

螺紋的滾壓加工

LUOWEN DE GUENYA JIAGONG

62

机械工业出版社

螺 纹 的 滚 压 加 工

崔 长 华 编



机 械 工 业 出 版 社

本书是关于螺纹滚压加工的经验总结。内容包括滚丝机的调整、滚压螺纹毛坯直径的计算、典型螺纹零件的加工要点、空心薄壁螺纹零件的滚压加工、螺纹要素误差产生原因的分析、滚丝轮的设计、用窄滚丝轮滚压长螺纹的方法以及自动滚压等长双头螺柱螺纹装置等。书中对螺纹的测量方法作了一些简单介绍。本书可供滚丝机操作工人以及与螺纹滚压加工有关的技术人员、检验人员参考。

螺 纹 的 滚 压 加 工

崔长华 编

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄大街一号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第017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 787×1092¹/₃₂·印张 3³/₄·字数 81 千字

1978年11月北京第一版·1978年11月北京第一次印刷

印数 00,001—39,000·定价 0.28 元

*

统一书号：15033·4555

目 录

一、概述	1
二、Z 28-80 型滚丝机的调整	4
(一) 调整前的准备	4
(二) 滚丝轮、支片和轴向定位杆的安装	11
(三) 两滚丝轮轴线间距离的调整	14
(四) 滚压用量的选配	19
三、螺纹测量简介	28
(一) 螺纹的作用中径 d_2	28
(二) 螺纹的综合测量方法	29
(三) 螺纹的单项测量方法	33
(四) 关于螺纹的综合测量方法与其单项 测量方法的讨论	37
四、滚压螺纹前的毛坯	39
(一) 滚压前毛坯的直径及其公差	39
(二) 滚压前毛坯的几何形状精度	52
(三) 滚压前毛坯的端部结构	53
(四) 滚压前毛坯的硬度	55
(五) 滚压前毛坯外圆的表面光洁度	55
五、典型螺纹零件加工要点	56
(一) 等长双头螺柱 (精制)	56
(二) 螺钉及螺塞	57
(三) 铝、铜螺纹零件	60
(四) 高硬度螺纹零件及不锈钢螺纹零件	60

IV

六、空心薄壁螺纹零件的滚压加工	64
(一) 空心薄壁螺纹零件可以进行滚压的强度条件	64
(二) 滚压空心薄壁螺纹零件时滚压用量的选配	72
(三) 滚压空心薄壁螺纹零件所采用的工艺措施	73
七、螺纹质量	74
(一) 螺纹实际中径误差	74
(二) 螺纹中径不柱度误差	77
(三) 螺纹中径椭圆度	80
(四) 螺纹牙型半角误差及螺距误差	80
(五) 螺纹牙型表面光洁度	80
(六) 不合格螺纹零件的返修	81
八、滚丝轮	83
(一) 滚丝轮的型式和基本尺寸	83
(二) 滚丝轮螺纹牙型尺寸	88
(三) 滚丝轮的材料和硬度	92
(四) 对滚丝轮的技术要求	92
(五) 滚丝轮设计举例	92
(六) 废旧滚丝轮的翻新	94
九、用窄滚丝轮滚压长螺纹的方法	97
(一) 轴向进给滚压方法的实质	97
(二) 在采用有轴向进给的滚压方法时 滚丝轮的选择与设计	99
(三) 在采用有轴向进给滚压方法时机床的调整	107
十、等长双头螺柱(精制)螺纹自动滚压装置	113
(一) 工作过程	113
(二) 装置的组成及工作原理	113
(三) 装置的特点	116

一、概 述

滚压螺纹是一种无切屑螺纹加工工艺，螺纹是靠零件毛坯表层金属的塑性变形而成的。这种方法，已在螺纹零件的成批生产与大量生产中获得广泛应用。滚压法加工螺纹较切削法加工螺纹的优点，首先是它的生产率高。如在 Z 28-80 型滚丝机上滚压 M6 或 M8 的螺纹零件，其单件工时，一般仅为 2~3 秒。其次，可以节省材料。第三，所得螺纹的机械性能高。这是因为组成螺纹的金属纤维不仅未被切断，反而会得到进一步强化的结果。图 1 是切制螺纹与滚压螺纹纤维组织的示意图。

