

王凤翥 编著

齿轮机床的 调整和维修

机械工业出版社

齿轮机床的调整和维修

王凤翥 编著



机械工业出版社

目 录

第一章 概述	F
一、齿轮机床的用途	1
二、机床工作原理及传动原理	14
三、机床调整的基本概念	37
四、机床精度维护保养的重要性	45
第二章 圆柱齿轮加工机床的调整和维修	48
一、圆柱齿轮的种类和特点	48
二、Y38—1型滚齿机	50
三、5A326型滚齿机	73
四、Y54型插齿机	90
五、5714型剃齿机	114
第三章 圆锥齿轮加工机床的调整和维修	126
一、圆锥齿轮的种类和特点	126
二、Y236型直齿锥齿轮刨齿机	128
三、12B和5A26型直齿锥齿轮刨齿机	169
四、Y2815型直齿锥齿轮拉齿机	195
五、Y2140型弧齿锥齿轮粗切机	206
六、Y225、Y228型弧齿锥齿轮铣齿机	220
七、格里森16号弧齿锥齿轮铣齿机	260

第一章 概 述

本章以齿轮机床用途开头，而以齿轮机床维护保养结束。力求简明讲述机床、工具和工件（被加工齿轮）三者的相互关系；扼要介绍各自的基本知识，并且着重阐明齿轮机床的调整计算及其精度维护的重要性。

一、齿轮机床的用途

机床，又称“工作母机”、“工具机”，一般指金属切削机床、木材切削机床和锻压机床。机床上安装工件和工具（如切削刀具、锻压模具等），经机床传动机构获得所需的动力与运动，以切削加工或无切屑锻压工件，从而改变了原材料，毛坯或半制品的形状和尺寸，完成了工件所要求的精度与表面粗糙度。

机床大多按其用途所加工的对象命名，顾名思义，看到名称就会联想到它的含义和用途。

齿轮机床具有不同的传动系统，使用不同的齿轮刀具，以不同的齿轮啮合原理，加工出各种圆柱齿轮、圆锥齿轮、齿条、蜗轮和花键轴等齿形来。

齿轮传动的速度和传递功率范围广，效率高，结构紧凑，工作可靠、耐久，广泛应用于各种机械中。因此，加工各种齿轮的机床也广泛被航空、船舶、汽车、拖拉机、农业机械、冶金、矿山、纺织、仪表及机床等制造业所采用。这些制造业中生产各种机械所用的齿轮精度见表 1-1。

圆柱齿轮及其传动公差（JB179—83）对 3 级至 11 级精

度已规定了公差和偏差。机标JB 180—60圆锥齿轮传动公差规定了5级至11级精度。机标JB 162—60蜗杆传动公差规定了3级至9级精度。

表1-1 各种机械所用齿轮精度

所 用 齿 轮	精 度 等 级
测量齿轮	3 ~ 5
透平减速器	3 ~ 6
金属切削机床	3 ~ 8
客车底盘	5 ~ 7
轻型汽车	5 ~ 8
货车底盘	6 ~ 8
一般减速器	6 ~ 9
轧 钢 机	8 ~ 10
载重汽车	7 ~ 9
起重机械	7 ~ 10
拖 拉 机	8 ~ 10
农业机械	8 ~ 11

圆柱齿轮各精度等级的加工方法与应用范围见表1-2。

从表1-2中看来,保证齿轮精度等级的是,齿形最终加工的精密机床,尤其是特别精密机床。所以在齿轮加工过程中,合理使用、精心操作与良好维护保养机床,是保持精密机床精度的重要条件,切勿用精密机床去作齿形的粗加工。

