

·规范与共识·

# GBZ 97-2017《职业性放射性肿瘤判断规范》 解析——新标准评述

孙志娟 刘强 涂文军 王芹 王津晗 王彦 杜利清 徐畅 王继先

中国医学科学院放射医学研究所, 天津市放射医学与分子核医学重点实验室  
300192通信作者: 王继先, Email: [wangjixian@irm-cams.ac.cn](mailto:wangjixian@irm-cams.ac.cn)

**【摘要】** 《职业性放射性肿瘤判断规范》(GBZ 97-2017)替代《放射性肿瘤病因判断标准》(GBZ 97-2009), 2017年11月1日起成为现行的判断标准。新标准实现了辐射致癌超额危险系数的中国化, 大大提高了对我国职业人群的适用性。新标准中的肿瘤名单仍沿用GBZ 97-2009名单, 因为在修订期间, 《职业病分类和目录》尚未列出具体的肿瘤名单。在职业病名单确认制下, 放射性肿瘤的判定结果只有是“放射性肿瘤”或不是“放射性肿瘤”, 建议尽早拟定职业性放射性肿瘤名单。现有的国家标准中的病因概率判断界限值需要更多的科学数据予以修正, 建议在未来的放射性肿瘤名单拟定中着重考虑该问题。

**【关键词】** 职业性放射性肿瘤; 国家职业卫生标准; 辐射致癌危险系数; 放射性肿瘤名单; 判断界限值; 标准解读

**基金项目:** 国家自然科学基金(81502760、31670859); 天津市自然科学基金(18JCYBJC26800、18JCQNJC12300); 中国博士后科学基金(2018M630106); 中国医学科学院医学与健康科技创新工程项目(2017-I2M-1-016); 协和小规模特色办学经费(10023201601602)

DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.02.014](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.02.014)

## Dissect of GBZ 97-2017 Judgment standard for occupational radiogenic neoplasms — Comment and description of new national standard

Sun Zhijuan, Liu Qiang, Tu Wenjun, Wang Qin, Wang Jinhan, Wang Yan, Du Liqing, Xu Chang, Wang Jixian

Tianjin Key Laboratory of Radiation Medicine and Molecular Nuclear Medicine, Institute of Radiation Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences, Tianjin 300192, China

Corresponding author: Wang Jixian, Email: [wangjixian@irm-cams.ac.cn](mailto:wangjixian@irm-cams.ac.cn)

**【Abstract】** Judgment standard for occupational radiogenic neoplasms (GBZ 97-2017) has replaced Judgment standard for occupational radiogenic neoplasms (GBZ 97-2009) since November 2017. GBZ 97-2017 employed Chinese excess risk coefficients of cancers due to ionizing radiation, which is representative of the Chinese occupational population. This file used neoplasms list of GBZ 97-2009 because occupational disease classification and catalogue did not define the radiogenic neoplasms list. The radiogenic neoplasms list should be defined soon. In the list of confirmation system of occupational diseases, a neoplasm was classified only as radiogenic or not. As the threshold of probability of causation in this national standard needs to be polished with sound scientific data, this should be considered when defining radiogenic neoplasms list.

**【Key words】** Occupational radiogenic neoplasms; National occupational health standards; Risk coefficients of radiogenic tumors; List of radiogenic neoplasms; Judgment threshold; Explanation for national standard

**Fund programs:** National Natural Science Foundation of China (81502760, 31670859); Natural Science Foundation of Tianjin (18JCYBJC26800, 18JCQNJC12300); China Postdoctoral Science

Foundation (2018M630106); CAMS Innovation Fund for Medical Science (2017-I2M-1-016);  
Fundamental Research Funds for the Central Universities (10023201601602)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.02.014

