



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101858069 B

(45) 授权公告日 2012. 02. 15

(21) 申请号 201010207816. 3

JP 2000001841 A, 2000. 01. 07,

(22) 申请日 2010. 06. 23

CN 1082647 A, 1994. 02. 23,

(73) 专利权人 河海大学

审查员 雷茜

地址 210098 江苏省南京市西康路 1 号

专利权人 四川大学

(72) 发明人 吴建华 许唯临 艾万政 周琦

王静清 苗沐露 邱海娟

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司

公司 32200

代理人 黄雪兰

(51) Int. Cl.

E02B 8/06 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201254714 Y, 2009. 06. 10,

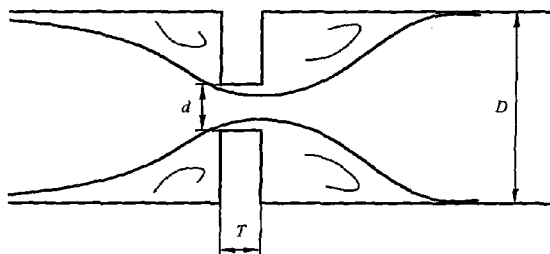
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 8 页

(54) 发明名称

一种突缩突扩式消能工的水流流态检测方法

(57) 摘要

一种突缩突扩式消能工流态的判别方法, 获取消能工孔的直径 d 、泄洪洞直径 D 以及消能工厚度 T , 并计算孔径比 β 及无量纲厚度 α : 孔径比 β 为消能工孔的直径 d 与泄洪洞直径 D 的比值, 即: $\beta = d/D$; 无量纲厚度 α 为消能工厚度 T 与泄洪洞直径 D 的比值, 即: $\alpha = T/S$; 获取水力参数雷诺数 Re , 即: $Re = vD/(\mu/\rho)$, v 为来流的速度, μ 为水的动力粘度, ρ 为水的密度。计算临界厚度 α_c : $\alpha_c = (3.33\beta^4 - 8.01\beta^3 + 7.02\beta^2 - 2.68\beta + 0.39) \times 10^{-6} Re - 46.42\beta^4 + 110.52\beta^3 - 97.20\beta^2 + 37.41\beta - 4.94$ 将临界厚度 α_c 与无量纲厚度 α 进行比较: 当 $\alpha > \alpha_c$ 时, 为洞塞流流态; 当 $\alpha = \alpha_c$ 时为临界流流态; 当 $\alpha < \alpha_c$ 时为孔板流流态。



1. 一种突缩突扩式消能工流态的判别方法,其特征在于,

步骤1 获取消能工孔的直径 d 、泄洪洞直径 D 以及消能工厚度 T ,并计算孔径比 β 及无量纲厚度 α :

孔径比 β 为消能工孔的直径 d 与泄洪洞直径 D 的比值,即: $\beta = d/D$;

无量纲厚度 α 为消能工厚度 T 与泄洪洞直径 D 的比值,即: $\alpha = T/D$;

同时,获取水力参数雷诺数 Re ,即: $Re = vD/(\mu/\rho)$, v 为来流的速度, μ 为水的动力粘度, ρ 为水的密度。

步骤2 计算临界厚度 α_c :

$$\begin{aligned}\alpha_c = & (3.33\beta^4 - 8.01\beta^3 + 7.02\beta^2 - 2.68\beta \\ & + 0.39) \times 10^{-6} Re - 46.42\beta^4 + 110.52\beta^3 \\ & - 97.20\beta^2 + 37.41\beta - 4.94\end{aligned}$$

步骤3 将临界厚度 α_c 与无量纲厚度 α 进行比较:当 $\alpha > \alpha_c$ 时,为洞塞流流态;当 $\alpha = \alpha_c$ 时为临界流流态;当 $\alpha < \alpha_c$ 时为孔板流流态。

一种突缩突扩式消能工的水流流态检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及水利水电工程泄洪洞中一种突缩突扩式消能工流态的判别方法,主要用于判别这种消能工在不同结构体型和不同来流条件情况下,消能工内呈现的是洞塞流流态,还是孔板流流态。

背景技术

[0002] 在高坝工程中,为了消杀库区下泄水流的巨大能量,实现库区和下游河道上下游水流的衔接,泄水建筑物需要采取有效的消能工。传统的消能方式有底流消能,挑流消能和面流(或屏流)消能等,这些消能方式在水利水电工程建设和运行中发挥了巨大的作用。随着工程建设规模的发展,同时考虑到传统形式的消能工在工程运用中的特点和存在的局限性,如底流消能在下游需要有较长的护坦,土石方开挖和混凝土方量较大,工程造价较高;挑流消能常常会产生强烈的雾化,影响工程安全和下游环境;面流(或屏流)消能在下游较长距离范围内引起河道水流的不平稳,影响电站运行和下游航运。近年来,由临时施工导流洞改建成永久泄洪洞作为一种有效的技术方案为多个工程采用,施工导流洞的利用,大大提高了工程的经济效益,更便于合理地进行枢纽布置。在泄洪洞内采用突缩突扩式消能工,结构简单、施工简便、消能率高,有较好的工程应用前景。

