



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113981916 A

(43) 申请公布日 2022. 01. 28

(21) 申请号 202111489515.9

E01F 5/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.12.08

E02B 5/00 (2006.01)

E02B 5/08 (2006.01)

(71) 申请人 水利部交通运输部国家能源局南京
水利科学研究院

地址 210029 江苏省南京市鼓楼区广州路
223号

(72) 发明人 阮仕平 徐世凯 李云 丁文浩
徐业青 赵金箫 王勇 董波
陈天宇 殷鹏 张琦 马新红
高德申 张睿 张兴珏 王文康

(74) 专利代理机构 北京汇捷知识产权代理事务
所(普通合伙) 11531

代理人 赵艳

(51) Int.Cl.

E02B 8/06 (2006.01)

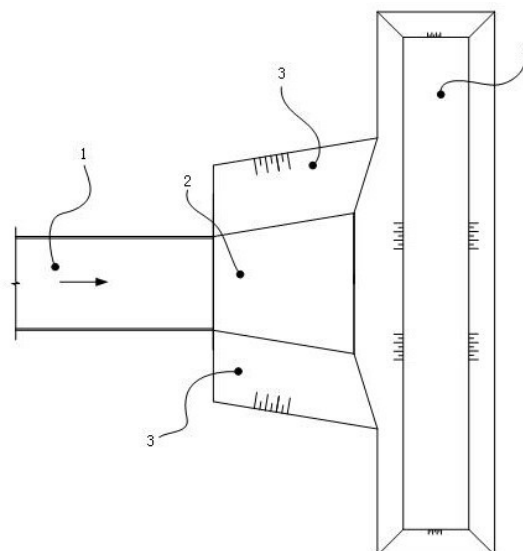
权利要求书1页 说明书5页 附图11页

(54) 发明名称

一种火核电厂排水口消能工

(57) 摘要

本发明公开了一种火核电厂排水口消能工，用于明渠排水或侧向排水的箱涵出口消能，由消力池和消能导流坎组成，消能工沿水流方向左右对称，消能导流坎位于消力池出口，垂直于明渠或排水箱涵出口的水流方向，消力池侧墙顶高程低于消能导流坎顶高程。明渠或排水箱涵出水经消能工充分消能后，在消能工的消能和导流作用下，流速显著降低，可减小排水水域中水流的横向流速，有助于船舶的通航安全。



1. 一种火核电厂排水口消能工,其特征在于,所述消能工适于明渠排水或排水箱涵(1)侧向排水方式;所述消能工包括消力池(2)和阻挡在该消力池下游出口的消能导流坎(4)。

2. 如权利要求1所述的火核电厂排水口消能工,其特征在于,所述消能导流坎(4)的顶高程高于消力池侧墙(3)0.3m以上,且所述消能导流坎长度大于所述消力池(2)出水口宽度2m以上。

3. 如权利要求1所述的火核电厂排水口消能工,其特征在于,所述消力池体型沿排水方向左右对称,且消力池侧墙(3)单侧扩散角为 8° ~ 10° 。

4. 如权利要求1所述的火核电厂排水口消能工,其特征在于,所述消能导流坎(4)主体为混凝土材质时,该消能导流坎(4)在靠近消力池(2)方向侧的坡度不小于1:0.5。

5. 如权利要求1所述的火核电厂排水口消能工,其特征在于,所述消能导流坎(4)主体为抛石材质时,该消能导流坎(4)在靠近消力池(2)方向侧的坡度不大于1:1.5。

6. 如权利要求1所述的火核电厂排水口消能工,其特征在于,所述消力池侧墙(3)顶部向河床/海床过渡部分的坡度不大于1:10;

所述消能导流坎(4)在远离消力池方向侧的坡度不大于1:10。

一种火核电厂排水口消能工

技术领域

[0001] 本发明属于能源工程领域,尤其涉及一种适用于距离航道、码头较近水域的火核电厂排水口消能工。

背景技术

[0002] 火核电厂需要从江、河、湖、海等天然水体中吸取大量的水源为机组提供冷却,冷却工艺设备吸取废热使水温升高,再排入江、河、湖、海,这种冷却方式称为直流冷却。对1000MW火电汽轮机组而言,循环冷却水量约 $35\sim 45\text{m}^3/\text{s}$,而核电机组循环水量是火电机组的1.2~1.5倍。如此大流量的冷却水排至天然水体,必须采取合适的消能措施,以减轻对受纳水域的冲刷强度。此外,对于有航运要求的区域,按照我国相关规范要求,水流横向流速应小于 0.3 m/s ,以免影响航运安全。目前,沿江滨海岸线利用率很高,大部分新建电厂已无充足岸线进行排水口布置,且工程水域都有通航或靠泊需要,对排水口消能提出了更高的要求。

[0003] 目前常用的排水口体型主要包括顶升式蘑菇头排水口、侧向排水箱涵、明渠排水等。对于侧向排水箱涵或者明渠排水方式,通常需要在排水口处设置消力池型式的消能工,以降低水流流速,减小排水口水域河床/海床的冲刷和对附近通航的影响,由于排水流量大,往往需要较大的消力池体积,水下施工工程量大,工程造价高。此外,目前所使用的消力池通常为两侧高,尾部低,水流经过消能工消能后主流方向与原排水方向相同,如果在排水口垂向近距离范围内有航道,主流会垂直航道方向直冲航道,造成横向流速偏大,影响通航安全。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种火核电厂排水口消能工,旨在解决上述背景技术中现有排水口体型所存在的各种不足之处。

[0005] 本发明是这样实现的,一种火核电厂排水口消能工,所述消能工适于明渠排水或排水箱涵侧向排水方式;所述消能工包括消力池和阻挡在该消力池下游出口的消能导流坎。

[0006] 优选地,所述消能导流坎的顶高程高于消力池侧墙 0.3m 以上,且所述消能导流坎长度大于所述消力池尾部宽度 2m 以上。

[0007] 优选地,所述消力池两侧墙中心对称设置,侧墙单侧扩散角为 $8\sim 10^\circ$ 。

[0008] 优选地,所述消能导流坎主体为混凝土材质时,该消能导流坎在靠近消力池方向侧的坡度不小于 $1:0.5$ 。

[0009] 优选地,所述消能导流坎主体为抛石材质时,该消能导流坎在靠近消力池方向侧的坡度应不大于 $1:1.5$ 。

[0010] 优选地,所述消力池侧墙在远离其池内方向侧的坡度不大于 $1:10$;所述消能导流坎在远离消力池方向侧的坡度不大于 $1:10$ 。

[0011] 相比于现有技术的缺点和不足,本发明具有以下有益效果:

(1) 本发明提出的消能工,在低水位时候(水位低于消能导流坎顶高程),水流在消力池尾部分两股向左右分流扩散,主流平行于航道,对航道的横向流速影响甚微;在高水位时(水位高于消能导流坎顶高程),水流在消力池尾部分三股流出,垂直出流方向左右两股,沿出流方向一股。消能工的消能和导流作用,使得排水至航道处的流量远小于总排水流量,且流速可以轻易控制在安全的横向流速以下,确保通航安全。

