

高校机械
基础实验教材

机械制图

JIXIEZHITUSHIYANJIAOCHENG

王兰美 孙玉峰 主编

实验教程



山东大学出版社
Shandong University Press

机械制图实验教程

主 编 王兰美 孙玉峰
副主编 刘衍聪 苑国强 宋晓梅

山东大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制图实验教程/王兰美,孙玉峰主编. —济南:山东大学出版社,2005.9
ISBN 7-5607-3081-7

I. 机...

II. ①王...②孙...

III. 机械制图—实验—高等学校—教材

IV. TH126-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 106402 号

山东大学出版社出版发行

(山东省济南市山大南路 27 号 邮政编码:250100)

山东省新华书店经销

济南新华印刷厂印刷

787×1092 毫米 1/16 19.75 印张 452 千字

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

定价:30.00 元

版权所有,盗印必究

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社营销部负责调换

山东省高等学校基础课实验教材编写指导委员会

主任委员 马庆水

副主任委员 宋承祥 周新利 陈国前

委员 (以姓氏笔画为序)

王正林	王 波	朱德中	刘传宝	刘智军
杜守旭	李明弟	张奎平	郑兆聚	杨玉强
赵景胜	柳中海	顾灵光	徐京明	郭仲聚
梁立刚	慕明正	魏鲁真		

机械基础实验系列教材编写委员会

主 编 吕传毅

副主编 杜守旭 李剑锋

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 旭	王兰美	师忠秀	任济生	李延胜
汪传生	昃向博	钮平章	曾庆良	慕耀光
谭继文	魏修亭			

总 序

为了进一步加强我省高等学校实验教学和实验教学条件建设,更好地为深化高等教育改革和全面实施素质教育服务,根据教育部《新世纪高等教育教学改革工程》(教高[2001]1号),山东省教育厅于2004年颁布了《山东省高等学校基础课实验教学示范中心建设标准》。这是进一步优化高等学校资源配置、提高办学效益、深化实验室管理体制改革的,培养学生动手操作能力、实践能力和创新能力的重要举措,对于促进高等学校教学资源共享、强化办学特色、加快学校发展,具有重要作用。

实验教材建设是基础课实验教学示范中心建设的关键任务之一。为了切实把这项工作做好,山东省教育厅成立了“山东省高等学校基础课实验教材编写指导委员会”,对新体系、立体化实验教材的编写思路、编写方式进行了认真研究。在此基础上,山东省教育厅组织有关高校长期从事实验教学的教师、专家,组成了物理、化学、生物、电工电子、机械、力学等六个门类新体系立体化实验教材编写组。各编写组根据《山东省高等学校基础课实验教学示范中心建设标准》和“厚基础、宽口径、大综合”的要求,按照系列文本教材、配套教学课件、网络课程等三大部分的编写框架,群策群力,集思广益,开展了卓有成效的工作。

新体系立体化实验教材,是我省首次统编实验教材,对于基础课实验教学示范中心建设具有开创性意义。通过在全省高校统一实验教材,力求突破传统的实验教学模式,建立以基础型实验、综合设计型实验、创新型实验为主,形成开放、自主、探究性学习的实验教学新模式和分层次、一体化的实验教学新体系。

本套新体系立体化实验教材的编写力求突出时代性、先进性、适用性和通用性,力求做到科学规范。但是,由于水平所限,难免有疏漏和不足之处,请各高校在使用过程中提出修改意见,不断提高我省统编实验教材的质量和水平,为促进高等教育改革和素质教育的实施作出更大的贡献。

山东省高等学校基础课实验教材
编写指导委员会

编写说明

为加强高校基础课的实验教学工作,2003年11月,山东省教育厅条件装备处和高教处在山东大学召开会议,布置研讨山东省高校新体系立体化实验教材的编写组织事宜。会上商定由6所院校牵头分别组成物理、化学、力学、生物、电子基础和机械基础6个编写组,进行高校基础课新体系立体化实验教材的编写工作。机械基础实验系列教材是山东省高校新体系立体化实验教材的组成部分。

之后,由山东理工大学牵头,组织山东大学、青岛大学、山东科技大学、石油大学、山东建筑工程学院、青岛科技大学等院校的专家教授立即投入编写工作,多次召开会议,研究机械基础实验系列教材的结构组成、人员分工、编写体例等事项,最后确定组织编写《机械原理实验教程》、《机械设计实验教程》、《机械设计基础实验教程》、《机械制造基础实验教程》、《互换性与技术测量实验教程》、《机械制图实验教程》、《机械基础音像实验教程》等7部教材,这些教材基本涵盖了机械类专业的基础实验的基本内容。

