

QCH

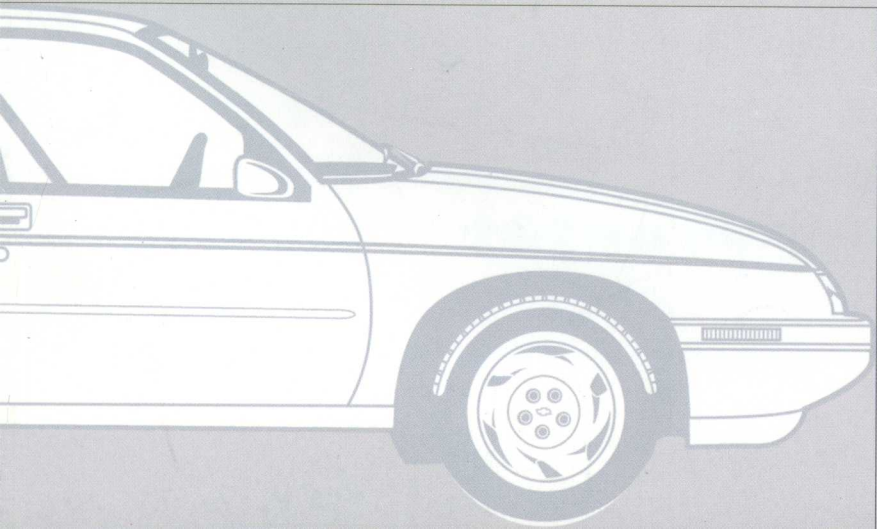
全国中等职业技术学校汽车类专业教材

QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO QICHELEI ZHUANYE JIAOCAI



机械基础 (第二版)

JIXIE JICHU



 中国劳动社会保障出版社

QCH

全国中等职业技术学校汽车类专业教材

机 械 基 础

(第 二 版)

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械基础/祖国海编写. —2版. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2007

全国中等职业技术学校汽车类专业教材

ISBN 978-7-5045-5991-3

I. 机… II. 祖… III. 汽车-机械学-专业学校-教材 IV. U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 099797 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

世界知识印刷厂印刷装订 新华书店经销

787毫米×1092毫米 16开本 11.25印张 264千字

2007年7月第2版 2007年7月第1次印刷

定价: 16.00元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

前 言

进入 21 世纪，我国的汽车工业迅速发展，汽车保有量大幅度提高，汽车领域先进技术不断涌现。这对汽车专业技能人才的数量和素质都提出了更高、更新的要求，特别是汽车维修行业，每年需要新增近 30 万从业人员。为适应汽车维修企业的需要，培养高素质的汽车专业技能人才，我们在广泛调研的基础上，对 1998 年组织编写的汽车专业教材进行了全面修订，同时，还组织编写了汽车专业模块教材。

在整个教材编写过程中，我们力求体现以下基本原则：

一是以企业需求为依据，科学确定培养目标，以学生就业为导向，合理安排教材的知识和技能结构；二是反映汽车专业的技术发展，突出表现该专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法，使学生更多地了解或掌握最新技术的发展及相关技能；三是教材体系在学习内容、教学组织、学习评价等方面为学校提供较大的选择空间，以满足各地区不同的教学需要。

基于以上原则，在坚持培养学生综合素质的同时，本套教材在内容设置方面，以国家有关的职业标准（中级）为基本依据，摒弃“繁难偏旧”的内容；在结构安排方面，突出学生岗位能力的培养，不单纯强调学科体系的完整；在确定实习车型方面，兼顾汽车工业发展的现状和学校的办学条件，同时，尽量多地介绍不同层次的车型，给学校以较大的选择空间；在教材呈现形式方面，力求图文并茂、通俗易懂，使学生易于接受。

