

工模具应采用真空淬火

安徽嘉龙锋钢刀具公司 赵步青，胡会峰



在1980年以前，世界各国包括很发达的欧美地区工模具的热处理，特别是高速钢刀具淬火都是在盐浴中进行的，其结果在一定程度上取决于操作者的技能和责任心。当工具表面脱碳时，其化学成分发生了变化，导致表面硬度降低并伴有淬火开裂倾向，降低了工具的耐磨性及疲劳强度。盐腐蚀有时会导致工具损伤和盲孔被盐堵塞。

盐浴淬火必然会产生许多废渣、废液和废气，不利于环保，同时有害于操作者身心健康。

盐浴热处理缺点凸显，优点也很鲜明，资金投入低，工艺适用性广，以及可达到足以避免先共析碳化物在晶界上析出的淬火速率，可以局部淬火等，因而与其他一些工艺相比，可获得优良的金相组织和硬度，所以工具盐浴淬火一直红火连年，至今长盛不衰。

时代在发展，科技在进步，随着国家对环境治理一系列政策的出台，以及人们对环境优美意识的加强，盐浴淬火被列为淘汰项目，真空炉被列为热处理首选。一个要被摒弃，一个要扶持上马，现就此问题，笔者进行了调查研究，谈点不成熟的意

见，可能有误，仅供参考。

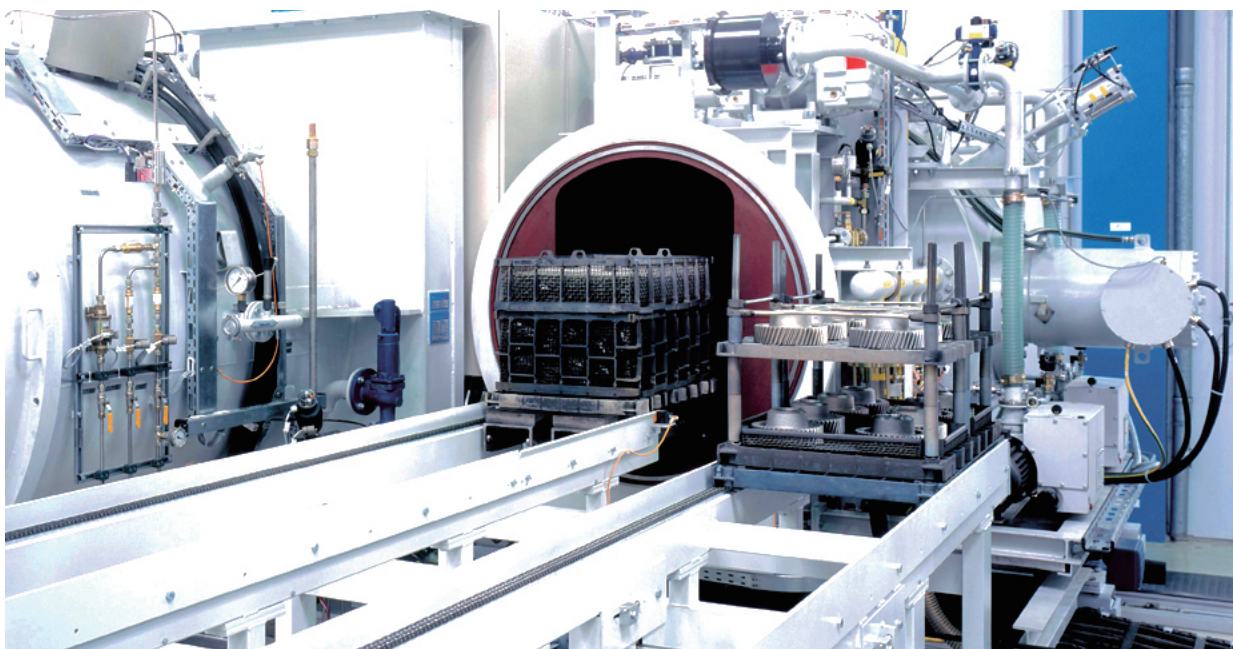
真空炉在热处理中的应用情况

据有关方面统计，目前国内有各类真空热处理设备数千台，应用在淬火、回火、渗碳、渗氮等多种化学热处理，以及钎焊、固溶处理等热处理各个领域。其中高速钢刀具真空淬火，除工具厂及少数的热处理专业厂外，其他企业很少采用。足以说明，目前高速钢淬火仍以盐浴为主，真空淬火并不普及，究其原因，笔者认为并不是传说中的价格门槛，而是淬火件的质量问题。

目前国内工模具淬火、回火外协加工价格，真空淬火比盐浴淬火稍贵，视地区不同价位差很大。Cr12MoV钢制冷模、H13钢制热模真空淬火分别为8~10元/kg、8~12元/kg；盐浴淬火分别为6~8元/kg、8~10元/kg。

