

(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
2009年11月12日 (12.11.2009)

PCT

(10) 国际公布号
WO 2009/135391 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01N 23/12 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2009/070257
- (22) 国际申请日: 2009年1月21日 (21.01.2009)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
200810097204.6 2008年5月6日 (06.05.2008) CN
- (71) 申请人及
- (72) 发明人: 罗平安 (LUO, Pingan) [CN/CN]; 中国北京市昌平区回龙观云趣园三区 21 号楼-2-502, Beijing 102208 (CN)。 贺江林 (HE, Jianglin) [CN/CN]; 中国北京市东城区东四十条甲 22 号南新仓国际大厦 A1008, Beijing 100007 (CN)。

BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

- (74) 代理人: 北京中海智圣知识产权代理有限公司 (BEIJING ZHONGHAI WISDOM INTELLECTUAL PROPERTY AGENT CO., LTD.); 中国北京市海淀区知春路 1 号学院国际大厦 602 室曾永珠, Beijing 100083 (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,

根据细则 4.17 的声明:

— 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则 4.17(iii))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: A METHOD AND SYSTEM FOR DETERMINING THE CONSTITUENT CONTENT OF A MULTIPHASE FLUID

(54) 发明名称: 多相流中物质含量的测量方法和系统

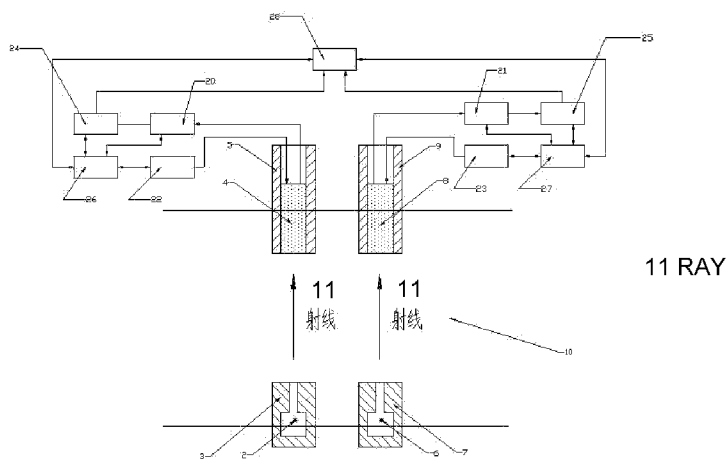


图 2 / Fig. 2

(57) Abstract: A method for determining the constituent content of a multiphase fluid includes the following step: gamma rays at single-energy or dual-energy levels are produced by a radiation source (2, 6), after said gamma rays pass through the multiphase fluid, the data at each energy level are detected by a detector sub-system which is composed of one or two detectors (4, 8), and the mass percents of the components in the multiphase fluid are calculated by a controlling and data processing sub-system based on the detected data. Said multiphase fluid is a two-phase or three-phase mixture in crude oil or natural gas. The method can be used for automatic on-line measurement of the production in oil or gas well.

[见续页]



WO 2009/135391 A1

(57) 摘要:

一种多相流中物质含量的测量方法，该方法包括如下步骤：利用放射源（2，6）产生一种或者两种能量的 γ 射线，所述 γ 射线穿过多相流后，由探测器分系统探测到每一个能量级别的数据，由控制和数据处理分系统根据所探测的数据来计算多相流中物质的质量百分比，所述的多相流是原油或天然气中的两相或三相混合物，探测器分系统由一个或二套探测器（4，8）构成。上述测量方法能够用于油气田生产中的自动在线计量。

多相流中物质含量的测量方法和系统

技术领域

本发明涉及石油测量技术领域，具体涉及一种双能 γ 射线测量技术，即利用放射源产生的 γ 射线与物质作用原理，在油气田生产中，油水气、油沙水、或气沙水三相介质并存的条件下，测量输油、输气管道中含水率、含油率、含气率或含沙量指标（只能测四个指标中与对应混合流体相关的三个）。特别适用于油气田生产中，自动在线计量系统。

背景技术

原油和天然气作为最重要的能源之一，从油气井开采出的原油天然气，是油、水、天然气或沙粒等多相介质组成的混合物。处理这种混合物首先要进行气液分离，剩下的油水混合液体经脱水处理后得到含水率很低的成品油进行外输或销售。对含在其中的沙粒，也要监测，及时分离，否则容易损坏设备。在原油脱水处理等一系列生产活动中，需要及时准确地掌握原油含水率和含气率等情况，以便控制生产过程，保证生产出合格的成品原油。因此，原油含水率和含气率等指标是石化行业石油采集、冶炼及运输过程中一个重要参数。特别是许多老油田，目前主要采用注水采油工艺，采出原油的含水率普遍偏高。因此，对原油和天然气中进行含水率和含气率（或含沙量）的准确检测在原油生产、贸易中有着重要作用。

目前测量原油含水率主要有以下几种方法：人工蒸馏化验法、微波法（或射频法）、电容法、短波法、导热法、振动密度计法和 γ 射线法。1、微波法（如 CN1112677）是根据电磁波与介电物质相互作用，其耗散与物质的大小及相对介电常数有关，油和水的介电常数不同导致被测对象所呈现的射频阻抗特性不同，当射频信号传到以油水混合物为介质的电容式射频传感器时，其负载阻抗随着混合介质的不同油水比而变化，即当原油含水率变化时，波参量随之变化，从而实现含水率测量；2、电容法（如：CN1186236）是根据油水的介电常数不同，反映到由极板构成的电容器的电容量不同，测量电容量的变化，就可以测量含水率的变化；3、短波法（如：CN2349574）是利用一个（后）探头向原油中发射 3.579MHz 的短波信号，把当前原油状态查清，间隔几秒钟后，在通过另一个（前）探头向原油中发射 3.579MHz 的短波信号，又取出油中含水的信号，然后取二次测得的差值，经处理后可得出瞬时含水率；4、导热法（如：CN1259671）利用液-液两相流体的热物理性质的差异，如导热、比热、粘度等，同时测量原油的含水率和油水流量；5、振动密度计法（如：CN1789969，CN2359692）利用液位测量元件测量储油罐（或分离器）内原油的液位，压力测量仪表测量储油罐（或分离器）中无原油部分的压力和底部承受的压力，最后通过经验公式算出；6、射线法（如：CN86105543A，CN2359692Y，CN1086602A，CN2383068Y）是根据 γ 射线穿过不同介质时，其衰减不同的原理工作的。除 γ 射线法以外的其它各种测量方法，都属接触式测量，由于原油腐蚀性较强，结垢、结蜡严重，致使仪表长期运行的可靠性差，尤其是这些仪表都无法消除含气对含水率测量带来的影响，而导致了比较大的测量误差。对此，专利 CN2452022Y、CN2646704Y 和 CN2646705Y 专门设计了不同的擦除器来传感器外面累积的杂质。另外，电容法、射频法和微波法测量的含水率变化与被测量之间是非线性关系，在某一含水率范围内有拐点，而原油是油水气混合体，其物理化学性质多变，所以除 γ 射线法外的上面几种测量方法在实际应用中，都不能很好地满足生产要求。

