

INSPECTOR-EXP 射线检测仪操作手册

1. 引言

该产品是一种健康、安全的仪器，被广泛应用于检测低强度辐射。它可以检测到 α 、 β 、 γ 三种射线。其应用范围如下：

- 探测和检测表面污染
- 在有放射性核素的情况下，可监控可能的辐射方向
- 掩蔽对环境的污染
- 探测稀有气体和低能量放射性核

检测器如何探测辐射

该检测器运用盖革计数管来探测辐射。每次射线穿过管子并引起电离时，盖革计数管会产生一脉冲电流。每个脉冲都是电子探测并进行运算。探测器以你选择的模式显示计算：CPM, mR/hr, 或者总计。在 s1 单位中，使用 CPS 和 μ sv/hr。

检测器探测出来的计数数字由于放射能的任意状态而每分钟都在变化。以过去一段时间内的平均值表示更加准确，而且这段时间越长数据越准确。

警告

为了使检测器保持良好状态，要轻拿轻放，并且遵守以下规范：

- 不要由于接触放射性表面或材料而污染检测器。如果怀疑被污染，你可以用检测器提供的额外的带子替换后面标签上面和下面的橡皮带。
- 不要将检测器放在 100°F (38°C) 以上的高温中和长时间在阳光下直晒。
- 避免潮湿。水会损害电路和盖革计数管表面的云母涂层。
- 避免探测器薄片在阳光直射下；如果盖革计数管表面的云母涂层由于潮湿被磨损被损害，这将会影响数据读取。
- 不要将检测器放入微波炉中。检测器不能测量微波，这样做会损坏检测器和微波炉。
- 避免在无线电波频率、微波、静电和电磁波范围内使用；仪器在这一范围内可能比较敏感，而且会运转不正常。
- 若超过一个月不用，将电池拿开，以免造成电池的腐蚀破坏。
- 如果电池指示器出现在显示器上，请更换电池。

2. 特性

检测器可以测定 α 、 β 、 γ 和 x 射线。用来探测辐射强度的微小变化，并且对通常的放射性核有很高的灵敏度。

这一节简单的介绍检测器的功能。对于更多的如何使用检测器，请看第三章“操作”。

检测器计数电离情况并将结果显示在液晶显示器 (LCD) (4) 上。使用模式开关可以显示你所选择的测定单位。

检测器运行时，每探测到一次计数（一个电离过程），红计数灯 (1) 就会闪动一次。

显示器

LCD 上的几个指示器显示出模式设置、当前功能和电池状态等信息。

- **数字显示器 (A)** 显示出在模式开关设置在指定单位时的当前辐射强度。
- 数字显示器左边的一块小**电池 (B)** 的出现表明低于电池电压。
- 在计数时间或 Cal 模式下，**沙漏 (C)** 会出现在数字显示器的左边。
- 检测器在 Total/Timer 模式下，**合计 (D)** 会出现。
- 辐射强度在 x1000 模式下显示时，**x1000 (E)** 出现。

- 在你校准检测器时会出现 CAL (F)。
- 当你设置定时器（数字显示器显示定时时间而不是辐射强度）且在 Cal 模式下（数字显示器显示 Cal 因数而不是当前电流强度）时，出现 SET (G)。
- 当前测量单位(H)-CPM, CPS, mR/hr 或 $\mu\text{sv/hr}$ 显示在数字显示器的右边。

开关

检测器前面有两个开关，还有一个开关和三个按钮在仪表板的末端。每一个开关有三种设置，下面依依介绍。

On/Off/AudioSwitch(7)

Audio.检测器开时，每一次辐射探测都会发出滴答声。

On.检测器在运行，但 Audio 关闭。

Off.检测器没有运行。

模式选择开关

mR/hr $\mu\text{sv/hr}$.数字显示器显示辐射强度可从.001 到 100. mR/hr. 用 s1 单位时，显示出当前辐射程度可从.01 到 1000 $\mu\text{sv/hr}$ 。

