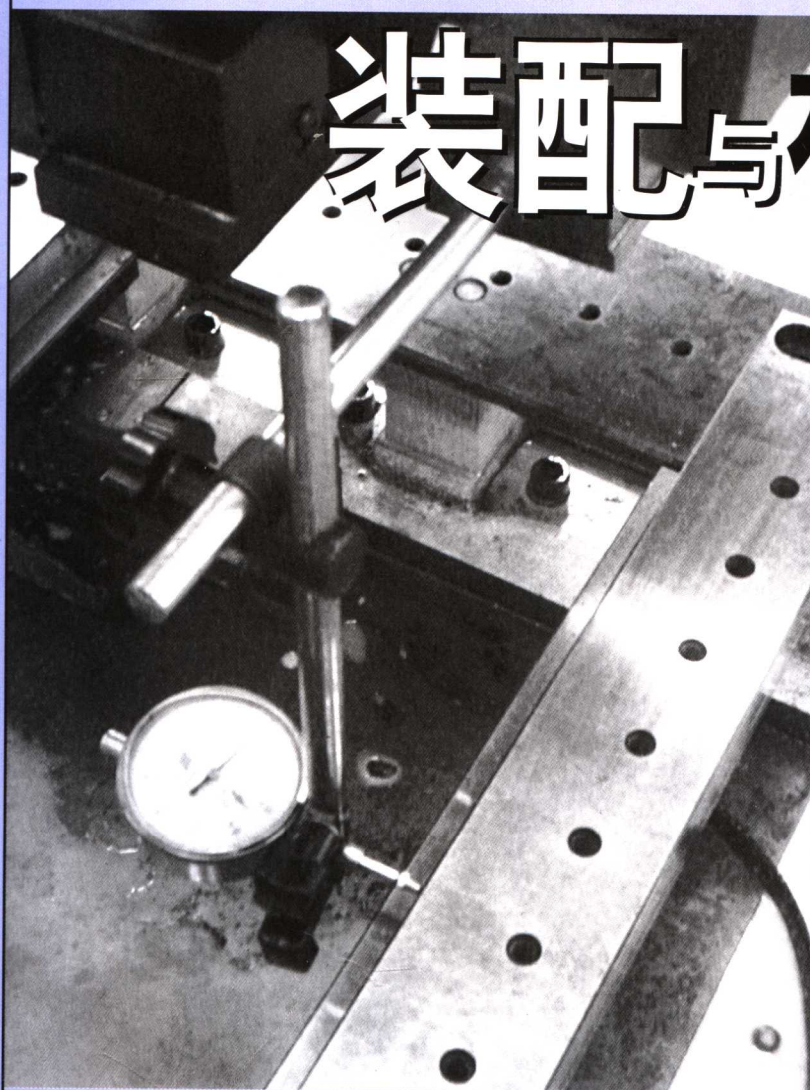


第二版

JIQI SHEBEI DE
机器设备的

装配与检修



ZHUANGPEI

YU

JIANXIU

张应龙 主编

陆一心 李金伴 主审



化学工业出版社

第二版

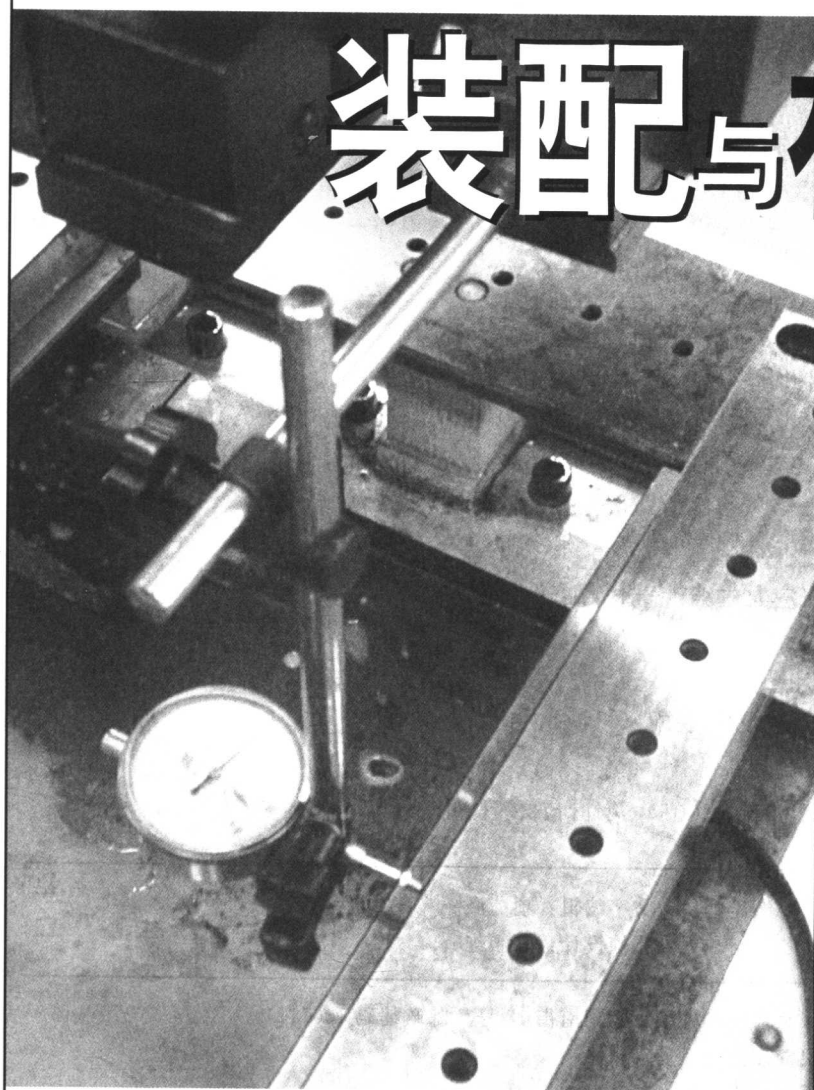
JIQI SHEBEI DE
机器设备的

装配与检修

ZHUANGPEI

YU

JIANXIU



张应龙 主编

陆一心 李金伴 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以提高我国各类机械加工、制造企业内的机器设备装配、维修人员的实际水平为出发点,在继承了传统加工设备经典维修工艺内容的基础上,对新设备、新工艺等进行了大量补充,注意维修理论和实践相结合,将系统性和实用性相结合。分别介绍了相关的基础理论,各种机械结构、零部件的装配方法,典型机械零件、设备的维修技术和方法,重点介绍了数控车床、加工中心的结构与维修,数控机床的选择、安装、使用与维护,设备状态的监测与故障诊断技术。

本书可作为高职类院校开设机器设备的装配与检修课程的教材,也可作为从事机械设备的装配与检修职业的技术工人的培训教材和从事机械设备制造、装配、操作、维修等相关人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机器设备的装配与检修/张应龙主编. —2版. —北京:
化学工业出版社, 2007. 8
ISBN 978-7-122-00899-2

I. 机… II. 张… III. ①机械设备-装配(机械) ②机
械设备-检修 IV. TH16 TH17

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 114733 号

责任编辑:陈 丽

文字编辑:项 激

责任校对:凌亚男

