

# 水厂水泵止回阀的选型与应用

钟炎辉, 邹海明, 周 强, 汪义强, 黄晓东

(深圳市深水电安水务集团有限公司, 广东深圳 518101)

**摘 要** 对水厂在用的不同止回阀进行了水头损失测试, 结果表明, 止回阀流道设计合理、活动部件少则水头损失小。此外, 止回阀的结构、使用场合及操作控制工作方式也是其选型的重要考虑因素。

**关键词** 止回阀 水头损失 结构分析 比较 选型

**中图分类号:** TU991.6 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-0177(2013)01-0074-05

## Selection and Application of Check Valve for Water Pump in Water Treatment Plant

Zhong Yanhui, Zou Haiming, Zhou Qiang, Wang Yiqiang, Huang Xiaodong

(Shenzhen Shenshui Baoan Water Co., Ltd., Shenzhen 518101, China)

**Abstract** The head loss of different check valves used in water plant were determined. The results show that rational design of check valve flow channel as well as fewer function component of check valve could reduce head loss. Furthermore, the structures, using sites and operation methods of check valve are also the important factors for selection.

**Keywords** check valve head loss structure analysis comparison selection

止回阀是一类依靠流体介质自身或外部动力自动开启、关闭内部组件, 以防止流体倒流的阀门<sup>[1]</sup>。在泵房使用时必须具备快关、慢闭功能以防止水锤对管道及水泵机组的破坏<sup>[2]</sup>。止回阀的选型关系到水泵机组运行的安全、节能, 对泵房建成后的维护管理也有重要影响<sup>[3]</sup>。为此, 论文以相关水厂在用的止回阀(包括液控双速蝶阀、静音式止回阀、旋启式缓闭止回阀、多功能水泵控制阀等)为测试对象, 对比分析其不同出口流速范围内的水头损失, 同时对对比分析包括以上实测止回阀在内的多种止回阀的结构性能, 旨在对水泵止回阀的选型提出几点合理性意见。

## 1 止回阀水头损失实测比较

### 1.1 水头损失测试原理

根据水泵机组出口止回阀前、后测试点的压力差及流速变化, 计算出管道内水流能量变化, 从而

得到水流经过止回阀后的水头损失。不同止回阀水头损失比较必须在相同的流速下进行, 通过调节水泵出口蝶阀开度, 得到不同流量(流速)下止回阀的一系列水头损失值。

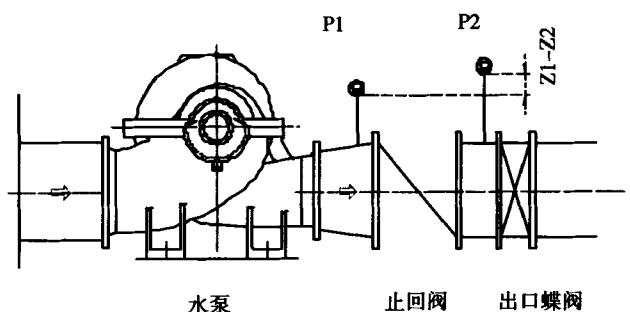


图 1 止回阀水头损失测试示意图

Fig.1 Head Loss Test of Check Valves

$$H = P_1 - P_2 + (V_1^2 - V_2^2) / 2g + (Z_1 - Z_2) \quad (1)$$

其中:  $H$ —流经止回阀的水头损失, m;

$P_1, P_2$ —阀前、后测试点压力值, m;

$V_1, V_2$ —阀前、后管内水流流速, m/s;

$Z_1, Z_2$ —阀前、后测试点压力表标高, m。

### 1.2 测试对象及工具

选择了五座水厂共 5 种不同类止回阀进行了水头损失测定, 分别为: 液控双速蝶阀(NHDA734-100, 规格 DN800, C1 水厂)—编号 A, 静音式止回阀

[收稿日期] 2012-06-01

[基金项目] 国家水体污染控制与治理科技重大专项子项 (2009ZX07419-004)

[作者简介] 钟炎辉(1969-), 男, 本科, 工程师, 从事水厂设备维护管理工作。联系方式: 0755-27812909, 13556895820; E-mail: zhongyh168@163.com。

