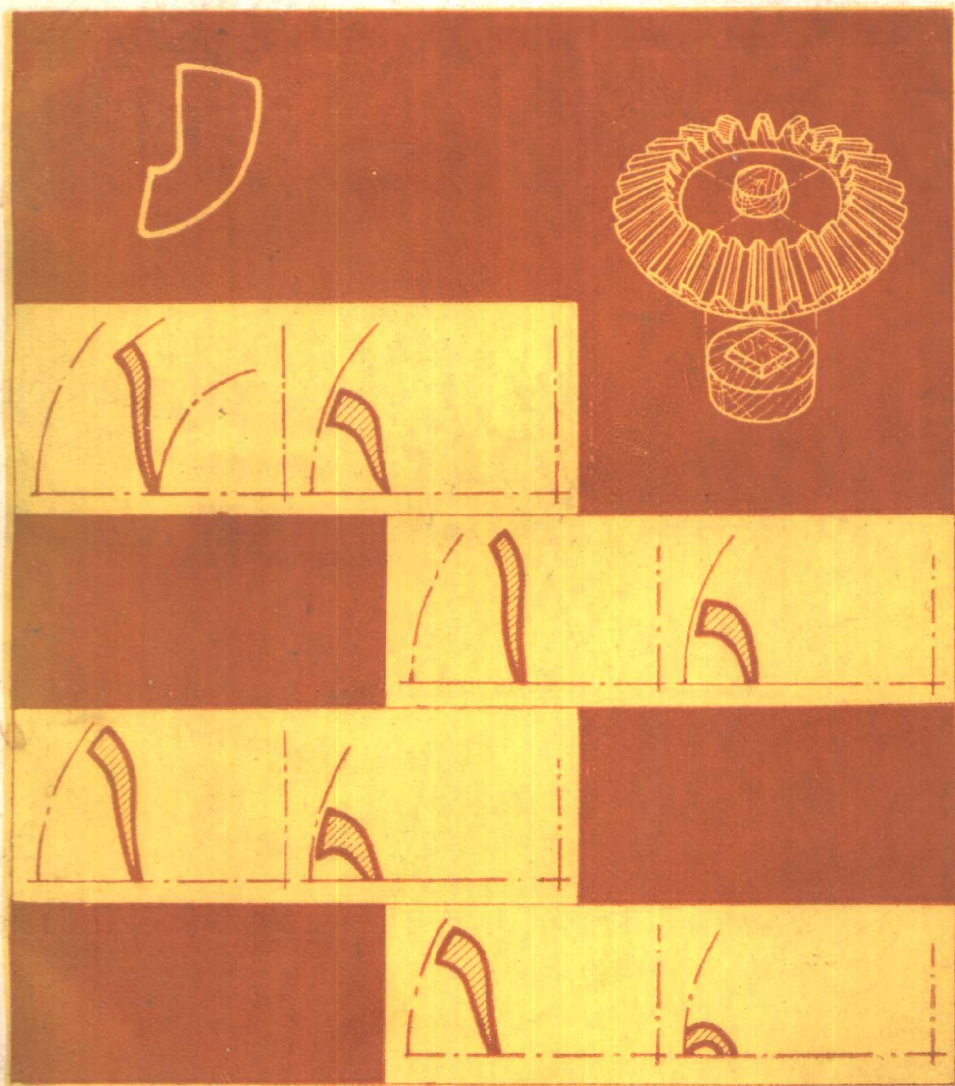


齿轮、叶轮类木模制造

《齿轮、叶轮类木模制造》编写组 编著



机械工业出版社

齿 轮、叶 轮 类 木 模 制 造

《齿轮、叶轮类木模制造》编写组 编著



机 械 工 业 出 版 社

齿轮、叶轮类木模制造

《齿轮、叶轮类木模制造》编写组 编著

*

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 $9 \frac{3}{4}$ · 字数 257 千字
1979年1月北京第一版·1982年10月北京第二次印刷