教材的编写工作得到了浙江、山东、江苏、安徽、陕西、广西、广东、天津等省、自治区、直辖市劳动保障厅（局）教研室和有关学校的大力支持，在此表示衷心的感谢。

《机械基础（第二版）》根据劳动和社会保障部培训就业司颁发的《汽车类专业教学计划》编写，供中等职业技术学校汽车类专业使用。内容包括：绪论、

轴系、铰链四杆机构、凸轮机构、齿轮传动、轮系、带传动与链传动、摩擦轮传动与螺旋传动、液压传动、液力传动和气压传动等。

《机械基础（第二版）》也可作为职业培训教材和自学用书。

《机械基础（第二版）》由祖国海编写，孔繁明审稿。

劳动和社会保障部教材办公室

2007 年 7 月

目 录

绪论	(1)
自我测试习题	(5)
第一章 轴系	(6)
§ 1—1 轴	(6)
§ 1—2 轴承	(12)
§ 1—3 键、销及其连接	(27)
§ 1—4 螺纹及其连接	(32)
§ 1—5 联轴器、离合器和制动器	(40)
自我测试习题	(48)
第二章 铰链四杆机构	(51)
§ 2—1 铰链四杆机构的组成与分类	(51)
§ 2—2 曲柄摇杆机构的基本性质	(57)
§ 2—3 曲柄滑块机构	(59)
自我测试习题	(61)
第三章 凸轮机构	(63)
§ 3—1 凸轮机构概述	(63)
§ 3—2 凸轮机构的运动规律	(66)
自我测试习题	(69)
第四章 齿轮传动	(70)
§ 4—1 齿轮传动概述	(70)
§ 4—2 渐开线直齿圆柱齿轮及其传动	(73)
§ 4—3 其他类型齿轮传动	(78)
§ 4—4 齿轮的使用和加工	(88)
自我测试习题	(92)
第五章 轮系	(93)
§ 5—1 轮系的分类与应用	(93)

§ 5—2 定轴轮系·····	(95)
§ 5—3 周转轮系·····	(97)
自我测试习题·····	(100)
第六章 带传动与链传动·····	(101)
§ 6—1 带传动·····	(101)
§ 6—2 链传动·····	(110)
自我测试习题·····	(116)
第七章 摩擦轮传动与螺旋传动·····	(117)
§ 7—1 摩擦轮传动·····	(117)
§ 7—2 螺旋传动·····	(119)
自我测试习题·····	(124)
第八章 液压传动·····	(125)
§ 8—1 液压传动概述·····	(125)
§ 8—2 液压组件·····	(129)
§ 8—3 液压基本回路·····	(143)
§ 8—4 液压传动在汽车上的应用·····	(147)
自我测试习题·····	(149)
第九章 液力传动·····	(152)
§ 9—1 液力传动概述·····	(152)
§ 9—2 液力传动在汽车上的应用·····	(153)
自我测试习题·····	(155)
第十章 气压传动·····	(156)
§ 10—1 气压传动概述·····	(156)
§ 10—2 气压传动组件·····	(157)
§ 10—3 气压传动基本回路·····	(164)
§ 10—4 气压传动在汽车上的应用·····	(167)
自我测试习题·····	(168)
附录 常用液压与气动元件图形符号 (摘自 GB/T 786.1—1993)·····	(169)

绪 论

在日常生活和生产中，我们无时无刻不在和各种机器打交道。机器的种类很多，其构造、性能和用途各不相同，但是组成机器的机构、零件种类却有限。本课程就是研究零件、机构的结构、机构的运动规律，为正确选择零件，把握机械传动特点，更好地使用机器做准备。

机器和机构

1. 机器

下面我们就从组成机器的运动部件及其特点来分析机器的组成。

【个例分析】

汽车发动机（图 0—1）一般由活塞、连杆、曲轴、齿轮、凸轮、顶杆及气缸体等组成。这些零件组成了曲柄连杆机构、凸轮配气机构、齿轮传动机构。发动机工作时，气缸内燃气推动活塞上下往复移动，通过连杆使曲轴连续转动，于是上下往复的活塞直线运动就转变为曲轴的旋转运动。凸轮和顶杆是用来打开或关闭进气门和排气门的。为了保证曲轴每转两周进、排气门各开闭一次，在曲轴和凸轮之间安装了一对齿轮传动机构。这样，当燃气推动活塞运动时，进、排气门能有规律地开闭，保证进排气的顺畅。发动机在这些机构的共同作用下，最终使燃气的热能就转换为曲轴转动的机械能。