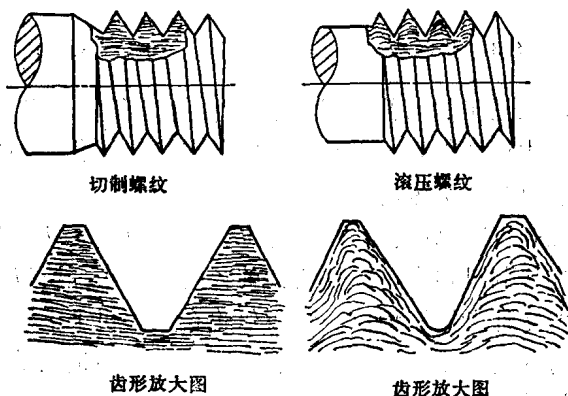


图 1 切制螺纹与滚压螺纹内部纤维组织的比较

滚压螺纹可在专用机床上进行，也可在配有滚丝工具的普通车床、六角车床及自动车床上进行。图 2 是在车床上滚

压螺纹的滚丝工具。

滚压螺纹的工具已有多种，其中用得最广的是搓丝板（图3）和滚丝轮（图4）。从本质上讲，搓丝板是滚丝轮的特殊形式。

因为若把滚丝轮的直径无限增大，并取其一部分作为螺纹滚压工具的话，就成为搓丝板。用搓丝板搓丝时，被加工螺纹是在活动搓丝板的一次走刀中形成的。这种

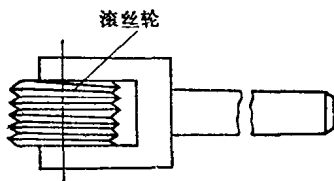


图2 在车床上滚压螺纹的滚丝轮

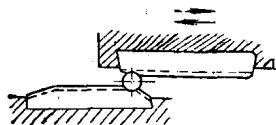


图3 搓丝板

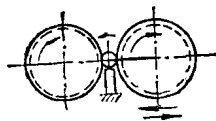


图4 滚丝轮

方法已广泛用于加工普通碳钢紧固件上直径从3到20毫米的螺纹，生产率很高，而且易于实现全部自动化。用搓丝板搓丝的缺点是：机床的调整复杂，只能搓制2、3级精度的螺纹；在强度较高的优质钢零件上搓制螺纹时，搓丝板的寿命低；在搓制过程中，零件所受的径向压力大，所以不能在空心薄壁零件上搓制螺纹。用滚丝轮在滚丝机上滚压螺纹时，成对的两个滚丝轮，分别装在滚丝机的两根主轴上作同向等速旋转。同时，其中有一个滚丝轮在水平方向作周期性的停歇、进给、滚压、退回这样一个循环运动（图5）。在滚丝机上滚压螺纹时，由于滚压压力可以在一定范围内调整，因此可在具有适当壁厚的空心零件上滚压螺纹，所得螺纹的

精度可达一级，螺纹型面光洁度可达 $\nabla 6\sim 8$ 。

滚压螺纹的工具专用性较强。被滚压零件材料的硬度，一般不应高于 HRC37，最好在 HRC25 以下。因为随着材料硬度的提高，滚丝工具的耐用度就迅速降低。

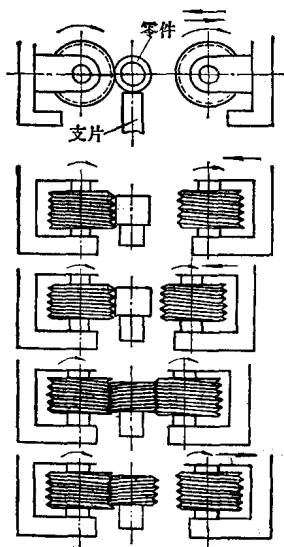


图 5 滚丝机的工作过程

二、Z28-80型滚丝机的调整

Z28-80型滚丝机，是一种可以滚压多种规格外螺纹且生产率很高的加工机床，可滚压的螺纹直径为3~75毫米。

由于机床加工对象的改变而进行的工具拆装以及加工用量的选配过程，称为机床的调整。螺纹零件的品种总是多种多样的。为了适应产品生产的周期性，螺纹零件的加工也要周期性地分批进行。这样，由于加工对象的经常改变，滚丝机就要作相应调整。机床调整的质量如何，将直接影响机床的生产率、工具的寿命以及被加工零件的精度。

