

# 罗布泊核试验区自然环境变化的地球卫星观测分析

胡东生<sup>1,2</sup>, 张华京<sup>3</sup>, 庞西磊<sup>1</sup>, 徐冰<sup>4</sup>, 张国伟<sup>2</sup>, 田新洪<sup>2</sup>

(1. 湖南师范大学资源环境科学学院, 长沙 410081; 2. 西北大学大陆动力学国家重点实验室, 西安 710069;

3. 湖南师范大学化学化工学院, 长沙 410081; 4. 中国海洋大学海洋地球科学学院, 青岛 226071)

[摘要] 运用地球卫星观测手段及遥感信息提取技术及区域调查研究成果,首次对中国罗布泊核试验区进行全面分析及初步综合评价,揭示了鲜为人知的核爆炸效应及地质环境响应事件,对人类极端作用与重大工程环境及胁迫影响过程有了清晰实际的第一性材料,通过宏观清理和典型筛选对试验区自然环境要素变化进行逐项材料挖掘及客观评价,为国家安全利用核能与综合评估核环境及机动发展战略提供科学基础数据。

[关键词] 地球卫星观测;核试验区;核爆炸效应及地质环境响应过程;自然环境综合评价;中国罗布泊

[中图分类号] X1 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2008)09-0031-08

## 1 前言

在20世纪中叶,人类历史上首次产生了世界上最强大的人工能量——原子能(核能)。美国1945年7月16日爆炸第一颗原子弹,前苏联1949年8月29日爆炸第一颗原子弹,英国1952年10月3日爆炸第一颗原子弹,法国1960年2月13日爆炸第一颗原子弹,形成少数寡头国家进行核垄断核讹诈与国际政治秩序不对称以及人类和平安全失衡的严重局面。我国1964年10月16日试验成功第一颗原子弹,打破了国际霸权主义的核垄断和核讹诈,有力地维护了世界安全与人类和平,对建立国际公平政治和国家平等共处的新秩序做出了巨大贡献,赢得了我国和平发展的长期而稳定的大好时机。从世界潮流及历史进化的角度分析问题,战争与和平是人类发展史上不可避免的历史主题,铸造和平之剑制约战争之灾是人类文明社会发展前进的时代主流,从这个角度出发中国人民所担负的历史发展责

任和国际政治承诺将是庄严慎行而长期艰巨的。40余年已经过去,核能的和平利用已经是当今世界清洁能源的首选之靶,我国目前已经进入世界核电开发的先进行列,作为中国原子弹首爆区的罗布泊核试验基地已失去往日的神秘色彩,已安全撤离及完全废弃,并成为任意进出的自由区。作为人类营力作用的极至手段,核爆炸是地球运动作用中一种新的地质作用,也是新型的人类地质作用。

文章采用地球卫星遥感技术方法对该区进行观测研究,揭示鲜为人知的核爆现场动态材料及后效环境变化状况,为典型重大工程效应及环境综合评价积累科学数据,为人类和平利用核能资源及其自然环境响应提供基础资料,为创造人类共同拥有的地球村及和谐社会奠定基础。

## 2 试验区概貌

罗布泊核试验区位于我国西部中天山南麓小型次级山间盆地,盆地中央平均海拔为1 100~1 150 m,周

[收稿日期] 2008-01-02

[基金项目] 国家重点实验室西北大学大陆动力学科学开放基金资助项目(DL2006001)

[作者简介] 胡东生(1951-),男,甘肃天水市人,湖南师范大学教授,主要从事资源环境和遥感地质学与地球动力学及全球变化等方面的教学和研究

围山地平均海拔为 1 300 ~ 1 400 m,是极端干旱的荒漠半封闭型盆地,周围 200 km 以内至今仍为无人区。根据天山地区区域气候调查数据<sup>[1]</sup>推算,盆地气候参数为:年日照时数 3 200 h,年相对湿度 40 % ~ 60 %,年蒸发量 3 500 mm,年降雨量 50 ± mm,一月平均气温 -23 ℃,七月平均气温 25 ℃,常年盛行风向为南偏西,常年平均风速 3 ~ 4 m/s,全年大风日(8 级风速 17 m/s 以上)约达 30 ± d。本区生境属于温带干旱岩漠气候生物带。周边山地为裸岩无植被生境,盆地内部为干旱荒漠植被生境。植被区系以旱生半灌丛植物为主,植物建群种以麻黄(*Ephedra*)、骆驼刺(*Alhagi pseudalhagi*)、霸王(*Zygophyllum*)为主,主要沿洪积、冲积扇坪带稀疏展布,植被盖度约小于 5 %。动物区系属于古北界中亚亚区蒙新区西部荒漠亚区,常见动物有草兔(*Lepus capensis*)、楼燕(*Apus apus*)、杜鹃(*Caculus cunorus*)、石鸡(*Alectoris graeca*)等,多靠近围绕半灌丛状植物分布区活动,罕见大型兽类动物狼(*Canis lupus*)、狐(*Vulpes vulpes*)等的踪迹。

