



(12)发明专利



(10)授权公告号 CN 109630478 B

(45)授权公告日 2020.08.14

(21)申请号 201811440357.6

F04F 5/44(2006.01)

(22)申请日 2018.11.29

F04F 5/46(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109630478 A

(43)申请公布日 2019.04.16

(73)专利权人 四川大学

地址 610065 四川省成都市武侯区一环路
南一段24号

(56)对比文件

CN 201297296 Y,2009.08.26

CN 203441837 U,2014.02.19

CN 103233925 A,2013.08.07

GB 2355218 A,2001.04.18

DE 4103050 A1,1992.08.06

审查员 鲍亚

(72)发明人 陈云良 王晓东 王波 徐永
党晓强

(74)专利代理机构 成都科海专利事务有限责任
公司 51202

代理人 刘双兰

(51)Int.Cl.

F04F 5/10(2006.01)

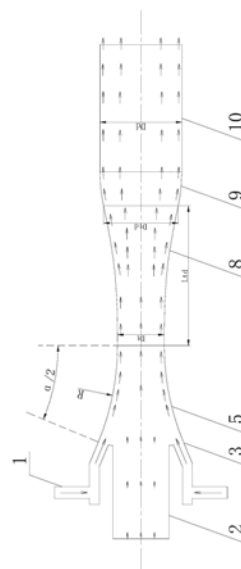
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

流线型环形射流泵

(57)摘要

本发明提供了一种流线型环形射流泵。该流线型环形射流泵是将现有环形射流泵的锥形吸入室、圆柱形喉管和锥形扩散管设计为流线型吸入室和流线型混合管；用流线型连接方式替代原来的折线型连接。从而解决了现有环形射流泵中吸入室与喉管连接处液流产生漩涡造成严重局部水头损失；漩涡中心处低压引起环形射流泵喉管壁面空化、空蚀破坏；喉管中被吸液与工作液不能混合充分造成液流能量损失；喉管与扩散管连接处、扩散管与出水管连接处，混合液突然转向造成局部水头损失。本发明所述流线型环形射流泵较现有环形射流泵工作性能及工作效率具有明显优势，有望在流体机械领域和实际应用中更有进一步推广应用前景。



1. 一种流线型环形射流泵,包括工作水管(1),吸水管(2),环形喷嘴(3),吸入室(4),喉管(6),扩散管(7)和出水管(10);其特征在于所述吸入室设计为流线型吸入室(5),所述喉管和扩散管设计为一体式流线型混合管(8),即流线型混合管包括流线型喉管和流线型扩散管;且设计一圆弧过渡管(9)将流线型混合管与出水管流线型连接;所述工作水管连接环形喷嘴,环形喷嘴连接所述流线型吸入室,所述吸水管连接流线型吸入室,流线型吸入室、流线型混合管、圆弧过渡管和出水管依次为流线型连接。

2. 根据权利要求1所述流线型环形射流泵,其特征在于所述流线型吸入室(5)内壁面设计为圆弧流线型,所述圆弧起始于环形喷嘴(3)外边缘壁面的出口处并与其壁面相切;所述圆弧末尾处与流线型混合管(8)内壁面相连接并与其内壁面相切。

3. 根据权利要求1或2所述流线型环形射流泵,其特征在于所述流线型吸入室(5)的圆弧流线型中其圆弧对应的圆心角角度为 $\alpha/2$,其数学表达式如下:

$$R=L \times \cot(\alpha/4)$$

式中: α 、 L 分别为已有环形射流泵吸入室的收缩角、长度; R 为流线型吸入室的圆弧半径。

4. 根据权利要求1所述流线型环形射流泵,其特征在于所述流线型混合管(8)内壁面设计为流线型,所述流线型线形起始于流线型吸入室(5)内壁面的出口处并与其内壁面相切;所述流线型线形末尾处与所述圆弧过渡管(9)内壁面起始处相连接并与其内壁面相切;所述流线型线形数学表达式如下:

$$L_{td}=(4\sim 7)D_t\beta=8^\circ\sim 12^\circ y=\pm(D_t/2+x^n)$$

式中: L_{td} 为所述流线型混合管的轴向长度; D_t 为所述流线型混合管入口处的管道直径; β 为流线型混合管出口处的扩散角; y 为流线型线形的纵向坐标; x 为流线型线形的轴向坐标; n 为指数,其取值范围为2.5~5。

