

加拿大在跨流域调水后果方面的研究经验

И.В.季马舍夫

加拿大在跨流域调水后果方面的研究经验是值得借鉴的。加拿大的自然地理条件与苏联很相似，按每年调水总量（141公里³）来说，加拿大居世界首位。对于苏联的北水南调研究来说，了解加拿大的经验是有益的。

加拿大的调水后果研究主要沿自然地理和生态方向发展，这一点可从詹姆斯湾和切尔奇马河调水方案中看出来。这两个方案表明，近年来加拿大从较广泛的角度从事跨流域调水对自然环境影响的研究。与加拿大其他许多调水工程相似，这两个方案也有如下特征：地广人稀，以主产廉价电力为目的，调水线较短，仅几十公里，它把邻近的树枝状湖河水系串联在一起。这些方案使加拿大调水区或用水区河流的水情发生极大的变化，并引起最严重，还很少研究的生态，自然地理和社会经济问题。

工程概况

宏伟的詹姆斯湾方案，目的是增加拉格兰德河径流量，从邻近的卡尼阿皮斯科河（它汇入科克索阿克河）上游每年约调25公里³，河水至拉格兰德河上游，从南面的

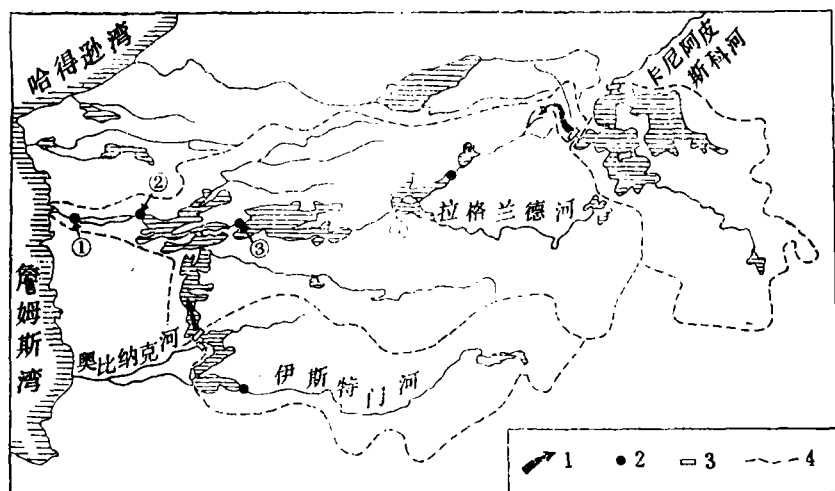


图1 詹姆斯湾调水方案示意图

- 1—调水方向，2—有水电站的水利枢纽编号，3—调节水利枢纽和堰，
4—流域间的分水岭

伊斯特门河及其支流奥比纳克河调同样数量的河水至拉格兰德河下游。这样，拉格兰德河的每年平均径流量将几乎增加一倍，而科克索阿克河和伊斯特门河的河口径流量将分别减少28%和86—87%。

1980—1987年期间，拉格兰德河上四个水电站的总容量应该达到11,410,000千瓦，每年可生产692,000亿度电。工程投资估计达120亿美元。

拉格兰德河，卡尼阿皮斯科河和伊斯特门河水系以及切尔奇耳河和纳尔孙河水系（切尔奇耳河方案）都拥有许多湖泊，其中有些湖泊将变为广阔的水库。一些方案规定修建6—8个水库，总面积不少于12,000公里²。（图1）

切尔奇耳河方案（1976年开始动工），经济计算表明，与其分别开发切尔奇耳河和纳尔孙河的水力，倒不如每年从切尔奇耳河引80%左右径流至纳尔孙河更为合算。引水渠首长约35公里，它使切尔奇耳河上的骚瑟恩——印第安——列克湖（此处修坝）与雷特河联结起来，雷特河系伯恩特伍特河支流，调入的径流沿此河汇入纳尔孙河。这样，伯恩特伍特河的流量增加八倍，由99秒立米增至895秒立米。在雷特河上拟修建诺季加依水利枢纽（水库面积约400公里²，总库容4.5公里³），以调节流往纳尔孙河梯级水电站的水量，此梯级水电站由7个水电站组成，总容量达6,577,000千瓦。另外在调水线上还要修建4个水电站。