M2钢制麻花钻（ $\phi 6\text{mm}$ ）真空淬火价格为12~16元/kg，盐浴淬火价格为8~10元/kg。高速钢制 $\phi 4\sim\phi 12\text{mm}$ 冲棒两种工艺淬火价分别为12~13元/kg、8~10元/kg，也有按3000~5000元/炉计算。

客户往往只注重淬火价格，而忽略了内在质量。论质量往往只注重硬度，不要求金相组织这个微观世界，等到刀具使用出了质量问题才会重查金相组织。根据笔者2014年的测算，处理 $\phi 5\text{mm}$ 的高速钢麻花钻，热处理成本约为4.8元/kg，考虑职工工资及物价上涨等因素，现在盐浴淬火（包括回火、校直、喷砂防腐等）成本可能会超过6元/kg。



外协加工价至少在8元/kg以上，但真空处理价没有12元/kg是拿不下来的。

经验表明，盐浴淬火的高速钢刀具，硬度的最高值、硬度的均匀值、热硬性肯定比真空淬火高一点。可是，国内有几家工具厂在小钻头、丝锥等小型不易变形的刀具作对比试验，认为两者相当，也有的认为真空淬火的刀具比盐浴淬火要高，但更多的人结论是：盐浴淬火的成本低、质量高。

经分析笔者认为，真空炉淬高速钢质量低的问题并不是真空炉本身之过，而是人为造成的，比如拼炉加热，不同规格产品一起淬火质量肯定有别；不同炉号产品同炉，因钢的成分有异，碳饱和度不同，淬火质量肯定不会一样，还有工艺问题、管理问题，最终给人的印象是：抱着金饭碗还得去讨饭。

真空淬火和盐浴淬火成本的比较

真空淬火和盐浴淬火究竟谁便宜？光从投资的角度考虑，前者是后者的2~5倍，但具体生产运作，多数人认为真空炉更省钱，以下通过两个工具厂的实际数据呈现，同行们可分析得出结论。

(1) 某工具厂一个月盐浴淬火高速钢的若干数据，见表1。

全车间职工总数18人，当月工作日25天，两班制，淬回火高速钢刀具本单位12.1t，外协刀具1.5t（加工费18000元）。18人工资、保健费、加班费共付出4.2万元。

有人这样推算，购置两台装炉量500kg真空炉各工作20天，就能完成上述淬火量，但只需8~9人即

表1 某工具厂热处理车间一个月淬火物料消耗统计（2010年9月）

序号	物料名称	实际消耗/kg	序号	物料名称	实际消耗/kg
1	BaCl ₂	2000	11	筑炉用耐火材料	700
2	NaCl	600	12	磷酸	50
3	KCl	300	13	木炭	30
4	NaNO ₃	500	14	皂化油	30
5	NaNO ₂	300	15	Q235电极	260
6	片碱	300	16	夹具用Q235钢	170
7	钛白粉	300	17	中温炉热电偶	2支
8	硅胶	200	18	劳保用品	200元
9	硅砂	100	19	办公用品	60元
10	盐酸	900	20	招待费	300元

可。真空热处理成本比较低。

(2) 国内某较大规模的工具厂早在20世纪80年初就对高速钢刀具真空热处理做了很多试验,结果表明,M2钢刀具真空淬火温度比盐浴淬火低10℃,加热系数按15~30s/mm计较为合适。刀具硬度可达63~65HRC,双角铣刀的寿命提高1倍以上,热处理费用比盐浴炉节省30%,耗电量为盐浴炉的1/6。

在批量生产情况下,该厂对齿轮刀具类产品进行真空淬火和盐浴淬火费用作了仔细的比较,其结果见表2、表3。

真空热处理的优点

事实表明,真空热处理代替传统的盐浴淬火有

很多优点,首先是真空热处理非常有利于环保。通过仔细地装夹和过程控制,真空热处理变形小,无氧化,无脱碳,热处理件不需要打磨清理就可使用(指量具、部分模具),这样消除了常见的工件早期失效的原因——磨削裂纹,当然也不存在盐的腐蚀和盐堵盲孔的烦恼。

最重要的优点是过程的自动化消除了人为失误,因此真空淬火工具高质量具有重复性,从而保证了工具热处理质量的稳定性。

最后但不是最重要的是操作者的安全问题,操作者在生产过程中不会被烧伤、溅爆,他们在清洁的环境里工作,有利于健康长寿。

表2 真空热处理费用明细

序号	工序	使用设备	功率/kW	物料消耗	
				名称	kg/月
1	淬火	真空炉	50	真空泵油	15
2	回火	真空炉	50	扩散泵油	4
3	防锈	—	—	变压器油	8
4	清洗	—	—	汽油	9
5	生产人员(名)		4		
6	日生产能力/kg		140		
7	耗电量/kW·h·kg ⁻¹		3		
8	热处理费用/元·kg ⁻¹		1.18		

