

文章编号: 1002-5855 (2001) 02-0022-03

# 调节阀阻力特性分析

杨纪伟, 张丽荣

(河北建筑科技学院, 河北 邯郸 056038)

**摘要** 应用流动阻力计算理论, 系统分析调节阀的阻力特性。在对调节阀的结构和流量调节特性分析的基础上。提出了衡量调节阀阻力特性的方法和特征参数。

**关键词** 调节阀; 阻力特性; 固有流量特性; 流量调节

**中图分类号:** TQ055.82 **文献标识码:** A

## Analysis on characteristics of flowing resistance of reguator

YANG Ji-wei, ZHANG Li-rong

(Hebei Institute of Architectural Science & Technology, Handan 056038, China)

**Abstract:** Drawing on the calculating of flowing resistance, this paper systematically analyses the characteristics of flowing resistance of regulator. This paper also offers a method of measuring the flowing resistance characteristics and the character parameters on the basis on analysing the structure and flow adjusting characteristics of the regulator.

**Key words:** Regulator; characteristics of flowing resistance; characteristics of inherent flow; flow adjusting

调节阀在流量调节系统中起调节和控制流量的作用, 其对系统流量的控制是依其局部阻力的变化来实现的。在流量调节系统中合理的选择调节阀, 可降低系统的能耗和运行成本。

### 1 调节阀阻力的数学描述

#### 1.1 固有流量关系

固有流量关系是指调节阀前后压差恒定时, 其过阀流量与阀开度之间的关系。应用传统的局部阻力计算公式, 阀两端的总水头差  $\Delta H$  为<sup>[5]</sup>

$$\Delta H = S_V Q^2 \quad (1)$$

以阀全开为边界条件, 可得固有流量的无量纲流量关系式为

$$q = \sqrt{\frac{S_{VM}}{S_V}} = \sqrt{\frac{\zeta_{VM}}{\zeta_V}} \quad (2)$$

$$S_V = \frac{S_{VM}}{q^2} \quad (3a)$$

$$\zeta_V = \frac{\zeta_{VM}}{q^2} \quad (3b)$$

式中  $S_V$ ——调节阀的阻力模数,  $s^2/m^5$

$S_{VM}$ ——阀全开时的  $S_V$ ,  $s^2/m^5$

$\zeta_V$ ——阀局部阻力系数

$\zeta_{VM}$ ——阀全开时的  $\zeta_V$

#### 1.2 理想流量曲线

常用理想流量曲线有快开、直线、抛物和对数等 4 种, 因对数曲线的边界采用半理想条件<sup>[6]</sup>, 故以快开、直线和抛物 3 种曲线为典型对象进行分析。

由式 (3b) 得快开、直线和抛物 3 种流量关系的局部阻力系数关系式为

**作者简介:** 杨纪伟 (1960-), 男, 副教授, 从事流体力学和水力学的教学及科研工作

$$\zeta_{vK} = \frac{\zeta_{VM}}{h} \quad (4a)$$

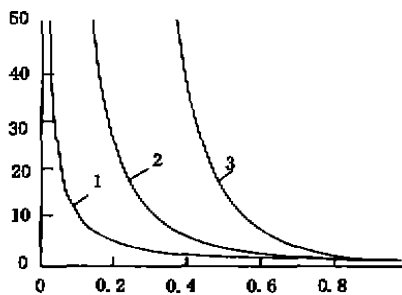
$$\zeta_{vZ} = \frac{\zeta_{VM}}{h^2} \quad (4b)$$

$$\zeta_{vP} = \frac{\zeta_{VM}}{h^4} \quad (4c)$$

式中  $h$  为阀相对开度, 即阀的开度  $l$  与阀最大开度  $l_{\max}$  的比值。图 1 为这 3 种流量关系下的无量纲局部阻力系数曲线。

### 1.3 调节阀开度分区

根据调节阀不同开度的流量调节特点<sup>[4]</sup>, 将其开度分为超调行程、有效行程和无效行程 3 个区。在有效行程区, 调节阀流量调节的精度能满足要求。在超调行程区, 流量调节能力很强, 流量调节不可控, 该区在小开度范围。在无效行程区, 阀开度改变所引起的流量变化很小, 有些阀型不存在无效行程区, 如蝶阀和球阀。该区根据阀门结构和装配需要而设定。



1. 快开 2. 直线 3. 抛物

图 1 3 种流量关系的局部阻力系数曲线

有效行程区与超调区的分界点为调节阀流量调节界点, 这实际是调节阀可调流量的调节能力最大值点, 简称为界点。界点用开度  $l_0$  和相对开度  $h_0$  表示。

由图 1 曲线分析, 各开度下快开关系的无量纲局部阻力系数小, 抛物关系的无量纲系数大。从流量关系上看, 抛物关系优于直线和快开关系, 直线关系又优于快开关系。由此推论得出, 较好流量关系的调节阀其有效行程区的阻力变化大。

## 2 调节阀阻力特性分析

调节阀固有阻力特性也就是其固有流量特性。即

$$\frac{\zeta_v}{\zeta_L} = f(h) \quad (5)$$

式中  $\zeta_L$  为阀特征局部阻力系数, 是阀局部阻力系数无量纲化时所用的一个重要的技术参数。对于相同的  $f(h)$ , 当  $\zeta_L$  不同时, 其阻力  $\zeta_v$  的值不同, 变化趋势相同。由式 (3b) 和式 (5) 可得

$$\frac{\zeta_v}{\zeta_L} = \frac{\zeta_{VM}/\zeta_L}{q^2} \quad (6)$$

传统的调节阀流量调节公式中, 应用阀全开时的阻力来标志阀的特征阻力, 而该值不能代表调节阀在有效行程区的阻力特性。因此作为调节阀特征局部阻力系数应具备 2 个条件, ①是调节阀阻力特性的示值, 标志着调节阀的流量调节能力。②在有关公式推导中, 可作为方程无量纲化的一个特征参数。