河水情改变后的后果

拉格兰德河的年平均径流量将从54公里³增至104公里³，这种新情况将引起一系列水文特征如河床过程、水质等发生变化，这将对水生动植物（特别是河口段的）产生多大影响，根据现有资料还不能作出充分评价。

天然径流猛增，特别是在伯恩特伍特河将引起最大的后果。首先可以预测到：向下侵蚀大大加强，以往的河谷变得复杂或完全改样，河床和阶地沉积发生活跃的冲刷，结果使水质恶化。此外河床下切导致河漫滩阶地的排水条件改善，由杨柳植物群落逐渐转为草本和森林群落。沿调水线路分布的湖泊，湖水外泄，因而湖底变成阶地，并出现土壤植被。

在卡尼阿皮斯科河和伊斯特门河则会产生另一种情况：在调水渠口以下，河床在一段距离内实际上是乾涸的。而河口段的径流量将减少到调水渠口以下流域天然形成的径流量。拉格兰德河在拦河坝以下的河段情况也大体如此。

加拿大科学家很注意调水后的河床地貌变化。由于河床植物丛生，阶地，谷坡的来沙堆积，旧河床逐渐退化，并在支流河口形成冲积锥。结果，河床逐渐变为一连串浅滩深槽，河床纵剖面变缓，冬季形成宽广的冰椎。

根据预测，河口段将发生海水倒灌，其数量与调走的径流量成正比。这里的淡水型生态系统开始退化，将为微咸水型代替。微咸水和沉积情况的变化对鱼类很不利，在伊斯特门河口最为严重，因为这里的年均流量将减少到1/8，冬季减少得更多。涨潮时，海水倒灌很远，对淡水动植物区系和沿岸景观影响很大。

为了最大限度地减少不利的生态影响，决定在拉格兰德河水库蓄水期间，要下泄一部分相当于最低流量的径流（约340秒立米）。另外，为了防止海水倒灌，建议在河流封

冻后（即海水遇天然障碍后）水库才开始蓄水。

加拿大科学家认为，要完全克服不利影响是不可能的，只能寻找种种方法来减少鱼类资源的减少，例如建立鱼苗池，引入新种等等。

詹姆斯湾淡水来水量的增多，对海湾表层流、海水温度盐度、冰凌情况等均有影响。但是这些变化对当地动物区系（首先是海豹、白鲸、白熊一类珍贵动物）不应产生显著影响。詹姆斯湾和切尔奇耳河方案实施后对这个海湾以及其他海域将产生的许多后果，远远没有阐明。

修建水库的后果

近年来，加拿大相当广泛地开展了水库对环境影响的研究。特别不利的后果是淹没损失。仅詹姆斯湾方案就大致淹没100万公顷土地，大部分为针叶林区。同时许多珍贵的哺乳类、鸟类也失去栖息地。为了预防损失，建议在水库淹没以前，捕捉尽可能多的珍贵动物以搬迁到新场所。另外还需采取特殊措施来防止一些稀有动物灭绝。

另一个令人不安的问题是淹没区对水库，坝下游的水质、物理化学等性质的影响。据测，从切尔奇耳河开始调水到纳尔孙河后，坝下游的河水的含磷量、含铝量增多了，鱼类的含汞量也异常地增多，以往这个地区从无此事，工业也从不利用汞。

加拿大科学家认为，这些变化与从淹没土壤淋失有机质和无机质有关系。在水库淹没前，刨去一层表土，就可一定程度上防止这点。

由于淹没的是大片的林区和沼泽地，分解的植物遗体所组成的有机化合物的进入，和分解物质的氧化（这导致溶解氧减少）会使水质长期恶化。及时清理库底，排除乔木、灌木、泥炭，可部分地消除这种不利影响。但是清理库底的合理性和规模，归根到底要由经济核算来决定。

