

工厂常用工具 热处理

(修 订 本)

GONGCHANG CHANGYONG
GONGJU RECHULI

冶金工业出版社

TG162

553

工厂常用工具热处理

(修 订 本)

孙一唐 编

164.86/01



冶金工业出版社

A398724

内 容 提 要

本书是按1964年原中国工业出版社出版的《工厂常用工具的热处理》一书修订而成。

书中主要介绍工厂常用工具热处理的实际操作方法，内容通俗易懂。这次修订时对国内外近年来在工具及其热处理方面出现的新材料和新工艺作了介绍；对工具材料及其表面强化方法也作了论述；增加了组合工具的制造以及工具热处理用的盐浴组成等内容。

本书可供从事工具热处理工作的工人、技术人员阅读。

工厂常用工具热处理

(修 订 本)

孙一唐 编

冶金工业出版社出版

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

850×1168 1/32 印张 6 1/8 字数 153 千字

1975年7月新一版 1975年7月第一次印刷

印数 00,001~59,200 册

统一书号：15062·3174 定价（科三）0.60 元

毛主席语录

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想。

人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

目 录

常用工具的热处理	1
一、切削工具的热处理	1
二、量具的热处理	27
三、热锻模的热处理	32
四、压铸模的热处理	40
五、冷冲压模的热处理	43
六、冷剪和热剪金属用刀片的热处理	51
七、拉线工具的热处理	53
八、钳工工具的热处理	53
九、风动工具的热处理	56
十、铜工-板金工工具的热处理	57
十一、锻工工具的热处理	57
十二、木工工具的热处理	58
十三、紧固-夹紧工具的热处理	62
十四、淬火工具的校直	62
十五、淬火工具的清洗	64
十六、工具热处理时发生的缺陷及其防止的方法	65
工具的高频淬火	69
一、高频感应加热的基本原理	69
二、常用工具的高频淬火	73
组合工具的制造	81
一、焊接刀具	81
二、镶焊高速钢刀片的刀具	84
三、钎焊硬质合金刀片的刀具	87
工具的表面处理	94
一、氧化处理	94
二、蒸汽处理	96

三、表面镀铬处理	99
四、渗硫处理	100
五、低温氰化	103
六、高温氰化	108
七、渗氮处理	109
八、软氮化处理	112
九、硫氰共渗	116
十、硫氮共渗	117
工具的材料及其表面强化方法的进展	119
附录	123
I. 制造各种工具用的钢的化学成分、用途和热处理	
规范的参考资料	123
II. 推荐制造各种工具用的钢及其技术要求	156
III. 工具热处理用的盐浴组成	178
IV. 工具加热时间的经验计算	181

常用工具的热处理

一、切削刀具的热处理

在近代机器制造业中采用了大量的各式各样的金属切削刀具。切削刀具应具备哪些条件呢？首先应该有很高的硬度，只有在刀具的硬度相应地高于被加工零件的硬度时，刀具才有可能切入。在工作的时候，刀具的切削刀刃不断地跟碎屑发生摩擦作用，所以刀具还必须具有很高的抵抗磨损的能力。当切削速度很高（像高速切削），而被加工的材料又比较硬时，刀刃部分会产生很高的温度，所以在负荷较高（吃力较大）的情况下工作时，切削刀具一定要具有热硬性，就是说，刀刃部分虽然被加热到较高的温度（有时达 $400\sim 500^{\circ}\text{C}$ ），仍保持一定的硬度。此外，切削刀具还应当具有足够的强度和韧性，以防止发生断裂和崩刃等现象。

下面分别来谈谈工厂里常用的一些切削刀具的热处理方法。

切刀 切刀是切削刀具中应用最广的一种刀具，可以用于车工、刨工和插工等工作。高速切削用的切刀是用W9Cr4V和W18Cr4V号高速钢来制造的。切削速度较低的切刀，可以采用T10A，T12A，9SiCr，Cr2，CrWMn等钢制造。

为了节约贵重的高速钢材料，切刀通常可由两部分组成：刀具的切削部分（刀头）用高速钢制造，而刀杆（刀体）则用碳钢制造；切断车刀和镗刀的刀杆用普通中碳钢（钢6和钢7）制造，而其余切刀的刀杆用45、50和40Cr等钢制造。

