

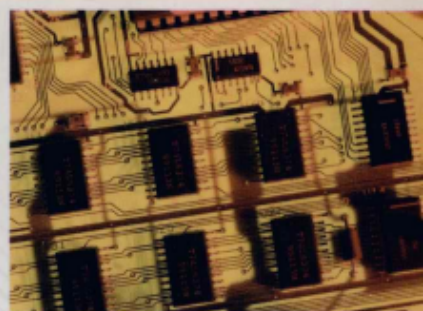
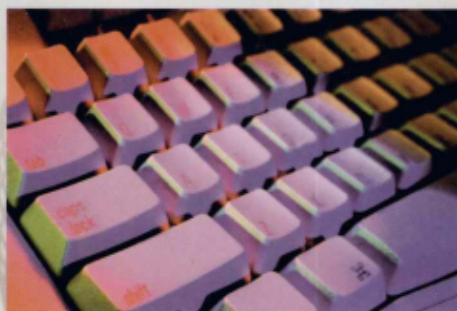


计算机辅助工艺设计

开目 CAPP

软件自学教程

第2版



钱祥生 陈万领 袁惠敏 等编著
陈卓宁 审核

机械设计工程师认证考试指定软件之一



开目产品线

■ 开目制造业信息化整体解决方案

以PDM/PLM系统为核心和平台,集产品设计、工艺规划、产品全生命周期管理、企业应用集成于一体,实现企业内、企业间的网络化产品协同设计、工艺、管理一体化。

■ 开目 PDM

企业级的产品数据管理系统,“十五”国家863支持软件产品。基于面向对象的设计思想,统一管理产品全生命周期的各种数据及其生成过程,有效集成各种主流CAD/CAPP等软件工具,为企业实施ERP、SCM等管理系统提供支撑。

■ 开目 CAPP

企业级的数字化工艺设计系统。国家863/CIMS主题目标产品,国家科委科技进步二等奖。基于知识和工具化的设计思想,图文一体的工艺设计环境,支持各种规程编制,快速汇总生成材料定额、工时定额、工艺装备清单。

■ 开目 CAD

“九五”国家级重点科技成果推广项目。首创采用画法几何和多视图的设计思想,兼容DWG、DXF、IGES等多种图形格式;提供包括零件结构、轴承、夹具、螺钉、螺母等工程图库,提供开放的集成接口与二次开发接口。

机械设计工程师认证考试指定软件之一

上架指导: 工业技术 / 机械工程 / 工程软件

ISBN 7-111-12249-6



9 787111 122494

ISBN 7-111-12249-6

策划编辑: 吕德齐

编辑热线 (010)68351729

定价: 28.00元(含1CD)

地址: 北京市百万庄大街22号 邮政编码: 100037
联系电话: (010) 68326294 网址: <http://www.cmpbook.com>
(010) 68993821 E-mail: online@cmpbook.com

將衣服與腳鞋弄乾的錢與木工工銀則與當舖換取借一盤奉還加稅
按木工舖隨所換動聽官口！即（陳廷壽）造夾襖并扣加碎并本衣一點？何
猶全，若工若粉文外林於其銀難以開到木工工銀并當舖，斗者工，斗因

第2版

钱祥生 陈万领 袁惠敏 夏瑾芬 许之颖 编著
陈卓宁 审核



机械工业出版社

你愿意掌握一种帮助你制定机械加工工艺流程的计算机辅助实用方法吗？请一读本书和试用书附光盘（普及版）吧！它们能使你的编制工艺过程卡、工序卡，绘制零件加工工序图以及编填其他技术文件等工作，全部快速方便地在计算机上完成。软件中的图形绘制模块还可独立地用于工、卡、夹、量具的设计，使你从繁重、重复、耗时的手工劳动中彻底解脱出来。

本书是根据开目 CAPP 6.8 版软件编写的，适合在企业从事机械加工工艺流程制定的人员自学使用，也是开目公司计算机辅助工艺规程制定（KM CAPP）软件的短期培训用教材，还适合作大专院校各机械类专业开设“机械加工工艺学”课程时的辅助教材使用。

