(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2019 年 2 月 7 日 (07.02.2019)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2019/024913 A1

(51) 国际专利分类号:
B09C 1/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/098501

(22) 国际申请日: 2018 年 8 月 3 日 (03.08.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201710661975.2 2017年8月4日 (04.08.2017) CN

(71) 申请人: 华东理工大学(EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国上海市徐汇区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。

(72) 发明人: 杨强 (YANG, Qiang); 中国上海市徐汇区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。 耿坤宇 (GENG, Kunyu); 中国上海市徐汇区梅陇路 130 号, Shanghai 200237 (CN)。 孙荣江 (SUN, Rongjiang); 中国上海市徐汇区梅陇路 130号, Shanghai 200237 (CN)。

(74) 代理人: 上海顺华专利代理有限责任公司 (SHANGHAI SSH INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国上海市梅陇路 130 号华东理工大学研究生楼 808 室, Shanghai 200237 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) **Title:** RADIAL PARTICLE-WASHING DEVICE

(54) **发明名称**: 一种径向颗粒洗涤装置

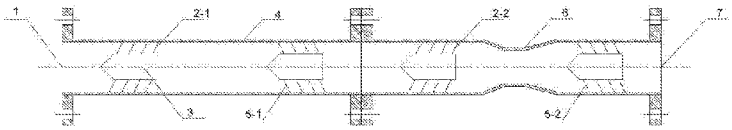


图 1

(57) **Abstract:** Disclosed is a radial pipe-type particle-washing device, the washing device being divided into three different forms according to washing requirements and different properties of fed materials. The device comprises a straight pipe (4) and/or a Venturi pipe (6) used as a pipeline of the washing device. A mandrel (3) with an end provided with a flow guide cone, forward-rotating fins (2-1, 2-2), and backward-rotating fins (5-1, 5-2) are arranged in a pipe. The forward-rotating fins (2-1, 2-2) and the backward-rotating fins (5-1, 5-2) are sequentially arranged on the mandrel (3) with an end provided with a flow guide cone. The forward-rotating fins (2-1, 2-2) and the mandrel (3) with an end provided with a flow guide cone form a rotation-forming unit, and the backward-rotating fins (5-1, 5-2) and the mandrel (3) with an end provided with a flow guide cone form a reinforced mixing unit.

(57) **摘要**: 一种径向管式颗粒洗涤装置，该洗涤装置根据洗涤要求及进口物料的性质的不同分为三种不同形式。该装置包括设有直管（4）和/或文丘里管（6），作为该洗涤装置的管路。管内设有端部带有导流锥的心轴（3）、正旋翅片（2-1、2-2）和反旋翅片（5-1、5-2），正旋翅片（2-1、2-2）和反旋翅片（5-1、5-2）前后排布在端部带有导流锥的心轴（3）上。正旋翅片（2-1、2-2）与端部带有导流锥的心轴（3）构成造旋单元，反旋翅片（5-1、5-2）与端部带有导流锥的心轴（3）构成强化混合单元。

WO 2019/024913 A1

[见续页]

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

一种径向颗粒洗涤装置

技术领域

本发明涉及一种颗粒洗涤装置，尤其涉及一种利用旋流，空化与强化混合耦合进行径向颗粒洗涤的装置。

背景技术

在石油生产、储运、炼制、加工及使用过程中，由于事故、不正常操作及检修等原因，都会有石油烃类的溢出和排放，例如，油田开发过程中的井喷事故、油井清蜡和油田地面设备检修、炼油和石油化工生产装置检修等。目前，我国石油企业每年生产落地原油约70万吨，其中约7万吨进入土壤环境。我国的大庆、辽河等油田的重污染区的土壤表层(0-20cm)的含油量达30％-50％。

由于过去数10年间各大油田区域采用工艺相对落后、密闭性不佳，加之环境保护措施和影响评价体系相对落后、污染控制和修复技术缺乏，我国土壤石油类污染程度远高于发达国家，石油污染呈逐年累积加重态势，部分区域土壤和地下水生态环境恶化至不可修复的边缘。贾建丽等（2009）调查了国内不同油田土壤的石油烃污染状况。通过对中国内陆东北（大庆油田）、华北（华北油田）、西北（长庆油田，玉门油田）、华南（江汉油田）和华东（胜利油田）等具有不同地理、气候等区域环境的6个油田10-25cm土壤采样分析，结果表明，国内油田土壤受到了不同程度的石油烃污染。土壤中石油烃含量最高可达23％，超过所在区域环境背景值的6000-10000倍。

