



教育科学“十五”国家规划课题研究成果

计算机绘图

刘庆国 刘 力 主 编

 高等教育出版社

1.72

62

教育科学“十五”国家规划课题研究成果

计算机绘图

刘庆国 刘 力 主编
马银平 郝维春 刘元林 副主编



高等教育出版社

内容提要

本教材是教育科学“十五”国家规划课题研究成果。主要内容有:计算机绘图相关国家标准简介、AutoCAD 2002(中文版)简介、平面图形的绘制与尺寸标注、机件的表达方法、轴测图、常见工程图样的绘制方法、图样输出等。本教材移植了工程制图课程的教学体系,即以工程制图课程的教学内容为主线,由浅入深,各种操作命令合理地穿插编排,并将部分内容多、不易掌握的命令分散在各阶段实施教学,以利于学生的学习、掌握和应用。各重要命令和绘图技巧均有例题和实训题。本书附有电子教案和学生练习辅导系统各一套。

本书可作为高等院校、高职高专、各类成人高校、技工学校工科各专业的计算机绘图课程的教材或机械制图、工程制图等课程的配套教材,也可作为 AutoCAD 培训教材或各类工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机绘图/刘庆国,刘力主编. —北京:高等教育出版社,2004.1

ISBN 7-04-013063-7

I. 计... II. ①刘... ②刘... III. 自动绘图-高等学校-教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第100900号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京新丰印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 12.5
字 数 300 000

版 次 2004年1月第1版
印 次 2004年1月第1次印刷
定 价 22.90元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

总 序

为了更好地适应当前我国高等教育跨越式发展需要,满足我国高校从精英教育向大众化教育的重大转移阶段中社会对高校应用型人才培养的各类要求,探索和建立我国高等学校应用型人才培养体系,全国高等学校教学研究中心(以下简称“教研中心”)在承担全国教育科学“十五”国家规划课题——“21世纪中国高等教育人才培养体系的创新与实践”研究工作的基础上,组织全国100余所培养应用型人才为主的高等院校,进行其子项目课题——“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”的研究与探索,在高等院校应用型人才培养的教学内容、课程体系研究等方面取得了标志性成果,并在高等教育出版社的支持和配合下,推出了一批适应应用型人才培养需要的立体化教材,冠以“教育科学‘十五’国家规划课题研究成果”。

2002年11月,教研中心在南京工程学院组织召开了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题立项研讨会。会议确定由教研中心组织国家级课题立项,为参加立项研究的高等院校搭建高起点的研究平台,整体设计立项研究计划,明确目标。课题立项采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批启动立项研究计划。为了确保课题立项目标的实现,组建了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题领导小组(亦为高校应用型人才立体化教材建设领导小组)。会后,教研中心组织了首批课题立项申报,有63所高校申报了近450项课题。2003年1月,在黑龙江工程学院进行了项目评审,经过课题领导小组严格的把关,确定了首批9项子课题的牵头学校、主持学校和参加学校。2003年3月至4月,各子课题相继召开了工作会议,交流了各校教学改革的情况和面临的具体问题,确定了项目分工,并全面开始研究工作。计划先集中力量,用两年时间形成一批有关人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系等理论研究成果报告和 in 研究报告基础上同步组织建设的反映应用型人才培养特色的立体化系列教材。

与过去立项研究不同的是,“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题研究在审视、选择、消化与吸收多年来已有应用型人才培养探索与实践成果基础上,紧密结合经济全球化时代高校应用型人才培养工作的实际需要,努力实践,大胆创新,采取边研究、边探索、边实践的方式,推进高校应用型本科人才培养工作,突出重点目标,并不断取得标志性的阶段成果。

教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱和基础,作为体现教学内容和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索、建设适应新世纪我国高校应用型人才培养体系需要的教材体系已成为当前我国高校教学改革和教材建设工作面临的十分重要的任务。因此,在课题研究过程中,各课题组充分吸收已有的优秀教学改革成果,并和教学实际结合起来,认真讨论和研究教学内容和课程体系的改革,组织一批学术水平较高、教学经验较丰富、实践能力较强的教师,编写出一批以公共基础课和专业、技术基础课为主的有特色、适用性强的教材及相应的教学辅导书、电子教案,以满足高等学校应用型人才培养的需要。