[0003] 目前,一般根据突缩突扩式消能工内流态的不同,将其分为洞塞式消能工和孔板式消能工,当突缩突扩式消能工厚度较薄时,水流进入消能工突然收缩,而后直接进入下游水体,形成这种流态的突缩突扩式消能工通常称为孔板消能工(见图1)。当突缩突扩式消能工厚度较厚时,水流进入消能工,先在孔内收缩,然后附着孔的边壁流动,再进入下游水体,形成这种流态的突缩突扩式消能工称为洞塞消能工。(见图2)。就突缩突扩式消能工而言,有两个重要的特征参数,其一是孔径比 β ,定义为消能工孔的直径 d 与泄洪洞直径 D 的比值,即, $\beta = d/D$;其二是无量纲厚度 α ,定义为消能工厚度 T 与泄洪洞直径 D 的比值,即, $\alpha = T/D$ (见下图3)。发明人发现,对于某种厚度的突缩突扩式消能工,随着工作条件的变化,如运行的工作水头,或流速,或雷诺数(Reynolds number, Re),当这些参数较小时,呈现洞塞流流态;而当这些参数较大时可能出现孔板流流态,因此,对某种厚度的突缩突扩式消能工,无论是称其为孔板消能工还是洞塞消能工,都不尽合理,因为,随着工作条件的变化,流态将发生变化,因此,发明人认为,称这种消能工在某种工作条件下是孔板流流态或是洞塞流流态,是更合理的。在这样的情况下,如何判别突缩突扩式消能工在某种工作条件下,属于何种流态,即,洞塞流流态或是孔板流流态,是重要的,目前,缺乏行之有效的突缩突扩式消能工流态的判别方法。

[0004] 图4和图5分别是在 $\beta = 0.5$, $\alpha = 0.6$ 和 $\beta = 0.7$, $\alpha = 0.5$ 的两种体型结构情况下,当来流的雷诺数 Re 变化时,从洞塞流流态到孔板流流态的变化过程,其中,图4a和图4b、图5a和图5b是洞塞流流态,图4d和图4e、图5d和图5e是孔板流流态,而图4c和图5c则是两种流态过渡的一个临界状态。由此可见,单一从突缩突扩式消能工结构体型来区分是孔板消能工,还是洞塞消能工是不确切的,需要综合考虑消能工结构体型和工作条件,

即来流的水力参数。

发明内容

[0005] 本发明在综合考虑突缩突扩式消能工的体型结构和来流条件基础上,提供一种对这类消能工流态判别的方法。

[0006] 本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种突缩突扩式消能工流态的判别方法:

[0008] 步骤1获取消能工孔的直径 d 、泄洪洞直径 D 以及消能工厚度 T ,并计算孔径比 β 及无量纲厚度 α :

[0009] 孔径比 β 为消能工孔的直径 d 与泄洪洞直径 D 的比值,即: $\beta = d/D$;

[0010] 无量纲厚度 α 为消能工厚度 T 与泄洪洞直径 D 的比值,即: $\alpha = T/D$;

[0011] 同时,获取水力参数雷诺数 Re ,即: $Re = vD/(\mu/\rho)$, v 为来流的速度, μ 为水的动力粘度, ρ 为水的密度。

[0012] 步骤2计算临界厚度 α_c 。

[0013] $\alpha_c = (3.33\beta^4 - 8.01\beta^3 + 7.02\beta^2 - 2.68\beta$

[0014] $+ 0.39) \times 10^{-6} Re - 46.42\beta^4 + 110.52\beta^3$

[0015] $- 97.20\beta^2 + 37.41\beta - 4.94$

[0016] 步骤3将临界厚度 α_c 与无量纲厚度 α 进行比较:当 $\alpha > \alpha_c$ 时,为洞塞流流态;当 $\alpha = \alpha_c$ 时为临界流流态;当 $\alpha < \alpha_c$ 时为孔板流流态。

[0017] 本发明的优点是:

[0018] 提出的临界厚度 α_c ,概念清楚。将影响流态的体型结构参数和来流水力参数,与临界厚度直接建立函数关系式,流态判别方法思路清晰,简单易行,准确可靠。

附图说明

[0019] 图1是孔板消能工示意图。

[0020] 图2是洞塞消能工示意图。

[0021] 图3是消能工参数示意图。

[0022] 图4是体型结构参数为 $\beta = 0.5$, $\alpha = 0.6$ 时,消能工流态演变状况,其中,4a和4b分别是雷诺数 Re 为 0.1×10^6 和 17.53×10^6 时,消能工呈洞塞流流态,4c是雷诺数 Re 为 26.29×10^6 时,消能工呈洞塞流流态到孔板流态演变过程,4d和4e分别是雷诺数 Re 为 35.06×10^6 和 52.59×10^6 时,消能工呈孔板流流态。

