

火 焰 淬 火

石 生 译

技 术 室

《火焰淬火》译文

专 辑 76—01



内部资料 注意保存

目 录

序 言	(1)
I. 磨擦的重要性及其防止	(1)
A. 防止磨损的表面硬度	(1)
B. 火焰淬火和其它表面淬火方法的比较	(5)
C. 火焰淬火的优点	(7)
II. 火焰淬火工艺	(8)
A. 各种不同的火焰淬火方法	(8)
B. 火焰淬火的燃气与火焰喷咀	(16)
C. 淬火与淬火剂	(20)
D. 供气装置及附属设备	(22)
E. 成本计算	(23)
III. 材 料	(25)
A. 普通碳钢与合金钢	(25)
B. 铸造材料	(29)
C. 可淬性的试验, 淬火的规范与可能达到的结果	(33)
IV. 实际火焰淬火	(37)
A. 工件设计	(37)
B. 工件热处理的前后	(40)
C. 淬硬过程中的差错及其防止	(43)
V. 火焰淬火法的优点	(44)
结 论	(57)

序 言

1. 名称 火焰淬火是由古老的淬硬方法中发展起来的一种方法，用于对热处理钢的表面淬硬。之所以命名为火焰淬火，类似于火焰切割，是因为使用火焰是这种加工方法不同于使用炉子的显著特征。

2. 火焰淬火的性质 火焰淬火是用一个大热量的火焰喷咀（大约为 0.5×10^6 千卡/小时/米或 50,000 BTU*/小时/时的火焰长度）对需要淬硬之处加热，火焰喷咀的热量是用可燃气体与氧气来供给的。工件表面在很短的时间内便达到淬火的温度，也就是造成热量的高度集中，使供给于工件表面的热量多于其内部的散热量。由于紧跟在加热后面的冷却，至使热量不能深入内部，只有表面承受磨擦的部分得到淬硬。用这种热处理方法，其工件的中心部位并不受影响，它不同于采用其它淬硬方法需将全部工件放在炉子内加热。因此：

- 1). 所用的材料必须是可淬性的，因为加热时间很短不可能做到渗碳。
- 2). 工件的几何形状必须是可以用火焰喷咀加热的。
- 3). 从操作工艺的角度来讲，这种淬火方法有若干优点。

火焰喷咀随时可用，又不需要很长的加热与等待时间，淬硬的速度较快；燃料与人工的消耗很低；变形也很小；因为只有承受磨擦的部分接受热处理。

* 译注：BTU——英国热量单位，1 BTU=0.2520千卡。

I. 磨擦的重要性及其防止

A. 防止磨擦的表面硬度

3. 磨擦

a). 各种不同磨擦的系统分类见 DIN50320（德国标准），有关磨擦的因素为基本体与对应体的材料、中间介质、运动种类以及负荷状况等（见表1）。

表2为按不同的中间介质、运动种类及负荷状况进行的各种磨擦系统的分类。

为了减轻磨擦，要求基本体或对应体，或者两者都是可以用火焰淬火的铁合金，已证明火焰淬火对于磨擦类型为1至7和16的是有效的。而类型为14至15的，则还没有成功的使用。

表1 基本体与对应体的材料符号

材 料	符 号	材 料	符 号
橡 皮	R	金 属	ME
木 材	W	矿 物	MI
塑 料	P	纺 织 品	T
皮 革	L	其 它 固 体	F
气 体、蒸 气、液 体 及 其 它 可 能 混 合 物			X

表2 磨 擦 的 分 类

中间介质	运动种类	负荷状况	磨擦种类	符 号
液 体	滑 动	静 止 或 摆 动	有 润 滑 的 滑 动	1
	滚 动		有 润 滑 的 滚 动	2
腐蚀性液体	滑 动		腐 蚀 性 滑 动	1 a
	滚 动		腐 蚀 性 滚 动	2 a
气 体	滑 动		干 滑 动	3
	滚 动		干 滚 动	4
固 体	滑 动		粒 状 滑 动	5
	滚 动		粒 状 滚 动	6
—	两个固体之间的反复冲击		冲 击	7
—	密闭的喷流	与磨擦面平行	滑 动 喷 咀	14a
		与磨擦面成锐角	倾 斜 喷 咀	14b
		与磨擦面成直角	反 射 喷 咀	14c
—	消失气蚀地区的冲击		气 蚀	15
—	自由飞散液体的冲击		飞 溅 冲 击	16
—	其 它		其 它	17

举例： 基本物体 对应物体 其它磨擦情况 标准试验方法
 Me Mi 3 DIN50330

b) 滑动磨擦。在滑动磨擦中，一般说来平均表面硬度为 Rc50—55，淬硬深度为几个微米（0.1毫米或0.0039吋）就可以了。通常是只将基本体或是它的对应体加以淬硬即可，这样，较软的材料的使用寿命也就延长了。但是对于粒状滑动磨擦〔即第5类——译者注〕，两者都必须淬硬，否则粒状物将嵌入较软的物体之中而过早的磨损。淬硬部分由于这种较严重的磨损情况，硬度必须达到Rc55—60，淬硬深度也要2至3毫米。

c) 滚动磨擦。对于滚动磨擦，接触面所要求的表面硬度与淬硬深度，很久以前就已经确定了。滚动的磨损来源于表面阻力与麻点剥落，而淬硬可以减轻其阻力，至于麻点剥落，即一部分物质从表面上剥落使其报废。而剥落的原因说明如下：

当一个滚动物体和它的对应体接触滚动时，其最大应力不在接触表面而在一定的深度之处，这是FÖPPL的发现，并认为这是发生麻点剥落的原因。可以有三种载荷情况（见图1）：
 1. 两个滚柱相对滚动，2. 一个滚柱在平面上滚动，3. 一个滚球在平面上滚动。

如图1所示，在第1、2两种情况下，最大剪应力发生在表面以下0.78a处；在第3种情况，则发生在0.47a处。“a”是两个物体接触面的长度之半，这个长度的求法列于图1的公式中。

