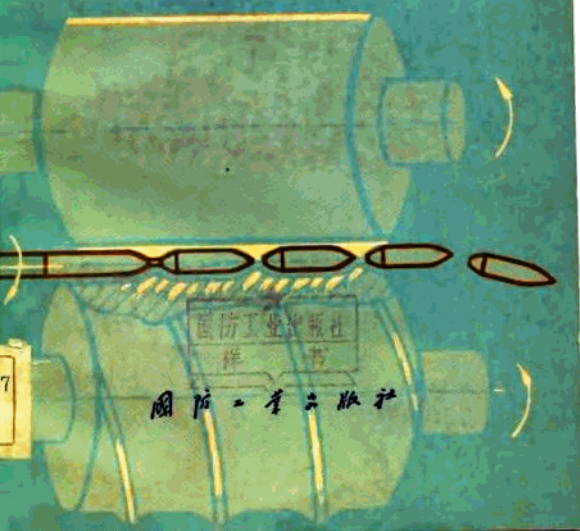


钢心斜轧成形

《钢心斜轧成形》编写组 编



前 言

钢心斜轧成形是近年来发展起来的一项新工艺。与原车削工艺相比，它具有生产率高、节省原材料、设备结构简单、占地面积小、易于实现机械化和自动化，以及减轻劳动强度等优点，因而日益受到枪弹制造部门的重视。几年来的生产实践表明，斜轧成形工艺的效果十分显著，不仅大幅度地提高了劳动生产率，而且提高了产品质量，节省了人力、物力，从根本上改变了钢心的生产方式。本书就是在总结实践经验的基础上编写出来的，以适应各地在研究和推广钢心斜轧工艺中交流经验的需要。

本书在编写过程中，曾到有关学院、工厂征求意见，得到了广大技术人员和工人师傅的帮助与支持，在此向他们表示谢意。

参加本书编写工作的有，北京钢铁学院沙德元、北方机械厂余国经、湘华机械厂陈瑞祥等同志。

由于斜轧成形技术在钢心上的应用时间不长，生产中的一些规律还有待于进一步研究和掌握，加之编写人员的水平所限，所以书中可能出现一些错误之处，请读者批评指正。

目 录

第一章 总论	1
第一节 引言	1
第二节 轧制成形的分类	2
第三节 斜轧成形的特点	10
第四节 斜轧成形的应用	11
第五节 精密热斜轧钢心	18
第二章 斜轧原理	22
第一节 旋转条件	22
第二节 轧制的机械运动分析	30
第三节 金属的流动与变形	36
第四节 钢心疏松	41
第三章 热斜轧钢心工艺	50
第一节 概述	50
第二节 工艺流程	51
第三节 工艺分析	53
第四节 斜轧工艺调整	84
第五节 钢心质量分析	99
第四章 孔型设计	105
第一节 方案选择	105
第二节 余料处置方法	108
第三节 基本参数选择	110
第四节 方法与步骤	112
第五节 变径螺旋面对设计的影响	148
第六节 孔型设计小结	155
第五章 轧辊与导板	156
第一节 斜轧辊缝分析与辊面数学	156
第二节 轧辊的机械加工与检验	166

第三节	轧辊材料与热处理工艺	178
第四节	导板材料与加工工艺	189
第五节	导板形状	191
第六章	斜轧钢心设备	192
第一节	总体布置	192
第二节	斜轧机	192
第三节	感应加热装置	215
第四节	送料装置与传送装置	221
附表 1		223
附表 2		226
附表 3		229
附表 4		275
附表 5		319
附表 6		345

第一章 总 论

第一节 引 言

随着生产的不断发展，人们从原材料加工成各种零件的工艺方法也日益多样化。其中金属压力加工工艺，是人类应用较早的一种加工方法，在我国也有悠久的历史。目前，它在国民经济生产中占有很大的比重，涉及的面较广，如锻造、冲压、挤压、拉拔、轧制、爆炸成形等。

