

国外放射医学防护研究机构及有关内污染研究的概况

本文仅就国外在放射医学与辐射防护研究领域内的主要研究机构及其研究工作内容作一概述,便于我们了解掌握国外的动态,吸取其有益的经验,可能对改进我们在这一研究领域内的科研组织工作有所参考。

因资料收集不全,现仅按美、苏、英、日、德、法等国家的情况,着重核素内污染的研究,分别作如下简介。

(一) 美国

本领域的研究机构分布很广,有专业研究机构,也有不少大学、医院兼顾这方面的工作,将近有百多个机构。在这些机构中,地方机构与美国原子能委员会(USAEC, 1975年后改为能源研究与发展署——ERDA, 1977年10月,又改为美国能源部)订立合同,领取经费;而军队机构则直属国防系统领导。

1. 犹他大学放射生物学部(Radiobiology Department, University of Utah)

设在盐湖城,于1942年10月,在Hamilton指导下开始进行铀系元素及裂变产物的代谢研究。1951年12月,开始进行小猎犬慢性中毒实验,静脉注入 ^{239}Pu 、 ^{226}Ra 、 ^{228}Ra 、 ^{228}Th 、 ^{90}Sr 、 ^{241}Am 等核素,分12个剂量组,总计犬数达616只。以 ^{239}Pu 而言,剂量从2.9微居里/公斤降到0.00064微居里/公斤,后者已相当于人职业照射的容许体负荷量。实验剂量有越做越低的趋向。近期又开展了铜的毒性实验研究。20多年来,对超铀元素研究内容涉及有:(1)在血液中的运转与结合机理,(2)骨中存留及其剂量学,(3)肝中亚细胞分布,(4)致骨肉瘤的相对生物效应(如Pu/Ra毒性比等)。

2. 伯特利研究所太平洋西北实验室(Battelle Memorial Institute Pacific Northwest Laboratories—BNWL)

设在华盛顿州里奇兰。为吸入毒理学研究中心,于1955年开始吸入 ^{131}I 、 ^{90}Sr 、 ^{106}Ru 、 ^{144}Ce 、 ^{147}Pm 、 ^{237}Np 、 ^{238}Pu 、 ^{239}Pu 等核素的毒理学研究。内容涉及(1)不同钚化学形式、 PuO_2 煅烧温度及粒径大小对分布排出的影响;(2)吸入 PuO_2 及Pu(NO_3)₄的急慢性效应;(3)促排治疗。为观察低剂量水平的剂量效应关系,于1970年,设计并相继开展了小猎犬(221只)和大鼠(400只)的多分散相 $^{238}\text{PuO}_2$ 和 $^{239}\text{PuO}_2$ 气溶胶的吸入研究,肺初始负荷量2毫微居里~3000毫微居里,共六个剂量组,犬肺2毫微居里沉积量相当于人职业照射的最大容许肺负荷量。

3. 洛夫莱斯医学教育和研究基金会、吸入毒理学研究所(Lovelace Foundation for Medical Education and Research, Inhalation Toxicology Research Institute)

设在新墨西哥州阿尔伯克奇。于1960年开始从事吸入裂变产物的实验研究。1968年,开始从事 ^{239}Pu 、 ^{238}Pu 、 ^{242}Cm 及 ^{241}Am 等超铀元素的小猎犬吸入毒性研究,内容涉及(1)超铀元素在各种系动物体内的代谢与毒性;(2)促排肺内难溶性钚;(3)单分散相 $^{238}\text{PuO}_2$ 及 $^{239}\text{PuO}_2$ 的吸入研究,用420只小猎犬,粒径0.75~3微米(AMAD),初始肺负荷量为0.1~5.6微居里,部分结果已在内部特刊(LF-56)上发表。另有洛夫莱斯生物医学和环境研究所。

4. 国立阿贡实验所生物医学部(Argonne National Laboratory, Division of Biological and Medical Research—ANL)

设在伊利诺斯州芝加哥市,1945年建立,为物理学、生物化学和环境科学的研究

中心, 从事: (1) 反应堆发展, 即增殖堆的研究; (2) 能源与环境研究, 包括铀、钚、钚核素的毒理学研究, 促排研究 (用脂肪体胶囊技术, 促排骨中的放射性核素); (3) 物理和生物学的基础研究。该所另附设阿贡癌症研究医院 (Argonne Cancer Research Hospital), 从事收集与评价镭致人癌的研究工作。

