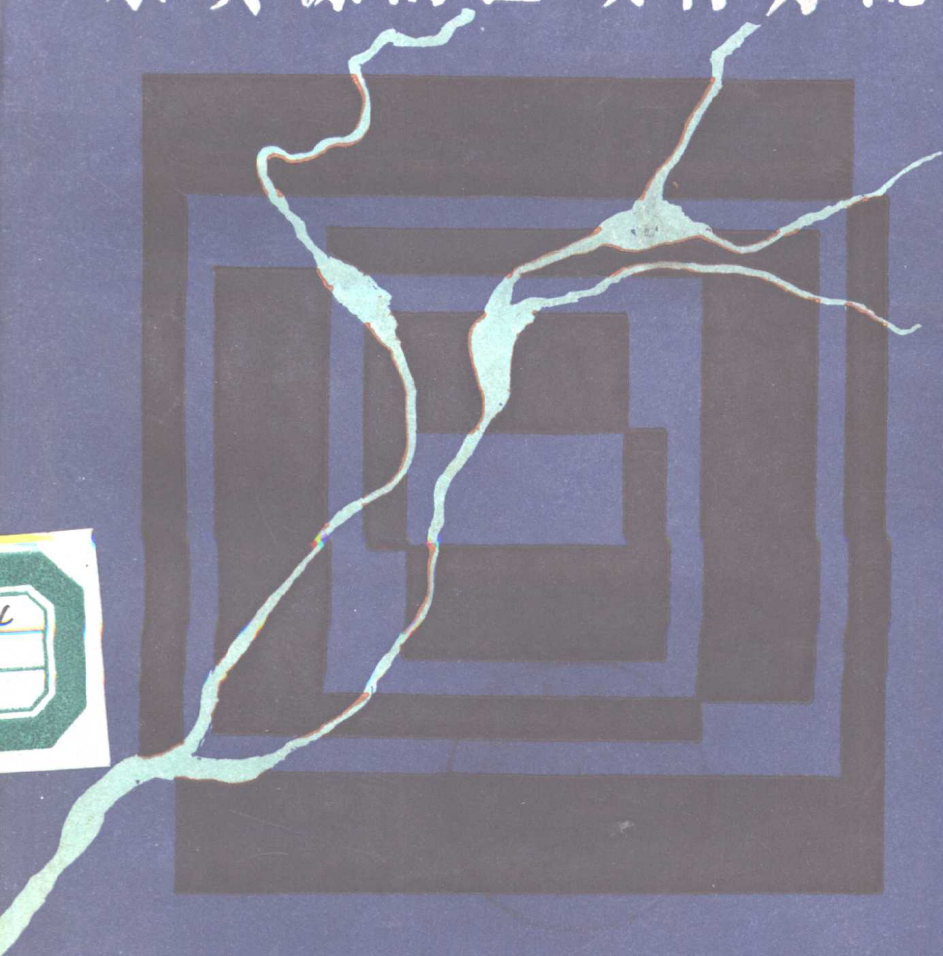


A. A. 索柯洛夫
[苏] И. A. 希克洛曼诺夫 主编
赵抱力 译

水资源的区域再分配



水利电力出版社

水资源的区域再分配

A. A. 索柯洛夫
[苏] И. A. 希克洛曼诺夫 主编
赵抱力 译

水利电力出版社

内 容 提 要

本书论述了与苏联水资源区域再分配的水文学论证有关的范围广泛的问题。预测了供水河流域及北极海洋的水文情势和水量平衡的变化,以及灌溉回归水量。里海和咸海水位动态的变化。对于输水干线的水文和水力计算予以极大的注意。研究了径流调配对气候和大气水分循环的可能影响。

本书读者对象:水资源研究、利用和保护方面的专家,研究径流区域再分配问题的水文学家、水利工作者、设计和施工人员。

МЕЖЗОНАЛЬНОЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

А.А.Соколов

И.А.Шикломанов

Ленинград Гидрометеиздат 1980

水资源的区域再分配

А.А.索柯洛夫

[苏]