著者 钱祥生 校核者 孙永刚 主审 宁卓然

图书在版编目（CIP）数据

开目 CAPP 软件自学教程/钱祥生等编著. —2 版. —北京：机械工业出版社，2006.8

（开目软件自学教程丛书）

ISBN 7-111-12249-6

I. 开... II. 钱... III. 机械制造工艺—计算机辅助设计—教材
IV. TH162

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2006）第 048431 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：吕德齐 版式设计：冉晓华 责任校对：申春香

封面设计：王伟光 责任印制：杨 曦

高等教育出版社印刷厂印刷

2006 年 7 月第 2 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 13.5 印张 · 329 千字

0001—5000 册

定价：28.00 元（含 1CD）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话（010）68326294

编辑热线电话（010）68351729

封面防伪标均为盗版

开目软件自学教程丛书编委会

主任委员：杨叔子 中国科学院院士

委 员：李培根 中国工程院院士

童秉枢 中国工程图学学会副理事长（教授）

祁国宁 国家 863 计划 CIMS 专家组成员（教授）

彭文生 全国机械设计教学研究会会长（教授）

李 奇 机械工业出版社副社长（教授级高工）

丁宇明 武汉大学教授

董国耀 北京理工大学教授

王大康 北京工业大学教授

钱祥生 华中科技大学教授

张顺心 河北工业大学教授

付宇明 燕山大学博士、副教授

陈廉清 宁波工程学院副教授

武 江 化学工业出版社副编审

陈卓宁 武汉开目公司董事长（教授）

李万玲 北京京仪控股公司教授级高工

曹少方 武汉开目公司高级顾问（教授）

《开目软件》编委会

这是一个催人奋进的时代，也是一个变幻莫测的世纪。科技飞速发展，知识日新月异。希望、机遇、困惑、挑战，随时随地都有可能出现在我们身边。

当然，这更是一个信息异常发达的时代。我赞成这一观点：如将硬件作为躯体，那么，软件就是灵魂。如今，软件范围之广，版本更新之快，功能选项之多，体系膨胀之大，往往令人目不暇接。

抓住机遇，寻求发展，迎接挑战，战胜险阻，适应变化的制胜法宝就是学习——依靠自己学习，终生学习。

当我提起笔为“开目软件自学教程丛书”写所谓的序言时，我的感情里，远远不只是这套丛书，而是开目公司，而是一种敢与天公试比高的创意，而是一种“万难不屈，偏向悬崖攀绝峰”的崇高精神，而是一种“中华儿女多奇志”的自强不息、永不衰竭的生命力与创造力。

是的，从开目 CAD 开始，其别具匠心地引入了以画法几何原理为基础的 CAD 软件，到深化应用后推出的从工具化思想出发的开目 CAPP 软件，以及有鲜明自主集成功能的开目 PDM 软件等，这些都是一种伟大精神的体现，是“踏平坎坷成大道”的结晶。开目公司的创建人，我校机械学院陈卓宁教授，在为开目 CAD 软件的开发进行奠基性工作时，激情迸发，如醉如痴，竟忘除夕之夜已降，而惊讶户外为何鞭炮声声震于天。现在陈卓宁教授的开目公司中，有一批优秀的硕士和博士，他们中的许多人，在海外优厚条件的吸引下，“岿然不动”，甘为“傻瓜”，矢志献身于我国高等教育事业，献身于他们心爱的开目软件，献身于面向新经济的高校的产学研相结合的高科技产业——开目公司。是的，如同我国不少企业一样，开目公司拥有一大批优秀的中华儿女，他们爱国，有骨气，会创造，敢超越。

早在 1997 年 9 月，党的十五大召开前夕，我赠给了开目公司诗词各一首：

词一首

——调寄《如梦令》

眼界心怀辽阔，上下辛勤求索，敢于拟思维，试看英雄开拓。开拓！开拓！人人献身拼搏！

诗一首

——五律

望远欣开目，求新奋献身。
群雄争逐鹿，一杰永辉春。
飘逸神州格，赤忱中国心。
今朝问世界，来日属何人？

如今，开目公司业绩辉煌。“问渠哪得清如许？为有源头活水来！”，源头，就是开目公司的年轻集体，开目公司的开拓精神；活水，就是开目公司的创新技术与产品。源源不断的活水标志着永不枯竭的源头；持续发展的技术与产品显示着开目公司具有永不衰败的坚强集

