

农业机械化学丛书



钢锹等温淬火工艺与设备

轻工业出版社



农业机械化丛书

钢锹等温淬火工艺与设备

大连钢锹厂 著
丹东市钢锹厂

农业机械化丛书
钢铁等温淬火工艺与设备

大连钢铁厂
丹东市钢铁厂著

轻工业出版社出版
(北京阜成路3号)

河北省张家口地区印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

787×1092毫米 1/32 印张: 1 字数: 22千字

1976年10月 第一版第一次印刷

印数: 1—6100 定价: 0.10元

统一书号: 15042·1412

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

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。

目 录

钢锹等温淬火工艺	大连钢锹厂 (1)
一、什么叫等温淬火.....	(2)
二、等温淬火的优点.....	(3)
三、等温淬火的工艺操作.....	(4)
四、安全注意事项.....	(11)
五、各种成份的测定.....	(12)
六、等温淬火的专用设备.....	(14)
钢锹等温淬火双轨生产自动线	丹东市钢锹厂 (17)

钢 锹 等 温 淬 火 工 艺

大连钢锹厂

钢锹不但是农业生产的“常规武器”，而且是工业生产、交通运输、基本建设和国防军工等战线不可缺少的战斗工具。它的应用范围很广，质量要求较高，既要求表面光洁，刃口锋利，还要求较高的硬度、韧性和抗冲击性能。要使钢锹具有这些特性，关键在于淬火工艺。

伟大的无产阶级文化大革命，提高了广大工人、技术人员和干部的革命积极性和创造性，有力地推动了生产的发展。我们遵照毛主席关于“一切产品，不但求数量多，而且求质量好，耐穿耐用”的教导，针对我厂钢锹产品质量低、废品率高和质量不够稳定的问题，在“工业学大庆”的群众运动中，大搞技术革新、技术改造，充分发动群众，成立了三结合革新小组，经过几十次试验，终于试验成功了等温淬火新工艺，解决了过去用旧的传统方法淬火、回火热处理所造成的严重变形问题，取消了繁重的整形工序。过去，有些品种如方锹、煤锹等，因变形太大、不易整形而不能进行热处理，采用等温淬火工艺，已能够全部进行热处理，从而大大提高了产品质量，使各种规格的钢锹合格率有了大幅度的增长。

在这个基础上，我们又自行设计、制造了等温淬火的自动化专用设备，使生产工效提高了60%左右，减轻了笨重的

体力劳动,节省劳动力1.5倍。更重要的是严密地控制了各项工艺参数,从而稳定和提高了产品质量,使热处理后的软镢率由11.7%降低到1.27%,检查破碎率由3.5%降到0.27%(包括弯曲和冲击检查)。尖、方锹的成本也大大降低。

一、什么叫等温淬火

铁制农具中,凡是带刃口的产品,在成形以后,都要进行热处理,以使刃口锋利、耐磨,并具有足够的强度。如果不经过热处理,产品不是切割不快、卷刃,就是根本不能使用。热处理可以充分发挥钢材的优越性,改善钢材的质量,提高产品的机械性能,延长使用寿命,是使产品达到质量好、耐用的关键步骤。

热处理就是通过加热、保温、冷却的方法,使钢件内部组织发生变化,从而得到所需要的性能的一种工艺。淬火是热处理的一种类型,就是把钢件加热到较高温度,经过保温,在水或油等介质中急冷,以达到需要的硬度和强度。不同的热处理操作可以使钢获得不同的组织结构,从而具有不同的性能。

在铁制农具的生产中,一般都采用普通的淬火方法,即把钢件加热、保温,然后急剧冷却。经过这样处理的钢件,具有较高的硬度和强度,但韧性和塑性很差。

等温淬火就是将加热、保温后的工件,淬入较低温度(贝氏体的形成温度,约为 $200\sim 500^{\circ}\text{C}$)的淬火剂热浴中,在这种温度中停留足够长的时间(即等温或恒温停留),使奥氏体分解成铁素体和渗碳体的聚合组织,即贝氏体。贝氏

