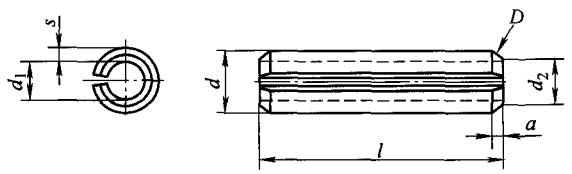
65Mn弹性圆柱销径向脆断原因分析及改进措施

河南精工制造有限公司 （信阳 464000） 郭 弘

65Mn弹性圆柱销是一种应用广泛的弹性标准件，其径向具有弹性。销压入销孔后均匀地压紧孔壁，不易脱落，可多次装拆。主要用于有冲击、变载荷或振动场合。常见失效形式为弹性消失和疲劳断裂等。按传统的加工方式，其工艺流程为：落料→成形→热处理。

近期，我厂生产的65Mn弹性圆柱销在产品验收过程中多次出现径向脆断、剪切力不合格等现象，造成多批产品报废。

65Mn弹性圆柱销结构如附图所示，产品硬度要求为420～520HV。



65Mn弹性圆柱销结构

一、脆断原因分析

（1）化学成分 对不合格产品进行化学成分分析，其结果为：w_C = 0.66%，w_{Si} = 0.25%，w_{Mn} = 1.1%，w_P = 0.031%，w_S = 0.030%，符合GB/T 1222—2007标准要求。

（2）硬度 取与产品同炉处理硬度试样进行维氏硬度检测，其硬度（HV）分别为493、488、495、494、487、498、502、491，符合产品硬度要求。

（3）金相分析 取不合格产品进行金相分析，其组织为马氏体条带组织。对产品原材料进行金相分析发现，原材料组织不均匀，带状铁素体和珠光体呈层状分布。由于带状组织具有遗传性，加热过程中，奥氏体优先在带状组织晶界处形成，快速冷却后形成连续分布的马氏体条带。热处理后铁素体层和珠光体层形成的组织有很大的差异，不同组织之间产生较大的组织应力。此外，带状组织对产品的性能有很大影响，主要表现为各向异性。带状组织是弹性圆柱销径向开裂的主要原因。

二、改进措施

解决组织异常弹性圆柱销径向开裂问题，首先要改善原材料组织，其次是完善热处理工艺，减少热处理产生的组织应力及热应力，回火时避开回火脆性温度区。

1. 改善原材料组织

改善原材料组织状况是解决问题的关键，据有关资料介绍，正火可有效改善带状组织。取组织异常的上述65Mn钢带进行正火处理，为防止氧化和脱碳，正火在真空炉中进行。为防止过大变形，钢带按40mm×100mm下料。正火工艺参数为（810±10）℃×（30～40）min，气冷。正火处理后，材料带状组织得到明显改善，晶粒细化。

2. 完善热处理工艺

由于65Mn钢碳含量较高（w_C = 0.62%～0.70%），其淬火组织为孪晶马氏体，淬火硬度高，脆性较大，淬火产生的热应力与组织应力也较大。为了消除淬火应力，淬火后产品必须及时回火，对不能及时回火的产品进行预回火。产品预回火及正式回火均应避开回火脆性温度区。

（1）传统热处理工艺 65Mn弹性圆柱销传统热处理工艺为加热淬火（真空炉，810℃±10℃，15～20min，油冷）→清洗→预回火（不能及时回火时进行，箱式炉，180℃±10℃，2～2.5h，空冷）→回火（箱式炉，350℃±10℃，2h，空冷）。

（2）改进后淬火工艺 取组织为带状组织的该批原材料重新投产，为改善组织，先对原材料进行正

通轴类零件感应淬火机床对辊旋转驱动进给装置

十堰高周波科工贸有限公司 （湖北 442000） 孙 炜 刘成川
湖北十堰技师学院 （442000） 黄立芸
湖北神力锻造有限责任公司 （十堰 442700） 周 震

我公司接到客户订单需要做一台通轴类零件感应淬火机床，要求工作效率高，劳动强度小，能实现全自动连续感应淬火，价格低廉。

待处理通轴类零件，两端均无中心孔，只是需要淬火的部位不同，如在整个外圆表面全部淬火，外圆表面分多段不连续淬火，外圆两端头淬火和外圆柱表面局部异形等，异形件如铣扁、打孔、台阶（直径相差不大于5mm）及切槽等。

1. 方案选择

（1）通用立式感应淬火机床 工件定位装夹不方便，且进给需采用伺服电动机，价格昂贵；需要人工上下料，不能实现自动化，工作效率低，此方案不能满足客户的需求。

（2）卧式推杆进给对辊式感应淬火机床 该机床可以实现自动上下料，但工件在淬火时必须用推杆逐件地推入到感应器中进行淬火，淬火完毕后还必须将工件推出感应器之外由运料机构运走。虽说能实现自动化，但每次进料必须等到推杆退回至原位后方可推入另外一个工件，且推杆进给采用的伺服电动机价格昂贵，工作效率低，不能连续淬火，此方案也不能满足客户的需求。

2. 对辊旋转驱动进给装置

通过多次论证，最终确定选用对辊旋转驱动进给装置（见图1）。全自动上料采用传统的料斗和气缸顶料并自动滚入到两辊子之间的方式；下料采用工件运行至两辊子的末端时自动滚入到料箱或滑落到

火处理，再进行“亚温”（780～800℃）分级淬火。即产品经550℃×20min预热后，入中温盐浴炉中淬火加热，（790±10）℃保温5～8min；直接转入（180±10）℃的低温硝盐中保温10min，出炉空冷。经过上述处理，产品带状组织得到明显改善，淬火组织为细晶板条状马氏体，硬度为670～720HV。为了避免脱碳，淬火加热前均需对盐浴炉进行严格的脱氧和除渣。

（3）改进预回火工艺 为消除淬火热应力和组织应力，一方面应缩短淬火后到预回火的时间间隔，控制在1h内；另一方面需提高预回火温度，但应避开第一类回火脆性温度区。调整后的预回火工艺为（220±10）℃×（2～2.5）h，空冷。

（4）改进后回火工艺 回火使淬火马氏体分解，析出碳化物。根据产品硬度要求（420～520HV），调整后的回火工艺为（380±10）℃×（1.5～2）h，水冷。所得组织为回火托氏体，其弹性极限极高，同时还具有足够的强度、韧性。

对于组织异常产品，经上述处理后带状组织得到较大改善，产品未出现径向开裂及抗剪力不合格现象。目前我公司65Mn弹性圆柱销均按改进后的工艺进行热处理，产品的各项指标均满足标准要求。

三、结语

（1）原材料带状组织是产品径向开裂的主要原因。正火处理可以改善板材带状组织，为最终产品热处理做好组织准备。

（2）“亚温”分级淬火可以进一步细化晶粒，改善产品的综合性能，减少淬火应力，提高产品强韧性。

（3）65Mn材料对回火脆性敏感，预回火和回火时，应避免产生回火脆性。**MW** （20120415）