碳钢和合金钢的切刀通常是做成整体的。

高速钢制的切刀多半在电极盐浴炉中加热后淬火〔盐浴的成分为氯化钡（ BaCl_2 ）〕；如果没有这种设备，也可以在煤气加热炉和重油加热炉中加热，但不宜在锻工炉中加热。

根据实际工作的经验，一般的组合刀具可以直接加热到高温，而不会有产生裂纹的危险。切刀淬火时的加热时间见表 1。

高速钢切刀淬火时的加热时间 表 1

切刀最短一边的尺寸 (毫米)	同时加热的切刀数量 (件)	加热时间 (分)	
		在盐浴炉内	在箱式炉内
10	6~8	1.2~1.5	2.5~3.0
12	6~7	1.5~2.0	3.0~4.0
16	5~6	2.0~2.5	4.0~5.0
20	3~5	2.5~3.0	5.0~6.0
25	2~4	3.2~4.0	6.0~8.0
30	2~3	4.0~5.0	8.0~10.0

备注：1. 表内所列的加热时间是大致的，可根据当时的加热条件而加以改变。
2. 表内所列的是经过预热的高速钢切刀所需的加热时间。

切刀是在油中冷却的，因为在空气中冷却会降低切刀的使用寿命，所以只有细薄的特殊刀具为了减少变形才采取在空气中冷却的办法。在空气中冷却时，不要将刀具放在地上或任何板上，最好放在特意准备的夹具上，也可以放在装有沙的箱子内。有时候为了提高冷却速度可以采用喷气冷却的方法，将压缩空气喷在刀具要淬火的刀面上（如图 1）。

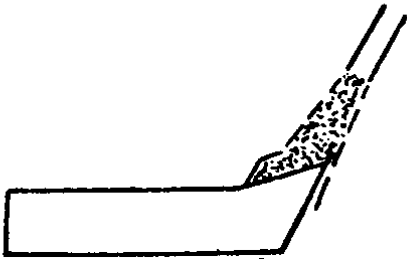


图 1 车刀的喷气冷却

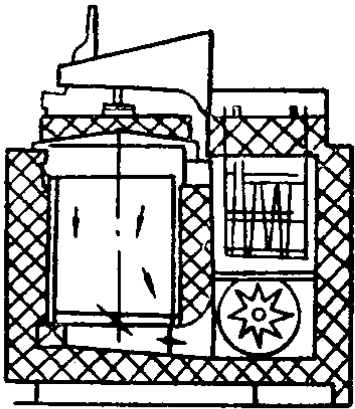


图 2 强制空气环流的回火炉

淬火后的硬度应该不低于 HRC61。在每一批中抽几件作硬度试验后，将全部切刀送去回火。回火要在有强制空气环流的井

式炉（见图 2）内进行（也可选用国产 RJJ 系列低温井式回火电阻炉，详细规格见“电炉及电热元件机械产品样本”）。如果没有这种设备，也可以在普通的箱式电炉内进行回火。

回火时建议将刀具放在特殊的支架上，这样可以避免过热。回火后将刀具放在地板上冷却。回火的温度为 $540\sim 580^{\circ}\text{C}$ ，回火时间一般根据断面的尺寸来确定，以每25平方毫米需保温60分钟计算，这样大型切刀的回火时间为 $90\sim 120$ 分钟，中型切刀为 $60\sim 80$ 分钟，小型切刀为 $50\sim 70$ 分钟。为使硬度均匀和组织转变更充分起见，往往采用多次（二至三次）回火；根据资料上介绍，多次回火比一次回火能够使钢获得更高的机械性能，从而提高了刀具的寿命。回火后硬度不应当降低，甚至比淬火后增加 $1\sim 2$ 个洛氏单位（HRC）。

在每批切刀淬火以前，必须先试淬几件。如果试淬结果良好，才可以大批处理。经过热处理的切刀要用锉刀试验硬度，并且从每一批中抽出 $2\sim 3\%$ 进行硬度试验。切刀要求的硬度为 HRC61 $\sim$ 65。

高速钢切刀的热处理工艺曲线见图 3。

碳钢和合金钢制的切刀淬火时在盐浴炉或箱式炉中加热到规定的温度，然后先水后油（碳钢切刀）或直接淬入油（合金钢制的切刀）中冷却。回火在油槽中进行，温度为 $160\sim 180^{\circ}\text{C}$ ，回火的时间为 $1\sim 2$ 小时（从切刀热透时算起）。回火后切刀的硬度不应低于 HRC61。

