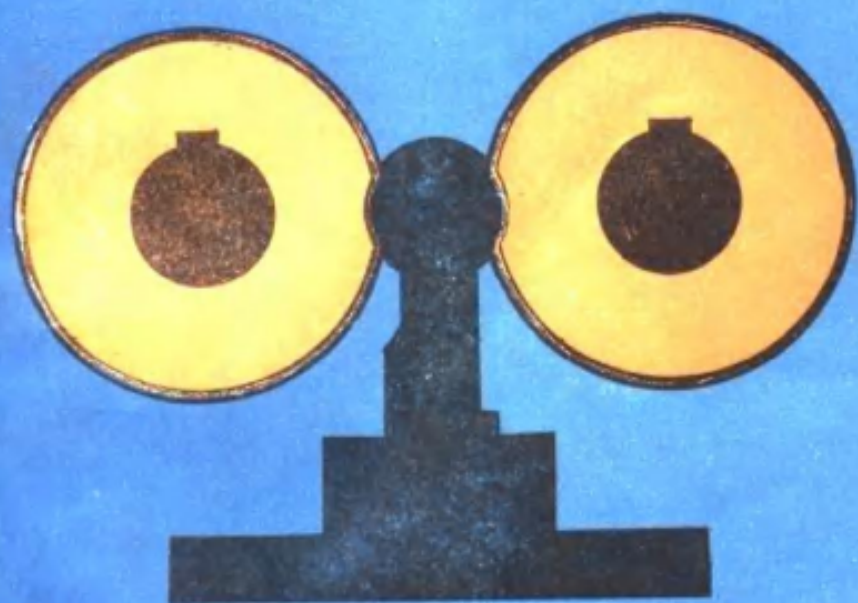


# 螺纹滚压加工技术

王秀伦 编著



中國铁道出版社

## 内 容 简 介

本书较全面地论述了螺纹滚压加工中的各种技术问题。共分螺纹滚压概述、滚压螺纹坯件及工艺参数、滚压工具、螺纹滚压机床、几种特殊螺纹零件的滚压加工、螺纹滚压质量分析等六章。它不仅对螺纹滚压加工的成型机理，而且对加工工艺参数的合理选择、滚压设备概况、工具的设计与制造、螺纹加工中的测量方法和质量问题分析，以及有关一些先进螺纹滚压加工方法和工艺装备等，均作了比较详细的介绍。

本书可供各行业中从事螺纹加工方面的技术人员和工人，高等院校有关专业师生以及其它有关技术人员参考。

### 螺纹滚压加工技术

王秀伦 编著

中国铁道出版社出版、发行

(北京市东单三条14号)

责任编辑 宋黎明 封面设计 翟达

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

---

开本：787×1092毫米 1/32 印张：8.75 字数：197千

1990年7月 第1版 第1次印刷

印数：1—2300册

---

ISBN7-113-00678-7/TH·23 定价：3.65元

登记证号：(京)063号

## 前 言

任何一台机器和装置,包括铁路运输机械、汽车、拖拉机、起重机械、石油钻探和航天机械、机床和仪器仪表等,其零、部件之间的联接几乎都离不开螺纹零件。通常,一台机器中的螺纹零件,占整机零件数量的60%以上。

由于现代工业的飞速发展,高速、大负荷、动载条件下工作的精密机器的不断出现,对螺纹联接件的机械性能提出愈来愈高的要求。即要求螺纹联接件应具有高强度( $\sigma_b \geq 981\text{MPa}$ )、高硬度(HRC30~40)、高精度(5级或4级)以及高的表面质量。

为了满足螺纹联接件数量大、质量要求高的条件,常用的切削加工方法不仅效率低,而且由于切断金属的纤维,降低了零件的质量,不能适应这种需要,所以必需寻求更加先进有效的螺纹加工方法。

众所周知,螺纹零件的制造方法很多,如图0-1所示。由图可见,螺纹零件的加工方法可分四大类,即切削加工、锻压加工、铸造加工和粉末冶金加工。

车削是螺纹加工的最基本的形式之一。用这种方法能够车制内、外螺纹,左、右旋螺纹,单、多线螺纹,公、英制螺纹,圆柱、圆锥螺纹及特殊型面的双曲线、正弦线形螺纹等。

车削可以加工直径1~220mm,螺距0.25~6mm,坯件表面硬度HRC45~62,  $\sigma_b \leq 833.85 \sim 1569.6\text{MPa}$ 材料的螺纹。但车削效率较低。对于批量大、精度低的螺纹可采用自

