
〔苏〕 Н.В. 布托林主编

苏诚泰 容致旋 魏青山译 康国权校

ВОЛГА И ЕЕ ЖИЗНЬ

4512

水利电力出版社

内 容 提 要

本专著介绍了伏尔加河自然地理、古地理、水文和水化学状况；描述了伏尔加河微生物区系、藻类和无脊椎动物；论述了沿岸带生物（包括高等植物）、鱼类区系、鱼类寄生虫、生物地理及生产过程的特点。书中以伏尔加河建库前与建库后相对照的方式来原因伏尔加河水工建设所引起的一系列变化情况。

本专著可供水利工程规划设计、环境生物学、生态学、环境水利等等学科的研究和教学参考。

Главный редактор
Н.В.Буторин
Волга и её жизнь
Наука 1978

伏尔加河及其生物

[苏]H.B.布托林主编

苏诚泰 容致旋 魏青山译 康国权校

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 15.75印张 356千字

1988年6月第一版 1988年6月北京第一次印刷

印数001—640册

ISBN 7-120-00326-7

TV·70 定 价: 3.65元

序

伏尔加河是欧洲最大的河流，在其上兴修水利工程，形成梯级水库，对苏联国民经济有着重大的意义，同时也对河流水文及水生生物生态产生深远的影响。

在天然的河流生态系统中，水生生物种类繁多，有些类群资源十分丰富。人类在开发自然，从事各种生产活动的过程中，特别是在河流上修坝建库，在一定程度上打破了自然的生态平衡，势必对水生生物产生影响，这种影响反映在种群的数量变动上。世界各国兴建的水利工程，对河流生态和环境的影响已有大量正反两个方面的经验，人们对此已有了越来越深刻的认识。

《伏尔加河及其生物》一书，汇集了从18世纪迄今有关伏尔加河水生生物的大量资料，专门介绍了20世纪50年代在伏尔加河上大规模兴修水电工程后对全河水生生物种群变化的研究，并作了全面的总结。这些调查研究成果客观地反映了兴建水利水电工程对该河水生生物的影响。

这本书翻译出版不仅可以提高我们对这种影响的深度和广度的认识，而且对我国正在大规模开展江河流域规划，综合利用水利和生物资源，进行环境影响评价，制订兴利避害措施以及对水生生物的生态学研究大有裨益。

刘建康

译 者 的 话

伏尔加河是欧洲最大河流之一，也是苏联境内调查研究最充分的河流。它具有非常重要的国民经济意义。从19世纪后期，特别是在20世纪50年代以来，苏联组织了十余所科研单位和高等院校对伏尔加河流域梯级开发前后在古地理、自然地理特征、水文、水化学、尤其对水生生物生境和种群演替规律及其发展趋向等开展了全河性研究，并进行了系统总结。“伏尔加河及其生物”一书就是这方面科研成果汇编。本专著对我国正在大规模开展江河流域规划的环境生态影响评价和环境水利学等的研究均大有裨益。

本专著中“绪言”、第一、二、三、十二等章由容致旋译、苏诚泰校；第四、八、九、十、十一等章由苏诚泰译、容致旋校；第五章由靳培椿译，第六、七等章由魏青山译（其中第160~181页由靳培椿译），容致旋、苏诚泰校。全书由苏诚泰统一、定稿。书中插图承张莉、刘建雄两同志复墨和摄制。

由于译者水平有限，译文中错误在所难免，敬请广大读者指正。

译 者

1985年10月

目 录

绪言	1
第一章 流域的自然地理特征	4
概况	4
气候	4
地质构造及地形	6
集水区的水文地理学	7
第二章 集水区的古地理学	23
第三章 水文情势	28
径流	28
水量平衡	29
水位	29
水流	30
波浪	32
底质	33
含沙量	34
透明度	36
水温	37
冰情	39
水团	39
第四章 水化学状况	42
盐分	42
氧气状况	60
营养元素	64
有机物	75
第五章 微生物区系	86
水中细菌总量	86
细菌生物量的生产量	89
细菌增殖时间	90
细菌生物量	91
细菌生产量	91
库底沉积物中的细菌数量	94
腐生菌	96

在缺光条件下CO ₂ 的同化作用·····	97
有机物的分解作用·····	99
细菌在氮、硫循环过程中的作用强度·····	101
第六章 藻类 ·····	103
浮游植物·····	103
伏尔加河梯级水库按浮游植物指示种的种类组成及其数量而划分污染程度的一般特征·····	122
微型底栖藻类·····	126
浮游植物的初级生产量·····	129
第七章 无脊椎动物 ·····	134
浮游动物·····	134
诸水库的优势种复合体及其分布·····	136
水平分布·····	139
浮游动物季节性数量变动·····	142
垂直分布和昼夜迁徙·····	148
人为因素对浮游动物的影响·····	152
对诸水库浮游动物生物量和生产量的评价·····	154
原生动物·····	158
底栖生物和附着在底质上的其它无脊椎动物·····	160
伏尔加河径流调节前的底栖生物·····	160
伏尔加河径流调节后的底栖生物·····	165
微型底栖生物·····	177
浮游底栖生物·····	177
周丛动物或周丛生物·····	178
漂流生物·····	180
垂直迁徙·····	180
第八章 沿岸带生物 ·····	182
喜湿植被·····	182
水库植物的形成·····	183
水库沿岸带的动物区系·····	198
第九章 鱼类区系 ·····	204
鱼类区系的种类组成和鱼类生态类群·····	204
鱼类的分布和洄游·····	210
鱼类数量和渔获量的变动·····	214
伏尔加河渔业·····	219
第十章 伏尔加河及伏尔加诸水库鱼类寄生虫区系 ·····	222