对于詹姆斯湾方案的水库来说，仅仅清理从公路和旅游场所能见到的那部分库底，这是因为这里将有旅游意义或渔业发达。清理的面积不大，例如2号、3号水库仅为310公里²（分别为水库面积的8%和14%）。

詹姆斯湾电力公司做过利用冰清理库底树木的试验。使树木冻在冰中，水库水位降低，树干所受到的负荷，足以折断大树。解冻后树干即随水冲走。

至于泥炭藓沼泽，则不仅威胁水质，还有形成漂浮的泥炭沼泽岛的危险。如果对水库的经济开发有害，则应该消灭之。对詹姆斯湾方案的水库群，研究了把漂浮的泥炭沼泽拖往库岸并使之固定以给岛兽提供避难场所的问题。

由于气候条件和以发电为目的，上述两个方案的水库群主要在春季蓄水，在夏季、秋季特别是冬季库容消落。同时库水位下降幅度和日期与当地的湖泊河系并不一致。

如同许多国家的观测所表明的那样，这样的水位变化会导致沿岸地带生物区系的消灭。淹没、干涸不断的交替，促使植被、在浅水区产卵的鱼子和小鱼死亡，使水生皮毛兽例如河狸遭殃。加拿大科学家认为解决的办法是：控制库水位的消落来满足生态要求。减少或补偿有害后果的其他办法是在不影响水电站生产的情况下进行补充的拦蓄以保持相对稳定的水位，保护动物区系和补偿失去水禽营巢的损失。补偿损失的措施有在

沿岸高处建立新的栖息场所，这并不是一项简单的任务。

与水库有关的还有局地气候变化的问题。这样的气候变化和对沿岸环境的影响，在苏联早已开展了研究。加拿大在实施詹姆斯湾方案以前，实际上对水库对地方气候之作用以及地方气候对环境的影响，不太重视。

对水利工程和地区开发所引起的不利后果特别注意。早在实施詹姆斯湾方案的建设工作的初期，各种固体和液体污物引起的环境污染，就已如此严重，以致不得不对建设部门的活动建立专门的监测，并就保护自然提出建议。对于用生物措施的复土造地，究竟哪些方法最好，也进行了研究。防火问题有很大意义：由于詹姆斯湾地区植被恢复很慢，火灾引起了森林景观的长期退化。

防止不利后果的各种措施是保护、合理利用和更新自然资源的专门方案的重要组成部分。在实施詹姆斯湾方案时迫切需要这样的方案。方案中包含如下的建议：配置水利工程和建设项目时，必须考虑景观承受各种负荷的稳定性，景观的生态特点和其他特点以及价值，尽可能地保护植被，避免应用除莠剂和对动物有害的其他除叶剂，制订渔猎法，防止偷猎等等。列入总技术文件的方案，其主要任务是解决生态问题，首先是有经济和社会意义的生态问题。

早在开始实施詹姆斯湾方案的时候，就迫切需要组织专门的自然环境监测（这在加拿大是第一次），以阐明调水系统及其影响地区内水体（主要是水库）将发生的、相互联系的非生物变化和生物变化。为此建议建立监测站网。应予控制的非生物指标有：水温、透明度、混浊度、水温、PH值，溶解氧含量、磷、氮、碱和其他化学物质的含量。为了查明生物区系的特征，应该具备有关浮游生物、底栖生物和鱼类的生产力和数量的资料。以合理利用和再生自然资源为目的的调水地区水体的管理，要应用模拟。

仅仅考虑技术经济指标和合理利用自然原则，对于从总体评价大水利工程的有利和不利方面是不够的。在加拿大这类方案往往引起严重的社会、法律问题，有时还有政治问题。例如上述方案损害当地居民的利益。印第安人的特居地将大面积地被淹没。詹姆斯湾方案的实施，迫使印第安人放弃在百万公顷左右的土地上居住的权利。在建设的过程中，反对这个方案的居民被迫背乡离井。提供的补偿（份地、金钱等）未必是满意的；问题不仅仅在于失去了重要的渔猎场所，还在于破坏了当地居民的生活方式和民族文化传统。