该试验盆地为近东西向(N 80°W)展布的椭圆形半封闭盆地,其北面为喀拉塔格山脉,其南面为克孜勒塔格山脉,在盆地的西端和东北部有半封闭性出口,盆地长轴近东西向延长约有 30 km,盆地短轴近南北向延长约有 10 km,总面积约为 300 km<sup>2</sup>。周

边山系地层建造主要为泥盆纪大理岩、片岩、凝灰岩等和石炭纪灰岩、砂岩、页岩及喷发岩的岩系组合,南部山系有大面积侵入的二叠纪花岗岩;盆地内部由山前向中央依次分布有:侏罗纪砾岩、砂岩、泥岩、煤层岩系,白垩纪砾岩、砂岩、泥岩岩系,第三纪砂岩、泥岩、石膏岩系,这些地层岩石风化剥蚀强烈,多呈半隐伏残丘断续出现,其上均被第四纪残积、风积及洪积~冲积等松散堆积物所覆盖。根据区域地质调查资料及遥感影像信息解译成果的综合分析认为,该盆地的形成实际上是天山复式断褶带构造系在中生代出现回春活动以后所产生的后效重力调整过程,在新生代构造作用的影响下完成的塌陷式的小型向斜构造盆地,其最终形成定位时期是在第三纪晚期,第四纪以来一直遭受风化剥蚀及残积、冲积等改造,相对而言该盆地基地构造比较稳定,盆地内新构造活动表现微弱。

核爆区在盆地的东南部,根据地球卫星观测及地面景观特征的综合定位显示,首次核爆中心地理位置约为:N 41°43', E 88°44'。核爆点海拔约为 1 100 ± m,地形开阔平坦,是山前洪积~冲积扇坪带的边缘地带,处于东、西两条洪积~冲积扇的边缘交叉部位,距最近的南面山地距离为 2 km,其东面距山地距离为 4 ~ 5 km、北面距山地距离为 6 ~ 8 km、西面距山地距离为 20 ~ 25 km(见图 1)。

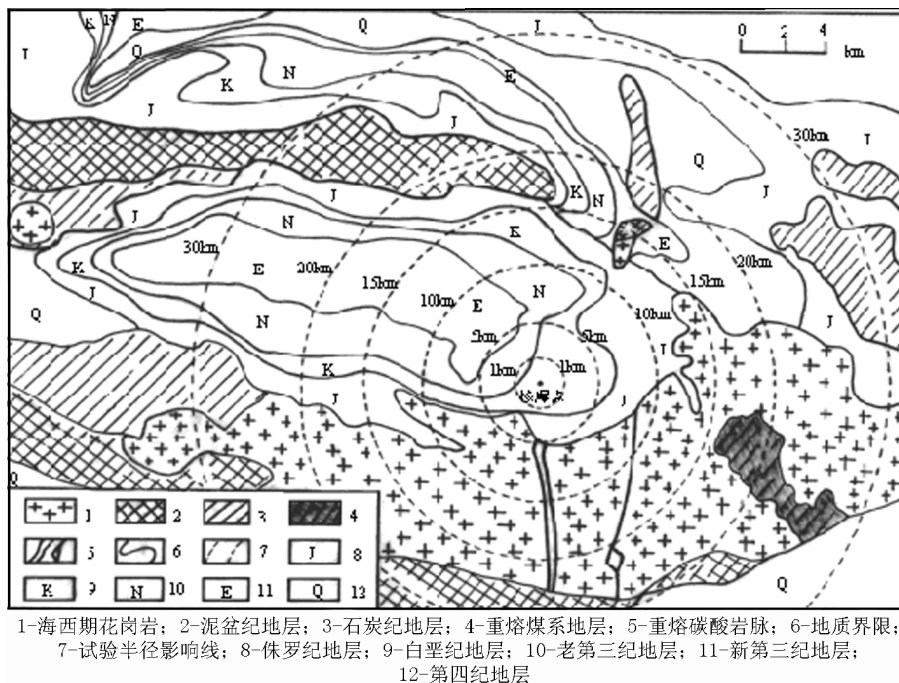


图 1 罗布泊核试验区地质位置分布图

Fig. 1 The distribute map of geology position in the nuclear test area of Lop Nur