目前，国内外土壤修复方法主要有物理修复法、化学修复法和生物修复法等，但存在着成本高、不彻底、周期长、环境条件影响大等不足。机械清洗法是一种较为常用的去除土壤颗粒中石油类物质的方法，具有低耗，高效，二次污染小等诸多优点。

目前，国内常见的机械清洗法主要是冲击喷射反应器、搅拌容器及超声波洗涤法，但三种方法都存在一定的弊端。如专利授权公开号为 CN205032119U，名称为搅拌罐。该装置虽然结构简单，但所需空间大，有较大噪声且罐中心与罐壁附近物料易产生温差，影响洗涤效果。又如专利 CN102716869A，名称为悬浮式

超声波清洗装置。该装置能耗相对较高，不能满足大量颗粒同时洗涤，且消音填充材料一旦损坏，噪声污染严重。因此，需开发一种适合于我国石油类物质污染土壤颗粒的高效，低耗洗涤装置。

发明内容

鉴于以上问题，本发明提供了一种径向颗粒洗涤装置。该装置具有效率高，无运动部件能耗少，结构紧凑，节约空间等诸多优点。

具体的技术方案如下：

一种径向管式颗粒洗涤装置，该洗涤装置根据洗涤要求及进口物料的性质的不同分为三种不同形式。该装置包括设有直管和/或文丘里管，两管分别作为管路。管内设有端部带有导流锥的心轴、正旋翅片和反旋翅片。该正旋，反旋翅片前后排布在带有导流锥的心轴上。正旋翅片与带有导流锥的心轴构成造旋单元，反旋翅片与带有导流锥的心轴构成强化混合单元。

进一步，所述的直管直径为 D，长度为 0.3-0.6D。

进一步，所述的带有导流锥的心轴直径为 0.3-0.6D，长度为 D，导流锥的锥角范围为 15-75° 。

进一步，所述的文丘里管直径为 D，长度为 0.3-0.6D，收缩角范围为 23-35°，扩散角为 3-6°

进一步，所述的正旋翅片与反旋翅片的排布顺序可以为 4 种即正，反；正，正；反，正：反，反。

进一步，所述的进口处带有导流锥的心轴前端距设备进口距离为 0.3-0.6D，末端距出口处带有导流锥的心轴距离为 2D，出口处带有导流锥的心轴末端距出口距离为 0.3-0.6D。

进一步，所述的正旋翅片的螺旋角为 5-50° ，反旋翅片螺旋角为 5-50°

进一步，所述该径向颗粒洗涤装置进口流量范围为 $8.46D^2$ -$28.26D^2$ m^3/h。

进一步,所述的该颗粒洗涤装置进料方式为径向进料。

进一步,所述的带有导流锥的心轴排布方式为同轴排布。

进一步,所述的该径向颗粒洗涤装置的管路排布方式可以为三种即全直管排布；全文丘里管排布；直管与文丘里管交替排布。

本发明的有益效果在于：通过导流锥使液体快速进入翅片，而后充分利用文丘里管对流体的空化及加速作用、正旋翅片的造旋作用以及反旋翅片的强化混合作用，将旋流和空化作用有机结合在一起，达到较好的洗涤效果。且具有效率高，无运动部件能耗少，结构紧凑，节约空间等特点。

附图说明

图 1 是实施例 1 的装置结构示意图；

图 2 是本发明的颗粒洗涤应用示意图；

图 3 是造旋单元的结构示意图；

图 4 是强化混合单元的结构示意图；

图 5 是直管结构示意图；

图 6 是文丘里管示意图。

符号说明：

1为物料进口；2-1为一级管路正旋翅片；2-2为二级管路正旋翅片；3为端部带有导流锥的心轴；4为直管；5-1为一级管路反旋翅片；5-2为二级管路反旋翅片；6为文丘里管；7为物料出口。

具体实施方式

下面，通过实施例对本发明进行具体描述。有必要在此指出的是，以下实施例只用于对本发明作进一步说明，不能理解为对本发明保护范围的限制，该领域的专业技术人员根据本发明的内容作出的一些非本质的改进和调整，仍属于本发明的保护范围。

