

UMU
GONGCHENGZHITU

土木工程制图

主 编 张 郁

副主编 权娟娟 宋勇军 张海龙



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

TU204
Z238

790150

TU204

Z238

土木工程制图

主 编 张 郁

副主编 权娟娟 宋勇军 张海龙



207901500

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

《土木工程制图》是根据土建制图方面的有关国家标准,以及适应当前高等教育合理调整系科和专业设置、拓宽专业面、优化课程结构、精选教学内容等发展趋向而编写的。《土木工程制图》的主要内容有:制图的基本知识,投影的基本知识,点、直线、和平面的投影,投影变换,平面立体,曲面立体,轴测图,组合图的投影图,建筑形体表达,建筑施工图,机构施工图,单层工业厂房和计算机绘图等。

本书可作为土木工程专业(包括原有的房屋建筑、给水排水、道路与桥梁、市政工程、地下建筑等有关专业)的教材,也可供相近的其他专业选用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

土木工程制图/张郁主编. —北京:北京理工大学出版社, 2009. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 2737 - 7

I. 土… II. 张… III. 土木工程 - 建筑制图 - 高等学校 - 教材
IV. TU204

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 150295 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / [http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 陕西省乾兴印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 19.75

插 页 / 8

字 数 / 464 千字

版 次 / 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 2 000 册

定 价 / 38.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

在建筑工程中，无论是建造巍峨壮丽的高楼大厦，还是简单的房屋，都要根据设计完善的图纸才能进行施工。建筑物的形状、大小、结构、设备、装修等，都不能用语言或文字描述清楚，但图纸却可以借助一系列的图样，将建筑物的艺术造型、外表形状、内部布置、结构构造、各种设备、地理环境以及其他施工要求，准确详尽地表达出来，作为施工的依据。所以图纸是建筑工程中不可或缺的重要技术资料。所有从事工程技术的人员，都首先必须掌握制图的技能。工程图一直被称为工程界的共同语言，它还是一种国际性的语言，各国的工程图都是根据投影理论绘制出来的。因此掌握一国的绘图技术就不难看懂其他国家或地区的图纸。各国的工程界相互之间经常以工程图为媒介进行交流讨论，引进技术、技术改革等活动。总之，凡是从事工程的设计、施工、管理的技术人员都离不开图纸。

本书主要介绍土木工程制图一般理论和绘图方法，紧密结合专业。注重从投影理论到制图实践的应用，遵循国家规范，力求反映近年来土木工程专业的发展水平。

本书由西京学院张郁主编，权娟娟、宋勇军、张海龙任副主编。

本书编写分工为：绪论、第1、2、3章由西京学院张郁老师编写，第4、7章由西京学院宋勇军老师编写，第5、12、13章以及第9章的第1节由西京学院权娟娟老师编写，第8、10、11章由西京学院张海龙老师编写，第6章由西安航空技术高等专科学校杨少斌老师编写，第4章的第2、3节由张郁老师和思源学院杜春玲老师共同编写。

本书编写过程中，得到了西京学院和其他兄弟院校教师们的大力支持，在此深深表示感谢。限于编者的水平有限，时间仓促，书中难免存在缺点和错误，恳请使用本书的教师、同学及广大读者批评指正。

编 者

目 录

绪论	1
第1章 制图基本知识	3
1.1 制图基本规定	3
1.1.1 图纸幅面	3
1.1.2 字体	5
1.1.3 图线	6
1.1.4 比例	8
1.1.5 尺寸标注	9
1.2 绘图工具和仪器	12
1.2.1 绘图工具	12
1.2.2 绘图仪器	14
1.2.3 常用绘图用品	16
1.3 几何作图	16
1.3.1 过已知点作已知线的平行线	16
1.3.2 过已知点作已知线的垂直线	16
1.3.3 分已知直线段为任意等份	16
1.3.4 分两平行线间的距离为任意等份	17
1.3.5 作圆的内接正多边形	17
1.3.6 圆弧连接	19
1.3.7 椭圆画法	22
1.4 平面图形尺寸分析	23
1.5 绘图的一般步骤	23
1.6 徒手作图	24
第2章 投影基本知识	26
2.1 投影的基本概念	26
2.1.1 投影的形成	26
2.1.2 投影的分类	26
2.1.3 投影图的分类	27
2.2 正投影	28
2.2.1 正投影的投影特性	28