碳钢和合金钢切刀的热处理工艺曲线见图 4。

圆车刀 圆车刀是用高速钢、碳钢（T10A 和 T12A）和合金钢（9SiCr、CrWMn）制造的。

成形圆车刀由于断面复杂淬火后常常不再研磨，而只进行抛光。因此要采取一切措施以防止脱碳和产生氧化皮。

高速钢制的圆车刀最后加热前必须在单独的炉子内经过预热。最后加热要在经过充分脱氧的盐浴炉内进行，随后在 $450\sim$

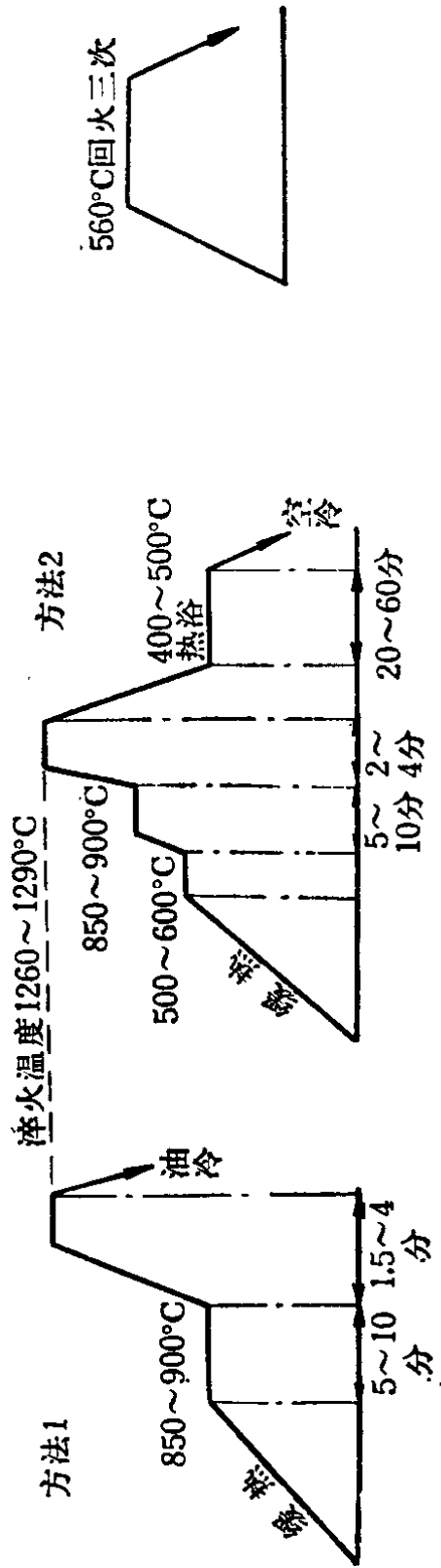


图 3 高速钢切刀的热处理工艺曲线

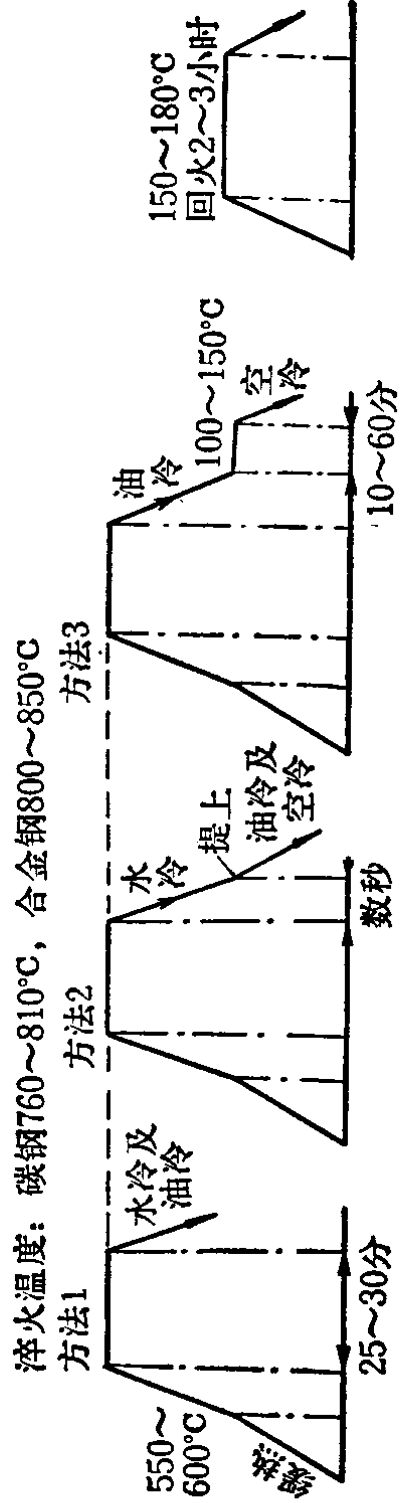


图 4 碳钢和合金钢切刀的热处理工艺曲线

500℃的熔化硝酸盐中冷却5~8分钟，等刀具各部分的温度均匀后，再取出在空气中冷却，或先在油中冷却至150~250℃，随后再在空气中冷却。

如果切刀是在煤气加热炉、重油加热炉或箱式电炉中进行最后加热的，在这种情况下必须将预热至800℃的切刀放在煅烧过的或捣碎的硼砂中来回滚动。硼砂受热后熔化，在切刀表面上形成薄薄的一层保护膜，防止切刀被烧损。回火要进行二至三次，每次一小时。回火温度为540~580℃，回火后要求的硬度为HRC62~65。

