

〔苏〕B.A.波波夫 编

自动化冷镦生产的 工艺装备



6

沈阳标准件研究所



在采用无飞边顶锻的先进工艺过程来制造合金钢、耐热钢及钛合金的多面体形制件和空心制件的生产中，应用新结构的工模具在降低工模具消耗的同时，可以明显提高劳动生产率。

提 要

书中简要地论述了先进的冷锻工艺过程。

给出了计算和设计冷锻工具的资料。记述了制造硬质合金工具的新的工艺过程及其现代加工方法。列举了提高目前广泛应用的钢制工具寿命的方法。

记述了起重运输和辅助工序的机械化工装设备。

本书可供机械制造厂和设计部门的工程技术人员参考。

由于译者水平所限，错讹之处在所难免，欢迎读者批评指正。

前 言

编制和推行先进的工艺过程，开发新型的多工位冷镦机，建立自动线都需要制造出大量的各式各样的冷镦工具和装备。

现时的情况表明，尤其是在工具生产方面，大多数工业企业，甚至一些专业化工厂和车间还远远没有掌握新的先进的工艺，能够掌握它的只是少数企业的专业人员和科学研究所及设计部门的设计人员。

制造结构最合理的硬质合金工具非常重要，它是提高使用寿命及在集中生产中制造工具时做到节约的保证

无论是精密顶镦或者通常在多工位自动冷镦机上顶镦合金钢、耐热钢及钛合金制件，都要求采用全套用硬质合金强化了了的冷镦工具。它的制造要比钢制工具困难得多。

出版本书的目的在于：简要地阐述冷镦生产的先进工艺过程，给出在紧固件生产中得到大量应用的全套冷镦工具、切边和辗压螺纹的工具的制造、设计和计算方法。

书中综合了主要生产厂、研究所（学院）及设计部门在编制和开发强度高、经济耐用的冷镦工具方面的先进经验。

绪 论

用冷镦机冷镦制件是一种最先进的金属压力加工方法。

冷镦是使棒料直径增大的塑性变形过程。冷镦主要是在自动化设备上进行的。毛坯的切断；毛坯向镦锻线上的传递；头部和杆部的变形以及成品的输出均在一台自动锻压机上进行。

与在金属切削自动机床上进行的加工方法以及与自由锻、模锻的加工方法相比较，这种方法具有很大的优越性，它为利用生产率较高的设备制取金属工艺损耗量极小的制件提供了可能性。

冷镦方法的另一个主要的优点是，用这种方法加工的零件具有较高的强度极限。构成这种优点的原因是：在冷镦过程中，金属得到强化，头部与杆部过渡处的金属纤维保持完好无损。

可用冷镦方法制造的制件品种很多。但最为典型的是螺栓、螺钉、螺母、木螺钉等紧固件。

利用冷镦方法可制造空心制件、带有各种异形头部的制件或者头部带十字槽及其它形状凹穴或沟槽的制件。

当前，由于自动冷镦机和工模具采用了比较先进的结构，镦锻材料的质量也得到了提高，从而使这种金属加工方法得到了大力发展。

现正在设计用以大批生产螺栓、螺母和其它制件的综合自动线，有的已投入使用。

可以同时完成镦粗、切边、缩径和滚丝（搓螺纹）等一系列工序的联合冷镦机也正制造。

联合自动冷镦机具有很明显的经济效果：减少了生产面积，取消了在机床与机床之间的半成品的运送，所需的镦锻力也降低了。

冷镦基本上采用定径金属材料。根据生产的内容和规模，制造厂可以得到下列各种形式的材料：初轧材，热轧或冷拉定径线材或棒料。

在机械性能指标中，相对收缩率可以最准确地评价金属材料的可镦锻性。相对收缩率为50%~60%的钢材具有很好的塑性。

为了制得没有裂纹的制件，金属材料的表面质量也很重要。为了减

少摩擦，建议对材料表面进行磷化，即在材料的表面覆盖上磷酸锌。磷化层在锻造时可以保持较好的润滑。

冷锻时，采用覆盖层和润滑极为重要。许多制件（如自行车脚踏轴，见图11，δ），在加工时如不采用润滑，就会造成经济上无益，有时甚至在技术上行不通。

最常见的润滑材料有：

- 1、) 油（矿物油、有机油和最近出现的合成油）；
- 2、) 固体润滑油（各种形式的凡士林、油脂）；
- 3、) 肥皂；
- 4、) 由上述各种润滑材料构成的混合润滑剂和乳浊剂。

