

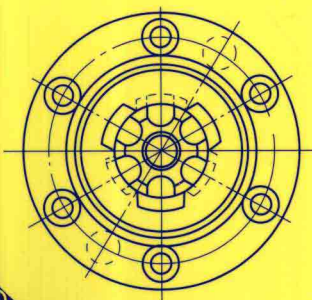
简明



JIANMING
JICHUANG JIAJU SHEJI SHOUCHE

机床夹具 设计手册

吴拓 编著



化学工业出版社

32

TG750.02-62
W876

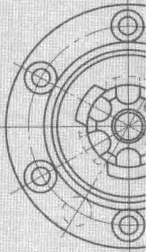
简明



JIANMING
JICHUANG JIAJU SHEJI SHOUCE

机床夹具 设计手册

吴拓 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

TG750.02-62
W876

图书在版编目 (CIP) 数据

简明机床夹具设计手册/吴拓编著. —北京: 化学工业出版社, 2010. 2

ISBN 978-7-122-07443-0

I. 简… II. 吴… III. 机床夹具-设计-技术手册
IV. TG750. 2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 238753 号

责任编辑: 贾 娜
责任校对: 洪雅妹

装帧设计: 史利平

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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市万龙印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 34 $\frac{1}{4}$ 字数 916 千字 2010 年 4 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: 89.00 元

版权所有 违者必究

前 言

机械制造是人类文明的基石，是国民经济和科学技术发展的基础。机械制造离不开金属切削机床，而机床夹具则是机械制造业中不可或缺的重要工艺装备，可以保证机械加工质量、提高生产效率、降低生产成本、减轻劳动强度、实现生产过程自动化，使用专用夹具还可以改变原机床的用途和扩大机床的使用范围，实现一机多能，所以，机床夹具在机械加工中发挥着重要的作用，大量专用机床夹具的采用为大批量生产提供了必要的条件。

编者结合自己多年的教学和实践经验，根据设计人员在机床夹具设计过程中的需求，系统地介绍了各类机床夹具的工作原理、典型结构及设计步骤与方法，列举了机床夹具设计的相关资料，并通过大量设计范例对常用夹具零部件和各类机床夹具做了详细讲解。

本书从生产要求出发，突出实际应用，具有很强的实用性；文字通俗易懂，图表丰富翔实，内容既浅显易懂，又包含技术技巧，可供不同类型的机床夹具设计者参考。主要内容包括：定位装置设计，夹紧装置设计，定心夹紧机构设计，电动、电磁、真空及自夹紧装置设计，气压传动装置设计，液压传动装置设计，对刀及引导装置设计，分度装置设计，夹具体的设计，机床夹具零件及部件，机床夹具零件及部件应用图例，机床夹具用气压传动元件，机床夹具用油缸和气液增压器，典型机床夹具设计图例等。

本书可为机械制造领域的设计人员和工程技术人员提供帮助，也可供高校相关专业的师生查阅参考。

本书由吴拓编著，在撰写过程中得到了各界同仁和朋友的大力支持、鼓励和帮助，在此表示衷心的感谢！

由于编者水平所限，书中不足之处在所难免，敬请广大读者和专家批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 概 述

- 1.1 机床夹具在机械加工中的作用 1
- 1.2 机床夹具的分类及组成 3
 - 1.2.1 机床夹具的分类 3
 - 1.2.2 机床夹具的组成 4
- 1.3 机床夹具在工艺系统中的地位 5
 - 1.3.1 机床夹具对工艺系统误差的影响 5
 - 1.3.2 机床夹具在工艺系统中的能动性 5
- 1.4 现代机床夹具的发展方向 5
 - 1.4.1 现代机械工业的生产特点 5
 - 1.4.2 机床夹具的现状 6
 - 1.4.3 现代机床夹具的发展方向 6
- 1.5 夹具设计的基本要求 7
- 1.6 夹具设计的基本步骤 7
 - 1.6.1 设计准备 7
 - 1.6.2 设计过程 8
- 1.7 夹具设计的相关资料 9
 - 1.7.1 机械加工定位、夹紧及常用装置符号 9
 - 1.7.2 常用夹具元件的公差配合 16
 - 1.7.3 夹具零件的材料与技术要求 22

第 2 章 定位装置设计

- 2.1 工件定位的基本原理 34
 - 2.1.1 六点定位原理 34
 - 2.1.2 工件定位中的约束分析 35
 - 2.1.3 工件定位中的定位基准 36
- 2.2 工件的定位方法及其定位元件 38
 - 2.2.1 对定位元件的基本要求 38
 - 2.2.2 常用定位元件所能约束的自由度 38
 - 2.2.3 常用定位元件的选用 43
- 2.3 定位误差分析与计算 50
 - 2.3.1 定位误差产生的原因 51
 - 2.3.2 定位误差的计算 52
 - 2.3.3 设计示例 56
 - 2.3.4 定位误差计算示例 58

第 3 章 夹紧装置设计

- 3.1 夹紧装置的组成及其设计原则 62
 - 3.1.1 夹紧装置的组成 62
 - 3.1.2 夹紧装置的设计原则 63
 - 3.1.3 夹紧机构的设计要求 63
- 3.2 夹紧力的确定 65
 - 3.2.1 确定夹紧力的基本原则 65
 - 3.2.2 计算实际所需夹紧力的安全系数 69
 - 3.2.3 各种加工方法的切削力计算 70
 - 3.2.4 典型夹紧形式实际所需夹紧力的计算 74
- 3.3 夹紧误差的估算 78