[0012] (2) 本发明提出的消能工,可以减小消力池体型,缩减工程造价,适用于布置空间小,排水口距离航道/码头较近的水域。通常水流在流出排水管后自然扩散角在 $8\sim 10^\circ$ 左右,消能作用主要来源于水流的强紊动剪切层区和旋滚区,其它区域消能所占的比例有限。本发明将侧墙单侧扩散角限制在 $8\sim 10^\circ$ 范围内,只保留了主要消能区,有效缩小了消力池体积。在降低工程造价的同时,使得排水工程可以布置在狭小空间内,满足消能和通航需要,使得涉水工程密集区的项目规划与建设变得可行。

附图说明

[0013] 图1是本发明实施例中所涉及工程的布置示意图;

图2是本发明实施例中排水消能工优化设计过程中所涉及的模型布置图;

图3是本发明实施例中消力池的原设计方案示意图;

图4是本发明实施例中消力池的修改方案1示意图;

图5是本发明实施例中消力池的修改方案2示意图;

图6是本发明实施例中消力池的修改方案3示意图;

图7是本发明实施例中消力池的修改方案4示意图;

图8是本发明实施例中消力池的修改方案5示意图;

图9是原设计方案、设计低潮位下表层流场测量结果;

图10是原设计方案、设计低潮位下底层流场测量结果;

图11是原设计方案、97%低潮位下表层流场测量结果;

图12是原设计方案、97%低潮位下底层流场测量结果;

图13是修改方案1、设计低潮位下表层流场测量结果;

图14是修改方案1、设计低潮位下底层流场测量结果;

图15是修改方案1、97%低潮位下表层流场测量结果;

图16是修改方案1、97%低潮位下底层流场测量结果;

图17是修改方案2、设计低潮位下表层流场测量结果;

图18是修改方案2、设计低潮位下底层流场测量结果;

图19是修改方案2、97%低潮位下表层流场测量结果;

图20是修改方案2、97%低潮位下底层流场测量结果;

图21是修改方案3、设计低潮位下表层流场测量结果;

图22是修改方案3、设计低潮位下底层流场测量结果;

图23是修改方案3、97%低潮位下表层流场测量结果;

图24是修改方案3、97%低潮位下底层流场测量结果;

图25是修改方案4、设计低潮位下表层流场测量结果;

图26是修改方案4、设计低潮位下底层流场测量结果；

图27是修改方案4、97%低潮位下表层流场测量结果；

图28是修改方案5、设计低潮位下表层流场测量结果

图29是修改方案5、设计低潮位下底层流场测量结果；

图30是修改方案5、97%低潮位下表层流场测量结果；

图31为本发明火核电厂排水口消能工一实施方式的结构示意图；

图1~图30中的尺寸单位为米(m)，图9~图30中箭头为方案实施后实际测量的流速大小和方向。

[0014]

具体实施方式

[0015] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0016] 某电厂循环水最大排水流量为 $28.862\text{m}^3/\text{s}$ ，采用排水箱涵侧向排水。在排水口箱涵出口正前方200m处(记为控制断面)有通航要求，为确保通航安全，必须采取消能措施，确保控制断面处的最大横向流速不超过 0.3m/s 。工程布置示意图如图1所示。

[0017] 为了优化排水消能工设计方案，申请人采用正态物理模型进行试验研究，模型模拟范围为顺排水口水流流向长约450m、宽约125m的矩形海域，几何比尺为 $\lambda_L = 25$ ，模型布置如图2所示。

[0018] 海床高度为-4.5m，试验工况为设计低潮位(-2.34m)与97%低潮位(-3.45m)两个代表潮位。

[0019] 现有技术中的原设计方案如图3所示，作为直接的比对，本发明对现有技术中的原设计方案进行修改，其中，修改方案1如图4所示，修改方案2如图5所示，修改方案3如图6所示，修改方案4为本发明所主张的方案1，如图7所示，修改方案5为本发明所主张的方案2，如图8所示。

[0020] 各方案的具体参数和要点如下表1所示：

表1 消力池方案汇总

	消力池 底部长 度 (m)	消力池 底部高 程 (m)	消力坎 顶部高 程 (m)	消力池 单侧扩 散角	设计方案概述
原设计方 案	31.25	-6	-3.5	N/A	矩形消力池
修改方案 1	29.25	-6	-3.5	15°	喇叭口形
修改方案 2	29.25	-6	-3.5	15°	喇叭口形, 池内设有两道消力坎
修改方案 3	29.25	-6	-3.5	15°	喇叭口形, 池内设有一道消力坎
修改方案 4	7.5	-6	-2.5	9.5°	喇叭口形, 消力池末端设有一道较 长的消力坎
修改方案 5	7.5	-7	-2.75	9.5°	喇叭口形, 消力池末端设有一道较 长的消力坎, 排水箱涵降低至顶部 与天然海床平齐

不同方案与工况下控制断面处的最大流速如下表2所示:

表2 不同方案与工况下控制断面处的最大流速(原型)

	最大流速 (m/s)	
	设计低潮位	97%低潮位
原设计方案	0.31	0.07
修改方案 1	0.62	0.15
修改方案 2	0.36	0.14
修改方案 3	0.41	0.12
修改方案 4	0.15	0.14
修改方案 5	0.15	0.18

试验结果如图9~30所示。从图9~12试验结果可知,原设计方案消力池体型大,但是控制断面的流速仍达不到规定的要求。

[0021] 修改方案4~5为本发明提出的新型消能工体型,消力池尾部变为新型的消能导流坎,坎高大于消力池侧墙,消力池体积长度仅为其他方案的1/3,节约了工程量,而且也满足了流速控制的要求,可以确保通航安全。

[0022] 在修改方案4~5中,优选地,当尾部消能导流坎为抛石时,消能导流坎迎水面边坡为1:1.5,在保证抛石的稳定性的同时增强消能效果;当尾部消能导流坎为混凝土浇筑时,消能导流坎迎水面边坡为1:0.5,较为陡峭的坡度可以增强消能效果。

[0023] 在滨海电厂中,由于电厂排水还有大量浮游生物有机质、悬浮物和藻类植物的残骸,夹带大量泡沫,严重时,泡沫将聚集在排放口的数公里范围内,积聚时间较长,且不容易消散,对电厂附近的海域环境造成了不良影响。排水虹吸井和排水口消能工掺气是主要的

泡沫来源。为避免消能工产生泡沫,本发明对设计方案进行了消泡论证,以缓坡出流的型式避免水流掺气产生泡沫。优选地,模型试验结果表明,为避免排水在消力池侧墙(如侧墙高出河床或海床)和消能导流坎背水侧由于跌流掺气而产生大量泡沫,造成视觉污染,背水面坡度消力池侧墙(如侧墙高出河床或海床)和消能导流坎背水向边坡应小于等于1:10。

