

跨流域调水水库的联接方式探讨

王吉勇

(宁波市境外引水办公室 315016)

【摘要】 本文介绍了跨流域调水水库间的主要联接方式,通过分析比较联接方式的主要影响因素,表明在工程投资相差不大的基础上,并联型联接方式总体上要优于串联型联接方式。

【关键词】 跨流域调水 并联型联接 串联型联接

我国是世界上人口最多的发展中国家,特殊的地理气候条件决定了我国水资源时空分布不均,水土资源与人口分布及经济社会发展水平不相匹配,水资源供需矛盾不断加剧。随着社会经济的进一步发展、城市化进程的加快,为了缓解水资源的紧张状况,在大力开展节水防污、充分挖潜、合理开发利用好本地水资源的基础上,跨流域调水已经成为许多城市解决水危机的重要选择之一。

1 跨流域调水水库的主要联接方式

实现跨流域调水的一般做法是按照政府主导并确定的区域水资源配置规划,通过建设引水联接管线工程,把外流域水库 A 和本流域水库 B 联接起来,充分利用水库 A 和 B 的调蓄能力,通过实施联合优化调度,提高向需水城市的供水能力。跨流域调水水库的主要联接方式有并联型和串联型两种,如下页图所示。

2 跨流域调水水库间联接方式的主要影响因素分析

跨流域调水水库的联接方式是否最优,关键在于该联接方式工程投资的大小、向需水城市供水能力的提高程度和水库 A 对水库 B 调度运行的影响等。工程投资可以根据联接管线设计进行投资估算,供水能力主要包括供水水质、水量及保证率三个方面,水库 A 对水库 B 调度运行的影响主要集中在水库 B 的防洪影响上。因此,衡量跨流域调水水库联接方式优劣程度的目标函数可以表示为

$$E = f(\text{工程投资, 供水水质, 供水水量及保证率, 防洪影响})$$

2.1 工程投资

工程投资越大,则外流域引水的水价越高;反之亦然。由于我国大多数跨流域调水工程都属于补水性质,主要是提高供水保证率,因而外流域引水水价过高,可能导致需水城市宁肯超采地下水或牺牲环境用水也尽量少用外引水的情况,造成调水工程达不到设计规模,反过来又拉高了引水的单位成本,导致调水工程陷入恶性循环。如山西省万家寨“引黄入晋”一期工程。

2.2 供水水质

随着人们对供水水库水环境的日益重视并采取了一定的水源保护措施,一般情况下,供水水库的水质均可以满足需求,影响供水水质的主要因素往往来自于突发的水污染事件。

水库 A 和水库 B 分属不同的流域,发生水污染事件可以视为独立事件。假定其发生的概率分别为 P_A 和 P_B ,则对并联型联接方式而言,无论哪个水库发生水污染,均可以通过关闭联接阀门来避免影响供水水质,只有两个水库同时发生水污染,才可能影响供水水质,即该方式因水污染而影响供水水质的概率为

$$P_{\#} = P_A P_B$$

对串联型联接方式而言,当水库 A 发生水污染时,可以通过关闭引水闸门避免影响供水水质;但当水库 B 发生水污染时,不管水库 A 是否发生水污染,都可能影响供水水质,即该方式因水污染而影响供水水质的概率为