(KRVG-0500, 规格 DN500, XA 水厂)—编号 B, 旋启式缓闭止回阀(德国, VAG SKR, 规格 DN1000, ZA 水厂)—编号 C, 多功能水泵控制阀(JD745X-10, 规格 DN800, LX 水厂)—编号 D, 多功能水泵控制阀(JD745X-10, 规格 DN600, SY 水厂)—编号 E。

测试工具: 压力表 2 只(瑞士科勒 LEO, 量程: -1~10 bar, 精度 0.1), 电磁流量计, 扳手、卷尺等。

### 1.3 测试结果

上述各止回阀水头损失测定结果见表 1、图 2。

表 1 几种止回阀水头损失实测结果

Tab.1 Head Loss Test Results of Several Check Valves

编号	止回阀类型	型号	规格/mm	出口流速/(m·s <sup>-1</sup> )	水头损失/m
A	液控双速蝶阀	NHDA734-100	DN800	1.63~2.98	0.06~0.41
B	静音式止回阀	KRVG-0500	DN500	0.52~2.07	0.05~0.57
C	旋启式缓闭止回阀(德国)	SKR	DN1000	0.92~2.51	0~0.82
D	多功能水泵控制阀 1#	JD745X-10	DN800	2.02~2.05	0.33~0.99
E	多功能水泵控制阀 2#	JD745X-10	DN600	1.81~3.32	1.44~4.01

注: 1. 测试时不能确保所有止回阀均能得到整个流速范围内的水头损失值, 受现场条件所限, 个别阀未能测到低压、大流量时的水头损失值。

2. 测试时, 未考虑大气压、水温及现场实际条件有所差异等因素。

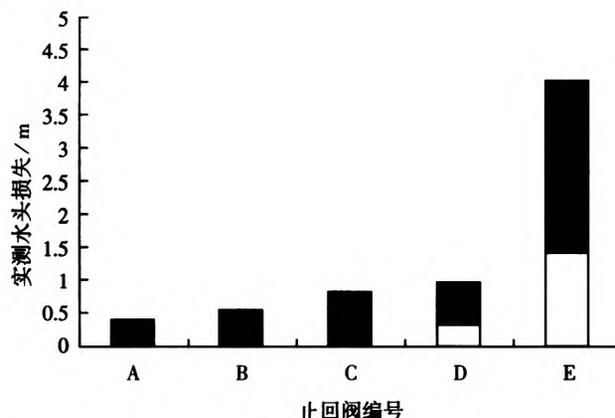
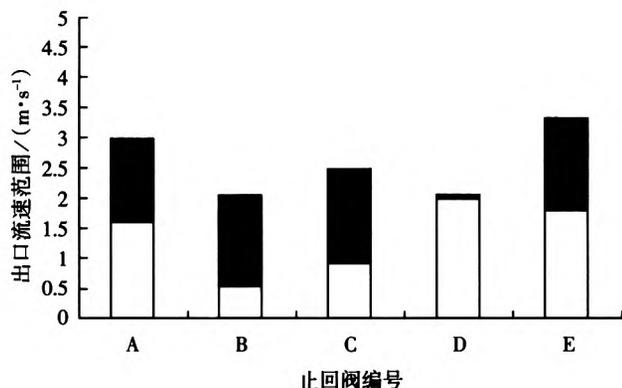


图 2 现场几种止回阀水头损失实测结果比较图

Fig.2 Comparison of Test Results of Velocity and Head Loss of Check Valves

### 1.4 测试结果分析

由表 1 及图 2 可以看出:

(1) 液控双速蝶阀(A)对应水泵实测出口流速整体范围大于静音式止回阀(B), 但压力水流经阀 A 的水头损失明显小于阀 B, 从水头损失角度判断, 说明阀 A 优于阀 B;

(2) 阀 B 与多功能水泵控制阀(D)分别对应的水泵实测出口最大流速基本一致, 均为 2 m/s 左右, 但压力水流经阀 B 的水头损失明显小于阀 D, 从水头损失角度判断, 说明 B 优于 D;

(3) 旋启式缓闭止回阀(C)对应水泵实测出口流速整体范围大于阀 B, 压力水流经阀 C 的水头损失也大于阀 B, 从水头损失角度判断, 说明 C 与阀 B 相当;

