

画法几何与 土木工程制图

DESCRIPTIVE GEOMETRY AND CIVIL ENGINEERING DRAWING

(第2版)

主编 刘继海

普通高等院校土木专业“十一五”规划精品教材

Civil Professional Textbooks for the 11th Five-Year Plan

主审 王桂梅

普通高等院校土木专业“十一五”规划精品教材

画法几何与 土木工程制图

(第2版)

Descriptive Geometry and
Civil Engineering Drawing

丛书审定委员会

王思敬 彭少民 石永久 白国良

李 杰 姜忻良 吴瑞麟 张智慧

本书主审 王桂梅

本书主编 刘继海

本书副主编 潘 睿 柳春红

本书编写委员会

刘继海 潘 睿 柳春红 魏 丽

张津涛 袁胜佳 曹立辉 张裕媛

华中科技大学出版社

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

画法几何与土木工程制图(第2版)/刘继海 主编. —武汉:华中科技大学出版社,
2008年9月

ISBN 978-7-5609-4136-3

I. 画… II. 刘… III. ①画法几何-高等学校-教材 ②建筑制图-高等学校-教材
IV. TU204

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 133621 号

画法几何与土木工程制图(第2版)

刘继海 主编

责任编辑:蒋玉霞

封面设计:张璐

责任监印:熊庆玉

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074

销售电话:(022)60266190 (022)60266199(兼传真) 网 址:www.hustpas.com

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北新华印务有限公司

开本:850mm×1065mm 1/16

印张:26

字数:510 000

版次:2008年9月第2版

印次:2008年9月第2次印刷

定价:48.00元

ISBN 978-7-5609-4136-3/TU·193

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书主要包括:投影的概念和分类;点、直线、平面的投影;直线与平面及两平面的相对位置;投影变换;曲线、曲面;立体的截割;两立体相交;透视投影;轴测投影;标高投影;组合体;剖面图、断面图;制图基本知识与基本规定;建筑、结构、给水排水、采暖、电气照明、道路桥梁涵洞等工程图以及计算机绘图等。

本书特点如下:保证画法几何基本理论占有足够的篇幅;专业工程图的内容比较全,能满足较多的专业需要;专业图的内容密切结合当前工程实践,有时代特色;编入比较精炼的计算机绘图的内容,教材的内容体系能满足不同学校、不同专业特色教学的需要;有配套的课件,方便教师教学和学生学习。

本书除可以供普通高等院校土木工程类一般本科使用外,还可以供专科、高职土木工程类专业使用,也可以供有关技术人员参考。

普通高等院校土木专业“十一五”规划精品教材

总 序

教育可理解为教书与育人。所谓教书,不外乎是教给学生科学知识、技术方法和运作技能等,教学生以安身之本。所谓育人,则要教给学生做人的道理,提升学生的人文素质和科学精神,教学生以立命之本。我们教育工作者应该从中华民族振兴的历史使命出发,来从事教书与育人工作。作为教育本源之一的教材,必然要承载教书和育人的双重责任,体现两者的高度结合。

中国经济建设高速持续发展,国家对各类建筑人才需求日增,对高校土建类高素质人才培养提出了新的要求,从而对土建类教材建设也提出了新的要求。这套教材正是为了适应当今时代对高层次建设人才培养的需求而编写的。

一部好的教材应该把人文素质和科学精神的培养放在重要位置。教材中不仅要内容上体现人文素质教育和科学精神教育,而且还要从科学严谨性、法规权威性、工程技术创新性来启发和促进学生科学世界观的形成。简而言之,这套教材有以下几个特点。

一方面,从指导思想来讲,这套教材注意到“六个面向”,即面向社会需求、面向建筑实践、面向人才市场、面向教学改革、面向学生现状、面向新兴技术。

二方面,教材编写体系有所创新。结合具有土建类学科特色的教学理论、教学方法和教学模式,这套教材进行了许多新的教学方式的探索,如引入案例式教学、研讨式教学等。

三方面,这套教材适应现在教学改革发展的要求,提倡所谓“宽口径、少学时”的人才培养模式。在教学体系、编写内容和课时数量等方面也做了相应改变,而且教学起点也可随着学生水平做相应调整。同时,在这套教材编写中,特别重视人才的能力培养和基本技能培养,适应土建专业特别强调实践性的要求。

我们希望这套教材能有助于培养适应社会发展需要的、素质全面的新型工程建设人才。我们也相信这套教材能达到这个目标,从形式到内容都成为精品,为教师和学生,以及专业人士所喜爱。