5. 国立橡树岭实验所生物学部及保健物理部 (Oak Ridge National Laboratory: Biology division and Health Physics division—ORNL)

设在田纳西州, 1943 年为生产钚而建立, 原名 “K-10”, 后曾改名克林顿研究所, 为美国生产同位素的中心。承办大学有 37 所, 保健物理部领导人即为 K.R.Morgan。主要从事毒理学、放射生态学、废物处理及辐射剂量学的研究, 另又承担干部培训及咨询的任务。该所另设有环境科学部。

6. 汉福特原子能工厂放射学部 (Hanford Atomic Products Operation, Radiobiological Sciences Department)

设在华盛顿州, 是热铀处理中心, 设有生物、化学和物理三个部。其中生物学部有从事放射毒理学的研究, 包括 ^{131}I 的生物效应, ^{90}Sr 代谢与毒性, ^{90}Sr 、 ^{239}Pu 、与 ^{226}Ra 毒性比较, 以及钚、裂变产物的促排研究等。

7. 人类放射生物学研究中心 (Center for Human Radiobiology)

约于 1970 年, 在美国原子能委员会及国会的原子能联合委员会的支持下, 把原麻省理工学院和以前国立阿贡实验所、阿贡肿瘤研究医院的研究工作合并在一起, 主要从事人负荷钚的群体调查和有关研究工作, 而麻省理工学院放射学中心, 仍继续它的钚研究, 但仅作为人类放射生物学中心的辅助机构, 截至 1972 年止, 已追踪观察了 1160 例负荷钚者 (包括掘墓的尸体)。

8. 洛斯阿拉莫斯科学实验所 (Los Al-

amos Scientific Laboratory—LASL)

1943 年为制造原子弹而建立, 是原子弹、氢弹研制中心, 有 20 多个反应堆, 承办大学是加利福尼亚大学。其中有从事 ^{239}Pu 、 ^{238}Pu 的毒性研究工作, 实验动物用地鼠, 内容有注入途径, 剂量的不均匀分布与效应的关系。另设有保健部, 于 1959 年起, 从事人体组织内钚的分析工作, 在有关单位协助下, 对职业照射者与美国七个地区的居民尸检样品进行分析, 已达 1072 例之多。

9. 劳彻斯脱大学 (University of Rochester—UR)

设在纽约州, 领导人 N.Y.Rochester)。其中医学部门主要开展铀、钚的毒理学研究工作, 并开展厂矿工人体检与生物样品内核素的分析测定。

10. 加利福尼亚大学 (University of California—UC)

设在加利福尼亚州。附设放射生物学研究所、核医学研究所及同纳 (Donner) 实验所。从事工作有 (1) 各种辐射源的低水平效应, (2) 辐射致癌机理, (3) 辐射对 DNA, RNA 的作用, (4) Nevada 核试验场落下灰沾染的放射生态学, (5) 同位素的应用。

11. 国立布鲁克海文实验所生物部与医学部 (Brook-Haven National Laboratory, Biology department and Medical department—BNL)

设在纽约长岛, 于 1946 年建立。在这二个部下设 11 个研究室, 研究工作内容有: (1) 分子生物学, (2) 辐射致淋巴细胞的减低及免疫作用, (3) 马绍尔群岛落下灰照射的医学调查, (4) 肿瘤的辐射治疗 (应用中子源)。该所另设有保健物理与安全部。

12. 美国超铀元素登记处 (U.S. Transuranium Registry—USTR)

为搞清超铀元素对人体的潜在危害性, 美国原子能委员会于 1968 年 8 月委托国家钚登记处协助进行此项工作, 并由汉福特环境保健基金会和伯特利研究所西北实验室共

同合作管理,于1972年改为现名。其职责是记载接触超铀元素工作人员的职业和健康情况,包括继发发病率、尸解、死亡率、剂量情况等,完成收集、编码、分析和处理等工作。截至1974年,预定登记人数已有5853名,约定尸检者820名。

13. 保健和安全实验所 (Health and Safety Laboratory—HASL)

为美国ERDA的直属研究机构,位于纽约格林威治村。任务是对放射线应用或能源开发产生的污染物质进行深入的科学研究。分五个部,其中环境研究部从事核爆炸试验产生的放射性核素在世界范围的分布和积蓄的研究工作。

