

# 过载水表的限流试验

郑文芳 程 鸣 俞国平

**提要** 国内自来水公司普遍存在水表流量超负荷造成水表损坏、计量不准的现象,严重影响了水司的经济效益和社会效益。主要介绍了对水表进行限流以降低超负荷流量的方法,并在试验数据的基础上分析了限流的使用条件和对水表计量精度的影响。

**关键词** 超负荷流量 水表 最佳孔径 限流 计量精度 福州市

## 1 课题的背景及意义

水表超负荷运作为福州市自来水总公司在水表管理中亟待解决的一个难题。它轻则使水表计量不准,重则造成水表停走,对于干式磁传水表来说,当实际流量是水表常用流量的3倍以上时,还易发生“脱档”现象,即:当大流量流经水表时顶托磁缸,使叶轮与齿轮传动脱离,只靠惯性缓慢转动,计数器示值远远小于实际流量。由此可见水表超负荷运行对计量准确性的影响和对水司效益的危害之大。要消除超负荷现象,除了通过规范改造水表表位、合理设计、更换大口径水表以满足用水要求,从源头上减少超负荷现象的产生外,还可通过改装水表,增加限流孔板装置,以控制单位时间进水量,适当延长水表工作时间。同时,对一些不愿增容的用户水表进行强限制定用水流量,或对一些仅仅瞬时流量超负荷的用户在保证用水量的同时降低瞬时过流量。针对不同口径水表选用不同孔径的孔板进行限流,从而达到保护水表的目的。

表面上看,因限流大幅降低了水压,似乎增加了能耗,但由于福州市绝大多数生活小区供水特点是流经水表进入地面水池再经水泵加压的二次供水方式,实际上管道中多余的能量在进入水池后也被损耗掉了;因而从整个市政管网来看,由于限流的作用,保护了水表的上游管网压力,实际上节约了水厂的能耗。从这个意义上说,对于压力要求并不严格的用户,只要保证了用户的水量,实行限流实际上不仅保护了水表,一定程度上对管网也起着“稳压”的作用。

本课题旨在通过限流的一系列试验,研究在不同压力条件下,寻找能将过载流量通过限流达到安

全的流量范围的孔板的最佳孔径,并讨论孔板设置的位置对水表计量精度的影响以及压力对孔板限流效果,并探讨投入实际使用的可能性和意义。

## 2 全市水表超负荷现状

根据2000年7月的资料统计,福州市共有水表近30 000只,其中DN50超负荷水表有17只,DN40超负荷水表有54只,DN25超负荷水表有260只,DN15~20超负荷水表有41只。DN80以上超负荷水表有5只,超负荷水表占水表总数的1.3%。超负荷水表主要集中在小口径水表上,而大量瞬时超负荷的水表以及被压埋或损坏、估抄的水表一时还难于统计。

## 3 试验内容

本试验的内容主要有:

- (1) 同一压力条件下,不同孔径的孔板对同一口径水表的限流效果;
- (2) 同一压力条件下,不同口径水表所对应的限流最佳孔板孔径;
- (3) 同一口径水表的最佳限流孔径在不同压力条件下的限流效果;
- (4) 压力损失试验;
- (5) 限流孔板位置对水表计量精度的影响试验;
- (6) 孔板厚度对限流效果的影响试验。

## 4 主要试验仪器

水表标准校验仪1套;

特制不同口径直管段(带取压环)各1套;(含水表上游、下游长度为10D直管段各1根,D表示水表口径);

特制DN25水表口径的不同孔径和厚度的孔板系列各1套(孔径 $d=6\text{ mm}, 8\text{ mm}, 10\text{ mm}, 16$

mm,20 mm,孔板厚度为6 mm,8 mm,10 mm);

特制 DN40 水表口径的带不同孔径孔板(孔径  $d=15\text{ mm},20\text{ mm},25\text{ mm},30\text{ mm},35\text{ mm}$ )的格林 1 套,标准 DN40 水表的格林 1 套;

特制 DN50 水表孔板,孔径分别为 20 mm,25 mm,30 mm,35 mm,40 mm 1 套;

