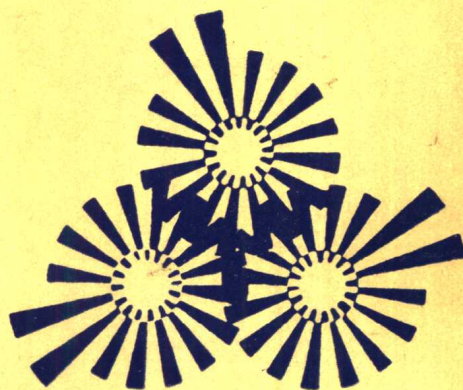


圆弧齿锥齿轮 传动设计

段嗣福 编

中国矿业大学出版社



高等学校教学用书

圆弧齿锥齿轮传动设计

段嗣福 编

中国矿业大学出版社

内 容 简 介

全书分七章,主要内容有:圆弧齿锥齿轮的切齿原理、方法和刀具;圆弧齿锥齿轮传动的设计方法、步骤和设计计算实例;圆弧齿锥齿轮传动的计算机辅助设计及应用实例;圆弧齿锥齿轮的支承设计、安装调整、简易测绘方法和工作图的拟定等。

本书内容论述系统、叙述详尽,并在计算机辅助设计部分附有BASIC语言的程序清单,便于读者学以致用。

本书可作为工科院校机械类学生选修课教学用书和毕业设计的参考资料,也可供工科院校教师和工程技术人员参考。

责任编辑:安乃隼

技术设计:杜锦芝

责任校对:关湘雯

高等学校教学用书

圆弧齿锥齿轮传动设计

段嗣福 编

中国矿业大学出版社出版发行

江苏省新华书店经销 中国矿业大学印刷厂印刷

开本787×1092毫米1/16 印张7 字数 165千字

1989年11月第一版 1989年11月第一次印刷

印数: 1—1000册

ISBN 7-81021-238-9

TH·2 定价: 1.50元

前 言

在圆锥齿轮传动中,直齿圆锥齿轮传动具有与直齿圆柱齿轮传动相同的缺点,即轮齿沿全齿宽在啮合过程中出现突然接触或分离,从而引起冲击和噪音;此外它的重迭系数也较小,传动的平稳性较差,承载能力较低,故它不能满足高速、重载传动的要求。为了克服直齿圆锥齿轮传动的上述缺点,就出现了一系列曲线齿圆锥齿轮传动,统称螺旋锥齿轮传动,而圆弧齿锥齿轮传动为其主要类型之一,并已广泛应用于煤矿机械、拖拉机、机床和石油化工机械中。

随着我国采煤机械化的普及和发展,近年来在煤矿机械中,特别是在采煤、掘进和运输机械中,已广泛应用圆弧齿锥齿轮传动代替直齿圆锥齿轮传动。因此,较系统地认识圆弧齿锥齿轮传动,对从事煤矿机械设计及制造的技术人员和工人都是很必要的。

螺旋锥齿轮传动的设计、制造专业性较强。它的设计计算不仅与所用的机床和刀具等有着密切的关系,而且还采用了各种专门的变位制度。编者据此为了适应煤矿机械设计和制造专业的教学需要,在对1983年编写的“螺旋锥齿轮设计”讲义进行了修改和补充的基础上,写成此书,作为“机械设计”课程的补充教材,也可作为学习圆弧齿锥齿轮传动设计方法入门用的专题资料。

从教学要求出发,在编写中,除介绍螺旋锥齿轮传动基本知识外,还着重阐明了圆弧齿锥齿轮的切齿原理、方法和刀具,较系统地介绍了圆弧齿锥齿轮传动的设计方法和步骤,并还附有较完整的设计计算实例以供设计者参考和借鉴。为了使读者在实际设计工作中,能优选设计参数,本书还结合编者的科研工作就圆弧齿锥齿轮传动计算机辅助设计的方法作了简明地介绍,并附有较详细的框图及可供在IBM-PC机上运行使用的设计计算源程序和应用实例予以示范,便于读者阅读和使用。

本书由王受升教授主审。在编写过程中,曾得到孟惠荣教授、张永康教授、先梅开副教授、余小燕同志和张家口煤矿机械厂研究所有关同志的帮助和指导,在此表示深切的谢意。

由于编者水平所限,书中难免有不足和错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

1988年12月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 螺旋锥齿轮的类型和特点	(1)
一、螺旋锥齿轮的类型.....	(1)
二、螺旋锥齿轮的特点和应用.....	(3)
第二节 螺旋锥齿轮各部分的名称与代号	(4)
一、锥齿轮的五个锥面和四个角.....	(4)
二、轮齿的各要素名称.....	(4)
第二章 圆弧齿锥齿轮的加工方法概述	(7)
第一节 假想平面齿轮和假想平顶齿轮	(7)
一、假想平面齿轮.....	(7)
二、假想平顶齿轮.....	(8)
第二节 圆弧齿锥齿轮的切齿原理和方法	(8)
一、切齿原理.....	(8)
二、切齿方法.....	(10)
第三节 圆弧齿锥齿轮的切齿刀具	(11)
一、铣刀盘.....	(11)
二、刀号的确定.....	(14)
第三章 圆弧齿锥齿轮传动的设计	(17)
第一节 圆弧齿锥齿轮传动基本参数的选择	(17)
一、分度圆直径的初步确定.....	(17)
二、齿数及模数的初步选择.....	(19)
三、齿面宽的确定.....	(21)
四、螺旋角的选择.....	(21)
五、螺旋方向的选择.....	(22)
六、压力角的选择.....	(22)
第二节 圆弧齿锥齿轮传动的几何计算	(22)
一、齿形参数标准及变位制度.....	(23)
二、普通圆弧齿锥齿轮传动的几何尺寸计算.....	(27)
三、齿厚检验尺寸计算.....	(27)
第三节 “格利生”制圆弧齿锥齿轮传动的强度计算	(29)
一、齿面接触强度计算.....	(29)
二、齿根弯曲强度计算.....	(32)
三、圆弧齿锥轮传动的设计计算举例.....	(35)
第四章 圆弧齿锥齿轮传动的支承设计及安装调整	(42)
第一节 圆弧齿锥齿轮传动的受力分析	(42)
一、齿宽中点处圆周力的确定.....	(42)