表1-2 圆柱齿轮各精度等级的加工方法与应用范围

精度等级	加工方法	齿形最终加工		应用范围与工作条件	圆周速度 m/s	
		淬火齿轮	不淬火轮		直齿	非直齿
3	在特别精密机床上滚切法加工	极精密磨削	精滚齿后研磨或剃、珩	检验5~6级齿轮的测量齿轮。精密传动，高速运转	>40	>60
4	在高精密机床上滚切法加工	精密磨削	精滚齿后研磨或剃、珩	检验7级齿轮的测量齿轮。精密传动，高速运转	<50	<80
5	在精密机床上滚切法加工	精密磨削	精滚齿后研磨或剃、珩	检验8级齿轮的测量齿轮。精密传动，高速运转	<30	<50
6	同上	精磨	剃齿	精确传动，高速重载下工作。分度机构、航空、汽车、机床上重要齿轮	<15	<30
7	同上	滚、剃、研。或磨或珩	用精切刀具	高速轻载或低速重载下工作。减速器、机床、汽车与航空用齿轮	<10	<15
8	滚切法或单分齿法	成对研磨	不磨齿	精度要求不太高的齿轮：航空、汽车、拖拉机不重要齿轮；起重机、农业机械重要齿轮	<6	<8
9	任意一种方法	—	不要求专门工序加工	用于粗糙工作齿轮，微小载荷的传动	<2	<4

根据原机械工业部部颁标准JB 1838—85规定，金属切削机床共分十二大类。第五类是齿轮加工机床，它的代号为“Y”。齿轮机床型号划分见表1-3。

表1-3 齿轮机床型号划分

齿轮加工机床类：Y，型号标法：Y(或加特性代号)、组别、型别、规格 ^⑤										
组别 型别	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0			弧齿锥 齿轮磨 齿机				花键轴 铣床	碟形砂 轮磨齿 机	车齿机	锥齿轮 淬火机
1	小模数 齿轮滚 齿机		弧齿锥 齿轮粗 切机	滚齿机	立式剃 齿机	插齿机		锥形砂 轮磨齿 机		轴锥齿 轮淬火 机
2	小模数 轴齿轮 滚齿机		弧齿锥 齿轮铣 齿机	摆线齿 轮滚齿 机 ^③	剃齿机		万能键 花轴铣 床	蜗杆砂 轮磨齿 机		锥齿轮 倒角机
3	分度铣 齿机		直齿锥 齿轮刨 齿机		轴齿轮 剃齿机	非圆齿 轮插齿 机 ^①		成形砂 轮磨齿 机		齿轮倒 角机
4	小模数 端面齿 轮滚齿 机		锥齿轮 粗切机	非圆齿 轮滚齿 机 ^①				大平面 砂轮磨 齿机		
5	小模数 齿轮插 齿机		锥齿轮 研齿机	双轴滚 齿机		人字齿 轮插齿 机		内齿轮 磨齿机 ②	齿条铣 齿机	锥齿轮 滚动检 查机
6	小模数 齿轮刨 齿机		直齿锥 齿轮磨 齿机	卧式滚 齿机 ^④	珩磨机	扇形齿 轮插齿 机		摆线齿 轮磨齿 机 ^③	人字齿 轮铣齿 机	
7			直齿锥 齿轮铣 齿机	蜗轮滚 齿机					人字齿 轮刨齿 机	
8	其他齿 轮加工 机床		直齿锥 齿轮拉 齿机	球面蜗 轮滚齿 机		齿条插 齿机 ^④			弧面锥 链轮刨 齿机	
9			弧齿锥 齿轮拉 齿机	链轮滚 齿机					蜗杆珩 轮修磨 机	齿轮噪 声检查 机