体与创业精神。

感谢这些编著者们为“开目软件自学教程丛书”的辛勤付出，也感谢多年来默默支持开目软件的朋友们，因为有了你们的关注和支持，开目软件才能为我们民族工业的发展助一臂之力，才能成为中国自主知识产权软件的骄傲之一！

在此，我也应感谢开目软件的应用者与爱好者，没有他们的实践，就没有开目软件的发展源泉，就没有开目软件的今日成就与明日辉煌。

事物没有十全十美，实践没有止境，创新也没有止境。愿开目软件为中华民族的伟大复兴不断发展而作出更大的贡献！

愿我们国家的民族软件产业，因为我们大家的共同努力而日益繁荣、昌盛！

2000年12月21日冬至这天，我曾为《开目CAD三日通》写过一序。今天，2004年6月21日夏至这天，我仍沿用那篇“序”的感情与语言，来为这套“丛书”写序。可说，聊达心情于万一。

中国科学院院士

华中科技大学学术委员会主任

“开目软件自学教程丛书”编委会主任

杨叔子

2004年6月21日

杨叔子

山威能于月1年2004

。特将业经已科

开目支烟爆来平冬幽题出，出计谨辛的“件丛野越学自书序目开”式目善善录些兹幽题
替一恒佩这的业工类另目其长籍卡书序目，并支二书关的目附丁官式因，目其眼的书序目
！一之婚理的书序目对题主自国中试跟附卡，式之
送的书序目开善好题，题实的目附善好，善较要已善跟理的书序目开幽题出并，此并

如果没记错的话，这应该是继《开目 CAD 三日通》之后，开目公司再次推出的一本自学教材。所谓：芝麻开花节节高，能够不断推陈出新，不断为民族制造业的兴盛而努力，这很难得。

开目公司，我是很熟悉的，同属华中科技大学。我和我的课题组与开目之间有很好的合作，我得到过他们大力的帮助与支持。我们之间有着间或的渊源。可以这么说，从 1994 年到 2003 年，我目睹了他们由最初几个人发展到今天三百多人的艰难历程。那时，还只是四个人的课题小组，而今，开目公司已经成为业内较有影响力的知名软件企业。近千年的时间，开目公司扎根于制造业，对推进中国制造业信息化解决方案付出了极多的努力。正是在这样的努力下，开目公司在近两年，在制造业信息化方面取得了跨越式的发展。说到这里，我们就不能不提到开目公司在 CAPP 领域所取得的成绩，不能不提 2001 年的“国家科技进步奖”。

这些年，开目公司在 CAPP 软件技术方面取得了令人瞩目的成绩。1998 年，具有完全自主知识产权的开目 CAPP 被列为 863/CIMS 主题目标产品，并于 2000 年通过 863/CIMS 主题专家组的验收；2001 年，开目公司被列为“国家 863/CIMS 系统集成和咨询服务公司”；同时，开目 CAPP 的用户企业也增加到 1000 多家，并涌现出一大批典型行业的典型用户。2001 年，开目公司作为主承担单位之一的“CAPP 关键技术与工具系统”被评为“中国高校科技进步一等奖”，随后又被评为“国家科技进步奖”二等奖。“基于知识的开目 CAPP 技术与系统”凭借领先的技术与成熟的可实施性，被列为 2003 年国家科技成果重点推广计划项目之一。据此，我们可以看出，开目公司在 CAPP 关键技术方面的造诣确实已经达到一定的高度。在这样的背景下，开目公司推出《开目 CAPP 软件自学教程》，将更进一步推动开目 CAPP 的发展，为我国的制造业信息化培养一批精于 CAPP 的专业人才，势必会大大促进我国制造业技术的更新和发展。

希望这本凝聚着编者大量心血的自学教程，能给广大的业界朋友带来尽可能大的帮助。

希望开目公司在制造业信息化的大道上越走越远，越走越深入。

希望我们国家的民族制造业因为大家的努力而日益繁荣、昌盛。

李培根

2006 年 1 月于瑜珈山

前 言

在现代科技飞速发展、民族工业繁荣昌盛的今天，我们共同肩负着中华民族伟大复兴的重任。中国已经成为世界的制造工厂，从某种意义上来说，制造业信息化水平的提升将影响到中国国际地位的提升。

