

# 巴尔喀什湖-阿拉湖流域

## 水文地理特征分析及 人类活动影响研究

夏自强 郭利丹 黄峰 李琼芳 等 著



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

# 巴尔喀什湖-阿拉湖流域

## 水文地理特征分析及 人类活动影响研究

夏自强 郭利丹 黄峰 李琼芳 等 著



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

·北京·

## 内 容 提 要

本书主要介绍了巴尔喀什湖-阿拉湖流域的自然地理特征、气候变化特征、生态环境特征、水资源特征、水资源开发利用现状、人类活动影响等内容,涵盖了流域水系分布,行政区划及人口、经济发展现状,水文地理与生态特征,气温与降水变化特征,水利工程建设与规划,径流演变特征及人类活动影响,水资源与生态问题等方面,涉及面广、信息量大、内容丰富、特色鲜明,为巴尔喀什湖-阿拉湖流域水资源的合理利用和保护及跨界河流管理与合作提供了扎实的理论基础和信总基础。

本书可作为从事巴尔喀什湖-阿拉湖流域水资源管理或国际河流相关事务工作及“一带一路”倡议推进的技术人员、管理者、决策者的参考用书,也可作为从事水文水资源、水利工程、环境科学、管理学等相关领域科研人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

巴尔喀什湖-阿拉湖流域水文地理特征分析及人类活动影响研究 / 夏自强等著. -- 北京: 中国水利水电出版社, 2018.9

ISBN 978-7-5170-7235-5

I. ①巴… II. ①夏… III. ①巴尔喀什湖—流域—水文地理—研究 IV. ①TV212.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第273820号

审图号: GS(2017) 3787号

书 名	巴尔喀什湖-阿拉湖流域水文地理特征分析及人类活动影响研究 BA'ERKASHI HU - ALA HU LIUYU SHUIWEN DILI TEZHENG FENXI JI RENLEI HUODONG YINGXIANG YANJIU
作 者	夏自强 郭利丹 黄峰 李琼芳 等著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 15.25印张 282千字
版 次	2018年9月第1版 2018年9月第1次印刷
印 数	0001—1000册
定 价	68.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

# 前言

巴尔喀什湖-阿拉湖流域是我国与哈萨克斯坦共和国（简称哈萨克斯坦）之间共享的重要跨界河流流域，其中涉及的重要跨界河流包括伊犁河和额敏河等。伊犁河是我国西北地区一条重要的国际河流，由特克斯河、巩乃斯河和喀什河三大源流组成。特克斯河为伊犁河主源，发源于哈萨克斯坦境内汗腾格里峰的西北坡，由西向东从哈萨克斯坦流入中国，然后与巩乃斯河、喀什河汇合，接纳了界河霍尔果斯河后，再次流入哈萨克斯坦境内，最终注入巴尔喀什湖。额敏河发源于中国塔尔巴哈台山和吾尔喀夏依山交汇处，后向西流入哈萨克斯坦境内，最后注入阿拉湖。

随着社会经济的快速发展，水资源问题逐渐成为世界各国可持续发展的瓶颈，国际河流水资源的开发利用与保护对流域社会经济的可持续发展、生态系统保护、地区稳定具有重要的现实意义，逐渐成为各国政府和学者所关注的热点问题。我国西北地区及邻近的中亚地区等内陆干旱区的水资源问题已逐渐成为“一带一路”倡议推进中的重要约束条件之一。

本书定位于巴尔喀什湖-阿拉湖流域的水文地理特征分析及人类活动影响研究，全书共分为五章，内容主要涵盖流域概况、气候变化特征、水资源变化特征、社会经济发展及水资源开发利用特征、人类活动对流域水文及生态状况的影响等方面。

本书主要由夏自强、郭利丹、黄峰、李琼芳负责组织编写，颜乐、丁琳、周艳先、贺金、鄢波、张潇、吴瑶、李捷、马广慧等参与了部分编写工作，贺金参与了书稿插图的部分绘制工作。中国水利水电出版社的王若明编辑负责本书稿的编辑工作，对书稿提出了很好的修改意见，在此一并致以诚挚谢意！

巴尔喀什湖-阿拉湖流域相关的水文地理及人类活动详细资料的收集和整理工作量较大，尤其是境外流域的资料收集较为困难，且信息来源难以统一。尽管作者在撰写和编排过程中尽了很大努力，但限于作者水平和其他客观条件，难免存在不足和错误之处，敬请读者见谅并给予批评指正。