《职业性放射性肿瘤判断规范》(GBZ 97-2017)较《放射性肿瘤病因判断标准》(GBZ 97-2009)的主要进步是将辐射致癌超额相对危险系数(excess relative risk coefficients, ERR)(单位为 Gy, ERR/Gy)中国化,实现了标准的本土化<sup>[1]</sup>。但也存在不足:一是保留了原标准 GBZ 97-2009 的放射性肿瘤名单;二是没有对不确定性进行定量分析,且仍用“上限赔偿法”。我们就这些问题进行讨论和评述。

## 1 ERR/Gy 的中国化及其对标准的意义

我国国家职业卫生标准《放射性肿瘤判断标准》(GBZ 97-2002)和《放射性肿瘤病因判断标准》(GBZ 97-2009)的病因概率(probability of causation, PC)计算都是借用美国《放射流行病学表》NIH 85-2748 出版物[美国国立卫生研究院(National Institutes of Health, NIH)]的参数,而 GBZ 97-2009 主要是根据 1950 年至 1974 年日本原子弹爆炸幸存者终身寿命队列研究的肿瘤病死率数据<sup>[2]</sup>。采用美国电离辐射生物效应委员会报告Ⅲ(1980),建立危险模型,估算日本人群的 ERR/Gy,然后通过人群间的危险转移模型,将其转化为美国人群的 ERR/Gy,用于计算美国人群的 PC。对于某些肿瘤,中国人群基线发病率与美国人群的差距比中国人群与日本人群的差距更大,如胃癌、乳腺癌等,与其使用美国化的 ERR/Gy,还不如直接采用日本人群的 ERR/Gy。把日本人群的 ERR/Gy 转化为美国人群的,再将其用于中国人群,增加了不确定性。可见 GBZ 97-2002 和 GBZ 97-2009 直接借用美国《放射流行病学表》NIH 85-2748 的参数计算中国人群的 PC,对我国人群的适用性差,且这些参数的资料依据也过于陈旧。为了解决上述问题,在《职业性放射性肿瘤判断规范》(GBZ 97-2017)的修订中,把 ERR/Gy 的中国化作为重点。

采用日本原子弹爆炸幸存者终身寿命队列研究的美国电离辐射生物效应委员会报告Ⅶ第 2 部分的危险模型,估算日本人群肿瘤别、性别别、受照年龄别、发病年龄别的 ERR/Gy,将日本人群的 ERR/Gy 转化为中国人群的 ERR/Gy,即实现了该值的中国化<sup>[2]</sup>。

ERR 在不同人群间的转移主要涉及人群间危险转移模型和转移前后人群间癌症基线发病率的差别。在 ERR 人群间危险转移模型已定的情况下,本标准使用中国人群的肿瘤基线发病率,然后依据相加和相乘人群间危险转移混合模型将日本人群的 ERR/Gy 转化为中国人群的,实现了 PC 计算参数的中国化,降低了 PC 方法的不确定性。

ERR/Gy 的中国化是本次修订的一个突破,是新标准的创新之处。其改变了前两版标准 PC 计算用表的“借用美国放射流行病学表 NIH 85-2748”的性质,实现了标准所用计算参数的本土化。

## 2 标准中“职业性放射性肿瘤名单”的确定

### 2.1 “职业性放射性肿瘤名单”的现状

在《职业性放射性肿瘤判断规范》(GBZ 97-2017)修订期间,《职业病分类和目录》未列出具体肿瘤名单,只提了“放射性肿瘤(含矿工高氡暴露所致肺癌)”<sup>[3]</sup>。依据放射性疾病诊断标准委员会委员的建议,本次修订中保留了原标准 GBZ 97-2009 的肿瘤名单。GBZ 97-2009 采用国际放射防护委员会 2007 年建议书中给出的 10 种肿瘤(依据致死性肿瘤标称概率系数排序)<sup>[4]</sup>,实际上是公认的“放射性相关肿瘤”。但是“放射性相关肿瘤”和“职业性放射性肿瘤”不同,“放射性相关肿瘤”并不都是“职业性放射性肿瘤”<sup>[5]</sup>。

