

5.2 地下水

5.2.1 关于地下水赋存状况的讨论

(1) 太子河流域的地下水开发情况

在太子河下游部，由第四纪堆积物广泛分布的平原地区为主要含水层分布地域，由于工业用水、农业用水和生活用水的需求，地下水被大量开采利用。太子河流域质地图见图 5.2.1。此次现地调查收集了太子河流域内水井登记册数据，并根据所收集的数据对流域内地下水开发利用状况进行了讨论。

(a) 不同用途地下水利用情况的整理

根据已收集的水井登记册数据，按登记册中的使用者名称，将水井用途分为农业用水、工业用水、生活用水 3 种用途类型，对各市不同用途的地下水利用情况进行了整理。图 5.2.2 为水井数量和年取水量统计结果。如图 5.2.2 所示，可以确认以下事项。

- 5 城市水井数量统计结果是：农业用水井数量最多，居第一，第二是工业用水井，第三是生活用水井
- 另外，全年取水量也是农业用水量最多，占总用水量的 50%，工业用水次之（40%），生活用水第三（10%）
- 水井数量以沈阳市最多，其它依次是辽阳市、鞍山市、本溪市、抚顺市
- 一方，年取水量以辽阳市最多，依次为鞍山市、沈阳市、本溪市、抚顺市
- 从不同用途的年取水量看，抚顺市、沈阳市及辽阳市的农业用水年取水量最多、本溪市、鞍山市的工业用年取水量最多

(b) 不同产业用水量的整理

为了确认各行业地下水的利用情况，根据水井登记册中记载的水井所有者名称，对水井数按行业进行了分类。行业分类是根据辽宁省地方标准《行业用水分配定额》规定的行业分类原则进行的。针对不同产业中工业年取水量 100 万 m³ 以上的取水企业单位，其年取水量、人员数量和水井数量示于图 5.2.3。从该图可以确认以下事项。

- 在不同产业中，「钢铁冶炼及压延加工业」用水为 2.2 亿 m³，约占工业用水总量（约 3.1 亿 m³）的 70%
- 该行业 30 多家企业拥有的水井数量多于其他行业，而且一直在抽取地下水

(c) 水井深度的整理

图 5.2.4 为根据水井登记册数据所整理的各市区县水井深度分布情况。该图表明，井深 30~40m 的水井数量最多，井深 60m 的水井数量约占全部水井总数的 80%。

(d) 地下水开发年度变化的整理

图 5.2.5 为年度打井数量的变化情况。如图所示，80 年代以后，水井数量急剧增加。这主要是因为随着经济增长的快速发展，工业用水的需求量急剧增加。

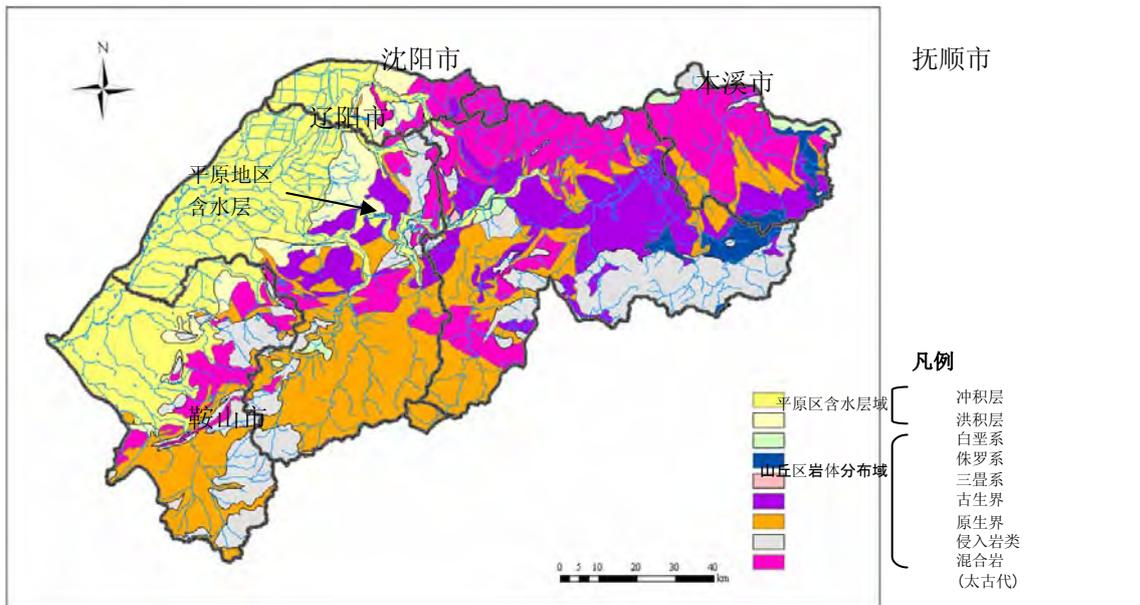


图 5.2.1 太子河流域地质图

资料来源：JICA 调查团

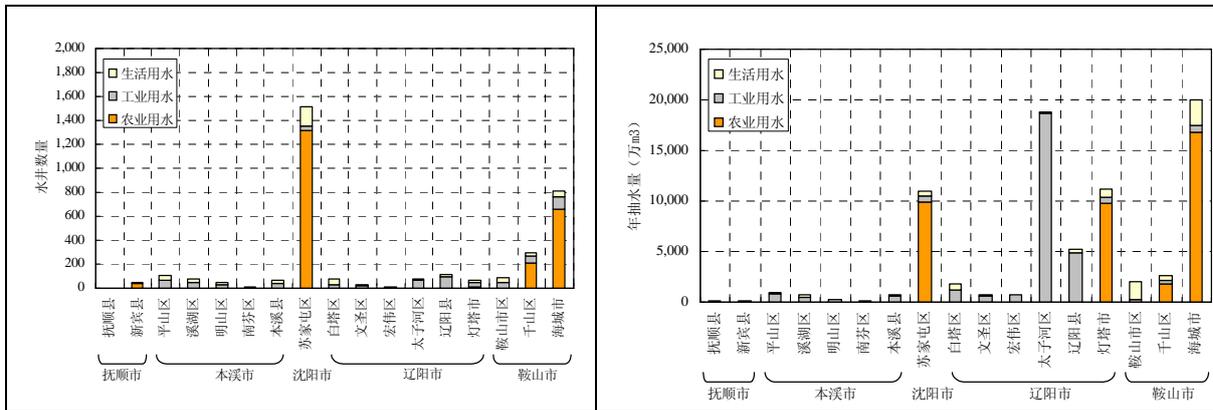


图 5.2.2(a) 不同用途水井数量

图 5.2.2(b) 不同用途年取水

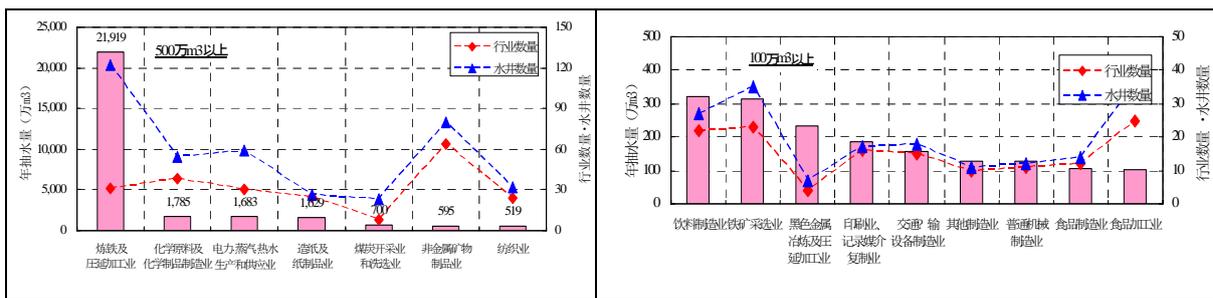


图 5.2.3 不同产业类别工业用地地下水取水量、企业数量及水井数量

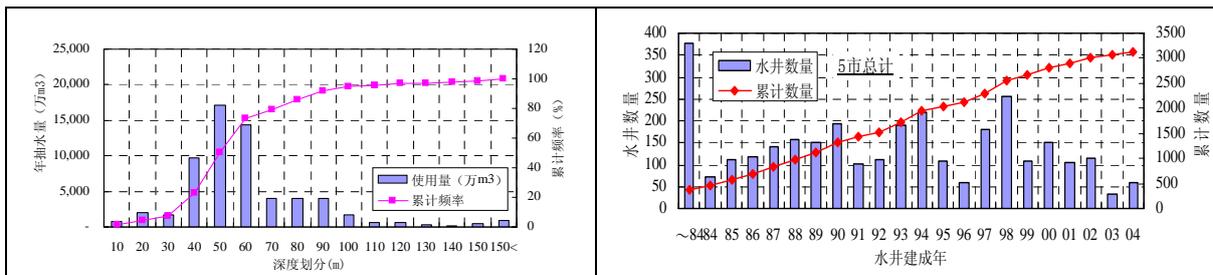


图 5.2.4 不同深度水井数量

图 5.2.5 各年度水井数量分布

(2) 地下水赋存量的讨论

(a) 地下水补给量的推算

采用以下方法推算平原地区含水层分布区域内的地下水补给量。

- i) 采用已述的地下水平衡公式 $R = Pump + Q_{gout}$ 进行推算（假设蓄留水变化量为零）
- ii) 地下水流出量 Q_{gout} 由从含水层流向流域外的地下水流失量和流向河流的基流流出量构成。
已经绘制出的地下水位等高线图看，没有从河口流向流域外的地下水流量
- iii) 基流流出量采用另外收集的河流流量观测数据
- iv) 地下水取水量 $Pump$ 使用水利厅统计资料《水资源管理年报》中记载的 2003 年数值
- v) 地下水取水量采用平原地区沈阳市、辽阳市及鞍山市的使用量；抚顺市、本溪市的使用量假设是基本上来自山丘地区的取水

推算结果见图 5.2.6。如图所示，关于地下水补给量，山丘地域为 33,711 万 m^3 ，平原地域为 105,803 万 m^3 ，全流域总计为 139,514 万 m^3 。

(b) 不同地区地下水平衡情况的讨论

针对平原地区含水层分布区域，对前面计算得出流域地下水平衡进行更为详细的不同地区的地下水平衡。计算按以下步骤进行。

- i) 计算各小流域内地下水补给量
- ii) 根据水资源管理公报资料，整理太子河流域内 5 城市各县区的地下水取水量
- iii) 基于已绘制的地下水位等高线图，确定需推算地下水平衡的地区
- iv) 比较每地区地下水补给量和地下水取水量
- v) 分析各地区之间地下水流动量，计算得出不同地区的最终地下水平衡

计算结果见图 5.2.8。由图 5.2.8 可知，在地区 2 中，虽然有来自地区 1 的地下水流入带来的补给，但该地区的地下水平衡最终为负值。在其它地区中，地下水平衡均为正值。另外，就上述方法计算得到的各地区间地下水平衡结果，使用简单模型模拟计算不同月份地下水蓄留量变化，通过再现实地地下水位来进行验证。图 5.2.9 为地区 1 模拟分析时所用的数据及地下水位再现结果。如图所示，通过输入数据可以再现地下水位，并验证了地区间地下水平衡显示了太子河流域现状。

5.2.2 地下水管理指标值的讨论

(1) 地下水的宏观管理和微观管理

日本的地下水管理是以防止伴随地下水超采而导致地面沉降为首要目标的，采用了以每口水井的规模，申请许可和进行申报为义务的「水井管理制度」。一方，该「水井管理制度」对于解决象地面沉降这样的局部地下水问题是有效的，但并不是总体管理地下水的地下水开发行为的体制。可以说地下水管理的理想模式是，引进将管理地下水平衡的「地下水盆地的宏观管理」和地面沉降、水质污染这类「管理局部性现象的微观管理」两者统一的制度，并对两者进行适当的运用。

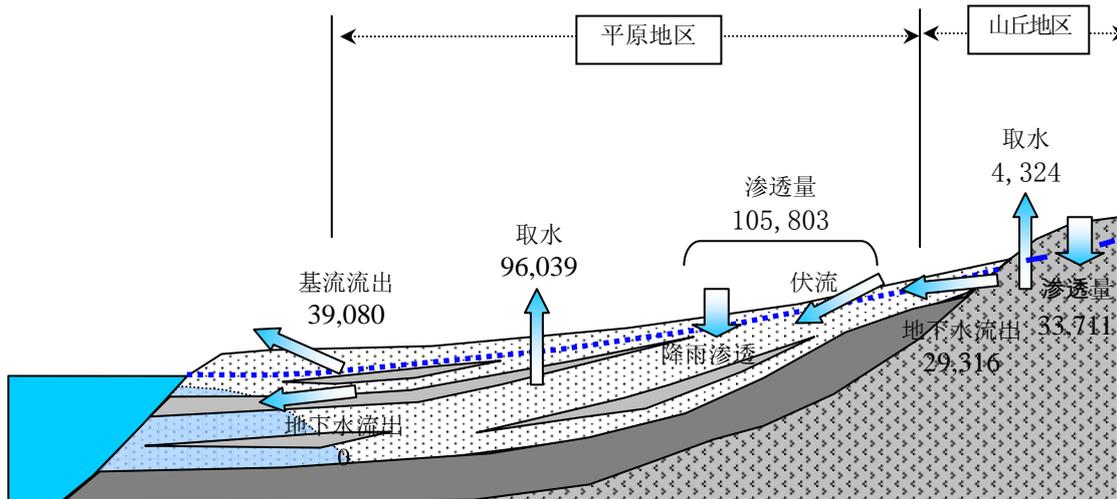


图 5.2.6 太子河流域的地下水平衡

资料来源：JICA 调查团

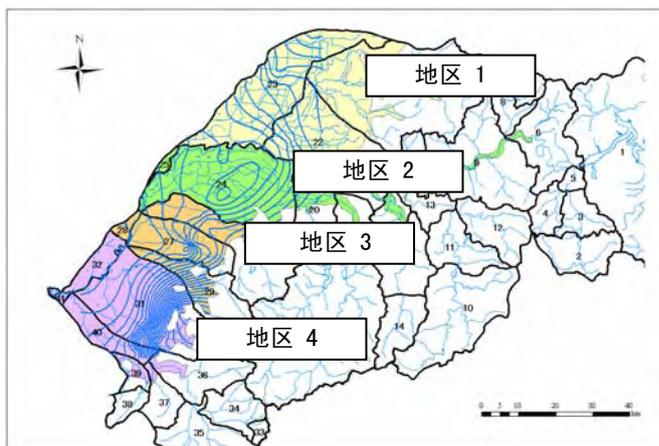


图 5.2.7 含水层的地区划分

资料来源：JICA 调查团

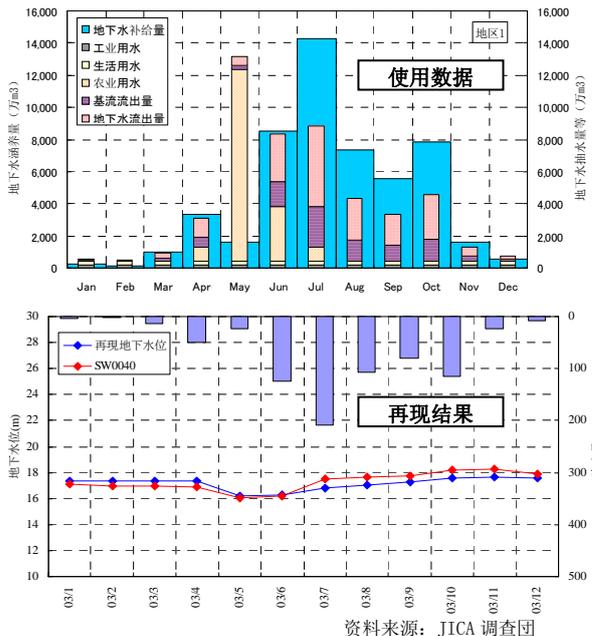


图 5.2.9 地下水位再现使用数据和再现结果

资料来源：JICA 调查团

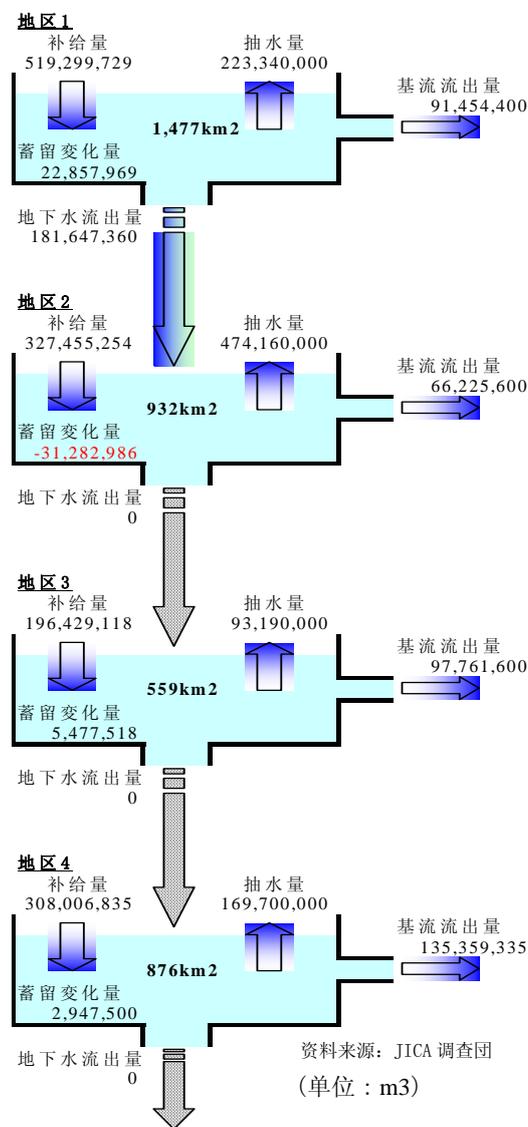


图 5.2.8 各地区的水平衡计算结果

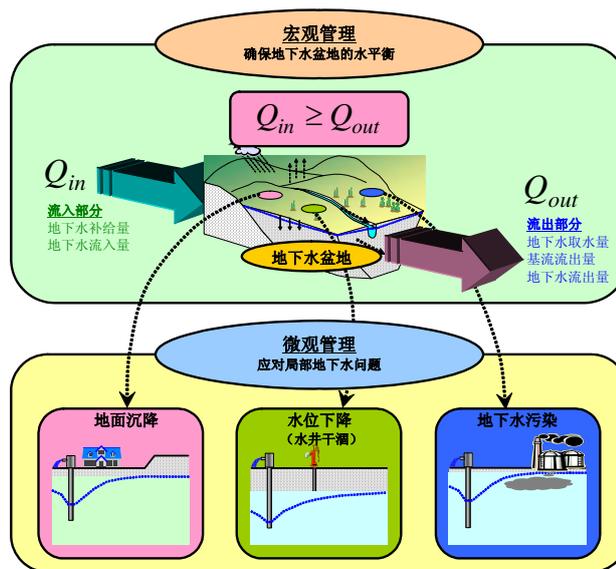
资料来源：JICA 调查团

(单位：m³)

