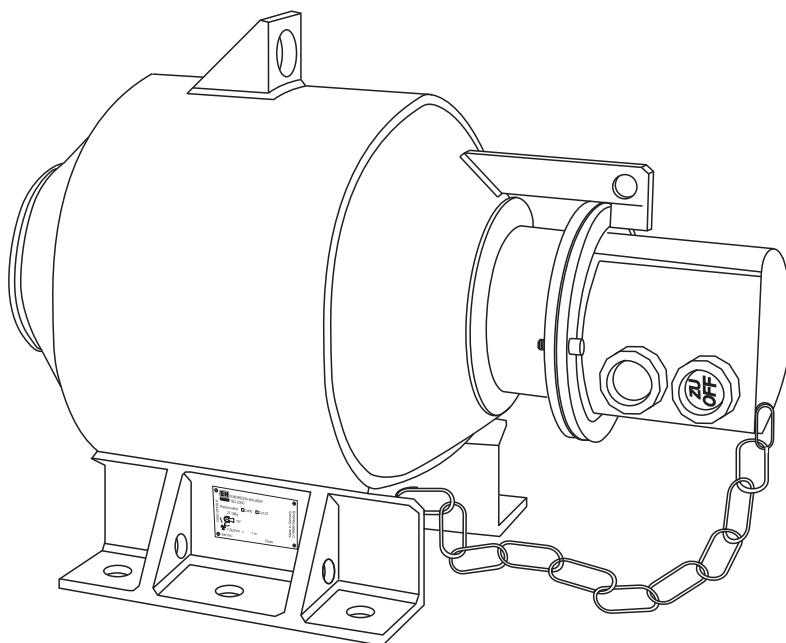


操作手册 源盒 QG 2000

放射线测量



目录

1	安全指南.....	5	4	接线.....	14
1.1	指定用途	5	4.1	启动器和隔离开关放大器	14
1.2	使用和储存的基本指南	5	4.2	接线盒	14
1.3	辐射防护的基本法规	6			
1.4	放射线防护的法律要求	7	5	操作.....	15
1.5	维护和检查	7	5.1	打开放射线波束	15
1.6	故障响应	8	5.2	关闭放射线波束	16
1.7	停用后的步骤	9	5.3	更换放射源	17
2	标识.....	10	6	技术参数.....	19
2.1	设备名称	10	6.1	设计	19
2.2	供货清单	10	6.2	辐射通道	20
3	安装.....	11	6.3	辐射保护效果	21
3.1	运输	11	6.4	环境条件	22
3.2	安装条件	11	6.5	证书和认证	22
3.3	安装	13			
3.4	安装后检查	13			

1 安全指南

1.1 指定用途

本安全指南介绍的 QG2000 源盒中放置放射源，用于液位、界面和密度的放射线测量。仅允许放射线在一个测量方向上几乎无衰减地辐射，在其他所有方向上均大幅衰减。为了确保屏蔽效果和防止放射源损坏，必须严格遵守本《操作手册》中列举的所有安装和操作指南，以及所有放射线防护法规。由于错误使用导致的任何损坏，Endress+Hauser 不承担任何责任。

1.2 使用和储存的基本指南

- 遵守适用法规和国家 / 国际法规要求。
- 使用、储存和操作放射线测量系统时，遵守放射线防护法规。
- 注意警告标记和安全区。
- 按照制造商说明安装和操作设备。
- 禁止在指定参数范围外操作或储存设备。
- 操作或储存时，防止设备受极端条件的影响（即：化学品、气候、机械冲击）。
- 始终使用锁或挂锁将源盒锁芯锁定在安全位置处。
- 请勿操作或储存已损坏或已腐蚀的设备。出现损坏或腐蚀时，联系相关辐射安全工作人员，获取正确的操作指导和采取恰当措施。
- 按照适用法规和指南执行所需泄露检测。



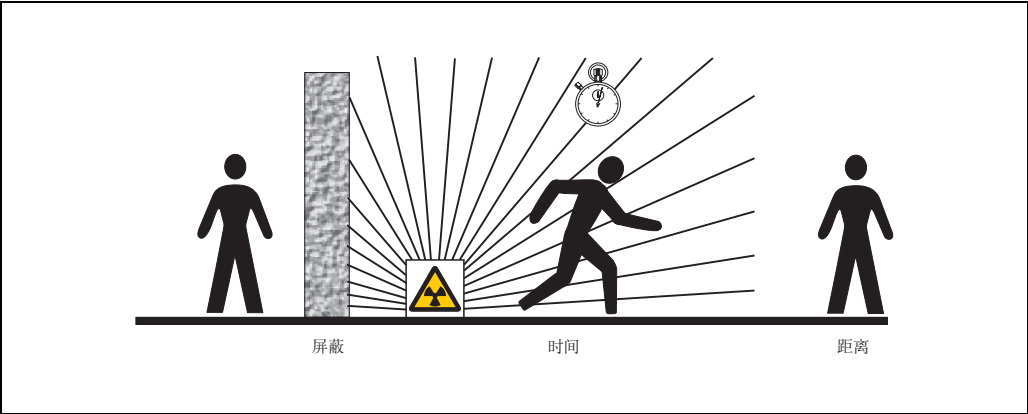
小心！

确认源盒是否处于正常工作状态时，请对源盒的周边区域进行泄露检测，并且立即联系相关辐射安全官员。

1.3 辐射防护的基本法规



警告！
使用放射源时，必须避免所有不必要的放射线辐射。必须将所有无法避免的放射线辐射控制在尽可能低的水平。通常，采取以下三个措施：



距离
尽可能远离放射源。
局部辐射剂量与放射源间的距离呈平方衰减。

屏蔽
请确保放射源和现场人员间已采取屏蔽措施。
放射源盒（例如：QG2000）和所有高密度材料（铅、铁、水泥等）均可用作有效屏蔽层。

时间
尽可能缩短暴露在辐射范围内的时间。

1.4 放射线防护的法律要求

按照法律要求操作放射源。必须严格遵守工厂所在国家的放射线防护法规。在联邦德国，遵守现行放射线防护要求。以下列举了放射线测量中所需的重要信息。

辐射安全许可证

使用 **Gamma** 放射线的工厂需要具备辐射安全许可证。辐射安全许可证必须由当地政府或权威机构（当地环保局、贸易检测委员会等）颁发。**Endress+Hauser** 当地销售中心会帮助您获取操作许可证。

