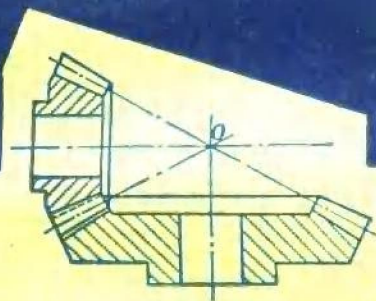


机修手册

(修订第一版)



第一篇 第四册

圆锥齿轮传动

中国机械工程学会 主编
第一机械工业部

机械工业出版社



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 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ · 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

修 订 说 明

《机修手册》试用本从1966年开始分册出版,到1973年底,已基本出齐。自从无产阶级文化大革命以来,全国人民在毛主席革命路线的指引下,掀起抓革命、促生产的高潮,我国社会主义革命和经济建设正在飞跃前进。近几年来,广大机修工作者纷纷来信要求我们再版。我们考虑到,试用本有部分内容已陈旧了;未出版的少数分册,由于完稿时间较早,亦存在同样的问题。为此,未出版的分册也就不再出版试用本,而连同已出版的分册一起进行修订,一律作为“修订第一版”出版。

本手册修订后共分七篇。第一篇:设备修理的设计、计算与测绘;第二篇:设备零件的修复和加工工艺;第三篇:金属切削机床的修理;第四篇:铸造、锻压、起重运输设备和工业炉的修理;第五篇:动力设备的修理;第六篇:电气设备的修理;第七篇:设备的保养。

本篇是以试用本第一篇为基础进行修订的。原有的十七章,除第十七章“设备主要备件的制造工艺”划归第二篇之外,其余十六章均加保留。由于合并原有第一、二、三章为一章,另增加“标准件”一章,所以本篇现有十五章,分为十三册。即:第一章“设备修理的基本资料”(第一册);第二章“设备修理的常用材料”(第二册);第三章“圆柱齿轮传动”(第三册);第四章“圆锥齿轮传动”(第四册);第五章“蜗杆传动”(第五册);第六章“皮带传动”和第七章“链传动”(第六册);第八章“螺纹与滚珠丝杠副”(第七册);第九章“弹簧”和第十章“键联结”(第八册);第十一章“联轴器”(第九册);第十二章“标准件”(第十册);第十三章“滚动轴承”(第十一册);第十四章“滑动轴承”(第十二册);第十五章“液压传动”(第十三册)。对于保留的章节,都作了不同程度的修改与补充。其中第四章“圆锥齿轮传动”是重新编写的,第十五章“液压传动”未出过试用本,也是重新编写的。

此次修订,修订小组和各编写单位在接受广大读者对试用本的合理意见的基础上,还进行了一定的调查研究。尽管如此,修订本仍难免有不足之处或错误,希望广大读者继续提出意见和批评,以便重版时修正。

本篇修订工作是在北京市机械工业局和汽车工业公司的领导下组成修订小组负责进行的。参加修订小组的有:北京汽车制造厂,北京第一机床厂,北京内燃机总厂,北京开关厂,北京第六机床厂,北京机床配件厂,北京起重机器厂等,顺此一并说明。

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_r 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 _a]	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·····	4-499

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. 磨损较少的旧锥齿轮的配对设计	4-537
2. 磨损较多的旧锥齿轮的配对设计	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^①。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。

(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);

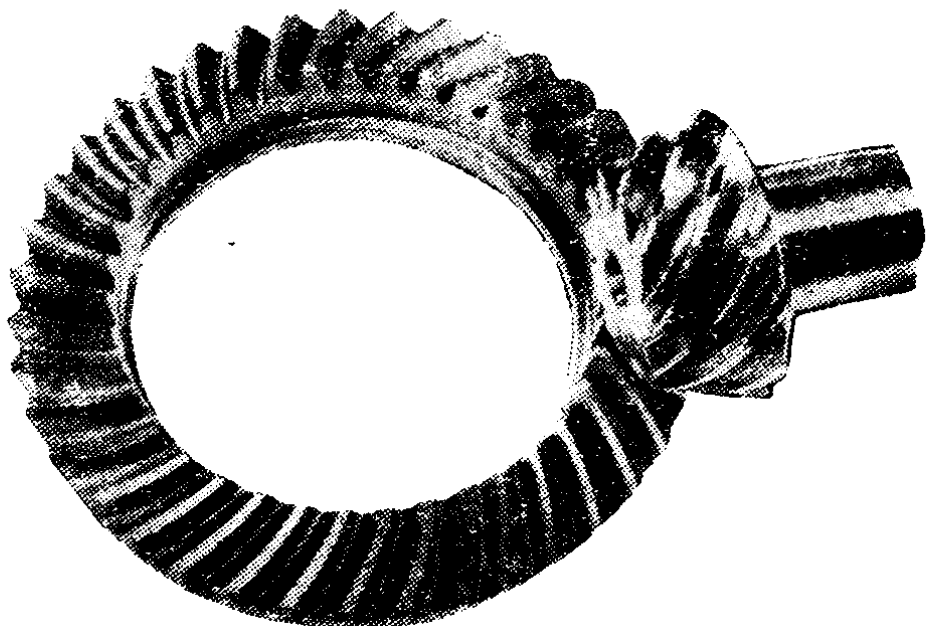


图4-1-1 圆锥齿轮副

- ① 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。
- ② 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。

