

机械制造工厂
机械动力设备修理技术手册

第一篇
第四册 圆锥齿轮传动

(修订第一版)

《机修手册》第一篇修订小组

本册此次修订，基本上是重新编写的。同试用本比较，作了全面补充，除较系统地阐述有关圆锥齿轮传动的理论和计算之外，着重充实了测绘、齿型变换、小批（零配）加工工艺和改进设计等方面，并结合五十多个实例，加以说明。本书内容比较符合机修实际，可供机修工人和技术人员参考。

本册是由洛阳拖拉机厂齿轮分厂编写的，顺此一并说明。

圆锥齿轮传动

（修订第一版）

《机修手册》第一篇修订小组

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 850×1168 $\frac{1}{32}$ • 印张 19 • 插页 5 • 字数 652 千字

1978年6月北京第一版·1978年6月北京第一次印刷

印数 00,001—75,000 • 定价 1.65 元

*

统一书号：15033·4387

目 次

一 圆锥齿轮副的基本知识	4-1
(一) 圆锥齿轮副总说	4-1
1. 圆锥齿轮副的含义和常用要素的代号	4-1
2. 圆锥齿轮副的分类和常用类型的代号	4-8
3. 各种圆锥齿轮副的特点及其应用	4-11
4. 圆锥齿轮副的分析及其规律性	4-12
(二) 节锥副的构成和传动的规律性	4-14
1. 节锥的构成和传动的规律性	4-14
2. 锥式——节锥副配对的形式	4-17
(三) 冠轮副的构成和齿线接触的规律性	4-19
1. 冠轮副的构成特征及其规律性	4-19
2. 线式——冠轮齿线的构成形式	4-20
3. 齿线接触传动的质量要求及其规律性	4-22
(四) 当量齿轮副的构成和齿廓啮合的规律性	4-36
1. 当量齿轮副的构成和变位啮合的规律性	4-36
2. 廓式——当量齿轮副齿廓曲线的形式	4-42
3. 当量齿轮的啮合质量要求及其规律性	4-43
4. 变位系数的选择	4-74
(五) 产形齿轮副的概念和加工成形的规律性	4-82
1. 产形齿轮副的概念和加工的规律性	4-82
2. 常见的圆锥齿轮加工机床和加工工艺	4-88
3. 圆锥齿轮副的成形关系和质量要求	4-120
二 圆锥齿轮的齿型和常用齿型的几何计算	4-127
(一) 圆锥齿轮齿型的特征和划分	4-127
(二) 直齿锥齿轮类的常用齿型和几何计算	4-131
1. 非变位直齿锥齿轮的齿型和几何计算	4-131
2. 高变位直齿锥齿轮的齿型和几何计算	4-158
3. 高-切变位直齿锥齿轮的齿型和几何计算	4-160
4. 角变位的直齿锥齿轮的齿型和几何计算	4-170
5. 弧廓直齿锥齿轮的齿型	4-179
6. 大齿形角短齿制直齿锥齿轮的齿型	4-182
(三) 斜齿锥齿轮类的齿型和几何计算	4-183
(四) 螺旋(曲齿)锥齿轮类的常用齿型和几何计算	4-187
1. 弧齿锥齿轮的齿型和几何计算	4-187
2. 小角弧齿锥齿轮的齿型和几何计算	4-202

3. 对偶齿廓弧齿锥齿轮的齿型	4-209
4. 球廓弧齿锥齿轮的齿型	4-211
5. 等高齿弧线锥齿轮的齿型和几何计算	4-212
6. 圆弧点啮合锥齿轮的齿型	4-222
7. 外摆线锥齿轮的齿型和几何计算	4-224
8. 渐开线锥齿轮的齿型和几何计算	4-234
9. 阿基米德螺旋线锥齿轮的齿型	4-247
10. 准正弦线锥齿轮的齿型	4-247
三 圆锥齿轮的测绘	4-249
(一) 测绘的准备工作	4-249
1. 测绘的一般程序	4-249
2. 锥齿轮实物原始数据和图迹的获得	4-250
3. 有严重磨损的锥齿轮原始数据和图迹的获得	4-261
(二) 圆锥齿轮齿型的辨别和备件图纸的核对	4-262
1. 圆锥齿轮五种结构形式的辨别	4-262
2. 圆锥齿轮齿型的辨别	4-265
3. 备件图纸的核对	4-268
(三) 圆锥齿轮基本要素的测定	4-268
1. 大端端面模数 m 的测定	4-268
2. 基准点螺旋角 β_f 的测定	4-273
3. 刀具齿形角 α_0 和齿廓曲率半径 ρ 的测定	4-277
(四) 直齿锥齿轮的测绘	4-283
1. 非变位直齿锥齿轮的测绘	4-283
2. 高(切)变位直齿锥齿轮的测绘	4-286
3. 角变位直齿锥齿轮的测绘	4-289
(五) 斜齿锥齿轮的测绘	4-294
(六) 收缩齿螺旋锥齿轮的测绘	4-299
1. 小角弧齿锥齿轮的测绘	4-299
2. 弧齿锥齿轮的测绘	4-302
(七) 等高齿螺旋锥齿轮的测绘	4-308
1. 外摆线锥齿轮的测绘	4-310
2. 渐开线锥齿轮的测绘	4-318
3. 等高齿弧线锥齿轮的测绘	4-321
(八) 圆锥齿轮的简化测绘	4-329
1. 简化测绘的条件和要求	4-329
2. 收缩齿锥齿轮的简化测绘	4-329
3. 等高齿锥齿轮的简化测绘	4-333
4. 不拆卸条件下锥齿轮的简化测绘	4-336
四 圆锥齿轮齿型的变换	4-341

