

螺 纹 磨 削

赵训贵 等 编著



机械工业出版社

本书系汉江机床厂磨削螺纹的经验总结。书中介绍了螺纹磨削与螺纹知识、螺纹磨削砂轮的选择、螺纹磨削前的准备工作。着重介绍在各种型式螺纹磨床磨削螺纹前的机床调整及其加工操作方法，螺纹的精度测量与误差分析，提高螺纹磨削质量、效率的方法和途径等。本书内容丰富，多偏重于讲解操作实践经验，是螺纹磨工必备的参考书。

螺 纹 磨 削

赵训贵等 编著

责任编辑：杨溥泉 封面设计：赵训贵、符佐亭
责任印制：张俊民

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

中国农业机械出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经销

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ ·印张 $7\frac{5}{8}$ ·字数 167 千字

1989年1月北京第一版·1989年1月北京第一次印刷

印数 0,001—3,230·定价 3.40 元

ISBN 7-111-00693-3/TG·169

前 言

汉江机床厂是以螺纹磨床为主导产品的精密机床制造厂。螺纹磨削是该厂关键和拿手工种。为培养青工,由该厂从事螺纹磨削二十余年的樊汉民、冯永康、张祖伟、杨鹤昌、顾龙生等老螺纹磨工把他们各自积累了多年的操作螺纹磨床的工作笔记,利用业余时间整理了一份资料。在机械工业部、省厅、本厂党委、厂部有关部门和领导的督促、关怀、指导下,我厂组织了由工人、技术人员参加的《螺纹磨削》编写小组。参加编写工作的有赵训贵、冯永康、樊汉民、梁嘉珮、孙永锡,等同志经汇编打印成册,并征求了兄弟厂的意见。认为可作为培训螺纹磨工的教材,并提出了许多宝贵的修改意见,要求能尽早出版,以满足培训的急需。最后由工程师赵训贵利用业余时间作了系统的修改并定稿。本书出版后,赵训贵、梁嘉珮又做了大量工作。

这本书以该厂产品 Y 7520 W 型万能螺纹磨床为典型切削加工机床。主要叙述了各种型式螺纹磨削前机床机构的调整及其加工操作方法;螺纹的精度测量与误差分析;提高螺纹磨削质量、效率的方法和途径等。本书文字通俗、配有图表等资料。偏重于操作实践经验和应用,为螺纹磨工所必备。

本书配合了当前在职职工技术岗位培训,可作为初级、中级、高级螺纹磨工的专业工艺培训教材,也可供从事螺纹加工方面科研、设计、工艺人员及教学人员作参考。

由于我们理论水平和技术水平不高，实践经验有限，编写工作又是初次尝试，难免有不少缺点和错误，希望广大读者批评指正。

《螺纹磨削》编写小组
一九八五年元月

目 录

前言

第一章 螺纹磨削与螺纹知识	1
第一节 螺纹磨削基本概念	1
第二节 螺纹基本知识	2
第三节 螺纹磨床	9
第二章 螺纹磨削砂轮的选用	12
第一节 砂轮的特性	13
第二节 砂轮的选用	14
第三节 砂轮的安裝和靜平衡	25
第四节 砂轮钝化和修整	28
第五节 螺纹磨削砂轮的保管	31
第三章 螺纹磨削前的准备工作	32
第一节 螺纹磨床各机构的调整	32
第二节 螺纹磨床的安全操作和潤滑保养	51
第三节 工件的装夾和校正	56
第四节 磨削用量的选用	67
第五节 冷却液的选择和使用	71
第四章 几种螺纹的磨削	77
第一节 三角形螺纹的磨削	77
第二节 圆锥螺纹的磨削	80
第三节 铲磨与丝锥的磨削	87
第四节 环形螺纹的磨削	98
第五节 內螺纹的磨削	101
第六节 双导程螺纹的磨削	106
第七节 滚珠丝杠的磨削	110

