



1. 一种水射流自振喷嘴,包括:入口收缩管、风琴管谐振腔体和喷片,所述入口收缩管和所述喷片分别固定在所述风琴管谐振腔体轴向相对的两端,所述喷片中心设有与该风琴管谐振腔体内腔相通的出水口;其特征在于,所述水射流自振喷嘴还包括导流腔体,所述导流腔体内部设有轴向贯通的中空腔,所述导流腔体至少一部分套设在所述喷片外围,所述中空腔至少部分位于所述出水口的出水侧,以形成用于为所述出水口提供围压环境的导流腔;

在所述出水口的出水侧,所述导流腔径向相对的两侧壁上分别设有径向贯穿该导流腔内外壁面的泄流孔。

2. 根据权利要求1所述的水射流自振喷嘴,其特征在于,所述两侧壁上的所述泄流孔关于所述导流腔的轴向中心对称。

3. 根据权利要求1所述的水射流自振喷嘴,其特征在于,所述风琴管谐振腔体为空心圆柱形,所述入口收缩管、所述风琴管谐振腔体和所述喷片依次连通以形成风琴管谐振腔。

4. 根据权利要求1所述的水射流自振喷嘴,其特征在于,所述导流腔体为中空管状,其沿轴向包括第一部分和第二部分,所述第一部分套设在所述喷片与所述风琴管谐振腔体外侧,所述第二部分位于所述喷片的出水侧。

5. 根据权利要求4所述的水射流自振喷嘴,其特征在于,所述水射流自振喷嘴还包括连接套管,所述连接套管包括轴向相对设置的第一端和第二端,所述第一端套设在所述第一部分外侧且通过螺纹连接方式与所述第一部分固定;所述第二端套设在所述入口收缩管的外侧且通过螺纹连接方式与所述入口收缩管连接。

6. 根据权利要求4所述的水射流自振喷嘴,其特征在于,所述第一部分的中空腔内径大于第二部分的中空腔内径,以在所述第一部分与第二部分的中空腔内壁交界位置处形成一台阶面,所述喷片夹紧固定于所述风琴管谐振腔体与所述台阶面之间。

7. 根据权利要求4所述的水射流自振喷嘴,其特征在于,所述泄流孔的径向截面为圆形或方形,所述泄流孔的直径小于第二部分的轴向长度。

8. 一种射流试验装置,其特征在于,包括如权利要求1至7任一项所述的水射流自振喷嘴。

## 一种水射流自振喷嘴及射流试验装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及工业清洗技术领域,尤其涉及一种水射流自振喷嘴及射流试验装置。

### 背景技术

[0002] 自振喷嘴装置可将连续射流转换为具有一定振荡频率的自振射流,从而有效避免水垫效应,伴随产生的水锤及空化作用,可以极大地提高射流能量利用效率,产生强烈冲蚀作用大幅提高射流工作效率。

[0003] 从淹没条件下的钻井平台及船舶清洗,到高围压下的石油钻井与深海资源开采,自振射流均得到广泛应用。但是,在上述不同工况下,射流出口流场条件差别极大,环境围压甚至相差数十倍,对射流发展影响较大。

[0004] 由自振射流产生机理可知,谐振腔声谐固有频率与射流涡环脱落引起的压力反馈频率相一致,使射流发生强烈自振,而射流出口流场条件直接决定射流边界层演化过程及涡环脱落频率,进而影响射流振荡及空化效果。同时,由于水体压力剧烈变化,射流极易中断,导致空化发展不充分,空化冲蚀能力急剧下降。因此,设计一种提高射流抗干扰能力和空化稳定性的自振喷嘴装置,对自振射流的进一步推广应用尤为重要。

[0005] 已授权专利(ZL201721337153.0)中公开了一种结构可调的高压水射流自振喷嘴,能够在围压下产生振荡及空化效果强烈的自振射流。但是,该高压水射流自振喷嘴在射流产生后随即进入周围环境,受环境干扰大,故其应用领域受到限制。