二、径向力与轴向力的计算.....	(42)
第二节 圆弧齿锥齿轮传动的支承形式及轴承载荷的计算.....	(45)
一、支承形式.....	(45)
二、轴承载荷的计算.....	(45)
第三节 齿面接触区和齿侧间隙在安装时的调整.....	(48)
一、圆弧齿锥齿轮接触区的变化规律及其调整.....	(48)
二、齿侧间隙.....	(52)
第五章 圆弧齿锥齿轮工作图的拟定.....	(56)
第一节 齿轮的结构设计.....	(56)
第二节 圆弧齿锥齿轮的精度.....	(58)
一、齿部公差.....	(58)
二、齿轮轮坯公差.....	(62)
第三节 齿轮工作图及技术要求.....	(70)
第六章 圆弧齿锥齿轮传动的计算机辅助设计.....	(74)
第一节 概述.....	(74)
第二节 设计资料的数据处理.....	(74)
一、表格的程序化.....	(74)
二、线图的程序化.....	(76)
第三节 圆弧齿锥齿轮传动的设计程序.....	(80)
一、编制设计程序的一般步骤.....	(80)
二、圆弧齿锥齿轮传动设计程序的编制.....	(81)
三、计算实例.....	(91)
第七章 圆弧齿锥齿轮传动的简易测绘.....	(99)

第一章 概 述

第一节 螺旋锥齿轮的类型和特点

螺旋锥齿轮也就是曲线齿锥齿轮，由于它传动平稳和承载能力高，所以在煤矿机械、汽车、拖拉机、航空、机床和石油化工等机械传动中获得广泛的应用。

一、螺旋锥齿轮的类型

(一) 按齿面节线分 (也就是按轮齿齿面与节圆锥面交线的形式分)

1. 圆弧齿锥齿轮 (图1-1)

圆弧齿锥齿轮是现在生产中应用最多的一种螺旋锥齿轮。圆弧齿是指这种锥齿轮齿面节线展开后是圆弧曲线。这种锥齿轮是用圆形端铣刀盘切制的。为了保证传动的平稳性、增大重迭系数，常用的螺旋角为 35° 。该种锥齿轮容易实现磨齿，适用于高精度和高速传动，在煤矿机械中，如刮板运输机、滚筒采煤机及掘进机中，它已用来取代直齿圆锥齿轮。

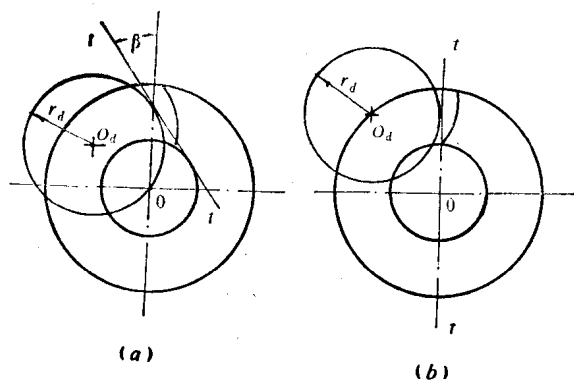


图1-1 圆弧齿锥齿轮

如图1-1a所示，过圆弧齿锥齿轮分度圆锥上的齿宽中点作齿面节线的切线 tt ，其与分度圆锥母线间的夹角 β 称为平均螺旋角，简称螺旋角。按螺旋角的不同，圆弧齿锥齿轮又可分为普通圆弧齿锥齿轮和零度圆弧齿锥齿轮。

1) 普通圆弧齿锥齿轮

这种圆弧齿锥齿轮的螺旋角 $\beta \neq 0$ (图1-1a)。这种锥齿轮传动时，其轮齿不是在其全长上同时啮合，而是逐渐地从一端连续平稳地转向另一端。也就是说，齿面接触区是由齿的一端开始，逐渐移向另一端。由于轮齿端面重叠 (同时有几对齿进入啮合) 的影响，至少有两对以上的轮齿同时啮合，因此该种锥齿轮较之同样大小 (模数及齿数相同) 的直齿锥齿轮和零度螺旋锥齿轮能传递更大的载荷，且噪音和振动显著减小，工作得更平稳。它多用于重载高速传动。

