

附属报告书-10

水权建设和分配

中华人民共和国 水权制度建设研究项目

最终报告书

第 5 卷

分类-3 试点地区事例研究

附属报告书-10

水权建设和分配

目 录

第 1 章 水资源分配计划的制定	10-1
1.1 背景.....	10-1
1.2 水资源分配的研究方针.....	10-1
1.3 水资源分配原则的确定.....	10-3
1.4 水资源分配方案的设定.....	10-3
1.5 水资源分配的制定方法.....	10-5
1.6 各方案的水资源分配.....	10-9
1.7 各方案水资源分配结果之比较.....	10-26
1.8 结论.....	10-28
第 2 章 水价格制度的研究	10-30
2.1 研究背景.....	10-30
2.2 生活用水.....	10-30
2.3 工业用水.....	10-32
2.4 农业用水.....	10-34

表 目 录

表 1.1.1	太子河流域的水需求量：2003 实绩和 2020 预测.....	10-2
表 1.4.1	设定方案.....	10-4
表 1.6.1	维持流量设定条件.....	10-12
表 1.6.2	合理化前后的灌溉效率.....	10-18
表 1.6.3	农业合理化的用水削减预计效果.....	10-18
表 1.6.4	两方案中工业用水不足的对比.....	10-24
表 1.7.1	水资源分配的经济效果（2020 年）.....	10-28
表 2.2.1	生活用水价格弹性的计算结果.....	10-32
表 2.3.1	日中双方回收率的对比.....	10-33
表 2.3.2	通过提高回收率削减工业用水的效果.....	10-33
表 2.4.1	水价格的比较.....	10-34
表 2.4.2	太子河流域各地域农业用水与工业用水的生产定额.....	10-34

图 目 录

图 1.2.1	区域分配单位的设定.....	10-1
图 1.5.1	太子河流域地表水利用模型.....	10-6
图 1.5.2	太子河流域地下水利用模型.....	10-6
图 1.5.3	线性计划法各公式的说明.....	10-8
图 1.6.1	不同月份·不同用途的水资源分配结果(维持现状供水方案, 海城市)	10-10
图 1.6.2	2020 年的水资源分配(维持现状供水方案)	10-11
图 1.6.3	按不同月份的水资源分配结果(水源保护方案 1, 辽阳市区)	10-13
图 1.6.4	2020 年的水资源分配(水源环境保护方案 1)	10-14
图 1.6.5	地下水削减量.....	10-15
图 1.6.6	按不同月份的水资源分配结果(水源保护方案 2, 鞍山市区)	10-16
图 1.6.7	2020 年的水资源分配(水源环境保护方案 2).....	10-17
图 1.6.8	按不同月份的水资源分配结果(用水转换方案, 灯塔市, 辽阳市区)	10-19
图 1.6.9	2020 年的水资源分配(用水转换方案).....	10-20
图 1.6.10	按不同月份的水资源分配结果(运用改善方案, 辽阳市区)	10-22
图 1.6.11	2020 年的水资源分配(运用改善方案).....	10-23
图 1.6.12	2020 年的水资源分配(综合方案)	10-25
图 1.7.1	用水转换方案/运用改善方案/维持现状供水方案的水资源总量.....	10-26
图 1.7.2	水源环境保护 1/水源环境保护 2/维持现状供水的各方案的水资源分配总量..	10-26
图 1.7.3	各方案的水资源分配的经济效果.....	10-27
图 1.8.1	确保工业用水的阶段性措施示意图.....	10-29
图 2.1.1	城市居民收入和供水量的变化.....	10-31

第 1 章 水资源分配计划的制定

1.1 背景

随着社会经济的发展，预测太子河流域的水需求总量将从 2003 年实际用水量 18.8133 亿 m³/年的基础上进一步增加。2010 年的水需求总量将超过 20 亿 m³，在 2020 年达到 20.8 亿 m³/年。各县级行政区的水需求量预测结果如表 1.1.1 所示。

预测水需求量显著增加的地区有鞍山市区（2020 年约增加 6,700 万 m³/年，以下同）、辽阳市区（约增加 6,400 万 m³/年）及平山区（约增加 3,100 万 m³/年）。三个地区水需求增加量占总增加量的 80%。上述地区分别为鞍山、辽阳、本溪市行政中心地区，是主要工业地区，也是 2003 年工业用水供水量大的地区。

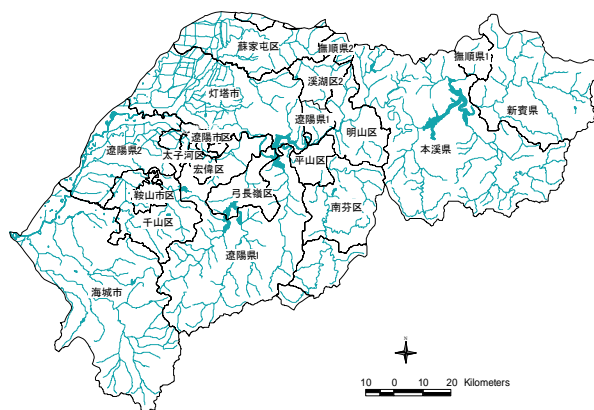
预测水需求量显著减少的地区有辽阳县（2020 年约减少 2,500 万 m³/年，以下同）、灯塔市（约减少 2,400 万 m³/年）。上述两地区是 2003 年农业用水供水量较多的地区。该地区水需求量的减少是由于灌溉效率的自然改善（-0.658%/年）所取得的效果。

水需求的地区性增长水平不一。为了适应地域性水需求的变化，必须不断考虑未来水资源分配时水资源分布不均的问题，以便研究区域的水供需平衡。

1.2 水资源分配的研究方针

1.2.1 区域的分配单位

水需求反映出地域产业结构的情况，而且是变化的。水资源还具有地域性、用水时期性的特点。因此，有效的办法是具体确定好分配对象。参考「辽宁省水资源管理年报（2003 年）」，以 20 个县级行政区为分配对象单位。图 1.2.1 显示了分配单位情况。



资料来源:JICA调查团

图 1.2.1 区域分配单位的设定






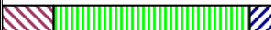
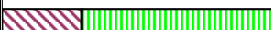


















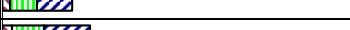












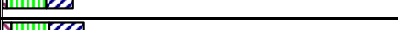
1.2.2 分配时段划分

为了反映灌溉用水需求的季节性变化，设定以月为分配时间单位。

1.2.3 分配项目

以城市用水（生活、商业）、农业用水（水稻、苞米、蔬菜、大型家畜、猪、羊、家禽、养殖、育苗）、工业用水（一定规模以上用水和一定规模以下用水）等各项用途为分配项目。

表 1.1.1 太子河流域的水需求量：2003 实绩和 2020 预测

地域		年度	水需求量  城市  农业  工业	水需求量 (万m3)			
				城市	农业	工业	合计
沈阳市	苏家屯区	2003		384	2,537	321	3,242
		2020		2,903	2,102	410	5,414
鞍山市	海城市	2003		3,965	15,303	2,085	21,353
		2020		6,178	15,120	2,702	24,001
	鞍山市区	2003		7,597	0	21,311	28,908
		2020		6,202	0	27,393	33,595
	千山区	2003		820	6,500	220	7,540
		2020		2,515	6,317	286	9,118
抚顺市	抚顺县	2003		50	150	15	215
		2020		83	158	20	260
	新宾县	2003		216	1,350	97	1,663
		2020		345	1,263	122	1,730
本溪市	本溪县	2003		822	1,246	1,516	3,584
		2020		1,191	1,141	2,008	4,341
	平山区	2003		436	485	8,706	9,627
		2020		2,131	717	11,348	14,197
	溪湖区	2003		153	1,247	2,620	4,020
		2020		1,594	1,642	3,423	6,658
	明山区	2003		4,565	790	4,528	9,883
		2020		1,953	1,041	5,968	8,962
	南芬区	2003		598	2,066	2,737	5,401
		2020		712	2,539	3,574	6,825
辽阳市	辽阳县	2003		3,730	22,825	1,180	27,735
		2020		2,436	19,690	1,578	23,705
	灯塔市	2003		2,887	25,714	1,740	30,341
		2020		2,363	22,512	2,327	27,202
	辽阳市区	2003		4,385	0	18,196	22,581
		2020		2,057	0	24,318	26,375
	宏伟区	2003		80	140	310	530
		2020		832	128	414	1,375
	弓长岭区	2003		436	470	5,105	6,011
		2020		672	493	6,823	7,988
太子河区	2003		320	3,130	2,049	5,499	
	2020		686	2,938	2,739	6,363	
全部		2003		31,444	83,953	72,736	188,133
		2020		34,854	77,801	95,455	208,110

资料来源：J I C A 调查团

1.3 水资源分配原则的确定

1.3.1 确保需求预测的分配

从区域经济和区域间公平性观点出发，以确保根据“辽宁省小康社会建设构想”等的水需求预测的分配为目标。

1.3.2 水不足时的分配削减

当出现地域性和时期性的水不足时，与生命财产、粮食生产直接相关的城市用水和农业用水相比，工业用水的重要性相对较低，应削减工业用水的分配。

1.3.3 优先分配地表水

考虑《辽宁省地下水保护条例》，与地下水相比，应优先分配地表水。

1.3.4 剩余水量的分配

在进行水需求预测的分配后，还剩有水库地表水或地下水的未使用的水资源。在本项研究中，将这一部分未使用的水资源称之为“剩余水”，并研究了追加分配该剩余水量的可能性。该剩余水量的分配和对上述需求量预测的分配总计起来作为太子河流域的各种用水，相当于可分配和可利用的最大水资源量。

讨论了剩余水的追加分配的可能性。该剩余水的分配和上述需求预测的分配的共计要与太子河流域中各种水分配·利用可能的水资源的最大量相当。

另外，从加强流域经济效益的观点出发，将剩余水部分配给农业用水和工业用水。兼顾水资源地域的不均衡性和用途之间的公平性，制定了以下分配原则。

- ① 针对一些地域，分析进行剩余水分配的经济效果。另外，对地域内的不同用途间的分配，应当与水需求预测的构成比相等。
- ② 对全部地域，进行与①同样的讨论分析，对经济效果最高的地域进行分配。
- ③ 水资源分布存在地域性的偏在，并且存在还剩余水。在这个情况下，重复①②分配搭程序直到无剩余水分配为止。
- ④ 被分配的剩余水，在按地域内的水需求预测的构成比进行分配。

1.4 水资源分配方案的设定

设定如下方案，针对2003年至2020年的水需求情况，进行了水资源分配的研究。

表 1.4.1 设定方案

名称	背景·目的·内容
(1) 维持现状供水	<p>【背景】 太子河流域水需求量的预测情况是，从 2003 年的 1, 881 百万 m³ 到 2020 年增加 2, 080 百万 m³。担心将来会产生水量不足的问题。</p> <p>【目的】 预测 2020 年的水需求量，确认太子河流域水资源(地表水和地下水)确保分配情况。掌握剩余水对区域和使用分配上的可分配量。</p> <p>【内容】 研究了 2020 年水需求量的分配以及剩余水的分配情况。</p>
(2) 水源环境保护 1	<p>【背景】 在辽宁省，研究有关保持地表水的正常流量问题。在太子河引用维持流量的情况下，预测地表水的取水量受到的制约情况。</p> <p>【目的】 引用 Tennant 法的维持流量后的情况，预测对水资源分配的影响。</p> <p>【内容】 从 2007 年开始，基准点(本溪、辽阳、小林子、唐马寨)维持流量的引用情况。维持流量是使用 Tennant 法进行估算的结果。</p>
(3) 水源环境保护 2	<p>【背景】 辽阳市首山水源地的地下水漏斗现象是重大的问题，必须削减取水量。对辽阳市的地下水地区引用后该地区对地下水资源的影响。</p> <p>【目的】 引用地下水逐渐削减后的情况，预测对水资源分配产生影响的时间和规模。</p> <p>【内容】 从水源环境与地表水和地下水共同保护的观念，设想把上述的维持流量和地下水削减量从 2007 年以后同时引用。以及逐步削减 2020 年的取水量 212 百万 m³ 的地下水削减计划。这一计划使用了可持续的地下水使用的研究结果。</p>
(4) 用水转换	<p>【背景】 实现了改善灯塔市、辽阳县等灌区的灌溉率，在维持粮食生产的同时，削减农业用水，并实现了向其他用途的转换。</p> <p>【目的】 实施农业用水合理化项目，预测对水资源分配的影响效果。</p> <p>【内容】 位于大型·中型·小型的各灌区的 7 个区域，2007 年以后，实施农业用水合理化计划。</p>
(5) 运用改善	<p>【背景】 按照重新评价的现有水库的运用，可以确保新开发的水量。</p> <p>【目的】 在分析葭窝水库操作的基础上提高非灌溉期泄流量的上限标准，预测对水资源分配的影响效果。</p> <p>【内容】 葭窝水库非灌溉期的一定放流量约 3.0m³/s(788 万 m³/月)。在此基础上可追加到 4.5m³/s(1.182 万 m³/月)。开始时间为 2007 年。</p>
(6) 综合	<p>【背景】 在研究保护水源环境的 2 方案过程中，地下水地区 2 的取水区域产生工业用水用水不足的问题得到了确认。通过对水不足的用水转换和运用改善方案，按照实施对策，能够缓解水不足问题。</p> <p>【目的】 使用保护水源环境 2 方案解决工业用水不足的问题，确认由用水转换、改善运用措施所带来的改善效果。</p> <p>【内容】 组合保护水资源 2·用水转换·改善运用及模式设定。</p>

资料来源：JICA 调查团

1.5 水资源分配的制定方法

1.5.1 太子河流域水资源利用的模型化

为了充分考虑太子河流域水资源的空间、时间、功能分布特点、进行水资源分配分析，分别对地表水和地下水的取水、排水系统进行模型化。该模型，在该系统的各地点，对区域分配单位的取水和排水（排水仅限于地表水）进行了设定，并不断兼顾按月河流流量、年地下水可开采量、2003年不同用途水源利用，同时也评价了可否从水源取水，是否会对下游造成影响。模型概要见图 1.5.1 和图 1.5.2。

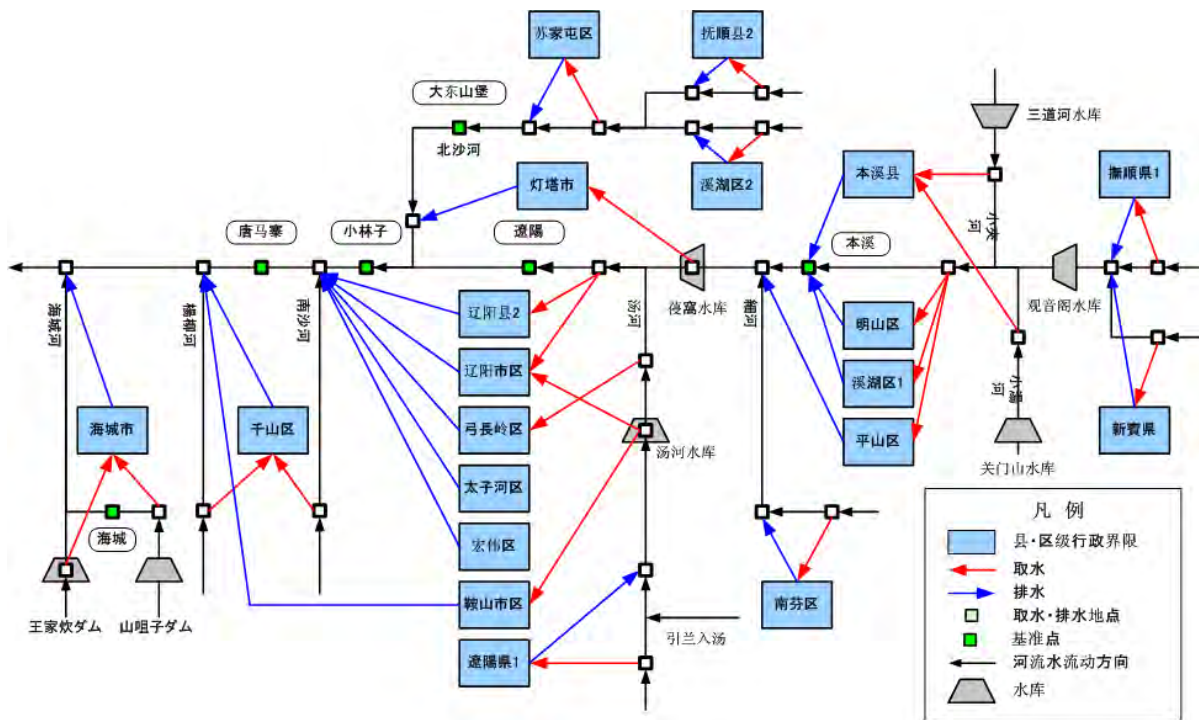
流量是通过使用 1984~2003 年 20 年最大枯水年—1985 年的降水数据分析结果计算得到的。根据枯水年的流量讨论结果，虽然水资源总量减少，但是，可以期待分配的预测值不会出现过剩情况。就是说可以评价为水利用保证侧的分配量。