CPM CPS.以每分钟计数时，显示器显示出的当前辐射强度可从 0 到 300,000CPM。在显示 x1000 时，用 1000 乘所读的数字即为最终数据。在使用 s1 单位时，显示器显示的辐射程度以每秒计数，可从 0 到 5000CPS。

Total/Timer.开关至于这个位置时，显示器显示从开关置于这一位置开始计数，累积计数总量可从 0 到 9, 999, 000.在显示 x1000 时，1000 乘所读数字即为最终获得的数据。

计时器开关 (10)

Off.计时器没有运行。

Set.你可以设置使用一和+按钮的时间长短。如果计时器已经在运行，则显示器显示的剩余时间包括在定时时间内。

On.计时器在运行，显示器显示的是到现在为止这段时期的计数总量。

CAL 按钮 (9)

CAL 按钮用于校准检测器。“Calibration”将在第五章有更多介绍。

CAL 按钮还用来在效用菜单中作出选择。“效用菜单”在第三章将有更多介绍。

+和一按钮 (8)

+和一按钮用于调节定时计数和校准时的数字显示。详细请看第三章“采用定时计数”和第五章“校准”。

+和一按钮还经常用于效用菜单的选择。请参阅第三章“效用菜单”。

探测器

警告：盖革计数管的云母表面易碎。小心，不要让任何东西渗入屏幕。

检测器使用一个两英寸圆的盖革计数管，通常称为“弹药管”。检测器背面的屏幕为薄片。它允许不能通过塑料容器和不锈钢探测器的 α 和低能量的 β 和 γ 射线通过管子的云母表层。前面标签上小小的辐射标号(5)说明了盖革管子的中心。

输入/输出端口

检测器左侧有两个端口。某种样式的在仪表板末端有第三个端口。

检测器边上的**校准输入端口(2)**通过一个脉冲发生器来进行电子校准。要想获得更多的信息，请看第五章“电子校准”。

输出端口(3)在校准输入端口下面，你可以将它连接到计算机、dada logger 或

其他设备上。详细请看第三章“连接到外部设备”。

仪表板末端的可选择探针（目前存在于一些型号上）允许你使用带有外加探针的检测器。看第三章“使用外加探针”。

3 操作

本章主要介绍如何使用检测器。

测量单位

该检测器设计为既可以使用常规的单位（mR/hr 和 CPM），又可以使用 s1 单位（ μ sv/hr 和 CPS）。使用效用菜单来选择常规单位和 s1 单位。看本章“效用菜单”。

启动检测器

确认标准 9 伏特碱性电池安装在检测器背后偏下方的电池间隔间。注意：在安装电池时，将电池线顺着电池边而不是在它下面。

在启动前，确认仪表板末端的定时器开关关闭。

启动检测器时，先把顶部开关放在要选择的模式处，并把底部开关放在 **On** 或 **Audio**。检测器进行 6s 系统检测，并显示出所有指示器和数字。

系统检测完毕后，辐射强度以选择的模式显示出来。启动检测器 30s 后，一个很短的报警声表明已经集合了保证统计准确性的所有信息。

在使用检测器时，通常要确认在探测薄片和所要测量或监控的辐射源之间没有障碍物。

以工作比率模式运行

在模式开关处于 mR/hr μ sv/hr 或 CPM/CPS 时，数字显示每 3s 更新一次。在低计数比率情况下，显示辐射强度的重大变化要 30s 才能稳定。更多信息请看本章“运行范围和时间响应”。

CPM（或 CPS）和总计数是最直接的测量方法；mR/hr 或 μ sv/hr 是通过使用一个应用于 Cs137 的转换因数来计算的。因此这种模式对其它放射性核素准确性较差，除非已经用一个适当的能源与检测器对特定的放射性核素进行校准。

对辐射强度最直接的指示器是计数灯和自动报警器。在工作比率模式下，它比数字显示器显示要快 3s。

以 Total/Timer 模式运行

当在 Total/Timer 模式下时，检测器开始总计它所处理计数的数据，数字显示每 2s 更新一次。

进行定时计数

使用一段时间的定时计数后，每分钟的平均计数更加准确，对一些小的变化更加明显。例如，如果每 10min 的平均计数高于另外一个每 10min 的平均计数，这个准确度的提高主要由于正常的变更。但超过 12h 后，在 12h 平均计数的前提下，每一个数据的增加是一个逻辑含义。