装帧设计:郑小红

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:大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市延风装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 19 $\frac{3}{4}$ 字数 502 千字 2007 年 10 月北京第 2 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:40.00 元

版权所有 违者必究

前 言

机器设备在使用过程中由于各种原因,会出现各种各样的故障,为了排除这些故障,需要对故障设备进行维修。但只有采用针对性的维修措施,才能够在最短的时间内以最经济的方法将设备修复。自 20 世纪 90 年代以来,随着我国国民经济的持续高速发展,各种机械加工、制造企业如雨后春笋涌现,各类企业普遍缺少既具有理论水平、又具有丰富实际经验的高技能的设备维修人员,正是出于上述考虑,我们重新修订了《机器设备的装配与检修》一书。

本书从装配图开始,首先较为系统地介绍了作为一名设备维修人员所必备的各种基础理论知识,包括有关制图、机械传动、设备电气、电力拖动等方面的基本知识;然后分别介绍了固定连接的装配,轴组与传动机构的装配,典型设备的结构与装配,机械零件的常用修复技术,典型零件的修复方法,典型设备的维修;最后重点介绍了数控车床、加工中心的结构与维修,数控机床的选择、安装、使用与维护,设备状态监测与故障诊断技术。

本书第 9 章由李捷辉编写,其余各章节由张应龙编写,全书由张应龙统稿。在本书的编写过程中,江苏大学李金伴教授、陆一心教授、戈晓岚教授和王维新高级工程师、汪光远工程师、冯伟玲技师给予了精心的指导和热情的帮助,提出了许多宝贵的意见,并且全书由江苏大学陆一心、李金伴教授担任主审,在此谨向他们表示衷心感谢。