5. 根据权利要求1所述流线型环形射流泵,其特征在于所述圆弧过渡管(9)内壁面设计为圆弧流线型,所述圆弧起始于流线型混合管(8)内壁面末尾处并与其内壁面相切,所述圆弧末尾处与出水管(10)入口处内壁面相连接并与其内壁面相切。

流线型环形射流泵

技术领域

[0001] 本发明涉及一种射流泵技术,尤其涉及一种流线型环形射流泵,属于流体机械技术领域。

背景技术

[0002] 射流泵是一种利用高速流体作为工作动力,抽吸、运输流体的输送机械和混合反应设备。射流泵自身没有运动部件,其具有结构简单、安装容易、维护方便、密封性好、工作可靠和成本低廉、便于综合利用等一系列独特的优点。射流泵已被广泛应用于水利、冶金、石油、化工、环境保护、海洋开发、核能利用、航空航天等各领域;特别适合于水下、放射、腐蚀等不宜人员靠近的危险场合。但是由于射流泵内部液流卷吸、混掺,容易产生较大的能量损失,因此其工作效率较低,并且易出现空化、空蚀现象,影响射流泵的运行的同时进一步降低系统的效率,甚至影响整个工作系统的安全运行。

[0003] 射流泵根据其喷嘴和吸水管的位置不同,可分为中心射流泵和环形射流泵两种。环形射流泵的吸水管布置在其管轴中心线处,其环形喷嘴环绕在吸水管管道周围,形成环形射流,如图1所示。所述环形射流泵的高压工作液通过环形喷嘴冲入吸入室,对吸水管中的低压被吸液形成强烈的卷吸作用,两股流体在喉管中剧烈地混掺,经扩散管增压,由出水管排出,从而实现增压过程。现有环形射流泵中吸入室形式为锥形吸入室、喉管形式为圆柱形喉管、扩散管形式为锥形扩散管;同时现有环形射流泵中吸入室、喉管、扩散管、出水管的连接方式均采用折线型连接。环形射流泵的这种结构形式与连接方式存在的不足之处是:第一,在现有环形射流泵中,由于吸入室与喉管的连接处为折线型,导致该处管壁突然转向,高速工作液会脱离壁面流动,喉管中的液流随即填补高速工作液与喉管管壁之间所空出的区域,形成漩涡。漩涡会导致液流内部质点相对运动的加强,使液流内摩擦增加,由于该处工作液流速较快,因此会产生较大的局部水头损失,进而影响环形射流泵输送流体的工作效率。第二,漩涡中心处会形成低压区,导致喉管壁面处离析出微气泡,随着射流泵出口压力降低、流量比增大,喉管壁面处微气泡数量不断增加。在工作液与被吸液进行动量交换的同时,喉管内压力逐步升高,喉管壁面处的气泡溃灭,对喉管壁面会产生空蚀破坏;同时消耗液流的能量,使环形射流泵的性能和运行效率急剧下降,进而缩短射流泵的使用寿命。第三,现有环形射流泵喉管为圆柱形,由于工作液流速较高,为减少管道沿程损失、要求喉管不能太长,因此会导致被吸液与工作液在喉管内混合不充分,喉管出口混合液流动不均匀。第四,在现有环形射流泵中,由于喉管与扩散管、扩散管与出水管的连接处均为折线型,导致这两处管壁突然转向,流线会发生弯曲,同时近壁面混合液流速较高,因此会产生一定的局部水头损失,影响环形射流泵的工作效率。

发明内容

[0004] 本发明的目的正是为了克服现有环形射流泵结构中所存在的缺陷和不足,提供一种流线型环形射流泵;该流线型环形射流泵是将现有环形射流泵上采用的锥形吸入室、圆

柱形喉管和锥形扩散管分别设计为流线型吸入室和流线型混合管;同时将现有环形射流泵中采用的吸入室、喉管、扩散管、出水管的折线型连接方式均设计为流线型的连接方式。从而解决了现有环形射流泵中吸入室与喉管连接处,液流产生漩涡造成的局部水头损失;漩涡中心处的低压引起的环形射流泵喉管壁面空化、空蚀破坏;喉管中被吸液与工作液不能够混合充分造成的液流能量损失;喉管与扩散管连接处、扩散管与出水管连接处,混合液突然转向造成的局部水头损失。

