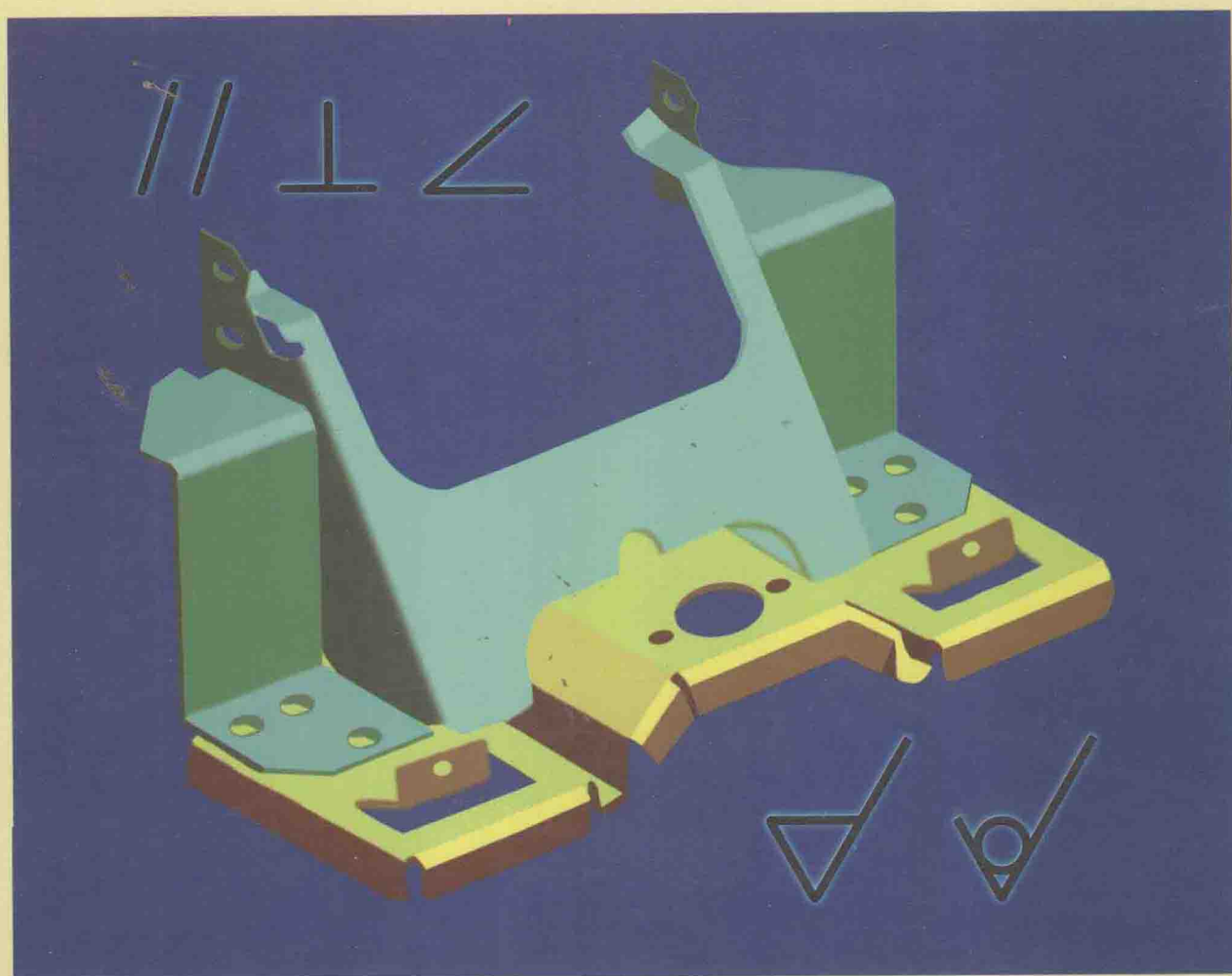


机械 CAD 制图 与标准应用

主编 杨东拜



中国标准出版社

机械 CAD 制图与标准应用

主 编

杨东拜

中 国 标 准 出 版 社

内 容 简 介

本书由“机械 CAD 制图”国家标准制、修订和相应软件开发研究的主要技术人员编写而成。全书共分十三章,分别介绍了与机械 CAD 制图有关的最新国家标准和机械 CAD 有关的相应软件以及相关内容。

