

苏联科学院机器学研究所机器制造工艺委员会编

---

机器制造工艺过程自动化  
金属热加工  
金属压力加工及热处理  
过程自动化



机械工业出版社

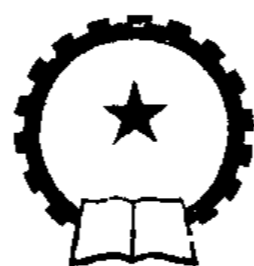
# 机器制造工艺过程自动化

金属热加工

金属压力加工及热处理过程自动化

苏联科学院机器学研究所机器制造工艺委员会编

清华大学金属压力加工教研室译



机械工业出版社

1958

## 出版者的話

苏联科学院于 1953 年 11 月 16 日至 21 日召开了机器制造工艺过程自动化会议。该院机器学研究所机器制造工艺委员会将会上所发表的论文编成四卷出版（金属热加工，检验过程，机器的驱动和操纵，金属切削加工和自动化一般问题）。“金属热加工”一卷包括金属压力加工及热处理、焊接和铸造三部分；为了便于专业读者购买，特将其分册出版。

本书是金属压力加工及热处理部分。书中各文概述了锻压工艺的最新成就和发展方向，各种新型锻压机器及其发展方向，最新的自动机和自动生产线，锻压生产自动化中的模具寿命问题，快速加热和感应加热的应用问题，以及热处理炉和热处理过程的机械化与自动化问题。

本书可供高中级工程技术人员、科学研究人员以及高等和中等专业学校教师参考。

苏联 Академия наук СССР, институт машиноведения комиссия по технологии машиностроения 編 ‘Автоматизация технологических процессов в машиностроении’ (Издательство академии наук СССР, 1955 年第一版)

\* \* \*

NO. 1581

1958 年 4 月第一版

1958 年 4 月第一版第一次印刷

787×1092<sup>1</sup>/<sub>18</sub> 字数 159 千字 印张 8

0,001— 2,500 册

机械工业出版社(北京东交民巷 27 号)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

北京市书刊出版业营业许可证出字第 008 号

定价 (10) 1.30 元

## 目 次

金屬压力加工自动化的若干問題.....	古布金 (王祖唐譯)	5
鍛压生产發展的主要阶段.....	济明 (曹起驥譯)	7
鍛压車間工艺过程的自动化.....	曼苏洛夫 (叶紹英譯)	13
机器制造業中采用軋制方法使工艺过程自动化.....	切里柯夫 (陆其仁譯)	18
鍛压生产中自动化的几个原則性方向.....	舍符亞柯夫 (刘紹昌譯)	29
在自动化生产的条件下对鍛压設備所提出的要求.....	尼斯特拉托夫 (張万昌譯)	36
鍛压設備机械化和自动化时鍛模的寿命問題.....	扎列斯基 (秦开宗譯)	41
为保証自动化鍛造工段的工作对鍛模鋼成分的选择.....	阿索諾夫 (郑可鎧譯)	44
在大量生产条件下鍛造与热处理过程的自动化途徑.....	阿索諾夫 (郑可鎧譯)	46
自动化煤气爐內的鋼料快速加热.....	科貝托夫 (王祖唐譯)	49
在自动化的生产条件下利用鍛件的热量.....	苏罗伏伊 (楊津光譯)	54
在鍛压生产过程自动化的条件下鋼的感应加热.....	沙莫夫、雷斯金 (楊津光譯)	59
对体积冲压和局部鍛粗用的自动压床所提出的工艺上 和結構上的基本要求.....	納夫罗茨基 (叶紹英譯)	67
生产“莫斯科人”小汽車發动机气閥鍛件的自动綫.....	多里別尔格 (郭和德譯)	73
气閥頂杆的自动高頻率加热和模鍛用的机組.....	舍別里亞可夫斯基 (郭和德譯)	80
热处理爐的机械化及自动化.....	薩莫希 (仝健民譯)	84
叶片彈簧生产的自动化.....	依罗辛 (秦开宗譯)	98
用高頻率电流加热时热处理过程的自动化与机械化.....	蘭金 (吳彭友譯)	111
电磁方法檢驗热处理的自动化.....	米得維其 (郭和德譯)	123





## 金屬压力加工自动化的若干問題

目前，金屬压力加工已經形成独立的技术領域，在很大程度內决定了机械制造业的經濟性和文明程度。

促使金屬压力加工繼續前进的最有效措施之一是这些工艺过程的最广泛地机械化和自动化。为了实现这一目标，必須：

1. 建立大量生产單一类型模鍛件的專業化工厂或車間；
2. 創設自动机和自动生产綫，采用最有效的加热方法、塑性变形、热处理以及零件的最后精加工，以保証必需的尺寸准确度和表面質量。

要創設自动机和自动生产綫来保証劳动生产率和产量的激剧增加，以及改进产品质量、縮短生产周期和根本上改善劳动条件，只有相当于从事金屬压力加工科学研究机关的条件下才能完成。在这种情形下，首先要解决創造以金屬压力加工自动化过程为基础的新加工方法所碰到的科学問題。解决上述問題，須同下列几方面的工作一并进行：

