(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
2020 年 7 月 2 日 (02.07.2020)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2020/134068 A1

(51) 国际专利分类号:
B05B 7/04 (2006.01) *A01M 7/00* (2006.01)
B05B 1/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/098342

(22) 国际申请日: 2019 年 7 月 30 日 (30.07.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811587903.9 2018年12月25日 (25.12.2018) CN

(71) 申请人: 江苏大学 (JIANGSU UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省镇江学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。

(72) 发明人: 欧鸣雄 (OU, Mingxiong); 中国江苏省镇江学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 臧帅 (ZANG, Shuai); 中国江苏省镇江学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 张川 (ZHANG, Chuan); 中国江苏省镇江学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 贾卫东 (JIA, Weidong); 中国江苏省镇江学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 周慧涛 (ZHOU, Huitao); 中国江苏省镇江学府路 301号, Jiangsu 212013 (CN)。

(74) 代理人: 北京德崇智捷知识产权代理有限公司 (JW IP LAW FIRM); 中国北京市朝阳区酒仙桥路 14号A5楼7层701, Beijing 100015 (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, 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,

(54) **Title:** GAS-LIQUID TWO-PHASE FLOW ATOMIZING NOZZLE AND DESIGN METHOD THEREFOR

(54) **发明名称:** 一种气液两相流雾化喷嘴及其设计方法

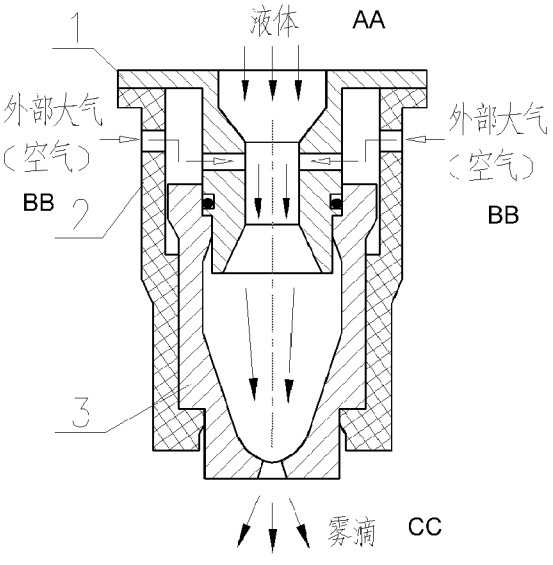


图 1

AA Liquid
BB External atmosphere (air)
CC Droplets

(57) Abstract: A gas-liquid two-phase flow atomizing nozzle and a design method therefor. Said nozzle consists of a nozzle core (1), an outer sleeve (2) and an atomizing body (3); an inner cavity of the nozzle core (1) consists of an inlet tapered section (4), a jet flow section (6) and an outlet diffusion section (7); the outlet diffusion section (7) of the nozzle core (1) is connected to an atomizing body mixing chamber (16), the jet flow section (6) of the nozzle core (1) is in communication with external atmosphere through a core air inlet hole (5), an air inlet buffering chamber (13) and a sleeve air inlet hole (12). Associating, by means of a new relational expression, design parameters such as the volume median diameter $D_{0.5}$ of spray droplets of the nozzle with geometrical dimension parameters, and providing design formulas of the diameter D_1 of the jet flow section (6), the length L_1 of the jet flow section (6), the diffusion angle β of the outlet diffusion section (7), the maximum inner diameter D_2 of the atomizing body mixing chamber (16) and the width b of the air inlet buffering cavity (13) make the nozzle have the characteristics of a small flow rate, a low spray pressure and a large droplet size, being able to improve the plant-protection machinery operating efficiency and the pesticide utilization rate.

WO 2020/134068 A1

[见续页]

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))。

(57) 摘要: 一种气液两相流雾化喷嘴及其设计方法。该喷嘴由喷嘴芯体（1）、外部套筒（2）和雾化体（3）组成，喷嘴芯体（1）的内腔由进口渐缩段（4）、射流段（6）和出口扩散段（7）组成，喷嘴芯体（1）的出口扩散段（7）与雾化体混合室（16）相连，喷嘴芯体（1）的射流段（6）通过芯体进气孔（5）、进气缓冲腔（13）和套筒进气孔（12）与外部大气相通。通过将喷嘴的喷雾雾滴体积中径$D_{0.5}$等设计参数和几何尺寸参数之间用新的关系式联系起来，并给出射流段（6）直径D_1、射流段（6）长度L_1、出口扩散段（7）扩散角β、雾化体混合室（16）最大内径D_2和进气缓冲腔（13）宽度b的设计公式，从而使喷嘴具有流量小、喷雾压力低和雾滴粒径大的特点，可以提高植保机械作业效率和农药利用率。

一种气液两相流雾化喷嘴及其设计方法

技术领域

本发明专利涉及一种气液两相流雾化喷嘴及其设计方法，具体的说，涉及一种内混式的气液两相流雾化喷嘴的结构特征及其几何尺寸设计方法，该喷嘴适用于果园和设施农业植保机械喷雾施药领域。

背景技术

在农业植保机械喷雾施药技术领域，气液两相流雾化喷嘴被广泛应用于各种化学农药的喷施作业方面，农药液体通过气液两相流雾化喷嘴的雾化作用生成精细的雾滴，并喷洒在植物表面。目前，气液两相流雾化喷嘴主要分为内混、外混和内外混三种型式：内混式喷嘴是指液体和气体在喷嘴内部空腔内产生气液两相流混合流动，然后通过喷嘴出口形成雾化，根据喷嘴内部结构的不同，有的内混式喷嘴具有喷雾流量小、雾滴粒径大和防飘移的特点，有的内混式喷嘴则具有喷雾流量小、雾滴粒径小和易飘移的特点。外混式喷嘴是一种采用高压气体辅助雾化的喷嘴，高压气体带动雾滴在喷嘴出口外部空间产生了复杂的加速、碰撞、合并和破碎等现象，其具有雾化效果好、粒径小和射程远的特点，但由于需要同时配备液体加压和空气加压装置，喷雾系统较为复杂和昂贵，同时较小的粒径容易产生飘移、损失和药害等现象。内外混式喷嘴则是一种同时具有内混和外混结构的气液两相流雾化喷嘴，其具有喷雾流量小、雾化效果好、粒径小和射程远等特点，但其和外混式喷嘴一样，需要同时配备液体加压和空气加压装置，喷雾系统较为复杂和昂贵，同时容易产生飘移、损失和药害等现象。

为了减少化学农药的使用量，通过设计和开发具有喷雾流量小和雾滴粒径大的气液两相流雾化喷嘴，可以达到农药喷施量小、药液附着性能好和飘移少等目的，从而实现化学农药减量增效目标，但现有的专利技术仍然存在以下问题：1.目前植保机械领域使用的气液两相流雾化喷嘴均以增强雾化效果为主，其雾滴粒径小、射程远，容易产生农药飘移、损失和药害，而在通过气液两相流技术抑制喷嘴的雾化效果，设计开发具有雾滴粒径较大、喷雾流量小的喷嘴方面，还缺乏相应的专利技术成果和文献；2.现有的气液两相流相关专利技术内容没有建立起喷嘴的喷雾雾滴粒径、喷雾流量、喷雾介质特性和喷嘴的几何尺寸参数等之间的关系式，缺少雾滴粒径的设计和控制方法，现有的相关专利技术主要是围绕喷

嘴的组成部件、结构特征和流道形状进行阐述，提供了部分结构方案，但面对详细的雾滴体积中径、设计喷雾流量和介质特性设计条件下的喷嘴产品时，还无法为喷嘴的具体尺寸设计提供技术支持。