本书实用性强,可供已经开展和准备开展机械 CAD 制图的企、事业单位的设计人员、标准化工作人员以及机械 CAD 软件开发人员和从事机械 CAD 教学与学习的高等院校师生使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械 CAD 制图与标准应用/杨东拜主编. -北京:中国标准出版社, 1998. 12

ISBN 7-5066-1774-9

I. 机… II. 杨… III. 机械制图:计算机制图-标准 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 31610 号

中国标准出版社出版

北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

版权专有 不得翻印

*

开本 787×1092 1/16 印张 32 $\frac{1}{4}$ 字数 765 千字

1999 年 6 月第一版 1999 年 6 月第一次印刷

*

印数 1—2 500 定价 76.00 元

*

标 目 363—11

主 编 杨东拜

副主编 李维荣 丁红宇

参加编写的人员 (以姓氏笔画为序)

白殿一 吉亚琪 江 晖

周克绳 周京淮 侯长革

侯 颖 黄 炬

序

计算机辅助设计(CAD)是电子信息技术的重要组成部分,是企业加速新产品开发和结构调整,提高产品质量,增强企业竞争能力的有力手段。大力推广和应用 CAD 技术,对实现我国经济体制改革由传统的计划经济向社会主义市场经济转变和经济增长方式从粗放型向集约型转变具有重要的现实意义。

原国务委员兼国家科委主任宋健同志在“八五”初期向全社会提出“甩掉图板”的倡导。1992 年 4 月国务院办公厅批准由原国家科委牵头,原国务院电子信息办、国家技术监督局协助,会同十一部、委、办成立了全国 CAD 应用工程协调指导小组,下设办公室,在全国实施 CAD 应用工程。

CAD 应用工程实施七年来,在有关部委和地方政府的大力协同和支持下,以“抓应用、促发展、见效益”为方针,各行业、地方、企业和科研院所积极努力取得了丰硕成果。我国 CAD 技术以由六、七十年代的技术萌芽进入全面发展期,个别领域(如:工程设计行业等)已开始进入成熟期。工程设计单位 CAD 普及率达到 80%以上,机械行业的骨干企业 CAD 普及率达 50%,开始甩掉图板的企业十公司十设计院已超万家;建立健全了以大力协同为特点的工作组织体系,组建了由近二百个网点组成的人才培训和咨询服务的社会网络,初步形成了推进 CAD 应用工程的人才和技术开发的支持环境;探索了适应市场经济发展的 CAD 技术推广机制,六年来通过各种渠道累计投入资金近十亿元以上,为国家产出经济效益二百亿元以上;在不断扩大的企业需求引导下,国产 CAD 软件产业逐渐成长壮大,年产值达亿元以上,“国产 CAD 软件产业联盟”得到社会的普遍关注。

CAD 应用工程是一项涉及多部门,多学科的综合性强系统工程。它的实施直接影响到我国企业的信息化水平,同时在一段时期也反映了我国工业现代化水平的一个侧面。当今信息技术领

域一个重要的特点是信息技术标准直接影响着信息化应用及信息产业的发展,标准的制定对软件产业的形成起到引导和促进的作用。同时随着我国加入 WTO 和 ITA 日期的临近,如何正确引进和采用国际先进标准,制定我国相应的技术标准,并进行必要的宣贯和应用是信息技术应用过程中一个重要环节。在 CAD 应用工程开始的初期,就把制定和逐步形成我国 CAD 标准化体系作为一项重要的工作。“八五”期间,由原国家科委、国家技术监督局组织国内四十位专家制定了我国第一部《CAD 通用技术规范》,并开发了机械标准库等软件产品,同时还开展了一些十分有意义的 CAD 标准化工作。原机械工业部标准化研究所杨东拜、丁红宇等同志多年来致力于机械 CAD 标准化工作,进行了一系列卓有成效的探索。为我国机械行业 CAD 标准化的研究、应用作出了积极的努力,此次将多年来从事机械 CAD 标准化工作所取得的成果和经验进行总结,并按照企业应用 CAD 技术的需求,编写了这本《机械 CAD 制图与标准应用》。