1. 吸收新的物理和力学方法，以改进現有的和研究新的更适应于自动化的工艺过程；
2. 研究作为科学基础的塑性力学的專門知識，以使金屬压力加工工艺过程进步。

應該注意，目前有关金屬压力加工的科学在很多情形下还落后于现实，还不能像空气动力学在飞机制造中那样推动生产的發展和工艺过程的改进。这門科学存在的缺点之一是把它分了很多方向，而金屬压力加工技术的进步，只有通过解决一系列的复杂問題才能实现。問題中比較重要的是下列几方面：

1. 研究金屬化学成分和相变情形对于塑性的关系；
2. 研究金屬变形时热力学規范和塑性的关系；
3. 难变形和脆性合金的压力加工；
4. 金屬在塑性变形中性質的变化；
5. 研究金屬最少量消耗于加工裕量的变形方法；
6. 确定变形力和变形功；
7. 找寻新的合金和材料，改进变形規范和金屬热处理規范，以提高工具的耐用度。

解决上述問題，不能只根据塑性理論科学的某一方面，只有掌握了最新的物理、物理化学、力学和数学的方法，乃至看到金屬压力加工中的重要問題和固体物理，以及連續介質力学和金屬物理化学之間的联系，这样来研究塑性原理，才能得到成功。

我完全同意苏联科学院院長涅斯米揚諾夫 (А. Н. Несмеянов) 的意見，目前在几門科学的接合点上所發展的学科將达到最大的效果。所以生物化学作为这种学科的例子。同样，如果塑性理論的發展被看做是固体物理、連續介質力学和物理化学三門科学結合的一种学科，引用一切新的試驗方法而不只限于数学分析来解决金屬压力加工問題，可能会得到更大的成就。

苏联科学院和各加盟共和国科学院應該为研究联合的复杂的塑性理論科学創造必要的条件。我們認為在这目标之下，苏联科学院系統应設立塑性力学研究所，在加盟共和国科学院設立研究塑性力学的專門實驗室。同时，各工業部应直接在企業中建立金屬压力加工的科学實驗室。为了加强科学和生产的联系，各工厂實驗室应与各科学院的試驗室一同进行科学研究。

在培养金屬压力加工和它鄰近的專業——金屬切削、热处理——年青專家的工作上是有不少缺点的，墨守着过去科学技术發展程度較低年代里的一些陈規和慣例。高等教育部應該修改我們的以及相鄰專業的教學計劃和大綱，使能联系新的技术。

保証有可能广泛地采用金屬压力加工过程的自动化的其他条件，是要解决一系列的生产問題，其中比較重要的是：

- a) 提高金屬在尺寸准确度、化学成分、机械性質和表面光潔度方面的質量；
- б) 扩大鋼材断面的种类；
- в) 机械制造業的工厂要研究和創造新型設備，以保証金屬压力加工过程广泛采用自动化和机械化；
- г) 建立生产高耐用度模具的專業化工厂。

这些是过渡到新的和更完善的技术形式所必需解决的几个主要任务。这过渡是全体金屬压力加工工人、工程师和学者的光荣，因为它將促进国家生产力的进一步发展，加速祖国过渡到共产主义社会。

## 鍛压生产發展的主要阶段

金屬压力加工在發展的过程中經過了若干阶段。在第一个阶段中，制造鍛件所需的所有工序（包括主要的和輔助的）都用手来操作。在13~17世紀时用粗制的手工具作为生产工具，后期則用精煉爐、鉄砧、小錘、大錘和鉗子。生产率非常低。举例來說，由熟鉄塊鍛制条狀毛坯，每一普特产品要消耗近乎13工时的劳动量。

为了分析鍛造加工的特征和这个过程的生产率，我們利用在圖1中所示的圖表。式中  $t_{x.n}$ ——接触到鍛件以前，鍛錘錘头、压床上模具或手錘空程向下（向前）所需的时间（分）；

$t_p$ ——工作行程时间（分），在工作行程中进行对鍛件的塑性变形；

$t_{x.B}$ ——打击后空程向上（向后）的时间（分）；

$\Sigma t_{x.n}$ 、 $\Sigma t_p$ 、 $\Sigma t_{x.B}$ ——相当于加工鍛件时所耗費在空程向下（向前）、工作行程和空程向上（向后）的总时间（分）。

$$\Sigma t_{x.n} = z t_{x.n}, \quad \Sigma t_p = z t_p, \quad \Sigma t_{x.B} = z t_{x.B} \quad (1)$$

式中  $z$ ——制造鍛件时的总打击次数（向下——向上，向前——向后的双行程数）。

$$z = \frac{1}{t_{x.n} + t_p + t_{x.B}} = \frac{1}{t_1} \quad (2)$$

式中  $n$ ——鍛压机器（或大錘）在連續工作情况下每分鐘的打击次数或向下——向上双行程数）。

$t_1 = t_{x.n} + t_p + t_{x.B}$ ——一次打击的时间（分）。

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_B + T_{\text{обс+отд}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{обс+отд}} = T_{\text{оп}} \left( 1 + \frac{k}{100} \right) \quad (3)$$