检测器可以提供从 1min 到 24h 这一段时间内总计数。操作步骤如下：

1. 在检测器运行时，打开模式开关选择 **Total/Timer**。显示器则显示 **TOTAL**。
2. 将仪表板末端的计时器开关置于 **Set**，显示器显示 **SET**，沙漏和最近一次的定时时间。
第一次使用计时器时，设备显示 00: 01，表示 1min。
3. 用 + 和 - 按钮设置定时时间。这个时间段在以每分钟增量记录时，可设置为 1min 到 10min，在以每 10min 增量记录时，可设置为 10min 到 50min，在以每小时增量记录时，可设置为 1h 到 24h。

4. 将计时器开关放置到 **On**。检测器会发出 3 次报警声并开始计数，在计时过程中，沙漏指示灯会闪亮。
如果想看看还剩余几分钟，可以将计时开关置于 **Set**。将显示计数的小时分钟这个时间降到零点。例如：如果显示器显示 00: 21，即为 21min 剩余。记住计时结束后要把开关返回到 **On** 来看总计数。
5. 定时结束后，检测器 3 声报警，并重复报警多次。显示的数字即为总计数。
6. 用总计数除以时间即为平均每分钟的计数。
7. 将计时开关设置为 **Off** 返回正常运行。

如果计时开关放在 **On**，即使模式开关在任一工作比率模式下，背景都是时间模式。例如：在计时过程中和计时结束，可能来回切换 **Total/Timer** 和 **mR/hr**；计时结束后，每次将开关返回 **Total/Timer**，显示的总是总计。任何模式下都会显示沙漏指示器，且在计时器总计时会闪光。

采用总计数

定时器可以进行超过 24h 的时间计数。在特定情况下，你可能会想不通过计时器得到一个合计数。例如：进行一个超过 24h 的计数，方法如下：

1. 将检测器放在计划进行计数的地方。
2. 记录时间。
3. 看好时间后立即将模式开关置于 **Total/Timer**。
4. 在时间段快结束时，记录时间和数字显示器显示的数字。
5. 最终时间减去开始时间即为这个时间段的确切时间。
6. 用总计数除以这个时间段的时间即为计数平均值。

运行范围和响应时间

下面的表格说明了在任一模式下检测器的辐射强度检测范围和如何显示。在特定模式下，当辐射强度超过预先设定的强度时，检测器会使用默认范围，自动调整到 x1000 比例。只要 x1000 显示在数字显示器上方，就要用所读取的数据乘以 1000 得到辐射强度。

最大强度.当达到当前模式的最大强度时，检测器会发出 3s 警告，暂停 3s，然后重复这种方式。数字显示器闪动。警告和显示器闪动要持续到强度减小或检测器关闭。

显示更新和响应时间.在 **Total/Timer** 模式下，数字显示每秒更新两次。在工作比率模式下，数字显示每三秒更新一次。在辐射强度低于 6,000CPM 时，任何模式下的读数都是基于最近前 30s 探测到的辐射。为了对变化作出更快的响应，只要在任何 30s 时间内读数超过 6,000CPM，读数就基于前 6s 探测到的辐射，当超过 12,000CPM 时，读数基于前 3s 探测到的辐射，如下表所示。这种在响应时间内的自动变化称为自动平衡。

注意：可以使用“效用菜单”设置在任何辐射强度下响应时间都为 3s；看本章“效用菜单”。

效用菜单

通过效用菜单，你可以更改很多运行参数的缺省值。改变设置后在关机后仍然有效，直到再次改变。

在检测器开机时，按下 + 按钮，激活效用菜单。数字显示器显示一个单一的数字表示某一选项。仪表板末端的 + 和 - 按钮为菜单的滚动轴。按下仪表板末端的 CAL 按钮来选择选项。一旦选择了一个选项，用 + 和 - 按钮在设置间确定。选择了想选的设置后，按下 CAL 按钮以保存新设置并重新运行。