应该说撰写全省通用的机械基础课实验教材是一种尝试。在编写过程中,我们一方面对编写系列教材作一些大概的约定;另一方面又根据不同课程的特点,允许各教材之间有一些特色和差异。系列教材的编写是根据教育部“高等学校基础课实验教学示范中心建设标准”和“厚基础、宽专业、大综合”的教育理念要求进行的。本系列实验教材与相应的课程教材既有联系又相互独立,各高校在选用教材时,要根据各自的实际情况和所开课程选配合适的实验教材。

参加本系列教材编写的人员,大都是各单位的教学科研骨干,他们一边承担着繁重的教学科研任务,一边抽时间参加教材编写,付出了艰苦的劳动,为山东省基础课实验教学工作作出了贡献,在实验教材付梓之际向这些无私奉献的专家教授表示崇高的敬意。

虽然编者已经做了许多工作,但由于经验不足加之水平所限,系列教材中肯定会有不足和错误之处,请读者批评指正。

山东省机械基础实验新体系
立体化系列教材编写委员会

2005年6月

前 言

《机械制图》是工科学生必修的技术基础课,其主要功能是培养学生的工程设计表达能力,这是普遍被工程界认可的,是显性的;此外它还具有隐性的功能,就是对空间思维能力、工程实践能力、设计创新能力、严谨细致的工作作风和认真负责的工作态度的培养。这是常被忽略的功能。其中空间思维能力包括空间位置分析能力、空间形体想像与设计能力,这些能力极大地影响着设计创新能力的培养,也是设计表达能力得以提高的关键。这种隐性功能是本课程特有的功能,也是常常被忽略的功能。

江泽民同志指出:“大学教育重在培养学生的创新 and 实践能力。”创新和实践能力的培养不是一朝一夕的功夫,更不是仅仅通过书本知识可以完成的,对于工程类的学生更是如此。必须通过实际的动手、实际的创造设计和制造训练来完成。它是潜移默化的过程,应该贯穿于整个大学教育的始终。但反观许多院校工程类学生的培养体系,或多或少都存在书本知识比重大、实验实践环节比重轻的现象;即使有一些看上去较高级的实验项目,有实验条件,但因为所用设备精良、价格昂贵,使学生的实验课变成了参观浏览,实际的动脑设计、动手制造过程很少进行,极不利于工程类学生的创新与工程实践能力的培养。为什么?笔者认为:发生这种情况的关键原因是实验教学内容的问题。要达到培养学生创新和工程实践能力的目的,必须首先系统设计实验教学内容。这是本书编写的动因。

“良好的开端是成功之半”,《机械制图》作为学生接触的第一门与工程有关的技术基础课,有责任扮演好开端角色,为真正培养学生的创新与工程实践能力奠定基础。这就是研究设计匹配恰当的实验教学内容,通过本课程的实验教学训练,使学生认知工程、认知设计、学会动手、学会将自己的设计付诸实现。真正认知自己的专业角色。启蒙培养学生的精神、工程实践能力,培养具有高度创新和工程实践能力的人才,为祖国建设提供不竭的动力源泉。为此,我们编写了本书。

本书共分10章,包括机械产品认知、模型制作与立体认知、徒手绘图、构型设计、零件测绘、部件测绘、计算机绘图、计算机图形学实验、机械CAD、三

维产品造型设计。

参加本书编写的单位有:山东理工大学、石油大学、山东大学、青岛科技大学、青岛理工大学、哈尔滨工业大学(威海)、济南大学、山东轻工业学院、潍坊学院、青岛海尔职业技术学院、山东建筑工程学院、莱阳农学院等。编写人员有:王兰美、孙玉峰、刘衍聪、苑国强、宋晓梅、王慧艺、李华、张琳、耿耀宏、王慧敏、吕璞波、刘永田、潘志国、张明、赵勤、殷昌贵、林悦香、袁驰、程建文、王立芳、刘剑平。山东科技大学王颖教授对本书的编写提出了许多建设性的意见。

