

计算机 制图

河海大学出版社



计 算 机 制 图

主 编 刘庆国
副主编 高丽华
参 编 刘树春 郝维春

河海大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机制图 / 刘庆国主编. —南京: 河海大学出版社,
2000. 11

ISBN 7 - 5630 - 1548 - 5

I. 计... II. 刘... III. 计算机制图: 工程制图—高等学
校—教材 IV. TB237

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 77039 号

河海大学出版社出版发行

(南京西康路 1 号 邮编: 210098)

南京金阳彩色印刷厂印刷 江苏省新华书店经销

2000 年 11 月第 1 版 2000 年 11 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 12.25

字数: 300 千字 印数: 1 ~ 6000 册

定价: 15.00 元

前 言

为适应 21 世纪工程设计的要求,改变我国工程设计手段长期落后的状况,近年来全国各工科类高等院校均陆续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,计算机绘图能力训练不断线。本书编者均从事计算机绘图课程的教学、实训及机械 CAD 技术工作多年,积累了丰富的理论教学和实际应用经验。在此基础上编写本教材,但愿能为本课程的建设贡献一份微薄之力。

本教材共十章。主要内容有:计算机制图的相关国家标准介绍、计算机制图软件 AutoCAD R14 介绍、平面图形的绘制与尺寸标注、组合体三视图及尺寸标注、机件的表达方法、常见工程图样的画法、三维绘图及 AutoCAD 2000 版的新增功能介绍等。

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;对于一些名称和术语因直译而显得生硬难懂,而且极不规范。

本教材移植了制图教学的教学体系,即以制图教学内容为主干线,由浅入深,各操作命令合理地穿插编排,各重要命令和技巧均有例题和实训题;对于一些生硬难懂的命令名或术语,均按几何学、制图的术语或国家标准的名称或术语予以规范;

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,以利于学生的学习和掌握;

3. 版本兼顾,易于升级

本教材以目前应用最广的 AutoCAD R14 版本为主要内容,同时也介绍了最新版本 AutoCAD 2000 版的一些新增功能及其操作方法,为版本的过渡和升级打下了一定的基础;

4. 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;

5. 通俗易懂,便于自学

本教材语言流畅,作图过程叙述详细,并穿插大量的屏幕复制,以便于各类人员的自学。

此外,采用最新颁布的、与计算机绘图相关的国家标准,也是本教材的特点之一。

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》教材或《机械制图》、《工程制图》等课程的配套教材,也可作为 AutoCAD 培训的教材或各类工程技术人员的参考书。

本教材由南京工程学院刘庆国负责统稿。参加编写的有南京工程学院刘庆国(绪论、第一章、第二章、第三章)、郝维春(第六章、第七章)、淮海工学院高丽华(第四章、第五章、第八

章)、刘树春(第九章、第十章)。

由于我们的水平有限,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
2000 年 9 月

目 录

绪 论	1
第一章 计算机制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)	3
第二节 国家标准《机械工程 CAD 制图规则》(GB/T 14665—1998)	12
练习题	16
第二章 计算机绘图软件 AutoCAD R14 简介	17
第一节 AutoCAD R14 的运行	17
第二节 AutoCAD R14 的常用设置	28
第三节 AutoCAD R14 的基本使用技巧	35
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
第二节 平面图形的绘制	48
第三节 平面图形的尺寸标注	61
练习题	70
第四章 组合体三视图及尺寸标注	71
第一节 组合体三视图	71
第二节 组合体尺寸标注	74
练习题	81
第五章 机件的表达方法	82
第一节 视图	82
第二节 剖视图、剖面图的画法	84
第三节 局部放大图的画法	89
练习题	89
第六章 零件图	91
第一节 图块	91
第二节 文本注写技术	95
第三节 尺寸公差与形位公差标注	103
第四节 典型零件工作图	107
练习题	113
第七章 装配图	114

第一节	图块插入法.....	114
第二节	直接绘制法.....	119
练习题		124
第八章	三维绘图	125
第一节	三维绘图基础.....	125
第二节	三维实体造型.....	136
练习题		148
第九章	图形输出	149
第一节	图样输出设备的配置.....	149
第二节	输出图形命令 PLOT	151
第十章	AutoCAD 2000 新增功能简介	156
第一节	设计环境.....	156
第二节	增强的数据访问能力和软件实用性.....	172
第三节	重新设计的对话框.....	182
主要参考文献		189

绪 论

计算机制图 (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、计算机制图发展史

CAD 技术开始于 50 年代, 并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制图。

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

从 70 年代开始, 随着人机对话式的交互图形系统 (亦称动态制图) 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 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, 计算机制图大规模地进入了实用阶段。