(2) 地下水的宏观管理值

(a) 地下水可持续开采量

在进行宏观地下水管理时，最重要的事项是把握「地下水平衡」，以求出不导致地下水枯竭、且可进行长期开采的地下水可持续开采量。地下水可持续开采量也可以考虑为进行地下水开发时的最大取水可能量。地下水可持续开采量的关键就是地下水平衡，以地下水补给量为基准，长期开采中其开采量不超过其补给量（参考图 5.2.10）。



资料来源：JICA 调查团

图 5.2.10 宏观管理和微观管理

(b) 最大地下水可持续开采量的讨论

对图 5.2.9 所示的各地区，使用再现各地区地下水蓄留量变化的简易模型，通过输入长期降雨模式，并推测其长期地下水位（蓄留量变化）的变化。在此，通过改变取水量，进行了持续的地下水可开采量。使用模型的概要如下。

- i) 计算 20 年不同月份地下水蓄留量的变化，确认能否产生恒常性地下水位下降
- ii) 降水量数据以 1984 年~2003 年太子河流域内观测数据为基础，使用通过泰森分割法图算出的各小流域的数据。按降序（）比率计算得出的值不同小流域的泰森系数
- iii) 各地区的降雨量，根据各小流域（包括在地区中）降雨量所在地区内所占面积比例（小流域面积/地区面积）进行分配
- iv) 地下水补给量是在求出 2003 年地下水补给量与 2003 年降水量（在 iii 中计算得出的值）的比之后，并将该比例乘以输入降雨量数据计算得出的
- v) 基底流出量的计算是，首先求出 2003 年基底流出量和 2003 年地下水补给量之比，并将该比率乘以（可以从输入降雨量数据得出）地下中水补给量
- vi) 从地区 1 流入到地区 2 的地下水流入量计算是，首先求出 2003 年地下水流入量和 2003 年（地区 2）地下水补给量之比，并将该比例乘以地下水补给量。
- vii) 从地下水补给量中减去地下水取水量和基底流出量得到的值（地区 1, 2 要考虑地下水流入、流出量）为蓄留变化量。用含水层分布区域面积除以该值之后，再除以有效空隙率（用 0.1），即得出地下水位变化。

计算得出连续 20 年取水仍使其地下水位保持在初期水位的地下水取水量最大值。但是假定，从地区 1 向地区 2 流入的地下水流入量以维持 2003 年的流入量为标准，同时地区 3 和地区 4 的其基流流出量则是以维持 2003 年的基流流出量为标准。分析结果见图 5.2.11、表 5.2.1。分析结果表明：在地区 1、3、4 中，即使超过了 2003 年地下水取水量，其持续开采仍是可能；但在地区 2，如果其取水量不比 2003 年取水量减少 4% 左右，将不可能持续利用。

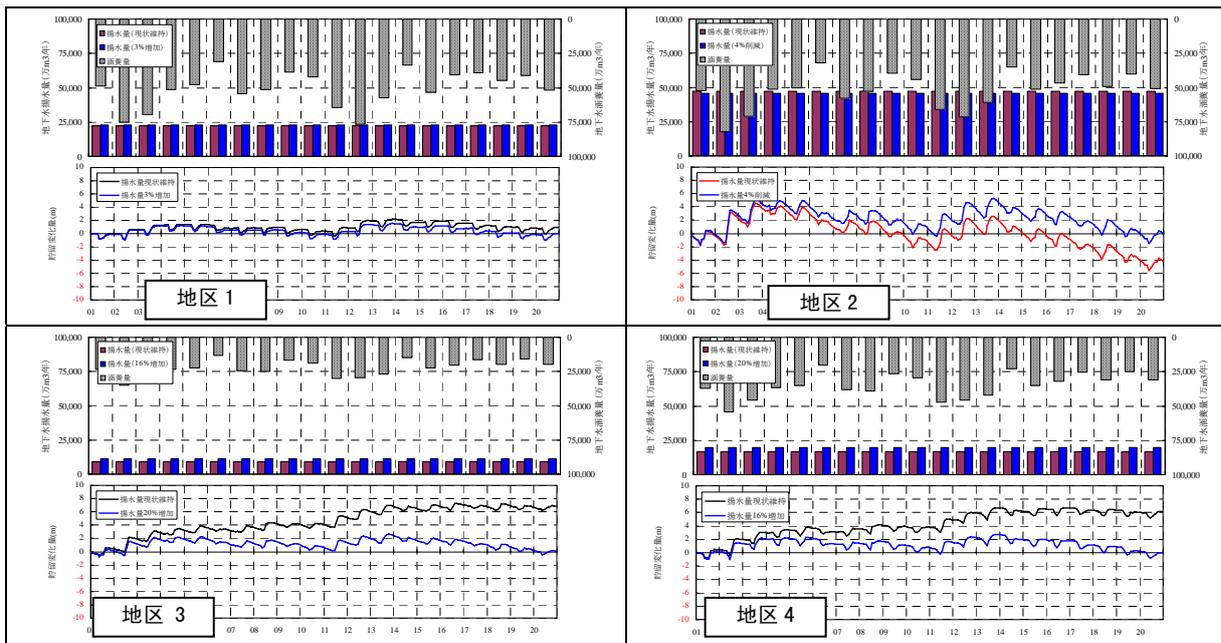


图 5.2.11 蓄留量变化计算结果

资料来源: JICA 调查团

表 5.2.1 地下水最大可持续开采量

地区	2003 年全年取水量 (万 m ³)	最大地下水取水量 (万 m ³)	增减量
1	22,334	23,004	+3%
2	47,416	45,520	-4%
3	9,319	11,183	+16%
4	16,970	19,685	+20%

资料来源: JICA 调查团

(c) 地下水平衡与地下水位下降的关系

在太子河流域平原地区含水层分布区域的 4 地区中, 分别分布 1 处地下水位下降区(漏斗地区)。在除地区 2 之外的其他 3 地区中, 其地下水平衡为盈余, 并且其地下水取水量与地下水补给量的比率也都大至相等(50%)(参照图 5.2.12)。因此, 所以除了地区 2 以外, 目前出现的地下水下降问题, 可以通过以下要讲述的微观地下水管理得到控制。地区 2 中, 必须首先在宏观地下水管理范围内控制地下水平衡, 然后在此基础上, 通过微观管理采取减少地下水位下降措施。同时, 为了从根本上解决漏斗问题, 各地区的地下水取水量都必须分别削减到该地区的地下水补给量的 50%左右。

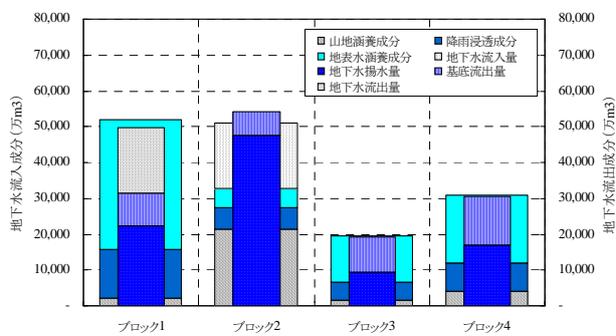
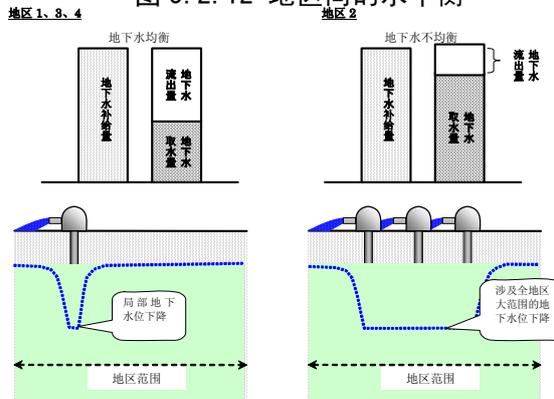


图 5.2.12 地区间的水平衡



资料来源: JICA 调查团

图 5.2.13 地区间的水平衡与漏斗现象

(3) 微观地下水管理指标值

(a) 单位面积最大可持续开采量

用计算得出的地下水最大可持续开采量除以含水层分布面积，求出单位面积最大可持续开采量。该单位面积可持续开采量作为微观地下水管理的管理目标值，通过正确地使用该管理目标值，可以实现更有效的地下水管理。这里首先就保持地下水平衡的地区 1、3 和 4，从其 20 年间地下水蓄留量变化结果计算出每地区的最大地下水可持续开采量，然后除以含水层面积求出单位面积可采量。计算结果见表 5.2.2。

表 5.2.2 单位面积最大可持续开采量（地区 1、3、4）

地区	补给量 (万 m3)	最大可持续开采水量 (万 m3)	含水层面积 (km ²)	单位面积可开量 (万 m3/km ² /年)
1	50,611	23,004	1,477	15.57
3	22,347	11,183	559	20.01
4	35,040	19,685	876	22.47

资料来源：JICA 调查团

另外，在地下水平衡被破坏的地区 2 中，计算了将不会导致地下水干涸的可持续开采量，但是，为了有助于恢复目前该地区大范围的地下水位下降，要求更进一步削减地下水开采量。在此，将地区 2 的单位可开量设定为两个阶段，第一阶段确定为不引起地下水干涸的最大可开采量，第二阶段确定为可使地下水位下降得到恢复的最终目标开采量(为地下水补给量的 50%)。地区 2 中不同阶段单位面积可采量见表 5.2.3。

表 5.2.3 单位面积最大可持续开采量（地区 2）

步骤	补给量 (万 m3)	最大可持续开采水量 (万 m3)	含水层面积 (km ²)	单位面积可开量 (万 m3/km ² /年)
阶段 1	52,249	45,520	932	48.84
阶段 2		26,124		28.03

资料来源：JICA 调查团

(b) 单位面积可采量与地下水下降

在地区 1 中，以其单位面积可开采量持续一年开采的情况下，采用雅各布非平衡公式计算距水井的距离与地下水位下降量的关系。计算结果见图 5.2.14。如该图所示，即使以单位面积可开采量进行取水的情况下，距水井 500m 的地下水位下降量为 1m 以下，在每 1km² 内以单位面积可开采量进行取水时，将水井相互干涉范围被控制在 1~2m 内，将不会出现由水井干涉所产生的地下水位下降。

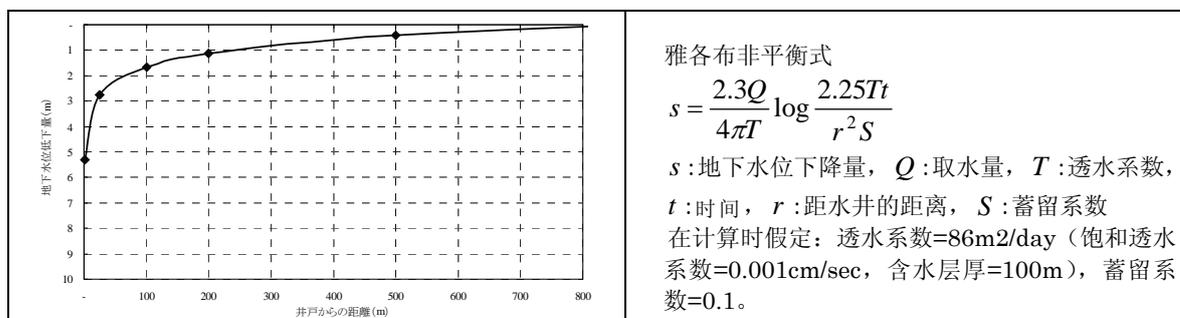


图 5.2.14 单位面积可采量与地下水下降量

资料来源：JICA 调查团

5.2.3 地下水利用实际状况的监测

在大面积地下水位下降的辽阳市首山地区(地区 2)，就地下水取水量和地下水位下降状况进行了调查和分析。

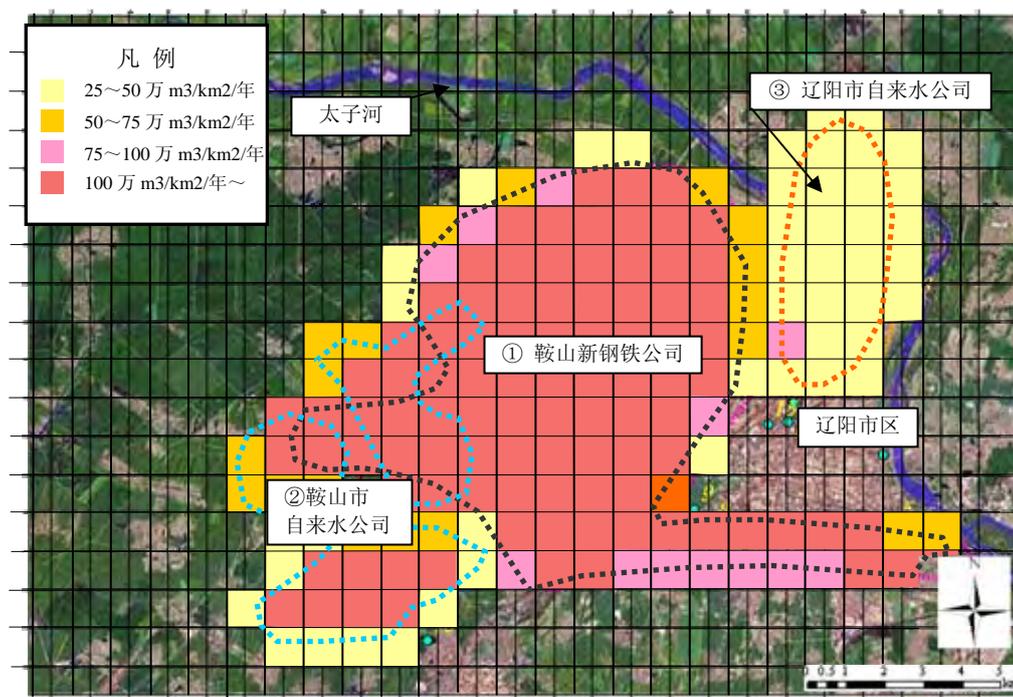
(1) 地下水取水量监测

通过辽阳市水利局水资源管理处，从辽阳市财务局收集了地下水年取水量 10 万 m³ 以上、2004 年 7 月至 2005 年 6 月间各月份取水量数据。该水资源管理处所管辖的取水单位之中，2004 年 7 月至 2005 年 6 月间年取水量 10 万 m³ 超过 10 万 m³ 的取水单位有 18 处。其细项是工业用水 8 处、生活用水 7 处、取暖气用 3 处。但是，大多数取水单位都拥有多处取水井，然而取水量均为各取水单位的所有取水井的总取水量。即使是水资源处，也未能掌握每口取水井的取水量。这是因为在发放取水许可时，不是对每口取水井发放许可，而是对每个取水单位（企业·自来水公司等）发放许可证，并且用水量数据也是由取水单位进行管理的。在已经取得取水量数据的地点，也收集了与水井位置数据有关的信息。但是，在有多数取水井的地方，未能收集到各水井的正确位置数据，仅获得了取水井分布范围的信息（参照表 5.2.4）。根据所获得的数据，推算每 1km² 的取水量分布，见图 5.2.15。如图所示，在本次调查地区中，地区 2 的地下水正以超过其最大可持续开采量(49 万 m³/km²/年) 被开采。

表 5.2.4 主要取水者所持取水井的分布范围

序号	注册单位名称	范围 (km ²)	水井数	年取水量 (万 m ³ /年)	单位面积取水量 (万 m ³ /km ² /年)
1	鞍钢新钢铁公司	85	67	12, 937	152
2	鞍山市自来水公司	28	59	3, 240	117
3	辽阳市自来水公司	15	17	667	44
4	鞍钢第二发电厂	0.7	9	617	857

资料来源：JICA 调查团



资料来源：JICA 调查团

图 5.2.15 单位面积的取水量分布图

(2) 地下水位下降状况监测

本次地下水位调查访问了共计 204 处水井，并对其地下水位进行了观测。访问水井的主要项目（深度和地下水位）汇总见图 5.2.16。同时，通过现场调查所确认的调查对象地区地下水位下降问题等的汇总见表 5.2.5 基于地下水位观测结果绘制的地下水位等高线图见图 5.2.17。

本次地下水观测的实施时期相当于雨季，也是一年之中地下水补给量（从上游及降雨渗透等）最大的时期，在地下水位下降地区（漏斗地区）北部的辽阳灌区，由于水稻栽培的灌溉，通过灌溉渠系和田间促进地下水补给，漏斗地区的范围正在缩小。另一方面，根据现场采访调查和现有地下水位数据等可以知，在该地区旱季时由于地下水补给量减少，灌区取水停止，丢去了雨季时丰富的地下水补给源，从而使漏斗地区面积扩大（参考图 5.2.1）。

