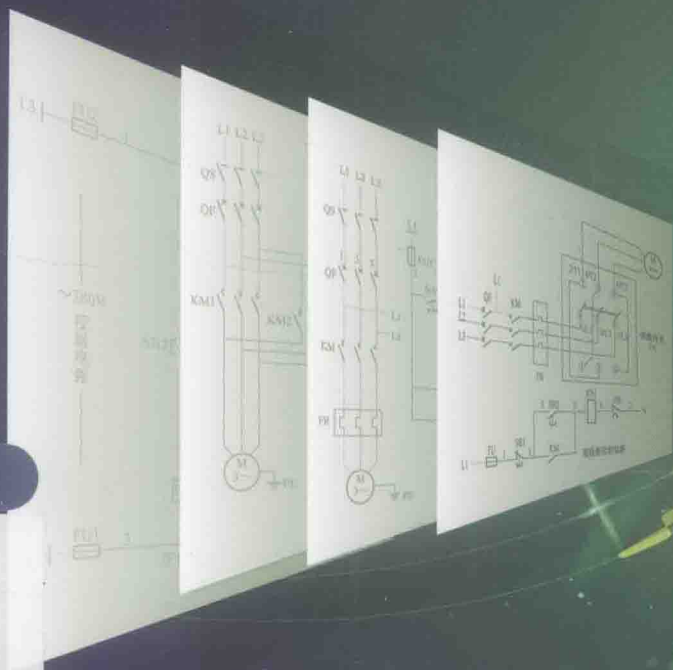


电气工程制图与识图

DIANQI GONGCHENG ZHITU YU SHITU

张应龙 主编



化学工业出版社

电气工程制图与识图

张应龙 主编



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

电气工程制图与识图/张应龙主编. —北京: 化学工业出版社, 2014. 11

ISBN 978-7-122-21760-8

I. ①电… II. ①张… III. ①电气制图-识别 IV. ①TM02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 206656 号

责任编辑: 高墨荣

文字编辑: 孙凤英

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14 $\frac{3}{4}$ 字数 383 千字 2015 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

采用计算机绘图和具有电气图识读能力是现代企事业单位每个电气工程技术人员、高技能电气技术工人以及复合型工程技术人员必须掌握的基本技能。但社会上专门介绍电气工程制图和识图的书籍内容各有侧重，有的专门介绍软件操作，有的专门介绍软件的绘图功能，将电气制图和计算机绘图相结合，且手把手的教学模式的为数不多。为了培养电气工程技术人员制图和识图的能力，我们组织编写了《电气工程制图与识图》一书。

本书以实用为原则，以指导读者能独立运用一种或多种绘图软件自主绘制完全实用的电气工程图和识读各种常用电气图为宗旨而编写。全书共分6章，首先介绍了电气工程制图的基本知识，包括工程制图国家标准的一般规定、电气工程图中的常用元器件及电气符号、电气工程图的类型等；接着介绍了 Altium Designer、AutoCAD 和 CAXA 三种常用的绘图软件绘制电气工程图的操作使用方法以及各种电气工程图的绘制方法；最后介绍了识读电气工程图的基本要求、识读方法，并列举了大量实例。

读者可根据自己的不同需求选择学习三种绘图软件其中之一，三种绘图软件各自功能特点如下。

Altium Designer 是电子行业中使用普及率很高的一款绘图工具，主要用于绘制电子电路和印制板电路图，Altium Designer 的初级版本 Protel 在国内较早开始使用。

AutoCAD 是国际上广泛流行的绘图工具，具有良好的用户界面和广泛的适应性，广泛应用于建筑装潢、电子电路、机械设计、服装鞋帽、航空航天、轻工化工等诸多领域。

CAXA 是一套高效、方便、智能化的国产设计绘图软件，具有完全自主知识产权，全面支持最新国家标准，具有非常友好的人机交互界面，有很多功能是 AutoCAD、Altium Designer 等国外公司开发的绘图软件无可比拟的，功能强大、易学实用。