为了保证各种变形方式都有较好的润滑，从而制定了下列三种润滑方法：

第一种方法是在基体材料上形成一层很薄的非晶（形）的塑性材料薄膜。最简单的方法是镀铜。除了铜以外，还可以采用锌、铅和镉。这种方法的不足之处在于这些金属薄膜不适于进行进一步加工，并且很难从冷锻材料的表面上清除掉。

第二种方法是利用化学方法在钢的表面上形成锌、铝及其合金的金属盐层。金属盐层本身形成了润滑薄膜。这种润滑层在冷锻时便能防止润滑剂被从材料表面上挤掉。最常用的方法是磷化。

第三种方法是采用二硫化钼。它是从辉钼矿制取的。个别情况下，二硫化钼润滑剂是取得最佳成果的决定因素。

二硫化钼在工业生产中有各种形式，最常见的是粉末和细粉末；膏剂；油状；标准油添加剂；固体润滑油添加剂；塑料和硬质合金的直接添加剂。

在很多情况下，用手工涂上纯二硫化钼粉末就行了。

当大批生产各种紧固件时，需要制造大量的各种各样的冷锻工模具，它适于在专业化工厂里进行生产。

在集中制造工具的情况下，统一工具的形状尺寸、结构、材料及其热处理规范，对于现代化冷锻生产有着重大的意义。

由于采用了用硬质合金强化了的高强度工模具，使得每生产一吨产品所消耗的工模具明显地减少，这种工模具具有较高的使用寿命，使锻造制件的质量和精度得到提高。

目 录

前 言

绪 论

第一章 零件的冷锻工艺简述……………(1)

第一节 典型工艺……………(1)

第二节 用冷锻法制造耐热钢和钛合金零件……………(13)

第二章 杆状零件冷锻工具的设计和计算……………(22)

第一节 送料工具和毛坯切断工具……………(22)

第二节 锻锻凹模……………(27)

第三节 予锻冲模……………(40)

第四节 终锻冲模……………(48)

第三章 按零件头部外形切边的工具……………(59)

第四章 螺母冷锻工具……………(65)

第五章 工具的安装和调整……………(76)

第一节 凹模座……………(76)

第二节 冲模夹持器及其调整……………(79)

第三节 多工位自动冷锻机的调整……………(84)

第四节 工具配合处的尺寸……………(97)

第六章 辗压螺纹的工具……………(99)

第一节 平丝板辗压螺纹……………(99)

第二节 丝辊辗压螺纹……………(103)

第七章 工具的制造及其寿命的提高……………(113)

第一节	工具材料及其热处理·····	(113)
第二节	硬质合金凹模和冲模的制造工艺·····	(126)
第三节	用硬质合金强化的锻锻工具的寿命·····	(133)
第四节	钢制工具提高的寿命·····	(138)
第八章	辅助机构及装备·····	(143)
第一节	起重运输设备·····	(143)
第二节	辅助夹具及压模·····	(149)
结 束 语	·····	(162)
参 考 资 料	·····	(163)

第一章 零件的冷锻工艺简述

第一节 典型工艺

在这一节，论述一系列典型的和特殊的机械零件的冷锻工艺的实质和特点。

滚珠和滚柱的冷锻

滚珠和滚柱在凹模和冲模都有顶料器的专用的单击整模自动冷锻机上进行锻锻。

圆锥滚柱还可以在普通的单击自动冷锻机上进行锻锻。其圆锥部分基本上是在凹模模腔内成型；而倒角则由冲模来完成。

在锻锻滚珠的时候，必然要出现环状飞边。无论毛坯的下料长度和线材的公差控制得多么严格，只要想使滚珠满满地充实起来，沿分模面上的飞边总是不可避免的。在这种情况下进行开放式锻粗，飞边是得到（半球形）饱满形状的必要条件。

螺栓的制造

最常见的螺栓制造工艺由下列工序组成：带有倒角的圆柱头锻锻；切六方头；杆端部外圆倒角（根据需要）；辗压螺纹。

新的制造螺栓的工艺是注重于简化工序、降低金属消耗、提高机械强度和质最，制造标准头部和加大头部的螺栓。

马格尼托戈尔斯克精压厂，生产中，在双击自动冷锻机上采用两道工序的工艺加工M6—M12的螺栓。

在双击自动冷锻机上进行的第一道工序是锻锻带倒角的圆柱头和杆部缩径；第二道工序是切出六方头（图1）。

在锻锻和缩径之前，线材的直径大约等于螺纹的外径尺寸（M6螺栓— 6.05 ± 0.06 毫米；M8螺栓— 7.9 ± 0.06 毫米；M10— 9.9 ± 0.06 毫米）。

