

4. 生态环境调查

4 生态环境调查

4.1 调查概要

因为吐鲁番蒸发量远大于降雨量，所以在吐鲁番盆地地下水的开发利用量很大。其中坎儿井在吐鲁番悠久的历史之中，曾经是绿洲存在与发展的中心。但是，近年来，随着经济的发展和人口的增加，地下水资源的消费量也在增加，并导致了地下水位下降等结果。进而随着地下水位的下降，坎儿井枯竭对绿洲社会产生影响，甚至在一些地区不得不进行生态移民，还有沙漠化等社会问题。

4.1.1 调查目的

生态环境调查的主要目的为以下 2 点。

- (1) 掌握项目区域的生态环境的基本特征，迄今为止的变化历史，生态环境变化的自然以及人为的原因。
- (2) 对制定以地下水为中心的水资源开发、利用管理综合规划时，应该予以考虑的问题点进行确认，并对其对策进行考虑。

4.1.2 调查项目

地下水的过量开采给生态环境带来直接的影响，因为对吐鲁番地区生态环境的现状和变化状况进行综合评价的同时，对将来可能发生的变化进行预测。进而，综合考虑调查区域的自然地理、社会经济以及文化等特征，探讨相应的对策措施。

根据以上观点，在生态环境调查中以以下项目为主要研究内容：

- (1) 吐鲁番土地类型及绿洲土地资源。
- (2) 吐鲁番荒漠化进展状况（包括水土流失）。
- (3) 植物资源特别是野生植物资源的演变及其合理利用。
- (4) 绿洲环境区分。
- (5) 艾丁湖生态环境变化分析及预测。
- (6) 石油开发对环境的影响的评价。
- (7) 已经实行的生态环境建设对策（防风林培育、土地利用计划、灌溉制度改良和污染防止措施等）的评价及改善方案的探讨。
- (8) 人口迁移、分布的状况及生态移民的防止对策。

4.1.3 研究方法

生态环境调查通过再委托工作，按照以下体制进行。

	调查发包方	调查承包方
人员构成	JICA调查团 团员1名	新疆大学 资源与环境科学学院 责任技术人员 刘 志辉 博士 担当技术者 数名
业务内容	对承包方的TOR指示、调查期间中的监督、成果品的检查	根据TOR进行调查、统计分析制作成果品

调查通过以下方法进行。

(1) 遥感

对遥感画像进行处理，将特定的信息抽出，进行与调查相关的分析，使用的画像为1986、1990、1998、1999和2004年的5期画像，画像为SPOT画像，画像内容如下：

年	种类		解像度
1986	彩色	绿~黄色 红 近红外	20m
1990	全色	绿~红	10m
1998	彩色	绿~黄色 红 近红外	20m
1999	全色	绿~红	10m
2004	彩色	绿~黄色 红 近红外	10m

(2) 收集解析现存的资料

收集了与调查内容有关的现存资料（研究调查成果、统计资料等）、对现存资料和遥感调查结果进行综合分析和评价。

(3) 生态环境的分析和预测

根据遥感调查结果和收集的现存资料、建立数值模型、进行了生态环境的分析和今后的预测。

(4) 现场踏勘

通过现场踏勘、对信息进行补充和修正。

4.2 吐鲁番盆地的土地利用类型划分系统

4.2.1 吐鲁番盆地的土地类型划分原则

吐鲁番盆地是东部天山中一个较大的山间断陷盆地，东西长约 300km，南北宽约 60~80km。盆地土地类型划分原则是，主导因素与综合分析相结合同时考虑人类活动的影响。

a. 第一级土地类型（土地类）

第一级土地类型(土地类)，是吐鲁番盆地的土地分类的最高级，由第二级土地类型归并而成，主要根据引起土地分异的主导因素——地貌划分。该土地类型具有相似的地貌，土地利用方向也大致相似。

b. 第二级土地类型（土地型）

第二级土地类型(土地型)，是由第三级土地类型归并而成，主要根据中(小)地貌和地面组成物质以及土地利用状况划分，具有一致的中(小)地貌，植被型(或亚型)，土壤亚类，土地利用方向、土地生产率基本相似，是土地资源评价和土地合理利用的主要依据。

c. 第三级土地类型（土地单位）

第三级土地类型(土地单元)，是土地类型划分的基本单位，地貌(或地貌部位)，岩性、土种、植被群系(或群丛)，土地利用方向，改良措施和土地生产率等基本相同，也是土地资源评价和土地合理利用的基本单位^[1]。

土地类型的命名，采用能反映土地自然综合体主要特征的植被、土壤、地貌联名法。

4.2.2 土地资源的类型与分布

根据上述土地类型划分的原则和分级标准，吐鲁番土地资源的类型共有 7 个一级型和 25 个二级类型。其土地类型及其分布：

a. 高山地

吐鲁番盆地北部的博格达山东西延展，全长约 255 km，一般海拔 3,500~4,000 m，最高的博格达峰海拔 5,445 m，雪线一般在 4,300 m 左右。

海拔 4,000 m 以上，冰川、冰缘地貌发育，冰川冰雪堆积、侵蚀作用强烈，地表裸露，土壤发育很微弱。

海拔 3,000~4,000 m，气候特点是寒冷而潮湿，年降水量在 300~400 mm。土壤为黑毡土，土层较厚，有机质含量多。植被的特征是喜湿、耐寒，矮小，草类组成以耐寒中生的小莎草类和小杂类草为主，覆盖度 75 %~95 %，土地利用上可作为夏牧场，属优良草场。

海拔 2,000~3,000 m，以融雪水、流水侵蚀作用为主，发育了山地栗钙土，气候特点是寒冷而干燥，降水少，牧草多为耐寒的旱生禾草和杂类草，覆盖度 30 %~85 %。（数据来源：绿洲发展与生态环境建设）

b. 中山地

中山地分布于山体的中部。海拔 1,000~2,000 m，降水量少，且多集中在夏季，植被主要是旱生禾草和灌木，土壤为山地棕钙土和棕漠土。

c. 低山丘陵地

低山丘陵地分布于山体的下部。盆地南部的觉罗塔格，是由古生界变质岩组成的海拔 600~1,500 m 的以低山为主体的山地，山势起伏和缓。由于地势低，气候干燥炎热，物理风化非常强烈。土薄石多，水源缺乏，植被难以生长，基岩裸露，构成山地荒漠景观。

盆地东南部的库姆塔格，是吐鲁番盆地和哈密盆地的界岭，山地海拔高度在 600~1,500 m，是由侏罗系、白垩系及第三系红色砂砾泥岩组成，顶部平坦的干燥剥蚀山地，下伏地貌具有残丘起伏的干燥剥蚀高地特点，由于断裂抬升，边坡陡峻。除中心部的尤拉克塔克基岩残丘外，整个高地均为流沙所覆盖。

横亘盆地中部呈东西走向的雁列式山地，包括西部的盐山和东部的火焰山，北缓南陡，北高南低，东高西低，其北翼与山麓带相衔接，南侧与洪积戈壁带分界。中生代红色岩系在干燥气候条件下，山体基岩裸露，海拔一般在 230~500 m，东西长约 600 km，南北宽约 5~8 km。沟谷将水源输送到盆地，为盆地的繁荣提供根本保证。火焰山拦阻融水在北侧形成地下水库，泉水溢流。（数据来源：绿洲发展与生态环境建设）

西部的盐山，相对高度只有 100~300 m，干燥剥蚀强烈，盐山主要由第三系含盐地层组成。

d. 戈壁

盆地环山带的内缘，是洪水泛滥形成的以砾质为主的洪积扇的山前倾斜平原。由于气候干燥炎热，风力将细粒物质吹扬他处，从而形成砾质荒漠——戈壁。

盆地北部山前丘陵与火焰山一带，海拔 1,000~300 m，由北向南缓倾，滩面平均比降为 2.5%，由岩块，碎屑、粗砂组成。火焰山南侧的洪积扇顶端带，由红色砂砾岩碎石组成洪积扇群，海拔 100~50 m，扇面平均坡度为 3.7 %。觉罗塔格山前地带分布着宽约 7~16 km，东西长约 100 km 的砾质戈壁，由南向北倾斜，高程 200~130 m，滩面平均比降 2 %。为偶发性暴雨洪流堆积而成，形成荒凉的砾漠景观。

e. 绿洲

绿洲分布于戈壁与湖积平原之间，宽度不一，最宽处达 30 km，窄处只有 1~2 km。火焰山北侧平原，高程 220~320 m，地势平坦，坡度小，由于受火焰山山体阻拦，形成了一个从东北向西南倾斜的狭长地带。火焰山南侧平原，海拔 2~150 m，地面平缓，由粉细砂、亚砾土和亚粘土组成，沉积深厚，质地疏松，含盐少，为发展农业提供了有利条件。随着地势下降，地下水位愈来愈浅，蒸发强烈，盐渍化现象相当严重。在地下水位埋深较大的部位，由砂质物质组成的地表，风蚀风积普遍，沙化经常危害附近农田。绿洲是当地粮食、油料、蔬菜生产基地。

f. 湖沼地

在冲积洪积平原内侧和艾丁湖之间，为北西口南东向的环状湖沼地，最宽处 6km，一般只有 2~3 km，海拔-104~-150 m，面积约 251 km²，地势低洼。

裸露湖积平原，原是艾丁湖的组成部分，由于气候干燥，及盆地上部引水量的增加，

使人湖水量减少，湖面缩小。露出的湖滩由灰、灰白色的粉细砂、粘土质盐碱土组成了湖滨平原。坡度只有 1 %~2 %，有的地方尚有积水，形成盐沼，地表裸露，无植被。

湖沼地，指艾丁湖及其沿岸的沼泽地。艾丁湖位于盆地偏南部，紧靠觉罗塔格山脚下，是我国大陆最低点，也是仅次于死海的世界大陆第二低地。海拔-155 m，湖岸外围平坦，向中心呈橄榄形浅碟状洼地。湖底沉积物是以含氯化物为主的厚层细粒盐土，由于湖水水位变化大，湖面与四周的盐光板地、盐沼地连成一片，湖水矿化度高达 210 g / l。根据 2004 年 SPOT 遥感影像，如今湖面已干涸，成为一片暗灰色、灰白色盐土烂泥地。

g. 沙漠

吐鲁番盆地的沙漠呈斑状、片状迭加在洪积扇前缘带或残丘的顶部，即库姆塔格山地，火焰山沙地等。半固定沙丘，分布于火焰山南部绿洲南缘。植被稀疏，大多为红柳、芦苇、骆驼刺灌丛。地表干燥，风力营运作用强烈，沙包、沙丘相连，风沙景观鲜明。裸露流动沙丘，盆地东南部的库姆塔格沙地，面积约 2500 km²，下伏地形为干燥剥蚀的残丘，海拔在 280 m~650 m 左右，上覆大量流沙，形成高大的沙山群体，因地处西北风为主的风向区域，并有东北风参与，在其北部形成一系列的沙垅。沙丘区干燥缺水，无植物生长，在风力作用下，沙丘不断南侵。

4.2.3 吐鲁番绿洲土地利用现状

水资源是绿洲灌溉农业发展的制约因素。80 年代以前，吐鲁番绿洲土地面积波动比较大，80 年代以后，随着农业技术的提高，实际灌溉面积扩大，耕地面积相对减少。2003 年吐鲁番绿洲土地利用现状情况见下表。

表 4.2.1 吐鲁番绿洲土地利用现状简表（2003 年）

单位：hm²

地区 \ 面积	全区	吐鲁番市	鄯善县	托克逊县
耕地面积	31710	8710	11050	11950
有效灌溉面积	85490	34660	29800	21030
（1）农田面积	37080	10250	12800	14030
（2）林地及果园面积	50220	22210	14700	3000
（3）牧草地面积	8500	2200	2300	4000

（注：数据来源于吐鲁番统计年鉴，2004）

4.2.4 吐鲁番地区土地利用现状

随着城市化的发展，要求对土地进行合理的有效的利用。

由于我国土地利用分类系统的变化，在统计数据时，有两个标准。按照《土地利用现状调查技术规程》中使用的土地利用现状体系，根据土地的用途、利用方式和覆盖特征等因素，将我国土地分为了 8 大类、46 小类。8 大类土地是：耕地、园地、林地、牧草地、居民点及工矿用地、交通用地、水域、未利用土地。

于 2002 年 1 月 1 日起，我国将实行由过去的两个土地分类基础上修改、归并而成的城乡统一的全国土地分类体系。新的土地分类采用三级分类体系。一级类设 3 个，即《土地管理法》规定的农用地、建设用地、未利用地。二级类设 15 个，原土地利用现状分类 8 个一级类中的耕地、园地、林地、牧草地及新设的其他农用地等 5 个地类共同构成

农用地；原城市土地分类的商服、工矿仓储、公用设施、公共建筑、住宅等 5 个一级类及原来两个分类中都有的特殊用地、交通用地（除农村道路）和从土地利用现状分类的水域中分离出来的水利建设用地等共 8 个地类构成了建设用地；原土地利用现状分类的未利用土地（除田坎）和未进入农用地、建设用地的其他水域共同构成未利用地。三级地类设 71 个，是在原来两个土地分类的二级地类基础上调整、归并、增设的。

吐鲁番盆地 1996 年、2000 年、2003 年绿洲土地利用情况表如下：

表 4.2.2 1996 年吐鲁番地区绿洲土地利用表

(单位: hm²)

	吐鲁番地区	吐鲁番市	鄯善县	托克逊县
耕地	53447.71	20152.77	15721.89	17573.05
园地	17798.71	9910.05	7367.04	521.61
林地	15603.79	5006.07	2372.1	8225.62
牧草地	729329.6	226585.8	257375.8	245368
居民工矿用地	21647.2	10493.19	7099.3	4054.71
交通用地	9079.43	3277.21	3617.85	2184.37
水域	20999.06	10782.83	6197.51	4018.71
未利用地	5888386	1072714	3528395	1287277

(注：数据来源：2004年统计年鉴)

表 4.2.3 2000 年吐鲁番地区绿洲土地利用表

(单位: hm²)

	吐鲁番地区	吐鲁番市	鄯善县	托克逊县
耕地	53650.3	20304.51	15075.48	18270.3
园地	20526.65	10507.42	9496.6	522.64
林地	15778.05	5136.33	2341.46	8300.27
牧草地	729355.92	226585.75	257402.16	245368.01
居民工矿用地	22035.33	10630	7302.39	4102.95
交通用地	9414.42	3294.26	3666.27	2453.89
水域	20999.38	10783.07	6196.11	4020.18
未利用地	5884531.07	1071680.37	3526665.95	1286184.75

(注：数据来源：2004年统计年鉴)

表 4.2.4 2003 年吐鲁番地区绿洲土地利用表

(单位: hm²)

	吐鲁番地区	吐鲁番市	鄯善县	托克逊县
居民工矿用地	22032.97	10634.51	7360.93	4037.53
交通运输用地	3425.773	1162.573	1149.533	1113.647
水利设施用地	1132.08	743.633	175.027	213.42

(注：数据来源：2004年统计年鉴)

【参考文献】

- 1) 国土资源部土地估价师资格考试委员会 土地管理基础、2000、北京：地质出版社、118-121.
- 2) 新疆维吾尔自治区国土资源厅.国土资源政策法规汇编（上）、2003、544-549.

4.3 吐鲁番地区荒漠化进展状况

4.3.1 荒漠化的概念

在史前时代,人类一般居住在气候环境比较优越的地区,荒漠化只是作为一种自然现象而存在,即使到了工业革命以前,由于科学技术的落后,人们对荒漠化的态度也只能是听之任之。但是到了现代,随着科学技术的飞速发展,在人类社会取得了巨大进步的前提下,荒漠化才作为一个代表全球性环境恶化的严重问题,引起各国政府和科学界的密切关注。1977年联合国举行了荒漠化会议,制订了防治荒漠化的行动纲领,但没有形成明确的定义。如有许多科学家认为干旱区的农业生产是人类额外的收获,荒漠才是本质属性。在这种认识下,在干旱区,特别是在非洲,防治荒漠化的行动没有很好地得到实施。1986年世界气象日将“气候变化、干旱和荒漠化”作为宣传主题,使荒漠化问题进一步受到公众的关注。

1992年联合国环境大会对荒漠化的观念做了补充修改,将荒漠化定义为:包括气候变化和人类活动在内的种种因素造成的干旱、半干旱和亚湿润干旱区的土地退化。简单地说土地荒漠化就是指土地退化。迄今为止这是一种被广为接受和认可的定义。

土地是指具有陆地生物生产力的系统,由土壤、植被、其他生物区系和在该系统中发挥作用的生态和水文过程组成。土地退化指由于使用土地或由于一种营力或数种营力结合致使干旱、半干旱和亚湿润干旱区(亚湿润干旱区是《联合国防治荒漠化公约》中文版“drysub~humidareas”的正式译文,从英文原义看,译为“干旱的亚湿润区”可能更为贴切,这里引用的是《联合国防治荒漠化公约》中文版正式译文)的雨浇地、水浇地或草原、牧场、森林和林地的生物或经济生产力和复杂性下降或丧失,其中包括:

- (1) 风蚀和水蚀导致的土壤物质流失;
- (2) 土壤的物理、化学和生物特性或经济特性退化;
- (3) 自然植被的长期丧失。

(出处: (韩永翔/张强, 《干旱气候和荒漠化》, http://www.nhweather.gd.cn/03323/ganhan_02.htm)

4.3.2 土地荒漠化的分类及分级

a. 土地荒漠化的分类

我们一般按造成荒漠化的主导自然因素将荒漠化划分为以下主要类型:

- (1) 风蚀:指由于风的作用使地表土壤物质脱离地表被搬运现象及气流中颗粒对地表的磨蚀作用,风蚀是整个新疆地区的主要荒漠化因素之一。
- (2) 盐渍化:指地下水、地表水带来的对植物有害的易溶盐分在土壤中积累的过程。在新疆分布于两大盆地周边地下水较高地区及各大盆地的农区及农区以下区域;各内陆河的中、下游;各小盆地如吐鲁番盆地、焉耆盆地、巴里坤盆地等。作为研究区的吐鲁番盆地内盐渍化即为土地荒漠化的主要营力之一,也是其主要体现形式之一。
- (3) 水蚀:指由于大气降水,尤其是降雨所导致的土壤搬运和沉积过程。在新疆主要分布于天山、阿尔泰山区、特别是前山植被稀少地带及早田,各内陆河河床及洪水区域阶地等。山区顶部的砾岩一般视为非荒漠化。
- (4) 裸沙地:表层为沙质,植被盖度10%以下的土地,也就一般意义上的沙漠化土地。
- (5) 沙滩和干沟:河流两侧以沙砾为主的滩地及常年基本无流水、以沙砾为主的沟

地。

- (6) 裸土地：表层为土质，植被盖度低于 5 % 的土地。这类土地在托克逊西部有相当分布。
- (7) 戈壁：表层为砾石覆盖，植被稀少的广袤而平坦的土地。往往是干旱、半干旱区连接山地和平原绿洲的主要地貌形态。
- (8) 裸岩：表面岩石裸露面积 ≥ 57.0 % 的土地。
- (9) 风蚀残丘劣地：指干旱地区由于风力等作用形成的雅丹、土林、白砬墩和粗化土地等风蚀地。
- (10) 其它：其它未利用、难利用土地。

(参照：新疆林业勘察设计院，《新疆荒漠化和沙化监测操作细则》，2004年3月)

b. 土地荒漠化程度评价

荒漠化程度反映土地退化的严重程度及恢复其生产力和生态系统功能的难易状况。

b.1 荒漠化程度分级

我们对于荒漠化程度的定量评价一般从植被、土壤质地、覆沙厚度、地表形态以及理化性质等方面制定具体的标准，荒漠化程度反映土地退化的严重程度及恢复其生产力和生态系统功能的难易状况。各类型荒漠化的程度统一划分为四级：轻度、中度、重度和极重度。

(参照：新疆林业勘察设计院，《新疆荒漠化和沙化监测操作细则》，2004年3月)

b.2 荒漠化程度评价方法

分别从调查方式(遥感与地面调查)、荒漠化类型和土地利用类型等角度，采用不同的荒漠化程度评价指标和方法。

- (1) 多因子数量化评价方法。采用多个评价指标，调查各指标的定量值和定性值，据此确定各指标的评分值；用各指标的评分值之和确定荒漠化程度(轻度、中度、重度、极重度和非荒漠化土地)，这种方法应用的较为广泛；
- (2) 定性与定量相结合评价方法确定荒漠化程度。

4.3.3 研究区的自然地理要素概述

吐鲁番盆地深居欧亚大陆腹地，是我国最低的内陆盆地，海平面以下的面积有大约 4,050 km²，占盆地总面积 8.1 %。海拔从博格达峰 5,445 m 到艾丁湖面-155 m，垂直高差达 5,600 m，在地貌、气候和水文上都具有独特的特征。吐鲁番盆地是一个封闭的盆地，在宏观上呈现环带状结构。盆地中间横亘着两条东西走向的低山丘陵：一条是托克逊县以北、吐鲁番市牙尔乡西部的盐山(吐斯塔格)；另一条是吐鲁番市城北的桃儿沟至鄯善城西南的兰干，长约 100 km 的火焰山(克孜勒塔格)。这一列雁行式低山丘陵将吐鲁番盆地分为两个单元，即北部高盆地和南部低盆地。环盆分布的山地带、砾石戈壁带、洪积冲积平原带、湖滨盐沼带，其结构与自然地理景观有着明显的差异。

吐鲁番盆地四周高山环抱，闭塞性大，地势低凹，太阳辐射强，地面增温迅速，热量不易散失，加之受塔里木热低压的影响，形成自温特别高，炎热期长，多大风的气候特

点。盆地内年平均气温 11.3℃~13.9℃，夏季平均气温在 30℃以上，7 月平均气温 29.2℃~32.2℃，平均最高气温 37.1℃~39.9℃，极端最高气温达 47.6℃，多出现在 7 月中旬，沙面最高温度超过 80℃；冬季有 3 个月在 0℃以下，1 月平均气温-11.1℃~-9.1℃，平均最低气温-16.5℃~-14.4℃，极端低低-28.7℃。年际最热月与最冷月相差 56.4℃。由于气温高热量资源丰富，>10℃的活动积温年平均为 5,391.3℃(吐鲁番市)，日照时数年平均可达 3,049~3,112 小时，无霜期一般平均在 260 天/年，有利于农业复播。

吐鲁番盆地远离海洋，又受高山阻隔，水汽极难进入盆地形成降水。年平均降水量仅为 6.9~25.2 mm，成为我国降水最少的地区之一。而蒸发却极为强烈，年平均蒸发能力为 2,727~3,837.8 mm，蒸发能力比降水量高出 110~540 倍。空气相对湿度低，年平均在 40%~43%，夏季相对湿度常低于 20%，甚至出现 0 的记录（吐鲁番农网 <http://www.tlfnw.gov.cn>）。

吐鲁番盆地由于内部热气流和外部冷气流之间形成巨大的气压梯度，因此产生风大、风频的特点。

盆地内有一系列湖泊，最低最大的湖泊是艾丁湖，此外，还有伊拉湖、大草湖、小草湖、东湖、黄草湖、南湖和杜兴湖等。这些湖泊汇集了盆地的地表径流和地下径流，形成典型的向心式水系。盆地主要水源来自北部高山区的降水和冰雪融水，发源于博格达山和喀拉乌成山的河流有 17 条，其中水量较大的河流有白杨河、阿拉沟、大河沿子河、塔尔郎沟、黑沟、煤窑沟、二塘沟、柯柯亚等，年总径流量 $8.77 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。这些河流出口后在戈壁砾石带大量渗漏，成为地下水主要补给来源，山前平原地下水储量达 $5.2 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。地下径流向盆地中心汇集遇到火焰山的阻挡而抬升，出露地表形成泉水河，通过火焰山各个山口继续向南汇集。依托泉水发育的主要河流有 11 条：木头沟、葡萄沟、吐峪沟、雅尔乃孜沟、大草湖、小草湖、苏巴什沟、连木沁沟、苏伦沟、大旱沟、坑坑沟等，年总径流量 $0.993 \times 10^8 \text{ m}^3 \sim 2.44 \times 10^8 \text{ m}^3$ （吐鲁番农网 <http://www.tlfnw.gov.cn>）。其中大部分是地表水重复出现，为提高盆地水资源重复利用率创造了优越的条件。古代劳动人民根据吐鲁番的地貌和水文特征，创造了坎儿井灌溉方式，开发利用地下水，泉水和坎儿井水虽然流量较小，但水量稳定，四季长流，秋冬灌溉盈余水注入湖泊，为保持盆地生态平衡创造了条件。

本世纪 50 年代坎儿井灌溉面积占盆地总灌溉面积 50% 以上，成为当时主要灌溉方式，然而现在随着社会经济的发展、人口的急剧增长，对水资源的需求成倍增加，全区的水资源已经严重不足，加之对流域内水资源的利用结构不合理、空间调配不科学、利用效率不够高等因素的影响，现在吐鲁番盆地的水资源尤其是地下水资源已经出现了很大的危机，这已经影响到了区域的发展，而且势必对区域的全面可持续发展带来极大的制约。

4.3.4 研究区内不同时相 SPOT 遥感影像的荒漠化解译及分析

a. 绿洲植被分布变化分析

我们的主要资料是 1986 年、1998 年、2004 年的三期 SPOT 遥感影像（影像由日本 JICA 提供），其中 1986 年的是分辨率为 20 m 的多光谱影像，1998 年的解译基础是 1998 年分辨率为 20 m 的多光谱影像和 1999 年分辨率为 10 m 的全色影像的融合影像，2004 年用的是分辨率为 10 m 的多光谱影像。所有原始影像的级别均是 1A 级。我们先后进行了几何校正，遥感图象的增强处理，解译（非监督、监督以及目视解译），以及专项信息的提取和分析。

a.1 绿洲（植被）解译及演变分析

我们考虑到研究区内荒漠化的形成与发展既与自然植被的盖度有关，也与人工植被包括农田的分布有关，所以我们在这里引用的是从不同时相的 SPOT 遥感影像上提取的植

物资源盖度(包括一切绿色植物)的解译结果。

下面是遥感解译得到的 1986、1998 和 2004 年研究区内所有植物资源的覆盖情况图：



图 4.3.1 1986 年植被覆盖状况

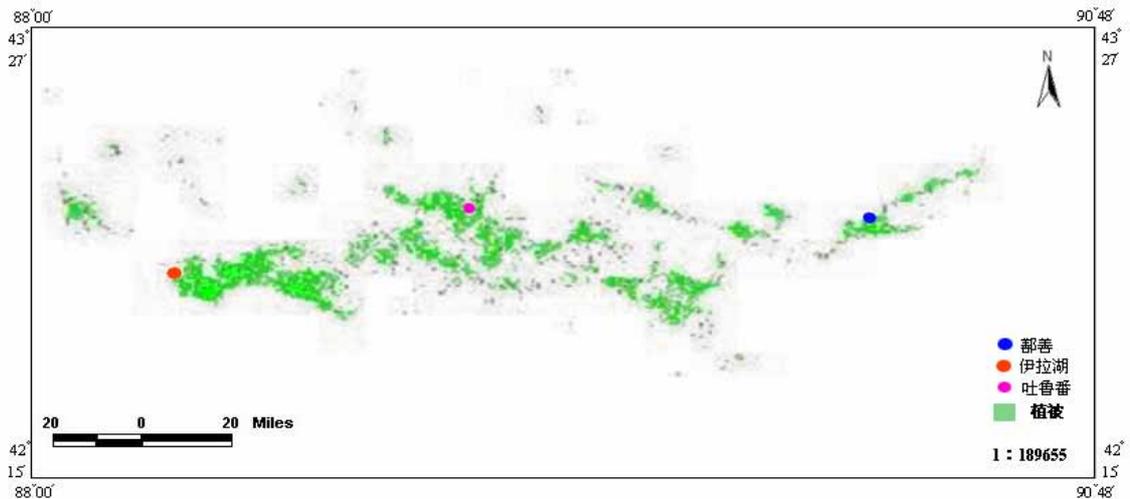


图 4.3.2 1998 年植被覆盖状况图

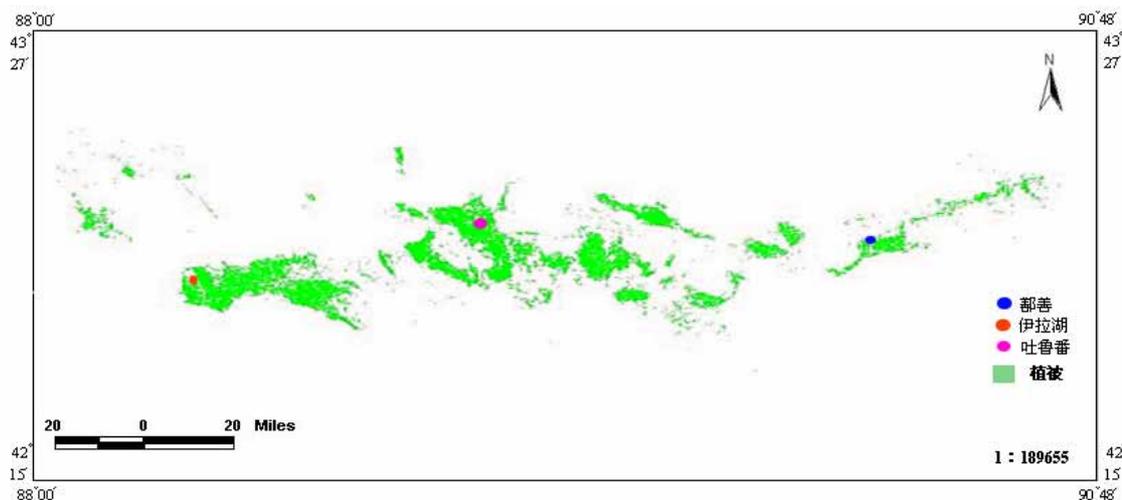


图 4.3.3 2004 年植被覆盖状况图

图 4.3.2 是 1998 年研究区内的植被覆盖情况。与 1986 年时期的植物资源盖度相比，在大致的区域上变化不是很大，但是在绿洲内部，盖度较 1986 年时期明显要好。但是应该不难看出的是，在吐鲁番市植被覆盖情况明显变好，但是在鄯善县的迪坎乡的附近区域，由于时期内沙漠化进程的加剧，植被情况与之表现出良好的相关关系，大幅度的削减。（同时应该注意到的是，两期图象的时间稍有不同（1986 年的是 6~7 月的影像，1998 年的是 7~8 月的影像），加上自然地理环境等因素的诸多变化，在光谱信息方面存在不可避免的影响）

图 4.3.3 是 2004 年 SPOT 遥感影像解译得到的研究区内植物资源的覆盖情况。将 2004 年的解译结果和 1998 年的结果作一个简单的对比，不难看出，绿洲内部的植被覆盖情况继续朝着优化的趋势发展，这与人类的活动影响紧密相关。但是在绿洲周边区域也就是起缓冲区或者交替区，其变化相对较小。但是总的从定性角度看，变化较上一时期要明显。

我们可以很明显的看出三个不同的时期研究区内植物的变化情况，我们在从定量的角度来看，1986 年植物资源的覆盖面积大约在 623.67 km^2 ；到 1998 年该面积已经扩大到了约 867.39 km^2 ，从 1986 年至 1998 年 12 年间年均增加约 20.31 km^2 ；而 2004 年整个区域内的植物资源盖度已经达到了约 1081.34 km^2 。从 1998 年到 2004 年的 6 年里年均增加约 35.66 km^2 。

显然，绿洲的面积远大于我们上面统计的结果。所谓绿洲，乃是主要针对人类而言，且其形成及发展与人类的活动紧密相关。在绿洲的发展上，应该看到的是，原本支离破碎的小块现在由于人口的急剧增加、社会经济的发展等原因，已经连接成块、区、片。

b. 沙漠化解译及演变分析

我们对研究区（部分，因为已有的遥感影像未能覆盖所有区域）的沙漠化演变情况基于法国 SPOT 卫星图片，进行了相关的解译，并做出了相应的差值分析。首先我们来看一下不同时期的卫片解译结果（差值形式）：

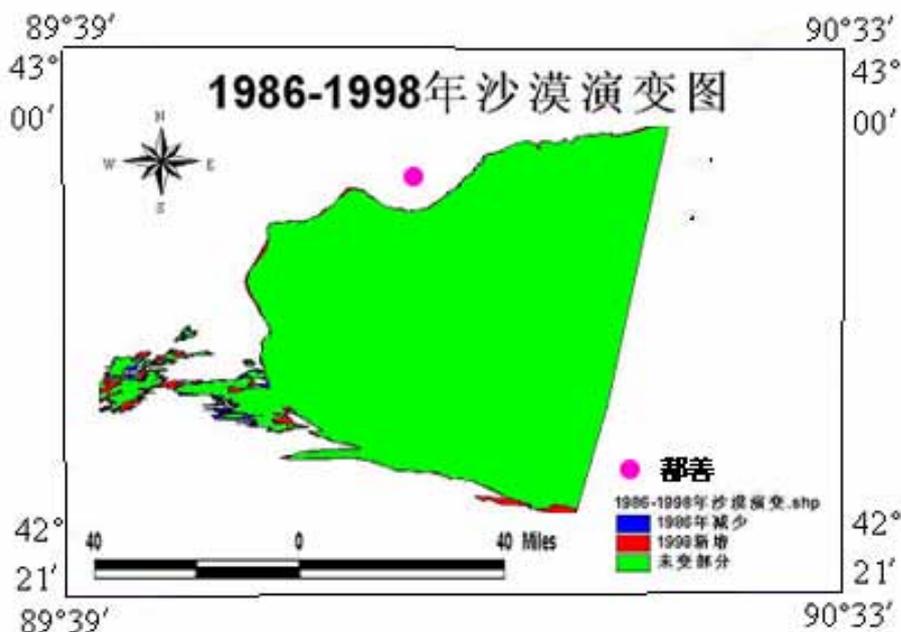


图 4.3.4 1986~1998 年沙漠化演变图

图 4.3.4是 1986 年到 1998 年 12 年间的沙漠化变化情况，由于我们遥感影像是不同时期不同区域的，而且未能包含沙漠的所有区域，所以我们在这里主要考虑、分析二者在共有区域的变化情况，不提供不同时期的沙漠总面积。遥感影像显示，从 1986 年至 1998 年的 12 年间，沙漠面积新增约 38 133 944.03 m²，同期在某些区域减少了约 13 858 132.32 m²，由此可以得出结论，二者相抵消后净增约 24 275 811.71 m²，合 24.276 km²，平均每年增加约 2.023 km²。从变化趋势以及发展的区域、方向来看，该时期内，沙漠化的演变主要是对前期已有零碎小片沙漠的连接和整合，逐渐表现出成片的趋势，同时，该时期内，沙漠有向西推进的趋势，新增了相当的面积。在南北方向上，其演变并不是很剧烈，基本稳定，在原有沙漠的北部的大多区域，其变化是局部、交替的，这与不同地区的防止措施、治理情况严密相关。

我们再来看看 1998 年到 2004 年 6 年间沙漠的演变情况（图 4.3.5），这 6 年里，研究区内新增的沙漠面积大约为 62 933 409.90 m²，同时期研究区（遥感图片覆盖区）内沙漠面积的减少大约为 11 542 174.11 m²，这样可以得出这 6 年内沙漠面积净增大约 51 391 235.79 m²，合 51.391 km²，平均每年净增约 8.565 km²。该数据是 1986~1998 年 12 年间年均变化量（净增量）的 4.23 倍，如果按照这个惊人的推进速度，吐鲁番盆地约 4 300 km² 冲洪积平原，只需 80 余年就会全部变成沙漠的海洋。而 1 700 km² 绿洲则是更为告急了。

通过遥感影像的解译结果，我们可以看出，从 1998 年到 2004 年的 6 年里，沙漠的演变趋势和发展方向更为典型和明朗，即继续由零碎向成片发展，原本比较零碎、小面积的斑块，经过各种营力的作用，已经连接成片，同时应该看到的是，在区域发展方向上，不同于 1986~1998 阶段的是，该时期内库木塔格沙漠的主体有向西推进的趋势（北部部分区域呈消退之势），但是同时在其西部鄯善县迪坎乡区域附近，沙漠并没有继续 1986~1998 年时期向西推进的趋势，而是在原本零碎的内部加剧了沙漠化进程，连接成片，甚至还有向东消退的趋势。

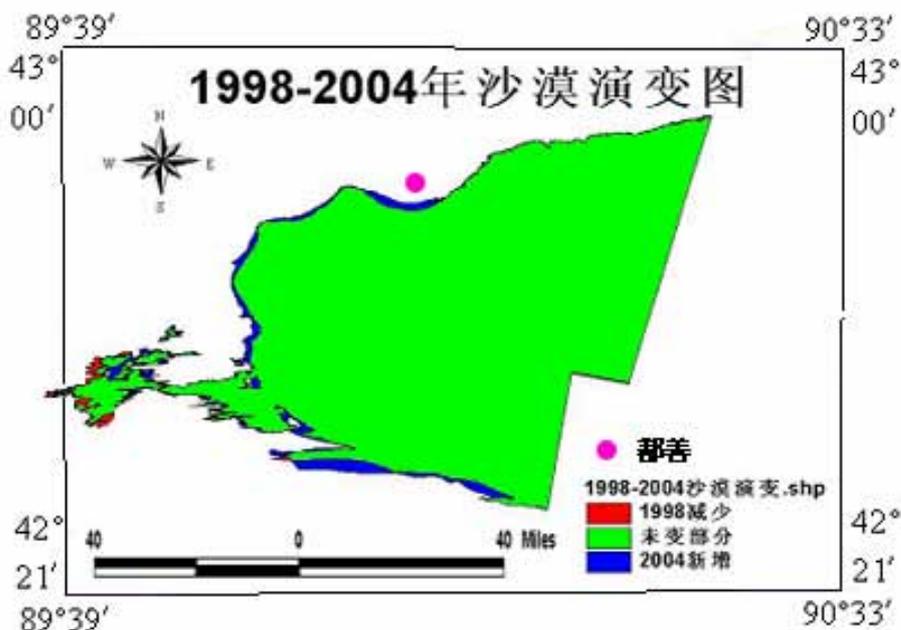


图 4.3.5 1998~2004 年沙漠化演变图

图 4.3.6是我们对 1986 年和 2004 年遥感影像的沙漠化解译结果作一个差值图，可以看出整个时期内沙漠的演变情况及趋势。通过下图可以看出，自 1986 年以来，沙漠的面积在不断的扩大和发展之中，在南北方向上，其变化不如东西方向的变化大，在整个时期内，沙漠的主要演变趋势是主体向西推进，尤其是库木塔格沙漠的主体部分，向西的发展趋势明显；同时，在迪坎尔乡等与库木塔格沙漠东西向望的地方，沙漠化十分明显，原来的沙化碎片已经发展成连接一体的片区，形成了新的沙漠区域，这给沙漠化的防治带来了不小的难度。

从总面积上来看，自 1986 年以来，沙漠的面积新增加了大约 70~80 km²，发展速度十分之快，平均年均大约 4~5 km²，虽然远小于同时期绿洲的发展速度，但是应该看到的是沙漠对环境的破坏力和影响力往往乃是致命和很为关键的，尤其是当零碎的沙区发展成连接成片的沙漠时，对整个大环境的发展和影响将发挥至关重要的地位和作用，从生态环境的变化历程和影响因子来看，影响因子很多，但是无疑主导因子就几个甚至一个，而且是一个动态的系统。特别是在绿洲与荒漠的交错地带，往往很多平衡都是十分微妙的动态平衡，一旦其中的变化稍有异常或是加剧，则结果就是质变而非量变了。

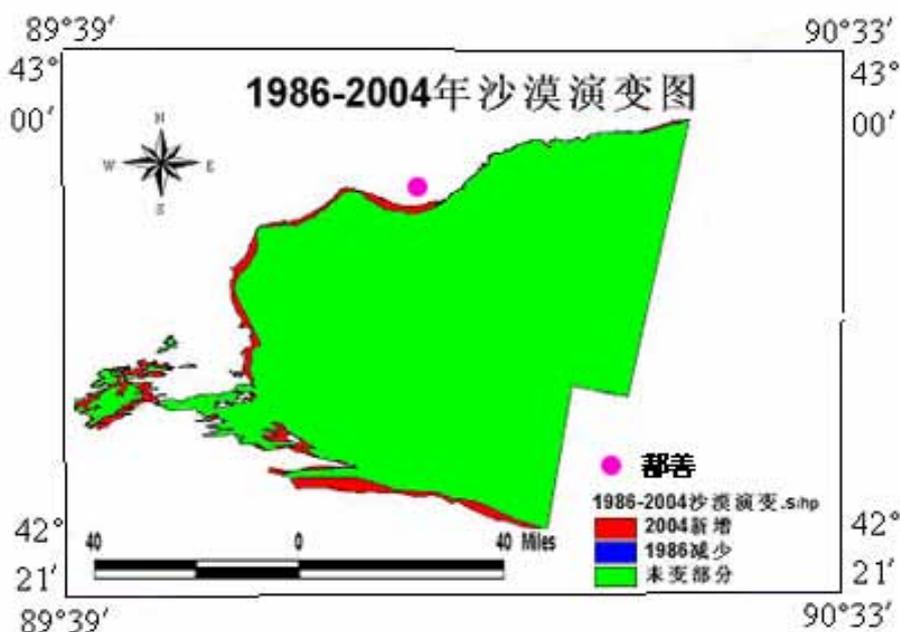


图 4.3.6 1986~2004 年沙漠化演变图

c. 风蚀及水土流失

c.1 概述

在吐鲁番盆地内，荒漠化形成的众多营力中，风蚀作用是举足轻重的因子之一，因为研究区内的地质地貌为风蚀作用提供了足够的物质基础和所有必要的条件。风蚀作用的破坏力是难以想象的，但是表现的结果却是令人大为吃惊的，尤其是在有充足流沙供给时。吐鲁番盆地内高昌故城，交河故城等历史遗址的毁坏就主要是风蚀（沙蚀）的结果。所以，可以说风蚀（沙蚀）作用乃是土地荒漠化的催化剂。

吐鲁番盆地内的水土流失现象可以从几方面予以定性概括：一是并不严重，因为我们通常所说的水土流失必须要有水资源的充分保证，而研究区内并不具备这个条件；二是有水土的流失，但主要是沿为数不多的河流所在的不大的区域，要不就是由于风沙作用而致；三是山前冲积平原，洪积扇或者冲积扇广泛存在水土的流失。

托克逊县东部和吐鲁番市西部的邻近区域的中北部，乃是风蚀作用最为典型的区域。该区域由于常年大风，植被、土壤以及地表形态均表现出了极为典型的特征，大量原本生长旺盛的植被已经出现枯死的现象，地表已经渐渐裸露并有沙化的趋势，宏微观地貌均已经发生了巨大的变化，但是有一点可以肯定的是，其对于生态环境无疑是一种消极不利的影

响。吐鲁番市南部以及鄯善县库木塔格沙漠等区域均受到不同程度风蚀、沙蚀的作用，迪坎乡的西迁，高昌故城和交河故城的侵蚀和被破坏，风、沙化作用居功之伟。另外，由于艾丁湖湖面的不断缩小，在干涸的湖边开采盐硝的加快进行，其又成了新的风化基地。

c.2 遥感解译及分析

我们首先来看一下不同时期吐鲁番盆地严重风蚀区域范围变化叠加图（图 4.3.7~图 4.3.10）：

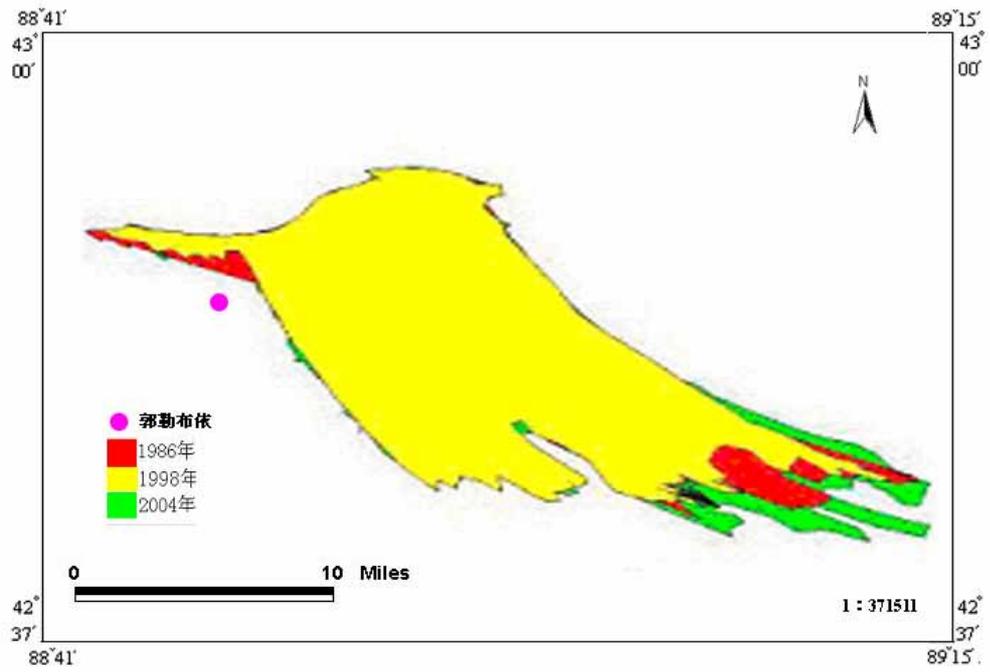


图 4.3.7 风蚀区域演变图①

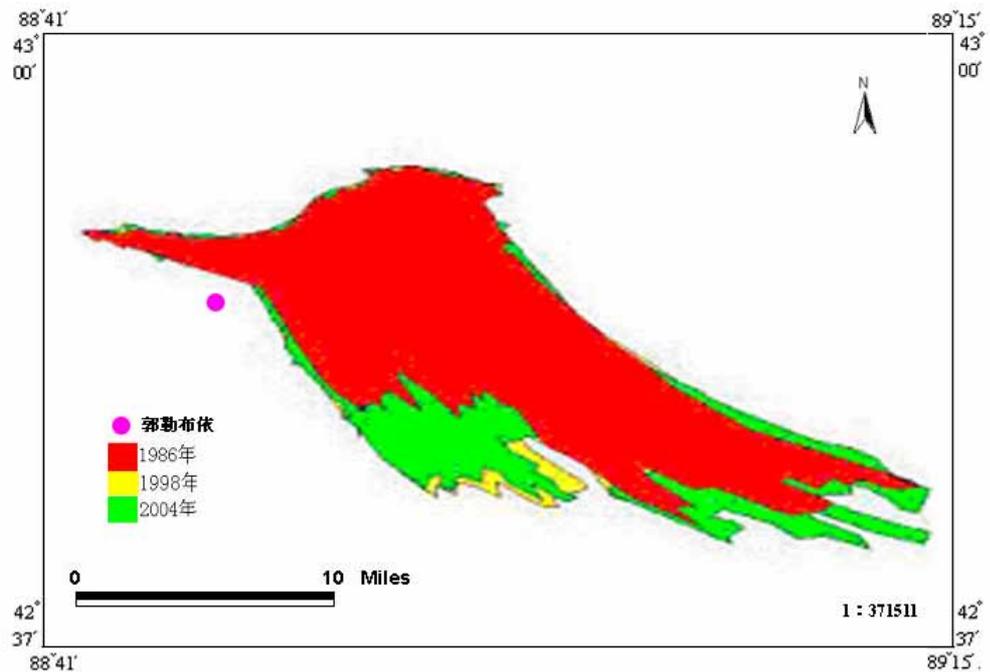


图 4.3.8 风蚀区域演变图②

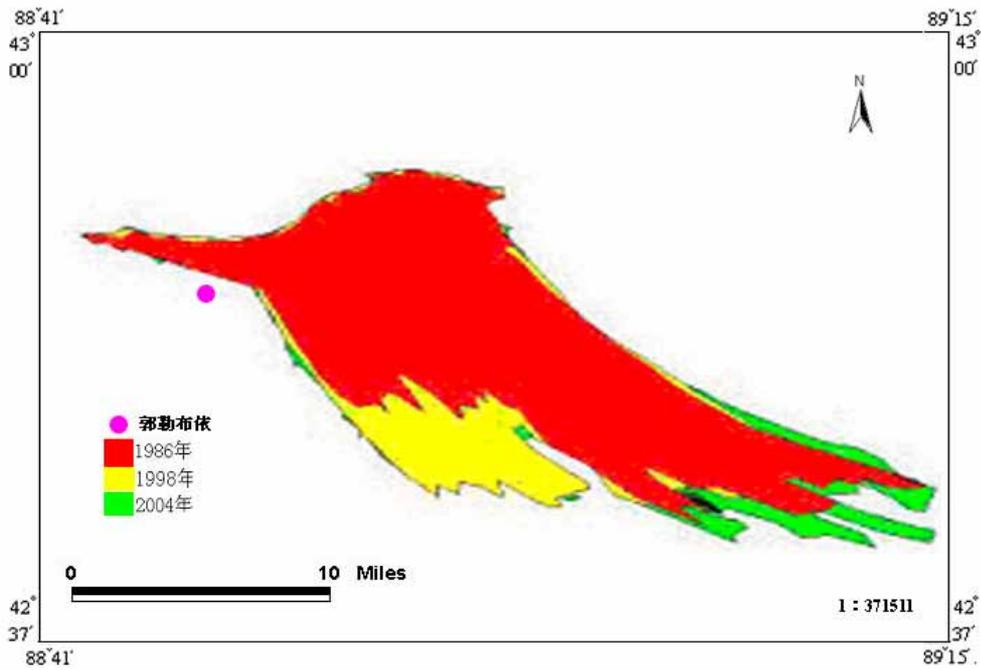


图 4.3.9 风蚀区域演变图③

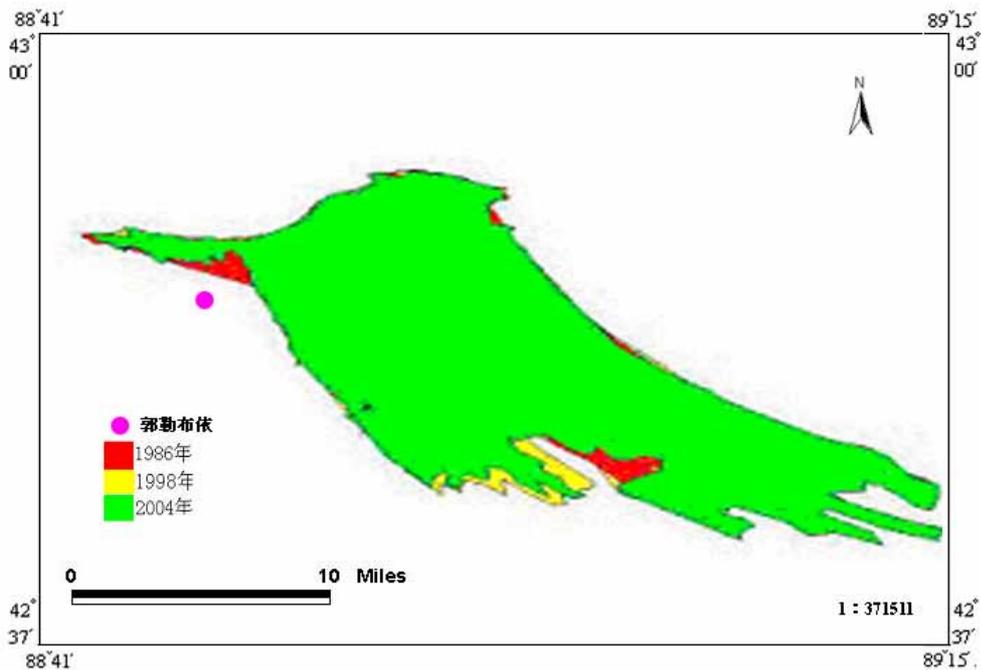


图 4.3.10 风蚀区域演变图④

从图 4.3.7可以看出，由于气候、土壤、地形地貌以及历史的原因，风蚀范围在不断的扩大之中，尤其是向南的发展趋势明显，在托克逊县与吐鲁番市相邻的广大区域内，风蚀作用已经成为最为典型的地貌营力。影响范围在扩大，既有气候的因素，也有历史的缘故，因为作为一种地形地貌的变化是历史的、长期的而且动态的。