(一) 调整前的准备

1. 了解被加工零件的情况

为了提高机床调整的质量，必须对被加工零件进行全面分析，从中找出所要解决的主要矛盾。

在一般情况下，应当了解以下项目：

- (1) 被加工螺纹的规格、螺纹的长度及旋向。
- (2) 被加工零件的几何形状。如螺钉、螺栓、螺塞、管接头或其他类型的零件。
- (3) 被加工螺纹的精度等级。如有无特殊的精度要求，在螺纹的检查方法上有什么具体规定。
- (4) 有无特殊的技术要求。如螺纹中径轴心线对零件其他表面的相互位置公差要求，螺纹尾扣的大小等。
- (5) 零件的材料及其硬度。如是钢件还是有色金属

件，是普通碳钢还是合金钢或耐热不锈钢，经过何种热处理，硬度多高。

(6) 螺纹毛坯的质量情况。如毛坯的尺寸公差、毛坯外圆的光洁度、毛坯的不柱度和椭圆度的大小、滚压范围内毛坯端面处的倒角尺寸等。

2. 选择工具

(1) 选择滚丝轮。滚丝轮是一种贵重的生产工具，选用时一定要坚持节约原则。能用旧滚丝轮干的活，就不用新的；能用窄滚丝轮干的活，就不用宽的，这是一般的要求。具体选时要从以下两个方面着手：

1) 按机床类型决定滚丝轮的外廓尺寸。机床类型不同，要求滚丝轮的外圆直径和孔径也不相同；例如：Z 28-80 型滚丝机，要求滚丝轮的安装孔径是 $\phi 54$ 毫米，而 Z 28-33 型滚丝机，就要求滚丝轮的安装孔径为 $\phi 45$ 毫米。

2) 根据被加工螺纹的规格、精度和螺纹长度，决定滚丝轮的螺纹规格、精度等级和滚丝轮宽度。在一般情况下，一种规格的滚丝轮，只能滚压相应规格的螺纹。例如：滚压 M8 螺纹，就要用与 M8 相应规格的滚丝轮滚压。滚丝轮螺纹的旋向与其滚压出的螺纹旋向相反。所以，滚压右螺纹要用左旋滚丝轮，滚压左螺纹要用右旋滚丝轮。在滚压加工中，被滚压螺纹的精度，直接受滚丝轮精度的影响，因而所选滚丝轮的精度，应能满足被加工螺纹的精度要求。此外，对于新旧滚丝轮的选择问题，一般可遵循如下原则：被加工螺纹的精度要求较高，就用新滚丝轮；反之，就用旧滚丝轮。旧滚丝轮的精度，可从其牙型有无损坏或变形、牙顶磨损是否严重、螺纹型面的光洁度如何等方面去判别。滚丝轮的宽度应大于被加工螺纹的长度。实际生产中，常常采用下述两种

宽度类型：一种是滚丝轮具有完整齿部分的宽度比所加工螺纹的长度长3~4个螺距；另一种是滚丝轮具有完整齿部分的宽度比所加工螺纹长度的两倍还长3~4个螺距。后一种宽度类型的滚丝轮可以两面用，相当于两副滚丝轮。

(2) 选择支片或支承顶针。支片(图6)和支承顶针(图7)在滚丝过程中有两种作用：一是使被加工螺纹的毛坯于开始滚压前，在高度方向上获得定位，二是在滚压过程中支承被滚压零件，承受滚丝轮作用于零件上的压力。支承顶针主要用于支承尺寸较大的零件，如汽缸体螺柱等。用支承顶针滚压螺纹时，往