[0023] 图5是体型结构参数为 $\beta = 0.7$, $\alpha = 0.5$ 时,消能工流态演变状况,其中,5a和5b分别是雷诺数 Re 为 0.1×10^6 和 4.38×10^6 时,消能工呈洞塞流流态,5c是雷诺数 Re 为 16.65×10^6 时,消能工呈洞塞流流态到孔板流态演变过程,5d和5e分别是雷诺数 Re 为 58.72×10^6 和 70.11×10^6 时,消能工呈孔板流流态。

[0024] 图6是本发明的方法流程图。

[0025] 图7是流态判别曲线图。

具体实施方式

[0026] 一种突缩突扩式消能工流态的判别方法：

[0027] 步骤1 获取消能工孔的直径 d 、泄洪洞直径 D 以及消能工厚度 T ，并计算孔径比 β 及无量纲厚度 α ：即， $\beta = d/D$ ， $\alpha = T/D$ ，同时，获取水力参数雷诺数 Re ， $Re = vD/(\mu/\rho)$ ， v 为来流的速度， μ 为水的动力粘度， ρ 为水的密度。

[0028] 步骤2 计算临界厚度 α_c ，即：

$$[0029] \quad \alpha_c = (3.33\beta^4 - 8.01\beta^3 + 7.02\beta^2 - 2.68\beta$$

$$[0030] \quad + 0.39) \times 10^{-6} Re - 46.42\beta^4 + 110.52\beta^3$$

$$[0031] \quad - 97.20\beta^2 + 37.41\beta - 4.94$$

[0032] 步骤3 将临界厚度 α_c 与无量纲厚度 α 进行比较：当 $\alpha > \alpha_c$ 时，为洞塞流流态；当 $\alpha = \alpha_c$ 时为临界流流态；当 $\alpha < \alpha_c$ 时为孔板流流态。

[0033] 本发明对突缩突扩式消能工，提出了临界厚径 α_c 概念和计算方法，通过消能工厚度 α 与临界厚度的比较，判别突缩突扩式消能工运行中的流态，是洞塞流流态还是孔板流流态。

[0034] 临界厚径 α_c 定义为突缩突扩式消能工在工作条件下，水流流动发生从洞塞流流态过渡到孔板流流态，或从孔板流流态过渡到洞塞流流态的一种临界流动状态时，消能工所需要的厚度，即， $\alpha_c = T_c/D$ 。

[0035] 图7 是不同孔径比 β 的突缩突扩式消能工结构，雷诺数 Re 与临界厚度 α_c 的关系曲线图。由图可以看出在各个不同的孔径比之下，临界厚度与雷诺数基本成线性关系。对于给定的消能工厚度 α 和消能工的孔径比 β ，在确定其运行的雷诺数 Re ，查得若此消能工厚度 α 在相应的曲线之上，则其流态为洞塞流流态，反之，在曲线之下，流态为孔板流流态。由此，可以方便地判别突缩突扩式消能工的工作流态。发明人将这种曲线关系拟合成一个临界厚度 α_c 关系表达式：

$$[0036] \quad \alpha_c = (3.33\beta^4 - 8.01\beta^3 + 7.02\beta^2 - 2.68\beta$$

$$[0037] \quad + 0.39) \times 10^{-6} Re - 46.42\beta^4 + 110.52\beta^3$$

$$[0038] \quad - 97.20\beta^2 + 37.41\beta - 4.94$$

[0039] 当 $\alpha > \alpha_c$ 时，为洞塞流流态；当 $\alpha = \alpha_c$ 时为临界流流态；当 $\alpha < \alpha_c$ 时为孔板流流态。

