



内部资料

销毁日本遗弃化学武器 环境监测指导手册

周黎明 周学志 周建梅 等 著



中国质检出版社
中国标准出版社

销毁日本遗弃化学武器 环境监测指导手册

周黎明 周学志 周建梅 等 著

中国质检出版社
中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

销毁日本遗弃化学武器环境监测指导手册/周黎明,周学志,周建梅等著. —北京:中国标准出版社, 2014. 1

ISBN 978 - 7 - 5066 - 7380 - 8

I. ①销… II. ①周… ②周… ③周… III. ①化学武器—武器销毁—环境监测—手册
IV. ①X83 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 265659 号

内 容 提 要

本书从日本在中国遗弃的化学武器销毁的技术现状、特点入手,对样品的采集与保管、分析、质量控制与质量保证等方面进行了详细的介绍,主要包括销毁日本遗弃化学武器设施环境本底调查、销毁作业实施的环境监测、样品采集与保管、分析样品的前处理、环境痕量分析技术、环境监测的质量控制和质量保证等内容。

本书内容全面、数据详实,是处理日本遗弃化学武器技术保障领域内的权威工具书,也可供环境监测分析人员、化工人员作为参考书。

中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号 (100013)

北京市西城区三里河北街 16 号 (100045)

网址: www.spc.net.cn

总编室: (010) 64275323 发行中心: (010) 51780235

读者服务部: (010) 68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 16.75 字数 403 千字

2014 年 1 月第一版 2014 年 1 月第一次印刷

*

定价: 62.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010) 68510107

编写者名单

周黎明 周学志 周建梅 左国民 卢彩虹

王 宁 李 杰 张爱红 叶 伟 王学峰

王新明 陈俊祥 魏栓紧 石东良 刘基伟

汤海荣 李树仁 崔新玲 王宏娟 张 英

张 荣 袁 京 王洛国 郭 辉 饶 刚

前 言

日本在第二次世界大战战败投降时，将大量化学武器就地掩埋或抛于江河湖海之中。目前，已在我国 18 个省市发现。经过几十年的埋藏，化学武器腐蚀泄漏十分严重，近年来，因日本在中国遗弃的化学武器引起的伤人事件屡屡出现，严重威胁着人民的健康和生态环境的安全。根据《关于禁止发展、生产、储存和使用化学武器及销毁此种武器的公约》（以下简称《公约》）和《关于销毁中国境内日本遗弃化学武器的备忘录》（以下简称《备忘录》），日本政府承认在中国遗弃了大量化学武器（以下称“日遗化武”），承诺履行《公约》规定的销毁遗弃化学武器的义务，并“最优先确保不对中华人民共和国领土的生态环境造成污染及人员安全”；在销毁遗弃化学武器过程中，遵守中国的环境保护法律、法规和环境保护标准。

经过中日两国政府十余年的努力，2010 年 9 月 1 日，南京日遗化武移动式销毁作业正式启动；2012 年 12 月 12 日，石家庄日遗化武移动式销毁作业也全面展开；2013 年，武汉、哈尔滨、哈尔巴岭、广州等地的日遗化武处理工作也陆续启动。这标志着中国境内日遗化武处理工作重心由挖掘回收向销毁转变，确保作业过程不对人员安全和环境生态造成危害成为中方技术督协的首要任务。

环境监测分析是日遗化武销毁处理过程中最重要的技术保障手段之一，它能够掌握排气塔废气、洗消废水、工艺废水、销毁处理残渣等日遗化武处理产生废弃物中含化学剂等有毒有害化学品的准确数据，为技术督协提供最可靠的数据支撑，也为日遗化武废弃物的最终销毁处理提供了科学依据。

本书从日遗化武销毁的技术现状、特点入手，对样品的采集与保管、分析、质量控制与质量保证等方面进行了详细的介绍，对环境监测的各个技术环节进行充分研究、系统论证，形成了贯穿日遗化武处理全过程的系统环境保护技术体系，建立了科学合理的操作规范，将对今后在中国各地日遗化武移动式销毁及哈尔巴岭销毁作业中起到理论指导作用。