2) 零度圆弧齿锥齿轮

零度圆弧齿锥齿轮的螺旋角 $\beta = 0$ (图1-1b)。这种锥齿轮传动时，可以具有局部接触的齿面，这是它优于一般的直齿锥齿轮的地方。因为一般的直齿锥齿轮在啮合时，一对相啮合的轮齿是沿全长接触的，当啮合不正确时容易引起齿的一端接触而产生载荷集中。而带有局部齿面接触的零度圆弧齿锥齿轮啮合，在装配时是可以调节的。这种齿轮在发生由于载荷作用而引起变形或者由于装配位置不准、加工时的位置误差引起不大的轴向位移时，将不会引起啮合齿面的载荷集中。另一优点是零度圆弧齿锥齿轮的轴向

力与直齿锥齿轮的相等，所以以它代替直齿锥齿轮时，轴承支承的结构及型号可以不变，亦即这两种锥齿轮传动副是可以互换的。

我国生产的Y225, YS2250, Y2280和美国格利生 (Gleason) 16号等型号的锥齿轮铣齿机床都是制造这种圆弧齿锥齿轮的机床。

2. 延伸外摆线齿锥齿轮 (图1-2)

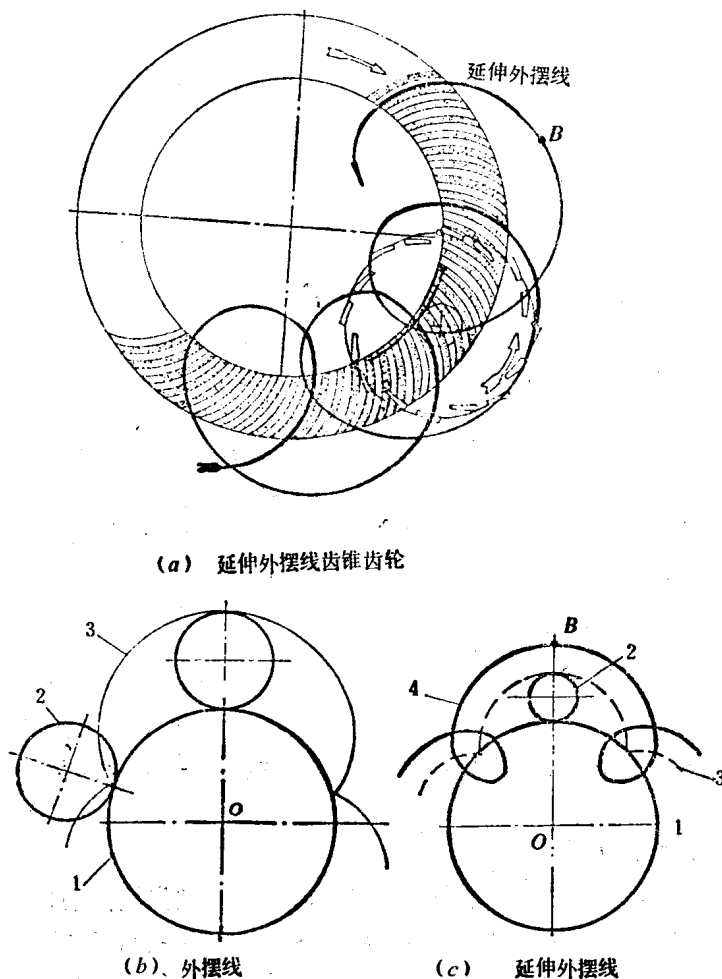


图1-2 延伸外摆线齿锥齿轮

这种锥齿轮的齿面节线展开后为延伸外摆线的一部分 (图1-2a)。当一个圆在一条直线或基圆1的圆周上作纯滚动时，滚动圆2上一点的轨迹叫做外摆线3 (图1-2b)。如果滚动圆2外有一任意点B与滚动圆相对固定，B点相当于滚动圆延长半径上的一点，当滚动圆在基圆1上作纯滚动时，B点所走的轨迹叫做延伸外摆线4 (图1-2c)。

我国济南第一机床厂研制的YJ2250型螺旋锥齿轮铣齿机床既能加工圆弧齿锥齿轮，又能加工延伸外摆线齿锥齿轮。另外瑞士生产的奥利康 (Oerlikon) 铣齿机床就是切削这种延伸外摆线齿锥齿轮的。

3. 准渐开线 (延伸渐开线) 齿锥齿轮 (图1-3)

这种锥齿轮齿面节线展开后为准渐开线。该锥齿轮是用锥形滚刀加工的。因刀具制造复杂, 现已很少使用。

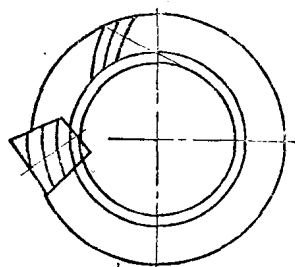


图1-3 准渐开线齿锥齿轮

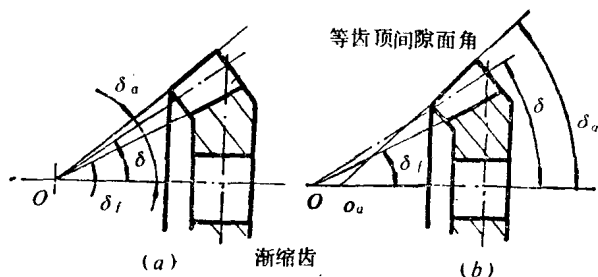


图1-4 渐缩齿锥齿轮

以上齿轮的齿廓曲线都是渐开线的, 在齿面节线型式方面, 最广泛使用的为圆弧齿锥齿轮, 再者为延伸外摆线齿锥齿轮。

(二) 按齿高分

1. 渐缩齿锥齿轮 (图1-4)

