

文章编号: 1002-5855 (2007) 02-0041-03

## 提高超高压阀门寿命的措施

袁格侠

(宝鸡文理学院 机电工程系, 陕西 宝鸡 721007)

**摘要** 分析了超高压阀门失效的原因, 论述了超高压阀门用材料选择, 介绍了提高材料性能的热处理和表面硬化处理方法, 提出了提高超高压阀门寿命有效措施。

**关键词** 超高压; 阀门; 提高寿命; 措施

**中图分类号**: TH134

**文献标识码**: A

### Study on prolonging life of ultra high pressure valve

YUAN Ge-xia

(Department of Mechanism and Electronic Engineering, Baoji University of arts and Science, Baoji Shaanxi 721007)

**Abstract:** Along with ultrahigh pressure technology widespread use, the pressure valve service life more and more is valued scientific research workers, credibility and service lives that it works affect the safety and the work efficiency of the system directly. Proposed through the research and the massive literature material a series of enhances the ultrahigh pressure valve life effective action.

**Key words:** ultra high pressure; valve; prolonging life; measure

#### 1 概述

目前超高压技术已被广泛应用于超硬材料制造、化学工业、石油化工、加工技术、等静压处理、超高静压挤压、粉末冶金、金属成形以及地球物理、地质力学研究等领域<sup>[1]</sup>。由于高压技术的广泛使用, 超高压系统中的超高压阀门性能直接影响整个系统工作的可靠性、安全性、工作效率和使用寿命。在那些须频繁增压卸压的系统中显得尤为重要。超高压阀门的主要失效原因为气蚀和冲蚀磨损, 而影响气蚀和冲蚀的因素很多, 主要有材料的力学性能、流体力学因素和环境影响。要提高阀门抗气蚀和冲蚀磨损的能力可以采用许多方法。

#### 2 材料选择

为了提高超高压阀门抗冲蚀磨损的能力, 通常选择抗蚀材料。硬度高的材料。有耐酸蚀保护膜的材料。屈服点高、稳定性好的材料。疲劳强度高的材料<sup>[2]</sup>。要提高材料的各种性能, 一是采用合金化, 二是采用适当的热处理。合金化法是通过改变钢的化学成分, 研制各种特殊性能的新材料。热处理法是不改变钢的化学成分, 而是对钢在

固态下施以不同的加热、保温和冷却, 以改变钢的组织结构, 提高材料的性能<sup>[3]</sup>。

#### 3 热处理与表面硬化处理

对于超高压阀门使用的材料, 通常采用热处理和表面硬化处理方法提高其抗挤压和耐冲蚀性能。

##### 3.1 真空热处理

真空热处理是指将工件置于真空中进行的热处理工艺。真空热处理在加热中不产生氧化、脱碳及其他腐蚀, 而且具有净化表面脱油除脂的作用。在真空中能将材料在冶炼过程中吸收的氢、氮和氧等气体脱出, 提高材料的质量和性能<sup>[3]</sup>。如将 W18Cr4V 制作的超高压针阀进行真空热处理后, 有效地增加了针阀的冲击韧性, 同时提高了力学性能和使用寿命<sup>[4]</sup>。

##### 3.2 表面强化处理

为了提高零件的性能, 除了改变材质以外, 更多的是采用表面强化处理方法。如表面淬火(火焰加热、高中频加热表面淬火、接触电加热表面淬火、电解液加热表面淬火、激光电子束加热表面淬火等)、渗碳、氮化、氰化、渗硼、渗金属(TD

作者简介: 袁格侠(1970-), 女, 陕西扶风人, 讲师。

法)、激光强化、化学气相沉积 (CVD 法)、物理气相沉积 (PVD 法)、等离子体化学气相沉积 (PCVD) 和等离子喷涂等<sup>[5]</sup>。

(1) 物理气相沉积 (PVD 法) 在真空中应用蒸镀、离子镀、溅射等物理方法产生金属离子, 这些金属离子在工件表面沉积, 形成金属涂层, 或与反应器反应形成化合物涂层, 这种处理工艺方法称为物理气相沉积, 简称 PVD 法。此方法沉积温度低, 处理温度 400 ~ 600 , 变形小, 对零件的基体组织及性能影响小。利用 PVD 法在 W18Cr4V 制造的针阀上沉积 TiN 层, 则 TiN 层极高的硬度 (2 500 ~ 3 000HV) 和高耐磨性, 提高了阀门抗腐蚀性, 在稀的盐酸、硫酸、硝酸中不受浸蚀, 能保持光亮表面。PVD 处理后覆盖层精度很好。可研磨抛光, 其表面粗糙度为  $R_a 0.8\mu\text{m}$ , 抛光后可达到  $0.01\mu\text{m}$ <sup>[6]</sup>。