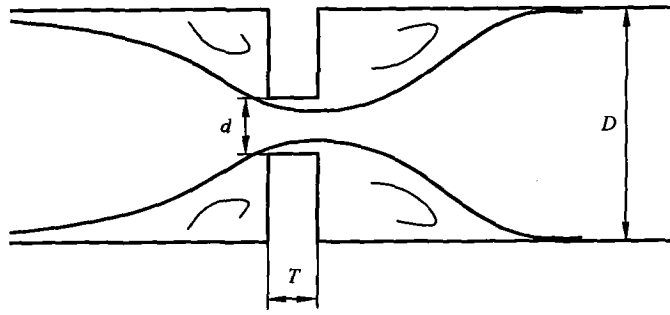


图 1

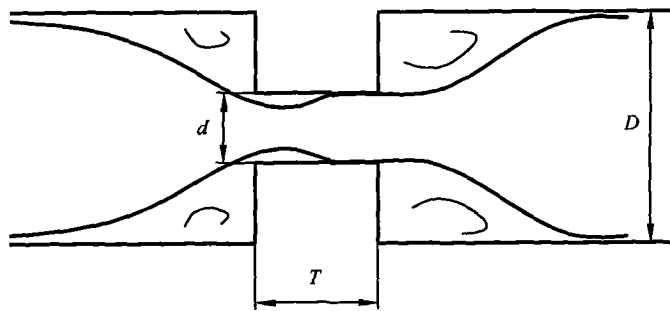


图 2

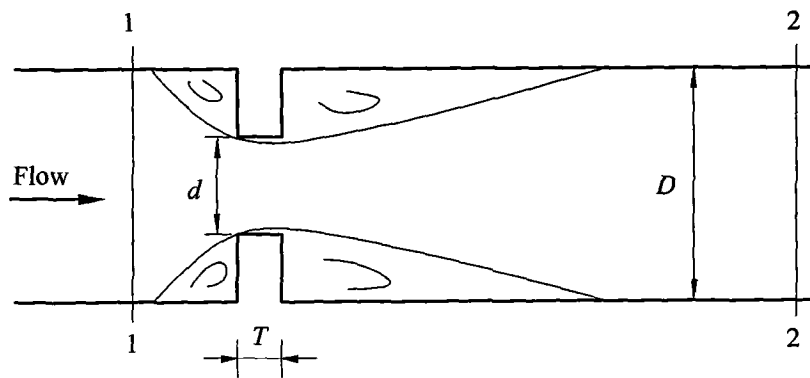
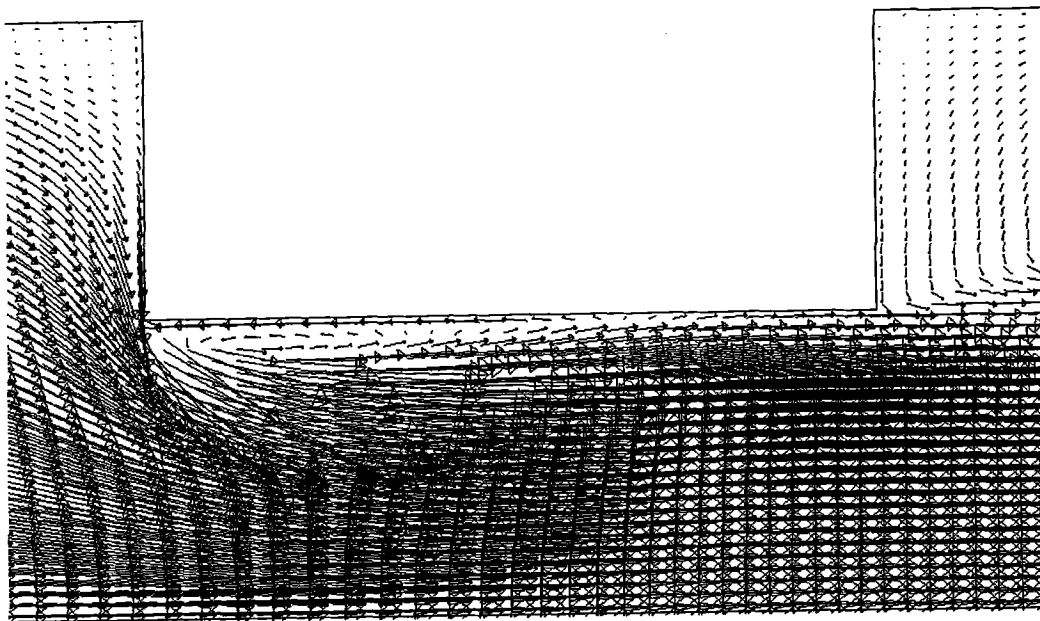
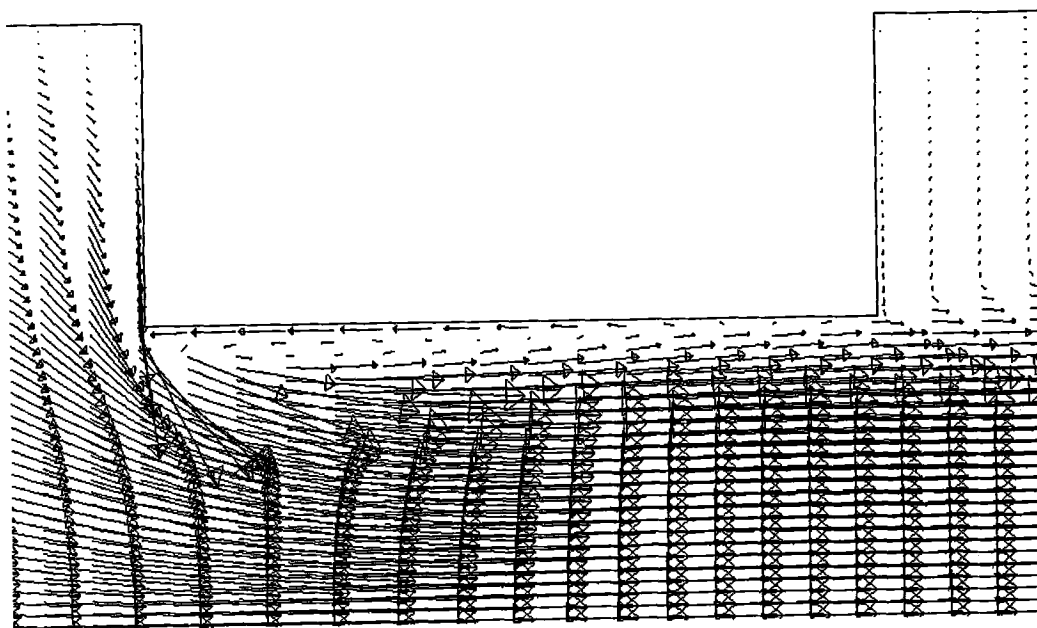


