



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 211648236 U

(45)授权公告日 2020.10.09

(21)申请号 201922029095.0

E21F 17/00(2006.01)

(22)申请日 2019.11.22

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(66)本国优先权数据

201921355901.7 2019.08.21 CN

(73)专利权人 煤炭科学技术研究院有限公司

地址 100013 北京市朝阳区和平里青年沟
路5号

(72)发明人 舒龙勇 霍中刚 李阳 郝晋伟
马建

(74)专利代理机构 青岛智地领创专利代理有限
公司 37252

代理人 张凯

(51)Int.Cl.

E21F 7/00(2006.01)

E21F 17/18(2006.01)

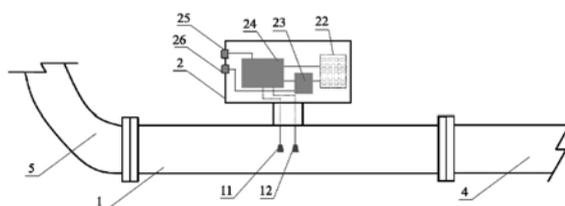
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)实用新型名称

一种煤层瓦斯抽采半径测量装置及系统

(57)摘要

本实用新型提供了一种煤层瓦斯抽采半径测量装置及系统,涉及瓦斯抽采技术领域,该系统包括导流管、手持测量仪和主机,导流管连接在瓦斯抽采系统的汇流管和并网橡胶管之间,导流管内还设置有流量传感器和甲烷浓度传感器,主机包括显示器、键盘、集成电路和电源等;利用该系统可以完成瓦斯抽采半径的测定,首先通过确定测量区域,计算达标预抽率,在测量区域划分考察区段,施工测试钻孔,各个考察区段的测试钻孔封孔后通过并网橡胶管连接汇流管和抽采管路,采集流量和甲烷浓度数据,计算瓦斯预抽率,测定各时刻的抽采半径。该系统解决了精确高效测定煤层瓦斯抽采半径的技术问题,并为煤矿井下瓦斯抽采钻孔合理布置提供了指导。



1. 一种煤层瓦斯抽采半径测量装置,其特征在于,包括导流管、手持测量仪和主机,所述导流管连接在瓦斯抽采系统的汇流管和并网橡胶管之间,所述导流管内设置有流量传感器和甲烷浓度传感器;所述主机包括显示器、键盘、集成电路和电源,显示器和键盘分别与集成电路板相连,流量传感器和甲烷浓度传感器也分别连接集成电路板,电源包括蓄电池和用电接口;所述手持测量仪与主机之间无线传输数据。

2. 根据权利要求1所述的一种煤层瓦斯抽采半径测量装置,其特征在于,所述导流管的截面呈圆形,导流管直径为80mm~200mm,导流管的长度大于200mm;所述导流管平直安装在瓦斯抽采系统的汇流管和并网橡胶管之间。

3. 根据权利要求2所述的一种煤层瓦斯抽采半径测量装置,其特征在于,所述主机上还设置有数据传输串口,数据传输串口连接井下环网;所述用电接口连接井下本安电源线。

4. 根据权利要求3所述的一种煤层瓦斯抽采半径测量装置,其特征在于,所述手持测量仪从主机采集流量和甲烷浓度的数据记录。

5. 一种煤层瓦斯抽采半径测量系统,使用多个权利要求1至4任一项所述的一种煤层瓦斯抽采半径测量装置,其特征在于,所述汇流管分别连接同一考察区段内的多个测量钻孔。

6. 根据权利要求5所述的一种煤层瓦斯抽采半径测量系统,其特征在于,所述考察区段为同一水平或同一采区内的测量区域划分而成,测量区域划分为多个考察区段。

7. 根据权利要求6所述的一种煤层瓦斯抽采半径测量系统,其特征在于,所述考察区段内布置等间距的布置测量钻孔,同一考察区段内测量钻孔的数量大于9个。

一种煤层瓦斯抽采半径测量装置及系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及瓦斯抽采技术领域,尤其是一种煤层瓦斯抽采半径测量装置及系统。

背景技术

[0002] 瓦斯灾害作为煤矿五大灾害之一,一直是煤矿安全生产工作的重中之重。目前煤矿针对瓦斯灾害,实施“可保尽保、应抽尽抽”的瓦斯综合治理战略,预抽煤层瓦斯是煤矿瓦斯治理的重要措施。

