

液压阀口典型空化特征

尹灿辉

(郑州大学机械工程学院 河南 郑州 450001)

【摘要】运用高速摄像、噪声分析等手段对不同阀口空化流场及流动特性进行了分析,高速摄像机采用微距放大模式进行观测,结合大量观测结果总结出阀口空化的典型特征,以及和阀腔内部压力分布的相关关系,在此基础上研究了阀口结构及流动参数对空化形态、流量与噪声特性的影响。

【关键词】液压阀;液阻;空化特征

1. 阀口流场特征分析

在整个系统中,节流阀是重要的部件之一。因为它发挥着重要的作用。通过改变阀口的开度调节流量,但是往往因为压力梯度的存在而造成很大的压头损失,造成严重的空化问题。与阀口相比而言,管道的通径要大得多,当流体经过管道时速度相对很小,液体流经阀口时,速度急剧增加,从而导致动压的增加,而静压降低;当速度足够大时,阀口的压力降到蒸汽压以下便产生空化。空化会在下游溃灭,是因为蒸汽压小于下游区域的压力导致的,空化溃灭产生的大量能量集中在相对狭小的区域,产生强大的冲击波。超大能量的冲击波在阀部件的表面引起震动,产生刺耳的噪音,或者长时间重复破坏局部区域造成气蚀。

液压元件阀口部位流道狭窄,结构十分复杂,流动参数变化剧烈,用一般的理论方法很难对其流动特性进行精确解析。此外,阀口空化现象的产生与发展还受到诸多方面因素的影响,呈现出气泡群非稳态流动、高速剪切流动和旋涡脱离运动等多种复杂流态,这些因素无疑加大了研究的难度。在此领域,国内外研究比较少,研究方法以实验为主,在理论的基础上进行归纳分析。

2. 液压阀口典型空化特点

阀口内部流动现象复杂多变,所呈现的空化形态更是千变万化。通过大量的高速摄像结果分析,选取具有代表性的特征进行分析。

2.1 固定型空化

固定型空化通常发生在U型槽内,其空化的溃灭从尾部开始,当其溃灭区域很小时,并不会对其它部分产生影响。在没有背压的情况下,进口压力很小时出现,气泡在节流槽底部产生,一直延伸到槽出口以外。固定型空化极易受到外界的干扰,稍稍提高进口压力气泡流便发生溃灭。

2.2 附着型空化

附着型空化一般出现在u型槽内部,在一定的流动条件下,当节流槽深度 $\geq 1\text{mm}$ 时便会发生,并且随着槽深度的增加这种现象更加明显。气穴从节流边附近产生以后便稳定附着在槽口两侧的壁面上,发育区可以很长,达到6~8mm,也可以很短。与固定型空化不同,附着型空化不是一动不动,而是到处游移。这种游移并非到处乱串,而是围绕某个位置在附近游移,且始终不会被冲到下游。当压力梯度较大或背压提高时,下游会出现明显的溃灭区,但不会对上游的发育区产生影响,附着型空化的产生与u型槽口节流边后部的等截面流道有关,气泡在节流边附近产母以后不会立刻受到背压区旋涡或回流的影响,在不受扰动的情况下气泡流的发育区得以持续发展,形成泡线状态。

2.3 旋涡型空化

旋涡空化一般出现在较深的u型阀口内部,也会出现在某些v型阀口节流边流束脱离区附近,但由于v型阀口的空化区一般均伴随有强剪切现象出现,所以旋涡型空化形态很不明显,从外观上看,和u型阀口的空化形态完全不同。u型阀的旋涡一般出现在槽的底部与边壁

相交的部位,低压区出现在节流边上游槽的底部,与局部损失有关。当气泡流延伸到槽口咀外时,受背压的影响比较明显。由于节流边后部等截面流道的作用,槽内的气穴受背压影响很小,因此很难消失。旋涡型空化受结构参数的影响很大,而受流动参数的影响很小,在很小压力梯度或雷诺数的环境中便能够产生;在对系统的影响方面,此种空化类型所造成的气蚀及噪声危害都较小。

2.4 分离型空化

分离型空化经常出现在流出节流槽的情况下。分离型空化开始发生时,在边界附近一般出现非圆形的空腔或空化云,伴随着空化的剧烈程度增加,气泡从槽的出口向四周扩展,表现出强烈的紊动状态。通过高速摄像的结果分析,整个空化发生区呈现沸腾状态,并且没有明显的周期性。分离型空化的产生原因是由于液体在流出节流槽时撞击槽口边缘,进而在出口边界后部形成流体分离所导致。