### 3 核爆炸效应

按照核物理知识<sup>[2]</sup>的表述,核爆炸造成的杀伤及破坏的能量主要有:冲击波、光辐射、核辐射、放射性沾染、电磁脉冲。在其核爆炸释放的总能量中,冲击波约占50%,光辐射约占35%,核辐射(早期)约占55%,放射性沾染约占10%,电磁脉冲主要对电子仪器造成损害。在核爆炸过程中,首先出现的是超强闪光,紧接而至的是强大的冲击波,然后接连发生的是高温燃烧、核辐射(早期),放射性沾染则随着爆炸烟云及大气尘埃的扩散及落地等现象进而发生影响,电磁辐射发生在核爆炸的瞬间直至核反应过程的结束。运用地球卫星的遥感资料解译成果(见图1),根据核试验过程中地表景观的破坏和改造情景以及自然环境胁迫响应状态,将罗布泊核试验区由核爆点中心向外围周边地带依次作为多级同心圆影响区,以其影响直径等级范围划分如下:1 km影响区、5 km影响区、10 km影响区、15 km影响区等、20 km影响区以及30 km影响区。

1) 1 km影响区:是核爆区的核心地带。在核心带的中央半径 $250 \pm m$ 的范围以内,分布有不对称三角形的极爆区,所有地面人工构筑及地表自然景物完全熔融以至汽化(或部分汽化),残留物至今焦黑一片,呈现为胶质熔融状。距中心点半径250~500 m之间的范围以内,地面人工构筑的高层物质均被一扫而光且无堆积物,仅残留近地面的低层高强度构筑物(3 m以下),在内缘(250 m处)钢轨发生部分熔融弯曲,其物质结构出现改变,存在硅基及羟合物的进入或发生交代现象;在外缘(500 m处)地表土质壕沟建筑基本保持完整构形,未发生显著机械破坏。其他可燃及可熔物质均损坏殆尽。在边缘(500~600 m处)出现地面环形构造及线性地裂缝等,并有涌水冲蚀形迹等现象。

2) 5 km影响区:是核爆区的主要兵器工程试验带(见图2)。本区主要分布有两个集中试验带(A带、B带)及一些零散试验带(C带),主要是各种动力器械及火炮器械等兵器试验,各种试验物约有70~80项或总数有130项之多,全部爆炸燃烧殆尽。

3) 10 km影响区:是核爆区的主要营防工程试验带,本区主要分布有三个集中试验带及一些零散试验带,主要以各种土木构筑的防卫设施为主,表层构筑物被扫荡殆尽并无残留堆积物,壕沟及土墙的

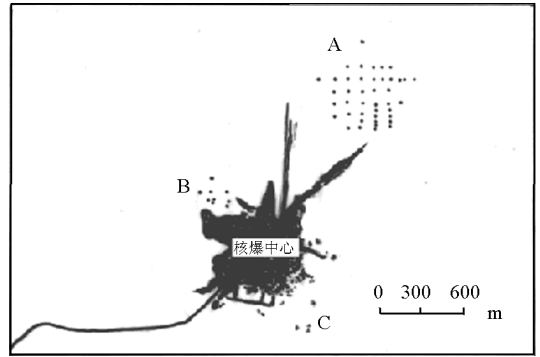


图2 罗布泊核试验区试验工程分布图

Fig. 2 The distributic map of experimented engineering in the nuclear test area of Lop Nur

基本轮廓均保留下来,少量的生活器物爆炸燃烧殆尽。

4) 15 km影响区:是核爆区的地面直接破坏的边缘带。本区内对人工构筑物有选择性破坏作用,在区内油渣路面上存在局部间隔熔融的现象,其间隔距离在320~760 m范围之内,其展布范围实际上是从距核心点3 km处开始直至距核心点7 km出结束。

5) 20 km影响区:是核爆区的外围影响带。本区内未见地面显著破坏,道路工程油渣路面未见显著熔化现象,局部路段边缘存在轻微熔解软化现象。

6) 30 km以外地带,地表未见直接破坏现象,已基本脱离核爆的直接影响,逐渐恢复到与外围正常状况的范围之中。

### 4 地质环境响应

在人工核爆作用的影响之下,地球环境物质(包括岩石圈、生物圈、大气圈)的发生胁迫响应,形成各种各样的变形、变质及改造等现象,这种残留的物质构造形迹是研究及分析核爆影响的重要载体,也是进行环境综合评估的重要实物证据。

#### 4.1 地面工程

从广义的角度讲人工构筑的地面工程也属于地质环境物质,即人类地质环境作用物。核爆区中心直径500 m以内各种各样的人工试验设施及地表地物景观均已发生完全熔融呈胶质状,其直径500~1 000 m以内地面构筑物除近地表永久性高强度基础之外已无构建工程的完整形貌,实际上核爆区1 km影响区是不可生存的无生态区,所以地质环境响应的讨论是指这个区域以外的地带。

