

现在必须将两组试验剂量计(每组至少10只)分发到工作场所,并将它们和常规剂量计存放在一起。在剂量测定周期中某一时刻对其中一组用选择好的高剂量给以辐照,然后收集起来送回剂量测定实验室进行评估。平均样本方差的计算同上。

然而在此实验中空气本底比释动能不能忽略。作者根据每组未辐照过的剂量计上获取的结果计算出平均空气本底比释动能,然后将10组数据进行平均,得出 K_b 的总平均值(要从剂量计读数中计算出空气本底比释动能,必须将本底辐照的读数部分与非辐照源(如光电倍增管暗电流)的读数部分分开,后者所根据刚刚调零的剂量计读数来计算,亦可立即重读试验剂量计而得),最后再用公式(8)和(14)计算出探测限和测定限。

Ⅲ级实例:

安大略核电站的 TLD 系统用于监测其核电站的工作人员。这个 TLD 系统使用双元素 TLD-700 剂量计,根据加拿大原子能有限公司的设计(Jones, 1971),用安大略核电站自制的读数装置进行读数。用空气比释动能为 88, 175, 263 和 2629 μGy (照射量分别为 10, 20, 30 和 300 mR) 四个水平的 ^{137}Cs γ 射线照射 10 个剂量计。完全按照常规剂量测定的规程操作,但操作人员不是固定不变的。

这个过程不象上述Ⅲ级试验通则那样所有试验剂量计都被辐照,但它给出的结果却几乎相同。从每个照射水平上总数为 100 个的剂量计读数所得的平均结果,将用

于计算探测限和测定限。各周期之间的结果有着显著差异,这表明有必要扩展周期获取资料,以表征系统的长期平均性能。

根据 88 μGy 的结果可计算出 22.6 μGy 的平均标准差。由于标准差在低剂量时并不随着剂量的改变而迅速变化[公式(1)],因此可将其看作为 S_b 值。根据 2629 μGy 的结果得出平均相对标准差为 0.068,可作为 S_b 值。在这些试验中,空气本底比释动能并未精确测定,它将作为变量被保留。

讨 论

解析系统的探测限有时仅用本底信号标准差的倍数来表示,这个量称作临界水平或制定限,以它作为探测限的优先选择的制定标准是不合适的(Currie, 1968)。它的使用会导致出现比上述探测限和测定限更低的值。

所有能级的空气本底比释动能与 10% 精密度相应的测定限,远大于 95% 置信的探测限。采用实例中的数据和空气比释动能为 60 μGy 时,计算出 L_Q 值所期望的相对精密度($k\sigma^{-1}$)的变化关系。作者注意到当相对精密度约为 0.31 时,测定限与探测限相等(78 μGy)。换言之,在探测限上的相对精密度为 31%。

这些比较表明,必须明确规定 TLD 系统的“最小可探测剂量”的含义。没有一个明确的定义,引用数值的意义就会被误解。

[Health Phys 1992; 62(3): 223~227(英文)]

林 洁节译 孙福印校

终生剂量限值:是有益的实践还是有害的政策?

Peper CW

摘 要:最近有报道认为,过去 NCRP 可能低估了由低水平辐射引起的危险度。为此,几个公用事业机构都采取措施来降低工作人员受到的终生照射量。通过工作场所的设

计和控制来限制终生剂量是一种很好的实践,与此同时应避免通过终生剂量限值强行控制终生受照量。

国家辐射防护委员会(NCRP,美)最近的一个专题是关于工作人员终生剂量的限制。总的目标是控制工作人员以雷姆为单位的终生剂量值小于该工作人员以年为单位的累积剂量值。

限制终生剂量是与辐射防护的基本原则相一致的,应予以鼓励,但对过去常用的获取低终生剂量目标的方法,应进行仔细的选择。某些方法其危害效应的一面并未立即表现出来,如强行用一种终生剂量限值控制终生剂量,这与保健物理的有益实践背道而驰,又给保健物理学家造成伦理冲突,并与国际放射防护委员会(ICRP)和国家辐射防护委员会的建议矛盾。

限制终生剂量的原因

保持低终生剂量的首要原因是:使与核电工业有关的危险度保持在一个可以接受的水平或相当于其它“安全”工业的水平。

电离辐射生物效应委员会(BEIR)的最近报道表明,辐射照射引起的危险度水平可能比原来认为的高。在新因子尚未得到公认时,ICRP和核管理委员会(NRC)都降低了剂量限值。不管危险度因子修正与否,工作人员所受到的辐射照射应保持在能合理做到的尽可能低的水平(ALARA)。当社会和经济条件允许时,应该减少所接受的剂量。