我相信该书将对企业工程技术人员更加深入地研究应用 CAD 技术,促进企业 CAD 标准化进程起到积极的推动作用。

全国 CAD 应用工程协调指导小组办公室

常务副主任 蔡文沁

1999 年 1 月 7 日于北京

前 言

随着计算机技术的发展,CAD的开发与应用也在不断地更新与完善,使用计算机绘制工程图样是社会进步和科学技术不断发展的必然趋势,也是目前使科技人员从繁重的手工制图工作中解放出来,提高生产效率的卓有成效的可靠途径。目前,研究采用,扩大普及计算机辅助制图技术是我国2000年CAD发展纲要的重点任务,已经得到社会各界的普遍重视。

机械CAD制图的发展是与计算机辅助设计的发展一脉相承,相互联系在一起的,而机械CAD制图工作的不断深入开展带动了机械CAD制图标准在原有手工制图标准的基础上诞生,反过来机械CAD制图标准又促进了机械CAD制图沿规范化、标准化方向发展成为机械工程界的统一语言。

在科学技术日新月异、生产手段不断革新的今天,要求我们要甩掉手工绘图板,采用计算机绘图技术,在此研究讨论机械CAD制图与标准的应用,这对机械CAD的开发与应用,对机械工程技术人员在机械CAD方面会得到一定的帮助和提高,对企业也会带来一定的经济效益和社会效益。如果在这方面有效果的话,这也正是我们编写这本书的主要目的。

本书的编写是集作者于近些年来在机械CAD制图与标准化工作的一些经验与体会,而且有较大一部分是国家级和部级的研究项目成果。由于时间与水平的关系,书中不妥之处敬请批评指正。另外,本书在编写过程中得到许多有关领导和专家的指导和帮助,在此一并表示感谢。

本书的编写分工如下:

第一章 杨东拜、丁红宇

第二章 杨东拜、丁红宇

第三章 周克绳、丁红宇、侯颖

第四章 杨东拜、吉亚琪

- 第五章 杨东拜、白殿一
第六章 杨东拜、侯长革
第七章 杨东拜、吉亚琪
第八章 周克绳、侯颖
第九章 周克绳、侯颖
第十章 李维荣、侯颖、丁红宇
第十一章 杨东拜、黄炬
第十二章 杨东拜、江晖
第十三章 杨东拜、周京淮

编 者

目 录

第一章 概论

1. 机械 CAD 制图与标准的发展历史	1
2. 计算机制图与手工制图之间的比较	2
3. 机械 CAD 制图与机械制图在标准上的关系	2
4. 机械 CAD 制图标准化方向与任务	3

第二章 机械 CAD 制图标准及体系

1. 国外 CAD 标准化情况简介	5
2. 国内 CAD 标准化情况简介	6
3. CAD 标准体系	8
4. CAD 制图标准体系	9
5. 机械 CAD 标准体系	9

第三章 机械 CAD 制图所需的计算机基础知识

1. 机械 CAD 制图软、硬件环境及发展	12
2. 机械 CAD 制图软件分类及简介	14
3. DOS 操作系统简介	15
4. Windows 操作系统简介	17
5. 绘图程序的设计与编制	20
6. 图形软件——Auto CAD 简介	25

第四章 机械 CAD 制图要遵守的一般规则

1. 图纸幅面及格式	31
2. 比例	35
3. 字体	36
4. 图线	50
5. 剖面符号	60
6. 图样画法	63
7. 尺寸注法	90
8. 尺寸公差的标注	106
9. 圆锥的尺寸和公差注法	110
10. 装配图中零、部件序号及其编排方法	117
11. 轴测图	119

12. 紧固件 螺栓、螺钉、螺柱及螺母尺寸代号和标注	124
13. 标题栏	130
14. 明细栏	131

第五章 图形符号的表示原则与箭头及其应用

1. 图形符号表示规则 总则	136
2. 技术文件用图形符号 基本规则	137
3. 设备用图形符号 图形符号的形成	145
4. 标志用图形符号 图形标志的形成	149
5. 图形符号 箭头及其应用	153

