

低压管道灌溉系统中专用水力驱动控制阀的研究与应用

樊铭京¹,吴德华²,王爱军¹,陈祥磊³,马树升^{1*}

1. 山东农业大学 水土学院, 山东 泰安 271018

2. 山东省胶东调水工程牟平管理站, 山东 牟平 264100

3. 日照市东港区水利局, 山东 日照 276800

摘要: 本文开发了一种低压管灌专用水力驱动控制阀,它以低水压管道灌溉系统中的水压作为驱动力,实现对阀门的开启或关闭。在农田深处不增配动力条件下,该设备在管道灌溉系统输配水自动控制中不可或缺,有很好的推广应用前景。

关键词: 低水压管道;灌溉;水力驱动控制阀

中图分类号: S776.24+5

文献标识码: A

文章编号: 1000-2324(2017)02-0226-03

Study and Application of Specialized Liqueumatic Control Valve in Low-pressure Pipeline Irrigation System

FAN Ming-jing¹, WU De-hua², WANG Ai-jun¹, CHEN Xiang-lei³, MA Shu-sheng^{1*}

1. College of Water Conservancy and Civil Engineering/Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China

2. Muping Management Station of Shandong Provincial Jiaodong Water Division Project, Muping 264100, China

3. Donggang District Water Conservancy Bureau of Rizhao City, Rizhao 276800, China

Abstract: In this paper, a specialized liqueumatic control valve in low-pressure pipeline irrigation system is studied and developed, which utilizes the water pressure in low-pressure pipeline irrigation system as the driven force to achieve controlling of turning on or turning off the valve. It is an indispensable technical equipment for auto-control water transmission and division in low-pressure pipeline irrigation system, in the condition of not increasing power in the remote farmland, which has a promising prospect for application and promotion.

Keywords: Low-pressure pipeline; irrigation; liqueumatic control valve

在各类管道灌溉系统中,上下级管道的输配水控制多是借用给水排水领域常用的阀门进行控制;在畦田或灌水沟首部从管道中取水灌溉则采用出水栓进行控制^[1]。目前这些阀门或出水栓的开启或关闭全部为人工手动控制。

从发展高效节水农业和技术进步的要求,急需开发适于管道灌溉的可自动控制的阀门、出水栓,以实现按作物种类要求实施定额灌溉、按水资源管理要求采取预收水费灌溉、按精准灌溉要求进行计量灌溉、按分组轮灌要求进行轮灌等^[2]。而地处农田深处缺少阀门、出水栓自动开启或关闭的动力条件。专门敷设电缆供电或采用太阳能电池供电,又增加了工程投资和管理成本。而借助于灌溉管道内的水压力来开启或关闭阀门、出水栓就成为一种理想的选择。

问题是灌溉管道内的水压力较低,一般只有 1.5~10 m 的水头压力,利用这么低的水头压力来驱动阀门、出水栓的开启或关闭,目前还没有相应的技术和设备^[3],这正是进行本水力驱动控制阀研究的意义所在。

1 水力驱动控制阀研究

对水力驱动控制阀总体研究设计上考虑如下要求,设有一般常规阀体的圆形进口和出口,符合国标规定的标准法兰接口如:DN80\DN100\DN125...DN300 等法兰接口,以便安装时与上下游设备或管道的连接;将整个阀体加长使内腔流道扩宽加长以减少水头损失;对阀体公称压力按照国标 2 个级别 PN10 和 PN16 进行设计制作;整个阀体及阀盖采用灰口铸铁材质铸造;阀腔内的膜片采用优质橡胶用模具热压成型制作;复位弹簧采用 304 不锈钢材质加工制作等。

1.1 水力驱动控制阀结构与原理

收稿日期:2016-10-11

修回日期:2016-11-10

作者简介:樊铭京(1963-),女,高级实验师.主要从事水利、土木类专业实验教学及科研工作。

*通讯作者: Author for correspondence. E-mail:mashusheng8836@163.com

按上述要求研究设计的水力驱动控制阀，其结构图如图 1 所示：主要由伞形上盖 1、扩上口阀体 2、大直径弹性膜片 3、挡水活塞盖板 4、竖向连杆 5、导流管 6、先导三通阀 7 等主要部件组成。其工作原理是以阀体上下游水压差为动力，通过推动阀体腔内的大直径弹性膜片和挡水活塞板使其垂直向上或向下运动以实现阀门的开启或关闭。