开目公司作为国内实力强、产品线全、用户多的自主版权软件公司，长期扎根于制造业，以推进中国制造业信息化解决方案为己任。为主宰中国工业命脉的机械专业的工程技术人员提供一套好的开目软件自学教程，帮助他们在最短的时间里熟练掌握开目软件是我们义不容辞的责任。

开目软件自学教程丛书就是基于这种思想而诞生的。它以简练的语言、丰富的实例和图文并茂的形式介绍了开目软件的操作方法和应用技巧，内容翔实，概念清晰。它循序渐进、由浅入深地讲述了开目软件的应用步骤，不仅易学，而且易懂，为开目软件的初学者、工程技术人员、大中专院校机械专业师生及所有开目软件的用户学习、掌握开目软件提供了一个好的参考教材。特别是丛书都附有相应开目软件的普及版光盘，光盘在基本功能上与企业版相同，仅在规模上有所限制，可存储、输出、打印，这就更方便读者掌握该软件基本功能的使用。

这套凝聚着多位编者大量心血的自学教程，将帮助广大业界朋友在中国制造业信息化的大道上越走越远，越走越深入。

我们感谢开目软件自学教程丛书编委会的委员们对出版丛书的关心和支持，这本《开目 CAPP 软件自学教程》是对 2003 年 8 月第一版第一次印刷的再版，这次再版是用新版本的 CAPP 重新作了编写，把当前 CAPP 软件最高的版本献给我们的读者。再版的《开目 CAPP 软件自学教程》也纳入到开目软件自学教程丛书的范畴。因此，我们请华中科技大学的校长李培根院士修改了第一版的序言，这样，本书出现了两个序言。在此我们向李培根校长表示衷心的感谢！感谢他一贯地对开目软件的关心和支持。本书由陈卓宁教授主审，感谢他在百忙中对本书作了认真的审查，在此表示深深的谢意！我们也对所有关心丛书出版的朋友们致谢！

愿我们共同努力，促进中国的制造业日益繁荣、昌盛！

武汉开目信息化技术有限责任公司 总经理

耿 栋

2006 年 2 月

目 录

序一	3.3.3 自动填写尺寸公差	34
序二	3.3.4 格式编排	36
前言	3.3.5 工艺资源库查询	37
	3.3.6 查找、替换功能	44
第1章 工艺技术基础知识	第4章 文件的编辑、检索和输出	45
1.1 工艺技术是机电类产品制造业的技术支柱	4.1 封面编辑	45
1.2 工艺过程和工艺规程	4.2 工艺过程卡编辑	46
1.3 机械加工精度与表面质量	4.2.1 表头区编辑	46
1.4 工件定位原理	4.2.2 表中区工艺路线编辑	46
1.4.1 六点定位原理	4.2.3 工艺过程卡的分页及附页	54
1.4.2 基准重合原则	4.2.4 数值计算	55
1.4.3 夹紧基本要求	4.2.5 角色签署	56
1.5 工艺技术工作者的使命	4.3 工序卡的编辑	57
第2章 开目 CAPP 软件	4.3.1 工序卡内容的填写	57
2.1 开目 CAPP6.8 新版本简介	4.3.2 工序图的快速生成	58
2.2 开目 CAPP 软件在开目公司产品线中的地位	4.3.3 工序卡页面操作	60
2.3 软件特征及组成模块	4.3.4 页码、页次设置	62
2.4 工艺文件实例及工作流程图	4.4 技术文档填写	63
2.5 软、硬件运行环境要求及模块启动方法	4.5 检索典型工艺和查找工艺文件	64
2.6 本教程叙述中的符号约定	4.5.1 工艺文件信息的输入	64
第3章 加工工艺规程的制定	4.5.2 存储和检索典型工艺	65
3.1 制定工艺规程的原始依据及内涵	4.5.3 查找工艺文件	68
3.2 工艺规程编制模块	4.6 工艺文件输出	69
3.2.1 模块主要功能及操作步骤	4.6.1 打印设置	69
3.2.2 进入开目 CAPP 系统	4.6.2 打印预览	70
3.2.3 机械加工工艺过程卡界面	4.6.3 打印	74
3.2.4 工艺路线和工序的划分	4.7 工艺规程编制示例	74
3.2.5 文件操作		
3.2.6 工艺规程页面的层次管理	第5章 工艺资源管理器的查询和管理	78
3.3 填表工具及操作	5.1 工艺资源管理器的功能和界面	78
3.3.1 特殊字符的填写	5.1.1 功能类型	78
3.3.2 特殊工程符号的填写	5.1.2 工艺资源管理器的界面	79
	5.2 工艺资源管理器数据库的建立	81
	5.2.1 创建数据库结构	81
	5.2.2 数据库记录的编辑	87