本书可作为高职类院校开设机器设备的装配与检修课程的教材,也可作为供从事机械设备的装配与检修职业的技术工人的培训教材和从事机械设备制造、装配、操作、维修等相关人员的参考用书。

由于编者水平所限,编写时间比较仓促,书中难免存在不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2007 年 3 月

目 录

1 装配与检修基础知识	1
1.1 装配图	1
1.1.1 装配图的概念	1
1.1.2 装配图的作用和内容	1
1.1.3 装配图采用的表达方法	1
1.1.4 装配图的尺寸标注	4
1.1.5 装配图的技术要求	4
1.1.6 装配图的零部件序号及明细表	5
1.1.7 看装配图的基本方法	5
1.2 公差与配合及装配尺寸链	5
1.2.1 互换性	5
1.2.2 公差	6
1.2.3 配合	8
1.2.4 装配尺寸链	11
1.3 机械传动基础	16
1.3.1 机器的组成	16
1.3.2 平面连杆机构	17
1.3.3 凸轮机构	19
1.3.4 间歇运动机构	20
1.4 通用设备常用电器的种类及用途	22
1.4.1 熔断器	22
1.4.2 低压开关	23
1.4.3 接触器	25
1.4.4 继电器	26
1.4.5 主令电器	28
1.5 电力拖动及控制原理基础	29
1.5.1 电力拖动系统的组成	29
1.5.2 电力拖动系统的转矩	29
1.5.3 电动机的工作原理和基本结构	30
1.6 机器设备的故障理论	32
1.6.1 故障的概念	32
1.6.2 故障的模式	33
1.6.3 故障的性质	33
1.6.4 故障的分类	33
1.7 机械零件的失效	35
1.7.1 零件的磨损	35

1.7.2	断裂	37
1.7.3	变形	39
1.7.4	腐蚀	40
1.8	设备维修的技术经济分析	41
1.8.1	技术经济分析的程序	42
1.8.2	技术经济评价指标和常用的评价方法	42
2	固定连接的装配	44
2.1	螺纹连接的装配	44
2.1.1	螺纹连接的装配技术要求	44
2.1.2	螺纹连接的装拆工具	47
2.1.3	螺纹连接装配工艺	49
2.2	键连接的装配	51
2.2.1	松键连接的装配	51
2.2.2	紧键连接的装配	52
2.2.3	花键连接的装配	52
2.3	销连接的装配工艺	53
2.3.1	圆柱销的装配	53
2.3.2	圆锥销的装配	54
2.4	过盈连接的装配	54
2.4.1	过盈连接的装配技术要求	55
2.4.2	过盈连接的装配方法	55
2.4.3	过盈连接的装配要点	57
3	轴组与传动机构的装配	58
3.1	滚动轴承的装配	58
3.1.1	滚动轴承的种类	58
3.1.2	滚动轴承的游隙调整和预紧	58
3.1.3	滚动轴承的装配和拆卸	62
3.2	滑动轴承的装配	65
3.2.1	整体式向心滑动轴承的装配	66
3.2.2	剖分式滑动轴承的装配	67
3.2.3	内柱外锥式滑动轴承的装配	68
3.3	主轴的装配	69
3.3.1	主轴部件的精度及其测量方法	69
3.3.2	车床主轴轴组装配	71
3.4	带传动机构的装配	75
3.4.1	带传动机构的装配技术要求	75
3.4.2	带轮的装配	76
3.4.3	V带的装配	77
3.4.4	张紧力的控制	77
3.5	链传动机构的装配	78
3.5.1	链传动机构的特点	78
3.5.2	链传动机构的装配技术要求	78

