

【辐射与安全】

“4.11”钴源超剂量照射事故医学救治报道

刘惠芳 辛旺堂 梁健君 王继伟

中图分类号: TL73 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2012)01-0069-02

【摘要】 目的 报道一起核事故中 5 名受大剂量照射人员的应急救治过程,分析事故原因,防止类似事故的发生。方法 启动应急预案,估算受照剂量实行紧急救治。结果 其中一人被诊断为肠型急性放射病于受照后 62d 并发病毒感染死亡,一人为中度急性放射病于 19 个月后并发红皮病等多种病死亡。其余三人分别诊断为中、重度急性放射病。出院后经三年医学随访,除生殖功能有轻度、重度损伤外,病情基本稳定。结论 五名受照人员救治及时,救治方案正确。此次事故是一起违章事故,是不该发生的,应引以为戒。

【关键词】 事故;急性放射病;医学救治

2008 年 4 月 11 日约 13 时 20 分,山西亨泽辐照科技有限公司 5 名放射工作人员郭某 1、曹某、姚某、郭某 2、刘某在该公司小钴源室进行药材辐照作业时,因该⁶⁰Co 放射源安全联锁装置已坏,误以为⁶⁰Co 放射源已降到安全位置,在没有检查升降源标志,虽携带 FD-71 巡测仪未读读数的情况下进入辐照室进行药材装卸作业。13 时 36 分姚某发现吊源钢丝很紧、钴源仍在工作位置后,立即降源并通知带班负责人郭某 1,5 人迅速撤离现场,此时时间是 13 时 40 分。当时钴源活度约 $6.1 \times 10^8 \text{ mBq}$ ($1.6415 \times 10^4 \text{ Ci}$)。

作者单位: 山西省卫生厅卫生监督所,山西 太原 030045

作者简介: 刘惠芳(1965~),女,副主任技师,从事放射卫生职业健康监护工作。

围定义并无明确规定,多个运营商基站共址的情况也较多,即使同一个运营商也还存在 GSM900、GSM1800、CDMA 及 3G 多个网络,对某个运营商某个基站的环境影响报告的编制类别存在较大歧义,实际操作比较困难。建议国家出台具体的编制规定,如果考虑到全国上下均面临这个问题,笔者认为国家可以组织有关部门统一编制针对不同情况的环境影响报告,这样既解决了问题,又消除了人们的顾虑,也节省了大量的人力、物力和财力。这项工作完成后如果人们仍对个别基站存在异议,可由相关监测单位出具监测报告进行判定。

3.3 基站周围电磁辐射环境监测 由于基站建设过程中没有执行“三同时”制度,因而造成对基站的投诉量日益增加,对基站项目的监测也日趋繁多,目前这部分工作主要由济南市环境保护监测站承担,在保证原有工作质量的同时增加一项任务繁重的新工作,人员及设备捉襟见肘。目前我市已经有诸多实验室具备电磁辐射环境监测能力,建议由政府相关部门出台指导性意见鼓励社会化实验室开展移动基站电磁辐射环境监测工作,从而分担日益增多的监测任务。

4 现行电磁辐射环境标准状况

目前国际上有两大主流标准,一个是 ICNIRP 标准,它是国际非电离辐射防护委员会发布的标准,主要使用范围在欧洲、澳大利亚、新加坡、巴西、以色列以及我国的香港等地区。另一个标准是美国的 IEEE 标准,主要使用范围在美国、加拿大、日本、韩国以及我国的台湾等地区。这些文件都规定了电磁暴露的人体安全限值,虽然这些文件在具体规定上有所不同,但大多数文件都使用相同的方法:即使用基本限值和导出限值来给出电磁辐射限值。基本限值是指判定人体对电磁场产生生理反应的基本量,适用于身体存在场中的情形,人体暴露的基本限值通常以比吸收率(SAR)来表示。导出限值是指可以产生与基本限值相应的电场、磁场和功率通量密度的值。