碳钢和合金钢制的圆车刀在箱式炉内加热时为了防止表面烧损，必须采用保护气或将车刀放在装有绝缘剂的箱子内。合金钢制的圆车刀在油中冷却，而碳钢制的圆车刀先在水中然后移至油中冷却。

断面复杂的碳钢制的圆车刀（见图5，甲），在水中淬火后常常形成裂纹。淬火工很难确定从水中取出移入油中的时间。当圆车刀的细薄外部在水中冷却至低于马氏体点的温度时，刀具的整个圆周长度上便发生体积的变化，从而引起裂纹的产生。用薄片铣刀在圆车刀上切三个槽（见图5，乙），可以防止裂纹产生。圆车刀是在温度160~180℃的油槽内回火的，回火时间为1~2小时。要求的硬度为HRC61~64。所有的圆车刀都要经过硬度试验。

铣刀 铣刀是一种带有许多切削刀刃的工具，所以工作效率

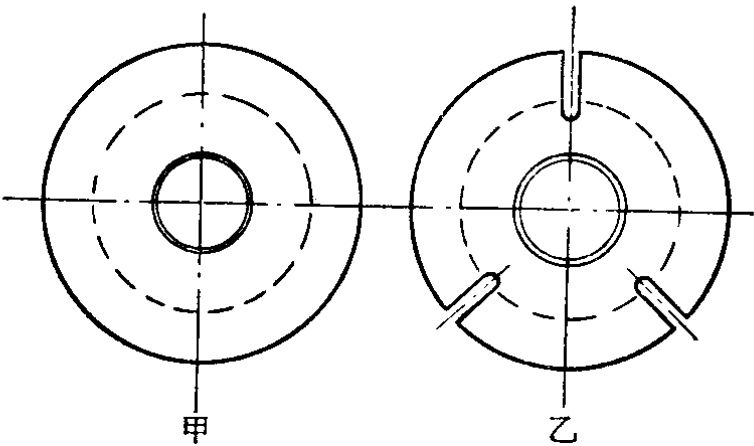


图 5 碳钢制的圆车刀

很高。根据它的结构形状，铣刀可以分成很多种，例如圆柱铣刀、圆盘模数铣刀、柄式铣刀、螺纹铣刀、槽铣刀等等；每一种铣刀的工作条件不一样，所以热处理的方法也不同。

用碳钢制造的圆柱铣刀使用寿命短。通常，圆柱铣刀和圆盘铣刀用高速钢（W18Cr4V，W6Mo5Cr4V2）^①和合金钢（9SiCr，Cr2，CrWMn）制造。

高速钢制的圆柱铣刀，应该经过预热。最后加热最好在盐浴炉内进行。在箱式炉内加热时，铣刀预热后应在硼砂内滚一下，然后放入炉内最后加热。圆柱铣刀淬火时的加热时间见表 2。