[0024] 基于上述试验,本发明公开了一种火核电厂排水口消能工,如图31所示,所述消能工适于明渠排水或排水箱涵1侧向排水方式;所述消能工包括消力池2和阻挡在该消力池的池内出水口上的消能导流坎4;其中,消能工沿水流方向左右对称,消能导流坎4位于消力池2出口,垂直于明渠或排水箱涵出口的水流方向,消力池侧墙3顶高程低于消能导流坎4顶高程。明渠或排水箱涵1出水经消能工充分消能后,受消能导流坎4的阻挡作用,消能导流坎4下游侧流速显著降低,可减小正对出水口水域中水流的横向流速,有助于船舶的通航安全。

[0025] 相应的,基于上述试验结果得出的优化结论,所述消能导流坎4的顶高程高于消力池侧墙0.3m以上,且所述消能导流坎4长度大于所述消力池出水口宽度2m以上。优选地,所述消力池两侧墙3中心对称设置,侧墙单侧扩散角为 8° ~ 10° 。优选地,所述消能导流坎4主体为混凝土材质时,该消能导流坎4在靠近消力池方向侧的坡度不小于1:0.5。优选地,所述消能导流坎4主体为抛石材质时,该消能导流坎在靠近消力池方向侧的坡度应不大于1:1.5。优选地,所述消力池侧墙3在远离其池内方向侧的坡度不大于1:10;所述消能导流坎4在远离消力池方向侧的坡度不大于1:10。