我国职业病管理体制是执行“职业病名单确认制”,纳入国家《职业病分类和目录》中的职业病,即是法定职业病。这是国家对受职业伤害劳动者补偿的依据。

由于我国《职业病分类和目录》中未列出职业性放射性肿瘤的具体名单,因此职业性放射性肿瘤名单一直按《放射性肿瘤判断标准及处理原则》(GB 16386-1996)、《放射性肿瘤判断标准》(GBZ 97-2002)、《放射性肿瘤病因判断标准》(GBZ 97-2009)和《职业性放射性肿瘤判断规范》(GBZ 97-2017)中的“可判断肿瘤名单”执行。

按照我国职业病管理体制,法定“职业性放射性肿瘤名单”不应由“放射性肿瘤判断标准”来提

供,应该先认定“职业性放射性肿瘤名单”,再为其提供判断方法。因此,为了理顺国家法规和标准间的依存关系,《职业病分类和目录》中的“放射性肿瘤”不能总以综合性的形式表述,应尽快根据职业性疾病遴选原则,制定完善我国的“职业性放射性肿瘤名单”。

### 2.2 关于制定我国“职业性放射性肿瘤名单”的思考

补充和完善我国职业病目录中的“职业性放射性肿瘤名单”,要基于我国职业照射的现状、特点与发展趋势、人群大小和职业分布;要基于职业照射致癌危险(发病率和病死率)的流行病学调查;要基于我国职业病管理的需求,有的放矢、与时俱进地进行。

①确定我国受职业照射的部门、行业、工种和其中的人数,即确定职业受照群体的大小和分布。根据原国家卫生和计划生育委员会给出的《职业照射的分类及其代号》<sup>[6]</sup>,存在职业照射的行业<sup>[7]</sup>及职业照射的放射性因素<sup>[8]</sup>,卫生行政主管部门对具有职业照射的部门、行业、单位进行职业性放射性因素评估,认定从事放射性工作的单位(放射工作单位)和工作人员。

根据原卫生部令(第55号)《放射工作人员职业健康管理暂行办法》<sup>[9]</sup>,对从事放射性工作的人员实施管理(获得放射工作人员证、接受剂量检测和健康管理等),只有纳入实施管理办法的人员才能进行职业病诊断(包括职业性放射性肿瘤)。

2016年我国有35万名从事放射性工作的人员,其中60%~70%为医学放射工作者、10%在核工

业系统、10%为探伤人员、其他为10%。据调查,约有40万名受到高氡职业照射的非铀地下矿工、约9万名受到宇宙射线照射的民航飞行员和空乘务人员尚未纳入放射工作人员的管理<sup>[10]</sup>。

②基于目前所确定的“放射性相关肿瘤”,再根据职业照射人群辐射致癌危险流行病学调查结果(表1)<sup>[11]</sup>,确定了与我国现有职业照射相关的肿瘤。表1的结果表明,与医用放射工作者相关的肿瘤是白血病、皮肤癌,可能还有乳腺癌、甲状腺癌、骨髓瘤;与地下矿工相关的肿瘤是肺癌,可能还有皮肤癌;与从事钚(Pu)作业的工人相关的肿瘤是肺癌、肝癌、骨癌、白血病;与涂夜光表盘女工相关的肿瘤是骨肉瘤等。

不同职业所受职业照射的放射性因素各有不同,如射线的性质种类、照射方式(由内、由外)、靶器官、吸收剂量等,其诱发的肿瘤也不同。因此,应制定一个包含职业-射线-照射方式-靶器官-肿瘤等信息在内的“职业性放射性肿瘤名单”,如矿工高氡暴露所致肺癌,医用或工业探伤X或γ射线外照射所致白血病(排除慢性淋巴细胞性白血病)、甲状腺癌和女性乳腺癌、核燃料制造和再处理内照射所致肺癌或肝癌等。