本书作者多年在日遗化武处理工作一线，具有丰富的理论和实践经验，经过南京、石家庄等地近三年日遗化武销毁作业现场的实际运行，认真梳理，科学总结，使本书内容全面，数据详实，是处理日遗化武技术保障领域内的权威工具书。

作 者
2013 年 8 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 移动式销毁日遗化武技术简介	1
第二节 销毁日遗化武环境监测的分类	11
第二章 销毁日遗化武设施环境本底调查	16
第一节 环境本底调查实施方案的制定	16
第二节 化学剂的分析方法	25
第三节 常规污染物的分析方法	28
第四节 二噁英类的分析方法	31
第五节 移动式销毁日遗化武的环境保护措施	43
第三章 销毁作业实施的环境监测	46
第一节 环境监测基本计划的制定	46
第二节 污染控制监测	50
第三节 作业环境监测	58
第四节 周边环境监测	61
第五节 销毁残渣分析	66
第六节 应急监测	71
第四章 样品采集与保管	74
第一节 空气样品的采集	74
第二节 水样的采集	83
第三节 土壤样品的采集	95
第五章 分析样品的前处理	99
第一节 水样品前处理技术	99
第二节 大气样品前处理技术	105
第三节 土壤（固体废弃物）样品前处理技术	107

第六章 环境痕量分析技术	115
第一节 概论	115
第二节 无机污染物分析技术	115
第三节 有机污染物分析技术	146
第七章 环境监测的质量控制和质量保证	189
第一节 基本知识	189
第二节 实验室质量控制和质量保证	226
第三节 环境标准物质	237
第四节 实验室管理制度	239
第五节 实验室安全知识	242
附录一 相关法律法规及标准	252
附录二 日遗化武销毁常见化合物的质谱图	256

第一章 绪 论

第一节 移动式销毁日遗化武技术简介

一、概述

1997年4月29日生效的《禁止化学武器公约》对“销毁化学武器”的定义是:将化学品以一种基本上不可逆转的方式转变为一种不适于生产化学武器的形式并从而不可逆转地使弹药和其他装置无法用作化学武器的过程。化学武器销毁时的处理对象物不仅有毒剂和装填好的化学弹药,还有相关的设备。除此之外,实际销毁时还包括一些销毁过程中产生的包装材料和污染物,如污染土壤、洗消水、防护服等。

化学武器销毁技术由前处理技术、实处理技术和后处理技术组成。销毁化学炮弹的前处理技术是将其拆卸或解体,使其内部毒剂分离或暴露,为实处理做准备过程的技术;实处理技术是不可逆地销毁毒剂和毒剂污染物等的技术;后处理技术是保证实处理过程中产生的各种残留物和排放物能够满足环境标准的各种技术措施。

前处理技术通常分为逆装配和破坏性解体。实处理技术目前投入使用的主要有高温焚烧和化学分解。正在研究中的实处理技术包括生物降解、电化学氧化、等离子熔融等多种技术。高温焚烧时向气体焚烧炉中喷入天然气、液化气或雾化柴油为燃料,直接焚烧毒剂气体和雾化或气化后的毒剂液体。也可以在回砖窑或固定床类型的焚烧炉内焚烧固体毒剂和染毒弹壳。高温焚烧技术具有销毁彻底、效率高、工艺成熟和安全性好的特点,是目前应用最广泛的主要销毁技术。化学分解技术针对不同的销毁对象,有多种工艺。一般是用强碱、强氧化剂或有机醇胺等消毒剂与毒剂反应,使其不可逆转地彻底反应与分解。共同特点是反应条件相对温和,控制性好,尾气排放量少。正在研究中的生物降解一般接在化学分解技术后面,将反应产物送入有微生物的反应器中,进一步将毒剂的不完全分解产物降解,使其无毒化。电化学氧化和等离子熔融也都是很有前景的技术,有待进一步开发。

