

· 辐射事故 ·

# 一起辐射探伤事故中 6 名疑似受照人员的医学观察

王敏 刘玉龙 卞华慧 王优优 王睿昊 侯雨含 崔冉 杜云 姚振

苏州大学附属第二医院肿瘤科 215004

通信作者: 刘玉龙, Email: [yulongliu2002@126.com](mailto:yulongliu2002@126.com)

**【摘要】目的** 通过对一起辐射探伤事故中 6 名疑似受照人员的临床表现、外照射剂量估算及医学处理的总结, 探讨事故成因及后果, 为今后类似实践提供技术参考。**方法** 疑似受照人员 6 名, 结合病史问诊、体格检查及实验室检查分析其外周血淋巴细胞染色体“双着丝粒+环”畸变及外周血淋巴细胞微核; 采用直接测量法估算物理剂量, 计算累积剂量; 采用焦虑自评量表、抑郁自评量表及卡特尔 16 项人格测验量表对疑似受照人员进行心理测试, 评估其综合心理素质。**结果** 6 人临床表现上均有不同程度的不适主诉, 体格检查未见明显异常, 辅助检查发现几项异常结果, 但均与辐射损伤无明显相关; 有 1 人染色体分析细胞数 1400 中可见 1 个双着丝粒体, 其余均未见异常畸变; 物理剂量估算提示周围剂量当量率最大值为 20.15 mSv/h, 辐射累积剂量为 0.67 mSv; 心理测评结果表明有 3 名人员存在不同程度的焦虑与抑郁状态。**结论** 6 名疑似受照人员的各项结果均与电离辐射无关, 均未受到急性大剂量电离辐射外照射, 不会产生有临床意义的生物效应。

**【关键词】** 辐射, 电离; 辐射损伤; 辐射剂量; 医学处理

DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.02.005](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.02.005)

## Medical observation of six suspected irradiated staff members in a radiological accident

Wang Min, Liu Yulong, Bian Huahui, Wang Youyou, Wang Ruihao, Hou Yuhuan, Cui Ran, Du Yun, Yao Zhen

Department of Oncology, the Second Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215004, China

Corresponding author: Liu Yulong, Email: [yulongliu2002@126.com](mailto:yulongliu2002@126.com)

**【Abstract】Objective** To discuss the cause and consequence of a radiological accident, where 6 staff members were suspected to be irradiated. Similar medical cases were included by focusing on clinical manifestations, external radiation dose estimation, and medical treatment. **Methods** Blood specimen was extracted from the 6 staff members to analyze the peripheral blood lymphocyte chromosomal aberration “dic+r” and micronucleus. Their personal medical histories were taken, and other auxiliary evaluations were conducted. The physical dose was obtained by directly calculating the cumulative dose. The psychological test on the 6 staff members was based on the Anxiety Self-Assessment Scale (SAS), Depression Self-Assessment Scale (SDS), and Eysenck Personality Questionnaire (16PF). **Results** The staff members all reported complaints. Physical examination showed no obviously associated anomalies, and several abnormal results revealed in the auxiliary examination were not remarkably correlated with the radiological accident. In the biological dose estimation, “1dic” was found in 1400 cells in the chromosome analysis of one staff member. No abnormal aberration was found among the rest. The physical dose estimation indicated that the maximum value of the surrounding dose equivalent rate was 20.15 mSv/h, whereas the cumulative radiation dose was 0.67 mSv. The psychological assessment showed that 3 of the 6 staff members had different degrees of anxiety and depression. **Conclusion** Based on the results of clinical manifestations, biological and physical dose estimation, as well as the psychological test, the 6 staff members were not ionizing-irradiated and no clinically significant biological effect occurred.