第十一章 伏尔加河的生物地理学	226
北极动物区系	226
淡水动物区系	227
里海动物区系	228
驯化	236
第十二章 伏尔加河和伏尔加-卡马梯级水库的国民经济利用	238
结语	241
参考文献 (从略)	
附录 (从略)	

绪 言

伏尔加河是欧洲最大的河流。它有着非常重大的国民经济意义，又是多学科的科研对象。伏尔加河流域大部顺着经度延伸，地跨原始森林至半荒漠的不同地理景观带。这就造成各河段的生态条件不同一性。这种不同一性在人为因素的影响下更为突出。

这条名符其实的俄罗斯河流是伏尔加河的另一特征。伏尔加河及其支流全分布在一国（苏联）境内，甚至在俄罗斯苏维埃社会主义共和国境内。伏尔加河这样的地理位置有利于组织和开展全河性的研究。因此，伏尔加河虽然很长，且各河段地理条件又不同，但研究还能较好地地进行。

约在200年前，对伏尔加河研究已经开始。在著名的旅游者、动物学家 П.С. 帕拉斯（1773年）的著书中，初次报导了有关该河生物的情况，并简述了在伏尔加河下游和北里海发现的若干种无脊椎动物和鱼类。在18世纪末到19世纪初，另一批旅游者（格梅林、格奥尔吉、法尔克和埃赫瓦尔德等人）的著作中，还描述了几种甲壳类和软体动物。在19世纪中叶以前，有关伏尔加河生物的报导只限于记述几种已发现的动物而已。可以认为这时正进入初次报导伏尔加河生物的第一阶段。

在19世纪后半叶初，К.М. 贝尔（1859年，1860年）和Н.Я. 丹尼列夫斯基（1860年）两人著作问世。上述著作就伏尔加下游鱼类栖息条件的一般特征方面的卓有成效的多年研究成果作了叙述。在这些年代里，逐步着手对动物区系开展较详尽的研究。К.Ф. 克斯列尔（1874年、1877年）研究了全里海-咸海流域的鱼类和河虾种类组成，并作了动物地理学分析。В.П. 萨巴涅耶夫（1880年）和К.О. 米拉舍维奇（1881年）两人对中伏尔加和奥卡河的软体动物，Д.М. 罗辛斯基（1892年）对莫斯科河的无脊椎动物区系都进行了调研。到19世纪末，结束了研究的第二阶段。在此阶段内，完成了伏尔加河动物区系组成及其特征的一般描述。

自1900年伏尔加河研究的第三阶段开始。从此，在萨拉托夫建立了欧洲河流首座伏尔加生物站，进入了伏尔加河生物的系统研究。后来，该站发展成国立湖河渔业研究所萨拉托夫分所。它在伏尔加河水生生物学研究中起着十分重大的作用。在建站的头几年，对萨拉托夫地区的无脊椎动物区系和藻类植物区系做了大量的调查，并列出大量名录（近570种），同时查明了较晚发现的不仅在下伏尔加、且在中伏尔加及其支流都有分布的里海种在伏尔加河动物区系中所起的巨大作用。

随后，很快（1904年）又组建了阿斯特拉罕鱼类学研究室，开始了伏尔加河三角洲鱼类学和水生生物学的研究（卡赞斯基、基谢列维奇、埃尔达罗娃-谢尔盖罗娃和丘贡诺夫等人）。博罗金生物站的研究人员和其他专家合作，完成了上伏尔加及其河源流域藻类学的研究（斯特罗加诺夫、托哈罗夫、斯维连科、阿尔诺尔迪和阿列克先科等人）。

苏维埃政权建立最初20年间，特别在头几年，伏尔加生物站进行了伏尔加河从河源至

河口全河性的综合调查，并收集了有关伏尔加河水文、水化学、浮游动植物、周丛生物、底栖生物和鱼类等资料。约在这个时期（20年代），开展了伏尔加河主要支流奥卡河（B. И. 扎季内）和卡马河（彼尔姆大学的研究人员）两河的水生生物学研究。

20世纪20年代中期，1924年，1928年A. И. 贝宁两部专著“伏尔加河底栖生物的研究”和“内陆水体”专辑中的“伏尔加河生物”（专描述伏尔加河的浮游植物）相继问世。A. И. 贝宁的这些专著迄今仍是一篇唯一全面介绍伏尔加河生物的综合性报告，且在某种程度上又是一本参考书。

上述专著问世标志着第三研究阶段的结束。在此期间，伏尔加河已是一条全面开展全河性科研的河流了。这些专著虽属珍贵，但现今看来毕竟成书年代早，不仅因为它在过去50年内，对伏尔加河研究，和苏联其他大型水库一样可向前追溯很远，而且又因为在此期间伏尔加河开展了大规模水工建设，使伏尔加河的面貌及其河流状况发生了根本变化。从30年代起，为查明伏尔加河本底，并对全河改造后可能出现的变化作出预测，故有必要开展新的科研项目。上述这些工作开展可以认为是向第四研究阶段过渡。这些科研先从上伏尔加当今的伊万科夫和雷宾斯克水库地区和奥卡河下游开始（涅伊兹斯特诺娃-扎金娜、利亚霍夫和拉斯托奇金等人），而后向当今的古比雪夫和高尔基水库和卡马河逐步扩大（扎金、叶瑟列娃、阿里斯托夫斯卡娅和雷洛夫等人）。