第六章 常用图形符号

1. 形状和位置公差 通则、定义、符号和图样表示法	158
2. 表面粗糙度符号、代号及其注法	171
3. 焊缝符号的尺寸、比例及简化表示法	185
4. 焊缝符号表示法	207
5. 液压及气动图形符号	228
6. 机构运动简图符号	265
7. 管路系统的图形符号 基本原则	283
8. 管路系统的图形符号 管路	284
9. 管路系统的图形符号 管件	287
10. 管路系统的图形符号 阀门和控制元件	290
11. 管路系统的图形符号 管路、管件和阀门等图形符号的轴测图画法	294
12. 设备用图形符号 通用符号	296
13. 设备用图形符号 机床通用符号	306
14. 工艺流程图表用图形符号	315

第七章 零件结构要素

1. 球面半径	318
2. 润滑槽	318
3. 滚花	320
4. 零件倒圆与倒角	321
5. 砂轮越程槽	323
6. 螺纹及螺纹紧固件	325
7. 齿轮	335
8. 花键	344
9. 弹簧	347
10. 中心孔	360
11. 金属结构件	362

第八章 工程图纸的初始化与图形绘制及编辑命令

1. 概述	369
-------------	-----

2. 图层的设置	369
3. 图幅的建立	371
4. 图线设定	372
5. 块的制作	373
6. 字体及字高的设置	375
7. 绘制命令	377
8. 编辑命令	385
9. 绘图工具	393

第九章 机械 CAD 制图标注方法

1. 概述	397
2. 尺寸标注方法及尺寸标注变量	397
3. 尺寸公差的标注	404
4. 文字标注	405
5. 表面粗糙度标注	408
6. 形状与位置公差标注	409
7. 螺纹符号标注	412
8. 液压图形符号标注	414
9. 焊缝符号标注	414
10. 滚动轴承符号标注	415
11. 电气图形符号标注	417

第十章 机械 CAD 标准件库的建立

1. 概述	419
2. 机械零部件标准化体系与层次	420
3. 建立标准件库的一般原则	428
4. 零部件信息的描述	428
5. 开发标准件库方法	434

第十一章 Auto CAD 开发工具

1. 概述	437
2. 形的定义和应用	438
3. Auto LISP 语言及应用	442
4. ADS 等高级开发工具	453

第十二章 技术产品文件 计算机辅助技术信息处理

1. 安全性要求	457
2. 原始文件	459
3. 产品设计过程中的状态	460
4. 文件管理与检索系统	461
5. 开发状态中概念设计阶段的文件	465
6. 修改的规则	466

7. 按管理观点构造 CAD 文件	468
-------------------------	-----

第十三章 机械 CAD 制图术语与词汇

1. 技术制图通用术语	471
2. 技术产品文件计算机辅助设计与制图词汇	475
3. 图形符号术语	495

第一章 概 论

1. 机械 CAD 制图与标准的发展历史

CAD 是“计算机辅助设计”的英文 Computer Aided Design 的缩写。它指使用计算机系统进行设计的全过程:包括资料检索、市场分析、方案构思、计算分析、工程绘图、检验测试和编制文件等。

计算机辅助设计与制图(CADD)的出现,已使得一些标准或规定不再适应技术的发展。为了让 CADD 这一先进的技术更好、更快地发展,给生产实际带来较大的社会效益和经济效益,需要对相应的标准或规定进行补充修改,并制定一批配套的标准,于是 CAD 制图与标准化工作开展了起来。大家都知道用计算机辅助制图是我国目前计算机辅助设计以后较为普遍的最终的一种反映形式,由于计算机辅助设计的不断深入,特别是近些年来计算机软、硬件的飞速发展,使得计算机辅助设计在很多科技领域和生产实际中得到了很好地应用。而机械 CAD 中较早研究、开发、讨论的就是机械 CAD 制图。

