

· 评价与防护 ·

某锅炉公司射线探伤场所职业病危害放射防护现状评价

Evaluation on current situation of radiation protection against occupational hazards in radiographic inspection sites of a boiler company

朱波, 钱前, 杨陆婷, 王海华, 景丽艳, 赵微鑫, 周宇

(杭州市职业病防治院, 浙江 杭州 310014)

摘要: 通过资料收集、调查分析等方法, 对某锅炉公司射线探伤场所开展职业病危害放射防护现状评价。该公司探伤室屏蔽体外周围剂量当量率最近一次检测结果最大值 $<0.09 \mu\text{Sv/h}$, γ 探伤机源容器外表面 5 cm 及 100 cm 处周围剂量当量率的检测结果分别为 159.00 和 $31.85 \mu\text{Sv/h}$, 均符合《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ 132—2008)、《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117—2015) 标准。该公司采取的职业病危害放射防护设施、管理措施及放射工作人员职业健康管理符合相应法规、标准的要求。

关键词: 射线探伤; 放射防护; 现状评价

中图分类号: R147 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X(2023)01-0059-03

DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2023.01.021

射线探伤一般用于金属、非金属等材料制成零部件、铸造及焊接部件的无损检测, 以确定是否存在内部缺陷。在机械、石油、化工、航空、造船、国防等部门, 特别在锅炉压力容器焊缝的检测中广泛应用。射线探伤机工作时会产生一定能量的射线, 若防护不当会对工作人员及公众产生健康损伤^[1-2]。为确保放射工作人员和公众的安全, 现对某锅炉公司射线探伤工作场所放射防护情况、职业病危害放射防护设施及各项管理措施等开展职业病危害放射防护现状评价。

1 对象与方法

1.1 对象 对某锅炉公司射线探伤机工作过程中产生的放射性职业病危害因素进行放射防护检测与评价, 涉及的辐射源项基本情况见表 1。

1.2 方法 根据《中华人民共和国职业病防治法》《工作场所职业卫生管理规定》(国家卫生健康委员会令[2021]第5号)、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(中华人民共和国国务院令 709号)、

表 1 探伤室辐射源项基本情况

装置名称	型号/放射源	参数/活度	数量(个)
X 射线探伤机	MG452	450 kV、10 mA	1
	ICM-D3006	280 kV、5 mA	1
γ 射线探伤机	^{60}Co	$3.5 \times 10^{12} \text{Bq}$	1

注: ^{60}Co 源活度为检测当天活度, 出厂活度(2020 年 11 月)为 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ 。

《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ 132—2008)、《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117—2015)等国家法律、法规、规范和相关标准, 通过调查分析、资料收集、现场检测, 对该公司的放射防护工作进行职业病危害放射防护现状评价。

现场检测使用的仪器为 451P-DE-SI-RYR 型 X、 γ 射线巡测仪, 在探伤室周围进行定点检测。(1) 探伤室出入口外 30 cm, 测定门左、中、右 3 点和门缝四周;(2) 四周墙体外 30 cm, 每个墙面测定 3 点;(3) 操作位和墙外电缆线出口各 1 点;(4) γ 射线探伤机源容器外表面 5 cm 和 100 cm 处。

1.3 质量控制 本次现场检测使用仪器检定合格并在有效期内; 检测与评价人员均取得专业技术人员资质证书; 评价过程按照建设项目职业病危害现状评价标准规范实施。

2 结果

2.1 工作场所布局与分区 探伤室位于生产厂房西北角, 平面布局见图 1。探伤室为单层建筑, 顶棚上方人员无法到达。以探伤室的构筑物为边界, 边界内设定为控制区。构筑物边界外围临近区域设定为监督区。

2.2 屏蔽防护设施 探伤室屏蔽防护设施见表 2。

2.3 安全防护设施 探伤室安全防护设施见表 3。

2.4 放射防护检测结果 查阅近三年检测报告, 2019—2021 年使用 ^{75}Se 检测当天活度 $1.6 \times 10^{12} \text{Bq}$ 、