### 发明内容

[0006] 本发明实施例提供了一种水射流自振喷嘴及射流试验装置,能够减小外界环境对射流出口流场的干扰,增强射流的抗干扰能力,应用领域更为广泛。

[0007] 本发明实施例所提供的技术方案如下:

[0008] 本发明实施例提供了一种水射流自振喷嘴,包括:入口收缩管、风琴管谐振腔体和喷片,所述入口收缩管和所述喷片分别固定在所述风琴管谐振腔体轴向相对的两端,所述喷片中心设有与该风琴管谐振腔体内腔相通的出水口;所述水射流自振喷嘴还包括:导流腔体,所述导流腔体内部设有轴向贯通的中空腔,所述导流腔体至少一部分套设在所述喷片外围,所述中空腔至少部分位于所述出水口的出水侧,以形成用于为所述出水口提供围压环境的导流腔。

[0009] 优选的,在所述出水口的出水侧,所述导流腔径向相对的两侧壁上分别设有径向贯穿该导流腔内外壁面的泄流孔。

[0010] 优选的,所述两侧壁上的所述泄流孔关于所述导流腔的轴向中心对称。

[0011] 优选的,所述风琴管谐振腔体为空心圆柱形,所述入口收缩管、所述风琴管谐振腔体和所述喷片依次连通以形成风琴管谐振腔。

[0012] 优选的,所述导流腔体为中空管状,其沿轴向包括第一部分和第二部分,所述第一部分套设在所述喷片与所述风琴管谐振腔体外侧,所述第二部分位于所述喷片的出水侧。

[0013] 优选的,所述水射流自振喷嘴还包括连接套管,所述连接套管包括轴向相对的第一端和第二端,所述第一端套设在所述第一部分外侧且通过螺纹连接方式与所述第一部分固定;所述第二端套设在所述入口收缩管的外侧且通过螺纹连接方式与所述入口收缩管连接。

[0014] 优选的,所述第一部分的中空腔内径大于所述第二部分的中空腔内径,以在所述第一部分与所述第二部分的中空腔内壁交界位置处形成一台阶面,所述喷片夹紧固定于所述风琴管谐振腔体与所述台阶面之间。

[0015] 优选的,所述泄流孔的径向截面为圆形或方形,所述泄流孔的直径小于所述第二部分的轴向长度。

[0016] 本发明实施例还提供了一种射流试验装置,其包括如上所述的水射流自振喷嘴。

[0017] 本发明实施例所带来的有益效果如下:

[0018] 上述方案中,在喷片的出水口的出水侧设置有导流腔体,这样,由高压泵系统提供的高压水通过管路接入该水射流自振喷嘴时,可由入口收缩管进入风琴管谐振腔体并经喷片喷入由导流腔体提供的围压环境中,在该围压环境中涡环脱落并产生压力振荡,该压力振荡反馈回风琴管谐振腔体并得到放大,进一步促进了导流腔体内涡环发展及空化初生,导流腔体为射流空化发展提供稳定的发展环境,实现了自振射流在不同出口环境下的稳定工作。其中,可通过在喷片的出水侧连接不同结构的导流腔体,使得射流出口稳定发展,从而减小外界环境影响,增强射流的抗干扰能力。

[0019] 在本发明的进一步实施例中,在导流腔上还可设置泄流孔,泄流孔可使导流腔内压力与外界保持一致,减小密闭空间内水体压力影响,使空化充分发展,增强射流的冲蚀效果。

## 附图说明

[0020] 并入本文中并且构成说明书的部分的附图示出了本发明的实施例,并且与说明书一起进一步用来对本发明的原理进行解释,并且使相关领域技术人员能够实施和使用本发明。

[0021] 图1为本发明实施例提供的水射流自振喷嘴的结构示意图;

[0022] 图2为现有技术中的水射流自振喷嘴的冲蚀效果图;