体组织有较高的硬度和强度，又有较好的韧性和塑性。对于要求韧性好、强度大的碳素钢薄件，如民用刀具和钢锹等，很适合采用这种工艺。

贝氏体等温淬火工艺，如果淬火剂的温度较高，奥氏体的转变，就是很细小的碳化物（渗碳体）的颗粒，均匀地分布在极薄的铁素体层片之间，这种组织称上贝氏体。如果淬火剂温度较低时，碳化物便以极细小的微粒分布在铁素体内，称为下贝氏体。贝氏体所具有的较高的硬度、塑性和韧性等综合机械性能，以下贝氏体为最好，因此，等温淬火一般操作应保证获得下贝氏体组织。

二、等温淬火的优点

等温淬火与普通淬火比较，有以下两个优点：

1. 可以防止工件变形、翘曲。等温淬火的工件，加热、保温后，要放到一定温度的淬火剂热浴中停留一定时间，这样就能够减少工件表面与中心的温度差，使其不致因急剧的冷却收缩不均而产生较大的热应力。同时能使整个截面一致地逐渐进行扩散性的下贝氏体转变，减小组织结构的内应力，使其在等温停留后的冷却过程中，不再发生组织变化，因而最大限度地防止了变形和翘曲。

2. 可以获得较高的综合机械性能，特别是强度、冲击韧性和塑性，更为明显。我们知道，硬度和耐磨性的关系是成正比的，在保证综合机械性能的前提下，适当提高产品硬度，会延长产品的使用寿命。等温淬火比普通淬火，硬度可以提高 HRC 5 左右。

目前我厂的等温淬火工艺，尚有不足之处，例如因在热浴中的冷却速度较低，只适合尺寸较小、厚度较薄的工件，或合金钢工件。同时因在热浴中保持恒温的时间较长，占用作业面积较大等，这都需要在今后研究改进。

三、等温淬火的工艺操作

等温淬火的工艺流程是：

挂锹——→加热——→等温淬火——→一次清洗——→二次清洗——→工件脱落卡具——→卡具自动返回。

在生产操作中，主要应该掌握以下几个环节：

（一）加热、保温和预冷的温度与时间

1. 加热温度 工件的加热温度是根据钢材的含碳量来确定的。我厂生产的钢锹，主要是采用轨道钢，轨道钢基本上属于普通中、高碳钢，但有时硫、磷杂质比普通碳钢多些，其含碳量在0.38~0.72%之间。我们采用宏观的火花鉴别方法，基本上先分出钢号，再确定其加热温度。凡含碳量小于0.5%的，加热温度为870~900℃，凡含碳量大于0.5%的，加热温度为860~880℃。但一般要比普通淬火的加热温度提高50~60℃，以保证获得奥氏体组织。

2. 保温时间 钢件加热时，使其达到预定淬火温度的时间，称保温时间。保温时间的长短，应以把钢件烧透，内外温度达到均匀一致为准。这样淬火后，才能得到内外均一的组织和性能。如果保温时间不足，则钢件心部达不到淬火温度，淬火后内外组织、性能不均匀。如果保温时间过长，又会使钢件奥氏体晶粒长大，造成钢件表面氧化和脱碳等缺

陷，使钢的性能变坏。保温时间的确定，根据炉型、加热介质、加热方法和工件形状的不同而异。一般用火焰炉和电炉加热，保温时间要稍长些。盐浴炉保温时间较短。用小红炉加热，由于工件直接与燃料接触，保温时间要更短些。铁制农具产品多为扁平小件，容易烧透，所以保温时间不宜过长。我厂的钢锹坯料，在成型后尚有 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ 余热，因此在高温区加热时保温时间按每毫米 1 分钟计算。

3. 预冷温度和时间 加热后的工件，在冷却过程中，由于表面与中心以及厚薄部分之间的温度不同，产生内应力而变形。所以工件出炉后不能立即淬入强冷却介质中，而需在另一较温和的冷却介质中作一定温度范围的降温后，再进行急剧冷却。这个过程叫预冷。预冷的目的是减小工件与冷却介质之间的温度差，以防止淬火后工件变形。根据我厂自动化等温淬火设备的条件，工件浸入淬火槽时的温度，以 $770\pm 10^{\circ}\text{C}$ 为好。预冷时间为 5 秒钟。