(2) 渗金属法 将工件置于添加有扩散元素或其合金的硼砂沐浴中, 在工件表面形成 V、Nb、Cr、Ti 等高硬度碳化物层, 这种处理工艺方法称为渗金属 (TD) 法。该工艺稳定性好, 无公害, 零件表面清洁, 是一项行之有效的表面超强度硬化技术, 从而极大地提高零件的使用寿命。TD 法浴用材料以含 40% ~ 80% 的 Ni, 10% ~ 30% 的 Cr 合金或 Fe - Ni - Cr 合金制件, 其耐蚀性和抗氧化性最强<sup>[7]</sup>。

(3) 渗入法 渗入法可使零件表面形成致密的渗层, 既能够提高零件表面的硬度、耐磨性和疲劳能力, 还能提高非不锈钢零件的耐蚀性及不能淬火材质零件的硬度, 是提高超高压阀门部件寿命的有效途径<sup>[4]</sup>。美国 HIP 公司生产的 690MPa 以上的超高压阀门其阀体和多数阀内件及连接件都采用 17 - 4PH 沉淀硬化不锈钢。然而由于常规热处理后 17 - 4PH 钢基体硬度为 28 ~ 46HRC, 在超高压工况中, 其耐磨性较差, 表面磨损较为严重, 为提高 17 - 4PH 钢表面强度, 对 17 - 4PH 沉淀硬化不锈钢采用了氮离子注入及其复合改性处理。研究证明 N - C - O 共渗结合 N + 注入的复合改性方法不仅可形成一定深度的改性范围, 而且 N + 注入导致表面摩擦系数降低, 析出含氮第二相 CrN 及 Cr<sub>2</sub>N, 从而使基体表面同时拥有过饱和氮的固溶强化和析出相的沉淀强化作用。因此经复合改性的表面呈现出优异的抗磨损性能, 尤其适合于较重载荷或较长时间的磨损工况<sup>[8]</sup>。GCr15 钢采用渗碳工艺后, 抗磨损性能也得到很大提高<sup>[9]</sup>。

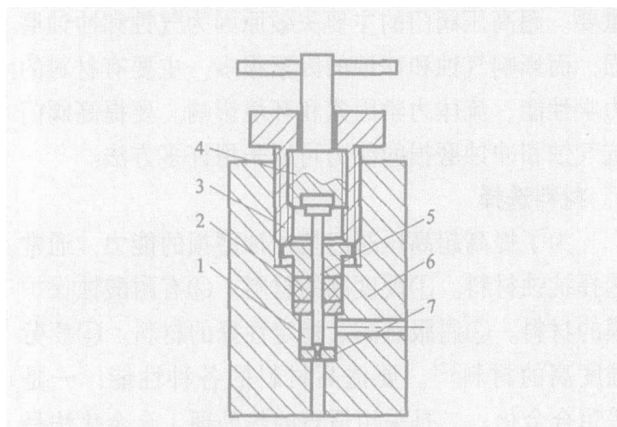
(4) 激光表面处理 激光表面处理技术可以改善材料表面的力学性能、冶金性能和物理性能, 从而提高零件的耐磨、耐蚀和耐疲劳等性能, 以满足不同工况的使用要求。激光表面处理是采用大功率密度的激光束以非接触性的方式加热材料表面, 实现其表面改性的工艺方法。激光表面处理又分为激光淬火、激光表面熔凝和激光表面合金化。对 W18Cr4V 高速钢进行激光表面熔凝。功率大于 1 200W 使表面微熔。硬度可提高到 70HRC<sup>[10]</sup>。而普通淬火的硬度为 62 ~ 64HRC。

