

并联管组系统中的流体流量分布研究

卜江华, 胡明辅, 朱孝钦

(昆明理工大学 生物与化学工程学院, 云南 昆明 650224)

摘要: 概述了并联管组系统中流体分布不均的情况, 通过研究分析, 指出流体分布不均是由于分流集管与汇流集管的压力分布不均造成的, 是一般并联管组系统的固有特性, 进而提出了解决并联管组流体流量分布不均的基本思路和方法, 提出通过改变集管的阻尼配置, 改变集管的压力分布, 使得分流集管与汇流集管的压力分布一致, 即可使系统的流量分布达到均匀状态。

关键词: 并联管组; 并联管路; 流体分布

中图分类号: O35 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007 - 855X(2003)05 - 0131 - 03

Research on Fluid Flow Distribution in Parallel Pipeline System

PU Jiang-hua, HU Ming-fu, ZHU Xiao-qin

(Faculty of Biological and Chemical Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650224, China)

Abstract: The situation of the non-uniform on fluid flow distribution in parallel pipeline system is presented. It is pointed out that non-uniform on fluid flow distribution is the natural characteristics of the system by theoretical analysis. Some essential ideas and methods to solve the problem are put forward.

Key words: parallel pipeline; parallel pipeline system; fluid distribution; flow distribution

1 并联管组中的流体流量分布问题

管路系统中并联管路系统如图 1 所示, 此类系统中的流量分布是很不均匀的, 而且系统规模越大其流量分布就越不均匀。比较典型的如柴油机冷却水系统^[1]、核电厂冷却水系统^[2]、农田滴灌、喷灌系统、锅炉的集箱—炉管系统^[3]、太阳能集热器阵列的集管—翼管系统^[4]等。由于流量分布不均造成的安全问题时有发生, 效率低下的问题随处可见。

仅以太阳能集热器阵列为例, 如图 2 所示, 它由若干片集热器集合而成, 是一个在两平行集管之间并联若干等长支管的并联管路系统。两集管间并列的支管(翼管)常有数十根至数百根。由于流量分布不均匀, 大大降低了集热器阵列的整体热效率。上海机械学院在国家自然科学基金的资助下对集热器阵列的流量分布情况及其对热效率的影响进行了理论分析和实验研究^[4,5], 文献[5]以 4 片集热器组成的阵列作为研究对象, 发现第一至第四片集热器的流量分别占总流量的 40.0%、6.0%、2.6%和 51.4%, 即第四片集热器的流量为第三片的 19.8 倍, 可见其支管的流量分布是极端不均匀的。据文献[4]所提供的资料估计, 由于流量分布不均造成的温度不均使热效率下降 20%以上。其它如 Kikas 和天津大学^[6~8]的研究结果也大体如此。

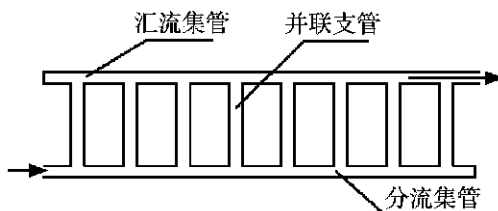


图 1 并联管组示意

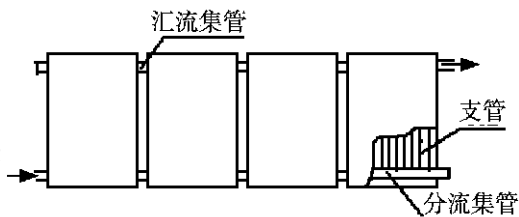


图 2 太阳能集热器陈列示意图

收稿日期: 2003 - 01 - 10; 基金项目: 云南省教育厅科学研究基金(项目编号: 02ZY127)。

第一作者简介: 卜江华(1977.8~), 男, 硕士研究生; 主要研究方向: 能源技术与工程。E-mail: humingfu @public.km.yn.cn

2 并联管组中的流体分布机理

我们讨论的并联管路系统,限于各并联管路为等长、等径的情况.如柴油机冷却水系统、锅炉的集箱—炉管系统、太阳能集热器阵列的集管—翼管系统等都属于此类系统.