[0026] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

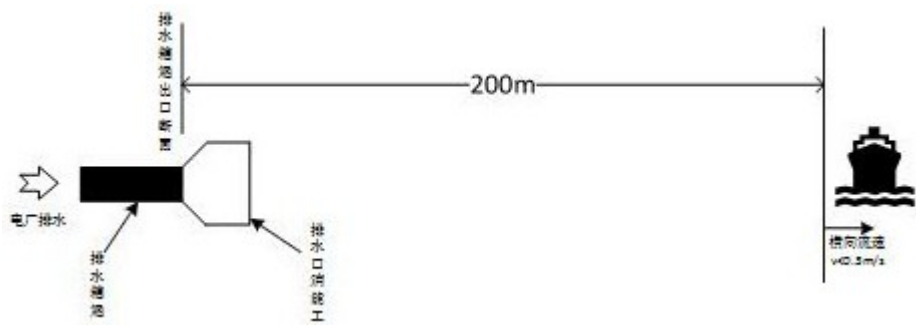


图1

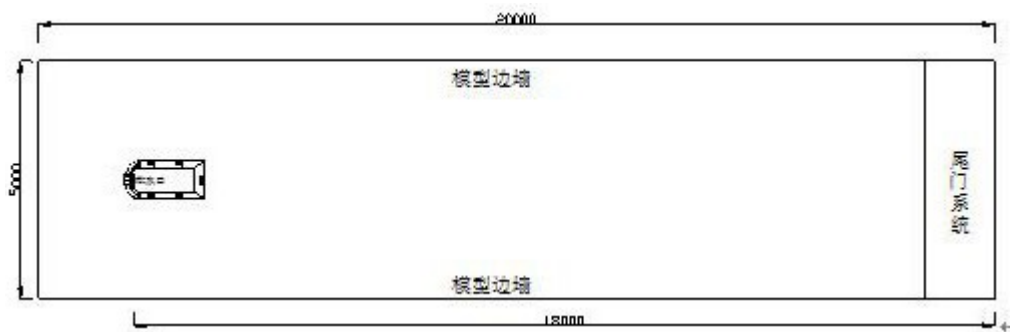


图2

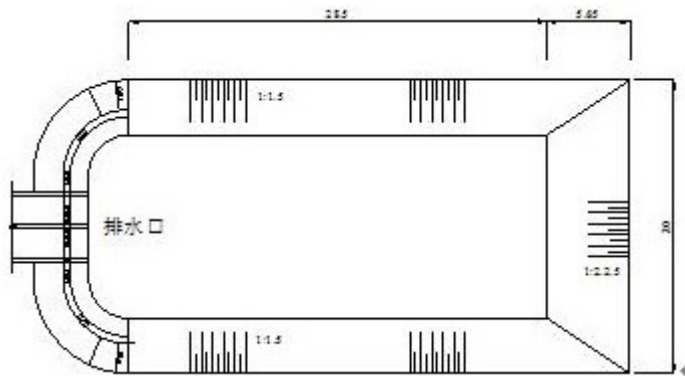


图3

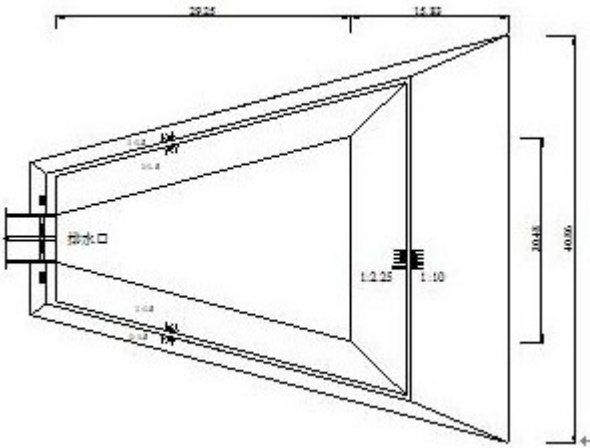


图4

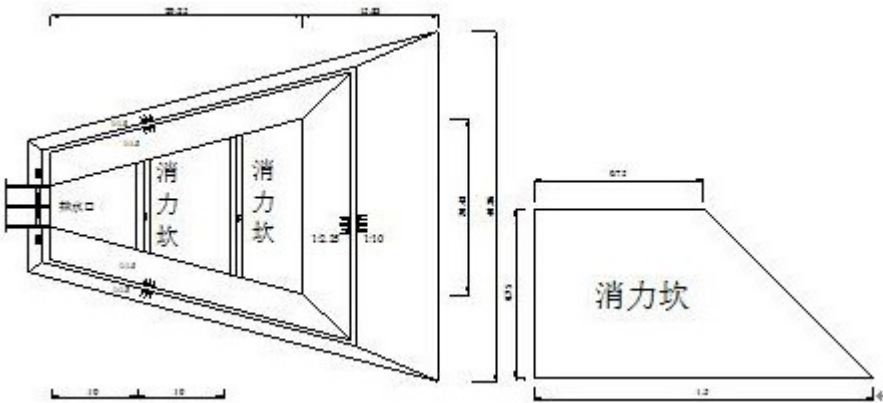


图5

