

世界 毒物 全史

WORLD HISTORY OF POISON



「十三五」国家重点图书出版规划项目

毒性灾害史

History of Toxic Disaster

主编 史志诚

西北大学出版社

『十三五』国家重点图书出版规划项目



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

WORLD
HISTORY
OF POISON

世界
毒物
全史

31—40卷

毒性
灾害
史

*History
of Toxic
Disaster*

主编 史志诚

西北大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

毒性灾害史/史志诚主编. —西安: 西北大学出版社, 2016.8

(世界毒物全史: 第四册)

ISBN 978-7-5604-3873-3

I. ①毒… II. ①史… III. ①有毒物质—环境污染—历史—世界 IV. ①X5-091

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第110611号

世界毒物全史

毒性灾害史

主 编: 史志诚

出版发行: 西北大学出版社

地 址: 西安市太白北路229号

邮 编: 710069

电 话: 029-88303059

经 销: 全国新华书店

印 装: 陕西博文印务有限责任公司

开 本: 787毫米×1092毫米 1/16

印 张: 25.75

字 数: 533千

版 次: 2016年8月第1版

印 次: 2016年8月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5604-3873-3

定 价: 168.00元

序

P R E F A C E

长期以来，灾害学的研究对象多限于自然灾害，很少涉及人为的灾害。1989年，钱学森给《灾害学》杂志编辑部的一封信中指出：“人为灾害发生非常频繁，损失很大，不容忽视。不考虑人为灾害的灾害学是不全面的”，“我想到的人为灾害有：各种爆炸事故；火灾；核工厂事故；化工厂泄放毒物事故等。”

美国“9·11”事件之后，预防和应急处置突发毒性事件成为国际反恐斗争和维持各国社会稳定的重要组成部分。各国政府十分重视突发毒性事件的研究和防范，将突发毒性灾害列入灾害防御计划，积极组织制订突发毒性事件预案；全球已经建立了229个中毒控制中心，开展社会服务和援救工作；一些高等院校、科研单位开始组织灾害毒理学研究，并将历史上那些突然发生、伤亡人数巨大、经济损失惨重、政治影响深远的重大中毒事件，称为毒性灾害。

《世界毒物全史》第四册《毒性灾害史》将诸多毒性灾害分为10卷加以叙述，分别为地球化学灾害、矿难与煤气泄漏灾害、大气污染灾害、水污染灾害、化学毒物泄漏灾害、核事件与核事故、有毒生物灾害、药害与药物灾难、POPs与有毒废物污染灾害，以及其他突发毒性灾祸。各卷分述了不同毒性灾害的发生经过、突发原因、处置经验与教训，更加清晰地反映了毒性灾害的恶性突发与群发性、毒性与次生性、社会性与世界性的特点，希望引起更多的人关注和研究毒性灾害发生规律，总结历史经验，进一步指导当前突发性重大毒性事件与毒性灾害的科学应急处置工作，减少毒性事件与毒性灾害的发生，减轻毒性事件与毒性灾害造成的经济损失。

灾难孕育历史的进步。恩格斯说过：“没有哪一次巨大的历史灾难不是以历史的进步为补偿的。”当人们在电视、报刊目睹一连串的毒性灾害发生的画面之后，都会受到情感上的巨大冲击，继而又会有很多的思考，尤其是会思考生命的价值和意义。毒性灾害

的补偿，给国家、民族赋予了前行的新的精神和力量。灾难之后的思考是非常难得的一笔财富，我们在看到生命的脆弱之后需要更好地思考生存的意义。铭记灾难，直面未来，凝聚正能量，重修社会共济和健康生活方式之门，这才是对死难者生命最高的尊重。

尽管世界上将意大利塞韦索二噁英污染事故、美国三哩岛核电站核泄漏事故、墨西哥液化气爆炸事件、印度博帕尔毒气泄漏事故、前苏联切尔诺贝利核电站事故和德国莱茵河污染事故列为“六大毒性灾害”，但社会发展与经济增长将主要取决于环境，人类与灾害的斗争将更加多样和复杂。随着世界经济的全球化，工业化、城市化步伐加快，生物安全、生态安全、食品安全、环境安全方面存在的问题将更加突出和更加严峻，为此，研究世界突发毒性灾害的历史及其经验教训，对制订国家毒性灾害防治计划，进一步完善相关法律法规、灾害保险业务和应急预案，鼓励和扶持中毒控制中心与咨询服务等公益事业，开展灾害毒理学的国际学术交流，不断丰富和发展灾害毒理学和安全科学，具有重大的历史意义和现实意义。