3.3.1 夹紧误差的概念	78	3.6.6 偏心轮的设计与计算	106
3.3.2 弹性变形的计算	78	3.6.7 偏心夹紧机构示例及其夹紧力矩的计算	106
3.3.3 接触变形的计算	78	3.7 端面凸轮夹紧机构	109
3.4 斜楔夹紧机构	80	3.7.1 偏心夹紧的工作原理	109
3.4.1 斜楔夹紧机构夹紧力的计算	80	3.7.2 端面凸轮夹紧机构夹紧力及夹紧行程的计算	109
3.4.2 斜楔夹紧机构的自锁条件	80	3.7.3 端面凸轮夹紧机构示例	110
3.4.3 斜楔夹紧机构的增力特性与升角的关系	80	3.8 铰链夹紧机构	111
3.4.4 斜楔夹紧机构夹紧力的计算	81	3.8.1 铰链夹紧机构的类型	111
3.5 螺旋夹紧机构	88	3.8.2 铰链夹紧机构主要参数的计算	111
3.5.1 螺旋夹紧机构的形式	88	3.8.3 铰链夹紧机构的设计步骤	113
3.5.2 螺旋夹紧机构夹紧力的计算	90	3.8.4 铰链夹紧机构示例	114
3.5.3 螺旋夹紧机构原动力计算示例	93	3.9 联动夹紧机构	115
3.5.4 快速螺旋夹紧机构	99	3.9.1 联动夹紧机构的类型	115
3.5.5 钩形压板夹紧机构夹紧力的计算	102	3.9.2 联动夹紧机构示例	117
3.6 偏心夹紧机构	102	3.10 杠杆夹紧机构	124
3.6.1 偏心夹紧机构的工作原理及其特性	102	3.10.1 杠杆夹紧机构的工作原理及特性	124
3.6.2 偏心夹紧机构的自锁条件	103	3.10.2 杠杆夹紧机构的类型	124
3.6.3 偏心轮工作段的选择	103	3.10.3 钩形压板夹紧机构夹紧力的计算	125
3.6.4 偏心轮的工作行程	104		
3.6.5 偏心夹紧力的计算	105		

第 4 章 定心夹紧机构设计

4.1 定心夹紧的工作原理和基本类型	126	4.4.1 液性塑料薄壁套筒夹具的结构及工作原理	135
4.1.1 定心夹紧机构的工作原理及其特点	126	4.4.2 薄壁套筒的设计与计算	135
4.1.2 定心夹紧机构的基本类型	126	4.4.3 滑柱的设计与计算	137
4.2 弹性夹头的设计与计算	129	4.4.4 套筒的材料和液性塑料的配方	138
4.2.1 弹性夹头的结构尺寸	129	4.5 波纹套定心夹具的设计与计算	138
4.2.2 弹性夹头夹紧力的计算	129	4.5.1 波纹套定心夹具的结构及工作原理	138
4.2.3 弹性筒夹的材料及热处理规范	130	4.5.2 波纹薄壁套的结构尺寸	139
4.3 弹性薄壁夹盘的设计与计算	130	4.5.3 波纹套的设计与计算	141
4.3.1 弹性薄壁夹盘的工作原理及结构	130	4.6 碟形弹簧片定心夹具的设计	141
4.3.2 弹性盘的设计与计算	131	4.6.1 碟形弹簧片定心夹具的结构及工作原理	141
4.4 液性塑料薄壁套筒夹具的设计与计算	135	4.6.2 碟形弹簧片的夹紧特性及结构尺寸	142

4.7	V形弹性盘定心夹具的设计	143
4.7.1	V形弹簧盘定心夹具的结构及工作原理	143
4.7.2	V形弹簧盘的结构	144
4.7.3	V形弹簧盘的安装形式	145
4.8	定心夹紧机构示例	146

4.8.1	斜楔式定心夹紧机构	146
4.8.2	螺旋式定心夹紧机构	147
4.8.3	偏心式定心夹紧机构	148
4.8.4	弹性定心夹紧机构	148
4.8.5	其他定心夹紧机构	149

第 5 章 电动、电磁、真空及自夹紧装置设计

5.1	电动夹紧装置	151
5.1.1	电动卡盘的工作原理	151
5.1.2	电动卡盘的主要参数	152
5.2	电磁夹紧装置	152
5.2.1	电磁无心夹具的工作原理	152
5.2.2	电磁无心夹具的结构	153
5.2.3	电磁无心夹具的参数调整	154

5.3	真空夹紧装置	155
5.3.1	真空夹紧的工作原理	155
5.3.2	真空夹紧系统的设计	155
5.4	自夹紧装置	156
5.4.1	切削力夹紧装置	156
5.4.2	离心力夹紧装置	157

第 6 章 气压传动装置设计

6.1	气压传动的特点	158
6.2	气压传动系统的组成及其图形符号	158
6.2.1	气压传动系统的组成	158
6.2.2	常用气压传动系统图形符号	159
6.3	气压传动基本回路	163
6.3.1	速度控制回路	163
6.3.2	压力控制回路	164
6.3.3	顺序控制回路	164
6.3.4	同步动作回路	166
6.3.5	延时动作回路	167
6.3.6	安全保护回路	167
6.3.7	遥控回路	168
6.3.8	双活塞气缸控制回路	168
6.3.9	自动控制回路	169
6.3.10	多位转台上的多缸控制回路	170
6.4	气压传动系统的设计与计算	170
6.4.1	机床夹具对气动回路的基本要求	170
6.4.2	气压传动系统的设计程序	170
6.4.3	气动系统的有关设计与	

