

文章编号: 1002-5855 (2006) 05-0031-02

陶瓷阀门的特点及其应用前景

谢东, 谢文成

(深圳市南玻结构陶瓷有限公司, 深圳 518067)

摘要 介绍了陶瓷阀门的结构及其分类。分析了国内陶瓷阀门在产品结构及加工工艺方面的问题, 给出了整体式陶瓷阀门的发展前景及其改进创新的突破方向。

关键词 陶瓷; 阀门; 前景

中图分类号: TH134 **文献标识码**: A

The properties and application of ceramic valves

XIE Dong¹, XIE Wen-cheng²

(Shenzhen Nanbo Structure Ceramics Co., Ltd, Shenzhen 518067, China)

Abstract: Introduce the structure and classes of ceramic valves. Analyze the issues about product structure and craftsmanship of internal ceramic valves, and bring forward the developing prospect and improving direction of the unibody valves.

Key words: ceramic; valve; prospect

1 概述

阀门广泛地应用在现代工业的各个领域。但是在一些复杂、恶劣甚至极端的环境和场合, 传统金属阀门已无法突破其材料上的极限, 不能适应特殊工况的设计要求。因此, 将新型陶瓷材料引入传统阀门行业就是必然的选择。新型陶瓷又称先进陶瓷、精细陶瓷等, 包括结构(或工程)陶瓷和功能陶瓷两大类, 由于不同的化学组分和晶相结构, 使其具有不同的特殊性质和功能, 如高强、超硬、耐高温、耐腐、绝缘及各种电、磁、光和生物相容性等, 可以广泛用于机械、电子、化工、冶金、电力、医药、航空航天等各个方面, 成为近代尖端科学技术的重要组成部分。

2 特点

20世纪80年代, 新型陶瓷材料的研究开发随着工业技术的发展, 形成了一股热潮, 新型特种结构陶瓷材料也由此在工业领域开始了大规模的应用。目前, 各类工程陶瓷材料在世界上一些发达国家和地区已形成了广泛和稳定增长的市场。

(1) 氧化铝 最早进入传统阀门行业的是以氧化铝(Al_2O_3)为主体的陶瓷材料, 其硬度达到

92HRA, 抗弯强度350 MPa, 虽然脆性较大, 但成型、烧结性能较好、成品率高。由于受自身强度和脆性的限制, 除在一些对强度要求不高的场合(例如水龙头阀芯等)可用 Al_2O_3 直接制成整体阀瓣以外, 在严酷的工业环境下, 一般多通过镶嵌、粘结等方式将 Al_2O_3 瓷件附于金属表面, 既利用金属作为支撑骨架以解决其脆性大、强度低的不足, 同时又发挥其超高的硬度对金属材料起到保护作用。目前, 采用此方式生产的主要是闸阀, 适用于温度不高、无腐蚀工况下磨损、冲刷严重的场合, 以延长和提高阀门的使用寿命。

金属表面进行陶瓷热喷涂也一直是被寄予厚望的解决方案, 但受制于金属与陶瓷材料极性的不相容, 一直没有解决好涂层的强度低、易剥落、热胀冷缩一致性差的问题, 在阀门行业尚未开始成熟地应用。

在阀门行业特别是控制阀中占主导地位的是球阀和蝶阀。受结构和形状的限制, 在设计和制造陶瓷球阀和蝶阀时就不宜采用 Al_2O_3 常用的镶嵌、粘结等方式, 目前最可行和可靠的方法是采用整体实芯式陶瓷结构来制备全陶瓷阀门。经过等静压成

作者简介: 谢东(1968-), 男, 湖北省武汉市人, 工程师, 从事特种陶瓷阀门的开发和市场推广应用作用。

型、热压烧结等工艺处理，陶瓷制品内在缺陷大为减少，整体强度和可靠性得到很大的提高。

(2) 氧化锆 目前，陶瓷球阀、蝶阀主要材料都是使用氧化锆 (ZrO_2) 陶瓷。氧化锆陶瓷与其他陶瓷材料相比，具有更突出的优良特性。

稳定的化学性质，能经受现有大多数腐蚀性介质的侵蚀。

较高的强度，硬度达到 87 HRA，抗弯强度 1 150 MPa，断裂韧性最高达 $35 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 。