【Key words】 Radiation, ionizing; Radiation injuries; Radiation dosage; Medical treatment

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.02.005

工业辐射探伤机已被广泛应用于各种受压容器、锅炉、船体、汽车零件、管道等的无损检测。据数据统计,我国使用X射线探伤机的企业约有1960家,数量约14 000台<sup>[1]</sup>,使用的放射源主要包括<sup>192</sup>Ir、<sup>75</sup>Se、<sup>60</sup>Co等核素。辐射探伤在创造巨大经济效益的同时,事故也时有发生,严重威胁工作人员甚至公众的人身财产安全。本研究主要通过一起X射线辐射探伤事故中6名疑似受照人员的临床表现、外照射剂量估算及医学处理的总结,探讨事故成因及后果,为今后类似实践提供技术参考。现将有关医学观察情况报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 基本资料

2018年11月22日早晨,某公司6名工人陆续进入车间上班,途经探伤现场后,怀疑探伤现场工作尚未结束,自己受到射线照射。工厂探伤工表示在工人进入车间时探伤工作已结束,探伤设备处于冷却状态,并没有工作。双方各执一词。遂于2018年12月初,该公司请求我院对6名误入探伤工作现场的工作人员进行诊治,评估是否受到放射性损伤。我院医疗团队根据国家相关标准制定检查计划,安排专业医师对来院6名疑似受照人员进行临床处理,并赴现场调研。6名疑似受照人员的具体信息见表1。

### 1.2 临床处理方法

#### 1.2.1 一般处理

安排专业医师主要采用“一对一”的方式仔细询问了6名疑似受照人员的病史,进行了详细的体

格检查,观察和记录了临床症状和特征,然后辅以甲状腺、肝脏、子宫等部位的超声检查。实验室检查主要包括血常规、甲状腺功能、生化、外周血淋巴细胞染色体畸变分析、外周血淋巴细胞微核分析、性激素、淋巴细胞免疫分析、肿瘤指标、精液常规分析等9项检查。此外,还对疑似受照人员的视力进行了检查。

#### 1.2.2 生物剂量估算

采用外周血淋巴细胞染色体“双着丝粒+环”畸变分析,外周血淋巴细胞微核分析方法。

(1)染色体畸变正常参考值(畸变率=畸变数/分析细胞数×析细胞数):双着丝粒体(dic)、着丝粒环(r)畸变率<1%。

(2)微核(培养法)正常参考值:微核率≤6‰。

### 1.3 现场调查

#### 1.3.1 现场情况

所涉两台探伤机型号为XXQ-3505,当时工作电压为250 kV,所涉人员为6名,模拟现场建造物理剂量估算模型,如图1所示,A、B代表两台探伤机,红点1、2、3、4代表4个剂量估算位置。人员由东门进入,循内部通道依次经过A、B两台探伤机,A探伤机距离走道中部的最近距离为6 m,B探伤机距离走道中部的最近距离为9 m。

#### 1.3.2 物理剂量估算

采用剂量实际测量法,仪器显示读数为空气吸收剂量率(nGy/h)和周围剂量当量率(μSv/h)。在探伤机开机前用仪器测量A、B两点(即2、4测量

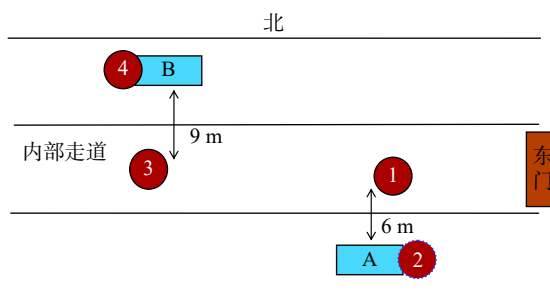


图1 某公司探伤误入事故现场探伤机分布及相关人员通道图中,A、B代表两台探伤机,红点1、2、3、4代表4个剂量估算位置。6名疑似受照人员由东门进入,循内部通道依次经过A、B两台探伤机。

Fig. 1 Distribution of flaw detector and relevant personnel channel of a company that strayed into the accident site