中国工程院院士

王 思 敬

2006年6月于北京

前 言

本书是按照教育部高等教育司 2004 年颁布的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”,并结合土木工程专业近 10 年来工程图学课程的教学改革与实践编写而成的。编写的内容注重以下几个方面。

① 注意适应土木专业的需要。我国高等学校经过合理调整系科和专业设置、拓宽专业面、优化课程结构和专业培养方案,形成了新的土木工程专业群。作为工程图学教学内容载体的教材,必须适应这种新的变化,满足土木工程类各专业图学课程的教学需要。为此,教材中包括了建筑、结构、给水排水、采暖、建筑电气照明、道路工程等专业的工程图,供各专业或专门化的工程图学课程教学选用。

② 保证足够的基本理论内容。工程图学课程的教学任务之一,是培养学生的图学素质,培养空间思维能力和二维与三维空间的双向转换思维能力。在选材时掌握的原则是在满足工程图学课程教学基本要求的前提下,照顾到不同学校和专业不同的需求,注意适应面,适当控制难度和深度。各校可以根据自己的教学特色选择画法几何的教学内容。

③ 注意贯彻现行的国家制图标准。教材专业图的内容按照下列标准编写:《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2001);《建筑制图标准》(GB/T 50104—2001);《建筑结构制图标准》(GB/T 50105—2001);《给水排水制图标准》(GB/T 50106—2001);《暖通空调制图标准》(GB/T 50114—2001);《道路工程制图标准》(GB 50162—1992)。

④ 密切结合工程实践。教材中各专业工程图都是从近年来的实际工程中选用的,并结合教学的需要做了进一步的修改,使教材密切结合工程实际,反映工程技术的发展现状。

⑤ 将计算机绘图内容编入教材。计算机绘图是工程图学课程重要的新内容,可为学生掌握现代化绘图技术和学习计算机辅助设计打下必要的基础,考虑到目前各校计算机绘图教学的现状,编入一章的计算机绘图的内容,能满足少学时的教学需要。若计算机绘图的教学学时较多时,可以另选专门的教材。

⑥ 为了方便教师的教和学生学习,配有电子教案和教辅材料。

⑦ 工程图学课程既有较强的理论性,又有较强的实践性。为此,编写了与教材配套的习题集,除绪论外,各章都编写了相应习题或作业,供教师在教学中选用。

本书由天津城市建设学院刘继海主编,哈尔滨学院潘睿、黑龙江科技学院柳春红为副主编。编写组成员及分工如下:刘继海编写绪论、第 16 章;潘睿编写第 1、5、14 章;柳春红编写第 6、17 章;天津城市建设学院魏丽编写第 2、3、4 章;张津涛编写第

7、8、12 章;哈尔滨学院袁胜佳编写第 9、10、11 章;天津城市建设学院曹立辉编写第 13、18 章;张裕媛编写第 15 章。

本书由天津大学王桂梅教授主审,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

限于编者的水平,书中难免有错误和疏漏之处,欢迎各位同仁和读者批评指正。

编 者

2007 年 5 月

目 录

绪论	(1)
0.1 本课程的性质和任务	(1)
0.2 本课程的特点和学习方法	(1)
0.3 工程制图发展概述	(2)
第1章 制图基础	(4)
1.1 制图的基本规定	(4)
1.2 制图工具及使用方法	(20)
1.3 几何作图	(27)
1.4 建筑制图的一般步骤	(34)
【本章要点】	(36)
第2章 投影的基本知识	(37)
2.1 投影的形成和分类	(37)
2.2 平行投影的特性	(39)
2.3 工程上常用的投影图	(40)
2.4 正投影图的形成及特性	(42)
【本章要点】	(45)
第3章 点、直线、平面的投影	(46)
3.1 点的投影	(46)
3.2 直线的投影	(51)
3.3 两直线的相对位置	(58)
3.4 平面的投影	(63)
3.5 平面上的直线和点	(67)
【本章要点】	(70)
第4章 直线与平面、平面与平面的相对位置	(71)
4.1 直线与平面、平面与平面的平行	(71)
4.2 直线与平面、平面与平面的相交	(74)
4.3 直线与平面、平面与平面的垂直	(80)
【本章要点】	(83)
第5章 投影变换	(84)
5.1 换面法	(84)
5.2 旋转法	(92)