2.2.2 三面正投影图	29
第3章 点、直线和平面的投影	31
3.1 点的投影	31
3.1.1 点的投影含义	31
3.1.2 点的三面投影及投影规律	31
3.1.3 两点的相对位置和重影点	34
3.2 直线的投影	36
3.2.1 投影面的垂直线	36
3.2.2 投影面的平行线	38
3.2.3 投影面的一般位置直线	39
3.2.4 直线上的点	43
3.2.5 两直线的相对位置	45
3.2.6 直角投影定理	49
3.3 平面的投影	51
3.3.1 平面的表示法	51
3.3.2 投影面的平行面	53
3.3.3 投影面的垂直面	54
3.3.4 投影面的一般位置平面	55
3.3.5 平面内的点和线	56
第4章 投影变换	62
4.1 概述	62
4.2 换面法的基本原理	63
4.2.1 一次换面	63
4.2.2 两次换面	65
4.3 几个基本作图问题	66
4.3.1 将一般位置直线变换为投影面的平行线	66
4.3.2 将投影面的平行线变换为投影面的垂直线	67
4.3.3 将一般位置直线变换为投影面垂直线	68
4.3.4 将一般位置平面变换为投影面垂直面	68
4.3.5 将投影面的垂直面变换为投影面的平行面	69
4.3.6 将一般位置平面变换为投影面平行面	69
4.4 换面法应用举例	70
4.4.1 点到直线的距离	70
4.4.2 两交叉直线之间的距离	71
4.4.3 求直线与平面的交点	72
4.4.4 求两相交平面的夹角	72

第5章 平面立体	74
5.1 平面立体的投影	74
5.1.1 概述	74
5.1.2 棱柱体	74
5.1.3 棱锥体	77
5.2 平面截切平面体	78
5.2.1 截平面为投影面的平行面	78
5.2.2 截平面为投影面的垂直面	79
5.3 直线与平面体相交	81
5.3.1 立体表面有积聚投影	81
5.3.2 立体表面无积聚投影	82
5.4 两平面立体相贯	83
5.4.1 相贯线的特点	83
5.4.2 求两个平面立体相贯线的方法	83
5.4.3 辅助直线法	84
5.4.4 辅助平面法	84
第6章 曲面立体	86
6.1 曲线与曲面	86
6.1.1 曲线的形成与分类	86
6.1.2 曲线的投影与投影特性	86
6.1.3 曲面的形成和分类	87
6.1.4 圆柱螺旋面	88
6.1.5 非回转直纹曲面	90
6.2 曲面立体的投影	93
6.2.1 圆柱	93
6.2.2 圆锥	95
6.2.3 球	97
6.2.4 环面	99
6.3 平面截切曲面体	101
6.3.1 平面截切圆柱	101
6.3.2 平面截切圆锥	102
6.3.3 平面截切球	103
6.4 直线与曲面体相交	104
6.4.1 直线与圆柱相交	104
6.4.2 直线与圆锥相交	105
6.4.3 直线与球相交	106
6.5 平面体与曲面体相贯	107