(一) 变换的意义和一些原则	4-341
1. 齿型变换的意义	4-341
2. 齿型变换的要求	4-341
3. 齿型变换的根据	4-341
4. 齿型变换的步骤	4-345
(二) 适应于加工弧齿锥齿轮的齿型变换	4-346
1. 外摆线锥齿轮[O]型变换为弧齿锥齿轮[A]类的齿型	4-347
2. 准渐开线锥齿轮[K]型变换为弧齿锥齿轮[A]类的齿型	4-350
3. 等高齿弧线锥齿轮[H]类变换为弧齿锥齿轮[A]类的齿型	4-352
4. 斜齿锥齿轮[X]类变换为弧齿锥齿轮[A]类的齿型	4-355
5. 直齿锥齿轮[Z]类变换为小角弧齿锥齿轮[A ₀]类的齿型	4-358
(三) 适应于加工等高齿弧线锥齿轮的齿型变换	4-361
1. 弧齿锥齿轮[A]类变换为等高齿弧线锥齿轮[H]类的齿型	4-361
2. 外摆线锥齿轮[O]型变换为等高齿弧线锥齿轮[H]类的齿型	4-363
3. 渐开线锥齿轮[K]型变换为等高齿弧线锥齿轮[H]类的齿型	4-366
4. 斜齿锥齿轮[X]类变换为等高齿弧线锥齿轮[H]类的齿型	4-369
5. 直齿锥齿轮[Z]类变换为等高齿弧线锥齿轮[H]类的齿型	4-371
(四) 适应于加工外摆线锥齿轮的齿型变换	4-374
1. 弧齿锥齿轮[A]类变换为外摆线锥齿轮[O]的齿型	4-374
2. 等高齿弧线锥齿轮[H]类变换为外摆线锥齿轮[O]的齿型	4-377
3. 渐开线锥齿轮[K]型变换为外摆线锥齿轮[O]的齿型	4-381
4. 斜齿锥齿轮[X]类变换为外摆线锥齿轮[O]的特型(G)	4-384
5. 直齿锥齿轮[Z]类变换为外摆线锥齿轮[O]的特型(G)	4-386
(五) 适应于加工直齿锥齿轮的齿型变换	4-389
1. 小角螺旋锥齿轮[L ₀]和小角斜齿锥齿轮变换为零变位直齿锥齿轮	4-389
2. 大、中角螺旋锥齿轮[L]类和斜齿轮[X]类变换为高-切变位 直齿锥齿轮[Z _H]	4-390
3. 大、中角少齿数螺旋锥齿轮[L']变换为角变位直齿锥齿轮[Z ₀]	4-396
五 圆锥齿轮备件的单件或小批生产(零配)	4-397
(一) 备件零配和切齿工艺	4-397
1. 备件零配	4-397
2. 备件零配的切齿工艺	4-397
(二) 直齿锥齿轮的零配	4-401
1. 在锥齿轮刨齿机上用展成法零配直齿锥齿轮	4-401
2. 在铣床上加分度头用仿形法零配直齿锥齿轮	4-402
3. 在刨床上加行星式展成运动夹具零配直齿锥齿轮	4-405
4. 改装滚齿机用仿形法铣制直齿锥齿轮	4-411
5. 在滚齿机上加夹具用展成法滚切直齿锥齿轮	4-415
(三) 弧齿锥齿轮的零配	4-416