式中  $T_{\text{шт}}$ ——在决定生产定額时，生产鍛件所需的总單件时间（分）；

$T_0 = z t_1 = \frac{z}{n}$ ——鍛造零件时的基本（工艺、机器）时间（分）；

$T_B$ ——手工工序（送料，將鍛件由一模槽放到另一模槽，移走鍛件等）的輔助时间（分）；

$T_{\text{оп}} = T_0 + T_B$ ——工序时间或加工一个鍛件所需的时间（分）；

$T_{\text{обс+отд}}$ ——工作地点的技术和組織服务以及休息所需的时间（分）；一般用工序时间的百分数（ $K$ ）来决定。

提高过程生产率的任务：

$$Q = \frac{\text{件数}}{\text{分鐘}}$$

$$Q = \frac{1}{T_{\text{шт}}} \quad (4)$$

或生产定額

$$H = \frac{480}{T_{\text{шт}}} = 480 Q \frac{\text{件数}}{\text{一班}} \quad (5)$$



在鍛压生产中，从数学的观点看来生产率 $Q$ 是三个参数的函数：

$$Q = f(T_0; T_B; T_{обс+отд}) \quad (6)$$

**鍛造生产的第一时期** 它的特点是因为所应用手动工具的功率不大，所以基本时间（工艺时间） $T_0$ 相对地说很长。

当锤的平均重量为5公斤，打击速度为4公尺/秒时，工作时把锤举过肩（落下高度近乎1公尺），所发出的打击能为：

$$L_0 = \frac{m \times v^2}{2} = \frac{5 \times 4^2}{9.81 \times 2} = 4 \text{ 公斤公尺。}$$

假如每分钟的打击次数 $n = 20$ ，则我们可以得到在用锤工作时所发出的功率为：

$$N = \frac{n \times L_0}{60 \times 102} = \frac{20 \times 4}{60 \times 102} \approx 0.013 \text{ 千瓦。}$$

用这样小马力的工具来加工鍛件要求很多打击次数 $z$ ，这就必需很长的基本时间。

$$T_0 = \frac{z}{n}。$$

为了强化鍛造加工过程，开始采用脚踏的及馬拉驅動的，后来用水輪驅動的杠杆锤，现在则用电力驱动。

**鍛造生产的第二时期** 这个时期开始出现了杠杆锤。这时主要工序已机械化了，但所有辅助工序依旧是手工的。

辅助时间 $T_B$ 和服务休息时间 $T_{обс+отд}$ 缩短了，但是鍛压生产发展的第二时期的原则性特点是缩短基本时间 $T_0$ 。

落下部分重量为75公斤，每分钟行程次数 $n = 30$ （低速的）和打击能为75公斤公尺的杠杆锤比手锤的能力大25倍，可以代替25~30个锻工。这种锤获得了很广泛的应用，其每分钟打击次数达到 $n = 100$ 。仅在烏拉尔一地曾有过500多台这种锤进行工作。

后来，为了进一步缩短基本时间，开始采用功率更大的杠杆锤和其他类型的鍛造机器。

1839年蒸汽锤的出现，应看作是接近代概念来了解的机器鍛压生产的开始。

但，为提高生产率而进行的斗争并不以推广更大功率的鍛造机器为限。在圖1中表示出缩短基本时间 $T_0$ 仅仅是提高生产率的一种途径，其他途径还有像缩短辅助时间 $T_B$ 和服务休息时间 $T_{обс+отд}$ 。

