



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202002887 U

(45) 授权公告日 2011. 10. 05

(21) 申请号 201120072572. 2

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2011. 03. 18

(73) 专利权人 石家庄经济学院

地址 050031 河北省石家庄市槐安东路 136
号石家庄经济学院光电技术研究所

(72) 发明人 亢俊健 梁萍 王广祥 刘强

(74) 专利代理机构 石家庄新世纪专利商标事务
所有限公司 13100

代理人 张杰

(51) Int. Cl.

G01N 21/63(2006. 01)

G01N 21/64(2006. 01)

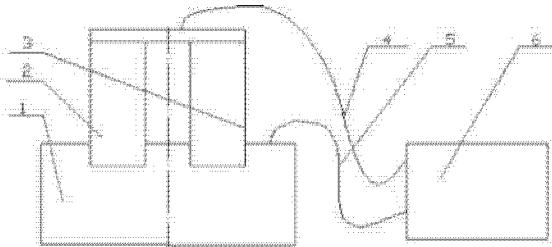
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 9 页

(54) 实用新型名称

具有本底补偿功能的矿物年代测定仪

(57) 摘要

本实用新型涉及一种具有本底补偿功能的矿物年代测定仪，具体应用于地质矿物样品的年代测定。所述矿物年代测定仪包括通过控制线连接的探测机和主机；所述探测机包括并排连接成一体的测试暗室和本底暗室统称为暗室，以及分别安装在测试暗室和本底暗室上的测试光电倍增管和本底补偿光电倍增管，所述测试暗室和本底暗室形状结构完全相同，所加样片相对于测试光电倍增管和本底光电倍增管位置相同，而且测试光电倍增管和本底补偿光电倍增管型号相同，两个光电倍增管前面所设置的探测滤光片型号规格相同；所述暗室为双层外壳结构，即在暗室底座外包围设有外壳；所述探测机各接口处配设有密封结构。本实用新型具有体积小，重量轻，密封性好、灵敏度高、动态补偿、操作方便等优点。



1. 一种具有本底补偿功能的矿物年代测定仪，其特征在于：所述矿物年代测定仪包括通过控制线连接的探测机和主机；

所述探测机包括并排连接成一体的测试暗室(20)和本底暗室(21)统称为暗室(1)，以及分别安装在测试暗室(20)和本底暗室(21)上的测试光电倍增管(2)和本底补偿光电倍增管(3)，所述暗室(1)包括暗室外壳(12)，暗室上盖(7)，暗室底座(19)；测试光电倍增管(2)和本底补偿光电倍增管(3)都分别固定于各自的暗室上盖上，测试光电倍增管和本底补偿光电倍增管通过导电性和导热性良好的光电倍增管上套(9)连接在一起，测试光电倍增管和本底补偿光电倍增管的前端分别穿过各自暗室的上盖，测试光电倍增管和本底补偿光电倍增管前分别固定有一探测滤光片1、2(8、10)；暗室底座(19)呈斗状，在测试暗室和本底暗室底座的中央部位分别安装有可拆卸的矿物样片支架(17)，矿物样片支架(17)上分别放置有测试矿物样片(16)和本底矿物样片(13)，各样片的中心分别与测试光电倍增管和本底补偿光电倍增管的中心对正；在测试暗室底座的斜向坡面上固定设置有与主机连接的受主机控制的左右两组激发光源(14、18)，各组激发光源(14和18)的发光角度一致，其光斑中心位于测试矿物样片(16)中心，激发光源(14、18)前固定有激发滤光片(15)；

所述测试暗室和本底暗室形状结构完全相同，所加样片相对于测试光电倍增管和本底光电倍增管位置相同，而且测试光电倍增管和本底补偿光电倍增管型号相同，两个光电倍增管前面所设置的探测滤光片型号规格相同；

所述主机包括通过控制线和信号线连接的ARM机(22)，液晶屏(23)，高压控制模块(24)，高压模块(25)，脉冲整形模块(26)，计数模块(27)，光源控制模块包括蓝光控制模块(28)和红外控制模块(29)；ARM机(22)输出高压控制信号连接到高压控制模块(24)，高压控制模块(24)通过控制线连接到高压模块(25)，高压模块(25)的输出连接到探测机中的测试光电倍增管(2)和本底补偿光电倍增管(3)，所述两个光电倍增管(2、3)探测到光子后输出脉冲信号到主机中脉冲整形模块(26)，脉冲整形模块(26)输出信号到计数模块(27)，ARM机(22)通过控制线与计数模块(27)连接；ARM机(22)输出光源控制信号到光源控制模块(28、29)，光源控制模块(28、29)分别通过控制线连接到探测机中的激发光源(14、18)；液晶屏(23)能够完成对激发光源和光电倍增管的开关控制、光电倍增管传回的脉冲信号接收、计数、释光曲线和测试数据的实时显示、释光数据存储，其与ARM机(22)直接连接；

所述暗室为双层外壳结构，即在暗室底座外包设有外壳；所述探测机各接口处配设有密封结构。

2. 根据权利要求1所述的具有本底补偿功能的矿物年代测定仪，其特征在于：所述在探测机各接口处配设有密封结构包括，在暗室底座和暗室上盖之间设有胶圈密封结构；暗室上盖和暗室底座之间设置了圆形的密封胶质垫圈；在光电倍增管和探测滤光片之间设有胶垫密封结构；在光电倍增管和探测滤光片之间加设置了圆形的密封胶质垫圈。

3. 根据权利要求1所述的具有本底补偿功能的矿物年代测定仪，其特征在于而且测试暗室与本底暗室结构完全相同。

4. 根据权利要求1所述的一种具有本底补偿功能的矿物年代测定仪，其特征在于所述受主机控制的每组激发光源模块由10个发光二极管组构成。

5. 根据权利要求1所述的具有本底补偿功能的矿物年代测定仪，其特征在于矿物样品支架采用可替换式的双矿物样品支架。

6. 根据权利要求 1 所述的具有本底补偿功能的矿物年代测定仪,其特征在于所述 ARM 机采用 ARM9 型号其组成部分包括中央处理器,数据存储单元和数据采集单元;其采用中央处理器为 S3C2410AL-20 工作频率 203MHz、数据采集单元为 EPM7128 工作频率 100MHz 的以上配置。

7. 根据权利要求 1 所述的具有本底补偿功能的矿物年代测定仪,其特征在于在主机上配置有通用串行总线口,即 USB 口。

具有本底补偿功能的矿物年代测定仪

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种具有本底补偿功能的矿物年代测定仪，具体应用于地质矿物样品的年代测定。

背景技术

[0002] 固体矿物晶体生长于自然环境中，在生长过程中产生的先天缺陷和后天环境给它的辐射都会造成其晶体内部的晶格缺陷，形成游离的储能电子。存储在晶体里的这些储能电子一经外部能量的刺激，就会发射出光子，采用光能来激发矿物晶体的方法就称为光释光。光释光是一种磷光，在固定的光源和相同的激发条件下，这种磷光的光子总量与固体中储能电子的总量成正比。这就是光释光技术应用于地质矿物样品测年的理论依据。

[0003] 根据光释光矿物年代测定的原理，矿物样品年代的计算公式为：

$$t = N/B = De/Dy$$

[0005] 其中： t 为样品的年龄； N 为结晶固体中积存的光释光总量； B 为各类辐射每年产生的光释光总和； De 为等效剂量，即产生相当于样品天然释光信号水平所需的实验室剂量，也称为古剂量； Dy 为各类辐射在晶体中每年产生的辐射剂量的总和。

[0006] 采用光释光方法进行矿物年代测定，具体的试验方法分为很多种，但是无论采取哪种方法，都需要对矿物样品的天然释光信号和附加不同剂量的释光信号进行光子探测。

