结构荷载的特点和作用效果；
3. 熟悉抗震设防的基础知识；
4. 掌握受弯构件、受压构件、受扭构件的受力性能和构造要求；
5. 掌握钢筋混凝土楼（屋）盖板的受力特点和构造要求；
6. 掌握钢筋混凝土结构体系及其受力特点。

2.1 建筑材料及其力学性能

钢筋混凝土结构的主体材料为钢材和混凝土两种主要建筑材料。

2.1.1 钢材

钢材广泛应用于铁路、桥梁、房屋建筑等各种工程中，是工程中造价成本最高的建筑材料之一。

建筑钢材是指用于钢结构的各种型钢、钢板和用于钢筋混凝土结构中的各种钢筋、钢丝、钢绞线等，如图 2.1、图 2.2 所示。钢材的优点主要有：材质均匀、性能可靠、强度高、塑性和韧性好，能承受较大的冲击荷载和振动荷载；有良好的工艺性能，可采用焊接、螺栓连接等进行装配，可进行冷加工和热处理，易于切削加工。钢材也有自身的缺点：耐久性差，易腐蚀，耐火性差等。

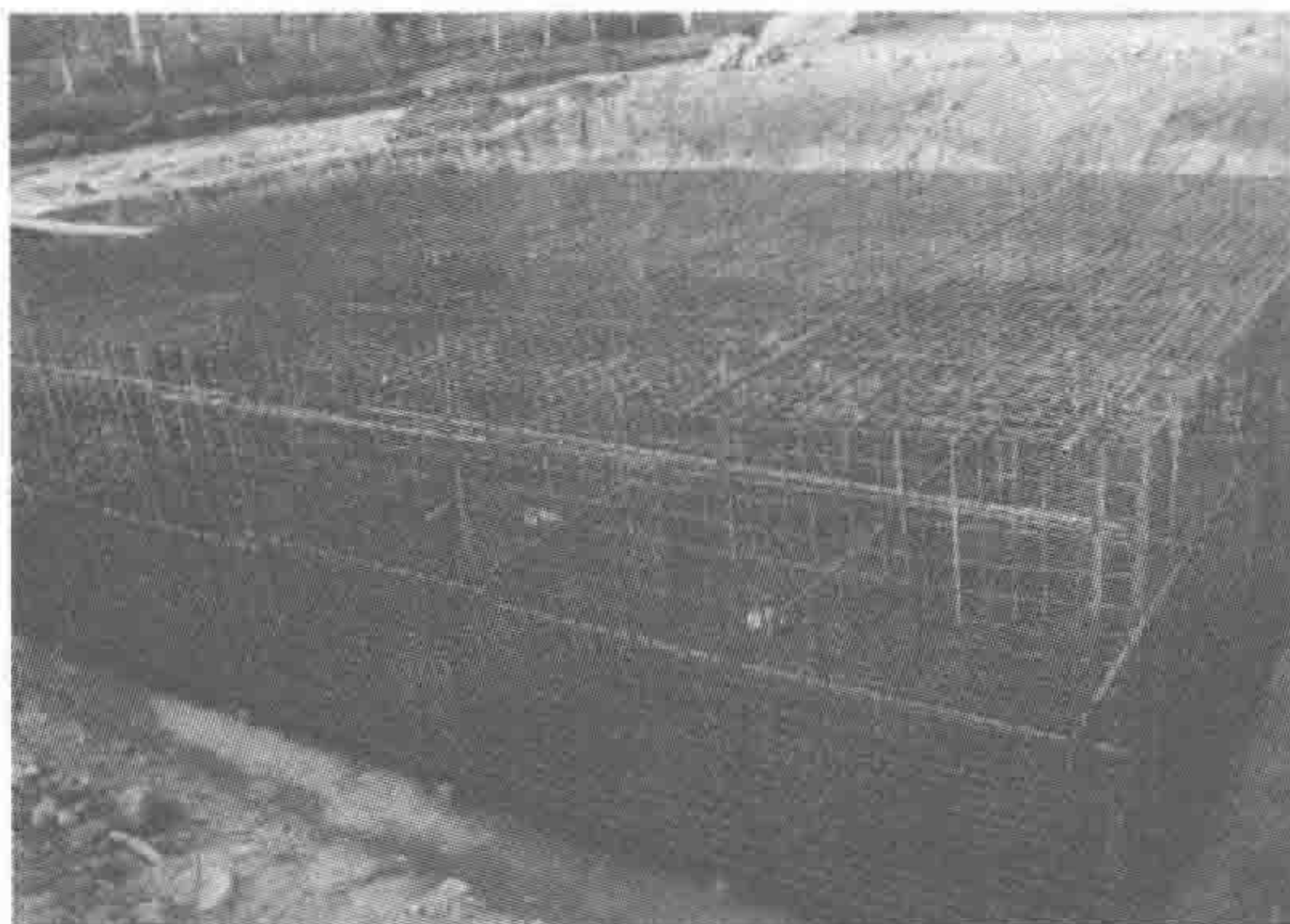


图 2.1 基础中的钢筋

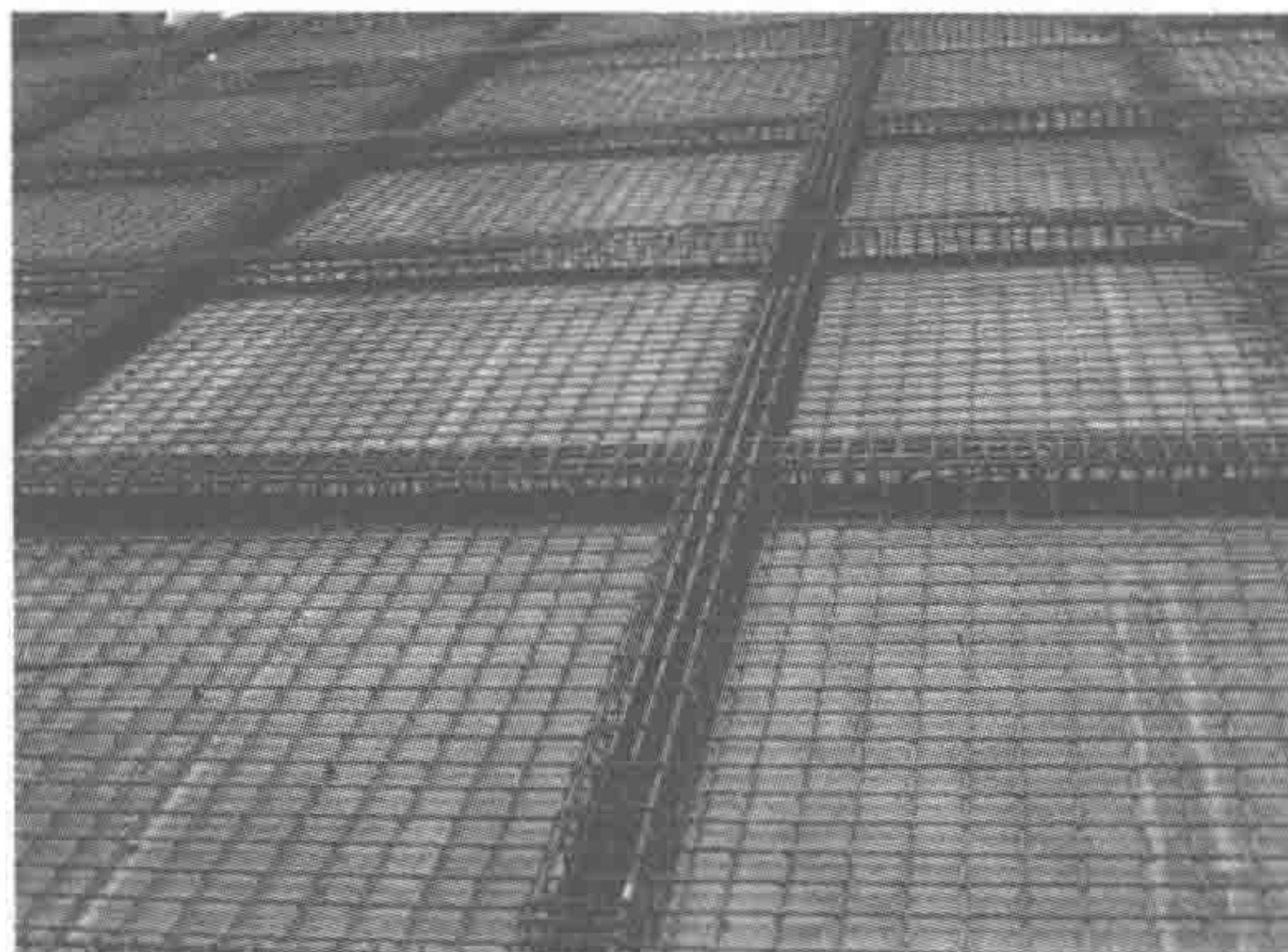


图 2.2 结构主体的钢筋

下面将着重介绍钢材的力学性能及其品种与应用。

2.1.1.1 钢材的力学性能

1) 钢材的拉伸性能

拉伸性能是建筑钢材最重要的性能，通过对钢材进行拉伸试验所测得的屈服强度、抗拉强度和伸长率是钢材的三个重要技术指标。

低碳钢的含碳量低，强度较低，塑性较好，其应力应变图如图 2.3 所示。从图中可以看出，低碳钢受拉经历了弹性阶段、屈服阶段、强化阶段和颈缩阶段。

在弹性阶段（OA 段），钢材主要表现为弹性，当荷载加到 OA 上任一点卸载后，变形将恢复到零。钢材的应力与应变成正比，其值称为弹性模量，即 $E = \sigma / \epsilon$ 。