良好的可加工性，可实现超净加工，以此可极大地降低陶瓷阀门的开启扭矩。

与金属材料相近的膨胀系数，可实现在各种温度环境下和金属材料配合的同步。

极好的抗热震性能， $T(\text{°C}) > 250$ 。

(3) 整体式 作为特种阀门领域里的新品种，陶瓷阀门的发展除了要与市场需求同步外，最终还必须要以过硬的品质接受市场的检验，这就要求生产厂家必须具备很高的材料技术和陶瓷加工技术。整体式陶瓷阀门制造技术要求非常高，并存在一定的难点。

陶瓷内在缺陷的不可测性。陶瓷材料目前尚无法象金属材料那样进行准确的内在质量检测，这是一项世界性的难题。这就要求生产厂家必须要有稳定和娴熟的、从陶瓷制粉到压制成型、烧结及加工等全面的生产技术和装备，并具备严密和完善的质量控制体系，以最大限度减少缺陷概率，提升产品的可靠性。

氧化锆陶瓷难于成型，烧结的收缩率较大，特别是 V 形球阀、蝶阀等复杂形状的陶瓷零件，极易在这些过程中形成缺陷并最终影响产品的质量，因此在结构设计方面要突破传统金属阀门的思维方式，必须尽量避免设计成直角或尖角等容易产生应力的结构，壁厚也要尽可能大而且均匀。

陶瓷的硬度高，属超硬材料，加工手段少、难度大。对于开关型和调节型陶瓷阀门来说，必须要确保陶瓷件的尺寸公差、形位公差和配合精度，才能有效提高阀门的密封性以及零配件的互换和配套能力。

3 现状

由于制备全陶瓷阀门对生产厂家的技术水平和装备水平要求很高，一直以来，世界上仅有少数几个发达国家可以生产此类全陶瓷阀门，其产品占领绝大部分的市场。

深圳市南玻结构陶瓷有限公司是国内较早大规模从事氧化锆陶瓷材料开发和市场运用的高新技术企业，该公司于成立初期即着手将氧化锆陶瓷的耐腐蚀、耐磨损、抗冲刷等优良特性应用于传统的阀门制造行业，于 1993 年率先开发并生产出了全陶瓷球阀，此项技术同时获得国家专利，填补了国内的空白。

经过十余年来对技术和生产工艺坚持不懈地改进和完善，陶瓷阀门的品质和性能都有了长足的进步。最近几年，针对大型火电厂的脱硫系统开发生产的开关型陶瓷球阀和 V 形陶瓷调节阀，已在国内太原、台山和滇东等多家电厂得到认可和应用，打破了该行业长期以来一直由国外进口陶瓷阀门产品垄断的格局，为国家和电力企业节省了大笔的投资和费用。该公司生产的陶瓷球阀配件，目前已大批量出口德国，蝶阀陶瓷配件已得到世界最大的蝶阀制造商美国基士敦阀门公司认可，并已批量出口配套。

4 应用前景

经过十余年的积蓄和磨砺，陶瓷阀门的专业技术基础和产品质量都更加成熟，应用经验也愈加丰富。同时，相对于竞争激烈的中低端阀门市场，高端陶瓷阀门市场为阀门行业提供了更广阔的市场空间。另一方面，随着近年来全球经济的快速增长，陶瓷阀门在工业各个领域得到越来越广泛的应用，加之 WTO 贸易门槛的降低和发达国家产业结构的调整，正是我国发展壮大陶瓷阀门行业的绝好时机。

以电力行业为例，随着环保意识的增强和环境法规的日趋严格，全球电厂烟道气脱硫系统 (FGD) 市场发展迅速，据来自 McIlvaine 公司的一份最新市场调查显示，2006 年 FGD 市场有望达到 110 亿美元，其中用于 FGD 的泵、阀门和过滤设备的销售收入将超过 4 亿美元。该报告指出，未来 10 年中国将成为全球最大的 FGD 市场，其间中国计划新安装的 FGD 数量居全球之首。当前在中国建设的几乎所有 FGD 都是由美国、日本和欧洲的公司提供技术，中国公司负责工程和建筑施工。FGD 对于阀门的使用寿命有严格的要求，设计中多采用陶瓷阀门，按 $2 \times 600 \text{ MW}$ 机组计，即需 45 台 (套) 陶瓷球阀，而过去该行业所需的陶瓷阀门基本被进口产品垄断。与国外产品相比，国产陶瓷阀门在产品质量相当的情况下，具有 (下转第 36 页)

