

裘汲 何葆祥 汪曾祥 编著

小件的热处理

机械工业出版社

小 件 的 热 处 理

裘 汲 何葆祥 汪曾祥 编著



机 械 工 业 出 版 社

本书主要讲述了小件的热处理,内容包括: 1. 机床用刀具的热处理和化学热处理; 2. 金属剪切和非金属剪切用刀片以及锯片、锯条的热处理; 3. 刀具、量具的热处理; 4. 小工具的热处理; 5. 小零件的热处理(包括自行车、钟表、缝纫机、轻纺机械、弹性元件等小件的热处理); 6. 模具的热处理(包括化纤喷丝模、手表壳模、塑料模等的热处理); 7. 热处理缺陷及防止方法; 8. 淬火介质。

本书对有关小件的热处理技术问题进行了理论与实践相结合的阐述,书中选用的资料,注意实用和可靠,有实际应用与参考的价值。

本书可供工厂从事热处理的科技人员及工人阅读,也可供学校热处理专业师生参考。

小 件 的 热 处 理

裘 汲 何葆祥 汪曾祥 编著

*

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)

中国农业机械出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 787×1092 1/32·印张 16·字数 352 千字
1984年7月北京第一版·1984年7月北京第一次印刷
印数 00,001—18,000·定价 2.00 元

*

统一书号: 15033·5568

前 言

机械产品中,有大小不等、材料不一的大批零件,加工这些零件需要各种类型的工具、量具。大量的零件和加工零件的工具、量具,为提高它们的质量和寿命,在制造过程中大都要进行相应的热处理。在六十年代,介绍国内外有关机器零件的热处理书籍不少,但是其内容偏重于大件或主要零件的热处理技术,对小零件、小工具等方面的热处理技术资料比较少。为此,于一九六五年,曾编译了《小型工具、量具和零件的热处理》一书,该书对常用的机床用刀具、手用刀具、小农具、量具以及一些小零件的热处理工艺与设备,作了比较完整地介绍。同时对这些小件和制造用的工具、量具在热处理过程中常见的缺陷和防止方法,也进行了系统地分析和叙述。

《小型工具、量具和零件的热处理》一书在一九六六年出版后,深受广大读者欢迎,并曾多次重印。但是,随着科学技术的迅速发展,对十多年前出版的该书,其内容已不能适应当前的需要,为此决定重新编写。重新编写本书时,除保留该书中目前仍有实用价值的资料外,内容上着重选择了七十年代以来的国内外有关热处理方面的资料,仍然着重于“小”字,即小零件、小工具等的热处理技术。同时还增添了有关轻工、纺机、手工业等方面小零件的热处理。例如,轻工“三大件”:自行车、缝纫机、手表等零件的热处理。此外,对小件用的冷却方法以及冷却介质的选用,作了比较详细的介绍,以供读者在实际应用时参考。

本书在编写过程中,曾参考和引用了国内外有关的文献

资料，充实了本书的内容。我们对这些文献资料的作者谨致谢意！对选用文献的出处，我们已尽量在参考文献栏中注明，但是由于参考文献和资料较多，所注出处难免有错误和遗漏，对此我们谨表歉意！

由于编著者的水平所限，本书内容如有错误或不当之处，谨请读者指正，以便在再版时改正。

目 录

前言

第一章 机床用刀具的热处理和化学热处理	1
第一节 车刀的热处理和化学热处理	1
一、碳素工具钢和合金工具钢车刀的热处理	1
二、高速钢车刀的热处理	4
三、硬质合金刀片和手表刀具的化学热处理	8
第二节 钻头和铰刀的热处理和化学热处理	18
一、钻头和铰刀用材料	19
二、钻头和铰刀的热处理	20
三、国内外钻头的使用寿命及热处理质量的比较	26
四、钻头和铰刀的表面处理和化学热处理	30
第三节 铣刀和滚刀的热处理	49
一、铣刀和滚刀的材料选用	49
二、铣刀和滚刀的热处理	50
三、铣刀和滚刀的化学热处理	53
第四节 拉刀的热处理	57
一、拉刀的选材和要求	57
二、拉刀的热处理	58
三、拉刀的化学热处理	61
第五节 丝锥与板牙的热处理	61
一、丝锥和板牙的材料	62
二、丝锥和板牙的热处理	63
三、丝锥和板牙的冷处理和化学热处理	66
第六节 搓丝板和圆滚模的热处理	67
一、影响搓丝板寿命的一些因素	68
二、搓丝板和圆滚模的钢材选用	69
三、搓丝板的热处理	69
四、圆滚模的热处理	73