史志诚

2015年6月

目 录

C O N T E N T S

序

第 31 卷 地球化学灾害

卷首语

1 地球化学灾害史	003
1.1 地理环境引发的地方病	003
1.2 地球化学与医学地质地理学的贡献	005
2 地方性砷灾害	008
2.1 全球性砷暴露	008
2.2 孟加拉国的砷灾难	010
2.3 中国地方性砷中毒	013
3 地方性氟中毒	016
3.1 地方性氟中毒的发现	016
3.2 印度的地方性氟中毒	019
3.3 中国的地方性氟中毒	021
4 火山喷泻毒性事件	025
4.1 火山喷泻与火山有毒气体	025
4.2 历史上的火山毒性事件	026
4.3 喀麦隆火山湖喷泻毒气事件	030
5 极端地理环境引发的毒性事件	034
5.1 中国工农红军长征路上三百红军将 士猝死事件	034
5.2 俄罗斯“魔鬼湖”和“死亡谷”之谜	035

第 32 卷 矿难与煤气泄漏灾害

卷首语

1 矿难与煤气泄漏的历史	039
1.1 矿难及其成因	039

1.2 历史上的矿难与危害	040
1.3 油气田开发中的井喷事故	041
1.4 煤气泄漏灾难	042
1.5 人类与矿难的斗争史	042
2 历史上重大煤矿瓦斯爆炸事故	044
2.1 美国与南美洲重大煤矿瓦斯爆炸事故	044
2.2 欧洲重大煤矿瓦斯爆炸事故	049
2.3 亚洲重大煤矿瓦斯爆炸事故	052
2.4 大洋洲与非洲重大煤矿瓦斯爆炸事故	056
3 油气田发生的有毒气体井喷事故	057
3.1 1993 年河北赵 48 油井硫化氢井 喷事故	057
3.2 1996 年美国帕克代尔气井硫化氢井 喷事故	057
3.3 1998 年四川温泉气井天然气窜漏 事故	057
3.4 2003 年重庆油井硫化氢井喷事故	058
4 重大煤气 (天然气) 泄漏事件	060
4.1 1844 年美国东俄亥俄煤气公司煤气 罐爆炸事件	060
4.2 1984 年墨西哥液化石油气站爆炸 事件	060
4.3 1989 年法国天然气公司天然气库泄 漏事件	061
4.4 1992 年墨西哥瓜达拉哈拉市煤气爆 炸事件	061

4.5 1995 年韩国大邱地铁煤气管道爆炸事件	063
4.6 1998 年中国西安液化石油气储罐爆炸事件	063
4.7 2002 年俄罗斯莫斯科煤气泄漏爆炸事件	064
4.8 2003 年印度瓦斯爆炸塌楼事件	065

第 33 卷 大气污染灾害

卷首语

1 大气污染的历史	069
1.1 工业革命前的大气污染	069
1.2 煤炭造成的大气污染	069
1.3 石油出现以后的大气污染	070
1.4 大气污染引发的灾害	070
2 20 世纪著名的大气污染灾害	074
2.1 比利时马斯河谷烟雾事件	074
2.2 美国洛杉矶光化学烟雾事件	075
2.3 美国多诺拉烟雾事件	078
2.4 英国伦敦烟雾事件	080
2.5 日本四日市哮喘事件	084
2.6 雅典“紧急状态事件”	086
3 酸雨：空中的死神	087
3.1 酸雨的发现	087
3.2 酸雨的形成	089
3.3 酸雨的危害	090
3.4 酸雨危害的扩张与控制	091
4 雾霾灾害	093
4.1 雾霾及其危害与影响	093
4.2 2013 年亚洲的雾霾	093
5 治理大气污染灾害的历史经验	096
5.1 洛杉矶：治理光化学烟雾 50 年	096
5.2 伦敦：治理雾都的历史	109
5.3 德国：“空气清洁与行动计划”	101
5.4 芬兰：治理雾霾的两个典型	102

第 34 卷 水污染灾害

卷首语

1 水污染的历史	107
1.1 水中的毒物	107
1.2 地下水的污染	110
1.3 历史上重大水污染事件	112
1.4 水污染的防控	114
2 日本含镉废水污染事件：日本“痛痛病”	116
2.1 事件经过	116
2.2 事件原因	117
2.3 事件处置	119
2.4 社会影响与历史意义	122
3 日本含汞废水污染事件：“水俣病”	124
3.1 熊本含汞废水污染事件经过	124
3.2 新潟含汞废水污染事件经过	126
3.3 事件原因	126
3.4 事件处置	127
3.5 社会影响与历史意义	129
4 瑞士巴塞尔化学品污染莱茵河事件	131
4.1 事件经过	131
4.2 事件处置	132
4.3 社会影响与历史意义	133
5 罗马尼亚金矿泄漏污染蒂萨河事件	134
5.1 事件经过	134
5.2 事件处置	135
5.3 社会影响	137
6 中国苯胺泄漏污染松花江事件	139
6.1 事件经过	139
6.2 事件原因	140
6.3 事件处置	141
6.4 社会影响与历史意义	142
7 中国台湾含镉废水污染事件：镉米事件	143
7.1 20 世纪 80 年代桃园县镉米事件	143