1) 兵器工程:分布在 5 km 影响带范围以内,其典型的地面响应构造形迹是均具有环形构造及其中心的燃烧点。根据试验物体积及可燃性容重的不同其构造规模也不尽相同,环形构造最大直径为 33 m,其最小直径为 5 m;其中心点残留燃烧直径约在 0.5 ~ 2.5 m 之间,在一些作用强烈的中心点存在涌水现象但一般不发生溢流。这些环形构造是核爆过程中引起的高温爆炸所形成的派生构造。

2) 营防工程:分布在 10 km 影响带范围以内,其典型的地面响应构造形迹是处近地面低层基础及堑沟以外全部被卷扫而尽,而且试验区爆炸燃烧点出现很少。这种情况与试验物性状有关,也与核爆过程的不同影响有关。这个区域遭受的冲击波破坏非常强烈,但显示出核爆温度明显下降。

3) 道路工程:分布在距核爆中心 1.6 ~ 7.2 km (即 3 ~ 15 km 影响区)的范围以内,呈间隔断续重复出现路面熔融状展布,间距一般为 320 ~ 760 m,显著的路面熔融带有 11 处,分别为①1.664 km 处,长约 50 m,宽约 3.5 ~ 11.8 m。②2.773 km 处,间隔 25 m 发育东西两段:a. 西段长约 100.8 m,宽约 3 ~ 8.4 m;b. 东段长约 58.8 m,宽约 8.4 ~ 10.9 m。③3.244 km,间隔 55.5 m 发育东西两段:a. 西段长约 57.1 m,宽约 3 ~ 8.4 m;b. 东段长约 159.6 m,宽约 3 ~ 10.1 m。④3.494 km 处,间隔 25 m 发育东西两段:a. 西段长约 17 m,宽约 2 ~ 11 m;b. 东段长约 58 m,宽约 6.7 ~ 12.6 m。⑤3.882 km 处,间隔 27 m 发育东西两段:a. 西段长约 58.8 m,宽约 3.5 ~ 13.4 m;b. 东段长约 168 m,宽约 3.5 ~ 13.4 m。⑥4.437 km 处,间隔 50 m 发育东西两段:a. 西段长约 84 m,宽约 3.5 ~ 13.4 m;b. 东段长约 17 m,宽约 2 ~ 6 m。⑦4.825 km 处,间隔 30 m 发育东西两段:a. 西段长约 7.2 m,宽约 3.5 ~ 13.4 m;b. 东段长约 75.6 m,宽约 11.8 ~ 13.4 m。⑧5.407 km 处,长约 100.8 m,宽约 3 ~ 7 m。⑨6.128 km 处,长约 84 m,宽约 3 ~ 11.8 m。⑩6.367 km 处,长约 31.9 m,宽约 5 ~ 7 m。⑪7.238 km 处,长约 25.2 m,宽约 5 ~ 7 m。主要表现为油渣路面出现软化、溶解、扩散等现象,平均间距约为 500 ± m。

#### 4.2 地表生态

根据核爆过程残留的遗迹地表生态破坏的情况如下:1 km 影响区为无生物区,由于高温高压及强辐射等作用的影响界内所有生物都已丧失殆尽;

5 km 影响区由于低矮的半灌丛状植物及核爆区能量的衰减,界内植被的丧失及破坏约达 75 % ± 5 %;10 km 影响区界内植被丧失及破坏约达 40 % ± 10 %;15 km 影响区界内植被丧失及破坏约为 15 % ± 5 %;20 km 影响区及以外地带的植被基本未受显著破坏及影响。根据植物破坏遗迹分析资料,核爆区植被具有其生存规模越大受损坏程度就越大趋势。也即核爆区生物密度越大其受损坏程度就越大,这对核能安全使用及防核防辐射及防污染等技术有非常重要的意义。

#### 4.3 浅层地质

核爆区对地质体的影响以地表及浅层物质较为显著,与其相对比地下核爆作用最大可以影响到地下 100 ~ 200 ± m 的深度,地球地表过程及浅层地质过程对人类及其环境的影响十分重要。

1) 地质作用:主要发生在南部山地二叠纪花岗岩展布区,其影响范围在 5 ~ 30 km 影响区以内;另外核爆中心直径 500 m 以内地表物质均已发生熔融胶质化以至玄武玻璃化,其影响深度可达 1.5 ~ 2 m 以上。① 方解石岩脉发生炭化现象:a. 分布在核爆区正南部方向,两条呈平行状展布,间距约为 164.3 ~ 383.3 m,单体宽约 2.3 ~ 33.6 m,延长较连贯,总体呈 NNW 向(N 10°W)延伸,长约 6.143 km;b. 分布在核爆区南南东方向,呈 NNE 向(N 15°E)延伸,宽约 3.4 ~ 67.2 m,延长呈竹节状、串珠状,总体走向较稳定,长约 7.391 km。② 煤系地层发生炭化及燃烧现象:分布在核爆区南东部方向,呈矩形岩块状,长约 6.5 km,宽约 1 ~ 2.6 km,地层时代为泥盆纪,是一套含煤岩系建造,总体呈 NW 向(N 40°W)延伸。