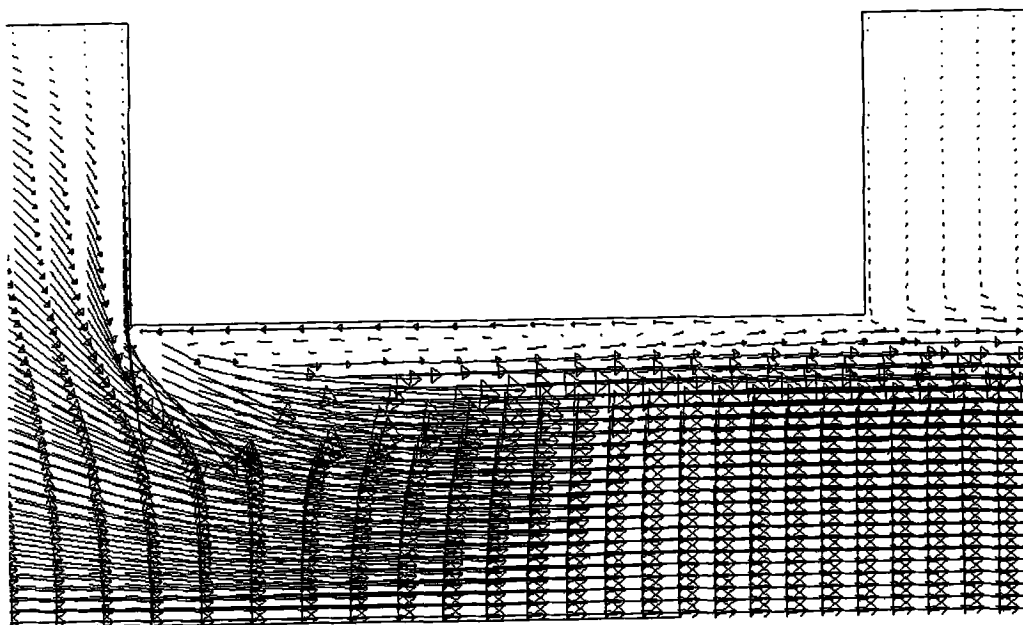
图 3



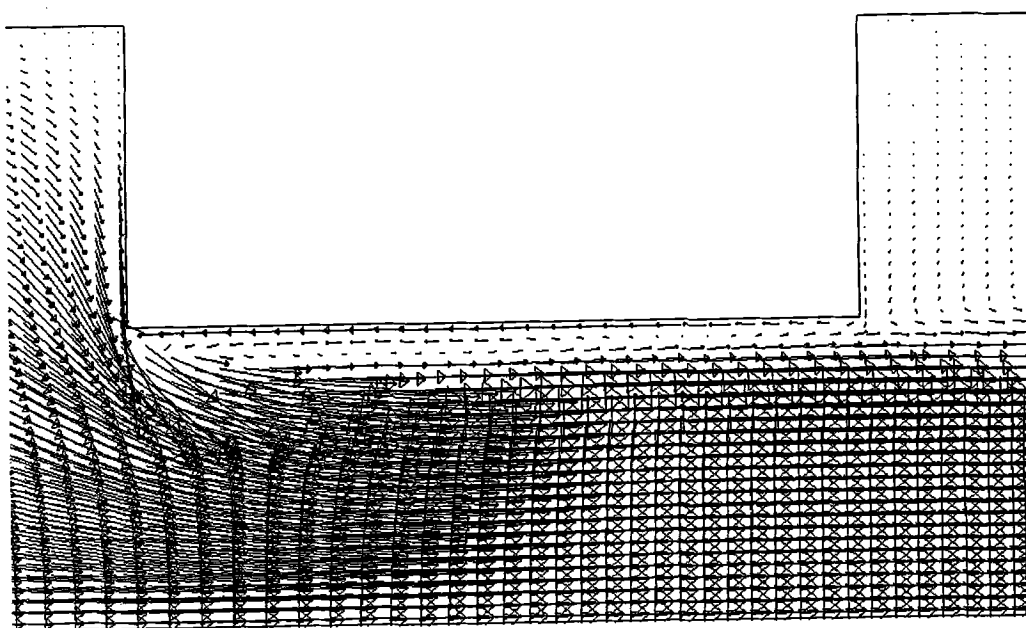
4a



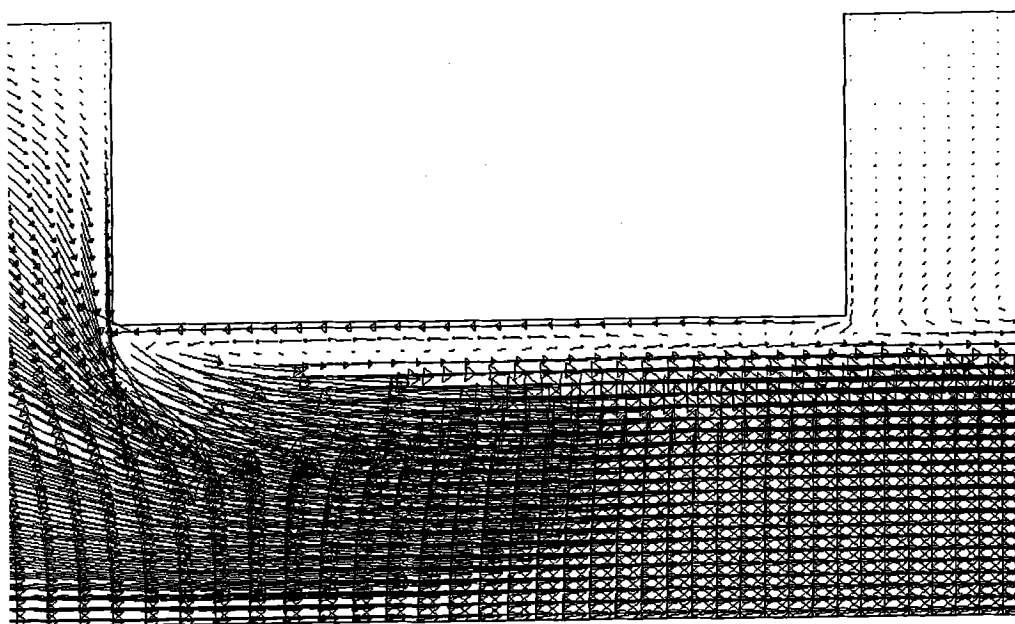