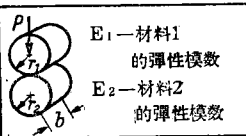
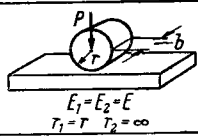
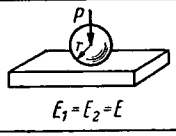
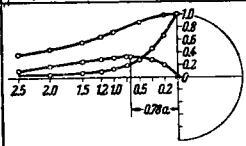
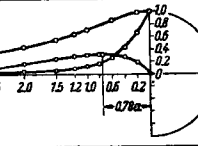
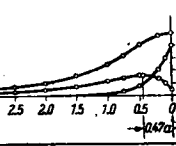
载荷状况			
沿对称轴线的应力分布			
a = 接触面长度之半	$a = 2 \sqrt{\frac{1 - \frac{1}{m^2}}{\pi} \cdot p \cdot \frac{\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2}}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}}}$	$a = 2 \sqrt{\frac{2}{\pi} \left(1 - \frac{1}{m^2}\right) \frac{p r}{E}}$	$a = \sqrt[3]{\frac{3}{2} \left(1 - \frac{1}{m^2}\right) \frac{p r}{E}}$
最大剪应力在表面下的位置	0.78 a	0.78 a	0.47 a
必要的表面淬火深度	1.0 a	1.0 a	0.6 a

图1. 滚动阻力所需要的表面淬火深度的计算（根据FÖPPL）

P——接触长度b的单位长度负荷（公斤/厘米），m——波桑比，对钢材取为10/3，r——滚柱或滚球的半径（厘米），E——材料的弹性模数（公斤/厘米²）。

译者注：参照其他资料钢材的波桑比应为0.3，公式中 $\left(1 - \frac{1}{m^2}\right)$ 一项为 $\left(1 - m^2\right)$ ，

本文中取m波桑比之值为 $\frac{10}{3}$ 公式中又列为 $\left(1 - \frac{1}{m^2}\right)$ ，结果虽然相同波桑比

之定义与数值显然有异，使用时应注意。

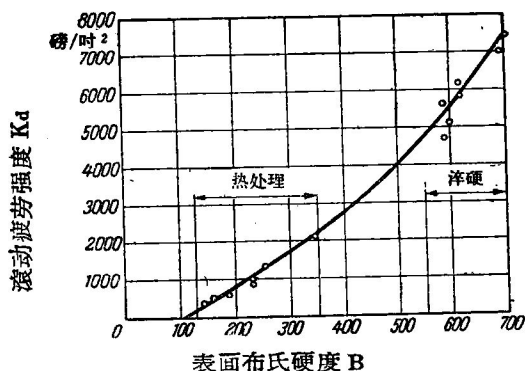
为了保证不发生麻点和剥落现象，在第1、2两种情况下，表面淬火深度至少等于a，在第3种情况下，则至少等于0.6a。

根据NIEMANN的研究，提出了一个滚动疲劳强度Ka，也就是在这种负荷下，两个长期滚动的磨擦面不发生显著的磨耗。如图2所示，它是与布氏硬度的平方成正比的。

通过火焰淬火后的表面滚动疲劳强度Ka与同样材料，但未经淬硬的表面相比，可以增加15倍。因此，由于尺寸关系至今未能进行渗炭淬硬的齿轮，采用了对每个齿的齿面依次进行单独淬硬的方法，这样将大大地提高齿轮的寿命。

d) 对于蒸汽透平中低压级的透平叶子，蒸汽阀门以及类似的部件，都存在有飞溅冲击磨擦的问题。这些部件倘若是锈钢和高级合金钢，则采用火焰表面淬火是很合适的。

e) 由于磨擦而造成的经济损失计有：



$$K_d = C_k \left(\frac{B}{100} \right)^2 \text{ 磅/吋}^2$$

材 料	C_k
碳 钢	183.44—163.53
热 处 理 钢	210.46—177.75
淬 硬 钢	194.81—163.53
灰 铸 铁	95.27—105.23
铸 钢	213.30—231.79

图 2 . 滚动疲劳强度与布氏硬度的关系

- 1、磨损部件的更换;
- 2、拆卸和安装费用;
- 3、由于停工影响带来的生产损失。

第 1、2 两项是很可观的; 第 3 项的影响也可能很大, 如果该机器是生产线上的关键设备或者正好是一台行车的话。有人曾估计, 在德国某煤炭企业中, 由于磨耗而造成的损失约占全年产值的 4~5%, 在其它企业中也找到同样的例子。在现代工具机床与汽车工业中, 速度与能力都在不断的增加, 而重量则在减轻, 若是在抵抗磨损方面没有改进, 这将是不可想像的。

4. 降低磨損 对作为最重要材料的钢来说, 降低磨損的有效办法是把它淬硬, 为此只需要把产生磨擦作用的表面淬硬便是了。

原则上说来, 对于滑动磨擦, 材料的硬度愈大, 则磨耗愈小。再就是两种材料的硬度之差愈大, 磨耗也愈小。因此, 硬的销轴需要有一个软的轴瓦。若是两件硬的物件相互磨擦, 例如镗杆和镗杆衬套, 则采用不同硬度的材料也可以得到较好的效果。

有些另部件如果在目前还没有其它的方法可以把它淬硬或者是淬硬的费用很高的话, 也可以用火焰淬火的方法来解决降低其磨损的问题。

5. 可淬硬性 铁碳平衡图示出了热处理中晶粒组织的变化, 从这个图上可以看出淬硬所需要的温度, 图 3 也指示出渗碳淬火、火焰淬硬和含碳量的关系。未淬硬钢材的强度随着含碳量的增加而增加。低碳钢经过渗碳淬火, 它的强度还是比较低的, 有时它的表面强度不足以承受外来负荷, 因此在汽车工业中, 为了增强钢件的表面强度, 常常需要加一点合金进去。对于钢材淬硬的基本要求是含碳量, 含碳量愈高, 可淬硬性也愈高。对于火焰淬火, 在大多数情况下, 要求钢的含碳量为 0.3 至 0.6~0.7% 之间。与含碳量相比较, 对于其它合金的成分则是比较次要的。

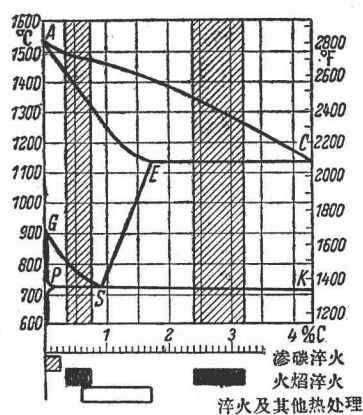


图 3 . 部分铁碳平衡图

(画有影綫的部分适宜用火焰淬硬)