表1 6名疑似受照人员基本个人信息

Table 1 Personal information of the 6 suspected irradiated staff members

姓名	性别	年龄(岁)	婚姻状况	文化程度	工作岗位
高XX	男	57	已婚	小学	焊工
韩XX	女	49	已婚	小学	焊工
蒋XX	女	46	已婚	初中	仓库管理员
刘XX	男	50	已婚	初中	焊工
周XX	男	41	已婚	初中	打磨工
朱XX	男	46	已婚	小学	焊工

点)的环境本底水平剂量,探伤机开机预热后(未出束)在探伤机旁(2、4 测量点)及 1、3 位置测量点进行辐射吸收剂量率本底测量,均值在 30~60 nGy/h 之间<sup>[2]</sup>,清场后再按实际探伤要求出束(250 kV),在 1、3 位置实测剂量率,并将该实测值作为人员在内部走道行走时实际剂量率的保守估计值,并按该值计算累积剂量。其中应注意,为了使测量结果更加准确,所有位置点均需要用仪器重复测量 6 次并记录 6 次数据。对于 A、B 两台探伤机在开机前的测量数据,因为此时内部通道并无剂量吸收,故只需要测量探伤机所在位置即 2、4 位置点的环境本底剂量水平;对于探伤机在开机预热状态下的测量数据,因为此时机体及走道位置均有剂量吸收,故测量 1、2、3、4 位置点的剂量水平;对于探伤机按实际探伤情况出束时,因为两台探伤机的位置点即 2、4 位置点有射线辐射,且辐射剂量较大,故未在探伤机旁 2、4 位置点进行测量,只测量内部走道 1、3 位置点的出束剂量水平与 1、3 位置点的周围剂量当量率作比较。

1.4 心理测评

采用焦虑自评量表、抑郁自评量表及卡特尔 16 项人格测验量表对 6 名疑似受照人员进行心理测试以评估其心理综合素质<sup>[3]</sup>。按照中国常模结果,焦虑自评量表标准分的分界值为 50 分,其中 50~59 分为轻度焦虑,60~69 分为中度焦虑,70 分以上为重度焦虑;抑郁自评量表标准分的分界值

为 41 分,0~4 分为没有抑郁症,5~10 分为偶尔有抑郁情绪,11~20 分为有轻度抑郁症,21~30 分为有中度抑郁症,31~45 分为有严重抑郁症;卡特尔 16 项人格测验量表使用 1~10 的标准分,1~3 分为低分,4~7 分为平均分,8~10 分为高分。

2 结果

2.1 临床处理结果

专业医师对 6 名疑似受照人员进行各种检查,结果发现他们在临床表现上均有不同程度的不适主诉,此外体格检查未见明显异常,辅助影像学检查发现几项异常结果,但与辐射损伤无明显相关。所有阳性结果归纳详见表 2。

2.2 生物剂量估算结果

根据外周血淋巴细胞染色体畸变+微核分析的结果,6 人中有 1 人染色体分析时,1400 个染色体分析细胞中可见 1 个双着丝粒体(dic),未见其他明显异常畸变。6 名受照人员的具体结果见图 2、表 3。

2.3 物理剂量估算结果

物理剂量实际测量时,位置 1 实测周围剂量当量率最大值为 20.15 mSv/h,位置 3 测量周围剂量当量率最大值为 2.52 mSv/h,这里偏保守选择 20.15 mSv/h 作为人员剂量的估计值。通过现场调研和过程回顾,偏保守假定人员在剂量最大位置持续停留 2 min,则对应累积剂量为: E(0~2 min)=

表 2 6 例疑似受照人员临床结果汇总

Table 2 Summary of clinical treatment of the 6 suspected irradiated staff members