从发动机的工作过程我们可以发现零件组成了机构，机构能传递和改变运动的形式，由各种机构组成的机器最终完成了能量的转换。

结论

通过分析得出机器具有三个特征：

- (1) 都是人为的各种实体的组合；
- (2) 组成机器的各种实体间具有确定的相对运动；
- (3) 可代替或减轻人的劳动，完成有用的机械功或转换机械能。

2. 机构

机构是具有确定相对运动的各种实体的组合，它只符合机器的前两个特征，而不能实现机械能的转换，如图 0—2 所示。

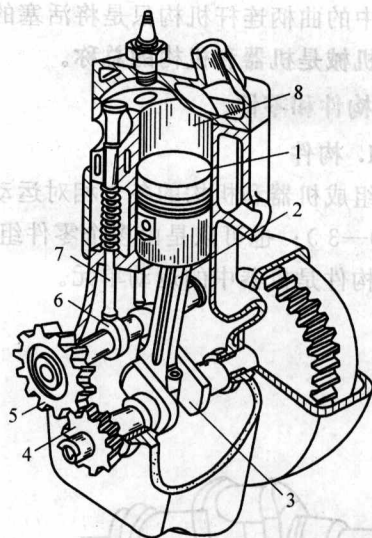


图 0—1 发动机

1—活塞 2—连杆 3—曲轴 4、5—齿轮
6—凸轮 7—顶杆 8—气缸体

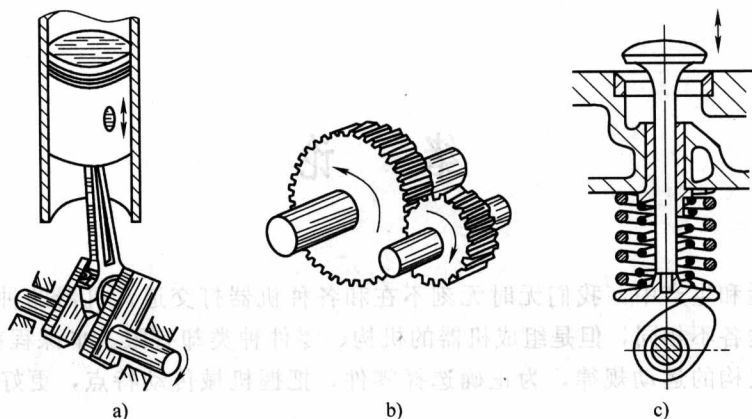


图 0—2 组成发动机的机构

a) 曲柄连杆机构 b) 齿轮传动机构 c) 凸轮配气机构

由此我们知道，机构的主要功能是传递或转变运动的形式，而机器的主要功能是利用机械能做功或进行能量转换，这是两者的本质区别。例如汽车发动机将热能转换为机械能，发动机中的曲柄连杆机构只是将活塞的上下往复移动转换为曲轴的旋转运动。

机械是机器和机构的总称。

构件和零件

1. 构件

组成机器和机构的各个相对运动的实体称为构件，构件可以是单一零件，如内燃机曲轴（图 0—3）；也可以是由多个零件组成的一个刚性整体，如内燃机的连杆（图 0—4）。

构件是机器中的运动单元。

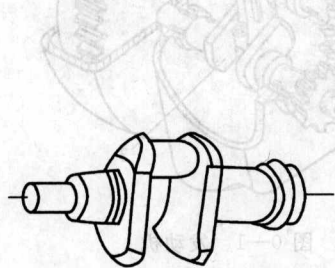
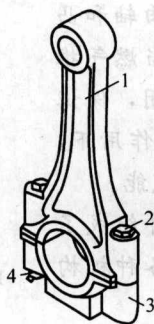