4b



4c

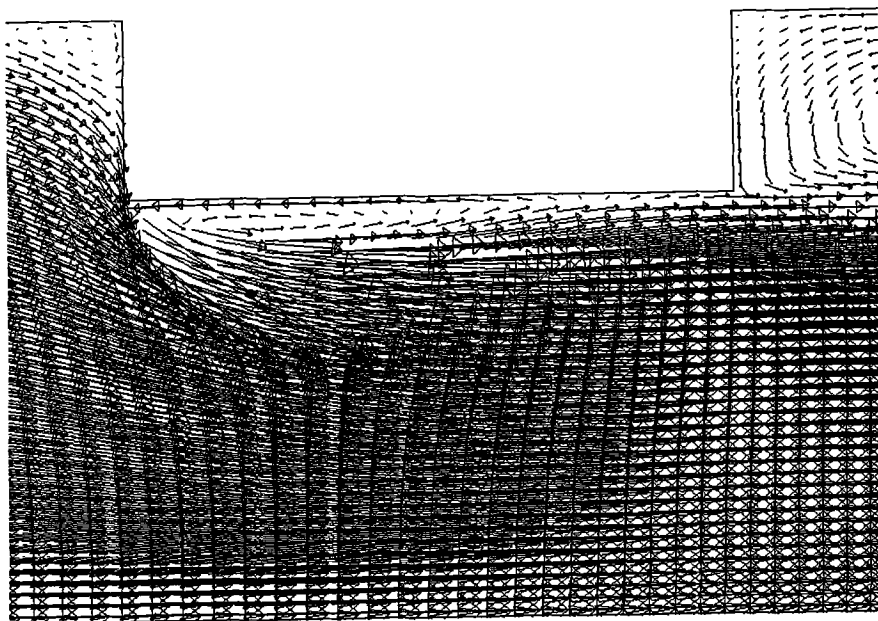


4d

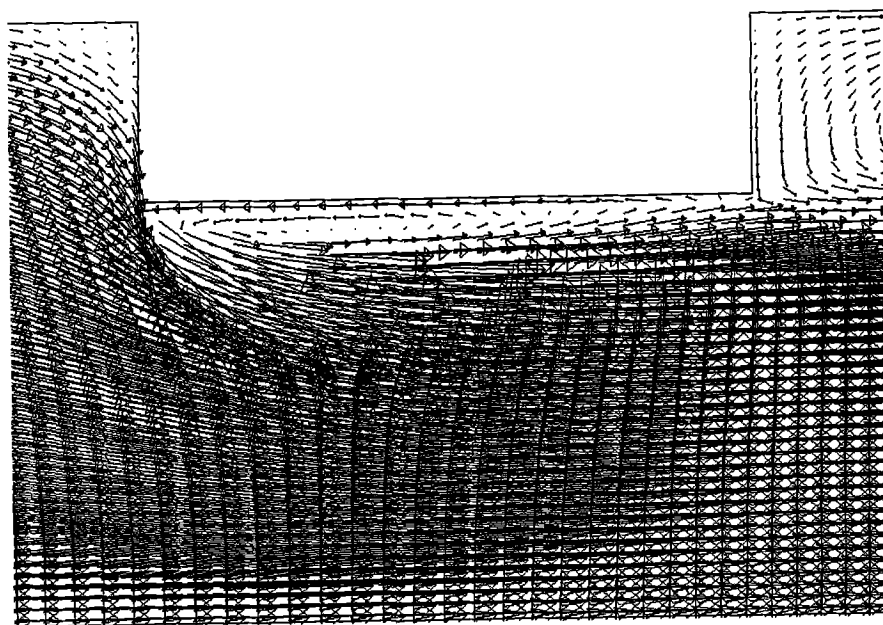


4e