我们相信,随着我国高等教育的发展和高校教学改革的不断深入,特别是随着教育部“高等

学校教学质量和教学改革工程”的启动和实施,具有示范性和适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高校教学质量的提高。

全国高等学校教学研究中心

2003 年 4 月

前 言

为适应 21 世纪工程设计的要求,近年来全国各工科类高等院校均开设了计算机绘图课程,部分院校甚至做到了学生在校期间计算机绘图能力的训练不断线。本书编者长期从事计算机绘图课程的教学、实训及机械 CAD 技术工作,积累了丰富的理论教学和实际应用经验。在此基础上编写了本教材,但愿能为本课程的建设贡献一份微薄之力。

本教材共分八章。主要内容有:与计算机绘图相关的国家标准介绍、计算机绘图软件 AutoCAD 2002(中文版)介绍、平面图形绘制与尺寸标注、机件表达方法、工程图样绘制方法、轴测图及三维实体造型等。

本教材具有以下特点:

1. 严谨规范,内容科学

早期的 AutoCAD 教材往往是用户手册或操作手册的翻版,平铺直叙,面面俱到。本教材合理移植了工程制图教学的教学体系,即以工程制图课程教学内容为主干线,由浅入深,各操作命令合理地穿插编排。

2. 难点分散,循序渐进

本教材对部分内容多、不易掌握的命令分散在各阶段实施教学,各重要命令和绘图技巧均有例题和实训题,以利于学生的学习和掌握。

3. 图表丰富,文字简洁

本教材图文并茂,并采用表格等形式对大量的命令及内容进行归纳、小结,尽量减少书中的文字叙述。

4. 通俗易懂,便于自学

本教材语言流畅,作图过程叙述详细,并配有本课程的《电子教案和学生练习辅导系统》(光盘),以便于教师施教和各类人员自学。

此外,采用最新颁布的国家标准。介绍各类常见工程图样(机械图样、建筑图样、电气图样)的绘制方法也是本教材的重要特点。

本教材可作为工科类高等院校、高职高专、各类成人高校、技工学校的计算机绘图课程教材或机械制图、工程制图等课程的配套教材,也可作为 AutoCAD 培训教材或各类工程技术人员的参考书。

本教材由刘庆国负责统稿。参加本教材编写工作的有刘庆国、刘力、马银平、郝维春、刘元林、宋胜伟、霍士武、邵国友等,由刘庆国、刘力任主编,马银平、郝维春、刘元林任副主编。参加《计算机绘图教学辅助系统》编写与制作的有刘庆国、刘力、马银平、郝维春、刘元林、宋胜伟、霍士武、邵国友等,由刘庆国、马银平任主编,刘力、刘元林、郝维春任副主编。

由于编者水平有限,书中难免出现一些缺点和错误,恳请使用本教材的广大师生及有关读者批评指正。

编 者

2003 年 8 月

目 录

绪论	1
一、计算机绘图发展史	1
二、计算机绘图优越性	1
三、计算机绘图系统及其工作过程	2
 第一章 计算机绘图相关国家标准简介	3
第一节 国家标准《CAD 文件管理》(GB/T 17825—1999) 简介	3
一、基本格式 (GB/T 17825.2—1999)	3
二、编号原则 (GB/T 17825.3—1999)	5
三、编制规则 (GB/T 17825.4—1999)	6
四、更改规则 (GB/T 17825.6—1999)	7
五、签署规则 (GB/T 17825.7—1999)	8
六、标准化审查 (GB/T 17825.8—1999)	8
七、存储与维护 (GB/T 17825.10—1999)	9
第二节 《CAD 工程制图规则》等国家标准简介	11
一、图线	11
二、图层	12
三、字体	14
四、尺寸线终端	15
思考题与练习题	16
 第二章 AutoCAD 2002 (中文版) 简介	17
第一节 AutoCAD 2002 (中文版) 的运行	17
一、文件名说明	17
二、本书中有关操作的约定	18
三、对话框操作	18
四、软件运行	19
五、用户界面	21
六、命令输入	23
七、文件操作	24
八、软件退出	26
第二节 AutoCAD 2002 (中文版) 的常用设置	27
一、界面设置	27
二、工具栏设置	29
三、电子图纸设置	30