[0023] 图3所示为相同来流条件下,本发明实施例提供的水射流自振喷嘴的冲蚀效果图。

[0024] [附图标记]

[0025] 10、入口收缩管;20、风琴管谐振腔体;30、喷片;31、出水口;40、导流腔体;41、泄流孔;40a、第一部分;40b、第二部分;40c、台阶面;50、连接套管;60、第一密封圈;70、第二密封圈。

[0026] 如图所示,为了能明确实现本发明的实施例的结构,在图中标注了特定的结构和器件,但这仅为示意需要,并非意图将本发明限定在该特定结构、器件和环境中,根据具体需要,本领域的普通技术人员可以将这些器件和环境进行调整或者修改,所进行的调整或者修改仍然包括在后附的权利要求的范围中。

## 具体实施方式

[0027] 下面结合附图和具体实施例对本发明提供的一种水射流自振喷嘴及射流试验装置进行详细描述。同时在这里做以说明的是,为了使实施例更加详尽,下面的实施例为最佳、优选实施例,对于一些公知技术本领域技术人员也可采用其他替代方式而进行实施;而且附图部分仅是为了更具体的描述实施例,而并不旨在对本发明进行具体的限定。

[0028] 需要指出的是,在说明书中提到“一个实施例”、“实施例”、“示例性实施例”、“一些实施例”等指示所述的实施例可以包括特定特征、结构或特性,但未必每个实施例都包括该特定特征、结构或特性。另外,在结合实施例描述特定特征、结构或特性时,结合其它实施例(无论是否明确描述)实现这种特征、结构或特性应在相关领域技术人员知识范围内。

[0029] 通常,可以至少部分从上下文中的使用来理解术语。例如,至少部分取决于上下文,本文中使用的术语“一个或多个”可以用于描述单数意义的任何特征、结构或特性,或者可以用于描述复数意义的特征、结构或特性的组合。另外,术语“基于”可以被理解为不一定旨在传达一组排他性的因素,而是可以替代地,至少部分地取决于上下文,允许存在不一定明确描述的其他因素。

[0030] 如本文使用的,术语“标称/标称地”是指在生产或制造过程的设计阶段期间设置的针对部件或过程操作的特性或参数的期望或目标值,以及高于和/或低于期望值的值的范围。值的范围可能是由于制造过程或容限中的轻微变化导致的。如本文使用的,术语“大约”指示可以基于与主题半导体器件相关联的特定技术节点而变化的给定量的值。基于特定技术节点,术语“大约”可以指示给定量的值,其例如在值的5%-15%(例如,值的 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 或 $\pm 15\%$ )内变化。

[0031] 可以理解的是,本发明中的“在……上”、“在……之上”和“在……上方”的含义应当以最宽方式被解读,以使得“在……上”不仅表示“直接在”某物“上”而且还包括在某物“上”且其间有居间特征或层的含义,并且“在……之上”或“在……上方”不仅表示“在”某物“之上”或“上方”的含义,而且还可以包括其“在”某物“之上”或“上方”且其间没有居间特征或层的含义。

[0032] 此外,诸如“在…之下”、“在…下方”、“下部”、“在…之上”、“上部”等空间相关术语在本文中为了描述方便可以用于描述一个元件或特征与另一个或多个元件或特征的关系,如在附图中示出的。空间相关术语旨在涵盖除了在附图所描绘的取向之外的在设备使用或操作中的不同取向。设备可以以另外的方式被定向,并且本文中使用的空间相关描述词可以类似地被相应解释。

[0033] 如图1所示,本发明实施例提供了一种水射流自振喷嘴,包括:入口收缩管10、风琴管谐振腔体20、喷片30和导流腔体40,所述入口收缩管10和所述喷片30分别固定在所述风琴管谐振腔体20轴向相对的两端,所述喷片30中心设有与该风琴管谐振腔体20内腔相通的出水口31;所述导流腔体40内部设有沿所述轴向贯通的中空腔,所述导流腔体40至少一部分套设在所述喷片30外围,所述中空腔至少部分位于所述出水口31的出水侧,以形成用于为所述出水口31提供围压环境的导流腔A。

