

高等学校水利学科教学指导委员会组织编审

高等学校水利学科专业规范核心课程教材·水利水电工程

# 工程制图

主编 清华大学 杨小庆  
大连理工大学 王子茹  
主审 河海大学 殷佩生



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

高等学校水利学科教学指导委员会组织编审

高等学校水利学科专业规范核心课程教材·水利水电工程

# 工程制图

主编 清华大学 杨小庆

大连理工大学 王子茹

主审 河海大学 殷佩生



中国水利水电出版社

[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

青 岛 分 社

## 内 容 提 要

本书根据教育部工程图学教学指导委员会 2004 年制定的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》、高等学校水利学科教学指导委员会制定的《水利水电工程专业规范》、采用最新《技术制图》国家标准编写,是水利学科教学指导委员会规划的核心教材之一。

本书共 17 章,内容包括:制图基本知识,点、直线、平面的投影及其相对位置关系,投影变换,立体的投影以及平面与立体、立体与立体的相交,组合形体,立体表面的展开,轴测图,标高投影,工程形体的表达方法,常用工程曲面,建筑工程图,水工建筑物图和计算机绘图等。

本书可作为高等学校本科水利工程专业《工程制图》课程的教材,亦可作为专业工程技术人员参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

工程制图 / 杨小庆, 王子茹主编. -- 北京: 中国水利水电出版社, 2010.2  
高等学校水利学科专业规范核心课程教材. 水利水电工程  
ISBN 978-7-5084-7226-3

I. ①工… II. ①杨… ②王… III. ①工程制图—高等学校—教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第025131号

|      |                                                                                                                                |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 书 名  | 高等学校水利学科专业规范核心课程教材·水利水电工程<br><b>工程制图</b>                                                                                       |
| 作 者  | 主编 清华大学 杨小庆 大连理工大学 王子茹<br>主审 河海大学 殷佩生                                                                                          |
| 出版发行 | 中国水利水电出版社<br>(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)<br>网址: www.waterpub.com.cn<br>E-mail: sales@waterpub.com.cn<br>电话: (010) 68367658 (营销中心) |
| 经 售  | 北京科水图书销售中心(零售)<br>电话: (010) 88383994、63202643<br>全国各地新华书店和相关出版物销售网点                                                            |
| 排 版  | 中国水利水电出版社微机排版中心                                                                                                                |
| 印 刷  | 北京市兴怀印刷厂                                                                                                                       |
| 规 格  | 175mm×245mm 16 开本 17.5 印张 422 千字 6 插页                                                                                          |
| 版 次  | 2010 年 2 月第 1 版 2010 年 2 月第 1 次印刷                                                                                              |
| 印 数  | 0001—4000 册                                                                                                                    |
| 定 价  | <b>32.00 元</b>                                                                                                                 |

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

# 高等学校水利学科专业规范核心课程教材

## 编 审 委 员 会

主 任 姜弘道（河海大学）

副主任 王国仪（中国水利水电出版社） 谈广鸣（武汉大学）  
李玉柱（清华大学） 吴胜兴（河海大学）

### 委 员

|                  |                |
|------------------|----------------|
| 周孝德（西安理工大学）      | 李建林（三峡大学）      |
| 刘 超（扬州大学）        | 朝伦巴根（内蒙古农业大学）  |
| 任立良（河海大学）        | 余锡平（清华大学）      |
| 杨金忠（武汉大学）        | 袁 鹏（四川大学）      |
| 梅亚东（武汉大学）        | 胡 明（河海大学）      |
| 姜 峰（大连理工大学）      | 郑金海（河海大学）      |
| 王元战（天津大学）        | 康海贵（大连理工大学）    |
| 张展羽（河海大学）        | 黄介生（武汉大学）      |
| 陈建康（四川大学）        | 冯 平（天津大学）      |
| 孙明权（华北水利水电学院）    | 侍克斌（新疆农业大学）    |
| 陈 楚（水利部人才资源开发中心） | 孙春亮（中国水利水电出版社） |