金属压力加工中的轧制工艺，与其它的压力加工工艺方法相比有如下的特点：

- (1) 生产率高，可以实现连续生产；
- (2) 所需设备吨位小。因为轧制过程是逐步的、连续的变形过程，变形时，模具与坯料一部分接触，变形力较小，所以设备可以相对减轻；
- (3) 设备结构简单，冲击振动小，对厂房和地基要求低，投资少；
- (4) 劳动条件较好，易于实现机械化和自动化；
- (5) 模具消耗比模锻小，降低了成本。

长期以来，人们用轧制方法生产的产品都是等断面，如工字钢、角钢、钢轨、圆钢及其它各种异形钢材。随着变断面零件的需要日益增多，能不能用轧制的方法生产变断面形状的零件，已愈来愈被人们注意，因而轧制成形也得到了很大的发展。

轧制成形包括纵轧成形，横轧成形，斜轧成形。

斜轧成形工艺是轧制成形的一种。在我国它是从大跃进的1958年发展起来的。近二十年来，这项先进工艺得到了迅速的发

展,目前作为一种高效率的工艺方法已广泛应用于冶金、机械、建筑、轻工、国防等部门。生产实践表明,这项新工艺具有很多优点,因而日益受到有关部门的重视,是一项很有发展前途的少无切屑工艺。

第二节 轧制成形的分类

根据金属在加工中的主要流动方向和轧辊表面运动不同,轧制成形可分为纵轧成形、横轧成形和斜轧成形。

纵轧成形的特征是金属主要流动方向和轧辊表面运动方向相同。纵轧成形的两轧辊轴线平行配置,两辊的旋转方向相反,轧件作垂直于轧辊轴线的直线运动。轧件在轧辊型槽的作用下,轧制成零件或零件毛坯。型槽可以沿轧辊整个圆周表面配置,亦可配置在轧辊圆周表面的一部分。只要变换不同的槽型,就可相应制出不同的产品来。

有的锻造厂用纵轧代替锻造,故也称之为辊锻。

图 1-1 为纵轧成形示意图,目前用这种成形方法,可以生产各类扳手、剪刀、麻花钻、柴油机连杆、履带式拖拉机的链轨节、涡轮机叶片和火箭弹体尾翼片等。

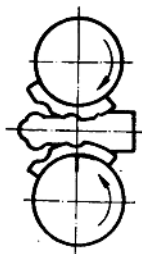


图 1-1 纵轧成形示意图

下面简单介绍尾翼片的纵轧成形工艺。

尾翼片的形状如图 1-2 所示。它原以模锻压制,现采用纵轧成形。纵轧的轧辊上刻有型槽,如图 1-3 所示。这种纵轧尾翼片工艺采用特殊的送料装置(图 1-4),以保证进料的直、正与同步。图 1-5 为尾翼片轧出的情况。轧制出的几种尾翼片如图 1-6 所示,其中所用材料为铝和钢。

横轧成形时,金属主要流动方向垂直于轧辊运动方向。横轧成形的特点是轧辊轴线平行配置,旋转方向相同,轧件在轧辊间作旋转运动。轧件在轧辊的型槽作用下,被轧制成零件或零件毛