动车削。对高精度螺纹可在精密螺纹车床上加工。

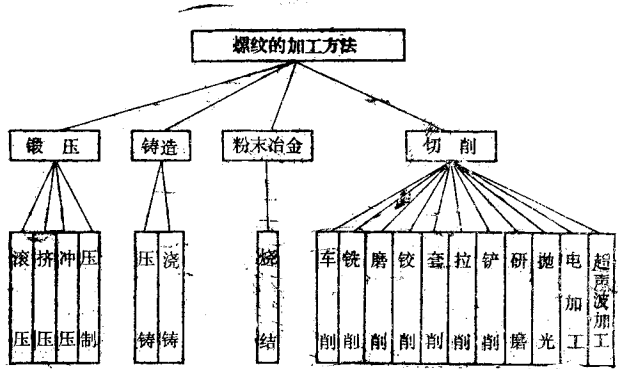


图 0-1 螺纹加工方法的分类

铣削可加工外螺纹。用片状螺纹铣刀可铣削牙形型面深的螺纹，指状螺纹铣刀铣削效率较高。铣削适于加工直径20~80mm，螺距达12mm，材料 $\sigma_b \leq 981\text{MPa}$ 、硬度HRC30~50坯件上的螺纹。

为了提高车铣、压、铸等加工后外螺纹的精度，剃除毛刺及加工痕斑，在铣床或专用机床上用螺纹梳刀梳整螺纹齿形。

磨削是螺纹精加工的一种主要方法。在万能螺纹磨床上可以加工内、外螺纹，左、右旋螺纹，单、多线螺纹，圆柱、圆锥螺纹，公制、英制、模数螺纹，三角形、梯形、方形、锯齿形、弧形螺纹，环形螺纹，以及其它特殊形状和要求的螺纹。它既可加工各种精密螺纹零件，又可加工各种螺纹刀具、量具。它适于加工直径1~60mm，螺距达3mm，材料硬度HRC $\geq 30$ 的螺纹。

铰削是内螺纹加工的一种方式，又称攻丝。在攻丝机、车床、钻床、虎钳上，用丝锥铰制多种内螺纹。公制、英制、

左旋、右旋、单线、多线、圆柱、圆锥螺纹都可加工。但以规格小、齿形较浅者为佳。铰制螺纹效率较低。

对压、铸、车的内螺纹，可用特制的校准丝锥校正内螺纹，纠正偏斜、剃除毛刺和加工痕斑，它可提高精度和降低齿面粗糙度。多用于校正牙型深且精度高的梯形、矩形内螺纹。

套削是外螺纹的一种加工方法。在车床或虎钳上用螺纹板牙可套制多种外螺纹。适宜加工牙形较浅的小规格螺纹。套削效率较低。

拉削是加工通孔内螺纹的一种方式。用特制的螺纹拉刀在普通车床上进行。被拉削螺母固定在床头上旋转，拉刀通过螺母随刀架拉移产生内螺纹，刀架按螺母导程而传动移位。拉刀上带有硬度高、韧性好且齿形整齐的复合螺纹，拉削力大。拉削适宜加工齿形较深的梯形和矩形内螺纹，单线、多线、左旋、右旋螺纹。拉削效率高且精度好。

铲削是螺纹的一种特殊加工方式。对于开有沟槽并有后角要求的螺纹零件，在铲齿车床上用螺纹切刀铲切淬火前的螺纹齿形，其后角呈阿基米德曲线，以减少齿背摩擦和干涉。铲切留有余量，为后序的铲磨作准备。

对淬火后的经铲切或未经铲切的带有后角的螺纹，应用铲齿机构，成型砂轮进行铲磨。

研磨是螺纹的一种精加工形式。为了提高淬火后螺纹的精度，降低其表面粗糙度，用特制的螺纹研具（多为铸铁、低碳钢制造）进行研磨。研制的内螺纹中径误差可达 $0.002\text{mm}$ ，表面粗糙度  $Ra$  可达  $0.2\sim 0.05\mu\text{m}$ 。适于螺纹环规及高精度产品的加工。

抛光是内、外螺纹的一种光整加工形式。对于精加工后的螺纹，用木质、毛毡等软质材料，对齿形表面进行抛光，

以提高齿型表面亮度，外形美观、耐用、防蚀。螺纹型芯、型环抛制后特别利于脱塑、脱胶、脱铸。抛光适于螺纹量规、环规和螺纹模型的加工。

电加工是硬质合金及超硬材料螺纹的特殊加工方法。根据电脉冲加工和数控线切割的原理用改装后的机床可直接加工螺纹。也可用导电磨和电解磨削的方式制作和改装专用设备加工螺纹。

电解磨削是在改装的车床或铲床上用导电成型磨轮与硬质合金等材料的螺纹工件浸泡在电解液中，直流电源正极接通工件，负极接通磨轮以组成电路。通过磨轮自转、工件螺纹传动以及电解液的作用加工螺纹。

