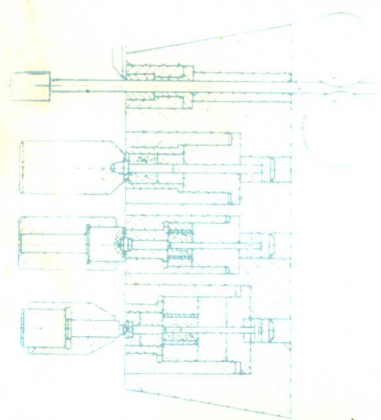


机械工业技术革新技术

二册



多工位冷镦工艺

上海市机械配件工业公司编

机械工业出版社



机械工业技术革新技术改造选编

多 工 位 冷 镦 工 艺

上海市机械配件工业公司编



机 械 工 业 出 版 社

内容提要 冷镦工艺是近年来在机械压力加工部门采用得比较多的一项少无切削新工艺。冷镦工艺的优点很多,能提高产品的产量和质量、节约材料、提高工件的机械性能等。因此,已在我国汽车工业、农业机械以及螺栓、螺钉、螺母等标准紧固件生产方面广泛采用。

本书介绍了上海市有关标准件厂在推广冷镦工艺方面的一些经验,重点叙述了部分冷镦螺栓、内六角螺钉、螺母的一般工艺、模具设计方法,并附带简述了多工位自动冷镦机的传动和调整知识。

可供标准件厂操作冷镦机的工人和工艺技术人员参考。

多工位冷镦工艺

上海市机械配件工业公司编

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 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 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $3 \frac{1}{4}$ · 插页 1 · 字数 67 千字

1975 年 11 月北京第一版·1975 年 11 月北京第一次印刷

印数 90,001—13,500 · 定价 0.26 元

*

统一书号: 15033 · 4339

毛主席语录

社会主义革命和社会主义建设，
必须坚持群众路线，放手发动群众，
大搞群众运动。

我们必须打破常规，尽量采用先
进技术，在一个不太长的历史时期
内，把我国建设成为一个社会主义的
现代化的强国。

出 版 说 明

在批林批孔运动的推动下，机械工业技术改造的群众运动蓬勃开展，先进经验层出不穷。为及时总结推广这些先进经验，我们组织编写了“机械工业技术革新技术改造选编”。

“机械工业技术革新技术改造选编”将陆续出版，内容包括：铸、锻、焊、热处理、机械加工、改善劳动条件、三废处理等方面，每本讲一个专题，内容少而精，便于机械工业的广大职工阅读参考。

在组织编写过程中，得到有关领导部门和编写单位的大力支持，对此我们表示感谢。欢迎广大读者对这些书多提宝贵意见。

前 言

冷镦工艺是近年来在机械压力加工部门采用得比较多的一项新工艺。冷镦工艺的优点很多,能提高产品产量和质量、节约材料、提高工件的机械性能等。因此,已在我国汽车工业、农业机械以及螺栓、螺钉、螺母等标准紧固件生产方面广泛采用。

上海市机械配件工业公司所属标准件行业,在冷镦工艺方面的群众性技术改造活动,经历了由手工操作到机械化生产,由个别工厂对旧设备、旧工艺进行革新到整个行业采用少无切削新工艺,由单机一能发展成单机多能、低速发展成高速几个阶段。一九六七年以后,广大工人、技术人员遵照了毛主席关于“**独立自主、自力更生**”的伟大教导,在济南铸锻机械研究所的大力配合下,组成了有工人、技术人员、干部参加的三结合会战组,经过几年奋战,全行业搞成了一批各种高速多工位冷镦机,为优质高产低消耗和提高劳动生产率闯出了一条路子。

本书所介绍的内容,是上海市有关标准件厂在推广冷镦工艺方面的一些经验,经集体组织编写的。但讲得尚很不全面,仅介绍了部分冷镦螺栓、内六角螺钉、螺母的一般工艺及模具设计方法,并附带简述了多工位自动冷镦机的传动、调整知识,供各标准件厂操作冷镦机的工人和工艺技术人员参考。