印数 38,001—42,700 · 定价 0.94 元

*

科技新书目: 33—129

统一书号: 15033 · 4548

8302683

前 言

随着我国工农业生产的迅速发展，广大木模工人迫切要求提高技术水平，学习和掌握齿轮、链轮、叶轮、绞龙叶和螺旋桨等木模的制造技术。这类木模几何形状复杂，工艺理论性强和要求精度较高，而这方面的资料又较少。为了互相学习和交流经验，根据我们多年从事这类木模制造的实际经验，和近几年的调查研究，编写了这本书。

本书由无锡市科技局负责组织，由倪福昌、罗辉、张安祥等同志合编。

江苏省无锡市粮油公司材料库、湖北省大冶县罗桥机床厂和江苏省无锡钙塑材料厂等单位的领导，对本书的编写工作始终给予热情的支持。

本书主要介绍各种齿轮和叶轮的木模制造技术，其中绝大部分是我们的实践体会，内容力求通俗，可供木模工和有关技术人员参考。

本书初稿曾得到无锡机床厂、华中工学院、无锡纺织机械厂、江苏省无锡造船厂、无锡轻工机模厂、江苏省无锡粮食科研所、无锡农机厂、无锡水泵厂、黄石市第二钢铁厂、北京第一机床厂、北京水泵厂、北京模型厂和交通部新河造船厂等单位有关领导和同志的热情帮助和指导，在此表示感谢。

本书编写过程中，还得到沈锦鳌、刘兴华和何金南等同志各方面的大力帮助，在此谨致谢意。

由于我们的理论水平不高和经验不足，书中难免出现差错，希望广大读者批评指正。

编 者

一九七七年八月于北京

目 录

前 言

第一章 齿轮	1
第一节 齿轮的一般知识	1
一、齿轮的分类	1
二、齿轮轮齿各部分的名称、意义和代号	4
第二节 铸齿木模常识及木材选择	8
一、铸齿木模常识	8
二、木材选择	9
第三节 正齿轮木模制造	10
一、公制正齿轮各部分的名称、符号及计算公式	11
二、英制正齿轮各部分的名称、符号及计算公式	13
三、齿形画法	14
四、实样木模制造	18
五、车板木模制造	23
第四节 正齿条木模制造	26
一、正齿条各部分的名称、符号及计算公式	28
二、齿形画法	29
三、木模制造	30
第五节 内齿轮木模制造	31
一、内齿轮各部分的名称、符号及计算公式	32
二、齿形画法	33
三、实样木模制造	34
四、车板木模制造	35
第六节 斜齿轮木模制造	37
一、斜齿轮各部分的名称、符号及计算公式	39
二、齿形画法	42
三、求作齿顶圆和齿根圆螺旋角度线	45

IV

四、实样木模制造	47
五、车板木模制造	50
第七节 圆锥齿轮木模制造	52
一、圆锥齿轮各部分的名称、符号及计算公式	53
二、齿形画法	56
三、实样木模制造	59
四、车板木模制造	66
五、平齿轮木模制造	67
第八节 斜齿圆锥齿轮木模制造	68
一、斜齿圆锥齿轮各部分的名称、符号及计算公式	69
二、齿形画法	72
三、木模制造	74
第九节 蜗杆和蜗轮木模制造	75
一、蜗杆和蜗轮各部分尺寸的名称、符号及计算公式	76
二、蜗杆和蜗轮的齿形画法	76
三、蜗杆木模制造	86
四、蜗轮实样和车板木模制造	88
第十节 漏模造型在铸齿齿轮中的应用	91
一、正齿轮漏模造型	93
二、蜗杆漏模造型	95
第二章 常用齿轮简易测量	96
第一节 正齿轮的简易测量	96
第二节 斜齿轮的简易测量	97
一、求法面模数	98
二、求螺旋角	98
第三节 圆锥齿轮的简易测量	99
一、求节锥角	99
二、求模数	100
第四节 蜗杆和蜗轮的简易测量	101
第三章 棘轮和链轮	103
第一节 棘轮木模制造	103
一、棘轮各部分的名称、符号及计算公式	103