B. 火焰淬火和其它表面淬火方法的比较

6. 表面淬火的热处理 渗碳淬火需要一个可以容纳整个工件的大炉子对工件整体加热。淬火时其工件的内部也要产生晶粒组织的变化。火焰淬火时只在表面加热,并且仅仅针对承受磨擦的部分,因此加热的时间与燃料消耗都显著地降低了。图4表示渗碳淬火与火焰淬火的工艺程序及时间比较,图中实线为基本操作工艺,虚线为可推荐的操作工艺,后者包括渗碳层的表面淬火。在火焰淬火之前的热处理,将使材料之中心部分的强度增高。对于承受负荷较大的工件,两者还都需要有一个回火工序。

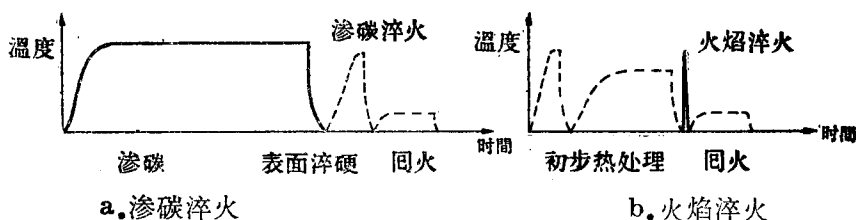


图4. 渗碳淬火与火焰淬火的加热操作

7. 工件形状的重要性 渗碳淬火时如果只是要求工件表面有硬度,则钢材的含碳量不得超过0.25%,淬火后中心部分不至于变硬或只是稍为变硬一点。

在施放碳素的介质中长时间的加热,可以使需要淬硬的表面增碳。以后淬火时,即使工件是整体加热的,也只是增碳部分得到淬硬。施放碳素的介质可以是固体、液体或者气体。固体渗碳材料通常用于局部淬硬的工件,它的缺点是碳素施放比较慢,因此需要较长的加热时间,液体的渗碳盐类。大多数是氰的化合物,渗碳很快,但对于要求局部渗碳者有些困难,因为很难找到一种不使盐液掺杂变质的保护物质,所以它常常只用于要求全部表面淬硬的工件。

在盐浴中的渗碳速度,大约为0.1毫米/小时,而采用其他方法时还要慢。用氮气渗氮的表层很薄,故只用于特殊的用途。用气体渗碳(人造气或丙烷)可以得到较深的渗碳层,但所需要的时间也是很长的。

火焰淬火,用的是含有淬硬成分的可淬碳钢,因此渗碳和增碳的时间就不需要了。又由于用以加热工件表面的喷咀的热量很高,所以加热时间只需要几秒钟就够了。

对于渗碳淬火工件表面上不需要淬硬的部分,必须加以保护,以防止碳素的渗入。有时在这些地方多留一点材料,并在渗碳后而未淬火之前将其除去,因此需要多加热一次。这些准备工作需要时间、经验以及精心操作,才能达到均匀的硬度。而对于火焰淬火,这些都是不必要的了。火焰喷咀可以做成与工件表面完全相符合的形状,因而只有这个表面被加热。由于火焰喷咀的设计原故,采用火焰淬火只限于形状均一的工件,而渗碳淬火则不受工件形状的限制。

对于大工件的表面渗碳需要有一个大的炉子,而开设这样的大炉子是很不经济的,因此

有时就把这道淬硬工序放弃了。而火焰淬火，虽然是很大的工件，也可以用简单的设备将其淬硬。渗碳淬火在大断面处产生相当大的应力，这是由于外表冷的很快，而中心部分冷却较慢，物体的刚性使得中心部分得不到完全的收缩，结果便产生了很大的拉应力，有时可以大到超过它的抗拉强度，所以在个别弱点便产生裂纹或变形，事后必须进行矫形或将其磨去，这样一来，有时就将已淬硬的表面磨掉了。由于中心部分与表面的成分不同，所以两者之间可能产生很大的应力而使表面剥落。

所有这些困难，通过采用火焰淬火法都可以避免，因为这种热处理并不影响中心部分，其表面与内部的化学成分是一致的。

8. 需要淬硬工件的数量 渗碳炉只有在同时间内对大批的工件进行渗碳才比较经济。这些部件多数是连续生产的，这样淬硬工序会对整个加工程序引起干扰，特别是因为它只能在装备良好的热处理车间内进行。需要淬硬的工件，要占用生产上很长的时间，与此相反，火焰淬火装置可以随时处于工作状态。并且由于它需要的加热时间很短，所以可以很方便的配备在生产线上。

9. 感应淬火 感应淬火法和火焰淬火法一样，也是选用可淬性的钢。一般说来，将淬硬的部分限制在一定的面积之内也是可能的，同时它的用途也受到工件形状的限制，这与火焰淬火法是同样的。

表 3 感 应 淬 火 法 的 能 源

动 力 来 源	频 率	能 量 (瓩)	效 率 %
电动—发电机	500 — 10,000	大 至 1000	0.70—0.85
火 花 法	50,000 — 500,000	大 至 50	0.50—0.70
真 空 管	100,000—3,000,000	大 至 100	0.40—0.50

火焰淬火法是从外部加热，感应淬火法则是在工件内部产生热量使其加热。工件进入感应器后就成为它的系统中的一部分，工件的形状与尺寸和淬硬层的深度决定了能源的尺寸与频率。不同的能源和它们的性能见表 3。能用小于 100,000 周波感应淬硬的工件，可以同样的用火焰淬火法来淬硬。小于 20 毫米的工件只能用大于 1,000,000 周波的感应法以淬硬一个薄薄的外皮。感应淬火法使得功能高度的集中在表面上，在一个平方厘米 (1cm^2) 的面积上可以集中到 1.0~1.5 瓩的能量。

考虑到感应淬火设备的基建投资是比较大的（大约为火焰淬火设备的 6~10 倍），并且是随着功率需要的增长而增加的，这就不如火焰淬火设备只需要很少的动力。至于加热时间只是小的工件才比火焰淬火法为短。对中等尺寸的工件，两者的加热时间是相等的，而工件的尺寸愈大，则火焰淬火法愈为有利。

为了减少总的工作时间，在可能的条件下，火焰淬火法可以同时几个销轴淬火。至于感应淬火法，则只能每次对一个工件淬火，这是由于限于设备费用的缘故。

对于园工件的外部淬硬，采用上述两种方法所需要的功率基本上是相等的。而对于平面淬火，采用火焰淬火法有其一定的优越性，尤其是对于内孔的淬火。因为感应器外部的磁场

比内部磁场低得多，为了使工件有一部分不淬硬，则只有采用火焰淬火法。由于表面效应的影响，感应淬火法容易使工件的突边与锐角过热，而火焰淬火法则没有这种影响。为了合理应用较高的基建投资，感应淬火法适宜于大量工件，而大量工件的情况一般都是比较少的。