И.А.希克洛曼诺夫

主编

赵抱力 译

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 12.5印张 274千字

1985年7月第一版 1985年7月北京第一次印刷

印数0001—3410册 定价2.60元

书号 15143·5711

译者序言

当今世界对水资源问题的研究越来越重视,并饶有进展。随着社会经济的发展,水资源的供求矛盾日益尖锐。诚如本书序言所指出的,水资源的区域再分配(包括“跨流域调水”问题),应列为当代最重大的科技课题之一。

本书是关于苏联水资源区域再分配水文学论证的专著,内容涉及与此有关的范围广泛的问题。全书由国立水文研究所第一阶段的研究成果汇集而成。尽管由不同作者分别论述各自独立的课题,但是这些课题综合起来构成了一个完整的体系,在研究指导思想和论证中心上体现了统一的主题。书中贯彻了客观探索与综合平衡的观点,即“对自然平衡的任何干预,都应根据对自然规律和过程的了解,并且应考虑到可能的不良后果”,以及“在实施径流调配之前,首先对它进行全面的科学论证,并预测它可能带来的自然环境的变化”。

苏联正在和将要进行的跨流域调水工程,其规模与复杂程度均为举世瞩目。本书的论述密切结合苏联特有的自然环境,以预见长期径流调配以后的结果为其使命,即对调水的“后效”予以严肃、充分地探讨。尽管所做工作在深度上还有差距,但其目标是明确的,基础也较深广,这无疑会给同类工作提供有益的参考和启示。

我国首项跨流域调水——南水北调问题早已引起广泛的关注,东线调水首期工程业已动工兴建,这是关乎半壁河山和子孙后代幸福之大事,拙译或许有助于对这一问题的研究

和讨论。

原著第八章（“调配部分径流对河口区和北极地带海洋可能后果的估价问题”）因与我国实际情况距离较大，故大部删去，但保留了该章总论部分，并照译了目录，以便读者了解内容梗概。

本书在翻译过程中，得到了河北省科学院地理研究所领导和各研究室同志的大力支持。张原秀、孟庆沫同志审阅了全部译稿，提出了不少宝贵意见，在此向他们表示衷心的感谢。

译文中谬误或不当之处，敬希有关专家和读者批评指正。

一九八三年三月

目 录

译者序言

序 言 1

第一章 苏联的水资源及其区域再分配和调节问题 (A.A.索科洛夫) 4

第二章 对水资源和水均衡的人为影响及其在2000 年水平的评价(И.А.希克洛曼诺夫) 16

2.1. 研究状况 16

2.2. 评价河流水量人为变化的科学-方法论基础 21

2.3. 公元2000年前苏联河流径流在经济活动影响下变 化情况的评价和预报 25

2.4. 经济活动对于苏联水资源地区分配的影响 34

2.5. 关于可能代替河川径流跨地带再分配、消除水资 源差额的其他途径 40

第三章 解决水资源区域再分配问题的设计方案 (O.Л.马尔科娃) 45

第四章 供水河流流域水文情势和水量平衡可能变 化的估算 54

4.1. 总则 54

4.2. 鄂毕河流域的水情变化(O.Л.马尔科娃) 55

4.2.1. 概述和研究方法 55

4.2.2. 鄂毕河流量和水位情势变化的预测 62

4.2.3. 额尔齐斯河流量和水位情势变化的预测 69

4.3. 调配部分径流对鄂毕河和额尔齐斯河河滩水情的

影响	82
4.3.1. 河滩淹没情势及其变化(О.Л.马尔科娃, П. .伊格纳契耶夫)	82
4.3.2. 河滩地蒸发损失的变化(И.Б.沃尔弗宗)	97
4.4. 鄂毕河流域河流的壅水现象及其在调配部分径流后的变化(Н.М.阿柳申斯卡雅)	109
4.4.1. 壅水现象的传播	110
4.4.2. 壅水位的上升	112
4.4.3. 壅水情势	117
4.4.4. 调配部分径流对流域内壅水现象可能影响的估价	125
4.5. 在把鄂毕河的部分径流调往南方的影响下鄂毕河流域水量平衡可能变化的估价(Н.М.阿柳申斯卡雅)	139
4.5.1. 问题的提出和研究任务	139
4.5.2. 采用的方法和水量平衡要素变化的计算	140
4.5.3. 在调配部分径流的条件下鄂毕河流域的水量平衡	149
4.6. 与计划调配部分河川径流有关的拉多加湖、涅瓦河和涅瓦湾水文情势的变化(Р.А.涅日霍夫斯基)	157
4.6.1. 总论	157
4.6.2. 关于拉多加湖、涅瓦河和涅瓦湾的基本资料	160
4.6.3. 拉多加湖和涅瓦河水位动态的可能变化	163
4.6.4. 涅瓦湾与芬兰湾之间的水量交换及其可能变化	165
4.6.5. 拉多加湖、涅瓦河和涅瓦湾热量状况的可能变化	168
4.6.6. 涅瓦湾水的盐分状况及其变化	173
第五章 在调配部分径流的影响下供水河流冰情和热量状况的变化(Р.Б.顿钦柯)	180

