



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110107814 B

(45) 授权公告日 2020.10.02

(21) 申请号 201910385946.7

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2019.06.13

F17D 1/20 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 冯俊华

申请公布号 CN 110107814 A

(43) 申请公布日 2019.08.09

(73) 专利权人 兰州交通大学

地址 730070 甘肃省兰州市安宁区安宁西路118号

专利权人 中石油西北联合管道有限责任公司

(72) 发明人 刘德仁 王旭 汪鹏飞 徐震

蒋代军 胡渊 白鹤 王聪

(74) 专利代理机构 西安合创非凡知识产权代理事务所(普通合伙) 61248

代理人 杨蕾

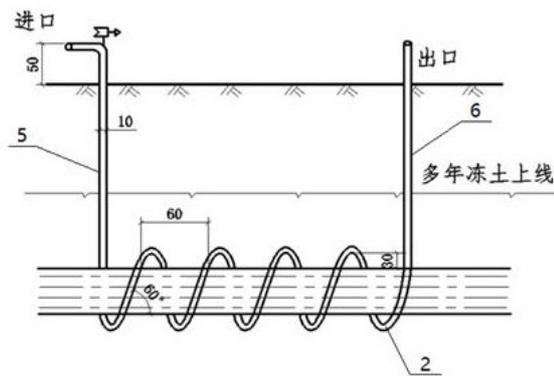
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种多年冻土区输油气管的螺旋式通风结构

(57) 摘要

本发明公开了一种多年冻土区输油气管的螺旋式通风结构,所述螺旋式通风结构包括设置在输油气管道外侧的保温层和螺旋式通风管,所述保温层黏贴设置在所述输油气管道的外壁上,其与螺旋式通风管之间布置有支架,所述输油气管道的竖向进风管和竖向出风管延伸至地面外。本发明能有效保护管周冻结土体,避免冻土地区输油气管道管周土体发生热力破坏,消除管道病害,提高冻土区管道运行安全。



1. 一种多年冻土区输油气管的螺旋式通风结构,其特征在于,所述螺旋式通风结构包括设置在输油气管道(1)外侧的保温层(3)和螺旋式通风管(2),所述保温层(3)黏贴设置在所述输油气管道(1)的外壁上,其与螺旋式通风管(2)之间布置有支架(4),所述输油气管道(1)的竖向进风管(5)和竖向出风管(6)延伸至地面外;所述竖向进风管(5)的下底端与螺旋式通风管(2)的一端固接并相通,上顶端通过轴承安装有一水平进风管(7),所述水平进风管的尾部采用弯头结构,在弯头结构顶部紧固安装一风向标(8),受风力影响,水平进风管的开口始终指向迎风面,最大限度保证空气进入,所述水平进风管高出地面50cm以上布置;所述水平进风管的管口设置密集螺旋风扇片(9),既可防雪,又可旋转加速空气流入;

所述竖向出风管(6)的下底端与螺旋式通风管(2)的另一端固接并相通,上顶端设置有一出风口,出风口高于地面50cm以上设置;

所述出风口上设置防雪盖板(11),防雪盖板(11)一侧边与出风口销接,中间通过小拉力弹簧(10)与竖向出风管(6)的内侧壁相连,既可起到排风作用,又可防雪;

所述支架为两端带弧形片的连接杆,且两弧形片的内径与输油气管道、螺旋式通风管(2)分别适配。

2. 如权利要求1所述的一种多年冻土区输油气管的螺旋式通风结构,其特征在于,所述保温层的厚度为50mm~100mm,采用保温隔热材料,该保温隔热材料的导热系数小于 $0.029\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ,吸水率小于3%,密度应大于 $32\text{kg}/\text{m}^3$ ,径向抗压强度不小于 $0.25\text{MPa}$ ,轴向抗压强度不小于 $0.16\text{MPa}$ 。

3. 如权利要求1所述的一种多年冻土区输油气管的螺旋式通风结构,其特征在于,所述螺旋式通风管采用管径为10cm,壁厚0.3mm的不锈钢管波纹管,螺旋式通风管与输油气管道间距离为30cm,螺距为60cm。