$$P_{\#} = P_B$$

由于供水型水库发生突发的水污染属小概率事件($P_A \rightarrow 0, P_B \rightarrow 0$),则

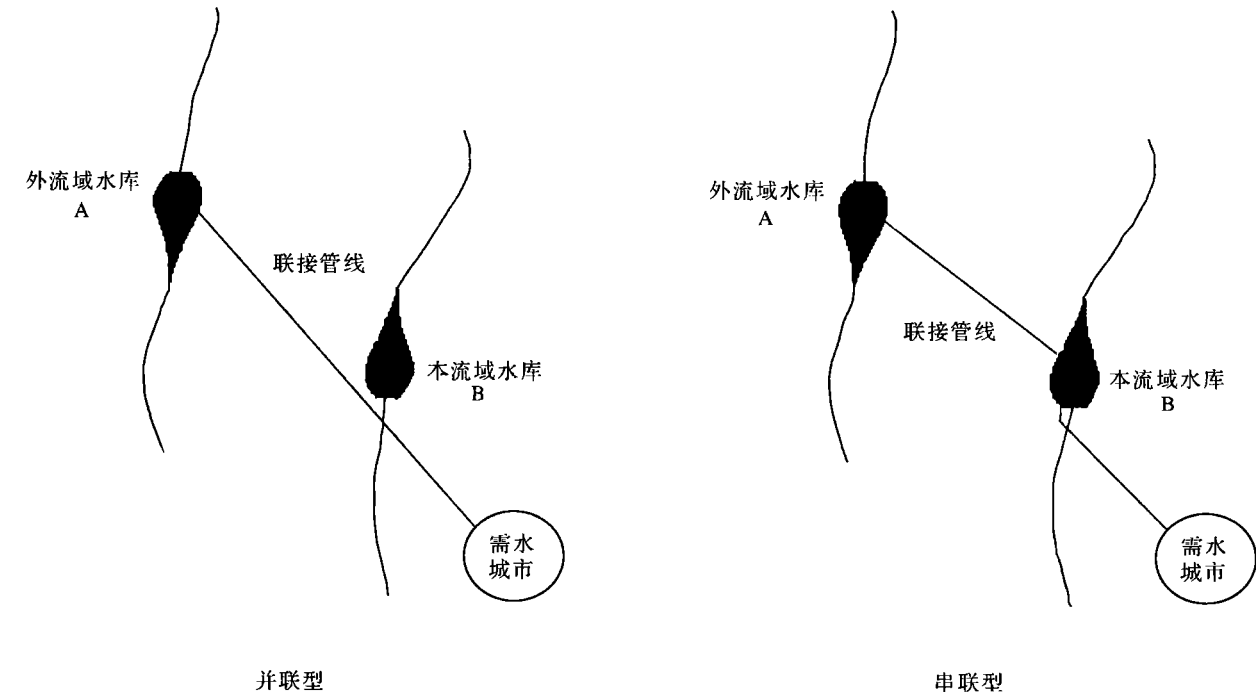
$$\lim_{P_A \rightarrow 0, P_B \rightarrow 0} \frac{P_{\#}}{P_{\#}} = P_A \rightarrow 0$$

由上可知,在供水水质的保障程度上,并联型联接方式要远优于串联型联接方式。跨流域调水水库群的数量越多,并联型联接方式的优势越明显。

2.3 供水水量及保证率

并联型和串联型联接方式的供水水量及保证率,一般均以动态库容系数作为引水控制条件,分别利用并行调节法和聚合分解法进行联合供水调度计算得出。

胡尧文、郑雄伟等以浙江省台州市朱溪水库(水库 A)——长潭水库(水库 B)引水工程为例,选用 1957~2000 年共 44 年系列资料,以日为计算时段,采用并行调节法和聚合分解法进行水库联合供水调度计算。计算结果见下表。



跨流域调水水库的主要联接方式示意图

水库联合供水调度计算表

调水方法	水 库	多年平均入库 水量(万 m ³)	多年平均引 水量(万 m ³)	多年平均弃 水量(万 m ³)	多年平均供水量(万 m ³)		供水保证率(%)		多年平均总供 水量(万 m ³)
					优 质	一 般	优 质	一 般	
并行 调节法	朱 溪	17972	7231	7620	874	1995	98	96	2869
	长 潭	59444	7231	11780	39758	13362	96	89	53120
	合 计	77416	14462	19400	40632	15357			55989
聚合 分散法	朱 溪	17972	8041	6918	872	1888	96	89	2760
	长 潭	59444	8041	12376	39828	13507	96	91	53335
	合 计	77416	16082	19294	40700	15395			56095

聚合分解法先按聚合水库进行计算，均化了两水库对一般用水户的供水保证率；而并行调节法优先保证了朱溪水库对本流域的供水保证率，影响了长潭水库的引水量。总的来说，两种方法计算结果基本一致，聚合分解法计算所得两水库总的多年平均供水量略高于并行调节法的计算结果，且各项供水保证率较符合要求。

2.4 防洪影响

大部分情况下，水库 A 以自流方式向水库 B 输水。串联型联接方式将水库 A 和水库 B 聚合成一个水库进行联合调度管理，必然抬高水库 B 的日常运行水位，对水库 B 的防洪带来不利影响，造成高水价的外引水有部分成为弃水。并联型联接方式以水库 A 和水库 B 进行独立调度管理为主，同时根据水库蓄水情况和气象预测适度考虑水库 B 的临时调蓄，对水库 B 的防洪不利影响相对较小。从朱溪

水库—长潭水库引水工程的联合调度结果来看，聚合分散法与并行调节法相比，长潭水库多年平均引水量多了 810 万 m³，但弃水也增加了 596 万 m³。

3 结 语

- a. 工程投资直接关系到跨流域调水工程的引水水价，是衡量跨流域调水水库间联接方式的重要影响因素。
- b. 两种联接方式的各项供水保证率均能符合要求。并联型联接方式与串联型联接方式相比，尽管两水库总的多年平均供水量略低，但调度运行具有相对的独立性，水库间相互影响和干扰较小，外引水的利用率较高，在供水水质的保障程度上优势明显。因此，在工程投资相差不大的基础上，并联型联接方式总体上要优于串联型联接方式。
- c. 随着跨流域调水水库群数量的增加，并联型联接方式的优势将会更加突出。▲