计算	171	
6.5	气缸的设计与计算	173
6.5.1	气缸的类型与应用	173
6.5.2	气缸结构形式的确定	176
6.5.3	气缸的设计步骤	182
6.5.4	活塞式气缸主要参数的确定	182
6.5.5	气缸的技术条件	185
6.5.6	气缸的装配与使用要求	188
6.6	气阀的种类及其使用	188
6.6.1	气阀的类型、特点及应用	188
6.6.2	气阀的选用	190
6.7	气动辅件的选择与使用	191
6.7.1	分水滤气器的选择与使用	191
6.7.2	油雾器的选择与使用	191
6.7.3	压力继电器的选择与使用	192
6.7.4	消声器的选择与使用	192
6.8	气动系统的安装调试及故障分析	192
6.8.1	气动系统的安装与调试	192
6.8.2	气动系统的使用与维护	192
6.8.3	气动系统的常见故障及其排除方法	194

第 7 章 液压传动装置设计

- | | | | |
|--------------------|-----|-------------------------|-----|
| 7.1 液压传动系统的组成及特点 | 198 | 7.3.3 油缸主要参数的计算 | 216 |
| 7.1.1 液压系统的组成 | 198 | 7.3.4 油缸的技术要求 | 218 |
| 7.1.2 常用液压图形符号 | 199 | 7.4 气液传动增压器的设计 | 219 |
| 7.1.3 液压传动的特点 | 206 | 7.4.1 增压夹紧传动装置的特点 | 219 |
| 7.2 液压传动基本回路 | 207 | 7.4.2 气液增压器的设计 | 219 |
| 7.2.1 对液压传动基本回路的要求 | 207 | 7.4.3 液压增压器的结构与控制回路 | 223 |
| 7.2.2 基本回路的连接方式 | 207 | 7.5 液压系统的安装、使用与维修 | 225 |
| 7.2.3 液压系统的基本回路 | 208 | 7.5.1 液压系统的安装与调试 | 225 |
| 7.3 液压传动系统的设计 | 215 | 7.5.2 液压系统的使用与维护 | 226 |
| 7.3.1 设计方法和步骤 | 215 | 7.5.3 液压传动系统及装置的故障分析及排除 | 228 |
| 7.3.2 液压系统的主要参数计算 | 215 | | |

第 8 章 对刀及引导装置设计

- | | | | |
|------------------------|-----|----------------|-----|
| 8.1 对刀装置设计 | 234 | 8.2 引导装置设计 | 236 |
| 8.1.1 常用对刀装置的基本类型 | 234 | 8.2.1 钻套的选择和设计 | 236 |
| 8.1.2 对刀元件到定位元件位置的尺寸计算 | 235 | 8.2.2 镗套的选择和设计 | 243 |

第 9 章 分度装置设计

- | | | | |
|--------------------|-----|---------------|-----|
| 9.1 分度装置的基本形式 | 247 | 9.5 精密分度装置 | 256 |
| 9.2 分度装置的对定机构和操纵机构 | 249 | 9.5.1 端齿盘分度装置 | 256 |
| 9.3 分度板(盘)的锁紧机构 | 252 | 9.5.2 电感分度装置 | 261 |
| 9.4 典型分度装置示例 | 254 | 9.5.3 钢球分度装置 | 261 |

第 10 章 夹具体的设计

- | | | | |
|------------------|-----|-------------------|-----|
| 10.1 夹具体设计的基本要求 | 263 | 10.3.1 夹具体外形尺寸的确定 | 265 |
| 10.2 夹具体毛坯的结构与类型 | 264 | 10.3.2 夹具体的技术要求 | 265 |
| 10.2.1 夹具体毛坯的结构 | 264 | 10.3.3 夹具体的排屑结构 | 266 |
| 10.2.2 夹具体毛坯的类型 | 264 | 10.3.4 夹具的吊装装置 | 267 |
| 10.3 夹具体的设计 | 265 | | |

第 11 章 机床夹具零件及部件

- | | | | |
|----------|-----|------------|-----|
| 11.1 定位件 | 268 | 11.1.1 定位销 | 268 |
|----------|-----|------------|-----|

11.1.2 固定支承	272	11.6.5 压块	312
11.1.3 调节支承	272	11.6.6 压板	313
11.1.4 V形块	278	11.6.7 偏心轮	323
11.2 辅助支承	280	11.6.8 支座	325
11.2.1 自动调节支承	280	11.6.9 快速夹紧装置	326
11.2.2 推引式调节支承	282	11.6.10 其他夹紧件	331
11.3 导向件	284	11.7 键	334
11.3.1 钻套	284	11.7.1 定位键	334
11.3.2 镗套	287	11.7.2 定向键	335
11.4 对刀件	291	11.8 支柱、支脚、角铁	335
11.4.1 对刀块	291	11.8.1 支柱	335
11.4.2 对刀用塞尺	292	11.8.2 支脚	339
11.5 对定件	293	11.8.3 角铁	340
11.5.1 手拉式定位器	293	11.9 操作件	343
11.5.2 枪栓式定位器	294	11.9.1 把手	343
11.5.3 齿条式定位器	295	11.9.2 手柄	343
11.6 夹紧件	297	11.10 其他件	348
11.6.1 螺母	297	11.10.1 顶尖	348
11.6.2 螺钉	304	11.10.2 过渡盘	349
11.6.3 螺栓	308	11.10.3 夹头	353
11.6.4 垫圈	309	11.10.4 其他件	355