1 事故医学应急处理

2008 年 4 月 11 日下午 2 时 50 分,山西省卫生厅接到山西亨泽辐照科技有限公司发生事故的报告后,立即启动应急预案。省卫生厅卫生监督所专业技术人员在接到报告后立刻要求该公司将 5 名受照人员火速送往中国辐射防护研究院附属医院抢救治疗。3 时 10 分 5 名受照人员到达中辐院附属医院进行抢救,下午 3 时 30 分省卫生厅监督处、应急办、省卫生监督所领导及 4 名专业人员到达附属医院,与中辐院领导、技安处、附属医院、个人剂量监测中心的领导、专家和 10 多名医护人员组成事故应急医疗抢救组,对受照人员进行受照剂量测算、制定治疗方案、抢救病人。

1.1 临床表现 5 名受照人员脱离现场约 30min 后郭某 1、曹

由于基本限值很难测出,所以大多数文件给出了电场、磁场和功率密度的导出(参考)限值。当暴露条件可以产生低于基本限值的 SAR 电流密度时,导出限值有可能被超出,换句话说,如果场强符合导出限值,那么就一定符合基本限值,导出限值适用于身体的存在不会影响电磁场的情形。

我国现行射频电磁辐射环境标准是由卫生部及国家环保局分别发布的,分别为《环境电磁波卫生标准》^[5]与《电磁辐射防护规定》,前者规定了电磁辐射的导出限值,后者既规定了导出限值,也规定了基本限值。我国执行的导出限值比上述国际两大主流标准都要严格的多。

世界卫生组织(WHO)提出电磁辐射新的分类方法,并推荐使用 ICNIRP 标准,而我国电磁辐射防护标准又存在分离不协调的问题,因此新的标准制定势在必行。ICNIRP 标准基于短时即刻电磁暴露产生的已知健康危害效应指定的,没有考虑低强度电磁辐射环境长期暴露的可能效应,对非热效应不作为限值设定也存在认识的片面性,我国学者认为该标准不符合我国预防为主方针,不能充分保护人民身体健康,因而不直接采用 ICNIRP 标准。制定新的标准应基于科学研究成果和实际情况,引入诸如“限值”、“可合理达到尽可能低”等原则和概念,既科学合理又有实际可操作性。

参考文献:

- [1] 国家环境保护总局令 15 号. 建设项目环境影响评价文件分级审批规定[S].
- [2] 国家环境保护总局令 13 号. 建设项目竣工环境保护验收管理办法[S].
- [3] 建设项目环境影响评价分类管理名录[S].
- [4] GB9175-1988 环境电磁波卫生标准[S].
- [5] GB 8702-1988 电磁辐射防护规定[S].

(收稿日期: 2011-07-16)

某开始有恶心、呕吐,且呕吐频繁,随后 3 人分别在脱离现场约 1h 后都有不同程度的恶心、呕吐;并伴有头晕、口渴、胸闷。

1.2 个人剂量监测结果 中国辐射防护研究院个人剂量监测通过现场模拟估算出 5 名受照人员的物理剂量 $H_p(10)$ 郭某 1 为 12.0Gy,曹某 11.2Gy,郭某 2 为 1.82Gy,刘某 1.0Gy,姚某 1.82Gy。

1.3 血常规结果(表 1) 2008 年 4 月 11 日检查。

表 1 五名受照人员血常规结果

受照人	白细胞($\times 10^9/L$)		淋巴细胞率(%)	
	15 时 36 分	17 时 15 分	15 时 36 分	17 时 15 分
郭某 1	14.24	11.17	2.92	1.22
曹某	9.89	12.75	8.92	3.52
郭某 2	7.97	12.09	14.62	4.82
刘某	10.40	15.86	12.82	4.62
姚某	5.18	7.59	22.40	8.02

综合物理剂量、血常规结果,结合临床症状,经事故应急医疗抢救组研究:鉴于病人受照剂量大,病情危重,要求山西亨泽辐照科技有限公司负责人火速把受照人员送往解放军 307 医院进行急性放射病专业救治,并迅速联系 307 医院做好接诊准备;下午 6 点半开始受照人员陆续被太原 120 急救中心五辆救护车送往北京。