秘 书 周立新（河海大学）

丛书总策划 王国仪

# 水利水电工程专业教材编审分委员会

主 任 余锡平（清华大学）

副主任 胡 明（河海大学）

姜 峰（大连理工大学）

## 委 员

张社荣（天津大学）

李守义（西安理工大学）

孙明权（华北水利水电学院）

李宗坤（郑州大学）

周建中（华中科技大学）

罗启北（贵州大学）

胡志根（武汉大学）

陈建康（四川大学）

田 斌（三峡大学）

唐新军（新疆农业大学）

燕柳斌（广西大学）

## 前言

随着我国水利事业与高等教育事业的快速发展以及教育教学改革的不断深入,水利高等教育也得到很大的发展与提高。与1999年相比,水利学科专业的办学点增加了将近一倍,每年的招生人数增加了将近两倍。通过专业目录调整与面向新世纪的教育教学改革,在水利学科专业的适应面有很大拓宽的同时,水利学科专业的建设也面临着新形势与新任务。

在教育部高教司的领导与组织下,从2003年到2005年,各学科教学指导委员会开展了本学科专业发展战略研究与制定专业规范的工作。在水利部人教司的支持下,水利学科教学指导委员会也组织课题组于2005年底完成了相关的研究工作,制定了水文与水资源工程、水利水电工程、港口航道与海岸工程以及农业水利工程四个专业规范。这些专业规范较好地总结与体现了近些年来水利学科专业教育教学改革的成果,并能较好地适用不同地区、不同类型高校举办水利学科专业的共性需求与个性特色。为了便于各水利学科专业点参照专业规范组织教学,经水利学科教学指导委员会与中国水利水电出版社共同策划,决定组织编写出版“高等学校水利学科专业规范核心课程教材”。

核心课程是指该课程所包括的专业教育知识单元和知识点,是本专业的每个学生都必须学习、掌握的,或在一组课程中必须选择几门课程学习、掌握的,因而,核心课程教材质量对于保证水利学科各专业的教学质量具有重要的意义。为此,我们不仅提出了坚持“质量第一”的原则,还通过专业教学组讨论、提出,专家咨询组审议、遴选,相关院、系认定等步骤,对核心课程教材选题及其主编、主审和教材编写大纲进行了严格把

关。为了把本套教材组织好、编著好、出版好、使用好，我们还成立了高等学校水利学科专业规范核心课程教材编审委员会以及各专业教材编审分委员会，对教材编纂与使用的全过程进行组织、把关和监督。充分依靠各学科专家发挥咨询、评审、决策等作用。

本套教材第一批共规划 52 种，其中水文与水资源工程专业 17 种，水利水电工程专业 17 种，农业水利工程专业 18 种，计划在 2009 年年底之前全部出齐。尽管已有许多人为本套教材作出了许多努力，付出了许多心血，但是，由于专业规范还在修订完善之中，参照专业规范组织教学还需要通过实践不断总结提高，加之，在新形势下如何组织好教材建设还缺乏经验，因此，这套教材一定会有各种不足与缺点，恳请使用这套教材的师生提出宝贵意见。本套教材还将出版配套的立体化教材，以利于教、便于学，更希望师生们对此提出建议。

高等学校水利学科教学指导委员会

中国水利水电出版社

2008 年 4 月

# 前言

本书根据教育部工程图学教学指导委员会 2004 年制定的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》及高等学校水利学科教学指导委员会制定的《水利水电工程专业规范》，在总结多年教学经验的基础上编写成的，是高等学校水利学科教学指导委员会规划的核心课程教材之一。

本书编写的指导思想是，力求继承本学科理论和思维方式的精髓，力求符合学生的认知规律，同时结合工程应用实例，并融入现代技术的概念，使内容体系更具有科学性、启发性和实用性。

本书特点如下：

(1) 语言精练、简洁，着重论述基本概念、基本思路和基本方法；概念准确，解题思路清晰，作图方法简明扼要；有益于学生对课程内容和解决问题的思路、方法的掌握。

(2) 本书引入计算机“实体造型”的“交”、“并”、“差”概念，有助于认识形体之间相互关系的本质，同时将传统表达形式与现代技术理念相结合。

(3) 内容编排上由浅入深、循序渐进，保持学科的系统性；各章保持知识点的完整性和相对独立性。

从这点考虑，轴测剖视图画法编入轴测图一章，构成完整的轴测图系列，并编为第 11 章。作为相对独立的章节，教师可根据具体情况和教学习惯，灵活安排，亦可将其中轴测剖视图画法放在剖视图中进行。