表3 盐浴炉热处理费用明细

序号	工 序	使用设备	功率/kW	物料消耗	
				名称	kg/月
1	一次预热	电阻炉	26	—	—
2	二次预热	盐浴炉	100	NaCl	212
3	三次预热	盐浴炉	100	KCl	58
4	淬火加热	盐浴炉	150	BaCl ₂	893
5	分级冷却	盐浴炉	100	NaNO ₂	74
6	等温冷却	盐浴炉	27	KNO ₃	60
7	清洗	蒸汽热水槽	—	HCl	200
8	回火	盐浴炉	100	NaNO ₃	400
9	清洗	蒸汽热水槽	—	—	—
10	酸洗	—	—	HCl等	—
11	喷砂	—	—	硅砂	—
12	防锈	NaNO ₂			
13	生产人员(名)	18			
14	生产能力/kg	600			
15	耗电量/kW·h·kg ⁻¹	17			
16	热处理费用/元·kg ⁻¹	1.82			

注:盐浴炉脱氧每月用校正剂80kg,价格为10元/kg,还有淬火夹具、劳保用品、办公用品消耗未计入成本。

真空热处理发展方向

(1) 应大力发展高压气淬炉 高速钢刀具真空油淬有渗碳之嫌，高压气淬大有前途，压力有走高趋势，应重点开发适应高速钢刀具淬火整套解决方案。

(2) 低真空高压热处理技术 非常值得重视 这是一种廉价的真空热处理技术，改变炉压可以迅速排除炉内氧、水蒸气等有害气体，加速渗碳、渗氮过程。

(3) 真空炉也应该个性化 真空炉不能搞成“万能炉”，应专炉专用，搞成系列化、产品化，“万能炉”淬火质量不会好。

(4) 广泛采用计算机微电子网络技术 研制开发高压气淬真空炉智能控制系统的网络化、智能化，实现炉温、压力、真空度等工艺参数的精确控制，实现无人化操作，将真空技术向前推进一大步，并为真空热处理专业化扫清障碍。这样，真空炉才会像电视机、手机一样挑选自如。

(5) 真空钎焊复合热处理 将真空钎焊和淬火相结合是很有生机的复合热处理技术，国内机械刀片需求量很大。现在进行的炉子大部分是工具厂自行设计制造，真空炉专业制造厂应关注此炉类的发展。



展。

(6) 走专业化的品牌之路 现在全国有真空炉生产厂50多家，全国地级城市几乎都有真空炉，大部分真空炉都“吃不饱”，一次投资近百万元甚至数千万元（进口）。造成资源的极度浪费，如果把资源整合，走专业化的品牌之路，也许是一种创举。比如，模具真空热处理厂、刀具真空热处理厂、真空渗碳公司等，走专业化道路，对钢材质量也是一个提升，对企业管理也是一个促进，这样会推动全行业健康稳步发展。

综上所述，工模具真空热处理前途光明，是很有发展前景的行业，世上无难事，只要肯去干。

(上接第5页)

高的齿轮及齿轮轴等工件的渗碳，可用低压真空渗碳与高压气淬技术，它在国内已逐渐得到应用，如上海汽车减速器有限公司、浙江双环传动机械有限公司等应用法国ECM的技术已经具有比较成熟的经验。拥有该技术的国产设备也已投放市场多年了。

真空淬火介质

真空淬火的辅料有装料架（筐）及装料盘、氮气和淬火冷却介质。其中装料架（筐）及装料盘需要用40Cr25Ni20等耐热钢材材料制作，氮气建议用含量>99.995%的液氮较好，因为用液氮能保证氮气的纯度，操作维护较方便。淬火冷却介质需要用专门的真空淬火油，它适合低于大气压条件下使用，其馏程

短，饱和蒸气压低，抗氧化能力强，不易挥发，易抽真空，光亮性好，易清洗，油的带耗少，热氧化安定性好，冷却性能稳定，以及使用寿命长等优点，因此淬火后的工件硬度均匀性好，畸变少且清洁光亮。科润公司拥有很成熟的经验及友好的售后服务，可以根据工件的规格不同，做到量身定制，提供冷却速度不同的快、中、慢三种真空淬火油。

行业使用情况

目前使用国内外真空设备的数量，据不完全统计有2000余台套，其中分别在工模具、轴承、油泵油嘴、液压件、齿轮、硬质合金等行业使用。