

工程训练·工程实践

钳工与装配技术

马鹏飞 等编 ●

化学工业出版社
教材出版中心

工程训练·工程实践

钳工与装配技术

马鹏飞 等编

陆一心 主审



化学工业出版社
教材出版中心

· 北京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

钳工与装配技术 / 马鹏飞等编. — 北京: 化学工业出版社, 2004. 11
(工程训练·工程实践)
ISBN 7-5025-6292-3

I. 钳… II. 马… III. 安装钳工-技术 IV. TG946

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 114352 号

工程训练·工程实践

钳工与装配技术

马鹏飞 等编

陆一心, 主审

责任编辑: 刘俊之 陈, 丽

文字编辑: 钱 诚

责任校对: 战河红

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社

教材出版中心 出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话 (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 14½ 字数 269 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6292-3/TG·14

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序

人类进入 21 世纪前后，以信息技术为重要标志的高新技术的飞速发展，正在改变着人类的社会、经济和生活方式。“天翻地覆慨而慷”，世界范围内的激烈竞争，已越来越明显地表现为人才的竞争，特别是创新人才的竞争。1998 年 10 月，联合国教科文组织在巴黎召开了首届世界高等教育大会，会议达成了共识：高等教育的根本使命是促进社会的可持续发展与进步。目前，教育开始求新求变，要求坚持以人为本，更具有前瞻性。对学生的人文素质、科学素质、实践能力和创新能力的培养更显重要。

“问渠哪得清如许，为有源头活水来。”技术是工程的基础，科学是技术的源泉，科学技术相互支持，但直接作用于生产实际的是技术。因此，面向经济建设要高度重视工程人才的培养，高度重视工程教育，要努力加速建立科学、技术、经济和管理相结合的工程教育体系，强化工程意识，重组工程训练，提高工程素质，培养创新精神、创新人格和实践能力，以实现知识创新、技术创新、管理创新和市场开拓型的工程人才培养。

近年来，尽管各国的国情不同，面临的问题也不同，在工程教育的体制和运作上互有差异，但对工程教育的认识、做法和发展方向上都强调“综合、创造、实践”，强调“工程教育工程化”、“工程教育为工程实际服务”、强调人文关怀、创新精神、实践能力和工程师素质的培养。

另一方面，我国加入世界贸易组织后，对外开放更将进一步扩大，中国将更加深入地参与国际分工，越来越多的产品将打上“中国制造”，制造业是工业的主体，装配制造业是制造业的核心。没有装配制造业就没有制造，没有制造就没有获得物质财富的基本手段。制造首先要依靠直接从事制造的技能人才。从而，培养“中国制造”的技能人才就成为关键。我国已经成为了一个高级蓝领即银领制造业人才稀缺的国家。

我国“十五”计划提出，要在 5 年内将职工中的高级技能人才的比例提高到 20%。一个合格的银领人才应当具备比较深厚的理论基础与相当丰富的实际经验，并能够针对生产第一线的实际需要，具备很强的技术革新、开发攻关、项目改进的能力。这种人才应具有高度的责任感，不但关心产品，更加懂得团结人、关怀人；不仅是某些关键生产环节中的操作者，还是整个生产环节的组织者；同时还能高度关怀、有效带动和组织协调其他技术人员一起动手进行应有的技术攻关，把优秀的设计变成一个高质量的产品。

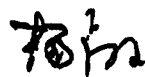
针对工程人才的需求,江苏大学工业中心组织编写了工程训练·工程实践系列图书,希望成为联接科学、教育与工程技术、生产实际的桥梁之一。在本系列图书规划过程中,作者针对“各种技能对工作的重要性”,对相关企业和历届毕业生进行了调查,证实在工业生产中,对技术交流、设计制造、工程经济、项目管理、质量控制、计算机等技能均有较高的要求。