圆柱铣刀淬火时的大致加热时间 表 2

尺寸（毫米）		高 速 钢			合 金 钢		
直 径	宽 度	同时加热的 铣 刀 数 量	加 热 时 间（分）		同时加热的 铣 刀 数 量	加 热 时 间（分）	
			在盐浴炉内	在箱式炉内		在盐浴炉内	在箱式 炉 内
40	50	2	1.1~1.2	2.2~2.4	2	2.2~2.4	10~11
50	60	2	1.4~1.5	2.8~3.0	2	2.8~3.0	12~13
60	60	2	1.8~2.0	3.6~4.0	2	3.6~4.0	14~16
75	75	1	2.6~2.8	5.2~5.6	1	5.2~5.6	18~20
90	100	1	3.8~4.0	7.6~8.0	1	7.6~8.0	22~24

加热后在温度450~500℃的硝盐^②中冷却 5~10 分钟，随后

① 近来在高速钢的应用中，钨钼系、钨钒系的高速钢渐见增多，如 W6Mo5Cr4V2、W6Mo5Cr4V3 和 W12Cr4V4Mo 等在某些方面较 W18Cr4V 有其较大的优点。这些钢由于含钨量有不同程度的减少，而含钒量有不同程度的增加，铸态共晶体就较为细小，所以高速钢中碳化物不均匀性得到了很大程度的改善，这对刀具的加工性能十分有利。同时，W6Mo5Cr4V2 等高速钢在 950~1150℃ 范围内仍具有良好的热塑性，便于进行压力加工。但上述钢中钼含量的增高也带来一些缺点，如脱碳敏感性增大，过热倾向较大，因而淬火温度范围较窄，在热处理过程中应加以注意。钢中钒含量的增高则带来磨削加工的困难等（有关钨钼系、钨钒系高速钢的详细资料见附录）。

② 为加强冷却能力，可加入 2~4% 水。采用硝盐槽时应特别注意工具的氧化问题；当热的工具放入硝盐槽内，如果工具表面温度不能很快降下来，就会发生强烈氧化作用。为解决硝盐槽的氧化问题，已试验成功向其中加入 5% 左右的 NaOH，能有效地减少氧化，尤其是在 560℃ 工作于回火的硝盐槽，抑制了工具产生“麻点”的倾向。

在空气中冷却，或在油中冷却至150~200℃再在空气中冷却。在油中停留的时间应根据铣刀的尺寸通过试验决定。在盐浴炉中加热尺寸大的铣刀时，应该注意不要让铣刀与电极接触，以免发生烧损的情形。回火是在540~580℃的温度下进行两次，每次回火一小时。回火后的硬度为 HRC62~65。硬度是在靠近齿的端面上测定的。铣刀热处理后要经过全面检查。

直径较大而厚度又很薄的锯片铣刀，为了避免发生变形，应采取如下的措施：在淬火前先在 600~650℃ 进行消除内应力处理；采用多次预热和多次分级冷却的办法降低热应力；回火时采用专门夹具（见图 6）压紧，使铣刀的回火和校直合并在一起进行（回火时将铣刀和夹具同时送入炉内）。