4. 如权利要求1所述的一种多年冻土区输油气管的螺旋式通风结构,其特征在于,竖向进风管(5)和竖向出风管(6)采用导热系数低的PVC管或聚乙烯管。

## 一种多年冻土区输油气管的螺旋式通风结构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及输油气管结构设计领域,具体涉及一种多年冻土区输油气管的螺旋式通风结构。

### 背景技术

[0002] 在冻土地区蕴藏着丰富的石油天然气资源,随着社会发展对能源的进一步需求,冻土地区也修建了大量的输油气管道工程,进行油气资源的开发和输送。在美国阿拉斯加,加拿大北部,北欧一些国家及俄罗斯,都已经在多年冻土地区敷设了多条输油气管道工程。比较有名的冻土区输油管道工程有1956年建造的从阿拉斯加州海因斯到费尔班克斯的输油管道工程;1977年,长度为1280km 的阿拉斯加输油管道开始运行。1985年,位于加拿大不连续多年冻土区的罗曼井输油管道铺设成功。上世纪 70 年代早期,前苏联也在多年冻土区开始铺设输油管道。近年来,我国也开始在多年冻土区修建输油气管线,如最早的格拉成品油管线于1977 年建成投产;穿越橡皮山和拉脊山多年冻土区的涩宁兰输气管道工程及涩宁兰输气管道复线工程分别于2001年、2009年建成投产;西气东输一、二、三线的建成投产及四线、五线以及开始规划建造。2011年,穿越多年冻土区的中俄输油管线漠大线建成投产。至此,我们国家已经在多年冻土地区修建了多条输油气管道工程。

[0003] 随着大量的冻土地区管道工程的建设及运营,也产生了一系列关于冻土区管周土体热稳定性方面的病害问题,影响输油气管道的安全运行。人们开始在冻土区管道工程方面展开研究。对于穿越多年冻土区的输油气管道工程,在其运营过程中,管内传输介质以正温为主,且有时介质温度较高,如管内天然气一般为 $6^{\circ}\text{C}\sim 15^{\circ}\text{C}$ ,而在某些地方管内原油温度甚至达到 $30^{\circ}\text{C}$ 以上。这样,管内传输介质与管周冻结土体不可避免存在着温度梯度而发生热量交换,势必会影响管周土体的热稳定性,进而影响输油气管道的热力稳定及安全运营问题。在多年冻土地区,常见的多年冻土区管道病害有管沟融陷、管沟塌陷及冻胀翘曲等。病害严重时,可导致管道发生较大位移,管壁应力集中,管道拉裂,发生断管及漏液问题。目前,冻土地区用于管道病害整理的技术方法主要有保温隔热技术措施,以及热棒技术措施和门式通风管技术措施。但这些技术措施都具有一定的局限性,保温隔热措施虽然减少了热量的散发,但不能完全阻隔热量的传递,不能确保管周土体的冻结状态。而热棒或门式通风管沿着管道长度方向按一定间隔布设,只在局部布设位置起到对管周土体降温、控制管周土体融化的作用;若热棒或门式通风管布置太密,则造价昂贵,尤其是热棒措施,不经济实用。因此,亟待一种新的、有效及更加经济的技术方法来解决冻土地区输油气管道稳定及病害治理问题。

### 发明内容

[0004] 为解决上述问题,本发明提供了一种多年冻土区输油气管的螺旋式通风结构。

[0005] 为实现上述目的,本发明采取的技术方案为:

[0006] 一种多年冻土区输油气管的螺旋式通风结构,所述螺旋式通风结构包括设置在输

油气管道外侧的保温层和螺旋式通风管,所述保温层黏贴设置在所述输油气管道的外壁上,其与螺旋式通风管之间布置有支架,所述输油气管道的竖向进风管和竖向出风管延伸至地面外。

[0007] 进一步地,所述竖向进风管的下底端与螺旋式通风管的一端固接并相通,上顶端通过轴承安装有一水平进风管,所述水平进风管的尾部采用弯头结构,在弯头结构顶部紧固安装一风向标,受风力影响,水平进风管的开口始终指向迎风面,最大限度保证空气进入,所述水平进风管高出地面50cm以上布置。

[0008] 进一步地,所述水平进风管的管口设置密集螺旋风扇片,既可防雪,又可旋转加速空气流入。

[0009] 进一步地,所述竖向出风管的下底端与螺旋式通风管的另一端固接并相通,上顶端设置有一出风口,出风口高于地面50cm以上设置。

[0010] 进一步地,所述出风口上设置防雪盖板,防雪盖板一侧边与出风口销接,中间通过小拉力弹簧与竖向出风管的内侧壁相连,既可起到排风作用,又可防雪。

[0011] 进一步地,所述保温层的厚度为50mm~100mm,采用保温隔热材料,该保温隔热材料的导热系数小于 $0.029\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ,吸水率小于3%,密度应大于 $32\text{kg}/\text{m}^3$ ,径向抗压强度不小于 $0.25\text{MPa}$ ,轴向抗压强度不小于 $0.16\text{MPa}$ 。

