65Nb新材料在保持架冲模中的应用

瓦轴集团公司技术中心 （辽宁瓦房店 116300） 王江山 姚艳书

由于圆锥滚子轴承市场需求量增多，保持架窗孔模具消耗也随之增多，原有模具寿命和质量已不能满足现行加工保持架的质量要求。我们决定采用65Nb新模具材料，并推广应用冷作模具钢65Nb，开始了应用新型模具材料的研制试用历程。

一、研制的基本方案

为了加快研制过程，我厂同襄阳轴承厂达成协议，由其按我方提供的197726冲孔凸、凹模图样，先加工出197726冲孔凸、凹模各2个，并向我公司提供1.5t原材料作为第一批研制之用，在小范围内试用，用65Nb代替GCr15制作圆锥滚子轴承保持架冲孔凸、凹模。并由供应公司负责采购65Nb新模具材料10t，以备研制成功后，扩大试验范围时使用。并成立了攻关小组，主要是在热加工方面攻关，针对65Nb新模具材料的加工性能进行研究，尤其是材料锻造热处理工艺是主攻方向。

二、模具的加工工艺过程

1. 保持架冲孔凸、凹模结构

图1和图2分别是197726规格圆锥滚子轴承保持架窗孔凸模和凹模简图。

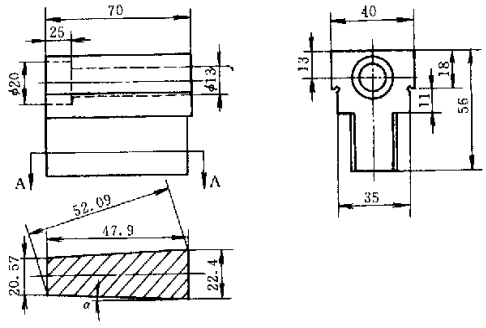

图1 凸模简图

2. 65Nb新材料模具的化学成分

65Nb新材料的化学成分如下表所示。

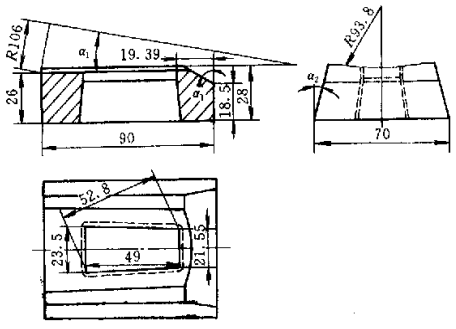

图2 凹模简图

65Nb新材料化学成分 （质量分数）（%）

C	Cr	W	Mo	V	Nb	Si	Mn	S	P
0.6~0.7	3.3~4.4	2.5~3.0	2.0~2.5	0.82~1.1	0.2~0.3	≤0.35	<0.4	≤0.03	≤0.03

由表中可知：65Nb是多元高合金钢，合金元素控制在 $w_W = 3\%$、$w_{Mo} = 2\%$、$w_{Cr} = 4\%$、$w_V = 1\%$、$w_{Nb} = 0.25\%$，具有高耐磨性，高韧性、高抗疲劳性。使钢中 $w_C = 0.6\% \sim 0.7\%$，除满足与Cr、Mo、W等元素形成 $M_{23}C_3$、M_6C、M_2C、$(FeM)_3C$ 之类分子式中的定比关系所需要的碳，还要满足V、Nb元素形成的MC、$(FeM)_3C$ 碳化物中的定比碳量，并保证基体中所需要的碳固溶度。通过对合金元素的合理控制，从而得到合适的碳固溶度和合金化程度的基体，淬火后模具易得到高强韧性。

65Nb钢中所含有的0.2%~0.3%的Nb元素，具有特殊作用：它显著增强原子间结合力，能与W、Cr、Mo、V生成多种稳定碳化物，Cr形成 $M_{23}C_6$、M_7C_3 型碳化物在较低温度加热就能溶入