6.5.1	平面体与圆柱相贯	107
6.5.2	平面体与圆锥相贯	108
6.5.3	曲面体与球相贯	109
6.6	两曲面体相贯	109
6.6.1	用直接作图法求作相贯线	110
6.6.2	用辅助面法作相贯线	111
6.6.3	两曲面体相贯的几种特殊情况	112
第7章	轴测图	116
7.1	轴测图的基本知识	116
7.1.1	轴测图的形成	116
7.1.2	轴测图的要素及轴测投影特性	116
7.1.3	轴测投影的种类	117
7.2	正等轴测图	118
7.2.1	轴间角和轴向变形系数	118
7.2.2	正等轴测图的画法	118
7.3	斜轴测图	122
7.3.1	正面斜轴测投影的画法	122
7.3.2	水平斜轴测投影的画法	123
第8章	组合体的投影图	125
8.1	基本几何形体及尺寸标注	125
8.2	组合体投影图的画法及尺寸标注	126
8.2.1	形体分析	126
8.2.2	选择投影方向	127
8.2.3	选取画图比例和确定图幅	130
8.2.4	标注尺寸	130
8.2.5	作图举例	132
8.3	六面视图及辅助视图	133
8.3.1	六面视图	133
8.3.2	辅助视图	134
8.4	组合体投影图的读法	136
8.4.1	读图应具备的基本知识	137
8.4.2	读图方法	139
第9章	建筑形体表达	142
9.1	剖面图	143
9.1.1	剖面图的形成	143
9.1.2	剖面图的标注	144

9.1.3	剖面图的种类与画法	145
9.2	断面图	149
9.2.1	断面图的形成	149
9.2.2	断面图的标注	149
9.2.3	断面图的种类和画法	150
9.3	简化画法	151
第10章	建筑施工图	153
10.1	概述	153
10.1.1	房屋的类型及组成	153
10.1.2	施工图的产生、分类及编排次序	154
10.1.3	施工图的图示特点	155
10.1.4	施工图中常用的符号	156
10.1.5	标准图与标准图集	157
10.1.6	阅读施工图的步骤	158
10.2	建筑设计总说明	158
10.2.1	概述	158
10.2.2	建筑设计总说明的内容	158
10.3	总平面图	159
10.3.1	图示方法及作用	159
10.3.2	图示内容	160
10.3.3	总平面图的阅读	162
10.4	平面图	163
10.4.1	图示方法及用途	163
10.4.2	图示内容	163
10.4.3	平面图的阅读与绘制	169
10.5	立面图	171
10.5.1	图示方法及作用	171
10.5.2	图示内容	173
10.5.3	立面图的阅读与绘制	174
10.6	建筑剖面图	175
10.6.1	图示方法及作用	175
10.6.2	图示内容	176
10.6.3	剖面图的阅读与绘制	177
10.7	建筑详图	178
10.7.1	概述	178
10.7.2	外墙身详图	180
10.7.3	楼梯详图	181
10.7.4	木门窗详图	188

第 11 章 结构施工图	191
11.1 概述	191
11.1.1 房屋结构的组成和分类	191
11.1.2 房屋结构图的一般规定及基本要求	192
11.1.3 结构施工图的主要内容	192
11.1.4 结构设计说明	194
11.2 基础图	194
11.2.1 基础平面图	195
11.2.2 基础详图	196
11.2.3 基础图的阅读	199
11.3 结构布置平面图	199
11.3.1 预制装配式楼层结构布置图	199
11.3.2 现浇整体式楼层结构布置图	203
11.4 钢筋混凝土构件详图	203
11.4.1 钢筋混凝土构件简介	203
11.4.2 钢筋混凝土梁详图	206
11.4.3 现浇整体式楼盖结构详图	209
11.4.4 钢筋混凝土柱	210
11.5 平法施工图	210
11.5.1 概述	210
11.5.2 柱平法施工图	211
11.5.3 剪力墙平法施工图	213
11.5.4 梁平法施工图	213
第 12 章 单层工业厂房	217
12.1 概述	217
12.2 单层工业厂房建筑施工图	218
12.2.1 建筑平面图	218
12.2.2 建筑立面图	220
12.2.3 剖面图	221
12.2.4 建筑详图	221
12.3 单层工业厂房结构施工图	222
12.3.1 柱和吊车梁等结构布置图	222
12.3.2 屋面结构布置图	224
12.3.3 柱子详图	225
第 13 章 建筑计算机辅助绘图 (CAD)	227
13.1 概述	227

