

NUCLEAR
ENERGY AND
RADIATION
PROTECTION

核能与辐射防护

原子能出版社 Atomic Energy Press



中国辐射防护研究院 主编

Chief Editor China Institute for Radiation Protection

核能与辐射防护

NUCLEAR ENERGY AND
RADIATION PROTECTION

中国辐射防护研究院 主编

原子能出版社

北京

(京)新登字 077 号

图书在版编目(CIP)数据

核能与辐射防护/中国辐射防护研究院主编. —北京:原子能出版社,1994.9

ISBN 7-5022-1194-2

I. 核… II. 中… III. 核能-辐射防护 IV. TL7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 05721 号

内 容 简 介

本文集收集了中国辐射防护研究院建院 30 周年庆祝大会暨核能与辐射防护国际学术交流会的主要论文、报告 43 篇,其中国内外专家特邀报告 7 篇。国外专家的报告介绍了日本、瑞典的辐射防护概况等;国内专家的报告介绍了中国核工业 30 年环境质量评价、全国环境天然放射性水平调查、中日合作项目——低水平放射性废物处置安全评价方法学研究等的情况。其他报告介绍了中国辐射防护研究院在辐射测量方法及装置、剂量测量与评价、辐射安全、放射性废物管理、环境监测与评价、放射生态学、放射医学、劳动卫生与职业病、核技术应用等方面近年来取得的研究成果,并介绍了几个技术管理服务中心所开展的工作。

本文集可供从事核工业、核电站及核技术与放射性同位素应用等部门的辐射防护、环境保护及核安全的科技、管理人员参考,也可供大专院校有关专业的师生参考。



原子能出版社出版发行

责任编辑:韩国光

社址:北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码:100037

原子能出版社印刷厂印刷 新华书店经销

开本:787×1092mm 1/16 印张 20.8 字数 540 千字

1994 年 9 月北京第 1 版 1994 年 9 月北京第 1 次印刷

印数:1—800

定价:49.00 元

Synopsis

The proceedings consist of 43 scientific articles and reports, including 7 invited papers from abroad, presented to the Meeting of Celebrating the 30th Anniversary of the Foundation of China Institute for Radiation Protection and the Symposium on Nuclear Energy and Radiation Protection. The status of radiation protection in Japan and Sweden are described. Assessment of radiation environmental impact of the nuclear industry in China over the past 30 years, nationwide survey on natural environmental radioactivity level in China and Sino-Japanese cooperative project on safety assessment methodological study concerning shallow layer disposal of low level radioactive waste are dealt with. The achievements made by the China Institute for Radiation Protection over the past 30 years in aspects of radiation detection method and instrumentation, dose measurement and assessment, radiation safety, radioactive waste management, environmental monitoring and assessment, radioecology, radiomedicine, industrial hygiene and occupational disease, and nuclear technologies and applications are also described, together with a lot of work undertaken by several technical and service centers under the China National Nuclear Corporation.

The proceedings are valuable for those who are involved in radiation protection, environmental protection and nuclear safety in nuclear industry, nuclear power plants, and nuclear applications.

编者的话

1992年7月13日,是中国辐射防护研究院建院30周年纪念日。30年来,我院在上级机关的领导、兄弟单位的支持以及全院职工的共同努力下,不断发展壮大,成为一个以从事辐射防护科学研究为主的多学科的综合性研究院,取得3000多项研究成果,为我国核工业、核电的发展以及核技术与放射性同位素的应用作出了应有的贡献。

