

普通高等院校土木专业「十三五」规划教材

—「互联网+」  
新形态立体化教材

# 画法几何 与工程制图

主编 / 江峰

HUAFAJIHE  
YU  
GONGCHENG ZHITU

普通高等院校土木专业“十三五”规划教材  
——“互联网+”新形态立体化教材

# 画法几何与工程制图

主 编 江 峰



 天津大学出版社  
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

## 内容简介

本书主要内容: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。

## 图书在版编目(CIP)数据

画法几何与工程制图 / 江峰主编. — 天津:天津大学出版社, 2018.6

普通高等院校土木专业“十三五”规划教材 “互联网+”新形态立体化教材

ISBN 978-7-5618-6159-2

I. ①画… II. ①江… III. ①画法几何—高等学校—教材②工程制图—高等学校—教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 138924 号

出版发行 天津大学出版社  
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)  
电 话 发行部:022-27403647  
网 址 publish.tju.edu.cn  
印 刷 廊坊市海涛印刷有限公司  
经 销 全国各地新华书店  
开 本 185mm×260mm  
印 张 26.75  
字 数 680 千  
版 次 2018 年 6 月第 1 版  
印 次 2018 年 6 月第 1 次  
定 价 68.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

## 前 言

画法几何与工程制图作为土木工程类专业的基础课程,近年来随着工程图学教学改革不断深入,教学内容、教学手段也不断推陈出新。为了满足土木工程专业群的需要,本书结合土木工程专业近十年来工程图学课程的教学改革与实践经验编写而成。本书编写内容注重以下几个方面。

1. 满足专业群需要。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。为了满足专业群的需要,教材中融入建筑、结构、给水排水、采暖、电气照明等专业的工程图,供各专业的工程图学课程教学选用。

2. 理论知识够用。工程图学课程主要培养学生的图学素质、空间思维能力和空间双向转换思维能力。所以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. 贯彻国家制图标准。本书遵循《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2010);《建筑制图标准》(GB/T 50104—2010);《建筑结构制图标准》(GB/T 50105—2010);《建筑给水排水制图标准》(GB/T 50106—2010);《暖通空调制图标准》(GB/T 50114—2010);《道路工程制图标准》(GB 50162—92)等。

4. 突出工学结合特点。教材中各专业工程图都是从实际工程图中选用的,并结合教学的需要进行了修改,使教材密切结合工程实际,反映工程新规范、新技术和新工艺。

计算机绘图是工程图学课程重要的新内容,为学生掌握现代绘图技术和学习计算机辅助设计打下了必要的基础。本书编入了计算机绘图的内容,能满足多学时的教学需要。此外,为了方便教师教学和学生学,本书还配有相关例题的详解和教辅视频等,以二维码的方式呈现在教材

中,方便读者扫描后观看学习。书中提到的附图部分请另行与编者联系,邮箱为 ccshan2008@sina.com。

本书由重庆大学江峰任主编,西安思源学院赵寅和安康学院牛洪涛为副主编。编写组成员及分工如下:许军编写绪论、第16章;赵寅编写第1、5、14章;牛洪涛编写第2、3、4、6、17章;李荣健编写第7、8、12章;江峰编写第9、10、11章;方翠兰编写第13、18章;孙敬涛编写第15章。