我们再从植被角度出发看一下该区域内的风蚀程度变化情况。

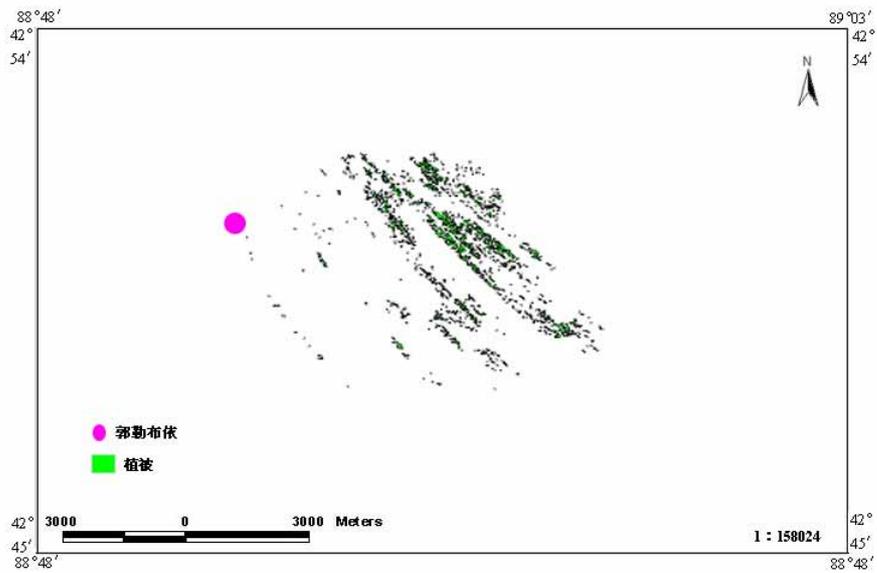


图 4.3.11 1986 年风蚀区域植被覆盖图

上图（图 4.3.11）是 1986 年风蚀影响范围内的植被覆盖情况，很明显其十分稀疏。

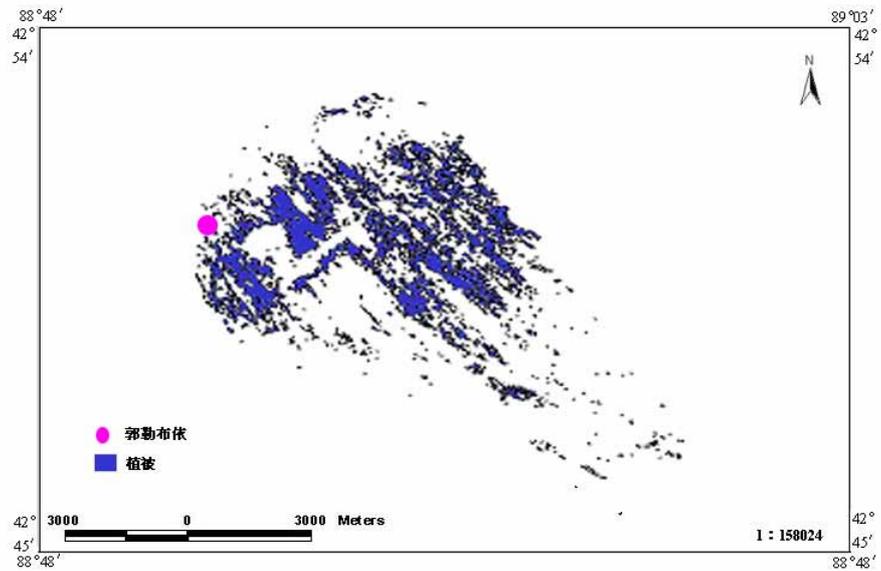


图 4.3.12 1998 年风蚀区域植被覆盖图

上图（图 4.3.12）是对 1998 年同一区域（同为最典型的风蚀区域）遥感解译的植被覆盖情况，其较 1986 年盖度增大明显。

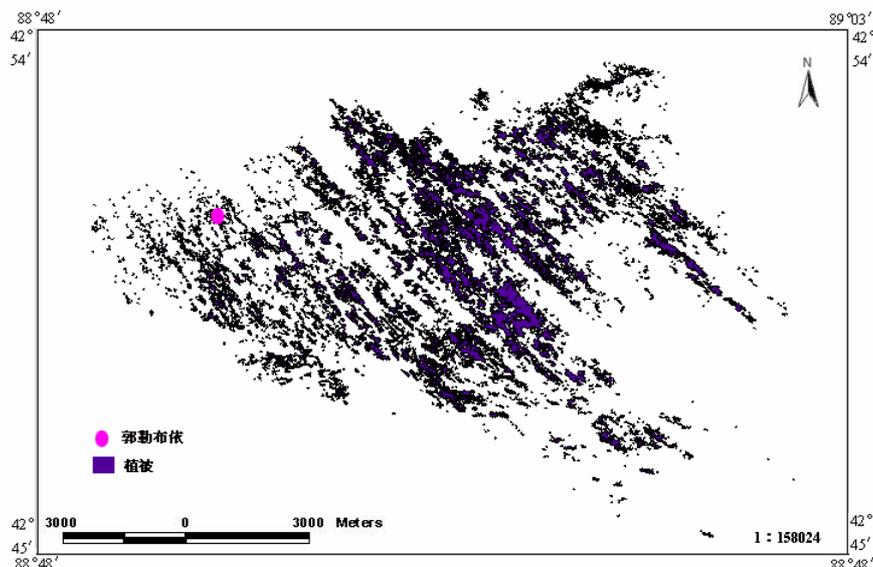


图 4.3.13 2004 年风蚀区域植被覆盖图

从 2004 年的遥感解译来看，近些年来对该严重风蚀区域的防治工作成绩显著，在采取保护以及人工治理措施的情况下，风蚀影响范围没有明显减小，但是区域内植被覆盖情况转变较大。2004 年明显密度加大，而且从实地考察的结果来看，地表植被的覆盖情况有较大的改善，同时，从植被的类型和高度上来看，结构较前两个时期要好，区内有一片人工封育林，其面积在不断地扩大，生长态势良好，可以借鉴其发展经验予以推广，但是必须注意的是，对于人工封育林的发展规模和重点发展区域，必须与区内的水资源相适应，一旦超出其承载能力，势必会反过来破坏生态环境。

d. 盐碱化演变及分析

d.1 概述

盐碱化土地乃是荒漠化土地中重要的一种，同时盐碱化也是土地荒漠化的重要动力之一，往往形成于地势低洼、灌排系统不畅、地下水水位较高的盆地和平原地区。因为盐碱对土地的生产能力破坏力巨大，尤其是作为耕地、草地等可利用地一旦土壤盐碱化，生产能力下降明显，如果不能采取及时有效的防治措施，其程度会不断加剧，发展至重度或是极重度盐碱地，此时土地就会完全丧失生产能力。另外，盐碱化还具有发展迅速等特点。可见其危害巨大，近年来已经引起广泛的关注和研究。

吐鲁番盆地四面是高山环抱，绿洲基本位于海拔极低的盆底部位，地势低洼；艾丁湖乃是世界第二低地，周围的地下水均流向以其为中心的局部区域，所以自然灌排不畅；同时地下水水位一般很高，在艾丁湖的附近区域甚至已经在低洼处出露地表。所以种种有利的因素之下，吐鲁番盆地的盐碱化进程可谓“水到渠成”，表现尤为突出，已经在很多方面形成了重大的影响。

以下是土壤集盐的基本机制（图 4.3.14）：

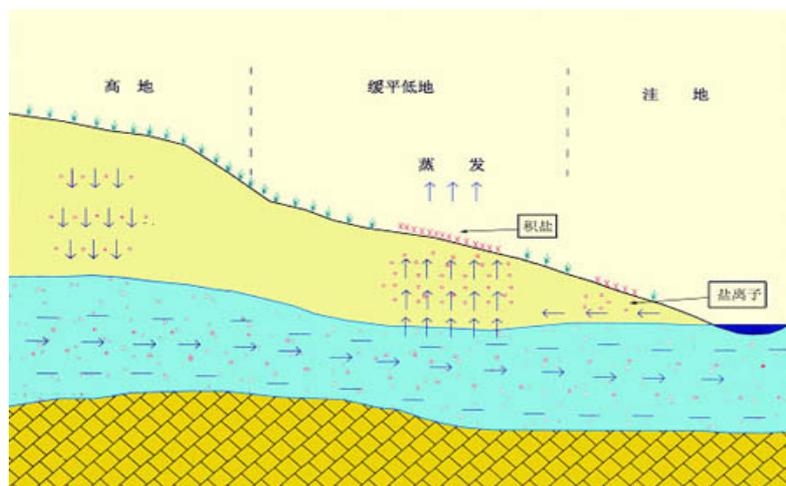


图 4.3.14 土壤盐化的基本机制

(关永秀, 《黄河三角洲土地盐碱化遥感监测、预报和治理研究》)

d.2 遥感解译及演变分析

我们以 1986 年、1998 年和 2004 年三个不同时相的遥感影像为依据, 基于实地踏勘的感性认识, 对研究区内主要的盐碱地作了一个大致的划分, 因为各年遥感影像的不同时相性, 我们很难在其级别程度上做出严格的划分(轻度、中度、重度和极重度), 我们主要从不同时期研究区内较重程度盐碱地(下同)的分布即覆盖范围上予以比较和分析。

从图 4.3.15 中可以看出, 吐鲁番市以南、艾丁湖以北的广大区域基本都是重盐碱地, 从 1986 年到 1998 年大约 12 年的时间里, 盐碱地向东发展的趋势特别明显, 在吐鲁番市市区向南至艾丁湖的广大区域内, 基本上都在这一时期发育成为盐碱地。

从面积上来看, 该时期内, 研究区内的盐碱化土地新增大约 207.6 km², 由 1986 年的大约 465.5 km² 增长到了 1998 年的大约 673.1 km², 平均每年净增大约 17.3 km²。应该看到的是, 这是一个极为可怕的数字。

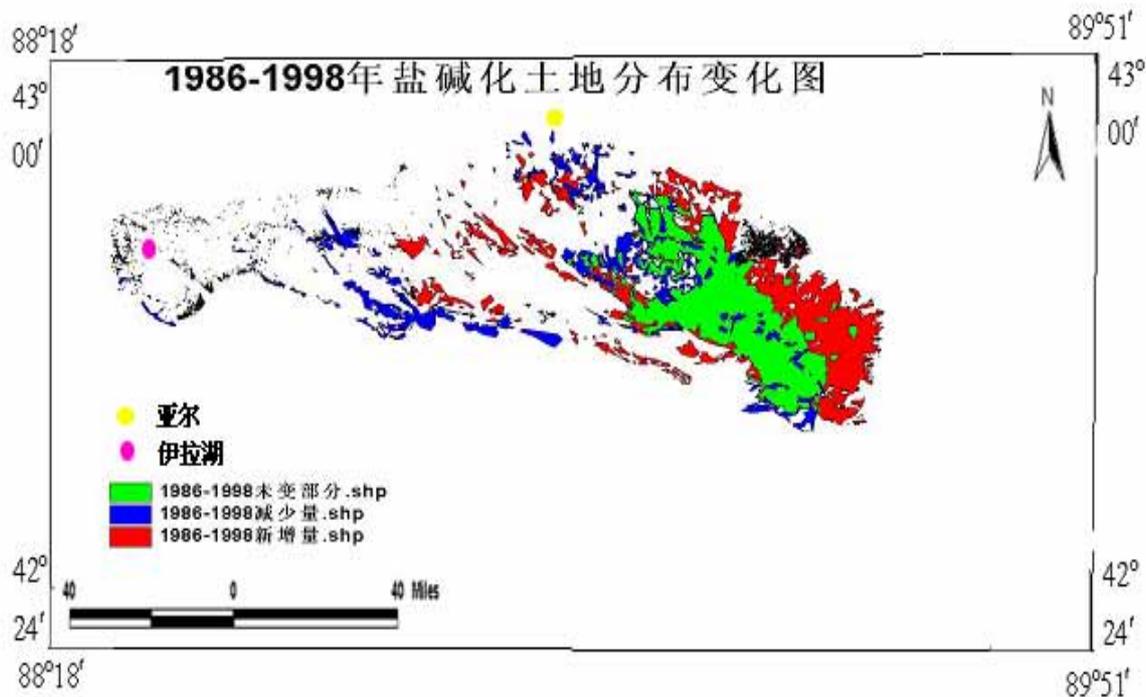


图 4.3.15 1986~1998 年吐鲁番地区盐碱地变化图

从发展的区域来看，该时期内，托克逊县和鄯善县的变化较小，而由于气候、人为等原因，艾丁湖以北的广大区域及其周边地区特别是该区域的东部区域，自 1986 年到 1998 年的 12 年里，土地盐碱化趋势明显，新增面积较大，但是应该注意的是，该新增区域内的盐碱化土地，基本可以在一定的技术条件和改良措施下，进行农业生产。该时期内减少的部分，主要集中于吐鲁番市和托克逊县东部的某些区域，但是都相对较为零碎。

1986~1998 年这一时期内的土地盐碱化演变，究其原因，我们认为主要有以下几点：

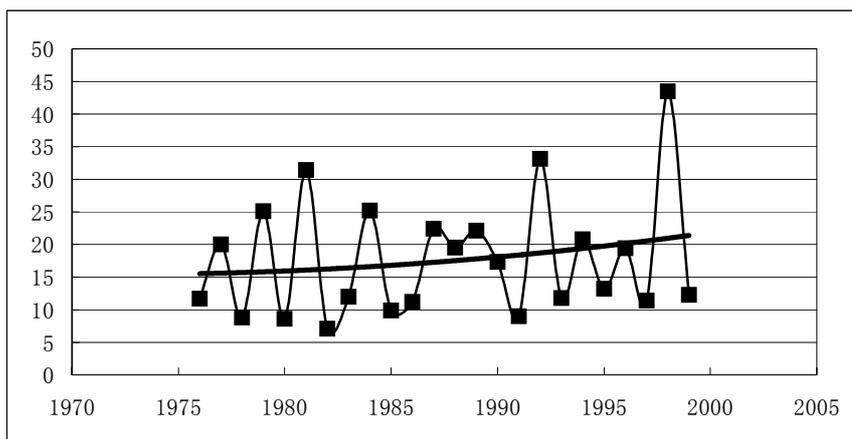


图 4.3.16 吐鲁番地区 1976~1999 年年均降水曲线图

一是自然因素的变化尤其是气候变化等因素的影响。图 4.3.16是吐鲁番地区自 1976 年到 1999 年的年均降水曲线图，从中可以看出，自 1986 年到 1998 年的 12 年里，区内

的降水量基本呈现较为明显的上升趋势，到 1998 年达到了统计时段内的最大值。降水量的增加，无疑会直接影响到区内水资源的状况，尤其是与土地盐碱化息息相关的地下水位，得以显著提高，加剧了盐碱化的进程。

二是人类活动的影响。人类活动对于土地盐碱化的影响包括其形成和发展都是举足轻重的。首先，灌排系统的不畅对于土壤的积盐而言乃是其必要条件之一，区内尤其是 1986~1998 时段内新增的重盐碱化土地区域，很多地方乃是由于人口的增长、绿洲的扩大而发展起来的新的居民区和农业耕作区，区内的灌排系统不是很健全、科学，这对处于盆地底部的该区域的土地盐碱化提供了客观的先决条件；其次，人类的生活和生产为土地盐碱化提供了必需的物质基础，即充足的水分来源和盐分补给，有了这样的物质基础，加上已有的自然地理环境和循环机制，盐碱化土地的形成就具备了起码的条件了；再次就是研究区内该区域内的农业耕作等活动加剧了土地盐碱化的形成。

图 4.3.17 是 1998~2004 年吐鲁番地区重盐碱化土地的变化图，从该图中不难看出，自 1998 年到 2004 年的大约 6 年时间里，研究区内土地盐碱化的发展趋势大致表现为，吐鲁番市的广大区域对盐碱化土地的防治效果显著，盐碱化土地尤其是轻度盐碱化土地减少明显，面积得以较大幅度的下降；同期内托克逊县内则表现出极大的反向发展之趋势。以白杨河为轴心的很大区域内基本都受到了土地盐碱化的危害。新增了相当面积。其中托克逊县县城以东的区域内的土地已经严重地盐碱化，农业生产已经停产，范围还在继续扩大之中。

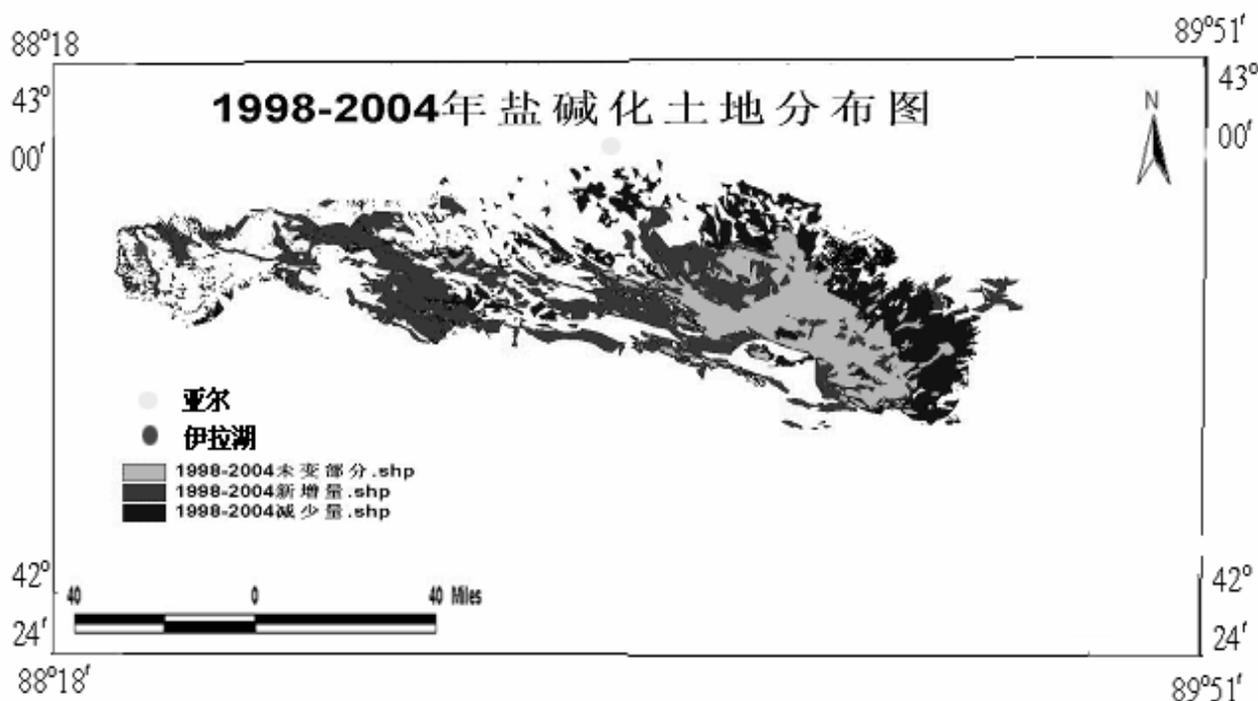


图 4.3.17 1998~2004 年吐鲁番地区盐碱地变化图

1998~2004 年的 6 年里，土地盐碱化的发展演变也是众多因素共同影响的结果，我们仍然从自然和人为两个角度出发予以初步探讨。

首先是自然地理条件的变化。自 1998 年以来，气候的变化仍然表现出降水与气温同步微弱增长的趋势，地下水位在局部地区继续保持较高的位置，但是在吐鲁番市东部区域，由于区内灌溉系统的改善，水资源利用的改变等因素的影响，地下水位已经在表现出下降的趋势，这对盐碱化土地的防治带来了客观的条件。同时，以白杨河为轴心的很

大区域内的地下水位仍然较高，加上相关客观自然地理条件的适宜，为土地盐碱化提供了有利的客观条件。

再来看看人类活动的影响。对于吐鲁番市东部原本已经轻度盐碱化的土地的良好转变，应该说，主要是区域内人类活动所致，采取效率较高的灌溉措施，新建有利于土壤洗盐、排盐的灌排系统，种植耐盐生植物等措施不仅有效地减缓了土地盐碱化加剧的趋势，同时也对已有盐碱化土地的治理颇有成效。但是众所周知的是，人类的活动永远是一把“双面刃”，合理科学的活动对生态环境的可持续发展有着积极的促成作用，反之则是毁灭性的破坏。该时期内托克逊县内土地盐碱化的显著加剧就是很好的例子。尤其是区内重度盐碱化土地的形成和发展，人类“居功至伟”。

同时，应该说明的是，通过实地踏勘，发现盐碱化土地与沙漠的转变在研究区内演变较为剧烈。在很多区域，重度盐碱化土地在适当的气候、自然条件下，就地起沙，并连接成片，已经表现出沙漠化的趋势，迪坎乡以东的某些区域即是较为典型的区域。如果我们不对该类区域加以防治，尤其是该类区域的缓冲区域，就很有可能继续沙化，形成大片的沙漠。

我们再来看看整个研究时段内研究区内重盐碱化土地的演变情况。

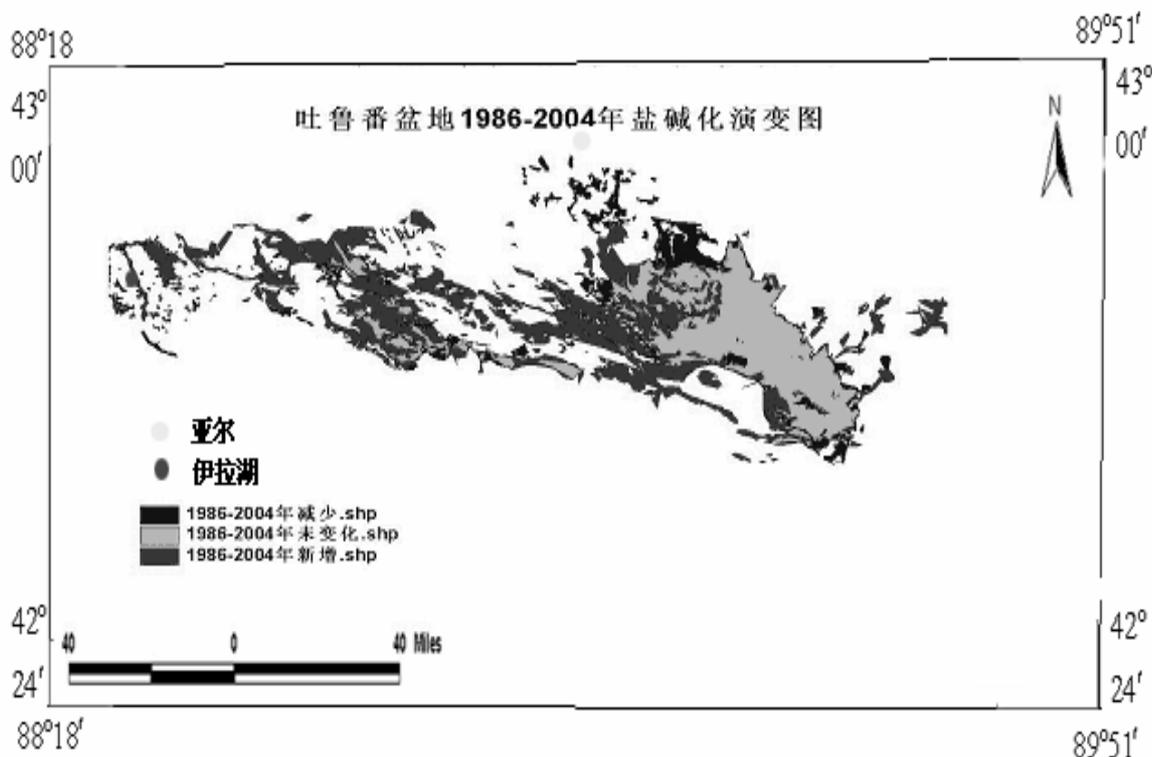


图 4.3.18 1986~2004 年吐鲁番地区盐碱地变化图

从 1986~2004 年吐鲁番地区较重程度盐碱地变化图（图 4.3.18）中，我们可以看到自 1986 年到 2004 年大约 18 年的时间里，盐碱化土地的发展趋势是，总量增长明显，主要的新增区域主要分布于托克逊县内，形成时间主要是 1998 年到 2004 年这几年里。

通过相关的资料和实地踏勘，我们可以得到的结果大致可以概括为：乃是自然条件和人为因素的共同结果，不同的区域、不同的时期有不同的主导因素。

从自然地理环境的变化来看，主要的影响因素主要是降水量的变化、气温的变化和地

下水位的升降。其中，又以后者即地下水位的变化最为直接关联。

与自然地理环境的变化影响对应的就是人类活动的影响了，人类活动的影响集中表现在对水资源尤其是地下水资源的规划和利用、灌排系统的规划和实施、农业生产的影响等方面。

d.3 盐渍化与地下水水位

Peck(1978)指出土地发生盐碱化必须具备的三大因子是：盐分来源、水分来源和使盐分向地表运移的机制。浅层地下水包括土壤水和地下水，它是影响土壤盐分运动非常活跃的因素，土壤积盐过程是伴随着地下水上升和土壤水的蒸发过程而进行的。由前面的土壤成盐机制图也可以看出，地下水水位是土壤盐碱化形成及发展的主导因子之一。在有些地区比如黄河三角洲区域，其盐碱化的形成及发展乃是很多因素共同作用的结果，大气降水、黄河水侧渗、引黄水、海水侵染和风暴潮侵袭给黄河三角洲带来大量的水分和盐分，成为土地盐碱化的重要物质基础。所有进入三角洲地区的水分和盐分都经过土壤进入地下水系统，抬高了地下水位。由于地势低平，区域径流滞缓，在强烈的蒸发作用下，区域土壤向积盐方向发展。

地下水位的变化主要受降水量和蒸发量（包括蒸腾作用）、灌水量和排水量的影响，地下水位的升降和水的平衡状况是一致的。在一个地区，如果来水量（灌溉引水和降水）大于去水量（排水和蒸散）时，地下水位就要抬高；反之如来水量小于去水量则地下水位下降。在来水量与去水量处于相对平衡的条件下，地下水位也处在一种动态平衡之中，地下水位的这种动态变化与土壤盐分的变化密切相关，却又并非同步升降。当降水或灌溉时，地下水位抬高，但土壤盐分却又被淋溶，此后随着排水和蒸发，地下水位开始回降，土壤因蒸发开始积盐，即土壤因蒸发而积盐的过程发生在地下水位从高到低的回降过程中，直到水位降至临界深度以下。水位回降越慢，土壤积盐越多。

对于作为研究区的吐鲁番盆地而言，因为其独特的自然地理环境，土壤集盐机制的影响因子中，应该说地下水水位的抬升乃是区内土壤积盐并导致土地盐碱化的主导因素。已有的大量研究充分显示，在吐鲁番盆地这样的区域，地下水水位太高乃是土地盐碱化的决定性因子，而对其的治理也必须从这里入手。

d.4 盐渍化与地表植被

土地盐碱化和地表植被和前面所提及的土地荒漠化与地表植被一样，互为因果关系。盐碱化现象的存在，必然导致区域内非耐盐碱植物的稀疏以及耐盐碱植物的出现，根据我们具体的盐碱化评价指标体系可以看出，无论是草地、林地和未利用地，还是耕地，植被盖度自轻度、中度、重度到极重度依次递减，分别明显。轻度或者中度的盐碱化土地尚有相当大的希望于短期内、教小开支地予以改良，用于耕作或生态绿化等，可是对于重度或者极重度盐碱化土地，则是希望极其渺茫（在一定的科技水平以及现有经济实力下）。

同时，地表植被的盖度以及种类又是我们进行土地盐碱化程度定性及定量评价的主要因子之一。

d.5 盐渍化与土壤

从微观上讲，盐碱化乃是土壤的特性之一，或者说是其一个极端体现；从宏观上盐碱化又是土地的类型之一。

盐分来源、水分来源和使盐分向地表运移的机制这三个使土地发生盐碱化必须具备的因子中，前面两个均与土壤直接相关，因为盐分以及水分均是土壤理化性质的体现之一。

另外，土壤的粒径等要素也与盐碱化等直接关联。所以，盐碱化的评价体系里，土壤的性质不可或缺；同时，对土壤的分类里也对盐碱化有所考虑。

研究区内的土壤主要有灰棕漠土、盐漠土、潮土、漠境盐土、风沙土以及龟裂土等类型。其中盐漠土、潮土以及漠境盐土等都在某些方面有盐化的特性或趋势。

吐鲁番绿洲地区土壤区划图

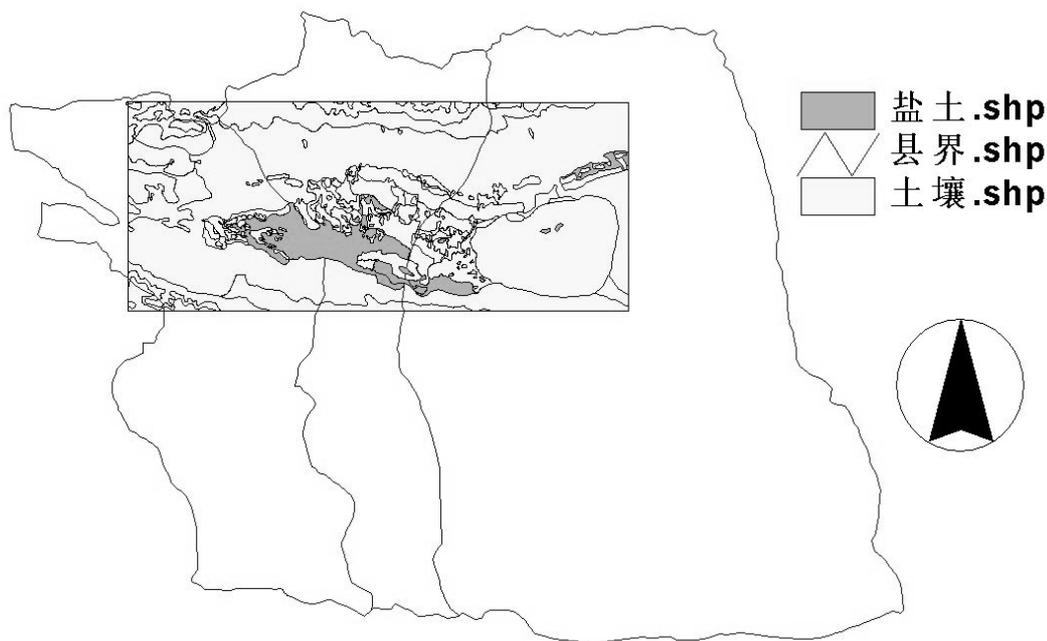


图 4.3.19 吐鲁番盆地绿洲地区土壤区划图

图 4.3.19是吐鲁番盆地的土壤区划图，可以看出在绿洲范围内，盐土占有相当的比例。

d.6 盐渍化与地形地貌

我们知道土壤的成盐机制与地形地貌直接相关。

河成高地地下水埋深超过临界深度，土壤不受地下水影响，降水或灌溉后，除部分下渗土壤外，大部分形成地面径流顺坡流向低地；地下径流坡降较大，流速较快，其土壤水盐以下以水平运动为主，一般不发生盐碱化。缓平低地和洼地是水盐的汇集之地，地下水埋深一般小于临界深度，甚至有一些浅平洼地，潜水面高出地面，水分的蒸发损失，可以由地下水源源不断的补给。但是缓平低地和洼地的不同部位积盐强度不同，在洼地边缘相对高起之处，因其地表暴露面大，蒸发十分强烈。试验证明，在这些相对高起的地方，一般都同时存在着纵向和横向两个方面的湿度差。根据土壤毛管水由湿度大的土层向湿度小的土层移动的一般规律，微斜高地既有毛管上升水流的补给，也有毛管侧向水流的补给，当水分沿土壤毛细管由下向上，由缓平低地低处向高处移动过程中，盐分也随之移动，并通过蒸发而聚积，蒸发量越大，水分的补给越充足，盐分积累也越严重。

总之，微地貌控制土壤盐碱化必须具备适当的地下水埋藏条件，当区域地下水埋藏变得很深时，盐碱化发生的根本条件消失，微地貌不再起控制作用。当区域地下水埋藏变得很浅时，微地貌对土壤盐碱化的控制作用减弱，各种地貌单元盐碱化程度的差异变小。

而对于作为研究区的吐鲁番盆地，其宏观地形以及微地貌均十分有利于盐碱化的发生。最终整个盆地形成的是以艾丁湖为最低和中心的倒锥体结构，盐分还有水分自然就向该区域汇聚，土地盐碱化形成并且范围有加大之趋势。

4.3.5 演变营力及相关性分析

a. 概述

荒漠化的形成及发展是多种营力共同作用的结果，而且不同的时期，不同的区域有不同的表现，我们主要从气候、植被、土壤、地形地貌、盐碱化以及人类等各个方面予以相关分析。

b. 荒漠化与气候

干旱气候是土地荒漠化的前提条件。吐鲁番盆地地处荒漠干旱地带，地势低，干旱少雨，年平均降雨量才 16 mm 左右，日照强烈，冷热变化剧烈，大风较多。盆地内的水资源补给主要依靠地下水资源，因为高山冰雪和雨水补给在盆地范围内均十分微弱，或者可以忽略不计。在如此干燥气候下强烈的风化作用和盐分的积聚，加上地面缺少植被的覆盖，或者植被的盖度十分低，故疏松裸露的沙质地表，在强烈的风蚀作用下，沙子被风吹扬搬运，侵入非沙漠化地面，堆积覆盖，逐渐形成荒漠化土地。在大风频繁地区，出现风蚀残丘；地表蒸发强烈，盐分聚集，形成盐漠或重盐碱地。气候的不同变化对荒漠化的影响也完全不同，因为农牧交错带是反映荒漠化最为敏感的指示器之一。传统研究显示 400 毫米等雨量线是反映荒漠化最为敏感的指示器之一，它的波动，必然使当地的生态体系包括土壤相应发生变化。一般认为当年平均降雨量小于 400 毫米时，土地向荒漠化发展，当大于 400 毫米时，土地向反荒漠化发展（韩永翔，张强，《干旱气候和荒漠化》）。所以吐鲁番盆地完全具备土地荒漠化的气候条件。在人类生产力水平较低的历史时期农牧交错带的界线的演变属于气候干湿波动等自然因素引起的。

在影响土地荒漠化发育的气候因子中，降雨量是其决定性的因子，这一点已经得到了科学界的一致认可，吐鲁番盆地内多年年均降水量才 16 mm 左右。同时在吐鲁番盆地，在诸多气候要素里，风则是推动土地荒漠化进程的又一关键因素。风尤其是大风的频繁出现，极大程度的加剧了土地荒漠化的形成和发展，因为在一定的水文、地质、地貌、植被及气候等条件下，风蚀作用的体现显得十分强烈，风蚀进而会引发沙蚀作用，在一定的风速下，对地表极具破坏力。

近些年来，全疆降水量都维持在相对较高的水平，而且温度也呈上升趋势，且较为明显。我们可以把气候变化与荒漠化进展状况建立一些耦合或者相关关系并可以予以量化（由于欠缺相关资料，该研究未能实现）。

c. 荒漠化与土壤

干旱气候是土地荒漠化形成的必要条件，而特定的土壤则是土地荒漠化形成的物质基础。荒漠化土地一般可以分为两种主要的类型，即沙质荒漠(sandy desert)及砾质荒漠(stony desert)。

沙质沙漠即通常所说的沙漠，其形成过程一般如此：沙丘经风吹前移和河流湖泊萎缩，植被稀疏，地表裸露，经强风吹蚀地表，干燥疏松的现代河流冲积物，洪积物，湖积物和风化的残岩堆沉积物，形成沙质荒漠化土地。砾质荒漠的形成与沙质荒漠的形成有极大的不同之处，但是其中土壤仍然是荒漠化形成的物质基础。另外，从荒漠化土地的评价以及表现形式上来看，土壤均是其中最为直接和常用的因子和承载者。

位于吐鲁番地区鄯善县东部的迪坎尔乡现在已经出现了严重的沙漠化现象,近些年来很多的居民区已经被流沙向吐鲁番市方向逼退了几百米,原来的很多房屋已经被流沙吞噬(但是应该注意的是该趋势自1998年尤其是2002年以来有减弱的趋势)。在这个过程中,应该说土壤是一个非常关键的因素,因为该区域内的土壤基本是粒径很小的沙质土壤,在气候干燥,植被稀疏,大风频繁,且又临近库木塔格沙漠的“有利”条件下,荒漠化进程显然极大的加速了。

土壤对荒漠化土地的形成及发展的影响表现在其理化性质上,比如其粒径大小,含水量,涵水能力,渗透能力,土壤肥力,粒间作用力等等很多方面。

d. 荒漠化与植被

植被对土地荒漠化的作用和影响应该说是互为因果关系,或者说,植被盖度的大小直接影响着土地的荒漠化与否及发展状况,同时荒漠化的程度直接影响着其范围内的植被覆盖及生长情况。如果NDVI系数大,一般情况下是不会形成荒漠化的,因为植被的覆盖是区域生态环境的指示器,它与区域水文,地质,地貌,气候等各方面都有直接的关联。反之,如果植被覆盖情况不好,此时如果其他的自然条件接近或者达到一定的程度,荒漠化的形成就是水到渠成的了。

在影响土地荒漠化进程以及治理土地荒漠化的措施中,植被是经常被考虑的主导因子之一,而且又可以将其细化为诸如盖度、种类、高度等很多的方面予以具体的分析。就吐鲁番盆地而言,其四周均为高山,整个面积并不是很大的绿洲一如盆底,通过不同时期的遥感影像可以较为清楚的看出整个盆地的绿洲变化情况,同时也就可以看出区域内的荒漠化土地的发展状况。简单的来看,可以认为:

区域总面积 = 荒漠面积(广义) + 绿洲面积(植被覆盖所在及缓冲区域)

我们通过遥感解译结果可以看出,自1986年以来,绿洲的面积呈现出不断扩大的发展趋势,这似乎与我们对沙漠的解译结果不太相符,但是事实上二者并不矛盾。应该说宏观意义上的荒漠面积在缩小(尤其是由于人口的增长,人类活动的影响等因素),但是荒漠化之极端即沙漠化的面积在不断的增加。

e. 荒漠化与地形地貌

土地荒漠化的形成与发展在某种程度上主要取决于气候、土壤、植被以及人类等因素,但是,应该指出的是,其他地理要素比如微、宏观的地形,地貌以及地质等方面都对荒漠化土地的形成以及发展有着不同程度的影响。或者可以将地形地貌因素看作是土地荒漠化的历史因素。对于现在和将来的发展趋势具有举足轻重的作用。

吐鲁番盆地荒漠化特别是沙漠化情况以鄯善县最为典型突出,吐鲁番市次之,托克逊相对较好。这与很多因素有关,但是地理要素的区别显然是其中之一。

在土地荒漠化的过程中,对于吐鲁番盆地这样的地区,由于地形的影响会直接导致水资源尤其是地下水资源的分布情况,而水资源分布情况又与土地的荒漠化有着直接的关系,所以地形地貌等地理因素均是土地荒漠化的影响因子。鄯善县迪坎乡独特的地理位置以及其地形地貌均是该区域沙漠化进程的主要客观条件之一。

f. 荒漠化与盐碱化

土壤盐碱化是土地荒漠化的动力之一,尤其在吐鲁番盆地这样的特殊自然地理条件下更是如此。盐渍化同时也是土地荒漠化的一种表现形式。

盐渍化对于土地荒漠化的表现主要是直接通过土壤因素来体现,因为盐渍化本身就是

土壤理化性质的要素之一，所以，严格意义上来讲，盐渍化因子应该是土壤因子的一个方面。土壤的盐渍化会直接导致植被的变化，进而影响土地荒漠化的形成及发展。

在对荒漠化进行分类定级时，其中盐碱化就是重要考虑的因素之一，盐碱化与荒漠化程度的量化关系，我们在前文已经有过详尽的阐述。

应该认识到的是，在吐鲁番盆地内土壤盐渍化是土地荒漠化的主要因素及动力之一。

g. 荒漠化与人类

在农业出现之前或之初的古代，人类可以看作是自然环境中的一个被动成分，其存在与发展是由当地的环境决定的，人类以利用自然生态系统为主，而不是要改变自然生态系统。但随着农业科学技术的提高和人口的增长，人类在开发利用自然资源方面的能力有了长足的进步，也就对自然环境造成了更大幅度的改变。如砍伐森林和烧毁植被以适应农业规模的扩大，一直是导致环境变化的主要动力。这一动力在环境脆弱的干旱、半干旱区会引起土地的退化，但在工业革命以前因其规模有限，它对植被的破坏也是有限的，不具有全球性。工业革命引发了农业革命，同时人口从工业革命时的 9 亿，增加到现在的 60 亿。人口的剧增使人类对自然资源进行了全球规模的掠夺式开发，如农牧业区域向干旱区的扩展、土地利用强度的增大、木材的巨量需求等导致了全球环境的急剧恶化。特别在干旱、半干旱地区对自然资源的掠夺式开发，使本来就非常脆弱的生态系统崩溃，这样的例子不可胜数。如非洲萨赫勒地区大片农田和牧场在短短几年内沦为不毛之地，就是荒漠化加速发展的一个典型事例。

再如我国的科尔沁草原的开鲁柴达木屯为例，仅开垦 30 年，土壤风蚀及粗化的地表已占该地面积 45%，风蚀土壤与风蚀凹地占 12%，吹扬的灌丛沙堆占 15%，而流沙沙丘则占 28%，因而可以认为草原农垦的历史实际上也是草原荒漠化的过程。过度放牧所造成的荒漠化土地扩大也不可忽视。由于单纯追求增加牲畜头数，使草场负荷量过大，植被覆盖稀疏，呈现出斑点状分布的裸露沙面，成为风力侵蚀作用的突破口，导致荒漠化的发展。另外，樵采活动破坏植被也是造成荒漠化的发展的一个重要因素。如宁夏盐池农民在草原上挖掘甘草，导致以每年 73.3 平方公里的速度使牧场变成沙漠化土地。

实际上，草原农垦、过度放牧、樵采活动都是由于人口的过度增长引起的。如在中国北方农牧交错区，平均人口密度一般从 1949 年的 10~15 人/平方公里增加到 1980 年的 40~60 人/平方公里，人口平均年增长率为 30‰。人口的增长加大了对土地资源利用的压力，它不但要求进一步开垦草原和加大草场放牧的负载，而且樵采活动也成倍增加。如从 50 年代每头家畜平均占有 3.3 公顷草场减少到 70 年代后期平均占有草场 1~1.3 公顷，土地利用压力的增大，自然生态系统因此遭受更大的破坏，失去植被保护的荒漠化面积也相应扩大，内蒙阿鲁科尔沁旗的荒漠化土地从 20 世纪 70 年代中期的 43.2% 扩大到 80 年代中期的 64.1%。同时，薪柴的需求也不可忽视，据估计，每千户居民每年薪柴所需的数量相当于破坏 93 平方公里面积的灌木林。这些人类活动，大大加剧了草原荒漠化的进程。

可以说，当今世界的诸多生态环境问题中，大多均是由于人类而生——至少是人类使之加剧或者提前发生。从这个角度出发，要根本意义上改变或者基本遏止现在的不良且日益加剧的状况，减少人口是一个长期但治本的处方。