3.5.3 链传动机构的装配	79
3.6 齿轮传动机构的装配	80
3.6.1 齿轮传动的精度	81
3.6.2 齿轮装配技术要求	83
3.6.3 圆柱齿轮机构的装配	83
3.6.4 圆锥齿轮机构的装配	88
3.6.5 齿轮传动机构装配后的跑合	90
3.7 蜗杆传动机构的装配	90
3.7.1 蜗杆传动的精度	90
3.7.2 蜗杆传动的技术要求	91
3.7.3 蜗杆传动机构箱体的装前检验	92
3.7.4 蜗杆机构的装配过程	93
3.7.5 蜗杆传动机构啮合质量的检验	94
3.8 螺旋传动机构的装配	94
3.8.1 螺旋传动机构的装配技术要求	95
3.8.2 丝杠螺母的装配要点	95
3.9 联轴器与离合器的装配	98
3.9.1 联轴器的装配	98
3.9.2 离合器的装配	100
3.10 液压传动装置的装配	101
3.10.1 油泵的安装	101
3.10.2 油缸的装配	102
3.10.3 压力阀的装配	103
3.10.4 管道连接的装配	104
4 典型设备的结构与装配	107
4.1 CA6140 型卧式车床的结构及总装工艺	107
4.1.1 CA6140 型卧式车床的结构	107
4.1.2 CA6140 型卧式车床的装配	123
4.1.3 普通车床的试车和验收	133
4.2 柴油发动机的工作原理与结构	135
4.2.1 单缸四行程柴油机的工作原理	135
4.2.2 多缸柴油机的工作原理	136
4.2.3 四行程柴油机的总体构造	137
4.2.4 柴油机的机体组件	138
4.2.5 柴油机的曲柄连杆机构	140
4.2.6 柴油机的配气机构和进排气系统	145
4.2.7 柴油机燃料的燃烧和供给系统	148
4.2.8 柴油机的冷却系统	153
5 机械零件的常用修复技术	156
5.1 概述	156
5.2 钳工和机械加工修复技术	156
5.2.1 钳工和机械加工技术的基本工序	157

5.2.2	钳工和机械加工技术的常用方法	157
5.3	焊接修复技术	160
5.3.1	铸铁零件的焊接修复	161
5.3.2	有色金属零件的焊接修复	163
5.3.3	钢件的焊接修复	164
5.3.4	堆焊	165
5.3.5	钎焊	171
5.4	热喷涂修复技术	172
5.4.1	概述	172
5.4.2	几种主要的热喷涂	172
5.4.3	喷涂材料	174
5.4.4	喷涂工艺过程	175
5.4.5	应用	175
5.4.6	喷焊	176
5.5	粘接修复技术	176
5.5.1	原理	176
5.5.2	特点	177
5.5.3	胶黏剂	177
5.5.4	工艺	178
5.5.5	应用	179
5.5.6	特种粘接技术	179
5.6	电镀修复技术	180
5.6.1	电镀原理	180
5.6.2	影响镀层质量的基本因素	180
5.6.3	工艺过程	181
5.6.4	电镀种类	181
5.6.5	刷镀	183
5.7	零件修复方法的选择及工艺规程的制订	185
5.7.1	零件修复方法的选择	185
5.7.2	修复工艺规程的制订	187
6	典型零件的修复	189
6.1	轴类零件的修复	189
6.1.1	中心孔损坏	189
6.1.2	轴颈磨损	189
6.1.3	圆角磨损	189
6.1.4	螺纹碰伤	189
6.1.5	键槽磨损	190
6.1.6	花键槽	190
6.1.7	裂纹和断裂	190
6.1.8	弯曲	191
6.1.9	其他	191
6.1.10	曲轴的修复	191

6.2 齿轮的修复	192
6.2.1 调整换位法	192
6.2.2 栽齿修复法	192
6.2.3 镶齿修复法	193
6.2.4 堆焊修复法	193
6.2.5 塑性变形法	194
6.2.6 热锻堆焊结合修复法	194
6.2.7 变位切削法	195
6.2.8 真空扩散焊修法	195
6.2.9 金属涂敷法	195
6.3 轴承的修复	196
6.3.1 滑动轴承	196
6.3.2 滚动轴承	198
6.4 壳体零件的修复	198
6.4.1 汽缸体的修复	199
6.4.2 变速箱体的修复	199
6.5 机体零件的修复	200
6.5.1 普通车床床身	200
6.5.2 金属机架	201
6.6 其他零部件的修复	201
6.6.1 叶轮	201
6.6.2 丝杠	202
6.6.3 液压缸	202
6.6.4 活塞	202
6.6.5 滑阀	202
6.6.6 阀座	202
6.6.7 杠杆及连杆	202
6.6.8 楔铁	203
6.6.9 齿轮泵	203
7 典型设备的维修	204
7.1 机床设备的维修	204
7.1.1 普通机床的修理	204
7.1.2 最终精整加工设备的修理	205
7.1.3 大型设备的修理	205
7.2 液压传动系统的维修	206
7.2.1 液压传动系统主要元件的磨损与泄漏	206
7.2.2 液压系统密封元件损坏与外泄漏	208
7.2.3 液压系统主要零件的修理	208
7.2.4 液压系统的试运转	210
7.3 柴油机喷油泵总成的维修	211
7.3.1 柱塞式喷油泵的修理	211
7.3.2 调速器的修理	213