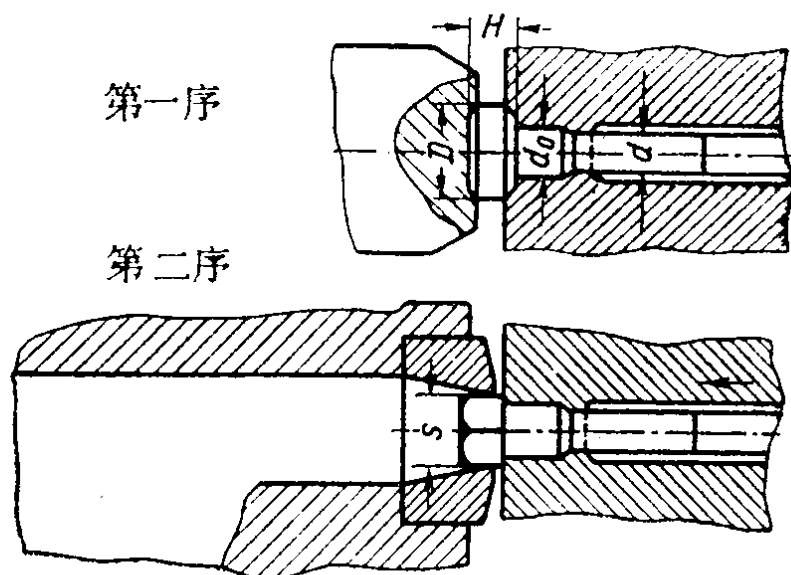


图1 双击自动冷镦机进行螺栓头部镦锻和切边的示意图

在搓丝机上辗压三级精度的螺纹。这种工艺的特点是，由于镦头和切边工序是在同一台冷镦机上实现的，因而不再需要单独的切边机。

这种方法的不足之处是在螺栓头的支撑面上存在毛边。

在双击自动冷镦机上制造六角头螺栓的另一个变体方案是：在第一序镦出类似六角形状的头，其直径为内接圆的尺寸；第二序，在带有滑动冲针的冲模内实现六角头无飞边镦锻。在这种情况下，金属的消耗量降低5—9%。

莫斯科利哈乔夫汽车制造厂，生产30号钢和35号钢螺栓时，采用了凹穴螺栓的制造工艺，螺栓头部圆柱凹穴的深为 $0.5H$ 。这种结构的螺栓（按工厂标准）由于减少了所需要的金属材料的体积，改善了充满六方的条件，因而可以在双击自动冷镦机的凹模模腔内直接镦锻出来。

必须指出，这种方法的金属变形程度很大，头部棱角充满不清晰。

高尔基城的《红色埃得纳》厂制定和运用了通过两模三冲进行不带切边的六角头螺栓的冷镦工艺。在双击自动冷镦机上进行带倒角的螺栓圆柱头镦锻（没有缩径）。圆柱头直径比六方头外接圆直径小0.1毫米，为了自由地进入第二台冷镦机的凹模，其杆部尺寸也要减少0.05毫米。在第二台自动冷镦机上的封闭凹模腔内进行六方头部的镦锻并使杆部达到搓螺纹前的尺寸。

为使螺钉头部六方的充满情况更好，标准规定（根据双方协议）允许在头部打凹穴。

上述各种制造螺栓的方法具有许多不足之处。第一,为了形成头部,金属体积必须大量地重新排列;这就必然增加了自动冷镦机的工步(冲击)数。第二,所制得的螺栓的强度不均匀。(系由变形不均匀造成的头杆各处强度不均匀——译注)

为了制取强度均匀的精制螺栓,近年来,多半开始采用多工位自动冷镦机进行镦锻。根据对许多国家先进金属制品厂的工作经验分析,多工位冷镦在螺栓生产中占40—50%。

用多工位自动冷镦机制造螺栓的工艺规定:或是通过三个或四个工位完成六角头的塑性成型,或是通过切六方完成(大规格螺栓)。供多工位自动机使用的原材料的直径(d_m)通常要大于杆部的公称直径。M10~M14螺栓的材料直径为: $d_m = (1.16 \sim 1.2) d$; M20~M24螺栓的材料直径为: $d_m = 1.3d$ (d 为搓螺纹之前的杆部直径)。