研究区内的生态环境本来就十分脆弱，在这种自然地理条件下，一旦介入人类巨大的破坏力，此时产生的效应就不再是呈线形或者代数级增长了，而是以指数级加剧变化了。严格意义上讲，吐鲁番盆地内并不十分适合耕作或者发展工农业，但是绿洲的形成一方面解决了这个问题，但同时也使一些非绿洲区域的生态环境问题加剧了。

h. 荒漠化的演变规律及发展趋势

众所周知，沙漠化乃是土地荒漠化的极端体现。丰富的沙源是土地沙质荒漠化形成的物质基础，而干旱气候则是土地沙漠化形成的必要条件。沙丘经风吹前移和河流湖泊萎缩，植被稀疏，地表裸露，经强风吹蚀地表，干燥疏松的现代 流冲积物，洪积物，湖积物和风化的残岩堆沉积物，形成沙质荒漠化土地。

据 1995 年新疆维吾尔自治区荒漠化普查结果显示：在全疆荒漠化土地中：沙漠(沙质荒漠)面积 430 427 万公顷(不含闯田)，占荒漠化土地面积的 54.08 %；风蚀残丘面积 92.90 万公顷，占荒漠化土地面积的 1.17 %；戈壁(砾质荒漠)面积 3,264.17 万公顷，占荒漠化土地面积的 41.01 %；重盐碱地面积 231.90 万公顷，占荒漠化土地面积的 2.91 %，盐漠面积 65.53 万公顷，占荒漠化土地面积的 0.82 %；闯田约 0.2 万公顷。同期吐鲁番盆地内：吐鲁番市荒漠化面积为 678,267 公顷，非荒漠化面积 680,667 公顷，二者的比例分别为 49.9 %、50.1 %，其中戈壁 622,439.6 公顷(全县面积的 45.8 %)；沙漠 9,599.4 公顷(全县面积的 0.7 %)；重盐碱地 46,219 公顷(全县面积的 3.4 %)。托克逊县非荒漠化面积 738,872 公顷，占 47.09 %；荒漠化面积为 830,350 公顷，占 52.91 %。荒漠化中沙漠 1,411 公顷(全县面积的 0.09 %)；戈壁面积 819,644 公顷(全县面积的 52.23 %)；重盐碱地 9,296 公顷(全县面积的 0.68 %)。鄯善县荒漠化面积 2,628,838 公顷，占全县面积的 68.67 %；非荒漠化面积 1,199,292 公顷，占 31.33 %。在荒漠化土地中，沙漠面积 317,658 公顷，占荒漠化面积的 12.1 %；戈壁面积为 2,300,690 公顷，占 87.5 %；重盐碱地面积 10,456 公顷，占 0.4 % (新疆荒漠化普查与监测领导小组办公室、新疆林业勘察设计院，《新疆维吾尔自治区沙漠化普查与监测简要报告》(鄯善县、吐鲁番市、托克逊县))。

由于我们采集的遥感影像未能覆盖所有的荒漠化尤其是沙漠化区域，所以我们对于 2004 年的荒漠化情况只能做其变化情况，而不能统计出精确的面积，对此我们已经在上面的相关部分有所阐述和分析。

我们通过对遥感影像的解译结果可以看出，吐鲁番盆地内宏观意义上的荒漠化面积呈现出减少的趋势，但是其中沙漠以及盐碱地的面积均在不断增加，同时，整体上绿洲的范围也在不断扩大，但是介于二者之间的土地类型在减少。

4.3.6 治理措施探讨

当前，“全球变化”、“生物多样性”和“可持续发展”已成为世界环境问题的三大热点和焦点。荒漠化防治作为既能保护环境、合理利用土地资源，又能提供农林牧等多种产品的新兴领域，恰恰适逢了这一有利契机而倍受关注和青睐。随着生态场、景观生态学、全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)、计算机辅助设计(CAD)等一大批新理论、新技术和新方法的研究进展和应用，加之野外沙地 SPAC 系统观测场、植被动态观测场、高空激光雷达测尘仪和野外风洞等一系列现代定位观测手段的设立，必将为防治荒漠化研究注入新的活力和开辟更为广阔的前景。

纵观荒漠化防治的发展历史，可以相信，随着 1997 年《公约》缔约国大会的召开，全球防治荒漠化的进程将日益加速和日渐深入，其研究的未来走向也将呈现多极化的态势。依据第 1~9 次《公约》政府间谈判委员会通过的有关文件和 1996 年 6 月在葡萄牙、8 月在北京召开的两次有关全球防治荒漠化的国际会议，荒漠化防治研究的未来走势可概括为以下 5 个方面：

- (1) 宏观上更大范围地研究荒漠化防治的生态、经济和社会效益及其对全球环境变化的影响，特别是对发展中国家国民经济增长和社会进步的促进作用。研究尺度上，则逐渐由传统的地区和国家水平发展到区域、分区域的双边和多边合作，并最终向次大陆和全球这种大尺度、综合性的趋势过渡。
- (2) 微观上进一步研究旱地生态系统的物种多样性、结构多样性、功能多样性和产

品多样性，同时要阐明生物种类之间、生物与环境之间的竞争和互助机制，进一步创建更加高产、稳产、高效、持续的荒漠化治理新模式，并籍此深入刻划系统内部各组分间的相互关系，各组分的生态功能，系统中的一些主要生态过程，包括物质转化、养分循环、能量流动和信息传递等特征，以及各生物种间的互动关系和种群动态。

- (3) 研究深度上，将从传统的小尺度、静态的定性调查描述，转向定位、定量地对荒漠化格局、过程及其内在机制进行宏观、动态且具有辅助决策作用的系统研究，并籍此对未来（20~50年）荒漠化发展趋势进行预测，为制定中长期防治规划提供必要的背景数据和决策依据。
- (4) 研究方式上，则更加注重学科的联合和渗透，协同攻关；形成由地学、生态学、农学、林学、气象、畜牧、经济和社会学等多学科、多专业相互配合、共同攻关的研究群体。构建和完善荒漠化防治的学科框架和理论体系；在气候—植被原理、景观生态学、恢复生态学、全球变化、生物多样性、可持续发展等有关生物学基础理论方面有所突破；实现理论—实践—技术相结合，生产—教学—研究一体化；开发具有良好生态、经济和社会效益的治理模式，同时要考虑当地自然、社会、经济条件和民族风俗习惯，并兼顾公众的承受能力，保证新模式及时推广普及到生产实践中去，使其真正发挥效用。
- (5) 在研究内容上，主要强调基础研究、应用基础研究和综合防治技术同步进行，结合野外定位观测、遥感监测和GPS/GIS应用，实现荒漠化动态的自动监测网络，并最终建立全球荒漠化进展的预报预警系统。对荒漠化发生、发展机制及其防治的生物学基础理论研究，将成为荒漠化研究的另一热点。今后一定时期荒漠化研究的优先领域：

- 宏观政策与决策：土地利用政策、立法与执法、政府和非政府组织作用等；
- 防治荒漠化国家行动方案的编制与评价；
- 国家防治荒漠化的能力建设和机构设置；
- 公众意识教育和培训及区域、分区域和全球信息网络的建立；
- 荒漠化指征和评价指标体系的建立及其标准化、可操作性和全球共享问题；
- 荒漠化过程的定量评价指标与荒漠化气候区划；
- 受荒漠化影响地区土地利用类型的划分及利用方向；
- 全球荒漠化土地类型和分布图的编制及其相关数据库的研制；
- 干旱、水文及荒漠化监测的预警、预报系统；
- 荒漠化发生、发展及其逆转过程的机制研究；
- 荒漠化地区生物多样性及其土地生产力研究；
- 适宜于干旱地区的抗逆性、多用途树种的选择与改良；
- 荒漠化防治的社会经济学问题，包括社会效应及脱贫致富等方面的作用；
- 矿区及大型工程建设后的大范围土地复垦技术；
- 沙尘暴的发生、发展机制及其综合防治技术研究；
- 流域治理、水土保持、草场复壮技术及节水工程技术；
- 冻融、土壤盐渍化及其它特殊区域性土地退化逆转策略；
- 草地资源管理的计算机化及其仿真系统的研制；
- 受影响地区植被—大气—土壤—水分综合平衡的优化模式；
- 干旱危机对策研究：缓解区域性突发干旱影响的计划及粮食保障体制。

（引自《全球防治荒漠化进程及其未来走向》，两课在线网（www.liangke.scnu.edu.cn））

新疆是典型的干旱半干旱区，人们在长期的生产、生活中对荒漠化的危害日益加深的同时，也采取了许多有效的防治措施，现在对于荒漠化的许多治理措施已经比较成熟，我们大致可以将其分为：

a. 生物措施

现在我区采取的相关措施主要有封山(沙)育林(草)、人工造林(乔、灌)、还草、飞播、植被改良以及其它生物措施。其中,人工造林(乔、灌)在吐鲁番盆地已经取得了相当的收效,尤其是在吐鲁番市及托克逊县的某些区域,已经渐成气候。

b. 农艺措施

人工种草、退耕还林、耕作措施(包括横坡等高耕作、深耕、垄耕、平翻耕和免耕)、间作措施(套种、混种)、禁止放牧、轮作措施(包括草田轮作和水旱轮作)、作物配置、节水措施、种植水稻、种植绿肥、施肥以及其他农业措施。在吐鲁番盆地,治理荒漠化应该说在农艺措施方面有很大的收效,该区域在将农业经济与生态治理的结合上有独到之处。

c. 工程措施

反坡梯田、水平梯田、坡式梯田、隔坡梯田、集水工程淤地坝、拦沙坝、谷坊、排水沟、洗盐、沙障、沙层衬膜、引水拉沙风力拉沙、客土改良、引洪淤灌以及其它工程措施。

d. 化学措施

化学固沙、土壤化学改良及其它化学措施。

e. 其它措施

(参照:新疆林业勘察设计院、新疆荒漠化普查与监测领导小组办公室,《新疆维吾尔自治区沙漠化普查与监测》,1995年)

以上均是一些亡羊补牢的治理措施,但是应该看到的是,吐鲁番盆地的自然地理环境已经到了非常恶劣的程度,我们更应该清楚地认识到以下几点:

一是生态环境作为一个十分庞大的系统,具有许多的影响因子,我们可以简单的建立一个函数或者模型:

$$\begin{aligned} E &= f(c, s, v, e, p, g, t, h, \dots E); \\ c &= f(s, v, e, p, g, t, h, E, \dots c); \\ s &= f(c, s, v, e, p, g, t, h, E, \dots s); \\ v &= f(v, c, s, v, e, p, g, t, h, E, \dots v); \end{aligned}$$

式中: $E \sim$ environment (环境); $c \sim$ climate (气候); $s \sim$ soil (土壤);
 $v \sim$ vegetation (植被); $e \sim$ economy 经济); $p \sim$ population (人口);
 $g \sim$ geography (地理); $t \sim$ time (时间); $h \sim$ history (历史)。

不难看出,这是一个十分复杂的多重相关函数,其中级数、对应关系(即f的形式)以及各个因子的权重均由具体的情况确定。对于某一个区域而言,应该不难看出,其任何环境变化均是动态的,每一个因子的变化既是外在的,也是内在的,我们如果具备一定的现实条件(社会、经济、技术等),就可以使该模型智能化,真实化,在评价、量化的同时也可以精确预测并予以防治。

二是无论资源环境,还是社会生态,均是对于“人”而言,简单的说,人类,不是所有生态环境问题存在但绝对是其意义的赋予者。同时,我们很有必要认识到围绕着一个人

具有多少资源耗费、生态耗费、环境耗费以及社会经济耗费。所以，应该充分考虑到土地承载力，制定合理科学的发展计划，尤其是在人口方面，必须严格控制人口增长，作好计划生育工作。

三是在像吐鲁番盆地乃至新疆这样的干旱、半干旱区，水资源的分布、利用以及存在的问题是所有问题的关键所在，其所起的无疑是一种“瓶颈效应”，服从“木桶法则”。所以我们应该在水资源方面做直接和根本的文章。

四是在研究区内，地下水资源的战略地位应该予以加强，我们过去在这方面重视程度不够，对水资源的区域分布以及结构利用非常不科学。吐鲁番盆地的地表水资源大约在 $8.0972 \times 10^8 \text{ m}^3$ （多年平均），地下水资源量约为 $5.3 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。由于盆地地表水时空分布差异大，充分开发利用水资源较困难，所以吐鲁番盆地的水资源利用模式数十年一贯的采取坎儿井、地表水、泉水等陈旧引水方式。而且灌溉方式与技术也相对落后和低下，效率较低。以 1993 年为例，地下水的开采率达到了 99% 以上，而地表水的引用率在 62.5%~96.4% 之间（吐鲁番农网）。对于不同类型水资源的利用配比率，应该考虑到生态、生活、生产即所谓的“三生”原则，也即通常人们所说的可持续利用及发展。

四是在研究区内，地下水资源的战略地位应该予以加强，我们过去在这方面重视程度不够，对水资源的区域分布以及结构利用非常不科学。吐鲁番盆地的地表水资源大约在 $8.0972 \times 10^8 \text{ m}^3$ （多年平均），地下水资源量约为 $5.3 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。由于盆地地表水时空分布差异大，充分开发利用水资源较困难，所以吐鲁番盆地的水资源利用模式数十年一贯的采取坎儿井、地表水、泉水等陈旧引水方式。而且灌溉方式与技术也相对落后和低下，效率较低。以 1993 年为例，地下水的开采率达到了 99% 以上，而地表水的引用率在 62.5%~96.4% 之间（吐鲁番农网）。对于不同类型水资源的利用配比率，应该考虑到生态、生活、生产即所谓的“三生”原则，也即通常人们所说的可持续利用及发展。

- (1) 要实施流域规划、统管、统调“三水”资源，做到水资源统筹调度与合理开发，水尽其用；
- (2) 提高灌溉技术水平，抑制水资源的无谓消耗；
- (3) 对于地表水、地下水的引用须坚持上、中、下游兼顾，合理调节二者的开采比率，一般认为在吐鲁番这样的区域内，上游主要开发利用地表水资源，而下游主要开采利用地下水资源，这是由于盆地独特的地形地貌以及自然地理环境所决定的，而且对于防止盐碱化的恶化效果显著；
- (4) 做好水资源的季节调配即时间调度；
- (5) 提高全民的水资源保护、节水意识，制定合理科学的水费机制及管理体制。

五是对于生态环境问题比如盐碱化、沙漠化等问题的治理，必须做到宏观与微观相结合，政府、科研机构、社会以及民众相结合。而且必须保证“在保护的同步治理”。

六是实行“治山、治水、治盐（碱）、治沙”一体化的综合治理原则，而“四治”中又以治水为中心。

七是我们要维护绿洲生态系统的稳定性、抑制荒漠化的进展，必须注意对绿洲与荒漠化过渡带的保护和建设，因为这是二者相互转化的区域，尤其要注意该区域内的植被保护、水资源的合理利用。从现在及历史发展态势来看，绿洲面积的扩大主要是过渡带的良性转化，可见只要予以高度重视，加以科学有效的措施，已有绿洲的稳定以及过渡带的良性转化是可以达到的。

4.3.7 总结

对于吐鲁番盆地，由于其客观自然地理条件较为恶劣，加上人类活动的催化，生态环境问题日趋严重，而一系列问题以及解决问题的关键又都在于区域水资源问题，准确地说即为盆地内地下水资源的可持续利用及发展问题。所以该项目的立项及研究十分必要，意义重大。我们在有限的时间和条件下，开展了大量的工作，自2004年7月至2004年9月主要作了一些基础信息的采集和整理工作，然后10月的工作重心是野外调研和踏勘工作以及中期报告书的书写，10月、11月主要进行了遥感影像的处理，12月则是最终报告书的完成及提交阶段。

【参考文献】

- 1) 新疆林业勘察设计院、新疆荒漠化普查与监测领导小组办公室，《新疆维吾尔自治区沙漠化普查与监测》（简要报告（吐鲁番市、鄯善县、托克逊县））1995年。
- 2) 新疆林业勘察设计院，《新疆荒漠化和沙化监测操作细则》，2004年。
- 3) 新疆维吾尔自治区农业厅、新疆维吾尔自治区土壤普查办公室，《新疆土壤》，1996年，科学出版社。
- 4) 吐鲁番地区水利水电勘察设计院、水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘察设计院，《新疆维吾尔自治区吐鲁番市“五河”流域规划报告》，1998年11月。
- 5) 吐鲁番农网<http://www.tlfnw.gov.cn>。

4.4 吐鲁番研究区植物资源及其合理利用

4.4.1 吐鲁番研究区自然植被的变迁及合理利用

无需人类灌溉的干旱荒漠区自然植被,是第四纪以来适应干旱荒漠生境历经长期自然选择的地史产物。自然植被的变迁是气候、土壤以及人为活动综合影响的结果。随着吐鲁番绿洲经济的迅速发展和人类活动不断增强,天然荒漠植被受到极为深刻的影响。该区生态环境极其严酷,降水稀少,大气、土壤干燥,强烈的日温、年温变幅,使植物的适应性具有极为独特的形式。尽管组成种类较少,植被盖度较低,且植被并不呈现绚烂的景色,但这类植物构建了荒漠生态系统的骨骼,对抗御风沙等自然灾害,稳定干旱区生境起着不容忽视的作用。此外,研究历史及现状植被对生态规划具有重要意义。

a. 研究方法

此次研究区位于 87°50′~91°00′E, 42°20′~43°20′N。根据文献《中国第四纪植被与环境》(李文涛, 1998)、《西北干旱荒漠区植物区系地理与资源利用》(潘晓玲等, 2001) 记载,推知早期植被概况。现状植被调查,主要采取群落样方调查、路线观察和记载、GPS 定位法、1986—SPOT2、1998—SPOT2、2004—SPOT5 三期遥感影像,吐鲁番 1:50 万土壤分类图等进行。

b. 吐鲁番地区天然植被概况

b.1 早期自然植被概况

吐鲁番地区中部年降水量 9.40 mm~30.90 mm,年均气温 14.8 °C,年较差 42.5 °C,年 ≥30 °C 的日数为 120 d~150 d,年均 8 级以上大风日 20 d~108 d。(吐鲁番 2004 年鉴)气候为暖温带干旱荒漠大陆性气候。这种严酷生境使得绿洲外围天然植被区系组成极度贫乏,植被种类极度稀少,不超过 100 种(黄培佑,2002),群落结构非常简化,覆盖也很稀疏。参看文献记载,推知现有古植物种类:胡杨(*Populus euphratica*),柽柳(*Tamarix spp*),梭梭(*Haloxylon ammodendron*)等,以上植物均为天然生长,分布于沙漠边缘、绿洲及山麓平原地带。弄清历史植被分布状况,有助于进行植被生态规划和研究现状分布的变化及其演替规律。

b.2 现状自然植被概况

研究区绿洲外围的水分状况直接导致其自然植被组成的变化。水条件的特点使生存于其间的植被群落形成特殊的适应,即在湿润条件下扎根定居,当转为干旱生境时依靠地下水继续生存,而当地下水位深又无地表水时则处于完全裸露状态,由此导致植被沿径流集结分布的特点。根据调查分析吐鲁番研究区天然植被现状,可将其分为 6 种类型。

b.2.1 荒漠植被类型

分布于裸露棕漠土冲积洪积平原、裸露石膏盐盘棕漠土冲积洪积平原,面积广,但因缺水,植被极稀疏,覆盖度极低,甚至寸草不生。在洪积扇中上部地势变缓的局部地方有一些深根旱性灌木、半灌木以及一些草本植物呈单丛状分布。常见的有柽柳(*Tamarix spp*)、梭梭(*Haloxylon ammodendron*)、刺山柑(*Capparis spinosa*)、芦苇(*Phragmites communis*)等。在湖积平原区稍偏北一些地区,地下水位较深,土壤含盐量较低,分布有荒漠化草甸,植被以骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*),刺山柑(*Capparis spinosa*)为主,伴生花花柴(*Karelinia caspica*)、芦苇(*Phragmites communis*)等耐旱植物。盖度 20 %~

40 %，平均高度 40 cm。在盆地西部和北部海拔 1,700-2,000 m 的低山带分布有山地荒漠植被，以超旱生灌木、半灌木类植物为主，如麻黄(*Ephedra przewalskii*)、合头草(*Sympegma regelii*)等，盖度 5 %~10 %，草层平均高度 35 cm

b.2.2 盐生植被类型

分布于稀疏灌丛盐土冲积洪积平原、稀疏灌丛残余盐土冲积洪积平原、草甸盐土冲积洪积平原。天然植被均为耐盐喜温的草本、小灌木、灌木。盐化草甸主要建群种为芦苇(*Phragmites communis*)，其他为花花柴(*Karelinia caspica*)、骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)、盐穗木(*Halostachys belangerina*)、甘草(*Glycyrrhiza uralensis*)、怪柳(*Tamarix ramosissima*)、黑果枸杞(*Lycium ruthenicum*)、小獐茅(*Aeluropus pungens*)、苦豆子(*Sophora alopecuroides*)等。从草甸土上开始的演替过程，植被变化尤为明晰，可以从艾丁湖盐厂公路的植被剖面显示出植被演替规律，从北向南植被依次分布为：

- A：骆驼刺—花花柴群落 伴生怪柳(*Tamarix ramosissima*)，芦苇(*Phragmites communis*)，盐穗木(*Halostachys belangerina*)等，盖度 20 %~30 %，骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)平均高度 45 cm，海拔-100 m~-70 m。
- B：黑刺—芦苇群落 伴生骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)等，盖度 20 %左右，黑刺(*Lycium ruthenicum*)平均高度 30 cm，海拔-130 m~-100 m。
- C：芦苇—骆驼刺群落 盖度 10 %~ 20 %，芦苇(*Phragmites australis*)明显矮化，海拔-150 m~-130 m。
- D：盐穗木—盐节木群落 植被为盐生半灌木，盖度 5 %~10 %，盐穗木(*Halostachys belangerina*)，平均高度 70 cm，海拔-151 m~-150 m。

b.2.3 沙生植被类型

分布于半固定沙丘，主要位于火焰山南部绿洲南缘。植被稀疏。大多为怪柳(*Tamarix ramosissima*)、芦苇(*Phragmites communis*)、骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)、驼绒藜(*Ceratoides latens*)等。怪柳耐盐性强，为优良的固沙植物，这对防风固沙具有重要意义。

b.2.4 天然河谷林类型

主要位于大河沿沟系、煤窑沟、恰勒坎沟、塔尔朗沟等河谷地带，分布有限，主要树种为杨、柳、榆等。基本无经济价值，但在涵养水源，防止水土流失方面有一定作用。

b.2.5 戈壁荒漠林类型

零星分布于地势低洼的荒漠盆地、沙漠腹地的河床地带。主要树种为胡杨(*Populus euphratica*)，林内混生苦豆子(*Sophora alopecuroides*)沙拐枣(*Calligonum mongolicum*)、梭梭(*Haloxylon ammodendron*)、骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)、芦苇(*Phragmites communis*)等。灌木林主要分布于托克逊县和鄯善县南缘的沙荒、盐荒地上。植物以沙拐枣(*Calligonum mongolicum*)、梭梭(*Haloxylon ammodendron*)、骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)等耐旱的灌木和半灌木为主。

b.2.6 山地针叶林类型

分布于 2500m 以上的山区。由于降水较少，呈块状、片状有限分布，有云杉(*Pinaceae*)、

柏科 (Cupressaceae) 等。基本无经济价值, 主要功能仅为涵养水源。

c. 天然植物资源合理利用策略

吐鲁番盆地严酷生境造就出了许多富有高经济价值和生态功能显著天然荒漠植物群落。这些植物在恶劣的环境中历经大自然千百年选择生存下来, 生命力强, 抗逆性强。所以应遵循“生态稳定性原则”、“区域完整性原则”、“地域主导原则”、“综合性原则”进行保护、恢复性开发与利用使之形成产业化, 充分发挥其潜藏的巨大经济价值、社会价值和生态价值。从自然生态和社会经济两个方面创造出能融合自然和人类活动的优良环境, 使综合生产力和居民的生活质量得到提高。

c.1 绿洲防护林体系工程的深入实施

多年来, 吐鲁番始终把造林绿化工作融入地区经济社会发展的全局考虑, 动员群众植树造林。同时结合实际, 积极实施退耕还林还草、“三北”防护林体系建设等 8 项重点绿化工程, 使造林面积每年逐步增多。中韩合作重点风沙区治理工程一期造林已于 2003 年在吐鲁番市郊红旗乡正式展开。计划建成防风固沙人工林 1200 hm², 主要种植梭梭、沙拐枣和红枣树等固沙树种。但在实施防护林的建设过程中重点仍然是加强其后期管护。

c.2 继续推广吐鲁番治沙实验站治沙成果

近 50 年来, 吐鲁番治沙实验站在防治荒漠化实践中摸索出了许多成功模式。研究开发草炭防治荒漠化技术和“乔、灌、草、带、网、片”相结合的综合防护体系; 利用坎儿井冬闲水冬灌, 进行沙荒造林; 规划建立荒漠植被保护区, 将天然植被与农业开发课题围栏封育荒漠植被, 有效提高植被覆盖度 5% 以上; 利用工农业生产弃水或尾水对荒漠植被补水; 引入人工植被, 生长量提高最高可达 50%, 有效激发土壤种子库以提高荒漠草本植物覆盖度; 建立农、林、草、药复合种植综合示范区。

c.3 依靠产业, 转变传统牧业方式, 切实保护天然植被

c.3.1 制定禁止事项

实施“围栏封育、禁止放牧、防蚀固土、隔年轮采”的保护措施。境内禁止砍用湿柴, 挖活根; 禁止打草挖根; 禁止在落子前割草; 分区轮牧; 禁止过牧; 禁止进入次生幼林区; 禁止砍伐树枝树头喂养牲畜。但这些现象仍屡屡发生。所以, 生态建设应“以人为本”, 综合治理。

c.3.2 在荒漠地区实行科学的生态环境改善措施

在荒漠区做好生态建设科学规划, 并加强国家林业局“三北”防护林建设的统筹协调作用, 及时足额拨付造林封育资金。同时建立相应的市场机制, 依靠产业拉动, 改变传统放牧的畜牧业生产方式, 利用人工种植的桉柳枝叶等进行舍饲。引导居民从生态破坏者转为生态建设者, 切实实行天然植被的保护。这样既能实现畜牧业的高度集约化经营, 又保护了荒漠天然植被, 使荒漠上生长的林木、灌丛、旱生植被得到正常生长, 解决了发展畜牧业同保护生态的矛盾。从而实现良性循环, 良性发展。

c.4 保持地下水资源的稳定

中国西部干旱地区的荒漠植被绝非通常想象中的“缺水干渴”。由中国科学院新疆生态与地理研究所、新疆社会科学院经济研究所、兰州大学干旱农业生态国家重点实验室和德国格廷根大学生态与生态系统研究所、奥地利维也纳大学植物生理研究所科学家于1998~2001年间对塔克拉玛干沙漠南缘策勒绿洲和沙漠之间的过渡带植物生理学和灌溉模型试验项目中发现单纯的灌溉不能改变这些植物的水分状况，而保持地下水位稳定对维持荒漠植被正常生长至关重要，此项研究说明这些植物对地下水有着很强的依赖性。为保持稳定的地下水资源，其合理措施：1) 统筹规划水资源，提高重复利用率，使有限的水资源得到最大限度的利用。2) 控制水资源开发规模，避免过量开采地下水资源。3) 建立水资源管理机构，合理安排上中下游的用水配额，积极推广先进节水灌溉技术，尽量减少水库、渠道等设施的无效蒸发。4) 提高水资源的经济效益，大力发展节水型产业。

c.5 天然植被恢复与开发利用

天然植被恢复、驯化栽培、开发利用灌草，使之产业化，发挥其潜藏的巨大经济价值、社会价值和生态价值。

c.5.1 胡杨的恢复

胡杨是荒漠区的珍贵资源，但大部分处于衰退状态。它们是自然条件下自然选择的天然适生种，生命力强，抗逆性强，可以适当开挖一些引水沟至天然林附近，促进根蘖，达到更新、复壮的目的。同时加强看护人员的配备，防止过樵滥牧，尽可能使林地面积扩大，促其恢复。

c.5.2 柽柳的栽培、利用

柽柳分布较广，适应能力强，对生态环境要求不严，河岸湖边弱盐渍化沙质土或壤土，地下水位2-4米的湿润环境，甚至在地下水位6米以下的沙丘边缘、丘间平地、新月型沙丘上都能正常生长，根系异常发达，根的萌蘖能力强，灌丛庞大，枝条茂密，不怕沙埋。同时，枝条叶子有盐分分泌，每年都有一层枯枝落叶层，能胶结沙面，因而能大量积留并固定流沙，形成高低不平的“柽柳沙包”，起着防风治沙的前哨作用。另外，柽柳的叶是牲畜舍饲的原料，枝干是造纸的优质原料，改变造纸工艺进行“氨处理”，其废水可直接浇灌，用于固结沙质土壤。所以，恢复、保护、充分合理利用柽柳是绿洲经济建设和保持生态环境良性循环的重要内容。

c.5.3 刺山柑的驯化栽培及开发利用

刺山柑是防止土壤风蚀的优良树种。据观察测定，由刺山柑为建群种所形成的荒漠植物群落地段，在提高地面粗糙度、降低风速及防止地面风蚀等方面的作用十分明显。除此之外，刺山柑的经济用途也很广泛。可药用，据《新疆药用植物志》记载，刺山柑叶、果和根皮均能入药，主要功能有祛风除湿、止痛、消肿，外敷患处治风湿性关节炎和疮毒。刺山柑还是一种牛、羊、马、驴、骆驼等动物喜食的饲用价值较高的牧草。另外，刺山柑的种子富含油脂，含量达36.37%，出油率约为22%，与油菜的接近，可开发食用油。但目前对刺山柑开发利用者甚少，应该加大其驯化栽培和开发利用的力度。

c.5.4 继续扩大麻黄、甘草等野生植物的利用价值，创建荒漠植物高效生态综合生产区

从人工栽培、组织培养、化学合成以及转基因工程技术等多方面开发麻黄、甘草资源，同时鼓励机关、企事业单位、外商以及农牧民个人参与建设，做强麻黄、甘草产业，这对保护荒漠植被极为有利。

c.5.5 建立极端生境植被资源基因库

干旱区的野生植物基因资源在国际上被公认为是 21 世纪人类对农业、食物、医药、工业原料等需求的最重要来源，是生物技术研究的重要物质基础、生物多样性的的重要组成部分，同时也是国家可持续发展的战略资源。吐鲁番是暖温带干旱荒漠区极端生境野生植物的基因宝库。干旱区在地质历史的长期自然选择和适应过程中，演化形成了许多适应于干旱生态环境的生物物种和特殊的基因型，其中具有大量耐旱、耐高温、耐强辐射、耐盐碱、高光合效率、具特殊次生代谢化合物(芳香油、生物碱等)的基因。亟待建立吐鲁番盆地荒漠植物的种子库和基因库。

4.4.2 吐鲁番研究区人工林及其合理利用

吐鲁番地区坚持以林业重点生态工程项目建设带动林业大发展的方针，依据实际情况拟定，生态公益林在林业用地中的比例为 80 %以上，商品林（包括用材林、经济林、薪炭林）则为 20 %以下，进而努力实现经济与生态的和谐发展。

a. 人工林林种布局

公益林分布于：1) 风沙沿线，荒漠化区域（如艾丁湖乡、恰特卡勒乡、二堡乡、三堡乡等地）的防风固沙林；2) 各乡镇风沙前沿的防护基干林，乡村主干道的框架林带；3) 大河沿沟系、煤窑沟、恰特勒坎沟、塔尔郎沟等上下游；4) 艾丁湖周边的固沙林；5) 农田、牧场防护林；6) 312 国道、兰新铁路护路林；7) 市、乡、村环境保护林及风景林；

商品林主要分布于绿洲内部交通便利集中连片的乡镇，且不易造成风沙灾害、水土流失，对生态环境不构成威胁的区域，如各片林及毛渠等地。

b. 人工林现状调查以及人工林分布的变化

b.1 退耕还林还草措施

2003 年中有 3297 hm² 农地还耕为林地。为 1) 约 2,000 hm² 的石榴、葡萄林、2) 约 1,330 hm² 的梭梭生态林、3) 2,283 hm² 的红枣等生态林。

b.2 “三北”四期防护林建设工程

重点突出防沙治沙，在风沙危害区集中连片、规模造林，实施工程治沙 1,558.67hm²。栽植更新的农田防护林均为标准化林带，农业生产条件得到了进一步改善。

b.3 国家重点公益林保护工程

鄯善县、托克逊县作为森林分类经营试点县，自 2002 年开始森林分类经营试点工作，建立了护林员队伍，基础设施完善，档案健全，管理规范标准，使公益林得到了有效管护，荒漠植被覆盖度由 0.2 提高到 0.3，减少了风沙的危害。

b.4 绿色通道建设工程

在前两年的基础上继续稳步发展,吐鲁番市 312 国道绿色通道建设工程和托克逊县“三十里风区”防风治沙工程作为吐鲁番地区两大绿色通道建设工程今年共完成了 8.5 公里、面积 17 hm²的公路绿化任务,树木长势良好。

b.5 艾丁湖风沙区固沙造林项目

新疆第一个林业外援项目。由韩国无偿援助 100 万美元,用于改善吐鲁番地区的生态环境,主要对吐鲁番市市区以南的艾丁湖风沙区的治理,项目规划固沙造林总面积 1,200 hm²。自 2003 年正式实施造林以来,进展顺利。目前已完成 1,000 hm²公益林的固沙造林面积,成活率在 90%以上,接种大芸 40 hm²,土壤改良剂试验 133 hm²。工程预期将于 2005 年春季完工。

b.6 待建工程

- (1) 吐鲁番沙漠植物园防沙治沙改扩建工程。将建成防风固沙林、防护林、经济林 1,190 hm²;改扩建后各专类园总面积 168 hm²;各景区游览面积 181 hm²。
- (2) 利用日元贷款在吐鲁番市、鄯善县、托克逊县风沙危害、土地沙化、荒漠化趋势较严重的区域进行建设,拟规划面积 2,762 hm²,其中:人工造林 2,462 hm²,人工种草 300 hm²。

【参考文献】

- 1) 黄培佑,《干旱区免灌植被及其恢复》[M],北京:科学出版社,2002 52~59
- 2) 李文漪,《中国第四纪植被与环境》[M],北京:科学出版社,1998 180~184
- 3) 潘晓玲等,《西北干旱荒漠区植物区系地理与资源利用》[M],北京:科学出版社,2001 56~57,94~97
- 4) 党荣理等,西北干旱荒漠区植物属的区系分析[J],广西植物,2002 (2)121~128
- 5) 顾峰雪等,中国西北干旱荒漠区盐生植物资源与开发利用[J],干旱区研究,2002 (4)17~20
- 6) 吐鲁番森林分类区划界定报告,新疆吐鲁番林业局,2001 12~15
- 7) 新疆维吾尔自治区统计局,吐鲁番统计年鉴[M],北京:中国统计出版社 2004
- 8) 黄文房等 绿洲发展与生态环境建设[M],新疆:新疆科技卫生出版社 1998

4.5 吐鲁番绿洲地区环境区划

4.5.1 概述

环境区划是一种部门区划，它从区域环境系统性的观点出发，以环境条件及环境问题的相似性与差异性为基础进行划分。环境区划是区域环境研究成果在更高层次上的体现，是随着区域环境研究进展而产生的研究方法。

绿洲地区的环境区划又有着它自身的特点，即每个绿洲都有与其它绿洲类似的地理结构。所以，从总体上看，各绿洲的自然环境条件与环境问题有其相似性。但由于绿洲之间所处地貌单元，气候区及水源条件不同，它们也表现出各自独有的特色。因此，绿洲环境区划中相邻绿洲之间的区划单元在地理上将会出现重复，其综合特性也会十分相似，这一点与其他类型环境区划是不同的。

新疆地处亚洲大陆腹地干旱区，绿洲是干旱区最重要的生态系统，其环境特点与湿润地区完全不同，人类活动也主要集中在绿洲上。因而干旱区的绿洲是干旱区环境研究的重点。

同其他的部门区划一样，环境区划有以下一些基本特性：地域性、综合性、宏观性、等级划分。

4.5.2 区划的原则

区划的原则是选取区划指标，建立等级系统的准绳，也是区划的核心问题之一。关于环境区划的原则，目前尚无统一意见。在自然区划中，一般有发生统一性原则、相对一致性原则、区域共扼性原则，综合性原则、主导因素原则等，这些原则对环境区划有重要参考价值。在绿洲环境区划中，考虑到所用资料中农业区划所采用的是相对一致性原则，所以这里也采用相对一致性原则。(1)自然环境结构的一致性原则：绿洲内部自然环境结构的一致性，主要体现在区划单元内环境结构的一致和区间环境结构的差异上。在绿洲的不同部位上，自然环境结构特征是不同的，因此人类活动的类型、强度也不同，同时环境对由于人类活动引起的环境压力的承受程度也不同。(2)社会环境结构及其对环境影响相似性的原则：社会环境结构的特点取决于人类活动的特点、方式和程度，而人类活动又受自然环境的制约，在特定的自然环境中，人类只能尽最大可能利用自然资源进行生产活动，由这种生产活动带来的环境影响也就具有了与其他区域不同的特点。因此社会环境结构的区内相似性与区间差异性为绿洲环境区划的原则之一。(3)尽量保持行政区划完整性的原则：在进行绿洲环境区划时，尽量保持县界及乡界的完整性。这样做，有利于对区内经济发展及环境保护进行统筹规划、统一领导，有利于环境保护措施的落实。实际上，绿洲之间的自然界限常常是行政边界的基础，因此绿洲区划中保持现有行政区划的完整是完全可能的。

a. 环境区划的指标体系

绿洲环境区划中指标体系的建立，主要依赖于绿洲环境特点及问题的认识水平与程度。另外选取的指标数量不能太多，否则不但增加工作量，而且还可能歪曲主要指标应有的作用。

a.1 一级区(区)

地貌指标：地貌单元、海拔高度；气候指标：>10 平均积温，无霜期；水文指标：年径流深度。

a.2 二级区(亚区)

土地资源：各等级土地的数量；矿产资源；能源及其它矿产资源；资源开发；工、农业产值。

a.3 三级区(小区)

主要环境功能：工、农业等；主要环境问题：大风、干热风、沙害、盐渍化、工业污染等。

b. 环境区划的方法

环境区划常用的方法有图示法及数量分区法。

图示方法是在以前完成的各种图件基础上，用叠置法等方法进行分区。一般传统方法是，将若干环境要素图叠置在一起，选取其中重叠率不同的部分初步划界，然后在叠置法基础上，用数量分区方法对位于边界上或界定不明确的部分进行计算、分划。在绿洲地区，各环境要素区域分布鲜明，边界比较清晰，十分有利于使用叠置法。同时由于绿洲内部各自然要素的实测点分布较稀，用数量分区方法，数据达不到统计要求，因而使得数量分区方法变得不再可行。近年来，由于地理信息系统在区划工作中的大量运用，使得图示方法的表示更加清楚、准确，在绿洲环境区划中，完全可以取代其它方法而进行准确的区划。

吐鲁番绿洲地区划为 3 个一级区，8 个二级区和 14 个三级区。图 4.5.1 所示

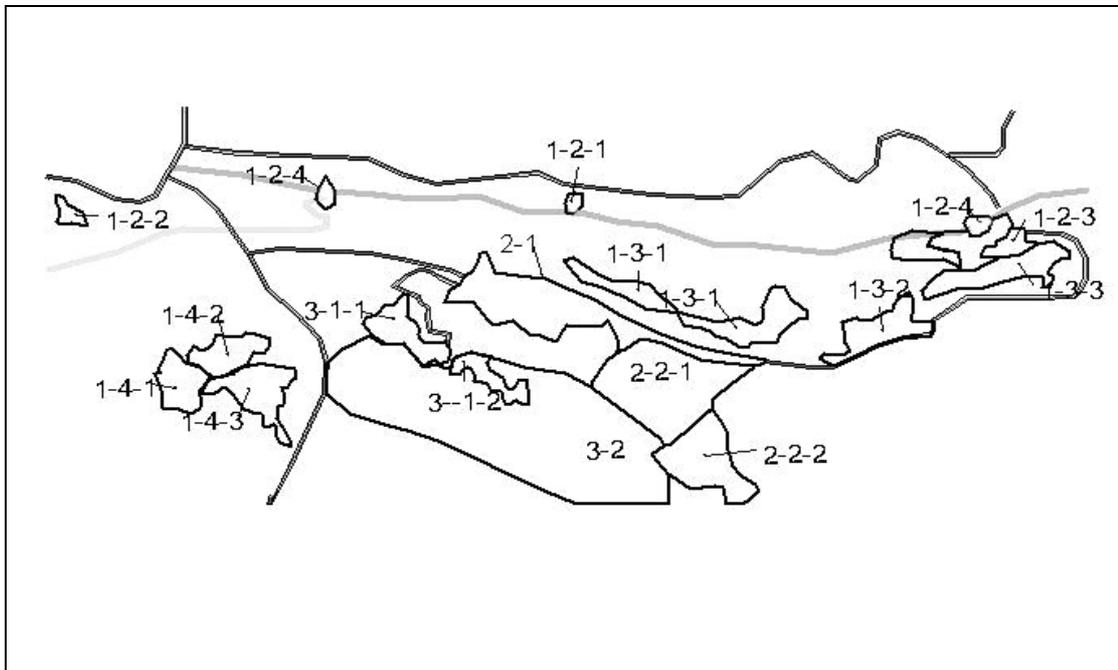


图 4.5.1 吐鲁番地区绿洲区划图

图 4.5.1中：其中：1-2-1 为七泉湖化工、煤炭小区；1-2-2 为柯尔碱煤炭工业小区；1-2-3 为鄯善石油开发小区；1-2-4 为吐鲁番、鄯善火车站运输小区；1-3-1 为胜金、连木沁农业小区；1-3-2 为辟展绿洲城市农业小区；1-3-3 为七克台石油开发小区；1-4-1 为伊拉湖绿洲农业小区；1-4-2 为河东绿洲农业小区；1-4-3 为托克逊绿洲城市农业小区；2-1 为山南西部农业亚区；2-2-1 为鲁克沁绿洲农业小区；2-2-2 为迪坎儿环境问题严重小区；

3-1-1 为艾丁湖湖积平原风沙严重小区；3-1-2 为艾丁湖湖积平原盐渍化小区；3-2 为艾丁湖及湖周盐沼亚区。

c. 环境区域等级区分

(2)二级区的划分：二级区是在一级区划分的基础上，依据区内自然资源条件、开发利用程度及社会经济发展的一些指标进行的进一步划分。

c.1 一级区的划分

以地貌、气象、水文等自然要素为依据，根据它们的区域差异，将吐鲁番绿洲地区分为天山山区及山前冲洪积平原区、火焰山及山南冲积平原区和艾丁湖及湖积平原区 3 个一级环境区。

c.2 二级区的划分

二级区是在一级区划分的基础上，依据区内自然资源条件、开发利用程度及社会经济发展的一些指标进行的进一步划分。

c.3 三级区的划分

三级区是二级区的细分，其划分依据主要为环境功能及环境问题的差异。

各级区的命名原则，一级区：区域地理位置名+地貌单元名；二级区：地区地理位置名+环境功能；三级区：乡(县)地名+环境功能+环境问题(三级区的命名在环境问题较轻的单元以环境功能为主，环境问题严重时以环境问题为主)。

4.5.3 吐鲁番绿洲环境区总体质量评价

环境区划的目的之一，就是揭示不同环境区总体环境质量的差异。吐鲁番盆地绿洲环境区的环境质量总体评价中，选取了对环境质量有决定性作用或影响较大，能直接或间接反映区域环境质量状况，资料齐全的 11 个要素作为总体环境质量评价的主要因子。即：自然环境条件指标：包括年平均径流深度、植被盖度、优质耕地（一、二等地）占全部耕地的比例、>10 年平均积温、无霜期等指标。社会经济环境指标：包括人口密度一个指标。对绿洲农业区而言，人口密度对环境的影响最大，而且人口密度与区域经济发展、资源开发强度呈明显的正相关。因此 绿洲地区的人口密度表达了人口及经济的双重信息。环境问题指标：吐鲁番绿洲地区主要的环境问题包括大风，干热风、沙害、盐渍化等。用每年大于 8 级大风的天数、干热风的次数。盐渍化及沙化占耕地的百分比等数量指标，可以明确地反映区内环境问题的性质与强度。

有些小区本身自然条件优越，水源丰富，光、热条件好，土地比较肥沃，而且环境的限制条件也较少、大风、干热风、风沙及盐渍化危害较轻，如 2-2-1 鲁克沁绿洲农业环境小区及伊拉湖绿洲农业小区。有些小区自然条件也不错，如 1-4-2 河东绿洲农业小区、1-4-2 托克逊绿洲城市及农业小区，光、热条件良好，尤其是水源十分充足，发展绿洲农业的条件较好，但这两个区农业环境的限制条件都比较明显，问题较严重，前者地处白杨河口风口地带，大风危害十分严重，后者地处西部绿洲区的汇水地带，地势低洼，盐渍化问题成为长期困扰该小区农业生产的大问题。这些突出的限制因子大大抵制了它们优良的自然环境得分。还有些小区本身自然条件较差，如火焰山北的几片绿洲，光热条件为吐鲁番地区最差，但这些小区自然灾害较少，综合后总体自然环境较好。在加入

表征绿洲社会经济环境的唯一因子——人口密度后，我们的评价又会有所改变，主要是人口密度大的城市近郊区评价较差，而人口密度最大的三个城市所在小区评价最低，这表明人口密度这一单一因子在绿洲地区表达了的重要环境信息。

【参考文献】

- 1) 吐鲁番统计年鉴 2004，吐鲁番地区统计局编，中国统计出版社。
- 2) 新疆通志地质矿产志（1986—2000年），新疆人民出版社。
- 3) 新疆维吾尔自治区吐鲁番市“五河”流域规划报告（上下册），吐鲁番地区、水利部、新疆维吾尔自治区水利水电勘察设计研究院，1998年。
- 4) 新疆维吾尔自治区托克逊县“两河”流域规划报告（上下册），吐鲁番地区水利水电勘察设计研究院，2001年。
- 5) 黄文房等，绿洲发展与生态环境建设，新疆科技卫生出版社，1998。

4.6 艾丁湖生态环境变化分析及预测

4.6.1 艾丁湖的区域自然地理概况

艾丁湖位于新疆吐鲁番盆地最低洼处,其地理坐标为 $40^{\circ}43' \sim 42^{\circ}32'N$, $89^{\circ}10' \sim 89^{\circ}40'E$, 海拔高度低于海平面 155 m,是我国最低的湖泊,为世界陆地的第二低地。艾丁湖系维吾尔音译名,意为月光湖,以湖水似月光一样皎洁美丽而得名。

艾丁湖流域面积巨大,几乎包括了整个吐鲁番盆地,在地质史上它曾经是相当大的湖泊,老湖盆长约 40 km,平均宽 8 km,面积约 150 km^2 。汇入艾丁湖的水系是东天山博格达山南坡诸河,主要有白杨河、大河沿河、塔尔朗河、煤窑沟、黑沟、吐拉坎沟、二唐沟和天格尔山南坡的阿拉沟,还有觉洛塔格北坡的季节性河流和地下水,所有河沟出山口年径流量的合为 7.6×10^8 左右。但是,地表径流大部被引用,补给艾丁湖的只有少量地表水(白杨河和阿拉沟)、泉水、坎儿井等灌溉下渗的地下水量。

