拖拉机制动器压盘QPQ技术的适应性分析

李瑞卿，孔春花，王海平，张沈洁，马戈，刘进营

摘要：通过对制动器压盘类进行QPQ和高频感应淬火处理，借助相应的检测设备，对其表面硬度、耐磨性、耐蚀性等性能指标进行检测，经对比分析，得出拖拉机制动器压盘QPQ技术的适用性。

关键词：QPQ 技术；制动器压盘；表面硬度；耐磨性

目前大中型拖拉机最高时速已超过30km/h，制动器是拖拉机整个制动系统的核心，制动器压盘又是制动器的关键零件。因此，其质量好坏直接决定着拖拉机在使用过程中的安全性。

图1为一种制动器压盘的示意，放大部分为压盘水滴窝剖面图。制动原理为：制动器中两个压盘相对而立，水滴窝处夹一钢

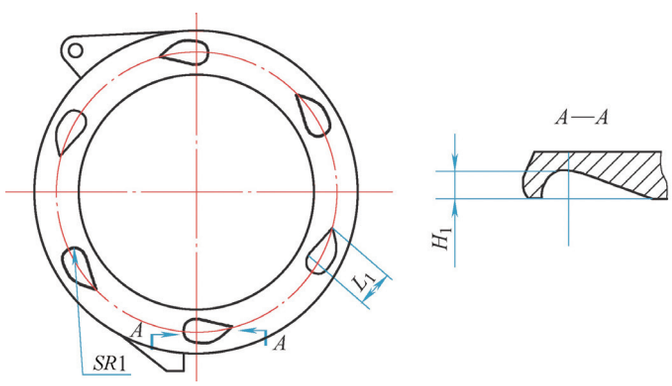


图1　一种制动器压盘的示意

每次工艺调整成功的数据，按零件号和时间归类，并以历史调整数据为依据，对其他零件进行调整，最终制订出详细的原材料淬透性对应吹风工艺参数的调整规范。如表6所示。

表6　根据原材料淬透性调整风冷工艺规范

项目	淬透性			调整内容	
	J4.76	J7.9	J12.7	速冷时间/s	风机转速
HRC	35～41	26～34	21～28		
高	≥40	≥31	≥25	减20～40	根据前期试验数据及设备参数调节
中	37.5～40	28～31	23～25	不变	
低	≤37.5	≤28	≤23	加5～10	

注：类别判定以J7.9（26～34）这点值为准，其余参考。

四、结语

（1）原材料端淬值的波动对等温正火金相检验结果存在影响。

（2）同时调整等温正火吹风速冷工艺参数中吹风时间和吹风强度的作用更加明显。

（3）通过对等温正火吹风速冷工艺参数调整能够有效避免不合格现象出现，保证等温正火产品质量。

参考文献

[1] 石德珂.材料科学基础[M].北京：机械工业出版社，1999：344.

作者简介：雷海娇，工程师，陕西省宝鸡市蔡家坡镇法士特公司，主要从事金属材料理化分析和热处理技术工作。

MW 20170214

珠，拖拉机正常行驶时钢珠在两压盘水滴窝底部，制动时，通过外力错动压盘，此时钢珠被挤至水滴窝尾部，两压盘间距变大，背面与摩擦盘摩擦，从而达到制动的效果。整个过程中，钢珠与压盘水滴窝承受巨大的挤压和摩擦，因此，压盘水滴窝应具有较高的耐磨性。

在农用机具乃至汽车行业，零件的强化方面，复杂结构零件的强化是当今世界最为棘手的问题。由于零件的结构复杂，具有大量的孔、楞、沟、槽等，采用传统的热处理进行强化，存在较大的残余热应力和组织应力，在这些薄弱部位极易产生淬火裂纹，直接导致零件在感应淬火时淬裂倾向加大，其淬火质量难以保证；另外，由于零件结构复杂，致使感应器制作难度大，很难保证有很好的仿形性，从而影响加热效果，导致零件的淬火质量不合格。

