

王 汉 文  
张 秀 艳

编

机械设计基础丛书

机 器  
测 绘  
技 术

机械工业出版社

设备的有效途径，在机器制造业中经常遇到这类问题。为了帮助从事这方面工作的工人和工程技术人员更好地掌握机器测绘的基本技能，特编写了本书。

本书主要内容包括测绘的组织准备工作、零件测绘的一般方法、常用件的测绘、被测件公差配合及表面光洁度的确定、材料的确定等。本书所用的图例和例题，多数是从生产实践中选出的，具有理论联系实际的特点，实用性较强。

本丛书是在机械设计学习班试用的基础上重新整理编写的，在编写中得到徐灏教授、郑福庭副教授的热心指导和帮助。东北工学院方昆凡同志为机器测绘技术一书作了全面审校工作，沈阳第三机床厂张廷臣同志、鞍山工学院张成芳、许武猛等同志也都给予热情指导和帮助，在此致以谢意。

由于编者水平所限，难免存在某些缺点和错误，衷心希望读者提出宝贵意见。

编者

1983年6月

《机械设计基础丛书》

主编：张季高 毕传湖 曹金汤  
编者：王汉文 马先贵 郑福庭 王晓东 毕传湖  
何英斌 高泽远 张秀艳 张和远 周鹏翔  
阎以诗 曹金汤 鄂中凯 蔡春源

## 前 言

为了实现我国社会主义四个现代化建设的宏伟目标，各个生产部门都迫切需要用最新的机器来装备自己，以求不断提高产品质量，提高生产效率和经济效益，为此，企业进行技术改革和更新设备就成为当前的重要措施。《机械设计基础丛书》就是为适应这一新形势的需要，从当前的实际情况出发而组织编写的。

本丛书共分九册：

- 一、平面连杆机构设计
- 二、凸轮机构设计
- 三、斜面机构和螺旋机构设计
- 四、挠性传动设计
- 五、齿轮传动设计
- 六、轴系零部件设计
- 七、常用机械设计
- 八、机器测绘技术
- 九、润滑和密封

本丛书以结构设计为重点，介绍了设计计算的必要基础知识，并提供了许多机械设计实例，为设计工作引路。关于设计计算方面，除运用一般数学运算外，还考虑算图（即诺谟图）在运算上简便迅速、数据可靠的优点，因而丛书尽量运用图算法进行计算。

机器测绘工作是学习先进技术、设计新机器、改造陈旧

# 目 录

## 前 言

第一章 机器测绘概述	1
第一节 机器测绘在生产中的应用	1
一、仿制机器	1
二、修复与改造陈旧设备	1
三、技术资料存档与技术交流	1
四、易损备品备件的测绘	2
五、索取设计必须资料	2
六、工科大专院校教学中的测绘	2
第二节 机器测绘的组织与准备工作	2
一、机器测绘的组织工作	2
二、资料准备工作	3
三、物资准备工作	4
第三节 拆卸机器人的方法及注意事项	4
一、详细研究机器人构造特征	4
二、了解机器人的联接方式	4
三、确定拆卸的大体步骤	5
四、拆卸方法	5
五、拆卸中的注意事项	10
第四节 机器人零件的编号	14
一、全隶属编号	14
二、部分隶属编号	16
三、技术文件代号	20
第二章 机动示意图	21
第一节 机动示意图规定的图线及符号	21
一、机动示意图的图线	21
二、机动示意图中的规定符号	21
第二节 机动示意图的画法	35