五、Cr12 钢搓丝板的高温快速加热淬火	74
六、Cr12MoV 钢圆滚模的等温淬火	75
七、搓丝板和圆滚模的真空热处理	76
第二章 剪切金属和剪切非金属用刀片以及锯片和锯条的热处理	94
第一节 剪切金属用刀片的热处理	94
一、材料选用	95
二、锻造和锻后热处理	96
三、淬火和回火	97
四、校正	98
第二节 剪切非金属用刀片的热处理	98
一、工业用剪刀片的材料和热处理	98
二、农业机械用、畜牧业用刀片的热处理和化学热处理	100
第三节 金属锯片和锯条的热处理	116
一、圆锯片和带锯的热处理	116
二、锯条的热处理	120
第三章 量具的热处理	128
第一节 量具用钢	128
第二节 量规的热处理	130
一、量规用材料和技术要求	130
二、量规的热处理方法	133
第三节 块规的热处理	138
一、块规对材料的特殊要求	138
二、块规的尺寸稳定性	138
三、块规在长期时效过程中产生的尺寸变化及原因分析	151
四、块规的热处理工艺	153
五、块规热处理的新工艺	154
第四节 千分尺、精密卡尺(游标卡尺)的热处理	161
一、千分尺的热处理	161
二、精密卡尺(游标卡尺)的热处理	166

第四章 小工具的热处理	168
第一节 锉刀的热处理	168
一、锉刀的技术要求和选材	168
二、热处理过程	169
三、锉刀的检验	172
第二节 常用五金、木工工具的热处理	172
一、钳子、扳手和螺丝起子的热处理	172
二、锤(钳工和锻工用锤、石工用锤)的热处理	173
三、中心冲和符号冲的热处理	175
四、木工斧头、木工刨刀等的热处理	177
五、刮刀的热处理	178
第三节 其它小工具的热处理	179
一、小刀、剃刀、剪刀、菜刀、镰刀等的热处理	179
二、凿子的热处理	182
三、冷热加工用的錾子的热处理	185
四、铆钉窝子的热处理	186
五、圆规、鸭嘴笔、两脚规等绘图仪器的热处理	188
六、卷笔刀的热处理	188
七、外科工具的热处理	191
八、弹性轧头的热处理	193
第五章 小零件的热处理	196
第一节 自行车零件的热处理	196
一、自行车碗、挡类零件的热处理	196
二、自行车链条零件的热处理	203
三、自行车钢珠的热处理	205
第二节 钟表零件的热处理	212
一、手表零件的热处理	212
二、不锈钢手表壳三极反应溅射氮化钛镀黄工艺	223
三、钟表发条的热处理	234
第三节 缝纫机零件的热处理	235
一、家用缝纫机零件的热处理	235

二、工业缝纫机零件的热处理	242
三、缝纫机针的热处理	257
四、缝纫机螺丝的热处理	261
第四节 轻纺零件的热处理	262
一、纺织机钢令	262
二、锭杆的热处理	266
三、纺锭轴承外环和锭底的热处理	268
四、针织机电磁铁心轴(奥氏体不锈钢)的热处理	271
五、留声机唱针的热处理	272
六、打火机火石轮的热处理	273
第五节 其它小零件的热处理	275
一、柴油机针阀体的热处理	275
二、弹性元件的热处理	283
三、磁钢的热处理	304
四、锥阀芯的热处理	314
五、Cr17 不锈钢牙轮钻小轴衬套的热处理	318
六、精密小零件的热处理	323
第六章 模具的热处理	325
第一节 小模具和特殊要求模具的热处理	326
一、化纤喷丝头冲头的热处理	326
二、印染工业镍网轧点模具的热处理	327
三、手表壳热冲模	328
四、多工位冷镦螺帽穿孔冲头的热处理	329
五、多工位冷镦螺栓凹模的热处理	333
六、冷体积冲压工具的热处理和使用寿命	337
七、玻璃模具的钢材选用和热处理	343
八、无磁模具的钢材选用和热处理	349
第二节 塑料模用钢及其热处理	353
一、塑料模用钢的要求	354
二、目前常用的塑料模具钢及其热处理	355
三、塑料模具钢的加工性	373