姓名	临床表现	辅助检查异常结果	分析
韩XX	脱发、乏力、胸闷心悸。	左眼角膜中央薄翳一处;CA125 为 59.61 U/mL(略微升高);B 超声:子宫肌瘤。	角膜中央薄翳不符合放射损伤特点,与放射损伤无关;肿瘤指标升高和子宫肌瘤与放射损伤无关。
蒋XX	脱发。	双侧晶体混浊 3~4 处;甲状腺两侧叶内多发混合性结节;肝右叶多发囊性占位:考虑囊肿。	眼晶状体混浊、甲状腺多发结节、肝囊肿,考虑与放射损伤无关。
朱XX	乏力、纳差。	肝内多发囊性占位,考虑可能为多囊肝。	多囊肝与放射损伤无关。
高XX	脱发。	甲状腺两侧叶内混合性结节;肝内多发囊性占位,考虑为囊肿。	甲状腺结节、多囊肝与放射损伤无关。
刘XX	次日感冒,乏力,大便不成形。	染色体分析细胞数 1400 双着丝粒体(dic)一个;T 杀伤/抑制淋巴细胞略升高,自然杀伤细胞略减低。肝内多发囊性占位,考虑为囊肿。	染色体畸变分析结果在正常范围内;免疫功能改变受多种因素影响;肝囊肿与放射损伤无关。
周XX	一周后头晕、乏力,视物模糊,便秘。	自然杀伤细胞略增高,补体 C3 略降低。	免疫功能改变受多种因素影响。

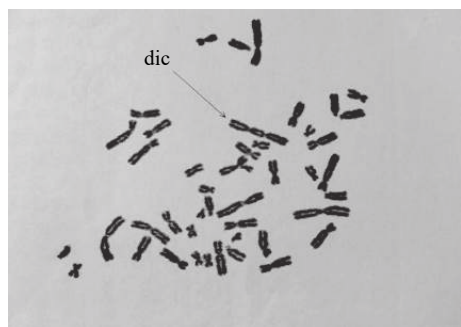


图2 6名疑似受照人员的染色体畸变分析报告 图中,箭头示1个双着丝粒体。

Fig. 2 Analysis report of chromosomal aberration of the irradiated staff members

表3 6名受照人员的外周血淋巴细胞染色体和微核分析的结果

Table 3 Results of chromosome and micronucleus analysis of peripheral blood lymphocytes from the 6 suspected irradiated staff members

姓名	畸变类型				微核率(%)
	染色体分析 细胞数(个)	双着丝粒体 (dic)(个)	着丝粒环 (r)(个)	微核(培养法) 细胞数(个)	
高XX	200	0	0	2000	0
韩XX	200	0	0	2000	1
蒋XX	200	0	0	2000	0
刘XX	1400	1	0	2000	1
周XX	200	0	0	2000	0
朱XX	200	0	0	2000	0

20.15 mSv/h × 2 min=0.67 mSv。探伤机开机前测量 A、B 两点(即 2、4 测量点)的环境本底水平剂量,探伤机开机预热后(未出束)测量探伤机旁(2、4 测量点)及 1、3 位置的辐射吸收剂量率,清场后按实际探伤情况出束时测量 1、3 位置的剂量水平的具体测量值见表 4、表 5、表 6。

### 2.4 心理测评结果

心理测评结果表明 3 名受照人员存在不同程度

表4 不同位置的环境本底水平的 6 次重复测量结果 (探伤机关闭状态)

Table 4 The dose of environmental background level (closed state of flaw detector)

位置	剂量率(nGy/h)					
2	29	31	29	26	31	25
4	36	28	35	32	34	30

表5 距离探伤机不同位置的剂量水平的 6 次重复测量结果 (探伤机预热状态)

Table 5 The dose of pre-heating state of flaw detector

位置	剂量率(nGy/h)					
1	37	38	33	36	27	33
2	28	24	28	25	24	21
3	27	35	38	32	30	29
4	71	75	76	77	70	72

表6 按实际探伤情况出束(250 kV)不同位置的剂量水平的 6 次重复测量结果(探伤机输出状态)

Table 6 The dose of beam (250 kV) of flaw detector

位置	空气吸收剂量率(mGy/h)					
1	60.12	60.32	60.54	61.03	60.72	60.66
3	16.77	16.33	16.35	16.64	16.43	16.44