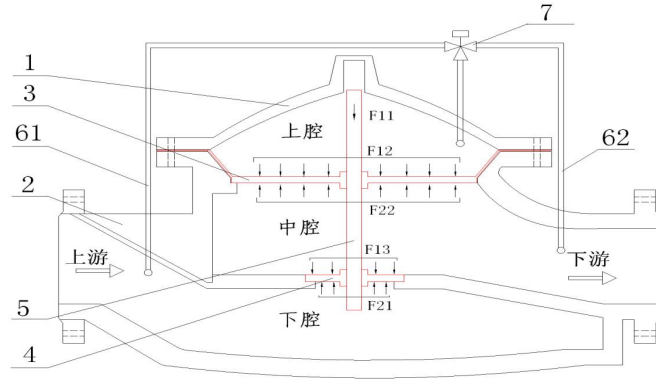


图 1 水力驱动控制阀结构与原理示意图

Fig.1 The structure and principle of liquamatic control valve

在大直径弹性膜片、挡水活塞盖板和竖向连杆上，主要作用力为：自重 F_{11} 、上腔水压力 F_{12} 、中腔水压力 F_{22} 和 F_{13} 、下腔水压力 F_{21} 。其中： $F_{11}+F_{12}+F_{13}$ 为铅直向下的关阀力， $F_{22}+F_{21}$ 为铅直向上的开阀力。具体的运动方式是：（1）当导流管 61 导通时导流管 62 关闭，上腔处于冲水状态且压力与上游相同、中腔压力与下游相同，此时 $F_{11}+F_{12}+F_{13}>F_{22}+F_{21}$ ，阀门处于关闭状态；（2）当导流管 62 导通时导流管 61 关闭，上腔处于排水状态且压力与下游相同、中腔压力仍与下游相同，此时 $F_{11}+F_{12}+F_{13}<F_{22}+F_{21}$ ，阀门处于开启状态。

该水力驱动控制阀的创新点在于其结构构思设计上，确保在上游管道水头压力低至 1.5 米时，仍可利用该管道水压灵敏地关闭阀门或开启阀门。

1.2 水力驱动控制阀研发过程

水力驱动控制阀的研发始于 2009 年，经历了如下几个研究步骤：开始主要是对给排水领域使用的阀体进行了解调研、进行结构分析论证和水力学计算论证等工作；再是进行阀体结构设计和计算机动画模拟，分析论证和讨论修改等；第三步是设计制作铝质模具、用灰口铸铁铸造阀体毛胚、机床加工组装、阀体水密性测试和压力测试；第四步是在 1.5 米恒水头条件下，进行阀门开启或关闭灵敏程度测试、关阀密闭性测试和过水能力测试；最后是总结第三、第四步测试记录，综合分析提出改进完善方案，最后确定水力控制阀的定型样式。

图 2 是 DN300 型水力驱动控制阀模具图。

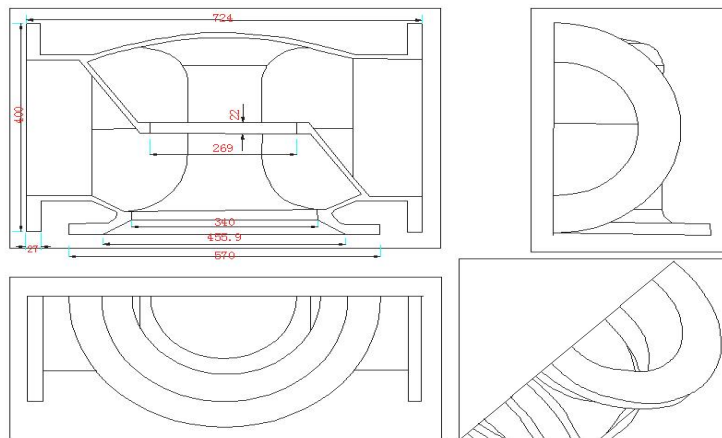


图 2 DN300 型水力驱动控制阀模具图

Fig.2 The mold of liquamatic control valve of model DN300

该水力驱动控制阀于 2013 年 3 月获国家专利，专利号为：ZL 2012 2 0481207.1。目前该水力驱动控制阀已进行了批量生产，规格范围由 DN65、DN80、DN100、DN125、DN150、DN200、DN250、DN300。图 3 是 DN125 型水力驱动控制阀照片。



图 3 DN125 型水力驱动阀实物照片

Fig.3 The material object of liquamatic control valve of model DN125

2 水力驱动控制阀应用

该水力驱动控制阀的研制成功，对于管道灌溉系统的输配水自动控制意义重大。可在无新动力供应条件下实现定额灌溉自动控制、预收水费灌溉自动控制、精准灌溉自动控制、遥控灌溉自动控制等，大幅提升了灌溉管理水平。

该水力驱动控制阀自 2012 年 3 月研制出品，先后在如下地区和项目中得到应用：2012 年 4 月在枣庄市薛城区 2011 年度小农水项目中，在低压管灌的 12 条支管分别装了 12 台 DN80 的水力驱动控制阀，一直正常使用至今；2013 年 4 月在日照市东港区 2012 年度小农水项目中，在四亩地水库低压管灌的管网上，装置了 30 余台 DN200、DN250、DN300 规格不等的水力驱动控制阀，应用情况良好，管网与水力驱动控制阀布置见图 4；2014、2015、2016 年先后在临沂市沂水县、东营市河口区及利津县、德州市陵城区有较多应用，使用效果得到普遍肯定和赞同。



图 4 管网与水力驱动控制阀布置图

Fig.4 The arrangement of pipe network and liquamatic control valve

3 结语

笔者近几年持续参与了部分山东省广泛开展的小型农田水利重点县建设项目，实践和见证了这项事业的快速发展。也深刻认识到该行业对先进及可靠技术设备的迫切需求。水力驱动控制阀就是针对低压管道灌溉系统输配水自动控制时，缺少专用控制阀而进行研究开发的。经过近几年的研究及应用已取得一定成效，也展示出该水力驱动控制阀较好的推广应用前景。

参考文献

[1] 马腾远,马树升,张玉宾.低水压水力驱动灌溉控制专用装置:中国,CN201220481207.1[P].2013-03-06
 [2] 樊铭京,谢清华,宋玉娟,等.作物智能化精准灌溉监测控制技术应用研究[J].山东农业大学学报:自然科学版,2012,43(2):299-303
 [3] 华东水利学院.水力学[M].北京:科学出版社,1979