

第 6 章 水权建设与分配

6.1 制定水资源分配计划

6.1.1 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图 6.1.1 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，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，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。

6.1.2 水资源分配的研究方针

（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 6.1.1 显示了分配单位情况。

（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。

（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。



资料来源:JICA调查团

图 6.1.1 区域分配单位的设定

表 6.1.1 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
	弓长苓区	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：JICA 调查团

6.1.3 水资源分配原则的确定

决定水资源分配的原则考虑了以下 4 项。

- (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。
- (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。
- (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。
- (4) 剩余水量的分配：在进行水需求预测的分配后，还剩有水库中的地表水或地下水的未使用的水资源。在本项研究中，将这一部分未利用的水资源称之为“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。

6.1.4 水资源分配方案的设定

就 2003 年至 2020 年的水需求情况，进行水资源分配的研究，并设定以下 6 个方案。

- (1) 维持现状供水
- (2) 水源环境保护 1
- (3) 水源环境保护 2
- (4) 用水转换
- (5) 运用改善
- (6) 综合

各方案的背景、目的、内容汇总见表 6.1.2。

表 6.1.2 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】 在分析稜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】 稜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

6.1.5 水资源分配的制定方法

(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 6.1.2 和图 6.1.3。

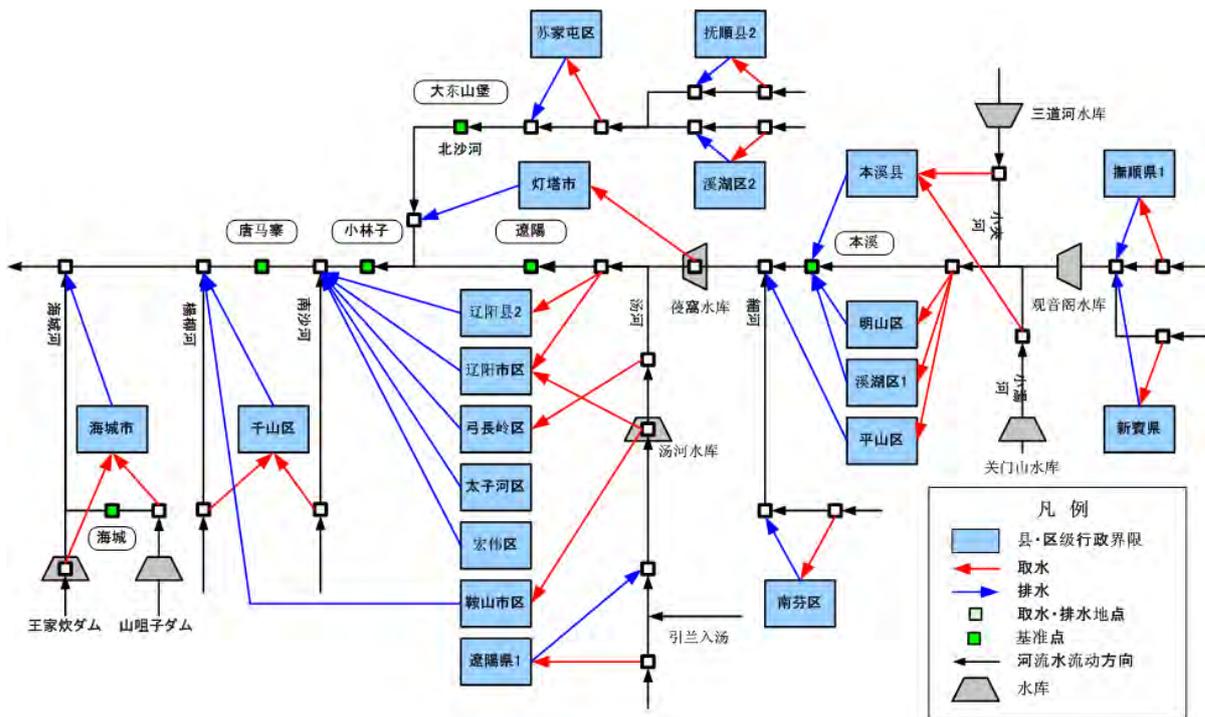
流量是通过使用相当于 20 年最大枯水年—1985 年的降水数据分析结果计算得到的。根据枯水年的流量讨论结果，虽然水资源总量减少，但是，可以期待分配的预测值不会出现过剩情况。就是说可以评价为水利用保证侧的分配量。

(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。

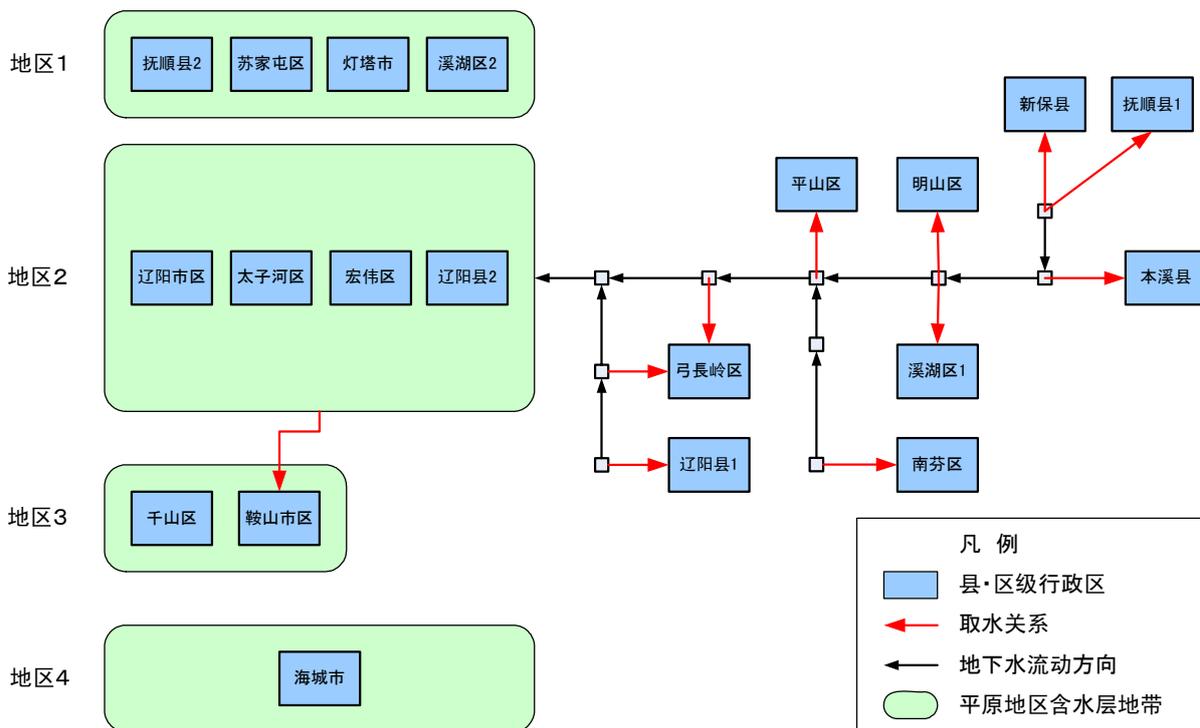
作为对这样问题的有效手法，线形计画法(Linear Programming)是众所周知的。本自研究采用该线形计画法进行最优分配的分析。

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：JICA 调查团

图 6.1.2 太子河流域地表水利用模型



资料来源：JICA 调查团

图 6.1.3 太子河流域地下水利用模型

(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：

$$Max \left[\sum_i \sum_j \sum_k \{Ce(i, j) \times (Ws(i, j, k) + Wg(i, j, k))\} \right] \quad (式 6.1.1)$$

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 6.1.1) 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) 分配量 \geq 需要量： $Ws(i, j, k) + Wg(i, j, k) \geq Dw(i, j, k)$ (式 6.1.2)

(2) 地流水的取水上限： $0 < Ws(i, j, k) \leq ULs(Ws)$ (式 6.1.3)

(3) 地下水地取水上限： $0 < Wg(i, j, k) \leq ULg(Wg)$ (式 6.1.4)

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 6.1.2 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 6.1.3 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 6.1.4 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 6.1.4)。

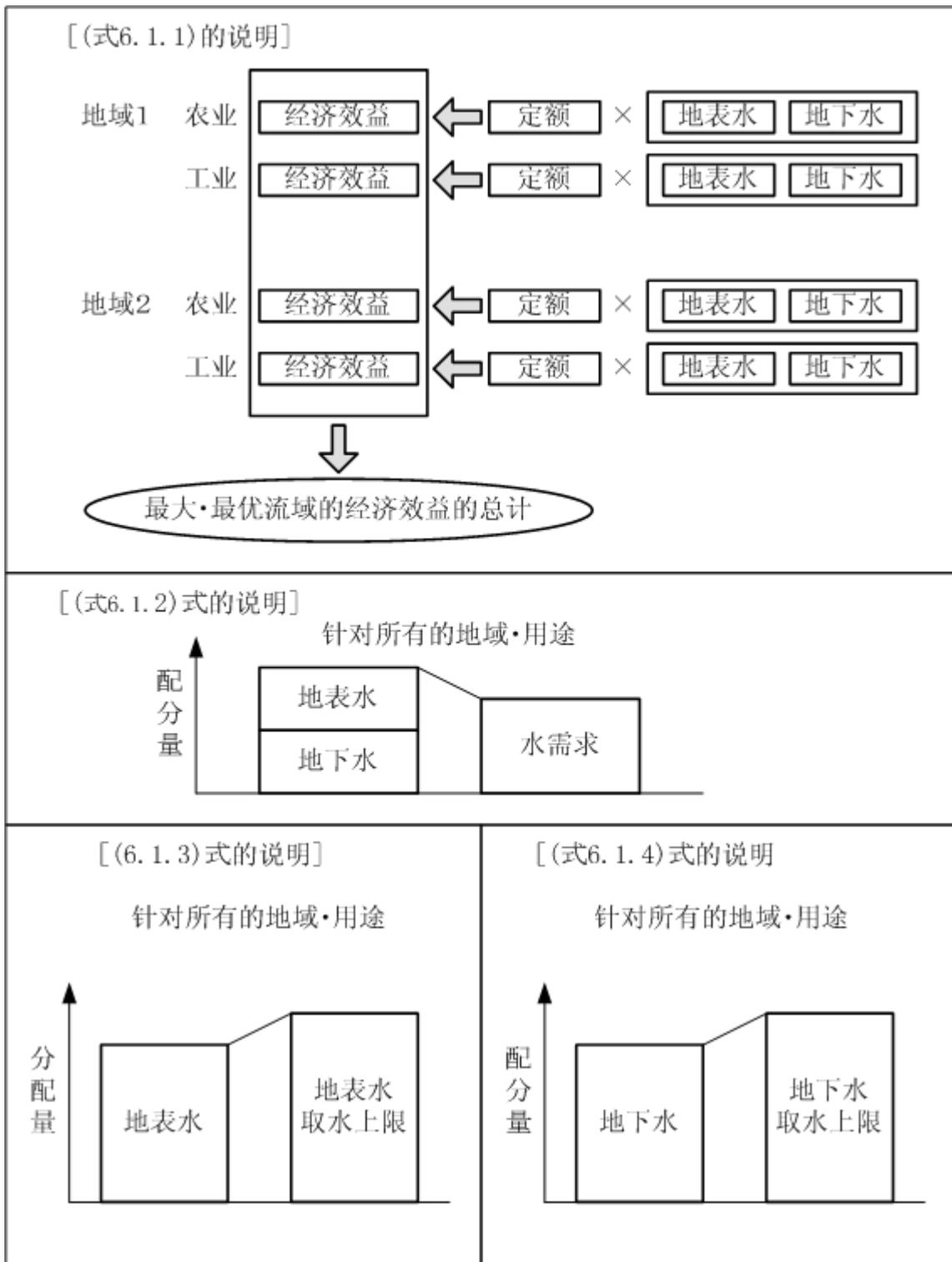


图 6.1.4 线性计划法各公式的说明

6.1.6 各方案的水资源分配

(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 m^3 到 2020 年增加 2,080 百万 m^3 。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。

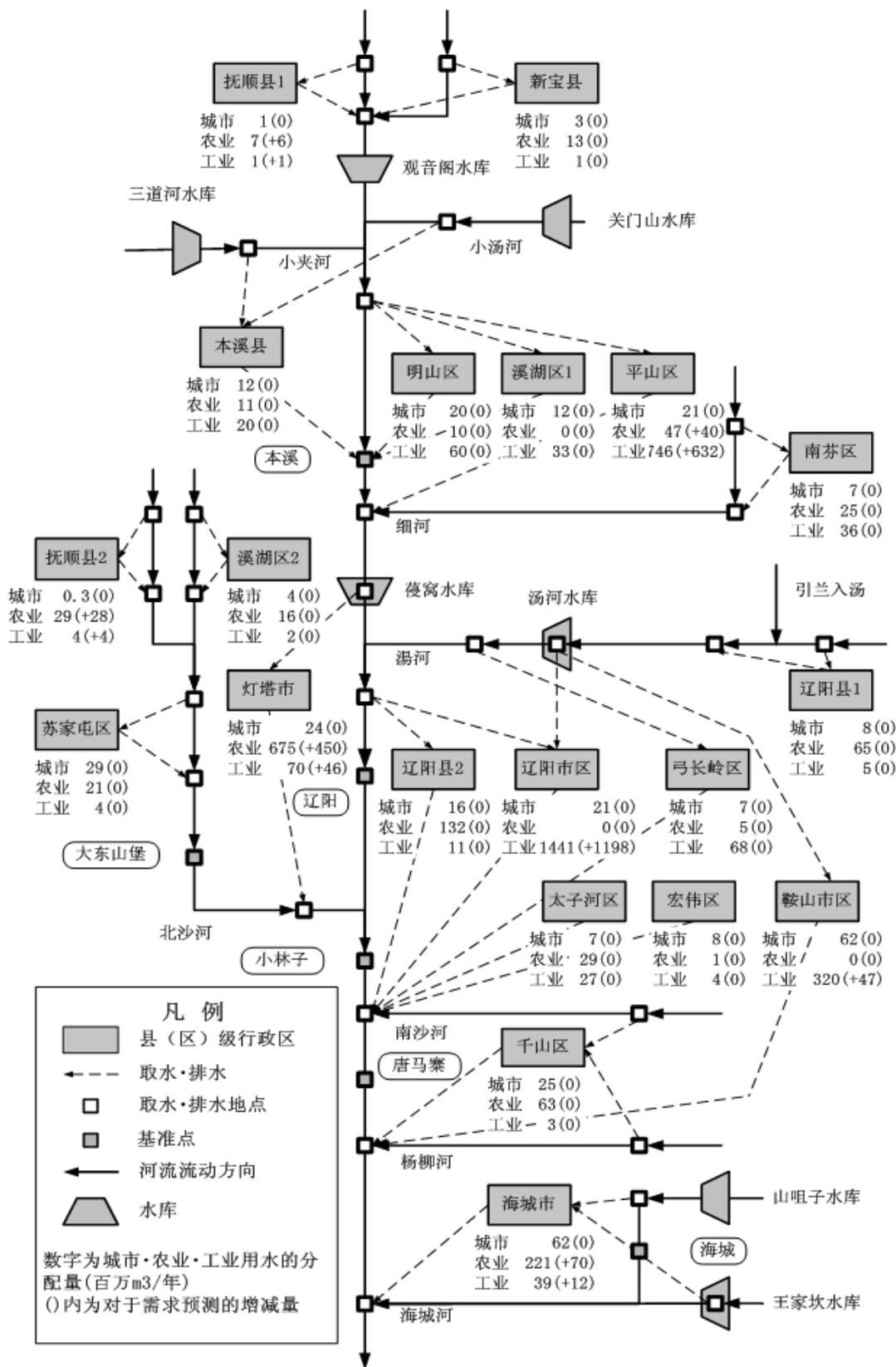
【内容】 研究了 2020 年水需求量的分配以及剩余水的分配情况。

根据分配计算的结果，到 2020 年在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。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。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 6.1.5。在表中的数据为行业别用水分配量(单位：百万 m^3 / 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 m^3 / 年，水资源分配量 221 百万 m^3 / 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 m^3 / 年。



资料来源: J I C A 调查团

图 6.1.5 2020 年的水资源分配 (维持现状供水方案)

(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 6.1.3 表示了维持流量的基准点及其流量。

表 6.1.3 维持流量设定条件

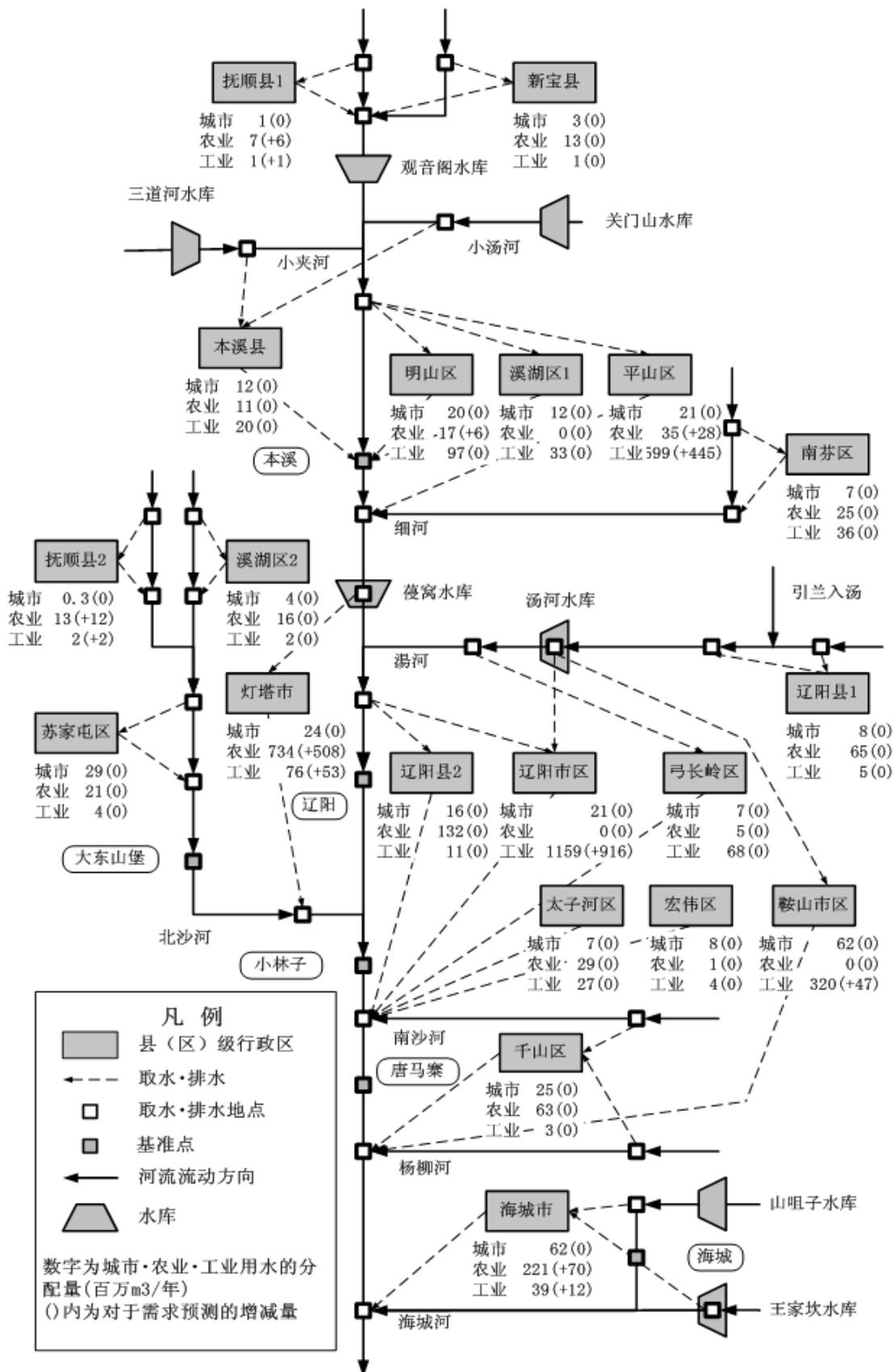
基准点	维持流量	
本溪	4.00 m ³ /s	(1, 051 万 m ³ /月)
辽阳	5.33 m ³ /s	(1, 400 万 m ³ /月)
小林子	6.54 m ³ /s	(1, 719 万 m ³ /月)
唐马寨	7.63 m ³ /s	(2, 005 万 m ³ /月)