1.5.2 线性计划法的适用

太子河流域的水资源分配问题，是探索在满足流域各地域·用途所必要的水需求(需求预测)的同时，以流域全体的经济生产效益为最大的分配的问题。这是在流域各地域的水需求这个制约条件下，能将流域的经济效益共计看作最大·最优化的数学问题。

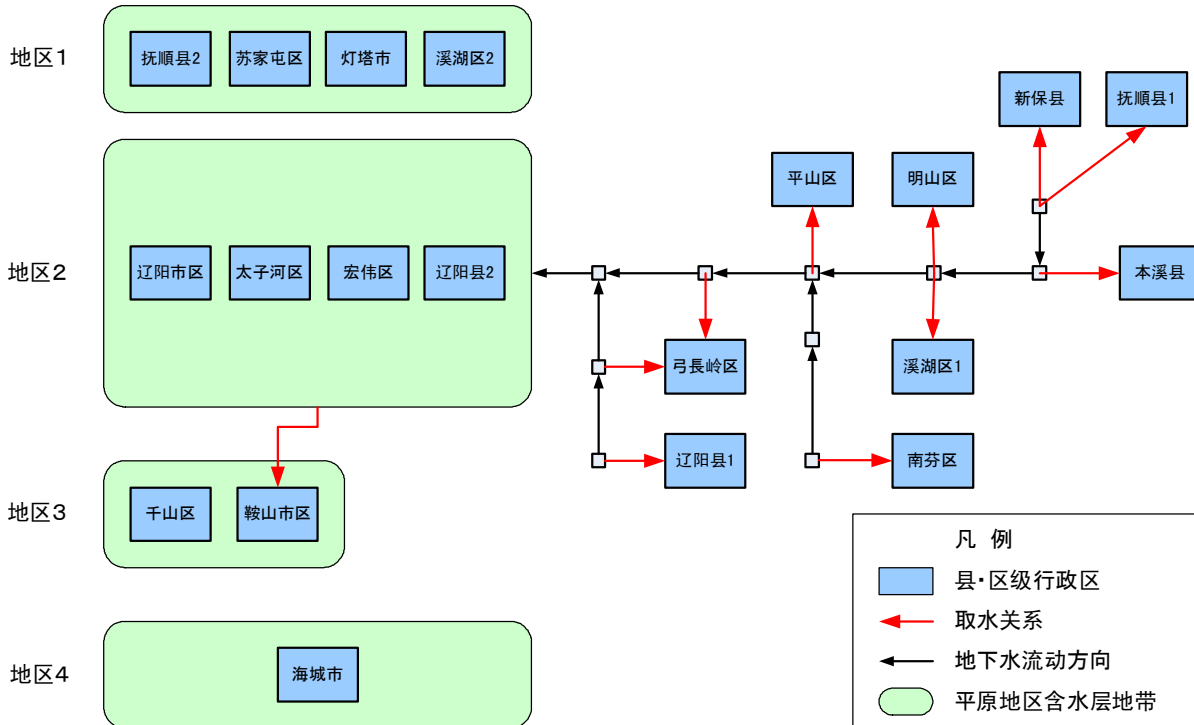
作为对这样问题的有效手法，线形计画法(Linear Programming)是众所周知的。本自研究采用该线形计画法进行最优分配的分析。

此次，如讨论水资源分配问题一样，以有限的资源形成复数的有关者之间的分配同意，处理此类分配方法的手法有被称之为博弈理论的手法。该手法可适用的情况为：复数的相关者之间拥有完全对等的权利，且只对自己的利益有兴趣，对其他相关者的不利并不关心，在此情况下对全体进行最优化。太子河流域的水资源分配，是由水利厅进行统一管理的体制之下，其水资源分配结果必要最适合流域全体的经济效果。由此可见，博弈理论与设想的情况有差异，因此，该博弈理论在本次水资源分配中没有采用。



资料来源：J I C A 调查团

图 1.5.1 太子河流域地表水利用模型



资料来源：J I C A 调查团

图 1.5.2 太子河流域地下水利用模型

1.5.3 线性计划法的公式化

水资源利用模型分别按区域和用途进行需求预测，针对各自的水需求情况，通过调控地表水和地下水取水比例，求出可行且经济有效的分配方案。将探索水资源分配经济效果总计最大值的线性计划问题公式化，再作为该公式的解求出水资源分配量。基本计算公式如下所示：

$$Max \left[\sum_i \sum_j \sum_k \{ Ce(i, j) \times (Ws(i, j, k) + Wg(i, j, k)) \} \right] \quad (式 1.5.1)$$

式中 i ：区域分配单位，

j ：用途，

k ：时期（月），

Ce ：已分配水的经济效益定额(万元/万 m³)，

Ws ：地表水的分配量(万 m³/月)，

Wg ：地下水的分配量(万 m³/月)。

(式 1.5.1) 式中的意思如下：

- ① 求得各地域·各用途的每月被分配的地表水及地下水的总计
- ② 由地表水及地下水的总计乘以经济效益原定额，然后求得各地域·各用途的经济效益
- ③ 分别求得各地域·各用途的经济效益的总计，以获得流域的经济效益
- ④ 求得使流域全体的经济效益最大·最优的分配

另外，制约条件如下所示：

$$(1) \text{ 分配量} \geq \text{需要量: } Ws(i, j, k) + Wg(i, j, k) \geq Dw(i, j, k) \quad (式 1.5.2)$$

$$(2) \text{ 地流水的取水上限: } 0 < Ws(i, j, k) \leq ULs(Ws) \quad (式 1.5.3)$$

$$(3) \text{ 地下水地取水上限: } 0 < Wg(i, j, k) \leq ULg(Wg) \quad (式 1.5.4)$$

式中 Dw ：水需求量，

ULs ：地表水模型决定的取水上限，

ULg ：地下水模型决定的取水上限。

式 1.5.2 表示在某特定的地域·用途·时期内地表水和地下水的分配总计满足需求量。式 1.5.3 表示地表水的分配量不超越由地表水模型决定的取水上限量。在某地域的可取水量是根据该时期上游的流出量，上游地区的取水、排水、和确保下游的取水量的必要性而决定的。该式表示不得超过地表水模型计算的，且能满足以上条件的取水上限量。

同时，式 1.5.4 表示地下水盆的分配量不得超过由地下水模型决定的取水上限量。在某地域的年间可取水量的必要条件是，上游·下游地域的年取水量的共计不得超过地下水盆的利用可能能量上限。该式表示不得超过地下水模型计算的，且能满足以上条件的取水上限量(见图 1.5.3)。

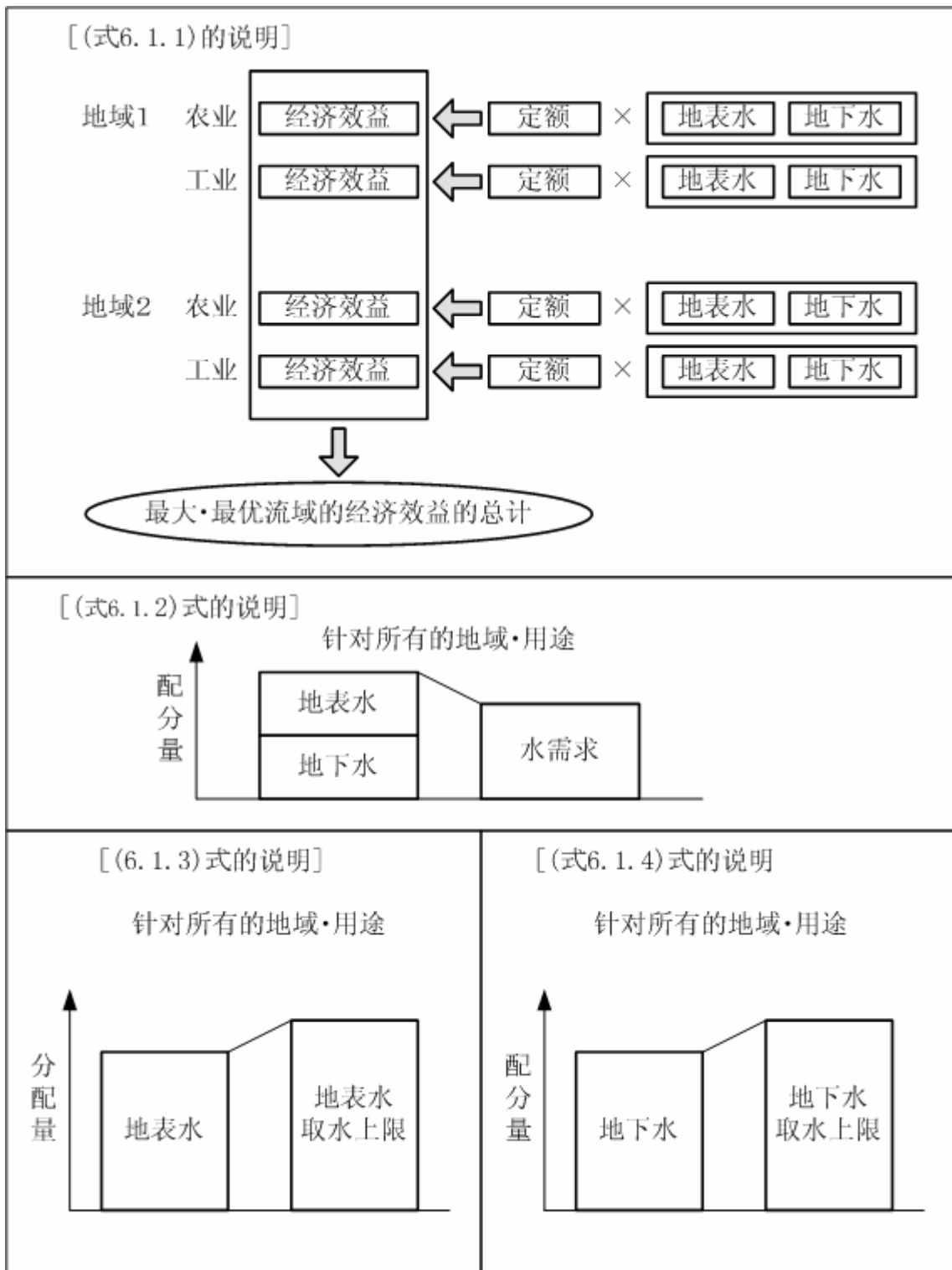


图 1.5.3 线性计划法各公式的说明

1.6 各方案的水资源分配

1.6.1 维持现行供水方案

【背景】 太子河流域水需求量的预测情况是，从 2003 年的 1, 881 百万 m³ 到 2020 年增加 2, 080 百万 m³。担心将来会产生水量不足的问题。

【目的】 预测 2020 年的水需求量，确认太子河流域水资源(地表水和地下水)确保分配情况。掌握剩余水对区域和使用分配上的可分配量。

【内容】 研究了 2020 年水需求量的分配以及剩余水的分配情况。

根据分配计算的结果，到 2020 年为止，全部地域都能分配到需求预测以上的水资源量，不会产生水不足现象。剩余水将被分配到 20 个地域中的 8 个地域（海城市、鞍山市区、抚顺县 1、抚顺县 2、平山区、南芬区、灯塔市、辽阳市区）。剩余水的分配以地域的经济性为指标，剩余水的有无反映了该地域的水消费的经济效益水平。

从 2003 年到 2020 年不同月份的水资源分配状况，以海城市为例，见图 1.6.1。由该图可知，在确保水需求预测分配的同时，对剩余水进行追加分配。同时，农业用水的分配量表示逐年慢慢减少的倾向。这是对应于由于灌溉效率的自然改善，地域水需求量中农业用水需求所占的比率下降。

从分配结果可了解以下几点：

- 到 2020 年，所有区域都将分配到超出需求量的水资源，不会有水不足现象出现。
- 辽阳市区、灯塔市、平山区、鞍山市将分配到大于水需求量的水资源。剩余水量的分配以区域经济为指标，有无剩余水量将反映上述地区通过水消费达到经济效益的程度。
- 设想从太子河地表水取水的辽阳市区和平山区，其剩余水的可分配量极大。辽阳市区约可分配到 11 亿 m³/年、平山区将分配到 5 亿 m³/年左右。通过有效利用地表水，可以取得更大的经济效益。
- 鞍山市区剩余水分配量相对较小。显示了依靠地下水源结构供水的界限。

2020 年水资源（地表水）的各地域分配见图 1.6.2。在表中的数据为行业别用水分配量（单位：百万 m³/年）。标在数据右侧括弧中的数据为与需求预测值的比较值。比如，海城市 2020 年农业用水需求预测值 151 百万 m³/年，水资源分配量 221 百万 m³/年，水资源分配量与需求预测值进行比较，它的增减值是 221 - 151 = +70 百万 m³/年。

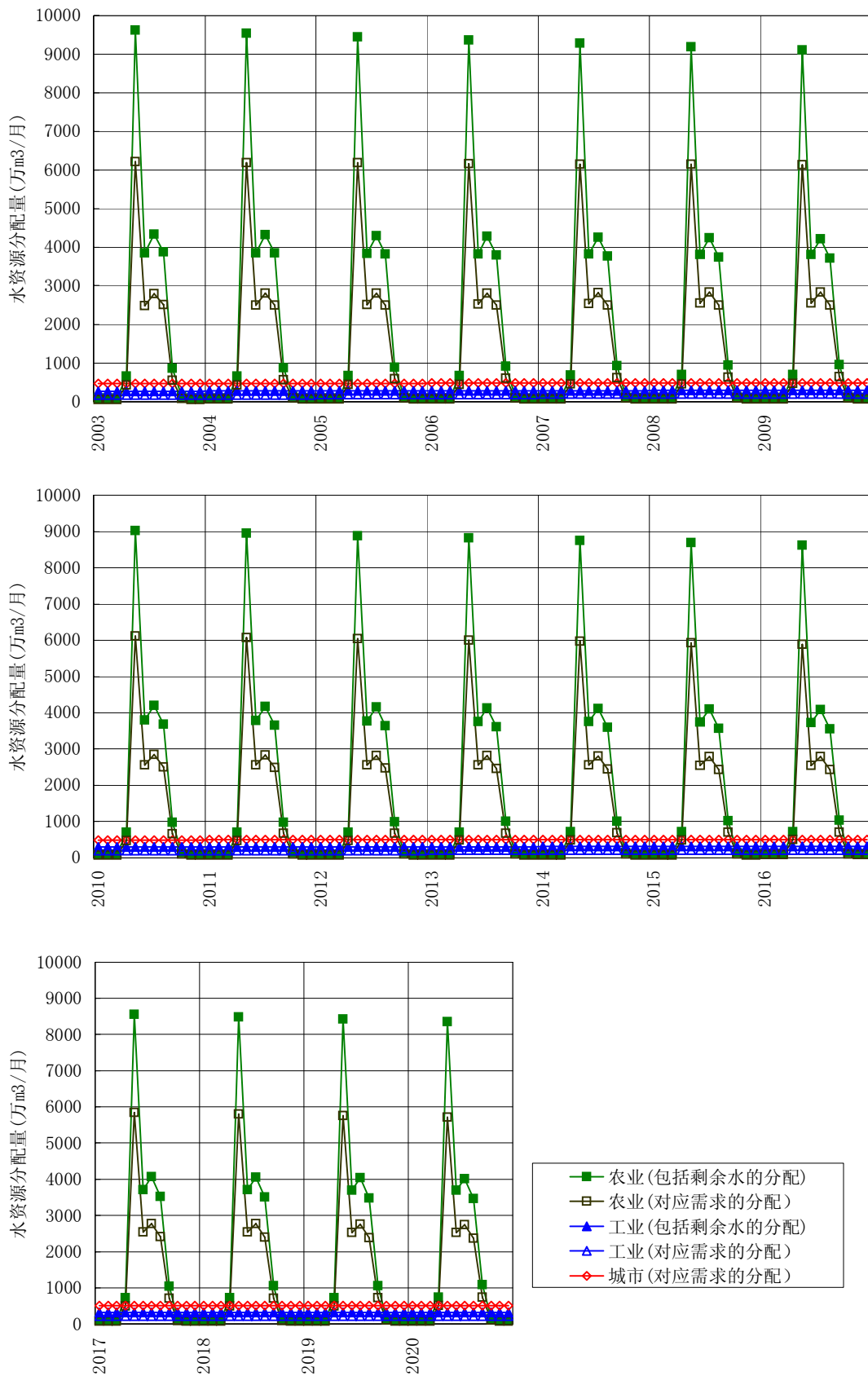
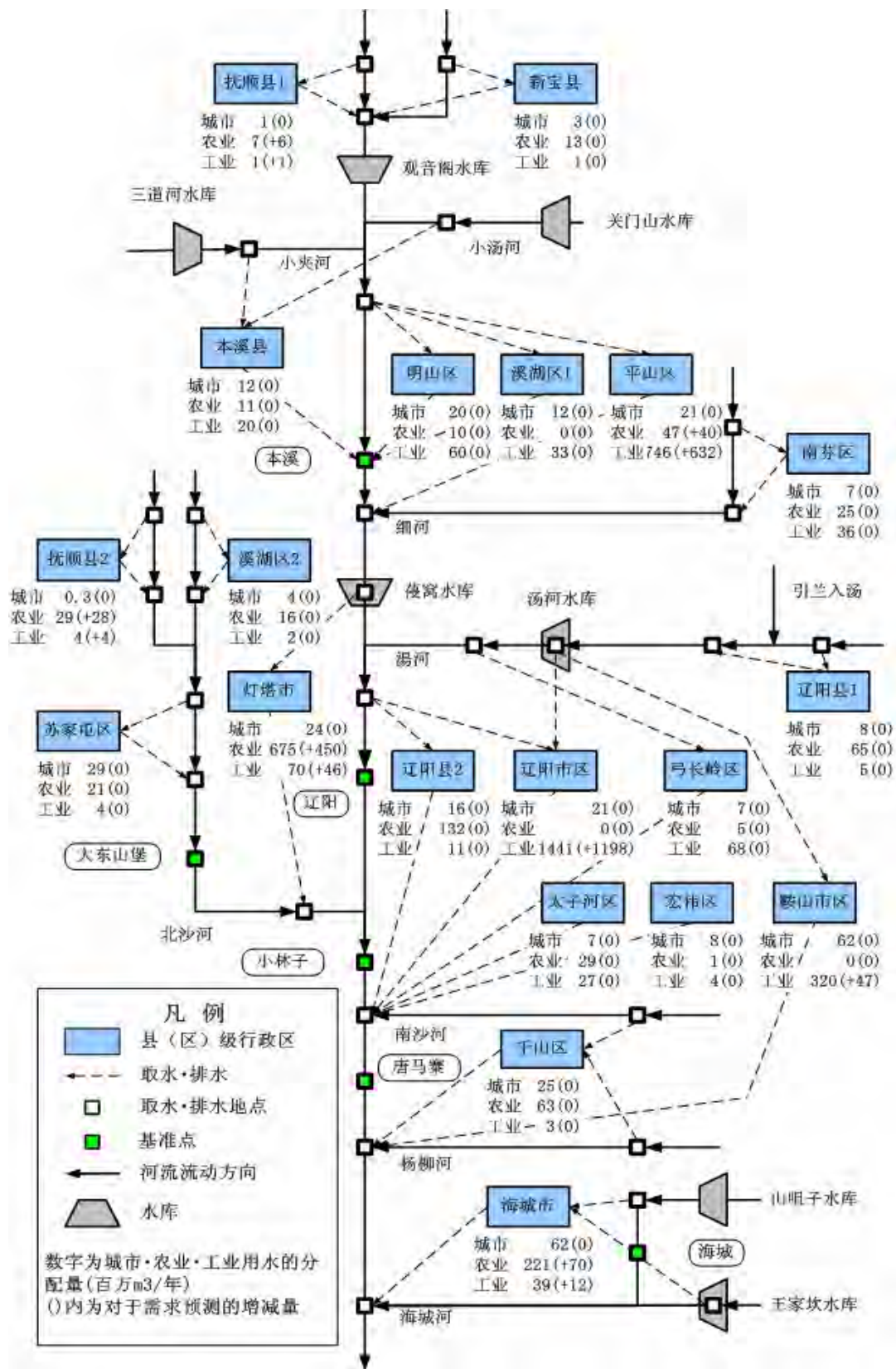