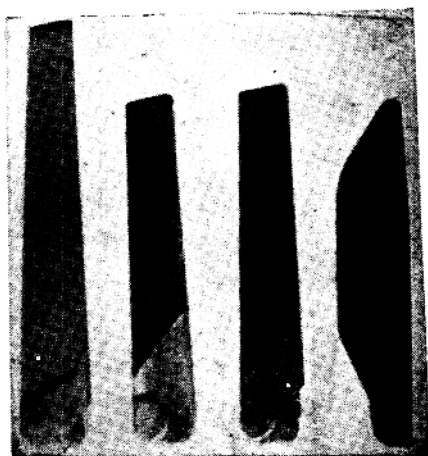


图1-2 尾翼片零件产品

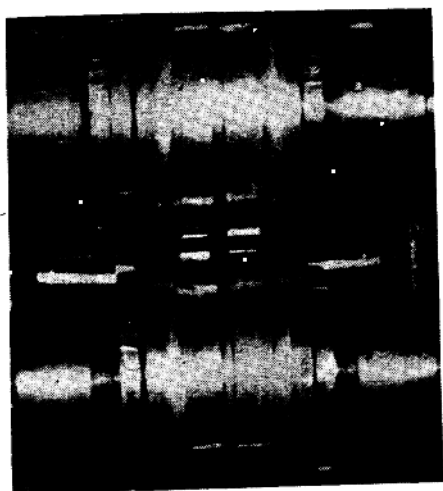


图1-3 轧制尾翼片的一对轧辊

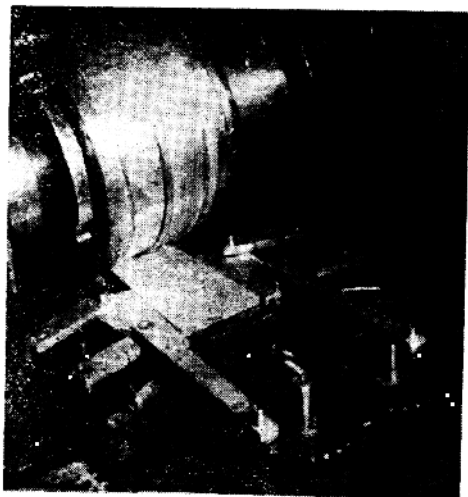


图1-4 轧机的送料装置

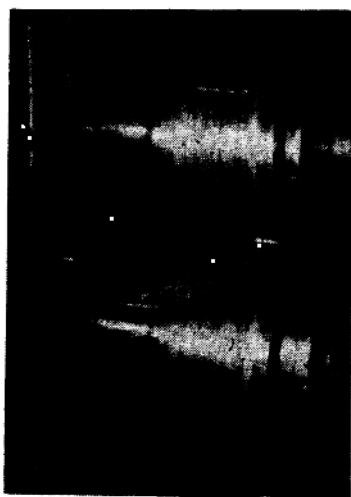


图1-5 尾翼片的轧制

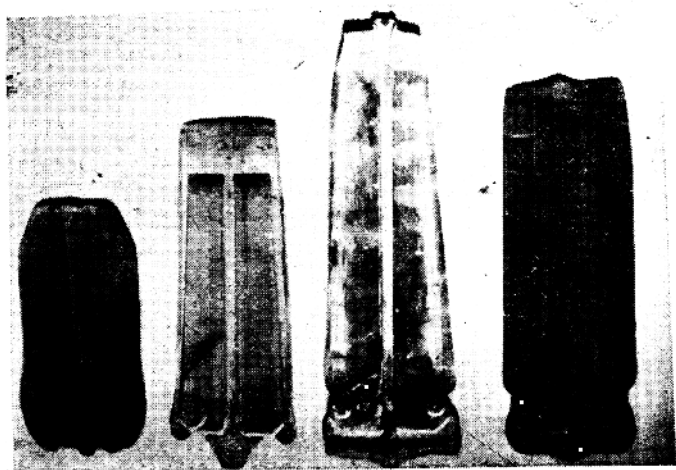


图1-6 轧制的尾翼片产品

坯(图1-7)。用横轧成形工艺可以生产的零件有齿轮,花键轴等。

目前,从横轧成形工艺又派生出一种新的成形工艺——楔横轧。楔横轧与横轧的特点基本相同,其主要区别在于横轧时金属的主要流动方向是沿轧件的径向方向,而楔横轧时金属的主要流动方向是和轧件轴线方向一致。前者是靠轧辊的径向进给轧压轧件,而后者对轧件的辊压是靠轧辊孔型凸棱的升起,并以孔型的楔角展开将金属沿其轧件轴线推开。图1-8为楔横轧成形示意图。

楔横轧成形是当前很有成效的一项先进工艺,为此在这里将楔横轧作一简单的介绍。

楔横轧具有以下显著特点:

(1) 生产率高,轧辊每转一圈可轧出一个或两个产品,一般楔横轧机生产率为400~900件/小时,而有的高达1200件/小时;

(2) 材料利用率高;

(3) 产品质量高。由于轧制时金属晶粒连续流动形成产品的

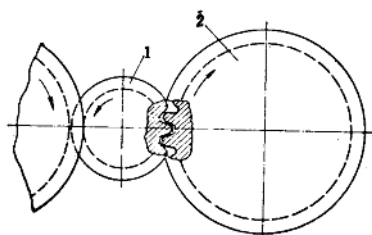


图1-7 横轧成形示意图

1—轧件；2—轧辊。

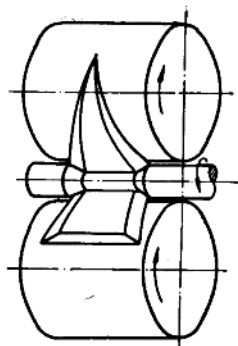


图1-8 楔横轧成形示意图

变断面，从而提高了机械强度，而且产品没有像模锻产生的飞边，有利于下道工序生产。

此外横轧机还具有设备构造简单，投资少，占地面积小，易于实现自动化，可连续生产，劳动强度低，噪音和振动小等优点。

楔横轧又可分为板式和辊式两种，辊式又有单辊、二辊和三辊式。图 1-9 为板式楔横轧示意图，图 1-10 为单辊式楔横轧示意图。

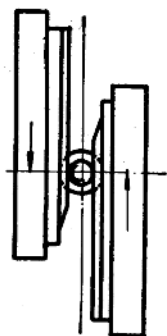


图1-9 板式楔横轧示意图

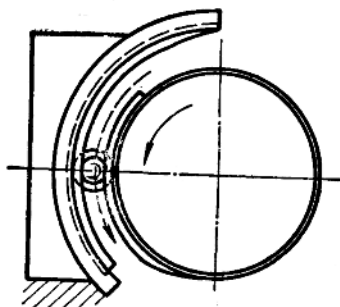


图1-10 单辊式楔横轧示意图

楔横轧成形工艺适合轧长径比较大的阶梯轴类零件，如 100 滑甲弹体（图 1-11）吉普车的变速箱二轴（图 1-12）等。



图1-11 100滑甲弹产品

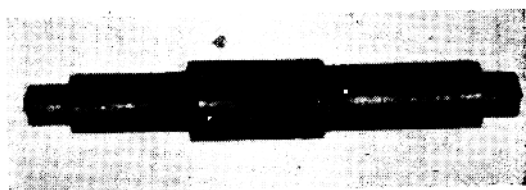


图1-12 吉普车变速箱二轴

图 1-13 示出了适于楔横轧成形的部份零件。