的焦虑与抑郁状态,具体结果见表 7(鉴于参评人员文化程度较低,对测评题目不能充分理解,卡特尔 16 项人格测验量表评分结果仅作为参考)。

### 3 讨论

6 名疑似受照人员误入探伤工作现场导致事故发生,我们通过对其实临床表现、外照射剂量估算及心理测评的总结,可以看到 6 名疑似受照人员的临床表现有脱发、乏力、纳差等,心理测评结果提示轻度焦虑抑郁倾向,从生物剂量、物理剂量估算及其他各项辅助检查结果分析,6 名疑似受照人员的

表7 6名疑似受照人员的 3 种评量表的测评结果

Table 7 The measurement results (anxiety self-assessment scale, depression self-assessment scale, eysenck personality questionnaire) of the 6 suspected irradiated staff members

姓名	焦虑自评量表(分)	抑郁自评量表(分)	卡特尔16项人格测验量表
蒋xx	33.75	11	内外向型性格,情绪稳定,好强而不固执,过分严肃审慎,事故,过于保守附庸传统。
高xx	55.00	7	外向乐群、冒险而不敢为、自律谨言,好强而固执,怀疑刚愎。
朱xx	46.25	12	外向乐群,附庸传统,偶有权益敷衍,偶有敏感、感情用事,偶被紧张困扰;依赖性强。
周xx	76.25	16	外向乐群,信赖随和,偶有敏感,偶有忧虑抑郁烦恼多端,过分依赖,缺少主见。
韩xx	81.25	37	性格内向、胆小怕事,偶有敏感、猜疑、忧虑,附庸传统,焦虑,怯懦、依赖性强。
刘xx	46.25	37	性格内向,胆小怕事,聪明,偶激进,感情用事,偶有猜疑忧郁,紧张困扰,焦虑。

各项结果与电离辐射无关,可以肯定未受到急性大剂量电离辐射外照射;但不能除外可能受到低剂量射线照射。本次事件中,即使这6人受到最大可能的照射,辐射剂量也远低于国家标准规定的公众照射剂量限值,不会产生有临床意义的生物效应。该6名员工可以继续从事当前工作,同时建议他们每年继续实施放射性工作健康监护检查。

目前我国辐射作业中,事故时有发生,究其原因不少是单位疏于管理,如放射源保管不善致其丢失、被盗<sup>[4]</sup>;其次,放射工作人员防护意识淡薄,违章作业也是重要原因,如本例事故中工人对探伤工作的具体时间不明确,因而误入探伤作业现场;另外,工作人员作业失误等情况也屡见不鲜。辐射事故发生后不仅会给工作人员带来健康损害,甚至还会威胁群众的生命健康安全,也给单位及国家带来巨大的经济损失。事发后,我们常以猛药去疴,刮骨疗毒极力挽救损失,但是如果能够早预防,防微杜渐,免于危难会更有价值。因此,相关单位应努力做好日常管理工作,在通往探伤现场的通道附近设立醒目明确的辐射警示牌,并加强对放射源管理,定期检查排除隐患,尽最大力量减少辐射事故的发生。同时,相关单位应加强对放射工作人员的教育,定期邀请专家指导,让放射工作人员知悉辐射危害,懂得自我防护并严格遵守放射作业章程。

在放射损伤医学急救中,迅速对受照人员做出早期分类诊断,是明确人员是否受到大剂量照射、辐射损伤程度和采取早期分类治疗工作的重要依据<sup>[5]</sup>。而剂量是根本,进行生物剂量及物理剂量的测量,是排查辐射事故后期效应的主要手段。

生物剂量估算技术的作用主要为分类诊断治疗和评价远后效应。受照的早期反应指征通常包括呕吐[国际原子能机构(IAEA)给出判断标准]<sup>[6]</sup>、淋巴细胞数与白细胞数快速减少(电离辐射是导致白细胞减少的有害的组织反应之一<sup>[7]</sup>)、染色体畸变等。其中染色体畸变分析被认为是生物剂量估算的金标准<sup>[8]</sup>。外周血淋巴细胞染色体“dic+r”畸变分析、核质桥+马蹄靴+融合+环(NPB+FHC)、细胞质分裂阻滞微核(CBMN)等分析法均是有效的生物剂量估算手段<sup>[9]</sup>。在大规模核与辐射事故医学救援中,利用生物剂量估算技术对伤员进行快速分类诊断和剂量估算是医学救援的关键环节,可使医疗资源得以充分利用,从而大大提高救援能力<sup>[10]</sup>。如何