本书由张应龙主编和统稿，杨宁川、王胜、王萍、梁健、胡旭参加了有关章节的编写工作，李金伴主审。

本书在编写过程中，参阅了有关教材、资料和文献，在此对有关专家、学者和作者表示衷心的感谢。

本书适合电气工程技术人员使用，可作为企事业单位电气人员的培训教材，还可作为大专院校相关专业的教学用书。

由于编者水平所限，编写时间比较仓促，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

化学工业出版社电气类图书推荐

书号	书 名	开本	装订	定价/元
19148	电气工程师手册（供配电）	16	平装	198
06669	电气图形符号文字符号便查手册	大 32	平装	45
10561	常用电机绕组检修手册	16	平装	98
10565	实用电工电子查算手册	大 32	平装	59
16475	低压电气控制电路图册（第二版）	16	平装	48
12759	电机绕组接线图册（第二版）	横 16	平装	68
13422	电机绕组图的绘制与识读	16	平装	38
15058	看图学电动机维修	大 32	平装	28
15249	实用电工技术问答（第二版）	大 32	平装	49
12806	工厂电气控制电路实例详解（第二版）	16	平装	38
08271	低压电动机控制电路与实际接线详解	16	平装	38
15342	图表细说常用电工器件及电路	16	平装	48
15827	图表细说物业电工应知应会	16	平装	49
15753	图表细说装修电工应知应会	16	平装	48
15712	图表细说企业电工应知应会	16	平装	49
16559	电力系统继电保护整定计算原理与算例（第二版）	B5	平装	38
09682	发电厂及变电站的二次回路故障分析	B5	平装	29
08596	实用小型发电设备的使用与维修	大 32	平装	29
10785	怎样查找和处理电气故障	大 32	平装	28
11454	蓄电池的使用与维护（第二版）	大 32	平装	28
11271	住宅装修电气安装要诀	大 32	平装	29
11575	智能建筑综合布线设计及应用	16	平装	39
11934	全程图解电工操作技能	16	平装	39
12034	实用电工电子控制电路图集	16	精装	148
12759	电力电缆头制作与故障测寻（第二版）	大 32	平装	29.8
13862	电力电缆选型与敷设（第二版）	大 32	平装	29
09381	电焊机维修技术	16	平装	38
14184	手把手教你修电焊机	16	平装	39.8
13555	电机检修速查手册（第二版）	B5	平装	88
20023	电工安全要诀	大 32	平装	23
20005	电工技能要诀	大 32	平装	28
12313	电厂实用技术读本系列——汽轮机运行及事故处理	16	平装	58

续表

书号	书 名	开本	装订	定价/元
13552	电厂实用技术读本系列——电气运行及事故处理	16	平装	58
13781	电厂实用技术读本系列——化学运行及事故处理	16	平装	58
14428	电厂实用技术读本系列——热工仪表及自动控制系統	16	平装	48
17357	电厂实用技术读本系列——锅炉运行及事故处理	16	平装	59
14807	农村电工速查速算手册	大 32	平装	49
13723	电气二次回路识图	B5	平装	29
14725	电气设备倒闸操作与事故处理 700 问	大 32	平装	48
15374	柴油发电机组实用技术技能	16	平装	78
15431	中小型变压器使用与维护手册	B5	精装	88
16590	常用电气控制电路 300 例 (第二版)	16	平装	48
15985	电力拖动自动控制系统	16	平装	39
15777	高低压电器维修技术手册	大 32	精装	98
18334	实用继电保护及二次回路速查速算手册	大 32	精装	98
15836	实用输配电速查速算手册	大 32	精装	58
16031	实用电动机速查速算手册	大 32	精装	78
16346	实用高低压电器速查速算手册	大 32	精装	68
16450	实用变压器速查速算手册	大 32	精装	58
17943	实用变频器、软启动器及 PLC 实用技术手册	大 32	精装	68
16883	实用电工材料速查手册	大 32	精装	78
17228	实用水泵、风机和起重机速查速算手册	大 32	精装	58
18545	图表轻松学电工丛书——电工基本技能	16	平装	49
18200	图表轻松学电工丛书——变压器使用与维修	16	平装	48
18052	图表轻松学电工丛书——电动机使用与维修	16	平装	48
18198	图表轻松学电工丛书——低压电器使用与维护	16	平装	48
18786	让单片机更好玩: 零基础学用 51 单片机	16	平装	88
18943	电气安全技术及事故案例分析	大 32	平装	58
18450	电动机控制电路识图一看就懂	16	平装	59
16151	实用电工技术问答详解 (上册)	大 32	平装	58
16802	实用电工技术问答详解 (下册)	大 32	平装	48
17469	学会电工技术就这么容易	大 32	平装	29
17468	学会电工识图就这么容易	大 32	平装	29
15314	维修电工操作技能手册	大 32	平装	49
17706	维修电工技师手册	大 32	平装	58