在科技进步突飞猛进的条件下，随着伏尔加河改造和新水库的形成，已从各方面加强了伏尔加河生物的研究，扩大了现有科研机构在生态方面的科研工作，并提出了新的科研项目。已在50年代初，参与这项研究工作的有10余个大科研单位（其中有彼尔姆大学、喀山大学、萨拉托夫大学、以后参加的高尔基大学、莫斯科大学、古比雪夫医学院、国立湖河渔业研究所及其塔塔尔、萨拉托夫、上伏尔加等三个分所、全苏海洋渔业与海洋研究所、阿斯特拉罕和达尔文国家禁渔区、雷宾斯克水库的“博罗克”生物站等）。

1956年“博罗克”生物站组建成水库生物研究所（现名苏联科学院内陆水体生物研究所）。这对加强伏尔加河生物研究具有特别重大意义。该所对伏尔加河库群，特别是其水文和生物状况、种类繁多的水生生物生命周期和生物物质循环等形成的过程开展了大规模的全面研究。

苏联共产党中央委员会和苏联部长会议于1972年3月13日通过了“防止伏尔加河和乌拉尔河两流域受未经净化废水污染的措施”的决议^①。遵照这项决议，有必要加强保护伏尔加河流域水资源免受污染方面的工作。因此从60年代末，扩大了在大型水电站地区水毒理学和微生物学的研究，以期查明它们对水体生态系统的影响，并开展在人类活动对水体影响条件下生态系统变化状况的调研工作。通过这些科研工作的组织与开展，从中可取得许多有关表征在当代条件下河流生物特点的新资料。

目前，伏尔加河是苏联研究最充分的一条河流。报导伏尔加河各个方面问题的文献资料数量大，来源广而又繁杂，且分散于名目众多的书刊之中。这经常给查找有关河流生物一般性问题，甚至有时为解决重大经济课题查找急需的情报资料造成困难，故有必要将其

① 苏联政府会议决议，1972年，第5号，第30条，第83~88页。

汇集成书，以便对已积累的有关伏尔加河及其生物的知识作一论述。这一论述似乎可以代替已经与当代水平不相适应的А.Л.贝宁的著作。

本专著即是这种汇编的尝试。本书的主要部分是论述伏尔加河生物。但是为说明生物的栖息环境和影响其种群组成和变动因素，先就当代伏尔加河及其地质史的特征、水文和水化学状况作一简要的自然地理描述。在生物学部分中生产过程各个环节研究的目次是：藻类（浮游植物和微型底栖植物）、微生物区系、浮游动物、底栖动物和附着在底质上的其他动物、鱼类区系和鱼类生物学等。伏尔加河库群沿岸带生物专列一章描述高等水生植物。伏尔加河生物地理学另立一章介绍。最后一章简要说明伏尔加河在国民经济中的作用。

“附录”（从略）部分是业已查明的伏尔加河及其支流的生物种类名录。该名录分别列出动植物类群，并扼要介绍其生态学及分布情况。参考文献目录（从略）全部列出专门介绍伏尔加河所引用的书刊资料。

本专著主要内容选用近期第四研究阶段的科研成果资料分别予以叙述。

本专著全是苏联科学院内陆水体生物研究所研究员撰写的论文。“绪言”由H.B.布托林和Ф.Д.莫尔杜海-博尔托夫斯科伊合写。各章撰写者如后：“流域的自然地理特征”和“集水区的古地理学”两章—M.A.福尔图纳托夫。“水文情势”一章—H.B.布托林。

“水化学状况”一章中“盐分”、“氧气状况”、“营养元素”各节—A.A.贝林金娜和H.A.特里福诺娃。“有机物”一节—B.A.斯科平采夫。“微生物区系”一章—B.И.罗马年科。“藻类”一章中“浮游植物”一节—Г.В.库兹明；“按浮游植物指示种的种类组成及其数量而划分的污染程度的一般特征”一节—A.Г.奥哈普金和Г.В.库兹明；

“微型底栖藻类”一节—B.Г.杰维亚特金；“浮游植物的初级生产量”一节—И.Л.伊里纳。“无脊椎动物”一章—Ф.Д.莫尔杜海-博尔托夫斯科伊（编辑）。该章中“浮游动物”一节—И.К.里夫耶尔和H.A.久班；“原生动物”一节—H.B.马马耶娃；“底栖生物和附着在底质上的其他无脊椎动物”一节—Ф.Д.莫尔杜海-博尔托夫斯科伊。“沿岸带生物”一章中“喜湿生植被”一节—B.A.埃克泽尔采夫；“水库沿岸带的动物区系”一节—Ф.Д.莫尔杜海-博尔托夫斯科伊。“鱼类区系”一章—A.Г.波杜布内。“鱼类寄生虫区系”一章—H.A.伊久莫娃。“伏尔加河的生物地理学”一章—Ф.Д.莫尔杜海-博尔托夫斯科伊。“伏尔加河及伏尔加-卡马梯级水库的国民经济利用”一章—M.A.福尔图纳托夫。“结语”—Ф.Д.莫尔杜海-博尔托夫斯科伊。

本专著由Ф.Д.莫尔杜海-博尔托夫斯科伊负责编辑。此外，参加编辑工作的还有H.B.布托林和H.A.济米诺娃。此专著是有关伏尔加河生物已积累资料的科学总结。总的来说，引证时应引用本书的材料，只有“附录”（从略）中动植物区系名录例外。本专著各章节凡引证资料之处，一律署出原作者。