本系列图书以工程类本科生(尤其是高职学生)和制造业银领的培训为对象,包括机、电、管三个领域。在内容上注重实践性、启发性、科学性,强调诸如制造、环境影响、质量、商务和经济等工程实践的多重功能。从当前工程人才的素质需求和实际出发,努力做到理论与实践并重,理论与实际相结合,基本概念清晰,重点突出,简明扼要,深入浅出,通俗易懂,以现代工程训练为特色,重视能力培养,面向生产实际,并考虑与国际教育交流,反映新技术、新工艺、新材料的应用和发展。

本套丛书的编写是适应我国制造业发展形势,在教育上的一个创新,值得鼓励。由于是一个创新,其中就不会没有问题,没有不足之处。我与编者的心情一样,希望读者能及时指出其中的问题与不足之处,有助于本系列图书不断改进,编者的水平不断提高。

谨以为序。

中国科学院院士
华中科技大学教授



2004年4月

前 言

为了培养机械工程专业的高级技术人才,满足广大从事钳工与装配技术行业的工程技术人员的业务学习,我们编写了本书。

本书从基本理论和基本技术两方面展开叙述,注重理论和实践的紧密结合。在内容安排上,既保留了有价值的经典理论和技术,又反映了近年来钳工与装配技术的新理论、新工艺和新技术,全书较全面、系统,突出了“新颖”和“实用”的特点。内容包括钳工基本操作技能、钳工与装配常用设备、工具及量具、装配基础知识与常用资料、传动机构的装配工艺、固定连接的装配工艺、轴承和轴组的装配工艺、典型部件与机器的装配实例、自动装配与柔性装配技术等。

本书可作为高等院校机械工程专业本科生的教材,也可供机械工程类专业的研究生和从事机械制造工程的技术人员参考。

本书第一、三、四、六、八章由马鹏飞编写,第二章由顾佩兰、张应龙编写,第五章由张应龙编写,第七章由张松生编写,全书由马鹏飞统稿。在编写过程中,参阅了有关教材、资料和文献,在此对有关专家、学者和作者表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中,江苏大学陆一心教授和王维新高级工程师给予了精心的指导和热情的帮助,并提出了许多宝贵的意见。全书由陆一心教授担任主审,在此谨向他们表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中缺点和不足在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2004年8月

内 容 提 要

本书从基础理论和基本技术两方面叙述，注重理论与实践相结合。内容包括钳工基本操作技能，钳工与装配常用设备、工具及量具，装配基础知识与常用资料，传动机构的装配工艺，固定连接的装配工艺，轴承和轴组的装配工艺，典型部件与机器的装配实例，自动装配与柔性装配技术等。

本书内容既保留了有价值的经典理论和技术，又反映了近年来钳工与装配技术的新理论、新工艺、新技术，突出了新颖和实用的特点。

本书可供高校机械工程专业本科生及相关专业的工程技术人员参考，也可作为该行业高级技术工人培训使用。

目 录

第一章 绪论	1
一、钳工的主要任务	1
二、钳工的种类	2
三、钳工与装配技术的发展趋势	2
第二章 钳工基本操作	4
第一节 钳工常用设备、工具及量具	4
一、钻床	4
二、钻床附件	6
三、电动工具	8
四、钳工常用量具	10
第二节 钳工基本操作	14
一、划线	14
二、錾削、锉削与锯削	18
三、钻孔、扩孔、铰孔与铰孔	24
四、攻螺纹与套螺纹	32
五、刮削与研磨	37
六、珩磨	46
七、矫正、弯形与绕弹簧	50
八、铆接、粘接与锡焊	56
九、抛光	61
第三章 装配基础知识	63
第一节 装配工艺概述	63
一、装配工作的重要性	63
二、机器的组成	63
三、装配工艺过程	64
四、装配工作的组织形式	65
五、装配工艺的制定	66
第二节 尺寸链和装配方法	68