由于我们水平有限,书中难免存在着一些问题和缺点,恳请读者提出意见和批评指正。

目 录

前言

一、冷锻工艺简介	1
(一) 冷锻工艺的主要优点	1
(二) 冷锻变形程度及冷锻次数的决定	2
(三) 冷锻时坯料长度的计算	4
(四) 冷锻力的计算	6
二、冷锻凹穴六角头螺栓	10
(一) 凹穴六角头螺栓锻次数的决定	11
(二) 冷锻凹穴六角头螺栓模具设计	13
(三) 冷锻加工时产生废品的原因及防止办法	28
三、冷锻圆柱头内六角螺钉	31
(一) 原材料的热处理(退火)和冷拔	31
(二) 冷锻工艺和模具设计	34
四、冷锻六角螺母	43
(一) 模具结构	43
(二) 冷锻螺母工艺设计程序	45
(三) 模具设计	51
(四) 冷锻螺母产生废次品的原因及防止办法	67
五、多工位自动冷锻机	72
(一) 技术参数	72
(二) 机床适用范围	73
(三) 机床主要部件及传动示意	74
(四) 工作循环图	76
(五) 主要部件结构简介和使用调整	80

一、冷镦工艺简介

冷镦工艺是少无切削金属压力加工新工艺之一。它是一种利用金属在外力作用下所产生的塑性变形,并借助于模具,使金属体积作重新分布及转移,从而形成所需要的零件或毛坯的加工方法。冷镦工艺最适于用来生产螺栓、螺钉、螺母、铆钉、销钉等标准紧固件。

冷镦工艺常用的设备为专用的冷镦机。如生产量不太大,也可以用曲柄压力机或摩擦压力机代替。随着我国国民经济的飞速发展,我国工人阶级自行设计制造的多工位自动冷镦机,已经达到了专用、高效的先进水平。

(一) 冷镦工艺的主要优点

1. 冷镦是在常温条件下进行的。冷镦可使金属零件的机械性能得到改善。下表是冷镦螺栓和切削加工螺栓的机械强度对比:

螺 栓 直 径	钢 种	抗拉强度 σ_b 公斤/毫米 ²	
		切削加工螺栓	冷 镦 螺 栓
M8	40	62	68
M10	35	56	60
M12	40Cr	60	65
M18	35	52	57

从表中可以看出,无论是何种规格的螺栓,冷镦加工后的抗拉强度比切削加工的提高约 10% 左右,有的甚至可提高

20%。这是因为冷镦加工产品的金属纤维不会被切断，金属内部结构被压实，以及伴随加工硬化现象的存在，所以金属机械性能得到了改善。

2. 冷镦工艺可以提高材料利用率。以冷镦螺栓为例，新工艺“凹穴”六角头螺栓，材料利用率可达99%以上。除了料头料尾的损失外，达到了完全无切削加工。如用切削加工，材料利用率则仅为40%。冷镦螺母的材料利用率也可达80%左右，而切削加工螺母，其材料利用率只有54%。

3. 冷镦工艺可大大提高生产率。如冷镦螺母与原切削工艺相比，生产率约提高25~30倍。

4. 由于采用了多工位冷镦机，实现了各道工序在一台机床上同时加工，从而减少了设备投资，减少了设备所占用的生产场地，减少了半制品在各工序之间的运输，特别是减轻了工人的劳动强度，改善了劳动条件。

5. 冷镦工艺能提高产品表面光洁度和保证产品精度。一般光洁度可达 $\nabla 5$ ，特殊要求可达 $\nabla 6$ 。对于大批生产螺栓、螺母等来说，完全可以保证其精度。

冷镦工艺由于具有高的生产率，良好的产品质量，并可大大减少材料消耗，降低生产成本，改善劳动条件，因此已愈来愈广泛地应用在机械制造特别是标准紧固件的生产中，其中应用多工位冷镦机生产的最有代表性的产品，是螺栓、螺钉和螺母。

(二) 冷镦变形程度及冷镦次数的决定

1. 冷镦变形程度的表示方法及许用变形程度

在冷镦加工时，由于金属产生加工硬化作用，冷镦变形程度越大，变形抗力也将越大。当冷镦变形程度超过金属材料

料本身最大许用变形程度时，在零件侧表面就会形成裂纹；当冷镦的单位压力超过模具所允许的压力时，就会引起模具的损坏。因此，对各种不同尺寸形状、不同冷镦材料，应当选择合理的变形程度。一般冷镦变形程度常用下式表示（见图1-1）

$$\varepsilon = \frac{H_0 - h_1}{H_0} \times 100\%$$

式中 ε ——冷镦变形程度；

H_0 ——镦粗前毛坯原始高度；

h_1 ——镦粗后零件的高度。

另外，如果冷镦前毛坯长度过高，冷镦时则会产生侧向弯曲，造成折叠、夹灰等缺陷。因此，冷镦时的变形程度要选得合适。

据一些工厂的实验数据得知，不同金属材料，在冷镦时侧表面出现裂纹的最大许用变形程度如下表：

钢 种	ε
10	80%
10沸	87%
35	73%
40Cr	74%
30CrMnSiA	87%
65Mn	50%
GCr15	55~65%
铝、紫铜	>95%

