

螺纹加工新工艺

计志孝 张荣珍
陈景涛 刘文田 编著

兵器工业出版社

螺纹加工新工艺

计志孝 张荣珍 编著
陈景涛 刘文田

兵器工业出版社 出版发行
(北京市海淀区车道沟10号)
各地新华书店经销
北京市农林科学院印刷厂印装

开本：787×1092 1/32 印张：10.625 字数：233千字

1990年5月第1版 1990年5月第1次印装

印数：1-5000 定价：4.60元

ISBN 7-80038-121-8/TG·10



内容简介

本书是在原兵器工业部新技术推广所组织领导下编写的。其中部分内容是国防科工委和原兵器工业部的获奖项目和技术转让项目。

全书共七章。论述了细长杆和多台阶零件的螺纹冷滚压加工，空心薄壁零件螺纹的冷滚压加工，车床滚压螺纹工艺方法，先进的液压螺纹工具与工艺，先进的切削加工螺纹工艺，内螺纹的挤压加工工艺，以及特种结构的螺纹零件的设计与制造等。

本书有理论分析，又有实践经验总结，是工程技术人员指导螺纹生产的一本书籍，也可作为机械专业的研究人员和大专院校师生参考。

前 言

在军工、车辆、机床、船舶、仪表等各类机械产品中，螺纹零件的应用极为广泛，据统计需要加工螺纹的零件达到60~70%以上。但螺纹零件的加工，尤其是形状复杂的高精度螺纹零件的加工，普遍存在劳动强度大、生产效率低、成本高和产品精度低等问题。本书就是为了推广螺纹加工的新工艺技术，为改变我国机械行业中螺纹加工的面貌而编写的。

在原兵器工业部新技术推广所组织领导下，1981年对国内30多个单位螺纹加工工艺进行了调研，在原兵器工业部螺纹加工经验交流会的基础上，组织了三厂一校编写了《无屑丝锥》一书。为了更好地推广这项新的工艺技术，在新技术推广所组织领导下，先后在济南、哈尔滨和北京举办了三期学习班，并在许多单位推广应用，受到了广大工程技术人员的欢迎与好评，收到了显著的经济效益。本书所述及的切线滚丝辅具、无屑丝锥等工艺技术先后获得了国防科工委重大科技成果奖、原兵器工业部科技进步一等奖。为了更进一步解决生产中螺纹加工的实际问题，满足广大工程技术人员生产中的急需，近几年来又调研、收集了国内外螺纹加工新技术，并加以提炼、充实和理论上的分析，写成本书。

书中对特殊结构的细长杆、多台阶和薄壁零件上的螺纹冷滚压加工工艺技术、工艺装备的设计和制造，先进的铲齿滚丝轮的设计、制造和滚压螺纹工艺，内螺纹的拉削工艺技

术和拉刀的设计、制造，内螺纹的挤压技术，以及无屑丝锥的设计、制造等作了较详细的论述，并介绍了新型螺纹结构的设计和制造，可供从事机械制造的工程技术人员指导螺纹生产之用。

全书由计志孝和张荣珍两同志主编，陈景涛和刘文田两同志参加编写。在编写过程中还得到了许多单位和许多同志的帮助，在此向他们致谢。

由于水平有限，书内不免存在错误和不当之处，敬请读者批评指正。

目 录

第一章 细长杆零件和多台阶零件的螺纹冷滚压加工

- (1)
- §1-1 细长杆零件螺纹的滚压加工工艺 (3)
- §1-2 用窄滚丝轮滚压加工细长杆零件螺纹
..... (7)
- §1-3 用滚丝辅具滚压细长杆零件螺纹 (11)
- §1-4 三滚丝轮螺纹滚压头的结构及其设计
..... (14)
- §1-5 滚压头滚压细长杆螺纹的工艺技术 (33)
- §1-6 滚压大螺距螺纹的工艺技术 (36)

第二章 空心薄壁零件螺纹的冷滚压加工..... (53)

- §2-1 空心薄壁零件螺纹滚压加工方法分析
..... (54)
- §2-2 空心薄壁零件采用心轴支撑滚压加工螺纹
工艺..... (58)
- §2-3 冷滚压螺纹和车削螺纹大径重合加工工艺
..... (68)

第三章 车床滚压螺纹工艺方法..... (74)