楔横轧的孔型一般由五部分组成，即楔入部分 a ，展开平行部分 b ，展开部分 c ，截止部分 d ，精整部分 e 组成（图 1-14）。

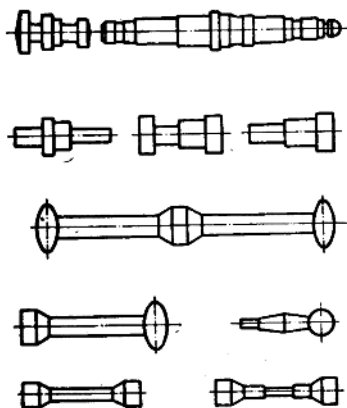


图1-13 横轧部分零件图

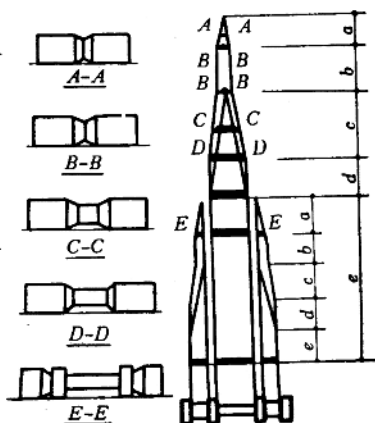


图1-14 楔横轧孔型展开图

图中右边为孔型展开图的各组成部分，左边为相应孔型的轧件断面形状。

图 1-15 为楔横轧机设备构造示意图。

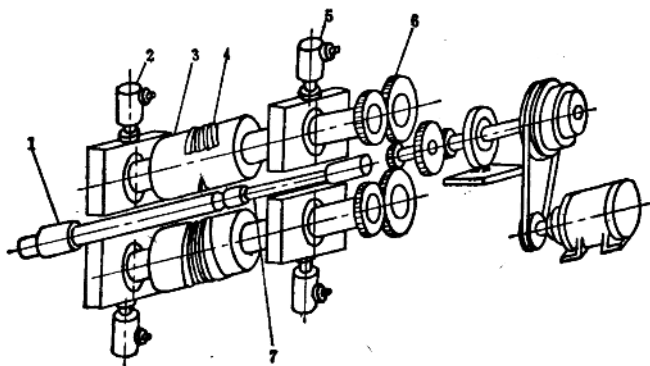


图1-15 楔横轧机设备示意图

1—毛坯；2、5—径向调整螺；3—轧辊；4—孔型；6—挂轮；7—轧件。

斜轧成形时金属的主要流动方向与轧辊运动方向构成某个角度。两个轧辊轴线在空间呈交叉配置，即在横轧的基础上转一个角度，两轧辊旋转方向相同，轧件在其间作螺旋运动。在轧辊螺旋孔型的作用下，轧件被轧成各种零件或零件毛坯。斜轧成形的轧辊与轧件的运动类似无心磨床的磨削工艺。

由于两轧辊的轴线与轧件的轴线倾斜交叉一个角度，故称为斜轧。又由于轧件在轧制过程中作螺旋运动，轴线的倾斜不大，所以有人称它为横向螺旋轧制。

斜轧成形分为两大类：孔型斜轧和仿形斜轧。

孔型斜轧的特点是在正常轧制过程中两轧辊的中心距不变，零件形状是以轧辊上的孔型确定的，采用这种工艺生产的产品比较多，如 12.7 毫米枪弹钢心，14.5 毫米钢心，7.62 毫米钢心等。