限于编者的水平,书中难免有错误和疏漏之处,欢迎各位同人和读者批评指正。

编者

2018年4月

# 目 录

<b>第 0 章 绪论</b> .....	(1)
0.1 本课程的性质 .....	(1)
0.2 本课程的任务 .....	(1)
0.3 本课程的目标 .....	(1)
0.4 本课程的学习方法 .....	(2)
0.5 本课程的发展状况 .....	(2)
<b>第 1 章 制图基础</b> .....	(4)
1.1 制图标准的基本规定 .....	(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)
<b>第 2 章 投影的基本知识</b> .....	(37)
2.1 投影的认知 .....	(37)
2.2 平行投影的特性 .....	(39)
2.3 工程中常用的投影图 .....	(40)
2.4 正投影图的特性 .....	(41)
<b>第 3 章 点、直线、平面的投影</b> .....	(46)
3.1 点的投影 .....	(46)
3.2 直线的投影 .....	(50)
3.3 两直线的相对位置 .....	(56)
3.4 平面的投影 .....	(60)
3.5 平面上的直线和点 .....	(64)
<b>第 4 章 直线与平面、平面与平面的相对位置</b> .....	(67)
4.1 直线与平面、平面与平面平行 .....	(67)
4.2 直线与平面、平面与平面相交 .....	(69)
4.3 直线与平面、平面与平面垂直 .....	(73)
<b>第 5 章 投影变换</b> .....	(76)
5.1 换面法 .....	(76)
5.2 旋转法 .....	(83)
5.3 投影变换解题举例 .....	(90)

<b>第 6 章 平面立体</b> .....	(93)
6.1 平面立体的投影 .....	(93)
6.2 平面立体表面上的点和直线 .....	(95)
6.3 平面立体的截切 .....	(97)
<b>第 7 章 曲线、曲面与曲面立体</b> .....	(100)
7.1 曲线与曲面 .....	(100)
7.2 曲面立体的投影 .....	(110)
7.3 曲面立体的截切 .....	(115)
<b>第 8 章 两立体相贯</b> .....	(121)
8.1 两平面立体相贯 .....	(121)
8.2 平面立体与曲面立体相贯 .....	(123)
8.3 两曲面立体相贯 .....	(124)
8.4 两曲面立体相贯的特殊情况 .....	(126)
<b>第 9 章 轴测投影</b> .....	(129)
9.1 基本知识 .....	(129)
9.2 正轴测投影 .....	(131)
9.3 斜轴测投影 .....	(135)
<b>第 10 章 标高投影</b> .....	(138)
10.1 概述 .....	(138)
10.2 直线和平面的标高投影 .....	(139)
10.3 立体的标高投影 .....	(144)
10.4 曲面和地形面的投影 .....	(144)
<b>第 11 章 透视投影</b> .....	(148)
11.1 概述 .....	(148)
11.2 透视图的画法 .....	(149)
11.3 立体的透视投影 .....	(157)
11.4 圆和曲线的透视投影 .....	(159)
11.5 房屋透视图的画法 .....	(160)
<b>第 12 章 组合体</b> .....	(165)
12.1 组合体的多面正投影画法 .....	(165)
12.2 组合体的尺寸标注 .....	(169)
12.3 组合体投影图的阅读 .....	(171)
<b>第 13 章 剖面图、断面图</b> .....	(175)
13.1 概述 .....	(175)
13.2 剖面图 .....	(176)
13.3 断面图 .....	(182)

第 14 章 建筑施工图 .....	(185)
14.1 建筑施工图的认知 .....	(185)
14.2 图纸首页 .....	(196)
14.3 总平面图 .....	(199)
14.4 建筑平面图 .....	(207)
14.5 建筑立面图 .....	(214)
14.6 建筑剖面图 .....	(218)
14.7 平、立、剖面图联合识读 .....	(232)
14.8 建筑详图 .....	(233)
14.9 工业厂房 .....	(241)
第 15 章 结构施工图 .....	(248)
15.1 结构施工图的作用与内容 .....	(248)
15.2 结构施工图常用符号 .....	(249)
15.3 基础平面图和基础详图 .....	(253)
15.4 结构平面图 .....	(259)
15.5 构件详图 .....	(262)
15.6 钢筋混凝土施工图平面表示方法 .....	(264)
第 16 章 设备施工图 .....	(273)
16.1 室外给排水施工图 .....	(273)
16.2 室内给排水施工图 .....	(275)
16.3 采暖施工图 .....	(279)
16.4 强电(主讲照明电) .....	(285)
16.5 弱电、防雷和接地 .....	(291)
16.6 消防联动 .....	(297)
第 17 章 道桥施工图 .....	(302)
17.1 基本知识 .....	(302)
17.2 公路路线工程图 .....	(306)
17.3 桥梁工程图 .....	(313)
17.4 涵洞工程图 .....	(321)
第 18 章 计算机绘图 .....	(326)
18.1 AutoCAD 2010 简介 .....	(326)
18.2 绘制图形 .....	(331)
18.3 图形编辑 .....	(353)
18.4 尺寸标注与文字标注 .....	(363)
18.5 绘制建筑工程图 .....	(392)
参考文献 .....	(419)