根据流体力学知识,流体流动的动力为管路两端的压差,压差越大,流速越高,即流量越大.显然,各并联支管两端的压差决定于两集管(分流集管和汇流集管)的压力分布.也就是说,并联管路系统的流量分布决定于两集管的压力分布.

设:分流集管的压力分布为

$$P_1 = f(x)$$

汇流集管的压力分布为

$$P_2 = g(x)$$

如果在任意位置(x)有:

$$P_1 - P_2 = C(\text{常数})$$

即两集管的压力分布规律一致,各支管两端的压差为常数,那么各支管的流量相等,也即该并联管路系统的流量分布是均匀的.反之,如果

$$P_1 - P_2 \neq C(\text{常数})$$

即两集管的压力分布不一致,则在任意截面两集管间的压差不一致,即各支管两端的压差不一致,那么各支管的流量不一致,也即该并联管路系统的流量分布是不均匀的.

如上只是两种假设而已,下面我们对两集管的压力分布作具体分析.集管的压力分布决定于管内流体动能与静压能的相互转换和流体的沿程阻力损失.对于分流集管,由于其分流作用,流量沿集管越来越小,即流速越来越小.由于流速减小,使得流体动能减小,静压能增加;由于流速越来越小,阻力损失趋缓.两种因素的作用结果,可能使分流集管的压力沿程上升,也可能缓慢下降,或先下降(流速高,阻力损失大)又缓慢上升.对于汇流集管,由于其汇流作用,流量越来越大,即流速越来越大.由于流速增大,使得流体动能增大,静压能减小;由于流速越来越高,阻力损失加剧.两种因素都使得静压能减小,其结果必然是使汇流集管的压力沿程减小,且通常是减小的速率越来越大.

通过以上分析,可见两集管的压力分布是很不相同的,如图3所示.即并联管路系统的流量分布是不均匀的.由此我们可以得出结论,并联管路系统的流量分布不均匀是并联管路系统的固有特性.

3 解决并联管组中流体分布问题的思路和方法

从对此类系统流量分布的研究状况看,到目前为止,国内外的研究基本上集中在对现有系统的特性研究方面,对系统特性的了解已经比较充分,但就对系统流量分布不均的问题,还没有能提出切实可行的解决办法.

由前文分析可知,并联管组中的流体分布不均均是并联管组系统的固有特性.因此,要改变并联管组中的流体分布不均的状况,必须要改变系统的传统结构.

由前文分析可知,我们可以通过改变集管的阻尼(“阻尼”原为机械振动学的术语,这里用来指流体流动受到的阻碍效应)配置,改变集管的压力分布,使得分流集管与汇流集管的压力分布一致,如图4所示,从而使任意支管两端的压力差都相等,即可使系统的流量分布处于均匀状态.由此提出了使并联管路系统流量分布均匀化的“流量均布模型”.其基本思路与方法是,在系统框架的基础上,建立系统流量均布模型,通过求解,寻求使系统流量分布均匀化所需的系统阻尼配置.经初步研究,证明这种思路与方法是可行的.

(下转第142页)