第一章 流域的自然地理特征

概 况

伏尔加河及其支流流域位于俄罗斯平原中部，只有沿着乌拉尔山脉的狭长地带位于乌拉尔山地。集水面积（136万 km²）约为苏联欧洲部分面积的四分之一，相当于法国、意大利、西德和英国面积的总和。集水区的极北端在北纬61°55′，位于卡马河流域维舍尔卡河河源处。南端在北纬45°35′，横贯于伏尔加河三角洲外围地区。西至东经32°0.5′，东至东经60°22′。流域南北长1910km，东西宽1805km。

俄罗斯平原地处纬度区带内。在乌拉尔山那部分区域内，纬度区带因受高山地带作用的影响而变得更加复杂。在中乌拉尔和南乌拉尔地区分水岭的高度不超过1000m，但个别山麓为1500~1600m。

流域北部位于森林地带，主要在南方原始森林和针叶大阔叶混交林亚带。森林地带以南和西南为森林草原地带，再往南是草原地带、半荒漠地带和荒漠地带。仅两侧与阿赫图宾斯克滩地和伏尔加河三角洲南部相毗连的里海低地地段可归属荒漠地带。滩地和三角洲是区带内地理综合体，它们在荒漠地带典型景观中间有明显的标识。

本书选用国立莫斯科大学地理系编制的自然地理区划图（苏联自然地理区划，1968年）。

气 候

伏尔加河流域位于温带气候带内。流域大部地处纬度区带明显的俄罗斯平原。同时由西向东延伸，随着与大西洋相距愈远，大陆性气候就愈明显。集水区极东区段在乌拉尔山区内。此处当地气候特征的形成，首先取决于高山地带。

气候区和气候亚区界划如图1所示。本书采用Б.П.阿利索夫(1956年)的气候区分类和区划的方法。个别气候区的差异取决于辐射状况的特征和大气环流占优势的类型。个别气候区气候特征综合的最重要准则是湿度指标，用降水量与蒸发量的比值表示。伏尔加河主要集水区地处十分潮湿的地带，只有东南部水分不足。

伏尔加河流域大部位于大西洋大陆性气候区。按Б.П.阿利索夫区划方法，该区又可划分为西北区、西南区、东北区和东南区四个亚区。按Б.П.阿利索夫分类法，位于森林草原地带的区段划归相应的森林气候亚区。伏尔加中下游左岸草原和半荒漠区段归属草原气候区的东部亚区。里海低地则归属荒漠气候区。

就伏尔加河全集水区而言，其特征是冬季西部比同一纬度的东部暖和些，而夏季则较

冷。对个别区域和区段气候特征来说，在大西洋影响下形成的气团侵袭频度具有决定性意义。东经40°以西伏尔加河流域西部，受大西洋的影响要比东部缓和得多。

冬季大西洋气团侵袭伴有西南风盛行。当气旋自黑海向北移动，则在俄罗斯平原中部地带会引起解冻天气。俄罗斯平原典型气候以纬向环流为主，但经常遇到以北极和地中海气团互相侵袭为特征的经向环流盛行的年份。这些年份的特征是大多数气象要素偏离正常季节变化过程。

伏尔加河集水区西部春季盛行不稳定风向，夏季以西风为主，秋季西北风和北风的天数有所增加。

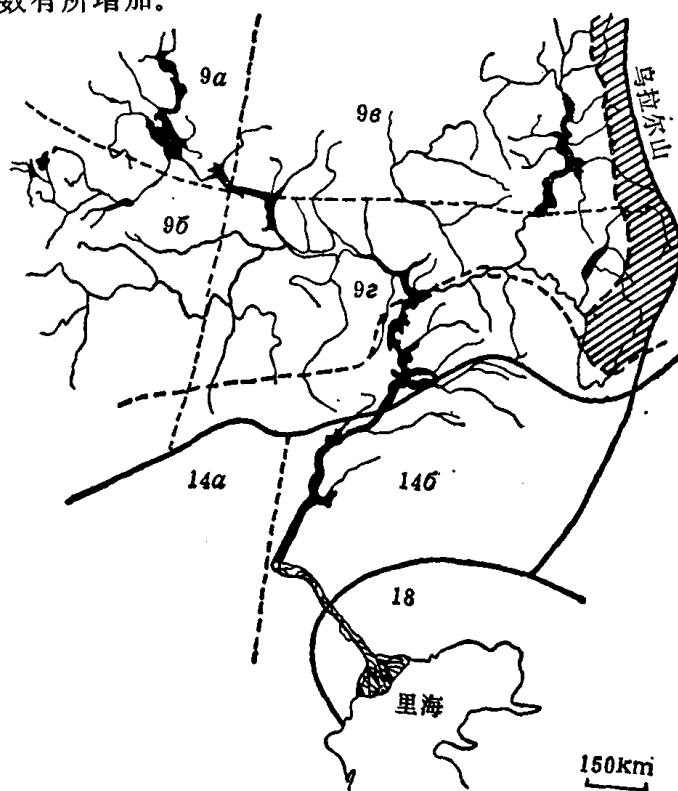


图1 伏尔加河集水区范围内气候区和亚区区划
(引自阿利索夫, 1956年)