QPQ处理是一种复合处理技术，是基于在渗氮盐浴和氧化盐浴中进行处理的工艺，可同时实现渗氮和氧化的复合处理，渗层组织是具有高强度和高耐蚀性的复合的氮化物加氧化物。利用此技术可以大幅提高零件表面的耐磨性和耐蚀性，可以很好地解决具有复杂结构零件难以强化的问题，同时该项技术还具有工件畸变小、节能等优点。

1. 技术要求

零件材料：QT500-7，铸件。技术要求：水滴窝高频感应淬火，淬火后表面硬度45～50HRC，淬硬层深≥1.5mm，制动器压盘平面度≤0.04mm。

2. 工艺试验

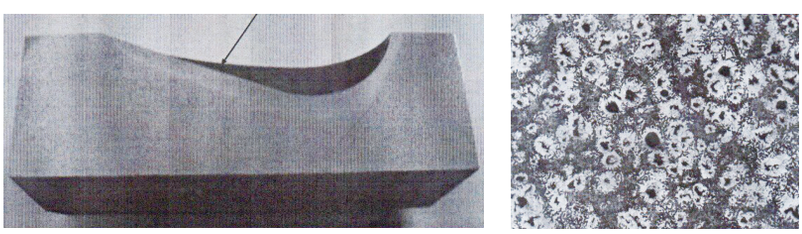
（1）高频感应淬火　图2为我公司高频淬火后的制动器压盘水滴窝金相检验结果，从图中能够明显地看到淬硬层，经检验层深为2.6mm，硬度为51.5～56.0HRC。

由于感应器是利用外径3mm的纯铜管手工制作，其有以下缺点：①制作周期长，需要根据试验一次次微调。②制作难度大，外径3mm的纯铜管内径只有1mm，并且纯手工制作，在弯折的过程中容易出现死弯，使内孔堵死。③由于压盘水滴窝的尺寸和感应器大小极为相近，在加热过程中零件距离感应器不到1mm，极易发生打火，烧坏感应器。

表1为感应淬火前后大轮拖制动器压盘的平面度，对比可以看出经高频感应淬火后零件的平面度变化范围大大超出了0.04mm的技术要求。

在自制的摩擦磨损试验机上，对高频感应淬火后的制动器压盘进行摩擦磨损试验，试验条件：载荷3.5kg（1kg=9.8N），摩擦时间24h。试验结果：零件表面磨出了0.15mm深的沟槽。

（2）QPQ处理　图3为大轮拖制动器压盘经QPQ处理后的金相检验结果。从图中可以看出QPQ处理后零件的表面硬度为470HV0.2（约47HRC）达到了图样设计的技术要求，但其渗层深度只有0.16mm。



（a）明显的淬硬层　　（b）金相

图2　制动器压盘水滴窝淬火后的金相检验

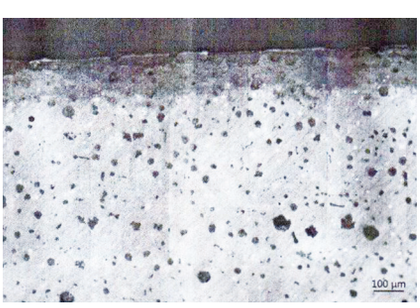


图3　制动器压盘水滴窝QPQ处理后的金相检验结果

表1　感应淬火前后大轮拖制动器压盘的平面度

零件序号	1	2	3	4	5
淬火前/mm	0.03	0.02	0.04	0.03	0.04
淬火后/mm	0.08	0.08	0.15	0.09	0.14
变形量/mm	0.05	0.06	0.11	0.06	0.10