这种齿轮的轮齿齿高是从齿的大端向小端方向逐渐缩小的, 有的是按节锥母线长成比例的缩小 (图1-4a), 有的是齿顶平行于相配齿轮的齿根, 面锥的顶点 O_a 不再与节锥顶点 O 相交 (图1-4b) 而称为等隙齿锥齿轮。等隙齿锥齿轮传动可以保证沿齿长方向有均等的齿顶间隙。圆弧齿锥齿轮绝大多数都采用这种渐缩齿。

2. 等高齿 (图1-5)

这种齿轮的轮齿齿高从大端到小端是一样的。齿轮的面锥角 δ_a 、根锥角 δ_f 和节锥角 δ 均相等。

切制等高齿锥齿轮时, 不需要对切削刀具的压力角进行修正, 不象渐缩齿那样要有许多刀号, 切齿调整计算也大为简化。延伸外摆线齿锥齿轮只采用等高齿, 不采用渐缩齿。圆弧齿锥齿轮也可以用等高齿。

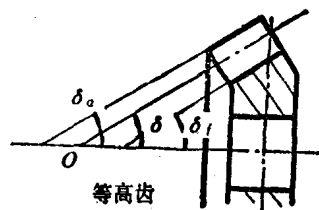


图1-5 等高齿锥齿轮

二、螺旋锥齿轮的特点和应用

螺旋锥齿轮与直齿锥齿轮相比, 在使用上有下列特点:

(1) 由于螺旋锥齿轮的齿线是曲线, 在传动过程中至少有两对或两对以上的齿同时接触, 重迭系数增大, 使传动平稳, 减轻了冲击, 降低了噪音, 同时也提高了承载能力;

(2) 小齿轮的最少齿数可到 $Z_{\min} = 5$, 故可获得大的传动比, 减小传动尺寸;

(3) 可进行齿面的研磨, 以提高精度和光洁度, 从而降低噪音、改善接触和提高传动强度;

(4) 可调整刀盘半径, 从而调整齿线曲率以修正接触区;

(5) 由于齿线螺旋角的存在, 螺旋锥齿轮的轴向力和径向力均较直齿锥齿轮大, 故轴承受力较大。

由于上述特点，螺旋锥齿轮常用于圆周速度较高 ($V > 5 \text{ m/s}$)，要求传动平稳和噪音较小的传动中。

第二节 螺旋锥齿轮各部分的名称与代号

一、锥齿轮的五个锥面和四个角 (图1-6)

1. 节锥：又称节圆锥，它与锥齿轮同一轴线，锥顶位于两轮轴线的交点上。一对锥齿轮传动时，共轭齿轮的节圆锥按一定的传动比作无滑动的滚动，因此节锥是锥齿轮传动中的重要因素之一，锥齿轮的许多尺寸都与它有直接关系。