5.2.3 记录的发布和转移	93	7.5.1 图组选取方法	138
5.3 数据查询	96	7.5.2 图组元素的变动	141
5.3.1 定位节点	96	7.5.3 图组元素的编辑	141
5.3.2 查找记录	97	7.5.4 图组操作用例	146
5.3.3 筛选记录集	98	7.6 图库调用	148
5.3.4 子树显示条件定义及编辑	99	7.6.1 零件结构库	148
5.4 用户权限管理	100	7.6.2 滚动轴承库	150
5.4.1 用户管理	101	7.6.3 紧固件库	151
5.4.2 更改口令	101	7.6.4 子图库	154
5.4.3 以其他用户身份登录	102	7.6.5 夹具符号库	156
5.4.4 节点权限设置	102	7.6.6 表格库	156
5.5 工艺资源管理器的维护	105	7.7 插入对象	157
5.5.1 界面设定	105	7.7.1 插入图形、图像	157
5.5.2 数据的备份和恢复	106	7.7.2 插入 OLE 对象	158
第 6 章 公式管理器的检索	108	7.8 尺寸标注	159
6.1 公式管理器简介	108	7.8.1 尺寸标注的基本方法	159
6.1.1 公式管理器功能	108	7.8.2 直线尺寸标注	160
6.1.2 系统配置	108	7.8.3 圆及圆弧尺寸标注	163
6.1.3 公式管理器的界面	109	7.8.4 角度标注	165
6.2 公式管理	110	7.8.5 粗糙度标注	166
6.2.1 创建公式库	110	7.8.6 形位公差标注	167
6.2.2 公式的检索和计算	116	7.8.7 剖切位置符号	168
6.3 自动汇总工艺信息公式配置	119	7.8.8 倒角标注	169
6.3.1 类别的添加和编辑	120	7.8.9 引出标注	169
6.3.2 表格节点的添加和编辑	120	7.8.10 未注圆角、倒角集中标注	170
6.3.3 公式的添加和编辑	121	7.8.11 焊接符号	170
6.3.4 公式的保存	122	7.8.12 字符	171
第 7 章 图形绘制模块	123	7.8.13 单项标注	172
7.1 绘图界面简介	123	7.8.14 锥度、斜度标注	173
7.2 绘图基本操作	127	7.8.15 零件编号	173
7.2.1 光标移动	127	7.8.16 尺寸修改	175
7.2.2 光标转动	128	第 8 章 开目 CAPP 标准版的功能	
7.2.3 画线	128	优势	176
7.2.4 画圆(圆弧)	129	8.1 开目 CAPP 标准版的功能扩展	176
7.2.5 图素修改三要素	130	8.1.1 表格定义模块	176
7.2.6 小结	131	8.1.2 工艺规程类型管理模块	177
7.3 颜色及导航设置	131	8.1.3 图形文件数据交换模块	178
7.3.1 颜色设置	131	8.1.4 工艺文件浏览器	178
7.3.2 导航设置	133	8.1.5 打印中心	179
7.4 剖面处理	134	8.1.6 工艺文档管理器	179
7.5 图组操作	137	8.1.7 工艺规程编制模块功能扩展	181
		8.1.8 工艺资源管理器的功能扩展	183