7.3.3	在试验台上的调试	215
7.3.4	在发动机上的补充调整	215
7.3.5	PT 泵的检查与调试特点	216
7.3.6	油量标准传递	216
8	数控机床的结构与维修	218
8.1	数控车床的结构	218
8.1.1	数控车床的组成	219
8.1.2	数控车床的主要机械结构	221
8.2	加工中心的结构	227
8.2.1	加工中心的机械结构构成	228
8.2.2	加工中心的主要机械结构	229
8.3	数控车床的维修	244
8.3.1	数控车床机械故障的类型	244
8.3.2	数控车床的维修	244
8.4	加工中心的维修	247
8.4.1	主轴部件故障	247
8.4.2	进给系统故障	247
8.4.3	自动换刀装置故障	248
9	数控机床的选择、安装、使用与维护	249
9.1	数控机床的选择方法	249
9.1.1	根据典型加工零件来选择	249
9.1.2	数控机床规格的选择	250
9.1.3	数控机床精度的选择	251
9.1.4	数控系统的选择	252
9.1.5	根据生产能力来选择	253
9.1.6	数控机床功能的选择和附件的选择	254
9.1.7	数控机床使用刀具的选择	256
9.1.8	技术服务的选择	258
9.2	数控机床的使用	259
9.2.1	数控机床的使用要点	259
9.2.2	数控机床的生产管理方法	262
9.3	数控机床的安装与调试	263
9.3.1	数控机床的安装要求	263
9.3.2	数控机床安装、调试步骤	264
9.4	数控机床精度的检测	265
9.4.1	数控机床几何精度的检测	266
9.4.2	数控机床定位精度的检测	266
9.4.3	数控机床切削精度的检测	269
9.5	数控机床的维护、保养	270
9.5.1	可靠性和可维护性	270
9.5.2	数控系统的预防性维护	271
9.5.3	数控机床的日常维护与保养	272

10 设备状态监测与故障诊断技术	274
10.1 概述	274
10.1.1 设备状态监测与诊断技术的含义和组成	274
10.1.2 设备诊断的基本技术	274
10.1.3 设备诊断技术的作用	275
10.2 常用的设备状态监测与故障诊断方法	276
10.2.1 振动监测法	276
10.2.2 噪声监测法	278
10.2.3 温度监测法	279
10.2.4 油液监测法	280
10.2.5 应力应变监测法	281
10.2.6 无损检测监测法	283
10.3 设备状态的简易监测方法	284
10.3.1 听诊法	284
10.3.2 触测法	284
10.3.3 观察法	285
10.4 滚动轴承工作状态的监测与故障诊断	285
10.4.1 振动诊断法	285
10.4.2 光纤监测技术	288
10.4.3 接触电阻法	290
10.5 齿轮传动状态的监测与故障诊断	291
10.5.1 用直接观察法对齿轮进行监测	291
10.5.2 用磁塞法对齿轮进行监测的主要特点	292
10.5.3 用听诊法对齿轮进行监测的主要特点	293
10.6 产品质量对设备状态进行监测	293
10.6.1 卧式车床加工件的表面质量问题与设备状态的联系	293
10.6.2 外圆磨床加工件的表面质量问题与设备状态的联系	295
10.7 设备突发性故障的分析	296
10.7.1 运动障碍的分析方法	296
10.7.2 由断口宏观特征分析零件的断裂原因	298
10.7.3 常见漏油原因与治漏	302
参考文献	306

1 装配与检修基础知识

1.1 装配图

1.1.1 装配图的概念

任何机器或部件都是由若干零件按一定的技术要求装配而成的。表达整台机器或部件的工作原理、装配关系、连接方式及结构形状的图样称为装配图。装配图既表达了产品结构和设计思想，又是生产中装配、检验、调试和维修的技术依据和准则。

表示一台完整机器的装配图称为总装配图，表示机器中某个部件的装配图称为部件装配图。

1.1.2 装配图的作用和内容

1.1.2.1 装配图的作用

装配图主要的作用如下。

① 用来表达机器或部件的工作原理、零件间装配和连接关系，主要零件的形状、结构，以及装配体在装配、安装、检验、使用等环节的技术要求等。

② 在新产品的设计过程中，通常先设计并画出装配图，然后根据装配图拆画出零件图；而对比较复杂的装配体和零件，一般在零件图设计完成后，再将设计好的零件图拼接成最终的装配图。