2 救治结果

表 2 五名受照人员概况

受照人	急性放射病类型	物理剂量(Gy)	生物剂量(Gy) ¹⁾	骨髓移植情况	存亡情况
郭某 1	肠型	12.0	12.4	半相合(兄)	死亡
曹某	重度骨髓型	11.2	3.6	全相合(兄)	生存
郭某 2	中度骨髓型	1.82	2.5	半相合(子)	生存
刘某	中度骨髓型	1.0	2.3	未移植	生存
姚某	中度骨髓型	1.82	2.3	全相合(兄)	死亡 ²⁾

注:1)生物剂量的估算来源于 307 医院;2)19 个月死亡。

2.1 郭某 1 4 月 12 日 5 时入院,入院后入层流病房行保护性隔离,特级护理,脏器功能保护,粘膜保护,预防感染及对症支持等治疗。19 日做 HLA 半相合造血干细胞移植术,过程顺利。期间合并肺部感染,给予联合抗细菌和真菌治疗,后复查提示炎症好转。5 月 11 日肠镜诊断:放射性肠炎,消化道出血;5 月 27 日出现 CMV 血症(异基因造血干细胞移植后并发巨细胞病毒感染);5 月 28 日,失血性休克;5 月 29 日,病人大出血,进行小肠部分切除;6 月 5 日,出现高胆红素血症,6 月 10 日脓毒血症、腹膜炎;6 月 12 日呼吸循环衰竭,死亡。

2.2 曹某 4 月 12 日 4 时 40 分入院,移植前期治疗方案同郭某 1,照后第 14 天,给予输注供者 G-CSF 动员后的全相合外周血造血干细胞,照后 15d 患者开始脱发。期间胸部 CT 检查提示双肺炎症,给予联合抗细菌和真菌治疗,后复查提示炎症好转;照后 42d 患者转入普通病房,出现皮疹,给予抗过敏治疗,皮疹逐渐消退。照后 81d 出现上感,经抗炎治疗好转。耳鼻喉会诊右耳慢性中耳炎并发愈合性穿孔,混合性耳聋,给予甲钴胺口服治疗。于 7 月 5 日出院。

2.3 郭某 2 4 月 12 日 5 时入院,移植前期治疗方案同郭某 1,照后 5d 出现脱发,HLA 配型:患者与其儿子半相合,照后 21d 给予输注供者 G-CSF 动员的外周血造血干细胞支持治疗,过程顺利。照后 30d 停 G-CSF,全血逐渐恢复正常。期间出现间断发热,胸部 CT 示肺部感染,经加强抗细菌、真菌治疗

后好转,体温正常,患者一般情况好,无主诉不适,查体未发现阳性体征,于 6 月 12 日出院。

2.4 刘某 4 月 12 日 4 时 40 分入院,入层流病房行保护性隔离,特级护理,脏器功能保护,粘膜保护,预防感染及对症支持等治疗,于照后 48h 开始给予粒系集落刺激因子等促进造血。照后 16d 出现脱发,白细胞和血小板显著下降。期间出现咽痛发热,上呼吸到感染,经抗感染治疗好转。6 月 10 日,患者一般情况好,无主诉不适,查体未发现阳性体征,眼科会诊可见双眼结膜炎、双眼角膜炎、右眼底出血;于 6 月 12 日出院。

2.5 姚某 4 月 12 日 5 时入院,移植前期治疗方案同郭某 1,全相合移植,给予输注供者(姚某兄)G-CSF 动员的外周血造血干细胞支持治疗,过程顺利;后病人因多种原因引起红皮病一直在 307 医院继续治疗。2009 年 4 月转院到山西省人民医院皮肤科继续对症治疗;同年 6 月因感染结核转到太原市第四人民医院对症治疗,于 10 月份医治无效死亡。

截止发稿日,已出院的曹某、郭某 2、刘某 3 名病人经 2009 年、2010 年、2011 年三年在中国辐射防护研究院附属医院按《外照射急性放射病远期医学随访规范》(GBZ/T163-2004)进行医学随访,除生殖功能有轻度、重度损伤外,病情基本稳定。

3 事故原因^[1-4]

