

CNIC-01474
BRIUG-0052

遥感技术在低中放废物处置场选址中的应用
**APPLICATION OF REMOTE SENSING TECHNIQUE
TO SITE SELECTION FOR LOW AND
INTERMEDIATE LEVEL RADIOACTIVE WASTE**
(In Chinese)

中国核情报中心
China Nuclear Information Centre

CNIC-01474
BRIUG-0052

遥感技术在低中放废物处置场 选址中的应用

陈璋如 金远新 刘月妙 侯德文
(核工业北京地质研究院, 100029)

摘 要

根据有关低中水平放射性废物处置场选址的规定, 采集美国 Landsat 陆地卫星数据, 进行计算机处理获得 TM 影像图, 利用 TM 影像解译的成果, 结合野外实地踏勘验证解译成果和大量资料的分析, 研究了皖、浙、苏相邻地区的社会经济条件(如城镇居民点分布、农田分布、交通状况)、地形、地貌特征、区域地质稳定性、水文地质特征和工程地质特征。最后在浙西的八角塘地区提出了 3 个低中放废物处置场址的候选地段: 八角塘地段、铁板冲地段和长兴—广德—安吉三县交界地段。

Application of Remote Sensing Technique to Site Selection for Low And Intermediate Level Radioactive Waste

(In Chinese)

CHEN Zhangru JIN Yuanxin LIU Yuemiao HOU Dewen
(Beijing Research Institute of Uranium Geology,
China National Nuclear Corporation, Beijing, 100029)

ABSTRACT

Based on the relative criteria of selection of disposal site for low and intermediate level radioactive waste, the social-economic conditions, landform, morphologic properties, regional geological stability, hydrogeological and engineering geological characters of adjacent area of Anhui, Zhejiang and Jiangsu provinces were investigated. The geological interpretation of thematic mapper images, field reconnaissance and data analysis were conducted during the research work. The results show that three areas in the west part of Zhejiang Province were recommended as potential site for disposal of low and intermediate level radioactive waste. They are Bajiaotang area, Tiebanchong area and Changxing-Guangde-Anji naves.

1 研究区的选择

秦山核电站并网发电已六年多，产生了一定量的低中水平放射性废物，为此，需进行浙江低中水平放射性废物处置场的选址工作。本课题的研究区为浙西北地区。

核设施环境保护管理导则：核电厂环境影响执行报告书的内容和格式(NEPA-RG1)^[1]中规定：“提供以厂址为中心，半径为 10 km 和 100 km 的地区地图”。根据此规定，选择以八角塘为中心，半径 100 km 的范围作为本课题研究处置场区域地质稳定性的范围。核设施环境保护管理导则：放射性固体废物浅地层处置环境影响报告书的格式与内容(H/J 5, 2-93)^[2]中规定：“提供半径为 10 km 范围内地表水的利用情况”，“提供半径为 5 km 范围内地下水的利用情况”。根据此规定，1：5 万水文地质解译图的范围确定为以八角塘为中心，半径为 20 km 的范围。

研究区确定为安徽省、浙江省和江苏省三省相邻地区。

2 遥感图像信息处理

2.1 信息源及数据获取

本项目所采用的主体遥感卫星影像信息来自于美国 Landsat 卫星 TM (专题制图仪 Thematic Mapper) 影像。TM 影像的主要特点为：(1) 多波段扫描成像；(2) 多中心投影成像；(3) 同一地区相同时间成像。TM 影像的空间分辨率在可见光、近红外和中红外波段为 30 m，在热红外波段，即 TM6 中为 120 m，每景覆盖范围为 (185×175) km²，总数据量为 230 M 字节。

多波段的图像和数据，通过视频信号传送到地面接收系统，经辐射校正，几何校正后以计算机兼容磁带 CCT 和正负胶片及图像方式提供。

2.2 空间信息处理

任何地学研究对象，均有一定的空间分布特征。地物的空间信息可依据空间分布的平面形态，分为点状、线状和面状信息，并可以此确定地物的空间位置、大小、形状和相互关系。本课题所采用的 TM 影像，具有 30 m 的空间分辨率，可以表达较丰富的空间信息。