（二）等温温度和等温时间

为了使钢件获得下贝氏体组织，以提高其硬度、冲击强度和韧性、塑性等综合机械性能，保证产品质量，应该控制好等温温度，也即淬火剂热浴的温度，以在低于索氏体转变温度和高于马氏体形成温度的温度范围内为好。如果温度超过这个范围，就会降低钢件的硬度，影响使用寿命；如果低于这个范围，又会延长保温时间，影响生产效率。根据几年来的生产实践，我们将等温温度统一定为 $295\sim 320^{\circ}\text{C}$ 。

等温时间则根据钢材的化学成份，工件的大小、厚薄而有所不同。我厂生产的钢锹用的是中高碳钢（轨道钢），厚度为 1.7 毫米，等温淬火时间定为 15 分钟。

(三) 淬火介质

淬火时用来冷却钢件的物质称为淬火介质或冷却介质，例如水、油和硝酸盐等，都是冷却介质。淬火时，工件的冷却速度决定于介质的冷却能力。等温淬火的冷却，是在热介质中进行的，因此选用的淬火介质应该具备以下几个特点：

1. 具有较高的冷却能力。
2. 具有较好的流动性，以利于工件热量的散失。
3. 具有较低的熔点及较高的蒸发温度。
4. 具有较大的稳定性，在使用中不发生或很少发生变化。

5. 对工件无腐蚀作用，并容易从工件表面清除。
6. 在使用过程中对操作人员健康无害或很少有害。
7. 在使用中消耗量较少，成本低，来源方便。

1. 硝酸盐类介质 目前一般采用的等温淬火介质是硝酸盐、亚硝酸盐和苛性碱及其混合物，这种介质有以下优点：

- (1) 传热快，冷却能力较高。
- (2) 在一定范围内，其粘度比较均匀，在等温淬火的温度下，粘度低，近似室温下的水，工件带出的损失少。
- (3) 在淬火温度下，能保持稳定。
- (4) 能完全溶于水，容易从处理后的工件表面清除。
- (5) 可采用内部通电加热（即设置电极），易于实现温度的自动化控制，并能很好地搅动槽液。
- (6) 盐碱熔点较低，比金属介质成本低，来源也较多。

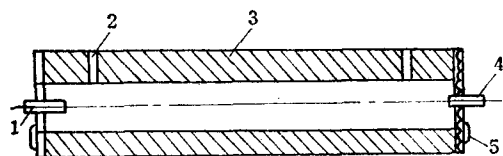
但是，采用这种淬火介质，也有一些缺点，例如工作温度仅局限于 110°C 以上，硝酸盐过热就会爆炸，碱蒸汽炙人，

劳动条件较差。硝酸盐使光洁工件表面氧化，苛性碱易从空气中吸收二氧化碳，逐渐变质而降低冷却能力，等等。

如果淬火前使用盐浴炉加热工件，而且为了防止工件脱碳或进行液体渗碳（氰化处理），盐浴中配有氰盐时，就不能用硝酸盐做等温淬火剂。

2. 硝酸盐热浴的加水 为了提高硝酸盐的冷却速度和淬透能力，要在熔融硝酸盐中适当加水，通常加入2~6%的水，即能获得良好的冷却能力。水份过多或过少都不好。水份过多，加热的工件淬入后，将使硝酸盐中的水份剧烈汽化而沸腾，使工件表面产生气泡，同时会降低工件的冷却速度，造成硬度不足或形成软点，甚至变形、干裂。水份过少，熔点就会升高，降低流动性而使冷却速度减慢。由于水份蒸发很快，必须经常检查，加以补充。

控制熔融硝酸盐水份的方法一般用硝酸盐的电阻率测定，水份越多，电阻越小。测量时，将熔融硝酸盐注入专用夹具中（见图1—1），待其凝固，取下夹具的上半部（金属或塑料），然后测量电阻。也可根据工件淬入时的沸腾程度或加水时的状态凭经验测定。