基体，提高钢的淬透性，在回火时能延缓马氏体中 M_2C 的析出而提高回火稳定性，经充分回火析出弥散型 M_2C，产生较强烈的二次硬化；Mo、W 生成 MoC、$(FeM)_3C$ 碳化物提高回火稳定性。Nb、V 合金元素形成高硬度（2000～2700HV）和高熔点（接近 1200℃）的 NbC、VC 碳化物，使钢的耐磨性、抗回火性得到提高；其中尤其是 Nb 微量溶入到基体后，使奥氏体晶粒的粗化温度提高，因而 65Nb 的淬火温度范围变宽；Nb 还部分溶入（$Fe·M)_3C$ 中，提高碳化物稳定性，使淬火加热时溶入奥氏体中的碳量得到控制，有利于淬火马氏体的强韧化。总之，由于 Nb 元素本身特点以及 V、Mo、W、Cr 等元素相互作用，使 65Nb 钢具有很高的力学性能，如抗弯强度、冲击韧度、断裂韧度等很好的加工性能，可以满足冷镦模具的工作条件。

3．65Nb 新材料模具坯料的锻造工艺

锻造时加热始锻、终锻温度如图 3 所示，锻造比均为6～8，采用三镦三拔，轻、重、轻的多遍反复锻造法，使碳化物尽可能均匀化，锻造后应为珠光体上均匀分布细粒碳化物组织。锻造设备选用煤气加热炉和空气锤，锻造检测仪器选用光学高温计和卡尺。

其 65Nb 加热、锻造、冷却工艺曲线见图 3。

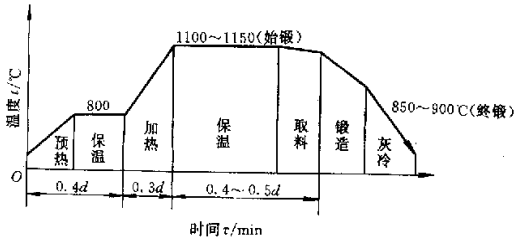

图 3　65Nb 加热、锻造、冷却工艺曲线

65Nb 材料加热、锻造、冷却工艺要求：

（1）加热　65Nb 钢导热性较差，锻造时必须缓慢加热，锻造前要保证坯料烧透。其加热过程如下：预热→保温（800℃）→加热→保温（1100℃～1150℃）。将坯料缓慢加热到保温 800℃左右，在此温度下适当保温（其加热及保温时间按 $0.4d$ 计算），然后再快速加热到 1100～1150℃（加热时间按 $0.3d$ 计算），即始锻温度以后进行保温均热（保温时间按 $0.4d$～$0.5d$ 计算），在保温过程中应经常翻转坯料，改变其受热面以达到坯料内外温度均匀。

（2）锻造　毛坯料从炉中取出上锤锻造时，要遵循“两轻一重”（高温、低温阶段轻打，中间温度重打）的操作原则：操作时根据坯料端面对角线区域的温度变化，适当调整锤击频率，避免由热效应造成变形区温度过高，也要注意防止温度过低；拔长时切忌在锻件的同一部位进行连续打击，以防产生端面方向上的“十字”裂纹，最好采用单向送进拔长（不采用翻转送进法）；锻件的两个端面与下砧面接触的时间尽量均等，防止某一端面明显降温；冲扩孔时，冲头应预热 300℃左右，再进行冲扩孔操作；低于终锻温度（850～900℃）时，坯料必须进行重新加热；锻造的火次根据每种锻件的实际加工需要而定。