表 4 列出了现代各种表面淬火法及其性能的比较。

表 4 各种表面淬火法的比较					
加 热 方 式	全 部 整 体 加 热			表 面 加 热	
材 料	渗 碳 钢			可 淬 硬 钢	
加 热 设 备	渗 碳	碳 炉	剂	感应加热器	喷 咀
淬硬深度(毫米)	粉 末 0.5~4.0	盐 类 0.2~2.0	N ₂ 0.1~0.5	2~30	2~30
工件形状的关系	无	最好是全部表面		可局部淬硬，但外形要均匀	
劳 动 力 费 用	高	中 等	低	低	
能 量 要 求	高	高	• 高	低	

c.火焰淬火的优点

对于局部承受磨耗的工件，如轴、销、齿轮、滚轮、轨道、行走轮等，火焰淬火方法是很适宜的。对于工具的火焰淬火，则只适用于用结构钢制造的，而用工具钢制造的只限于在特殊情况下采用。对于高速钢，因需要较长的加热时间以达到晶粒组织的转化，故不能用火焰淬火法，在此时火焰淬火的特长将是无用的。

火焰淬火法虽然有很多优点，并且在某些情况下，老式的淬硬方法仍然在应用着。但下述准则可以作为选择淬硬方法的依据：当需要淬硬的面积和整体面积之比愈小，渗碳淬火法愈为不利。而工件愈大，采用火焰淬火法愈有利，即使是全部表面都要淬硬也如此（见图 5）。

a: $\frac{O_n}{O_q} = 0.1$
b: $\frac{O_n}{O_q} = 0.4$
c: $\frac{O_n}{O_q} = 0.9$

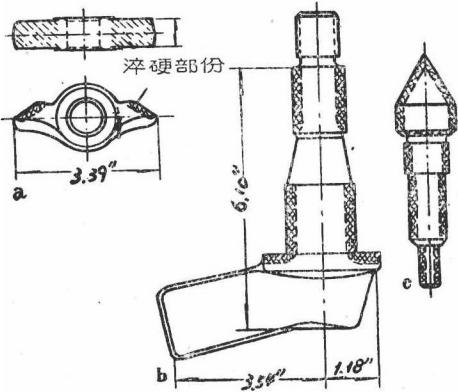


图 5 . 工件形状以及淬硬面积 (O_n) 与全部面积 (O_q) 之比对于选择淬火方法的影响

- a) 摇 臂 $O_n/O_q = 0.1$ 最适宜于火焰淬火
b) 轴 头 $O_n/O_q = 0.4$ 适宜于火焰淬火
c) 中心顶针 $O_n/O_q = 0.9$ 不适宜火焰淬火，因直径不一，宜于用渗碳淬火

II. 火焰淬火工艺

A. 各种不同的火焰淬火方法

火焰淬火时可以首先将全部需要淬硬的面积加热至淬火温度，然后进行淬火，这种方法叫做“全面淬硬法”。或者是用一个喷咀将工件加热，紧跟着加以淬火，这种方法叫做“推进式淬硬法”，因为此时工件只是在一条线上连续的加热。

10. 用摆动法全面淬硬 对于小的承受磨耗的平面或曲面，用气焊火炬或做成适当形状的火炬喷咀，并将火焰来回摆动直至均匀的达到淬火温度，然后加以淬火(见图6)。对工件量大时，最好有一机械作用的摆动运动，否则需要人工操作，例如对于小的汽门、顶丝、离合器爪或其它另部件的火焰淬火。而对于小的断面或薄的冲模，则可以同时使用两个火焰喷咀。

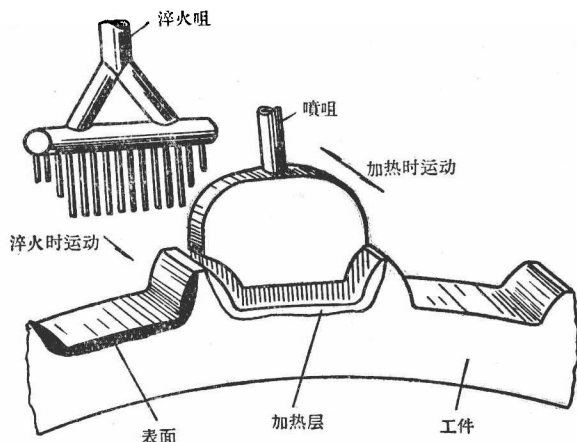


图6. 环状齿圈的摆动淬火

象链环上的小孔和纺织机或造纸机上的小叶片，用摆动法来淬硬是非常好的，这是由于加热时间变动的幅度很大，因此可以得到较深的淬硬深度。机车的连杆销子、本体和肩部都是需要淬硬的，最好采用一只特制的火焰喷咀，用摆动法来淬硬。

11. 用定点或固定法全面淬硬(见图7) 对于小的淬硬面积，火焰喷咀可以固定不动，这叫做“定点或固定淬硬法”。对于不规则外形又不便于用其它淬硬方式者，也可以采用此法。

用一个小的夹具将火炬和火焰喷咀夹持起来，将使得工作大为便利。譬如使用夹钳等类似工具，这样操作者手持这些夹具就可以进行淬火。如果再对工件提供一只支架并与火焰保持一定的距离，则更为便利。例如对摇臂的淬硬(见图8)。当批量大时，还可以做成自动化。

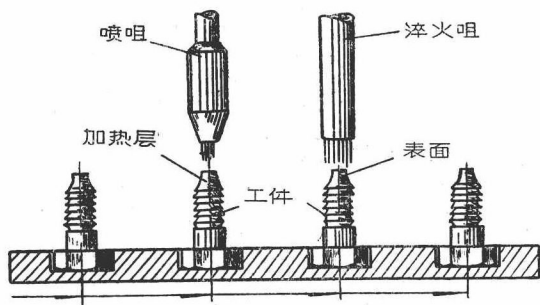


图7. 顶丝的定点淬硬

12. 用旋转法全面淬硬(见图9) 这种方法适用于短的轴颈、销子和小轴等等。对于小轴用相应长度的火焰喷咀加热，同时小轴也旋转直至达到所需的淬火温度。火焰喷咀放在靠近工件之处