[0005] 为实现本发明的上述目的,本发明是由以下技术措施构成的技术方案来实现的。

[0006] 本发明所述一种流线型环形射流泵,包括工作水管,吸水管,环形喷嘴,吸入室,喉管,扩散管和出水管;按照本发明,所述吸入室设计为流线型吸入室;所述喉管和扩散管设计为一体式流线型混合管,即流线型混合管包括流线型喉管和流线型扩散管;且设计一圆弧过渡管将流线型混合管与出水管流线型连接;所述工作水管连接环形喷嘴,环形喷嘴连接所述流线型吸入室,所述吸水管连接流线型吸入室,而流线型吸入室、流线型混合管、圆弧过渡管和出水管依次为流线型连接。

[0007] 上述技术方案中,所述流线型吸入室内壁面设计为圆弧流线型,所述圆弧起始于环形喷嘴外边缘壁面的出口处并与其壁面相切;所述圆弧末尾处与流线型混合管内壁面相连接并与其内壁面相切。

[0008] 上述技术方案中,所述流线型吸入室的圆弧流线型中圆弧对应的圆心角角度为 $\alpha/2$,其数学表达式如下:

[0009] $R=L \times \cot(\alpha/4)$

[0010] 式中: α 、 L 分别为已有环形射流泵吸入室的收缩角、长度; R 为流线型吸入室的圆弧半径。

[0011] 上述技术方案中,所述流线型混合管内壁面设计为流线型,所述流线型线形起始于流线型吸入室内壁面的出口处并与其内壁面相切;所述流线型线形末尾处与所述圆弧过渡管内壁面起始处相连接并与其内壁面相切;所述流线型线形的数学表达式如下:

[0012] $L_{td}=(4\sim 7)D_t$ $\beta=8^\circ\sim 12^\circ$ $y=\pm(D_t/2+x^n)$

[0013] 式中: L_{td} 为所述流线型混合管的轴向长度; D_t 为所述流线型混合管入口处的管道直径; β 为流线型混合管出口处的扩散角; y 为流线型线形的纵向坐标; x 为流线型线形的轴向坐标; n 为指数,其取值范围为2.5~5。

[0014] 上述技术方案中,所述圆弧过渡管内壁面设计为圆弧流线型,所述圆弧起始于流线型混合管内壁面末尾处并与其内壁面相切;所述圆弧末尾处与出水管入口处内壁面相连接并与其内壁面相切。

[0015] 本发明所述流线型环形射流泵,具有以下优点和有益的技术效果:

[0016] 1、本发明所述流线型环形射流泵,将现有环形射流泵的锥形吸入室设计为流线型吸入室,将圆柱形喉管和锥形扩散管设计为流线型混合管;用流线型连接方式替代现有的折线型连接;在流线型吸入室与流线型混合管连接处,高速工作液沿壁面平顺流动,避免发生分离流动形成漩涡,可以减小局部水头损失,进而有助于改善环形射流泵的工作性能。

[0017] 2、本发明所述流线型环形射流泵,其射流泵内的高速工作液在流线型吸入室与流线型混合管连接处不会脱离壁面流动,从而消除了局部低压区,可避免因边界突变导致的环形射流泵壁面空化、空蚀破坏。

[0018] 3、本发明所述流线型环形射流泵,所述流线型混合管中,由于混合液沿壁面平顺流动,可以减小局部水头损失,也有助于提升环形射流泵的工作效率;同时流线型混合管中的被吸液与工作液可以较为充分地混合,因而使出口混合液流动更加均匀,从而减小混合液扩散损失。

[0019] 4、本发明所述流线型环形射流泵,所述流线型混合管与出水管的连接方式为流线型连接,进而混合管中的混合液可沿圆弧过渡管壁面平顺流入出水管,避免在该处混合液流向急剧变化导致的局部水头损失,同时也有助于改善环形射流泵的工作性能。

[0020] 5、本发明所述流线型环形射流泵,与现有环形射流泵相比较,由于改变原吸入室和扩散管的锥形结构、喉管的圆柱形结构为流线型结构,以及改变原吸入室、喉管、扩散管、出水管的折线型连接方式为流线型连接方式;并且现有的数控加工技术是可以实现的,使本发明的流线型环形射流泵的工作性能改善具有明显优势,有望在流体机械领域和实际应用中有更进一步的推广应用前景。

附图说明

[0021] 图1为已有环形射流泵的剖面结构示意图;

[0022] 图2为本发明所述流线型环形射流泵的剖面结构示意图;

[0023] 图3为图2中所述流线型环形射流泵的流线型混合管的放大剖面结构示意图。

[0024] 图中:1工作水管;2吸水管;3环形喷嘴;4吸入室;5流线型吸入室;6喉管;7扩散管;8流线型混合管;9圆弧过渡管;10出水管。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图并通过具体实施例对本发明做进一步的详细说明,但并不意味着是对本发明保护范围的任何限定。