图 1.6.1 不同月份·不同用途的水资源分配结果(维持现状供水方案,海城市)



资料来源: J I C A 调查团

图 1.6.2 2020 年的水资源分配 (维持现状供水方案)

1.6.2 水源环境保护方案 1

【背景】 在辽宁省，研究有关保持地表水的正常流量问题。在太子河引用维持流量的情况下，预测地表水的取水量受到的制约情况。

【目的】 引用 Tennant 法的维持流量后的情况，预测对水资源分配的影响。

【内容】 从 2007 年开始，基准点(本溪、辽阳、小林子、唐马寨)维持流量的引用情况。维持流量是使用 Tennant 法进行估算的结果。

设想从 2007 年开始，在基准点引进维持流量。维持流量是通过 Tennant 法估计的。表 1.6.1 表示了维持流量的基准点及其流量。

表 1.6.1 维持流量设定条件

基准点	维持流量
本溪	4.00 m ³ /s (1, 051 万 m ³ /月)
辽阳	5.33 m ³ /s (1, 400 万 m ³ /月)
小林子	6.54 m ³ /s (1, 719 万 m ³ /月)
唐马寨	7.63 m ³ /s (2, 005 万 m ³ /月)

从 2003 年到 2020 年不同月份的水资源分配状况，以辽阳市区为例，见图 1.6.3。辽阳市区的水利用是城市用水和工业用水。为了表示引进维持流量后的变化，总计各种用途的水量的上，与维持现状供水方案进行对比。在 2007 年引进维持流量的同时，为了确保以剩余水为维持流量，剩余水的分配量减少到 1,165 万 m³/月(4.4m³/s)。另外，与水需求对应的分配量约为 2,000 万 m³/月，不管是否引进维持流量，都能被确保。

分配结果的要点如下：

- 截止 2020 年，相对于需求预测结果而言，各用途水资源分配不会产生不足现象。
- 在本溪、辽阳基准点上游进行取、排水的地区将会受到影响。但其影响仅限于剩余水减少。具体来讲，在本溪基准点上游的平山区，剩余水量减少量为 50 百万 m³/年在(1.6m³/s)，辽阳基准点上游的辽阳市区为 140 百万 m³/年(4.4 m³/s)。
- 引进维持流量后，水资源分配总量减少约 160 百万 m³/年(5.1 m³/s)。

2020 年水资源的各地域的分配结果见图 1.6.4。

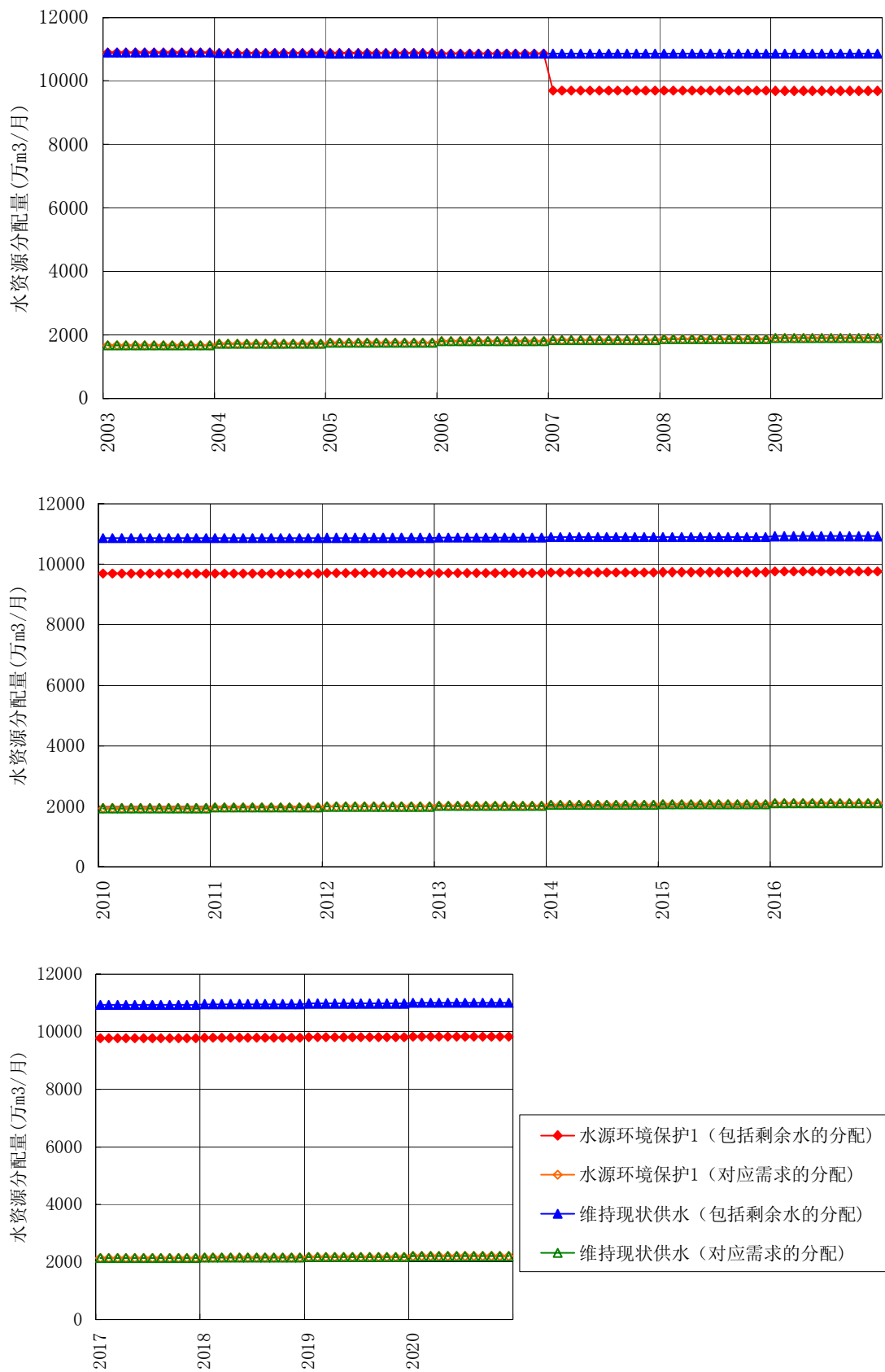


图 1.6.3 按不同月份的水资源分配结果(水源保护方案 1，辽阳市区)

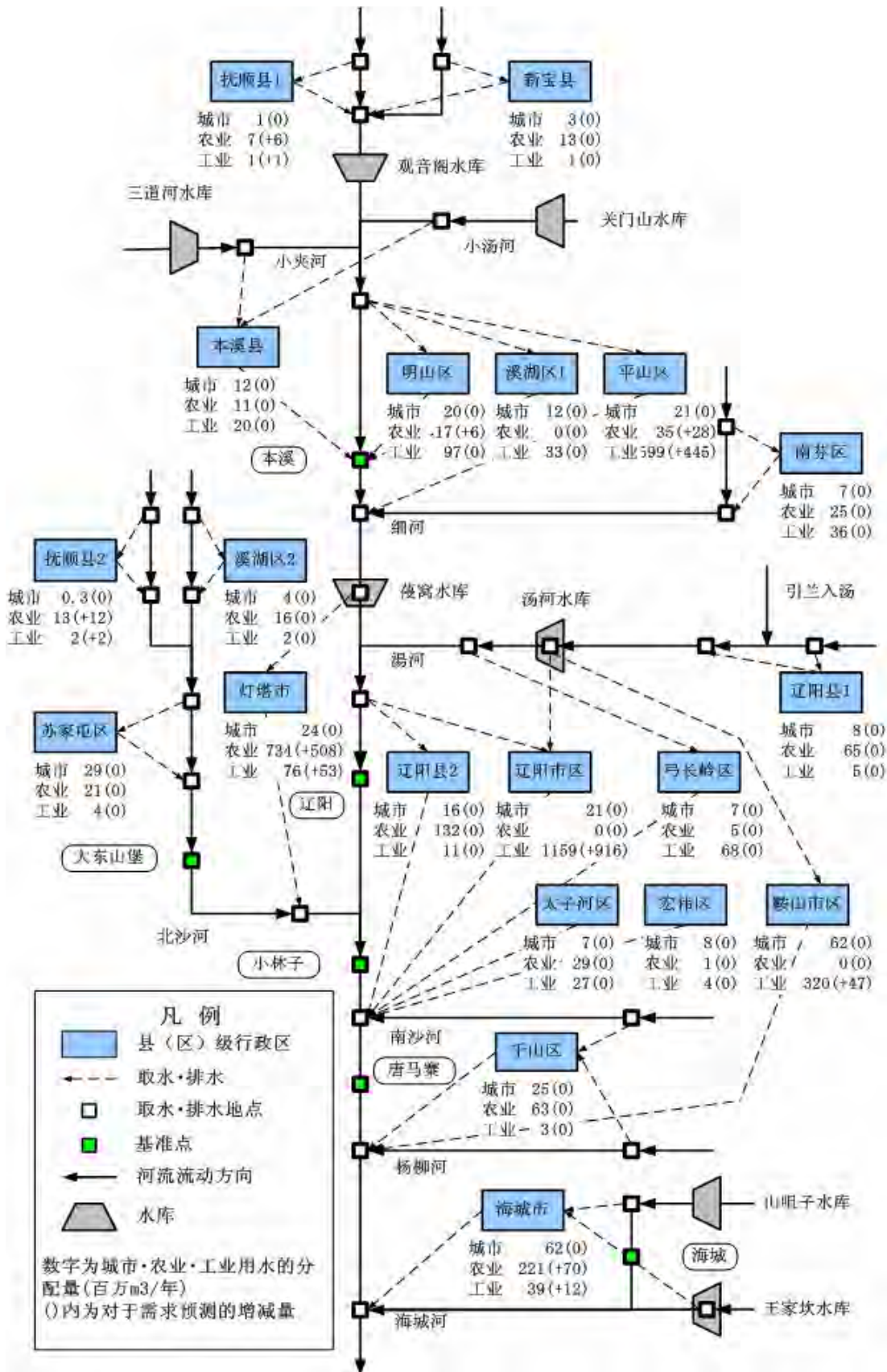


图 1.6.4 2020 年的水资源分配 (水源环境保护方案 1)

1.6.3 水源环境保护方案 2

【背景】 辽阳市首山水源地的地下水漏斗现象是重大的问题，必须削减取水量。对辽阳市的地下水地区引用后该地区对地下水资源的影响。

【目的】 引用地下水逐渐削减后的情况，预测对水资源分配产生影响的时间和规模。

【内容】 从水源环境与地表水和地下水共同保护的观念，设想把上述的维持流量和地下水削减量从 2007 年以后同时引用。以及逐步削减 2020 年的取水量 212 百万 m³ 的地下水削减计划。这一计划使用了可持续的地下水使用的研究结果。

在辽阳市首山水源地，为了可持续利用地下水，必要削减取水量。从结合使用地表水、地下水保护水源的观点，在引进上述维持流量基础上，设想自 2007 年开始阶段性实施地下水取水量削减计划，2020 年取水削减量 212 百万 m³/年。阶段性地下水取水削减量见图 1.6.5。

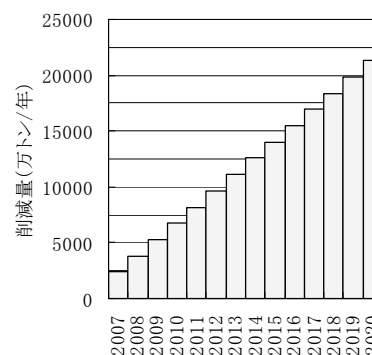


图 1.6.5 地下水削减量

以鞍山市区水资源分配量的变化为例，见图 1.6.6。2007 年开始削减地下水取水量的同时，与方案(1)相比，水资源分配量(剩余水的分配量)减少。但到 2011 年，虽然减少剩余水量，但是保障需求的分配。从 2011 年到 2014 年保障了水需求的分配。在这期间，随着阶段性地下水取水的削减，仅削减了经济性较低的其他地区(太子河区、辽阳县 2、宏伟区)的工业用水的分配，确保了鞍山市区工业用水。自 2015 年以后，为了继续进行地下水取水量的削减，必须削减鞍山市区的工业用水。在 2020 年，鞍山市区工业用水不足量每年达 90 百万 m³。

分配结果的要点如下所示：

- 在从地下水取水的全部市区都将产生地下水取水削减带来的影响。鞍山市区随着削减开始，剩余水量随之减少。2013 年以后，工业用水分配将出现不足。2020 年不足量约达到 9 千万 m³/年 (相当 2.9m³/s)。2020 年，包括周边地区在内的工业用水分配不足水量总计达到 146 百万 m³。
- 随着削减地下水取水量，水资源分配总量减少。与维持现行供水方案相比，其分配总量之差约 370 百万 m³/年，与设定维持流量减少部分的 160 百万 m³/年和地下水取水量削减部分的 210 百万 m³/年之后，恰好吻合。