二、棘轮的齿形画法	103
三、棘轮木模制造	106
第二节 环链轮木模制造	109
一、环链轮主要部分的名称、符号、计算公式及齿形画法	109
二、环链轮木模制造	109
第三节 方框链轮木模制造	114
一、方框链轮各部分的名称、符号、计算公式及齿形画法	114
二、方框链轮木模制造	117
第四章 蛟龙叶	118
第一节 等螺距蛟龙叶木模制造	118
一、实样木模制造	118
二、落泥芯木模制造	125
第二节 变螺距蛟龙叶木模制造	128
第三节 拌浆叶木模制造	133
第五章 船舶螺旋桨	140
第一节 船舶螺旋桨的一般知识	140
第二节 船舶螺旋桨木模制造	146
一、实样木模制造	146
二、车板木模制造	159
第六章 轴流鼓风机叶片木模制造	171
第七章 水泵叶轮	180
第一节 叶轮工作图	181
第二节 离心泵叶轮木模制造	184
一、圆柱形叶片叶轮木模制造	184
二、扭曲形叶片叶轮木模制造	186
第三节 混流泵叶轮木模制造	202
一、“打泥芯”木模制造	203
二、“实样叶片”木模制造	208
第四节 轴流泵动叶轮叶片木模制造	216
第五节 轴流泵导叶体木模制造	220
第八章 水轮机叶轮	231
第一节 混流式水轮机叶轮木模制造	231

第二节 轴流式水轮机叶轮木模制造	237
附 录	243
一、各种金属的收缩率	243
二、机械加工余量	244
三、拔模斜度	248
四、工艺补正量	250
五、铸齿公差	250
六、三角函数表	251
七、圆周弦长计算表	297

第一章 齿 轮

在现代机械工业中，齿轮是应用最广泛的机件之一。齿轮不但能传递动力，还能变换运动的速度和方向。

第一节 齿轮的一般知识

凡属灰铸铁、球墨铸铁、铸钢和铸铜等材料的齿轮轮坯都是铸造得到的，而后再用齿轮切削机床（如滚齿机等）加工出轮齿来。但在有些机械（如农业机械、建筑机械、矿山机械、起重运输机械等）对于要求精度较低或难以机械加工的大型齿轮，也可采用铸造的方法制造。铸造齿轮具有成本低、制造简单及强度较好等优点，故在一些中、小型工厂中，目前还常采用这一方法。特别是近年来，随着精密铸造技术的发展，精铸齿轮在很多机械中的应用日益增多。

要想铸造齿轮，必须首先作出齿轮木模，这就要求木模工熟悉齿轮工作图，并对齿轮的分类、齿轮轮齿各部分的名称、代号和意义以及齿形的画法等都应有一定程度的了解，然后才有可能制造出齿轮的木模。

一、齿轮的分类

齿轮的种类较多，按轮齿和齿轮中心轴线的相对关系来分，有如下几类：

1. 正齿轮（直齿圆柱形齿轮）如图 1-1 a）所示；
2. 齿条 如图 1-1 b）所示；
3. 斜齿轮（螺旋齿轮）如图 1-1 c）所示；
4. 人字齿轮 如图 1-1 d）所示；
5. 圆锥齿轮（伞齿轮）如图 1-1 e）所示；
6. 蜗杆和蜗轮 如图 1-1 f）所示。