作者简介: 朱波(1988—), 男, 工程师, 从事放射卫生检测评价工作。

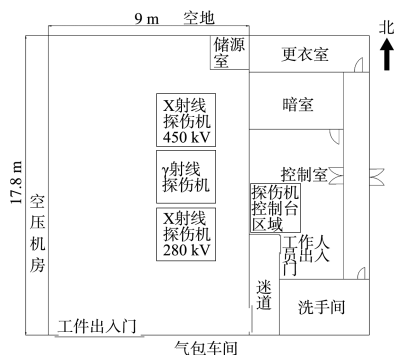


图 1 探伤室平面布局

表 2 探伤室屏蔽防护设施

屏蔽体	屏蔽材料	屏蔽厚度
四侧墙体	混凝土墙 (2.35 t/m^3)	1.2 m
顶棚	混凝土墙 (2.35 t/m^3)	0.6 m
工件门	框架钢结构电动移门, 混凝土门 (2.35 t/m^3)	1.2 m
迷道外墙	混凝土墙 (2.35 t/m^3)	1 m
工作人员门	框架钢结构手动移门, 铅板	6 mm
迷道内小门	框架钢结构手动移门, 铅板	6 mm

表 3 探伤室安全防护设施

安全防护设施	检查结果
门机联锁装置	探伤室防护门均安装门机联锁装置, 门关闭后射线装置才能进行探伤作业, 门打开射线装置自动停止, 门关闭不能自动开始作业
警示标识	探伤室外设置职业病危害告知卡、警示黄线、工作状态指示灯、警示标志、警示标语及音响警示装置, 工作状态指示灯和音响警示装置能正常使用
紧急停机装置	探伤室内安装监控设备, 室内各侧墙体、每台射线装置控制台等醒目位置安装急停开关, 发生事故时立即停止照射
机械通风装置	探伤室内设置机械排风装置, 风管穿墙部位设置在机房西北角顶盖处, 风管垂直至地板处设排风口, 室内空气经由风管排至室外
辐射监测系统	放射工作人员配备个人剂量报警仪和辐射巡测仪, 探伤室内安装固定式辐射监测系统
应急设施	探伤室储备放射源长柄钳、放射源收储箱、报警器、警戒绳、铅衣、铅眼镜、铅手套等应急救援设施, 以备事故时使用

^{192}Ir 检测当天活度 $1.9 \times 10^{12} \text{ Bq}$ 、 ^{60}Co 探伤机检测当天活度 $3.5 \times 10^{12} \text{ Bq}$, 检测时放射源置于室中且无探伤工件, 2019 年、2020 年检测结果未扣除本底; 2021 年检测结果已扣除本底, $0.09 \mu\text{Sv/h}$ 为当次测量探测限。各检测点放射检测结果见表 4。

表 4 探伤室连续三年放射检测结果 [$\mu\text{Sv/h}$]

检测点	2019 年	2020 年	2021 年	标准限值
操作位	0.18	0.17	<0.09	2.5
工作人员出入口外 30 cm	0.14~0.21	0.15~0.21	<0.09	2.5
工件出入口外 30 cm	0.16~0.21	0.14~0.21	<0.09	2.5
四周墙体外 30 cm	0.13~0.24	0.14~0.21	<0.09	2.5
γ 探伤机源容器外表面 5 cm 处	65.00	267.00	159.00	1 000
γ 探伤机源容器外表面 100 cm 处	11.72	8.60	31.85	50
本底	0.11~0.21	0.11~0.21	0.07~0.15	/

由表 4 可见, 探伤室外各检测点和 γ 探伤机源容器外表面 5 cm 及 100 cm 处连续三年的检测结果均符合 GBZ 132—2008。 ^{60}Co 的射线能量及穿透能力均比 X 射线探伤机强, 在使用 X 射线探伤机时同样能满足 GBZ 117—2015。

2.5 放射防护管理 (1) 已成立放射安全管理小组, 明确领导小组各成员的职责, 并根据公司实际情况制定放射卫生管理制度, 包括辐射防护安全管理、放射源与射线装置管理及操作规范、放射工作人员职业健康管理、辐射安全许可证管理等内容。(2) 已成立放射事故应急响应小组, 制定《辐射事故应急处置预案》, 预案中明确放射事故应急响应组织的人员组成及其相应的职责, 针对放射源和射线装置在使用过程中可能造成的辐射事故进行分级, 并制定相应的处置程序。(3) 按规定对放射工作人员进行职业健康管理, 包括个人剂量监测、职业健康检查、教育培训, 其中个人剂量监测每 3 个月 1 次, 查阅公司提供的监测报告, 放射工作人员年个人剂量当量最大值为 0.57 mSv , 符合《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128—2019) 的要求; 职业健康检查每 2 年 1 次, 最近一次检查结果为可继续从事放射工作; 放射工作人员均定期参加环保部门组织的辐射安全培训并考核合格; 职业健康管理资料均建档并妥善保存。