7.2 2001 年彰化县镉米事件	143	4.2 中国濮阳车辆追尾致甲醇泄漏事件	174
7.3 事件处置	144	4.3 中国新疆巴州甲醇泄漏事件	175
7.4 社会影响	145	4.4 中国延安车祸致甲醇泄漏事件	175
8 美国落基山兵工厂地下水污染及其改造	146	4.5 中国保定甲醇罐车泄漏事件	176
8.1 兵工厂污染地下水灾害的治理	146	4.6 美国 4-甲基环己烷甲醇泄漏事件	177
8.2 落基山兵工厂旧址的改造	147	5 工厂发生的化学泄漏事件	179
9 加拿大詹姆斯湾水电站的汞污染	149	5.1 美国农药厂有机毒物泄漏事件	179
9.1 詹姆斯湾水电站工程概况	149	5.2 前苏联天然气炼厂毒气泄漏事件	179
9.2 水库蓄水引发的汞污染事件	149	5.3 墨西哥国营杀虫剂厂发生爆炸中毒事件	179
9.3 水电站工程带来人文社会问题	151	5.4 中国广东湛江毒气泄漏事件	179
第 35 卷 化学毒物泄漏灾害		5.5 日本山口毒气泄漏事件	180
卷首语		5.6 中国南昌氯气泄漏事件	180
1 有毒危险化学品泄漏及其危害	155	5.7 中国兰州毒气泄漏事件	181
1.1 有毒危险化学品泄漏致灾	155	5.8 墨西哥化学厂爆炸中毒事件	181
1.2 危险化学品泄漏之成因	156	5.9 泰国工厂氯气泄漏事件	181
1.3 有毒危险化学品泄漏的危害	157	5.10 韩国龟尾市氢氟酸泄漏事件	182
1.4 有毒危险化学品泄漏的处置	157	5.11 其他工厂化学品泄漏事件	183
2 印度博帕尔毒剂泄漏灾难	159	6 非工厂发生的化学泄漏事件	185
2.1 博帕尔农药厂	159	6.1 印度新德里市郊氯气泄漏事件	185
2.2 事件经过	160	6.2 荷兰货船环氧氯丙烷泄漏事件	185
2.3 事件原因	161	6.3 美国列车脱轨有毒蒸气泄漏事件	185
2.4 事件处置	161	6.4 中国陕西汉中氯气泄漏事件	186
2.5 诉求与诉讼	162	6.5 中国湖北省枣阳市氯气泄漏事件	186
2.6 社会影响与历史意义	164	6.6 中国贵阳毒气泄漏事件	186
3 氰化物泄漏事件	166	6.7 中国四川遂宁液氯泄漏事件	187
3.1 中国台湾高雄工厂氰化氢泄漏事件	166	6.8 中国陕西杨凌氯气泄漏事件	187
3.2 日本东京氰化钠泄漏事件	166	6.9 巴西火车出轨化学泄漏事件	188
3.3 中国山东淄博氰化钠泄漏事件	166	6.10 中国浙江平阳液氯钢瓶爆炸事件	188
3.4 圭亚那阿迈金矿尾矿坝垮塌事件	167	6.11 中国齐齐哈尔氯气槽罐泄漏事件	188
3.5 巴布亚新几内亚氰化钠污染事件	168	6.12 伊朗装有燃料和化学品列车爆炸事件	189
3.6 中国陕西丹凤氰化钠泄漏事件	168	6.13 中国福建化学气体泄漏事件	190
3.7 中国河南洛河氰化钠泄漏事件	170	6.14 中国重庆市氯气泄漏事件	191
3.8 荷兰氢氰酸和一氧化碳泄漏事件	172	6.15 中国上海发生液氨泄漏事件	191
4 甲醇泄漏事件	173	6.16 中国一列车排出废气造成乘客中毒事件	192
4.1 中国兰州西固两车追尾甲醇泄漏事件	173	6.17 乌克兰列车出轨中毒事件	192