一、用多面视图绘制的机动示意图 .....	35
二、在一个平面上画出的示意图 .....	35
三、轴测机动示意图 .....	36
第三节 总传动示意图 .....	37
第四节 装配示意图 .....	37
第五节 部件与组件示意图 .....	41
第三章 零件测绘的一般方法 .....	42
第一节 草图的绘制 .....	42
一、草图纸与图线的画法 .....	42
二、草图的绘制步骤 .....	44
第二节 一般零件的典型表达方法 .....	46
一、轴套类零件 .....	46
二、轮盘类零件 .....	48
三、叉架类与箱体类零件 .....	49
第三节 零件结构工艺性 .....	52
一、铸造工艺对零件结构的影响 .....	52
二、机械加工对零件结构的影响 .....	53
第四节 标准件和标准部件的处理方法 .....	56
一、标准件在测绘中的处理方法 .....	56
二、标准部件在测绘中的处理方法 .....	57
第五节 一般测量工具和测量方法 .....	57
一、一般量具与测量方法 .....	57
二、游标量具 .....	61
三、螺旋测微量具 .....	64
四、机械式量仪 .....	66
五、锥度与角度的测量 .....	70
六、水平仪 .....	71
七、螺纹规、圆角规和塞尺 .....	72
八、平台划线工具 .....	75
九、测量工具的维护与保养 .....	75
第六节 曲面测绘方法 .....	76
一、观察分析曲面的性质 .....	76
二、曲面测绘的基本方法 .....	76
三、曲面测绘的一般方法 .....	79

## VI

第四章 被测件公差配合及表面光洁度的确定 .....	87
第一节 被测件公差配合的确定 .....	87
一、配合制度的确定 .....	87
二、公差等级的确定 .....	87
三、配合类别的确定 .....	91
四、偏差值的确定 .....	93
第二节 被测件表面光洁度的确定 .....	94
一、类比法 .....	94
二、光洁度样板比较法 .....	97
三、应用光洁度测量仪检验表面光洁度 .....	97
第三节 被测件形位公差的确定 .....	99
一、测量法 .....	99
二、由被测件技术条件确定形位公差 .....	99
第四节 大尺寸段公差配合的确定 .....	100
一、大尺寸段的特点 .....	100
二、测量精度 .....	100
三、大尺寸段的配合 .....	101
四、大尺寸段公差配合的确定 .....	102
第五章 直齿圆柱齿轮的测绘 .....	103
第一节 主要几何参数的测量方法 .....	103
一、齿数 $Z$ 的测量 .....	103
二、测量齿顶圆直径 $d_a$ 及齿根圆直径 $d_f$ .....	104
三、测量全齿高 $h$ .....	105
四、测量公法线长度 $W_k'$ .....	105
五、测量分度圆弦齿厚 $\bar{S}$ 及固定弦齿厚 $\bar{S}_c$ .....	107
六、测量中心距 $a''$ .....	116
七、测量齿轮副法向侧隙 $j_n$ .....	117
第二节 基本参数的确定 .....	118
一、确定模数 $m$ (径节 $DP$ ) 及压力角 $\alpha$ .....	118
二、确定齿顶高系数 $h_a^*$ 和径向间隙系数 $c^*$ .....	120
第三节 变位齿轮的测绘方法及步骤 .....	131
一、变位齿轮的识别 .....	131
二、变位形式的确定 .....	131
三、求变位系数 .....	148

四、计算几何尺寸 .....	163
第四节 变位齿轮的测绘举例 .....	163
第六章 斜齿和人字齿圆柱齿轮的测绘 .....	171
第一节 螺旋角 $\beta$ 的测量方法 .....	171
一、滚印法 .....	171
二、滚珠测量法 .....	172
三、基节测量法 .....	172
四、正弦棒原理法 .....	173
第二节 斜齿和人字齿圆柱齿轮的测绘方法及步骤 .....	174
一、确定法面模数 $m_n$ 及法面压力角 $\alpha_n$ .....	174
二、确定螺旋角 $\beta$ .....	176
三、确定法面齿顶高系数 $h_{an}^*$ .....	177
四、确定法面径向间隙系数 $C_n^*$ .....	177
五、斜齿轮变位的识别及变位形式的确定 .....	177
六、求变位系数 .....	178
七、计算几何尺寸并校核实测尺寸 .....	180
第三节 斜齿和人字齿圆柱齿轮的测绘举例 .....	182
第七章 圆锥齿轮的测绘 .....	189
第一节 圆锥齿轮的分类 .....	189
第二节 直齿圆锥齿轮的测绘 .....	190
一、测绘直齿圆锥齿轮的特点 .....	190
二、直齿圆锥齿轮几何尺寸的测绘 .....	190
三、直齿圆锥齿轮参数的确定 .....	193
四、测绘举例 .....	216
第八章 蜗轮蜗杆的测绘 .....	221
第一节 蜗杆传动的种类及齿形制 .....	221
一、蜗杆传动的种类 .....	221
二、齿形标准 .....	222
第二节 蜗杆传动的主要几何关系 .....	222
一、蜗杆传动的主要参数 .....	222
二、变位问题 .....	226
三、几何尺寸的计算 .....	227
第三节 主要几何参数的测量方法 .....	227