第八节	精密丝杠的磨削	115
第九节	精密蜗杆的磨削	135
第五章	提高磨削效率的几种方法	156
第一节	往复行程磨削	156
第二节	高速螺纹磨削	159
第三节	深切式磨削	160
第四节	阶梯式磨削	165
第五节	多线磨削	170
第六章	螺纹测量	181
第一节	螺纹的中径测量	181
第二节	万能工具显微镜的螺纹测量	189
第三节	精密丝杠测量	195
第七章	螺纹的废品分析	208
第一节	螺纹牙面烧伤和裂缝	208
第二节	螺纹牙面的波纹	212
第三节	螺纹牙型上的误差及消除办法	216
第四节	螺纹中径的误差及其消除方法	221
第五节	螺距误差	228

第一章 螺纹磨削与螺纹知识

第一节 螺纹磨削基本概念

机器中许多零件都带有螺纹。螺纹既可用于紧固联接，又可用于传递运动，使用十分广泛。切削加工螺纹的方式起初只有车削和铣削两种，以加工非淬硬的软材料为主。随着航空工业、机械工业、仪器仪表等现代工业的发展，高精度、高效率和高自动化的机器不断出现，对机器中的螺纹零件提出了更高的要求：不仅要达到很高的尺寸精度、螺距精度、和较细的牙面粗糙度，并且还要延长螺纹的使用寿命。从而，出现了淬硬螺纹以及切削淬硬螺纹的机床——螺纹磨床。

螺纹磨削和车削螺纹很相似(图1-1)。车削螺纹的刀具是车刀，而螺纹磨削是采用一个成形砂轮来代替车刀。成形砂轮的截面形状相当于被磨螺纹截面齿间形状，经过螺纹磨床来实现各种螺纹磨削运动，磨出合格的高精度的螺纹零件。因此，进行螺纹磨削必须具备以下三个基本条件：

- 1) 根据螺纹零件的不同材质和螺纹的要求，配备各种不同规格的砂轮。
- 2) 具有适合螺纹零件要求的相应精度等级和性能的螺纹磨床。
- 3) 具有适合螺纹零件要求的工作场地，对于长丝杠和精密螺纹的磨削，应有严格防震、防尘、以及恒温条件。