选项如下：

- 1 **Auto Averaging.** **On** 选择自动平衡；**OFF** 选择在所有辐射强度下 3s（最快响应）平衡。
- 2 **mR/s.1.CPM mR/hr** 选择每分钟计数和毫伦琴每小时；**CPS μ sv/hr** 选择每秒计数和 microseiverts 每小时。

3 Cal 100 Reset.选择这一选项会自动设置校准因数到 100。

4, 5, 6 为将来的选项保存。

7 Cal Factor Adjust.显示当前的校准因数,这个因数可以调整到你想要的。看第五章“校准”。

8 Factory Default Reset.选择这一选项会自动设置 1, 2, 3 为自动平衡, CPM 和 mR/hr, 100。

9 Revision#.显示微处理器程序的译文号。

与外部设备的分界面

检测器左侧较低的输出插孔是一个微型的两用插孔,它输出的数据可以作为 CMOS 或 TTL 设备的驱动。可以用它记录计算机上的计数,作为数据记录器或累积计算器。用一个 3.5mm 的立体插座插入端口。每次盖革管探测到计数时,插座末端输出绝对脉冲(5v)。

使用外部探测器

如果你的检测器在仪表板末端有一个插孔,就可以将一个与你检测器可兼容的探测器插进插孔。看探测器说明书以获得更多信息。

4 普通程序

下面几节对一些常用程序进行说明。对于任何程序,使用者必须明确这一方法或应用程序的适用性。

建立计数背景

通常辐射强度的背景会随着位置的改变而改变,即使在同一个房间内也是这样。为了准确的说明在检测器上所读的数据,为每一个计划监测的区域建立辐射强度背景是一个很好的方法。可以通过时间计数来完成这一建立。用如下方法建立一个 10min 的平衡。

1. 在检测器运行时,将模式开关放在 Total/Timer。
2. 将仪表板末端的 Timer 开关放置 Set。显示读数为 00:01,表示 1min。
3. 按+按钮九次。显示器读数为 00:10,表示 10min。
4. 将 Timer 开关置于 On。检测器发出三次警报然后开始计数。

如果想看一看 10min 还剩多少,将 Timer 开关放在 Set。显示计数从 10min 降到零点。

例如:如果显示为 00:03,说明已经过了 7min 还剩 3min。重新将开关放到 On 回到显示辐射强度。

5. 10min 快结束时,检测器报警三次,而且会重复报警多次。几下总计读数。
6. 用总数除以十(分钟数)即为平均计数。

十分钟的平均值较准确。可以重复多次看看平均值如何的接近。采用一个小时计数来建立一个更精确的平衡。如果要确定是否受到前面的污染,可以在多个地方测平均值并进行比较。

关于使用计数器的更多信息,看第三章的“采用时间计数”。

环境区域的监测

无论什么时候要监测周围的辐射,着眼于一次又一次的检查读数,都可以使检测器保持在 CPM 或 mR/hr 模式。

如果怀疑周围环境辐射的增大,可以使用计时器和 5min 或 10min 计数,并将平均值和背景计数的平均值进行比较。如果怀疑定时读数探测到的增长太小,可以采用长时间计数(例如 6, 12 或 24h)。