续表

书号	书 名	开本	装订	定价/元
16804	低压电器与电气控制技术问答	大 32	平装	39
20806	电机与变压器维修技术问答	大 32	平膜	39
19801	图解家装电工技能 100 例	16	平装	39
19532	图解维修电工技能 100 例	16	平装	48
20024	电机绕组布线接线彩色图册 (第二版)	大 32	平装	68
20239	电气设备选择与计算实例	16	平装	48
20377	小家电维修快捷入门	16	平装	48
19710	电机修理计算与应用	大 32	平装	68

以上图书由化学工业出版社 电气出版分社出版。如要以上图书的内容简介和详细目录，或者更多的专业图书信息，请登录 www.cip.com.cn。

地址：北京市东城区青年湖南街 13 号 (100011)

购书咨询：010-64518888

如果出版新著，请与编辑联系。

编辑电话：010-64519265

投稿邮箱：gmr9825@163.com

目录

CONTENTS

第 1 章 Page

电气工程制图基本知识 1

1.1 电气工程制图国家标准的一般规定	1
1.1.1 图纸幅面和图框	1
1.1.2 标题栏	4
1.1.3 字体	6
1.1.4 图线及其画法	6
1.2 电气工程图中的常用元器件及电气符号	7
1.2.1 电路常用元器件	7
1.2.2 图形符号	24
1.2.3 文字符号	28
1.2.4 接线端子标记	31
1.3 电气工程制图类型	31
1.3.1 电路框图与程序流程图	31
1.3.2 电气原理图	32
1.3.3 电气安装接线图	35
1.3.4 逻辑电路图	36
1.3.5 印制电路板图	38
1.3.6 电子元器件布局图	39
1.3.7 面板图	41
1.3.8 单元电路图	43

第 2 章 Page

Altium Designer 制图 45

2.1 Altium Designer 的主窗口	45
2.1.1 菜单栏	46
2.1.2 工具栏	49

2.1.3	工作窗口	49
2.1.4	Altium Designer 10 的工作面板	50
2.2	常用编辑器的启动	51
2.2.1	创建新的工程文件	51
2.2.2	原理图编辑器的启动	52
2.2.3	PCB 编辑器的启动	52
2.2.4	不同编辑器之间的切换	53
2.3	电路原理图绘制	53
2.3.1	原理图编辑器的界面	53
2.3.2	原理图图纸设置	56
2.3.3	原理图工作环境设置	59
2.3.4	加载元件库	64
2.3.5	放置元件	65
2.3.6	使用图形工具绘图	70
2.3.7	元件的电气连接	72
2.3.8	原理图设计实例	79
2.4	层次电路原理图设计	80
2.5	印制电路板图绘制	85
2.5.1	PCB 界面简介	85
2.5.2	创建 PCB 设计文件	87
2.5.3	将设计更新到 PCB 以及设计同步	88
2.5.4	PCB 设计对象	90
2.5.5	PCB 布局	93
2.5.6	元件封装	93
2.5.7	PCB 布线	94

第 3 章

Page

AutoCAD 制图 98

3.1	AutoCAD 中文版操作环境	98
3.1.1	AutoCAD 简介	98
3.1.2	启动 AutoCAD 2008	98
3.1.3	AutoCAD 2008 工作界面	99
3.2	AutoCAD 的基本绘图命令	105
3.2.1	绘制点	105
3.2.2	绘制直线	106