在实际应用中，每一地物在图像上的绝对值，也与其和背景的差异有关。对于线性信息，如铁路、河流、构造线等在低于空间分辨率宽度的情况下，也可在图像上清晰地识别出来。在研究中所采用的空间信息处理技术主要有：(1) 数据镶嵌成图；(2) 几何校正；(3) 插值放大；(4) 空间信息增强。

2.3 光谱信息处理

光谱信息是遥感技术的重要组成部分，依据地物特有的光谱特征的差异识别不同的物体是遥感技术的基本出发点。任何地物都具有发射、吸收和反射电磁波的能力，有自己独特的波谱反射和辐射特性。遥感影像的光谱特征的提取就是对由象元的灰度值所代表的光谱特征的不同点集进行区分，从而判别不同的地物。本项目研究选用了除 TM6 以外的六个波段。

主要的处理方法有：(1) 假彩色波段合成；(2) KL 变换；(3) IHS 增强变换；(4) 模式识别。

2.4 时间信息处理

时间信息即指地物的时相变化，一是自然变化过程，二是指事物发展的某种周期性重复规律。遥感研究对象都处于一定的时态之中，有时相变化过程，而遥感影像信息是瞬间记录，必须结合时相变化才能达到研究的目的。本项目所选用的遥感影像，是 1995 年 12 月初和 1996 年 1 月底采集的影像，目的在于最大程度降低植被影响，揭示地表物质组成，研究预选场址区的地质稳定性，地震影响和水文特征。

3 区域地质特征

3.1 大地构造位置

皖浙苏三省交界地区属扬子断块区，是相对稳定的一级构造单元。选区所处扬子断块区的次一级构造单元为江南块褶带^[3]，其北侧为扬子断块，南侧为华南断褶系的武夷—云开断褶带。

3.2 地质特征

3.2.1 区域地层特征

在研究区域内前古生代地层主要分布于广德盆地的两侧山区。南北两区的岩性及古生物具有一定的差异。区内最古老的地层为寒武系。寒武系由一套浅陆相泥岩、炭质泥岩和碳酸盐岩组成。奥陶系在北部山区为介壳灰岩相，而广德盆地南侧为笔石页岩相。志留系、泥盆系均为碎屑岩相。石炭系以灰岩、生物碎屑灰岩为主。二叠系由砂岩、页岩及上部泥质灰岩、生物碎屑灰岩等组成。三叠系以白云质灰岩、泥质灰岩等为主。

侏罗系中下统不甚发育，零星出露，由砾岩、砂岩、页岩及煤等组成。上统发育火山岩系，由中—酸性熔岩及火山碎屑岩组成。

白垩系：主要分布于宣广盆地，组成广德盆地的七房村组岩石主要为紫红色巨厚层状、块层状砾岩、紫红色砾岩、砂砾岩互层，岩屑砂岩等。

第三系：除广德盆地之西的宣城盆地等有出露外，在广德盆地及两侧均无第三系出露。

第四系：主要为冲、洪积物、湖积物等。

3.2.2 岩浆活动特征

在区域上岩浆的多期活动很明显。尤其是在晚侏罗世至晚白垩世，岩浆侵入和喷发活动频繁。岩浆侵入活动主要发生于中晚侏罗世的燕山早期和晚侏罗世至早白垩世的燕山晚期。喷出和次火山活动也较为强烈，其岩性变化大，岩石种类多，主要分布于中分村、天目山等。其活动时代在晚侏罗世至早白垩世，在第三纪可能尚有少量活动。