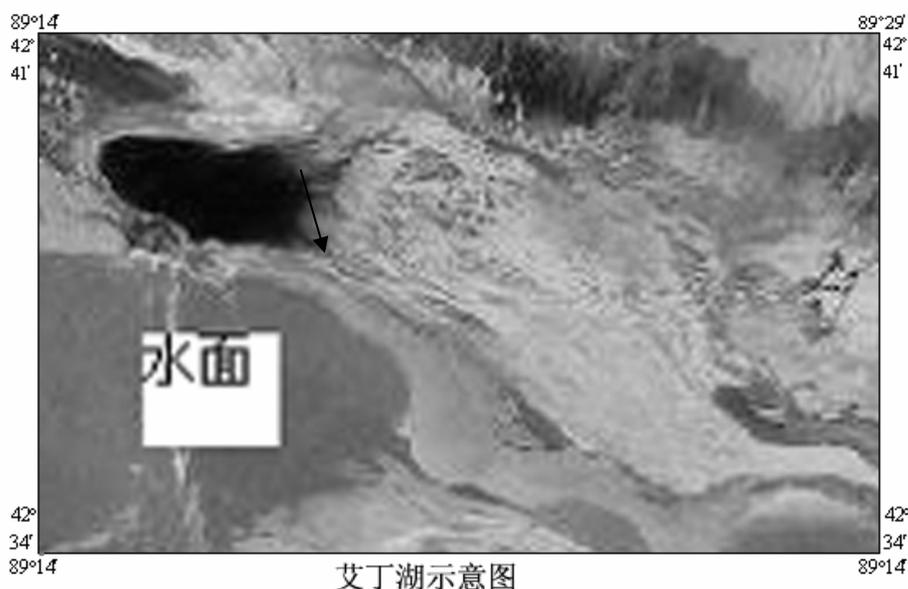


图 4.6.1 艾丁湖示意图

现代艾丁湖已处于干涸阶段,惟一能补给艾丁湖的河流仅白杨沟河。到 2003 时,艾丁湖水面的东西长 6 km^2 ,南北宽 2.6 km,深度不足 1 m,面积约 14 km^2 , (如图 4.6.1)大致处于东经 $89^{\circ}13' \sim 89^{\circ}20'$,北纬 $42^{\circ}38' \sim 42^{\circ}41'$ 范围内。湖面以外的近代湖盆东西长约 50km,南北宽约 10 km,面积约 450 km^2 。现代艾丁湖为盐湖,湖水矿化度达 210 g/l ,水化学类型以 $\text{SO}_4\text{-Cl-Na}$ 型为主。盐湖主要产出矿物有石盐、芒硝、无水芒硝、次要矿物有石膏、钙芒硝等。^[1]

4.6.2 基于遥感影像的艾丁湖演变

a. 湖泊的沉积环境变化

吐鲁番盆地是古天山褶皱带中的山间断陷盆地,在整个中-新生代沉积了巨厚的地层,最大厚度可达 6,000 m。盆地中,中生界和下第三系由河流相、湖泊相、河湖相、沼泽相的砂岩、砾岩、粉砂岩、泥岩等组成,侏罗系富含煤系地层,并储有丰富的石油资源。

上第三系为一套干燥气候条件下形成的河流相和湖泊相地层,其中中新统厚 500 m,上新统最大可达 800 多米,中、上更新统和全新统主要为冲洪积、湖积、化学沉积和风沙堆积,总厚度约 200-300 m。

艾丁湖处于吐鲁番盆地中部,北侧是受新构造运动影响隆起的盐山、火焰山等背斜构造,构造由中、新生界组成。与火焰山地区为一个整体,艾丁湖在中生代必然有沉积,较早的艾丁湖湖相沉积至少可以追溯至上新世末。新疆地质局 11 地质队曾在艾丁湖区进行钻探工作,在现艾丁湖标志碑附近的代表性钻孔深 185 m,孔底部出现上新统棕红色泥岩,154-182m 为棕红色砾岩,154 m 以上依次出现粉砂质粘土层、含砾细砂层、中细砂层、粉砂质粘土层、含砾中粗砂层、粉砂质粘土夹细砂层、含砾中细砂夹粘土层、石膏粉砂质粘土层、石盐层。中科院青海盐湖研究所李秉孝的研究探讨了中更新世以来艾丁湖的沉积变化,他认为艾丁湖经历了淡水湖、咸水湖和盐湖三个水质演化阶段。钻孔在 24.11 m 以下时,湖泊沉积是粘土层和砂层交替沉积,下部粘土层中有介形虫化石,此期湖泊为淡水期;钻孔在 11.6-24.11 m 处,湖泊沉积以砂层为主,夹砂质粘土沉积,富含石膏团块或夹层,此期为湖泊咸化期,相当于晚更新世;钻孔 11.6 m 以上,湖泊沉积以富含蒸发岩类的砂质粘土为主,蒸发岩类包括石膏、芒硝、无水芒硝、钙芒硝和石盐等。由下向上,蒸发岩类含量逐渐增加,在 4.95 m 以上占到 50% 以上,这一时期是湖泊的盐湖期,相当于晚更新世至全新世。^[2]

上述沉积变化显示,艾丁湖至少在上新世末已经存在,水质为淡水,中更新世以来,湖泊由淡水期逐渐进入咸化期,直至盐湖期,沉积物中蒸发岩类由下向上逐渐增加。另外,在咸化湖阶段和盐湖阶段,水质也多次出现盐化-淡化的交替过程,反映了湖泊总的演化过程是向盐化干涸方向转变,但其间也有波动。

b. 湖面变化

封闭的吐鲁番盆地,由北部最高的博格达峰,海拔 5,445 m,到盆地中心偏南的最低洼的艾丁湖,海拔-154 m,在水平距离约 100 m 的范围内,相对高差达到 5,599 m。盆地中心的湖积平原,无疑曾是古艾丁湖淡水时期的水域范围。这一带状延伸,面积约 251 km²,较现代的艾丁湖面积要大 10 几倍。这个湖积平原最宽处不过 5~6 km,一般只有 2~3 km,而海拔却变化在-104~150 m 之间,相对高差 46 m。在这种独特的地形条件下,艾丁湖在淡水期丰水时节,泥沙受水动力作用,向低洼处运动,形成浊流沉积,构建成该湖相沉积一大特征。

根据艾丁湖沉积物的变化过程所示,艾丁湖至少在上新世末已经存在,水质为淡水。中更新世以来,湖泊由淡水逐渐变为咸水,直至盐湖。晚更新世,艾丁湖长约 95 km,宽 20~35 km,面积 2,500~3,000 km²。全新世以来,湖泊面积进一步缩小,其间也曾有过扩张,但规模不大。全新世早期,艾丁湖面积约 1,400 km²,全新世晚期,湖面海拔约为-150 m,面积约为 300 km²。按照现存资料:清代宣统元年(1909)绘制的吐鲁番厅图,艾丁湖水面积为 230 km²。之后,湖水面积变化很大,根据地形图量算,20 世纪 40 年代,艾丁湖面积约 150 km²左右。1958 年航片上艾丁湖湖面积 22 km²。70 年代,按当时的航片量算,湖面积约为 60 km²。然而 1986 年 spot 影像显示,湖水面已消失。1993 年 4 月的实地观察表明,在 89°4'54"E, 42°39'9"N 处可看到以北 300~500m 处有水面波动。因为湖的四周与极为广阔的盐光板地和盐沼泽连成一体,湖水面积很难准确介定。估计当时湖面在 10 km²左右。1994 年不足 3 km²。1999 年的 ETM 像片显示,艾丁湖水面形状酷似一只鸟贼,其头部就是阿拉沟和大河沿河进入艾丁湖的水口,这里水深达 7m,尾部面积很大,水浅处约 2~3m,面积约 16.41 km²。从 2003 年 MrSid 影像上分析得出其湖水面积约为 13.27 km²,尾部消失较明显。2004 年 9 月的 spot 影像中湖面面积又消失为零了。

通过上述对不同时期(1986、1999、2003、2004 年)的 SPOT、ETM 以及 MrSid 遥感影像的解译分析和历史资料可以明显地看出其近 20 年来的湖面变化情况以及其变化趋势。(图 4.6.2)

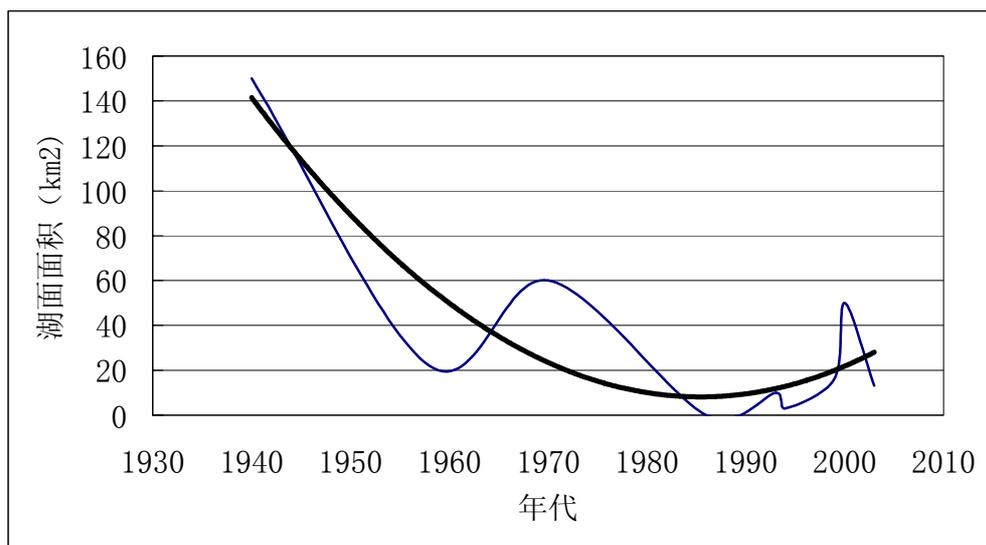


图 4.6.2 艾丁湖历年湖水面变化图

从图 4.6.2中可以看出:自 20 世纪前期即 30、40 年代至 20 世纪 80 年代中期,湖泊面积一直呈萎缩减少之势,尤其是从 20 世纪 70 年代到 1986 年的这一时期内,湖面急剧缩小,直至干涸,并持续了几年的无水状态。由于种种原因(主要是气象气候),从 90 年代初开始,湖面又再度出现并缓慢增大,但变化幅度不大,到 2000 年 3 月,湖面面积又迎来了 20 世纪 80 年代以来的最大值,大约 50 km^2 ;此后湖面变化呈现出不断反复之势,但是总体的变化趋势仍是缓慢缩小,2003 年湖面面积大约在 13.3 km^2 ,而到 2004 年 9 月,遥感影像上又显示其再度消失。

c. 湖区环境演变分析

艾丁湖面以外的近代湖盆地表由砂粘土和盐壳组成,异常坚硬。盐壳下约 1m 左右为卤水层。地表裸露,几乎无植被覆盖。艾丁湖地处极端干旱区,湖北侧托克逊县、吐鲁番市、鄯善县的年均降水量分别为 6.9 mm、16.4 mm 和 25.2 mm,而年蒸发能力却高达 3,723 mm、2,837 mm 和 2,727 mm,蒸发能力是降水量的 110~500 倍,平均 200 倍。北部面对天山山口,东部面对库姆塔格沙漠,因此艾丁湖地区气候不仅干旱,而且多大风,多干热风天气,生态环境相当严酷。

c.1 气候演变

很显然艾丁湖的湖面变化乃是该区域甚至吐鲁番盆地内气候变化的指示器,二者具有极大的相关性。尤其是区域内降水、气温、地下水位等因素的变化直接决定了艾丁湖湖区环境的变化和湖面的萎缩与扩展。

c.1.1 大气降水

根据已有气象资料显示:^[3]从 20 世纪 50 年代开始,艾丁湖区降水量尽管反反复复的变化,但是仍然呈下降趋势(如下图),一直到 20 世纪 70 年代中期,然后进入了一个相对较为稳定的时期,至 80 年代初其又有所回升,进入 90 年代中后期,降水明显增多,

1998 年达到近 50 年以来最大值。

在全球气候背景下，20 世纪 90 年代新疆平均气温升高 0.3 °C，但降水量却比 80 年代增加了 20 %~50 %不等，艾丁湖源流区降水量普遍偏多 5 %~15 %，夏季降水量偏多 20 %多。阿拉沟 1998、1999 和 2000 年连续 3 a 来水量偏多 75 %到 124 %，与此同期，艾丁湖各条河流出现了几十年不遇的大洪水。阿拉沟站 1996 年出现 $490 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 洪峰流量，3 d 洪水量达 $0.456 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，为 1957 年以来实测最大值。^[4]

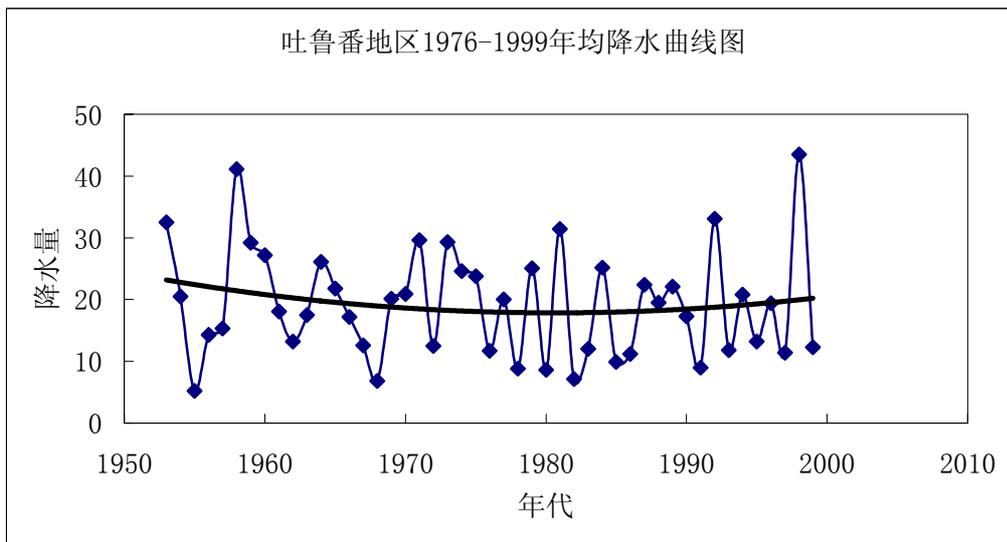


图 4.6.3 1976~1999 年吐鲁番地区平均降水量

艾丁湖是吐鲁番盆地水系的归宿地，湖水面积变化，受制于河水来量的变化。从上图可以看出，80 年代以来降水量的增加是艾丁湖水面扩大到 2000 年 3 月的 50 km^2 的主要因素。

c.1.2 气温变化

艾丁湖地区地处吐鲁番盆地的最低处，也是整个亚欧大陆的最低点，一如锥形容器的锥尖（底），其中热量与外界的交流具有其独特的性质，温度相对较高，对于湖面的影响自不待言，十分显著，尤其是对该区域内的蒸发量具有决定性的作用。下面是从 20 世纪 50 年代初到 20 世纪末吐鲁番地区的年均气温变化情况：^[5]

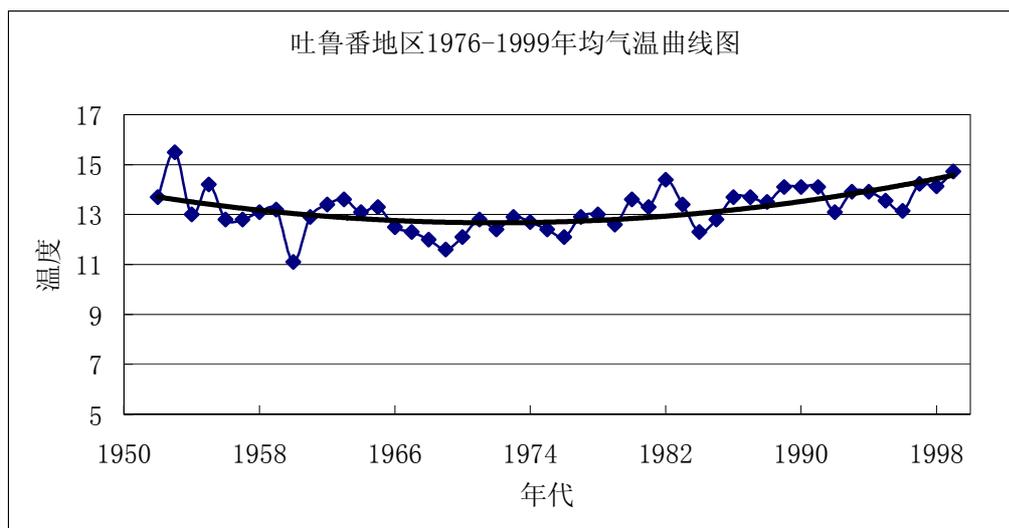


图 4.6.4 1976~1999 年吐鲁番地区平均气温

从上图可以看出，吐鲁番地区从上个世纪 50 年代初至 1969 年这一时期内，区域内的年均温度在反复变化的过程中，大致呈现出缓慢降低的发展趋势，此后气温再度进入持续上扬、升高的时期一直至今，其间 1975-1976、1982-1983、1996-1997 等时期有所相对回落，但是仍然是绝对升高中的相对降低。

气温升高势必会加大湖面蒸发，进而会对湖水面积及周围环境产生一定的影响。

c.1.3 风

风对于艾丁湖湖面变化的影响也是很显著的，尤其表现在对大气降水及其循环上，风的频率以及强度，在直接影响区域其他自然地理因素的同时，对区域蒸发量的影响是十分巨大的，湖面有水情况下，蒸发模式就是充分供水情况下最大蒸发能力的体现了，而最大蒸发能力与风直接相关联。吐鲁番地区的风尤其是大风极为频繁，这对于艾丁湖湖面和湖周环境的变化具有举足轻重的作用和影响。

c.2 人类活动

人类对于任何自然地理、生态环境的影响均是不可忽视的。在对艾丁湖的生态环境演变上亦然如此。

c.2.1 艾丁湖集水区域内对水资源的利用情况

因为区域水资源的总量是固定的，如果上游对地表、地下水资源的引用比例很大甚至超量，那么显然水资源流不到艾丁湖就已经没有了，没有地表、地下水资源的补给，在几乎没有大气降水的情况下，同时湖面的蒸发却没有停止，结果就只能是只出不入，湖面萎缩乃是必然；

c.2.2 周围生态环境的破坏和影响

对于周围生态环境的破坏和影响，会再间接的影响艾丁湖的生态环境变化，比如对于其周边地区植被的破坏等势必对艾丁湖有所影响；

c.2.3 人类在艾丁湖湖周围的活动

人类在艾丁湖湖盆附近的诸如采盐、采硝以及其他生产活动等会直接影响艾丁湖的微观生态环境演变。

d. 艾丁湖演变对生态环境的影响

艾丁湖的生态环境演变对整个吐鲁番市乃至吐鲁番盆地的宏观生态环境一方面起到了指示器的作用，同时也对其具有反影响力。

d.1 盐沼、盐壳地发育

盐沼、盐壳地发育 随着艾丁湖的萎缩，湖周湖面逐渐演变为盐沼地或干涸的盐壳地。盐沼湖水含盐量达 200 g / kg；盐壳地盐壳厚约 0.2-1.5 m，含盐 50-95 %，地表凸凹不平，局部地方可见 0.2-0.5 m 深的风蚀槽，地表裸露。

d.2 湖周围地区的植物

湖泊周边地区植物枯死，生态恶化 艾丁湖北部剖面 90-170 cm 处样品中灌木和草本植物花粉占 92.7 %，还存在香蒲属花粉，反映历史上这里曾经水草丰茂。野外考察发现英坎儿井、红星农场 3 队及 4 分场等地有大片芦苇、红柳、盐节木、黑刺和骆驼刺枯死；盐湖厂附近芦苇枯死，生长稀疏盐节木，植物由生长芦苇向盐节木演替；吐鲁番盐矿管理站南部可见茂密芦苇枯死，大片土地荒芜，动物绝迹，生态明显恶化。

d.3 土地荒漠化加速

由于湖泊萎缩，湖周地下水位降低，固沙植物大量枯死，风蚀、风积作用加剧。如拉木帕、公相地区，30 年代以来土地沙化数百公顷，流沙掩埋了大片农田和 7 个村庄；红星农场 3 队东部地区盐穗木、红柳大量枯死，风蚀平原、风蚀槽发育，固定沙丘复活，流动沙丘发育；在达浪坎、迪尔尔地方均可见大片沙地及流动沙丘，喀瓦坎儿井一带沙漠即将与库木塔格沙漠联为一体，土地沙漠化加剧。

d.4 湖周围的地形分类

艾丁湖湖区有湖积平原、干三角洲、冲湖积平原、冲洪积平原、洪积平原和沙漠等。由于湖泊萎缩引起的地貌类型演变主要表现在：(1)盐沼泽-盐渍地-盐壳地；(2)湖滨三角洲-干三角洲-平沙地-沙丘；(3)冲洪积平原-风蚀平原或沙地沙丘；(4)洪积细土平原-风蚀洼地、槽谷、雅丹地貌；(5)湖岸固定沙丘-流动沙丘；(6)湖积平原-风蚀平原。

d.5 风灾加重

艾丁湖干涸湖面增大及湖周植物枯死，有利于风速加快，湖水面积缩小使湖区干燥度增大。区内每年 3-6 月发生的大风、干热风造成农田肥土流失，作物连根拔起，小麦结实粒数减少，千粒重下降，甚至青黄枯死。鲁克沁、迪尔尔、达浪坎乡位于艾丁湖下风向，是干热风危害最严重的区域，大风携带湖区盐尘进入农田也直接危害农作物生长。

d.6 湖周围的生态移民

拉木帕、公相、迪尔尔过去曾是吐鲁番盆地人类活动频繁的地方，如今有大片土地沙化或盐化，流沙掩埋村庄，居民迁居，仅恰特喀乡近湖区就有近百户村民迁居。

e. 艾丁湖环境演变趋势及预测

艾丁湖的存在对吐鲁番绿洲生态环境有着至关重要的影响。绿洲土壤靠灌溉水把土壤中的盐分洗掉，通过地下水带入艾丁湖，起到改良土壤的作用。艾丁湖的变化对局地气候也有影响，当艾丁湖面积大时，对气候有一定的调节作用。目前艾丁湖面积很小，难以起到调节气候的作用，反之，干涸的湖区夏季增温迅速，成为盆地高温区。

艾丁湖区的环境变化与艾丁湖的萎缩有关，它是多种营力共同作用的结果，其中气候无疑是很关键的因子，同时区域人口数量及人为活动对其发展也有很为关键的影响。我们可以参照历史资料，得出影响湖区环境和湖面面积变化的主导因子即为降水、气温和人口。其中降水是最主要的因素，它直接影响其它河流对艾丁湖的补给量。根据历年艾丁湖区降雨和湖面面积值，简单的作了二者相关关系：

$$y = 12.156e^{0.0039x}$$

(y 是湖水面积, x 是年均降水量)

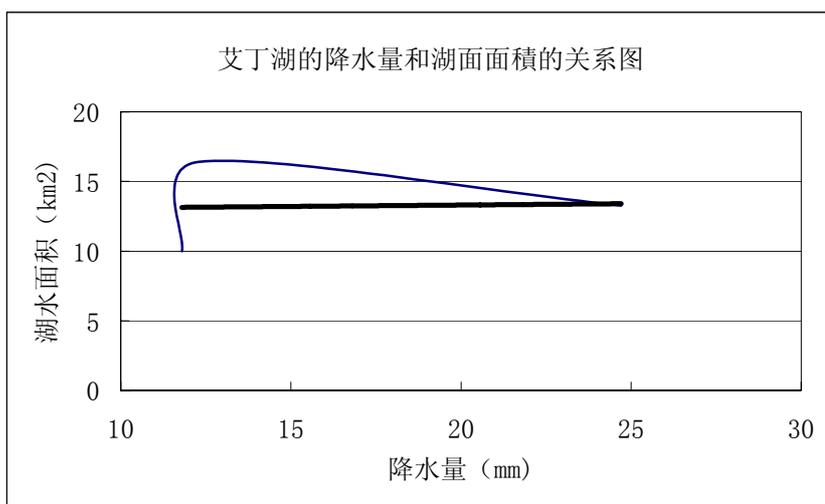


图 4.6.5 吐鲁番地区降水量与艾丁湖面积的关系

从关系式中可以看出湖面面积与降水量呈现指数关系，并且图中的趋势线也呈缓慢上升趋势。当然，降水量只是影响艾丁湖湖面面积及湖区生态环境的一个因素，其它气象条件，如气温，风，还有人类活动，政策等都会对其发展和变化产生影响。由于自然和人为因素，艾丁湖区生态环境已遭到了严重的破坏，如盐沼地面积扩大，植被枯死，沙漠化加重等等，生态环境极端恶劣。

在西北地区气候由暖干向暖湿转型的大背景下，艾丁湖地区环境也会慢慢发生改变，近年来湖水面的恢复就是一大证明。而且据遥感影像显示，2004 年湖区周围的植被面积较之前几年有所扩大。若采取一定措施，如节约用水，增加入湖水量；合理用水，减少水源损失；限制水库明渠发展，减少水源蒸渗损失；严禁乱砍乱挖固沙植物，杜绝乱挖骆驼刺沙枣树等防风植物等现象，艾丁湖区生态环境若干年后会有所好转，这是一项长期而且艰巨的任务。

f. 结 论

通过对艾丁湖湖面以及周围生态环境的演变分析，可以得出以下基本结论：

- 1) 艾丁湖的演变情况极不稳定，乃是多种营力共同作用的结果，而且还要注意的是，各种营力的作用往往并不规律、同步，所以对其研究就愈发困难了；
- 2) 由于现在科技手段的限制，以及社会经济条件的不及，对艾丁湖的监测缺乏准确性和动态性，资料十分有限，同时可信度并不是很高，那么这对于后期的研究和处理就十分不利了；
- 3) 是艾丁湖与周围生态环境的相互影响是很显著的，对此在科学界已经得到了共识，但是生态环境的保护一如其恶化，乃是全民的，社会的，必须引起各方面的真正关注和大力投入；
- 4) 是在防止环境继续恶化的同时必须采取科学有效的治理措施，比如严格控制人口增长，保证艾丁湖的生态需水量，保护湖面周围环境等等。

【参考文献】

- 1) 新疆吐鲁番盆地艾丁湖的环境变化[J] 冰川冻土 2003（4）：229-230
- 2) 黄文房等、1998、绿洲发展与生态环境建设[M]、新疆科技卫生出版社
- 3) 吐鲁番地区统计局、跨世纪吐鲁番[M]
- 4) 张新庆、1998、吐鲁番盆地地形与天气[J]、新疆气象、(6)11-13
- 5) 新疆维吾尔自治区统计局、2004、吐鲁番统计年鉴[M]、北京 中国统计出版社

4.7 吐鲁番地区石油开发对环境的影响

4.7.1 油田开发概况

新疆石油开发截至 2000 年的 15 年中，新发现及勘查石油、天然气矿产地 65 处；探明大型油田 1 处、中型油田 27 处、小型油田 11 处、大型油气田 1 处、中型油气田 13 处、小型油气田 4 处、大型气田 2 处、中型气田 3 处、小型气田 3 处。已探明的油气田主要分布于准噶尔盆地、塔里木盆地、吐鲁番—哈密盆地，三塘湖盆地和焉耆盆地有少数油气田，伊犁盆地、博乐盆地及柴窝堡盆地经勘查具有一定的油气前景。

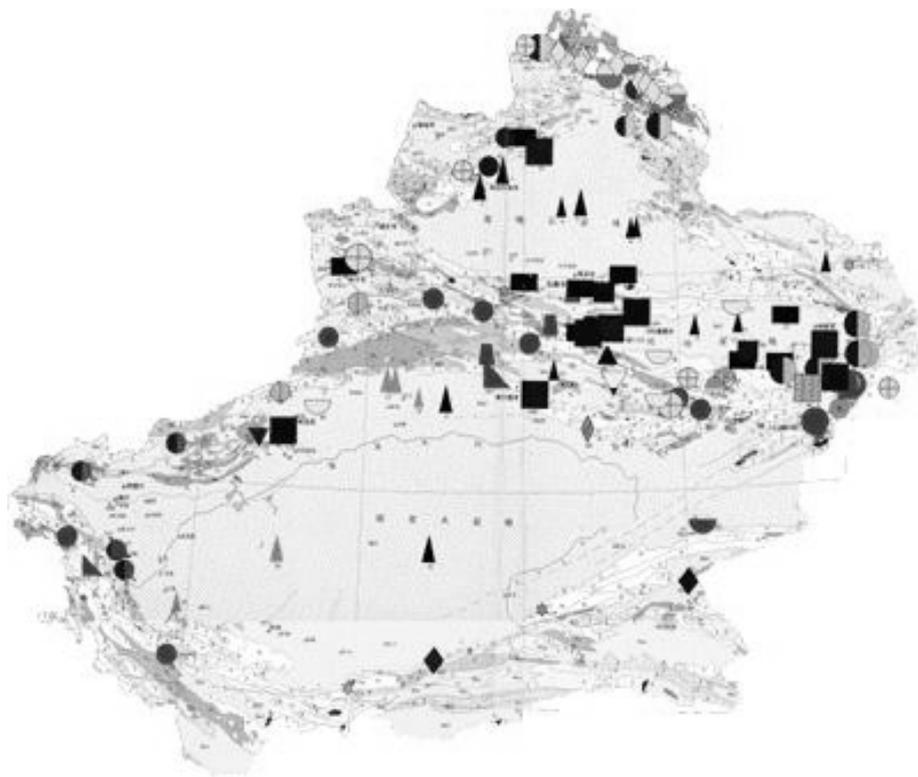


图 4.7.1 新疆维吾尔自治区主要矿产分布图

吐鲁番地区油田是吐哈油田的一部分，吐哈盆地的石油勘探工作早在 50 年代就已开始，先后找到胜金口和七克台两个小油田，探明近 200 万吨石油地质储量，其后勘探工作中断。在 1983 年底，原石油部西部勘探会议决定重上吐哈，陆续开展了地震和综合研究工作。1989 年 1 月第一口科学探索井—台参 1 井喜获工业油流，从而发现了鄯善油田。1990 年、1991 年以来先后发现了丘陵油田、温吉桑、米登、巴喀油田和丘东凝析气田。吐哈盆地石油总资源量为 15.75 亿吨，天然气总资源量为 3650 亿立方米。已累计探明石油地质储量 20830.2 万吨（含凝析气），探明天然气储量 741.98 亿立方米（含油解气），油气当量累计探明 28250 万吨。吐哈发现的油气田主要储油地层为侏罗系，在三叠系、白垩系也发现有油气，还有更多更广的领域需要探索。截止 2000 年底，吐鲁番地区共发现了鄯善、丘陵、温吉桑、米登、葡北、神泉、吐鲁番、红南、连木沁等油气田和含油气构造。

4.7.2 调查地区地环境概况

吐哈西部油田内分葡北、神泉、吐鲁番、红南、连木沁 5 个区块，其中葡北、神泉、

吐鲁番 3 个区块位于吐鲁番地区吐鲁番市境内，红南和连木沁区块位于吐鲁番地区鄯善县连木沁镇境内。鄯善油田是新疆东部吐哈油田的一部分，由鄯善油田、丘陵油田、温吉桑油田、米登油田等组成，地处吐鲁番盆地东北缘，博格达山山前倾斜平原上。

在本文中我们将葡北、神泉、吐鲁番、红南、连木沁油田简称为西部油田，将鄯善油田、丘陵油田、温吉桑油田、米登油田简称为东部油田，以下分别介绍。

葡北油田位于吐鲁番市北东 15 km 处，地处博格达山和火焰山之间的洪冲积扇上，北距兰新铁路 9 km，南距 312 国道 15 km，七泉湖化工厂路 6 km，西距葡萄沟旅游公路 4 km。油区地表为砾石戈壁，总地势为北高南低的平缓斜坡，地面海拔 450~550 m。

神泉油田位于吐鲁番市北东约 8 km 处，地处火焰山南麓，北距葡北油田 14 km，南距 312 国道 2 km，西距吐鲁番油田 8 km。油区地表为平缓起伏的砾石戈壁，总地势为北高南低，地面海拔 40~100 m。

吐鲁番油田位于吐鲁番市区东北部，北距兰新铁路 25 km，312 国道从油田穿过。油区地表为城市建筑、农田、葡萄园，总地势为北高南低，地面海拔 50~100 m。

鄯善油田位于鄯善县城北东约 25 km 处，油田紧靠兰新铁路，距鄯善火车站 8 km，公路从油田穿过，交通方便。地面海拔 560~660 m，地表是裸露的戈壁滩，地势北高南低，坡降约 3%。距鄯善油田东 8 km 有坎尔其河。油田由一个完整的穹窿背斜组成，长轴 7.3 km，短轴 4.5 km，面积 25 km²。

丘陵油田位于鄯善县城北东约 25 km 处，南距甘新公路约 20 km，交通方便。海拔 620~720 m，地表为裸露的戈壁滩，地势北高南低，有数条南北向干沟切割地表，造成地势起伏变化。距丘陵油田西 5 km 有柯柯亚河，东南部与鄯善油田连成一片。

温吉桑、米登油田位于鄯善县境内，距鄯善县城约 40 km，油田北临兰新铁路，距鄯善火车站约 14 km，312 国道从油田西南穿过，交通便利。海拔 460~540 m，地表为戈壁和农田。

油田区域的主要土壤类型有棕漠土和绿洲耕作土两大类，其中棕漠土是主要的地带性土壤，成土母质主要为砂砾质洪积物和冲积物，地表植被主要有骆驼刺、泡果白刺、獐茅、小芦苇和老鼠瓜等，盖度小于 5%，大面积为地表完全裸露的戈壁；绿洲耕作土是经过长期人为灌溉淤积和耕作熟化演变而成的农业土壤。

研究区属以维吾尔族为主的多民族聚居区，农业以葡萄种植为主，油田所在地区属典型内陆干旱气候，冬寒夏热，干燥少雨。

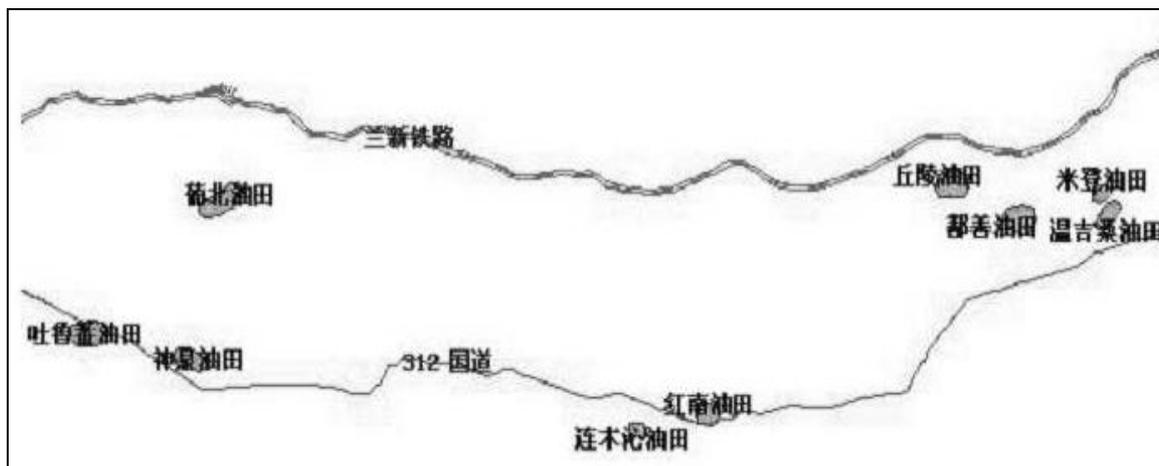


图 4.7.2 吐鲁番地区油田分布图

4.7.3 环境因子与评价标准

a. 环境因子评价

a.1 水环境指标

- ① 水质污染指标：PH、COD_{cr}、BOD₅、石油类、植物油、挥发酚、硫化物。
- ② 地表水质指标：PH、COD_{Mn}、石油类、挥发酚、硫化物。
- ③ 地下水水质指标：PH、COD_{Mn}、矿化度、石油类、挥发酚。

a.2 大气环境指标

- ① 大气污染指标：非甲烷总烃、氮氧化物、二氧化硫、烟尘
- ② 大气质量指标：非甲烷总烃。

4.7.4 评价标准

a. 环境质量的评价标准

a.1 大气环境质量标准

参考《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中的标准限值 4.00 mg/m³。

a.2 地表水环境质量标准

执行《地面水环境质量标准》(GB3838-2002)中的III类标准

表 4.7.1 地表水环境质量标准值

单位：mg/l(pH 除外)

项目	pH	COD _{Mn}	石油类	挥发酚	硫化物
浓度制限	6~9	6	0.05	0.005	0.2

a.3 地下水环境标准

执行《地下水环境质量标准》(GB/T14848-93)中的 I·II类标准，对其中未作规定的项目石油类参照《地面水环境质量标准》(GB3838-2002)中的III类标准。

表 4.7.2 地下水环境质量标准值

单位：mg/l(pH 除外)

项目	pH	COD _{Mn}	石油类	挥发酚	硫化物
浓度制限	6.5~8.5	3.0	0.05	0.002	1000

a.4 噪音环境标准

生活区或居民区：参照《城市区域环境噪声标准》(GB3096-93)中的二类标准值：昼间 60db(A)，夜间 50db(A)。

a.5 土壤环境质量验收执行标准

根据油田开发工程污染物特征，本次验收只对区域土壤石油类和总铬含量进行调查和评价。选用国家“六五”重点课题《土壤环境容量研究》中提出的土壤石油类最高允许含量作为吐鲁番油田土壤石油类含量的评价标准

表 4.7.3 土壤环境质量验收执行标准值

评价项目	石油类	总铬
评价标准值 (mg/kg)	300	250
区域背景值 (mg/kg)	5.98	56.39

b. 污染物质的排出标准

b.1 污水排放标准

执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中的二级标准

表 4.7.4 污水排放验收执行标准值

单位: mg/L(pH 除外)

项目	pH	COD	BOD ₅	石油类	动植物油	挥发酚	硫化物
浓度制限	6-9	150	30	50	15	0.5	1.0

b.2 废气排放标准

对站内加热锅炉执行 GB13271—2001《锅炉大气污染物排放标准》中 I 时段标准，参照执行 II 时段标准。

对无组织排放非甲烷总烃执行 GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》II 时段标准。

表 4.7.5 废气排放验收执行标准值

单位: mg/m³

项目	非甲烷总烃	氮氧化物	二氧化硫	粉尘
浓度制限	4.0	400	100	50

b.3 噪音排放执行标准

站场边界执行《工业企业厂界噪声标准》(GB12348-90)中的 I 类标准值: 昼间 60db(A), 夜间 50db(A)。

4.7.5 生态环境保护及现状

a. 石油开发工程对环境的影响

油田开发生产包括钻井、采油，油气集输和处理，各工艺过程中均会产生污染。钻井井场的污染表现在柴油发电机排烟污染大气，启动钻机、发电机的噪声污染，钻井产生的岩屑、废弃泥浆，试油及井场作业产生的落地油对大气、水、土、生物环境的污染。采油现采用密闭集输流程，井场在一般情况下没什么污染，只在修井等作业时会产生落地油污染。在采油过程中，为维持地层压力。保证油田产量，需向地层注水或气，因此

需要大量悬浮物、微生物及含氧量等项目符合水质标准的水源。注水井使用中需洗井，洗井盾洗井回水含有石油类、悬浮物等水污染物质，成为含油污水。油气集输指原油从井口—计量站—集中处理站—油库的过程。其中集中处理站是较大的污染源，站内的加热炉，锅炉、贮油罐及原油稳定。轻烃回收装置向大气排烟及轻烃等物质会污染大气，站内会产生生产污水、含酸含碱废水、含油污水及污水处理的底泥。各机房，泵房也会产生噪声污染。油库也是一大污染源，油库中贮罐贮油及油品装运时都会向大气中释放轻烃。

另外，在集中处理站三相分离及轻烃回收装置建成投产前，一般井场上设置油气分离装置，分离的伴生气就地点燃，加重了井插的污染；在集输管网建成以前，原油靠车辆运输，不但会有油气挥发污染大气现象，而且还会产生落地原油污染水、土、生物；在油田内部道路建成以前的勘探及钻井过程中，机动车辆对地表的碾压造成大面积地稀疏植被的破坏，引起的大量尘土造成的污染也是比较严重的，尤其在农区，对农田的破坏直接造成经济损失。在采油场基地，集中供暖、供热、基地生活等产生的烟尘、生活污水、垃圾等都会造成污染。油田开发的各阶段均产生废水、废气、固体废物和噪声等环境影响因素，同时也存在多种工程事故风险。

b. 油田开发用地情况调查与评价

油田各采油区井场占地面积均未超过国家建设部、国家土地管理局于 1993 年 2 月 22 日批准发布的《原油及天然气工程建设用地指标》第三章第 3.1.1 条规定的采油井场最高用地 $30\text{ m}\times 40\text{ m}=1200\text{ m}^2$ (井深 $\leq 3000\text{ m}$)的指标，各集输站场地面工程全部占用的是荒地和劣地，且占地面积均低于《原油及天然气工程建设用地指标》第三章规定的最高用地指标。因此，油田开发工程在建设中遵循了国家和自治区关于油田工程建设用地的原则和规定。

c. 土壤环境现状与评价

c.1 油田地区土壤环境质量现状

在油田开发建设过程中，会产生落地油、岩屑、钻井泥浆等污染物质，会造成当地土壤的石油类、硫化物、挥发酚等污染，工程建设还会对土体有一定的机械破坏，在农区，由于人类日益频繁的农业活动，大量施农药、化肥、致使土壤板结，养分含量失调，理化性状不良。农药和化肥中的某些物质易被土壤吸附而长期残留于土壤中，污染土壤环境。

东部油田研究区土壤中氟、铅、砷、石油类、硫化物、挥发酚含量与清洁对照点相比，各样点的超出率分别为：氟 32.14 %、铅 28.57 %、砷 57.14 %、石油类 80 %、硫化物 33.33 %、酚 33.33 %。其中氟、酚含量农区较高，油田区则较低，这主要与评价区内土壤氟、酚的地球化学分异有关，与油田开发无明显直接关系；铅、砷含量较高的点在油区和农区均有分布，但两者的成因有所不同：油区土壤中，石油、铅、砷的含量超过清洁值，主要与油田开发有关，而农区土壤中的铅、砷含量较高则主要与使用农药和化肥有关。

西部油田研究区，油区附近农田石油类含量较高，较远的农田，葡萄园石油类含量为未检出水平。

c.2 土壤环境影响现状与评价

油区原油落地后，将发生一系列的迁移转化，会对土壤环境造成一定的影响。落地原油进入土壤后，会沿着土壤孔隙，在土壤剖面垂直向下迁移 1~2 m，污染土壤。在进

行纵向迁移的同时，如遇降雨或洪水，还可随地表径流，沿土壤表层进行横向迁移，由此扩大了落地油对土壤环境的污染范围。

除了岩屑中夹杂的石油类等污染物会造成土壤污染外，岩屑本身可破坏土壤的物理性状。污水处理场底泥中的主要污染物为石油类有机物及金属和非金属离子等，油田将其浓缩干化后，外运填埋，对评价区土壤污染不明显。采油厂基地产生生活垃圾，内含汞、钙、铅等许多有害元素，若这些垃圾随意堆放，除了造成感官污染外，还会对局部土壤造成一定影响。

目前西部油田研究区农田区各井场的防污措施实施效果良好，戈壁区的大部分井场防污措施实施效果也较好。但也有个别戈壁区的井场落地原油较多，造成了对局部地表土壤的斑块状污染。

东部油田研究区土壤呈强碱性，碳酸钙反应强烈，地面基本无植被，钻井泥浆若进入土壤中，将加剧土壤的盐碱化、板结和钙化。废弃的钻井泥浆中含有一定量的石油，受降水的侵蚀和冲刷，可随地表径流进行横向和纵向迁移，使局部土壤污染。

总之，随着油田的不断开发，对土壤环境的影响将越来越大。由土壤石油环境容量预测结果可知。油田土壤中石油含量尚未达到环境容量，但随着开采年限的增加，土壤石油环境容量将逐年降低，土壤被污染的程度会愈来愈重。

d. 油田地区农业生态建设现状

油田的勘探开发对生态系统会造成一定程度的破坏，主要影响表现在以下几方面。

d.1 地表破坏

油田勘探开发过程中，由于钻井，铺设管道及其他基础设施的建设，会改变地表的形态，破坏土壤的结构和性能，使土地肥力下降，加剧土地沙化，导致动植物及土壤微生物的生存环境的恶化，最终使生态系统结构破坏，功能丧失。如在农区，单个油井占用大量耕地，其中污油坑全部为原油及沉积物。另外，打井残留物如石灰、水泥、编织袋、原油等，均散落地面，污染土壤。

d.2 土壤污染

油田勘探开发除对土地表面形态的破坏以外，还可能有由于跑、冒、漏等原因造成石油污染物质对土壤的污染，土壤污染和水污染往往同时发生。

d.3 大气污染

对大气的污染：油田开发过程中排入大气的污染物在大气运移作用下，可在农区范围内沉降，对农区水面、土壤、农作物及家畜直接造成影响。

综上所述，油田勘探开发对农业生态系统的影响是综合的。因为农业生态系统的各要素诸如水体、土壤、动植物及微生物等是相互依存、相互制约、相互影响的，因而任何一种要素在受到影响而发生变化时，都会带来一系列连锁反应。如落地原油、钻井泥浆和含油污水中的污染物，它们一旦对水体或土壤造成污染，既能从土壤向水体中迁移，又能从水体中向土壤中扩散，造成二次污染。同时还会污染到农作物，并通过食物链威胁到动物和人群健康。

4.7.6 水质污染现状与评价

吐鲁番盆地内为典型的干旱内陆水系，来自天山支脉西部喀拉乌成山、北博格达山、南部库鲁克塔格的水源均集中流向盆地中部海拔~154 m 的艾丁湖。

油田污水主要有采出水、洗井水、钻井水、生活污水及一些装置排水等。

a. 西部油田

a.1 水污染源现状

西部油田生产废水中 pH、挥发酚、硫化物的浓度均能达到《污水综合排放标准》(GB8978—1996)二级排放标准；而 COD_{Cr}、石油类的浓度则出现了不同程度的超标。

西部油田生活污水中 PH、动植物油类的浓度均能达到《污水综合排放标准》(GB8978—1996)二级排放标准；而 COD_{Cr}、BOD₅ 的浓度均超标。

a.2 水环境现状

西部油田 pH、高锰酸盐指数、石油类、挥发酚和硫化物浓度均不超过《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)中的三类标准值。

吐哈西部油田验收地下水环境监测结果表明，PH、高锰酸盐指数、石油类、挥发酚、和硫化物浓度均不超过《地下水质量标准》(GB/T14848—1993)中的三类标准值。

b. 东部油田

在油田开发前，该区大河水基本都是通过输水干渠输至下游灌区，水资源开发利用集中在下游绿洲带。油田在开发前，人类开发活动引起的地下水位下降可在补给期基本得到补偿，地下水位可基本恢复到原来的水平。即补给量和排泄量通过储存量的调节处于良好的动态平衡状态。历年地下水动态保持较稳定的变幅。

油田开发后，东部油田需水全部为地下水，其水源地位于柯柯亚河与坎尔其河两条季节性河流的河间地上，该水源地对下游灌溉区机电井和坎儿井的水量有一定影响。但由于鄯善油田地处干旱区，地下水来源十分有限，这种影响势必会随年份的增加而增强，水源地所形成的漏斗半径将逐渐扩大，进而引起地下水位下降，达到新的平衡线。据对当地居民的调查资料显示，地下水位的下降已经开始。油田用水从柯柯亚河中取水，会减少河水对地下水的渗入补给量，导致开采漏斗的扩展。因此，油田开发，会引起区域地下水位下降，并对下游灌区的机电井和坎儿井的水量产生一定影响。

油田开发前，该区地表水、地下水水质均属良好。根据本底值评价结果，该区地表水水质达到国家《地面水环境质量标准》(GB3838-88)中的三级标准。地下水水质达到国家《生活饮用水卫生标准》(GB5749-85)的规定标准。

因在油田开发过程中未向两条地表河流排污，故油田不会直接影响地表水水质。但地表水体受油田污染的可能途径是地表径流将油田地面污染物携带进入地表水。当地的年降雨量 25.2 mm，一般不会形成大的地表径流而造成油田地面污染物的大范围迁移。但山前年最大降水量在 400~500 mm 之间，山区洪流量为 $2000 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。若遇特大洪水，则有洪水携带油田地面污染物进入地表水体，造成污染的可能性。