二、蜗杆轴向齿距 $p_x$ .....	228
三、测量蜗杆的齿形角并判别齿形 .....	228
第四节 蜗杆传动的测绘步骤 .....	229
一、确定模数 $m_t$ .....	229
二、确定蜗杆齿形类别和齿形角 $\alpha$ .....	230
三、确定齿顶高系数 $h_a^*$ 和径向间隙系数 $c^*$ .....	230
四、确定蜗杆直径系数 $q$ .....	231
五、变位的判别 .....	231
六、求变位系数 .....	231
七、计算几何尺寸 .....	232
八、测绘举例 .....	232
第九章 被测件材料的确定方法 .....	234
第一节 确定被测件材料的有关内容和方法 .....	234
一、影响被测件机械性能的因素 .....	234
二、确定被测件材料时涉及的有关内容 .....	234
三、确定被测件材料的方法 .....	235
第二节 用类比法确定被测件材料 .....	235
第三节 火花鉴别法 .....	236
一、火花鉴别法的名词定义 .....	236
二、钢中含碳量及合金元素对火花的影响 .....	238
三、火花示意图 .....	239
第四节 化学检测法确定被测件材料 .....	241
第五节 被测件表面硬度的确定 .....	255
一、布氏硬度法 .....	255
二、洛氏硬度法 .....	256
三、维氏硬度法 .....	257
四、肖氏硬度法 .....	257
第六节 被测件热处理方法的确定 .....	258
第十章 机器测绘综合举例 .....	260
一、了解和分析部件 .....	260
二、拆卸零件 .....	260
三、画装配示意图 .....	262
四、画零件草图 .....	265
五、画装配图和零件图 .....	266
主要参考文献 .....	269



# 第一章 机器测绘概述

## 第一节 机器测绘在生产中的应用

机器测绘在生产中的应用比较广泛，通常为了达到以下几方面的目的而进行测绘工作。

### 一、仿制机器

当急需生产某些具有推广价值、性能较好的机器，而又缺乏技术资料 and 图纸的情况时，通常是通过测绘机器的所有零、部件，来得到生产所需要的有关全部技术资料（包括图纸在内），以便组织生产。这种为了仿制而进行的测绘，工作量较大，测绘内容也较全面。

### 二、修复与改造陈旧设备

为了发挥陈旧设备的潜力，常常利用陈旧设备的主体零件或某些部分零件，经过测绘，配制一些新零件或一些新机构，使陈旧设备复活或改善机器设备的性能、提高机器设备效率。这种测绘的工作量视有关方面要求而定。如无特殊要求，一般只需测绘与增加部分有关的内容，这种测绘的工作量较小。

### 三、技术资料存档与技术交流

引进的国外机器，其技术资料几乎都是残缺不全或缺少关键性的图纸；国内的革新机器，有些是在无资料、无图纸的情况下进行试制的，为了技术存档和技术交流，必须进行测绘。对引进机器的测绘，最好是在安装之前或同时进行，在条件许可时、测绘工作尽可能做得细致一些。如果这类机