3.2.3 构造地质特征

区域上褶皱构造发育，按其形成时期，可分为印支、燕山、喜山三期。印支期褶皱为本区主要的褶皱，卷入褶皱的地层有寒武系至中三叠统，轴向北东至北东东，如长兴—广德复向斜。燕山期褶皱拗陷分为燕山早中晚三期，早期由中下侏罗统砂砾岩组成；中期由上侏罗统火山岩系构成，轴向北东；晚期包括广德拗陷充填白垩系红层。喜山期盆地，主要是老第三纪地层构成的盆地，分布在宣城盆地等。

区域深大断裂主要有：溧阳—屯溪大断裂、湖州—淳安深断裂、中州—泗安断裂、孝丰—三门大断裂等。

3.3 区域构造运动演化

根据区域性地层不整合结合沉积建造、岩浆活动、形变特征等，区域构造运动演化可划分为三大阶段。

3.3.1 加里东—印支构造层—印支阶段

区内发育地层自出露最老的寒武系至中三叠统，这些巨厚的沉积岩系之间无显著的不整合。这一时期区内主要为海相沉积阶段，印支运动基本结束了本区大规模的海相沉积阶段，地层褶皱上升，伴随褶皱产生北东至北北东向和北西向两组断层。在此期间南区地壳相对上升，北区地壳相对下降。

3.3.2 燕山构造层—燕山阶段

本阶段可划分为早、中、晚三个亚构造层。下中侏罗统亚构造层，为一套内陆湖相含煤建造，褶皱运动强烈。上侏罗统亚构造层，主要为火山岩建造，以熔岩为主。白垩纪亚构造层，下白垩统以内陆—湖相杂色岩建造为特征，上部为内陆拗陷红色岩建造，早白垩世拗陷主要发育在广德县境内，晚白垩世拗陷分布在其西部和北部，褶皱运动趋向微弱。燕山期形成的主要断层为北北东向逆断层，构造活动以断裂活动为主，褶皱运动次之。

3.3.3 喜山期构造层—喜山阶段

喜山早期为内陆湖相红色岩建造，发育于宣广盆地的西部，继承了燕山期东南上升、西北下降的运动特征，迫使白垩纪至第三纪沉积中心，由东而西，由南而北向西北方向迁移。新构造运动阶段，主要表现为周期性波动或阶梯式间隙性的大面积上升。

3.4 区域地球物理场及地壳结构

3.4.1 区域磁场特征

在区域上，磁异常展布方向主要是北东和北北东向，其次是北东东向、东西向和北西向。研究区位于浙西磁场区^[4]，分布北东向规则异常，异常规模大，走向明显，强度在数百伽玛以上。

3.4.2 重力场特征

研究区位于上海—南京重力区，该区基本上位于宁波—杭州—芜湖一线的零毫伽等值线以北地区。异常走向北东为主，其次为东西向，全区均为正异常。

3.4.3 地壳结构

根据测震、航磁和重力资料分析，区域地壳呈不均一的多层状结构。研究区位于浙西地幔拗陷区，该拗陷区位于浙江、安徽、江西交界地区，总体走向北东，地壳厚度约29~32 km。

3.5 新构造运动及地震活动

3.5.1 区域新构造运动特征

如前所述，研究区位于下扬子断块，而燕山运动是区内新构造期前的一次重要的构造变动，它形成了一系列北东向褶皱和断裂以及受其控制的断陷盆地和隆起。新构造运动就是在此基础上进行的。

在宁波—杭州—宁国—铜陵一线以南地区，为江南丘陵山区的一部分，除在一些小型山间盆地内接受了较薄的第四纪沉积以外，前第三纪地层大面积出露于地表，区内分布的剥夷面和深切河谷等地貌现象，表现出大面积上升的地貌景观。句容、宣城、广德、

泗安等一带广泛发育着数级阶地，表现出间隙性抬升的地貌景观^[5]。在其北侧为长江三角洲平原，地势低平，河渠纵横交错。大量考古、钻探和地形测量资料表明，这里不仅曾发生过显著的沉降运动，且现今仍在继续进行。