**编者**

2018年3月于南京

## 前言

<b>第一章 流域概况</b> .....	1
第一节 流域的地貌特征 .....	1
一、巴尔喀什湖流域的地貌特征 .....	1
二、阿拉湖流域的地貌特征 .....	4
第二节 流域的水系特征 .....	11
一、巴尔喀什湖流域的水系特征 .....	11
二、阿拉湖流域的水系特征 .....	18
第三节 流域的水文地理特征及水利分区 .....	22
一、中国境内的流域水文地理特征及水利分区 .....	22
二、哈萨克斯坦境内的流域水文地理特征及水利分区 .....	23
第四节 流域的水文地质特征 .....	28
第五节 流域的生态环境状况 .....	34
一、伊犁河流域的生态环境状况 .....	34
二、阿拉湖流域的生态环境状况 .....	35
<b>第二章 流域的气候变化特征</b> .....	40
第一节 气候变化分析方法 .....	40
一、滑动平均法 .....	40
二、非参数统计检验 Mann - Kendall 法 .....	40
三、距平百分率计算法 .....	41
四、小波分析法 .....	41
第二节 巴尔喀什湖流域的气候变化特征 .....	43
一、巴尔喀什湖流域的降水变化特征分析 .....	44
二、巴尔喀什湖流域的气温变化特征分析 .....	51
三、伊犁河三角洲的蒸发量变化特征分析 .....	58
第三节 阿拉湖流域的气候变化特征 .....	59
一、阿拉湖流域的降水变化特征分析 .....	60

二、阿拉湖流域的气温变化特征分析 .....	70
三、阿拉湖流域的蒸发量变化特征分析 .....	78
<b>第三章 流域的水文水资源变化特征 .....</b>	<b>80</b>
<b>第一节 水文水资源变化分析方法 .....</b>	<b>80</b>
一、差积曲线-秩检验联合识别法 .....	80
二、不均匀系数和完全调节系数 .....	81
三、集中度和集中期 .....	81
<b>第二节 流域的地表和地下水资源 .....</b>	<b>82</b>
一、可恢复的地表水资源及多年变化特征评价 .....	82
二、卡普恰盖水库年下泄水量评价及水量损失评价 .....	85
三、哈萨克斯坦境内伊犁河径流量评估 .....	86
四、巴尔喀什湖流域的地下水资源 .....	87
五、伊犁河径流资源量及多年变化特征 .....	89
<b>第三节 流域的冰川水资源及变化动态 .....</b>	<b>90</b>
一、巴尔喀什湖流域冰川的分布特征 .....	90
二、气候变化影响下的流域冰川变化动态及预测 .....	91
<b>第四节 流域的河流水文变化特征 .....</b>	<b>93</b>
一、西巴尔喀什湖入湖河流的水文变化特征 .....	93
二、东巴尔喀什湖入湖河流的水文变化特征 .....	104
三、阿拉湖流域的河流水文变化特征 .....	112
<b>第五节 湖泊的水文变化特征 .....</b>	<b>130</b>
一、巴尔喀什湖水文变化特征 .....	130
二、阿拉湖湖群水文变化特征 .....	143
<b>第四章 流域的社会经济发展及水资源开发利用特征 .....</b>	<b>156</b>
<b>第一节 流域行政区划及社会经济状况 .....</b>	<b>156</b>
一、巴尔喀什湖流域 .....	156
二、阿拉湖流域 .....	169
<b>第二节 流域水利工程概况 .....</b>	<b>169</b>
一、巴尔喀什湖流域的水利工程 .....	169
二、阿拉湖流域的水利工程 .....	177
<b>第三节 流域农业灌溉及发展趋势 .....</b>	<b>180</b>
一、哈萨克斯坦伊犁河灌区 .....	180
二、哈萨克斯坦伊犁河流域灌溉面积变化动态及发展规划 .....	190

三、阿拉湖流域灌区情况 .....	193
第四节 流域水资源利用及发展趋势 .....	196
一、哈萨克斯坦伊犁河流域水资源利用 .....	196
二、巴尔喀什湖流域水资源供需平衡分析 .....	202
三、流域水资源总量及供需平衡分析 .....	203
四、阿拉湖流域水资源利用 .....	203
第五节 流域水土开发利用现状及规划 .....	206
一、中国境内的水土开发利用现状及规划 .....	206
二、哈萨克斯坦境内的水土开发利用现状及规划 .....	208
第六节 阿拉湖流域畜牧业情况 .....	213
<b>第五章 人类活动对流域水文及生态状况的影响</b> .....	<b>214</b>
第一节 人类活动对巴尔喀什湖流域的影响 .....	214
一、卡普恰盖水库对巴尔喀什湖的影响 .....	214
二、卡普恰盖水库对伊犁河水文特征的影响 .....	216
三、巴尔喀什湖的生态环境问题 .....	225
四、伊犁河三角洲的生态环境变化 .....	229
五、伊犁河鱼类资源的变化 .....	232
第二节 人类活动对阿拉湖流域的影响 .....	233
<b>参考文献</b> .....	<b>234</b>

### 第一节 流域的地貌特征

#### 一、巴尔喀什湖流域的地貌特征

##### 1. 地理概况

巴尔喀什湖位于北纬  $45^{\circ}00'$  ~  $46^{\circ}44'$ 、东经  $73^{\circ}20'$  ~  $79^{\circ}11'$ ，水面面积 1.82 万  $\text{km}^2$ （湖水位 342.00m 时），湖泊东西方向长达 600km，南北方向宽 8~70km，是中亚次于里海的第二大湖泊。萨雷伊希科特劳半岛从南岸伸向北岸，将湖泊分为东、西巴尔喀什湖两部分，两湖之间有一长为 5~6km 的狭窄水道相连。整个巴尔喀什湖流域位于亚洲中部，分布在哈萨克斯坦东南部和中国新疆伊犁地区，流域面积为 41.3 万  $\text{km}^2$ ，其中 85% 的流域面积（35.3 万  $\text{km}^2$ ）在哈萨克斯坦境内，剩余 15% 在中国境内。