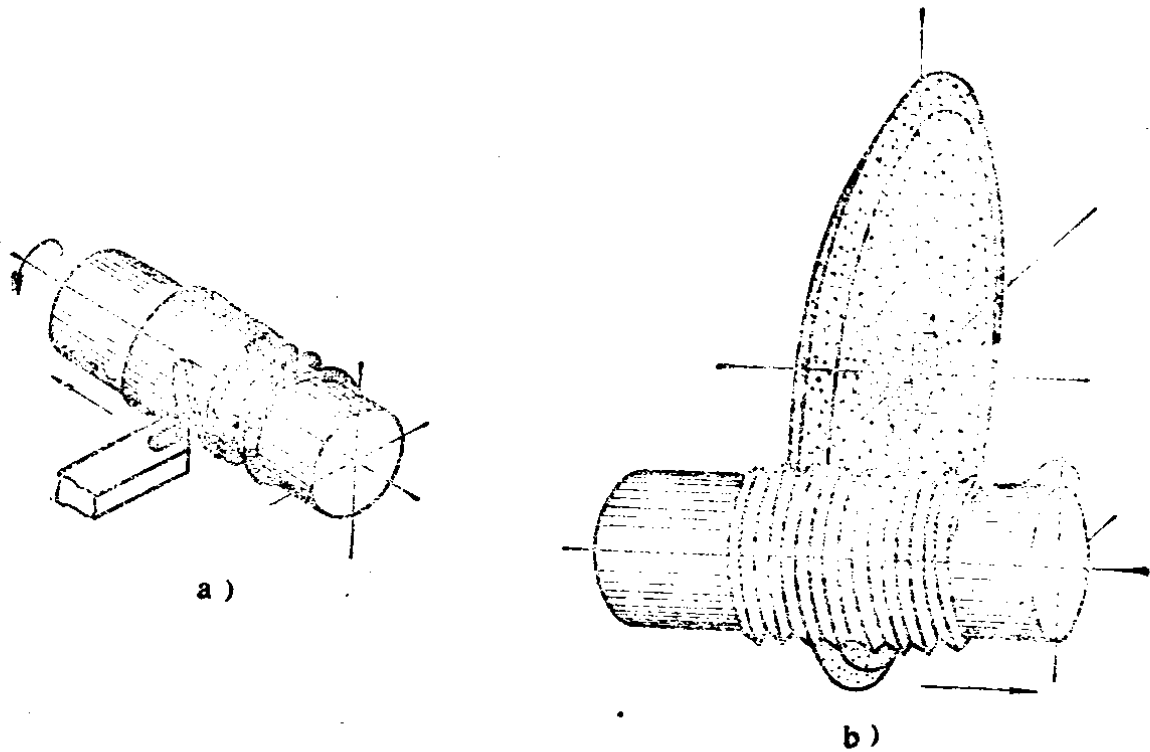


图1-1 螺纹车削和磨削

a) 车削 b) 磨削

正由于螺纹磨床能够加工一般机床所不能加工硬度很高的金属材料和非金属材料的螺纹，经过磨削的螺纹零件可以获得精确的螺距尺寸和很细的表面粗糙度，同时可提高螺纹的抗拉疲劳强度和延长螺纹零件的使用寿命。因此，螺纹磨削已成为高精度螺纹零件的主要金属切削加工方法之一。但必须指出：螺纹磨削时，由于采用油料作为冷却液，砂轮的高速旋转切削工件产生了大量的油雾，造成工作区域空气混浊，影响工人身体健康，必须采取有效措施，加以解决。

第二节 螺纹基本知识

一、螺纹的形成和种类

螺旋线是一切螺纹的基线。现将一底边长 ab 等于 πd 的直

角三角形 abc 绕在一直径为 d 的圆柱体上,斜边 ac 在圆柱体上便形成螺旋线 amc' (见图1-2)。

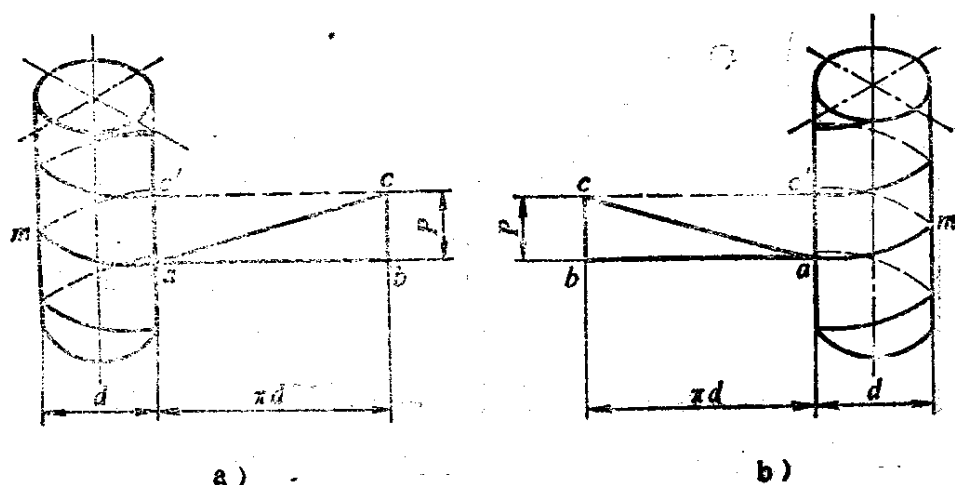


图1-2 螺旋线的形成
a) 左螺旋线 b) 右螺旋线

螺旋线自左向右升起,顺时针旋转时能旋入的螺旋线叫做右螺旋线。螺旋线自右向左升起,逆时针旋转时能旋入的螺旋线叫做左螺旋线。

假使取一个平面图形——例如三角形、矩形、梯形、锯齿形、圆弧形等等,沿着螺旋线移动,保持图形的平面通过圆柱体的轴线,便得到相应的三角形螺纹、矩形螺纹、梯形螺纹、锯齿形螺纹和圆弧形螺纹等(见图1-3)。