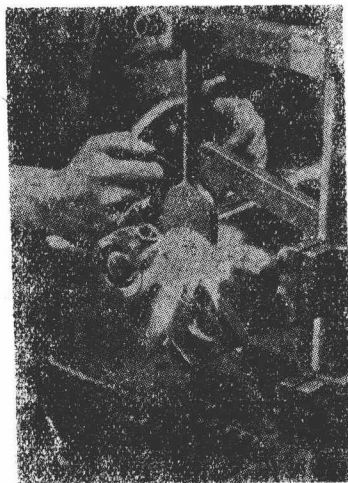


图8。摇臂的火焰淬硬

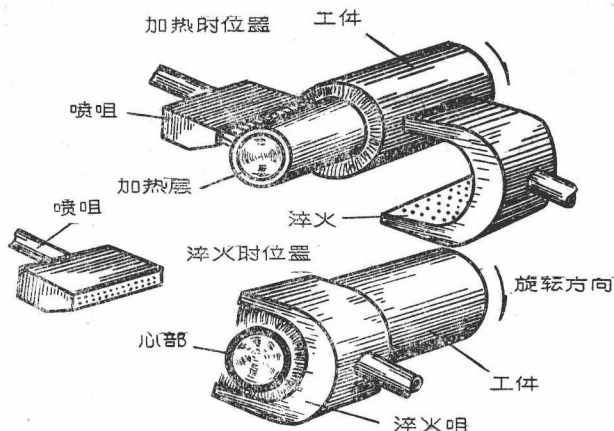


图9。旋转淬硬法：

①用喷咀对旋转工件加热，②对加热至淬火温度的工件进行淬火（加热喷咀退出时，淬火咀自动进给）

并使火焰与工件表面相垂直，其火焰心子十分接近但又不接触工件表面。经过适当地调整，这个距离大约为5~6毫米。采用两只喷咀并相互成 $120^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 的角度（见图10），可以大大地减少加热时间和燃气的消耗，与单一喷咀相比，大约可以减少20~30%，由于集中热量的增强，淬硬深度因而减小，而工件表面与心部的温差也比较大。对于大直径的工件，可以采用三个或更多的喷咀，并将轴颈围以火焰，这样可以防止氧化皮的产生。

旋转速度取决于工件直径的大小，一般为80~120转/分。而圆周速度不应低于10米/分，只有在特殊的情况下才采用无级变速装置。

加热时间取决于淬火温度、工件直径以及喷咀的能量。由于工件加大时火焰喷咀的能量要增加很多，因此长期以来“旋转淬硬法”只限于小的工件。现在由于大量的燃气可以长距离输送，还可以用液态燃气，因此用“旋转淬硬法”的工件直径也在增加。目前对于旋转淬硬的工件直径可大至1500毫米，宽度达300毫米，而所需的热量大至每小时3百万千卡/小时（12百万BTU/小时）。

图18（14页）所示的淬火机是用一个旋转动作将工件从安装位置转至加热位置，进而转至淬火位置，与此同时用电磁

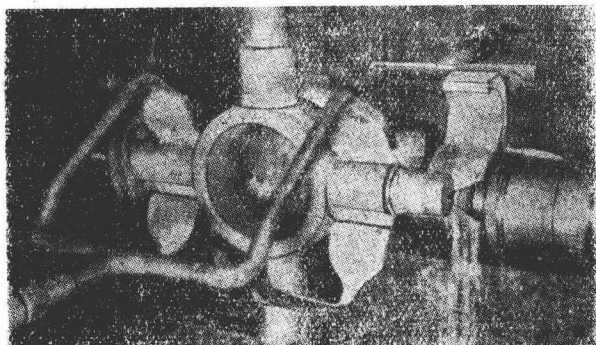


图10。旋转淬硬一例：

对变速箱十字轴的火焰淬火，左右两同心轴同时进行淬火。

阀操纵燃气、氧气和淬火用水。这种方式有一个好处，就是可以对几个轴颈同时淬硬。在自动淬火机上（图24，16页）各种不同的操作，即加热、淬火、装拆等，它们是连续进行的，且可以在不同的位置上同时进行。淬火周期只决定于加热时间，估计每毫米直径为0.5~1秒。对于曲轴如有高的台肩或夹板，采用“旋转淬硬法”是唯一

有效的方法。

13. 推进式淬硬法 推进式淬硬法是用以淬硬平面的，淬火装置紧跟在喷咀之后。工件上只有一条很窄的带是经常被加热至淬火温度的，随即就被淬火（见图 11）。火焰心子必须十分接近但又不接触到工件表面（喷咀距离工件大约为 5~6 毫米）。以下是几个应当注意之点：如果整个表面需要淬硬，则火焰喷咀的长度要比工件表面宽度短一点，两端各短 2~3 毫米。如果只是表面上一个狭带需要淬硬，则火焰喷咀的长度要比这个狭带的宽度两边各宽出 3~4 毫米。不然的话，由于后者散热的关系，这个狭带就要变的过窄了。

开始淬硬时，火焰喷咀要在工件表面上先稍为停一停，直至达到淬硬温度。这个加热时间很少超过 10 秒钟的，一般都少于 10 秒。工件如果需要一直淬硬至端部，则火焰喷咀的运动要突然加速一下，以使端部边沿不至过热而发生裂纹或缺陷。火焰喷咀要停在这样的位置，即使得工件的最外端得到淬火。上述推进式淬火法也用于齿轮的单齿淬硬。

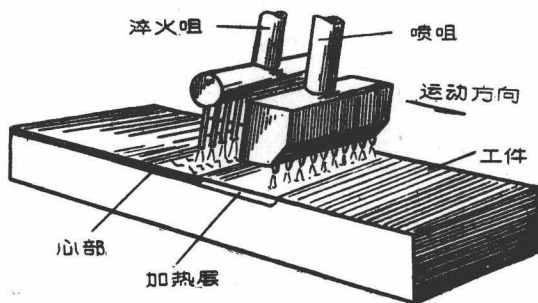


图11. 推进式淬硬法

原则上讲，火焰淬火的运动方向既可以在垂直方向上下运动，也可以在水平方向左右运动。但在垂直方向运动比较好一点，因为在淬火过程中可以对工件进行观察，例如对机车的十字头导轨和煤球机的冲头淬火等就是这样。