本发明提供了一种气液两相流雾化喷嘴及其设计方法，该喷嘴基于气液两相流压力雾化原理，借助于液体在喷嘴内部射流段高速流动所产生的显著压降，因而在外部大气压力和射流段内部液体压力之间形成压差，在这种压差驱动下，空气通过喷嘴的套筒进气孔、进气缓冲腔和喷嘴芯体进气孔进入射流段内部，从而与射流段内部的液体产生气液混合现象，气液两相流最终通过雾化体出口形成压力雾化现象。该喷嘴具有喷雾流量小和雾滴粒径大的特点，适用于农业植保机械喷雾施药方面，可以有效减少农药的使用量，提高农药利用率、附着性能和防飘移性能。本发明不仅提供了一种气液两相流雾化喷嘴的结构，还建立了喷嘴的喷雾雾滴体积中径 $D_{0.5}$、设计喷雾流量 Q 和喷嘴的几何尺寸等参数之间的关系式，提供了喷嘴芯体进气孔直径 d_1、雾化体出口直径 d_2 和套筒进气孔直径 d_3 的设计原则，并给出射流段直径 D_1、射流段长度 L_1、出口扩散段扩散角 β、雾化体混合室最大内径 D_2 和进气缓冲腔宽度 b 的设计公式。

专利号 01111963.2 的专利文献公开了一种具有改进的气帽的空气雾化喷嘴组件，该喷嘴组件兼具内混和外混结构，通过将外部压缩空气引入气帽内部的空气流道，同时达到内混和外混的目的，以增强雾化效果，该专利对喷嘴本体、液体流道和气帽的结构特征进行了详细描述，并可用于产生大量精细的小雾滴，以便于液体的快速蒸发。

相对于上述专利，本发明是利用自然条件下的外部大气环境中的空气和喷嘴内部液体产生混合，喷嘴工作时无需提供压缩空气源，仅仅通过内部液体流动所产生的压降和外部大气压力将空气吸入喷嘴内部，喷嘴的组件和结构之间有很大差异，同时本发明设计的喷嘴具有喷雾流量小、雾滴粒径大的特点，而上述专利所阐述的喷嘴具有雾滴小的特点，因而本发明的喷嘴结构和雾化目标与上述专利内容之间存在显著差异。此外，本发明不仅提供了一种气液两相流雾化喷嘴的结构，还建立了喷嘴的喷雾雾滴体积中径 $D_{0.5}$、设计喷雾流量 Q 和喷嘴的几何尺寸等参数之间的关系式，提供了喷嘴芯体进气孔直径 d_1、雾化体出口直径 d_2 和套筒进气孔直径 d_3 的设计原则，并给出射流段直径 D_1、射流段长度 L_1、出口扩散段扩散角 β、雾化体混合室最大内径 D_2 和进气缓冲腔宽度 b 的设计公式。

专利号 03810334.6 的专利文献公开了一种内混合式空气雾化喷射喷嘴组件，该专利提供了一种具有气液内混和流体冲击结构的喷嘴组件，该喷嘴利用外部压缩空气和液体混合产生两相流，并通过两相流在喷嘴内部的冲击碰撞和压力雾化产生雾滴，其压缩空气流道沿轴向流道流动，空气流道较为狭长，喷嘴出口具有多个圆形的孔口结构，该专利主要了喷嘴组件内部的流体流动流道、横截流道、冲击元件和膨胀腔的结构特征。专利号 200580034838.1 的专利文献公开了一种改进的内混合空气雾化喷嘴装置，该喷嘴装置由喷嘴主体、空气引导器和碰撞表面等组成，该喷嘴通过引入的压缩空气产生内部气液混合，喷嘴内部具有气液两相流冲击碰撞结构，同时其喷嘴出口具有多个圆形的孔口结构，该专利主要阐述了喷嘴装置的内部流道结构特征、功能和流道面积比例要求。

相对于上述两项专利，本发明设计的喷嘴内部没有采用外部压缩空气源和流体冲击结构，而是通过射流产生的流体压降和外部大气压力将空气吸入喷嘴内部，借助于气液两相流的压力雾化产生大量的雾滴，空气流道和液体流道互相垂直，空气沿着液体流道的径向方向流动，空气流道非常简短，喷嘴内部没有膨胀腔和冲击碰撞结构，喷嘴出口仅有一个圆锥形的孔口，上述专利和本发明所提供的喷嘴在基本原理和结构之间存在显著差异。此外，本发明不仅提供了一种气液两相流雾化喷嘴的结构，还建立了喷嘴的喷雾雾滴体积中径 $D_{0.5}$、设计喷雾流量 Q 和喷嘴的几何尺寸等参数之间的关系式，提供了喷嘴芯体进气孔直径 d_1、雾化体出口直径 d_2 和套筒进气孔直径 d_3 的设计原则，并给出射流段直径 D_1、射流段长度 L_1、出口扩散段扩散角 β、雾化体混合室最大内径 D_2 和进气缓冲腔宽度 b 的设计公式，为喷嘴雾滴粒径的控制和结构设计提供了参考。

专利号 200580028231.2 的专利文献公开了一种吸入空气的液体喷雾嘴组件，该喷雾嘴组件主要由喷雾嘴主体和嵌入件两部分组成，其通过嵌入体内部的文氏管通路将外部空气吸入喷雾嘴内腔，喷雾嘴的液体入口和排出孔采用偏心定位，该专利主要阐述了由嵌入体所形成的液体流动通路形状、嵌入件结构以及组件卡合安装关系。专利号 201410034361.8 的专利文献公开了一种内混式两相流喷嘴，该喷嘴由喷嘴体和喷嘴帽两部分组成，液体和空气在供液管后部的锥状混合区进行混合，该喷嘴出口包含多个孔径很小的圆形孔口结构，该喷嘴可在大喷雾流量条件下产生精细的小雾滴，雾化效果好，从而便于液体的蒸发。

相对于上述两项专利，本发明提供了一种具有中心轴对称特征的喷嘴结构，

喷嘴内部的液体通道、空气流道和联结部分均为轴对称结构，液体和空气在喷嘴芯体内的射流段形成混合，雾化体出口为一个圆锥形的孔口，喷嘴内部没有流体冲击或碰撞部件，其具有喷雾流量小、雾滴粒径大的特点，该喷嘴设计目标和结构与上述专利内容存在显著差异。此外，本发明不仅提供了气液两相流雾化喷嘴的结构，还建立了喷嘴的喷雾雾滴体积中径 $D_{0.5}$、设计喷雾流量 Q 和喷嘴的几何尺寸等参数之间的关系式，提供了喷嘴芯体进气孔直径 d_1、雾化体出口直径 d_2 和套筒进气孔直径 d_3 的设计原则，并给出射流段直径 D_1、射流段长度 L_1、出口扩散段扩散角 β、雾化体混合室最大内径 D_2 和进气缓冲腔宽度 b 的设计公式，为喷嘴雾滴粒径的控制和结构设计提供了参考。

专利号 201510174084.5 的专利文献公开了一种两相流雾化掺气喷嘴，该喷嘴主要用于喷灌领域，其结构主要由喷嘴主体、调节套、锁紧套和混合喷嘴组成，其喷嘴主体和混合喷嘴均为渐缩锥状，通过调节套上的调气孔和喷嘴上的进气孔位置进行气流控制，其控制方法是在通过螺纹安装时控制调气孔和进气孔的相对位置，该专利阐述了喷嘴各组件的结构、联结型式和孔口直径计算方法。

相对于上述专利，本发明提供的两相流雾化喷嘴主要用于植保机械喷雾施药领域，本发明提供的喷嘴内部腔体包括进口渐缩段、射流段、出口扩散段和雾化体混合室等，喷嘴内部腔体形状和功能各异，各喷嘴组件之间不采用螺纹联结，进气通道的形状为固定型式，进气量依靠进气通道形状和尺寸进行控制，而不通过装配进行调控，其内部腔体形状、结构和联结方式与上述专利具有显著差异。和上述专利对孔口直径的计算方法所不同的是，本发明不仅提供了雾化喷嘴的结构，还建立了喷嘴的喷雾雾滴体积中径 $D_{0.5}$、设计喷雾流量 Q 和喷嘴的几何尺寸等参数之间的关系式，提供了喷嘴芯体进气孔直径 d_1、雾化体出口直径 d_2 和套筒进气孔直径 d_3 的设计原则，并给出射流段直径 D_1、射流段长度 L_1、出口扩散段扩散角 β、雾化体混合室最大内径 D_2 和进气缓冲腔宽度 b 的设计公式，为喷嘴雾滴粒径的控制和结构设计提供了参考。