# 第0章 绪论

## 0.1 本课程性质

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。因此,工程制图历来是高等院校各工科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。

本课程主要介绍绘制和阅读工程图样的理论和方法,培养学生的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制图基础、画法几何、专业图和计算机绘图四部分。其中,制图基础是学习工程制图基本知识和技能的重要基础;画法几何是工程制图的主要基础;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,旨在培养学生阅读和绘制专业工程图样的基本能力;计算机绘图主要培养学生在工程制图方面的计算机应用能力。

## 0.2 本课程的任务

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、空间逻辑思维能力和图解分析能力。
- ③ 学习、贯彻工程制图的有关国家标准,培养阅读和绘制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、严谨细致的工作作风。

## 0.3 本课程的目标

- ①能够贯彻制图标准及相应规定。

- ②能够正确使用制图工具,规范选用线型、书写字体及尺寸标注等。
- ③能利用点、线、面、几何体的投影规律分析建筑物的构造。
- ④能够正确绘制建筑构件的剖面图、断面图和轴测图。
- ⑤能正确表述工程图的类型及相应的图示方法和图示内容,正确识读与绘制工程图。
- ⑥能利用计算机绘图软件绘制工程图并打印出图。
- ⑦具有认真细致的工作作风、较好的团队协作精神和诚实守信的优秀品质。

### 0.4 本课程的学习方法

本课程是一门实践性较强的课程,在学习中除了认真听课,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也是很重要的一环。在解空间几何问题时,要先对问题进行空间分析,研究找出解题方法,而后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,确定作图步骤。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,以帮助对问题的分析和理解;本课程作业基本上都是动手作业,用尺、规画图或图解作图,读者应认真地用三角板、圆规、铅笔来完成,作图要准确、规范;绘图与读图是相辅相成的,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”的课程,学生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、细致的学风的课程。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,谬以千里,造成严重的返工、浪费,严重的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。

### 0.5 本课程的发展状况

工程图样在人类认识自然、创建文明社会的过程中发挥着不可替代的重要作用。近年来,计算机绘图技术的发展在很大程度上改变了传统的作图方法,提高了绘图的质量和效率,降低了劳动强度。基于工作过程的理念,我们认为该课程中有些复杂的三维形体可用二维的方法准确、充分地表示。工程图样是工程信息的有效载体,计算

机绘图只是一种绘图手段,它不应该也不可能取代传统工程制图的内容。所以在内容编排上,本书加强对投影认知的训练,加强对空间思维能力和空间构形能力的培养,加强对阅读工程图样能力的训练,降低对手工绘图质量的要求,适当减少对手工绘图的训练,从传统的以仪器绘图为主发展为徒手草图、仪器绘图、计算机绘图三种方法并用的新局面。

# 第 1 章 制图基础

## 1.1 制图标准的基本规定



微课:制图国家标准基本规定

国家有关行政主管部门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—2010)。为了做到工程图样基本统一,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、标题栏及会签栏

#### 1) 图幅、图框

图幅即图纸幅面,它是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 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

幅面代号 尺寸代号	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 幅面是 A1 幅面的对裁,以此类推。幅面的  $l : b = \sqrt{2}$ 。A0 图纸的面积为  $1 \text{ m}^2$ ,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 幅面可不受此限。