第三节 压铸模材料及其热处理工艺	377
一、常用的压铸模钢	377
二、3Cr2W8V 钢的热处理	382
三、压铸模的新材料	389
四、压铸模的寿命及其提高寿命的措施	400
第七章 热处理缺陷及其防止方法	421
第一节 零件的正确设计和合理的技术条件	421
第二节 选用合适的材料	422
第三节 拟订适当的热处理工艺	423
第四节 常见的热处理缺陷	423
一、裂纹	423
二、变形	429
三、淬火后硬度不均匀	442
四、工具钢的重复淬火	443
五、其它热处理缺陷	444
第八章 淬火介质	449
第一节 金属淬火冷却过程及淬火介质的冷却性能	450
第二节 水及以水为基的淬火介质的冷却性能	452
一、不形成薄膜型的水溶液淬火介质	453
二、形成薄膜型的水溶液淬火介质	456
第三节 油和以油为基的淬火介质	459
一、普通淬火油	459
二、光亮淬火油	464
三、真空淬火油	467
四、等温、分级淬火介质	469
五、淬火油的物理、化学性能指标	470
六、淬火油的老化	472
第四节 碱浴、硝酸盐浴的冷却性能	474
第五节 喷淋及喷流冷却	476
第六节 金属浴或流动粒子作冷却介质	478
一、金属浴淬火介质	478

二、流动粒子冷却淬火介质	479
第七节 钢制零件的表面状态对淬火介质冷却性能的影响	479
附录	482
一、钢的淬火临界直径一百例	482
二、国内小工具常用钢的化学成分和用途	486
三、我国小工具常用钢号与国外钢号对照表	492
参考文献	494

第一章 机床用刀具的热处理和化学热处理

第一节 车刀的热处理和化学热处理

车床上一般用得最多的工具是车刀。车刀的种类很多,如切断刀、外圆车刀、成形车刀、组合式车刀、螺纹车刀等;车刀的尺寸大小和外形是比较复杂的。制造车刀所用的材料有碳素工具钢、合金工具钢以及高速钢等。碳素工具钢由于是高碳钢,所以经热处理后可以得到高的硬度和高的耐磨性。它的优点是价格较低,加工性能好。但此类钢的红硬性差,淬透性低,淬火变形和开裂的倾向也较大,因此只适用于制造简单的小型车刀。合金工具钢由于含有一种或多种的合金元素,所以它的力学性能、淬透性、耐磨性和回火稳定性都有所提高,并且也降低了淬火时的变形和开裂倾向,但它的红硬性仍较差,所以只适宜于制造形状比较复杂但对红硬性要求不高的车刀。高速钢是属于莱氏体型的高合金钢,由于这类钢含有大量的合金碳化物,所以经适当热处理后就具有较高的硬度、较高的耐磨性以及优良的红硬性和淬透性。因此,大部分车刀都采用高速钢来制造。但在特殊情况下,例如在加工大型曲轴时,切削速度低,吃刀浅,进刀速度快,在这种情况下,有时用碳素工具钢或低合金工具钢车刀进行粗加工反而有利。为了使车刀能够发挥最大的切削效能,必须进行适当的热处理或再辅之以化学热处理。

一、碳素工具钢和合金工具钢车刀的热处理

(一) 锻造和退火

在车刀进行成型锻造时, 对锻造所采用的温度应特别注意, 首先应避免急剧地加热或过热; 尤其是合金工具钢的加热和冷却必须缓慢地进行, 以避免在锻造过程中或在冷却过程中产生裂纹。毛坯锻造完毕后应缓冷。锻造应在 $1100\sim 900^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内进行。

车刀毛坯锻造后须进行退火处理, 使在淬火前钢组织中的碳化物得以均匀地分布, 从而改善材料的可切削性和随后的热处理工艺性。但无论是碳素工具钢或合金工具钢, 最好都进行球化处理。

碳素工具钢的球化处理是将毛坯加热到 $740\sim 780^{\circ}\text{C}$ 保温后, 以较快速度冷却到 $650\sim 700^{\circ}\text{C}$ 等温(等温时间系数为 1.6 分/毫米), 然后炉冷或以 $30^{\circ}\text{C}/\text{小时}$ 的速度冷至约 550°C 出炉。如不采用球化处理, 则可在 $740\sim 780^{\circ}\text{C}$ 保温后以小于 $30^{\circ}\text{C}/\text{小时}$ 的速度或炉冷至约 550°C 出炉。