[0003] 抽采半径是瓦斯抽采钻孔布置的重要依据,直接影响着预抽钻孔的瓦斯抽采效果。抽采钻孔布设间距过大,抽采不易达标,易形成抽采盲区;间距过小,容易造成不必要的人力物力浪费。我国现行的《煤矿安全规程》中明确规定高瓦斯矿井应当测定抽采半径等参数,但关于煤矿井下煤层瓦斯抽采半径的测定尚无统一标准,抽采半径的测定方法也不一致。随着我国煤矿开采深度的日益增大,高瓦斯矿井和突出矿井数量将不断增加,关于煤层瓦斯抽采半径测定技术的研究必将成为国内学术界的研究焦点,也亟需制定有效指导煤矿现场直接测定煤层瓦斯抽采半径大小的行业或国家标准。

[0004] 目前,煤层瓦斯抽采半径考察方法主要分为理论计算、数值模拟和现场直接测定三中类型。其中,理论计算和数值模拟分析方法可以方便、快速地确定出抽采半径大小,能为抽采钻孔的合理布置提供一定的指导,但理论计算模型建立和数值模拟分析过程中多假设煤层为各向同性介质,忽略了煤的各向异性特性,然而井下煤层实际赋存状态呈现典型的各向异性特征,且煤层的结构异性对抽采效果影响显著;此外,计算模型适用条件也过于理想化,计算参数选取较为困难。因此,很难准确表征抽采钻孔周围煤体与瓦斯的流固耦合作用过程,导致现场实际抽采效果与理论计算、数值模拟分析结果差别较大。现行的煤矿井下煤层瓦斯抽采半径直接测定方法主要包含瓦斯压力降低法、瓦斯含量降低法、瓦斯抽采流量法、示踪气体法等4类,虽然瓦斯压力降低法较为常用,但现场可操作性差,特别存在本煤层测压困难等问题,导致该方法往往难以反映煤层瓦斯抽采的真实状况;气体示踪法操作工艺复杂,而且其测定的实际上是抽采影响半径,不能很好指导煤矿井下煤层瓦斯抽采工作;瓦斯含量降低法和瓦斯抽采流量法可操作性相对较强,特别是瓦斯抽采流量法利用抽采数据来求解煤层瓦斯抽采半径大小,能够反映井下实际抽采钻孔的真实抽采情况,但测定和计算方法、操作步骤尚需进一步优化与完善,实施过程也需要进一步规范。因此,有必要进一步探索更为可靠、实用的抽采半径直接测定方法,给出具体的现场测定流程,以便更好的指导煤矿井下抽采钻孔合理布置。

实用新型内容

[0005] 为了精确高效测定煤层瓦斯抽采半径,实时分析抽采钻孔的抽采状态,本实用新型提供了一种煤层瓦斯抽采半径测量装置及系统,具体技术方案如下。

[0006] 一种煤层瓦斯抽采半径测量装置,包括导流管、手持测量仪和主机,导流管连接在

瓦斯抽采系统的汇流管和并网橡胶管之间,导流管内设置有流量传感器和甲烷浓度传感器;主机包括显示器、键盘、集成电路和电源,显示器和键盘分别与集成电路板相连,流量传感器和甲烷浓度传感器也分别连接集成电路板,电源包括蓄电池和用电接口;手持测量仪与主机之间无线传输数据。

[0007] 优选的是,导流管的截面呈圆形,导流管直径为80mm~200mm,导流管的长度大于200mm;导流管平直安装在瓦斯抽采系统的汇流管和并网橡胶管之间。

[0008] 还优选的是,主机上还设置有数据传输串口,数据传输串口连接井下环网;用电接口连接井下本安电源线。

[0009] 还优选的是,手持测量仪从主机采集流量和甲烷浓度的数据记录。

[0010] 一种煤层瓦斯抽采半径测量系统,使用多个上述的一种煤层瓦斯抽采半径测量装置,汇流管分别连接同一考察区段内的多个测量钻孔。

[0011] 优选的是,考察区段为同一水平或同一采区内的测量区域划分而成,测量区域划分为多个考察区段。

[0012] 还优选的是,考察区段内布置等间距的布置测量钻孔,同一考察区段内测量钻孔的数量大于9个。

[0013] 本实用新型的有益效果是,提供了一种煤层瓦斯抽采半径测量装置,利用导流管将测量钻孔的瓦斯汇集,通过设置流量传感器和甲烷浓度传感器对流量和甲烷浓度进行实时测量,利用主机记录监测结果,并对监测数据进行处理分析;手持测量仪可以从主机采集监测信息,从而可以实现离线测量;使用煤层瓦斯抽采半径测量系统测定瓦斯抽采半径的方法,简化了抽采半径测定的步骤,操作更加方便,并且缩短了测量的周期,测量结果更加符合工程实际。