根据 γ 射线与物质相互作用规律而工作的原油含水分析仪与混合流体的宏观流态和化学性质无关，能够对复杂的原油进行含水率和含气率的测量，深受油田的欢迎。

发明专利 CN86105543A 公开了一种利用放射源（如 ^{109}Cd ，或 ^{243}Am 等）发出的单能 γ

射线，对二相油水混合体的体积含水率的测量原理。实用新型专利 CN2359692Y 公布了一种利用 ^{238}Pu 放射源对二相油水混合体的含水率进行测量的装置。发明专利 CN1086602A 公开了一种在三相油水气混合体中，测量原油中含气、含水率的自动测量仪；在测量管道的侧壁上沿径向中心线对称位置两侧分别固定有 γ 射线源和透射探测器；在与 γ 射线源和透射探测器所在中心线成夹角且沿测量管道轴向与之相距一定距离的中心线侧壁上固定有散射探测器；最后根据测量的结果，经过数据处理而得到体积含气率和体积含水率。实用新型专利 CN2383068Y 对依据上述原理设计的装置，做了改进，增加了一个搅拌装置，使实际上从油井里出来的油水气混合均匀，以便更进一步满足理论假设条件，以便提高测量的精度。不管怎么说，这个理论模型取近似的地方太多，各个参数物理意义不明确，对压力、温度等变化参数的影响，没有考虑修正，这些最终还是影响了其使用的方法和测量精度。

对含沙量测量，GB2429288A 公布了一项采用声学方法测量含沙量的专利。即通过沙子与输油或输气管道壁的碰撞，来估算流体中含沙量的多少。利用该专利设计的设备，具有结构简单，安装方便，功耗小，本地保存数据时间长等有点。但该原理的工作频段属于音频，其干扰源比较多，比较复杂，其测量结果也容易受流体流动性质的影响，所以测量的不确定度比较大，不能满足高精度测量的需要。

目前市场上尚未发现测量理论模型比较精确、比较完善的双能 γ 射线法测量原油中含气率、含油率、含水率或含沙量的方法和装置，这样牺牲了测量系统的性能。

发明内容

本发明的目的，在于针对在三相油水气或油水沙或水气沙混合体中，实时高精度测量原油或天然气中含水率、含油率、含气率或含沙量的需求，提出了原油（天然气）中含气率、含水率、含油率或含沙率的双能 γ 射线测量方法（只能测四个指标中与对应混合流体相关的三个）。本发明的理论模型精度比较高，各种参数的物理意义比较明确，使用简单，还能考虑温度、压力等因素的影响，特别适用于油田生产中，自动在线计量系统。

本发明提供一种三相混合物中物质含量的双能 γ 射线测量方法，所述三相混合物为原油或天然气中所含的油、水、气、沙中任意三种的组合，

所述测量方法的步骤为：

- (1) 由放射源产生双能 γ 射线；
- (2) 发出来的 γ 射线穿过三相混合物；
- (3) 所述双能 γ 射线穿过三相混合物后，由探测器分系统探测到高能和低能两组数据；
- (4) 测量的高能和低能数据，由以下算法来求解三相混合物中对应三种物质的含量；所述的算法为：

ω_1 、 ω_2 和 ω_3 分别对应混合物中三中物质的重量百分比，由物理意义知

$$\omega_2 = 1 - \omega_1 - \omega_3$$

ω_1 和 ω_3 可根据实测数据，由如下的两个方程来求解：

$$\left(\omega_1 \left(\frac{\mu_1(E_H)}{\rho_1} - \frac{\mu_2(E_H)}{\rho_2} \right) + \omega_3 \left(\frac{\mu_3(E_H)}{\rho_3} - \frac{\mu_2(E_H)}{\rho_2} \right) + \frac{\mu_2(E_H)}{\rho_2} \right) \cdot (x\rho) = \ln \left(\frac{N_0(E_H)}{N(x, E_H)} \right) \quad (10)$$

$$\left(\omega_1 \left(\frac{\mu_1(E_H)}{\rho_1} - \frac{\mu_2(E_H)}{\rho_2} \right) + \omega_3 \left(\frac{\mu_3(E_H)}{\rho_3} - \frac{\mu_2(E_H)}{\rho_2} \right) + \frac{\mu_2(E_H)}{\rho_2} \right) \cdot (x\rho) = \ln \left(\frac{N_0(E_H)}{N(x, E_H)} \right) \quad (11)$$

方程中： E_H 、 E_L 分别代表 γ 放射源发出的高能 γ 射线和低能 γ 射线所对应的能量； ρ 代表三相混合物下的实际密度， ρ_1 代表实际管里所对应的温度、压力等条件下纯物质 1 的密度， ρ_2 代表实际管里所对应的温度、压力等条件下纯物质 2 的密度， ρ_3 代表实际管里所对应的温度、压力等条件下纯物质 3 的密度； μ_1 、 μ_2 、 μ_3 分别代表纯物质 1、纯物质 2、纯物质 3 在对应的 γ 射线能量下的线性衰减系数； x 代表测试系统测量空间的线性厚度； $N_0(E)$ 代表在对应的 γ 射线能量条件下，管里没有任何物质存在时，测试系统所测量的计数； $N(x, E)$ 代表在对应的测量厚度和 γ 射线能量条件下，测试系统所测量的计数；所述 E 为 E_H 或 E_L ； μ_1 、 μ_2 、 μ_3 可以通过预先测量指数衰减曲线求得，也可通过查核数据手册得到。

进一步，所述三相混合物是原油或天然气中油水气三相混合物时，所述的 ω_1 、 ω_2 和 ω_3 的具体含义为：

ω_1 ——含水率，

ω_2 ——含油率，

ω_3 ——含气率；

可依据权利要求 1 所述的方法求得含水率、含油率和含气率。

进一步，所述三相混合物是原油中油水沙三相混合物时，所述的 ω_1 、 ω_2 和 ω_3 的具体含义为：

ω_1 ——含水率，

ω_2 ——含油率，

ω_3 ——含沙量；

可依据权利要求 1 所述的方法求得含水率、含油率和含沙量。

进一步，所述三相混合物是天然气中气水沙三相混合物时，所述的 ω_1 、 ω_2 和 ω_3 的具体含义为：

ω_1 ——含水率，

ω_2 ——含气率，

ω_3 ——含沙量；

可依据权利要求 1 所述的方法求得含水率、含气率和含沙量。

进一步，所述高能 γ 源的能量 E_H 范围在 10keV~1MeV 之间，低能 E_L 满足关系式 $E_H \approx (1.5 \sim 3)E_L$ ，或为 $E_H \approx 2E_L$ 。

进一步：当 ω_1 、 ω_2 、 ω_3 其中一项为零时，测量系统的 γ 射线放射产生单能 γ 射线，采用如下公式来求解物质 1 的百分含量 ω_1 和物质 2 的百分含量 ω_2 ：

$$\omega_1 = \frac{\ln\left(\frac{N_0}{N(x)}\right) - \left(\frac{\mu_2}{\rho_2}\right)x\rho}{\left(\frac{\mu_1}{\rho_1} - \frac{\mu_2}{\rho_2}\right)x\rho} \quad (5)$$

$$\omega_2 = 1 - \omega_1$$

公式中： ρ 代表油管中二相状态下的实际密度， ρ_1 代表实际油管里所对应的温度、压力等条件下物质 1 的密度， ρ_2 代表实际油管里所对应的温度、压力等条件下物质 2 的密度； μ_1 、 μ_2 分别代表物质 1、物质 2 在对应的 γ 射线能量下的线性衰减系数； x 代表测试系统测量空间的线性厚度； N_0 代表在对应的 γ 射线能量条件下，油管里没有任何物质存在时，测试系统所测量的计数； $N(x)$ 代表在对应的测量厚度、 γ 射线能量条件下，测试系统所测量的计数； μ_1 、 μ_2 可以通过预先测量指数衰减曲线求得，也可通过查核数据手册得到。

为了简化书写过程，如不特别说明，下面讨论中只考虑油、水、气三相混合体共存的情况，对其它三项共存的情况，处理的技巧类似，在说明的公式中只需替换相关物理量即可，所以对其它情况说明过程从略。