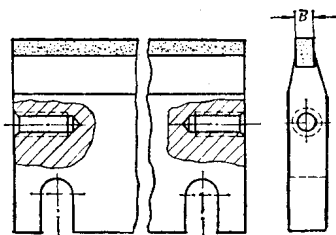


图6 用于滚压螺纹的支片

顶针上安装零件及从顶针上取下零件都比较费事，因此生产率低。顶针轴心线的高度，等于滚丝轮轴心线的高度。装在顶针上的被滚压零件，可作径向摆动及沿轴向移动。支片主

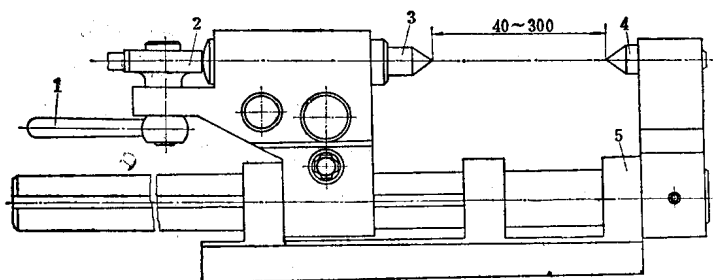


图7 用于滚压螺纹的支承顶针

1—扳动手柄 2—偏心轮 3—后顶针 4—前顶针 5—底座

要用于支承小规格螺纹零件，应用较广。有时为保证对被滚压螺纹的技术要求，还设计有专用的支承工具，如图8所示。图8a为被滚压的零件，要求M16×1.5-2的中径轴心线对 ϕA 轴心线的不同轴度不大于0.05毫米。为了满足被加工件的这一技术要求，设计了以 ϕA 圆柱面为支承面的专用支承工具——滚针支座（图8b）。

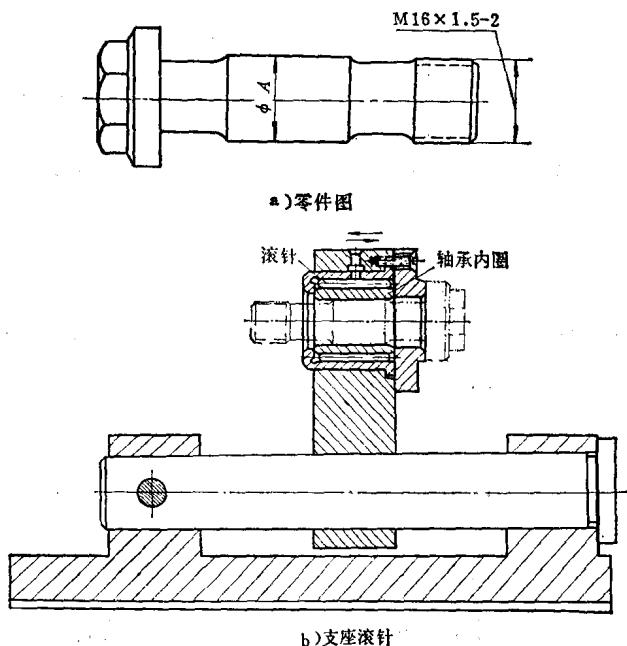


图8 滚针支座

选择支片，就是要确定所用支片的高度、宽度及其工作部位的材料。

1) 按被加工螺纹的规格和螺纹零件的材料，决定支片

的高度，按被加工螺纹的规格，决定支片的宽度。所谓决定支片的高度，实际上就是决定被滚压螺纹轴心线在滚压过程中的高度变化范围。因为，随着被滚压螺纹牙型的逐渐形成，螺纹的轴心线也在逐渐升高，其最后的高度，将取决于滚压完毕后螺纹外径的实际尺寸。支片的高度，主要取决于被滚压螺纹的规格。同时，根据不同材料的不同情况，可以略微偏高或偏低，因此可分两种情况：一种是螺纹轴心线稍低于滚丝轮的轴心线。这可以使滚压过程稳定。但支片容易磨损，螺纹牙顶容易拉毛。另一种是螺纹轴心线稍高于滚丝轮轴心线。这可以减轻支片磨损，有助于保护被滚压螺纹的牙顶不被挤伤。但被滚压零件在滚压过程中，可能会发生上跳而脱离滚压的现象。在一般情况下，对于普通碳素钢、优质碳素结构钢和有色金属螺纹零件，可使螺纹轴心线稍低于滚丝轮轴心线；对于高强度优质合金钢、不锈钢和耐热不锈钢螺纹零件，可使螺纹轴心线稍高于滚丝轮轴心线。由此，支片的高度 H 可按式计算（图9）：