大西洋-大陆性森林区。亚区: 9a—西北区; 9b—西南区; 9c—东北区; 9d—东南区。大西洋-大陆性草原区。亚区: 14a—西区; 14b—东区; 18—大陆性荒漠区。虚线表示乌拉尔山地

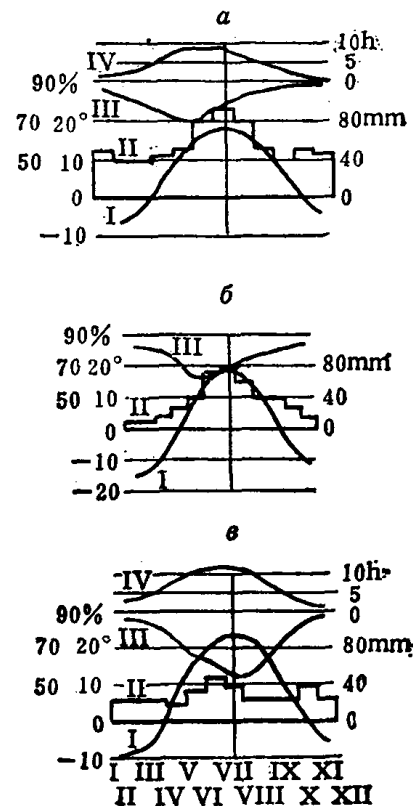


图2 伏尔加河流域天气要素的年变化过程

a—大西洋-大陆性森林气候区西部; b—同上, 东部; c—大西洋-大陆性气候区内伏尔加河集水区的东南部。I—平均气温(°C), II—大气降水量(mm), III—相对湿度(%), IV—日雾持续时间

伏尔加河流域西部7月气温最高, 降水量最大(图2, a)。秋季降水量减少, 但降雨天数却增加。秋冬两季空气相对湿度大, 平均约为80~85%, 几乎经常是阴天。

东经40°以东的流域东部特征是大陆性气候甚强。这里来自大西洋气团影响较弱。相反, 冬季西伯利亚反气旋影响向东增强。森林地带内集水区东部(图2, c)冬季各月平均气温比西部地区低得多, 而夏季气温则较高。对中伏尔加河流域解冻天气在乌拉尔山地是根本不存在的。在高尔基1月平均气温为11.6°C, 基洛夫为14.2°C, 乌法为14.6°C, 彼尔姆为15.1°C, 切尔登为16.4°C。入春后在东部转暖较快, 但常被回冷天气所中断(5月底6月初)。这种回冷现象是由于来自喀拉海北极气团侵袭所造成。仲春和春末经常盛行

东南风。

仲夏降水量自高尔基向东移，变化甚微。7月降水量约70mm。集水区东部年总降水量比西部明显减少。例如在彼尔姆全年平均为570mm，基洛夫为694mm，而上沃洛切克为726mm，加里宁为783mm。

东部地区秋季气温下降比西部剧烈。此地9月平均气温比5月低。秋季月降水量比夏季几乎少二分之一。

草原气候区（其中包括下伏尔加河流域）的气候条件与伏尔加河流域西部和东北部差异很大。在集水区东南部多为东风和东南风，深入大陆形成气团。其频度超过50%。该风冬季使气温下降，春夏两季使空气相对湿度大大降低。伏尔加河流域气候的特征是大陆性程度高（图2，б）。

冬季气温虽低，但比森林区东部高。1月在古比雪夫平均气温为13℃，伏尔加格勒为9.6℃。为比较起见特指出，位于伏尔加格勒以北8°的加里宁1月平均气温也有9.6℃。相反，夏季在下伏尔加河流域甚热。7月在古比雪夫平均气温为20.6℃，伏尔加格勒为24.2℃。白天气温经常持续保持在30℃以上，有时竟达35℃。

降水量向南急剧递减。在下伏尔加河流域北部，古比雪夫年降水量为345mm，再往南，伏尔加格勒地区仅有250mm。春末和夏季经常出现干燥的东南风——热风。这对农业极为不利。下伏尔加河流域南部旱灾频度约30%。经常出现夏季3个月降水量最多50mm的年份。

春季下伏尔加河地区一个月（3~4月）平均气温上升10℃，某些年份达15℃。秋季降温也快。10月气温在零度以下的天数较多。在古比雪夫地区10月初降雪，而在伏尔加格勒约在11月20日前后。

伏尔加河流域东南边界地区包括阿赫图宾斯克滩地下部、伏尔加河三角洲和里海低地相毗连的土地都位于荒漠气候区内。这些地区气候的特征是大陆性还很强。里海的缓和影响甚微。北里海水浅，夏季水升温快，冬季海域结冰。在阿斯特拉罕1月平均气温为6.9℃，接近列宁格勒1月份的气温。列宁格勒位于14°以北。7月平均气温为25.1℃。白天里海低地气温超过35℃的天数较多。在伏尔加河三角洲，炎夏从6月下半月持续到9月中旬。阿斯特拉罕年总降水量为216mm，阿斯特拉罕州的某些地区甚至只有175mm。

地质构造及地形

俄罗斯平原基部是前寒武纪古结晶岩基底。位于俄罗斯平原那一部分流域范围内，结晶岩基底全被沉积岩层所覆盖。其基底埋置很深。在莫斯科台向斜范围内，沉积岩层厚超过3000m。在格拉佐夫（乌拉尔）台向斜内，这一岩层厚度增至8000m，而在里海台向斜内，则在10000m以上。