##### 2. 地形地貌概况

巴尔喀什湖流域的总体地势为东南部高，西北部低，由最高的汗腾格里峰（海拔 6995m），下降到最低的巴尔喀什湖（海拔 339m）。流域地形十分复杂，有高山山系区、低山丘陵区、平原区，也有部分沿湖岸的沙滩、沼泽等。根据地理学特征，流域可分为三个部分：①东部和南部高山区，是哈萨克斯坦-准噶尔阿拉套山脉和天山山系的北部山脉；②中部巴尔喀什盆区，是砂质的沙漠平原，从哈萨克丘陵的南部边缘一直延伸到南部和东南部的山前；③北部和西部湖滨地区，位于哈萨克丘陵地范围内，分布有典型的平原和锥形丘陵。伊犁平原使准噶尔阿拉套山和巴拉霍拉山与北部的天山分开，它从中国新疆的伊犁绿洲一直延伸到卡普恰盖。

流域内土壤植被多样，有明显的垂直地带性。在平原地区，巴尔喀什湖南部是半荒漠和荒漠区，有大片的沙地、盐土和草被（蒿草、荒漠灌丛和盐土丛）及龟裂土，春季生长多年生、短生植被；巴尔喀什湖沿岸为沼泽地，其上覆盖着香蒲和芦苇丛；伊犁河三角洲及伊犁河河谷有浓密的泛滥地森林，由柳树、杨树和灌木丛构成。海拔 600m 地带为半荒漠草原带，生长有长针茅和陵

狐茅草；海拔 800~1700m 为山地黑土草甸，生长着野苹果和野杏等阔叶林；海拔 1500~1700m 为亚高山草原带和针叶林，包括云杉、冷杉等植物；海拔 2800m 以上为高山草甸；海拔 3200m 以上草甸带被冰雪带代替，分布有冰川、雪层、大量的山地岩石和冰沉积物质。

### 3. 水系构成

由于巴尔喀什湖流域地域广阔，流域各部分的地理位置、地质构造各具特点，加上地形和气候的不均匀性，决定了流域自然条件的多样性。从湖滨辽阔的沙漠地带到南部的天山山脉，流域气候及水文条件都有很大变化。图 1-1 所示为巴尔喀什湖流域概况。

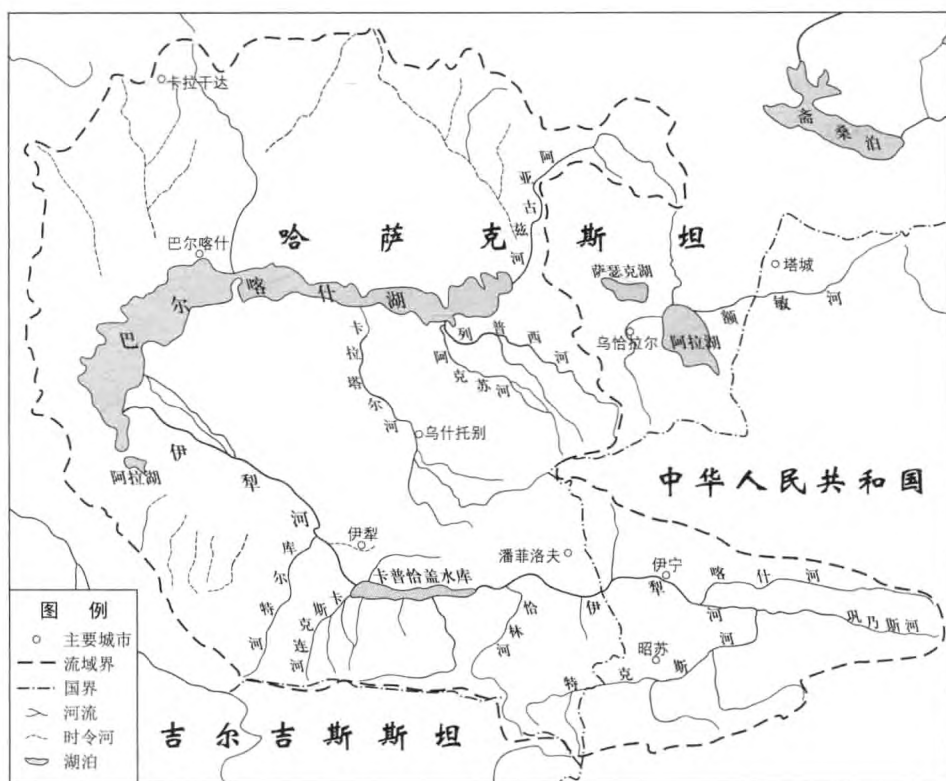


图 1-1 巴尔喀什湖流域概况

伊犁河作为巴尔喀什湖流域主要的支流，其流域面积占据绝大部分。伊犁河流域位于东经  $74^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 、北纬  $42^{\circ}\sim 47^{\circ}$ 。伊犁河是中国和哈萨克斯坦之间的一条跨界河流，主源特克斯河发源于哈萨克斯坦境内的汗腾格里主峰北坡，由西向东流入中国，在东经  $82^{\circ}$  处折向北流，穿过克特缅山脉，汇合了巩乃斯河、喀什河后始称为伊犁河，向西流 150km 接纳了霍尔果斯河后再次进入哈萨克斯坦。河流由东南流向西北进入卡普恰盖峡谷区，接纳了最后一条大支流库尔特河后，流淌于萨雷伊希科特劳沙漠区，最后注入巴尔喀什湖。在距下游