2020 年水资源的各地域的分配结果见图 1.6.7。

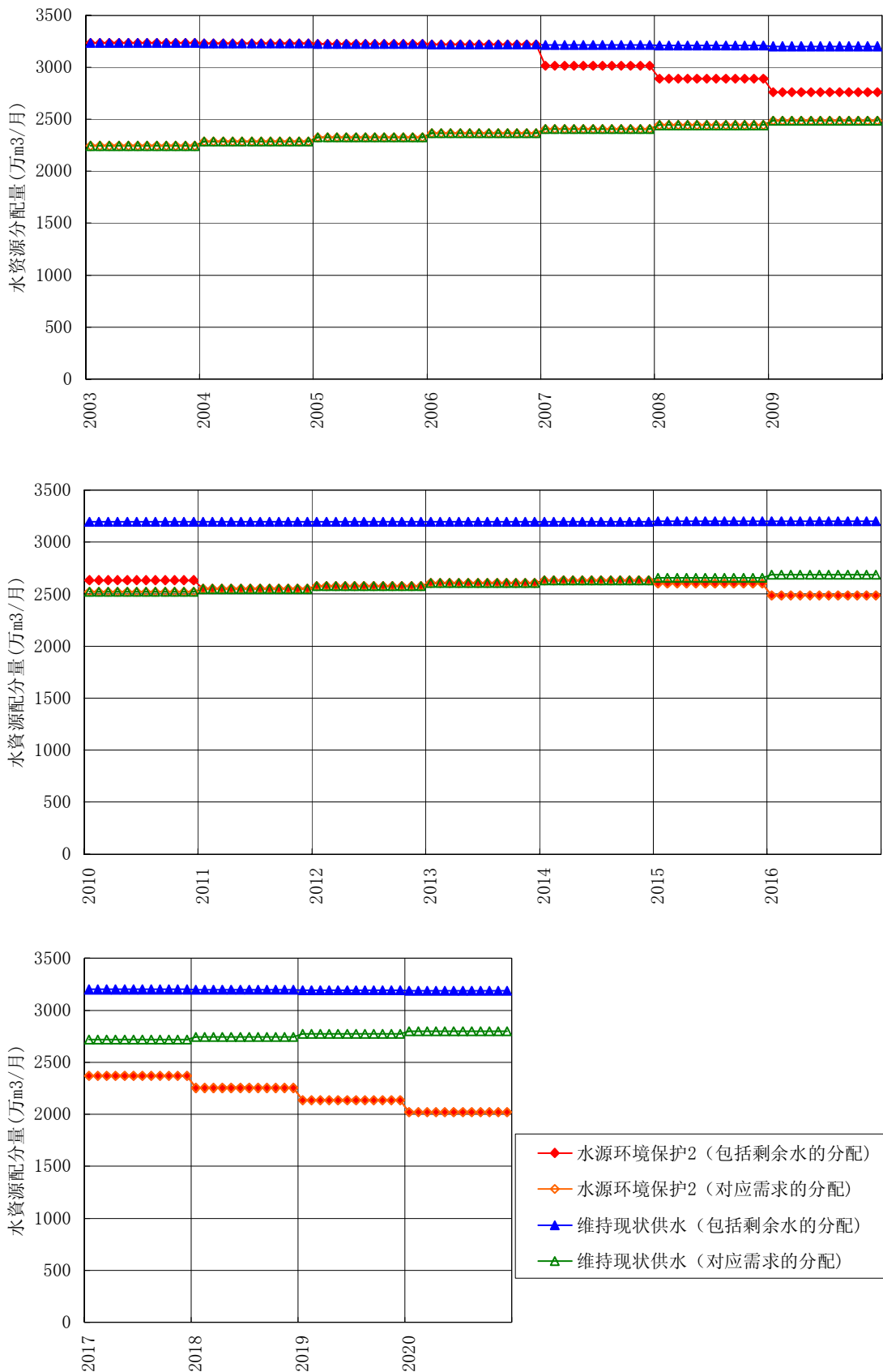
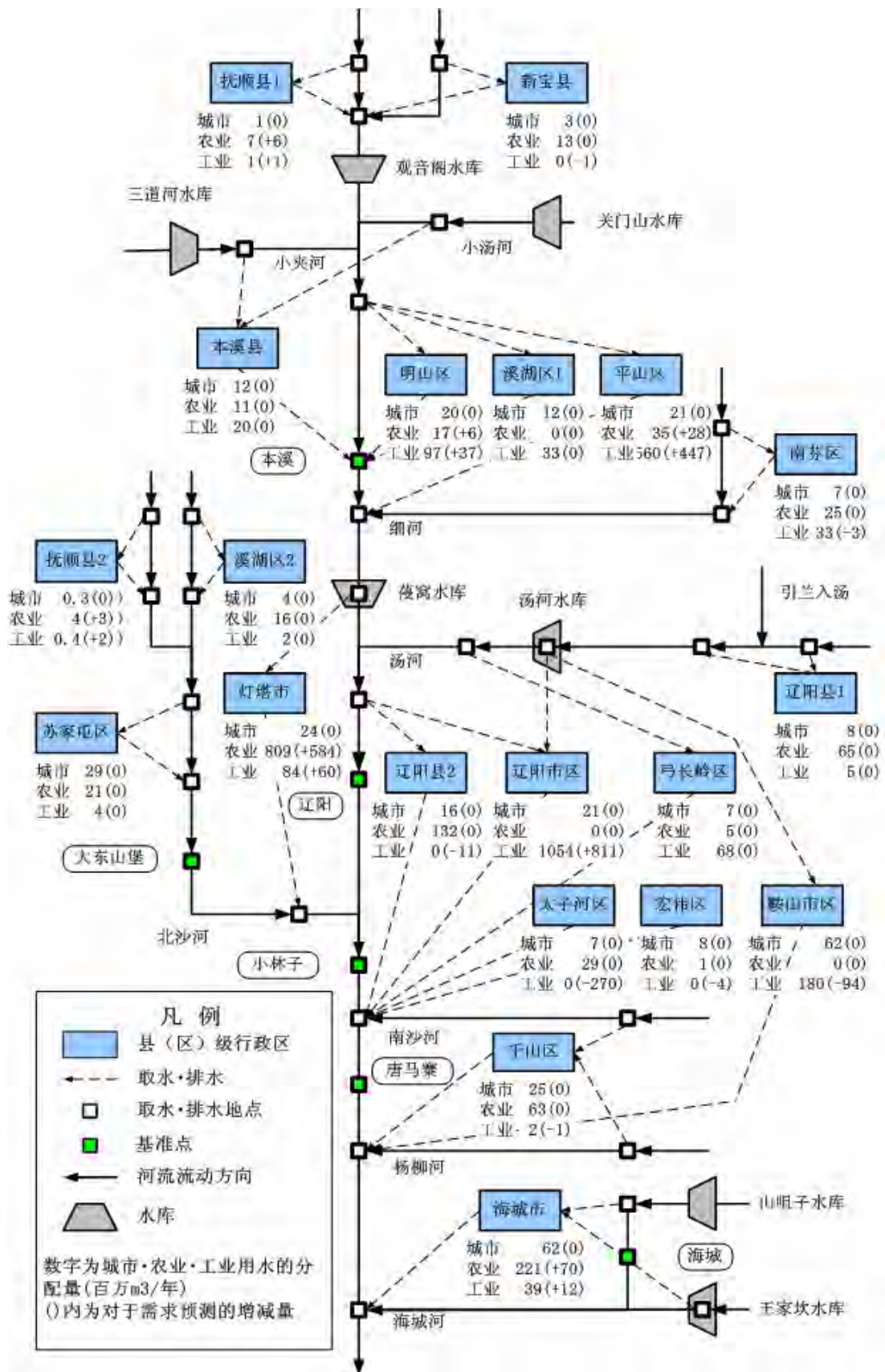


图 1.6.6 按不同月份的水资源分配结果(水源保护方案 2，鞍山市区)



资料来源: J I C A调查团

图 1.6.7 2020 年的水资源分配 (水源环境保护方案 2)

1.6.4 用水转换方案

【背景】 实现了改善灯塔市、辽阳县等灌区的灌溉率，在维持粮食生产的同时，削减农业用水，并实现了向其他用途的转换。

【目的】 实施农业用水合理化项目，预测对水资源分配的影响效果。

【内容】 位于大型·中型·小型的各灌区的7个区域，2007年以后，实施农业用水合理化计划。

用水转换方案灌区的规模和灌溉效率变化见表 1.6.2，预测用水转换地区及农业合理化削减用水的效果见表 1.6.3。

表 1.6.2 合理化前后的灌溉效率

规模	灌溉效率(%)	
	合理化实施前	合理化实施后
大型	32	80
中型	42	86
小型	75	95

表 1.6.3 农业合理化的用水削减预计效果

规模	地区	灌溉水量 (万吨/年)		削减量 (万吨/年)
		合理化实施前	合理化实施后	
大型	灯塔市	18,523	8,277	-10,246
	苏家屯区	2,010	1,042	-968
中型	海城市	8,613	4,463	-4,149
	千山区	3,772	1,955	-1,817
	辽阳县2	12,261	6,354	-5,907
小型	辽阳县1	6,040	5,193	-847
	本溪县	993	854	-139
共计		52,212	28,138	-24,074

灯塔市从 2007 年，其它地区从 2010 年开始项目实施，每年按一定比例改善灌溉效率，表 1.6.2 显示了 2020 年将达到的水平。

农业用水合理化事业的农业用水节水效果最大为灯塔市，通过用水转换获得大量剩余水的是辽阳市区，其水资源分配状况见图 1.6.8。

分配结果的要点如下所示：

- 随着合理化项目的开展，海城市、辽阳市区和平山区的剩余水量有所增加。2020 年辽阳市区约增加 200 百万 m³/年、平山区约增加 150 百万 m³/年。用水转换效果也会不断显现。
- 鞍山市区没有增加剩余水量。在现行鞍山市的水源结构中，很难看到因开展合理化项目取得的剩余水量转换效果。
- 水资源分配总量几乎和目前的水供给维持方案相等。

2020 年水资源的各地域的分配结果见图 1.6.9。

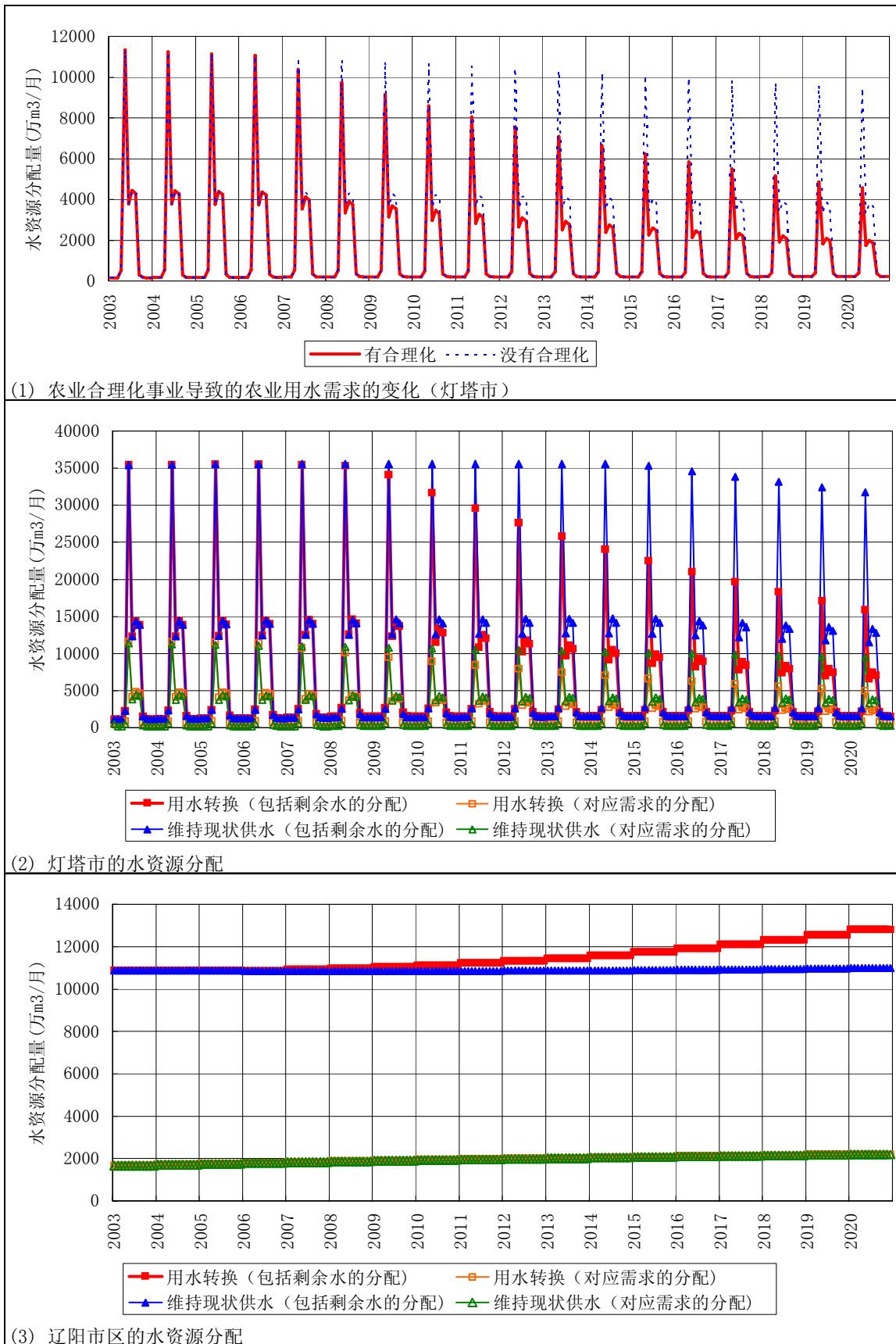
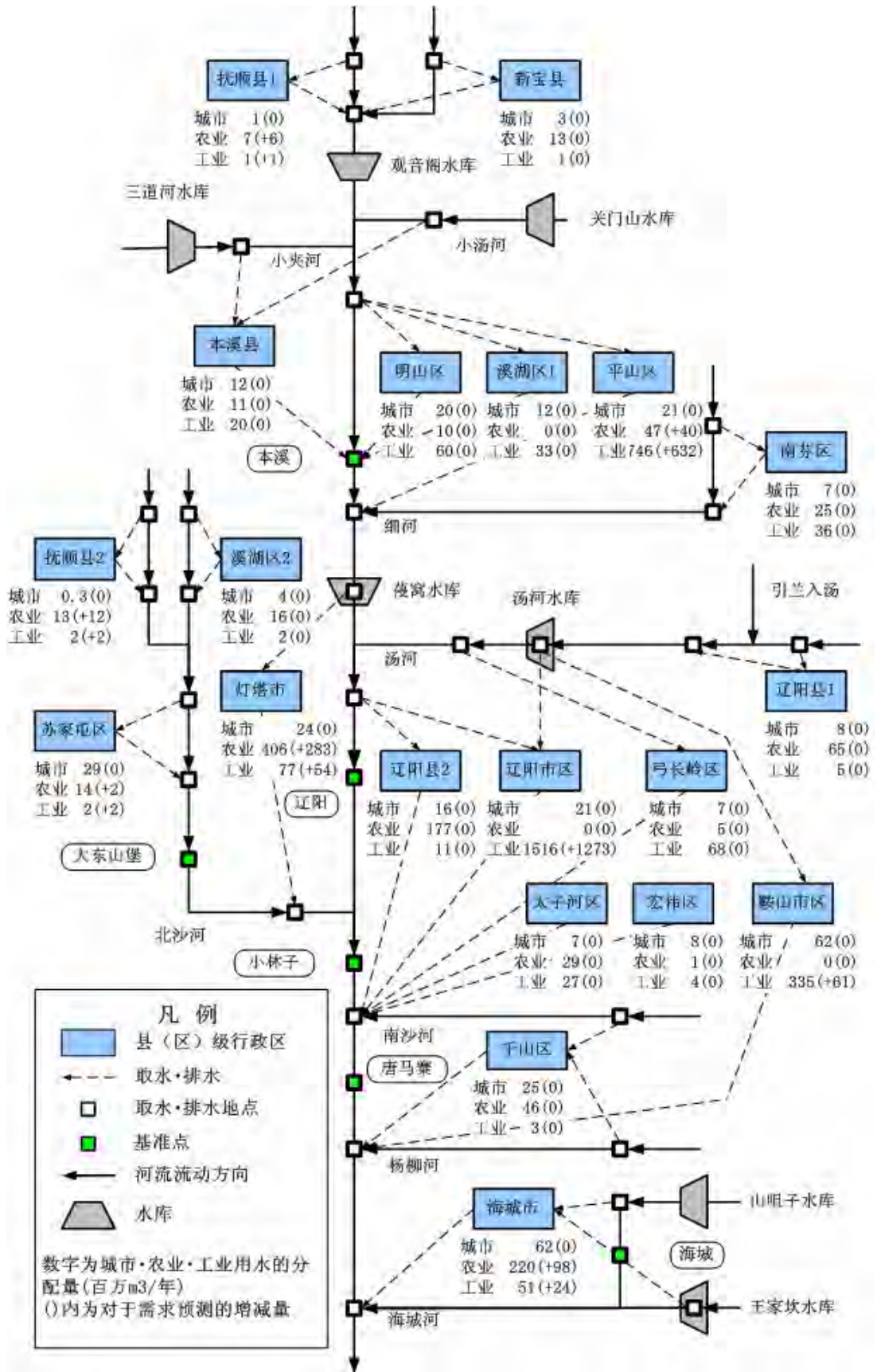


图 1.6.8 按不同月份的水资源分配结果(用水转换方案, 灯塔市, 辽阳市区)



资料来源: J I C A调查团

图 1.6.9 2020 年的水资源分配(用水转换方案)

1.6.5 运用改善方案

- 【背景】** 按照重新评价的现有水库的运用，可以确保新开发的水量。
- 【目的】** 在分析蓼窝水库操作的基础上提高非灌溉期泄流量的上限标准，预测对水资源分配的影响效果。
- 【内容】** 蓼窝水库非灌溉期的一定放流量约 $3.0\text{m}^3/\text{s}$ (788 万 $\text{m}^3/\text{月}$)。在此基础上可追加到 $4.5\text{m}^3/\text{s}$ (1.182 万 $\text{m}^3/\text{月}$)。开始时间为 2007 年。