[0007] 光电倍增管具有极高的灵敏度和极低的噪声，因此现有的矿物年代测定仪器多采用其做为释光光子的探测设备，接收激发出的释光光子。但是光电倍增管在完全黑暗的环境中仍会有微小的阳极暗电流输出，这就是光释光年代测定的本底（如图 5 所示的本底曲线）。实际的释光曲线面积应为测得的释光曲线面积减去本底的曲线面积。通常在光释光测试之前对样片进行一次本底测试，得到本底曲线。但是这种获得本底曲线的方法只适用于实验过程中本底变化极为微小的情况。

[0008] 但实际上，光电倍增管的暗本底在测试过程中很难保持本底变化极为微小。其本底由如下组成方面：1. 电子热发射。温度对于光电倍增管的暗本底影响极大；2. 玻璃发光。3. 场致发射当光电倍增管工作电压接近极限工作电压时，强大的电场使电极发出场致发射电子，从而造成暗脉冲输出。由此可见，实验环境中的温度和电场对于本底有极大影响，如果测试过程中温度和电场有变化，那么本底曲线就会剧烈变化，强烈不同于原测得的本底曲线，进而较大的影响光释光曲线面积以及年代测定的准确度。因此需要对光释光年代测定过程中出现的暗本底波动进行记录，才可能在最终数据处理时对其进行补偿，消除其对于最终年代测定结果精确度的影响。

[0009] 现有的光释光矿物年代测定仪器不仅不具有动态本底补偿功能，而且价格昂贵、操作复杂、体积庞大，不利于携带。

实用新型内容

[0010] 本实用新型设计了一种具有本底补偿功能的矿物年代测定仪，可以在矿物年代测

定过程中同时记录本底，从而消除本底对于年代测定的影响，提高释光年代测定的准确度；而且采用 Arm 机进行整个矿物样品年代测定过程的控制，满足了地质仪器对于体积小，重量轻的要求。本实用新型具有体积小，重量轻，密封性好、灵敏度高、动态补偿、操作方便等优点。

[0011] 本实用新型的如下技术方案：

[0012] 一种具有本底补偿功能的矿物年代测定仪，其特征在于：所述矿物年代测定仪包括通过控制线连接的探测机和主机；

[0013] 所述探测机包括并排连接成一体的测试暗室和本底暗室统称为暗室，以及分别安装在测试暗室和本底暗室上的测试光电倍增管和本底补偿光电倍增管，所述暗室包括暗室外壳，暗室上盖，暗室底座；测试光电倍增管和本底补偿光电倍增管都分别固定于各自的暗室上盖上，测试光电倍增管和本底补偿光电倍增管通过导电性和导热性良好的光电倍增管上套连接在一起，测试光电倍增管和本底补偿光电倍增管的前端分别穿过各自暗室的上盖，测试光电倍增管和本底补偿光电倍增管前分别固定有一探测滤光片 1、2；暗室底座呈斗状，在测试暗室和本底暗室底座的中央部位分别安装有可拆卸的矿物样片支架，矿物样片支架上分别放置有测试矿物样片和本底矿物样片，各样片的中心分别与测试光电倍增管和本底补偿光电倍增管的中心对正；在测试暗室底座的斜向坡面上固定设置有与主机连接的受主机控制的左右两组激发光源，各组激发光源的发光角度一致，其光斑中心位于测试矿物样片中心，激发光源前固定有激发滤光片；

[0014] 所述测试暗室和本底暗室形状结构完全相同，所加样片相对于测试光电倍增管和本底光电倍增管位置相同，而且测试光电倍增管和本底补偿光电倍增管型号相同，两个光电倍增管前面所设置的探测滤光片型号规格相同；

[0015] 所述主机包括通过控制线和信号线连接的 ARM 机，液晶屏，高压控制模块，高压模块，脉冲整形模块，计数模块，光源控制模块包括蓝光控制模块和红外控制模块；ARM 机输出高压控制信号连接到高压控制模块，高压控制模块通过控制线连接到高压模块，高压模块的输出连接到探测机中的测试光电倍增管和本底补偿光电倍增管，所述两个光电倍增管探测到光子后输出脉冲信号到主机中脉冲整形模块，脉冲整形模块输出信号到计数模块，ARM 机通过控制线与计数模块连接；ARM 机输出光源控制信号到光源控制模块，光源控制模块分别通过控制线连接到探测机中的激发光源；液晶屏能够完成对激发光源和光电倍增管的开关控制、光电倍增管传回的脉冲信号接收、计数、释光曲线和测试数据的实时显示、释光数据存储，其与 ARM 机直接连接。

[0016] 所述暗室为双层外壳结构，即在暗室底座外包设有外壳；所述探测机各接口处配设有密封结构。

[0017] 本实用新型所述在探测机各接口处配设有密封结构包括，在暗室底座和暗室上盖之间设有胶圈密封结构；暗室上盖和暗室底座之间设置了圆形的密封胶质垫圈；在光电倍增管和探测滤光片之间设有胶垫密封结构；在光电倍增管和探测滤光片之间加设置了圆形的密封胶质垫圈。

[0018] 本实用新型所述受主机控制的每组激发光源模块由 10 个发光二极管组构成。

[0019] 本实用新型矿物样品支架采用可替换式的双矿物样品支架。

[0020] 本实用新型所述 ARM 机采用 ARM9 型号其组成部分包括中央处理器，数据存储单

元和数据采集单元；其采用中央处理器为 S3C2410AL-20 工作频率 203MHz、数据采集单元为 EPM7128 工作频率 100MHz 的以上配置。

[0021] 本实用新型中所述与 ARM 机配套的高压控制模块，高压模块，脉冲整形模块，计数模块，蓝光控制模块，红外控制模块等都均采用常规的电路设计。

[0022] 本实用新型采用液晶屏完成光释光测年的过程控制以及释光曲线及测试数据的实时显示。本实用新型在主机上配置有通用串行总线口(即 USB 口)。

[0023] 本实用新型的有益效果为：

[0024] 与现有技术相比，本实用新型的优点在于：

[0025] 1. 采用补偿光电倍增管对本底进行动态补偿，提高了年代测定的精确度。

[0026] 2. 两个光电倍增管型号相同，所加探测滤光片型号规格相同，并采用导热导电性能良好的光电倍增管上套进行连接，测试暗室和本底暗室结构相同，保证了两个光电倍增管外部环境相同，提高了本底动态补偿的准确性。

[0027] 3. 采用双外壳结构及多处设置密封垫圈，提高了暗室的密封性。

[0028] 4. 样片支架采用可替换的双矿物样片支架，提高了光释光年代测试的效率，同时减小了仪器体积，减轻了仪器重量。

[0029] 5. 同时装有激发滤光片和探测滤光片，能够有效区分激发光和释光，提高了释光探测的精度。

[0030] 6. 主机控制系统采用 ARM 机，操作系统为 WINCE，提高了运算速度和精度，减轻了仪器重量。

[0031] 7. ARM 主控机上具有 USB 口，方便数据的传输。

[0032] 8. 液晶屏的采用使得仪器操作简单，并能实时显示释光曲线及测试数据。

[0033] 总之，本实用新型设计了一种具有本底补偿功能的矿物年代测定仪，可以在矿物年代测定过程中同时记录本底，从而消除本底对于年代测定的影响，提高释光年代测定的准确度；而且采用 Arm 机进行整个矿物样品年代测定过程的控制，满足了地质仪器对于体积小，重量轻的要求。本实用新型具有体积小，重量轻，密封性好、灵敏度高、动态补偿、操作方便等优点。