原油中含气率和含水率的双能 γ 射线测量方法，系利用放射源产生的 γ 射线与物质作用原理，在油田生产中，油水气三相介质并存的条件下，测量输油管道中含水率和含气率指标。该测量方法依托于主要由三个大分系统组成的测量设备和一套专用软件，即：它包括产生二种能量的 γ 射线二种 γ 射线放射源，一套或二套探测器构成探测器分系统，以及一个总控和数据处理分系统；其它装置还包括准直器；所述的探测器分系统包括探测器、前置放大器或光电倍增管、信号成形、放大、采样保持、AD 转换等单元；总控和数据处理分系统包括数据的传输、同步、显示、控制和报警等部分；专用软件通过算法求解含水率 ω_1 和含气率 ω_3 ；

ω_1 表示水所占的重量百分比即含水率， ω_3 表示天然气所占的重量百分比即含气率，

ω_2 表示油所占的重量百分比： $\omega_2 = 1 - \omega_1 - \omega_3$ 。

在油水气三相状态下，所述专用软件采用如下两个方程来求解含水率 ω_1 和含气率 ω_3 ，

$$\left(\omega_1 \left(\frac{\mu_1(E_H)}{\rho_1} - \frac{\mu_2(E_H)}{\rho_2}\right) + \omega_3 \left(\frac{\mu_3(E_H)}{\rho_3} - \frac{\mu_2(E_H)}{\rho_2}\right) + \frac{\mu_2(E_H)}{\rho_2}\right) \cdot (x\rho) = \ln\left(\frac{N_0(E_H)}{N(x, E_H)}\right) \quad (10)$$

$$\left(\omega_1 \left(\frac{\mu_1(E_H)}{\rho_1} - \frac{\mu_2(E_L)}{\rho_2} \right) + \omega_3 \left(\frac{\mu_3(E_L)}{\rho_3} - \frac{\mu_2(E_L)}{\rho_2} \right) + \frac{\mu_2(E_L)}{\rho_2} \right) \cdot (x\rho) = \ln \left(\frac{N_0(E_L)}{N(x, E_L)} \right) \quad (11)$$

方程中： E_H 、 E_L 分别代表 γ 放射源发出的高能 γ 射线和低能 γ 射线所对应的能量； ρ 代表油管中油水气三相状态下的实际密度， ρ_1 代表实际油管里所对应的温度、压力等条件下纯水的密度， ρ_2 代表实际油管里所对应的温度、压力等条件下纯原油的密度， ρ_3 代表实际油管里所对应的温度、压力等条件下纯天然气的密度； μ_1 、 μ_2 、 μ_3 分别代表纯水、纯原油、纯天然气在对应的 γ 射线能量下的线性衰减系数； x 代表油管里，测试系统测量空间的线性厚度； $N_0(E)$ 代表在对应的 γ 射线能量条件下，油管里没有任何物质存在时，测试系统所测量的计数； $N(x, E)$ 代表在对应的测量厚度、 γ 射线能量条件下，测试系统所测量的计数；这里的 E 是指 E_H 或 E_L ； μ_1 、 μ_2 、 μ_3 可以通过预先测量指数衰减曲线求得，也可通过查核数据手册得到。

在只考虑油水二相状态时，可以把测量系统的 γ 射线放射源简化为一种能量的 γ 射线放射源，这时专用软件中采用了如下公式来求解含水率 ω_1 ，

$$\omega_1 = \frac{\ln \left(\frac{N_0}{N(x)} \right) - \left(\frac{\mu_2}{\rho_2} \right) x\rho}{\left(\frac{\mu_1}{\rho_1} - \frac{\mu_2}{\rho_2} \right) x\rho} \quad (5)$$

公式中： ρ 代表油管中油水二相状态下的实际密度， ρ_1 代表实际油管里所对应的温度、压力等条件下纯水的密度， ρ_2 代表实际油管里所对应的温度、压力等条件下纯原油的密度； μ_1 、 μ_2 分别代表纯水、纯原油在对应的 γ 射线能量下的线性衰减系数； x 代表油管里，测试系统测量空间的线性厚度； N_0 代表在对应的 γ 射线能量条件下，油管里没有任何物质存在时，测试系统所测量的计数； $N(x)$ 代表在对应的测量厚度、 γ 射线能量条件下，测试系统所测量的计数； μ_1 、 μ_2 可以通过预先测量指数衰减曲线求得，也可通过查核数据手册得到。

在设计放射源系统时，考虑到高、低能量之间应满足一定的条件，这会影响到测量精度。高能 E_H 与低能 E_L 差别越大，测量精度越好，例如： $E_H \approx (1.5 \sim 3) E_L$ ，简单一点， $E_H \approx 2E_L$ ，高能 γ 射线的能量范围可以取在 10keV~1MeV 之间。

本发明所述的双能 γ 射线测量技术利用建立的比较完善的物理模型，提高了测量系统的测量精度，适用于油田生产中的自动在线计量系统。理论模型精度比较高，各种参数物理意义明确，使用简单，考虑了温度、压力等因素的影响。当利用双能 γ 射线源时，可以在保证高的测量精度的同时，简化系统的装置，提高测量系统的可靠性，对原油产量的测量和计量有着特别重要的意义。

针对油、水、气三相混合体共存的情况，本发明所述测量方法的详细理论依据推导如下：

如果物质是混合物，其密度为 ρ ，线性衰减系数为 μ ，所含元素的质量衰减系数为 $\left(\frac{\mu}{\rho} \right)_1$ ， $\left(\frac{\mu}{\rho} \right)_2$ ，...，则混合物的质量衰减系数用下式计算：

$$\frac{\mu}{\rho} = \sum_i \left(\frac{\mu}{\rho} \right)_i \omega_i \quad (1)$$

式中 $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_i, \dots, \omega_N$ 分别为组成元素的重量百分比。

注意：元素的质量衰减系数也可表示为 μ_m ，线性厚度为 x ，质量厚度为 x_m 。即：

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho} \quad x_m = x \cdot \rho$$

1、考虑油水二相状态（即：气相含量为 0 的情况。这时，无下标—原油+水混合状态，下标 1—纯水状态，下标 2—纯原油状态）

$$\begin{aligned} \mu_m &= \omega_1 \mu_{m1} + \omega_2 \mu_{m2} \\ &= \omega_1 \mu_{m1} + (1 - \omega_1) \mu_{m2} \\ &= \omega_1 (\mu_{m1} - \mu_{m2}) + \mu_{m2} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\therefore \mu_m = \frac{\mu}{\rho} \quad x_m = x \cdot \rho$$

$$\begin{aligned} \therefore \mu \cdot x &= \mu_m \cdot x_m \\ &= (\omega_1 (\mu_{m1} - \mu_{m2}) + \mu_{m2}) \cdot x_m \\ &= \left(\omega_1 \left(\frac{\mu_1}{\rho_1} - \frac{\mu_2}{\rho_2} \right) + \frac{\mu_2}{\rho_2} \right) \cdot (x \rho) \\ &= \left(\omega_1 \left(\mu_1 \frac{\rho}{\rho_1} - \mu_2 \frac{\rho}{\rho_2} \right) + \mu_2 \frac{\rho}{\rho_2} \right) \cdot x \end{aligned} \quad (3)$$