14. 具有软带的推进式淬硬法 用推进法淬硬大直径的圆面时，在开始淬硬和熄火两者衔接之处有一个软带（见图 12），因为已经淬硬的部分在熄火时被火焰散放之热所退火。为了减小这个软带区域，在火焰喷咀之前可以加一个淬冷装置，在这种情况下火焰要能够把淬冷之水吹走。这通过适当地设计是可以作到的。但对于有回火脆性的材料，要特别予以注意。用这种方法可以把软带区域缩小到几个毫米，因此对于绳轮、行车行走轮以及各种凸轮，都可以用这种淬火法并得到良好的效果（见图 21、22 和 23，第 15 页）。

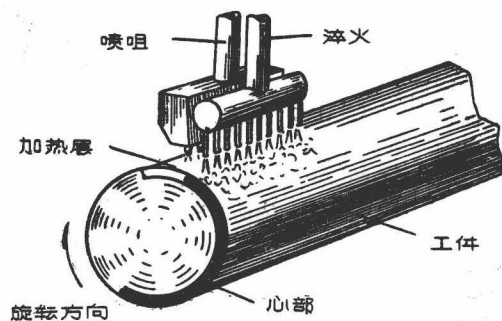


图12. 具有软带的推进式淬硬法

当需要较大的淬硬深度时，要用预热的喷咀，预热喷咀与淬硬喷咀是相互联锁的，并且需要先开预热喷咀。当着预热部分到达淬硬喷咀的地方时，它就被点燃而开始淬硬工作。为了保护已淬硬的部分，在预热喷咀之前有一个淬冷装置，预热喷咀在其到达已淬硬部分之前几毫米远就关闭熄火了。跟着就是淬火喷咀也在到达已淬硬部分时而关闭熄火。而工件的旋转在全部分淬硬完毕时也随之自动停车。（见图 19，第 14 页）

预热喷咀既可以得到较深的淬硬表面，也可以加快工件的进给速度，预热喷咀通常是用

于较大直径的园形工件。对于受磨损的部件，延长其寿命的要求也是在不断地增长着。具有软带的淬火法，现在已一般为旋转淬火法所代替。

球形端面的淬硬与平面工件是相同的。当着不同点的园周速度之差异需要加以考虑时，则或是随着直径的增加而增加火焰喷咀的能量，或是把近中心部分的火焰距离加大。对于大批量的园周凸轮或类似工件，可以用一个靠模来淬硬。而火炬最好是用一个滚轴，由弹簧或电磁吸力将其与靠模靠紧。当工件曲面的切线与进给方向成为大于 25° 的锐角时，则工件或是火焰喷咀需要转动一下，以使得火焰大致成为 90° 的角度射向工件表面。图 13 为淬硬大型凸轮的靠模装置。

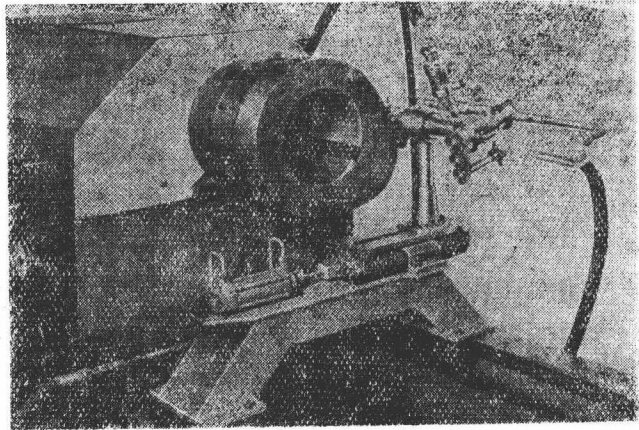


图13。

15. 用旋转推进法为长轴淬火 当为长轴淬火时，火焰喷咀作成环状或是弓形，并和淬火装置装在一起。它套在长轴之上，从一端移动至另一端，而轴同时在旋转，当移动一趟（见图 14）之后，淬硬工作也就完成了。弓形喷咀的优点是可以推进、退出以便于拆装工作；而环状喷咀则必须将工件从园环中穿过。环状喷咀可以较大幅度地适应工件的直径，这个适应范围从最大直径到最小直径为 75 毫米；而弓形喷咀的适应范围只有 25 毫米。这两种喷咀都可以只用几种尺寸型号就能满足各种不同直径工件的需要。由于长轴淬硬时的各种情况基本上是相同的，这就有可能决定对各种不同尺寸的工件的最佳进给速度。

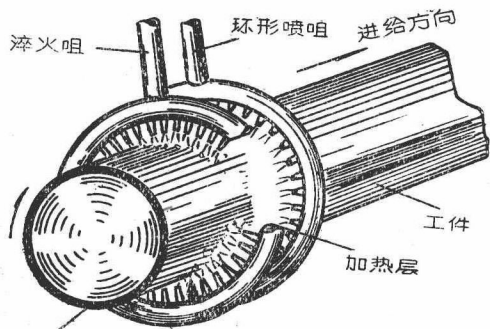


图14. 旋转进给淬火法

用旋转推进法可以淬硬直径为 20 毫米至 1500 毫米的长轴，可能淬硬的最小孔径为 25 毫米。用于小直径的火焰喷咀，其寿命是比较短的，特别是用于长孔。

无论是外表淬硬或是内壁淬硬，壁厚 5 毫米就足以防止淬透。当里、外都需要淬硬时，壁厚最少要 7 毫米才可安全的防止淬透。两面的淬硬深度都以 1.5 毫米计算，而中间留一个足够厚度的韧性带就行（见 56 页图 90）。

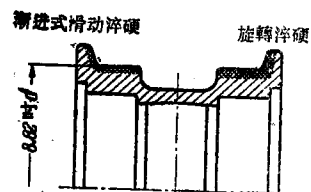
16. 淬硬方法的选择 用什么方法来淬硬才是最好呢？对于浅的花键轴，外园与槽底之差只有几毫米，采用旋转淬硬法是最简单的；而槽比较深的最好用推进法，因为可以避免顶部的过热。这两种方法对于花键轴都不会产生变形，它们都在成功地应用着。旋转淬硬法便于自动化，宜用于成批生产，这样就要求对火焰喷咀能量有较大的供给，但是对单个工件的