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。

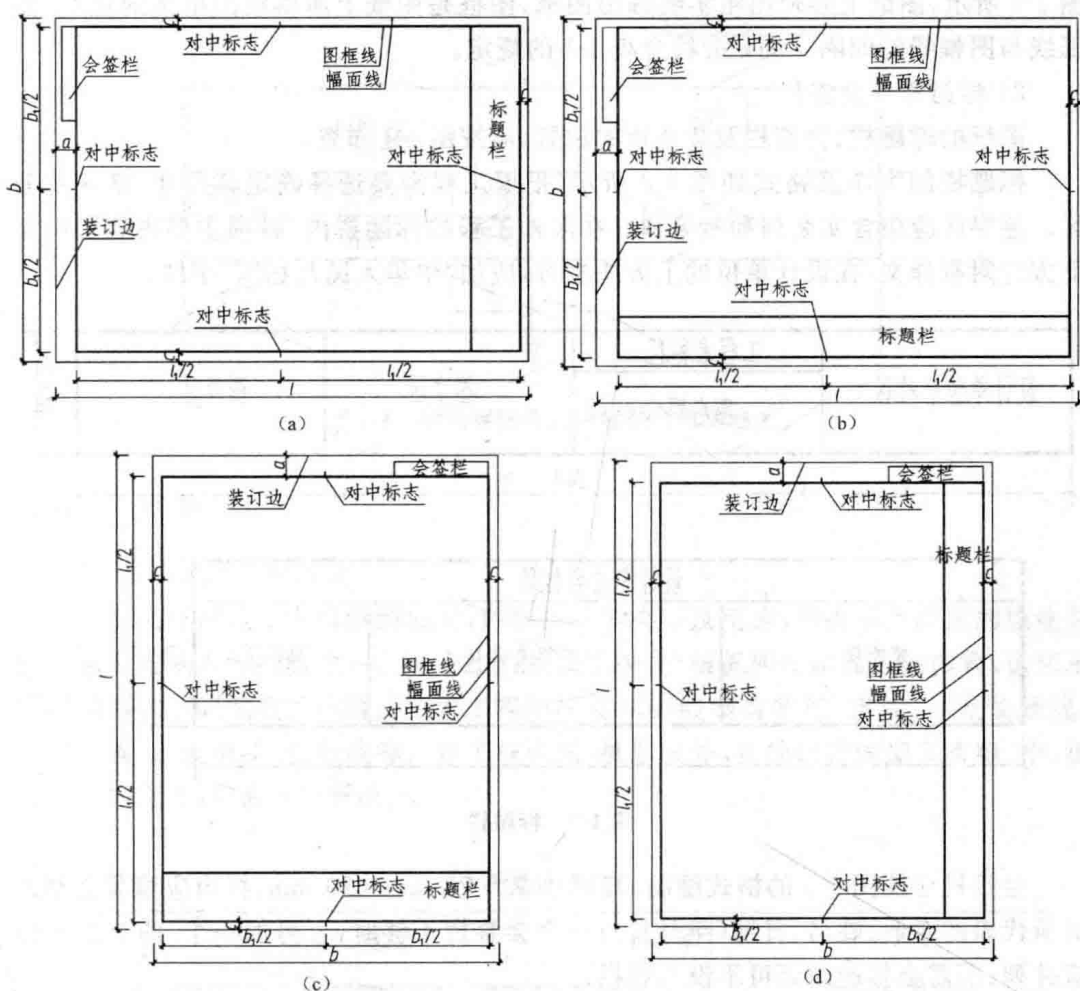


图 1-1 图框的格式

(a) A0~A3 横式幅面(一) (b) A0~A3 横式幅面(二) (c) A0~A4 立式幅面(一) (d) A0~A4 立式幅面(二)

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,图框是图纸上所供绘图范围的边线,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,根据工程需要选择确定其尺寸、格式及分区。签字区应包含实名列和签名列。在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,在设计单位的上方或左方,应加“中华人民共和国”字样。