以辽阳市区为例，辽阳市区的水利用是城市用水和工业用水。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)。

2020 年水资源的各地域的分配结果见图 6.1.6。



资料来源: J I C A调查团

图 6.1.6 2020 年的水资源分配(水源环境保护方案 1)

(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 6.1.7。

以鞍山市区水资源分配量的变化为例，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。

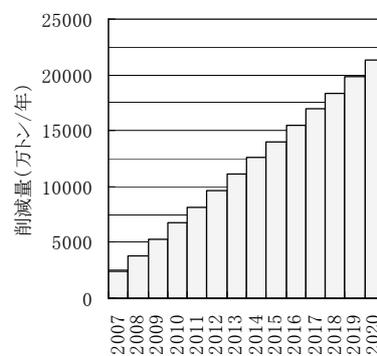
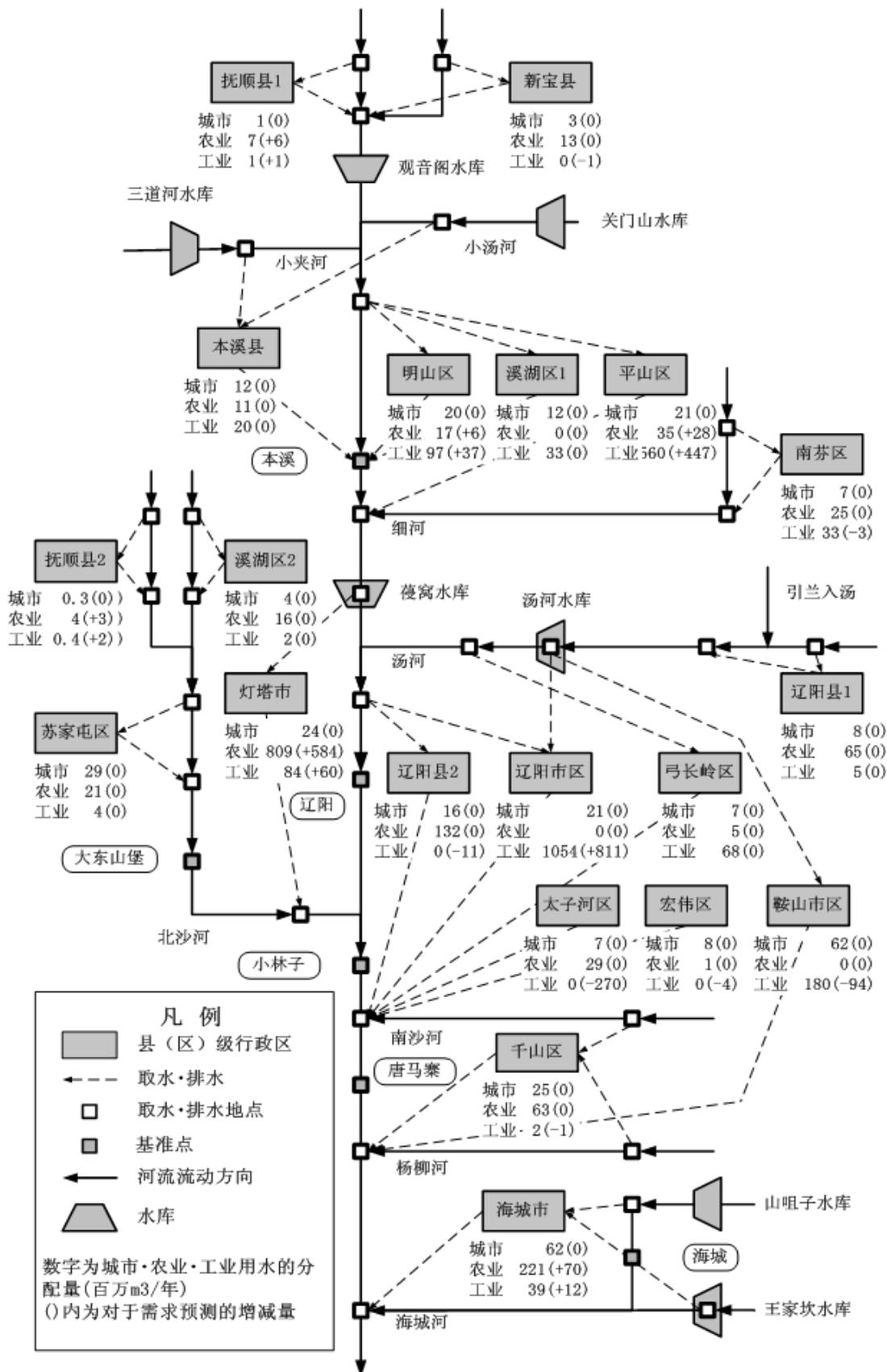


图 6.1.7 地下水削减量

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 6.1.8。



资料来源：JICA调查团

图 6.1.8 2020 年的水资源分配（水源环境保护方案 2）

(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 6.1.4，预测用水转换地区及农业合理化削减用水的效果见表 6.1.5。

表 6.1.4 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 6.1.5 农业合理化的用水削减预计效果

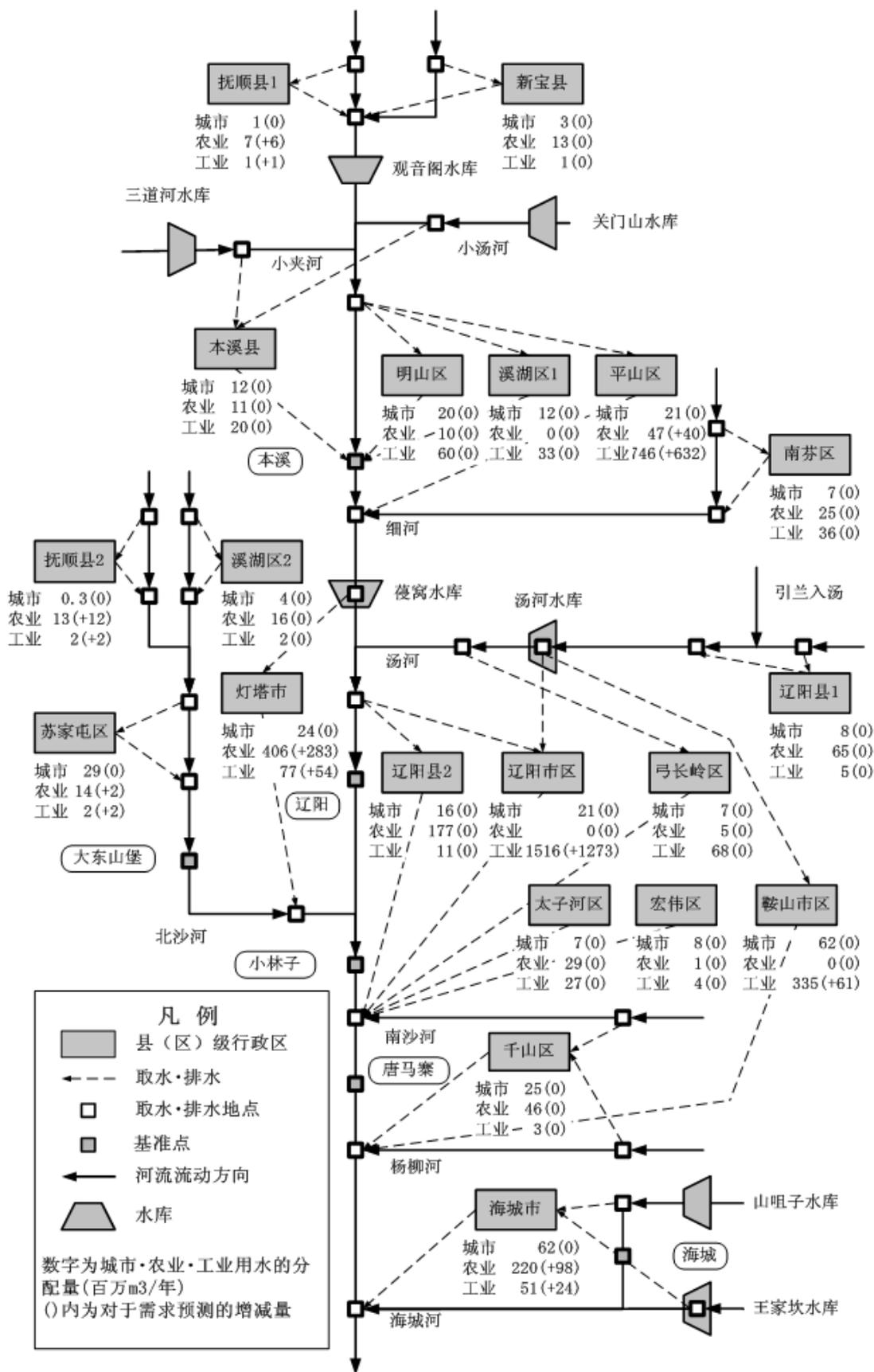
规模	地区	灌溉水量 (万吨/年)		削减量 (万吨/年)
		合理化实施前	合理化实施后	
大型	灯塔市	18,523	8,277	-10,246
中型	苏家屯区	2,010	1,042	-968
	海城市	8,613	4,463	-4,149
	千山区	3,772	1,955	-1,817
	辽阳县2	12,261	6,354	-5,907
小型	辽阳县1	6,040	5,193	-847
	本溪县	993	854	-139
共计		52,212	28,138	-24,074

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 6.1.4 显示了 2020 年将达到的水平。

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。
- 水资源分配总量是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 6.1.9。



资料来源：JICA调查团

图 6.1.9 2020 年的水资源分配（用水转换方案）

(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】** 在分析稷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】** 稷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。

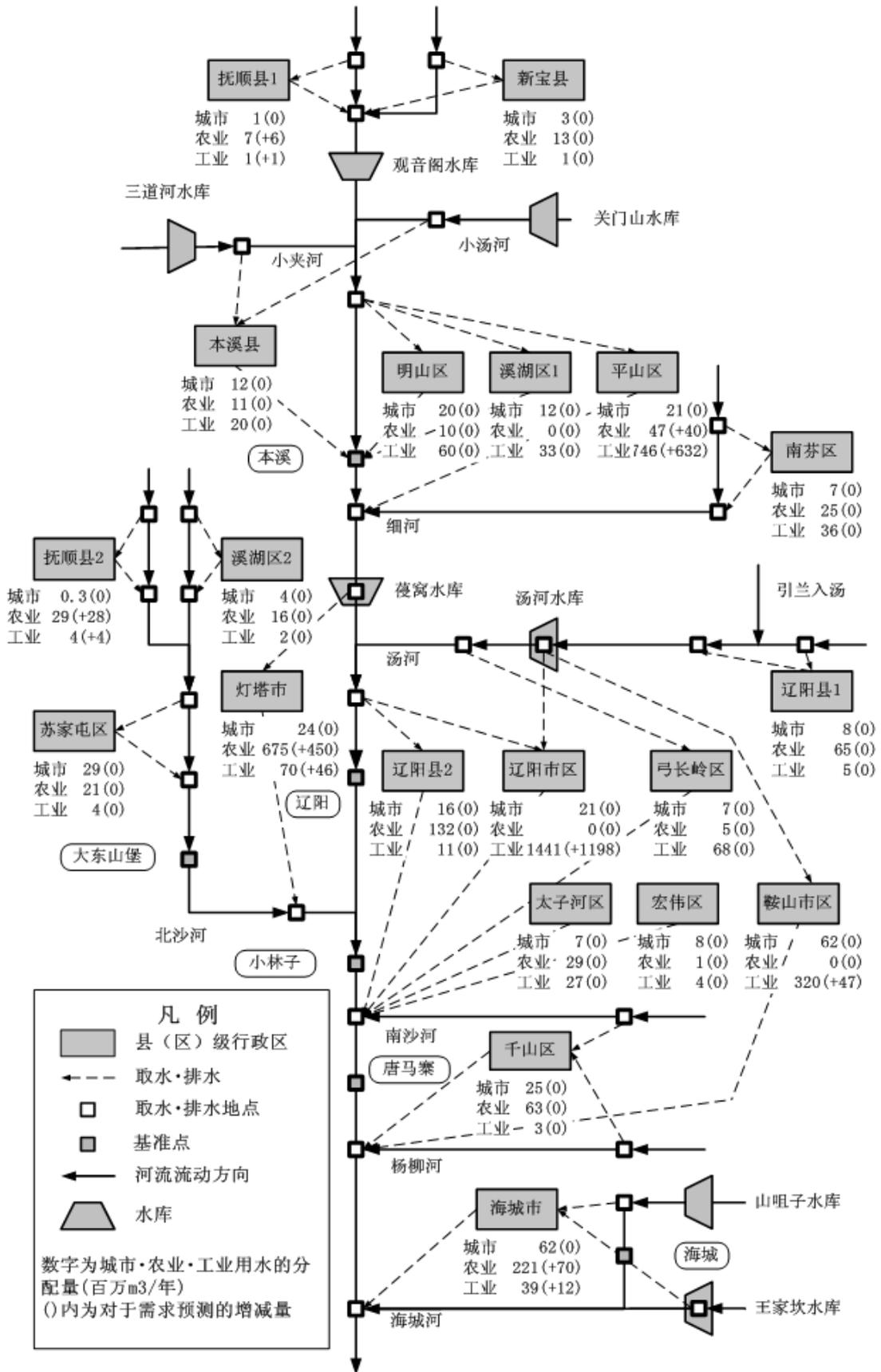
太子河流域，以水利方面占重要位置的稷窝水库为对象，假设提高水库非灌溉期放流量的上限。在此情况下，稷窝水库非灌溉期的恒定放流量约为 $3.0\text{m}^3/\text{s}$ (788 万 $\text{m}^3/\text{月}$)。可追加至 $4.5\text{m}^3/\text{s}$ (1,182 万 $\text{m}^3/\text{月}$) 再行放流。开始时间定为 2007 年。

以辽阳市区为例子，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，平山区位于稷窝水库上游，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。

2020 年水资源的各地域的分配结果见图 6.1.10。



资料来源：JICA调查团

图 6.1.10 2020 年的水资源分配（运用改善方案）

(6) 综合方案

【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。

【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。

【内容】 组合保护水资源 2·用水转换·改善运用及模式设定。

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 6.1.6 所示。

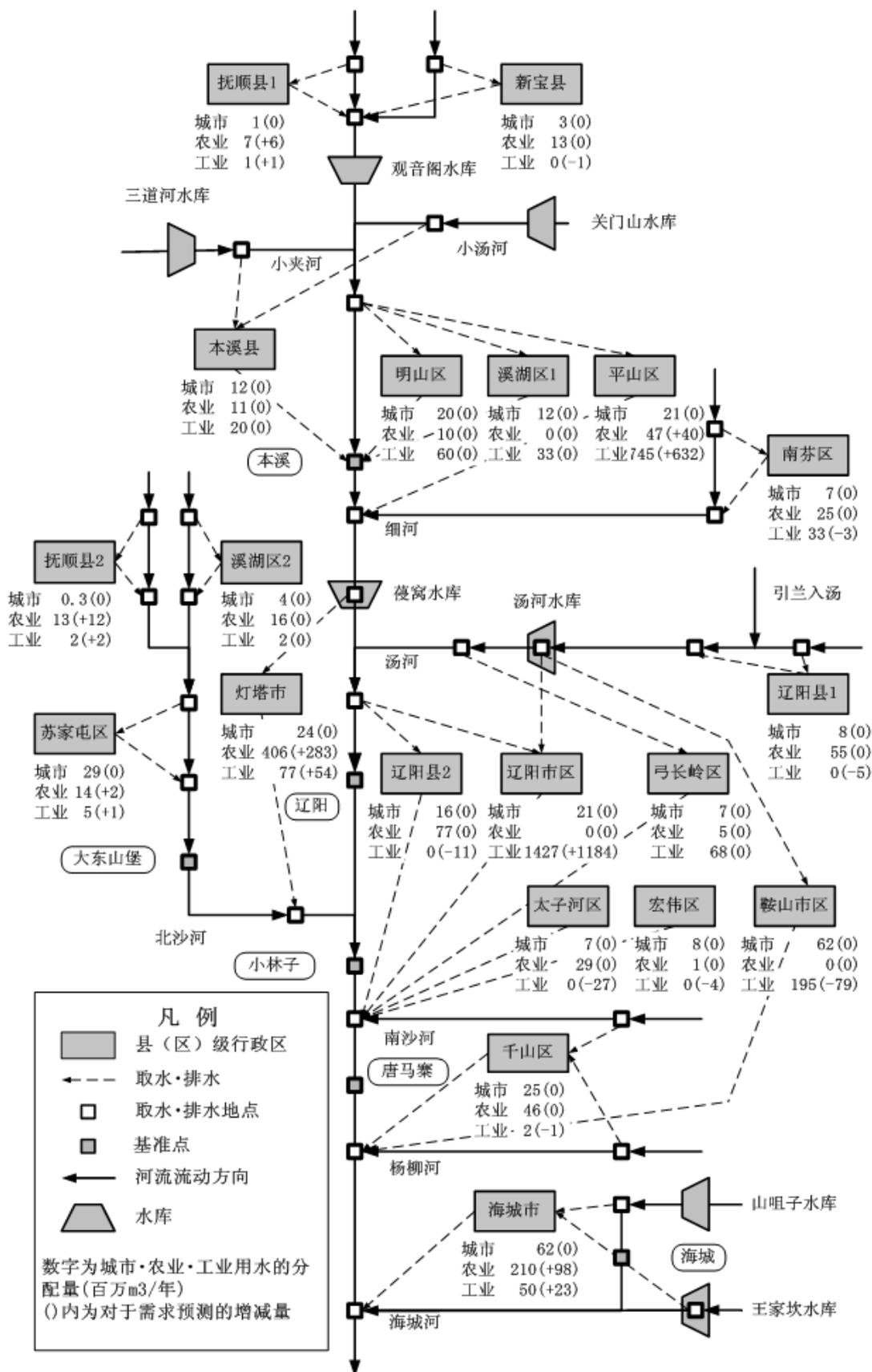
表 6.1.6 两方案中工业用水不足的对比

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 6.1.11。



资料来源: J I C A调查团

图 6.1.11 2020 年的水资源分配 (综合方案)