附图说明

[0034] 附图 1 为本实用新型实施例的总体结构示意图；

[0035] 附图 2 为本实用新型实施例的暗室的主视图；

[0036] 附图 3 为本实用新型实施例的暗室底座的俯视图；

[0037] 附图 4 为本实用新型实施例的主机工作原理框图；

[0038] 附图 5 为本实用新型实施例的光释光曲线(附加剂量法)；

[0039] 附图 6 为本实用新型实施例的 N+4 β 释光曲线和其同期本底曲线(附加剂量法)；

[0040] 附图 7 为本实用新型实施例的释光生长曲线(附加剂量法)；

[0041] 附图 8 为本实用新型实施例的图 2 中 A 局部放大图；

[0042] 附图 9 为本实用新型实施例的图 2 中 B 局部放大图；

[0043] 附图 10 为本实用新型实施例的光电倍增管上套结构图；

[0044] 附图 11 为本实用新型实施例的主机软件工作流程图；

- [0045] 附图 12 为本实用新型实施例的数据采集模块工作流程图；
[0046] 附图 13 为本实用新型实施例的年代计算模块工作流程图；
[0047] 附图 14 为本实用新型实施例的矿物样片支架结构图；
[0048] 附图 15 为本实用新型实施例的环境温度与本底的关系曲线。
[0049] 图中：1. 暗室，2. 测试光电倍增管，3. 本底补偿光电倍增管，4. 控制线一，5. 控制线二，6. 主机，7. 暗室上盖，8. 探测滤光片一，9. 光电倍增管上套，10. 探测滤光片二，11. 样片支架把手，12. 暗室外壳，13. 本底矿物样片，14. 蓝色光源模块，15. 激发光片，16. 测试矿物样片，17. 样片支架，18. 红外光源模块，19. 暗室底座，20. 测试暗室，21. 本底暗室，22. ARM 机，23. 液晶屏，24. 高压控制模块，25. 高压模块，26. 脉冲整形模块，27. 计数模块，28. 蓝光控制模块，29. 红外控制模块，30. 密封垫圈一，31. 密封垫圈二。

具体实施方式

[0050] 如图 1 所示，本实施例是一种具有本底补偿功能的矿物年代测定仪，涉及对矿物在漫长的埋藏期间所接收到的辐射剂量进行测定，从而确定其年代。本实施例包括两个主要部分：暗室 1、测试光电倍增管 2 和本底补偿光电倍增管 3 组成的探测机和主机 6；探测机中光电倍增管 2 和 3 与主机 6 之间通过控制线一 4 连接，主机 6 对光电倍增管 2 和 3 的控制信号和光电倍增管 2 和 3 转化出的电脉冲由控制线一 4 进行传送；暗室 1 和主机 6 之间通过控制线二 5 连接，主机 6 对激发光源模块 14 和 18 的开关控制信号则通过控制线二 5 传输。

[0051] 如图 2、3 所示，本实施例所述暗室 1 包括形状完全相同的测试暗室 20 和本底暗室 21，各暗室包括暗室外壳 12，暗室上盖 7，暗室底座 9，测试光电倍增管 2 和本底补偿光电倍增管 3 都固定于各自的暗室上盖 7 上，并通过光电倍增管上套 9 连接在一起，测试光电倍增管 2 的前端穿过暗室上盖 7 正对测试暗室 20 内测试矿物样片 16 的中央，本底补偿光电倍增管 3 的前端穿过暗室上盖 7 正对本底暗室 21 内本底矿物样片 13 的中央，测试光电倍增管 2 前固定有探测滤光片一 8，本底补偿光电倍增管 3 前固定有探测滤光片二 10，在暗室底座 19 上设置有受主机 6 控制的激发光源模块：包括蓝色光源模块 14 和红外光源模块 18，蓝色光源模块 14 和红外光源模块 18 的发光角度一致，其光斑中心位于测试矿物样片 16 中心，在暗室底座 19 设置有可拆卸的矿物样片支架 17，上面放有测试矿物样片 16 和本底矿物样片 13，他们的中心分别与测试光电倍增管 2 和本底补偿光电倍增管 3 的中心对正。

[0052] 蓝光光源模块 14 和红外光源模块 18 均为 2 组，每组由 10 个发光二极管组成，正常工作时，到达测试矿物样片 16 的强度为 89mW/cm²（略低于此强度或高于此强度均可）。

[0053] 所述各暗室中所加样片相对于光电倍增管位置相同。而且测试光电倍增管 2 和本底补偿光电倍增管 3 型号相同，两个光电倍增管前面所加探测滤光片 8 和 10 型号规格相同，两个光电倍增管由导电性和导热性良好的光电倍增管上套 9 连接，因此可以保证两个光电倍增管 2 和 3 所处外部环境完全相同（即温度和电场相同），增强本底动态补偿的准确性（如图 3）。

[0054] 如图 4 所示，本实施例所述主机 6 包括 ARM 机 22，液晶屏 23，高压控制模块 24，

高压模块 25,脉冲整形模块 26,计数模块 27,蓝光控制模块 28,红外控制模块 29,他们之间通过控制线和信号线进行连接。主机 6 的工作原理为 :首先通过液晶屏 23 发出高压控制信号,通过高压控制模块 24 对高压模块 25 的电源进行控制,进而控制其高压的输出。光电倍增管 2 和 3 加上高压后,等待半小时,至其稳定。然后再通过液晶屏 23 对蓝光控制模块 28 或红外控制模块 29 发出控制信号,打开蓝光光源 14 或红外光源或 18,进行释光激发,光电倍增管 2 和 3 探测到光子,转化成电脉冲,电脉冲输入到脉冲整形模块 26,进行放大整形,再送入计数模块 27 进行脉冲计数。ARM 机 22 同样通过控制信号控制脉冲计数模块 27 的开启和关闭。下面分别介绍各个模块。

[0055] 1. ARM 机 :ARM 机的型号为 ARM9(可用类似的 ARM 机型号代替)。其组成部分包括中央处理器、数据存储单元和数据采集单元,采用基于 Windows CE 的操作系统。本实施例的中央处理器为 SAMSUNG 公司的高集成度微处理芯片,型号为 S3C2410AL-20,工作频率 203MHz。其数据存储单元为两片 SDRAM 内存,型号为 HY57V561620BT-H;一片 NandFlash 存储芯片,型号为 U-K9F1208UDM-YC80;一片 Nor Flash 存储器芯片,型号为 29VL800;一张容量为 1G 的 SD 卡;外接 2 个 USB 接口。其数据采集单元采用一片可编程芯片,型号为 EPM7128,其工作频率为 100MHz,用来实现高速数据采集和控制脉冲整形模块 26、高压模块 25 和光源模块 14 和 18 的开关。在本实用新型中如果采用其他类型的 ARM 机则其配置做相应调整,可采用更高配置的。

[0056] 2. 高压控制模块 24,将 ARM 机 22 发过来的小电流控制信号,采用三极管进行信号放大,并通过不同电压下三极管的通断功能来控制高压模块 25 的电源通断,从而同时控制 2 个光电倍增管 2 和 3 的工作状态。

[0057] 3. 光源控制模块 28 和 29,将 ARM 机 22 发过来的小电流控制信号,采用三极管进行信号放大,并通过不同电压下三极管的通断功能来控制光源模块 14 和 18 的电源通断,从而同时控制光电倍增管 (2 和 3) 的工作状态。

[0058] 4. 高压模块 25,其供电电压为 12V(通过高压控制模块 24 控制),输出电压为 0-1500V,输出电压值可以通过模块自带的可调电阻自行调整。

[0059] 5. 脉冲整形模块 26,光电倍增管 2 和 3 将接收到的释光光子经过多级倍增转化为电脉冲,再将电脉冲通过脉冲传输线传回主机 6,脉冲整形模块 26 首先采用两级三极管放大电路将脉冲信号进行放大,然后采用比较器 MAX913 对脉冲信号进行整形,将杂波信号去除,然后将形成的方波信号输入 ARM 机 22 的数据采集模块进行进一步处理。

[0060] 6. 液晶屏 23,采用触摸屏完成光释光初始参数设置,光电倍增管 2 和 3 和光源模块 14 和 18 的开关控制,释光曲线和测试数据的实时显示,数据存储等功能。