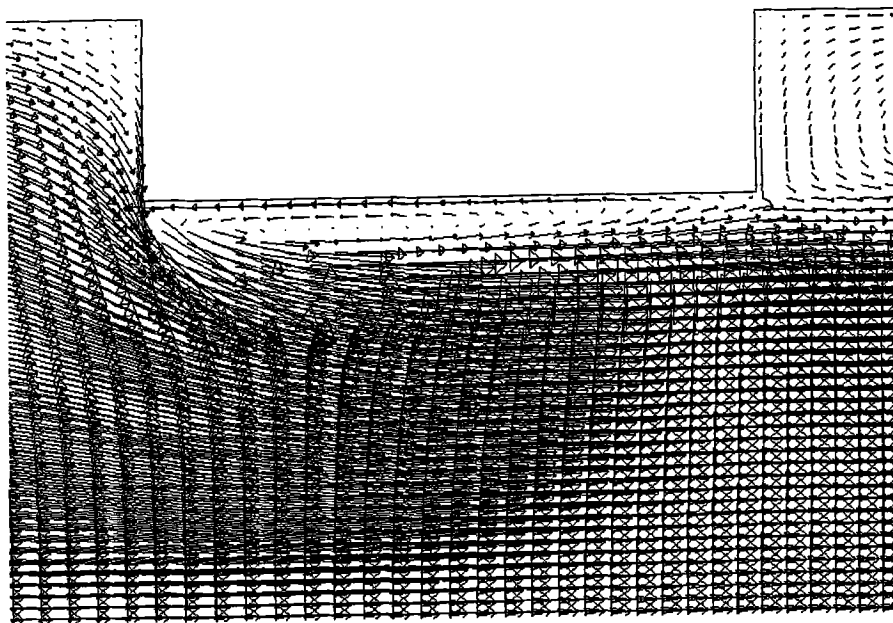
图 4



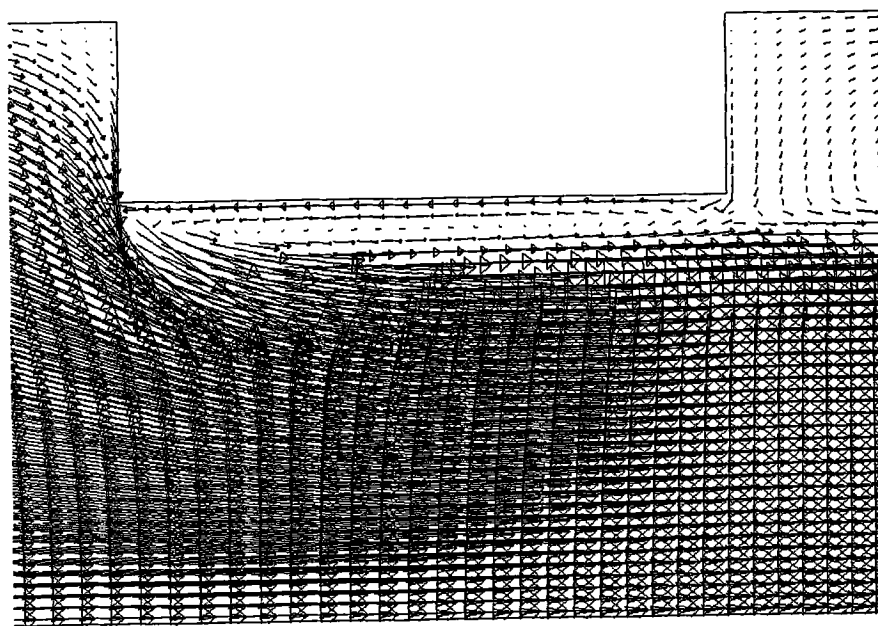
5a



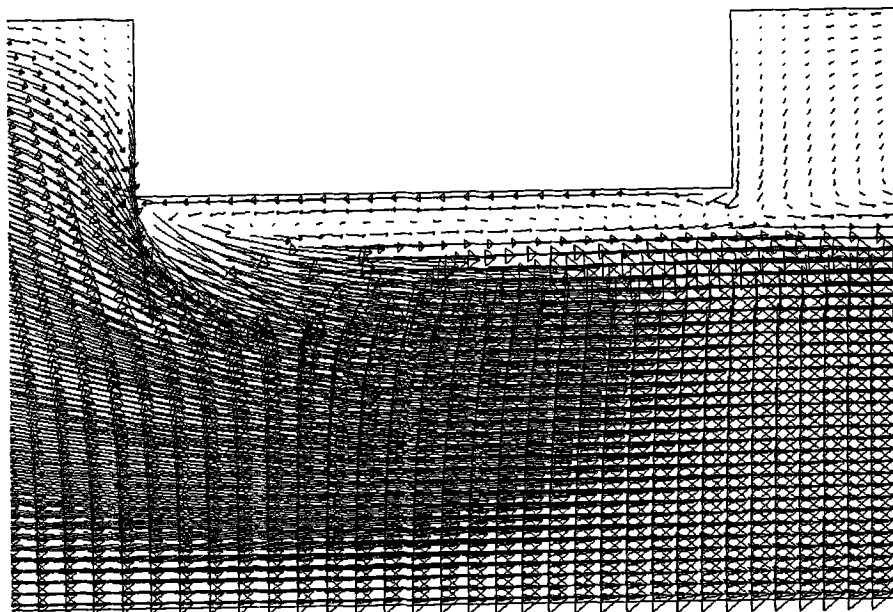