在圆柱外表面上所形成的螺纹叫外螺纹,在圆柱内表面上所形成的螺纹叫内螺纹。

不论外螺纹或内螺纹,沿一条螺旋线所形成的螺纹叫做单线螺纹。具有两条或两条以上,在轴向螺旋等距分布的螺旋线所形成的螺纹叫做多线螺纹(见图1-4)。

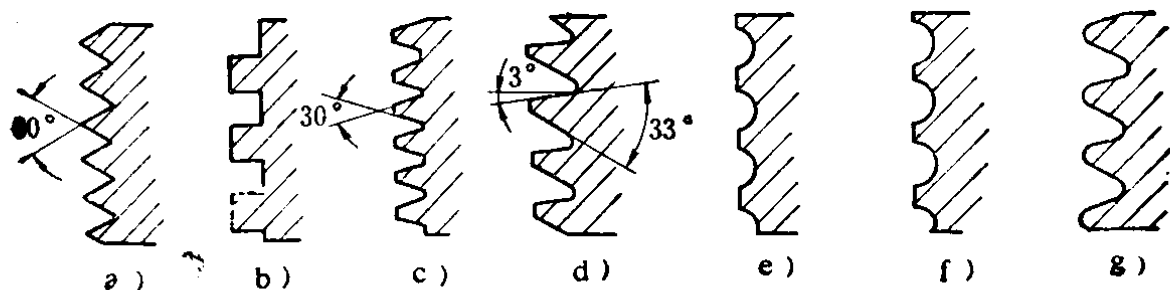


图1-3 螺纹的种类

- a) 三角形螺纹 b) 矩形螺纹 c) 梯形螺纹 d) 锯齿形螺纹
e) 单圆弧螺纹 f) 双圆弧螺纹 g) 车辆圆弧螺纹

二、螺纹的各个主要部分的名称和符号(见图1-5)

1. 牙型角(α) 在螺纹牙型上, 相邻两牙侧间的夹角。

2. 大径(d 、 D) 螺纹的最大直径(也就是顶径)。与外螺纹牙顶或内螺纹牙底相重合的假想圆柱面的直径。

3. 小径(d_1 、 D_1) 螺纹的最小直径(也就是底径)。与外螺纹牙底或内螺纹牙顶相重合的假想圆柱面的直径。

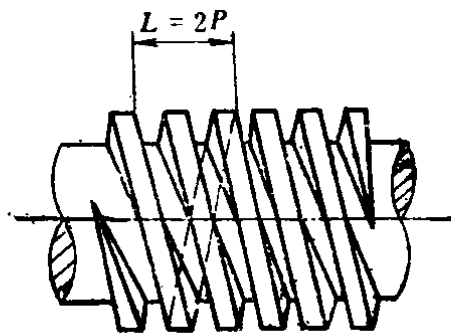


图1-4 多线螺纹

4. 中径(d_2 、 D_2) 是一个假想圆柱的直径, 该圆柱的母线通过牙型上沟槽和凸起宽度相等的地方。

5. 螺距(P) 相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离。

6. 导程(L) 同一条螺旋线上的相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离。单线螺纹导程 L 等于螺距 P , 即 $L = P$; 多线螺纹导程 L 等于螺纹头数 n 和螺距 P 的乘积, 即 $L = n \cdot P$ 。