$$H = h - \left(\frac{d}{2} \pm a \right) \quad (1)$$

式中 H ——支片高度（毫米）；

h ——支片座支承面到滚丝轮轴心线的距离（毫米）；

d ——被加工螺纹的公称直径（毫米）；

a ——零件的轴心线与滚丝轮的轴心线的高度差，取
 $a = 0 \sim 0.3$ 毫米。当被滚压零件的材料为普通碳素钢、优质碳素结构钢或有色金属时， a 前面的符号取正号；当被滚压零件的材料为高强度优质合金钢、不锈钢或耐热不锈钢时， a 前面的符号取负号。

在滚压过程中，被滚压螺纹轴心线比滚丝轮轴心线低得越多，螺纹外圆表面与支片顶面间的磨擦就越严重，甚至会把被滚压螺纹的牙型挤坏，支片顶面也会很快磨损。所以，一般说来，在保证能进行正常滚压的条件下，被滚压螺纹轴心线比滚丝轮轴心线低得越少越好。在滚压优质合金钢、不锈钢及耐热不锈钢螺纹零件时，如欲使螺纹轴心线稍低于滚丝轮轴心线，则两者轴心线高度的差数应取小值；滚压低碳钢螺纹零件时，两者轴心线高度的差数可以取大一些。

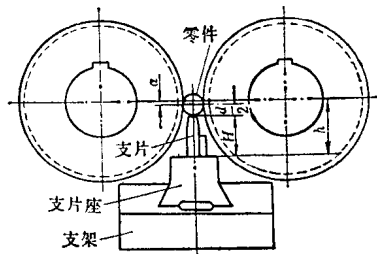


图9 支片高度计算简图

决定支片宽度时，应以保证在滚压过程中滚丝轮不会与支片相碰为出发点。由此，可按下式计算支片顶部的最大允许宽度 B (图6)：

$$B = d - 2.5 t \quad (2)$$

式中 B ——支片顶部最大允许宽度 (毫米)；

d ——被加工螺纹公称直径 (毫米)；

t ——被加工螺纹螺距 (毫米)。

对于M10以下的小规格螺纹零件，所用支片宽度，应取接近于允许的最大宽度；对于M10以上的较大规格螺纹零件，尽管允许支片顶部的宽度较大，但也没有必要超过20毫米。

2) 按被滚压零件的材料及硬度，决定支片顶部的材料。支片顶部的材料，决定其工作面的耐磨性。当被滚压的

零件是合金钢、不锈钢或耐热不锈钢时，就应选用最耐磨的硬质合金支片；如果零件的硬度高，也要选用最耐磨的硬质合金支片。当被滚压的零件为有色金属、低碳钢时，可用一般的硬质合金支片。

(3) 选择轴向定位杆。轴向定位杆（参看图10）的作用，是使被滚压零件在滚压开始前获得轴向定位，以使零件得到要求的螺纹长度。在螺纹的整个滚压过程中，轴向定位杆也象支片那样，始终处于两滚丝轮之间。因此，选择轴向定位杆的基本问题，就是确定此杆的直径数值，以免当两滚丝轮处于最近位置时挤住它。

1) 对于公称直径在8毫米以下的螺纹零件，由于这一类零件的螺纹内径比较小，所以允许的定位杆直径也不大。此时，定位杆直径 D ，应取比被滚压的螺纹内径稍小的数值。可按下式计算：

$$D = d - 2.5 t \quad (3)$$

式中 D ——定位杆直径（毫米）；

d ——被加工螺纹的公称直径（毫米）；

t ——被加工螺纹的螺距（毫米）。

2) 对于螺纹公称直径在10毫米以上，且被滚压螺纹的长度 l 与螺纹的公称直径 d 之比大于1的螺纹零件，轴向定位杆的直径 $D = 6 \sim 8$ 毫米。

3) 对于公称直径在10毫米以上，但被加工螺纹的长度 l 与螺纹的公称直径 d 之比小于1的螺纹零件，由于这一类零件在支片上的定位不稳定，也就是说，在滚压过程中，零件的轴心线与滚丝轮的轴心线不易保持平行。在这种情况下，被加工螺纹的牙型将发生畸变，螺纹中径轴心线与其外径轴心线呈交叉状态。反映在螺纹牙型上，则为某一部分的

