



中华人民共和国国家标准

GB 13160—91

轻水堆核电厂 辐射屏蔽检测大纲

Program for testing radiation
shields in light water reactors(LWR)

1991-09-03发布

1992-05-01实施

国家技术监督局 发布

中华人民共和国国家标准

轻水堆核电厂 辐射屏蔽检测大纲

GB 13160—91

Program for testing radiation
shields in light water reactors (LWR)

1 主题内容与适用范围

本标准规定了轻水堆核电厂辐射屏蔽检测大纲的一般原则,必须的辐射检测项目以及对所使用的辐射测量仪器的一般要求。

本标准适用于各种陆地固定式轻水堆核电厂,对于核供热厂亦可参照使用。

2 术语

2.1 一次屏蔽体

一次屏蔽体是指将来自反应堆压力容器的中子和 γ 辐射降低到设计允许水平的屏蔽体。

2.2 二次屏蔽体

二次屏蔽体是将来自反应堆压力容器以外的一回路系统的中子和 γ 辐射以及贯穿一次屏蔽体后的辐射降低到设计允许水平的屏蔽体。

2.3 辅助屏蔽体

辅助屏蔽体是将收集、处理或贮存一回路系统以外的放射性物质的设备和管道所发出的辐射降低到设计允许水平的屏蔽体。

2.4 控制高度

控制高度是指距地面 2~3 m 的高度。此高度以下的区域为电厂工作人员经常活动的场所。

2.5 辐射基准点

辐射基准点是一些编号的位置,在这些位置必须进行定点辐射测量,并在整个测试程序中始终加以记录。

3 屏蔽检测的目标

屏蔽检测的目标是验证在核电厂中对运行寿期内可能存在的辐射源是否提供了足够的屏蔽。屏蔽检测应能发现屏蔽体中对屏蔽效果有明显减弱的缺陷,并指明它的位置和对屏蔽效果减弱的程度。为此,检测程序必须提供屏蔽体外侧的实际剂量率值,以便与设计值比较。

4 辐射屏蔽检测的方法和要求

4.1 总则

4.1.1 必须对电厂内为减少工作人员受到的中子和 γ 辐照而设计的所有屏蔽体进行检测。对每个屏蔽体的检测,最终必须获得足以确定屏蔽是否满足设计要求的数据。可用下列两种方法之一获得所需的数据:

国家技术监督局 1991-09-03 批准

1992-05-01 实施

a. 在实际辐射源的能通量接近用于屏蔽设计时所用的数值时进行测量；

b. 在较低辐射源能通量下进行测量，将测得的结果外推到用于屏蔽设计时所用的辐射源能通量水平。

4.1.2 一般可在电厂提升功率期间检测一次屏蔽和二次屏蔽的复合屏蔽效果。一次屏蔽的屏蔽效果通常仅在持续运行一段周期后的停堆期间进行检测。

4.1.3 必须使测量工作人员所受的剂量当量保持在可合理做到的最低水平。除非有遥控仪表可供利用，一般情况下，检测应在工作人员可以进入的运行功率水平下进行。

4.2 检测位置的选择

4.2.1 一般原则

在屏蔽设计中，贯穿部位和不连续部位的屏蔽设计比确定屏蔽厚度包含更大的不确定性，因此屏蔽检测程序中的一个重要部分是验证通过贯穿部位和不连续屏蔽体的辐射所造成的剂量率的贡献不会导致总剂量率超过设计允许值。