在屈服阶段（AB 段），钢材在荷载作用下开始丧失对变形的抵抗能力，并产生明显的塑性变形。AB 段锯齿形范围内，最高点所对应的应力值称为钢材的屈服上限，最低点所对应的应力值称为钢材的屈服下限，也称屈服强度或屈服点，用 σ_y 表示。屈服强度是结构设计中钢材取值的依据。

在强化阶段（BC 段），钢材抵抗外力的能力重新提高。图形的最高点 C 点对应的应力称为强度极限或抗拉强度，用 σ_u 表示。屈服强度与抗拉强度的比值称为屈强比，其值越小，表明结构的可靠性越高，防止结构破坏的潜力越大；但此值太小，钢材强度的利用率低，造成钢材浪费。合理的屈强比为 0.60~0.75。

在颈缩阶段（CD 段），钢材的变形速度明显加快，承载能力明显下降，钢材截面积急剧缩小，出现颈缩现象，随即钢材断裂。试件拉断后，量出拉断后标距部分的长度 L_1 ，如图 2.4 所示，标距的伸长值与原始标距 L_0 的比值称为伸长率。伸长率是衡量钢材塑性的重要指标。

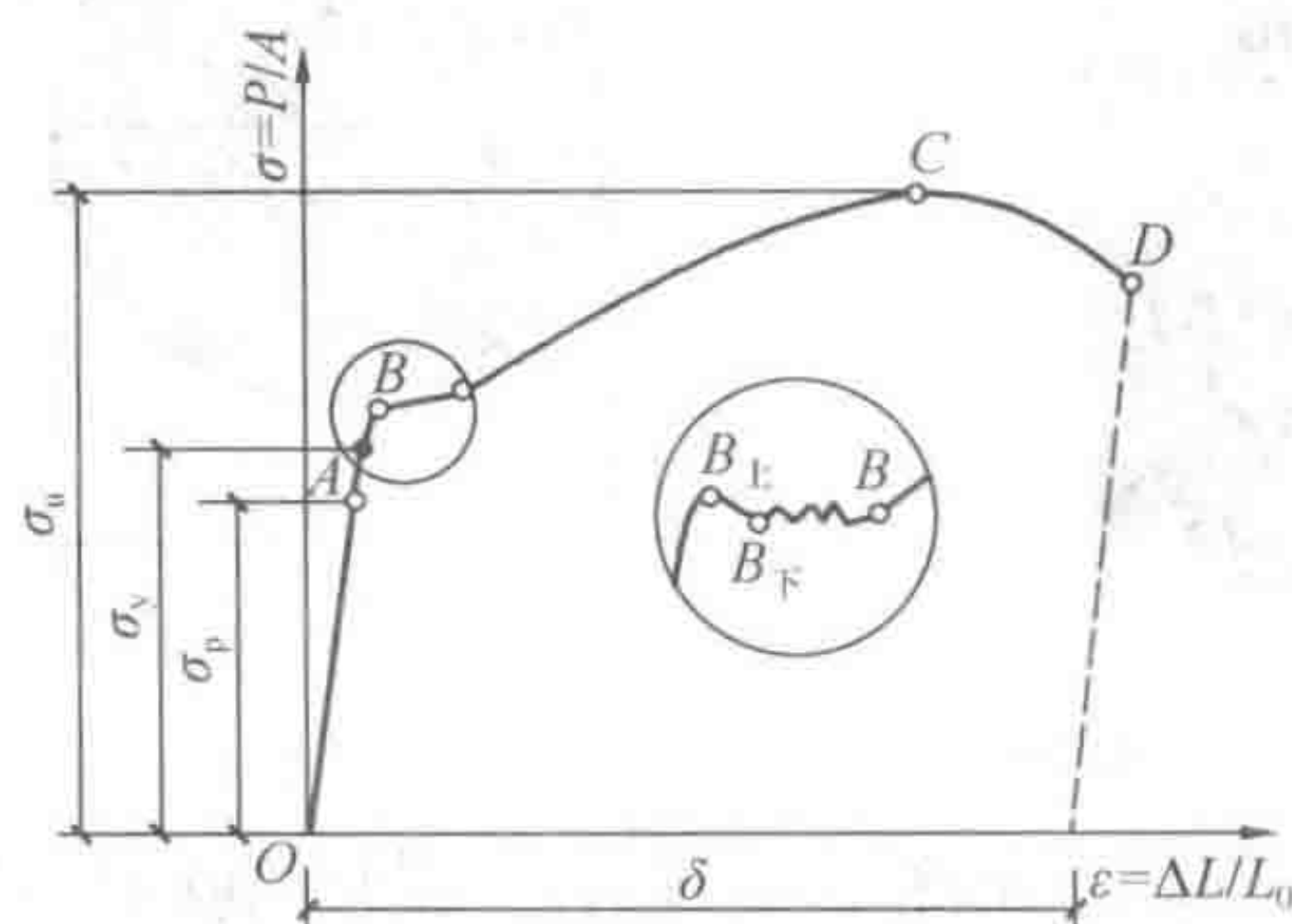