附图说明

[0014] 图1是煤层瓦斯抽采半径测量系统组成示意图;

[0015] 图2是煤层瓦斯抽采半径测量系统内部连接示意图;

[0016] 图3是煤层瓦斯抽采半径测量系统连接结构示意图;

[0017] 图4是顺层平行考察区段内测量钻孔布设示意图;

[0018] 图5是穿层考察区段内测量钻孔布设示意图;

[0019] 图中:1-导流管,11-流量传感器,12-甲烷浓度传感器,2-主机,21-显示器,22-键盘,23-电源,24-集成电路,25-数据传输串口,26-用电接口,3-手持测量仪,4-汇流管,5-并网橡胶管;6-考察巷道;7-煤体;8-边界条件钻孔;9-测量区域。

具体实施方式

[0020] 结合图1至图5所示,本实用新型提供了一种煤层瓦斯抽采半径测量装置及系统具体实施方式如下。

[0021] 为了解决瓦斯抽采半径测量中,理论计算模型不符合煤的各向异性特征,工程匹配性较差;数值模拟的计算过于简化,导致与实际差别较大;直接测量中,瓦斯压力降低法操作性较差,气体示踪法工艺复杂,瓦斯含量降低法和瓦斯抽采流量法的测定和计算方法不准确,测量周期长等存在的缺点,本实用新型结合煤层瓦斯抽采半径测量系统的使用,提

供的一种精确高效测定方法。

[0022] 一种煤层瓦斯抽采半径测量装置具体包括导流管1、手持测量仪3和主机2,导流管连接在瓦斯抽采系统的汇流管4和并网橡胶管5之间,导流管1内设置有流量传感器11和甲烷浓度传感器12,用于测量瓦斯的流量和甲烷浓度。为了保证流量传感器11和甲烷浓度传感器12测量的准确性,需要保证流量传感器11和甲烷浓度传感器12之间的距离大于80mm,并且流量传感器11设置在甲烷浓度传感器12的下游。

[0023] 其主机包括显示器21、键盘22、集成电路24和电源23,显示器21和键盘22分别与集成电路板24相连,流量传感器11和甲烷浓度传感器12也分别连接集成电路板24,电源23包括蓄电池和用电接口26,该用电接口26可以是外接电源/充电共用接口,保证主机可以在线监测和离线监测。手持测量仪3与主机2之间无线传输数据,具体是可以通过蓝牙或其他无线传输技术来传输数据,手持测量仪3从主机2采集流量和甲烷浓度的数据记录,从而可以收集离线监测的数据。导流管1的截面呈圆形,导流管直径为80mm~200mm,常用的直径为80mm、直径为100mm、直径为120mm、直径为150mm、直径为180mm、直径为200mm等多种规格,也可根据实际需求进行加工定制;导流管的长度大于200mm。主机还可以联动控制汇流管4和并网橡胶管5上的阀门,设置观测时间后直接控制管路上的阀门,实现自动监测。

[0024] 导流管1平直安装在瓦斯抽采系统的汇流管4和并网橡胶管5之间,从而保证流量和甲烷浓度测量的准确性。主机2上还设置有数据传输串口,数据传输串口连接井下环网;用电接口26连接井下本安电源线。一种煤层瓦斯抽采半径测量装置,利用导流管将测量钻孔的瓦斯汇集,通过设置流量传感器和甲烷浓度传感器对流量和甲烷浓度进行实时测量,利用主机记录监测结果,并对监测数据进行处理分析;手持测量仪可以从主机采集监测信息,从而可以实现离线测量。

[0025] 一种煤层瓦斯抽采半径测量系统,使用多个上述的一种煤层瓦斯抽采半径测量装置,汇流管分别连接同一考察区段内的多个测量钻孔。考察区段为同一水平或同一采区内的测量区域划分而成,测量区域划分为多个考察区段。考察区段内布置等间距的布置测量钻孔,同一考察区段内测量钻孔的数量大于9个。

