

普通高等院校工程训练系列教材

机械装配技术基础

主 编 李智勇 谢玉莲
副主编 周 立 廖爱平
主 审 杨家军 周世权



科学出版社

www.sciencep.com

普通高等院校工程训练系列教材

机械装配技术基础

主 编 李智勇 谢玉莲
副主编 周 立 廖爱平
主 审 杨家军 周世权

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

《机械装配技术基础》是普通高等院校工程训练系列教材之一,也是机械装配的入门书籍,全书共分6章,内容包括机械装配技术、极限与配合、装配尺寸链、典型零件的装配、传动机构的装配、发动机的装配等,并以发动机为实例,图文并茂,直观易懂,特别是发动机的拆装图解形式完整,并辅以原理、结构说明,一目了然。在满足教学要求的基础上,注重理论与实际相结合,设计与装配工艺相结合,零部件装配与系统整体装配相结合;强调以工程实例为引导,分析与指导相结合。各章节都配有复习思考题,便于学生明确实训要求与重点,以达到教学目的。本教材集作者多年的教学和实践心得于一体,结构紧凑,思路清晰,分析详尽,深浅适宜,操作性较强。

本教材是针对普通高等院校工程实训的学生编写的,以实用性为主,兼顾先进性、系统性,可供机械制造行业装配技术人员参考,也可供有关专业的工程技术人员、工科院校师生及汽车爱好者参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械装配技术基础/李智勇,谢玉莲主编. —北京:科学出版社,2009

(普通高等院校工程训练系列教材)

ISBN 978-7-03-025458-0

I. 机… II. ①李…②谢… III. 机械设备-装配(设备)-高等学校-教材
IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 154260 号

责任编辑:孙明星 / 责任校对:邹慧卿

责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 9 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2009 年 9 月第一次印刷 印张: 17 1/2

印数: 1—3 500 字数: 338 000

定价: 26.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

按照教育部工程材料及机械制造基础课程教学指导组提出的“学习工艺知识,增强工程实践能力,提高综合素质(包括工程素质),培养创新精神和创新能力”的课程教学目标,华中科技大学工程训练中心经过多年努力,建立了完善的工程训练机制,充分挖掘传统工程训练项目的内涵,发挥先进制造技术训练项目的优势,全面开展分层次、模块化、柔性化和开放式的工程训练活动,把创新实践融入工程训练的全过程中。通过作品创意设计、方案论证、工艺确定、加工制作、作品答辩等一系列环节,培养学生完整的工程意识、创新意识和综合能力。

在整合金工实习和电子工艺实习的基础上,突破原有的课程体系和内容的束缚,加强各主要实训部分教学内容之间的交叉与融合,注重提高学生的职业技能与素质,增强就业竞争力,建立了“主动实践,应用领先、边界再设计”、以提高学生综合能力和创新思维为主线的工程训练课程新体系。根据工程实践教学的基本特点,组织骨干教师,认真策划与实施,编写了这套工程训练系列教材。该系列教材重视理论紧密联系实际,提倡学习是基础,思考是关键,创新之根在于实践。通过一系列实践教学环节建立学生的创新意识,培养创新能力;通过构建相应的教学方法和教学手段,将创新教育有机地融入实践教学之中。

该系列教材由《冷加工技术(车削)》、《材料成形技术》、《特种加工技术》、《机械装配技术基础》、《机械创新设计技术》和《电子创新设计技术》组成,并配有相应的实验训练设备和实践教学模块。其内容覆盖面宽,知识反映面新,体现出现代工业技术综合性、多学科交叉与融合的特点,能够满足不同学科培养复合型、创造性人才的需要。该系列教材在内容和教学方法上强调综合,强调大工程背景,强化工程意识和工程实践能力的培养,尽力结合工业产品开发、设计、制造的全过程;大量增加了新材料、新技术、新工艺等“三新”内容,体现出科学技术的最新发展,使传统的金工实习和电子工艺实习平稳地朝现代工业培训的方向发展。