100km处，为多河汊和长满芦苇的现代三角洲，面积大约有8000万 $\text{m}^2$ 。

以支流特克斯河为源头，伊犁河全长1456km，流域面积为15.12万 $\text{km}^2$ 。其中：中国境内流域面积为5.67万 $\text{km}^2$ 。伊犁河在中国境内的雅马渡站以上为上游，雅马渡至哈萨克斯坦的卡普恰盖水库（伊犁村）为中游，卡普恰盖水库至巴尔喀什湖为下游。

中国境内的伊犁河流域，形似向西开口的三角形，有三条自西向东逐渐收缩的山脉：北为天山北支婆罗科努山及伊连哈比尔尕山，南为天山南支哈尔克山及那拉提山，中为山势较低的克特缅山、伊什格里克山。北部和中部山岭之间为伊犁河谷与喀什河谷，南部和中部山岭之间为特克斯河谷与巩乃斯河谷。流域东西长约400km，东端为高大山体所封闭，西端河流出口，海拔约为520m，东西地形自然纵坡高达11.2‰，为地形雨的形成创造了有利条件。这个封闭、半封闭的特殊地形，北可抵御来自西伯利亚的干冷气流，东可抗拒来自哈密、吐鲁番等盆地的干热，南可阻止塔里木沙漠风沙的入侵。

伊犁河流域除常年接受大西洋等水域的水汽补给外，同时还因南北两侧天山支脉山体高大，流域内大小冰川和永久积雪分布宽广，有各类大小冰川1600多条，总面积为2100多 $\text{km}^2$ ，初估净储水量为2300亿 $\text{m}^3$ ，相当于同等体积的永久固体水库。每年可补给河川径流量为20亿~25亿 $\text{m}^3$ ，占地表产水量的13.2%~16.5%。伊犁河通常在12月封冻，次年3月解冻。

由于伊犁河的大多数支流均由外伊犁河套流出，有利于径流的形成。在右岸支流中，能流至伊犁河的只有霍尔果斯河，其余河流都在中途消失了。伊犁河各主要支流因得益于均匀的降水和冰川的有效调节，虽然每年均有汛期，但洪峰频率曲线显示平坦，而且连续数日时段洪量不大。洪峰和洪量均处于相对平稳状态，历史上未曾出现过大面积的严重洪水灾害。

伊犁河流域的几大山系均为元古代与古生代地层，岩石类型主要由坚硬的石英片岩、片麻岩、大理岩及花岗岩等组成。天然剥蚀轻微，侵蚀模数不大，因而各河的含沙量及年输沙量均较小。干支流多年平均含沙量一般在 $0.6\text{kg}/\text{m}^3$ 左右，少数支流约 $0.2\text{kg}/\text{m}^3$ ，雅马渡站多年平均年输沙量713万t。

伊犁河流域的主要径流形成部分（伊犁河总面积的45%）位于中国境内，那里河网发育良好。伊犁河是中国新疆境内径流量最丰富的河流。流域中下游（哈萨克斯坦境内）河网稀疏，大部分地方完全没有地面径流。流域的左岸有很多山间河流流入伊犁河。但即使在汇入了恰林河、奇利克河以及图尔根河、伊塞克河、塔尔加尔河和卡斯克连河等一些大的支流后，伊犁河水量仍没有显著增加（不超过5%）。现在大部分支流由于山前渗漏和灌溉引水，已没有水流流入伊犁河。伊犁河在流出卡普恰盖水库之后，经过莫伊恩库姆、萨雷伊希

科阿特劳等沙漠后形成三角洲，最后汇入西巴尔喀什湖。

## 二、阿拉湖流域的地貌特征

### (一) 阿拉湖湖群的形成

阿拉湖湖群的形成与大约 10 万年以前的准噶尔断裂有关。在准噶尔断裂之后，统一的超级水体——古巴尔喀什湖（或称为“瀚海”）断裂成三个独立的断裂块：在西部尾端底部形成巴尔喀什湖，在中部形成阿拉湖湖群，在东部尾端底部形成艾比湖。阿拉湖湖群中各湖的平面位置如图 1-2 所示。



图 1-2 阿拉湖湖群中各湖的平面位置图

阿拉湖湖群中的淡水湖——萨瑟科尔湖是个吞吐湖，最大的人湖河流——滕特克河及其左支申瑞立河注入萨瑟科尔湖。萨瑟科尔湖富余的水流入较小的吞吐湖——科什卡尔湖（乌亚雷湖），科什卡尔湖的水由乌尔贾尔河（“深切”河）三角洲注入尾闾——阿拉湖。在阿拉湖湖群四个湖泊中，扎兰阿什湖水位最高（372.50m），阿拉湖水位最低（347.30m）。四个湖泊属于同