放射线安全管理局

工厂操作员必须指定专人负责放射线防护工作，专员必须具备所需专业知识，遵守放射线防护的所有法规和步骤。**Endress+Hauser** 提供专业培训课程。

控制区

仅允许工作中处于辐射区中的工作人员在控制区中停留（例如：局部剂量率超出指定值），此类操作人员必须接受官方人员计量监控。在联邦德国，控制区的限定值列举在现行放射线防护要求中。

Endress+Hauser 当地销售会为您提供放射线防护和其他国家法规的详细信息。

1.5 维护和检查

用于指定用途时，在指定环境和操作条件下操作，无需检查和维护源盒。

进行必要检查时，例如：进行例行工厂功能检查时，推荐进行下列功能检查列表：

- 目视检查，外壳、焊缝、源盒锁芯和锁 / 挂锁的外部是否腐蚀
- 检查源盒锁芯的可移动性（开 / 关功能）
- 目视检查标签的可读性和警告图标的状况



小心！

如果发现源盒功能异常或处于非正常工作状态时，立即联系相关辐射安全工作人员。

1.6 故障响应

1.6.1 紧急处理

源盒或放射源意外损坏、发生不可预见事故，或放射源丢失时，应立即采取下列紧急处理：

- 立即通知辐射安全工作人员。
- 所有人员立即撤离危险区。必须隔离测量点周边环境，并作禁止进入标识。
- 存在放射性物质进入测量介质的风险时，应立即停止生产；必须安全处置可能的污染物质，经测试后方可进行后续处理。
- 必须通知所有参与清理的人员（消防人员、安全人员等）有关辐射的危害。

1.6.2 通知政府机构

一旦启动紧急处理，必须由辐射安全工作人员通知相关辐射管理机构。

1.7 停用后的步骤

1.7.1 内部措施

一旦无需使用放射线测量设备，必须立即关闭源盒内的放射源。应按照所有相关法规拆除源盒，并保存在非人员通道的锁定室内。应通知负责机构。进入储存室应监控和签名登记。辐射安全工作人员负责防盗保护。源盒中的放射源不得与工厂中的其他部件一同报废，并尽快回收。

1.7.2 回收

联邦德国

联系 Endress+Hauser 当地销售中心，安排放射源回收；检测放射源，确定重新使用或 Endress+Hauser 回收。

其他国家

联系 Endress+Hauser 当地销售中心或相关当局寻求当地放射源回收方法。无法在本国回收时，请与当地销售中心确定后续步骤。回收目的为瑞士巴塞尔机场。

1.7.3 条件

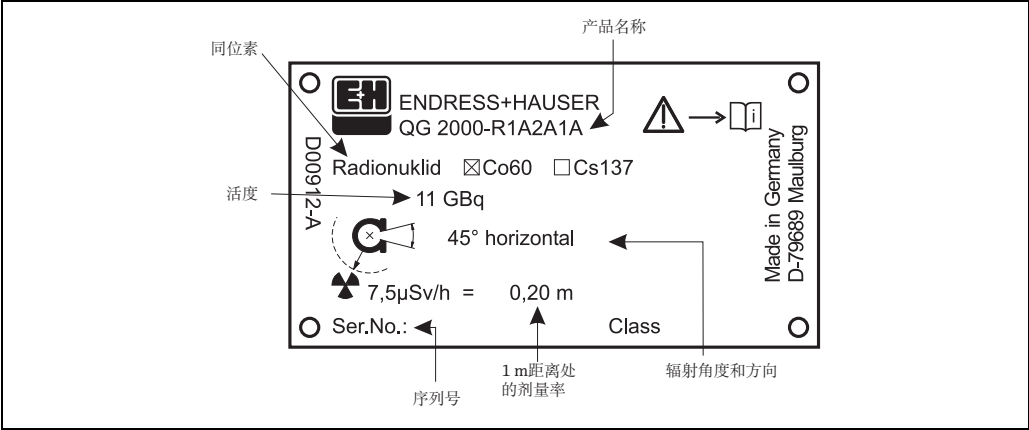
回收时，必须符合下列条件：

- 检测证书的有效期限在三个月之内，确认 Endress+Hauser 处置过程中放射源无泄漏性（擦拭测试证书）。
- 必须明确源囊的序列号、放射源种类（ ^{60}Co 或 ^{137}Cs ）、活度和放射源封装类型。可以在放射源包装资料中查询相关参数。
- 必须采用认证的第二腔室回收材料，便于操作，材料必须使用 A 型包装回收（IATA 规则）。