表面污染物的检查

为了检查表面,可以将 α 窗口对准并靠近表面。如果想看一看表面是否有微小的放射性,可以将检测器贴近它并采用定时计数或长时间累积计数。

警告：不要让检测器接触到可能被污染的污染物表面。这样会污染设备。如果被污染，可以更换背面的橡皮带。替换用橡皮带由检测器自带。

5 维护

检测器需要常规的校准和小心搬运。
遵守如下原则对检测器进行恰当维护。

校准

检测器应该按照规则要求经常校准，或者任何情况下，最少一年一次。最好的校准方法是使用校准物。如果没有可以使用的校准物，使用脉冲发生器进行电子校准也是可以的。

校准的标准辐射物是 Cs-137。可以使用已被鉴定的辐射源。为了校准检测器对其他辐射物，必须使用已经被校准的辐射物与校准物或参考 Cs-137 适当的变换因数。

警告：在校准模式下，最小的增量可以调节到.010，这就阻碍了较好的调节校准因数。因此，如果利用低强度的物质或背景来设置校准常数，就会发生错误。

使用辐射源校准

在对检测器进行校准前，确定检测器和辐射源之间的距离来建立合适的工作比率。步骤如下：

1. 确认 On/Off/Audio 开关处于 On，不是 Audio，所以可以听到计时器倒数几秒的声音。
2. 将模式选择开关置于 mR/hr μ sv/h.
3. 按下检测器顶部的 CAL 按钮。
显示器显示 CAL，检测器计数为 15s/ 每秒都发出喳喳声。这种显示给予了一个搬出监测区域并曝光辐射源的机会。在 15s 结束时，检测器报警。
4. 检测器收集 30s 数据，每 2s 发出喳喳声，CAL 和沙漏指示计闪动。30s 结束时，会报警。显示 CAL,SET 闪动。现在可以封闭或关闭污染源。
5. 按+或-按钮调节读数到应该显示的值。读数正确时，按 CAL 按钮。可以在 001 到 199 间的任何位置设定校准因数。

电子校准

可以使用脉冲或功能生成器进行电子校准。电子校准需要一根带有 2.5mm 插座的电缆，尖部传输信号。步骤如下：

1. 设置信号顶点为 5v（负脉冲）且脉冲宽度为 75 微妙。

警告：检测器关闭时不要输入脉冲。不要超过 5v。

2. 打开检测器并将模式开关置于 mR/hr μ sv/h.
3. 将电缆插入上面的插孔。
4. 用下面表格来检查检测器的精确性。

这个表格列出了合适的脉冲发生器计数比率校准 Cs137。如果精确性不在期望范围内，继续 5-7。注意检测器的自动补偿归因于 GM 管的死时间。因此，CPM 模式下显示的读数和输入频率不等。可以采用持续按住-按钮使在 CPM 模式下显示未补偿计数。

5. 按下检测器上方的 CAL 按钮。
显示器显示 CAL，检测器计数降为 15s，每秒钟发出喳喳声。15s 结束时，检测器报警。
6. 检测器收集 30s 数据，每 2s 发出喳喳声，CAL 和沙漏闪动。在 30s 结束时报警。
显示器显示 CAL，SET 闪动。
7. 按+和-按钮调节读数至应显示的数值。读数正确后，按下 CAL 按钮。可以在 001

到 199 之间任意位置设置校准因数。

新的校准因数显示几秒后，检测器报警并重新进行常规运行。

故障检修

检测器是一个具有较高可信度的仪器。如果发现其工作发生异常，请仔细查看下表，看是否可以确定问题。

问题	可能原因	检查
无显示	没有装电池、电池出现故障、电力不足	用一块新的 9v 电池板连接好来确认
显示器工作，但没有已记录的计数	盖革管损坏	仔细查看薄层检查管子表面的云母涂层；如果闪烁或看到破裂，需要更换
读数很大，但其它设备在同样地方的读数很正常	受污染	用其它设备来检查检测器。用沾有少量清洁剂的湿布擦拭设备，更换仪器后面的橡皮管
	感光性	远离阳光的直射和紫外线放射源。如果高计数下降，可能是由于潮湿使盖革管的云母薄片涂层被洗刷掉，这时需要更换管子
	潮湿	电路板可能受潮。将设备放在暖和干燥的地方，如果还出现问题，需由厂家来解决
	持续放电	更换盖革管
	电磁场	将设备远离可能发射电磁波的物质或无线电频繁辐射

