

跨流域调水模拟模型的研究

徐良辉

(东北勘测设计研究院, 吉林 长春 130021)

[摘要] 跨流域调水模拟模型, 利用节点和连线的不同组合来描述不同的水资源系统和不同工程方案, 采用标准的网络求解程序, 通用性强, 是进行跨流域调水规划的强有力工具。

[关键词] 跨流域调水; 模拟模型; 研究

[中图分类号] TV139.16

[文献标识码] B

我国水资源存在地区分配不均衡的特点。进行跨流域调水, 对两个或两个以上流域的水资源进行综合利用规划是解决这一问题的有效途径。它涉及到国民经济、地区经济和社会发展、环境改善等多种目标, 是一个复杂的大系统。它不仅要考虑调水沿线各地区、各用水部门的利益, 同时还要考虑调出流域用水和调入流域调入水的矛盾。需要研究比较大量的方案, 采用常规的水利计算方法不但费时, 而且难以适应方案的变化。因此, 采用系统分析的方法进行跨流域调水规划是发展的方向。水资源系统分析通常采用两类基本方法, 一类为优化法, 另一类为模拟法。优化法一般采用数学规划的方法, 对所研究的优化目标函数和约束方程组求解, 得其最优解方案; 模拟法则是对已拟定的一些比较方案进行模拟计算, 得到多方案的各种评价指标值, 然后进行评价择优。

优化模型在流域规划开发目标比较单一的条件下, 如水电站的梯级开发、水电站群的优化规划等工作中已经取得有一定实用价值的成果, 但是对于较复杂的跨流域调水工程水资源系统, 一般很难

直接采用优化模型求其最优规划方案。这是由于它所涉及的系统规模大、因素复杂(包括政治、经济、社会和环境等各方面的因素), 当采用优化模型求解时则变量过多, 规模太大, 必须进行大量的简化, 可能使模型失真。另外各目标之间的不可公度性也限制了优化模型的应用。

模拟模型可在不用实际得到真实系统的情况下, 复现系统的实质作用和过程, 可以详细地描述各流域水资源系统的物理特征和经济特征, 并能在模型中溶入决策者的经验和判断, 通过计算机模拟计算得出各种规划方案比较所必要的评价指标, 以帮助决策者对各方案的利弊得失进行权衡比较, 还能对决策者临时提出的规划方案及时提供模拟成果, 因此成为一种强有力的工具。

1 跨流域调水模拟模型的结构及内容

1.1 跨流域调水系统模拟的一般模式

虽然不同跨流域调水工程的水资源系统有不同的特点和要求, 但它们的研究方法却存在许多共性, 模拟的高层逻辑模型, 如图 1 所示。

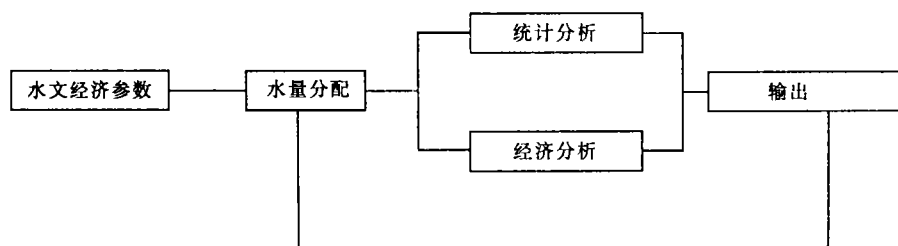


图 1 模拟的高层逻辑模型图

[收稿日期] 2001-03-05

[作者简介] 徐良辉(1963—), 男, 陕西礼泉县人, 高级工程师, 主要从事水利水电规划设计工作。

水量分配:实际上是一个水量平衡计算模块,根据跨流域调水工程水资源系统的结构及约束条件进行水量分配,它是水资源系统模拟模型的核心。

统计分析:主要对水文不确定性进行分析,如统计保证率、多年平均调水量等指标。它是水量分配和经济分析的中间环节,为经济分析提供所需的数据。

经济分析:包括国民经济评价和调水水价计算等。

1.2 跨流域调水系统概化及模型的通用性

建立跨流域调水工程系统模拟模型的第一步,就是把需要研究的两个(或多个)流域调水系统概化为由节点和连线组成的网络系统,即系统节点图。节点用来描述工程设施(如水库、灌区、分水闸及入流点等),所有的水量分配计算均在节点中完成,连线则用来描述天然河道或人工修建的渠道。

