



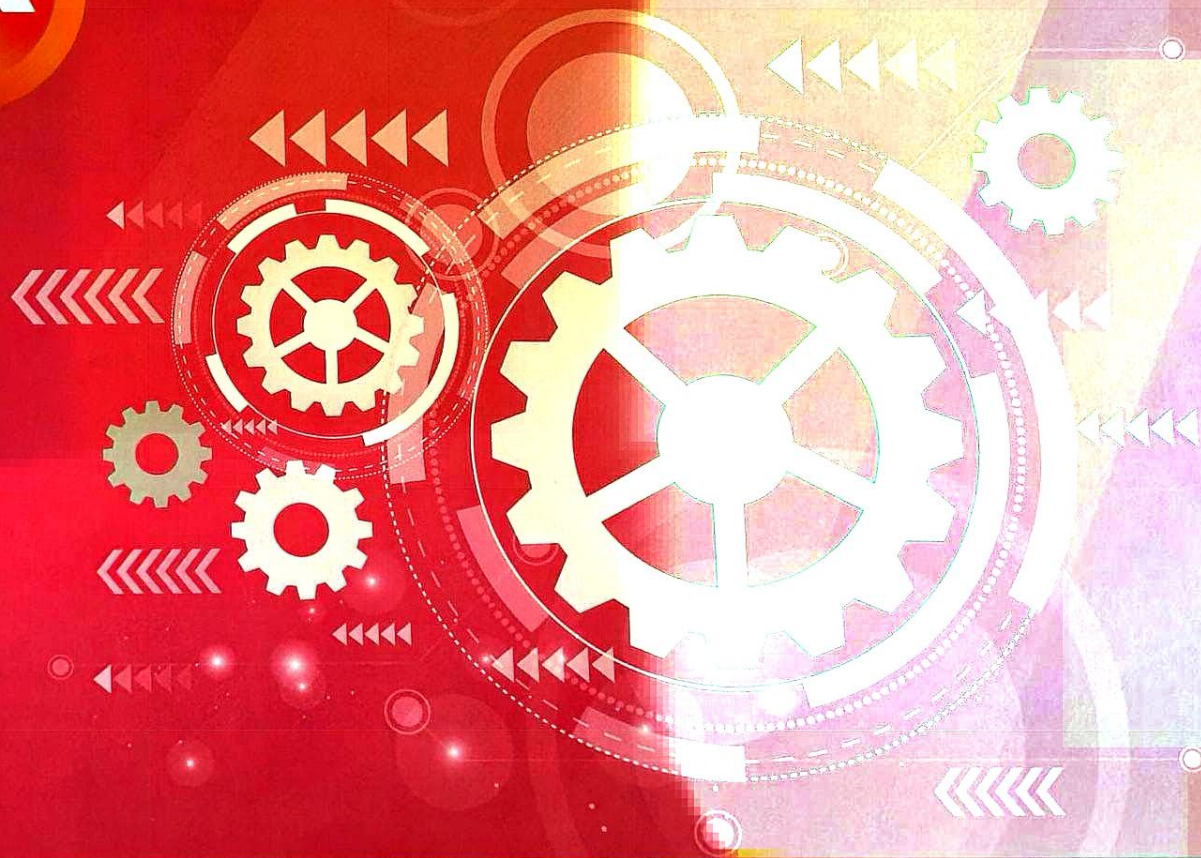
全国中等职业学校机械类专业通用教材

全国技工院校机械类专业通用教材（中级技能层级）

机械基础

（第七版）

AR
教材



 中国劳动社会保障出版社

目 录

绪论	(1)
第一章 带传动	(10)
§ 1-1 带传动的组成、工作原理和类型	(10)
§ 1-2 V带传动	(13)
§ 1-3 同步带传动	(25)
§ 1-4 实训——调节台式钻床转速	(28)
第二章 链传动	(35)
§ 2-1 链传动概述	(35)
§ 2-2 滚子链传动	(37)
第三章 螺纹连接和螺旋传动	(42)
§ 3-1 螺纹的基本知识	(43)
§ 3-2 螺纹标记	(48)
§ 3-3 螺纹连接	(52)
§ 3-4 螺旋传动	(59)
第四章 齿轮传动	(69)
§ 4-1 齿轮传动概述	(69)
§ 4-2 直齿圆柱齿轮传动	(71)
§ 4-3 其他齿轮传动简介	(78)
§ 4-4 齿轮的失效、材料与热处理	(82)
§ 4-5 齿轮的结构与齿轮传动的润滑	(85)
第五章 蜗杆传动	(90)
§ 5-1 蜗杆传动概述	(90)

§ 5-2	蜗杆传动的主要参数、啮合条件与旋转方向判别	(92)
§ 5-3	蜗杆和蜗轮的结构、材料及润滑	(96)
第六章	轮系	(99)
§ 6-1	轮系分类及其应用特点	(99)
§ 6-2	定轴轮系的传动分析及相关计算	(104)
§ 6-3	实训——拆装单级齿轮减速器	(110)
第七章	平面连杆机构	(115)
§ 7-1	平面连杆机构概述	(115)
§ 7-2	铰链四杆机构的组成及分类	(116)
§ 7-3	铰链四杆机构的演化机构	(119)
§ 7-4	平面四杆机构的基本性质	(123)
第八章	凸轮机构	(127)
§ 8-1	凸轮机构概述	(127)
§ 8-2	凸轮机构的类型及从动件端部形状	(129)
§ 8-3	凸轮机构工作过程及从动件常用运动规律	(131)