③原国家卫生与计划生育委员会在《职业病分类和目录》的调整和解读中,明确列出了5条职业性疾病的遴选原则<sup>[12]</sup>,可作为确定职业性放射性肿瘤名单及顺序的参考。

④职业性放射性肿瘤名单也应与时俱进。随着社会的进步和科技的发展,一些传统行业逐步消失,一些新的行业逐步兴起,如含镭(<sup>226</sup>Ra)的荧光

表1 职业照射人群辐射致癌危险流行病学调查证据

Table 1 Epidemiological evidence of radiation carcinogenesis in occupational exposures

工种	膀胱癌	脑和中枢神经疾病	乳腺癌	宫颈癌	结肠癌	食管癌	肾癌	白血病	肝癌	肺癌	淋巴瘤	骨髓瘤	卵巢癌	胰腺癌	前列腺癌	直肠癌	皮肤癌	胃癌	睾丸癌	甲状腺癌	子宫癌	
涂夜光表盘女工	+++							-	-		+											
放射科医师和技师	-	-	+	-	-	-	-	++	-	-	-	+	-	-	-	-	++	-	-	+	-	
地下矿工	-	-			-	-	-	-	-	+++	-	-	-	-	-	-	+	-	-			
核工业工人	-	-			-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-						
铀处理工人	-	-			-	-	-	-	-	-	-				-							
切尔诺贝利核事故 清洁工人								-													-	
Mayak工人(钚)	++							++	-	+++								+				

注:表中,+++ :强相关; ++ : 相关; + : 提示相关,但不确定或有疑问; - : 未发现相关; 空白: 无研究数据或数据极少。

粉被光致储能夜光粉代替。镭的最大危害是可以诱发骨肉瘤。我国从事含镭夜光粉作业的人员(涂表盘)主要是在20世纪50~60年代,这一群体本来就不大,现已寥寥无几。故GBZ 97-2002标准中“接受 $^{226}\text{Ra}$ 射线照射后发生的骨恶性肿瘤”,在以后修订“职业性放射性肿瘤名单”中是否还需纳入,值得考虑。但快速发展的航空和(或)航天事业,职业人员受到宇宙射线的致癌危害值得重视,应加强调查研究,积累资料。

基于上述原则逐步列出符合这些原则的“职业性放射性肿瘤名单”,并按照职业性放射性肿瘤的特性和我国职业病命名惯例,以求制定一个包含职业-射线-照射方式-靶器官-肿瘤等信息在内的“职业性放射性肿瘤名单”。

### 3 PC判断界限值和赔偿方法

#### 3.1 PC判断界限值

随着PC方法的建立,其判断界限值的设定及如何赔偿问题也随之产生。美国《放射流行病学表》NIH 85-2748采用 $\text{PC}=50\%$ 作为判断界限值, $\text{PC}\geq 50\%$ 判断为放射性肿瘤,进行全额赔偿<sup>[13]</sup>; $50\%>\text{PC}\geq 10\%$ ,判断为可能是放射性肿瘤,按比例赔偿; $\text{PC}<10\%$ ,认为肿瘤由先前照射诱发的可能性很小,不予赔偿。英国也采取类似的方法<sup>[14]</sup>,不同的是 $\text{PC}<20\%$ 不予赔偿。此种方法可称之为“比例赔偿法”或“分级赔偿法”。2003年在美国发表的《美国国立卫生研究院与疾病预防控制中心联合工作组关于1985年美国放射流行病学表的修改报告》NIH 03-5387<sup>[15]</sup>中,采用PC 99%可信限上限值 $\geq 50\%$ 进行全额赔偿,该值 $<50\%$ 不予赔偿,即所谓“上限赔偿法”。

我国标准GBZ 97-2002按 $\text{PC}=50\%$ 作为判断界限值, $\text{PC}\geq 50\%$ 进行全额赔偿, $\text{PC}<50\%$ 不予赔偿。GBZ 97-2009将PC 95%可信限上限值 $\geq 50\%$ 作为赔偿的界限值,对该值 $\geq 50\%$ 进行全额赔偿,该值 $<50\%$ 不予赔偿<sup>[4]</sup>。