该系列教材以学生为主体,以教师为主导,在课程教学中实行以典型产品为载体的教学模式,突出先进制造技术的模块化教学,以主动工程实践的要求训练学生,以创新之根在于实践的精神培训学生,以组织参加大赛方式来促进常规创新活动,发现高端人才,显著提高了实践教学质量和教学效果。

该系列教材所展现的教学体系与教学内容,紧紧围绕人才培养目标,以教育观念创新为先导,以学生为本、质量为重为基本原则,利用工程训练中心良好的教学基础条件,依托机械、材料、交通、能源等学科优势,跟踪现代工程技术领域不断出现的新技术、新方法,借助现代化的教学手段,充分挖掘工程训练中心的教育教学

功能,积极探索和构建符合高素质人才成长要求的工程训练教学体系,实现了从“被动学习、被动实践”向“主动学习、主动实践”的转变,开创出一条培养学生综合素质和综合能力的有效途径。

傅水根

国家级教学名师

清华大学基础工业训练中心主任

教育部高等学校机械学科教学指导委员会委员

兼机械基础课程指导分委员会副主任委员

2008年8月

前 言

随着社会需求的不断提高,现代科学技术迅速发展,现代机械制造业的产品日趋精密、复杂,各种新技术、新装备不断涌现,机械装配技术人才日益匮乏。

《机械装配技术基础》是普通高等院校工程训练系列教材之一,也是机械装配的入门书籍,全书共分6章,内容包括机械装配技术、极限与配合、装配尺寸链、典型零件的装配、传动机构的装配、发动机的装配等,并以发动机为实例,图文并茂,直观易懂,特别是发动机的拆装图解形式完整,并辅以原理、结构说明,一目了然。在满足教学要求的基础上,注重理论与实际相结合,设计与装配工艺相结合,零部件装配与系统整体装配相结合;强调以工程实例为引导,分析与指导相结合。各章节都配有复习思考题,便于学生明确实训要求与重点,以达到教学目的。本教材集作者多年的教学和实践心得于一体,结构紧凑,思路清晰,分析详尽,图文并茂,深浅适宜,操作性较强。

本书由华中科技大学李智勇、谢玉莲担任主编,参加编写的还有周立、廖爱平同志,全书由李智勇统稿。

本书在编写过程中得到了华中科技大学机械工程学院制造技术基础课程组各位老师的宝贵意见;华中科技大学金工实践教学指导委员会主任杨家军教授和华中科技大学工程实训中心周世权教授对本书的编写提出了许多指导性建议和建设性意见;华中科技大学工程实训中心的汪春华、贝恩海、胡畅、宋娇娇等老师对本书的出版给予了大力支持,特别是汪春华老师为本书的出版倾注了大量心血,在此一并表示衷心的感谢!

本书在编辑过程中参考许多文献、资料,对相关的作者表示诚挚的谢意!由于编者水平有限,书中存在的错误和疏漏还望同行批评与指正。

编 者

2009年7月

目 录

序

前言

第 1 章 机械装配技术	1
1.1 概述	1
1.1.1 装配工艺发展的历史	1
1.1.2 装配工艺的基本要求	2
1.1.3 装配生产的组织形式	2
1.1.4 装配工作的内容	4
1.1.5 装配的一般原则	4
1.2 机械装配的常用工具	5
1.2.1 常用螺钉旋具	5
1.2.2 常用扳手	6
1.2.3 钳子	9
1.2.4 顶拔器(拉模)	10
1.2.5 电动工具	10
1.2.6 气动工具	12
1.3 常用量具、量仪	12
1.3.1 常用量具	13
1.3.2 常用量仪	19
1.4 装配工艺过程	24
1.4.1 装配工艺过程	24
1.4.2 装配工艺系统图	25
1.4.3 装配工艺规程的制定	26
复习思考题	31
第 2 章 极限与配合	32
2.1 互换性的概念	32
2.1.1 互换性	32
2.1.2 标准化、系列化和通用化	32
2.2 尺寸与配合精度	33
2.2.1 尺寸精度	33