计算机辅助设计最早开始于 50 年代,首先是用于变压器、电动机、发电机、齿轮等的设计,由于当时计算机本身功能的限制,所以使用起来非常麻烦。随着计算机由 50 年代使用真空管元件,发展到 70 年代使用大规模集成电路,计算机的运行速度、存储量以及在体积等方面都大大地向前发展了。特别是 80 年代到 90 年代初期,计算机软件的不完善,功能的不断提高,为计算机辅助设计工作的开展提供了良好的基础。

国际上 CAD 技术应用于机械工业已有近 30 年的历史。CAD 的国际标准化工作主要是由国际标准化组织 ISO/IEC JTC1 信息技术、ISO/TC 10 技术产品设计文件、ISO/TC 184 自动化系统与集成等标准化技术委员会所承担,他们开展了研究与制定有关的国际标准的工作。到目前为止,已制定出相应的国际标准数百个。这些标准在国外的微机 CAD 软件中也逐步得到了应用,如:在 Auto CAD、CAD KEY、Sigraph、design CAD 等 CAD 软件中都不不同程度的进行了应用。还有的微机 CAD 软件和工作站上的 CAD 软件正在利用版本更新的时机来采用相应的标准。

我国的机械 CAD 与制图是从 80 年代初开始的。当时,有条件的高校只是采用引进的通用 CAD 软件用来教学生画画简单的图形,有时出一些考试试卷,来完成一些作业。后来,有些科研院所开始了 CAD 开发与应用方面的研究,机械 CAD 制图由此在国内也慢慢地开展起来。随着 CAD 软件的不断升级,硬件功能的不断改进,机械 CAD 制图也较快地进入了大中型企业。同时有些科研单位开始了其国产化的研究。在引进消化的基础上,有的单位开始了具有自主知识产权的机械 CAD 软件的开发。机械 CAD 与标准化工作是在 80 年代中期开始的。其中大部分以现行标准为蓝本,相应功能模块的开发,则是在 80 年代末期在国家“七五”计划的安排开始的。按照计算机辅助设计与制图的特点进行制、修订机械 CAD 制图标准的工作也随之开展起来,在“八五”期间已经到了一个高潮。由于 CAD 设计与制图本身的不断完善,加之国家在这方面投入了大量的人力、物力、财力,使得该领域的工作开展得越来越深入。有些单位通过开展 CAD 设计与制图工作,使企业收到了较大的社会效益和经济效益

益,有的企、事业单位还在 CAD 的基础上向 CAM、CAPP、CAQ、CAE、CIMS 方向发展。

2. 计算机制图与手工制图之间的比较

随着计算机应用的不断深入发展,CAD 制图技术也越来越被广大的工程技术人员所掌握,并运用于生产实际中,这门先进的技术正逐步地代替手工制图,解放了人力,节省了财力、物力。CAD 制图虽然是一种先进的科技手段,但也存在着不足。通过分析论证,计算机制图与手工制图相比较有以下优、缺点。

计算机制图的优点:

- ① 存贮量大;
- ② 便于修改与信息更新;
- ③ 处理速度快;
- ④ 容易实现;
- ⑤ 操作使用方便;
- ⑥ 利于管理。

计算机制图的缺点:

- ① 图形显示范围有一定的局限性;
- ② 显示屏幕分辨率有一定的局限性;
- ③ 受程序功能的局限;
- ④ 受硬件环境变化的影响。

我们相信,随着人们对计算机认识的不断深入提高和对计算机制图应用的进一步研究与开发,计算机制图将会越来越向完整性、实用性、可操作性和效益性方向发展,也必定会给我们带来更多的社会效益和经济效益。

3. 机械 CAD 制图与机械制图在标准上的关系

机械制图在我国已有很长的历史,而且已经形成了一套较为完善的标准体系。从目前的 17 个“机械制图”国家标准来看,已经基本能满足我国手工绘制机械图样的需要,并且在其中发挥着重要的作用。机械 CAD 制图是近些年发展起来的,应用越来越广泛,越来越深入,越来越被生产实际所接受的一门应用科学。机械 CAD 制图是机械 CAD 中的一个重要组成部分,也是我国目前在机械工程中运用计算机技术不可缺少的一个重要步骤。然而,它毕竟只是一个工具,一个先进的科技手段,其中有许多的问题需要我们去认识、去摸索。