“上限赔偿法”的PC判断界限值有两部分,一是“均值”,即PC的点估计;二是“可信限”,即“PC 95%可信限上限”。在GBZ 97-2002标准中使用PC均值为判断界限值,而在GBZ 97-2009标准中修订为PC 95%可信限上限为判断界限值。

关于可信限上限的选择,是80%、90%、95%

还是99%,有其主观性,其中包括了政策性考量。为减少遗漏应赔人员、降低赔偿门槛和关怀放射工作人员,通常将可信限上限定的都比较高,如2003年美国的NIH 03-5387<sup>[15]</sup>、我国的GBZ 97-2009分别将PC 99%可信限上限值、PC 95%可信限上限值作为判断界限值,对该值 $\geq 50\%$ 者进行全额赔偿。在此次修订的GBZ 97-2017中未予改动<sup>[2]</sup>。

从理论上讲“上限赔偿法”适用于有明确量度的不确定度的情况。当不确定性不清楚时,按辐射在肿瘤病因中的份额进行比例赔偿(分级赔偿)较好。“分级赔偿法”既反映所患肿瘤由辐射诱发的可能性,也反映该肿瘤发生归因于辐射的份额。当 $\text{PC}\geq 50\%$ ,既表明先前的照射很可能是所患肿瘤的病因,又表明辐射是诱发该肿瘤的主要病因,应判断为放射性肿瘤,按全额赔偿;当 $\text{PC}<10\%$ ,认为肿瘤由先前的照射诱发的可能性很小,或者辐射对该肿瘤诱发的比例很小( $<10\%$ ),很可能不是放射性肿瘤,不予赔偿。当 $50\%>\text{PC}>10\%$ ,表明有10%~50%的可能性由先前的照射所诱发,辐射在诱发该肿瘤中有10%~50%的比例。故判断为可疑放射性肿瘤,根据相关程度、辐射的比例,进行分级赔偿。

#### 3.2 “分级赔偿法”与“上限赔偿法”的比较

表2比较了肿瘤“上限赔偿法”判断界限值为PC 95%可信限上限值( $\text{PC}'_{95\%, \text{U}}$ )或PC 99%可信限上限值( $\text{PC}'_{99\%, \text{U}}$ )时,其对应的“分级赔偿法”判断界限值。由表2可见, $\text{PC}'_{95\%, \text{U}}$ 上限赔偿法界定值相当于“分级赔偿法”中PC约为20%(13%~25%,平均17%); $\text{PC}'_{99\%, \text{U}}$ 上限赔偿法界定值相当于“分级赔偿法”中PC约为10%(9%~19%,平均13%)。由此可见,“分级赔偿法”若以 $\text{PC}\geq 20\%$ 起赔(如英国),在获赔人数上与 $\text{PC}'_{95\%, \text{U}}$ 上限赔偿法基本一致;若以 $\text{PC}\geq 10\%$ 起赔(如美国),在获赔人数上与 $\text{PC}'_{99\%, \text{U}}$ 上限赔偿法基本一致。提示“分级赔偿法”和“上限赔偿法”在受赔人数上差异较小。不同的是“分级赔偿法”的赔偿额度在PC为50%以下时,按级别逐级降低,以示其程度上的差别,较公平合理。这也避免了按“上限赔偿法”赔偿时出现的PC不确定度越大,越易得到赔偿的极不合理现象,如按 $\text{PC}'_{99\%, \text{U}}$ 上限赔偿法, $\text{PC}=44\%$ (CI: 41%~47%)得不到赔偿,而 $\text{PC}=9\%$ (CI: 0%~82%)得到赔偿。

表2 不同肿瘤  $PC'_{95\%, U}$  和  $PC'_{99\%, U}$  上限赔偿法界限值对应的分级赔偿法的 PCTable 2 PC values of the graded compensation method corresponding to upper limit value of compensation method of  $PC'_{95\%, U}$  and  $PC'_{99\%, U}$  for several neoplasms