3.2.3 绘制圆	107
3.2.4 绘制圆弧	109
3.2.5 绘制射线与参照线	109
3.2.6 绘制矩形	110
3.2.7 绘制正多边形	110
3.2.8 绘制椭圆与椭圆弧	111
3.3 辅助绘图工具的使用	111
3.3.1 设置坐标系	111
3.3.2 动态输入	113
3.3.3 栅格	114
3.3.4 捕捉	115
3.3.5 正交	116
3.3.6 对象捕捉	117
3.3.7 自动追踪	119
3.4 AutoCAD 的编辑命令	120
3.4.1 选择对象	120
3.4.2 复制对象	123
3.4.3 调整对象	124
3.4.4 编辑对象	126
3.4.5 使用夹点编辑对象	129
3.4.6 编辑多线	130
3.5 书写文字	130
3.5.1 文字样式的设置	130
3.5.2 单行文字	132
3.5.3 多行文字	133
3.6 块操作	134
3.6.1 创建图块	135
3.6.2 创建带属性的图块	137
3.6.3 使用“工具选项板”中的块	140
3.6.4 使用“设计中心”中的块	140
3.7 实例操作	141

第4章

Page

CAXA 制图

147

4.1 CAXA 绘图软件简介

147

4.2 CAXA 绘图软件安装与卸载	147
4.2.1 CAXA 绘图软件的安装	147
4.2.2 CAXA 绘图软件的卸载	148
4.3 CAXA 绘图软件的运行与退出	148
4.3.1 CAXA 电子图板的运行	148
4.3.2 退出 CAXA 电子图板系统	148
4.4 用户界面	149
4.4.1 屏幕画面的分布	149
4.4.2 用户界面说明	150
4.5 块操作	151
4.5.1 块生成	152
4.5.2 块打散	152
4.5.3 块属性	152
4.5.4 块属性表	152
4.5.5 块消隐	153
4.5.6 其他有关的块操作	153
4.6 库操作	154
4.6.1 图符的提取	155
4.6.2 图符的定义	156
4.6.3 图库的管理	157
4.7 CAXA 绘制电路原理图	159
4.7.1 图纸幅面、图框、标题栏	159
4.7.2 曲线绘制	162
4.7.3 曲线编辑	170
4.7.4 实例操作	176

第 5 章

Page

各种电气工程图的绘制 179

5.1 照明平面图的绘制	179
5.1.1 照明平面图绘制的基本方法	179
5.1.2 照明图用图形符号	180
5.1.3 照明平面图绘制实例	183
5.2 电气控制电路图的绘制	184
5.2.1 电气控制原理图	184
5.2.2 电气安装接线图	185

5.3 电子电路图的绘制	186
5.4 印制电路板图的绘制	187
5.4.1 印制电路板图的绘制方法	187
5.4.2 印制电路板图的绘制实例	189
5.5 逻辑电路图的绘制	192
5.5.1 逻辑电路图的绘制方法	192
5.5.2 逻辑电路图的绘制实例	193
5.6 二次接线图的绘制	194
5.6.1 二次接线图的概念	194
5.6.2 二次接线图的分类及各类型二次图的特点和作用	195
5.6.3 二次接线图的绘制原则	195
5.7 概略图与框图的绘制	198
5.7.1 概略图和框图的基本特点和用途	198
5.7.2 概略图和框图绘制的基本原则和方法	199

第6章

Page

如何识读电气工程图

201

6.1 识读电气图的基本要求和步骤	201
6.1.1 识读电气图的基本要求	201
6.1.2 识读电气图的基本步骤	203
6.1.3 识读电气图的注意事项	203
6.2 各种常用电路图的识读方法	204
6.2.1 电气控制电路图	204
6.2.2 电子电路图	205
6.2.3 数字逻辑电路识图	206
6.2.4 建筑电气工程图	210
6.3 实用电路图分析举例	211
6.3.1 机床设备电路图分析	211
6.3.2 照明电路图分析	219
6.3.3 其他功能控制电路图分析	221