机械 CAD 制图与传统的手工绘制机械图样是两种不同的形式。目前现行的“机械制图”国家标准中的规定和要求主要是对手工制图而言,虽然在制、修订机械制图的有关标准时或多或少的考虑了一些机械 CAD 制图、缩微复制制图等的需要,但对机械 CAD 制图来讲还不够全面,还有一定的距离,还不能满足机械 CAD 制图的需要。

机械 CAD 制图主要是采用计算机来完成的,而计算机作为一种工具有着自身的特点和要求。比如,计算机在编辑、修改图形时可以设置图层;为了满足各种图样的要求而可以设置不同的颜色;为了方便图线的输出对需要计算的图线都有相应的计算公式,这些在机械制图中就不可能进行规定。只有根据计算机的这些特点,结合我国的实际情况对这方面进行要求与规定,才能充分发挥机械 CAD 制图的优势,使其更好地为生产实际服务。另外,“机械

制图”国家标准中已经对机械图样的画法、注法、图形符号的表达方法以及图幅大小、图纸分区,对中符号、剪切符号、米制参考分度、标题栏、明细表等等有了一套较为严格的规定。而不管是计算机制图,还是手工制图的绘制出来的工程图样同属工程界的统一语言。所以,机械 CAD 制图也应该遵守,直接采用。

因此,机械 CAD 制图对机械制图在标准上是一种依赖的关系,也是一种补充完善的关系。并不是机械 CAD 制图出现以后,要独立的重新制定一套标准来满足要求,更不是推翻机械制图标准。机械 CAD 制图本身就是在机械制图的基础上发展起来的,在标准的应用上也是在原来的标准基础上根据计算机的特点进行一些制、修订工作。这样,也可以说机械 CAD 制图与机械制图是一种发展的关系。

4. 机械 CAD 制图标准化方向与任务

1) 积极采用有关国际标准来制定我国的机械 CAD 制图标准

国际标准化组织 ISO/TC 10 技术产品文件标准化技术委员会成立了 ISO/TC 10/SC 1/WG 6 计算机辅助信息管理工作组,已经开展有关方面国际标准的制定工作。到目前为止,已经发布了 10 多项国际标准,这为我国开展这个领域中国家标准的制、修订工作提供了条件。另外,积极采用国际标准是我国制、修订国家标准的政策。因此,以国际标准为参考来制定我国的标准是我们今后开展工作的主要原则之一,它将对我国机械 CAD 制图工作的发展起到积极的推动作用。

2) 大力推广应用我国机械 CAD 制图标准

目前,我国 CAD 制图方面的软件基本上可以分为三大类:① 国外引进的通用性软件。这些软件能绘制机械、建筑、电子、化工、船舶等方面的图样。② 拥有自主知识产权的 CAD 软件。这些软件是根据各专业的需要而设计研制的,它适合各专业所用,主要进行本专业的设计与制图工作。③ 引进国外大、中、小型计算机及有关设备时,随机带来的有关软件。这些软件基本上只能在所引进的设备中使用。由于以上软件引进渠道不一样,在开发时所遵循的标准或规范也不一致。所以,在国内应用时标准的统一上碰到了较大难度。虽然有的单位做了一些标准化方面的工作,但不够深入,有的按照自己收集来的资料或凭自己的经验进行编制和使用软件。这样,使绘制出来的图样、图形符号和字体等不一致,有些内容还是错的,这给实际应用带来很大不便。因此,大力推广应用我国机械 CAD 制图标准是目前一项重要的任务。在全国范围内推行 CAD 制图标准,统一用计算机绘制机械图样的有关规定,是使计算机绘图沿着正确轨道发展和减少人力、物力、财力方面浪费的主要途径,也是用计算机正确绘制机械图样的有效保证。

3) 机械 CAD 制图标准的协调工作

由于 CAD 技术的发展,使得一些标准不再适用。需要重新制定一些新的标准来解决其中的一些矛盾,满足其应用与发展的需要。机械 CAD 制图的诞生也经历了这样一个过程。目前,我国机械 CAD 制图国家标准要与国内的技术制图、机械制图国家标准和有关的行业标准相协调,并与机械 CAD 制图系列标准相协调。还要与 CAD 制图方面的国际标准协调取得一致,与数据交换、图形系统等有关国际标准相协调取得一致,才能更好地满足国际、国内市场的需要,以便更好地应用。