[0061] 如图 5 所示,光释光矿物年代测定中,采用附加剂量法求矿物样品的等效剂量,需要测定天然释光曲线、添加不同辐照剂量的光释光曲线以及同期的本底曲线。图中,由上而下的释光曲线分别为天然释光 +4 倍辐射剂量($N+4\beta$)释光曲线, $N+3\beta$ 释光曲线, $N+2\beta$ 释光曲线, $N+1\beta$ 释光曲线, N 释光曲线,和本底曲线。

[0062] 由图 5 可见,随着辐射剂量的增大,释光曲线积分面积值有规律的增大。

[0063] 如图 6 所示,采用附加剂量法求矿物样品的等效剂量时,测定的天然释光 +4 倍辐射剂量($N+4\beta$)释光曲线和其同期的本底曲线。

[0064] 如图 7 所示,附加剂量法是通过建立释生长曲线,即 $N+\beta$ 释光增长曲线,利用其

外延部分确定等效剂量 De 值。如图 5 和图 6 所示的光释光曲线积分计算完毕后可以得到下表。

[0065]

	辐照剂量	光释光曲线积分值	同期本底曲线积分值
天然样品	X ₁	Y ₁	Y _{1d}
天然 +1 β 辐照样品	X ₂	Y ₂	Y _{2d}
天然 +2 β 辐照样品	X ₃	Y ₃	Y _{3d}
.....			
天然 +n β 辐照样品	X _n	Y _n	Y _{nd}

[0066] 实际的光释光曲线积分值由下式求得：

[0067] Y_{ir}=Y_i-Y_{id}

[0068] Y_{ir}：实际的光释光曲线积分值；Y_i：测试得到的光释光曲线积分值；Y_{id}：同期的本底曲线积分值。

[0069] 然后以辐照剂量作为 X 轴，实际光释光曲线积分值作为 Y 轴，在图中做出相应的点，得出直线方程 y=ax+b。其中 a, b 参数计算公式为：

$$[0070] a = \frac{n(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}, \quad b = \frac{(\sum x_i^2)(\sum y_i) - (\sum x_i)(\sum x_i y_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}.$$

[0071] 然后做出如图 7 所示的直线。当 y=0 时，求得 x=-b/a，取 |x| 值为等效剂量值 De。有了等效剂量值 De，再通过公式计算出 Dy，即可求出矿物样品的年代值 t。

[0072] 如图 8 所示，在测试光电倍增管 2 和探测滤光片—8 之间加上了圆形的密封胶质垫圈 30，中心直径为 33mm，厚度为 1mm。

[0073] 如图 9 所示，在暗室上盖 7 和暗室底座 19 之间加上了圆形的密封胶质垫圈 31，中心直径为 66mm，厚度为 2mm。

[0074] 如图 10 所示，通过光电倍增管上套 9 连接测试光电倍增管 2 和本底补偿光电倍增管 3，该上盖由导电性和导热性良好的材料制成，能够保证两个光电倍增管 2 和 3 外部环境相同（包括温度和电场等），进而保证本底动态补偿的准确性。

[0075] 如图 11 所示，矿物年代测定仪的具体工作流程如下：首先，将测试矿物样品 16 和本底矿物样品 13 放置于样品支架 17 中，然后推动样片支架把手 11 将样片支架 17 连同 2 个样片 16 和 13 一起推入暗室 1 中，使测试矿物样品（16 和本底矿物样品 13 分别位于测试光电倍增管 2 和本底补偿光电倍增管 3 的正下方。通过触摸屏 23 进行光释光年代测定的参数设置，然后发出控制信号，首先打开光子计数功能，此时光子计数值应为 0，然后同时打开光电倍增管 2 和 3 的高压，等待半小时后光电倍增管 2 和 3 稳定工作后，然后打开激发光源 14 和 18 对测试矿物样品 16 进行激发，辐射出来的光子通过探测滤光片—8 后被测试光电倍增管 2 接收，与此同时激发光则会被激发滤光片—8 挡住。而本底补偿光电倍增管 3 与此同时进行矿物样品释光测试过程中的本底测试。光电倍增管 2 和 3 接收到的释光脉冲通过其内部的多级倍增系统均被转化为电脉冲信号，传回给主机 6。主机 6 内的控制系统各模块协同工作，将这些原始矿物样品的年代测定数据及同时测定的本底数据进行存储、曲线显示和进一步的数据处理，得到矿物样品的年代数据，完成矿物年代的测定，也可通过 U 盘将原始数据导出，在其他的计算机上进行数据处理。

[0076] 主机的控制应用软件主要用于对样品进行测量和对采集的数据进行分析处理，从

而获得样品的年代。程序由参数设定、数据采集、年代计算、数据浏览和数据导出功能模块构成。

[0077] 1. 参数设定模块,其用来测试和保存软件运行参数,通过此模块可以设置仪器采集时间,辐照光源类型, α 、 β 、 γ 单位辐照剂量和计数修正值,供其它程序模块运行期间调用。

[0078] 2. 数据采集模块用于原始释光数据和本底数据的分类采集与存储。

[0079] 3. 年代计算模块用于通过等效剂量计算公式,求出矿物样片的等效剂量和年剂量,并求出矿物样品的年代。

[0080] 4. 数据浏览模块用来浏览采集数据,具有对比显示采集数据曲线、导出曲线图和曲线平滑显示功能。

[0081] 5. 数据导出模块提供导出文件到 U 盘和删除文件功能。

[0082] 如图 12 所示,数据采集模块的工作流程为:首先选择采集参数(如采集时间,辐照光源类型, α 、 β 、 γ 单位辐照剂量等),然后判断是否是第一个样片,如果不是第一个样片,就表示仍旧是同一种样片的测试数据,那么给出提示“是否清除旧数据?”,根据需要进行相应回答后,则进入数据采集,而如果是第一个样片,那么直接进入数据采集。数据采集完成后,保存采集结果,询问“是否采集下一个样片?”,如果选择继续采集的话,根据需要修改采集参数,再次进行采集,否则程序结束。

[0083] 如图 13 所示,年代计算模块的工作流程为:首先选择光释光年代测定的测试参数,然后判断是否是第一个样片,如果不是第一个样片,则返回至选择测试参数,接着进行同一种样片的不同辐射剂量的释光值采集,直至是第一个样片(即上一种矿物样片已经测试完毕),才开始计算矿物样品的天然光释光曲线、添加不同辐射剂量的光释光曲线和同期的本底曲线的面积积分,然后根据选定的等效剂量计算方法计算出矿物样品的等效年剂量,再计算矿物样品所处环境的年辐射剂量值,然后就可以计算出矿物样品的年代,最后程序结束。

[0084] 如图 14 所示,本实用新型的矿物样片支架采用可替换的双矿物样片结构 17,可同时放置测试矿物样片 16 和本底矿物样片 13。

[0085] 如图 15 所示,本底光子数随着环境温度的升高而逐步升高,该曲线的模拟函数为

$$\ln Y = 0.1T - 0.1$$

[0087] 图中,在 20℃时测得的本底光子数为 79,温度升高到 25℃,本底光子数为 268,温度升高到 30℃,本底光子数为 789。由图 15 可见,光释光年代测定过程中,环境温度的变化,对于光释光本底的影响很大,进而更大的影响没有进行实时本底补偿的光释光年代测定结果精确度。

[0088] 与现有技术相比,本实用新型的优点在于:

[0089] 1. 采用补偿光电倍增管对本底进行动态补偿,提高了年代测定的精确度。

[0090] 2. 两个光电倍增管型号相同,所加探测滤光片型号规格相同,并采用导热导电性能良好的光电倍增管上套进行连接,测试暗室和本底暗室结构相同,保证了两个光电倍增管外部环境相同,提高了本底动态补偿的准确性。