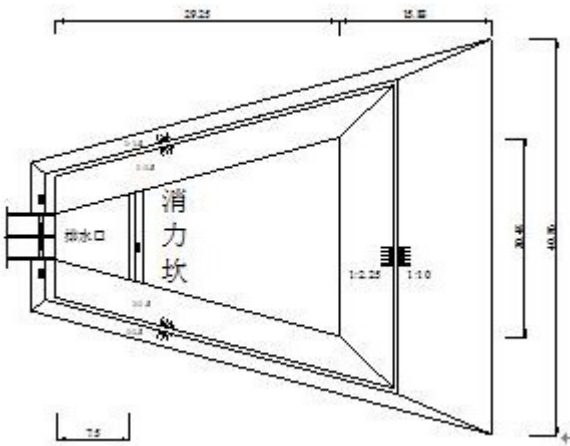


图6

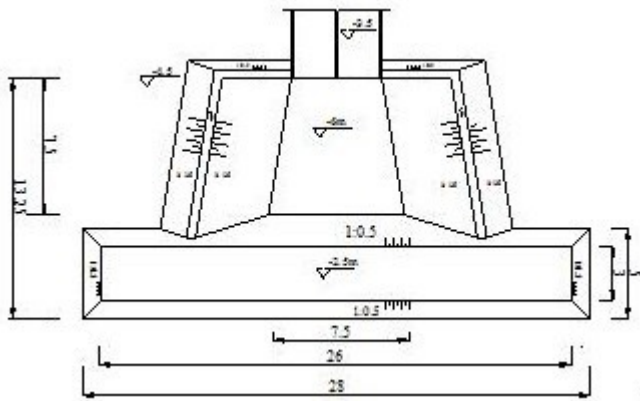


图7

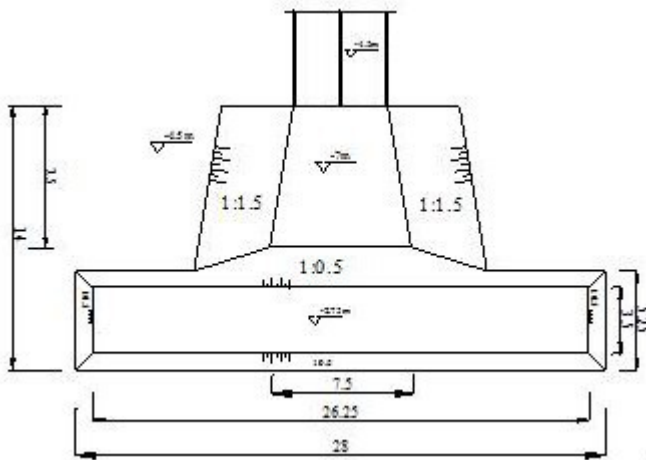


图8

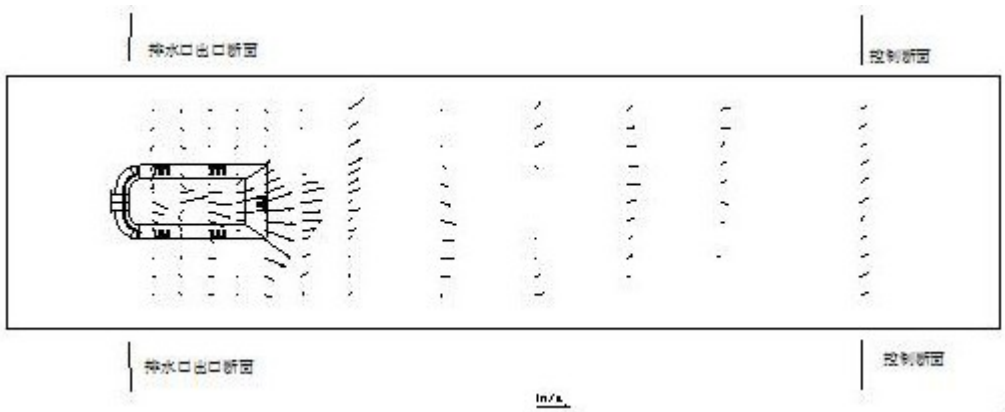


图9

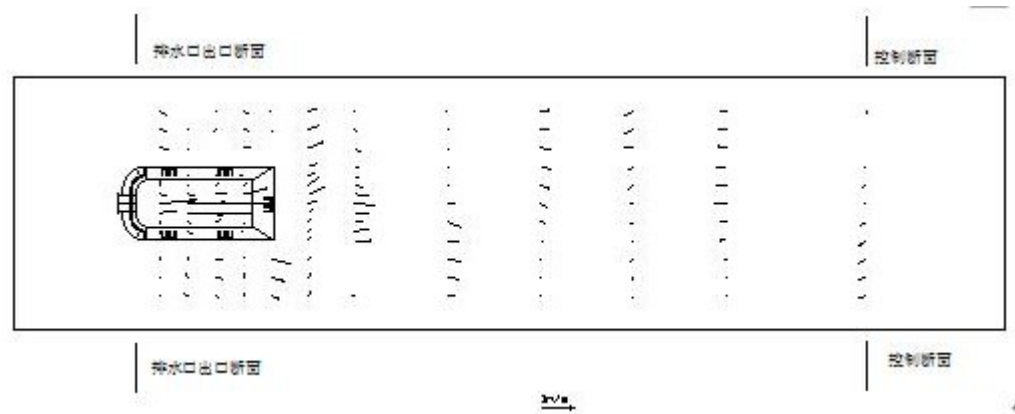


图10

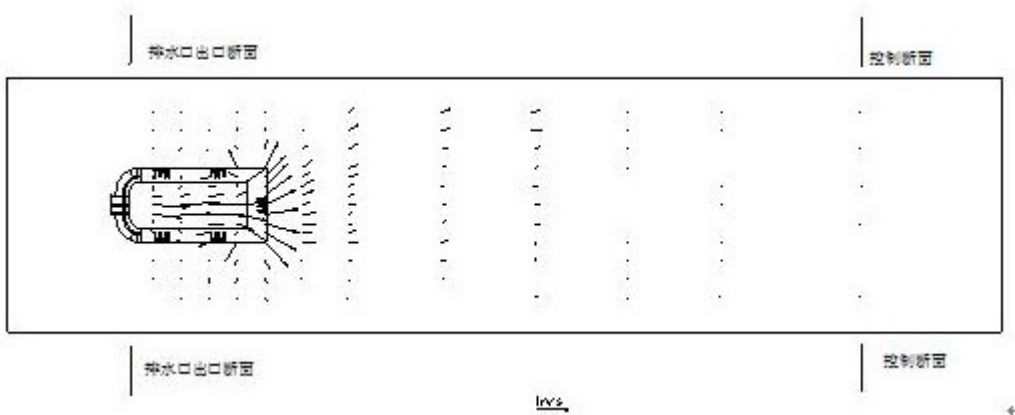


图11

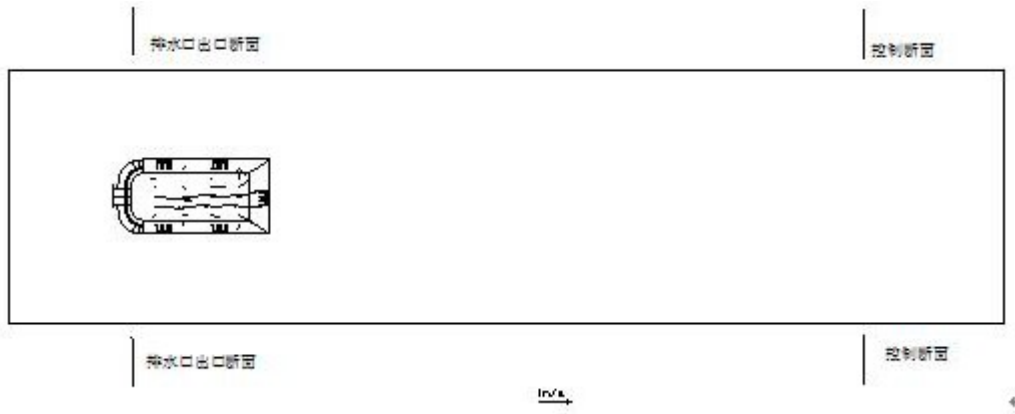