改革开放以来,我院积极吸收国际辐射防护界的最新经验,认真研究我国的实际情况,走出了辐射防护科研为核电、核工业以及核技术和放射性同位素应用服务的新路子。在科研方面,为了更好地为核工业第二次创业服务,我院及时调整了研究机构和方向,突出围绕核电发展开展研究与技术服务,已完成了与秦山及大亚湾核电站有关的研究项目20多项;逐步加强了核环境保护、放射性废物管理、核设施退役、核安全及辐射防护管理等方面的研究工作,为解决核工业历史遗留问题作出了积极努力;以中国核工业总公司设在我院的环境监测与评价等6个管理服务中心为重点,开展了有针对性的科研及技术服务管理工作,整理与积累了大批有用数据,使我国核工业的科学化管理迈上了新台阶。我院不断深化内部改革,采取多种形式,贯彻“军民结合、以核为主、多种经营、搞活经济”的方针,在横向科研、民品开发及生产经营等方面打开新的局面。核技术应用、环境保护与评价、三废治理、计算机技术等取得了显著的经济效益和社会效益;为加速科技成果转化为生产力,近几年来相继组建了生物发酵、辐照应用等技术的中间试验设施,初步形成了科研—开发—中试—生产的运行机制;利用核及相关技术的优势,积极开发为国民经济建设服务的高新技术产品,在这中间,青年人发挥了骨干作用。近几年来,我院积极开展国际交流与合作,与国际原子能机构及日本、法国等40多个国际组织、国家或地区建立了科技交流与合作关系,及时吸取了国际上新的科技成果及经验,扩大了我院在国际上的影响;完成了10多项国际原子能机构资助项目和合作课题,与日本原子力研究所合作进行了为期5年的研究项目——低水平放射性废物浅地层处置安全评价方法研究;在广泛的国际交流与合作中,一批年富力强的中青年专家迅速成长。

借院庆30周年之际,由我院邀请国内外专家,召开了“核能与辐射防护”国际学术交流会,共同研讨这一受到当今社会关注的主题。本文集收集了这次学术交流会的主要文章。国内外专家特邀报告介绍了当前辐射防护中的一些重要的或新的研究成果;本院的论文报告有些反映了我院近年来在辐射防护科研工作中取得的进展,有些从科研角度回顾总结了30年的工作,有些介绍了中国核工业总公司设在我院的技术服务和管理中心的情况。限于水平,文集中错误和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

借此机会,对多年来关怀、指导我院工作的上级机关及领导,对给予我院大力支持及协作的兄弟单位表示衷心的感谢。

中国辐射防护研究院

1993年3月

目 录

- 为核工业发展保驾护航——中国辐射防护研究院建院 30 周年庆祝大会暨核能与辐射防护国际学术讨论会开幕词..... 胡遵素(1)
- 在中国辐射防护研究院建院 30 周年庆祝大会暨核能与辐射防护国际学术讨论会开幕式上的讲话..... 李德平(5)

特邀报告

- 辐射防护的前景与回顾 Takao Numakunai(9)
- 瑞典对核能和辐射防护的可承受的发展的展望 Gunnar Bengtsson(18)
- 场址特定的应急响应应用个人计算机系统 袁又坚(31)
- 中国核工业 30 年放射性流出物释放的环境影响..... 潘自强 陈竹舟 王志波等(33)
- 全国环境天然放射性水平调查概况 何振芸(40)
- 低水平放射性废物浅地层处置安全评价方法学研究进展 ... 李书绅 王志明 郭择德等(46)
- 屏栅电离室在环境监测 α 能谱分析中的应用 夏益华(56)

论文、报告

- 中国核工业系统辐射环境的监测与评价 王志明 周洪贵 杨胤等(65)
- 长江水系辐射环境评价 王志明 陈明俊 李盛芳(71)
- 中国核工业职业受照人员的辐射流行病学调查 孙世荃 李素云 袁丽云等(79)
- 中国铀矿的氡和矿工肺癌 袁丽云 谷娟娟 王武安等(89)
- 中国参考人的研究 王继先 陈如松(99)
- 中国核设施与环境氡的监测..... 杨怀元(109)
- 有关放射性物质安全运输的研究..... 汪佳明(120)
- 铀中毒的病理学研究..... 孙世荃 尤占云(127)
- 氡水生物学效应研究..... 邹淑爱(133)
- 中国辐射防护研究院放射化学分析 30 年 沙连茂(139)
- 化学与放化分析中样品前处理方法研究的回顾与展望..... 金梅荪(149)
- 秦山核电厂实时剂量评价系统的设计、模式、参数与程序
..... 胡二邦 王寒 姜耀强等(158)
- 放射性废物热解焚烧处理的实验研究..... 马明燮 邱明才 王培义等(166)
- 有色金属矿山矿工肺癌的病因学、病理学和预防性治疗的研究 孙世荃(172)
- 环境样品放射性测量的国际比对..... 黄治俭 滕慧洁 沙连茂等(177)
- 某核设施周围地区环境生态学研究..... 秦苏云 周彩云 周子荣等(184)
- 某铀矿区居民室内外氡浓度调查及剂量评价..... 李素云 张升慧 侯海全等(195)
- 中国古墓葬和中低放废物处置..... 黄雅文 谷存礼(203)

