



技术交流会撷英

本刊记者 李 嘉

【编者按】2012年7月10日晚，参加2012年先进节能热处理技术与装备研讨会的60余名代表，与我刊特邀专家汇聚一堂，探讨热处理技术难题，分享从业心得。技术交流会现场气氛活跃，与会者提问积极踊跃，专家解答毫无保留，两个多小时的交流活动仍让代表意犹未尽，相约会后交流。现撷取部分精华以饕读者。交流咨询专家名单如下：

上海恒精机电设备有限公司总工程师、教授级高工
同济大学航空航天与力学学院研究员
好富顿（上海）高级工业介质有限公司总经理、博士
职工技协北京市热处理技术协会专家、高工
重庆海森机电设备有限公司总工程师
江苏镇江拓普工具公司技术顾问、高工
爱协林热处理系统（北京）有限公司副总经理
郑州科慧科技股份有限公司总经理
保定市金能换热设备有限公司总工程师
沈阳大洋锻冶研究所总工程师
重庆义扬机电设备有限公司先进失效分析专家、高工、教授

林信智
高玉魁
陈春怀
郭建寅
陈希原
赵步青
戚顺银
陈志宏
宿新天
张力成
李志义



问答篇

沈阳臣基机械制造有限公司董事长张亚晨：请问合金钢能直接水淬吗？淬火冷却介质如何选用？

林信智：这取决于零件的形状。简单圆柱状零件（如销类）可以用水淬，但如果销上有油孔，其直径大小和感应淬火频率均会影响淬火质量。如 $\phi 4\text{mm}$ 油孔用中频感应淬火，应该没有问题，但用高频感应淬火，需进行倒角处理，否则容易烧边。如果孔径达 6mm ，不能采用高频感应淬火，而应倒角后采用中频感应淬火。针对形状复杂的合金钢（如齿轮），应采用淬火油或淬火冷却介质。

陈春怀：水的分子结构是 H_2O ，其中O带负电，H带正电。当很多水分子聚集在一起时，O和其他分子的H之间相互吸引，形成分子键——氢键。水淬火过程中，随着水温的升高，氢键大幅减少，水的蒸发加快，因此一般水的使用温度不能超过 40°C ，最高不超过 50°C ，否则容易出现软点。PAG淬火冷却介质的逆溶性也与氢键有关，PAG是聚氧乙烯聚合物，存在极性，低温时与水形成氢键，溶于水。温度升高后，氢键断裂，PAG从水中析出。因此，使用水基淬火冷却介质时，水温最好不要超过 $40\sim 50^\circ\text{C}$ ，否则可能出现蒸汽膜时间长、软点等问题。另外感应淬火相比普通淬火，在介质

的选择上稍有差别，因为感应淬火只是加热表面一层，且加热速度快，很多合金元素来不及溶入基体，所以可适当提高淬火冷却介质的冷却强度，可选择聚合度小一点的聚合物介质或者降低浓度，以保证其淬硬能力。

从维护的角度来讲，感应淬火使用聚合物介质的过程中应特别注意防锈和生物稳定性问题。感应淬火冷却介质应用浓度较低，应该有意识地提高防锈添加剂、抗氧化剂和pH保持剂等，最好使用专用的感应淬火聚合物冷却介质。

东风汽车有限公司刃量具厂工程师罗华中：我厂在加工某军品时，考虑到心部硬度要求低于40HRC，选择了好富顿的2565油，试制过程中发现心部硬度基本满足要求，但炭黑严重，且金相组织不太好。试了好长时间都不行，最后跟厂家沟通，花了很大的代价（十几万元）换成了355分级油，但这样一来，炭黑少了，心部硬度高达40HRC以上，仍不符合要求，请专家对此问题给予分析。

陈春怀：我先针对此问题谈谈淬火油的选用。淬火油分热油和冷油两类，你说的这两种都是热油，使用温度均在 100°C 以上。热油的特点是抗氧化剂含量高，有较高的热稳定性，粘度较高。

