

# 一工业 X 射线探伤室的防护检测

虞永杭, 郑双来, 李 飞

中图分类号: TL816<sup>+</sup>.1 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2007)03-0336-02

【摘要】 目的 为一企业进行 X 射线探伤室的放射防护检测。方法 依据相关的国家标准及检测规范。结果 基本达到防护要求,但也存在一些问题。结论 必须加强工业 X 射线探伤的卫生管理,确保工作人员和公众安全。

【关键词】 X 射线; 辐射防护; 剂量

受委托为一企业进行 X 射线探伤室的放射防护检测,此探伤室虽已通过有关部门的验收,但检测发现探伤室周围非放射工作人员居留处的辐射水平较高。现将本次检测的有关情况简介如下。

## 1 探伤室基本情况

探伤室大小为 17m×10m×7.5m,墙体为混凝土一次成型,墙厚 650mm。探伤室东面为一喷砂作业区,长期有人停留;南面为空地;西面为操作室、暗室及评片室等辅助用房,层高约 3m,北面为生产车间。探伤室平面结构详见图 1。探伤室北侧的墙体高出探伤室约 4m,与生产车间之间通过工件门相连,工件门宽 4.5m,高 5.5m,铅板厚度 12mm,门与墙体的重叠部分 300mm。操作室与探伤室之间设有工作门及防护迷道。工作门宽 1.25m,高 2.3m,铅板厚度 8mm,与墙体重叠部分 200mm,迷道长 3m,由 320mm 厚的混凝土做成。工件门和工作门均设置了门机联锁装置及声光报警装置。探伤室内共有各型探伤机共 7 台,工作电压在 150~300 kV 之间,常用工作电流为 5mA,曝光时间为 5min,探伤作业时常有多台机器同时工作。

## 2 检测仪器及方法

检测仪器为美国产手持式放射探测仪(Radiation Alert Inspector),仪器量程为 0.01~1000 $\mu$ Gy/h,读数响应时间为 3s,误差 <±20%,经计量检定合格,性能符合 GBZ/T150-2002

作者单位: 杭州市余杭区疾病预防控制中心,浙江 杭州 311100  
作者简介: 虞永杭(1978~)男,浙江浦江人,主管医师,主要从事职业卫生工作。

分析比较宁德市、漳州市与厦门市表土与母质的照射量率数据表明:在同一地点,成土母质放射性水平高于表层土壤放射性水平,可见在成土母质向土壤发育的过程中,随着放射性矿物的流失,天然放射性水平逐渐降低。也正是由于这个原因,放射性核素含量较高的母岩地区,土层越薄,母质离地表越近,或者母质裸露越多,则天然放射性水平越高。

此外,湄洲岛鹅尾山海岸大片裸露的火山岩,其  $\gamma$  照射量率均值为 446 nSv/h,最高可达 483 nSv/h,岛上港楼村两处园地土壤类型为河流冲积物, $\gamma$  照射量率平均值分别为 69 nSv/h 和 103 nSv/h,岛上黄金沙滩海岸  $\gamma$  照射量率平均值为 33 nSv/h,最低值为 28 nSv/h。由此可知,火山岩的  $\gamma$  照射量率高于主要由河流淤积的岛屿表土的  $\gamma$  照射量率,远高于由海洋冲击形成沙滩的  $\gamma$  照射量率。

## 参考文献:

[1] 祝汉民. 环境放射性研究现状[J]. 环境科学进展. 1994 2 (6): 32-38

《工业 X 射线探伤卫生防护监测规范》的要求;检测按 GBZ/T150-2002 的要求进行环境辐射水平的巡测和定点检测。

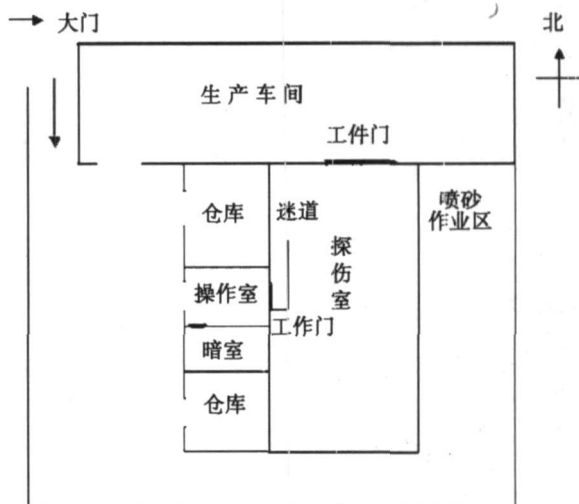


图 1 探伤室平面图

## 3 检测情况

3.1 检测条件 以探伤实际常用工作条件为检测条件。检测时放置真实工件,有两台探伤机同时工作:XXQ3005 定向机,电压 290 kV,电流 5mA,曝光时间 5min,球管朝上;XXQ2505 定向机,电压 200 kV,电流 5mA,曝光时间 5min,球管朝东。