随着油田开发工程的进行，可以造成地下水体污染的情况大致有两种：一是地面污染物入渗，包括落地油污染、钻井污水污染及采油厂基地生活污水污染。据类比调查的结果表明，由于原油分子直径较大，土壤毛细管对其会有顶托作用，所以原油在土壤中的垂直迁移能力很弱，一般入渗的深度为 1~2 m。因此，在地下水位较深时，落地油污染不会影响地下水体，而当地下水位很高时(如农区地下水位 3~5 m)，这种污染会更直

接。二是井管穿孔，油田作业需穿过透水层，若固井质量不好或遇井管穿孔，则可能使原油、钻井泥浆、含油污水等进入含水层，污染地下水体。

4.7.7 大气污染现状及评价

a. 大气环境影响现状

在项目建设期间，主要废气来源于钻井过程中各井场使用柴油机所产生的烟气，钻井及试油过程中油气的泄漏，泥浆池及废液池中含油污水的挥发，以及出现井喷等重大事故时大量油气喷发。

由于各井场建设期较短(1~2月)，在正常情况下，所排放的大气污染物总量极少，对周围大气环境不会造成明显影响，而西部油田各井场在建设过程中加强安全预防工作，没有发生油气大量泄漏的恶性事故，因此西部油田各井场在建设过程中对大气环境的影响较小。

在项目运行期，主要废气为集中处理站、计量站使用的各型燃气加热炉产排放的烟气；各集中处理站生活锅炉排放的烟气；各集中处理站和联合站火炬燃烧排放的烟气；使用天然气发电机的采油井场天然气发电机所排放的烟气；各处理站及采油井场的无组织排放。

各采油井场抽油机及油气传输管线均采取了防泄漏措施，每天都有巡井人员进行巡检，在正常情况下基本不会产生无组织泄漏。

a.1 西部油田

西部油田加热锅炉所排放烟气中烟尘、SO₂、NO_x 的排放浓度均达到了 GB13271—2001《锅炉大气污染物排放标准》中标准限值的要求。

综合以上的结果可以认为，由于吐哈西部油田所有锅炉均采用了清洁的天然气作燃料，各锅炉所排放废气中的污染物浓度均能达到排放标准的要求。

a.2 东部油田

干旱荒漠区大气总悬浮微粒主要来源于地面扬尘，夏季风速比冬季大，由热动力原因引起的湍流交换比冬季强，干燥的地面尘土易被流动着的空气卷入大气中，所以夏季 TSP 浓度比冬季高。此外，污染物 SO₂、NO_x、CH₄ 的浓度冬季均比夏季高，主要原因为冬季取暖、炊事消耗燃料比夏季增多，同时冬季大气层结构相对稳定，风速小，大气扩散稀释作用比夏季小得多。^②

评价结果表明：研究区内冬夏季的大气环境质量现状基本良好，各项指标均未超过国家二级标准，其次是 TSP、SO₂、NO_x，且影响微弱；夏季大气中的主要污染物是 TSP，且影响甚微。

b. 大气环境评价

油田建设项目在建设期和试运行期各采油井场所产生的大气污染物较少，未对周围大气环境造成明显影响；在运行期各处理站所使用的燃气加热炉及锅炉均采用了清洁燃料，且燃烧充分，所排放的大气污染物均达到了相应排放标准；建设单位对各集中处理站场的原油伴生气采取了积极的利用和治理措施。

根据以上调查结论，认为油田建设单位应继续加强对各油区天然气的回收利用率，并

改进火炬的燃烧方式，提高火炬的燃烧效率，以减少火炬不完全燃烧排放废气对大气的污染；提高原油及轻烃储运过程中各环节的密闭性；对各处理站的含油污水在进行干化处理时，应及时清除干化池水而原油，以减少原油挥发对周围大气环境的影响。

4.7.8 固体废弃物污染管理现状及评价

在项目建设期间，固体废弃物来源于钻井过程中产生的钻井岩屑、废弃泥浆和施工期间的生活垃圾。

在生产阶段产生的固体废物主要是在试油、试采、井下作业和原油装车时产生的落地油，集中处理站原油储罐、油水分离器产生的油砂和生活垃圾。

油田产生的生活垃圾在钻井施工期间存放于固定垃圾坑中，完井后随废泥浆、岩屑一起被挖运至红南渣场填埋。为防止完井、试油、各种井下作业和油气集输过程中产生落地油，油田规定了一整套的具体操作要求，经在实践中运用，效果良好，可以使每口井的落地油产生量控制在低排放水平上。

国内外有关研究表明，钻井泥浆对土壤环境的影响与钻井泥浆的种类、成分及土壤特征密切相关，如含盐量高的钻井泥浆对土壤环境有较大影响，泥浆中的钙离子可使土壤盐碱化。地面基本无植被，钻井泥浆若进入土壤中，将加剧土壤的盐碱化、板结和钙化。废弃的钻井泥浆中含有一定量的石油，受降水的侵蚀和冲刷，可随地表径流进行横向和纵向迁移，使局部土壤污染。

除了岩屑中夹杂的石油类等污染物会造成土壤污染外，岩屑本身可破坏土壤的物理性状。污水处理场底泥中的主要污染物为石油类有机物及金属和非金属离子等，油田将其浓缩干化后，外运填埋，对评价区土壤污染不明显。采油厂基地产生生活垃圾，内含汞、钙、铅等许多有害元素，若这些垃圾随意堆放，除了造成感官污染外，还会对局部土壤造成一定影响。

4.7.9 噪音污染管理现状及评价

油田噪声来源主要有钻井过程中柴油机、钻井产生的噪声，采油过程中使用的天然气发心机产生的噪声，抽油机产的噪声，各计量站、集中处理站各类机泵、压缩机产生的噪声、集中处理站火炬噪声等。

油田各采油区中，井场位于农田，离居民区较近，会对居民产生影响，而位于戈壁滩的作业区，附近没有噪声敏感点，不会产生噪声污染。

使用天然气发电机供电的井场厂界噪声较高，如在附近有噪声敏感点的井场使用天然气发电机，势必会对环境造成比较大的影响。西部油田对位于农田和居民区内的井场采用专用线路供电，对消除采油噪声对周围人群的影响是行之有效的。

在油田建设期，距居民区较近的井场的钻井活动产生的噪音和振动对周围居民的影响较大，但此影响已随建设期结束而消除；在油田运行初期，若油区的井场均采用天然气发电机作动力，位于农田区距居民较近的井场的天然气发电机的噪声对附近居民造成了一定影响。发现这一问题后，油田对这些井场改用了专用线路供电，迅速有效地消除了采油噪声污染。目前作业区各井场采油噪声对周围居民的生活无明显影响；位于戈壁的作业区，区域内无噪声敏感点。

4.7.10 小结

油田开发后，促进了地区产业结构调整 and 布局，改善了交通、邮电通信、文化教育及娱乐等基础条件，特别是带动了第三产业的快速发展。许多先进技术和人才的引进，也促进了当地居民文化素质的提高，综合反映在质量状态上，即经济环境处于良好的状态，社会环境为一般状态。但油田开发对当地生态与环境也产生一定的负面影响，综合表现在：油田开发对当地水资源的占用使原已紧张的水资源更趋紧张，对水质、土壤、作物及大气都会造成污染，特别是在突发性洪水条件下存在地表径流携带石油污染物影响农业生态与环境的可能。因此，自然环境质量状况处较差状态整个地区环境质量处一般状态。

从油田开发对环境影响的程度来看，油田开发对经济环境较有利，对社会环境轻度有利，对自然环境较不利，对整个地区环境为轻度不利，但在局部地区的环境影响较大，如对农业生态与环境的影响为重度不利。油田开发对农业生态与环境的影响主要集中在农区，其影响特征为占用农田，直接造成农业经济损失；钻井、管道及其他工程建设也会引起农区地表形态、土壤结构性能破坏，加剧土壤沙化，导致动植物及微生物生存环境恶化；开采水资源引起地下水位下降，污染水源使水质下降；大气污染从油区扩展到农区；落地原油。钻井泥浆、含油污水中污染物对水体和土体造成的污染。因此，油田开发对农田生态环境会产生较大影响。

【参考文献】

- 1) 新疆通志地质矿产志（1986-2000年）、新疆人民出版社
- 2) 黄文房等、1998、绿洲发展与生态环境建设、新疆科技卫生出版社
- 3) 新疆地质矿产信息、<http://xjdk.net>

4.8 吐鲁番地方生态环境建设对策评价及探讨

经过多年开发和建设，吐鲁番地区已形成以大农业为基础产业，饮料、农副产品再加工、石油、化工、矿产等工业为主导，具有一定工农业产品生产能力的生产体系。其产业结构正趋向优化，系统功能正在增加，生态环境质量整体水平也在不断提高。但工农业的发展仍诱发了一系列生态环境问题，如土壤次生盐渍化、土地沙漠化、畜草失衡、坎儿井消亡、工业污染加重、灾害天气增多等，在一定程度上制约和限制了它的发展。吐鲁番地区为了高效持续发展，针对以上生态环境问题采取了一系列的生态环境政策和保护措施。

4.8.1 已实行的生态环境对策及评价

a. 防风林保护育成

风沙是吐鲁番地区最主要的环境灾害，长期以来，地区政府制定并实行了一系列防风林培育政策，在群众防治风沙灾害的实践中，逐渐形成了一个因地制宜、较为完整的综合防护体系。该体系遵循“生态稳定性原则”、“区域完整性原则”、“地域主导原则”、“综合性原则”进行保护、恢复性开发利用并使之产业化，充分发挥其潜藏的巨大经济价值、社会价值和生态价值，使吐鲁番风沙防治工作取得良好成效。

a.1 已实行的防风林培育及保护措施

a.1.1 综合性培育措施

综合性措施即防护林体系三个系统相结合，综合防治原则。在这一原则指导下吐鲁番地区防护林体系分为三系统即：封沙灌草系统，以灌木和草本为主，起固沙作用，使沙粒沉降，减少风沙流中的含沙量；基干林系统，以灌木和乔木为主，起削减风速，阻沙作用；农田防护林网系统，以抗逆性较强的榆、杨和果木为主，林带宽 6~12 m；林带间距 200~250 m，起削减风速、减少蒸发、调节气温作用。

a.1.2 划区封禁措施

在绿洲外围前沿地表疏松、风蚀和风积地区，采取了划区封禁，停止樵采、放牧的措施，以保护天然植被。在绿洲边缘主风向地带，亦建立了高大的挡风屏障——防风阻沙林带。

a.1.3 绿洲境界区域保护措施的实施

实施“围栏封育、禁止放牧、防蚀固土、隔年轮采”的保护措施。境内禁止砍用湿柴，挖活根，禁止打草挖根，禁止在落子前割草，分区轮牧，禁止过牧，禁止进入次生幼林区，禁止砍伐树枝树头喂养牲畜。

b. 防风林培育措施实施评价

吐鲁番地区以农田防护林网为主，结合防风阻沙执行了以上的各项有效措施并取得了显著的成效。到 2000 年累计保存人工林面积已达到 7,489.8 hm²，其中，农田防护林 4,678.2 hm²。现有耕地面积 42,840 hm²，农田防护林面积约占耕地面积 11 %。^[2]

“窄林带”“小网络”多带配置，既构成林带的稳定结构形式，又提高了林墙顶部断面的

粗糙度，增加了林带削减风速，增强了阻沙的作用。农田防护林网是防护林体系的中心，层层屏障的护田林，削减了风速、防止耕地地表就地起沙、调节农田温湿度，给作物创造了生长发育的较好小环境。

绿洲生态环境有较大的改善。据吐鲁番市气象部门的统计，以 1988 年为分界线，造林后 10 年间每年 7~9 三个月的平均气温比前 10 年平均气温降低 0.95 °C；相对湿度增加了 2.5 %；大风次数减少了 15.2 次。^[1]

4.8.2 吐鲁番地区土地利用计划

由于受到灌溉条件的限制，吐鲁番地区的土地资源并不十分丰富，为了合理地充分地利用好有限的土地资源，吐鲁番政府按照以下原则制定了一套土地计划。

a. 土地利用计划

a.1 土地利用总体规划原则

原则 1 严格依据土地利用总体规划，控制建设用地总量，保护耕地；原则 2 以土地供应引导需求，合理、有效利用土地；原则 3 优先保证国家重点建设项目和基础设施项目用地；原则 4 占用耕地与补充耕地相平衡；原则 5 城镇用地增加与农村建设用地减少相挂钩；原则 6 保护和改善生态环境，保障土地的可持续利用。

a.2 农业用地改良措施

措施 1 吐鲁番地区已试行了整片地密植方式，以及立体套种栽培模式，以提高土地利用程度。措施 2 采用轮翻轮种种植模式，在时间上充分利用了土地资源，提高了土地利用程度。措施 3 注重用养结合，大力改造中低产田，治理盐碱危害，培肥地力。

b. 土地利用计划评价

吐鲁番地区在多年来的土地利用计划实施过程中，结合重大增水、节水工程的建设，在水土平衡、生态平衡的条件下，适度开荒，加大土地整理、复垦力度，控制撂荒土地，使耕地总量有所增加。加快基本农田保护区调整划定工作，使基本农田占耕地的比重达到 85 %。

吐鲁番地区在合理利用土地方面已取得了一定成绩，在一定程度上缓和了由于水资源贫乏引起的水土供需矛盾，但是，在吐鲁番地区水土供需限制了土地利用面积扩大，土地盐碱量相对过大，农业开发不合理，也造成了土地退化和流动沙漠的不断形成，所以，吐鲁番地区在合理利用土地方面仍然面临着巨大的挑战。

4.8.3 吐鲁番地区灌溉制度的改善

40 多年来水利建设浇灌制度的经验与教训，吐鲁番地区总结并实施了一套合理的灌溉制度。吐鲁番地区降水稀少，气候极端干旱，托克逊绿洲及海拔-100 m 以下地段的年降水量不足 10 mm，降雨对地下水的补给极少，为了缓解水资源紧缺如何节水灌溉成为吐鲁番地区灌溉制度改良的中心。

a. 灌溉制度改良

a.1 膜下滴灌节水制度

2004年已在鄯善县吐峪沟乡实行。膜下滴灌是一种更省水、更增效的膜下滴灌技术。这种节水模式一般与立体套种栽培模式相结合，将滴灌喷嘴深埋于地膜下。电闸总控，由滴灌设备统一输水。

a.2 关键时期灌溉制度

旱作地区采取优化灌溉制度，把有限的灌溉水量在作物生育期内进行优化分配，一定的生长阶段限制对作物的水分供应，在关键时期进行灌水，加大土壤的调蓄能力。

a.3 平整土地，沟畦灌溉制度

在部分田间工程不配套，畦田的面积较大，土地不平整，灌水不均匀的灌区，采用平整土地，沟畦灌溉的制度以达到节水的效果。

a.4 输水渠道修整措施

为了减少宝贵的水资源在输送过程中的损耗，吐鲁番地区采取了办水渠道防渗制度。实施情况如下：干渠9条长度245.9 km。已防渗236.9 km；支渠36条，长度229 km；斗渠220条，长度643 km，已防渗250 km；农渠433条，长度853 km，已防渗的69.5 km。

a.5 综合的水资源开发

在吐鲁番盆地综合利用地下水井和地表水水渠的水资源。而且，利用处理后的下水进行森林灌溉。

a.6 水利权的有偿化

通过水利权有偿化可以获得水渠建设工程以及维护工程的资金、利用水渠进行广泛的水资源分配。

b. 灌溉制度改良

据有关人员介绍，同样的水量，采用膜下滴灌可为1000亩的土地浇足水；大水漫灌方法只能为250亩的土地浇一次水。^[吐鲁番政府网站]其节水效果非常明显。关键期灌溉能够加大土壤的调蓄能力，具有显著的节水效果，该灌溉制度一般可以为旱作地区节水30%~40%。^[吐鲁番政府网站]渠道防渗，减少了输水损失，提高了渠道利用系数，较好地达到了地区节水灌溉的目的。开源节流，不仅对解决水资源紧缺、提高灌溉保证率、降低地下水位，起到了控制土壤盐渍化的效果。

通过长期的实践研究，地区政府已经明确了节水灌溉制度，并形成了适合吐鲁番地区的节水灌溉技术体系。但是，为了解决当前吐鲁番地区在灌溉体系建设上仍存在的问题，如工程不配套问题，地区间分配不合理，干、支以下的防渗渠道少等，还需要重视并进行灌溉制度的改良工作。

4.8.4 吐鲁番地区污染防治措施

吐鲁番地区工业起步较晚，工业化水平较低，另城镇分散，城镇化水平不高。因此，工业和城镇“三废”的污染还不严重，一般都在国家标准允许范围之内，但随着工业迅速发展，特别是支柱产业无机盐化工和油气资源开发，“三废”污染物质必将迅猛增加。在封闭的盆地环境条件下，向境外排泄的可能性很小，而自身的环境容量又有限。因此地区政府制定了首先阻止荒漠的侵蚀与危害，其次改善绿洲的生活环境，治理污染的保护政策。

a. 污染防治措施

a.1 石油开发建设污染防治措施

油田污染防治一直是吐鲁番地区污染防治工作的重中之重，石油对水质、土壤、大气、农业生态都会有不同程度的影响。为此，吐鲁番政府专门制定了，重点抓好石油开发建设的环境管理工作，治理老污染源，控制新污染源，积极解决石油资源开发带来得生态环境问题的政策措施。

- 1) 进行原油稳定和轻烃回收，使油气损耗率降到了 0.5 % 以下，相当于每年向环境中排放的总烃量减少了 2×10^4 t。^[2]
- 2) 对炉具等设备安装消烟除尘装置，减少大气污染。
- 3) 水处理工程方面采用将大量含油污的采出水、洗井水汇集进入污水处理系统，净化达标后循环使用，对油库污水经氧化塘处理，待水质达到灌溉用水标准后用于绿化灌溉
- 4) 对废弃钻井泥浆和污水处理系统产生的大量底泥干化后适当填埋。
- 5) 对噪声采取有效地消音、隔声等减振措施，控制噪音污染范围。

a.2 地去城市大气污染防治措施

地区城市大气污染主要以浮尘和烟煤烟型污染为主。2003 年，地区环保局在全面掌握吐市市区锅炉分布、规模及污染现状基础上，经行署组织协调，并批准下发了吐地行办《关于加强吐鲁番市区内锅炉环境管理措施和建议》的批复。

a.3 强化环境质量检测

加强监测城市空气质量；加强监测城市水源地和地下水水环境质量；加强监测城市声环境质量。

b. 污染防治措施评价

吐鲁番地区在污染控制方面成绩显著。截止 2003 年底，吐鲁番市和鄯善县通过实施燃煤锅炉综合整治工程，共拆并燃煤锅炉 28 台，使城市集中供热率分别达到 51 % 和 40 %。通过治理和实施天然气工程，预计今年城市生活污染将削减 300 t 烟尘，削减二氧化硫 (SO₂) : 500 t。^[吐鲁番网站]

2003 年全地区共排污申报 1291 家，其中：企业 290 家；锅炉单位 286 家；饮服业 512 家；建筑工地 30 家；其他 173 家。^[吐鲁番网站]近几年，全地区各级环保部门在辖区噪声污染控制方面成绩显著，市建筑施工噪声较也得到良好地控制。石油污染防治工作取得一定成效，由于采取了以上和种种措施，也减少了对环境污染的程度。

4.9 生态环境政策改善方针的探讨

4.9.1 改良灌溉制度及提高水资源重复利用率

合理调整水的分配比例，提高水资源重复利用次数，根本改善绿洲生态环境质量：要合理调整水的分配比例，前提必须是整个绿洲水资源的开发利用在总体宏观战略上采用最优开发利用模式，即根据水资源的数量与分布，结合经济部门的类型，规模，掌握绿洲发展的宏观控制指标，统筹规划，合理布局，使有限的水资源发挥出最佳的经济与环境效益。依据绿洲独特的自然环境特点和水资源运移规律，确定水资源开发利用的最优模式为：灌区上游以河水为灌溉本源，只在春旱缺水季节才可提取地下水作辅助水源；中游，因地制宜，以河水、机电井水、坎儿井水等水源综合利用灌溉，对水文地质条件较好的坎儿井—应予以保护利用，在火焰山南冲洪积扇古河床上可建水源地，集中开采地下水，截取地下潜流；灌区下游，以机电井水为主，河水、坎儿井水为辅助水源，尽可能少地引用河水灌溉。

采用这种模式后，河水一进入灌区就得到利用，从而增加水的重复利用次数，使整个水资源的开发利用达到良性循环。这其中关键是要下定决心，彻底调整现有大河水的分配比例。

4.9.2 科学管理及优化节水系统

吐鲁番绿洲一方面干旱缺水，另一方面水资源的浪费现象严重。目前再去“开源”已不可能，从绿洲水资源重复利用次数、渠系利用系数、灌溉定额来看，水资源利用大有潜力可挖。可见，要根本解决绿洲低效、干旱缺水问题，使其向组成结构合理，功能高效，生态效益、经济效益、社会效益协调发展，就必须走节水的道路。依据水资源特征，可建立吐鲁番绿洲节水系统优化结构，绿洲节水系统各要素之间用水是否合理，会直接影响到绿洲功能的发挥，生态环境质量以及绿洲高效持续发展。具体策略如下。

a. 通过水库建设等管理地表水

完善山区地带的水源调节水库。有效储存地表水、调节水资源的季节变动。

b. 完善水资源管理的法规制度

完善水资源管理的法律、明确吐鲁番地区 7 个灌溉区的管理体制和负责人的责任和权限。由负责人决定地表水和地下水的利用比例、进行适当的水资源利用费用的改定。而且、还应担负扩大区域水资源管理认知的责任。

c. 合理的灌溉配水

完善渠系配套和防渗工程，争取下游灌区耕地农渠以上渠道全部防渗，渠系利用系数由 0.324 提高到 0.55。^[3]

d. 引用节水新技术

积极引进滴灌、膜上灌、低压管道输水的节水技术。只有通过节水，才能提高灌溉效益。

4.9.3 绿洲防护林建设

加强绿洲防护林体系建设，要因地制宜，因害设防，全面规划，综合治理。实行灌、草结合，造、封、管结合，治理与利用结合。在风口地带，应先在绿洲外围风沙地段前缘建立固沙灌草带；其后营造防风阻沙基干林带；绿洲农田内部实行林网化。这三部分的防护作用相互联系，阻防结合，可有效减弱风沙流的强度。在灌区下游，充分利用地下水资源，潭地种树，合理配植，实行造林与水利、草场，条田建设相结合，乔、灌、草相结合。在防护林取得良好生态效益和社会效益的前提下，适度营造用材林、经济林、薪炭林，以改变灌区内木料、燃料、饲料短缺的局面；适度人工种草，发展牧业，坚持林牧结合、用养结合。鉴于绿洲边缘干旱蒸发强烈这一特点，林草建设要具有节水特征，优先选择防护效益好、耐干旱、耐盐碱的树种

4.9.4 加强环境监测，控制工业污染物排出

环境监测部门应加强对化工厂、造纸厂、油田等污染物排放大户的监测工作，并对污染进行影响评价，严格控制污染物排放标准。对现有企业进行技术改造，新上企业要充分论证，力求经济效益、社会效益与环境效益相统一，禁止在上风带、水源地建厂。

4.9.5 工程措施

a. 农业用水节水措施

农业节水工程包括两个方面内容，一是完善渠系配套和渠道防渗工程；二是实施灌溉节水新技术，如滴灌、软管灌等。

b. 绿洲防护林保全措施

结构特征选择灌木林—草带—灌木林，或灌草混生。

b.1 沙漠植物区域

在无自然植被的风蚀区，可全种灌木，再配少量的草。灌草带宽度一般为 200~300 m，在吐鲁番市风口区为 300~500 m，植被盖度要求达到 60 %。灌木可选择梭梭、红柳、沙拐枣等，牧草选择老鼠爪、芦苇、鹿角草等。

b.2 绿洲防护林

根据具体情况选择林带宽度。若水源充足或地下水位高，提倡窄林带，高低配置要合理。其它地区与灌草带或农田防护林结合，可选择不同的宽度。白榆和新疆杨是窄林带的优势树种。

b.3 农耕地防护林

护田林网主林带间距在 200~250 m 之间，风线一带要 100~150 m。面积比重：绿洲边缘防护林应占耕地面积 8 %~10 %，农田占 10 %~15 %。树种可选择抗逆性较强的白榆、新疆杨、桑树、沙枣、杏树等优势树林。

c. 石油基地排水处理場完善

对油田建设带来的污染，应督促油田生产部门，采取先进技术，进行原油收复和油水净化分离，防止污染源扩大。修建氧化塘，集中处理城市生活污水和工业废水。对小型企业进行技术改造。

【参考文献】

- 1) 黄文房等、1998、绿洲发展与生态环境建设[K]、新疆 新疆科技卫生出版社
- 2) 吐鲁番地区水利水电勘测设计研究院、1998、新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院 新疆维吾尔自治区吐鲁番市“五河”流域规划报告（下册）
- 3) 托克逊县人民政府、2000、托克逊县调查结果 中国西部地区生态环境现状调查表
- 4) 鄯善县人民政府、2000、鄯善县调查结果中国西部地区生态环境现状调查表
- 5) 吐鲁番市人民政府、2000、吐鲁番市调查结果中国西部地区生态环境现状调查表
- 6) 吐鲁番地区统计局、2003、吐鲁番统计年鉴 2003 TuLuFan Statistics Yearbook 2003[K]. 中国统计出版社 China Statistics Press
- 7) 吐鲁番地区统计局、2004、吐鲁番统计年鉴 2004 TuLuFan Statistics Yearbook 2004[K]. 中国统计出版社 China Statistics Press

4.10 吐鲁番地区的人口分布、迁移及生态移民研究

人口迁移同人口的增殖一道共同塑造着人口分布及人口结构的面貌。民族地区人口的分布现状，与我国历代和近代的人口迁移有着密切关系，而少数民族人口的迁移，也往往是我国较大规模人口迁移的组成部分。本研究着重探讨吐鲁番地区人口迁移、分布的形式、效应、现状、原因及生态移民的相关方面等。

4.10.1 吐鲁番地区人口发展历史

a. 人口发展历史

吐鲁番地区汉唐时就属我国西域人口稠密区。到 1907 年吐鲁番市人口 41704 人，鄯善县人口 30,101 人(据《新疆图志》)。1949 年解放初期，地区总人口 14.48 万人，到 2003 年末总人口数自然增加 57.1711 万人，50 年净增 42.6911 万人。建国后吐鲁番地区人口自然增长大体上分为五个阶段：

a.1 阶段 1

从 1949 年至 1959 年，由于人民安居乐业，生活水平日益提高，人口再生产的特点表现为高出生，高死亡高自然增长率的特点。年递增率为 3.4 %。

a.2 阶段 2

从 1960 年至 1963 年，由于三年自然灾害的影响，地区人口再生产特点是低谷时期，年平均递增率为—2.49 %。

a.3 阶段 3

从 1964 年至 1976 年，随着经济的恢复，生育得到补偿和“文化大革命”期间生育处于无政府状态，人口自然增长过快，地区人口再生产呈现为高出率，低死亡率，年均递增率为 4.03 %。

a.4 阶段 4

从 1977 年至 1999 年，实行计划生育以来，人口计划纳入了国民经济和社会发展规划。地区从 1980 年开始在汉族群众和少数民族群众中开展计划生育工作后，人口由无计划到有计划增长。到 1989 年 12 年间平均递增率 1.94 %，1990 年至 1994 年平均递增率 1.25 %，1995 年到 1999 年平均递增率为 0.80 %，呈下降趋势。

第五阶段从 1999 年至今。

4.10.2 人口发展现状及存在的问题

a. 民族人口变化分析

表 4.10.1 各年主要民族人口数

单位：人

年	合计	维吾尔族	汉族	哈萨克族	回族	蒙古族	锡伯族	俄罗斯族	满族	乌孜别克族	其他
1975	353,934	249,854	79,538	172	24,215	9	22	1	42	18	63
1978	383,781	270,736	87,022	216	25,607	11	19	2	63	19	86
1979	391,487	276,274	88,617	189	26,193	11	20	2	72	12	97
1980	400,024	283,415	89,589	211	26,598	11	20	2	70	19	89
1981	403,493	286,824	89,026	261	27,139	8	19	6	106	12	92
1982	413,300	294,039	91,032	226	27,633	19	21	15	148	20	147
1983	419,609	299,835	91,482	243	27,655	20	22	21	129	17	185
1984	424,588	306,674	89,387	262	27,809	10	20	22	146	18	240
1985	432,496	315,626	87,778	220	28,422	21	22	21	136	2	248
1986	442,494	323,072	89,282	225	29,379	30	33	23	155	2	293
1987	452,458	330,556	91,371	202	29,738	55	32	25	184	2	293
1988	459,706	337,509	91,013	223	30,291	63	22	27	235	4	319
1989	465,607	344,986	88,124	224	31,563	49	20	43	242	5	351
1990	474,196	351,523	90,179	207	31,517	65	25	26	264	1	389
1991	482,172	357,995	90,968	244	32,213	55	32	21	246	3	395
1992	490,065	361,434	94,994	204	32,656	46	19	40	268	3	401
1993	497,839	365,885	97,755	198	33,271	58	27	37	267	2	339
1994	504,632	368,401	101,887	199	33,376	40	27	45	314		343
1995	524,838	372,622	117,146	257	33,950	42	17	54	314	2	434
1996	535,475	376,611	123,237	237	34,466	61	25	46	366	2	524
1997	548,224	380,192	131,610	215	35,254	50	31	51	277	3	541
1998	542,960	378,428	127,462	265	35,884	74	24	43	282	4	494
1999	546,017	382,046	127,213	214	35,514	92	26	52	291	5	564
2000	550,879	386,747	126,195	217	36,563	110	22	65	328	7	625
2001	559,240	389,624	131,548	215	36,594	152	27	58	326	11	685
2002	566,854	391,352	136,933	228	37,014	137	28	65	328	10	759
2003	571,711	399,819	133,059	241	37,201	148	28	67	332	11	805

吐鲁番地区人口在 1975 年总人口是 393,534 人到 2003 年末总人口数达 571,711 人，是 75 年的 7 倍多，其中维吾尔族 399,819 人，汉族占 133,059 人，哈族 241 人，回族 37,201 人，其他少数民族占 0.23 %，是一个以维吾尔族为主的地区。

b. 人口密度变化状况

根据人口分布状况，吐鲁番地区绿洲人口密度不断增高。地区 1975 年农业人口为 295,000 人，占总人口的 83.35 %，非农业人口 58,934 人，占总人口的 16.65 %；地区 1999 年末，农业人口为 41.66 万人，占总人口的 76.31 %，非农业人口数为重 2.94 万人，占总人口的 23.69 %，大部分人口分布于农村、牧区。而到 2003 总人口数为 571,711 人农业人口 419,489 人，非农业人口 152,222 人。

表 4.10.2 可以看出，1975 年到 2003 年期间吐鲁番地区人口的死亡率总体上呈下降趋势，同时出生率也呈下降趋势。其中自然增长率由 1975 年的 26.61 ‰，在之后的近 30 年内持续下降，至 1998 年自然增长率达到历史最低 5.91 ‰，而后有所反弹，2003 年达

到 10.34 ‰人口分布情况见表 4.10.2

表 4.10.2 主要年份户数、人口数

单位：户、人

年份	总户数	总人口	城镇人口/农村人口		农业人口/非农业人口		出生率 (‰)	死亡率 (‰)	自然增长率 (‰)
			城镇人口	农村人口	农村户籍	城镇户籍			
1975	73,208	353,934	36,455	317,479	295,000	58,934	36.71	10.10	26.61
1978	78,868	383,781	45,675	338,106	314,644	69,137	28.68	7.36	21.32
1979	80,283	391,487	49,335	342,152	319,232	72,255	27.92	7.45	20.47
1980	81,547	400,024	52,356	347,668	323,646	76,378	25.31	7.05	18.26
1981	84,890	403,493	53,514	349,979	324,709	78,784	24.54	7.74	16.80
1982	85,225	413,300	58,153	355,147	329,339	83,961	23.17	5.51	17.66
1983	87,971	419,609	59,160	360,449	332,524	87,085	26.09	6.72	19.37
1984	87,802	424,588	79,200	345,388	334,641	89,947	27.50	7.16	20.34
1985	88,162	432,496	83,000	349,496	340,450	93,046	25.12	5.19	19.93
1986	90,968	442,494	83,660	358,834	346,366	96,128	24.13	5.05	19.08
1987	94,518	452,458	116,831	335,627	354,694	97,764	25.18	4.96	20.22
1988	94,715	459,706	119,827	339,879	359,474	100,232	24.54	5.28	19.26
1989	97,236	465,607	120,516	345,091	361,755	103,852	22.74	5.19	17.55
1990	98,260	474,196	122,655	351,541	369,042	105,154	19.31	5.14	14.17
1991	100,973	482,172	125,378	356,794	377,450	104,722	18.21	5.06	13.15
1992	102,606	490,065	129,220	360,845	382,124	107,941	17.35	4.99	12.36
1993	108,222	497,839	131,796	366,043	387,985	109,854	15.33	4.45	10.88
1994	111,054	504,632	180,111	324,521	390,708	113,924	13.67	4.76	8.91
1995	119,388	524,838	195,983	328,855	401,356	123,482	14.59	4.07	10.52
1996	122,171	535,475	203,831	331,644	407,817	127,658	13.20	4.80	8.40
1997	128,392	548,224	214,684	333,540	417,550	130,674	13.35	4.48	8.87
1998	133,973	542,960	209,888	333,072	416,616	126,354	11.04	5.13	5.91
1999	140,241	546,017	212,237	333,780	416,647	129,370	11.53	3.13	8.40
2000	144,598	550,879	213,885	336,994	417,076	133,803	13.42	4.18	9.24
2001	151,378	559,240	218,996	340,244	422,483	136,757	11.69	2.50	9.19
2002	155,453	566,854	225,405	341,449	421,433	145,421	11.49	2.55	8.94
2003	159,535	571,711	225,054	346,657	419,489	152,222	12.86	2.52	10.34

吐鲁番地区总面积为 7,288 万平方公里，绿洲面积只有 3,780 平方公里，绿洲人口密度为 133.5 / 平方公里（未包括吐哈油田），虽然低于自治区 270 人平方公里的密度，但随着吐哈油田不断开发和西移，地区人口机械增长率将迅速提高。吐鲁番地区是全区严重缺水地区，人口增长使严重的缺水程度更加严重，加之水资源被掠夺式地开发、利用，灌溉用水量日益减少，土地盐渍化严重，造成沙进人退，从而制约绿洲经济的发展。因此吐鲁番地区人口发展要受到环境条件的严重制约。

4.10.3 城镇人口的发展分布

吐鲁番地区城镇人口发展迅猛,1953年城镇人口 1.54×10^4 人,城镇化水平为26.48%,城镇人口年平均增长为9.94%,1993年城镇人口发展到 13.18×10^4 人,城镇化水平增长速度达55.14%。

吐鲁番地区城镇人口分布情况(见表4)。区域中心城市吐鲁番市人口2003年达254,900人,区内八个城镇中人口在万人以上的有托克逊、鄯善两县城及大河沿镇、七泉湖镇和鲁克沁镇;人口在5,000人以下的有鄯善火车站镇;柯尔碱镇和库米什镇人口较少。吐鲁番地区各市镇总人口、及其与非农业人口的比重,鲁克沁镇若按市镇人口算,其在地区城镇人口所占比重达20.22%,仅次于吐鲁番。然而其非农业人口所占比重仅1.85%。综合考虑两方面因素其作用次于鄯善镇,但比火车站镇强。吐鲁番地区城镇体系构成:一级中心城市:吐鲁番;次级中心镇:鄯善县城、托克逊县城;三级镇:鲁克沁、大河沿,七泉湖;末级城镇:柯尔碱、库米什。其中,就整个吐鲁番地区而言男女比例是103.14%比100。

表 4.10.3 城镇及农村户数及人口数

单位:户、人(2003年统计数据)

指 标	合 计	吐鲁番市	鄯善县	托克逊县
一、总户数	159,535	70,236	59,676	29,623
二、总人口	571,711	254,900	209,043	107,768
男性	290,279	129,384	106,009	54,886
女性	281,432	125,516	103,034	52,882
性别比例女=100	103.14	103.08	102.89	103.79
总人口中:非常住户口人数	23,567	3,801	19,619	147
少数民族人口	438,652	200,689	147,440	90,523
三、城乡人口				
市 镇	225,054	71,767	132,542	20,745
乡 村	346,657	183,133	76,501	87,023
四、农业、非农业户口				
农 业	419,489	177,375	160,598	81,516
非农业	152,222	77,525	48,445	26,252

4.10.4 吐鲁番地区的人口迁移

本课题对吐鲁番地区人口的迁移、分布进行深入研究,目的就是正确认识由于人口在不同地区之间的地理流动或空间流动,对社会政治、经济、文化等各个方面发展产生的影响,从而明确人口迁移、分布与社会发展进步的关系,进而为该地区、乃至自治区社会稳定、经济发展、民族团结做出科学合理的人口迁移分布结论。

a. 人口迁移方式

据新疆维吾尔自治区环保局资料显示,吐鲁番地区少数民族移民搬迁主要采取三种方式:

a.1 集中移民搬迁

集中搬迁是指将整个村或组搬迁到新的安置区统一安置。即把居住在条件恶劣的地区、人均耕地占有量少的贫困人口，以村或以乡为单位成建制搬迁到新开垦的水土开发区，集中生活、组织进行生产，这是一种理想的、为人们比较欢迎的安置模式。因为吐鲁番少数民族传统风俗习惯概念较强，普遍喜欢同亲戚近距离定居。但这一方式的操作性较差，因其实施条件是必须有成片的土地资源供开垦，或者兴办某种企业供就业，而就生态脆弱为特点的吐鲁番地区的客观条件而言，不容易找到大量的成片土地进行新的开发，办企业所需要的大量资金问题也不容易解决。

a.2 插花式移民搬迁

即把人口稠密、水土资源匮乏、人均耕地占有量少的贫困人口分散搬迁到水土光热条件较好的乡村，这种安置方式投资少、见效快，比较现实可行。因为，通过这种移民方式让群众迁移到条件比较好的、又不脱离自古以来生产生活方式的乡村，移民容易适应新的居住区生活。由于这种方式的分散程度高，不会引起当地人均耕地面积的减少，也不会引起群体性负面影响。

a.3 结合牧畜民定居办定居实施移民搬迁

这是指平原地区的富裕乡村接受从山村迁移来的贫困户，带动他们富起来，达到迁移当年脱贫目的的方式。

b. 人口迁移的影响

b.1 不均一的人口分布

首先，人口移动直接改变了迁入地和迁出地的人口总量，并通过转移生育间接影响两地的人口数量对比；其次，人口移动可能引起的生育行为变化将改变两地的人口再生产模式，由此，人口的分布状况以及发展模式都将发生变化；第三，人口移动将改变两地的文化、性别等结构。人口移动导致的人口空间结构变化有两种情况：集聚性的迁移将会强化人口分布的不均衡状况，而扩散性迁移则使人口分布趋于平均。人口和劳动力的区域流动还可对地区差距产生影响。

b.2 生态环境恶化

在生态脆弱地区，人口的入迁将会加剧生态环境的恶化，特别是在农业移民中对环境资源的不合理利用已经产生了严重的后果，但也有少量因人口入迁后对生态环境加以科学治理而使其得到改善的情况。

b.3 社会环境恶化

人口移动在实现均衡的过程中不断地打破旧有的平衡，从而引发了多层面的摩擦。这一社会整合过程从长远看有利于增强社会的活力，从短期看则有可能带来社会问题，如文化冲突、犯罪等。移民行为调整是人口移动社会效应微观方面的重要内容。从一种文化背景和特定社区流入另一种行为方式和文化氛围中的移民，价值观念和行为方式的差异迫使移民在冲突中进行着调整，同时他们的行为方式和价值观念也可能影响迁入地的土著居民。移民通过多种文化的相互交流融合，形成富有生机的移民文化，而在另一些情况下，则可能导致社会冲突。

c. 吐鲁番地区人口迁移现状

表 4.10.4 吐鲁番地区人口迁移及迁移原因

年龄区别	合计	务工 经商	工作 调动	分配 录用	学习	拆迁 搬家	婚姻 迁入	随迁 家属	投靠 亲戚	其他
总计	4,765	1534	276	271	58	289	621	1,110	296	310
0~4岁	180					7		151	15	7
5~9岁	278				2	10		227	23	16
10~14岁	268				7	14		213	20	14
15~19岁	262	91	2	8	12	7	12	72	35	23
20~24岁	834	241	32	153	33	9	213	64	36	53
25~29岁	1,016	381	72	82		27	270	104	27	50
30~34岁	759	361	70	12		71	84	83	30	48
35~39岁	486	235	49	9		57	17	68	21	30
40~44岁	202	81	32	4		27	9	25	8	16
45~49岁	178	75	9	1		25	4	26	13	25
50~54岁	97	39	1			10	3	20	10	14
55~59岁	60	16	4			7	2	18	10	3
60~64岁	50	9	1			8	4	10	15	3
65岁以上	95	5	4			10	3	29	33	8

上表为第五次人口普查后得出的数据。从上表可以看出吐鲁番地区的人口迁移的原因主要有：务工经商、工作调动、分配录用、学习培训、拆迁搬家、婚姻迁入、随迁家属、投靠亲戚等。在 2000 年总迁移人口为 4,765 人，其中由于务工经商迁移的人口数最多，共计 1,534 人，由于学习培训迁移的人口数最少，共计 58 人。而在人口迁移的不同年龄阶段中，25~29 岁的这一年龄段为迁移数最多的，并以此年龄段为界，在其前后年龄段的迁移人数依次减少，15 岁以下和 50 岁以上为迁移最少的两个阶段。

4.10.5 吐鲁番的生态移民

吐鲁番地区人口迁移变化的原因，既有社会、历史的原因，也有自然地理环境的原因，更有社会生产力发展水平的原因。

a. 吐鲁番生态移民的必要性

a.1 生态环境恶化

环境是长期积淀的多种要素构成的复杂的人类生命支持系统，同样，对它的破坏也是多种因素长期共同作用的结果。其中，人口的大量增长是环境遭到破坏的主要原因之一。人多、地少、水缺的矛盾必然带来大规模的垦殖、毁林毁草、捕猎野生动物，最终导致生态环境的破坏，引发水土流失。在经济较为落后的地区，问题尤其如此。位于托克逊县的艾格日村，长期的耕种、人为的破坏和自然环境的变化，使该地 1996 年成为洪水区，其 96 户居民（156 人）不得不迁至英拉瓦提村，继续生活。

a.2 可持续发展战略

生态移民对退耕还林、还草具有很大的推动作用。据吐鲁番调查掌握的情况表明，一

些地方由于超自然资源承载的开发，导致生态环境恶化。在开垦过程中，草场面积和树林面积减少，自然防风力减弱，结果造成沙漠化严重。只有通过生态移民的措施，减少吐鲁番地区的农业人口，增加城市人口，实施节水型滴灌或喷灌，严格实施国家退耕还草还林的政策，才有可能改善该地区的草原生态环境。吐鲁番的 221 团土地变迁原因就属于此类。

所变化的区域是 221 团下游 4 连和 5 连的农用地，兵团 221 团属于下游地区，由于前些年上游地区的土地开发利用有限，用水量较小，使得下游 221 团 4 连 5 连的下游地区有足够的水源进行压盐、压碱处理，但近些年来上游耕地用水加大，这就使下游的 4 连 5 连地区缺少水源改善土地状况。

221 团 4 连 5 连地区的地下水位浅，一般在 50 cm 深处就可见水，由于地下水位过高，土地的盐碱化很严重，再加上 221 团缺少力量修建排碱渠，也没有大量的水源进行压碱、洗盐和大水漫灌等处理工作，使得 221 团 4 连 5 连下游地区的农用地荒废。在今后的几年中，221 团有进行土地盐碱化治理的计划。主要是挖排碱渠和种植植被。

b. 对生态移民的建议

b.1 生态移民与扶贫攻坚

在扶贫攻坚阶段移民式扶贫已成为一种主要的扶贫手段。因此，把生态移民计划与扶贫攻坚计划结合起来，不仅是保护生态环境的需要，也是扶贫攻坚自身的需要。两者相互配合，相得益彰，可以实现经济效益、社会效益和生态效益的统一。

b.2 生态移民与产业结构调整

在移民迁出地区，要结合退耕还林，在减少粮食播种面积的同时，大力发展有利于生态保护的林果业和各种特色产业。在移民迁入地区，要积极为移民创造就业机会，在发展劳动密集型特色农业的同时，要通过发展农产品加工业、建筑业和第三产业，努力促进农业剩余劳动力的转移。

b.3 生态移民与旅游业的发展

通过生态移民，减少对生态环境的人为破坏，不但可以有效保护现有的旅游景点，而且可以开发新的旅游胜地。与此同时，还可以在切实保护生态环境的前提下，为移民创造就业机会。因此，生态移民计划应与旅游发展计划平衡衔接。

b.4 生态移民与贫困地区援助

实现上述 3 个结合关键是人，人的素质不提高，任何措施都不起作用。生态移民工作是一项有利于生态环境保护、有利于扶贫攻坚、促进吐鲁番经济社会发展的系统工程，正确地认识这一生态移民工作的意义，从而制定科学合理生态移民规划、措施，将对我们有效地实施这一工程，具有重要的理论意义和实践意义。

【参考文献】

- 1) 绿洲发展与生态环境建设、中国科学院八物重点科研项目
- 2) 吐鲁番地区建设局、吐鲁番地区城镇体系规划
- 3) 新疆维吾尔自治区吐鲁番地区计划委员会、吐鲁番地区国民经济和社会发展“十

五”计划和 2010 年规划

- 4) 新疆维吾尔自治区统计局、新疆各地州市主要社会经济指标排序
- 5) 新疆维吾尔自治区统计局、吐鲁番统计年鉴 1990、1998~2004
- 6) 新疆通志、新疆人民出版社
- 7) 跨世纪的吐鲁番、吐鲁番地区统计局
- 8) 生态移民:小城镇建设与西部发展、国土经济
- 9) 生态移民人给野兽“让位”瞭望
- 10) 生态移民扶贫的实践与启示、国土于自然资源研究
- 11) 陈百明、1998、中国土地资源的人口承载能力[J]、中国科学院院刊
- 12) 钱翌、2000、西部大开发全书、北京:人民出版社
- 13) 生态移民理论与实践研究
- 14) 西北地区生态移民的效果与问题探讨
- 15) 关于新疆生态移民的意义和形式的初步探索
- 16) 试论生态移民工作中的民族问题
- 17) 论西部生态贫困、生态移民与社区整合

5. 初期环境影响评价 (IEE) 支援

5 初期环境影响评价（IEE）支援

本调查，根据基本情况的实施预测对于调查地区的环境有无影响来进行分析，在可能发生影响的场所，对于其影响所实施的对策以及治理污染的方法、制度等必要的措施进行探讨，要综合地评价对于基本情况环境的影响。

调查实施中，JICA 环境社会关怀方针（2004 年 4 月）和中华人民共和国环境影响评价法（2002 年 10 月）所表示的评价目的、程序和相关连的法律等作了不同的研究，在这件事上我们进行了有效果的调查。

5.1 调查方法

IEE 支援，根据当地再委托业务作了如下调查。

	调查委托方	再委托方
人员构成	团员1名	中国建设综合勘察研究设计院（CIGIS） 责任技术人 王秉忱 博士 担当技术人 数名
业务内容	给再委托方TOR指示，调查期 监督再委托方，检查成果	基于TOR调查的实施、统计、分析、完成成果

调查的第一年度，为了实施制定基本情况的前阶段，根据所作的基本情况的评价，作为其准备阶段要明确地调查地区的环境背景。因此，第 1 年的调查方法是收集现有的涉及到吐鲁番盆地的自然社会环境的资料，使用收集到的现有的资料、分析调查地区的一般环境、环境问题，明确和环境相关连的法律问题。