后处理技术用于处理实处理产生的废气、废水和固体废弃物。原则上要实行废水内循环净化、零排放。通常采用环保工程中常用的多种废水净化技术,合理设计,周密安排,在工艺内部实现废水循环利用。含有控制量以下的毒剂的固体废弃物都要采用固化技术,实行固化处理,永久安全填埋。废气则根据不同工艺,经过比一般工业设施更完备和完善的废气净化系统,保证达到环境标准后无害化排放。销毁化学武器的废气处理系统通常包括急冷、水洗、酸洗、除尘、转化氮氧化物和活性炭吸附等步骤中的各项环保和化工技术,严格执行各国专门的或通用的环境排放标准。

化学武器销毁是一项特殊的武器销毁工程,也是一项非常危险的综合性系统工程。销毁化学武器过程中必须最大限度地保护工作人员、周围居民的安全和环境不受污染。销毁

技术涵盖和跨越多个学科和技术领域,正在实践中不断积累、完善和发展。

日遗化武销毁采用固定式(主销毁工厂)销毁工程和移动式销毁作业相结合的方法。日遗化武具有危险性高、分布广和运输风险大等特殊性质,因此,开发利用移动式销毁设施势在必行。移动式销毁设施具有可拆卸运输、灵活机动、建设时间短、实施日程近等特点,国外有成熟的技术及销毁化学弹药的业绩。与主工厂销毁技术可实现优势互补,相得益彰。两者结合,齐头并进,这对于尽快启动、实际销毁种类多、分布广、分散在各地数量或多或少的日遗化武具有十分重要的现实意义。

2006年6月,中日双方经过深入研究和磋商,结合各个技术发展现状,最终确定“热引爆+焚烧”和“控制引爆+等离子焚烧”两套技术方案作为日遗化武移动式销毁方案。

根据目前中日磋商达成一致的结论,采用移动式销毁的方式销毁处理除哈尔巴岭以外的日遗化武,哈尔巴岭首先采用试销毁(“热引爆+焚烧”和“控制引爆+等离子焚烧”)的方式对已挖掘回收的日遗化武进行销毁。

二、移动式日遗化武销毁作业的主要设备

移动式销毁是相对于固定式销毁设施而言的。所谓移动式销毁设施,是指非固定式销毁化学武器的设备和装置,主要用来对分散的化学武器的销毁。移动式销毁设施通常有两种组成形式:一种是销毁装置直接安装在汽车、拖车或集装箱上,可以移动到各个销毁点,只需少量辅助配套设施就可较快投入销毁作业;另一种是移动式销毁厂房。各销毁装置可以拆卸装车,运送到销毁点之后重新组装,搭建帐篷或活动板房组成临时销毁设施,加上辅助配套设施的搭建,需要较多时间方可投入销毁。

移动式销毁设施的工艺通常包括前处理、实处理、后处理三个环节,附属滤毒通风、水电及燃油供应、医疗急救、销毁对象物及废弃物储存、环境监测分析及监控系统等组成。

以控制引爆技术为例,主要由接收、开捆设备、引爆销毁设备、废气处理设备、分析设备、运行控制设备、共用设备等六部分构成。下面主要介绍引爆舱、过滤器、真空泵单元、低温等离子单元、冷凝器、废气洗涤器、活性炭过滤器等销毁处理设备。

(一) 引爆舱

1. 外形及尺寸

引爆舱由形状为圆筒形的多层钢制卷板(内筒/外筒构造)制成,外筒尺寸约 $\phi 2600\text{mm} \times \text{长(躯体部长)} 4800\text{mm}$,内部容积约 26m^3 。其外形见图1-1。

2. 主要功能及规格(设计要求)

- (1) 抗爆功能 TNT 换算 45kg(抗爆实验值)。
- (2) 容许反复循环处理 90mm 红弹 1 万枚以上。
- (3) 主要材质,内、外筒均为碳素钢。
- (4) 设计压力 4MPa。
- (5) 运行温度常温至数百摄氏度(瞬间)。