(4) 本书使用的概念、术语、符号均采用最新《技术制图》国家标准和 SL 73—1995《水利水电工程制图标准》。由于 SL 73—1995《水利水电



工程制图标准》滞后于《技术制图》国家标准，在不统一之处分别作了注释，便于读者参考、对比。

本书与由杨小庆、王子茹编写的《工程制图习题集》配套使用，可作为高等学校水利水电专业工程制图课程的教材。

本书由高等学校水利学科教学指导委员会委托清华大学和大连理工大学联合编写。其中，绪论、第1~12章由杨小庆（清华大学）编写，第13、14、16章由王子茹（大连理工大学）编写，第15、17章由贾艾晨（大连理工大学）编写。

本书由河海大学殷佩生主审。审阅人认真审阅了全书，提出了许多宝贵意见，对此表示衷心感谢。在编写过程中，对于大纲的制定和内容的修改，武汉大学丁宇明教授给予了悉心指导；同时还得到高等学校水利学科教学指导委员会清华大学李玉柱教授及中国水利水电出版社王国仪总编的多方面的支持和帮助，在此致以深切的谢意。

由于编者水平有限，书中错误在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2009年10月

# 目 录

总前言

前言

|                |    |
|----------------|----|
| 绪论             | 1  |
| 第1章 制图基本知识     | 3  |
| 1.1 制图国家标准     | 3  |
| 1.2 几何作图       | 15 |
| 1.3 徒手绘图       | 23 |
| 1.4 绘图步骤       | 26 |
| 第2章 投影法的基本概念   | 27 |
| 2.1 投影法和投影面体系  | 27 |
| 2.2 工程中常用的投影图  | 29 |
| 第3章 点、直线、平面的投影 | 31 |
| 3.1 点的投影       | 31 |
| 3.2 直线的投影      | 34 |
| 3.3 平面的投影      | 42 |
| 第4章 直线、平面的相对位置 | 49 |
| 4.1 平行问题       | 49 |
| 4.2 相交问题       | 52 |
| 4.3 垂直问题       | 57 |
| 第5章 投影变换       | 60 |
| 5.1 概述         | 60 |
| 5.2 点的投影变换规律   | 61 |
| 5.3 换面法的四个基本问题 | 63 |
| 5.4 换面法应用举例    | 66 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| <b>第6章 基本体的投影</b>     | 70  |
| 6.1 平面基本体             | 70  |
| 6.2 曲面基本体             | 74  |
| <b>第7章 平面与立体相交</b>    | 84  |
| 7.1 平面与平面体相交          | 84  |
| 7.2 平面与回转体相交          | 86  |
| <b>第8章 立体与立体相交</b>    | 95  |
| 8.1 平面体与平面体相交         | 95  |
| 8.2 平面体与回转体相交         | 97  |
| 8.3 回转体与回转体相交         | 99  |
| 8.4 相贯线形状讨论           | 103 |
| 8.5 多立体相交             | 107 |
| <b>第9章 组合形体</b>       | 110 |
| 9.1 组合形体相邻表面的过渡关系     | 110 |
| 9.2 组合形体的画图           | 111 |
| 9.3 组合形体的读图           | 115 |
| 9.4 组合形体的尺寸标注         | 121 |
| <b>第10章 工程形体的表达方法</b> | 125 |
| 10.1 视图               | 125 |
| 10.2 剖视图              | 128 |
| 10.3 断面图              | 135 |
| 10.4 规定画法和简化画法        | 137 |
| 10.5 第三角投影简介          | 138 |
| <b>第11章 轴测图</b>       | 140 |
| 11.1 轴测图概述            | 140 |
| 11.2 轴测图的画法           | 141 |
| <b>第12章 常用工程曲面</b>    | 155 |
| 12.1 概述               | 155 |
| 12.2 柱面和锥面            | 156 |
| 12.3 双曲抛物面            | 157 |
| 12.4 锥状面              | 159 |
| 12.5 柱状面              | 159 |
| 12.6 单叶回转双曲面          | 160 |
| 12.7 螺旋线和螺旋面          | 161 |
| 12.8 组合面              | 162 |
| <b>第13章 立体表面的展开</b>   | 164 |