[0026] 结合上述瓦斯抽采半径测量系统的使用,为了更好的说明如何实现煤层瓦斯抽采半径的精确测定,缩短测定周期,还提供一种煤层瓦斯抽采半径测量方法。

[0027] 一种煤层瓦斯抽采半径测量方法,利用上述的一种瓦斯抽采半径测量系统,步骤包括:

[0028] 步骤一:选择测量区域,包括在每个水平、每个采区以及每个地质单元至少选择一个测量区域测定瓦斯抽采半径。具体是根据矿井水平、采区和地质单元数量确定测量区域数量,一般每个水平、采区和地质单元应至少选择一个测量区域进行抽采半径测定,所选测量区域煤层和瓦斯赋存状况要具有代表性,应具备施工钻孔所需的风、水、电等施工条件和抽采钻孔封孔、并网抽采条件,且测量区域内及附近无大型断层、裂隙等构造。

[0029] 步骤二:计算达标瓦斯预抽率,包括计算非突出煤层和突出煤层的达标瓦斯预抽率。

[0030] 达标瓦斯预抽率 η_0 的计算具体是:

$$[0031] \quad \eta_0 = \frac{S \times h \times \gamma \times (\overline{W_{原}} - W'_{CY})}{S \times h \times \gamma \times \overline{W_{原}}} \times 100\% = \frac{\overline{W_{原}} - W'_{CY}}{\overline{W_{原}}} \times 100\%$$

[0032] 其中, W_c' 为考察区段内煤层达标残余瓦斯含量, m^3/t ; $\overline{W}_{原}$ 为考察区段内煤层平均原始瓦斯含量, m^3/t ; 考察区段内煤层达标残余瓦斯含量可以根据矿井瓦斯抽采目的和日常生产实际情况综合考察确定, 或者通过计算确定, 其中非突出煤层的考察区段内煤层达标残余瓦斯含量与突出煤层的考察区段内煤层达标残余瓦斯含量计算是不同的。

[0033] 还计算各考察区段内煤层瓦斯原始储量 $Q_{原}$, 具体是:

$$[0034] \quad Q_{原} = S \times h \times \gamma \times \overline{W}_{原}$$

[0035] 其中, S 为考察区段的平面面积, m^2 ; h 为考察区段内的煤层厚度, m ; γ 为考察区段内煤的容重, t/m^3 ;

[0036] 计算完成后, 并将 η_0 、 $Q_{原}$ 的计算结果通过键盘输入瓦斯抽采半径测量系统。

[0037] 进一步的, 非突出煤层达标瓦斯预抽率的计算中, 考察区段内煤层达标残余瓦斯含量 W'_{CY} 的计算为:

$$[0038] \quad W'_{CY} = W'_j + W_{CC}$$

[0039] 其中, W'_j 为达标可解吸瓦斯量, m^3/t , 其取值可以根据煤矿瓦斯抽放规范的标准确定; W_{CC} 为煤在标准大气压力下的残存瓦斯含量 m^3/t ;

[0040] 煤在标准大气压力下的残存瓦斯含量 W_{CC} 的计算为:

$$[0041] \quad W_{CC} = \frac{0.1ab}{1+0.1b} \times \frac{100 - A_d - M_{ad}}{100} \times \frac{1}{1+0.31M_{ad}} + \frac{\pi}{\gamma}$$

[0042] 式中, a, b 均为吸附常数; A_d 为煤的灰分, %; M_{ad} 为煤的水分, %; π 为煤的孔隙率, m^3/m^3 ; γ 为煤的容重, t/m^3 。

[0043] 进一步的, 突出煤层达标瓦斯预抽率的计算中, 应综合煤的可解吸瓦斯量指标和瓦斯预抽防突效果综合确定, 考察区段内煤层达标残余瓦斯含量 W'_{CY} 的确定具体为:

$$[0044] \quad W'_{CY} = \min(W'_j + W_{CC}, W_{CR})$$

[0045] 式中, W_{CR} 为突出煤层始突深度处的瓦斯含量, m^3/t ; 当突出煤层始突深度处的瓦斯压力未知时, 取值为 $8m^3/t$; 当突出煤层始突深度处的瓦斯压力已知时, W_{CR} 的计算如下:

$$[0046] \quad W_{CR} = \frac{ab(P_{CR} + 0.1)}{1+b(P_{CR} + 0.1)} \times \frac{100 - A_d - M_{ad}}{100} \times \frac{1}{1+0.31M_{ad}} + \frac{\pi(P_{CR} + 0.1)}{\gamma P_a}$$

