

细长板开启角度与明渠均匀流流量关系研究

刘力旻,徐 辉,于永海,王高鹏

(河海大学现代农业工程系,江苏 南京 210098)

摘要 分析绕轴转动细长板在一定的明渠均匀流流量作用下的受力状况,应用静力矩平衡原理对细长板的开启角度与明渠均匀流流量的关系进行研究,推导出它们之间的计算关系式.该式表明细长板的开启角度随明渠均匀流流量的增大而增大,两者具有单值对应关系.通过水力试验,将同一流量下细长板开启角度的理论计算值与试验测量值进行比较,结果表明两者吻合良好,为灌区量水提供了一种新方法.

关键词 明渠均匀流 流量 绕流 灌区量水

中图分类号 S274 ;TV131 文献标识码 A 文章编号 1006-7647(2005)01-0045-03

Study on the relationship between opening angle of slim plates and discharge of uniform flow in open channels//LIU Li-huan, XU Hui, YU Yong-hai, WANG Gao-peng (Department of Modern Agricultural Engineering, Hohai Univ., Nanjing 210098, China)

Abstract :Based on an analysis of the stressing state of a slim plate turning on its axis under the action of uniform flow with certain discharge in an open channel, a study was performed on the relationship between the opening angle of slim plates and the discharge of uniform flow in the open channel, and a corresponding formula for calculation was derived. According to the formula, the opening angle of slim plates increases with the discharge of uniform flow. Hydraulic experiments show that the calculated results of the opening angle of slim plates are in good agreement with the measured data. So the present study provides a new method for discharge measurement in irrigated areas.

Key words :uniform flow in open channel ; discharge ; circumfluence ; discharge measurement in irrigated areas

目前对于绕流的研究,集中在水流绕固定物体的运动规律上,主要包括流场的数值模拟与流态的定性分析^[1~3],但对于水流绕运动物体的流动规律却少有研究,本文对此问题进行初步探讨.

一个物体置于流水中,将对水流产生绕流阻力,包括摩擦阻力与压差阻力.对于边界较为平直的物体,例如沿着流向放置的平板,其阻力主要表现为摩擦阻力^[4].对于边界变化较大的物体,例如垂直于流向放置的平板,则阻力主要表现为压差阻力.这时水流对物体的迎水面将作用一个附加的压强,而在物体的背水面水流自物体脱离并产生一个低压回流区,从而物体对水流产生压差阻力,该压差阻力与流量具有确定的关系^[4].拍门是泵站常用的一种截流闭锁装置,泵站正常运行时,它在有压管流的作用下,开启一角度,开启角度与流量也存在一定的关系^[5].若在明渠均匀流中放置一个类似拍门的绕轴转动的细长板,其开启角度与流量之间存在的关系将是本文重点讨论和研究的问题.

1 理论推导

绕轴转动的细长板,置于明渠均匀流中,如图 1 所示.在一定的明渠均匀流流量下,细长板在水流冲击力 P 、自重 G 及浮力 F 作用下,开启一角度 α ,此时对 O 点达到静力矩平衡,如图 2 所示.设水流冲击力 P 对 O 点的力矩为 M_P ,自重 G 对 O 点的力矩为 M_G ,浮力 F 对 O 点的力矩为 M_F ,则有 $M_P - M_G + M_F = 0$.

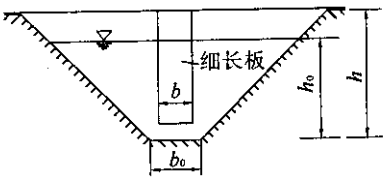


图 1 明渠横断面示意图

1.1 水流冲击力 P 及其对 O 点的力矩 M_P

a. P 的大小.细长板所受水流冲击力可用式(1)计算^[5] :

作者简介 刘力旻(1980—),女,内蒙古临河人,博士研究生,从事泵站水力学及流体力学研究.

表 2 细长板开启角度 α 的试验值与理论值比较

$Q_0/(\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1})$	$\alpha_{\text{理论}}/(^{\circ})$	$\alpha_{\text{试验}}/(^{\circ})$	$\alpha_{\text{试验}} - \alpha_{\text{理论}}/(^{\circ})$	相对 误差/%
0.025	27.5	27.0	- 0.5	- 1.8
0.045	36.5	36.5	0.0	0.0
0.060	40.5	41.0	0.5	1.2
0.080	44.5	45.5	1.0	2.2
0.100	49.0	48.5	- 0.5	- 1.0
0.120	50.5	50.0	- 0.5	- 1.0
0.150	55.5	54.0	- 1.5	- 2.7
0.180	58.0	59.0	1.0	1.7
0.200	60.5	61.0	0.5	0.8

误差,说明了理论的合理性与计算的正确性.

