

## 第3章 太子河流域概要

### 3.1 社会经济概要

#### 3.1.1 地势·天然资源·气候

##### (1) 地势

辽宁省位于中国的东北部，总面积为 147,500 平方公里。至 2002 年末，人口已达到 4,155 万人。辽宁省中部有辽阔的辽河平原，南临辽东湾、面向黄海，还有向南延伸的辽东半岛（见图 3.1.1）。根据辽宁省行政区域划分，全省由沈阳、大连、辽阳、抚顺、鞍山等 14 个较大的地级市构成。另外，地级市是由 17 个县级市、19 个县和 8 个自治县构成。辽宁省省会沈阳市，总人口已经达到 689 万人，是东北三省（黑龙江省、吉林省、辽宁省）工业、商业中心。位于辽东半岛尖端部的大连市已拥有 558 万人口，与沈阳共同构成辽宁省内的两大中心城市。

##### (2) 水资源

###### (a) 辽宁省水资源及其利用情况

辽宁省水资源总量为 363 亿立方米，人均占有水资源量为 860 立方米，是全国人均占有量的三分之一，参照联合国<sup>1</sup>的标准，辽宁省属于缺水地区，除东部山区外，其它地区几乎均属于严重缺水地区。

根据 2002 年中国水利统计年鉴来看，2002 年辽宁省总供水量为 127.4 亿立方米，其中，地表水源为 60.7 亿立方米，占总供水量的 48%，剩余的 52% 为地下水源。实际供水情况是：灌溉用水 63%（80.3 亿立方米）、工业用水 18%（23.0 亿立方米）、城市生活用水 12%（15.3 亿立方米）、农村生活用水 5%、农林水产业用水 2%（2.5 亿立方米）。

###### (b) 太子河流域水资源及其利用状况

本次调查指定的试点流域太子河总长为 413 公里，流域面积 13,883 平方公里，属规模较大的河流。该流域发源于抚顺市南部的辽东山区，经本溪、辽阳市区及鞍山市北部，在鞍山市和盘锦市交界处与浑河汇流。汇流后形成大辽河流入渤海（见图 3.1.2）。

太子河流域的水资源总量<sup>2</sup>为 51.2 亿立方米，其中，地表水资源量为 37.2 亿立方米、地下水资源量为 14.0 亿立方米。人均占有水资源量 845 立方米，遵照联合国标准规定，被列为缺水地区。

根据辽宁省水利厅水资源管理年报统计数据表明，太子河流域年供水量为 19 亿立方米，地表水源约占 40%、地下水源约占 60%，流域内水资源总量的使用情况为工业用水占 39%、农业林业用水占 45%、生活用水占 16%。

<sup>1</sup> 联合国供水标准规定每人占有量为 1700 立方米，占有量 700-1000 立方米者属缺水地区，700 立方米以下者属严重缺水地区

<sup>2</sup> 地表水资源量为缺水年(2001)水收支计算的自然流量估计结果。地下水资源量是根据地下水抽水量(2003)和太子河基流量数据(2003)推定的结果。

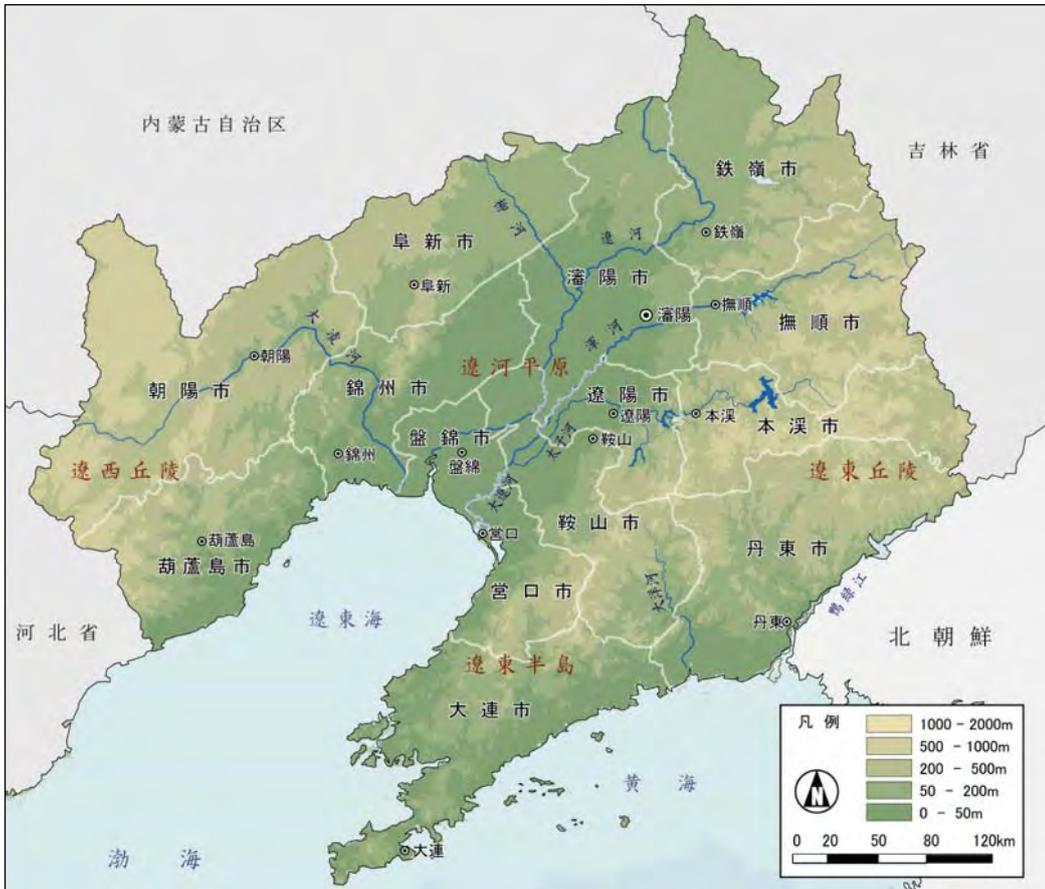


图 3.1.1 辽宁省地形·行政区划图

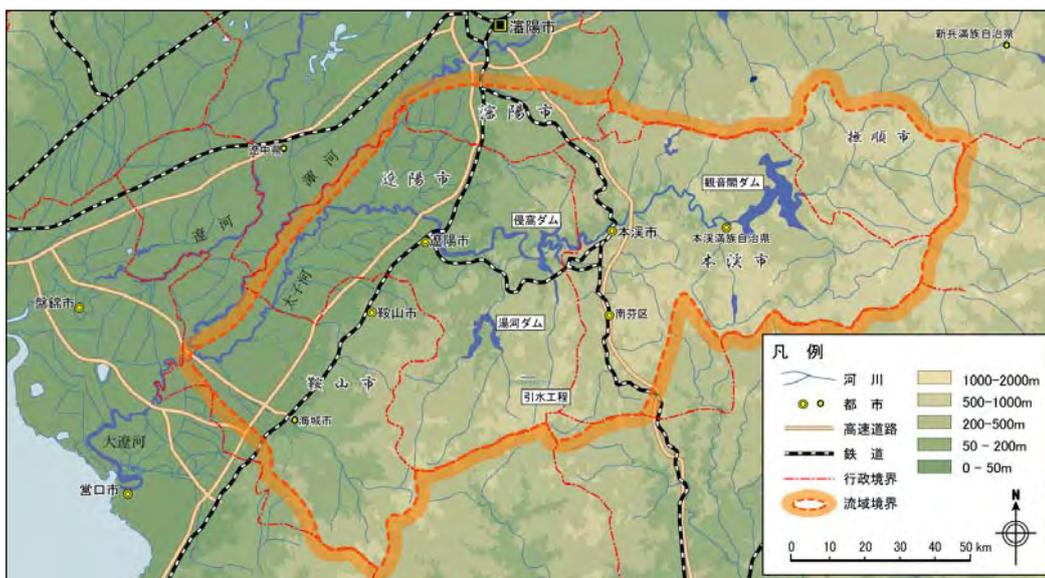


图 3.1.2 太子河流域

### 3.1.2 人口

#### (1) 人口分布

2002 年末统计的辽宁省人口总数为 4, 155 万人, 人口密度为每平方公里 280.2 人。辽宁省县级人口密度见图 3.1.3。人口密度状况是, 省中心地带的辽河平原、南部的辽东半岛及沿海地区比较高, 省东部、西部辽阔的辽东丘陵、辽西丘陵一带比较低。

2002 年, 占人口总数 90.3% 的 3, 754.3 万人都集中生活在城市地区<sup>3</sup>, 乡村人口仅为 401.1 万人, 占人口总数的 9.7%, 与全国城镇人口 39.1% 和乡村人口 60.9% 相比, 都明显地表明辽宁省人口主要集中在城镇地区。辽宁省的城镇人口: 1952 年时仅占人口总数的 29.0%。第二个五年计划期间 (1958~1962 年), 以苏联为模式开展的推进工业化运动及其之后的劳动力流动制度放宽等, 是人口和劳动力从农村向城镇急速转移的动因。

由辽东丘陵到辽河平原的太子河流域<sup>4</sup>, 人口为 606 万人, 人口密度为每平方公里 440.4 人, 与省内其它地区相比, 已达到相当高的程度。太子河发源于人口密度较低的抚顺市南部地区、流经人口密集的本溪市区 (平均每平方公里 641.8 人)、辽阳市区 (平均每平方公里 1, 190 人) 等地区。另外, 流域内还包括了人口密度高、产业活动发达的鞍山市区 (平均每平方公里 2, 298 人)、沈阳南部的苏家屯区 (平均每平方公里 535 人) (见表 3.1.1)。

#### (2) 人口金字塔

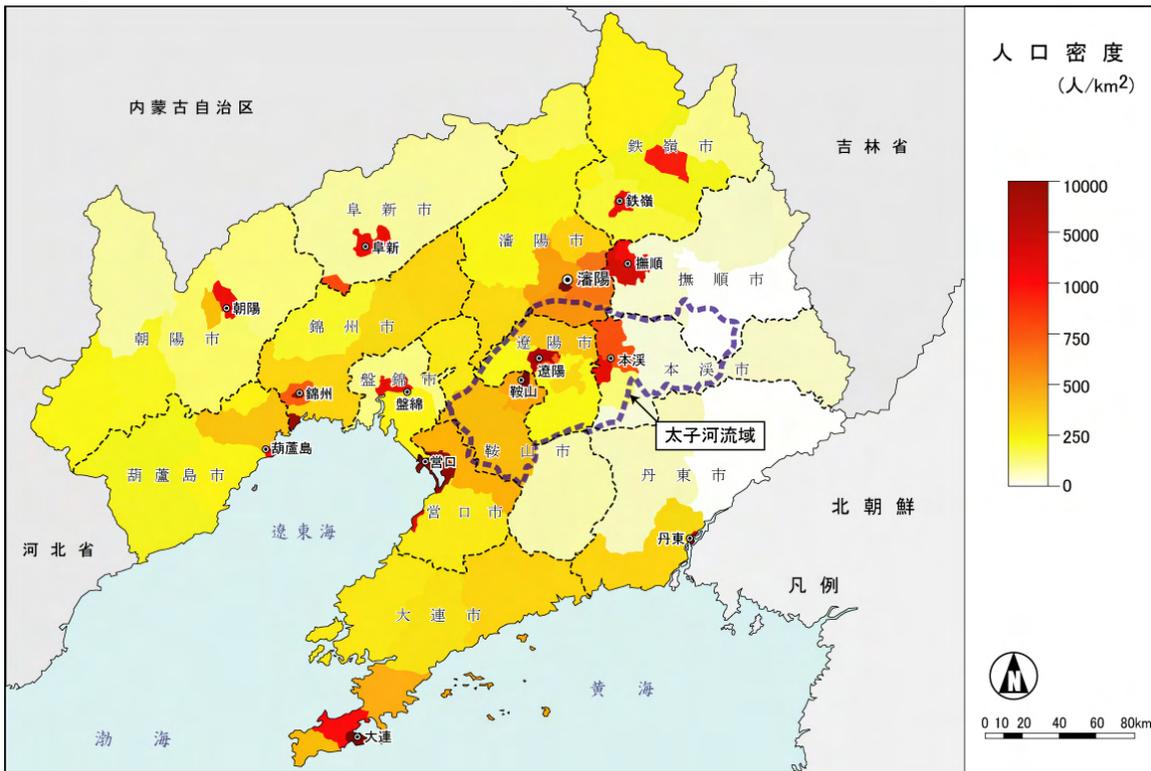
图 3.1.4 是以 2000 年人口普查数据为依据绘制的辽宁省人口金字塔图形。1974 年以后, 由于采取了人口控制政策, 使 25~29 岁以下的人口数量减少, 形成了所谓的“壶形”人口结构。1985~1989 年间, 因独生子女放宽政策, 使 10-14 岁年龄段的人口出现膨胀, 但从此之后, 随着出生率的降低, 呈现出底部缩小的形态 (以后有详细阐述)。

另外, 由于男女比例失衡, 导致金字塔左右两侧不对称, 这就是独生子女政策的结果。特别是农村, 有重男轻女的传统观念, 认为只有男孩儿才能传宗接代, 所以都希望生男不生女。

2000 年时的调查数据显示, 新生儿中女性为 100 人, 而男性则达到 113 人, 这与日本 (同比为 105 人) 和世界平均值 (同比为 105 人) 相比, 是一个极不平衡的数值。

<sup>3</sup> 各地级市市区人口及县级市的人口再加上镇 (县政府所在地及人口集聚地) 人口的人口数 (也称城镇人口)。

<sup>4</sup> 在这里, 太子河流域资料采用的是集合了沈阳市苏家屯区、本溪市的满族自治县、溪湖区、南芬区、明山区、平山区、辽阳市的整个地区、鞍山市的铁西区、铁东区、立山区、千山区、海城市的数字, 预计在随后的此项调查中, 还要以输入到 GIS 中的各乡、镇的人口数和区域范围计算出更准确的流域人口数。



资料来源：根据 2003 年辽宁省统计年鉴绘制

图 3.1.3 辽宁省人口密度分布图

表 3.1.1 太子河流域的人口及人口密度

区级市名	县级市县名	人口 (万人)	面积 (km <sup>2</sup> )	人口密度 (人/km <sup>2</sup> )
沈阳市	苏家屯区	42	776	535
辽阳市	白塔区	22	24	9,000
	文圣区	17	42	4,119
	宏伟区	11	70	1,577
	弓长岭区	10	292	325
	太子河区	12	174	701
	辽宁县	59	2,853	208
	灯塔市	51	1,333	384
鞍山市	铁东区	49	36	13,624
	铁西区	29	15	18,831
	立山区	43	59	7,167
	千山区	25	519	474
	海城市	112	2,732	409
本溪市	平山区	35	179	1,961
	溪湖区	23	302	747
	明山区	30	400	750
	南芬区	9	619	139
	本溪县	30	3,343	90
合计		606	13,769	440

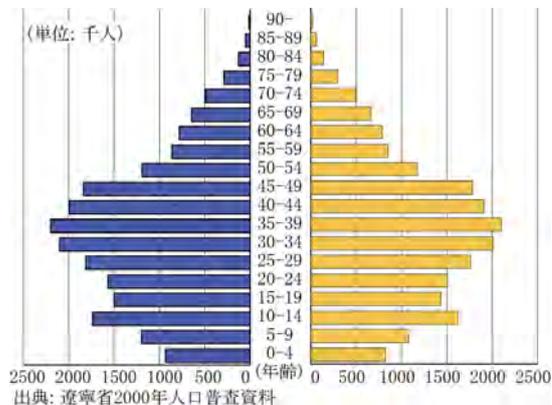


图 3.1.4 辽宁省人口金字塔图（2000 年）

### (3) 人口变动

辽宁人口增加情况的演变与全国大致呈类似特征（见图 3.1.5、3.1.6）。从近 10 年情况来看，全国人口出生率是 12.9~18.1‰，而辽宁省比全国平均水平下降了很多，为 7.1~10.7‰。另一方面，在死亡率方面，全国平均为 6.5‰左右，而辽宁却一直在 5.3~6.7‰之间变动，两者没有太大的差异。因此，辽宁省人口自然增长率与全国相比，处于相当低的水平。因此，根据中国的政治、思想观念、经济发展、人口控制政策等因素，我们把辽宁省的人口变化情况划分为以下 4 个阶段。

#### (a) 人口急剧增长期（1949 年~1973 年）

1949 年建国初期，基于人口多即为劳动力丰富的观点，采取了通过奖励多生以增加人口的政策。1958 年发生的大跃进政策把人口视为宝贵资源，根据这一“人口资本学论”，增加人口受到奖励。

在此期间，辽宁省的人口出生率分别为 41.9‰（1957 年）、36.2‰（1965 年）、26.6‰（1970 年）。人口出生率虽呈逐年下降之势，但其结果是，辽宁省的人口总数在 1952 年至 1970 年的 19 年间，竟增加了 60%（净增加人口达 1,151.4 万人）。

#### (b) 人口增长控制期（1974 年~1984 年）

1974 年，中国政府因中国总人口已达到 9 亿之多开始实行以“晚婚少生”为主的人口控制政策。1980 年，制定了“晚婚、优生、少生”的计划生育政策，即人们所说的独生子女政策。两年后，中国政府在全国城镇及广大的农村地区推行了严格的独生子女政策。