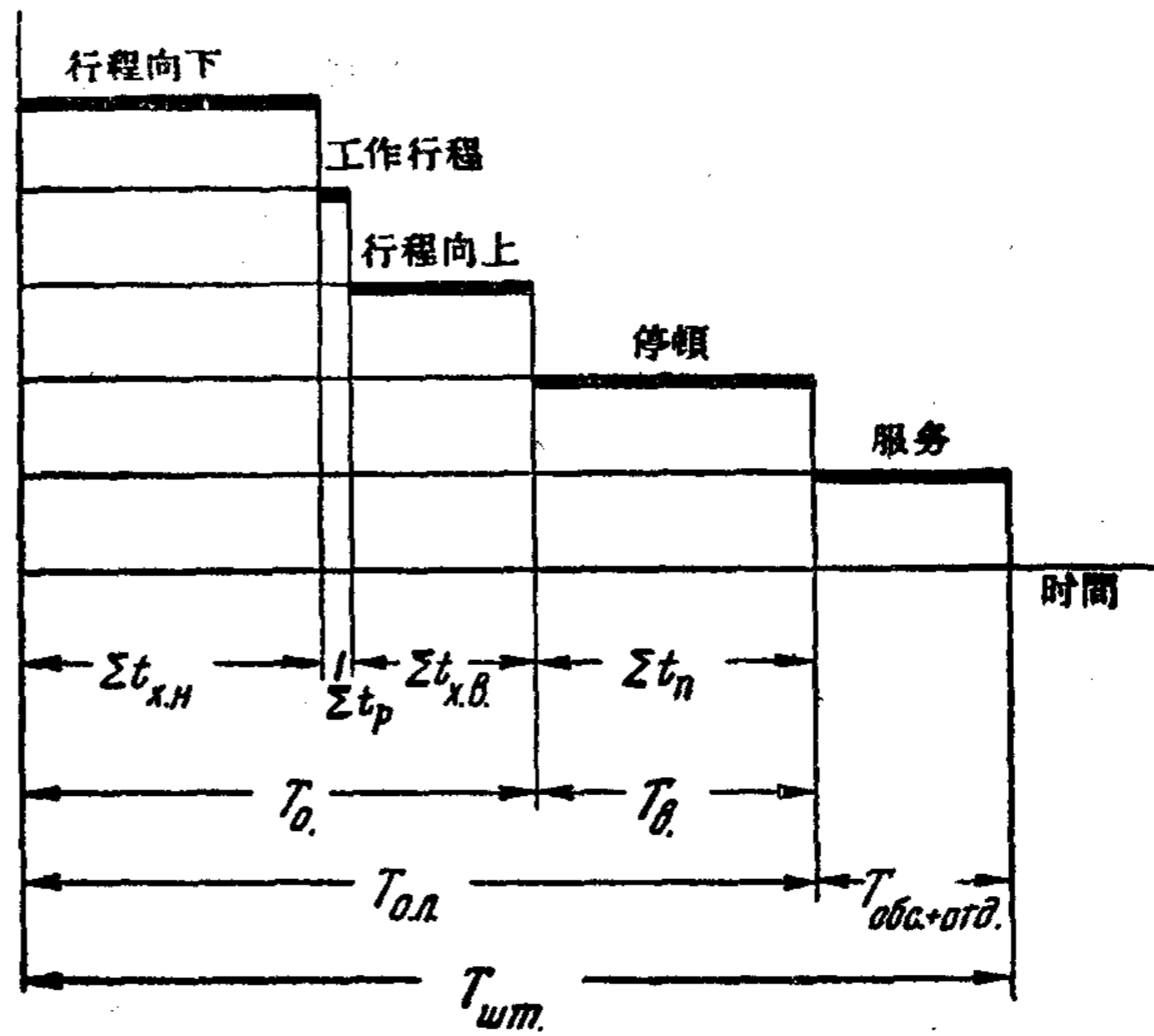


圖1 金屬鍛压加工生产率圖表。

用一个例子来说明一下按公式(4)辅助时间  $T_B$  对机器生产率  $Q$  的巨大影响。假定曲柄压床每分钟作 100 次行程 ( $n=100$ )。假定锻件的加工只要压床一次冲程就能完成 ( $z=1$ )。

假如用于毛坯送进的时间可以完全包括在滑块回程向上的机器时间内 ( $t_{x.B}$ )，那么压床的生产率 (以  $\frac{\text{件数}}{\text{分钟}}$  来表示) 将等于其每分钟行程次数:  $Q = n = 100$ 。

则基本时间:  $T_0 = \frac{z}{n} = 0.01$  分;

辅助时间:  $T_B = 0$ ;

工序时间:  $T_{on} = T_0 = 0.01$  分。

假如减低毛坯送进速度, 在计算时采用每分钟 30 个, 这种速度已相当于非常紧张的手操作, 其送料时间为:  $T_B = \frac{1}{30} = 0.033$  分。

这个时间的一部分包括在机器空程向上的时间内。

$$t_{x.B} = \frac{0.01}{2} = 0.005 \text{ 分。}$$

余下部分—— $T_B - t_{x.B} = 0.033 - 0.005 = 0.028$  分, 不能被机器时间所遮盖, 在计算生产定额  $H$  时, 必须考虑进去。

工序时间在这种情况下等于:

$$T_{on} = T_0 + T_B = 0.01 + 0.028 = 0.038 \text{ 分。}$$

假如  $T_{обс+отд} = 0$ , 那么压床生产率将等于:

$$Q = \frac{1}{0.038} = 26 \text{ 个/分。}$$

这样一来, 在同样的基本时间  $T_0$ , 但在较缓慢的毛坯送进速度情况下, 不能利用压床的每分钟全部 100 次行程。由于这个原因, 生产率和第一个压床工作方案相比较降低了  $\frac{100}{26} = 3.8$  倍。

这个情况早就被实践所指出, 所以为了达到提高锻压生产率的目的, 开始推广各种装置以机器操作来代替手工的辅助工序。

辅助工序的机械化按两条途径来实现: a) 采用装有各种机构的专用锻压机器; б) 采用相应的装置来补充装备机器以加速其工作。这种专用的锻压机器被称为冷锻、切割、弯曲、制钉和其他自动机。而使辅助工序自动化的装置, 像操纵机装料机构、贮料斗或毛坯存储器。

但是这种机械化不能保证锻造生产的完全自动化, 只是局部地代替手作的辅助工序。例如在冷锻自动机工作时仍有以下的手作工序: 将杆料送到自动机, 调整和更换锻模, 工艺用的润滑, 检验产品质量, 检查机器的工作和机器的操纵。这表示现有的锻造自动机更正确地应称为半自动机。如其他的自动送料机构和其他型式的机械化装置, 也应这样来了解它们。