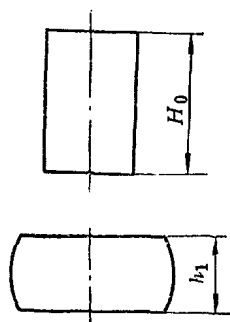


图1-1 冷镦加工变形程度

2. 冷镦次数的决定

冷镦变形程度超过上列数据时，为防止产生裂纹，应进行中间退火，以消除冷镦变形中产生的硬化现象，然后再继

续镦锻。除了考虑最大许用变形程度外，对于几何形状过复杂的冷锻产品，也必须考虑中间退火。如采用中间退火工艺，则只能分工序进行冷锻。

冷锻工艺除受上述变形程度影响外，还必须考虑镦锻时材料的弯曲。一般实践经验是，根据线材未夹持部分的自由高度 h 与其直径 d_m 之比，来决定镦锻次数，见图1-2。

当 $\frac{h}{d_m} \leq 2$ 时，镦锻一次；

当 $\frac{h}{d_m} \leq 4$ 时，镦锻二次；

当 $\frac{h}{d_m} \leq 6$ 时，镦锻三次。

在实际生产中，还要考虑产品的几何形状，按照上列数据多增加一次镦锻。如螺栓、螺钉、螺母的冷锻次数，就要比上列计算数据多镦一次。这是一方面为了考虑模具的使用寿命，另外也是为了保证产品质量。

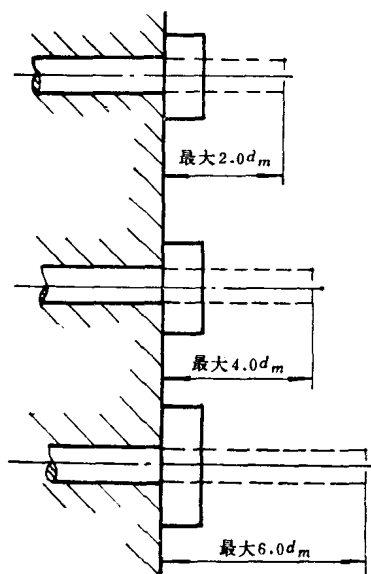


图1-2 由 $\frac{h}{d_m}$ 之比 决定镦锻次数
 $\frac{h}{d_m} \leq 2.0$ $\frac{h}{d_m} \leq 4.0$ $\frac{h}{d_m} < 6.0$

(三) 冷锻时坯料长度的计算

冷锻时的坯料长度，可根据体积不变原则来决定，即：塑性变形前坯料的体积，等于冷锻后零件的体积。如冷锻后还要进行切边或切削加工，那么坯料的体积还应加上相应的

切削量。

坯料体积决定后，它的头部所需毛坯长度，可按图1-3所示进行计算。

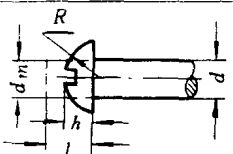
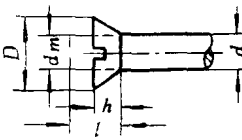
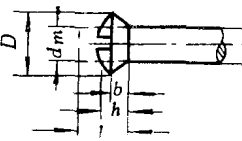
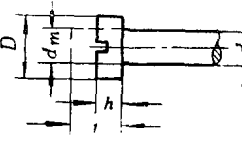
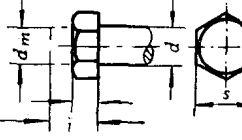
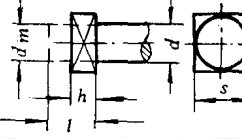
名称	头 部 形 状	计 算 公 式
半 圆 头		$l = \frac{4h^2}{d_m^2} \left(R - \frac{h}{3} \right)$
沉 头		$l = \frac{n}{3d_m^2} (D^2 + Dd + d^2)$
半 沉 头		$l = \frac{4h}{d_m^2} \left(\frac{D^2}{8} + \frac{h^2}{8} \right) + \frac{b}{3d_m^2} (D^2 + Dd + d^2)$
平 圆 头		$l = \frac{D^2}{d_m^2} h$
六 角 头		$l = 1.33 \frac{S^2}{d_m^2} h$
方 头		$l = 1.27 \frac{S^2}{d_m^2} h$