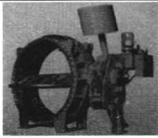
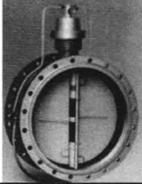
(4) 阀 D 与阀 E 为同品牌、同型号、不同口径的止回阀, 由于口径不同导致压力水流经阀的水头损失不同, 不作比较。

由此可见, 通过实测, 几类止回阀水头损失按从小到大的排序为: 液控双速蝶阀(A) < 静音式止回阀(B) ~ 旋启式缓闭止回阀(C) < 多功能水泵控制阀(D)。

## 2 不同类型止回阀结构分析比较

表 2 列举了本次试验所测几种止回阀以及其它 5 种常见止回阀的内部结构部件及工作原理, 并结合各类止回阀结构、工作原理及日常工作积累的实际运行经验, 对表中各类止回阀的工作性能、使用性能给予非原则性定性评价。

表2 常见类型止回阀内部结构、工作原理及复杂度比较  
 Tab.2 Internal Structure、Complexity and Working Principle of Several Common Check Valves

序号	止回阀类型	内部结构参考图	结构特点与工作原理	复杂度
1	液控双速蝶阀		蝶阀与液压缸组合, 外部液压站驱动。	+++++
2	静音式止回阀		阀板运动方向与流体一致, 内部组件可设计呈流线型, 依靠弹簧复位。	+++
3	本次水头损失测试所涉及止回阀 旋启式缓闭止回阀		阀板绕轴旋转, 阀板关闭时呈一定角度, 阀轴偏移一段距离, 依靠流体介质驱动, 外部弹簧或液压阻尼。	++
4	多功能水泵控制阀		类似 Y 型截止阀与液压缸组合, 阀板运动方向与流体呈一定角度, 依靠内部流体介质驱动。	+++
5	双速自闭闸阀		闸阀与液压缸组合, 依靠内部流体介质驱动。	++++
6	液控双速球阀		球阀与液压缸组合, 依靠外部液压站驱动。	+++++
7	本次水头损失测试所未涉及的止回阀 微阻缓闭蝶形止回阀		类似蝶阀阀板, 转轴偏移一段距离, 依靠内部流体介质驱动, 外部液压阻尼。	+++
8	多功能水力斜板缓闭止回阀		阀板结构同旋启式斜座, 依靠内部流体介质驱动液压缸带动阀板, 阀板中间有一阻尼小孔泄压实现缓闭。	+++++
9	对夹蝶式(双瓣)缓闭止回阀		结构类似蝶阀, 阀板对半作开合动作, 依靠内部流体介质驱动及内部弹簧复位。	++

注: 表中止回阀结构的复杂度简单、较简单、一般、较复杂、复杂划分, 分别以“+”、“++”、“+++”、“++++”、“+++++”表示。

水流经过止回阀的水头损失主要是由其内部结构部件扰流阻力产生。结合本次现场所用几种止回阀水头损失实测结果看, 止回阀内流体介质运动方向与阀前后管道内流体方向尽量一致, 扰流越小的止回阀能耗越低, 这在表 2 中得到印证。另外, 双

速自闭闸阀、液控双速球阀由于本身的结构特点, 在阀门全开后阀体内部通道为全通式, 没有任何过流部件, 因此具有最小, 几乎为零的水头损失。压力管道中如果流速发生剧烈变化将导致管道内压力急剧交替升降, 从而引起水锤现象<sup>[4]</sup>。所以一般在水

泵出口处安装止回阀来防护水锤作用。而止回阀的过快关闭,也易引起水锤现象<sup>[9]</sup>。止回阀内部结构形式的多样性主要基于不同设计理念实现防水锤效果的,因此在考虑止回阀水头损失的同时还要关注其防水锤性能,有时须牺牲一定的能耗来实现缓闭功能,从而达到降低水锤破坏的作用。

止回阀实际应用中操作维护的复杂性及难易程度也是止回阀型式选择的重要考量因素之一。拥有外部液压站的止回阀(如液控双速蝶阀、液控双速球阀)控制与维护最为复杂,而利用内部自身流体水力控制止回阀(如静音式止回阀、旋启式缓闭止回阀等)缓闭动作在日常使用时维护工作最为简单,该类止回阀利用管道压力水驱动则存在止回阀关闭速度不易控制的问题。

