

液压操动机构阀缸热处理工艺改进

平高集团有限公司 (河南平顶山 467001) 刘作庆

随着市场竞争的加剧,对高压开关设备的可靠性、稳定性提出了更高要求,受到开关设备制造商的广泛重视,将其作为核心技术进行研究。平高集团生产的高压开关设备广泛采用液压操动机构,其中,阀缸热处理质量的稳定性,直接影响液压操动机构的可靠性。

由于控制阀的动作速度快,阀芯分合闸动作时的运动速度达到 4.76m/s,动作时间在 3~4ms 内完成。液压操动机构动作寿命要求达到 10 000 次以上,因此要求阀缸的热处理质量稳定。

一、原热处理工艺存在的问题

1. 技术要求

某阀缸装配结构如图 1 所示,加工工艺流程为:下料→粗车→调质→精车→加工中心(钻孔、铣槽)。阀缸技术要求为:材料采用 45 圆钢 ($w_c = 0.42\% \sim 0.50\%$),热处理后硬度 25~30HRC。

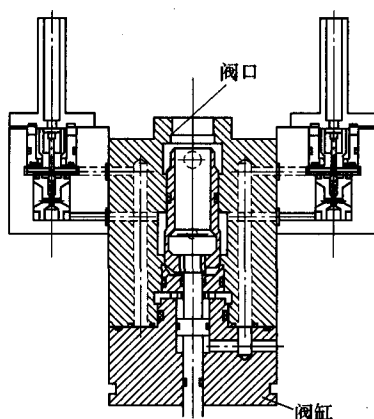


图1 阀缸装配结构

2. 问题提出

平高集团高压开关用液压机构在试制过程中发现,由于阀缸的热处理质量不稳定,造成液压机构漏油。

阀缸结构如图 2 所示,采用调质工艺:830~850℃加热,10% NaCl 水溶液淬火,560℃×2h 回火,水冷。热处理后检验硬度为 26~30HRC,精车后检验工作部位硬度降低到 20HRC,使用过程中磨损严重,造成密封不严而漏油。对于漏油的液压机构进行解体检测阀缸硬度,统计结果如表 1 所示。工作部位阀缸支撑爪硬度达不到设计要求,是造成液压系统漏油而影响产品稳定运行的主要原因。

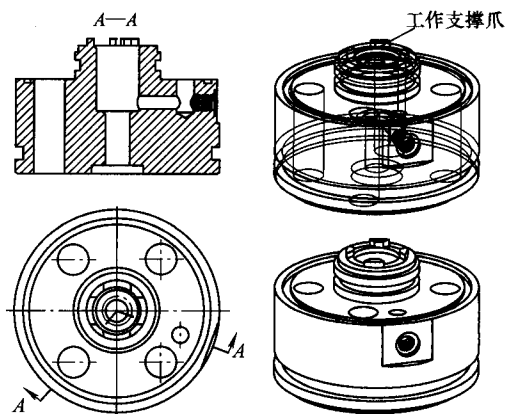


图2 阀缸结构

表1 漏油机构阀缸硬度统计

样件 序号	表面硬度 HRC	支撑爪硬度 HRC	平均值(表面/支撑爪) HRC
1	26、27、28	20、21、21	27/20.6
2	27、27、29	21、22、23	37.6/22.0
3	26、28、28	21、23、21	27.3/21.6
4	25、25、26	20、20、21	25.3/20.3
5	24、25、25	20、20、21	24.6/20.3
6	27、28、28	21、23、21	27.6/21.6

为了保证阀口密封可靠,阀缸工作部位支撑爪硬度稳定性成为亟待解决的难题。在实际生产中,此类件如何处理,没有现成的经验可供借鉴。通过研究、探索处理类似零件的工艺方法,为产品的稳