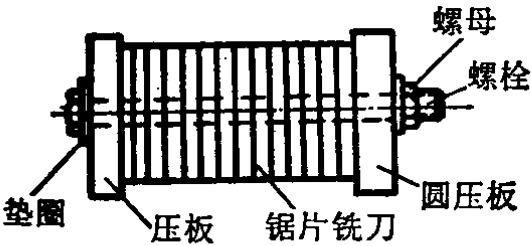


图 6 锯片铣刀回火用的夹具

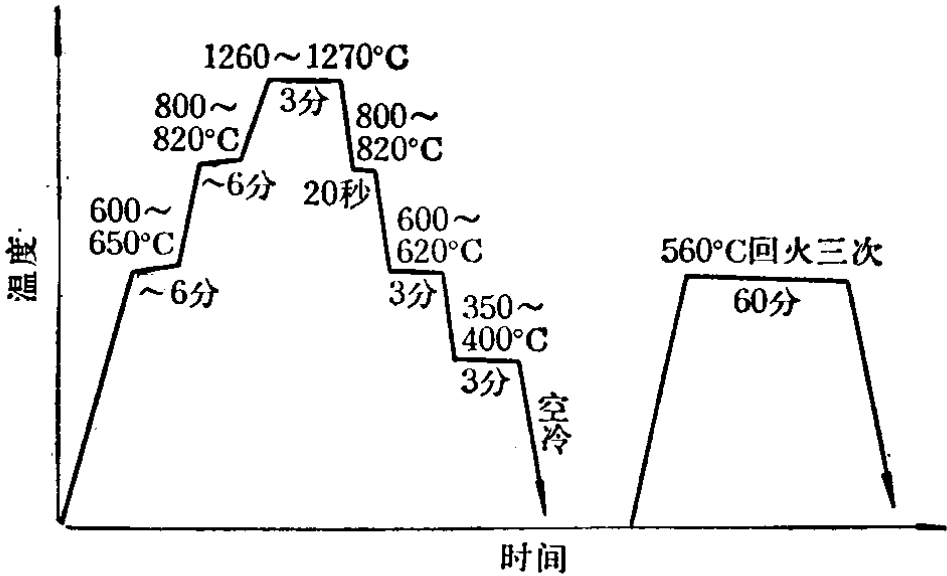


图 7 锯片铣刀的热处理工艺曲线

图 7 是高速钢制锯片铣刀的热处理工艺。

合金钢制的铣刀如在盐浴炉中加热，也应该经过预热。淬火时先在加热至 $120\sim 180^{\circ}\text{C}$ 的盐或油内冷却，随后取出在空气中冷却。9SiCr 号钢制的铣刀在温度 $170\sim 200^{\circ}\text{C}$ 的油槽内回火1~2小时。其他牌号合金钢制的铣刀应在温度 $150\sim 180^{\circ}\text{C}$ 的油槽内回火，时间也是1~2小时。回火后的硬度为HRC61~64。铣刀热处理后要经过全面检查。

碳钢制的厚度达3~4毫米的圆盘模数铣刀应该在油中冷却，而厚度在4毫米以上的圆盘模数铣刀则采用先水后油的冷却方法。回火应在温度 $150\sim 180^{\circ}\text{C}$ 的油槽中进行1~2小时。回火后要求的硬度为HRC61~64。

柄式铣刀是用高速钢、合金钢（9SiCr，Cr2，CrMn）和碳钢（T10，T12）制造的。高速钢制的柄式铣刀要经过预热。最后加热后，将铣刀浸入温度 $450\sim 500^{\circ}\text{C}$ 的熔化硝酸盐中或温度 $150\sim 200^{\circ}\text{C}$ 的油中冷却，随后再取出在空气中冷却。回火温度为 $540\sim 580^{\circ}\text{C}$ ，要回火二至三次。齿部的硬度用锉刀试验。经处理后锉刀的硬度应在HRC62~65。

直径超过10毫米的铣刀用焊接方法制造。柄部的材料为45号钢，也有用40Cr和45Cr合金钢的。柄部要经过调质处理（淬火和高温回火）：加热到 $840\sim 850^{\circ}\text{C}$ 然后淬入水中（碳钢）或淬入油中（合金钢）冷却。淬火后再加热到 $300\sim 350^{\circ}\text{C}$ （碳钢）或 $450\sim 500^{\circ}\text{C}$ （合金钢）进行回火。柄部的硬度要达到HRC30~45。

合金钢制的柄式铣刀加热后在熔化硝酸盐中或温度 $120\sim 200^{\circ}\text{C}$ 的热油中冷却，随后取出在空气中冷却。回火在温度 $150\sim 180^{\circ}\text{C}$ 的油槽内进行，时间为1~2小时。回火后的硬度为HRC61~64。

碳钢制的铣刀在盐浴炉中加热后采取先水后油的冷却方法。在水中停留的时间尽可能短，以免在截面突变处和沿切削刀刃有裂纹出现；例如直径25毫米的铣刀先在水中冷却3~4秒钟，随即移入油中继续冷却。铣刀浸入水中应迅速，使沿铣刀的全长冷却

均匀。如果没有盐浴炉，可将柄式铣刀在箱式炉内加热，淬火时只将铣刀的工作部分浸入水中数秒钟，随即取出移入油内冷却。在水中冷却时，应将铣刀上下移动，以免在淬火部分和未淬火部分之间形成明显的分界。铣刀经淬火和回火后要求的硬度为HRC61~64。柄式铣刀淬火时的加热时间列于表3。

