

以及印度西北部至少出现过降水和温度的两次剧烈变化。类似的惊人气候“大变动”，据说从较早的间冰期就有过（马勒1978）。这些是一、二万年方能遇到一次的非常罕见的偶然事件。

6. 讨论

如上所述，半球气候反馈机制强有力地改变着赤道附近及沿海地带海水向上翻腾的频率和强度。由于海洋在一定程度上是闭合的盆地，加之深海海水向上翻腾一次大约需要500年（布罗克尔等1980年），所以这个过程的效果受一定的时间限制；若干世纪之后就逐渐降低。但是，正是这个几十年或几百年的时间量是古气候学者们最感兴趣的。

显然，在相当好地确定a) —c) 的相关关系时，相应的时间滞后不太可靠，然而在空间—时间范围内有足够长而可靠的连续资料，就能对此加以证明，由此还可能找出地球物理成因的有关迹象。目前，在几年或更短的时间量程内，沿太平洋赤道带，海水有垂直方向移动的迹象。这种移动的频率如何或者海水翻腾随时间（如19世纪最后几十年和1950年以来这两段时间之内，是拥有令人满意的观测密度

的时间）变化的持续时间和强度如何则不知道的。在史前期，如在6000—9000年的全新世暖期或前面的冰期，上升流/下降流变化的持续时间和变化强度如何人们知道得甚少。在155°E周围的高原上沉积成大量碳酸盐（白尔杰1977年），及在瑙鲁（西太平洋）的磷酸盐沉积均表明：在冰河高峰时期上升流比现在强烈得多，而且在西太平洋地区比现在也频繁得多。但沿赤道的海面温度则低6—8℃。

赤道附近大气与海洋间的相互作用，包括这两者之间H₂O和CO₂的交换，在目前条件下，仅为人们不完全地了解。我们假设在气候变化时这一机制会有较大的变化。这有希望对它们的地球物理，即内在原因，作更深的了解。为此涉及到时间量程最可能是几十年或几百年，即人生的时间（50—100年）。既然这个时间量程不可思议地保留到现在，况且在人口高速增长和资源迅速消耗的时代对人类又具有很大的关系，那么就应该坚定不移地提出作进一步调查研究的建议。

（吴聆益译自Journal of the Meteorological Society of Japan Vol.60 No.1 Ser.11 February 1982

陈祥增 王庭悟校）

苏联欧洲部分跨流域调水影响范围内 环境可能产生的变化与环境保护

P. 3. 加雷申等

我们分三个阶段对北水南调时自然环境的可能变化进行分析。第一阶段是回顾过去，为了确定以往这个地区自然环境发展中的稳定趋势，我们分析了调水地区自然发展中的水文气候和地质—地貌因素（包括全新世的长期趋势和50年来的中期

趋势）。第二阶段，我们评述了自然环境发展的现代趋势，特别是极端自然过程以及竣工后变得更加活跃的受工程影响的自然过程。第三是预测阶段，推测今后25至30年的发展趋势。

根据第一阶段调水路线的自然环境和

自然综合体变化的程度与特点，我们分四个预测自然—水利工程区（即调水区，蓄水与径流调节区，过水区以及排水与再分配区）来逐一说明。在这四个地区内又可分出自然综合体对增加水分有不同反应的地区。有的地区自然综合体产生更替，有的产生变化，有的自然成分和过程产生局部变化。

调水区包括森林、森林冻土和冻土带内的欧洲东部平原的北部水分过剩的坡地。这个地区环境最显著的趋势是大陆性气候加强和天然湿度逐步减少。从奥涅加湖、沃兹与拉查湖以及从苏豪纳和伯朝拉河抽20立方公里的水会加剧上述过程，尤其在与抽水河河谷相毗邻的地区更为严重。在这些地区的自然综合体将随着景观结构中冻土与森林冻土成分的增加而受到更大的影响。

蓄水与调节区，包括苏豪纳河谷、伏尔加—波罗的水路以及伯朝拉河上游。这里的环境变化将相对较小而且是局部性的。在调节径流的水利枢纽建筑区时，伯朝拉河上游河谷附近与河谷森林将遭淹没与沼泽化。这里将成为最大的洪泛区（侵占几十万公顷土地），其中大部分是农业用地和高阶地森林。苏豪纳河河滩地和部分低阶地被洪水淹没时杨柳—草地和草地苔藓、桦木—山杨、针叶树—小叶沼泽草原森林都将被毁灭，而高阶地的云杉与苔藓、桦木与云杉、苔属和苔藓、松树和金发藓森林将会因沼泽型森林与沼泽复合体的不断扩大而发生变化。这些地区自然综合体的变化在调水后10至15年期间将非常明显。