5.1.	研究方法	181
5.2.	西伯利亚河流冰凌-热量状况特性的可能变化	184
5.3.	苏联欧洲部分北方河流冰凌-热量状况特性的可能变化	197
第六章 调配鄂毕河和额尔齐斯河部分径流对西西伯利亚沼泽的结构和水热情况的影响 (C.M.诺维科夫)		
6.1.	总论	206
6.2.	在河系水位动态变化的情况下沼泽化和沼泽扩展面积的估算方法	212
6.3.	在河系水位降低和土壤改良的影响下沼泽景观结构和水分情况的变化	214
6.4.	在河系浸没的影响下沼泽景观的水分情况和结构的变化	218
6.5.	在地域疏干或过分充水时沼泽景观的稳定性	219
第七章 在调配部分河川径流的情况下苏联欧洲部分北方河流域地表水水质的变化 (Б.Г.斯卡卡爾斯基, P.A.涅日霍夫斯基)		
7.1.	奥涅加湖	224
7.2.	拉多加湖和涅瓦河	229
7.3.	北德维纳河流域	239
第八章 调配部分径流对河口区和北极地带海洋可能后果的评价问题 (B.B.伊万诺夫, E.Г.尼基福罗夫)		
8.1.	总论	243
8.2.	北极地区自然条件的特点 (略)	
8.3.	河川径流和淡水平衡在河口区和北极地带海洋水文情势形成中的作用 (略)	

- 8.4. 关于河口区和北极地带海洋水文情势可能变化的
评价问题的现状(略)

第九章 径流调配主要线路和渠道的水文研究与计

- 算.....244
- 9.1. 大型渠道的渠床演变(Б.Б.斯尼申柯).....244
- 9.1.1. 河流和渠道的河(渠)床动态的类似特征.....245
- 9.1.2. 列宁卡拉库姆运河的河床演变过程.....254
- 9.2. 设计中的额尔齐斯-中亚运河的最佳水力要素和
河床状况(И.Ф.卡拉谢夫).....280
- 9.2.1. 水力摩阻和运河横断面的最佳尺寸.....280
- 9.2.2. 河床演变过程和泥沙运动.....283
- 9.2.3. 河床泥沙平衡.....287
- 9.2.4. 利用自身冲刷扩大运河过水能力.....288
- 9.3. 大长度运河干线的区间来水量和泥沙进入量的估
算(О.Б.瓦斯克列夫斯基).....293
- 9.4. 设计中的额尔齐斯-中亚运河对其毗邻水体的水
文情势可能影响的定性评价(О.Б.瓦斯克列夫
斯基).....307

第十章 与调配北方和西伯利亚河流部分径流到南

- 方干燥地区有关的内陆海问题.....314
- 10.1. 里海的水位动态和水量平衡问题(И.А.希克
洛曼诺夫, Б.Ю.格奥尔基耶夫斯基).....314
- 10.2. 由发展灌溉农业和调配西伯利亚河流部分径流
所引起的咸海流域水资源的变化(С.И.哈尔钦科,
Б.Б.苏马罗科娃, К.В.崔岑科).....333