通过节点与连线的不同组合即可建立模型与真实系统的关系。对于不同调水工程或同一调水工程的不同规划方案,只要灵活运用节点和连线的结合,就能构成各种节点图,模型会自动按节点图的信息去确定各节点在系统中的位置和关系。通过节点图能很好地适应各种规划方案变化的需要,而不必修改主程序,所以模拟模型具有通用性。

1.3 跨流域调水模拟模型的结构

跨流域调水模拟模型为一个交互式结构,由总

控管理子系统、数据库子系统、模型库子系统和方案库子系统4个部分组成,见图2。

1.3.1 总控管理子系统

总控管理子系统通过人机对话和菜单选择模型计算方案,调用其它子系统进行水量分配计算、统计分析和经济分析,并将成果后处理,输出各种图形及表格,供决策者参考乃至修订方案,进行新一轮模拟。

1.3.2 数据库子系统

数据库子系统是水资源系统模拟辅助分析处理模块,其主要功能是:

(1) 利用计算机对各种数据进行校核、分类、汇总、统计、存贮。

(2) 为模型的应用程序和软件提供数据支持,并存贮和管理各类计算结果,输出各类报表、图形。

1.3.3 模型库子系统

模型库子系统是整个跨流域调水模拟模型的核心,其它的各子系统都是为这一部分服务的。模型库子系统包括模拟模型和经济评价模型两个部分。

模拟模型采用了标准的网络求解程序,各子程序之间象搭积木一样可以进行拆卸、组合,因此具有较强的通用性。

经济评价模型包括国民经济评价和财务评价两部分。评价指标计算了内部收益率、净现值以及本流域不同地区和调入流域不同地区的水价等。

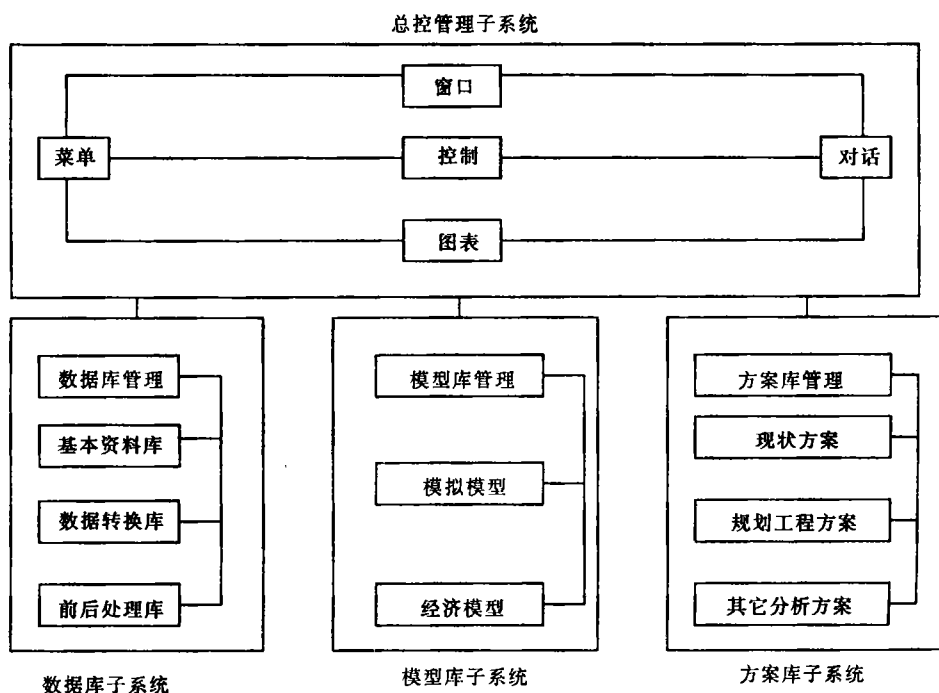


图2 系统总体结构框图

1.3.4 方案库子系统

方案库子系统存贮跨流域调水各种模拟的计算成果,包括现状挖潜配套方案(“0”开源方案)、规划工程的几种主要组合方案,以及模型分析过程中要用到的其它方案。

2 应用实例

松花江、辽河两流域在我国均属北方缺水地区,但缺水的性质不同,松花江流域属工程型缺水,辽河流域属资源性缺水。松花江的地表水资源量为辽河的 5.5 倍,按预测的 2010 年人均、每公顷平均占有地表水资源量,松花江为辽河的 3.1 倍和 2.4 倍,以松花江之丰补辽河之缺是可能的。松花江、辽河流域水资源综合利用规划中提出了从根本上解决两个流域缺水的北水南调工程体系,它是一个巨大的群体,由水源工程、引水输水工程和反调节工程组成。水源工程包括尼尔基、哈达山和文得根 3 个大型水库工程。引水工程由嫩江的大赉抽水站和二松的哈达山渠首组成。输水工程由东西两条干渠组成,全长 388 km。反调节水库工程由花道泡、三王泡和石佛寺水库组成。