3.1 直接原因 ①辐照室门机联锁装置早已失灵,未及时维修,工作人员出入辐照室无安全设备保障。②工作人员违章操作。郭某 1 带领 4 名工作人员进入辐照室之前,未按操作规程作业,也未通过多种渠道认真核实是否降源。③工作人员进入辐照室时虽携带直读式剂量仪,但未看读数。加之辐照室排风噪声大,掩盖了剂量仪的声响。④由于⁶⁰Co 源正在辐照药材,井上的钴源架被四周货物遮挡,使人员误入后无法及时发现放射源在工作位置而尽快撤离。

3.2 间接原因 此次事故的发生充分暴露出该公司对辐射安全工作的重视程度不够,不顾安全、心存侥幸,同时也反映出公司安全管理人员不足,有关监管部门的辐射安全培训、执法力度不大等问题。

4 防止事故发生,确保辐射安全

4.1 增强安全意识 严格按照规章操作。加强安全意识,提高安全素养。

4.2 定期核验排除故障 加强辐照装置的安全性,并有效运行。装置上完备的安全设备,将能防止和阻止人为因素由于各种原因而发生的偶尔麻痹和疏忽。因此,对运行的各项安全防护设备必须严格定期检查,管理人员应认真核查检验,不要流于形式,一旦发现损坏、失灵立即维修,严禁带故障运行。

4.3 多重联锁 对单一联锁功能的安全系统进行改造。要在设计上考虑多重联锁系统控制防护门的开关。如辐照室照明、控制台源升降开关与门共用一把钥匙、钥匙同便携式剂量仪连在一起,室内有固定式辐射检测仪、警报标志及语音、声光报警提示等。

4.4 完善管理 完善工作人员的管理,管理上必须固定 2 人以上人员控制放射源的升降,每名工作人员必须强制携带有效的报警仪。此次事故中,由于所有工作人员佩戴个人剂量计,给临床救治提供了直接的依据,加之抢救措施得当,使受照人员得到及时、科学的救治。

4.5 加强监管 有关监管部门要加大对放射工作人员的安全教育和对放射工作单位的监督执法力度,严格依法办事。

参考文献:

[1] 商迎庆. 违章操作误入辐照室超剂量照射[A]. 全国放射事故案例汇编[C]. 25-28.

工业探伤室建设项目放射性职业病危害因素控制效果评价

郭荣华¹, 康智忠¹, 王诗斌², 邢海平¹, 郭学东¹中图分类号: TL75⁺1 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2012)01-0071-01

【摘要】目的 对新建工业探伤室现场的辐射检测和对放射防护设施及安全措施进行核查,以便有效控制潜在照射,将放射性职业病危害程度降低到最低水平,从而保护探伤人员及公众的健康安全。方法 采用现场检测和检查表法进行综合调查分析,将获取资料与法律、法规标准要求进行比较,并对符合程度做出评价。结果 工业探伤室的选址与总体布局、设备安装、放射防护设施、辅助用房等,经现场检测及检查符合国家放射防护有关规定。结论 该建设项目工业探伤室放射防护设施的防护效果良好,各项安全防护措施有效,达到了国家放射防护标准。正常运行情况下,对健康产生的影响可得到有效控制,能够预防和控制潜在照射的发生,具备正式运行条件。

【关键词】工业探伤室; 建设项目; 控制效果评价

某企业新建工业探伤室,受企业委托,依据《中华人民共和国职业病防治法》要求对其进行建设项目放射性职业病危害因素控制效果评价。

1 内容与方法

1.1 评价目的 通过对新建工业探伤室现场的辐射检测和对放射防护设施及安全防护措施的核查,确认放射防护设施的防护效果和各项防护措施是否有效运行,是否符合有关法律、法规和标准的要求。

1.2 评价依据 依据《中华人民共和国职业病防治法》、《建设项目职业病危害控制效果评价规范》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002、《工业 X 射线探伤室卫生防护标准》GBZ117-2006 等相关标准。