独生子女政策在辽宁省也取得了显著成效。1982 年，辽宁省人口出生率降低到 18.9‰，1983 年、1984 年分别降低到 13.4‰、10.8‰。

#### (c) 人口控制政策放宽期（1985 年~1989 年）

辽宁省的人口出生率按照严格的独生子女政策呈大幅度下降之势，但自 1985 年以来，又出现了回升。这是由于在 1984 年世界人口会议上，中国因严格采取独生子女政策而实施的强制堕胎、溺杀女婴问题受到批评，并要求重新制定出相应政策。其结果，在农村开始允许生育二胎，少数民族可以生育第三胎，边远地区可以生育第四胎，从而使人口出生率再次得到回升。

#### (d) 人口低增长期（1990 年~现在）

1990 年，政府对全国各省的大部分地区制定了具体的人口控制政策，要求按此政策实施人口控制。其结果，辽宁省人口出生率由 1990 年的 15.5‰下降到了 1991 年的 9.9‰。从 1990 年中期开始，由于以往人口控制政策的原因，造成育龄妇女减少。致使人口出生率及自然增长率都呈下降趋势。辽宁省的人口出生率及自然增长率于 2001 年创下了历史最低记录，即 7.1‰和 1.8‰。

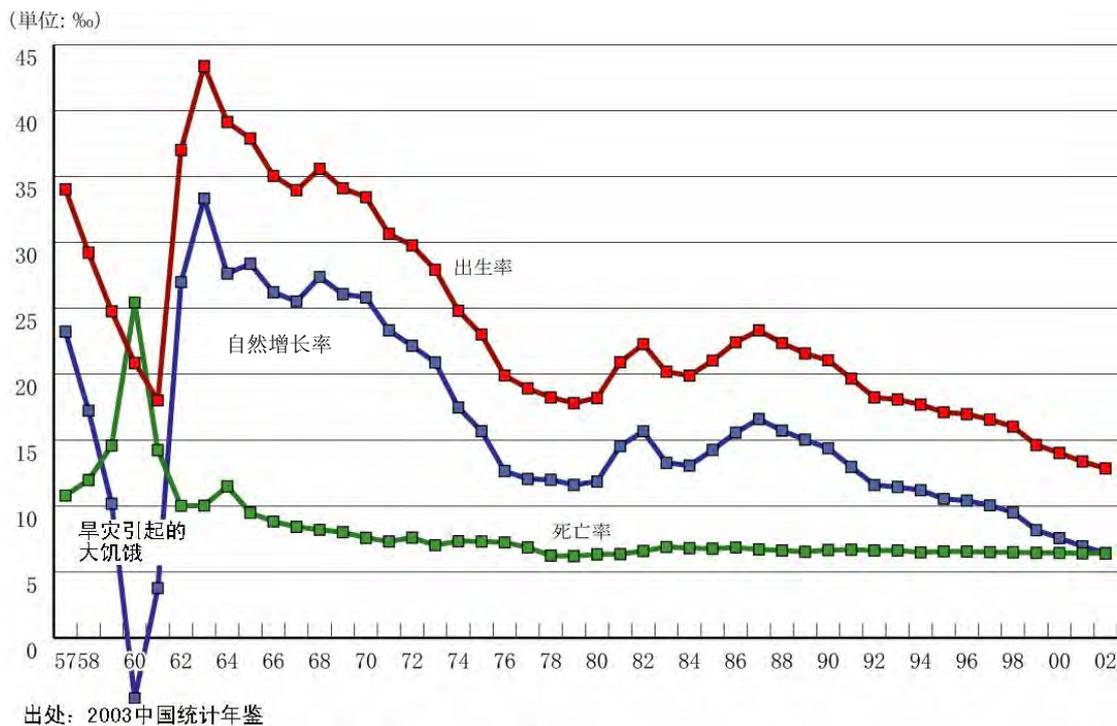


图 3.1.5 中国全国出生率、死亡率、自然增长率的变化情况

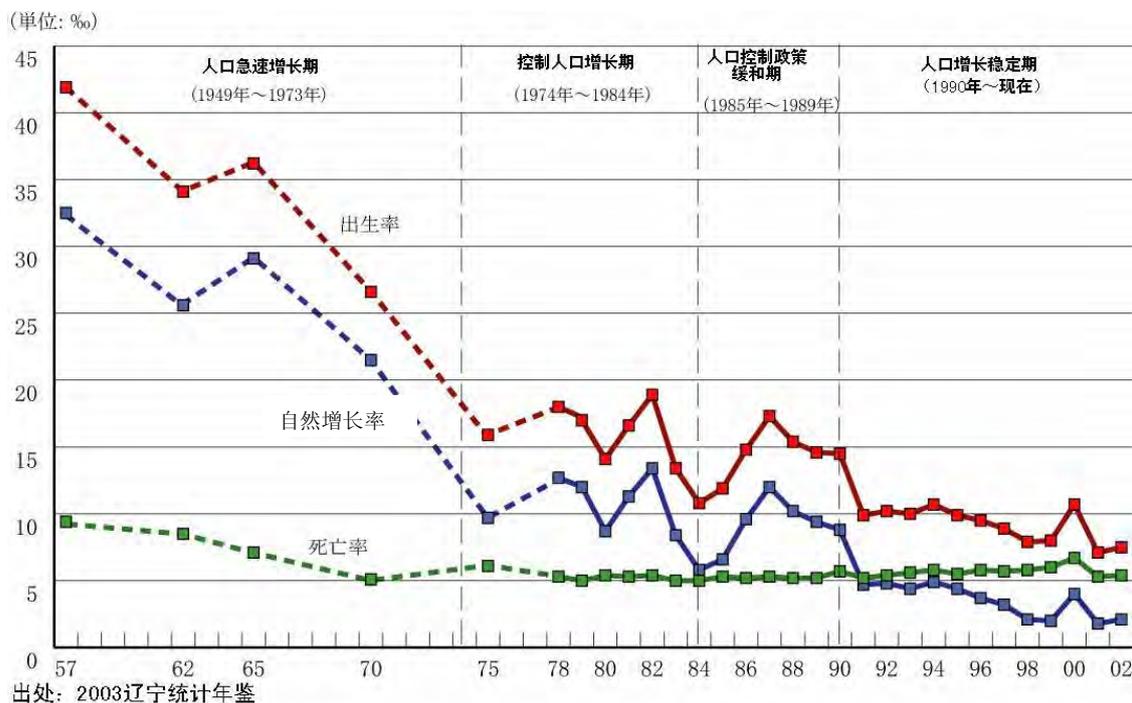


图 3.1.6 辽宁省出生率、死亡率、自然增长率的变化情况

### 3.1.3 经济概况

#### (1) 国内生产总值

##### (a) 国内生产总值的变化

2002年,辽宁省国民生产总值(以下称GDP)为5,458.2亿元人民币,高居全国第7位。图3.1.7表示从1985年至2002年期间,辽宁省GDP(名义值为基数)的变化及增长率(以固定价格为基数)的变化情况。在1989年和1990年,GDP的增长一度受阻,但其它各年度仍保持了5%以上的高经济增长速度。

伴随1992年开始推行的改革开放路线,出现了10%以上的高速增长势头,1995年曾一度回落到7.1%,但此后又开始了递增趋势。1997年以后,辽宁省的GDP增长率连续6年超过全国经济增长速度,2002年再次实现了10%(10.2%)以上的经济增长。

##### (b) 不同产业的国内生产总值和就业人口

纵观2002年不同产业的GDP及其构成比率,第一产业为590.2亿元(10.8%)、第二产业为2,609.9亿元(47.8%)、第三产业为2,258.2亿元(41.4%)。再看各产业生产总值在全国的排序:第一产业居第13位、第二产业居第7位、第三产业居第6位。人均GDP为12,986元,居全国第8位,远远高于全国平均值的7,997元。

图3.1.8为辽宁省不同产业类别的生产总值和就业人口构成比例变化情况。1965年以后,第二产业的生产总值和就业人口的构成比率逐渐增加,而第一产业的生产总值和就业人口逐渐减少。应当指出的是,在1965年至1985年的20年中,第一产业就业人口比率从60.3%锐减至35.9%。第二产业生产总值和就业人口构成比率则随着产业的现代化进程有所增加,但经1971年(71.1%)和1988(42.2%)各自出现高峰之后,呈逐渐减少趋势。另一方面,第三产业的生产总值和就业人口构成比率则出现增加趋势。

太子河流域的GDP总值占全辽宁省的20.6%。在太子河流域,有鞍山、本溪等重工业地带,GDP的50%依赖于第二产业(第一产业:10.4%、第二产业:50.0%、第三产业:40.4%)。

##### (c) 收入水平

辽宁省城市居民人均可支配收入为6,524.6元,远远低于全国平均值的7,702.8元。太子河流域的鞍山市、本溪市、辽阳市的该值分别为6,851元、5,829元、5,922元,三市的人均可支配收入均低于全国水平。而在另一方面,辽宁省农民人均纯收入为2,751.3元,高于全国平均值的2,475.7元。在太子河流域的鞍山市、本溪市、辽阳市,该值分别为3,782元、3,150元、3,200元,远远高于全国和辽宁省的平均值。

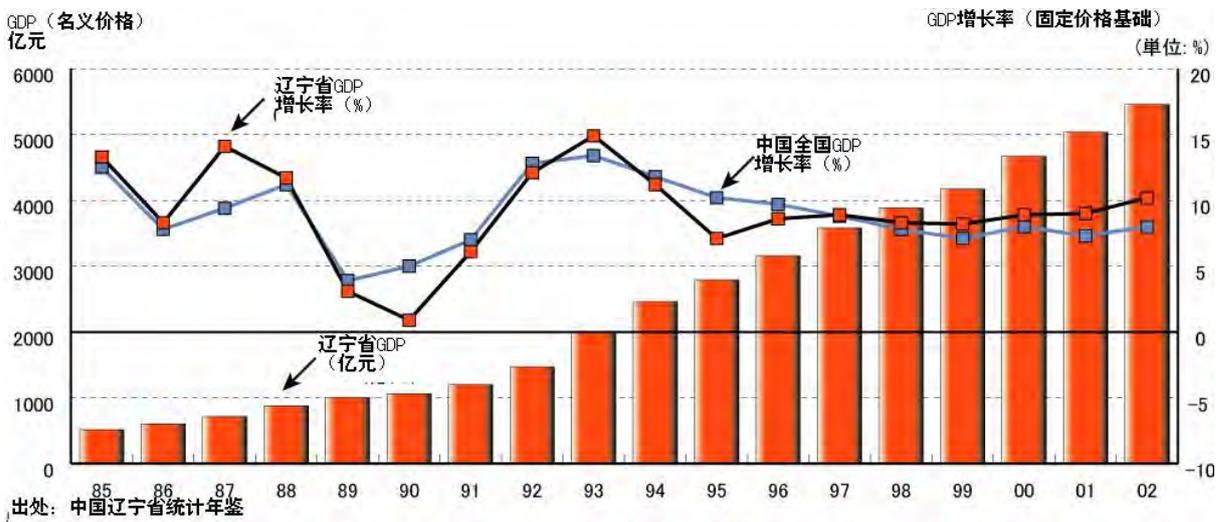


图 3.1.7 1985 年至 2002 年辽宁省的 GDP · GDP 增长率变化情况

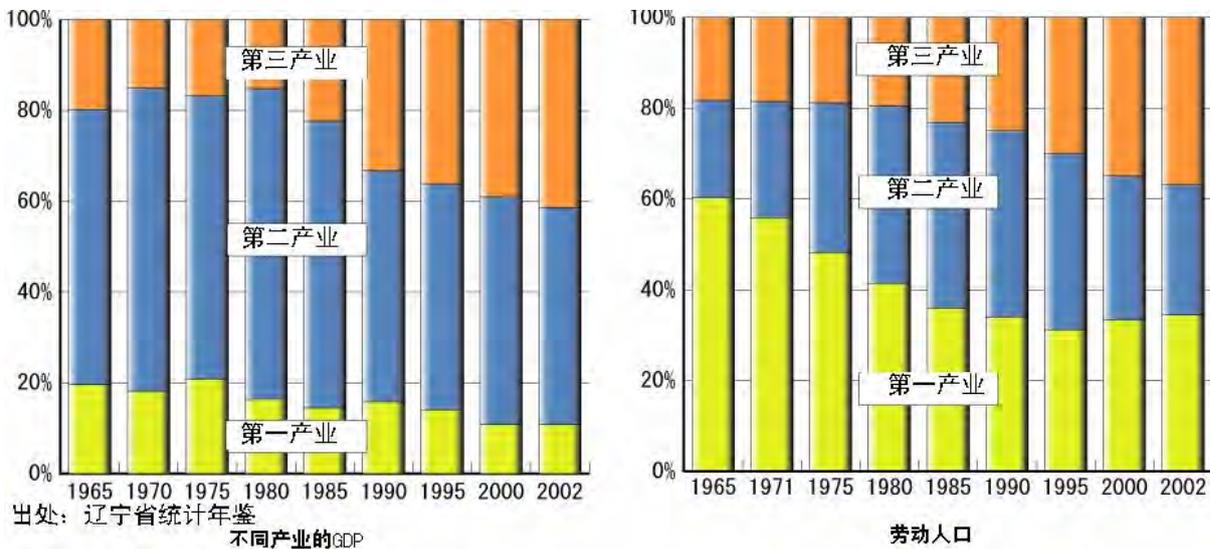


图 3.1.8 辽宁省各产业 GDP 及劳动人口比率变化情况

## (2) 农林渔产业

### (a) 农业

2002年,辽宁省农业生产总值为299.6亿元。因冬季的严寒,几乎所有农作物都是单季耕作,普遍种植的品种有水稻、大豆、玉米、高粱等。特别是玉米的种植面积,2002年达139.5千公顷,占全省种植面积(367.7千公顷)的37.9%;其产量达889.4万吨,占全国玉米总产量的7.3%。

图3.1.9、图3.1.10表示相对于土地总面积而言的灌溉面积和种植面积的比例。灌溉面积和种植面积比例在辽河平原的中部和南部均显示出很高的数值。有辽河平原,有辽河、浑河、柳河、太子河等大河流流过,而且地势平坦,又具有丰富的地下水资源,灌溉设备也比较完备。特别是位于辽河平原南部的辽河、大辽河、大凌河的三角洲地区,有发达的大规模灌溉区。另一方面,即缺乏水资源,人口密度又低的丹东市、抚顺市、本溪市等东部的辽东丘陵地区,种植业未得到很好的开展,灌溉土地也不多。

在太子河流域,土地种植面积达325.7千公顷,占总面积的23.5%。其中谷物和薯类为253.千公顷、油料作物4.0千公顷、蔬菜类51.9千公顷。在上游地区的辽东丘陵地区,种植面积比率低至5%~10%。在上述地区,主要种植高粱、蔬菜等作物,但取水困难,土地表土薄,而且混有小石子,土地肥沃度很低。另一方面,太子河一旦到达辽河平原,灌溉面积和种植面积均将大幅度增加。特别是位于沈阳市南部的苏家屯区、辽阳市的太子河区和灯塔市、鞍山市的台安县,有约半数土地面积被耕种,太子河的中、下游地区(包括大辽河)有12处大规模和中规模的灌溉区,种有水稻、玉米等作物。

### (b) 林业和畜牧业

辽宁省全域内的森林面积为430.0千公顷,占全省面积的29.5%。约相当于森林总面积55%的237.6千公顷森林为人造林,其中58.3千公顷为用材林,28.9千公顷为经济林,140.9千公顷为保护林。2002年,辽宁省林业生产总值为20.2亿元。在太子河流域,以上游的辽东丘陵地区为中心,发展林业生产,生产总值达2.4亿元(占全省的11.7%)。

### (c) 畜牧业

辽宁省是玉米的大生产基地,各种饲料原料供应充足。与此同时,由于距离较近的北京和沿海地区的需求急剧增加,所以畜牧业也相当发达。2002年,辽宁省畜牧业生产总值为141.4亿元。主要产品产量分别为:猪肉148.7万吨、牛肉29.7万吨、牛奶23.1万吨、羊肉4.44万吨、羊毛9.158吨、鸡蛋159.8万吨。