- §3-1 切线滚压螺纹辅具高精度滚压加工螺纹
概述..... (74)
- §3-2 切线滚压螺纹辅具的基本原理和结构
..... (79)

§3-3	切线滚丝轮设计	(82)
§3-4	切线滚丝工艺	(99)
§3-5	切线滚压加工螺纹精度验算.....	(102)
§3-6	切线滚压加工螺纹受力分析.....	(106)
§3-7	提高自动车床加工零件的螺纹端面光洁 度和单轮冷挤压端面工具的应用	(112)
§3-8	自动车床滚压加工零件的螺纹调整范例	(118)
第四章	先进的滚压螺纹工具与工艺.....	(125)
§4-1	普通滚丝轮.....	(125)
§4-2	铲齿滚丝轮.....	(130)
§4-3	高效率冷压加工螺纹——轮弧滚 (搓) 丝法.....	(134)
第五章	先进的切削加工螺纹工艺	(137)
§5-1	半自动车削加工外螺纹工艺.....	(137)
§5-2	拉削丝锥加工深孔螺纹工艺.....	(145)
§5-3	伸缩丝锥加工大尺寸内螺纹工艺.....	(161)
第六章	内螺纹的挤压加工工艺.....	(180)
§6-1	挤压内螺纹的工艺方法及特点.....	(180)
§6-2	无屑丝锥挤压内螺纹的成形原理.....	(181)
§6-3	无屑丝锥的设计.....	(187)
§6-4	无屑丝锥的制造与测量.....	(230)
§6-5	挤压内螺纹的工艺技术.....	(264)
第七章	特种结构的螺纹零件——弹簧式钢丝衬套螺 纹零件.....	(311)
§7-1	弹簧钢丝衬套的应用与特点.....	(311)

§7-2	弹簧钢丝衬套的结构设计.....	(313)
§7-3	弹簧钢丝衬套的制造工艺.....	(324)
附表1	粗牙普通螺纹攻丝前底孔直径.....	(326)
附表2	细牙普通螺纹攻丝前底孔直径.....	(328)

第一章 细长杆零件和多台阶

零件的螺纹冷滚压加工

在机械制造业中，有不少的螺纹零件是属于细长杆类零件和多台阶类零件。零件的螺纹部分并与其它表面之间有比较严格的形位精度要求。如图1-1所示的细长杆螺纹零件，是柴油机润滑泵的压力调整活门螺栓，该零件的螺纹M10×1-5g6g与 $\phi 7d_{11}$ 圆柱部分的同轴度要求不大于0.1mm，零件其它部分的尺寸和要求如图所示。