电脉冲加工是在改装后具有转动结构的电脉冲机床上，紫铜电极本身呈螺纹状，通过电极或工件的转动直接加工内、外螺纹。

电加工适于加工导电材料直径达20mm，螺距0.25~3mm的螺纹零件。

超声波加工，适于加工螺距达2mm，材料 $\sigma_b \leq 1275.3$  MPa，硬度HRC达35的螺纹零件。

粉末冶金烧结法适于加工直径大于6mm，螺距大于1.5mm的硬质合金材料的螺纹零件。

铸造法是按螺纹模型做成砂型，浇铸钢、铁、铝、铜等金属熔液，冷却后而得到螺纹。铸螺纹又分压铸和浇铸两种。螺纹模型又分型芯和型环。铸螺纹不产生切屑，节省材料，成本低，但较粗糙。铸出的螺纹型面大都需经整形处理——梳整或校正等。它适于直径大于56mm，螺距大于0.5mm的有色金属、合金以及塑料零件螺纹的加工。

锻压法又分压制、冲压、挤压和滚压四种方法。压制法是用特制的螺纹模型在压力机的热压下压制塑料、橡胶等有

机化学材料螺纹。适于加工直径4~120mm螺纹零件。螺纹模型分型芯和型环两种,分别压制内、外螺纹,其硬度很高、表面粗糙度很低,而且齿形整齐,以利于脱塑、脱胶。可压制多种规格和截形的螺纹。该方法用于电器、仪表、轻工塑料产品的生产。冷模冲压法适于直径大于5mm,螺距大于1mm的有色金属和合金零件的加工。挤压法是用挤压丝锥在车床、钻床或专用机床上挤压内螺纹。它适用于加工规格小、齿形浅的内螺纹,可提高螺纹强度和降低齿面粗糙度且效率高、互换性好。滚压法是在滚丝机和搓丝机上,用滚丝轮和搓丝板来加工外螺纹。适于成批和大量生产,可加工材料 $\sigma_b \leq 1569.6\text{MPa}$ 的各种螺纹和截形零件,生产率可达1000~1500件每分。

螺纹冷滚压加工方法是一种优质、高效、低成本的先进的无屑工艺方法,尽管它在螺纹加工中已应用百余年,但作为难削材料零件上精密螺纹的滚压加工仍是世界各先进工业国攻关的一个课题。尤其对高生产率以及高机械性能要求的精密螺纹零件,这种加工方法显示出极大的优越性。然而国内尚缺乏有关螺纹滚压的系统资料,为了满足广大技术人员的要求,普及和推广这种加工方法,作者在查阅国内外有关资料,以及在内燃机车优质螺纹滚压加工生产实践和科学实验的基础上,编写了此书。

本书从介绍螺纹滚压加工一般概念及加工方法入手,论述了螺纹滚压成型机理和坯件材料、尺寸、形状及滚压参数的选择方法,简要介绍了国内外螺纹滚压机床的概况和Z28—100型滚丝机的使用方法,介绍了几种特殊螺纹零件的滚压加工,以及滚丝工具,尤其是反滚滚丝轮的设计与制造方法。最后,就螺纹滚压中常见的质量问题进行了分析,并指出了解决的途径。书中注意介绍国外一些先进的工艺方法和工艺

装备。

本书由大连市产品质量检验所李荣华同志审阅。

由于作者水平所限，错误和不当之处请读者不吝赐教。

编 者

一九八七年十二月



# 目 录

<b>第一章 螺纹滚压概述</b> .....	1
<b>第一节 螺纹滚压成型过程及其特点</b> .....	1
一、滚压螺纹的成型过程 .....	1
二、滚压螺纹的特点 .....	8
三、滚压法加工螺纹的适应范围 .....	13
<b>第二节 螺纹滚压加工方法介绍</b> .....	14
一、螺纹滚压加工方法的分类 .....	14
二、几种螺纹滚压方法的介绍 .....	16
<b>第二章 滚压螺纹的坯件及滚压参数</b> .....	31
<b>第一节 滚压螺纹的坯件</b> .....	31
一、坯件的材料 .....	31
二、坯件的直径及其公差 .....	38
三、坯件的几何形状、精 度和表面粗糙度 .....	53
<b>第二节 螺纹滚压参数的选择</b> .....	59
一、滚压压力的选择 .....	59
二、滚压速度的选择 .....	72
三、滚压进给量 $S$ 的选择 .....	75
四、滚压时间 $T$ 的选择 .....	78
<b>第三章 螺纹滚压工具</b> .....	82
<b>第一节 滚压工具的材料及其锻造坯件</b> .....	82
一、滚压工具的材料 .....	82
二、滚压工具的锻造坯件 .....	83
<b>第二节 搓 丝 板</b> .....	84