3. 附带设备

- (1) 废气过滤器,为防止引爆舱内浮游粉尘进入真空泵内。

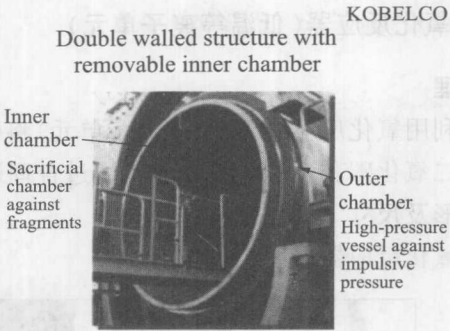
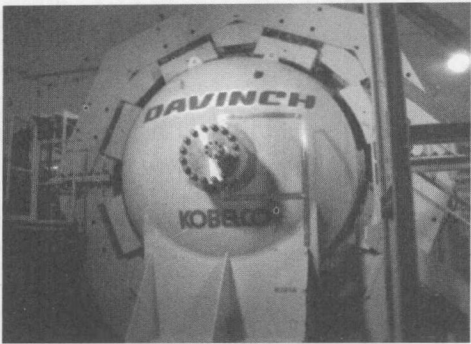


图 1-1 引爆舱结构图

(2) 引爆舱内通风用过滤器、旋风分离器, 虽然打开引爆舱盖时引爆舱内部可以进行通风, 但是废气中可能含有粉尘, 该装置可去除粉尘。废气过滤装置见图 1-2。

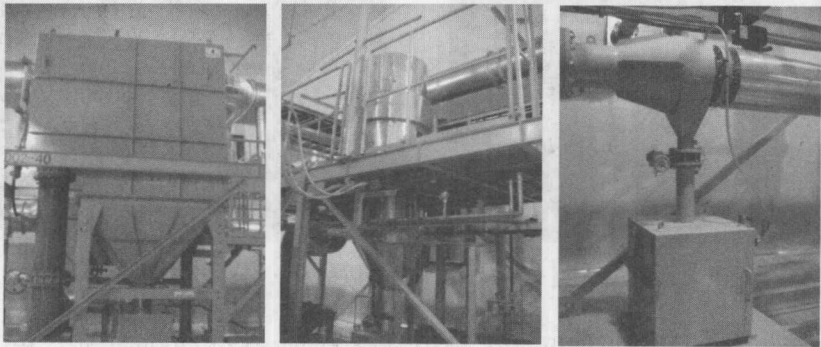


图 1-2 废气过滤装置(爆破处理帐篷内)

(二) 真空泵

引爆处理前将引爆舱内抽为高负压(真空)状态, 以及排放引爆时引爆舱内产生的气体。真空泵见图 1-3。

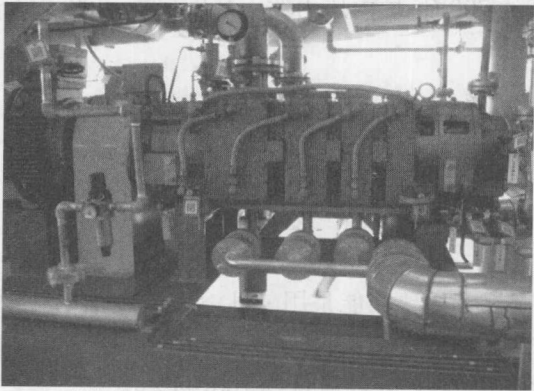


图 1-3 真空泵

(三) 氧化反应器(低温等离子单元)