2.2.2	配合精度	37
2.2.3	公差与配合的标注	42
2.3	形状与位置精度	43
2.3.1	形位公差的研究对象	43
2.3.2	形位公差的项目、公差带	44
2.3.3	形位公差及公差带	45
2.4	表面粗糙度	49
2.4.1	表面粗糙度的评定参数及应用	50
2.4.2	表面粗糙度的标注	51
	复习思考题	54
第3章	装配尺寸链	55
3.1	概述	55
3.1.1	尺寸链	55
3.1.2	尺寸链的基本术语	56
3.1.3	尺寸链的分类	57
3.2	装配尺寸链	58
3.2.1	装配精度	58
3.2.2	装配尺寸链的建立及查找	60
3.3	装配尺寸链的计算方法	64
3.3.1	互换装配法	64
3.3.2	选择装配法	74
3.3.3	修配装配法	78
3.3.4	调整装配法	83
	复习思考题	86
第4章	典型零件的装配	88
4.1	螺纹连接的装配	88
4.1.1	螺纹连接的种类	88
4.1.2	螺纹连接的拧紧力矩	88
4.1.3	螺栓连接的防松措施	92
4.1.4	螺纹连接装配工艺	97
4.2	弹性挡圈的装配	99
4.2.1	孔轴类防松元件	99
4.3	键联接的装配	102
4.3.1	松键联接的装配过程	102
4.3.2	紧键联接的装配过程	103
4.3.3	花键联接的装配过程	103

4.4	密封件的装配	104
4.4.1	O形密封圈的装配	104
4.4.2	油封的装配	110
4.4.3	压盖填料的装填	115
4.4.4	密封垫的装配	121
4.5	滑动轴承连接的装配	124
4.5.1	滑动轴承结构	124
4.5.2	装配方法	126
4.5.3	滑动轴承的材料	127
4.6	滚动轴承的装配	129
4.6.1	滚动轴承的结构	129
4.6.2	滚动轴承装配前的准备工作	129
4.6.3	圆柱孔滚动轴承的装配方法	131
4.6.4	圆柱孔滚动轴承的拆卸方法	135
4.6.5	滚动轴承的材料	137
4.7	销连接的装配	138
4.7.1	圆柱销的装配要点	138
4.7.2	圆锥销的装配要点	139
4.7.3	过盈连接装配方法	139
	复习思考题	140
第5章	传动机构的装配	141
5.1	带传动机构的装配	141
5.1.1	带传动的结构	141
5.1.2	带传动的装配	142
5.2	链传动机构的装配	145
5.2.1	链传动的特点与应用	145
5.2.2	链传动的装配	146
5.2.3	链传动的布置、张紧和润滑	146
5.3	齿轮传动结构的装配	148
5.3.1	齿轮传动机构的装配和润滑	148
5.3.2	圆柱齿轮的装配	149
5.3.3	圆锥齿轮的装配	151
5.4	螺旋传动与蜗杆传动机构的装配	154
5.4.1	螺旋传动机构的特点	154
5.4.2	螺旋传动机构的装配	155
5.5	滚珠丝杠副的装配	158

5.5.1	滚珠丝杠副的结构	158
5.5.2	滚珠丝杠副的工作原理	159
5.5.3	循环滚珠	159
5.5.4	滚珠丝杠副的应用及特点	159
5.5.5	丝杠的受力情况	160
5.5.6	滚珠丝杠副的润滑	160
5.5.7	滚珠丝杠副的密封	161
5.5.8	滚珠丝杠副的安装	161
5.5.9	滚珠丝杠的调节	162
5.6	离合器传动	163
5.6.1	离合器的种类	163
5.6.2	离合器的装配技术要求	165
5.6.3	离合器的装配工艺要点	165
5.7	联轴器	166
5.7.1	联轴器种类	166
5.7.2	联轴器装配	168
	复习思考题	168
第6章	发动机的装配	170
6.1	概述	170
6.1.1	汽车发动机的基本构造	170
6.1.2	发动机基本术语	175
6.1.3	发动机工作原理	175
6.1.4	发动机拆装原则注意事项	177
6.2	曲柄连杆机构的装配	179
6.2.1	机体组的构造	180
6.2.2	活塞连杆组	184
6.2.3	曲轴飞轮组	192
6.2.4	曲柄连杆机构的拆装	197
6.3	配气机构的装配	202
6.3.1	配气机构的基本组成	202
6.3.2	气门组	203
6.3.3	气门传动组	208
6.3.4	配气机构的拆装	211
6.4	冷却系统的构造和拆装	214
6.4.1	水冷却系主要部件的构造	215
6.4.2	冷却系统的拆装	219