13.1.1	计算机辅助绘图简介	227
13.1.2	CAD 系统	228
13.1.3	Auto CAD 简述	229
13.2	Auto CAD 基本知识	229
13.2.1	Auto CAD 的基本概念	229
13.2.2	Auto CAD 的工作过程	235
13.2.3	Auto CAD 的命令输入设备和方法	235
13.2.4	绘图环境设置	238
13.2.5	常用绘图命令	239
13.2.6	精确绘图	244
13.2.7	图形编辑	247
13.2.8	对象特性设置	256
13.2.9	块的操作	259
13.2.10	显示控制和对象查询	262
13.2.11	注写文字	264
13.2.12	尺寸标注	267
13.2.13	图案填充	273
13.2.14	布局的设置	275
13.2.15	图形输出	278
13.3	三维绘图	279
13.3.1	基本概念	279
13.3.2	基本绘图操作	282
13.3.3	基本编辑操作	285
13.4	Auto CAD 绘图实例	287
13.4.1	用 Auto CAD 绘制建筑平面图的步骤	287
13.4.2	建筑平面图中常用构配件及符号的画法	289
13.4.3	设置绘图环境	290
13.4.4	绘制图形	291

绪论

一、本课程的性质、目的和任务

在建筑工程中，无论是建造巍峨壮丽的高楼大厦，还是简单的房屋，都要根据设计完善的图纸，才能进行施工。建筑物的形状、大小、结构、设备、装修等等，都不能用人类的语言或文字描述清楚。但图纸却可以借助一系列的图样，将建筑物的艺术造型、外表形状、内部布置、结构构造、各种设备、地理环境以及其他施工要求，准确详尽地表达出来，作为施工的依据。所以图纸是建筑工程中不可或缺的重要技术资料。所有从事工程技术的人员，都首先必须掌握制图的技能。否则，不会读图，就无法理解别人的设计意图；不会画图，就无法表达自己的构思。因此，工程图一直被称为工程界的共同语言。工程图还是一种国际性的语言，各国的工程图都是根据投影理论绘制出来的。因此掌握一国的绘图技术就不难看懂他国的图纸。各国的工程界相互之间经常以工程图为媒介进行交流讨论，引进技术、技术改革等活动。总之，凡是从事工程的设计、施工、管理的技术人员都离不开图纸。

本课程就是一门研究用投影法绘制工程图样的理论和方法的技术基础课。其主要目的是了解国家的有关制图标准，培养绘制、阅读土木工程图样的基础能力和空间想象能力。本课程是土建专业必修的一门专业技术基础课。

本课程的主要任务：

- (1) 学习投影法（主要是正投影法）的基本理论及其运用；
- (2) 学习贯彻国家相关的制图标准和其他规定；
- (3) 培养绘制和阅读房屋建筑工程图样的基本能力；
- (4) 培养空间几何问题的图解能力以及空间问题想象能力和空间分析能力；
- (5) 使学生对计算机绘图有初步了解；
- (6) 培养认真负责的工作态度和严谨治学的工作作风。

二、本课程的学习方法

本课程分为画法几何、制图基础、土木工程图和计算机绘图四个部分。画法几何部分主要是学习投影理论。它的特点是系统性强，逻辑严密，而且与初等几何（特别是立体几何）联系紧密。制图基础主要是学习制图的基础知识和图样画法及其相关的国家标准。土木工程图主要是对土木工程实例图样的绘制和阅读。计算机绘图主要是学习计算机绘图软件的应用。在学习中，要注意：