一、	搓丝板的结构设计	84
二、	搓丝板的制造	92
第三节	滚丝轮	97
一、	滚牙滚丝轮的设计	98
二、	滚牙滚丝轮的制造	111
第四节	滚丝柱	128
一、	滚丝柱的结构	128
二、	滚丝柱各主要参数的确定	131
第五节	其它几种滚丝轮	133
一、	连续滚压螺纹的滚丝轮	133
二、	成形滚丝轮	136
三、	滚压锥螺纹的滚丝轮	138
第六节	滚压工具的磨损与修复	139
一、	影响滚压工具寿命的因素	139
二、	滚压工具的报废情况	140
三、	废旧滚丝轮的翻新	141
<b>第四章</b>	<b>螺纹滚压机床</b>	<b>145</b>
第一节	螺纹滚压机床的概述	145
一、	搓丝机	145
二、	滚丝机	146
三、	行星式滚丝机	148
第二节	国产Z25-12型自动搓丝机简介	152
一、	Z25-12型自动搓丝机的用途及 主要规格	152
二、	搓丝机的传动系统	157
三、	搓丝机主要部件的结构	159
第三节	国产Z28-100型滚丝机	167
一、	Z28-100型滚丝机的用途与基本参数	167

二、滚丝机的传动系统·····	168
三、Z28-100型滚丝机的使用·····	172
<b>第五章 几种特殊螺纹零件的滚压加工·····</b>	<b>195</b>
<b>第一节 难加工材料零件上螺纹的滚压加工·····</b>	<b>195</b>
一、坯件的技术要求·····	195
二、滚压用量的选择·····	198
三、对坯件支板的要求·····	199
四、硬质合金滚丝轮·····	201
<b>第二节 在空心零件上滚压外螺纹·····</b>	<b>203</b>
一、壁厚的确定·····	203
二、滚压薄壁零件时应采取的工艺措施·····	205
<b>第三节 长螺纹零件的滚压加工·····</b>	<b>207</b>
一、长螺纹零件滚压加工原理·····	207
二、丝杠的滚压加工·····	212
<b>第四节 可调螺栓类零件上不同螺纹的同时滚压·····</b>	<b>222</b>
一、可调螺栓的滚压加工原理与效果·····	222
二、滚压参数的确定·····	224
三、另两种同时滚压台阶零件上螺纹的装置·····	227
<b>第六章 螺纹滚压质量分析·····</b>	<b>230</b>
<b>第一节 普通螺纹公差与精度概念·····</b>	<b>230</b>
一、普通螺纹的公差·····	230
二、普通螺纹精度·····	235
三、螺纹的选用公差带与配合·····	237
四、新旧螺纹标准贯彻过渡方案·····	238
五、螺纹测量·····	239
<b>第二节 影响螺纹滚压精度的因素·····</b>	<b>242</b>
一、坯件直径与材料物理-机械性能的影响·····	242
二、滚压工具与设备的影响·····	246

三、滚压参数的影响·····	247
第三节 螺纹滚压质量的分析·····	250
一、滚压螺纹时坯件的轴向窜动·····	250
二、滚压过程中形成微小切屑·····	252
三、滚压时坯件的上跳现象·····	253
四、螺纹中径超差·····	253
五、工件中径正确而外径小·····	255
六、工件螺纹牙齿的折断·····	255
七、螺纹牙齿的破碎·····	255
八、螺纹表面粗糙度大·····	255
九、滚丝轮牙齿崩裂·····	256
十、工件牙型角不正确·····	257
十一、螺纹牙齿产生裂纹·····	257
十二、工件螺纹升角超差·····	258
十三、工件螺纹表面起皮和折痕·····	258
十四、工件螺纹乱扣·····	259
十五、滚不出完整齿形·····	259
十六、坯件发热过高·····	259
附    录·····	260
主要参考文献·····	268

# 第一章 螺纹滚压概述

## 第一节 螺纹滚压成型过程及其特点

### 一、滚压螺纹的成型过程

滚压是某些金属材料的坯件受到具有一定截形的滚压工具之轧制而产生塑性变形，从而形成相应截形工件的一种工艺方法。

由此可知，滚压螺纹是一种无屑加工方法，其实质是利用某些材料在冷态下的可塑性来进行加工，使坯件在滚压工具压力的作用下产生塑性变形、辗制出相应的螺纹。

在冷态下实现螺纹滚压过程从1831年就开始了，早先是利用搓丝机搓制紧固铁路枕木用的螺栓。然而直到1940年以前对于滚压精密螺纹尚未获得广泛的应用。这主要由于在19世纪末和20世纪初，坯件材料不适于滚压。随着坯件材料机械性能的进一步改善，以及精密滚压工具和工艺性能更高的滚丝机床的研制成功，螺纹的滚压加工技术得到更大的普及，并且可以在碳素钢、合金钢（包括不锈钢、工具钢）、青铜、黄铜、铝、铍、钛、镍、粉末冶金和塑料等不同坯件材料上，对各种类型的零件（如丝锥、发动机地脚螺栓和动力螺栓、主轴和丝杠螺纹、空心薄壁件上螺纹等）进行各种螺纹（包括精密螺纹）的滚压加工。