实施例 1

本申请的发明人经过广泛而深入的研究后发现，对于颗粒洗涤，传统的机械洗涤方法主要为冲击喷射反应器、搅拌容器及超声波洗涤法。但三种方法都存在诸多弊端，例如搅拌容器，其所需空间大，有较大噪声且罐中心与罐壁附近物料易产生温差，影响洗涤效果。又如超声洗涤装置，其能耗相对较高，不能满足大量颗粒同时洗涤，且消音填充材料一旦损坏，噪声污染严重。而采用旋流和空化有机结合的方法，可以达到良好的洗涤效果，且结构紧凑，所需空间小，能耗低，洗涤效率高，因而最具有适用性。基于以上发现，本发明得以完成。

如图 1 所示，为本发明的实施例 1 结构示意图，该径向洗涤装置主要包括：2-1 一级管路正旋翅片；2-2 二级管路正旋翅片；3 端部带有导流锥的心轴；4 直管；5-1 一级管路反旋翅片；5-2 二级管路反旋翅片；6 文丘里管。某石化厂采用物料进口流量为 30m³/h，进口管直径为 0.1m（D）。根据洗涤效果要求及物料性质，采用直管与文丘里管交替排布的形式，如图 5 是采用直管结构示意图，图 6 是采用文丘里管示意图。管路级数为两级。物料通过进口 1，待洗涤颗粒随洗涤液流入一级洗涤管路。通过导流锥的导流作用，固液混合物快速进入正旋翅片 2-1，通过正旋翅片 2-1 的造旋作用，如图 3 为造旋单元结构示意图，其流动形式由水平流动变为旋转流动。在旋流作用下，洗涤液与待洗颗粒充分接触，碰撞。固体颗粒中的石油类污染物与洗涤液初步形成乳化态。而后，固液混合物在经过长为 2D 的管程后，在导流锥的导流作用下进入反旋翅片 5-1。反旋翅片 5-1 通过扩散，对流，剪切的作用，达到强化洗涤液与含油固体颗粒的混合效果。并提高液体紊流程度，进一步提高混合效果。而后，固液混合物在经过 0.5D 的管程后离开一级洗涤管路。经过一级洗涤管路，对于直径>2mm 的含油固体颗粒，洗脱率达到 95％以上。经一级洗涤管路处理后的固液混合物进入二级洗涤管路，一级洗涤管路与二级洗涤管路以法兰形式连接。固液混合物在经过长为 0.5D 的管程后，在导流锥的导流作用下快速进入正旋翅片 2-2，通过正旋翅片 2-2 的造旋作用，含固液体旋流程度加剧，洗涤液与待洗颗粒接触，碰撞更为剧烈，洗涤效果得到显著提高。而后固液混合物在经过长为 0.5D 的管程后，进入文丘里管 6 的收缩段。通过文丘里管 6 的空化作用，空泡急速产生、扩张和溃灭，在液体中形成激波和高速微射流，降低石油类物质对固体颗粒的附着力。且文丘里管 6 独特的缩扩结构使得压力降低，根据伯努利方程，流速增加，从而达到加速流动的效果。速度的增大亦会使雷诺数增加，进一步增加紊流的程度，强化固体颗粒洗涤效果。经过文丘里管 6 的缩扩段的洗涤液及固体颗粒，再经长为 0.5D 的管程后，在导流锥的导流作用下，进入反旋翅片，强化混合。如图 4 为强化混合单元结构示意图。而后经长为 0.5D 的管程留出洗涤装置，完成洗涤。经过二级洗涤管路的洗涤，对于直径>2mm 的含油固体颗粒，去油率达到 98％以上。对于直径为 0.05-2mm 的含油固体颗粒，洗脱率达到 80％以上。

如图 2 所示，为本发明的颗粒洗涤应用示意图，其中 1 为储液罐，2 为振动

筛，3 为径向颗粒洗涤装置，4 为加热器，5 为闪蒸罐。洗涤液自储液罐 1 经过管道进入振动筛 2，通过振动筛顶部的布液器均布在待洗涤的的固体颗粒上。通过振动筛的筛选，粒径较大的颗粒直接回填，粒径较小的颗粒与洗涤液一起进入径向颗粒洗涤装置。通过调节洗涤液与径向颗粒洗涤装置之间管路的阀门开度，调整固液比，防止管道堵塞。固体颗粒与洗涤液经径向颗粒洗涤装置充分洗涤后，进入加热器 4，使固体颗粒烘干，烘干后的固体颗粒进行回填。经加热器 4 加热后的洗涤液与石油类物质的混合蒸汽进入闪蒸罐 5，经过闪蒸罐 5 的闪蒸作用，使得洗涤液与石油类物质分离，石油类物质去回收，洗涤液进入储液罐 1 实现循环。其中，径向颗粒洗涤装置 3 相对于搅拌罐，超声洗涤等传统的洗涤装置具有结构紧凑，所需空间小，能耗低，洗涤效率高，适用性好等诸多优点。