5.3 投影变换解题举例	(97)
【本章要点】	(102)
第6章 平面立体	(103)
6.1 平面立体的投影	(103)
6.2 平面立体表面上的点和直线	(105)
6.3 平面立体的截切	(110)
【本章要点】	(114)
第7章 曲线、曲面与曲面立体	(115)
7.1 曲线与曲面	(115)
7.2 曲面立体的投影	(128)
7.3 曲面立体的截切	(134)
【本章要点】	(144)
第8章 两立体相贯	(145)
8.1 两平面立体相贯	(145)
8.2 平面立体与曲面立体相贯	(150)
8.3 两曲面立体相贯	(153)
8.4 两曲面立体相贯的特殊情况	(157)
【本章要点】	(159)
第9章 轴测投影	(160)
9.1 基本知识	(160)
9.2 正轴测投影	(161)
9.3 斜轴测投影	(171)
【本章要点】	(173)
第10章 标高投影	(174)
10.1 概述	(174)
10.2 直线和平面的标高投影	(175)
10.3 立体的标高投影	(180)
10.4 曲面和地形面的投影	(181)
【本章要点】	(185)
第11章 透视投影	(186)
11.1 概述	(186)
11.2 透视图的画法	(187)
11.3 立体的透视投影	(195)
11.4 圆的透视投影	(198)
11.5 房屋透视图的画法	(198)
【本章要点】	(203)

第 12 章 组合体	(204)
12.1 组合体的多面正投影画法	(204)
12.2 组合体的尺寸标注	(209)
12.3 组合体投影图的阅读	(212)
【本章要点】	(217)
第 13 章 剖面图、断面图	(218)
13.1 概述	(218)
13.2 剖面图	(219)
13.3 断面图	(225)
【本章要点】	(227)
第 14 章 建筑施工图	(228)
14.1 基本知识	(228)
14.2 建筑总平面图	(237)
14.3 建筑平面图	(241)
14.4 建筑立面图	(251)
14.5 建筑剖面图	(256)
14.6 建筑详图	(264)
【本章要点】	(272)
第 15 章 结构施工图	(273)
15.1 概述	(273)
15.2 钢筋混凝土结构图	(276)
15.3 基础图	(288)
【本章要点】	(294)
第 16 章 设备施工图	(295)
16.1 给水排水施工图	(295)
16.2 采暖施工图	(315)
16.3 建筑电气施工图	(322)
【本章要点】	(335)
第 17 章 道桥施工图	(336)
17.1 基本知识	(336)
17.2 公路线路工程图	(340)
17.3 桥梁工程图	(347)
17.4 涵洞工程图	(358)
【本章要点】	(361)
第 18 章 计算机绘图	(362)
18.1 基本知识与基本操作	(362)

18.2 绘图辅助工具	(370)
18.3 绘制图形	(377)
18.4 编辑图形	(387)
18.5 图层与图块	(392)
18.6 文字标注	(394)
18.7 尺寸标注	(397)
18.8 样板图	(401)
【本章要点】	(401)
参考文献	(402)

绪 论

0.1 本课程的性质和任务

工程制图是研究工程图样表达与绘制的理论、方法与技术的一门学科。工程图样是工程界进行技术交流的语言,是指导生产、施工管理等必不可少的技术文件。为此,工程制图历来是高等工科各专业的一门经典课程,在高等院校土建类各专业的教学计划中都设置了土建工程制图这门课程,并且都是以主干基础课的形式出现的。

本课程主要学习绘制和阅读工程图样的理论和方法,培养学生空间想象能力和绘制工程图样的技能,并为学习后续专业课程打下一定的基础,为生产实习、课程设计、毕业设计等学习实践做好准备。

本课程的主要内容包括画法几何、制图基础、专业图和计算机绘图四部分,其中以正投影原理为主要内容的画法几何是工程制图的主要理论基础;以介绍、贯彻国家有关制图标准为主要内容的制图基础是学习工程制图基本知识和技能的重要一环;专业图部分是投影原理和国家制图标准在各专业的具体运用,介绍各专业图样的表达方法和规定,可培养阅读和绘制专业工程图样的基本能力;计算机绘图部分可培养在工程制图方面的计算机应用能力。

本课程的主要任务如下。

- ① 学习投影法的基本理论及其应用。
- ② 培养空间想象能力、空间逻辑思维和图解分析能力。
- ③ 学习、贯彻工程制图的有关国家标准,培养绘制和阅读本专业工程图样的基本能力。
- ④ 培养用计算机绘制土建工程图样的初步能力。

此外,在学习过程中必须注意培养从事工程技术工作所必需的重要素质:自学能力、分析问题和解决问题的能力以及认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