研究区所在的地区位于广德盆地，现代构造活动方式以缓慢的整体间隙性抬升剥蚀为主，全新统主要为薄层的残积物，在冲沟或山前地带，洪、冲积物厚度可达数米至十多米。

区域断裂按其走向可分为北北东向、北东向、近东西向、北西向、及北西西向等，除区域西北部茅山断裂带曾经多次活动外，区内新构造活动、现代构造活动不明显。

3.5.2 地震活动

皖浙苏地区（不包括紧邻的南黄海和东海）地处华北地震区东南边缘，有史记载以来共发生 5 级以上地震 45 次，其中 6 级地震 6 次，最高震级为 6.25，震源深度大多分布在 10~20 km 范围内，属于花岗岩质层^[6]。地震空间分布极不均匀。八角塘地区历史上不仅中强地震没有发生，且弱震也很少，几乎是地震的空白区。

3.5.3 新构造运动与地震活动的关系

区内新构造运动以大面积的整体升降运动为基本特征，虽然在上升区及沉降区内部有一定的差异，但仅是幅度的差异，无论在上升区与下降区之间，还是在上升区、沉降区内部，都具有明显的渐变过渡性，未形成相对的反向运动，因此在大区域上，地震活动的整体水平不高。在地震分布图上可看出，研究区所在的位置，无论是中强地震，还是微震均贫乏。八角塘研究区位于地震烈度小于 VI 的烈度区内^[7]。

4 遥感图像信息提取

4.1 居民点信息解译分析

在以预选场址为中心的 100 km 半径范围内，人口分布不均一，在图幅东部和北部平坦地区人口密度较大。在遥感图像上人口密度较大的城市呈紫红色，有规则的浅色调公路网呈放射状与之相通。可根据紫红色面积的大小和深浅来判定城市人口的多少，紫红色面积越大说明城市越大，人口越多。图幅西南部山区人口密度较小，主要沿河流分布。

八角塘地区人口稀少。

4.2 地形地貌特征解译分析

研究区位于浙西北、皖东南和苏南三省相邻地区，地形有中低山、丘陵和平原。山地和丘陵占全区面积的三分之二，平原和湖泊占三分之一。全区地势大致为西南高，东部、北部低。

研究区的地貌特点在 TM 影像图上大致可划分为 3 个地貌区。（1）堆积平原区：位于图幅东部，包括太湖南岸和钱塘江两岸平原，该区地形十分平坦，水系密布，湖塘繁多，水体面积约占 10% 以上。在遥感图像上色调比较均匀，蓝色的水系网点密布，并有条块状农田，紫红色居民点分布较密集。（2）侵蚀构造中低山丘陵区：位于图幅中部和南部，本区新构造运动具有明显的自南向北逐渐减弱的趋势。山区河流下切为峡谷深沟，较大河流的中、上游常有深切河曲；谷地河漫滩不发育，在较宽的河段仅发育锥形河漫滩或锥形浅滩地形。（3）湖沼平原区：位于图幅西北部和东北部。西北部主要湖泊有石臼湖、固湖和南漪湖，东北部主要有太湖。郎川河流入固城湖。在 TM 影像图上，该区

蓝色水体占全区面积的三分之一，西部有格状水系。

4.3 水文信息解译分析

4.3.1 地表水

研究区东部和北部平原地区，河渠纵横密布，呈网格状。山区河流沿构造线发育或大致沿山地原始坡度发育而成。研究区主要的水系有太湖流域和钱塘江流域，以天目山为分水岭，向南北分流。研究区北部以皖浙两省界线为分水岭，向东西分流。西苕溪、东苕溪、龙溪江流入太湖。西部有石臼湖、固城湖和南漪湖，大沙河、郎川河、水阳江一支流入南漪湖，水阳江主流流入长江，南漪湖、石臼湖与长江相通。

研究区内有许多水库，如芦村水库、老石坎水库、青山水库、施岭水库和对河口水库等。研究区内的山区性河流，河谷深切，峡谷颇多，河床纵坡降大，源短流急，水位、水量变化幅度大。河水主要来自大气降水和地下水，属雨源型，水位、流量受季节性变化影响显著，枯水季节常以排泄地下水来维持其径流。