本书由教育部工程图学教学指导委员会委员、秘书,浙江大学教授陆国栋博士主审。

由于作者水平所限且本课程实验教程尚属首编,错误之处在所难免,敬请各位专家和读者指正。

建议各学校,采用该书时,在学生间循环使用。

编 者

2005年6月

目 录

第1篇 认 知

第1章 机械拆装和认知	(1)
1.1 实验一 千斤顶的拆装	(2)
1.2 实验二 产品认知	(8)
第2章 模型制作与立体认知	(20)
2.1 模型制作简介	(20)
2.2 实验一 平面立体的切割	(22)
2.3 实验二 曲面立体的切割	(30)
2.4 实验三 立体相贯	(35)
2.5 实验四 组合体	(39)

第2篇 构 思

第3章 徒手绘图	(46)
3.1 实验一 徒手绘图基本训练	(46)
3.2 实验二 徒手画立体图和基本视图	(52)
第4章 构型设计	(61)
4.1 平面立体的构型设计	(61)
4.2 曲面立体、轴套的构型设计	(62)
4.3 盘盖的构型设计	(62)
4.4 支架的构型设计	(63)
4.5 箱体的构型设计	(65)
4.6 构型设计阅读材料	(65)

第3篇 测绘

第5章 零件测绘 (68)

- 5.1 实验一 直齿圆柱齿轮的测绘 (68)
- 5.2 实验二 轴套类零件的测绘 (73)
- 5.3 实验三 盘盖类零件的测绘 (82)
- 5.4 实验四 叉架类零件的测绘 (87)
- 5.5 实验五 箱体类零件的测绘 (92)

第6章 部件测绘 (102)

- 6.1 测绘概论 (102)
- 6.2 实验一 单级(一级)圆柱齿轮减速器的测绘 (104)
- 6.3 实验二 齿轮泵测绘 (117)
- 6.4 实验三 机用虎钳的测绘 (121)
- 6.5 实验四 台虎钳测绘 (124)
- 6.6 实验五 安全阀的测绘 (126)

第4篇 CAD

第7章 计算机绘图 (135)

- 7.1 绘图环境的初始化 (135)
- 7.2 实验一 精确绘制二维平面图形 (138)
- 7.3 实验二 机械图绘图环境的初始化(样板图的创建) (147)
- 7.4 实验三 绘制零件图 (157)
- 7.5 实验四 零件图的准备 (166)
- 7.6 实验五 绘制装配图 (170)
- 7.7 实验六 零件的建模 (177)
- 7.8 实验七 三维实体建模 (183)

第8章 计算机图形学实验 (187)

- 8.1 实验一 图形变换 (187)
- 8.2 实验二 曲线绘制 (192)
- 8.3 实验三 平面立体的三视图 (195)
- 8.4 实验四 平面立体的轴测投影图 (199)
- 8.5 AutoLISP 语言简介 (201)

第 9 章 机械 CAD	(208)
9.1 实验一 展开图	(208)
9.2 实验二 剖面线的绘制	(214)
9.3 实验三 尺寸标注	(218)
9.4 实验四 符号注写	(220)
9.5 实验五 零部件参数化绘图	(225)
第 10 章 三维产品设计	(229)
10.1 Solid Edge V15 简介及平面草图模组	(229)
10.2 实验一 草图绘制综合实验	(242)
10.3 零件设计模块基础知识	(246)
10.4 实验二 零件造型综合实验	(254)
10.5 装配件设计基础知识	(261)
10.6 实验三 装配件设计综合实验	(276)
10.7 工程图模块基础知识	(283)
10.8 实验四 工程图设计综合实验	(294)
附录 展开图与模型制作	(300)

第 1 篇 认 知

第 1 章 机械拆装和认知

(1) 概述

机械的发展史,就是科学技术的发展史,也是人类文明的发展史。

机械的发明和发展,是从制作简单工具开始的。石器时代的石刀、石斧,是为了省力或便于用力。后来利用杠杆原理,制作灌溉用的桔槔;利用滑轮原理,制作提升重物用的辘轳等简单机械。这些机械所需的原动力是直接出自人的本身。

为了省力和扩大力,人们开始借助其他的力量。开始时利用牲畜力,例如马车;后来利用自然力,例如利用风力的帆船、利用水力的磨房等。

到 18 世纪 60 年代发明了蒸汽机,作为动力带动了纺织机、磨粉机、鼓风机和铁路机车,同时促进了冶金、轮船和火车等工业的发展。到 19 世纪 60 年代,出现了第一台直流发电机,19 世纪 80 年代,研制成功了交流发电机和交流电动机,20 世纪初,电动机已在工业生产中取代了蒸汽机,成为驱动各种工作机械的基本动力。