- (1) 学习画法几何部分时，要深刻领会基本概念，掌握基本原理，养成空间思维习惯，要多练习，勤思考，必须要注意稳扎稳打，循序渐进；
- (2) 学习制图基础部分时，要自觉培养正确使用绘图工具仪器的习惯，严格遵守国家颁

布的制图标准，会查阅相关的制图标准，培养自学能力和图形表达能力；

(3) 学习工程图时，要结合工程实例，掌握工程图的图示方法和图示内容，逐步掌握绘制和阅读工程图的基本方法和基本技能；

(4) 学习计算机绘图时，在了解了绘图软件的基本命令基本方法的前提下，要尽可能多地上机操作实践，才能运用自如，达到利用计算机绘制高水平图样的目的。

第1章

制图基本知识

1.1 制图基本规定

为了使建筑制图规格基本统一，图面清晰简明，提高制图效率，保证图面的质量，符合设计、施工、存档的要求，以适应国家工程建设的需要，国家颁布了一系列制图标准和规范编写，有《技术制图》中相关的国家标准（包括 ISO TC/10 的相关标准），以及建筑制图的国家标准六种，包括总纲性质的《房屋建筑制图统一标准》（GB/T 50001—2001）和专业部分的《总图制图标准》（GB/T 50103—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 500106—2001）、《采暖通风与空气调节制图标准》（GB/T 50114—2001）以及相应的《条文说明》。本教材正是根据上述标准和规范编写而成。

制图国家标准是一项所有工程人员在设计、施工、管理过程中都必须遵守和执行的国家的法令。我们每个人都应该养成严格遵守国家法令的优良品质和严谨的工作作风。

1.1.1 图纸幅面

图纸的幅面就是指图纸的大小规格，可简称为“幅面”。

1. 幅面的大小

为了便于图样的绘制、使用和保管，图样均应画在具有一定规格和幅面的图纸上。绘制图样时，应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面，必要时，也允许按规定加长幅面。

表 1-1 幅面及图框尺寸

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				

从表中可以看出，基本幅面的长边是短边的 $\sqrt{2}$ 倍，A0 幅面的面积为 1 m^2 ，沿上一号图纸的长边对裁即可得次一号图纸的大小。当采用加长幅面时，加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整倍数增加后得出，短边一般不应加长，长边加长尺寸列于表 1-2。

在设计过程中，每个专业所使用的图纸，一般不宜多于两种幅面，不含目录及表格所采

用的 A4 幅面。

表 1-2 图纸长边加长尺寸 mm

截面尺寸	长边尺寸	长边加长后尺寸									
A0	1189	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。

2. 图框和图纸格式

图框是图纸上限制绘图区域的边线，在绘制图样时，在图纸上必须用粗实线画出图框。一般工程图纸均需装订，故需留出装订边，其格式随图纸分为横式和立式两种。图纸以短边作为垂直边使用的称为横式，以短边作为水平边使用的称为立式。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，尺寸按表 1-2 的规定。