图2 是在多工位冷镦机上制造M12螺栓的工艺。

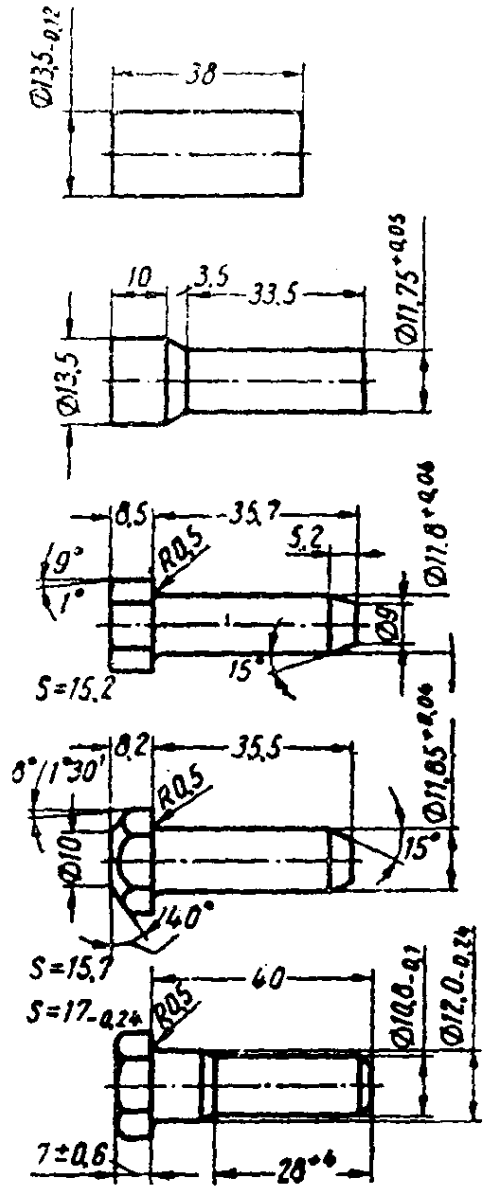


图2 M12螺栓的多工位两次缩径镦锻工艺

当采用杆部二次缩径方法时,头部的变形程度减小了。头部和杆部屈服极限的最大相对差数不超过35%。

目前,进行双面缩径、辗压螺纹的双头螺栓在由双工位或三工位自动冷镦机和专用辗压螺纹的机床组成的自动线上生产。机床间用输送装置相联接。

在《红色埃得纳》厂的自动线上,倒角成型和双面缩径是在本厂自己制造的双工位自动冷镦机上完成的。

待辗压的双头螺栓沿着槽形输送装置呈水平位置首先落入一对丝滚中,然后再沿着蛇形波纹料道送往另一对丝滚。这样一来,不同的螺纹

可以分别辗压，而送料都是自上而下进行的。在毛坯进行另一端滚丝之前，蛇形料道对毛坯的位置加以校正。

莫斯科利哈乔夫汽车厂采用齐姆肯特自动锻压机厂制造的专用自动线生产双头螺栓。该自动线由一台A081三工位自动冷镦机和一台带有两对水平排列的丝辊的滚丝机组成。

丝辊轴是固定的；丝辊工作牙型包括导入、工作和定径三个部分。

莫斯科利哈乔夫汽车厂的工艺特点是在倒角成型工位以后，在冷镦机的第二工位对中间部分进行圆柱体定径。

A081自动冷镦机工模具的安装示意图见“多工位自动冷镦机的调整”一节，（见图80）。

一字槽和十字槽螺钉的冷镦

钢，铜等螺钉主要是在双击自动冷镦机和自动螺纹滚压机床上加工。

当前，大多数工厂在生产M3—M6半圆头、半沉头和圆柱头螺钉时，镦头和开一字槽是同时进行的。

根据《红色埃得纳》厂的经验，在头部总高度H保持不变的情况下，增大了球面的高度（ $h-m$ ）并相应地减小了沉头部分的高度。槽的深度公差仅规定有负值（见图3.6）。螺钉头和槽的这种结构使得将槽型仅开在球形部分成为可能。