图1-3 部分冷锻螺钉、螺栓头部所需毛坯长度的计算公式

(四) 冷镦力的计算

正确地决定冷镦力的大小，对合理选用设备吨位、正确的模具结构设计，都是十分重要的。如果镦压力超过许用负荷，就应采取必要的降低冷镦力的措施；或者增加镦压次数，使每次镦压变形程度减小；或者改变模具形状，以便于金属成形，从而降低冷镦力的数值。

影响冷镦力的主要因素有：冷镦材料的机械性能、零件的尺寸及形状和变形程度、冷镦方式、模具几何形状以及润滑条件等。

计算冷镦力的大小，可用下列简化公式：

$$P = \beta \cdot \sigma_s \cdot \frac{D^2}{1000}$$

式中 P ——总的冷镦力（吨）；

σ_s ——冷镦前材料的屈服强度（公斤/毫米²）；

D ——冷镦后头部最大直径（毫米）；

β ——系数，对一般低碳钢，变形程度在 50~60% 时，其值在 5~6 范围内。

对于变形条件不属于上述情况时， β 可通过计算求得，其方法为：

$$\beta = C \cdot z \cdot \left(1 + \frac{f}{3} \cdot \frac{D}{h}\right) \cdot \frac{\pi}{4}$$

式中 C ——冷作硬化系数；

z ——形状充满系数，其值的大小可查图 1-4；

f ——外摩擦系数，根据润滑条件不同，一般变化在 0.08~0.15 范围内；

D ——冷镦后零件头部最大直径（毫米）；

h ——冷镦后零件头部最大高度（毫米）。

冷作硬化系数 C 可由下式求得:

$$C = \frac{\sigma'_s}{\sigma_s}$$

式中 σ'_s ——加工硬化后的屈服强度 (公斤/毫米²), 可从图 1-5 查得;

σ_s ——冷镦前材料的屈服强度 (公斤/毫米²), 可从材料手册查得。

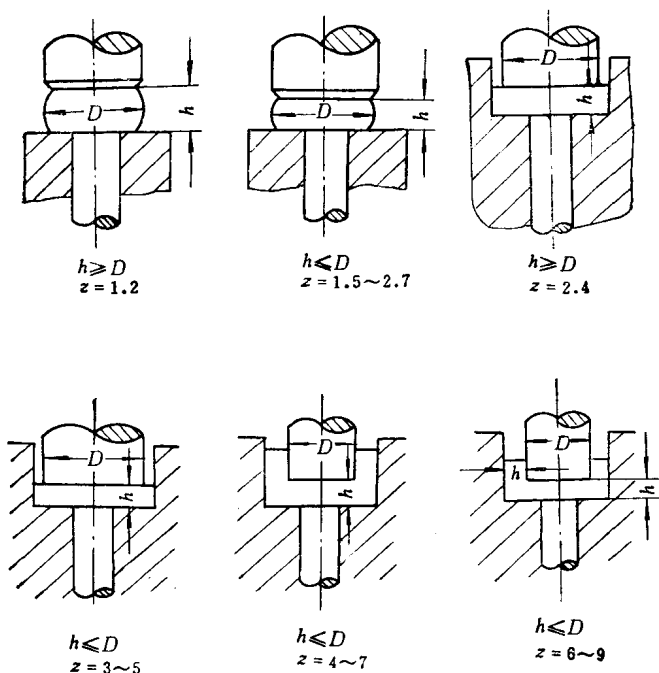


图1-4 冷镦时形状充满系数

冷镦力计算举例:

某厂在 Z 47-12 型多工位螺栓自动冷镦机上生产 M10 × 50 凹穴六角头螺栓, 材料为 35 钢, 求第二工位成形时冷镦

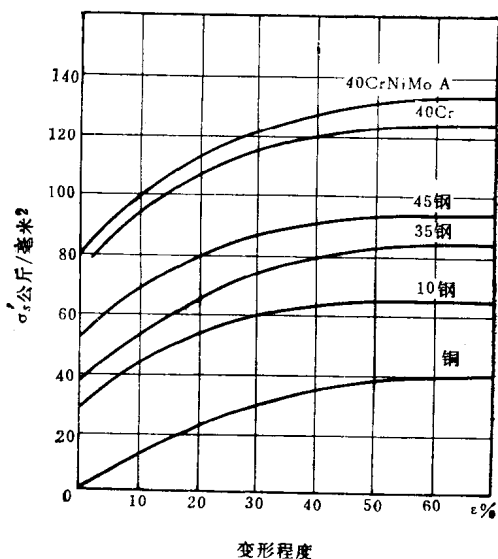


图1-5 金属压缩时的硬化曲线图

力的大小。

其工艺图见图 1-6。

$$\text{总锻力} \quad P = \beta \cdot \sigma_s \cdot \frac{D^2}{1000}$$

$$\text{其中} \quad \beta = C \cdot z \cdot \frac{\pi}{4} \left(1 + \frac{f}{3} \cdot \frac{D}{h} \right)$$

$$C = \frac{\sigma_s'}{\sigma_s}$$

查材料手册:

$$\sigma_s = 32 \text{ 公斤/毫米}^2$$

因为

$$\varepsilon = \frac{H_0 - h}{H_0} \times 100\% = \frac{18.5 - 10}{18.5} \approx 46\%$$

查图 1-5 得:

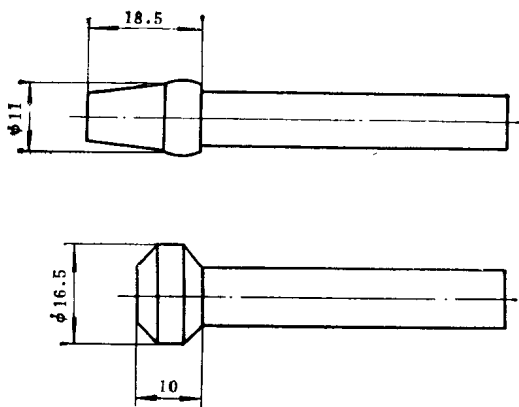


图1-6 M10×50凹穴六角头螺栓冷镦第一、二工序工艺图

$$\sigma'_s = 83 \text{ 公斤/毫米}^2$$

所以

$$C = \frac{\sigma'_s}{\sigma_s} = \frac{83}{32} = 2.59$$

查图 1-4 得:

$$z = 2.4$$

f ——一般润滑, 取 0.08

所以

$$\begin{aligned} \beta &= C \cdot z \cdot \frac{\pi}{4} \left(1 + \frac{f}{3} \cdot \frac{D}{h} \right) = 2.59 \times 2.4 \\ &\times \frac{\pi}{4} \times \left(1 + \frac{0.08}{3} \times \frac{16.5}{10} \right) = 5.1 \\ P &= 5.1 \times 32 \times \frac{16.5^2}{1000} = 44.43 \text{ 吨} \end{aligned}$$

第二工位冷镦力为 44.43 吨。

二、冷镦凹穴六角头螺栓

生产六角头螺栓的工艺，一般是采用双击冷镦机、自动切边机、自动搓丝机三台机床来完成的。这里虽然采用了冷镦加工的方法，但因为要经过一道“切六角边”工序，严格讲起来，还是属于少切削加工工艺；又因为要使用三台机床来加工，故生产效率也还比较低。

近几年来，由于多工位自动冷镦机的广泛采用，上海标准件行业的广大工人和技术人员，在有关部门支持下，乘无产阶级文化大革命的强劲东风，经过多次试验，掌握了冷镦时各道工序变形的规律，终于在Z47型多工位自动冷镦机上生产出了无切削螺栓——“凹穴”六角头螺栓（图2-1）。

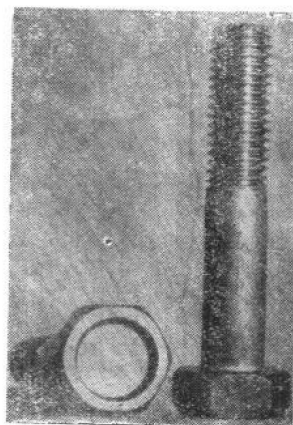


图2-1 “凹穴”六角头
螺栓 M8×60

螺栓头部凹穴的选用，是工人同志在试制无切削冷镦工艺过程中创造的一种加工方法，它在不影响螺栓使用质量的基础上，为了使六角螺栓头部六条棱角饱满而设计的。

同“切六角边”螺栓相比，凹穴六角头螺栓有如下的优点：

1. 材料利用率可达99%以上，比切六角边螺栓节约钢材5~7%。