仿形斜轧的特点是轧辊的中心距在正常轧制过程中发生变化，零件的形状是以仿形板的形状而定。仿形斜轧又可分为机械

仿形和液压仿形两类。仿形斜轧工艺生产的产品也较多，如纺织锭杆，剪刀柄，手术钳毛坯等。

孔型斜轧有两辊式的（图 1-16），三辊式和四辊式的。图1-17为三辊式斜轧示意图。

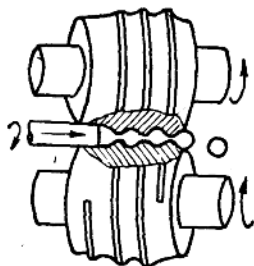


图1-16 两辊式孔型斜轧示意图

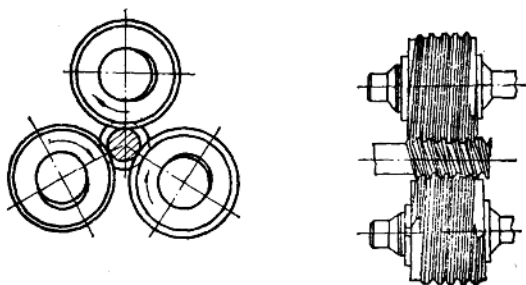


图1-17 三辊式孔型斜轧示意图

仿形斜轧一般多是三辊式的，如图 1-18 所示。

从图 1-18 可看出，通过触头沿仿形板移动控制轧辊，从而轧出与仿形板形状相应的轧件。

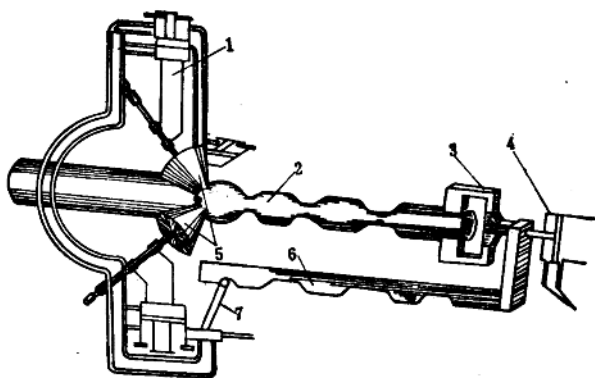


图1-18 液压式仿形斜轧示意图

1—液压控制系统；2—轧件；3—卡头；4—牵引机构；5—轧辊；
6—仿形板；7—触头。

第三节 斜轧成形的特点

斜轧成形工艺除具有生产率高，节约金属材料，设备吨位小，易实现自动化，噪音振动小等优点外，从斜轧成形工艺金属的变形情况考虑，它还有以下的特点：

- (1) 斜轧成形一般适于用圆柱形的坯料。
- (2) 斜轧成形适合生产长径比较短的回转体零件。

斜轧生产的零件的几何形体应是一个轴线的回转体，而且它的长径比较小。因为过长的零件宜采用楔横轧和仿形斜轧成形。这里所说的长径比，对一般零件而言，是指本身的轴向长度，而对象螺杆类型的零件，则是指它的一个螺距而言。

- (3) 斜轧成形可以实现多头轧制。

斜轧成形的轧辊孔型，一般是单头的，也可是多头的，目前最多为五头。这样可成倍地提高生产率。

- (4) 斜轧成形可以实现精密轧制。

斜轧成形工艺在轧件热态下可以实现精密轧制,如 56 式 12.7 毫米和 56 式 14.5 毫米高机枪弹钢心斜轧成形工艺,它的尺寸公差可达到产品的技术要求,而且产品表面光洁。

(5) 斜轧成形为形变热处理工艺创造了条件。

形变热处理是指零件在热变形以后立即进行淬火的一种热处理工艺,它可提高零件的强度和韧性。由于斜轧成形能实现精密轧制,因而为变形热处理工艺创造了条件。

事物总是一分为二的。斜轧成形工艺还存在一定的缺点和问题,有待不断改进和解决。例如斜轧成形工艺对于不同形状的产品需要不同的孔型,因而在批量小的情况下,经济效果不突出。另外,从斜轧原理可知,斜轧成形的零件内部有时产生疏松和孔隙等缺陷,影响产品质量。

第四节 斜轧成形的应用

斜轧成形工艺应用于生产,国内是从五十年代后期开始的。近二十年来,特别是最近几年,斜轧成形技术发展的很快,应用愈来愈广泛,在热斜轧成形的产品形状上,精度上,以及产品尺寸规格等方面,与国外比较都有较大的突破。

我国斜轧成形技术的应用大体可以归纳为以下几方面:

一、球磨机用钢球

我国黑色与有色矿,水泥,煤炭,磷肥等球磨粉碎所需各种规格的钢球与铸铁球,每年的消耗量达数十万吨之多。以往这些钢球是用锻造的方法,铁球是用铸造的方法生产的,它们都存在生产率低,机械化程度差,产品成本高,劳动条件差等缺点。

60年代,在总路线的指引下,已经开始采用斜轧成形工艺生产球磨机用钢球了,并且分别在我国几个大型的钢铁、矿山联合基地建立钢球生产的车间,最大的年产量达 10 多万吨。