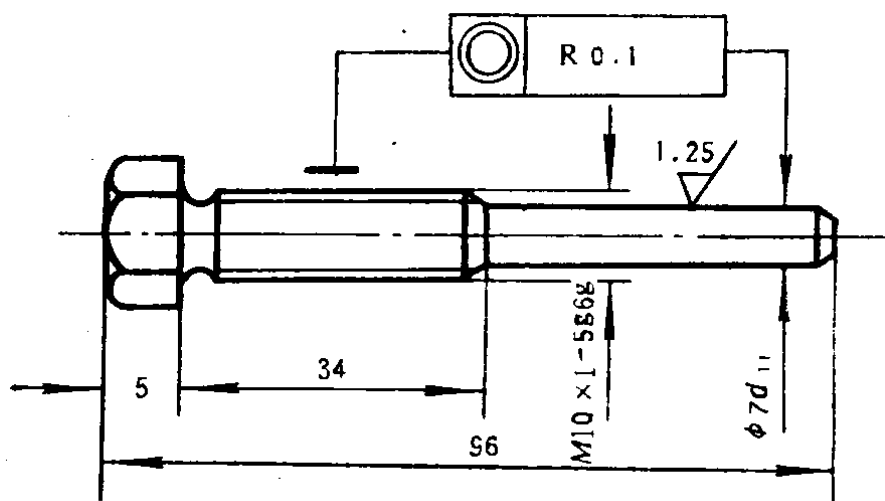


图1-1 细长杆螺纹零件

细长杆类零件刚性低、柔性大，易弯曲、加工变形大，工艺性较差。如果再加工制造比较精密的螺纹，就可谓之难上加难。

细长杆类零件和多台阶零件的精密螺纹的加工，是实际

生产中长期存在的一个技术难题。例如加工图1-1零件的M10×1-5g6g螺纹，如果使用硬质合金螺纹刀车削，零件振动大，螺纹的尺寸精度、表面粗糙度以及螺纹牙型角等均达不到零件技术标准要求。此外，使用硬质合金螺纹车刀车削，还因为切削抗力大，切削条件差，常会引起细长杆零件产生弯曲变形；如果采用白钢刀车削该零件的螺纹，就只能低速小余量切削，不仅生产效率低，而且加工质量也不够十分稳定。因为在精车该零件的外圆和螺纹的时候，采用活动顶针支承零件，由于顶尖的活动间隙和跳动，使加工零件的同轴度不易保证；如果采用死顶尖支承零件，顶紧零件用力过大，则由于零件中心孔和顶尖之间的摩擦发热，也会导致细长杆零件产生弯曲变形，螺纹和圆柱部分的同轴度得不到保证；如果顶紧零件用力过小，使零件加工过程中松动，车削螺纹的表面粗糙度、尺寸精度以及形位精度等同样也得不到保证。因此，细长杆零件的螺纹，用白钢刀车削时，死顶尖的支承顶紧力既不能太大，也不能太小。这样，操作人员就比较难掌握，零件的质量得不到严格地控制和保证，生产不太稳定，零件合格率只能达到70~80%左右。并且生产效率也很低，难以满足实际生产的需要。

为解决细长杆类零件螺纹加工制造过程存在的问题和困难，也对用滚压加工细长杆零件螺纹的工艺方法，作了大量的探讨和试验，并取得不少进展和成效。生产过程中比较常见的滚压细长杆零件螺纹的方法有：

1. 改变滚压螺纹支撑装置，滚压加工细长杆类零件和多台阶零件的螺纹；
2. 用窄滚丝轮滚压加工细长杆零件的螺纹；

3. 用螺纹滚压头滚压加工细长杆零件的螺纹。

下面分别介绍细长杆零件螺纹滚压加工的具体工艺方法和滚压工具的设计。

§1-1 细长杆零件螺纹 的滚压加工工艺

图1-1所示的细长杆零件螺纹，由于车削加工质量不够稳定、生产效率低，在难以满足生产要求的情况下，开始在滚丝机床上试验滚压加工螺纹。在试验初期，按照滚压加工螺纹的工艺要求，选择准备了滚丝轮、支撑导板，并选配了滚丝机床的滚压用量及进给参数，同时对滚丝设备和零件滚丝前毛坯直径尺寸以及各种滚丝工具进行了认真的检查、安装和调整。经过试验，滚压加工的螺纹，其螺纹精度、表面粗糙度等均能很好地满足零件的技术要求，但是螺纹与零件圆柱部分的同轴度却很不稳定，有的零件螺纹与圆柱表面的同轴度比较好，有的比较差，有的超差极为严重，质量特性参差较大，同轴度超差的零件超过50%以上。

针对零件存在的质量问题，对使用的机床、零件滚丝前的毛坯、滚丝工具、人员操作、调整方法、检测仪器等影响产品质量的所有因素都进行了反复地检查，一直没有发现影响零件径向跳动的异常因素。在大家充分讨论、分析研究的基础上，一致认为：用导板支撑零件滚压加工螺纹，仅适合一些形位精度要求不太严格的零件螺纹滚压生产，而对于形位精度要求高的零件螺纹滚压加工，必须设计制造相应的滚压螺纹夹具和工艺装置，使零件在滚丝过程中得到可靠的定位

和支撑，以保证滚压加工的螺纹与零件其它表面之间的相互位置公差。

根据图1-1所示的零件的技术要求和条件，对零件在粗车、精车外圆和滚压加工螺纹等全生产过程中，应选用零件的中心孔作为同一定位基准，才有可能保证螺纹与圆柱部分的同轴度公差要求。于是设计制造了滚压加工细长杆零件螺纹的支撑顶尖装置。其外形如图1-2所示。