警告： 在任何情况下都不要将受污染的设备采用邮寄方式进行修理或校准。

附录 A

技术说明书

探测器:	卤素破碎式盖革计数管。有效直径 1.75”(45mm)。云母薄片密度 1.5-2.0mg/cm ² 。
效率:	Sr-90:大约 45%; C-14: 大约 11%
能量敏感性:	以 Cs-137 为参照时, 3500CPM/mR/hr
显示器:	含有模式指示器的 4 位数字液晶显示器
平均周期:	显示器每 3s 更新一次显示, 显示在通常强度下前面 30s 的平均值。平均周期随着辐射强度的增大而缩短。
运行范围:	mR/hr: .001 到 100.0 CPM: 0 到 300,000 Total: 1 到 9,999,000 计数 µsv/hr: .01 到 1,000 CPS: 0 到 5,000
计时:	以每分钟增量计数时可以设定 1-10min 为一测定周期, 以 10min 计数时可设定 10-50min 为一测定周期, 在以每小时增量计数时可设定 1-24h 为一测定周期
精确度:	读出器以最大比例下保存 100 次最大读数
温度范围:	-10° 到 +50°C; 14° 到 122° F
功率:	一个 9v 的碱性电池。在正常情况下电池寿命最短为 200h, 在 1mR/hr 时最短为 24h
规格:	150×80×30mm (5.9” ×3.2” ×1.2”)
重量:	包括电池 272g (9.6 盎司)

附录 B 辐射要素和测定

本章简单介绍什么是辐射和如何测定。这些知识介绍给那些对这一学科不熟悉的使用者。对了解检测器如何工作和理解读数很有帮助。

电离辐射

电离辐射是通过原子电离来改变单个原子结构引起的辐射。产生的离子一次使更多的原子离子化。产生离子辐射的物质称为有辐射能的。

放射能是一种自然现象。在太阳和其它恒星上持续的发生核反应。发出的辐射穿越空间，一小部分到达地球。自然界的离子辐射源也存在于地面。最普通的放射源是铀和它的裂变产物。

离子辐射可以分为四类：

X 射线是在真空管中以高速轰击金属靶子而产生的人造辐射。X 射线和自然界中的光波和无线电波一样也是电磁波，只是波长很短，不到 0.1 billionth of centimeter。它们也称为光子。X 射线的能量比光波和电磁波大几百万倍。由于如此高的能量，可以穿透多种物质，包括身体组织。

γ 射线存在于自然界和 X 射线几乎相同。γ 射线一般比 X 射线波长短。它具有很强的穿透性；因此需要较厚的防护。

β 射线。一个 β 粒子由原子发射的电子组成。它比 γ 射线更集中且能量更低，因此它没有 γ 射线和 X 射线穿透性强。

α 射线。一个 α 粒子是由两个质子和两个中子，氦原子的核子相同。通常在空气中可传播不到 1 到 3 英寸，而且可用一张纸阻挡。

当原子发射一个 α 或 β 粒子或 γ 射线时，原子变为不同的形式。放射性物质在变为稳定形式或未离子化形式前，它会经过很多次衰变。

一个元素可以有多种形式或同位素。一个元素的放射性形式称为放射性同位素或放射性核。

下面表格介绍了 U238 的一连串完全衰变，以最稳定的同位素结束。注意放射性核的半衰期在一连串过程中变化范围从 164 微妙到 4.5 十亿年。

辐射测定单位

很多不同的单位用于辐射的测定，来表示辐射大小。

伦琴是在 1cc 干燥空气中，在 0°C 和 760mmHg 大气压下，X 射线或 β 辐射产生一个静电单位的数量。检测器显示读数以 mR/hr 表示。

拉德是相当于每克 100 尔格的照射物质能量的离子辐射单位。它大约相当于 1.07 伦琴。

雷姆是从一拉德获得的数量。它是拉德数乘以辐射源的质量因数。拉姆和毫雷姆在美国是常用的辐射测量单位。在很多时候，一雷姆相当于一拉德。

西弗特是国际测量标准。一西弗特等于一百雷姆。一微西弗特等于百万分之一西弗特。

居里是辐射物以每秒 37×10^9 的比率衰变的数量，衰变比率大约为 1g 镭。Microcuries (百万分之一居里) 和微微居里 (百万兆居里) 是测量中的常用单位。

Bq 相当于每秒分解一次。

单位换算表: 1 mR/hr = 8.7 μ Gy/hr ; 1 mR/hr = 10 μ Sv/hr