计算  $\zeta_L$  的方法有单点法、两点法、三点法和阻力平均法等。

### 2.1 单点法

单点法是以某一点的阻力值作为特征阻力, 特征点的选取有界点法和十分点法 2 种。界点法是以调节阀界点处的阻力值  $\zeta_0$  作为特征值。该方法能够较好的反映调节阀在有效行程区的流量调节能力。但是确定界点需要考虑阀型及阀结构等方面的因素。十分点法是以阀 10% 开度时的阻力值  $\zeta_{10}$  作为特征阻力值。10% 处的阻力容易确定, 消除了界点法确定界点比较难的问题。

在单点法中, 十分点法应用比较方便。单点法的弱点是不能反映调节阀阻力在有效行程区的分布特点, 若要弥补需要考虑应用多点法。

### 2.2 两点法

两点法除考虑特征点的阻力外, 还考虑调节阀全开时的阻力值  $\zeta_{VM}$ 。当特征值点选用 10% 时, 称为两点十分法, 其特征阻力值计算式为:

$$\zeta_L = \frac{1}{2}(\zeta_{10} - \zeta_{VM}) \quad (7)$$

当特征值点选用界点时，称为两点界点法，其特征计算式为

$$\zeta_L = \frac{1}{2}(\zeta_b - \zeta_{VM}) \quad (8)$$

两点法较单点法有所改进，考虑全开时的阻力值，其实质是有效行程区的流量调节能力的度量。因全开时的阻力不参与流量调节，即使在阀全开时该阻力仍存在，将阀各开度的阻力值减去全开时的阻力值，是阻力关系曲线的坐标平移。只考虑对流量调节起作用的那部分阻力。

两点法的不足之处是无法考虑阻力在有效行程区的分布特征，即实际流量调节能力的分布特性。

### 2.3 三点法

三点法是在两点法的基础上增加一个特征值点，该点取开度为 50% 时的阻力值  $\zeta_{50}$ 。三点法有三点界点法和三点十分法。

三点界点法选取界点、50% 和全开时阻力（减去全开的阻力值）的平均值，其计算式为

$$\zeta_L = \frac{1}{3}(\zeta_b + \zeta_{50} - 2\zeta_{VM}) \quad (9)$$

三点十分法选取 10% 点、50% 点和全开时阻力（减去全开的阻力值）的平均值，其计算式为

$$\zeta_L = \frac{1}{3}(\zeta_{10} + \zeta_{50} - 2\zeta_{VM}) \quad (10)$$

多点法是在两点法或三点法的基础上，再增加参考点，选取四个或多于四个点，其选取方式可多种多样，这里不作讨论。

### 2.4 阻力平均法

阻力平均法是将有效行程区的阻力减去全开时的阻力进行平均，其计算式为

$$\zeta_L = \frac{1}{1-h_0} \int_{h_0}^1 (\zeta - \zeta_{VM}) dh \quad (11)$$

式中积分变量为调节阀的阻力减去全开时的阻力，实质是参与流量调节的阻力。

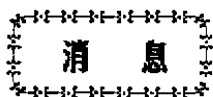
在上述方法中，建议采用三点十分法。该法特点是应用较简单，又综合考虑了调节阀阻力分布和参与流量调节的阻力值等因素。

## 3 结论

应用调节阀阻力计算理论，对调节阀的阻力特性进行了分析。得到①理想流量调节特性的条件是调节阀在界点处的阻力要大，阀全开时局部阻力要小，有效行程区的阻力关系曲线要光滑。②调节阀特征局部阻力系数  $\zeta_L$  值标志着调节阀在有效行程区内的流量调节能力，并可作为方程无量纲化的一个特征参数。③计算调节阀特征阻力时，建议应用三点十分法。该法可作为调节阀阻力标志，还能反映调节阀有效行程区的阻力分布特性。

### 参 考 文 献

- [1] 施俊良著. 调节阀的选择 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1986.
- [2] 华绍雷, 杨学宁等译. 实用流体阻力手册 [M]. 北京: 国防工业出版社, 1985.
- [3] 吴国熙. 调节阀使用与维修 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1999.
- [4] 杨纪伟. 调节阀可调比特性分析 [J]. 阀门, 2000, (5).
- [5] 杨纪伟. 调节阀流量调节特性评价 [J]. 阀门, 1999, (4).
- [6] 杨纪伟. 调节阀流量关系变形特性分析 [J]. 流体机械, 1999, (5). (收稿日期 2000.7.28)



由合肥通用机械研究所与机械工业出版社联合编辑的九七版《阀门产品样本》包含二百多个阀门厂商的数千个规格的阀门产品，受到设计院所、用户和制造厂的普遍欢迎，已出版印刷一万多册。目前，大多数的生产厂商的名称已变更，加上新成立的生产厂商要求加入，许多厂的产品也有所改变并增加了多种新产品。因此，合肥通用机械研究所与中国机械工业出版社决定联合重编《阀门产品样本》，预计今年年底出版。请各阀门生产厂商积极参加，速提供产品样本，并请与合肥通用机械研究所联系。电话：0551—5318899，联系人：王晓钧、刘晓春。