③ 在生产过程中，根据拆画出的零件图制造零件，再依据装配图将零件装配成机器或部件。

④ 在使用过程中，装配图可帮助使用者了解机器或部件的结构特点，为安装、检验和维修提供技术资料。

图 1-1 所示为铣刀头装配图。

1.1.2.2 装配图的内容

从图 1-1 可看出，一张完整的装配图包含以下几方面内容。

(1) 一组图形 表示各零件之间的相互位置、连接方式、装配关系，主要零件基本结构、形状，能够根据视图分析机器或部件的运动情况、工作原理和装拆顺序等。

(2) 必要尺寸 在装配图中要标注与机器或部件规格、性能及装配、安装等有关的尺寸。

(3) 技术要求 用文字或符号说明机器或部件的装配、调试、验收和使用要求等。

(4) 零件序号、明细栏、标题栏 用以表明零件的序号、名称、数量、材料等信息。

1.1.3 装配图采用的表达方法

装配图和零件图一样，应制图国家标准规定，将装配体的内外结构和形状表达清楚，

但两种图样的作用不同,所表达的侧重点也就不同。因此,制图国家标准对装配图的画法另有相应的规定。

1.1.3.1 一般表达法

制图国家标准中有关零件的视图、剖视图、断面图等表达方法都适用于装配图。

1.1.3.2 规定画法

(1) 剖面线的画法 在装配图中,两个相邻零件的剖面线方向应相反,如果两个以上零件相邻时,可改变第三个零件剖面线的间隔或使剖面线错开,如图 1-1 所示。同一零件在各剖视图和断面图中剖面线倾斜方向和间隔均应一致,如图 1-1 中阀体 9 在主视图和左视图中的剖面线方向和间隔都是相同的。利用剖面线的相同或不同,可以从装配图中区分出不同零件。

(2) 标准件及实心件的画法 在装配图中,对于一些标准件(如螺母、螺栓、键、销等)及实心杆件(如轴、球、拉杆等),若剖切平面通过其轴线(或对称线)剖切这些零件时,则这些零件按不剖绘制。如图 1-1 中轴 8 按不剖绘制,只画外形。如这些零件的某些结构如凹槽、键槽、销孔等需要表达时,可用局部剖视画出,如图 1-1 中轴 8 为了表达螺钉孔的结构,用局部剖视图。

(3) 零件接触面与配合面的画法 在装配图中,两个零件的接触表面和配合表面只画一条线,而不接触表面或非配合表面,无论间隙大小,都应画成两条线。如图 1-1 中螺栓 14 与挡圈 15 的孔壁为非接触表面,应画两条。

1.1.3.3 特殊表达法

(1) 拆卸画法 当零件在某一视图中遮住了其他需要表达的部分时,可假想沿零件的接合面剖切或假想将某些零件拆卸后再画出该视图,这种方法称为拆卸画法。需要说明时,在相应视图上方加标注“拆去××等”,如图 1-1 中的左视图,是拆去了零件 1、2、3、4、5 后的视图。

(2) 单个零件的表达方法 在装配图中,当某个零件的形状未表达清楚而对理解装配关系、工作原理等有影响时,允许单独画出该零件的某个视图(或剖视图、断面图等),但必须进行标注。如图 1-1 中,用局部视图单独画出了阀体 9,主要表明其上 4 个安装孔的形状和尺寸。

(3) 夸大画法 有些薄垫片、微小间隙、小锥度等,按其实际尺寸画出不能清楚表达其结构时,允许把尺寸适当加大后画出,如图 1-1 中的内六角螺钉 6 与端盖 12 孔之间的间隙,采用了夸大画法。