对单能的 γ 源来讲，其与物质的作用规律服从指数衰减规律。

$$N(x_m) = N_0 e^{-\mu_m \cdot x_m} \quad (4)$$

其中： N_0 —射线穿过空气后，测量的计数。

$N(x_m)$ —射线穿过质量厚度为 x_m 的物质后，测量的计数。

把 (3) 代入 (4)，并化简得：

$$\left(\omega_1 \left(\mu_1 \frac{\rho}{\rho_1} - \mu_2 \frac{\rho}{\rho_2} \right) + \mu_2 \frac{\rho}{\rho_2} \right) \cdot x = \ln \left(\frac{N_0}{N(x)} \right)$$

即：

$$\omega_1 = \frac{\ln \left(\frac{N_0}{N(x)} \right) - \left(\frac{\mu_2}{\rho_2} \right) x \rho}{\left(\frac{\mu_1}{\rho_1} - \frac{\mu_2}{\rho_2} \right) x \rho} \quad (5)$$

在这种情况下，一个未知量含水率 ω_1 ，一个方程，故采用单能即可解决测量问题。这就是本发明在二相状态下所采用的单能测量含量的方法。

2、考虑油水气三相状态（无下标—原油+水+气混合状态，下标 1—纯水状态，下标 2—纯原油状态，下标 3—纯天然气状态）

$$\begin{aligned} \mu_m &= \omega_1 \mu_{m1} + \omega_2 \mu_{m2} + \omega_3 \mu_{m3} \\ &= \omega_1 \mu_{m1} + (1 - \omega_1 - \omega_3) \mu_{m2} + \omega_3 \mu_{m3} \\ &= \omega_1 (\mu_{m1} - \mu_{m2}) + \omega_3 (\mu_{m3} - \mu_{m2}) + \mu_{m2} \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \therefore \mu_m &= \frac{\mu}{\rho} & x_m &= x \cdot \rho \\ \therefore \mu \cdot x &= \mu_m \cdot x_m \\ &= (\omega_1(\mu_{m1} - \mu_{m2}) + \omega_3(\mu_{m3} - \mu_{m2}) + \mu_{m2}) \cdot x_m \\ &= \left(\omega_1 \left(\frac{\mu_1}{\rho_1} - \frac{\mu_2}{\rho_2} \right) + \omega_3 \left(\frac{\mu_3}{\rho_3} - \frac{\mu_2}{\rho_2} \right) + \frac{\mu_2}{\rho_2} \right) \cdot (x\rho) \end{aligned} \quad (7)$$

对单能的 γ 源来讲, 其与物质的作用规律服从指数衰减规律。

$$N(x_m) = N_0 e^{-\mu_m \cdot x_m} \quad (8)$$

把(8)代入(7), 并化简得:

$$\left(\omega_1 \left(\frac{\mu_1}{\rho_1} - \frac{\mu_2}{\rho_2} \right) + \omega_3 \left(\frac{\mu_3}{\rho_3} - \frac{\mu_2}{\rho_2} \right) + \frac{\mu_2}{\rho_2} \right) \cdot (x\rho) = \ln \left(\frac{N_0}{N(x)} \right) \quad (9)$$

为了求得含水率 ω_1 和含气率 ω_3 , 需要列出类似(9)的二个方程。从核物理上, 可以通过二种不同能量的射线来测量求得。(注意: 有的文献引入散射射线与物质的作用关系而得出第二个方程, 但其方程来历比较模糊, 其中各个参数的物理意义不甚清晰。)

本文中, 采用双能测量模型讨论如下:

设 E_H 、 E_L 分别代表高能和低能 γ 射线所对应的能量, 则(9)可以表示为:

$$\left(\omega_1 \left(\frac{\mu_1(E_H)}{\rho_1} - \frac{\mu_2(E_H)}{\rho_2} \right) + \omega_3 \left(\frac{\mu_3(E_H)}{\rho_3} - \frac{\mu_2(E_H)}{\rho_2} \right) + \frac{\mu_2(E_H)}{\rho_2} \right) \cdot (x\rho) = \ln \left(\frac{N_0(E_H)}{N(x, E_H)} \right) \quad (10)$$

$$\left(\omega_1 \left(\frac{\mu_1(E_L)}{\rho_1} - \frac{\mu_2(E_L)}{\rho_2} \right) + \omega_3 \left(\frac{\mu_3(E_L)}{\rho_3} - \frac{\mu_2(E_L)}{\rho_2} \right) + \frac{\mu_2(E_L)}{\rho_2} \right) \cdot (x\rho) = \ln \left(\frac{N_0(E_L)}{N(x, E_L)} \right) \quad (11)$$

理论上, 可根据方程(10)和(11)求得 ω_1 和 ω_3 , 这就是双能 γ 射线测试含水率和含气率的方法, 即本发明中所采用的特殊算法。

注意:

- 1) 在实验测量 ρ_1 、 ρ_2 、 ρ_3 和 ρ 时, 需要同时检测样品的温度、压力等参数的影响。
- 2) 因为气体的状态与温度、压力密切相关, 应用中, 要测量与实际条件相一致的 ρ_3 和 μ_{m3} 。
- 3) 求解方程时, 要采用实际相对应的 ρ 值, 可以通过实时测量得到。
- 4) 高能 E_H 与低能 E_L 的差别越大, 测量精度要越好。例如: $E_H \approx (1.5 \sim 3)E_L$, 简单一点, $E_H = 2E_L$ 。

具体实施方式

下面结合附图和具体的实施方式对本发明作进一步的描述。

本发明还提供上述测量方法的测量系统, 由以下所述分系统组成: 产生一种或二种能量 γ 射线的放射源, 一个或二套探测器构成的探测器分系统, 一个控制和数据处理分系统。

进一步, 所述的二种能量 γ 射线的放射源是二个独立的单能 γ 射线放射源, 在测量管道的同一个横截面上成一个角度 θ 放置, $0 < \theta < 180^\circ$, 产生的高、低能 γ 射线穿过三相混合物后, 由对应的第一组探测器(4)和第二组探测器(8)测量到的高能和低能数据。

进一步,所述的二种能量 γ 射线的放射源是二个独立的单能 γ 射线放射源(2)和(6),在测量管道上依次并行放置,两套探测通路的间隔 L , $0 < L < 10m$,由对应的第一组探测器(4)和第二组探测器(8)测量到的高能和低能数据。

进一步,所述的二种能量 γ 射线的放射源是位置并列或重叠放置的放射源(2)和(6),由对应的第一组探测器(4)测量到的高能和低能混合能谱,高、低能数据的识别是通过 γ 射线能谱分析方法来区分的。

附图说明

图1为二个放射源和探测器横向安装方式的示意图;

图2为二个放射源和探测器纵向安装方式的示意图;

图3为二个放射源并列放置方式和探测器安装的示意图。

图中:1—测量设备;2—高能 γ 射线放射源;3—高能 γ 射线放射源的准直器和屏蔽室;4—第一组探测器;5—第一组探测器的屏蔽管;6—低能 γ 射线放射源;7—低能 γ 射线放射源的准直器和屏蔽室;8—第二组探测器;9—第二组探测器的屏蔽管;10—原油管道;20—(第一路)信号成形、放大和采样保持单元;21—第二路信号成形、放大和采样保持单元;22—(第一组)探测器的高压电源;23—第二组探测器的高压电源;24—(第一路)AD转换单元;25—第二路AD转换单元;26—(第一路)控制单元;27—第二路控制单元;28—计算机;30— γ 射线放射源分系统的控制系统。

根据本发明所述测量方法,给出以下三种测量系统的应用实例:

实例1:二个放射源和探测器横向安装方式测量系统的工作原理

测量设备1的核心部件的安装位置如图1所示。

本实施例的特点是,利用二个 γ 射线放射源来产生高、低能 γ 射线。高能 γ 射线的放射源2、准直器3、探测器4和屏蔽管5组成一套高能 γ 射线探测通路,同理低能 γ 射线的放射源6、准直器7、探测器8和屏蔽管9组成一套低能 γ 射线探测通路。两套探测通路在原油管道10的同一个横截面上,这样减少了测量设备1的长度。注意图1中所示的两套探测通路的夹角不一定要求 90° ,只要能完整安装好测试部件,并能确保二个探测通路互不影响即可。本实例要求流体在原油管道10的同一个横截面分布近似相同,这样才能满足理论上希望高低能 γ 射线能同时打在介质的同一个位置上的理想要求。实际应用时,可在介质流入测试设备前,采取措施对流体加以搅拌,使之混合均匀即可。

高能 γ 射线的放射源2发出高能 γ 射线,经过准直器和屏蔽室3后,穿过原油管道10中的介质,被第一组探测器4转换成电信号。第一组探测器的屏蔽管5的作用是保护第一组探测器4,同时减少本底、散射信号对第一组探测器4的影响。第一组探测器的高压电源22给第一组探测器4提供工作电压,第一组探测器4的信号输出到第一路信号成形、放大和采样保持单元20,信号经过放大、处理后,送到第一路AD转换单元24转换成数字信号,最后送到计算机28进行分析处理。第一路控制单元26用来同步、协调第一路各个单元和与其相关的分系统的工作。

同理低能 γ 射线的放射源6发出低能 γ 射线,经过准直器和屏蔽室7后,穿过原油管道10中的介质,被第二组探测器8转换成电信号。第二组探测器的屏蔽管9的作用是保护第二组探测器8,同时减少本底、散射信号对第二组探测器8的影响。第二组探测器的高压电源23给第二组探测器8提供工作电压,第二组探测器8的信号输出到第二路信号成形、放大和采样保持单元21,信号经过放大、处理后,送到第二路AD转换单元25转换成数字信号,最后送到计算机28进行分析处理。第二路控制单元27用来同步、协调第二路各个单元和与其相关的分系统的工作。

探测到的双能信号分别传输到计算机28统一进行分析和处理。计算机专用软件应用

本发明中推导的模型（也可以采用其它合适的模型），算出原油中的含水率、含气率等指标。

实例 2：二个放射源和探测器纵向安装方式测量系统的工作原理

测量设备 1 的核心部件的安装位置如图 2 所示。

本应用实例的特点是，利用二个放射源来产生高、低能 γ 射线。产生高能 γ 射线的放射源 2、准直器 3、探测器 4 和屏蔽管 5 组成一套高能 γ 射线探测通路，同理产生的低能 γ 射线的放射源 6、准直器 7、探测器 8 和屏蔽管 9 组成一套低能 γ 射线探测通路。两套探测通路越靠近，越能满足理论上希望高低能 γ 射线能同时打在介质的同一个位置上的理想要求。实践中，可根据介质的均匀度、流速、要求监测数据的间隔等，调节其参数，以保证测试条件尽可能满足理论模型和误差要求。

高能 γ 射线的放射源 2 发出高能 γ 射线，经过准直器和屏蔽室 3 后，穿过原油管道 10 中的介质，被第一组探测器 4 转换成电信号。第一组探测器的屏蔽管 5 的作用是保护第一组探测器 4，同时减少本底、散射信号对第一组探测器 4 的影响。第一组探测器的高压电源 22 给第一组探测器 4 提供工作电压，第一组探测器 4 的信号输出到第一路信号成形、放大和采样保持单元 20，信号经过放大、处理后，送到第一路 AD 转换单元 24 转换成数字信号，最后送到计算机 28 进行分析处理。第一路控制单元 26 用来同步、协调第一路各个单元和与其相关的分系统的工作。

同理低能 γ 射线的放射源 6 发出低能 γ 射线，经过准直器和屏蔽室 7 后，穿过原油管道 10 中的介质，被第二组探测器 8 转换成电信号。第二组探测器的屏蔽管 9 的作用是保护第二组探测器 8，同时减少本底、散射信号对第二组探测器 8 的影响。第二组探测器的高压电源 23 给第二组探测器 8 提供工作电压，第二组探测器 8 的信号输出到第二路信号成形、放大和采样保持单元 21，信号经过放大、处理后，送到第二路 AD 转换单元 25 转换成数字信号，最后送到计算机 28 进行分析处理。第二路控制单元 27 用来同步、协调第二路各个单元和与其相关的分系统的工作。

探测到的双能信号分别传到计算机 28 后，采用专用软件，并应用本发明中推导的模型（也可以采用其它合适的模型），算出原油中的含水率、含气率等指标。

实例 3：二个放射源并列放置方式测量系统的工作原理

测量设备 1 的核心部件的安装位置如图 3 所示。

本应用实例的特点是，把二个 γ 射线放射源 2 和 6 并列放置在对准准直器 3 出口的位置，让高、低 γ 射线随机从准直器 3 的出口射出。利用专用软件的能谱分析功能，标记高能、低能 γ 射线的能量区间，分别记录高能、低能 γ 射线的计数，作为高、低能通道数据使用。

由放射源 2 和 6 分别发出的高、低能 γ 射线，随机但不同时穿过准直器 3，照射原油管道 10 中的介质，被探测器 4 转换成电信号。探测器的屏蔽管 5 的作用是保护探测器 4，同时减少探测本底、散射信号对探测器 4 的影响。探测器的高压电源 22 给探测器 4 提供工作电压，探测器 4 的信号输出到信号成形、放大和采样保持单元 20，信号经过放大、处理后，送到 AD 转换单元 24 转换成数字信号，最后送到计算机 28 进行分析处理。控制单元 26 用来同步、协调各个单元或分系统的工作。

在本实例中，放射源 2 和 6 分时公用的同一套探测器系统，高、低能的识别是通过计算机专用软件中的 γ 射线能谱分析功能来区别的。

探测到的双能信号传输到计算机 28 统一进行分析和处理。计算机专用软件再应用本发明中推导的模型（也可以采用其它合适的模型），算出原油中的含水率、含气率等指

标。

权利要求书

1. 一种三相混合物中物质含量的双能 γ 射线测量方法，所述三相混合物为原油或天然气中所含的油、水、气、沙中任意三种的组合，其特征在于：

所述测量方法的步骤为：

- (1)由放射源产生双能 γ 射线；
- (2)发出来的 γ 射线穿过三相混合物；
- (3)所述双能 γ 射线穿过三相混合物后，由探测器分系统探测到高能和低能两组数据；
- (4)测量的高能和低能数据，由以下算法来求解三相混合物中对应三种物质的含量；

所述的算法为：

ω_1 、 ω_2 和 ω_3 分别对应混合物中三中物质的重量百分比， $\omega_2 = 1 - \omega_1 - \omega_3$

ω_1 和 ω_3 可根据实测数据，由如下的两个方程来求解：

$$\left(\omega_1 \left(\frac{\mu_1(E_H)}{\rho_1} - \frac{\mu_2(E_H)}{\rho_2} \right) + \omega_3 \left(\frac{\mu_3(E_H)}{\rho_3} - \frac{\mu_2(E_H)}{\rho_2} \right) + \frac{\mu_2(E_H)}{\rho_2} \right) \cdot (x\rho) = \ln \left(\frac{N_0(E_H)}{N(x, E_H)} \right) \quad (10)$$

$$\left(\omega_1 \left(\frac{\mu_1(E_L)}{\rho_1} - \frac{\mu_2(E_L)}{\rho_2} \right) + \omega_3 \left(\frac{\mu_3(E_L)}{\rho_3} - \frac{\mu_2(E_L)}{\rho_2} \right) + \frac{\mu_2(E_L)}{\rho_2} \right) \cdot (x\rho) = \ln \left(\frac{N_0(E_L)}{N(x, E_L)} \right) \quad (11)$$