目前, CAD 正由单一的 CAD 向 CAD/CAM (制造)/CAE (计算机辅助工程) 一体化方向发展, 计算机制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、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、强度计算、有限元分析、加工工艺过程等, 最后生成数控加工带, 控制数控机床的加工, 从而实现产品的无纸化设计与制造。

为了增强在市场经济中的竞争力, 计算机制图最终将完全替代传统的手工制图。因此, 掌握计算机制图是每个技术人员必须具备的能力之一。

二、计算机制图优越性

计算机制图的优越性在于:

- (1) 制图的速度快、精度高;
- (2) 减少制图劳动量, 使设计人员能集中精力致力于创造性设计方面的工作;
- (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、计算机制图系统

计算机制图系统一般由硬件系统和软件系统两部分组成。

1. 计算机制图系统的硬件系统

硬件系统是指构成计算机制图系统的所有机械及电磁装置,即基本的物理设备。它包括主机(含中央处理器 CPU 和内存储器等)、大容量外存储器(软、硬、光盘驱动器)、图形输入设备(键盘、鼠标器、数字化仪和扫描仪)和图形输出设备(显示器、制图机和打印机)等。

2. 计算机制图系统的软件系统

软件系统是指预先设计好的一系列程序、规则和有关文件。它控制计算机制图系统各硬件设备的工作,并保证该系统按操作者的意图绘制图样。常见的计算机制图软件系统一般由操作系统(如 WINDOWS、UNIX、MS - DOS 等)和通用或专用图形软件(如 AutoCAD、Tango 及其升级产品 PROTEL 等)组成。

3. 计算机制图系统的工作过程

采用计算机制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。

(1) 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,应依据运行的制图软件和经济条件合理选用。

(2) 图形信息处理,在制图软件的控制下,计算机将输入的数据或图形处理成为输出设备能够接受的信息。同时,操作者也可以对输入的图形进行实时的修改、存贮等工作。

(3) 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 计算机制图相关国家标准简介

我国的 CAD 标准化工作主要发展于九十年代。目前,随着 CAD 技术的不断发展,CAD 标准化工作也在不断地扩大和普及。为此,全国信息技术标准化技术委员会(CSBTS/TC 28)、全国技术制图标准化技术委员会(CSBTS/TC 146)及其 CAD 制图与技术信息标准化分委会(CSBTS/TC 146/SC 1)、全国工业自动化标准化技术委员会(CSBTS/TC 159)及其工业数据标准化分委会(CSBTS/TC 159/SC 4)做了大量的工作。本章仅介绍与计算机制图有关的两个 CAD 标准,即《CAD 文件管理》(GB/T 17825—1999)和《机械工程 CAD 制图规则》(GB/T 14665—1998)。此外,在绘制 CAD 图样过程中,还必须严格遵守国家标准《技术制图》、《机械制图》的各项规定(参见有关书籍)。

第一节 国家标准《CAD 文件管理》 (GB/T 17825—1999)

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、型式、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。编制 CAD 文件应遵守以下规则:

1. CAD 文件的编制应根据产品或工程的复杂程度、继承性、生产批量和组织生产的方式等情况,在满足组织生产和使用产品要求的前提下,力求实用和“少而精”。

2. 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 ~ 17825.4 的有关规定;CAD 文件的基本程序、更改原则、签署规则、标准化审查,应按照 GB/T 17825.5 ~ 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)

1. 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,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 × L	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

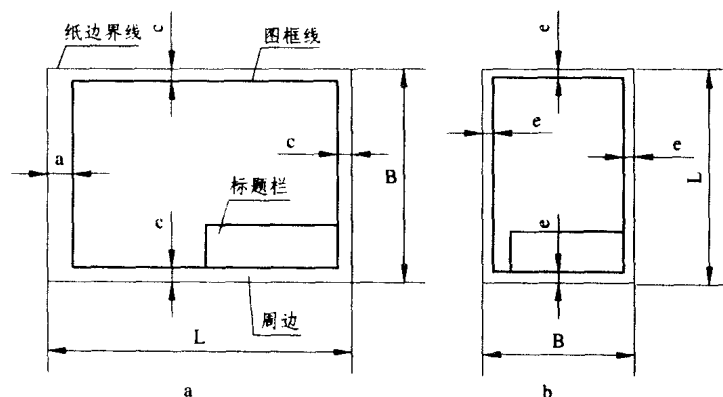


图 1-1 图框格式

a 留装订边 b 不留装订边

2. 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。标题栏中的文字方向为看图的方向。

(图样代号) (存储代号)		12
60		

180										56	
10	10	16	16	12	16	(材料标记)				南京工程学院	
						26		12		12	
标记 处数 分区 更改文件号 签名 年.月.日						阶段标记		6.5		重量 比例	
设计 (签名) (年月日) 标准化 (签名) (年月日)						9		10		(图样名称)	
审核						9		18		(图样代号)	
工艺						9		18		(存储代号)	
批准						共 张 第 张		9		18	
12 12 16 12						12 12 16 12		12 12 16 12		12 12 16 12	