4) 开展 CAD 标准化审查工作

从目前国内软件市场上的机械 CAD 软件情况来看还不太尽如人意。由于开发人员对有关标准不了解,造成在 CAD 软件中使用标准不正确,或是使用作废标准的现象。另外,国外引进来的机械 CAD 软件采用的是引进国家的标准,在图形符号、字体、标注方法等方面的处理与我国的相关标准不一致。这对机械 CAD 的健康发展十分不利,也有碍应用单位在机械 CAD 制图中正确贯彻与使用标准。因此,开展对自主知识产权和国外引进来的机械 CAD 软件进行标准化审查是十分必要的。

5) 互通情报、交流经验、取长补短、共同进行

机械 CAD 制图是近些年来发展起来,而且越来越被人们所认识、所掌握的一门技术。这里面有许多工作要做,有许多应用环节要去开发、研究与推广。这些年来,许多单位,特别是高校开始了这方面的研究,并取得了许多成功的经验,他们在理论研究上也做出了较大成绩。有些研究院、设计院(所)、工矿企业,在结合本单位、本行业的生产应用上也取得了很大的成绩,积累了丰富经验。只有大家在机械 CAD 制图的理论研究和实际应用与开发等方面采取各种形式互通情报、交流经验,做到取长补短、共同进步,才能使每个机械 CAD 工作人员在本专业范围内更快、更好地做出更大成绩。

第二章 机械 CAD 制图标准及体系

1. 国外 CAD 标准化情况简介

目前,国际标准化组织(ISO/IEC)和发达国家的标准化组织都对 CAD 标准化工作给予了充分的重视,开展了大量的工作,并且取得了显著成绩。它所制定的有关标准已经成为世界范围内 CAD 开发与应用单位在这个领域中开展工作的主要参考依据。特别是最近几年来,由于信息技术的不断发展,促使 ISO/IEC 和发达国家的标准化组织调整各自的标准化战略,改变制定标准的传统工作方法。在 CAD 这个高新技术的工作中,一开始就要分析其标准化需求,并开展相应的标准化基础工作。随着科学的发展,CAD 技术也在不断地更新完善,ISO/IEC 和发达国家的标准化组织也正在抓住时机进行大量的研制工作。

1) ISO/IEC CAD 标准化的工作情况

国际标准化组织(ISO)和国际电工委员会(IEC)在国际标准化工作中占主导地位,其宗旨是在世界范围内促进标准化工作的发展,以利于国际间的交流和互助,并扩大在知识、科学、技术和经济领域的合作,协调世界范围内的标准化工作,组织各成员国和技术委员会进行情报交流,共同研究有关的标准化问题。ISO/IEC 几个与 CAD 标准化工作有关的技术委员会情况见表 2-1。

表 2-1

组织代号	领域名称	工作范围	目前的标准情况	国内归口单位
ISO/IEC JTC1 (ISO/IEC 第一联合技术委员会)	信息技术标准化技术委员会	负责在 CAD 标准化等信息领域中的标准制定与协调工作	包括图形系统、数据库等方面的标准约 400 多个	由电子工业部标准化所归口
ISO/TC 10 (ISO 第十技术委员会)	技术制图、产品定义及相关文件标准化技术委员会	负责机械、电气、建筑、船舶、计算机等范围的制图规则及文件管理方面的标准制定与协调工作	包括产品设计文件的基本规则、制图规则方法、画法、注法、图形符号以及文件管理等方面的标准约 150 个	由机械工业部机械标准化所归口
ISO/TC 184 (ISO 第 184 技术委员会)	工业自动化标准化技术委员会	负责 STEP 和零件库标准化方面标准的制定与协调工作	包括 STEP 和零件数据库方面的标准约 60 个	由机械工业部自动化所归口

2) 德国(DIN) CAD 标准的基本情况

DIN 是德国标准化协会的代号,以 DIN 发布的标准为德国国家标准。DIN 把国内所有