标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

文章编号:1002-5855(2009)01-0015-06

水力控制阀

王彬[1],胡远银[2]
(1.泰科水系统工业(中国)有限公司,上海 201700;2.上海耐腐阀门集团公司,上海 201611)

摘要 介绍了水力阀的常见类型、部件材料、结构形式、设计标准以及应用原理,分析了水力阀的气蚀与闪蒸问题。

关键词 水力控制阀;隔膜;减压阀;泄压阀;水锤;气蚀;闪蒸
中图分类号:TH134　　**文献标识码**:A

Hydraulic control valve

WANG Bin[1], HU Yuan-yin[2]
(1. Tyco Water(China) Pty., Ltd, Shanghai 201700, China;
2. Shanghai Anticorrosive Valve Group Co., Ltd, Shanghai 201611, China)

Abstract: Introduce the characters of hydraulic control valve, including general sorts, parts material, configuration, design standards and application principle. Cavitation and flashing are especially expatiated.

Key words: hydraulic control valve; diaphragm; pressure reducing valve; pressure relief valve; water hammer; cavitation; flashing

1 概述

水力控制阀是人们日常生活中极为常见的阀门之一,与人们的生活息息相关。水力阀广泛地应用于楼宇管道、工业供水、消防设施、暖通空调和灌溉系统等各个方面,一般作为减压,持压,泄压,调节流量,控制水位和预防水锤等之用。

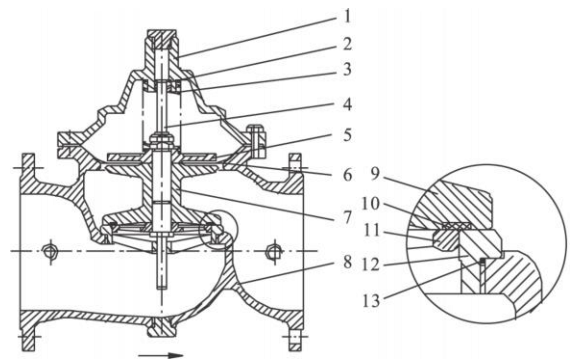
2 结构与工作原理

水力阀是一种靠液压动力和隔膜驱动的控制阀,主阀一般由基本阀体和驱动装置组成。水力阀的主阀有单腔式和双腔式两种。

单腔式主阀(图 1)由隔膜将驱动装置分为上、下两个控制腔,上控制腔通过配管与上游连接,下控制腔即下游。阀门主要靠上、下腔的压差操作隔膜的运动(图 2)。

双腔式主阀(图 3)是在密封阀瓣与隔膜之间添加一块隔离盘,这样就有上、中、下三个控制腔,上控制腔通过配管与上游连接,中控制腔可以任意连接动力源,下控制腔仍连接下游。阀门主要靠上、中腔的压差操作隔膜的运动。

水力阀常见的连接形式是法兰型和螺纹型,也有少量是榫槽型和对夹型。水力阀主要部件用材料见表 1。



1. 阀盖　2. 阀盖导套　3. 弹簧　4. 导杆　5. 膜片上压板　6. 隔膜片　7. 支架(阀瓣)　8. 阀体　9. 支架(阀瓣)　10. 密封圈　11. 导向压板　12. 阀座　13. O形圈