核电厂内的辐射源通常是由水平的和垂直的屏蔽体所包围，在检测中应将屏蔽体按水平和垂直分成不同的部分，并检测每个部分。

4.2.2 辐射基准点

在屏蔽检测程序中，首先必须在每个屏蔽体的外侧选择一些固定点，即辐射基准点(RBP)。

对每个辐射基准点都应编号，且辐射基准点的位置应有清楚的标志(见图1)。

该标志可设在辐射基准点的位置上或其附近。如该标志不能设在应进行测量的辐射基准点上，则在标志中应指明实际的测量位置。

辐射基准点的选择有下列两个基本要求：

a. 在辐射基准点及其附近的测量应能预计当辐射源能通量接近设计水平时，屏蔽体是否满足设计要求；

b. 在实施辐射基准点上的测量时，屏蔽体应为检测人员提供足够的个人防护。

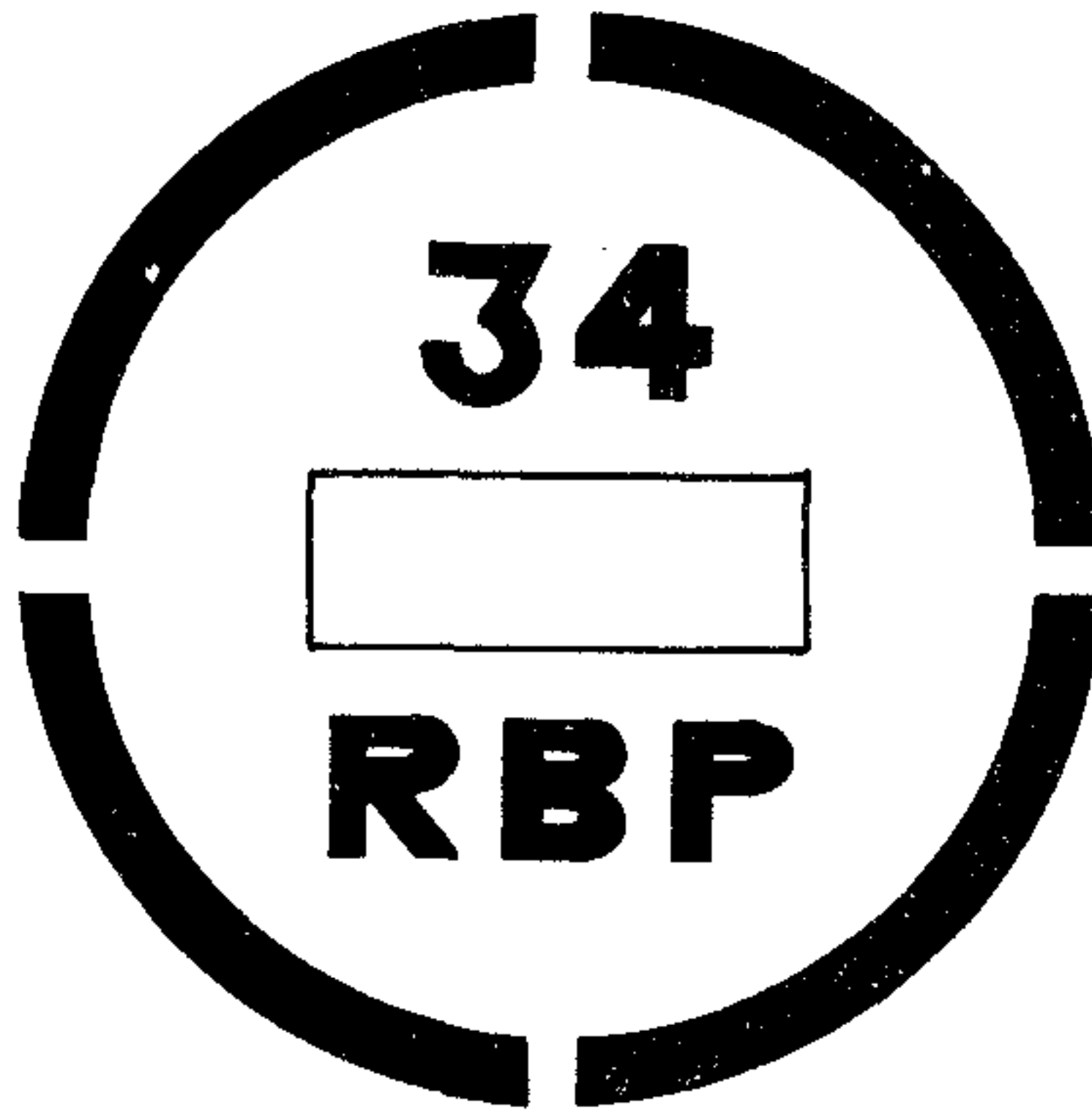


图1 辐射基准点(RBP)标志(直径20 cm)示意图

4.2.3 水平屏蔽体

核电厂中有三种形式的水平屏蔽体：

- a. 地板为屏蔽体;
- b. 屋顶为屏蔽体;
- c. 地板和屋顶均为屏蔽体。

在上述三种情况中,辐射基准点都应设在距地板以上 1 m 高处。对每个屏蔽体最初的辐射基准点应设在紧靠预计剂量率最高的地方。

4.2.4 垂直屏蔽体

垂直屏蔽体的检测分为两个部分,即在距地板 2~3 m 的高度(控制高度)以下的测量和此高度以上的测量。

在控制高度以下的垂直屏蔽体的测量中,最初的辐射基准点应设在紧靠该屏蔽体外表面上预计剂量率最高的地方(不包括在屏蔽体上的贯穿部位出现的高剂量率)。