发明内容

为了减少化学农药的使用量，提高植保喷雾施药机械的作业效率和农药利用率，本发明提供一种气液两相流雾化喷嘴及其设计方法。使用本发明设计的气液两相流雾化喷嘴具有喷雾流量小和雾滴粒径大等特点，其在减少农药使用量的基础上，可以有效促进农药喷施作业的药液附着和防飘移性能，从而保证病虫害

的防治效果，以达到化学农药减量增效目标的目的。本发明不仅提供了雾化喷嘴的结构，还建立了喷嘴的喷雾雾滴体积中径 $D_{0.5}$、设计喷雾流量 Q 和喷嘴的几何尺寸等参数之间的关系式，提供了喷嘴芯体进气孔直径 d_1、雾化体出口直径 d_2 和套筒进气孔直径 d_3 的设计原则，并给出射流段直径 D_1、射流段长度 L_1、出口扩散段扩散角 β、雾化体混合室最大内径 D_2 和进气缓冲腔宽度 b 的设计公式，为喷嘴雾滴粒径的准确控制和结构设计提供了参考。

本发明的技术方案是：

1. 一种轴对称结构的气液两相流雾化喷嘴，其包括喷嘴芯体、外部套筒和雾化体三部分，喷嘴芯体的内腔由进口渐缩段、射流段和出口扩散段组成，其中出口扩散段与雾化体混合室相联通。喷嘴芯体和外部套筒的壁面分别开设有喷嘴芯体进气孔和套筒进气孔，使得喷嘴芯体内腔中的射流段通过喷嘴芯体进气孔、进气缓冲腔和套筒进气孔与外部大气相通。液体沿着喷嘴的中心轴方向流动，依次经过进口渐缩段、射流段、出口扩散段、雾化体混合室和雾化体出口后形成雾化现象。液体在射流段的高速流动过程中，液体静压会显著降低直至低于外部大气压力，从而在外部大气压力驱动下，空气通过套筒进气孔、进气缓冲腔和喷嘴芯体进气孔进入射流段内部，液体与空气在射流段、出口扩散段和雾化体混合室内产生气液两相流的混合流动，并生成雾滴。

根据喷嘴作业要求和液体特性条件，首先确定喷嘴在设计工作条件下的喷雾雾滴体积中径 $D_{0.5}$、设计喷雾流量 Q、液体密度 ρ、液体表面张力系数 σ、液体动力粘度 μ 和空气密度 ρ_g 的数值。在确定上述参数值基础上，按照以下方法对喷嘴芯体进气孔直径 d_1、雾化体出口直径 d_2 和套筒进气孔直径 d_3 进行详细设计。

根据喷嘴的喷雾雾滴体积中径 $D_{0.5}$ 的数值要求，先确定喷嘴芯体进气孔直径 d_1 和雾化体出口直径 d_2 的数值，其中喷嘴芯体进气孔直径 d_1 的取值范围为 $10D_{0.5}$~$15D_{0.5}$，雾化体出口直径 d_2 的取值范围为 $2D_{0.5}$~$5D_{0.5}$，同时雾化体出口直径 d_2 的数值应满足如下约束条件（1）：

$$1.9\times10^4 \leqslant \frac{\rho Q}{d_2 \mu} \leqslant 2.4\times10^4 \quad (1)$$

式中：Q 是喷嘴的设计喷雾流量，单位是立方米/秒；

d_2 是喷嘴的雾化体出口直径，单位是米；

ρ 是液体密度，单位是千克/立方米；

μ 是液体动力粘度，单位是帕·秒；

当喷嘴的喷雾雾滴体积中径 $D_{0.5}$≥300 微米时，$\frac{\rho Q}{d_2\mu}$ 的取值范围为 1.9×10^4 ≤$\frac{\rho Q}{d_2\mu}$ ≤2.1×10^4；当喷嘴的喷雾雾滴体积中径 $D_{0.5}$＜300 微米，$\frac{\rho Q}{d_2\mu}$ 的取值范围为 2.1×10^4＜$\frac{\rho Q}{d_2\mu}$ ≤2.4×10^4。

喷嘴芯体进气孔直径 d_1 和雾化体出口直径 d_2 的数值满足上述条件外，喷嘴芯体进气孔直径 d_1、雾化体出口直径 d_2 和套筒进气孔直径 d_3 还应满足以下关系式（2）和约束条件（3）：

$$D_{0.5}=d_2\left(1.92-\frac{300\rho_g d_3}{\rho d_1}\right)\left[k_1 In\left(\frac{\rho_g Q^2}{d_2^3\sigma}\right)-0.004\right] \quad (2)$$

$$2.2\leqslant\frac{N_2 d_3^2}{N_1 d_1^2}\leqslant 6.5 \quad (3)$$

当液体动力粘度 μ≥0.001 帕·秒时，修正系数 k_1 的取值范围为 0.07≤k_1 ≤0.10；当液体动力粘度 μ＜0.001 帕·秒时，修正系数 k_1 的取值范围为 0.10＜k_1≤0.12。其中喷嘴芯体进气孔数量 N_1 应在如下限定范围内进行选取，套筒进气孔数量 N_2 的数值则按照约束条件（3）进行设计选取。

式中：$D_{0.5}$ 是喷嘴的喷雾雾滴体积中径，单位是米；

Q 是喷嘴的设计喷雾流量，单位是立方米/秒；

d_1 是喷嘴芯体进气孔直径，单位是米；

d_2 是喷嘴的雾化体出口直径，单位是米；

d_3 是套筒进气孔直径，单位是米；

ρ 是液体密度，单位是千克/立方米；

ρ_g 是外部大气环境的空气密度，单位是千克/立方米；

σ 是液体表面张力系数，单位是牛顿/米；

k_1 是修正系数，k_1=0.07~0.12；

N_1 是喷嘴芯体进气孔数量，N_1=3~5；

2. 喷嘴芯体的内腔由进口渐缩段、射流段和出口扩散段组成，沿着喷嘴芯体的

中心轴方向，进口渐缩段呈渐缩状，射流段呈圆柱状，出口扩散段呈渐扩状；射流段的壁面开设有一系列周向均匀分布的喷嘴芯体进气孔，喷嘴芯体的内腔射流段和进气缓冲腔通过喷嘴芯体进气孔相联通；喷嘴芯体的主要几何尺寸参数中，射流段直径 D_1、射流段长度 L_1 和出口扩散段扩散角 β 的设计公式如下：

$$D_1 = \left(0.34\frac{\rho_g Q^2}{d_2^3\sigma} + 8.91\right)d_2$$

$$L_1 = 7d_1\left(\frac{1000\mu D_1}{\rho Q}\right)^{0.3}$$

$$\beta=6^{\circ}\sim10^{\circ}$$

式中：D_1 是射流段直径，单位是米；

ρ_g 是外部大气环境的空气密度，单位是千克/立方米；

Q 是喷嘴的设计喷雾流量，单位是立方米/秒；

σ 是液体表面张力系数，单位是牛顿/米；

d_1 是喷嘴芯体进气孔直径，单位是米；

d_2 是喷嘴的雾化体出口直径，单位是米；

L_1 是射流段长度，单位是米；

ρ 是液体密度，单位是千克/立方米；

μ 是液体动力粘度，单位是帕·秒；

β 是出口扩散段扩散角，单位是度。

3. 喷嘴芯体和雾化体安装在外部套筒的内部，外部套筒的内壁面与喷嘴芯体的外壁面之间为圆环状的进气缓冲腔；雾化体的内部腔体为雾化体混合室，雾化体出口为固定扩散角的圆锥形孔口，雾化体混合室的内腔呈圆锥状，沿着气液两相流流动方向，雾化体出口的内径沿出口方向线性增大；雾化体和喷嘴芯体安装在外部套筒的内部腔体内，雾化体和喷嘴芯体采用陶瓷、不锈钢或黄铜材料制作，外部套筒采用尼龙、聚乙烯或聚四氟乙烯材料制作；雾化体的主要几何尺寸参数中，雾化体混合室最大内径 D_2 和进气缓冲腔宽度 b 的设计公式如下：