5.2 调查区域的一般环境

5.2.1 自然环境

a. 地形

新疆地处中国西北边陲，幅员辽阔，地形地貌多样，自然景观奇特。新疆东西长约 2,000 km，南北宽 1600 多 km，总面积 160 万 km²，新疆地形地貌总的轮廓是“三山夹两盆”。北面是阿尔泰山，南面是昆仑山和喀喇昆仑山，横贯中部、把新疆分成南疆和北疆的是山体宽厚的天山山脉。天山和昆仑山之间并以帕米尔高原和阿尔泰山间构成塔里木盆地，面积为 53 万 km²；天山和阿尔泰山之间是准噶尔盆地，面积为 22 万 km²。在绵延起伏的天山雪岭中，还有素称“新疆粮仓”的伊犁谷地，中国大陆最低的吐鲁番盆地以及哈密、焉耆、拜城、昭苏等盆地。喀喇昆仑山主峰——乔戈里峰，海拔 8,611 m，为世界第二高峰；昆仑山主峰——木孜塔格峰，海拔 7,723 m；帕米尔高原的公格尔峰、慕士塔格峰海拔均在 7,500 m 以上；天山主峰——托木尔峰，海拔 7,439 m；这些都是著名的山峰。

高耸的冰峰和浩瀚的沙漠是新疆地形地貌的两大特点。全区共有大小冰川 1.86 万条，总面积 2.4 万 km²，占全国冰川面积的 42%，冰的储量达 2.58 万亿 m³。其中，天山冰川多达 8,900 多条，面积 9,100 km²，冰的储量一万亿立方米。这些冰川、雪岭既是十分壮丽的自然景观，又是新疆主要河流的发源地，年均融水量达 178.6 亿 m³，占河流量径流量的 20%，并对河流水量起着年际间丰枯的调节作用，有“固体水库”之称，是确保绿洲存在的重要水源。新疆的沙漠占全国总面积的三分之二，主要有塔里木盆地的塔克拉玛干沙漠和准噶尔盆地的古尔班通古特沙漠。前者面积 33.7 km²，不仅有可开垦的土地、大面积的胡杨林和众多的沙生植物、野生动物，还有丰富的石油、天然气等矿产资源。

吐鲁番盆地位于新疆维吾尔自治区中部偏东地区，东接哈密盆地，南抵觉罗塔克山荒漠地带与巴州接壤，西与乌鲁木齐市毗连，北隔东天山与昌吉州相邻。

吐鲁番盆地行政区划隶属于吐鲁番地区，主要由吐鲁番市、鄯善县、托克逊县组成。东西长约 300 km，南北宽约 240 km，面积 66,739 km²。

吐鲁番盆地总的地形特征是三面环山，西北高而东南低，地形地势由山区向盆地最低处—艾丁湖倾斜。盆地北部山区为东天山东段，海拔高度介于 1,500-4,500 m 之间；西部为东天山喀拉乌成山，海拔高度介于 1,500-4,500 m 之间；南部为东天山余脉觉罗塔格山，山势相对低矮；东部略呈开口状，只有低矮丘陵。

艾丁湖是盆地内所有河流的最终归宿，随着吐鲁番盆地对水资源的开发利用程度日益增大，河流以地表径流直接补给艾丁湖的方式已较为少见，只有较大河流在较大洪水时才有洪水直接入湖。湖水大量蒸发，稳定的湖水水面难以持久，故长期以来艾丁湖整个湖面大部为盐壳所覆盖。

从湖区到山区之间是广阔的山前倾斜平原、绿洲和荒漠等地貌类型。在干旱荒漠气候条件的影响下，盆地低山区岩石风化，少有植被生长；高山区也只有稀疏植被，并具有明显的垂直分带性，在 2,500 m 附近的阴坡分布有小片森林，树种以针叶云杉、桦树、毛柳等为主；各河河谷地带生长有少量杂林灌木，以河柳、新疆杨及次生灌木为主；平原绿洲区以人工种植植被为主。

b. 地质

吐鲁番盆地为北天山褶皱带东段山间构造断陷盆地，具有地槽型封闭自流盆地特征，有较厚的中生界覆盖层，褶皱强烈，构造断裂较多。

在大地构造单元上,属北天山地槽褶皱带范畴,包括博格达复背斜,吐鲁番山间断陷盆地及却勒塔格复背斜等三级构造区。

盆地内前第四纪地层受大地构造所控制,出露有志留系、泥盆系、煤系、二叠系、侏罗系、白垩系和第三系地层。元古代末期,全区处于剥蚀阶段,因而缺失震旦系、寒武系、奥陶系的沉积地层。由老到新,从高山到平原,呈近东西向弧形带分布。盆地以北山区以煤系海相火山碎屑沉积岩为主,构成博格达复背斜的核心;盆地以南山丘区志留系、泥盆系岩类构成却勒塔格复背斜核心。侏罗系、第三系红色膏岩相构造广泛出露于南北区的山麓和火焰山一带隆起带,盆地基底普遍分布为第三系地层,除鄯善县北零星出露外,均埋藏于盆地各类第四系松散沉积层之下。

第四系沉积物由山前向盆地中心呈环带状分布,在成因上呈现洪积—冲洪积—冲积—冲湖积—湖积—沼泽沉积—化学沉积及风积;在岩性上为卵石—砾石—砂砾石—各种砂层夹土层—各种土层夹砂层—盐沼土—沙漠砂;在地貌形态上表现为山前倾斜砾质平原—土质平原—湖积平原及风成沙漠。

c. 土地分类

吐鲁番盆地共有国土面积 69,713 km²,其中吐鲁番市 15,738 km²,鄯善县 38,315 km²,托克逊县 15,660 km²。

吐鲁番盆地的土地类型根据地貌、植被、土壤等自然主体特征划分为 5 个土地大类:

c.1 山地

分布于吐鲁番盆地周围边,面积 9,850 km²北部的博格达山为高山地区,东西延展,全长 255 km,一般海拔 2,000~4,000 m,最高的博格达峰海拔 5,445 m,雪线一般在 4,300 m 左右。

海拔 4,000 m 以上为冰川、冰缘地貌、冰川、冰雪堆积,地表裸露,土壤发育微弱。

海拔 3,000~4,000 m,气候寒冷潮湿,年降水量在 300-400 mm,黑毡土土壤土层较厚,有机质含量较多,植被特征为喜湿、耐寒、矮小,草类以耐寒旱生的小莎草类和小杂草为主,覆盖度为 75 %-95 %,通常作为优良草场夏牧。

海拔 2,000~3,000 m,发育有山地栗钙土,气候寒冷干燥,降水少,牧草多为耐寒的旱生牛草和杂类草,覆盖度为 30 %-85 %。

海拔 1,000~2,000 m,中山发育有山地棕钙土和棕漠土。降水量少,众多集中在夏季,植被主要为旱生牛草和灌木。

海拔 600~1,500 m 低山丘陵,由山势起伏和缓的低山组成。主要分布在盆地的东南部(库姆塔格)、中部(盐山、火焰山)。气候干燥炎热、风化强烈、基岩裸露、土石多,个别地区为流沙所覆盖,水源缺乏、植被稀疏,构成山地荒漠景观。

c.2 洪积砾质戈壁

分布于盆地环山带的内缘,北部山前丘陵与火焰山一带,面积 49,620 km²,多由以岩块、碎屑、粗砂等砾质为主的山前倾斜平原组成。海拔 100-300 m,由于气候干燥炎热,形成砾质戈壁荒漠。

c.3 冲积洪积平原

火分布于火焰山南北两侧的戈壁与湖积平原之间，面积 6,122 km² 高程 2—150 m(南侧)，220—320 m(北侧)，本类区域地势平坦，由多种不同类型土壤构成的绿洲地组成。绿洲面积约 1,666 km²，土壤深厚，质地疏松，含盐量少。地下水位较深的地区，水质好，适宜作物生长，植被多为栽培作物和农田杂草。在地下水位埋藏较浅的地区，地下水蒸发强烈，水质差，土壤含盐量较高(1%-2%)。农作物幼苗期易遭盐碱危害，影响作物生长。

c.4 湖积平原

分布于冲洪积平原内侧和艾丁湖之间的环状湖沼地，面积 251 m² 地势低洼。

在裸露的湖积平原区，由于气候干燥，湖面缩小，形成盐沼，裸露地表，部分地面可积水，无植被。

在艾丁湖及其沿岸的沼泽地，湖沼面积 152 km²，湖岸平坦，湖底沉积物为以含氯化物为主的厚层细粒盐土，形成湖沼地。

c.5 沙丘地

吐鲁番盆地的沙丘地多是斑状、线状覆盖在洪积扇的前缘地带或残留的顶部，如库姆塔格山地，火焰山面积 3,870 km² 等。

在火焰山南部的“灌丛半固定沙丘”，地表干燥，沙丘相连，植被稀疏。多生长有红柳、芦苇、骆驼刺灌丛。

在盆地东南部，大量流沙形成沙山群体，沙丘里干燥缺水，无植物生长。

c.6 绿洲

吐鲁番地区的绿洲分为以下五种类型。

c.6.1 山谷绿洲

分布于沿河两岸的山谷，绿洲通常较狭窄，如连木沁沟、吐峪沟、二塘沟、柯柯亚沟、葡萄沟、桃儿沟等。

c.6.2 冲积洪积平原上部绿洲

分布于山前及火焰山北麓泉水出露带或引河水灌溉形成的绿洲，如拉克逊的伊拉湖乡和博斯坦乡、红柳河园艺场，七泉湖、红星煤矿、汉墩坎、以及鄯善、七克台、连本沁等。

c.6.3 冲积洪积平原中下部绿洲

分布于火焰山以南雅尔乡一直到鄯善县的鲁克沁镇和达郎坎乡等吐鲁番绿洲带，盐山以南的拉克逊绿洲带。

c.6.4 湖积平原绿洲

分布于盆地中心艾丁湖盐沼的外围，植被较好，以耐盐、喜盐的盐生植物为主。在鄯善的东湖、黄草湖、托克逊的大、小草湖等地，因地下水位高，水草丰茂，为较好的牧场。

c.6.5 城镇绿洲

为适应交通，工商业发展的需要，随城市化建设发展起来的人工绿洲，如大河镇、鄯善火车站等。

c.7 汇总

吐鲁番地区土地分类表如下。

表 5.2.1 吐鲁番地区土地分类表（单位：km²）

面积 \ 累计	山地	洪积砾质戈壁	冲洪积平原	湖积平原	山地	绿洲
吐鲁番地区	9850	49620	6122	251	9850	1,666

d. 气象

吐鲁番地区属独特的温暖带干旱荒漠气候，主要特点是干燥、高温、多风，由于其西部、北部山地的阻挡，高空湿流难以入侵盆地，从而形成了吐鲁番盆地日照长、气温高、降水稀少、蒸发量大，无霜期长，日照充足，昼夜温差大，多大风及干热风的气候特点。

吐鲁番市气象站多年平均气温为 14.1℃，最高气温 47.7℃，最低气温-28℃；

吐鲁番气象站历年平均日照时数 3,026.3 小时，多年平均无霜期 271.2 天；

吐鲁番气象站历年平均风速为 1.5 m/s，最大风速为 25 m/s，最多风向为 E，历年最大冻土平均深度为 77 cm。

吐鲁番气象站历年平均湿度为 4.1%，盆地内太阳辐射强，年平均总辐射量为 140 千卡/cm²。

2003 年月平均各气象因子如以下图表所示。

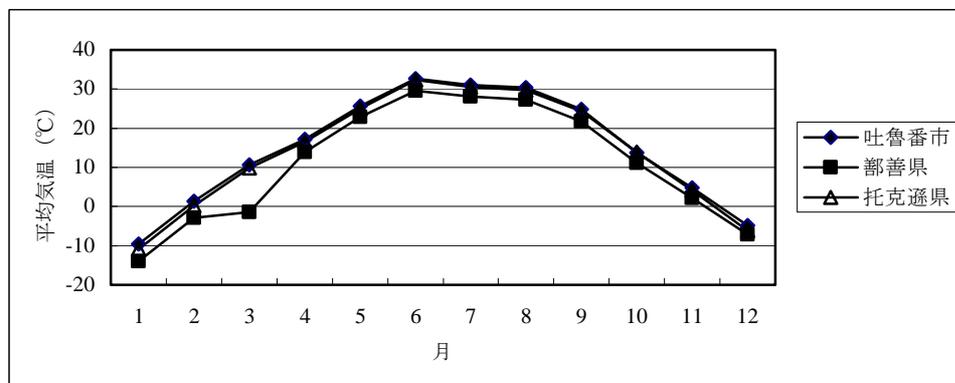


图 5.2.1 2003 年吐鲁番地区县（市）月平均气温

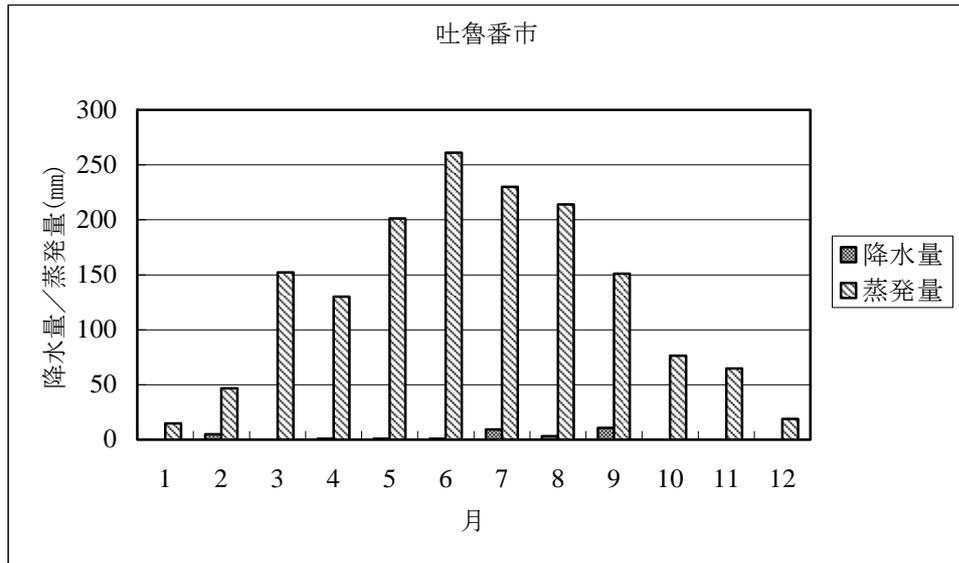


图 5.2.2 2003 年吐鲁番市月平均蒸发量 / 降水量

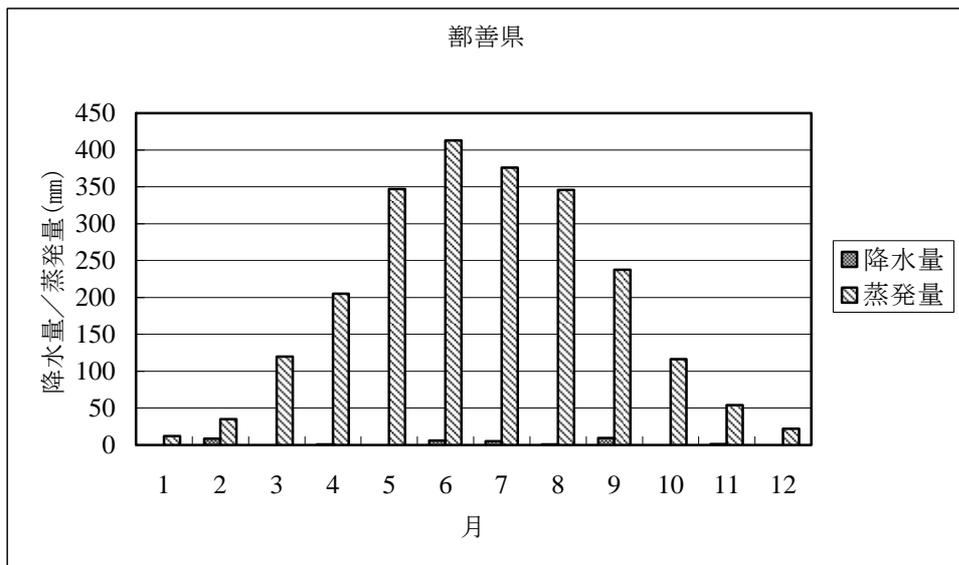


图 5.2.3 2003 年鄯善县月平均蒸发量 / 降水量

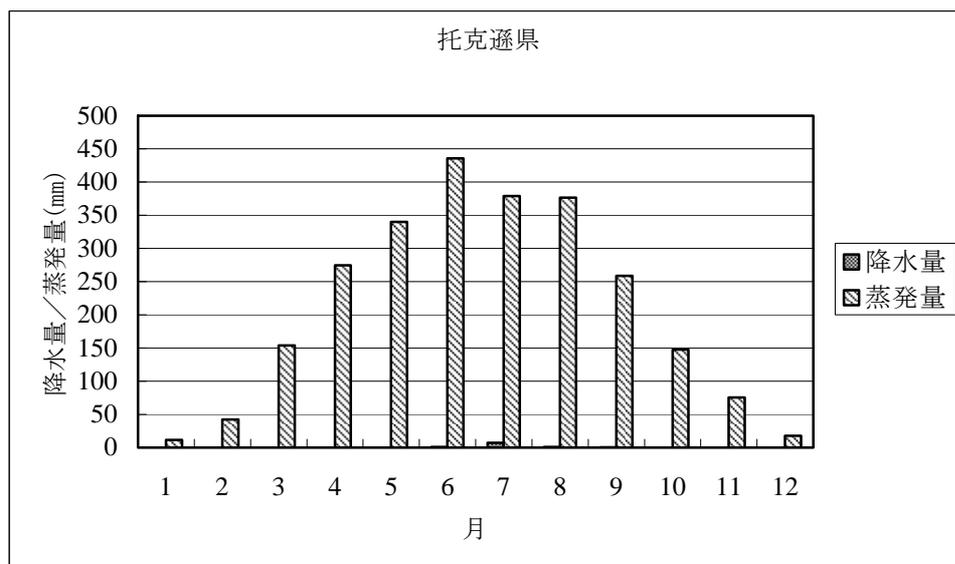


图 5.2.4 2003 年托克逊县月平均蒸发量 / 降水量

表 5.2.2 2003 年吐鲁番地区月平均日照时间·湿度·风速

月	吐鲁番市			鄯善县			托克逊县		
	日照时间	湿度	风速	日照时间	湿度	风速	日照时间	湿度	风速
	(时间)	(%)	(m/s)	(时间)	(%)	(m/s)	(时间)	(%)	(m/s)
1月	151.0	63	0.30	211.3	69	0.80	180.7	66	1.40
2月	159.0	53	0.60	200.7	64	1.00	171.5	58	1.40
3月	262.7	29	1.00	267.6	38	1.20	262.2	35	2.20
4月	249.8	29	1.10	253.7	35	1.50	255.7	31	3.10
5月	306.5	28	1.00	330.7	30	1.50	314.5	32	3.30
6月	328.2	28	0.80	337.4	33	1.30	316.9	33	2.30
7月	324.6	35	0.80	355.1	40	1.10	330.1	39	2.30
8月	319.5	34	0.60	329.2	39	1.20	329.8	41	1.20
9月	284.2	43	0.40	294.2	46	1.00	280.6	44	2.10
10月	256.4	47	0.30	282.2	49	0.80	258.4	47	1.80
11月	140.2	46	0.50	163.9	47	1.20	153.8	46	2.00
12月	182.8	53	0.20	215.9	54	0.70	190.6	58	1.30
年累计	2964.9	-	-	3241.9	-	-	3044.4	-	-
月平均	247.1	41	0.60	270.2	45	1.10	253.7	44	2.00

e. 河流

e.1 河流分布

吐鲁番地区有大小 14 条河流（含独立支流），按行政区域划分分别为托克逊县 6 条：乌斯通沟、祖鲁木图沟、艾维尔沟（鱼尔沟）、柯尔碱沟、阿拉沟、白杨河；吐鲁番市 5 条：大河沿河、塔尔朗河、煤窑沟、喀让熟勒沟、恰勒坎沟；鄯善县 3 条：二塘沟、柯柯亚尔河、坎儿其沟。其中乌斯通沟（右支）、祖鲁木图沟（右支）、艾维尔沟（左支）、均为阿拉沟支流。柯尔碱沟（右支）为白杨河支流。

表 5.2.3 吐鲁番地区主要河流名

主要河流名		
托克逊县	吐鲁番市	鄯善县
乌斯通	大河沿	二塘沟
祖鲁木图	塔尔朗	柯柯亚河
鱼尔沟	煤窑沟	坎尔其河
柯尔碱	黑沟	
阿拉沟	恰勒坎河	
白杨河		

河流流域集水面积为 8,615 km²，2003 年地表水资源年径流总量 9.33 亿 m³。

各条河流的特征见表 5.2.4。吐鲁番地区的河流径流主要来源于降水，融雪水，山前侧渗和山泉水。14 河流中，唯有大河沿河水的特征独特：年际、年内四季水量变化比较均匀稳定，丰枯水量之比为 1.46，其它河流年际年内水量变化较大，四季分配不均匀，丰枯水量之比为 2.0，夏季洪水期洪水过程多半呈单峰型，峰高量小，历时较短。有时形成局部地区的山洪爆发。

表 5.2.4 吐鲁番地区主要河流一览表

序号	河流条件	河流源头特征	河流特征 (出山口以上)	集水面积 (Km ²)	河流出山口后的去向
1	坎尔其河	河源高程较低，未有现代冰川发育。2500m以上水流较发育	植被差，2500m以下为季节性小支流，洪沟汇入	坎尔其巡测站以上为548	由坎尔其引水渠分别引至鄯善火车站镇、七克台乡、尾间消失在南湖戈壁滩一带
2	柯柯亚尔河	冰川5条，冰川面积0.27Km ² ，冰川储量，0.0025Km ³	河网发育，高山区降雨量可达500mm，支流河源多沼泽	707	被柯柯亚尔水库拦截，水库泄洪的迳流在山前倾斜平原较严重的渗漏，水库泄洪量大时洪水可沿者河道经火焰山与库木塔格沙漠之间的通道汇入艾丁湖，正常情况下通道引水渠至鄯善县城区一带，用于工农业生产和居民生活用水。
3	二塘沟	东天冰川，冰川20条，冰川面积4.25km ² ，冰川储量0.1434km ²	多个小支流汇入，气候温凉，降水相对丰沛	344(托万灵来以上) 501(出山口以上)	流经山前倾斜地带，蒸发、下渗较为强烈；下游由渠道输水，穿过火焰山通道后进入鲁克沁镇，余水汇入艾丁湖
4	恰勒坎河	河流高程3681m，未有现代冰川发育	河长14km，有两条支流汇集	100	河水引至胜金乡一带
5	喀让离勒河	河源高程4298m	河长25km	185	流经宽广的山前倾斜平原区，通过黑沟渠引水至胜金乡
6	塔尔良河	发源于什萨拉达板，河源高程4112m，有冰川15条，冰川面积5.68Km ² ，冰川储量0.2469Km ³	河长50km有两条大的支流汇入	443	大部分水量通过引水渠为吐鲁番市所用
7	煤窑沟河	河源高程4305m，冰川28条，冰川面积10.69Km ² ，冰川储量0.3894Km ³	煤窑沟水文站以上河长45km，支状水系	481	通过第一人民渠，第二人民渠分别引至葡萄沟和胜金乡一带，余水最终汇入艾丁湖

序号	河流条件	河流源头特征	河流特征 (出山口以上)	集水面积 (Km ²)	河流出山口后的去向
8	大河沿河	发源于库鲁铁列克达板, 源头高程4038m, 冰川20条, 冰川面积3.59Km ² , 冰川储量0.0873Km ³	河长54km, 上游为两条大支流	724	流经山前冲洪积扇地带大量散失, 铁路桥以下河床宽达1-2Km, 水沟漫流出山口处下渗损失较大, 引水供221团工农业生产及生活用水, 艾丁湖、红柳河园艺场引用一少部分, 较大洪水时, 应有一部分水直接入艾丁湖
9	白杨河	发源于博格达山, 有冰川124条, 冰川面积77.27Km ² , 冰川总储量4.326Km ³	4100m以上年降水量700-750mm, 上游有三条大的支流	2423(峡口水文站以上)	
10	阿拉河	发源于天山中南坡, 有冰川86条, 冰川面积38.56Km ² , 冰川储量1.4745Km ³	上游由两条沟汇合而成	2503(阿拉沟出山口以上)	出山口处有艾维尔沟汇入, 在山前倾斜地带带有祖鲁木图沟, 乌斯通沟汇入, 在托克逊县西10km处与白杨沟汇合后称为托克逊河, 用于托克逊县工农业生产、生活用水, 余水沿老河道进入艾丁湖

e.2 调查地区的蒸发量

e.2.1 水面蒸发量年内变化

选用吐鲁番地区 12 个站区作为代表站进行分析（见表 5.2.5）。最大四个月水面蒸发量都出现在 5-8 月份，占年蒸发量的 51-64 %。在四季中夏季（6-8 月）气温高，蒸发量也大，占年水面蒸发量的 38-49 %。春季（3-5 月）多风，水面蒸发量就大于秋季，冬季气温低，水面蒸发量最小。月最大水面蒸发量出现在 6 月或 7 月，占年蒸发量的 12-18 %。月最小水面蒸发量出现在 1 月或 12 月，占年蒸发量的 0.7-3.6 %。

表 5.2.5 水面蒸发量年内变化：mm

站名	柯柯亚尔	托万买里	坎尔其	鄯善	吐鲁番	煤窑沟	东坎	五工区	阿拉沟	吐克逊	库米什	
标高 (m)	1140	1500	1300	378	35	1400	-49	1708	881.5	1	922	
月平均蒸发量	1	12.9	16.5	14.0	13.6	11.3	12.0	13.1	20.5	10.6	13.7	14.2
	2	26.3	27.6	24.7	30.6	29.8	25.2	34.2	24.8	25.6	39.5	31.1
	3	81.7	55.7	48.8	88.8	94.8	63.1	104.0	72.1	70.3	125.3	91.3
	4	157.4	143.7	120.1	161.1	171.7	125.3	192.6	114.6	134.8	223.2	179.9
	5	236.3	195.0	187.6	226.1	238.6	186.3	270.7	171.3	194.4	298.2	260.1
	6	259.7	197.9	207.4	249.4	271.1	202.6	296.2	169.8	206.2	319.5	276.4
	7	258.3	168.8	206.7	255.3	274.2	199.5	291.5	185.0	210.3	324.8	286.3
	8	237.7	150.5	196.9	218.5	225.2	176.3	236.3	188.5	187.7	261.9	266.5
	9	158.9	120.0	137.8	148.1	143.4	119.8	166.0	124.0	132.6	178.8	194.4
	10	84.4	78.5	77.3	85.5	74.9	67.4	92.5	77.4	76.0	104.1	107.1
	11	31.7	32.4	34.3	35.3	29.3	29.4	36.7	35.2	29.7	44.0	41.6
	12	11.1	16.5	16.0	14.3	11.0	12.3	13.5	20.2	11.4	13.6	15.3
季节平均	春	475.4	394.4	356.5	476.0	505.1	374.8	567.3	358.0	399.4	646.6	531.3
	夏	755.7	517.1	610.9	723.2	770.5	578.5	824.0	543.2	604.2	906.3	829.2
	秋	275.0	230.8	249.4	268.9	247.6	216.7	295.2	236.6	238.4	326.9	343.1
	冬	50.3	60.6	54.7	58.5	52.2	49.5	60.7	65.6	47.6	66.7	60.6
5~8月蒸发量	992	712	799	949.	1009	764.8	1095	715	799	1204	1089	
年蒸发量	1556	1203	1272	1272	1576	1219	1747	1203	1290	1947	1764	

e.2.2 水面蒸发量的年际变化

由于吐鲁番地区影响水面蒸发量的气温、湿度、风力、日照等气象因素年际变化不大，所以水面蒸发量的年际变化比较稳定。现选用吐鲁番地区 5 个观测年限较长，资料代表性好的观测站进行统计分析。

表 5.2.6 水面蒸发量的年际变化表：mm

站名	多年平均水面蒸发量	最大		最小	
		年蒸发量	发生年份		
吐克逊	3356.2	4107.2	1961	吐克逊	3356.2
阿拉沟	2223.3	3162.7	1999	阿拉沟	2223.3
吐鲁番	2716.3	3608.2	1956	吐鲁番	2716.3
煤窑沟	2099.8	2446.5	1980	煤窑沟	2099.8
鄯善	2632.1	3092.2	1959	鄯善	2632.1

e.2.3 河流的水质

河流均发源于天山坡，其中四条河在出山口以上兴建了引水渠道工程，大量的河水直接被引入城镇和灌区，但由于各渠道引水能力有限，汛期仍有洪水入渗地下形成河床潜流。

来自河流的水体质量可以用上游山区地表水质资料表示，在河流出山口以上坝址水文断面处均布设有水质监测断面，由于该断面原本为天然水质状况，年际年内变化不大，监测结果可反映河流的天然水质状况，监测断面的水质监测结果见表 5.2.7。

根据国家（GB3838-2002）《地表水环境质量标准》，采用综合污染指数法评价，在有水质监测资料的河流中，河流水体质量除大河沿河为二级，水质尚清洁，塔尔郎河为严重污染水体外，其余河流均为一级清洁水体，其中大河沿河水挥发酚超标（超标倍数为 1.5 倍），塔尔郎河水汞超标（超标倍数达 20 倍）。上述两河水体除该两项指标超标外，其余指标均满足上述标准。

表 5.2.7 五河流域上游山区地表水质监测结果统计表：mg/l

项目	Cio	大河沿河	塔尔朗河	煤窑沟河	黑沟河	恰勒坎河
PH	6.5-8.5	7.8	8.4	8.1	8.0	7.9
总硬度	450	130	145	135	156	170
Fe ³⁺	0.5	0.03	0.04	0.03	0.05	0.06
CN	0.05	未	未	未	未	未
Cu ²⁺	1.0	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Zn ⁺	1.0	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
SO ₄ ²⁻	250	45	66	50	68	70
Cl ⁻	250	7	10	8	10	10
挥发酚	0.002	0.003	未	未	未	未
F ⁻	1.0	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3
As ⁻	0.05	0.02	0.01	未	未	未
Hg ⁻	0.00005	未	0.001	未	未	未
Cr ⁶⁺	0.05	0.01	0.007	未	未	未
Cd ⁻	0.005	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002
Pb	0.05	0.004	0.005	0.005	0.005	0.006
DO	6	7.2	8.4	8.0	8.2	7.9
COD	15	0.2	0.2	1.0	0.2	0.5

未：未分析

f. 湖泊

艾丁湖是区内最大的咸盐湖，地理坐标位于东经 89°17'，北纬 42°40'，湖面积约 5 km²，属平原咸盐湖，艾丁湖又是世界上除中东死海之外的海拔最低地，海拔高度为负 161 m。

艾丁湖湖区，年降水量只有 16 mm，蒸发量却高达 2,800 mm，阿拉沟河和大河沿河是湖水的主要补给水源。

艾丁湖是地表水和地下水的排泄汇集处，也是盐份聚积区，在补给水源缺乏的年份，湖水蒸发强烈，湖水中的矿物质浓缩，尤其是氯化钠盐饱和析出，盐份沉积，形成盐沼，湖水变为 CL-Na 型水，矿化度高达 50-350 g/l。

七角井西湖，地理坐标为东经 91°05'，北纬 43°22'，湖面积 2km²，属于盐湖。

无名湖，地理坐标为东经 89°33'，北纬 42°57'，位于胜金乡境内，属季节湖泊。

羊心湖，湖面积 1 km²，位于鄯善县七克台乡东部，属季节性小湖泊。

长干湖，湖面积约为 1.5 km²，冬季干涸无水，由夏季山洪沟水汇集而成。其水量主要消耗于蒸发、下渗，位于七克台乡东部，属季节性小湖泊。

吐鲁番地区湖泊统计见表 5.2.8。

表 5.2.8 吐鲁番地区主要湖泊一览表

序号	湖泊名	地理坐标		湖面积 (km ²)	湖泊类型
		东经	北纬		
1	艾丁湖	89°17'	42°40'	5	平原咸盐湖
2	七角井西湖	91°05'	43°22'	2.0	盐湖
3	无名湖	89°33'	42°57'	0.5	季节湖泊
4	羊心湖			1.0	季节湖泊
5	长干湖			1.5	季节湖泊

g. 地下水分布

g.1 地下水分布

吐鲁番盆地在地貌轮廓上形成以火焰山为分界的南北两个盆地。

盆地内地下水的分布和埋藏特征主要受地质构造，地层岩性及沉积特点控制，盆地内前第四系地层分布在盆地北部山区的主要为煤系海相火山碎屑沉积岩，盆地以南山丘区，志留系、泥盆系的泥岩、砂岩、凝灰岩，侏罗系和第三系的红色砂砾岩，夹薄层石膏等陆相碎屑岩主要出露于南北区山麓和火焰山一带隆起带。盆地基底主要为第三系地层，除周围边山区外南北盆地及河谷主要是第四系卵砾石、砂卵石、各种砂层夹土层及盐沼土沙漠砂等松散地层。

首先根据气象、水文、地质、地貌和构造条件将区域地下水划分为山区、北盆地、南盆地三个水文地质单元；其次，根据地下水的赋存条件和分布特征将北盆地又分为北盆地中部、上部深埋潜水区 and 北盆地南缘绿洲带潜水、承压水、自流水区两个水文地质区。将南盆地分为西部伊拉湖——拉克逊河、吐鲁番——三堡鲁克沁区、拉克逊干沟东部勒塔格山山前倾斜平原区三个水文地质区。

g.1.1 北盆地

北盆地沉积着数十米至一千米的第四系卵砾石、砂砾石、砂及少量粘性土层，为地下水赋存提供了良好的空间，加之北部博格达山水系河流潜流，河水就地转化补给，赋于北盆地丰富的潜水，承压水和小面积自流水。

① 北盆地中部、上部深埋潜水区

该区为一由北向南倾斜的山前戈壁平原，由一系列单一卵砾石组成的冲洪积扇构成，地形坡降大于 4%。第四系沉积最厚在盆地中部，由西向东存在三个沉降中心：西部煤窑沟以南最大厚度大于 1000 米；中部连木沁北东最大厚度大于 700 米；东部以鄯善火车站为中心，最大厚度大于 600 米。一般第四系沉积厚度均大于 100 米。赋存着丰富的潜水，水位埋深大于 30 米，最深处大于 200 米。该区潜水目前还很少为人们所利用。

北盆地地下水接受山区河水不断补给，受地形和构造的控制，由山前向南迳流，至火

焰山受阻而溢出成泉。在吐鲁番构造缺口，直接以地下水迳流的方式侧向流入南盆地。由于北盆地地形坡度大，含水层以卵砾石为主，地下水迳流条件好，据吐鲁番孔，胜金台孔和鄯善水电局孔抽水试验表明，其渗透系数分别为 4.64 m/d, 6.75 m/d, 124.10 m/d。

② 北盆地南缘绿洲带潜水、承压水、自流水区

该区位于火焰山北侧一线。由第四系冲洪积卵砾石、砂砾石、砂及粘性土层组成，沉积厚度 50-500 米。储存着丰富的潜水、承压水和小面积自流水。自流水主要分布于亚尔湖和胜金台，在七克台南部亦有少量自流水分布。潜水、承压水、自流水埋藏浅、水质好，水量丰富，沿火焰山北侧各沟口有大量泉水溢出。该区地下水为吐鲁番、鄯善两县广泛利用。

g.1.2 南盆地

南盆地是一个以艾丁湖为中心的近东西走向的封闭盆地，沉积着数十米厚的第四系卵砾石、砂砾石、砂和粘性土层。艾丁湖区沉积有湖相盐渍土和芒硝盐层。在托克逊县城一带，沉积厚度大于 700 米。西部河谷潜流，河水及北部“火焰山水系”沟谷潜流和河水的补给，使南盆地赋存较丰富的地下水。南盆地地下水从盆地四周围向艾丁湖区迳流，地下水补给条件西部好于北部，北部好于南部和东部。迳流条件是边缘向盆地中心，由好变差，西部迳流条件好于北部，北部又好于东部和南部。北部的构造缺口带和冲洪积扇带好于扇间地。

① 西部伊拉湖—托克逊区

该区位于南盆地西部，白杨河、阿拉沟和乌斯通沟等 6 条河的冲洪积物，厚度可达 100-500 m，6 条河流的河谷潜流和河水的补给，使该区赋存了丰富的潜水、承压力和自流水，构成了南盆地地下水最丰富的地段。

② 吐鲁番—三堡—鲁克沁区

该区为火焰山山前倾斜平原，地形由北向南部艾丁湖倾斜。第四系沉积厚度 200-700 m。地下水赋存特征，由山前冲洪积扇顶部到艾丁湖，地下水类型由单一潜水过渡到潜水承压水、承压水、自流水，富水性由富到贫，潜水矿化度由 >1 g/L 过渡到 >50 g/L。在横向上，在沟谷冲洪积扇控制区及吐鲁番构造缺口的吐鲁番城市一带，地下水赋存条件较好，而在其扇间凹地则地下水赋存条件变差。

③ 托克逊干沟以东却勒塔格山山前倾斜平原区

该区呈东西条带状，地势由南向北倾斜。第四系沉积物以坡洪积碎石为主，厚度多小于 100 m，西段南湖一带厚度大于 100 m。该区虽有地下水赋存空间，却因南部山区降水稀少，而缺少补给源，因而是南盆地地下水最贫的地区。

g.2 地下水水化学特征

吐鲁番盆地地下水水化学成分的形成和分布，受区域气候环境和水文地质条件、地下水的迳流和补给条件的影响，使水化学性质和成分变得较为复杂，且水平和垂直分带规律明显。

g.2.1 北盆地平原区水化学类型

北盆地主要为砂砾石沉积，山区河流补给水量较为丰富。山前巨厚的砂砾石层，地形坡度大，岩层渗透性好，河流出山口后，迅速转化为地下水，形成低矿化水；平原中上部冲沟和平原中下部溢出带，溢出的泉水和开凿的民井水矿化度均为 0.1-0.3 g/l，保留河流出山口前河水的天然水化学性质。

g.2.2 南盆地平原区水化学类型

① 火焰山西部和盐山山前带及西部伊拉湖山前冲洪积平原型

因岩性结构与北盆地平原岩性相同，受西部和北部山区河流水补给，地下水埋藏较深，机、民井、坎儿井中水矿化度均为 0.2-0.5 g/l，多以 $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Na}$ 型水为主，潜水化学性质与山区河水及北部平原潜水基本一致。

② 局部型

局部地区出现下列水化学类型带：在吐鲁番至艾丁湖乡土质平原地段，迳流条件变差，蒸发作用加强，形成 $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Ca-Na}$ 型水，矿化度一般小于 1 克/升，向南矿化度增高为 1-3 g/l。在艾丁湖乡之南局部地段，水位变浅，为 $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Na-Ca}$ 型水，矿化度为 0.5-1.4 g/l。

③ 伊拉湖绿洲地区型

伊拉湖绿洲地段，受强烈开采地下水的影响，矿化度均小于 1 g/l，形成 $\text{HCO}_3\text{-Ca-Na}$ 型水。在东部地下水溢出地带，形成盐渍化和沼泽带，水质向硫酸盐型变化。因沼泽地是地下水排泄的“天窗”，受周围围开采影响和上层潜水的稀释，水质较好，矿化度小于 1 g/l，为 $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Ca-Na}$ 型水。

④ 局部型冲积谷型

冲积沟谷，洪水期河水补给，枯水季节受地下水排泄补给。水化学类型以 HCO_3 型为主。托克逊土质平原区由于土壤成份含量较多，迳流条件变差，土质平原中上游地带形成 $\text{SO}_4\text{-Cl-Na-Ca}$ 型水，矿化度 1-3 g/l。下游吐鲁番东南一带，受北部山区引水渠的灌溉冲淡和水中带来的钙镁离子，使局部地段形成 $\text{SO}_4\text{-Cl-Na-Ca}$ 型水

⑤ 艾丁湖—湖积平原区型

于湖湖积平原区，是地表水和地下水的汇集处，也是盐分聚积区。由于补给水源缺乏，地下水处于停滞状态，以蒸发排泄强烈浓缩为主，尤其氯化钠盐饱和后析出盐分聚积，在盆地周围围形成严重盐沼地，水质盐化，一般为 $\text{SO}_4\text{-Cl-Na}$ 型水，矿化度高达 10-50 g/l。向艾丁湖地带，变为 Cl-Na 型水，矿化度达 50-350 g/l。

盆地东部鲁克沁和七克台山前地带气候炎热干旱，降雨稀少，受山前地下迳流和渠系田间水入渗补给，迳流条件差，形成 $\text{SO}_4\text{-Cl-Na-Ca}$ 型水，矿化度一般小于 1 g/l，个别达 4 g/l。

⑥ 鲁克沁地区型

鲁克沁、鄯善土质带，土壤富集盐分较多。地下水受强烈的蒸发和浓缩作用，形成

SO₄-Cl-Na-Ca 型水。受鲁克沁山前地表水和灌溉渠系水补给作用影响，矿化度均小于 1 g/l。

⑦ 七克台以南的南湖平原地区型

七克台以南的南湖平原，第四系覆盖层薄，由于强烈的蒸发和浓缩作用，形成 SO₄-Cl-Na-Ca 型水，矿化度一般达 5.6 g/l，泉水为 1.6 g/l。

综上所述，吐鲁番盆地地下水化学成分，主要受蒸发和迳流条件控制，在含盐岩层的溶滤以及水与离子交替吸附等综合作用下，形成以艾丁湖为中心的半环状水化学分带特征。水平方向从平原低处到北部山区，垂直方向从上到下，地下水矿化度由高变低，水化学类型的变化为氯化物型水—硫酸盐型水—重碳酸盐型水。

g.3 地下水动态类型及其特征

g.3.1 北盆地地下水动态特征

在博格达山南麓、山前地带，地下水动态变化主要表现在枯水期最低水位出现在冬季冻结后，春季地表迳流入渗，地下水水位回升，出现二次丰水期：一次在积雪消融解冻地表水的洪峰期，地下水出现丰水洪峰；第二次在 7-8 月降水多时段，地下水出现最高丰水期。10 月份后，地表迳流量变小，水位逐渐下降。动态类型属水文气候型。

在北盆地南缘绿洲带，含水层结构为多层承压或自流水含水层。地下水水位变化与大量开采地下水相关，形成局部或区域性地下水水位下降。受灌溉水的回渗及排水的影响，地下水动态变化呈现波动变化。

根据七克台乡多年地下水水位动态曲线分析，1-3 月份是地下水丰水期，水位埋深最浅，从四月份起农田春灌季节，使地下水水位不断下降，抽水灌溉的断续，使地下水水位动态变化形成波状动态。每年 8-9 月份水位最低是枯水期，水位年变幅大于 4m。出现了区域性持续地下水水位下降。

鄯善园艺场，每年枯水期在 5-6 月份，而最高水位为 1-2 月份，县水利局和县城广播部地下水枯水期为 8-9 月，丰水期出现在 1-2 月份。

由于人类的活动，大量开采利用地下水，地下水动态主要呈开采迳流或开采型特征，有冬季水位高、春夏季水位低的规律性。地下水水位年变幅 2-5 m，呈局部性下降，鄯善县每年下降值为 0.15-0.2 m，最小的每年下降值也有几 cm。

g.3.2 南盆地地下水动态特征

托克逊县城区由于上游区的超量开采和开采的不合理性，地下水水位呈下降趋势，尤其是承压水水头降低，水量逐年减少。一般埋深在百米内的含水量破坏最为严重，造成浅层承压水、自流水水量大幅度衰减。南盆地内地下水动态变化特征见表 5.2.9。

表 5.2.9 吐鲁番南盆地地下水动态特征

地点	地貌部位	高水位期	低水位期	影响因素	地下水动态类型
火焰山、盐山间构造缺口地带	冲洪积扇前缘	12 月~翌年 1 月	7 月~8 月	地表、地下迳流入渗	水文气候型
南库木塔格沙山以西	吐峪沟冲洪积扇中下游	11 月~12 月	4 月~5 月	地表迳流入渗 地下水开采	开采型/开采迳流型
鲁克沁镇		2 月以前	7 月~8 月		

地点	地貌部位	高水位期	低水位期	影响因素	地下水动态类型
艾丁湖	盆地最低处	7月~8月	1月~2月	蒸发消耗	蒸发蒸腾型

综上所述，影响盆地地下水动态的气象和水文因素作用不大，人类的经济活动对地下水动态的影响越来越明显，地下水的天然动态已经被开采动态所代替。盆地地下水丰水期变成枯水期（6月-8月），而原来的枯水期却变成了丰水期（12月-2月），开采动态已成为盆地内地下水的主要动态类型。

盆地内区域地下水位呈持续下降变化趋势。吐鲁番盆地坎儿井水量普遍衰减和干涸就是证明。

h. 生态环境

吐鲁番地区的野生动物资源丰富，野生动物资源有雪鸡、雪豹、狐狸、野黄羊、野骆驼、狼、蛇、蝎子等 30 多种，药用植物资源，已采用的有当归、贝母、羊刺、甘草、雪莲、桑椹，索、葡萄、八角刺等 180 多种。

吐鲁番地区畜牧业、家畜业主要是牛、马、驴、羊、骆驼、鸡鸭、鹅等。

主要农作物有棉花、小麦、玉米、大豆、高粱以及瓜果蔬菜。

区内分布的天然植被均为耐盐喜温的草本、小灌木和灌木。主要建群种为芦苇，其它还有獐茅、胖姑娘、骆驼刺、蒿类、盐穗类、白刺、胡杨、甘草、罗布麻、红柳、马兰等，在土壤含盐量较低处还有老鼠爪、分枝牙葱、霸王等耐旱植物。在平原区及艾丁湖湖沼水域以外向北野生植物分布见表 5.2.10和表 5.2.11。

表 5.2.10 艾丁湖周围边植物分布表

海拔高度 (m)	覆盖率 (%)	主要生长的植物
-154~-151	新干涸湖区 (盐壳)	无植物
-151~-150	5~10	盐穗木、盐节木
-150~-130	10~20	芦苇、骆驼刺
-130~-100	25	黑刺、芦苇、骆驼刺、白刺
-100~-70	25~30	骆驼刺、猪毛菜、花花柴、柽柳、芦苇、盐穗木
-50	稀疏 (河基地)	梭梭

表 5.2.11 冲洪积平原区的植物与分布表

海拔高度 (m)	地点	主要生长的植物
200~320	火焰山以北的高平原带	獐茅、碱蓬、芦苇、狗牙根骆驼刺、苦豆子、胖姑娘、
2~150	火焰山以南低平原带	骆驼刺、胖姑娘、苦豆子、分枝鸦葱、沙来等

【参考文献】

- 1) 黄文房等著. 中国科学院八五重点科研项目, 国家自然科学基金资助项目. 绿洲发展与生态环境建设. 新疆科技卫生出版社.
- 2) 吐鲁番地区水利水电勘测设计研究院, 水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院. 新疆维吾尔自治区吐鲁番市“五河”流域规划报告 (上下册). 1998.

- 3) 新疆维吾尔自治区国际工程咨询公司，新疆维吾尔自治区吐鲁番地区计划委员会.吐鲁番地区国民经计和社会发展“十五”计划和 2010 年规划.2001 年元月.
- 4) 吐鲁番地区年鉴-2004
- 5) 新疆水文水资源科技服务公司.新疆吐鲁番盆地地下水资源可持续利用研究项目.水文解析调查.2004.
- 6) 昌吉市之窗.2004.
- 7) 新疆百通实业有限公司.水文地质综合解析报告.