一、装配精度	68
二、装配尺寸链的基本概念	68
三、装配精度与零件制造精度间的关系	71
四、常用的装配方法	71
五、装配尺寸链解法	73
第三节 常用装配量具和量仪	75
一、常用量具	76
二、常用量仪	79
第四节 装配前的准备工作	81
一、装配零件的清理和清洗	81
二、零件的密封性试验	83
三、旋转件的平衡	83
第五节 装配工艺规程	88
一、装配工艺规程及作用	88
二、制定装配工艺规程所需的原始资料	88
三、装配工艺规程的内容	88
四、制定装配工艺规程的方法和步骤	89
第四章 固定连接的装配	91
第一节 螺纹连接的装配	91
一、螺纹连接的装配技术要求	91
二、螺纹连接的装拆工具	96
三、螺纹连接装配工艺	99
第二节 键连接的装配	101
一、松键连接的装配	101
二、紧键连接的装配	103
三、花键连接的装配	104
第三节 销连接的装配工艺	105
一、圆柱销的装配	106
二、圆锥销的装配	106
第四节 过盈连接的装配	107
一、过盈连接的装配技术要求	107
二、过盈连接的装配方法	108
三、过盈连接的装配要点	110

第五章 传动机构的装配	112
第一节 带传动机构的装配	112
一、带传动机构的装配技术要求.....	112
二、带轮的装配.....	113
三、V 带的装配	115
四、张紧力的控制.....	115
第二节 链传动机构的装配	116
一、链传动机构的特点.....	116
二、链传动机构的装配技术要求.....	117
三、链传动机构的装配.....	118
第三节 齿轮传动机构的装配	120
一、齿轮传动的精度.....	121
二、齿轮装配技术要求.....	123
三、圆柱齿轮机构的装配.....	124
四、圆锥齿轮机构的装配.....	129
五、齿轮传动机构装配后的跑合.....	133
第四节 蜗杆传动机构的装配	134
一、蜗杆传动的精度.....	134
二、蜗杆传动的技术要求.....	136
三、蜗杆传动机构箱体的装前检验.....	137
四、蜗杆机构的装配过程.....	138
五、蜗杆传动机构啮合质量的检验.....	139
第五节 螺旋机构的装配	140
一、螺旋机构的装配技术要求.....	140
二、丝杆螺母的装配要点.....	141
第六节 联轴器与离合器的装配	145
一、联轴器的装配.....	145
二、离合器的装配.....	147
第七节 液压传动装置的装配	148
一、油泵的安装.....	148
二、油缸的装配.....	149
三、压力阀的装配.....	151
四、管道连接的装配.....	152
 第六章 轴承和轴组的装配	 155

第一节 滑动轴承的装配	155
一、滑动轴承衬的材料	156
二、轴承合金（或称巴氏合金）的浇注	157
三、整体式滑动轴承的装配	159
四、剖分式滑动轴承的装配	160
五、内柱外锥式滑动轴承的装配	161
第二节 滚动轴承的装配	163
一、滚动轴承的种类及代号	163
二、滚动轴承的配合	165
三、滚动轴承的润滑和密封装置	166
四、滚动轴承的游隙调整和预紧	168
五、滚动轴承的装配和拆卸	174
第三节 轴组的装配	178
一、轴组概述	178
二、主轴部件的精度及其测量方法	178
三、轴承的固定方式	181
四、车床主轴轴组装配	182
五、车床主轴部件的预装和试车调整	183
六、滚动轴承的定向装配	184
第七章 装配实例	187
第一节 滚珠丝杠机构的装配与调整	187
一、滚珠丝杠的结构	187
二、滚珠丝杠螺母的装配工艺要点	188
三、滚珠丝杠螺母副轴向间隙消除方法	188
第二节 CA6140 卧式车床的装配	190
一、床身与床脚的安装	191
二、配刮床鞍	193
三、安装齿条	195
四、溜板箱、进给箱、丝杠、光杠和后支架的安装	196
五、安装操纵杆前支架、操纵杆及操纵手柄	198
六、主轴箱的安装	198
七、尾座的安装	198
八、安装电动机	200
九、安装挂轮架及其安全防护装置	200