(4) 假想画法 为了表示运动零件的运动范围或极限位置时,可先画出它们的一个极限位置,其余的极限位置可用双点画线画出,如图 1-2 所示。

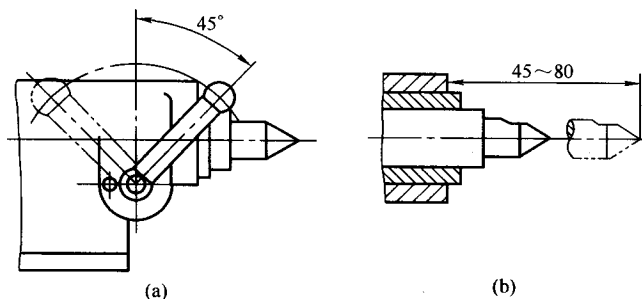


图 1-2 假想画法

有时,为了表达与本装配体有装配关系又不属于本装配体的其他相邻零、部件时,也可用双点画线将其他零、部件主要轮廓画出,如图 1-1 所示的铣刀头装配图中的铣刀盘。

(5) 简化画法

① 装配图中若干装配关系相同的零件组,如螺栓、螺钉等,允许较详细地画出一处或几处,其余只要画出中心线位置即可。

② 在装配图中,零件的工艺结构如小圆角、倒角、退刀槽等,允许省略不画。

③ 在剖视图中,表示滚动轴承时,允许画出对称图形的一半,而另一半画出其轮廓,并画出垂直相交的两条线。

1.1.4 装配图的尺寸标注

装配图中只标注与部件或装配体的性能(规格)、装配、检验、安装及使用等有关的尺寸。

1.1.4.1 性能尺寸(规格尺寸)

用以表明装配体的性能或规格的尺寸称为性能尺寸。这些尺寸在设计时就已确定,这也是设计机器和了解机器性能、工作原理、装配关系等的依据。如图 1-1 中的“ $\phi 120$ ”就属于规格尺寸。

1.1.4.2 装配尺寸

(1) 配合尺寸 它是表示两个零件之间配合性质的尺寸,如图 1-1 中的“ $\phi 28H8/f7$ ”、“ $\phi 80K7$ ”。

(2) 相对位置尺寸 它表示装配机器和拆画零件图时,需要保证的零件间相对位置的尺寸,如图 1-1 中的“115”即为相对位置尺寸。

1.1.4.3 外形尺寸

它是表示机器或部件外形轮廓的尺寸,即总长、总宽、总高,这些尺寸是机器或部件包装、运输以及厂房设计和安装时都需要考虑的。如图 1-1 中的“418”、“190”为总体外形尺寸。

1.1.4.4 安装尺寸

机器或部件安装在基础上或与其他机器(或部件)相连接时所需要的尺寸是安装尺寸。如图 1-1 所示主视图中的“155”和左视图中的“150”,即属于安装尺寸。

1.1.4.5 其他重要尺寸

它是在设计中经过计算确定或选定,但又未包括在上述几类尺寸之中的尺寸。如图 1-1 中的“ $\phi 44$ ”就属于这种尺寸。

必须指出,以上五类尺寸,每张装配图上并不一定都具备,而且有时同一尺寸有几种含义,应根据实际情况具体分析。

1.1.5 装配图的技术要求

对机器或部件的技术要求,不宜在图形中表达时,可在图样上用附注的形式表示,一般有下列内容:

- ① 有关装配体的密封和润滑以及不便在图上表明的间隙等方面的要求;
- ② 有关试验和检验的方法及要求;
- ③ 产品性能及涂饰、安装、使用、维护、包装、运输等方面的要求。

1.1.6 装配图的零部件序号及明细表

装配图上对每种零件或组件都必须编注序号或代号,并填写明细表,以便统计零件数量,进行生产准备。看装配图时,也是根据序号查阅明细表,以了解零件的名称、材料和数量等的。

装配图的明细表位于标题栏上方,外框为粗实线,内格及最上面外框为细实线,假如明细表的栏数较多,可再折行列于标题栏的左方。明细表中,零件序号编写顺序是自下而上的,以便增加零件时,可继续向上画格。在实际生产中,明细表也可不画在装配图内,而在单独的零件明细表中按零件分类和一定格式填写。

1.1.7 看装配图的基本方法

阅读装配图应达到如下目的:读懂机器或部件的工作原理,读懂部件中各零件间的装配关系和连接方式,读懂图中各主要零件以及与之有关的零件的结构形状。

(1) 概括了解

① 了解零件的名称和用途,这些内容可以查阅明细表及说明书。

② 了解标准零件和非标准零件的名称和数量,对照零件序号,在装配图上查找这些零件的位置。

③ 对视图进行分析,根据装配图上视图的表达情况,找出各个视图、剖视图、断面图的位置及投影方向,从而搞清各视图的表达重点。

(2) 了解装配关系和工作原理 对照视图仔细研究部件的装配关系和工作原理,这是看装配图的一个重要环节。在概括了解的基础上,分析各条装配干线,弄清各零件间相互配合的要求,以及零件间的定位、连接方式、密封等问题。再进一步搞清运动零件与非运动零件的相对运动关系。经过这样的观察分析,可对部件的工作原理和装配关系有所了解。

