

工业 X射线探伤作业场所辐射场剂量分布

刘小莲, 麦维基, 贾育新, 谭光享, 曾锡慎

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2007)03-0295-01

【摘要】 目的 探讨 X射线探伤作业时的辐射场分布情况。方法 对室外移动式 X射线探伤机周围不同距离放置剂量测量元件测量累积剂量; 并同时在可接受剂量水平的剂量元件放置点用 PDR2仪器直接读数; 分别测量 X射线探伤机作业时不同 kV值、以及 X射线探伤机照射窗口分别放置或不放置被探伤物体时的辐射场剂量分布。结果 X射线探伤作业时辐射场各方向上 X射线照射剂量率随着与 X射线管焦点距离的增大而逐渐降低。有用线束照射方向的正前方剂量率最高, 比左右前 45°方向普遍高一个数量级, 比左右两侧 90°方向及正后方普遍高 2个数量级。结论 以探伤机 X射线管焦点为起点, X射线探伤作业时探伤人员剂量控制区范围划分大约为: 有用 X射线束照射方向的正前方约 90 m处; 左右前侧 45°约 35 m处; 左右侧 90°约 25 m处; 正后方约 20 m处。

【关键词】 X射线探伤; 照射剂量; 剂量控制区

工业 X射线探伤是一种无损探伤, 其应用日益广泛。但广东省目前探伤作业现场的辐射场剂量分布情况如何, 安全防护的最佳距离是多少都没有可供参考数据。另外, 我省每年发生的几起无关人员误闯进入 X射线探伤剂量控制区引起误照射的事故, 在进行事故调查或事故剂量评价时, 由于没有可供参照案例或对照数据, 其事故所致人员误照射剂量较难及时估算, 因此, 调查研究 X射线探伤作业时的辐射场分布情况, 及时估算事故现场受照剂量, 为指导射线探伤现场的辐射防护提供方便、及时、有效的方法及依据。

1 材料和方法

1.1 仪器和剂量元件 ① PDR2— Portable Dose Ratemeter (美国产); ② FJ-377热释光剂量仪 (北京核仪器厂生产); ③ HW-III型热释光退火炉 (中国辐射防护研究院生产); ④ LF(MgCp P)元件及 RM-100型热释光剂量计 (北京放射医学研究

表 1 室外 X射线探伤机周围环境辐射场剂量当量率 (mSv·h⁻¹)

方向	距离 (m)											
	1	3	5	10	15	20	30	40	50	60	80	100
正前方	1915.2	215.6	60.3	5.13	3.51	1.81	1.91	1.03	0.59	0.37	0.18	0.029
左前 45°	32.1	8.09	3.27	0.72	0.39	0.21	0.057	0.022	0.009	—	—	—
右前 45°	31.5	8.17	3.29	0.72	0.37	0.21	0.061	0.023	0.008	—	—	—
左 90°	8.94	2.97	1.53	0.31	0.14	0.061	0.018	0.008	—	—	—	—
右 90°	9.57	3.51	1.59	0.33	0.14	0.065	0.020	0.007	—	—	—	—
正后方	2.77	0.68	0.31	0.15	0.071	0.035	0.016	—	—	—	—	—

由表 1可见, 各方向上 X射线照射剂量率随着与 X射线管焦点距离的增大而逐渐降低。有用线束照射方向的正前方剂量率最高, 比左右前 45°方向普遍高一个数量级, 比左右两侧 90°方向及正后方普遍高 2个数量级。GBZ117-2002《工业 X射线探伤卫生防护标准》规定, 被检物体周围的空气比释动能率在 40μGy·h⁻¹以上的范围内划为控制区, 探伤作业人员应在控制区的边界外操作。从表 1的辐射场剂量分布可看出, 控制区划分范围大约为: 以探伤机 X射线管焦点为起点, 有用 X射线束照射方向的正前方约 90 m处; 左右前 45°约 35 m处; 左右侧 90°约 25 m处; 正后方约 20 m处。

2.2 室外实物 X射线探伤工作场所辐射场剂量分布 在室外开阔平坦场地, X射线探伤机窗口放置 10 mm厚钢板作为被探伤物体。X射线管电压设置为 240 kV 管电流为 5 mA 测量得