十、完成操纵杆与主轴箱传动系统的连接工作·····	200
十一、安装刀架·····	200
十二、普通车床的试车和验收·····	200
第八章 自动装配与柔性装配技术·····	203
第一节 自动装配与柔性装配技术概况·····	203
一、自动装配与柔性装配技术概况·····	203
二、实现装配自动化的途径·····	207
第二节 自动装配系统与 FAS 的组成和分类 ·····	208
一、自动装配系统与 FAS 的组成 ·····	208
二、自动装配系统与 FAS 的分类 ·····	211
三、装配系统的方案选择·····	212
第三节 装配机器人·····	212
第四节 FAS 的发展趋势 ·····	214
一、现代制造技术必然会促进 FAS 的长足发展 ·····	214
二、机器人的迅速发展为 FAS 奠定良好的基础 ·····	215
三、近代基础技术的迅速发展与相互渗透使 FAS 的性能迅速提高 ·····	216
四、未来的 FAS ·····	217
参考文献·····	219

第一章 绪 论

机器设备都是由若干零件组成的，而大部分零件是用金属材料制成的，其中绝大多数零件需进行金属切削加工。一般零件通常是经过铸造、锻造、焊接等材料成型加工方法先制成毛坯，然后经过车、铣、刨、磨、钳、热处理等加工制成零件，最后将零件装配成机器。所以，一台机器设备的产生，需要许多工种的相互配合来完成。

一、钳工的主要任务

钳工是使用手工工具和一些机动工具（如钻床、砂轮机等）对工件进行加工或对部件整机进行装配的工种。钳工的特点是技艺性强，加工质量的好坏主要取决于操作者技能水平的高低。钳工的工作范围很广，具有万能性和高度的灵活性优势，不受设备、场地等条件的限制，尤其是那些精度高、形状复杂零件的加工以及机械产品的装配、调试、安装和维修等更需要依靠钳工精湛的技艺去完成。因此，钳工不仅是机械制造工厂中不可缺少的工种之一，而且是对产品的最终质量负有重要责任的工种。钳工的主要任务如下。

1. 加工零件

一些采用机械加工方法不太适宜或不能解决的加工，都可由钳工来完成。如零件加工过程中的划线、精密加工（如刮削、研磨、锉削样板和制作模具等）和修配等，通常由钳工来完成。

2. 工具的制造和修理

机械制造工厂需要的各种工具、夹具、量具、模具以及多种专用设备，也由钳工来制造和修理。

3. 装配

把零件按机械设备的装配技术要求进行组件、部件装配和总装配，并经过调整、检验和试车等，使之成为合格的机械设备。

4. 设备维修

当机械设备在使用过程中产生故障、出现损坏或长期使用后精度降低，影响使用时，通常也由钳工来进行维护和修理。

作为一名优秀的钳工，首先应掌握好钳工的各项基本操作技能。其内容有：划线、錾削、锯削、锉削、钻孔、扩孔、铰孔、绞孔、攻螺纹、套螺纹、矫正、弯形、铆接、粘接、刮削、研磨、珩磨、技术测量和简单热处理等；进而掌握零

部件和产品的装配、机器设备的安装调试和修理的技能。

二、钳工的种类

随着企业生产的发展,钳工的工作范围愈来愈广泛,需要掌握的技术理论知识和操作技能也愈来愈复杂。于是钳工的专业化分工也愈来愈细,产生了专业性的钳工以适应不同工作的需要。按工作内容性质来分,钳工工种一般分为四类。