选取分析方式也很重要,其中核型自动分析装置(Cytoscan)可加速分析大量血标本的工作效率;淋巴细胞微核率法较为简便;药物诱导的早熟凝集染色体环(PCC)法可应用于大剂量照射后的生物的血标本。早期分析与临床诊断相符,时间越长,辐射剂量衰减越明显,约40d后不能准确分析受照剂量,抓住时间窗在救援工作中尤其重要。

在物理剂量估算方面,有资料表明,照射后3~4d内可得到物理剂量初步估算结果<sup>[11]</sup>。在获取放射源的型号、参数、照射时间、照射距离、受照方式等基础上,基于东亚人体素体模和受照者主要生理特征,通常利用蒙特卡罗模拟软件包建立模型并估算受照剂量,判断有无超过本底水平,达到放射性损伤划定范围。

在心理测评方面,受照人员经历事故,必然会产生紧张焦虑的情绪,影响工作和生活,所以应评估受照人员的综合心理素质,及时发现问题,进行合理干预,缓解其心理压力,调节其心理状态<sup>[12]</sup>,预防二次事故发生。心理测评也是从辐射事故的救治走向预防保健工作的重要一步,安排心理保健,划定职业红线,分流适岗人群,进一步保证辐射探伤工作的安全开展。放射损伤的远后效应一直是放射医学临床诊治所关注的热点,建议从事放射行业的工作人员每年定期进行放射性工作健康监护检查。

本研究成功对一起辐射探伤事故进行了医学观察,探讨事故成因并分析了事故的关键技术,为今后类似事件的发生提供临床资料。由于目前严重辐射探伤事故的医学处理经验相对比较欠缺,无法形成标准统一的模式,如何采取更加科学合理的方法进行处理,还有待将来的进一步研究和实践。

**利益冲突** 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展,不涉及任何利益冲突。

**作者贡献声明** 王敏负责整理分析数据及论文的撰写;刘玉龙负责研究命题的提出及论文的审阅;王敏、卞华慧、王优优、王睿昊、侯雨含、崔冉、杜云、姚振负责现场试验及调查工作。

## 参 考 文 献

- [1] 李少婷,刘少辉,张振斌,等. X射线探伤机生产销售单位管理要求及建议[J]. 中国辐射卫生, 2018, 27(2): 181-184. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714x.2018.02.024.
- Li ST, Liu SH, Zhang ZB, et al. Management requirements and suggestions for production and sales departments of X-ray