14. 美国海军辐射防护研究所(U.S. Naval Radiological Defense Laboratory—NRDL)

设在旧金山,分五个部。1946年开始从事放射生物研究工作,主要研究核爆炸后的防护,预防及治疗措施等,重点是落下灰造成人体负荷及毒性效应的研究。

有关这方面的研究机构还很多,如美国纽约大学医学中心(University of New York, Center of Medicine)及其环境医学研究所,美北卡罗来纳大学(University of North Carolina)药理学部及Piltsburgh大学医学院放射科等,大多为承担单位。在军队内还有:武装部队放射生物学研究所、海军辐照评价研究所、芝加哥大学空军辐射研究所、以及陆军核防护研究所等。

(二) 苏联

在科学院内设有放射生物学委员会负责协调工作,在保健部下设放射医学委员会,负责放射医学研究工作的协调,下又设临床放射学、X射线学、放射生物学及放射卫生学分会。

1. 生物物理研究所(Институт биофизики МЗ СССР, Москва)

设在莫斯科,有放射生物学及放射卫生学二个部,共十多个研究室,其中毒理研究

室(Закудинский等教授)的研究内容有:注入途径、核素代谢分布、远期效应、最低作用剂量,以确定各种核素的最大容许浓度。1966、1969、1970年相继发表了关于钚的毒理学研究资料,建议把钚的最大容许负荷量降低一倍(为0.02微居里。近年来开展了 ^{90}Sr 及锶系元素的吸入实验研究(Москалева等教授),观察组织内分布、肺剂量、低剂量寿命缩短及安全水平的确定等。

2. 医学科学院医学放射学研究所(Научно-исследовательский институт медицинской радиологии АМН СССР)

设在莫斯科,有十多个科室,研究内容包括:(1)辐射损伤发病原理及其预防与治疗;(2)血液及内分泌的变化;(3)远期效应及遗传效应;(4)吸收剂量的计算;(5)各种剂量计的研制与临床应用;(6)肿瘤的X线诊治;(7)同位素临床应用。

3. 医学科学院劳动卫生及职业病研究所(Институт гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР)

设在莫斯科,内有放射毒理室(Кулянская等教授),曾研究 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^{106}Ru 、 ^{222}Rn 、 ^{60}Co 、 ^{59}Fe 、 ^{32}P 及Th的慢性效应。

4. 国立放射卫生研究所(Ленинградский государственный институт радиологии и гигиены)

设在列宁格勒,有11个研究室,其中毒理研究室(Запольская等教授)曾研究 ^{90}Sr 的慢性效应。

5. 中央X线-放射学研究所(Центральный научно-исследовательский рентгено-радиологический институт МЗ СССР)

设在列宁格勒,从事急性放射病肠道综合症的治疗,局部照射、全身照射的生物效应等研究工作。

其它在科学院的几个分院(乌拉尔、乌

克兰)内的生物物理所,也有从事核素的促排治疗研究。

1974年,苏联医学放射学和X线学科学研究的总结有下列几点:

(1)辐射生化和生物物理的研究表明:受照细胞中存在两种恢复机理,一是于有丝分裂周期一定阶段进行的“定期性”恢复,一是高辐射剂量诱发的“损伤性”恢复。

(2)辐射病理形态和病理生理研究证明,屏蔽部分骨髓,受照后造血机能恢复加快。

(3)在急性放射病出血综合症、肠道综合症的发病机理、实验治疗方面有了新的进展。

(4)建议在1976年计划中,扩大医学放射生物学的基础研究,完善群众性预防检查的X线诊断方法,并应用短寿命同位素进行诊断。

(三)英国

全国设有医学研究委员会(Medical Research Council—MRC),并在各地设有辐射防护的研究组。迄今,全国放射医学研究机构有40个以上,军队中在皇家军事科学院中有放射医学方面的研究。辐射防护研究机构的中心有四处:即伯明翰、黎芝、曼彻斯特和苏格兰。有关辐射防护的研究报告,统归在国家辐射防护局(NRPB)的研究和进展年度报告中发表。