所以锻压生产发展的第三阶段其特点是存在若干部分自动化的工段。这一阶段是作为第四时期自动化锻压生产的准备阶段, 这时不但手作工序被去除了, 而且机器的手工操纵也被代替。这个阶段应以进一步缩短  $T_0$  和  $T_B$  为其特征, 反之, 自动

化就失去其意义。

由于金属压力加工工艺过程机械化是自动化的准备，所以必须在机械化程度最高而且具有局部自动化结果的锻压生产工段首先进行自动化的工作，在这些工段上本身生产要求过渡到更高层次的机械化，即自动化。

由这个观点来观察，则金属压力加工工艺按其自动化的程度可以分为四个范畴：

a) 冷锻；б) 薄板冷冲压；в) 热模锻和г) 自由锻。

小零件的冷锻工艺（螺钉、螺母、铆钉、滚珠和其他零件）具有最高程度的自动化。自由锻具有最低程度的自动化，和这些有关就出现了一系列关于锻压生产发展的原则性问题。

第一个问题：哪些零件应该改用自动化的压力加工？当然，首先应该实现大量需要零件的自动化。这就保证了自动化工段在不重新调整的情况下继续工作，所以特别适合自动生产的经济性。

在大量生产的零件像铆钉、螺钉、螺母、滚柱、滚珠、钉、道钉、弹簧、别针、撇钉、电气器材零件等机械化机器生产中所积累的丰富经验，使我们根据认为，现在提出若干大量需要零件改用自动化生产的途径这一任务是及时的。

关于如何把自动化推广到生产典型的机件（齿轮、气阀、曲轴等）这个问题，是比较复杂的。这些典型机件不属于大量需要的零件，在这方面还缺乏机械化的经验，但是创造某些条件便可以帮助开展这类零件生产的自动化。这些条件是使机械制造的典型零件统一化、规格化甚至标准化，以期把它们由广泛需要的零件变为大量生产的零件。这和改变典型机件设计方法有关，在设计时应使零件的形状能简化生产的自动化。但这样的任务不是经常都能提出的，所以我们常要解决不是大量而是大批生产机件的生产自动化问题。在这一意义上，最有发展前途的是某些由薄板冷冲压制的零件改用自动化生产，应用热模锻的零件大批生产的自动化是较为复杂的任务，因为目前工业上连这些零件制造的机械化仍很少推广。

第二个问题：自动化生产的模锻工艺 由于选择最合理的模锻工艺过程在根本上影响到自动化工段的机器装备及其技术经济指标，所以在设计自动化工段的时候，应由选择最合理的模锻工艺过程开始。例如，普通的六角螺母可以从六角棒料用切削方法来制造；在圆柱形阴模中锻粗带孔的圆柱形毛坯，用切割方法以获得螺母的六个侧面；或在闭式阴模中锻粗带孔的六角螺母，或在分开式阴模中锻粗螺母毛边分布在螺母高度的中部，或由条料切割而得，等等。

在选择较复杂零件的制造方法时，除应用纯属锻压的工序外，应该应用机械制造其他工艺方法的一些方案——铸造、轧制、拉丝、焊接或与金属压力加工的联合使用。例如，车辆轴可以用锻造来制造，目前是用这方法来进行的，或用铸造及周期轧制。同样地，用复合方法，像铸—锻，锻—轧这些方法不是没有可能。

第三个问题：如何自动化 可以有不完全的自动化（二、三个工序）和包括轧制、焊接、切削等综合自动化。锻压过程自动化可用若干一般的万能锻压机器所组



成的流水綫，或采用一台多工序的联合自动机来实现。对于大量生产的零件，我們有根据采用生产全部加工好的，可以直接进入装配的零件的綜合自动生产綫。

假如对于大量需要的零件采用联合自动机較合宜，則对广泛需要的零件应采用万能鍛压机器所組成的自动流水綫。这些生产綫应按一定的节奏工作，这就要求采用每分鐘行程次数成倍数的各种机器，不論它們的型式、額定压力和功率如何。假如流水綫的机器行程次数不保持常数——实际上这完全可能存在，那么为了保証模鍛件生产的一定速度，需要建立我們所不希望有的中間积蓄器（貯料斗）。同时还要考虑到流水綫的鍛压机器应自动工作，并利用每一次行程在这种工作情况下，电力驅動的功率应比一般現有机器为大。

和这有关系的就發生了最适合于自动化生产方式的鍛压机器类型的問題。为了回答这个問題，只研究整个的基本時間  $T_0$  和輔助時間  $T_n$  是不够的，必須分析它們的組成部分。

圖 1 中表示，进行鍛件塑性变形的工作行程時間  $t_p$  显著地小于  $t_{x.H}$  和  $t_{x.B}$ 。当錘上工作时，時間  $t_p$  甚至可以略去不計（千分之几秒）。曲柄鍛压机器和水压机工作时， $t_p$  平均为  $0.1 (t_{x.H} + t_{x.B})$ 。