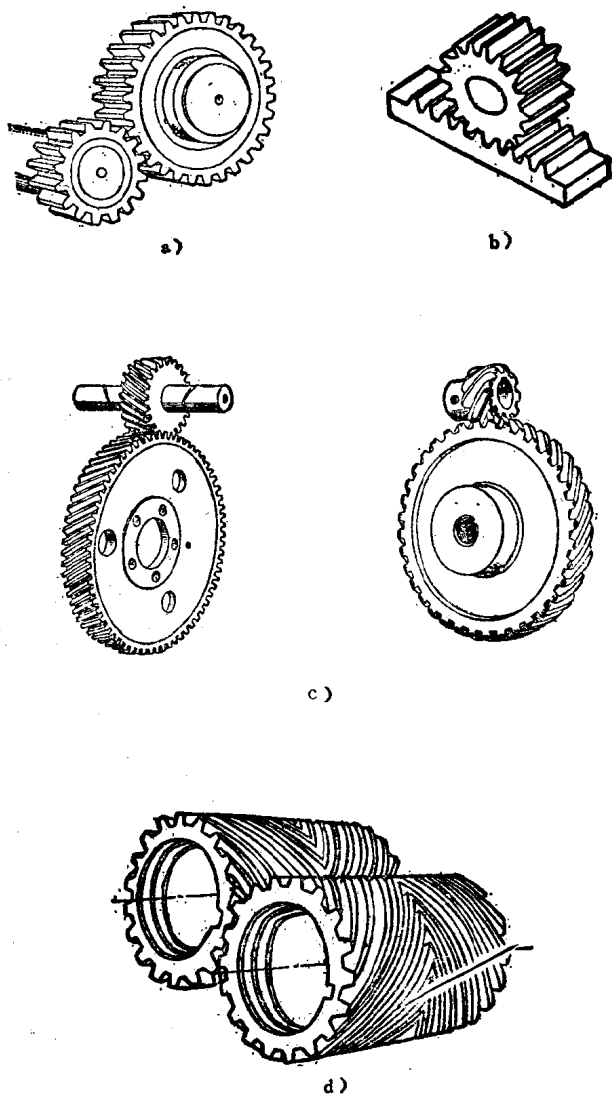
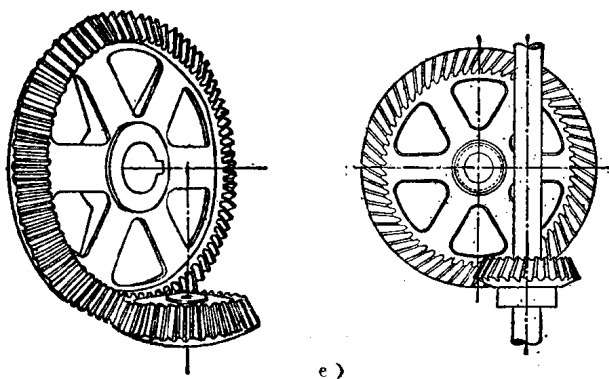
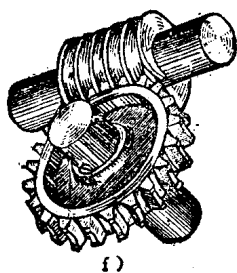


图1-1 齿

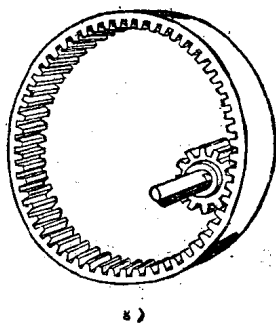
a) 正齿轮 b) 齿条 c) 斜齿轮 d) 人字齿轮



e)



f)



g)

轮的分类

e) 圆锥齿轮 f) 蜗杆和蜗轮 g) 内齿轮

按齿轮的接触情况又可分为：

1. 外齿轮 即外面有齿的齿轮，如正齿轮、斜齿轮等；
2. 内齿轮 即内面有齿的齿轮，如图 1-1 g) 所示。

二、齿轮轮齿各部分的名称、意义和代号 (图 1-2)

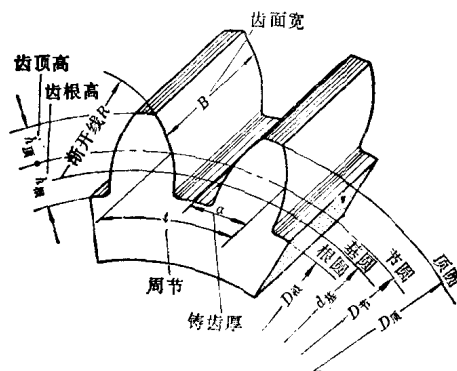


图1-2 轮齿各部分的名称

1) 渐开线 把绕在圆板上的线伸开的时候，线头所画出来的线 (图 1-3) 叫渐开线。渐开线是常用齿轮的基本曲线。铸齿齿形的渐开线常用一段圆弧代替。

2) 基圆(辅助圆) 渐开线是从一个圆作出来的，这个圆叫做基圆 (图 1-3 中的圆盘就相当于基圆)。它的直径叫做基圆直径，常用“ d_* ”表示。

3) 节圆 是一个假想的圆，相当于摩擦轮的外圆 (图 1-4 所示)。为了防止摩擦轮传动时打滑，假想在摩擦轮的轮面上均匀地装上一些齿(齿顶)，并在齿与齿之间再挖出一部分，这样便形成了齿轮的轮齿，而摩擦轮传动便变成了齿轮传动了。这