了解、认识各种机械的发展,会从中学习到很多科技发明的方法。

机械是机器和机构的总称。机器和机构都是由构件组成的,而构件又是由许多零件组成的,构件是运动的单元体,零件是制造的单元体,所以机械的基本组成要素是机械零件。

机械零件可分为两大类:一类是在各种机械中都能用到的零件,叫做通用零件,如螺钉、齿轮、轴等;另一类则是在特定类型的机械中才能用到的零件,叫做专用零件,如曲轴、涡轮机的叶片等。

(2) 实验目的

通过对简单机械或部件的拆装,了解其用途、工作原理和装配关系;搞清机械中各零件的作用、结构形状、连接方式等;学习机械零件的表达方法;增强感性认识;为制图课的学习打下初步的基础。

(3) 实验要求

①分析机械或部件的组成,分析各零件的作用、结构形状、连接方式,画出装配示意图。按正确顺序和方法拆卸机械或部件。

②对所拆卸的零件进行绘图表达。

③按装配示意图把所拆卸的机械或部件再组装起来。

④写出实验报告。报告内容包括:装配示意图,零件数量,名称,作用,连接方式。

(4) 实验内容

对简单机械或部件进行拆装。例如千斤顶、滑动轴承、球阀、减速器、齿轮油泵等。

(5) 实验报告

画装配示意图,说明部件的工作原理、拆装顺序。

1.1 实验一 千斤顶的拆装

1.1.1 拆装前的准备工作

(1)指导教师讲解拆装知识,布置拆装任务。

(2)强调拆装过程中的设备、人身安全等注意事项。

(3)领取部件、量具和工具。

(4)准备绘图工具、图纸,做好测绘场地的清洁卫生。

1.1.2 了解拆装对象

首先要对部件进行分析研究。阅读有关的说明书,参阅同类产品的资料,向有关人员进行咨询,了解其用途、性能、工作原理、结构特点,以及零件之间的装配关系、相对位置、拆装方法等。如要拆装图1-1所示的千斤顶,就要了解它的作用,传动方式,组成零件的作用、结构及装配关系等。千斤顶是顶起重物的部件。使用时,按逆时针方向转动旋转杆3,使起重螺杆2向上升起,通过顶盖5将重物顶起。起重螺杆2的外螺纹与底座1的内螺纹构成一对螺旋机构,能将旋转运动变换为直线运动。

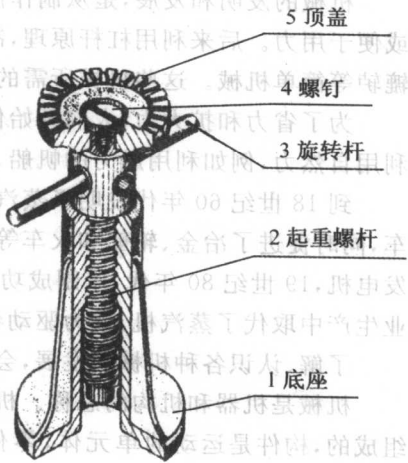


图 1-1 千斤顶立体图

1.1.3 拆卸部件,画装配示意图

拆卸前应仔细研究拆卸顺序和方法。拆卸零件的过程也是进一步了解部件中各零件作用、结构、装配关系的过程。

拆卸零件必须按顺序进行。千斤顶的拆卸顺序是:首先拧下螺钉4,取下顶盖5,然后顺时针转动旋转杆3,将起重螺杆2从底座1中旋出,最后抽出旋转杆3。

拆卸零件时要注意:

(1)应选择适当的拆卸工具,对不可拆的连接(如焊接、铆接)和过盈配合的零件尽量不拆。

(2)拆下的零件要及时进行编号,贴上号签,妥善保管,以防丢失、混淆。

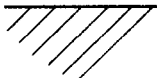
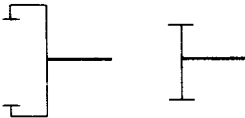
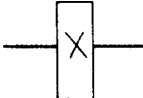
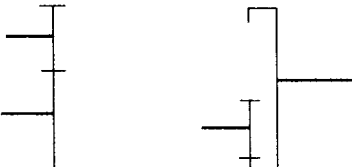
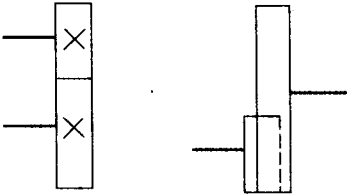
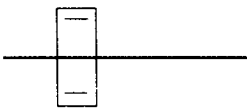
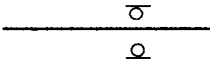
(3)一些重要的装配尺寸,如零件间的相对位置尺寸,极限位置尺寸,装配间隙等要先进行测量,并作好记录,以使重新装配时能保持原来的要求。