1.3 评价范围 新建工业探伤室操作室及辅助用房、工业探伤室周围近距离工作场所,涉及人员包括探伤室工作人员及可能进入监督区的公众。

1.4 评价内容 工业探伤室设施的辐射屏蔽效果,探伤室设备的辐射安全性能,场所的辐射安全防护措施,探伤室人员的放射防护措施,防护管理规章制度和应急响应计划。

1.5 评价要求 按照 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的规定,职业照射的年有效剂量限值为 20mSv,公众照射的年有效剂量限值为 1mSv,本次对职业照射的剂量约束值取为年有效剂量限值的 1/2,为 10mSv,公众照射的剂量约束值为年有效剂量限值 1/4,即 0.25mSv。

1.6 评价方法 采用现场调查法和检查表法等进行综合调查分析,将获取资料与法律、法规和标准的要求进行比较,并对符合程度做出控制效果评价。

2 各环节综合评价与防护措施控制效果评价^[1-3]

2.1 工业 X 射线探伤机及探伤室基本情况分析及控制效果评价 设计新建的工业 X 射线探伤室位于公司厂房最西端,东侧为厂房,左右两侧是空地,西侧是农田。探伤机使用丹东射线仪器股份有限公司生产的 XXH-3005 周向工业 X 射线

探伤机。探伤室及辅助用房设计建筑面积为 160m²,探伤室墙壁、顶层的设计防护厚度为 60cm 钢筋混凝土结构(用特种防护材料的密度为 2.8g·cm⁻³),X 射线探伤室的大门与探伤室小门、均设计有 10mm 铅当量的防护厚度。探伤室设备设计布局合理,便于工作和检查。探伤室内设计有强制通风设备,使用过程中要求每小时换气 3~4 次。探伤室外设有电离辐射标志及醒目的工作指示灯及门机连锁开关,有探伤室放射防护管理措施。^[1]

2.2 人员结构 探伤室配备探伤工作人员 7 名,其中管理人员 1 名,所有人员均已经过放射防护知识培训及上岗前健康检查,并持证上岗。

2.3 工业探伤室的探伤防护与安全措施检查结果(表 1)

表 1 工业探伤室的放射防护与安全措施检查表

序号	检查内容	检查结果
1	防护门上工作状态指示灯及电离辐射警示标识	正常、有
2	探伤室建筑面积为 150m ²	符合要求
3	工业探伤室内的强制通风设备	使用正常
4	设备的放射卫生防护管理措施和应急响应计划	符合要求
5	探伤室工作人员健康管理和个人剂量检测计划	符合要求

2.4 工业探伤室防护检测结果及辐射源项分析 放射防护检测主要仪器设备: FJ-347A 剂量仪, 451P 巡测仪; JB4000 型 X、γ 辐射仪; 上述仪器均经中国计量科学研究院检定。

表 2 探伤照射时各点 30cm 处剂量率测定

测试地点	测点	扫描条件	剂量率(μGy·h ⁻¹)
操作人员位	3	探伤条件	0.09~0.32
探伤室大门	9	探伤条件	0.09~0.45
探伤室内门	9	探伤条件	0.09~0.55
探伤室东墙	2	探伤条件	0.06~0.22
探伤室西墙	2	探伤条件	0.06~0.22
探伤室南墙	2	探伤条件	0.06~0.24
探伤室北墙	2	探伤条件	0.06~0.24
探伤室顶层	2	探伤条件	0.06~0.20

经检测发现,各应检防护点的电离辐射剂量率均较低,符合国家放射卫生防护标准。^[2] (下转第 78 页)

作者单位: 1 安阳市疾病预防控制中心,河南 安阳 455000; 2 安阳钢铁公司安全处

作者简介: 郭荣华(1964~),女,主管医师,从事疾病防控工作。

通讯作者: 康智忠,主任医师。

[2] 吴水龙,李晶. 上海“6.25”钴源辐射事故经过及其原因分析[A]. 全国放射事故案例汇编[C]. 39-46.

[3] 冯瑞林. 人员误入辐射实验室受照射事故[A]. 全国放射事

故案例汇编[C]. 46-48.

[4] 曹敏,王润溪. 违章处置退役源致公众死伤多人[A]. 全国放射事故案例汇编[C]. 69-75.

(收稿日期: 2011-07-06)