另外，本次调查结果明确显示，通过辽阳灌区的地下水补给在雨季有助于减少漏斗地区面积。但是，利用地表水的补给，只是在 4 月至 9 月的灌溉期内暂时使漏斗地区范围减少，未能从根本上解决漏斗现象。

综上所述，要解决漏斗现象，首先要减少地下水取水量，同时，为了解缓现在正在恶化的地下水水质，也需要尽早减少地下水取水量。

表 5.2.5 地下水位下降状况监测结果汇总

地域	地下水位状况	确定的问题等	备注
辽阳灌区周围	<ul style="list-style-type: none"> 灌区内 2m 左右 灌区南端 5~7m 左右 	<ul style="list-style-type: none"> 灌溉用水的过大地下渗漏损失 流入地下水体的表流水（基流）使得地下水水质恶化 	<ul style="list-style-type: none"> 区域内有鞍钢水源井 灌区内的过剩取水量的相当一部分由鞍钢每年支附 200 万元的（补偿）金
辽阳灌区~首山镇之间	<ul style="list-style-type: none"> 7~12m 左右 	<ul style="list-style-type: none"> 由于水位下降用押水井很难保障生活用水 生活用水是由村里的小规模自来水或各户的深井来保障的 由于水泵用电负担较大，很难充分保障水量（特别是旱季） 由于地下水灌溉农业的机电费用很大，实施起来很困难 流入地下水的表流水（基流）使得地下水水质恶化 	<ul style="list-style-type: none"> 在大张郎村有水利厅资金开发自来水水源计划（深井）
首山镇附近	<ul style="list-style-type: none"> 15~22m 左右 	<ul style="list-style-type: none"> 由于水位下降用押水井很难保障生活用水 生活用水是由县大规模自来水或鞍钢建设的自来水管进行保障的 由于地下水灌溉农业的机电费用很大，实施起来很困难 	<ul style="list-style-type: none"> 鞍钢正着手向周边村子铺设自来水管

资料来源：JICA 调查团

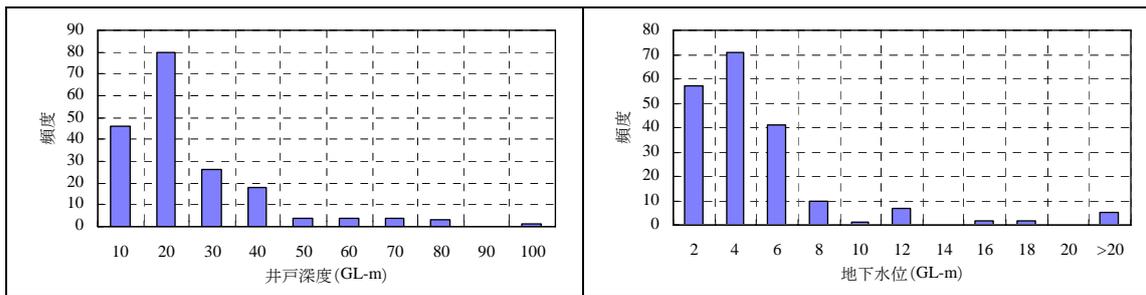


图 5.2.16 监测水井深度·地下水位的统计数据

资料来源: JICA 调查团

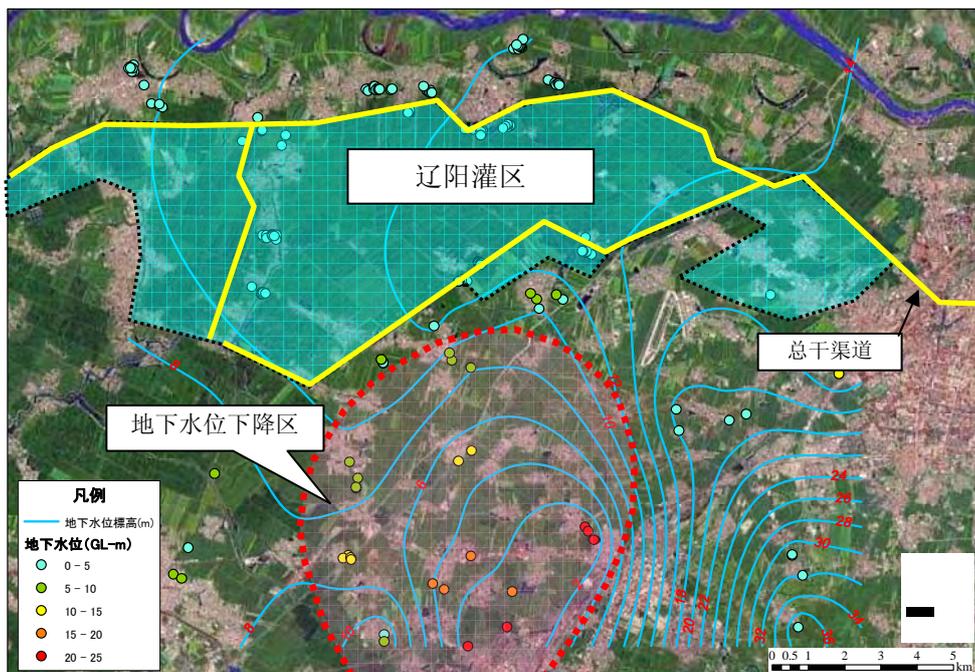


图 5.2.17 地下水等高线图

资料来源: JICA 调查团

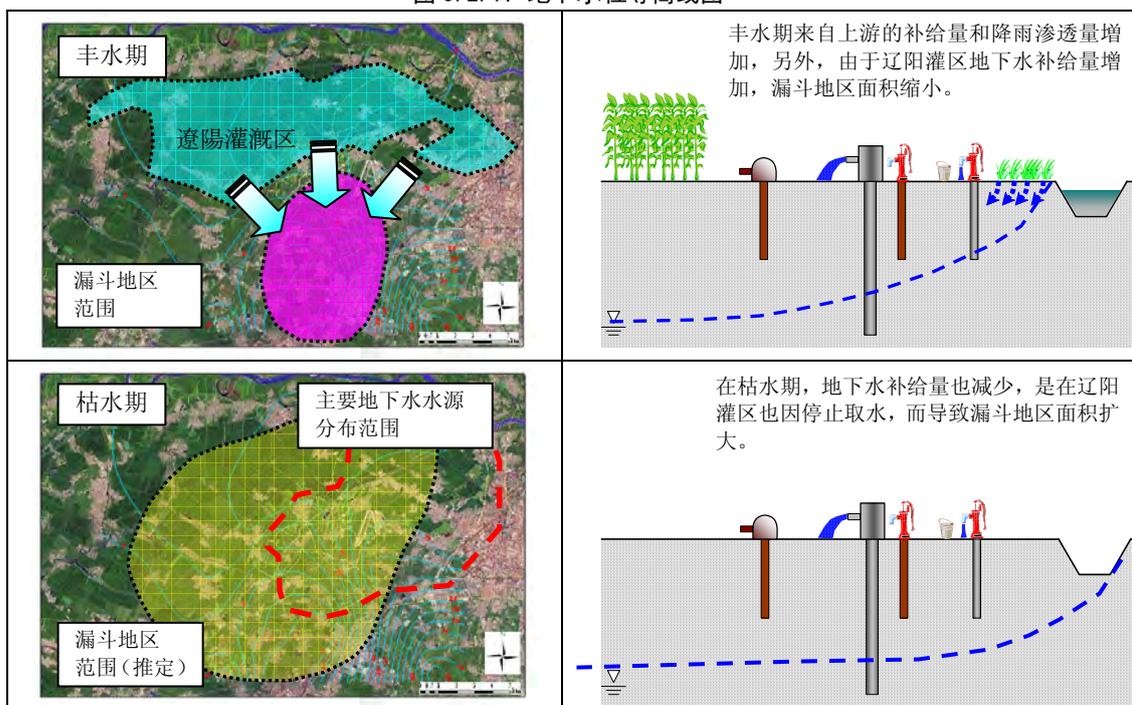


图 5.2.18 丰水期和枯水期漏斗地区面积变化状况示意图

资料来源: JICA 调查团

5.2.4 太子河流域地下水管理的现状与问题

(1) 太子河流域地下水管理的现状

(a) 取水许可制度

辽宁省于 1994 年 10 月 6 日根据《辽宁省取水许可制度实施办法》正式实施取水许可制度。地下水取水的批准，不只是水行政管理部门，还需要城市建设行政主管部门和地质矿产行政主管部门签署意见后，方可获得许可批准。另外，在地下水取水的情况，取水许可证发放时取水许可申请书记载事项如表 5.2.6 所示。取水水井的详细事项另行提交报告。

表 5.2.6 注册登记表中记载的有关水井事项

记载项目	
水井序号	水源地点
水井深度	水井直径
地下水类型	地下水取水深度
地下水位	水泵型式
取水能力	申请取水量

资料来源：JICA 调查团

(b) 水资源费的征收

辽阳市水资源费征收体制见图 5.2.19。辽阳市水利局仅负责征收市行政区内市街区部分的水资源费，有关其他地区，分别由辽阳县和灯塔市（县级市）水利局负责征收工作。但是由省或市（地级市）负责审查批准的取水许可，即使取水水源地位于灯塔市或辽阳县，仍辽阳市水利局负责水资源费征收工作。

水资源费根据取水单位或个人的申报数每月进行计算并征收。另外，申报数据不是每口取井，而取水企业单位的取水总量。征收水资源费的 30% 上缴省水利厅，其余 70% 纳入各市、县财政收入。但是，因为农业用地下水作为特例被免除支付水资源费而未被征收，所以未能掌握实际取水量数据。其次，又因为有关农村生活、家畜、医疗机关、学校、造林、小型发电的用水也被免除水资源费征收，实际上只有工业用水和城市生活用水的水资源费被征收。

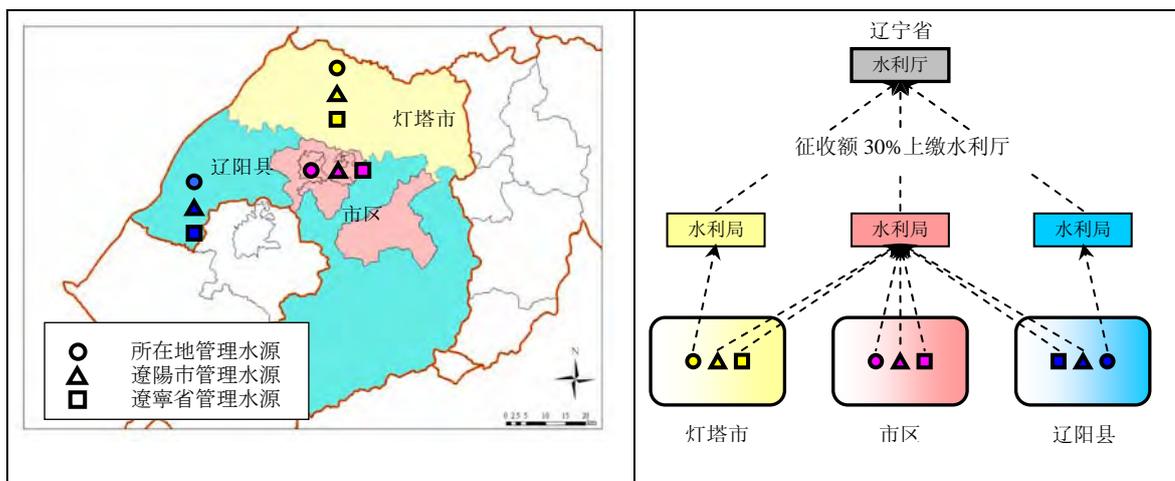


图 5.2.19 辽阳市水资源费征收体制

资料来源：JICA 调查团

(c) 辽宁省地下水资源保护条例

辽宁省第十届人民代表大会常务委员会第三次会议于 2004 年 8 月 1 日通过《辽宁省地下水资源保护条例》。该条例共有 32 条，对地下水资源保护相关事项进行了规定。本条例对上述《辽宁省地下水资源保护行动计划》报告书中规定的地下水资源保护区区分、保护措施等相关内容进行了法制化

(2) 地下水管理制度的问题

(a) 水井管理和取水许可管理

地下水管理在制度上，日本与中国的最大不同点就是日本实行以水井为单位的许可制，而中国则实行取水企业单位许可制（参照图 5.2.20）。

由于日本实施了以主要控制地面沉降为目的地下水管理，完备了针对每口水井的许可制，所以形成了可以控制任何地面沉降的管理体制。

但是在中国，现在正在引入的取水许可制度是为了适当地进行水资源配置而建立的，并不是以地下水管理为主要目的的制度。所以，中国的管理体制不是如日本那样针对每口水井进行管理，而是针对取水企业的粗放型管理。辽宁省的情况是，特别是工业用水使用地下水的企业多，而且大多数用水单位拥有多口取水井。所以，在现有制度下，掌握每口水井的取水量，进行微观地下水管理是非常困难的。

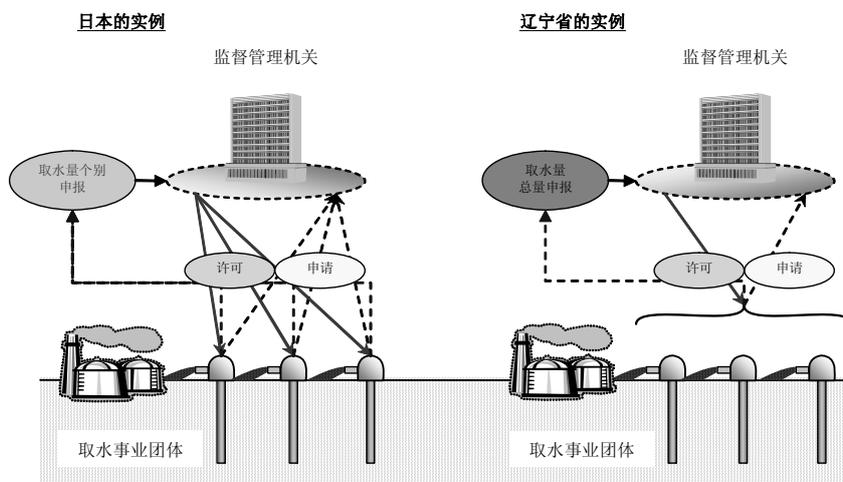


图 5.2.20 日本与辽宁省的地下水管理体制的比较 资料来源：JICA 调查团

(b) 存在水资源费征收对象之外水源的不明取水量

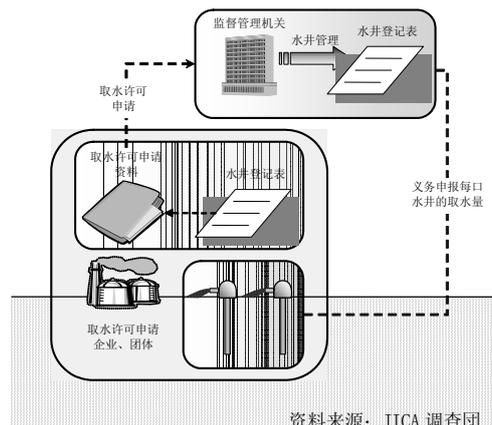
日本明确规定了申报地下水取水量的义务，对没有申报的取水，通过行政管理部门的现场检查彻底掌握取水量。另一方面，在中国，根据《取水许可制度实施办法》规定，取水量是由取水单位或个人进行申报的。然而，有关农业用水，农村生活用水，家畜用水等水资源费征收对象外的取水，取水量数据没有被掌握，也没有进行由行政机关的现场检查。为此，实际情况是水行政管理部门未能把握地域全体的取水量。

5.2.5 对太子河流域地下水管理体制的建议

(1) 由取水许可证管理体制向水井管理体制的过渡

今后，在进行确切的地下水管理时，特别是有关取水量的管理，从现行的取水许可单位管理体制向针对各水井的管理体制过渡是有必要的。

具体建议为：除取水许可证之外，在申请取水许可时，提交的取水设施（水井）登记表（记载各水井详细项目数据），用于水井管理用的基础数据（参照图 5.2.21）。



资料来源：JICA 调查团

图 5.2.21 向水井管理体制过渡的方案

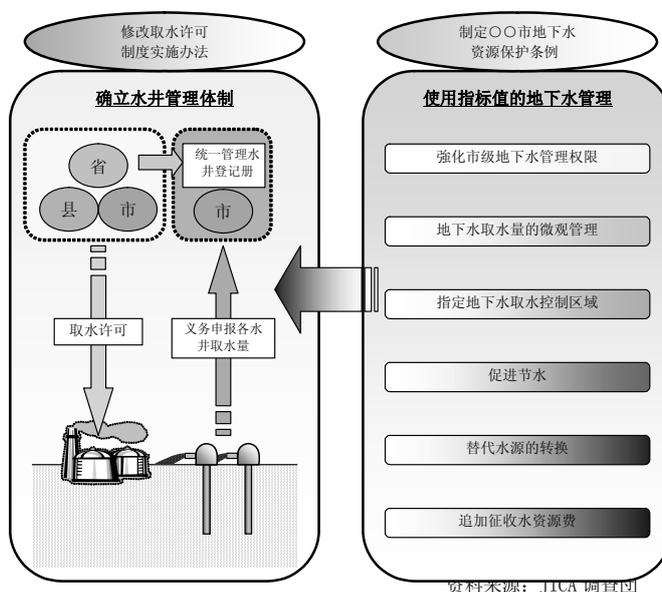
(2) 贯彻落实取水量的申报

现行取水量的把握是通过征收水资源费而实现的。为此，免征水资源费的农业用水、农村生活、家畜、医疗机关、学校、造林、小型发电站等用水的取水量均无法把握。特别是农业用水所占地下水利用量的比重也很大，要进行适当的地下水管理必须掌握取水量。在此，无论是否征收水资源费，都应该规定义务申报取水量的。另外，对不按时申报取水量的用水单位或个人，也必须进行行政检查。具体对应办法是通过修改现行取水许可制度实施办法有关条文进行的。