(4)对重要的精度较高的零件,要防止碰伤、变形和生锈,以便装配时仍能保证部件的性能和要求。表面精加工的零件,拆下后应立即去掉尘屑,涂上防锈油。特别重要的零件还应当用油纸包上,以免在放置中划伤表面。对于细长的、精密的轴和丝杠等零件,拆下后应垂直挂起或多支点支撑,以免弯曲。

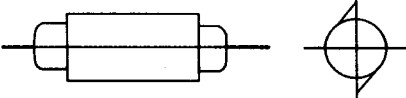
(5)画装配示意图。装配示意图是在部件拆卸过程中所画的记录图样。它的主要作用是避免零件拆卸后可能产生的错乱,是重新装配和绘制装配图的依据。

有些零件如轴、轴承、齿轮、弹簧等,应按国家标准《机械制图、机构运动简图符号》(GB4460-1984)中规定的符号表示,常见机构运动简图符号见表1-1。

表 1-1 常见机构运动简图符号

名 称	基本符号	可用符号
轴、杆		
机架		
圆柱齿轮		
圆柱齿轮传动		
向心轴承 普通轴承		
滚动轴承		

续表

弹簧压缩弹簧		
螺杆传动		
电动机 (一般符号)		

没有规定符号的零件,例如箱体、端盖、叉架等,通常用简单的线条画出它的大致轮廓。画示意图时把装配体看作透明的,既画外部轮廓,又画内部结构。对各零件的表达一般不受前后层次的限制,尽量将所有零件都集中在一个图形上表达出来,实在无法表达时,才画第二个图。两相邻零件的接触面之间要留有间隙,以便区分不同零件。

画装配示意图的顺序可从主要零件和较大的零件入手,按装配顺序和零件的位置把零件逐个画出。例如画千斤顶的装配示意图时,可先画底座,再画起重螺杆、旋转杆、顶盖、螺钉等零件。千斤顶的装配示意图画法见图 1-2。

第一步:画出底座 1 的轮廓图形。

第二步:画出螺杆 2 的图形,螺杆的螺纹与底座的螺纹旋合部分按照规定画法画出。

第三步:画出旋转杆 3 的图形,旋转杆用单线表示即可,旋转杆与螺杆上孔的结合部分按照轴承的一般画法画。

第四步:画出顶盖和螺钉。

第五步:编写序号、名称。

从图 1-2 可以看出,图中旋转杆 3、螺钉 4 等零件均按规定的符号画出,底座与顶盖等零件没有规定的符号,则只画出大致的轮廓,而且各零件不受其他零件遮挡的限制,作为透明体来表达。