[0026] 本发明所述流线型环形射流泵,其剖面结构如图2所示,包括工作水管1,吸水管2,环形喷嘴3,流线型吸入室5,包括喉管和扩散管为一体式的流线型混合管8,圆弧过渡管9和出水管10;所述工作水管1连接环形喷嘴3,环形喷嘴3连接所述流线型吸入室5,所述吸水管2连接流线型吸入室5,而流线型吸入室5、流线型混合管8、圆弧过渡管9和出水管10依次为流线型连接。

[0027] 所述流线型吸入室5壁面设计为圆弧流线型,所述圆弧起始于环形喷嘴3外边缘壁面的出口处并与其壁面相切,所述圆弧末尾处与流线型混合管8内壁面相连接并与其内壁面相切;所述流线型混合管8内壁面设计为流线型,所述流线型线形起始于流线型吸入室5的出口处并与其内壁面相切,所述流线型线形末尾处与所述圆弧过渡管9中圆弧内壁面起始处相连接并与其内壁面相切;所述流线型混合管8与出水管10之间采用圆弧过渡管9相连接,所述圆弧起始于流线型混合管8内壁面的末尾处并与其内壁面相切,所述圆弧末尾处与出水管10入口处内壁面相连接并与其内壁面相切。

[0028] 图3中,由于将喉管和扩散管设计为一体式的流线型混合管8,所述流线型混合管内壁面设计为流线型,因此混合液可以沿流线型混合管壁面平顺流动,可以减小局部水头损失,有助于提升环形射流泵的工作效率。

[0029] 实施例

[0030] 根据现有环形射流泵实验研究的结果,结合本实施例采用所述流线型环形射流泵工作时,其吸入室4收缩角取为 $\alpha=20^\circ$,射流泵面积比即流线型混合管8入口面积与环形喷嘴3出口面积的比值取为2.22;吸水管2直径取为44mm。

[0031] 所述流线型吸入室5中圆弧所对圆心角角度取为 10° ,所述吸入室4中吸入室长度L取为43mm,根据前述流线型吸入室5圆弧流线型中圆弧对应的数学表达式 $R=L \times \cot(\alpha/4)$,可得其圆弧半径R取为491.5mm;所述流线型混合管8入口处直径 D_t 取为40mm;根据前述流线型线形的数学表达式中 $L_{td}=(4\sim 7)D_t$,结合实际经验可得流线型混合管8的轴向长度 L_{td} 取为200mm,根据前述流线型线形的数学表达式中 $\beta=8^\circ\sim 12^\circ$,结合实际经验可得流线型混合管8出口处的扩散角取为 $\beta=10^\circ$,所述流线型线形的数学表达式 $y=\pm(D_t/2+x^n)$ 中指数n取为3.25,根据该数学表达式可得流线型混合管8出口处直径 D_{td} 为50.8mm;所述圆弧过渡管9连接流线型混合管8与出水管10;出水管10直径取为60mm。

[0032] 本实施例所述流线型环形射流泵的工作过程如下:

[0033] 如图2所示结构的流线型环形射流泵,该流线型环形射流泵工作时,其高速工作液经环形喷嘴3喷射,喷射出的工作液卷吸吸水管2中的被吸液并且与被吸液在流线型吸入室5相接触,然后沿流线型吸入室壁面平顺进入流线型混合管8并在流线型混合管内混合、进行能量交换,同时逐步使混合液速度降低、压力升高,之后混合液沿圆弧过渡管9壁面平顺进入出水管10,最后经出水管排出。

[0034] 通过本实施例,所述流线型环形射流泵在流线型吸入室与流线型混合管以流线型方式的连接处,使高速工作液沿壁面平顺流动,从而避免漩涡形成,可以减小局部水头损失,有助于改善环形射流泵的工作性能,以及提升环形射流泵的工作效率;同时环形射流泵内的高速工作液在流线型吸入室与流线型混合管的流线型连接处不会脱离壁面流动,从而消除了局部低压区,可避免因边界突变导致的环形射流泵壁面空化、空蚀破坏,因此有助于提升环形射流泵的空化性能,延长射流泵的使用寿命;所述流线型混合管中的被吸液与工作液可以较为充分地混合,使混合管出口混合液流动更加均匀;此外由于流线型混合管与出水管的连接方式以流线型连接方式替代现有的折线型连接,因而流线型混合管中的混合液可以沿圆弧过渡管壁面平顺流入出水管,从而减小在该处存在的局部水头损失,同样有助于改善环形射流泵的工作性能和提升环形射流泵的工作效率。