6.5	润滑系统的构造与拆装	221
6.5.1	概述	221
6.5.2	润滑系主要部件的构造	224
6.5.3	润滑系统典型部件的拆装	230
6.6	电控汽油机燃油供给系统的拆装	235
6.6.1	概述	235
6.6.2	进排气装置	239
6.6.3	燃油供给装置	243
6.6.4	电控装置	245
6.6.5	电控燃油喷射系统的拆装	248
6.6.6	电控燃油喷射系统的装复	251
6.7	柴油机燃油供给系统的拆装	254
6.7.1	柴油机燃料供给系统的组成	254
6.7.2	柴油机燃料供给系统的拆装	262
	复习思考题	267
	参考书目	268

第 1 章 机械装配技术

1.1 概 述

在生产过程中,按照规定的技术要求,将若干零件结合成组件或若干个零件和部件结合成机器的过程称为装配(assembly),前者称为部件装配,后者称为总装配。机械产品都是由许多零件和部件装配而成的。零件(part)是机器制造的最小单元,如一根轴、一个螺钉等。部件(subassembly)是两个或两个以上零件结合成为机器的一部分,如车床的主轴箱、进给箱等。装配通常是产品生产过程中的最后一个阶段,处于机械制造生产链的末端,其目的是根据产品设计要求和标准,使产品达到其使用说明书的规格和性能要求。它是对机器设计和零件加工质量的一次总检验,能够发现设计和加工中存在的问题,从而不断地加以改进。因此机器的质量不仅取决于设计质量和零件的加工质量,还与机器的装配工艺过程有关。装配不良的机器,其性能将会大为降低,增加功率消耗,使用寿命将大为缩短。现实中的大部分的装配工作都是由手工完成的,高质量的装配需要丰富的经验。

1.1.1 装配工艺发展的历史

在早期,零件的制造及其选配和组装是通过工艺工人来完成的。每个零件都要加工处理,以便能够与某些其他零件进行装配。如果某零件不能与其他零件配合,那就必须在已加工的零件中寻找适合的零件或者对其进行再加工,故生产率非常低。

在 19 世纪初期,人们开始要求同一种零件之间具有互换的能力。为此,必须首先制作样件。通过这个样件,再制作各种专用工具和量具,并利用这些工具和量具来检查加工产品的精度。20 世纪初期,人们又提出了“公差”这个概念,利用尺寸、形状及位置的公差,零件的互换性便得到了充分的保证。这样,零件的生产和装配就可以分离开来了,这两项工作也就可以在不同的地点或不同的工厂进行了。装配中的一个重大进步是由 Henry Ford 提出的“装配线”的装配工艺,他是第一个应用这样一个概念,就是将在不同的地点生产的零件以物流供给的方式集中在一个地方,在生产线上进行最终产品的装配,这对推动工业的发展起了很重要的作用。

二战后,随着机械制造业的飞速发展,装配工作量在产品制造中所占比重越来越大,装配技术日趋复杂和多样,装配过程的自动化技术得到了迅速发展。国外从 20 世纪 50 年代开始发展自动化装配技术;60 年代发展了数控装配机、自动装配

线;70年代机器人已应用在装配过程中;近年来又研究应用了柔性装配系统(flexible assembling system, FAS)等。今后的趋势是把装配自动化作业与仓库自动化系统连接起来,进一步提高机器制造的质量和劳动生产率。