[0034] 上述方案中,所述风琴管谐振腔体20可为空心圆柱形,所述入口收缩管10、所述风琴管谐振腔体20和所述喷片30依次串联连通以形成风琴管谐振腔,在所述喷片30的出水侧设有导流腔体40,相较于现有技术中的水射流自振喷嘴,在所述喷片30的出水口31的出水

侧增设所述导流腔体40,这样,由高压泵系统提供的高压水通过管路接入该水射流自振喷嘴时,可由入口收缩管10进入风琴管谐振腔体20并经喷片30喷入由导流腔体40提供的围压环境中,在该围压环境中涡环脱落并产生压力振荡,该压力振荡反馈回风琴管谐振腔体20并得到放大,进一步促进了导流腔体40内涡环发展及空化初生,导流腔体40为射流空化发展提供稳定的发展环境,实现了自振射流在不同出口环境下的稳定工作。其中,可通过在喷片30的出水侧连接不同结构的导流腔体40,使得射流出口稳定发展,从而减小外界环境影响,增强射流的抗干扰能力。

[0035] 优选的,在所述出水口31的出水侧,所述导流腔A径向相对的两侧壁上分别设有径向贯穿该导流腔A内外壁面的泄流孔41。采用上述方案,在所述导流腔A上还可设置所述泄流孔41,所述泄流孔41可使导流腔A内压力与外界保持一致,减小密闭空间内水体压力影响,使空化充分发展,增强射流的冲蚀效果。

[0036] 此外,作为一种优选的实施例,如图1所示,所述两侧壁上的所述泄流孔41关于所述导流腔A的轴向中心对称。示例性的,所述泄流孔41的径向截面可以为圆形或方形等任意合适的形状,且所述泄流孔41的直径小于所述第二部分的轴向长度。

[0037] 这里需要说明的是,该水射流自振喷嘴设计关键在于,所述导流腔A的腔径 $D_c$ 、轴向腔长 $L_c$ 与所述泄流孔41的直径 $D_h$ 、以及所述泄流孔41与所述出水口31在所述导流腔A轴向上的距离 $L_h$ 的匹配。

[0038] 图2所示为工作压力为 $P_1$ ,围压为 $P_2$ 的工况下,风琴管谐振腔径为 $D$ 、腔长为 $L$ 的无导流腔A的现有技术中的水射流自振喷嘴的冲蚀效果图;图3所示为相同来流条件下,导流腔A直径为 $D_c$ ,腔长为 $L_c$ ,泄流孔41径为 $D_h$ ,距离射流出口为 $L_h$ 的本发明实施例提供的水射流自振喷嘴的冲蚀效果图。

[0039] 对比图2和图3可见,本发明实施例提供的水射流自振喷嘴的冲蚀效果远高于现有技术中无导流腔A的水射流自振喷嘴的冲蚀效果。

[0040] 此外,作为一种优选的实施例,如图1所示,所述导流腔体40为中空管状,其沿轴向包括第一部分40a和第二部分40b,所述第一部分40a套设在所述喷片30与所述风琴管谐振腔体20外侧,所述第二部分40b位于所述喷片30的出水侧。

[0041] 优选的,所述水射流自振喷嘴还包括:连接套管50,所述连接套管50包括轴向相对设置的第一端和第二端,所述第一端套设在所述第一部分40a外侧且通过螺纹连接方式与第一部分40a固定;所述第二端套设在所述入口收缩管10的外侧且通过螺纹连接方式与入口收缩管10连接,以使所述入口收缩管10固定在所述风琴管谐振腔体20的一端。