图 1　单腔式主阀

3 特性

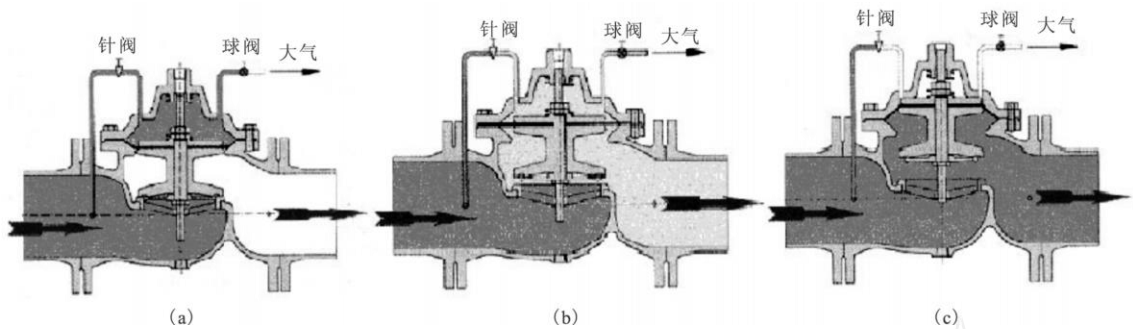
水力控制阀具有其结构所决定的特性。

作者简介:王彬(1981 -),男,湖北黄冈人,工程师,从事阀门设计工作。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

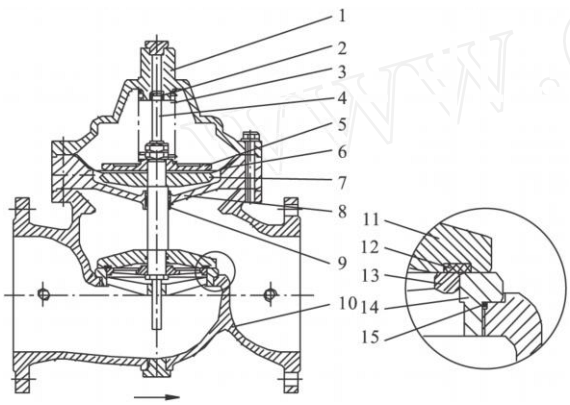
标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

(1)相对于一般蝶阀或闸阀,水力阀需要更大的预留操作空间,这对管道安装时提出了要求。



(a)当进口端压力进入上腔,同时球阀关闭时,主阀处于全关位置 (b)当调节球阀之开度,使流经针阀和流经球阀的水流达到平衡,主阀处于浮动状态 (c)当球阀全开,上腔的压力释放到大气中,主阀处于全开位置

图 2 单腔式主阀工作原理



1. 阀盖 2. 阀盖导套 3. 弹簧 4. 导杆 5. 膜片上压板 6. 隔膜片 7. 膜片下压板 8. 中间体 9. 中间体导套 10. 阀体 11. 阀瓣 12. 密封圈 13. 导向压板 14. 阀座 15. O形圈

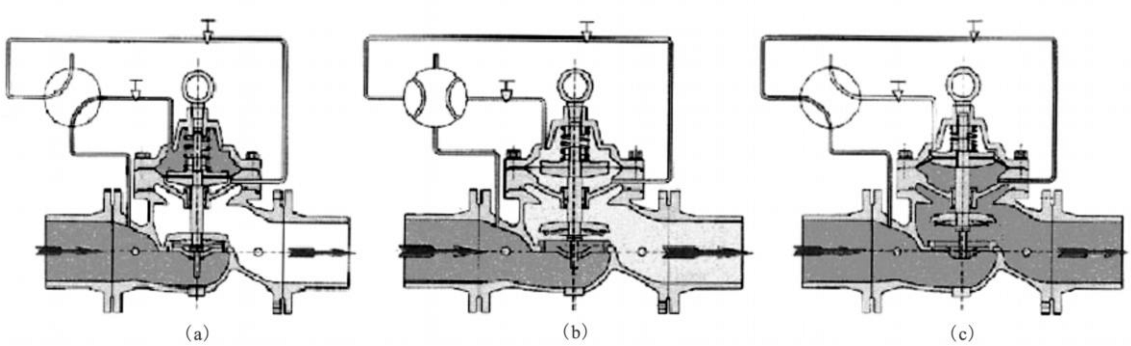
图 3 双腔式主阀

表 1 水力阀主要零部件用材料

部件	常用材料	常用材料的相应代号	常用材料的相应国标
阀体、阀盖 中间体	球墨铸铁	QT 450 - 10 QT 400 - 15	GB /T 12227
导杆	不锈钢	2Cr13 0Cr18Ni9	GB /T 1220
阀座	铝青铜	QAl9 - 4	GB /T 12225
	不锈钢	0Cr17Ni12Mo2	GB /T 12230
膜片压板	铝青铜	QAl9 - 4	GB /T 12225
导向压板	不锈钢	0Cr18Ni9	GB /T 12230
隔膜片	天然橡胶	NBR	GB /T 12834
	合成橡胶	EPDM	
密封圈	带加强层的天然橡胶	NBR	
	合成橡胶	EPDM	GB /T 12834
	尼龙强化橡胶	EPDM + Nylon	
紧固件	不锈钢、碳钢	0Cr18Ni9	GB /T 1220
		35	GB /T 699