[0047] 式中, a, b 均为吸附常数; A_d 为煤的灰分, %; M_{ad} 为煤的水分, %; π 为煤的孔隙率, m^3/m^3 ; γ 为煤的容重, t/m^3 ; P_{CR} 为突出煤层始突深度处的相对瓦斯压力, MPa; P_a 为标准大气压力, 取 0.101325MPa 。

[0048] 步骤三: 将测量区域划分为 n 个考察区段, 预设煤层瓦斯抽采半径为 R_1, R_2, \dots, R_n , 在各个考察区段内设置测量钻孔, 钻孔间距为 $2R_1, 2R_2, \dots, 2R_n$, 测量钻孔施工过程中还测量区段内煤层瓦斯原始储量。

[0049] 根据矿井或邻近矿井以往的抽采经验, 确定若干个预期的煤层瓦斯抽采半径大小, 预设煤层瓦斯抽采半径分别为 R_1, R_2, \dots, R_n , 将选定的测量区域划分为 n 个考察区段, 各考察区段内的测定钻孔分别按照间距 $2R_1, 2R_2, \dots, 2R_n$ 进行设计和施工, 钻孔施工工艺与矿井日常抽采钻孔的施工工艺相同, 钻孔孔径、长度与矿井日常抽采钻孔的参数一致, 但应满足煤矿瓦斯抽放规范的标准相关要求。测量区域中各考察区段内的测量钻孔数量不小于 9 个, 各考察区段两侧至少分别施工 2 个边界条件钻孔, 边界条件钻孔的间距与各考察区段内

的钻孔间距一致,如图4至图5所示。

[0050] 进一步的,计算各考察区段煤层平均原始瓦斯含量 $\overline{W}_{原}$,具体为:

$$[0051] \quad \overline{W}_{原} = \frac{\sum_{i=1}^n W_{原i}}{n}$$

[0052] 其中, $W_{原i}$ 为考察区段内第*i*个测定钻孔测得的原始瓦斯含量, m^3/t ; n 为考察区段内测量钻孔数量;

[0053] 计算各考察区段内煤层瓦斯原始储量 $Q_{原}$,具体是:

$$[0054] \quad Q_{原} = S \times h \times \gamma \times \overline{W}_{原}$$

[0055] 其中, S 为考察区段的平面面积, m^2 ; h 为考察区段内的煤层厚度, m ; γ 为考察区段内煤的容重, t/m^3 。

[0056] 步骤四:测试钻孔的封孔及并网,将相同考察区段内的测量钻孔通过并网橡胶管连接同一个导流管,导流管连接至瓦斯抽采系统的汇流管上。

[0057] 测试钻孔施工结束后,应在24h内完成钻孔的封孔工作,封孔工艺与矿井日常抽采钻孔封孔工艺相同,封孔所用材料、封孔参数与矿井日常抽采钻孔一致,但应满足煤矿瓦斯抽放规范的标准要求。测试钻孔封孔工作完成后,应在24h内完成并网工作,将同一个考察区段内的抽采钻孔接入同一个汇流管内,汇流管出口处连接煤层瓦斯抽采半径测量系统的导流管,然后通过并网橡胶管连接至煤层瓦斯抽采系统的管路上。

[0058] 步骤五:连续采集导流管内流量和甲烷浓度的数据,拟合钻孔瓦斯流量随时间衰减变化的函数关系,并计算抽采时间 t 内钻孔抽采瓦斯的总纯量,以及各考察区段的实际瓦斯预抽率,得到各个考察区段达到达标瓦斯预抽率的预抽时间 t_1 、 t_2 …… t_n ,以及预抽时间为 t_1 、 t_2 …… t_n 时的抽采半径为 R_1 、 R_2 …… R_n 。

[0059] 测量钻孔连接煤层瓦斯抽采半径测量系统后,系统连续采集各考察区段汇流管的抽采混合流量、甲烷浓度大小,并实时显示在主机的显示屏上,用于确定煤层瓦斯抽采半径大小。测定时间可以通过主机上键盘进行设置,但应根据煤层瓦斯含量及透气性系数大小不同,原则上当煤层瓦斯含量 $\geq 8m^3/t$ 时,观测时间不小于60d,当煤层瓦斯含量 $< 8m^3/t$ 时,观测时间不小于30d。