燃气、氧气的消耗仍然是一样的（见表5）。

表5 销子的火焰淬火（直径22毫米、长度300毫米、淬硬深度2毫米）

淬 硬 方 法	火焰喷咀 能量		加热时间 (秒/件)	消 耗 量		机器生产能力 (件/小时)
	煤 气	O ₂		煤 气	O ₂	
	(米 ³ /小时)			(米 ³ /件)		
旋 转 淬 硬 法	72.0	47.5	12	0.24	0.16	275
推进(旋转)淬硬法	12.5	8.2	60	0.22	0.15	30

像图15所示之轨道行走轮，用具有软带式的推进淬硬法，在边缘部分很难得到足够的淬硬深度，因此轮子的法兰很快就会被切掉。用普通碳钢，即使预热也只能淬深到3~4毫米。如采用42CrMo₄合金钢，并用旋转淬硬法，则淬硬深度可达6~8毫米。火焰喷咀的能量要增加75%，但淬火时间则减少30%，而燃料和人工的节省以及使用时间的延长可以将贵重材料之所费完全平衡过来。



淬硬方法		具有软带的推进法	旋 转 法
火焰喷咀	煤气(呎 ³ /时)	1157	2044
消耗量	O ₂ (呎 ³ /时)	1000	1234
淬硬时间(分)		进 给 9.0	加 热 1.66
		拆 装 1.0	淬 火 1.34
		总 计 10.0	拆 装 0.50
			总 计 3.50
消耗量	煤气(呎 ³ /时)	177	58
	O ₂ (呎 ³ /时)	139	34.5
材 料		CK45	42CrMo ₄
表面硬度 Rc		58±2	58±2
淬硬深度(吋)		0.118~0.157	0.236~0.315

图15. 履带車惰輪火焰淬火时两种不同淬火方法，对于淬火时间以及淬硬深度的影响。

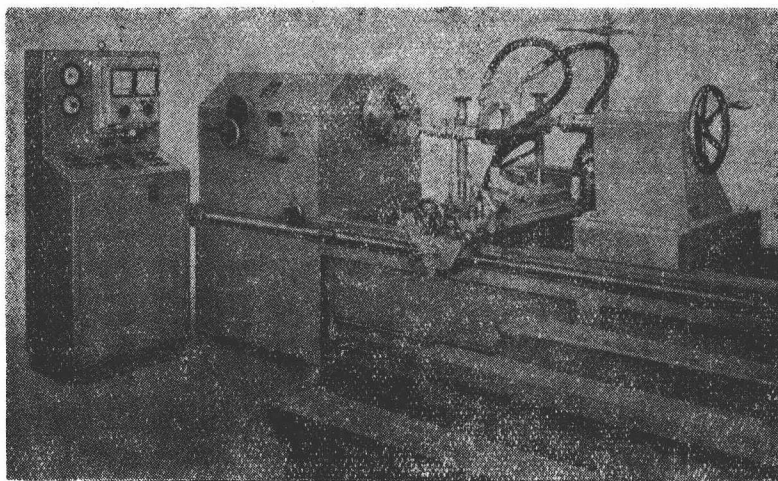


图16. 卧式万能火焰淬火机床(用于: 直径大至450毫米的短轴、大轴和滚子等的推进旋转式淬火; 直径大至1000毫米的轮状物体的具有软带的推进式淬火; 直径大至600毫米的蜗桿和斜齿輪的推进式淬火, 以及平面和曲面的推进式淬火)

17. 火焰淬火机床的要求 这种机床应该能够很方便的改换火焰喷咀和水淬装置, 以减少生产准备时间。火焰喷咀和水淬装置应能很方便的在三个方向移动, 以便调节它们和淬硬表面的距离。如果这个表面和火焰喷咀支架导轨不相平行, 或是也不便于加装一个靠模, 则火焰喷咀要能手动操作, 以使用手动操作使火焰适应于工件的外形而得到均匀的淬硬。有时火焰喷咀只需两个方向移动, 而工件则在第三个方向移动。

对于淬火机床上的夹具, 要能够补偿工件受热膨胀的影响, 否则易产生变形。还要有档铁与定中心的装置, 以便于装置工件和简化调整中心的工作。

操作人员在他的位子上要能够看到所有的仪表, 并能伸手摸到所有的控制装置。控制装置的运动方向要和它所控制的动作相适应, 且不能挡住对淬硬面的视线。因此, 对于圆工件宜采用卧式机床(图16); 而立式机床则适用于对平面和几个平面同时淬火的情况(图17)。操作者的位

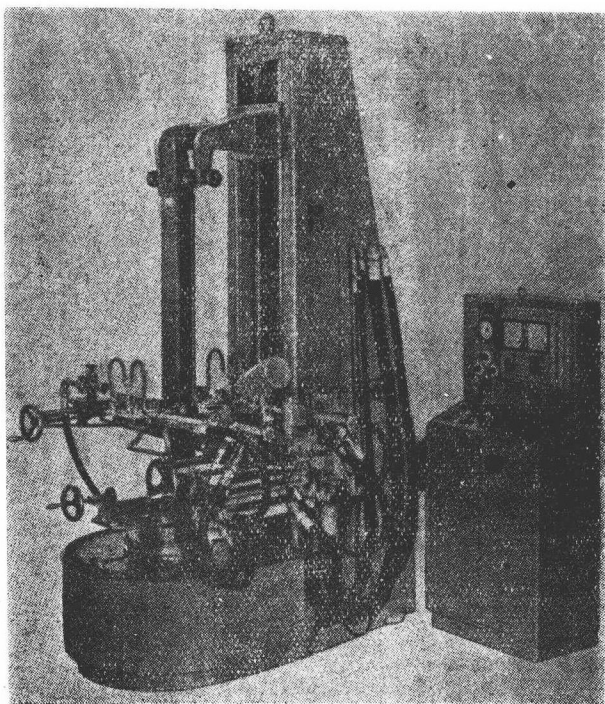


图17. 用于旋转推进加热、旋转加热、推进加热淬火的立式火焰淬火机床(图中所示为机车十字头导轨两面同时淬火的装置图)

子不能有管子碍事，并要防止水花喷溅。

对于旋转法淬硬，最好将火焰喷咀与水淬装置装在固定的位置上，而工件则支承在摇臂上（图18），这样可以缩短管子的长度并便于观察。至于采用专用机床还可以实现高度的自动化。