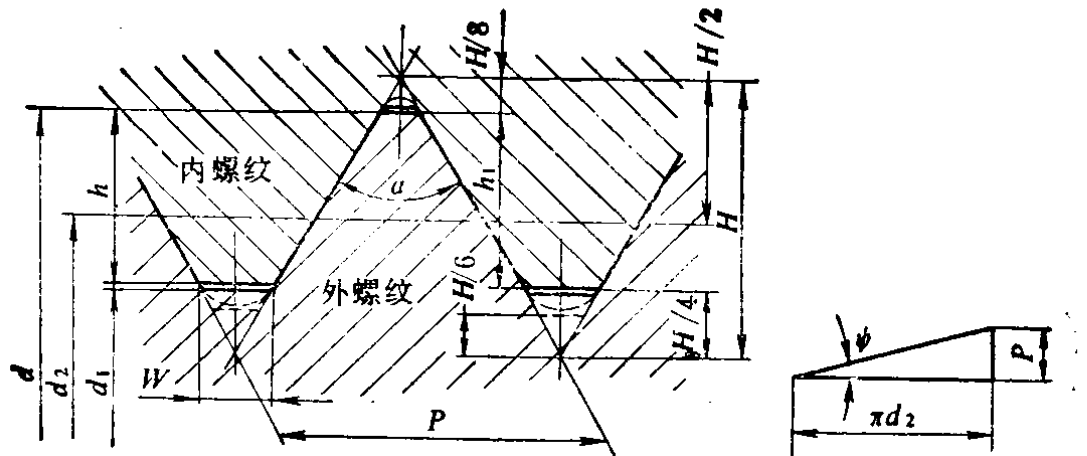


图1-5 螺纹各部分名称

7. 原始三角形高度(H) 原始三角形顶点到底边的距离。

8. 螺纹接触高度(h_1) 两个相互配合螺纹的牙型上, 牙侧重合部分在垂直于螺纹轴线方向上的距离。

9. 牙型高度(h) 螺纹的实际高度, 等于螺纹的外径同内径的差数之半, 即 $h = \frac{d - d_1}{2}$ 。

10. 圆角半径(r) 螺纹牙底的圆环半径。

11. 螺纹升角(ψ) 在中径圆柱上螺旋线的切线与垂直于螺纹轴线的平面间的夹角。

12. 槽底宽度(W) 螺纹齿形槽底的长度。

三、螺纹的精度标准

1. 普通螺纹的公差与配合

根据GB197—81普通螺纹公差与配合规定, 内螺纹小径 D_1 和内螺纹中径 D_2 的公差等级有4、5、6、7、8五个等级, 外螺纹大径 d 的公差等级有4、6、8三个等级, 外螺纹中径 d_2 的公差等级有3、4、5、6、7、8、9七个等级。对螺纹公差的位置由基本偏差确定, 对内螺纹规定G

和H两种位置，对外螺纹规定了e、f、g和h四种位置。H、h的基本偏差为零，G的基本偏差为正值，e、f、g的基本偏差为负值。

2. 丝杠的精度标准

根据JB2886—81规定的机床梯形螺纹丝杠、螺母，精度使用要求，精度分为4、5、6、7、8、9等六个等级。旧标准是分为0、1、2、3、4等五个等级。目前，在技术文件中，丝杠的新标准逐步取代旧标准。丝杠的新旧标准近似对照，如表1-1所示。

表1-1 丝杠精度新旧标准对照表

新标准等级				4	5	6	7	8	9
旧标准等级					0	1	2	3	4

四、几种主要螺纹的代号

1. 三角形螺纹(俗称尖牙螺纹)

三角形螺纹可分为米制螺纹和英寸制螺纹两种。现在一般都采用米制螺纹(普通螺纹GB192—81)，其牙型为一等边三角形，牙型角 $\alpha=60^\circ$ 。英寸制螺纹在我国很少应用，一般只在液压元件的管螺纹，及在制造由外国引进机器的配件上才用，其牙型角 $\alpha=55^\circ$ 。

三角形螺纹由于联接强度高，自锁性好，一般用于紧固联接。常见的三角形螺纹零件有：螺钉、螺母、螺栓、丝锥、滚丝模、丝杠等。

普通螺纹符号用“M”表示。例如代号M20-2左-7g6g-S，表示公称直径为20mm，螺距为2mm，方向为左旋的细牙普通外螺纹。7g为中径公差带代号，6g为大径公差带代

号，S为两个配合的螺纹互相旋合的螺纹互相旋合部分的长度代号，需要时可注明数值。

2. 矩形螺纹(俗称方牙螺纹)

它的牙型是矩形，牙型角 $\alpha=0^\circ$ 。这种螺纹目前尚未标准化，它的直径参照梯形螺纹选取。

矩形螺纹具有较高的传动效率，一般用于力的传递。由于矩形螺纹在螺纹磨床上磨削比较困难，现在只能磨削长度较短的，牙型精度不高的矩形螺纹塞规。如果配备专门机床附件，则矩形螺纹牙型精度才能提高。