图 2.3 低碳钢的应力应变曲线图

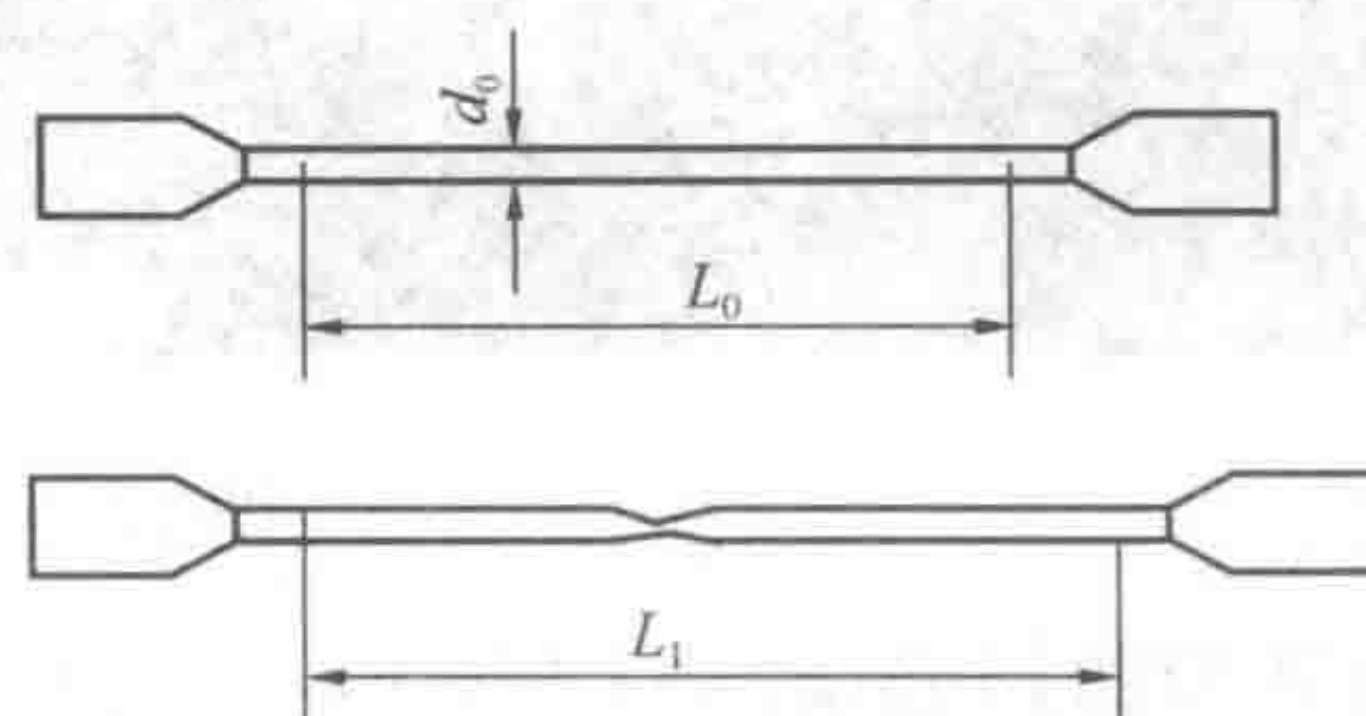


图 2.4 钢材的拉伸试件

2) 冲击韧性

冲击韧性是指钢材抵抗冲击荷载而不破坏的能力。钢材的冲击韧性与钢的化学成分、冶炼与加工有关，一般来说，钢材中的 P、S 含量越高，夹杂物多、使用温度低、焊接中形成的微裂缝等都会降低冲击韧性，另外，随着时间的推移，钢材的强度会提高，而塑性和韧性会降低，此现象称为时效。因时效而使性能改变的程度称为钢材的时效敏感性，对于承受动力荷载的重要结构，应选用冲击韧性好且时效敏感性小的钢材。

3) 冷弯性能

冷弯性能是指钢材在常温下，以一定的弯心直径和弯曲角度对钢材进行弯曲时，钢材能够承受弯曲变形的能力。钢材的冷弯，一般以弯曲角度 α 、弯心直径 d 和钢材的厚度（或直径） a 的比值 d/a 来表示弯曲的程度。 α 愈大，或者 d/a 愈小，则材料的冷弯性能愈好。如图 2.5 所示。