2) 水文现象:表现为核爆过程引发的地层翻卷致使浅层地下水涌,主要分布在核爆区的北部,水源储层均是侏罗纪地层,重要的有两处:a. 西段呈荷叶状(见图 3),源于核爆区中西部爆炸翻卷引起的地层浅层地下水涌现象,沿盆地缓坡地形向北溢流形成长约 140 m 的地表径流河道,并在北端形成宽约 50 m 的冲积扇,扇缘前端并出现积水性湖泊面积约为 80 m<sup>2</sup>,水深约为 1 ± m;b. 东段呈连环状,源于冲积爆炸中心翻卷引起的地下水涌现象,均出现在环状构造中心分布的洼地之中,依其爆炸冲积的能量大小积水洼地的面积发生消长变化,由西向东(即由核爆中心向辐射边缘)积水洼地其面积依次为 85 m × 10 m,35 m × 10 m,10 m × 5 m,水深约为 0.5 ± m。这些积水湖泊及洼地均在核爆结束

后,由于遭受核爆高温及干燥气候的影响,不久便快速干涸,形成表层盐碱结皮及盐壳薄层地膜。

3) 新生构造:表现为核爆过程引发的冲击爆炸所产生的环形构造(见图4和图5),它不同于兵器工程燃烧爆炸形成的小型环形构造(其直径小于33 m),它是由核爆过程中原子裂变产生的高能冲击束击中地面爆炸而形成,其构造规模一般较大,主要分布在核爆区的北部比较重要的地段有两处:  
a. 西段发育3个叠垒状环形构造(见图4),单体直

径为50~70 m,其环状破裂及爆炸唇清晰连续,其中心有极小的涌水泉点直径小于10 m或没有涌水现象;b. 东段发育3个连环状环形构造(见图5),总体呈东西向排列,两边为椭圆状,中间为浑圆状,单体直径分别为130 m × 80 m(西),70 m × 70 m(中),70 m × 50 m(东),其中心发育地层翻卷潜水上涌现象,环状破裂及爆炸唇清楚完整,其北缘并发育连续弧形的包络纹。在核爆区北西部也发育不连续的直线性破裂及裂纹构造。

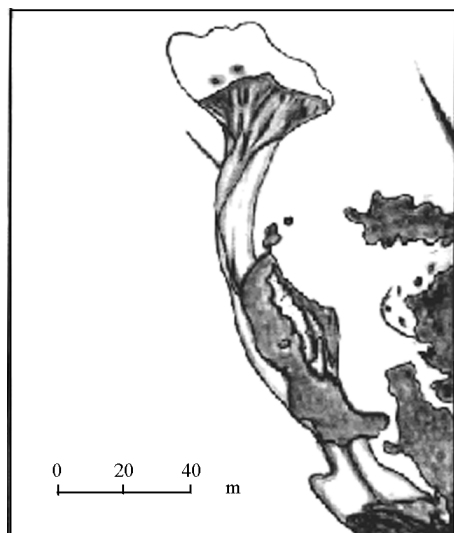


图3 罗布泊核爆区涌水现象及冲积扇  
Fig. 3 The phenomenon of gush water and alluvial fan in the nuclear test area of Lop Nur

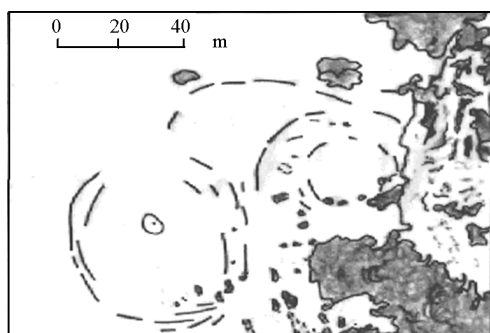


图4 罗布泊核试验区西部冲击环形构造分布图  
Fig. 4 The distribute map of the wreath structures in the nuclear test western area of Lop Nur