1.1.2 装配工艺的基本要求

装配的工作是把各个零部件组合成一个整体的过程,而各个零部件按照一定的程序、要求固定在一定的位置上的操作称为安装。各零部件在安装中必须达到如下要求:

- (1) 以正确的顺序进行安装(图 1-1);
- (2) 按图样规定的方法进行安装(图 1-2);

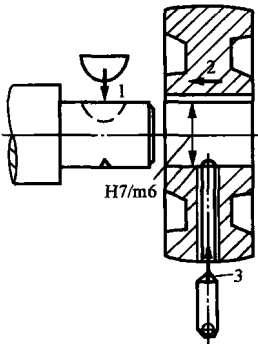


图 1-1 正确的顺序安装
1-半圆键; 2-齿轮; 3-螺钉

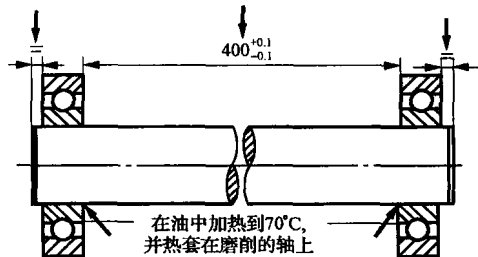


图 1-2 按规定的方法和位置安装

- (3) 按图样规定的位置进行安装;
- (4) 按规定的尺寸精度进行安装。

安装完毕后,产品必须达到预定的要求或标准。同时,每一个装配的产品必须能够拆卸,以便进行保养或维修。

1.1.3 装配生产的组织形式

装配组织的形式随生产类型和产品复杂程度而不同,可分为以下四类。

1. 单件生产的装配

单个地制造不同结构的产品,并很少重复,甚至完全不重复,这种生产方式称为单件生产。单件生产的装配工作多在固定的地点,由一个工人或一组工人,从开始到结束把产品的全部装配工作进行到底,如夹具、模具的装配就属于此类。对于大件的装配,由于装配的设备是很大的,装配时需要几组操作人员共同进行操作,如生产线的装配。这种组织形式的装配周期长,占地面积大,需要大量的工具和设

备,要求修配和调整的工作较多,互换性较少。在产品十分复杂的小批生产中,也采用这种组织形式。

2. 成批生产的装配

在一定的时期内,成批地制造相同的产品,这种生产方式称为成批生产。成批生产时装配工作通常分为部件装配和总装配,每个部件由一个或一组工人来完成,然后进行总装配,如机床的装配属于此类。

如果零件经过预先选择分组,则零件可采用部分互换法装配,因此要有条件组织流水线生产,这种装配组织形式效率较高。

3. 大量生产的装配

产品制造数量很庞大,每个工作地点经常重复地完成某一工序,并具有严格的节奏,这种生产方式称为大量生产。大量生产中,把产品装配过程划分为部件、组件装配,使某一工序只由一个或一组工人来完成。同时只有当从事装配工作的全体工人,都按顺序完成了所担负的装配工序以后,才能装配出产品。工作对象(部件或组件)在装配过程中,有顺序地由一个或一组工人转移给另一个或一组工人。这种转移可以是装配对象的转移,也可以是工人移动,通常把这种装配组织形式叫做流水装配法。为了保证装配工作的连续性,在装配线所有工作位置上,完成某一工序的时间都应相等或互成倍数。在大量生产中,由于广泛采用互换性原则,并使装配工作工序化,因此装配质量好、效率高、生产成本低,是一种先进的装配组织形式,如汽车、拖拉机的装配一般属于此类。

4. 现场装配

现场装配共有两种,第一种是在现场进行部分制造、调整和装配,如图 1-3(a)