此外,所输送的水流是否洁净、易堵塞、内部材料抗腐性能等也直接影响止回阀使用效果。现场安

装空间与使用条件也会影响止回阀型式的选择与使用,比如现场安装空间方面,止回阀安装要保证止回阀前后管道不能出现大的扰流,不同止回阀有不同的前后段直管安装尺寸要求,而国内很多泵房设计在此方面考虑较少,以至于止回阀距泵出口太近,水压波动造成止回阀故障率大幅度升高。建议今后具备条件的可将止回阀安装在泵房外直管段;再比如,现场使用条件方面,不同止回阀有其自身运行适应条件,例如对夹蝶式(双瓣)缓闭止回阀一般使用于压力较低且波动较小的气路管道上,而旋启式缓闭止回阀则不能使用在变频泵频繁调速的场合等等。

依上分析,并结合各类止回阀结构、工作原理及日常工作积累的实际运行经验,对表2中各类止回阀的工作性能、使用性能给予非原则性定性评价,结果见表3。

表3 止回阀性能比较

Tab.3 Property and Performance of Check Valves

序号	止回阀类型	能耗	防水锤性能	操作维护难易程度	安装空间大小	适用场合	
1	本次水头损失测试所涉及的止回阀	液控双速蝶阀	++	++++	+++	+	大中型泵站
2		静音式止回阀	+++	++++	+	+++	中小型泵站
3		旋启式缓闭止回阀	+++	+++	++	++	不适于水压波动较大的泵站
4		多功能水泵控制阀	+++++	+++	++	+++++	中小型泵站
5	本次水头损失测试未涉及的几种止回阀	双速自闭闸阀	+	+++	+++++	+++	中小型泵站
6		液控双速球阀	+	++++	++++	+++	中小型泵站
7		微阻缓闭蝶形止回阀	++++	+++	+++	++	中小型泵站
8		多功能水力斜板缓闭止回阀	+++	++++	++	+++	中小型泵站
9		对夹蝶式(双瓣)缓闭止回阀	+++++	++	+++	+	不适于水压较大且波动泵站

注:1.表中止回阀的能耗由低到高、操作维护难易程度由简到繁、安装空间按从小到大定性描述排序,分别以“+”、“++”、“+++”、“++++”、“+++++”表示。

2.表中止回阀的防水锤性能由低到高定性描述排序,分别以“+”、“++”、“+++”、“++++”、“+++++”表示。

### 3 结论及止回阀选型建议

#### 3.1 结论

1) 通过在相关水厂安装的几种止回阀水头损失实际测定,水流流经止回阀的水头损失按从小到大的排序为:液控双速蝶阀<静音式止回阀≈旋启式缓闭止回阀<多功能水泵控制阀。

2) 结合不同类型止回阀内部结构特点、工作原理及安装条件、水头损失测定结果,以及实际使用效果分析比较,各类止回阀均有其自身优缺点和适用条件。

#### 3.2 止回阀选型建议

1) 止回阀选型的关键在于水头损失要小,防水锤功能适应性强,同时也要兼顾性能可靠、运行管理维护简单。

2) 选型建议:

(1) 从节能角度考虑,建议优先选择液控双速球阀、双速自闭闸阀、液控双速蝶阀,其次是静音式止回阀以及旋启式缓闭止回阀。不推荐多功能水泵控制阀;

(2) 从防水锤性能角度,建议优先选择液控双速蝶阀、液控双速球阀、静音式止回阀、多功能水力斜板缓闭止回阀;

(3) 从操作维护简易程度角度出发,建议优先选

择静音式止回阀、旋启式缓闭止回阀。液控双速蝶阀以及液控双速球阀控制用液压站维护操作较复杂,而双速自闭闸阀、多功能水泵控制阀以及多功能水力斜板缓闭止回阀均使用管道内部流体做控制源,在水行业使用存在锈蚀堵塞管路可能,因此在维护上较为复杂一些。

### 参考文献

[1] 韩旭,周羽.对冲式止回阀原理及启闭特性分析[J].核动力工程,

2006,27(1):66-69.

- [2] 孙育哲,雷徐.新型旋启式止回阀在技术供水系统中的应用[J].浙江水利水电专科学校学报,2011,23(2):12-14.
- [3] 周展浩,宋小鹏.止回阀类型选用的若干技术探讨[J].给水排水,2010,36(2):97-100.
- [4] 杨丽明,吴秀云,王念慎.缓闭止回阀防护水锤的研究[J].中国安全科学学报,2004,14(11):83-87.
- [5] 蔡琦斌.压力供水管路断流弥合水锤防护措施及改进[J].中国给水排水,2007,23(22):24-26.