|                   |                      |            |
|-------------------|----------------------|------------|
| 13.1              | 概述 .....             | 164        |
| 13.2              | 平面立体表面的展开 .....      | 165        |
| 13.3              | 曲面体表面的展开 .....       | 167        |
| 13.4              | 展开图实例 .....          | 172        |
| <b>第 14 章</b>     | <b>标高投影 .....</b>    | <b>176</b> |
| 14.1              | 概述 .....             | 176        |
| 14.2              | 直线、平面的标高投影 .....     | 177        |
| 14.3              | 曲面的标高投影与应用 .....     | 181        |
| 14.4              | 建筑物与地面的交线 .....      | 183        |
| <b>第 15 章</b>     | <b>建筑工程图 .....</b>   | <b>189</b> |
| 15.1              | 概述 .....             | 189        |
| 15.2              | 建筑图的表达与制图标准 .....    | 192        |
| 15.3              | 建筑结构图 .....          | 209        |
| <b>第 16 章</b>     | <b>水工建筑物图 .....</b>  | <b>223</b> |
| 16.1              | 概述 .....             | 223        |
| 16.2              | 《水利水电工程制图标准》简介 ..... | 223        |
| 16.3              | 水利枢纽布置图 .....        | 230        |
| 16.4              | 水工建筑物图 .....         | 231        |
| 16.5              | 农用水利建筑物图 .....       | 233        |
| 16.6              | 港口水工建筑图 .....        | 234        |
| <b>第 17 章</b>     | <b>计算机绘图 .....</b>   | <b>237</b> |
| 17.1              | AutoCAD 简介 .....     | 237        |
| 17.2              | 基本图形元素的绘制 .....      | 239        |
| 17.3              | 图形编辑命令 .....         | 245        |
| 17.4              | 图形显示控制 .....         | 253        |
| 17.5              | 作业工具 .....           | 254        |
| 17.6              | 图层管理 .....           | 255        |
| 17.7              | 尺寸标注 .....           | 257        |
| 17.8              | 文字 .....             | 260        |
| 17.9              | 填充 .....             | 263        |
| 17.10             | 图块操作 .....           | 265        |
| <b>参考文献</b> ..... |                      | <b>267</b> |

# 绪 论

图形是人类认识世界、传递信息的重要手段。“工程图样”是工程界用以表达设计思想、传递和储存设计信息的重要载体,是指导工程施工和制造的重要技术文件,被称为“工程界的语言”。

## 1. 工程图样在设计过程中的作用

设计是根据需求将预期目标经过构思、分析、决策、计算并将其转化为具体描述(文字、数据、图形等信息)的工作过程。随着计算机技术的发展,计算机辅助设计(CAD)、并行设计、优化设计、虚拟设计等现代设计方法,使设计过程更加具有系统性、社会性、最优化、动态化、智能化和数字化的特征。

设计过程一般分四个阶段:规划设计、原理方案设计(初步设计)、技术设计和施工图设计。不同的设计阶段均以相应的图样为主要媒介对设计思想和方案进行阐述。在每一设计阶段,“图”又会伴随过程的始终。例如进入技术设计阶段,需要进行必要的工程分析(如受力分析、运动学和动力学分析等),根据分析的结果,再对初始设计进行修改和优化。如此经过不断细化、修改、完善,直至完成最终设计。可见,“图”不仅贯穿于设计的全过程,而且体现了设计的全过程。

## 2. 课程的内容和任务

《工程制图》是普通高等院校本科专业的重要技术基础课。课程要回答“工程图样”是根据什么原理绘制的,理论基础是什么;工程形体是如何进行表达的;绘制和阅读工程图样的基本方法是什么等问题。

课程的内容主要包括:

(1) 投影法基本理论:点、线、面、基本体的投影规律及作图方法,立体表面交线的投影及作图方法,空间定位及度量问题的图解方法,轴测投影、标高投影的基本原理和作图方法,水工曲面的形成、投影特性及图示方法。