$$D_2 = 2.6D_1 + L_1 tg\beta$$

$$b = k_2 D_1$$

当液体动力粘度 $\mu\geq0.001$ 帕·秒时，修正系数 k_2 的取值范围为 $0.6\leq k_2\leq0.7$；

当液体动力粘度 μ＜0.001 帕·秒时，修正系数 k_2 的取值范围为 $0.5 \leqslant k_2 < 0.6$；

式中：D_2 是雾化体混合室最大内径，单位是米；

D_1 是射流段直径，单位是米；

L_1 是射流段长度，单位是米；

β 是出口扩散段扩散角，单位是度；

b 是进气缓冲腔宽度，单位是米；

k_2 是修正系数，k_2=0.5~0.7；

本发明的有益效果是：按照本发明设计的气液两相流雾化喷嘴具有喷雾流量小和雾滴粒径大等特点，在使用该喷嘴进行化学农药喷施过程中，可以达到农药喷施量小、药液附着性能好和飘移少等目的，从而实现化学农药减量增效的目标，同时还可以降低喷嘴的内部磨损，有效延长喷嘴的工作寿命。

附图说明

下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步说明：

图 1 是本发明一个实施例的喷嘴轴面剖视图；

图 2 是同一个实施例的喷嘴芯体轴面剖视图；

图 3 是同一个实施例的喷嘴芯体和外部套筒组合件的轴面剖视图；

图 4 是同一个实施例的雾化体轴面剖视图；

图中：1. 喷嘴芯体，2. 外部套筒，3.雾化体，4.进口渐缩段，5.喷嘴芯体进气孔，6. 射流段，7.出口扩散段，8. 出口扩散段扩散角 β，9. 射流段长度 L_1，10. 喷嘴芯体进气孔直径 d_1，11. 射流段直径 D_1，12. 套筒进气孔，13. 进气缓冲腔，14. 套筒进气孔直径 d_3，15. 进气缓冲腔宽度 b，16. 雾化体混合室，17. 雾化体出口，18. 雾化体出口直径 d_2，19. 雾化体混合室最大内径 D_2。

具体实施方式

图 1 至图 4 共同确定了这个实施例的喷嘴结构和几何尺寸，这是一种轴对称结构的气液两相流雾化喷嘴，其包括喷嘴芯体 1、外部套筒 2 和雾化体 3 三部分，而喷嘴芯体 1 的内腔由进口渐缩段 4、射流段 6 和出口扩散段 7 组成，其中出口扩散段 7 与雾化体混合室 16 相联通。喷嘴芯体 1 和外部套筒 2 的壁面分别开设有喷嘴芯体进气孔 5 和套筒进气孔 12，使得喷嘴芯体 1 内腔中的射流段 6 通过喷嘴芯体进气孔 5、进气缓冲腔 13 和套筒进气孔 12 与外部大气相通。液体沿着喷嘴的中心轴方向流动，依次经过进口渐缩段 4、射流段 6、出口扩散段 7、雾

化体混合室 16 和雾化体出口 17 后形成雾化现象。液体在射流段 6 的高速流动过程中，液体静压会显著降低直至低于外部大气压力，从而在外部大气压力驱动下，空气通过套筒进气孔 12、进气缓冲腔 13 和喷嘴芯体进气孔 5 进入射流段 6 内部，液体与空气在射流段 6、出口扩散段 7 和雾化体混合室 16 内产生气液两相流的混合流动，并生成雾滴。

根据喷嘴作业要求和液体特性等条件，首先确定喷嘴在设计工作条件下的喷雾雾滴体积中径 $D_{0.5}$、设计喷雾流量 Q、液体密度 ρ、液体表面张力系数 σ、液体动力粘度 μ 和空气密度 ρ_g 的数值，按照本实施例的设计技术要求，其喷雾雾滴体积中径 $D_{0.5}$=0.0002 米=200 微米，设计喷雾流量 Q=1.25×10^{-5} 立方米/秒=0.75 升/分钟，液体密度 ρ=1050 千克/立方米，液体表面张力系数 σ=0.065 牛顿/米，液体动力粘度 μ=0.00095 帕·秒，空气密度 ρ_g=1.2 千克/立方米。在确定上述参数值的基础上，按照以下三个步骤进行喷嘴芯体进气孔直径 d_1、雾化体出口直径 d_2 和套筒进气孔直径 d_3 的详细设计。

第一步：根据喷嘴的喷雾雾滴体积中径 $D_{0.5}$ 的数值要求，先确定喷嘴芯体进气孔直径 d_1 和雾化体出口直径 d_2 的数值，其中喷嘴芯体进气孔直径 d_1 的取值范围为 $10D_{0.5}$~$15D_{0.5}$，本实施例的喷嘴芯体进气孔直径 d_1 取值为 0.002 米=$10D_{0.5}$，雾化体出口直径 d_2 的取值范围为 $2D_{0.5}$~$5D_{0.5}$，本实施例的雾化体出口直径 d_2 取值为 0.0006 米=$3D_{0.5}$，与此同时，雾化体出口直径 d_2 的数值还应满足如下约束条件（1）：

$$1.9\times10^4 \leqslant \frac{\rho Q}{d_2 \mu} \leqslant 2.4\times10^4 \qquad (1)$$

式中：Q 是喷嘴的设计喷雾流量，单位是立方米/秒；

d_2 是喷嘴的雾化体出口直径，单位是米；

ρ 是液体密度，单位是千克/立方米；

μ 是液体动力粘度，单位是帕·秒。

当喷嘴的喷雾雾滴体积中径 $D_{0.5}$≥300 微米时，$\frac{\rho Q}{d_2 \mu}$ 的取值范围为 $1.9\times10^4 \leqslant \frac{\rho Q}{d_2 \mu} \leqslant 2.1\times10^4$；当喷嘴的喷雾雾滴体积中径 $D_{0.5}$＜300 微米，$\frac{\rho Q}{d_2 \mu}$ 的取值范围为 $2.1\times10^4 < \frac{\rho Q}{d_2 \mu} \leqslant 2.4\times10^4$。

带入本实施例的雾化体出口直径d_2和设计喷雾流量Q等数值，获得$\frac{\rho Q}{d_2\mu}\approx$ 23026，满足$2.1\times10^4<\frac{\rho Q}{d_2\mu}\leqslant2.4\times10^4$的要求。

第二步：在获得上述喷嘴芯体进气孔直径 d_1和雾化体出口直径 d_2的数值基础上，将喷雾雾滴体积中径$D_{0.5}$、设计喷雾流量Q、喷嘴芯体进气孔直径d_1和雾化体出口直径d_2等参数带入关系式（2），获得满足关系式（2）的套筒进气孔直径d_3的数值。

$$D_{0.5}=d_2\left(1.92-\frac{300\rho_g d_3}{\rho d_1}\right)\left[k_1 In\left(\frac{\rho_g Q^2}{d_2^3\sigma}\right)-0.004\right] \quad (2)$$

当液体动力粘度$\mu\geqslant0.001$帕•秒时，修正系数k_1的取值范围为$0.07\leqslant k_1\leqslant0.10$；当液体动力粘度$\mu<0.001$帕•秒时，修正系数$k_1$的取值范围为$0.10<k_1\leqslant0.12$。式中：$D_{0.5}$是喷嘴的喷雾雾滴体积中径，单位是米；