合金工具钢的球化处理, 是先将毛坯加热到 $800\sim 850^{\circ}\text{C}$ 保温, 然后以较快的冷却速度使其冷却到 $700\sim 750^{\circ}\text{C}$ 等温(时间系数也为 1.6 分/毫米), 等温完毕后, 再以 $30^{\circ}\text{C}/\text{小时}$ 的速度或炉冷至约 500°C 出炉。如合金工具钢中含有钨、铬等元素时, 则球化处理温度应尽量降低一些, 以免由于温度太高生成 WC 碳化物, 从而降低钢的可淬性。所以此类合金工具钢最好采用 $650\sim 700^{\circ}\text{C}$ 的等温退火法。

对于一些不易球化的合金工具钢, 可以采用循环等温的球化退火法, 即在第一次等温后, 再重新加热到退火温度, 经保温后再冷到等温温度进行等温, 这样反复多次以增进球化效果。

原始组织为均匀点状或细点状碳化物的钢, 其切削性能

较好，淬火的过热敏感性和开裂倾向都较小。碳素工具钢和合金工具钢的球化级别可分别按 YB5-59 和 YB7-59 的第一级别图来评定。

(二) 淬火

对于碳素工具钢和合金工具钢的车刀，一般采用较低的淬火温度，以获得必要的硬度和在淬火的马氏体中呈现分布均匀的细粒状碳化物。一般碳素工具钢的淬火温度为 $760\sim 810^{\circ}\text{C}$ ，其具体应视情况的不同而作适当的调整。例如，当采用碱浴或硝酸盐浴分级冷却时的淬火温度就应比水、油冷却的高约 20°C ；原始组织为球状珠光体的淬火温度可以比原始组织为片状珠光体的高一些；而粗粒状碳化物原始组织的淬火温度比细粒状碳化物的又可稍高一些。当然，对于不同的原始组织而言，更适宜的应该是调节保温时间。碳素工具钢在加热保温后，一般可以进行水油冷却或在碱的水溶液以及碱浴或硝酸盐浴中分级冷却。

由于合金工具钢的导热性较差，所以在淬火加热时，应先预热到 $550\sim 600^{\circ}\text{C}$ ，然后再加热到 $800\sim 850^{\circ}\text{C}$ 在油中或硝酸盐浴中淬火。淬火过程中，当温度在 A_1' 时（普通合金工具钢为 $650\sim 700^{\circ}\text{C}$ ）的冷却速度要快，继续冷却到 A_1'' （ $150\sim 300^{\circ}\text{C}$ ）时，则应用缓冷的办法。也就是说，当在奥氏体转变马氏体的温度区间（ $M_s\sim M_f$ ）可以在热浴中淬火，保持一定时间以后，再在空气中进行冷却。采用这种分级淬火法可以防止车刀产生裂纹和改善变形。图 1-1 为碳素工具钢和合金工具钢的淬火曲线。

(三) 回火

淬火后的车刀必须立即进行回火，以获得必要的韧性。碳素工具钢和合金工具钢的回火温度，一般都采用 $150\sim$

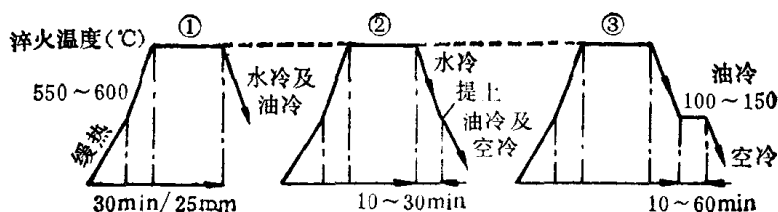


图 1-1 碳素工具钢和合金工具钢的淬火曲线

- ① 碳素工具钢车刀淬火曲线示意图(外形比较简单者)
- ② 碳素工具钢车刀淬火曲线示意图(外形比较复杂者)
- ③ 合金钢车刀淬火曲线示意图

180°C, 回火时间为 2~3 小时。

(四) 注意事项

车刀在热处理过程中, 须注意下列事项:

1. 为了避免车刀在淬火加热过程中产生氧化和脱碳, 所以宜在盐浴或保护气氛中进行。如无上述条件, 可在表面涂以保护涂料, 或将车刀放置在填有木炭和铁屑的铁箱中密封后进行加热, 以防止车刀的氧化和脱碳。

2. 淬火冷却时最好在水槽中采用喷水装置, 以使刀具快速冷却。因为刀具在水槽中淬火时, 容易在刀具表面形成蒸汽膜而影响冷却速度, 此外, 还容易产生变形、裂纹和硬度不均匀等情况。