太子河流域的畜牧业生产总值为22.4亿元,占全省的15.8%。其中,仅沈阳市苏家屯区和鞍山市海城市两个地区,就占全流域生产总值的一半以上,达13.5亿元。

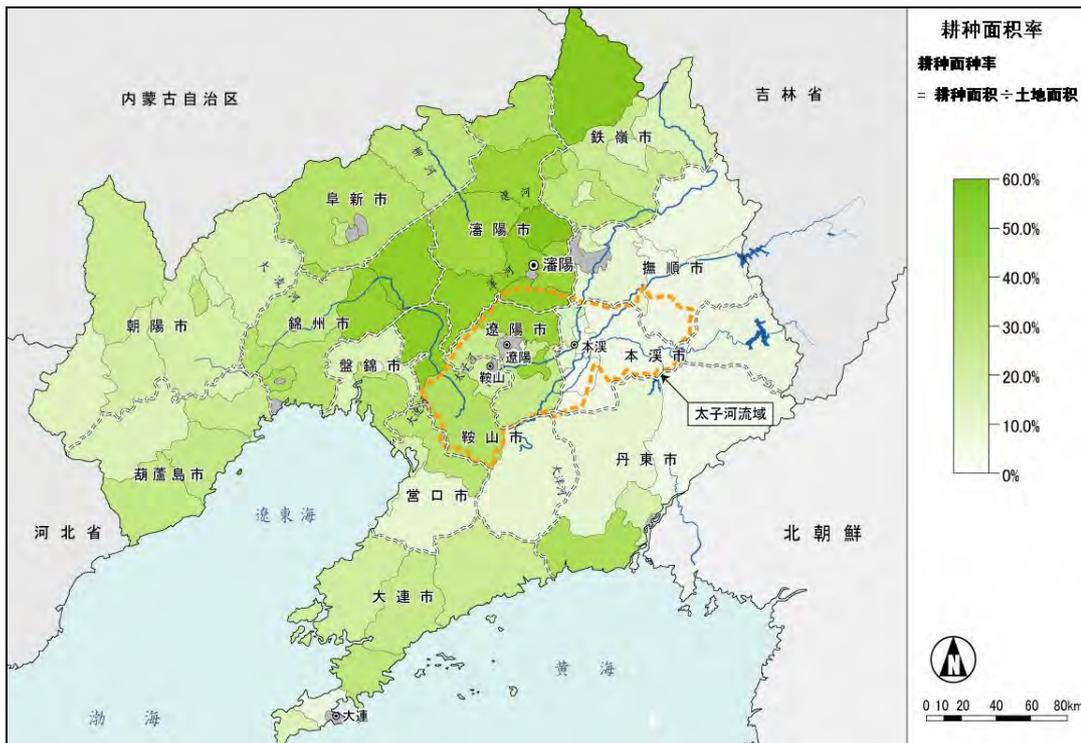


图 3.1.9 辽宁省耕种面积比率分布情况

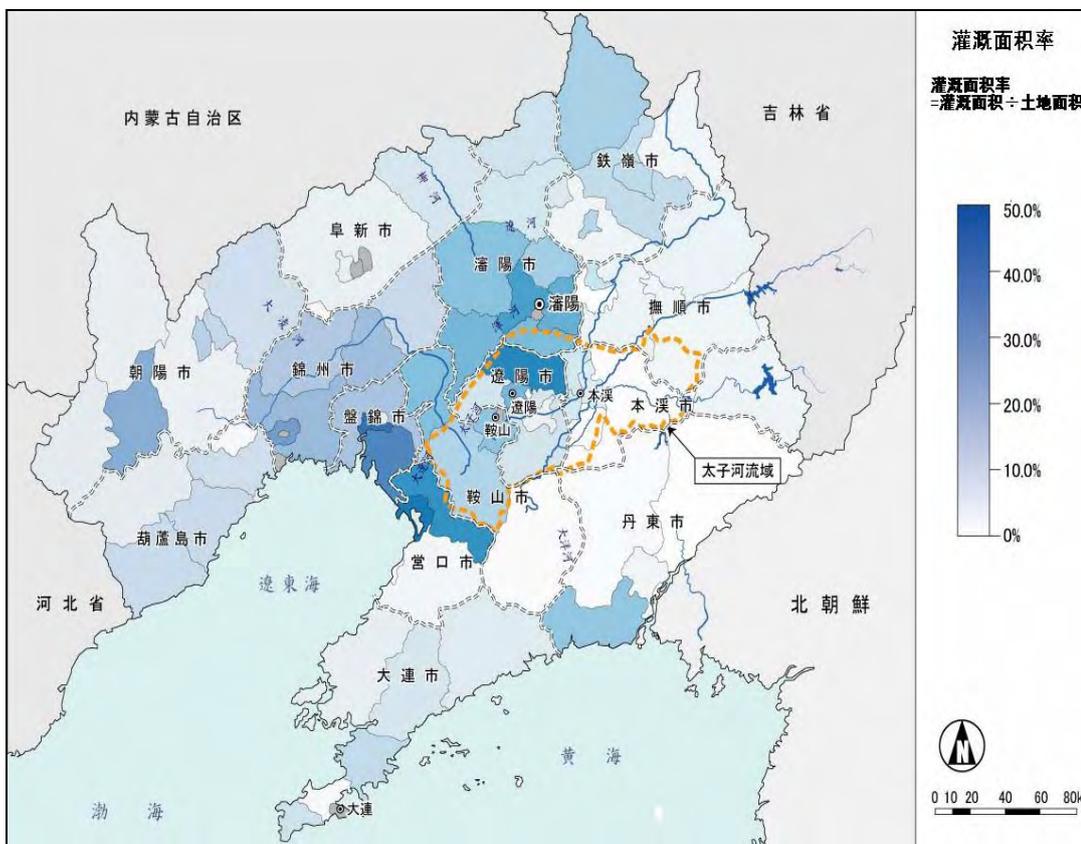


图 3.1.10 辽宁省灌溉面积比率分布情况

### 3.2 水资源

#### 3.2.1 降雨量

##### (1) 降雨量

从季节风的分类来看，辽宁省属于东亚大陆至日本的亚热带季节风地带。夏季西南季节风，冬季西北季节风特别明显。夏季降雨量比较丰富，冬季降雨量较少。在辽宁省，西北部降雨量最少，年平均降雨量大约为 400 mm。与此相反，东南部降雨量最多，年平均降雨量约为 1,100 mm。在太子河流域，降雨量由西向东逐渐增加，年平均降雨量从 600 mm 增加到 900 mm 左右。

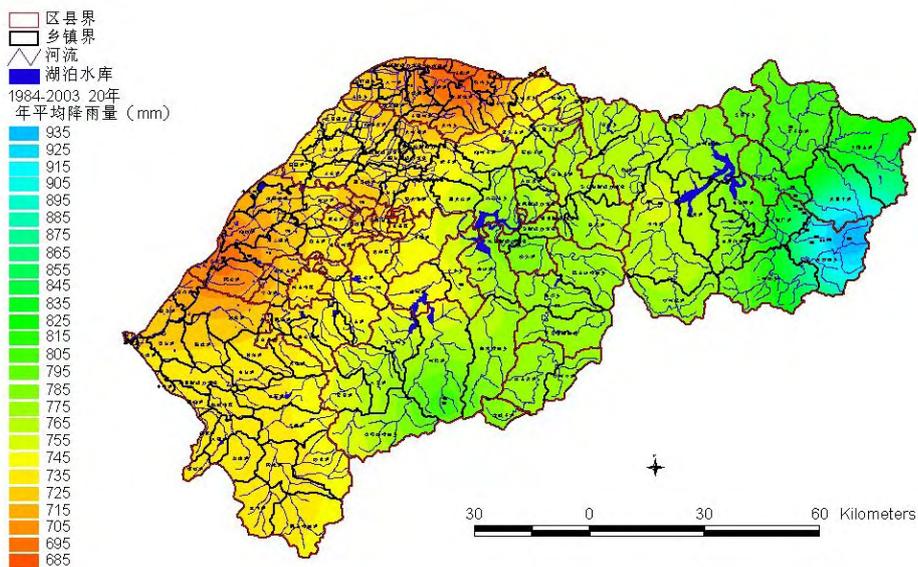
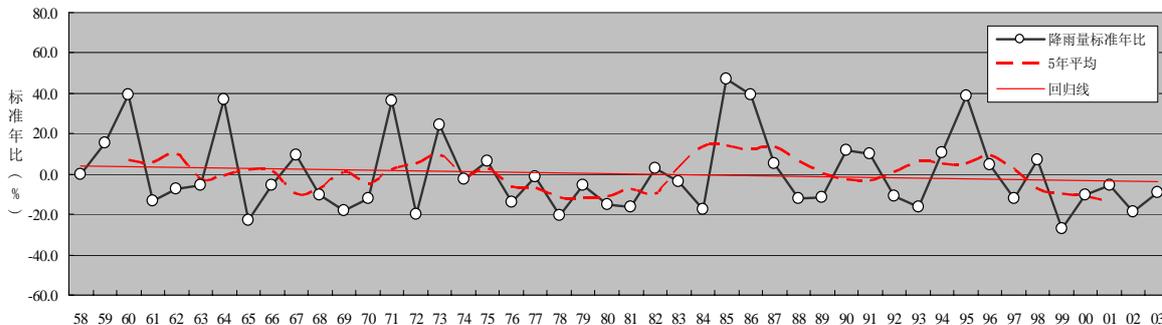


图 3.2.1 太子河流域等雨量线图

##### (2) 年降雨量长期变动情况

太子河流域年降雨量标准年比（与平均值 761 mm 之比）变化如图 3.2.2 所示。从降雨量变化来看，自 1990 年后半年之后，进入了少雨期。在 2001 年枯水期，是枯水期中破记录的少雨。但是由于全年丰水期的雨量增加，与标准年（平年）呈并列之势。根据线性回归分析结果，降雨量呈稍稍偏少趋势。

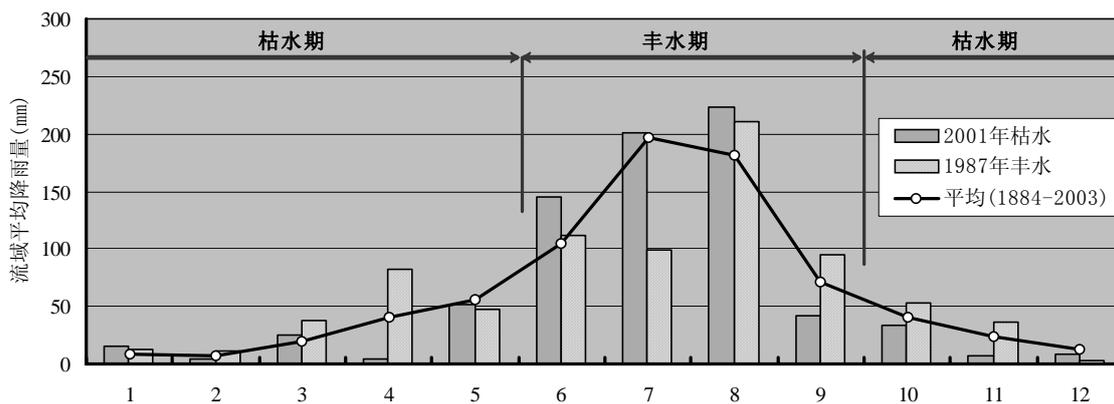


资料来源：JICA 调查团

图 3.2.2 太子河流域年降雨量（标准年比）变化

(3) 按月份降雨量的变化

根据辽宁省水利资源公报，太子河流域不同月份的降雨量分布大致可分为丰水期（6月~9月）和枯水期（10~5月）。太子河流域的流域平均月降雨量（1984-2003）见图 3.2.3，该图上同时也表示了四个月份（1月~4月）降雨量最多年（1987）和降雨量最少年（2001）。特别是 2001 年，记录显示该年 4 月的月降雨量达到有记录以来最少的月降雨量，仅为 4.8 mm。该月降雨量是平均月降雨量 40.6 mm 的 12%。在太子河流域，5 月为水稻的平整水田和插秧时期，是最需要农业用水的时期，所以这表明 2001 年枯水受灾的扩大。



资料来源：JICA 调查团

图 3.2.3 太子河流域不同月份平均降雨量

(4) 计划降雨量

在太子河流域观音阁水库建成前的历史洪水中，最大 5 次洪水时的雨量及洪峰流量如表 3.2.1 所示。从洪水期降雨量大小趋势看，可以看到自观音阁水库（小市）起，上游地区降雨量较多，自辽阳开始，下游地区降雨量少。

表 3.2.1 太子河发生大规模洪水时的降雨量

年月日	原因	流域内 3 日平均雨量 (mm)		洪峰流量 (m <sup>3</sup> /s)	
		小市	辽阳	小市	辽阳
1960/08/04	低气压, 前沿	316	302	10,500	18,100
1964/08/08	低气压	169	129	3,100	4,870
1971/08/01	低气压	241	198	3,160	4,610
1975/08/01	前沿	212	215	2,790	6,910
1977/08/04	前沿	103	86	2,300	3,440

注) 流域面积为小市 (2,795km<sup>2</sup>) 和辽阳 (8,082 km<sup>2</sup>)。

资料来源：观音阁水库建设计划调查报告 (1988)，JICA。

另外，在设计观音阁水库时所采用的计划降雨量（3 日雨量）示于表 3.2.2，通过延长降雨波形（1960 年实际雨量），推算了计划降雨量的时间分布。

表 3.2.2 观音阁水库计划降雨量（3 天的雨量：单位 mm）

概率范围	1/10	1/50	1/100	1/200	1/500	1/10,000
小市	200	306	356	409	484	771
辽阳	183	282	328	377	446	713

资料来源：观音阁水库建设计划调查报告 (1988)，JICA

### 3.2.2 地表水赋存量

#### (1) 太子河流域概要

太子河流域（河流长 413km、流域面积 13,883 km<sup>2</sup>）属于中国东北地区辽河流域的一个水系—大辽河水系，是一条可以与日本主要河流—利根川（河流长 322 km、16,840 km<sup>2</sup>）、石狩川（168 km、14,330 km<sup>2</sup>）及信浓川（367 km、11,900 km<sup>2</sup>）媲美的流域。位于太子河流域最上游的观音阁水库地点（2,795km<sup>2</sup>）的地表水赋存量估算结果如表 3.2.3 所示。

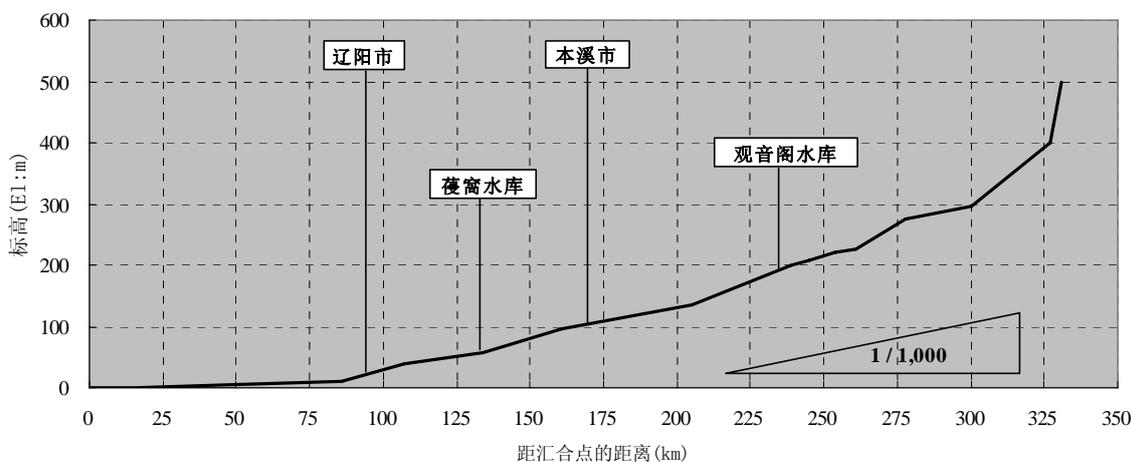
表 3.2.3 观音阁水库地区地表水赋存量

年份	年降雨量 (mm)	年流出量 (百万 m <sup>3</sup> )	年流出量 (mm)	年流出率 (%)
最大年 (1964)	1,129	2,163	775	68.5
最小年 (1978)	654	471	169	25.7
平均 (1958-1983)	812	1,020	365	43.2

资料来源：观音阁水库建设计划调查报告（1988），JICA

太子河发源于大紅石砬子，是一条东西走向的河流。从东向西，经本溪市、辽阳市、鞍山市，在三岔河地区上游与浑河汇流，形成大辽河，然后流入辽东湾。图 3.2.4 显示了太子河干流河床的纵断面，图 3.2.5 为太子河流域的取排水系统。