海拔低于200m的低地约占伏尔加河集水区的65%，而丘陵则占35%。俄罗斯平原平均高度为170m。低地间有丘陵，其高度略超过200~250米。达300~320m者则少见，只有为数不多的山顶高达350~400m。丘陵就是伏尔加河流域与邻近流域的分水岭，也是伏

尔加河个别支流流域的分界岭。

瓦尔代丘陵早在中石炭纪就开始隆起，再度隆起发生在中更新世。这一丘陵在研究俄罗斯平原山志学和水文地理学时特别引起人们的关注，因为在其范围内有许多大河，其中包括伏尔加河、西德维纳河和德涅伯河等的河源都分布在这里。

在流入威什涅沃洛茨水库的茨纳河的河源处，瓦尔代丘陵最高点达 346m。瓦尔代丘陵的景观颇具特色，并有后期冰川作用的印记，这一冰川作用在该地早在公元 15000 年前已告结束。在这里遍布于岗垄间洼地的湖泊星罗棋布。地表森林覆盖率在 60% 以上，垦种利用程度不高。瓦尔代自然地理区域多归属针叶阔叶森林亚带，只有北部归属南方原始森林亚带。岩土多石并有大蛮石。这是瓦尔代冰川作用边缘冰碛遗迹地理景观的典型特征。

伏尔加丘陵是俄罗斯平原最辽阔、海拔较高、地形各异的丘陵之一。在某些地段地形切割如此严重，颇象现在的山地。

俄罗斯地台褶皱中最大的一条沿伏尔加河自北向南延伸。有的地方出现褶皱，形成伏尔加拗褶，有时被称为俄罗斯地台的“节理”。狭长的伏尔加拗陷向南延伸，从喀山到伏尔加格勒扩展，在辽阔的里海低地消失。现在下伏尔加河沿此拗陷流过，而在以前的地质时期，先成的古伏尔加河流经此地。

伏尔加丘陵各部山形孤隔，各具特色。日古利山脉即有这种最独特的构造和景观。这一不大的山脉总长为 75km。日古利山脉位于萨马拉-卢加河湾中，伏尔加河从三面环绕。最高点是博加特尔山（370m）。该山与伏尔加河相距为 4km，两者高差为 320m。山坡深谷形如山峡。

在地质上日古利山脉是断层隆起的边翼。早在新生代初，这里已有古第三纪海。伏尔加丘陵这一部分隆起可视为阿尔卑斯山造山运动远移的反映。日古利山脉山坡被阔叶林和松林覆盖。南坡的森林区段与森林草原景观交替相映。日古利山脉的天然景色和奇特在国际上享有盛名。

伏尔加丘陵在西面向奥卡-顿平原递降，虽然有的地方平缓山坡与个别丘陵相交替。

伏尔加河槽本身，滩地及其主要支流都穿越低地。低地系在俄罗斯地台古拗陷处形成。伏尔加河沿瓦尔代丘陵进入上伏尔加洼地内。往下穿行于莫洛加-舍克斯纳低洼地南部，流经若干彼此相连的洼地：即雅罗斯拉夫-科斯特罗马、翁日阿、巴拉赫纳、马里、伏尔加中下游左岸和里海等洼地。只有为数不多之地，例如在普廖斯和萨马拉-卢加附近，伏尔加河才穿过从两岸紧锁河槽的丘陵。

集水区的水文地理学

在伏尔加河及其支流的集水区内，约计有 151000 条河长在 10km 以上的大小河流。其中 2600 条河直接流入伏尔加河或伏尔加河干流的水库内。流域河网形如一棵长有茂密树梢和弯曲干体的大树（图 3）。遍布于俄罗斯平原森林地带和乌拉尔山地山前地带的北部、

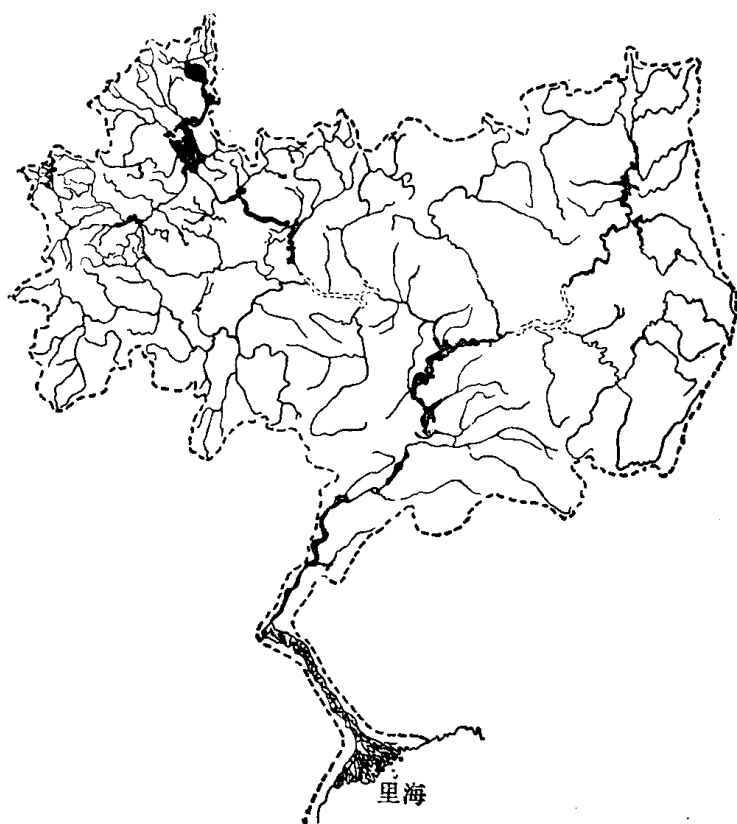


图 3 伏尔加河流域

西部、东北部等地区的河网分枝特多。在伏尔加河干流上已不再存在径流调节变化不明显的天然河态的河段。

伊万科夫水库上游的伏尔加河段，常称为未被调节的河段。它受到位于其上游的上伏尔加水库放水的明显影响。伏尔加格勒水库下游河段在很大程度上以古比雪夫和伏尔加格勒两大水库的运行状况为转移。