(3) 建立地下水微观管理的法规制度

在太子河流域，如辽阳市首山镇周边地区那样，存在严重的地下水位下降问题的地方，与其他地区相比，引进并实施更强有力的地下水保护措施是有必要的。在此，除省制定的《地下水资源保护条例》之外，各市有必要根据其实际情况制定其各自的《地下水资源保护条例》，针对限定的有关地点，建立具体的地下水保护条文内容。

该《地下水资源保护条例》以引进采用了管理指标值的微观地下水管理手法为中心，同时，根据修改《取水许可制度实施办法》而建立的井管理体制，掌握的每口水井的取水量数据将会成为在进行微观管理时的基本数据。因此，通过将此二个法规制度进行一元化建设，会更有效地完备地下水管理体制。



资料来源：JICA 调查团

图 5.2.22 地下水管理制度改善方案

(4) 根据水循环模型分析掌握详细的水资源可开采量

通常地表水和地下水在水循环系中互相进出的，要掌握其进出量，必须进行由数值分析等详细的探讨研究。

目前，太子河流域内的用水包括地表水和地下水，工业用水、生活用水主要使用地下水，农业

用水主要使用地表水。在使用水资源时，辽宁省水利厅首先推算地表水和地下水的总量，计算其重复量之后对两者进行分配。另一方面，水资源的分配是在宏观范围内进行的，在微观范围的地表水和地下水的进出量并不被掌握。为此，譬如在辽阳市辽阳灌区及其周边地区，由于地表水和地下水的交换量大，取用超过灌溉用水必要量以上的地表水，将其过量部分作为地下水补给渗透到地下。但是，考虑了该地下渗透量的灌区实际取水量只是根据用水单位的经验而推算的，是在没有任何科学根据的情况下被取水利用的。

在此，我们建议，在这样的地域，通过进行水循环模型分析，在充分掌握考虑了地表水和地下水互相进入的详细水平衡后，推行更结合实际状态的水分配计划。

(5) 地下水管理制度的改善日程（方案）

地下水管理制度的改善包括「取水许可制度实施办法」的修改和各市「地下水资源保护条例」的制定。其中，在各市「地下水资源保护条例」方面，建议将现在地下水位下降最严重的辽阳市作为试点，进行试验性项目的试行。

通过该地下水管理制度的建设，对地下水问题，特别是漏斗地区地下水位下降状况的解决是非常必要的。在辽阳市，由于现在的地下水平衡可能为负值，所以必须尽快改善这种状况。为此，首先按 2003 年的取水标准，必须以 5% 的目标值对地下水取水量进行削减。在此基础上，通过管理制度的建设所掌握的每口井的地下水取水状况，判断取水量削减对象地区之后实施取水量削减措施（见图 5.2.23）。

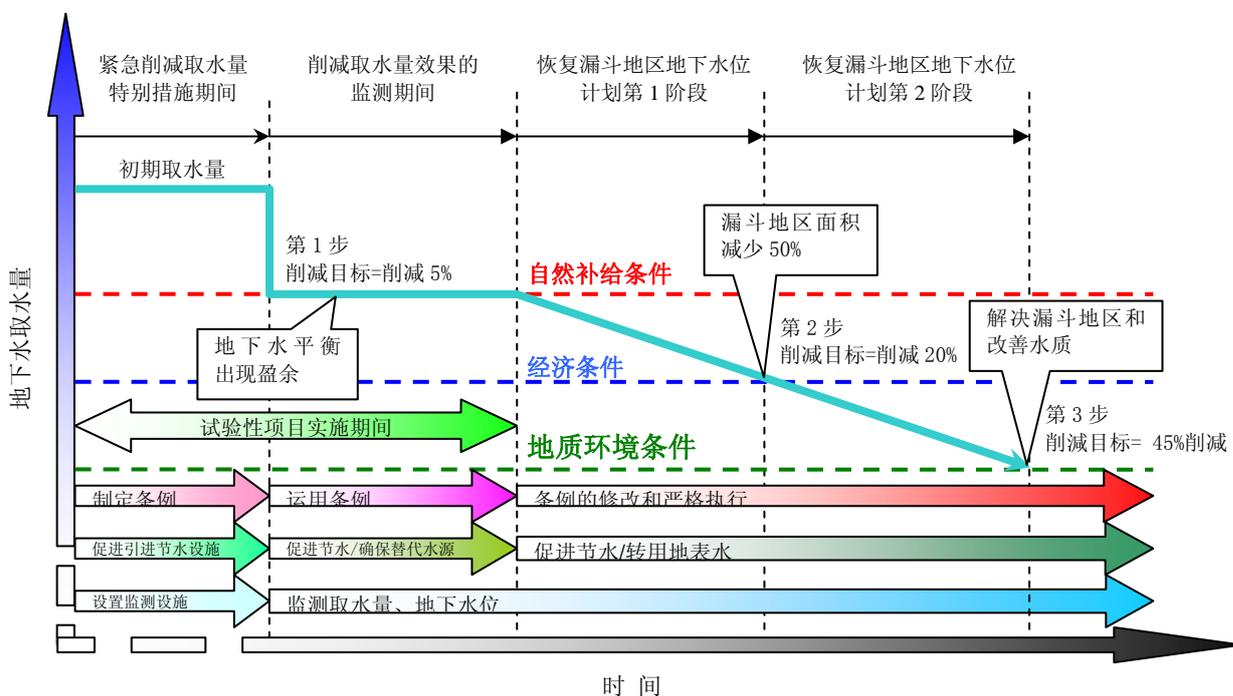


图 5.2.23 辽阳市地下水管理制度改善日程方案

5.3 水库调度

5.3.1 现有水库

辽宁省水库建设始于 20 世纪初。中华人民共和国成立以前，只有闹德海、三台子、刁家壩、廉家壩、合隆等 5 个水库。建国以后至 2001 年末，全省由水利部门管理的水库达 922 座。其中，太子河流域建有水库 61 座，总库库容超过 369 亿 m³，其中防洪库容为 11.4 亿 m³，兴利库容为 24.7 亿 m³，兴利库容大约是防洪库容的 2.17 倍。所有水库都确保了防洪调节库容。水库、溢洪道的规模等级划分是根据水库库容进行分类进行运用的，如表 5.3.1 所示。

表 5.3.1 水库的等级分类

水库库容	水库分类 (工程规模)	水库(工程) 等级	主要建设物等级 (坝体/泄洪设施口等)	防洪标准	
				校核防洪 ¹	设计防洪 ²
10 亿 m ³ 以上	大 1	I	1	10, 000	1, 000
10~1.0 亿 m ³	大 2	II	2	1, 000	100
1.0~0.1 亿 m ³	中	III	3	100-1, 000	20-100
0.1~0.01 亿 m ³	小 1	IV	4	5-300	5-100
0.01~0.001 亿 m ³	小 2	V	5	5-300	5-100

资料来源：JICA 调查团

建设小规模水库（中国的分类）的目的是调蓄农业用水和洪水，根据正常高水位方式的库容确保方式，采用了容易管理的自然调蓄方式。建设中型水库的目的是在此基础上，保障生活用水和工业用水。另外，有效利用湛水面积养鱼，因其盈利，也是建造水库的目的之一。太子河流域主要水库位置及主要工程特性如图 5.3.1~图 5.3.4 所示。

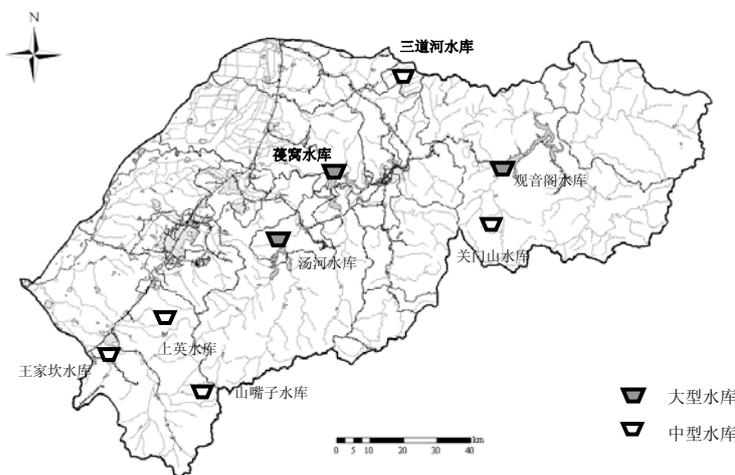


图 5.3.1 太子河流域大中型水库位置图

¹ 校核防洪标准

鉴于水库失事将对下游造成无法估量的巨大损失，水库不仅要在设计标准洪水时确保坝体安全，而且在发生超过设计标准的非洪水时的也必须确保坝体安全。校核防御标准是指蓄水池对非常洪水的防御能力。通过水文计算，求得校核标准的洪峰流量、不同时段洪水总量、洪水过程线、洪水的地区组成，并据此项进行水利设施的安全校核设计及控制运用设计等。

² 设计防洪标准

正常的设计洪水标准。设计洪水标准以洪水的频率或重现期表示。在水库工程设计中、根据水文计算求出设计防洪标准的洪峰流量、洪水总量、洪水过程线、洪水地区等，并据此进行各项水工建筑物及控制运用等设计。

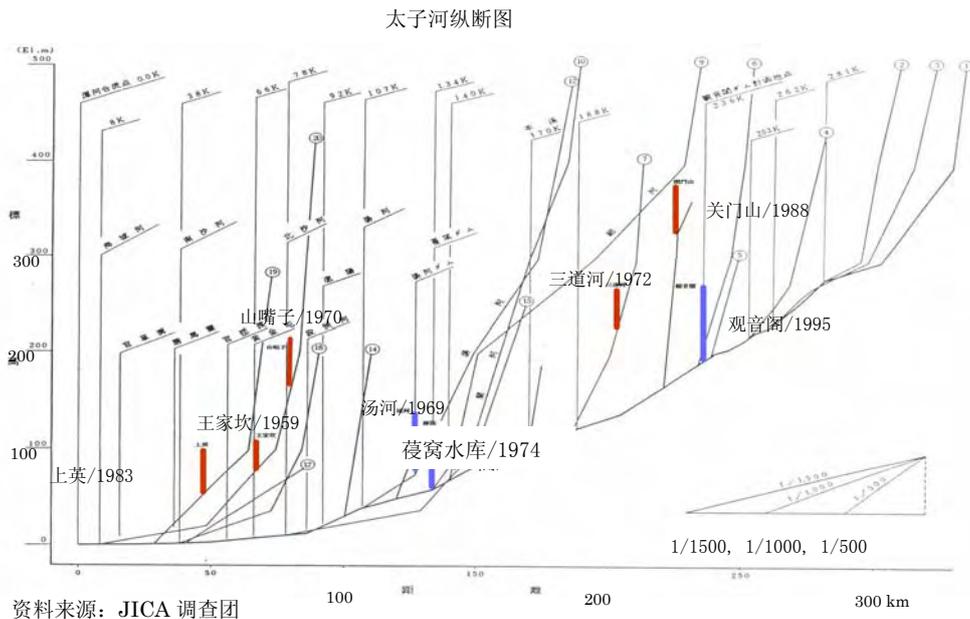


图 5.3.2 水库纵断面配置图

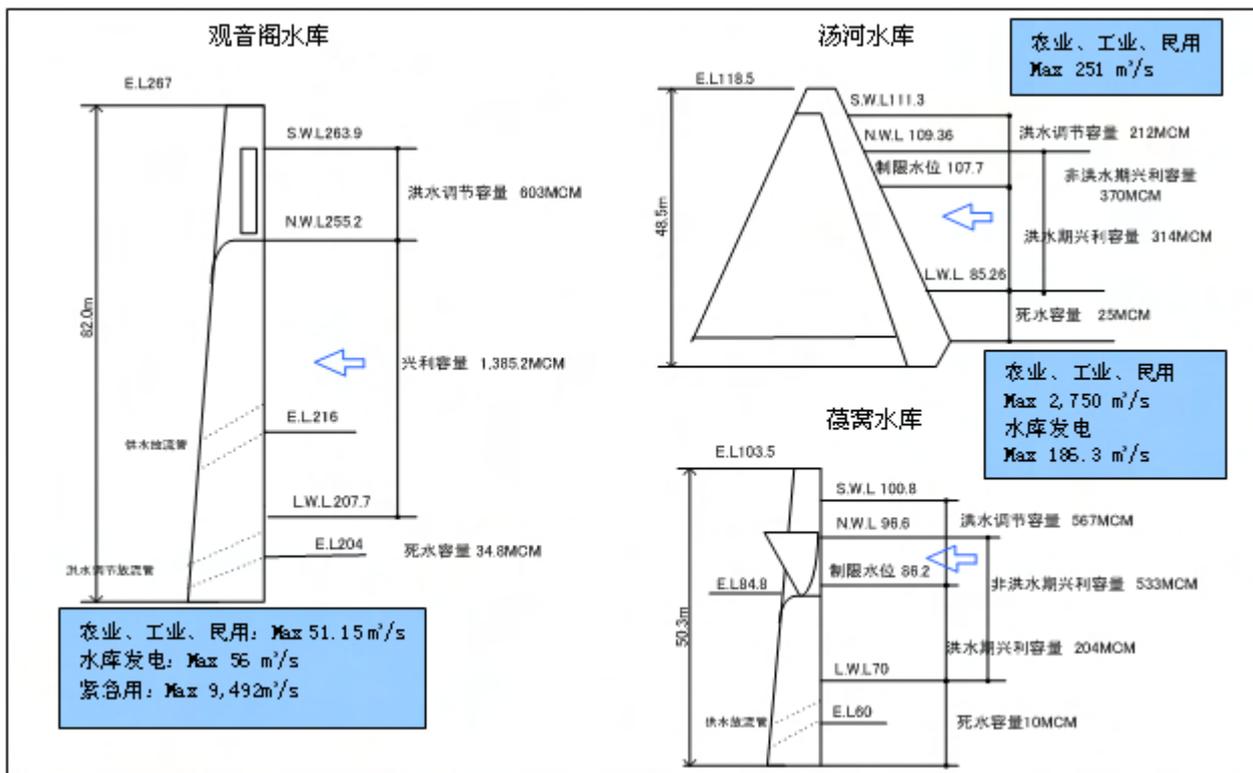
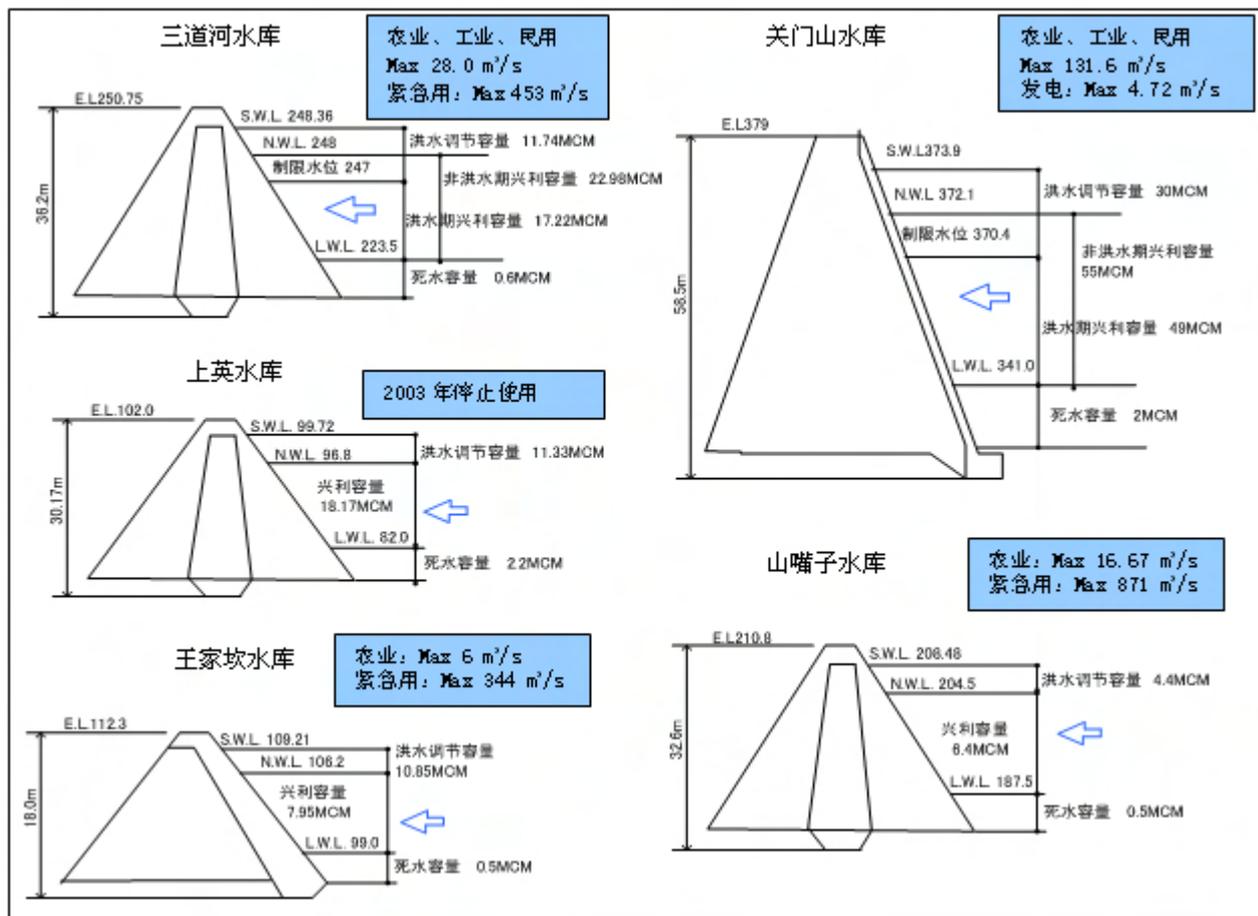