所提供)。上述仪器及剂量元件均经计量检定或 226Ra标准源刻度。

1.2 调查对象 广东省范围内最常用的 XXQ-2505型、XXQ-2005型移动式工业 X射线探伤机。

1.3 测量方法 在一平坦开阔场地, 于探伤机周围不同距离的测量点放置剂量元件测量累积剂量; 并同时在可接受剂量水平的剂量元件放置点用 PDR2仪器直接读数; 分别测量了不同 kV值、以及 X射线探伤机照射窗口分别放置或不放置被探伤物体时的辐射场剂量分布。

2 结果和分析

2.1 室外移动式 X射线探伤机周围辐射场剂量分布 在室外开阔平坦场地, X射线探伤机窗口未放置任何被探伤物体, 探伤机 X射线管电压固定为 240 kV 管电流为 5mA时, 探伤机周围辐射场的剂量分布如表 1。

探伤机周围工作场所剂量分布如表 2。

表 2 室外实物 X射线探伤时周围工作场所辐射场剂量当量率 (mSv·h⁻¹)¹⁾

方向	距离 (m)									
	1	3	5	10	15	20	30	40	60	80
正前方	239.9	31.0	8.86	1.76	0.65	0.29	0.12	0.063	0.040	0.021
左前 45°	22.3	4.45	2.06	0.32	0.16	0.081	0.039	0.013	—	—
右前 45°	23.0	4.57	1.93	0.37	0.19	0.076	0.041	0.015	—	—
左 90°	7.35	2.62	1.39	0.22	0.11	0.043	0.015	—	—	—
右 90°	7.41	2.51	1.31	0.31	0.085	0.037	0.012	—	—	—
正后方	1.87	0.43	0.18	0.068	0.031	0.014	—	—	—	—

注: 1) 以 10 mm钢板模型探伤实物遮挡探伤机照射窗口。

由表 2可见, 当实际进行探伤作业时, 由于 X射线管窗口放置的被探伤物体阻挡及吸收了部份 X射线, 使有用线束方向的正前方剂量明显降低; 各不同距离测量点普遍比未放置探伤

作者单位: 广东省放射卫生防护所, 广东 广州 510300
作者简介: 刘小莲 (1971~), 女, 主管技师, 从事放射卫生防护工作。

个人剂量监测的质量保证措施及参加 2006 年比对结果

郭子军, 姚小丽

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2007)03-0296-02

【摘要】 目的 实施个人剂量监测的质量保证措施。方法 参加 2006 年全国个人剂量监测盲样比对。结果 测量结果与约定真值的偏差在 3% 以内。结论 为了确保个人剂量监测数据的可靠性, 重视个人剂量监测实验室的能力建设、建立完善的质量体系是从事个人剂量监测必须重视的问题。

【关键词】 个人剂量监测; 质量保证; 外照射; 比对

职业性照射个人剂量数据是进行职业健康评价的基础, 是采取辐射防护措施、改善辐射监控措施、提高辐射防护计划效能的重要依据, 同时也是流行病学调查、辐射危害研究和医学处置的基础数据。另一方面, 个人剂量数据的特殊性表现在个人剂量数据是具有一定法律效力的个人职业信息。先进国家对个人剂量档案均进行严格的系统的管理。通过这种手段, 主管部门可以从宏观上准确把握职业照射的总体情况, 便于分析和统计; 从职业诉讼的角度看, 由主管部门认可的个人剂量管理机构给出的剂量证明, 其客观性也容易被人们接受。

目前, 我国多数放射性单位均花费了一定的人力、物力从事个人剂量监测和管理的工作, 如何保证积累的这些大量数据的可靠性和可比性, 如何更好地利用这些数据向主管部门提供职业照射的总体情况和个人剂量的总体趋势, 提出合适的建议供主管部门决策, 是从事个人剂量监测和管理的工作人员的使命。我国个人剂量监测单位众多、各监测单位监测数量较少, 手动测量居多, 因此个人剂量监测的质量保证问题尤其值得关注。

作者单位: 中国辐射防护研究所, 山西 太原 030006
作者简介: 郭子军 (1966~), 男, 副研究员, 从事个人剂量管理工作。

物体时降低 1 个数量级; 而左右两侧及正后方各测量点的剂量虽然也有所降低, 但相对不明显。

2.3 不同 kV 值时探伤作业场所剂量分布 X 射线探伤机窗口放置 10 mm 厚钢板作为被探伤物体, 固定 X 射线管电流为 5 mA, 变化管电压 kV 值。测量得探伤作业现场剂量率情况见表 3。