1. MRC附设在黎芝大学(University of Leeds)的环境辐射研究组

1959年建立,领导人 W. Spiers, 研究环境辐射给予人的剂量及其生物学意义,着重研究人体辐射剂量,特别是亲骨性核素在骨结构不同部位的剂量分布。

2. MRC附设在牛津邱吉尔医院的亲骨性同位素研究组

1959年建立,研究亲骨性核素(^{90}Sr 、 ^{226}Ra 、 ^{239}Pu)对骨和骨髓的作用, ^{239}Pu 致白血病的可能性等。

3. MRC附设在哈威尔原子能研究中心的放射生物学研究组

是一个较大的生物研究机构,与军队有联系,有物理、化学、临床、病理及遗传等专业,研究 ^{239}Pu 、 ^{226}Ra 的骨剂量子学,致癌的毒性比较,骨内膜对肿瘤诱发的敏感性, ^{239}Pu 对小鼠睾丸的剂量估测等。

4. MRC所属放射防护服务所

研究核爆后引起的天然本底的变化,落下灰致人体内 ^{40}K 、 ^{137}Cs 水平的变化,辐射的慢性效应(白血病、寿命缩短),协助MRC制定内外照射最大容许剂量。

5. 肿瘤研究所(Institute of Cancer Research)

设在伦敦,分三部分:Royal Marsden 医院,物理学部及生物物理学部,后者着重研究螯合剂对镭等核素分布排出的影响,铜系元素的致癌作用机制,不同LET辐射的致癌作用等。

6. 费希里斯放射生物实验所(U.K. Fisheries Radiological Laboratory)

位于洛斯托夫特镇的 Hamilton Dock 渔港,归属于英国农鱼粮食部。设有检查、监测部门及研究部门,工作人员共60名,每年处理800个海水样品,分析核素有 ^{239}Pu 、 ^{241}Am 、 ^{244}Cm 、 ^{90}Sr 、 ^{134}Cs 、 ^{144}Ce 、 ^{147}Pm 、 ^{65}Zn 、 ^{59}Fe 、 ^{54}Mn 、 ^{60}Co 、 ^{95}Nb 、及U等,主要研究鱼类对核素的吸收,蓄积问题。

英国MRC对放射生物学今后研究的方针:

为确定辐射防护的基本标准,应研究包括阐明和定量估计辐射对生物和机体所有水平(分子、细胞、组织、器官、整体)的作用,特别是低剂量与其生物效应的关系,涉及(1) α 辐射体的生物效应,(2)小剂量辐射的远期效应(遗传疾患,肿瘤发生等),用细胞遗传学分析方法探讨“阈值”问题,(3)流行病学调查,特别是致癌危险度的估计方法,(4)核素内沾染的促排及放射防护药物的研究,探讨作用于干细胞水平的放射防护药物。

(四) 日本

放射医学研究机构主要分布在大学及医院中。专业研究所成立最早的是广岛原子弹影响研究所和长崎原子弹影响研究所,均由美国原子能委员会所属的原子弹伤害调查委员会(ABCC)领导并提供经费。日本自己设立的最大研究机构有国立放射线医学综合研究所,广岛大学原爆放射能医学研究所、日本放射线损伤基础研究所等。

1. 国立放射线医学综合研究所

建立于1957年7月,在日本千叶市。受日本科学技术厅领导,设有15个部,38个研究室,共416人,附设东海支所(见附录一)。主要任务是(1)研究射线对人体危害的预防,诊断与治疗,(2)射线在医学上的应用,(3)培干。其它任务有中子在医学上应用的研究及环境辐射剂量的监测等。其中障害基础研究部第四研究室开展 ^{239}Pu 、 ^{252}Cf 的毒性效应研究工作,并从动物实验外推估计人的危险度。1969年,曾邀请美国伯特利研究所Bair教授来讲学(钚的吸入研究),嗣后,该所也相继开展了吸入中毒的实验研究。

2. 广岛大学原爆放射能医学研究所

建于1961年,主要从事放射病的治疗及预防的研究。

3. 放射线损伤基础研究所

1971年建立,是一个全国性研究机构。主要任务:(1)以晚期损伤和遗传损伤为中心的基础研究(寿命缩短、癌瘤及遗传性疾病);(2)放射性公害的微量放射线对人体损伤的基础研究(剂量率的依从关系、“阈值”问题);(3)造成类似放射性损伤的环境污染物质的基础研究。与上述二个研究机构有所分工,着重于基础研究。