6.1.7 各方案水资源分配结果之比较

(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 6.1.12。

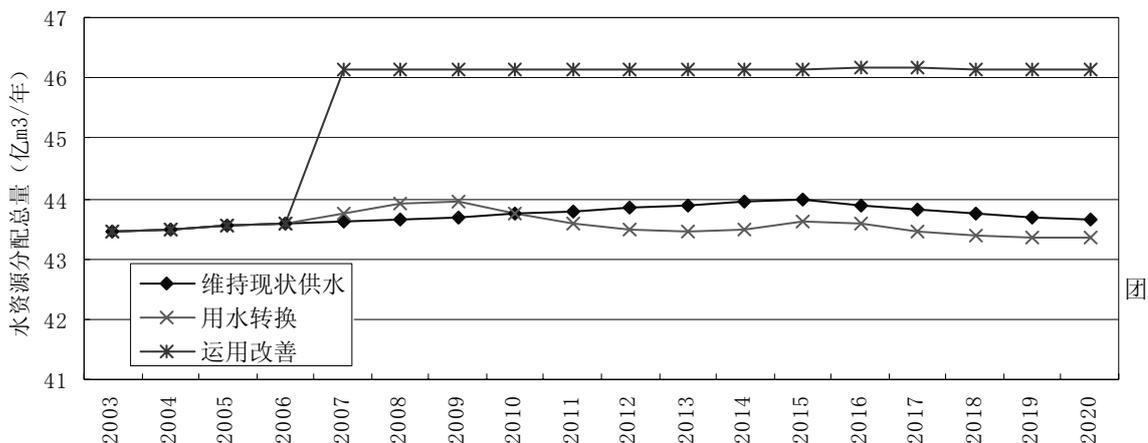


图 6.1.12 用水转换方案/运用改善方案/维持现状供水方案的水资源总量

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 6.1.13。

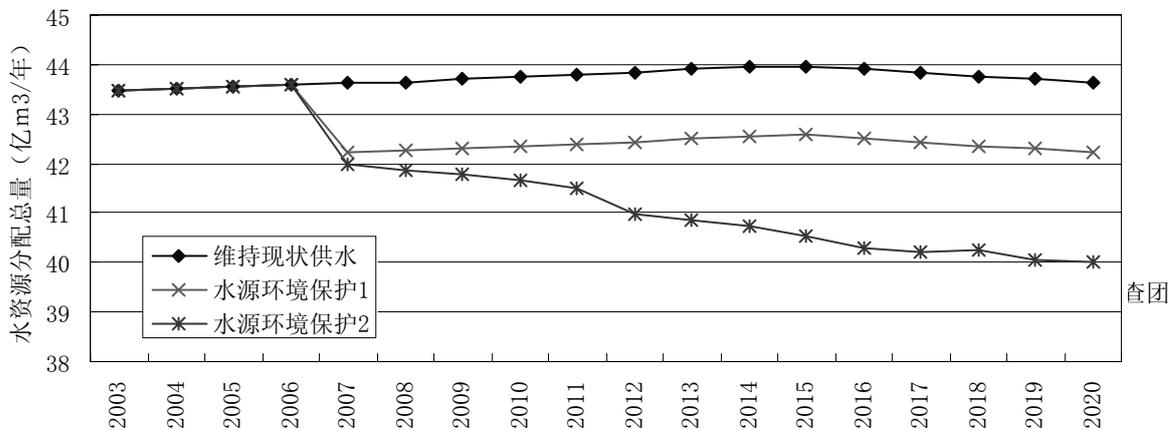


图 6.1.13 水源环境保护 1/水源环境保护 2/维持现状供水的各方案的水资源分配总量

(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 6.1.7 所示。

表 6.1.7 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 6.1.14。

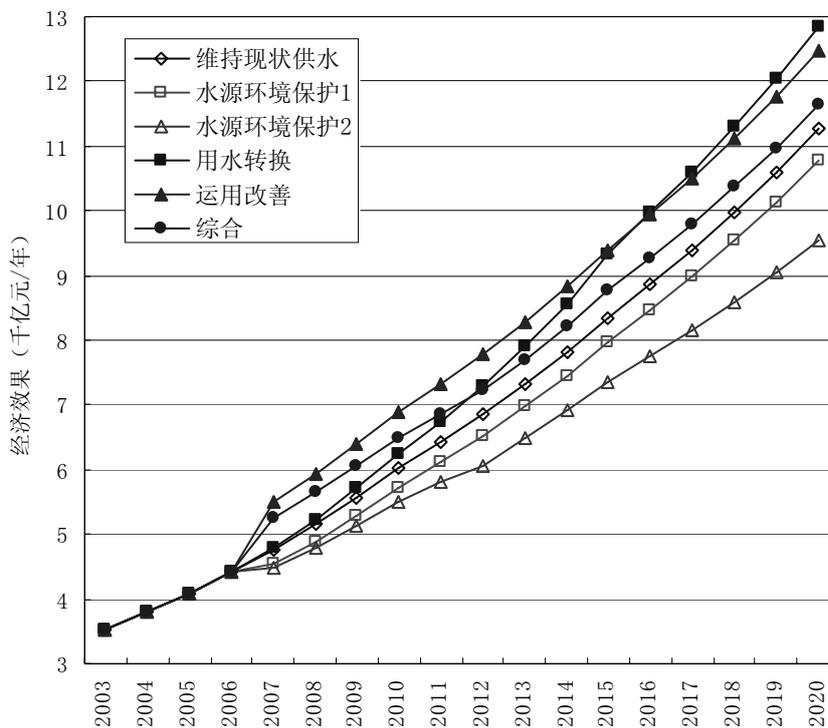


图 6.1.14 各方案的水资源分配的经济效果

6.1.8 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。其结果, 在假设现行水供给体系始终维持状态下 (现行水供给维持方案), 直至 2020 年为止, 水资源分配可以足水需求。

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。太子河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。这正是菱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 6.1.15）。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。

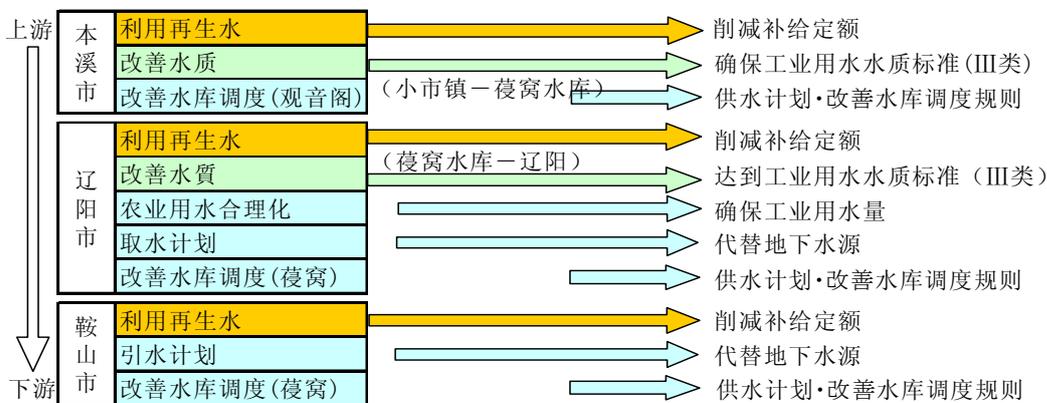
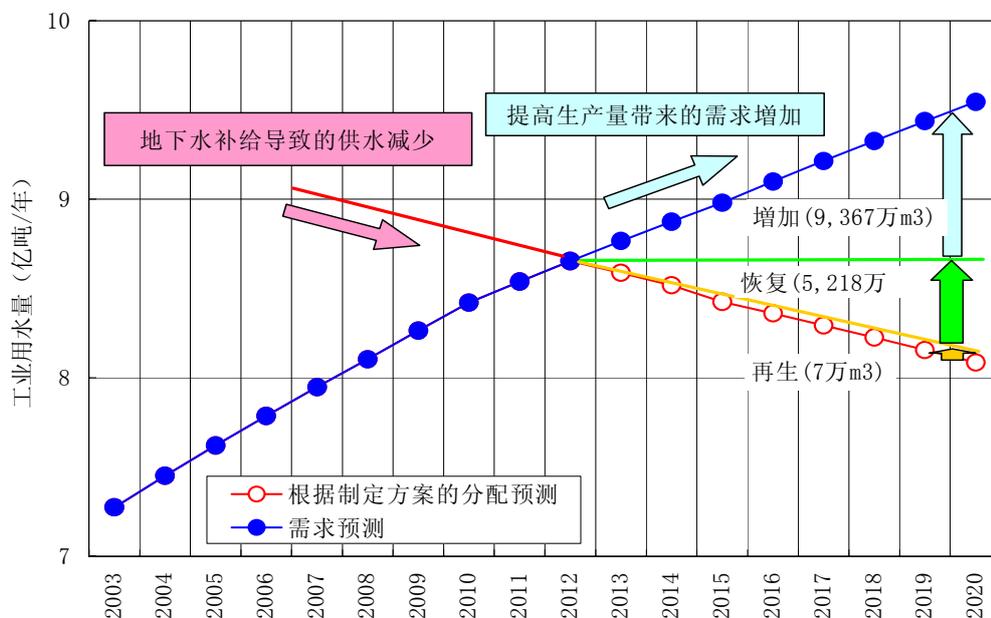


图 6.1.15 确保工业用水的阶段性措施示意图

6.2 水价制度的研究

6.2.1 背景

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。

6.2.2 生活用水

(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) 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。

$$Q2 = Q1 \times (P2 / P1)^E \quad (\text{式 } 6.2.1)$$

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。

(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，但该方法并不现实。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。

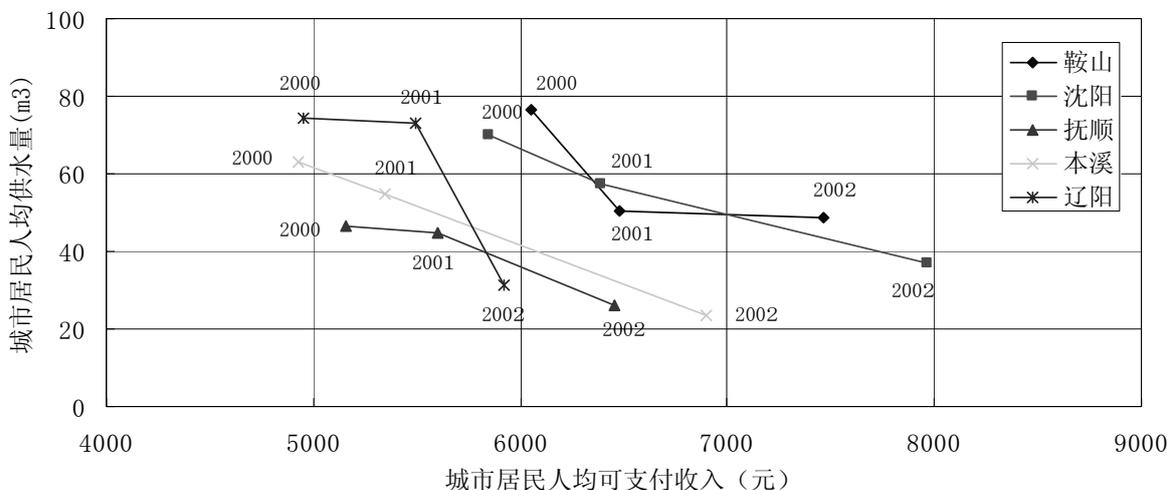
(4) 城市地区供水量和收入的变化

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 6.2.1 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、

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

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的。



资料来源：中国城市统计年鉴、辽宁统计年鉴

图 6.2.1 城市居民年收入和年供水量的变化

(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) $Q2 \cdot Q1 \cdot P2 \cdot P1$ 中，将计算得出满足等式的 E 。

价格弹性的计算结果如表 6.2.1 所示。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。

表 6.2.1 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：J I C A 调查团

6.2.3 工业用水

(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) 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 6.2.2 所示。

表 6.2.2 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：J I C A 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 6.2.3 所示。

表 6.2.3 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，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。

6.2.4 农业用水

(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) 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 6.2.4。

表 6.2.4 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

(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 6.2.5。

表 6.2.5 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	
本溪市	新宾县	1.0	0.7	48.8	92.9	132.9	29.6	199.6	38.1	0.4	193.7
	本溪县	0.7	0.6	5.0	48.9	86.1	41.7	156.4	1.7	111.9	
	平山区	0.6	0.6	5.4	266.5	148.2	56.2	218.2	9.6	1.8	
	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	
辽阳市	南芬区	0.7	0.6	5.8	118.4	111.1	81.9	354.9	65.4	19.5	69.1
	辽阳县	0.9	1.5	4.6	67.6	78.7	35.0	144.0	12.4	2.1	
	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。

(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。

第7章 河流水质和排水管理

7.1 河流水质和排水数据分析

7.1.1 河流水质数据分析

(1) 河流水质数据

表 7.1.1 显示了从辽宁省水文水资源勘测局收集到的现有河流表流水水质数据。

表 7.1.1 现有河流表流水水质数据收集地点表

地区级市 行政区	地点名	观测频率 (次/年)	收集期间 (年)	地点
本溪市	小市	6	2002, 2003	水文观测站
	二焦	12	2003	本溪市下游地区
辽阳市	辽阳	12	2003	水文观测站
	小林子	12	2003	水文观测站
	唐马寨	12	2003	辽阳市下游地区
鞍山市	小河口	6	2002, 2003	辽阳市鞍山市界限
	小姐庙	12	2003	海城市下游、下游端、国家环境控制断面

资料来源：JICA 调查团

(2) 河流表流水取样

进行了河流表流水取样、水质分析。水质采样地点如图 7.1.1 所示，包括太子河干流 18 地点（小市~三岔河区区间）、支流 2 地点（海城河和北沙河）在内总计 20 地点。采样日为 2004 年 11 月 9 日至 10 日的 2 天。

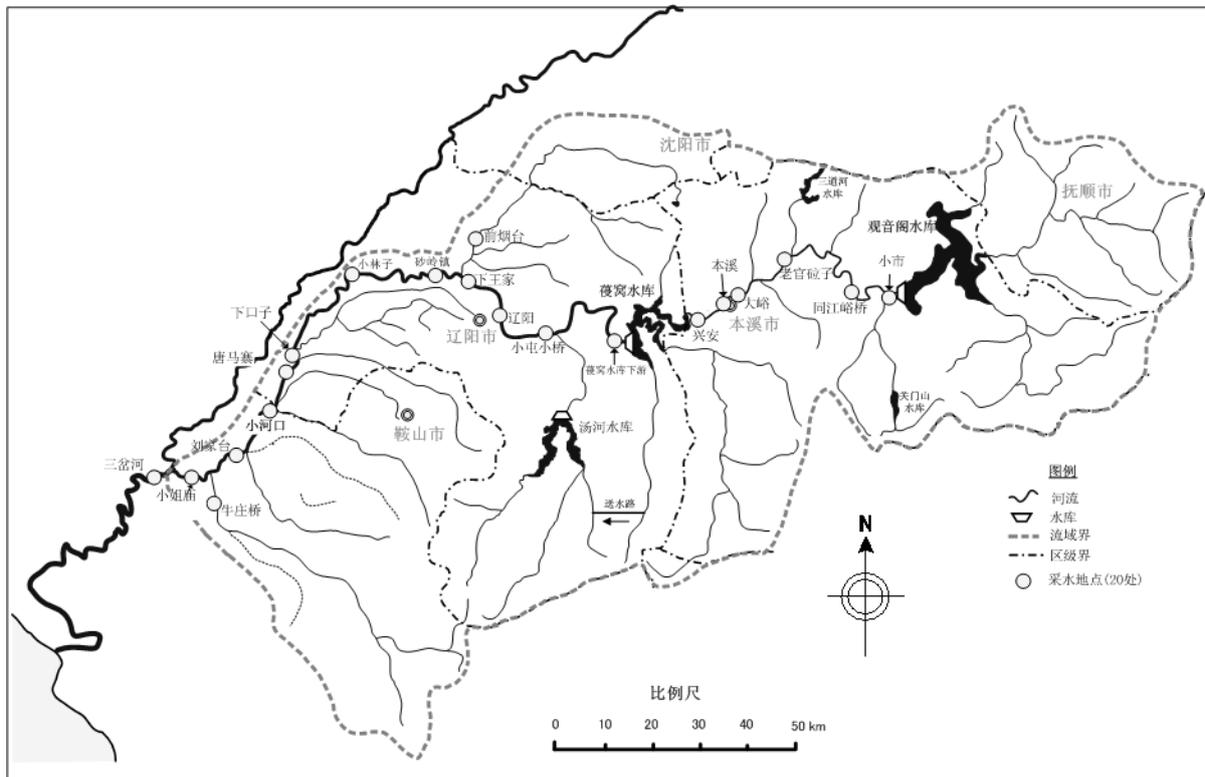


图 7.1.1 表流水取样地点(2004 年 11 月)