3.2 检测结果 探伤室四周贴近墙体及防护门(约 5cm 处)的检测结果都较低,基本在本底水平(0.16~0.29  $\mu$ Gy/h),其中探伤室北面工件门门缝处检测结果略高(0.37~0.39  $\mu$ Gy/h),

[2] 谭大刚. 环境核辐射污染及防治对策[J]. 沈阳师范学院学报. 1999 1: 68-73  
[3] <http://www.darvill.clara.net/nucrad/sources.htm>, 2004-12-10  
[4] LAD ISLAUS RYBACH, GEORG F SCHWARZ, FAUSTO MEDICI. Construction of radioelement and dose-rate baseline maps by combining ground and airborne radiometric data [JOL]. <http://www.hsk.psi.ch/english/files/pdf/aea96.pdf>, 2006-03-10  
[5] <http://energy.cr.usgs.gov/radon/DDS-9.htm>, 2004-12-22  
[6] 2004 年中国环境状况公报[Z].  
[7] 李天杰, 赵 烨, 张科利, 等. 土壤地理学[M]. 第 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2004  
[8] 陈纪溪, 杨孝桐, 张春良, 等. 福建省土壤中放射性核素含量及其所致居民剂量[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1988 8(增刊 2): 60-66

(收稿日期: 2007-03-09)

但都符合国家卫生标准;在探伤室东面墙外巡测结果约 3m 处最高 ( $3.67 \sim 3.96 \mu\text{Gy/h}$ ), 探伤室南面墙外巡测结果约 3m 处最高 ( $3.35 \sim 3.62 \mu\text{Gy/h}$ ), 探伤室西面墙外巡测结果约 5m 处最高 ( $3.36 \sim 3.53 \mu\text{Gy/h}$ ), 探伤室北面墙外(生产车间内)巡测结果在本底水平 ( $0.23 \sim 0.26 \mu\text{Gy/h}$ ), 探伤室东、南、西面结果均大于  $2.5 \mu\text{Gy/h}$  但未超出探伤室周围非放射工作人员居留区辐射水平的卫生防护标准 ( $4.0 \mu\text{Gy/h}$ )<sup>[1]</sup>。

#### 4 讨论

根据检测结果, 探伤室四周近墙体和防护门的检测结果均符合国家卫生标准, 探伤室北面生产车间内的巡测结果也符合国家卫生标准, 而探伤室周围(东、南、西三面)的巡测结果较高。考虑探伤室为一次成型建造, 并结合墙体、防护门的材料厚度分析, 可以判断, 探伤室周围墙体及防护门的设计达到了相应的卫生防护要求, 北面生产车间内的巡测结果接近本底水平也证实了此结论。由于北面的墙体同时为生产车间的墙体, 高于探伤室约 2m, 阻挡了探伤室顶部的散射射线, 而探伤室东、南、西面探伤室无阻挡物, 因此, 探伤室顶部的防护不足可以很好地解释三面的巡测值偏高的结果。可以判断此探伤室顶部防护不足。

探伤室西面和东面均会有人停留, 尤其是东面喷砂作业区, 长期有人停留, 按  $3.67 \mu\text{Gy/h}$  的辐射水平, 探伤室实际每天工作时间 2h 每周 6d 的时间进行估算, 喷砂作业人员受到照射的剂量当量大约为  $2.1 \text{ mSv/a}$  超过了关于公众照射的剂量限量 ( $1 \text{ mSv/a}$ )。因此, 在探伤室东、南、西三面应禁止人员进入, 尤其是喷砂作业区应重新调整位置, 远离探伤室。探伤作业时探伤机不得朝上照射, 同时对探伤室顶部的防护进行改进。

本次检测中有几个问题值得我们思考:

此探伤室的顶部的防护设计不足, 在探伤室东面又设置了喷砂作业区, 显然不符合卫生要求。但有关部门在进行探伤室验收时, 没有按规范进行检测, 未能及时发现探伤室防护上存在的问题, 使探伤室通过了验收。