2.5 超空化

超空化是在所有阀口空化流中最常见的一种类型,它可以发生在任何结构的节流槽内部。在没有背压的情况下随着压力的提高,气泡流的长度急剧增加,气穴从节流边附近产生后便迅速溃灭,直到充满整个阀腔。提高背压对抑制超空化有明显的抑制作用,超空化状态下气泡流会对周围造成很大影响,使液压油的温度迅速提高,并使金属表面产生气蚀。

3. 结论

通过运用高速摄像、仿真分析、压力分布、噪声测量等手段对液压阀口空化流场及流动现象进行分析,在此基础上总结出典型的阀口空化类型,且对不同阀口类型的结构参数——阀口开度和节流槽深度,以及流动参数——进口压力和背压对空化形态、流量噪声特性的影响进行了总结:

(1)通过实验表明阀口高速流动中空化开始位置、形态分布及噪声特性都与阀内压力分布密切相关,阀腔内压力分布结果显示,最低压力出现在节流边与阀口相交的锐缘区附近,与大部分高速摄像中的空化图像观测结果十分吻合。但由于阀口结构复杂,内部出现湍流、旋涡等多种流态,因而呈现出多种空化类型。每种空化类型都由特定的空化发生机制及压力分布模式决定,所以某些空化现象无法仅从压力分布的测量结果得到解释。

(2)通过高速摄像及噪声测量结果表明,在阀口形式一定的情况下,空化噪声主要取决于阀口开度、节流槽深度、进口压力和背压大小。进口压力主要影响发育区的气穴饱和度,从而在一定程度上影响气泡的溃灭强度;阀口开度和深度主要影响空化初生位置和泡流长度,背压则通过影响阀腔内的压力分布,直接决定了气穴发育区和溃灭区的发展状态。

(3)随着背压升高,气泡流发育区变短,因而溃灭前气泡粒度减小,大量气泡在阀腔内部溃灭,噪声出现峰值,之后随着背压升高噪声值线性降低,噪声曲线在整个背压区内呈抛物线状。频谱分析表明,噪声主频随着背压增大逐渐升高,说明气泡尺度大小是影响噪声声级的重要因素之一。流量和噪声声级之间没有必然的(下转第249页)

何为真理?人们通常认为,宇宙运行遵循的客观规律就是真理。人类的理性能够掌握这样的客观规律吗?量子力学里面的人择原理说,我们感觉到宇宙是如今这样,所以它就是这样。我个人认为,所谓的真理,就是研究者如何合理使用理性,规定研究者与被研究物体之间的关系。追求真理就是努力把自己划定的关系弄得完美,捍卫真理就是坚持自己的规定。

王阳明所讲的“致良知”,我的理解,就是教导人把人人,人物的关系划定的尽善尽美。人理与良知其实就是天理。我发现,在做物理研究时,对于相同的一种现象,物理学家们经常有多种解释和诠释,这些表述方式都无法找到错误的地方,我感到非常的迷茫。其实,自己去定义联系就是所谓的追求真理,既然是自己去限定,根据习惯的不同,不同的人有着不同的约定,这些限定其实是从不同的角度去描述相同现象。

研究者的主观同样会影响到身为研究对象的科学。实验物理学家喜欢说:粒子的运动轨迹是不应该被观察的,因为粒子的运动轨迹会被观察者目光的压力所影响。既然科学研究的实质就是探求真理,自己和被研究物体之间的联系需要我自己去定义,则此时的真理就是当我的规定和别人的定义相同时。如果你不能坚持使用公心去做自己的约定,追求真理就只是泛泛而谈,流于表面。这种道理就是“知行合一”。

“知行合一”平时只是听听而已,从未认真思索过,更不用说用它来指导工作和生活了。大多数人对待“知”与“行”时,只是热切的想去获得知识,获得知识之后就束之高阁,没有把知识升华为真理,不能够在生产生活中进行实践,知行合一也就仅仅是停留在口头上。

现在的时代是所谓的知识大爆炸的时代。若按照古代讲的“格物致知”,人一辈子只需要格物就能获得知识。而“知行合一”理论所批评的现象是:很多人止步于在知识的获得和学习层面,不能主动的去实践,去追求真理,那是很多人的借口,那就是因为我知道的还不够,所以没办法做实践,我要等到学习到足够多知识的时候再去实践。

(上接第176页)联系,但会在一定程度上影响空化发生时的背压范围。

【参考文献】

- [1]朱自强.应用计算流体力学[M].北京:北京航空航天大学出版社,1998.
- [2]何永森,刘邵英.机械管内流体数值预测[M].北京:国防工业出版社,1999.
- [3]傅德薰,马延文.计算流体力学[M].北京:高等教育出版社,2002.
- [4]继汤.空化与空蚀的原理及应用[M].清华大学出版社,1991.
- [5]明龙.紊动剪切流中气核振荡对空化的作用[J].水动力学研究与进展,1994,9