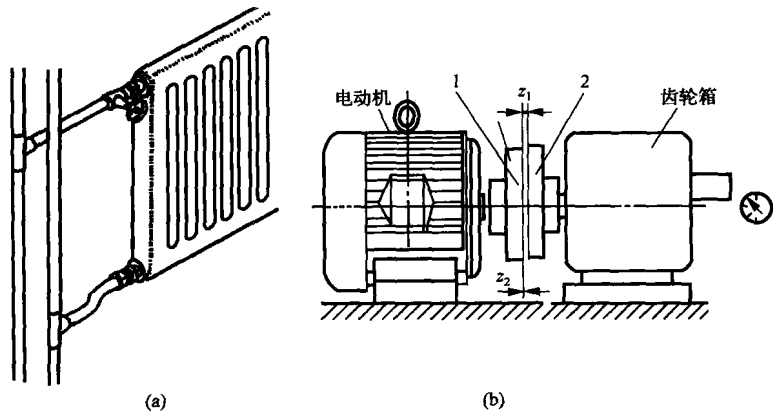


图 1-3 现场装配

所示,有些零部件是现成的,而有些零件则需要到现场根据具体的现场尺寸要求进行制造,然后才可以进行现场装配。第二种是与其他现场设备有直接关系的零部件必须在工作现场进行装配,如图 1-3(b)所示。例如,减速器的安装就包括减速器与电动机之间的联轴器的现场校准以及减速器与执行元件之间的联轴器的现场校准,要保证它们之间的轴线在同一条直线上,从而使联轴器的螺母在拧紧后不会产生任何附加的载荷,否则就会引起轴承超负荷运转或轴的疲劳破坏。

1.1.4 装配工作的内容

产品的装配工作主要包括以下环节和内容。

(1) 零件清洗、清理和检查。对所有参与装配的零件,包括工件和标准件,均要清洗,以去除黏附在零件表面上的灰尘、切屑、油污,并涂少量的防锈油。轴承、配偶件、密封件、传动件、轴为重点清洗对象。清洗剂一般采用酒精、汽油、煤油或化学清洗剂。清洗完毕的零件,要进行尺寸检查,以确保参与装配的零件符合设计制造要求。在此基础上,还要对零件数量进行清理,不得有缺失。

(2) 零件的连接。利用相应工具对不同类型零件进行连接组装。

(3) 校正、调整和配做。主要是调节零件或机构的相对位置、配合间隙、结合松紧等,此外还可能需要进行配钻、配铰、配磨、配刮等工作。

(4) 平衡。对旋转件进行必要的动、静平衡,抵消和减小不平衡离心力,以最大限度地消除机器运转时的振动和噪声,提高设备精度。

(5) 试验与验收。按装配图技术要求检验,试车验收。

1.1.5 装配的一般原则

为了提高装配质量,必须注意下列几个方面:

(1) 仔细阅读装配图和装配说明书,并明确其装配技术要求;

(2) 熟悉各零部件在产品中的功能;

(3) 如果没有装配说明书,则在装配前应当考虑好装配的顺序;

(4) 装配的零部件和装配工具都必须在装配前进行认真的清洗;

(5) 必须采取适当的措施,防止脏物或异物进入正在装配的产品内;

(6) 装配时必须使用符合要求的紧固件进行紧固;

(7) 当拧紧螺栓、螺钉等紧固件时,必须根据产品装配要求使用合适的装配工具;

(8) 如果零件需要安装在规定的位置上,那就必须在零件上做记号,且安装时还必须根据标记进行装配;

(9) 装配过程中,应当及时进行检查或测量,其内容包括位置是否正确,间隙是否符合规格中的要求,跳动是否符合规格中的要求,尺寸是否符合设计要求,产品的功能是否符合设计人员和客户的要求等。

1.2 机械装配的常用工具

1.2.1 常用螺钉旋具

(1) 一字槽螺钉旋具。常用来拆装开槽螺钉,如图 1-4 所示,以刀体部分的长度代表其规格。常用规格有 100mm、150mm、200mm、300mm 和 400mm 等几种。使用时,应根据螺钉沟槽的宽度选用相应的螺钉旋具。