第九章	其他常见机构	(135)
§ 9-1	变速机构	(135)
§ 9-2	换向机构	(140)
§ 9-3	间歇运动机构	(143)
§ 9-4	实训——参观生产现场	(150)
第十章	轴	(155)
§ 10-1	轴的用途和分类	(156)
§ 10-2	轴的结构和材料	(158)
§ 10-3	轴上零件的固定	(160)
第十一章	键、销及其连接	(164)
§ 11-1	键连接	(164)
§ 11-2	销连接	(171)

第十二章	轴承	(174)
§ 12-1	滚动轴承	(174)
§ 12-2	滑动轴承	(187)
§ 12-3	实训——拆装输出轴组件	(194)
第十三章	联轴器、离合器和制动器	(199)
§ 13-1	联轴器	(199)
§ 13-2	离合器	(204)
§ 13-3	制动器	(207)
§ 13-4	实训——拆装凸缘联轴器	(209)
第十四章	液压传动	(211)
§ 14-1	液压传动概述	(211)
§ 14-2	液压动力元件	(216)
§ 14-3	液压执行元件	(223)
§ 14-4	液压控制元件	(234)
§ 14-5	液压辅助元件	(261)
§ 14-6	液压传动系统基本回路	(268)
§ 14-7	液压传动系统应用实例	(279)
§ 14-8	实训——搭建液压回路	(283)
第十五章	气压传动	(287)
§ 15-1	气压传动概述	(287)
§ 15-2	气源装置、辅助元件和执行元件	(291)
§ 15-3	气动控制元件与基本回路	(299)
§ 15-4	实训——搭建气动回路	(308)

链传动是指通过链条将主动链轮的运动和动力传递到从动链轮的一种传动形式，它广泛应用于轻工、矿山、农业、运输、机床等机械的传动中，在日常生活中也极为常见，自行车、摩托车（见图 2-1）等运动和动力的传动都采用了链传动。链传动的种类有很多，最常见的是滚子链传动和齿形链传动，其中滚子链传动最常用。