图 5.3.3 大型水库各主要项目



资料来源: JICA 调查团

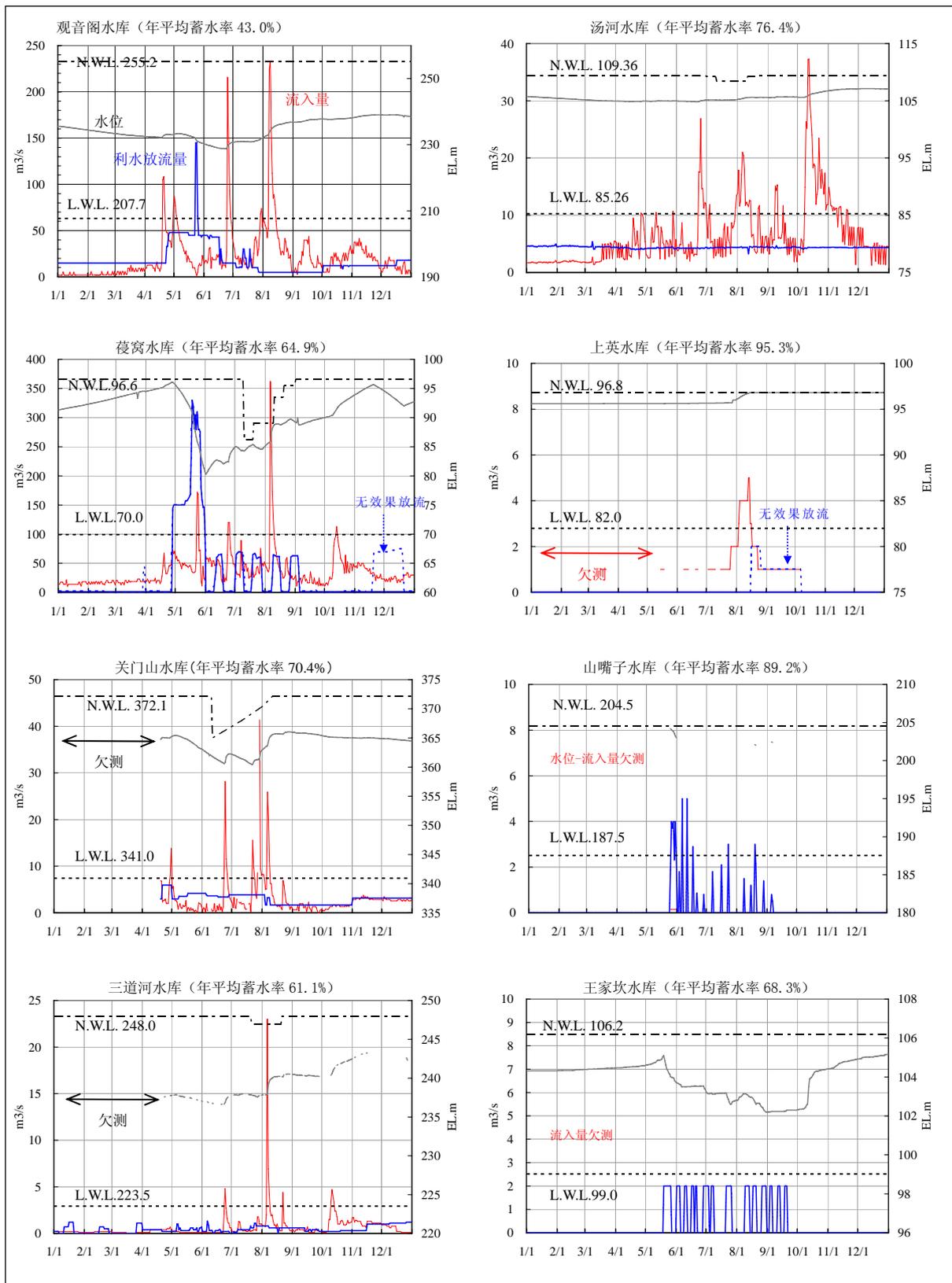
图 5.3.4 中型水库各主要项目

5.3.2 2003 年水库调度

2003 年太子河流域 8 座大、中型水库的调度记录见图 5.3.5。另外,虽然中型水库记录不全,但大型水库记录了全年的水位、流入量、放流量。

农业用水供水的水库(茭窝水库、关门山水库、三道河水库、山嘴子水库、王家坎),在灌溉期水位明显降低,特别是茭窝水库在 5 月水田泡田期,其放流流量急剧增加。4 月末到 6 月期间,由于观音阁水库向茭窝水库灌溉用水进行补给,加大了放流量。

2003 年平均蓄水率,观音阁最低约为 43%,其他水库为 60%—90%(上英水库未按用水目的进行运用)。在 2003 年运用中,水位恢复到正常高水位的水库有茭窝水库和上英水库。另外,在洪水期没有一个水库的水位达到限制水位。为了使水位保持在正常高水位以下,茭窝水库从 11 月至 12 月进行了无效放流。



资料来源: JICA 调查团

图 5.3.5 水库运用记录 (2003 年)

5.3.3 2003 年地表水平衡和水库调度

在流水跟踪模型上追加取水、排水（回归）系统，构筑了以全太子河流域为对象的地表水利用模型。为了分析水利用现状，采用水利水模型推算了 2003 年太子河流域地表水平衡情况。图 5.3.6 显示 2003 年太子河流域全年平衡推算结果。

另外，太子河流域枯水基准点的水利用和水库调度关系总结见表 5.3.2。

表 5.3.2 枯水基准点和支流的 2003 年供水与水库调度的关系

枯水基准点	河流区段	供水和水库调度之间的关系
本溪流量观测所	观音阁水库～本溪流量观测站	本溪市的县（区）级行政区之中，除南芬区之外全部从本溪流量观测站上游取水的。取水地点是由三座水库（观音阁、关门山、三道河）联合调度进行供水的。
辽阳流量观测站	本溪流量观测所～辽阳流量观测所	沿太子河干流取水，据推测除海城市灌区外，全部在辽阳观测站上游进行取水。辽阳基准点的流量主要受葭窝水库和汤河水库放流量的影响。 (1) 葭窝水库 在葭窝水库上游（细河），南芬区均有取水、回归水。在葭窝水库下游，灯塔灌区（大型）和辽阳灌区（中型）的农业用水占大部分取水。 (2) 汤河水库 在汤河上游，辽阳县东部有取水、回归水。弓长岭区、鞍钢、鞍山市区、辽阳市区的城市用水是通过管道从汤河水库取水的。
唐马寨流量观测站	辽阳流量观测站～唐马寨流量观测站	在辽阳唐～马寨流量观测站之间的干流上，没有主要取水。此外，水平衡推算结果表明：小林子-唐家寨之间的流入量与残余流域的自然流出量基本相等。由此可以推测，几乎没有来自于辽阳市区（城市）、辽阳县西（城市、农业）、宏伟区（农业）、太子河区（城市、农业）的河流回归水量。
北沙河	北沙河流域	在上游流域，溪湖区（城市、农业）、苏家屯区（城市、农业）、抚顺县（城市、农业）存在水利用，下游的灯塔市（农业）未发现回归水。
鞍山区域	流过鞍山市区河段	鞍山市千山区从支流（地表水）取用农业用水并回归到河流。在水平衡模型中，虽然没有考虑利水设施，但实际存在许多利水用水库。
海城区域	海城河流域	从两个农业用水专用水库（山嘴子、王家坎）向海城市补给农业用水。海城市城市用水全部采用地下水。在海城流域下游，有城市用水、农业用水回归到河流地表水。
三岔河	全太子河流域	虽然考虑了由地下水向地表水补给，但是根据流域内水的消耗量，可以推测实际流出量比自然流量小。

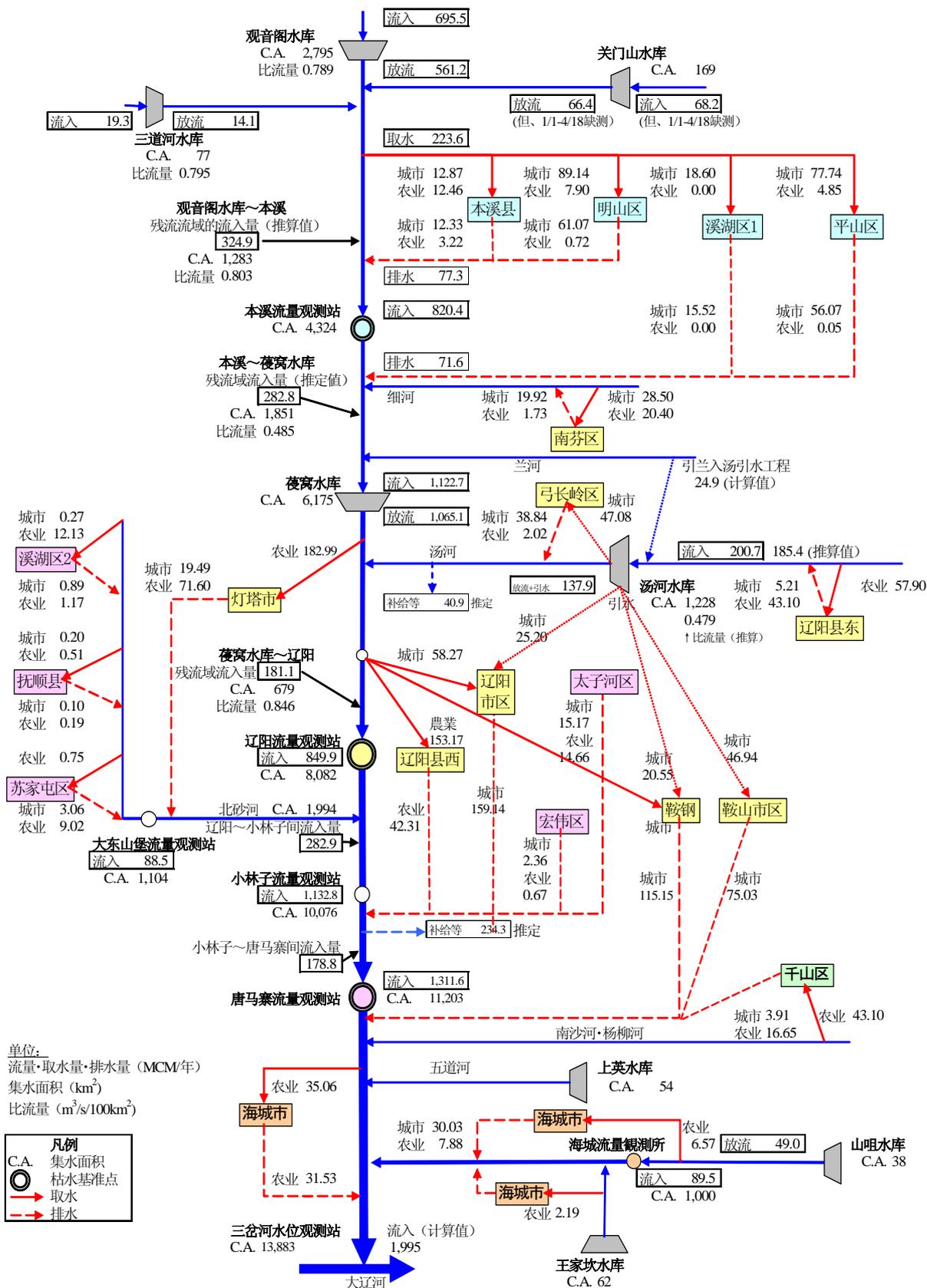


图 5.3.6 太子河流域全年地表水平衡推算 (2003 年)

5.3.4 水库运用的重新评估

以蓼窝水库为对象，为了重新评估现有水库的运用，并探讨其改善方案，对蓄水池水库进行了运用计算。如 5.3.7 所示，在 2003 年太子河流域中，蓼窝水库的补给量最大，是供给农业用水和工业用水的多功能水库。特别是通过对以农业用水为主的蓼窝水库进行运用分析，其分析结果可以适用于以农业、生活、工业用水为用途的其它水库。

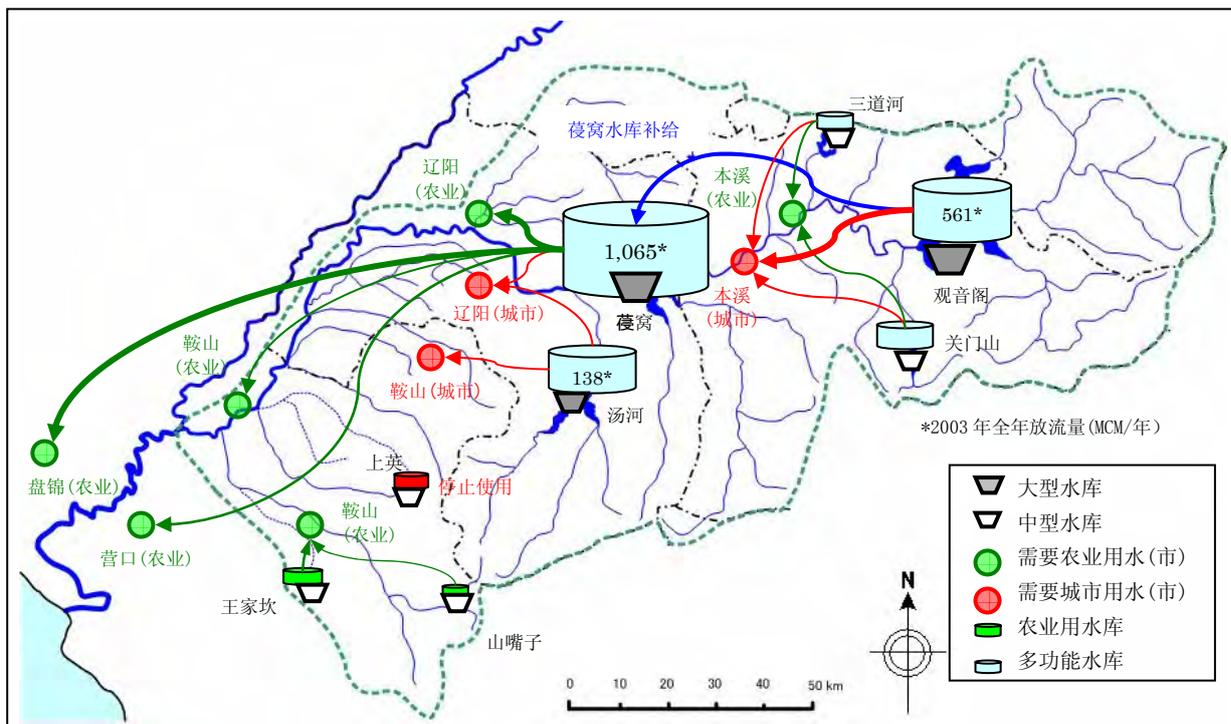


图 5.3.7 太子河流域大、中型水库利用现状（2003 年）

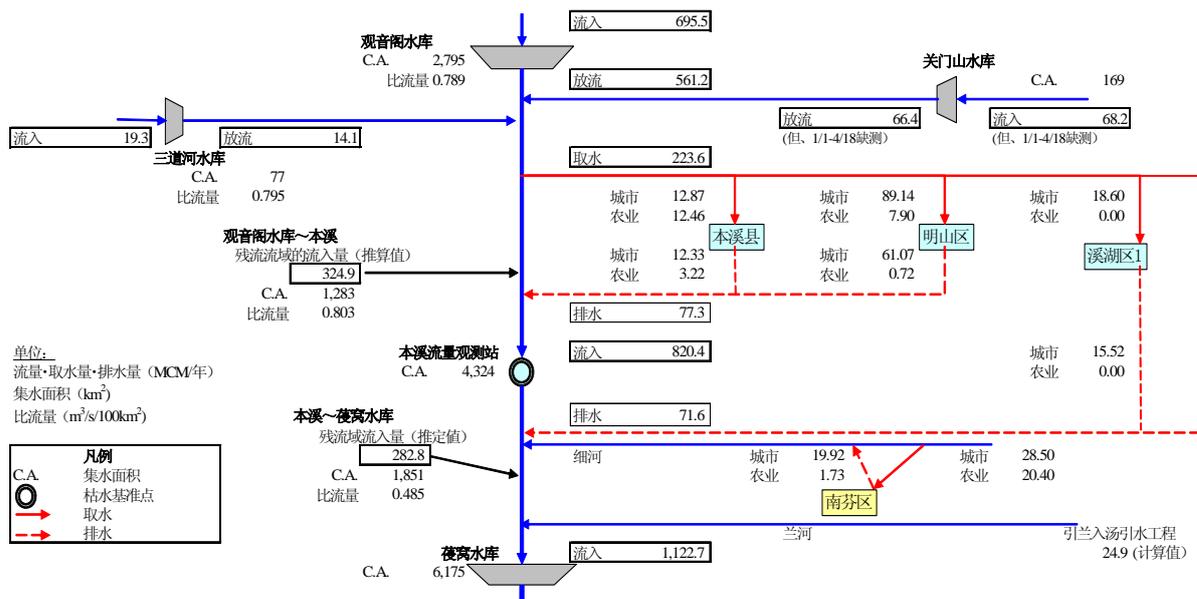
(1) 水库运用计算输入条件的确定

使用 1984 年至 2003 年 20 年的雨量数，通过水箱径流模型推算自然流量。在此基础上，追加水库调度，对水库运用进行计算。假设水库初期水位与 2003 年初期水位相同，并假定过去 20 年的径流情况能再现今后 20 年的径流情况。水库运用计算条件的设定见表 5.3.3。另外，蓼窝水库上游 2003 年的水利用状况见图 5.3.8。