2 标识

2.1 设备名称

铭牌上显示下列技术参数：



2.2 供货清单

供货清单包括：

- QG2000 源盒
- 放射源 (内置)
- 辐射警告标记
- 《操作手册》

3 安装

3.1 运输

由 Endress+Hauser 指定的经官方认证可以执行此类工作的专业公司进行装载有放射源的源盒发货和运输。

应采用“A”型包装运输，符合欧洲公路危险物质国际运输法规要求 (GGVS/ADR 和 DGR/IATA)。

3.2 安装条件

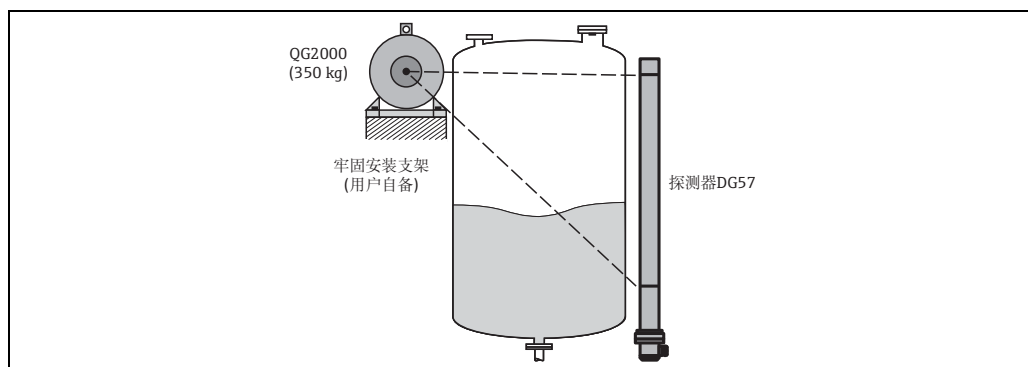


小心！

在所有应用中，选择 QG2000 的安装位置和辐射角度，确保可辐射至探测器的整个长度范围。

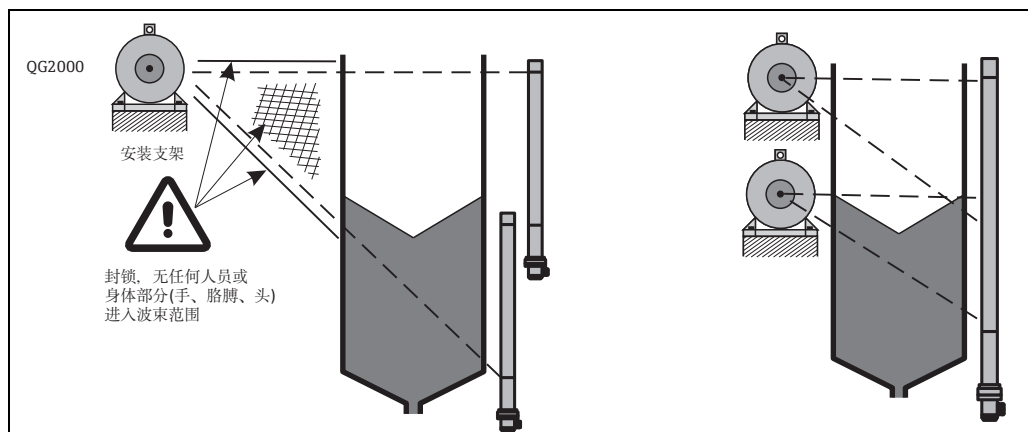
3.2.1 液位测量

标准设置



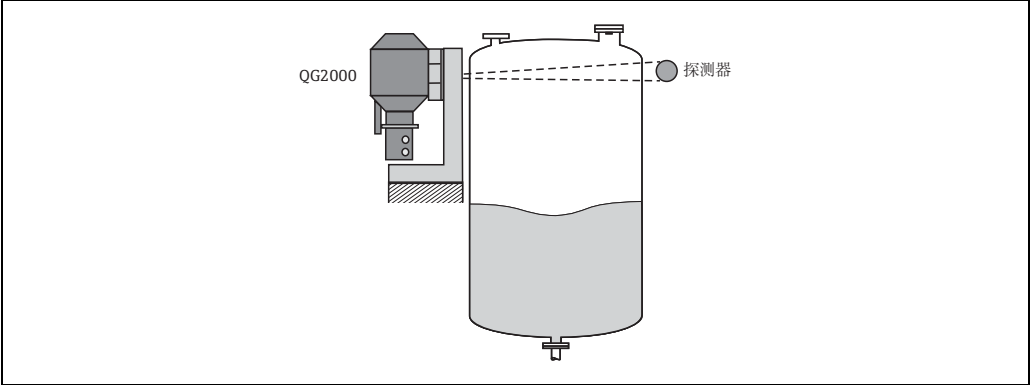
必须将源盒安装在略微高于最高液位或与最高液位等高处。辐射必须精确对准对面安装的探测器。为了避免控制区，源盒和探测器应尽可能靠近容器安装。

高窄容器



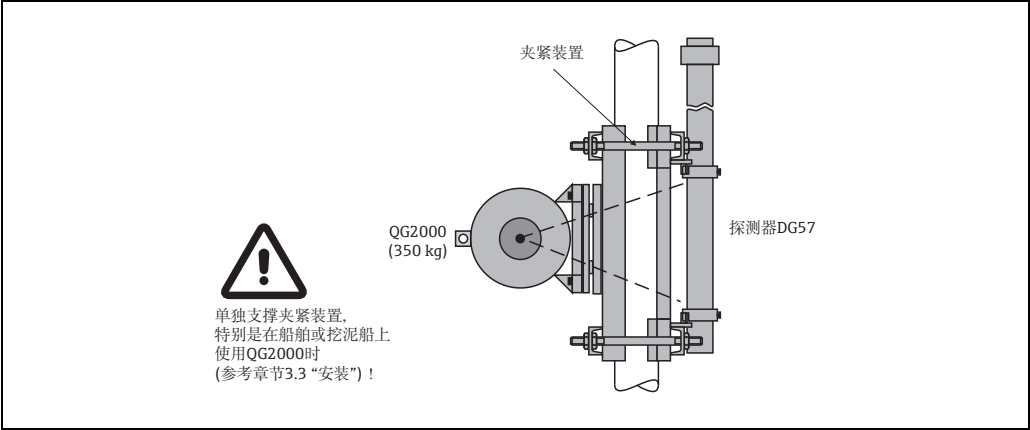
进行大量程测量或使用小口径容器测量时通常无法避免源盒和容器间的间隙。必须隔离间隙，并进行标识。通常，进行大量程测量时使用两个或更多源盒。使用两个源盒时，不仅能增大测量范围，还会提升测量精度。