在控制高度以上的测量中,最初的辐射基准点应设在距被测的垂直屏蔽体下的地板 1 m 高的水平面上,其确切的位置是来自被测屏蔽体后的辐射源的预计剂量率贡献最大处。

4.2.5 贯穿部位

如果贯穿部位是在地板或垂直屏蔽体的控制高度以下,其辐射基准点应设在预计剂量率最大的贯穿处。

对于在垂直屏蔽体中距地面 2~5 m 之间的贯穿部位,如果有可能通过可移动式或平台式的梯子接近这一部位,则应在该贯穿部位设置辐射基准点。

对于屋顶上或垂直屏蔽体中距地板 5 m 以上的贯穿部位,如果在电厂运行寿期内需多次接近,则应在该贯穿部位设置辐射基准点。

4.2.6 迷道

必须对所有的迷道进行检测,辐射基准点应设置在迷道入口处。

低功率时,应在迷道入口和沿迷道进行扫描测量以确定迷道设计是否满足设计要求。

4.2.7 屏蔽门

必须检测屏蔽门的屏蔽效果,测量时可把屏蔽门当作附加的垂直或水平屏蔽体。

4.2.8 阴影屏蔽体

可采用与第 4.2.4 条中检测控制高度以上的垂直屏蔽体相似的方法来设置辐射基准点。

4.3 屏蔽测量方法

4.3.1 水平屏蔽体

应在距地板 1 m 高处进行扫描测量,且扫描路线的间隔不应超过 1 m。

本标准建议两种可行的扫描路线,见图 2 a 和图 2 b。

如果地板或屋顶或二者一起作为屏蔽体时,必须在按第 4.2.3 条的要求所确定的辐射基准点上,进行定点测量。

如果扫描过程中,发现测量的辐射水平(根据测量时的源项条件进行适当修正后)超过设计水平,则必须确定可能存在屏蔽缺陷的确切位置,并在该处设置新的辐射基准点,直至屏蔽缺陷被纠正为止。