[0060] 煤层瓦斯抽采半径测量系统主机上的显示屏可实时显示以时间(d)为横坐标、日抽采纯量(m^3/d)为纵坐标的曲线图,到达设定的观测时间后,煤层瓦斯抽采半径测定分析系统自动对观测结果进行拟合,得到钻孔瓦斯流量随时间衰减变化的函数关系,当拟合相关系数小于0.8时,系统自动提示“拟合度较低,建议废弃该组数据”。

[0061] 进一步的,钻孔瓦斯流量随时间衰减变化的函数关系具体是:

$$[0062] \quad q_t = q_0 e^{-\alpha t}$$

[0063] 其中, q_t 为 t 时刻考察区段内钻孔瓦斯抽采总纯量, m^3/d ; q_0 为考察区段内钻孔初始瓦斯抽采总纯量, m^3/d ; α 为考察区段内钻孔瓦斯抽采纯量衰减系数, d^{-1} ; t 为钻孔抽采瓦斯时间, d ;所述钻孔瓦斯流量随时间衰减变化的函数关系的拟合,若拟合相关系数小于0.8,则废弃该组流量和甲烷浓度的数据;

[0064] 钻孔瓦斯流量随时间衰减变化的函数关系的拟合的同时,还计算考察区段内测定

钻孔瓦斯抽采总纯量 Q_c ,具体是:

$$[0065] \quad Q_c = \int_0^t q_i dt$$

[0066] 根据考察区段内测定钻孔瓦斯抽采总纯量 Q_c 和各考察区段内煤层瓦斯原始储量 $Q_{原}$ 计算 t 时刻各考察区段的实际瓦斯预抽率 η_t ,具体是:

$$[0067] \quad \eta_t = \frac{Q_c}{Q_{原}} \times 100\% = \frac{\int_0^t q_i dt}{S \times h \times \gamma \times W_{原}} \times 100\%$$

[0068] 对比各考察区段的实际瓦斯预抽率 η_t 和达标瓦斯预抽率 η_0 ,确定煤层的瓦斯抽采半径。

[0069] 煤层瓦斯抽采半径测量系统自动对比各考察区段的实际瓦斯预抽率 η_t 和达标瓦斯预抽率 η_0 ,求得测定钻孔间距分别为 $2R_1$ 、 $2R_2$ …… $2R_n$ 的各考察区段实现瓦斯抽采达标时的预抽时间 t_1 、 t_2 …… t_n ,也获得了矿井当前抽采条件下(一定的抽采孔孔径、封孔工艺等)预抽时间分别为 t_1 、 t_2 …… t_n 时的抽采半径 R_1 、 R_2 …… R_n 。

[0070] 使用该煤层瓦斯抽采半径测量系统测定瓦斯抽采半径的方法,简化了抽采半径测定的步骤,操作更加方便,并且缩短了测量的周期,测量结果更加符合工程实际。本方法中煤层瓦斯抽采半径测量系统,操作方便,实用性强,大大缩短了煤层瓦斯抽采半径的测定周期。能够真实反映矿井瓦斯抽采状况,对现场测试条件要求简单,适用性和实用性强,测定结果可靠,革新了传统的煤层瓦斯压力和含量的测定原理及测定方法,提高了煤矿井下煤层瓦斯抽采钻孔设计和施工的科学性。

[0071] 当然,上述说明并非是对本实用新型的限制,本实用新型也并不仅限于上述举例,本技术领域的技术人员在本实用新型的实质范围内所做出的变化、改型、添加或替换,也应属于本实用新型的保护范围。