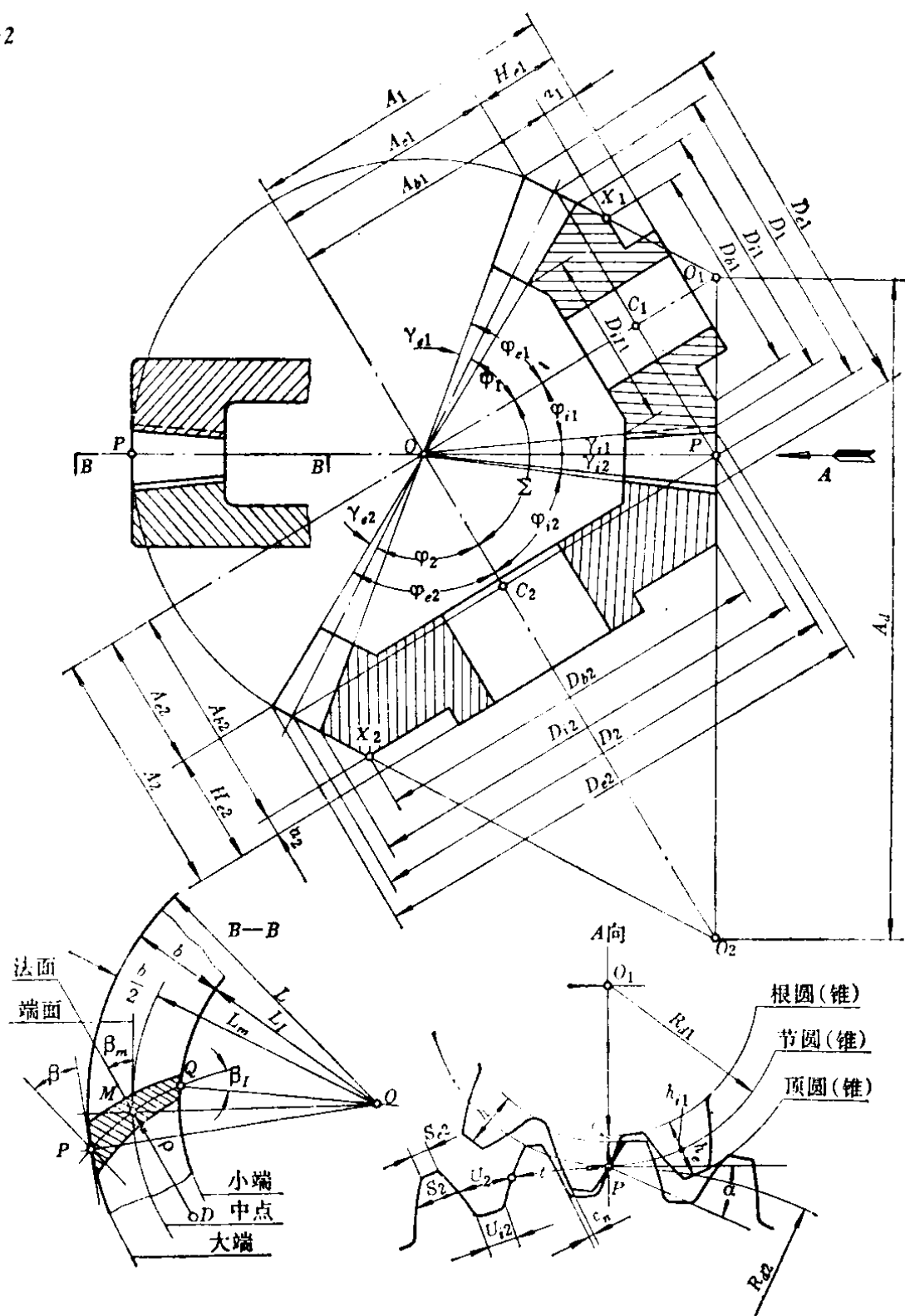


图4-1-2 圆锥齿轮副的要素和各部位尺寸

A_o ——基顶距（支承基面至节锥顶点的距离，又叫基心距）；

ΔA ——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_0 ——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；

$[D_f]$ ——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_r ——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（ $\frac{h}{m_f}$ ）；

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_{xn} ——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_{α} ——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心线距离);
 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_f ——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 与吋制周节的比值);
 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 的径向座标值;
 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 ——齿间宽，齿沟宽（当量齿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_g ——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_z ——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）；
- ξ_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_i ——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_T ——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			代 号			代 号		
含 义			含 义			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	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	下角字(沿剖面位置)	省略	端面		1	圆锥小齿轮
	(	原有尺寸		n	法面		2	圆锥大齿轮
下 角 字	-	单位模数尺寸			(齿线的法向截面)		p	锥齿轮毛坯
	(沿齿高或齿廓位置)		下角字(沿齿宽位置)	省略	大端(背面)		b	背锥齿轮
	省略	节锥，节圆，齿廓中轴		m	中点		g	冠轮(平面齿轮)
	f	分锥，分圆		l	小端(前面)		d_1	当量小齿轮
	j	基圆		x	在任何一点X上		d_2	当量大齿轮
	e	顶锥，顶圆		J	在基准点(或参考点)上		z	正交轴传动
	i	根锥，根圆						