1. 原理

利用氧化反应器(低温等离子单元)将引爆后产生气体(一氧化碳和氢气)进行氧化(转换为二氧化碳和水蒸气)。另外,通过合理运行,可抑制二噁英类气体的产生和再合成。

2. 外形及尺寸

氧化反应器见图 1-4。

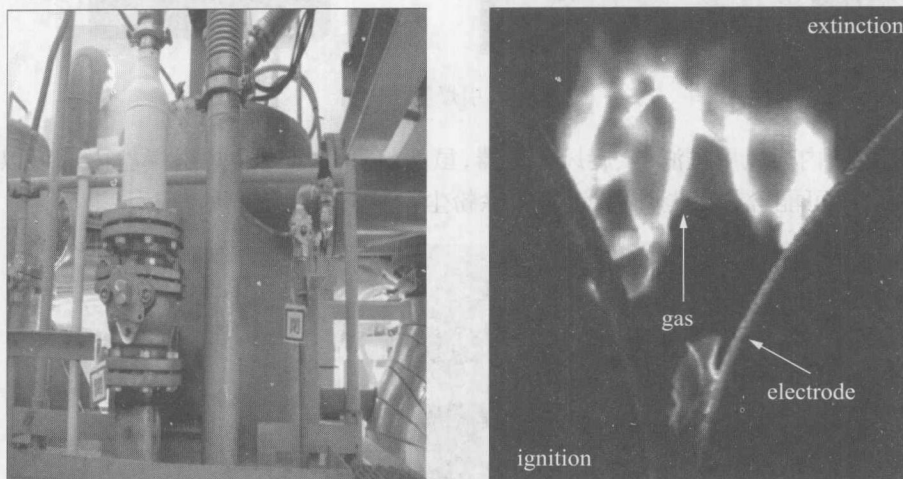


图 1-4 氧化反应器(低温等离子单元)

(1) 氧化反应器:由圆筒形钢板制成,外径约 $\phi 800\text{mm}$,高约 2700mm ,炉容积(有效容积)约 0.3m^3 。

(2) 等离子电极:外加电压为 12000V ,最大输出功率为 4.5kW 。

3. 主要功能及规格

(1) 炉内温度:引爆产生气体处理时约 900°C ,待机时约 700°C (引爆产生气体处理前的升温、待机时供应辅助燃料煤气)。

(2) 出口处废气温度约 700°C ,炉内压力约 -4kPa (约 -400mmAq)。

4. 附带设备

(1) 燃烧空气风机。

(2) 氧化反应器冷却风机。

(3) 辅助燃料(煤气)供应设备。

(四) 废气洗涤器

废气洗涤器见图 1-5。其主要功能是用碱性溶液清洗由氧化反应器排出的废气,去除气体中含有的氯化氢、二氧化硫等,使排放浓度符合我国国家环境标准。设备形式为填充塔,循环清洗液为氢氧化钠水溶液,处理风量约 $700\text{Nm}^3/\text{h}$ 。