方程中： E_H 、 E_L 分别代表 γ 放射源发出的高能 γ 射线和低能 γ 射线所对应的能量； ρ 代表三相混合物下的实际密度， ρ_1 代表实际管里所对应的温度、压力等条件下纯物质1的密度， ρ_2 代表实际管里所对应的温度、压力等条件下纯物质2的密度， ρ_3 代表实际管里所对应的温度、压力等条件下纯物质3的密度； μ_1 、 μ_2 、 μ_3 分别代表纯物质1、纯物质2、纯物质3在对应的 γ 射线能量下的线性衰减系数； x 代表测试系统测量空间的线性厚度； $N_0(E)$ 代表在对应的 γ 射线能量条件下，管里没有任何物质存在时，测试系统所测量的计数； $N(x, E)$ 代表在对应的测量厚度和 γ 射线能量条件下，测试系统所测量的计数；所述 E 为 E_H 或 E_L ； μ_1 、 μ_2 、 μ_3 可以通过预先测量指数衰减曲线求得，也可通过查核数据手册得到。

2. 根据权利要求1所述的一种三相混合物中物质含量的双能 γ 射线测量方法，其特征在于，所述三相混合物是原油或天然气中油水气三相混合物时，所述的 ω_1 、 ω_2 和 ω_3 的

具体含义为：

ω_1 ---- 含水率，

ω_2 ---- 含油率，

ω_3 ---- 含气率。

3. 根据权利要求 1 所述的三相混合物中物质含量的双能 γ 射线测量方法，其特征在于，所述三相混合物是原油中油水沙三相混合物时，所述的 ω_1 、 ω_2 和 ω_3 的具体含义为：

ω_1 ---- 含水率，

ω_2 ---- 含油率，

ω_3 ---- 含沙量。

4. 根据权利要求 1 所述的三相混合物中物质含量的双能 γ 射线测量方法，其特征在于，所述三相混合物是天然气中气水沙三相混合物时，所述的 ω_1 、 ω_2 和 ω_3 的具体含义为：

ω_1 ---- 含水率，

ω_2 ---- 含气率，

ω_3 ---- 含沙量。

5. 根据权利要求 1 所述的三相混合物中物质含量的双能 γ 射线测量方法，其特征在于：高能 γ 源的能量 E_H 范围在 10keV~1MeV 之间，低能 E_L 满足关系式 $E_H \approx (1.5 \sim 3)E_L$ ，或为 $E_H \approx 2E_L$ 。

6. 根据权利要求 1 所述的三相混合物中物质含量的双能 γ 射线测量方法，其特征在于：当 ω_1 、 ω_2 、 ω_3 其中一项为零时，测量系统的 γ 射线放射产生单能 γ 射线，采用如下公式来求解物质 1 的百分含量 ω_1 和物质 2 的百分含量 ω_2 ：

$$\omega_1 = \frac{\ln\left(\frac{N_0}{N(x)}\right) - \left(\frac{\mu_2}{\rho_2}\right)x\rho}{\left(\frac{\mu_1}{\rho_1} - \frac{\mu_2}{\rho_2}\right)x\rho} \quad (5)$$

$$\omega_2 = 1 - \omega_1$$

公式中： ρ 代表油管中二相状态下的实际密度， ρ_1 代表实际油管里所对应的温度、压力等条件下物质 1 的密度， ρ_2 代表实际油管里所对应的温度、压力等条件下物质 2 的密度； μ_1 、 μ_2 分别代表物质 1、物质 2 在对应的 γ 射线能量下的线性衰减系数； x 代表测试系统测量空间的线性厚度； N_0 代表在对应的 γ 射线能量条件下，油管里没有任何物质存在时，测试系统所测量的计数； $N(x)$ 代表在对应的测量厚度、 γ 射线能量条件下，测试系统所测量的计数； μ_1 、 μ_2 可以通过预先测量指数衰减曲线求得，也可通过查核数据手册得到。

7. 用于权利要求 1 所述测量方法的测量系统，其特征在于：

由以下所述分系统组成：产生一种或二种能量 γ 射线的放射源，一个或二套探测器构成的探测器分系统，一个控制和数据处理分系统。

8. 根据权利要求 7 所述的测量系统，其特征在于：所述的二种能量 γ 射线的放射源是二个独立的单能 γ 射线放射源，在测量管道的同一个横截面上成一个角度 θ 放置， $0 < \theta < 180^\circ$ ，产生的高、低能 γ 射线穿过三相混合物后，由对应的第一组探测器（4）和第二组探测器（8）测量到的高能和低能数据。

9. 根据权利要求 7 所述的测量系统，其特征在于：所述的二种能量 γ 射线的放射源是二个独立的单能 γ 射线放射源（2）和（6），在测量管道上依次并行放置，两套探测通路的间隔 L ， $0 < L < 10\text{m}$ ，由对应的第一组探测器（4）和第二组探测器（8）测量到的高能和低能数据。

10. 根据权利要求 7 所述的测量系统，其特征在于：所述的二种能量 γ 射线的放射源是位置并列或重叠放置的放射源（2）和（6），由对应的第一组探测器（4）测量到的高能和低能混合能谱，高、低能数据的识别是通过 γ 射线能谱分析方法来区分的。