表 3 不同 kV 条件下探伤工作场所
辐射场剂量当量率 (mSv·h⁻¹)¹⁾

kV 值	正前方距离 (m)								
	5	10	15	20	25	30	35	40	50
240	8.86	1.76	0.65	0.29	0.18	0.12	0.081	0.063	0.053
190	3.98	0.79	0.30	0.15	0.095	0.056	0.041	0.035	0.018
150	1.58	0.34	0.16	0.084	0.049	0.036	0.023	0.018	0.008

注: 1) 以 10 mm 钢板模型探伤实物遮挡探伤机照射窗口。

各测量点剂量率变化趋势都是随着 kV 值的降低而明显降低; 当管电压从 240 kV 降低至 150 kV 时, X 射线探伤机正前方的剂量控制区域边界距离从 60 m 减少至 30 m 左右。

3 讨论

(1) X 射线探伤机周围辐射场的剂量分布很不均匀, 等距离线上不同方向测量点的剂量率相差悬殊, 正前方与正后方相比相差 2~3 个数量级。一般情况下, 探伤机窗口的正前方及两侧偏高。在进行移动式 X 射线探伤作业时, 现场操作者应避免开这些剂量偏高的方向。

(2) 根据 GBZ117—2002《工业 X 射线探伤卫生防护标准》^[1] 及 GBZ150—2002《工业 X 射线探伤卫生防护监测规范》^[2], 移动式 X 射线探伤机的控制器与 X 射线管头的连接电

个人剂量监测的质量保证是一项系统工程, 涉及到多方面的工作。虽然技术上有核心和重点, 但作为实验室的质量能力建设, 实际上质量保证涉及到了从数据记录、文件管理到具体技术措施等多方面的规范化操作和管理。核工业个人剂量中心作为中核集团授权的核工业个人剂量监测管理服务机构, 近几年尤其重视实验室的质量建设, 在这些方面取得了一些经验。

1 个人剂量监测的质量保证措施

1.1 实验室质量建设

1.1.1 实验室基本规范 个人剂量监测实验室的基本要求, 应做到干燥、洁净、通风、温度、光线、专用、剂量计整备与监测分离等, 应编制实验室管理规定。就我国目前的状况而言, 不少监测实验室尚不具备这些条件或对此类问题缺乏足够的重视。其结果, 某些条件的影响将足以引入不可控制的测量误差。有条件的单位完全可以参照国际标准《检测和校准实验室能力的通用要求》规范本实验室的建设^[1]。

1.1.2 仪器设备 仪器设备是进行个人剂量监测的基础, 但仪器设备不是购置回来并对测量人员经过简单的培训后就可

缆不得短于 20 m。如以此 20 m 距离作为探伤操作人员的剂量控制区边界, 则只能将控制器放置于探伤机窗口的正后方 (见表 1)。其他方向 20 m 距离测量点的剂量率都大于控制区边界限值 40 μSv·h⁻¹。在现场探伤作业时, X 射线探伤机窗口正后方 15 m 以外的剂量率即低于 31 μSv·h⁻¹ (见表 2)。因此, 探伤操作者应在此方向 15 m 以外操作控制器进行探伤作业。

(3) 加强 X 射线探伤作业现场的防护管理, 经常给探伤作业人员进行辐射防护知识培训, 帮助其建立正确的安全防护观念, 建立安全规章制度, 并严格执行, 是做好 X 射线探伤现场安全防护的首要条件。广东省每年都要发生几起人员误进入剂量控制区, 发生误照射的事故; 或探伤作业人员放置照相底片时误开机发生误照射的事故。其原因都是因为现场探伤作业人员对控制区的边界距离短乏了解或糊涂不清, 从而未设置控制区边界线; 或者没有严格执行操作规程所引起。因此, 移动式探伤机在每次现场作业时, 都要在现场划分剂量控制区和管理区。控制区的划分以剂量率 40 μSv·h⁻¹ 处为边界线, 以探伤作业时现场剂量率分布数据 (见表 2) 显示, 以探伤机窗口正前方 60 m 左右前 45° 方向 30 m 左右侧 90° 方向 20 m 正后方 15 m 的范围作为控制区, 在其边界上悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”标牌, 探伤作业人员应在其边界外操作, 否则必须采取防护措施或计算好可接受剂量才能入内。管理区划分以剂量率 4 μSv·h⁻¹ 处为边界线, 无关人员不得进入管理区。

参考文献:

[1] GBZ117—2002 工业 X 射线探伤卫生防护标准 [S].
[2] GBZ150—2002 工业 X 射线探伤卫生防护监测规范 [S].
(收稿日期: 2007-02-28)