放射性铯钡钴在土柱中的迁移分布研究.....	李祯堂 王 辉 陈 式等(210)
图解法和离散点近似法估算大气排放中 γ 放射性核素有限烟云所致外照射剂量的比较	陈晓秋(220)
风洞在气载核污染物弥散研究中的应用.....	张茂栓 姚仁太 刘锦峰等(226)
人体内 ^{137}Cs 的代谢	周永增(241)
铀矿地质勘探队辐射流行病学调查.....	李素云 张升慧 侯海全等(248)
不同动物吸入短寿命氡子体肺组织剂量的研究.....	李素云 张升慧 侯海全(257)
天然蒸发池核素大气迁移估算方法研究.....	刘克强 邹长贵(265)
32例 β 射线皮肤辐射损伤患者的临床资料分析	刘雁玲(272)
钚污染手部伤口的临床处理.....	刘雁玲(279)
钚诱发大鼠肿瘤效应.....	陈如松 赵永昌 汪寿芳等(285)
^{239}Pu 与 ^{90}Sr 复合作用致大鼠骨肉瘤的实验研究	陈如松 赵永昌 李茂河(292)
升白丸治疗白细胞减少症的临床观察及实验研究.....	张兆吉 王万林 李 敏等(296)
谈国际核事件分级制.....	王恒德(304)
核工业放射性环境统计与数据库系统.....	杨 胤(312)
核工业总公司个人剂量管理与服务中心的个人剂量管理与质量保证工作	
.....	马吉增 戴 军 郑思瑞等(317)
核工业辐射防护与核安全培训中心的培训活动.....	汪佳明 高卫华 郭创成(325)

为核工业发展保驾护航

——中国辐射防护研究院建院 30 周年庆祝大会 暨核能与辐射防护国际学术讨论会开幕词

胡遵素

各位领导、各位专家、各位来宾、朋友们：

今天，是我院建院 30 周年纪念日。在鲜花彩旗共舞、锣鼓鞭炮齐鸣的时刻，请允许我代表中国辐射防护研究院向参加“核能与辐射防护”国际学术讨论会的各国专家学者，向国家各部门和省、市领导机关及各兄弟单位的领导、专家与来宾，向调离我院的老同志、老朋友表示热烈的欢迎和衷心的感谢！

此时此刻，我们更加缅怀刚刚去世的聂荣臻元帅和钱三强教授，缅怀他们为创建我院所作出的重大的决策性贡献。

大家可能知道，我院的前身原是中国科学院原子能研究所的一部分，主要是它的第七研究室、技术安全室、第五研究室和第十三研究室，这一部分后来分出来组成了北京工业卫生研究所。1958 年著名物理学家钱三强教授根据先进核工业国家的经验教训，强调辐射防护对核工业的重要性，于是组织上述几个研究室开展了辐射剂量学、辐射监测、空气过滤材料、防护衣具、去污、废水处理、放射遗传学和放射生态学等方面的研究，并着手编写卫生标准与去污手册。1961 年决定建立独立的工业卫生研究所，钱三强教授任筹备组组长，组织人员奔赴各地为该所选址。1962 年 6 月，钱三强教授亲自到太原考察，建议将北京工业卫生研究所与华北原子能所和山西放射医学研究所合并，组成华北工业卫生研究所，即今天的中国辐射防护研究院。1962 年 7 月 13 日，即 30 年前的今天，聂荣臻副总理批准了这一建议，最终从组织上确立了我院的建院历程。

我院的建立，正值我国核工业创建时期。按照二机部“生产未动，防护先行”的方针，以保护职工安全与健康和保护环境为宗旨，解决了核工业地质、矿山、水冶、核燃料加工和后处理等各个环节的一系列重大安全防护问题，为核工业的第一次创业作出了不可磨灭的贡献。

70 年代末开始，我国的核工业进入了以发展核电和核技术应用为目标的阶段，即第二次创业阶段。我院根据这一阶段的特点，及时调整了研究机构和研究方向，相继成立了由中国核工业总公司直接授权工作的六个管理服务中心，即环境监测与评价中心、个人剂量管理服务中心、职业病登记中心、辐射防护仪器仪表检测中心、核事故应急技术支援中心和核工业辐射防护与核安全培训中心，以及由中国核工业总公司和国家环保局双重领导的环境医学研究所、核技术应用研究室、运行保健物理与安全分析研究室和分析测量中心实验室等研究机构，逐步加强了核环境保护、三废治理、辐射防护管理和环境医学等方面的科研工作，有针对性地整理和