太子河流域，以利水方面占重要位置的蓼窝水库为对象，假设提高水库非灌溉期放流量的上限。在此情况下，蓼窝水库非灌溉期的恒定放流量约为 $3.0\text{m}^3/\text{s}$ (788 万 $\text{m}^3/\text{月}$)。可追加至 $4.5\text{m}^3/\text{s}$ (1,182 万 $\text{m}^3/\text{月}$) 再行放流。开始时间定为 2007 年。

以辽阳市区为例子，见图 1.6.10。随着运用改善一开始，剩余水的分配量的追加放出量增加 1,182 万 $\text{m}^3/\text{月}$ 。这表示水库蓄水量有富余，可期待通过积极放流的效果。

分配结果的要点如下所示：

- 随着运用改善方案的实施，辽阳市区、平山区的剩余水量将会增加。辽阳市区增加量 140 百万 $\text{m}^3/\text{年}$ 、平山区 240 百万 $\text{m}^3/\text{年}$ 。水资源分配总量达 46 亿 $\text{m}^3/\text{年}$ 。与现行水供给维持方案相比，增加量达到 240 百万 $\text{m}^3/\text{年}$ 。这意味着通过改善水库运用取得的效果很大。另外，平山区位于蓼窝水库上游，不受水库调度影响。但可以理解来自上游观音阁水库的供水方法最为合理。
- 水资源分配总量与现行供水维持方案相比，增加量达到 250 百万 $\text{m}^3/\text{年}$ 。

2020 年水资源的各地域的分配结果见图 1.6.11。

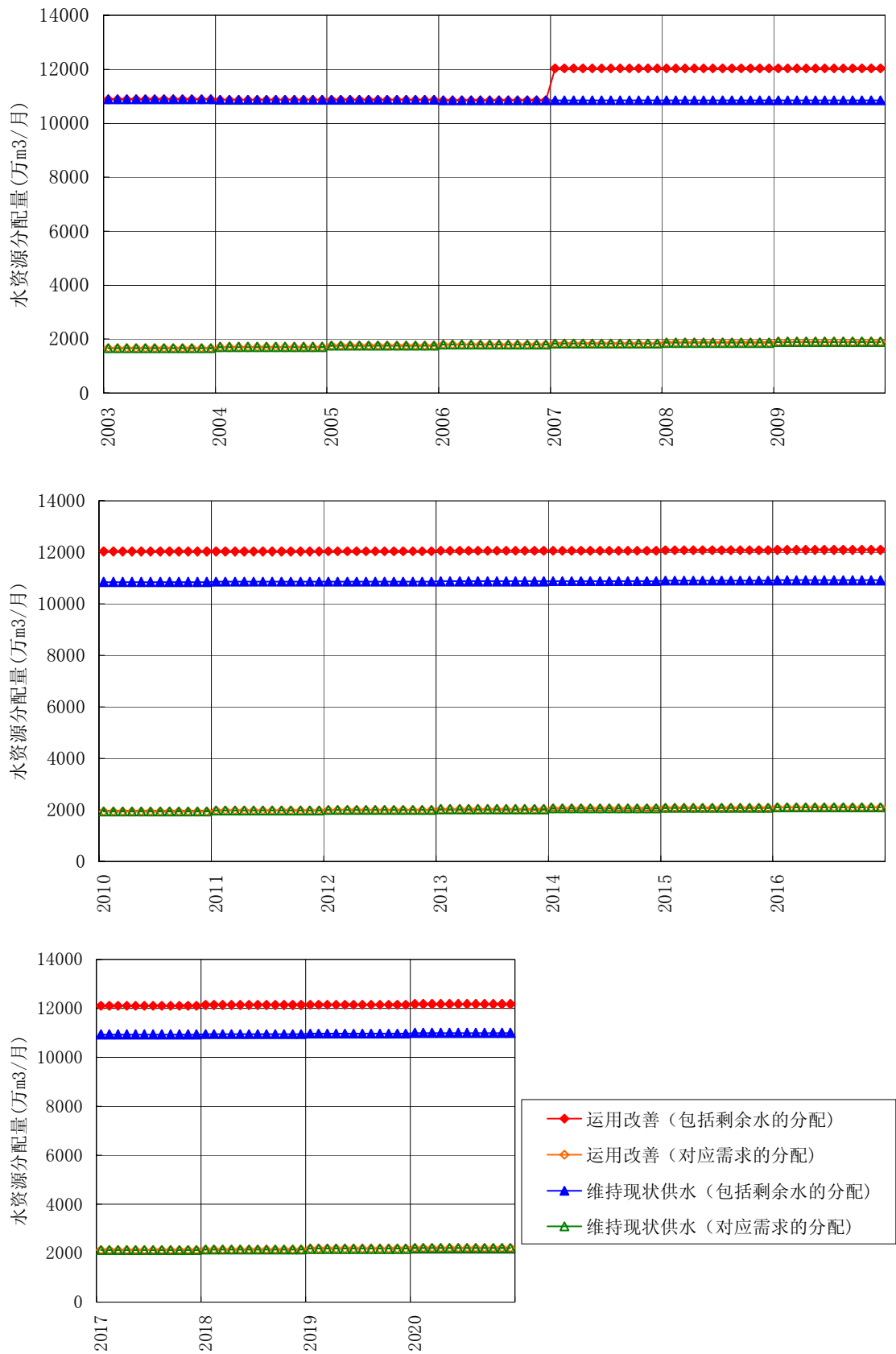
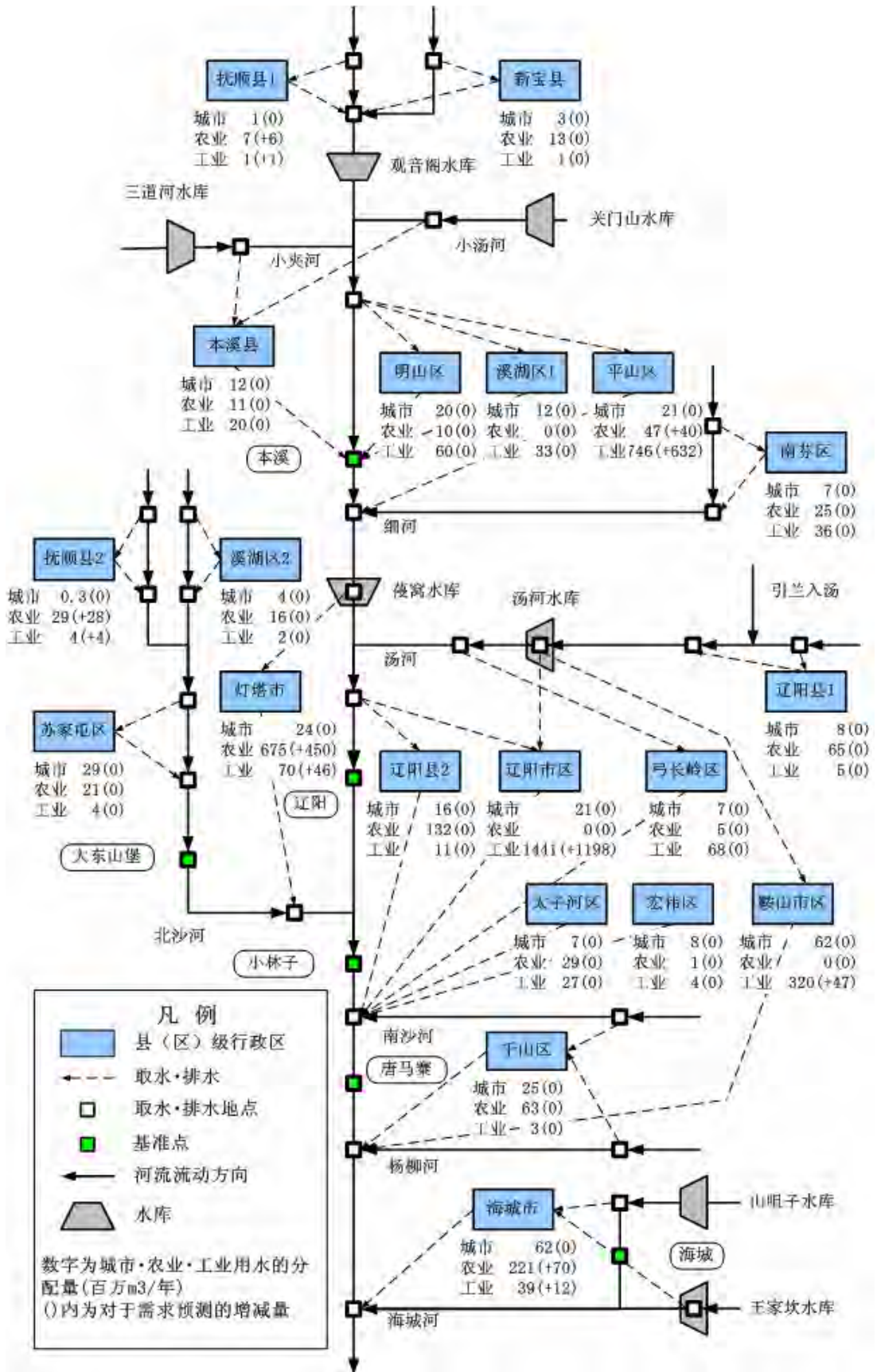


图 1.6.10 按不同月份的水资源分配结果(运用改善方案，辽阳市区)



资料来源: J I C A调查团

图 1.6.11 2020 年的水资源分配 (运用改善方案)

1.6.6 综合方案

<p>【背景】 在研究保护水源环境的 2 方案过程中，地下水地区 2 的取水区域产生工业用水用水不足的问题得到了确认。通过对水不足的用水转换和运用改善方案，按照实施对策，能够缓解水不足问题。</p> <p>【目的】 使用保护水源环境 2 方案解决工业用水不足的问题，确认由用水转换、改善运用措施所带来的改善效果。</p> <p>【内容】 组合保护水资源 2·用水转换·改善运用及模式设定。</p>

为了掌握出现水不足时进行用水转换和改善运用的效果，设想同时引进维持流量、削减地下水开采量、用水转换和改善运用等所有方案。

通过追加用水转换和改善运用两个方案，鞍山市区改善效果达 15 百万 m³/年。但对工业用水不足地区其缓解作用非常有限。两个方案的工业用水不足情况与 2020 年当时情况相比，结果如表 1.6.4 所示。

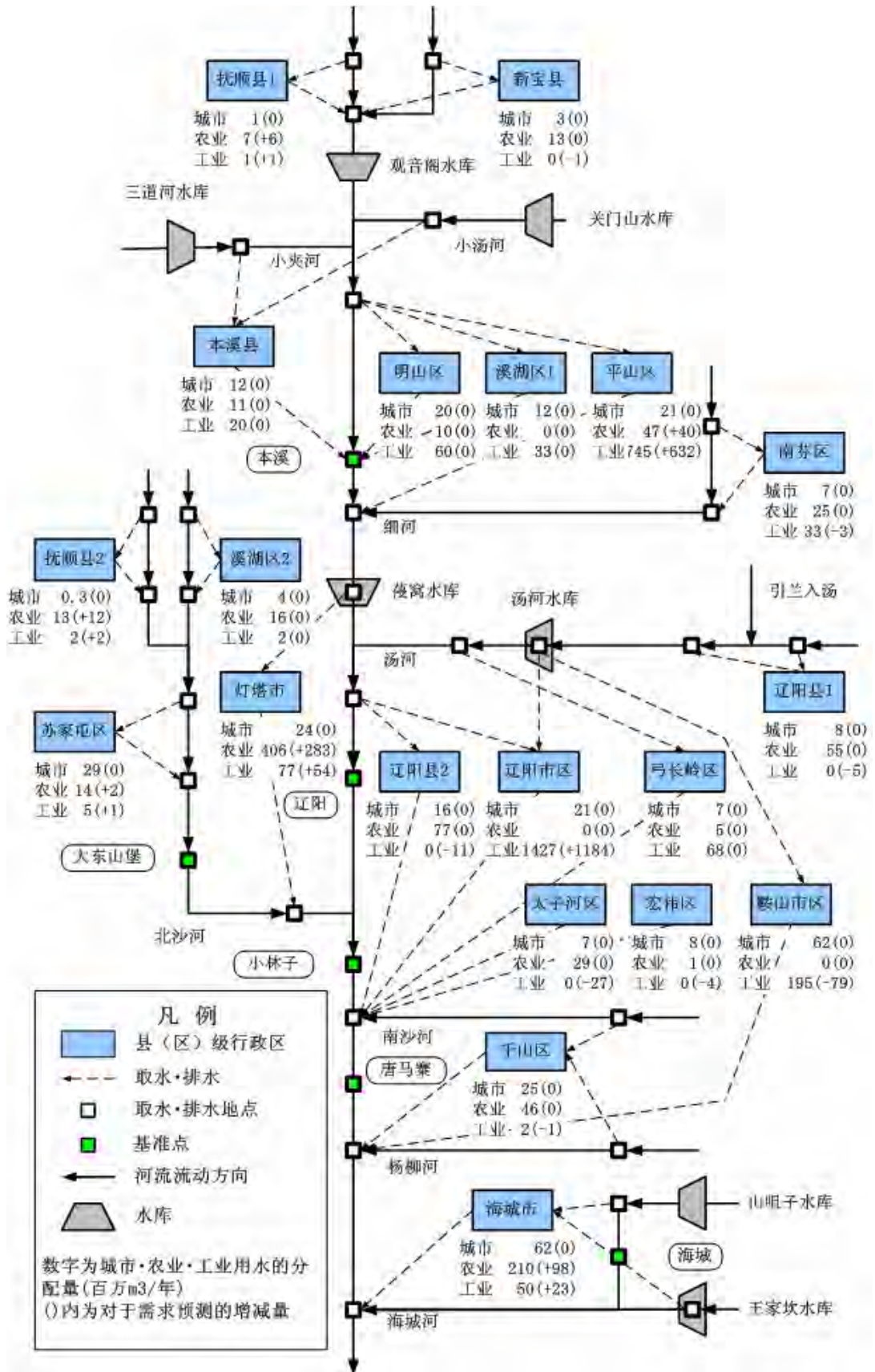
表 1.6.4 两方案中工业用水不足的对比

单位：万 m³/年

地区	水源环境保护 2 (A)	总计 (B)	(B) - (A)
鞍山市区	9, 371	7, 899	-1, 471
千山区	94	94	0
新宾满族自治县	122	122	0
南芬区	281	281	0
辽阳县 1	521	521	0
辽阳县 2	1, 057	1, 057	0
宏伟区	414	414	0
太子河区	2, 739	2, 739	0
总计	14, 599	13, 128	-1, 471

再看其它地区的分配结果，海城市、平山区、辽阳市区等的剩余水量增加。缓解工业用水不足必须通过利用地表水来解决。

2020 年水资源的各地域的分配结果见图 1.6.12。



资料来源: J I C A调查团

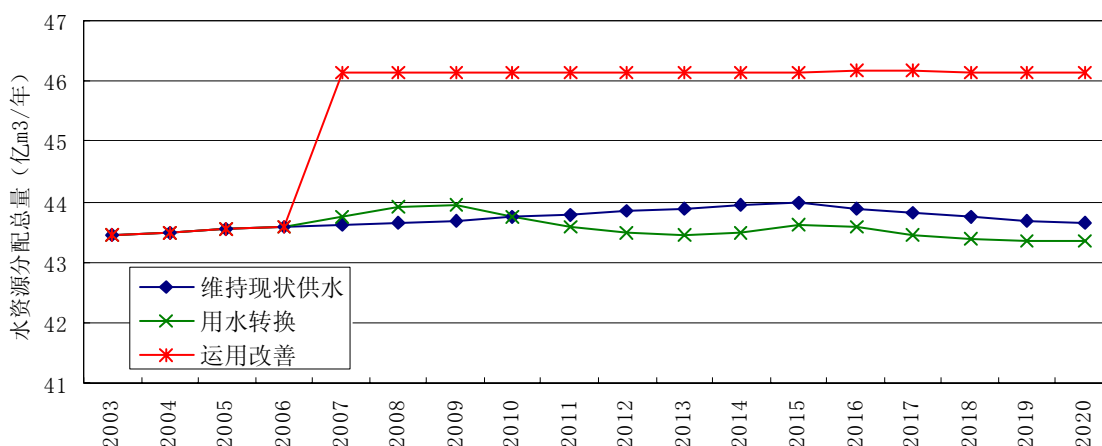
图 1.6.12 2020 年的水资源分配 (综合方案)