第 12 章 机床夹具零件及部件应用图例

12.1 定位件	360	12.4 夹紧件	363
12.2 辅助支承	362	12.5 其他元件	371
12.3 导向件	362		

第 13 章 机床夹具用气压传动元件

13.1 气缸	372	13.2.3 单向顺序阀	392
13.1.1 地脚式气缸	372	13.3 气动辅件	392
13.1.2 法兰式气缸	372	13.3.1 密封元件	392
13.1.3 摆动式气缸	377	13.3.2 管路附件	396
13.1.4 回转式气缸	380	13.3.3 气动三联件	398
13.1.5 膜片式气缸	383	13.3.4 压力继电器	400
13.2 气阀	384	13.3.5 消声器	400
13.2.1 方向控制阀	384	13.3.6 导气接头	401
13.2.2 流量控制阀	391		

第 14 章 机床夹具用油缸和气液增压器

14.1 液压传动夹具用油缸	403	14.1.1 油缸的种类及应用	403
----------------------	-----	-----------------------	-----

14.1.2 典型油缸的结构及零件	403	14.2.3 压力表接头件	415
14.2 气液压组合传动增压器	408	14.3 手动液压装置	416
14.2.1 管接式气液组合增压器	408	14.3.1 杠杆式单级手动泵	416
14.2.2 板接式气液组合增压器	413	14.3.2 螺旋式手动泵	417

第 15 章 典型机床夹具设计图例

15.1 车床类夹具	419	15.5.3 平面磨床专用夹具	509
15.1.1 心轴类车床夹具	419	15.5.4 齿轮加工磨床专用夹具	510
15.1.2 卡盘类车床夹具	423	15.6 刨床专用夹具	512
15.1.3 角铁类车床夹具	434	15.6.1 牛头刨床专用夹具	512
15.1.4 花盘类车床夹具	440	15.6.2 龙门刨床专用夹具	513
15.1.5 其他车床夹具	442	15.7 拉床专用夹具	515
15.2 钻床类夹具	445	15.7.1 拉孔夹具	515
15.2.1 固定式钻模	445	15.7.2 拉槽夹具	516
15.2.2 回转式钻模	453	15.8 切齿机床专用夹具	517
15.2.3 翻转式钻模	465	15.8.1 滚齿机床专用夹具	517
15.2.4 盖板式钻模	467	15.8.2 其他切齿机床专用夹具	518
15.2.5 滑柱式钻模	469	15.9 随行夹具与自动化夹具	519
15.3 镗床夹具	472	15.10 通用夹具	522
15.3.1 金刚镗床夹具	472	15.10.1 车床通用夹具	522
15.3.2 专用镗床夹具	475	15.10.2 铣床通用夹具	525
15.4 铣床类夹具	483	15.10.3 钻床通用夹具	525
15.4.1 卧式铣床夹具	483	15.11 可调夹具	530
15.4.2 立式铣床夹具	497	15.11.1 车床可调夹具	530
15.4.3 其他铣削夹具	499	15.11.2 钻床可调夹具	532
15.5 磨床专用夹具	502	15.11.3 铣床可调夹具	534
15.5.1 外圆磨床专用夹具	502	15.11.4 磨床可调夹具	534
15.5.2 内圆磨床专用夹具	505		

附录	536
机床夹具零件及部件—机械行业标准 (JB/T)	536
参考文献	544

1.1 机床夹具在机械加工中的作用

在机械制造的机械加工、焊接、热处理、检验、装配等工艺过程中，为了安装加工工件，使之占有正确的位置，以保证零件和产品的质量，并提高生产效率，所采用的工艺装备称为夹具。

在机床上加工工件时，必须用夹具装好并夹牢工件。将工件装好，就是在机床上确定工件相对于刀具的正确位置，这一过程称为定位。将工件夹牢，就是对工件施加作用力，使之在已经定好的位置上将工件可靠地夹紧，这一过程称为夹紧。从定位到夹紧的全过程，称为装夹。

工件的装夹方法有找正装夹法和夹具装夹法两种。

找正装夹方法是以工件的有关表面或专门划出的线痕作为找正依据，用划针或指示表进行找正，将工件正确定位，然后将工件夹紧，进行加工。如图 1-1 所示，在铣削连杆状零件的上下两平面时，若批量不大，则可在机用虎钳中，按侧边划出的加工线痕，用划针找正。

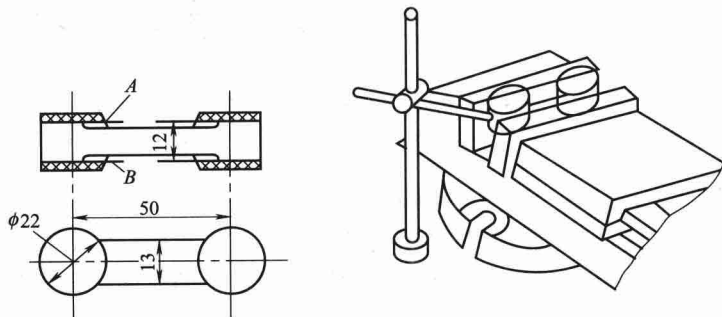


图 1-1 在机用虎钳上找正和装夹连杆状零件

这种方法安装简单，不需专用设备，但精度不高，生产率低，因此多用于单件、小批量生产。

夹具装夹方法是靠夹具将工件定位、夹紧，以保证工件相对于刀具、机床的正确位置。如图 1-2 所示为铣削连杆状零件的上下两平面所用的铣床夹具，这是一个双位置的专用铣床夹具。毛坯先放在 I 位置上铣出第一端面（A 面），然后将此工件翻过来放入 II 位置铣出第二端面（B 面）。夹具中可同时装夹两个工件。