图 2-1 摩托车



§2-1 链传动概述

一、链传动的组成及工作原理

链传动由分装在两平行轴上的链轮和绕于两链轮上的链条所组成，如图 2-2 所示。它通过链轮轮齿与链节相啮合而传递运动和动力。

在链传动中，主动链轮每转过一个齿，链条移动一个链节，从动链轮被链条带动转过一个齿。如图 2-3 所示，设主动链轮的齿数为 z_1 ，从动链轮的齿数为 z_2 ，当主动链轮的转速为 n_1 ，从动链轮的转速为 n_2 时，单位时间内主动链轮转过的齿数 $z_1 n_1$ 与从动链轮转过的齿数 $z_2 n_2$ 相等，即：

$$z_1 n_1 = z_2 n_2 \quad \text{或} \quad \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

主动链轮的转速 n_1 与从动链轮的转速 n_2 之比称为链传动的传动比，表达式为：

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

式中 i_{12} ——传动比；

n_1 、 n_2 ——主、从动链轮的转速，r/min；

z_1 、 z_2 ——主、从动链轮的齿数。

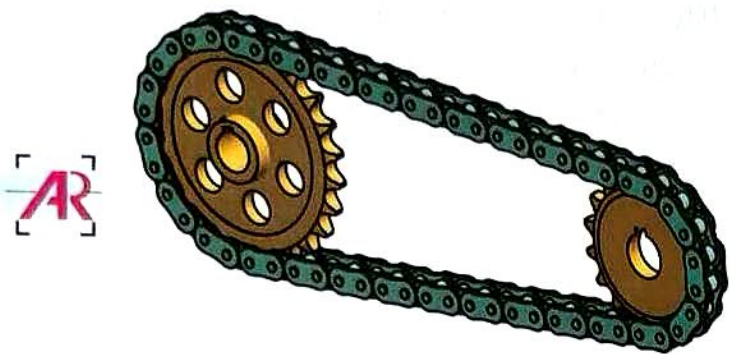


图 2-2 链传动的组成

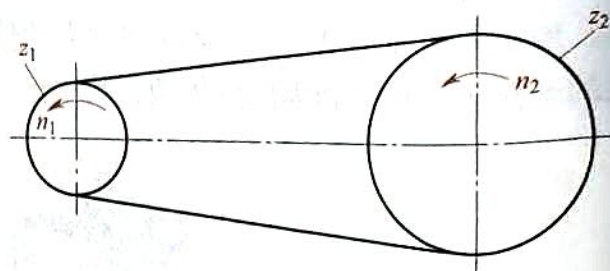


图 2-3 链传动的传动比

二、链传动的特点

链传动的平均传动比一般为 $i \leq 8$ ，低速传动时 i 可达 10；两轴中心距 a 可达 6 m；传动功率 $P \leq 100$ kW；链条速度 $v \leq 15$ m/s，高速时可达 20 ~ 40 m/s。

链传动具有挠性传动和啮合传动的双重性。因此，它在一定程度上兼有带传动和齿轮传动的特性。

1. 链传动的优点

(1) 与摩擦型带传动相比较的优点

1) 没有弹性滑动，平均传动比保持恒定。

2) 承载能力较强，传动功率大，传动效率高 ($\eta = 0.95 \sim 0.98$)，工作更为可靠。

3) 适应工作环境条件宽，能在低速、重载和高温条件下，以及油污、酸污等不良环境中工作。

4) 张紧力小，作用在轴上的载荷较小。

(2) 与齿轮传动相比较的优点

1) 可以发挥挠性传动的优势，非常方便地实现中心距较大和多轴传动。

2) 制造、安装精度要求略低，便于制造和安装。

2. 链传动的缺点

(1) 由于链节是多边形运动，所以瞬时传动比是变化的，链的瞬时速度不是常数，传动中的动载荷会产生振动、冲击和噪声，因此不宜用于要求精密传动的机械上。

(2) 链条的铰链磨损后使链条节距变大，传动中链条容易脱落。

(3) 链节与链轮进入啮合时造成冲击与噪声。

(4) 为了减小链条的磨损，链传动对润滑条件要求严格，润滑油容易造成污染。

(5) 无过载保护作用。

齿轮是一个有齿构件，它与另一个有齿构件通过其共轭齿面的相继啮合，从而传递运动和动力。齿轮传动是利用齿轮副来传递运动和动力的一种机械传动，可以用来传递空间任意两轴间的运动，且传动准确可靠，效率高。