(2)相对于一般蝶阀或闸阀,水力阀会产生更大的水头损失,建议上、下游压差不易过大,尽量减少气蚀。

(3)水力阀的介质温度一般不宜过高和过低,建议在 0～80℃范围内,因为温度差异过大会引起热胀冷缩,造成配管破裂泄漏等问题。



(a) 当上腔连接上游压力,中腔压力释放时,主阀关闭 (b) 当上腔和中腔的压力达到平衡时,主阀可以在一定的位置,达到所需的开度 (c) 当中腔连接上游压力,上腔压力释放时,主阀全开

图 4 双腔式主阀工作原理

(4) 水力阀的运动是靠隔膜控制的,橡胶隔膜的性能尤其重要,需要适时更换。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

(5) 水力阀的一般介质是水，通常情况下采用单腔控制阀，工作压力通常不高于 2.5M Pa，在工作压力较低时，宜采用双腔控制阀。

4 分类与应用

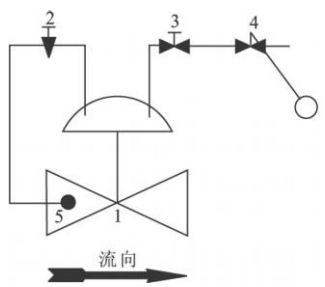
水力阀的主阀基本相同，但因配置了不同的液压向导阀和管件，使其分为不同的类型，适用于各种工况。

4.1 遥控浮球阀

遥控浮球阀 (图 5) 用于对水池或水塔里的水位进行控制。当水池的水达到满水位时，浮球向导阀自动关闭，上腔中的水压增大，控制主阀关闭。当水池的水位下降时，浮球向导阀自动开启，上腔中的水压减小，控制主阀开启，以补充进水。

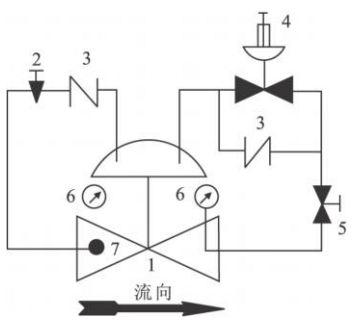
4.2 可调减压阀

可调减压阀 (图 6) 用于对给水管网或建筑物给水系统进行减压，目的是使下游出口压力保持为一设定值，不因上游进口压力的变化或下游出口用水量的变化而改变。下游出口压力的设定值可以通过调节减压向导阀的弹簧压缩程度，而进行一定范围的调节改变。但一般水力阀的生产厂家都会建议用户不可将下游出口压力值设定得太低，上下游压力比值最好不超过 3∶1，否则压差过大容易导致气蚀，使用过程中会逐渐对主阀造成破坏。



1. 主阀　2. 针阀　3. 球阀　4. 浮球向导阀　5. 过滤器

图 5　遥控浮球阀



1. 主阀　2. 针阀　3. 止回阀　4. 减压向导阀　5. 球阀
6. 压力表　7. 过滤器

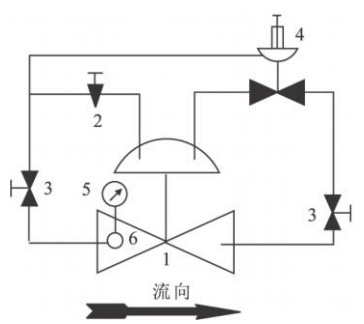
图 6　可调减压阀

4.3 泄压持压阀

泄压持压阀 (图 7) 用于对给水管网或建筑物给水系统进行泄压，目的是使上游进口压力保持为一设定值，不因上游进水量的变化或下游出口压力的变化而改变。上游进口压力的设定值可以通过调节泄压向导阀的弹簧压缩程度，而进行一定范围的调节改变。水力阀的生产厂家通常会给用户作选择配置。一般如果上游压力不太低的情况，选择用单腔的结构形式。如果上游压力值设置得过低，建议用户使用双腔结构形式，这样能使阀门在极低的水压条件下工作，并且提高阀门的快速反应能力。由于中腔可以外接通向大气，隔膜运动不再受限制，提高了阀门的运动速度。