表 5.3.3 蓼窝水库运用计算的条件设定

项目	内容
自然流量	利用 1984 年-2003 年的雨量数，据根水箱径流模型推定自然流量
水库调度	假设蓼窝水库上游 3 座水库（观音阁、关门山、三道河）的调度和 2003 年相同。另外，3 座水库 20 年的流入量，持续 2003 年调度的情况下，其蓄水量不会成为零。
供水	假设观音阁水库~蓼窝水库之间的供水（取水、回归）与 2003 年相同。

资料来源：JICA 调查团



资料来源：JICA 调查团

图 5.3.8 2003 年覆窝水库上游水库的调度和水利用情况

(2) 水库运用计算中覆窝水库放流方式选择的设定

为了分析随覆窝水库放流量变化而产生的水库举动，设定放流方式选择并进行水库运用计算。选选择设定条件如下所示。

- 1) 标准：与 2003 年水库调度同样的放流方式
- 2) 普通灌溉期定量放流量选择：在 2003 年水库调度中，水库以普通灌溉期（6/11 以后）的放流量为最大放流量进行定量放流（65.0m³/s）

不同选择设定的放流方式见图 5.3.9。

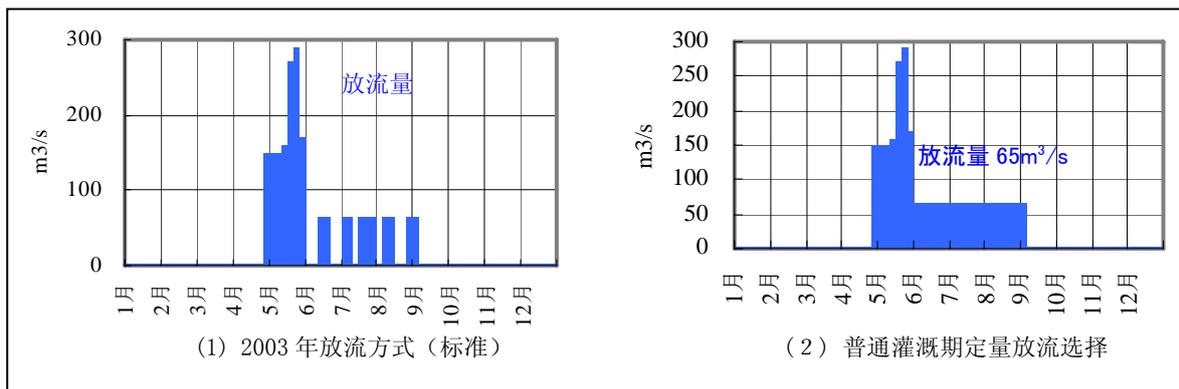


图 5.3.9 不同选择的放流方式

(3) 2003 年放流方式运用 (选择 1)

2003 年放流方式运用(标准放流方式)及普通灌溉期确保最大放流量 $65.0\text{m}^3/\text{s}$ 时的水库蓄水位变化情况见图 5.3.10。在 2003 年放流方式运用中, 由于采用了在普通灌溉期尽量减少水库补给、蓄留流入水量的方法, 使普通灌溉期的放流量呈不连续状态。对于过去 20 年降雨量类型, 上游水库群(观音阁、关门山、三道河)在持续进行 2003 年的水库调度时, 茭窝水库在以 2003 年水库调度持续 20 年情况下, 其蓄水量不会变为零。

(a) 改善水库运用的可能性

计算结果表明: 当 2003 年的水库调度方式持续 20 年时, 水库的残留蓄水量中有富余, 开发新增水量是可能的。

(b) 2003 年水库调度的改善

在 2003 年的运用中, 从 10 月末到 12 月上旬, 为了使蓄水位保持在正常高水位以下, 一直进行了无效放流。通过将该无效放流转换为普通灌溉期的放流或者转换为新增水量, 可以确保增加兴利放流量和灌溉期间的维持流量。

(4) 普通灌溉期定量放流选择(选择 2)

日本在农业用水取水时, 按不同生长期(例: 平整水田期、普通灌溉期、非灌溉期等三个期间)设定了最大取水量, 并制定水库补给计划。本次讨论针对未列入太子河流域水库补给计划的普通灌溉期, 对定量放流(普通灌溉期的最大放流量 $65.0\text{m}^3/\text{s}$)选择进行了讨论。

如 2003 年方式水库调度那样, 与普通灌溉期持续进行不连续放流情况不同, 选择 2 在 20 年连续运用中水库的蓄水量(有效蓄水量)多次变成零。通过对选择 1 和选择 2 比较表明, 茭窝水库运用的现状是应尽量节约普通灌溉期水库的放流量, 以确保了水库残余库容。所以可以说, 在没有长期用水计划的太子河流域水库运用中, 如 2003 年茭窝那样, 应尽可能限制水库放流期间进行节水。

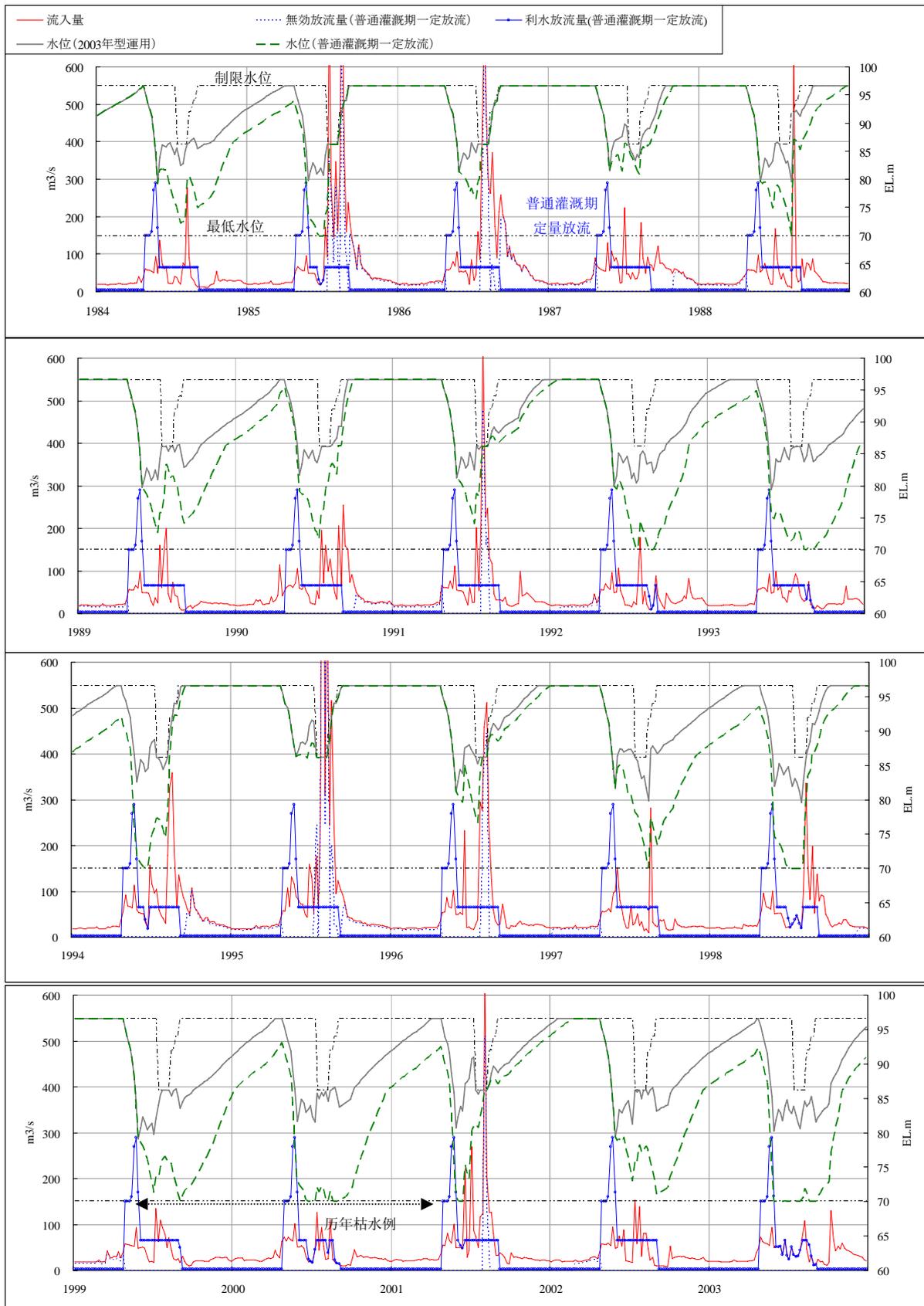


图 5.3.10 2003 年方式水库调度与普通灌溉期定量放运用的比较

(5) 新增开发水量的追加选择(选择3)

另外，以研究现有水库调度中潜在剩余水量为目的，如图 5.3.11 所示，在 2003 年方式放流量的基础上加上全年定量放流（新增水量）之后，进行了水库运用计算。

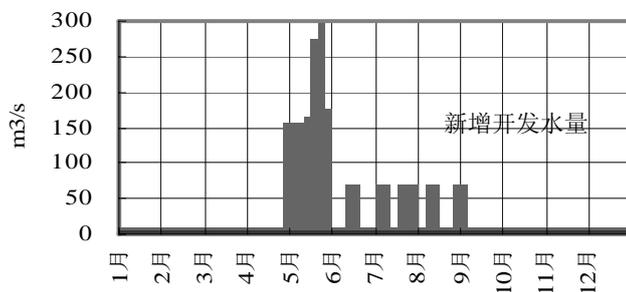


图 5.3.11 蓼窝水库新增开发水量放流方式

运用计算结果见表 5.3.4。另外，图 5.3.12 显示了新增水量为 1.5m³/s 和 4.5m³/s 时水库运用计算结果。再现过去 20 年降雨量方式，并假定在蓼窝水库上游(观音阁水库，关口山水库，三道河水库)以 2003 年同样的水库调度方式进行运用，且蓼窝水库上游的水利用与 2003 年相同的情况下，通过重新评价蓼窝水库的运用规则，有可能产生新的剩余水。剩余水的量，根据运用规则的设定方法不同，灌溉开始时期确以保正常高水位的规则的情况下，作为剩余水平均 1.5m³/s 左右的新增水利用成为可能。另外，在设定 20 年连续运用且其蓄水量仅 1 回成为零情况下，最大 4.5m³/s 左右新增水利用成为可能。

表 5.3.4 蓼窝水库新增水量(剩余水量)的设定和运用的计算结果

	新增开发水量的设定	20年(1984-2003年)运用计算结果
1	无(2003年放流方式运用)	每年灌溉开始时，基本确保了正常高水位。
2	1.5m³/s	在20年运用中，仅1年是在灌溉开始时未能确保正常高水位。
3	4.5m³/s	根据20年连续运用的计算来看，有1年水库蓄水量为零。

资料来源：JICA 调查团

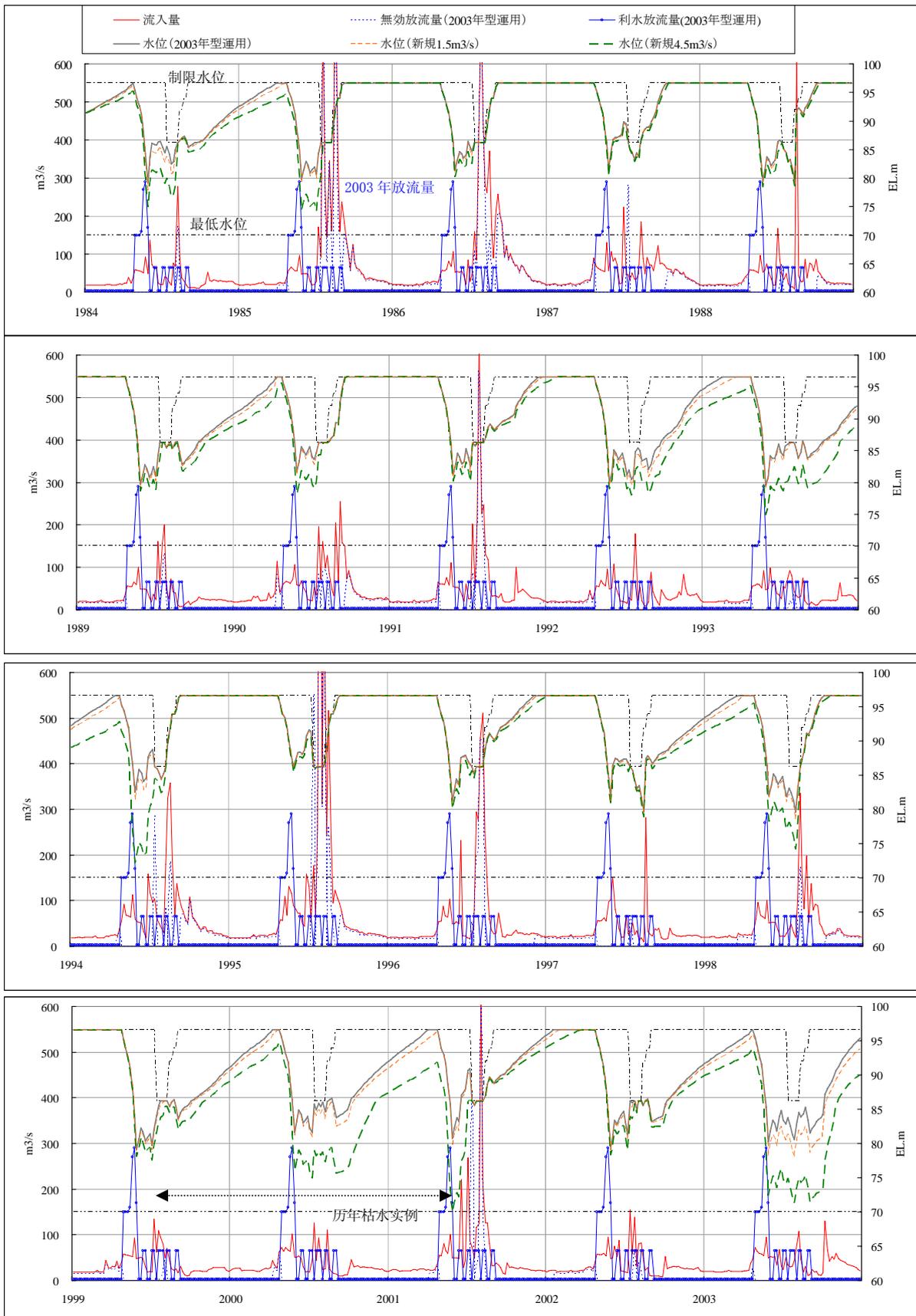


图 5.3.12 不同新增开发水量选择的水库运用计算结果（模窝水库）

5.3.5 讨论现有水库兴利容量的改善措施

改善现有水库兴容的措施有在汛期暂时提高限制水位，将调节的库容用于利水目的（见图 5.3.13）。在太子河流域的汤河水库和茭窝水库，当预测其来水量很小时，提高汛前限制水位，将其共用库容量³有效利用于利水目的。但是，提高限制水位的有效利用计划及其效果并不明确。因此，本次调查通过水库运用计算针对现有水利用，对共用库容的有效利用效果进行讨论研究。

我们认为，茭窝等水库通过提高加固水库堤坝确保治水库容和增加利水库容的措施特别有效。但是，在茭窝水库的正上游有本溪市，在加高加固堤坝时，如果发洪水，便增加了位于水库上游的本溪市受灾的危险性，茭窝水库提高加固方案实施有困难。另外，在通过替代其它水库治水提高限制水位的研究中，必须有水库基本计划，本调查亦难适用。

(1) 提高限制水位所产生的促进水位恢复效果

提高限制水位有加快非灌溉期的蓄水位恢复的效果。譬如在茭窝水库，与 2003 年同样的水库放流方式反复进行 20 年放流时，与设定限制水位下限的情况相比，在设定限制水位上限时，洪水期之后水库蓄水量的剩余量很大，在此后的非灌溉期水库蓄水量迅速被恢复。这是因为积极利用共用容量进行蓄水的结果，在下年度的灌溉开始之前促进蓄水量、蓄水位恢复的效果。另外，由于在过去的 20 年中，7、8 月两个月几乎都发生过无效放流，所以可望全年通过有效利用共用库容，达到促进水位恢复的效果（图 5.3.14）。

(2) 通过提高限制水位达到削减无效放流的效果

限制水位下限设定和上限设定时（7 月～8 月）无效放流量的比较结果，以 2003 年放流方式调度进行 20 年运用时，可以削减年平均无效放流量 44.7MCM。

(3) 通过有效利用共用库容增加新增开发水量

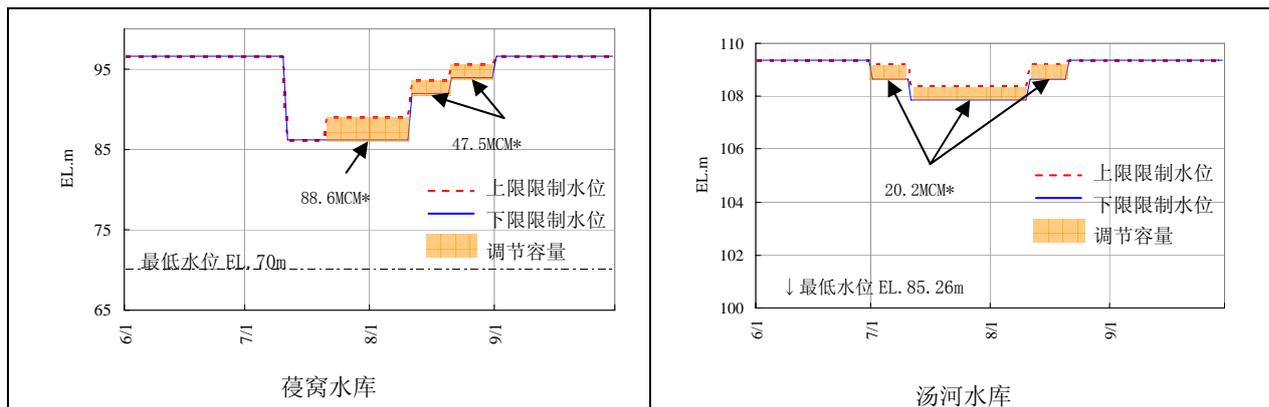
当把 7 月～8 月两月无效放流量的削减量，即部分共用库容中的新增蓄水量用于下年度全年平均放流时，为共用库容的蓄水即为新增开发水量。将提高限制水位所减少的无效放流量换算成年补给水量的换算例子见表 5.3.5。