4.3.2 地下水

研究区处于亚热带与温带、湿润与半湿润地区之间，属亚热带季风性湿润气候区。气候温和湿润，降水丰富，为地下水的形成提供了充足的补给水源，也决定了研究区水文地质的基本特征。根据地下水的赋存条件、储水介质的水理性质、水动力特征，可将研究区内地下水分为松散岩类孔隙水、红色碎屑岩类孔隙裂隙水、碳酸盐类裂隙溶洞水和基岩裂隙水。

4.3.3 八角塘地区水文地质特征

八角塘位于浙皖分水岭附近，本区处于亚热带与温带、湿润与半湿润地区之间，属亚热带季风性湿润气候区。八角塘地区地下水主要为赋存于白垩系红层中的孔隙裂隙水。红层岩性为紫红色砾岩、砂砾岩、粉砂岩、细砂岩相间成层分布，大多为泥质胶结。红层表部风化强烈，风化带较厚，但因碎屑岩胶结物以泥质为主，砾石及砂砾石成分以泥岩、粉砂岩、凝灰岩等岩石为主，形成以粘土为主的风化层，故透水性差，富水性极贫乏。但在南部山区与红盆接触地带，形成地下水在红层地区相对富水地段，地下水以泉的形式出露。在构造和岩性上，基岩山区前白垩系地层构造裂隙发育，岩石破碎，有利于地下水赋存并补给红层。红层胶结物多为泥质，抗风化能力弱，裂隙张开度小，因此沿山区基岩裂隙运移的地下水，受红层阻挡，以泉的形式排泄于山前地带红层中。

区内还有松散岩类孔隙水及基岩裂隙水等分布。松散岩类孔隙水，分布于西苕溪上游及山区较大的沟谷中，为全新统冲积、冲-洪积潜水含水层，含水量中等；分布于长泗平原孔隙潜水含水层，含水量贫乏。基岩裂隙水可分为层状岩类裂隙水和块状岩类裂隙水。层状岩类裂隙水分布于早白垩世碎屑岩组成的山区，水系不发育，植被发育，水量贫乏。块状岩类裂隙水，主要赋存于侏罗纪凝灰岩及燕山期的酸性侵入岩中，水量贫乏。

4.4 构造信息解译分析

区内构造总的以褶皱为主，断裂也较发育，北东向构造线清晰，褶皱轴线向北东倾伏。西部以宁国墩复背斜为主体的震旦-寒武系组成之背斜，呈指状向北东倾伏，加里东-印支构造层（震旦系-二叠系）组成三个复向斜与二个复背斜。燕山构造层（下侏罗统一白垩系）均以宽展向斜为特点，不整合在前者之上。

印支期褶皱构成了研究区构造的基本轮廓，构造线为北东 $40^{\circ} \sim 55^{\circ}$ 方向，枢纽均

向北东倾伏，褶皱类型以不对称短轴-长轴褶皱为主，在遥感影像上可以看到近似平行排列的条带状不同影像特征的地层。以宁国墩—学川的震旦—寒武系为核部，构成整个大复背斜。

整个断层系统以北东向断层为主，它的形成时间较早；北西向断层也相当发育，北西向断层切割北东向断层；北北东向断层则切割了北东和北西向断层，而它又被东西向断层所切断。因此，北北东向断层的形成应晚于北东、北西两组断层，而早于东西向断层；东西向断层由于切断上述各组断层，因此它形成较晚，且在侏罗世以后有复活现象。各组断层带内岩石普遍破碎、蚀变，并有岩脉贯入。一些破碎带较宽部分地段可见断层角砾岩、断层崖和断层三角面等，在地貌或遥感影像上反映也较明显。断层复活表现为早期岩脉被后期岩脉充填，某些断层控制岩体侵入，而后又使岩体破碎等现象。