1. 普通钳工

使用钳工工装和钻床等设备,按技术要求对工件进行加工的人员。主要从事一些零件的钳工加工工作。

2. 工具钳工

使用钳工工具、量具和设备,对工装、工具、量具、辅具、检具、模具等进行制造、装配、调试、检验和修理的人员。主要从事工具、夹具、模具、量具及样板的制作和修理工作。

3. 装配钳工

使用钳工工装、量具和设备,按机器设备的技术要求对零件进行测量、修整、装配的人员。主要从事机器设备的部装、总装、调整、试车等工作。

4. 机修钳工

使用钳工工具、量具及辅助设备,对各类设备进行安装、调试和维修的人员。主要从事各种机械设备的维护和修理工作。

三、钳工与装配技术的发展趋势

随着现代机械制造业的飞速发展,各种新技术、新工艺应运而生,其中一部分机器零件能用精密铸造、冷挤压、电火花加工、超声波加工、激光加工等制造方法代替车、铣、磨等工种的加工,但由于钳工的万能性和高度的灵活性,很难用某种新技术来全部替代。相反,随着先进机器设备的不断出现,机械部件的制造和装配、机器的安装、调试和维修等对钳工的需求越来越多,要求也越来越高。可以断言,在今后相当长的一个时期内,钳工仍是机械行业中的重要工种之一。

随着现代电子科学和计算机科学的迅猛发展,制造技术的内涵和外延发生了革命性的变化。计算机集成制造技术和系统(CIMS)日渐成为制造工业的热点,CIMS将是制造业发展的必然趋势,FMS与FAS都是CIMS的重要组成部分,也是现代制造技术的支柱。其中FMS是一种计算机控制的柔性自动加工系统,组成FMS的核心是CNC和加工中心,其功能是使金属毛坯转变成具有一定几何形状、一定尺寸精度、一定表面质量的机械零件。它们不仅具备高度自动化的加工能力,而且具有对加工对象的灵活性,FMS的出现逐步取代了传统的制造

设备和手工操作技能。而 FAS 是一种计算机控制的柔性自动装配系统，它的主要组成是装配中心和装配机器人，其功能是使零件转变为具有特定功能的产品。FAS 形象的主要特征是拥有各种不同结构能力和智能的装配机器人，因此，装配自动化、柔性化必将成为现代装配技术的发展方向。

装配是机电产品制造过程的一个重要环节，实现装配工艺的自动化、柔性化不仅可提高生产率、降低成本、保证产品质量一致性，更重要的是能提高适应多品种小批量的产品应变能力。目前，一些发达国家已积极地将注意力转向柔性自动装配技术，并取得了卓越的成果，一些产品、部件的装配过程逐渐摆脱了人工操作，柔性装配系统已成为 CIMS 的一个重要环节。我国对自动装配技术的研究起步较晚，近年来有一定的进展，但国内自行设计的半自动和自动装配线的自动化程度不高，装配速度和生产效率亦较低，所以，自动装配技术在我国有很大的开发与应用潜力，同时，也必将成为我国生产过程全盘自动化的下一个战略目标。

第二章 钳工基本操作

第一节 钳工常用设备、工具及量具

一、钻床

钻床是一种常用的孔加工机床。在钻床上可装夹钻头、扩孔钻、铰钻、铰刀、镗刀、丝锥等刀具，用来进行钻孔、扩孔、铰孔、镗孔以及攻丝等工作。因此，钻床是钳工所需要的主要设备。

钻床根据其结构和适用范围不同，可分为台式钻床（简称台钻）、立式钻床（简称立钻）和摇臂钻床三种。

1. 台式钻床

台式钻床是一种可放在台子上使用的小型钻床，其最大钻孔直径一般为12mm以下。台钻主轴转速很高，常用三角皮带传动，由多级带轮来变换转速。但有些台钻也采用机械式的无级变速机构，或采用装入式电动机，电动机转子直接装在主轴上。