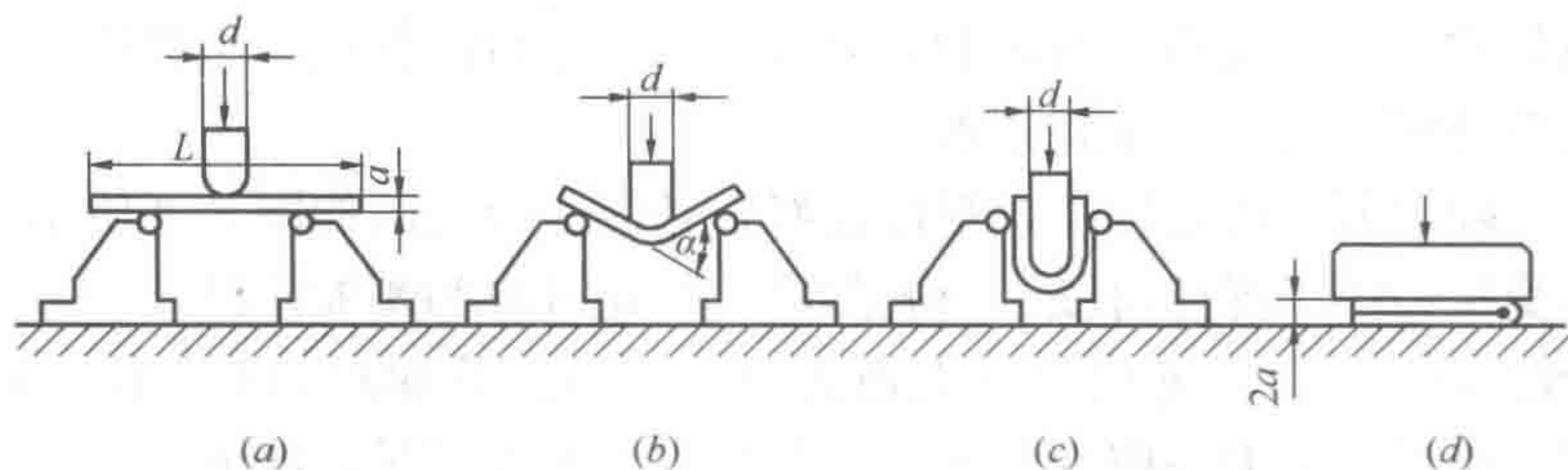


图 2.5 钢材冷弯试验示意图

(a) 试件安装; (b) 弯曲 90°; (c) 弯曲 180°; (d) 弯曲至两面重合

2.1.1.2 混凝土结构用钢材种类

钢筋混凝土结构用的钢筋和钢丝，主要是由碳素结构钢或低合金高强度结构钢轧制而成。其品种主要有：热轧钢筋、冷加工钢筋、预应力钢丝与钢绞线。

1) 热轧钢筋

用加热钢坯轧成的条形成品钢筋称为热轧钢筋。热轧钢筋按外形可分为光圆钢筋和带肋钢筋两大类。

热轧光圆钢筋是经热轧成形，其横截面为圆形，表面光滑的成品钢筋。光圆钢筋及其截面形状如图 2.6 所示。



图 2.6 光圆钢筋及其截面

热轧带肋钢筋横截面为圆形，且表面带肋的钢筋，如图 2.7 所示。带肋钢筋生产工艺也不复杂，强度高，应力集中敏感性小，抗疲劳性好，与混凝土共同工作效果好，是混凝土结构中钢筋使用的主要钢材。