第三节 AutoCAD 2002(中文版)的基本使用技巧	33
一、绘图辅助工具	33
二、对象选择	37
三、对象信息查询	38
四、寻求系统帮助	39
五、功能键	39
思考题与练习题	40
 第三章 平面图形的绘制与尺寸标注	41
第一节 常见几何图形的绘制	41
一、常用的绘图及编辑命令	41
二、常见几何图形的画法	47
第二节 平面图形的绘制	50
一、平面图形的作图分析	50
二、综合编辑	50
三、常用的图形显示控制命令	53
四、平面图形的绘制	55
第三节 平面图形的尺寸标注	57
一、尺寸的组成	57
二、尺寸标注的类型	58
三、尺寸标注的基本设置	58
四、常用的尺寸标注命令	62
五、尺寸标注的编辑	62
六、平面图形的尺寸标注	67
思考题与练习题	69
 第四章 机件的表达方法	71
第一节 视图及其画法	71
一、基本视图	71
二、局部视图和斜视图	74
第二节 剖视图、断面图及其画法	78
一、剖面符号的绘制	79
二、绘制剖视图实例	83
第三节 局部放大图及其画法	84
一、根据原图绘制局部放大图	84
二、局部放大图的尺寸标注	84
思考题与练习题	86
 第五章 轴测图	89
第一节 轴测模式的设置	89

一、轴测面、轴测轴和轴间角	89
二、轴测模式的设置	89
第二节 轴测图的绘制	91
一、平面立体的绘制	91
二、曲面立体的绘制	93
三、组合体的绘制	94
第三节 轴测图的标注	96
一、轴测图上文字的标注	96
二、轴测图上尺寸的标注	97
思考题与练习题	99
 第六章 常见工程图样的绘制方法	100
第一节 机械图样	100
一、零件图	100
二、装配图	116
思考题与练习题	124
第二节 建筑图样	126
一、多线的概念	126
二、设置多线的样式	126
三、绘制多线	129
四、编辑多线	130
五、绘制建筑图综合举例	132
思考题与练习题	137
第三节 电气图样	139
一、自动控制系统方块图的绘制	139
二、字形译码器逻辑电路的绘制	140
三、功率管功放电路图的绘制	142
思考题与练习题	144
 第七章 图样输出	145
第一节 图样输出设备的配置	145
第二节 图样输出的命令	149
一、命令输入	149
二、“打印”对话框	149
思考题与练习题	155
 第八章 实体造型	156
第一节 实体造型基础	156
一、AutoCAD 的三维模型	156
二、用户坐标系 UCS	157

三、三维模型的显示	162
第二节 实体造型应用	166
一、三维实体的创建	166
二、三维实体的编辑	170
三、三维造型的实例	176
思考题与练习题	186
 主要参考文献	 189

绪 论

计算机(辅助)绘图(Computer Aided Graphics,简称 CAG)是计算机辅助设计(Computer Aided Design,简称 CAD)的重要组成部分。CAD 是指利用计算机系统进行工程或产品设计的全过程,其中包括资料检索、市场分析、方案构思、计算分析、工程制图、检验测试和编制文件等设计环节。本书仅介绍 CAD 中制图环节(即 CAG)的相关标准和相关软件的应用。

一、计算机绘图发展史

CAD 技术开始于 20 世纪 50 年代,首先应用于造船及汽车、飞机等制造业。而在 CAD 中,研究、开发最早的就是计算机绘图。

早期的计算机绘图主要是被动式绘图(亦称静态绘图),即人们根据提供的绘图软件用高级语言编程,然后将程序输入计算机进行编译、链接,并输出目标程序引导绘图机绘出图形。在整个绘图过程中人们无法对所绘图形进行预览和修改。

从 20 世纪 70 年代开始,随着人机对话式的交互图形系统(亦称动态绘图)的逐步应用,推动了图形输入与输出设备的更新和发展。尤其是 20 世纪 80 年代中、后期,随着硬件质量的提高和成本的大幅降低,以及软件开发研究的飞速发展,计算机绘图进入大规模实用阶段。

目前,CAD 正由单一的 CAD 向 CAD/CAE(计算机辅助工程分析)/CAM(计算机辅助制造)一体化方向发展,计算机绘图也已由传统的二维图形软件向三维实体造型软件方向发展。不少商业性的三维实体造型系统,已能通过实体造型的方法在屏幕上直接构造明暗与色彩逼真的立体图像,并在实体造型的基础上生成各种 CAD 文件,如机械图样、有限元分析、加工工艺过程等,最后生成数控加工代码,控制数控机床的加工,从而实现产品的无纸化设计与制造。