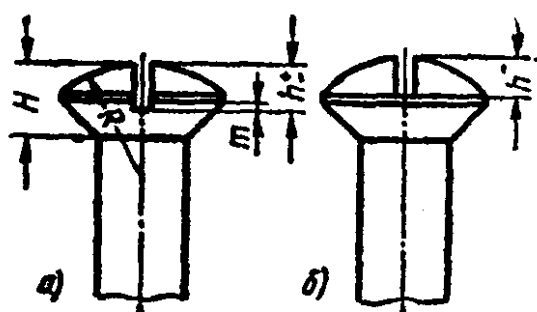


图3 一字槽螺钉头结构变化

在沉头上只能镦锻不通的槽。由于冲模直接冲击凹模，因而要镦锻通槽是极困难的。

根据《红色埃得纳》厂的经验，平头（圆柱头）自攻螺钉的圆柱头端面要进行一定的倒角，使之在螺钉平头上进行的镦槽更富于工艺性。

除此而外，这种螺钉的杆端部制尖，从前是在制尖机床上进行的；现在可以通过改变凹模模腔形状用镦锻的方法做到这一点。

十字槽螺钉的冷镦在三击自动机上经三次冲击完成，或在第三序能重复镦锻的双击冷镦机上完成。

十字槽沉头螺钉的镦锻是在双击自动机的封闭模腔内完成的（允许冲模和凹模相撞）。

半空心 and 空心铆钉的镦锻

国民经济对这种铆钉的需求量很大。然而它们的加工工艺却还很不完善。在许多情况下，孔是在镦锻后用钻头钻出来的（如《红色埃得纳》厂和利哈乔夫汽车厂等）。

直径为1～3毫米；长度为2.5～8毫米，镦出的孔径为0.7～2.5毫米，孔深为3毫米的半圆头或圆柱头半空心铆钉，许多工厂中都是在偏心冲床上用专用模具加工。这种冲床的专用模具采用回转圆盘送料，生产率为每小时6000—9000件。也有的采用A—100型专用自动机进行加工。为了能在普通的双击冷镦机上顺利地镦锻直径为5—6毫米；深度为 $2.5d$ （ d —孔径）的铝制空心铆钉，可以采用带有弹簧头的凹模。这种凹模可以使冲针同毛坯的相对位置保持不变〔18〕。