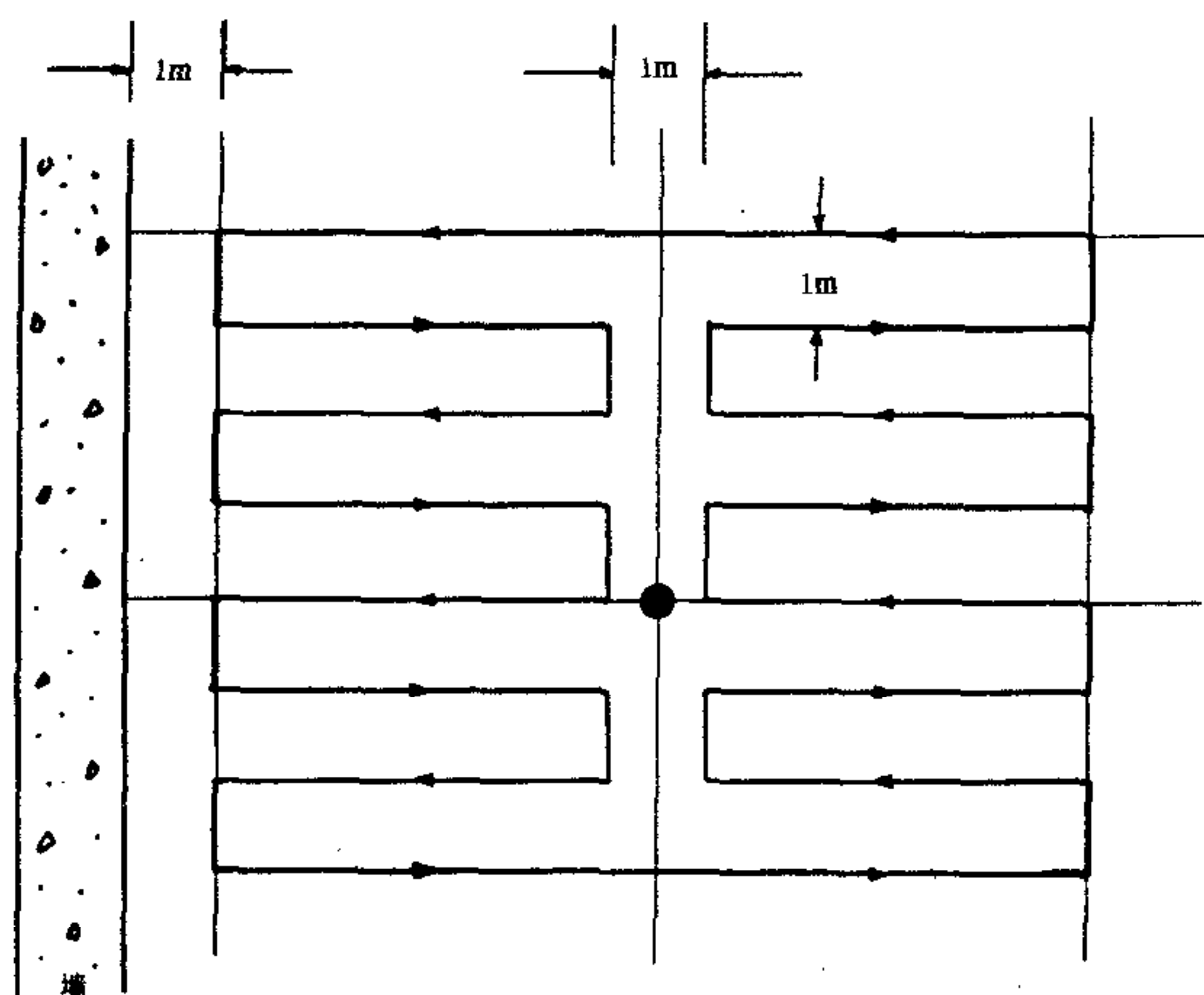


图 2a 水平屏蔽体(平面图)扫描路线(A)示意图

• 辐射基准点(在 1 m 高处); — 扫描路线(在 1 m 高处)