利用所建立的跨流域调水模拟模型对有、无北水南调工程两种工况进行了模拟计算,成果见下表 1。

由表 1 可见,北水南调工程体系的建成,可以较好地解决松辽两流域 2020 年水平年的缺水问题,可以为松花江流域增加可供水量 35.93 亿 m³,向辽河流域调水 49.4 亿 m³。国民经济评价指标合理可行,调水水价同其它跨流域调水工程相比价格合理,用户基本上可以接受。

3 结 语

跨流域调水模拟模型利用节点和连线的不同组合来描述不同的跨流域调水系统和不同工程方案,采用标准的网络求解程序,通用性强,是进行跨流域调水工程规划的强有力的工具。本文结合松辽流域北水南调工程预可行性研究工作,采用模拟模型对各规划方案进行模拟分析计算,速度快,成果可靠。

注:参加该模型研究工作的还有清华大学林翔岳教授、潘敏贞副教授、沈雪建老师、石海峰博士和张颖琪硕士;水利部东北勘测设计研究院的董化宏和杨明海工程师等。

表 1 模拟计算成果表

项 目		无北水南调 工 程	有北水南调 工 程
松花江流域哈上片	河道外需水量(亿 m ³)	202.0	202.00
	供水量(亿 m ³)	150.4	180.80
	河道内需水量(亿 m ³)	134.0	134.00
	供水量(亿 m ³)	124.3	129.80
向辽河流域调水	四平市调水量(亿 m ³)		1.88
	通辽市调水量(亿 m ³)		7.28
	辽宁省调水量(亿 m ³)		31.93
	水量损失 (亿 m ³)		8.32
	合 计 (亿 m ³)		49.44
国民经济评价	内部收益率(%)		18.60
	经济净现值(亿元)		80.00
	效益费用比		1.74
通辽地区调水水价(还贷期/还贷后)(元/m ³)			1.41/0.61
四平市调水水价(还贷期/还贷后)(元/m ³)			1.59/0.55
辽宁省调水水价(还贷期/还贷后)(元/m ³)			2.06/0.68
上网电价(还贷期/还贷后)元/(kW·h)			0.28/0.11

注:(1)模拟水平年为 2020 年。(2)工程方案为:北水南调工程体系全部建成,总投资 205 亿元,哈尔滨航运流量 550 m³/s,环境流量 250 m³/s。向辽河流域毛调水目标 51 亿 m³,调水渠道过流能力为 300m³/s。(3)径流系列:1951~1982 共 32 年系列。

Study on simulation model of interbasin water transfer

XU Liang - hui

[Abstract] The simulation model of the interbasin water transfer describes the different water resource systems and the project schemes with the different combination of nodal point and connecting line. It adopts the standard network to find the solution, so it has versatility and is an excellent tool for the interbasin water transfer planning.

[Key words] interbasin water transfer; simulation model; study

Application of vibrosinking method in dam foundation anti - liquefaction treatment

JIANG Xiu - qin, YE Jin - wei

[Abstract] The paper introduces the construction technology of the vibrosinking method, the consolidation mechanism and the effect with the anti - liquefaction treatment project in Liaohe river mainstream.

[Key words] vibrosinking method; dam foundation; anti - liquefaction treatment; Liaohe river mainstream

Study on electric dispatching in Manla water complex

DONG Hua - hong, WANG Xiang - bo, SONG Wei - sheng

[Abstract] The Manla water complex is situated on Nianchuhe river main stream in Tibet. The installed capacity is 20MW. The mission of this project takes the irrigation as the dominant factor, gives consideration to the flood control and the tourism. The paper studies the electric dispatching regulation to satisfy the flood control, the power generation, the irrigation and realize the comprehensive benefits of water complex through analysis of the hydrological characteristics of Nianchuhe river.

[Key words] dispatching regulation; dispatching chart; Manla water complex

Application of asphalt concrete core wall technology in Xigou reservoir

YANG Yu - hui, DING Jian - wei, PANG Shu - juan

[Abstract] The casting asphalt concrete construction technology is adopted in Xigou reservoir construction. The paper introduces the best casting temperature of asphalt concrete, the asphalt aging control guideline, the asphalt concrete embrittle point in low temperature and asphalt concrete experimental study and discussion conclusion.

[Key words] casting asphalt concrete; asphalt aging; asphalt embrittle point; Xigou reservoir