因此, 对专用探伤室的放射卫生防护检测, 除了定点检测, 还应根据探伤室的特点进行周围辐射水平的巡测, 以发现可能出现的高辐射水平区。例如无顶或薄顶顶探伤室, 如需向上照射时, 应巡测距离探伤室墙不同距离处的辐射水平分布。无固定照射方向的探伤室在有用线束照射四面屏蔽墙时, 应巡测墙上不同位置及门上、门四周的辐射水平。设有窗户的探伤室, 应特别注意巡测窗外不同距离处的辐射水平。文中涉及的探伤室, 有关部门在进行验收检测时, 就是因为缺少了周围不同距离处的辐射水平的巡测, 而不能及时发现问题。检测时还应注意射线的检测仪器往往有一定的方向性反应性, 应根据射线的可能来源对各个不同方向进行检测。

探伤室原已经过验收并取得射线装置使用许可证, 并且设置了联锁装置、报警设备等, 似乎是比较规范的, 但检测结果说明探伤室防护存在明显不足。因此, 在进行放射防护检测时要避免先入为主, 必须抱着怀疑的态度, 详细地了解整体防护设计情况, 认真地按规范进行操作, 这样才能不发生疏漏。

#### 参考文献:

- [1] GBZ/T 150-2002 工业 X 射线探伤卫生防护监测规范 [S].
- [2] GBZ117-2002 工业 X 射线探伤室卫生防护标准 [S].
- [3] GBZ113-2002 电离辐射事故干预水平及医学处理原则 [S].

(收稿日期: 2007-02-05)

## 【工作报告】

# 一起卡源事件的调查与分析

刁端阳, 徐国千, 戴 霞

中图分类号: TL73 文献标识码: D

2006年 9月, 某企业在探伤施工过程中, 发生铯-192 放射源卡在导源管中, 经专业人员的抢修, 放射源安全收回贮源罐的事件, 现将对该事件有关调查结果报告如下。

#### 1 事件经过

2006年 8月 4日夜 1时左右, 该公司两名职工在野外进行探伤作业时, 铯-192放射源卡在导源管中, 不能正常返回探伤机内。工作人员随即向有关人员报告后, 封锁了现场。1h后, 专业人员赶到后其他人远离, 约 10min 将放射源收回入探伤机中。

#### 2 调查处理

经过调查该枚放射源是 2006年 4月 7日出厂, 出厂活度为  $3.96 \times 10^{12} \text{ Bq}$  ( $107 \text{ Ci}$ )。专业人员赶到现场后, 在距放射源至少 13m (探伤机的导管就是 13m) 的地方将放射源收回入探伤机中。虽然放射源未失控, 但是如果工作人员所受剂量超过剂量限值也是属于辐射事故。但是由于当时该工作人员未佩戴个人剂量计, 其所受的剂量只能通过估算。铯-192 的半衰期为 73.83d 根据放射性同位素的衰变规律, 算到 2006年 8月 4日, 该枚放射源的活度为  $1.31 \times 10^{12} \text{ Bq}$  ( $35.4 \text{ Ci}$ )。根据现场调查的情况, 通过该放射源的活度, 操作时间和距离放射源的距离,

通过下式可以得到吸收剂量。我们保守设想, 该企业专业人员赶到现场只用了 10min 在距放射源 13m 的地方所受剂量为:

$$D = F \cdot A \cdot t \cdot r^2$$

式中:  $F = 0.873 A$  放射源活度,  $\gamma$ : 照射量率常数,  $r$  计算点距放射源的距离, 在计算过程中, 采用了保守的方式, 在时间、距离的选取上, 都选择了较大, 10min 左右, 选 15min 距离至少 13m, 选 13m, 计算得距源 13m 处某点的吸收剂量为  $0.211 \text{ mSv}$ 。

#### 3 结论

根据辐射工作人员剂量限值标准, 该工作人员所受剂量未超过剂量限值标准。依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》规定, 不能定性为辐射事故。

#### 4 教训和建议

经剂量估算得知, 该名工作人员所受剂量虽然未超过国家标准, 但是仍然受到了一定的射线照射。总结这事件主要教训有: 该公司长期不对探伤机器进行检修, 导致是探伤机带病工作, 导源管接口不牢固, 发生放射源卡在其中; 根据国家规定辐射工作人员必须进行个人剂量监测, 但是该公司从事辐射工作的人员未进行个人剂量监测, 致使无法知道工作人员在该事件中所受的剂量大小, 只能通过估算的方法; 卡源事件对探伤企业来说虽然是时有发生的事情, 但是也属于意(下转第 346页)