Page

参考文献

225

电气工程制图基本知识

1.1 电气工程制图国家标准的一般规定

电气(简)图是采用图形符号和带注释的框来表示包括连接线在内的一个电气系统或设备的多个部件或零件之间关系的图示形式。

电气(简)图的绘制方式包括手工绘图和计算机辅助设计制图,计算机辅助设计制图简称 CAD 制图。

20 世纪前,图样都是利用一般的绘图用具手工绘制的。20 世纪初出现了机械结构的绘图机,提高了绘图的效率。20 世纪下半叶出现了计算机绘图,将需要绘制的图样编制成程序输入电子计算机,计算机再将其转换为图形信息输给绘图仪绘出图样。

电气科学技术的迅速发展,新产品新工艺的复杂设计及其工作量的急剧增加,促使人们在电气技术文件编制,特别是在电气制图中也逐渐采用 CAD 替代手工设计。

图样一般需要描绘成透明底图,用透明底图洗印出蓝图或用氨熏出紫图。20 世纪中期出现了静电复印机,这种复印机可将原图样直接进行复制,并可图放大或缩小。采用这种新技术可以省去描图工序。

无论是手工绘图还是 CAD 制图,最终形成的文件内容和作用是相同的,所不同的是制图的过程、手段及其简图的规范化程度。

为了规范电气图的内容、表达方式等,制图时可引用现行有效的有关电气制图和其他相关的国家标准,目前,最新的电气制图一般规定的国家标准为:

GB/T 14689—2008《技术制图 图纸幅面和规格》;

GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》;

GB/T 14690—93《技术制图 比例》;

GB/T 14691—93《技术制图 字体》;

GB/T 17450—1998《技术制图 图线》;

GB/T 4728—2008《电气简图用图形符号》;

GB/T 5465.2—2008《电气设备用图形符号第 2 部分:图形符号》。

1.1.1 图纸幅面和图框

(1) 图纸幅面

图幅是指绘图时采用的图纸幅面。为了合理使用图纸,所有图纸的幅面及图框尺寸应符合一定的格式。

绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 规定的基本幅面。必要时也允许选用表 1-2 和表 1-3 所规定的加长幅面。这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的，如图 1-1 所示。粗实线所示为基本幅面（第一选择），细实线所示为表 1-2 所规定的加长幅面（第二选择），虚线所示为表 1-3 所规定的加长幅面（第三选择）。

表 1-1 基本幅面（第一选择）

单位：mm

序 号	幅 面 代 号	尺寸 $B \times L$
1	A0	841×1189
2	A1	594×841
3	A2	420×594
4	A3	297×420
5	A4	210×297

表 1-2 加长幅面（第二选择）

单位：mm

序 号	幅 面 代 号	尺寸 $B \times L$
1	A3×3	420×841
2	A3×4	420×1189
3	A4×3	297×630
4	A4×4	297×841
5	A4×5	297×1051

表 1-3 加长幅面（第三选择）

单位：mm

序 号	幅 面 代 号	尺寸 $B \times L$
1	A0×2	1189×1682
2	A0×3	1189×2523
3	A1×3	841×1783
4	A1×4	841×2378
5	A2×3	594×1261
6	A2×4	594×1682
7	A2×5	594×2102
8	A3×5	420×1486
9	A3×6	420×1783
10	A3×7	420×2080
11	A4×6	297×1261
12	A4×7	297×1471
13	A4×8	297×1682
14	A4×9	297×1892

(2) 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。

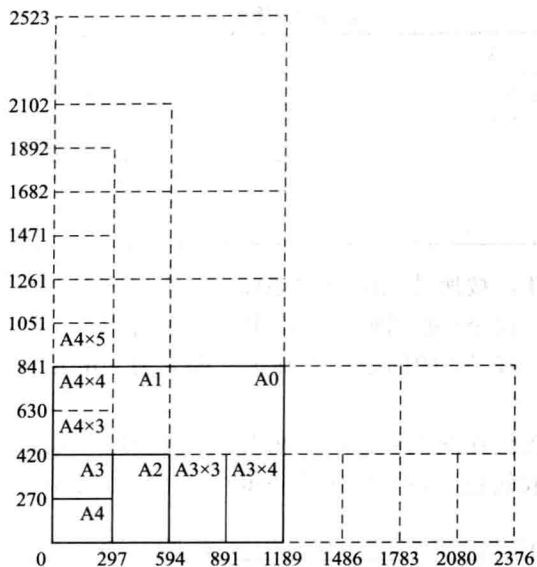


图 1-1 基本幅面与加长幅面

不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-2 和图 1-3 所示，留装订边的图框格式如图 1-4 和图 1-5 所示。周边尺寸 e 、 c 和 a 按表 1-4 中的规定选取。