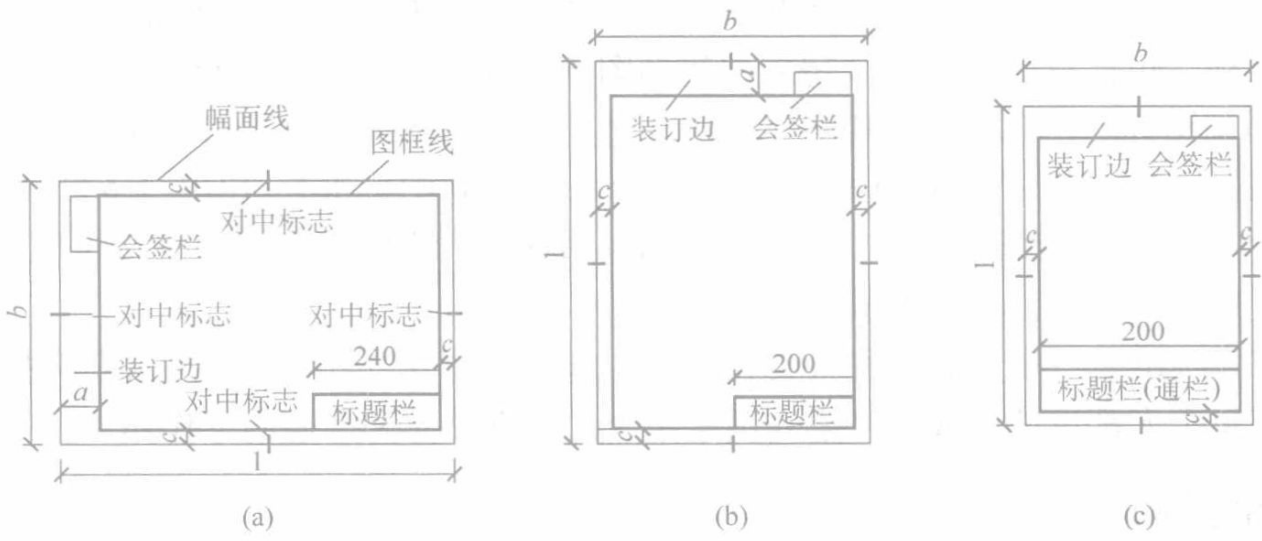


图 1-1 图框和图纸格式

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

3. 标题栏和会签栏

每张图纸必须留出标题栏（简称“图标”）。标题栏应位于图纸的右下角，用于填写设计单位、工程名称、图名、图号、比例、设计者和审核者等内容，如图 1-2 所示。会签栏是供各工种设计负责人签署专业、姓名、日期用的表格，应画在图纸左侧上方的图框线外，尺寸按图 1-3 所示的取用。当设置一个会签栏不够时，可另加一个，两个会签栏应并列；不需要会签的图纸可不设置会签栏。