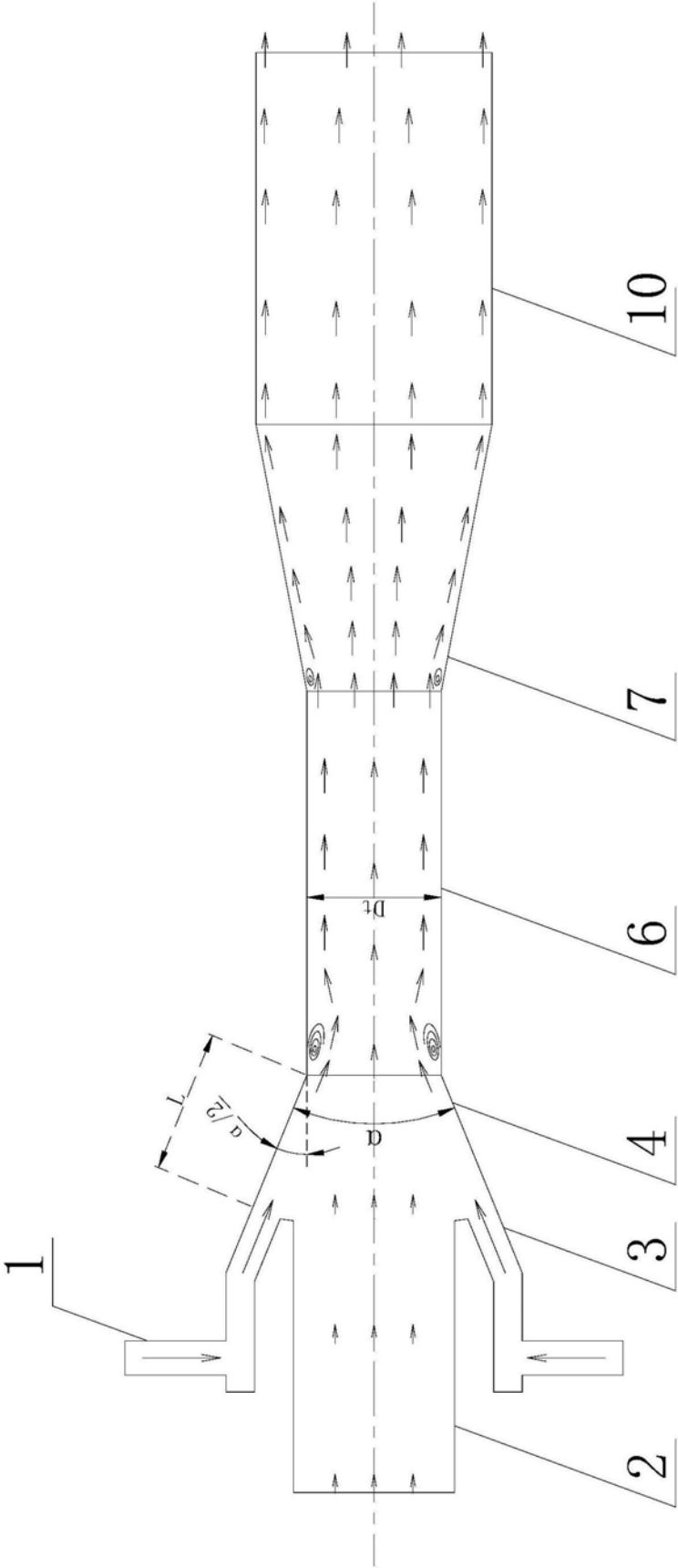


图1

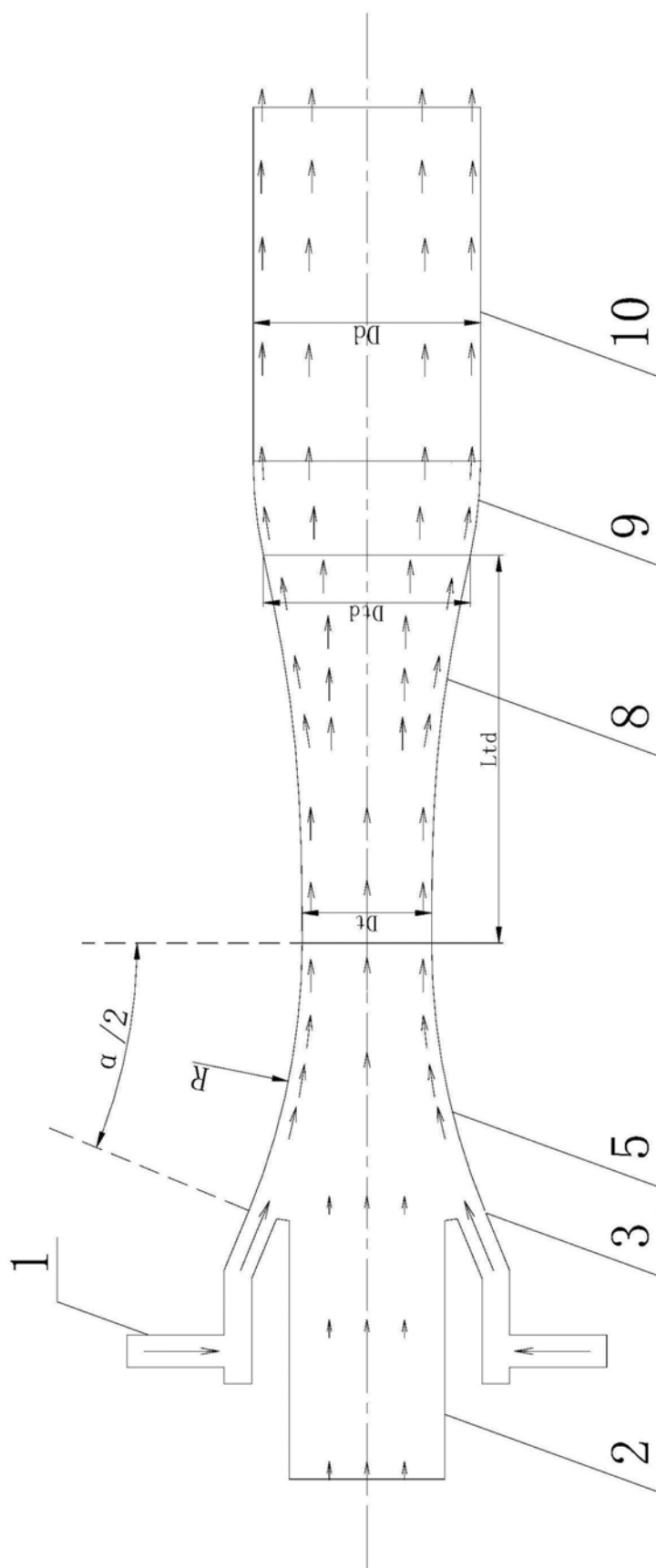