图 4-1 所示为机械上最常用的齿轮减速器（拆除了箱盖等零件），动力由安装了小锥齿轮的轴输入，通过一对锥齿轮和一对圆柱齿轮啮合降低轴的转速后，从安装大圆柱齿轮的轴输出。齿轮传动是机器中所占比例最大的传动形式。齿轮传动机构已成为许多机械设备中不可缺少的传动机构，在金属切削机床、工程机械、冶金机械，以及汽车、机械式钟表上都有齿轮传动机构。

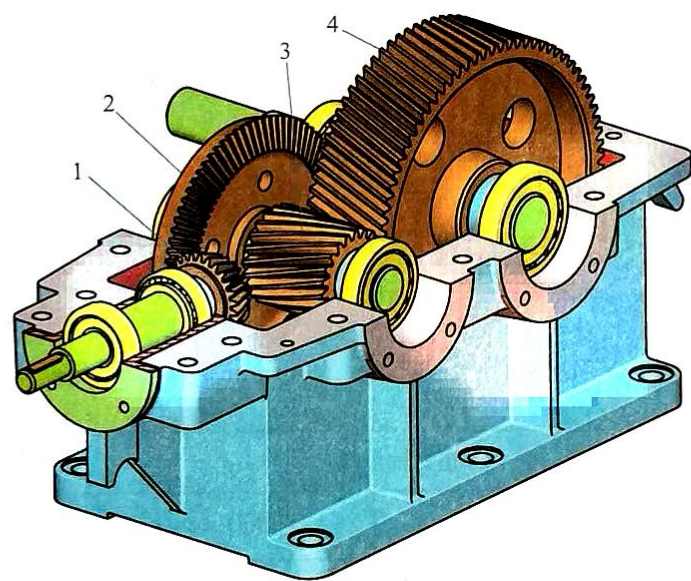


图 4-1 齿轮减速器

1—小锥齿轮 2—大锥齿轮 3—小圆柱齿轮 4—大圆柱齿轮



§ 4-1 齿轮传动概述

一、齿轮传动的常用类型

齿轮传动的常用类型见表 4-1。

表 4-1

齿轮传动的常用类型

分类方法		类型和图例			
两轴 平行	按轮齿 方向	类型	直齿圆柱齿轮传动	斜齿圆柱齿轮传动	人字齿圆柱齿轮传动
		图例			
	按啮合 情况	类型	外啮合齿轮传动	内啮合齿轮传动	齿轮齿条传动
		图例			
	两轴不平行	类型	相交轴齿轮传动		交错轴斜齿圆柱齿轮传动
			直齿锥齿轮传动	曲线齿锥齿轮传动	
图例					

二、齿轮传动的传动比

齿轮传动由主动齿轮和从动齿轮组成，如图 4-2 所示。当齿轮互相啮合时，主动齿轮 1 的轮齿逐个推动从动齿轮 2 的轮齿使从动齿轮转动，从而将主动齿轮的运动和动力传递给从