6.18 保加利亚苯乙烯泄漏事件	193	6.5 事故影响	228
6.19 俄罗斯发生溴气泄漏中毒事件	193	6.6 历史的反思	230
第 36 卷 核事件与核事故		7 核污染事件与核废料泄漏事件	
卷首语		7.1 1957—2008 年核污染事件	
1 核事件与核事故		7.2 1966 年西班牙帕利玛雷斯村上空美机相撞核泄漏事件	
1.1 世界上的核电站	197	7.3 巴西戈亚尼亚市核废料泄漏事件	
1.2 核事件与核事故的分级	197	232	
1.3 全球发生的核事件与核事故	199	8 核事件与核事故的历史思考	
1.4 世界三大核事故类型比较	201	8.1 兴利避害：发展核能的争议焦点	
2 历史上核反应堆核事件与核事故		234	
2.1 核反应堆发生的核事件	204	8.2 关键在于消除发生核事故的因素	
2.2 核反应堆发生的核事故	205	235	
2.3 1957 年英国温斯克尔反应堆事故	206	8.3 建立核事故的长期研究机制	
3 历史上核电站泄漏事件与核事故		236	
3.1 2008 年法国核电站两起泄漏事件	208	第 37 卷 有毒生物灾害	
3.2 2011 年美国西布鲁克核电站事件	209	卷首语	
3.3 2011 年美国佩里核电站事件	209	1 有毒生物灾害及其防治史	
3.4 1957—2004 年核电站泄漏事故	210	1.1 有毒生物引起的灾害	
4 美国三哩岛核电站事故		239	
4.1 三哩岛核电站概况	212	1.2 美国有毒植物研究历史	
4.2 事故经过	212	240	
4.3 事故原因	213	1.3 中国毒草灾害研究历程	
4.4 事故处置	214	241	
4.5 事故影响	214	2 有毒菌类灾害	
5 前苏联切尔诺贝利核电站事故		244	
5.1 切尔诺贝利核电站概况	216	2.1 中世纪欧洲的麦角中毒灾害	
5.2 事故经过	217	244	
5.3 事故原因	218	2.2 英国火鸡黄曲霉中毒事件	
5.4 事故处置	219	248	
5.5 事故影响	220	2.3 中国肉毒梭菌中毒事件	
5.6 历史的反思	222	249	
5.7 事故的历史记述	222	2.4 黑斑病甘薯中毒	
6 日本福岛核电站事故		251	
6.1 福岛核电站概况	224	2.5 镰刀菌毒素致脑白质软化症	
6.2 事故经过	225	252	
6.3 事故原因	226	3 有毒植物灾害	
6.4 事故处置	227	254	
		3.1 蕨属植物灾害	
		254	
		3.2 醉马苕草灾害	
		256	
		3.3 美国的疯草灾害	
		260	
		3.4 中国有毒棘豆与黄芪引发的灾害	
		262	
		3.5 山毛榉科栎属植物灾害	
		264	
		3.6 阿富汗天芥菜灾害	
		267	
		4 外来有毒生物入侵灾害	
		269	
		4.1 紫茎泽兰入侵灾害	
		269	
		4.2 大豕草入侵灾害	
		272	
		4.3 豚草入侵灾害	
		274	
		4.4 毒麦入侵灾害	
		275	
		4.5 杀人蜂入侵灾祸	
		277	
		4.6 海蟾蜍入侵灾害	
		279	