器一经投产，再测绘就要受安全设施、供电供水系统等多种因素的影响，测绘也就不方便了。

#### **四、易损备品备件的测绘（略）**

#### **五、索取设计必须资料**

以某台机器的性能、规格、式样为基础进行设计时，应测绘出所需零件的形状与数据。为防止遗漏，应多测绘一些，以防设计时原始资料不足。

#### **六、工科大专院校教学中的测绘**

这类测绘多属于教学环节的需要，虽然与前述五种测绘目的不同，但测绘方法和要求是完全一致的。当遇到与现场测绘相结合时，其测绘目的就完全相同了。

每个测绘工作者通过测绘，自然地会了解到所测绘机器的原来设计意图、结构特点、零部件的工艺性、调整与安装等优缺点，从而起到取人设计之长，补己设计之短，不断提高设计水平的作用。

## **第二节 机器测绘的组织与准备工作**

### **一、机器测绘的组织工作**

机器测绘的组织工作视测绘工作量的大小和测绘时间而定，测绘工作量越大，所给的测绘时间越少，需要的测绘人员就越多，反之需要的人员就少。大规模的测绘，需要几个单位组织起来，进行几年才能完成测绘任务；小规模测绘，只有一、二个人在很短的时间内，便可以完成。

就一般规模的测绘任务来说，应有测绘负责人，他首先深入到测绘现场，了解测绘任务，估计测绘工作量；然后征集测绘工作人员，组织分工，平衡各组的测绘工作量；掌握测绘工作的进程等等。

每个测绘工作组，最好由三人组成。一个测绘小组测绘一个部件或几个部件。较复杂的部件，也可以分成几个组件，由几个测绘组分别进行测绘。

当各测绘小组深入到测绘现场后，在全面了解所测绘机器的基础上，应重点深入了解本组所承担的部、组件在整机中的地位、作用，以及与其他部件（或组件）之间的联系，其中包括各部件之间的安装与配合尺寸、各主要基准面间的尺寸以及整台机器的几何精度和形、位精度等。在此基础上，各组对本组承担的部（组）件，应深入了解分析，共同研究，根据测绘任务充分发挥每个成员的主动性和积极性，初步作出分工。

为了确保测绘任务顺利完成，在各测绘组中，应配备一名对测绘对象具有比较丰富知识的成员，以便保证各组均有独立测绘的能力。

在测绘的进程中，测绘负责人应掌握各测绘组的测绘进程，必要时可适当调整人员，争取同时完成整机的测绘任务。

## 二、资料准备工作

各测绘组应根据本组所承担的测绘任务，准备必要的资料，如有关国家标准、部颁标准、厂标准、图册和手册、产品说明书及有关的参考书籍等。

对于进口机器的测绘，应配备有关国家的标准和资料等。

如测绘减速箱、变速箱，应熟悉齿轮啮合原理和计算，了解尺寸公差、形位公差、齿轮公差等标准，备好有关表格；当测绘齿轮油泵、液压系统时，除应熟悉上述有关内容外，还应熟悉泵的原理、密封、安全装置等；测绘各种鼓风机、

离心泵等，应熟悉曲面的形成及曲面的表示方法等。

### 三、物资准备工作

进行机器测绘时的物资准备包括以下几方面内容：

- (1) 测绘用的绘图用具；
- (2) 用于测量尺寸及表面光洁度等的量具、量仪；
- (3) 拆卸工具；
- (4) 起吊设备；
- (5) 清洗和防腐蚀的用油等。

## 第三节 拆卸机器的方法及注意事项

整台机器是由许多零、部件装配起来的，拆卸机器正是按照装配的相反次序进行的，因此在拆卸之前，必须仔细分析测绘对象的联接特点、装配关系，从而准备必需的拆卸工具，决定拆卸步骤。