如图 1-3 所示为专供加工轴套零件上 $\phi 6H9$ 径向孔的钻床夹具。工件以内孔及其端面作为定位基准，通过拧紧螺母将工件牢固地压在定位元件上。

在机床上加工工件时所用的夹具称为机床夹具。机床夹具的主要功能就是完成工件的装

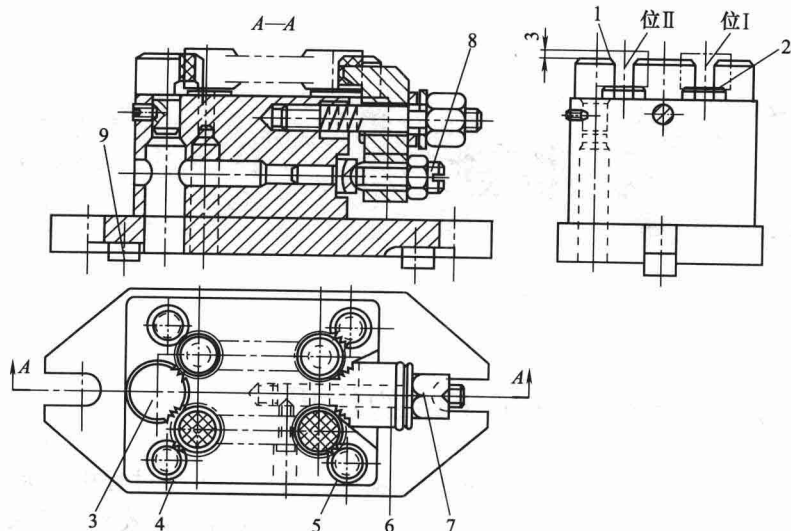


图 1-2 铣连杆状零件两面的双位置专用铣床夹具

1—对刀块 (兼挡销); 2—锯齿头支承钉; 3~5—挡销; 6—压板; 7—螺母; 8—压板支承钉; 9—定位键

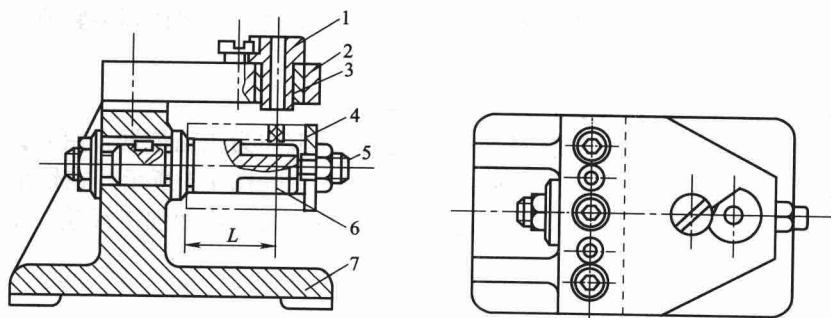


图 1-3 钻轴套零件上 $\phi 6H9$ 径向孔的专用钻床夹具

1—快换钻套; 2—钻套用衬套; 3—钻模板; 4—开口垫圈; 5—螺母; 6—定位销; 7—夹具体

夹工作。工件装夹情况的好坏，将直接影响工件的加工精度。

无论是传统制造，还是现代制造，机床夹具都是十分重要的。它对加工质量、生产率和产品成本都有直接影响，因此企业花费在夹具设计和制造上的时间，无论是改进现有产品或是开发新产品，在生产周期中都占有较大的比重。

在机械加工过程中，工件的几何精度主要取决于工件对机床的相对位置，严格地说，只有机床、刀具、夹具和工件之间保持正确的相对关系，才能保证工件各加工表面之间的相对位置精度。显然，对机床夹具的基本要求就是将工件正确定位并牢靠地固定在给定位置。因而，机床夹具除了应保证足够的制造精度外，还应有足够的刚度，以抵抗加工时可能产生的变形和振动。

机床夹具在机械加工中起着十分重要的作用，归纳起来，主要表现在以下几方面。

① 缩短辅助时间，提高劳动生产率，降低加工成本。使用夹具包括两个过程，一是夹具在机床上的安装与调整，二是工件在夹具中的安装。前者可以依靠夹具上的定向键、对刀块等专门装置快速实现，后者则由夹具上专门用于定位的 V 形块、定位环等元件迅速实现。此外，夹具中还可以不同程度地采用高效率的多件、多位、快速、增力、机动等夹紧装置，

利用辅助支承等提高工件的刚度,以利于采用较大的切削用量。这样,便可缩短辅助时间、减少机动时间,有效地提高劳动效率、降低加工成本。

② 保证加工精度,稳定加工质量。采用夹具安装工件,夹具在机床上的安装位置和工件在夹具中的安装位置均已确定,因而工件在加工过程中的位置精度不会受到各种主观因素以及操作者的技术水平影响,加工精度易于得到保证,并且加工质量稳定。