[0091] 3. 采用双外壳结构及多处设置密封圈,提高了暗室的密封性。

[0092] 4. 样片支架采用可替换的双矿物样片支架,提高了光释光年代测试的效率,同时

减小了仪器体积,减轻了仪器重量。

[0093] 5. 同时装有激发滤光片和探测滤光片,有效区分激发光和样品释光,提高释光探测精度。

[0094] 6. 主机控制系统采用 ARM 机,操作系统为 WINCE,减轻了仪器重量。

[0095] 7. ARM 主控机上具有 USB 口,方便数据的输出。

[0096] 8. 液晶屏的采用使得仪器操作简单,并能实时显示释光曲线及测试数据。

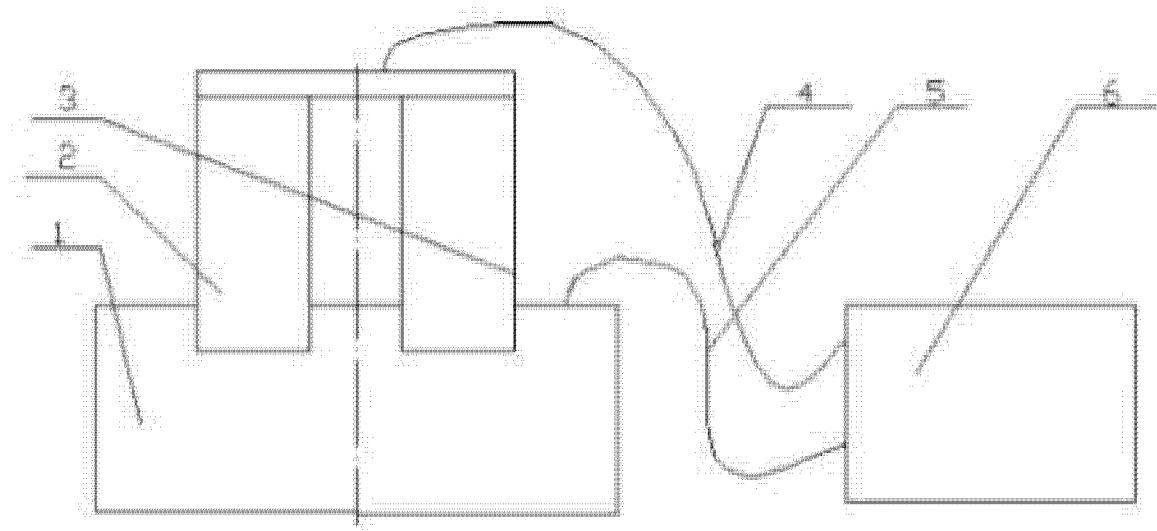


图 1

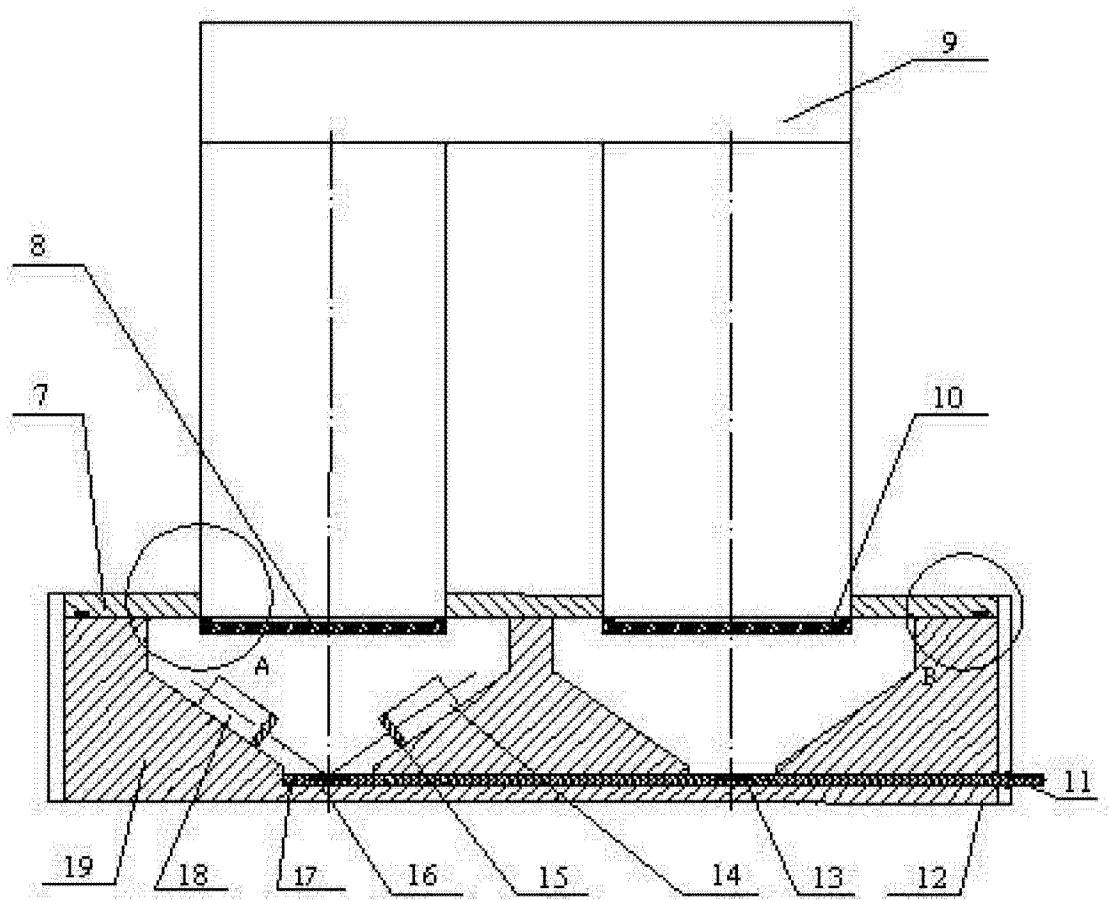


图 2

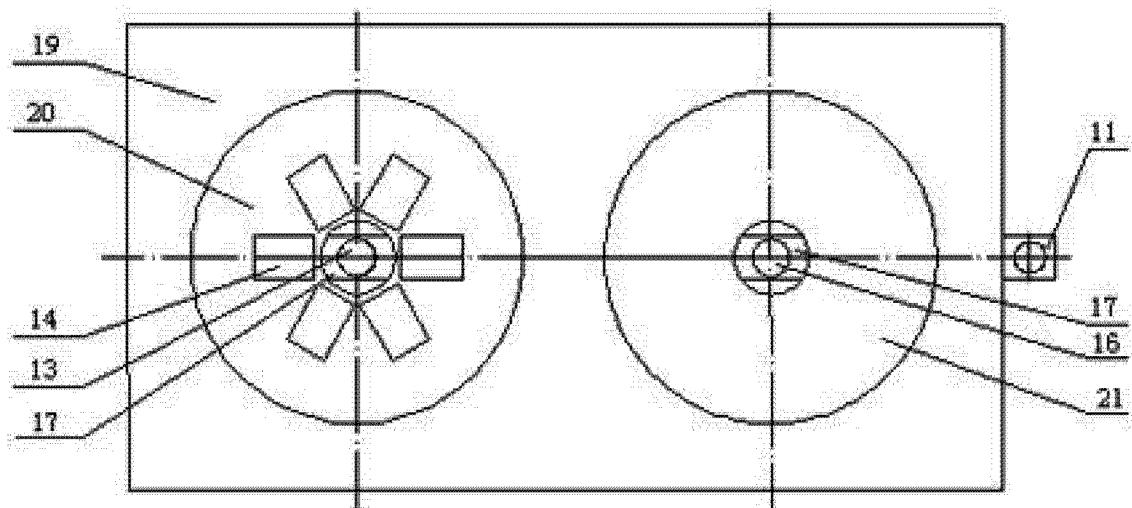


图 3

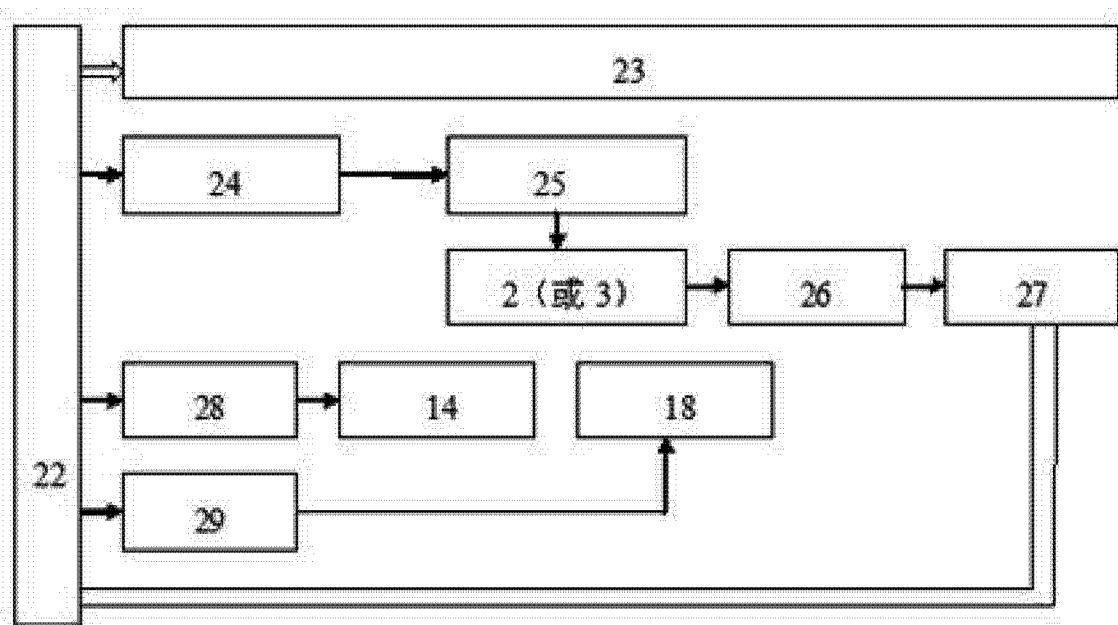


图 4

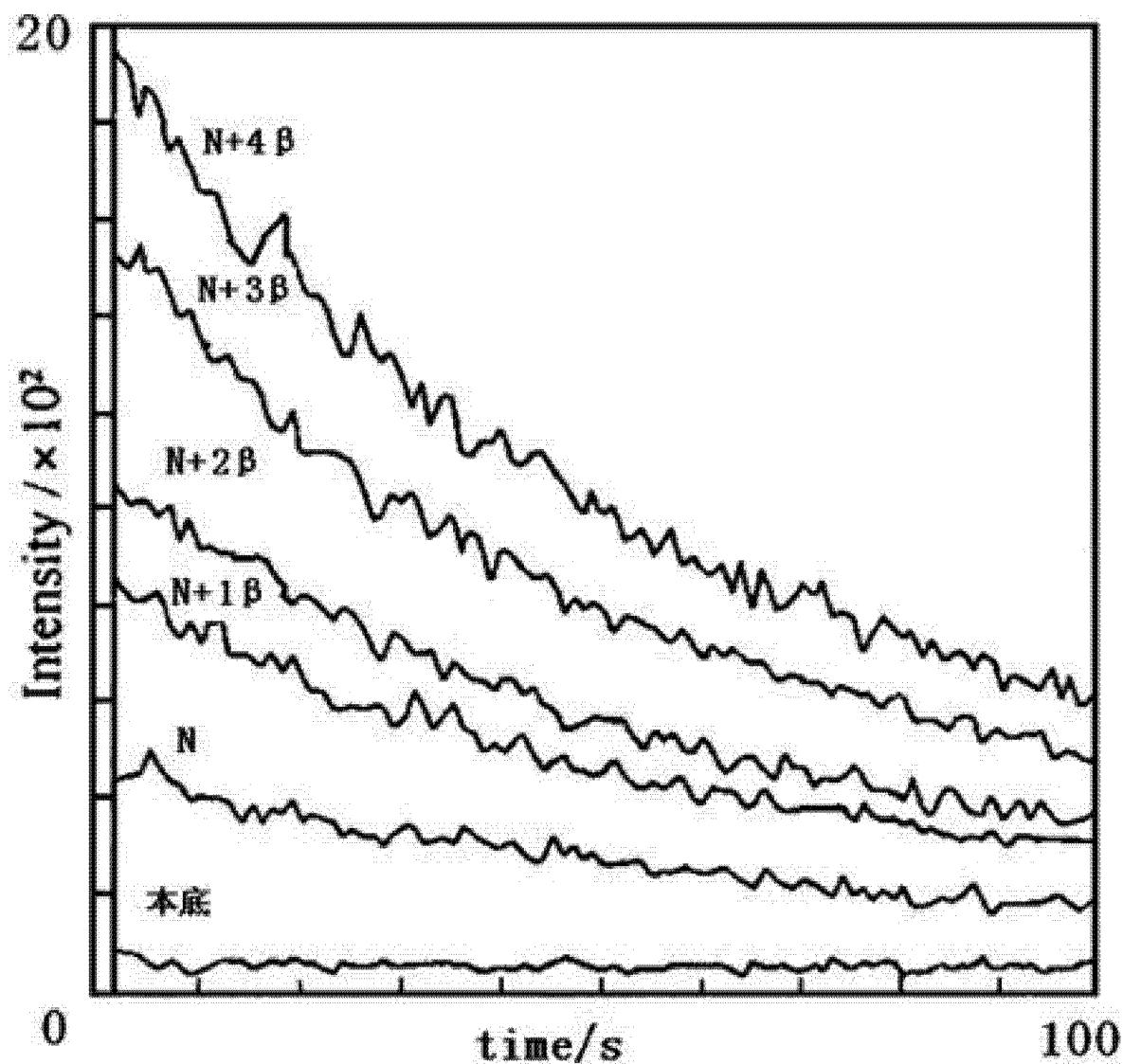