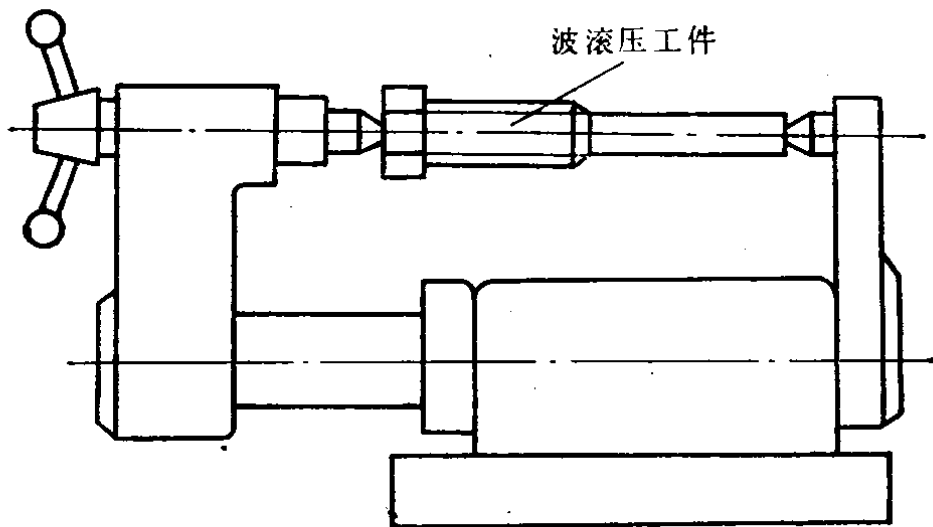


图1-2 滚压螺纹支撑顶尖

滚压加工螺纹支撑顶尖装置，用于滚压螺纹时，将其安装在滚丝机床原支撑导板的基座位置上，用压板紧固压紧。需要时，滚丝顶尖装置可以在机床上调整轴向位置，以便对不同长度零件的不同位置滚压加工螺纹。装置的顶尖部分可以作径向摆动。在未开始滚压加工螺纹之前，支撑顶尖位于活动滚丝轮的一侧，这时把被滚压的零件毛坯装夹在支撑顶尖上。滚丝开始以后，活动滚丝轮作径向进给，滚丝轮将零件连同支撑顶尖一起推动，摆向固定滚丝轮位置，工件在两滚丝轮之间被挤压形成螺纹。滚丝成形以后，活动滚丝轮退

回原位，支撑顶尖连同工件也向回摆动，离开固定滚丝轮，返回到活动滚丝轮一侧。在滚丝轮进给间歇的时刻，从顶尖上取下滚压加工的成品，装上待滚压的新零件毛坯，滚压加工螺纹进入新的工作循环。

采用滚压螺纹支撑顶尖，将细长杆零件以中心孔为定位支撑起来，滚压加工螺纹，零件的螺纹与其它圆柱表面的同轴度误差，经过多次试验鉴定，不大于0.03mm，满足了零件的技术要求，提高生产效率3~4倍以上，螺纹质量有很大的提高，合格率达100%，降低废品损失，提高了生产经营效果。

滚压螺纹支撑顶尖，用于批量生产加工调压活门螺栓，已经过十多年实际生产的考验，加工产品质量稳定、可靠。

对于一些不具备中心孔的多台阶轴类零件，当被滚压加工的螺纹与零件其它表面之间同轴度或垂直度有一定要求时，可以设计采用滚压螺纹支撑座套，以零件的某个较精密圆柱面或端面作为滚压加工螺纹的定位支撑基准，进行滚丝，对保证零件的螺纹与其它表面的相互位置精度，也可获得满意的效果。

滚压加工螺纹支撑座套结构示意图如图1-3所示。

滚丝支撑顶尖和滚丝支撑座套，轴心线的高度，设计时确定使之与滚丝轮的轴心线高度相等，以最大限度地减小工件与夹具支撑部件的磨损，延长夹具的使用寿命。

采用滚丝支撑装置来代替原支撑导板滚压加工螺纹，对滚丝机床的调整、滚压用量的选配、滚丝毛坯的准备等各工艺条件和要素的选择，与原使用支撑导板滚压加工螺纹时相同，可以根据滚丝机床使用说明书进行选取。