动齿轮。当主动齿轮转过一个齿时，从动齿轮也转过一个齿，且单位时间内主动齿轮转过的齿数与从动齿轮转过的齿数应相等，即：

$$n_1 z_1 = n_2 z_2$$

得到齿轮传动的传动比 i_{12} ：

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

式中 n_1 、 n_2 ——主、从动齿轮的转速，r/min；

z_1 、 z_2 ——主、从动齿轮的齿数。

上式说明：齿轮传动的传动比是主动齿轮转速与从动齿轮转速之比，也等于两齿轮齿数之反比。

三、齿轮传动的应用特点

1. 优点

(1) 能保证瞬时传动比恒定，工作可靠性高，传递运动准确，这是齿轮传动被广泛应用的最主要原因之一。

(2) 传递功率和圆周速度范围较宽，传递功率可高达 5×10^4 kW，圆周速度可达 200 m/s。

(3) 结构紧凑，可实现较大的传动比。单级齿轮传动的传动比一般为 $i \leq 8$ 。

(4) 传动效率高 ($\eta = 0.98 \sim 0.995$)，使用寿命长，维护简便。

2. 缺点

(1) 运转过程中有振动、冲击和噪声。

(2) 对齿轮的安装精度要求较高。

(3) 不能实现无级变速。

(4) 不适用于中心距较大的场合。

齿轮是机械产品的重要基础零件，广泛应用于汽车、机床及其他各种机械设备中。

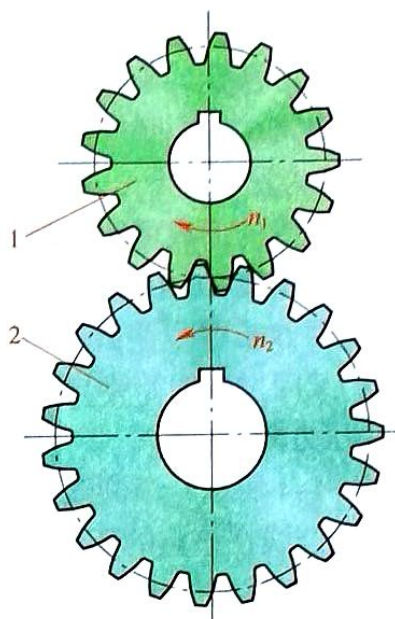


图 4-2 齿轮传动的组成

1—主动齿轮 2—从动齿轮

§ 4-2 直齿圆柱齿轮传动

一、渐开线齿廓

1. 齿轮传动对齿廓曲线的基本要求

为保证机械设备正常运行，齿轮传动应满足以下两个基本要求。

(1) 传动要平稳。齿廓应保证齿轮传动过程中有较高的平稳性，尽量减小冲击和振动，并保证瞬时传动比恒定。

(2) 承载能力要强。为使齿轮传动能传递较大的功率，轮齿应具备高强度、高耐磨性。渐开线齿廓能较好地满足以上要求。

蜗杆传动主要用于传递空间垂直交错两轴间的运动和动力。蜗杆传动具有传动比大、结构紧凑等优点，广泛应用于机床、汽车、仪器、起重运输机械、冶金机械等。如图 5-1 所示为蜗杆减速器，由于采用了蜗杆传动，可以得到较大的传动比。