肿瘤	照射后的时间(年)	分级赔偿法PC(%)	
		$PC'_{95\%, U}$ 上限赔偿法界限值	$PC'_{99\%, U}$ 上限赔偿法界限值
胃癌/肺癌	14	15	10
	15年以上	13	9
结肠癌/膀胱癌	14	17	12
	15年以上	15	11
女性乳腺癌	14	22	18
	15年以上	20	16
肝癌	14	17	11
	15年以上	15	10
甲状腺癌	14	25	19
	15年以上	23	18
骨和关节肿瘤	任何时间	21	16
慢性淋巴细胞白血病以外的白血病	任何时间	15	12
平均		17	13

注:表中, PC: 病因概率;  $PC'_{95\%, U}$ : PC 95%可信限上限值;  $PC'_{99\%, U}$ : PC 99%可信限上限值。

总之,“分级赔偿法”是按归因于辐射的份额大小分级赔偿,根据归因于辐射的份额进行赔偿。既符合线性无阈理论,也避免了“上限赔偿法”的不足。其缺点是不能对 PC 不确定性进行评价。此次修订我们对不确定性的认识尚还不足,难以对不确定性进行定量分析,应该执行“比例赔偿法”。但我国执行的是职业病名单确认制,不能实施“比例赔偿法”,只能执行“上限赔偿法”,即把 PC 判断界限值定在 PC 95% 可信限上限进行全额赔偿。

#### 4 小结

《职业性放射性肿瘤判断规范》(GBZ 97-2017)采用了中国化的 ERR/Gy,大大提高了该类标准对我国人群的适用性,其中的放射性肿瘤具体名单亟待由《职业病分类和目录》修订后补充。对于我国职业病名单确认制,今后在方法学上需要加强 PC 方法不确定性的研究,以期为该标准在不确定性估算部分提供参考。

**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** 孙志娟参与命题的提出和设计、负责文献的检索、论文的撰写和修改;刘强、涂文军、王芹、王津晗参与命题的设计

和论文的修改;王彦、杜利清、徐畅负责论文的修改;王继先负责命题的提出和设计、论文的撰写和审阅。

#### 参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GBZ 97-2017 职业性放射性肿瘤判断规范[S].北京:中国标准出版社,2017. The state health and family planning commission of the People's Republic of China. GBZ 97-2017 Judgment standard for occupational radiogenic neoplasms[S]. Beijing: China Standard Press, 2017.
- [2] 孙志娟,王继先.《职业性放射性肿瘤判断规范》解读[J].中华放射医学与防护杂志,2017,37(9):696-699. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2017.09.011. Sun ZJ, Wang JX. Explanation of judgment standard for occupational radiogenic neoplasms[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2017, 37(9): 696-699. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2017.09.011.
- [3] 国家卫生和计划生育委员会,人力资源社会保障部,安全监管总局,等.国家卫生计生委等4部门关于印发《职业病分类和目录》的通知[EB/OL].(2013-12-30)[2018-09-20]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s5898b/201312/3abbd667050849d19b3bf6439a48b775.shtml>. National Health and Family Planning Commission, Ministry of Human Resources and Social Security, General Administration of Safety Supervision, et al. National Public Health and Family Planning Commission and other three ministries notice on printing and distributing for classification and catalogue of