图 1-5 废气洗涤器

(五) HEPA/活性炭过滤器

HEPA/活性炭过滤器外观见图 1-6,它主要是为防止化学剂泄漏而设置的过滤器系统,由 HEPA 过滤器、活性炭过滤器等构成。

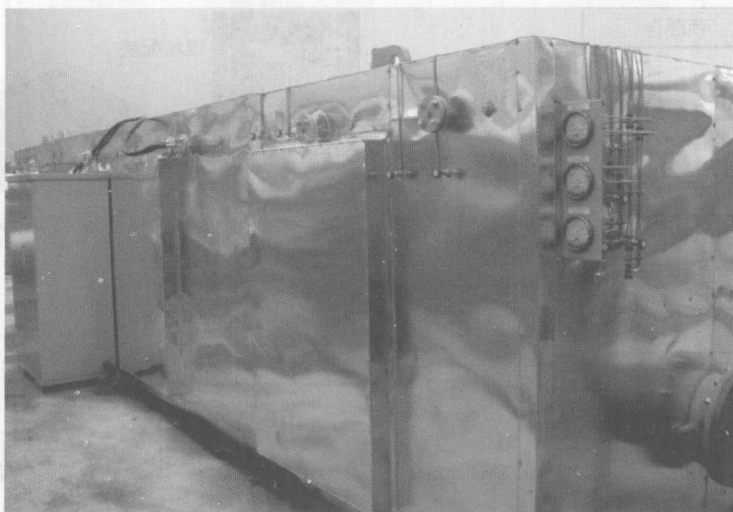


图 1-6 HEPA/活性炭过滤器外观

(六) 辅助炸药/雷管保管库

临时存放当天使用的用于引爆销毁对象物的辅助炸药以及雷管的设施。其外形见图 1-7。

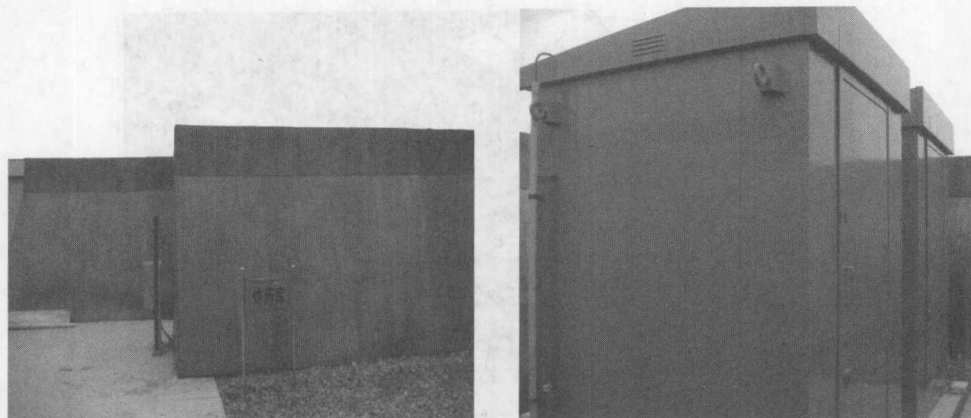


图 1-7 辅助炸药/雷管保管库

三、移动式日遗化武销毁作业的流程

以控制引爆技术为例,作业流程如下。

(一) 辅助炸药与雷管的接收和搬运

接收辅助炸药和雷管并保管在火药保管库,搬运 1 次的引爆处理所使用的量,具体接收及搬运过程见图 1-8。

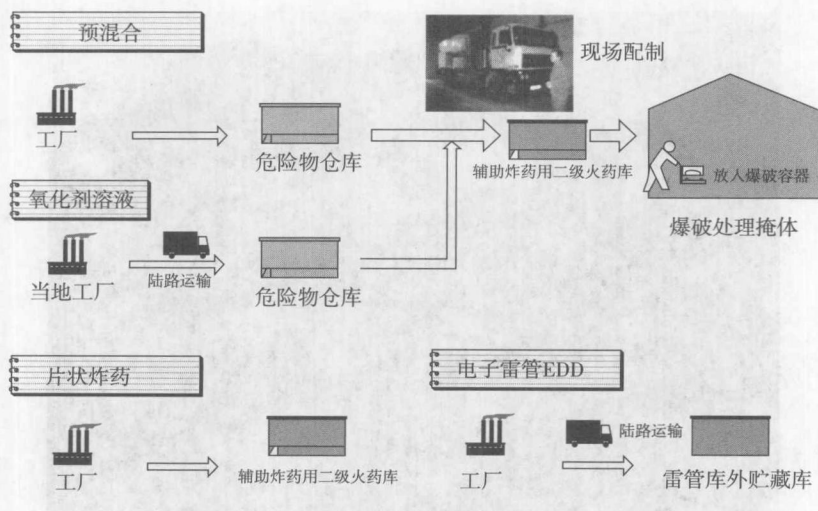


图 1-8 辅助炸药及雷管接收及搬运过程

(二) 销毁对象物的搬运与交接

按照《销毁对象作业记录表》,中方从销毁对象物保管场所将销毁对象物搬出,通过销毁对象物搬运装置运至交接地点,中日双方共同使用便携式化学剂报警器对销毁对象物实施侦检,确认无泄漏后进行交接。如果发现泄漏,应立即进行应急安全化处理。