由于冲针常常损坏，所以在杆部镦出比较深的孔是困难的。在这种情况下，最好采用H·И·罗吉诺夫设计的自动冲床（图4）。

用该冲床可以加工钢、黄铜、铜和其它材料的铆钉。冲床装有自动送料机构。

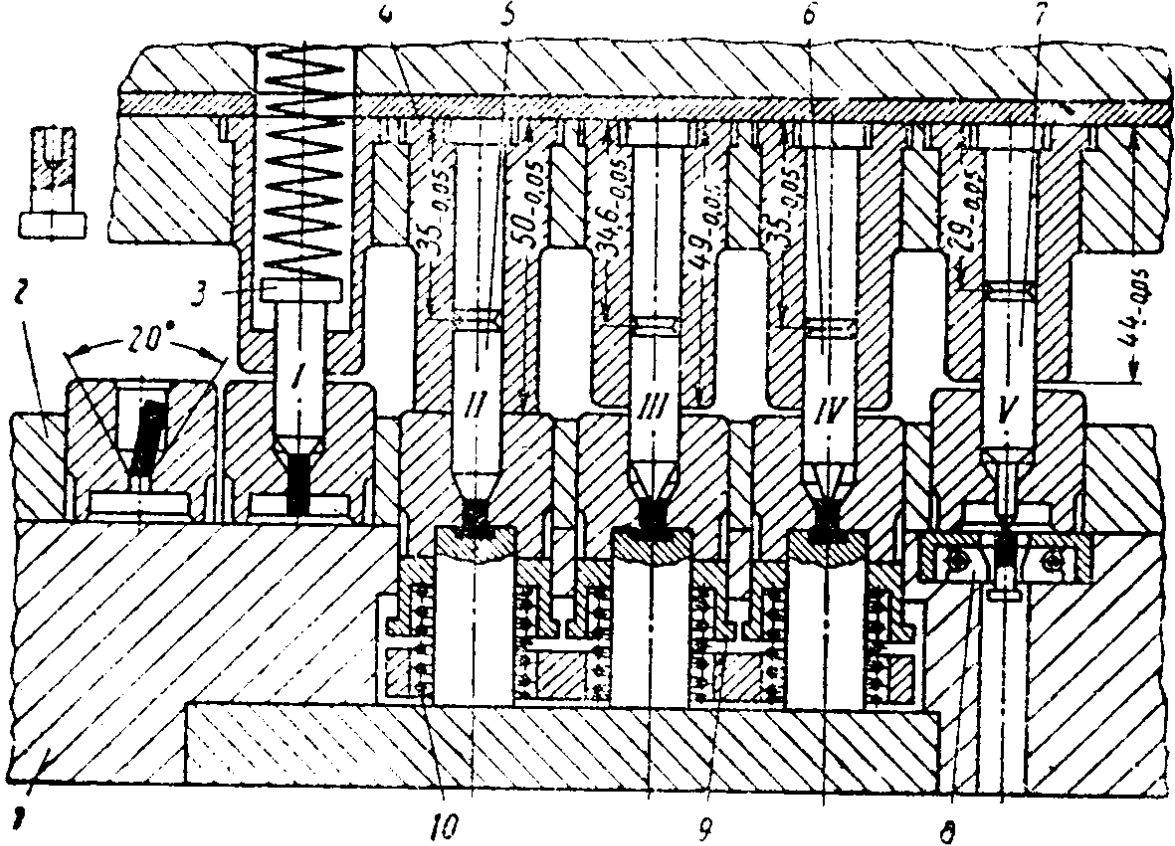


图 4 在自动冲床上制造半空心铆钉的示意图

线材送至挡料板，被切料刀切断，切取的铆钉毛坯送到下面的凹模孔槽内。

在工序Ⅰ中，毛坯被弹簧冲头3顶入凹模里。

在工序Ⅱ中，凹模对毛坯进行镦头。在冲床滑块的工作行程中，夹持器4向下压住凹模2的端部，凹模连同头部一起移动。在与冲模10相遇时，凹模进行头部镦锻；而冲模5则在毛坯的另一端杆内镦成圆锥形凹穴。

在冲床滑块的返回行程中，套筒9靠弹簧的力量将凹模2顶到平板1上平面的水平。同时，铆钉由冲模10中卸出。当回转盘再旋转一个工位角时，铆钉同凹模一起移送到第Ⅲ工序。冲模6在冲床滑块向下行程时，深入到铆钉杆端部的凹穴中并同铆钉一起使凹模向下移动。当铆钉头与冲模10接触时，凹模停止向下的运动，而冲模6在冲床滑块继续运动的过程中，挤压出锥形孔。

由于角度不同（凹模的角度为 20° ；而冲模则为 16° — 18° ），在挤压孔的时候，金属向上面的扩展缝隙自由流动，而形成了越往上壁厚越厚的漏斗形状。在第Ⅴ工序中，当冲模7顶挤铆钉时，凹模的圆柱形部分将漏斗收缩成为筒状并同时 will 将漏斗的厚壁部分拉长。

在冲床滑块的返回行程中，卸料器8将铆钉从顶料冲模7上卸下并通过机座的空当落入出料道，然后进入成品箱。

采用这种几何形状的冲模和凹模就能够经两道工序制得孔深为孔径的7—8倍、材料为钢、黄铜、铜等的空心铆钉。冲模的材料是X12φ1和ЭИ790。

也可以用管材镦锻空心铆钉。用于顶镦的管材状态对工具的寿命（冲针折断）有很大影响。如果是退火的管材，那末可以制得没有气孔和折叠的整体铆钉头；然而，与此同时，由于冲针同软管材的咬合而使其寿命降低。

镦锻冷作硬化的管材时，出现的则是另一番情景；当铆钉头部充满时会形成气孔（缝），然而工具（冲针）的寿命却明显地提高了。较有效地利用铜管镦制空心铆钉的方案是国立轴承四厂的革新者所独创的。他们自己将带料经过拉拔模拉制成管材。制得的管材紧紧的卷成卷状且无任何焊缝。

螺母和形状复杂的零件的多工位冷镦

近来，研制了大规格（M16，M17）和小规格（M3，M6）的螺母以及在机器制造业中大量应用的小零件的一系列冷镦工艺并已在生产实际中得到了应用。

多工位自动冷镦机的工艺可能性是普通自动机远远不可比拟的。它们大大地促进了冷镦工艺的发展。

螺母的冷镦

用直径为 $0.8 \sim 0.85S$ （ S 是扳手对方尺寸）的15号冷拉定径钢镦螺母的工艺得到了最广泛的应用。

以前认为，毛坯的高度 h 和它的直径 d 之比 $\frac{h}{d} = 1.1 \sim 1.15$ （相当于 $0.7 \sim 0.8S$ ）是螺母镦锻的最佳条件。

而近来进行的研究表明，当毛坯的直径 $d = 0.85 \sim 0.9S$ 时，可以明显地提高工具的寿命。

一方面，由于原始毛坯的直径较大而使变形程度和相应的镦锻力有所降低，另一方面，由于将第三工位的一部分力量分配到了第二位上，以镦制盲孔较深、形状稍改变的螺母球坯，从而不仅能减少冲孔连皮的厚度，而且还可以降低六方成型时的镦锻力。

用直径较大的毛坯顶锻深盲孔球坯的螺母镦锻工艺见图5a。

图5b是《瓦特布尔》公司在五工位自动冷镦机上进行螺母冷镦的工艺过程。

螺母自动冷镦机可以冷镦规格由M3～M24的毛坯螺母（A411，A412，A413，A415冷镦机）

用这种方法镦制的螺母具有极好的外观、内外倒角，而且冲出的孔可以直接绞出二级精度的螺纹。

由含碳量较高的六方钢生产螺母是在两台自动冲床上进行的（图6）。在第一台卧式冲床上进行毛坯的切断和一个端面的予成型，然后，经中间退火，再在另一台立式冲床上进行另一端面和冲孔连皮的最后成型和冲孔。