图 5

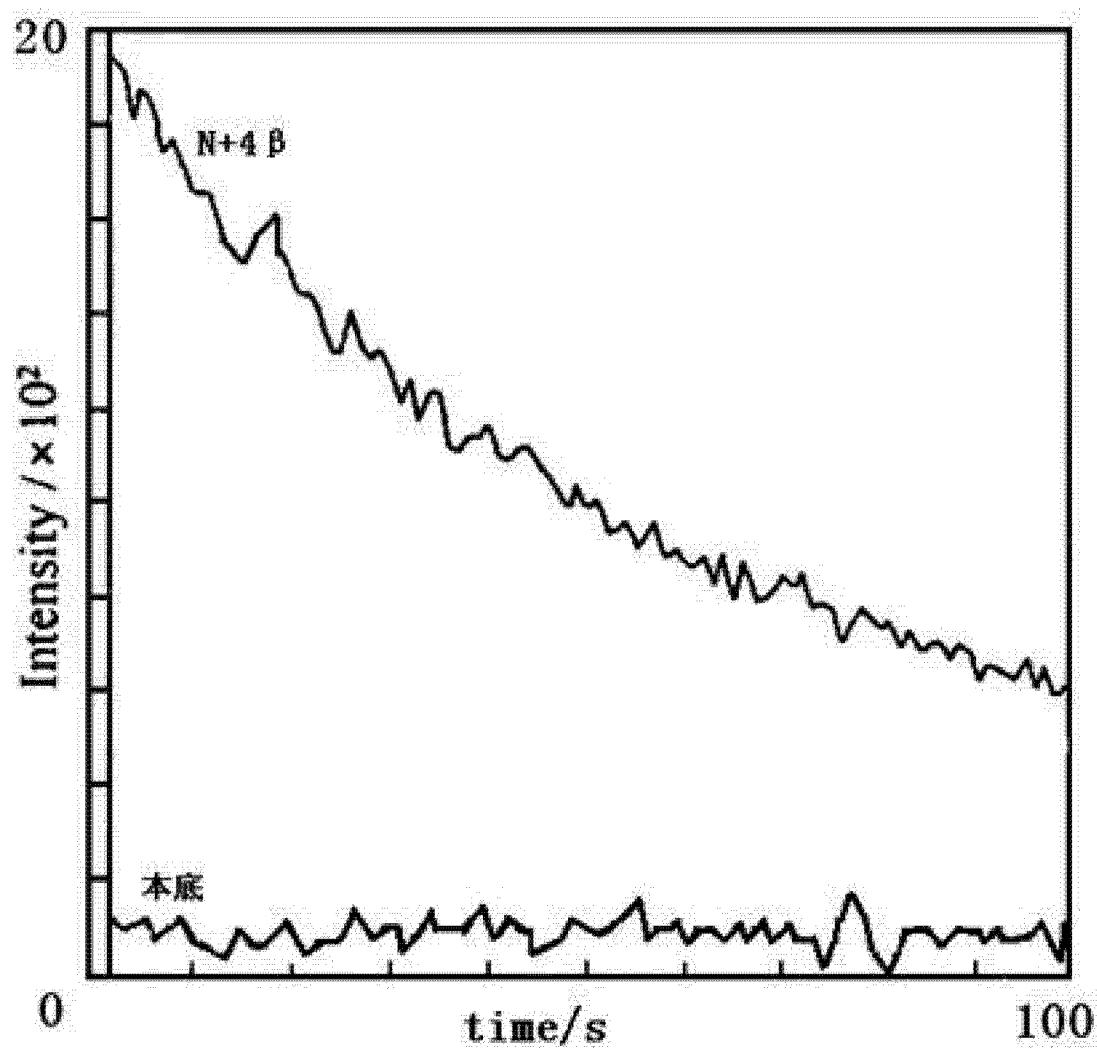


图 6

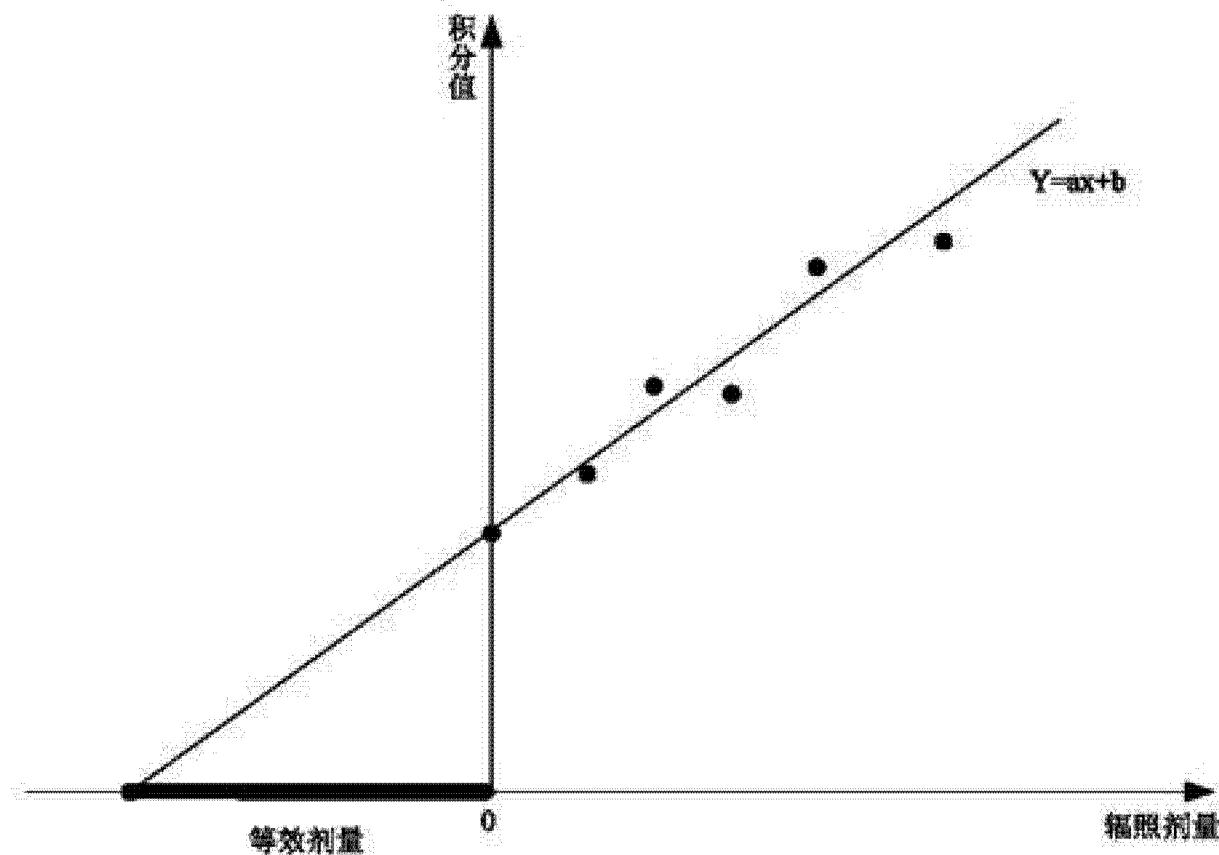


图 7

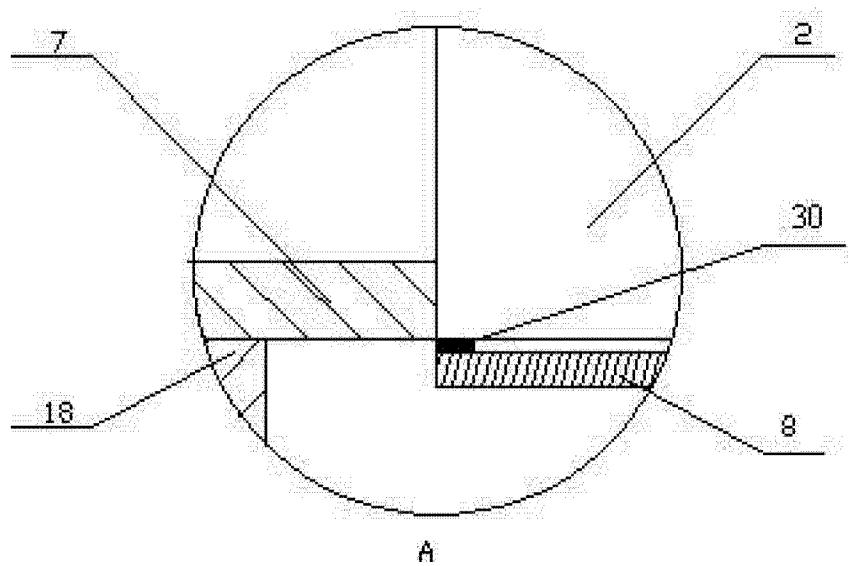


图 8

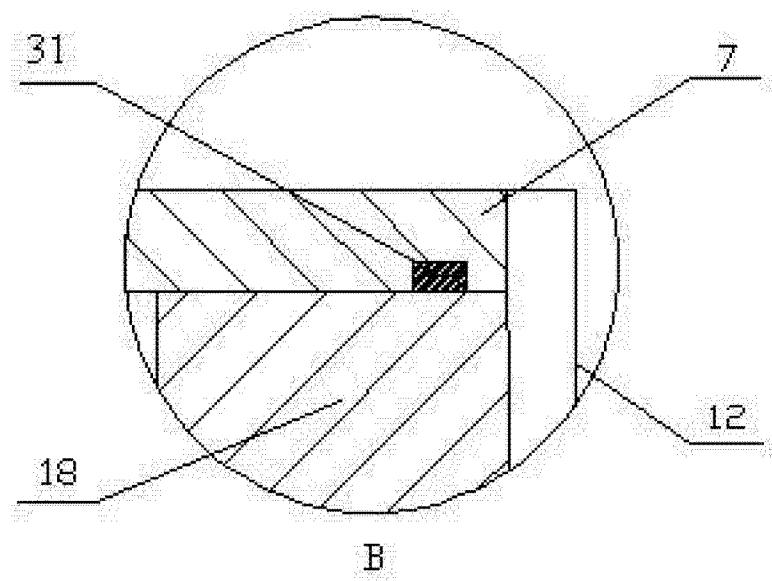


图 9

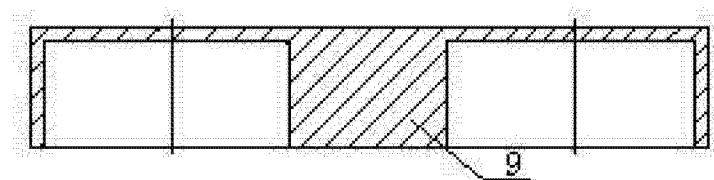