[0012] 进一步地,所述螺旋式通风管应选用具有较强热传导性能的金属管,使得管内外充分发挥热量交换,并选择合理的通风管管径,距离输油气管道的距离及螺距,既能保证管周土体状态稳定,又比较经济合理。在本发明中,所述螺旋式通风管采用管径为10cm,壁厚0.3mm的不锈钢管波纹管,螺旋管与输油气管道间距离为30cm,螺距为60cm。

[0013] 进一步地,所述支架为两端带弧形片的连接杆,且两弧形片的内径与输油气管道、螺旋式通风管分别适配。

[0014] 进一步地,竖向进风管和竖向出风管采用导热系数低的PVC管或聚乙烯管等。值得注意的是,竖向进风管和竖向出风管与螺旋管段的连接须紧密、防水,以免水分进入堵塞通风管导致失效。

[0015] 本发明具有以下有益效果:

[0016] 1、本发明的输油气管能充分利用高性能热阻材料的保温隔热作用及螺旋式通风管的主动冷却效应,减少管内介质热量损失,维持管周土体的冻结状态,可以治理冻土区输油气管道工程病害,保证管道热力稳定,提高冻土地区输油气管道运营安全;

[0017] 2、本发明的输油气管还可应用于新建冻土地区输油气管道的敷设工程中。在冻土类型不稳定地段,通过设置螺旋式通风管,主动冷却输油气管道管周土体,预防管道病害问题发生,保证管道运营安全;

[0018] 3、本发明的输油气管通过主动冷却作用,能在管周形成一连续、封闭的“低温冻土环”,有效控制管周土体的冻结状态。

[0019] 4、本发明的输油气管结构简单,主要材料为螺旋式不锈钢波纹管,PVC进气、排气管,聚氨酯保温板等,加工方法简便,易于施工。相对于门式通风管及热棒冷却措施,成本低廉,造价更加经济合理。而且本装置设置部位连续,覆盖整个管道周围范围,主动冷却管周土体效果更好,具有较好的应用推广前景。

[0020] 5、本发明的输油气管主要设置于地表以下,不对寒区脆弱生态环境产生任何影

响,同时无需任何能源动力,充分达到人类工程活动与自然环境的和谐发展。

### 附图说明

[0021] 图1为本发明实施例一种多年冻土区输油气管的螺旋式通风结构的结构示意图。

[0022] 图2为本发明实施例应用时的断面图。

[0023] 图3为本发明实施例中竖向进风管与水平进风管的连接结构示意图。

[0024] 图4为本发明实施例中竖向出风管的示意图。

[0025] 图5为本发明实施例中支架的结构示意图。

[0026] 图6 是未设置螺旋式通风管情况下冻土区管道管周温度场测试结果。

[0027] 图7 是未设置螺旋式通风管情况下冻土区管道管周温度场计算结果。

[0028] 图8 是设置螺旋式通风管情况下冻土区管道管周温度场计算结果。

### 具体实施方式

[0029] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0030] 如图1-图5所示,本发明实施例提供了一种多年冻土区输油气管的螺旋式通风结构,所述螺旋式通风结构包括设置在输油气管道1外侧的保温层3和螺旋式通风管2,所述保温层3黏贴设置在所述输油气管道1的外壁上,其与螺旋式通风管2之间布置有支架4,所述输油气管道1的竖向进风管5和竖向出风管6延伸至地面外,所述竖向进风管5的下底端与螺旋式通风管2的一端固接并相通,上顶端通过轴承安装有一水平进风管7,所述水平进风管的尾部采用弯头结构,在弯头结构顶部紧固安装一风向标8,受风力影响,水平进风管的开口始终指向迎风面,最大限度保证空气进入,所述水平进风管高出地面50cm以上布置,所述水平进风管的管口设置密集螺旋风扇片9,既可防雪,又可旋转加速空气流入,所述竖向出风管6的下底端与螺旋式通风管2的另一端固接并相通,上顶端设置有一出风口,出风口高于地面50cm以上设置。所述出风口上设置防雪盖板11,防雪盖板11一侧边与出风口销接,中间通过小拉力弹簧10与竖向出风管6的内侧壁相连,既可起到排风作用,又可防雪。值得注意的是,竖向进风管5和竖向出风管6与螺旋管段的连接须紧密、防水,以免水分进入堵塞通风管导致失效。