4. 大阪府立放射线中央研究所

建于1962年,在大阪郊区,是原子能科学综合性研究机构,设有物理、化学、生物、医学四个部。

5. 日本环境放射性分析监测网

1957年后,在各省厅、国立研究机构的

协助下,制定了全国性的放射能调查计划,并组织了调查网,参加机构有:气象厅气象研究所,东海区水产试验所,农林省农林技术研究所,家畜卫生试验场,国立大众卫生院,放射线医学综合研究所,大阪府放射线研究所,日本分析化学研究所等。

1974年,受科学技术厅委托,参与了放射线沉降物环境放射性调查及核潜艇停泊区域的放射性调查。

(五) 西德

1. 卡芝鲁厄核研究中心,放射生物研究所(Inst. Strahlbiol. Kornborschungszentrum, Karlstruhe, Ger.)

在西德西南地区,所长Zimmer教授,付所长Catsch教授。设有理论放射生物学,放射生物化学,分子遗传学,分子生物物理学,放射性解毒学,超铀元素生物学六个研究室。从事整体水平到分子水平的辐射效应研究工作。在超铀元素生物学研究方面,从事下列工作:(1)1972年提出促排药用 Zn-DTPA 代替 Ca-DTPA , (2) ^{239}Pu 与 ^{241}Am 的分布代谢比较, (3) ^{210}Po 内沉积的促排治疗研究(用二巯丙酰甘氨酸), (4)超铀元素在骨中的显微分布图相分析,用附有电视摄影的显微扫描密度计分析骨中显微放射自显影图。

2. 慕尼黑放射和环境研究基金协会—放射医学研究所

1960年成立,为环境保护研究中心,从事研究(1)短寿命 α 放射性核素(^{224}Ra 、 ^{228}Th)的毒性比较, (2) ^{239}Pu 、 ^{252}Cf 毒理学研究, (3) ^{45}Ca 、 ^{90}Sr 的代谢研究。

(六) 法国

1. 原子能委员会Fontenay-Aux-Roses核研究中心防护部(CEA Department de Protection Centre d'etudes Nucleaires de Fontenay-Aux-Roses)

设在巴黎,是法国唯一的内照射研究中心,设有生态学、毒理学、病理学等研究室,

另有一个服务部门。工作内容包括：(1)超铀元素的分布代谢（吸入、伤口侵入），(2)大鼠吸入 ^{239}Pu 、 ^{238}Pu 、 ^{241}Am 的致癌效应及热粒子效应，(3) $^{238}\text{PuO}_2$ 吸入病例的处理及猕猴吸入二氧化铀的DTPA洗肺方法的研究，(4)动物体内铀及其它核素的测量，(5)负责内污染人员的紧急处理。研究工作特点是：动物实验与临床研究密切结合，实验数据均用电子计算机进行处理。

2. 电离辐射防护中心(简写SCPRI)

位于巴黎郊外Le Vesinet，是法国卫生部和劳动部的技术部门，于1956年附设在国立保健医疗研究所内。任务是开展放射生物学、放射毒理学和辐射测量领域的研究，还承担联合国原子辐射效应科学委员会、国际放射防护委员会及世界卫生组织的部分工作。该中心除放射性卫生调查外，还负责对为调查放射性沉降物而设定的30个采样站收集的样品进行分析，除地面调查外，在法国航空公司协助下，采集高空样品。设有地下测量室，有二辆出差监测汽车，一辆能在行驶中记录 γ 谱，另一辆备有4台人体计数器，发生事故时可随时出动。

应注视的动向

从上述资料来看，国外在放射医学，辐射防护方面的研究机构设置及研究工作内容，可有以下几点趋向，值得我们注视。

1. 在这一领域内的研究机构多，并相继形成了研究中心，研究机构设置一般不太大，任务明确，各有特色。

2. 重视基础研究，即低剂量水平的剂量效应关系，效应趋向于定量化。

3. 重视核素内污染的毒理学研究工作，在超铀元素方面，重点还是铀的研究，并以吸入途径为主。

4. 重视人的效应资料的医学追踪观察、收集与分析等研究工作。

5. 多学科配合，物理、数学与生物、医学相互渗透，如组织内剂量学的研究，在多学科专业的共同配合下，采用新技术，使剂

量趋向微观化，代谢规律趋向模式化。

附录一：日本放射线医学综合研究所的组织机构

英文名称：National Institute of Radiological Sciences)