例如，当重复 2003 年放流方式调度时，通过提高限制水位，可以新增 20 年间平均水量 $1.4\text{m}^3/\text{s}$ 左右。另一方面，当加上新增开发水量 $4.5\text{m}^3/\text{s}$ 再继续放流时，可以将蓄留的共用库容按 20 年平均新增流量 $1.1\text{m}^3/\text{s}$ 左右进行放流。

(4) 结论

通过提高限制水位有效利用共用库容的现行计划，从水利用的观点来见是非常妥当的。因此，今后通过提高限制水位积极推行共用库容有效利用仍是有效的。但在有效利用共用库容时，必须慎重监测平时来水情况，以使洪水灾害不会发生。为了改善兴利库容，最理想的是通过提高汛前限制水位以减少无效放流量，同时将部分共用库容的蓄留水作为新增加水量进行放流。

³ 共用容量 = 正常高水位相当容量 - 限制水位相当容量



* 图中调节库容数字是根据现地委托调查取得的水位、蓄水量数据，从水位和蓄水量关系式计算得出的。
资料来源：JICA 调查团

图 5.3.13 稷窝水库、汤河水库现有共用库容有效运用的设定

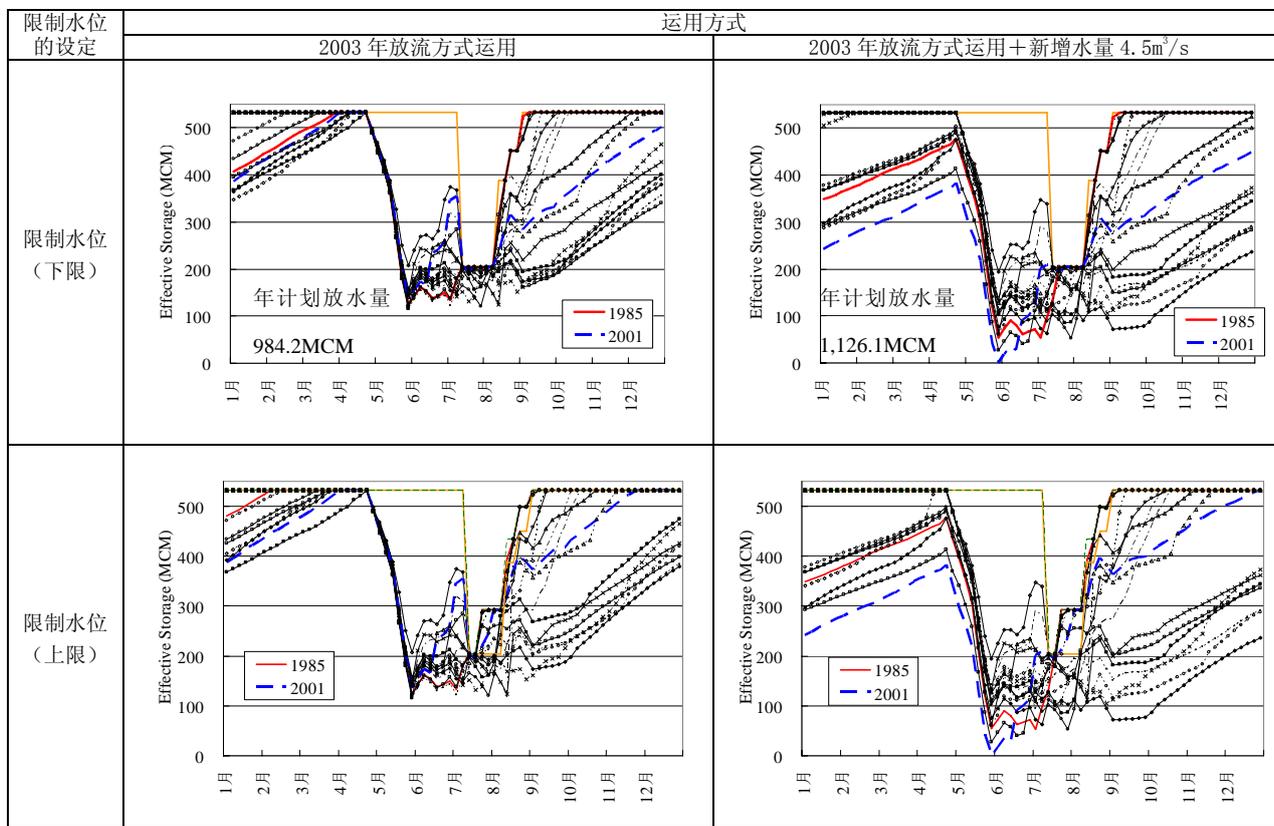


图 5.3.14 提高稷窝水库限制水位的后 20 年间水库运用的比较 资料来源：JICA 调查团

表 5.3.5 7 月-8 月间 20 年平均无效放流削减量 (稷窝水库)

放流方式	(1) 限制水位 (下限)	(2) 限制水位 (上限)	共用库容的蓄留量 (3)=(1)-(2)	(3) 年间换算
	MCM	MCM	MCM	m ³ /s
2003年运用	559.3	514.6	44.7	1.42
新增水量4.5m ³ /s	349.1	314.7	34.4	1.09

资料来源：JICA调查团

5.3.6 向太子河下游放流方式的重新评价

在包括平整水田期在内的4月末~5月(4/26-5/31)期间,由蓼窝水库向下游的放流量急剧增加(2003年日平均高峰放流量 $330\text{m}^3/\text{s}$:2003年5月18日)。水库放流量陡增的主要原因,是位于大辽河下游的营口市、盘锦市灌区(太子河流域外)为了在平整水田期不发生盐水倒灌,向河口地区进行以防止盐水倒灌为目的的放流和向灌区补给灌溉用水。从5月上旬始,蓼窝水库下游的灯塔灌区、辽阳灌区(太子河流域内)开始平整水田,防止盐水上溯进行的放流和平整水田进行的放流形成合流,其结果是蓼窝水库放流量比其它时期都大。通过对4月末~5月期间蓼窝水库下游放流量的仔细调查,讨论研究了产生剩余水量的可能性。

为了详细调查蓼窝水库放流量,整理了蓼窝水库放流计划,并与实绩放流记录进行了比较。所谓供水计划指标,就是每年灌区在制定用水计划之前,根据省供水局管辖水库的蓄水剩余水量和该年度来水预测结果,编制用水计划,并作为用水计划指标下达各市水利局。另外,灌区每年向各市提出用水计划,经市汇总后报省供水局。

比较2005年供水计划指标和用水计划可以看出,除营口市外,其它各市用水计划都超过了供水计划指标。这表明用水现状是:水库管理部门尽量控制放流量,而用水单位或个人则尽可能从水库多取水。虽然不能对2005年用水计划与2003年实绩进行单纯比较,但实绩放流量存在超过下游用水计划放流的可能性(表5.3.6及图5.3.15)。今后,通过缩小供水计划指标与用水计划及水库放流量之间的乖离,并通过制定精度高的计划,有可能减少无效放流。

表 5.3.6 蓼窝水库放流量实绩(2003年)与用水计划的比较

		4月	5月	6月	4月-6月合计	与放流量实绩之差
蓼窝水库全部放流(2003)	百万 m^3	47.9	527.6	48.7	624.2	0.0
2003年供水计划指标	百万 m^3	34.4	320.1	56.5	411.0	-213.1
2005年供水计划指标	百万 m^3	34.4	380.8	46.4	461.6	-162.6
2005年用水计划	百万 m^3	34.4	456.3	63.1	553.8	-70.3

资料来源: JICA调查团

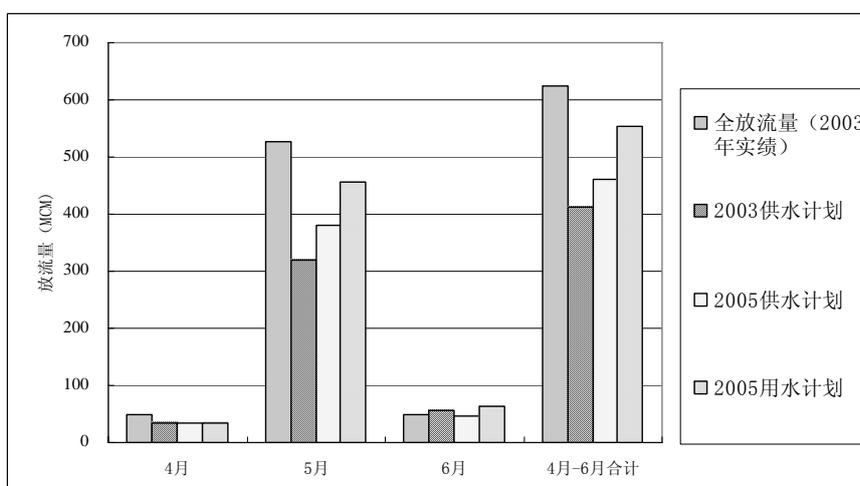


图 5.3.15 蓼窝水库4月-6月放流量和各计划的比较

5.3.7 河流正常流量的讨论

(1) 维持流量的确定

本次调查按表 5.3.7 和表 5.3.8 所示的 3 种方法对维持流量进行了设定。表 5.3.7 显示了 Tennant 法及 10 年最小月平均流量法设定的维持流量。同时，表 5.3.8 中显示了由日本制定方法所得出的各流量观测站不同项目必要流量。

表 5.3.7 由 Tennant 法及 10 年最小月平均流量法得出的各流量观测站的维持流量

地点	河流名	集水面积 (km ²)	(1) Tennant法		(2) 7Q10法	
			维持流量 (m ³ /s)	流量比 (m ³ /s· 100 km ²)	维持流量 (m ³ /s)	流量比 (m ³ /s· 100 km ²)
本溪	太子河	4, 324	4.00	0.093	2.69	0.062
辽阳	太子河	8, 082	5.33	0.066	1.74	0.022
小林子	太子河	10, 203	6.54	0.064	2.34	0.023
唐马寨	太子河	11, 203	7.63	0.068	8.73	0.078

资料来源：本调查《水平衡》附属报告

表 5.3.8 由日本的制定方法得出的各流量观测站不同项目所需流量的推算

	船运	渔业	景观	防止盐害	防止河口阻塞	保护河流管理设施	维持地下水位	动植物生息地或生育地环境	保持流水清洁*
本溪	-	-	-	-	-	-	-	3.26 (20.68)	5.33
辽阳	0.98	-	0.98	3.27	-	-	-	-	-
小林子	-	-	-	4.15	-	-	-	-	-
唐马寨	-	-	-	4.54	-	-	-	-	-

- : 研究必要性低的项目，本溪流量观测所()的数值是4月及5月的维持流量。相当于鱼类的产卵期。

* 为满足2003年枯水期(12月~3月)环境标准的必要最低月平均流量。

资料来源：本调查《水平衡》附属报告

(2) 不同时期阶段性维持流量选择的制定

在本研究中，对本溪地点的「动植物生息地或生育地环境」项目按不同时期进行了设定，在 4 月、5 月和其它时期分别设定了各自的维持流量。纵断面方向的阶段性维持流量选择的的设定实例见图 5.3.16。

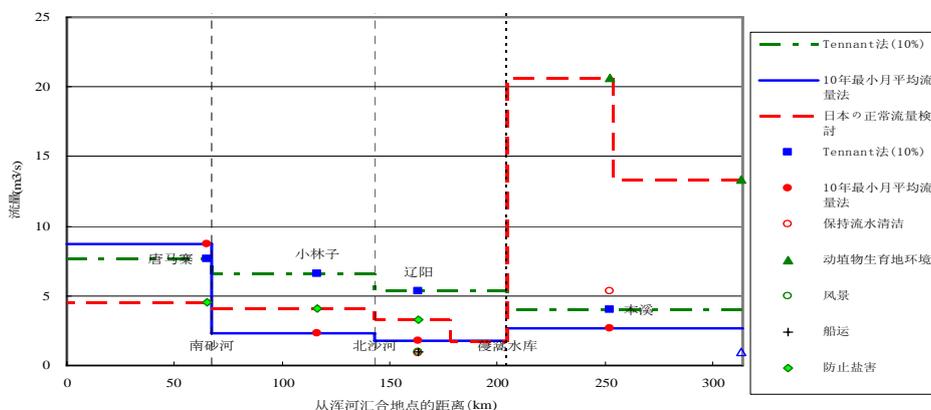


图 5.3.16 太子河干流维持流量的设定选择（包括 4 月、5 月）

(3) 正常流量阶段性选择的讨论

应确保正常流量和维持流量的目标年度设定为与太子河流域水资源分配计划目标年 2020 年相同。从 2020 年水需求预测结果, 假定地下水取水量和 2003 年相同, 进而设定了地表水需要量。从各枯水基准点的基准年河流流量中减掉基准点上游河段 2020 年的水需要量, 所得结果作为维持流量的, 可保证的流量。

沿太子河干流各枯水基准点 2020 年地表水供需平衡见图 5.3.17。1985 年是 20 年一遇枯水基准年, 由于该年度后半大量来水的影响, 自然地流量超过量平年流量, 所以, 对于异常枯水基准年 2001 年 (10 年一遇枯水基准年) 的自然流量, 以 2003 年水库调度时各枯水基准点的流量作为地表水可利用量。另外, 同时, 关于水需求, 根据各行业水需求预测, 假定地下水取水量维持在 2003 年的取水量时, 对地表水的需求量进行量计算。各枯水基准点 2020 年的需求平衡和维持流量的保障状况如下所示。

本溪: 通过继续 2003 年水库调度方式, 在本溪地点可以满足 2020 年水需求。但 9 月份观音阁水库放流量比其它月份放流量小 (月平均放流量 $5.0\text{m}^3/\text{s}$), 所以本溪地点的流量也受到水库调度影响, 维持流量可能量小。

辽阳: 在 1 月~3 月和 12 月枯水期, 据预测, 虽然非常小, 但是 2020 年水需求超过河流流量, 将出现供水不足情况。因此, 为了满足 2020 年的水需求, 必须改变现行水库调度规则。另外为了进一步实现确保维持流量的目标, 除了确保供水流量的水库放流量之外, 还必须进行确保维持流量的放流。

唐马寨: 根据 2003 年水库调度, 满足了 2020 年的水需求。同时也确保由日本正常流量讨论项目的维持流量。因此, 通过逐渐提高选择设定的等级将可望进一步增加维持流量。

根据上节的讨论结果, 主要从增加水库放流量的观点, 就维持流量选择设定方案及确保正常流量、维持流量方案进行了整理, 见表 5.3.9。特别是就供求平衡十分紧迫的辽阳地点, 建议通过试验性项目来验证为确保维持流量的可实施的水库放流。

表 5.3.9 枯水基准点维持流量选择设定方案和实现目标的措施

基准点	阶段性维持流量选择设定方案 (实现目标的顺序)	应确保的 供水流量	实现目标的措施方案
本溪	1. 7Q10法 2. Tennant法 2. 日本正常流量讨论法	2020年地表水需要量 (观音阁水库~本溪)	增加9月份观音阁水库放流量
辽阳	1. 7Q10法 2. 日本正常流量讨论法 3. Tennant法	2020年地表水需要量 (稜窝水库~辽阳)	优先采用满足水需求的措施。增加稜窝水库或汤河水库枯水期 (12月~3月) 放流量、确保水需求和维持流量。
唐马寨	1. 日本正常流量讨论法 2. 7Q10法 3. Tennant法	2020年地表水需要量 (辽阳~唐马寨)	12月增加稜窝水库或汤河水库放流量, 以选择确保维持流量 2、3 为目标。