定运行提供技术支持。

二、改进方案

1. 热处理工艺改进方案

针对以上问题，进行热处理工艺分析，为了保证工作支撑爪硬度达到设计要求，满足使用，我们试验了以下工艺方案。

(1) 采用提高整体硬度的方法，调质硬度提高到 30~35HRC。

(2) 采用屏蔽回火的工艺方法，提高工作支撑爪硬度。即回火时对阀缸凸台部位采用工装进行保护。

2. 提高整体硬度工艺试验

为了使阀缸工作部位支撑爪达到图样规定的硬度，满足使用要求，我公司投制了 6 件阀缸，采用整体硬度提高到 30~35HRC 的工艺方案。并按工艺路线要求进行工艺试验，加工后检测阀缸硬度，如表 2 所示。

表 2 提高整体硬度工艺试验结果

样件 序号	表面硬度 HRC	支撑爪硬度 HRC	平均值（表面/支撑爪） HRC
1	30、31、31	26、23、23	30.6/24.0
2	34、35、35	25、24、24	34.6/24.3
3	33、34、34	25、24、23	33.66/24.0
4	31、32、31	25、24、23	31.3/24.0
5	32、33、35	26、24、24	33.3/24.6
6	32、34、35	25、24、24	34.0/24.3

采用提高阀缸整体硬度的方法，工作部位支撑爪的硬度有所提高，达到了一定的效果，但产生了加工中心铣槽时刀具磨损增大和加工效率低的问题。因此，提高整体硬度的方法并非最佳选择。

3. 屏蔽回火工艺试验

把阀缸加工成图 3 所示结构，进行淬火处理。淬

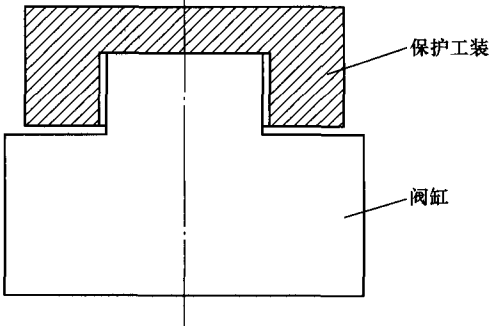


图 3 屏蔽回火工装示意

火时凸台朝上，回火时用图 3 中所示保护工装将工件凸台部位屏蔽保护，在箱式电阻炉中加热保温。同样投制 6 件阀缸，并按图样要求的硬度（25~30HRC）进行控制回火，按工艺路线要求进行加工，加工后检测阀缸硬度，见表 3。

表 3 阀缸屏蔽回火硬度试验结果

样件 序号	表面硬度 HRC	支撑爪硬度 HRC	平均值 （表面/支撑爪） HRC
1	27、28、27	26、26、27	27.3/26.3
2	28、27、29	27、27、26	28.0/26.6
3	26、28、29	26、27、28	27.6/27.0
4	26、27、27	26、26、27	26.6/26.3
5	29、30、30	28、28、27	29.6/27.6
6	28、29、29	28、28、29	28.6/28.3

三、改进效果及分析

根据表 3 的试验结果，对阀缸的热处理工艺按屏蔽回火工艺进行了改进，并进行了批量生产验证。改进后凸台硬度明显提高，工作支撑爪硬度稳定在 26~29HRC，满足了使用要求。

该阀缸用 45 钢制造，尺寸为 $\phi 120\text{mm} \times 80\text{mm}$ ，淬透性能差，调质后为索氏体组织，深 3~5mm，而阀缸加工余量为 2mm。因此，经过机械加工，调质组织层几乎全被切削掉，含有大量铁素体的心部组织显露出来，降低了阀缸工作支撑爪的硬度。

改进后，淬火时阀缸凸台朝上，有利于蒸气膜的爆破散热，一定程度上提高了阀缸工作部位的淬硬层深度。另外，利用图 3 所示的保护工装，采用屏蔽回火的工艺方法对凸台进行保护，屏蔽了热的辐射和对流，降低了凸台部位加热速度和温度，使凸台部位硬度高于其他部位。

四、结语

(1) 45 钢制造的阀缸淬透性较低，采用合适的冷却方法，可以有效提高淬硬层深度。采用凸台朝上的方法，改变阀缸凸台部位散热条件，提高了冷却速度，从而提高了淬硬层深度。

(2) 采用工装对阀缸凸台部位进行局部保护的屏蔽回火方法，可以有效提高其硬度。MW

(20120502)