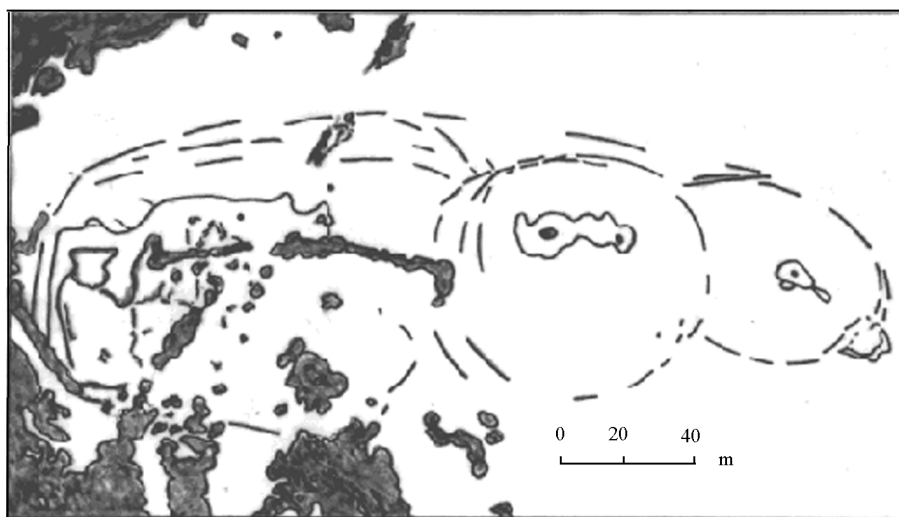


图5 罗布泊核试验区东部冲击环形构造分布图  
Fig. 5 The distribute map of the wreath structures in the nuclear test eastern area of Lop Nur

## 5 资源环境综合评估

核爆区自然资源环境综合评估是个新颖的课题,它包含瞬时影响、短期影响、长远影响等,它对地球物质运动的改造是深远的,对人类环境的影响也是重大的,甚至有些影响还是全球性的。根据地球卫星观测材料仅从显性影响的几个重要因素进行讨论,以期客观掌握罗布泊核爆过程中对地表系统及地质环境的胁迫作用及长期影响。

### 5.1 破坏能量

我国第一颗原子弹爆炸当量的实验数据约为22 000 tTNT,用 G. 李希特 - B. 古登堡共同建立的能量和震级的关系式  $\log E = 11.8 + 1.5 M^{[3]}$  换算为里氏5级地震释放的能量,但其地表破坏烈度在核心区10 km影响圈以内均超过12度,这是任何天然地震所不能比拟的。而且这个能量仅指核爆炸的冲击能,还未包括光辐射、核辐射、放射性污染、电磁脉冲等能量。尤其是核爆炸对地表人工构筑物的破坏能量是非常巨大的,根据试验区影响评估,30 km范围以内(2万吨级当量)的地面破坏烈度为10~12级以上,相对破坏能量需要地震震级在8~10级以上,这在自然界是相当罕见或者是绝少可能的。这种状况充分说明在人工技术条件下,核能是当今世界上最强大的能源和资源,它的可控开发及和平利用完全能够造福全人类。

### 5.2 温度影响

天然岩石在人工冲击波试验<sup>[4]</sup>的数据如下:岩石发生汽化,其温度约为5 000℃;主要造岩矿物出现熔融,其温度为3 000~2 000℃;岩石发生选择性熔融,其温度为1 500~1 200℃;岩石出现相变,其温度为300~200℃;岩石发生塑性变形,其温度为200~100℃;岩石出现破裂,其温度在100℃以下。依据天然U元素<sup>[5,6]</sup>的熔点1 132.3℃和沸点3 818℃,根据罗布泊核试验区地表破坏程度估算核爆过程中温度变化状态,其爆炸影响区温度分布状况如下:核心区极限温度约为5 000±℃,1 km影响区温度为5 000~3 000℃,5 km影响区温度为3 000~2 000℃,10 km影响区温度为1 500~1 200℃,15 km影响区温度为300~200℃,20 km影响区温度为200~100℃,30 km以外地带温度在100℃以下。

### 5.3 生态状况

试验区属旱生半灌丛植被,植物结构多具维管

结构,可以储藏水分形成微生态水循环系统,具有一定的抗干旱及抗高温的功能。核爆炸产生高温的持续时间是短暂的,类似于人工高温闪蒸过程,只要具备屏蔽及阻障条件就可以使其作用发生衰减。所以试验区除核爆区(1 km影响区)无生物之外,向外围都有生物在核爆炸过程中遗存和残留下来,而且向外围植物的残留率依次为:20%~30%(5 km影响区),50%~70%(10 km影响区),80%~90%(15 km影响区),90%~100%(20 km影响区),30 km之外基本无影响。经过40余年的演变,除核爆区仍然是无生物区之外,其外围植被已经基本恢复及出现再生现象。