4.7 火蚁入侵灾害	281	4.2 美国磺胺酰剂事件	317
5 赤潮引发的灾害	283	4.3 隐瞒三苯乙醇的毒性引发白内障	319
5.1 赤潮：特殊的生物灾害	283	5 含毒药的日用品引发的药物灾难	320
5.2 世界重大有毒赤潮事件	284	5.1 含硝酸银的抗菌消毒药导致“蓝色人”	320
5.3 赤潮的成因	285	5.2 含汞牙粉引发的“肢端疼痛症”灾难	320
5.4 赤潮的危害	286	5.3 含六氯酚爽身粉引发的药物灾难	323
5.5 赤潮的治理	287	6 农药引发的灾难	324
5.6 社会影响与历史意义	287	6.1 伊拉克西力生农药中毒事件	324
第 38 卷 药害与药物灾难		6.2 美国阿拉牌农药事件	326
卷首语		第 39 卷 POPs 与有毒废物污染灾害	
1 药害与药物灾害	291	卷首语	
1.1 药害与药物不良反应	291	1 POPs 污染引发的环境灾害	331
1.2 药害的类型及其成因	293	1.1 环境中存在的 POPs	331
1.3 历史上的重大药物灾害	294	1.2 POPs 的生态毒性与危害效应	332
1.4 防范药害与药物灾害的对策	297	1.3 历史上 POPs 污染引发的灾害	334
2 历史上最大的药害事件“反应停”灾难	299	1.4 POPs 污染的防控	335
2.1 事件经过	299	2 日本米糠油多氯联苯污染事件	338
2.2 事件原因	301	2.1 事件经过	338
2.3 事件处置	302	2.2 事件原因	339
2.4 社会影响与历史意义	303	2.3 社会影响与历史意义	340
3 重大药害与药物不良反应事件	306	3 意大利塞韦索二噁英污染事件	341
3.1 氨基比林与白细胞减少症	306	3.1 事件经过	341
3.2 醋酸铊中毒引起脱发	307	3.2 事件原因	342
3.3 减肥药二硝基酚引发白内障	307	3.3 事件处置	343
3.4 非那西丁致严重肾损害	307	3.4 社会影响与历史意义	344
3.5 二碘二乙基锡与中毒性脑炎综合征	308	4 中国台湾米糠油多氯联苯污染事件	345
3.6 普拉洛尔的毒性反应	308	4.1 事件经过	345
3.7 氯碘羟喹与亚急性脊髓视神经病	309	4.2 事件原因	346
3.8 孕妇服用激素类药物引发的药害	309	4.3 事件处置	346
3.9 替马沙星的不良反应事件	310	4.4 社会影响	346
3.10 苯丙醇胺与脑中风	311	5 比利时鸡饲料二噁英污染事件	348
3.11 中国四咪唑药害事件	311	5.1 事件背景	348
3.12 拜斯亭引起横纹肌溶解事件	311	5.2 事件经过	348
3.13 巴基斯坦“免费药”不良反应事件	313	5.3 事件处置	349
4 药理实验室的错误和事故	314	5.4 社会影响	351
4.1 误用毒菌酿成“卡介苗”灾难	314		

6 有毒废物污染的历史	352	1.1 意大利巴里港毒气爆炸灾难	371
6.1 有毒废物及其危害	352	1.2 越南战争中的“橙剂”灾难	374
6.2 有毒废物的污染转嫁	353	1.3 日本冲绳美军毒气试验士兵健康受损事故	377
6.3 有毒废物引发的污染事件	354	1.4 美国化学武器库发生芥子气泄漏事件	379
6.4 处置有毒废物的新行业	357		
7 美国拉夫运河填埋废物污染事件	358	2 战争遗弃化学武器伤害事件	380
7.1 事件经过	358	2.1 日本遗弃芥子气桶引发中毒事件	380
7.2 事件处置	359	2.2 陕西榆林发现日军遗留毒气弹	382
7.3 社会影响与历史意义	360	3 次生毒性事件	384
8 西班牙有毒废料泄漏事件	362	3.1 火灾次生毒性事件	384
8.1 事件经过	362	3.2 酒厂起火熏醉消防员事件	386
8.2 事件处置	362	3.3 危险废物处置不当导致中毒事件	388
9 科特迪瓦有毒垃圾污染事件	363	3.4 水灾和地震引发的次生毒性灾害	389
9.1 事件经过	363	3.5 工业废气危害蚕桑生产事件	390
9.2 事件原因	363	3.6 尼日利亚金矿粉尘引发的铅污染事件	390
9.3 事件处置	364		
9.4 社会影响	365	4 沙尘暴引发的灾害与健康问题	392
10 匈牙利有毒氧化铝废料污染事件	366	4.1 沙尘暴的成因与发源地	392
10.1 事件经过	366	4.2 历史上的沙尘暴事件	393
10.2 事件原因	367	4.3 沙尘暴对健康的危害	396
10.3 事件处置	367	4.4 历史经验与教训	396
10.4 社会影响与历史意义	368		
第 40 卷 其他突发毒性灾祸		5 世界重大石油污染事故	398
卷首语		5.1 海域油船原油泄漏事故	398
1 战争毒剂灾难	371	5.2 漏油事故的毒性效应及其防范	399

第
31
卷

地
球
化
学
灾
害

本卷主编

史志诚

白广禄

卷首语

人类居住于地球表面上，无时不受到大气层、地表以及地球内部变化的影响。有时这些变化的幅度很大，远远超过人类的应变能力，这时就会造成灾害而影响到人类的生存，这就是地球灾害。