1.7 各方案水资源分配结果之比较

1.7.1 水资源分配总量

各地域、各用途分配的水资源的总计称为水资源分配总量。该总量为太子河流域实际分配的水资源总量。

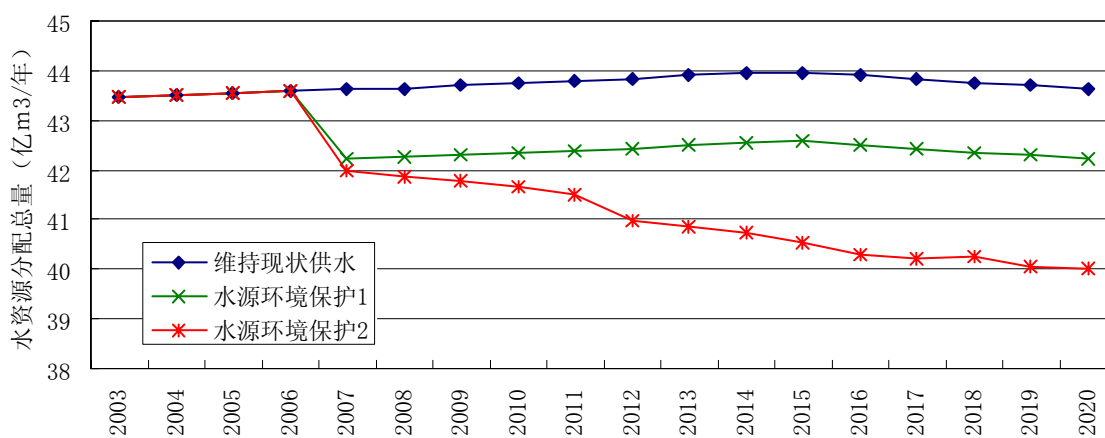
比较用水转换、运用改善、维持现状供水的各方案的水资源分配总量，总量的增大效果以运用改善方案最高，年约为 2 亿 m³ 左右。通过以水库兴利调度为目标的讨论、设定，对更多的对象进行供水成为可能。用水转换方案的水资源分配总量与维持现状供水方案的水资源分配总量大致相。这暗示改善水库调度是重要的。3 个方案的对比结果见图 1.7.1。



资料来源: J I C A 调查团

图 1.7.1 用水转换方案/运用改善方案/维持现状供水方案的水资源总量

通过比较水源环境保护 1(维持流量设定)·水源环境保护 2(维持流量设定及地下水取水削减)·维持现状供水的各方案的水资源分配总量，水源环境保护 2 的分配总量减少显著。所以，确保不依赖于地下水水源是重要的。3 个方案的对比结果见图 1.7.2。



资料来源: J I C A 调查团

图 1.7.2 水源环境保护 1/水源环境保护 2/维持现状供水的各方案的水资源分配总量

1.7.2 水资源分配的经济效果

水资源分配的经济效果通过已经分配的水资源量乘各用途水量的经济效果定额求出。2020 年水资源分配的经济效果如表 1.7.1 所示。

表 1.7.1 水资源分配的经济效果（2020 年）

序号	方案	经济效果(亿元/年)	平均增加率(2003-2020)
(1)	用水转换	12,840	7.91%
(2)	运用改善	12,469	7.72%
(3)	综合	11,632	7.28%
(4)	维持现状供水	11,275	7.09%
(5)	水源环境保护 1	10,780	6.80%
(6)	水源环境保护 2	9,547	6.04%

与运用改善方案相比较，用水转换方案的水资源分配总量较小，但其经济效果较大。这表现用水转换方案在水利用效率方面比较优越。

以上 6 个方案都能确保 6% 以上的经济成长率。辽宁省发展计划委员会制定的「辽宁省小康型社会建设构想」预计到 2020 年为止的 GDP 增长率为 7.5%。考虑 GDP 增长率，① 用水转换、② 运用改善两个方案是达成「辽宁省小康型社会建设构想」目标的有力的水资源分配政策。另外、③ 综合方案可以评价为考虑了水源环境保护的同时，接近 GDP 增长目标的政策选择方案。各方案的经济效果的变化见图 1.7.3。

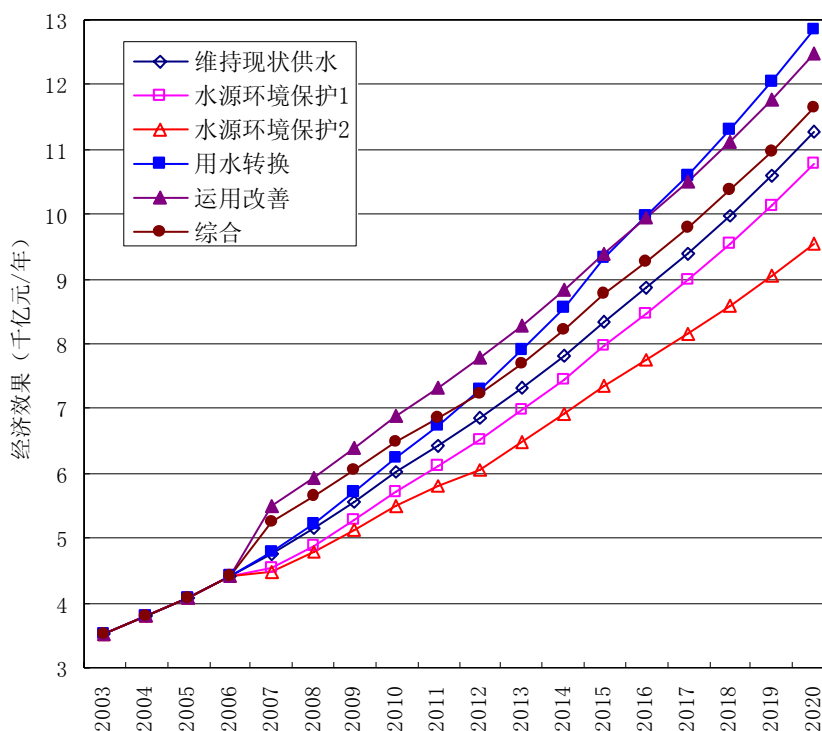


图 1.7.3 各方案的水资源分配的经济效果

1.8 结论

(1) 水资源分配的讨论

太子河流域的水需求以工业地区为中心，预测水需求量将从 2003 年实绩的 18 亿 8 千万 m³/年增加到 2020 年的 20 亿 8 千万 m³/年。就区域性而言，需求量增加中心是鞍山、辽阳、本溪市中心地区，也是主要的工业地区。确保上述地区的供水，是取得未来全流域水供需平衡和发展区域性经济的关键。

对太子河流域地表水和地下水的水资源利用进行建模，并针对将来区域性需求预测，对地表水和地下水水资源进行分配。另外，河流流量采用了根据中国标准确定的 1984 年~2003 年 20 第一枯水年——1985 年流出量数据。

近年，辽宁省从生态环保观点出发，一直在引入生态环境用水。辽阳市首山水源地为了消除地下水漏斗现象，指出了以地下水涵养为目的削减地下水开采量的必要性。从兼顾生态、地下水环境角度出发，追加设定了维持流量和削减地下水取水选择，并研究了水资源分配。研究表明，单独追加设定维持流量（水源环境保护方案 1）会减少剩余水量，但并不影响对需求预测分配。维持流量以及追加设定削减地下水取水（水源环境保护方案 2），在以鞍山市区为中心的对地下水依赖性高的地区，显示出将造成相当数量工业用水不足的可能性。

根据灌溉用水合理化进行的用水转换和改善水库运用，是应对水需求量增加的有力选择。针对可维持现行水供给的方案，追加设定这些选择，再研究水资源分配，其结果可以对辽阳市区和本溪市平山区工业地区追加性分配剩余水量（用水转换方案、运用改善方案）。但在流域内具代表性的工业城市——鞍山市区剩余水量并未增加，而且该地区只增加可分配地表水是不够的。

首先在以鞍山市区为中心的地区，针对发生工业用水不足的维持流量、削减地下水取水选择追加设定用水转换和改善运用选择，研究了缓解工业用水不足的效果，但其成效极为有限。得出的结论与上述结论一样，仅依靠增加地表水是不够的。

太子河流域可分配的水资源量与现行的供水量相比，处于高水平。针对未来需求量的增加，为了确保供水，必须以地下水为中心，改变仅依靠现有水源的水源结构，眼下即着手制定利用丰富地表水的措施。

(2) 建议

在辽宁省建设小康社会构想中，2020 年不同产业 GDP 比例的产业结构将以第二产业和第三产业为中心。太子流域的经济发展必须确保工业用水。

为了应对工业增产带来的水需求增加，必须采取以下措施增加供水：①提高再生水的利用；②恢复河流水质；③通过农业用水合理化和农业用水转换，实现增加供水。

采用统计资料对①进行分析，即使与日本相比，太子河流域的制造业也正在实现高水平的补给用水定额。不能要求超越上述水平，大幅度提高用水定额。所以，应将重点放在对②和③的措施。

本次水资源分配分析已经搞清：作为剩余水量，辽阳市区、本溪市平山区可以分配到五倍于现

行总需求量的地表水。辽阳市区、本溪市临近太子河干流，不存在施工道路方面的问题。但，辽阳市区大约有 60%的工业用水水源依靠地下水。这正是蓼窝水库下游各类水质状况（丰水期：Ⅲ类、枯水期：Ⅴ类）的起因。首先必须实施②中所述的水质恢复（全年：Ⅲ类）。③农业用水合理化和用水转换取得的效果是明白了采用水资源分配分析确认了剩余水量追加性分配。

鞍山市区将保持现有水源结构，很难保障增加水需求量的供给。确保地表水新水源，与辽阳市区情况一样，需要推进②、③要求的研究。在本次水资源分配分析中，在推进以地下水涵养为目的的削减抽水情况下，对工业用水不足状况进行了模拟。一味增加地表水的用水转换和改善运用选择（相当于③的内容）不可能确保足够水量。作为解决措施，我们提出综合考虑①②③见示意图（图 1.8.1）。综合考虑①②③，在水资源分配研究中是很重要的。增加对应于鞍山市区新增引水，恢复对应于太子河区、宏伟区、辽阳县的地表水利用，再生对应于企业污水回收率的提高。

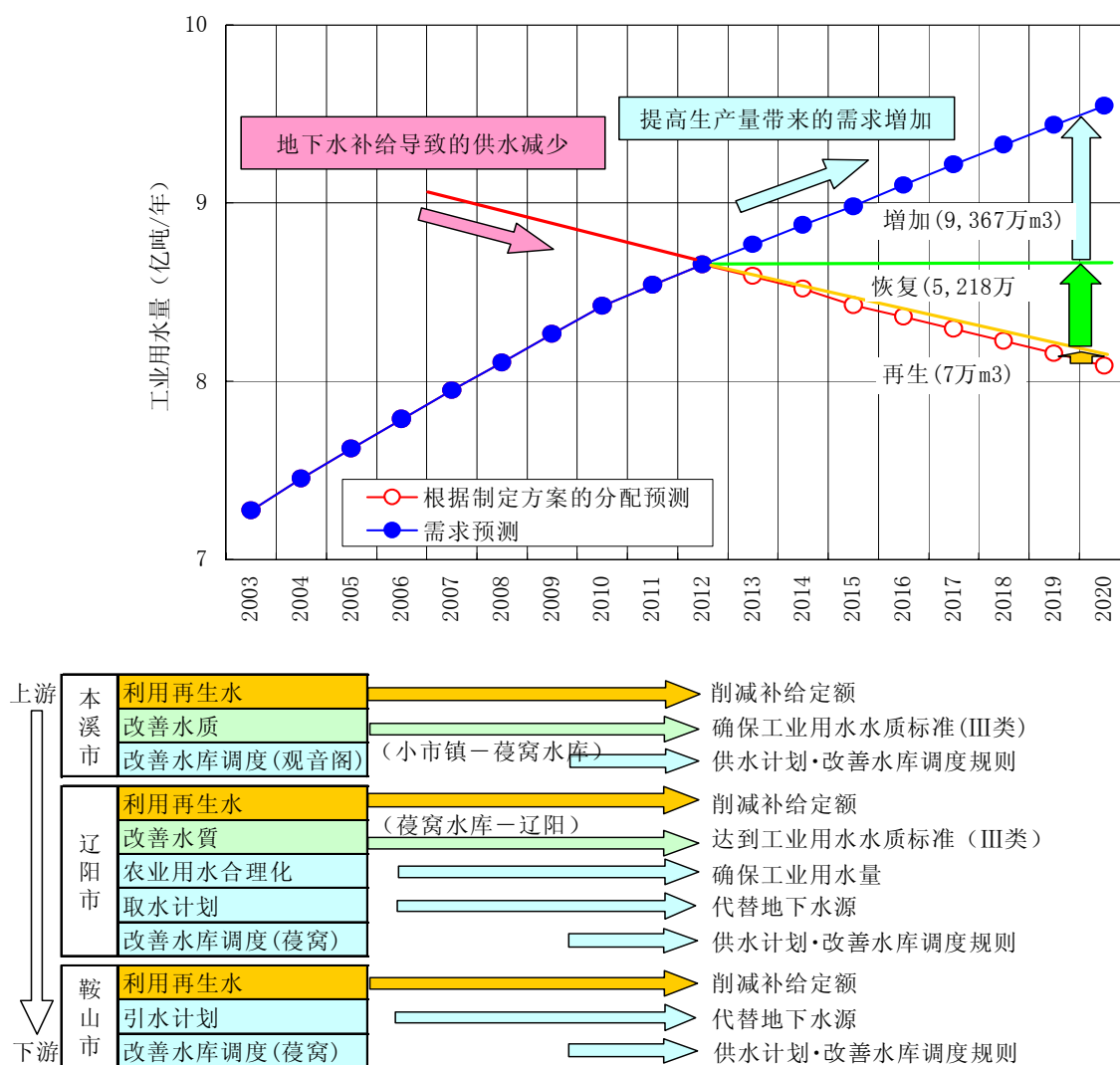


图 1.8.1 确保工业用水的阶段性措施示意图

第 2 章 水价格制度的研究

2.1 研究背景

无论是生活用水，还是工业用水、农业用水，当水价上涨时，为了控制水费用的增大，用水者的节水动机开始起作用。控制家庭、事务所等用水浪费的效果是可期待的。当水价上涨时，为了控制水费用的增大，用水者的节水动机开始起作用。同时，促进工厂引进节水型设备、工艺。另外，在农业也将促进转向灌溉效率更高的灌溉技术方式。

关于生活、工业、农业用水，在考虑水价格制度现状的基础上，针对水需求的价格弹性、引进等课题进行研究讨论。

2.2 生活用水

2.2.1 水价制度的现状

生活用水可以分为自来水公司供水和自家水井供水两种。对前者征收水费，对后者征收水资源。水费分为从量制（有水表的水管道）和定额制（无水表的水管道）。从量制水费以城市为中心，并正在得到普及。自来水价格由自来水公司向水利局支付的水资源费、水净化等处理成本和污水处理费构成。太子河流域的水价金额是每 1m^3 1.4 元~2.0 元。

2.2.2 水需求的价格弹性

所谓水需求的价格弹性，就是表示水价格变化时，与水需求的变化关系的指标。水需求的价格弹性具体表现如下式所示¹。

居民收入存在地区差。即使是相同的水价，水的使用给予各个家庭生活的影响也不一样。假设水的使用量是变化的，使用城市市区 2002 年的供水量、居民收入和水价数据，按以下顺序对价格弹性进行了概算。

$$Q2 = Q1 \times (P2 / P1)^E \quad (\text{式 } 2.2.1)$$

式中 $Q2$ ：水价变更后的消费量、 $Q1$ ：水价变更前的消费量、 $P2$ ：变更后的水价、 $P1$ ：变更前的水价、 E ：水需求的价格弹性。

在价格弹性是负值的情况，如果水价上涨，水需求则减少。价格弹性是正值的情况，水需求则增大。绝对价值的大小与需求变化的大小相对应。北京市的分析事例，价格弹性是-0.24。

2.2.3 生活用水需求的价格弹性研究方法

当水价上涨时，激发用水者节水动机的是水费随用水量变化，即水费征收从量制。但在其它情况下没有效果。为了评价用水价格弹性，通过实际变更水价并观测水使用量的变化是直接的办法，

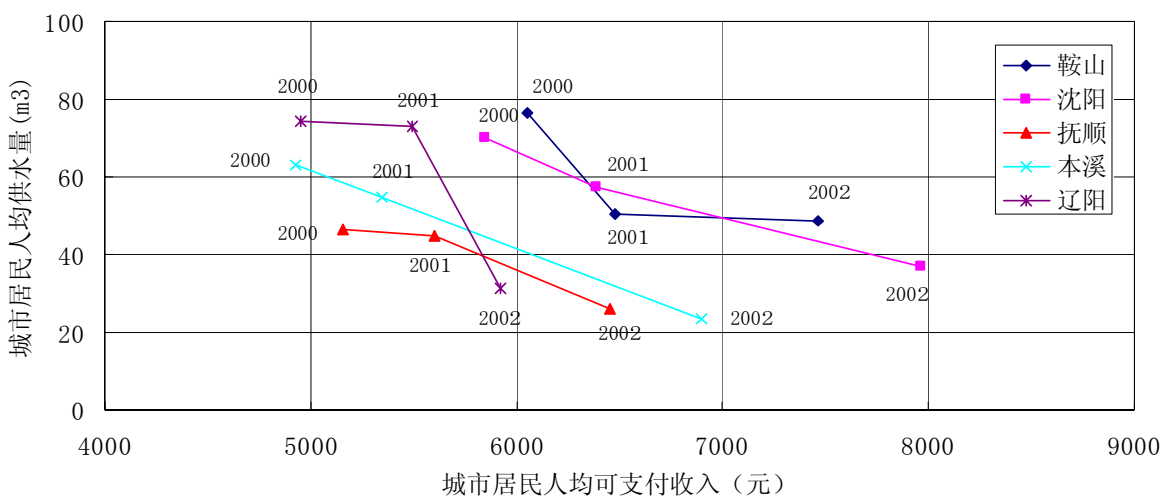
¹ Liu Shao, 2002. Water pricing towards sustainability of water resources : a case study in Beijing, Journal of Environmental Sciences, Vol.14, No.4, pp.518-523