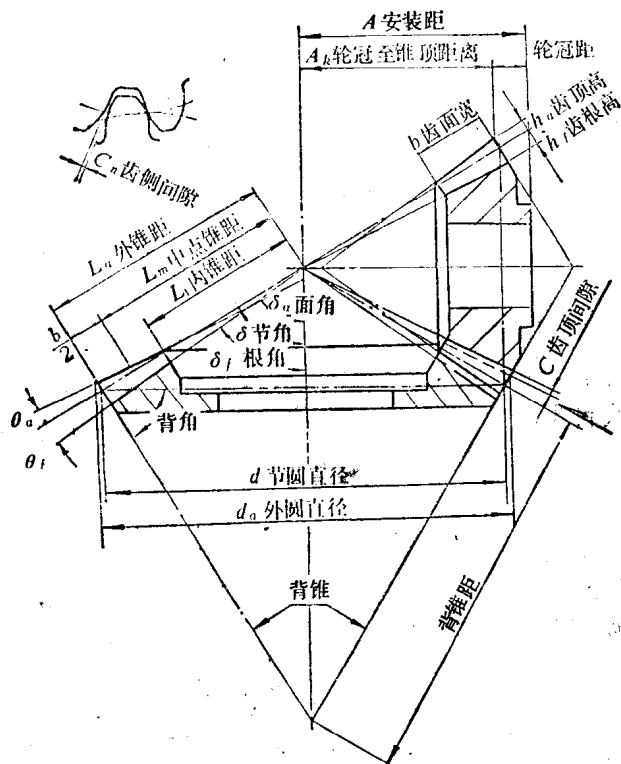


图1-6 圆锥齿轮的名称与代号

2. 背锥：在锥齿轮的大端垂直于节锥的锥面称背锥，它的轴线与齿轮的轴线重合。在分析锥齿轮传动和计算时有用。

3. 面锥：包括锥齿轮齿顶的锥面称面锥。面锥的位置误差直接影响到齿的高低和齿顶间隙的大小。面锥与背锥相交的圆叫做轮冠，理论外径就是指轮冠的直径。

4. 根锥：与锥齿轮齿根表面相切的圆锥称根锥。切齿时刀具的安装角一般是使刀顶的回转端面与根锥表面相切。

5. 前锥：在锥齿轮的小端垂直于节锥的锥面称前锥。前锥是确定小端轮齿尺寸的锥面，有时候小端并不按前锥锥面车制。

以上是锥齿轮的五个锥面，

下面是锥齿轮的四个角度。

6. 节锥角：简称节角，是指锥齿轮轴线和节锥母线间的夹角，以 δ 表示。

7. 根锥角：又称根角，是指锥齿轮轴线和根锥母线间的夹角，以 δ_f 表示。

8. 面锥角：又称面角，是指锥齿轮轴线和面锥母线间的夹角，以 δ_a 表示。

9. 背锥角：又称背角，是背锥母线和回转平面间的夹角，等于节锥角。

二、轮齿的各要素名称

1. 齿的大端、小端、凸面和凹面 (图1-7)：一般在确定接触区的要求时，常与这几个因素有关。

2. 齿面节线：轮齿表面和节锥的交线叫做齿面节线。它表示齿长方向齿的曲线特征。前面锥齿轮的分类中，首先就是按齿面节线分类的。

3. 工作齿高：是指一对齿轮在啮合过程中，参加啮合的齿的深度。

4. 螺旋角：是指在齿面中点上，齿面节线的切线与过此点节锥母线之间的夹角。螺

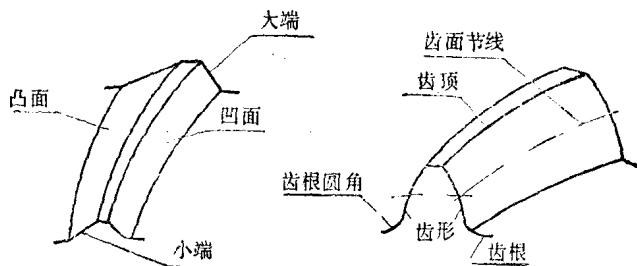


图1-7 轮齿的各要素名称

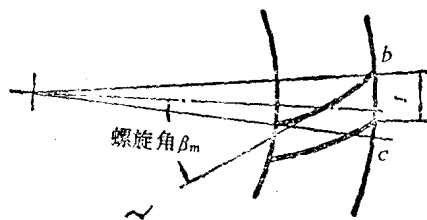


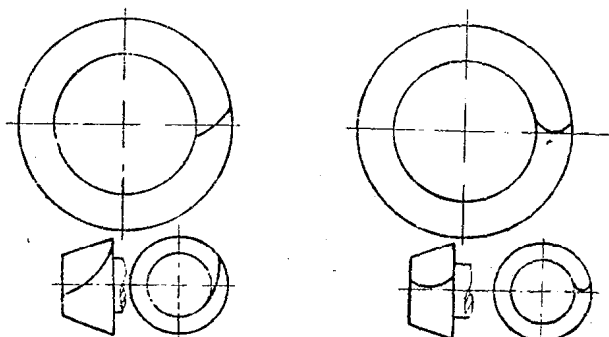
图1-8 螺旋锥齿轮的螺旋角

旋锥齿轮在齿长上各点的螺旋角一般是不相等的，为了表示齿的倾斜程度，习惯上用齿面中点的螺旋角作为名义螺旋角（图1-8），以 β_m 来表示。

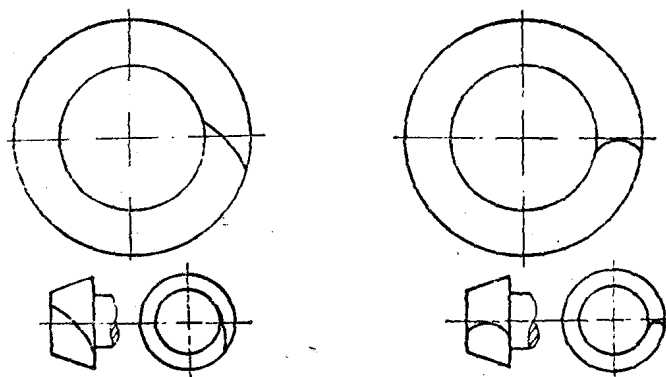
5. 螺旋方向：指轮齿节锥齿线的曲线方向。分为“左旋”及“右旋”两种（图1-9）。

齿的螺旋方向按下面规定判别：

左旋齿：从齿轮的小端看向大端，轮齿自齿面中点至大端的旋向为逆时针方向时则称左旋齿（图1-9a）。



(a) 轮齿螺旋方向 - 左旋



(b) 轮齿螺旋方向 - 右旋

图1-9 轮齿螺旋方向

右旋齿：从齿轮的小端看向大端，轮齿自齿面中点至大端的旋向为顺时针方向时则称右旋齿（图1-9b）。

6. 齿顶角：指面锥母线和节锥母线间的夹角（图1-6），以 θ_a 表示。等高齿锥齿轮的齿顶角和齿根角都等于零。

7. 齿根角：指根锥母线和节锥母线间的夹角（图1-6），以 θ_f 表示。

第二章 圆弧齿锥齿轮的加工方法概述

第一节 假想平面齿轮和假想平顶齿轮

根据假想平面齿轮或假想平顶齿轮原理来切制圆锥齿轮是目前最广泛使用的一种手段。

一、假想平面齿轮

节锥角等于 90° 的锥齿轮，其节锥面是一个平面，故称平面齿轮。又称平面产形齿轮、冠轮、冕轮等（如图2-1所示）。由于在切制圆锥齿轮时，该平面齿轮并不存在，其轮齿表面是由机床摇台上铣刀切削刃的运动轨迹来代替的，所以又称假想平面齿轮。