[0031] 本实施例中,所述保温层的厚度为50mm~100mm,采用保温隔热材料,该保温隔热材料的导热系数小于 $0.029\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ,吸水率小于3%,密度应大于 $32\text{kg}/\text{m}^3$ ,径向抗压强度不小于 $0.25\text{MPa}$ ,轴向抗压强度不小于 $0.16\text{MPa}$ 。

[0032] 本实施例中,所述螺旋式通风管应选用具有较强热传导性能的金属管,使得管内外充分发挥热量交换,并选择合理的通风管管径,距离输油气管道的距离及螺距,既能保证管周土体状态稳定,又比较经济合理。在本发明中,所述螺旋式通风管采用管径为10cm,壁厚 $0.3\text{mm}$ 的不锈钢管波纹管,螺旋管与输油气管道间距离为30cm,螺距为60cm。

[0033] 本实施例中,所述支架为两端带弧形片的连接杆,且两弧形片的内径与输油气管道、螺旋式通风管2分别适配。

- [0034] 本实施例中,竖向进风管5和竖向出风管6采用导热系数低的PVC管或聚乙烯管等。
- [0035] 本具体实施首先在输油气管道外侧粘贴保温材料,阻止管道热量向周围土体传递;然后在管道周围设置螺旋式通风管,通过引出地面的竖向进风管道将气流引入螺旋式通风管,通风管内较冷气流通过管壁与管周土体发生热量交换,将输油气管道中正温介质通过管道释放到管周冻土的热量消耗掉,最后通过出风口将升温气流排出,通风管如此连续工作,不断降低通风管周围土体温度。该装置能保证输油气管道的热平衡状态,维持管周土体的冻结状态,起到稳定输油气管道的作用。该装置一方面阻隔管内正温输送介质向管周土体发生热量传递,另一方面通过螺旋式通风管在输油气管道周围土体形成一个的连续“冷环”,从而来平衡管道内传输介质放热,将输油气管道对周围土体的热影响控制在这一“冷环”范围内,起到保护管周冻结土体,稳定管道和防止病害发生等作用。
- [0036] 本具体实施可应用在管道敷设过程中,或者在既有管道发生病害严重的地段,后者在安装时,现场开挖,揭露管道位置,将管道表面清理干净,然后将分瓣式保温瓦包裹于管道外壁,保温瓦搭接处用无机粘合剂粘接,起到保温隔热及防水的作用;将高导热性能的螺旋式通风管以一定间距缠绕于管道周围,管道与通风管之间用支架固定,保证通风管与输油气管道距离均匀。在螺旋式通风管的两端,分别连接进风管道和排风管道出地面以上一定距离。管周可用原土夯填,尽量填筑密实,回填至地表并高出地表一定高度,形成管堤,表面用原草皮覆盖。
- [0037] 本具体实施的工作原理为:①管壁保温材料的保温隔热作用:尽可能防止管内热量传出,影响管周土体温度及融化;另外还可防止管外冷量进入管内,避免传输介质温度降低。②螺旋式通风管的主动冷却降温作用:利用通风管的高导热性能,将管中气流的冷量输入给管周土体,将土体中的热量带走,在输油气管道外侧形成环状低温土体,起到保护管道周围冻结土体,稳定管道的作用。为保证石油及天然气以一定的流量正常输送,通常要对传输介质进行升温,其传输温度常在 $6^{\circ}\text{C}\sim 15^{\circ}\text{C}$ 左右,有的甚至高达 $30^{\circ}\text{C}$ 左右。远高于管周冻结土体温度( $-1.5^{\circ}\text{C}$ 左右)。因此,必须在输油气管道外壁设置具有高热阻性能的保温隔热材料,有效增加输油气管道的热阻,减少热量向管外散失,保持管内介质在一定温度下正常传输。
- [0038] 通过对典型冻土地区输油气管道病害地段现场监测,如图6可知,输油气管道在未设置螺旋式通风管稳定措施条件下,随着暖季来临,气温不断升高,地表土体从上向下不断融化,管道周围土体在管道放热作用下也不断融化,随着融化圈范围不断扩大,管周融化圈与季节活动层连为一体,发展为融化槽。融化槽宽度约4.0m左右,深度达到地表以下6.5m(管底以下接近3.0m)。
- [0039] 通过图7、图8管道外侧有无设置螺旋式通风管稳定措施的瞬态温度场计算结果可知,在管道埋深3.0m,天然上限2.0m的条件下,未设置保温隔热措施时,在暖季最大融深时段,输气管道管周形成较大范围融化槽,融槽宽度2.0m,深度也有2.0m左右。而设置螺旋式通风管装置后,在暖季最大融深时段,能在管周形成厚约60cm左右的低温冻土圈,管周土体不会与上部季节融化层相连而形成融化槽。通过以上等温线图对比分析,可以得出以下结论:本发明的输油气管能有效保护管周冻结土体,避免冻土地区输油气管道管周土体发生热力破坏,消除管道病害,提高冻土区管道运行安全。
- [0040] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述