权 利 要 求

1、一种径向颗粒洗涤装置，其特征在于，所述装置包含直管和/或文丘里管，设置在管内端部带有导流锥的心轴、正旋翅片和反旋翅片；所述正旋翅片与带有导流锥的心轴构成造旋单元，所述反旋翅片与带有导流锥的心轴构成强化混合单元。

2、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述的直管直径为 D，长度为 3-6D。

3、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述的文丘里管直径为 D，长度为 3-6D，收缩角范围为 20-40°，扩散角为 3-6°。

4、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述的带有导流锥的心轴排布方式为同轴排布；所述的带有导流锥的心轴直径为 0.3-0.6D，长度为 1.1-1.3D，导流锥的锥角范围为 15-75°。

5、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述的正旋翅片的螺旋角为 5-50°，反旋翅片螺旋角为 5-50°。

6、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述的该颗粒洗涤装置的管路排布方式是如下三种：全直管排布、全文丘里管排布或直管与文丘里管交替排布。

7、根据权利要求 5 所述的装置，其特征在于，所述的正旋翅片与反旋翅片的排布顺序可以为 4 种即正，反；正，正；反，正：反，反。

8、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述的进口处带有导流锥的心轴前端距设备进口距离为 0.3-0.6D，末端距出口处带有导流锥的心轴距离为 1.8-2.5D，出口处带有导流锥的心轴末端距出口距离为 0.3-0.6D。

9、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于,所述该径向颗粒洗涤装置进口流量范围为 $2826D^2$-$8478D^2 m^3/h$