（3）冷却　锻造后锻件应缓慢冷却，要求采用灰冷。

4．65Nb 新材料模具的退火、淬火、回火工艺

退火设备：RJT—100—9 推杆式电炉，装炉量：1.0～1.2t；其工艺曲线见图 4。

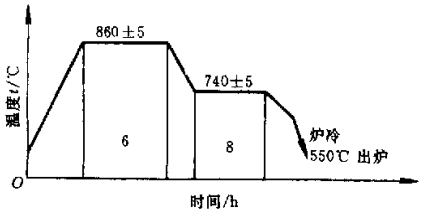

图 4　65Nb 退火工艺曲线图

淬火设备：RYD—100—8 电极式盐浴炉（预热用）和 DM—45—13 埋入式盐浴炉（最终加热用），其工艺曲线见图 5。

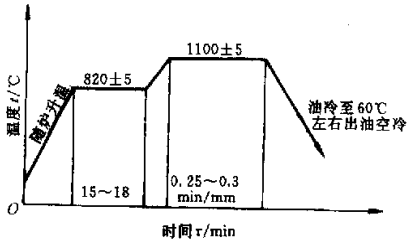

图 5　65Nb 材料淬火工艺曲线图

回火设备：RJJ—36—6 井式电阻炉，其工艺曲线见图 6。

需要说明的是，淬火后应及时回火，回火后

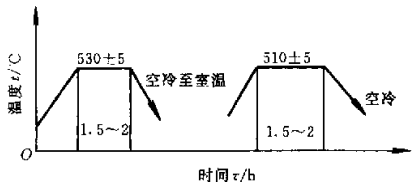

图 6　65Nb 回火工艺曲线图

工件不得水冷，回火后待工件冷至室温方可清洗。

5. 研制中出现的主要问题和采取的对策

研制过程中出现的主要问题是热处理工序。由于 65Nb 材料导热性能极差、敏感性极强，在淬火中很难掌握得准确无误。因此淬火后往往出现裂纹，造成废品。裂纹分两种，一种是宏观裂纹，淬、回火后就可发现，另一种是微观裂纹，在磨加工后才可发现，此外，淬火后，硬度值有时也出现偏低现象。

为了解决这一关键问题，避免废品出现，我们采取了如下对策。

（1）为了保证热处理不出现裂纹，对冷加工采取两条对策：加工外形尺寸时，表面粗糙度必须达到 $R_a6.3\mu m$，不允许有明显过粗、过深的刀花纹；磨加工表面时，严格控制进给量，避免表面烧伤。

（2）热处理工序采取 5 条对策：对 GCr15、65Nb 两种材料一定区分来处理；盐浴炉温度计保证示值准确，事前可作好严格校正；严格按工序工艺要求操作，技术人员要现场指导和示范、亲自操作；淬火后，不待冷至室温，尽早回火；100% 进行表面裂纹和硬度值的检查。

通过采取以上措施，在先后 4 次小批量循环试验中，保持架分厂在冲压过程中，基本上解决了上述问题，无论是 4 次小批生产还是正常投产应用，使用新的更加耐磨、寿命更高的 65Nb 材料代替传统的 GCr15 钢是一个重大突破，经过前后近三年时间的艰苦跟踪试验、反复验证，我们终于取得了成功——用 65Nb 新模具材料制作的以 197726 规格为代表的冲窗孔凸、凹模，平均使用寿命是 GCr15 材料的 5 倍，达到了预期效果。

三、经济效益分析

在试验期间，采用 65Nb 制作的冲孔、凹模，其寿命均比 GCr15 钢提高 4 倍以上，使模具制造量大幅度减少，保持架分厂工具消耗费用下降，提高了生产效率，减少了换模具调整时间。

四、结语

经过攻关组先后摸索，我们积累和总结出许多宝贵的实践数据，确定出一套较完整加工工艺，但我们的试验研究还没有使模具寿命达到极限状态，还要探索最佳的热处理工艺参数。机械加工时，表面粗糙、刀痕过深等原因也会使模具产生应力集中，淬火时模具易开裂。俗话说“好模具要有好的热处理”，热处理是提高模具使用寿命的重要环节。调查表明：热处理工艺或操作不当而导致模具断裂失效占失效总数的 60%。必须针对裂纹产生的原因，采取相应措施，以减少和避免模具的早期断裂，提高模具的使用寿命。当然正确使用，合理的管理，精心的维修，也是减少模具早期断裂失效，提高模具使用寿命的有效措施。

（20030801）

（上接第 26 页）

冷炉可自动地调节冷却气体的流速和流量。③要求真空加压气冷炉满足大型零件不同区域的不同冷速的要求。

（2）真空气淬和回火炉（即：对流循环加热）的发展。

（3）真空等温淬火炉。

（4）真空气氮加热炉。

（5）真空化学热处理炉　包括真空渗碳热处理炉、真空渗氮热处理炉。

（6）特殊功能真空热处理炉　主要包括：真空磁场热处理炉、钛合金氢处理炉、真空充氩焊箱、真空校正炉。

（7）大尺寸真空炉（1.5m×3m×9m）。

（8）连续真空热处理炉和生产线。

（9）超高真空炉（10^{-5}~10^{-6}Pa）。

（10）超高温真空炉（2200~2600℃）。

（20030908）