在滚压螺纹的过程中，被加工螺纹是由滚压工具工作螺纹挤出的坯件金属重新分配的结果。图1—1所示为螺纹滚压成型过程的宏观图。

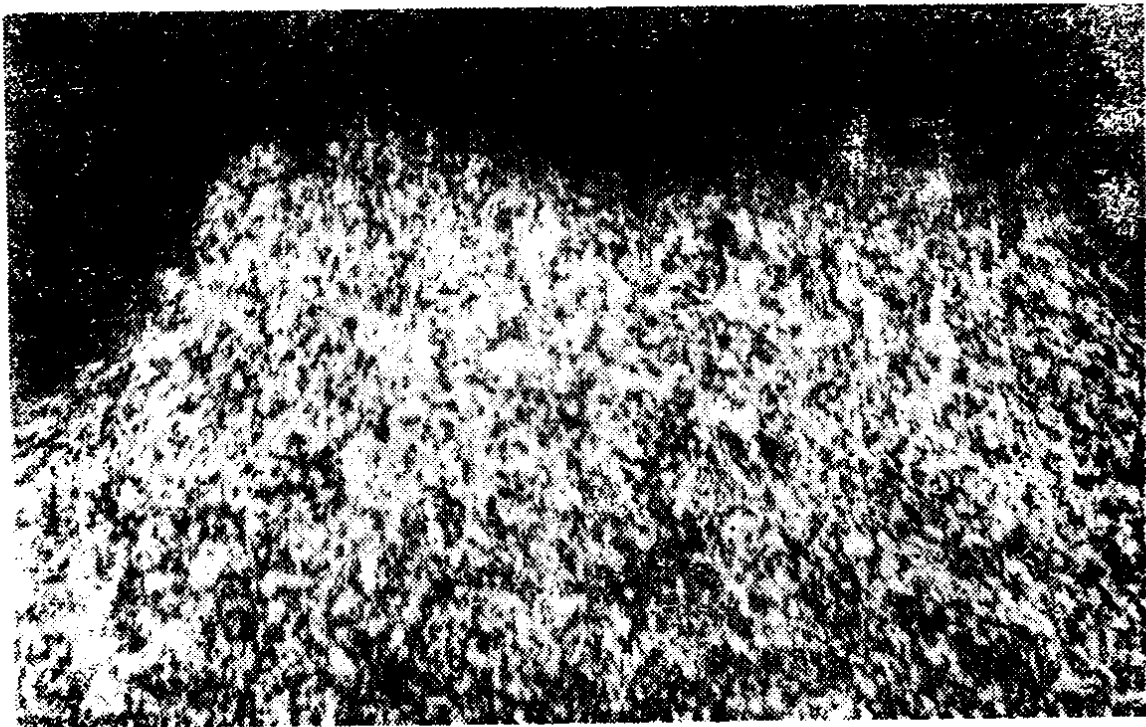


图 1—1 螺纹滚压成型过程的宏观图

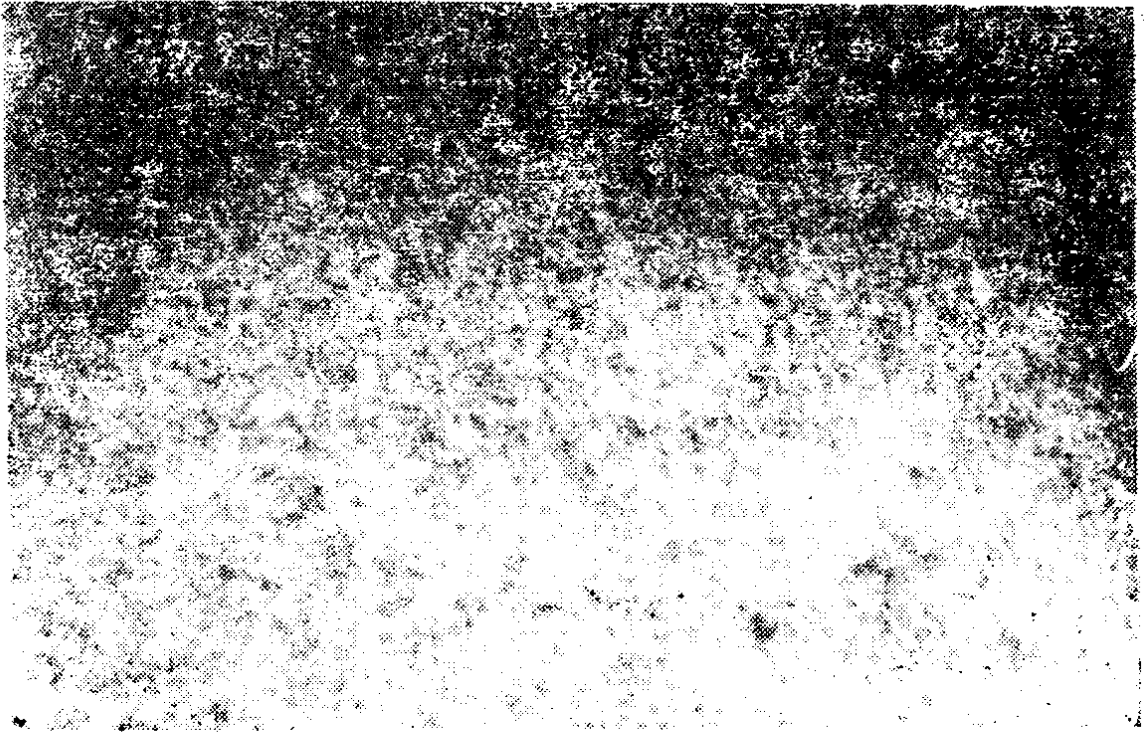
由图可知，其过程是由右至左、最终形成所要求的螺纹。

图 1—2 为图 1—1 所示的螺纹滚压成型的 4 个阶段的微观图。