3. 加热时应使刀具达到规定的温度和透烧的保温时间, 如果淬火温度过低或保温时间过短, 则就不能使刀具获得高的硬度, 从而降低刀具寿命。

4. 如果淬火温度过高而保温时间过长, 则刀具在淬火过程中容易产生热裂现象, 变形也较严重, 韧性降低, 刀刃容易损坏。

二、高速钢车刀的热处理

(一)高速钢车刀的钢材选用

一般精加工刀具和自动车床上使用的刀具都选用高速钢。高速钢车刀要求有高硬度、红硬性和耐磨性,热处理后的硬度应在 HRC 64 以上。可选用普通高速钢(W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2)和铝高速钢(W6Mo5Cr4V2Al)、钴高速钢(M42)以及高钒高速钢(W12Cr4V4Mo)等来制造。铝高速钢和钴高速钢有较高的硬度、强度和红硬性。高钒高速钢有较高的耐磨性和红硬性,但磨削性能差,主要用于制造形状简单的车刀。

(二)锻造和退火

高速钢在钢锭的冷凝过程中,由于其共晶反应使生成的莱氏体在钢中呈网络状分布。这种网络状的共晶碳化物造成高速钢在热加工之后的碳化物不均匀性,会使钢的力学性能下降、晶粒不均匀长大、过热敏感性高等。如不均匀性超过一定的等级,则将影响刀具的耐磨性和红硬性以及产生裂纹和崩刃等缺陷。因此,高速钢锻造的目的,不仅只是使刀具成形,而且还是为了使钢中的复合碳化物达到细化和均匀分布。

高速钢的导热性和可锻性都很差,所以必须缓慢加热,加热温度要均匀,同时不能使之过热。因此,在装入锻造加热炉之前,应将钢预热到 600℃,然后缓慢加热到 1100~1200℃的始锻温度,锻到 950℃时应即停锻。锻后要立即将刀坯放入热砂或退火炉中缓冷,然后进行退火处理。高速钢在锻造过程中应有一定的锻造比,否则,以后即使经过适当的热处理,其韧性仍然较差。只有经过有充分锻造比锻造后的刀具才能获得更好的效果。一般来说,高速钢的锻造比在 10 左右时,其效果最好。由于碳化物偏析和锻造后破碎程度的不同,碳化物的不均匀分布,表现为完整和不完整的网状堆积或条带

状堆积,其级别可按 YB12-59 的级别图来评定。

高速钢的退火方法有:普通退火法、球化退火法和等温退火法等。普通退火法的退火温度为 $840\sim 870^{\circ}\text{C}$,保温后以 $10\sim 20^{\circ}\text{C}/\text{小时}$ 的速度冷至 500°C 以下时出炉;等温退火的退火温度也为 $840\sim 870^{\circ}\text{C}$,其所不同的是,当炉冷至 $740\sim 760^{\circ}\text{C}$ 时,还要等温保持 $4\sim 6$ 小时,等温完毕后再冷至 600°C 以下出炉。但不论采用那一种退火方法,钢的退火显微组织都应该具有细粒状的碳化物并均匀地分布在基体上。

(三)淬火

车刀的淬火加热,一般都使用盐浴炉。大型或特殊形状的车刀,必须进行两次预热:第一次预热为 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$,第二次预热为 $850\sim 900^{\circ}\text{C}$ 。但是小型车刀可以一次预热($850\sim 900^{\circ}\text{C}$)。预热后立即放入淬火加热炉中,此时应尽可能快速地使刀具达到淬火温度。一般来说,车刀是以红硬性为主,所以欲使车刀具有最佳的切削性能,就要采用最高的淬火温度来进行淬火。对于 W18Cr4V 钢制的车刀,其淬火晶粒度可控制在 $8\sim 9$ 号之间,允许有轻度的过热,但应防止有网状碳化物、莱氏体等严重过热或过烧组织的出现。高速钢车刀其

表 1-1 高速钢车刀的淬火温度

钢 号	车刀截面尺寸(mm)	加热温度($^{\circ}\text{C}$)
W18Cr4V	$\leq 9\times 9$	1290~1300
	$9\times 9\sim 26\times 26$	1300~1310
W6Mo5Cr4V2	$\leq 9\times 9$	1235~1245
	$9\times 9\sim 26\times 26$	1240~1250
W12Cr4V4Mo	$\leq 9\times 9$	1250~1260
	$9\times 9\sim 26\times 26$	1255~1265