鍛压机器是間歇作用的机器，因此直接化費在鍛件变形上的時間  $\Sigma t_p$  占單件時間  $T_{\text{шт}}$  的極小一部分。間歇作用的鍛压机器这个原則性缺点，目前用在机器上推广采用各种縮短  $t_{x.H}$  和  $t_{x.B}$  的裝置来消除（ $t_p$  保持原来一样）；这个方法使能在不使工作行程条件变坏的情况下提高机器的速度，因为一般由工艺观点出發对工作行程要求具有一定的速度规范。

类似用于制造單个鍛件（滾珠、滾柱和其他）的軋制或旋轉式連續作用的鍛压机器是一种自动生产中的高生产率的鍛压机器，在这种机器所遵循的工作周期中，時間  $\Sigma t_p$  接近于  $T_0$ 。推广这种类型的机器并在保証毛坯連續送进的情况下，輔助時間  $T_n$  將等于零，这时單件時間  $T_{\text{шт}}$  等于  $\Sigma t_p + T_{\text{обс+отд}}$ ，其值为最小。

第四個問題：什么时候进行自动化 鍛压車間工艺过程的改进是按不同方向實現的（改变工艺性質，改善加热方法，提高模子寿命及其他），在目前改进的范围应借推广自动化的途徑来扩大，当自动化的技术經濟合理性获得証明时。进一步提高劳动生产率，提高产品质量和同一性，減低成本和根本改善工人的劳动条件，是技术經濟合理性的指标。

自动化生产中用于生产綫上的机器和專用裝置的費用是較高的，这就显著地增加了初次投資的費用，并使設備的維護和修理复杂化。因此必須指出，金屬压力加工自动生产綫的有利性不能只限制于从鍛造生产綫本身的技术經濟指标單方面来理解，而必須考虑到和生产成品相联系的以后各生产过程的指标。在自动化的鍛工工段不仅保証了工作工序和輔助工序，而且也保証了各服务工序和机器工作周期以外各工序（潤滑、檢驗、模子重新調整和其他）的完全自动进行。由于这个关系，完全自动化的生产綫对劳动力的需求最少，但是由于和一般装备比較自动生产綫具有

較复杂的各种装备，这就要求增加制造这些装备車間中的工人数，所以可能形成劳动力的不經濟，而仅仅是劳动力的重新調配并且提高了工人等級。同样，也不能不注意到自动化工段在重新調整到生产另一种产品的时候比一般流水綫灵活性較小。

認識到自动化生产工段工作的技术經濟指标最后是具有决定性的因素，目前必須对用于生产需要进一步机械加工零件的自动鍛压生产綫的工作情况和投資偿还情况，加速制定其技术經濟估价的一般标准。

第五个問題：鍛压生产自动化总原則的配合研究 关于研究建立鍛压車間或自动化生产專業工厂的設計方法問題已經提出来了。

被加工材料的性質、加热方法、工序間的热处理、鍛模寿命、自动化工作情况下鍛造机器的特性及进料斗的采用等也是屬於复杂的实际問題。其实，在附有金屬加热的自动綫上，其金屬压力加工工艺过程的連續性要求金屬符合于获得高質量和性質同一的产品，并能保証高度生产率，要估計到在加工时可能有工序間的毛坯加热和零件工序間的热处理。所以，在自动生产条件下，受到压力加工金屬牌号的選擇和一般情况下有所区别，并应建立在不同的基础上。

在自动化鍛造流水綫上金屬加热方法仍旧是一个不清楚的問題。較高頻率电加热、接触电加热和爐中快速加热的应用，要求划分界限和制定相应的方法。

工作工具的寿命問題也是重要的，假如工具寿命不長，則不可避免地將有很多時間損失在工具的重新調整上。

以上所述及的原則性的和实际的問題指出，要求建立和开展巨大的科学研究工作，將金屬压力加工方面的生产經驗系統化，并加以总结。



曼苏洛夫 (A. M. Мансуров)

## 鍛压車間工艺过程的自动化

社会主义工業的發展，給采用自动化工艺过程創造了很大的可能性。但是，鍛压生产过程的自动化却没有获得应有的發展，即使是在大量生产鍛件时也不例外。結果使鍛压設備的負荷率只达到50~60%，机工時間仅仅达到7~20%。

模鍛过程自动化的程度，以及为此目的所采用的設備，在很大程度上取决于生产規模。

当大量和大批生产同一类型的零件时，采用綜合自动化，在經濟上是合理的。它包括了整个生产过程循环，不仅包括加热設備和模鍛机器，还包括金屬切割設備以及鍛件初次热处理用的机組。在成批生产时，应该采用有部分自动化工艺过程的个别机組或可以有很大經濟效果的机器。

在分析模鍛过程自动化的經濟效果时，不仅要注意到占模鍛件总价值为数不大的工資的节省，还要注意到提高机器設備的生产率，縮短生产周期，加速流动資金的周轉和其他一些指标，这些指标就綜合决定了現代化工業企業的可利性。