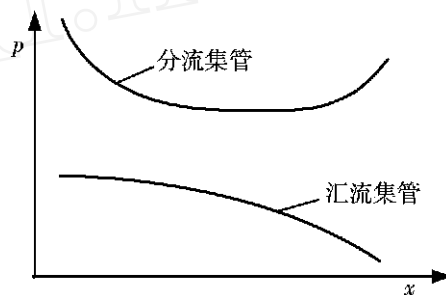


图3 并联管组集管压力分布示意图

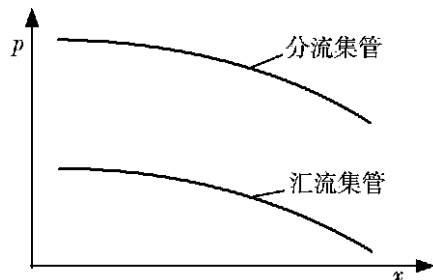


图4 流体均布模型集管压力分布示意图

使各个服务提供商通过不同的网络在同一个平台上按统一的标准进行电子交易成为现实.平台用户实行统一的认证、授权、计费 and 结算等管理,用户使用一个账号进入平台,就可以享受现在和将来所有服务机构提供的任何电子商务服务.电子商务综合服务平台实质上就是以电子商务基础设施为纽带,把电信服务、信息服务、技术服务、商业服务以及消费者融合在一起,通过信息交换平台的统一接入、统一应用和统一管理的综合服务机制,将基于各种网络之上的离散的、局部的电子商务应用通过信息交换技术形成标准的各项业务向社会开放,从而把复杂的电子商务应用归结为简单的 XML 信息交换平台.这种电子商务全网的综合服务需要建立统一的信息交换标准和应用接口规范,必须开放电子商务信息交换综合服务平台体系结构,制定各行各业统一的电子商务信息交换标准和应用规范,构建统一的电子商务综合服务平台基础设施,促进中国电子商务产业化、规范化、规模化发展^[4].如图 2.

3 结论

由于 XML 具有良好的数据存储格式、可扩展性、高度结构化、便于网络传输等特点,而且对于多种异构数据格式,XML 的诞生为电子数据交换提供了新的思路,EDI 的缺陷正是 XML 应用的长处,XML 充分利用了现有的网络资源,通过定制 DTD/Schema 可以方便灵活地体现新的商业规则.许多基于 XML 的商务过程应用都着重数据交换应用上,同时,XML 也应用在本地计算,数据的多种显示和网络出版,支持各种应用的互操作和集成等领域.本文分析探讨了一些在商务过程及其他相关领域的信息交换的应用模式.

参考文献:

- [1] Benoit Marchal. XML 示例程序导学[M]. 杨洪涛,顾雷,等译.北京:清华大学出版社,2001.1~170.
- [2] XML 学习指南之实战篇[OL]. <http://www.yesky.com/34868224/174046.html>.
- [3] Web Application Development with Js and XML ,part 1 - v[OL]. <http://developer.java.sun.com/developer/technicalArticles/XML/webAppdev/>.
- [4] 张森,刘旭东. B2B 商务过程元模型的研究与设计[J]. 计算机工程与应用,2003,(2):220~222.

(上接第 132 页)

综上所述,并联管路系统中的流量分布是很不均匀的,而且系统规模越大其流量分布就越不均匀;流体流量分布不均是由于分流集管与汇流集管的压力分布不同而造成的,因而并联管路系统中的流量分布不均匀是系统的固有特性;解决并联管组流体流量分布不均的问题,可以通过改变集管的阻尼配置,从而改变集管的压力分布,使得分流集管与汇流集管的压力分布一致,即可使系统的流量分布达到均匀状态.

参考文献:

- [1] 施卫东. 柴油机汽缸盖冷却水道流量分布规律探讨[J]. 四川工学院学报,1995,14(3):24~27.
- [2] 程稳等. 泰山核电厂设备冷却水系统流量分布实验[J]. 核动力工程,1993,14(1):46~50.
- [3] 罗永浩,杨世铭. 锅炉管组集箱静压分布的离散模型[J]. 动力工程,1997,17(3):32~36.
- [4] Wang X A. Analysis and Performance of Flat - plate Solar Collector Arrays[J]. Solar Energy, 1990,45(2):71~78.
- [5] 王兴安,余佩桢等. 太阳能热水系统等温流动特性的研究[J]. 太阳能学报,1988,9(2):119~127.
- [6] Kikas N P. Laminar Flow Distribution in Solar System[J]. Solar Energy,1995,54(4):209~217.
- [7] 赵镇南. 集管系统压力与流量分布的研究——()U 型布置时的分析解[J]. 太阳能学报,1999,20(4):377~384.
- [8] 赵镇南. 集管系统压力与流量分布的研究——()Z 型布置时的分析解[J]. 太阳能学报,2001,22(3):363~366.