(上接第245页)表2 朝阳市2010-2012年各指标进步率

三级指标	进步率(%)
地表水体质量(%)	29.07
人均GDP(元)	54.54
城镇化率(%)	10.94
城镇居民人均可支配收人(元/人)	32.03
农村居民人均纯收入(元/人)	41.47
人均教育经费投入(元/人)	80.92
农村改水率(%)	54.99

3.政策和建议

朝阳市地处科尔沁沙地南缘,是我国沙地草原与山地森林草原过渡带,是京、津、唐工业经济圈及辽宁中部工业城市群的重要生态屏障^①。结合朝阳市属经济社会欠发达地区的特点,如何在工业文明不发达的条件下,建设一种科技与生态文明同步发展,经济建设与生态建设共同进步,人与自然和谐相处的现代文明,本文提出以下

“知之真切笃实处即是行,行之明觉精察处即是知”。所谓的“知行合一”指的是,知与行的原本形态是自然的、一体的、紧密联系的,是同一个研究过程呈现出来的两个方面。如果把知与行单独分为两部分时,那么此时的是知与行已经脱离了知行本体,也就不再是知行的原本状态了。追求真理过程只能通过知行合一来完成。

目前,我所从事的课题是——裂纹扩展的分子动力学研究,涉及了物理学、材料学、断裂力学、计算机、软件等多方面的体系,最开始我的想法是等对这个体系的所有方面都了解了之后再行实践。所以,但我开始慢慢了解这个体系时,由于研究对象涉及的东西很多,而时间上的缺乏不允许我采用这样的研究方式。难道我一定要充分了解了各个方面之后才能去做研究吗?许多时候,我们觉得没办法实践的原因是因为我们知道的不够多。后来我从最基本的人手,脆性断裂发生的突然,危害性大,而单晶硅在低温时有着非常好脆性,因此我选取了单晶硅材料作为研究对象研究脆性断裂,使用计算机进行测试,后来又逐渐发现裂纹尖端结构对于裂纹扩展影响是非常大的,就这样以点带面,慢慢的就把科研做起来了。由于是自己选好了科研内容,虽然过程有些曲折,但是我充分发挥自己的主观能动性去实现问题的解决,进行实践,在实践的同时修正着自己的想法和认识,促进自己向更深层次发展。

3.结语

从以上的论述我们已看出王阳明的哲学思想一方面能加深我们对物理规律本质的认识,另一方面,帮助我们认识到物理学与哲学之间的联系。在今后的科研活动中,我们要认真的培养自己的哲学意识,从而达到能够使用哲学原理去指导物理学的研究,这样就能够使科学研究工作顺利有效的进行。

【参考文献】

- [1]王阳明.王阳明全集[M].上海:上海古籍出版社,1992.
- [2]陈来.有无之境——王阳明哲学的精神[M].北京:人民出版社,1995.
- [3]黄宗羲.黄宗羲全集[M].浙江:浙江古籍出版社,1995.

(2):182~189.

- [6]国庚,罗军,黄素逸.空化初生的热力学影响研究[J].华中理工大学学报,1999,27(1):66-68.
- [7]建亚,何存兴.液压元件[M].北京:机械工业出版社,1993.
- [8]路雨祥等.电液比例控制技术[M].北京:机械工业出版社,1988.
- [9]吴根茂,邱敏秀,王庆丰等.实用电液比例技术[J].杭州:浙江大学出版社,1993.
- [10]李运华,史维祥.液压技术现状及发展趋势[J].机床与液压,1994,(4):187-193.
- [11]杨尔庄.二十一世纪液压技术现状及发展趋势[J].液压与气动,2000(4):1-3.

政策建议:

(1)建设城市周边防护林带,防止风沙入侵并提高绿化覆盖率;加强自然保护区的有效保护;大力发展生态产业,促进经济增长方式转变,将生态资源优势转化为经济社会发展优势,建设资源节约型、环境友好型社会。

(2)制定符合朝阳市的社会发展规划,加快产业结构调整步伐,提高服务业产值占GDP比例;加大教育投入,改善农村办学条件,对农村劳动力进行就业培训,重视培养本土人才,为生态文明建设储备高素质人力资源。

(3)淘汰落后产能,推广采用节能降耗产污少的工艺设备,完善固体废物处置和工业污水处理设施,加快循环经济促进废物循环利用。

【参考文献】

- [1]沈镛.欠发达资源富集山区的生态文明发展模式与对策建议——以黔东南为例[J].长江流域资源与环境,2011,20(4):501-507.
- [2]戴武刚,刘楠.朝阳市生态环境现状与恢复建设对策[J].水土保持应用技术,2009,5:32-34.