图12

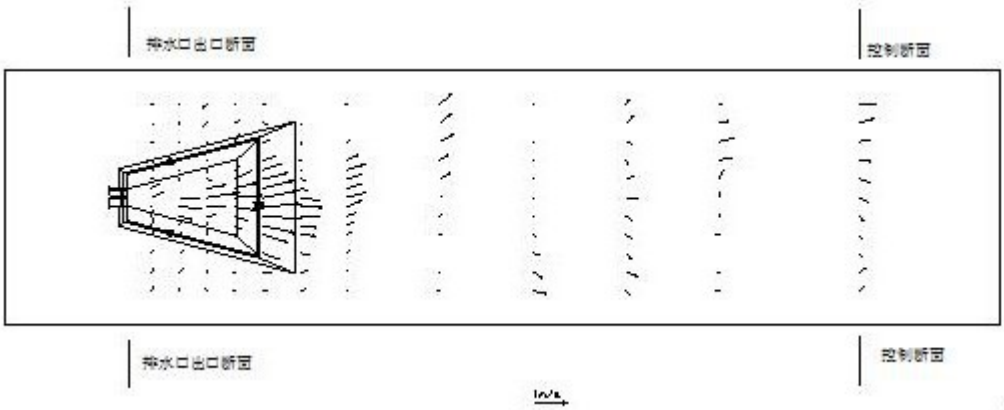


图13

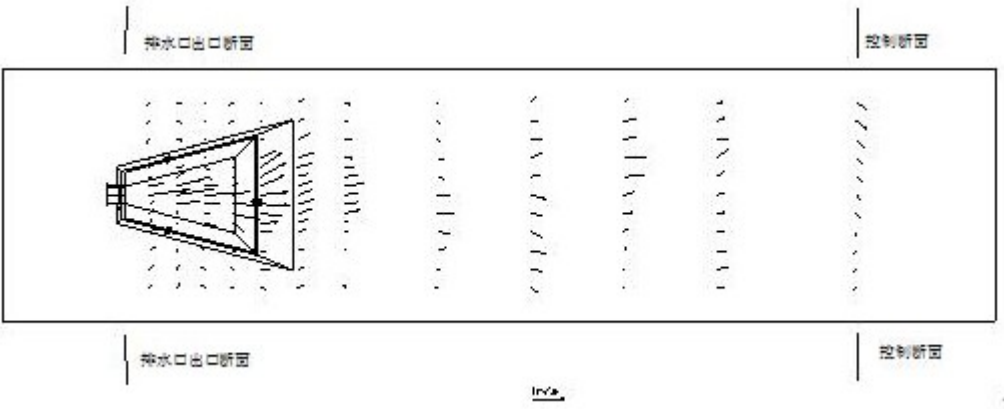


图14

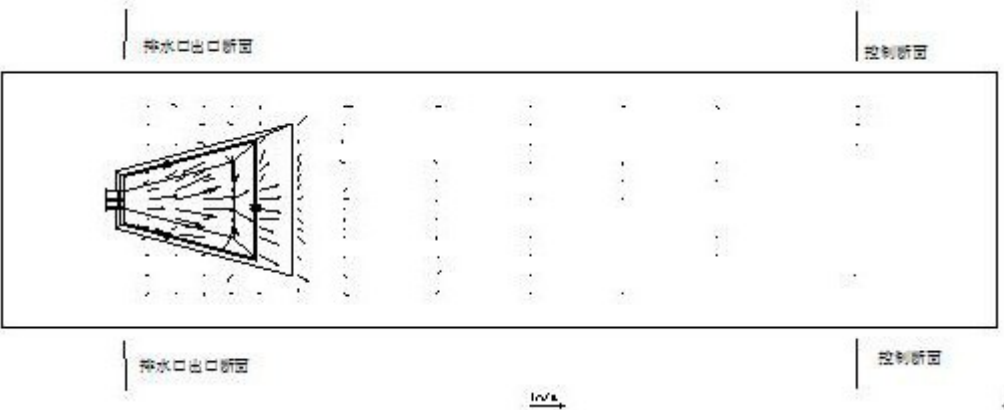


图15

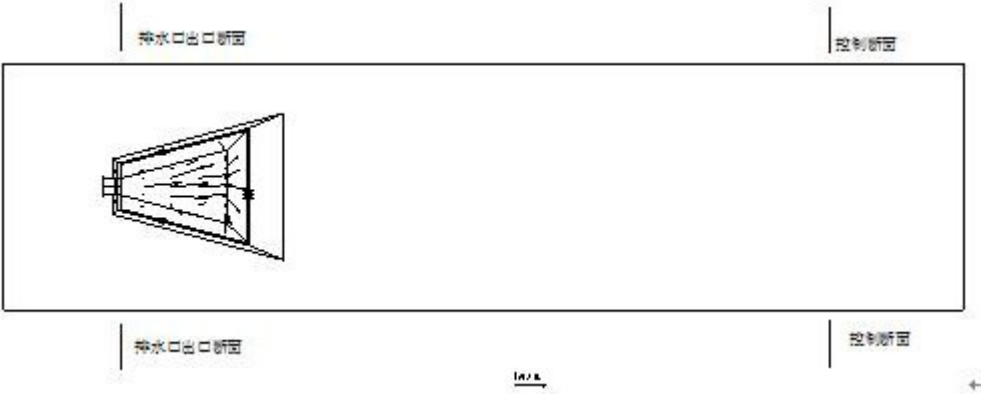


图16

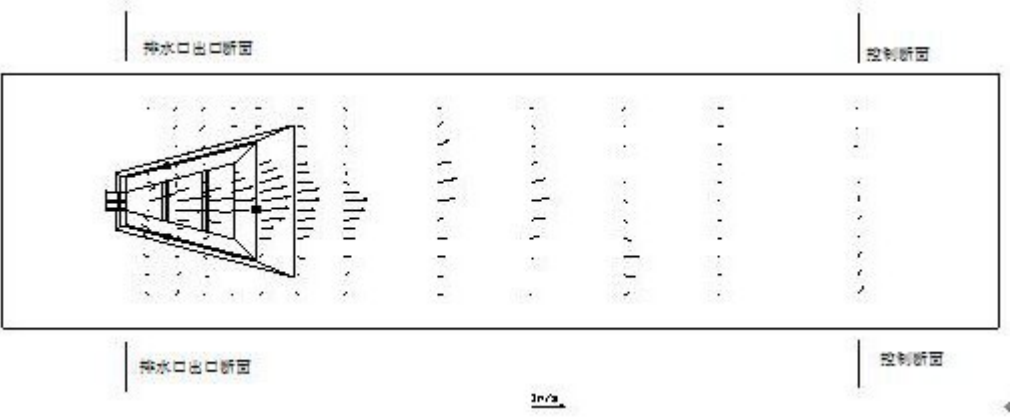


图17

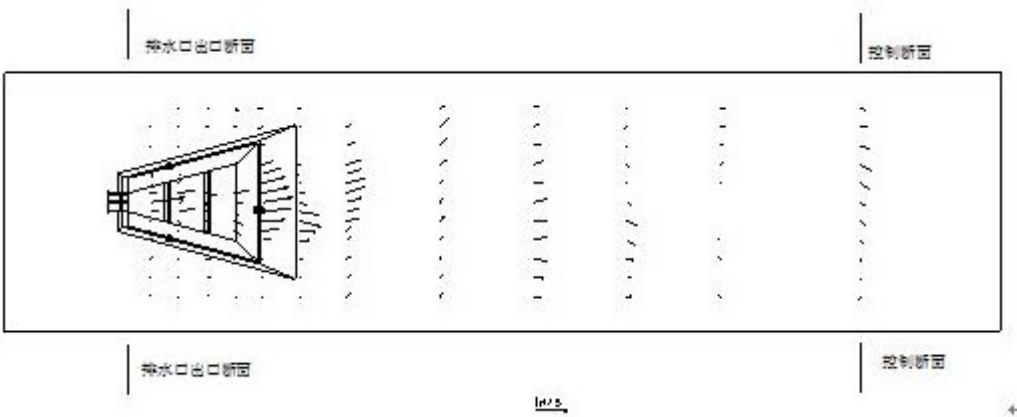


图18