7.1.2 沿太子河主流的河流水质分析

(1) 2002 年型不同水质

根据《辽宁省水资源公报》(2002)、各市《水资源公报》(2002)数据,2002年太子河流域水质类型分类如表 7.1.2 所示。2002年,在本溪市河段、辽阳市下游~浑河汇合地点,超过了辽宁省《辽河流域水污染防治“十五”计划》规定的 2005 年水环境质量目标类型。

表 7.1.2 太子河流域水环境质量类型 (2002)

行政区	水系	区间	目标类型	枯水期	丰水期
本溪市	太子河	观音阁水库~大峪	II	II	II
		本溪市	IV	V	V
		本溪二焦(兴安)	IV	超V	超V
辽阳市	太子河	本溪(兴安)~辽阳	V	V	III
		辽阳~小林子	V	超V	超V
		小林子~唐马寨	V	超V	IV
	北沙河	红菱堡~大东山堡	V	超V	超V
鞍山市	辽河		V	超V	IV
	浑河		V	超V	超V
	太子河	小河口~三岔河	V	超V	超V
	海城河		V	V	IV
	杨柳河		V	超V	超V
	南沙河		V	超V	超V
	运粮河		V	超V	超V

行政区	水库	区段	目标类型	全年
本溪市	观音阁	蓄水池内	II	II
辽阳市	汤河	蓄水池内	II	II
辽阳市	葭窝	蓄水池内	V	III

资料来源: 辽阳市水资源公报 2002、鞍山市水资源公报 2002、本溪市水资源公报 2002

在太子河干流上,在本溪市水质恶化后,在葭窝水库地点其水质有所改善,在辽阳市下游处水质再度恶化。为了详细分析研究污染源,需要建立考虑了污染物负荷的水质模型。现在所考虑的沿太子河干流的主要污染源见表 7.1.3。

表 7.1.3 考虑的沿太子河干流的主要污染源

污染源	排污	污水流入河流	污染区间
小市镇	工业、生活	小汤河,太子河干流	小汤河汇合地点,小市镇
本溪市街区	工业、生活	太子河干流	大峪-兴安间
小屯镇	工业、生活	汤河,太子河干流	汤河汇合地点
辽阳市街区	工业、生活	太子河干流	辽阳-北沙河汇合地点间
北沙河流域	工业、生活	北沙河	北沙河汇合地点
辽阳、柳壕灌区	农业	太子河干流	小林子-下口子间
鞍山市街区	工业、生活	南沙河、运粮河、杨柳河	下口子-小河口
海城市	工业、生活	五道河、海城河	刘家台-小姐庙间

资料来源: JICA 调查团

另外,沿太子河干流水环境质量类型及水质、排水管理状况汇总见图 7.1.2,归纳了河流各河段的现状。

(a) 本溪市（观音阁水库～大峪～兴安）

本溪市水质管理区间以国家环境水质控制断面的大峪为界限，划分为两个河段区间（观音阁水库～大峪间，大峪～兴安间）。观音阁水库蓄水池的水质在 2002 年为 II 类，达到可用于饮用水的标准。在位于观音阁水库下游的小市镇，有被本溪市环保局指定为重点污染排放企业 16 家（2003 年 10 月）。位于小夹河汇合点附近的老官砬子为本溪市 78 万人（供水人口）的生活用水水源地。大峪断面，在 2002 年维持在 2005 年目标环境标准 II 类水质。老官砬子和大峪地点间有重点污水排放企业 6 家¹。

在大峪断面下游部，由于本溪市市区的工业、生活污水为污染源，水质突然恶化。在本溪监测地点，2002 年枯水期、丰水期均为 V 类，不能用于自来水水源。在本溪二焦断面，水质进一步被污染，超过 V 类标准。在大峪断面和兴安断面之间，指定重点污染排放企业有 14 家（2003 年 10 月）。

(b) 辽阳市（葭窝水库～唐马寨）

在太子河干流，经本溪市市区工业、生活污水的污染后，流入葭窝水库蓄水池。在葭窝水库，由于两条支流（细河，兰河）的流入，水质在蓄水池得到稀释，2002 年的水质，无论枯水期还是丰水期均为 III 类。葭窝水库下游小屯镇的工业、生活排水成为汤河和太子河干流汇合地的污染源。在辽阳断面，2002 年丰水期水质达到了 III 类水质标准，然而，在枯水期由于流量减少而变为 V 类水质。辽阳断面附近的污染源被认为是小屯镇及辽阳市市区的工业、生活排水。

在位于太子河干流与北沙河汇合点下游的小林子断面，由于北沙河流域及辽阳市城区工业、生活排水的流入，2002 年枯水期、丰水期均未能达到 V 类标准。在小林子断面至下游的全区间，水质污染严重污，太子河干流的水质不能满足 V 类标准，甚至无法用于农业用水。在灌溉期，位于辽阳市下游的辽阳灌区、柳壕灌区的农业排水也成为污染源。

(c) 鞍山市（小河口～小姐庙）

从鞍山市城区流过的三条支流（南沙河、运粮河、杨柳河），均受到鞍山市城区排放的工业、生活排水的污染而流入太子河主河道。鞍山市的污水处理厂鞍山市西部第二废水处理厂的处理水，被放流到运粮河。在运粮河及杨柳河汇合点下游的小河口断面，太子河、运粮河（黑色）、杨柳河（褐色）的三条河流未混合，形成三色的河流。

五道河以及海城河流入小河口断面与小姐庙断面（太子河最下游的断面）之间。这两条河流受到海城市排放的工业、生活排水的污染。在小姐庙地点，2002 年的枯水期、丰水期，其水质均未达到 V 类标准。

¹ 本溪市水环境现状分析报告、本溪市环境保护局，2003 年 10 月 9 日

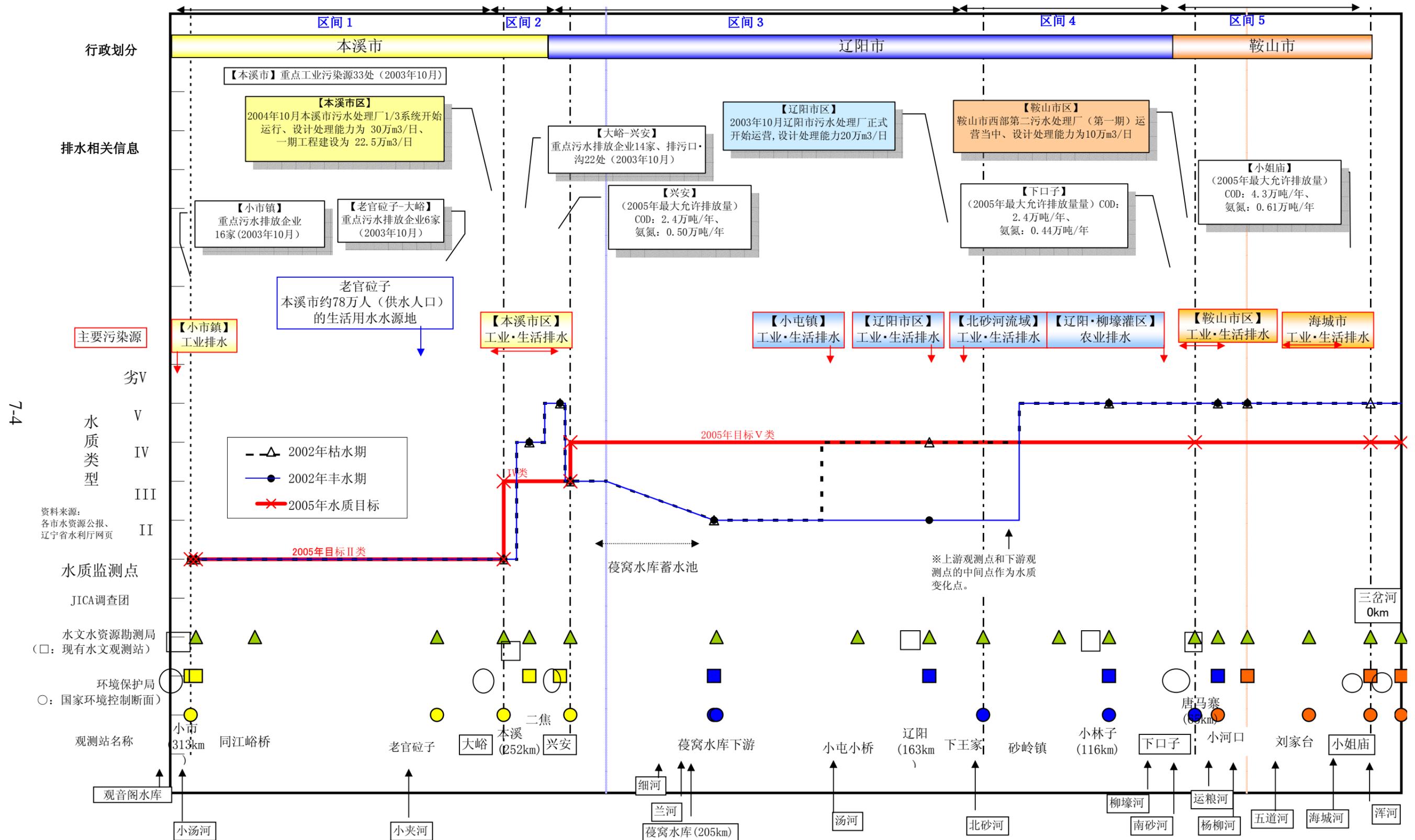


图7.1.2 沿太子河干流水质类型以及水质·排水管理状况

(2) 水质沿程（河流纵向）变化

根据太子河流域表流水水质的分析结果，沿程水质变化如图 7.1.3、图 7.1.4 和图 7.1.5 所示。变化汇总见表 7.1.4。

表 7.1.4 沿程方向水质变化

调查地点	行政区划分	沿程水质变化概要
小市~兴安	本溪市	<ul style="list-style-type: none"> 在最上流小市地点，整体水质最好。 流经本溪市后，水质逐渐恶化。
兴安~菱窝水库	辽阳市	<ul style="list-style-type: none"> 通过兴安断面后，流入菱窝水库，水质有所改善。 这是因为由于支流(细河及蓝河)流入的稀释效果。
菱窝水库~辽阳	辽阳市	<ul style="list-style-type: none"> 随着再次流过下游的辽阳市，水质逐渐发生恶化。
辽阳~北砂河汇流点	辽阳市	<ul style="list-style-type: none"> 与北沙河汇合后，加速了水质恶化。 北沙河(前烟台地点)的水质与汇合地点上游(下王家地点和沙岭子地点)相比，水质恶化，对太子河干流水质恶化有极大的影响。
北砂河汇流点~小川口	辽阳市~鞍山市	<ul style="list-style-type: none"> 太子河干流水质急剧恶化。 在此区间，接纳了经支流(柳壕河~杨柳河)流入的鞍山市排水，这是造成太子河下游水质污染至超V类的最主要原因。 在小河口断面，左、中、右的浓度变化极大，这主要是因为杨柳河(左)、运粮河(中)、太子河干流(右)的三条水流没有完全混合造成的。
海城河汇流点~三岔河	鞍山市	<ul style="list-style-type: none"> 接纳鞍山市(海城市)排水的海城河水水质严重恶化，多数水质项目未能达标。 尽管没有支流注入，但是水质有所改善。这被认为是因为受到感潮区间的潮位变动所致。

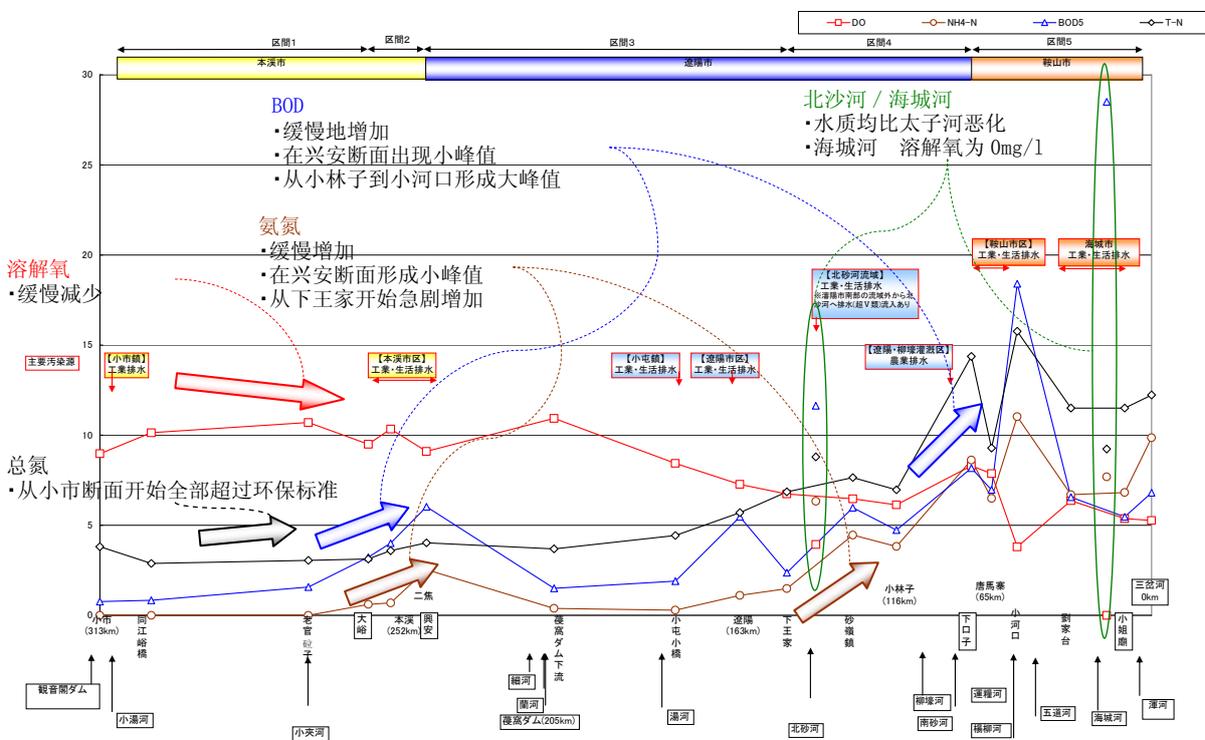


图 7.1.3 水质沿程变化图（溶解氧，氨氮，生化需氧量，总氮）

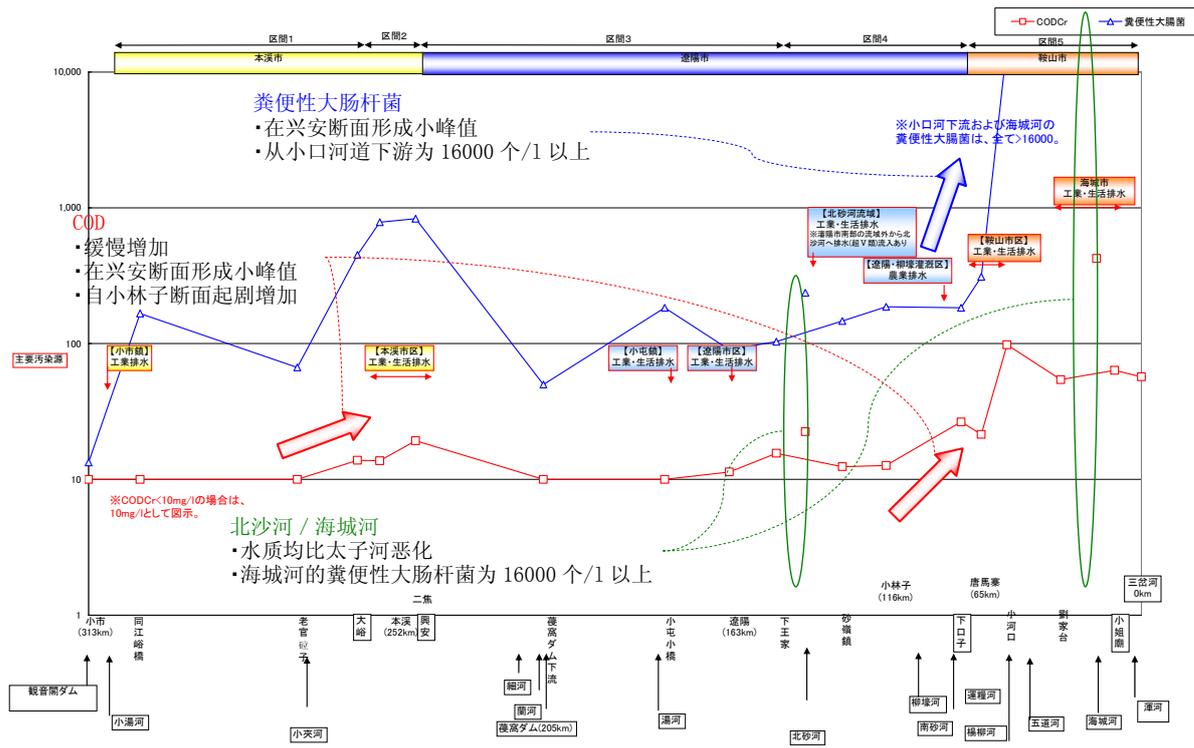


图 7.1.4 水质沿程变化图(化学需氧量, 粪便性大肠杆菌)