(三) 安装辅助炸药

按照《销毁对象作业记录表》，在引爆处理准备室从接收、开箱、侦检作业组接收销毁对象，并对销毁对象用胶带等安装辅助炸药。具体见图 1-9。

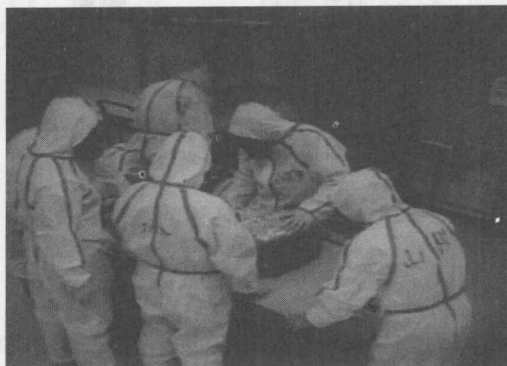


图 1-9 安装辅助炸药

(四) 吊装销毁对象物

吊装销毁对象物见图 1-10。

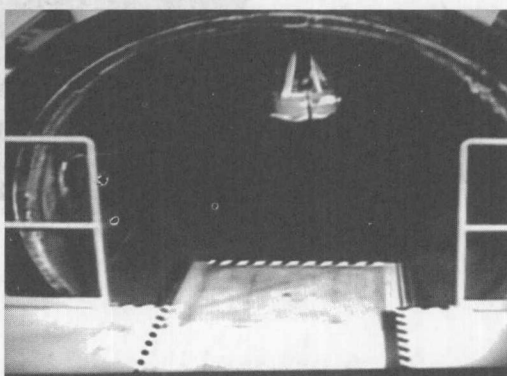


图 1-10 吊装销毁对象物

(五) 安装雷管

将装好辅助炸药的销毁对象悬挂在引爆舱内，安装雷管准备引爆。

(六) 引爆处理

引爆雷管使辅助炸药和处理对象一起进行引爆处理。

(七) 引爆气体的处理

对引爆处理产生的废气进行除尘、氧化、洗涤等处理，其流程见图 1-11。
在控制室使用 DCS 远程控制废气处理系统运转。

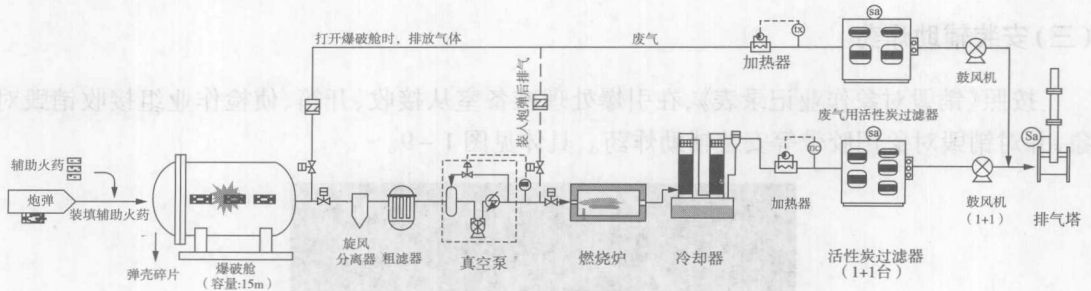


图 1-11 引爆气体处理流程

爆破产生气体量:约 15m³/批。

产生气体成分:H₂,CO,CO₂,N₂ 等。

排放方法:利用真空泵吸抽,分批处理。

处理方法:在燃烧炉内使爆破生成气体燃烧,对可燃成分进行氧化处理。燃烧废气冷却后,利用活性炭过滤,连续监测化学剂成分,排放。

(八) 取出处理残渣

引爆处理后回收引爆舱内残留的残渣(主要为固体),见图 1-12。

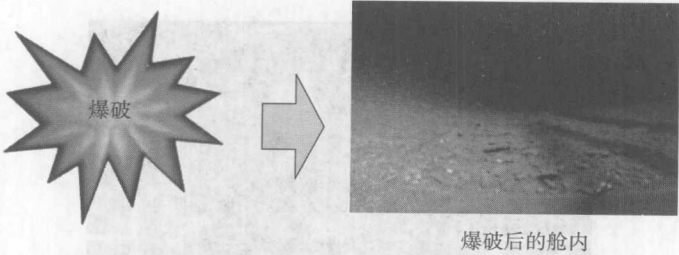


图 1-12 爆破后的残渣

(九) 清扫引爆舱

对引爆舱进行清扫见图 1-13。

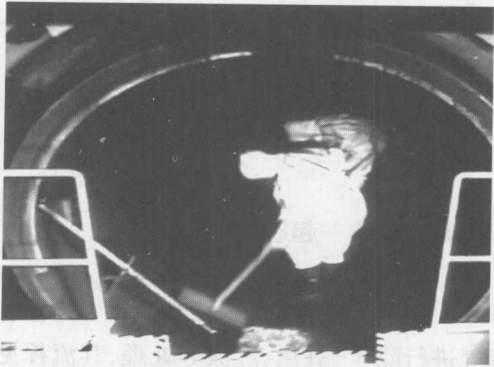


图 1-13 清扫引爆舱

(十) 废弃物的处理

把处理残渣等的废弃物装入铝箔袋密封并放入废弃物容器中,留待今后处理。按照目前中日双方达成一致的意見,将运到哈尔巴岭做最终无害化处理。

四、移动式销毁日遗化武中方主要承担的任务

中方承担的移动销毁作业督协任务主要有:销毁对象物及废弃物的搬运与交接、环境监测分析、工艺监督、防护、洗消、气象观测与危害评估、影像及通信保障、突发事件的应急救援、作业物资保障、作业安全管理和后勤保障等。以南京移动销毁作业为例,按照作业的实施阶段划分,中方主要承担的任务见表1-1《移动式销毁作业 中日分工表》。

表1-1 移动式销毁作业 中日分工表

项 目		中	日	备 注
作 业 准 备 阶 段	移动式处理设备的验收	○	○	机械启动试验,中方会同验收
	土木设计和施工	○		日方制定计划,中方设计、施工(含整地、围栏、防火堤、废弃物临时存放处、防护墙等的设置)