特制 DN80 水表的孔板,孔径分别为 40 mm,50 mm,60 mm,70 mm 1 套;

秒表 1 只;

压力表(精度 1.5 级,量程 0~0.6 MPa)2 只;

经校验合格的不同口径的水表各 1 只。

试验装置见图 1~2。

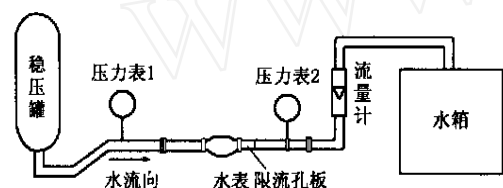


图 1 DN25, DN40 水表的限流试验装置示意

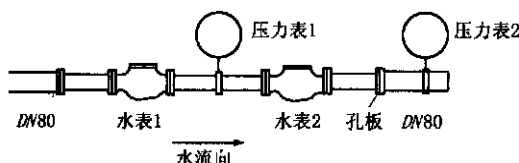


图 2 DN50, DN80 水表的限流试验装置示意

## 5 试验数据统计

以下只以 DN25 水表的数据和结果为例。

### 5.1 压力、限流孔径和流量的关系(见表 1 和图 3)

表 1 不同压力条件下限流孔径和流量的关系

| 压力/MPa    | 0.20  | 0.24  | 0.29  | 0.33  |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| 流量/ $L/s$ |       |       |       |       |
| 孔径/mm     |       |       |       |       |
| 6         |       | 1.358 | 0.491 | 0.565 |
| 8         |       |       | 0.921 | 1.05  |
| 10        | 1.278 | 1.358 | 1.409 | 1.528 |
| 16        | 1.672 | 1.777 | 1.756 | 1.88  |
| 20        | 1.747 | 1.844 | 1.853 | 1.936 |
| 25        | 1.8   | 1.82  | 1.895 | 1.969 |

由图 3 可知,压力范围在 0.2~0.33 MPa 之间,孔板孔径在 6~10 mm 之间时,流经孔板的流量与孔板的限流孔径几乎成正比。用插入法求得,达到将 2 倍于常用流量降至常用额定流量(0.972 L/s),即

限流效果达到 50 % 时的孔径在 8~9 mm 之间。取最佳孔径  $d=9$ ,基本能满足福州市区正常压力范围内超负荷 2~3 倍流量的限流。

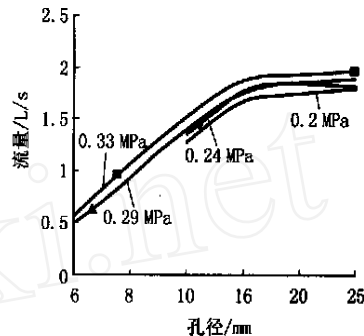


图 3 流量随孔径变化曲线

### 5.2 孔板厚度对限流效果、压力损失的影响

以 DN25 水表为例,限流孔板厚度与限流效果、压力损失的关系见表 2。

表 2 限流孔板厚度与限流效果、压力损失关系

| 孔板厚度 $L/mm$ | 孔板孔径 $d/mm$ | 限流效果/ % | 压力损失 $P/MPa$ |
|-------------|-------------|---------|--------------|
| 10          | 8           | 52.67   | 0.21         |
|             | 10          | 27.52   |              |
| 40          | 8           | 53.1    | 0.25         |
|             | 10          | 34.5    |              |

由表 2 可知,孔板厚度对限流效果有一定促进作用,但不是很显著,对压力损失有一定影响。从孔板造价上比较,孔板厚度为 40 mm 的比厚度为 10 mm 的贵 4 倍,并不经济。

### 5.3 与水表的相对位置对计量精度的影响

孔板设置在水表前,由于水流态变化剧烈,对水表的计量精度影响较大,超过了计量的允许值,当限流板置于水表后时,对水表的影响相对较小,示值误差均在允许值内。以 DN25 水表为例,当孔板( $d=8\text{ mm}$ ,  $P=0.29\text{ MPa}$ )位于表后(3~5)  $D$  时,示值误差分别为 -0.43 % 和 0.33 %。

