Global Science Publishing

一起移动工业X射线探伤误照射事件调查及个人剂量评估

吴小平，王紫薇，侯周森，赵志文
江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

摘要：对一起连云港X射线探伤人员误照射事件进行调查和个人受照剂量进行评估。调查事件发生过程和现场探伤作业场景，使用X-γ辐射剂量当量率仪和热释光剂量计进行模拟检测。模拟检测结果表明误照射人员吸收剂量最大值为0.102 μSv，远小于公众年有效剂量0.10 mSv的剂量限值要求。探伤单位未按标准规范要求进行探伤现场清场和巡查是导致本次事件的主要原因。探伤单位应加强对辐射工作人员的管理及培训，提高探伤辐射防护意识，杜绝类似事件的发生。

关键词：X射线探伤；误照射；剂量

Investigation and Personal Dose Assessment of a Mobile Industrial X-ray Radiography Misexposure Incident

Wu Xiaoping, Wang Ziwei, Hou Zhousen，Zhao Zhiwen
Jiuqingjiulan Environmental Technology Co., Ltd., Suzhou

Abstract: A thorough investigation was conducted into the misexposure incident involving X-ray radiography personnel in Lianyungang, with a focus on assessing the personal dose received by the affected individual. The incident’s occurrence process and the on-site radiography work scenario were thoroughly examined. To simulate the radiation detection, X-γ radiation dose equivalent rate meters and thermoluminescent dosimeters were used. The simulation results showed that the maximum absorbed dose for the individual who was mistakenly exposed was 0.102 μSv, which is significantly lower than the annual public effective dose limit of 0.10 mSv. The primary cause of this incident was the failure of the radiography unit to comply with standard regulatory requirements for clearing and inspecting the radiography site. To prevent similar incidents in the future, the radiography unit should strengthen the management and training of radiation workers, enhance awareness of radiography radiation protection, and ensure that such events are avoided.

Keywords: X-ray Radiography; Misexposure; Dose

X射线探伤被越来越广泛的应用到各行业上，在提高产品质量的同时也存在一定的潜在风险。2020年12月5日，南京某检测公司在连云港某公司进行X射线探伤时，有9名加班人员可能受到误照射。本文对该事件的经过、现场调查及模拟监测情况进行介绍和分析。

1 基本情况

事件发生过程为：2020年12月5日22时20分，南京某检测公司2名辐射工作人员宋某和张某拟对连云港某公司VT50404-3#管件焊口进行射线检测。22时48分宋某对探伤场所EOEG1装置区500

单元地面进行周边警戒，张某在500单元地面及周边进行清场没有发现无关人员后使用RT-2505D型定向X射线机对管件进行检测。探伤时，探伤机固定朝南紧贴工件进行照射，管电压为215kV，管电流为5mA，曝光时间为1.1min。经了解探伤时有9名加班人员在EOEG1装置区500单元上方距离地面17m的3楼平台进行80"—P40731号管线的焊接工作。9名加班人员可能受到误照射。

2 调查与处理

2.1 检测与监测仪器

451P-DE-SI-RYR型X-γ辐射剂量当量率仪，量程为0~500μSv/h，检定有效时间为2020年7月14日至2021年7月13日，检定单位为江苏省计量科学研究院；T360M型热释光读数器，检定有效时间为2020年4月8日至2021年4月7日，检定单位为中国计量科学研究院。

2.2 检测方法

2020年12月10日，南京某检测公司在连云港某公司EOEG1装置区500单元地面进行模拟探伤，模拟现场地形及周边环境与12月5日当时作业时没有发生改变。

使用2020年12月5日探伤时的RT-2505D型定向X射线机对VT50404-3#管件焊口进行射线检测，探伤机固定朝南紧贴工件进行两次曝光，管电压和管电流分别为215 kV和5 mA，曝光时间分别设置为2 min和4 min。