(通)用件登记
旧底图总号
底图总号
签字
日期
日期

图 1-2 标题栏的格式

3. 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。

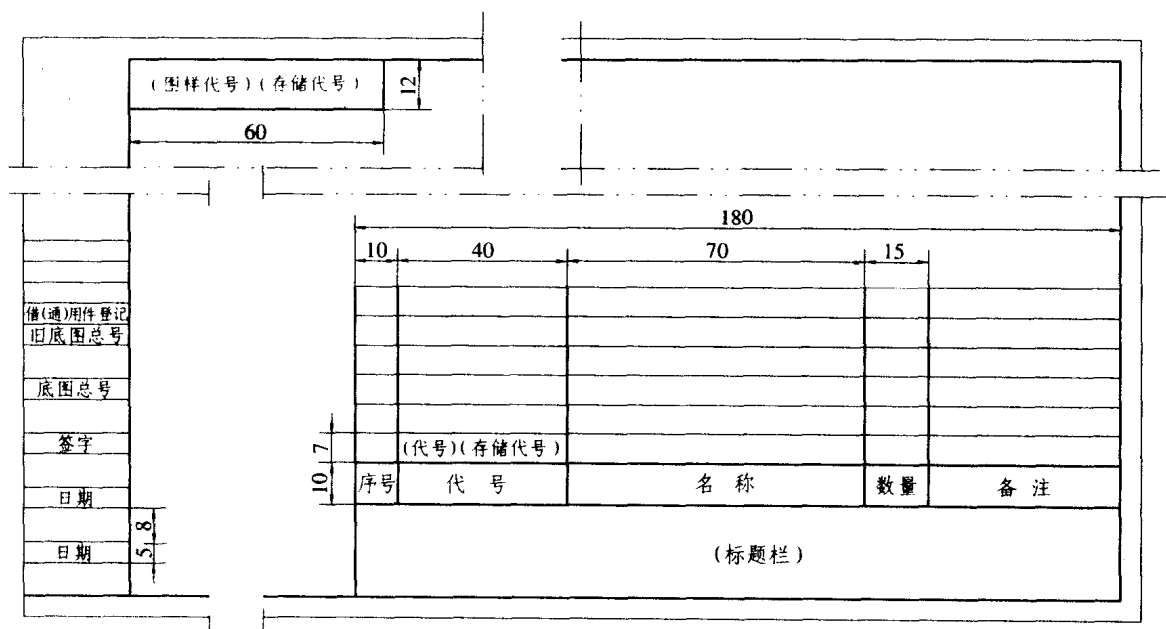


图 1-3 明细栏的格式

4. 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、唯一性、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,也可以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(.)和除号(/)。

1. 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),依次类推得型、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:以上各字框为强调说明而加,且各字符间也无空格。

2. 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。

表 1-2 《技术要求》的推荐字号

类别 \ 图幅	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

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 2mm;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。

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。

1. 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(如图 1-4 所示),并经有关部门按技术责任制的规定签署和审批后,方能进行更改;

更改通知单																																							
产品型号/项目代号:				更改单号:																																			
序号	代号	更改前	更改后	更改标记	更改处数	更改原因	制品处理意见	实施日期	分发单位																														
7	25	65	65	12	12	16	16	16																															
									同时更改文件																														
<table border="1"> <tr> <td>编制</td> <td>校对审核</td> <td>工艺</td> <td>标审</td> <td>批准</td> <td>会签</td> <td>(单位)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(签字)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>(签字)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(日期)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>签</td> <td>(日期)</td> <td></td> <td></td> <td>共页第页</td> </tr> </table>										编制	校对审核	工艺	标审	批准	会签	(单位)				(签字)					(签字)					(日期)					签	(日期)			共页第页
编制	校对审核	工艺	标审	批准	会签	(单位)																																	
(签字)					(签字)																																		
(日期)					签	(日期)			共页第页																														
25	6×19=114			12	6×19=114			26	5																														

图 1-4 更改通知单

(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生产文件,供有关部门使用。

2. 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)。带更改标记的更改方法如图 1-5、图 1-6 所示。