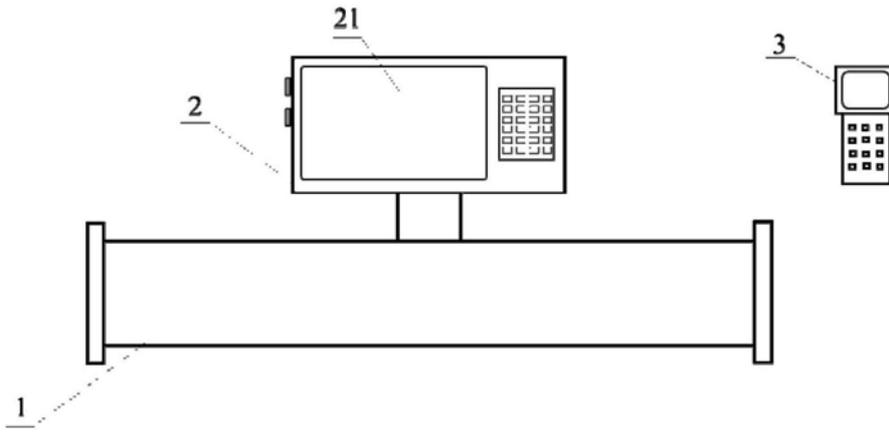


图1

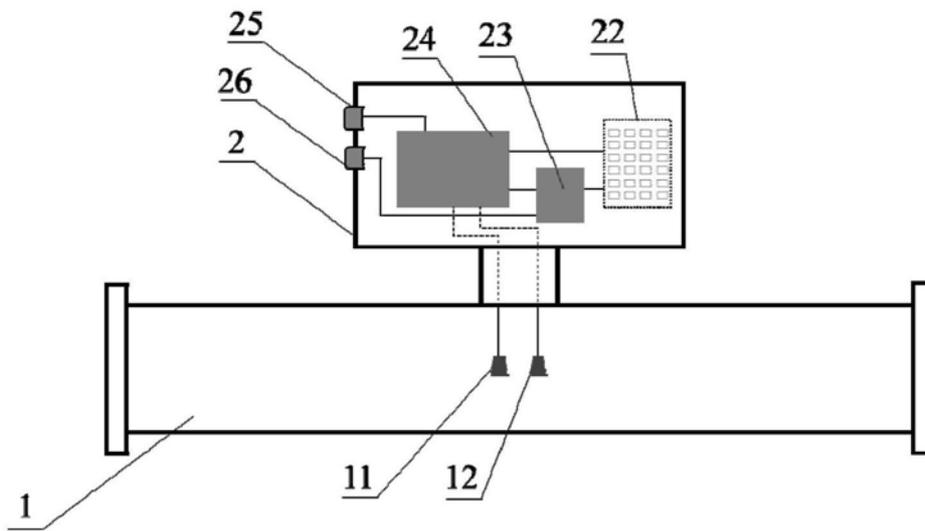


图2

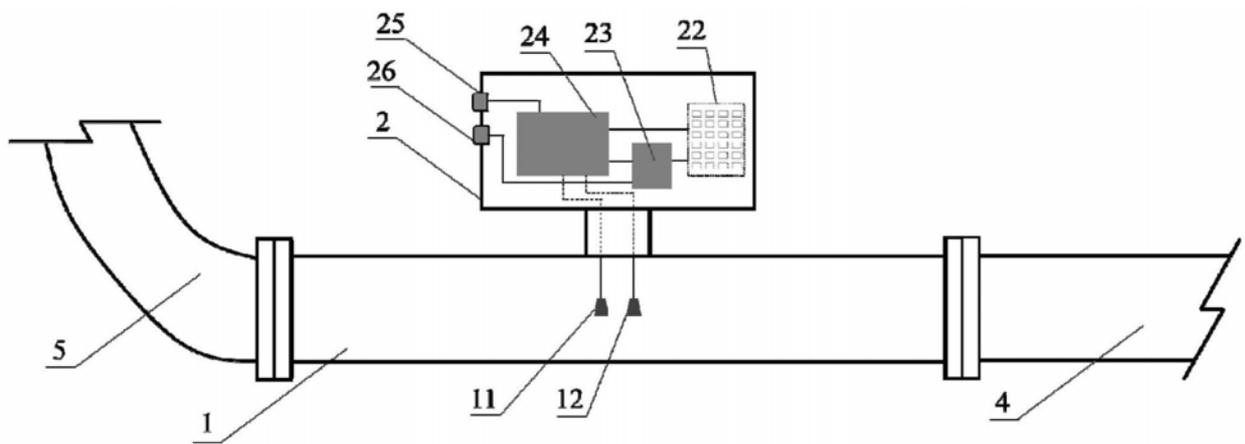