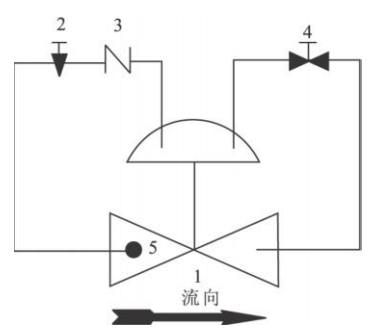
4.4 缓闭止回阀

缓闭止回阀 (图 8) 是具有开启和关闭调控性质的止回阀，可用于高层建筑。当水泵启动时，阀门缓慢开启，下游管道逐步增压。当水泵停机或意外断电时，会产生高压回流 (水锤)，此时阀门可分阶段缓慢地关闭，以达到静音止回阀的效果。缓闭止回阀结构较简单，安装在水泵的出口处。



1. 主阀　2. 针阀　3. 球阀　4. 泄压向导阀　5. 压力表　6. 过滤器

图 7　泄压持压阀



1. 主阀　2. 针阀　3. 止回阀　4. 球阀　5. 过滤器

图 8　缓闭止回阀

4.5 流量控制阀

流量控制阀 (图 9) 需要与流控板相匹配。流量控制阀的向导阀连接流控板的进出口端，无论管

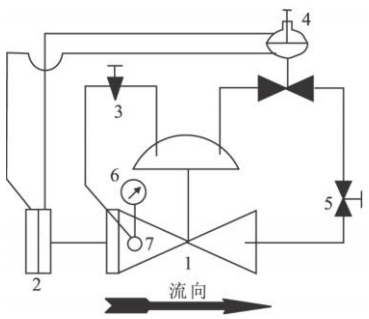
© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

道主阀进口端的压力如何变化，都能保持流控板进出口端的压差不变，于是将管道中水介质的流量控制在设定值内（流量 Q 与压差 ΔP 的关系为 $Q = K_v \sqrt{\Delta P}$，对某口径的水力阀而言，流控板的流量系数 K_v 值是一定的）。同时，可以通过改变流控板进出口端的压差 △P 改变管道中水介质的流量，即流量值由调节向导阀设定。流控板既可安装在流量控制阀的上游，也可安装在流量控制阀的下游。

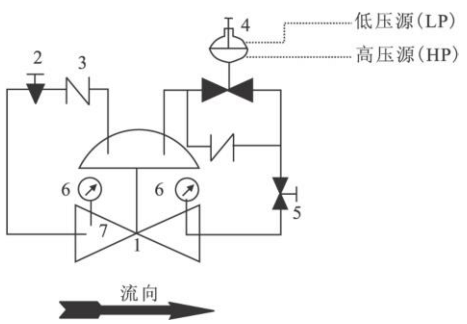
4.6 差压平衡阀

差压平衡阀（图 10）用于保持阀门的进出口端的压力差值不变。当阀门上游进口端压力增大，泄压向导阀会自动响应，减小上腔压力，使主阀阀瓣开度加大，同时下游压力也相应增大，上下游压力差值不变。当阀门上游进口端压力减小，泄压向导阀也会自动响应，增大上腔压力，使主阀阀瓣开度减小，同时下游压力也相应减小，上下游压力差值仍保持不变。差压向导阀膜片的上端压力 LP 通常接主阀下游压力，下端压力 HP 通常接主阀上游压力。也可以分别外接低压源和高压源。