为了正确和顺利地拆卸所承担的测绘机器，每个测绘小组或几个测绘组应配备有经验的装配钳工，指导与帮助拆卸工作，也是十分必要的。

拆卸与装配虽然不同，但思考方法一致，拆卸步骤大体如下。

### 一、详细研究机器构造特征

在测绘之前，最好能阅读被测绘机器的说明书、有关参考资料，请操作者介绍机器的构造特点、零件与部件之间的相互作用、联接方式等。在无上述条件时，可查阅类似机器的有关资料，借以参考。

### 二、了解机器的联接方式

机器的联接方式，一般可分为下列四种形式：

#### 1. 永久性联接

这类联接有焊接、铆接、过盈量较大的过盈配合。此类联接属于不可拆卸的联接。

## 2. 半永久性联接

属于半永久性联接有过盈量较小的过盈配合、具有过盈的过渡配合。该类联接属于不经常拆卸的联接，只有在中修或大修时才允许拆卸。

## 3. 活动联接

活动联接是指相配合的零件之间具有间隙，其中包括间隙配合和具有间隙的过渡配合。如滑动轴承的孔与其相配合的轴颈、液压缸与活塞的配合等。

## 4. 可拆卸联接

零件之间虽然无相对运动，但是可以拆卸的。如螺纹联接、键与销的联接等。

## 三、确定拆卸的大体步骤

在比较深入了解机器结构特征、联接方式的基础上，确定拆卸的步骤是比较容易的，通常是从最后装配的那个零件开始的。

如图 1-1 为凸缘联轴器，它的结构较简单，其拆卸顺序是：分别卸下螺母、弹簧垫圈、六角螺栓、紧定螺钉、凸缘半联轴器和键。

图 1-2 为球心阀结构，虽然其零件按照轴线可以拆卸，但必须弄清相互位置，因此应当按照拆卸顺序进行编号，利用标签将序号固定在被测绘的零件上，如图 1-2 所示。再按照拆卸顺序依次登记，其表格形式参看表 1-1。