图形画好后,各零件编上序号,并列表注明各零件名称、数量、材料等。对于标准件要及时确定其尺寸规格,连同数量直接注写在装配示意图上。

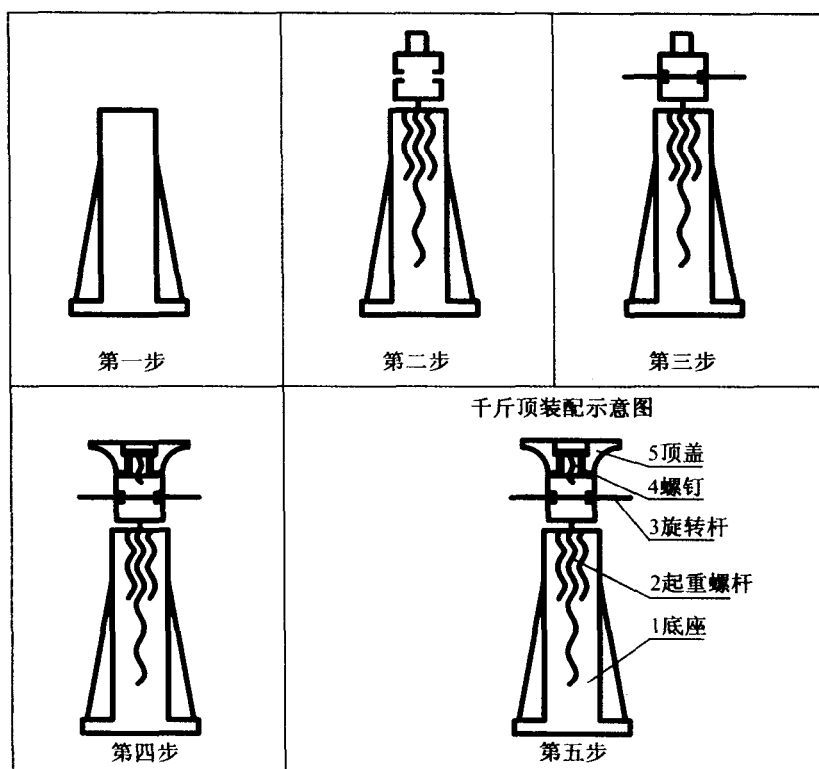


图 1-2 装配示意图画法

1.1.4 装配部件

装配是指按照一定的精度标准和技术要求,将零件连接或固定起来,使之成为合格的产品。

装配的步骤为:

- (1) 装配前的准备。装配前首先要研究和了解部件的技术要求,了解产品的结构和零件的作用以及相互连接的关系;确定装配的方法、程序和所需的工具;要将零件进行清洗。
- (2) 复杂机器的装配工作分为部件装配和总装配两个阶段。
- (3) 调整、精度检验和试运转,使产品达到质量要求。

装配工作的一般要求为:

- (1) 固定联结的零、部件,不允许有间隙。活动联结的零件,能在正常的间隙下,灵活均匀地按规定方向运动。
- (2) 装配时,应检查零件与装配有关的形状和尺寸精度是否合格和有无变形、损坏等。应注意零件上的各种标记,防止错装。
- (3) 各种变速和变向机构的装配,必须做到位置正确,操纵灵活,手柄位置和变速表应与机器的运转要求相符合。

- (4) 各种运动部件的接触表面,必须保证有足够的润滑,油路必须畅通。
- (5) 各种管道和密封部件,装配后不得有渗漏现象。
- (6) 高速运动机构的外面,不得有突出的螺钉头、销钉头。
- (7) 每一部件装配完后,必须仔细检查和清理干净,尤其是在密闭的箱内(例如齿轮箱),不得有任何杂物遗留在内。
- (8) 试车前,应检查各部件联结的可靠性和运动的灵活性,特别是运动部件中是否有遗漏的零件或工具,防护罩是否装上等。试车时,从低速到高速逐步进行,不可一开始就用高转速,并根据试车情况,进行必要的调整,使其达到运转的要求,但要注意不能在运转中进行调整。

千斤顶的装配顺序为:首先将旋转杆 3 插入螺杆 2 的孔内;然后转动旋转杆,将螺杆 2 旋入底座 1,要一直旋到底;最后用螺钉 5 将顶盖与螺杆连接起来,顶盖与螺杆连接要紧固,不能有间隙。

装配完成之后,要进行调试,转动旋转杆 3,检查千斤顶运转的灵活性及其自锁的性能。

图 1-3 为滑动轴承分解轴测图,图 1-4 为其装配示意图。

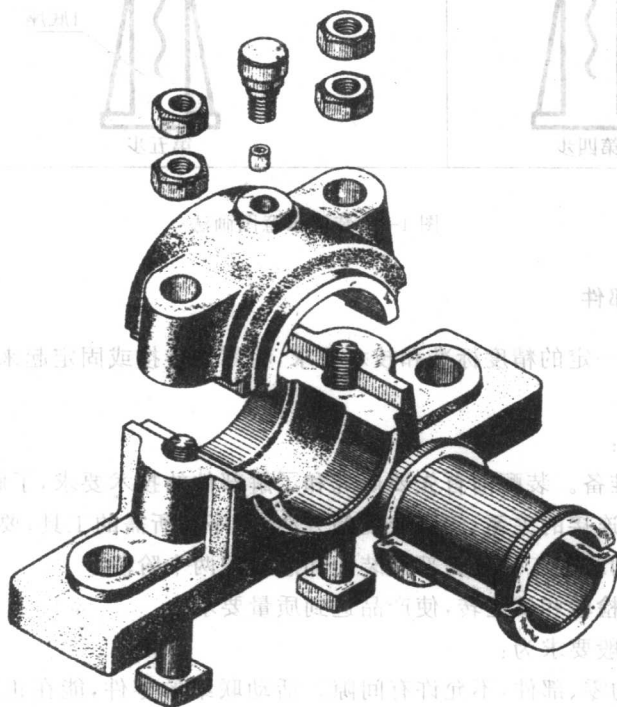


图 1-3 滑动轴承分解轴测图