(3) 分析零件,看懂零件的结构形状 分析零件,就是弄清每个零件的结构形状及其作用。一般先从主要零件着手,然后是其他零件。当零件在装配图中表达不完整时,可对有关的其他零件仔细地观察和分析后,再进行结构分析,从而确定该零件的内外形状。

(4) 归纳总结 在对装配关系和主要零件结构分析的基础上,还要对技术要求、全部尺寸进行研究,进一步了解装配体的设计意图和装配工艺性。

1.2 公差与配合及装配尺寸链

1.2.1 互换性

1.2.1.1 互换性的概念

同一规格的零部件不需要进行任何挑选、调整或修配,就能装配到机器上去,并且符合使用性能要求,这种特性叫互换性。互换性给产品的设计、制造和使用维修都带来很大的方便。

从设计方面看,按互换性进行设计,就可以最大限度地采用标准件、通用件,大大减少计算、绘图等工作量,缩短设计周期,并有利于产品品种的多样化和计算机辅助设计。

从制造方面看,互换性有利于组织大规模专业化生产,有利于采用先进工艺和高效率的专用设备以及用计算机辅助制造,有利于实现加工和装配过程的机械化、自动化,从而减轻

工人的劳动，提高生产率，保证产品质量，降低生产成本。

从使用方面看，零部件具有互换性，可以及时更换那些已经磨损或损坏了的零部件，因此减少了机器的维修时间和费用，保证机器能连续而持久地运转，提高了设备的利用率。

综上所述，互换性对保证产品质量、提高生产效率和增加经济效益具有重大的意义，它不仅适用于大批量生产，即便是单件小批生产，也常常采用已标准化了的具有互换性的零部件。因此，互换性已成为现代机械制造业中一个普遍遵守的原则。

1.2.1.2 互换性的分类

互换性按互换程度可分为完全互换与不完全互换。若一批零部件在装配时不需分组、挑选、调整和修配，装配后即能满足预定的要求，这些零部件属于完全互换。当装配精度要求较高时，采用完全互换将使零件制造精度要求很高，加工困难，成本增高。这时可适当降低零件的制造精度，使之便于加工，而在零件完工后通过测量将零件按实际尺寸的大小分为若干组，按对应组进行装配，这样既可保证装配的精度，又能解决加工难的问题。此时，仅组内零部件具有互换性，组与组之间零部件不能互换，属于不完全互换。装配时需要进行挑选或调整的零部件也属于不完全互换。

一般地说，使用要求与制造水平、经济效益没有矛盾时，可采用完全互换；反之，采用不完全互换。不完全互换通常用于部件或机构的制造厂内部的装配，而厂外协作往往要求完全互换。

凡装配时要进行附加修配或辅助加工的，则该零部件不具有互换性。

1.2.2 公差

零件在加工过程中，不可避免地会产生各种误差。要想把同一规格的一批零件的几何参数制得完全一致是不可能的。实际上，那样做也没有必要，只要把几何参数的误差控制在一定范围内，就能满足互换性的要求。

零件几何参数误差的允许范围叫公差。它包括尺寸公差、形位公差等。

1.2.2.1 尺寸公差

尺寸公差（简称公差）是指允许尺寸的变动量，如图 1-3（a）所示，孔的公差用 T_h 表示，轴的公差用 T_s 表示。

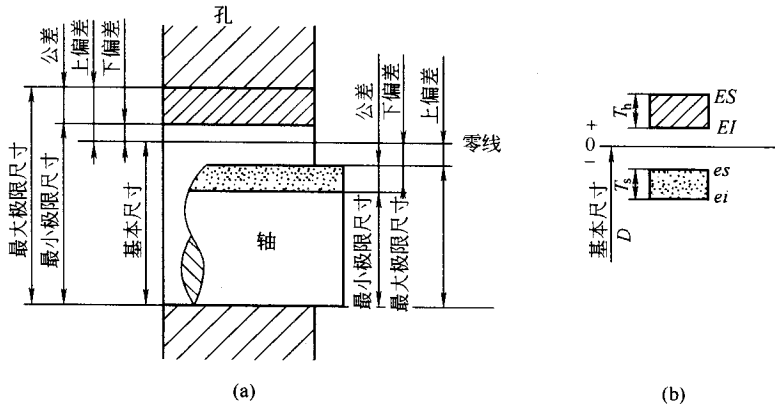


图 1-3 公差与配合示意图

由图 1-3 可知：

孔公差

$$T_h = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI$$