8.2 开目 CAPP 软件的优势	184	9.2.2 开目 DP 主要功能介绍	190
第 9 章 CAPP 增值模块及开发工具	186	9.3 开目 APS 三维装配计算机辅助工艺系统	192
9.1 开目参数化 CAPDT 开发工具	186	附录	195
9.1.1 CAPDT 开发工具的必要性	186	附录 A 常用功能键的功能对照表	195
9.1.2 参数化 CAPDT 开发工具的技术特点	186	附录 B 书中使用缩写含义汇总说明	199
9.1.3 参数化 CAPDT 开发工具的功能特点	187	附录 C 开目网站介绍	200
9.2 开目 DP 二次开发平台简介	189	附录 D 服务承诺和保障体系	201
9.2.1 二次开发平台的作用	189	参考文献	203

第1章 工艺技术基础知识

工艺技术是机电类企业产品质量保证体系中的核心环节,也是产品更新、消化引进新产品成败的关键环节。因此,高度重视并保证以工艺过程卡、工序卡为中心内容的工艺规程制定工作的质量就十分的重要。软件毕竟只是辅助人们多、快、好、省地获得工艺文件的有力工具,仍然需要具备知识和经验的人员来操作使用。故熟练掌握,并能灵活运用相关工艺规程制定的基础知识,是提高工艺卡片制定质量和制定工作效率的根本保障。本章拟作扼要备忘提示。

2003年8月我们编写了《开目CAPP软件自学教程》(附光盘)。它帮助广大工艺工作者学会逐步远离图纸、图板、工艺手册等工具,使工艺规程制定中单调、重复、常规性工作程序,在计算机承担和协助下,轻松快速地完成。使工艺人员有更多的时间去从事工艺水平的更新探索 and 产品质量提高方面的研究工作,受到了高校、社会广大读者的好评,有力地促进了我国制造业的技术更新和发展。

时隔三年,目前整体构架先进,功能更完善,效率更高的KMCAPP6.8新版本已经面世。本书是按新版本彻底重新编著,期待为提高机械行业的先进生产力而继续努力,发挥作用。

1.1 工艺技术是机电类产品制造业的技术支柱

科技进步能否转化为生产力,在很大程度上取决于有无相应的工艺技术手段将其物化为产品。故工艺水平在一定程度上反映了国家的生产力水平,明显而直接地反映在产品质量和劳动生产率两个方面,并决定着产品的使用性能和生产成本,从而决定了产品在市场上的竞争能力。所以先进可靠的工艺技术保障是产品更新、市场开拓的必要条件。商品竞争、市场竞争,其核心实是制造业潜在工艺技术水平的竞争。

由于我国工艺水平落后,设备陈旧,致使机械制造业的平均劳动生产率远远落后于发达国家,机电产品的质量问題中,工艺因素占一半以上。与之形成鲜明对照的发达国家则是不断改进和采用先进工艺技术,工艺改进对生产率提高的贡献占60%以上。工艺技术始终是企业提高生产率、增强产品市场竞争力的首要因素。故有“产品制造,工艺为本”的说法,这既是实践经验的总结,也是对工艺技术在产品生产中的地位的正确评价。

1.2 工艺过程和工艺规程

工艺过程是生产过程中最核心的内容,它是指用各种加工工艺方法直接改变材料、毛坯的尺寸、形状及表面状态,使之成为成品或半成品的过程。

无论是加工工艺过程或是装配工艺过程,都是由一系列工序组成。所谓工序,是指在某一设备上或某个工作地点,由一个工人或一组工人对一个或同时几个工件所连续完成的一个完整加工或装配工艺过程。凡工作地(设备)、工人、工件、连续性4要素之一发生变更就会

构成新的工序。由于工序的技术要求和设备的多样性,一个工序可划分为多个工步。

机加工工艺中,在加工表面和加工工具以及工作参数(规范)不变的情况下,所连续完成的那部分工序称为一个工步。例如在转塔自动车床上加工一个零件,可以由1至6个工步完成。有些并未直接改变工件形状、尺寸和表面粗糙度,但又是完成整个工序所必须的由人或设备连续完成的那部分工序,称之为辅助工步。诸如换刀、安装、运输、检测等均视为辅助工步。基本工步则与之相反,它会导致工件形状、尺寸、表面粗糙度的相对改变。每个工步又需要一次或分几次刀具进给才能完成。