- occupational diseases[EB/OL].(2013-12-30) [2018-09-20].<http://www.nhc.gov.cn/jkj/s5898b/201312/3abbd667050849d19b3bf6439a48b775.shtml>.
- [ 4 ] 叶常青, 刘长安, 朱茂祥. 《放射性肿瘤病因判断标准》解读 [J]. 国际放射医学核医学杂志, 2012, 36(4): 210-213. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2012.04.004.  
Ye CQ, Liu CA, Zhu MX. Explanation of judgment criteria for cause of radiogenic neoplasms[J]. *Int J Radiat Med Nucl Med*, 2012, 36(4): 210-213. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2012.04.004.
- [ 5 ] 李幼忱, 傅宝华, 姜恩海, 等. 刍议“辐射相关肿瘤”与“职业放射性肿瘤”[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2014, 34(10): 787-792. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2014.010.018.  
Li YC, Fu BH, Jiang EH, et al. Immature discussion on “radiation-related neoplasms” and “occupational radiogenic neoplasms”[J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 2014, 34(10): 787-792. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2014.010.018.
- [ 6 ] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GBZ 128-2016 职业性外照射个人监测规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. National Health and Family Planning Commission of the People’s Republic of China. GBZ 128-2016 Specifications for individual monitoring of occupational external exposure[S]. Beijing: China Standard Press, 2016.
- [ 7 ] 社保查询网. 放射性职业病危害因素分类目录 [EB/OL]. (2016-09-08) [2018-09-27]. <http://www.chashebao.com/gongshangbaoxian/16410.html>.  
Social security query website. Classification of radioactive occupational hazards[EB/OL]. (2016-09-08) [2018-09-27]. <http://www.chashebao.com/gongshangbaoxian/16410.html>.
- [ 8 ] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 关于印发《职业病危害因素分类目录》的通知 [EB/OL]. (2015-11-30) [2018-09-27]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s5898b/201511/4b286806231a42058d0111aa64053aac.shtml>.  
National Health and Family Planning Commission of the People’s Republic of China. Notice on printing and distributing for Classification catalog of occupational-disease-inductive factors[EB/OL]. (2015-11-30) [2018-09-27]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s5898b/201511/4b286806231a42058d0111aa64053aac.shtml>.
- [ 9 ] 中华人民共和国卫生部. 中华人民共和国卫生部令 (第55号)——放射工作人员职业健康管理暂行办法 [EB/OL]. (2007-06-30) [2018-09-27]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s5897/200804/29276.shtml>.  
Ministry of Health of the People’s Republic of China. The ministry of health of the People’s Republic of China order (No. 55)—method of occupational health administration for radiological workers[EB/OL]. (2007-06-30) [2018-09-27]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s5897/200804/29276.shtml>.
- [10] Sun QF. Occupational Exposure in China[J]. *Health Physics*, 2016, 51(2): 89-91. DOI: 10.5453/jhps.51.89.
- [11] Schottenfeld D, Fraumeni JF. Cancer Epidemiology and Prevention[M].Third edition. New York: Oxford University Press, 2006.
- [12] 中华人民共和国国家卫生与计划生育委员会. 《职业病分类和目录》调整解读 [EB/OL]. (2013-12-30) [2018-09-20]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s5899t/201312/1d373aebc3c1475f83dbbc3a0d54fafa.shtml>.  
National Health and Family Planning Commission of the People’s Republic of China. Explanation for adjustment for classification and catalogue of occupational diseases[EB/OL]. (2013-12-30) [2018-09-27]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s5899t/201312/1d373aebc3c1475f83dbbc3a0d54fafa.shtml>.
- [13] Rall JE, Beebe GW, Hoel DG, et al. NIH 85-2748, Report of the National Institutes of Health Ad Hoc Working Group to Develop Radioepidemiological Tables[R]. Bethesda: National Institutes of Health, 1985.
- [14] Niu S, Deboodt P, Zeeb H. Approaches to attribution of detrimental health effects to occupational ionizing radiation exposure and their application in compensation programmes for cancer: A practical guide. Occupational Safety and Health Series, No.73[M]. Geneva: International Labour Office, 2010.
- [15] Land CE, Gilbert E, Smith JM. NIH 03-5387, Report of NCI-CDC Working Group to Revise the 1985 NIH Radioepidemiological Tables[R]. Maryland: National Cancer Institute, 2003.

(收稿日期: 2018-09-28)