### 5.4 资源增生

根据试验<sup>[6]</sup>空气在加热至1 200~3 000℃时能迅速生成大量的硝酸基及硝酸盐。核爆过程在大气中可以合成产生硝酸基及硝酸盐,在试验区气流运动方向下游地带盐湖盆地中发现了现代新生硝酸盐沉积<sup>[7]</sup>。在其南偏西方向(N 25°E)距离25 km的乌尊布拉克盐湖地层表层中有硝酸盐沉积物,主要形成钠硝矾、钾硝矾、水硝碱镁矾、钾硝石等硝酸盐矿物的堆积<sup>[7]</sup>;在其南偏西方向(N 25°E)距离120 km的艾丁湖盐壳表层也有硝酸盐沉积,主要形成钠硝石等硝酸盐矿物的堆积<sup>[8]</sup>;新疆地矿局(1994)经过现场采样成分测定,乌尊布拉克盐湖表层卤水含硝酸基浓度高达28.31%以上。根据这个规律可以在试验区大气气流的下游及扩散地带寻找现代硝酸盐矿床,目前在这一广大地区已经有了一些初步的有益尝试和技术验证<sup>[9]</sup>。

### 5.5 大气环流

大气核爆炸可以影响到离地面30~45 km高的大气环流<sup>[10]</sup>,根据罗布泊试验区核爆过程温度影响范围,在试验区大气层中可形成直径为20~30 km厚度的高温气团。短期内可能会影响到试验区及下游地区的干燥化气流的加强,并对于旱区燥热的下垫面起到加热作用,造成局地扰动的暖性高压区,对外围大气的影 响可能会更大些,可以出现突变的阵性天气气象现象,尘暴和雨暴都可能发生。长期作用也可能造成外围地区的大气层结构更加不稳定,灾害性天气更加频繁,气流扰动更加强烈,运行规则更加不可确定,加重了灾害性天气的发生频率和受灾程度。有些学者曾估计大量核爆炸尘埃进入大气环流还可能造成后果严重的“核冬天”<sup>[11]</sup>现象。根据我国学者对中国“核冬天”气候的初步模拟<sup>[12]</sup>

的结果表明,一旦有百万吨级的核爆炸水平,就会出现地区性的干冷的“核冬天”,将会导致气温急剧下降与降水急剧减少。

## 5.6 地面放射性水平

核素放射性污染对生物生存的影响是十分严重的,具有数十年、数百年的沾染危害,在核爆区短期内是绝对禁止生命活动的,经过 40 余年的天然衰减核心区也趋于正常平均水平。根据卫生安全部门长达 10 年(1974~1984 年)的罗布泊核试验区周边地区环境辐射水平的监测调查<sup>[12]</sup>,这些地区都已接近或略低于远距离非污染对照区的天然辐射水平;在 1988~1989 年塔里木盆地大范围的辐射水平<sup>[13]</sup>的调查中,也没有发现核辐射污染事件和高辐射水平的现象。种种迹象表明,罗布泊核试验区及其周边地区已处于正常辐射水平的范围之内<sup>[14]</sup>。

## 5.7 气候变化

试验区的核爆过程中,影响地层深度及地表破坏情况的综合分析资料表明,孤立一次的核试验并不能长期影响天气气候系统,但是持续频繁的核试验便可能胁迫作用天气气候过程。试验区天然水系遗迹及地表作用过程的材料表明,区内在核爆试验之前还曾经发生过阵性较大降雨,在地表形成洪水冲毁试验区专用公路的事件;但其后试验区 40 余年以来便没有再发生较大的降水现象,因为核爆产生的地表破坏及废弃物等都未被冲蚀及未被搬移,意味着地表再未形成显著积水和再未出现有效径流过程。将大气降水及地表径流状态的长期变化并结合核爆残留温度效应影响的胁迫作用综合分析,可以认定试验区过去 40 年以来气候环境是缓慢向干热方向持续发展的<sup>[14]</sup>。

## 6 结语

当前世界上仍然存在着核安全及核扩散危险的挑战,印度于 1974 年进行第一颗原子弹爆炸,巴基斯坦于 1998 年进行第一颗原子弹爆炸,朝鲜于 2006 年 10 月也进行了一次核试验,还有一些国家明确拥有核领域的开发技术及功能装备,导致国际安全形势及人类和平社会重新面临严峻的考验。

不久前,核试验区环境变化这一领域在全球范围内还属讳莫如深的禁语区和备受冷落的空白区,随着世界科学技术的不断进步,核材料的武器化与能源化都同步得到极大的发展,核安全与核战略成为国际合作与共同发展的重大敏感问题,核聚变及