由图可见，滚压工具工作螺纹的齿顶首先进入滚压，即首先滚制零件螺纹的齿根，挤出的金属沿滚压工具螺纹齿顶边缘形成局部凸起（图 1—2 (a)），其过程如图 1—3 所示。

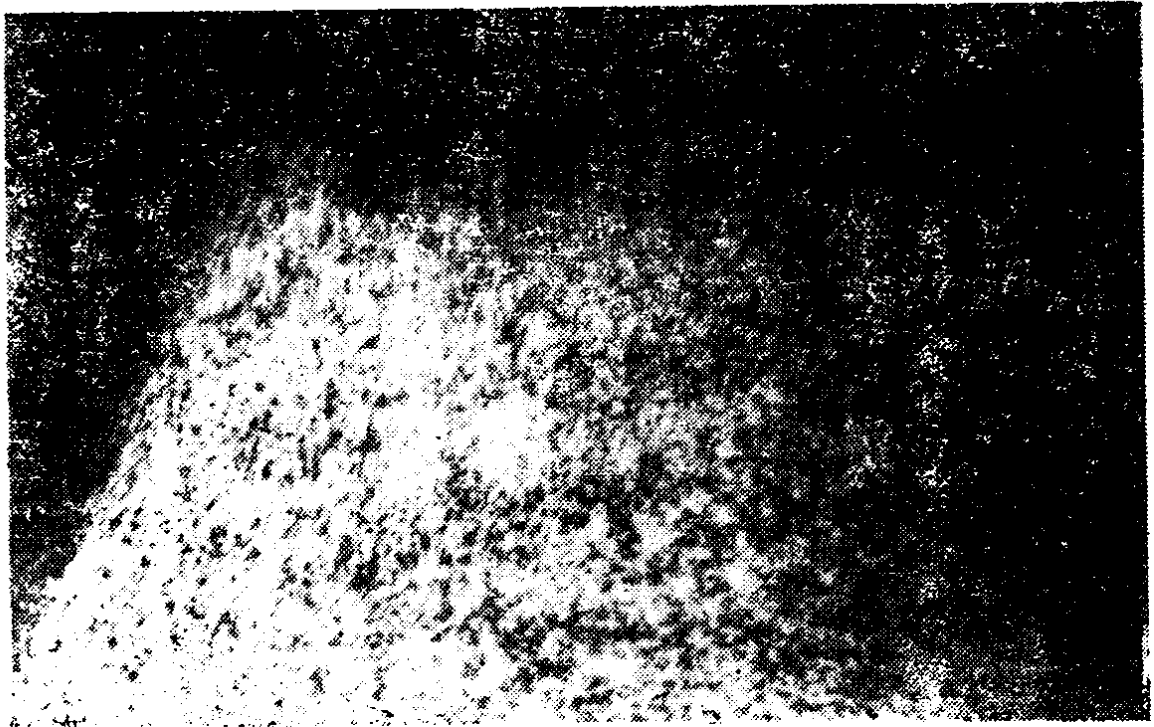
由于滚丝轮径向进给，金属 1 的部分被挤到 1' 的位置，滚丝轮继续进给，凸起部分加高，金属 2 的部分被推挤到 2' 位置。如此继续，当达到一定程度时，可以认为金属向侧向移动甚微，主要是上胀（见图 1—2 的 (b) ~ (c)），最终形成零件螺纹（图 1—2 (d)）。