的流通能力是合理选择阀门及阀门口径的一个重要参数，通过对调节阀流通能力的计算，对比厂家提供的技术参数确定阀门口径的大小。对于自动控制系统来说，水是流经调节阀的常见的介质之一，所以以水为例介绍调节阀的流通能力 C

$$C = \frac{316Q}{\sqrt{P}} \quad (4)$$

实际工程中，阀门口径是分级的， C 值通常也不是连续值（公式计算的 C 值是连续的）。不同厂商的同类型产品有不同的 C 值与口径对应表。在计算出期望的 C 值后，就可以查阅生产商的相应产品数据表来决定所需的阀门口径。选取阀门口径的原则应尽可能接近或大于计算结果，不应小于计算结果。

4.3 选用注意事项

(1) 调节阀直接按照接管管径选取是不合理的。阀门的调节品质与接管流速或管径没有关系，阀门的调节品质仅与水的阻力及流量有关。亦即一旦系统设备确定之后，理论上适合该系统的阀门只有一种理想的口径，而不会出现多种选择。

(2) 调节阀口径不能过小。选择的阀门口径过小，一方面会增加系统的阻力，甚至会出现阀门口径 100% 开启时，系统仍无法达到设定的容量要求，导致严重后果。另一方面阀门将需要通过系统提供较大的压差以维持足够的流量，加重泵的负荷，阀门易受损害，对阀门的寿命影响很大。

(3) 调节阀口径不能过大。选择的阀门口径过大，不仅增加工程成本，而且还会引起阀门经常运行在低百分比范围内，引起调节精度降低，使控制性能变差，而且易使系统受冲击和振荡。

(4) 为了保证系统控制品质，最好的方法是在系统允许的范围内选择能获得较大压力降的阀门口径，使阀门在运转过程中压力降的变化值尽可能小。阀门全开状态下的压力降占全泵压百分比越高，则阀门压力降相对变化值越小，阀门的安装特性就越接近其内在特性。

(5) 控制系统中调节阀应尽可能工作于恒定的压力降条件下，因为阀门是否匹配盘管依赖于它的内在特性和流量因子，而这些阀门参数取决于恒定的阀门压力降。

5 结语

设计调节阀时，要求对调节阀的组成、分类和特性有一个清楚的认识，并在此基础上掌握正确的选择方法。而且，对于一个实际系统配置调节阀时，还需要对整个管系环路进行详尽的分析，综合考虑各种因素。只有这样，才能正确地选择调节阀，保证调节系统的控制质量。

参 考 文 献

[1] 李小花. 自动控制系统中调节阀的设计 [J]. 中氮肥. 2002 (1). 43 - 46.
 [2] 张九根, 马小军, 朱顺兵. 建筑设备自动化系统设计 [M]. 北京: 人民邮电出版社. 2003, 60 - 66.

(收稿日期: 2006.05.30)

(上接第 32 页) 巨大的价格优势。FGD 直接按照国外先进国家的标准来强制指定，在起点高的同时无疑也将给我国陶瓷阀门的发展带来非常难得的机遇。

据 Mc Ilvaine 公司的《世界阀门市场》预测，到 2008 年，全世界的工业阀门市场销售额将达到 460 亿美元，其中自动调节和控制阀门的销售额将超过 110 亿美元，其他阀门的销售额将分别为：球阀 105 亿美元，蝶阀 48 亿美元，闸阀和截止阀 81 亿美元，国际市场潜力巨大。

5 结语

新材料技术是 21 世纪人类文明实现持续和突破发展的关键核心和必由之路，陶瓷阀门必将伴随着材料技术的发展而发展，这是一项方兴未艾、永无止境的事业。同时，我们应注重发挥在技术、人才和成本等方面的优势，以陶瓷阀门这一高端阀门

产品为契机，不断的改进和创新，在新材料应用和开发新的加工工艺方面有所突破。在现有 Al_2O_3 和 ZrO_2 的基础上，还应努力开发其他新材料的应用（例如 SiC 、 Si_3N_4 等），使陶瓷阀门能应对更多复杂环境，适用范围更广泛。研发新的成型、烧结和加工工艺，以及陶瓷增韧塑化和微裂纹控制等新技术，提高产品品质和可靠性，降低制造风险和生产成本。积极拓展陶瓷阀门的种类和规格，使其具备较强的配套能力。

参 考 文 献

[1] 钦征骑. 新型陶瓷材料手册 [M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1995.
 [2] 杨源泉. 阀门设计手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1992.
 [3] 孙维一. 国外机械工业基本情况—阀门 [Z]. 沈阳: 沈阳阀门研究所, 1994.

(收稿日期: 2006.05.23)