3 讨论

该公司探伤场所涉及的主要职业病危害因素为电

离辐射 (X 和 γ 射线), 职业病危害风险为严重等级。该场所总体布局基本合理, 连续三年的检测结果分析显示, 探伤室外的辐射均处于本底水平, 放射工作人员个人剂量监测结果符合标准要求, 说明探伤室屏蔽安全设施合理可行。源容器外表面的辐射水平低于相应标准要求, 但高于本底水平, 表明工业探伤人群人均年有效剂量高于其他工业亚组^[3], 这可能与部分探伤作业人员需近距离接触 γ 射线探伤机有关。该公司成立了相应的放射防护管理组织, 对放射工作人员进行职业健康管理, 符合放射防护管理要求。

结合该公司现状, 建议: (1) 探伤工作人员使用 γ 射线探伤机时应严格遵守相应操作规程, 尽可能减少与放射源的接触时间、增加与放射源的距

离, 并正确佩戴个人剂量计; (2) 定期委托具有资质的职业卫生技术服务机构对工作场所进行放射防护检测; (3) 定期组织放射工作人员参加辐射防护安全培训 (复训)、职业健康体检、个人剂量监测。

参考文献

- [1] 王莉莉, 刘继文. 低剂量电离辐射对放射工作人员甲状腺功能的影响 [J]. 中国工业医学杂志, 2021, 34 (2): 147-148.
- [2] 付熙明, 常纯卉, 刘玉龙, 等. 一名工业 γ 射线探伤意外受照人员物理剂量估算 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2021, 41 (5): 380-384.
- [3] 齐素芹, 杜汉其, 刘安生, 等. 武汉市 2017 年放射工作人员个人剂量监测结果分析 [J]. 中国职业医学, 2020, 47 (5): 618-621.

(收稿日期: 2022-03-18; 修回日期: 2022-09-30)

某工业辐照用自屏蔽电子加速器辐射防护效果分析

Radiation protection effect analysis of a self-shielding electron accelerator for industrial irradiation

熊川宝, 杨悦

(安徽省核工业勘查技术总院测试中心, 安徽 芜湖 241000)

摘要: AB 型自屏蔽加速器作为国内辐照加工领域最为常用的电子加速器之一, 能改善材料的物理、化学特性, 提高产业经济价值; 但其产生的电子束和韧致辐射若缺少有效屏蔽, 将对周边工作人员带来较为严重的辐射风险。本文从理论计算和现场监测角度对某项目安装的 4 台 AB 0.5-60 型自屏蔽电子加速器开展辐射防护评价, 并从屏蔽计算、验收监测、场所分区、人员管理、制度建设等方面提出辐射防护建议。

关键词: AB 型电子加速器; 辐照加工; 自屏蔽; 辐射防护; 屏蔽计算

中图分类号: R147 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X(2023)01-0061-03

DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2023.01.022

电子加速器产生的高能强流电子束能够提升材料性能、增加经济效益, 是材料改性、涂层固化、器械消毒、食品保鲜等领域的常用射线装置^[1]。但电子束与物质相互作用产生的韧致辐射 (X 射线) 穿透性强, 若缺少防护和管理, 易对周围工作人员和公众产生辐射风险^[2-3]。本文以辐照加工领域中广泛应用的 AB 型高频高压自屏蔽电子加速器为例, 从理论计算

和现场监测角度对其辐射防护性能进行分析, 以评价该型自屏蔽电子加速器的安全程度, 保障辐射工作人员和公众的安全, 提高我国核技术应用的水平。

1 对象与方法

1.1 对象 某汽车光伏胶膜辐照改性项目安装的 4 台 II 类 AB 0.5-60 型自屏蔽电子加速器, 为同厂家、同型号产品, 技术参数和屏蔽防护设计 (尺寸、结构、屏蔽策略等) 完全相同。加速器 4~1 (外尺寸 884 cm×400 cm×479 cm) 从南向北间隔排列, 其中, 加速器 4 和加速器 3 出束中心相距 11.69 m, 加速器 3 和加速器 2 出束中心相距 6.15 m, 加速器 2 和加速器 1 出束中心相距 11.69 m。控制柜位于每台加速器薄膜进口侧前方, 距加速器中心 3.28 m。该型号加速器能实现 0.3~0.5 MeV、0.5~60 mA 的电子束流输出, 设备各部位钢板屏蔽厚度见表 1。根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979—2018) 的相关要求^[4], 该加速器现场设置了声光警示、门机连锁、钥匙控制、急停按钮、束下装置连锁、剂量连锁、通风连锁等辐射安全防护措施, 以实现对该加速器的监督、管理和控制。

作者简介: 熊川宝 (1994—), 男, 工程师, 主要从事辐射防护监测, 放射性评价、地球物理与遥感地质等工作。