但该法并不现实。因此，作为其替代方法，研究了从量制自来水普及的城市地区的生活用水供水量、居民收入与水价的关系。

2.2.4 城市地区供水量和收入的变化

我们推测随着经济的增长，个人收入提高，每一用水者的用水量会增加。但近年来太子河流域城市地区的供水量和个人收入的关系却成反比。两者关系如图 2.2.1 所示。

这可以推察为由于各用水者的用水目的不同，例如，有水表自来水的普及、减少供水损失等、自来水项目建设进展带来的影响。对同一城市时间系列数据进行价格反弹分析是很困难。



资料来源：中国城市统计年鉴、辽宁统计年鉴

图 2.2.1 城市居民人均可任意处分的年收入和年供水量的变化

2.2.5 着眼于地区收入差的用水量价格弹性研究

在太子河流域的鞍山、沈阳、抚顺、本溪、辽阳 5 城市中，居民所得存在地域差。从对水需求影响的视点来看，所得不同而水价格相同，与所得同样而水价格有差异是同样的。

根据这一观点，在 5 城市中，用所得除以水价格，求得到单位所得的水价格。分析单位所得的水价格和水使用量的关系，评价其价格弹性。

- ① 针对各个城市 i ，用可使用收入除以水价，求每一单位收入的水价 $P(i)$ ，设生活用水的供水量为 $Q(i)$ 。
- ② 将任意两城市的 $P(i) \cdot Q(i)$ 组合输入上式 (式 6.2.1) $Q_2 \cdot Q_1 \cdot P_2 \cdot P_1$ 中，将计算得出满足等式的 E 。

价格弹性的计算结果如表 2.2.1 所示。

表 2.2.1 生活用水价格弹性的计算结果

城市的组合		价格弹性值
城市 1	城市 2	
沈阳	鞍山	4.373
沈阳	抚顺	-1.613
沈阳	本溪	-3.109
沈阳	辽阳	-0.548
鞍山	抚顺	-4.304
鞍山	本溪	-9.266
鞍山	辽阳	-1.928
抚顺	本溪	1.670
抚顺	辽阳	2.009
本溪	辽阳	1.864
平均		-1.085

资料来源：JICA 调查团

在平均值为-1.085 的情况下，若水价上升 10%，就意味着水使用量减少 9.1%。

该数据与北京市的分析实例(-0.24)比较，稍微大一点。采用生活用水的价格进行控制，是从量制自来水普及的前提。对于自来水使用者不产生不公平感觉是很重要的。另外，需要考虑对低所得者阶层的必要用水不生产障碍。

2.3 工业用水

2.3.1 水价制度的现状

在从自行开发的水源中取用工业用水时，在从使用水资源费和国家预算建设起来的利水设施接受供水时，必须支付水费。现行的费用前者在采用地表水时水费为 0.11 元/m³、采用地下水时为 0.35 元/m³；后者则是 0.52 元/m³。

2.3.2 产业节水的可能性

当水价已经上升时，具有改善水利用效率的余地，是企业节水的前提。工业用水的水利用效率可采用①中单位生产量的总水量、②中占总水量的补给比例（回收率）进行评价。就后者的回收率而言，流域内 5 城市的水平在许多行业与日本目前的水平相同，或处于该水平以上。日中不同行业的回收率如表 2.3.1 所示。

表 2.3.1 日中双方回收率的对比

行业	沈阳市	鞍山市	本溪市	辽阳市	抚顺市	日本
食品加工业	62.9%	64.8%	59.8%	59.5%	72.1%	39.3%
食品制造业	47.8%	49.6%	45.0%	44.8%	56.2%	39.3%
饮料制造业	64.0%	65.9%	60.8%	60.6%	73.2%	19.4%
纺织业	47.8%	49.6%	45.0%	44.8%	56.2%	14.8%
纸、造纸业、纸制品业	53.3%	55.2%	50.4%	50.1%	62.1%	46.5%
石油化学、煤炭工业	96.5%	97.0%		95.5%	99.1%	84.8%
化学原料、化学制品业	92.3%	93.3%	90.7%	90.6%	97.1%	84.8%
医药产品制造业	84.2%	85.8%	81.7%	81.5%	91.6%	84.8%
钢铁生产业	92.9%	93.8%	91.3%	91.2%	97.4%	90.6%
通过机械业	69.8%	71.8%	66.7%	66.5%	78.9%	67.8%
运输机械业	81.8%	83.4%	79.1%	78.9%	89.6%	92.6%

资料来源：JICA 调查团，日本的数据来自经济产业省《2003 年工业统计表 用地、用水篇》。中国方面回收率高的部分标了红色。

与日本相比回收率低的行业有可能会通过引入设备以改善回收率。使工业用水价上升对于企业来说，将成为促进企业为削减成本更新设备和节水（提高回收率）的动机。

假设在回收率完全达到日本水平的情况下，工业用水的削减效果如表 2.3.2 所示。

表 2.3.2 通过提高回收率削减工业用水的效果

城市	沈阳市	鞍山市	本溪市	辽阳市	抚顺市
2003 实绩 (万 m ³)	21,017	23,682	17,166	26,134	18,557
削减量 (万 m ³)	300	6	15	22	2
削减率 (%)	1.43%	0.03%	0.09%	0.08%	0.01%

太子河流域主要城市鞍山、本溪、辽阳通过提高回收率达到的削减效果还不到 0.1%。以与日本相同水平为指标，通过提高回收率实现削减用水的效果是不可期待的。

为了促进工业用水的节减，不仅要引进现有技术，而且必须开发新技术。所以，以节水为目的的水价制度需要对企业开发节水技术给予支持的政策同时进行。

另外，在本次讨论中，根据中国产业的回收率已达相当水平的推算数据推进了讨论，但是，太子河流域的本溪市、辽阳市，鞍山海城市等城市中，工厂排水造成的环境污染非常显然，这与污水的高回收率相矛盾。关于规模以下工业等统计资料少的中小企业，其排水的回收率有改善的可能性。

2.4 农业用水

2.4.1 水价格的现状

从自备开发的水源取水为农业用水时的水资源费，以及由国家预算建设的供水设施供水时水费，都需要支付。现行的费用是，在前者的情况下，地表水为 0.001 元/m³、地下水为 0.002 元/m³，后者的情况为 0.05 元/m³。

2.4.2 农业用水的价格标准

农业用水的水价格，与生活用水·工业用水相比，其水资源费大约为 100 之 1，水费为 10 分之一，农业用水的价格标准是非常低的。水资源费·水费的对比见表 2.4.1。

表 2.4.1 水价格的比较

		水价格(元/m ³)				
		农业(A)	生活(B) ^(注)	工业(C)	比率(A)/(B)	比率(B)/(C)
水资源费	表流水	0.001	0.1	0.11	1%	0.9%
	地下水	0.002	0.2	0.35	1%	0.6%
水费		0.05	0.5	0.52	10%	9.6%

(注) 生活用水的自来水水价格在水资源费或者水费的基础上加算了污水处理费·加压费

2.4.3 农业用水的经济性

将各农业领域的经济生产高按单位水量进行换算，并称之为农业用水的经济生产定额。该经济生产定额越高意指水利用的经济效果越大，相反，其数值越低，水利用的经济效果越小。太子河流域各地域的农业用水的经济生产定额，比工业用水的生产定额小。特别是占农业用水约 80% (辽宁省水资源管理年报 2003 年版) 的水稻灌溉用水的生产定额是 1 万元/万 m³ 左右，仅为工业用水的约 100 分之一。大部分农业用水的生产定额的对比见表 2.4.2。

表 2.4.2 太子河流域各地域农业用水与工业用水的生产定额

		单位 万元/万m ³									
		水稻	玉米	蔬菜	大型家畜	猪	羊	家禽	养殖	育苗	工业用水
沈阳市	苏家屯区	1.2	2.2	14.4	87.8	101.3	50.2	330.4	3.1	6.4	82.8
鞍山市	海城市	0.8	5.5	12.3	170.1	99.3	43.7	209.3	4.1	1.0	193.1
	鞍山市郊区	0.7	4.9	12.1	285.7	99.9	43.6	257.6	4.1	4.9	
抚顺市	千山区	0.8	5.0	12.6	302.0	105.2	46.5	281.7	4.3	4.9	89.3
	抚顺县	1.3	0.9	6.8	111.1	130.3	81.7	252.0	21.1	2.1	
新宾县	新宾县	1.0	0.7	48.8	92.9	132.9	29.6	199.6	38.1	0.4	193.7
	本溪市	本溪县	0.7	0.6	5.0	48.9	86.1	41.7	156.4	1.7	
本溪市	平山区	0.6	0.6	5.4	266.5	148.2	56.2	218.2	9.6	1.8	193.7
	溪湖区	0.6	0.5	7.1	271.1	122.6	57.9	182.2	5.1	3.0	
	明山区	0.6	0.8	11.1	148.5	154.0	85.8	281.2	8.0	3.0	
	南芬区	0.7	0.6	5.8	118.4	111.1	81.9	354.9	65.4	19.5	
辽阳市	辽阳县	0.9	1.5	4.6	67.6	78.7	35.0	144.0	12.4	2.1	69.1
	灯塔市	0.9	1.7	6.1	104.6	82.8	23.4	237.5	19.5	2.1	
	辽阳市郊区	1.0	1.5	7.1	139.4	124.4	152.4	183.8	-	11.0	
	宏伟区	1.0	1.5	7.1	139.4	124.4	152.4	183.8	-	11.0	
	弓长岭区	0.8	2.0	3.9	138.3	136.7	306.7	313.9	-	32.8	
	太子河区	1.0	1.4	7.4	145.3	137.0	19.3	172.8	-	2.1	

- : 没有数据

资料来源：辽宁统计年鉴 2003、中国环境年鉴 2003。

2.4.4 农业用水价格现状的评价

当关注占农业用水 80%的水稻灌溉用水，其水价格比工业用水低，但是，其经济生产定额也大体上以相同的程度低，这可以评价为价格对应于于水利用的经济出产。

如大家所知道的「三农问题」一样，在中国，改善农村结构、提高农民收入、保证农业生产是重要的问题。在灌溉用水经济性低的情况下，农业用水价格的上涨，很容易能预料到将对农民收入给予很大的坏影响。因此，不是只限于价格操作的对策，首先应当积极引进提高灌溉效率的技术，使节水效果具体化，并努力提高农民收入。

附属报告书-11

GIS 解析

中华人民共和国 水权制度建设研究项目

最终报告书

第 5 卷

分类-3 试点地区事例研究

附属报告书-11

GIS 解析

目 录

第 1 章 GIS 数据建立	11-1
1.1 基础图数据.....	11-1
1.2 行政区划界线数据.....	11-1
1.3 小流域数据.....	11-1
1.4 其它数据.....	11-3
第 2 章 GIS 解析	11-4
2.1 供水状况解析.....	11-4
2.2 需水分析.....	11-6
第 3 章 基于 GIS 空间数据库的水资源综合管理信息系统的提案	11-8
3.1 目的.....	11-8
3.2 背景.....	11-8
3.3 实施计划.....	11-8
3.4 事业计划评价.....	11-9

表 目 录

表 1.1.1	太子河流域基图数据的图层要素.....	11-1
表 1.2.1	太子河流域行政区划界线数据的图层要素.....	11-1
表 1.3.1	流域划分和面积累计表.....	11-2
表 2.1.1	太子河流域年平均降雨量.....	11-5
表 2.1.2	太子河流域地下水涵养量和使用量比较.....	11-6
表 2.2.1	2003 年太子河流域用水比较表.....	11-7
表 3.3.1	实施计划表.....	11-8

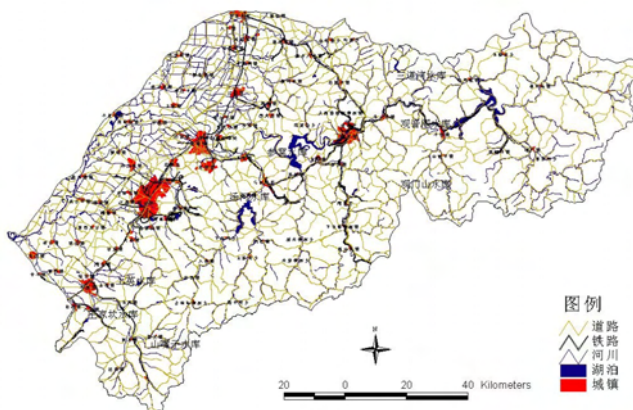
图 目 录

图 1.1.1	太子河流域 1: 25 万地形图的基础图数据.....	11-1
图 1.3.1	太子河流域界线图.....	11-2
图 2.1.1	太子河流域年平均降雨量.....	11-4
图 2.1.2	太子河流域人均年平均降雨量.....	11-4
图 2.1.3	太子河流域地下水分布图.....	11-5
图 2.2.1	太子河流域农业用水分布图.....	11-6
图 2.2.2	太子河流域工业用水分布图.....	11-7
图 2.2.3	太子河流域人均年平均生活用水分布图.....	11-7
图 3.3.1	系统示意图.....	11-9

第 1 章 GIS 数据建立

1.1 基础图数据

本项调查采用 1:25 万地形图整理编制了 GIS 基础数据。GIS 基础数据包括河流、湖泊、铁路、公路等多层结构。上述 GIS 基础数据和各层结构分别示于图 1.1.1 和表 1.1.1。



资料来源：JICA 调查团

图 1.1.1 太子河流域 1:25 万地形图的基础图数据

表 1.1.1 太子河流域基图数据的图层要素

层的名称	形状	属 性
公路	线状	城市乡镇名称和中国国家标准 GB 的符号
铁路	线状	中国国家标准 GB 的符号
河流	线状	中国国家标准 GB 的符号、主要河流名称
湖泊	多边状	GB 符号、主要河流和水库名称
城镇	多边状	GB 符号、城市乡镇名称

资料来源：JICA 调查团

1.2 行政区划界线数据

除了以上所示的基图数据外，为了预测水需求状况，整理制作了乡镇级行政区划界线数据。运用该数据，可以对不同行政区划所属的工业用水、农业用水、生活用水需求状况进行预测。进一步与小流域内地下水、地表水的开发可能量进行比较，掌握区域内用水平衡状况。该行政区划界线数据包括表 1.2.1 所列各项。

表 1.2.1 太子河流域行政区划界线数据的图层要素

层的名称	形状	属 性
市界	多边状	市的名称、面积
区界	多边状	GB 标准符号、市区名称、面积
乡镇界	多边状	GB 标准符号、市区乡镇的名称、面积
村界	点状	ID、市区乡镇名称、村名称

资料来源：JICA 调查团

1.3 小流域数据

为求出计算太子河流域水平衡状况的基础数据，整理制作了太子河流域小流域数据。小流域数据制作工作顺序如下。

- (a) 太子河流域界线数据—收集于辽宁省水利厅

过辽宁省水利水电科学院，收集辽宁省水利厅采用的流域界线数据，并与水利厅提供的其

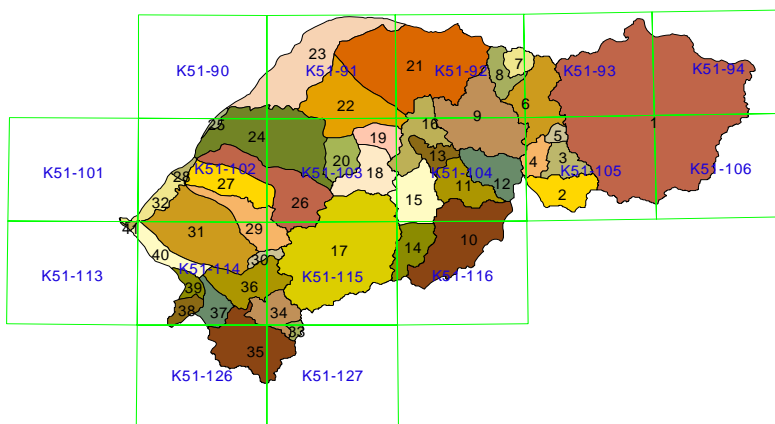
它调查结果进行对照统一。

(b) 小流域界线数据——通过 NASA 的分辨率 100m 的 DEM 数据推算小流域界线数据

在编制小流域界线数据时,将 NASA 的分辨率 100m 的 DEM 数据换成等高线,再用等高线确定小流域界线。

(c) 小流域界线修正数据——行政区划界线数据

在小流域界线中,为使其与行政区划界线重合部分和行政区划界线完全一致,进行了修正。由以上方法获取的太子河小流域分类数据如图 1.3.1 所示。



资料来源: JICA 调查团

图 1.3.1 太子河流域界线图

如图 1.3.1 所示,太子河流域界线覆盖了 17 张 1:25 万地形图,最终被分成 41 个小流域。每个小流域的面积如表 1.3.1 所示。

表 1.3.1 流域划分和面积累计表

流域编号	面积 (m ²)	流域编号	面积 (m ²)	流域编号	面积 (m ²)
1	2,812,145,152	15	264,724,848	29	264,792,080
2	209,115,600	16	241,303,312	30	37,030,056
3	129,457,152	17	1,176,291,328	31	645,527,808
4	99,327,624	18	237,402,688	32	106,143,400
5	37,555,376	19	124,410,824	33	25,471,564
6	342,361,824	20	151,983,328	34	167,726,992
7	77,606,160	21	1,045,050,752	35	440,206,688
8	115,301,560	22	492,364,960	36	278,678,560
9	575,119,552	23	617,123,904	37	117,528,344
10	556,443,712	24	717,126,592	38	69,310,944
11	213,424,560	25	19,458,340	39	63,127,356
12	230,500,768	26	463,734,144	40	144,823,104
13	100,807,264	27	260,314,240	41	9,446,359
14	185,214,864	28	27,339,892	合计	13,892,823,575