1. 主阀 2. 流控板 3. 针阀 4. 流量向导阀 5. 球阀
6. 压力表 7. 过滤器

图 9 流量控制阀

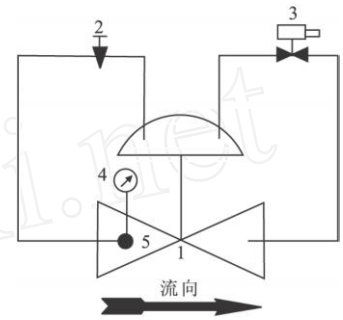


1. 主阀 2. 针阀 3. 止回阀 4. 差压向导阀 5. 球阀
6. 压力表 7. 过滤器

图 10 差压平衡阀

4.7 电磁控制阀

电磁控制阀（图 11）由一个电磁阀操纵上腔压力，该电磁阀可以是控制管线上游压力与上腔的连接，也可以是控制管线下游压力与上腔的连接。通过电流或电子脉冲信号使阀门上腔泄压而开启主阀，或使阀门上腔增压而关闭主阀。另外也可以由定时器、延时器、液位和流量传感器、数字编程等信号控制系统来控制阀门的开关，操作者可直接在控制室获取信号。各种元件的不同配置和应用，使现代管网系统实现智能化。



1. 主阀 2. 针阀 3电磁阀 4. 压力表 5. 过滤器

图 11 电磁控制阀

4.8 泵浦控制阀

泵浦控制阀（图 12）是由电磁阀控制管道压力启动的自动控制阀。阀门安装在水泵的出水口。水泵启动后，主阀缓慢开启，逐步增加管网压力，直至水泵达到正常工作点后，主阀才完全开启。这样既保护了泵电机不至于过载，又防止了水泵启动时向下游空管线供水流速骤增所引起的水锤。在水泵即将关闭前，主阀会缓慢关闭逐步降低管网压力。当主阀接近完全关闭时，阀门上的行程控制器传输信号，关闭水泵电机，这样防止了水泵忽然关机，流速突然变化引发的水锤。泵浦控制阀的开启和关闭速度都可以根据系统随时调节。当水泵意外断电时，泵浦控制阀又起到了一个缓闭止回阀的作用。

4.9 其他类型阀

日常生活中应用的水力阀还有紧急关闭阀、防管线爆裂阀、深井控制阀、比例减压阀、电动防水锤阀、水泵延时关闭阀和智能化数控调节阀等等，其液压控制原理相似，主阀的构造相似。阀体有直通式、90 角式或直流式 Y 形，也有少数特殊结构的主阀。

5 向导阀与其他配件

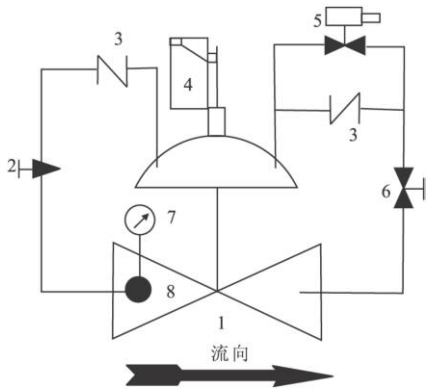
5.1 向导阀

向导阀根据水力阀的种类主要分为减压向导阀、卸压向导阀、流量向导阀、差压向导阀、浮球向导阀和电磁向导阀等。向导阀的连接形式一般是

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

螺纹型 (图 13、14)。向导阀的结构类似于水力阀主阀结构，是靠液压驱动膜片的上下运动调节阀瓣的开度。



1. 主阀　2. 针阀　3. 止回阀　4. 行程控制器
5. 电磁阀　6. 球阀　7. 压力表　8. 过滤器

图 12　泵浦控制阀

向导阀的进口通常连接主阀的上控制腔，向导阀的出口通常连接主阀的下游出口。因此，向导阀进口的压力决定了水力阀主阀上控制腔的压力和主阀膜片的运动。向导阀的阀瓣开度变大时，进口压力流出，主阀上控制腔的压力减小，主阀膜片上行，主阀开度变大。向导阀的阀瓣开度变小时，进口压力被抑制流出，主阀上控制腔的压力增大，主阀膜片下行，主阀开度变小。