在梯级建立前，伏尔加河河长为 3690km。而现在只有 3530 km (库津, 1971 年)。这种河长变化是建库裁弯取直缩短河道里程的结果。伏尔加河按河长是欧洲最大的河流，又是全苏第五大河，居世界第六位。伏尔加河

河源海拔为 228m，河口高程为 -28m，因此，绝对高程差达 256m。

伏尔加河分为上、中、下伏尔加三个主河段。上伏尔加和中伏尔加以雷宾斯克附近的舍克斯纳河汇合处为界。中伏尔加和下伏尔加在古比雪夫水库蓄水前，取卡马河河口为界。但是在水库内划界不仅不恰当，也是不可取的。所以中伏尔加和下伏尔加取列宁伏尔加水电站大坝为界较为合理 (福尔图纳托夫, 1971 年^a)。

某些作者认为上伏尔加和中伏尔加可在奥卡河汇合处定界。若这样划界，中伏尔加仅限于高尔基到卡马河河口之间那一小段。在这种情况下，我们认为最好赞同采纳对伏尔加河颇有研究的著名专家 A. И. 贝宁 (1924 年) 提出的意见：上伏尔加和中伏尔加以雷宾斯克水库建坝处即舍克斯纳河河口为界。И. И. 罗索利莫 (1952 年) 和 A. A. 索科洛夫 (1964 年) 两人也同意采纳这一定界。

上伏尔加

伏尔加河河源和上伏尔加水庫

伏尔加河河源位于沃尔哥韦尔霍维耶村附近的瓦尔代丘陵，海拔为 228m。以四面岗陵环绕的小沼泽地一条溪流作为河源源头。在沼泽地中间地表有几口泉源。早在十八世纪已在其中一口泉处建立了小的木围栅。现在在泉源出口处做了一个小水泥池，并在其上建盖了一个木亭 (图 4)，以示源头标志。

视作伏尔加河源头的溪流，在头两公里的流程中，沿沼泽地潺流，有些地方消失在植丛中，后流入小型流水湖泊——小韦尔希特湖。伏尔加河源头从此湖流出，即成一条河岸显露的小溪，流入大韦尔希特湖，往前进入已被调节而较大的斯捷尔日湖。该湖已纳入组

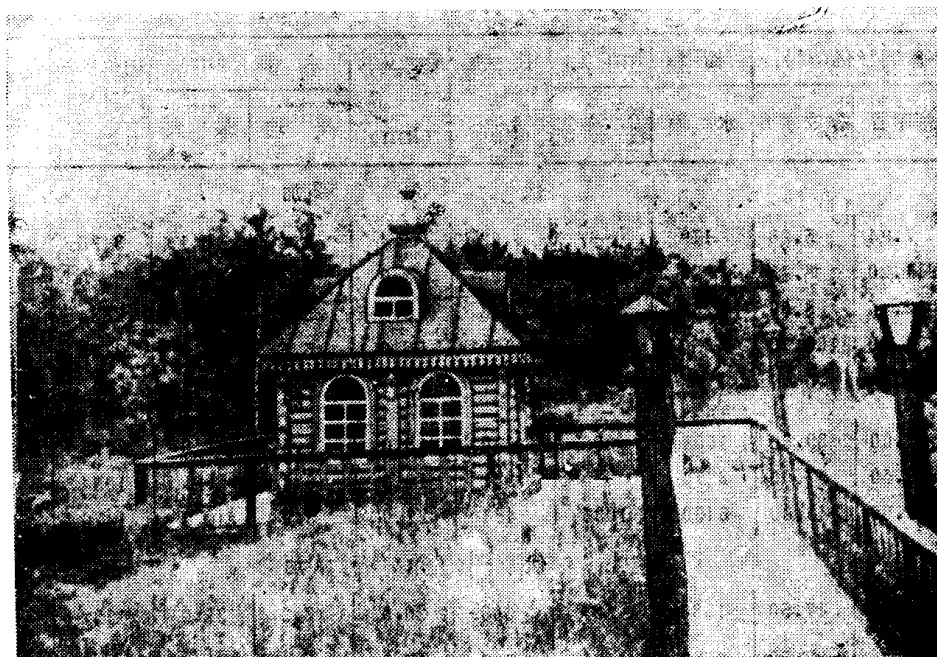


图 4 伏尔加河河源

成上伏尔加水库的湖系。

上伏尔加水库是由五个湖态深槽组成的串湖。这些深槽系在斯捷尔日湖、弗谢卢格湖、佩诺湖和沃尔哥湖（上、下沃尔哥湖）等天然流水湖泊基础上形成的。

在伏尔加河出沃尔哥湖下游近两公里处，于1843年建坝，称为上伏尔加蓄水坝。该坝几经改建，又于1943年重建。上伏尔加水库蓄水是以拦蓄河水并定期调节水量来改善上伏尔加河通航条件为目的。现在又用以供水。