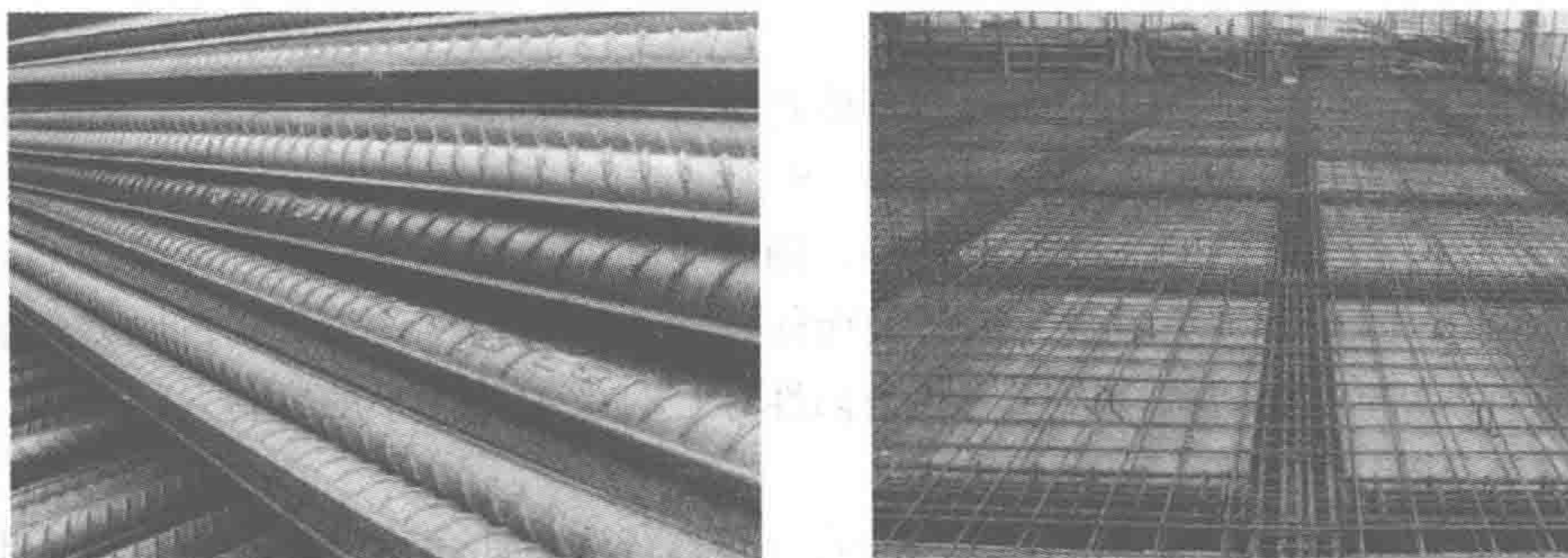


图 2.7 热轧带肋钢筋及其应用

2) 冷加工钢筋

钢筋冷加工是指在常温下，对钢筋进行机械加工，产生塑性变形，使其内部结晶发生

变化，从而改变金属的物理力学性质。一般说来，钢筋的冷加工方法包括：冷拉、冷轧和冷拔等，各类钢筋的形式如图 2.8 所示。

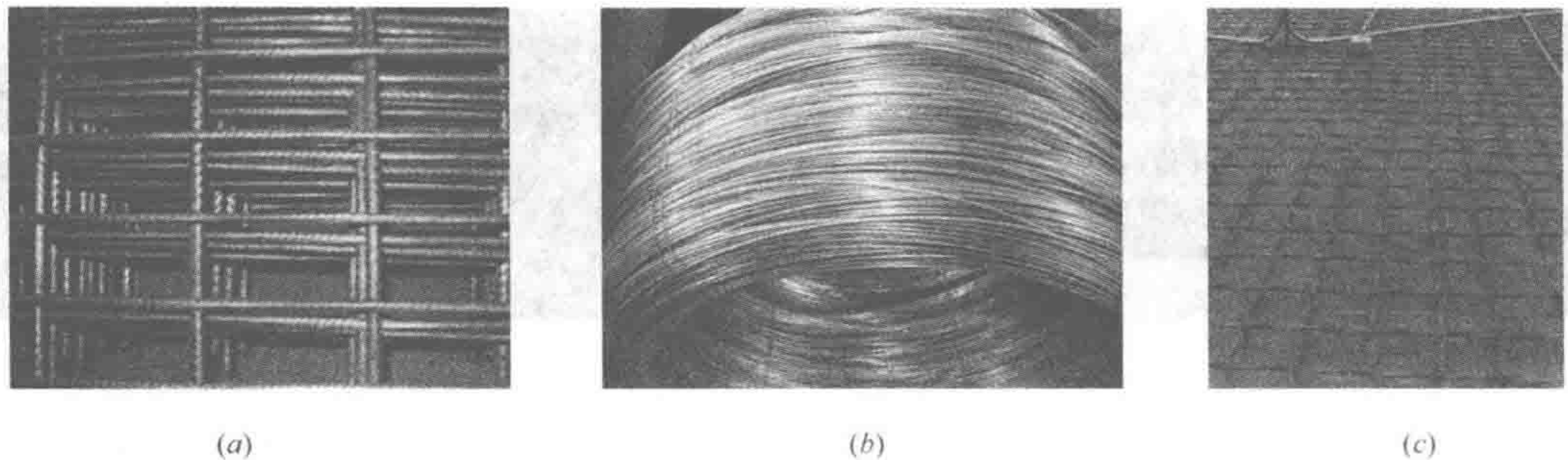


图 2.8 各类冷加工钢筋

(a) 冷轧带肋钢筋焊接网；(b) 冷拔钢丝；(c) 冷轧扭钢筋

3) 预应力钢丝、钢绞线

预应力钢丝由优质碳素结构钢制成，钢丝按外形分为光面钢丝、螺旋肋钢丝和刻痕钢丝三种。预应力混凝土钢丝质量稳定，安全可靠，强度高，无接头，施工方便，主要用于大跨度的屋架、吊车梁、桥梁等大型预应力混凝土构件中，如图 2.9 所示。