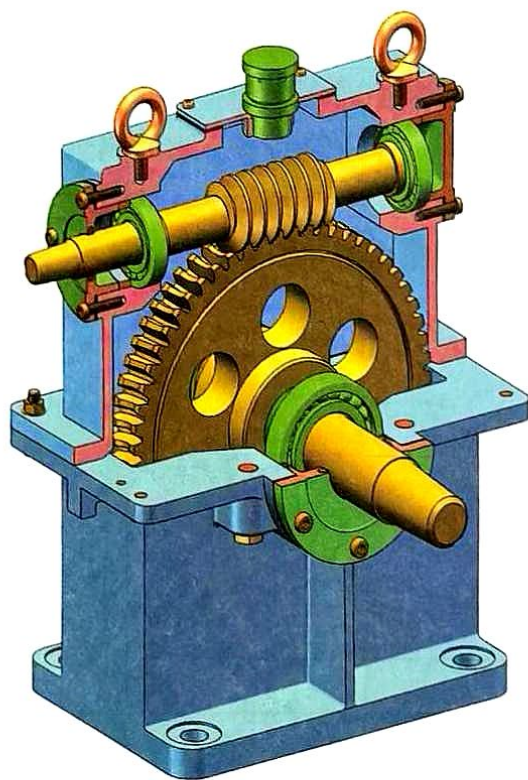


图 5-1 蜗杆减速器

AR

§ 5-1 蜗杆传动概述

蜗杆传动是指由蜗杆与蜗轮互相啮合组成的交错轴间的齿轮传动，如图 5-2 所示。通常由蜗杆作为主动件带动蜗轮转动，并传递运动和动力，其两轴线在空间一般交错成 90° 。

一、蜗杆

蜗杆传动相当于两轴交错成 90° 的斜齿轮传动，只是小齿轮的螺旋角很大，而直径却很小，因而在圆柱面上形成了连续的螺旋齿，这种只有一个或几个螺旋齿的斜齿轮就是蜗杆。蜗杆的类型很多，如阿基米德圆柱蜗杆、法向直廓圆柱蜗杆、渐开线圆柱蜗杆、锥面包络圆柱蜗杆和圆弧圆柱蜗杆等。最常用的蜗杆为阿基米德圆柱蜗杆，其形状如图 5-3 所示。图中 $I-I$ 剖切面通过蜗杆的轴线，称为轴向面； $n-n$ 剖切面垂直于蜗杆齿廓，称为法面。阿基米德圆柱蜗杆的轴向齿廓为直线，法面齿廓为渐开线。

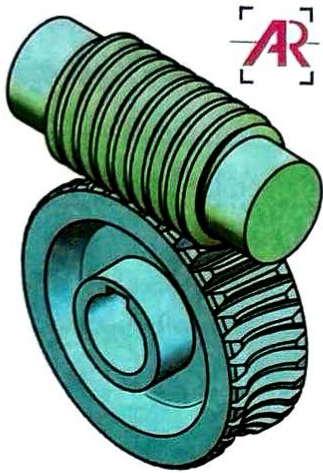


图 5-2 蜗杆传动

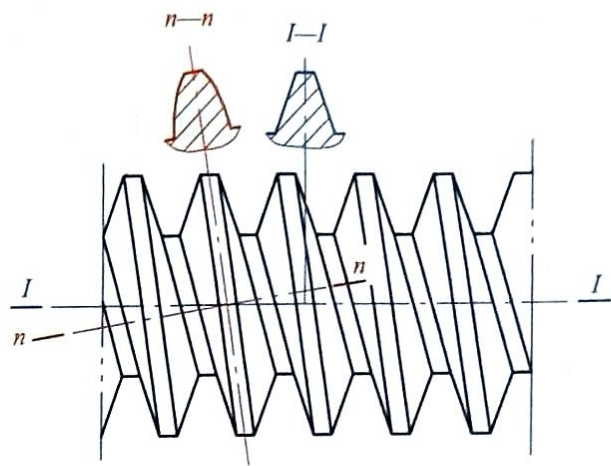


图 5-3 阿基米德圆柱蜗杆

二、蜗轮

与蜗杆组成交错轴齿轮副且轮齿沿着齿宽方向呈内凹弧形的斜齿轮称为蜗轮，如图 5-4 所示。蜗轮齿廓随蜗杆的齿廓而异。蜗轮一般在滚齿机上用与蜗杆形状和参数相同的滚刀或飞刀加工而成。