1. 在弧齿锥齿轮铣齿机上用单面单号法零配弧齿锥齿轮	4-416
2. 在铣床上加行星式夹具用展成法零配弧齿锥齿轮	4-428
3. 在摇臂钻床上加行星式夹具用展成法零配弧齿锥齿轮	4-435
4. 改装锥齿轮刨齿机的摇台刀架来零配弧齿锥齿轮	4-436
5. 改装普通车床用展成法零配弧齿锥齿轮	4-436
6. 改装牛头刨床用展成法零配弧齿锥齿轮	4-438
(四) 等高齿弧线锥齿轮的零配	4-439
1. 在弧齿锥齿轮铣齿机上用单面法零配等高齿弧线锥齿轮	4-439
2. 在简易设备上零配等高齿弧线锥齿轮	4-442
(五) 外摆线锥齿轮的零配	4-443
1. 在厄利康机床上零配外摆线锥齿轮	4-443
2. 在简易设备上零配外摆线锥齿轮	4-443
(六) 螺线锥齿轮的零配	4-445
1. 在托斯 OKU 机床上零配螺线锥齿轮	4-445
2. 在简易设备上零配螺线锥齿轮	4-445
六 圆锥齿轮传动的质量分析及其解决途径	4-448
(一) 圆锥齿轮的制造精度和超差分析	4-448
1. 我国圆锥齿轮的精度标准	4-448
2. 格利森制推荐的精度要求	4-456
3. 齿坯精度	4-457
4. 锥齿轮箱体精度	4-460
5. 加工超差分析	4-461
(二) 圆锥齿轮副在装配过程的调整	4-464
1. 圆锥齿轮副装配验收的质量要求	4-464
2. 圆锥齿轮副装配时侧隙的调整	4-464
3. 圆锥齿轮副装配时接触区的调整	4-467
4. 圆锥齿轮副装配后试车时对支承刚性的检查要求	4-470
(三) 圆锥齿轮传动的日常维护和故障分析	4-473
1. 圆锥齿轮的日常维护和异常现象的分析	4-473
2. 圆锥齿轮的损坏和故障的分析方法	4-474
3. 圆锥齿轮齿根裂纹和折断的故障分析和解决故障的途径示例	4-480
4. 圆锥齿轮热塑性变形和胶合的故障分析和解决故障的途径示例	4-480
5. 圆锥齿轮冷塑性变形的故障分析和解决故障的途径示例	4-481
6. 圆锥齿轮严重点蚀和剥落的故障分析和解决故障的途径示例	4-482
7. 圆锥齿轮研磨和磨损的故障分析和解决故障的途径示例	4-482
七 圆锥齿轮啮合传动质量问题的改进设计	4-484
(一) 提高圆锥齿轮强度和改进啮合性能的设计	4-484
1. 抗齿面疲劳点蚀和剥落损坏的接触强度验算与提高强度的设计	4-484
2. 抗齿根疲劳裂纹和折断损坏的弯曲强度验算与提高强度的设计	4-493

3. 提高抗齿面点蚀-剥落能力的综合性改进设计	4-511
4. 提高抗齿根裂-断能力的综合性改进设计	4-514
5. 抗齿面研磨、磨损损坏的耐磨强度验算和 提高耐磨能力的综合性改进设计	4-517
6. 无一定损坏特征的综合性改进设计	4-520
(二) 增强轴向支承刚性的设计	4-522
1. 圆锥齿轮副轴向力方面的改进设计	4-522
2. 圆锥齿轮副支承体轴向刚性的改进设计	4-528
(三) 改善轮体薄弱部位的设计	4-533
1. 轮体薄弱环节的加强和改进	4-533
2. 易损部位的分离和改进	4-534
(四) 圆锥齿轮备件的单个配对设计和备件的通用化、系列化	4-536
1. 磨损较少的旧圆锥齿轮的配对设计	4-537
2. 磨损较多的旧圆锥齿轮的配对设计	4-537
3. 圆锥齿轮备件的通用化和系列化	4-539
(五) 圆锥齿轮磨损后移位补偿的改进设计	4-541
1. 圆锥齿轮和轴承磨损后的轴向移位补偿设计	4-541
2. 与圆锥齿轮固连的导轨磨损后轮体的径向移位补偿设计	4-543
3. 微偏轴齿轮设计	4-544
附录	4-551
(一) 双曲线齿轮的测绘	4-551
1. 双曲线齿轮的一般概念和规律性	4-551
2. 双曲线齿轮的测绘要点和实例	4-559
(二) 汽车和拖拉机上圆锥齿轮的测绘	4-570
1. 汽车和拖拉机上采用的齿轮种类和特征	4-570
2. 测绘方法和实例	4-570
(三) 准正弦线锥齿轮的测绘	4-574
(四) 圆弧齿廓螺旋线锥齿轮的测绘	4-581
(五) 冠轮-圆柱齿轮副的测绘	4-586
1. 一般概念	4-586
2. 测绘	4-586

一、圆锥齿轮副的基本知识

(一) 圆锥齿轮副总说

1. 圆锥齿轮副的含义和常用要素的代号

(1) 圆锥齿轮的含义 凡传递两相交回转轴机械功的齿轮机构,叫做圆锥齿轮传动副,简称为圆锥齿轮副或锥齿轮●。圆锥齿轮副实物,如图4-1-1所示。理论上,在相交轴上作纯滚动的齿节表面,是一对圆锥体的一段——圆锥台的表面。圆锥面是圆锥齿轮副的一个基本特征。圆锥齿轮的命名,就是从这个基本特征而来●。

(2) 圆锥齿轮副的要素和各部位尺寸(图4-1-2) 结合测绘、设计、工艺、检验方面常用要素和相关部位尺寸的代号和含义,简介如下:

A ——安装距(支承基面至配对节锥轴线的距离);基顶距(用于同锥顶的锥齿轮);