5b



5c



5d



5e

图 5

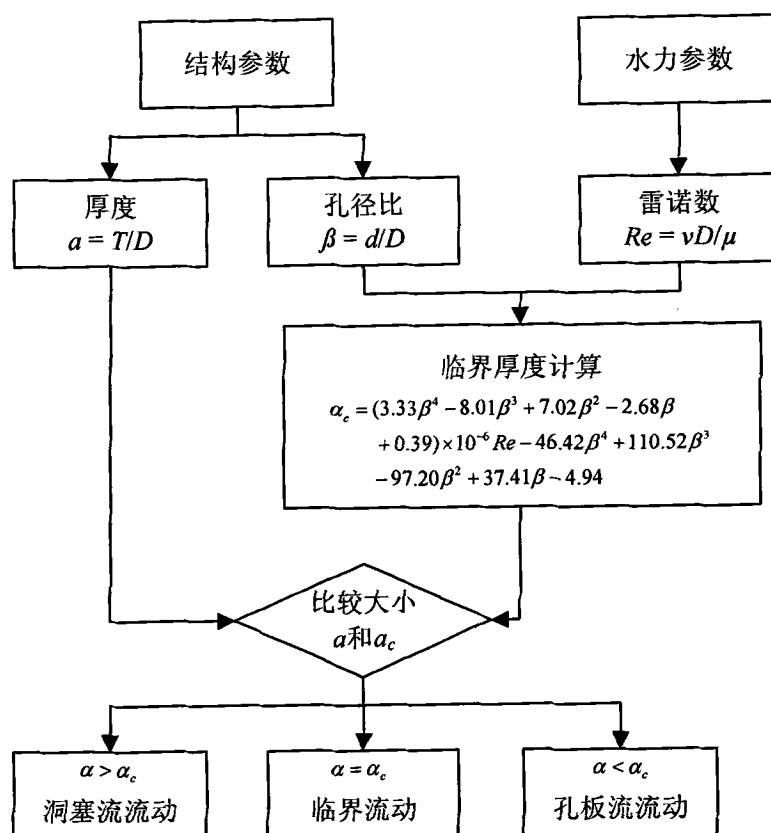


图 6

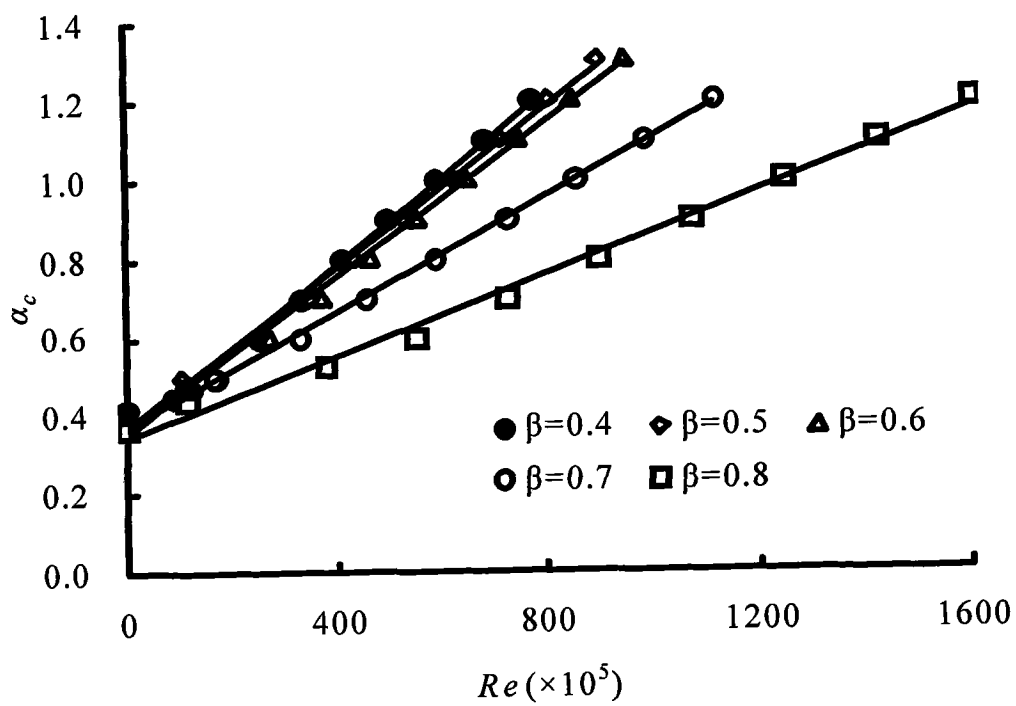


图 7