① 主参数为最大工件回转直径；

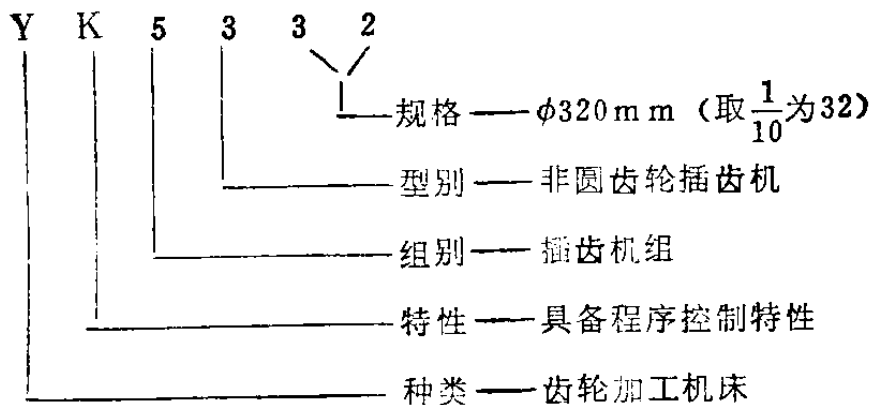
② 主参数为最大工件顶圆直径；

③ 第二参数为最大偏心量；

④ 主参数或采用最大工件长度；

⑤ 规格用主参数表示，或用主参数×第二参数表示。

齿轮机床型号表示法举例如下：



从表 1-3 中看来，齿轮机床的种类繁多，就按机床名称所联想到的含义和用途，归纳起来可按加工方法分为仿形法和滚切法两大类。

1. 单齿仿形法

(1) 圆柱齿轮粗切机（如苏联 E 3—5 型）、锥齿轮粗切机（如 Y2432） 用 2~4 把盘形齿轮铣刀为刀具，沿工件齿根基线方向进给，无滚切，间断分度，同时粗切 2~4 个直齿圆柱齿轮或圆锥齿轮。

加工大模数小直径齿轮，用仿形法粗切机作粗加工，可取得提高生产率效果；用滚切法齿轮机床作精加工，能确保齿轮制造精度，这确是合理使用机床的有效办法。

(2) 人字齿轮铣齿机（联邦德国劳伦茨厂生产） 用指形铣刀为刀具，加工大模数大直径无退刀槽或退刀槽很小的人字齿轮。也可在大型滚齿机上，卸掉滚刀架，装上指形刀架，用指形铣刀按仿型法加工人字齿轮。

(3) 人字齿锥齿轮铣齿机（如捷克 OKU—35 及 OKU—50，铣刀模数为 50，最大工件直径为 5 m） 用指形铣刀为刀具，加工人字齿或圆锥螺旋齿锥齿轮。在铣齿过程中，利用靠模板使铣刀沿工件齿根基线切削，同时转一下工件，才能切出人字齿或圆锥螺旋齿。

(4) 仿形法磨齿机 用与齿间轮廓相同的成形砂轮。磨削圆柱齿轮齿形，这类机床又分单成形砂轮机床和双成形砂轮机床。砂轮截面形状由靠模机构加以修正。

2. 整齿仿形法

(1) 直齿锥齿轮拉齿机 (如Y2815和格里森724型) 用圆盘拉刀为刀具，拉削小型直齿锥齿轮，特别适于汽车厂大量生产多种汽车的差动齿轮。

圆盘拉刀由15~17个刀块组成。每个刀块约有4~5刀齿，分布在圆盘外圆周上，刀齿按半径方向微量递增排列的，展开后犹如键槽拉刀那样递增排列。

在圆盘拉刀每转瞬时过程中，前面的10~13刀块作粗切，拉刀往复进给，沿工件齿根基线由大端移向小端；后面刀块作精切，拉刀由小端移向大端，即切完一个齿间。接着工件对着无刀齿缺口处转一下分度，再拉削下一个齿间，如此循环，直至切完全部齿间。加工一个齿的时间为2~6s。在现有加工直齿锥齿轮方法中，以此法的生产率为最高。

(2) 弧齿锥齿轮拉齿机 (如格里森609型) 用双面圆拉刀盘为刀具，其切削刃切于刀盘上半径不大的滚动圆，按螺旋成形法加工传动比大于2.5的锥齿轮副的大轮精切。

螺旋成形法是目前加工弧齿锥齿轮和准双曲线锥齿轮中较完善的一种切削方法，它是在仿形法基础上发展起来的，吸取了半滚切法、圆拉法、粗切精拉法的特点。圆拉刀盘除作旋转运动外，还作往复前移运动，合成为螺旋运动。刀盘主轴依靠专用凸轮实现轴向往复，在每一刀片切削时，刀盘主轴都作一次轴向前移，而后让刀，这一点与上述拉齿机有明显差异。

仿形法机床及其使用刀具的特点简述如下：

机床一刀具旋转，工件不动，无滚切，切完一个齿间后，工件就转一下分度，直至切完全部齿间。因此，机床有结构简单，刚性好，造价低等特点。

刀具—单齿仿形法：一个刀齿上切削刃部的形状与工件齿间截面形状一致。因此，刀具有成形刀具特点，刀具的齿形随齿轮齿数与模数的变化而不同，齿数多，基圆大；齿数少，基圆小。基圆大小不同，展成的渐开线形状也就不同。