## 四、拆卸方法

拆卸方法一般有如下几种。

### 1. 利用冲击力拆卸方法

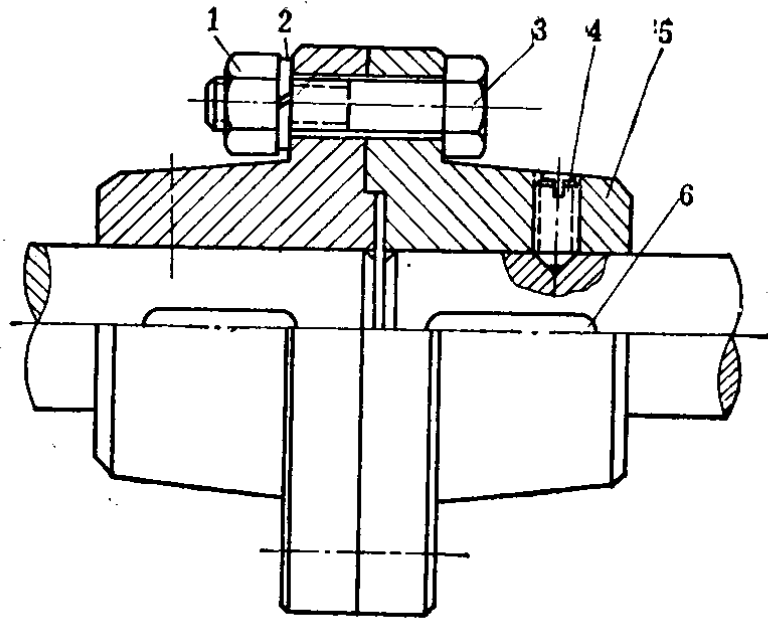


图1-1 凸缘联轴器

- 1—螺母 2—弹簧垫圈 3—六角螺栓 4—紧定螺钉  
5—凸缘半联轴器 6—键

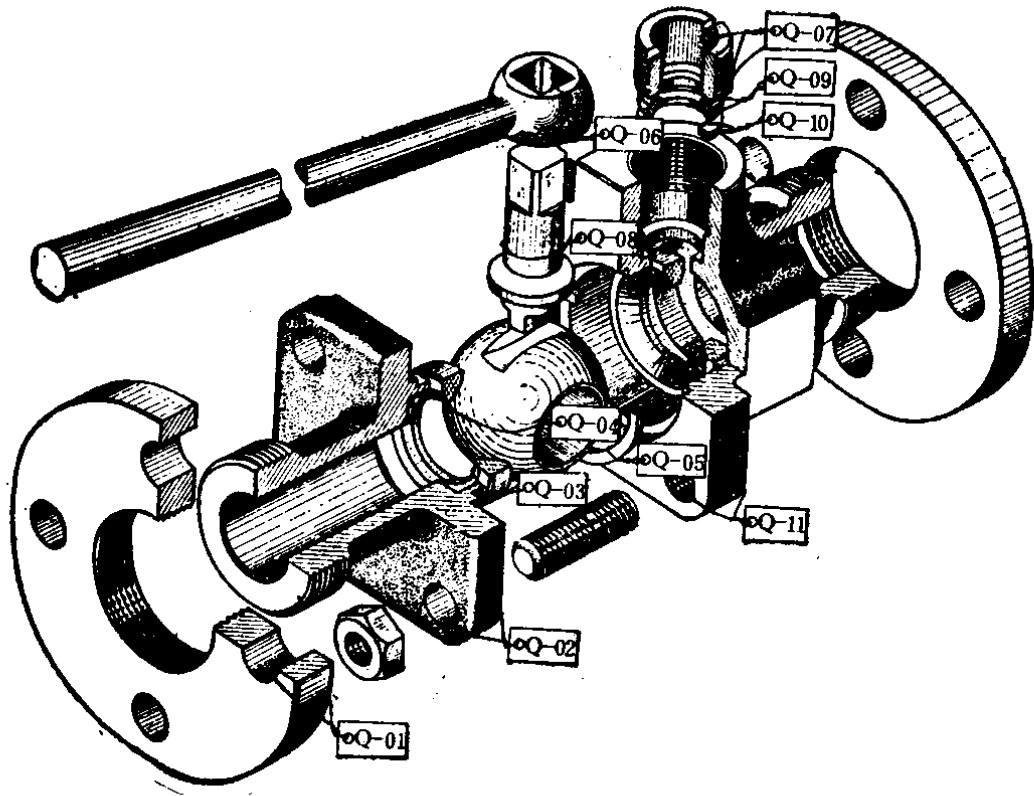


图1-2 球心阀结构

表1-1 球心阀零件明细表

拆卸顺序	编 号	名 称	数 量	备 注
1	Q-01	法 兰 盘	2	
2	Q-02	阀体接头	1	
3	Q-03	密 封 圈	2	
4	Q-04	球 心	1	
5	Q-05	垫 片	1	
6	Q-06	搬 手	1	
7	Q-07	螺 纹 压 环	1	
8	Q-08	阀 杆	1	
9	Q-09	密 封 圈	1	
10	Q-10	垫	1	
11	Q-11	阀 体	1	

利用锤头的冲击力打出要拆卸的零件。这种拆卸方法，多用在零件比较结实或不重要的零件拆卸。某些衬套的拆卸，为保证衬套周边受力均匀，常常采用导向柱或导向套筒。导向柱和导向套筒的直径，分别和主体零件或衬套孔径，应用具有较小的配合间隙。最好利用弹簧支承在孔中，当导向柱（套）压出被拆卸的零件时，即压缩弹簧，不致损坏有关零件，如图1-3所示。