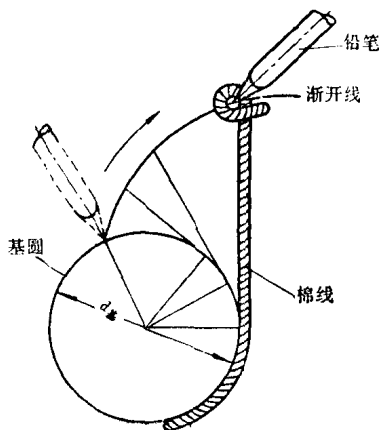


图1-3 渐开线的形成

时两个摩擦轮的外圆分别成了两个齿轮的节圆。节圆把轮齿分成齿顶和齿根两部分。节圆直径简称节径，常用“ $D_{\text{节}}$ ”表示。

4) 齿顶圆(外圆) 经过轮齿顶部的圆，叫做齿顶圆。这个圆的直径叫做齿顶圆直径，常用“ $D_{\text{顶}}$ ”表示。

5) 齿根圆(底圆) 经过轮齿根部的圆叫做齿根圆。这个圆的直径叫做齿根圆直径，常用“ $D_{\text{根}}$ ”表示。

6) 模数 是计算齿轮各部分尺寸的基本参数，用毫米做单位，在数值上模数等于一个牙齿在节径上所占据的长度。例如我们说某个齿轮的模数是8，就是说按齿数等分节径，每等分是8毫米。模数一般用在公制

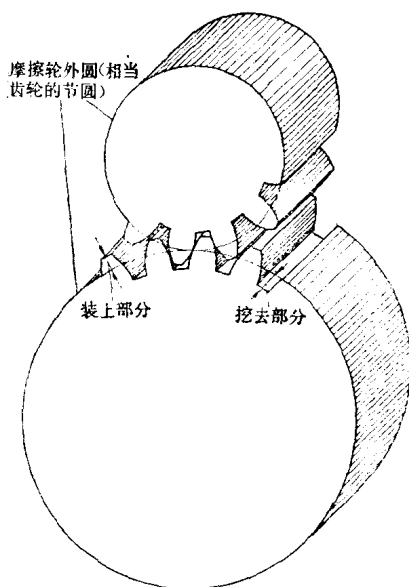


图1-4 节圆的意义

上，常用“ m ”表示。模数越大，轮齿越大，强度越好。为了便于齿轮的设计、制造和使用，模数在我国已经规定了标准数值。表1-1所示为铸齿齿轮常用模数。

表1-1 铸齿齿轮常用模数 (单位: 毫米)

2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8
9	10	12	14	16	18	20	22	25	28
30	36	40	45	50					

7) 径节 和模数一样，径节是计算齿轮各部分尺寸的基本参数，用1/吋做单位，一般用在英制齿轮上。径节是指每吋节径长度上所分布的齿数，常用“ DP ”表示。与模数相反，径节值越小，轮齿越大，强度越好。

模数与径节的换算关系如表 1-2 所示。

表1-2 模数、径节换算表

名 称	符 号	计 算 公 式	举 例
径 节	DP	$25.4 \textcircled{1} \div \text{模数}$	已知：模数 = 6毫米，求径节？ 解：径节 = $25.4 \div 6 = 4.23(1/\text{吋})$
模 数	m	$25.4 \div \text{径节}$	已知：径节 = $4.23(1/\text{吋})$ ，求模数？ 解：模数 = $25.4 \div 4.23 = 6(\text{毫米})$