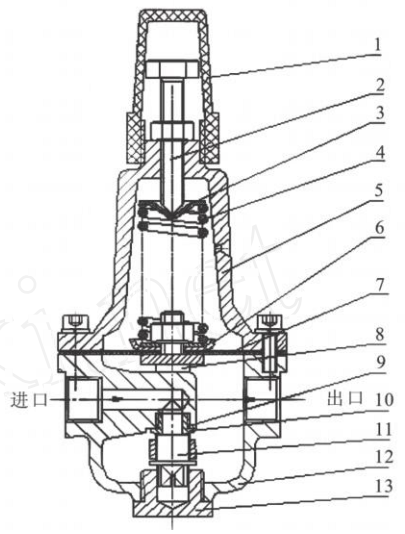
需要说明的是，向导阀的膜片上下压力源是连接水力阀所需要控制和调节的压力。比如，减压向导阀的膜片下方连接的是主阀的下游，而膜片上面是连接大气，无需连接。差压向导阀的膜片下方连接的是主阀的上游，膜片上方连接的是主阀的下游。

向导阀的调节螺钉用于调节压缩弹簧的松紧程度，改变启动膜片运动的压力值大小，从而改变水力阀所需要控制和调节的压力值。向导阀的主要零部件材料为铜 (QA19 - 4) 和不锈钢 (SS304)，其中铜更为常用。因为不锈钢的螺纹连接件与不锈钢的向导阀相遇时，难以装拆。

5.2　配件

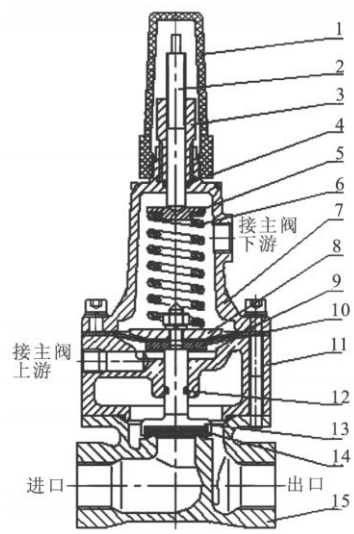
(1) 水力阀的阀门配件中，除了向导阀外，还有止回阀、针阀、球阀、截止阀、浮球阀和电磁阀等，这些阀门的口径很小，为螺纹连接型，因应用广泛，已形成标准件。材料一般为铜和不锈钢，但有锻件和铸件之分。

(2) 管接头是标准件，种类很多，有内外螺纹之分，有不同长度、不同规格的组合。基本上都是锻件或加工件，有很少种类是铸造的，如三通管。材料一般为铜或不锈钢，但铜的应用较多。



1. 护套　2. 调节螺钉　3. 弹簧压板　4. 压缩弹簧　5. 阀盖
6. 膜片上压板　7. 膜片　8. 阀芯　9. O 形圈　10. 阀座
11. 阀瓣　12. 阀体　13. 螺塞

图 13　减压向导阀



1. 护套　2. 调节螺钉　3. 调节座　4、12. O 形圈　5. 弹簧压板
6. 压缩弹簧　7. 阀盖　8. 膜片上压板　9. 膜片　10. 膜片下压板
11. 中间体　13. 导杆 (阀瓣)　14. 密封垫　15. 阀体

图 14　差压向导阀

(3) 配管材料有铜和不锈钢，铜更为常用。因为铜管性软，易弯折，而不锈钢管较硬，多数需要处理才能弯曲，工序上有难度，但是不锈钢管的外观感觉较美观。也有很少数水力阀的配管是塑料的，塑料配管不存在弯折受限制的问题，在空间上比较灵活，但塑料易受温度影响变形，其装配连接