③ 降低对工人的技术要求,减轻工人的劳动强度,保证安全生产。使用专用夹具安装工件,定位方便、准确、快捷,位置精度依靠夹具精度保证,因而可以降低对工人的技术要求;同时夹紧又可采用增力、机动等装置,可以减轻工人的劳动强度。根据加工条件,还可设计防护装置,确保操作者的人身安全。

④ 扩大机床的工艺范围,实现“一机多能”。在批量不大、工件种类和规格较多、机床品种有限的生产条件下,可以通过设计机床夹具、改变机床的工艺范围,实现“一机多能”。例如:在普通铣床上安装专用夹具铣削成形表面;在车床溜板上或在摇臂钻床上安装镗模可以加工箱体孔系等。

⑤ 在自动化生产和流水线生产中,便于平衡生产节拍。在加工工艺过程中,特别在自动化生产和流水线生产中,当某些工序所需工时特别长时,可以采用多工位或高效夹具等提高生产效率,平衡生产节拍。

不过,机床夹具的作用也存在一定的局限性,如下所述。

① 专用机床夹具的设计制造周期长。它往往是新产品生产技术准备工作的关键之一,对新产品的研制周期影响较大。

② 对毛坯质量要求较高。因为工件直接安装在夹具中,为了保证定位精度,要求毛坯表面平整,尺寸偏差较小。

③ 专用机床夹具主要适用于生产批量较大、产品品种相对稳定的场合。专用机床夹具是针对某个零件、某道工序而专门设计制造的,一旦产品改型,专用夹具便无法使用。因此,当现代机械工业出现多品种、中小批量的发展趋势时,专用夹具往往便成为开发新产品、改革老产品的障碍。

1.2 机床夹具的分类及组成

1.2.1 机床夹具的分类

机床夹具的种类很多,形状千差万别。为了设计、制造和管理的方便,往往按某一属性进行分类。

(1) 按夹具的通用特性分类

按这一分类方法,常用的夹具有通用夹具、专用夹具、可调夹具、组合夹具和自动线夹具五大类。它反映夹具在不同生产类型中的通用特性,因此是选择夹具的主要依据。

① 通用夹具。通用夹具是指结构、尺寸已标准化,且具有一定通用性的夹具,如三爪自定心卡盘、四爪单动卡盘、台虎钳、万能分度头、中心架、电磁吸盘等。其特点是适用性强、不需调整或稍加调整即可装夹一定形状范围内的各种工件。这类夹具已商品化,且成为机床附件。采用这类夹具可缩短生产准备周期,减少夹具品种,从而降低生产成本。其缺点是夹具的加工精度不高,生产率也较低,且较难装夹形状复杂的工件,故适用于单件小批量生产中。

② 专用夹具。专用夹具是针对某一工件的某一工序的加工要求而专门设计和制造的夹具。其特点是针对性极强,没有通用性。在产品相对稳定、批量较大的生产中,使用各种专

用夹具,可获得较高的生产率和加工精度。专用夹具的设计制造周期较长,随着现代多品种及中、小批生产的发展,专用夹具在适应性和经济性等方面已产生许多问题。

③ 可调夹具。可调夹具是针对通用夹具和专用夹具的缺陷而发展起来的一类新型夹具。对不同类型和尺寸的工件,只需调整或更换原来夹具上的个别定位元件和夹紧元件便可使用。它一般又分为通用可调夹具和成组可调夹具两种。通用可调夹具的通用范围大,适用性广,加工对象不太固定。成组可调夹具是专门为成组工艺中的某组零件设计的,调整范围仅限于本组内的工件。可调夹具在多品种、小批量生产中得到广泛应用。

④ 成组夹具。这是在成组加工技术基础上发展起来的一类夹具。它是根据成组加工工艺的原则,针对一组形状相近的零件专门设计的,也是具有通用基础件和可更换调整元件组成的夹具。这类夹具从外形上看,它和可调夹具不易区别,但它与可调夹具相比,具有使用对象明确、设计科学合理、结构紧凑、调整方便等优点。

⑤ 组合夹具。组合夹具是一种模块化的夹具,并已商品化。标准的模块元件具有较高精度和耐磨性,可组装成各种夹具,夹具用毕即可拆卸,留待组装新的夹具。由于使用组合夹具可缩短生产准备周期,元件能重复多次使用,并具有可减少专用夹具数量等优点;因此,组合夹具在单件、中小批多品种生产和数控加工中,是一种较经济的夹具。

⑥ 自动线夹具。自动线夹具一般分为两种:一种为固定式夹具,它与专用夹具相似;另一种为随行夹具,使用中夹具随着工件一起运动,并将工件沿着自动线从一个工位移至下一个工位进行加工。

(2) 按夹具使用的机床分类

这是专用夹具设计所用的分类方法。按使用的机床分类,可把夹具分为车床夹具、铣床夹具、钻床夹具、镗床夹具、磨床夹具、齿轮机床夹具、数控机床夹具等。

(3) 按夹具动力源分类

按夹具夹紧动力源可将夹具分为手动夹具和机动夹具两大类。为减轻劳动强度和确保安全生产,手动夹具应有扩力机构与自锁性能。常用的机动夹具具有气动夹具、液压夹具、气液夹具、电动夹具、电磁夹具、真空夹具和离心力夹具等。

1.2.2 机床夹具的组成

虽然机床夹具的种类繁多,但它们的工作原理基本上是相同的。将各类夹具中作用相同的结构或元件加以概括,可得出夹具一般所共有的以下几个组成部分,这些组成部分既相互独立又相互联系。