图3

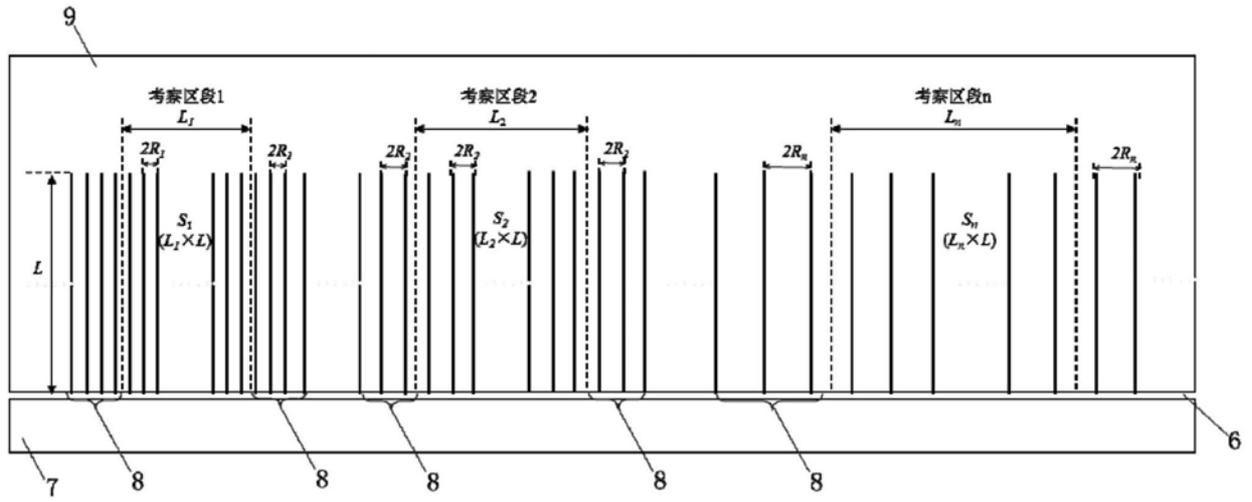


图4

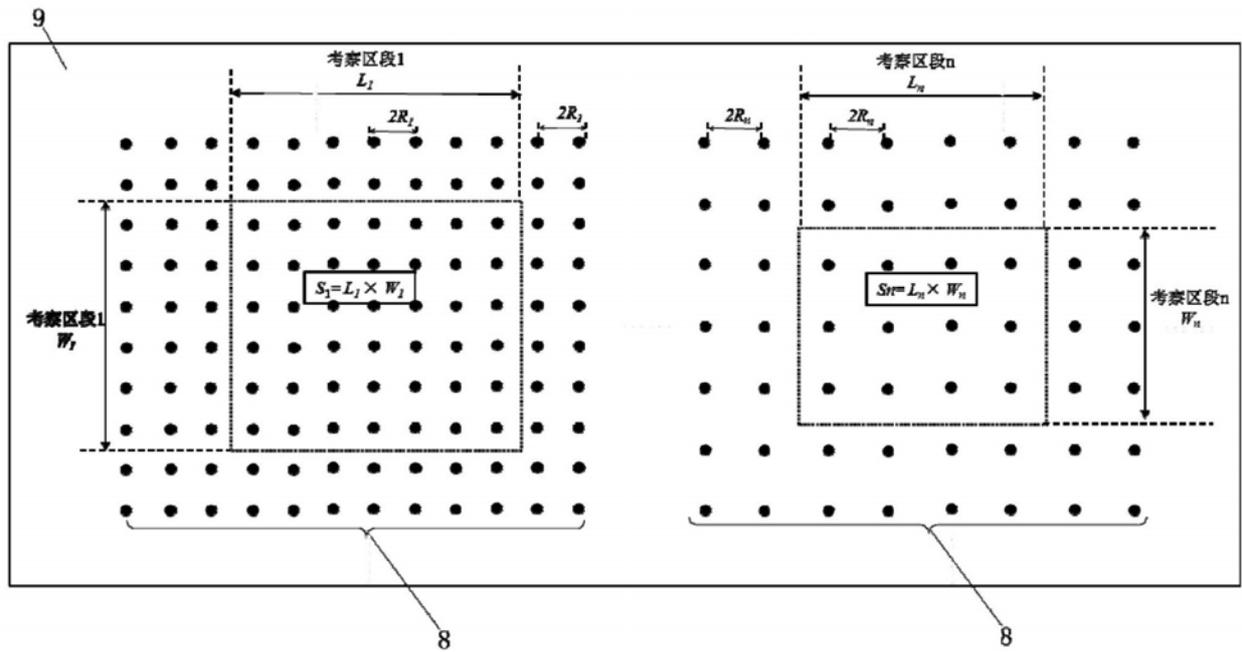


图5