0.2 本课程的特点和学习方法

画法几何研究图示和图解空间几何问题的理论和方法,讨论空间形体与平面图形之间的对应关系,所以学习时要下功夫培养空间思维能力,能根据实物、模型或立体图画该物体的一组二维的平面图形(投影图),并且学会由该物体的投影图想象它的空间形状,由浅入深,逐步理解三维空间物体和二维平面图形(投影图)之间的对

应关系,并要坚持反复练习。

本课程是一门实践性较强的课程,学习中除了要认真听课,用心理解课堂内容并及时复习、巩固外,认真独立地完成作业是很重要的一环。在解空间几何问题时,要先对问题作空间分析,研究找出解题方法,而后再利用所掌握的投影理论,研究找出在投影图上解决问题的方法以及作图步骤。分析空间问题时,可以利用身边的笔、尺、书本等物件摆出空间模型,来帮助对问题的分析和理解。本课程的作业基本上都是动手的作业,画图或图解作图时,读者应认真地用三角板、圆规、铅笔来完成,且作图要准确、规范;绘图与读图是相辅相成的,练习专业图绘图时,只有认真、仔细地绘图、读图,才能深入、细致地弄清图样表达的内容;在提高绘图能力的同时也积累了相关专业知识,提高了读图能力。

本课程又是一门培养“遵纪守法”意识的课程,要逐步培养自己遵守国家制图标准来绘制图样的习惯,小到一条线、一个尺寸,大到图样的表达,都要严格按照制图标准中所规定的“法”来绘制,绝对不能随心所欲,想怎样画就怎样画。只有按制图标准来绘制图样,图样才能成为工程界技术交流的语言。

本课程也是一门培养严谨、细致学风的课程。土木工程是百年大计,关系到人民生命财产的安全,高度负责、严谨细致是工程技术人员的必备素质。工程图纸是施工的依据,图纸上一条线的疏忽或一个数字的差错,往往差之毫厘,谬之千里,会造成严重的返工、浪费,甚至导致重大工程事故。所以,从初学制图开始,就应严格要求自己,培养自己认真负责的工作态度和严谨细致的良好学风,一丝不苟,力求所绘制的图样投影正确无误,尺寸齐全合理,表达完善清晰,符合国家标准和施工要求。

0.3 工程制图发展概述

有史以来,人类就试图用图形来表达和交流思想,从远古洞穴中的石刻可以看出,在没有语言、文字前,图形就是一种有效的交流工具。考古发现,早在公元前2600年就出现了可以成为工程图样的图,那是一幅刻在泥板上的神庙地图。直到公元16世纪文艺复兴时期,才出现将平面图和其他多面图画在同一幅画面上的设计图。1795年,法国著名科学家加斯帕·蒙日将各种表达方法进行归纳,发表了《画法几何》著作,蒙日所说明的画法是以互相垂直的两个平面作为投影面的正投影法。蒙日方法对世界各国科学技术的发展产生了巨大影响,并在科技界,尤其在工程界得到广泛的应用和发展。

我国在两千年前就有了用正投影法表达的工程图样,1977年冬在河北省平山县出土的公元前323~前309年的战国中山王墓中,发现了在青铜板上用金银线条和文字制成的建筑平面图,这也是世界上最早的工程图样。该图用1:500的正投影绘制并标注有尺寸。中国古代传统的工程制图技术,与造纸术一起,于唐代同一时期(公元751年后)传到西方。公元1100年宋代李诫所著的雕版印刷的《营造法式》一

书中有各种方法画出的约 570 幅图,是宋代一部关于建筑制图的国家标准、施工规范和培训教材。

此外,宋代天文学家、药学家苏颂所著的《新仪象法要》,元代农学家王桢撰写的《农书》,明代科学家宋应星所著的《天工开物》等书中都有大量为制造仪器和工农业生产所需要的器具和设备的插图。清代和民国时期,我国在工程制图方面也有了一定的发展。

新中国成立后,随着社会主义建设蓬勃发展和对外交流的日益增加,工程制图学科得到飞速发展,学术活动频繁,画法几何、投影几何、透视投影等理论的研究得到进一步深入,并广泛与生产、科研相结合。与此同时,由于生产建设的迫切需要,由国家相关职能部门批准颁布了一系列制图标准,如技术制图标准、机械制图标准、建筑制图标准、道路工程制图标准、水利水电工程制图标准等。