一水文系统。阿拉湖湖群的主要湖泊特征见表 1-1。

表 1-1 阿拉湖湖群及巴尔喀什湖主要湖泊特征情况

湖泊		水位 /m	面积 /km <sup>2</sup>	蓄水量 /亿 m <sup>3</sup>	最大水深 /m	平均水深 /m	长度 /km	宽度 /km	类型
阿拉湖湖群	阿拉湖	347.30	2650.0	585.60	54.00	21.00	104.0	25.5	咸
	萨瑟科尔湖	351.10	736.0	24.34	4.70	3.30	49.6	19.8	淡
	科什卡尔湖	349.80	120.0	4.88	5.80	4.00	18.3	9.6	淡
	扎兰阿什湖	372.50	37.5	1.04	3.25	2.90	9.0	5.8	咸
巴尔喀什湖		342.00	18210.0	1050.00	25.00	6.10	600.0	30.0	咸、淡

在阿拉湖湖群中，扎兰阿什湖（“非闭合”湖）孤立于湖群之外，位于古巴尔喀什湖中部断块的东缘（图 1-3），且又以扎兰阿什湖的水位最高。根据 1962 年的测量数据，扎兰阿什湖的水位在 372.50m 以上，比阿拉湖高出

25.20m, 后者水位为 347.30m, 科什卡尔湖水位为 349.80m, 萨瑟科尔湖水位为 351.10m。综上所述, 阿拉湖位置最低, 是阿拉湖湖群水利系统最末的一环, 是哈萨克斯坦两个州(阿拉木图州及东哈萨克斯坦州)相邻部位和中哈两国国界所在广大地区的闭合内陆湖。

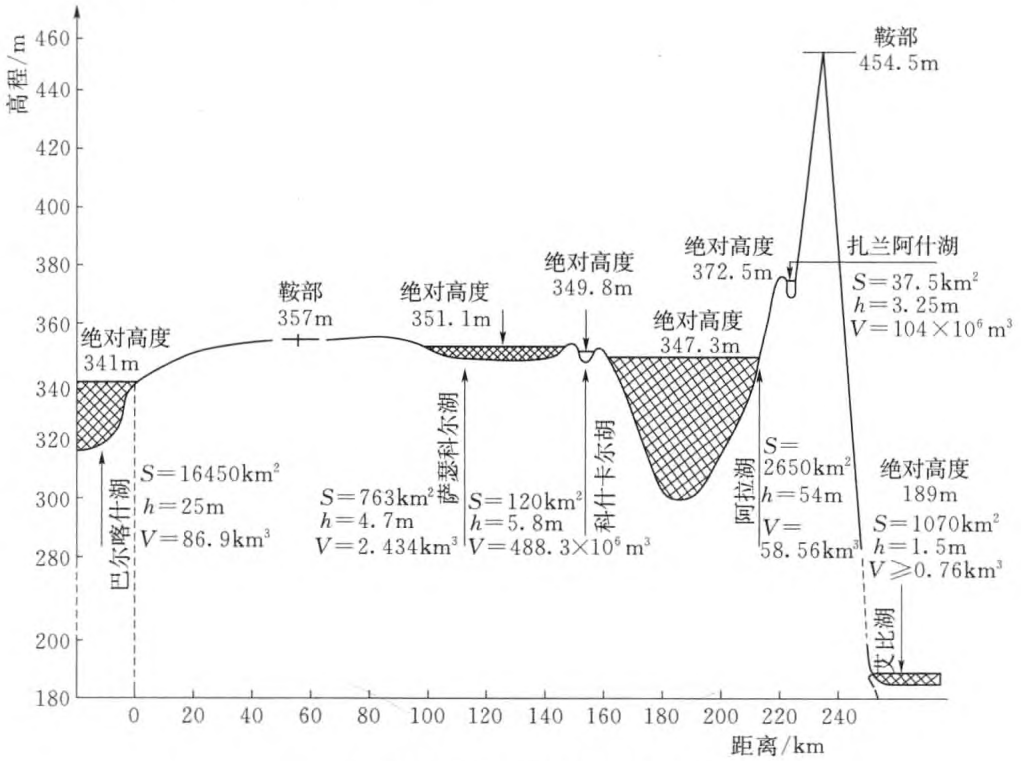


图 1-3 巴尔喀什-阿拉湖盆地纵剖面图

$h$ —水深;  $S$ —水面面积;  $V$ —蓄水量

## (二) 阿拉湖流域的自然地理概况

阿拉湖流域属于典型干旱、半干旱地区。气候的总体特征是晴天多、日照强、干燥、少雨、冬寒夏热、昼夜温差大、风沙多。全年日照时间近 3000h, 无霜期大多不到 150d。阿拉湖的平均年降水量为 145mm, 年平均气温低于 10℃。湖水透明度在枯水期为 0.60~0.80m, 中央部分达 6.00m。