如你刚才所说的2565油是一个极端状况，其粘度特别高。数字2565代表油品的赛氏粘度（在 40°C 下，用指定杯子装满油，整杯油流完的秒数）为2565s。355淬火油的赛氏粘度是355s。赛氏粘度除以5就能换算成运动粘度，如20号机械油，其运动粘度为 $20\text{mm}^2/\text{s}$ ，而2565油的运动粘度高达 $500\text{mm}^2/\text{s}$ 以上。所以说，2565油的粘度非常高，工件淬火容易有炭黑，如果加上可控气氛控制不好，炭黑进入油品，过滤可能都成问题。

热油主要是为了解决工件变形问题，所以一般不添加速冷剂，只提高热油的抗氧化性、热稳定性。粘度也是影响油品冷却性能的重要方面，粘度越低冷却速度越快，所以2565油的冷却速度比较慢，而355油冷却速度较快。

可能当时我们的工程师没有把这个问题介绍清楚，像贵公司这种情况，我推荐选用M755油，其赛氏粘度为755s，比355油高，冷速稍慢，可降低工件心部硬度；其粘度约为2565油的1/3，炭黑问题相信也能得到较好的解决。回去以后我们派一个

技术小组到贵公司，一定把这个问题解决好。

戚顺银：刚才大家谈到淬火冷却介质，主要提到了淬火油和PAG，我给大家提一个思路。现在国外用盐（ $\text{KNO}_3+\text{NaNO}_2$ ）淬火越来越普遍。原本大家担心盐的污染和爆炸问题，现在已经基本解决了。

用盐淬火具有几个优点：①成本低，50% KNO_3 +50% NaNO_2 的熔点为140℃左右，国内成本约5000元/t，淬火油近2万元/t，PAG成本比淬火油稍高。②工作环境好。刚提到盐的污染问题，现在用盐淬火可以做到零排放，回收技术相当成熟。咱们知道，用油的厂房屋顶都是黑的，整个淬火车间往往有一股味道。用盐完全可以做到一点味道都没有。现在我公司在国内给几个外资企业生产的炉子配的全是盐，如FAG、斯凯孚、SEW天津工厂等。③通过调节其含水量，盐淬火的冷却性能可调，且同一种盐既可用于150℃马氏体淬火，也可用于220℃等温贝氏体淬火。如淬火盐不加水，其冷却速度基本接近于好富顿的K油；加1.0%的水，冷却速度比K油快；加水1.2%，冷却速度几乎为K油的1.8倍。但是含水量不能再高了，否则淬火时会有爆鸣声。④变形小。我们有一个统计数据，用盐淬火的变形相当于油淬变形的三分之一，大幅改善了工件的变形情况。⑤冷却能力强。据我所知，轴承行业一般采用淬透钢和碳钢两种。对于淬透钢来讲，如GCr15，一般超过20mm，油淬就很难淬透了，用盐至少可提高50%。

现在我们好多客户都在用盐淬火，但大部分是外资客户，好多出口到马来西亚、印度、美国的设备也都是用盐。值得注意的是盐的安全问题，用油有着火的问题，用盐有爆炸问题，用户如何采取适当的措施，防止其爆炸，这是一个管理问题，也是一个技术问题。

随着盐使用时间的增长，亚硝酸根的污染问题怎么处理？现在国外已经解决，国内要应用的话，可以借鉴国外的办法。另外，我们热处理工件时一般都采用料盘，盐淬火可能发生盐侵入料盘孔内的情