积累了大批数据,建立了职业病个人剂量和环境数据库,开展了各项技术管理服务,较好地解决了科研与核工业发展相结合的问题。

现在,我院有正式职工 1160 人,其中科技人员 856 人,高级科技人员 175 人,有 10 个研究室、一个国防科工委放射性二级计量站、一个由核工业总公司与国家环保局双重领导的环境医学研究所和一个职业性综合医院及其配套机构。

当前,我国核工业的辐射防护主要面临着三个大问题,第一是第一次创业阶段的遗留问题;第二是核电建设中的安全与防护问题;第三是关于其他核技术应用领域的辐射防护问题。

核工业第一次创业的遗留问题,主要包括三废治理、核设施退役和环境影响与职业病状况的回顾调查。在三废方面,加强了处置战略和政策法规的研究,焚烧、固化等处理方法的研究和废物处置场安全性评价的研究,特别是在我国某些区域废物处置场的工程屏障方面取得了较为精确的安全评价参数;在核设施退役方面,承担了多项较大的退役工程的可行性研究、安全分析、环境影响评价和退役实施任务,并加强了熔炼、电解等去污方法的研究和有关标准(如豁免值)方面的研究;在环境影响与职业病状况方面,进行了大规模的回顾性调查,调查表明,我国早期核工业的安全记录是好的,没有造成河流水系、大气和土地的污染,除铀矿工肺癌发病率有可疑的增高外,没有发现可以确认为与职业性辐射照射有关的慢性职业病。

核电建设中与防护有关的问题,包括选址与环境影响预评价、运行保健物理、应急计划与准备、中低放废物处置、质量保证和公众教育等,针对这些问题,我院已逐步建立起较完整的为核电服务的科研体系。到目前为止,直接承担和完成了与核电建设有关的科技任务 20 余项,其中包括秦山核电站大气扩散试验、海水扩散模拟实验、场内应急计划编制、应急实时剂量评价系统开发、空气净化系统现场检验、氡采样器、个人剂量仪和全身表面沾污仪等的研制,还有放射性物质运输安全评价、大亚湾核电站场内应急计划编制、运行程序编制、中低放废物处置场选址、辐射防护人员培训以及场外环境监测系统的研制等。

随着我国核电事业的发展,将有更多的任务需要我们去完成。为此,我们已做了必要的准备。我们建立了野外环境实验场,可以进行大气、水文、地下核素观测和地层裂隙的地下雷达观测;建立了环境模拟实验室,包括环境风洞实验室、地下水 and 地面水模拟实验室,正在筹建中的海洋生态实验室和低本底放射性测量实验室,可以为野外实验、现场调查和全院其他实验工作提供测量手段和质量保证;个人剂量中心具有向核电厂和其他核技术应用部门提供集中化监测和数据统计服务的能力;应急技术支援中心已与核工业总公司各核电站以及运行支援中心等联网,具有在事故后果评价、应急决策、应急救护等方面作出及时响应的能力;辐射防护培训中心已经向核电站、全国有关部门和亚太地区提供培训服务。

关于当前的第三个大问题,目前比较普遍的是密封源的外照射问题,特别是由辐照装置的安全连锁不完善而造成的事故性照射。这方面的工作,我院目前还处于零星分散的状态,仅限于对部分石油测井、 γ 探伤机和其他辐射式工业检测仪器的操作人员以及部分地区的放射科医生(病人防护不在内)提供个人剂量或个人剂量监测服务;为核测井人员和核医学工作者研制和提供防护设备;对全国同位素辐照装置的安全连锁装置的有效性进行了系统调查并举办了讲习班。随着我国核技术应用的不断发展,还有许多工作等待着我们去完成,我们将更好地发挥我院多学科的综合优势,把工作做得更好。

除与核工业辐射防护直接相关的课题外,我院还利用自身多学科的综合优势,抽了一部分力量向核技术应用、环境医学和非放射性环境保护以及三废治理领域扩展。1986 年,我院在原