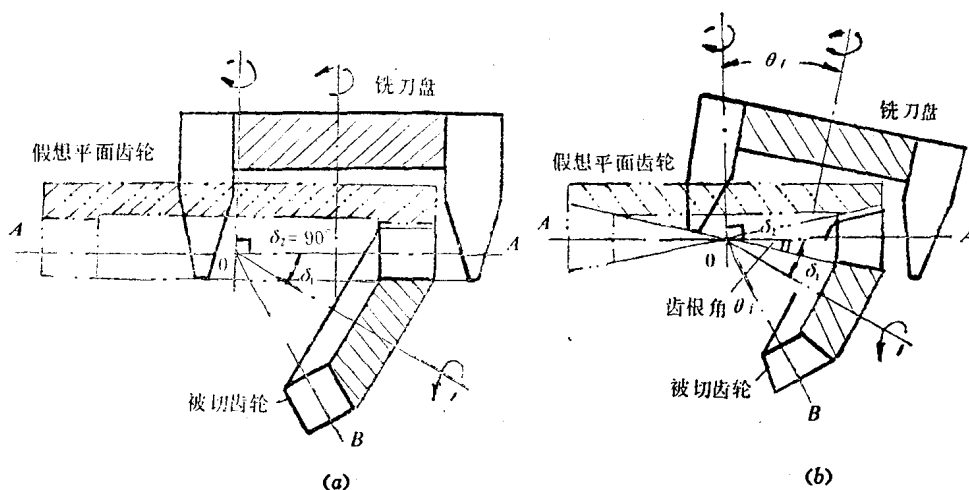


图2-1 假想平面齿轮

a—以平面齿轮原理加工等高齿圆弧齿锥齿轮 b—以平面齿轮原理加工渐缩齿圆弧齿锥齿轮

在圆柱齿轮啮合原理中，我们已知，当齿轮的基圆变为无穷大时，齿轮就变成了齿条。齿条与齿轮的啮合原理是圆柱齿轮用齿条形刀具范成法加工的基础。

由“机械原理”知，圆锥齿轮的当量齿轮的齿数 Z_v 为：

$$Z_{v1} = \frac{Z_1}{\cos \delta_1}, \quad Z_{v2} = \frac{Z_2}{\cos \delta_2}$$

由上式可以看出，当节锥角 δ 愈大时，其 Z_v 愈大，亦即其相当的圆柱齿轮的齿数愈多，当 $\delta = 90^\circ$ 时，当量齿数 Z_v 变为无穷大，就相当于齿条了，此时的渐开线齿廓就变为直边齿廓了。因此平面齿轮的形成与齿条的形成相类似。在用范成法滚切加工圆锥齿轮过程中，平面齿轮起着与齿条类似的作用。因此，可将平面齿轮看成是在平面上卷成的环状齿条。

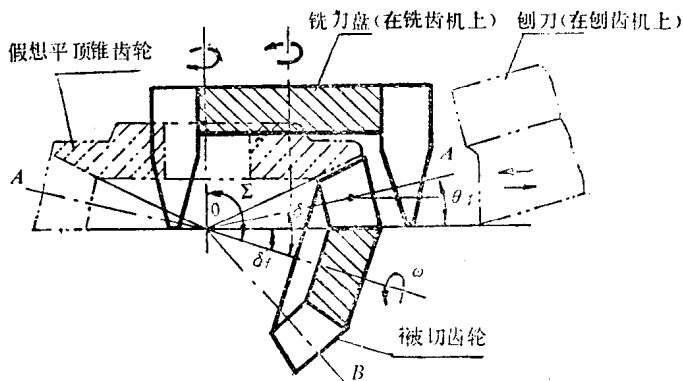
在加工等高齿锥齿轮的轮齿时，因它的根锥角和节锥角相等，所以当刀盘的刀尖要切出齿根面时，则刀盘的轴线应垂直于节锥母线。由图2-1a可知，平面齿轮可满足这一条件，故等高齿锥齿轮的切齿，一般都是根据假想平面齿轮原理加工的。

由图2-1b可知，当采用平面齿轮原理加工渐缩齿锥齿轮时，为使刀盘的刀尖切出齿

根面，必须使铣刀盘的轴线相对于假想平面齿轮的轴线转一齿根角 θ_f ，使刀盘轴线与根锥面垂直，方能满足要求。但是，这样使机床结构复杂，故一般都不采用此法加工渐缩齿锥齿轮。

二、假想平顶齿轮

面锥角等于 90° 的锥齿轮，称平顶齿轮，又称平顶产形轮，也称假想平顶齿轮。其齿顶在同一平面上，而节锥面 AOA 是一个锥面。如图2-2所示。



以平顶锥齿轮原理加工渐缩齿(圆弧齿或直齿)锥齿轮

图2-2 假想平顶齿轮

由于渐缩齿锥齿轮根锥角和节锥角不相等，当切齿时，刀盘的刀尖要切出齿根面，则刀盘的轴线必须垂直于根锥表面。由图2-2可知，平顶齿轮能满足这一条件，故渐缩齿锥齿轮的切齿，一般都是根据假想平顶齿轮原理加工的。

第二节 圆弧齿锥齿轮的切齿原理和方法

一、切齿原理

如果用两个互相吻合的环形齿条分别用展成法展成锥齿轮，由于两个齿条共轭，所以两个锥齿轮可以共轭传动（图2-3a），两个环形齿条叫做产形齿条。

如图2-3b所示：一个平面齿轮（环形齿条） B 展成锥齿轮 B ，一个平面齿轮 A 展成锥齿轮 A ，平面齿轮 A 和 B 就象铸件和铸模那样彼此十分精确地吻合。这样，由于齿轮 A 与齿轮 B 分别与 A 、 B 两个齿轮精确地相啮合，那么它们之间也必定能够精确地啮合。