限制终生剂量的第二个原因来自发病概率的概念。如终生剂量低,则由辐射引起的癌症概率就低。

最后一个原因是政治因素。终生受照的控制已列入核电运行研究院(INPO)的检查中。若应用中无INPO评价员充分评价的控制,就会降低其INPO级别,这种级别判断有时被滥用。级别差的可能后果包括:NRC审

查增多,与上级管理发生矛盾,来自公共事业委员会及特别利益团体的压力增大,保险费用上升。

终生剂量和终生限值的关系

限制终生剂量是有益的,与实践一致。反之,通过终生剂量限值强行控制个人受照量是有害的,是违背实践的。

NCRP在91号关于电离辐射限值的建议书中讨论了终生剂量。该文件解释了限制终生剂量的益处和设置终生剂量限值的危害,并建议控制工作场所,以使工作人员的终生剂量(以rem为单位)低于其累积剂量值,反对使用一个与年龄相关的终生限值。

在ICRP 60号报告中,对照射限值是这样叙述的:“……剂量限值应按如下方式设置,在这样的水平中,应防止在整个工作期间接受的总有效剂量超过1Sv(100rem),年与年间的受照应基本均匀,而且在作为辐射防护体系应用时,一般不应该接近这一数值”。

在这个报告中,ICRP明确表示,不主张使用终生限值。

英国放射防护局(NRPB)建议工业平均照射保持在每年15mSv(不是每年的剂量)。这点已作为年限值的改变而被广泛地作了错误报道。

NRC认为,终生限值会限制就业机会,给个人选择职业造成困难。环境保护机构原来建议职业照射使用1Sv(100rem)的终生限值,后来又撤销了。与之相反,INPO出版了关于辐射损伤修复的政策性文章,鼓励有关单位采用正规政策限制终生受照,并对用终生照射控制其评价过程进行了评述。

限制终生剂量的方法

有三个基本方法可有效地限制终生剂量:①设备的设计;②控制工作场所;③对工作人员强行制约。

设备的设计是最好的方法。对工作场所进行这样的设计,以便无需再用剂量限制来防止工作人员产生不可接受的危险。不幸的是,大多数工作人员都工作在旧的设备条件下,这个方法不易施行。

控制工作场所是另一个较好的方法。对此可应用一般的 ALARA 原则:如源的衰减期限,ALARA 的设计评估,工作方法的修改,工厂的修善,工作计划制定,为职业进行的剂量监测,工程控制及暂时屏蔽等。因能降低个人和群体两者的照射,故工作场所的控制是有利的。不幸的是,这种方法技术难度大,耗时多,耗资也很昂贵。

另一个限制终生剂量的可行方法是对工作人员进行制约。如果工作人员可能受到一个较高的不可接受的照射,要用行政手段来对个人受照情况进行制约。

终生剂量限值对限制工作人员的受照确实有效。制定一个限值,执行很容易,不幸的是,早期的方法不一定是最好的,甚至不是一个正确的方法。

终生限值存在的问题

NCRP 委员会相信,工作场所控制的这种指导比一种年龄相关的终生限值更可取,这种终生限值,也许会引起不希望发生的负作用,如:

1. 年轻的工作人员(对单位有效剂量当量具有更大的危险度)受到更大的照射。
2. 采用的年限值越严格,受照的工作人员越多。
3. 强迫技术熟练的老工作人员(对单位

剂量当量具有较小的危险度)进入危险度更高的职业。

4. 有人认为这是一种对人身自由的无形侵犯。

ICRP 60号报告认为:“错误地使用长期控制,常无意识地导致工作人员的剂量和摄入量在初期积累较快,后期较少。这种情况削弱了由设计控制照射的重要性,而把重点转移到操作的控制上。”

在此报告中 ICRP 特别指出,反对使用终生限值。

如果仅使用低的剂量限值而不降低源项,会带来相反的效应。解雇或暂时制约工作人员都会迫使有较高技术的人员离开本行业另寻他就,给高质量工作人员的召集和留用造成一定困难。

虽然设立终生限值能降低辐射引起癌症的概率,但如果雇用另外的人员来降低个人受照,在有生之年,雇用照射的人越多,得某种癌症的人越多,与癌症相关诉讼案的概率就越高。

受到终生剂量限值惩罚的受害者是工作人员,而非管理人员。

为什么终生剂量限值正在执行?