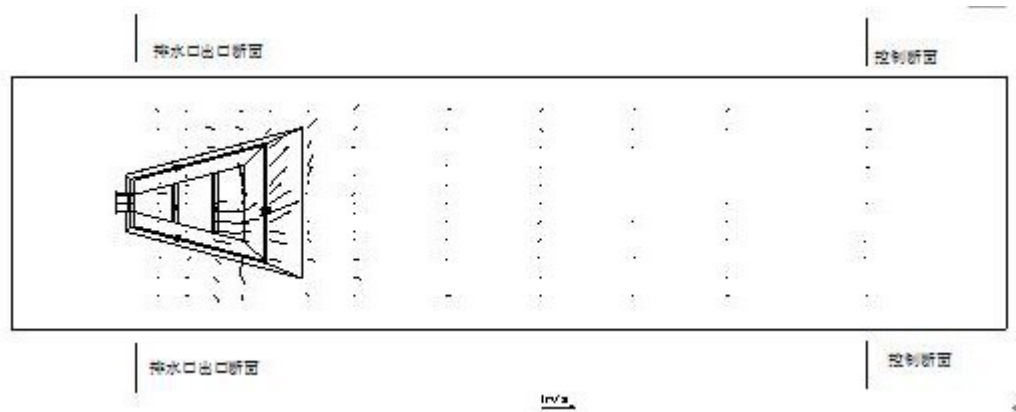


图19

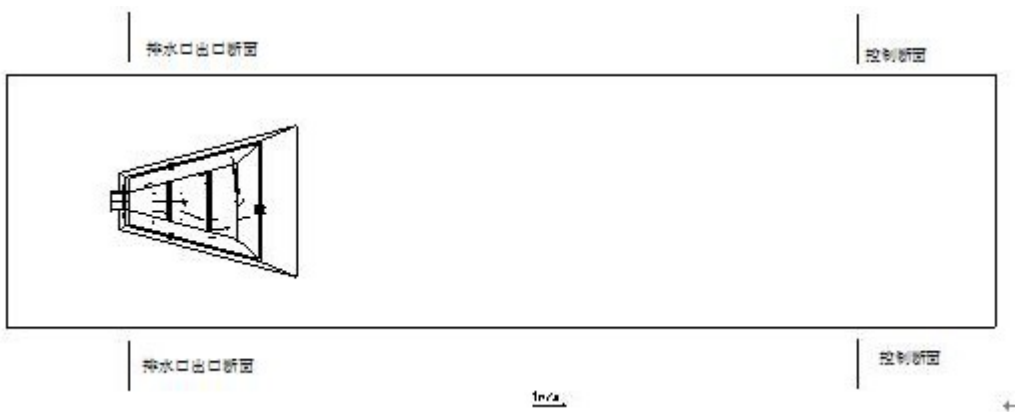


图20

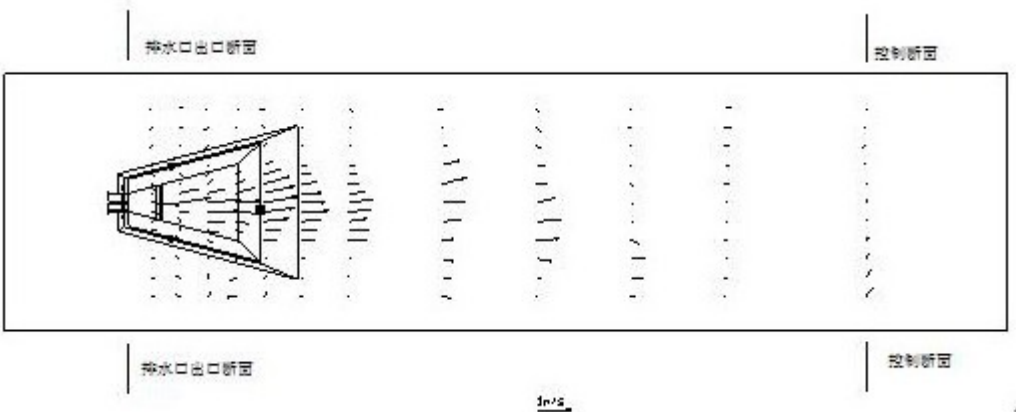


图21

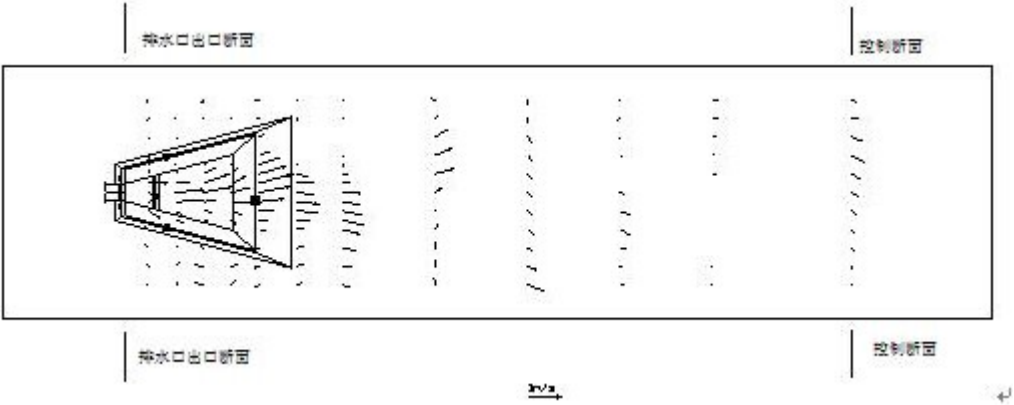


图22

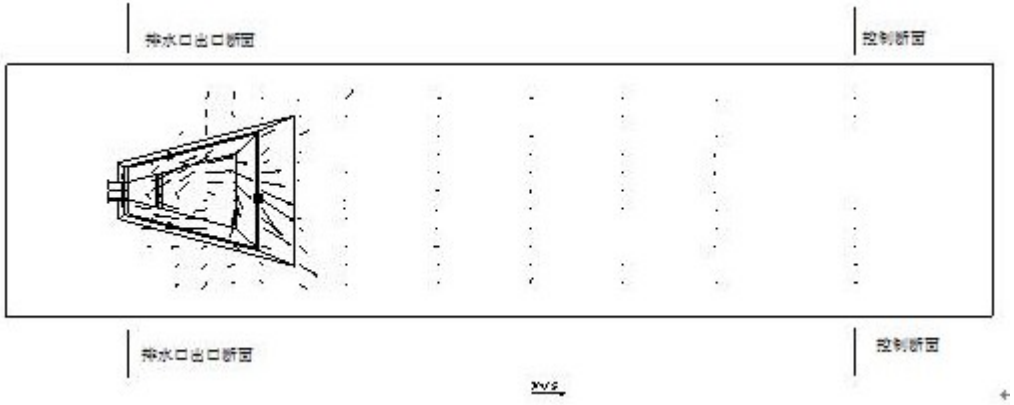


图23

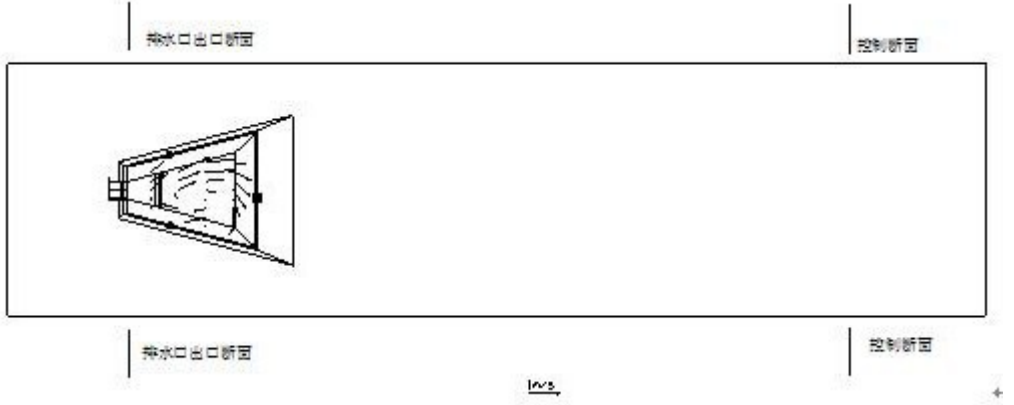


图24

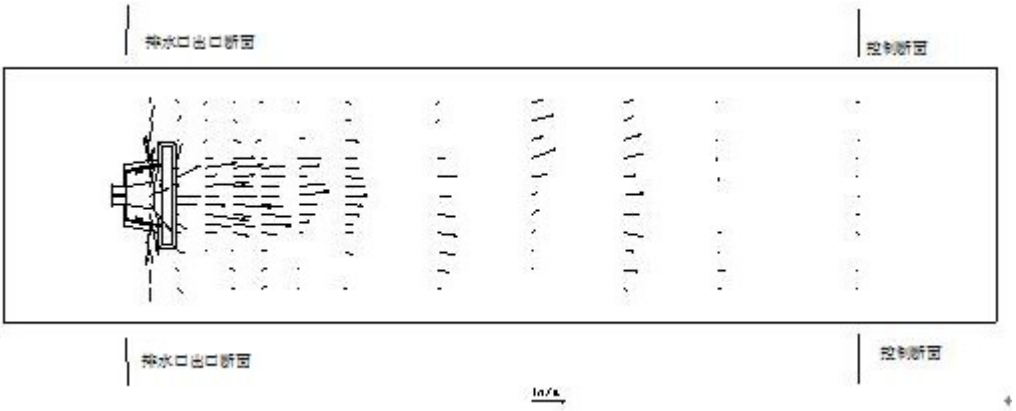