从皖浙苏相邻地区 TM 影像综合解译图上可以清楚地见到几条区域性大断裂，简述如下：

(1) 溧阳—屯溪大断裂

该断裂走向北北东，断层面倾向南东，倾角 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。破碎带宽数米至数十米，断距数百米至数千米。断裂主要发育于上溪群至志留系地层中，沿断裂岩石破碎，角砾岩化、糜棱岩化、硅化、片理化强烈，褶皱发育，时见擦痕及构造凸镜体。断裂沿线，串珠状地分布着宣城晚侏罗世火山岩盆地及绩溪早白垩世盆地。寒武系自东向西逆冲在早白垩世地层之上。

该断裂在 TM 影像图上具有清晰的线性影像，河流沟谷沿断裂发育，主断裂由多条近平行的小断裂组成，并有次级断裂向两侧发育，受断裂影响岩层产状变化较大，断裂两侧影像特征明显不同，左侧纹理细缓，右侧完整性较好，断裂沟谷呈“U”字形。

(2) 中洲—泗安大断裂

断裂位于杭核—长兴复向斜西侧，走向北东，倾向南西，连续性较好。沿断裂有大面积的燕山期酸性、中酸性岩体分布。TM 影像图上具有线性影像，部分地段发育沟谷，南部部分地段为侏罗系与前中生界地层的分界线。断裂控制着泗安盆地的发育。断裂形成了一系列北东向的山脊山谷。

(3) 湖州—淳安大断裂

断裂可分为两段，湖州—临安段走向北北东，经昌化—临安断裂后走向偏东，为北东向，岩石破碎强烈，具明显的负地形，沿断裂带有酸性岩体侵入。临安—淳安段，西侧的华埠—新登复背斜大部分被断失，断距大。总体倾向北西，倾角一般 $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ，破碎带宽 $30 \sim 100 \text{ m}$ ，断层切断中生代和前中生代地层。主干断裂一侧，有密度较大的北东向断层群。断裂带曾被北北东向及东西向断裂切割。湖州—临安段控制了燕山期岩浆侵入，断裂南东盘为侏罗系，北西盘为花岗岩。沿断裂带侵入的中酸性岩体部分地段破碎，并发育有硅化脉。

(4) 孝丰—三门湾大断裂

大断裂由障吴往南经临浦、嵊县盆地，到宁海以北入三门湾，走向 $290^{\circ} \sim 310^{\circ}$ ，障吴北西向断裂两侧地貌特征明显不同；断裂左侧为山地，右侧为平缓丘陵。断裂在燕山期形成过程中有数次活动。断裂明显切错古生代地层和北东、北东东向构造线，主断裂两侧北西向断裂十分发育，成多组平行排列。

4.5 岩性信息解译分析

研究区内主要出露寒武系、奥陶系、志留系、三叠系、侏罗系、白垩系、第三系和第四系，并有燕山期侵入岩出露。不同时代的地层具有不同的影像特征。

前中生代地层主要分布于图幅中部和西南部，影像为深绿色调，纹理比较细密，色调均匀。该时代地层冲沟发育，水系影像特征为似平行状，形成低山丘陵。

侏罗系地层主要分布于图幅的中部，影像为翠绿—黄绿—黄红色调，纹理粗糙，该地层形成中低山及丘陵地形。

侵入岩为中酸性侵入岩，广泛分布于前中生代地层中，影像特征为边界线参差不齐的圆穹状，有条带状岩脉出露，呈黄红色调。侵入岩边界及内部有断层发育。

白垩系主要分布于图幅中北部，形成丘陵地形，遥感图像上呈黄红色调，色调均匀。

第三系和第四系分布于图幅北部和东部，遥感图像上呈黄色—绿色，有绿色调农田呈条块状分布。该地层形成丘陵、平原，地形较平坦。

5 八角塘地区推荐为低中水平放射性废物处置场候选地段的可行性评价

5.1 居民分布

在低中水平放射性废物处置场选址时：（1）应考虑避开人口稠密区^[8]；（2）应选择人口密度较低的地点^[9]；（3）所确认的场址应使处置系统对现有的居民和预期的将来居民的潜在危险是可接受的^[8]。