尽管制定标准的组织已表明了其反对态度,又存在着实际的危害效应,但终生剂量限值仍然得到执行,究其原因,主要有两方面:

首先,人们误解了 NRPB, NCRP 及 ICRP 的论述,“限制终生剂量”与“终生剂量限值”听起来相似,其实不然。第二,对自动调节组织或监督组织建议的终生剂量限值很难表示反对。若不听从其建议,对一个单位付出的代价是昂贵的,特别是建议组织颁发的一个报告书或基于建议完成情况的评价。这种评价将被保险公司、公共事业委员会、调停组织或董事会等应用(甚至滥用)。一个差的评价或评估意义不能低估。不幸的是,执行终生

剂量限值引起的短期危害并不立即影响管理,避开对工作人员的长期危害,执行这样的限值,并没有太大的困难。

结 论

限制终生剂量的实践是正确的,应予以鼓励。对终生照射进行监测,可给保健物理学家提供一个好的工具,从而可用来帮助在非ALARA情况下实践和政策的鉴定与修正。

使用终生剂量限值是有害的。它既非NRC的法令,也不是NCRP或ICRP的建议。要保持工作人员终生受照低,应对工作场所而不是对工人进行控制。

尽管使用终生剂量限值有害,潜在情况是有增无减,主要是行业怕引起政治、经济上的损失,还是不得不执行这个有害的方针。

建 议

1. 把终生剂量值作为优化辐射防护程序的工具。监测工作人员接受的平均年剂量和

监测工作人员本年度照射的年剂量。如果这些参数中任何一个超过 20mSv/a (2rem/a),需找出原因并确定如何修正,但不要对工作人员实行限制或制约。

2. 不要对短期工作人员的剂量重新进行分配。一些单位雇临时工在高剂量照射下工作,这些人员在2个月之内接受的典型剂量为 $2\sim 10\text{mSv}$ ($200\sim 1000\text{mrem}$),并且还会在这一年中到其他工厂重复类似的经历。这种情况会导致这些个人终生剂量很大。完善实验设施,使仪器操作人员个人受照的平均年剂量不超过 20mSv (2rem)。

3. 控制或重新设计工作场所以降低个人受照。推广ALARA原则以降低个人受照。

当对高的累积受照职业ALARA项目评估时,往往仅是涉及总的人·Sv。也应包括个体的ALARA评估。当为ALARA措施进行代价-利益分析时,应将工厂的整个寿命期计为偿付时间,而不是通常考虑的3~5年。

[Radiat Prot Manag 1992;9(3):59~64(英文)]

焦 玲节译 张良安校



105 放射导致臂丛神经损伤[英]/Olsen NK...
//Int J Radiat Oncol Biol Phys. -1993,26(1). -43~49

报告丹麦乳癌协作组对161例乳癌术后放疗无复发,随访13~99个月(中数50)有关放射导致臂丛神经损伤(RBP)的发病率与临床表现的观察。手术方针是浸润性乳癌,无远处转移者以全乳房切除加腋窝淋巴结取样。对<70岁伴腋淋巴结转移者,原发癌>5cm者,有皮肤和/或深层筋膜侵犯者给予辅助治疗。放疗用标准技术,每周照5次,每次2Gy,25次,共50Gy/5周,给足量以杀灭靶区(锁骨上下、腋窝、乳内淋巴链、胸壁包括手术疤痕)的亚临床灶。术后放疗的病人中,82例用细胞毒化疗(环磷酰胺、氮甲

喋呤、5-氟尿嘧啶),46例接受三苯氧胺内分泌治疗,治疗后定期作神经学随访检查。评价RBP的标准是:1. RBP劳动力丧失:感觉紊乱,无力,伸肌反射低下和/或肌肉萎缩以及每天生活不能自理;2. 轻度RBP:轻度感觉紊乱,轻度无力,伸肌反射轻度低下和/或肌轻度萎缩,但每天生活能自理;3. 无RBP:无神经征象和症状。RBP当累及 $C_5\sim C_7$ 为上臂丛神经损伤,累及限于 $C_8\sim Th_1$,则为下臂丛神经损伤。如两个水平均累及,则为广泛性臂丛神经损伤。

结果:RBP致劳动力丧失者为5%,轻度RBP为9%。对照以前的报告以每周照2次,每次3Gy,共12次36.6Gy,40天,其发病率分别为19%与16%。显然这组RBP的发病率明显较前减低。虽每周照射次数不同,但对局部区域性肿瘤控制两者无差别。另外,发现RBP更常见于细胞毒治疗与较年轻的患者($P=0.04$)。有RBP者具临床症状是感觉异常(100%,手刺痛、麻木)、感觉迟钝(74%)、无力