图25

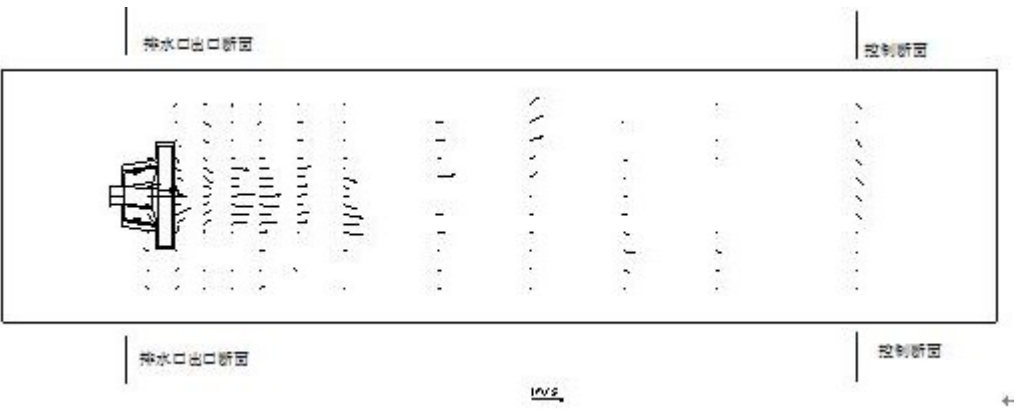


图26

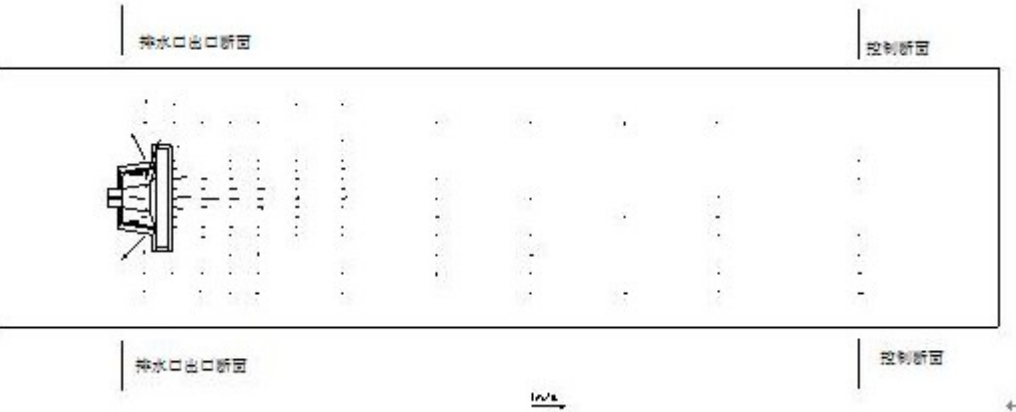


图27

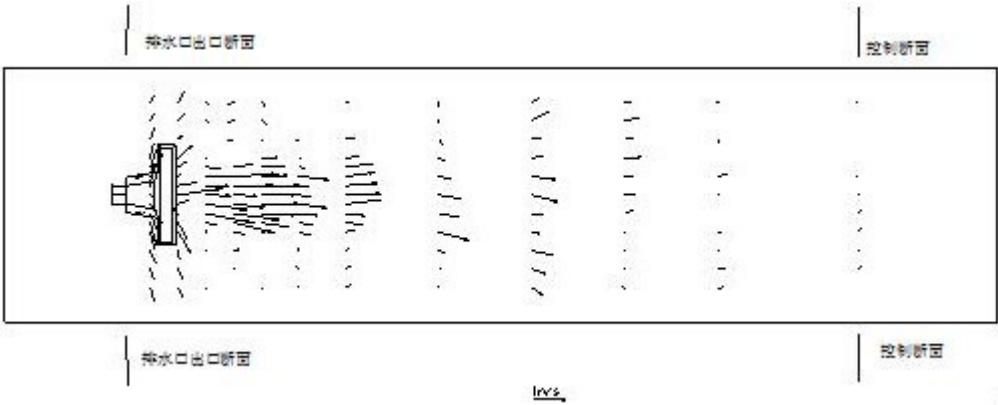


图28

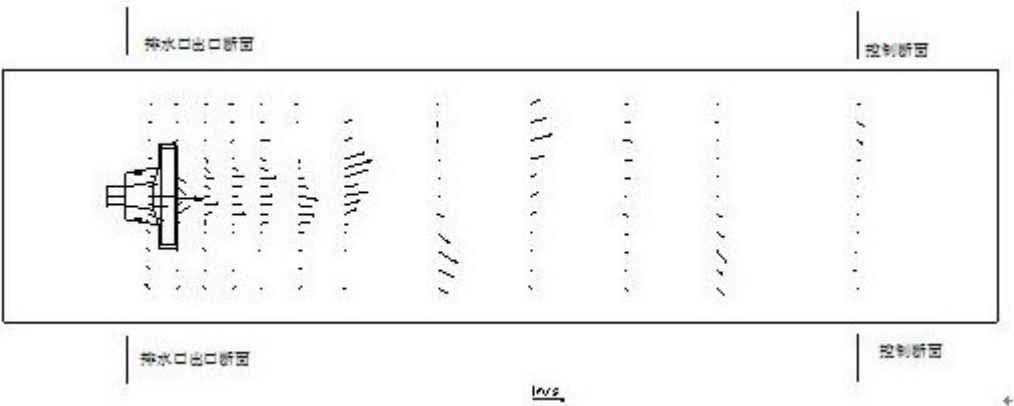


图29

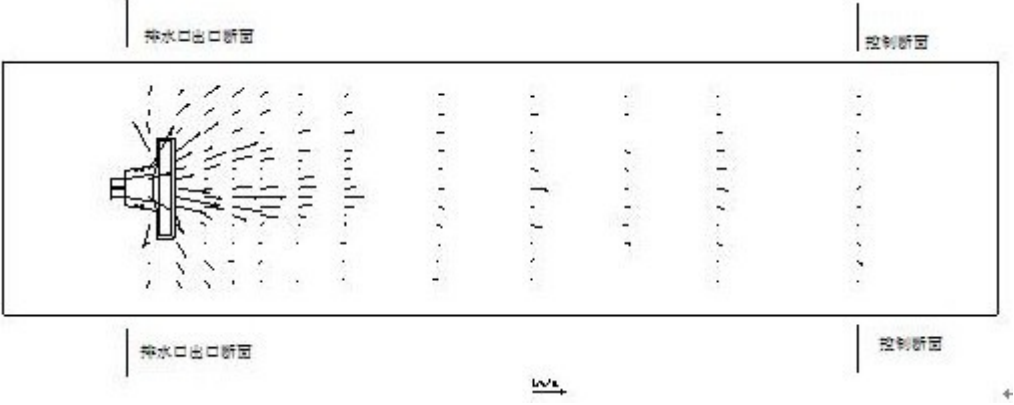


图30

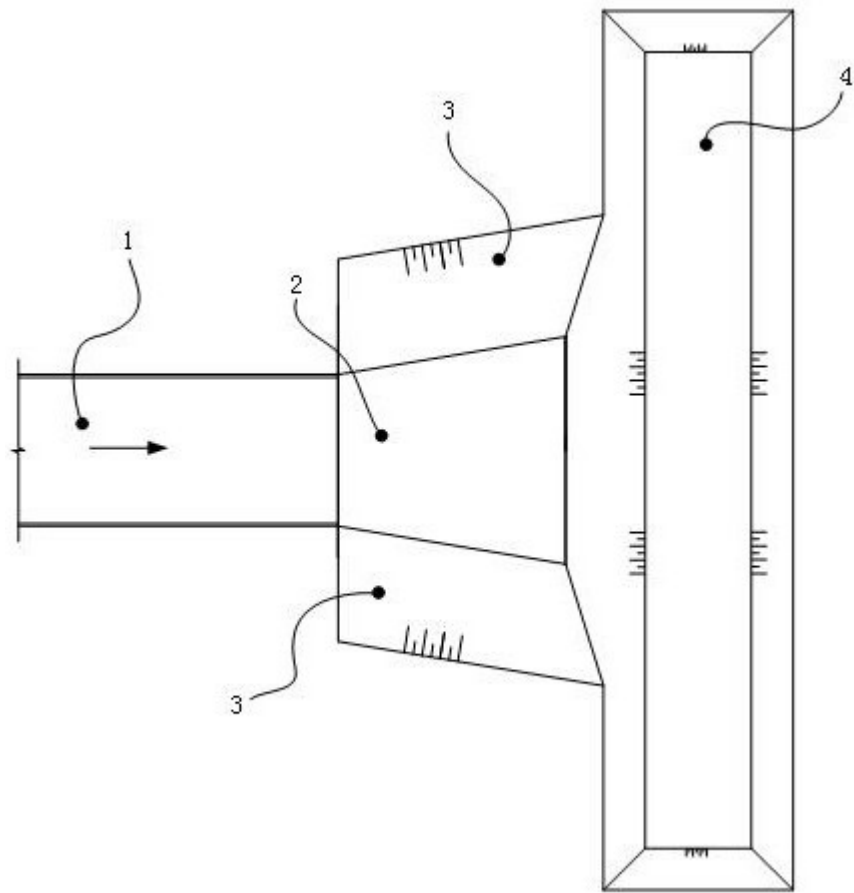


图31