模拟监测采用两种方法，分别为使用X-γ辐射剂量当量率仪和热释光读数器测量累积剂量。根据9名加班人员所在位置、活动情况及探伤机所在位置，分别使用X-γ辐射剂量当量率仪和热释光读数器在X射线探伤控制区内进行布点。使用X-γ辐射剂量当量率仪分别在EOEG1装置区500单元3楼平台80"—P40731号管线下方工作区域巡测并记录最高的8个检测结果，在EOEG1装置区500单元3楼平台电源箱处布设1个点位，在EOEG1装置区500单元东侧3楼、2楼、1楼的楼梯区域各布设1个点位，在EOEG1装置区500单元3楼平台围栏处各布设1个点位。分别在EOEG1装置区500单元3楼平台80"—P40731号管线下方工作区域放置8个热释光剂量计，在EOEG1装置区500单元3楼平台电源箱处放置1个热释光剂量计，在监督区外放置1个热释光剂量计，由于楼梯区域人员处于走动状态，滞留时间短，不在楼梯区域放置热释光剂量计。具体X-γ辐射剂量当量率和热释光剂量计点位布置见表1。

表 1.X-γ 辐射剂量当量率和热释光剂量计点位布置

序号	X-γ辐射剂量当量率仪	热释光剂量计
1	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）北侧（中）	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）北侧（中）
2	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）北侧（东）	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）北侧（东）
3	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）东侧（北）	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）东侧（北）
4	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）东侧（中）	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）东侧（中）
5	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）东侧（南）	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）东侧（南）
6	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）南侧（东）	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）南侧（东）
7	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）南侧（中）	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）南侧（中）
8	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）南侧（西）	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）南侧（西）
9	3楼平台误照区域2（电源箱）上方	3楼平台误照区域2（电源箱）上方
10	3楼平台围栏处	/
11	误照区域3（东侧3楼）楼梯	/
12	误照区域3（东侧2楼）楼梯	/
13	误照区域3（东侧1楼）楼梯	/

2.3 检测方法

在模拟检测工况下，EOEG1装置区500单元探伤现场误照区X-γ剂量当量率监测结果见表2。

表 2.X-γ 辐射剂量当量率监测结果

序号	点位描述	测量结果（μSv/h）
1	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）北侧（中）	0.12
2	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）北侧（东）	0.11
3	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）东侧（北）	0.10
4	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）东侧（中）	0.11
5	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）东侧（南）	0.12
6	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）南侧（东）	0.15
7	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）南侧（中）	0.16
8	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）南侧（西）	0.17
9	3楼平台误照区域2（电源箱）上方	0.66
10	3楼平台围栏处	3.07
11	误照区域3（东侧3楼）楼梯	0.18
12	误照区域3（东侧2楼）楼梯	0.18
13	误照区域3（东侧1楼）楼梯	0.24

由表2可知，在模拟检测工况下，EOEG1装置区500单元探伤现场上方距离地面17m的3楼平台误照区X-γ剂量当量率范围为0.10~3.07μSv/h，检测现场的X-γ剂量当量率本底值为0.09μSv/h。

2.4 剂量估算

根据X-γ剂量当量率计检测结果，使用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》[1]中的公式（1）估算误照射区域检测点位的受照射剂量，估算结果见表3。