当制造重量較大的鍛件时，操縱坯料所花費的体力是生产率極低而又極易使人疲劳的劳动，这时用自动化的鍛压机組来工作，便可获得很大的效果。

現在，阻碍采用模鍛过程自动化的主要原因是：a) 鍛模的寿命較低；b) 缺少相应的設備。

关于从工艺过程自动化可能性的观点来研究各种类型的鍛造——模鍛設備的結構問題，已成为急需解決的問題了。

### 鍛压生产控制热过程的自动化

自动測量和調整溫度是鍛压生产工艺过程自动化的主要部分之一。

加热規范对鍛件質量起重要的影响，因此必須注意毛坯加热过程的控制和鍛件的热处理，尤其在用特殊合金鋼制造鍛件时。用自动化調整的方法，可以使加热过程規范保持在一定的范围之內。为了达到这个目的，在某些鍛工車間，特別是裝有很大尺寸的加热爐的車間，都采用了各种自动化仪器作为測量、記錄和調整溫度之用：采用帶有盤式和鏈式自动繪圖的电位仪和电桥，以及光电高溫計等。快速作用的电子仪器可以有效地用来測量毛坯在高頻率設備中加热时的溫度，高頻率設備中加热時間短，要求非常准确地确定达到極限溫度的時刻，如果加热过程的控制是依靠時間繼电器来开閉加热設備，就不能保證模鍛时毛坯所需要的准确的加热溫度。考慮到使加热过程和加热爐自动地調節在技术經濟方面是有利的，所以应该認為在鍛造生产所有形式的爐子中采用自动調節都是合理的。

在鍛錘的鍛工車間采用加熱過程自動調節還不多，其原因之一是缺少在鍛造設備工作時（在震動條件下）能夠工作的儀器。

在鍛造生產條件下，仔細研究儀器的使用結果，可以解決鍛造生產中的熱過程全部自動調整的問題。

### 加熱毛坯過程的自動化

鍛壓車間應按照毛坯的形狀、尺寸和規定的生產率來采用不同類型的加熱爐。

在推杆式爐中，毛坯是沿專門的導軌或直接沿磚爐底自動地移動。在絕大部分的情況下是用手工方式來裝料入爐和由爐中取料。這種方法要求毛坯有規則的形狀。當使用形狀不規則的毛坯時，就需要有耐熱的托盤和導軌，這樣就顯著地增加了投資費用和使用時的消耗費用。

采用旋轉爐底的爐子，就能很好地解決從裝料機構到由爐中取出毛坯移動自動化的問題，在這種爐子及推杆式爐中可以完全自動地裝卸毛坯。

從加熱工序自動化的發展觀點來看（其中如裝取材料），不僅要注意推杆式的電加熱設備，而且也要注意連續作用的感應加熱設備。

### 模鍛過程的自動化

在各種結構的錘上，模鍛過程自動化的可能性是非常有限的。一個主要的困難是錘對金屬動載荷作用的性質，它大大妨礙了采用自動操縱的機構。由於這個緣故，模鍛過程自動化的方向應該首先使輔助因素自動化，即錘的潤滑，由鍛模中清除氧化皮以及鍛模冷卻等等。近來在汽車工業的鍛工車間里已廣泛地采用了機械鍛造壓力機。

在使鍛件最終成形及達到所需尺寸而在曲柄機械壓力機上進行體積模鍛時，只要求一個行程。這種過程對自動化來說，比起模鍛錘是更適合的對象，因為錘上模鍛要求打擊次數隨着鍛件的形狀和汽缸中空氣或蒸汽的壓力而改變。

在許多情況下，當使用曲柄機械壓力機時，靠壓力機的主曲柄機構而帶動一個專門的輔具，有可能在模鍛過程中使毛坯的送進和將毛坯由一個模槽移到另一個模槽，以及取出鍛件成品的過程自動化。

在大多數情況下，切邊壓力機是模鍛機組的組成部分，但是，很多年以前設計出來的結構，是不合乎現在鍛件生產的要求。因此采用了有可能建立自動鍛造生產綫的曲柄機械壓力機，就要求改變切邊壓力機的結構。為了從機械壓力機到切邊機構很可靠地進行運輸鍛件，希望這樣地改變切邊機構，就是將切邊壓力機的側面做出窗口，且鍛模工作表面高度適合于機械曲柄壓力機。

相當多的各種類型的和形狀相當複雜的鍛件，可以由棒料及一定尺寸的毛坯用熱頂鍛的方法來制造。當頂鍛有幾個工步時，對於毛坯從一個模槽到另一個模槽的移動和將毛坯送到擋板的自動化就產生了困難。現有的平鍛機的結構，就使上述過

程的自动化更复杂了，尤其是对于长的和重的毛坯。希望在这些机器上，毛坯从一个模槽移到另一个模槽不是垂直的方向，而是水平的方向。对于某些在平锻机上进行端部顶锻的长轴类锻件，可以采用自动化的夹钳装置。

在模锻过程中，毛坯的复杂移动（翻轉、旋轉等）是自动化比较艰难的任务。

当由长轴类的毛坯来制造锻件时（进行轴承环的锻造），将高频加热设备和模槽与模槽间的毛坯传送机构，联合在一个机器上，就有可能全部加工毛坯到終了，而不必把它从机器中取出。