柄式铣刀淬火时的大致加热时间 表 3

直 径 (毫米)	同时加热的铣刀 数 量	高 速 钢		碳钢和合金钢	
		加 热 时 间 (分)			
		在盐浴炉内	在箱式炉内	在盐浴炉内	在箱式炉内
3~4	10~15	0.33~0.31	0.83~1.0	0.67~0.83	3~4
5~6	8~10	0.5~0.58	1.0~1.2	1.0~1.3	5~6
7~8	6~8	0.9~0.92	1.5~1.7	1.5~1.8	6~7
10	6~8	1.0~1.2	1.8~2.0	2.0~2.2	7~8
12	5~6	1.1~1.3	2.0~2.5	2.4~2.6	9~10
16	5~6	1.5~1.6	3.0~3.5	3.5~3.8	12~13
18	4~5	1.7~1.8	3.5~4.0	4.0~4.2	13~14
20	3~4	2.0~2.2	4.0~4.5	4.3~4.5	15~16
22	3~4	2.2~2.4	4.5~5.0	4.7~5.0	17~18
25	2~3	2.5~2.8	5.0~5.5	5.5~6.0	18~20

钻头 钻头是一种形状细长的刀具，可以用来加工各种尺寸的孔，是机械加工中不可缺少的一种切削刀具。钻头要求全部淬透，所以细钻头要采用淬透性好的碳钢来制造；对于直径较大的钻头，必需采用合金钢。高速钢制的钻头也跟高速钢制的切刀一样，可以利用焊接的方法把高速钢的工作部分与碳钢的柄部连接起来，这样可以节省贵重的高速钢的消耗。

上海工具厂采用钨钼系高速钢（W6Mo5Cr4V2）制造扭制和纵向轧制钻头。由于这种钢在950~1150℃范围内仍具有良好的热塑性，所以便于进行压力加工。但 W6Mo5Cr4V2 高速钢钻头在进行热处理时要注意加强防止脱碳措施。

高速钢制的钻头要经过预热。在箱式炉中预热时，最好把钻

头的柄部垂直地插在耐火砖托的孔内；耐火砖托上两个小孔之间的距离不得小于钻头直径的两倍。这种预热方法保证加热均匀，并且使淬火时变形最小。如果将钻头平放着预热，就必须利用耐火砖制的垫板，垫板上带有特制的凹槽（图8）。

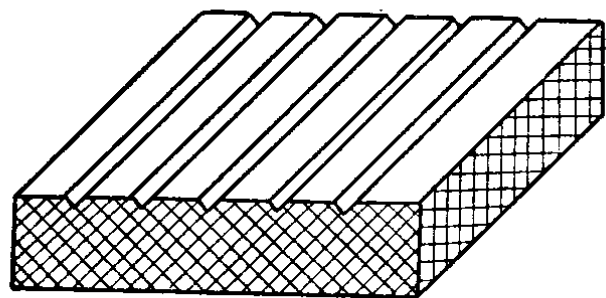


图 8 供钻头平放着加热的耐火砖垫板

经最后加热，在温度 $450\sim 500^{\circ}\text{C}$ 的硝盐槽内进行冷却，或在油槽中冷却至温度 $150\sim 200^{\circ}\text{C}$ ，随即取出在空气中继续冷却。直径较小（ $8\sim 10$ 毫米以下）的钻头，为了减少淬火时的变形，可采用特殊的滚压器（“熨斗”），把钻头压在一光滑的平板上一面

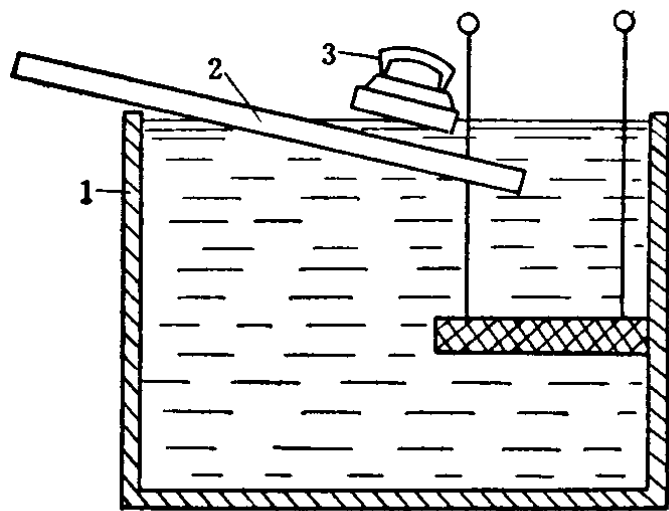


图 9 用特殊“熨斗”淬火的示意图

1—冷却槽；2—平板；3—“熨斗”