读者在学习期间，可采用图 1-4 所示的作业标题栏，会签栏可不设。图框线和标题栏线的线宽可用表 1-3 所列的线宽。

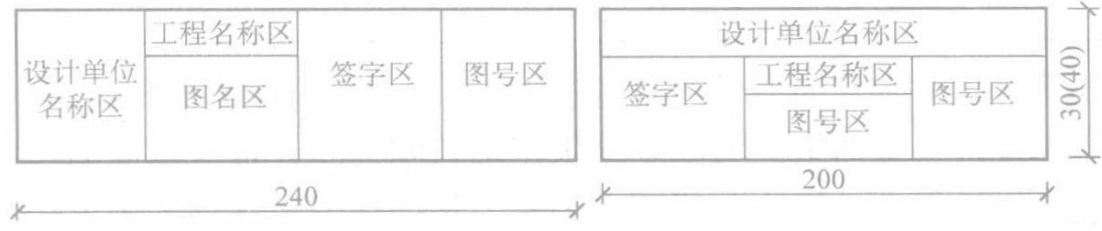


图 1-2 标题栏

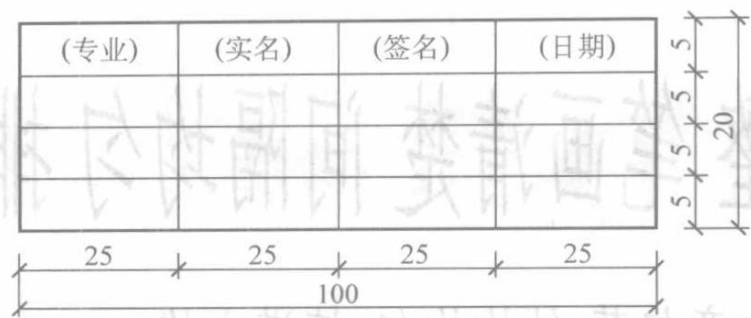


图 1-3 会签栏

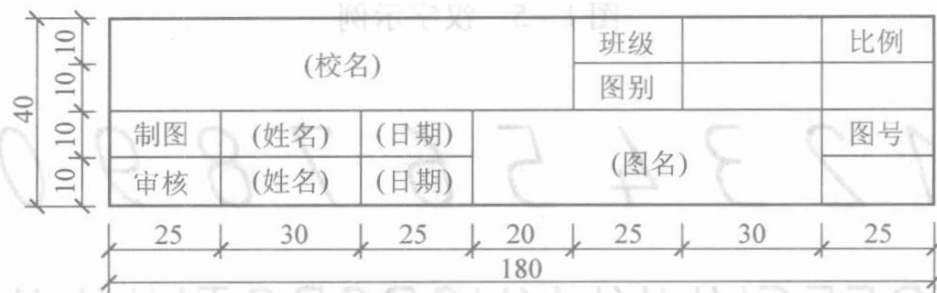


图 1-4 学生作业标题栏

表 1-3 图框线和标题栏线的宽度 mm

幅面代号	图框线	标题栏外框线	标题栏分格线和会签栏线
A0、A1	1.4	0.7	0.35
A2、A3、A4	1.0	0.7	0.35

1.1.2 字体

图纸上有各种符号、字母代号、尺寸数字及文字说明，为了使图样的字体整齐、美观、清晰，书写字体时必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐，标点符号要清楚正确。

1. 汉字

国标中规定工程图样的汉字应采用长仿宋体，长仿宋体的字高与字宽的比例大约为 1:0.7，常用的文字高度应从如下系列中选用：3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm，字高与字宽的比例关系见表 1-4。如需更大的字，其高度应按 $\sqrt{2}$ 的比值递增。

表 1-4 长仿宋体字的高度 mm

字高	20	14	10	7	5	3.5
字宽	14	10	7	5	3.5	2.5

书写长仿宋体的要领是：横平竖直，注意起落，结构均匀，填满方格。示例如图 1-5 所示。

要写好长仿宋体，初学者应先按字的大小打好格子，然后书写。目前的计算机辅助设计绘图软件，已经能够生成各种字体和各种大小的汉字，快捷、正确、美观。

2. 字母和数字

字母和数字都可以用竖笔画铅垂的正体字和竖笔画与水平线成 75°的斜体字。斜体字的宽度应与相应的直体字相等，如图 1-6 所示。拉丁字母、阿拉伯数字与罗马数字的字高，应不小于 2.5 mm。数量的数值注写应采用阿拉伯数字；各类计量单位符号均应采用正体字。

10号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7号字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

图 1-5 汉字示例

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
 A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
 a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z
 I II III IV V VI VII VIII IX X

图 1-6 数字和字母示例

拉丁字母、阿拉伯数字、罗马数字有一般字体和窄字体之分，书写格式应符合表 1-5 的要求。

表 1-5 拉丁字母、阿拉伯数字和罗马数字书写规则

		一般字体	窄字体
字母高	大写字母	h	h
		$(7/10) h$	$(10/14) h$
小写字母向上或向下延伸部分		$(3/10) h$	$(4/14) h$
笔画宽度		$(1/10) h$	$(1/14) h$
间隔	字母间隔	$(2/10) h$	$(2/14) h$
	上下行底线间最小间隔	$(14/10) h$	$(20/14) h$
	文字间最小间隔	$(6/10) h$	$(6/14) h$

1.1.3 图线

我们将绘制于图纸上的线条统称为图线。图线的线型有实线、虚线、点画线、折断线、波浪线等。每种线型都有粗、中、细之分。每个图样应先根据形体的复杂程度和比例的大小，确定基线宽 b 。 b 值宜从下列线宽系列中选取：2.0 mm，1.4 mm，1.0 mm，0.7 mm，0.5 mm，0.35 mm，常用的 b 值为 0.35 ~ 1.0 mm。各类线型、线宽、用途见表 1-6。