过水区包括伏尔加—波罗的运河、雷宾斯克水库、伏尔加河以及卡马河。这部分环境不会有太大变化。增加伏尔加和卡马河各水库的水流和泄水次数可能促使河岸坍方，特别是从喀山到伏尔加格勒伏尔加河段的右岸。根据 E.Γ. 卡丘金的资料来

看，乌里扬诺夫斯克城地区的坡地稳固性由于水库水位涨落可能降低20%。水库水位的经常变化也会加速侵蚀过程，卡马和伏尔加水库目前受侵蚀的总长度约有4000公里。奇鲍可沙利水库和卡马河下游水库建成投产以及北水南调工程完成之后，这种侵蚀过程还会加剧，过水区的水文的和水生生物的变化会朝着有利方向发展。水库调节量的增加和水流不断更新将会加速河水的自净能力，减少水体富营养化，改善水禽的生存条件和城市供水状况。

调水对排水与再分配区的环境与水利工程来说势将带来很不利的影响。这与干旱区的自然条件复杂有关。可能对灌溉系统的运转产生破坏作用。这里，环境的变迁不光是局部性的而是大范围的。

由于这个地区几乎到处采用引水灌溉，将会对这个地区的水热与水化学条件产生很大的影响。周围地区蒸发的增加会使空气湿度提高10—20%，而使生长期的气温降低1°或2°C。土壤湿度的增加与生草过程的加速，会降低尘暴出现的频率并能减轻侵蚀过程。

里海西部地区、库班附近地区和顿河下游地区将会有明显的变化。由于新干渠影响区的出现会有更多的局部变化，这些新干渠是伏尔加—乌拉尔、乔格雷、达吉斯坦、罗斯托夫—克拉斯诺达尔以及北斯塔夫罗尔，这里最大的威胁是次生盐渍化过程。

伏尔加—阿赫杜巴泛滥地和伏尔加三角洲的变化主要是向有利的方向发展。这个地区水分得到补充后将使泛滥区与伏尔加河下游地区原有的自然潜力有可能得到局部恢复。草甸产量情况、三角洲鱼的产卵条件以及阿斯特拉罕的供水情况也会得到改善。然而，由于从北方调来的水至少有90%以上在到达伏尔加—阿赫杜巴洪泛平原之前被用于灌溉，所以完全恢复洪泛平

原水文地貌综合体是不可能的。何况，这里灌溉面积还在不断扩大。

第一期调水工程不可能完全解决里海和亚速海的问题。这两个水体的经济意义并不亚于增加水浇地的经济价值。所以北水南调的水量到21世纪初期将不得不增加到70—80立方公里。同时应考虑里海的需要。

除了预计到的调水区的环境变化外，调水对工业综合体作用条件、城市建设条件和地区利用结构可能也有影响。城市建设条件的变化主要表现为完成某些建设工程是对自然条件有利还是有害。某些水利设施附近的有限地区内的建设条件可能发生相当大的变化。

一项关于调水后城市建设可能涨价问题的分析研究表明，在西部、边远的北部、西南部的部分地区以及南部的自然地理省、城市建设造价看起来会有变化。这是因为，要末调水对这些地区没有影响，要末是调水的积极因素和消极因素互相抵消了。

在前乌拉尔西部丘陵地带、伏尔加河流域、乌克兰和北高加索部分地区的大多数自然地理省，城市工程造价也不会有什么变化。此外，有些地区由于供水情况得到改善城市建设造价还可能降低。而在东南各省，由于气候、供水和绿化的改善也势必使城市建设造价降低。仅在中部、北部和东北部各省，由于地下水位升高、土地沼泽化与受淹没会对城市建设不利。城市建设造价增加最多的是伯朝拉省南部地区（近2%—4%）。当然就这一地区的总体来说，建设造价增长不大（不到1%）。如果我们设想这些省的工程费用增加到6%—20%（与工程费用最低的地区相比），调水地区的工程费用的相应增长一般将不超过10%。

可以看出，一方面在北部（包括中部的一部分地区）由于自然条件的关系城市

建设造价增加得不多；另一方面，在南部和东南部地区建设费用稍有减少。就苏联欧洲调水部分整体来说，建筑费用将大体上保持原有水平。

调水路线所经过的各地区，无论在地区利用结构方面还是在开发程度上都是各不相同的。所以，这些地区对增加水量的反映也是不同的。关于地区利用空间结构的分析表明，总的来看，第一阶段的调水不会对邻近土地开发强度产生重大影响。新灌溉土地增加得不多，尽管对这类土地的开发速度有些加速。