为了增强在市场中的竞争力,计算机绘图最终将替代传统的手工制图。因此,掌握计算机绘图是每个技术人员必须具备的技能之一。

二、计算机绘图优越性

计算机绘图的优越性在于:

- 1) 绘图的速度快、精度高;
- 2) 减少绘图劳动量,使设计人员能集中精力致力于创造性设计;
- 3) 减少直接设计费用;
- 4) 易于保存、携带、检索和调用,便于企业的内部管理及对外交流;
- 5) 易于修改设计,缩短产品更新换代的周期;
- 6) 易于建立标准图及标准设计库;
- 7) 易于广泛推广应用标准图及标准设计。

三、计算机绘图系统及其工作过程

计算机绘图系统一般由硬件系统和软件系统两部分组成。采用计算机绘图系统绘制图样一般可分为图形输入、图形信息处理和图形输出三个过程。

(一) 图形输入

即操作者将所要绘制的图形输入计算机的过程。输入图形的方法及所使用的设备,应依据运行的绘图软件和经济条件合理选用。

(二) 图形信息处理

在绘图软件的控制下,计算机将输入的数据或图形处理成输出设备能够接收的信息。同时,操作者也可以对输入的图形进行实时修改、存储等工作。

(三) 图形输出

通过图形输出设备将计算机传出的信息转化为相应的视频信号或机械运动,从而显示或绘制出所需的图形。

第一章 计算机绘图相关国家标准简介

国家标准是设计规范的基础性依据。因此,在绘制 CAD 图样的过程中,必须严格遵守相关国家标准的有关规定。

第一节 国家标准《CAD 文件管理》(GB/T 17825—1999)简介

CAD 文件是指在 CAD 过程中形成的所有文件,即指实现产品或项目所必须的全部设计文件和 CAD 图等。它用以规定产品或工程设计的组成、形式、结构尺寸、原理、技术性能以及制造、施工、安装、调试、验收、使用、维修、储存和运输的必要信息。

CAD 文件一般按其表达信息的形式划分为图样 CAD 文件、简图 CAD 文件、文字 CAD 文件和表格 CAD 文件等四类。

CAD 文件在编制过程中应贯彻现行标准和有关规定,即 CAD 文件的基本格式、编号原则和编制规则应按照 GB/T 17825.2 ~ GB/T 17825.4 的有关规定;CAD 文件的基本程序、更改规则、签署规则、标准化审查,应按照 GB/T 17825.5 ~ GB/T 17825.8 的有关规定;产品或工程项目的成套设计文件允许采用 CAD 和常规设计联合编制,其成套性、完整性应符合 GB/T 17825.8 的有关规定,且编制同一套图或有关设计文件的编制方法和使用的符(代)号应当一致。

一、基本格式 (GB/T 17825.2—1999)

(一) 图幅与图框

用计算机绘制 CAD 图时,其图幅及格式应符合《国家标准 技术制图 图幅》(GB/T 14689—1993)的有关规定。其基本幅面及图框尺寸如表 1-1 所示;图框格式如图 1-1 所示(图 1-1a 为图纸留装订边的图框格式,图 1-1b 为图纸不留装订边的图框格式),必要时,可根据需要在图框中分别配置对中符号、方向符号、剪切符号以及图幅分区和米制参考分度,其形式尺寸与格式详见 GB/T 14689 的有关规定。