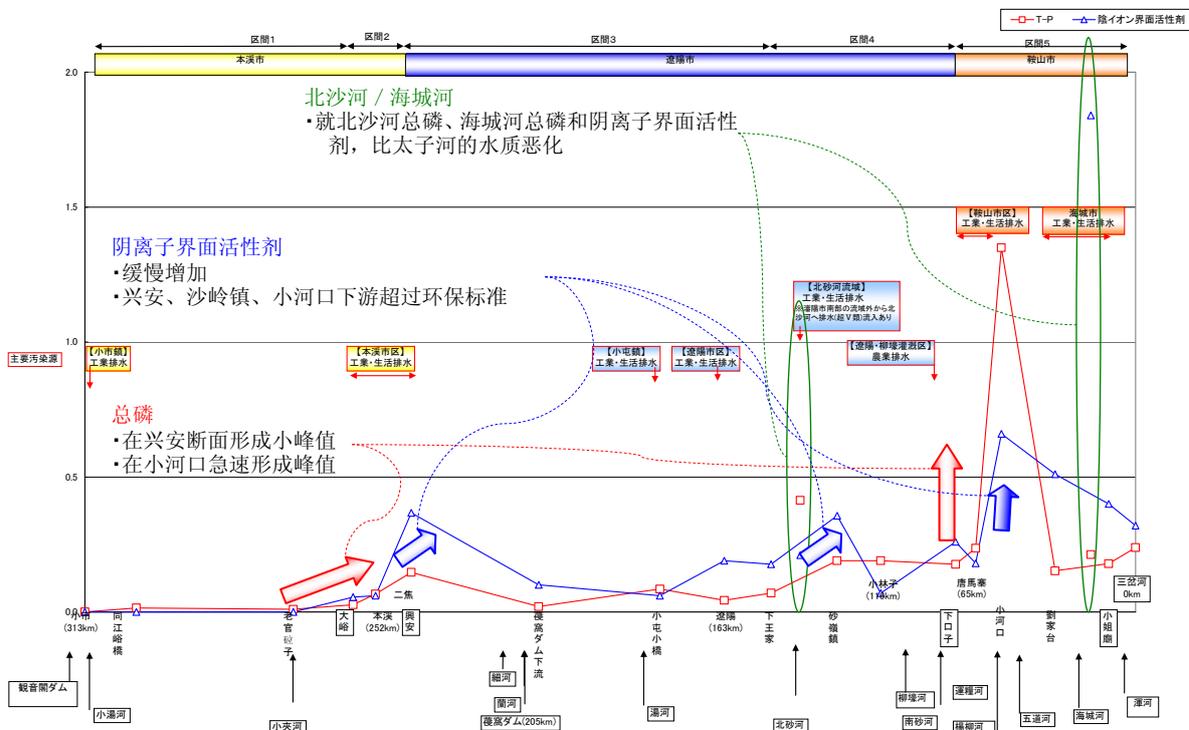


图 7.1.5 水质沿程变化图(总磷、阴离子界面活性剂)

(3) 各水质项目的特征

在被分析的水质项目中，对主要项目的特征进行整理，详见表 7.1.5。

表 7.1.5 水质项目的特征

水质项目	特征
氢离子浓度指数 (pH)	<ul style="list-style-type: none"> 太子河的 pH 为 7.4~8.8，在所有地点均达到了环境标准。 只有海城河未达标 (pH=9.3)，怀疑是受碱性排污的影响。
溶解氧 (DO)	<ul style="list-style-type: none"> 太子河的 DO 为 1.8~11.3mg/l，向下游呈缓慢减少趋势。 海城河的 DO 为 0mg/l，污染严重，恶化加剧。可能是因为几乎没有河道变化 (河床落差等)。
化学需氧量 (COD _{Cr})	<ul style="list-style-type: none"> 太子河的 COD_{Cr} 小于 10~142.8 mg/l，向下游呈缓慢增加趋势。 自小林子断面开始的下游急剧增加，从小河口地点开始的下游超过环境标准。 北沙河及海城河的 COD_{Cr} 比太子河高，特别是海城河已高达 423.9mg/l。
生化需氧量 (BOD ₅)	<ul style="list-style-type: none"> 太子河的 BOD₅ 为 0.7~27.3 mg/l，流向下游呈缓慢增加的趋势。 与 COD_{Cr} 相同，自小林子断面下游水质污染急剧增加，但超过环境标准的地点比 COD_{Cr} 少。 北沙河及海城河的 BOD₅ 比太子河高，特别是海城河已高达 28.5mg/l。 就 BOD₅/COD_{Cr} 比进行判断，太子河水质普遍处于稍微难以进行生物处理的状态。支流中的海城河处于难以进行生物处理的状态。这被认为是因为受工厂排水等的强烈影响所致。另外，北沙河的 BOD₅/COD_{Cr} 比较高，可以认为是比较容易进行生物处理的水质。
总氮 (T-N)	<ul style="list-style-type: none"> 太子河的 T-N 为 2.9~18.1 mg/l，流向下游呈缓慢增加趋势。 在最上游的小市断面已经高达 3.8mg/l，太子河全区超过环境标准值。 观音阁水库的水质 (2003.11 参考值) 也高达 2.1mg/l，其原因可能是受位于上游的零星小型村镇的生活排水或农田使用的氮肥等影响所致。
氨氮 (NH ₄ -N)	<ul style="list-style-type: none"> 太子河的 NH₄-N 为 0.14~16.20 mg/l，流向下游呈缓慢增加趋势。 大峪断面，兴安断面及北沙河汇合点下游超过环境标准，特别是自下王家地点到下游急剧增加。 就占 T-N 的 NH₄-N 比例来看，在兴安断面及沙岭镇下游、北沙河、海城河变高，可能是因为接纳了本溪市和鞍山市排放的屎尿污染物所致。
总磷 (T-P)	<ul style="list-style-type: none"> 太子河的 T-P 为 0.01~2.43 mg/l，流向下游呈缓慢增加趋势。 小河口地点及北沙河均超过环境标准。
粪便性大肠杆菌	<ul style="list-style-type: none"> 太子河的粪便性大肠杆菌，自小市断面到唐马寨断面达到了环境标准。 在小口河断面然出现 16000 个/1 以上 (监测上限) 的情况，其下游全部为 16000 个/1 以上的超过环境标准的状态。 从以上的结果，判明是因为接纳了唐马寨~小河口 (运粮河及杨柳河的流入) 间的粪便所引起的污染。另外，鞍山市西部第二污水处理厂的排水，经运粮河流入太子河。 另外，海城河的粪便性大肠杆菌也超过 16000 个/1 以上。
阴离子界面活性剂	<ul style="list-style-type: none"> 太子河的阴离子界面活性剂为 0.05~1.01mg/l，流向下游呈缓慢增加趋势。 自兴安、沙岭镇及小口河下游，超过了环境标准。
其他	<ul style="list-style-type: none"> 在兴安断面，检查出挥发性酚和汞超过环境标准值。 这些物质，由于在自然界中几乎都未被检测出，所以被认为是来源于工厂排水的混入。

7.1.3 排水水质的数据分析

(1) 现有水质数据

如表 7.1.6 所示，现有排污口的排水水质数据是由辽宁省水文水资源勘测局提供。

表 7.1.6 排水水质数据收集地点详细表

地级行政区	监测年(年)	收集数据数量	数据收集的排污口名称 (数据数量)			
本溪市	2004	86 (71.7%)	郑家河沟(3) 工源水泥厂(3) 本溪水泥厂(I)(3) 溪湖沟(3) 北卧龙河(3) 本钢建材厂(1) 本溪县火柴厂(3) 西坟沟(3)	本溪污水处理厂(1) 千金沟(3) 东坟沟(3) 张家堡沟(3) 制药厂、啤酒厂(3) 本溪化肥厂厂前(3) 本溪县曲轴厂(3) 南甸沟口(3)	本钢二钢大污水(3) 崔东沟(3) 本钢发电厂二电(3) 合金沟(3) 本溪县小市污水(3) 本溪水泥厂(II)(3) 本溪县屠宰厂(3)	福金沟(3) 本钢氧气厂(3) 本钢一铁烧结(3) 卧龙河(3) 北地沟(3) 本溪县纺织厂(3) 东明沟(3)
辽阳市	2004	20 (16.7%)	北排(3) 三排(2) 总排(3)	长排 1(2) 万宝桥(1)	弓排(2) 小红旗(1)	南排(3) 新开河(3)
鞍山市	2004	14 (11.7%)	海城河(牛庄)(3) 运粮河(3)	南沙河(2)	五道河(3)	杨柳河(3)
合计		120 (100%)	44 排污口			

(2) 排水取样

在太子河流域的排污口进行了排水取样、水质分析。取样地点共为 60 处，如图 7.1.6 及表 7.1.7 所示。取样工作于 2005 年 6 月 21 日~23 日 3 天进行。

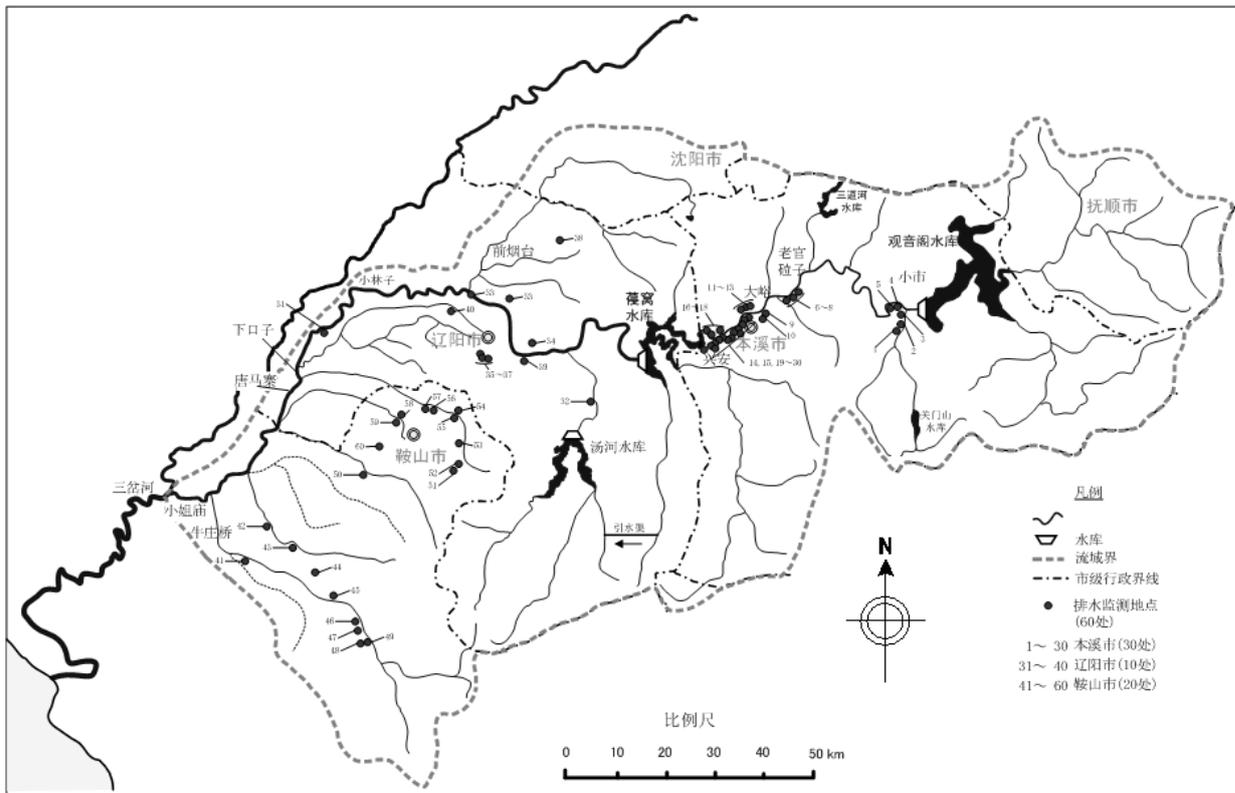


图 7.1.6 排水取样地点分布图(2005 年 6 月)

表 7.1.7 排水取样地点详细表

本溪市					
1 本溪县纺织厂	6 制药厂啤酒厂	11 溪湖沟	16 郑家化工厂	21 北地沟	26 本钢建材厂
2 本溪县屠宰厂	7 红脸河	12 本钢发电厂二电	17 郑家河沟	22 东明沟	27 化肥厂厂前
3 本溪县生活污水	8 卧龙河	13 本钢一铁烧结	18 污水处理厂	23 崔东沟	28 本钢二钢大下水
4 本溪县曲轴厂	9 合金沟	14 本溪水泥厂(I)	19 东坟沟	24 千金沟	29 工源水泥厂
5 本溪县火柴厂	10 张家堡沟	15 本溪水泥厂(II)	20 西坟沟	25 本钢氧气厂	30 福金沟
辽阳		鞍山市			
31 弓排	36 长排	41 岳家村	46 海城新立大桥下	51 大孤山	56 太平
32 三排	37 屯梁 1	42 古城子	47 海城新立大桥上	52 殡仪馆	57 劳动桥
33 万宝桥	38 屯梁 2	43 大莫闸门	48 响堂小河沿	53 高新区	58 吴三台子
34 马蜂河上游矿区	39 新开河	44 海城外环电厂	49 海城同泽中学	54 陈家台右岸	59 达道弯
35 总排	40 南排	45 哈大公路桥	50 杨柳河	55 陈家台左岸	60 宁远镇
着色凡例					
1, 2, 、 、 58: 以工厂排水为主要排污源的地点(计 28 处) 3, 4, 、 、 60: 以生活污水为主要排污源的地点(计 21 处)					
8, 33, 、 、 48: 以工厂排水和生活污水为主要排污源的地点(计 11 处)					

(3) 太子河流域的排水管理情况

在排水取样时，对太子河流域的排水管理现状进行了调查。市排水管理的特征汇总见图 7.1.7。

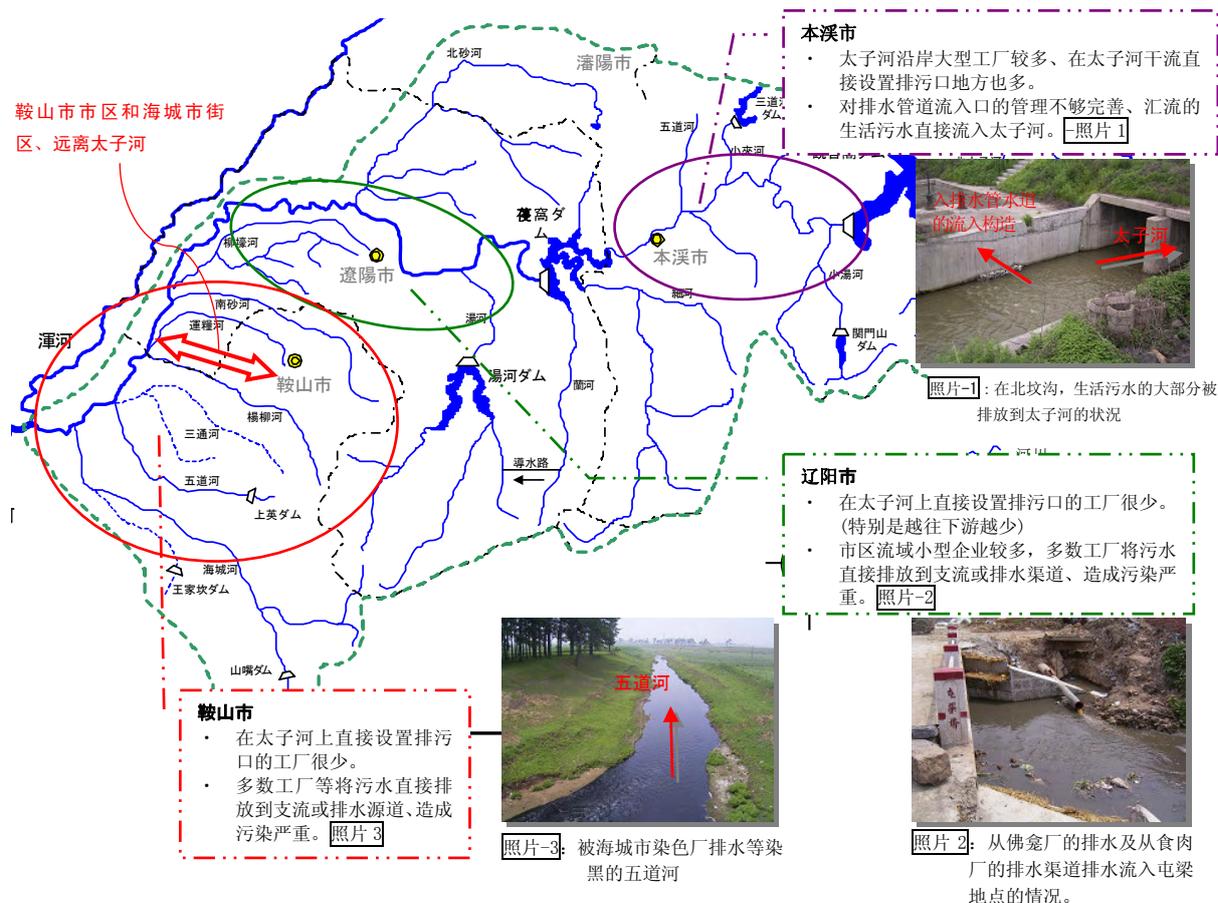


图 7.1.7 太子河流域排水管理现状

7.1.4 排水水质

(1) 现有排水水质数据分析

根据现有排水水质数据，按不同水质分析项目整理了排放标准达标率(见图 7.1.8)。统一标准规定的砷化合物、六价铬、水银项目的达成率为 100%。然而，BOD(生化需氧量)或者 COD_{Cr}(化学需氧量)项目的达标率分别低于 55%、60%。

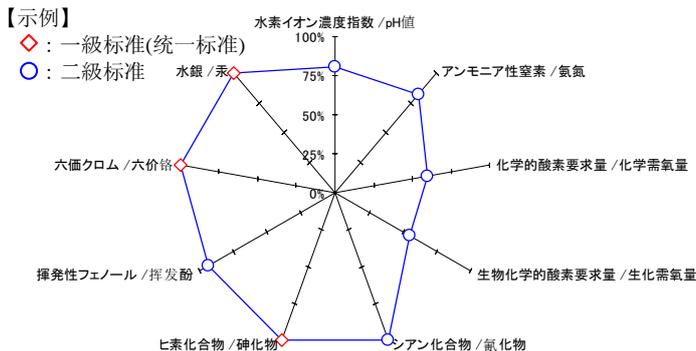


图 7.1.8 不同水质项目的排水标准达标率

(2) 主要排污源的排水管理情况

根据排水采样的分析结果，将排污源分为「工厂排水」和「生活排水」，并对其排水水质达标率进行了整理(见图 7.1.9、图 7.1.10)。

总量控制指标 COD_{Cr} 的排水达标率分别为 46%和 57%，以工厂排水为主要排污源的达标率较低。COD_{Cr} 平均浓度分别为 216.1mg/l 和 164.2mg/l。因此，可以说以工厂排水为主要排污源排放了大量的污染物负荷量。