况，清洗的质量就非常重要。如果清洗不好，将盐带到炉子里，是会出问题的，因此清洗是一个非常重要的问题。

最后提醒一下，盐也不是万能的，对有些材料，用盐存在一定问题，所以用之前大家还是认真调研一下，看是否适合自己的产品。

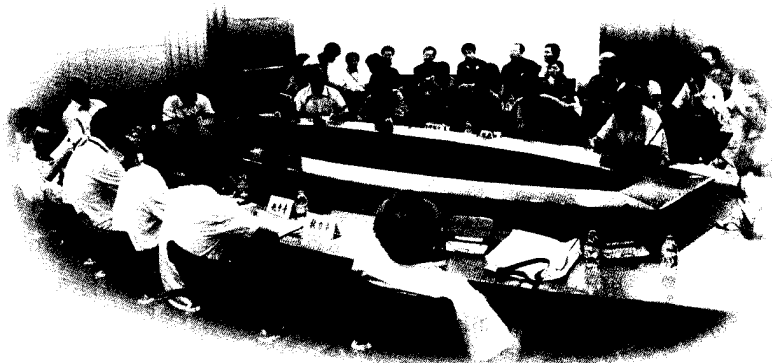
北京控制工程研究所高级技师许东：由马氏体不锈钢3Cr13制成的不封闭圆环状簧片，厚0.75mm，硬度要求39~43HRC，弹性要求常温回弹10次以上。目前工艺能满足硬度要求，但弹性合格率只有30%，请问材料不换的前提下，如何能保证产品的弹性？

赵步青：这涉及一个成分的问题，3Cr13含碳量取中下限的话，这个问题就解决不了，其含碳量提高到中上限后，这个问题就好解决了。这个问题很关键，我们制作钢模具的同行都非常重视碳含量，所有钢材都根据产品选择合适的含碳量。钢材含碳量发生变化，淬火温度就会变化，其抗拉强度、硬度都会变化。我们搞热处理的如果不把成分放在第一位那是搞不好的。

戚顺银：正好前几日遇到一客户，材料可能不一样，但也是弹性不够，总有一部分不合格。他的解决办法是在工艺上加了一道300℃再回火工序，然后快冷。虽然他的材料不一样，我也建议可以从这个角度去想一想。

李志义：还有个问题，你的钢材带状偏析多少级？带状偏析应至少控制在2级以下。还应严格控制钢材的夹杂物等级，如氧化物、硫化物等。

北京控制工程研究所高级技师许东：如何消除预拉伸铝合金薄板的残留应力，以减小其工件变形？



高玉魁：这个可以说是一个世界难题，铝合金残留应力的完全消除是很难的，因为铝合金存在时效问题，我们也在做这方面的研究。我不能保证完全解决你的问题，但我可以给你几条建议：①预拉伸。其实预拉伸本身也是消除应力的一种方法。②共振。如果工件不是太复杂，你可以采用共振的方法。③热的方法。提高时效温度，延长时间，采用不同的冷却速度。由于不知道你的材质，我不能给出具体的工艺。希望我的解答能对你有所帮助。

中原特钢股份有限公司机加热处理厂主任赵颖：水溶性淬火冷却介质多长时间杀菌一次比较合适，多长时间应进行冷却性质检测？我厂现在规定每3个月杀菌一次，否则淬火冷却介质的颜色会有变化。

陈睿怀：判断是否有细菌滋生有两个办法：一是测pH值，此方法简单易行。细菌滋生一般会使pH值下降。如果pH值较高，基本可以不用担心细菌问题；反过来说，如果pH值较低，细菌比较容易滋生。这也存在一个误区，有些厂一旦发现pH值降低，就设法调pH值，结果发现提不高，这时候很可能是细菌滋生的问题，不杀菌也就调整不好pH值。我建议你不一定需要每3个月杀菌一次，你先测pH值进行判断，如果pH值在9以上，我敢保证，淬火冷却介质不会有细菌滋生的问题。淬火冷却介质的颜色和细菌并没有直接关系。二是用测菌片，其测量面一般是一面细菌，另一面真菌，你可以对比一下。