第十一章 对在调配北方和西伯利亚河流部分径流

及未能预料的全球性人为作用影响下气候条件
和水分循环可能变化的评价(О.А.德罗兹多

夫, O.Г.索罗昌, A.C.格里戈里叶娃).....346

11.1. 气候条件的可能变化.....346

11.1.1. 总论346

11.1.2. 地方性人为作用对气候条件的影响347

11.1.3. 为规划径流再分配估价气候天然变动对苏联欧洲
部分和中部区湿润状况的影响350

11.1.4. 水资源再分配有关地区年内自然湿润状况的特征356

11.1.5. 无意识的人为作用对全球气候变化的影响362

11.2. 水分循环的可能变化.....364

11.2.1. 总论364

11.2.2. 额外蒸发对大气水分循环的影响366

11.2.3. 在极地海洋温度状况和冰情的影响下大气水分循
环的变化369

11.2.4. 降水和径流由于水资源区域再分配对大气水分循
环的影响而可能发生的变化377

结束语384

序 言

水资源的区域再分配就其规模、国民经济意义和对自然环境的影响说来，应列为当代最重大的科学技术问题。

正在设计中的由北方和西伯利亚河流域向伏尔加河、向苏联欧洲部分南部、哈萨克斯坦和中亚细亚干旱地区大量调水的工程，目的在于发展灌溉农作、提高谷类和果树-蔬菜作物产量、实现畜牧业集约化、恢复南方各海的鱼类资源以及改良北方过湿的和沼泽化的土地。这些设计中的水资源再分配、调节和保护的措施，归根结底，是改善亿万苏联人民的生活、劳动和休息条件的重要因素。

对自然平衡的任何干预，都应根据对自然规律和过程的了解，并且应考虑到可能的不良后果。所以在实施径流调配之前，应先对它进行全面的科学论证，并预测它可能带来的自然环境的变化。通过科学研究工作，可以选择水资源再分配的最有利的方案（从保护自然环境包括河流和水体的角度来考虑），确定河川径流的最大可调水量，提出旨在防止不良后果的建议。

苏联党和政府早已明确规定，必须针对全面论证和评价径流再分配的可能后果问题进行综合性的科学研究工作。这可见于下述文献：《1976~1980年苏联发展国民经济的基本方针》，苏共中央和苏联部长会议1976年的决议（《关于1976~1980年的土壤改良计划和加强改良土地利用的措施》）和1978年12月21日的决议（《关于把北方和西伯利亚

河流的部分径流调往苏联南部地区问题的科学研究和设计工作》)。根据上述决议,苏联国家科学技术委员会制定了解决水资源区域再分配科学技术问题的内容广泛的工作计划,并吸收了国内许多科研和设计机构以及高等学校来完成这一任务。

在科学上全面负责这一问题的机关是苏联科学院水问题研究所,设计研究工作则由苏联国立水利工程设计院及其许多协作单位来完成。

预报径流调配对自然环境不同环节所造成后果的复杂性,在很大程度上决定于这些环节之间的相互依存性。学者们面临的任务,是预见到径流调配多年之后的结果,到那时气候条件在人为因素的影响下可能迥异于目前,而水资源在质和量方面亦将有所变化。不排除这样的可能性,即由于气候因素对河流水情、特别是湿润性质的影响,有必要重新研究南部地区所要求的供水量。在非预期的人为作用对大气水分循环和气候的影响下,自然条件所发生的变化,可能比在径流区域再分配的影响下要大。由此可见,对实现径流调配时的气候条件和水资源状况,乃至更长时期的远景作出预测评价,是一个很迫切的问题。苏联国立水文研究所进行了这方面的研究工作,本书列举了他们所取得的研究成果(第二、八、九、十一章)。

在实现径流调配工程措施的条件下,自然环境变化的起始环节,将是人类对于河流、湖泊和海洋水情的干预,这种情况既发生在截取水量的地区,也发生在输水线路上及南方干旱地带的用水区域。随之而来的自然环境的一切变化,都将是主要水流和水体的流量及水位情况变化的结果。因此,水文学方面的预报研究就有着重要的、有时是决定性的意

义。本书的大部分篇幅（第一、第四～八、第十章）正是用来评价河流、湖泊、沼泽、南方内海和北极海洋的水文情势和水量平衡的特点，预测它们与径流调配有关的变化。根据研究工作的进展状况，在不同程度上探讨和评价了以下各方面的可能变化：供水河流的流量和水位情况，它们的热力条件和冰凌状况，水质，河滩地的水情，支流上的壅水现象，近河谷地区的水量平衡，沼泽的水热情况。