粪大肠菌群在任何情况下都达不到排水标准。以生活排水为排污源的达标率为 0%。这与排污源是否是工厂排水或生活排水无关，而是因为整个流域受来自于粪便的污染。

关于挥发性酚、阴离子表面活性剂、硫化物等水质项目，与以工厂排水为主要排污源相比，以生活排水为主要排污源的达标率较低。这是因为在以生活排水为主要排污源的排水中可能包括未经任何处理的小型工厂的排水。

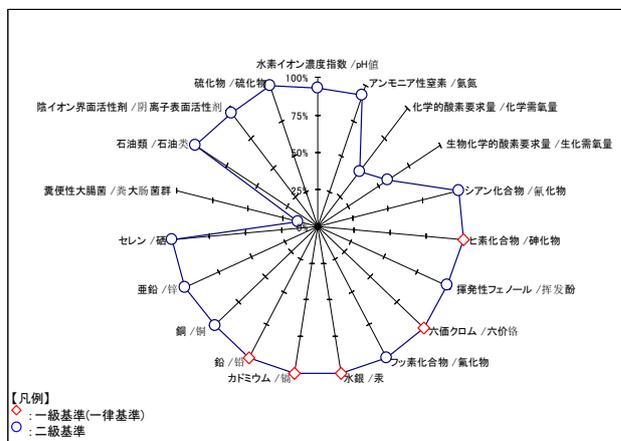


图 7.1.9 以工厂排水为主要排污源的排污口

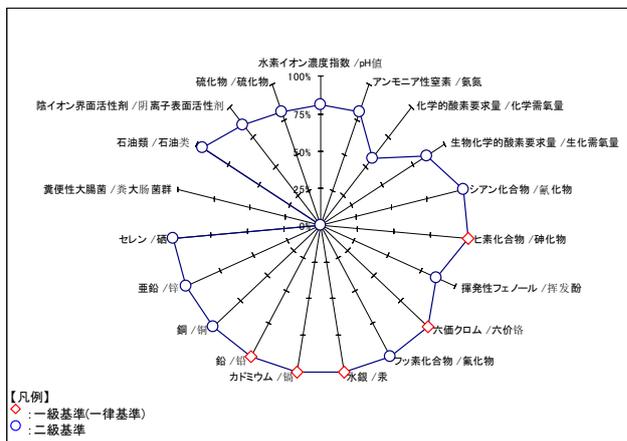


图 7.1.10 以生活排水为主要排污源的排污口

(3) 各市排水管理情况

根据排水采样的分析结果，对各市排水达标率进行了整理(见图 7.1.11~图 7.1.14)。就总量控制指标 COD_{Cr} 的排水达标率，在本溪市和辽阳市分别为67%和60%，然而，鞍山市很低，仅为30%。同时，各市的 COD_{Cr} 平均浓度依次为 120.3mg/l、173.7mg/l、297.1mg/l。鞍山市的排水浓度比其它市高近 2 倍。因此，太子河下游水质急剧恶化主要是受鞍山市排水的影响。为了改善超 V 类水质，鞍山市的排水管理和排水管道建设是不可缺少的措施。

粪大肠菌群在大部分地点都没有达到标(达标率为 10%)，可以说不论流域内的任何市，整个流域都受到来自于粪便的污染。

关于统一标准规定的六价铬和水银等，在全部地点都达标。但是，部分分析地点的浓度被检测出接近标准值。这意味着影响人体健康的排水可能在未经任何处理管理的状态下被排出。

在排水标准中没有规定的水质项目中，溶解氧为 0mg/l 的排污口有 17 处(其中鞍山市有 11 处)，因此，很多地点处于由净化方法难以改善水质的状态。水温超过 40℃的温水排污口有 3 处，7℃的冷水排污口仅 1 处。这些排水主要是受工厂等直接排水的影响所致。

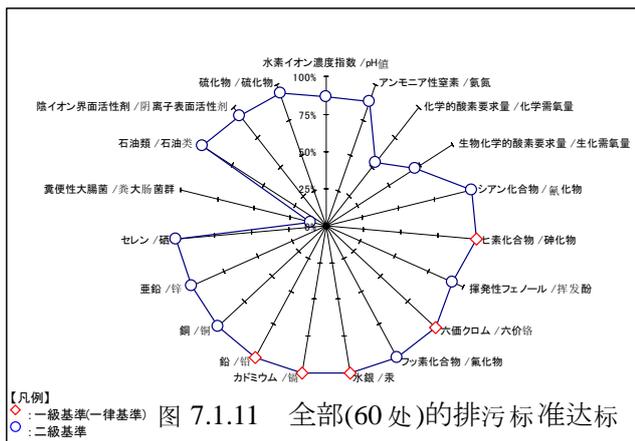


图 7.1.11 全部(60处)的排污标准达标

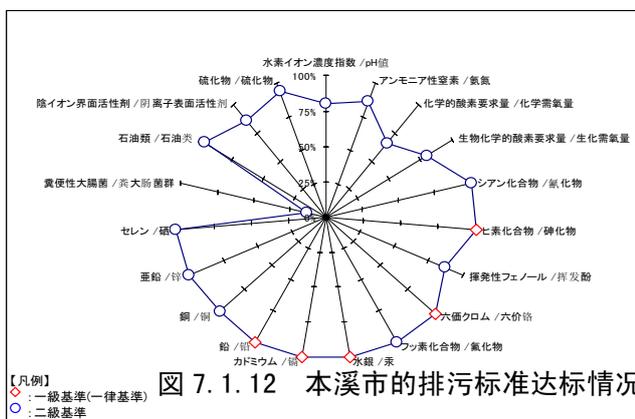


图 7.1.12 本溪市的排污标准达标情况

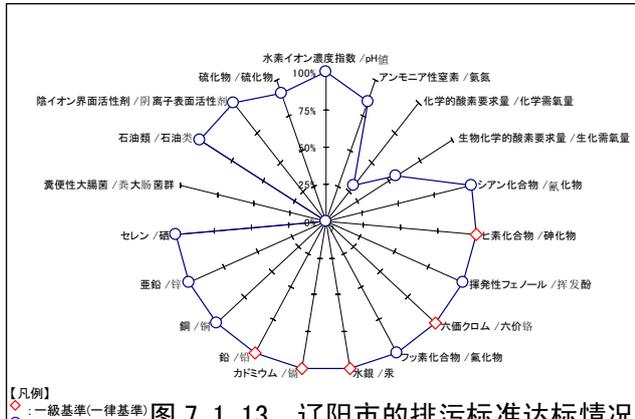


图 7.1.13 辽阳市的排污标准达标情况

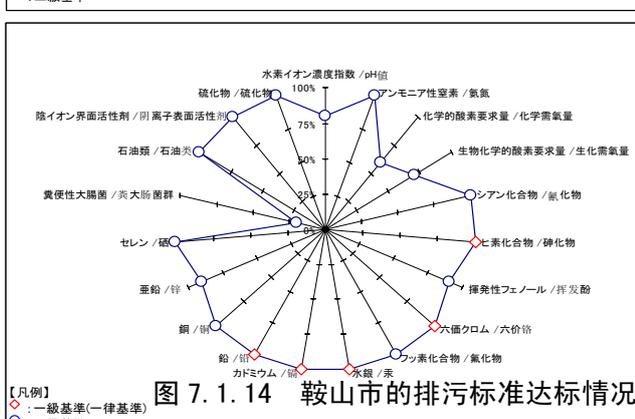


图 7.1.14 鞍山市的排污标准达标情况

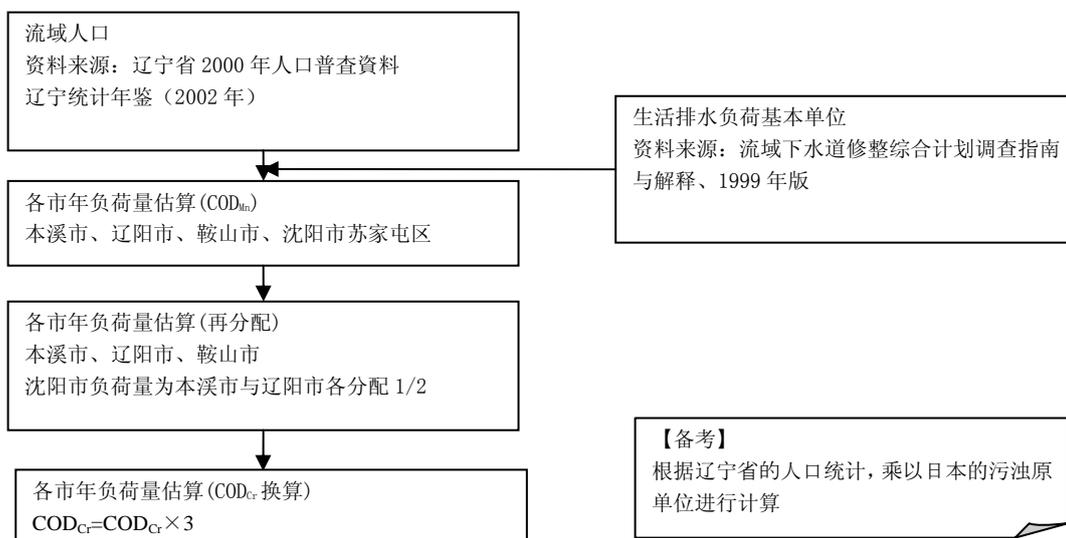
7.2 污染物负荷总量的分析

7.2.1 基于统计资料的 COD_{Cr} 负荷量的估算

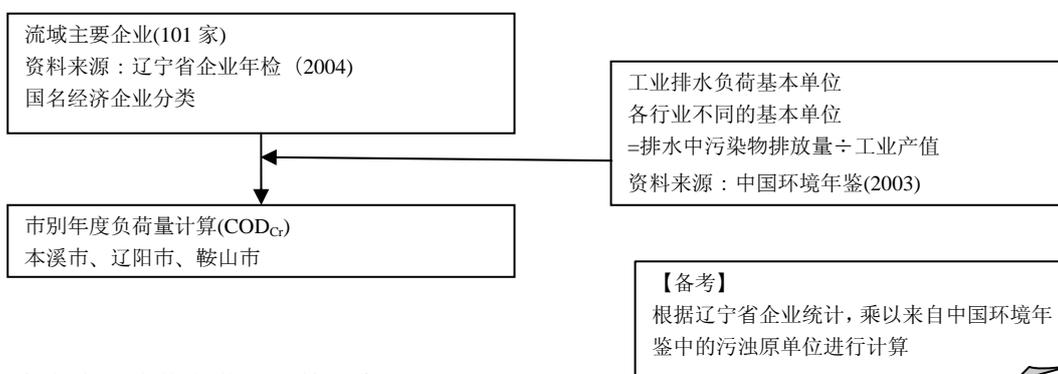
(1) 估算步骤

按照如图 7.2.1 所示的步骤，概算了本溪市、辽阳市及鞍山市排出的 COD_{Cr} 负荷量。概算对象为生活排水及主要企业排水的 COD_{Cr} 负荷量。

来自于生活排水的污染物负荷计算顺序



来自于主要企业排水的污染物负荷的计算顺序



各市发生污染物负荷的计算顺序

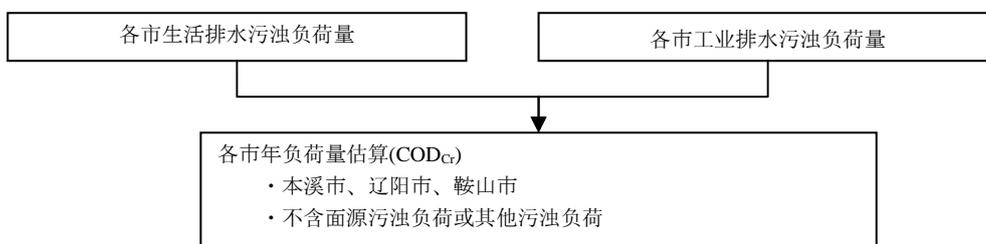


图 7.2.1 COD_{Cr} 负荷量估算流程图

(2) 估算结果

对太子河流域（2002 年人口为 6,064,000 人）的生活排水和主要企业「辽宁企业年鉴（2004 年）的排放所（本溪市 29 家，辽阳市 6 家，鞍山市 66 家的合计 101 家）」排水的发生污染物负荷量进行估算，估算结果见表 7.2.1。

表 7.2.1 太子河流域发生的污染物负荷量计算结果

市	水质控制断面	来自生活排水 COD _{Cr} 负荷量 (吨/年)	来自主要企业排水 COD _{Cr} 负荷量 (吨/年)	合计 COD _{Cr} 负荷量 (吨/年)	“九五”计划 排出量 (吨/年)
本溪市	兴安	29,152 (71%)	11,700 (29%)	40,852 (100%)	46,518 [88%]
辽阳市	下口子	42,051 (94%)	2,721 (6%)	44,773 (100%)	45,655 [98%]
鞍山市	小姐庙	57,612 (81%)	13,643 (19%)	71,255 (100%)	96,351 [74%]
计		128,817 (82%)	28,065 (18%)	156,882 (100%)	188,526 [83%]

注 1) () 各市的总计排放负荷量所占比例

注 2) [] 对于计划排污量的负荷量估算结果的比例(COD 负荷量 ÷ 计划排出量)

注 3) 来自生活排水的 COD_{Cr} 负荷量是 COD_n 负荷量三倍的数值

注 4) 《“九五”计划》排污量是计划所示 2000 年的数值

根据该表，太子河流域的总量控制，基本与本溪市和辽阳市的发生 COD_{Cr} 负荷量(排出量)估算值相等，但是鞍山市的 COD_{Cr} 负荷量为 3/4 左右。太子河干流的水质污染在本溪市和辽阳市之间大体上达到环境标准，然而鞍山市区间未达环境标准，处于「超 V」状况。对此，根据统计资料估算时，从鞍山市排出的污染物负荷估算可以比实际小。

(3) COD_{Cr} 负荷量削减计划的不足

在《“十五”计划》中，虽然实施了污水处理厂建设以及工业水质改善工程项目（产业结构调整 and 工业点源治理项目），并将 COD_{Cr} 负荷量削减计划具体化，但是，如表 7.2.2 所示，本溪市及辽阳市未能实现《“九五”计划》所规定的目标削减量。

表 7.2.2 COD_{Cr} 负荷量削减计划和削减目标的背离

市	COD _{Cr} 削减计划 (吨/年)				目标削减量 (吨/年)
	污水处理厂建设	工业水质改善工程	合计	计划率 (%)	
本溪市	19,400	0	19,400	85	22,900
辽阳市	13,800	6,300	20,100	77	26,100
鞍山市	54,700	6,000	60,700	105	58,000

资料来源: JICA 调查团

7.2.2 依据实测流量和水质数据所估算的水质控制断面负荷量

(1) 估算步骤

按照如图 7.2.2 所示的步骤，估算了从本溪市、辽阳市和鞍山市排出的 COD_{Cr} 负荷量。估算对象为生活排水及主要企业排水的 COD_{Cr} 负荷量

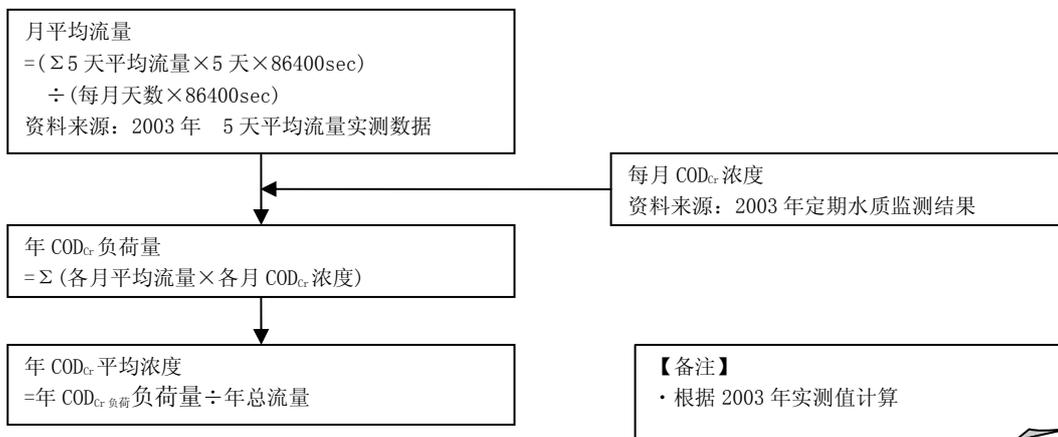


图 7.2.2 COD_{Cr} 负荷量的估算方法

(2) 估算结果

根据太子河流域水质控制断面及代表性流量观测站的本溪二焦(本溪市)、辽阳、小林子、唐马寨(均属辽阳市)，以及小姐庙(鞍山市)的现有流量及水质数据(2003)，估算出年流出的 COD_{Cr} 负荷量和各河流区间所排出的负荷量(见表 7.2.3)。

从本溪市流入太子河的 COD_{Cr} 负荷量(基于 2003 数据的估算值)，低于《“十五”计划》的最大允许入河量，从辽阳市的最大允许入河量稍微超过，从鞍山市的最大允许入河量为该计划的 2 倍以上。

从此次调查的水质取样分析结果(2004 年 11 月)来看，太子河的 COD_{Cr} 浓度，在本溪二焦(本溪市)、辽阳、小林子、唐马寨(以上为辽阳市)的各水质控制断面，均未超过环境标准类别的 COD_{Cr} 控制目标值。但是，小姐庙的水质大大超过环境标准，监测值为超 V 类。

从鞍山市流入太子河的 COD_{Cr} 排放负荷量，根据统计资料等估算的结果(生活排水及主要企业排污)，实现了《“九五”计划》所示的 COD_{Cr} 排放负荷量规定。但是，根据实测流量和水质所估算的结果，鞍山市的排放负荷量为 82,347 吨/年，超过了 COD_{Cr} 最大允许入河量，可以断定来自鞍山市的污染物负荷流入是太子河下游水质恶化的主要原因。

另外，本溪市的排污量低于 COD_{Cr} 最大允许入河量，是「本溪市年环境整备七年计划」等的实施效果。但是，现状排水水质仍然超过标准值，需要进一步减少工厂等的排污量，推行整备措施落后的排水事业，制定今后随着城市化进展和人口增长的负荷量削减计划。