根据河床纵断面图，太子河河床坡度在观音阁水库地段是 1/700、葭窝水库地段是 1/1,000。在与浑河汇流的合流地点附近变成 1/7,000。



资料来源：JICA 调查团

图 3.2.4 太子河河床纵断面图

太子河流域内有三座大型水库，干流上游有两座（观音阁、葭窝），支流上有一座（汤河）。加上中型、小型水库在内，太子河流域的水库总蓄水容量如表 3.2.4 所示。

表 3.2.4 太子河流域水库的总蓄水容量（2003）

水库规模	大型(3)	中型(5)	小型(43)	合计
总蓄水容量 (百万 m <sup>3</sup> )	3,666	163	36	3,865

资料来源：JICA 调查团

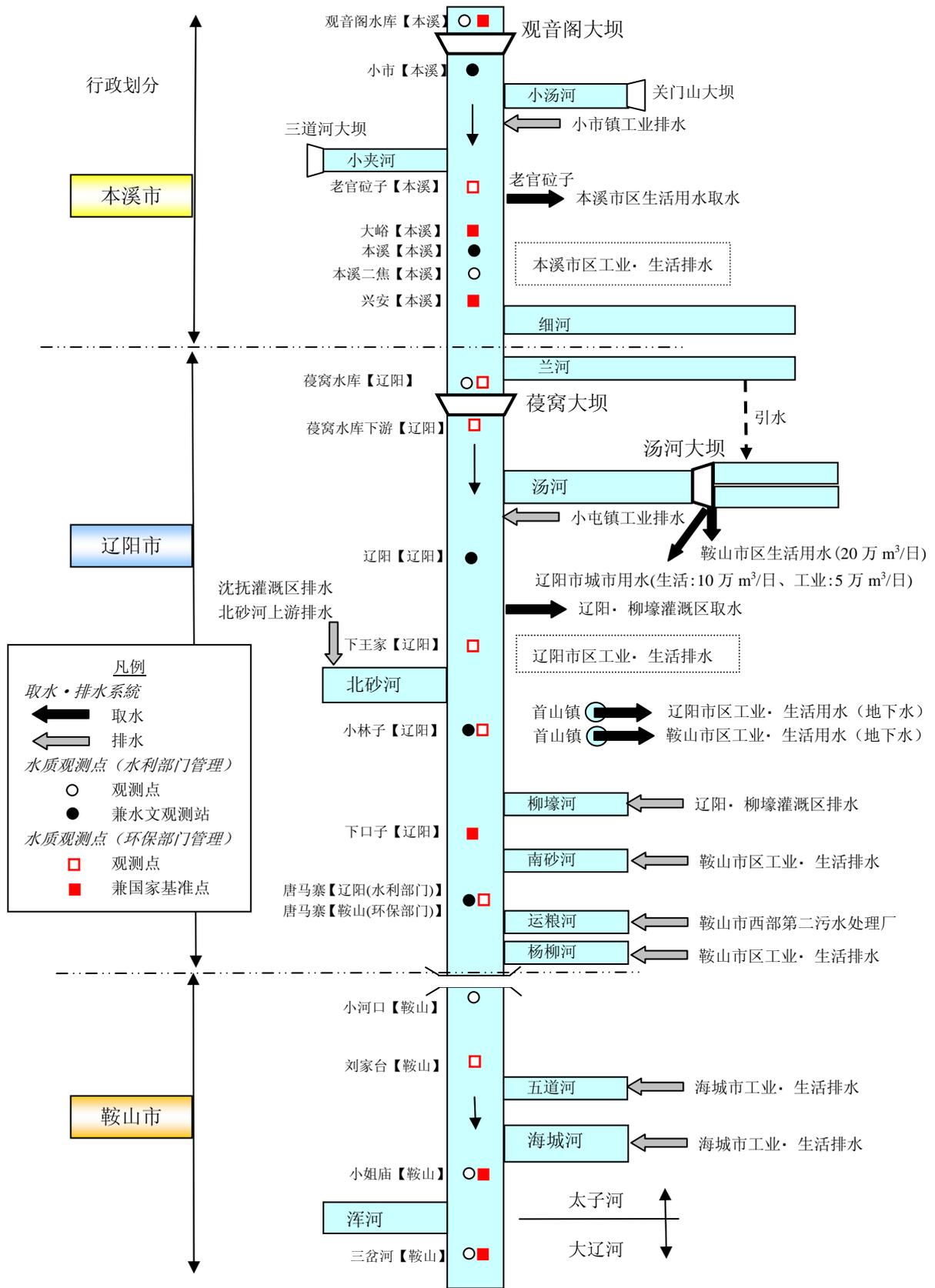


图 3.2.5 太子河流域示意图及流量/水质观测站配置图

(2) 太子河流域

在太子河流域，辽宁省水文水资源勘测局经时 50 余年，对太子河干流和主要支流沿线的 18 个地方进行了水位流量观测。沿太子河干流设置了 6 处水位流量观测站（小市、本溪、葭窝水库、辽阳、小林子、唐马寨），沿支流设置了 11 处水位流量观测站。沿浑河汇流点下游大辽河段的三岔河水位观测站位于感潮河段，其仅观测了水位。

2003 年代表性流量观测站（观音阁水库、本溪、辽阳及唐马寨）的流况曲线如图 3.2.6 所示。

a) 观音阁水库：2,795 km<sup>2</sup>

观音阁水库上游用水量较少，流入水库的水量几乎可看作自然流量。

b) 本溪观测站：4,324km<sup>2</sup>

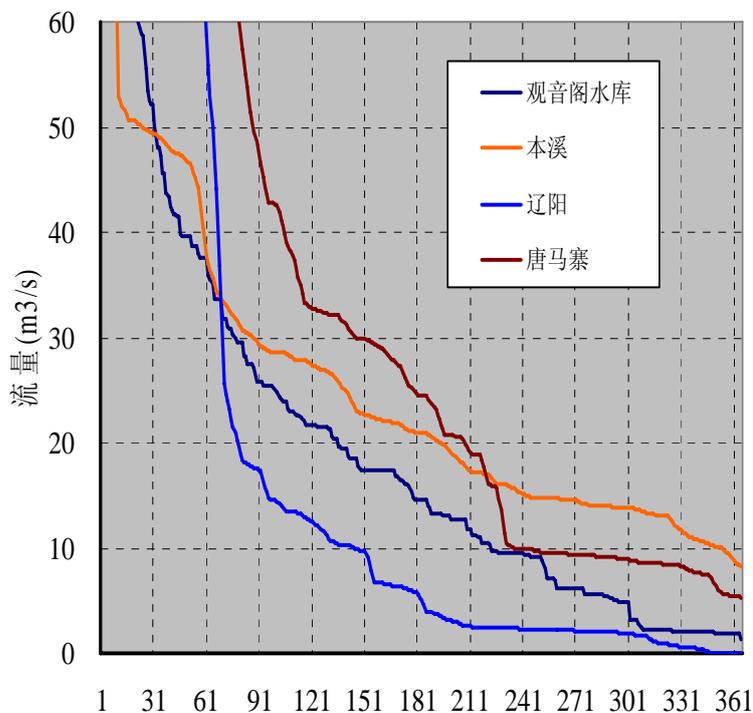
自观音阁水库建成（1995）以来，水库流量在枯水期被调整到 15 m<sup>3</sup>/s、在丰水期为 45 m<sup>3</sup>/s 左右。枯水期的观测流量明显呈平直状态。

c) 辽阳观测站：8,082km<sup>2</sup>

该观测站的流量受位于太子河干流上葭窝水库和支流上汤河水库的控制。由于葭窝水库每天都向下游大量供应灌溉用水，5 月份每天以 150m<sup>3</sup>/s~300 m<sup>3</sup>/s 连续供水；6~8 月份以 65 m<sup>3</sup>/s 连续 10 天不定期放流。其它时间的放流量为 1.5~3.0 m<sup>3</sup>/s 左右。另一方面、汤河水库一直以 4.4m<sup>3</sup>/s 向鞍山市、辽阳市供给生活·工业用水，不可能再期望其向下游放流。所以，在葭窝水库放流量最小的 1~3 月枯水期，由于取水量超过河流流量，时常发生断流现象。

d) 唐马寨观测站：11,203 km<sup>2</sup>

唐马寨观测站和上述的辽阳观测站之间有 3,200 km<sup>2</sup> 左右的集水面积差。沈阳市南部地表水取水，以及鞍山市/海城市地表水·地下水取水都很显著。由此可以推测，在枯水期几乎没有河流水从支流直接流入。所以，枯水期支流来水几乎都是生活和工业排水，在平水期再加上农业用水的回归水。其排水量由上图所示的唐马寨观测站和以上所述的辽阳观测站的流况曲线间之差值（枯水期 7.2m<sup>3</sup>/s，平水期 20 m<sup>3</sup>/s）。



资料来源：JICA 调查团

图 3.2.6 代表流量观测站的流况曲线（2003）

### 3.2.3 地下水

#### (1) 太子河水文地质构造

太子河流域水文地质构造略图如图 3.2.7 所示。在太子河流域，作为补给区的山丘地带，部分降雨渗透，被渗透部分流入分布在山丘地带河谷之间的第四纪层，并向平原地带地下水提供补给。另外，在平原区，降雨的直接渗透部分和来自于河流的基流部分形成了地下水的主要补给源。

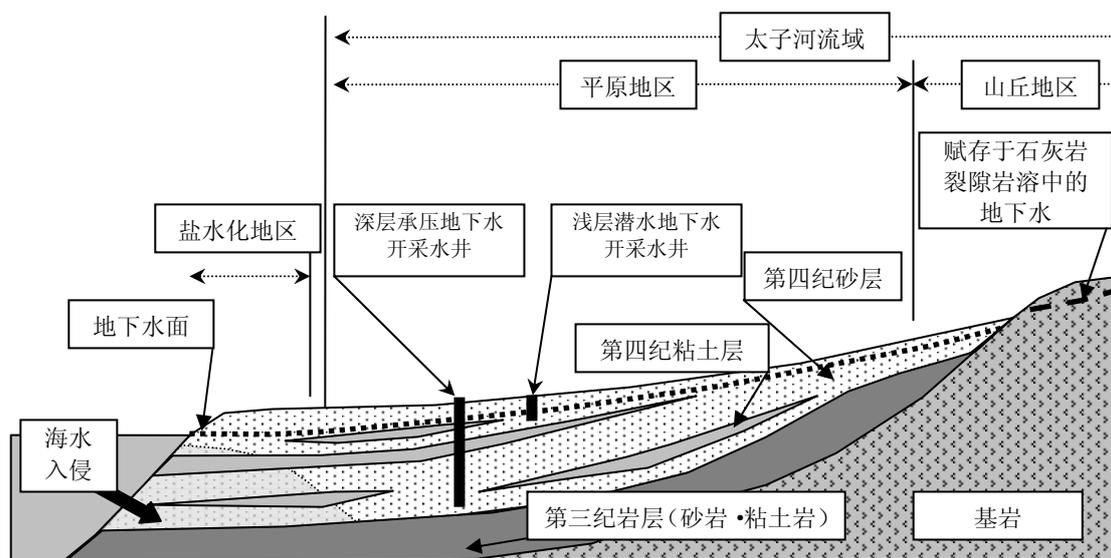


图 3.2.7 太子河水文地质构造图

#### (2) 地下水开发状况

为了有益于地下水管理，太子河流域内 5 市（抚顺市、本溪市、沈阳市、辽阳市、鞍山市）每数年对所拥有的水井登记册数据进行更新。根据除去数据项目不完备之后的 3,245 口水井（约占全部水井数的 60%左右）数据。在太子河流域，从 1980 年开始，由于中央政府为奖励农业生产而投入的补助金制度，地下水开发开始活跃，水井数量也急剧增多（见图 3.2.8）。然而，自 1990 年之后，由于大量资金投入水库开发，补助金被取消，所以水井数的增加开始出现缓慢。

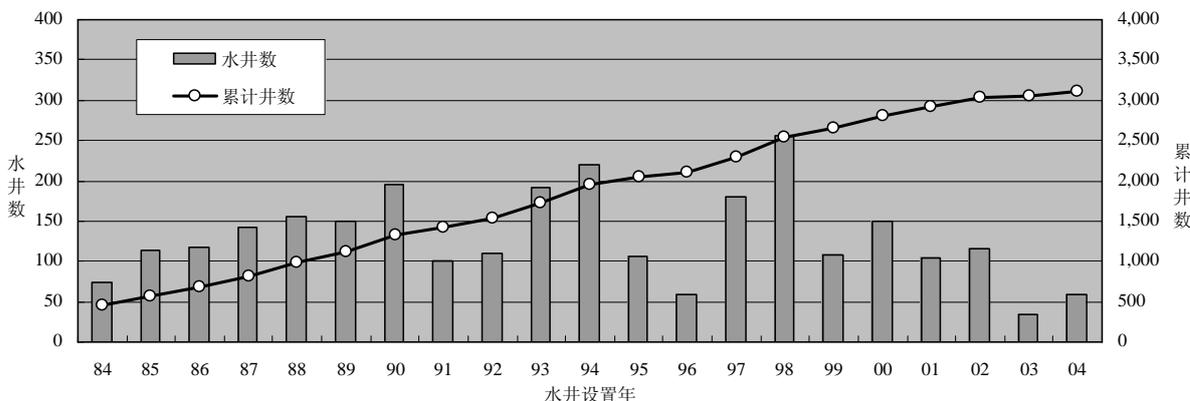


图 3.2.8 太子河流域水井数量的演变情况

### (3) 水井的深度、用途及取水量

由图 3.2.9 可知，在水井数量中，深度为 30~40m 的水井最多，深度达 60m 的水井占全部水井总数的 80%(见图 3.2.9)。另外，按用途将地下水分为农业用水、工业用水和生活用水三种类型，并分别整理不同用途地下水的利用状况，其结果是农业用水井数最多，其次是工业用水，再次是生活用水(见图 3.2.10)。另一方面，年取水量也是农业用水最多，占全部用水的 50%，其次是工业用水，占 40%，再次是生活用水，占 10%(见图 3.2.11)。

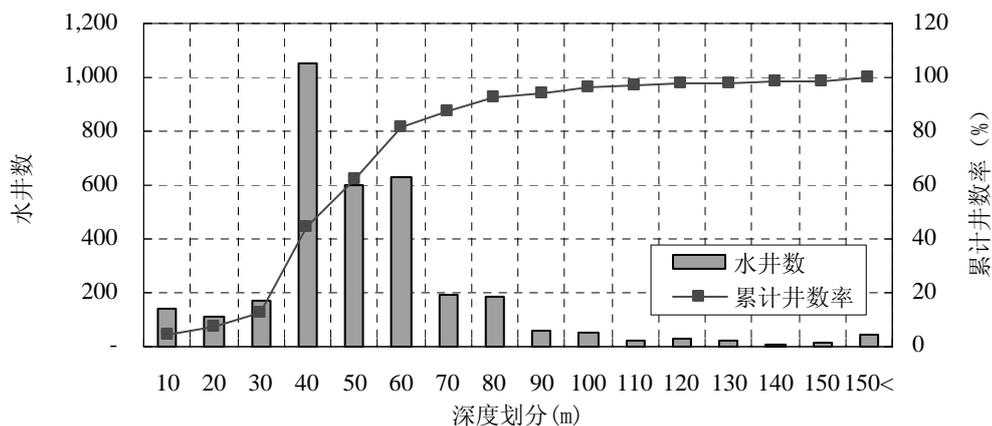


图 3.2.9 同深度水井数

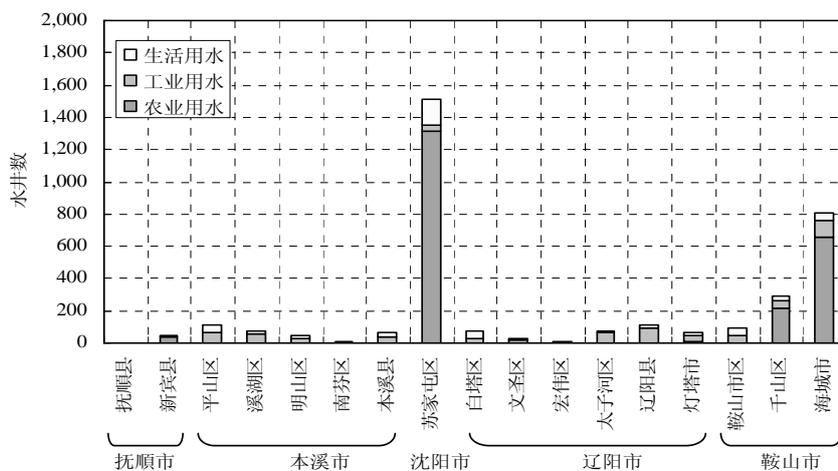


图 3.2.10 不同用途水井数

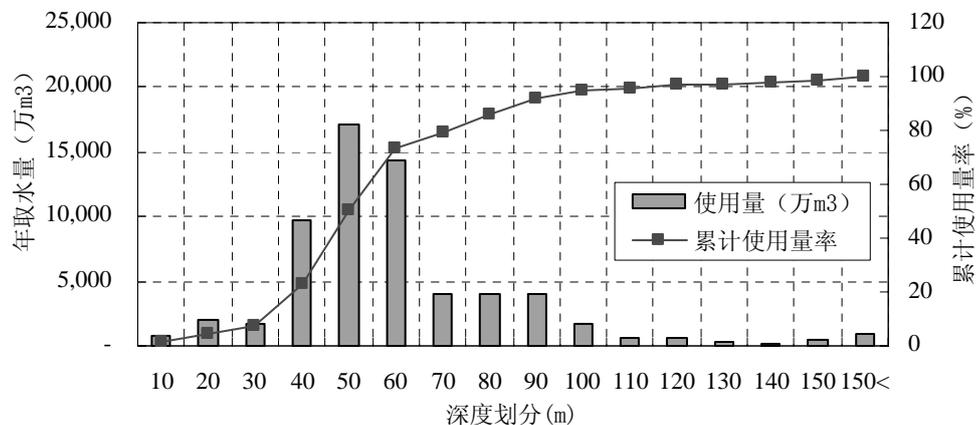


图 3.2.11 不同深度水井的用水量

(4) 地下水超采

在太子河流域内，出现了以下 4 处地下水超采地区（表 3.2.5 及图 3.2.12）。在这些地区，由于大量开采地下水，出现漏斗现象（抽水井周围水位普遍下降），水井的抽水量减少，同时周边浅水井的水位亦下降。

表 3.2.5 地下水漏斗地区现状

位置		现状
1.	沈阳市南部地区	抽取地下水为城市生活用水、工业用水和农业用水供水。该地区的范围为 78 km <sup>2</sup> 。
2.	鞍山市海城区水源地	该地区位于鞍山市海城的冲击河谷平原，水源地于 1979 年 12 月建成。范围为 32.2 km <sup>2</sup> 。1979 年地下水位埋深为 3.3 (GL-m)，但是，1993 年竟下降到 9.5 (GL-m)。
3.	鞍山市铁西区水源地	水源地于 1973 年 2 月建成，面积为 73km <sup>2</sup> 。
4.	辽阳市首山水源地 (参考照片 1 及 2)	面积为 310km <sup>2</sup> ，以向鞍钢提供工业用水和向市内提供生活用水为目的建设。地下水位最大埋深 23.5 (GL-m)。

报废的浅水井大多位于农村地区，农民与工业用水者之间也发生纠纷。针对此状况，曾考虑通过补给河流量来减少地下水超采的影响，但是，由于河流水水质恶化，实施起来仍有困难。