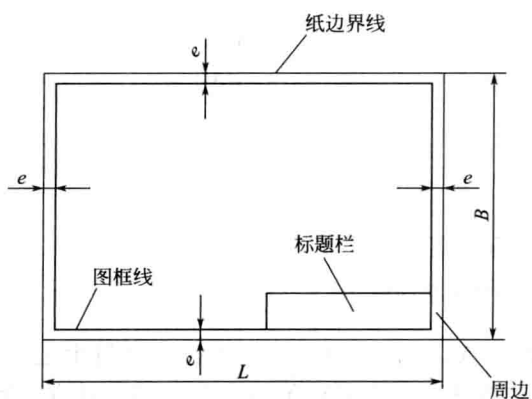


图 1-2 无装订边图纸 (X 型) 的图框格式

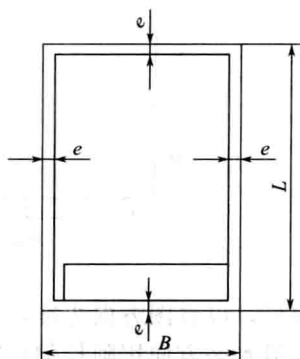


图 1-3 无装订边图纸 (Y 型) 的图框格式

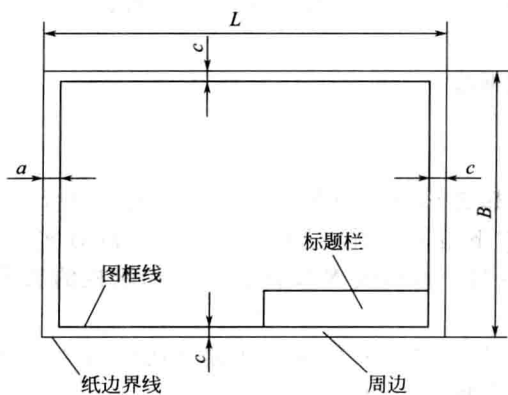


图 1-4 有装订边图纸 (X 型) 的图框格式

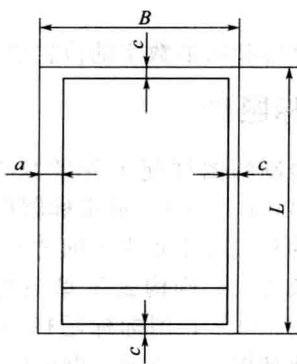


图 1-5 有装订边图纸 (Y 型) 的图框格式

表 1-4 图框尺寸

单位: mm

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

加长幅面的图框尺寸,按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如
 $A2 \times 3$ 的图框尺寸:按 $A1$ 的图框尺寸确定,即 e 为 20mm (或 c 为 10mm)。
 $A3 \times 4$ 的图框尺寸:按 $A2$ 的图框尺寸确定,即 e 为 10mm (或 c 为 10mm)。

(3) 图幅分区

必要时,可以用细实线在图纸周边内画出分区,如图 1-6 所示。图幅分区数量按图样的复杂程度确定,但必须取偶数。每一分区的长度应在 25~75mm 之间选定。

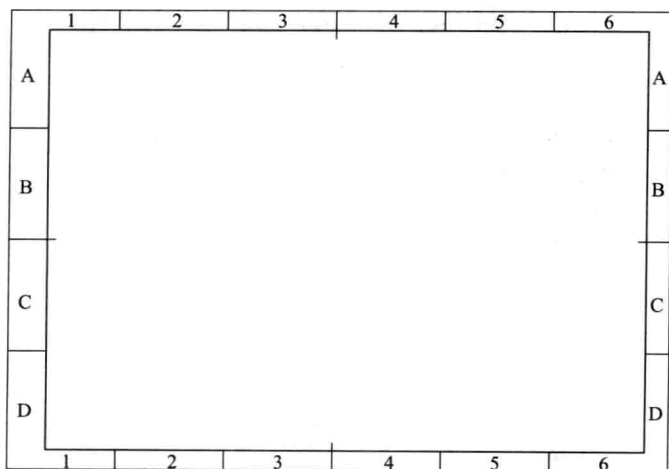


图 1-6 横 A3 分区边框格式图纸

分区编号,以看图方向为准,上下方向用大写 A、B、C、D 等 26 个拉丁字母由上至下顺序编写;沿水平方向用阿拉伯数字 1、2、3、4 等从左至右顺序编写,左右编号对应一致,上下编号对应一致。