图 0—3 内燃机的曲轴



组成连杆的各个零件之间是否能够相对运动？

图 0—4 连杆

1—连杆体 2—螺栓 3—连杆盖 4—螺母

2. 零件

零件分为两类：一类是在各种机器中都可能用到的零件，称为通用零件，如螺母、螺栓、齿轮、凸轮、链轮等；另一类则是在特定类型机器中才能用到的零件，称为专用零件，如曲轴、活塞等。

零件是机器中最小的制造单元。

运动副和机构运动简图

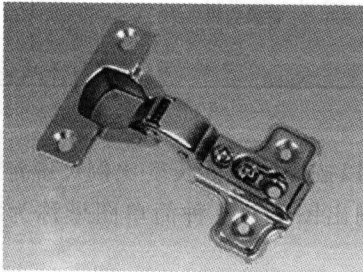
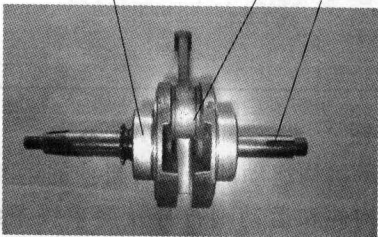
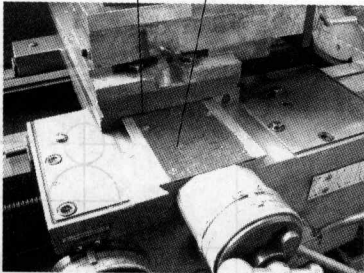
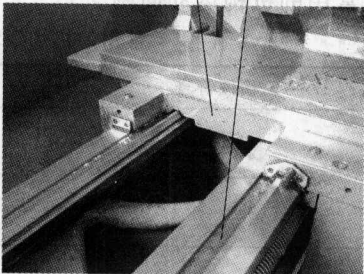
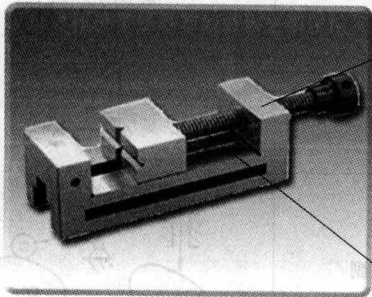
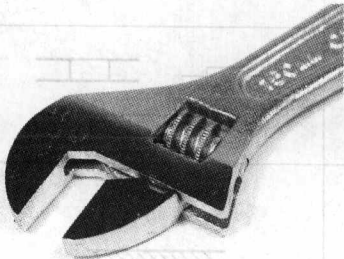
1. 运动副

组成机构的所有构件都应具有确定的相对运动，因此，各构件之间必须以某种方式连接起来。两个构件之间直接接触又能产生一定相对运动的连接称为运动副。

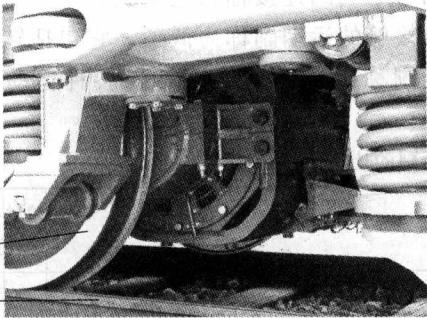
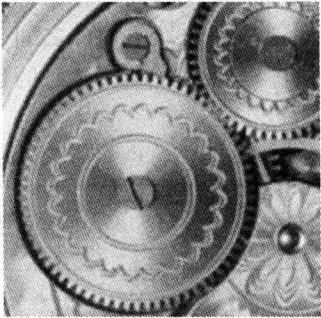
运动副分为低副和高副。两构件之间是面接触的运动副称为低副，它包括转动副、移动副和螺旋副；两构件之间是点或线接触的运动副称为高副。表 0—1 对各种运动副形式进行了比较。