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

性和抗压性较差。

(4) 压力表根据上下游压力选取。一般上游压力表范围 0～2.5MPa, 下游压力表范围 0～1.6MPa。

6 气蚀与闪蒸

(1) 气蚀

当液体加热时，蒸汽压力升到大气压力，此时会产生气泡。同理，降低大气压力到液体蒸汽压力，也可产生气泡。在阀门阀瓣的开关操作过程中，液体加速通过收缩断面的狭窄区域，压力如果下降到低于液体的蒸汽压力，将导致气泡的产生。当液体越过收缩断面之后，流动面积膨胀，流速下降，压力再次回升，直到高于液体蒸汽压力，此时气泡会爆破。当爆破的气泡贴近阀门或下游管道的内表面，这种爆破释放的能量会造成不同程度的破坏，这就是气蚀。轻微的气蚀可以认为是正常的，但严重的气蚀会降低阀门的寿命。对水力阀而言，气蚀是不可避免的，只有通过降低气蚀的损坏程度，来提高阀门的性能。

产生气蚀的气泡比水正常沸腾时产生的气泡更小而力量更大。由内爆气泡所释放的能量很容易听到，像阀门中产生的噪声。早期气穴产生的噪声像爆音或破裂噪声，而广泛的气泡爆破会产生连续的噪声，像石子滚动于管线中。

(2) 闪蒸

当液体中产生气泡后，液体越过收缩断面，流动面积膨胀，流速下降，压力再次回升，但仍低于蒸汽压力，气泡就不会爆破，而是形成了气体和液体的混合物以高速流动，这就是闪蒸。闪蒸同样会对阀门和管道造成破坏。闪蒸现象使下游管线出现排气阀。

水力阀的阀瓣开度直接决定了水力阀的流阻系数。开度越大，流阻越小。开度越小，流阻越大。当开度小，流阻大时，可以进行大幅度的减压，但是这样水流通过时更易产生气蚀现象。所以建议减压阀进出口压力比值不应超过 3∶1。

对调节类的阀门，气蚀和闪蒸都是不可避免的现象。通过优良的主阀设计，以及设计安全可靠的气穴预防设备，可以提高阀门和管道的使用寿命。

7 结语

水力控制阀种类较多，结构相对复杂，工作状态较难准确掌握，其主阀的设计是影响水力阀整体性能的主要因素。近年来已经陆续有关于水力控制阀的标准规范出版发行，如澳洲的 COMMITTEE WS-022 DR 07297 <Hydraulically operated automatic control valves for waterworks purposes >草案，国内的 JB/T 10674-2006《水力控制阀》等。随着水力控制阀相关标准的完善，其产品将更规范，品质更优良。

参 考 文 献

[1] 邱晓来，林洁. 阀门选用手册 [M]. 北京：机械工业出版社，1998.

[2] (美) 斯库森 (Skousen P. L)，孙家孔译. 阀门手册 (第2版) [M]. 北京：中国石化出版社，2005.

[3] JB/T 10674-2006, 水力控制阀 [S].

[4] 澳洲标准 COMMITTEE WS-022 DR 07297, Hydraulically operated automatic control valves for waterworks purposes [S].

(收稿日期：2008.10.20)

书讯

1.《机电产品供应目录 阀门》——本书由机械工业出版社于 2002年出版发行。书中收录了国内外500余家企业的阀门产品，涵盖大部分骨干企业及其主导产品，本书以产品信息栏目为主，以表格形式详细介绍了产品名称、型号规格、主要技术参数等。书号 ISBN 7-111-12656-4, 定价 118元/册。

2.《阀门选用手册》——本书由机械工业出版社 2002年出版发行，由陆培文、孙晓霞、杨炯良编著。书中介绍了选用阀门所需的基础知识，选用阀门基本原则，以及各类阀门的具体选择方法和有关数据资料，力求使用户通过本书能够选到性能可靠，经济耐用的阀门产品。全书 1200余千字，16开本，书号 ISBN 7-111-08742-9, 定价 76.00元/册。

每册加收书价 10%的邮寄包装费，需要者，请与沈阳经济技术开发区开发大路 15号沈阳阀门研究所科技开发信息中心的尹玉杰联系，邮编：110142, 电话：024-25653780。

E-mail: sfskkxz@chinavalveinfo.net http://www.chinavalveinfo.net

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net