特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变化或修改,这并不影响本发明的实质内容。在不冲突的情况下,本申请的实施例和实施例中的特征可以任意相互组合。

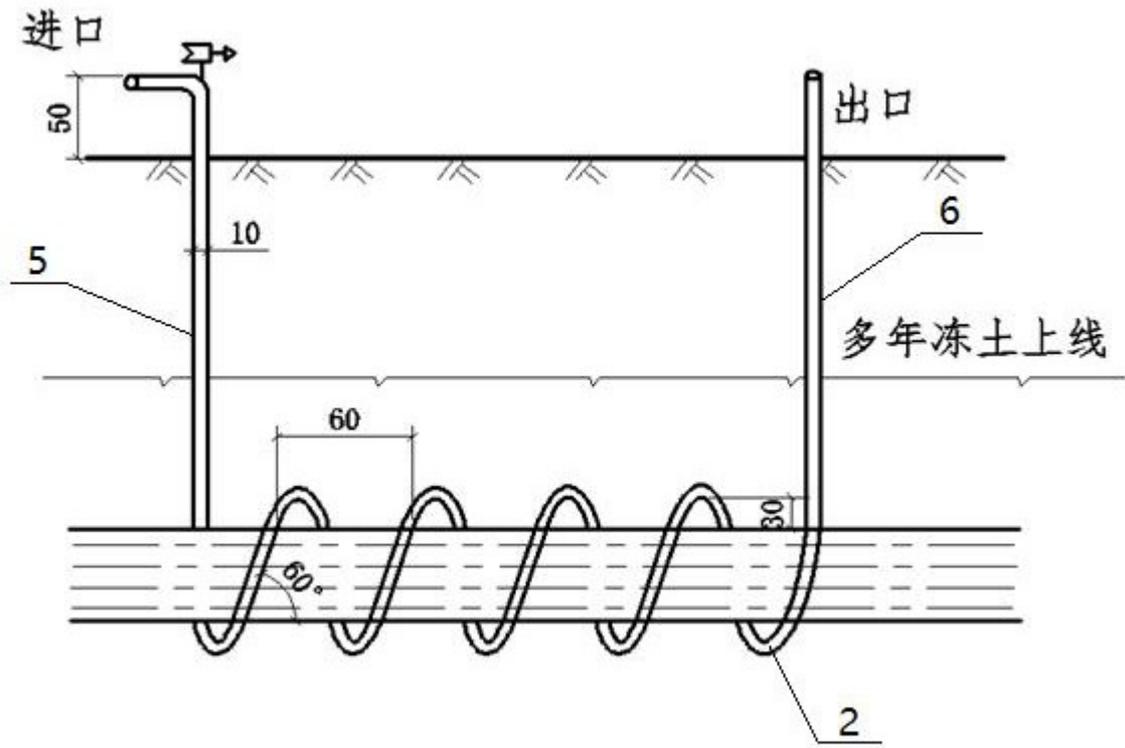


图1

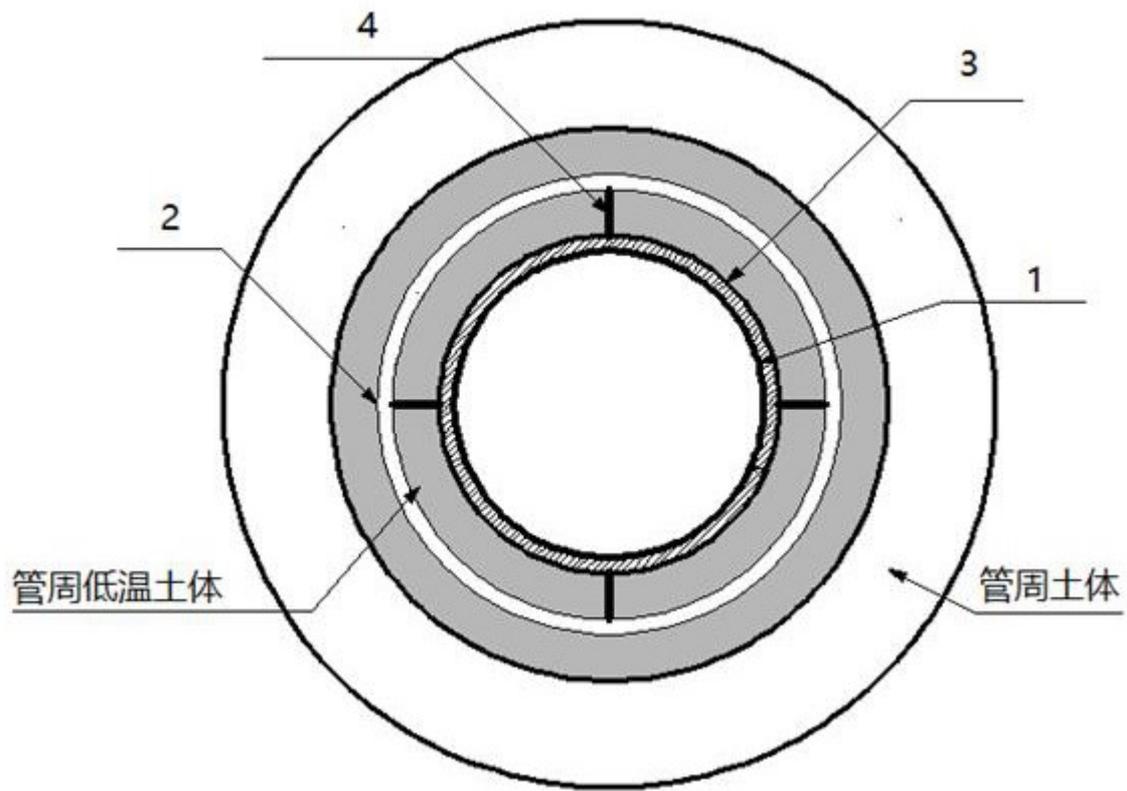


图2

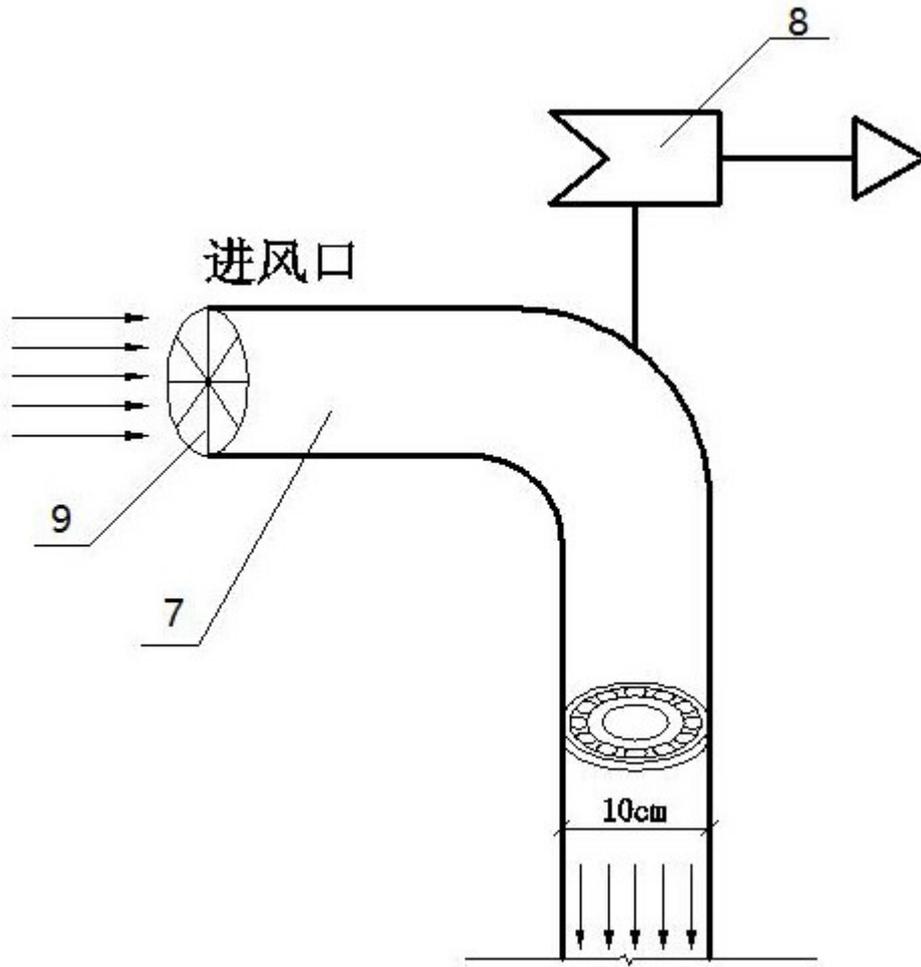