① 1 吋 = 25.4 毫米。

8) 齿顶高 齿顶圆到节圆的径向距离叫做齿顶高，常用“ $h_{\text{顶}}$ ”表示。一般齿顶高的值用模数来表示：

标准齿齿轮 齿顶高 = 模数

短齿齿轮 齿顶高 = $0.8 \times \text{模数}$

9) 齿根高 节圆到齿根圆的径向距离叫做齿根高，常用“ $h_{\text{根}}$ ”表示。和齿顶高一样，齿根高的值也用模数来表示：

标准齿齿轮 齿根高 = $1.25 \times \text{模数}$

短齿齿轮 齿根高 = $1.1 \times \text{模数}$

10) 齿全高 齿顶圆到齿根圆的距离叫做齿全高，也就是齿顶高和齿根高之和，常用“ h ”表示。

11) 周节 在节圆圆周上，一个轮齿上右边（或左边）的一点，到相邻轮齿右边（或左边）上相应的一点之间的弧长，叫做周节，常用“ t ”表示。

12) 压力角 齿轮牙齿受力方向与运动方向的夹角，叫做压力角，如图 1-5 所示。渐开线各点的压力角不一样。对于标准齿轮，我们把节圆上的压力角叫做标准压力角，常用“ α ”表示。我国规定的标准压力角是 20° ，英制齿轮常用的压力角是 $14\frac{1}{2}^\circ$ ，其他还有不同压力角的齿轮。

13) 铸齿厚 铸齿齿轮轮齿在节圆圆周上的弧长叫做铸齿厚，常用“ a ”表示。为了使齿轮啮合时不发生干涉现象，考虑到铸造误差等因素的影响，铸齿厚比机械加工齿轮的齿厚薄些，

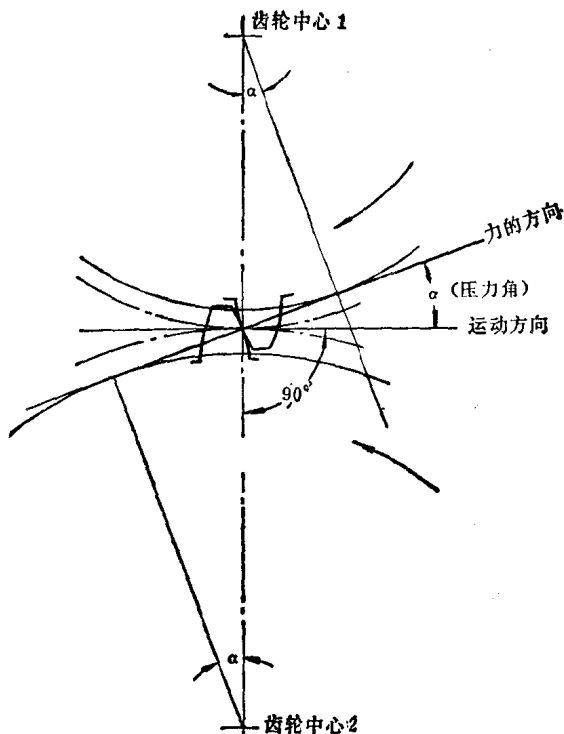


图1-5 压力角

一般铸齿厚 = $(1.45 \sim 1.5) \times \text{模数}$ (模数小, 齿数少时取小值, 反之取大值)。

铸齿厚的大小是决定齿轮啮合好坏的重要因素之一。铸齿厚度过大, 两齿轮不能啮合, 铸齿厚度过小, 间隙将过大, 传动时产生冲击现象, 因此在做木模时要考虑到许多因素对铸齿厚的影响 (如涂料、拔模时模型在砂型中的晃动间隙等)。特别是对于铸钢齿轮, 由于型砂较粗, 为获得光滑表面的铸件, 往往要刷上比铸铁件厚得多的涂料, 因此在做木模时, 铸齿厚应加上涂料层的厚度, 否则若按一般铸齿厚来做木模, 型腔刷涂料后, 浇铸出来的铸件轮齿就减薄了, 影响传动性能。

14) 齿面宽 轮齿工作表面的宽度叫做齿面宽, 常用“B”