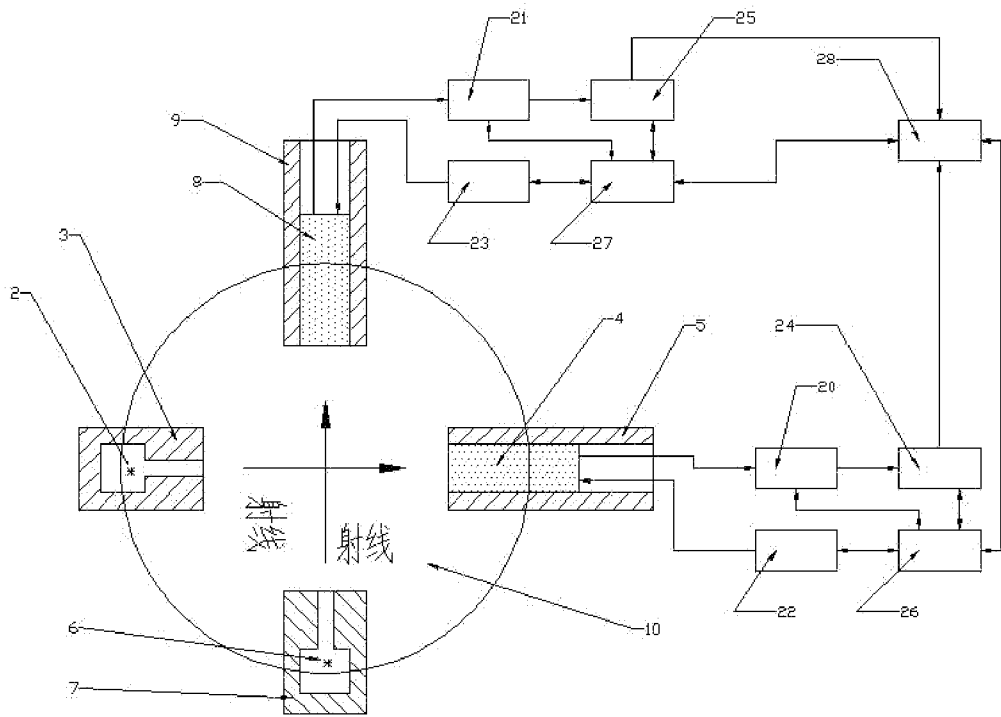


图 1

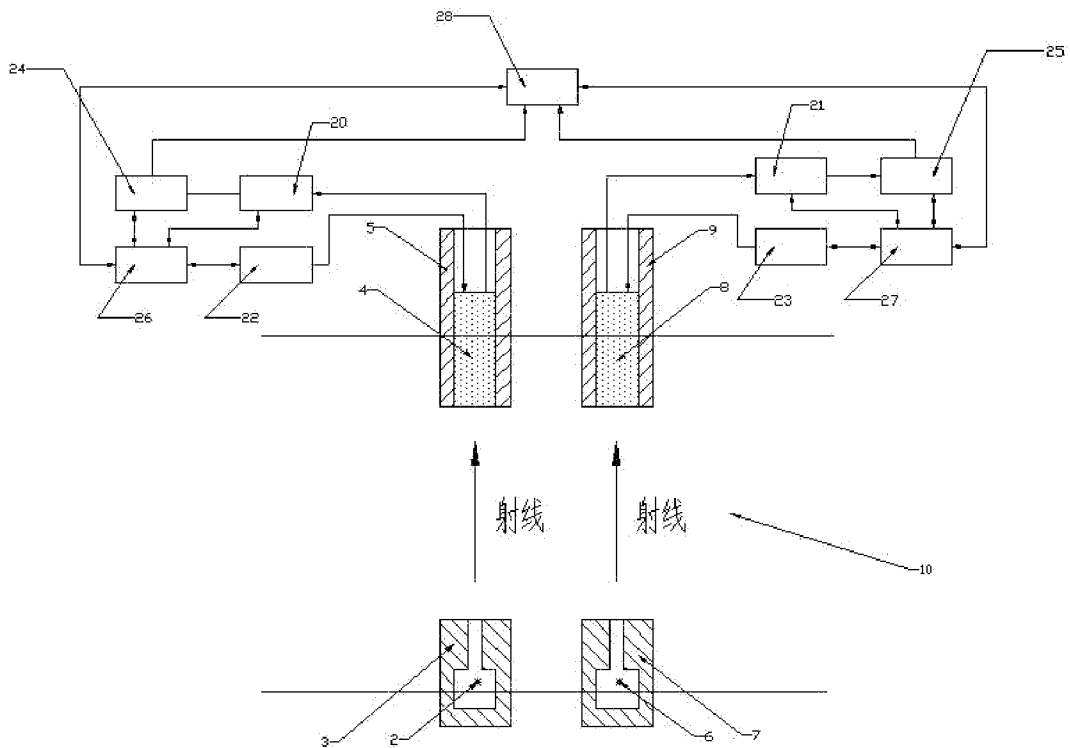


图 2

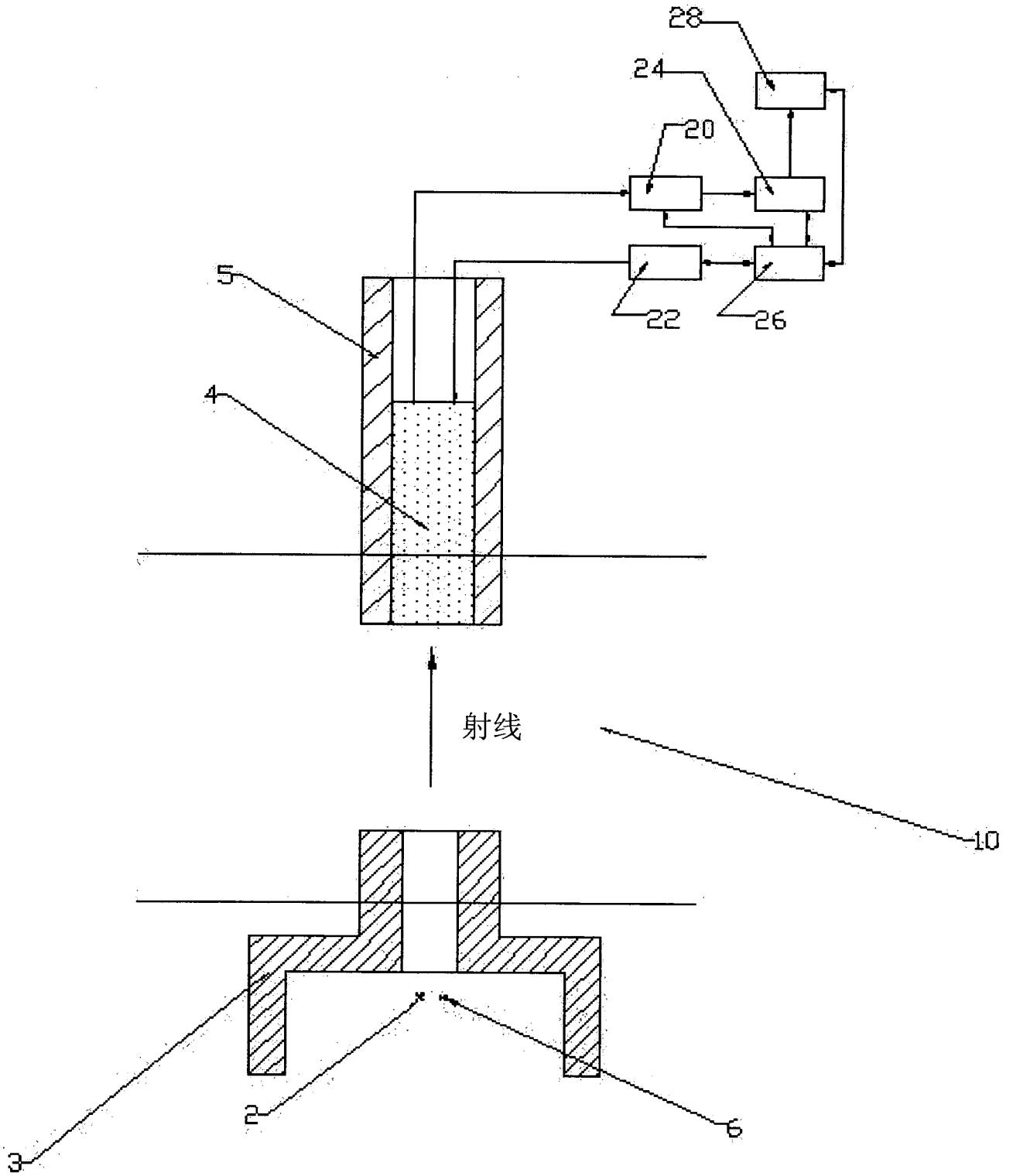


图3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2009/070257

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N23/12 (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)

IPC: G01N23/-; G01N33/28

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)

WPI; EPODOC; PAJ; CNKI; CPRS: multi+ w phase?, multi+ w component?, multiphase?, multicomponent?, polyphase, three w phase?, two w phase?, mixture?, compound, oil, water, gas, sand, petroleum, (two or dual or multi+) 2d energ+, gamma 2d (ray? or radiation), mass, weight

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6335959 B1 (DANIEL INDUSTRIES INC.), 01 January 2002 (01.01.2002) column 6 lines 53-64, column 7 lines 5-15, column 9 line 51 - column 10 line 46; figures 1,5	7
Y		1-6
Y	JP 2007-218845 A (SHIMADZU CORP), 30 August 2007 (30.08.2007) paragraph 42; figures 1,5	1-6
Y	US 4788852 A (PETRO CANADA INC. et al.), 06 December 1988 (06.12.1988) column 3 lines 14-39, column 6 line 59 - column 7 line 13	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search