资料来源: JICA 调查团

1.4 其它数据

作为 GIS 基础数据的属性，输入了经济统计和社会调查等信息，可以使用这些属性信息进行解析。本次调查中输入的 GIS 属性数据如下所示。

(a) 人口统计数据

人口统计数据分为乡镇级数据和区县级数据，并分别链接到乡镇和区县的图层上。数据中包括以 2003 年人口数据为基础，预测得出的 2020 年人口数据。此外，还包括以人口和面积为基础数据计算得出的 2003 年和 2020 年人口密度数据。

(b) 社会调查数据

社会调查数据根据乡镇或村的名称，作为乡镇级行政界线数据、或村的点状数据属性，与调查项目进行了链接。

第 2 章 GIS 解析

2.1 供水状况解析

(a) 雨量解析

将太子河流域内 14 个雨量观测站和 1984 年至 2003 年的年均降雨量变换成 GIS 数据，并由 14 个雨量观测站的年平均降雨量生成 10mm 间隔的等降雨量线，获得了图 2.1.1 所示的全流域雨量分布图。根据 GIS 统计分析，搞清了整个流域总降雨量约为 10, 602 百万立方米。

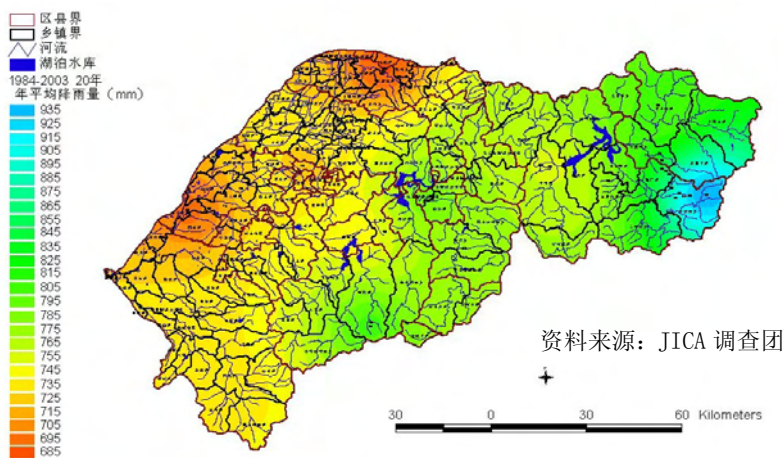


图 2.1.1 太子河流域年平均降雨量

使用以上所述年平均降雨量和人口统计数据，对 GIS 给出的年人均降雨量进行解析。解析结果是：对应全流域内年人均降雨量的 1788 mm，位于下游的鞍山市和辽阳市等处于 100 mm 以下，上游流域的本溪满族自治县和新宾满族自治县为 8000 mm。由此结果获知该地区年人均降雨量的差异较大。（参照图 2.1.2 和表 2.1.1）

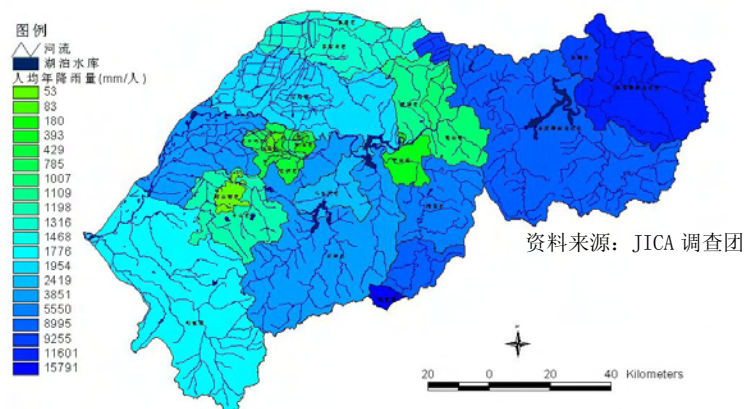


图 2.1.2 太子河流域人均年平均降雨量

表 2.1.1 太子河流域年平均降雨量

县区名称	代码	2003 年人口	年平均降雨量(mm)	年人均降雨量(mm/人)
苏家屯区	210111	368,717	485,069,692	1,316
东陵区	210112	25,911	38,042,197	1,468
鞍山市区	210300	1,219,604	64,357,829	53
千山区	210311	334,586	400,957,031	1,198
海城市	210381	916,910	1,628,681,197	1,776
抚顺县	210421	18,797	173,963,536	9,255
新宾满族自治县	210422	84,179	976,577,500	11,601
平山区	210502	351,328	137,916,564	393
溪湖区	210503	216,349	240,005,650	1,109
明山区	210504	317,523	319,613,865	1,007
南芬区	210505	85,509	474,556,252	5,550
本溪满族自治县	210521	248,255	2,233,046,272	8,995
凤城县	210682	2,828	44,658,321	15,791
白塔区	211002	210,798	17,393,769	83
文圣区	211003	174,365	31,343,417	180
宏伟区	211004	118,972	51,035,591	429
太子河区	211011	137,045	107,606,231	785
弓长岭区	211012	91,615	221,608,055	2,419
辽阳县	211021	522,289	2,011,523,617	3,851
灯塔市	211022	483,005	943,848,684	1,954
合计		5,928,585	10,601,805,270	1,788

资料来源：JICA 调查团

(b) 地下水解析

太子河全流域的地下水涵养量为 13.51 亿立方米，其中 71%，即 9.60 亿立方米水为可用水。各地区地下水使用量如表 2.1.2 所示。鞍山市和辽阳市不足的部分分别从千山地区、辽阳县和灯塔县取水。从这一分析结果得出，鞍山和辽阳地区地下水涵养量已被全部使用。如图 2.1.3 所示：鞍山和辽阳地区已经出现地下水漏斗现象。



资料来源：JICA 调查团

图 2.1.3 太子河流域地下水分布图

表 2.1.2 太子河流域地下水涵养量和使用量比较表

县区名称	代码	地下水涵养量(m ³)	地下水用水量(m ³)	理论地下水残量(m ³)	地下水实际残量(m ³)
新宾满族自治县	210422	0	0	0	0
东陵区	210112	15,611,109	0	15,611,109	15,611,109
苏家屯区	210111	138,010,252	31,670,000	106,340,252	106,340,252
抚顺县	210421	11,964,383	0	11,964,383	11,964,383
溪湖区	210503	32,512,435	0	32,512,435	32,512,435
灯塔市	211022	331,026,065	191,670,000	139,356,065	7,476,623
明山区	210504	9,584,948	0	9,584,948	9,584,948
白塔区	211002	7,535,850	142,340,000	-134,804,150	0
文圣区	211003	9,528,252	0	9,528,252	9,528,252
太子河区	211011	43,383,936	54,990,000	-11,606,064	0
平山区	210502	3,942,004	0	3,942,004	3,942,004
宏伟区	211004	14,871,542	5,300,000	9,571,542	9,571,542
鞍山市区	210300	20,292,083	64,990,000	-44,697,917	0
弓长岭区	211012	14,715,125	13,030,000	1,685,125	1,685,125
南芬区	210505	3,020	0	3,020	3,020
辽阳县	211021	273,030,772	258,500,000	14,530,772	0
千山区	210311	98,677,277	28,200,000	70,477,277	25,779,360
海城市	210381	323,570,281	169,700,000	153,870,281	153,870,281
凤城市	210682	0	0	0	0
本溪满族自治县	210521	3,459,432	0	3,459,432	3,459,432

资料来源：JICA 调查团

2.2 需水分析

对太子河流域的 3 个领域——农业用水、工业用水和生活用水，流域内各地区 2003 年需水情况见表 2.2.1。将这些数据作为 GIS 数据库的属性数据进行了连接，并对 GIS 进行了分析。

(a) 农业用水分析

农业用水主要集中在辽阳、灯塔、海城大型灌区。2003 年总用水量约为 8.4 亿立方米。

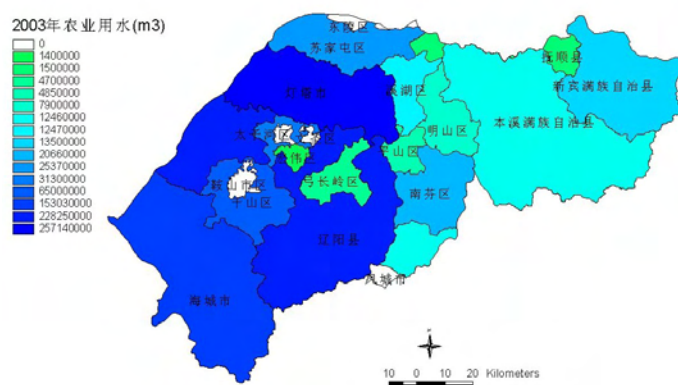


图 2.2.1 太子河流域农业用水分布图

(b) 工业用水分析

工业用水与农业用水相反，主要集中在大型国营企业集中的鞍山市（钢铁业）、本溪市（钢铁业）、辽阳市弓长岭区（矿业）。2003 年用水总量约达 8.16 亿立方米。

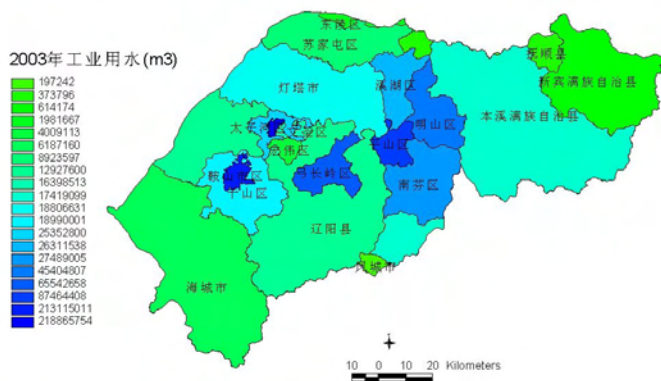


图 2.2.2 太子河流域工业用水分布

(c) 生活用水分析

生活用水几乎都集中在城市。其中，辽阳市与鞍山和本溪相比，人均生活用水量最高；在农村，位于上游的本溪满族自治县与其它地区相比，每人年平均生活用水量最高。整个流域的生活用水总量约达 2.29 亿立方米。

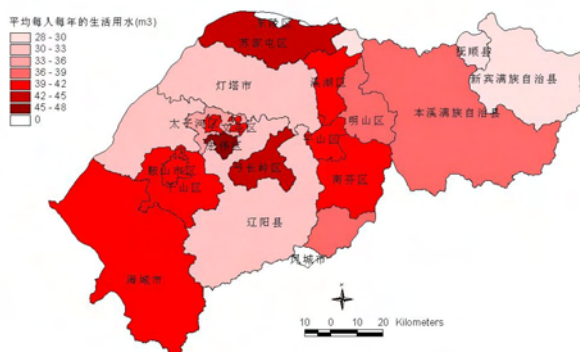


图 2.2.3 太子河流域人均年平均生活用水分布图

表 2.2.1 2003 年太子河流域用水比较表

县区名称	代码	农业用水(m ³)	工业用水(m ³)	生活用水(m ³)
新宾满族自治县	210422	13,500,000	614,174	2,376,494
东陵区	210112	0	1,981,667	1,252,962
苏家屯区	210111	25,370,000	8,923,597	16,044,565
抚顺县	210421	1,500,000	373,796	547,463
溪湖区	210503	12,470,000	26,311,538	8,758,520
灯塔市	211022	257,140,000	18,806,631	15,576,119
明山区	210504	7,900,000	45,404,807	12,198,069
白塔区	211002	0	218,865,754	8,586,062
文圣区	211003	0	16,398,513	7,275,454
太子河区	211011	31,300,000	25,352,800	4,624,348
平山区	210502	4,850,000	87,464,408	13,745,906
宏伟区	211004	1,400,000	4,009,113	5,375,398
鞍山市区	210300	0	213,115,011	49,758,279
弓长岭区	211012	4,700,000	65,542,658	3,947,160
南芬区	210505	20,660,000	27,489,005	3,538,116
辽阳县	211021	228,250,000	12,927,600	16,032,648
千山区	210311	65,000,000	18,990,001	13,591,717
海城市	210381	153,030,000	6,187,160	36,053,107
凤城市	210682	0	197,242	181,704
本溪满族自治县	210521	12,460,000	17,419,099	9,138,628
合计		839,530,000	816,374,574	228,602,719

资料来源：JICA 调查团

第 3 章 基于 GIS 空间数据库的水资源综合管理信息系统的提案

3.1 目的

- 有效管理和预测水资源
- 研究水资源的合理利用
- 对制定水资源管理政策的支援

3.2 背景

在本次调查的基本计划中，完备了太子河流域 25 万分之一的 GIS 数据库。同时，也购买了 ArcGIS Engine 空间管理软件 ARCGIS-ARCINFO。并且，通过当地委托调查业务工作，对流域内的地下水、地表水、水文数据、工业用水、农业用水，生活用水等的现有数据信息进行了整理分析。另一方面，辽宁省水利厅与中国国内的研究机关共同正进行象「太子河流域水资源实时监测系统」这样的系统化的研究。因此，合并上述被完备的信息和系统，构筑基于 GIS 空间数据库的水资源综合管理信息系统是有可能的。

3.3 实施计划

3.3.1 实施机关部门

辽宁省水利厅

3.3.2 实施范围

太子河流域

3.3.3 实施方法

在辽宁省水利厅预算下，委托外部信息系统顾问公司进行系统构筑和营运管理。

3.3.4 实施期间

初步预定从 2005 年 9 月到 2007 年 8 月的 2 年，实施项目和期间如下所示。

表 3.3.1 实施计划表

实施项目 / 实施期间	2005			2006			2007		
设计和构筑数据库				■	■	■			
开发系统							■	■	■
培训技术人员和运用于管理业务								■	■

3.3.5 实施程序

完备全流域 5 万分之一基本图数据、各地区 1 万分之一土地利用数据、行政区分数据，设计水资源相关数据收集和数据更新模型。

- ① 培训厅内的 GIS 管理技术人员，对有关机关部门进行信息系统利用普及教育。
- ② 对系统构筑和管理业务的应用。

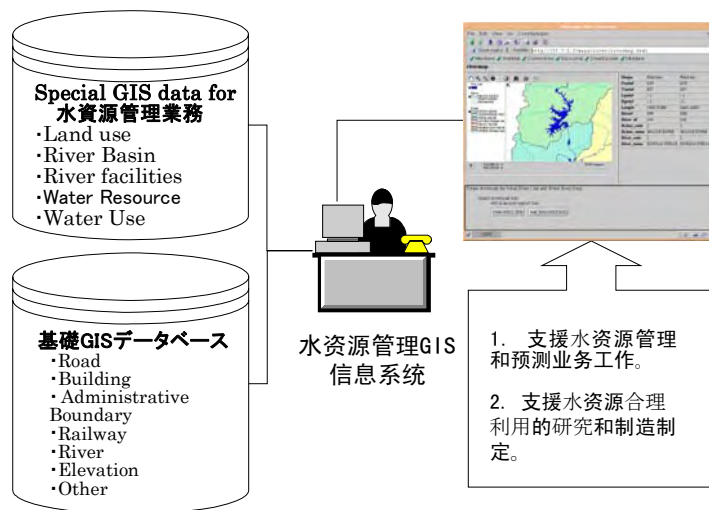


图 3.3.1 系统示意图

3.3.6 事业实施费用

构筑数据库和系统：150 万元 + 诸经费

年间支持和营运管理费用：50 万元 + 诸经费

3.4 事业计划评价

根据水资源信息化管理，可以详细掌握全流域的水资源总量分布和利用状况，同时能正确预测水资源量，和对制定水资源合理利用的有效政策进行支援。并且，也有利于提高水利部门管理技术的水平和水资源管理者的道德。但是，在实施过程中，应留心以下几点。

- ③ 与硬件相比，重点应放在计算机软件上。
- ④ 比起样式好的应用软件开发，应加大力度对作为信息系统基础的高精度数据库的完备和更新。

技术人员要习惯将重点放在掌握实用的基础技术和拼命努力工作之中。