图2

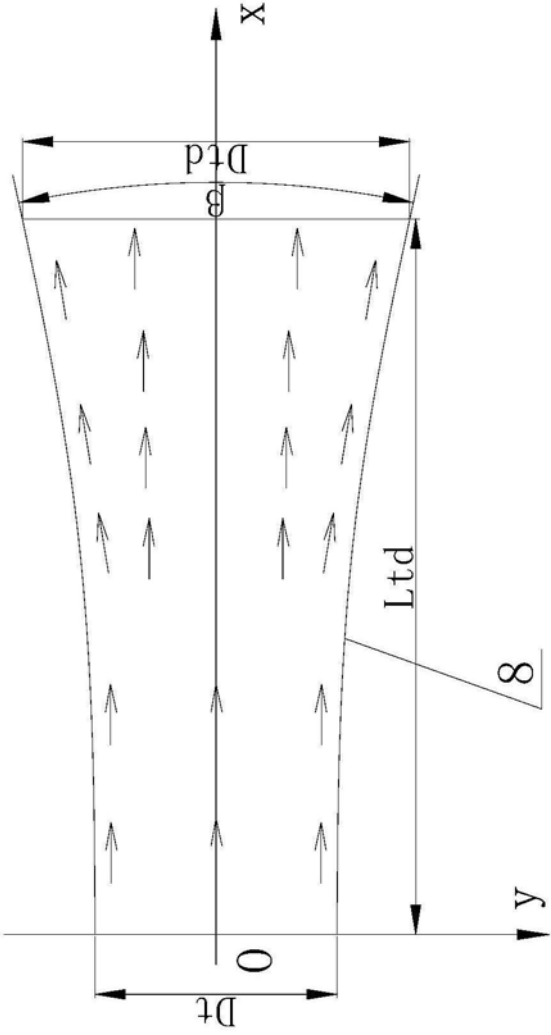


图3