斜轧钢球比锻造钢球生产效率提高了 10 多倍,斜轧钢球比铸

铁球使用寿命提高了2倍，而且生产成本大幅度下降，节省了大批的生产人员，改善了劳动条件。

我国自行设计的具有重量轻，调整使用方便的钢球斜轧机已投入生产，目前又设计一台可轧 $\phi 150$ 毫米的钢球斜轧机，这是国内最大的斜轧机。

十多年来，我国不仅完全掌握了球磨机用钢球的生产工艺，而且试验成功了双头螺旋孔型轧制，使生产率成倍的提高。

我国球磨机用钢球生产的规格齐全，从 $\phi 20$ 毫米到 $\phi 125$ 毫米的钢球均可以生产。图1-19为用斜轧成形工艺生产的钢球产品。

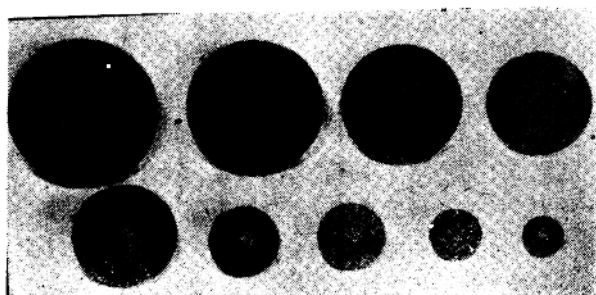


图1-19 斜轧球磨机用钢球产品

二、斜轧轴承钢球与滚子

轴承是我国工农业急需的产品，广泛应用在工、农、国防、科研各个部门，用量相当大。

轴承生产中的关键问题之一是轴承中滚动体（包括：钢球，圆柱滚子，圆锥滚子，滚针等）的毛坯生产。原工艺一般用冷锻、热冲、切削等方法。中小型的滚动体主要冷锻的方法生产，虽然生产效率与金属的利用率都较高，但其所用设备庞大、复杂、造价高，一般中小机械厂难于制造。大型的滚动体难于冷锻，主要靠热冲或者切削方法加工，这样生产效率和金属的利用率都不高。而

斜轧大型滚动体的设备简单, 制造容易, 投资少(只有冷墩机投资的 $1/5$), 一般中小型轴承厂都可以采用。

十多年来, 斜轧成形工艺在轴承行业得到了较大的发展, 生产的品种不断的增加。有的轴承厂斜轧成形工艺已成为工厂生产的主要手段, 特别是锥面滚子用单孔型轧制研究成功, 扩大了斜轧产品的规格和品种。图 1-20 为单孔型斜轧轴承滚子示意图。

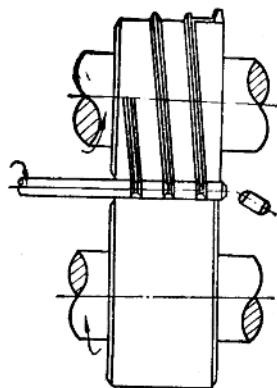


图 1-20 小直径滚动体单孔型斜轧示意图

图 1-21 是采用斜轧成型工艺生产的轴承滚动体的产品。

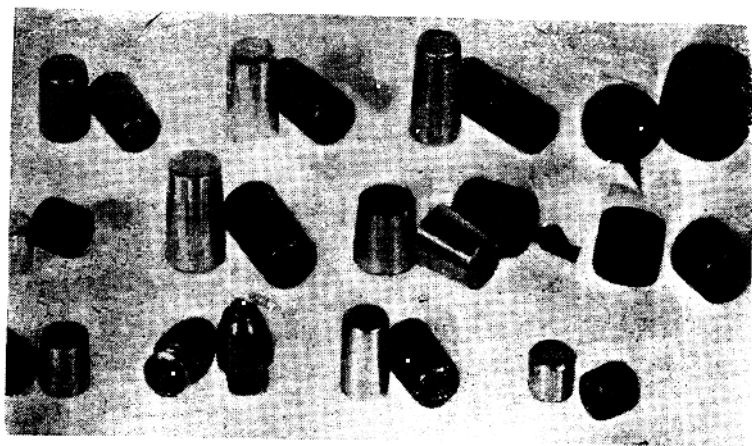


图 1-21 斜轧轴承滚子产品

三、斜轧复杂形状的产品

1. 防滑钉

防滑钉又称马蹄钉。图 1-22 为防滑钉新旧工艺示意图。旧工艺工序多, 效率低, 而斜轧工艺可以一次成型, 提高效率, 节省