资料来源: JICA调查团

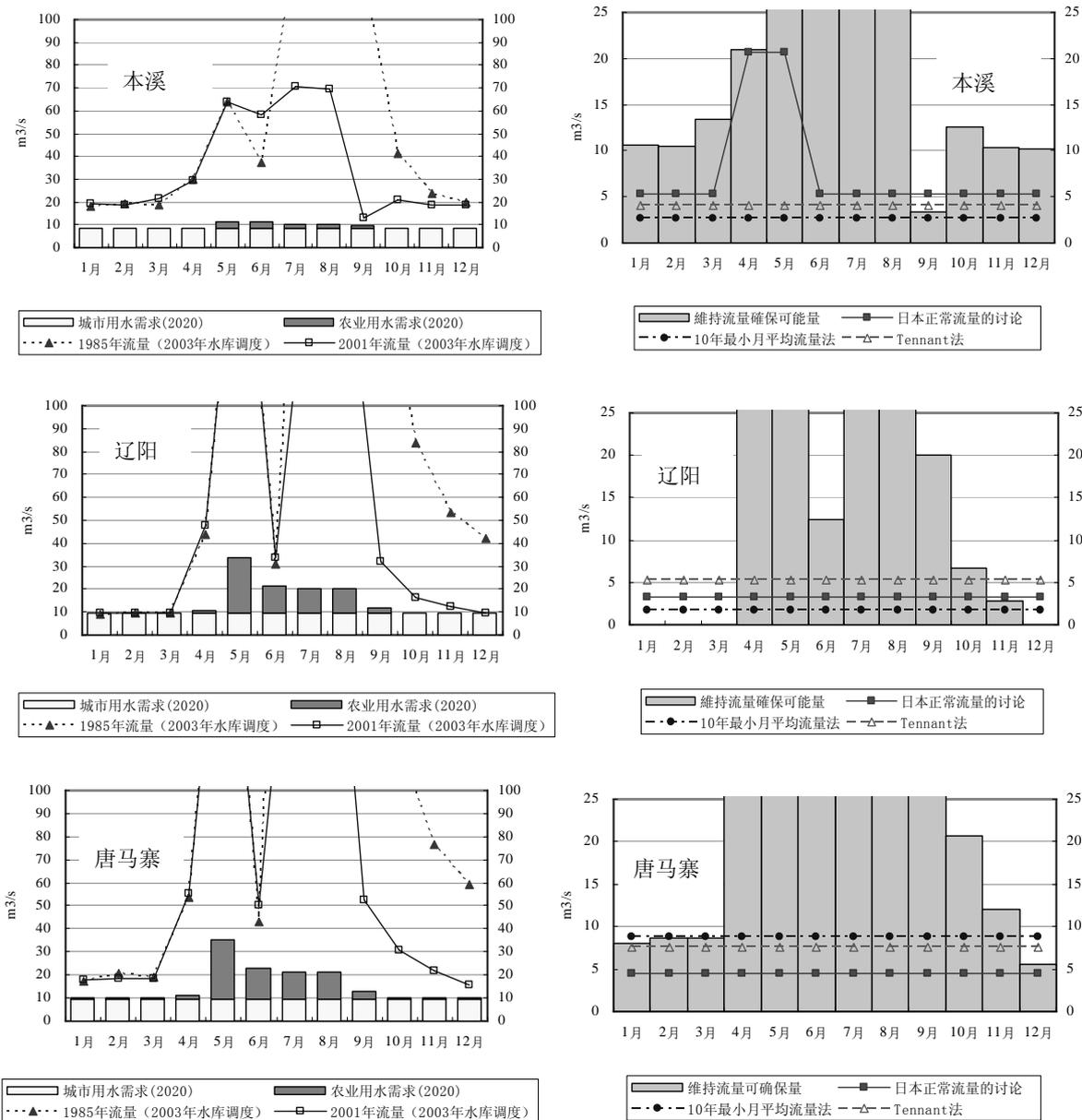


图 5.3.17 枯水基准点 2020 年水供需平衡和维持流量可确保量

5.3.8 有关太子河流域水库调度的建议

与水权制度建设框架有关的水库调度管理中,「通过水库调度确实运用对行政区的流域水分配的宏观调整」和「以确保各行业用水和维持流水正常功能为目的的微观供水计划」是重要的,两者必须被确立和调整。

(1) 延长省直辖水库供水计划(水库补给计划)期间

太子河流域辽宁省直属水库的供水,由辽宁省供水局进行调节和管理。生活及工业用水,按已经申请取得的全年总量进行平均分配,农业用水以4月下旬~10/6(2005年实绩)为对象,按用水计划(取水计划)制定供水计划。生活和工业用水因全年没有什么变化,供水计划基本是在每年灌溉开始前制定,计划期间与用水计划时间相同,均为4月下旬~10/6。

预计从现行的取水许可制度向水权制度过渡的情况,通过长期供水计划,可以求出稳定用水分配计划。因此,建议将太子河供水计划对象期间延长为从灌溉开始前至第2年灌溉开始前的1年间,以改善水库的运用。同时,作为农业用水取水计划的用水计划期间,定为从灌溉开始到包括一般灌溉期在内的灌溉取水结束期(估计在9月20日左右)为止。包括普通灌溉期的对象期间的水库运用计划修改方案见表5.3.10。

表 5.3.10 水库运用规则修订方案

	现行运用	修订方案
供水(水库补给)计划	每年在灌溉开始前根据残留蓄水量和预测来水量,制定供水计划	根据长期用水计划制定供水计划(基准蓄水位)
水库运用目标	满足用水计划期间(1/5-10/6)的灌溉用水需要,到10/6水库蓄水量不为0。	<ul style="list-style-type: none"> 到计划灌溉结束日(水田灌溉是10/9)蓄水量不为0。 继续单年运用时,到灌溉开始前水位恢复到常时满水位。
水库运用规则		
水库调度	部分计划的调度	全年计划的调度
运用上的条件	如有水库残留蓄水量,即根据下游放流要求放流。	<ul style="list-style-type: none"> 必须监测放流量、取水量与计划是否乖离。 基准线和实际蓄水量变化存在乖离时,必须限制放流。

资料来源: JICA 调查团

根据上述讨论,有关水库运用以及河流正常流量管理的阶段性措施见图5.3.18和图5.3.19。

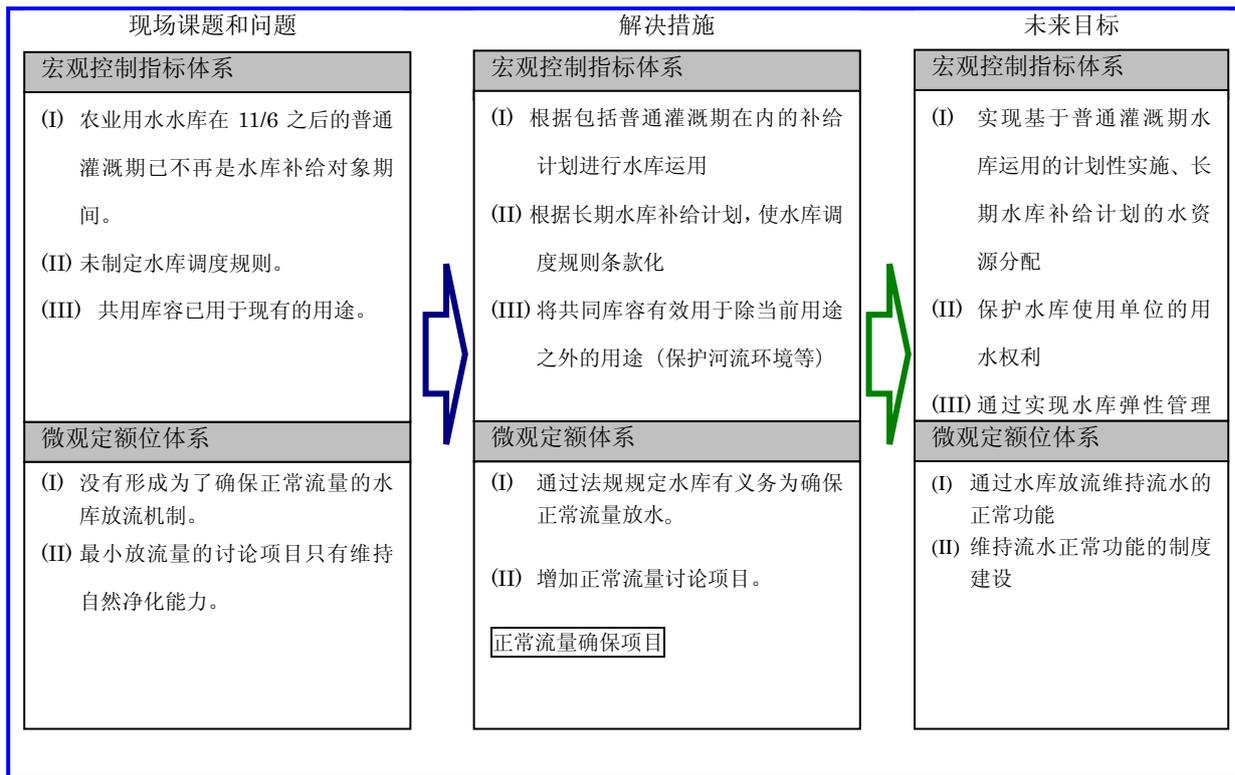


图 5.3.18 太子河流域水库运用和与河流正常流量有关的阶段性改善流程

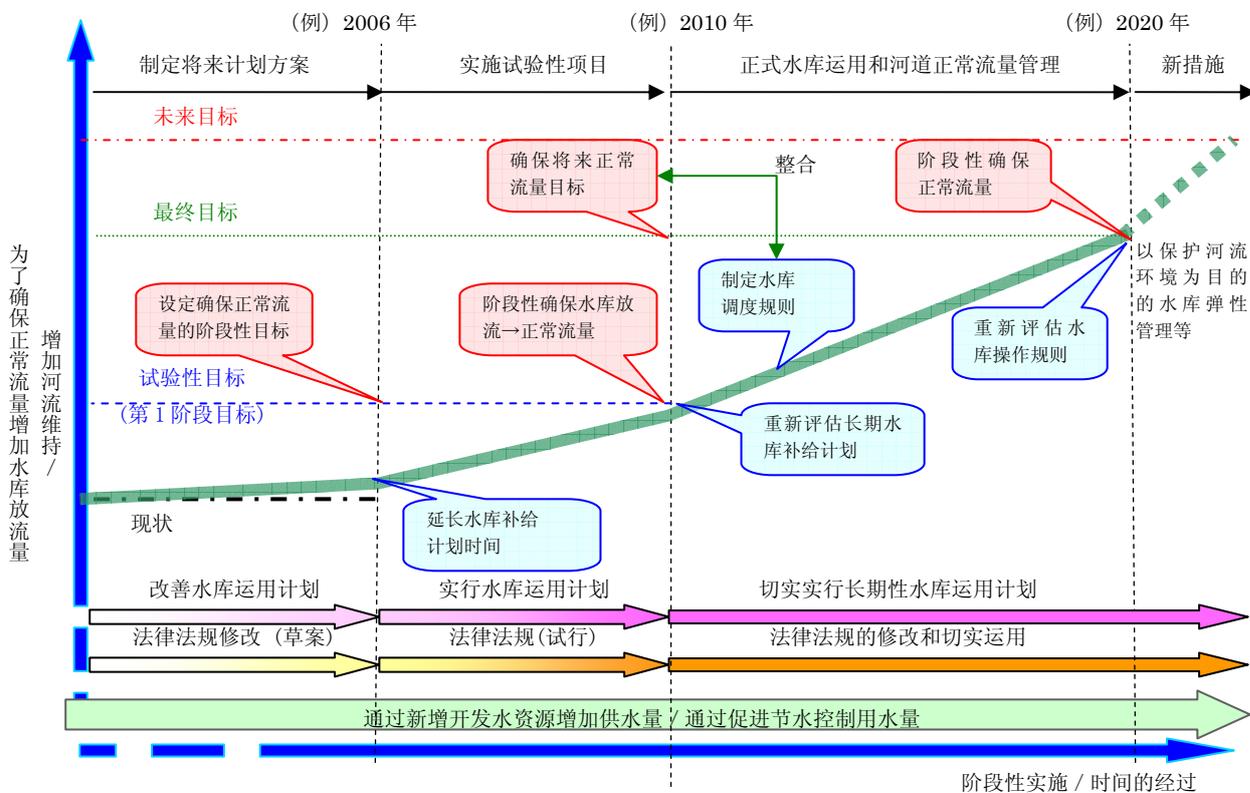


图 5.3.19 与水库运用和河流正常流量管理有关的阶段性措施

(2) 水库调度规则中水库运用规则的条款化

建议以确保稳定使用水权为目的,制定将水库调度规则条文化的水库调度规程。在制定水库调度规程时,要参考中华人民共和国水利部制定的《综合利用水库调度通则(1993年12月20日实施)》。该《通则》规定各省应制定实施细则。因此,在制定实施细则的基础上,再制定水库调度规程是理想的。

在太子河流域,考虑向各市级行政区进行用水分配时,重要的是省直属水库。因此水库要确定现行省属大型水库。同时,由于国务院通则中已经规定由水库管理部门制定水库运用规程(水库调度规程),所以,由辽宁省水库管理部门的辽宁省供水局制定水库调度规程。

(3) 在水库调度规程中追加共用库容的活用办法的地位

在以部分共用库容为兴利库容的蓼窝水库,其共用库容的活用效果的讨论结果是,减少了无效放流,并可以将共用库容蓄留的水量作为新增水量。鉴于太子河流域水库运用现状,建议在可以有效利用部分共用库容(洪水调节库容)的情况下,将使用目的记入水库调度规程中。

在日本,防洪库容的一部分除了用作兴利库容之外,还用于保护河流环境的放流。这是因为现行计划可以确保维持流水的正常功能。另一方面,太子河流域水库在计划上有时不能确保河流的正常流量,而且从保护河流环境的目的出发,确保河流正常流量应该优先。因此,太子河流域有效使用水库共同库容的目的要定在减轻枯水危害或为了维持流量的放流上。

5.3.9 关于太子河流域正常流量的建议

(1) 将水库放流原则从确保最低流量变更为确保正常流量

辽宁省大型水库已根据《辽河流域水污染防治条例》,对以确保供水流量为前提,对为维持水体自洁能力确定水库下游最小放流量做出了规定。另外,省环境保护行政主管部门负责制定水库下游最小放流量方案。但是,不只是水质的观点,从复数观点来看,应该规定水库最小放流量。

从河流管理的观点来看,我们建议明文规定应义务从水库放流必要的流量,以维持河流正常功能。在日本,由于制定了各个水库的调度规程,该项条文在《水库调度规程》中有表示。另一方面,在辽宁省水库调度规程还没有明文规定。虽然也有将水库调度规程明文规定化的手续过程加入该项条文的草案,但建议本调查从河流管理这一观点来看作为已设的《辽宁省河道管理条例》的条款进行补写。

具体来讲,以确保辽阳观测地点的维持流量为目的,使蓼窝水库的放流义务化。由于蓼窝水库2003年调度有改善的余地,有产生新增剩余水的可能性,今后通过实施试验性项目,讨论从蓼窝水库的维持流量放流是有价值的(图5.3.20)。

(2) 正常流量讨论项目的阶段性追加

在辽宁省，根据以环境保护部门为主管的《辽河流域水污染防治条例》，研究保持地表水正常流量问题。该条例 22 条规定：保持流水的正常流量，将以维持水体自洁能力（日本的保持流水清洁能力）为目的。

但还应该从自然净化能力以外的观点着手维持流量研究，建议阶段性追加研究项目。具体包括①船运，②渔业，③旅游，④保持流水清洁，⑤防止盐害，⑥防止河口阻塞，⑦保护河流管理设施，⑧维持地下水位，⑨水文统计指标(Tennant 法，10 年最小月平均流量法等)。另外从河流管理者角度看，辽宁省水利厅应该是主管单位，而且并不是是在《辽河流域水污染防治条例》中，而是在《辽宁省河道管理条例》中，追加研究正常流量的条款。

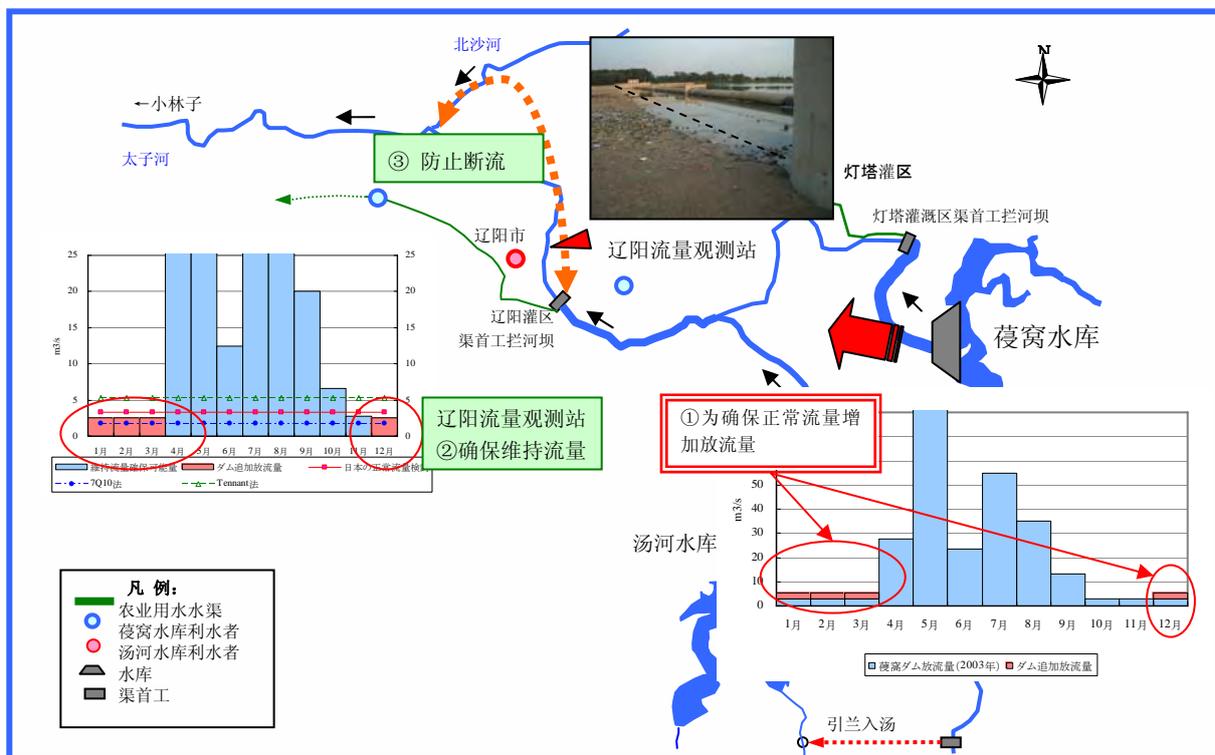


图 5.3.20 根据水库放流确保维持流量的示意图