5.2.2 社会环境

a. 人口

吐鲁番地区有国土面积 66,739 km²，为两县一市，吐鲁番市、鄯善县和托克逊县。下辖 16 乡 7 镇。2003 年人口总数为 571,711 人，其中吐鲁番市人口 254,900 人，鄯善县人口 209,043 人，托克逊县人口 107,768 人，人口密度 8.2 人/km²。

表 5.2.12 2003 年吐鲁番地区人口分布

吐鲁番地区人口 (人)			
吐鲁番地区人口	吐鲁番市	鄯善县	托克逊县
571,711	254,900	209,043	107,768

2003 年中国人口统计

新疆自古以来就是一个多民族集居的地方，根据新疆民族史记载，早在清朝，新疆 13 个主要民族分布的格局就逐渐形成。

这些民族主要是：维吾尔族、汉族、哈萨克族、蒙古族、柯尔克孜族、塔吉克族、回族、满族、乌孜别克族、俄罗斯族、塔塔尔族、锡伯族、达斡尔族等。而吐鲁番就是少数民族的主要聚居地之一。2003 年吐鲁番地区各民族的集居及分布情况见表 5.2.13。

表 5.2.13 2003 年吐鲁番地区各民族人口及分布表

指标	指标			
	合计	吐鲁番市	鄯善县	托克逊县
维吾尔族	399,819	180,474	136,594	82,751
汉族	133,059	54,211	61,603	17,245
哈萨克族	241	27	36	178
回族	37,201	19,341	10,352	7,508
柯尔克孜族	1	1		
蒙古族	148	82	56	10
锡伯族	28	26	2	
俄罗斯族	67	48	19	
乌孜别克族	11	8	3	
塔塔尔族	1		1	
满族	332	162	142	28
达斡尔族	4	4		
其他	799	516	235	48
总计	571,711	254,900	209,043	107,768

2003 年中国人口统计

少数民族人口占全地区人口总数的 42 %，平均人口密度<8.2 人/km²，而散布于干旱区内的绿洲面积较小，人口多聚居于绿洲，使绿洲的人口密度很高，超过 200 人/km²，高于全国平均人口密度。近年各民族人数见表 5.2.14。

表 5.2.14 主要年份各民族人口数（单位：人）

年份	合计	维吾尔族	汉族	哈萨克族	回族	蒙古族	锡伯族	俄罗斯族	满族	乌孜别克族	其它
1975	353,934	249,854	79,538	172	24,215	9	22	1	42	18	63
1978	383,781	270,736	87,022	216	25,607	11	19	2	63	19	86
1979	391,487	276,274	88,617	189	26,193	11	20	2	72	12	97
1980	400,024	283,415	89,589	211	26,598	11	20	2	70	19	89
1981	403,493	286,824	89,026	261	27,139	8	19	6	106	12	92
1982	413,300	294,039	91,032	226	27,633	19	21	15	148	20	147
1983	419,609	299,835	91,482	243	27,655	20	22	21	129	17	185
1984	424,588	306,674	89,387	262	27,809	10	20	22	146	18	240
1985	432,496	315,626	87,778	220	28,422	21	22	21	136	2	248
1986	442,494	323,072	89,282	225	29,379	30	33	23	155	2	293
1987	452,458	330,556	91,371	202	29,738	55	32	25	184	2	293
1988	459,706	337,509	91,013	223	30,291	63	22	27	235	4	319
1989	465,607	344,986	88,124	224	31,563	49	20	43	242	5	351
1990	474,196	351,523	90,179	207	31,517	65	25	26	264	1	389
1991	482,172	357,995	90,968	244	32,213	55	32	21	246	3	395
1992	490,065	361,434	94,994	204	32,656	46	19	40	268	3	401
1993	497,839	365,885	97,755	198	33,271	58	27	37	267	2	339
1994	504,632	368,401	101,887	199	33,376	40	27	45	314		343
1995	524,838	372,622	117,146	257	33,950	42	17	54	314	2	434
1996	535,475	376,611	123,237	237	34,466	61	25	46	366	2	524
1997	548,224	380,192	131,610	215	65,254	50	31	51	277	3	541
1998	542,960	378,428	127,462	265	35,884	74	24	43	282	4	494
1999	546,017	382,046	127,213	214	35,514	92	26	52	291	5	564
2000	220,879	386,747	126,195	217	36,563	110	22	65	328	7	625
2001	559,240	389,624	131,548	215	36,594	152	27	58	326	11	685
2002	566,854	391,352	136,933	228	37,014	137	28	65	328	10	759
2003	571,711	399,819	133,059	241	37,201	148	28	67	332	11	805

b. 经济

2003 年地区实现国内生产总值 85.97 亿元，其中农业总产值 16.37 亿元，主要农产品有粮食、棉花、油料、瓜果、蔬菜、肉类。工业生产总产值 68.72 亿元，主要工业产品包括原煤、原油、饮料酒、罐头、发电量、硫化碱、天然气、水泥、花岗石板材、棉纱等。2003 年来，地区全社会从业人数 287,626 人，各行业从业人员数及比例见表 5.2.15 表。

表 5.2.15 吐鲁番地区 2003 年不同行业从业人员数统计表

指标	合计	吐鲁番市	鄯善县	托克逊县
全社会从业人数(人)	287,626	114,751	122,475	50,400
农林牧渔业	178,732	71,684	71,752	35,296
采矿业	27,120	2,695	22,784	1,641

指标	合计	吐鲁番市	鄯善县	托克逊县
制造业	7,433	2,994	1,685	2,754
电力煤气及水的生产和供应业	2,160	1,785	178	197
建筑业	1,016	169	808	39
交通运输、仓储及邮电通信业	5,642	2,451	2,352	839
信息传输、计算机服务和软件业	704	549	104	51
批发和零售贸易、餐饮业	25,705	132,194	9,614	2,797
食宿和餐饮业	2,349	1,418	553	378
金融业	2,535	1,595	681	259
房地产业	354	201	14	139
租赁和商务服务业	1,210	903	103	204
科学研究、技术服务和地质勘查业	1,449	460	889	100
水利、环境和公共设施管理业	748	265	258	225
居民服务和其他服务业	6,539	2,693	3,266	580
教育业	10,150	4,372	3,357	2,421
卫生、社会保障和社会福利业	2,874	1,463	857	554
文化、体育和娱乐业	400	209	12	79
公共管理和社会组织	10,506	5,451	3,208	1,847

从上表可看出,本地区按行业划分,社会从业人数数量从大到小依次为:农林业、牧渔业、采矿业、批发业和零售贸易及餐饮业。各行业从业人数所占比例见图 5.2.5。

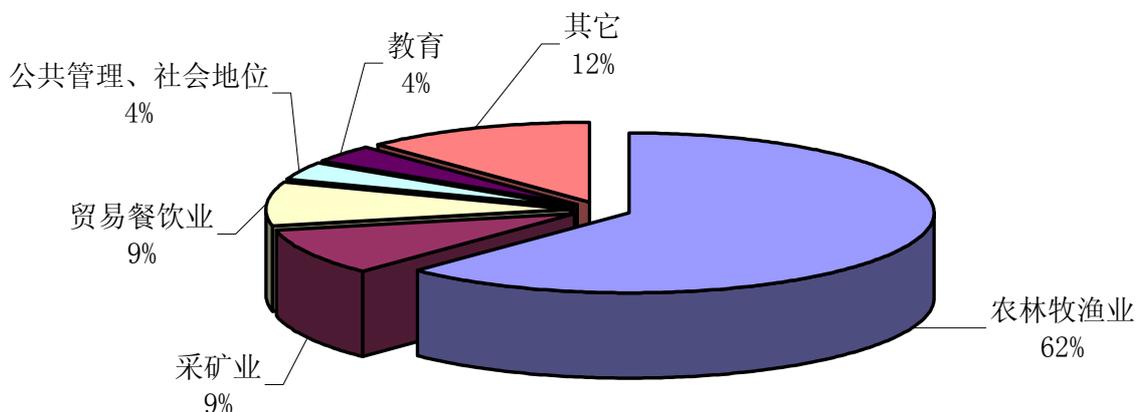


图 5.2.5 不同行业从业人数扇形图

b.1 农业

吐鲁番地区 2003 年,农作物播种面积 35.53 千公顷,粮食总产量 86,952 吨,棉花产量 12,711 吨,葡萄产量 504,457.0 吨,造林面积 4,719 公顷,年末牲畜存栏数 108.832 万头。2003 年全区灌溉面积 85.49 公顷,机电灌溉面积 20.35 千公顷,盐碱地改良面积 5.49 千公顷,水土流失面积 96.49 千公顷,至 2003 年已解决 38.47 万人、68.61 万头牲畜的人畜饮水问题;建成中小水库 15 座,水库总库容 8,365 万 m³,堤防工程 170.99Km,修建水闸 12 座,蓄水工程供水 13,859 万 m³,引水工程供水 28,399 万 m³,机电井 4,957 眼,供水量 42,135 万 m³,总供水量中城乡生活用水 2,370 万 m³,工业用水 2,060 万 m³,

农业用水 105,592 万 m³。

表 5.2.16 不同对象农业生产比例变化

年	生产总值 (万元)	作物栽培	畜产	林业	渔业
1990	45,935	85.8	12.9	1.3	0.1
1995	112,086	85.1	14.3	0.5	0.2
2000	130,960	83.9	15.7	0.3	0.2
2001	135,849	81.4	18.0	0.4	0.2
2002	139,163	77.7	20.5	1.6	0.2
2003	163,698	74.1	22.4	1.3	0.1

表 5.2.17 2003 年吐鲁番地区农业基本数据

基本データ		数量	単位	備考
農地	耕作面積	35,530	ヘクタール	
	植林面積	4,719	ヘクタール	
	灌漑耕作地総面積	8,549	ヘクタール	
	ポンプ灌漑耕作地	20,350	ヘクタール	
主要農産物収穫量	穀物類	86,952	トン	
	綿花	12,711	トン	
	葡萄	504,457	トン	
	家畜頭数	1,088,320	頭	牛、羊等
土地改良	塩類集積土壤改良区	5,490	ヘクタール	
	土壤流出改良区	96,490	ヘクタール	
給水・水不足	家畜	38,470	頭	(水問題対策を講じて2003年には問題が解決されている)
	住民	68,610	人	
水問題対策	ダム建設	83,650,000	m ³	: 15箇所総貯水量
	堤防工事	171	Km	: 総延長
	貯水池給水	138,590,000	m ³	
	導水路給水	283,990,000	m ³	
	給水用ポンプ付井戸建設	4,957	箇所	
給水量	生活用水	23,700,000	m ³	
	工業用水	20,600,000	m ³	
	農業用水	1,055,920,000	m ³	

b.2 矿业

吐鲁番地区有丰富的煤炭、石油、天然气和无机盐矿等化工原料资源，化学工业已成为地区主要支柱产业之一，其产值占地区工业总产值的 20%，天然硝酸钾矿，铬盐是无机盐化工主要系列产品之一，吐鲁番地区生产能力可达 1 万吨以上。同时吐鲁番地区还蕴藏有丰富的金属矿藏 70 余种，目前已开发利用 38 个矿种。其中黑色金属矿产，主要有铁、锰、铬，有色金属矿产有铜、铅、锌、钨、锡、钴、贵金属有金及伴生银。

b.3 旅游业

吐鲁番地区的旅游资源丰富，著名的景点有交河古城、高昂故城、柏孜克里克千佛洞、葡萄沟、火焰山、苏公塔、坎儿井乐园、沙山公园、阿斯塔那古墓、艾丁湖、沙漠植物园。

当地土特产品有葡萄、哈密瓜、长绒棉；名优产品有楼兰牌干红、干白葡萄酒、红矾

钠等。

c. 生活基础

c.1 供水

吐鲁番地区的供水主要为地表水和地下水及少量中水，主要用于城镇、农村生活、工业用水、农田灌溉用水和林牧渔业用水。

全区每年用水量已超过 12 亿 m^3 ，高于全区每年水资源补给量 11.7 亿 m^3 ，水资源已超采。

表 5.2.18 吐鲁番地区 2003 年地表水供水基础设施 (万 m^3)

指标	全区总计	吐鲁番市	鄯善县	托克逊县
蓄水工程供水	13,859	740	8,619	4,500
农业	13,619	740	8,379	4,500
工业	240		240	
引水工程供水	28,399	10,000	5,800	12,599
农业	28,099	9,700	5,800	12,599
工业	100	100		
城镇生活	200	200		
机电井供水	42,135	17,731	15,124	9,280
农业	39,055	16,631	13,584	8,840
工业	910	150	760	
城镇生活	2,170	950	780	440
其它工程供水	25,629	16,000	4,100	5,529
农业	24,819	16,000	4,100	4,719
工业	810		810	
合计	110,022			

c.1.1 地表水供水设施

区内地表水供水基础设施包括：蓄水工程、引水工程，区内有中型水库 3 座，总库容 7,530 万 m^3 ，小型水库 12 座，总库容 835 万 m^3 ，现状供水能力 8,365 万 m^3 ，区内大型引水工程 1 处，引水规模 100 m^3/s ，中型引水工程 7 处，引水规模 99 m^3/s ，小型引水工程 5 处，引水规模 35 m^3/s ，引水工程现状供水能力 58,264 万 m^3 。（

表 5.2.19）。

表 5.2.19 吐鲁番地区 2003 年地表水供水基础设施

行政区	设施规模	蓄水设施			引水设施		
		数量	总蓄水容量 (万 m^3)	现状蓄水能力 (万 m^3)	数量	引水规模 (m^3/s)	现状供水能力 (万 m^3)
吐鲁番地区合计	大型			8,365	1	100	5,826
	中型	3	7,530		7	99	
	小型	12	835		5	35	
吐鲁番市	大型			740			14,613
	中型				2	30	

	小型	7	740		1	6	
鄯善县	大型			2,275	1	100	25,651
	中型	2	2,180		1	20	
	小型	5	95				
托克逊县	大型			5,350			18,000
	中型				4	49	
	小型				4	29	

c.1.2 地下水供水设施

区内地下水供水设施，据《2003年地下水供水基础设施调查统计》，全区地下水开采生产井数 4,957 眼，其中配套机电井数量 2,548 眼，现状年供水量 42,135 万 m³。开采机井的分布见表 5.2.20。

表 5.2.20 吐鲁番地区机电井统计表

指标	全区合计	吐鲁番市	鄯善县	托克逊县
机电井眼数	4,957	1,938	1,871	1,148
已配套机电井眼数	4,548	1,831	1,871	846

坎儿井是古代吐鲁番各族人民根据当地特有的自然条件，创造出来的。是利用地面坡度引用地下水的一种独特的地下水利工程。由于区内地下水位下降，坎儿井干涸，数量减少了 43%，到目前仅存有 725 条左右。坎儿井的年引水量 2.66 亿 m³，占到全区引水量的 30% 左右，日灌溉土地近万亩。

c.1.3 污水处理设施

据 2000 年其他水源供水基础设施调查，全区用于污水处理再利用的污水处理厂有 3 座，其处理能力为 3 万 m³/d，中水的年利用量为 428 万 m³，其中吐鲁番市 1 座污水处理厂，处理能力为 3 万 m³/d，年处理量为 248 万 m³，鄯善县 2 座。年利用量 180 万 m³，主要用于石油开采。

表 5.2.21 污水处理设施

地区	设施数	处理量(m ³ /年)
吐鲁番市	1	2,480,000
鄯善县	2	1,800,000
托克逊县	0	0
合计	3	4,280,000

c.2 用水量

本区内的用水主要包括城镇生活用水、农村生活用水、工业用水、农田灌溉用水和林牧渔业用水，年用水总量为 111,414.81 万 m³，各类用水中不同用水分项及用量见下表“吐鲁番地区 2000 年用水一览表”（表 5.2.22）。

表 5.2.22 吐鲁番地区用水一览表

城镇生活用水	城镇居民	1,37.44
	城镇公共	1,53.48
	城镇环境	360.53
	合计	3051.45
农村生活用水	农村居民	0
	大牲畜	19.564
	小牲畜	106.2156
	合计	125.78
工业用水	火力发电	51.618
	一般工业	3887.074
	合计	3938.69
农田灌溉用水	水浇地	56721.29
	菜地	4024.78
	合计	60746.07
林牧渔业用水	林果灌溉	35782.93
	草场灌溉	7358.89
	鱼塘补水	411.00
	合计	43552.82
总计:		11,14.81

c.3 供水水质和标准

区内地表水供水水源的水质，按其划定的功能区执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中对应的标准：渔业用水执行III类标准，工业用水执行IV标准，农田灌溉用水执行《农田灌溉水质标准》（GB5084-92）。

地下水源执行《地下水环境质量标准》（GB/T14848-93）III类标准。

本区地表水供水水源水质符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）I类~III类范围。

c.4 废水排放

据 2003 年全区工业“三废”排放及处理利用调查，汇总工业企业 33 个工业用水总量为 1074.98 万吨，工业废水排放总量 55.73 万吨，工业废水排放达标量 39.05 万吨，工业废水治理率 70.07%，废水治理设施 11 套，日处理能力 1.46 万吨，年运行费用 302.20 万元。

全区城镇生活污水排放量为每年 667 万吨，城镇生活污水排放系数 120 千克/人·日，生活污水处理量 332 万吨，处理率为 48.28%

c.5 电力现状

吐鲁番地区的电网覆盖吐鲁番市区及城郊、鄯善县和托克逊县。现供电电源主要由 220kV 红托双回线供给，辅之以地区小水电及企业自备电厂。

- (1) 地区现有小电源，最高电压等级为 35kV，火电装机容量为 6000kw；水电为 4258kw；
- (2) 输电网：吐鲁番地区主供电源是由红雁池发电厂和红二厂分别经两个 220kv

变电站和三条 220kv 线路构成吐鲁番地区 220kv 主网架。此外，目前地区还有 110kv 变电站 3 座，变电容量 154MVA、110KV 输电线路 6 条，总长约 293Km，35KV 变电站 19 座，变电容量约 103MVA，35KV 线路 30 条，总长约 552Km。

表 5.2.23 吐鲁番地区电源

电 源	装机容量 (KW)	容量 (MVA)
火电厂	6,000	
水电站	4,595	
220KV变电站		306.00
110KV变电站		154.00
35KV变电站		102.35
合 计	10,595	563.35

目前全地区所有市镇和 221 个自然村中的 219 个已为电网所覆盖，区内仅有 2 个村尚未通电，全区农村用电量为 24,185 万千瓦·小时，其中吐鲁番市为 7,742 万千瓦·小时，鄯善县 13,294 万千瓦·小时，托克逊 3,149 万千瓦·小时，2003 年，农村生活用电量 327.93 度/户。吐鲁番地区电源情况见表 5.2.23。

c.6 煤炭能源消费

本区煤炭等能源消费，分三个不同的消费群体，即国有企业及规模以上非国有企业，市镇居民及乡村居民。

最大的消费群体是区内国有企业及规模以上非国有企业，区内共有 33 家，以消费原煤、原油、天然气、焦炭等为主，年消费量见表 5.2.24。

表 5.2.24 吐鲁番地区国有企业及规模以上非国有企业能源消费量

指标	消费量	指标	消费量
原煤 (吨)	247,757	汽油 (吨)	1,030
焦炭 (吨)	7,676	柴油 (吨)	5,721
天然气 (万m ³)	20,282	燃料油 (吨)	11
原油 (吨)	69,970	液化汽 (吨)	160

其次是区内城镇居民 225,054 人 (7.04 万户) 的煤炭消费，是以煤炭、液化汽等为能源消耗的。据 2003 年统计，区内市镇居民煤炭消费总量 41.91 万吨，其中工业煤炭消费量 17.16 万吨，生活及其它煤炭消费量 24.71 万吨，按城镇家庭户数 70,350 户计算，户均年生活消费煤炭约 3.51 吨，煤炭消费分布见表 5.2.25。

表 5.2.25 城镇居民煤炭消费表 (万吨)

指标	单位	合计	吐鲁番市	鄯善县	托克逊县
市城镇人口总数	(万人)	15.24	7.75	4.85	2.64
煤炭消费总量	(万吨)	41.91	21.86	10.01	9.54
工业煤炭消费量	(万吨)	17.16	11.56	1.36	4.24
生活及其它煤炭消费量	(万吨)	24.71	10.26	9.15	5.30

地区内有 346,657 人（8.27 万户）乡村居民生活在农村，这部分群体的生活燃料主要以煤炭为主，辅以少量柴火。在农村居民生活中，据 2003 年统计，柴油的使用量为 10,763 吨。

c.7 交通和运输

c.7.1 公路运输线

全地区公路运输线发达覆盖全区，公路里程 2,590 km，其中吐鲁番市 940 km，鄯善县 764 km，托克逊县 886 km。不同等级公路的分布见下表

表 5.2.26 吐鲁番地区公路运输线路长度（单位：km）

指标	合计	吐鲁番市	鄯善县	托克逊县
公路里程	2,590	940	764	886
国道	517	146	148	223
省道	126	54		72
县道	471	183	177	111
乡道	511	118	244	149
村道	636	296	142	198
专用公路	329	143	53	133

此外，兰新铁路经过本区。

c.7.2 客货运输

全社会客运量 960 万人，客运周围转量 52,015 万人/公里，货运量 658 万吨，货运周围转量 55,289 万吨/公里。

c.7.3 机动车

全地区拥有各种机动车辆 29,313 辆，不同机动车的数量见表 5.2.27。

表 5.2.27 吐鲁番地区机动车辆

指标	车辆数（辆）
汽车	12,456
摩托车	16,001
农用运输车	570
轻型车	260
其它（含手扶拖拉机）	26
合计	29,313

区内机动车辆的用途，分营运、非营运和特种用途三种，其中用于营运的有 7,765 辆，非营运 21,500 辆，用于特种用途的有 48 辆。

d. 保健卫生

d.1 吐鲁番地区医疗·保健卫生设施

截止 2003 年全区有医疗卫生机构 222 个，其中医院 19 个，门诊部 163 个，新区卫生服务中心 4 个，农村乡镇卫生院 25 个，采供的机构 1 个，妇幼保健院 4 个，疾病预防控制中心 4 个，其他卫生机构 2 个，医院的分布见表 5.2.28。

表 5.2.28 吐鲁番地区医院分布表

医院级别	数量合计	吐鲁番市	鄯善县	托克逊县
医院	19	10	7	2
综合医院	16	9	6	1
县医院	10	8	1	1
其它医院	6	1	5	
民族医院	3	1	1	1

d.2 人力资源及设备

据 2003 年统计资料，全区共有卫生人员 2922 人，其中执业医师 975 人。全区医疗机构共有病床 2071 张，全区平均每个人占有病床 3.6 张。

地、县、乡三级卫生机构的基础医疗设施较为完备，有 CT、彩色超声诊断仪、高压气舱、远程会诊、全自动生化分析仪、原子吸收分光光度计、气相色谱仪等各种类型的诊疗仪器设备。

2003 年诊疗人数为 148 万人次。全地区卫生投入占地方财政支出的比例为 7.13 %。

d.3 地方病

由于本区个别地区饮用水中存在含碘量偏低和含氟量偏高的状况，导致少数人存在碘缺乏病、氟斑牙（10/千人）和氟骨症（1.5/万人）的地方病危害。

【参考文献】

- 1) 黄文房等著. 中国科学院八五重点科研项目, 国家自然科学基金资助项目. 绿洲发展与生态环境建设. 新疆科技卫生出版社.
- 2) 吐鲁番地区水利水电勘测设计研究院, 水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院. 新疆维吾尔自治区吐鲁番市“五河”流域规划报告（上下册）. 1998.
- 3) 新疆维吾尔自治区国际工程咨询公司, 新疆维吾尔自治区吐鲁番地区计划委员会. 吐鲁番地区国民经计和社会发展“十五”计划和 2010 年规划. 2001 年元月.
- 4) 吐鲁番地区年鉴-2004
- 5) 新疆水文水资源科技服务公司. 新疆吐鲁番盆地地下水资源可持续利用研究项目. 水文解析调查. 2004.
- 6) 昌吉市之窗. 2004.
- 7) 新疆百通实业有限公司. 水文地质综合解析报告.

5.3 調查區域存在的環境問題

吐魯番是古絲綢之路的璀璨明珠，也是新疆維吾爾自治區的旅遊勝地。根據吐魯番市政府規劃，要把吐魯番建設成國家重要的葡萄、棉花、早熟甜瓜和冬春蔬菜生產供應等農業基地，建設成食品工業、無機鹽化學工業和石油化工基地，使其成為國內外著名的旅遊葡萄城。但是，由於其特殊的自然地理條件，相應地存在一系列的環境問題，吐魯番市嚴重的乾旱缺水問題，已經影響和制約了該市社會經濟的發展和人民生活水平的提高。並且多年來，隨着城市的不斷發展，用水量越來越大，水資源日趨緊缺和不合理開採，已經造成了一系列的社會環境問題，亟待進行深入研究和解決。

表 5.3.1 吐魯番地區的自然環境問題

節番号	自然環境問題	概要
a	絶對的な水資源量不足	吐魯番地區の一人当たりの水資源量は、新疆ウイグル自治區の一人当たりの水資源量の約40%で絶對的な水資源量不足状態にある。
b	水資源量の地域的偏在	吐魯番地區の水資源量は、西部>東部、北部>南部の傾向がある。また本地域では、灌漑が必要な春季に少なく、夏秋季に多い。
c	風災害と砂漠化	吐魯番地區氣象統計によると風速17.2m（第8級）以上の風が吹く日数は、年間100日以上である。強風によって土壌浸食、農作物被害、時には家屋や建物への被害、更に、風塵によって住民の健康被害が起きている。
d	土壌塩類集積	地下水を農地灌漑に利用している地域において土壌中の塩類集積が起きており、植生や農作物に被害が出ている。
e	洪水と土砂災害	吐魯番地區での降雨時期は非常に短く、山間部にまとまった雨が降る。急峻な地形を多量の雨水が流れる際に土石流を伴う洪水となり山麓地域に大きな被害をもたらす。
f	水質悪化と水質汚染	吐魯番地區の經濟發展に伴い、表流水及び地下水の水質悪化と汚染が問題になっている。
g	地下水揚水量増加と地下水位低下	山間部の表流水を導水し耕作地や都市部に給水している。その為本来の表流水による地下水涵養量が激減し、カナートによるオアシスへの地下水導水量が減った。更に地下水揚水量が増え、地下水位が低下している。

表 5.3.2 吐魯番地區的社会環境問題

節番号	社会環境問題	概要
a	低い水資源利用率	吐魯番地區における利用可能な表流水はダム等によって貯水され、給水、農業、工業等に利用されている。しかし、導水路での漏水や蒸発により利用率は低い。
b	非効率的な農業構造	灌漑農業が主な農業形態である本地域において多くの耕作地は食用農作物や綿花等の栽培に利用されている。家畜用に自然植生を牧草にすることが多く、本地域の砂漠拡大や植生破壊に繋がっている。
c	カナート数減少	吐魯番地區の歴史・文化的財産であるカナートが地下水位低下の影響で減ってきている。
d	住民移転	オアシス型農業を営む地域ではカナートの導水量低下により農業活動が行えない状況になり住民移転を余儀なくされている地域がある。また、オアシス型から地下水灌漑型農業への転換後の土壌塩類集積も報告されている。
e	非効果的な貯水・導水システム	吐魯番地區の導水路ネットワークは本地域を大まかにカバーしている。しかし表流水を効率的に貯水するシステムが無いので、豊水期と渇水期の導水量が一定しない。

a. 自然環境問題

a.1 水資源極度匱乏

吐魯番地區由于其极其干旱的气候条件，水資源極其貧乏，吐魯番市人均占有水資源量为 1,252 m³，鄯善縣人均占有水資源量 1,660 m³，托克遜縣人均占有水資源量为 4,186 m³，均低于新疆自治區人均占有水資源量 6,461 m³。从现状亩均占有水量看，吐魯番市为 673 m³/亩，鄯善縣为 1,023 m³/亩，托克遜縣为 2,204 m³/亩，除托克遜縣外，也低于全疆（1,725 m³/亩）和全国（1,752 m³/亩）。由此可见，吐魯番地區尤其是吐魯番市和鄯善縣的水資源極度匱乏，部分地区已超采地下水，这严重制约着該區的國民經濟的增長和人民生活水平的提高。

表 5.3.3 平均水資源量 (m³/人)

吐魯番市	鄯善縣	托克遜縣	新疆維吾爾自治區
1,252	1,660	4,186	6,461

表 5.3.4 耕作面積當平均灌溉水量 (m³/亩)

吐魯番市	鄯善縣	托克遜縣	新疆維吾爾自治區	全國平均
673	1,023	2,204	1,725	1,752

a.2 水資源的地區、時域分布不均勻

吐魯番地區水資源極為貧乏，農業生產純屬灌溉型農業，水資源的供需矛盾主要表現在春季和秋季。地表水資源量在地區上分布很不均勻，就全區而言，總體分布規律是西部多、東部少，北部多、南部少，而灌溉面積則是西部小、東部大，南部大、北部少，如托克遜縣的灌溉面積占全區的 25.5 %，鄯善縣的灌溉面積占全區的 36.6 %。地表水資源量最少的是占吐魯番地區占總面積 54.2 % 的庫木塔格荒漠區，地表水資源量只有 0.0529×10⁸ m³，僅占全地區地表水資源量的 0.9 %，詳見表 5.3.5。地表水在年內四季水量分布也極不均勻，夏秋季占 77 %。因此，總體而言，水資源在地區、時域上分配都很不均勻。

表 5.3.5 吐鲁番地区水资源量

地区名	表流水总量 (10^8m^3)	表流水割合 (%)	灌溉農地面积 比例 (%)
吐鲁番市	2.922	26.8	37.9
鄯善县	2.588	30.3	36.6
托克逊县	4.134	42.9	25.5
吐鲁番地区合计	9,644	100	100

a.3 春旱、风沙灾害、土地荒漠化灾害严重

吐鲁番素有“陆地风库”的别称，8级以上大风经常出现，年平均8级以上大风经常出现，托克逊县年平均达108天，11级以上暴风平均1~2次/年，12级以上的飓风也曾出现2次。大风到来，飞沙走石，在风口区，损坏农舍，剥蚀土地、吹走沃土和农作物、吹露苗根、打断枝叶、吹落花果、引起倒伏等一系列损害，造成农业大面积重播和大幅度减产；在风区则堆积大片沙丘、埋没当地农田、水利设施和房屋，流沙还吞没了一些村庄，铁路、公路和水利设施经常被沙砾掩埋，如托克逊县的伊拉湖乡、博斯坦乡和郭勒布衣乡，就属于风沙灾害严重区。特别是十级以上大风，使当地的人民生活物资和生命财产遭受严重损失。

境内戈壁荒漠面积占有较大比重，全地区森林面积为76,440 ha，森林覆盖率仅1.10%，平原区除人类活动区域内的绿洲外，以荒漠戈壁为主，植被覆盖程度也较低。吐鲁番地区独特的气候特征极易使吐鲁番地区的土地发生荒漠化，统计显示，荒漠化土地和潜在沙化土地占该区总面积的72%，沙漠化土地总面积达5.37万 km^2 ，绿洲内风蚀流沙区长达17 km，每年尤其是春季，农作物都遭受风沙的侵袭，流沙不断向农田推进，埋没农田和作物。吐鲁番市每年约有40%的农田遭受风沙危害；鄯善县境内大部分地区为荒原戈壁，生物活动贫乏，植被稀疏，戈壁沙漠广布，沙源比较丰富，尤其是火焰山山南地区的达朗坎乡和吐峪沟乡，受风沙侵袭危害严重，绿洲外围的大小沙丘逐年向绿洲侵蚀，有的沙丘移动速度达4~5 m/a，直接威胁到绿洲生态系统的存亡；托克逊县两河流域共有固定、半固定和流动沙丘约13.5万亩，其中流动沙丘约10万亩，大多分布在郭勒布依乡北部、夏乡附近即伊拉湖乡北部的绿洲边缘地带，沙丘高度不大，植被稀少，并在逐步侵吞绿洲，据统计，该县近30年来，绿洲及邻近沙漠化、荒漠化土地达15万亩，因沙漠化弃耕2.5万亩，沙漠化草场21万亩。

由此可见，特殊的自然地理条件，使吐鲁番地区的沙害、荒漠化问题非常严重，加之随着地下水开采量的不断增加，地下水位进一步下降，坎儿井逐渐干枯，植被萎缩，土地裸露，更加重了土地的沙漠化。另外草场的过度放牧、开矿和采挖药材，也是吐鲁番地区土地荒漠化面积进一步扩大的原因之一。

表 5.3.6 吐鲁番地区过去30年不同土地分类沙漠化面积 (km^2)

绿洲及周围地区	耕地	牧草地
100.0	16.7	140.0

a.4 土壤盐渍化严重

全区有一定程度的盐碱害，其面积占总耕地面积的5%。其中，鄯善县的盐渍化土壤约占农田面积的28%，主要分布于火焰山北麓的带状地带，主要是由于火焰山泥岩阻挡作用，地下水位抬高，地下水蒸发而盐分滞留所致。盐碱化分布于靠近艾丁湖周围乡村的盐碱区，该区地下水位埋深小于5m，土壤次生盐渍化相当严重，如托克逊县的托

台乡、吐鲁番市的艾丁湖湖周灌区和鄯善县的鲁克沁镇等，这些地区地下水亟待进一步开发，以便降低地下水位，改良土壤。

艾丁湖湖水面积近年大大萎缩，只有少量积水，目前湖水面积不足 10 km^2 ，且呈季节性变化，秋冬季水面增多，春夏季水面缩小。湖区气候极为干旱，湖水含盐量（矿化度）高达 $220,000 \text{ mg/l}$ ，晶莹的盐壳覆盖湖面。艾丁湖的周围，土壤盐份含量很高，白茫茫一片，寸草不生，呈现一派荒凉景象，参见图 5.3.1。

其他局部的盐碱害，主要是由于风蚀作用，其他地区的盐碱土随风刮来堆积而成，造成部分地区的盐碱化。

a.5 洪涝灾害严重

由于本区洪水的流程短、坡度大，因此均为暴雨洪水，洪水过程多呈单峰型，峰高量小，暴涨暴落，历时短，一般 3~5 天，水势急，过程单一，突发性强，年际变化大，来势迅猛，破坏性极大，往往造成较大的洪水灾害。因受大气环流的影响，全流域范围内的降水往往引发流域各河同时发生大洪水，有时受局部小气候影响，多出现雷阵雨，笼罩面积小、强度大，易形成局部地区的山洪暴发。加之防洪基础设施较薄弱，除鄯善县柯柯亚水库和新建的坎尔其水库外，其它各河流均无山区控制性拦河工程，防洪工程以堤防工程为主，而平原区防洪工程简陋、工程设防标准大部分偏低，水利工程年久失修，防洪工程自身难以防洪，汛期经常造成山区的渠道被洪水冲坏或淤死，平原区农田被冲，道路被毁。

各河洪水均集中在 6~8 月，以 7 月份最多，洪水的时空分布极不均匀。1984 年 6 月 21 日和 7 月 11 日，鄯善县柯柯亚水文站两次发生罕见的大洪水，最大洪峰流量分别达到 $174 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $268 \text{ m}^3/\text{s}$ ，冲毁房屋和坎儿井并使农田遭殃，共计损失数千万元；1996 年 7 月托克逊县的两大河流发生 500 年一遇的特大洪水，白杨河洪峰流量 $811 \text{ m}^3/\text{s}$ ，阿拉沟洪峰流量 $520 \text{ m}^3/\text{s}$ ，水利工程几乎全部被毁，直接损失达数亿元；吐鲁番市 1969 年 6 月 26 日在煤窑沟发生特大洪水，最大洪峰流量达 $494 \text{ m}^3/\text{s}$ ，1981 年 7 月 19 日葡萄沟仅 50 分钟降水量 25.1 mm ，沟内就产生了洪峰流量 $311 \text{ m}^3/\text{s}$ 的大洪水，破坏性很大。1987 年 7 月 27 日大河沿河、塔尔朗河分别发生特大洪水，最大洪峰流量达 $720 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $633 \text{ m}^3/\text{s}$ ，给人民的生命财产造成巨大危害。

a.6 区域环境及水质恶化，污染不断加重

随着区内油田的开发，给地方经济带来繁荣，但也给当地环境造成一定程度的污染，特别是石油污染物对地表水及农作物的污染已经成为当地的一大环境问题。特别是一些污染较重的企业位于灌区的上游和城市的上风口，对下游的大气环境和地表水及地下水环境均造成一定的影响。

由于经济发展和人口的增长，城市生活污水、工矿企业及石油工业排污量的猛增，使区内地表水、地下水水质已不同程度地受到污染，局部地区污染较为严重，直接影响到居民生活用水，农业用水和生态用水。其中，托克逊县的潜水水质已有多项指标超标，不能作为饮用水源，白杨河下游水质已不宜作为灌溉水源；吐鲁番市的地表水体也已遭到不同程度的污染。塔尔朗河已达到严重污染的程度，该区地下水总体上也达到中度污染，而且部分地下水受到砷、汞、铅等重金属污染。

此外，坎儿井出水口水质也有所下降，据调查，流经吐鲁番市的 3 条坎儿井中下游的水质部分指标已超过国家饮用水标准，整体状况不容乐观。近年来，随着吐鲁番地区经济发展，吐哈油田开发力度不断加大，特别是在坎儿井附近的开采活动，也使坎儿井面临着被污染的危险，亟需采取有效措施保护现存坎儿井的水环境。

吐鲁番地区的葡萄、哈密瓜驰名中外，也是该区的经济支柱，而油田开发造成的污染物，会使水中硫化物含量过高，从而影响到这些经济作物的品质和产量，因此必须重视对污染源的防治与治理。

a.7 地下水开采量逐年增加，地下水位不断下降

从地下水（包括浅、深层水，泉水和坎儿井水）利用情况看，区内托克逊县主要以开采深、浅层地下水为主，占地下水开采总量的75%，坎儿井取水量占19%；吐鲁番市以开采浅层水和平原泉水为主要地下水水源，占地下水开采量的82%，18%为坎儿井供水量；鄯善县则为浅、深层井水、泉水和坎儿井水三种取水方式并存，分别占地下水开采量的65%、22%和13%（图5.3.1）。随着社会的发展和人口的快速增长，吐鲁番地区两县一市的深、浅层地下水开采量基本呈现逐年增加的趋势，其中，吐鲁番市主要开采浅层地下水，而托克逊县和鄯善县机井开采则深、浅层地下水均有，两县的浅层水开采量大致是深层水开采量的2倍，详见表5.3.7和图5.3.1，而坎儿井的利用量则由于地下水下降导致坎儿井报废而逐渐递减，10年期间坎儿井利用量减少了10%，见图5.3.2。

表 5.3.7 2003 年不同水源水资源利用量

	托克逊县		吐鲁番市		鄯善县	
	万m ³	%	万m ³	%	万m ³	%
地表水	20,415	62.9	20,314	35.8	19,139	43.8
井户抽水	9,000	27.7	15,659	27.6	15,950	36.5
泉	697	2.1	13,970	24.6	5,294	12.1
坎儿井	2,332	7.2	6,792	12.0	3,266	7.5
合计	32,444	100.0	56,753	100.0	43,649	100.0

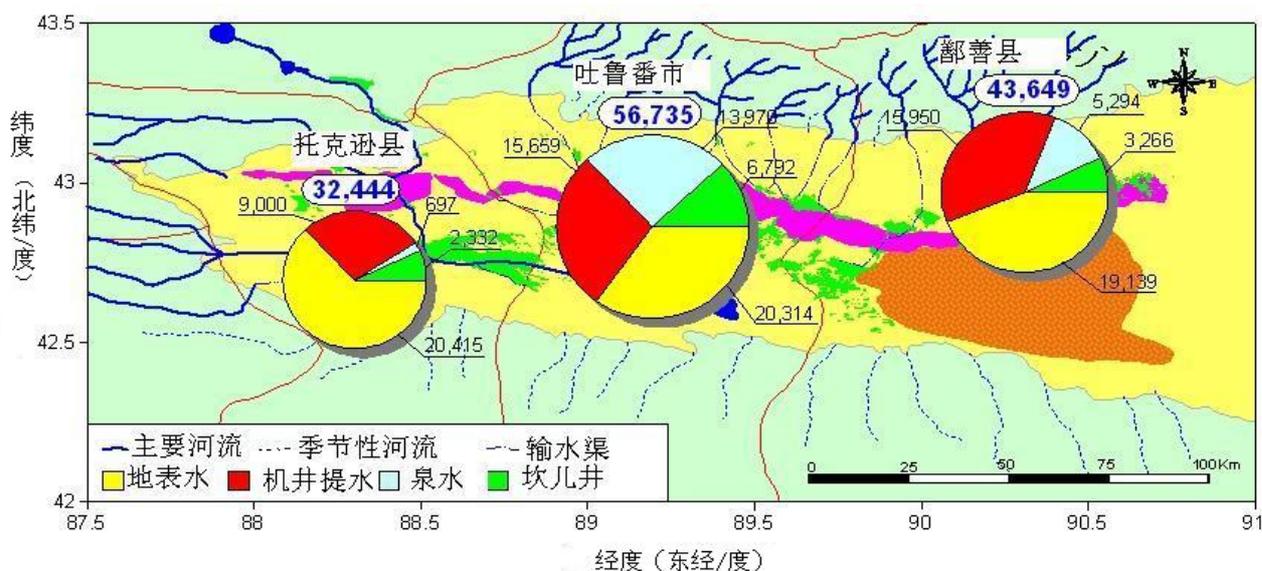


图 5.3.1 吐鲁番地区 2000 年用水量分布 (万 m³)

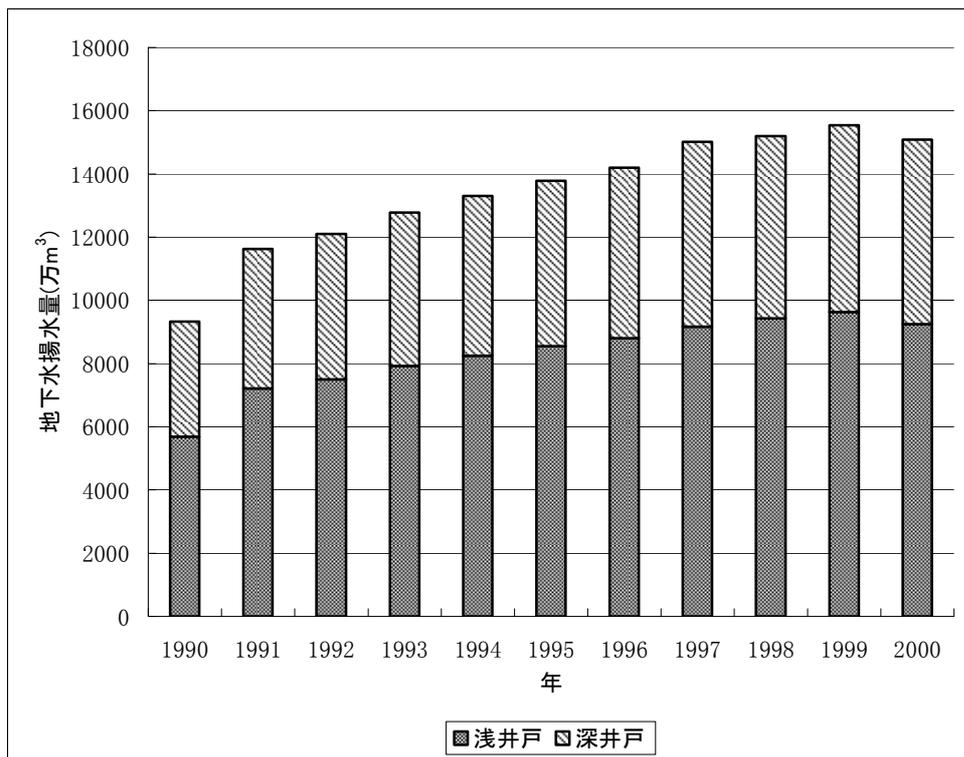


图 5.3.2 托克逊县浅·深井抽水量变化

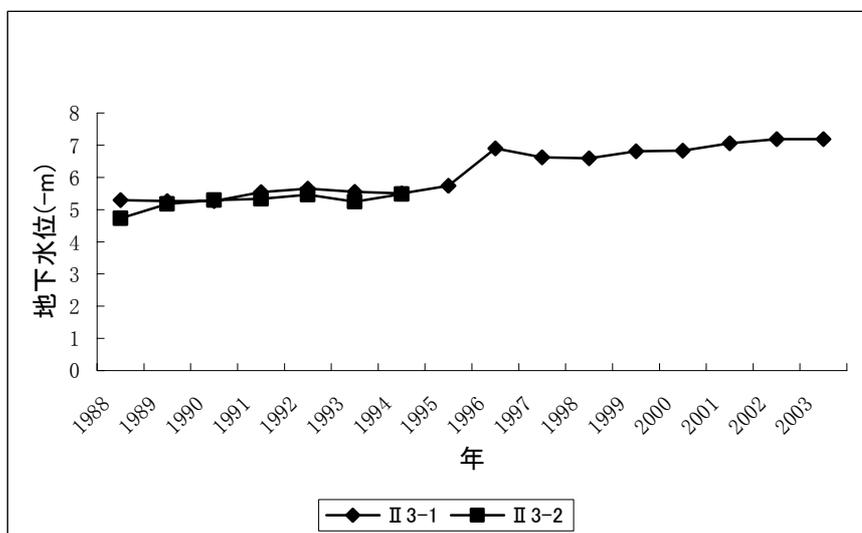


图 5.3.3 托克逊县地下水位变化

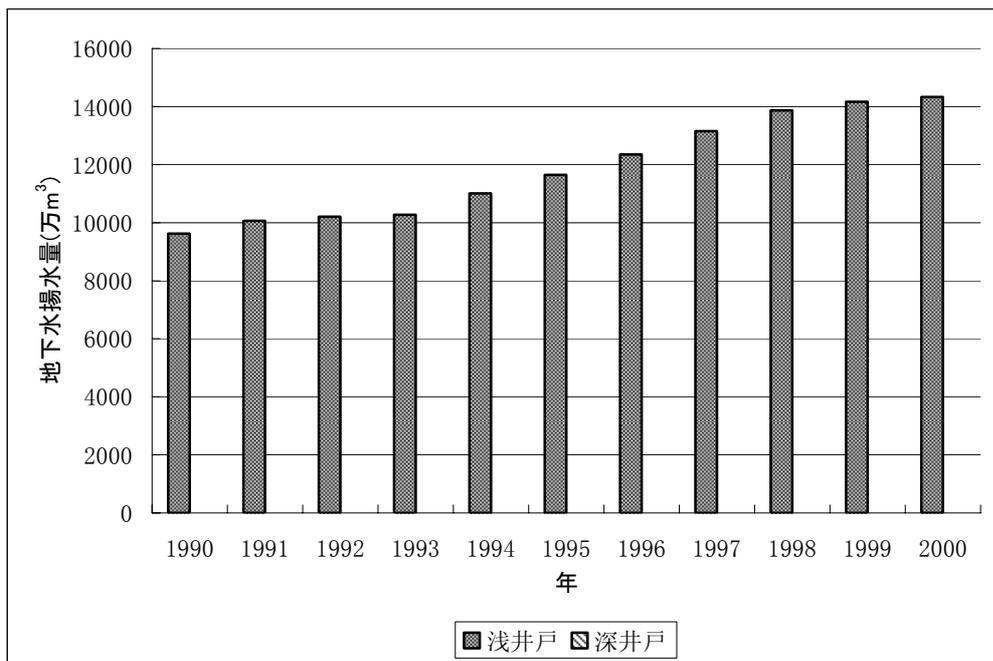


图 5.3.4 吐鲁番市浅井戸抽水量变化

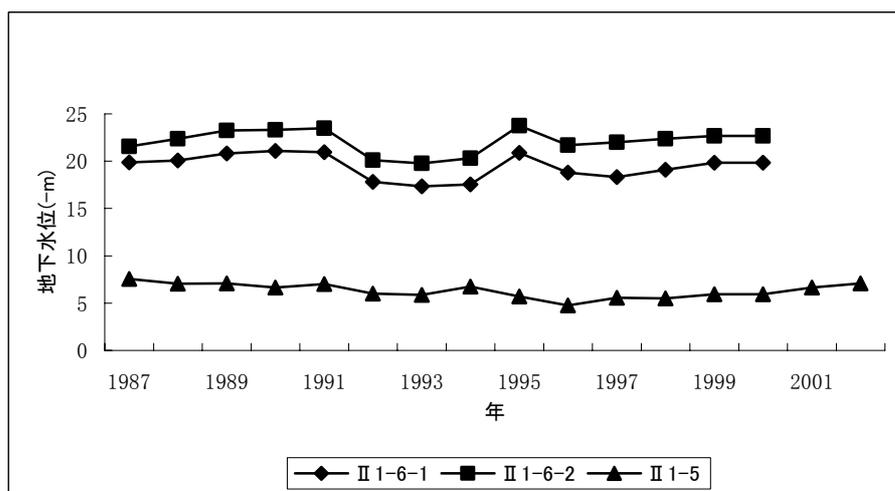


图 5.3.5 吐鲁番市地下水位变化

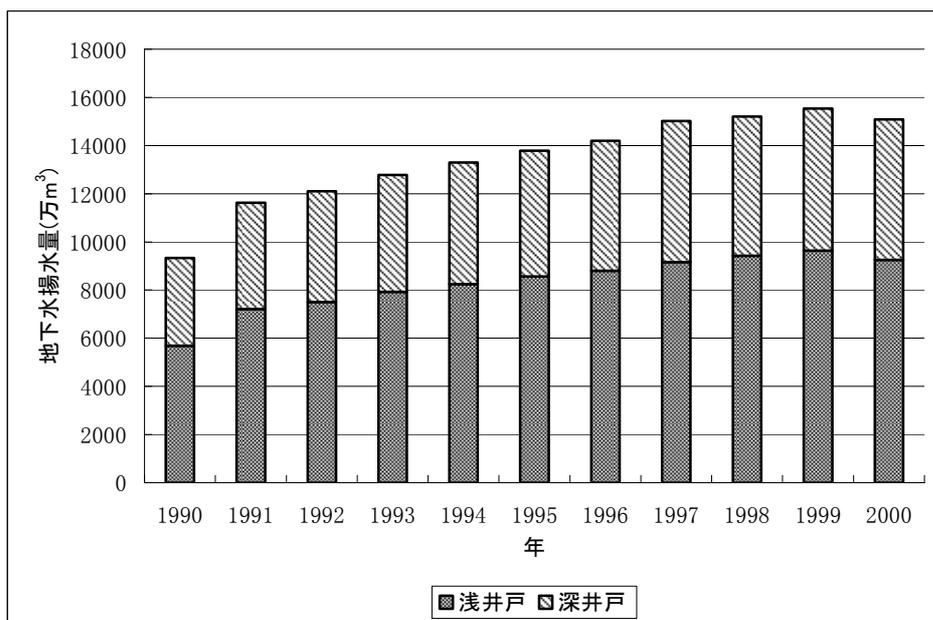


图 5.3.6 鄯善县浅·深井戸抽水量变化

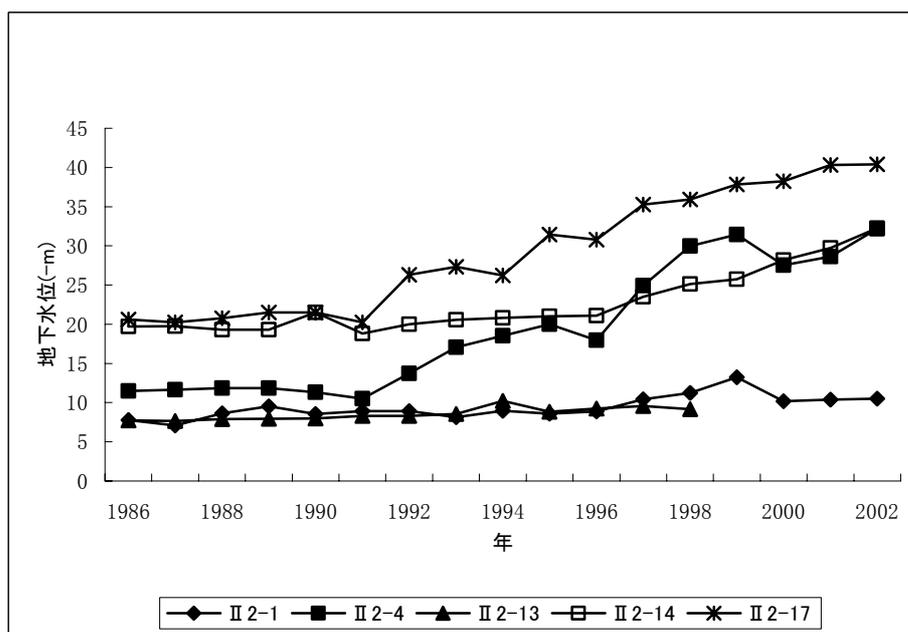


图 5.3.7 鄯善县地下水位变化

b. 社会环境问题

b.1 水资源利用率较低

山区控制性水库有两座：柯柯亚尔水库和坎尔其水库，其余均为平原水库。山区水库主要以拦截方式蓄引河水，平原水库则主要以灌注方式引用各河流调蓄洪水、冬闲水及东天山南坡的山前泉水和由火焰山北坡阻隔形成的山前出露泉水。无山区水库的河流通过引水渠首、闸门进行控制，以实现引水和分水。柯柯亚尔水库 1991 年~2003 年引蓄