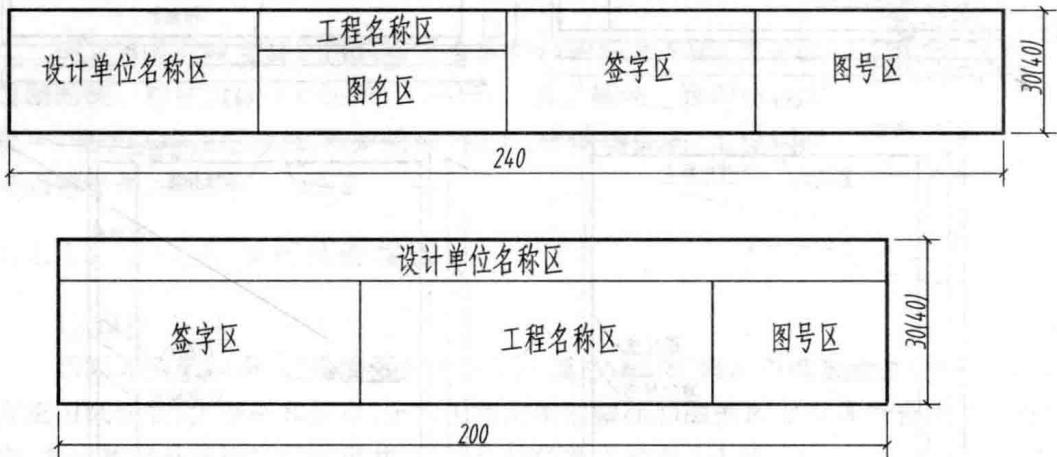


图 1-2 标题栏

会签栏应按图 1-3 的格式绘制,其尺寸应为  $75\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ ,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。

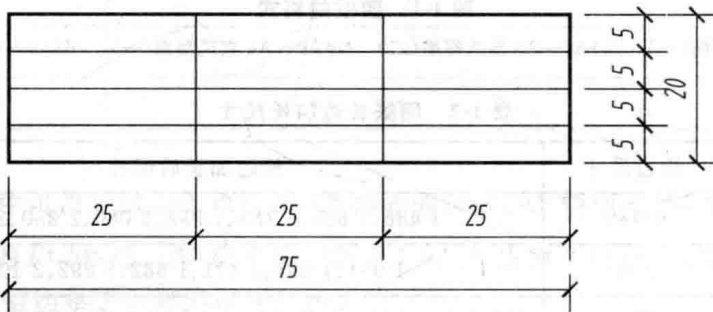


图 1-3 会签栏

学生制图作业用标题栏推荐采用图 1-4 所示的格式。

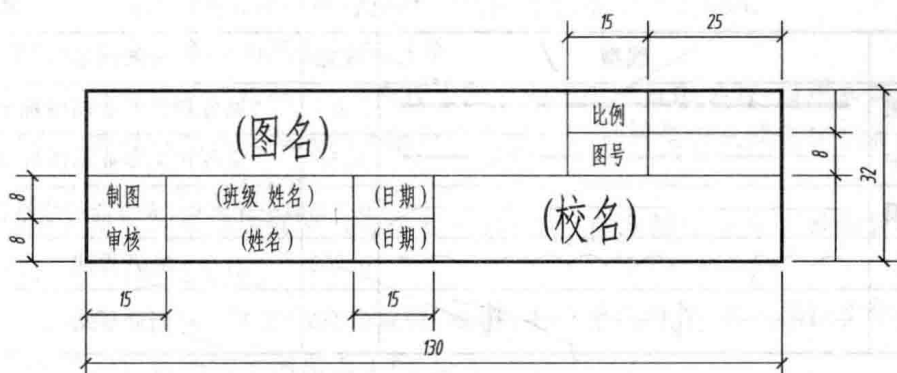







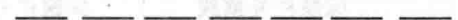


图 1-4 学生制图作业用标题栏推荐格式

### 1.1.2 线型






#### 1) 图线的种类和用途

建筑图样都是用图线绘制成的,熟悉图线的类型及用途,掌握各类图线的画法是建筑制图最基本的技能之一。在土木工程制图中,应根据所绘制的不同内容,选用不同的线型和不同宽度的图线。土木工程图样使用的线型有实线、虚线、单点长画线、双点长画线、波浪线、折断线等。除了波浪线、折断线外,其他每种线型又有粗、中、细等不同的宽度,如表 1-3 所示。