A_b ——背锥测量点 X 的轴向坐标距($A-a$);

A_e ——冠顶距(大端顶经至节锥顶点的距离,又叫锥高,顶心距);

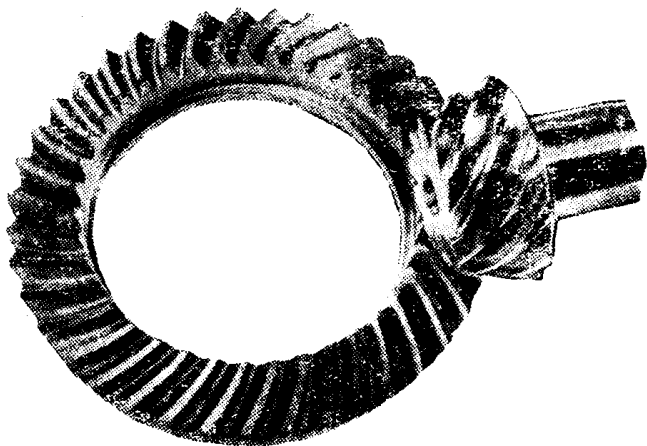


图4-1-1 圆锥齿轮副

- 也有按圆锥齿轮的外形特征来命名的。如:“伞齿轮”,“八字轮”,“盆子牙轮”,“菊花牙轮”,“角尺牙轮”(指正交轴的锥齿轮)……等等,都可以看作是圆锥齿轮的别名。
- 有些资料[3],把双曲线齿轮列入圆锥齿轮之列,这是不对的。因为这种齿轮的两根轴线不相交(有偏置距);它的齿节表面不是圆锥面,而是双曲线回转体的表面。

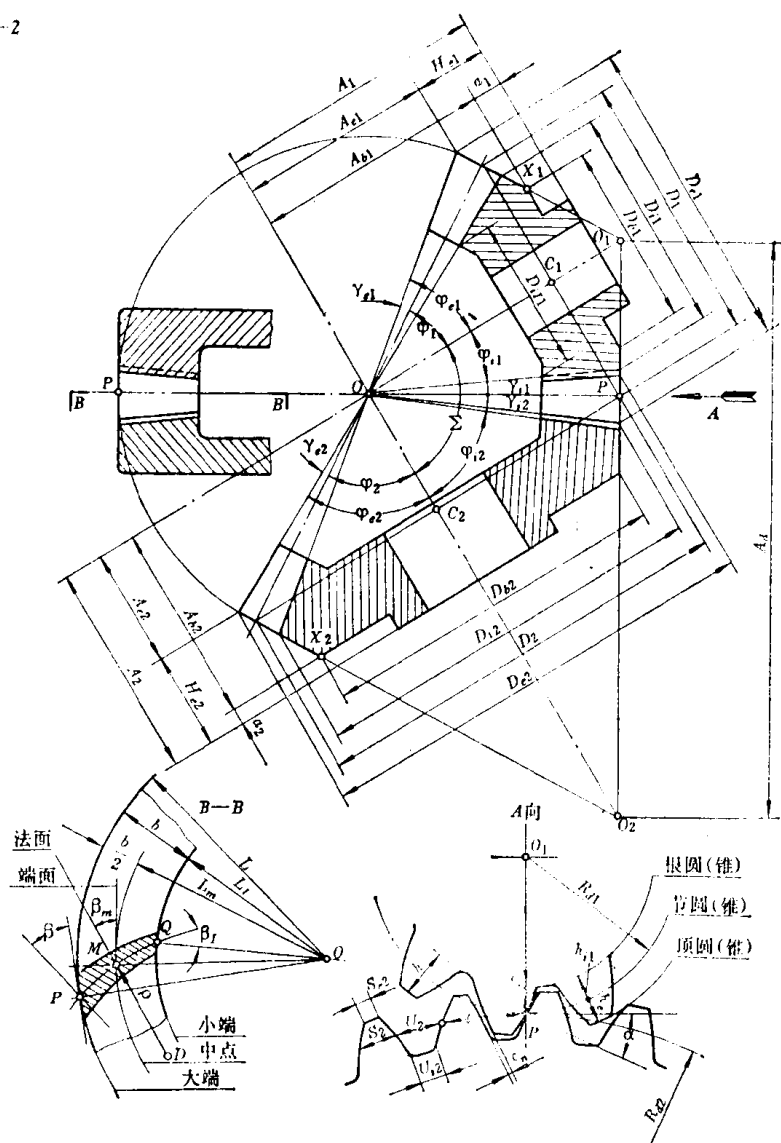


图4-1-2 圆锥齿轮副的要素和各部位尺寸

A_o ——基顶距（支承基面至节锥顶点的距离，又叫基心距）；

AA ——安装距偏差；轴心偏移距（节锥顶点至配对节锥轴线的距离。用于异锥顶的锥齿轮）；

b ——齿宽；

b_a ——齿宽在轴线上投影长(图4-3-11)；

C_o ——刀具齿廓的径隙系数；

C_N ——安装侧隙；

D ——节圆直径(节锥上啮合点的圆周直径,简称节径),通常指节锥大端的节径;对零变位锥齿轮,它又表示分度圆直径;