用盘形齿轮铣刀粗切直齿圆柱齿轮，可根据工件的齿数选用合适的铣刀号数；粗切直齿锥齿轮，则应根据工件的当量圆柱齿轮齿数 $(z_d = \frac{z}{\cos \delta})$ 选用合适的铣刀号数。

用指形铣刀粗切人字齿轮（或斜齿圆柱齿轮），可根据工件的基圆当量齿数 $(z_d = \frac{z}{\cos s^3 \beta})$ 选用合适的指形铣刀号数。

应该指出，用成形刀具加工锥齿轮时，仅能在齿的中间截面上得到正确的齿形，所以选用铣刀模数应根据工件齿的中间近似平均值确定：

$$m_{\text{平均}} = \frac{m(R_e - 0.5b)}{R_e} \quad (R_e \text{—锥距, } b \text{—齿宽})$$

刀具—整齿仿形法：整个刀盘上综合所有刀齿切削刃部的形状与工件齿间截面形状一致，所以说刀盘转一转才切成一个齿间截面形状。

由于拉刀齿形复杂而制造困难，通常采用十分接近于渐开线的圆弧，这对于粗切直齿或弧齿锥齿轮来说，完全是容许的。甚至对齿形精度要求不很高的锥齿轮，也能用这种整齿仿形法加工，例如汽车中差动机构的锥齿轮。

用一把或两把刨刀，以滚柱按靠模曲线轨迹刨削直齿锥

齿轮，是一种大型锥齿轮刨齿机（如苏联5283型），最大模数为30，该机床按靠模加工，无滚切，也作为仿形法机床，在这里不深入讲述。

3. 滚切法

（1）滚齿机 用齿轮滚刀为刀具，按滚切法粗、精加工直齿与斜齿圆柱齿轮、蜗轮及花键轴等。当装有切向刀架时，可用切向进给法加工蜗轮；装内齿轮刀架时，可加工直齿与斜齿大直径内齿轮；装鼓形齿刀架时，可加工各种曲线鼓形齿和小于 5° 小锥度齿轮；装指形刀架时，可用指形铣刀加工人字齿轮。

常见的滚齿机如Y38—1，工件轴线垂直放置的叫做立式滚齿机。稀有的卧式滚齿机工件轴线是水平放置的。特别适用于加工大模数直齿与斜齿轴齿轮。

（2）插齿机 用插齿刀为刀具，按滚切法粗、精加工内、外啮合直齿圆柱齿轮，特别适用于加工内齿轮和带有台肩的双联齿轮或多联齿轮，以及扇形齿轮等。当装有螺旋导轨并用斜齿插齿刀时，可加工内外啮合斜齿轮；装插齿条专用夹具，可加工齿条。

常见的插齿机如Y54，工件轴线垂直放置的叫做立式插齿机。稀有的卧式插齿机工件轴线是水平放置的，特别适用于加工大直径直齿与斜齿内齿轮；使用双插齿刀工作的卧式插齿机，特别适用于加工无沟槽人字齿轮。

齿条插齿机也用插齿刀为刀具，是立式插齿机的变型。它是把圆工作台的回转运动变成矩形工作台的直线运动，就是说，把两齿轮的啮合原理变成齿轮与齿条的啮合原理，这样就可以加工相当长的齿条。

（3）马格型梳齿机（如SH100等） 用梳齿刀（也叫

齿条刀) 为刀具, 按齿轮与齿条的啮合原理, 加工直齿与斜齿圆柱齿轮。当装有插齿刀架时, 也可加工大直径内齿轮。

我国不生产这类机床, 所以在表 1-3 中未曾列入, 但它的加工精度比插齿机更高些, 这是因为梳齿刀齿形是直线, 刀具制造精度高于插齿刀。

(4) 锥齿轮刨齿机 (如 Y236) 用两把刨刀为刀具, 按滚切法粗、精加工直齿锥齿轮, 它还可以进行切入法粗切。由于该机床刀架结构精度保持性较差, 最好只用于精切。