阿拉湖湖盆的形状像锥头向下的圆锥, 盆底地形复杂, 有岩石重叠的阿拉尔托别群岛; 湖中央部分有 3 个石岛, 乌里肯-阿拉尔托别岛面积为 24km<sup>2</sup>, 中央岛面积为 0.7km<sup>2</sup>, 基什科涅-阿拉尔托别岛面积为 2km<sup>2</sup>, 西部有楚巴尔-九别克沙土质群岛。北部有名的岛屿佩斯基岛, 根据 1962 年量测数据, 岛的长度为 10.5km, 宽度为 2.5km, 距阿拉湖渔业站 8.0km, 距乌里肯-阿拉尔托别岛 20.5km, 该岛有陡峭的湖岸, 芦苇环绕的湖湾, 水中长满了莎草、浮叶植物和沉水植物, 栖息着大量的各种水鸟。彼什基岛和哈滕苏河口之间相距

10.0km, 分布大量的洲滩和小岛, 水草茂密, 是野鸭、天鹅、鹤和鹭鸟的家园, 在乌尔贾尔河口和哈滕苏河口之间 15.0~17.0km 的距离内有宽 19.0km 的伊枯木沙洲, 在阿拉湖东北岸湖中有一系列的沙岛。

### 1. 阿拉湖的自然地理概况

阿拉湖的经纬度为北纬  $46^{\circ}05'$ 、东经  $81^{\circ}45'$ , 处在中亚和哈萨克斯坦至中国新疆、蒙古乃至中国其他商旅大道的交叉点。阿拉湖的位置在著名的“准噶尔山口”的通道附近, 经常起大风。有从东南向西北的“叶夫盖”风, 也有从西北向东南的“赛坎”风, 风速超过  $5\text{m/s}$ , 湖面最大风力达  $60\text{m/s}$ 。

阿拉湖的海拔为  $348\text{m}$ , 为无径流盐湖, 湖泊由西北向东南延伸。水面面积在最小水位时为  $2076\text{km}^2$ , 在最高水位时为  $2691\text{km}^2$ ; 当水位为  $347.30\text{m}$  时, 湖水面积为  $2650\text{km}^2$ , 如果加上各岛屿的面积则为  $2696\text{km}^2$ 。湖长  $104\text{km}$ , 最大宽度为  $52\text{km}$ , 平均宽度为  $25.5\text{km}$ , 平均水深为  $21.00\text{m}$ , 最深处在湖的东南部, 为  $54.00\text{m}$ , 湖水量为  $585.6$  亿  $\text{m}^3$ , 集水区总面积为  $4.786$  万  $\text{km}^2$ 。阿拉湖的年内水位变幅小, 平均变幅为  $0.82\text{m}$ 。按面积大小排序, 它是哈萨克斯坦第八大湖。

阿拉湖平面图及其湖岸地区如图 1-4 所示。

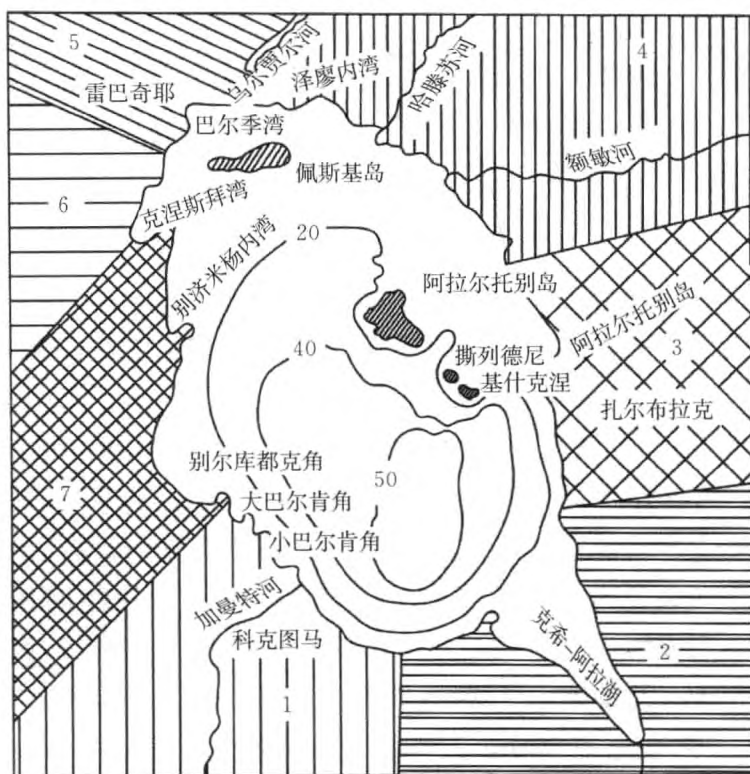


图 1-4 阿拉湖平面图及其湖岸地区

1~7—湖岸地区的不同分区代号

## 2. 萨瑟科尔湖的自然地理概况

萨瑟科尔湖在阿拉湖盆地西北部，处于哈萨克斯坦两个州（阿拉木图州和东哈萨克斯坦州）的交界处。1962年水位为352.50m时的水域面积为736km<sup>2</sup>，如果加上岛屿的面积，则为747km<sup>2</sup>。湖长49.6km，宽19.8km。湖岸线为182km，平均水深为3.32m，最深处为4.70m。