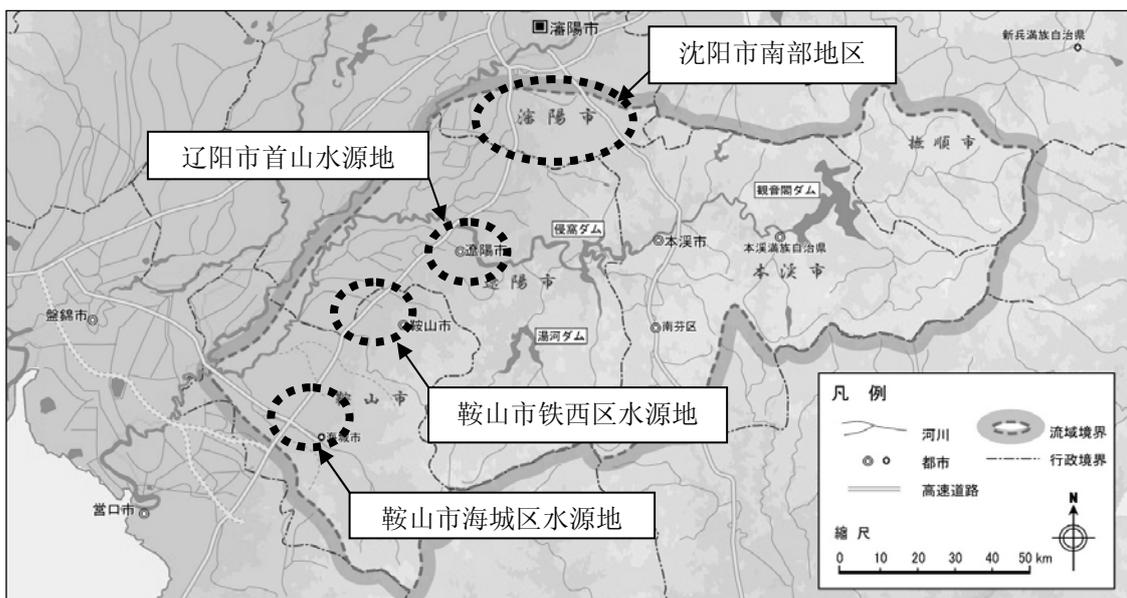


图 3.2.12 太子河流域地下水超采利用区域

### 3.3 水质

#### 3.3.1 河流水断流

太子河流经的平原地区要长年对应社会经济急速发展的需求，特别是在城市地区和灌溉地区，河流水和地下水的开发利用都达到了最大极限。为此，河流环境的污染（特别是河流水质）已经非常严重。

在枯水期，几乎全部河流水都被利用掉（亦称“断流”），污浊度未能稀释，水体失去自净能力。在部分河流地区，枯水期污浊度达到平水期的两倍。图 3.3.1 显示了太子河频繁发生断流的中游地区—辽阳观测站断流发生天数的变化情况。

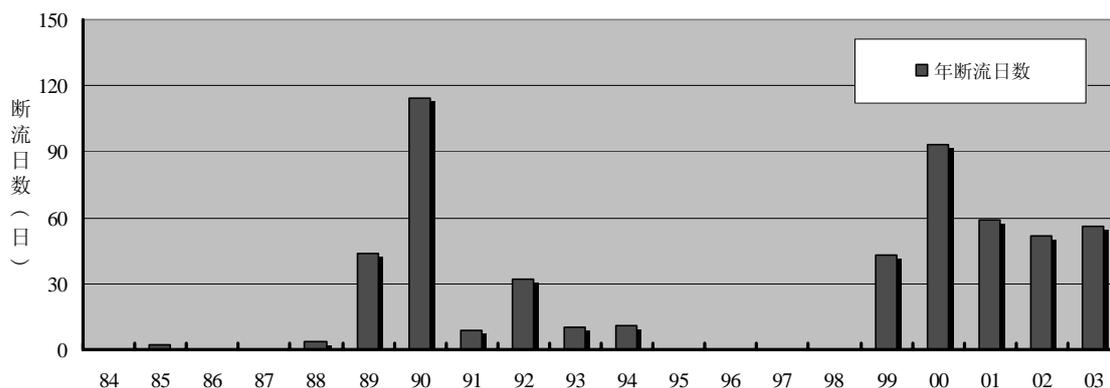


图 3.3.1 辽阳观测站年断流天数演变

#### 3.3.2 地表水水质标准

在中国，对各国（日本、美国、加拿大、欧洲、英国、德国、俄罗斯等）水质标准中的各个项目标准值进行了研究，并依据地表水水域环境功能和环境保护目标，按功能高低依次将地表水水质分为以下五类（见表 3.3.1）。对应于地表水上述五类水域功能，又将地表水环境质量标准基本项目标准值分为 5 类。可以适用各个功能分类的标准值（表 3.3.2）。

表 3.3.1 中国地表水水质类型分类

类型	适用范围
I 类	主要适用于源头水，国家自然保护区。
II 类	主要适用于集中式生活饮用水地表水源地一级保护区、稀少水生生物生息地、鱼虾类产卵场所、仔稚幼鱼的饵料场等。
III 类	主要适用于集中式生活饮用水地表水源地二级保护区、鱼虾类越冬地、回游通道、水产养殖区等渔业水域及游泳区。
IV 类	主要适用于一般工业用水区及人体非直接接触的娱乐用水区。
V 类	主要适用于农业用水区及一般景观要求水域。

资料来源：地表水环境质量标准（GB3838-2002）

表 3.3.2 中华人民共和国地表水环境质量标准基本项目标准限值

单位: mg/L

序号	分类		I 类	II 类	III 类	IV 类	V 类
	项目	标准值					
1	水温 (°C)		人为造成的环境水温变化应限制在以下范围: 周平均最大温度上升 <1 周平均最大温度下降 <2				
2	pH 值		6~9				
3	溶解氧	>	饱和率 90% (或 7.5)	6	5	3	2
4	高锰酸盐指数	<	2	4	6	10	15
5	化学需氧量(COD*)	<	15	15	20	30	40
6	五日生化需氧量(BOD <sub>5</sub> )	<	3	3	4	6	10
7	氨氮 (NH <sub>3</sub> -N)	<	0.15	0.5	1.0	1.5	2.0
8	总磷 (以 P 计)	<	0.02 (湖、库 0.01)	0.1 (湖、库 0.025)	0.2 (湖、库 0.05)	0.3 (湖、库 0.1)	0.4 (湖、库 0.2)
9	总氮 (湖、库、以 N 计)	<	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0
10	铜	<	0.01	1.0	1.0	1.0	1.0
11	锌	<	0.05	1.0	1.0	2.0	2.0
12	氟化物 (以 F <sup>-</sup> 计)	<	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5
13	硒	<	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
14	砷	<	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
15	汞	<	0.00005	0.00005	0.0001	0.001	0.001
16	镉	<	0.001	0.005	0.005	0.005	0.01
17	铬 (六价)	<	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
18	铅	<	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1
19	氰化物	<	0.005	0.05	0.2	0.2	0.2
20	挥发酚	<	0.002	0.002	0.005	0.01	0.1
21	石油类	<	0.05	0.05	0.05	0.5	1.0
22	阴离子表面活性剂	<	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
23	硫化物	<	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0
24	粪大肠菌群 (个/L)	<	200	2000	10000	20000	40000

\*COD 是根据重铬酸盐法测定

I 类 主要适用于源头水, 国家自然保护区。

II 类 主要适用于集中式生活饮用水地表水源地一级保护区, 珍稀水生生物栖息地、集中式生活饮用水地表水源地一级保护区、稀少水生生物栖息地、鱼虾类产卵场所、仔稚幼鱼的饵料场等。

III 类 主要适用于集中式生活饮用水地表水源地二级保护区、鱼虾类越冬地、回游通道、水产养殖区等渔业水域及游泳区。

IV 类 主要适用于一般工业用水区及人体非直接接触的娱乐用水区。

V 类 主要适用于农业用水区及一般景观要求水域。

### 3.3.3 地表水污染物排放总量控制

按照国家环境保护第十个五年计划的要求，制定了《辽河流域水污染防治“十五”计划》，该计划时段为 2001 年至 2005 年的 5 年，目标年度为 2005 年，目前正在实施中。

在《“十五”计划》中，水污染物控制指标是 COD，氨氮作为参考指标。水污染物总量控制的对象指标是 COD 及氨氮。在该计划中，重点水源地包括观音阁水库和汤河水库，作为主要水污染防治对象河流被指定为包括太子河在内的大辽河水系。

根据该计划，在太子河流域的 3 个水质控制断面（兴安、下口子、小姐庙），规定以 COD 和氨氮为对象实施总量控制。

根据太子河流域各市水资源公报(2002)所示数据，上述 3 断面的水质已经超过了“十五”计划所规定的 2005 年目标的水质环境类型指标(见表 3.3.3)。

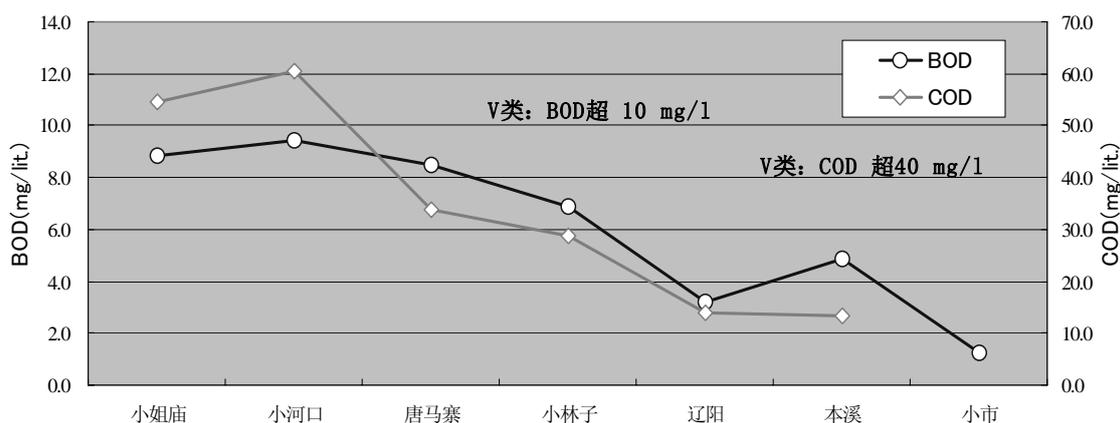
表 3.3.3 太子河流域的水质类型 (2002)

行政区	水系	区间	目标类	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
	北砂河	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
	杨柳和		V	超V	超V
	南砂河		V	超V	超V
	运粮河		V	超V	超V

行政区	水库	区间	目标类	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： 2002 年辽阳市水资源公报，2002 年鞍山市水资源公报，2002 年本溪市水资源公报

另外，2002 年及 2003 年沿太子河干流观测点的 BOD 浓度和 COD 浓度分析结果示于图 3.3.2。本调查中收集了水利行政部门现有数据，通过与环境保护局所规定的水质类型比较表明，所收集的数据是妥当。由此可见，水利行政部門也确切地把握了水质问题。



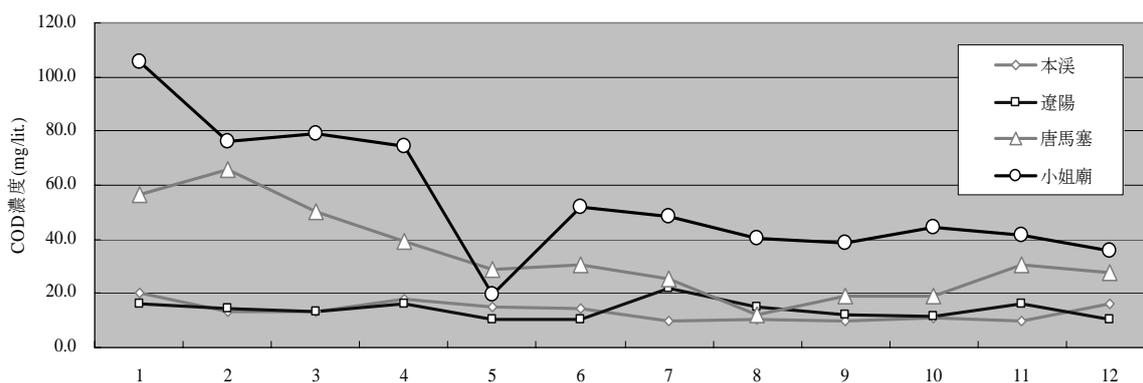
资料来源：辽宁省水文水资源观测局

图 3.3.2 太子河 BOD 和 COD 的年平均浓度 (2003-2004)

在最上游的小市观测地点，水质最好。2003 年 BOD 浓度，全年均满足了水质标准 II 类（BOD 浓度 3mg/l）的要求。由于本溪市街区的生活排水、工厂排水，使本溪（二焦化厂）水质恶化，BOD 浓度在 2003 年平均为 4.8mg/l，尚未满足水质标准 III 类（BOD4mg/l）的要求。其全年满足了 V 类（BOD10mg/l）标准要求。

辽阳观测地点水质有所改善（稀释），但是再往下游，水质污染仍在继续。在小河口，BOD 浓度和 COD 浓度最大（月和年平均值）。小河口 2003 年平均 COD 浓度为 60.5mg/l，远远高于水质标准所规定的 V 类水质（COD 40mg/l）。在唐马寨和小河口之间，有经鞍山向下流的运粮河、杨柳河流入，由此可见，这些支流正在形成污染源。

从水质的季节性变化来看。在所有的观测地点，枯水期，特别是 1 月至 4 月，水质污浊十分明显。在 5 月份，BOD 浓度和 COD 浓度值下降，这是由于随着灌溉期的到来，来自水库的放流量增加，进而使水质得到改善（图 3.3.3）。



资料来源：辽宁省水文水资源观测局

图 3.3.3 太子河沿岸 COD 浓度的变化 (2003-2004)

### 3.3.4 地下水水质特征

虽然辽宁省水利厅一直在进行与地下水水质有关的监测，但是，在太子河流域，特别是下游地区的辽阳市和鞍山市，仍存在地下水水质恶化问题。图 3.3.4 显示了代表性的地下水污染的例子。

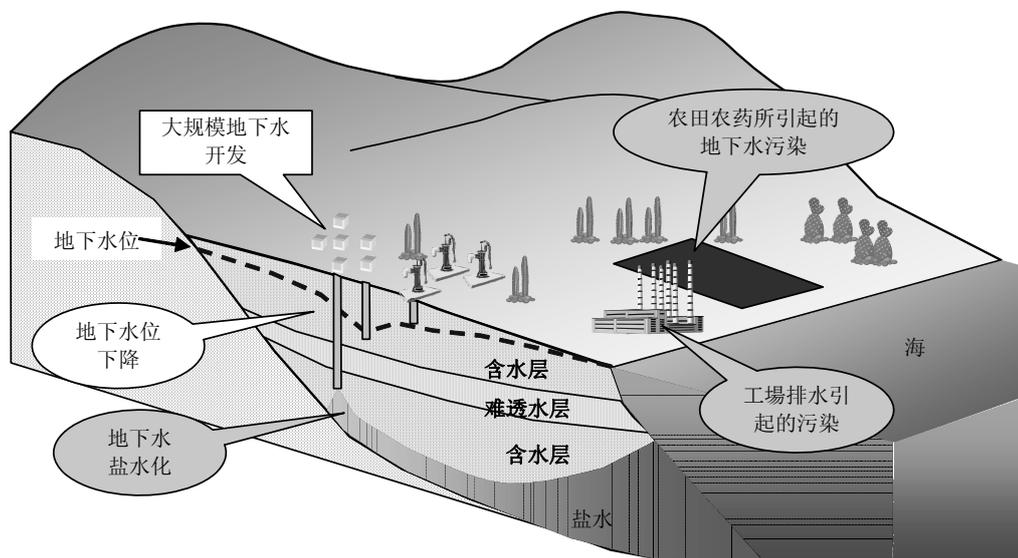


图 3.3.4 代表性地下水污染事例

如图所示，地下水污染有两种，一种是农药、肥料或工厂排水导致的直接性污染，一种是由于地下水过度取水导致水位下降引起的地下水盐化的间接性污染。

在图 3.3.5 中，显示了按照表 3.3.4 所示的辽宁省地下水水质标准规定的水质分类（I 类~V 类），对 2003 年地下水水质监测数据（计 31 个样品数据）中的 pH、总硬度、 $Cl^-$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $NH_4^+$ 、 $Fe^{2+}$ 、 $NO_3^-$  等七个项目进行分类（I 类~V 类）的结果（但是该值中  $NH_4^+$ 、 $Fe^{2+}$  仅取样 17 个； $NO_3^-$  仅取样 28 个）。根据该图可以判定，特别是就硝酸离子（ $NO_3^-$ ），大多被划分到 V 类。