郭建寅：你提的这个问题是一个普遍现象，PAG是水基有机介质。淬火冷却介质分有机介质和无机介质，有机介质均会跟细菌发生作用。各PAG厂家使用的原料都大同小异，主要是树脂，差别在于里面添加的防腐剂、灭菌剂。淬火冷却介质的杀菌周期与你生产的产品、生产频率和日常管理有关，越是好的东西，管理也越严格。如果杀菌周期太短，可以找供应商帮你进行调整，如果说，他调整不了，那你只好换别家。

陈志宏：水基淬火冷却介质的变化情况有时候是很怪的，不是一个线性过程。我们很多用户都出现过这样的情况（不管是谁家的介质），突然出现了一批废品。当然，废品出现可能还存在其他问题，但介质出现问题的可能性是非常高的。因此，

水基介质的监控非常重要。我们建议客户首先要确保定期检测，如每周测一次冷却特性，感觉介质有异常时应加紧测试。水溶性淬火冷却介质的检测周期应尽量短，淬火油的检测周期可以稍长，一般每月测一次就可以了。

沈阳臣基机械制造有限公司董事长张亚晨：请问有没有使用流态粒子炉的专家，我对这个比较感兴趣，想讨教下经验。

郭建寅：据我所知，南昌的320厂早在1967年就给了结论，流态粒子炉有其长项。那时候国内各厂家一哄而上，20世纪80年代几乎都在搞流态粒子炉，用电的、用气的都有。一段时间之后就没有几家了。现在主要是石家庄、太行在做，另外，金鸿业老先生带着两个儿子在做，一个在宁波，一个在石家庄。据我了解，在北京昌平有厂家应用流态粒子炉比较好，该炉产自徐州二轻机，用于金刚石锯片的调质处理。其主要特点是布风板设计合理，气流得当，粒子不会都喷出去，另有回收装置将粒子回收。另外，济南的西郊热处理设备厂，在90年代初召开过一个鉴定会，那是用燃气直接作为热源和气源的，生产的工件、模具使用寿命都特别好。我们当时分析，炉内天然气和空气作用，燃烧掉了氧，剩下的氮起到了轻微渗氮的作用，且所用的 Al_2O_3 粒子起到激活并洁净表面的作用。

但我们国家有这样一个现象，一说好就一哄而上，一说差，全都要淘汰。不是那么回事，而应根据你的产品、技术要求来选用设备，没有绝对的好，也没有绝对的差。比如说咱们现在一哄而上网带炉，在国外没有用这么多的网带炉，因为网带炉承重有限，在国外，那是备用的炉子。而在国内标准件行业，平均产量2~3t/h。网带炉生产轴承套圈还可以，处理标准件就有点吃力，为了承重加了很厚的网带，成本就上去了。因此选用设备应根据自身情况，多做调研，看产品适合什么炉型。

第一拖拉机股份有限公司热处理厂工程师张兵：感应淬火零件中，有一类感应淬火面是平面，淬火过程中零件不能旋转，很难控制其淬硬层深。举例来说，材料是灰铸铁的轴承座零件，属壳体类结构，淬火面是长400mm、宽40mm的长条状断面，硬度要求45~50HRC，淬硬层深1~1.5mm。请问林总有没有好的解决办法来控制这个平面淬火

的淬硬层深?

林信智: 此类零件淬火深度的控制确实比较难,最主要的是功率应该稳定。此工件应采用高频电子管加热,首先必须保证回路电压稳定,然后计算所需功率,虽然电子管没有功率表,但也应该能计算,必须保证加热面上单位面积的功率,而且要稳定。其次,加热温度必须稳定,这就要求工件移动速度要稳定,需采用机械传动。另外,喷水淬火很关键,必须保证冷却时不将水喷到加热区内。这几个参数稳定下来,淬硬层深自然也就稳定了。但这需有一些设备保证。