萨瑟科尔湖是个浅水湖。水位稳定，水位多年变幅只有0.60m。一方面，在高水位时湖水补给科什卡尔湖和阿拉湖，湖泊最高水位发生在5月，主要依赖于水量丰富的滕特克河补给。最低水位出现在11月和12月。另一方面，萨瑟科尔湖的水位在很大程度上依赖于阿拉湖的水位变幅。萨瑟科尔湖为有径流淡水湖泊，其矿化度为200~300mg/L，是非常好的饮用水源。水的硬度为100~125mg/L，pH值为7.6~8.2，透明度为2.00~2.50m。湖泊的初冰期为11月24—26日，湖面冰封不完全，冰厚40~80cm，湖冰开冻期为3月18—19日，持续融冰时间21~29d。冬季冰冻持续时间为121d。湖的南部有水量丰富的滕特克河形成的三角洲，长25km，宽20km。三角洲湿地水生动植物资源丰富，是哈萨克斯坦阿拉湖国家自然保护区的核心区域。

萨瑟科尔湖湖岸曲折，浅水湾和湖角众多。水域东南部楔入高117.00m的阿拉尔托别半岛，水域西北部突起阿拉托别岛（面积11.2km<sup>2</sup>，长5.0km，宽2.8km，高出水边线47m）。东南部的半岛勾勒出两个深水湾——博尔甘湾和扎尔塔斯湾，半岛这面的湾岸陡峭而弯曲，对岸低矮，长满芦苇，故而风生波进不来，湖湾受风压流和补偿流的冲刷成为渔船的避风港和生物群落的隐蔽场所。

萨瑟科尔湖湖岸低矮，沿岸分布着较宽的芦苇带，因此削弱风生波的势头，保护湖岸免受冲刷。但沿岸输沙流输来的泥沙在这里沉积，湖岸逐渐向湖面扩展。陆地向水体推进，意味着湖泊发育着天然加深过程。

萨瑟科尔湖的湖岸地区分为七个类型，如图1-5所示。

(1) 北岸——堆积型和植物丛生型。这里是平缓的冲积湖平原，分布有现已干涸的卡拉科尔河和乌列肯捷克布拉克河的古道，上第四纪沉积层厚约25m，上覆灰砂壤土，再往上是各种粒径的灰色砂子和砾石，最上面是灰色致密的壤土——古老的湖沉积。

(2) 西北岸——堆积型和植物丛生型。这里曾经是连接萨瑟科尔湖和克雷湖的水道，现在只能从库特马尔河推测这一水道的旧貌，古代准平原蚀余山——阿拉尔托别尔岛就位于这一地区。

(3) 西岸——堆积型，较低矮。由上第四纪细土——粉质砂壤土和亚黏土组成。在湖岸中部，阿拉尔托别尔岛断面以东，显露出高1~2m的岸边阶地，

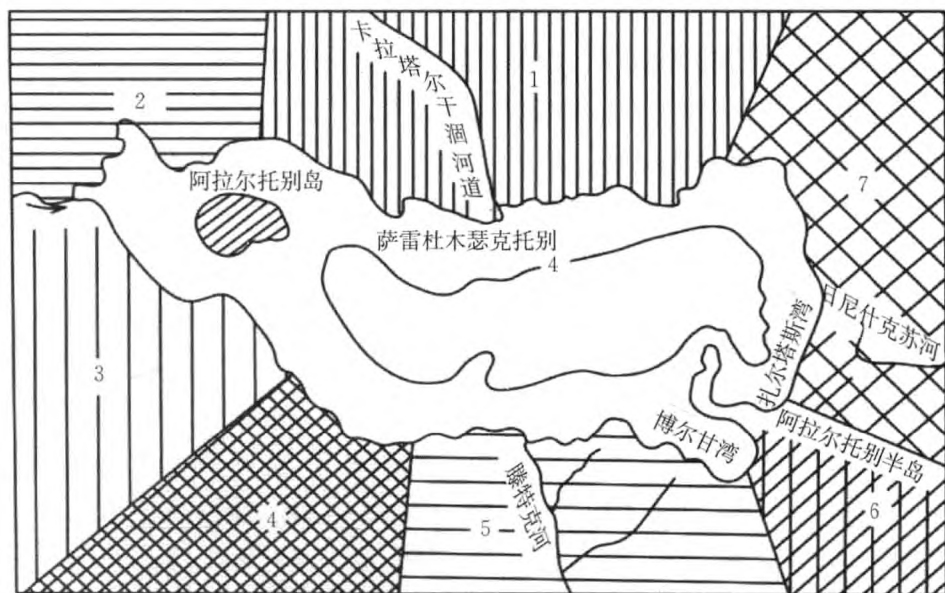


图 1-5 萨瑟科尔湖平面图及其湖岸地区

1~7—湖岸地区不同分区代号

绵延 1.0km。这是萨瑟科尔湖水位高时波浪冲击形成的。

(4) 西南岸——冲蚀堆积型。在扎尔苏阿特镇（“高岸”）附近还留有高 2~15m、长 4.5m 的陡峭湖岸。在阶地露头处可见深黄色细壤土上覆盖着砂壳，这是由簸扬来的砂子形成的。与湖岸平行展开的高地朝着湖区呈梯田状分四层，一层层递降，高地由砂岩组成，是在阿拉湖湖群高水位时期发育成的。