Q是喷嘴的设计喷雾流量，单位是立方米/秒；

d_1是喷嘴芯体进气孔直径，单位是米；

d_2是喷嘴的雾化体出口直径，单位是米；

d_3是套筒进气孔直径，单位是米；

ρ是液体密度，单位是千克/立方米；

ρ_g是外部大气环境的空气密度，单位是千克/立方米；

σ是液体表面张力系数，单位是牛顿/米；

k_1是修正系数，k_1=0.07~0.12。

按照上述要求，带入本实施例的喷嘴芯体进气孔直径d_1、雾化体出口直径d_2、喷雾雾滴体积中径$D_{0.5}$、设计喷雾流量Q、喷嘴芯体进气孔直径d_1和雾化体出口直径d_2等参数，获得满足关系式（2）的套筒进气孔直径d_3的取值为0.0043米，其中k_1=0.11。

第三步：将上述第一步和第二步所获得的喷嘴芯体进气孔直径d_1和套筒进气孔直径d_3带入约束条件（3），以确定喷嘴芯体进气孔数量N_1和套筒进气孔数量N_2的具体数值，其中喷嘴芯体进气孔数量N_1应在限定范围内进行选取，套筒进气孔数量N_2的数值则按照约束条件（3）进行设计选取：

$$2.2 \leqslant \frac{N_2 d_3^2}{N_1 d_1^2} \leqslant 6.5 \quad (3)$$

式中：d_1 是喷嘴芯体进气孔直径，单位是米；

d_3 是套筒进气孔直径，单位是米；

N_1 是喷嘴芯体进气孔数量，N_1=3~5。

按照约束条件（3）的要求，带入本实施例的喷嘴芯体进气孔直径 d_1 和套筒进气孔直径 d_3 的数值，喷嘴芯体进气孔数量 N_1 取值为 3，由此计算获得，套筒进气孔数量 N_2 取值为 6，$\frac{N_2 d_3^2}{N_1 d_1^2}$=3.06，满足约束条件（3）的要求。

喷嘴芯体 1 的内腔由进口渐缩段 4、射流段 6 和出口扩散段 7 组成，沿着喷嘴芯体 1 的中心轴方向，进口渐缩段 4 呈渐缩状，射流段 6 呈圆柱状，出口扩散段 7 呈渐扩状；射流段 6 的壁面开设有一系列周向均匀分布的喷嘴芯体进气孔 5，喷嘴芯体 1 的内腔射流段 6 和进气缓冲腔 13 通过喷嘴芯体进气孔 5 相联通；喷嘴芯体 1 的主要几何尺寸参数中，射流段直径 $D_1$11、射流段长度 $L_1$9 和出口扩散段扩散角 β8 的设计公式如式（4）、（5）和（6）所示：

$$D_1 = \left(0.34 \frac{\rho_g Q^2}{d_2^3 \sigma} + 8.91\right) d_2 \quad (4)$$

$$L_1 = 7 d_1 \left(\frac{1000 \mu D_1}{\rho Q}\right)^{0.3} \quad (5)$$

β=6 度~10 度（6）

式中：D_1 是射流段直径，单位是米；

ρ_g 是外部大气环境的空气密度，单位是千克/立方米；

Q 是喷嘴的设计喷雾流量，单位是立方米/秒；

σ 是液体表面张力系数，单位是牛顿/米；

d_1 是喷嘴芯体进气孔直径，单位是米；

d_2 是喷嘴的雾化体出口直径，单位是米；

L_1 是射流段长度，单位是米；

ρ 是液体密度，单位是千克/立方米；

μ 是液体动力粘度，单位是帕·秒；

β 是出口扩散段扩散角，单位是度。

将上述数值带入公式（4）、（5）和（6）计算本实施例的射流段直径$D_1$11 等数值，由此获得，射流段直径$D_1$11 取值为0.008 米，射流段长度$L_1$9 取值为0.012，出口扩散段扩散角β8 取值为6 度。

喷嘴芯体1 和雾化体3 安装在外部套筒2 的内部，外部套筒2 的内壁面与喷嘴芯体1 的外壁面之间为圆环状的进气缓冲腔13；雾化体3 的内部腔体为雾化体混合室16，雾化体出口17 为固定扩散角的圆锥形孔口，雾化体混合室16 的内腔呈圆锥状，沿着气液两相流流动方向，雾化体出口17 的内径沿出口方向线性增大；雾化体3 和喷嘴芯体1 安装在外部套筒2 的内部腔体内，雾化体3 和喷嘴芯体1 采用陶瓷、不锈钢或黄铜材料制作，外部套筒2 采用尼龙、聚乙烯或聚四氟乙烯材料制作；雾化体 3 的主要几何尺寸参数中，雾化体混合室最大内径$D_2$19 和进气缓冲腔宽度b15 的设计公式如式（7）和（8）所示：

$$D_2 = 2.6D_1 + L_1 tg\beta \quad （7）$$

$$b = k_2 D_1 \quad （8）$$

当液体动力粘度μ≥0.001 帕•秒时，修正系数k_2的取值范围为0.6≤k_2≤0.7；当液体动力粘度μ＜0.001 帕•秒时，修正系数k_2的取值范围为0.5≤k_2＜0.6；式中：D_2是雾化体混合室最大内径，单位是米；

D_1是射流段直径，单位是米；

L_1是射流段长度，单位是米；

β是出口扩散段扩散角，单位是度；

b是进气缓冲腔宽度，单位是米；

k_2是修正系数，k_2=0.5~0.7。

将上述数值带入公式（7）和（8）计算本实施例的雾化体混合室最大内径$D_2$19 和进气缓冲腔宽度b15 的数值，由此获得，雾化体混合室最大内径$D_2$19 取值为0.022 米，进气缓冲腔宽度b15 取值为0.0045，其中k_2=0.55。

根据上述设计计算过程，可获得本发明实施例的喷嘴结构和关键几何尺寸，通过本发明实施例样品的试制和试验结果，对本发明实施例试验数据和相应的单相流体雾化常规喷嘴性能数据进行对比，具体结果如下表所示：

表 1：本发明实施例和常规喷嘴性能数据对比

喷嘴类型	喷雾雾滴体积中径 $D_{0.5}$（微米）	喷雾流量 Q（升/分钟）	喷雾压力（兆帕）
本发明实施例	208	0.61	0.2MPa
	203	0.75	0.25MPa
	194	0.85	0.3MPa
单相流体雾化常规喷嘴	135	0.92	0.2MPa
	124	1.15	0.25MPa
	116	1.29	0.3MPa

如表 1 所示，在喷雾压力为 0.2MPa 至 0.3MPa 时，本发明实施例的喷嘴性能在一定范围内能够满足特定的喷雾雾滴体积中径 $D_{0.5}$ 和设计喷雾流量 Q 等设计参数要求，和单相流体雾化常规喷嘴相比较而言，实施例喷嘴具有明显的喷雾流量小和雾滴粒径大的特点，在同样的喷雾压力条件下，其雾滴粒径较常规喷嘴普遍增大约 60%左右，喷雾流量减小约 35%左右，尤其适用于果园和设施农业中的低量植保喷雾施药技术领域。