YS2250 (Y225) 和Y2280等机床是按“假想平顶齿轮”原理来加工锥齿轮的。就是在切齿过程中，假想有一个平顶齿轮与机床摇台同心，它通过机床摇台的转动而与“被切齿轮”做无隙啮合。这个假想平顶齿轮的轮齿表面，是由安装在机床摇台上铣刀盘的刀片切削刃相对于摇台运动的轨迹表面所代替。如图2-4所示。机床摇台相当于平顶齿轮的齿圈，而在摇台上作切削动作的刀刃相对于摇台的运动轨迹，即相当于平顶齿轮的齿。在这个运动过程中，代表假想平顶齿轮轮齿的刀片切削刃就在被切齿轮的轮坯上逐渐地切出齿形。

在弧齿锥齿轮铣齿机上切齿时，在铣齿机上同时产生刀盘、摇台和工件等三种旋转

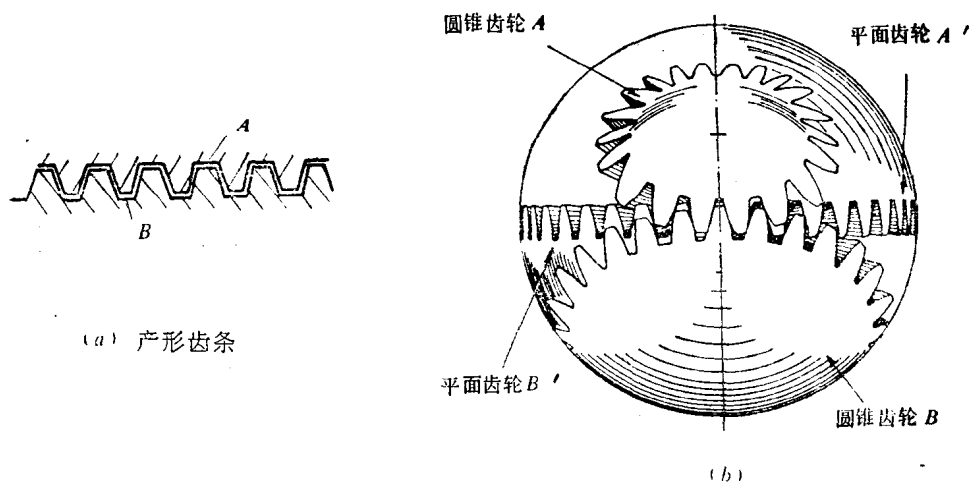


图2-3 圆锥齿轮的切齿原理思路图

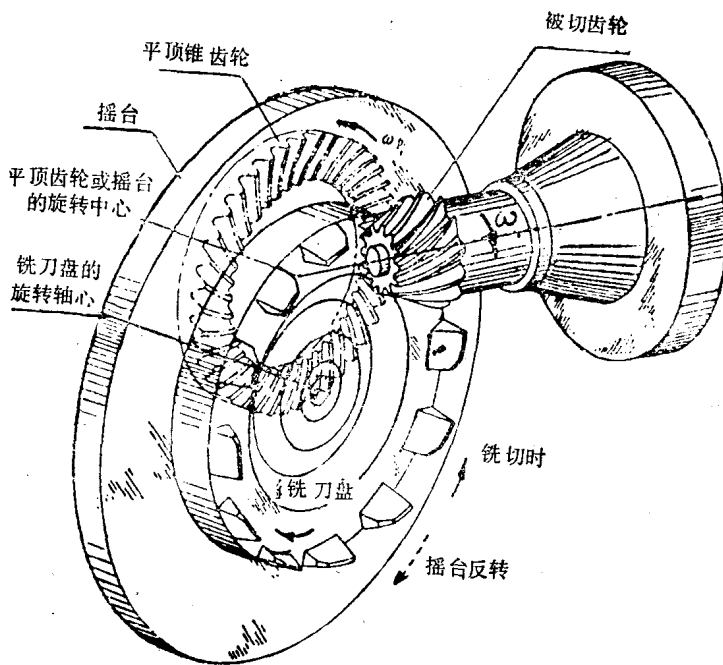


图2-4 圆弧齿锥齿轮的铣齿原理

运动（见图2-4）。刀盘的旋转运动在旋转的工件上切出一个圆弧线齿间，而摇台的旋转运动则与工件的旋转运动形成展成运动而切出该齿间的两个（双面切削法）或一个（单面切削法）渐开线齿廓表面。摇台的转动与工件的转动必须按一定的传动比配合起来才能在工件上切出所需的整数齿。铣切好一个齿间后，工件与铣刀盘分离，摇台快速反转，回至起始位置，同时工件分度。工件分度后，再向摇台上的铣刀盘移近靠上，接着

铣切下一个齿间。

二、切齿方法

螺旋锥齿轮在切齿前，要根据锥齿轮的产品图纸和技术要求，并按切齿原理和所选用的相应的切齿方法进行切齿计算。切齿计算是工艺准备中的一项工作，对于螺旋锥齿轮的加工是很重要的。其目的主要有两个：一是确定切齿所需的刀盘数据，依据所用机床和齿轮参数选用相应的刀盘，给出刀片的规格和刀盘的调整数据；二是给出机床的调整数据。