在蓄水坝停止泄水期间，五个上伏尔加湖泊组成一个总水域，面积为 179 km^2 。在其有效容积消退的情况下，它又变成彼此孤立而以狭小蜿蜒的小河连通的湖泊。此时在某些地方，水退宛如小河的伏尔加河在其间流过。上伏尔加水库集水面积为 3500 km^2 ，总库容为 7.94 亿 m^3 ，有效库容为 5.2 亿 m^3 ，水库长为 92.5 km （表1）。

有若干条河溪流入上伏尔加水库，其中最大的有三条——鲁纳河、库季河和茹科帕河。茹科帕河集水面积为 1340 km^2 ，河长为 96 km ，年平均流量约为 $11\text{ m}^3/\text{s}$ 。

自上伏尔加水库泄放的年平均流量为 $29.7\text{ m}^3/\text{s}$ 。个别丰水年（如1953年）过坝下泄量达 $54.1\text{ m}^3/\text{s}$ ，特枯水年降至 $14.2\text{ m}^3/\text{s}$ 。

伏尔加河上游石滩

上伏尔加蓄水坝下游的伏尔加河沿瓦尔代丘陵流去。距河源 119 km 处，谢利扎罗夫卡河从左岸汇入伏尔加河。该河发源于谢利格尔湖。河长共 36 km ，但其集水面积达 2950 km^2 。谢利扎罗夫卡河年平均流量为 $20\text{ m}^3/\text{s}$ 。在该河集水区内计有130个湖泊，其中包括每年吸引成千上万游客来此旅游观光的谢利格尔湖。

伏尔加河在石滩段深切瓦尔代丘陵山坡，穿过第四纪冰碛沉积层，渐渐切开下、中石炭纪灰岩的坚硬基岩岩层。在许多地方河流沿着顽石中间深谷底部穿流。与山麓而不是平

表 1

伏尔加河、卡马河库群主要形态测量特征

水 库	库 容 (亿m³)		面 积 (km²)		长 度 (km)	最大宽度 (km)	水 深 (m)		距伏尔加 河口里程 (km)	蓄水与改建年份
	总库容	有效库容	水 面	水深2米 浅 水 区			平 均	最 大		
上 伏 尔 加										
上伏尔加	7.94	5.26	179	—	92	4.4	4.4	16.1	3425	1843(1943~1947)
伊万科夫	11.20	8.13	327	156	120	8.0	3.4	19.0	2970	1937
乌格利奇	12.45	8.09	249	89	143	5.0	5.0	23.2	2834	1940
雷宾斯克	254.20	166.70	4550	950	250*	56.0	5.6	30.4	2723	1941~1947
中 伏 尔 加										
高 尔 基	87.00	39.00	1591	368	430	15.0	5.5	21.0	2275	1955~1957
切博克萨累	138.50	57.00	2270	—	321	16.0	6.1	—	1954	正在兴建
古比雪夫	580.00	346.00	6450	1035	484	27.0	8.9	40.0	1470	1955~1957
下 伏 尔 加										
萨拉托夫	122.70	17.50	1830	329	348	20.0	7.3	32.0	1122	1967~1968
伏尔加格勒	315.00	82.50	3120	565	546	17.0	10.1	41.1	576	1958~1960
卡 马 河										
卡马(彼尔姆)	122.00	92.00	1915	400	272	13.5	6.4	28.6	631**	1954~1956
沃特金斯克)	93.60	37.00	1120	159	365	9.0	8.4	28.0	266**	1962~1964
下 卡 马	129.00	44.00	2650	—	300	20.0				正在兴建

* 从乌格利奇到舍克斯纳大坝处的长度；从乌格利奇到雷宾斯克处 航道里程 为 112km。 ** 距纳别列日内-切尔内的里程。

原的河流颇为相似。在70km长的河段上，河床高程从200m降至150m。所以伏尔加河在谢利扎罗夫卡河汇合处与上伏尔加洼地出口之间的河段，我们称之为“石滩”段。在此段有20多处石滩和浅滩（布什马金，1902年），其中最大的为边斯克石滩。它位于耶尔齐村上流不远处。在石滩段区域内有很多小河溪汇入伏尔加河，但只有一条图多夫卡河（从右岸汇入）集水面积在1000km²以上。该河长为103km，集水面积为1140km²。

上伏尔加洼地区域内的伏尔加河

伏尔加河在尔热夫市下游进入上伏尔加洼地区域。其第一条大支流瓦祖扎河在尔热夫市下游约15km处，从右岸汇入伏尔加河。该河长为162km，集水面积为7120km²，下游年平均流量为46m³/s。瓦祖扎河集水区在自然条件上与伏尔加河上游集水区有着明显的差异。该河南流，其径流在格日阿次克-瓦祖扎洼地区域内形成。这一洼地的景观可称为人工森林草原。森林覆盖率不超过20%，可垦土地面积在60%以上，沼泽地很少，无湖泊。

在瓦祖扎河汇合处下游，伏尔加河已是一条水量较丰富的河流。在斯塔里察河附近多年平均流量为161m³/s。

瓦祖扎河河口在上伏尔加的最南端。在此以下，伏尔加河急转向北，继而向东北方向流去。伏尔加河在此河段穿行于宽阔的上伏尔加洼地，而洼地位于针叶大阔叶林带亚带内。瓦尔代冰川作用的奥斯塔什科夫后期的冰未到这里。德涅伯和莫斯科冰川作用的冰碛