权利要求书

1. 一种气液两相流雾化喷嘴，其特征在于，所述气液两相流雾化喷嘴包括喷嘴芯体、外部套筒和雾化体三部分，喷嘴芯体的内腔由进口渐缩段、射流段和出口扩散段组成，沿着喷嘴芯体的中心轴方向，进口渐缩段呈渐缩状，射流段呈圆柱状，出口扩散段呈渐扩状，其中出口扩散段与雾化体混合室直接相联；喷嘴芯体和外部套筒的壁面分别开设有喷嘴芯体进气孔和套筒进气孔，使得喷嘴芯体内腔中的射流段通过喷嘴芯体进气孔、进气缓冲腔和套筒进气孔与外部大气相通；液体沿着喷嘴的中心轴方向流动，依次经过进口渐缩段、射流段、出口扩散段、雾化体混合室和雾化体出口后形成雾化现象；射流段的壁面开设有一系列周向均匀分布的喷嘴芯体进气孔，喷嘴芯体内腔的射流段和进气缓冲腔通过喷嘴芯体进气孔相联通；喷嘴芯体和雾化体安装在外部套筒的内部，外部套筒的内壁面与喷嘴芯体的外壁面之间为圆环状的进气缓冲腔；雾化体的内部腔体为雾化体混合室，雾化体出口为固定扩散角的圆锥形孔口，雾化体混合室的内腔呈圆锥状；雾化体和喷嘴芯体安装在外部套筒的内部腔体内，雾化体和喷嘴芯体采用陶瓷、不锈钢或黄铜材料制作，外部套筒采用尼龙、聚乙烯或聚四氟乙烯材料制作；

喷嘴的喷雾雾滴体积中径 $D_{0.5}$、设计流量 Q 和喷嘴的部分几何尺寸等参数之间适合以下关系：

$$D_{0.5}=d_2\left(1.92-\frac{60\rho d_1}{\rho_g\left(d_1+d_3\right)}\right)\left[k_1 In\left(\frac{\rho_g Q^2}{d_2^3\sigma}\right)-0.004\right]$$

约束条件：

$$1.9\times10^4\leqslant\frac{\rho Q}{d_2\mu}\leqslant2.4\times10^4$$

$$2.2\leqslant\frac{N_2d_3^2}{N_1d_1^2}\leqslant6.5$$

当喷嘴的喷雾雾滴体积中径 $D_{0.5}\geqslant300$ 微米时，$\frac{\rho Q}{d_2\mu}$ 的取值范围为 $1.9\times10^4\leqslant\frac{\rho Q}{d_2\mu}\leqslant2.1\times10^4$；当喷嘴的喷雾雾滴体积中径 $D_{0.5}<300$ 微米，$\frac{\rho Q}{d_2\mu}$ 的取值范围为 $2.1\times10^4<\frac{\rho Q}{d_2\mu}\leqslant2.4\times10^4$；当液体动力粘度 $\mu\geqslant0.001$ 帕·秒时，修正系数 k_1 的取值范围为 $0.07\leqslant k_1\leqslant0.10$；当液体动力粘度 $\mu<0.001$ 帕·秒时，修正系数 k_1 的取值范围为 $0.10<k_1\leqslant0.12$；

式中：$D_{0.5}$是喷嘴的喷雾雾滴体积中径，单位是米；

Q是喷嘴的设计流量，单位是立方米/秒；

d_1是喷嘴芯体进气孔直径，单位是米；

d_2是喷嘴的雾化体出口直径，单位是米；

d_3是套筒进气孔直径，单位是米；

ρ是液体密度，单位是千克/立方米；

ρ_g是外部大气环境的空气密度，单位是千克/立方米；

σ是液体表面张力系数，单位是牛顿/米；

μ是液体动力粘度，单位是帕·秒；

k_1是修正系数，k_1=0.07~0.12；

N_1是喷嘴芯体进气孔数量，N_1=3~5。

2、如权利要求 1 所述的一种气液两相流雾化喷嘴，其特征在于，喷嘴芯体的主要几何尺寸参数中，射流段直径D_1、射流段长度L_1和出口扩散段扩散角β的设计公式如下：

$$D_1=\left(0.34\frac{\rho_g Q^2}{d_2^3\sigma}+8.91\right)d_2$$

$$L_1=5D_1\left(\frac{1000\mu D_1}{\rho Q}\right)^{0.3}$$

$$\beta=6^\circ\sim10^\circ$$

式中：D_1是射流段直径，单位是米；

ρ_g是外部大气环境的空气密度，单位是千克/立方米；

Q是喷嘴的设计流量，单位是立方米/秒；

σ是液体表面张力系数，单位是牛顿/米；

d_2是喷嘴的雾化体出口直径，单位是米；

L_1是射流段长度，单位是米；

ρ是液体密度，单位是千克/立方米；

μ是液体动力粘度，单位是帕·秒；

β是出口扩散段扩散角，单位是度。

3、如权利要求 1 所述的一种气液两相流雾化喷嘴，其特征在于，雾化体的主要几何尺寸参数中，雾化体混合室最大内径D_2和进气缓冲腔宽度b的设计公式如下：

$$D_2 = 1.2D_1 + L_1 tg\beta$$

$$b = k_2 D_1$$

当液体动力粘度 $\mu \geq 0.001$ 帕·秒时，修正系数 k_2 的取值范围为 $0.6 \leq k_2 \leq 0.7$；当液体动力粘度 $\mu < 0.001$ 帕·秒时，修正系数 k_2 的取值范围为 $0.5 \leq k_2 < 0.6$；