有附属医院的基础上,增设了对外服务的山西整形外科医院,1989年成立了山西省放射免疫检测中心,1991年11月,在本院成立了由核工业总公司和国家环境保护局双重领导的环境医学研究所,辐射生物效应扩展到生物组织移植辐照灭菌;焚烧技术扩展到城市废物焚烧;核环境评价扩展到一般工业环境影响评价,承担了太原古交工矿区、阳泉三矿和陕西咸阳显像管厂等的大型环境评价项目。这些项目利用了原来我们所熟悉的技术,解决新的问题,反过来又能促进辐射防护科研,两者是相得益彰的。

当今的辐射防护,是一项世界性的活动,一国辐射安全的好坏,不可避免地将影响各国核能的发展。改革开放,打开了本院通向世界的大门,国际的经验对我们是十分有益的。尽管我们对ICRP的各号出版物,特别是第26号出版物一贯采取认真研究、及时翻译、积极推行的方针,但一直未直接参与国际经验的总结。直到1984年,由ICRP前任主席Bo Lindell和现任主席Beninson等专家组成的IAEA RAPAT(国际原子能机构辐射防护咨询组)对我国考察以后,本院加快了对国际辐射防护活动的参与。中国科学院学部委员、本院名誉院长李德平教授作为ICRP主委员会委员,对ICRP新建议书的讨论通过作了有益的贡献。近年来,本院还积极参与了IAEA, UNSCEAR, IEC, WHO等国际组织的活动,与日本、法国、瑞典等40个国家和地区建立了科技交流与合作关系。这些交流与合作,大大推动了本院科研与管理工作的进步。

我国大陆的核电事业还刚刚发展,本院的工作还很不完善,还需要更多地向各国的同行们学习。这次借我们30周年院庆的机会,邀请国内外专家光临,共同讨论“核能与辐射防护”这个主题,按中国的传统说法,叫作请各国同行们“传经送宝”。相信这些法宝对解决我们在核电发展中共同存在的问题、增进我们之间的合作与友谊是会大有裨益的。同时,我们也欢迎各位专家到院内实验室参观指导,有什么需要和意见,请向我们提出来。

这次光临本院的还有国家机关和省、市各级领导,欢迎各位领导在院庆之余到院内各处视察,对我们的工作给予指导和批评。

还有返院的老同志们,感谢你们不远万里返回“娘家”,你们有的离院10年、20年了,欢迎你们回到原来的实验室看一看,叙叙旧,为把我们这个院建设得更加兴旺发达献计献策。

最后,让我再一次向各位领导、各位专家、各位来宾的光临表示感谢。

在中国辐射防护研究院建院 30 周年 庆祝大会暨核能与辐射防护国际 学术讨论会开幕式上的讲话

李德平

各位领导,各位远道来院的来宾,各位同行朋友们和同志们:

在庆祝中国辐射防护研究院建院 30 周年之际,回顾 30 年来的过程,我很高兴地看到我院辐射防护研究的进化和发展。在建所初期,由于客观条件及人力与认识的限制,当时开展的工作是有局限性的,甚至原先在原子能所已开展的实用性研究也由于种种原因与困难而消失了。当时主要的资料与经验也只来自极少的国家,由于国内同行的共同努力,我们还是吸收了国际上先进的与丰富的知识,较多地引用了国际放射防护委员会(ICRP)的防护哲学与方法,逐步了解其防护体系。在这里不能不提到李树德教授,正是他一直在支持 ICRP 和国际辐射单位与测量委员会(ICRU)出版物的中译本的工作,亲自翻译与校对。随着国际与国内形势的发展,我院也由闭塞型转向开放型,积极地参加国际上的学术交流与合作。这是一个很重要的变化,因为辐射防护本身就是国际上的共同事业,休戚相关。只有充分吸收国际上的经验教训,充分吸收、运用已有的知识,才能以较少的代价做好自己的防护工作,否则只能自讨苦吃,成为国际上的害群之马。反过来,我们也应该较好地总结我们的工作经验,更好地参加国际交流与合作,这一点还有待加强。