13 April 2009 (13.04.2009)

Date of mailing of the international search report

23 Apr. 2009 (23.04.2009)

Name and mailing address of the ISA/CN
The State Intellectual Property Office, the P.R.China
6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China
100088
Facsimile No. 86-10-62019451

Authorized officer

CHU, Pengjiao

Telephone No. (86-10) 62413171

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2009/070257

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4539649 A (GKSS-FORSCHUNGSZENTRUM GEESTHACHT GMBH) 03 September 1985 (03.09.1985), column 4 lines 4-21, 53-57; column 8 lines 1-29; figures 2a-2b, 6,8	7-10
PX	CN 101261236 A (LUO, Pingan et al.), 10 September 2008 (10.09.2008) pages 1-9; figures 1-3	1-10
A	GB 2088050 A (KENDALL, Ernest John Michael), 03 June 1982 (03.06.1982) pages 1-4	1-10
A	WO 9742493 A1 (SHELL INTERNATIONAL RESEARCH) 13 November 1997 (13.11.1997), the whole document	1-10
A	US 7316166 B2 (SCHLUMBERGER TECHNOLOGY CORP.) 08 January 2008 (08.01.2008), column 3 line 20 – column 5 line 36, Figure 3	1-10
A	US 4668867 A (LOCKHEED MISSILES & SPACE COMPANY) 26 May 1987 (26.05.1987), the whole document, figure 1	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2009/070257

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date		
US 6335959 B1	03.09.1985	WO0125762A1	12.04.2001		
		AU7751300A	10.05.2001		
		NO20021571A	03.06.2002		
		EP1218728A1	03.07.2002		
JP 2007218845 A	30.08.2007	NONE			
US 4788852 A	06.12.1988	NO864649A	22.06.1987		
		EP0236623A	16.09.1987		
		CA1257712A	18.07.1989		
		EP0236623B	16.01.1991		
		DE3676999G	21.02.1991		
		ES2019877B	16.07.1991		
		NO173469B	06.09.1993		
		DE3138159A	14.04.1983		
		FR2513761A	01.04.1983		
US 4539649 A	03.09.1985	GB2109543A	02.06.1983		
		JP58135437A	12.08.1983		
		GB2109543B	12.06.1985		
		CA1189987A	02.07.1985		
		NONE			
		CN 101261236 A	10.09.2008		
		GB 2088050 A	03.06.1982	BR8107570A	17.08.1982
				DE3146253A	21.10.1982
IT1193736B	24.08.1988				

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2009/070257

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 9742493 A1	13.11.1997	AU2889897A	26.11.1997
		NO985069A	30.10.1998
		US5854820A	29.12.1998
		EP0896666A1	17.02.1999
		AU719913B	18.05.2000
		BRPI9708877A	09.05.2000
		EP0896666B1	10.07.2002
		RU2184367C2	27.06.2002
		DE69713884E	14.08.2002
		CA2252837C	03.06.2008
US 7316166 B2	08.01.2008	GB2433315A	20.06.2007
		US2007144268A1	28.06.2007
		GB2433315B	09.07.2008
US 4668867 A	26.05.1987	NONE	

A. 主题的分类

G01N23/12 (2006.01) i

按照国际专利分类表(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)

IPC: G01N23/-; G01N33/28

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))

WPI; EPODOC; PAJ; CNKI; CPRS: 多相, 三相, 两相, 油, 水, 气, 沙, 混合物, 多组份, 多组分, 双能, 双源, 多能, 伽马, 伽玛, 射线, 辐射源, 质量, 重量, multi+ w phase?, multi+ w component?, multiphase?, multicomponent?, polyphase, three w phase?, two w phase?, mixture?, compound, oil, water, gas, sand, petroleum, (two or dual or multi+) 2d energ+, gamma 2d (ray? or radiation), mass, weight

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
X	US 6335959 B1 (DANIEL INDUSTRIES, INC.), 01. 1月 2002 (01.01.2002) 说明书第 6 栏第 53-64 行、第 7 栏第 5-15 行、第 9 栏第 51 行至第 10 栏	7
Y	第 46 行, 附图 1、5	1-6
Y	JP 特开 2007-218845 A(株式会社岛津制作所), 30. 8月 2007(30.08.2007) 说明书第 42 段, 附图 1、3	1-6
Y	US 4788852 A (PETRO CANADA INC. et al.), 06. 12月 1988 (06.12.1988) 说明书第 3 栏第 14-39 行、第 6 栏第 59 行至第 7 栏第 13 行	1-6

 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

“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

13.4 月 2009 (13.04.2009)

国际检索报告邮寄日期

23.4 月 2009 (23.04.2009)

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

传真号: (86-10)62019451

授权官员

褚鹏蛟

电话号码: (86-10) 62413171

C(续). 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
X	US 4539649 A (GKSS-FORSCHUNGSZENTRUM GEESTHACHT GMBH) 03. 9 月 1985 (03. 09. 1985), 说明书第 4 栏第 4-21, 53-57 行、第 8 栏第 1-29 行, 附图 2a-2b、6、8	7-10
PX	CN 101261236 A (罗平安等), 10. 9 月 2008 (10. 09. 2008), 说明书第 1-9 页、附图 1-3	1-10
A	GB 2088050 A (KENDALL, Ernest John Michael) 03. 6 月 1982 (03. 06. 1982), 说明书第 1-4 页	1-10
A	WO 9742493 A1 (SHELL INTERNATIONAL RESEARCH) 13. 11 月 1997 (13. 11. 1997), 全文	1-10
A	US 7316166 B2 (SCHLUMBERGER TECHNOLOGY CORP.) 08. 1 月 2008 (08. 01. 2008) 说明书第 3 栏第 20 行-第 5 栏第 36 行, 附图 3	1-10
A	US 4668867 A (LOCKHEED MISSILES & SPACE COMPANY) 26. 5 月 1987 (26. 05. 1987) 全文, 附图 1	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2009/070257

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
US 6335959 B1	01. 01. 2002	WO0125762A1	12. 04. 2001
		AU7751300A	10. 05. 2001
		NO20021571A	03. 06. 2002
		EP1218728A1	03. 07. 2002
JP 特开 2007-218845 A	30. 08. 2007	无	
US 4788852 A	06. 12. 1988	NO864649A	22. 06. 1987
		EP0236623A	16. 09. 1987
		CA1257712A	18. 07. 1989
		EP0236623B	16. 01. 1991
		DE3676999G	21. 02. 1991
		ES2019877B	16. 07. 1991
		NO173469B	06. 09. 1993
US 4539649 A	03. 09. 1985	DE3138159A	14. 04. 1983
		FR2513761A	01. 04. 1983
		GB2109543A	02. 06. 1983
		JP58135437A	12. 08. 1983
		GB2109543B	12. 06. 1985
		CA1189987A	02. 07. 1985
CN 101261236 A	10. 09. 2008	无	
GB 2088050 A	03. 06. 1982	BR8107570A	17. 08. 1982
		DE3146253A	21. 10. 1982
		IT1193736B	24. 08. 1988
WO 9742493 A1	13. 11. 1997	AU2889897A	26. 11. 1997
		NO985069A	30. 10. 1998
		US5854820A	29. 12. 1998
		EP0896666A1	17. 02. 1999
		AU719913B	18. 05. 2000
		BRPI9708877A	09. 05. 2000
		EP0896666B1	10. 07. 2002
		RU2184367C2	27. 06. 2002
		DE69713884E	14. 08. 2002
		CA2252837C	03. 06. 2008
US 7316166 B2	08. 01. 2008	GB2433315A	20. 06. 2007
		US2007144268A1	28. 06. 2007
		GB2433315B	09. 07. 2008
US 4668867 A	26. 05. 1987	无	