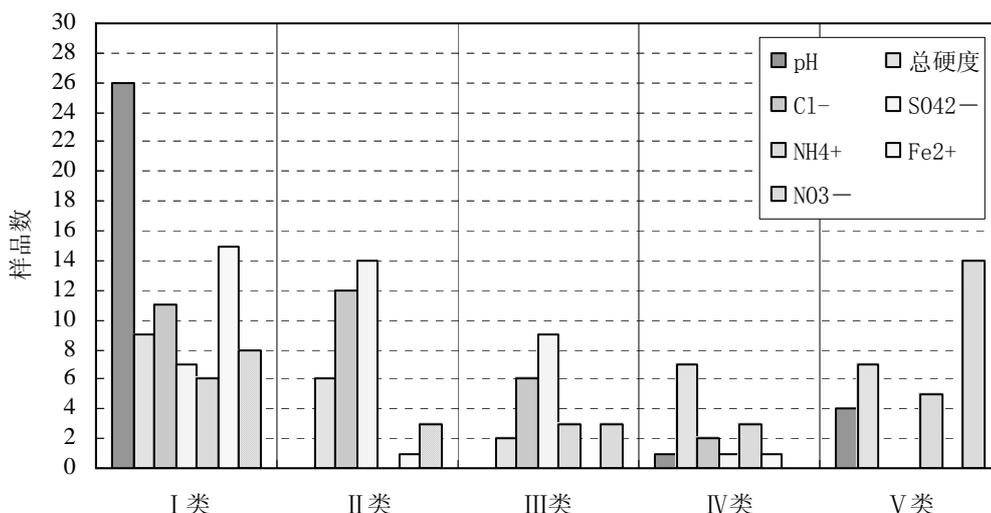


图 3.3.5 地下水水质监测数据

表 3.3.4 中国地下水水质标准

I类	主要反映地下水化学组分的天然低背景含量，可适用于各种用途。
II类	主要反映地下水化学组分的天然背景含量，可适用于各种用途。
III类	以人体健康基准值为根据。主要适用于集中式生活饮用水水源及工业、农业用水。
IV类	以人农业和工业用水要求为依据。主要适用农业和部分工业用水外，适当处理后可作生活饮用水。
V类	不适合用于饮用，其他用水可根据使用目的选用。

序号	项 目	I类	II类	III类	IV类	V类
1	色(度)	≤5	≤5	≤15	≤25	>25
2	臭味	无	无	无	无	有
3	浑浊度(度)	≤3	≤3	≤3	≤10	>10
4	肉眼可见悬浮物	无	无	无	无	有
5	pH	6.5~8.5			5.5~6.5, 8.5~9.0	<5.5,>9.0
6	总硬度(CaCO <sub>3</sub> )(mg/L)	≤150	≤300	≤450	≤550	>550
7	溶解性总固体(TDS)(mg/L)	≤300	≤500	≤1000	≤2000	>2000
8	硫酸盐(mg/L)	≤50	≤150	≤250	≤350	>350
9	氯化物(Cl)(mg/L)	≤50	≤150	≤250	≤350	>350
10	铁(Fe)(mg/L)	≤0.1	≤0.2	≤0.3	≤1.5	>1.5
11	锰(Mn)(mg/L)	≤0.05	≤0.05	≤0.1	≤1.0	>1.0
12	铜(Cu)(mg/L)	≤0.01	≤0.05	≤1.0	≤1.5	>1.5
13	锌(Zn)(mg/L)	≤0.05	≤0.5	≤1.0	≤5.0	>5.0
14	钼(Mo)(mg/L)	≤0.001	≤0.01	≤0.1	≤0.5	>0.5
15	钴(Co)(mg/L)	≤0.005	≤0.05	≤0.05	≤1.0	>1.0
16	挥发性酚类(mg/L)	0.001	0.001	0.002	≤0.01	0.01
17	阴离子合成洗涤剂(mg/L)	不能检出	≤0.1	≤0.3	≤0.3	>0.3
18	高锰酸盐指数(mg/L)	≤1.0	≤2.0	≤3.0	≤10	>10
19	硝酸盐(mg/L)	≤2.0	≤5.0	≤20	≤30	>30
20	亚硝酸盐(mg/L)	≤0.001	≤0.01	≤0.02	≤0.1	0.1
21	氨(NH <sub>4</sub> )(mg/L)	≤0.02	≤0.02	≤0.2	≤0.5	>0.5
22	氟化物(F)(mg/L)	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤2.0	>2.0
23	碘化物(mg/L)	≤0.1	≤0.1	≤0.2	≤1.0	>1.0
24	氰化物(mg/L)	≤0.001	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1
25	汞(Hg)(mg/L)	≤0.00005	≤0.0005	≤0.001	≤0.001	>0.001
26	砷(As)(mg/L)	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.05	>0.05
27	硒(Se)(mg/L)	≤0.01	≤0.01	≤0.01	≤0.1	>0.1
28	镉(Cd)(mg/L)	≤0.0001	≤0.001	≤0.01	≤0.01	>0.01
29	铬(六价)(Cr <sub>6+</sub> )(mg/L)	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1
30	铅(Pb)(mg/L)	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1
31	铍(Be)(mg/L)	≤0.00002	≤0.0001	≤0.0002	≤0.001	>0.001
32	钡(Ba)(mg/L)	≤0.01	≤0.1	≤1.0	≤4.0	>4.0
33	镍(Ni)(mg/L)	≤0.005	≤0.05	≤0.05	≤0.1	>0.1
34	DDT(μg/L)	不能检出	≤0.005	≤1.0	≤1.0	>1.0
35	BHC(μg/L)	≤0.005	≤0.05	≤5.0	≤5.0	>5.0
36	总大肠菌群(个/L)	≤3.0	≤3.0	≤3.0	≤100	>100
37	细菌总数(个/mL)	≤100	≤100	≤100	≤1000	>1000
38	总α放射线(Bq/L)	≤0.1	≤0.1	≤0.1	>0.1	>0.1
39	总β放射线(Bq/L)	≤0.1	≤1.0	≤1.0	>1.0	>1.0

硝酸离子浓度值大的样品居多数，据此表明太子河流域有被肥料或粪尿带来的硝酸盐污染的可能性（参照图 3.3.7）。然而，在太子河流域内，尚没有发生地下水盐化化的报告。

关于 2003 年水质监测数据，以主要离子项目（阳离子： $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、阴离子： $Cl^-$ 、 $HCO_3^-$ 、 $SO_4^{2-}$ ）的 2003 年分析结果为基础，制成了三线图和菱型线图，对水质组成进行了分类。具体如图 3.3.6 所示。

在三线图中，正如图示，可以按照结构化的领域将分析值划分为四种类型。I 型为碱性土类非碳酸盐型、II 型为碱性土类碳酸盐型、III 型为碱性碳酸盐型、IV 型为碱性非碳酸盐型。

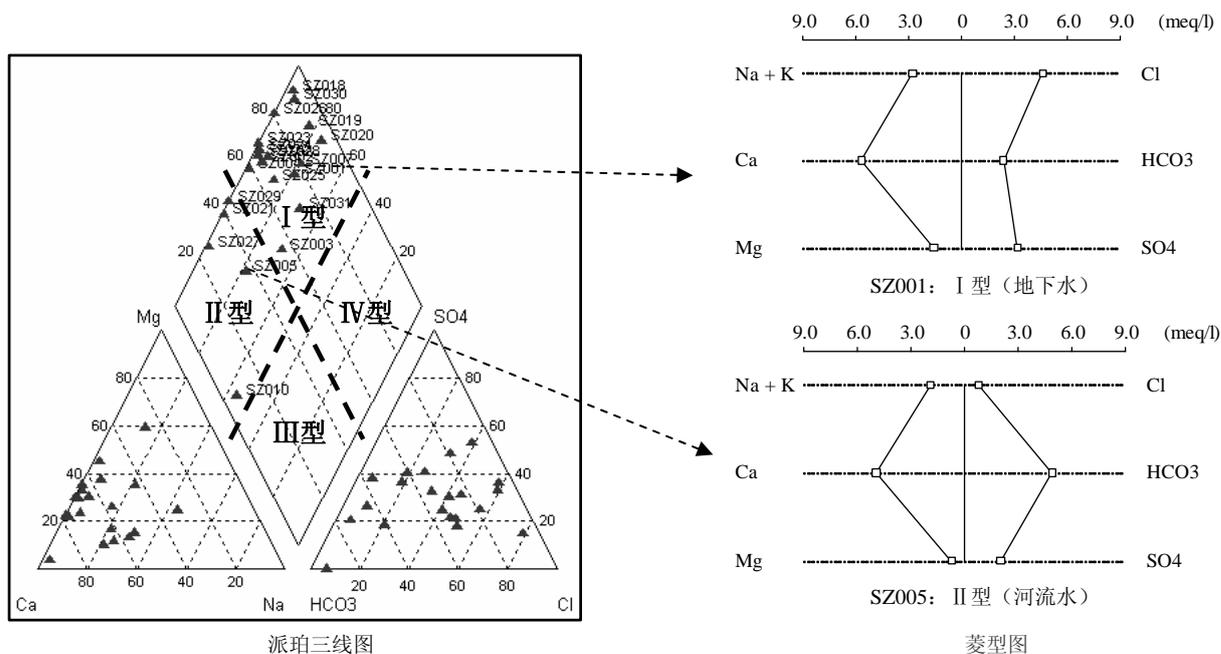


图 3.3.6 主要离子项目的图型表示

由图可以将 SZ005, SZ010, SZ029, SZ021 及 SZ027 五种样品都归类为 II 型，除此之外，其它样品都被归类为 I 型。I 型的碱性土类非碳酸盐型可以说是地下水具有温泉水一样特征的类型，II 型的碱性土类碳酸盐型可以说在与河流水有互换的浅层地下水中有特征的类型。

大多样品被划分到 I 型水质组成中，我们认为该型代表太子河的水质组成。针对显示 II 型的样品。可以认定在河水向下流动过程中，有河水混入，水质组成发生变化的结果。

图 3.3.6 是从分为 I 型及 II 型的部水质分样品的菱型图。该菱型图左右分别以阳离子和阴离子成分作成。这一形状特征可以用于分类样品的水质成分。如图所示，被区分为 I 型和 II 型的样品的菱型线图形状明显不一样。

从三线图中被分为 I 型（地下水型）和 II 型（河流水型）中，选择代表性水质样品，然后绘成菱型图，见图 3.3.7 表示。如图 3.3.7 所示，II 型的水质样品大多分布在太子河下游地区。

由此可见，太子河流域的水质成分基本上有 I 型，但是在太子河下游地区，可以推测由于有来自河流基流，河水混入，其水质向 II 型水质成分演变。

正如地表水水质项目所示的那样，在太子河下游地区，地表水污染不断加剧。令人不安的是这类河流水的潜流将会导致地下水污染。

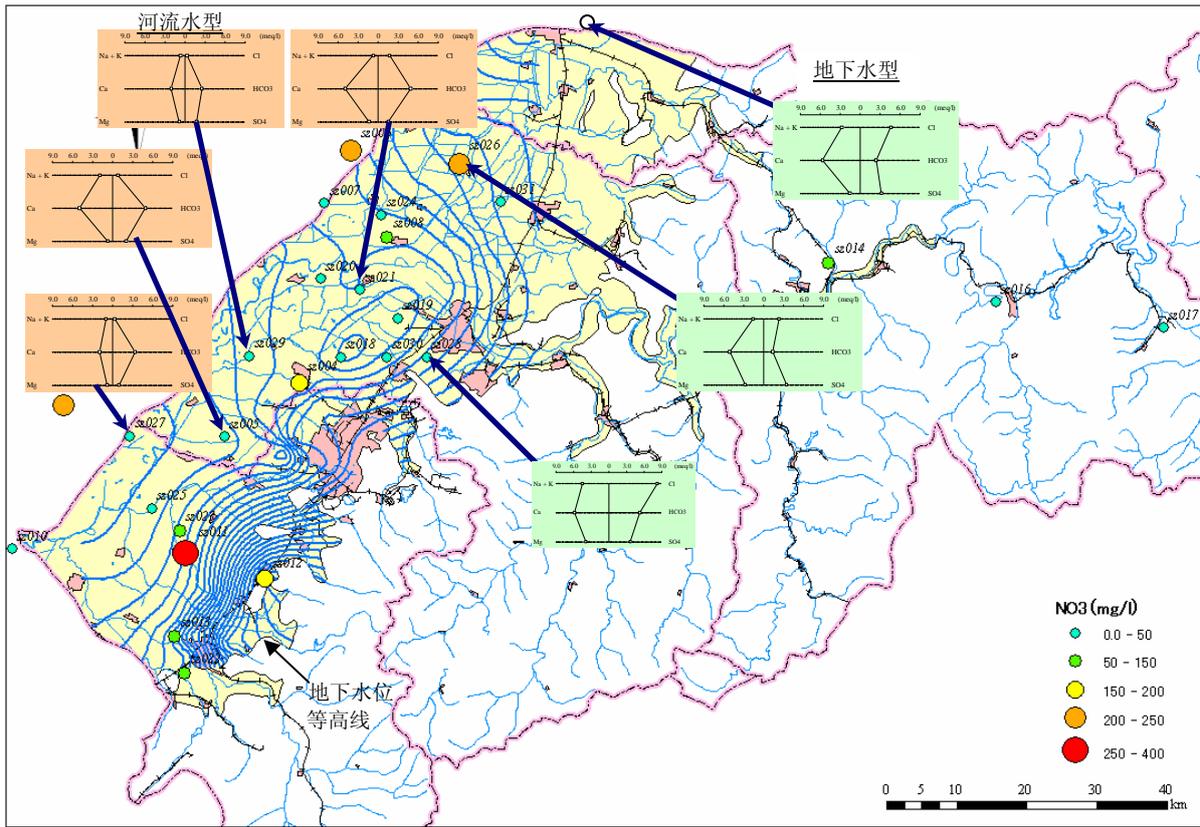


图 3.3.7 硝酸离子浓度和菱型分布图

## 第4章 水资源的供需分析

### 4.1 分析目的

关于中国的水资源供需分析，迄今为止，已经由世界银行(WB)，亚洲开发银行(ADB)，国际协力银行(JBIC)等各类国际开发援助机构进行了调查、研究。根据水资源供需平衡的基础性分析，也显示了将来的预测。然而，这些报告所示数值均是基于中国政府出版物的总限额而发表的资料或是年度总量。因此，难以查证推定该结果的数据。

在以太子河流域为试点流域的事例研究而实施的第2年度现地调查时，根据中国政府、各省、市发表的资料，同时一次性地收集了流域内的数据（雨量、流量、地下水、取水许可证等）。为了制定目标年2020年的节水及排水目标，根据所收集的资料，在掌握了水资源赋存量（地表水及地下水）的基础上，估算出将来的水资源供需平衡。收集资料一览表见表4.1.1。通过探讨研究节水及排水目标，明确了本调查第3年度现地调查时，在水资源管理政策方面的优先调查课题及调查方法。

表 4.1.1 第2次现地调查的基础资料、数据收集项目

调查项目		收集数据内容
(1)	与水资源管理有关的法令·组织	<ul style="list-style-type: none"> <li>辽宁省的水资源相关地方条例</li> <li>辽宁省水利厅，各市水利局</li> </ul>
(2)	社会·经济状况	<ul style="list-style-type: none"> <li>经济水平(GDP)，产业、雇佣结构</li> <li>城市发展、城市化现状</li> <li>农村地区的社会、经济实际状态与人口流动状况</li> <li>农村、城市等地区差的实际状况</li> </ul>
(3)	现有水资源开发计划	<ul style="list-style-type: none"> <li>制定开发计划的背景、实际成绩与评价</li> <li>实施计划方面的障碍原因及对策</li> </ul>
(4)	气象·水文	<ul style="list-style-type: none"> <li>有代表性的雨量观测站的雨量数据</li> <li>年降雨量的长期变动趋势</li> </ul>
(5)	表流水	<ul style="list-style-type: none"> <li>有代表性流量观测站的流量数据</li> <li>河流流况（枯水与丰水期）</li> <li>枯水流量（断流）的常年变化</li> </ul>
(6)	水利用调查	<ul style="list-style-type: none"> <li>城市、农村的水利用状况</li> <li>各种水源（地表水、地下水）的水利用状况</li> <li>取水许可证（地表水、地下水）取样调查</li> </ul>
(7)	流域水管理现状调查	<ul style="list-style-type: none"> <li>设施管理状况（现有水库操作状况）</li> <li>水量管理状况（量水设施的设置状况）</li> <li>水质管理状况（蓄水池水质数据）</li> </ul>
(8)	污染负荷调查	<ul style="list-style-type: none"> <li>水质观测站的水质数据</li> <li>通过水质取样分析水质现状</li> <li>掌握污染源与污染负荷量</li> <li>污染消减目标量与实际成绩</li> </ul>
(9)	水资源开发事业的经济效益	<ul style="list-style-type: none"> <li>枯水时生活用水</li> <li>各产业（农业、制造业等）的节水对策</li> <li>水价格推算手法</li> <li>供水成本的回收状况</li> </ul>

资料来源：JICA 调查团进行的第1年度、第2年度现地调查期间收集一览表。

## 4.2 水资源供需的重要因素

水资源问题的关键在于如何调整供需之间的不平衡。为此，通过对流域内各小流域及各行政区划的供水方面的要素以及对水需求方面要素进行了分析，探讨了水资源平衡问题。水供需的重要因素列举如下。

### (1) 影响供给能力因素

- 自然条件：流域的气象、气候条件等
- 人为条件：水库、流域间引水、自来水、灌溉等设施

### (2) 影响需求量因素

- 农业、工业、生活的三部分
- 正常维持河流环境所需水资源量

因素	农业用水	工业用水	生活用水	河流维持用水
产生水需求的原因因素	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 粮食生产</li> <li>• 农作物体系</li> <li>• 耕地面积</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 工业生产</li> <li>• 各行业生产量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 城市人口</li> <li>• 农村人口</li> <li>• 收入标准</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 自然生态体系</li> </ul>
技术因素	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 灌溉方法</li> <li>• 灌溉效率</li> <li>• 水定额</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 再生水利用</li> <li>• 用水定额</li> <li>• 生产性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 生活方式</li> <li>• 上下水道</li> <li>• 机器普及率</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 植树</li> <li>• 绿化</li> </ul>
经济因素	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水资源费</li> <li>• 设施建设费</li> <li>• 农作物价格</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 工业用水价格</li> <li>• 产品价格</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 自来水费</li> <li>• 污水处理费</li> <li>• 家庭收入</li> </ul>	
制度因素	分配水资源的行政制度			