本书所研究的范围广泛的问题，都与远距离输水有关（第九章）。因此，预定把鄂毕河水输送到咸海流域这一径流调配干渠线路（额尔齐斯——中亚运河）的预测评价问题，就具有特殊的意义。预测评价涉及到渠道对环境的影响和渠道本身渠床演变过程的发展，其复杂性在于规划中的渠道位于土质河床中，因而必然处在同地表水流和地下水发生密切联系的情况下。本书有不少章节论述额尔齐斯——中亚运河的工程计算，研究运河中河床演变过程发展的可能性。

关于跨地带、跨流域重新分配水资源的问题，国立水文研究所已经完成了第一阶段的研究工作，本书所提供的就是他们的研究成果。全部预测评价都具有初步性质。

本书是由国立水文研究所的很多作者集体编著的（目录中标有作者姓氏），担任科学编辑的是地理学博士A.A. 索柯洛夫和地理学博士И.А. 希克洛曼诺夫。负责手稿付印工作的是工程师Л.И. 阿布拉莫娃。论述北方河流河口段和极地海洋水文情势变化的一章，由北极和南极科学研究所供稿。

第 一 章

苏联的水资源及其区域 再分配和调节问题

自古以来,人类一直在利用水,并且同水——强大的自然力进行着斗争。如果说,在不久以前,人类的活动还局限于河流和水域的个别地段,而且多半为了单一的目的(航运、动力、灌溉等),那么,在最近几十年来,这种活动越来越具有综合(多种目的)的趋势。水利措施开始同时涉及国民经济许多部门的利益,并在巨大河川流域(伏尔加河、第聂伯河、叶尼塞河等)的范围内实施,使水情和水量平衡发生很大变化[9]。

今天,一项更宏伟的任务已经提到日程上来,这就是改造大范围自然区的水资源,并将其纳入正在逐渐形成的全国统一水利系统的范畴。为此目的而设计的径流的大规模区域再分配和调节工程,同近年来已完成的跨流域径流调配(例如,通过下列运河:莫斯科运河,北克里木运河,卡腊库姆运河,额尔齐斯——卡拉干达运河,等等)有着本质的不同。这里所指的是,把大量的水,从比较湿润的地理地带输送到其他较干旱的地带,后者由于水资源的局限,经济和社会的发展已开始受到阻碍。

为什么恰恰在现在,径流的大规模再分配问题显得特别尖锐,这个问题的实质是什么呢?

在整个社会的经济和社会发展中,“水”因素的作用不

断提高，这是一个历史规律。这一过程的推动力量是人口和工农业生产的加速增长。随着人口的增长，动力工程的发展，各种新的耗水生产部门的建立和灌溉农作的扩大，对水的需求量在灾难性地增长。

在现代社会中，离开了水，没有一个工业部门能够发展。为了开采1吨石油，必须用 10米^3 的水，要生产1吨钢，需用水 20米^3 ，1吨纸—— 200米^3 ，1吨毛织物—— 600米^3 ，等等。随着现代化学工业的发展，对水量的需求增长特别迅速。例如，为了制造1吨人造丝，必须用水 2660米^3 ，1吨拉夫桑^①—— 4200米^3 ，1吨卡普纶纤维—— 5600米^3 。

要使一座功率为100万千瓦的热电站运行，需水量为 $1.2\sim 1.6\text{公里}^3/\text{年}$ ，而当今在世界许多国家大量兴建的原子能发电站，耗水量还要增加 $0.5\sim 1$ 倍。

一个拥有百万人口的现代化城市，每昼夜需水量不下50万立方米。展望未来，随着生活条件的改善，需水量还将增长到100万立方米。

为了保障日益增长的人口的粮食供应，必须使农业生产集约化。但是，要获得1公斤干燥的小麦，就要消耗750公斤水（ 0.75立方米 ）；灌溉1公顷小麦，在一个季度内需水 $5000\sim 6000\text{米}^3$ ，1公顷水稻—— $15000\sim 20000\text{米}^3$ 。