1、4—铜棒（接线用） 2—硝酸盐注入孔
3—金属或塑料制品 5—绝缘体

图1—1 测量硝酸盐电阻的夹具

在连续生产的过程中，通常是在淬火介质温度较高的情况下加水的，为了避免意外，采取下列方法：

(1) 将水以一定的速度和流量，加入到融盐中，并强烈进行搅拌。

(2) 在用泵强烈循环的设备中，回收融盐象瀑布一样进入淬火区，加水时，将水从一个可以控制的莲蓬头中细细流出，注入融盐瀑布中。

(3) 可将蒸汽直接导入浴内，以保持饱和的浸润。

(4) 用较长和带罩的弯头插入浴内，远距离操作，把水用压力通入槽内。弯头入浴处要盖上斗蓬罩，既可防止融盐泄出，又可扩大加水区域，尽快获得加水效果。

(四) 盐浴温度的控制与除渣

1. 盐浴温度的控制 等温淬火盐浴的温度必须控制准确，要求波动不超过 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 。大量连续生产时，通常会造成浴温升高，因此硝盐槽最好设有散热的冷却装置，一般采用鼓风或通水蛇形管来冷却。如无这种辅助装置，可以加入配妥的新盐或临时投入冷却废钢铁来吸热，以降低温度。

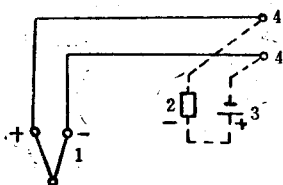
电热元件烧毁发现过晚或因其它原因造成盐浴偶然降温或凝固，是一时不易挽救的损失，应定期检查，作出预防的有效措施。

自动控制仪表或热电偶失灵，以及外热或用燃料加热过猛时，都有可能造成浴温升高，当熔融硝盐过热至 600°C 以上时，就会发生剧烈反应直到爆炸。

为了防止熔融硝盐过热的危险，在浴槽底上设置专用保险板，并使用两套控制温度仪表，或在控制温度的仪表上安装安全装置。

在设有控制温度仪表的加热设备上，热电偶或连接电偶与仪表的导线断路以后，仪表指针便立即停止不动。因此，如果在热电偶及其连接导线的地方加一安全装置，遇有断路，即可驱动仪表指针移至最大或最小刻度，使操作者一看就知道仪表有故障。

这种安全装置，是用一个 1.5 伏的干电池与一个 1.5 兆欧的电阻串联组成（见图



1—热电偶 2—电阻
3—干电池 4—接线端

图 1—2 热电偶断路安全装置

欧的电阻串联组成（见图 1—2），接入电子自动电位计热电偶的接线端（即 4 号接线板的 9、10 号端子），与热电偶并联连接，当安全装置的极性与热电偶接成同极性时，遇热电偶或连接导线断路以后，指针向最大刻度移

动。经验证明，安全装置以接成使指针向最大刻度方向移动为好，因为这样可同时切断控温接点机构，防止由于操作者一时未发现，使电源继续供电造成超温危险。加装此种装置并不影响仪表测温的准确性。

当浴温在 500℃ 以下时，每班可用 500℃ 刻度的水银温度计校对一次。

2. 除渣 我厂钢镞等温淬火采用空气电炉加热，除氧化铁皮外，基本无其它杂货，清渣工作也比较简易，大约半个月除一次渣。

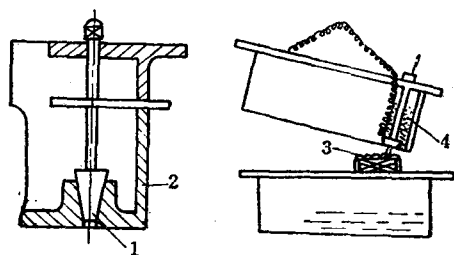
如果采用盐浴炉加热，工件就会将加热炉中的盐类（通常与硝酸盐配合使用的为氯化物）带入等温淬火槽中将盐浴污