5A26 型刨齿机较 Y236 型更为完善, 既能刨鼓形齿, 又装有液压夹紧卡盘, 生产率大有提高。还有用一把刨刀以分别滚切及连续分度法, 可加工大直径直齿与切向齿锥齿轮。

(5) 锥齿轮铣齿机 用两把成对圆盘铣刀为刀具, 按滚切法加工直齿锥齿轮, 它的生产率较刨齿机高 3~4 倍, 这是因为, 采用旋转的多刃铣刀, 不仅提高切削速度, 而且对轮坯直接切削, 无需粗加工。不过铣刀没有沿齿向进给运动, 齿间底面微呈凹形, 然而齿的工作齿形却与刨出的齿形完全一样。由此可见, 它能与刨出的齿轮啮合。

(6) 螺旋锥齿轮加工机床 此类机床种类很多, 按纵向齿形与加工方法来区分, 可见表 1-4。实际上名目还不止此数, 例如小轮粗切机, 大轮粗切机等等。

众所周知, 直齿锥齿轮承载能力低, 而斜齿锥齿轮承载能力高, 而且传动也平稳。由于制造切向齿锥齿轮困难较多, 久已被螺旋锥齿轮代替。

螺旋锥齿轮与斜齿锥齿轮相比具有更多的优点, 只是齿线有斜的与螺旋的差异而已。

(7) 滚切法磨齿机 齿部成形的原理, 是把砂轮作

为假想的齿条与被磨削齿轮作无隙啮合传动而滚切出齿形的。

表1-4 螺旋锥齿轮机床类型

按纵向齿形区分					
类型	齿形	典型机床	应用范围	分度法	刀具
I	齿线圆弧线收缩齿	中国 Y225 美国 Gleason(格里森)No116 苏联 ЭННМС 528С	$m = 0.5 \sim 15$ $R_f = 8 \sim 400$	间断	盘形铣刀
II	齿线延长外摆线等高齿	瑞士 Oerlikon (奥林康) Spirmatic No 2	$m < 15$ $R_f < 270$	连续	盘形铣刀
III	齿线准渐开线等高齿	联邦德国 Klingelnberg (克林根贝格) A FK 203	$m < 12$ $R_f < 275$	连续	锥形滚刀
按加工方法区分					
型别	名称	典型机床	加工方法	应用范围	
0	弧齿锥齿轮磨齿机	苏联 5872C	滚切法	通用万能型	
1	弧齿锥齿轮粗切机	中国 Y2140	进给凸轮切入法 滚切法	大量生产, 粗切大、小轮	
2	弧齿锥齿轮铣齿机	中国 Y225	滚切法	万能型	
9	弧齿锥齿轮拉齿机	美国 609	螺旋成形法	大量生产精切大轮 $i > 2\frac{1}{2}$ $h < 25.4$	

近年来, 制造精密齿轮的技术有了新的发展, 要求齿轮材料机械性能高、传动效率好, 经久耐磨; 在高速 (100~150m/s) 下既不振动, 也无噪声, 不论是淬硬的还是不淬硬的, 都必须具有高精度和低粗糙度。这些齿轮多半是用在航空发动机、高速客车与机车、机床、测量齿轮等上面。磨齿

是制造精密齿轮极有成效的加工方法，也是最后一道关键工序。

圆柱齿轮磨齿机，按其所用砂轮型式区分有：碟形砂轮磨齿机（如YA7063A），锥形砂轮磨齿机（如分度蜗轮副式滚切法磨齿机Y7131和按渐开线凸轮滚切法磨齿机Y7125），蜗杆砂轮磨齿机（如Y7215）。

一般磨削齿轮精度可达5～6级，表面粗糙度在 $Ra0.8\mu m$ （ $\nabla 7$ ）以上，可磨削表面硬度在HRC60以上的齿轮。

滚切法机床及其使用刀具（或砂轮）的特点简述如下：

机床一按滚切法工作，机床具备滚切分齿运动，在刀具与工件之间构成一定的滚切比，形成一条对齿轮加工精度起决定性作用的滚切分齿链，不难设想，传动机构复杂，加上安装精密机件，如高精度分度蜗轮副，精制主轴等，机床造价较高。