3.2.2 限位检测



水平安装探测器，进行限位检测。同时水平安装 QG2000，可以水平辐射。

3.2.3 密度测量



将传感器安装在竖直管道上，管道中的介质自下向上流动，这是在管道中进行密度测量的最常见条件。仅存在水平管道时，辐射路径也应保持水平，减小气泡和介质粘附效应的影响。使用夹紧装置将源盒安装在管道上。单独支撑夹紧装置，避免 QG2000 源盒重量 (350kg) 作用在管道上。

3.3 安装

3.3.1 运输固定

QG 2000 上有起重机运输源盒用固定装置 (参考 “ 外形尺寸图 ” (→ 19))。

3.3.2 安装支架



注意！

为了确保稳定测量和持久的辐射防护，必须将 QG 2000 牢固拧入在结构坚固、低振动的安装支架上，在所有操作条件下，安装支架均能承载 350 kg 重量。直接在容器上安装时，通常需要附加其他支撑。

特别是在船舶或挖泥船上使用 QG 2000 时，管道上的夹紧装置必须能承载加载在其上的所有负载，并提供合适的支撑。

螺纹接头的外形尺寸请参考 “ 技术参数 ” (参考图示说明 (→ 19))。

3.4 安装后检查

必须采取下列措施确保安装后的辐射防护：

3.4.1 测量局部剂量率



警告！

安装后，必须立即测量源盒和探测器附近的局部剂量率。根据安装条件，实际波束可以发射至通道外，进行散射。在此情形下，必须使用附加铅板屏蔽层或铁屏蔽层进行屏蔽。标识或标记所有控制区和未经授权禁止进入的区域。

3.4.2 限制工作波束区域



警告！

封锁进入工作波束的区域。身体部分 (手、胳膊、头) 禁止进入波束区域。关闭并标记所有当前容器入口。由辐射安全官员保管钥匙。

控制区在工作波束 (需测量) 之外时，也必须封锁。

4 接线



注意！
以下说明仅适用于带远程开关状态显示控制启动器的 QG 2000 型号 (开 (ON) 或关 (OFF))。

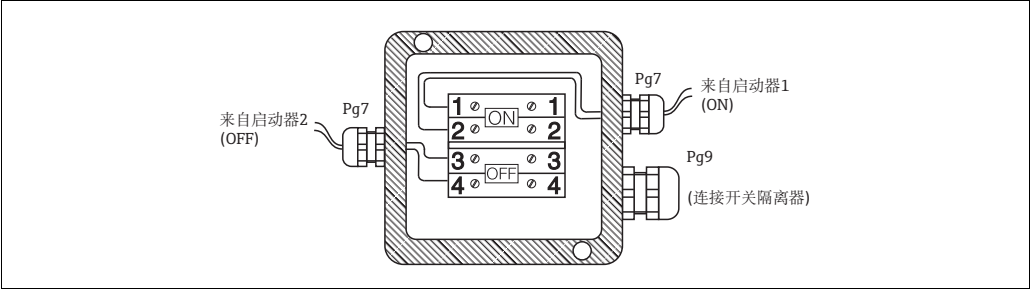
4.1 启动器和隔离开关放大器

除了提供的玻璃窗口，采用此设计可以通过 Pepperl+Fuchs 的两个接近开关检测开关状态。

使用下列隔离开关放大器可以评估信号，例如：Pepperl+Fuchs 的隔离开关放大器：

- KFA6-SR2-Ex2.W (230 V AC)
- KFD2-SR2-Ex2.W (24V DC)

4.2 接线盒



接线盒上的 Pg 7 缆塞在出厂时用作启动器。Pg 9 缆塞连接隔离开关放大器。

下表介绍了引脚分配：

接线端子 1、2	启动器，适用于位置“辐射打开 (ON)”
接线端子 3、4	启动器，适用于位置“辐射关闭 (OFF)”