$[D_j]$ ——许用(最小)节圆直径(验算接触强度用);

$[D_w]$ ——许用(最小)节圆直径(验算弯曲强度用);

D_e ——齿顶圆直径(顶锥上的圆周直径,简称顶径);

d_e ——倒角(圆)后的顶径;

D_i ——齿根圆直径(根锥上的圆周直径,简称根径);

D_0 ——刀盘公称直径;

E ——偏置距(用于双曲线齿轮和微偏轴齿轮);

E_b ——滚动圆半径(用于外摆线锥齿轮);

E_D ——顶锥的最大跳动(公差);

E_T ——切圆半径(用于斜齿锥齿轮);安装基准端面的跳动公差;

E_y ——定圆半径(用于外摆线锥齿轮);

E_x ——偏心距($E_x = E_b + E_y$);

e ——锥齿轮加工机床上床位的偏心轮转角;

f_0 ——刀具齿廓的齿高系数;

G ——齿厚测量点对大端的换算系数;

g ——渐开线间隔值(用于渐开线锥齿轮);

H ——锥齿轮加工机床上刀位的水平距;齿全高系数($\frac{h}{m_t}$);

H_0 ——基冠距(大端顶径至支承基面距离);

h ——齿全高;

h_e ——齿顶高;

h_a ——齿顶高在轴线上的投影长;

h_i ——齿根高;

h_x ——弦齿高;

h_{x_n} ——法面弦齿高;

i ——齿数比(即 Z_2/Z_1);

i_d ——当量齿轮的齿数比(即 Z_{d2}/Z_{d1});

i_z ——正交轴传动($\Sigma = 90^\circ$)的齿数比;

i_{ab} ——传动比(主动 a 轴转数对从动 b 轴转数之比即 n_a/n_b);

i_g ——锥齿轮加工机床的滚切挂轮比;

i_f ——锥齿轮加工机床的分齿挂轮比;

J ——计算接触强度用的系数;

- K_b ——齿宽系数(齿宽比锥距, 即 b/L);
 K_w ——弯强比(小齿轮齿形系数比大齿轮齿形系数, 即 y_1/y_2);
 L ——锥距(节锥母线长);
 L_p ——夹持 p 个齿的公法线长度;
 M ——计算弯矩(公斤-米);
 M_d ——机器距(机床摇台中心至刀具轴线距离);
 m ——大端端面节圆的啮合模数; 高度变位和非变位锥齿轮在大端端面的分度圆模数($\frac{t}{\pi}$ 值);
 m_j ——等高齿锥齿轮的齿高模数(基准点模数);
 m_n ——法面模数;
 N ——镶齿铣刀盘刀片的刀号(用于加工弧齿锥齿轮);
 n ——转数(轴线每分钟回转次数);
 P ——功率(千瓦);
 P_d ——端面径节, 也有用“ D_p ”表示的(π 与时制周节的比值);
 P_t ——圆周力, 节圆处的切向力(公斤);
 P_a ——轴向力(公斤);
 P_r ——径向力(公斤);
 P_n ——法向力, 正压力(公斤);
 P_M ——在啮合线 M 点上的压力系数;
 Q ——锥齿轮加工机床上床位的摇台角;
 q ——锥齿轮加工机床上摇台的刀位角; 夹卡牙齿数(量公法线长度时用);
 R ——节圆半径;
 R_b ——背锥测量点 X 的径向坐标值;
 R_0 ——刀盘半径(加工弧线齿用);
 r_w ——刀盘半径(加工摆线齿用);
 r_b ——刀盘切线半径(加工摆线齿用);
 S ——当量齿轮上分度圆的弧齿厚;
 S_x ——弦齿厚;
 S_{xn} ——法面弦齿厚;
 t ——当量齿轮的周节(分度圆上相邻两齿间同侧齿廓的弧长);
 t_j ——基节;
 U ——锥齿轮加工机床上刀位的径向距;