工具一刀具没有成形刀具特点，它的齿形与被加工齿轮的齿数无关。

由渐开线的性质可知，加工齿轮时采用直线形刀具能滚切出渐开线齿形，这就是滚切法机床所用的刀具特点，它的齿形相当于齿条直线形。

我们知道，齿轮滚刀实际上与蜗杆相似，蜗杆和蜗杆砂轮法向切面上的齿形为直线；梳齿刀就是齿条刀；一个锥形砂轮截面呈齿条形；两个碟形砂轮倾斜一定角度，构成假想的齿条。用哪样的刀具或砂轮去加工圆柱齿轮，就重现了被加工齿轮与假想齿条的啮合。不过，插直齿时用直齿插齿刀；插斜齿时用斜齿插齿刀，它们就象两轴线相互平行的一对直齿或斜齿圆柱齿轮作无隙啮合的传动。

我国生产的锥齿轮机床是按平顶齿轮原理设计的，如图

1-1，这个平顶齿轮的顶面体现着摇台平面，被加工齿轮是按根锥角 $(\delta - \theta_f)$ 安装的。按滚切法原理工作的刨齿机、铣齿机、磨齿机等机床，所使用的两把刨刀、成对圆盘铣刀、铣刀盘、杯形砂轮等刀具都装在摇台上，刀头是假想的冠轮牙齿，所以说，滚切法的实质就是重现了被加工齿轮与假想冠轮的啮合，如同一对无隙啮合的锥齿轮，而假想冠轮的齿侧面是由刀具切削刃的运动形成。因此，锥齿轮加工机床所用刀具的特点是：可用形状简单的刀具，将切削刃截面形状制成直线形或圆弧形，便能加工出齿形复杂的锥齿轮。

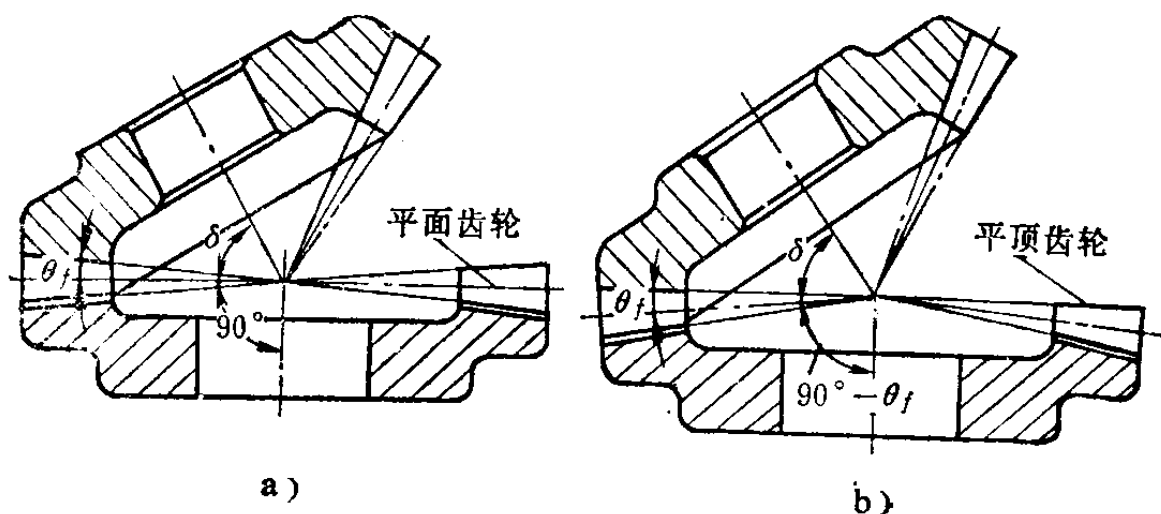


图 1-1 平面齿轮和平顶齿轮

4. 对滚法

剃齿、磨齿、研齿、珩齿、挤齿和配滚等光整加工机床，是齿轮机床中必不可少的配套设备。除剃齿和挤齿外，均可加工淬硬的齿轮。

(1) 剃齿机 用剃齿刀为刀具，利用一对螺旋齿轮（剃齿刀与被剃齿轮）双面紧密啮合自由对滚原理，剃削圆柱齿轮和锥齿轮。一般情况下，剃齿能修正剃前齿轮的各项误差，比剃前精度提高一级，表面粗糙度可达 $Ra0.8 \sim 0.2 \mu m$ ($\nabla 7 \sim \nabla 9$)。