式中：D_2 是雾化体混合室最大内径，单位是米；

D_1 是射流段直径，单位是米；

L_1 是射流段长度，单位是米；

β 是出口扩散段扩散角，单位是度；

b 是进气缓冲腔宽度，单位是米；

k_2 是修正系数，k_2=0.5~0.7。

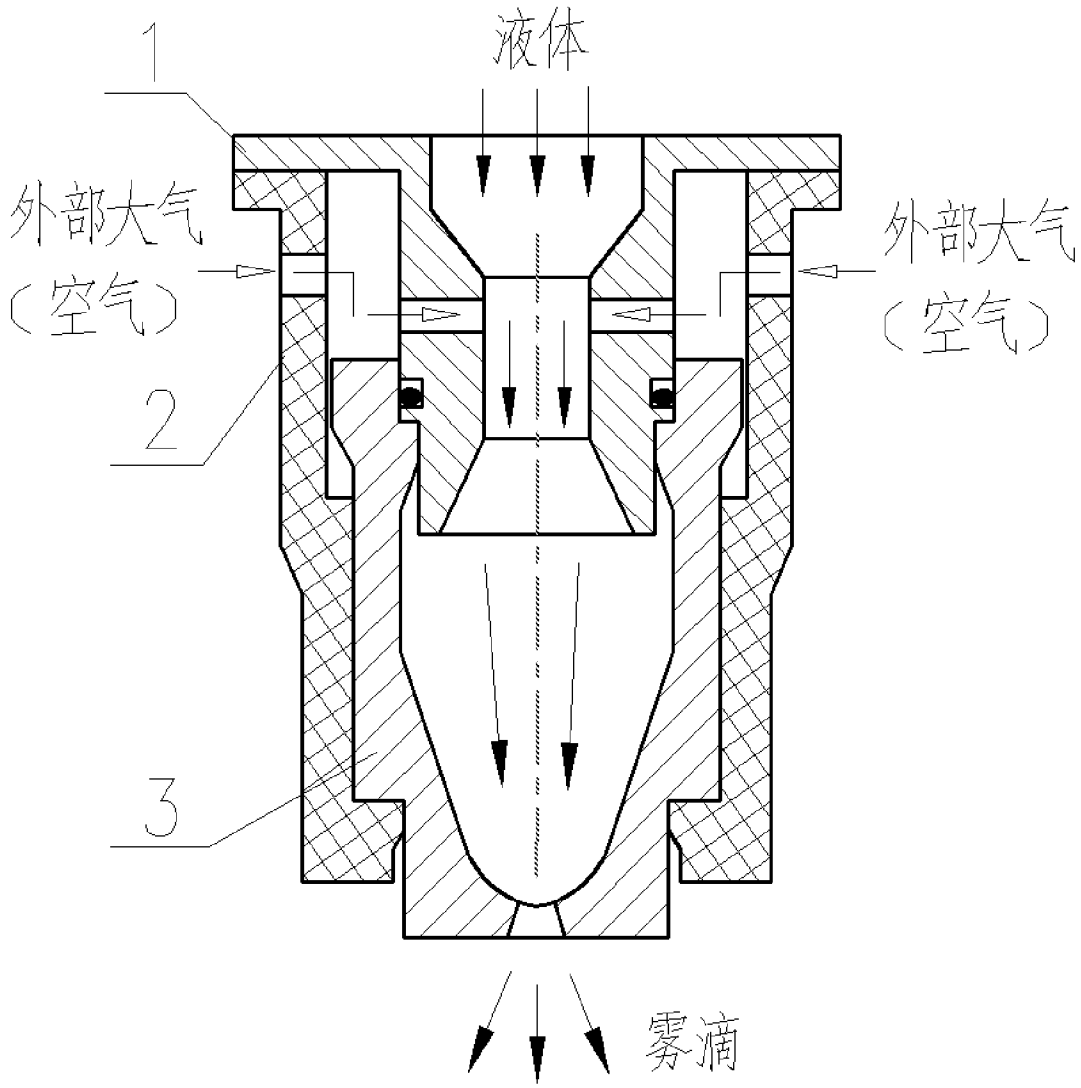


图 1

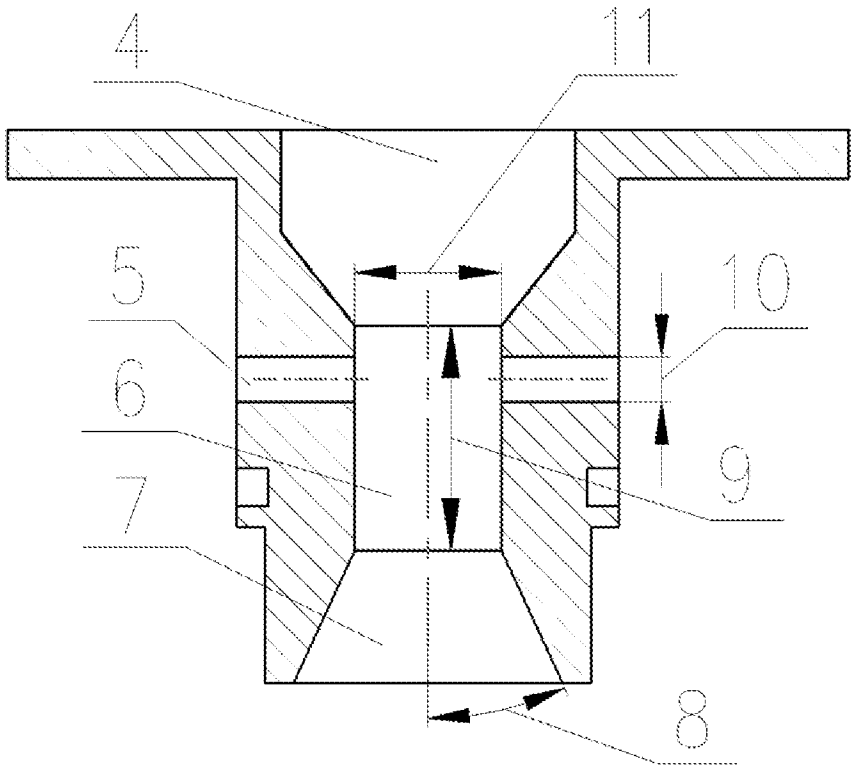


图 2

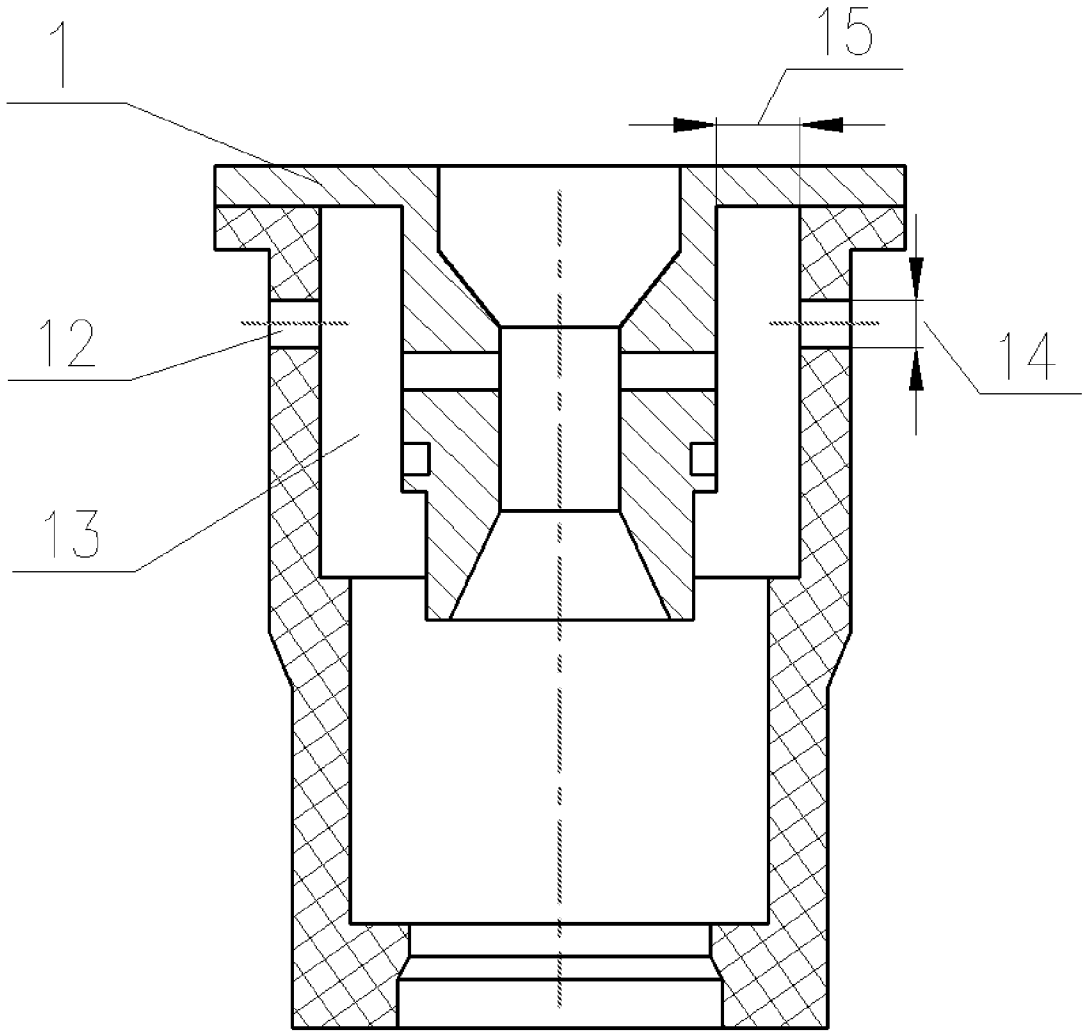


图 3

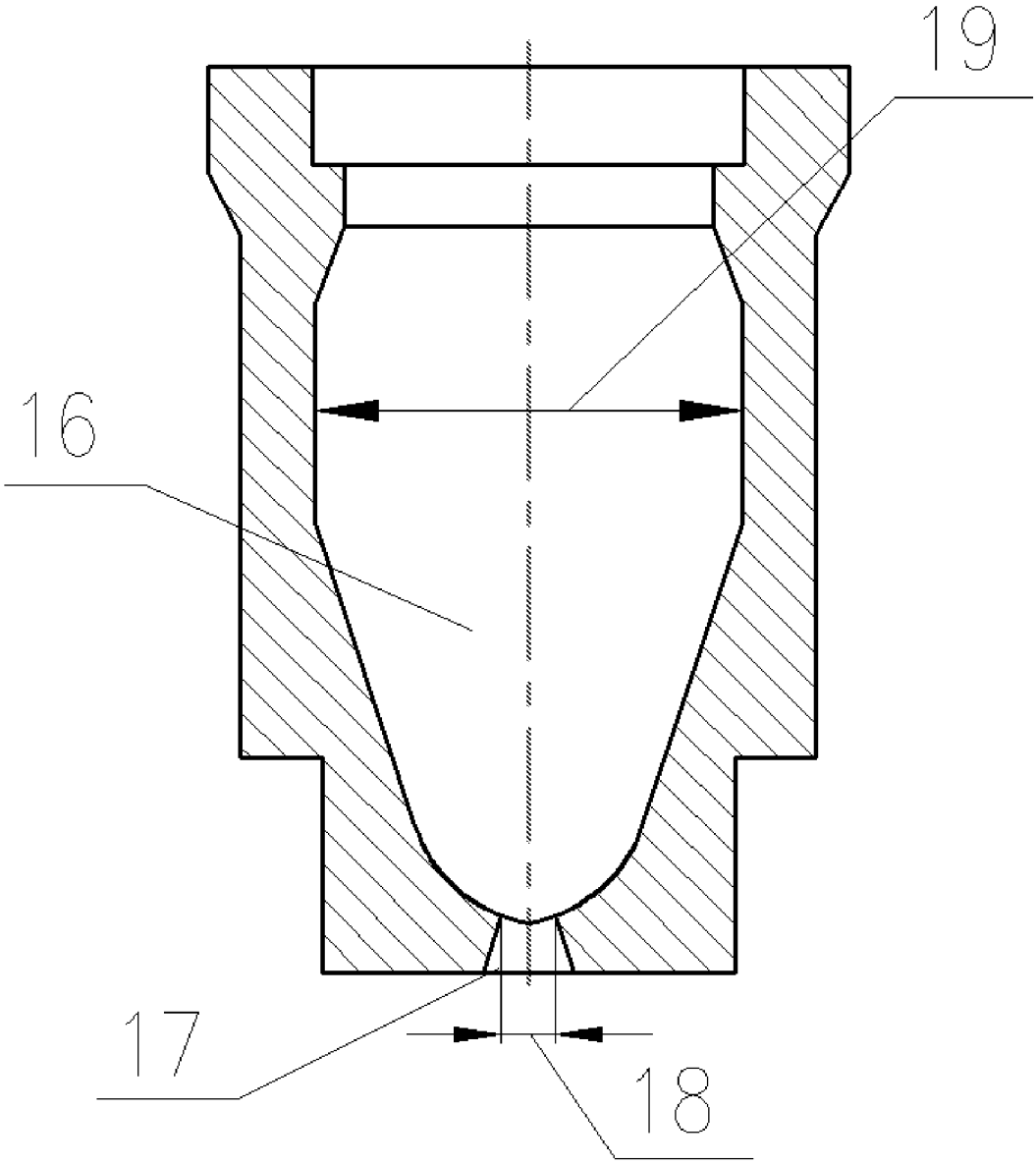


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2019/098342

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B05B 7/04(2006.01)i; B05B 1/02(2006.01)i; A01M 7/00(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)

B05B; A01M; F26B; F04F

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)

EPODOC, WPI, CNPAT, CNKI: venturi, throat, choke, throttle, jet, gas, air, diffuser, spray, atomize, pulverize, nebulizer, vaporization, viscosity, tension, 雾化, 喷嘴, 喷头, 喷雾, 射流, 喉, 粘, 张力, 内混, 气

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109909086 A (JIANGSU UNIVERSITY) 21 June 2019 (2019-06-21) claims 1-3	1-3
A	CN 101005902 A (SPRAYING SYSTEMS CO.) 25 July 2007 (2007-07-25) description, particular embodiments, and figures 1-6	1-3
A	US 4209912 A (GENERAL ELECTRIC CO.) 01 July 1980 (1980-07-01) entire document	1-3
A	CN 206168605 U (CHINA JILIANG UNIVERSITY) 17 May 2017 (2017-05-17) entire document	1-3
A	CN 102705272 A (HAN, Tiefu) 03 October 2012 (2012-10-03) entire document	1-3
A	CN 203170476 U (SICHUAN SHIFANG DONGRUN MANUFACTURING CO., LTD.) 04 September 2013 (2013-09-04) entire document	1-3

☐ 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
16 October 2019	**01 November 2019**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088** **China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2019/098342

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109909086	A	21 June 2019	None			
CN	101005902	A	25 July 2007	BR	PI0512628	B1	20 March 2018
				BR	PI0512628	A	25 March 2008
				CA	2572012	A1	05 January 2006
				US	7472843	B2	06 January 2009
				EP	1773500	B1	15 February 2012
				AU	2005258199	A1	05 January 2006
				AT	545466	T	15 March 2012
				WO	2006002300	A1	05 January 2006
				US	2008087745	A1	17 April 2008
				CN	101005902	B	27 July 2011
				EP	1773500	A1	18 April 2007
				RU	2437724	C2	27 December 2011
				RU	2007102489	A	27 July 2008
				AU	2005258199	B2	21 January 2010