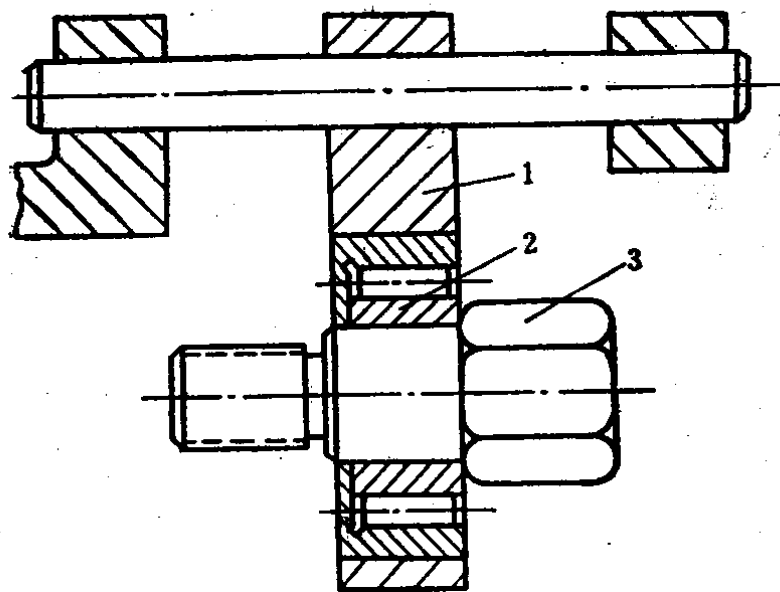


图1-3 滚压螺纹支撑座套

1—支承架； 2—滚动轴承； 3—被滚零件。

采用滚丝支撑顶尖和支撑座套，支撑细长杆零件和多台阶零件滚压加工螺纹，取得了较好的效果，归纳起来有以下几个特点。

1. 提高了细长杆类零件的螺纹加工质量，稳定可靠地保证了滚压加工螺纹与零件其它表面之间的同轴度、垂直度等相互位置精度要求；

2. 可以避免被滚压加工螺纹的大径与原支撑导板表面之间的摩擦而损伤；

3. 支撑顶尖或支撑座套，可以改用上部支承悬挂形式滚丝，空闲出原支撑导板的位置来安装成形车刀，车削被滚压加工成形的零件螺纹大径（牙顶），改进革新现有滚丝设备，扩大其应用调整范围（详见第二章）；

4. 采用滚丝支撑顶尖滚压加工螺纹，装卸零件比较麻烦，不如支撑导板方便、简单；此外应用支撑顶尖和座套支

撑零件滚丝，零件自身应具备必要的辅助定位基准，因而其应用具有一定局限性。

§1-2 用窄滚丝轮滚压加工细长杆零件螺纹

有些细长杆零件螺纹部分的长度因受到滚丝机床性能和滚丝轮宽度的限制，而使滚压加工螺纹生产遇到困难。为解决这一问题，可在刚性较好的 Z28-80 型滚丝机床上，采用有轴向进给的滚压加工螺纹方法，用窄滚丝轮滚制出长螺纹来。如图1-4所示。