表 0—1

各种运动副的比较

类型	实例	接触相对形式运动	特点
转动副	 铰链  曲轴与连杆	转动	
低移动副	 车床的刀架与拖板  车床的拖板与导轨	一般为平面或圆柱面 往复移动	容易制造和维修，承载能力大，有较大的滑动摩擦，效率低，不能传递复杂的运动
螺旋副	 平口钳  活扳手	转动和移动的复合运动	

续表

类型	实 例		接触形式	相对运动	特点
高副			点或者线	比较复杂	制造维修困难, 承受载荷时单位面积上的压力较高, 两构件接触处易磨损, 使用寿命短, 能传递较复杂的运动
	车轮 铁轨	火车车轮 钟表齿轮			

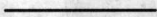
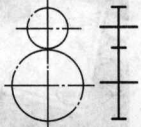
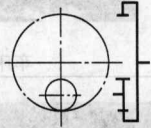
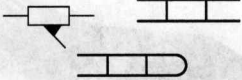
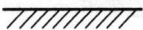
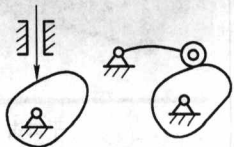
2. 机构运动简图

为了更好地表示机构运动的特性, 机构的运动可以按照一定的长度比例尺确定运动副的位置, 并用特定的构件和运动副符号及简单线条绘制出图形。这种简单图形称为机构运动简图。

对于轴、杆等构件, 常用线段表示; 线段下画有斜线的构件代表机架; 转动副即为固定铰链和中间铰链; 移动副为滑块在直线槽中移动; 表示高副时要绘制出两构件接触处的轮廓线形状。

表 0—2 所示为常用的机构运动简图。

表 0—2 常用的机构运动简图

名称	简图符号	名称	简图符号
杆、轴		齿轮副外啮合	
转动副 (铰链)		齿轮副内啮合	
移动副		圆锥齿轮机构	
机架		凸轮副	

自我测试习题

1. 自行车是大家熟悉的交通工具 (图 0—5), 请观察自行车, 完成下列作业:

- (1) 写出自行车的几个主要零件_____;
- (2) 自行车的低副有_____;
- (3) 自行车的高副有_____。

2. 图 0—6 所示为汽车曲柄连杆机构, 回答下列问题:



图 0—5 自行车

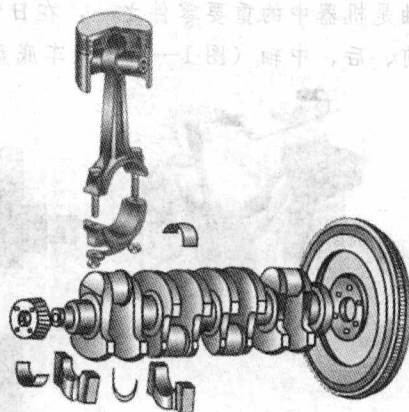


图 0—6 曲柄连杆机构

- (1) 该曲柄连杆机构主要零件为_____、_____、_____、_____、_____。
- (2) 连杆大头与曲轴连杆轴颈接触的运动形式是_____, 运动副为_____。
- (3) 连杆小头与活塞销接触的运动形式是_____, 运动副为_____。