(上接第 54 页)检出或小于检测限;同时与原有液液萃取-毛细管气相色谱法进行加标回收率对比,具有回收率高,操作简便快捷等多个优点,有效地提高了工作效率。

### 2.4 方法的讨论

在预处理方法上,采用成熟的固相萃取技术,配合全自动固相萃取工作站,相对于传统的液液萃取法,具有回收率高,操作简便高效,提高了检测效率;以甲基叔丁基醚取代了高挥发性溶剂二氯甲烷的使用,避免了对 GB 5749—2006 中二氯甲烷项目测定产生实验室内干扰。

在色谱方法上,对比多个标准中推荐的毛细管色谱柱,并进行实装测定标准谱图,最后选择了瓦里安公司的 Varian CP Sil8 CB Low bleed/MS 色谱柱<sup>®</sup>,即相当于 Agilent DB-5 ms/HP-5 ms 色谱柱,能够同时分离测定 7 种组分,并且对于毒死蜱、对硫磷、马拉硫磷和乐果、阿特拉津均有良好的分离效果,本身的柱流失低,有利于降低本底干扰。

从检测技术上说,对 GB 5749—2006 中的 6 种有机磷和阿特拉津的测定方法进行了合并优化,提高了检测效率。对于在 GB 5750.9—2006 中有机磷相关项目检测方法中所提到甲拌磷、内吸磷由于未在 GB 5749—2006 中做标准限值要求,并未涉及,因此本方法仍有通过相应的实验测定和数据完善,在实际分析范围内增加此 2 项指标的可能性。

### 3 总结

本方法采用 Waters Oasis HLB(3 mL, 60 mg)小

柱对饮用水中敌敌畏、乐果、阿特拉津、毒死蜱、对硫磷、甲基对硫磷、马拉硫磷进行富集,以甲基叔丁基醚/甲醇(V:V=90:10)进行洗脱,再以毛细管气相色谱法分离,氮磷检测器定量计算结果。试验结果质量控制表明,使用本方法检测 6 种有机磷农残和阿特拉津,标准曲线线性相关系数均大于 99%;加标回收率在 85%~105%范围内,相对标准偏差 4.0%~10.0%;最低检测浓度在 0.05~0.23 μg/L,满足国家标准 GB 5749—2006 的检测要求,可以实际应用。

### 参考文献

- [1] GB/T 5750.9—2006,生活饮用水标准检验方法[S].北京:标准出版社,2006.
- [2] USEPA 8141A, Organophosphorus compounds by gas chromatography: capillary column technique[S], 1994.
- [3] 朱心.气相色谱法测定地面水中有机磷农药[J].净水技术,1997,16(1):31-33.
- [4] 向红,吴文辉.气相色谱法测定水中有机磷农药[J].净水技术,1997,16(4):43-46.
- [5] 丁蓓,袁忠弼,王葛葛.气相色谱法测定水中微量有机磷农药[J].净水技术,1989,8(4):43-45.
- [6] 付建国,王幼明,李华伟,等.固相萃取毛细管气相色谱法分析水中六种有机磷农药[R].2001年中日水处理技术国际交流会,2001.
- [7] CJ/T 144—2001,城市供水有机磷农药测定气相色谱法[S].2001.
- [8] B Baars, Varian Application 1569-GC[G], Netherlands: Varian application laboratory.
- [9] GB 5749—2006,生活饮用水卫生标准[S].北京:标准出版社,2007.

## 水厂水泵止回阀的选型与应用

作者: [钟炎辉](#), [邹海明](#), [周强](#), [汪义强](#), [黄晓东](#), [Zhong Yanhui](#), [Zou Haiming](#), [Zhou Qiang](#), [Wang Yiqiang](#), [Huang Xiaodong](#)

作者单位: [深圳市深水宝安水务集团有限公司, 广东深圳, 518101](#)

刊名: [净水技术](#) 

英文刊名: [Water Purification Technology](#)

年, 卷(期): 2013, 32(1)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_jsjs201301017.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_jsjs201301017.aspx)