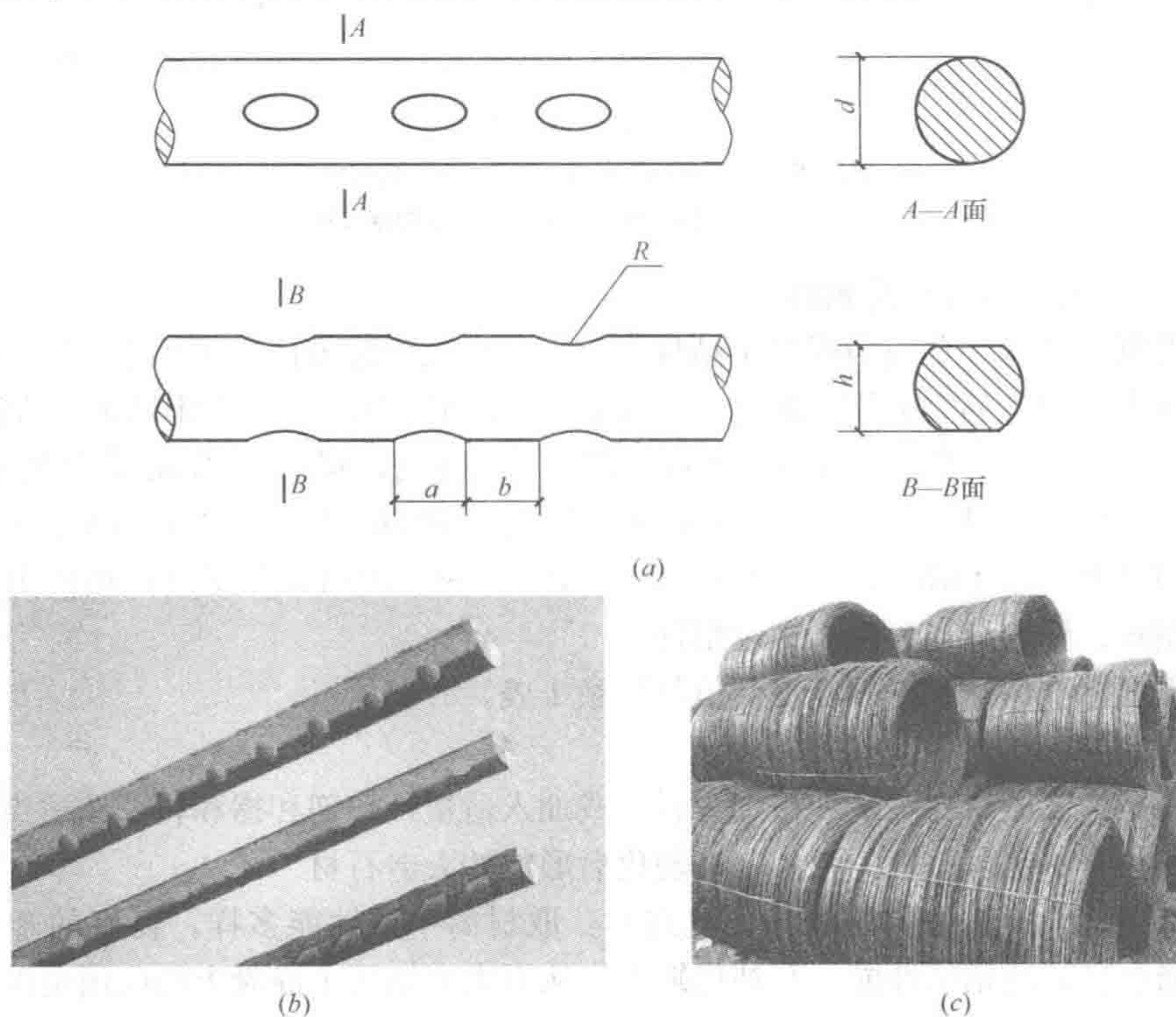


图 2.9 预应力钢丝

(a) 刻痕钢丝示意图；(b) 刻痕钢丝；(c) 钢丝用盘条

预应力混凝土钢绞线是由多根圆形断面钢丝机械捻合而成，然后经消除应力回火或稳定化处理，卷成盘。钢绞线分为标准型钢绞线、刻痕钢绞线和模拔钢绞线三种。钢绞线无

接头，柔性好，强度高，主要用于大跨度、大负荷的桥梁、屋架等曲线配筋及预应力钢筋。各类钢绞线如图 2.10 所示。

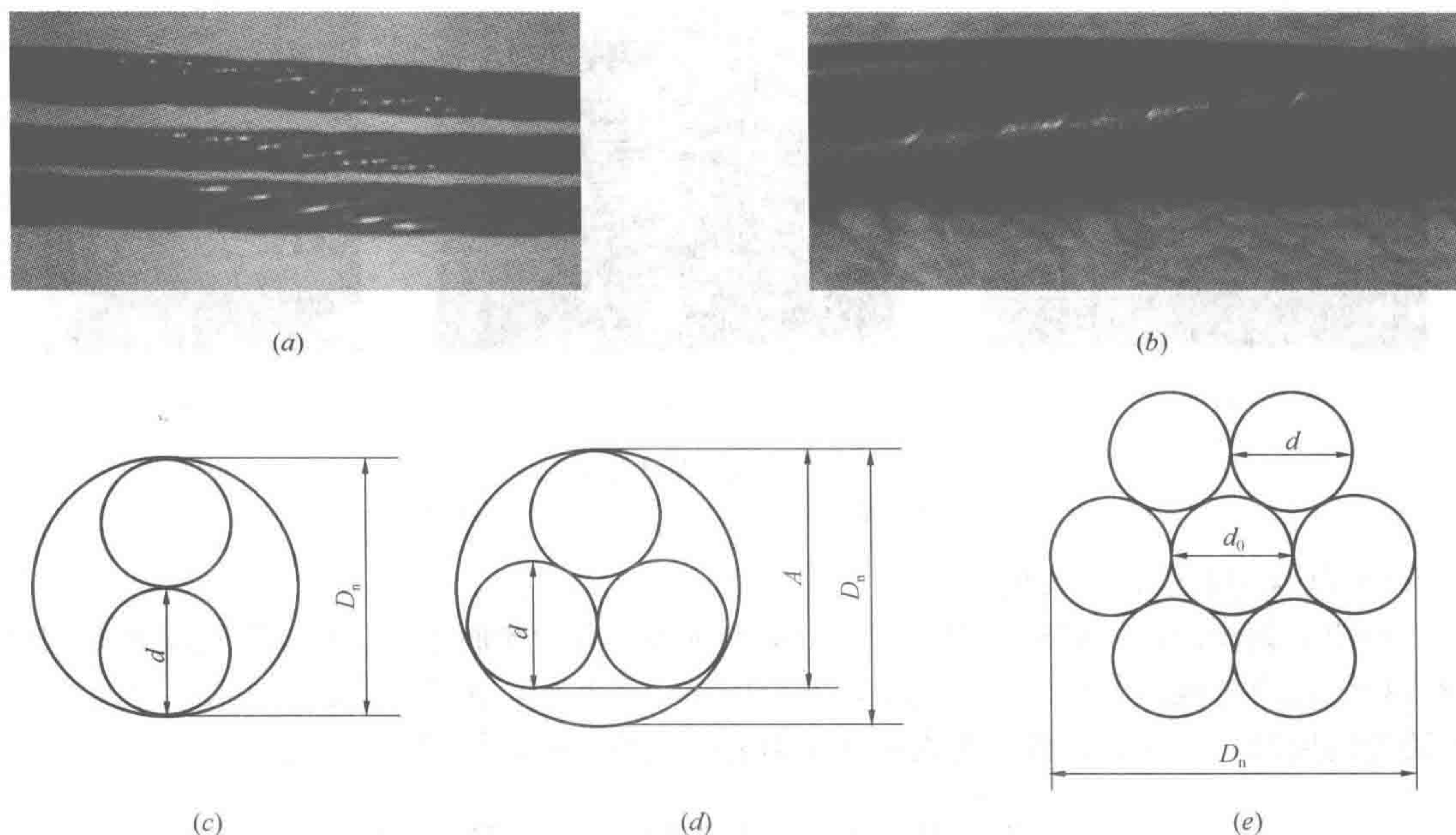


图 2.10 钢绞线

(a) 钢绞线；(b) 刻痕钢绞线；(c) 1×2 结构钢绞线；
(d) 1×3 结构钢绞线；(e) 1×7 结构钢绞线

2.1.1.3 混凝土结构用钢筋

钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构用钢的钢材强度标准值应不小于 95% 的保证率。

纵向受力普通钢筋宜采用 HRB400、HRB500、HRBF400 和 HRBF500 钢筋，也可采用 HPB300、HRB335 钢筋，HRBF335、RRB400 钢筋；梁、柱纵向受力钢筋应采用 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500 钢筋，箍筋宜采用 HRB400、HRBF400、HPB300、HRB500、HRBF500，也可采用 HRB335 和 HRBF335 钢筋；预应力钢筋宜采用预应力钢丝、钢绞线和预应力螺纹钢筋。

钢材强度标准值和钢材强度设计值见附录 1 表。

2.1.2 混凝土

混凝土是由胶凝材料、水和粗细骨料，或加入适量外加剂和掺和料，按适当比例搅拌而成的一种具有一定可塑性的浆体，经硬化后形成的人造石材。

混凝土在建筑工程中应用的主要优点有：取材简单，性能多样，良好的塑性和耐久性，和钢筋有良好的粘结性能，互补优缺点，从而大大拓展了混凝土的应用范围。

混凝土立方体抗压强度标准值按标准方法在实验室测得。根据混凝土立方体抗压强度标准值的大小，混凝土强度等级分为 C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C65、C70、C75、C80 共 14 级。

《混凝土结构设计规范》GB 50010 - 2010 规定，钢筋混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 C20；采用强度等级 400MPa 及以上的钢筋时，混凝土强度等级不应低于 C25。预