$$H_e = \dot{H}_{e,d} \cdot t \cdot U \cdot T \qquad \ldots\ldots（1）$$

式中：H_e—剂量，mSv；

$\dot{H}_{e,d}$—X-γ 剂量当量率，μSv/h；

U—使用因子，保守取 1；

T—人员在相应关注点驻留的居留因子，取 1；

t—照射时间，保守取 2min。

表 3.误照射区域检测点位人员受照射剂量估算结果

序号	点位描述	受照剂量（mSv）
1	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）北侧（中）	0.004×10^{-3}
2	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）北侧（东）	0.004×10^{-3}
3	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）东侧（北）	0.003×10^{-3}
4	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）东侧（中）	0.004×10^{-3}
5	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）东侧（南）	0.004×10^{-3}
6	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）南侧（东）	0.005×10^{-3}
7	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）南侧（中）	0.005×10^{-3}
8	3楼平台误照区域1（80"—P40731号管线下方）南侧（西）	0.006×10^{-3}
9	3楼平台误照区域2（电源箱）上方	0.022×10^{-3}
10	3楼平台围栏处	0.102×10^{-3}
11	误照区域3（东侧3楼）楼梯	0.006×10^{-3}
12	误照区域3（东侧2楼）楼梯	0.006×10^{-3}
13	误照区域3（东侧1楼）楼梯	0.008×10^{-3}

由表3剂量估算结果可知，在模拟检测工况下，EOEG1装置区500单元探伤现场上方距离地面17m的3楼平台误照射区域内检测点位受照射剂量保守估算为0.004×10^{-3}~0.102×10^{-3} mSv。

在模拟检测工况下，EOEG1装置区500单元上方距离地面17 m的3楼平台探伤现场误照区热释光读数器累积检测结果见表4。

表 4.误照射区域检测点位人员受照射剂量估算结果

序号	剂量起始时间	剂量终止时间	佩戴时间（min）	$H_p(10)$值（mSv）
1	2020.12.10（22：47）	202.12.10（22：49）	2	＜MDL
2	2020.12.10（22：47）	202.12.10（22：49）	2	＜MDL
3	2020.12.10（22：47）	202.12.10（22：49）	2	＜MDL
4	2020.12.10（22：47）	202.12.10（22：49）	2	＜MDL
5	2020.12.10（22：47）	202.12.10（22：49）	2	＜MDL
6	2020.12.10（22：47）	202.12.10（22：49）	2	＜MDL
7	2020.12.10（22：47）	202.12.10（22：49）	2	＜MDL
8	2020.12.10（22：47）	202.12.10（22：49）	2	＜MDL
9	2020.12.10（22：47）	202.12.10（22：49）	2	＜MDL

由表4可知，在模拟检测工况下，EOEG1装置区500单元上方距离地面17m的3楼平台探伤现场误照区9个剂量当量剂当量检测结果均小于T360M热释光读数器最低探测水平MDL（0.073 mSv），检测结果记为最低探测水平MDL的一半，即0.037mSv。

3 讨论

根据2020年12月10日的模拟X射线探伤，通过对EOEG1装置区500单元上方距离地面17 m的3楼平台探伤现场误照区X-γ辐射剂量当量率和热释光剂量计累积剂量检测结果进行剂量估算，结果显示检测点位的受照剂量小于公众年有效剂量0.10 mSv的限值要求。

按照《工业X射线探伤放射防护要求》[2]中X射线现场探伤作业的巡查与监测要求，在开始现场探伤之前，探伤人员应确保在控制区内没有其他人员；控制区的范围应清晰可见，确保没有人员进入控制区，如果控制区过大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。南京某检测公司在使用探伤机时未按照标准要求对探伤现场上方进行巡查导致了本次误照射事件的发生。

本次事件由于探伤单位防护意识缺乏，在一定程度上对受误照射人员造成了心理负担和压力。尽管本次事件没有造成严重的危害，但各探伤单位应加强对辐射工作人员的管理和防护，辐射工作人员应严格按照操作规程进行探伤工作。有关部门应加强对放射单位的监管和执法力度，提高其防护知识和法律意识，防止放射事件的发生。

参考文献

[1] [GBZ 250-2014，工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范 [S]。

[2] 国家卫生健康委员会. GBZ 117-2022 工业探伤放射防护标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2022.

[3] 《对误入 X 射线探伤作业区的模拟监测》，中国辐射卫生. 2008, 17 (1): 128-128.

[4] 《X 射线探伤辐射安全问题调查与建议》中国辐射卫生, 2013, 22(4): 458-460.

Copyright © 2025 by author(s) and Global Science Publishing Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access