- U_i ——齿间宽, 齿沟宽 (当量内轮齿根圆上的齿沟宽度);
 u ——滑动系数;
 V ——锥齿轮加工机床上刀位的垂直距;
 v ——圆周速度 (米/秒);
 W_0 ——刀顶距, 刀齿张距;
 W ——计算弯曲强度用的系数;
 y ——齿形系数;
 z_1 ——圆锥小齿轮牙齿的总数;
 z_2 ——圆锥大齿轮牙齿的总数;
 z_d ——当量齿轮的齿数;
 z_g ——冠轮的齿数;
 z_w ——刀盘的刀齿组数 (加工外摆线用);
 α ——压力角; 当量齿轮在端面节圆上的啮合角;
 α_0 ——刀具齿形角;
 β ——齿线在大端上的螺旋角;
 β_m ——齿线中点螺旋角;
 $\Delta\beta$ ——螺旋角在齿圈上的变化 (大端与小端螺旋角之差);
 γ_e ——齿顶角 (顶锥母线和节锥母线的夹角, 只用于收缩齿);
 γ_i ——齿根角 (根锥母线和节锥母线的夹角, 只用于收缩齿);
 ΔA_0 ——齿坯安装距的偏差;
 ΔD_e ——齿坯顶径的偏差;
 $\Delta\varphi_b$ ——背锥角的极限偏差;
 $\Delta\varphi_e$ ——顶锥角的偏差;
 ΔH_e ——基冠距的偏差;
 $\Delta_s S$ ——齿厚上偏差, 即 $\Delta_m S$;
 $\Delta_x S$ ——齿厚下偏差, 即 $\Delta_m S + \delta S$;
 δ ——顶圆上倒角宽;
 δD ——倒角宽在顶圆上的补偿值;
 δh ——倒角宽在齿高上的补偿值;
 δH ——倒角宽在顶锥距上的补偿值;
 δL ——倒角宽在锥距上的补偿值;
 ε ——重迭系数; 总重迭系数;
 ε_d ——当量齿轮 (齿廓) 上的重迭系数;

- ε_p — 冠轮（纵向）上的重迭系数；
 η — 比滑；
 ξ — 当量齿轮端面的径向变位系数；
 ξ_Σ — 总径向变位系数（ $\xi_1 + \xi_2$ ）；
 ρ — 曲率半径（齿廓的；齿线的）；
 Σ — 轴交角（两相交轴线的夹角）；轴间角（两相错轴线的投影夹角）；
 ζ_M — 在啮合线 M 点上的比压；
 τ — 当量齿轮端面切向变位系数；
 φ — 节锥角；
 ϕ — 节锥角（用于异锥顶的锥齿轮）；
 φ_e — 顶锥角，面锥角；
 φ_r — 根锥角；
 $\Delta\varphi$ — 节锥修正角（用于异锥顶的锥齿轮）；
 ω — 齿厚半角（当量齿轮上）；
 ω_r — 锥齿轮刨齿机上的双创刀刀架夹角。

在实际运用这些常用代号时，往往还要在代号上加填上角（注首）和下角（注足），以表达这些要素和各部位尺寸在各种具体条件下的确切含义。如表 4-1-1 所示。举例：

D'_{e2} — 补偿后的（'）大圆锥齿轮（2）顶径（ D_e ）；

m_{nm} — 计算的中点（ m ）法面模数（ m_n ）；

表 4-1-1 本章常用代号上、下角字的含义

代 号	含 义	代 号	含 义	代 号	含 义
上 角 字	省略 理论尺寸或 改进后尺寸	a	齿廓凹面	下 角 字 (齿轮的性质方面)	省略 泛指圆锥齿轮
	实测尺寸(英寸)	t	齿廓凸面		0 刀具，产形齿轮
	补偿后尺寸 原有尺寸 单位模数尺寸	下角字(沿剖面位置) n	端面 法面 (齿线的法向截面)		1 圆锥小齿轮
下 角 字 (沿齿高或齿廓位置)	省略 节锥，节圆，齿 廓中轴	下角字(沿齿宽位置) m	大端(背面) 中点		2 圆锥大齿轮
	f 分锥，分圆	l	小端(前面)		p 锥齿轮毛坯
	j 基圆	x	在任何一点 X 上		b 背锥齿轮
	e 顶锥，顶圆	J	在基准点(或参考点)上		g 冠轮(平面齿轮)
	i 根锥，根圆				d_1 当量小齿轮
					d_2 当量大齿轮
					z 正交轴传动

L''_1 ——实测的(“)当量小齿轮齿廓(1)展开面上夹持3个齿的公法线长度(L^3);