工艺过程应满足的基本要求是:完全符合图样和技术条件的要求;生产准备周期短;劳动生产率高;人力、物力、财力利用率高;材料、动力、资金消耗少;成本低;对环境无有害影响;保证安全生产;能适应产品的不断改进和更新需要等。

工艺规程则是指工程技术人员遵循机械加工工艺学的基本原理和方法,依据生产纲领、生产类型和生产条件,而制定出的产品或零部件工艺过程的有关技术文件。这些技术文件中明确规定包括工件(产品)加工(装配)的顺序,所采用的设备、工具、夹具、量具和辅具等,以及加工(装配)计划时间等内容。工艺规程制定要考虑产品结构、生产规模、设备条件、技术要求、工人素质等诸多因素,可行方案往往不是惟一的,常需综合评估、权衡利弊,才能获得一个较好的实施方案。

生产中用以说明工艺规程的工艺文件通常有工艺过程卡片和工序卡片。

工艺过程卡片是指导零件加工(装配)的综合性卡片,说明零件(单元)的整个加工(装配)工艺过程是如何进行的,它又称为工艺路线卡,是生产技术准备的重要依据。因为它明确地规定了每个零件(单元)在整个制造(装配)过程中的工艺路线,列出产品的名称与型号,零件(单元)的名称与图号,各工序的序号、名称、所经历的时间、主要工艺装备和工时定额等。对于批量较大产品的工艺过程卡,还要求说明每道工序及工步所加工的表面、切削用量、要求达到的尺寸和公差等内容。

工序卡片则是在工艺过程卡的基础上,为每道工序所编制的工艺文件,内容更为详尽,用于指导工人具体操作。内涵包括该工序加工简图、每个工步的加工内容、工艺参数、工艺装备、操作的划分、操作方法和要求、注意事项等。

1.3 机械加工精度与表面质量

机械零件的加工质量对产品的性能、寿命、效率、可靠性及生产成本等均有十分重要的影响,所以保证工件的加工精度和表面质量是制定工艺文件的出发点和工艺技术人员的首要任务。

加工精度是指工件经机械加工后,其几何参数的实际值与理想(设计)值的符合程度。两者之差称为加工误差,加工误差愈小,加工精度愈高。

工件几何参数可以分别由尺寸精度、形状精度和表面相互位置精度三方面来衡量。三者之间虽有区别,但应当保持合理相互关系,一般是同一部位的几何形状和相互位置精度必须在尺寸精度允许的范围内。如轴颈的圆度公差必须小于其直径公差;两表面间的平行度需要靠表面本身一定的平面度要求才能保证等。在制定工艺规程之前,务必应保证原始零件图样的精度要求合理才行。通常,在机械加工精度要求方面,应遵循下原则:

1) 形状误差约占相应尺寸公差的 30%~50%。

2) 位置误差约占有关尺寸公差的 65%~85%。

一旦发现不符或难以达到图样要求时, 就应主动向设计部门反馈, 并协商更正。

工件尺寸精度可用试切法、调整法、定刀具尺寸法或自动控制方法来达到; 形状精度可选用成形刀具法、轨迹法或展成法来获得; 表面相互位置精度则主要由机床精度、夹具精度和工件安装精度来保证。总之, 影响加工精度的因素多而复杂, 凡加工过程中, 由机床、夹具、刀具和工件构成的工艺系统产生的种种误差, 都是造成零件加工误差的根源, 统称为机械加工原始误差, 见图 1-1 所示:



图 1-1 机械加工原始误差

有效地防止加工误差或控制这些误差在允许范围之内, 很大程度上依赖于工艺规程制定人员的素质、经验水平和工艺文件制定方案的合理性、先进性。

零件加工的表面质量是衡量工艺质量的又一重要指标。主要通过以表面粗糙度与形状精度为代表的几何质量指标, 和表层材料的塑性、硬化、残余应力等物理力学性能指标两个方面予以评价。后者还涉及材料, 需懂得铸造、锻压、焊接、热处理等热加工工艺知识, 才能正确处理。

1.4 工件定位原理

在影响工件加工质量的诸多因素中, 一般情况下, 影响最大, 最容易产生的因素莫过于工件安装误差了。安装涉及合理的定位和妥善的夹紧两个方面。定位是指确定工件在机床或夹具中占有正确位置的过程, 而夹紧则是指工件定位后将其固定, 使其在加工过程中保持定位位置不变的措施。