染。当这些氯化混合物多至 10 ~ 20 % 时，可能会使盐浴的流动性大为降低，显著影响淬火质量。清除的方法一般有三种：

(1) 硝盐槽底部设置活底或采用多孔的筐，将盐浴由工作温度降低 30 ~ 70℃，使氯化盐沉淀到活底或筐内，并将筐或活底取出清除，一般每周可清除一次。

(2) 在硝盐槽外另设氯盐分离槽，用泵在盐浴与分离槽之间往复吸引，一面使盐浴循环增加冷却能力，一面使熔盐进入分离槽后降到较盐浴低 30 ~ 70℃ 的温度（分离槽单独加热控温），使氯化物沉淀到分离槽底部的筐内，然后将筐移走清除。

(3) 过滤，对于断续使用并较小的浴槽可以在另一容器上安放铜丝网布，把盐液加以过滤。对于大型浴槽则宜备好两个带有锥度塞杆的同样槽子，过滤方法如图 1—3 所



1—锥度塞杆 2—硝盐槽 3—铜丝网 4—过滤硝盐

图 1—3 氯化物过滤装置

示。过滤时，可先把手工作浴槽吊起倾斜地搁在炉沿上，下面放好另一个槽子（同样带有锥度塞杆），并准备妥过滤用的铜丝网布，把原工作浴槽的锥度塞杆向上旋转，此时硝盐便

从锥度孔中流经铜丝网过滤而进入另一个槽子，然后投入工作。一般每周可交替使用槽子过滤一二次。这种方法比较简便省力，质量高。

四、安全注意事项

凡浴炉操作工都必须戴口罩、手套、眼镜或面具，并严禁水湿工件或工具进入浴炉。对硝盐浴有以下几点特殊的注意事项：

1. 硝盐熔化以后，体积增加，急热可促使水份大量剧烈气化，最易溢出。因此，只许缓慢而均匀地进行熔化。

2. 绝对不允许过热到 900°C 以上，否则将引起着火和爆炸的危险。

3. 硝盐浴是氧化性的，严禁混入容易氧化的物质。氰化物和带有氰化物的盐类也与硝盐不相容。工件绝对不应从含有氰化物的奥氏体化热浴中取出，直接进入硝盐浴中进行等温淬火。氰化或液体渗碳工件需要在硝盐中进行等温淬火时，工件必须首先浸入一种保持奥氏体化温度的中性盐浴，而且要求该浴累积的氰化物不得多于 2 %。

4. 如等温淬火的硝盐浴只能设在与氰化盐浴同一地方时，盐槽和贮盐器都应标注鲜明的颜色，绝不能混淆弄错。

5. 必须避免细碎的石墨、木炭、煤焦碳粉末以及油脂带入硝盐浴，以免剧烈燃烧。

6. 旧盐凝固后重新加热时，升温不宜过快，否则会因融盐上部未化，下部融盐迅速熔化体积剧烈膨胀，而引起爆炸的危险。不允许操作者为促使融盐上部快速熔化而将头低

向浴槽将上部固块进行穿孔或击碎，严防底部已熔硝盐飞溅伤人。

7. 浴槽在停止使用时，应严密加盖，防止大量局部吸水。在再次开炉之前，宜用干燥棉纱头或净布将表层吸收了大量水份并呈糊状的硝盐弄去，以免在加热时飞溅伤人。

五、各种成份的测定

(一) 水份比的测定

1. 采用专用夹具测定 可自己制造专用夹具（见图1—6）。

2. 采用电阻仪表测定 测定方法是：

（1）将熔融硝盐注入专用夹具（图1—4中的1）。

（2）待硝盐凝固后取下夹具的上半部（图中2）。

（3）将1、4两端接在测电阻的仪表上（图中3）。

（4）测算出硝盐的电阻数欧·厘米²/米（图中4）。

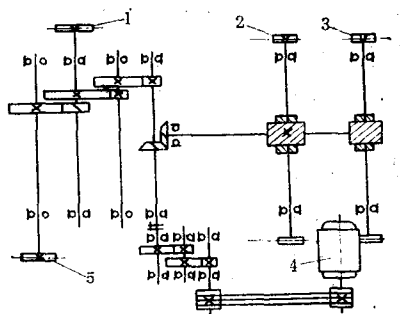


图1—4