3 结 语

- a. 本文对绕轴转动细长板的开启角度与明渠均匀流流量关系进行了研究,导出它们之间的计算关系式,得出水流绕运动物体流动的规律.
- b. 在确定的明渠断面尺寸与细长板结构尺寸以及确定的安装布置条件下,只要测出细长板开启角度,便可计算出明渠均匀流的流量,实现流量的测定.当前灌区应用较为广泛的量水槽,其关键是准确测得临界水深,但当槽中没有来流时,仍有水位显示,因此仍有流量显示,且量水槽作为一种量水建筑物,对其造型有较为严格的要求,对施工要求较高.在使用各种量水仪表时,对仪表的安装或施测环境要求较高.因此灌区量水迫切需要解决的问题是研制开发精度合理,制作、安装、维修方便,适合面广量

大的斗、农渠推广应用的量水设备^[8].基于本文原理的量水设施可以较好地满足这些要求.

c. 本文得到的计算关系式同样适用于矩形断面的渠道以及各种尺寸的细长板,但流态仅限于明渠均匀流.实际中多是明渠非均匀流,在明渠非均匀流状态下,细长板的开启角度不仅与流量有关,还与板前水深有关,对此需作进一步的研究.

参考文献:

[1] 孙德军,胡国辉,尹协远,等.圆柱绕流低维 Galerkin 方法的推广[J].中国科技大学学报,1997,27(3):266—269.
[2] 王刚,邓学 ,王延奎,等.亚临界雷诺数细长体绕流流态随迎角的变化和分区[J].流体力学实验与测量,2003,17(2):20—25.
[3] Fujii K,Schiff L B.Numerical simulation of vortical flow over a strake-delta wing [J]. AIAA Journal,1989,27(9):2121—2129.
[4] 李家星,陈立德.水力学[M].南京:河海大学出版社,1996.
[5] 严登丰.泵站过流设施与截流闭锁装置[M].北京:中国水利电力出版社,2000.
[6] 武汉水利水电学院.农田水利学[M].武汉:水利出版社,1999.
[7] 华东水利学院.模型试验量测技术[M].北京:水利电力出版社,1984.
[8] 陈毓陵,王靖波.灌区量水方法及应用对策[J].水利水电科技进展,2000,20(6):39—42.

(收稿日期 2004-04-02 编辑 高建群)

·简讯·

我国的风力发电

我国是一个风能资源十分丰富的国家,仅陆上的风能资源就可开发 2.53 亿 kW,如加上近海风能约 7.5 亿 kW,总量将在 10 亿 kW 以上,但至今开发甚少,直到 1993 年,全国风电装机容量不过 1.69 万 kW.近 10 年来有了一些进展,截至 2003 年底,风电装机容量已达到 56.7 万 kW,10 年间增长了 33 倍,年平均增长率达到 42%,发展速度较快.目前我国风电总装机容量仅占全国电力总装机容量的 0.147%,占世界风电总装机容量的 1.45%,在世界风电排名居第 9 位,落后于德国、美国、西班牙、丹麦、印度、意大利、荷兰和英国,特别是和世界三大风电国德国、美国和西班牙相比,差距更大.这三国在 2003 年底风电装机容量已分别达到了 1460 万 kW、637 万 kW 和 620 万 kW,为我国的 10~25 倍.

截至 2003 年,我国已建设风电场 40 余个,分布在北部的新疆、内蒙古、甘肃、宁夏和东北三省,东部沿海的河北、山东、江苏、上海、浙江、福建和广东,以及中部的湖北等省、市(自治区),一共安装了 1042 台风力发电机,其中辽宁、新疆、广东和内蒙古是装机最多的.至于装机最多的风电场,就是新疆的达坂城风电场、广东的南澳风电场和内蒙古的辉腾锡勒风电场了.

近年来,随着人们环保意识的不断增强,逐步把注意力转移到可再生能源特别是风能的开发利用上,国家也适时地调整了相关政策,加快了风电建设的步伐.如在 2004 年选定了江苏如东风电场和广东石碑山风电场作为风电场特许经营示范项目,通过招投标,选择投资业主,要求规模均为 10 万 kW.目前,石碑山风电场已由广东粤电集团公司中标,计划建设安装 167 台国产 600 kW 风力发电机,在 2006 年年底前建成投产.国家计划在全国范围内建成 20 个装机容量在 10 万 kW 以上的大型风电场.又如 2004 年 4 月与加拿大埃伏隆电力股份有限公司在北京签订了在内蒙古二连浩特市建设二连北美风电园区的协议,由加方独资 12 亿美元建设一个装机容量 100 万 kW 的风电园区,在 2008 年北京奥运会前投入使用.此外,我国有关部门正在草拟《可再生能源开发利用促进法》,希望从法律上求得突破,用强制性措施来推动可再生能源的开发利用.根据我国风能发展规划,到“十五”末的 2005 年,我国风电装机容量将达到 100 万 kW,2010 年达到 400 万 kW,2020 年达到 2000 万 kW,在电源结构上使风电比重接近 2%.

(吴莫高供稿)