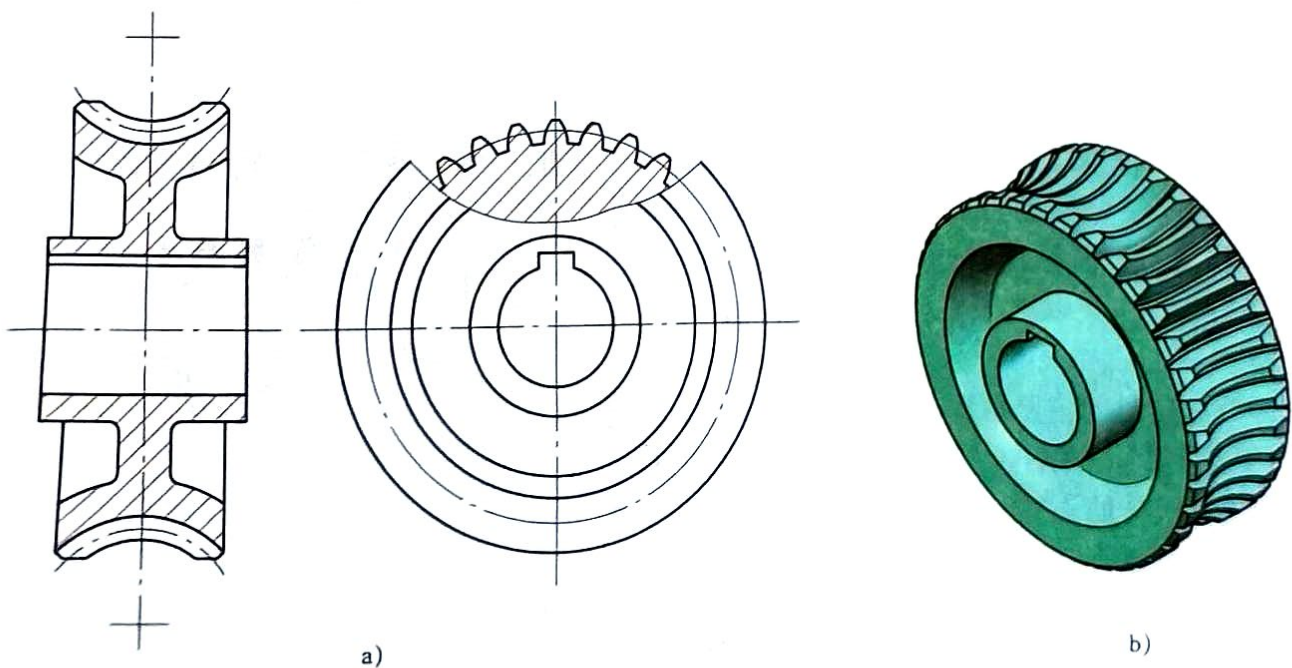


图 5-4 蜗轮

三、蜗杆传动的特点及应用

1. 传动比大，结构紧凑。传动比 i 一般为 $5 \sim 80$ ，在分度机构中可达 $1\ 000$ 。
2. 传动平稳、噪声小。蜗杆的轮齿是连续的螺旋齿，蜗轮与蜗杆的啮合是逐渐进入、逐渐退出的，同时啮合的齿数较多，所以传动平稳、噪声小。
3. 在一定条件下可以实现自锁。
4. 传动效率低，磨损严重，易发热。由于蜗轮和蜗杆在啮合处有较大的相对滑动，因而磨损严重，发热量大，效率较低。蜗杆传动的效率一般为 $\eta=0.7 \sim 0.8$ ，当其具有自锁性时效率小于 0.5 。
5. 蜗杆上的轴向力较大，轴承易磨损。蜗轮造价较高。
6. 对制造和安装精度要求较高，一般安装在具有良好润滑和冷却条件的箱体内部。

由于蜗杆传动具有以上特点，故常用于两轴交错，传动比较大，传递功率不太大或间歇工作的场合。由于当蜗杆导程角 γ 较小时传动具有自锁性，故常用在卷扬机等起重机械中起安全保护作用。

在制造精度和传动比相同的条件下，蜗杆传动的效率比齿轮传动低。蜗杆和蜗轮齿间发热量较大，容易导致润滑失效，引起磨损加剧。因此，蜗杆传动不适用于大功率且长时间工作的场合。