牙顶过尖，而另一部分的牙顶太平。为了避免此种现象，常常利用零件的端面作为辅助定位面，从而使零件获得比较可靠的定位。为此，定位杆的直径应尽量选大一些。但是也不能超过按公式（3）算得的定位杆直径最大允许值。

（4）选择量具。选择量具时，首先应考虑量具的精度要与被检验螺纹的精度相适应，测量时所需的时间与被加工螺纹的批量相适应。在大批量生产的条件下，一般应选用螺纹量规。在单件或小批生产条件下，如果螺纹精度要求高，就用三线测量法和用显微镜测量；如果螺纹的精度要求不高，就用螺纹千分尺测量。

（二）滚丝轮、支片和轴向定位杆的安装

1. 滚丝轮的安装

安装前，应将滚丝机的工作区域（尤其是两根主轴）擦净。把滚丝轮放在热水或煤油中刷去其内孔及外表面上的防锈油、灰尘等污物，然后可根据滚压时的具体情况，借助于调整环，将滚丝轮安装到前支架轴承与固定轴承之间主轴的适当位置上。从便于操作方面来看，应尽量将滚丝轮装在靠近前支架轴承的地方。但这样一来，前支架轴承所受的压力就比主轴后面固定轴承所受的压力大。前后两轴承的这种受力状态，实际上是不合理的。因为主轴后面固定轴承的承载能力，大于前支架轴承的承载能力。根据生产过程中对滚丝机主轴变形的测量情况看，主轴在前支架轴承一端变形较大，实际上已经破坏了两主轴以及装在其上的两滚丝轮轴线的平行性。所以安装滚丝轮时，既要照顾到操作方便，也要照顾到使主轴前后两轴承的受力状态比较合理。当滚压压力较小时（如被滚压的螺纹规格小，螺纹的长度又短），滚丝轮

可向前支架轴承靠近一些，以方便操作。当滚压压力较大时（如零件的材料硬、螺距大、螺纹又长时），则应在不妨碍操作的条件下，尽可能将滚丝轮装在两轴承之间或稍偏向后轴承一边。在一般情况下，两个滚丝轮的前端面（向着操作者的一面）只要约略相平即可，不必严格地保持在同一平面内。而在滚压螺钉及螺塞类零件时，如欲利用滚丝轮端面使零件获得轴向定位，则应使两滚丝轮的前端面错开0.2~0.3毫米的距离。装于固定主轴上的滚丝轮在前（离操作者近），装于作往复运动主轴上的滚丝轮在后。然后轻轻地旋上固紧滚丝轮的螺母，装上前支架并将其固紧。最后旋紧固定滚丝轮的螺母。

2. 支片及轴向定位杆的安装

支片用两个螺钉固定在支片座上，而轴向定位杆则借助于弹簧片用螺钉固定在支片的后端面上（图10）。然后将支

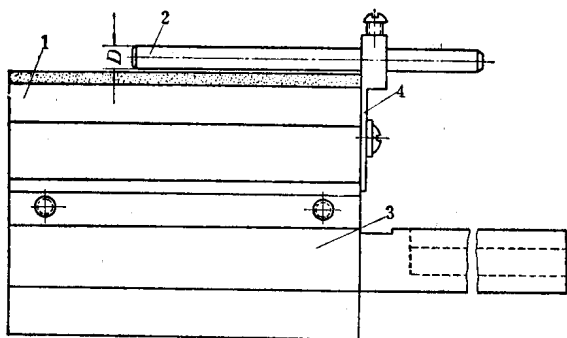


图10 支片和定位杆的安装

1—支片 2—定位杆 3—支片座 4—弹簧片

片、轴向定位杆和支片座作为一个整体，安装在两滚丝轮之间。