应当注意：在拆卸过程中，如有可能损害联接特性，一般应尽可能避免拆卸。还应注意在锤击时要垫上软质垫块，如木材、铜垫等以防止锤力过大而损害所拆卸的零件。

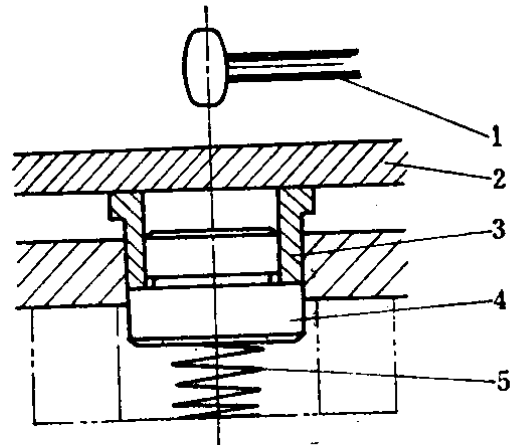


图1-3 冲击力法拆卸示意图

1—手锤 2—垫板 3—导向套  
4—拆卸件 5—弹簧

## 2. 压出压入法

这种拆卸方法作用力稳而均匀，作用力方向容易控制，但需要一定的设备，如各种动力（液、气、机械）的压力机。图 1-4 为在压力机 P 力的作用下，使齿轮与轴分离的示意图。