地球灾害中较常发生而为人类所熟悉的有地震、火山、山崩、地陷、水灾、风灾等自然灾害，而人类对化学因素引发的地球化学灾害的认识则是到了 19 世纪后期才开始的。

地球表层各种环境要素都是由化学元素组成的。由于地质历史发展的原因或人为的原因，在地球的地壳表面的局部地区出现了各种化学元素分布不均匀的现象，某些化学元素相对过剩，某些化学元素相对不足，以致各种化学元素之间比例失调，使人体从环境摄入的元素量过多或过少，超出人体所能适应的变动范围，从而引发“地球化学性疾病”，即某种中毒性地方病。

一些地理学、地球化学、生态学、植物学、医学地理和环境地质学家注意到一些地区发生的长期困扰人类健康的地方性中毒性疾病与其地理环境和地球化学因素的关联，采取了相应的防治对策，解除了当地人民的病痛，为防控地球化学灾害做出了贡献。

本卷记述了人类历史上发生的地球化学灾害以及科学家对地球化学与医学地质地理学的贡献，分述了全球性地方性砷中毒、地方性氟中毒、历史上的火山喷泻毒性事件等。此外还特别记述了极端地理环境引发的毒性事件。

1

地球化学灾害史

1.1 地理环境引发的地方病

地理环境引发的地方病的发现

人类是自然的产物，是生命活动和地理环境相互作用并经过长期演化和选择的结果。人类从环境中获取维持生命和生活过程所必需的物质和能量，包括各种必需的化学元素，并通过新陈代谢与周围环境不断进行物质和能量的交换，从而与自然形成一个统一的整体。

早在 1884 年，贾斯特斯·利比赫在研究植物时发现，一般作物产量并非经常受到较容易被环境满足的物质的限制，而是受到那些看起来需要量少但环境中难以满足的物质，如硼等重要元素的限制。后来英国地球化学家汉密尔顿^①在研究对比了人血化学元素和地壳的化学元素丰度后，发现两者的化学元素含量的丰度曲线形状有着惊人的相似之处。中国科学家谭见安^②等对克山病病区和非病区的岩石、土壤、饮水、粮食、动物毛发等整个地理生态系统中的 21 种与生命有关的化学元素进行分析之后，其结果也表现为明显的正相关。这表明了地理环境和生物之间紧密的化学联系，以及环境同人体的化学元素与

健康之间的内在联系。因此，环境中的生命元素在岩石、土壤、水、大气、动植物和人体这个自然体系中的含量分布与转换有一定的规律性。

人体的化学元素即生命元素，根据其在人体内含量的多少，可分为宏量元素和微量元素两类。宏量元素是人体的主要组成部分，是生命机体不可缺少的元素，包括氧（占 61%）、碳（占 23%）、氢（占 10%）、氮（占 2.69%）、钙（占 1.49%）、磷（占 1.0%）、硫、钾、钠、镁、氯等 11 种，占人体总量的 99.95%。从元素周期表中的排位来看，它们都是原子序数 20 号以前的轻元素。微量元素是人体中含量低于人体体重万分之一的化学元素，具有明显的营养作用和生理功能，是维持生物生长发育、生命活动及繁衍的不可缺少的成分，如铁、铜、锌、锰、铬、氟、碘、硒、硅、钼等。另一些是没有明显的生理功能但可能对人体有毒害的元素，如铅、汞、镉、砷、锑、镓、铟、锡等。地方病的成因，很大程度上是因为地理环境中某种化学元素的含量超出人体适应范围，导致人体内环境稳定性调节紊乱，产

① 爱丽丝·汉密尔顿 (Alice Hamilton, 1869—1970)，医师、病理学家，美国工业毒理学创始人。

② 谭见安 (1931—)，中国科学院地理科学与资源研究所研究员，曾担任中国地理学会医学地理专业委员会主任委员，著有《地球环境与健康》《中国的医学地理研究》等。

生严重的功能障碍,并使一定数量的人患上共同的病症,严重的甚至会造成机体死亡。根据几十年来的研究,人们已查明大约 27 种元素是生物正常活动必不可少的元素,其中能明确引起动物和人类产生疾病的有 10 余种,最主要的是碘、氟、硒、铜、钴、镍、铅、硼等。例如,氟元素分布过多可引起地方性氟中毒,水土中碘元素分布异常可引起甲状腺疾病或地方性克汀病,克山病与低硒因素有明显的正相关性。

生物在组成生物体时,会有选择地从地理环境中摄取化学元素,这一过程主要取决于化学元素的生物化学特征和化学元素在环境中的丰度。化学元素沿着各种途径通过岩石圈、水圈、大气圈和生物圈的相互运动,构成了生物地球化学循环。特别是人类的生产活动和消费活动也会导致环境污染物质的释放,如日本汞中毒引起的“水俣病”和镉中毒引起的“痛痛病”。又如古罗马帝国的灭亡,人们研究发现可能是因为当时的人们广泛使用铅制品饮水、煮饭、喝汤,加上葡萄酒以及化妆品等导致普遍的铅中毒的后果。