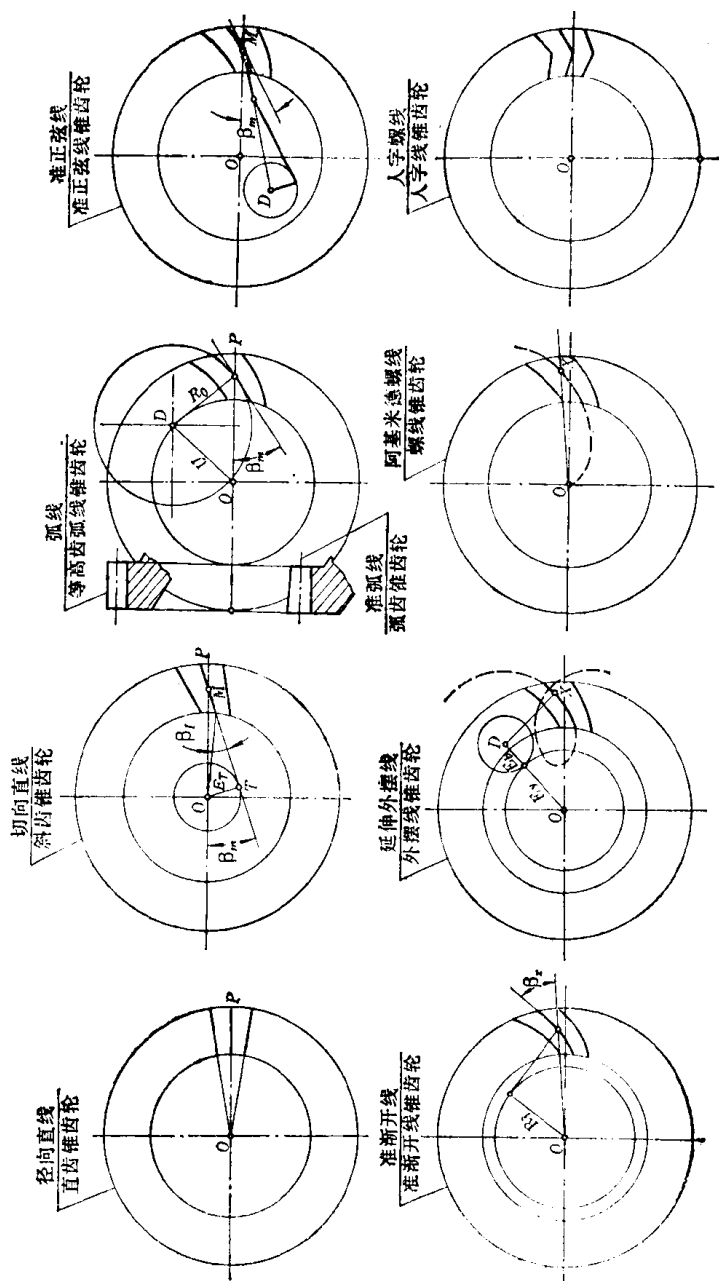


图4-1-3 齿线形式和圆锥齿轮的分类

$\bar{S}_{en}$ ——单位模数的(-)小端(I)法面(n)齿顶厚(S_e)。

2. 圆锥齿轮副的分类和常用类型的代号

(1) 分类 可按五种标志来划分, 如表 4-1-2 所示。实用上是五者相结合而以齿线为主导。因为锥齿轮的种类, 被锥齿轮加工机床的产形齿轮的种类所决定; 而产形齿轮的种类, 基本上是被齿线的形成机构所决定。

这种分类的深度, 对掌握圆锥齿轮的一般知识来说, 已经够用。但对掌握机修业务(如测绘, 零配, 改进设计)来说, 这种分类就不够用, 而需再细分为齿型(详见下节)。

表 4-1-2 圆锥齿轮副的分类

分类标志	分 类		分类代号	参考图
1. 按锥式(轴交角 Σ 和节锥配对形式)划分	外啮合	(1) 正交轴锥齿轮(角尺齿轮) $\Sigma = 90^\circ$ (最常用)	(Φ)或异锥顶(ϕ)	图 4-1-8
		(2) 斜交轴锥齿轮 $90^\circ \approx \Sigma < 180^\circ$	(Φ')	
	平面啮合	(3) 平面连轴节和平面离合器 $\Sigma = 180^\circ$	(Φ'')	
	内啮合	(4) 内啮合锥齿轮轴(如用“直接展成法”加工的产形齿轮)	(Φ''')	
2. 按高式(齿高的变化)划分	收缩齿	(1) 普通收缩齿锥齿轮(根锥线交于节锥顶点)	等顶隙式 收缩顶隙式	图 4-3-14
		(2) 双重收缩齿锥齿轮(根锥线交于节锥的顶点和小端之间)	多采用等顶隙式	
		(3) 倾斜齿根线锥齿轮(根锥线交于上述两者之间)	多采用等顶隙式	
	等高齿	(4) 普通等高齿锥齿轮	(h_H)	
		(5) 异锥顶等高齿锥齿轮	(h_H')	
3. 按廓式(齿廓曲线的形式)划分	渐开线齿廓	(1) 渐开线齿廓啮合锥齿轮(最常用)	(α)	图 4-1-31
		(2) 变性渐开线齿廓啮合锥齿轮(如用“对偶法”, “半展成法”加工的螺旋锥齿轮)	(α')	
	弧线齿廓	(3) 凸弧齿廓啮合锥齿轮(如用“圆拉法”加工的直齿锥齿轮)	(α_R)	
		(4) 球面齿廓啮合锥齿轮(如用“统一刀盘法”加工的弧齿锥齿轮)	(α_U)	
		(5) 圆弧点啮合锥齿轮	(α_{67})	

(续)