关于锥齿轮剃齿加工方面，在有关文献中略有报道。

(2) 珩齿机 用珩磨轮为刀具，采用剃齿加工原理，珩磨淬火后硬度较高的齿轮。珩齿的特点：切削速度比剃齿机高 2 ~ 3 倍；生产率比磨齿法高 5 ~ 6 倍；表面粗糙度可达 $Ra0.4 \sim 0.2 \mu m$ ($\nabla 8 \sim \nabla 9$)；珩齿机与剃齿机的传动系统基本相似。

(3) 锥齿轮研齿机 利用一对共轭齿轮（或其中一个为专用研轮）啮合过程中滑动速度，在其啮合区灌注稀释研磨剂进行齿面研合，从而修正锥齿轮热处理变形的接触区，并最后光整加工轮齿，以降低表面粗糙度。

只有淬火后的锥齿轮副才能研齿，而且其传动比不成倍数时才能获得好效果。

(4) 锥齿轮冷轧机 用淬硬的共轭工具齿轮与被挤压的不淬火工件（通常为小轮），作无隙紧密啮合，在其啮合区灌注抗粘着剂（矿物油与红丹），工具齿轮受弹簧压力作用挤压于工件，使其齿面平滑光亮。

由于研齿机与冷轧机的工作原理有很多共性，所以两机床的结构也无多大区别，在表 1-3 中未列入冷轧机。

(5) 锥齿轮滚动检查机（如 Y9550） 主要用于检查和测定直齿、弧齿和准双曲线锥齿轮副的接触区和啮合侧隙；当装有噪声仪联合使用时，还能在噪声仪上获得噪声数据。噪声的检查对于高速下工作的锥齿轮是重要的。

滚动检查机还有一个重要用途，就是利用检查机，既可查出被加工齿轮接触区情况，换算出加工该齿轮时调整机床的数值，作为修配接触区的依据；又可帮助摸索接触区在热处理前后的变形规律，所以说，它是锥齿轮加工机床的配套设备。

我国曾生产过Y94万能滚动检查机，万能性很高，除用于上述正交锥齿轮以外，非正交的锥齿轮、内外啮合的圆柱齿轮，甚至蜗轮传动也都能检查。

(6) 齿轮噪声检查机(如Y9920) 检查一对共轭齿轮运转噪声。在较高转数下旋转($>500\text{r/min}$)发出声音，利用齿轮噪声试验机测定分贝数据或凭主观听觉。

二、机床工作原理及传动原理

上一节齿轮机床的用途，讲述了什么机床应用什么加工方法，加工什么工件，使用什么刀具，达到什么效果。如果说，这就是机床、工具与工件三者的外部联系，那么，这一节机床工作原理及传动原理，将讲述机床、工具与工件三者的内部联系。

齿轮机床按其工作原理可分为两大类。即仿形法工作原理和滚切法工作原理。

仿形法工作原理比较简单，它的特点是：用刀具的刀刃形状来保证齿形准确性，用单分齿保证分齿均匀性，这样在刀具与工件之间根本不需要协调的创成运动。

滚切法工作原理比较复杂，它的特点是：利用齿轮传动的啮合原理，尽量把刀具齿形做成齿条形（插齿刀例外），作为假想的冠轮（圆齿条）、齿条或蜗杆去加工齿轮。例如，大多数锥齿轮加工机床系应用冠轮与锥齿轮啮合原理，磨齿机与梳齿机系应用齿条与齿轮啮合原理，滚齿机系采用蜗杆与蜗轮啮合原理等。在加工齿轮过程中，刀具一边与工件滚转，一边向工件切削，切成无数的包络线，最后终于使工件形成渐开线齿形，这就是滚切法工作原理的理论基础。

机床工作原理一旦确定以后，就可以制定刀具与工件所