#### 4 采用新工程材料

选择超高压阀门过流部件材质时, 应考虑流速 (最高使用压力) 的不同, 失重也不同。在较高压力下 (400MPa 以上), 选用硬度高和红硬性好的材料, 如工具钢或硬质合金。在较低压力下 (100 - 400MPa), 要求材料既具有良好的塑性和韧性, 又要有较高的硬度。如美国 HIP 公司的超高压针阀, 工作压力为 690MPa 的采用奥氏体 316 不锈钢, 工作压力为 1 034MPa 的采用马氏体型沉淀硬化不锈钢 17 - 4PH。在国外, 用于承受气蚀的部件材料、阀瓣和阀座等多用马氏体不锈钢和工具钢, 阀座基体则用铬铝钢和不锈钢。随着工业用陶瓷技术的开发成功, 也出现了陶瓷材料阀门。陶瓷材料在低冲角下具有高的抗冲蚀性能<sup>[11]</sup>, 但由于阀针锥度减小, 其端部强度也随之减小, 阀针与阀座的支反力也减小, 影响密封的可靠性。因此, 在选用陶瓷材料制作阀针时, 不仅要考虑其锥度的大小同时要考虑其强度。

#### 5 采用新结构

(1) 采用自紧式密封 一般超高压卸荷阀 (图 1) 工作时, 阀瓣在介质压力作用下受到一个向上



1. 缓冲室 2. 密封圈 3. 盖 4. 顶杆 5. 阀瓣  
6. 阀体 7. 阀座

图 1 超高压阀门

的推力, 系统中压力越高所受向上的推力越大, 密封面的比压就越低。并且阀门在关闭的瞬间受到控制压力的作用, 对阀座产生很大的冲击力, 易损坏密封面而降低阀门的使用寿命<sup>[12]</sup>。图 2 为自紧式可换阀座超高压卸压阀, 该阀阀瓣不直接受介质冲刷, 降低了冲蚀磨损。阀门关闭时, 阀瓣只受小弹簧的弹力作用, 使得阀瓣对阀座的冲击力很小, 密封面不易受损, 提高了阀门使用寿命。由于其结构简单, 工作可靠, 能保证阀门在超高压下工作时的稳定性。

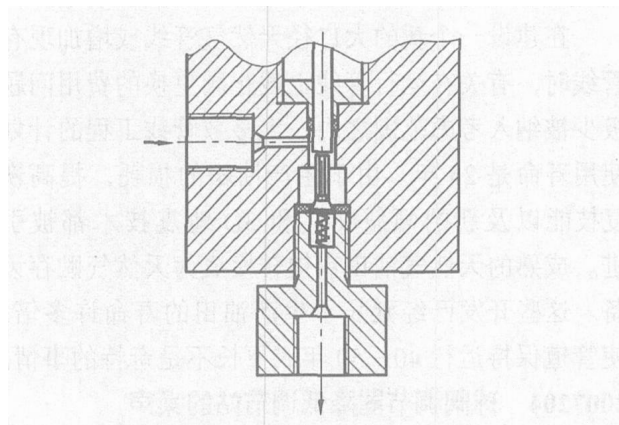


图 2 自紧式可换阀座超高压卸压阀

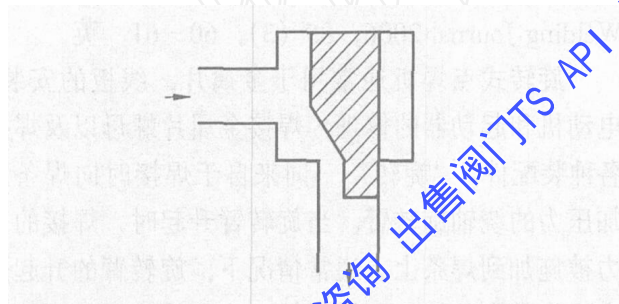


图 3 楔形阀瓣

(2) 采用楔形阀瓣 从力学上分析, 因为锥形阀是悬臂梁, 在高压高速流体的冲击下, 在高频振动下容易产生振动和疲劳断裂。楔形阀的结构如图 3 所示, 其阀芯为一斜面切割圆柱阀芯而形成, 该种形状从力学角度分析, 相当于一个简支梁, 由于其阀瓣下端紧贴阀座, 这样阀瓣的振动很小或很难发生振动, 因而与锥形阀相比楔形阀在操作过程中的稳定性好<sup>[13]</sup>。