分类标志	分 类			分类代号	参考图
4. 按齿式 (齿形变位的形式) 划分	非变位	(1) 非变位锥齿轮 ($\xi = \tau = 0$) 常用	零变位锥齿轮	(W_0)	图4-1-29
	径向变位	(2) 高变位锥齿轮 ($\xi_z = \tau = 0$)	$\xi_z = \Delta L = 0$	(W_h)	
	切变位	(3) 角变位锥齿轮 ($\xi_z \neq 0 \neq \Delta L$) 如用于少齿数传动		(W_a)	
	综合变位	(4) 切变位锥齿轮 ($\tau_z = \xi = 0$) 如用于单件零配		(W_t)	
	综合变位	(5) 高-切综合变位锥齿轮 ($\xi_z = \tau_z = 0$) 也属“零位锥齿轮”。广泛用于传动比 $\neq 1$ 的锥齿轮		(W'_h)	
		(6) 角-切综合变位锥齿轮 ($\xi_z \neq 0 \neq \tau_z$)		(W'_a)	
5. 按齿线式 (齿线的形式) 划分	直线	(1) 径向直线——直齿锥齿轮		[Z]	图4-1-3
	直线	(2) 切向直线——斜齿锥齿轮		[X]	
	曲线 (螺旋锥齿轮, 曲齿锥齿轮)	(3) 准弧线——弧齿锥齿轮 (收缩齿)	小 角	[A ₀]	
			中、大角	[A]	
		(4) 弧线——等高齿弧线锥齿轮	小 角	[H ₀]	
			中、大角	[H]	
		(5) 延伸外摆线——外摆线锥齿轮 (如厄利康制)		[O]	
		(6) 准正弦线——准正弦线锥齿轮		[S]	
		(7) 准渐开线——准渐开线锥齿轮 (如克林根堡制)		[K]	
		(8) 阿基米德螺旋线或人字线——螺旋线锥齿轮 (如托斯厂制)		[T]	
(9) 其他曲线——如对数螺旋线锥齿轮					

(2) 圆锥齿轮的类别和齿型的代号:

[Z] 直齿锥齿轮类, 包括 6 种:

1) [Z₀]——各种非变位模数制的直齿锥齿轮, 本章推荐以中国齿形制 (机标 180-60) 为代表;

[Z''] 非变位径节制的直齿锥齿轮, 亦属这种。

2) [Z_H]——本章推荐的高变位直齿锥齿轮; 各种高变位 (包括兼有切变位的) 直齿锥齿轮齿型, 如:

[Z_G]——美国格利森制 (Gleason) 直齿锥齿轮;

- [Z_G] 美国格利森少齿数短齿制直齿锥齿轮;
- [Z_Э] 苏联埃尼姆斯制 (ЭНИМС) 直齿锥齿轮;
- [Z_П] 苏联科-波氏 (Ковердяев и Потаскаев) 直齿锥齿轮;
- [Z_В] 英国比西西制 (BSS) 直齿锥齿轮;
- [Z_К] 苏联库氏制 (Кудрявцев) 直齿锥齿轮;
- [Z_У] 苏联乌氏制 (Умнов) 直齿锥齿轮;
- [Z_Д] 德意志民主共和国丁制 (DIN) 直齿锥齿轮;
- [Z_Р] 德意志联邦共和国雷内克制 (Reineker) 直齿锥齿轮。

3) [Z_α]——本章推荐的按封闭图选择变位系数的角变位直齿锥齿轮; 各种角度变位直齿锥齿轮齿型, 如:

- [Z_Д]——苏联季氏制 (Дикер) 直齿锥齿轮;
- [Z_У]——苏联乌氏 (Умнов) 直齿锥齿轮。
- 4) [Z_r]——圆拉法加工的凸弧廓直齿锥齿轮;
- 5) [Z_t]——轴交角可变的圆环面齿轮;
- 6) [Z_г]——冠轮-圆柱啮合的直齿面齿轮副。

[X]——斜齿锥齿轮类, 许多齿型可借用直齿锥齿轮的齿型, 包括非变位的[X]和高变位的[X_б]齿型。

[L]——螺旋锥齿轮 (曲齿锥齿轮) 类, 包括 9 种:

1) [A]——本章推荐的收缩齿弧齿锥齿轮; 各种弧齿锥齿轮的齿型, 如:

- [G]——美国格利森制 (Gleason) 弧齿锥齿轮;
- [Э]——苏联埃尼姆斯制 (ЭНИМС) 弧齿锥齿轮。

2) [A₀]——本章推荐的小角弧齿锥齿轮; 各种小角弧齿锥齿轮的齿型 [G₀], [Э₀]和[Э-]。即:

- [G₀]——美国格利森制 (Gleason) 零度锥齿轮;
- [Э₀]——苏联埃尼姆斯制 (ЭНИМС) 径向螺旋锥齿轮;
- [Э-]——苏联减角径向螺旋锥齿轮。

3) [H]——本章推荐的等高齿弧线锥齿轮; 各种等高齿弧线锥齿轮的齿型, 如:

- [J]——中国济南一厂的齿形制;
- [Л]——苏联洛-卡氏 (Лонато и Кабатов) 等高齿弧线锥齿轮;
- [Пк]——苏联皮-凯氏 (Писманик и Кедринский) 等高齿弧线锥齿轮;