L''_1^3 ——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);

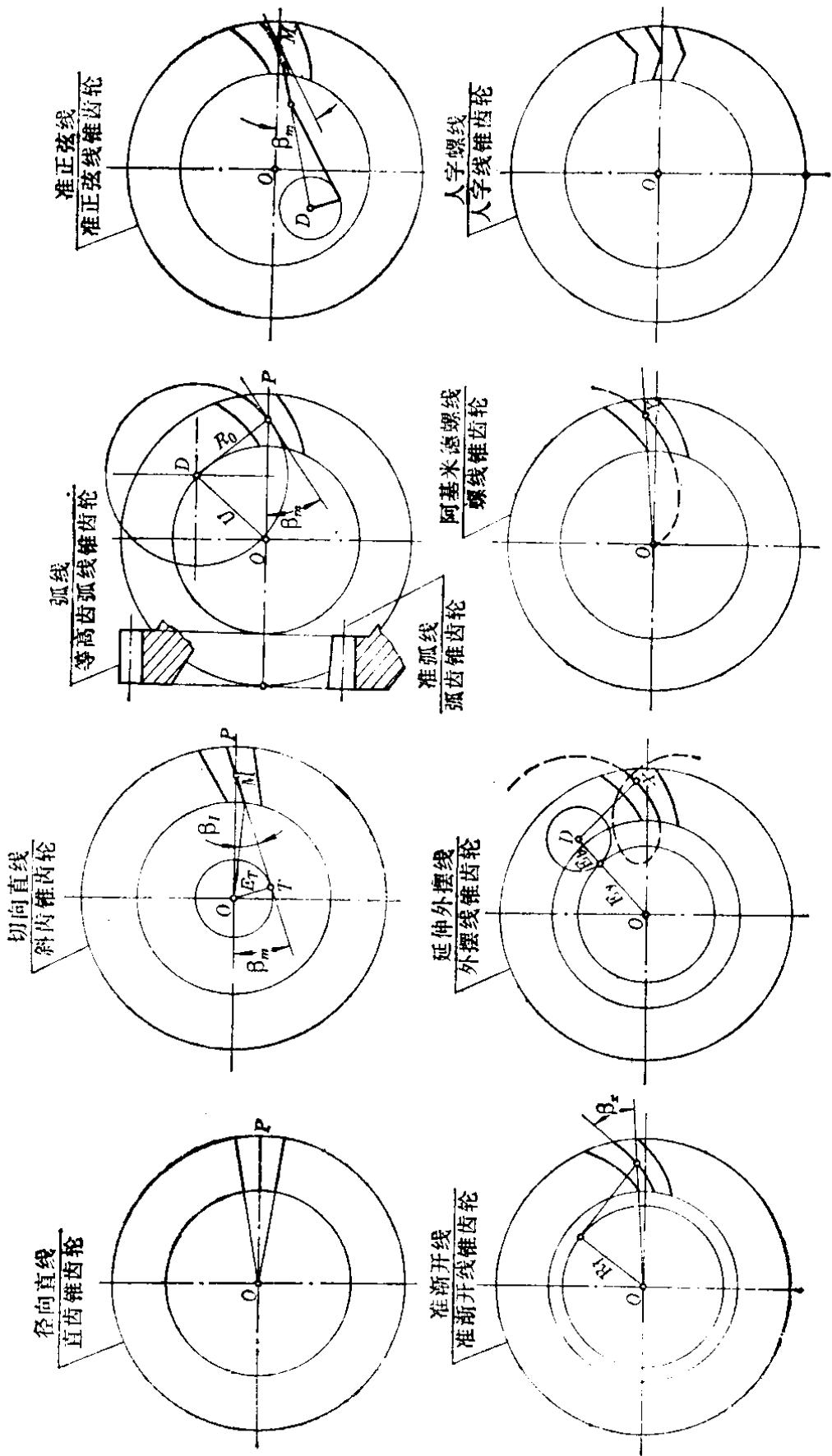


图4-1-3 齿线形式和圆锥齿轮的分类

$\bar{s}_{enl}$ ——单位模数的 (—) 小端 (l) 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) 内啮合锥齿轴 (如用“直接展成法”加工的产形齿轮)	(φ'_z)	
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	图 4-3-14
			收缩顶隙式	
		(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	
	等高齿	(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	
		(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)	
		(3) 角变位锥齿轮 ($\xi_z \neq 0 \neq \Delta L$) 如用于少齿数传动		(W_a)	
	切变位	(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
		(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——螺线锥齿轮 (如托斯厂制)		[T]	
		(9) 其他曲线——如对数螺线锥齿轮			

(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;