表 1-3 线型、线宽及用途

名称	线型	线宽	一般用途
实线	粗	 $b$	主要可见轮廓线
	中粗	 $0.7b$	可见轮廓线
	中	 $0.5b$	可见轮廓线、尺寸线、变更云线
	细	 $0.25b$	图例填充线、家具线
虚线	粗	 $b$	见各相关专业制图标准
	中粗	 $0.7b$	不可见轮廓线
	中	 $0.5b$	不可见轮廓线、图例线
	细	 $0.25b$	图例填充线、家具线
单点长画线	粗	 $b$	见各相关专业制图标准
	中	 $0.5b$	见各相关专业制图标准
	细	 $0.25b$	中心线、对称线、轴线等

续表

名称		线型	线宽	一般用途
双点 长画线	粗		$b$	见各相关专业制图标准
	中		$0.5b$	见各相关专业制图标准
	细		$0.25b$	假想轮廓线、成型前的原始轮廓线
波浪线			$0.25b$	断开界线
折断线			$0.25b$	断开界线

绘图时,应根据所绘图样的复杂程度与比例大小,先选定基本线宽  $b$ ,再选用表 1-4 中相应的线宽组。

表 1-4 线宽组

单位: mm

线宽	线宽组			
$b$	1.4	1.0	0.7	0.5
$0.7b$	1.0	0.7	0.5	0.35
$0.5b$	0.7	0.5	0.35	0.25
$0.25b$	0.35	0.25	0.18	0.13

注:①需要微缩的图纸,不宜采用 0.18 mm 或更小的线宽;

②同一张图纸内,不同线宽组中的细线可统一采用较细的线宽组的细线。

当粗线的宽度  $b$  确定以后,和  $b$  相关联的中粗线、中线、细线的宽度也随之确定。同一张图纸内,相同比例的各图样应选用相同的线宽组。虚线、单点长画线及双点长画线的线段长度和间隔,应根据图样的复杂程度和图线的长短来确定,宜各自均匀一致,表 1-3 中所示线段的长度和间隔尺寸可作参考。

图纸的图框线和标题栏线,可采用表 1-5 中的线宽。

表 1-5 图框线、标题栏线的宽度

单位: mm

幅面代号	图框线	标题栏外框线	标题栏分格线
A0、A1	$b$	$0.5b$	$0.25b$
A2、A3、A4	$b$	$0.7b$	$0.35b$

## 2) 图线的画法

在图线与线宽确定后,具体画图时还应注意如下事项。



- ①相互平行的图例线,其净间隙或线中间隙不宜小于 0.2 mm。
- ②虚线的线段长度和间隔宜各自相等。
- ③单点长画线或双点长画线,当在较小的图形中绘制有困难时,可用实线代替。
- ④单点长画线或双点长画线的两端不应是点。点画线与点画线交接或点画线与其他图线交接时,应是线段交接。
- ⑤虚线与虚线交接或虚线与其他图线交接时,也应是线段交接。虚线为实线的延长线时,不得与实线交接。
- ⑥图线不得与文字、数字或符号重叠、混淆,不可避免时,应首先保证文字清晰。各种图线的正误画法示例见表 1-6。

表 1-6 各种图线的正误画法示例

图线	正确	错误	说明
虚线与单点长画线			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 单点长画线的线段长度通常画 15~20 mm,空隙与点共 2~3 mm。点常常画成很短的线,而不是画成小圆点</li> <li>2. 虚线的线段长度通常画 4~6 mm,间隙约为 1 mm,不要画得太短、太密</li> </ol>
圆的中心线			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 两条单点长画线相交,应在线段处相交,单点长画线与其他图线相交,也在线段处相交</li> <li>2. 单点长画线的起始和终止处必须是线段,不是点</li> <li>3. 单点长画线应出头 3~5 mm</li> <li>4. 单点长画线很短时,可用细实线代替</li> </ol>
图线的交接			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 两条粗实线相交,应画到交点处,线段两端不出头</li> <li>2. 两条虚线相交,应在线段处相交,不要留间隙</li> <li>3. 虚线是实线的延长线时,应留有间隙</li> </ol>