### 5.4 不同口径水表压力损失与限流孔径的关系(见图 4)

## 6 结论

通过上述试验,可以得出以下几个结论:

(1) 对某一口径的水表而言,限流孔板的孔径在一定范围内,其流量与限流孔径成正比;

(2) 限流板置于水表下游长度 3  $D$  以上,基本能保证水表的计量精度在允许值范围内;

# 单向调压塔水锤防护特性的研究

刘光临 刘志勇 王听权 胡 青

**提要** 单向调压塔是一种用于防止管道系统中产生负压,导致水柱分离再弥合的水锤防护措施。结合九江第三水厂水源泵站长输水管道系统的实例,进行了水锤防护措施的分析,研究了单向调压塔水锤防护的特性。结合工程实际,提出了采用单向调压塔进行水锤防护的技术方案,组织了技术实施,进行了现场试验研究,取得了良好的水锤防护效果。

**关键词** 单向调压塔 泵站 水锤 水柱分离 防护

## 0 前言

水锤分析及其防护设计是供水系统设计的重要内容,设计中不重视水锤计算分析或水锤防护设计不合理将可能导致水锤事故的发生。长输水管道系统,由于地形起伏或管线穿越障碍物等原因,往往出现局部凸起或凹下的管段。这类系统由于水泵的几何扬程不太高,正常运行时管道压力不太大,往往未引起设计及运行人员的重视。在电力中断发生事故停泵时,由于在管道凸部产生“水柱分离”现象,诱发巨大水锤升压,严重的能使管道破裂,泵房被淹,供水中断,造成重大经济损失。

本文结合九江市第三水厂水源泵站长输水管道系统进行了单向调压塔防止“水柱分离”的研究,探讨了经济合理的单向调压塔结构,研究了单向调压塔的水锤防护特性,结合工程实际进行水锤防护的计算机模拟分析,设计并采用了以单向调压塔作为主要水锤防护措施的技术方案,取得了良好的水锤防护效果。现场试验结果与理论分析结果非常吻合,证明对于长输水管道系统,单向调压塔具有效果显著的水锤防护特性。

## 1 单向调压塔的结构及数学模型

### 1.1 单向调压塔的结构及原理

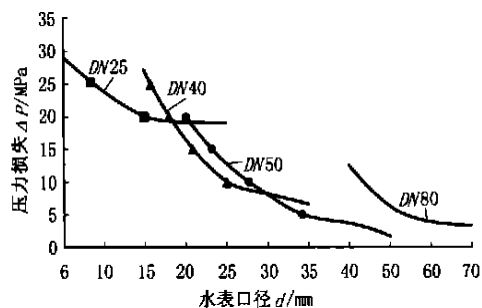


图4 不同口径水表限流孔径与压力损失的关系

(3)由孔径~流量曲线图可以找到3种口径水表限流的最佳孔径:DN25为9;DN40为16;DN50为20;DN80水表因试验条件的限制以及试验所得的数据不充足,不能确定最佳孔径。但从超负荷水表的分布来看,DN80水表的超负荷现象并不严重。因此,前3种水表的限流孔径的确定足以解决实际的超负荷问题。

(4)从压力损失试验来看,由于限流后的压力损

失很大,限流后仅能保证水表的正常流量,不能保证压力满足合格的服务压力,因此,限流的对象仅仅限于超负荷现象较严重、水流经水表后无需提升较高高度、直接进入水池的用户。

因受试验条件的限制和本人工作经验以及学识方面的不足,试验和分析未尽之处,请同行和专家批评指正。

## 参考文献

- 1 汪光焘,等.城市供水行业2000年技术进步发展规划.北京:中国建筑工业出版社,1993
- 2 刘玉春.新加坡水表管理的启示.中国给水排水,2001,17(5):62~64

作者通讯处:350001 福建省福州市六一北路340号

福州市自来水总公司管网部

电话:(0591)7544474

俞国平 200092 同济大学环境科学与工程学院

收稿日期:2000-8-6

discharge would be controlled by their toxicity according to the allowable toxicity guideline. Suggestions are made to develop toxicity-based approach for complex toxic wastewater control in this country.