3. 梯形螺纹

梯形螺纹牙型为等腰梯形。梯形螺纹有米制和英寸制两种。米制的牙型角 $\alpha=30^\circ$ ；英寸制的牙型角 $\alpha=29^\circ$ ，应用比较少。

梯形螺纹比矩形螺纹的强度高，其牙型精度比矩形螺纹更能保证，可用于丝杠等。因而，应用较广，是传动的主要元件。

梯形螺纹符号用“T”表示，详见GB784—65，但特种梯形螺纹必须指明。例如，汉江机床厂生产的Y7520W万能螺纹磨床的母丝杠代号“特T44×1/6”-5左”表示：特种梯形螺纹，直径44mm，螺距是英寸制1/6”，精度为5级，左旋螺纹。

4. 锯齿形螺纹

这种螺纹的齿形是锯齿形的，它是用于承受单向压力的螺纹。牙型角为 33° ，一边斜角 3° ，另一边倾斜 30° 。

锯齿形螺纹符号用“S”表示(JB923—66)。例代号“S70×10”表示：锯齿形螺纹，直径70mm，螺距10mm。

5. 圆弧形螺纹

圆弧形螺纹被广泛应用于滚珠丝杠。它的齿形有单圆弧形和双圆弧形两种。此外还有铁路车辆圆弧螺纹。

滚珠丝杠副已成为一种非常重要的机械组件。由于从结构上解决了滚珠的循环问题(见图1-6)，它象滚动轴承一样摩擦力矩小、传动效率高，而且可以使直线运动和旋转运动可逆，同时可以预加负荷，提高传动刚性，传动灵敏、无爬行。其次它的磨损小、精度保持性好、使用寿命长。因此，随着数控机床，汽车制造，飞机制造等工业的发展，它的应用越来越广泛。现阶段试用的滚珠螺纹符号是“GQ”。例如，代号GQ50×8—6左表示：滚珠(球)螺纹、滚珠圆中心直径50mm、螺距8mm、精度是D级、左旋螺纹。此仅检查序1、2，详见JB3162*2.2—82。