表 1-1 基本幅面及图框尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

(二) 标题栏

每张 CAD 图必须绘制标题栏,其位置一般设在图纸的右下角,其格式如图 1-2 所示。标题

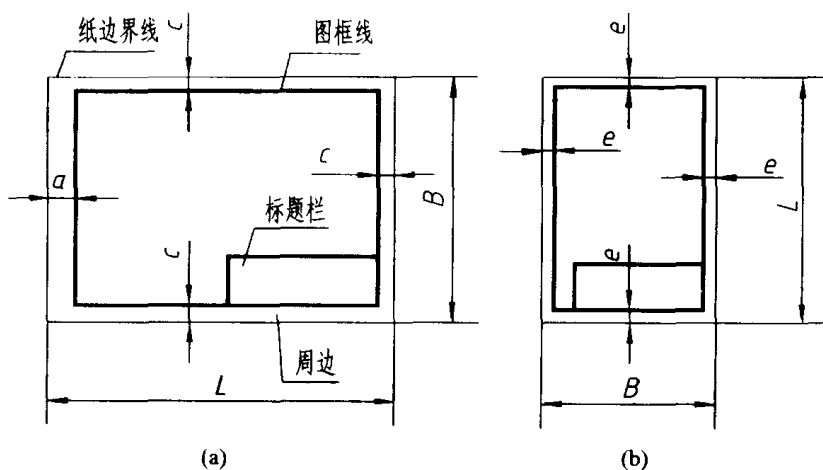


图 1-1 图框格式

栏中的文字方向为看图的方向。

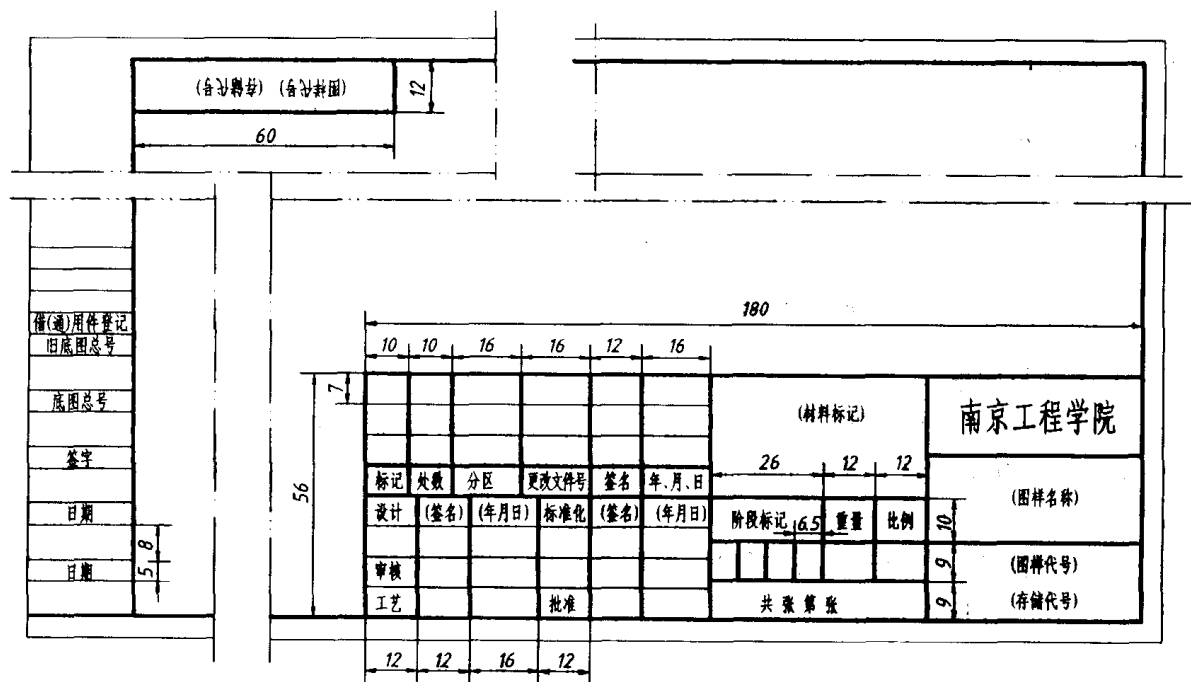


图 1-2 标题栏的格式

(三) 明细栏

装配图中一般应有明细栏,并应配置在标题栏的上方,其格式如图 1-3 所示。明细栏应按由下而上的顺序填写,其行数应根据装配体的零件数目而定;当由下而上延伸图面位置不够时,可紧靠在标题栏的左边自下而上延续。当标题栏上方不便配置明细栏时,也可采用 A4 幅面的明细表。