地理环境造成的地球化学灾害

地理环境造成的地球化学灾害主要有低硒环境下发生的克山病^①和大骨节病^②、缺碘环境下发生的碘缺乏病^③,以及多氟

环境下发生的地方性氟中毒和地方性癌症。按照毒性灾害的定义,各国研究的重点是地方性氟中毒、砷中毒和相关的地方性癌症以及极端地理环境条件下引起人和动物的死亡事件。

地方性氟中毒 (Endemic Fluorosis),简称地氟病,是在特定的地理环境中发生的一种地球化学性疾病,它是在自然条件下,长期生活在高氟环境中的人们,通过饮水、空气或食物等介质,摄入过量的氟而导致的全身慢性蓄积性中毒。临床上主要表现为牙齿和骨骼的改变。牙齿的改变称氟斑牙 (Dental Fluorosis),其表现为牙釉质出现白垩、着色或缺损改变,残留终身,轻则影响美观,重则影响咀嚼及消化功能,危害健康。骨骼的改变称为氟骨症 (Skeletal Fluorosis),全身关节可出现麻木、疼痛症状,表现为弯腰驼背、功能障碍,甚至瘫痪。全世界有 50 多个国家都有该病的存在。其中亚洲的印度、中国、日本、朝鲜分布比较广。印度的地方性氟病病区的病情尤为严重。中国除上海市外各省区都有不同程度的发病区,比较集中的是北方,如松嫩平原有一半以上的县市有地方性氟中毒分布。

中国贵州省既是碘缺乏病的重病区,又是地方性中毒病的重灾区。地方性砷中毒主要在黔西南地区,地方性氟中毒是全省性的疾病。贵州省兴仁县砷中毒流行区

① 克山病 (Keshan Disease, KD),是一种以心肌实质的变性、坏死和纤维化为特征的地方病,1935 年因中国黑龙江省克山县的病例首先被报道而命名。临床上根据心肌的状态和发病经过,将克山病分为急性、亚急性、慢型和潜在型四个临床类型。

② 大骨节病 (Kaschin-Beck Disease, KBD),是一种地方性、多发性、变形性骨关节病。基本病变是发育中儿童的关节透明软骨的变性、坏死以及继发的骨关节炎。严重病例可致矮小畸形、终身残疾。

③ 碘缺乏病 (Iodine Deficiency Disorders, IDD),是由于自然环境碘缺乏造成机体碘营养不良所表现的一组疾病的总称。它包括地方性甲状腺肿,地方性克汀病,地方性亚临床克汀病,胎儿流产、早产、死产、先天畸形等。地方性甲状腺肿是碘缺乏病最明显的表现形式,地方性克汀病是碘缺乏病最严重的表现形式。

居室内空气含砷浓度要比中国的空气质量标准高出 5~100 倍, 空气中的砷在被烘干的食物表面形成覆盖层并渗入食物, 使得辣椒和玉米中的砷浓度比普通食物要高出 30~70 倍。然而, 氟中毒的严重性要远远高于砷中毒, 贵州氟中毒最严重的地区位于黔西北的织金县。织金县是中国地方性燃煤污染型氟中毒的重病区, 全县 92 万人, 约 95% 的人是氟斑牙。织金县煤的含氟量高达 598 毫克/千克, 当农民生火做饭烘烤粮食的时候, 每燃烧 1 千克的煤, 就会吸入 508.3 毫克的氟, 而成人每天氟的需求量仅为 2 毫克, 达到了正常人需求量的 254 倍。^①

地理环境与地方性中毒病

地方性中毒病是发生在某一特定地区, 同一定的自然环境有密切关系的疾病。地方性中毒病在一定地区内, 往往流行年代比较久远, 而且有一定数量的患者表现出共同的病症。地方性中毒病的共同特点是病区内有决定该疾病发生的因素, 居住在受这种因素威胁范围内的居民都有可能发病, 故危害性很大。当人们一旦除去导致地方性中毒病存在的决定性因素, 则该地区的地方性中毒病就会逐渐消失。

综上所述, 典型的地方性中毒病应具

备以下条件: 第一, 地区性; 第二, 该地区有决定该病存在的自然或人为因素; 第三, 生活在病区的人群及进入病区的外来人员都有可能得病; 第四, 未发病的健康人离开病区后不会再发病; 第五, 一般情况下病区比较固定; 第六, 除去该病的决定性因素后, 该病会逐渐消失。因此, 防治地方性中毒病必须把重点放在寻找决定性因素上, 并针对此决定性因素研究防治措施。