20 世纪 70 年代,计算机图形学(CG)、计算机辅助设计(CAD)与计算机辅助制造(CAM)在我国得到迅猛发展,除了国外一批先进的图形、图像软件如 AutoCAD、CADkey、Pro/E 等得到广泛使用外,我国自主开发的一批国产绘图软件,如天正 CAD、高华 CAD、开目 CAD、凯图 CAD 等也在设计、教学、科研生产单位得到广泛使用。随着我国现代化建设的迫切需要,计算机技术将进一步与工程制图结合,计算机绘图和智能 CAD 将进一步得到深入发展。因此,有志于从事工程建设的青年学子,一定要学好制图课,为工程建设的其他学科的学习打下良好的基础。

第1章 制图基础

1.1 制图的基本规定

国家有关行政主管部门于2001年颁布了重新修订的国家标准《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2001),其内容有图幅、线型、字体、比例、符号、定位轴线、常用建筑图例、图样画法、尺寸标注等。为了做到工程图样的基本统一,便于交流技术思想,满足设计、施工、管理等要求,工程制图必须遵守国家标准。

1.1.1 图幅、图标及会签栏

1) 图幅、图框

图幅即图纸幅面,它是指图纸本身的大小规格。为了满足图纸现代化管理的要求,方便图纸的装订、查阅和保存,土木工程图纸的幅面和图框尺寸应该符合表1-1所示的规定,表中数字是裁边以后的尺寸,尺寸代号的含义如图1-1所示。

表 1-1 幅面及图框尺寸

单位:mm

尺寸代号	幅 面 代 号				
	A0	A1	A2	A3	A4
$b\times l$	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
c	10			5	
a	25				

从表1-1中可以看出,A1幅面是A0幅面的对裁,A2图幅是A1图幅的对裁,以下类推。幅面的 $l:b=\sqrt{2}$ 。A0图纸的面积为 1 m^2 ,长边为1 189 mm,短边为841 mm。上一号图幅的短边是下一号图幅的长边。

一项工程、一个专业所用的图纸,选用图幅时宜以一种规格为主,不宜多于两种幅面,应尽量避免大小图幅掺杂使用,一般目录及表格所采用的A4幅面,可不在此限。

在特殊情况下,允许A0~A3号图幅按表1-2的规定加长图纸的长边。图纸的短边一般不应加长,长边可加长,但应符合表1-2的规定。

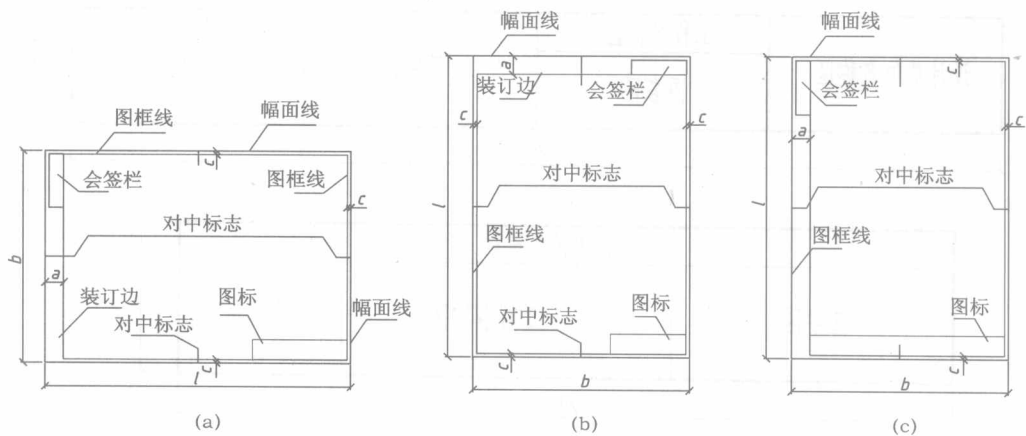


图 1-1 图幅格式

(a) A0~A3 横式幅面; (b) A0~A3 立式幅面; (c) A4 立式幅面

表 1-2 图纸长边加长尺寸

单位: mm

幅面代号	长边尺寸	长边加长后尺寸
A0	1 189	1 486、1 635、1 783、1 932、2 080、2 230、2 378
A1	841	1 051、1 261、1 471、1 682、1 892、2 102
A2	594	743、891、1 041、1 189、1 338、1 486、1 635、1 783、1 932、2 080
A3	420	630、841、1 051、1 261、1 471、1 682、1 892

注:有特殊需要的图纸,可采用 $b \times l$ 为 841 mm $\times$ 891 mm 与 1 189 mm $\times$ 1 261 mm 的幅面。