图 0—7 曲柄连杆机构

个两的半火
五排整超游排半
半火干由只, 能
个两管承支排半
一排半超半排半
排整同

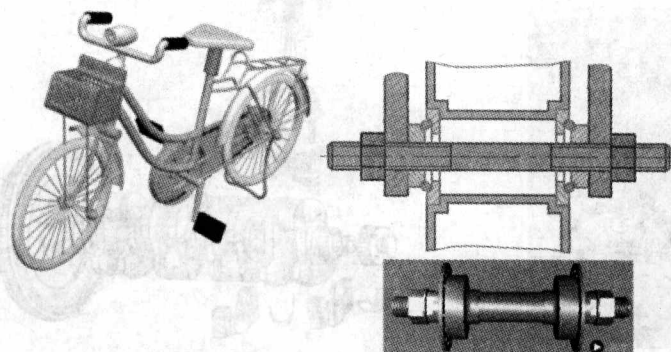
排半半火 8—1 图

整排由成候排成安是是排半承支来排限改排排要由排整排回排是只, 排以可
只以本排品排大个可排来排排排排

第一章 轴 系

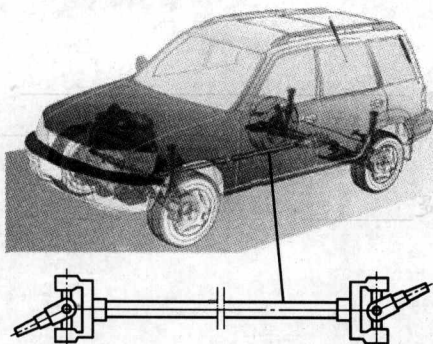
§ 1—1 轴

轴是机器中的重要零件之一，在日常生活和工作中经常可以看到应用轴的场所，例如自行车前、后、中轴（图 1—1），汽车底盘传动轴（图 1—2），火车车轴（图 1—3）等。