八角塘地区人口分布密度在浙江省是最小的地区之一。从 TM 影像图上可以看出，10 km 半径范围内无县级城镇存在，5 km 半径范围内无乡级小镇分布。从实地踏勘结果看，此地区的小村落也比较少。而每个小村落的规模也很小。

5.2 土地利用

土地利用是低中水平放射性废物处置场选址准则中的重要因素之一。从 TM 影像图上可以看出，八角塘地区无较大面积 (50 m×50 m) 的成片可耕作良田。野外实地调查表明，该地区为丘陵地带，一部分为茅草地，一部分为零散的小茶园和油茶树林。该地区没有名胜古迹、风景游览地、国家或地区级的自然保护区和潜在矿产资源。甚至无小型厂、矿企业。这些土地在近期内不会被开发作具有重要经济、社会和文化意义的用途。适宜于建造低中水平放射性废物处置场。

5.3 交通条件

从 TM 影像图上可以看出，八角塘位于 318 国道以南约 10 km，东距县级公路约 5 km。实地踏勘查明，县级公路至八角塘有简易乡间土路可达，能通行小型拖拉机和底盘较高的小型车辆。若在此地区建造处置场，只需修建不太长距离的公路即可。

5.4 地质稳定性

研究区处在扬子断块区，其结晶基底变质程度较浅，硬化程度也较低，孕育和发生大地震的可能性比较小；据区域地球物理场特征，区域深断裂特征和地壳厚度特征，研究区为镶嵌地壳结构，属基本稳定的地壳结构；研究区的新构造运动以大面积整体升降运动为基本特征，表现迹象不强烈。由此可见，皖、浙、苏相邻地区是区域地质稳定地

区。

八角塘地区分布的地层是白垩纪的砂岩、砂砾岩、凝灰质砂岩等。从 TM 影像解译图上可以看出,在此白垩系地层中还未发现有断裂构造。浙西地区是非地震活动区,从地质稳定性看,八角塘地区适宜于建造低中水平放射性废物处置场。

5.5 水文地质特征

八角塘地区地表水系不发育,3 个候选地段都距离水库、水流在 1 km 以上。3 个候选地段均处在红色碎屑岩孔隙裂隙水分布区。红色碎屑岩系中的富水性属于贫乏-中等。垄岗地带的白垩系砂岩,砂砾岩风化带中分布有裂隙孔隙潜水,分布不连续,水量贫乏;白垩系七房村组硬质砾石为主的砾岩、砂砾岩中分布着裂隙孔隙承压水,受构造控制,水量微弱。

从水文地质条件看,八角塘地区满足了建造处置场的一些基本水文地质要求,是建造低中放废物处置场的良好场所。

5.6 工程地质特征

八角塘地区处于低矮丘陵地区,相对高差不大。野外实地踏勘观察表明,此地区出露的白垩系地层处于风化、半风化状态,估计风化层厚度约 3~4 m。红层垅岗状低丘陵地势呈缓波状,顶部平缓,坡度较小,相对高差为 10~20 m。如此工程地质条件适合于低中放废物浅地表处置场的常规土工机械设备施工。

八角塘地区出露的白垩系地层,岩性比较均一。TM 影像图解译和野外踏勘表明,八角塘地区不存在滑坡和泥石流这样一些不良工程地质现象。八角塘地区能满足 GB9132—88 标准^[10]中规定的低中放废物处置场址的工程地质要求。

5.7 低中放废物处置场候选地段的推荐

综合考虑八角塘地区的社会人文、经济条件、地质稳定性、水文、工程地质特征等因素,推荐八角塘地段、铁板冲地段和长兴县—广德县—安吉县三县交界地段为低中水平放射性废物处置场的候选地段。