(5) 南岸——堆积型和植物丛生型。是滕特克河的古三角洲，直到现在这里仍有滕特克河（左支）、卡拉滕特克河（中支）和博尔甘河（右支）三条支流注入萨瑟科尔湖。其中，博尔甘河（右支）曾一度注入同名湖湾。三条支流以卡拉滕特支河活跃，大约 80% 的滕特克河径流通过它注入萨瑟科尔湖。卡拉滕特克河深切，故而在萨瑟科尔湖周期性高水位到来之前可使三角洲发育的河床阶段维持很久。

(6) 东南岸——冲蚀堆积型。其主要地理体是石质半岛——阿拉尔托别半岛及其两个湖湾（博尔甘湾和扎尔塔斯湾），如图 1-5 所示。半岛尾端附近有砂砾石沙嘴，长 3km，宽不足 0.5km，其位置依盛行风向的改变而改变，在湖水水位下降时有被湖湾分切的趋势。扎尔塔斯湾是日尼什克苏河（“细”河）的起点，萨瑟科尔湖富余的水就沿这条支流流入科什卡尔湖再转注入阿拉湖。扎尔塔斯湾东岸有低矮的砾石质湖堤防护，水也从这里渗流至科什卡尔湖。

(7) 东岸——堆积型和植物丛生型。是在萨瑟科尔湖干涸湖湾上发育的低洼沼泽平原。再往东，在分水界，该平原过渡为半荒漠。日尼什克苏河沿着该

平原的低洼地进入科什卡尔湖。

### 3. 科什卡尔湖的自然地理概况

科什卡尔湖坐落在以前贯通萨瑟科尔湖和阿拉湖的水道的中间。湖与湖之间有低矮的岸堤相隔，随着湖泊水位的降低，这些岸堤一道道叠加，将湖与湖的距离拉大，分别形成宽 4.5km 和 5.5km 的湖峡。

1962 年，当水位为 349.70m 时，水域面积为 120km<sup>2</sup>，长 18.3km，宽 9.6km。湖泊呈规则的椭圆形，其长轴线为南北向。平均水深为 4.00m，最大深度为 5.80m，水量约为 4.90 亿 m<sup>3</sup>。从北面注入的是日尼什克苏河，从东岸流出的是最终注入乌尔贾尔河河口的乌亚雷河。萨瑟科尔湖水经日尼什克苏河进入科什卡尔湖（乌亚雷湖），途中经过岸堤的层层渗滤。在特大丰水年，苏哈亚河（滕特克河三角洲博尔甘河诸汉河之一）又充满生机。

科什卡尔湖湖岸整齐，很少起伏，东部为低洼沼泽带。沿岸显见砾石沙堤，密布芦苇丛，它们滞留住输送来的泥沙，一面借助风力逐渐加高，一面向水域扩展，于是湖岸入侵湖域，这可从湖体的天然加深过程得到证明。这方面表现得最典型的是东岸，离水边线最近的一道冲积沙堤处清晰显露出两道由砂子砾石混合材料构成的沙堤。科什卡尔湖平面图及其湖岸地区如图 1-6 所示。

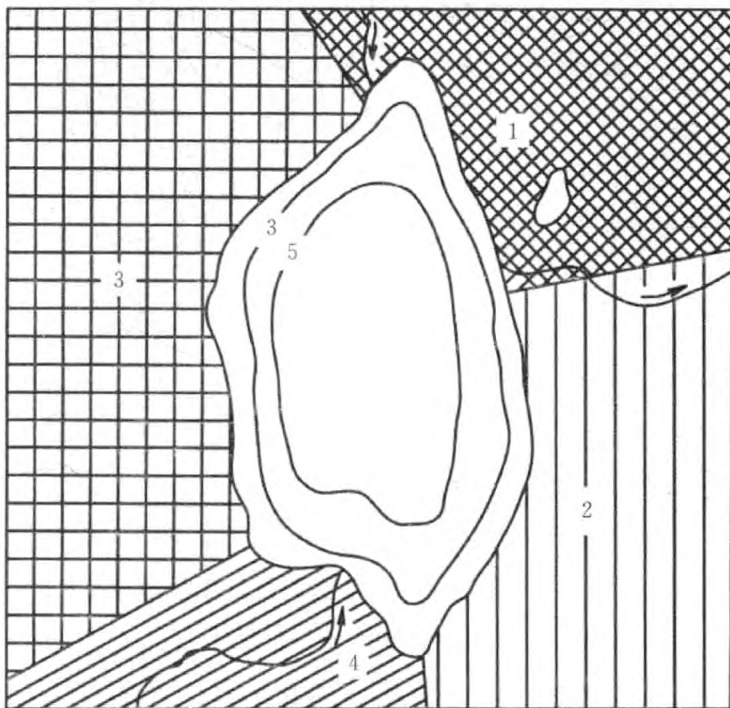


图 1-6 科什卡尔湖平面图及其湖岸地区

1~5—湖岸地区不同分区代号