图 10

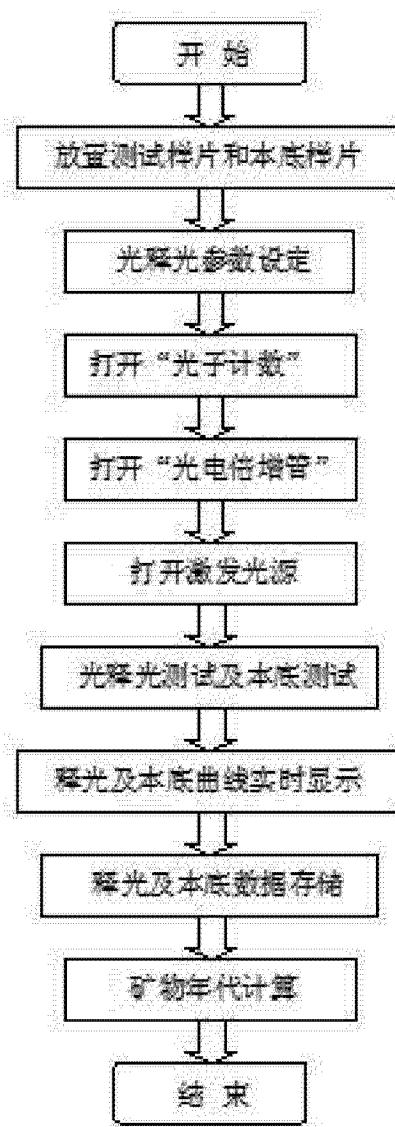


图 11

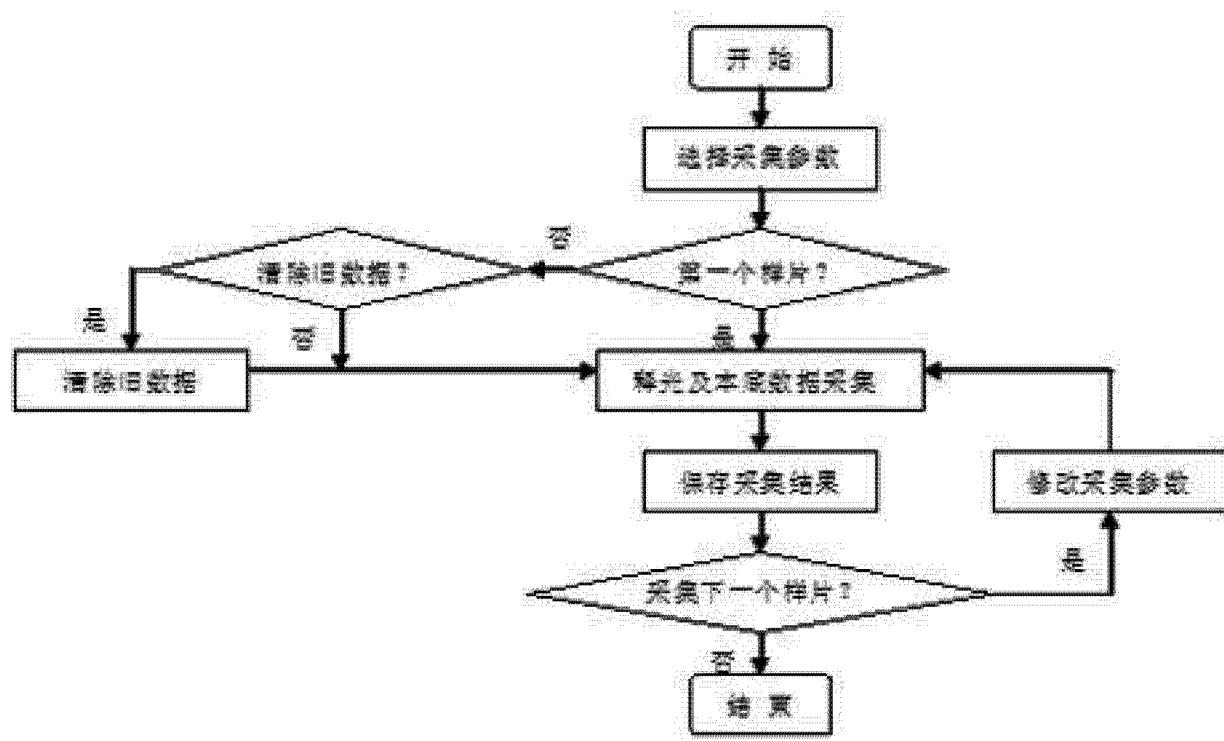


图 12

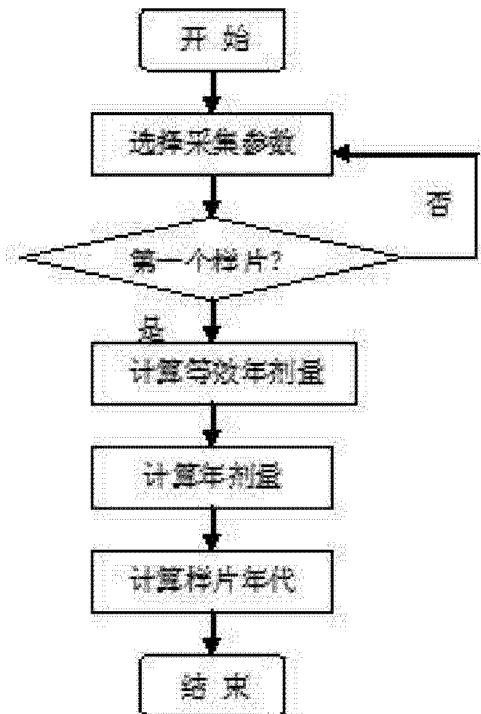


图 13

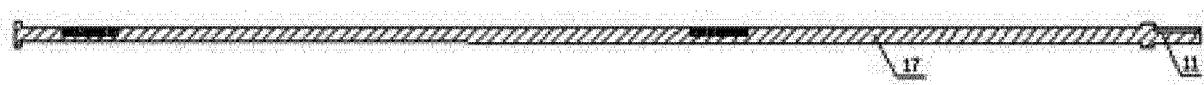


图 14

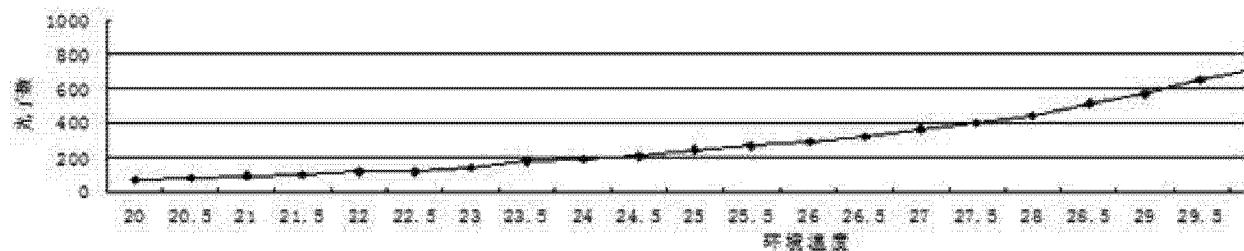


图 15