地球化学性疾病与环境污染疾病

值得指出的是, 应当将地球化学性疾病与环境污染疾病加以区别。地球表层各种环境要素均是由化学元素组成的。由于地质历史发展的原因或人为的原因, 在地壳表面的局部地区出现各种化学元素分布不均匀的现象, 某些化学元素相对过剩, 某些化学元素相对不足, 以及各种化学元素之间比例失调等, 使人体从环境摄入的元素过多或过少, 超出人体所能适应的变动范围, 从而引发“地球化学性疾病”, 即某种地方病。而人类活动排放各种污染物, 使环境质量下降或恶化, 影响人类正常的生活和健康, 引起各种疾病或死亡, 称为公害病, 也称“环境污染疾病”。

1.2 地球化学与医学地质地理学的贡献

地球化学

环境背景值是地球化学的重要研究领

域, 也是环境科学与地方病研究的基础。1970 年, 世界卫生组织发表了系列报告第 59 号, 题为《氟化物与人类健康》。这份

^① 全县人 95% 是氟斑牙. 华商报, 2003-07-27.

由 93 位科学家编写的报告,对于氟与人体有关的各方面问题进行了全面论述,给出了不同国家天然水中氟的含量范围^①。《美国大陆某些岩石、土壤、植物及蔬菜的地球化学背景值》一书,详细介绍了美国的环境化学背景值。1974—1975 年,曼莱 (T. R. Manlay) 等人对新西兰布卢夫 (Bluff) 地区一个开工前的铝厂进行了氟的环境背景值的调查。这是世界上少有的先调查后开工的典范。中国学者朱兆良于 1957 年报道了中国各类土壤 88 个剖面 241 个样品中氟和氯的含量^②。从 1979 年开始,中国科学院地球化学研究所郑宝山等专家调查中国包头地区环境地球化学与地方病的关系,经过 10 多年的研究,确定包头地区牲畜的氟中毒是工业污染造成的,人的氟中毒是地方性氟中毒^③。

医学地质学

医学地质学 (Medical Geology) 是研究人类健康与疾病和地质环境之间关系的科学,是介于医学与地质学之间的交叉学科。医学地质学重点研究地质地理流行病学调查;地方病分类、分区、分带;地质环境与人类健康的关系;地方病的病因及其综合防治措施;环境治理与临床治疗;改良水质和口服化学药物等。

医学地质学作为 20 世纪 90 年代高速发展的新兴学科,促进了疾病预防控制人员与地球科学工作者的合作,为阐明地方性中毒性疾病和地球化学灾害的产生、发展与控制做出了新的贡献。

国际医学地质学会组织专家对地质材料、地质过程对人类和动物健康及疾病的影响进行了回顾和评述,其成果集中体现在瑞典塞利纳斯著的《医学地质学》^④一书中,主要论述了自然环境对公共健康的影响。包括环境生物学的基本原理;对人类和动物健康有重要影响的自然元素与物质的地质地球化学论述;病理学、毒理学和流行病学的观念与方法;环境研究和医学地质学调查的最新手段与方法。特别是对关于元素与生命、元素的自然分布与丰度、从化学角度看元素吸收、从生物学角度看元素吸收、火山喷发与健康、地下水与环境中的砷、天然水中的氟化物、医学地质学的技术与方法和无机与有机地球化学的分析技术有重要参考价值。

医学水文地球化学

医学水文地球化学作为环境地质学的一门崭新的分支学科,引起世界地理学家、地质学家、土壤学家与医学家的关注,许多科学家从不同的角度对其进行了探索,并相继创立了一些新学科,如医学地理学、医学土壤学、医学地质学和环境地质学等。它们的共同特点是,把水文地球化学作为学科的组成部分或重要内容。这是因为天然水与生物界有着最密切的关系。事实证明,许多地方性中毒病和公害病都与环境、饮水直接相关。

医学地理学

医学地理学 (Medical Geography, 简

① Fluorides and Human Health//WHO Monograph Series No. 59. Geneva: WHO, 1970, 59.

② 朱兆良. 中国土壤中的氟和氯. 科学通报, 1957 (14).

③ 郑宝山, 等. 地方性氟中毒及工业氟污染研究. 北京: 中国环境科学出版社, 1992.

④ 塞利纳斯. 医学地质学. 郑宝山, 译. 北京: 科学出版社, 2009.