图纸通常有两种形式:横式和立式。图纸以短边作为竖直边的称为横式,以短边作为水平边的称为立式,一般 A0~A3 图纸宜横式使用,必要时,也可立式使用。如图 1-1 所示,图纸上必须用粗实线画出图框,图框是由图纸上所供绘图范围的边线组成的,图框线与图幅线的间隔 a 和 c 应符合表 1-1 的规定。

2) 标题栏与会签栏

图纸的标题栏、会签栏及装订边的位置,应按图 1-1 布置。

标题栏的大小及格式如图 1-2 所示,根据工程需要选择其尺寸、格式及分区。签字区应包含实名列和签名列。涉外工程的标题栏内,各项主要内容的中文下方应附有译文,设计单位的上方或左方,应加“中华人民共和国”字样。

会签栏应按图 1-3 所示的格式绘制,其尺寸应为 100 mm $\times$ 20 mm,栏内应填写会签人员所代表的专业、姓名、日期(年、月、日);一个会签栏不够时,可另加一个,两个会签栏应并列;不需会签的图纸可不设会签栏。

学生制图作业用标题栏推荐采用图 1-4 所示的格式。

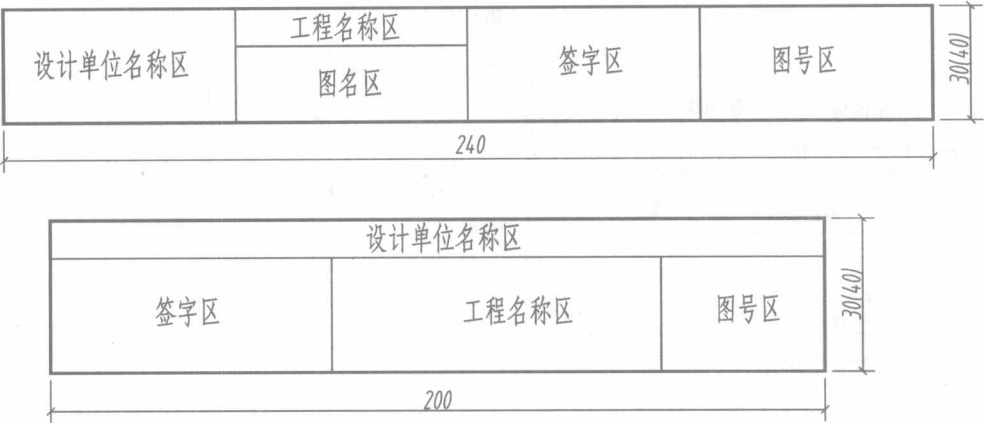


图 1-2 标题栏

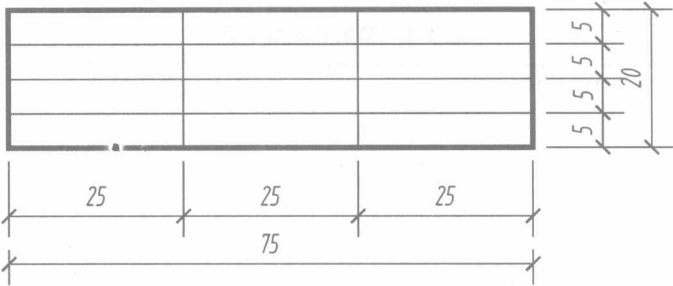


图 1-3 会签栏

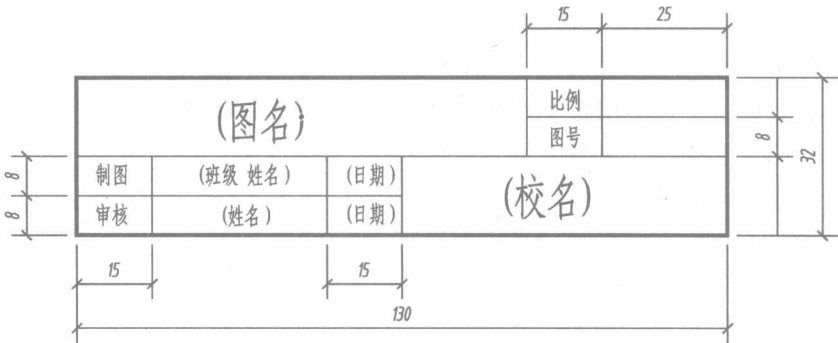


图 1-4 学生制图作业用标题栏推荐的格式