(2) 阅读、绘制水工图样基础:组合形体的投影,工程形体的表达方法,水工建筑物图样的内容、特点以及绘制,阅读水工建筑物图样的要点和方法。

(3) 工程规范基础和基本绘图技能:《技术制图》国家标准的相关规定,几何作图方法,尺规、徒手和计算机绘图的基本方法和技能。

通过课程的学习，要达到以下目标：

- (1) 掌握投影理论，能够用图示、图解的方法解决空间几何问题。
- (2) 掌握绘制与阅读工程图样的基本方法。
- (3) 训练形象思维方法，培养空间想象能力、空间思维能力和表达能力。
- (4) 学习制图基本知识，了解国家标准，掌握绘图（仪器绘图、徒手绘图和计算机绘图）的基本方法和技能。

培养和积累工程基本素质，为学习后续课程、进行设计、科研及实践奠定基础。

### 3. 学习方法建议

根据课程的特点，对学习方法提出以下建议：

(1) 课程中的图示法和图解法是以初等几何原理为基础的，学习时注意联系和运用几何知识，这对于理解课程内容是十分有益的。

(2) 如何建立几何元素和立体的空间状态与其投影（二维图形）之间的联系是初学者的难点，学习时要始终坚持投影分析与想象空间相结合。因此，空间思维的训练和空间想象能力的培养既是学习本课程的任务，也是学好课程的必要条件。

(3) 课程特点之一是实践性强。“内容易懂，习题难做”是学习的又一难点。如何提高解题能力？一要明确解题思路，二要熟悉投影规律。而解题思路、作图方法只有通过解题的实践才能体会、理解和掌握。建议学习者在正确思路、方法指导下做练习，同时要多观察、多思考，注意适时归纳和总结。

(4) 课程内容与工程实际联系密切，因此，必须严格遵守国家标准的相关规定，注意培养严谨的科学作风和工程观念。

# 第 1 章

## 制图基本知识

### 1.1 制图国家标准

作为指导生产的工程图样，必须有统一的规范，这就是国家标准。由于行业的特点和需要，相应地制定了中华人民共和国行业标准，如 SL 73.1—1995《水利水电工程制图标准 基础制图》。这些标准是法定的技术文件，必须严格遵守。

#### 1.1.1 图纸幅面和格式

##### 1. 图纸幅面

图纸基本幅面  $B \times L$ （单位为 mm）及图框尺寸按表 1-1 的规定。

表 1-1 基本幅面及图框尺寸

| 幅面代号 | A0       | A1      | A2      | A3      | A4      |
|------|----------|---------|---------|---------|---------|
| B×L  | 841×1189 | 594×841 | 420×594 | 297×420 | 210×297 |
| e    | 20       |         | 10      |         |         |
| c    | 10       |         |         | 5       |         |
| a    | 25       |         |         |         |         |

必要时允许加长幅面，幅面的尺寸由基本幅面的短边成整倍数增加后得出。图 1-1 中粗实线所示为基本幅面（第一选择）；细实线（第二选择）和虚线（第三选择）所示为加长幅面。

##### 2. 图框格式

图框分留有装订边格式（图 1-2）和不留装订边格式（图 1-3）两种，但同一套图样只能采用同一种格式，尺寸按表 1-1 的规定。图框线用粗实线绘制，纸边界线可以用细实线绘制。