辐射防护是一门多学科的应用科学。辐射防护工作者要善于与有关学科的人平等合作,相互支持;要善于从有关学科中吸取对我们有用的东西。在辐射防护中会不断地遇到新问题,所以要不断地学会新本领。对于曾经解决过的问题,也要随着整个科学技术的进步,运用新的办法,使之提高到一个新的水平。我们不能只挑选那些自己过去熟悉的,有现成条件的,或我们认为感兴趣或容易做的题目去做。新任务出现了,总要有人承担,作为工业部门的研究院,理应首当其冲地负担客观需要的新课题。也正是这些要求给了我们新的推动力。做辐射防护工作,没有社会责任感是不行的。我们高兴地看到,像有关放射性物质在环境中转移的几个研究组在我院建立与成长,正是及时有了这些基础,我们才能适应审管部门对新建大型核设施环境影响评价的要求。这也有助于我院向其他有关环境问题的研究扩展,在院内成立了由国家环保局和核工业总公司双重领导的环境医学研究所。

我们可以看到,在放射性三废处理和处置方面,我们已经从有几种处理废液、废气的方法,扩展到更多的处理对象和废物处置。也参加了一些核设施退役工作。

我们也看到,在放射医学方面,能从“小剂量慢性放射病”中解脱出来(直到 1990 年我们才

正式知道,过去所说的慢性放射病是在平均剂量达 1Gy/a 时出现很高的发病率,在把年剂量控制在 0.15Gy 后已不复出现),把注意力放到随机效应,放射性物质在体内的转移,促排,以及生物剂量学上去。

事物是通过实践而逐步发展的。每进一步,从认识到条件成熟进而实现,往往经历相当长的,甚至是困难的过程。我们现在仍有缺门,仍存在不足之处,仍要加强与技术上有关的兄弟单位的协作。

辐射防护不能“独善其身”,闭门科研。作为研究中心,还应发挥更多的作用,如协助主管当局制定规程,开展服务项目。我们高兴地看到,像辐射防护仪器仪表检测中心,个人剂量管理服务中心,环境监测与评价中心和核事故应急技术支援中心等管理服务机构已经设立,它们应能起很大的作用,并能对科研工作以有益的信息反馈。

人员培训更是一项重要任务。这里已设立了一个较大的培训中心,国际原子能机构(IAEA)支援了声像设备,在科普方面也编制过录相带,这些工作还要加强。培养研究生也是一个重要方面,院里在几个学科上已得到硕士授予权,这是来之不易的。希望院里珍惜它,用高质量培训成绩来保住它。如果能把培养高规格人才视作最高目的,就自然会形成导师组,共同为培养干部出力,就会对学生严格要求,而不是把他们变成听话的助手。

我院还花了不少力量承办了辐射防护学会的学报《辐射防护》,这除了起到促进学术交流、推广成果和培养人才的作用,还由于编辑同志们的额外努力,在许多场合起到协助作者提高所发表文章的水平的作用。

我们高兴地看到已经取得的成绩。但是,如果辐射防护工作者沉醉于既得的成绩,沾沾自喜,“自我感觉”良好,那么整个事业就会办糟,其“潜在危险”就会大幅度增加。要想到不足,想到前进。“先天下之忧而忧,后天下之乐而乐”,遇事先想到不利的可能,“作杞人之忧”也许是从事辐射防护事业的人应该得的“职业病”。我愿与各位同事以此共勉。

特 邀 报 告



辐射防护的前景与回顾

——一份来自日本的展望报告

Takao Numakunai

(日本保健物理学会主席,日本辐射测量研究所所长)

自从 Roentgen 于 1895 年发现 X 射线、Bequerel 于 1896 年发现铀化合物的放射性以来,辐射已在科学技术领域得到应用。辐射的广泛应用虽给人类带来了巨大的利益,但同时也会给人类造成伤害。为了预防辐射危害并确保公众的安全,重要的是要把辐射控制在可合理达到的低水平。

本文概述了辐射防护当前的状况及其某些基本原理,并讨论了一些未来的问题,诸如:a)辐射防护及监测系统的进展,b)危险概念和剂量限值概念,c)辐射防护与其他领域(如核安全、辐射生物学、危险评价)的相互关系。

关键词:辐射防护,日本,辐射监测,危险,剂量限值

1 引言

自从 Roentgen 发现 X 射线、Bequerel 发现铀化合物的放射性以来,业已有近百年了。辐射及核动力的应用,已在科学、医学和工程技术等领域,给人类带来巨大的利益。不过,与此同时,在利用辐射和核动力中,辐射也可能给人体造成伤害,因此,重要的是要将辐射控制着,以保护人体不受其伤害。