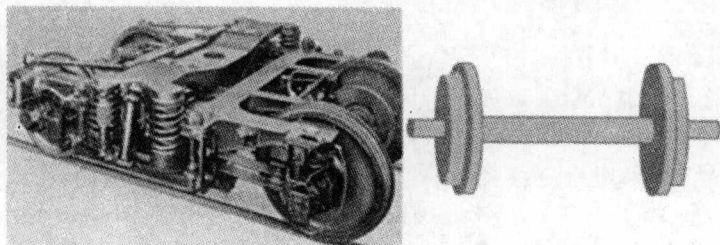
自行车的前车轮通过前轴安装在自行车的前叉上，前轴起支承车轮的作用。

图 1—1 自行车前轮轴



汽车能够行驶是由于发动机曲轴输出的动力通过底盘传动轴传递给汽车前桥（后桥），从而使车轮旋转。

图 1—2 汽车底盘传动轴



火车的两个车轮能够旋转运动，是由于火车车轴支承着两个车轮并随车轮一同旋转。

图 1—3 火车车轴

可以说，凡是做回转运动的零件都必须用轴来支承才能实现运动和动力的传递。下面我们就来学习有关轴的基本知识。

轴的功用和分类

轴的功用是支承轴上零件，传递运动和动力。

根据轴所起的作用以及承受载荷性质的不同，轴分为三类：

1. 心轴

工作时仅支承回转零件，只承受弯曲作用而不传递动力。心轴按其是否转动可分为固定心轴（见图 1—1 所示自行车前轮轮轴）和转动心轴（见图 1—3 所示火车轮轴）。

2. 转轴

工作时既支承回转零件又传递动力，同时承受弯曲和扭转两种作用。一般机械传动的轴大部分是转轴。图 1—4 所示齿轮减速器中的轴即为转轴。

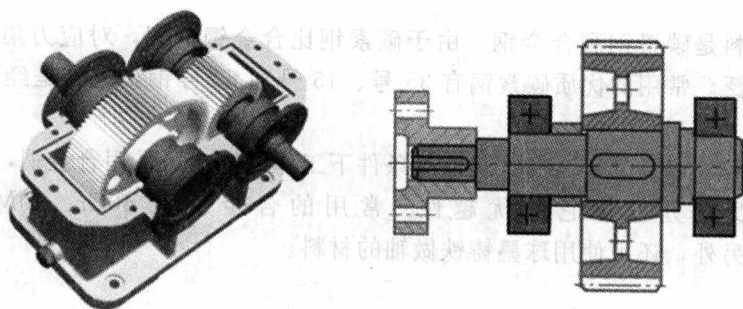


图 1—4 齿轮减速器中的轴

3. 传动轴

工作时仅传递动力，只承受扭转作用而不承受弯曲作用，或弯曲作用很小。如图 1—2 所示汽车变速箱与前桥之间的传动轴。

此外，根据轴线的形状不同，轴又可分为直轴（图 1—5）、曲轴（图 1—6）和挠性钢丝轴（图 1—7）。直轴按外形不同又可分为光轴和阶梯轴。

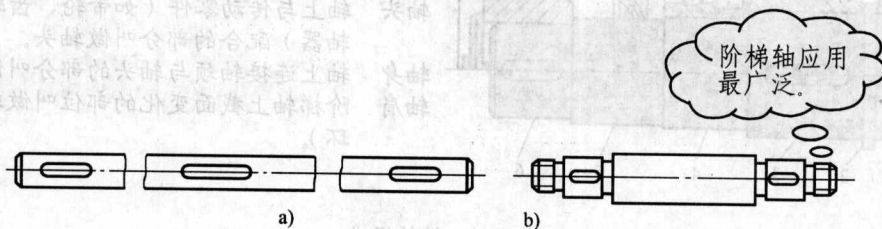


图 1—5 直轴

a) 光轴 b) 阶梯轴



图 1—6 曲轴

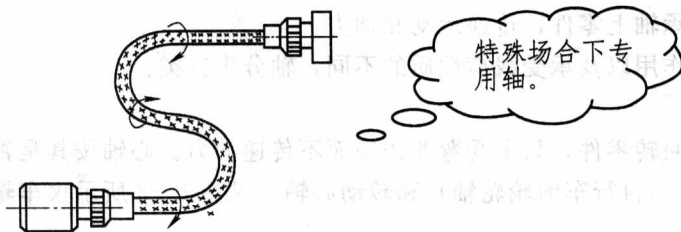


图 1—7 软轴

轴的材料

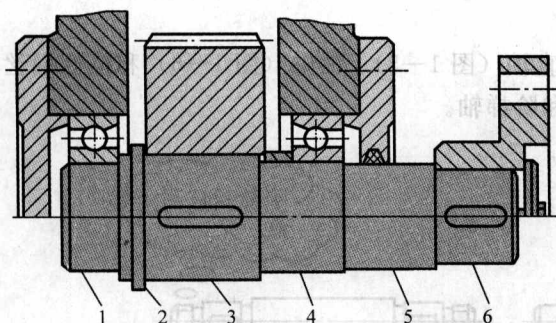
轴的主要材料是碳素钢和合金钢。由于碳素钢比合金钢价廉，对应力集中的敏感性较小，所以应用广泛。常用的优质碳素钢有 35 号、45 号和 50 号钢，尤其是经调质处理的 45 号钢应用最广。

对于受载荷较大以及处于高温、腐蚀等条件下工作的轴，可采用合金钢，并经过一定的热处理工艺，以充分发挥它的优越性。常用的合金钢有 40Cr、40MnB、35SiMn、38SiMnMo 等。另外，还可使用球墨铸铁做轴的材料。

轴的结构

1. 轴的组成

轴主要由轴颈、轴身和轴头组成，如图 1—8 所示。



轴颈 轴上与轴承配合的部分叫做轴颈。
 轴头 轴上与传动零件（如带轮、齿轮、联轴器）配合的部分叫做轴头。
 轴身 轴上连接轴颈与轴头的部分叫做轴身。
 轴肩 阶梯轴上截面变化的部位叫做轴肩（轴环）。