为使图纸缩微复制易于定位，应在纸边线中点处附对中标志。对中标志用粗实线绘制，从周边画入图框内约 5mm，如图 1-3（a）所示。

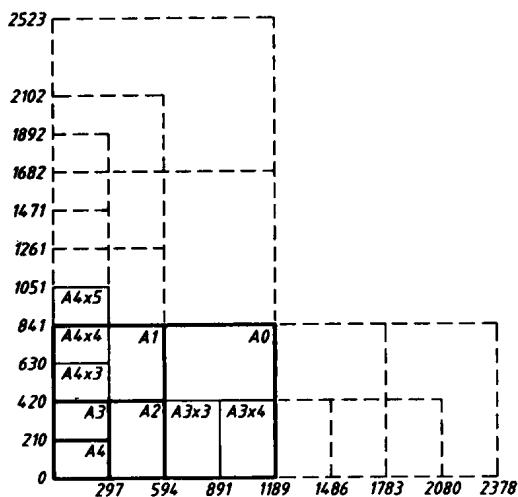


图 1-1 图幅加长

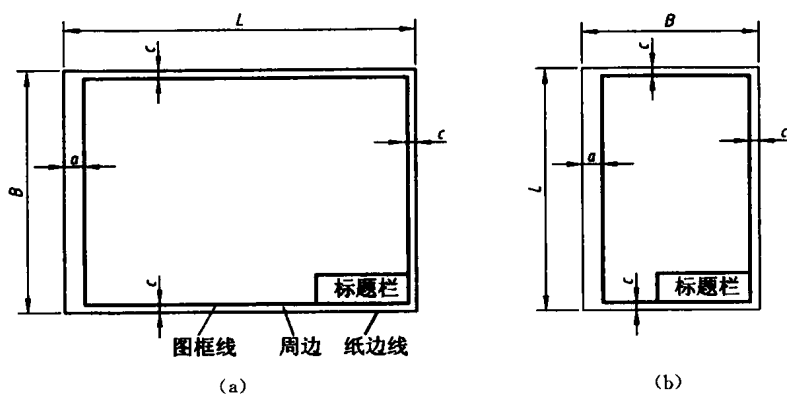


图 1-2 有装订边图框格式

(a) 横式; (b) 竖式

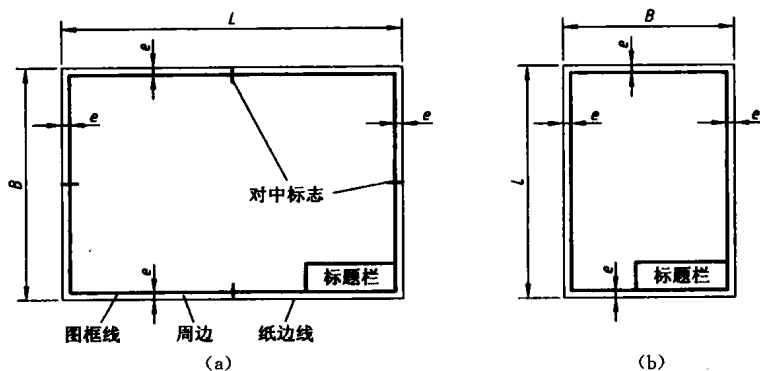


图 1-3 无装订边图框格式

(a) 横式; (b) 竖式



## 3. 标题栏

每张技术图样都必须画出标题栏。标题栏置于图纸右下角，外框线为粗实线，分格线为细实线。标题栏中的文字方向一般为看图的方向，字体应符合国家标准规定。

标题栏的内容、格式和尺寸规定为：A0、A1 图幅按图 1-4 式样绘制；A2~A4 图幅按图 1-5 式样绘制。建议学习本课程时暂按图 1-6 式样绘制。

|        |    |    |        |    |    |    |    |
|--------|----|----|--------|----|----|----|----|
| (单位名称) |    |    |        |    |    |    | 45 |
| 批准     |    |    | (工程名称) |    |    | 设计 |    |
| 核定     |    |    |        |    |    | 部分 |    |
| 审查     |    |    | (图名)   |    |    |    |    |
| 校核     |    |    |        |    |    |    |    |
| 设计     |    |    |        |    |    |    |    |
| 制图     |    |    |        |    |    |    |    |
| 描图     |    |    | 比例     |    | 日期 |    |    |
| 设计证号   |    |    | 图号     |    |    |    |    |
| 20     | 35 | 15 | 20     | 35 | 20 | 35 |    |
| 180    |    |    |        |    |    |    |    |

图 1-4 标题栏 (A0、A1)

|        |    |    |         |    |    |
|--------|----|----|---------|----|----|
| (单位名称) |    |    |         |    | 20 |
| 核定     |    |    | (工程名称)  | 设计 |    |
| 审查     |    |    | (勘测队名称) | 部分 |    |
| 校核     |    |    | (图名)    |    |    |
| 制图     |    |    |         |    |    |
| 描图     |    |    |         |    |    |
| 比例     |    | 图号 |         |    |    |
| 10     | 20 | 10 | 10      | 40 |    |
| 90     |    |    |         |    |    |

图 1-5 标题栏 (A2~A4)

|      |    |      |         |    |  |
|------|----|------|---------|----|--|
| (图名) |    |      |         | 比例 |  |
|      |    |      |         | 图号 |  |
| 制图   |    | (日期) | (姓名)    |    |  |
| 审核   |    | (日期) | (专业 班级) |    |  |
| 15   | 25 | 20   | 120     |    |  |

图 1-6 标题栏