另外, 阀座及阀出口设计成文丘里喷嘴形, 可以减少气蚀和闪蒸。在阀前或阀后装限流孔, 能吸收一部分压降, 减少阀前阀后压降, 可以减弱气蚀。如果有闪蒸现象, 则不易采用底近侧出流向。采用新的结构是提高超高压卸压阀水压阀寿命的有效途径。但是, 其压力越高, 结构应越简单。

## 6 结语

为了延长超高压阀门的使用寿命, 还要考虑其工况环境。

(1) 避免阀在小开度下工作, 若阀针开启升程小或开启动作缓慢, 在小开度下工作, 节流间隙小, 冲蚀严重, 适当加大锁紧机构的螺距, 加大开启速度和升程, 工作开度增大, 使节流间隙大, 冲刷减弱, 可提高使用寿命。

(2) 避免阀在高温介质下工作, 介质温度对阀的寿命影响很大, 介质温度越高, 阀的寿命越短, 反之越长。因此在卸压阀处加冷却装置, 也可明显提高阀的使用寿命<sup>[14]</sup>。

(3) 在不同工作压力下, 使用与之相应的密封压力, 选择合适的密封比压, 使用力矩扳手进行锁紧, 或实现阀的自动化控制, 这样可以避免阀针在未受到冲刷磨损时与阀座挤压而损伤。

(4) 定时过滤高压介质和清洗过滤器, 加液体时应用过滤器进行过滤。经常使用时, 应适当缩短周期。定期清洗油箱, 同时更换新介质, 根据设备工作的实际情况可缩短清洗和换油周期。

(5) 安装或更换针阀时要对其进行适当的清洗。以免带入杂物, 加速阀针的磨损。

## 参 考 文 献

- [1] 邵国华, 魏兆灿等. 超高压容器 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [2] 彭凤祥. 阀门气蚀研究 [J]. 阀门, 1994, (3), 11 - 16.
- [3] 赵一善. 金属材料热处理及材料强韧化基础 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1990.
- [4] 翟保升, 纪娜. W18Cr4V 钢针阀的真空热处理 [J]. 金属热处理, 1995, (11), 30 - 32.
- [5] 张友亮, 康林萍. 表面改性方法 [J]. 国外金属热处理, 2002, 23 (3), 6 - 9.
- [6] 林剑峰, 景国辉, 姚辉, 等. 提高柴油机针阀偶件耐磨性的表面强化处理 [J]. 传动技术, 2003, (1), 30 - 33.
- [7] 李中坚, 邹旭远, 詹清河. TD 法处理中的几个技术问题探讨 [J]. 热处理实践, 1997, (2), 20 - 26.
- [8] 陈秋龙, 蔡亦炜, 彭辉, 等. 17 - 4PH 沉淀硬化不锈钢氮离子注入及其复合改性的研究 [J]. 上海金属, 1995, 17 (4), 15 - 19.
- [9] 陈跃勤, 唐英. GCr15 钢不同热处理后的磨损特征 [J]. 金属热处理, 2000, 18 - 20.
- [10] 董必达, 何晓雄. 激光热处理新技术的应用与工艺研究 [J]. 合肥工业大学学报 (自然科学版), 2001, 24 (6), 1119 - 1123.
- [11] Sheldon G L. Finnie I. On the ductile behavior of nominally brittle materials during erosive cutting [J]. Trans. ASME, 1966, 88B, 387 - 393.
- [12] 杨汝祿. 新型超高压卸荷阀 [J]. 阀门, 1994, (2), 13 - 15.
- [13] 练章华, 刘干, 易浩, 等. 高压节流阀流场分析及其结构改进 [J]. 石油机械, 2004, 32 (9), 22 - 24, 41.
- [14] 顾里勤. 提高高压水阀寿命的途径 [J]. 煤矿机械, 1994, (1), 23 - 24.

(收稿日期: 2006. 11. 22)