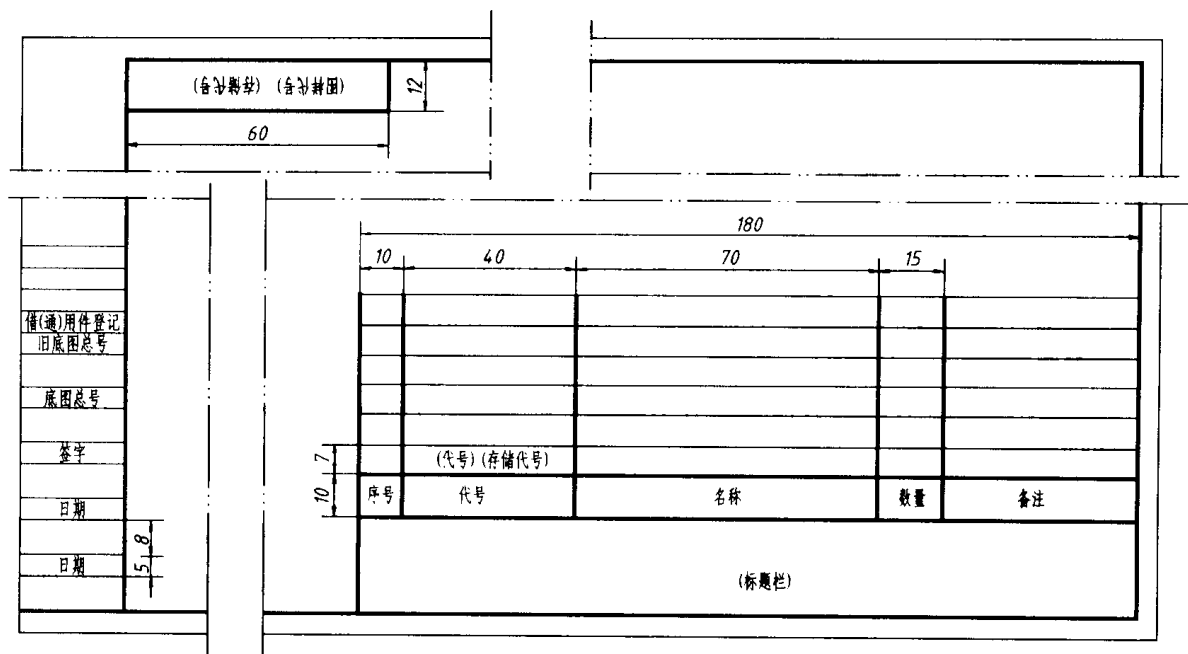


图 1-3 明细栏的格式

(四) 代号栏与附加栏

代号栏设置在图框的左上角,其图样代号及存储代号应与标题栏中的图样代号及存储代号相一致,其文字书写方向应与标题栏中的文字书写方向成 180°。存储代号则应按 GB/T 17825.10—1999 的有关规定编制。

附加栏通常由“借(通)用件登记”、“旧底图总号”、“底图总号”、“签字”、“日期”等项目组成。其位置一般配置在图框的左侧,如图 1-2 所示。

二、编号原则(GB/T 17825.3—1999)

CAD 文件的编号是 CAD 文件管理的重要手段,每一个 CAD 图或设计文件均应单独编号;同一文件使用两种以上的存储介质(硬盘、光盘、软盘等)时,其代号应相同。编号时应考虑科学性、系统性、惟一性、可延性和规范性等基本原则。

CAD 图及设计文件的编号方法一般可采用分类编号或隶属编号,或按各行业有关标准或要求编号。

编号一般可以采用的字符有:阿拉伯数字、拉丁字母(O、I 除外)、短横线(-)、圆点(.)和斜线(/)。

(一) 分类编号

分类编号是按对象(产品、零部件、工程项目)、功能、形状等的相似性进行编号,其代号的基本部分由分类号和特征号两部分组成,并以圆点或短横线分隔(圆点在下,短横线居中),即

分类号 - 特征号

其中特征号可由五位数字组成,从左至右分别表示级、类、型、种、项,即

级	类	型	种	项
---	---	---	---	---

确定特征号时,应将需要编号的 CAD 图及设计文件分别按其特征、结构或用途分为十级(0~9),每级分十类(0~9),以此类推得型、种、项。

必要时,还可以在分类编号的首部加注识别号(如单位代号等),在尾部加注尾注号(如登记顺序号、文件简号等),即

分类号 单位代号 - 特征号 登记顺序号 文件简号

注意:以上各字框为强调说明而加,且各字符间也无空格。

(二) 隶属编号

隶属编号是按产品项目或工程项目的隶属关系进行编号,该编号法有全隶属编号和部分隶属编号两种形式。

1. 全隶属编号

全隶属编号的代号由产品代号或工程代号和隶属号(如部件序号、专业序号等)两部分组成,并以圆点或短横线分隔,必要时可加注尾注号(如改进尾注号、技术条件尾注号、文件简号等),即