圆弧齿锥齿轮的切齿方法很多，粗切齿时多数是用双面刀盘按仿形法同时切出齿槽的两侧齿面。精切齿时常用三种方法，即单面切削法、双面切削法和双重双面切削法。这些方法的特性、优缺点和适用范围列于表2-1中。

表2-1 圆弧齿锥齿轮切齿方法表

切齿方法	加工特性	需要机床	需要刀盘	优缺点	适用范围
单刀号单面切削法	大轮和小轮齿槽两侧表面粗切一起切出，精切单独进行，小轮按大轮配切。	至少需要1台万能切齿机床	一把双面刀盘	接触区不太好，效率低；但可以解决机床和刀具数量不够的困难。	适用于产品质量要求不太高的单件和小批生产。
双面切削法	单台双面切削法	至少需要1台万能切齿机床	大轮 { 粗切一把 精切一把 小轮 { 粗切一把 外精切一把 内精切一把	接触区和齿面光洁度较好，生产效率较前者高。	适用于质量要求较高的小批和中批生产。
	固定安装法	大轮 { 粗切1台 精切1台 小轮 { 外精切1台 内精切1台	大轮 { 粗切一把 精切一把 小轮 { 粗切一把 外精切一把 内精切一把	接触区和齿面光洁度均好，生产效率也比较高。但是，需要的切齿机床和刀盘数量都比较多。	适用于大批量生产。
	半滚切法	和固定安装法相同	和固定安装法相同	优缺点和固定安装法相同。但大轮精切比用展成法的效率可以成倍地提高。	适用于 $i > 2.5$ 的大批量流水生产。
	螺旋成形法	和固定安装法相同	和固定安装法相同	接触区最理想，齿面光洁度好，生产效率高。是目前比较先进的新工艺。	和半滚切法相同。
双重双面法	大轮和小轮均用双面刀盘同时切出齿槽两侧表面。	大轮、小轮粗精切各1台，共用4台。	大轮、小轮粗切精切各一把，共需四把。	生产率比固定安装法高，但接触区不易控制，质量较差。	模数小于2.5及传动比为1:1的大批量生产适用。

切齿方法的选择，应按具体情况，如根据现有的切齿机床和刀盘的数量以及被加工齿轮的精度要求和产量等来决定。由于切齿方法不同，刀具设计和机床调整的计算都不相同。

在煤矿机械制造中，常用的有单面切削法和简单双面切削法，这两种切齿方法的粗切工作都是由双面铣刀盘同时切出齿槽的两侧齿面的。因此，切齿方法主要是由精切方法不同而区分的。

单面切削法 在精切大、小齿轮时，齿槽两侧（凹凸齿面）单独进行切削。当单面法刀盘的刀号按任一刀号与理论刀号之差来调整机床时，称为“一般单面法”。为了减少刀盘的数量，常采用一种标准切齿刀号（7 1/2号），按标准刀号与理论刀号之差来调整机床时，称为“单刀号单面法”。单面切削法的特点是齿的收缩好，接触区较好。其缺点是生产率低，故仅适用于单件及小批生产。

简单双面切削法 在精切大齿轮时用双面刀盘同时切出齿槽的两侧。小齿轮则用两把单面刀盘，分别切出齿槽两侧，或用一把双面刀盘分别切出齿槽两侧。此法的特点是加工出来的齿轮接触区良好，表面光洁度好。

注意，用单面法和双面法切削的齿轮是不能互换的，因为简单双面切削法切削的小齿轮轮齿收缩较小，而大齿轮轮齿收缩较大。

第三节 圆弧齿锥齿轮的切齿刀具

一、铣刀盘

（一）铣刀盘的类型和规格

圆弧齿锥齿轮是用如图2-5所示的铣刀盘加工的，切刀位于刀盘端面的圆周上。

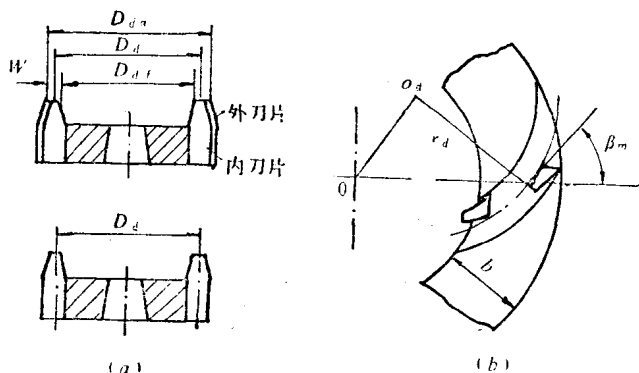


图2-5 铣刀盘和内外刀片切齿情况

根据铣刀盘的旋转方向、切削方法和加工特征等，可以把铣刀盘分成以下几种类型：

1. 左旋刀盘和右旋刀盘

从刀盘的前面看，如果旋转方向为顺时针的叫做左旋刀盘，如果旋转方向为逆时针的叫做右旋刀盘。

2. 单面刀盘和双面刀盘

如果刀盘上所装的刀片全部是外切刀片或全部是内切刀片，就叫做单面刀盘。前者叫单面外切刀盘，用于切削齿槽的凹面；后者叫单面内切刀盘，用于切削齿槽的凸面。

如果刀盘上既有外切刀片，又有内切刀片，就叫做双面刀盘，它同时切削齿槽的两侧齿面。

3. 粗切刀盘和精切刀盘。

为了适应齿槽粗切和精切的不同要求，粗切刀盘和精切刀盘在结构上各有不同的特征。