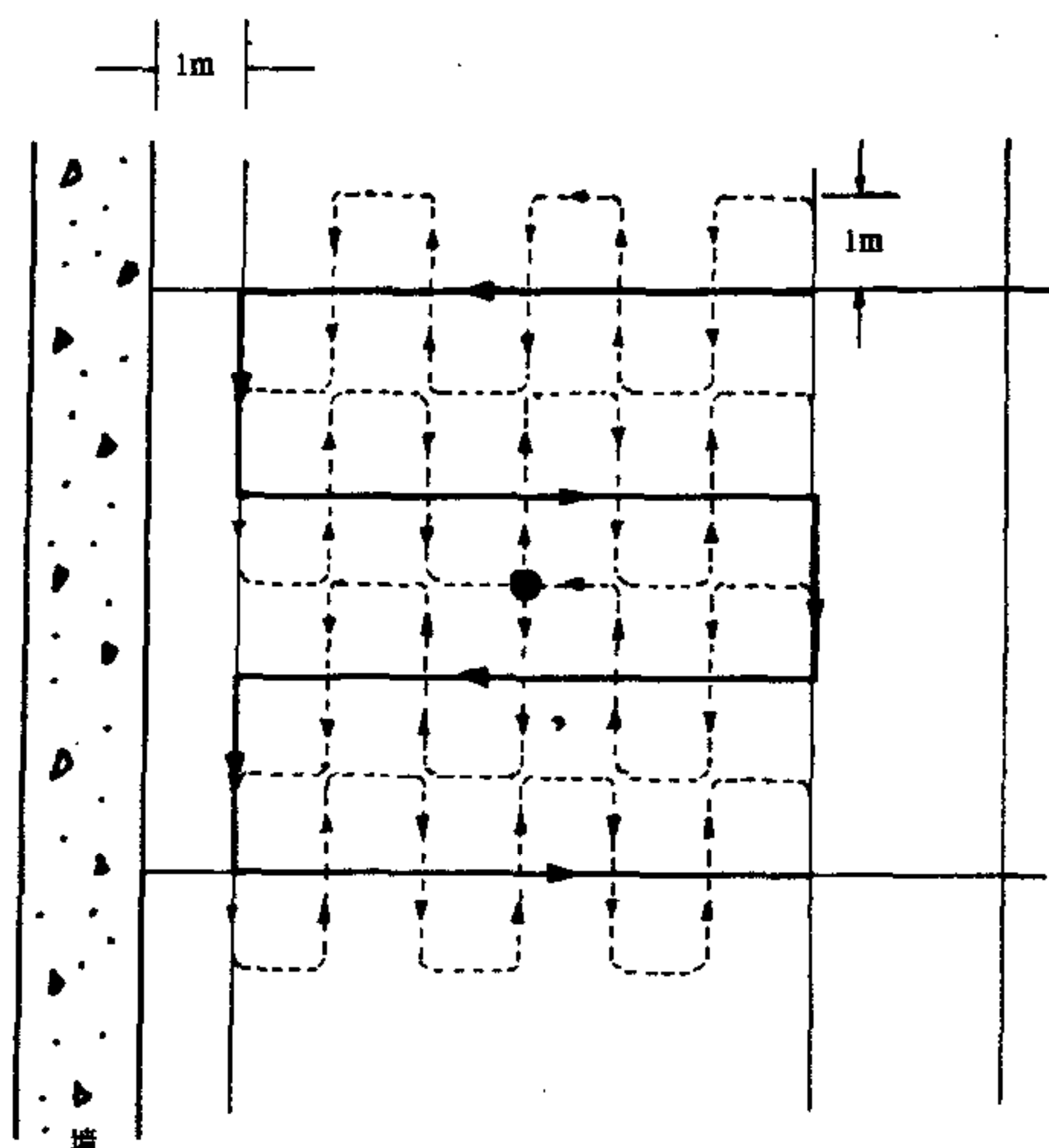


图 2b 水平屏蔽体(平面图)扫描路线(B)示意图

• 辐射基准点(在 1 m 高处); --- 仪器扫描路线(在 1 m 高处); — 测试人员行走路线

4.3.2 垂直屏蔽体

必须将探测器靠近屏蔽体外表面进行测量。扫描路线应距地板 1~2 m 的区域内,且路线的间距不

应超过 1 m, 本标准建议一种可行的扫描路线, 见图 3。

对于控制高度以上的垂直屏蔽体可利用第 4.3.1 条中的扫描方式来测量。

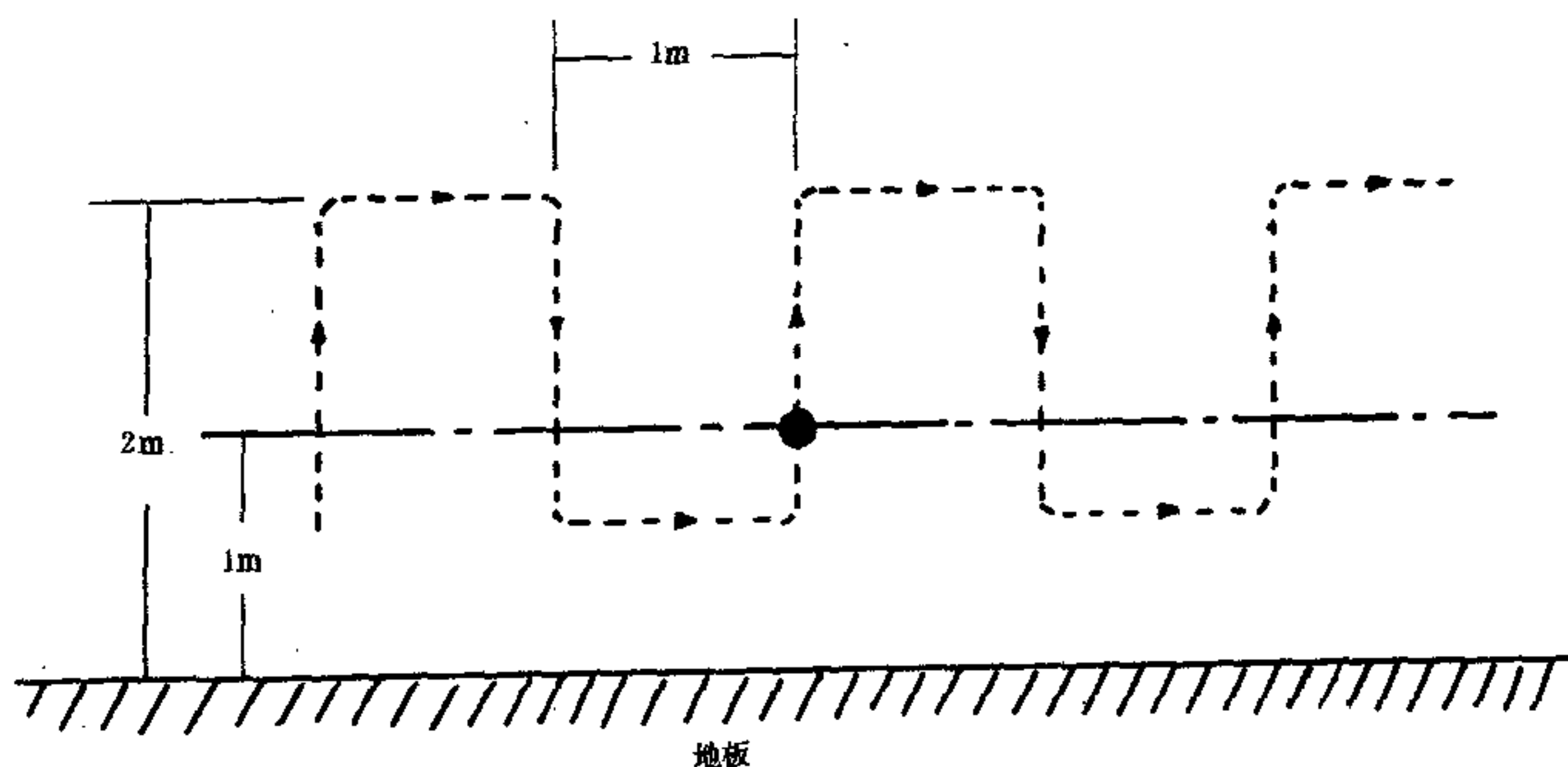


图 3 垂直屏蔽面(立面图)扫描路线示意图

· 辐射基准点(在垂直屏蔽体表面); --- 仪表扫描路线

与第 4.3.1 条中的做法一样, 如果扫描中发现某处的剂量率超过设计值, 则必须确定可能存在屏蔽缺陷的位置, 并在该处设置新的辐射基准点, 直到屏蔽缺陷被纠正为止。

4.3.3 贯穿部位

必须围绕贯穿部位进行扫描测量。如果发现测得的剂量率(经修正后)大于设计值, 则必须反复检查, 确定可能存在屏蔽缺陷的位置, 并在该处设置新的辐射基准点, 直至屏蔽缺陷被纠正为止。

4.3.4 迷道

按第 4.2.6 条中描述的方法进行测量。

4.3.5 屏蔽门

按第 4.3.1 或 4.3.2 条中描述的方法进行测量。

4.3.6 阴影屏蔽

必须在辐射基准点附近距地板 1 m 高的水平面上扫描测量。

4.4 屏蔽检测阶段

4.4.1 屏蔽检测分为下列四个阶段:

- 设计和建造阶段;
- 调试运行前阶段;
- 调试运行阶段;
- 正式运行阶段。

4.4.2 调试运行阶段的屏蔽检测又可分为低功率, 中等功率和高功率三个阶段进行。各阶段的功率划分见表 1。

表 1

检测阶段	反应堆调试运行功率占设计额定功率的百分比, %
低功率检测	<10
中等功率检测	40~60
高功率检测	90~100

中子测量仪表的特性应包括:

- a. 对于热中子和能量在 0.2~7 Mev 的中子,在 0.5~50 000 $\mu\text{Sv/h}$ (0.05~5 000 mrem/h)的测量范围内,误差应 $<\pm 20\%$;
- b. 在热中子能量到 0.2 Mev 的能量范围内,剂量当量率的固有过响应系数不超过 4;
- c. 应能满足第 6.2.2 条的要求。

6 实施和数据处理

6.1 实施管理

6.1.1 屏蔽检测大纲必须在辐射防护专家和质量保证(或控制)专家的监督下实施。

6.1.2 在屏蔽检测大纲实施前,电厂营运部门必须提供描述实施屏蔽检测大纲的详细计划,并由主管部门和质量保证专家审核批准后方可实施。

6.1.3 在实施屏蔽检测大纲时,必须确保测量人员所受的剂量保持在可合理做到的最低水平。

6.2 设计资料

6.2.1 屏蔽设计者应提供有关核电厂屏蔽设计文件,它应包括用于辐射防护的源项和初始辐射基准点处的剂量率水平等方面的资料。这些资料必须足够详细,以便能与屏蔽检测程序得到的测量结果相比较。

6.2.2 屏蔽设计者和电厂有关工作人员必需审核每个初始辐射基准点,如发现更合适的辐射基准点位置,且确有必要进行测量,则应增加新的辐射基准点。在这种情况下,设计者应提供新位置的剂量率水平,并用它与测量值进行比较。

6.2.3 在实施核电厂检测大纲时,屏蔽设计者应提供现场的技术帮助。

6.3 数据的获取

6.3.1 人员

数据应由 2 名合格的测量人员组成的小组获取,其中 1 人拿仪表,1 人负责记录。

6.3.2 屏蔽检测数据表格

屏蔽检测的结果应记录在数据表格中。中子和 γ 射线测量的数据表格的形式见表 2。每个辐射基准点用一张数据表格。

6.4 数据分析

数据分析表格的形式见表 3。

为了能判定屏蔽体是否满足设计要求,需根据设计时所假设的源项条件对测量的结果进行修正,修正好的数值填在数据分析表格的相应栏目中。

6.5 记录和保存

测量结果的数据表格副件,必须作为屏蔽检测文件逐一存档并保存在一个合订本中。以便能为今后的设计提供参考数据。

表 2 屏蔽检测数据表

电 厂 _____

源项描述 _____

电厂位置 _____

辐射基准点号 _____

屏蔽描述 _____

测量 时间	功率 水平 MWt	仪表 型号	辐射基准点读数		扫描测量 ¹⁾				测量者	评价
			γ 射线 C/kg·h (R/h)	中子 mSv/h (mrem/h)	γ 射线 mSv/h (mrem/h)	位置	中子 mSv/h (mrem/h)	位置		

注：1) 此栏用于记录在扫描中测到的高于辐射基准点附近剂量水平的剂量当量率。

表 3 数据分析

电 厂 _____

源项描述 _____

电厂位置 _____

辐射基准点号 _____

设计值:γ _____

中子 _____

测量 日期	中子 mSv/h(mrem/h)		调整的 类型	调整后的 测量	比 值 调整值/设计值	数 据 分析者	评价					
	γ 射线 C/kg·h(R/h)											
	辐射基准点	修正										

附加说明:

本标准由中国核工业总公司提出。

本标准由核工业第二研究设计院负责起草。

本标准主要起草人晏征宇。

本标准等效采用美国国家标准 ANSI/ANS-6.3.1—1987《轻水堆核电厂辐射屏蔽测试大纲》。

(京)新登字 023 号

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
轻 水 堆 核 电 厂
辐 射 屏 蔽 检 测 大 纲
GB 13160—91

*
中国标准出版社出版
(北京复外三里河)
中国标准出版社北京印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印

*
开本 880×1230 1/16 印张 3/4 字数 18 000
1992 年 6 月第一版 1992 年 6 月第一次印刷
印数 1—2 000

*
书号: 155066 • 1-8783

*
标 目 189—16