所长——科学研究官，下设：

管理部：庶务科 19人

会计科 24人

计划科 14人

物理研究部（四个研究室），21人

化学研究部（三个研究室），18人

生物研究部（二个研究室），13人

遗传研究部（三个研究室），16人

生理研究部（四个研究室），18人

障碍基础研究部（四个研究室），24人

药学研究部（三个研究室）12人，

环境卫生研究部（四个研究室），26人

环境污染研究部（三个研究室），14人

临床研究部（四个研究室），9人

障碍临床研究部（二个研究室），9人

技术业务部：

技术科 27人

计算机管理室 3人

放射线安全科 14人

动植物管理科 14人

回旋加速器管理科 18人

培养训练部：

教室 3人

指导室 4人

病院部：

医务科 12人

事务科 17人

检查科 5人

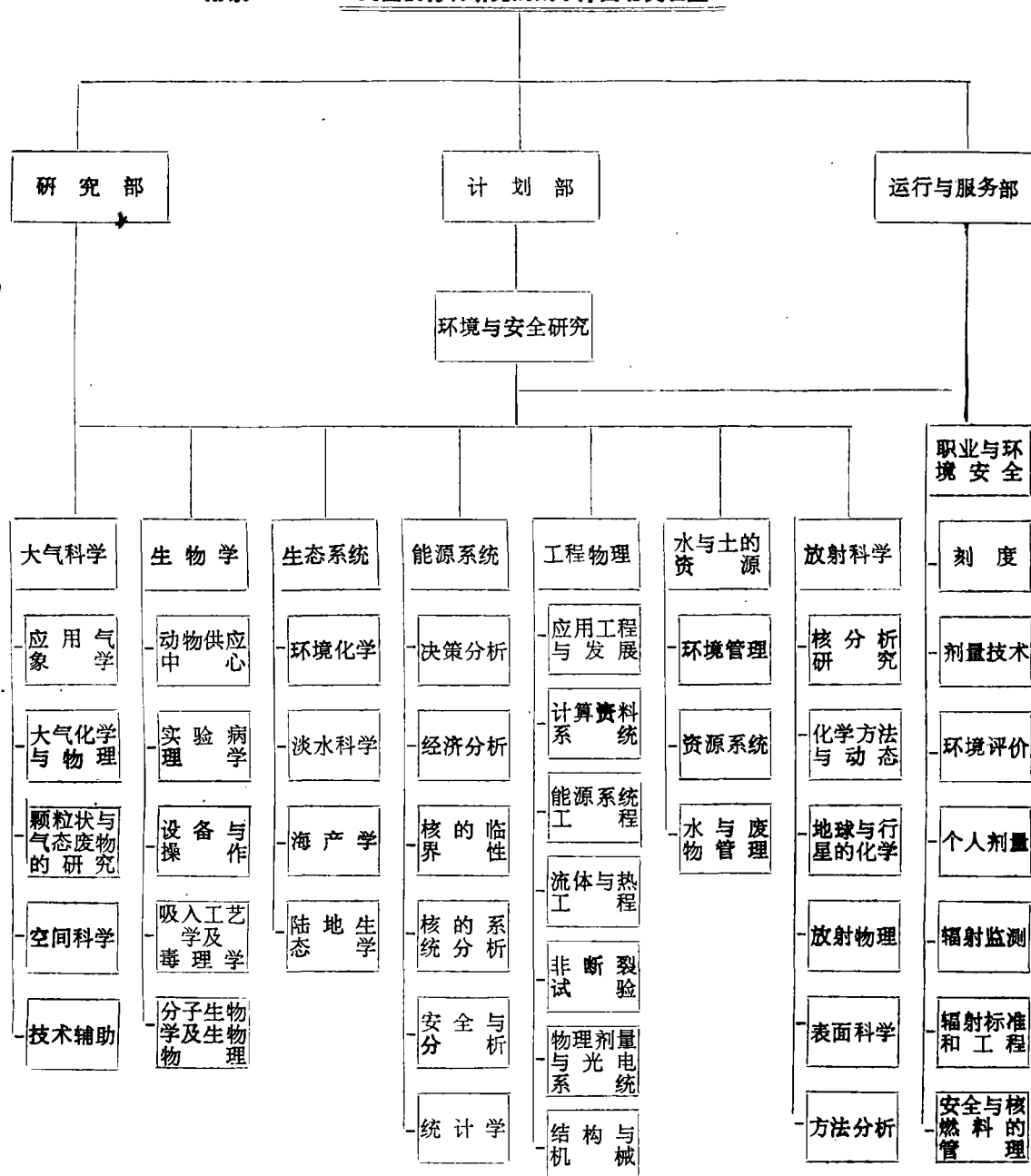
护士 27人

附设东海支所

管理科 4人

东海研究室 4人

沿海实验场 12人



附录三：有关辐射防护的国际专业机构名称

1. 国际放射防护委员会 (International Commission on Radiological Protection—ICRP)