由于上述可知，加拿大对跨流域调水问题的研究，范围相当广泛。还包括下列方面：保护文物古迹不被淹没，保护库岸不被侵蚀和浪蚀（特别是在多年冻土地段），寻找尽量减少水库泥沙的方法（泥沙会减少库容，降低水库寿命，和使鱼类栖息的生态条件恶化），预防水电站堰溢流和水轮机作用区的鱼类的气泡病，查明不能混杂的鱼类混入后损害期望的鱼类后果，得病的鱼类和其他水生生物沿调水线路蔓延到以往无此病的地区的问题等等。

加拿大所研究的问题主要是生态问题，比苏联狭隘。在苏联，在北水南调的初步设计阶段，就已完成了调水后果的预测研究，不仅仅对个别自然要素及其性质（河流、气候、地质、地貌等），而且对整个自然地域综合体或地理系统的可能变化都作了阐明和分析。苏联的研究经验表明，只有真正的综合，才可能对调水影响作出全面的评价。现

煤炭在未来能源结构中的地位

王 国 清

煤炭一向为世界主要能源之一，素有“乌金墨玉”之称，被誉为“工业的粮食”，对世界经济的发展和人类生活条件的改善起有极为重要的作用。随着社会生产力的发展和科学技术的进步，煤炭工业在世界能源工业中的地位发生过几次大的变化。从十八世纪下半叶起，伴随资本主义“产业革命”的进展，蒸汽机的发明和推广使用，现代煤炭工业应运而生。到本世纪初，煤炭产量迅速提高，世界能源工业进入以煤炭为主体（此前以草木燃料为主）的“煤炭时代”。

然而，由于石油同煤炭相比，具有热值高（石油的燃烧值在10,000千卡以上，而煤炭一般为6,000—7,000千卡），含硫和磷等有害物质少，贮存和输送较为便利（可普遍用管道输送，其运费比铁路低得多）等优点，加上石油勘探与开发技术的进步，石油工业迅猛兴起，在六十年代前期，石油的产量超过了煤炭，从此，世界能源工业进入了“石油时代”。

值得特别注意的是，1973年中东战争之后，世界石油市场曾经严重缺油，油价猛涨，从而触发了世界性“能源危机”，更确切地说是出现了“石油危机”，使许多国家蒙受巨大损失。从此，煤炭工业的发展前景成了当今世界关注的一个重要问题。目前国际上许多能源组织和学者认为：从现在起至下一世纪，世界能源工业将从以石油为主，转向非石油能源的过渡时期；在此期间，煤炭无论是绝对产量，还是在世界能源构成中的地位都将显著增长，并可出现第二个“煤炭时代”！

由16个国家组成的国际煤炭研究组织——世界煤炭研究会①，在1980年5月发表的研究报告中指出，煤炭可以满足未来世界能源需求量的大部分，煤炭是通向未来能源系统的桥梁；到下世纪中期，煤在世界一次能源产量中的地位将超过石油，可能再度成为世界最重要的能源，公元2000年世界煤炭产量将比七十年代中期增加1.5—2.0倍，达到50—70亿吨标准燃料。国外还有能源专家预测，到公元2030年世界煤炭产量可能为57—127亿吨标准燃料，在世界一次能源产量中的比重将占29.2—31.5%，而石油的比重将下降至19.3—21.9%，即比煤低10%左右（见下表）。

今后，煤炭普遍受到重视，在世界能源产量构成中地位回升，并可能出现第二个“煤炭时期”的基本依据是：

一 煤炭资源比石油和天然气资源丰富得多 据第十一届世界能源会议（1980年）

在加拿大已意识到必须继续扩大和深化调水工程（特别是大工程）后果的研究。在讨论新方案时必须提交较全面的评价。

吴翔摘译自《география и природные ресурсы》，1983. № 1