图3

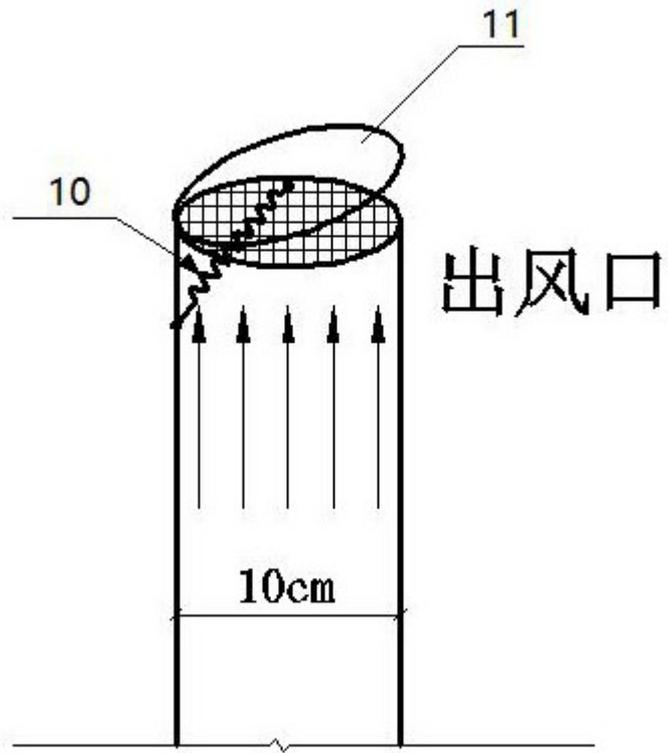


图4

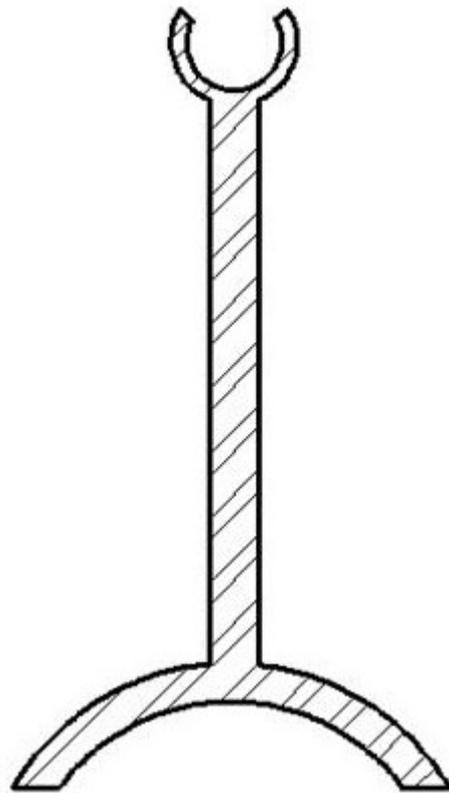


图5