US	4209912	A	01 July 1980	None			
CN	206168605	U	17 May 2017	None			
CN	102705272	A	03 October 2012	US	9447796	B2	20 September 2016
				US	2013323089	A1	05 December 2013
				CN	102705272	B	03 December 2014
				WO	2013029476	A1	07 March 2013
CN	203170476	U	04 September 2013	None			

国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2019/098342

A. 主题的分类

B05B 7/04(2006.01)i; B05B 1/02(2006.01)i; A01M 7/00(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)

B05B; A01M; F26B; F04F

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））

EPODOC,WPI,CNPAT,CNKI：venturi, throat, choke, throttle, jet, gas, air, diffuser, spray, atomize, pulverize, nebulizer, vaporization, viscosity, tension, 雾化，喷嘴，喷头，喷雾，射流，喉，粘，张力，内混，气

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 109909086 A (江苏大学) 2019年 6月 21日 (2019-06-21) 权利要求1-3	1-3
A	CN 101005902 A (喷洒系统公司) 2007年 7月 25日 (2007-07-25) 说明书具体实施方式，图1-6	1-3
A	US 4209912 A (GENERAL ELECTRIC CO.) 1980年 7月 1日 (1980-07-01) 全文	1-3
A	CN 206168605 U (中国计量大学) 2017年 5月 17日 (2017-05-17) 全文	1-3
A	CN 102705272 A (韩铁夫) 2012年 10月 3日 (2012-10-03) 全文	1-3
A	CN 203170476 U (四川什邡东润制造有限公司) 2013年 9月 4日 (2013-09-04) 全文	1-3

☐ 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
2019年 10月 16日	2019年 11月 1日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	蒋金燕
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-10-53960861

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2019/098342

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	109909086	A	2019年 6月 21日	无			
CN	101005902	A	2007年 7月 25日	BR	PI0512628	B1	2018年 3月 20日
				BR	PI0512628	A	2008年 3月 25日
				CA	2572012	A1	2006年 1月 5日
				US	7472843	B2	2009年 1月 6日
				EP	1773500	B1	2012年 2月 15日
				AU	2005258199	A1	2006年 1月 5日
				AT	545466	T	2012年 3月 15日
				WO	2006002300	A1	2006年 1月 5日
				US	2008087745	A1	2008年 4月 17日
				CN	101005902	B	2011年 7月 27日
				EP	1773500	A1	2007年 4月 18日
				RU	2437724	C2	2011年 12月 27日
				RU	2007102489	A	2008年 7月 27日
				AU	2005258199	B2	2010年 1月 21日
US	4209912	A	1980年 7月 1日	无			
CN	206168605	U	2017年 5月 17日	无			
CN	102705272	A	2012年 10月 3日	US	9447796	B2	2016年 9月 20日
				US	2013323089	A1	2013年 12月 5日
				CN	102705272	B	2014年 12月 3日
				WO	2013029476	A1	2013年 3月 7日
CN	203170476	U	2013年 9月 4日	无			