资料来源：以「中国北部水资源问题的实际情况与课题(JBIC, 2004)」重新规定试模型流域

### (3) 城市与农村的水的消费量、消费特性

在太子河流域，水的消费量、消费特性，城市与农村的差别较大。太子河流域的生活用水供水系统有① 安有水表的自来水，② 无水表自来水，③ 自备水井三种。因此，必须考虑水费体系、水管理责任方面的差异。

- ① 安有水表的自来水是最稳定的供水系统。水费为计量制。
- ② 无水表的自来水，是按人口事先设定每村的年水费，向自来水公司支付定额水费。居民未交纳的不足部分由国家补贴。根据使用者的水使用量估算，其水费金额较计量制低。主要适用于农村，也有用于农业用水或家畜用水的事例。
- ③ 自备水井虽然不收水费，但存在水井所有者无法解决的水质、水量的问题。

### (4) 大辽河下游流域的供水

太子河在三岔河一带与浑河汇合成大辽河，注入辽东湾。在大辽河下游域，分布有以营口地区为中心的大规模灌区，面积辽阔。灌溉用水的最大用水时，通过从太子河流域的中游水库以 160 m<sup>3</sup>/s 左右的流量放流 10 天，防止潮水倒灌，将控制住盐分的河水供给灌区。此外，该放流时期，河流水质也属于第 III 类。

### 4.3 构筑水供需模型

为了定量掌握太子河流域的水资源不足问题，构筑了基本水供需模型，对目标年度 2020 年的水供需平衡情况进行了研究。为了进行此分析，必须对供给及需求双方加以研究。

在供给方面，根据全流域的降雨量、流量数据，构筑了包括现有水库操作的基础性地表水平衡模型。关于地下水，根据地下水补给量与地下水位数据，构筑地下水平衡模型，并估算出水资源赋存量。

地表水平衡模型：

在上游域需水量较少的观音阁水库(2,795 km<sup>2</sup>)，汤河水库(1,228 km<sup>2</sup>)，三道河水库(77 km<sup>2</sup>)分别设定相同的水箱径流径流模型的参数，计算每个分割小流域的流出量并作为自然流量（见图 4.3.1）。将太子河流域划分为 40 个小流域（见图 4.3.2）。此外，利用水库操作记录(2003)，对各有代表性流量观测站的观测流量进行了比较研究。

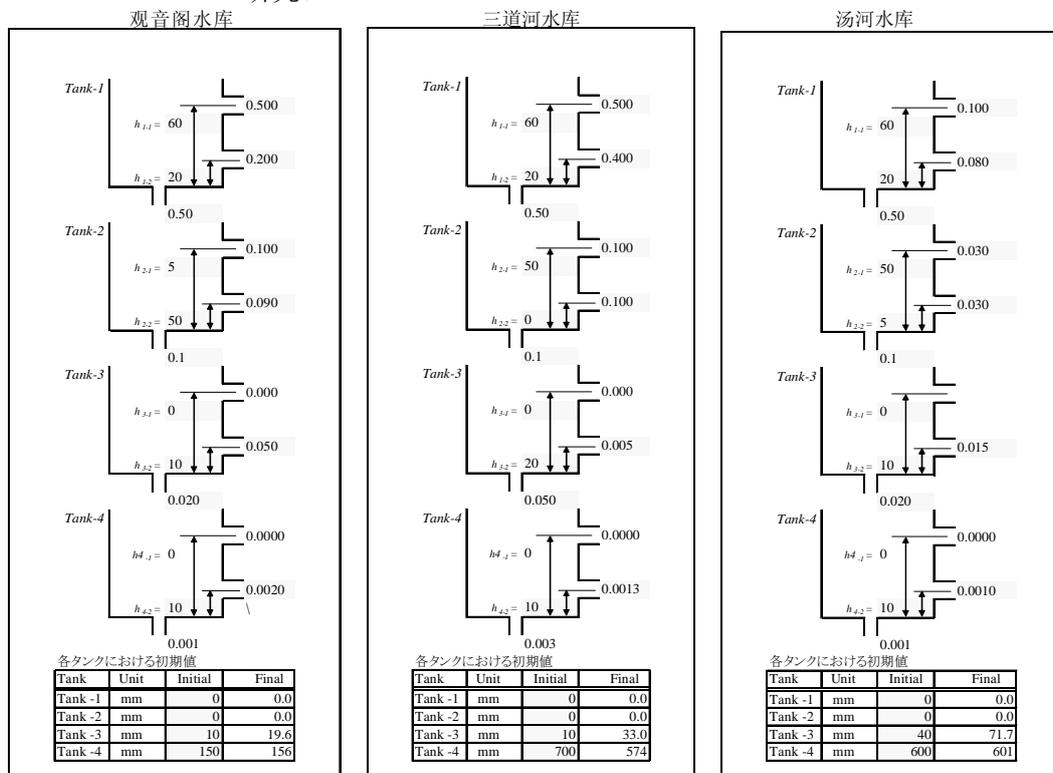


图 4.3.1 设定相同的水箱径流径流模型参数的结果

地下水平衡模型：

将平原区含水层分布区域分割成 4 地区(见图 4.3.3)。对每地区的地下水补给量、地下水取水量进行以比较，分析各地区之间的地下水赋存量变化，并再现了实际观测的地下水位。

另外，在需求方面，对农业用水、工业用水、生活用水各部分的现状加以分析，根据过去的变化趋势预测了将来的需求(见表 4.3.1)。另外，图 4.3.4 表示了水需求量（地表水及地下水）的空间分布。

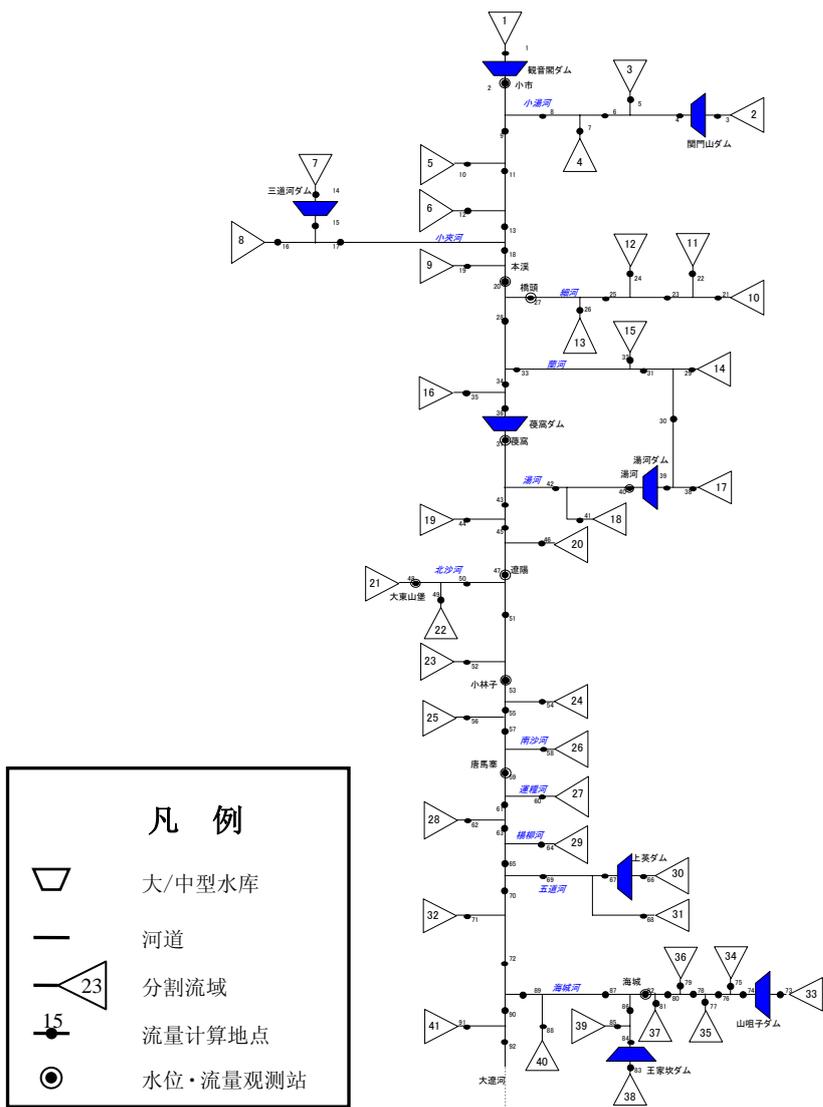


图 4.3.2 地表水平衡模型

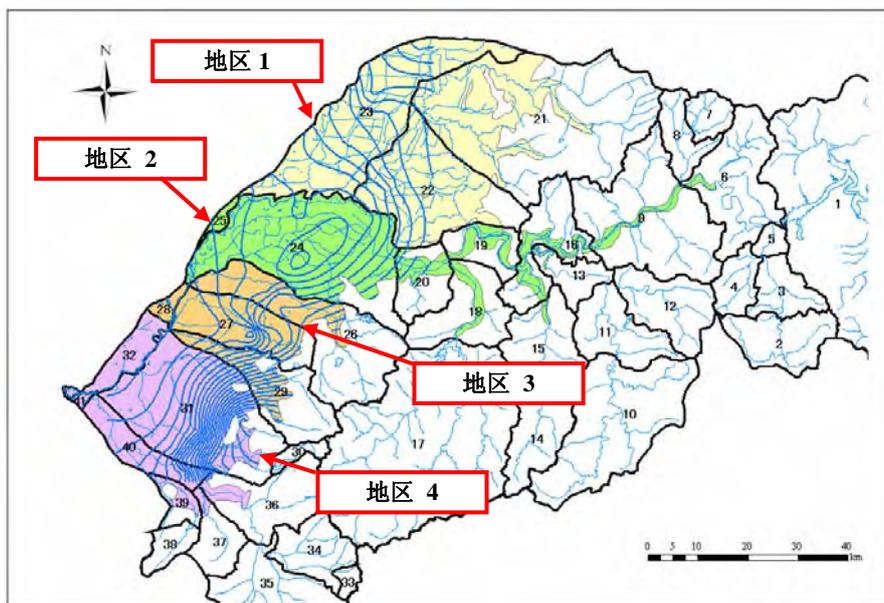


图 4.3.3 地下水平衡模型

表 4.3.1 太子河流域的主要经济指标与水需求量预测

项目	2003	2010	2020
1. 人口 (中水平估算:千人)	<b>6,051</b> (100)	<b>6,206</b> (103)	<b>6,219</b> (103)
1.1 城市	3,247 (100)	3,336 (103)	3,340 (103)
1.2 镇	767 (100)	823 (107)	882 (115)
1.3 农村	2,037 (100)	2,047 (100)	1,997 (98)
2. GDP			
2.1 GDP 总额(亿元)	<b>6,002</b> (100)	<b>11,000</b> (183)	<b>22,800</b> (380)
2.2 人均 GDP(元)	14,258 (100)	25,000 (175)	50,000 (351)
2.3 各产业 GDP 比率(%)			
2.3.1 第一产业	10.3 (100)	8.2 (80)	6.0 (58)
2.3.2 第二产业	48.3 (100)	46.9 (97)	44.9 (93)
2.3.3 第三产业	41.4 (100)	44.9 (108)	49.1 (119)
3. 年水需求量 (百万 m <sup>3</sup> )	<b>1,881.3</b> (100)	<b>2,007.8</b> (107)	<b>2,089.5</b> (111)
3.1 工业用水	<b>727.4</b> (100)	<b>851.4</b> (117)	<b>972.6</b> (134)
3.1.1 规模以上	660.7 (100)	773.2 (117)	883.3 (134)
3.1.2 规模以下	66.7 (100)	78.1 (117)	89.2 (134)
3.2 生活用水	<b>314.4</b> (100)	<b>332.4</b> (106)	<b>348.7</b> (111)
3.2.1 城市	122.8 (100)	131.1 (106)	137.4 (112)
3.2.2 镇	27.6 (100)	30.8 (112)	34.5 (125)
3.2.3 农村	46.5 (100)	48.5 (104)	49.5 (106)
3.2.4 行政、商业用	117.5 (100)	122.0 (104)	127.3 (108)
3.3 农业用水	<b>804.5</b> (100)	<b>780.3</b> (97)	<b>718.6</b> (89)
3.3.1 水稻	683.6 (100)	636.4 (93)	558.8 (82)
3.3.2 谷类(主要为玉米)	29.4 (100)	28.9 (98)	28.6 (97)
3.3.3 蔬菜类	91.5 (100)	115.0 (126)	131.2 (143)
3.4 畜产、林业、水产业用水	<b>35.0</b> (100)	<b>43.9</b> (125)	<b>49.6</b> (142)
3.4.1 畜牧	14.0 (100)	17.8 (127)	23.5 (168)
3.4.2 淡水养殖	18.7 (100)	23.4 (125)	23.4 (125)
3.4.3 林业育苗	2.3 (100)	2.6 (113)	2.6 (113)

资料来源: JICA 调查团。详细参见第 5 章。

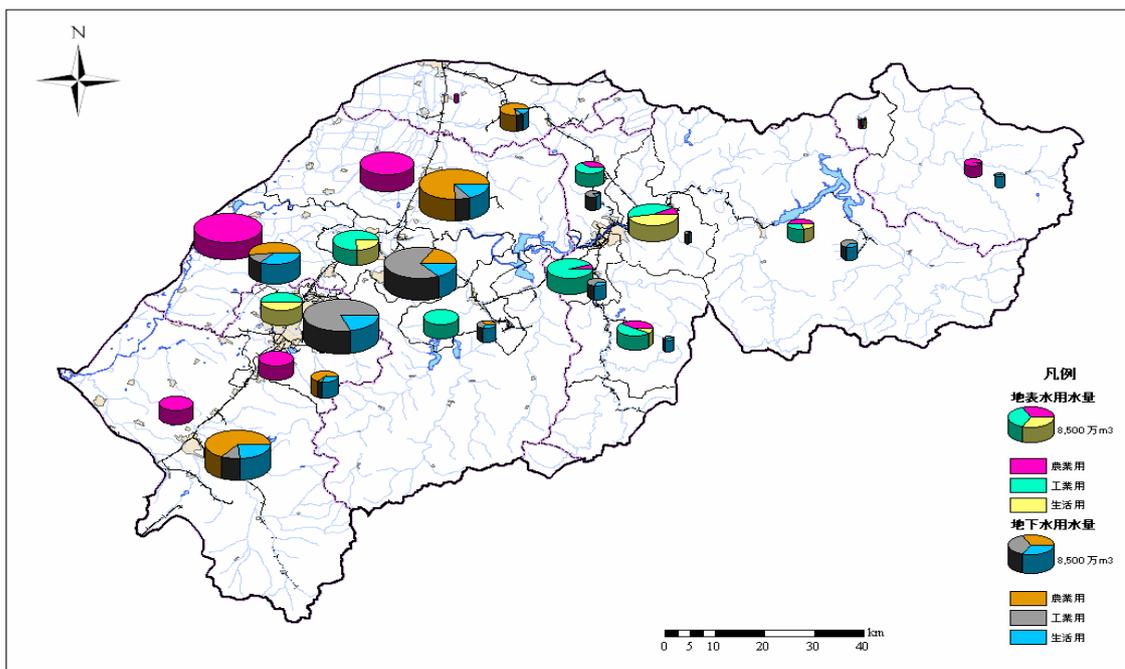


图 4.3.4 各类水源 (地表水、地下水) 水需求的空间分布

### 4.4 水供需平衡

#### 4.4.1 地表水的水平衡

##### (1) 设定枯水基准点

枯水计划基准点是水文分析的依据，该地点必须有充分的以往水文资料，而且必须选择与低水位计划有密切相关的地点。在太子河流域，满足该条件的观测站从上游有本溪、辽阳、小林子、唐马寨、三岔河（图 4.4.1）。

其中，小林子观测站位于辽阳与唐马寨之间，与唐马寨的流况曲线雷同。另外，三岔河位于感潮河段，仅测了水位，故作为基准点的重要程度较低。因此，本调查将本溪，辽阳，唐马寨 3 个流量观测站设定为枯水基准点进行了水平衡分析。