	管理楼的设计和施工	○		日方制定计划,中方设计和施工
	污染物仓库的设计和施工	○		
	搬运道路的设计和施工	○		
	医务室的设计和施工	○		
	给水	○		日方制定计划,中方设计和施工。给水配管(母管)已施工完毕
	设置通讯设备	○		日方制定计划,中方设计和施工
	设置监视设备	○		日方制定计划,中方设计和施工
	设置供电、照明设备	○	○	用于销毁设备的(自备电设备)由日方,用于管理楼等的由中方负责设计和施工
	土壤调查	○		日方制定计划,中方实施
	移动式销毁设备的运输		○	取得运输许可、办理各项手续需得到中方协助
	移动式销毁设备的安装和组装		○	由日方准备安装和组装时所需的临时电力、临时现场办公室、临时休息室等,中日双方共同监视作业
	制作风险评估	○	○	
	制作周边环境监测计划	○		作业区域外
	制作中方作业编制表	○		
	制作移动式销毁作业计划	○	○	实施作业的各方各自准备
	准备试运行用模拟弹	○		日方制定计划,中方设计、采购
	准备辅助炸药、燃料等			日方制定计划,中方采购

表 1-1(续)

项 目		中	日	备 注
作业准备阶段	准备化学剂标准物质	○		日方制定计划,中方采购
	准备分析用试剂	○		
	准备废弃物包装材料	○		
	准备洗消剂	○		
	准备个人防护装备	○	○	实施作业的各方自行准备
	准备便携式侦检器	○	○	
	准备临时厕所	○		中方设计、采购
	准备中方作业人员待命处	○		日方制定计划,中方设计、采购(集装箱式,设置于管理区域内)
	准备密封检查室、人员消洗处	○		中方设计、采购
	准备气象观测设备	○		
	准备消防车、救护车	○		中方采购(设置于保管区域)
	准备中方分析室	○		日方制定计划,中方设计、采购 (集装箱式,设置于保管区域内)
	准备日方更衣室、干燥室	○		
	准备中方更衣室、干燥室	○		
	准备日方器材库	○		
	准备中方器材库	○		日方制定计划,中方设计、采购 (集装箱式,设置于监视塔附近)
	准备司机待机处	○		
	准备警备人员待机处	○		日方制定计划,中方设计和施工 (作业区~管理、保管区)
	通讯线路布线	○		
	监控线路布线	○		
试运行阶段	照明线路布线	○		有效利用现有的警备体制
	警备、保安	○		中日双方共同监视作业
	模拟弹的搬运	○		废弃物临时存放处~保管库,含保管
	废弃物的搬运	○		数据中日共享
	污染控制监测	○	○	数据中日共享
	现场周边环境监测	○		数据中日共享
	气象观测	○		数据中日共享
	评估试运行结果	○	○	数据中日共享
	作业安全管理	○	○	
	OPCW 事前访问	○	○	日方由外务省负责