滚动一面淬火，最后落在铁丝网筐中（见图9）。这样，边冷却边进行校直，钻头的变形就非常小了。

直径较大的钻头采用这种淬火方法有困难，最好利用夹具，将钻头垂直地悬挂着冷却。回火是在温度 $540\sim 580^{\circ}\text{C}$ 下进行两次，每次一小时。热处理后的钻头要用锉刀检验硬度，要求的硬度在 HRC62~65 的范围内；直径小于 5 毫米的钻头，硬度应为 HRC60~64。

下面介绍国外某工具厂采用的高速钢钻头的热处理工艺（见图10）：

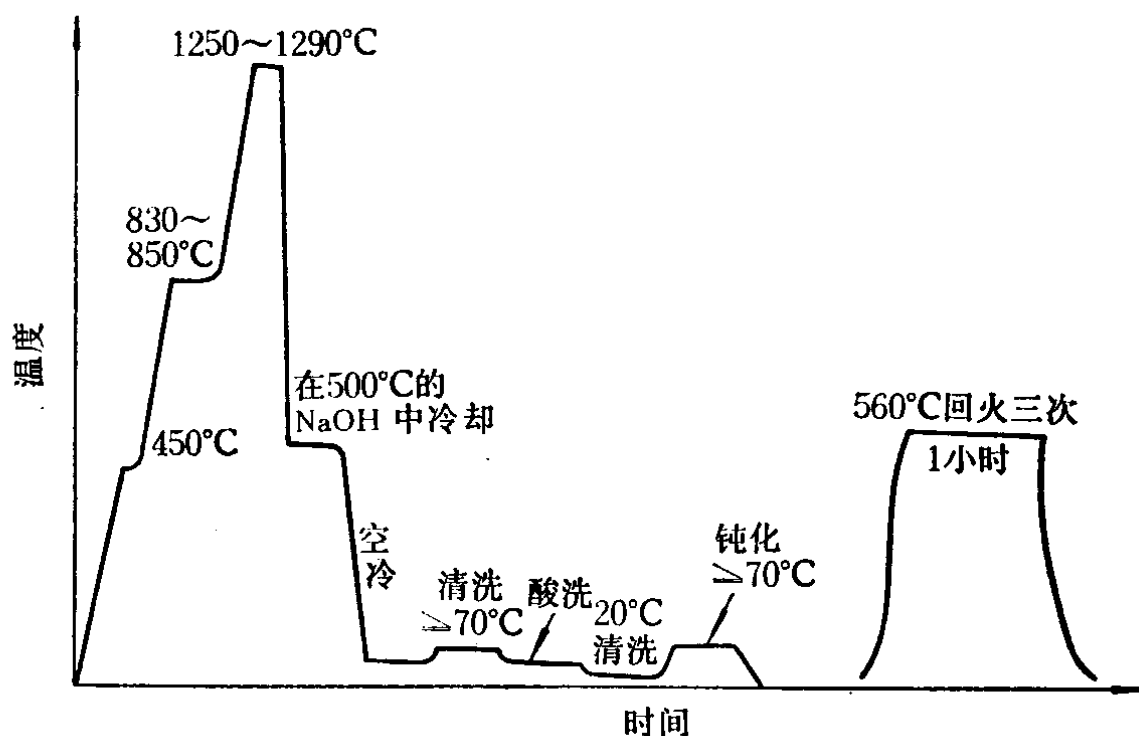


图 10 高速钢钻头的热处理工艺曲线

1. 第一次预热，温度为 $400\sim 600^{\circ}\text{C}$ ，在煤气加热的井式炉中进行；
2. 第二次预热，温度为 $830\sim 850^{\circ}\text{C}$ ，在电极盐浴炉中进行，盐浴的成分为 $78\%\text{BaCl}_2 + 28\%\text{NaCl}$ ；
3. 最后加热在氯化钡 ($100\%\text{BaCl}_2$) 浴炉中进行；W18Cr4V 钢的加热温度为 $1250\sim 1290^{\circ}\text{C}$ ，W9Cr4V 钢的加热温度为 $1220\sim 1250^{\circ}\text{C}$ ；