产品代号 - 隶属号 改进尾注号 技术条件尾注号

编号中产品代号或工程代号一般由拉丁字母和数字组成;隶属号由数字组成,其级数与位数应按产品结构或工程项目的复杂程度而定;尾注号由字母组成。如改进尾注号和设计文件尾注号同时出现时,所用字母应有区别,且改进尾注号在前,设计文件尾注号在后,两者之间空一字间隔或用短横线分隔。

2. 部分隶属编号

部分隶属编号的代号由产品代号或工程代号、隶属号(如部件序号、专业序号等)和识别号(如分部件或零件的流水号、卷册号等)组成,即

产品代号 - 隶属号 识别号

识别号为流水号时,可在其首部或尾部以带“0”或不带“0”区别零件和分部件。

三、编制规则(GB/T 17825.4—1999)

该标准规定了绘制 CAD 图及编制设计文件(含文字文件和表格文件)的一般要求。

编制 CAD 文件时,应正确地反映该产品或工程项目的有关要求,并正确地贯彻相关国家标准的规定。必要时,允许 CAD 文件与常规设计的图样和设计文件同时存在。

绘制 CAD 图所采用的比例、图线、投影法、图样画法及尺寸标注均应符合国家标准《技术制图》和《机械制图》中的有关规定;CAD 图中的字体应采用 GB/T 13362.4—1992 所规定的长仿宋矢量字体;CAD 图中的技术要求应尽量置于标题栏的上方或左方,并根据图幅的大小按表 1-2 中提供的参数选择字号。

文字文件如技术条件、技术说明、使用说明等的编制一般采用五号宋体,且各行的间距不得小于 2 mm;表格文件如明细表、汇总表等一般应采用五号宋体填写。

上述设计文件中需要采用分数时,其分数线用“/”表示。

表 1-2 “技术要求”的推荐字号

图幅 字号 字体	A0	A1	A2	A3	A4
汉字	7	7	5	5	5
字母与数字	5	5	3.5	3.5	3.5

四、更改规则(GB/T 17825.6—1999)

经过签字或批准以后的 CAD 文件的更改,必须遵守本标准的有关规定。

(一) CAD 文件的更改程序

CAD 文件的更改一般应按下列程序进行:

- 1) CAD 文件需要更改时,应由负责项目的设计人员填写更改通知单,并经有关部门按技术责任制规定签署和审批后,方能进行更改。
- 2) CAD 操作人员按更改通知单的更改要求更改 CAD 文件,经更改通知单的编制人员复核后,在 CAD 文件更改记录栏中分别填入“更改标记”、“数量”、“签名”和“日期”等。
- 3) 在其他相关 CAD 文件的相应更改栏中及时填写更改信息。
- 4) 打印或复制出更改后的文件,供有关部门使用。

(二) CAD 文件的更改方法

CAD 文件的更改,可根据需要分别采用带更改标记、不带更改标记和文字说明三种更改方法。

1. 带更改标记

在 CAD 文件上直接删去被更改的部分,在相应位置输入新内容;在靠近更改部位处画圆,圆内填写相应的更改标记,再用细实线自该圆引至更改部位;增设更改层(一般用第 15 层),在已更改部分的下方输入更改前的原数据,并关闭此层(该层信息将既不显示,也不被绘制),更改结果如图 1-4 所示。

采用划改时,可将新数据及更改标记注写在原数据附近,如图 1-5 所示。

2. 不带更改标记

在 CAD 文件上直接删去被更改的部分,在相应位置输入新内容;增设更改层(一般用第 15 层),在已更改部分的下方输入带指引线的圆(均为细实线)及更改前的原数据,圆内填写更改标记,并关闭此层。不带更改标记的删改如图 1-6 所示。

3. 文字说明

在更改 CAD 文件时,也可根据更改的复杂程度和具体情况,在更改的相关部位采用文字说明的办法进行更改。

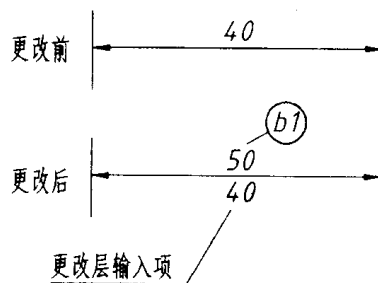


图 1-4 带更改标记的删改