[0042] 此外,如图1所示,优选的,所述第一部分40a的中空腔内径大于第二部分40b的中空腔内径,以在所述第一部分40a与第二部分40b的中空腔内壁交界位置处形成一台阶面40c,所述喷片30夹紧固定于所述风琴管谐振腔体20与所述台阶面40c之间。

[0043] 此外,如图1所示,在所述入口收缩管10与所述风琴管谐振腔体20的接触端面处设有第一密封圈60,在所述风琴管谐振腔体20与所述喷片30的接触端面处设有第二密封圈70。

[0044] 此外,本发明实施例还提供了一种射流试验装置,其包括本发明实施例提供的水射流自振喷嘴。

[0045] 本发明涵盖任何在本发明的精髓和范围上做的替代、修改、等效方法以及方案。为

了使公众对本发明有彻底的了解,在以下本发明优选实施例中详细说明了具体的细节,而对本领域技术人员来说没有这些细节的描述也可以完全理解本发明。以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以作出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

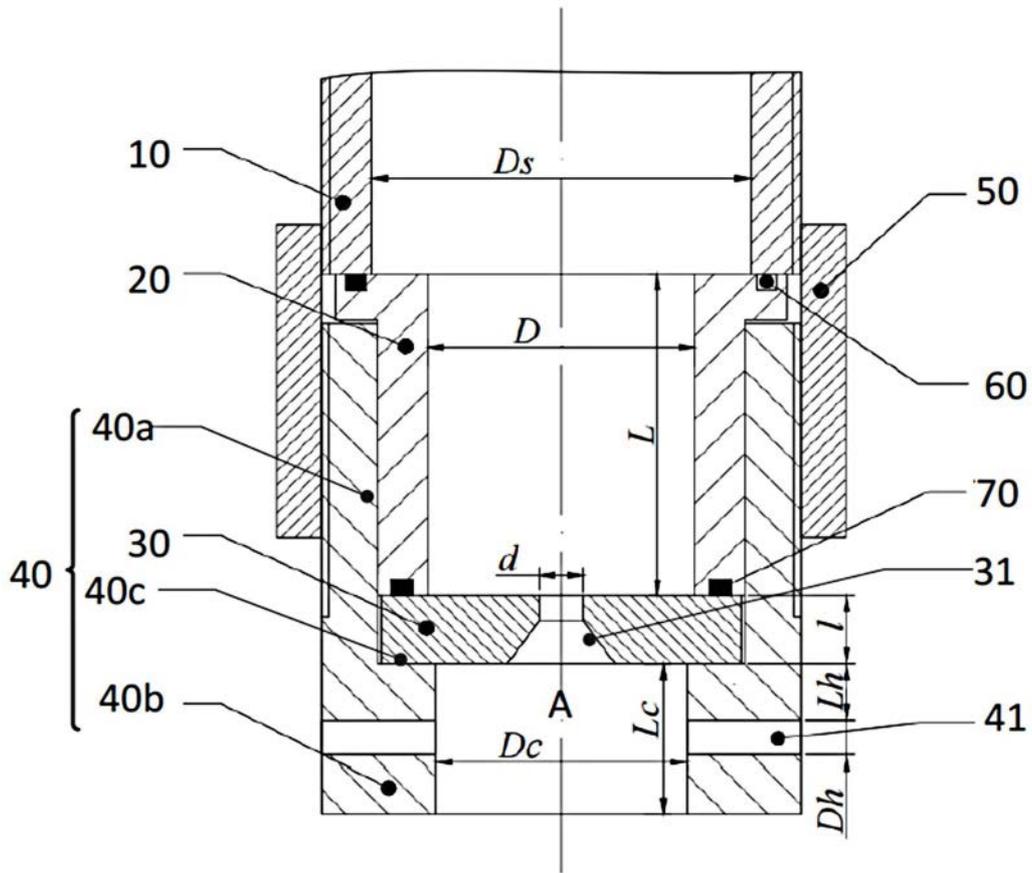


图1



图2



图3