表 7.2.3 现状排放负荷量的推算

市	本溪市	辽阳市			鞍山市
水质控制断面	兴安	—	—	下口子	小姐庙
流量观测站	本溪二焦	辽阳	小林子	唐马寨	小姐庙
年平均流量 (m ³ /s, 2003)	25.90	26.60	35.50	41.20	69.20
COD 目标值《“十五”计划》					
河流水质标准目标类型	IV	V	V	V	V
环境标准值 (mg/l)	30	40	40	40	40
年最大允许排放量 (吨/年)	21,166	—	—	21,911	38,735
现状 COD 浓度、负荷量					
现状年度总水量 (MCM/年)	820.4	849.9	1,132.8	1,311.6	2,182.3
现状年度负荷量 (吨/年)	11,040	10,069	21,278	36,404	118,751
现状年度排放负荷量 (吨/年)	11,040	(-972)	11,210	15,125	82,347
现状各市年度排放负荷量 (吨/年)	11,040	—	—	25,364	82,347
现状 COD 平均浓度 (mg/l)	13.5	11.8	18.8	27.8	54.4
污染源					
工业、生活排水	本溪地区	小屯镇	北沙河, 辽阳地区		鞍山、海城地区
灌溉区排放的还原水				辽阳、柳壕	

- 注 1) 根据 2003 年的 5 天平均流量估算的各月平均流量
- 注 2) COD_{Cr} 平均浓度为年度负荷量 ÷ 年度总流量的估算值
- 注 3) COD_{Cr} 浓度为监测地点的定期水质分析结果
- 注 4) 小姐庙的流量是根据水平衡模型的推测值
- 注 5) 年度负荷量的估算: Σ (各月平均流量 × 定期水质分析结果 × 日数)

另外, 各市的水质控制断面及所有流量观测站的主要污染源和现状排放负荷量的推定结果如图 7.2.3 所示。本溪市及辽阳市的水质环境标准达标(本溪市为 II 类、辽阳市为 III 类)。只有鞍山市大幅度超过水质环境标准, 为超 V 类的污浊状况, 鞍山市(鞍山市城区及海城市)排放的工业、生活排水是最主要的原因。

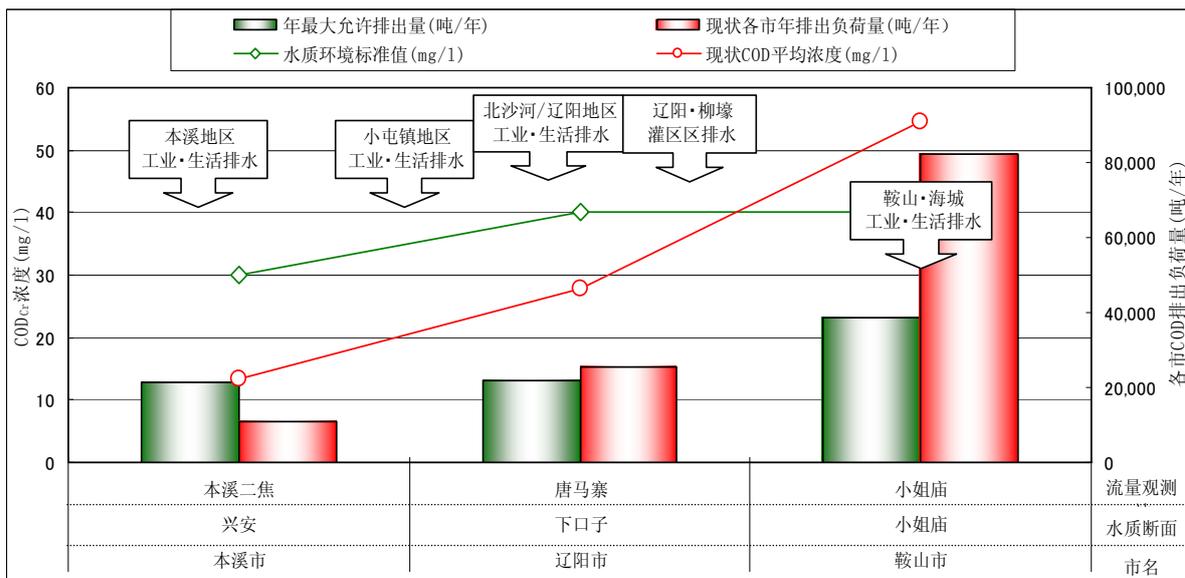


图 7.2.3 污染源和现状排放负荷量的推算

7.2.3 根据 COD_{Cr} 负荷量削减计划推算水质改善效果

(1) 负荷量削减计划

根据《“十五”计划》所规定的 COD_{Cr} 负荷量削减计划(见表 7.2.4、表 7.2.5)、实测流量(2003 年 5 日流量)以及定期水质监测结果,对全年排出的 COD_{Cr} 负荷量及各市河流区段所排出的负荷量进行了概算,并对其水质改善效果进行了推断。

表 7.2.4 《“十五”计划》所规定的负荷削减(产业结构调整 and 工业点源治理项目)

水质控制断面	产业结构调整(吨/年)	工业点源治理(吨/年)	总计(吨/年)
兴安	0	0	0
下口子	720	5,600	6,320
小姐庙	50	5,920	5,970
计	770	11,520	12,290

表 7.2.5 城市污水处理工程项目计划概要 with COD_{Cr} 削减量

	本溪市	辽阳市	鞍山市	合计	备注
计划处理厂数量(处)	4	3	5	12	
计划处理能力(m ³ /日)	475,000	300,000	780,000	1,555,000	
其中,供使用中的处理厂	1(试运行)	1	1	2	
供用中的处理能力(m ³ /日)	75,000	200,000	100,000	375,000	
计划建设费(万元)	53,777	57,700	151,781	263,258	
计划 COD _{Cr} 削减能力(吨/年)	19,402	13,843	54,748	87,993	
其中,现状削减能力(供使用处理厂的削减能力)	3,063	9,229	7,019	19,311	削减量×供使用能力÷计划能力
今后削减能力	16,339	4,614	47,729	68,682	计划削减能力-现状削减能力

(2) 仅实施产业结构调整 and 工业点源治理项目的情况

在《“十五”计划》中,通过实施工业污染源清洁生产项目,贯彻落实产业结构调整和技术改造的效果如表 7.2.6 所示。仅以工厂为对象的工业点源治理项目,如鞍山市、小姐庙控制断面的超 V 类的水质状态难以得到改善,必须采取其他对策。这是因为受生活排水的影响而加大了污染物负荷的缘故。另外,辽阳市下口子控制断面的水质改善为 IV 类,可以作为工业用水及农业用水。

表 7.2.6 仅实施产业结构调整 and 工业点源治理项目的效果

市	本溪市	辽阳市	鞍山市	合计	备注
水质控制断面	兴安	下口子	小姐庙		
产业结构调整(吨/年)	0	720	50	770	
工业点源治理(吨/年)	0	5,600	5,920	11,520	
负荷削减量 合计(吨/年)	0	6,320	5,970	12,290	
改善后年度负荷量(吨/年)	11,040	30,084	106,461		现状年间负荷量-负荷削减量
改善后 COD 平均浓度(mg/l)	13.5	22.9	48.8		改善后年间负荷量÷现状年间总水量
改善后河流水质标准类型	II 类	IV 类	超 V 类		
控制值(mg/l)	15	30	40		

(3) 实施产业结构调整 and 工业点源治理项目及污水处理厂建设后的效果

如果《“十五”计划》所示的工厂排水处理设施改善项目(产业结构调整 and 工业点源治理)以及污水处理厂建设项目全部按计划实施,其水质改善效果如表 7.2.7 所示。与仅实施工厂排水处理设施改善项目相比较,其改善效果明显,鞍山市小姐庙控制断面的水质可以改善到 III 类,辽阳市下口子地点的水质改善为 II 类,均可用于生活用水。如果按原计划实施《“十五”计划》的工程项目,在太子河流域下游,可以将表流水改善为各种用途的水质类型。

表 7.2.7 在工厂排水处理设施改善项目的基础上，实施城市污水处理厂建设项目后的效果

市	本溪市	辽阳市	鞍山市	合计	备注
水质控制断面	兴安	下口子	小姐庙		
工厂排水处理设施改善项目(吨/年)	0	6,320	5,970	12,290	
污水处理厂工程(吨/年)	16,339	4,614	47,729	68,682	
负荷削减量 合计(吨/年)	16,339	10,934	53,699	80,972	
改善后年度负荷量(吨/年)	11,040	9,131	37,779		现状年度负荷量-负荷削减量
改善后 COD 平均浓度(mg/l)	13.5	7.0	17.3		改善后年度负荷量÷现状年度总水量
改善后河流水质标准类型	II类	II类	III类		
控制值(mg/l)	15	15	20		

备注：如果本溪市污水处理厂削减效果全部变为实现，兴安控制断面的年度负荷量则变为负值。

因此，兴安控制断面的浓度不将本溪市污水处理厂削减量从现状年度负荷量中扣除。

从污水处理厂建设的削减量扣除已经供使用的处理厂的削减量，为今后预计削减量。

(4) 考虑城市污水处理厂建设进展的情况

《“十五”计划》中，污染物负荷削减计划进展缓慢，特别是城市污水处理厂工程的建设非常缓慢。考虑现状的建设进展状况，作为实现性高的概算，通过工厂排水处理设施改善项目进行排污管理的基础之上，以下供使用污水处理厂(见表 7.2.8)的概算结果如表 7.2.9 所示。

- ◆ 现在试运行中的本溪市污水处理厂完全使用 (处理能力 7.5 万 m³/日→22.5 万 m³/日)
- ◆ 现在建设中的鞍山市西部第二污水处理厂(二期)建成 (处理能力 20 万 m³/日)

与实施全部负荷削减计划时相比，其改善效果虽小，但是在鞍山市、小姐庙控制断面的水质可以改善为IV类，可以利用为工业用水及农业用水。另外，辽阳市、下口子控制断面的水质改善为III类，可以作为部分生活用水使用。

表 7.2.8 考虑城市污水处理厂建设进展的当前可以预计的污水处理厂 COD 削减量

	本溪市	辽阳市	鞍山市	合计	备注
计划处理厂的数量(处)	4	3	5	12	
计划处理能力(m ³ /日)	475,000	300,000	780,000	1,555,000	
其中，供使用中的处理厂	1(试运行)	1	1	2	
供使用的处理能力(m ³ /日)	75,000	200,000	100,000	375,000	
计划 COD 削减量(吨/年)	19,402	13,843	54,748	87,993	
其中，现状削减量	3,063	9,229	7,019	19,311	COD 削减量×供使用能力/计划处理能力
可设想的 COD 削减量	6,127	0	14,038	20,165	

备注：所示本溪市今后的 COD 削减量，系由现状的 7.5 万 m³/日的处理能力提高为 22.5 万 m³/日的数。

所示鞍山市今后的 COD 削减量，系建设中的 20 万 m³/日的污水处理厂建成后的数值。

表 7.2.9 在工厂排水处理设施改善项目的基础上，实施部分城市污水处理厂建设项目后的效果

市	本溪市	辽阳市	鞍山市	合计	备注
水质控制断面	兴安	下口子	小姐庙		
工厂排水处理设施改善项目(吨/年)	0	6,320	5,970	12,290	
污水处理厂工程(吨/年)	6,127	0	14,038	20,165	
计 (吨/年)	6,127	6,320	20,008	32,455	
改善后年度负荷量(吨/年)	4,913	23,957	86,296		现状年度负荷量-负荷削减量
改善后 COD 平均浓度(mg/l)	6.0	18.3	39.5		改善后年度负荷量÷现状年度总水量
改善后河流水质标准类型	II类	III类	V类		
限制值(mg/l)	15	20	40		

备注：从污水处理厂建设的削减量扣除已经供使用的处理厂的削减量，为今后预计削减量

7.3 与水质·排水管理有关的法律制度

7.3.1 太子河流域水质·排水管理的法律制度的课题

太子河流域的水质、排水管理是以环境保护部门为中心，会同水利部门和建设部门进行实施，包括排水污染源在内的各部门的相互关系见图 7.3.1。环境保护部门负责流域水质污染防治的统一管理工作，建设部门承担市区河段和污水处理厂的管理，水利部门负责太子河等郊外河段的管理。在法律制度上，相互间的任务职责紧密相连。

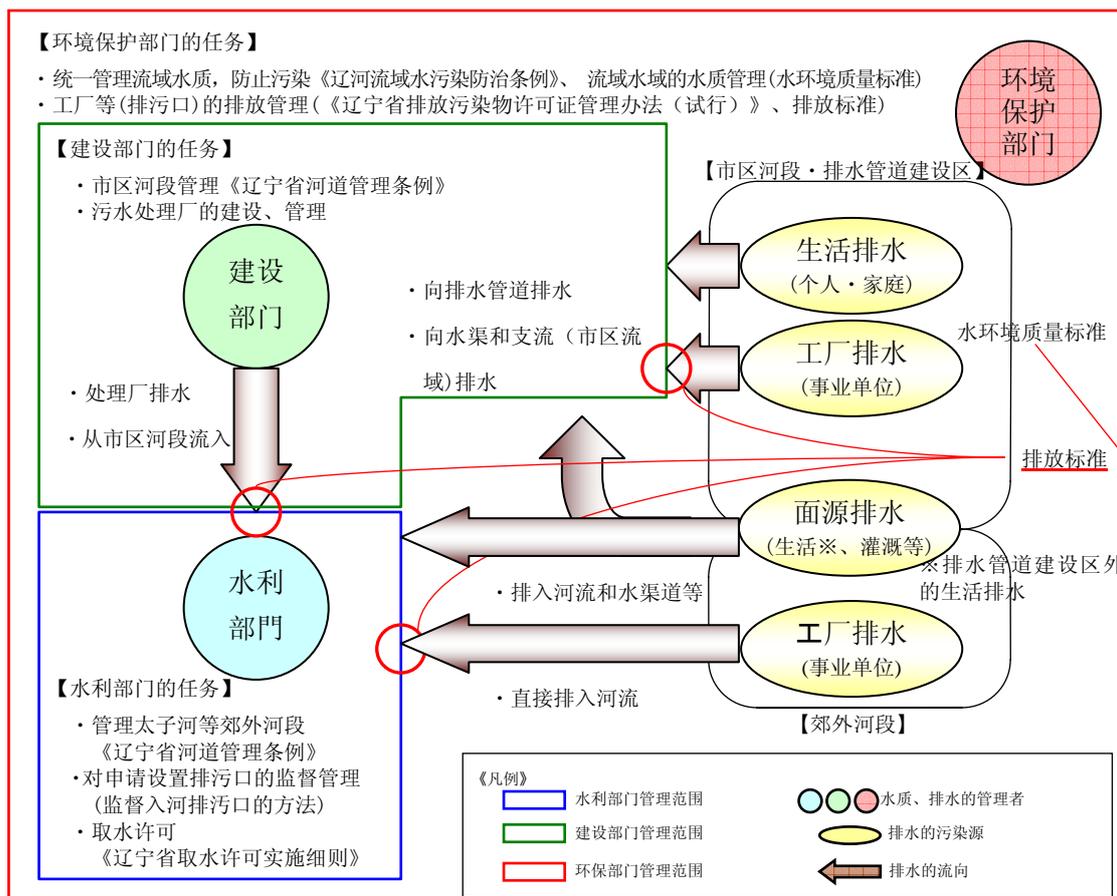


图 7.3.1 水质、排水管理的关系

但是，实际上由水利部门进行水质、排放管理是很困难的，从河流管理者的角度来看，为了进行水质、排放管理，需要有实效性更高的条例、条款。从以下归纳的三个视点来看，修改现行法律制度是很重要的。

《河流管理的视点》

作为河流管理者的任务，明确河流水质管理的职责，努力改善恶化河流水的水质。

《排水监测体制的视点》

作为工厂排水等的入河河流管理者的任务，正确而迅速地掌握排放的污水的性质、及水量的实际状态

《排水管理的视点》

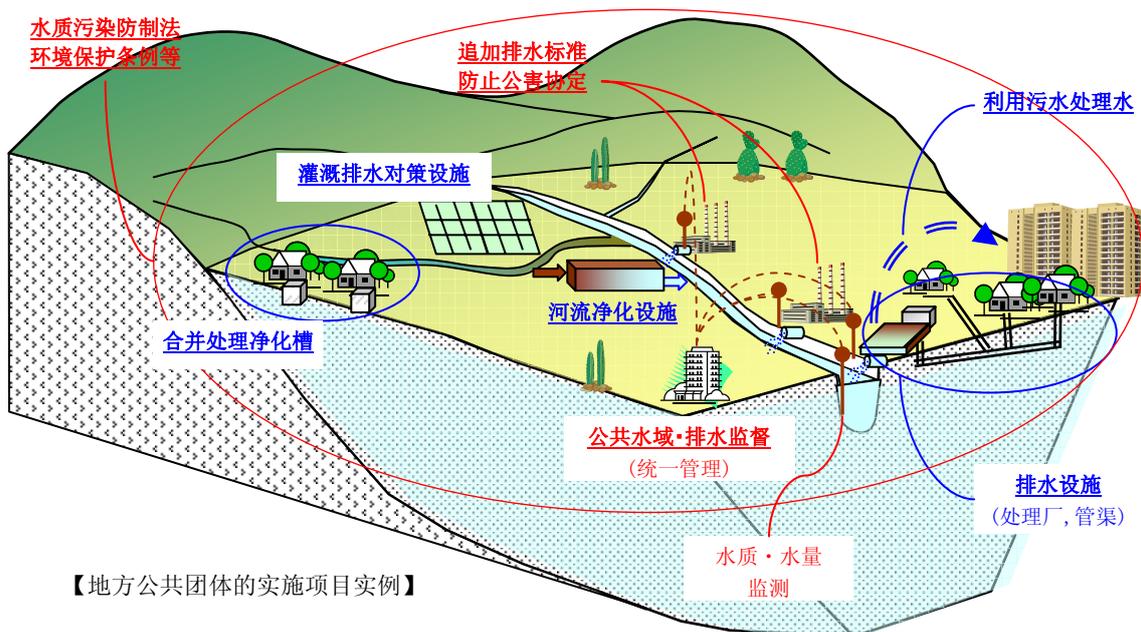
关于水利部门管理权限未涉及的市区河段和工厂排水管理等，从下游部河流管理者的立场出发，应积极参与。

7.3.2 地方公共团体的实施项目和措施

日本为保护公共水域的水质，以维护和实现根据《环境基本法》制定的水质污染相关的环境标准(以下简称水质环境标准)为目标，制定了多项法律等，通过实施各项措施政策，进行水质、排放管理。为达到水质环境标准，其对策有：以《水污染防治法》规定的控制排放水为根本，以广阔的公共水域为对象，根据排放标准制定的「浓度控制」和为保护特殊水域水质实施的「总量控制」。