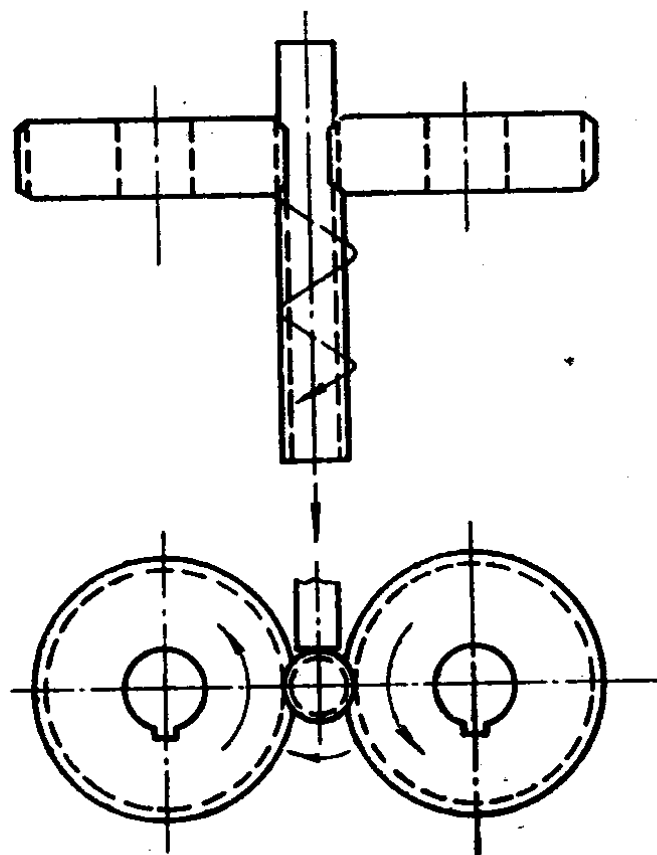


图1-4 长螺纹的滚压

从普通圆柱滚丝轮的设计原则，我们知道：当滚丝轮的螺纹中径的圆柱面与被滚压加工的螺纹中径圆柱面相切时，滚丝轮螺纹中径处的螺纹升角 $\psi_{\text{轮}}$ 与被滚压零件的螺纹中径处的螺纹升角 $\psi_{\text{件}}$ 相等，被滚压零件与滚丝轮之间不产生相对的轴向运动。使用窄滚丝轮滚压加工长螺纹，则要求被滚压的零件与滚丝轮之间产生相对的轴向运动。因此，它恰与滚丝轮的设计原则相反，即要求实际使用的滚丝轮与工件的螺纹升角不相等，这就是使用窄滚丝轮滚压长螺纹的原则和关键。

滚丝轮的螺纹升角 $\psi_{\text{轮}}$ 与被加工零件的螺纹升角 $\psi_{\text{件}}$ 不相等，滚丝轮和零件之间产生相对的轴向运动。两者的螺纹升角差值越大，相对轴向位移速度越大；两者的螺纹升角差值越小，相对轴向位移速度越小。工件的每转轴向位移量为：

$$\Delta L_{\text{件}} = \pi d_2 (\operatorname{tg} \psi_{\text{件}} - \operatorname{tg} \psi_{\text{轮}})$$

式中 $\Delta L_{\text{件}}$ ——工件每转相对滚丝轮的轴向位移量；

d_2 ——被滚压零件螺纹的中径。

根据被滚压加工螺纹的实际情况，工件每转的轴向位移量不能太大；如果太大将会导致被滚压零件的螺纹升角发生畸变，降低滚丝轮的寿命。工件每转的轴向位移量最大允许值，可取为：

$$\Delta L_{\text{大}} = 0.5p$$

式中 p ——工件螺纹的螺距。

使用窄滚丝轮滚压长螺纹，工件每转的轴向位移量也不能太小。因为滚丝机床滚压加工螺纹时，所能提供的最长滚压时间也有一定的限度。工件在有限的时间、有限的转数之内，其轴向进给量不得小于被滚压零件的螺纹长度与滚丝轮

宽度的差值,以保证把零件的螺纹全部挤压出来。于是假设:

工件被滚压螺纹部分的长度为 l (mm);

所使用滚丝轮的宽度为 L (mm);

滚丝机床所能提供的最长滚压时间为 T (min);

滚丝轮每分钟转数为 n (r/min);

工件每分钟的转数为 $n \frac{d_{20}}{d_2}$ (r/min);

d_2 ——工件的螺纹中径;

d_{20} ——滚丝轮的螺纹中径。

被滚压工件每转轴向进给位移量的最小允许值 $\Delta L_{小}$,
其计算式为:

$$\Delta L_{小} = \frac{l-L}{Tnd_{20}/d_2}$$

被滚压工件每转轴向位移量 $\Delta L_{件}$ 按条件必须小于最大允许量 $\Delta L_{大}$, 大于最小允许值 $\Delta L_{小}$, 即满足下列不等式的要求:

$$\Delta L_{大} > |\Delta L_{件}| > \Delta L_{小}$$

根据以上不等式, 把各参数量代入, 即可验算所用的滚丝轮能否用于有轴向进给的方法加工所要求的螺纹长度, 或者依据此不等式, 重新设计有轴向进给的滚丝轮。

在选择滚丝轮或设计滚丝轮, 用于有轴向进给的滚压加工长螺纹时, 只要使滚丝轮的螺纹升角 $\psi_{轮}$ 与工件的螺纹升角 $\psi_{件}$ 相差 $20' \sim 40'$, 即可以确保滚丝过程能够顺利进行。即要满足以下关系式:

$$\frac{p}{\pi d_2} - \frac{np}{\pi d_{20}} = \text{tg} (20' \sim 40')$$