发达地区的土地和水资源的潜在价值比不发达地区的潜在价值更大。从北方调来的水在这里可以得到更有效的利用。如果调来的水不仅用于灌溉而且也用于工业区的生产和生活，那么调水工程的投资就会得到更多的收益。

调水影响地区的环境保护体系由下列三个互相关联的部分组成：（1）总的环境保护；（2）自然资源保护和过渡使用部分的恢复；（3）特定自然区域的保护。在欧洲东部平原南部坡地上，有下列一些保护对象：四个自然保护区，28个临时禁区和九个未来的国家公园和自然公园。由于各地区自然条件不同和水利工程影响的程度不同，保护区自然综合体的变化也是不同的，有的向好的方面发展，有的向不利的方向转化。

大部分自然保护区都将受到调水的有利影响，因为调水沿线所建立的大部分自然保护区和临时禁区都是为保护水禽动物所兴建的。其次也有利于水量交换条件的改善、水流自净能力的加强与南部临时水文禁区地貌综合体的恢复。阿斯特拉罕的自然保护区从调水中受益最大，因为这个地区由于干旱加剧与里海水位下降而自然综合体在逐渐退化。海水水位下降的影响造成一系列现象的链锁反应，海岸线后

道—海底盐渍土的形成—浅水滩岸减少—饲料用地产量减少—水禽的数目与种类减少。阿斯特拉罕自然保护区的水生与沼泽植被丛生，致使鱼的产卵条件恶化。据自然保护区工作人员的调查表明，特别是在三角洲地区黑三棱属、芦苇属以及其他水生植物群落在过去的5—7年当中到处蔓延。这种情况已经导致饲料用地面积的缩小，水禽生存条件的恶化以及鱼的数量减少，尤其是鲟鱼。

尽管调水会增加三角洲地区枯水期的水量，但是仍然不能完全解决问题。解决阿斯特拉罕和其他里海自然保护区问题的唯一有效办法是稳定里海水位，使之保持在对水生生物生存所最适宜的深度—28.7米。为了达到这一点，每年需要调入15立方公里的水量，以弥补里海流域用水的不足。

自然综合体的保护任务靠普通工程和植物土壤改良的办法是不行的。在这种情况下，可以建议自然保护区的科研单位对原有的研究项目作某些改变，如，可以加强水文地貌过程对保护区自然综合体结构影响的研究项目。北水南调调水量成倍的增加，不但给整个环境而且会给自然保护区的自然综合体带来不利影响。因此，还要做更详细的研究，以便确定下列问题：(a)可能的间接的环境变化；(b)自然综合体变化容许的界线；(c)确定恢复自然综合体中受破坏区段和保护名胜古迹的办法。

要加强定位观测站的工作，即以生物圈自然保护区为例，加强对自然保护区和临时禁区的自然综合体及自然过程变化情况的观察。

尽管自然保护区自然综合体的保护问题很复杂，但是如果在调水工程交付使用前采取了适当措施，那么许多不利因素是

可以防止的。

原则上说，采取下列措施可以减少苏联欧洲部分调水区对自然环境的不利影响：

1. 采取各种有计划的措施，诸如减少运河网及其长度，靠小河供水，减少苏联欧洲南部调水地区的水库数量，减少淹没区以减轻蒸发与渗透面积等等。

2. 加强以自然环境保护为目标的河流水情的控制，例如，确定历年河流提水量与河流流域水位变化的关系；保护自然水情，尤其是在天然排水性能好和缺少回水的地区；用人工冲刷方法来保护或改善水体及其邻近地区的自净能力。

3. 更换某些易遭调水损坏的环境因素，例如，向洪泛林带移植某些适应多水的树种，以取代受水淹没的良种森林。

4. 采用工程的和植物土壤改良的措施来保护易受调水损坏的自然物体和水利工程，诸如防止河岸受冲刷避免盐碱地的垂直排水设施，防止水体淤塞和水草丛生，植树造林改变水利工程建筑参数和结构以及改进防水系统等等。

5. 采取环境保护补偿措施，诸如，以流域范围内其他地区相应的用地取代被水淹没的农田；改变集体农庄与国营农场的经营范围；在干渠附近开辟人工泛滥地取代天然草甸以及恢复南方的春水蓄灌地。

若总调水一年增加到60立方公里或更多一些的话，则须要对运河与水库直接影响范围以外的自然环境可能产生的间接变化问题、整个调水区南坡的自然环境保护问题以及恢复某些自然资源与保护特别自然地区的方法等问题进行更多的调查研究。

(云浦译自“Soviet Geography, Review and Translation”, 1982年11月

号，明世乾校)