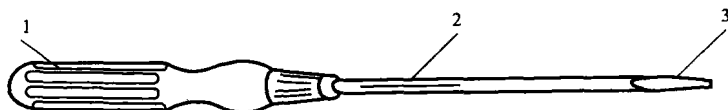


图 1-4 一字槽螺钉旋具

1-木柄; 2-刀体; 3-刃口

(2) 弯头螺钉旋具。图 1-5 所示为弯头螺钉旋具,两头各有一个刃口,互成垂直位置,适用于螺钉顶部空间受到限制的特殊装拆场合。

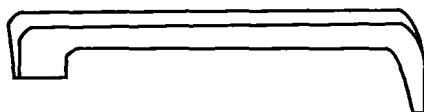


图 1-5 弯头螺钉旋具

(3) 十字槽螺钉旋具。图 1-6 所示为十字槽螺钉旋具,主要用来旋紧头部带十字槽的螺钉,其优点是旋具不易从槽中滑出。大小规格分类与一字槽螺钉旋具相同。

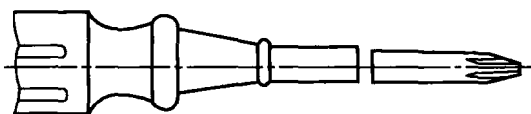


图 1-6 十字槽螺钉旋具

(4) 快速螺钉旋具。图 1-7 为快速螺钉旋具,工作时推压手柄,使螺旋杆通过来复孔而转动,可以快速拧紧或松开小螺钉,提高装拆速度。

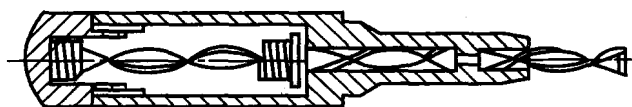


图 1-7 快速螺钉旋具

1.2.2 常用扳手

1. 通用扳手

通用扳手也叫活动扳手,如图 1-8 所示。使用活动扳手时,应让其固定钳口承受主要作用力,如图 1-9 所示,否则容易损坏扳手。钳口的开度应适合螺母(或螺帽)对边间距尺寸,过宽会损坏螺母(或螺帽)。不同规格的螺母(或螺钉),应选用相应规格的活动扳手。扳手手柄不可任意接长,以免拧紧力矩过大而损坏螺母或螺钉的头部棱角。

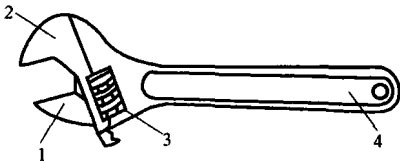


图 1-8 活动扳手

1-活动钳口; 2-固定钳口; 3-螺杆; 4-扳手柄

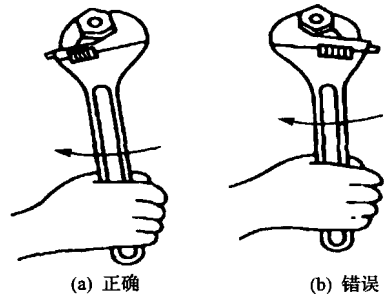


图 1-9 活动扳手的使用

2. 专用扳手

专用扳手只能扳一个尺寸的螺母或螺钉,根据其用途的不同可分为:

(1) 开口扳手。用于装拆六角形或方头的螺母或螺钉,有单头和双头之分,如图 1-10 所示。它的开口尺寸与螺母或螺钉对边间距的尺寸相适应,并根据标准尺寸做成一套。常用十件一套的双头扳手(两端开口)尺寸分别为 5.5mm×7mm、8mm×10mm、9mm×11mm、12mm×14mm、14mm×17mm、17mm×19mm、19mm×22mm、22mm×24mm、24mm×27mm 和 30mm×32mm。

(2) 整体扳手。整体扳手的用途与开口扳手的用途基本相同,但它能将螺母或螺钉的头部全部围住,不易打滑,装拆更加可靠。整体扳手可分为正方形、六角形、十二角形(梅花扳手)等,如图 1-11 所示。梅花扳手只要转过 30°,就可以改变方向再扳,适用于工作空间狭小、不能容纳普通扳手的场合,应用较广泛。

(3) 成套套筒扳手。由一套尺寸不等的梅花套筒组成,如图 1-12 所示。使用时,扳手柄方榫插入梅花套筒的方孔内,弓形手柄能连续转动,使用方便,工作效率较高。