10、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于,所述的该颗粒洗涤装置进料方式为径向进料。

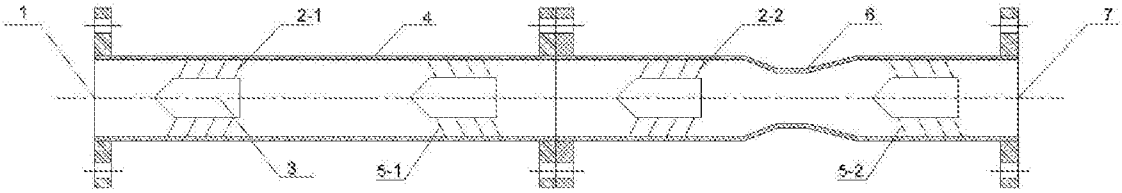


图 1

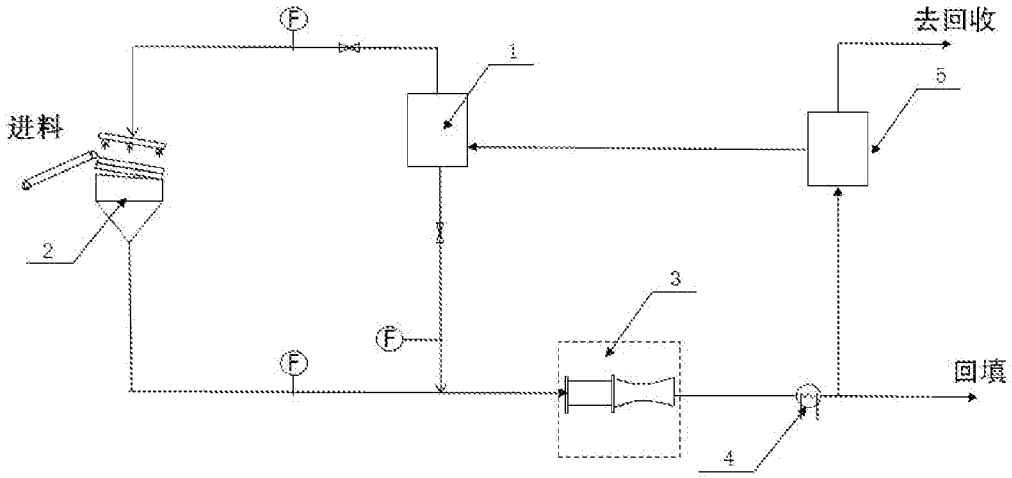


图 2

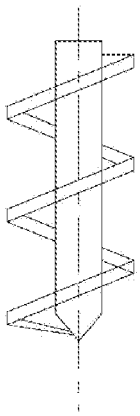


图 3

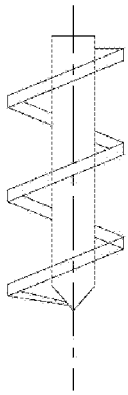


图 4

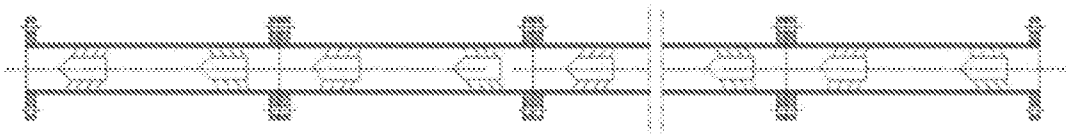


图 5

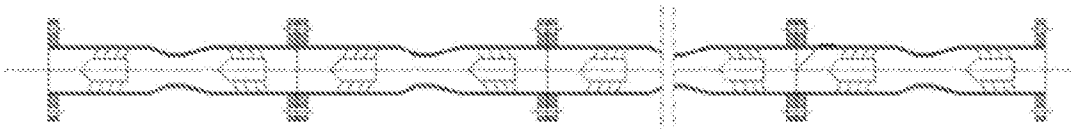


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2018/098501

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B09C 1/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B09C; B01F; B04C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; VEN; CNTXT; USTXT; WOTXT; CNKI: 华东理工大学, 杨强, 耿坤宇, 孙荣江, 土, 洗, 混合, 文丘里, 文氏, 旋, 反, 逆, 导流, spiral+, screw+, venturi+, cone

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 107457257 A (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 12 December 2017 (2017-12-12) claims 1-10	1-10
X	CN 106077062 A (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 09 November 2016 (2016-11-09) description, paragraphs [0019]-[0023], and figure 1	1, 2, 4-10
Y	CN 106077062 A (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 09 November 2016 (2016-11-09) description, paragraphs [0019]-[0023], and figure 1	1, 3, 6
Y	KR 100950696 B1 (KOREA SOIL TECHNOLOGY CO., LTD. ET AL.) 31 March 2010 (2010-03-31) description, paragraphs [0017]-[0034], and figures 1-5	1, 3, 6
A	CN 203400922 U (ZHEJIANG TAOHUAYUAN ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGY CO., LTD.) 22 January 2014 (2014-01-22) entire document	1-10
A	JP 2005046705 A (NIKKO KK) 24 February 2005 (2005-02-24) entire document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
20 September 2018	**15 October 2018**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
State Intellectual Property Office of the P. R. China **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing** **100088** **China**	
Facsimile No. **(86-10)62019451**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2018/098501

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	107457257	A	12 December 2017	None	
CN	106077062	A	09 November 2016	None	
KR	100950696	B1	31 March 2010	None	
CN	203400922	U	22 January 2014	None	
JP	2005046705	A	24 February 2005	None	

国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2018/098501

A. 主题的分类

B09C 1/02(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

B09C; B01F; B04C

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNABS;VEN;CNTXT;USTXT;WOTXT;CNKI:华东理工大学，杨强，耿坤宇，孙荣江，土，洗，混合，文丘里，文氏，旋，反，逆，导流，spiral+，screw+，venturi+，cone

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 107457257 A (华东理工大学) 2017年 12月 12日 (2017-12-12) 权利要求1-10	1-10
X	CN 106077062 A (华东理工大学) 2016年 11月 9日 (2016-11-09) 说明书第[0019]-[0023]段、附图1	1、2、4-10
Y	CN 106077062 A (华东理工大学) 2016年 11月 9日 (2016-11-09) 说明书第[0019]-[0023]段、附图1	1、3、6
Y	KR 100950696 B1 (KOREA SOIL TECHNOLOGY CO LTD等) 2010年 3月 31日 (2010-03-31) 说明书第[0017]-[0034]段、附图1-5	1、3、6
A	CN 203400922 U (浙江桃花源环保科技有限公司) 2014年 1月 22日 (2014-01-22) 全文	1-10
A	JP 2005046705 A (NIKKO KK) 2005年 2月 24日 (2005-02-24) 全文	1-10

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2018年 9月 20日	2018年 10月 15日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	叶映芳
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-(512)-88995429

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2015年1月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2018/098501

检索报告引用的专利文件			公布日（年/月/日）	同族专利	公布日（年/月/日）
CN	107457257	A	2017年 12月 12日	无	
CN	106077062	A	2016年 11月 9日	无	
KR	100950696	B1	2010年 3月 31日	无	
CN	203400922	U	2014年 1月 22日	无	
JP	2005046705	A	2005年 2月 24日	无	