(1) 八角塘候选地段

八角塘候选地段位于浙江省安吉县高禹乡范围内,天子岗水库以西约 1.2 km 处,与安徽省广德县毗邻。属于垄岗丘陵地带,地形起伏不大,高差约 10~20 m。地段内无常年长流水溪。人口稀少。该地段内可以圈定出足以建造低中放射性废物处置场所需面积的无人居住地。

八角塘地段的垄岗丘陵区主要是非耕作区,很少见水稻田,大部分为茅草地,稀疏地生长一些低矮的油茶树、小松树。交通不方便。只有机耕道土路与高禹相连,距离约 7~8 km。

从所推荐的 3 个候选地段来看,八角塘地段最宜建造低中水平放射性废物处置场,这里比较偏僻,易被公众所接受。

(2) 铁板冲候选地段

铁板冲候选地段位于浙江省安吉县高禹乡范围内,天子岗水库以南约 3 km 处。属于垄岗丘陵地带,地形起伏不大,高差约 10 m 左右。地段内无常年长流水溪。在踏勘观察点约 1 km²的范围内不见村落分布。此地段北部约 1 km 处有一段东西向的县级公路通过。

铁板冲候选地段的垄岗丘陵区地表绝大部分是生长着茅草的荒芜地,未见到水稻田,

很少见到稀疏的油茶树。地段内有供农用拖拉机通过的小土路。

从所推荐的 3 个候选地段来看，铁板冲候选地段应属于第二位，虽然此地段荒芜土地便于征用，但其靠近县级公路不如八角塘地段那么偏僻。

(3) 长兴—广德—安吉三县交界候选地段

长兴—广德—安吉三县交界候选地段即位于浙江省长兴县、安徽省广德县和浙江省安吉县交界地区。天子岗水库以北约 1 km 处。属于垄岗丘陵地带，地形起伏不大，高差在 10~20 m 范围内。地段内无常年长流水溪。在踏勘观察点约 2 km² 范围内不见村落分布。距县级公路 5~6 km。

三县交界候选地段的垄岗丘陵地带大部分为荒芜地和茅草地，很少见可耕地，只有稀疏松树林和零星油茶树生长。地段内有供小型农用拖拉机通过的小土路。

从所推荐的 3 个候选地段来看，三县交界地段是排在第三位。虽然在此地段建造处置场是很适宜的，但要征用大量土地会涉及到 2 个省的 3 个县有许多单位，这样会遇到更多的问题。

参 考 文 献

- 1 国家环境保护局. 核设施环境保护管理导则: 核电厂环境影响报告书的内容和格式. NEAP-RG1, 1988
- 2 国家环境保护局. 核设施环境保护管理导则: 放射性固体废物浅地层处置环境影响报告书的格式和内容 (H/JS, 2-93), 1993
- 3 张文佑等. 中国及邻区海陆大地构造. 北京: 科学出版社, 1986, 10
- 4 国家地震局研究所. 秦山核电二、三期工程区域地震地质及断层活动性研究, 1990, 6
- 5 唐锦铁. 下扬子地区新构造运动与地震活动的关系及其潜在震源区. 地震学刊, 1989, 第三期
- 6 瑞征等. 苏浙皖沪地区中强地震潜在震源区判定标志的研讨. 地震学刊, 1997, 第一期
- 7 李兴唐等. 区域地壳稳定性研究理论与方法. 北京: 地质出版社, 1987. 12
- 8 IAEA Safety Series No111-G-3.1. Siting of near surface disposal facilities, 1994
- 9 国家环境保护局. 辐射防护规定, 中华人民共和国国家标准 GB 8703—88, 1988
- 10 国家环境保护局. 低中水平放射性固体废物的浅地层处置规定, 中华人民共和国标准 GB9132—88, 1988



陈璋如：核工业北京地质研究院环境保护研究中心，研究员级高级工程师，1963年毕业于华东地质学院地质系。

CHEN Zhangru: Research fellow of Environment Protection Research Center, Beijing Research Institute of Uranium Geology, CNNC. Graduated from the Department of Geology, East-China College of Geology in 1963.