辐射防护的诞生,大大早于核动力的出现。辐射防护的发展曾与国际放射防护委员会(ICRP)各次建议书的进展有着密切的关系。这些建议均得到了世界各国的重视,而有些国家还将 ICRP 的建议修改为本国的法令或条例。1990 年又发表了新的一套主建议书作为其 60 号出版物。

本文介绍了 ICRP 建议的历史变迁、辐射防护的最新动向,并作为一种展望介绍了未来的辐射防护的主要内容。

2 辐射防护的历史

随着辐射损伤的增多,人们即开始考虑在不招致辐射损伤的情况下应用辐射的方法。1925 年,一位美国人 Mutscheller 利用无辐射损伤的 X 射线工作人员的资料得出结论,认为低于 1/100 红斑剂量的辐射照射量为安全水平(表 1)。将其换算成现在的辐射单位,则此量等于

2mSv/d。人们将此量定名为“耐受剂量”，因为，人们可以耐受这一水平而无辐射损伤。

表 1 剂量限值的历史

年份	组织	限值	名称
1925	(Mutscheller)	1/100 红斑剂量	耐受剂量
1931	英国 X 射线和镭防护委员会(BXRPC)	0.2R/d	耐受剂量
1950	国际放射防护委员会(ICRP)	0.3R/周	最大容许剂量(MPD)
1958	国际放射防护委员会(ICRP)	0.1rem/周(辐射工作人员) 5(N ⁽¹⁾ - 18) rem(辐射工作人员)	最大容许剂量 最大容许控制剂量(MPCD)
		0.5rem/a(一般公众)	公众限值(PL)
1965	国际放射防护委员会(ICRP)	5rem/a(辐射工作人员)	最大容许剂量
		0.5rem/a(一般公众)	最大容许剂量
1977	国际放射防护委员会(ICRP)	50mSv/a(辐射工作人员) 1mSv/a(一般公众)	剂量当量限值(DEL) 剂量当量限值
1990	国际放射防护委员会(ICRP)	20mSv/a(辐射工作人员) 1mSv/a(一般公众)	当量剂量限值(EDL) 当量剂量限值

(1) N 为年龄。

1928 年在斯德哥尔摩举行了第二届国际放射学大会，会上成立了国际 X 射线及镭防护委员会。1950 年在伦敦举行的第五届大会上，此委员会更名为国际放射防护委员会(ICRP)，同时也将耐受剂量一词改为最大容许剂量，并将辐射工作人员的最大容许剂量从 1931 年英国 X 射线及镭防护委员会规定的 0.2R/d 改定为 0.3R/周(约为 3mSv/周)。

当时人们理解最大容许剂量的思路是，最大容许剂量应是“根据目前对辐射的认识水平可确定出的不会引起任何一种能在一个人的一生中任何时候出现的躯体效应的电离辐射量”。然而，从 1958 年提出的建议书起，就把遗传效应也包括在内了。

在此以后，1965 年又有一份新建议书出版(9 号出版物)，此出版物阐述了辐射防护的目的是“防止辐射的早期效应，并将晚期效应限制到某一可接受的水平”。以这些基本原则为依据，人们将辐射工作人员的最大容许剂量限制为 5rem/a(约为 50mSv/a)，一般公众的最大容许剂量为 0.5rem/a(约为 5mSv/a)。

在 1977 年的建议书中，其基本原则则为“防止有害的非随机性效应并把随机性效应的概率限制在据认为是可接受的水平”。

如表 2 所示，以往的辐射防护之主要内容在于创立辐射防护体制，也就是说，在过去的数十年期间，ICRP 建议书中防护体制的表达和应用，已有明显的变化。最初是趋向于把符合个体剂量限值看作是一种衡量成就满意与否的尺度。人们虽然提出了建议，认为应该把一切照射都保持在尽可能低的水平上，但是实际上往往是办不到的。

表 2 国际放射防护委员会各建议书的主要重点

1950 年	个人剂量限值
1954 年	可能达到的最低水平
1958 年	实际能达到的低水平
1965 年	目前已能达到的低水平
1977 年	可合理达到的低水平 剂量限制的正当化、最优化、剂量限值体系
1990 年	辐射防护体系 辐射危险约束值