地方公共团体以《水污染防治法》所规定的浓度控制和总量控制(适用于封闭性海域)为原则，实施如图 7.3.2 所示的独自的工程项目和措施，加强公共水域的保护。

在实施对策中，根据需要，制定符合区域实际情况的相关条例等，力求提高实效性和即效性。



	软 对 策	硬 对 策
流域对策	<ul style="list-style-type: none"> 基于法令的控制 (水质污染防治法, 环境保护条例等) 设定追加标准 建立监视·监测体制(排放监视) 缔结防止公害协定 	<ul style="list-style-type: none"> 排水管道设施的建设 在未建设地区建设合并处理净化槽 建设灌溉排放设施 污水处理后排水的有效利用(环境用水等)
水域对策	<ul style="list-style-type: none"> 建立监督测量体制(公共水域的监督) 	<ul style="list-style-type: none"> 建设河流净化设施(砾石间接触氧化设施, 流水保护水渠等)
其它	<ul style="list-style-type: none"> 制定条例等 针对市民和单位等进行宣传教育活动和宣传活动 	

图 7.3.2 地方公共团体实施项目和措施的实例

7.3.3 地方公共团体的实施项目和措施

太子河流域的水质、排放管理以国务院公布的《中华人民共和国水污染防治法》和《中华人民共和国水污染防治法实施细则》等为最高法律制定了《辽宁省辽河流域水污染防治条例》等相关法律，并依据这些法律进行。这些法律以及排水管理相关的法律制度是由环境保护部门主管的。在由水利部门主管的法律制度中，从河流管理者的立场出发，明确规定水质、排放管理的任务在以水利部门为主体进行水质、排放管理上是很重要的。因此，根据水质、排水管理相关法律制度的课题，参考日本类似的地方条例和环境保护部门的相关条例，建议了以下述法律制度为基础的追加条款，见图 7.3.3、表 7.3.1。

《河流设施管理的相关法律制度》

辽宁省河道管理条例

《取水许可的相关法律制度》

取水许可制度实施办法、辽宁省取水许可度实施细则、取水许可监督管理办法

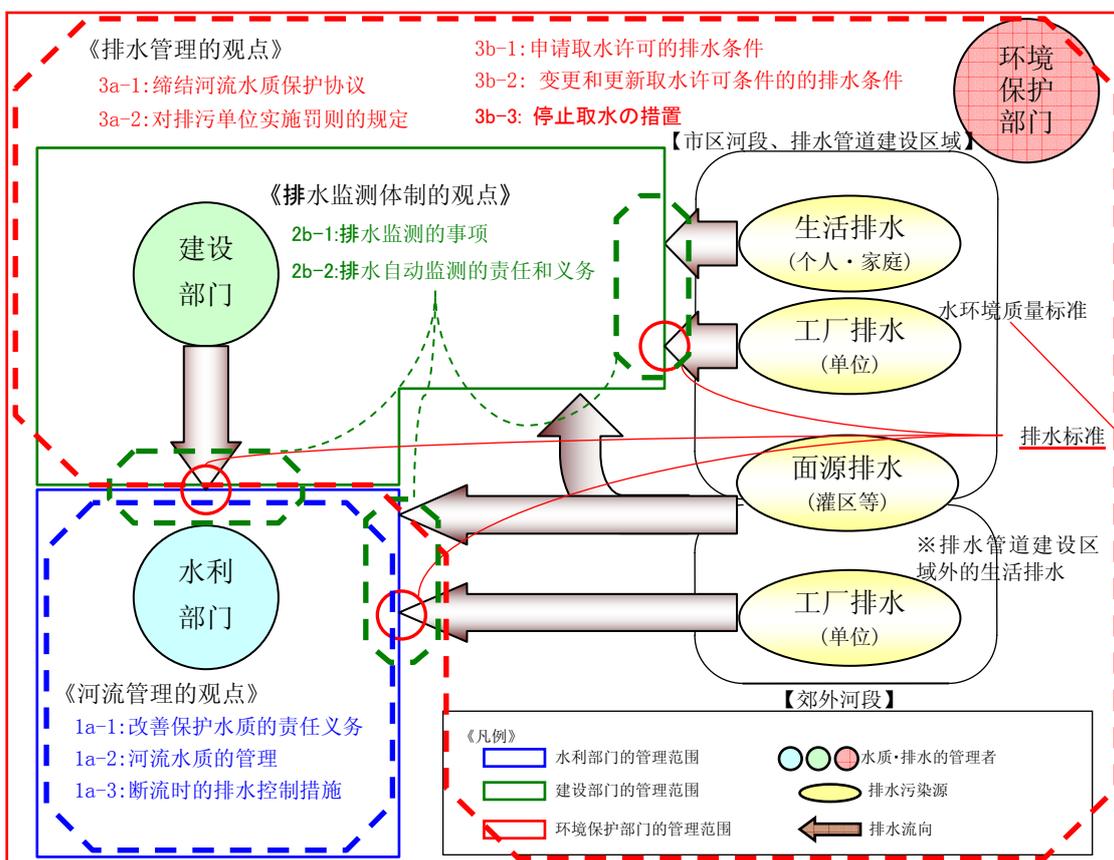


图 7.3.3 水质、排水管理的关系以及追加条款(草案)的概要

表 7.3.1 水质、排水管理相关追加条文(草案)概要

相关法 律制度	追加条款			参考条例等
	河流管理	排水监测体制	排水管理	
a. 辽宁省河道管理条例	<p>1a-1 改善、保护水质的责任和义务 县以上人民政府和地方行政机关的水利部门, 作为河道主管部门, 负责制定和实施改善、保护河流水质的政策措施。另外, 环境、建设等相关行政管理部门依据其各自的职能分工, 会同水利部门加强河流水质的改善和保护。</p> <p>1a-2: 河流水质的管理 河流水质完全由河道管理部门进行计划、建设和管理。其内容要经与同级以上环境保护行政主管部门协商后批准, 努力调整与以环保部门为主管部门的辽河流域水污染防治工程的整合性。</p> <p>1a-3: 断流时的排水控制措施 河道管理部门在异常枯水所导致的河流断流等, 从而使河流污染加快。在认为因断流会给河道管理带来重大障碍时, 可以向河流污染物排放单位提出减少排污量、暂时停止排污及其它必要的措施。</p>		<p>3a-1: 缔结河流水质保护协议 河道管理部门为了达到该条例的目的, 在必要的情况下, 与设置排污设施的单位或将要设置排污设施的单位缔结河流水质保护协议。必须按照该协议努力采取特别措施。 设置排污设施的单位或将要设置排污设施的单位, 在河道管理部门的要求下, 必须签订河流水质保护协议, 而且必须按照该协议采用特别的相应措施。 河道管理部门在前项的河道管理部门的要求下, 出现不努力缔结协议的单位的情况, 要公示该项事项。</p> <p>3a-2: 对排污单位实施罚款的规定 对未达到规定标准的单位, 在进行下一取水许可申请期限之前, 责令其采取排水措施, 责成达到标准要求。在许可证有效期内, 对采取措施但未达到标准要求的单位, 不予取水许可的申请</p>	日本的河道管理相关的地方条例
b. 取水许可制度实施办法 / 辽宁省取水许可制度实施细则 / 取水许可监督管理办法		<p>2b-1: 排水监测的事项 在进行取水许可申请时(年度审查), 必须提出记载有与排水监测相关的以下事项的文件 (1) 排水场所 (2) 污水处理对策 (3) 排水监测结果 (4) 排水监视的方法</p> <p>2b-2: 排水自动监测的责任和义务 在每天排污超过 400m³ 以上的, 必须安装污染物排放自动监测装置、随时记录排放种类、浓度、数量, 并报送水利部。 就污水排放, 根据其它法律规定, 安装污染物自动监测装置的并不仅限于该情况。 在进行前项规定的监测时, 必须平时记录排水的种类、浓度、数量, 并报送水利部门。</p>	<p>3b-1: 申请取水许可的排水条件 就排水种类、浓度、数量, 在超出环境保护的法律和法规规定的标准排放时, 不发放取水许可证, 并通知其理由。</p> <p>3b-2: 变更和更新取水许可条件的排水条件 计划行政部门或相关行政部门在必须变更水行政部门批准的下述事项的情况下, 在原审查部门同意的情况下, 建设单位必须重新申请取水许可。 (1) 取水量 (2) 取水地点 (3) 取水方式 (4) 排水地点 (5) 排水种类、浓度、数量</p> <p>3b-3: 停止取水的措置 对排水种类、浓度、数量超出规定标准的取水单位, 取水许可监督管理机构必须会同相关部门责令限期改善或修改。对在限期内未达规定要求的, 经县级以上人民政府同意后, 可以停止其取水。</p>	排污许可证条例

7.4 有关太子河流域水质和排水管理的建议

7.4.1 宏观控制指标体系和微观用水定额体系

依据水利部文件「关于水权制度建设框架的通知」,对于太子河流域的水质和排水管理,「符合经济社会发展要求的地域的水质·排水管理的宏观调整」和「依据地域经济社会发展的现状和当地水质·排水管理情况的微观对策」是很重要的,二者必须确立和融合。图 7.4.1 汇总了现状的课题和存在的问题以及解决对策。如图 7.4.1 所示的解决对策中,(I)和(V)应将重点放在严格执行现行的法律制度和申请手续,以及与相关部门的联合和合作。另一方面,(II)~(IV)是为实行以水利部门为主体的水质和排水管理,必须修改现行法律制度以提高其实效性的对策。试验性项目的目的是为检验「宏观控制指标体系」和「微观用水定额体系」有关课题和问题的解决对策的有效性而提案的。其结果必须反馈到最后的法律制度的修订和水质及排水管理体制的确立中。

7.4.2 水质、排水管理的阶段性措施

水质和排水管理的阶段性措施见图 7.4.2。根据本次调查的与水质·排水管理有关的基本计划,通过试验性项目来验证针对现状的水质和排水管理上的课题和问题所采取的对策的重要性的效果。试验性项目的成果将向整个太子河流域推广,以便得以真正付诸实施和运用。在这一阶段,由于将继续进行与排水管道建设等流域对策成为一体化的综合水质和排水的管理,流域的水质环境质量标准以及排水标准是可以达到的,从而,使在下一阶段提高水质环境标准(V类型⇒III类型)和追加排水标准成为可能。

7.4.3 实施统一管理的必要性

在太子河流域,以环保部门(辽宁省环境保护局、市环境保护局)为中心,水行政部门(辽宁省水利厅、市水利和水务局)和建设部门(辽宁省建设厅、市建设局),根据各部门的行政职能分工,开展水质监测、排水管理、排水管道建设等水环境行政工作。但是庞大的直线领导型行政管理关系将妨碍相互间的协作,使目前水环境行政关系很难建立统一管理体制。仅靠水利部门的努力是有限度的,因此,在「彻底推行现行的排水管道建设和排水管理」的基础上,「水利部门要履行水质和排水管理的职责」,这样才能使统一的水质和排水管理成为可能。

水利部门有一元化管理水量和水质的职责,有必要对取水许可和排水管理进行统一管理。水利部于 2005 年 1 月 1 日开针对主要河流的入河排污口进行审查管理¹(排污口位置、排放量、排放方式等)。水利部门自身的积极努力是很重要的,但是,为了有效的开展统一管理工作,以现行的环保部门和建设部门为主体,要实现其管理紧握的排水管理信息共享,同时要与流域一体化的水质和排水统一管理相结合。

1 夏 根据国务院南水北调工程专家委员会委员的访问调查结果(2005 年 5 月 21 日、JICA 调查团北京办事处实施)

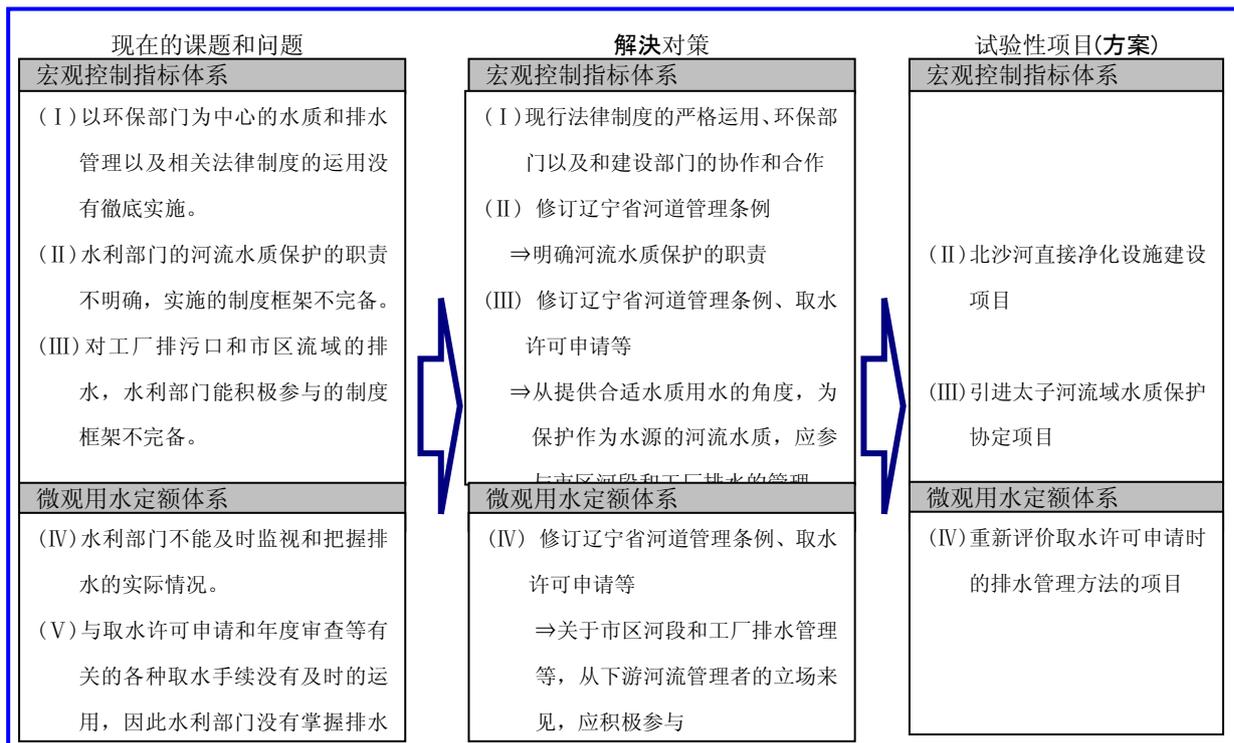


图 7.4.1 开展试验性项目的流程图

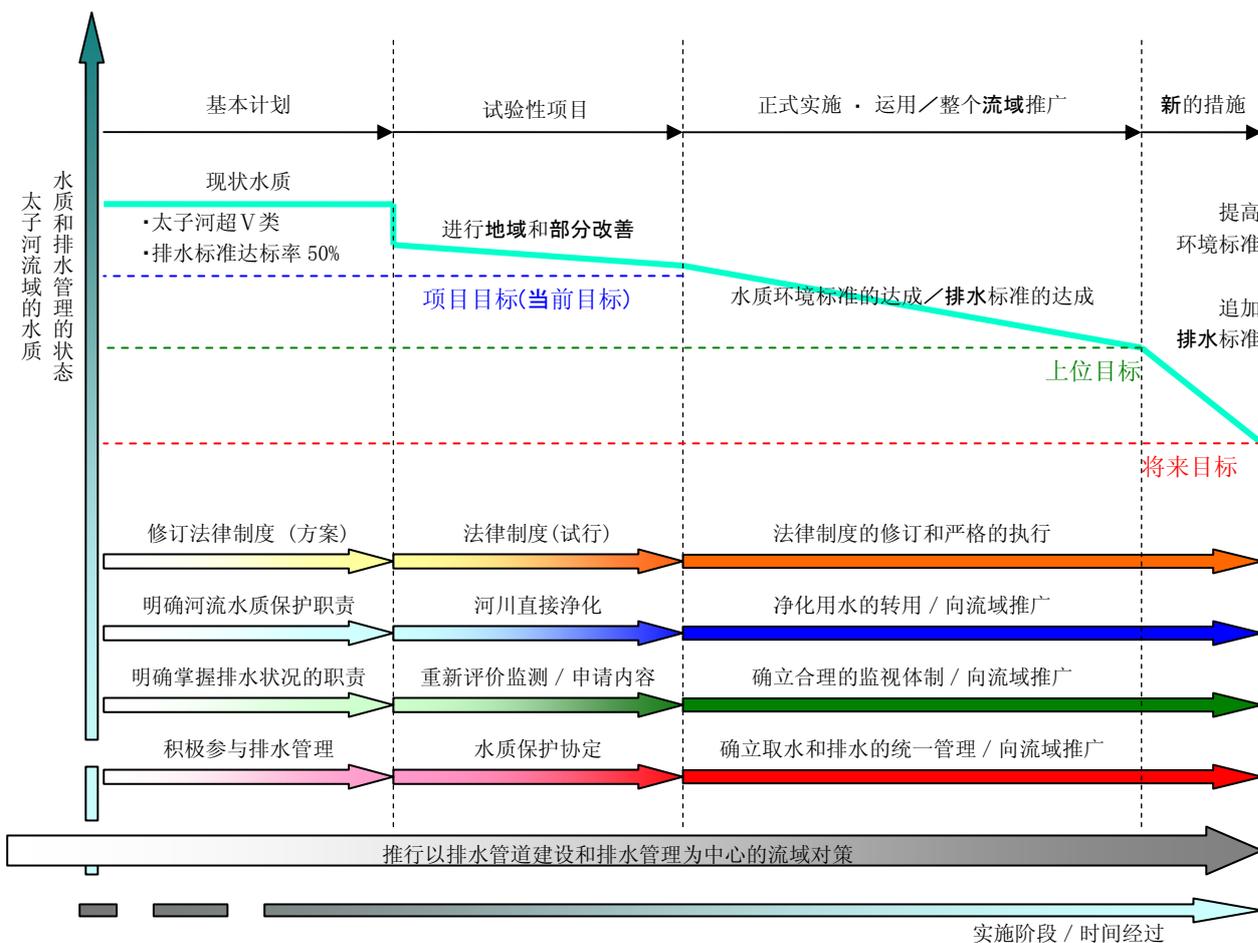


图 7.4.2 水质和排水管理的阶段性措施