水资料表明，多年平均河道来水为 $11,885.79 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，多年平均水库引水 $9,478.35 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，引水比为 79.75 %；坎尔其水库 1994 年~2001 年引蓄水资料表明，多年平均河道来水为 $2892 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，多年平均引水 $995.79 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，引水比为 34.43 %，2002 年坎尔其水库全部建成后，引水量有所增加，两年平均为 $1,161 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，引水比为 40 %。

吐鲁番地区地表水利用率总体来说比较低，基本在 50 %~60 %，详见表 5.3.9。流域内控制性工程较少，多数河流仅靠低栏栅渠首引水，平原水库的库存小、调蓄能力差，存在着汛期引水用不完而白白浪费、枯水期水资源又不够用的问题。加之仅有的水利工程也存在严重老化、设施不配套和不健全的现象，造成了水资源利用率较低的局面。

表 5.3.8 吐鲁番地区主要水库水利用状况

	柯柯亚水库	坎尔其水库
纪录期间	1991~2003年	1994~2001年
平均蓄水量 (万 m ³)	11885.79	2892.00
平均引水量 (万 m ³)	9478.35	1037.09
利用率 (%)	79.75	35.86

表 5.3.9 吐鲁番地区河流水·绿洲水利用状况

水资源		吐鲁番市	鄯善县	托克逊县
地表水资源量 (10^8 m^3)	河水量	3.29	1.93	3.64
	绿洲水	0.29	—	0.04
地表水利用量 (10^8 m^3)	河流水	1.77	1.30	1.88
	绿洲水	—	—	—
利用率 (%)	河流水	53.91	67.36	51.65
	绿洲水	约60	—	低

表 5.3.10 吐鲁番地区地下水利用状况

	坎儿井	自喷· 手压井井	机电井	合计
利用量 (10^8 m^3)	2.21	1.86	2.59	6.66

b.2 农业种植结构不合理

灌区农业属灌溉型农业，区内粮食作物种植比例过大，粮食作物占灌溉面积的近 30 %，棉花近 40 %，葡萄 23 %，蔬菜和甜瓜种植比例过小，只占 1.3 %~3.5 %，基本没有牧草基地。天然的草场也在严重退化，全区缺水和严重缺水的草场占全部天然草场的 51.8 %。严重干旱缺水是造成草场退化的主要原因，人类不合理的开采活动是造成草场退化的另一原因，如超载放牧、畜群结构和布局不合理、砍挖草场开垦农田、草场内采矿和挖中草药、上游大量开采地下水等人类活动加速了草场的退化。

b.3 坎儿井数量不断减少

中国古代三大建筑工程之一的坎儿井是引取地下水的自流灌溉工程，可与万里长城齐名，可与京杭运河比美。坎儿井是新疆特有的一种从地下掘渠引水的灌溉方式，具有有效防止蒸发和坚固耐用等特点。特殊的气候条件和地质地貌条件使坎儿井近几百年来在

吐鲁番地区备受青睐，成为绿洲农业生产的主要灌溉方式

和人民生活用水的主要来源，被称为绿洲生命之源。吐鲁番人说，“没有坎儿井，就没有吐鲁番”。

坎儿井的主体深埋地下，由集水和输水暗洞、竖井及涝坝组成。暗洞横剖面高 1.5~1.6 m，宽 0.6~0.7 m，长度一般 3~4 km，最长可达十几公里。新疆地区共有坎儿井 1,600 多条，其中吐鲁番地区有 1,195 条，直到今天，吐鲁番地区坎儿井的引水量仍占全地区引水量的 30 % 左右，日灌溉土地近万亩。但到 90 年代初，全区坎儿井减少为 772 条，吐鲁番市由原来 541 条减少为目前的 402 条，到 1995 年该市仍然有水的坎儿井只剩 200 多条，详见表表 5.3.11。

表 5.3.11 吐鲁番地区坎儿井数量及出水量变化表

地区	60年代		90年代	
	坎儿井数	平均引水量 (m ³ /s)	坎儿井数	平均引水量 (m ³ /s)
托克逊县	184	1.743	68	0.3784
吐鲁番市	541	3.083	402	1.6250
鄯善县	470	1.576	308	0.8179
全区	1195	6.402	778	2.8213

究其原因，是在近几十年的地下水资源开发利用过程中，缺乏全面规划和统一管理，使地下水位逐年下降。尤其是 60 年代后期，吐鲁番地区兴修水利工程，并开凿了大量的机电井，由于布局不合理，不少机电井分布在坎儿井附近，形成与坎儿井争水的局面，从而降低了地下水水位，使不少坎儿井流量减少，甚至干涸。另外，坎儿井上游水库的建设，也拦截了大量坎儿井井水的补给源。据有关部门介绍，仅鄯善县柯柯亚水库和坎儿其水库建成后，就造成了下游近百条坎儿井全部干涸。同时，随着各种引水工程的相继上马和大规模机电井的建设，新的灌溉方式也使得人们忽视了对坎儿井的管理和养护，造成了部分坎儿井塌陷，无法使用，而且断流、干涸的速度正在逐年加快。

b.4 生态移民问题

吐鲁番地区的生态移民主要由三种原因引起，一是因坎儿井干枯水源不足；二是土壤次生盐渍化，土地无法耕种；三是风沙侵袭所致。靠近艾丁湖边缘及吐鲁番市南部的一些村庄，由于坎儿井干枯无水可用，已经从原来祖祖辈辈生活的地方搬迁到北部有水的地区，如果地下水位再继续下降，人们赖以生存的坎儿井不断干枯，生态移民问题将会继续延续下去。另外，仅托克逊县就已经有近 600 户农家由于沙漠侵袭和沙埋房屋而被迫搬迁，前面所提的依扎木提家只是其中一例，这种沙进人退的局面给该区的人民生活及经济发展构成了极大威胁，是当前突出的环境灾害，不能不引起政府各级部门的重视。

b.5 水利工程布局不合理、不完善，管理体系不健全

吐鲁番地区经过多年水利建设，渠系网络化程度较高，由于其特殊的地理位置及水资源的独特性，形成了引、蓄、提水工程的多样性。现状水利工程形式有：水库、渠首、渠系工程、坎儿井、泉水、自流井及机电井工程。然而区域内河流控制性工程很少，造成春旱、夏洪、秋缺水的现象较为严重，不能充分利用地表水，输水损失较大。

托克逊两河流域渠系工程较为紊乱，斗农渠防渗率较低。目前仅在白杨河水系上建有一座平原灌注式水库(红山水库)，仅具有调蓄作用而无防洪效益，阿拉沟水系上没有一

座山区控制性工程。由于水库调蓄能力不足，基本上是水多多灌，水少少灌，很难满足作物生长的需要。白杨河的水量经巴依托海渠首引入水库后，再经胜利渠首、托台渠首及宁夏宫渠首三次放入河道，造成水资源损失严重，全县综合毛灌溉定额达 1,500 m³/亩左右。

此外，区内多数水利工程的附属设施，包括管理房、量水设施及通讯设备不健全，工程的管理及维修也相对滞后，有限的水利工程也由于风沙、洪水等灾害的损坏和缺乏日常的维护而不能正常使用，在水利建设中，严重存在着重建设、轻管理，重骨干工程、轻配套工程的错误思想，因此没有形成有效的工程运行管理体系，降低了水利工程的效用或根本就起不到防洪、蓄水、调节水资源的目的。

【参考文献】

- 1) 黄文房等著. 中国科学院八五重点科研项目, 国家自然科学基金资助项目. 绿洲发展与生态环境建设. 新疆科技卫生出版社.
- 2) 吐鲁番地区水利水电勘测设计研究院, 水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院. 新疆维吾尔自治区吐鲁番市“五河”流域规划报告(上下册). 1998.
- 3) 吐鲁番地区水利水电勘测设计研究院. 新疆维吾尔自治区托克逊县“两河”流域规划报告(上下册). 2001
- 4) 水利电力部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计院. 新疆维吾尔自治区鄯善县三河流域规划报告(上下册). 1993.
- 5) 新疆水文水资源科技服务公司. 新疆吐鲁番盆地地下水资源可持续利用研究项目. 水文解析调查. 2004.
- 6) 光盘资料
- 7) Xinchang Center for Environmental Meteorology, Wu Wang, Yu Ma, Hongwu Chen, 2003, The relation between sandstorms and strong winds in Xinjiang, China, Water, air and soil pollution, 67-79
- 8) 国立环境研究所, 王勤学, 大坪国顺, 2000, 有关沙尘暴的增加和中国土地利用变化, 地球环境的土地利用·被覆化研究,
- 9) <http://www-cger.nies.go.jp/lugec/report-5.htm>
- 10) 国立环境研究所, Zhaoji Zhang, Kuninori Otsubo, et al, 2000, Groundwater Resource and Related Environmental Deterioration in the Hebei Plain, China, <http://www-cger.nies.go.jp/lugec/lu-gec%20vi/25-ver5.pdf>

5.4 项目地区及类似地区已实施及项目中的环境改善对策

5.4.1 自然环境改善对策

a. 作好水资源评价，加强水资源管理

吐鲁番地区水资源极度匮乏,为了该地区的社会经济可持续发展,面对有限的水资源,针对盆地水资源特性和存在的环境问题,必须对地表水-地下水-植被-生态进行通盘考虑,统一研究,科学规划,优化配置。已经开展的工作主要集中在水利工程建设、地表水利用、流域规划、绿洲建设方面,八五期间,已完成了“绿洲发展与生态环境建设”的研究,虽然已经进行了一些水资源评价工作,但是对地下水资源重视程度不够,存在水帐不清问题,应通过中日合作项目加以解决。应注重解决下列问题

水资源量评价・管理规划的制定	
1: 建立水资源数据库	
目的	汇总各水源的水量 and 水质、对吐鲁番地区水资源量进行综合评价。
实施	绿洲发展与生态环境建设(85期終了)
成果	表流水的资源量评价。
问题	地下水的资源量评价未完成。 水资源数据库未建。
2: 制定综合治水规划	
目的	以水资源的有效利用和灾害防止对策为目的、制定吐鲁番地区的治水工程规划
实施	新疆维吾尔自治区吐鲁番市‘五河’流域规划報告 新疆维吾尔自治区鄯善县‘三河’流域规划報告 新疆维吾尔自治区托克逊县‘二河’流域规划報告
成果	在各县制定了规划、转入实施阶段
问题	需要根据各河流・流域的特性制定规划
3: 积极的水源开发	
目的	进行植林和荒地的植被恢复等、积极开拓新水源。
实施	开发空中水资源与生态环境保护建设项目(15期終了)
成果	设立了吐鲁番地区山地森林保护区 增加了吐鲁番盆地北西部的山区雨量 山区的土壤流失防止
问题	仅在有限的地区活动,未能普及到吐鲁番地区全域。
4: 向节水型社会转移	
目的	引入新灌溉方法、对住民的节水启蒙活动、改革水费体制等。
实施	引入滴灌方式 对住民的节水启蒙活动 改革水费体制等
成果	开始了滴灌方式的引进
问题	伴随经济发展水需要量不断增加、节水工作的效果不明显。

b. 表流水综合资源开发

表流水综合资源开发	
1: 制定吐鲁番盆地中长期的灌溉规划	
目的	解析影响井户、泉、引水渠等的复杂的吐鲁番盆地的水理条件，制定灌溉规划。
实施	制定不同地区的可持续灌溉规划 灌溉设施的漏水防止工程
成果	制定了吐鲁番盆地3地区（1:北盆地、2:火焰山南侧平原、3:艾丁湖周围地区）持续可能的灌溉规划。
	实行水库、引水渠的漏水防止工程、提高了水资源利用率。
	在井户泵、坎儿井、引水路设置了流量计，可以进行有效的流量监测和供水。 新设了配套的灌溉设施。
问题	没有实行减少蒸发量的对策、水资源利用量没能像所期待的一样提高。 没有普及流量计设置、不能整体把握水量。
2: 堤防设置工程	
目的	保护居民不受洪灾。
实施	已经开始了堤防设置工程。
成果	2003年为止完成了总延长约170 km的堤防工程、使46万住民、3万公顷以上的耕地得到保护。
问题	没有
3: 水库建设工程	
目的	增加蓄水容量、保证均衡供水。
实施	已经开始了水库建设
成果	阿拉沟水库建设
	驴达坂水库建设
	煤窑沟以及黑沟山区水库建设
问题	没有

c. 防止土壤盐碱化对策

正在盐碱化地带进行土壤洗净、地下水位降下、耐盐性植物栽培等土壤改良和表流水灌溉设施建设。

防止土壤盐碱化对策	
1: 土地改良	
目的	改良11万公顷盐碱化土壤、改善吐鲁番地区生态环境。
实施	通过抽水降低地下水位、抑制地下水蒸发。
	栽培耐盐性植物、吸收土壤中的盐分。
	大量使用盐类浓度低的水井灌溉、进行土壤洗净。 使用堆肥等有机物多的肥料、以恢复植被。
成果	改善了约5500公顷的盐碱化土壤。
问题	虽然有成果、但盐碱化土壤分布仍在扩大。
2: 改良灌溉制度	
目的	改良灌溉系统，使灌溉量从现在15,000 m ³ /ha减少为9,000~12,000

		m ³ /ha、防止地下水位上升。减少地下水蒸发量、降低土壤盐碱化速度。
	实施	改善了水渠和灌溉系统。
	成果	通过改良水渠、使水资源能够合理地分配于耕作。
	问题	仅凭灌溉制度改良还不足以防止盐碱化。必须和其他对策组合实施。

d. 风灾害・沙漠化防止对策

风灾害・沙漠化防止对策		
1: 促进循环型农业		
目的	改善吐鲁番地区内无植被地带，防止风吹卷起沙尘。利用牧草促进畜产业。把杂草和家畜粪尿进行处理后作为有机肥料利用农业和植被改善。	
实施	开始了启蒙活动。	
成果	循环型农业的意识提高了。	
问题	本地区的农业构造不是循环型农业构造、仅进行了小规模的活动。	
2: 育成防风林		
目的	通过沿道路和水渠设置防风林，防治风沙。	
实施	吐鲁番市的「三北」防风林整备工程第1期が終了。 在鄯善县试验性地进行了用处理的生活排水浇灌防风林。	
成果	吐鲁番市的「三北」防风林整备工程第1期が終了、整备了6667公顷林带。	
问题	按规划应建立相当于耕作面积的12 %的防风林面积，但目标未能完成。	

e. 吐鲁番盆地环境污染防止・改善对策

吐鲁番地区环境污染防止・改善对策		
1: 整备排水处理场		
目的	吐鲁番盆地为闭锁系的水文地质条件。所以、各利用者的排水不能排除地区外而蓄积起来。而且污水量在增加，所以整备污水处理厂为当务之急。	
实施	2003年整备了11处（工业废水2处、生活排水9处）排水处理场。	
成果	11处处理设施的处理能力经过改善达到了1.46万吨/日。 年工业废水39万5百吨（排出总量55万7千3百吨的70.1 %可以得到处理。 年生活排水322万吨（吐鲁番市：214万、鄯善县108万、排出总量667万吨的48.28%）可以得到处理。	
问题	和工业废水处理相比生活排水的处理落后。	
2: 洁净・生产		
目的	从原料的采取到制品的废弃、再利用等所有过程中减少对环境的负荷。	
实施	2002年6月29日人民代表大会上通过了「洁净・生产促进法」、2003年1月1日开始施行。	
成果	明确了对以下3项目的具体实施方法、评价点。	
a	促进洁净能源的利用	

		<p>通常的能源的洁净利用。例、洁净煤技术的活用、液体燃料和天然气的利用增加等。</p> <p>再生可能能源的利用。例如水力资源的最大活用等。</p> <p>新能源开发、太阳、生物、风力、潮汐、地热等的开发利用。</p> <p>各种的省能源技术和措施。</p> <p>b 完全不使用有毒、有害的原材料、或者考虑很少使用的方法</p> <p>削减有毒、有害的中间投入物。</p> <p>在生产过程中减少或完全不排出各种的危险。例如、高温、高压、低温、低压、可燃性、可爆性、噪音、振动等。</p> <p>废弃物很少或者没有得制品。</p> <p>高效率设备的利用。</p> <p>物质的循环利用（工场内和工场外）。</p> <p>简便、遒及可能的操作和控制。</p> <p>管理的改善等。</p> <p>c 洁净·生产制品</p> <p>节约原材料和能源、少使用高价、贵重的原料。</p> <p>可再利用的制品。</p> <p>不包括使用过程和使用后对人的健康和生态环境に有害的要素的制品。</p> <p>回收、再利用、或者容易再生的制品。</p> <p>合理的包装的制品。</p> <p>合理的使用机能（省能源、节水、少噪音等）和长寿命的制品。</p> <p>容易在废弃后进行处理的产品。</p>
	3: 油田开发·石油化学工场污染防治对策	
	目的	伴随近年吐鲁番地区油田开发以及石油化学工场的急速发展、油田和工场的土壤·水质·大气污染令人担忧、应有污染防治对策。
	实施	设置观测所、按照排出基准实施以下的限制
	a	排气限制
	b	废水限制
	c	油井挖掘土以及挖掘泥水限制
	d	噪音限制
	成果	<p>引入密闭型的原油处理系统防止挥发性气的漏出、防止大气污染。</p> <p>净化石油生产时排出含有油分和重金属的废水。在工场内的废水处理场使废水达到灌溉用水基准、利用于地区的绿化事业。</p> <p>将油井挖掘时排出的泥水·污泥经过处理后掩埋或者再利用。</p> <p>在各工场实行防音对策、减衰噪音对周围环境的影响。</p> <p>为了防止火灾、地震、洪水等的突发的事故的环境污染设置防止对策组织。</p>
	问题	<p>坎儿井中有石油污染的报告。</p> <p>有苯酚和重金属浓度高的河流、可能是石油化学工场或者石油精制工场的废水处理没有取得应有的效果。</p>

f. 地下水环境保全对策

吐鲁番地区地下水位下降的背景，是由于地表水利用造成的地下水涵养量下降和大规模的地下水扬水。为了解决上述问题，从各个方面采取了各种对策。

地下水环境保全对策	
1: 坎儿井环境保全	
目的	保存不仅具有实用价值,还具有历史价值和作为观光资源价值的坎儿井。
实施	成立坎儿井研究会
	设立坎儿井观测站 设立坎儿井保护区
成果	已经由坎儿井研究会对坎儿井水的水量、水质进行了观测。
问题	保护坎儿井的法规尚未完善。
2: 艾丁湖环境保护	
目的	艾丁湖面积在缩小,环境调整功能在下降。要维持艾丁湖的面积,恢复其环境调整功能。
实施	进行《吐鲁番市“五河”流域规划报告》调查,查明了艾丁湖的标准环境。湖面面积4 km ² ,周围缓冲地带120 km ² ,最低河水流入量4480万 m ³ 。
成果	为确保最低河水流入量,决定由吐鲁番地区3县分担。各县市必须向艾丁湖放入的河水量分别为:吐鲁番市,1629万 m ³ ;鄯善县,998万 m ³ ;托克逊县,1853万 m ³ 。
问题	基本没有
3: 合理进行地下水抽水	
目的	正确把握水量、水质都在恶化的吐鲁番地区的地下水含水层,分饮用水、农业、工业等不同用途进行抽水。
实施	将深水井设为饮用水用。
	将浅水井设为家畜用。
成果	实现了由深水井向吐鲁番市16万人、鄯善县15万人、托克逊县7万人供水。
	实现了由浅水井向吐鲁番市31万头、鄯善县16万头、托克逊县20万头家畜供水。
问题	尚未掌握水质、水量等综合的含水层情况。

5.4.2 社会环境问题的解决对策

a.1 水资源利用率改善对策

在吐鲁番地区,供水过程中的漏水、蒸发等很多,水资源利用率很低。目前采取的改善对策包括:防止水库、引水渠的漏水、蒸发,引进滴水灌溉等新的灌溉方式等。

水资源利用率改善对策	
1: 水库防漏施工	
目的	改善水库老化带来的漏水问题,提高对下游的供水率。
实施	在正在老化的水库进行了防漏施工。
成果	进行了葡萄沟水库改建工程,对下游的供水量由2百50万 m ³ 提高到了5百30万 m ³ 。
问题	基本没有
2: 灌溉用水的节水对策	
目的	进行科学论证,探明适合当地气象、农业、水理条件的合适灌溉水量,降低灌溉用水量。

	实施	根据Sherman理论算出了不同农作物、不同地区的单位面积的适当灌溉水量。
		开始了引水渠、灌溉水渠改造工程。
		引进新的节水技术。
	成果	实现了根据适当灌溉水量进行灌溉设施的改造和计划等。
		建设了总长6110 km的引水渠、灌溉水渠，完成了4774 km的防漏施工。
		介绍了滴水灌溉等新技术，引进新技术的农户不断增加。
	问题	灌溉水量计、灌溉水渠等的铺设尚未完工，有效的灌溉抽水节水体系尚不完善。
		由于引进新节水技术需要较多的投资，所以引进的农户目前还很少。

b. 农业结构改造方案

优化吐鲁番地区的农业、畜牧业、林业、水产业结构，为了以较少的资源投资获取较高的利益进行结构改造。

农业结构改造方案	
1: 农业活动的结构改造	
目的	优化吐鲁番地区的农业、畜牧业、林业、果树业的种植面积，实现经济可持续发展和环境保护两不误。
实施	制定了1995年到2020年的结构计划。
成果	计划表见下。
问题	基本没有
2: 农作物种类的结构改造	
目的	优化吐鲁番地区的各种农作物的种植面积，实现经济可持续发展和环境保护两不误。
实施	制定了1995年到2020年的结构计划。
成果	计划见下表。
问题	基本没有

表 5.4.1 农业活动的结构改革计划

基準年	項目	單位	農業	果實	林業	牧畜	合計
1995	面積	(10 ⁴ 畝)	25.89	10.12	8.92	0.00	44.93
	割合	(%)	57.62	22.52	19.85	0.00	100
2000	面積	(10 ⁴ 畝)	28.51	12.00	10.33	1.50	52.34
	割合	(%)	54.47	22.93	19.74	2.87	100
2010	面積	(10 ⁴ 畝)	32.08	12.20	13.38	3.00	60.66
	割合	(%)	52.88	20.11	22.06	4.95	100
2020	面積	(10 ⁴ 畝)	36.38	16.50	14.43	6.00	73.31
	割合	(%)	49.62	22.51	19.68	8.18	100

表 5.4.2 农作物种类的结构改革计划

基準年	項目	單位	食糧作物	換金作物	その他	合計
1995	面積	(10 ⁴ 畝)	12.53	11.42	1.93	25.88
	割合	(%)	48.42	44.13	7.46	100
2000	面積	(10 ⁴ 畝)	11.01	15.25	2.25	28.51
	割合	(%)	38.62	53.49	7.89	100
2010	面積	(10 ⁴ 畝)	11.03	18.05	3.00	32.08
	割合	(%)	34.38	56.27	9.35	100
2020	面積	(10 ⁴ 畝)	12.05	20.60	3.73	36.38
	割合	(%)	33.12	56.62	10.25	100

c. 绿洲生态环境保护方案

以吐鲁番地区绿洲为中心，构建人 - 资源 - 环境 - 发展相互和谐的生态环境。

绿洲生态环境保护方案	
1: 协调发展绿洲社会的“PRED”	
目的	协调“PRED”: 人口(P opulation)、资源(R esources)、环境(E nvironment)、开发发展 (D evelopment), 不断改善绿洲的环境。
实施	引进节水性能好的新灌溉技术
	以流域为单位进行地下水开发
	防止过度的地下水抽水
	改善产业结构
成果	引进薄膜栽培技术、大棚栽培技术、水耕栽培技术
	实施了多个地下水开发项目，吐鲁番地区的地下水环境正逐渐探明。
	为防止滥抽地下水，完善了水井统计，管理体制正在逐渐完善。
	制定并实施了农业结构改造计划。
2: 控制人口、提高生活质量	
目的	在有计划地控制吐鲁番地区人口增长的同时，实现经济发展，提高居民的生活质量。通过此种方式尝试水资源的有效利用。
实施	实施计划生育（独生子女政策）
	改善教育、研究、文化、保健卫生状况
成果	2003年吐鲁番地区的平均出生率与上年度之比为83.88%，显示独生子女政策正在贯彻。
	2003年吐鲁番地区领独生子女证的儿童数为10727人，其中吐鲁番市6513人、鄯善县2995人、托克逊县1219人。
	2003年吐鲁番地区的教育、文化、保健卫生设施数目见下。
3: 保护和改善绿洲生态环境	
目的	为保护和改善绿洲生态环境，进行防风林、保安林的养护。
实施	在吐鲁番地区积极开展植树造林活动。
成果	2003年的植树造林活动实施表见下。

表 5.4.3 2003 年吐魯番地區教育、研究、文化設施數目

分野	施設	数量	単位
教育	中学校	104	箇所
	卒業生	15130	人
	新入生	15933	人
	在校生	46988	人
	大学	1	箇所
	放送大学	1	箇所
	職業中学校	3	箇所
研究	綿花研究所	1	箇所
	葡萄・瓜研究所	1	箇所
	地下水研究所	1	箇所
	气象台	1	箇所
	農業試験場	1	箇所
文化	演劇団	2	団体
	映画館・演劇場	3	箇所
	大衆娯楽施設	20	箇所
	図書館	3	箇所
	博物館	1	箇所

表 5.4.4 2003 年吐魯番地區植樹造林活動數量表

	吐魯番市	鄯善県	托克遜県	合計	単位
植林面積	2,677	1,080	962	4,719	ヘクタール
植樹数	20,000	NA	200,000	220,000	株
伐採禁止面積	0	1,800	9,333	11,133	ヘクタール
木材伐採量	300	230	591	1,121	m ³

5.5 “规划”的 IEE 筛选和范围界定

在现阶段，由于水资源管理基本规划（master plan）的内容尚未确定，所以根据拟定中的基本规划草案进行了筛选和范围界定。

5.5.1 有关项目的筛分

环境项目		内容	评定	备考（根据）	
社会环境	1	居民搬迁	占地搬迁（居住权、土地所有权的转换）	有	将确保防止居民搬迁的生活用水设定成了目标，但地下水涵养的保持和促进不断推进时，地区性的水资源枯竭问题令人担忧。
	2	经济活动	由于要促进合理利用土地、实施水资源再分配等，会造成生产机会丧失，经济结构发生变化	有	有可能改变现在的土地利用状况、水资源分配等，有的行业还会发生土地利用面积减少、水资源分配量减少等。
	3	交通和生活设施	杜塞、事故等对现有交通、学校和医院等的影响	无	没有建设可能妨碍交通的设施的计划。
	4	地方分裂	由于交通的通行优先问题造成地方社会的分裂	无	水井是点状设施，输水管理设在地下。
	5	文化遗址和文物	使寺庙佛阁、地下文物等遭受损失、或价值减少	有	随着地下水位下降，坎儿井干涸，本地区特有的绿洲文化有可能衰退。
	6	水利权和入会权	由于水资源分配的变更，造成渔业权、水利权、山林入会权受损	有	有可能改变现在的水资源分配，有的行业还会出现分配量减少。
	7	保健卫生	由于垃圾、出现卫生害虫等，恶化卫生环境	无	由于以改善水环境为目的，所以保健卫生状况会有所改善。
	8	废弃物	产生建设废料、残渣、污泥、一般废弃物等	无	调查并挖掘施工中的废弃物，可通过施工管理加以预防。
	9	灾害（风险）	地基崩塌、塌方、事故等的危险性加大	无	进行大规模施工、建设的可能性很小，但进行挖掘施工等施工时还是要充分进行防止事故发生的管理。
自然环境	10	地形和地质	由于挖掘、堆土等造成有价值的地形和地质发生改变	无	没有大规模的建设施工。
	11	土壤侵蚀	土地改造、森林砍伐后的雨水对地表的侵蚀	无	没有大规模的森林砍伐、土地改造等。
	12	地下水	开发深层地下水 保持和促进地下水涵养	有	伴随地下水的开发，地下水位可能会下降。
	13	湖沼、河流流况	由于地表水源涵养域的保护、防洪治水措施等造成流量、河床发生变化	有	预计河流流量会发生变化，湖泊面积可能会缩小。
	14	海岸·海域	由于填埋、海况变化等造成海岸侵蚀、堆积等	无	所调查地区位于内陆，没有海。
	15	动植物	由于栖息条件的变化造成繁殖受到影响、物种灭绝	不明	伴随地表水量、地下水位等的变化，部分地区的生态系统有可能崩溃。

环境项目		内容	评定	备考（根据）	
	16	气象	大规模建造活动、及建筑物本身等造成气温、风况等发生变化	无	没有建设可能对气象造成影响的大规模建筑物的计划。
	17	景观	由于建设导致地形发生变化，或所建物体影响景观	无	没有建设可能有碍景观的大规模建筑物的计划。
公害	18	大气污染	汽车尾气、工厂有毒废气等造成的污染	无	没有大量排出废气、有毒气体等的施工、作业。
	19	水质污浊	钻孔挖掘时的泥水、油脂等流入水中	无	调查井挖掘施工中的水质污染可以通过工程管理进行预防。
	20	土壤污染	废水、有害物质等流出、扩散等造成污染	无	没有污染物的排出。
	21	噪音和振动	挖井、用水等产生噪音、振动	无	调查井挖掘施工中的噪音可以通过工程管理进行预防。
	22	地盘下沉	抽水造成地盘变形	不明	本地区的地盘属于第四纪的未固结堆积层，地下水位下降可能会引起地盘下沉。
	23	恶臭	产生废气、恶臭物质	无	调查井挖掘施工中所排废气恶臭气体很少。
综合评价：需要进行IEE环境影响评价。			要	存在预计会产生影响的项目、或影响不明的项目。	

5.5.2 范围界定

环境项目		评定	备考（根据）	
社会环境	1	居民搬迁	B	将确保防止居民搬迁的生活用水设定成了目标，但地下水涵养的保持和促进不断推进时，令人担忧地区性的水资源枯竭问题。
	2	经济活动	B	有可能改变现在的土地利用状况、水资源分配等，有的行业还会发生土地利用面积减少、水资源分配量减少等问题。
	3	交通和生活设施	D	没有建设可能妨碍交通的设施的计划。
	4	地方分裂	D	水井是点状设施，输水管理设在地下。
	5	文化遗址和文物	A	随着地下水位下降，坎儿井干涸，本地区特有的绿洲文化有可能衰退。
	6	水利权和入会权	B	有可能会改变现在的水资源分配，有的行业还会出现分配量减少。
	7	保健卫生	D	由于以改善水环境为目的，所以保健卫生状况会有所改善。
	8	废弃物	D	调查井挖掘施工中的废弃物，可通过施工管理加以防止。
	9	灾害（风险）	D	进行大规模施工、建设的可能性很低，但进行挖掘施工等施工时还是要充分进行防止事故发生的管理。
自然环境	10	地形·地质	D	没有大规模的建设施工。
	11	土壤侵蚀	D	没有大规模的森林砍伐、土地改造等。
	12	地下水	B	伴随地下水的开发，地下水位可能会下降。
	13	湖沼·河流流况	B	预计河流流量会发生变化，湖泊面积可能会缩小。
	14	海岸·海域	D	所调查地区位于内陆，没有海。
	15	动植物	C	伴随地表水量、地下水位等的变化，部分地区的生态系统有可能崩溃。
	16	气象	D	没有建设可能对气象造成影响的大规模建筑物的计划。

环境项目		评定	备考（根据）
	17 景观	D	没有建设可能有碍景观的大规模建筑物的计划。
地	18 大气污染	D	没有大量排出废气、有毒气体等的施工、作业。
	19 水质污浊	D	调查井挖掘施工中的水质污染可以通过工程管理加以防止。
	20 土壤污染	D	没有污染物的排出。
	21 噪音·振动	D	调查井挖掘施工中的噪音可以通过工程管理加以防止。
	22 地盘下沉	C	本地区的地盘属于第四纪的未固结堆积层，地下水位下降可能会引起地盘下沉。
	23 恶臭	D	调查井挖掘施工中所排废气恶臭气体很少。。
注：评定标准 A：估计有重大影响 B：估计多少会有影响 C：不明（还需要研究，随着调查的深入可能会查明影响的也充分考虑进去） D：几乎没有影响所以不作为IEE或EIA的对象			

5.5.3 综合评价和今后的调查方针

a. 今后的基本调查方针

估计会有影响的所有环境项目，都与地下水位下降和表流水量变化有非常深的关系。所以，作为对各项目进行影响评价的基础数据，首先对吐鲁番盆地的地下水进行模拟，将现在的自然状态和模拟结果进行整合。然后将基本规划中提出的水资源利用条件反映在模拟中，预测地下水位变动，划定估计会受到影响的区域。并且，对该结果对各个环境项目的影响进行评价。

b. 综合评价和今后各个环境项目的调查方针

环境项目	判定	今后的调查方针	备考
居民搬迁	B	对根据地下水模拟结果预测影响的地区进行人口、产业、生活状况等的调查，评价综合影响。	充分考虑生态环境调查的结果，对沙漠化的进程也进行预测。
经济活动	B	对基本规划所显示的水资源分配变更和农业结构改革方面的计划是否一致进行评价。	在农业结构改革中正在进行有效利用水资源的尝试。
文化遗址和文物	A	根据地下水模拟结果评价对坎儿井的影响。为使传统的坎儿井文化不会荒废，将这些结果反映到基本规划中。	现在坎儿井不仅具有实用价值，作为吐鲁番盆地的观光资源也具有很高价值，坎儿井的保护很重要。
水利权·入会权	B	充分考虑社会环境调查结果，对实施基本规划的影响进行评价。	引入经济活动评价的同时进行该项评价。
地下水	B	对地下水模拟的条件进行变更，明确各个环境项目的保证容许地下水位的地下水抽水量。	容许地下水位通过与相关机构、相关方面的协商进行设定。
湖沼和河流流况	B	对实施基本规划会造成河流流量多大程度的变化、会对湖沼面积产生多大影响进行评价。	艾丁湖的面积正在缩小。

环境项目	判定	今后的调查方针	备考
动植物	C	查明地下水位变化和植被变化的关系,对由于实施基本规划造成地下水位变化而对植被产生的影响进行评价。	如果可以确认植被变化是由于其他环境因素的影响,则该影响可以忽略。
地面沉降	C	根据水文地质分析结果和地下水模拟结果对地盘下沉进行预测。	如果吐鲁番盆地的第四系堆积物中不存在软弱粘土层,则发生地盘下沉的可能性很小。

5.6 《中华人民共和国环境影响评价法》与《JICA 考虑环境与社会影响指导大纲》的对照比较

本章对《中华人民共和国环境影响评价法》（以下称《评价法》）与《JICA 考虑环境与社会影响指导大纲》（以下称《指导大纲》）的环境评价法进行以下的比较。

5.6.1 《评价法》概要

本项目原则上以制定基本规划为主要工作，所以需要根据《评价法》第二章《规划的环境影响评价》，按照其中规定的程序进行环境影响评价。

a. 《评价法》的基本原则

作为《评价法》的基本原理在第一章第一条中作了如下规定：“为了实施可持续发展战略，预防因规划和建设项目实施后对环境造成不良影响，促进经济、社会和环境的协调发展”。并且，在第二条中对环境影响评价进行了定义，根据该定义“环境影响评价，是指对规划和建设项目实施后可能造成的环境影响进行分析、预测和评估，提出预防或者减轻不良环境影响的对策和措施，进行跟踪监测的方法与制度。”

环境影响评价必须由规划项目的实施者客观、公开、公正地进行，评价审查由国务院环境保护行政主管部门和国务院相关部门或专家组进行。

b. 《评价法》的评价项目

规划的实施者必须首先根据规划的内容编制专项规划，专项规划由以下 10 个项目的专项构成。

编号	专项	编号	专项
1:	工业	6:	水利
2:	农业	7:	交通
3:	牧畜业	8:	城市建设
4:	林业	9:	旅游
5:	能源	10:	自然资源开发

在明确了规划的专项之后，要对实施规划可能引起的影响进行以下不同程度的分类。

- A类：可能造成重大的环境影响。应当编制环境影响报告书，对产生的环境影响进行全面评价。
- B类：可能造成轻度的环境影响。应当编制环境影响报告表，对产生的环境影响进行分析或者专项评价。
- C类：对环境影响很小、不需要进行环境影响评价的，只需填报环境影响登记表。

在预测到B类以上的环境影响时，需要将预防或减轻环境影响的对策写在报告书中，规划的妥当性、对经济的贡献等必须在环境影响评价的结论中论及。

5.6.2 《指导大纲》的概要

本项目原则上以制定基本规划为主要工作，所以需要根据《指导大纲》的第三章 3.2“开发调查（基本规划调查）”进行环境影响评价。

a. 《指导大纲》的基本原则

《指导大纲》指出，“JICA 所进行的考虑环境与社会影响的责任和程序，是通过向对象国政府提出所要求的内容，促使对象国政府实行合理考虑环境与社会影响的政策，同时确保对 JICA 所进行的考虑环境和社会影响的支持和验收得以正确实施”。这里所说的考虑环境与社会影响是指，“要考虑对对象国的大气、水、土壤的影响，对生态和生物相等自然环境的影响，对非自愿的居民搬迁、原住民等的人权尊重和其他社会环境的影响”，环境影响评价的定义必须与“根据对象国的制度对项目所造成的环境影响、社会影响进行评价，研究替代方案，制定恰当的改善措施、监测计划等”区别开来。也就是说，在进行环境影响评价时，要求考虑对象国的环境和社会背景。并且，JICA 认为以下 7 个项目特别重要。

- 重要项目 1：将大范围的影响作为考虑对象。
- 重要项目 2：从早期阶段就考虑环境与社会影响。
- 重要项目 3：合作项目完成以后进行跟踪。
- 重要项目 4：在合作项目的实施方面履行解释说明的职责。
- 重要项目 5：争取让受影响群体参加进来。
- 重要项目 6：进行信息发布。
- 重要项目 7：强化 JICA 的实施体制。

对环境与社会影响的考虑以环境影响评价为基础，由具备必要知识的外部专家组成的评审委员会进行客观的审查，审查内容向公众公开。

b. 《指导大纲》的评价项目

对日本外务省所要求的合作项目，JICA 首先确认项目概要、选址环境、对象国政府的环境影响评价制度内容等相关信息，根据项目特性和地区特性进行第 1 次筛选，对项目的各个专项进行类型区分。专项和类型见下表。

编号	专项	编号	专项
1:	矿业开发	9:	港湾
2:	工业开发	10:	上下水道、污水和废水处理
3:	火力发电（含地热）	11:	废弃物处理
4:	水力发电、水库、蓄水池	12:	农业（开垦、灌溉类）
5:	河流和防沙	13:	林业
6:	送变电和配电	14:	水产业
7:	道路、铁道、桥梁	15:	旅游
8:	机场		

- 类型 A：对环境、社会等可能造成重大不良影响，没有先例而很难进行影响预测，影响范围很大，具有不可逆的影响，以上归为类型 A。

- 类型 B：对环境、社会的不良影响比类型 A 要小的合作项目归为类型 B。
- 类型 C：对环境、社会等的不良影响最小或者基本没有影响的合作项目归为类型 C。

第 2 次筛选的类型区分是在两国协议¹签署后，根据 JICA 进行事前调查所收集到的新信息和与对象国政府之间的协商结果进行。并且，同时进行基于类型区分的预备性筛选，编制考虑环境与社会影响的 Term of Reference (TOR)。

在正式调查阶段，对于在事前调查中归为类型 A 和类型 B 的合作项目，要在比事前调查更大范围内进行相关信息收集和实地调查，与对象国政府进行协商，编制范围界定草案。类型 A 必须与当地受影响群体协商，类型 B 则在根据需要公开范围界定草案的基础上，和对象国政府一起与当地受影响群体进行协商。

基本规划草案制定后，需要依照 TOR，对包括不以 IEE²方式实施基本规划的项目与对象国政府共同进行考虑环境与社会影响的调查，将其反映到整体调查报告中。

另外还要与对象国政府共同研究考虑环境与社会影响的概要，根据需要将结果向当地受影响群体进行说明并与其协商（类型 B 项目），在此基础上编制最终报告书。最终报告书需要对对象国政府进行说明，必要时要进行修改。这时如果有必要，也同样需要与当地受影响群体进行（类型 B）协商。

JICA 编制反映最终调查结果的最终报告书，在确认报告书满足《指导大纲》评价项目的基础上将其提交给对象国政府。

5.6.3 《评价法》与《指导大纲》的共通点和不同点

a. 共通点

a.1 目的

在广义上《评价法》和《指导大纲》都是对与项目实施有关的环境和社会方面的负面影响进行事前评价和预测，目的在于通过采取对策回避或减轻影响，实现“可持续开发”。

a.2 评价内容和程序

二者都是将计划中的基本规划制定、项目实施等分成不同专项，按照各个专项所予想的影响程度进行 3 个种类的类型区分。并且，也同样都是根据类型区分的结果改变影响评价手法的设定。

a.3 对经济的影响评价

二者都是对合作项目的自然社会环境影响进行主体评价，对经济影响的评价诉求不强。

¹ 两国协议：在日本外务省接受项目请求后，由日本国政府和对象国政府就合作项目的实施所签署的协议。

² IEE方式：Initial Environmental Examination(IEE)方式是指，依据现有数据等比较容易收集的信息和根据需要进行的简单实地调查，实施替代方案、环境影响的预测和评价、改善措施、监测计划等方式。

b. 不同点

b.1 立法背景

《评价法》以经济发展为背景，以在保护本国自然和社会环境的同时实现可持续协调发展为理念；《指导大纲》则通过对对象国政府展示 JICA 的国际责任和主要条件，促使对象国政府实行合理考虑环境与社会影响的政策，以在制定政策、作出决定时确保基本人权、受影响群体的参加、信息透明、说明责任和效率为理念。

b.2 受益对象

《评价法》中，环境影响评价被定位为执政者为实施战略环境政策提供根据的手段，重点放在通过促进社会、环境、经济的协调发展为整个地区的发展做贡献上面。

《指导大纲》中，为了使合作项目获得最大效益，将对可能引起环境社会问题的事项中止项目合作也作为对策考虑进去，并根据民主政治制度的原理，促成大范围的受影响群体（受益者）参加进来。

b.3 信息公开

《评价法》和《指导大纲》都规定了要在合作项目的各阶段公开信息，但《评价法》中没有明确指出要公开最终评价报告完成后的监测跟踪方面的信息。而《指导大纲》中则要在合作项目结束后在 WEB 上、JICA 图书馆和当地事务所进行信息发布，并根据需要定期督促对象国政府切实实行考虑环境与社会影响的政策。

b.4 法律责任

《评价法》是有关中国环境的法律，所以责任人不履行时有处罚规定。而《指导大纲》主要是促使对象国政府实行合理考虑环境与社会影响政策的指针，不能含有处罚规定。

【参考文献】

- 1) 独立法人国际协力机构, JICA 考虑环境与社会影响指导大纲, 2004
- 2) 中华人民共和国, 环境影响评价法, 2003