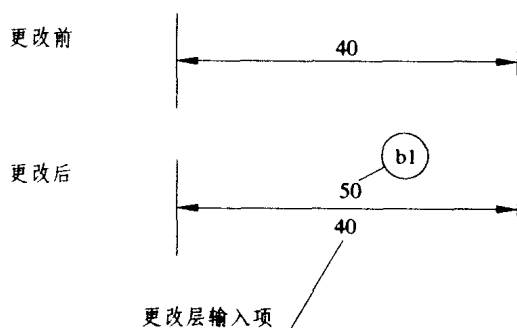


图 1-5 带更改标记的删改

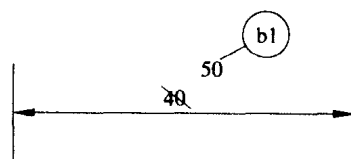


图 1-6 带更改标记的划改

(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 1-7 所示。

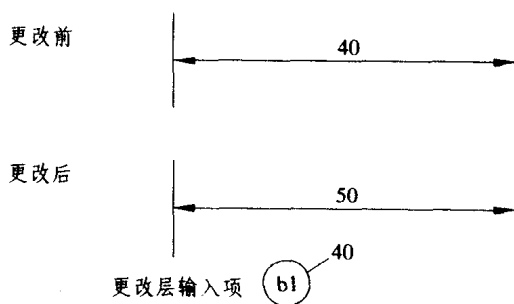


图 1-7 不带更改标记的删改

(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。

3. 更改后的文件名

经过更改后的 CAD 文件,其文件名可根据需要在原文件名后增加“更改 1”、“更改 2”等,以示区别。

五、签署规则(GB/T 17825.7—1999)

签署是技术文件中的一项重要内容,也是严格生产管理的主要手段。CAD 文件中的签署必须完整、清晰,且一般一人只能签署一项。签署者的姓名不允许省略,日期也应完整签署年、月、日。签署采取分级负责的原则,签署者应承担签署的技术责任。

设计者根据签署完整、修改后的原图(经审核、认可后作为原稿的图)更改 CAD 文件、编制设计文件底图(根据原图制成的可供复制的图)。底图经各级签署或由设计者(或 CAD 操作人员)按原图将签署者的姓名直接录入,并经确认后按规定归档。

1. 签署的方法

CAD 文件的签署一般应按照标题栏中的要求进行,并可采用下列两种签署方法:

(1) 手工签署,纸质 CAD 文件一般应按照有关规定和要求采用手工形式进行签署。

(2) 光笔或数字化仪签署,电子 CAD 文件应在确保密级或安全的情况下,采用光笔或数字化仪进行签署。在没有光笔或数字化仪的情况下,应在签署单的签名栏中设置口令进行授权签署。

2. 签署单及其填写

签署单是相应 CAD 设计文件签署的凭证,每份 CAD 文件附一份签署单,并应同基准 CAD 文件一起保存。签署单的尺寸与格式如图 1-8 所示。

签 署 单			
存储代号		文件名称	文件代号
CAD	(签名、日期)	工艺审查	(签名、日期)
设计审核	(签名、日期)	标 审	(签名、日期)
		批 准	(签名、日期)

110

80

图 1-8 签署单的尺寸与格式

签署单的填写要求如下:

存储代号栏:按照 GB/T 17825.10—1999 的规定和要求,填写软盘的代号;

名称栏:填写该盘中相应 CAD 文件的名称;

代号栏:填写与相关 CAD 文件名称相对应的代号;

签名日期栏:按有关规定和要求填写签署人的姓名和签署日期。

六、标准化审查(GB/T 17825.8—1999)

对 CAD 图及设计文件进行标准化审查,是评价设计质量的重要依据之一。在 CAD 的初步设计、技术设计、工作图设计的各阶段中,都必须进行标准化审查。标准化审查的依据是现行标准及有关技术法规。

1. 标准化审查的程序

CAD 图及设计文件绘制完毕,并经设计、审核、工艺会签后,送交标准化审查;标准化审查应在原图上进行,并将审查意见及 CAD 文件返还设计部门;CAD 人员根据“标准化审查记录单”进行修改后,再送标准化审查人员复审并签字。

标准化审查人员对编制粗糙、字体不规范、签署不完整、产品的 CAD 图及设计文件不成套、所用的软件及数据库未经标准化审查等情况有权拒绝审查;对违反有关标准规定而又坚持不修改的 CAD 图及设计文件有权拒绝签字。

2. 标准化审查的办法

在审查过程中,一般在需要修改的部分打上标记或指明部位,并将审查意见简要地填入“标准化审查记录单”。

七、存储与维护(GB/T 17825.10—1999)

CAD 图及设计文件在设计过程中都必须存放在磁盘或磁带及光盘等存储介质中,且一个存储介质中一般不允许同时存放两种以上产品的 CAD 文件。存储介质应分类编号,并在存储介质上编制所存 CAD 文件的索引文件。索引文件上应列出存储代号、项目名称和序号、CAD 文件号、CAD 文件名称、设计人员、备注等目次,其基本格式如图 1-9 所示。

存储代号:				项目名称:		
序号	CAD 文件号	CAD 文件名称	索引号	设计人员	备注	
						20
						14
						14
15	50	30	30	25		
180						

图 1-9 索引文件的格式