人类社会的历史表明，随着经济和文化的发展，世界各国的用水量都在增长。苏联在伟大的十月社会主义革命之后，经济逐年迅猛发展，因而用水量增加得特别快。如果说，全世界从1900年到1975年工业用水量增加了20倍（从30到630公里³/年）的话，那么苏联在同一时期增加了87倍（从

① 拉夫桑[Лавсан]——苏联制聚酯合成纤维，相当于泰丽纶。——译者

1 到88公里³/年)。这主要发生在实行国家工业化坚定方针的苏维埃政权的年代里。

根据国立水文研究所所作的预测，考虑到人口和经济的增长，到2000年苏联的用水量大约增加1.5倍，达650公里³/年（表1）。其中工业用水量到2000年将比1900年增加220倍，农业用水量增加近10倍。

农业用水量增加的速度比工业慢得多，这是可以理解的，因为灌溉——这是最古老的用水方式，早在1900年苏联境内用于灌溉的水量已经达到40公里³/年。

随着用水量的增长，污水排放量也将增大。到2000年，仅工业污水量就会超过200公里³/年。为了防止污染，就是对于经过净化的污水，至少还需要进行10倍的稀释，为此每年大约需要2000立方公里净水。

上面所引用的关于用水量及其增长，以及关于污水量的资料，本身还不能说明什么问题。它们对于评价苏联水量保证率的意义，只有在同国家所拥有的用以满足自己日益增长的需要的淡水储量进行对比时，才能一目了然。

大家都知道，苏联按地表水资源占世界第二位[2]。在平水年可更新的淡水储量约为4700立方公里。如果所有这些资源都便于利用的话，那么不论现在，不论在最遥远的将来，苏联在供水方面都不会存在任何问题。但是，水资源的分布与国民经济的利益并不协调。径流量占地表淡水资源总量80%的主要河流，都位于经济开发较差的北部和东部地区（北冰洋和太平洋流域）。在经济最发达、最适于人类生活和活动的区域里（包括苏联欧洲部分南半部，高加索，哈萨克斯坦，中亚细亚），水资源仅占淡水资源总量的20%，或800~850公里³。然而，至少到最近时期，这些区域正是国

表 1 苏联的用水量(公里³/年)

年 耗水部门	1900	1940	1950	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	2000
公用事业	$\frac{1.6}{0.6}$	$\frac{3.0}{0.9}$	$\frac{3.5}{0.9}$	$\frac{5.5}{1.1}$	$\frac{8.0}{1.5}$	$\frac{10}{1.8}$	$\frac{14}{2.4}$	$\frac{20}{3.0}$	$\frac{26}{3.5}$	$\frac{33}{4.1}$	$\frac{50}{5.2}$
工业	$\frac{1.0}{0.2}$	$\frac{7.0}{0.9}$	$\frac{12}{2.0}$	$\frac{30}{3.0}$	$\frac{50}{4.1}$	$\frac{70}{4.9}$	$\frac{88}{7.0}$	$\frac{115}{9.4}$	$\frac{140}{12}$	$\frac{180}{15}$	$\frac{220}{22}$
农业和渔业	$\frac{40}{26}$	$\frac{77}{47}$	$\frac{89}{53}$	$\frac{105}{64}$	$\frac{123}{74}$	$\frac{148}{90}$	$\frac{181}{107}$	$\frac{236}{139}$	$\frac{270}{162}$	$\frac{300}{189}$	$\frac{350}{210}$
水库	$\frac{0}{0}$	$\frac{0.5}{0.5}$	$\frac{2.0}{2.0}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{12}{12}$	$\frac{14}{14}$	$\frac{16}{16}$	$\frac{18}{18}$	$\frac{20}{20}$	$\frac{22}{22}$	$\frac{25}{25}$
总计 (四舍五入)	$\frac{43}{27}$	$\frac{88}{49}$	$\frac{107}{58}$	$\frac{150}{78}$	$\frac{193}{91}$	$\frac{243}{110}$	$\frac{295}{132}$	$\frac{390}{170}$	$\frac{460}{200}$	$\frac{540}{200}$	$\frac{650}{260}$

注 分子为全部用水量, 分母为非回归性耗水量(净耗水量)。