核裂变都能够完全处在人工可控条件之下,和平利用核能与科学预防核事故和完全避免核灾难及正确评价全球环境响应是人类文明社会的共同责任与共同追求。

我国核技术的开发及利用是国家安全和国家发展的重要保障,核试验区地质环境的综合分析对科学认识核效应与核灾难和消除核恐慌以及全面开拓核资源等方面是有积极意义的,从地球卫星遥感材料揭示及分析核爆炸影响过程和自然环境变化的综合评价在国内外尚属罕见,这种项目研究涉及重大工程对自然环境影响与和谐社会及全球变化等基础理论,可以为国家核战略、核安全、核发展、核教育与核理念等重大问题提供和积累基础科学数据。

本项成果基于地球卫星观测与遥感信息分析及综合材料研究,仅是对典型试验区的重点解剖和阶段认识及这一科学前沿领域的首次探索,如果从核爆炸试验区与核电厂试验区两种顶级重大工程进行比对分析及协同研究,可能对人类安全利用核能源与完全避免核事件及资源环境和谐社会的科学认识的贡献就会更大些,可以期待出现与形成及发展新的边缘学科和交叉学科的创新知识体系。

## 参考文献

- [1] 李江风. 新疆气候[M]. 北京:气象出版社,1991
- [2] 中国大百科全书总编辑委员会《物理学》编辑委员会. 中国大百科全书·物理学(电子版)[M]. 北京:中国大百科全书出版社,2000
- [3] 笠原庆一. 地震理学[M]. 赵仲和译. 北京:地震出版社,1984. 13-15
- [4] W. V. Engelhardt, D. Stöfflei. Stages of shock metamorphism in crystalline rocks of the Ries Basin[A]. B. M. French and N. M. Short, eds: in Shock Metamorphism of Natural materials[C]. Germany, 1968. 159-168
- [5] 李振寰. 元素性质数据手册[M]. 石家庄:河北人民出版社,1985
- [6] 姚守拙,朱元保,何双娥,等. 元素化学反应手册[M]. 长沙:湖南教育出版社,1998. 895-920
- [7] 胡东生. 蒙新高原盐湖资源及盆地结构[J]. 盐湖研究,1995,3(1):10-20
- [8] 郑喜玉,刘建华. 新疆的硝酸盐盐湖[J]. 盐湖研究,1995,3(2):20-25
- [9] 刘国庆,熊孝先,郭洪周,等. 遥感技术在新疆东部石英滩-裤子山地区盐湖硝酸盐资源评价中的应用[J]. 化工矿产地质,2004,26(1):29-34
- [10] E. 布赖恩特著. 气候过程和气候变化[M]. 刘东生,等编译. 北京:科学出版社,2004. 158-161
- [11] Turco P R, Toon O B, Ackerman T P, et al. Nuclear winter:

global consequences of multiple nuclear explosions[J]. Science, 1983,222:1283 - 1292

[12] 么枕生. 气候学研究 - 气候与中国气候问题[C]. 北京:气象出版社,1993.55 - 63

[13] 邹文良,张聚敬. 新疆核试验场周围环境辐射对居民健康影响的调查研究[J]. 环境科学研究,1989,2(1):10 - 15

[14] 李江风. 塔克拉玛干沙漠和周边山区天气气候[M]. 北京:科学出版社,2003.791 - 797

## The earth satellites observation analysis of natural environment change of nuclear test field in Lop Nur Region of China

Hu Dongsheng<sup>1,2</sup>, Zhang Huajing<sup>3</sup>, Pang Xilei<sup>1</sup>,  
Xu Bing<sup>4</sup>, Zhang Guowei<sup>2</sup>, Tian Xinhong<sup>2</sup>

(1. College of Resources Environmental Science, Hunan Normal University, Changsha 410081, China;

2. State Key Laboratories of Continental Dynamics, Northwest University, Xi'an 710069, China;

3. College of Chemistry and Chemical Engineering, Hunan Normal University, Changsha 410081, China;

4. College of Ocean Geosciences, Chinese Ocean University, Qingdao, Shandong 226071, China)

[Abstract] Using earth satellite observation means, remote sensing information distilled technique and regional research production, we have roundly analyzed and made an integrated evaluation about the Lop Nur nuclear test field in western China for the first time. This product reveals the rarely - known nuke explosion effect and response events of geology conditions. It also offers us legible and practical first - hand materials about human extreme effects, important engineering environment and intimidating influence process. By excavating and appraising the materials gradually on the natural environment factors changing in the test field through macroscopic elimination and typical filtration, it can supply basic scientific data for security of national nuclear usage, appraising the nuclear environment synthetically and developing nuclear strategy expediently.

[Key words] earth satellite observation; the nuclear test field; the nuke explosion effect and the respond process of geological environment; comprehensive evaluation of natural resource environment; Lop Nur region of China