2. 国际辐射单位与测量委员会 (International Commission on Radiation Units and Measurement—ICRU)

3. 国际原子能机构 (International Atomic Energy Agency—IAEA), 设在奥地利的

维也纳。

4. 国际辐射防护协会 (International Radiation Protection Association—IRPA)。其中设有分会, 如保健物理协会 (The Health Physics Society)

5. 联合国原子辐射效应科学委员会 (United Nations Scientific Committee of the Effects of Atomic Radiation—UNSCEAR)

6. 联合核子研究所 (Joint Institute for

Nuclear Research—JINR)

7. 国际镭标准委员会 (International Radium Standard Commission—IRSC)

8. 欧洲原子能协会 (European Atomic Energy Society—EAES)

9. 欧洲核研究组织 (European Organization for Nuclear Research—CERN)。总部设在瑞士日内瓦附近的Meyrin城, 会员国有12个。

10. 欧洲原子能联营 (Euratom), 总部设在比利时布鲁塞尔, 会员会有六个, 有四个研究中心。

11. 世界卫生组织 (World Health Organization—WHO)

12. 放射能世界资料中心 (World Data Center)

主要参考文献

1. NIRS-AR-17, 放射线医学综合研究所年报, 昭和48年度。
2. ICRP the results of the meeting of the main commission of the ICRP-London 1970. Мед Рад XVI (4), 89, 1971.
3. Краткие итоги научно-исследовательских работ по проблеме “научные основы медицинской радиологии рентгенологии” за 1974 г. Мед Рад XX (8), 85, 1975.

4. Proceedings of the Eleventh Handford Biology Symposium held at Richland-1791. Health Phys 22(6), 533~952, 1972.
5. Sanders C L, CONF-720505, 1973.
6. Proceeding of the Second Los Alamos life Sciences Symposium held at Los Alamos New Mexico 1974, Health phys 92(4), 441, 1975.
7. Jee WSS, et al, The Health Effect of Plutonium and Radium. University of Utah Salt Lake City 1976.
8. 土屋武彦, 放射线科学 20(11): 211, 1977.
9. Marke S, BNWL-2088, 1~10, 1976.
10. Bair UJ, WASH-1359, 171~229, 1974.
11. IAEA, Transuranium nuclides in the environment 1676.
12. Twenty-Second Annual Meeting of the Health physics Society, Health phys 33(6), 643~688, 1977.
13. BNWL-2100, PT.1, UC-48, Pacific Northwest Laboratory annual report for 1976 to the ERDA assistant administrator for Environment and part 1, Biomedical Sciences May 1977.

(陈如松 综述)

苏联放射卫生学的基本总结和发展远景

总结和展望苏联放射卫生学不能不考虑它在其它卫生学科间的特殊地位所形成的情况: 即放射卫生学产生相当迟, 它不仅能应用其它卫生学科所积累的经验, 而且也获得了非常大的可能性, 可以及时地大规模地进行科学研究和拟定预防措施。

但是卫生专业的学术机关需要解决与辐射标准、放射生物效应及作用机制的评价以及预防措施的依据有关的崭新的理论、实践和组织问题, 其中包括对辐射危险性的设施和机关的布局、设计、防护装饰和装备拟定

广泛的卫生学要求。放射性物质在国民经济、科学和医学领域内广泛的应用还要求对各种利用放射性物质和电离辐射源的方式所产生的卫生学和医学生物学问题展开广泛的专门研究, 这些问题与提炼裂变材料时所产生的问题有所不同。

简单分析和概括60年内所完成的科学研究可以作出以下之总结。

详细地研究了放射性产物全球降落和任何一地区的生态学和气象学特点对全国范围内辐射情况的影响。通过对最有意义的放射