- detection apparatus[J]. *Chin J Radiol Health*, 2018, 27(2): 181-184. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714x.2018.02.024.
- [2] 顾晨曦. 淮南市 690 名医学放射工作人员白细胞计数情况分析[J]. *中国热带医学*, 2015, 15(9): 1137-1138. DOI: 10.13604/j.cnki.46-1064/r.2015.09.32.
- Gu CX. Analysis on the leucocyte counts of 690 medical radiation workers in Huaian[J]. *China Trop Med*, 2015, 15(9): 1137-1138. DOI: 10.13604/j.cnki.46-1064/r.2015.09.32.
- [3] Candéias SM, Testard I. The many interactions between the innate immune system and the response to radiation[J]. *Cancer Lett*, 2015, 368(2): 173-178. DOI: 10.1016/j.canlet.2015.02.007.
- [4] 郭凯琳, 刘玉龙, 王优优, 等. 南京“5.7”<sup>192</sup>Ir 源放射事故患者生殖及内分泌功能的改变[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2016, 36(5): 382-385. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2016.05.015.
- Guo KL, Liu YL, Wang YY, et al. Changes of reproductive and endocrine function of a case who was exposed to “5.7” <sup>192</sup>Ir source accident in Nanjing[J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 2016, 36(5): 382-385. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2016.05.015.
- [5] 王优优, 刘玉龙, 卞华慧, 等. “南京事故”放射损伤人员的临床救治经验[J]. *辐射防护*, 2018, 38(5): 434-438.
- Wang YY, Liu YL, Bian HH, et al. Discussion on experience in clinical treatment of the case exposed to <sup>192</sup>Ir in the radiation accident in Nanjing[J]. *Radiat Prot*, 2018, 38(5): 434-438.
- [6] International Atomic Energy Agency, World Health Organization. Diagnosis and treatment of radiation injuries[R]. Vienna: IAEA, 1998: 163.
- [7] 武英, 陈原平. 辐射引起晶状体浑浊的临床分析[J]. *山西医药杂志*, 2016, 45(24): 2889-2890. DOI: 10.3969/j.issn.0253-9926.2016.24.017.
- Wu Y, Chen YP. Clinical analysis of lens opacity caused by radiation[J]. *Shanxi Med J*, 2016, 45(24): 2889-2890. DOI: 10.3969/j.issn.0253-9926.2016.24.017.
- [8] International Atomic Energy Agency (IAEA). Cytogenetic dosimetry: applications in preparedness for and response to radiation emergencies[M]. Vienna: IAEA, 2011: 203.
- [9] 刘玉龙, 王优优, 余道江, 等. 南京“5.7”<sup>192</sup>Ir 源放射事故患者的临床救治[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2016, 36(5): 324-330. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2016.05.003.
- Liu YL, Wang YY, Yu DJ, et al. Medical management of the victim exposed to <sup>192</sup>Ir source at “5.7” accident in Nanjing[J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 2016, 36(5): 324-330. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2016.05.003.
- [10] 王治东, 袁勇, 王琪, 等. 生物剂量估算技术在核与辐射事故医学救援中的应用[J]. *军事医学*, 2016, 40(10): 839-842. DOI: 10.7644/j.issn.1674-9960.2016.10.015.
- Wang ZD, Yuan Y, Wang Q, et al. Application of estimated biodosimetry to medical rescue during nuclear and radiation accidents[J]. *Mil Med Sci*, 2016, 40(10): 839-842. DOI: 10.7644/j.issn.1674-9960.2016.10.015.
- [11] Riccobono D, Valente M, Drouet M, et al. French Policies for Victim Management During Mass Radiological Accidents/Attacks[J]. *Health phys*, 2018, 115(1): 179-184. DOI: 10.1097/HP.0000000000000839.
- [12] 陆萍, 李敏, 吴正言, 等. 核电厂操纵员整合性心理干预前后的对比[J]. *辐射防护通讯*, 2016, 36(5): 41-44. DOI: 10.3969/j.issn.1004-6356.2016.05.012.
- Lu P, Li M, Wu ZY, et al. NPP operators' psychological characteristics before and after an integrative psychological intervention[J]. *Radiat Prot Bull*, 2016, 36(5): 41-44. DOI: 10.3969/j.issn.1004-6356.2016.05.012.

(收稿日期: 2019-01-16)

## · 读者 · 作者 · 编者 ·

## 常见基金项目的英文名称 (一)

国家自然科学基金: National Natural Science Foundation of China (NSFC)

国家自然科学基金面上项目: the General Program of National Natural Science Foundation of China

国家自然科学基金重点项目: the Key Program of National Natural Science Foundation of China

国家自然科学基金重大研究计划: the Major Research plan of the National Natural Science Foundation of China

国家自然科学基金国际合作与交流项目: Projects of International Cooperation and Exchanges NSFC

国家杰出青年科学基金: National Natural Science Funds for Distinguished Young Scholar

海外及香港、澳门青年学者合作研究基金: Joint Research Fund for Overseas Chinese, Hong Kong and Macao Young Scholars

本刊编辑部