表示。

15) 齿隙 相啮合的两齿, 齿廓间的间隙叫做齿隙, 它在数值上等于节圆上齿间与齿厚之差。一般铸齿齿隙 = $(0.14 \sim 0.24) \times \text{模数}$ 。

16) 根隙 两齿轮啮合时, 为了避免一个齿轮的齿顶与另一齿轮的齿根相互干涉; 并为了有些空隙储油润滑起见, 所以一个齿轮的齿顶与另一齿轮的齿根之间留有一些空隙, 这个空隙叫做根隙, 常用“ c ”表示。通常根隙的值用模数来表示, 它等于齿根高与齿顶高之差, 即:

标准齿齿轮 根隙 = $0.25 \times \text{模数}$

短齿齿轮 根隙 = $0.3 \times \text{模数}$

17) 中心距 两个齿轮相啮合的时候, 两轴中心间的距离叫做中心距, 常用“ A ”表示。

第二节 铸齿木模常识及木材选择

一、铸齿木模常识

铸齿齿轮木模与一般工件木模一样, 由于金属从液态到固态要发生收缩现象, 因此做木模时必须预先施放金属收缩率。常用金属材料的收缩率见附录一。

铸齿齿轮轮齿部分不需要经过机械加工, 因此轮齿部分不施放机械加工余量。但对于铸齿齿轮的其它部分(如轴孔等)都要经过机械加工(工作图上需要经过机械加工的表面均注有光洁度符号“ ∇ ”, 不需要机械加工的表面则用“ $\sim$ ”表示), 因此做木模时对这些表面要施放机械加工余量。机械加工余量的大小与铸件的精度、工件的尺寸大小及工件材料的种类有关, 它的值可按附录二或附录三选取。

另外, 为了拔模方便, 铸齿齿轮除轮齿部分外, 其余部分与其它工件木模一样, 按一般规定施放拔模斜度。常用拔模斜度的值见附录四。为了保证啮合质量, 轮齿部分不允许施放拔模斜度。对于齿面宽较大的齿轮, 考虑到拔模方便, 常做成抽芯拔模

结构。

对于大批量生产的铸齿齿轮，常采用金属模生产。金属模本身也是经过浇铸而成的，因此必须先制造一只木模——常称它为“母模”。制造“母模”时要考虑双重收缩率，即母模的收缩率为母模材料和工件材料收缩率之和。例如用铝合金的金属模制造灰口铁工件，铝合金的收缩率为1.5%，灰口铁的收缩率为1%，那末母模的收缩率等于 $1.5\% + 1\% = 2.5\%$ 。

“母模”除考虑双重收缩率外，同时还要考虑双重、单一及手工加工余量。

双重加工余量是指金属模和铸件都要经过机械加工，“母模”必须同时施放这两方面的加工余量，如铸齿齿轮的轴孔等。

单一加工余量是指铸件不需要机械加工而金属模需要机械加工，所以“母模”只考虑单独施放金属模的加工余量，不需要再放铸件的加工余量。例如有些铸齿齿轮金属模外圆、轮毂的外圆等。

手工加工余量是指铸件、金属模都没有机械加工的要求，而在有些不使用机床加工的部分，需要用手工锉、刮、铲等来光洁平整。例如轮齿的齿形等。一般施放手工加工余量为0.5毫米左右。在加工铸齿齿轮金属模的齿形时，必须预先制出齿形样板，并在轮坯两端面都划出各个牙齿的等分线（每个牙齿的中心线应在同一轴面上），然后用样板仔细地修整每个牙齿，否则会影响铸件质量。

二、木材选择

齿轮木模材料的选择是保证木模质量的关键之一。如果齿轮木模材料选择不妥，尽管以后各道工序都符合要求，结果由于木模变形，还是前功尽弃。尤其是大量生产的齿轮木模这一点更为突出，因此一定不能忽视这个问题。

我国木材的种类很多，各地使用木材的品种也不完全一致，因此我们认为不宜硬性规定要用何种木料来制造齿轮木模，但是用来制造齿轮木模的木材一般应具有如下几个条件：