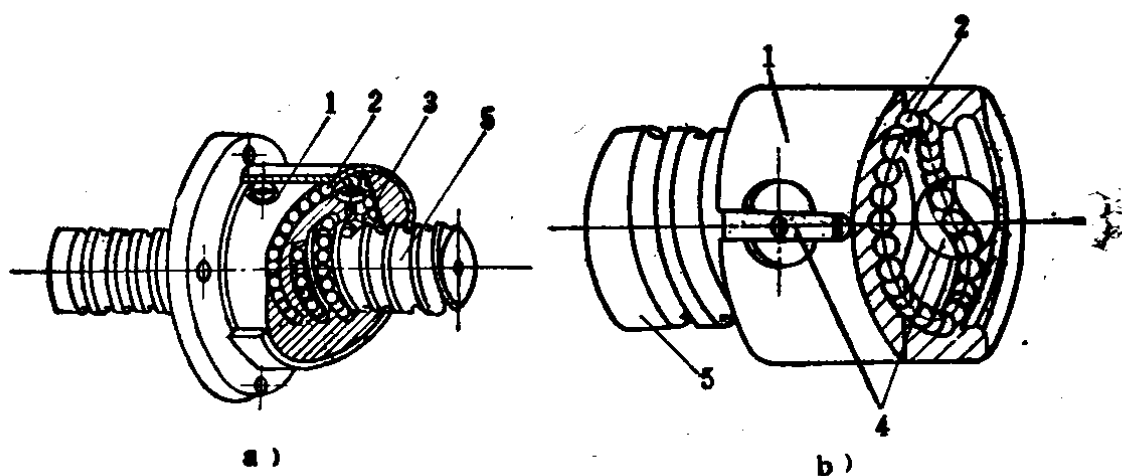


图1-6 滚珠丝杠

a) 外循环 b) 内循环

1—螺母 2—钢球 3—挡珠器 4—返向器 5—螺杆

各种主要螺纹的符号和代号示例见表1-2。

除此之外，还有许多其它特殊用途的螺纹，例如，灯泡螺纹、瓷器螺纹、钟表螺纹、瓶盖螺纹、大炮螺纹等等。

表1-2 螺纹的牙型符号和代号

螺纹种类		牙型符号	公称直径	螺距	导程	线数	精度等级	旋向	代号示例	注 解
普通螺纹	粗牙	M	24	3			2	右	M24—5g6g	粗牙螺纹螺距不注 中径和大径公差节代号(相同)
	细牙		24	2			3	右	M24×2—6H	
梯形螺纹		T	20	4			2	左	T20×4—2左	
			36		12	2	3	右	T36×12/2—3	右旋螺纹不注“右”字
灯头和灯座用圆螺纹		E	27						E27	
普 通	内螺纹	JM	4	0.7					JM4	
间隙螺纹	外螺纹	jM	6	0.5					jM6×0.5	
锯齿形螺纹		S	32	6			2	右	S32×6—2	
			40		10	2	3	左	S40×10/2—3左	
管 螺 纹		G	1"						G1"	指55°英寸制管螺纹
锥 螺 纹		Z	3/4"						Z3/4"	指60°英寸制锥螺纹
锥管螺纹		ZG	1/2"						ZG1/2"	指55°英寸制锥管螺纹
过渡配合螺纹		GM	16	2				右	GM16	采用第一种配合公差
滚珠螺纹		GQ	50	8			D2	左	GQ50×8—D2	

第三节 螺 纹 磨 床

螺纹磨床是金属切削机床的一种，用于对精密螺纹零件进行磨削加工。我国的螺纹磨床制造采用很多先进技术、先进工艺、使我国螺纹磨床的性能、精度和自动化程度不断提高，螺纹磨床的品种和规格日益增多。

螺纹磨床按磨削零件对象不同有各种不同的型式。螺纹磨床的类型按加工性质，可分为：外螺纹磨床、内螺纹磨床、万能螺纹磨床、无心螺纹磨。其中无心螺纹磨床应用较

少。

在现代机器制造中，一般都是按其用途来分类，螺纹磨床可分为：丝锥磨床，万能螺纹磨床，丝杠磨床，内螺纹磨床，以及其它专门化螺纹磨床。现简述如下：

一、丝锥磨床

磨削丝锥的专门化螺纹磨床。为了提高磨削效率，一般都采用半自动或全自动循环。

丝锥磨床有采用单线砂轮和多线砂轮两种螺纹磨床。常见的半自动丝锥磨床有：

S725D采用多线砂轮磨削。

SB721采用单线砂轮磨削。

二、丝杠磨床

磨削精密长丝杠及滚珠丝杠的螺纹磨床，磨削螺纹长度较长，精度较高。常见磨床型号有：

jcs001千分尺丝杠磨床，可磨螺纹精度在40mm内为0.002mm。

S7420，S7432等丝杠磨床，磨出螺纹可达6级精度。S7450大型精密螺纹磨床，可磨螺纹长度5m，磨出螺纹可达6级精度。

三、万能螺纹磨床

用于磨削外螺纹及内螺纹。其加工主要对象有：圆柱形、圆锥形螺纹的塞规及环规；精密丝杠及蜗杆；丝锥、小模数及螺纹铣刀的铲磨；滚压轮及螺纹梳刀等螺纹零件。

万能螺纹磨床由于万能性广，是使用最普遍的螺纹磨床。应用于大批大量生产或单件的工具制造。常见磨床型号：

Y7520W，S7520万能螺纹磨床，可磨内、外螺纹，万

能性较广。

四、内螺纹磨床

用于磨削内螺纹工件以及工具。也可用于滚珠螺母的螺纹磨削。磨床型号有如S7632、S7620内螺纹磨床，以及半自动循环的SB7620内螺纹磨床等。

五、其它专门化螺纹磨床

SG788高精度滚刀铲磨床，可磨精密蜗杆滚刀。磨削滚刀精度可达AAA级。

其它的专用螺纹磨床还有：蜗杆磨床，滚压轮磨床，螺杆磨床等。