图 1—8 轴的组成

1、4—轴颈 2—轴肩 3、6—轴头 5—轴身

2. 对轴的结构的一般要求

影响轴结构的因素较多，没有标准的结构形式。但无论如何，轴的结构必须满足一定的要求，轴及轴上的零件才能正常工作。

对轴的结构的一般要求：

- (1) 轴上的零件应准确定位和可靠地固定；
- (2) 轴应便于加工和尽量避免或减少应力集中；
- (3) 轴上零件应便于安装和拆卸。

3. 轴径的估算

轴的各部分直径应符合标准尺寸系列，支承轴颈的直径还必须符合轴承内孔的直径系列。轴的直径除根据强度计算确定外，通常可应用经验式进行估算。例如，在一般减速器中，高速输入轴的轴径，可按照与其相连的电动机轴的直径 d_0 来估算，经验公式为 $d = (0.8 \sim 1.2) d_0$ ；各级低速轴的直径可按同级齿轮的中心距来确定，经验公式为 $d = (0.3 \sim 0.4) a$ 。估算后的轴径，再按表 1—1 圆整到标准值即可。

表 1—1 轴的标准直径

10	10.5	11	11.5	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24
25	26	28	30	32	34	38	40	42	45	48	50	52	55	58	60
65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	130			

轴上零件的固定

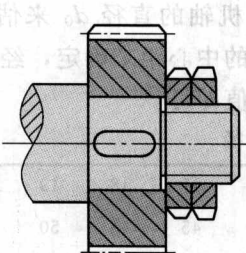
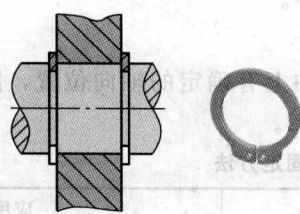
轴上零件的固定分轴向固定和周向固定两种。

1. 轴向固定

轴上零件轴向固定的目的在于保证零件在轴上有确定的轴向位置，防止零件轴向移动，并能承受轴向力。常用的轴向固定方法见表 1—2。

表 1—2 常用的轴向固定方法

固定方法	图 例	应用特点
轴肩和轴环定位		利用轴肩或轴环做轴向固定是一种最常用的方法。其结构简单，定位可靠，并可承受较大的轴向力。常用于齿轮、带轮、链轮、轴承等零件的轴向固定
轴套定位		轴套又称套筒，常用于轴上两个零件距离较小的场合。用轴套定位可以简化轴的结构，其定位可靠，装拆方便，轴上不需开槽、钻孔和切制螺纹，可避免削弱轴的强度
轴端挡圈定位		轴端挡圈用于轴端零件的固定，可以承受强烈的振动和冲击载荷

固定方法	图 例	应用特点
圆螺母定位		当无法采用套筒或套筒太长时,可考虑使用圆螺母做轴向固定,此时要在轴上加工螺纹(一般为细牙螺纹),而且螺纹大径要比套装零件的孔径小。为了防止螺母松脱,可采用双螺母或加止退垫圈。圆螺母固定可靠,装拆方便,可承受较大的轴向力,通常用在轴端或轴的中部
弹性挡圈		结构简单紧凑,但只能承受很小的轴向力。常用于滚动轴承或光轴上零件的轴向定位

重要提示

为了使轴上零件能靠紧定位面,轴肩和轴环的圆角半径 r 必须小于轴上零件孔端的圆角半径 R 或倒角 c (图 1—9),即 $r < R$ 或 $r < c$ 。

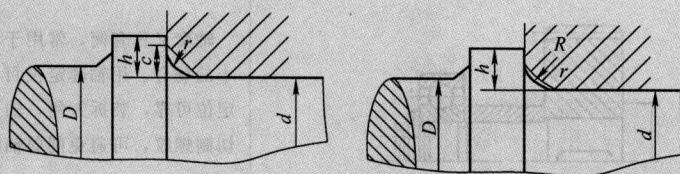


图 1—9 r 应小于轴上零件孔端的圆角半径 R 或倒角 c

2. 周向固定

为了满足机器传递运动和转矩的要求,防止零件与轴产生相对转动,轴上零件除了需要轴向定位外,还必须进行周向定位。

常用的周向定位及固定方法有键、销、过盈配合 (图 1—10) 及紧定螺钉 (图 1—11) 等。键和销的知识将在后面做介绍。