另外,设计人员不懂高频工艺,高频感应淬火不似渗碳,渗碳10h,其渗碳层深也就是1~1.2mm,高频淬火属于高能密度热处理,加热速度快,0.5mm的工艺宽度是不够的,行业标准规定是1~2.5mm。

心得体会篇

赵步青: 近年来,深冷处理一直颇受关注,在这分享一下我走访多家工模具厂家的心得体会。我在《高速钢刀具深冷处理问题探讨》一文中是批判深冷处理的,理由很简单,深冷处理在刀具工厂的应用不仅不能提高刀具寿命,反而是降低了。近年,从大学、研究所出来的文章非常多,都说深冷处理如何好,但工厂来看是没那么乐观的。这就好像高速钢回火工艺一样,论文报道的高速钢回火工艺有七八种,但实际上生产应用的就是那么几种。这说明研究小批量生产时,某些情况下是相当成功的,而批量生产很可能就不是那么回事。对高速钢来说,如果回火很充分,深冷处理只有坏处没有好处。因为深冷处理的目的是要消除残留奥氏体,或者是降低残留奥氏体含量。高速钢本来的弱点就是韧性很差,高速钢要得到高硬度非常容易,但要达到高韧性是非常难的,工具厂往往是提高回火温度,让硬度降低一点,以增加其韧性,所以说深冷处理在此问题上是不通的。只在两种情况下,深冷处理有好处,一是淬火温度较低或奥氏体晶粒较细的情况下,工件韧性不错,补充深冷处理是可以的;二是针对某些侧重尺寸稳定性的高速钢刀具,可采用深冷处理。我的这篇文章不是在家里乱写的,我花了很长时间,亲自走访多家企业后所总

结出来的。如果说,对量具、模具来说,深冷处理效果良好,但对高速钢刀具是否适用,我看还是值得探讨的,我在文章中也提到,希望大学、研究所或其他工具厂同仁能写出与我观点相反的文章,但在试验室所得结果不算数,必须是生产实践的结果。学术讨论嘛,本来就是百家争鸣,实践是检验真理的唯一标准。

戚顺银: 咱们这个会的主题是节能,针对这个问题我发表点自己的看法。举个简单的例子,如风电行业的渗碳齿轮,要求渗碳层深3.0~3.5mm,按照国内的工艺,一般是930℃渗碳3天,至少2.5天。国外怎么做?提高渗碳温度到970℃,将2.5~3天变成1天。这肯定是节能的,从930℃提高到970℃,从能源计算来讲,费不了多少电(不到10%),但整个渗碳时间缩短了一半以上,能耗大幅降低。

前几天在台州有一个论坛,某院士给了一个数据,咱们国内热处理的平均吨耗电是500kW·h,国外是300kW·h,我个人认为,除了我们设备厂家的努力之外,其实我们在工艺方面也有大量的工作要做。这几年我在国外走得很多,确实体会到我们与国外的差别,这个差距需要我们每一个人,不管是做设备,还是做工艺的同仁,一起努力,逐步缩小这个差距。

陈春怀: 我有两点体会和大家共享一下。①水和油的差距是比较大的,水的沸点是100℃,油的沸点是350℃,在100~350℃,水是沸腾阶段,冷却速度很快,油还处于对流阶段,所以大家在把油替换成水基介质时,一定要注意做好细节工作。根据现场情况,选择合适的聚合物种类,调整好浓度、搅拌速度和温度,这样才能保证淬火工件的质量。②水基介质和油不一样,凡是有水的地方,就有生菌的问题,变数较大,一定要建立严格的检测制度。

后记: 从现场气氛看,与会代表大多有备而来,提到了很多生产中遇到的共性难题,也有针对不同产品的个性问题,专家们都做了精彩解答,让与会者满意而归。在生产实践中难免存在不少问题,虽然现场的交流活动已经结束,我刊将持续关注热处理方面的技术讨论与学术交流,如有热处理难题或解决难题的好点子,都欢迎来函(RB1950@126.com)告知我们。MW

(20120725)