① 定位支承元件。定位支承元件的作用是确定工件在夹具中的正确位置并支承工件,是夹具的主要功能元件之一,如图 1-2 所示的锯齿头支承钉 2 和挡销 3、4、5。定位支承元件的定位精度直接影响工件加工的精度。

② 夹紧装置。夹紧元件的作用是将工件压紧夹牢,并保证在加工过程中工件的正确位置不变,如图 1-2 所示的压板 6。

③ 连接定向元件。这种元件用于将夹具与机床连接并确定夹具对机床主轴、工作台或导轨的相互位置,如图 1-2 所示的定位键 9。

④ 对刀元件或导向元件。这些元件的作用是保证工件加工表面与刀具之间的正确位置。用于确定刀具在加工前正确位置的元件称为对刀元件,如图 1-2 所示的对刀块 1。用于确定刀具位置并引导刀具进行加工的元件称为导向元件,如图 1-3 所示的快换钻套 1。

⑤ 其他装置或元件。根据加工需要,有些夹具上还设有分度装置、靠模装置、上下料装置、工件顶出机构、电动扳手和平衡块等,以及标准化了的其他连接元件。

⑥ 夹具体。夹具体是夹具的基体骨架,用来配置、安装各夹具元件,使之组成一整体。

常用的夹具体为铸件结构、锻造结构、焊接结构和装配结构，形状有回转体形和底座形等。

上述各组成部分中，定位元件、夹紧装置、夹具体是夹具的基本组成部分。

1.3 机床夹具在工艺系统中的地位

1.3.1 机床夹具对工艺系统误差的影响

零件的加工过程是在由机床、夹具、刀具、工件组成的工艺系统中完成的。工艺系统的受力变形、受热变形以及工艺系统各组成部分的静态精度和磨损等，都会不同程度地影响工件的加工精度。然而，工件的机械加工精度主要取决于工件和刀具切削过程中的相互位置关系。造成表面位置加工误差的因素主要来源于以下三个方面。

① 与工件在夹具中安装有关的加工误差，即工件安装误差，包括工件在夹具中定位时所造成的加工误差以及夹紧时工件变形所造成的加工误差。

② 与夹具相对刀具和机床上安装夹具有关的加工误差，即夹具调整误差，包括夹具在机床上定位时所造成的加工误差以及夹具相对刀具调整时所造成的加工误差。

③ 与加工过程有关的加工误差，即过程误差，包括工艺系统的受力变形、受热变形、磨损等因素引起的加工误差。

为了获得合格产品，必须使上述误差在工序尺寸方向上的总和小于或等于工序尺寸公差。

由于工件和刀具分别安装在夹具和机床上，受到夹具和机床的制约，因而必须按照工艺系统整体的动态观点去研究加工误差，并从系统的加工误差中科学地分离出由夹具所产生的误差成分，进而了解夹具误差对工艺系统加工误差的影响规律，以及可能产生的误差互补作用，以便设计时进行控制，利用其误差互补作用对夹具元件误差进行修正，做到对工艺系统误差进行局部补偿。

1.3.2 机床夹具在工艺系统中的能动性

夹具不同于其他环节，它在工艺系统中具有特殊的地位，夹具的整体刚度对工件加工的动态误差产生着非常特殊的影响。当夹具的整体刚度远大于其他环节时，工件加工的动态误差基本上只取决于夹具的制造精度和安装精度。因此，设计夹具时，对夹具的整体刚度应给予足够重视。如因工艺系统其他环节的刚度不足而引起较大的系统动态误差时，也可以采取修正夹具定位元件的方法进行补偿。生产实践中这方面的实例屡见不鲜，这就是夹具的能动作用。

1.4 现代机床夹具的发展方向

1.4.1 现代机械工业的生产特点

随着科学技术的进步和生产力的发展，国民经济各部门不断要求机械工业提供先进的技术装备，研制新的产品品种，以满足国民经济持续发展和人民生活不断提高的需要，这样一来，促使机械工业的生产形式发生了显著的变化，即多品种、中小批量生产逐渐占了优势。国际生产研究协会的统计表明，目前中小批、多品种生产的工件品种已占工件种类总数的85%左右。现代生产要求企业所制造的产品品种经常更新换代，以适应市场的需求与竞争。于是，现代企业生产便面临以下问题。

① 通常小批量生产采用先进的工艺方法和专用工艺装备是不经济的，但对于高、精、

尖产品而言,不采用这种手段又无法达到规定的技术要求。

② 现行的生产准备工作往往需要较长的时间,花费的人力、物力较大,赶不上产品更新换代的步伐。

③ 由于产品更新越来越快,使用传统的专用夹具,势必造成积压浪费。

为此,除了在产品结构设计和产品生产工艺方面进行改革之外,在工艺装备方面也必须改革其狭隘的专用性,使之适应新的生产特点的需要。

1.4.2 机床夹具的现状

夹具最早出现在 18 世纪后期。随着科学技术的不断进步,夹具已从一种辅助工具发展成为门类齐全的工艺装备。

在批量生产中,企业都习惯于采用传统的专用夹具,一般在具有中等生产能力的工厂里,约拥有数千甚至近万套专用夹具;在多品种生产的企业中,每隔 3~4 年就要更新 50%~80% 的专用夹具,而夹具的实际磨损量仅为 10%~20%,这些夹具往往留下来又很难得到重复使用,抛弃它们又实在可惜,因此造成很大的浪费。这些都是一直困扰企业的现实问题。