**Pilot Plant Experiment of Integral MBR Treating Wool Dyeing Wastewater** ..... *Liu Chaoliang et al* (56)

**Abstract :** A integral MBR pilot plant experiment with capacity of 10 m<sup>3</sup>/d was operated continuously in site for 160 days to treat wool dyeing wastewater. The results have shown that the effluent of this process is good and stable in quality. The COD and colority removals can be increased if a pre-treatment of anaerobic acidification is employed. The effluent of this system with COD < 20 mg/L, colority < 4 degree and SS free, is evidently better than that of existing facility with contact oxidation process. In the integral MBR system, the activated sludge is the key factor to remove COD, and MBR fulfills the effluent stabilization. Air aeration and on-line chemical rinsing were conducted at the pilot-plant run to retard the contamination of the membrane.

**Discussion on Poor Vibration Isolating of Pumping Assembly** ..... *Jiang Wenyuan* (67)

**Abstract :** In engineering practice, the problem of poor isolating of vibration for pumping assemblies was encountered sometimes even the isolating work was designed according to the national standard and related references. In this paper the origin which causes the noise is discussed and measures to protect it are proposed, including reasonable selection of the type and installation location of pumping devices, proper consideration of the base of pump, the layout of pipeline system and mutual matching of devices. Also improvements in the installation, auxiliary measures of noise isolating and absorption and water hammer resistance are recommended as well.

**Connection of Branch to Main Drainage Pipeline at the Lower Base of High-Rise Building** ..... *Zheng Tai* (69)

**Abstract :** The incorrect connection of the branches to the main drainage pipeline at the lower base of high-rise building may cause the sanitary wares located in the lower floor out of order by the residual head at the bottom of the vertical pipe. So the connection should be done in right way to avoid the action of residual water head and to insure the free discharge of collected sewage.

**Experiment on Restricting of Overloading Flow Meter** ..... *Zheng Wenfang et al* (80)

**Abstract :** It is ubiquitous in this country that inaccuracy and even damage of the flow meters are always caused by overloading, and these decrease the social and economic benefits of the water enterprises. Flow restricting devices are used to avoid the overloading of the meter. In this paper, the applied conditions of the flow restrictor and its effect on the metering accuracy are discussed.

**Research on Water Hammer Protection for One-Way Pressure Regulating Tower** ..... *Liu Guanglin et al* (82)

**Abstract :** One-Way Pressure Regulating Tower is effective to protect water hammer which is caused by discontinuous water column invited by vacuum inside the pipeline. On the basis of the engineering practice of the water intake pumping station and the long distance water conveyance pipeline to the 3rd waterworks in Jiujiang city, the water hammer protection measures and the water hammer protective feature of one-way pressure regulating tower are discussed and researched. It is the first time in this country to draft a water hammer protection program using one-way pressure regulating tower. We engaged the technical execution and conducted experiment in site. Finally the excellent water hammer protection has been acquired.

**Real Time Water Quality Monitoring System in Hangzhou** ..... *Xu Yang et al* (91)

**Abstract :** The situation of the real time water quality monitoring system for water distribution network in Hangzhou City was presented, and the gathered data of this system was examined briefly. It is concluded that this real time monitoring system is important to enhance the water quality administration of water distribution network.

**Hydraulic Calculation of Sprinkling Fire System of Medium and Low Dangerous Level** ..... *Huang Bingzheng* (96)

**Abstract :** By some practical examples of sprinkling fire systems of medium and low dangerousness with different pipeline layouts, the working pressure of nozzles, the systematic calculated flowrate and the water delivery pressure requested by average sprinkling intensity are validated. Also references on the diameter of water distributing pipe and the water delivery radius are recommended.

**Advances on MBR in China** ..... *Zheng Xiang et al* (105)

**Abstract :** Membrane Biological Reactor (MBR) is a new membrane enhanced biological process treating wastewater. The advances in research and application of MBR in this country are reviewed. It is concluded that MBR has advantages of high removal of pollutants and low sludge yield. The factors which influence the performance of MBR are discussed.