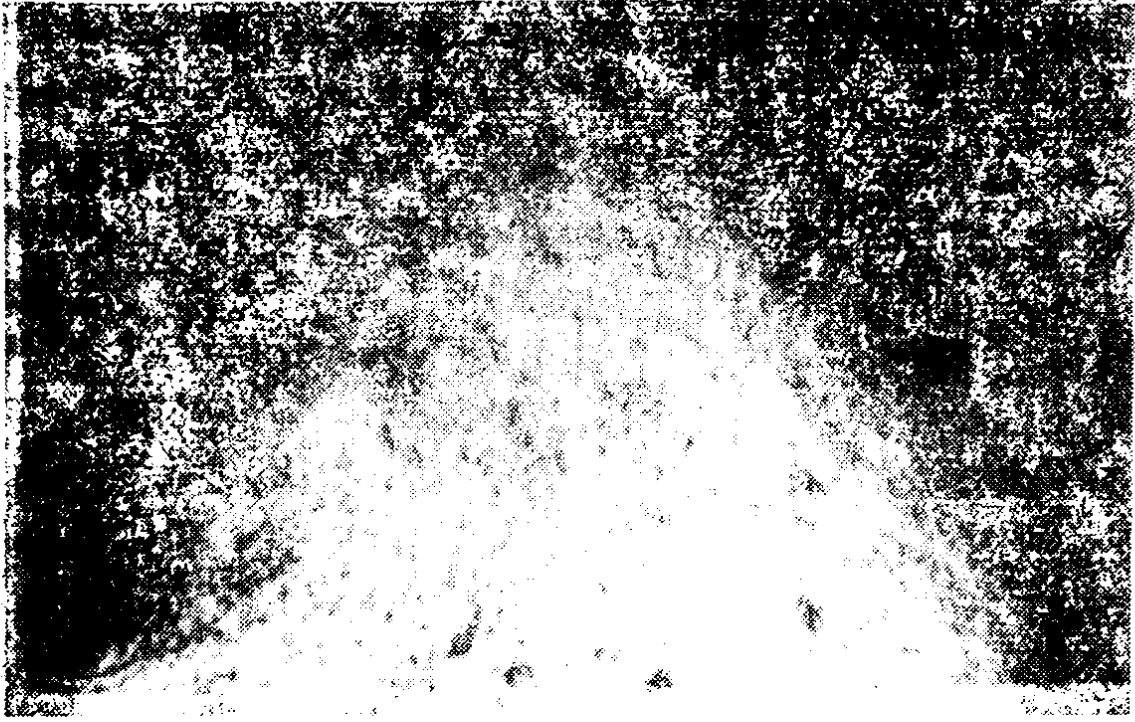
(a) 齿顶 (50×)



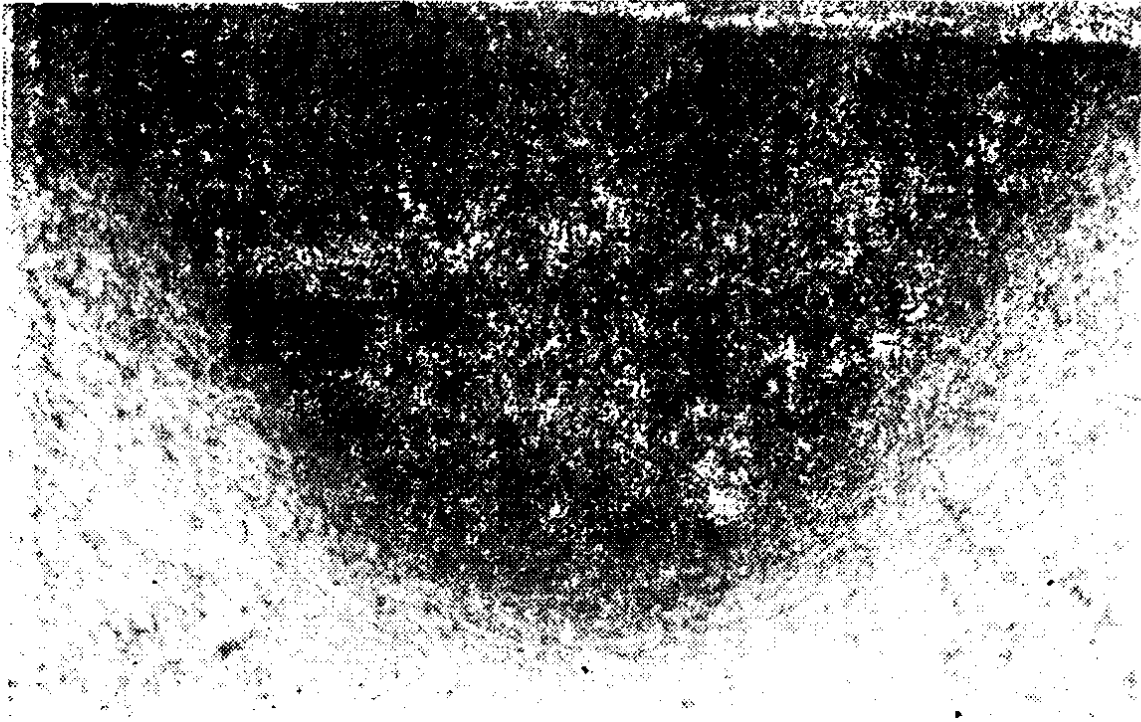
(b) 齿顶 (50 ×)