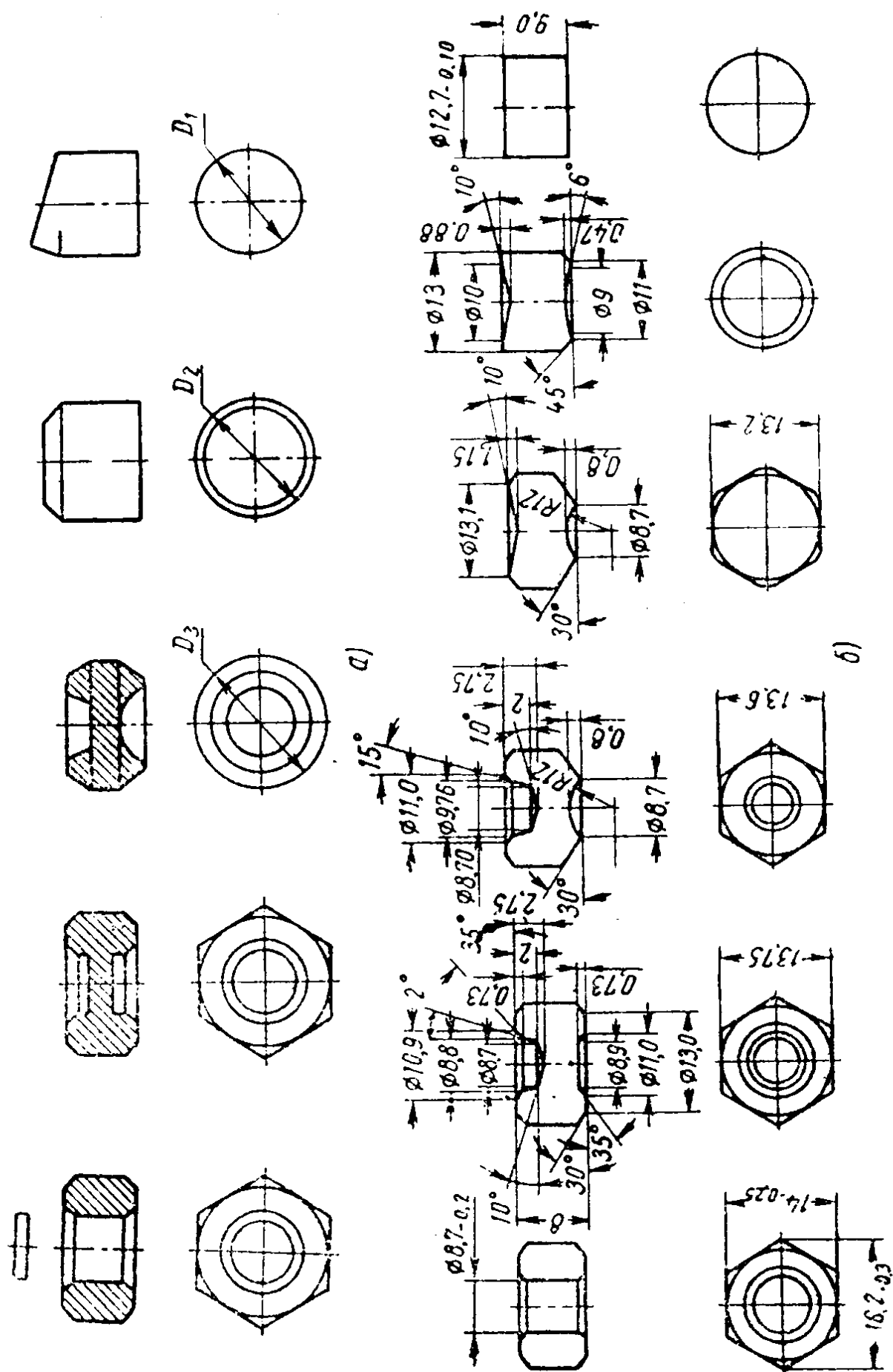


图 5 冷敏螺母的工艺过程

a—第二次敏粗时，在端面上带有凹穴； b—在五工位自动冷敏机上的新的工艺过程。

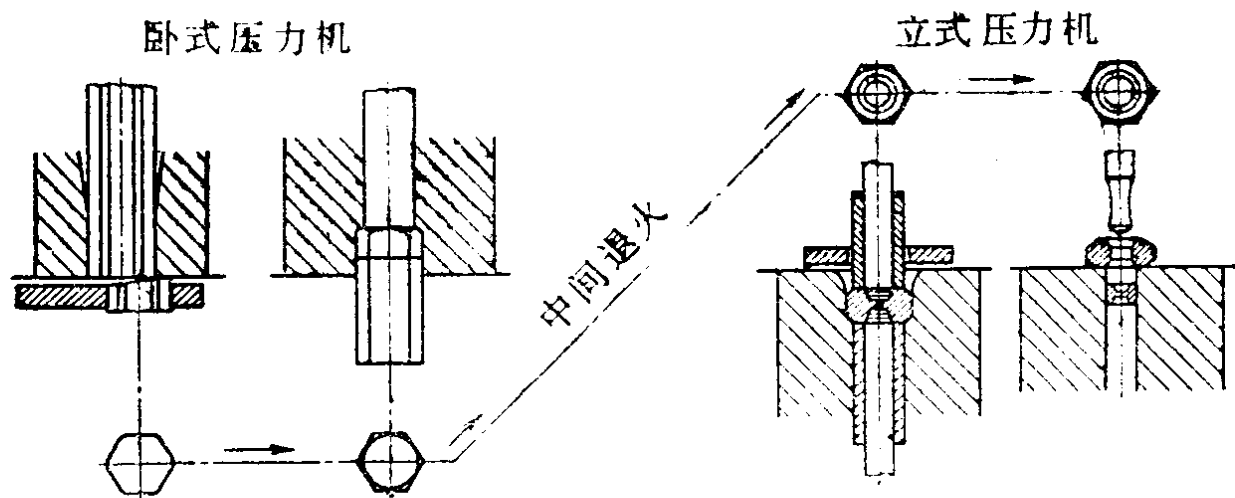


图6 用六方棒料锻大规格厚螺母示意图

图7 是A411、A412型螺母自动冷锻机锻紧定螺母的工艺流程略图。

下面我们列举一些由切削加工的另件转向冷锻加工的工艺过程。

压力油杯壳体的冷锻

在国民经济中对压力油杯的需求量每年在2千万件以上。用自动车床车制这种另件使大量的金属都变成了废屑。

在汽车工业工艺科学研究所的参加下，利哈乔夫汽车厂的配件车间运用冷锻工艺制造压力油杯壳，使金属损耗量降低到6%。