1.4.1 六点定位原理

任何未加限制的工件均存在 6 个自由度, 即沿 X 、 Y 、 Z 三个坐标轴的轴向移动和绕 X 、 Y 、 Z 三个坐标轴的转动。按工艺过程对完成零件加工的实际需要, 确定工件在加工中的空间位置, 就必须对其自由度有足够的限制。如果对 6 个自由度全部设置相应的定位制约支撑点, 就称为完全定位状态, 若存在对加工质量无影响的自由度, 则可以不加限制, 定位制约支撑点小于 6, 称之为不完全定位状态。究竟采用何种定位状态, 应从工件加工最终形状、加工精度要求、加工中受力状态、夹紧方式等因素考虑决定。但务必防止出现欠定位或过定位错误。

欠定位就是该限制的自由度没有限制。过定位就是在限制某个自由度上重复使用定位元件,或定位支承点总数超过 6 点。只有在特殊情况下,如刚性差的薄壁件或细长轴加工,经分析加设辅助支承对加工质量无不良影响时,才允许采用过定位。忽视欠定位和过定位现象,就会直接破坏加工产品的质量,产生废品。因此,工件无论是采用夹具或直接在工作台上安装,都要切实关注到是否符合六点定位原理,有没有欠定位或过定位现象,这是工艺规程制定中应遵循的重要原则。

1.4.2 基准重合原则

基准是指用来确定零件或部件上几何要素间几何关系所依据的那些点、线、面。可按其作用不同划分为设计基准和工艺基准两类。

工艺基准是指在加工和装配工艺过程中所采用的基准。包括有定位基准、工序基准、测量基准、装配基准 4 种。设计基准是指零件设计图上所标注尺寸的起点。它可以是实际存在的,也可以是如中心线等设想存在的。

为了保证工件加工质量,基准重合是工艺规程制定中应尽量遵循的又一基本原则。当然上述 4 种工艺基准与设计基准均重合一致为最佳,但往往难于做到。为有利于直接保证达到加工精度,应尽量使工序基准与设计基准重合。工序基准与定位基准重合,亦利于加工误差减至最小,务必精心斟酌确定。

1.4.3 夹紧基本要求

在选择工件定位方案时,必须同时考虑夹紧能否合理、方便、可靠地实现。它对确保工件加工精度、表面质量,提高生产效率,减轻劳动强度有很大影响。夹紧方案必须满足以下基本要求:

- 1) 夹紧力方向应有利于定位,至少不会破坏工件定位。
- 2) 夹紧力大小要适当,既应防止未夹紧,导致在加工中出现松动或振动现象,又要注意保证工件夹紧后的变形和受压表面的损伤应在允许范围之内。
- 3) 手动夹紧机构要有良好的自锁性能。
- 4) 夹紧机构应紧凑简单、动作灵活,操作应省力、安全、方便。

1.5 工艺技术工作者的使命

改革开放以来,我国经济增长主要是依赖于制造业的成长。在 GDP 中制造业增值比重一直维持在 40% 以上;20 世纪 90 年代以来,制造业的出口一直保持在 80% 以上,创造了近 3/4 的外汇收入。而且在一个相当长的时期里,制造业仍然是我国经济的主体和经济增长的动力。

鉴于中国经济快速发展和劳动力充沛等优势,加速了国际制造业,特别是劳动密集型部分向中国转移,我们已成为世界名列第 4 的制造业大国,但远非制造业强国。因为就总体规模而言,仅相当于发达国家的 1/5;尤其是除汽车工业等少数企业外最主要的机电产品制造业,存在诸如工艺装备陈旧、工艺水平落后、熟练技术工人缺乏、产品不合格率居高不下等制约,从而导致增值有限,效益低下。

机电产品制造业如何由大变强?大量的工艺技术问题需要解决,这是企业工艺技术人员应负的使命。当务之急是改进工作方法,提高工作效率,尽快地采用计算机辅助等现代技术手段,设法从日常繁重、重复的常规工作中解脱出来,把主要精力转向更新工艺方法并提高工作效率上来,才能适应国际竞争的需要。