接线盒盖内侧提供接线图。

5 操作

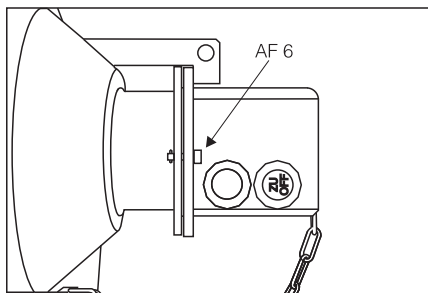
5.1 打开放射线波束



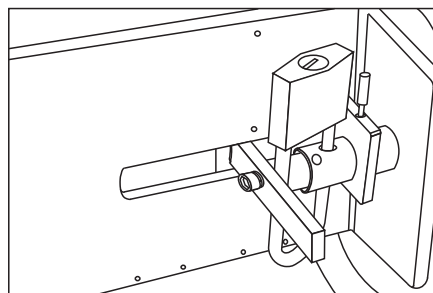
开启放射线的安全指南

打开放射线波束时，需要确保辐射区中（或容器内）无任何人员。
仅允许经培训的专业人员开启放射线波束。

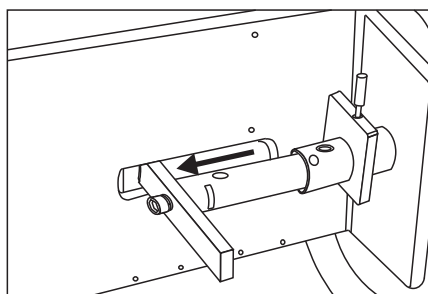
操作步骤



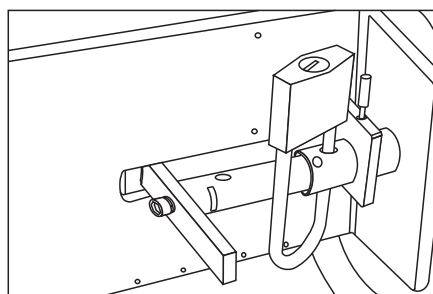
1. 松开AF 6内六角螺丝；拆除防护盖。



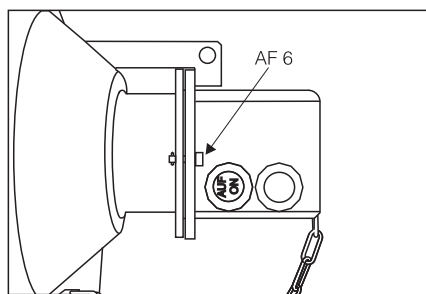
2. 拆除挂锁。



3. 将滑动器放置在ON位置上。



4. 安装挂锁。

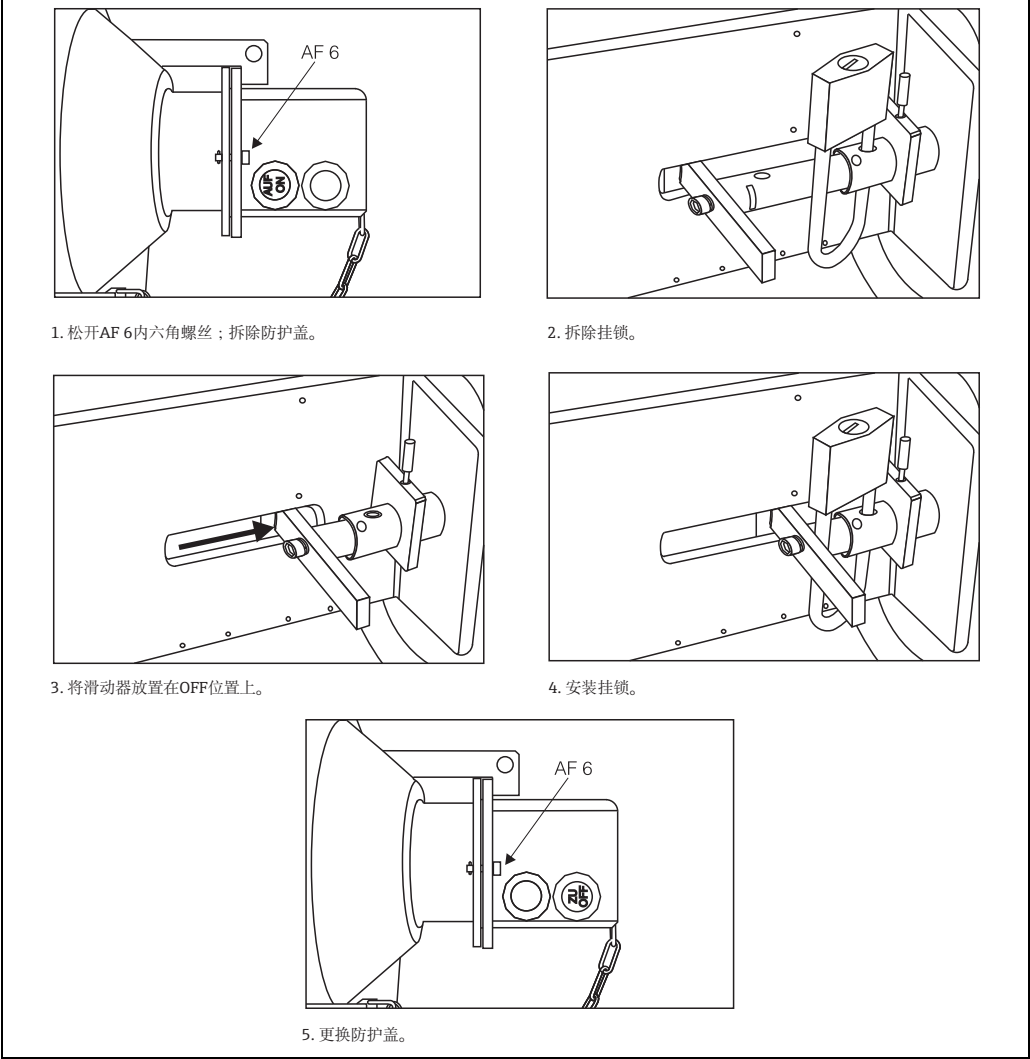


5. 更换防护盖。

1. 拆下防护罩上的六颗内六角螺丝，并拆除。
2. 打开并拆除挂锁，挂锁将支撑杆固定在“OFF”位置上。
3. 使用滑动器将源盒支撑杆插入“ON”位置：标签“ON”可见，标签“OFF”不可见。
4. 安装挂锁和锁。
5. 更换防护盖，并使用螺丝安全固定。

5.2 关闭放射线波束

操作步骤



1. 拆下防护罩上的六颗内六角螺丝，并拆除。
2. 打开并拆除挂锁，挂锁将支撑杆固定在“ON”位置上。
3. 使用滑动器将源盒支撑杆插入“ON”位置：标签“ON”可见，标签“OFF”不可见。
4. 安装挂锁和锁。
5. 更换防护盖，并使用螺丝安全固定。