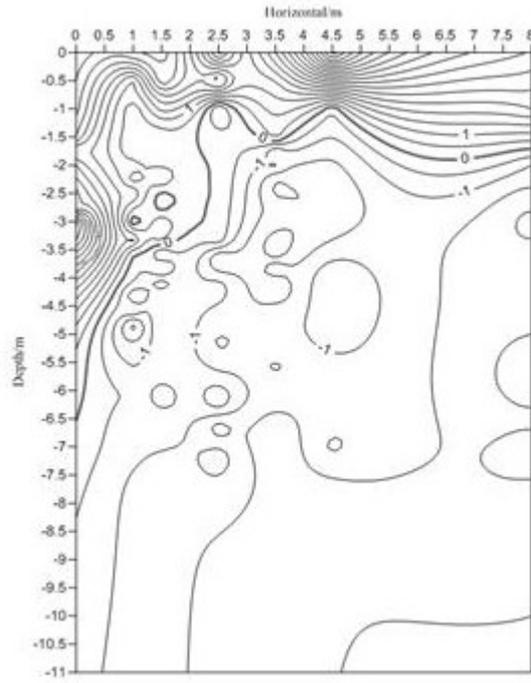


图6

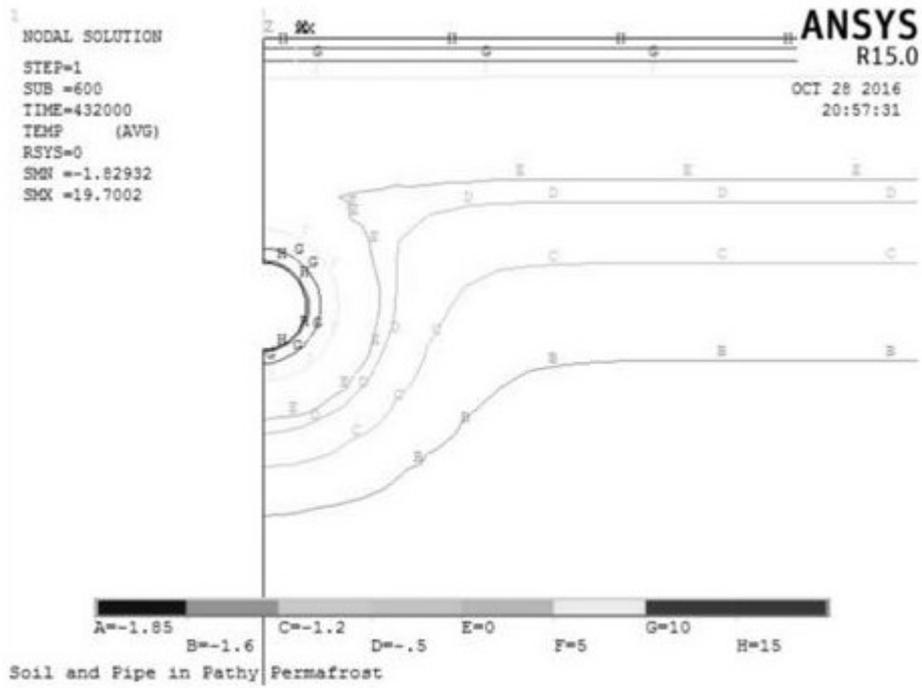


图7

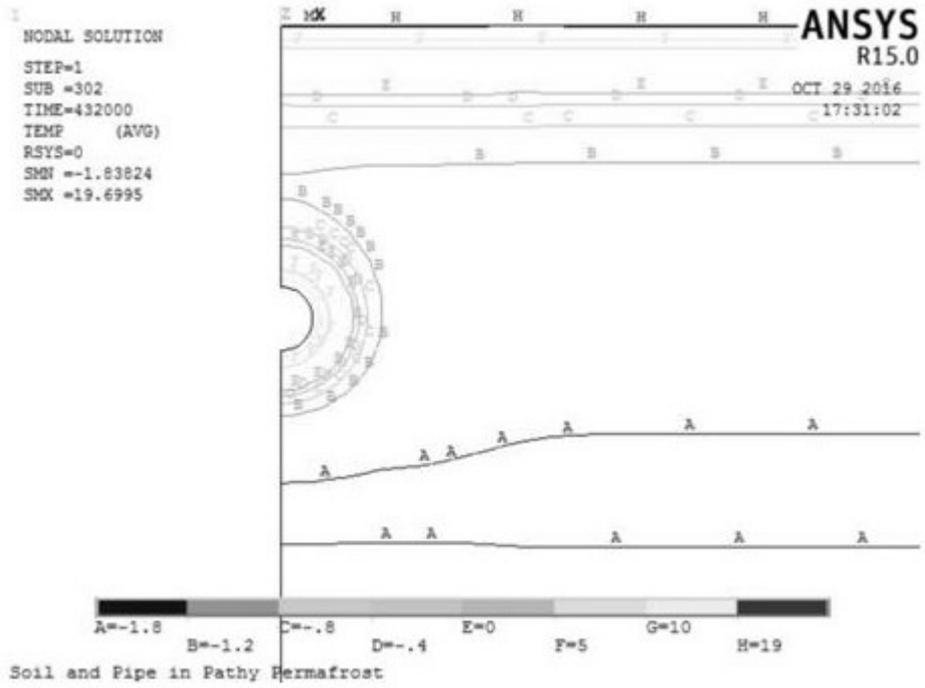


图8