为进一步检验其耐磨性能不能满足使用要求，故对QPQ处理件进行摩擦磨损试验。在3.5kg的载荷下，持续摩擦24h，其结果显示，零件表面磨出了0.02mm深的沟槽。

表2为QPQ处理前后大轮拖制动器压盘零件的平面度，对比可以看出处理前后零件的平面度变化最大只有0.03mm，完全符合图样中规定的≤0.04mm技术要求。

3. 对比分析

（1）硬度　大轮拖制动器压盘水滴窝经高频感应淬火后表面硬度为51.5～56HRC，淬硬层是奥氏体在大于临界冷却速度的冷却条件下得到的马氏体组织。因此，在淬火工艺不变的情况下，表面硬度随含碳量的波动也会有相应变化，要想获得稳定的硬化层质量需要实时监控；经QPQ处理后的大轮拖制动器压盘表面硬度约470HV0.2，硬化层是含氮化合物（$Fe_{2-3}N$），其硬度与球墨铸铁中的碳含量关系不大，几乎不随其波动而变化，稳定性非常好。

（2）耐磨性　在自制的摩擦磨损试验机上，对高频感应淬火后和QPQ处理后的制动器压盘进行摩擦磨损试验，试验条件：载荷3.5kg，摩擦时间24h。试验结果：前者表面磨出了0.15mm深的沟槽，而后者磨出的沟槽仅为0.02mm深。这说明，QPQ的耐磨性能要远高于高频感应淬火。主要有两部分原因：①高频感应淬火后硬化层一般为淬火回火的马氏体组织，而QPQ处理后，表面为含氮化合物（$Fe_{2-3}N$），后者耐磨性能远高于前者。②QPQ处理后零件表面形成了一层致密的氧化膜，在摩擦过程中这层氧化膜起到了良好的润滑作用，大大降低了零件表面的摩擦因数。

（3）形变量　从表1、表2中的数据对比可知，经高频感应淬火后零件的平面度变化远大于QPQ处理零件。究其原因可能是由于高频感应淬火过程中零件局部被加热至800℃左右的高温，先奥氏体化，然后再以大于临界冷速的速度冷却，形成马氏体。在钢的各种组织中，奥氏体的比体积最小，马氏体的比体积最大，淬火形成马氏体时由于钢的体积膨胀，使淬火时产生较大的内应力，引起工件变形，甚至开裂，并且淬火时钢的体积增加与马氏体的含碳量有关，含碳量越高，钢的体积增大得越多。而QPQ处理的工艺温度低，在钢的相变点以下，处理过程中不会发生相变。因此，与淬火时产生巨大组织应力和热应力的高频感应淬火相比，工件变形也小得多。

表2　QPQ处理前后大轮拖制动器压盘的平面度

零件序号	1	2	3	4	5
淬火前/mm	0.03	0.03	0.04	0.08	0.02
淬火后/mm	0.04	0.06	0.04	0.11	0.03
变形量/mm	0.01	0.03	0	0.03	0.01

4. 结语

对拖拉机制动器压盘来说，通过金相检验和摩擦磨损对比试验，结论如下：

（1）QPQ技术，操作简单易行，能够有效保证制动器压盘表面硬化质量的稳定性。

（2）对大轮拖制动器压盘而言，QPQ技术变形量小，平面度可控制在≤0.03mm，能够有效解决高频感应淬火后平面度超差的问题。

（3）就耐磨性而言，QPQ技术比高频感应淬火高数倍，具有明显优势。

综上所述，对大轮拖制动器压盘而言，相较于高频感应淬火，QPQ技术具有操作简单易行、硬化质量稳定、耐磨性能高、变形量小的显著优势。

参考文献

[1] 李惠友，林训华，周卫宁.QPQ盐浴复合处理技术[M].北京：机械工业出版社，1997.

[2] 沈保罗，高见，王艳戎，等.QPQ处理对合金灰铸铁凸轮轴耐磨性的影响[J].现代铸铁，2008，28（3）：74-77.

[3] 崔中圻，覃耀春.金属学与热处理[M].2版.北京：机械工业出版社，1989，252-253.

作者简介：李瑞卿、孔春花、王海平、张沈洁、马戈、刘进营，第一拖拉机股份有限公司，工艺材料研究所。

联系电话：0379-64968834

E-mail：lrq_0321@126.com

MW 20170406