5.3 更换放射源



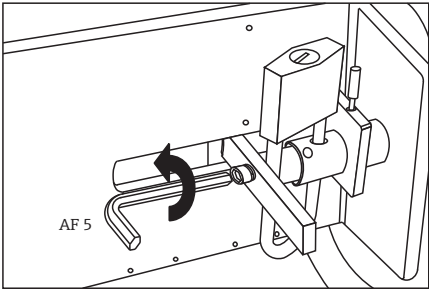
更换放射源的安全指南

- 仅允许授权专业人员执行所有维护工作，例如：拆除或更换放射源，人员必须按照当地法规或操作许可证要求经过专业培训。确保操作许可证有效。必须符合当地条件要求。
- 所有操作仅允许在安全（屏蔽）位置上进行。必须执行安全步骤，保护人员避免出现任何可能的风险。
- 仔细准备能确保尽快完成所有操作步骤。开始操作前应提供下列工具和设备：
 - 6 AF 内六角扳手
 - 5 AF 内六角扳手
 - 14 AF 扳手
 - 钳子，用于操作放射源
 - 屏蔽容器，用于新老放射源
- 更换源盒时，严格本手册中所有操作指南要求。

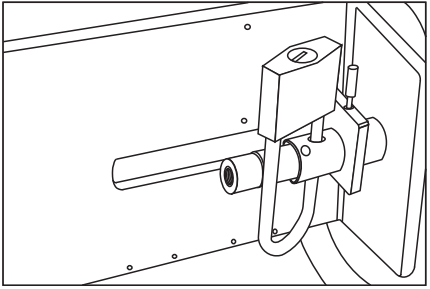
操作步骤（参考图示（→ 图18））

1. 松开防护罩上的 6 AF 内六角螺丝，并拆下螺丝。源盒支撑杆处于“关闭 (OFF)”位置处，并通过挂锁安全锁定。使用 5 AF 扳手或螺丝刀松开两颗螺母。
2. 取出螺母和垫圈，并取下滑动器。
3. 解开并拆下挂锁。拆除源盒支撑杆，直至标记槽 1 可见。旋转源盒支撑杆，直至标记槽 2 与保持螺丝呈一条直线。拧上保持螺丝，固定保护管。
4. 使用 14 AF 扳手松开防护管上的源盒支撑杆。
5. 握住源盒支撑杆，使其位置高于包装中的运输容器。使用钳子从源盒支撑杆中取出放射源（或适用于合适的工具松开 M4 螺纹放射源），并将其放置在运输容器中。将新放射源放置在源盒支撑杆的孔口，直至接头与弹簧啮合（或将 M4 螺纹拧入，扭矩为 $2+0.5 \text{ Nm}$ ）。立即将源盒支撑杆推入保护管中。
6. 将源盒支撑杆拧入保护管中，并使用 14 AF 扳手固定。
7. 从孔口拆除保持螺丝，直至整个支撑杆易于移动。滑动整个源盒支撑杆，使其进入源盒中，直至孔口与“关闭 (OFF)”位置处的挂锁处于同一条直线上。安装并锁定挂锁。
8. 将滑动器安装在源盒支撑杆的螺纹连接上，使用垫圈和 10 AF 螺丝固定。更换防护盖，并使用螺丝牢固固定。