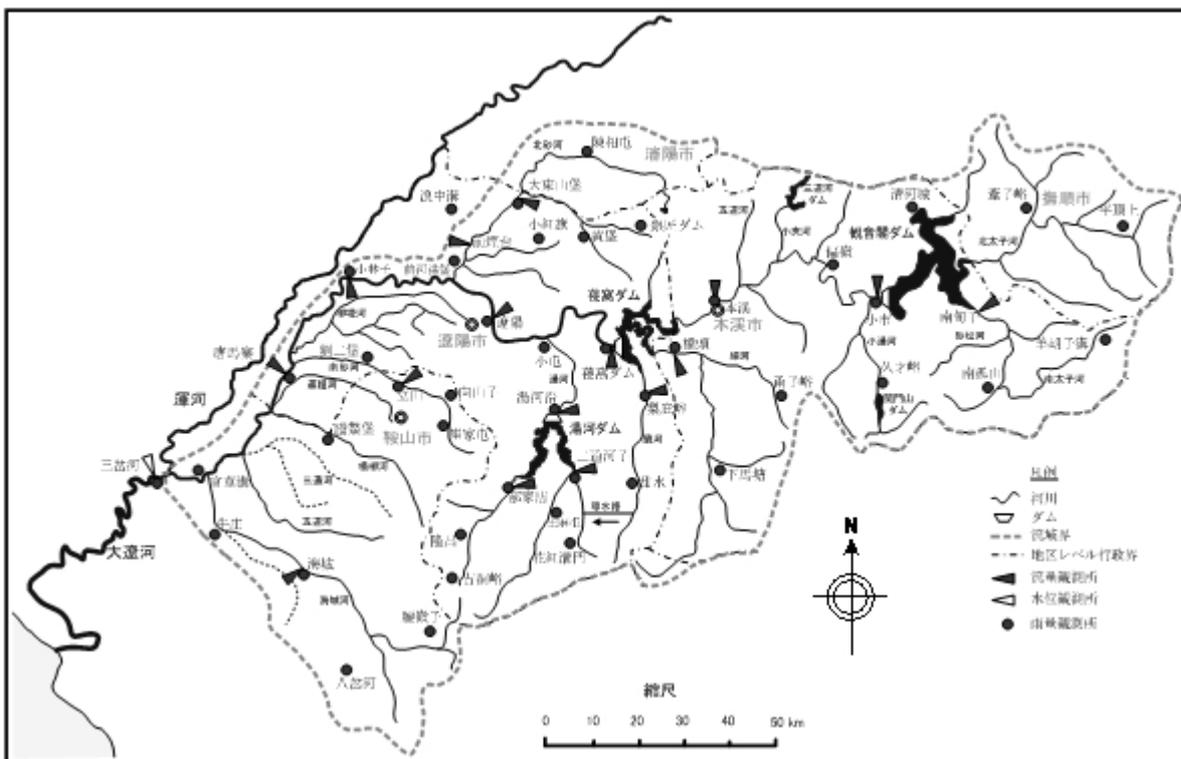


图 4.4.1 太子河的雨量观测站与水位·流量观测站的位置图(2003)

##### (2) 自然流量的推算

将上游流域的需水量少的观音阁水库(2,795 km<sup>2</sup>)，汤河水库(1,228 km<sup>2</sup>)，三道河水库(77 km<sup>2</sup>)分别设定了相同的水箱径流模型参数，推算出各个分割小流域的流出量并作为自然流量。

另外，在计算平衡模型的太子河干流及支流的流量时，利用大规模水库及中规模水库的操作记录(2003)，对各枯水基准点的观测流量进行了比较研究。

### (3) 水利用保证率

在中国，水利用保证率的指标为原则，其定义相当于 20 年一遇。另外，辽宁省水利厅根据 2 月至 6 月上旬（4.33 个月）的降雨量推算出枯水规模。

因此，本调查根据位于观音阁水库附近的小市观测站 46 年间(1958-2003)2 月至 6 月上旬的降雨量数据进行降水概率分析，相当于 20 年一遇(1/20)的枯水年，降雨量数据表明为 1985 年。

另外，在辽宁省全省的观测历史上，降雨量最少的 2001 年为枯水水平年，但是，在太子河流域，2001 年的降水量却是 10 年一遇(1/10)。

### (4) 水供需平衡

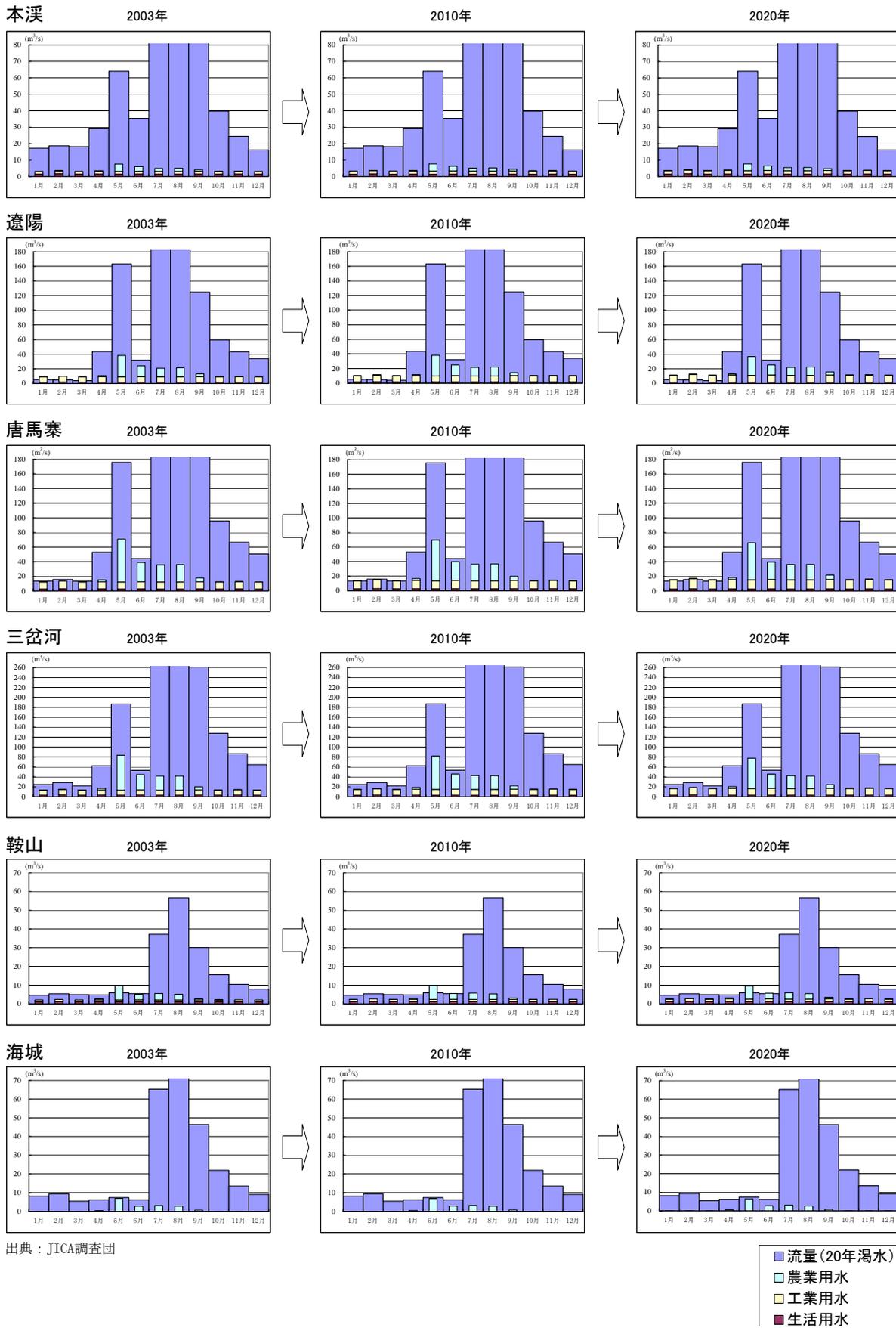
根据降雨量数据(1/20)，通过平衡模型计算各枯水基准点的流量，与 2020 年的需水量予测值进行比较，见图 4.4.2。

该图枯水基准点的概率枯水流量未考虑河流维持流量。另外，需水量显示为自观测站地点到上游流域的累计需水量，鞍山、海城为支流的概率枯水流量。

根据该计算结果，明确了以下内容。

- a) 对于地表水迫切需求的地区，只有本溪~辽阳的河流区间。对于其它河流区间，如果不考虑河流的维持流量、河流水质污染问题，到 2020 年，对应于水需求，具有充分表流水赋存量。
- b) 在观音阁水库~本溪区间，只要持续实施现在的水库操作，即使考虑河流维持用水，也有充分的表流水赋存量。
- c) 在本溪~辽阳的河流区间，2003 年的需水量超过了考虑到水库操作的表流水赋存量。然而，如果严格按照需水量实施对观音阁水库和葭窝水库的综合管理，是可以应付水量需求的。
- d) 在经鞍山市流向下流的支流流域，对于 5 月份的灌溉用水需求，暂时的需求将超过表流水赋存量。
- e) 三岔河观测站比较研究的结果显示出太子河流域整体的地表水赋存量与需水量之间的关系。全太子河流域的需水量迫切，但并未超过赋存量。

另外，将 5 月的葭窝水库的部分放流量（大辽河流域的灌溉用水）调整为 1 月~3 月的放流量，可以应付河流维持流量与需水量的要求。



出典：JICA調査団

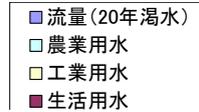


图 4.4.2 概率枯水流量(1/20)与需求量的月份变化

#### 4.4.2 地下水平衡

##### (1) 地下水补给量的估算

平原区含水层分布区域的地下水补给量估算方法如下。

- i) 计算采用地下平衡公式： $R = Pump + Q_{gout}$ （假定蓄留变化量为零）
- ii) 地下水流出量  $Q_{gout}$  是由自含水层向流域外流出的地下水量和向河流基流的流出量构成。从已经制成的地下水位等值线图—从河口处向流域外流出的地下水流量假定为 0
- iii) 基流的流出量使用其它途径收集的河流流量观测数据
- iv) 地下水取水量  $Pump$  使用水利厅发布的 2003 年统计资料《水资源管理年报》的数据
- v) 地下水取水量采用了平原区的沈阳市、辽阳市及鞍山市的使用量，抚顺市、本溪市的使用量假设为基本是来自山丘区的取水

计算结果是，整个流域的地下水补给量为山丘地带渗透量（=33, 711 万  $m^3$ ）加平原地区渗透量（=105, 803 万  $m^3$ ）所得的值（=139, 514 万）。

##### (2) 地下水可开发量

关于推算的流域地下水平衡量，更详细地计算各地区的地下水平衡，研究了流域内地下水的供需平衡问题。计算过程如下（请参考图 4.4.3）。

- vi) 计算各小流域的地下水补给量
- vii) 整理从水资源管理公报中所列举的太子河流域内 5 市各县·区的地下水取水量
- viii) 根据已经获得的地下水位等值线图，设定地下平衡计算地区
- ix) 比较各地区地下水补给量和地下水取水量
- x) 探讨各地区之间地下水的流动量，计算各地区地下平衡情况

计算结果如图 4.4.4 所示。图中的地区 2 虽然得到从地区 1 流入的地下水补给，然而最终的地下平衡却是负值，而其它地区的地下平衡为正值。

地区 2 地下水取水量达到 47,000 万  $m^3$ ，约占太子河流域内的地下水取水总量（10,000 万  $m^3$ ）的 50%。在该地区，由于地下水超采，已经造成周边地区地下水位大幅度下降并发生现有水井枯竭问题。

为了将来可持续开发地下水，避免地下水平衡成为负值是必不可少的重要条件。因此，必须在地区 2 削减地下水取水量，改善此类地下水补给与采取的不平衡状况。

另一方面，对于地下水平衡盈余的地区，虽然有地下水取水量增加的可能性，但是将造成地下水流出量和基流量减少问题。在研究将来可开发量时，必须慎重研究随着取水量的增加而产生的地下水位下降，对河流、水文环境造成影响等问题的基础上进行决定。

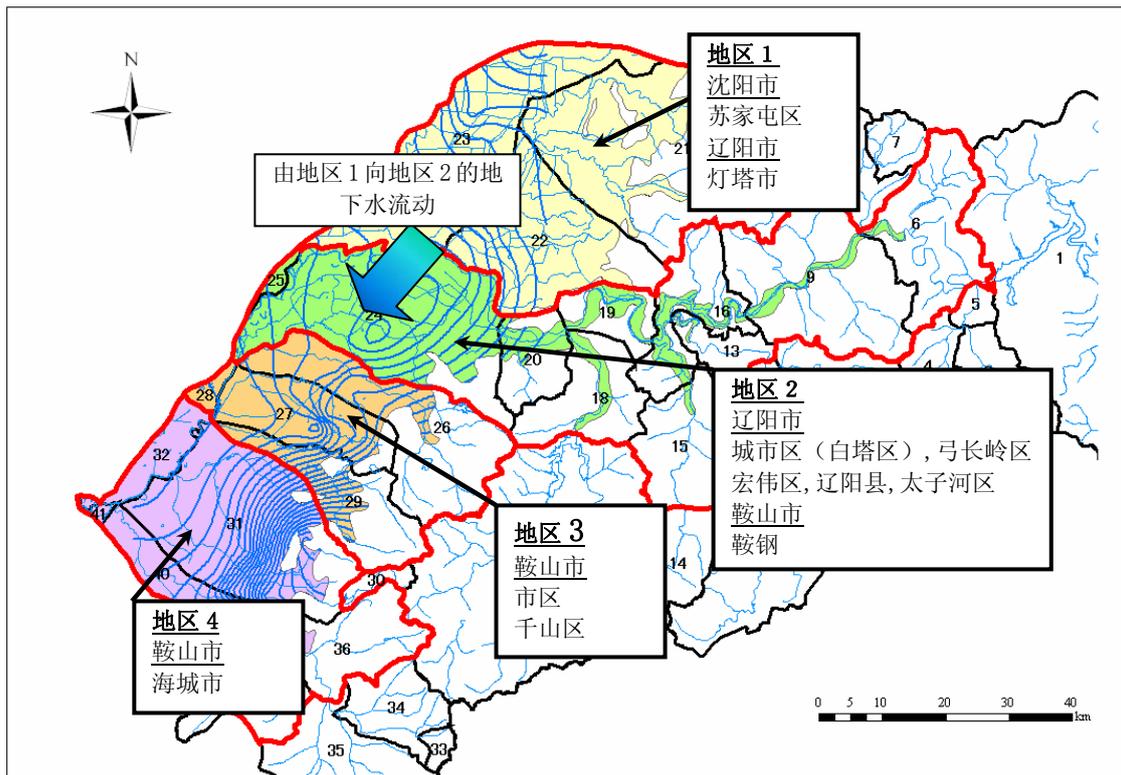


图 4.4.3 含水层的地区划分

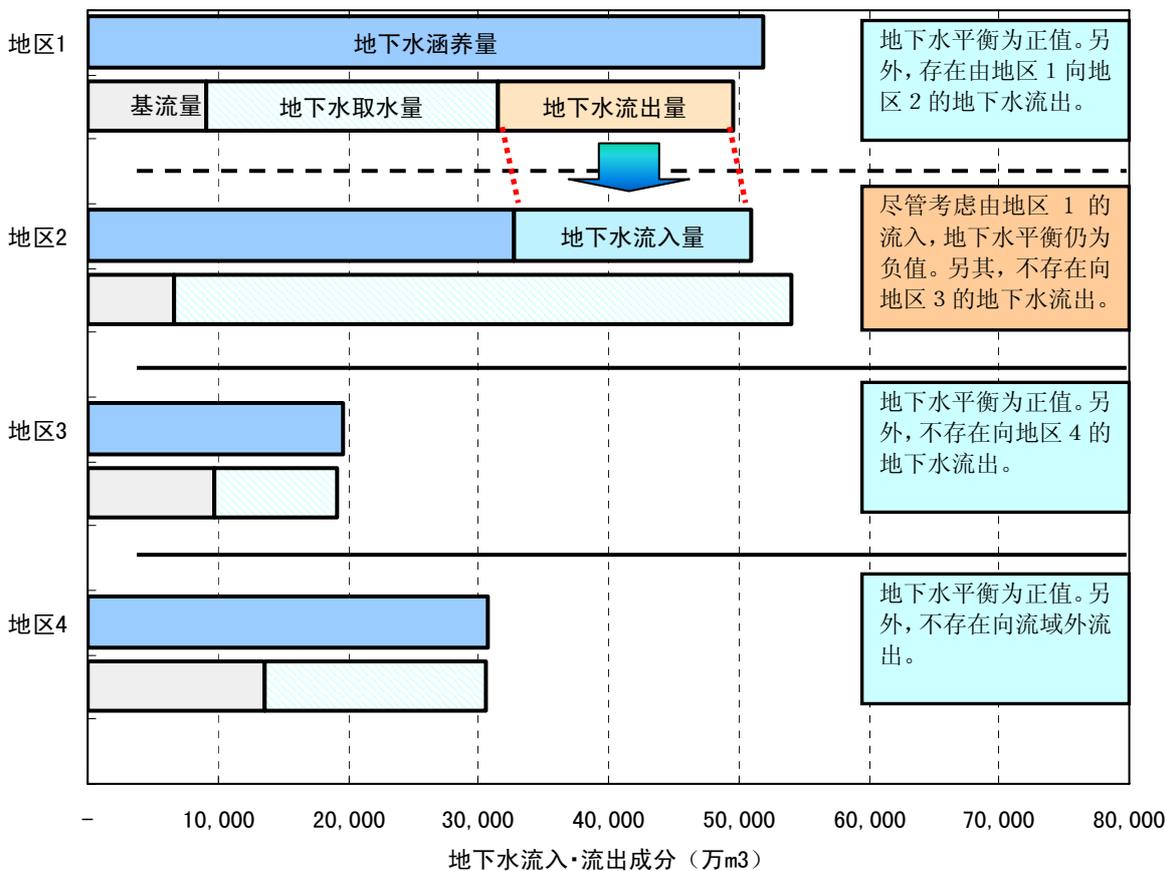


图 4.4.4 各地区地下水平衡推算结果