靠着自动作用的感应加热设备的帮助，可以对预先切好的毛坯进行热顶锻。在这时也应该解决自动地而且迅速地运送加热后的毛坯到压床上的问题。此外，高频加热设备的生产率应该与高生产率的压力机相适应。因此要求同时加热几个毛坯且使压力机与加热设备的工作节拍统一。在莫斯科斯大林汽车厂的生产中，就设计和采用了这种类似的自动机。

当设计锻模时，应该注意到许多决定自动化可能性的装置：即定位器、操纵器、顶出装置和清除切毛边时的废料装置。定位器是为了当毛坯送到模槽时能正确地放置毛坯，操纵器是为了旋轉和从一模槽到另一模槽输送半成品，而顶出装置是为了从锻模模槽中顶出锻件到可以被操纵器夹住的高度。

定位器、操纵器和顶出器应该是可以被移开的机构。可以用不同的方法使它们运动——如用气动装置。所有自动化部件的运动应该与压力机的行程保持同步性。

在快速进行工作时，锻模应该经得起所遇到的强烈的热度与机械的作用。经常更换工具就会降低自动工作线或是个别机器的效率。应该做出仪器来测定当锻模开始走样和需要更换时的情况。

### 檢驗工序的自动化

锻件生产过程的自动化，就要求采用自动化的锻件技术檢驗方法。

锻件废品在很大的程度上与设备的不精确性以及锻模本身或原毛坯的质量有关。这种情况下，就不得不在投入生产前采用自动化的毛坯檢驗和加工过程中的锻件檢驗。确定内部缺陷可以用超声波方法，这种方法不限制被檢驗的毛坯及锻件大小，也可以用电磁仪器来确定。电气仪器可以記載出缺陷，發出光和声音的信号，或者直接表示在被檢驗的杆上。投入生产前鋼材的檢驗应该使其自动化并組成独立的部分或包括在綜合自动锻造生产线上。

最后技术檢驗的过程也应该是自动化的。例如，靠着用悬浮金屬質点的电磁檢驗器就可以發現裂紋，再应用帶式傳送机就使它的生产率比用其他的方法提高三倍多。此外还应该对锻件的裕量大小，平面的垂直度与平行度以及軸的偏心度进行檢查，可以依靠电接触測量仪器使其自动化。



## 鍛压生产自动化發展的主要方向

在工業中不只一次地發生和討論了关于組織大型的鍛压工厂，以供应机器制造企业所需鍛件的合理性問題。然而这种生产过程的組織形式，至今还没有获得一致見解，特别是由于在組織和运输方面可能發生困难。同样的理由阻碍了实行建立区域性鍛压車間的建議，这种車間可以供給一个部所屬工厂的鍛件。显然这个問題應該从新加以考虑，因为当具有了現代化的运输和現有的工業企業的工作組織时，采用新的生产鍛件的形式，就可以达到良好的經濟效果。提出关于在冶金工厂区内建立鍛件生产基地的問題也是合适的。苏联的技术已解决了供給工業企業鋼材的任务，也有了供应工業鍛件的全部先决条件。

在大量生产机器时，鍛工車間应按产品的类型而專業化，譬如生产曲軸、齿輪、汽閥等鍛件。这时工艺过程可以自动化。

專業化的鍛工車間不可避免地要求制造可以实行过程自动化的鍛压机器和加热設備，因而應該增加特殊断面的棒料并重新研究零件的結構。为了在机器制造工厂中制造个别类型的大量零件，如汽閥、頂杆、汽車发动机的連杆，應該合理地設計出，从送进棒料开始到获得成品零件为止的全部工艺过程循环自动化的生产綫。

由于在許多地区大大改善了能量平衡的問題，應該具体地研究在模鍛时使用电能来加热毛坯的問題，这在很大的程度上促进了自动化。近年来在这方面所进行的試驗，已获得良好的效果。

在所有生产鍛件的自动化过程中，对采用煤气快速加热毛坯方面，應該立刻建立試驗性的工業装备，同时广泛地开展用特殊断面的毛坯进行模鍛的工作，这样就有可能采用高生产率的模鍛机和鍛件制造自动化的过程。

## 結 論

1. 在鍛压車間应广泛地采用自动化仪器，以便檢查和自动調整整个系統加热設備的工作情况。
2. 應該向机器制造业和仪器制造业提出关于改善檢查-測量仪器的問題，其中包括在鍛压設備工作时能抵抗經常震动的仪器。
3. 在設計加热爐时，應該設置自动裝卸毛坯的裝置。
4. 为了提高模鍛过程自动化的程度，應該尽力采用煤气快速加热自动机，并組織它們的生产。
5. 在模鍛过程中，为了扩大和提高采用自动化設備的效果，應該在鍛工車間中广泛地采用曲柄机械压力机。
6. 成批生产时，最合理的組織是連續工作的水平曲柄机，它帶有相应的裝置和機構，使加热和送进毛坯及取出鍛件的工序自动化。
7. 應該再研究現有的平鍛机和切边压力机的結構，使得容易將它們組織在自动