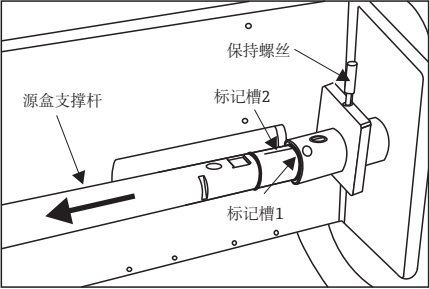
更换放射源：操作步骤



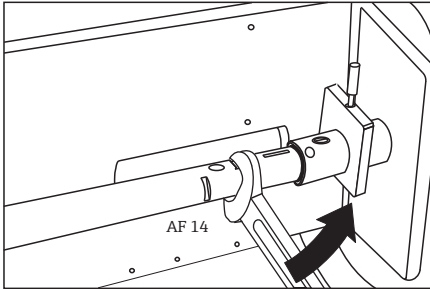
1. 松开AF 6内六角螺丝。



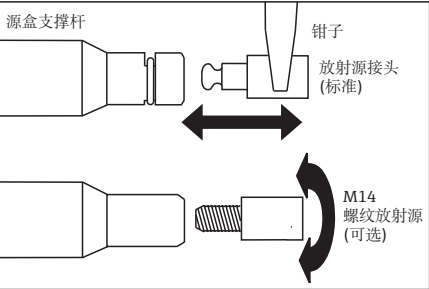
2. 拆除滑动器。



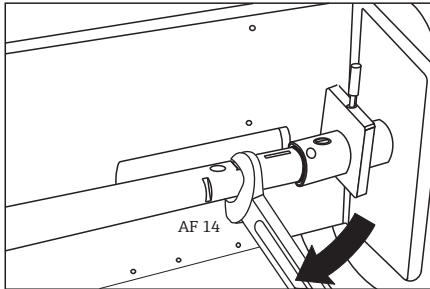
3. 拆除挂锁。拆除源盒支撑杆，直至标记槽可见。
拧上保持螺丝，固定保护管。



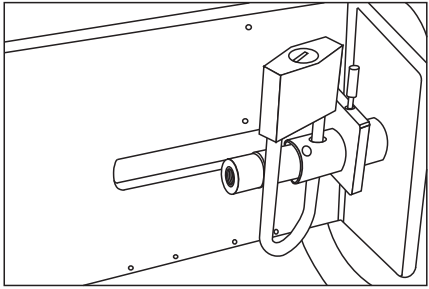
4. 从保护管上拧下源盒支撑杆。



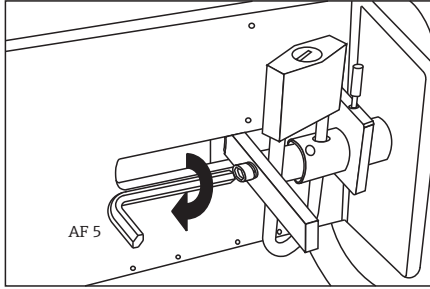
5. 拆除(及拧松)老放射源。放入新放射源。



6. 将源盒支撑杆拧入保护管中。松开保持螺丝。



7. 在OFF位置处锁定源盒支撑杆。

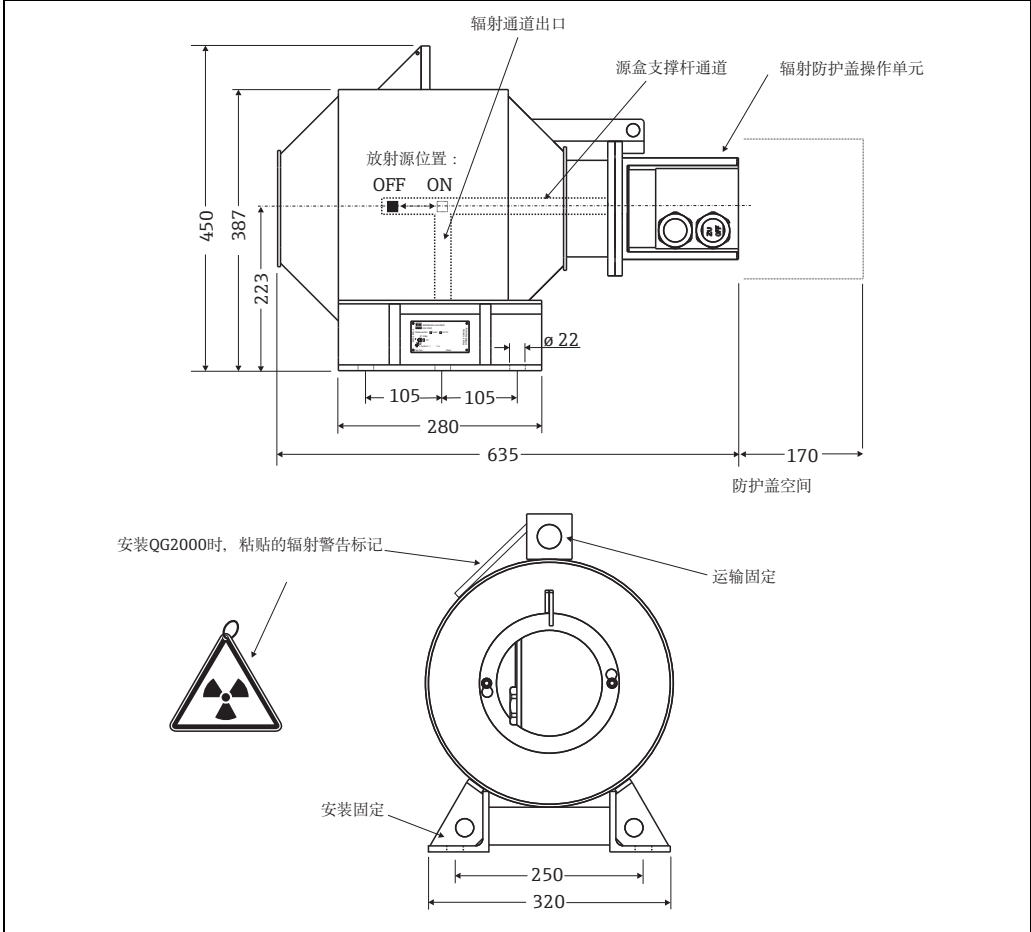


8. 插入滑动器，并使用垫圈和螺丝固定。

6 技术参数

6.1 设计

6.1.1 外形尺寸



6.1.2 附加参数

重量
约 350 kg

外壳材料
不锈钢 1.4571 (SS 316Ti)
下列表面处理方式:

- 玻璃珠泡
- 环氧瓷釉涂层
- 抗海水腐蚀涂层

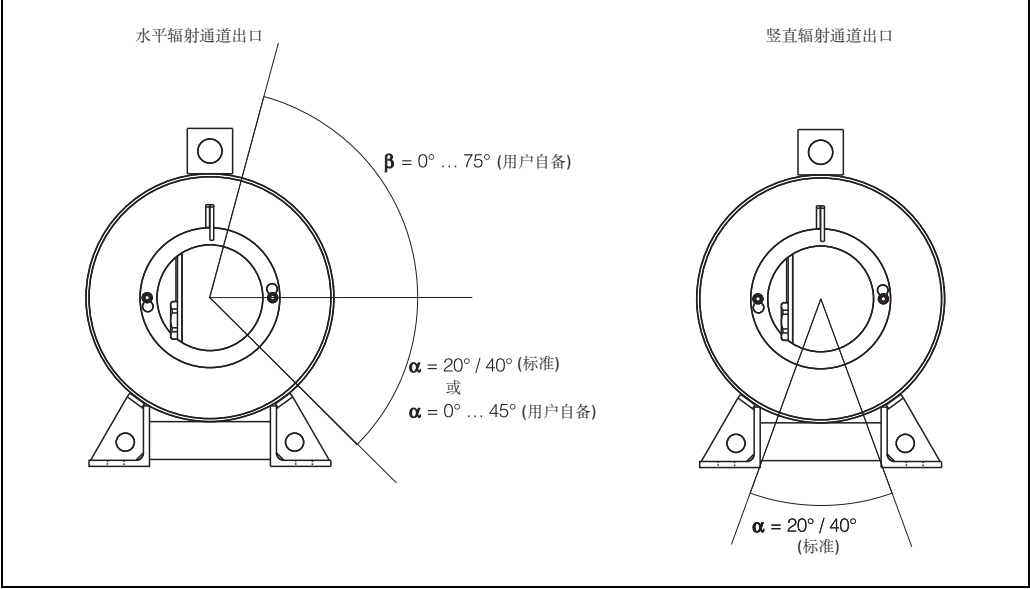
屏蔽材料
铅

开关设备
开关设备的耐腐蚀性通过测试, 符合 DIN VDE 0412-1 标准, 章节 9.4。

6.2 辐射通道

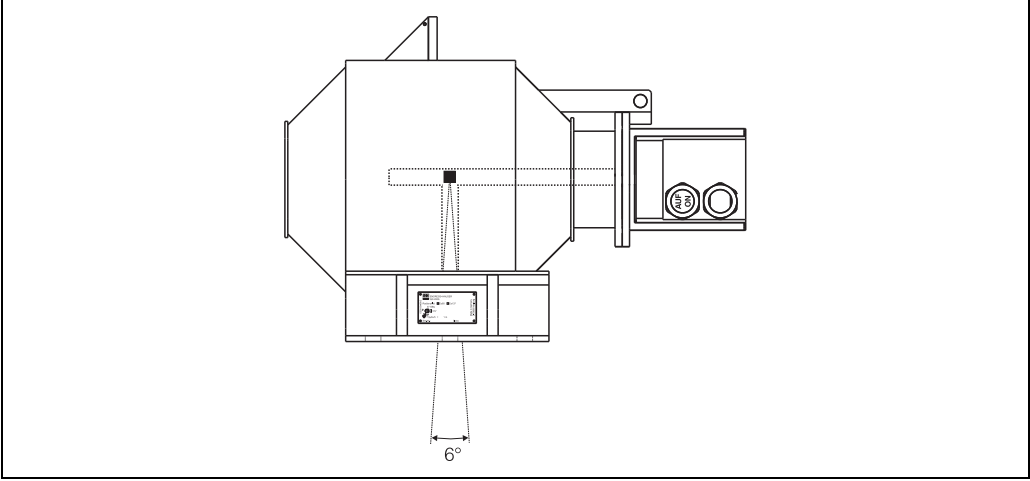
6.2.1 安装位置 / 发射角

基座 / 水平或基座 / 竖直



6.2.2 波束辐射通道宽度

6°, 适用于所有型号

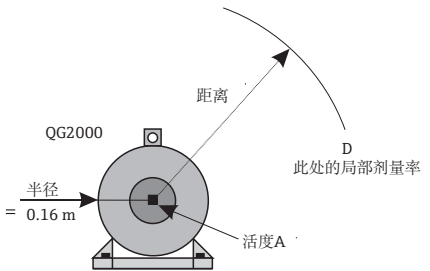


6.3 辐射保护效果

6.3.1 衰减系数 / 半值层 (关闭时)

	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs
衰减系数 F _s	4.096	8.388.000
半值层数	12	23

6.3.2 计算局部剂量率或控制区



QG2000

半径
= 0.16 m

距离

D
此处的局部剂量率

活度A

$$D = K \frac{A}{r^2 F_S}$$
$$r = \sqrt{\frac{KA}{DF_S}}$$

D : 局部剂量率 [μSv/h]
r : 与放射源的距离 (控制区) [m]
A : 放射源活度 [GBq]
F_s : 衰减系数 (参考上表)

K = 357 μSv m² / h GBq (= 13.200 μSv m² / h Ci) 适用于 ⁶⁰Co
K = 95 μSv m² / h GBq (= 3.550 μSv m² / h Ci) 适用于 ¹³⁷Cs

控制区定义为距离放射源的指定距离 r，使用活度 A 时，局部剂量率衰减至数值 D。

使用 ⁶⁰Co 的计算实例

A = 11 GBq (300 mCi) r = 0.21 m (≅ 0.05 m, 表面上)	⇒ D = 22 μSv/h
--	----------------

A = 11 GBq (300 mCi) D = 2.5 μSv/h	⇒ r = 0.62 m (≅ 0.46 m, 表面上)
---------------------------------------	------------------------------

使用 ¹³⁷Cs 的计算实例

A = 185 GBq (5 Ci) r = 0.21 m (≅ 0.05 m, 表面上)	⇒ D = 0.048 mSv/h (远低于所有限定值)
--	--------------------------------

放射线测量中使用任意活度的铯放射源时，无控制区。

6.4 环境条件

6.4.1 防止外部干扰

保护 QG2000 源盒支撑杆，防止带 O 型圈的其他金属护套的外部影响。
(防护等级：IP65，符合 DIN 40050 标准，第 1 页和 EN 60529 标准)。

6.4.2 环境温度

不带启动器，适用于远程显示

T = -20...200 °C (Cl. 3，符合 DIN VDE 0412-01 标准)

带启动器，适用于远程显示

T = -20...100 °C (Cl. 2，符合 DIN VDE 0412-01 标准)

6.4.3 阻燃性

测试符合 DIN VDE 0412-1 标准，章节 6.4，
即：30 min，800 °C 时

6.5 证书和认证

PTB

⁶⁰Co 剂量分布图 (37GBq / 1000 mCi)

德国船级认证

根据应用特殊选型订购

接近开关 (Pepperl+Fuchs)

- 防护等级：IP 67，符合 IEC 60529 标准
- EEx ia IIC T6 或 EEx ib IIC T6 (PTB 认证号：Ex 83/2022 X)

CNSC 证书

适用于在加拿大应用，提供下列 CNSC 证书：

- QG2000 的证书号：094-0159-0-2017



注意！

使用 CNSC 证书时，必须遵守附加 《安全指南》 SD00142F 中的要求。

Endress+Hauser中国销售中心总部

上海市闵行区江川东路458号

电话: +86 21 2403 9600
+86 21 2403 9700
+86 4008 86 2580 (服务热线)
传真: +86 21 2403 9607
邮编: 200241
www.cn.endress.com
info@cn.endress.com

Endress+Hauser 
People for Process Automation