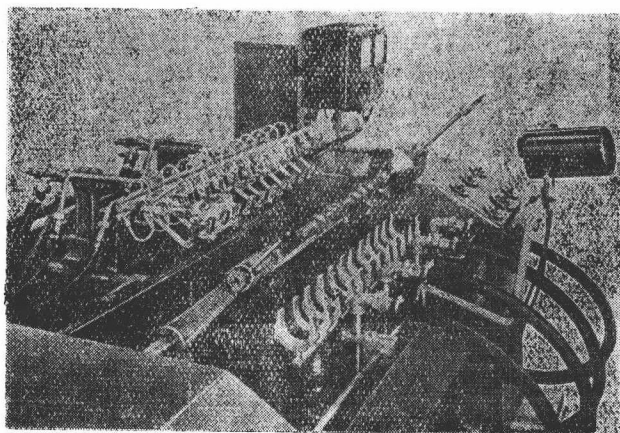


图18. 在具有自动摆动机构的卧式
旋转火焰淬火机上淬硬曲轴

象轮子一类的工件，用具有软带的推进淬硬法（图19），最好使工件旋转而火焰喷咀则保持固定。用推进法淬硬直的平面，这些工件一般是很长的，将工件固定起来而使火焰喷咀移动是比较方便的。当然，在这种情况下要把所有的管子都仔细的悬挂起来以避免扭结。

一般携带式自动气割头都可以用作推进式淬硬（图20）。火炬与火焰喷咀可以很方便的装在它上面，小车和它的轨道装在一个水槽上边，槽子里有一个可以调节的并用于安放工件的格栅。小车轨道是可以搬移的，这样就便于安放大的工件。这种自动气割头的进给速度

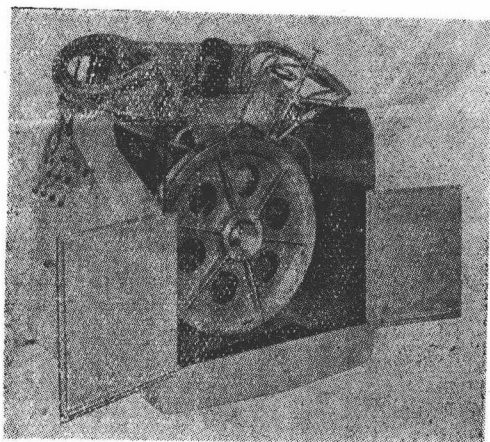


图19. 用具有软带的推进淬硬法淬硬轮
子一类工件的火焰淬火机（预热
喷咀与淬硬喷咀是相互联锁并自
动控制的）

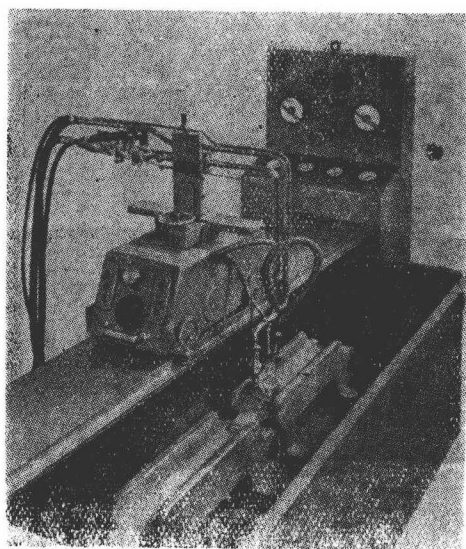


图20. 推进式淬硬用的火焰喷咀小车

范围是足供淬火之用的，它可以用一只转速表来检查。该小车也可以用于大型凸轮和大直径圆环的淬火（图 2 1）。

对于凸轮淬火，最好是工件与火焰喷咀都能移动（图 2 2）。图 2 3 所示之机床装有电磁卡盘，可使工件的重心与花盘的旋转中心相吻合，这个花盘可以倾侧 90° ，各种凸轮都可以在最方便的位置来淬火。火焰喷咀是用人工控制的，图 2 3 所示为用这种机床对鼓形凸轮进行淬火。圆面凸轮淬火时（图 2 2 上），火炬装在花盘的对面，操作者可以坐在机床的前面。有一个脚踏开关使旋转速度可以无级调速，当由于淬硬深度的关系需要慢速时，也可以减速和立即停车。这样一来，对于形状复杂的凸轮也可以淬火了。大批生产时则采用自动化机床。

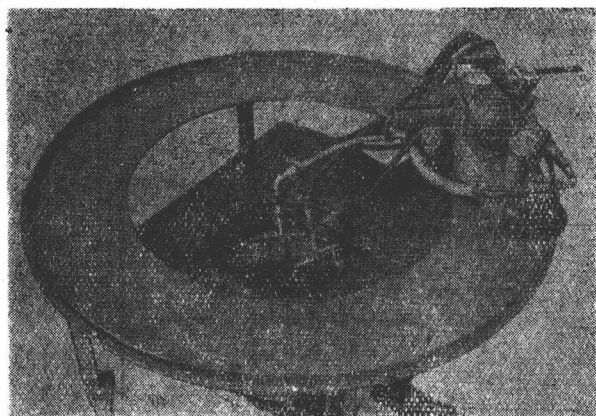


图21. 用于淬硬圆环的火焰喷咀小车改进装置

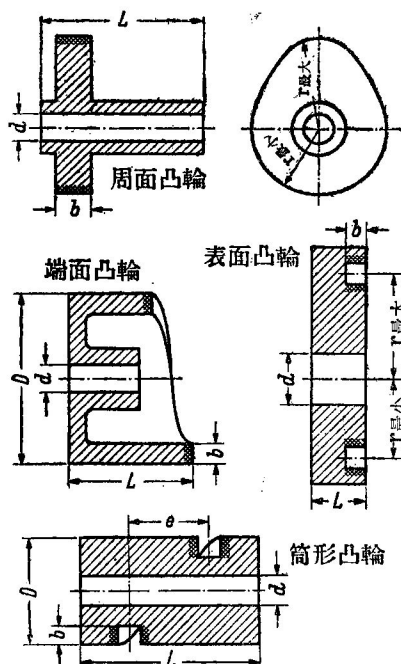


图22. 可以用图23之机床淬硬的各种凸轮



图23. 带有电磁吸盘的凸轮淬火机（可以无级调速，用带有软带的推进淬硬法淬硬图22所示各种凸轮，火焰喷咀是手动的）

18. 火焰淬火机的安装位置 火焰淬火机的安装位置决定于它的用途。专用机床最好装在生产线上（图 2 4），以避免不必要的搬运。它的安放位置是很明显的，不必为其它考虑