台式钻床主轴的进给一般只有手动进给，而且一般都具有控制钻孔深度的装置，如刻度盘、刻度尺、定程装置等。钻孔后，主轴能在涡卷弹簧的作用下自动复位。

Z512 是钳工常用的一种台式钻床，其结构与外形如图 2-1 所示。

电动机 1 通过五级三角皮带轮，使主轴可变换几种不同转速。头架 2 套在立柱 3 上，并可绕立柱中心转到任意位置，调整到适当位置后可用手柄 6 锁紧。5 是保险环，如头架要降低时，应先把保险环调节到适当位置后，用螺钉 4 把它锁紧，然后略放松手柄 6，靠支架自重落到保险环上，再把手柄 6 锁紧。工作台 7 也可以在立柱上上、下移动及绕立柱中心转动到任意位置。8 是工作台的锁紧手柄。当松开锁紧螺钉 9 时，工作台在垂直平面内还可以左右倾斜 45°。工件较小时，可放在工作台上钻孔，当工件较大时，可把工作台转开，直接放在钻床底座面 10 上钻孔。

2. Z525 立式钻床

立式钻床最大钻孔直径有 25mm、35mm、40mm 和 50mm 等几种。一般用来加工中型工件。立式钻床可以自动进给。由于它的功率及机构强度较高，因此加工时允许采用较大的切削用量。

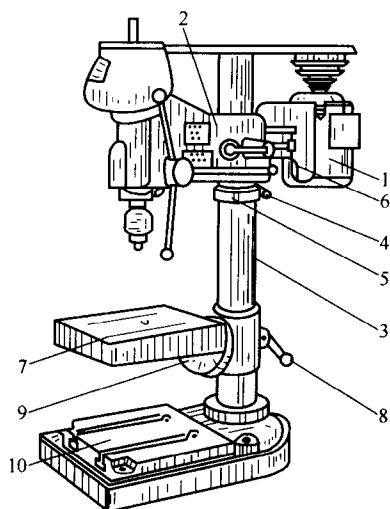


图 2-1 Z512 台式钻床

1—电动机；2—头架；3—立柱；4—螺钉；
5—保险环；6—手柄；7—工作台；8—工
作台锁紧手柄；9—锁紧螺钉；10—底座面

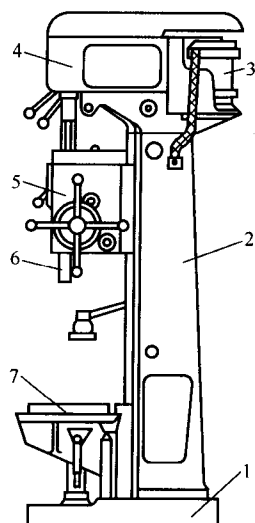


图 2-2 Z525 立式钻床

1—底座；2—床身；3—电动机；4—主轴变速箱；
5—进给变速箱；6—主轴；7—工作台

Z525 是钳工常用的一种立式钻床，如图 2-2 所示，它主要由底座 1、床身 2、电动机 3、主轴变速箱 4、进给变速箱 5、主轴 6 和工作台 7 等零部件组成。

床身 2 固定在底座 1 上，主轴变速箱 4 固定在床身的顶部，进给变速箱 5 装在床身的导轨上，可沿导轨上、下移动。为方便操作，床身内装有与主轴重力平衡的重锤，工作台 7 装在床身导轨下方，也可沿导轨上、下移动，以适应钻削不同高度的工件。

Z525 立式钻床的冷却液储存在底座的空腔内，使用时由冷却泵排出。

钻床的工作运动包括主轴的主运动（旋转）和主轴的进给运动（轴向进给）。主轴的旋转共有 9 种转速，最高转速 1360r/min，最低转速 97r/min。主轴的进给运动可由机动进给系统获得，也可通过操作操纵手柄进行手动进给。机床的辅助运动包括进给箱的提升运动和工作台的升降运动。

3. Z3040 型摇臂钻床

摇臂钻床适用于单件、小批和中批生产的中等件和大件以及多孔件进行各种孔加工工作。由于它是靠移动主轴来对准工件上的中心的，所以使用时比立式钻床方便。

摇臂钻床的主轴变速箱能在摇臂上作较大范围的移动，摇臂能绕立柱中心作 360°回转，并可沿立柱上、下移动，所以摇臂钻床能在很大范围内工作。