当分区数超过拉丁字母的总数时,超过的各区可用双重字母依次编写,例如 AA、BB、CC 等。

拉丁字母和阿伯数字的位置应尽可能靠近图框线。

1.1.2 标题栏

为使绘制的图样便于管理及查阅,每张图都必须有标题栏。标题栏的格式和尺寸按 GB/T 10609.1—2008。通常标题栏位于图框的右下角,看图的方向应与标题栏的方向一致。若标题栏的长边置于水平方向并与图纸长边平行时,则构成 X 型图纸;若标题栏的长边垂直于图纸长边时,则构成 Y 型图纸。

由图 1-7 可知,国标标题栏一般由更改区、签字区、其他区、名称及代号区 4 个区组成,其组成如图 1-8 所示。也可按实际需要增加或减少。

(1) 更改区

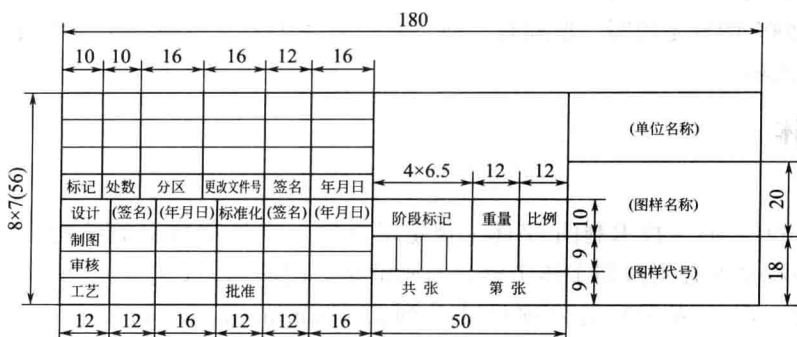


图 1-7 标题栏格式、分栏及尺寸

一般由标记、处数、分区、更改文件号、签名和“年月日”等组成。更改区中的内容，按由下而上顺序填写，可根据实际情况顺延；也可放在图样中其他的地方，这时应有表头。

标记：填写在图纸上进行更改时更改者在更改处所作的标记，如①、②等。

处数：填写同一标记所表示的更改数量。

分区：为了方便查找更改位置，必要时，按照《技术制图 图纸幅面和规格》GB/T 14689—2008 的规定，注明分区代号。

更改文件号：是指更改图样时所依据的文件号。

签名和“年月日”：填写更改人的姓名和更改的时间。

(2) 签字区

一般由设计、审核、工艺、标准化、批准、签名和“年月日”等组成。签字区一般按设计、审核、工艺、标准化、批准等有关规定签署姓名和“年月日”。

(3) 名称及代号区

一般由单位名称、图样名称和图样代号等组成。

单位名称：是指图样绘制单位的名称或单位代号。必要时，也可不予填写。

图样名称：是指所绘制对象的名称。

图样代号：按有关标准或规定填写图样的代号。

(4) 其他区

一般由材料标记、阶段标记、质量、比例、“共张第张”等组成。其他区也可不填写。

材料标记：一般应按照相应标准或规定填写所使用的材料。

阶段标记：按有关规定由左向右填写图样的各生产阶段。由于各行业采用的标记可能不同，所以不强求统一。

质量：是指图样对应产品的计算质量，以千克为计量单位时，允许不写出其计量单位。

比例：填写绘制图样时采用的比例。

“共张第张”：当一个零件（或组件）需用两张或两张以上图纸绘制时，需填写同一图样代号中图样的总张数及该张所在的张次。当一个零件（或组件）只用一张图纸绘制时，可不填数值。



图 1-8 标题栏分区格式