(c) 齿顶 (50 ×)



(d) 齿顶 (50×)



(e) 齿根 (100×)

图 1—2 螺纹成型的微观图



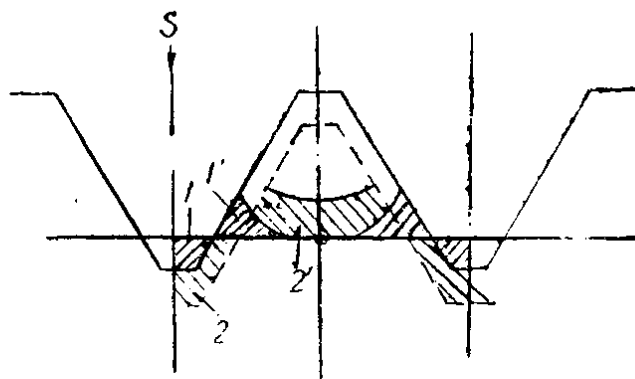
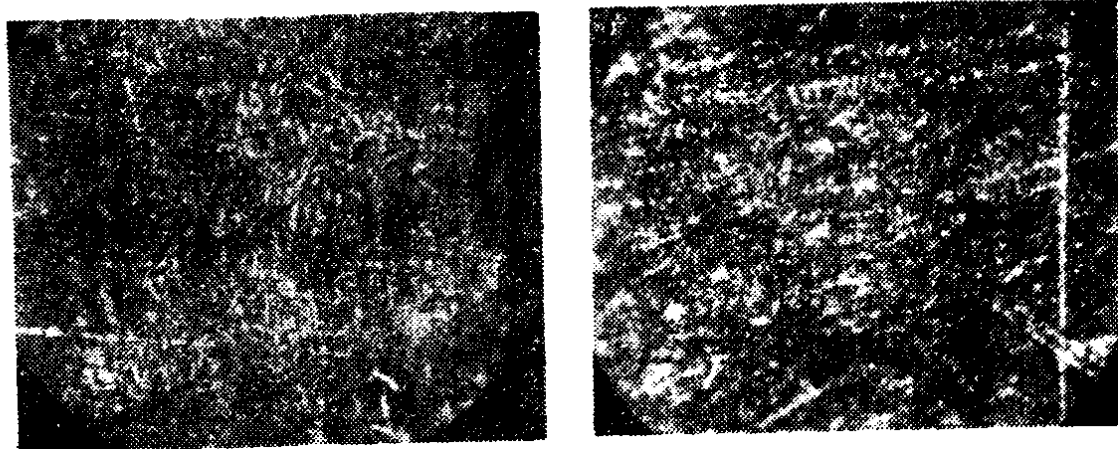


图 1—3 滚压螺纹成型过程金属流动示意图

如图 1—4 所示，滚压螺纹只使材料的晶粒发生形变，其组织成分并未改变（如为回火索氏体）。



(a) ——可见纤维层的齿侧表面； (b) ——牙型内部。

图 1—4 滚压螺纹表层与内部组织

金属经受塑性变形后，晶内出现滑移带，同时各晶粒均沿变形方向延伸和扭曲，被拉成条形而呈纤维状。塑性变形在表面层最为剧烈，距表层越深变形越小。滚丝轮与坯件接触处的晶粒变形及拉伸程度最大，因为此处材料向牙型顶部的流动速度大于向牙型中心的流动速度。螺纹槽底部金属表面层的纤维组织被压紧到难以分辨出晶粒的程度，形成一股流线，平稳地绕过螺纹齿槽底角（图 1—2 (e)）并沿牙型侧面流动，紧靠这些纤维组织的晶粒也向牙型方向流动，