图8 是在三击自动冷锻机上锻锻压力油杯的工艺过程。

在汽车工艺科学研究所的参加下，莫斯科利哈乔夫汽车厂还运用这一方法在A412型螺母自动冷锻机上通过连续的锻锻并在锻出浅坑后冲孔制得阀门弹簧座的环状毛坯〔9〕。列宁格勒轧钢厂用A411螺母自动冷锻机锻锻蓄电池环(图9)。

莫斯科《机床标准件厂》用锻锻工艺制造带有内六角锥螺纹螺塞

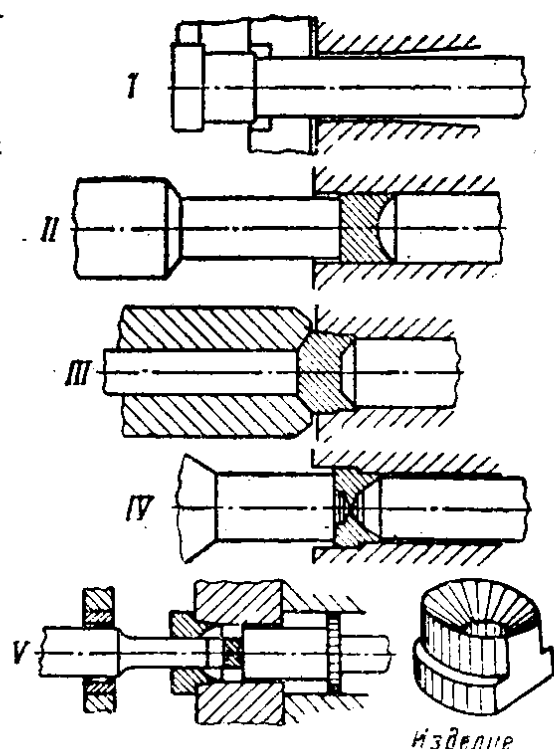


图7 锻锻紧定螺母的I—V道工序

- I — 切断毛坯
- II — 锻球面凹穴并锻粗毛坯
- III — 毛坯的予锻
- VI — 终 锻
- VII — 冲 孔