近年来,数控机床、加工中心、成组技术、柔性制造系统(FMS)等新加工技术的应用,对机床夹具提出了如下新的要求:

- ① 能迅速而方便地装备新产品的投产,以缩短生产准备周期,降低生产成本;
- ② 能装夹一组具有相似性特征的工件;
- ③ 能适用于精密加工的高精度机床夹具;
- ④ 能适用于各种现代化制造技术的新型机床夹具;
- ⑤ 采用以液压站等为动力源的高效夹紧装置,以进一步减轻劳动强度和提高劳动生产率;
- ⑥ 提高机床夹具的标准化程度。

显然,这些都是摆在工艺技术人员面前的新课题、新任务。

1.4.3 现代机床夹具的发展方向

为了适应现代机械工业向高、精、尖方向发展的需要和多品种、小批量生产的特点,现代机床夹具的发展方向主要表现为标准化、精密化、高效化和柔性化四个方面。

① 标准化。机床夹具的标准化与通用化是相互联系的两个方面。目前我国已有夹具零件及部件的国家标准:GB/T 2148~T2259—91 以及各类通用夹具、组合夹具标准等。机床夹具的标准化有利于夹具的商品化生产,有利于缩短生产准备周期,降低生产总成本。

② 精密化。随着机械产品精度的日益提高,势必相应提高了对夹具的精度要求。精密化夹具的结构类型很多,例如用于精密分度的多齿盘,其分度精度可达 $\pm 0.1''$;用于精密车削的高精度三爪自定心卡盘,其定心精度为 $5\mu\text{m}$ 。

③ 高效化。高效化夹具主要用来减少工件加工的基本时间和辅助时间,以提高劳动生产率,减轻工人的劳动强度。常见的高效化夹具有自动化夹具、高速化夹具和具有夹紧力装置的夹具等。例如,在铣床上使用电动虎钳装夹工件,效率可提高 5 倍左右;在车床上使用高速三爪自定心卡盘,可保证卡爪在试验转速为 9000r/min 的条件下仍能牢固地夹紧工件,从而使切削速度大幅度提高。目前,除了在生产流水线、自动线上配置相应的高效、自动化夹具外,在数控机床上,尤其在加工中心上出现了各种自动装夹工件的夹具以及自动更换夹具的装置,充分发挥了数控机床的效率。

④ 柔性化。机床夹具的柔性化与机床的柔性化相似,它是指机床夹具通过调整、组合

等方式,以适应工艺可变因素的能力。工艺的可变因素主要有:工序特征、生产批量、工件的形状和尺寸等。具有柔性化特征的新型夹具种类主要有:组合夹具、通用可调夹具、成组夹具、模块化夹具、数控夹具等。为适应现代机械工业多品种、中小批量生产的需要,扩大夹具的柔性化程度,改变专用夹具的不可拆结构为可拆结构,发展可调夹具结构,将是当前夹具发展的主要方向。

1.5 夹具设计的基本要求

一个优良的机床夹具必须满足下列基本要求。

① 保证工件的加工精度。保证加工精度的关键,首先在于正确地选定定位基准、定位方法和定位元件,必要时还需进行定位误差分析,还要注意夹具中其他零部件的结构对加工精度的影响,注意夹具应有足够的刚度,多次重复使用的夹具还应注意相关元件的强度和耐磨性,确保夹具能满足工件的加工精度要求。

② 提高生产效率。专用夹具的复杂程度应与生产纲领相适应,应尽量采用各种快速高效的装夹机构,保证操作方便,缩短辅助时间,提高生产效率。

③ 工艺性能好。专用夹具的结构应力求简单、合理,便于制造、装配、调整、检验、维修等。

专用夹具的制造属于单件生产,当最终精度由调整或修配保证时,夹具上应设置调整和修配结构。

④ 使用性能好。专用夹具的操作应简便、省力、安全可靠。在客观条件允许且又经济适用的前提下,应尽可能采用气动、液压等机械化夹紧装置,以减轻操作者的劳动强度。专用夹具还应排屑方便,必要时可设置排屑结构,防止切屑破坏工件的定位和损坏刀具,防止切屑的积聚带来大量的热量而引起工艺系统变形。

⑤ 经济性好。专用夹具应尽可能采用标准元件和标准结构,力求结构简单、制造容易,以降低夹具的制造成本。因此,设计时应根据生产纲领对夹具方案进行必要的技术经济分析,以提高夹具在生产中的经济效益。

1.6 夹具设计的基本步骤

工艺人员在编制零件的工艺规程时,便会提出相应的夹具设计任务书,经有关负责人批准后下达给夹具设计人员。夹具设计人员根据任务书提出的任务进行夹具结构设计。现将夹具结构设计的规范化程序具体分述如下。

1.6.1 设计准备

(1) 明确设计要求,认真调查研究,收集设计资料

① 仔细研究零件工作图、毛坯图及其技术条件。

② 了解零件的生产纲领、投产批量以及生产组织等有关信息。

③ 了解工件的工艺规程和本工序的具体技术要求,了解工件的定位、夹紧方案,了解本工序的加工余量和切削用量的选择。

④ 了解所使用量具的精度等级、刀具和辅助工具等的型号、规格。

⑤ 了解本企业制造和使用夹具的生产条件和技术现状。

⑥ 了解所使用机床的主要技术参数、性能、规格、精度以及与夹具连接部分结构的联系尺寸等。