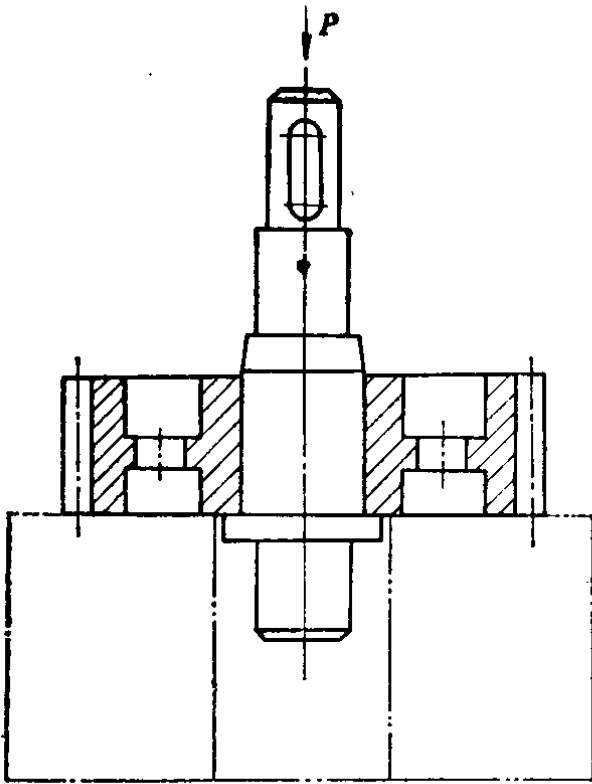


图1-4 用压力机 P 力拆卸零件

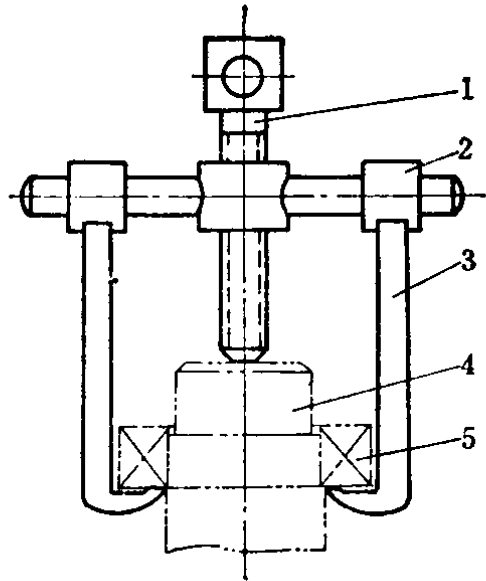


图1-5 拆卸轴承、皮带轮用的工具

1—手柄与螺杆 2—螺母与横梁  
3—拉杆 4—轴 5—轴承

## 3. 拉出拆卸法

这种拆卸方法常利用一些特殊的螺旋拆卸辅助工具，其样式较多，图 1-5 便是其中一种。它可以拆卸滚动轴承、轴套、凸缘半联轴器及皮带轮等。

图 1-6 是利用卡环（两个半圆）拆卸轴承，使轴承受力更均匀。

图 1-7 为拆卸损坏零件的例子。



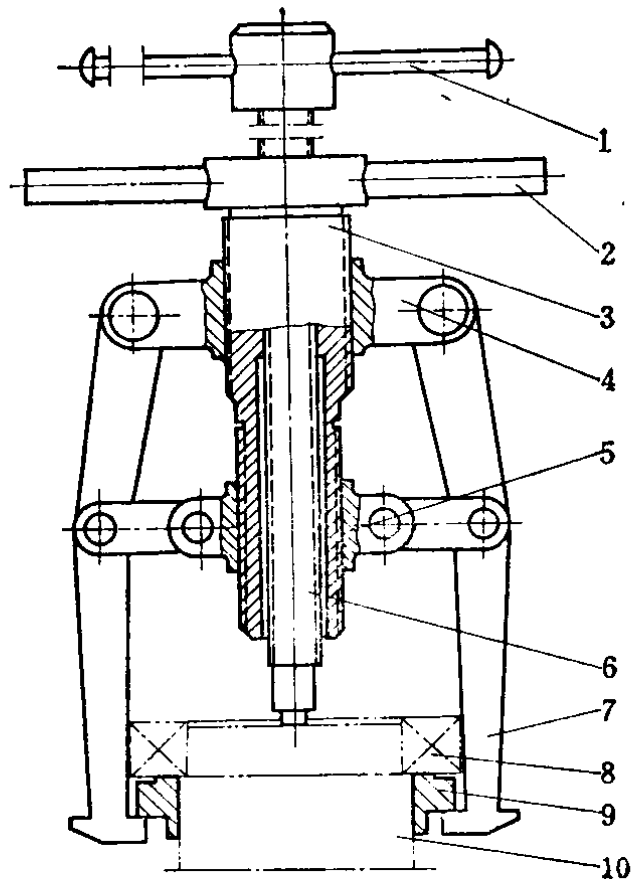


图1-6 利用卡环拆卸零件

1、2—手柄 3—螺母套 4—右旋螺母 5—左旋螺母  
6—螺杆 7—拉杆 8—轴承 9—卡环 10—轴

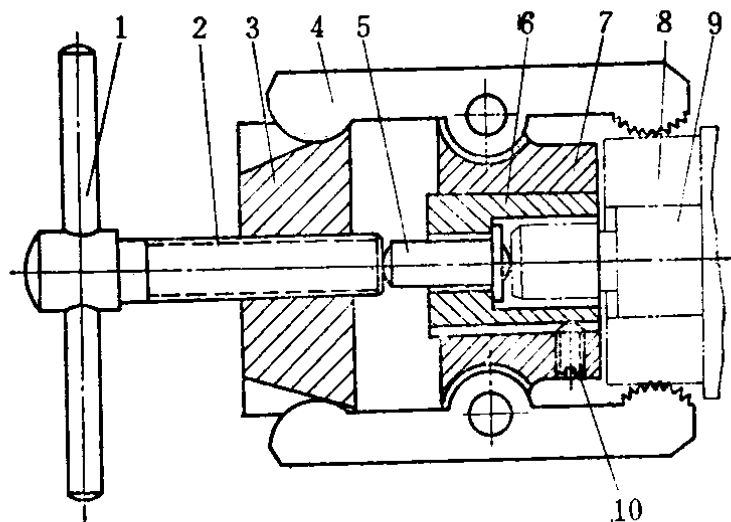


图1-7 拆卸损坏零件的工具

1—手柄 2—螺杆 3—螺母 4—夹钳 5—芯柱 6—滑套  
7—支座 8—损坏零件 9—轴 10—导向螺钉