

# 辽宁水资源与气候变化分析及对策研究<sup>\*</sup>

张云海<sup>1</sup>, 杨洪斌<sup>1</sup>, 李法云<sup>2</sup>

(1. 中国气象局沈阳大气环境研究所, 沈阳 110016; 2. 辽宁大学环境科学系, 沈阳 110036)

**提 要:** 本文根据辽宁省近 50a 的气候要素温度和降水量的资料, 分析了辽宁省温度和降水量的变化趋势及其在时空上变化的趋势。分析了气候要素的变化与水资源的关系及影响。研究表明: 辽宁水资源有逐渐减少的趋势, 近年情况尤为突出。辽宁省年温度的升高和降水量减少与水资源总量减少的变化基本一致。开发云水资源, 合理利用水资源可以解决水资源短缺的问题。

**关键词:** 气候要素变化; 降水量; 水资源

**中图分类号:** TV211.1

**文献标识码:** A

辽宁省属于半湿润半干旱气候, 水资源贫乏区, 水资源人均占有量为全国人均占有量的 1/3, 世界人均占有量的 1/12。水资源的突出特点是总量不足, 表面蒸发量往往大于降水量。近几十年来, 随着国民经济的飞速发展和人口的增长及人民生活水平的不断提高, 对水的需求量越来越大。20 世纪 90 年代以来出现的连续的干旱, 给工农业生产带来了巨大的损失, 严重影响了人民生活, 充分显示了辽宁地区水资源系统的脆弱性及对气候变化的敏感性。研究辽宁地区的气候要素的变化及其对水资源所产生的影响, 提出相应对策, 可以保障辽宁省水资源可持续利用发展, 为政府有关部门正确决策部署和采取有效措施提供科学依据。

## 1 辽宁气候变化特点

辽宁地处欧亚大陆东岸, 属于温带大陆性季风气候, 由于地形、地貌较为复杂, 省内各地气候不尽相同。总的气候特点是: 四季分明, 寒冷期长; 雨量集中, 东湿西干; 平原风大, 日照充足。

辽宁省年降水量一般在 500—1000mm 之间, 时空分布极不均匀, 由东南向西北逐渐减少。辽东山区多达 800—1200mm, 辽西北风沙区只有 500mm 左右, 属于干旱、半干旱区。全年降水量主要集中在夏季, 6—8 月降雨量约占全年降水量的 60—75%。

全年平均气温多在 5—10℃ 之间, 自沿海向内陆逐渐递减, 南北年平均温差可达 5℃ 左右。辽东半岛及沿海各地年平均气温均在 9℃ 以上, 而西丰至新宾一带以东地区在 5℃ 以下。最低气温 ≤ 0℃ 日数, 全省大部地区在 170—210 天。无霜期一般在 130—200 天之间。

辽宁蒸发量分布特点是西部多于东部。年蒸发量辽西朝阳最大, 达 2000mm。春季由于日照增强、升温快、风速加大、湿度小, 因而各地蒸发量比冬季显著增多。蒸发量最大的朝阳冬季为 150mm, 春季达 813.4mm<sup>[1]</sup>。

### 1.1 温度变化趋势

近年来, 随着全球气候变暖, 辽宁省也呈现出明显的变暖趋势。年度平均气温阶段性变化趋势明显, 60 年代到 80 年代中期为偏冷时段, 从 1988 年开始增暖, 进入高温时段, 有 3 年偏高 1℃ 以上, 8 年高 0.5℃ 以上 (图 1)。从地域分布来看, 辽西、辽南和辽北地区增暖趋势和幅度最显著。

从每 10 年分段对比分析 (表 1) 可以看出, 对于各季的气温变化, 变幅最大的是冬季, 其次是春季。冬

\* 收稿日期: 2006-2-16。

作者简介: 张云海 (1966—), 男, 汉族, 沈阳人, 硕士, 副研究员, 从事气候环境和大气环境研究。E-mail: yunhaizhang@hotmail.com

季平均气温 90 年代较 50 年代上升了  $1.4^{\circ}\text{C}$ , 春季上升了  $1.2^{\circ}\text{C}$ , 夏季、秋季上升了  $0.2^{\circ}\text{C}$ 。近 10 年来, 不仅冬季平均气温, 就是春季、夏季、秋季的平均气温也呈增高趋势, 导致年平均气温急剧变高。年平均气温以  $0.14^{\circ}\text{C}/10$  年的速度上升, 冬季为  $0.38^{\circ}\text{C}/10$  年, 春季为  $0.32^{\circ}\text{C}/10$  年, 秋季为  $0.05^{\circ}\text{C}/10$  年, 夏季变化很小, 为  $0.01^{\circ}\text{C}/10$  年。因此, 对于 80 年代中期以后的增暖, 贡献最大的是冬季和春季<sup>[2]</sup>。

根据沈阳、大连、鞍山、锦州、草河口、丹东、营口、阜新、朝阳等 9 个气象台站的观测资料显示, 20 世纪 80 年代的平均值与 50 年代的平均值相比, 朝阳增温值为  $0.5^{\circ}\text{C}$ , 阜新为  $0.8^{\circ}\text{C}$ , 锦州为  $0.4^{\circ}\text{C}$ , 沈阳为  $0.9^{\circ}\text{C}$ , 鞍山为  $0.8^{\circ}\text{C}$ , 营口为  $0.6^{\circ}\text{C}$ , 大连为  $0.4^{\circ}\text{C}$ , 草河口为  $0.1^{\circ}\text{C}$ , 丹东为  $0.1^{\circ}\text{C}$ , 全省平均增温  $0.51^{\circ}\text{C}$ , 每 10 年平均增温为  $0.17^{\circ}\text{C}$ , 2000 年温度变化更大, 高温持续时间长, 部分地区日最高温度达  $40^{\circ}\text{C}$ 。

表 1 辽宁省多年年平均气温 ( $^{\circ}\text{C}$ )

Tab 1 Decades mean temperatures in Liaoning Province

年份	春季	夏季	秋季	冬季	年
1951~1960 年	8.4	22.7	9.4	-8.0	8.0
1961~1970 年	8.6	22.6	9.3	-8.9	7.8
1971~1980 年	8.5	22.3	9.1	-8.1	7.9
1981~1990 年	9.1	22.6	9.4	-7.6	8.2
1991~2003 年	9.6	22.9	9.6	-6.6	8.8
总计	8.8	22.5	9.2	-8.2	8.0

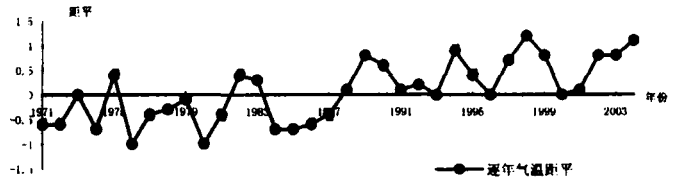


图 1 辽宁省年度气温距平变化时序图

Fig 1 Tendency of annual temperature departure in Liaoning Province

## 1.2 降水量变化趋势

根据全国 160 个站的统计, 20 世纪 80 年代全国平均降水量比 50 年代减少约  $30\text{mm}$ <sup>[3]</sup>。辽宁地区 50 年代以来降水也出现明显减少趋势。根据沈阳、大连、丹东、辽阳、铁岭、朝阳等站 1950—2000 年年平均降水量及每 10 年 (1950—1959 年, 1960—1969 年, 1970—1979 年, 1980—1989 年, 1990—2003 年) 的平均值的变化, 用 20 世纪 80 年代的平均值与 50 年代的平均值进行比较, 结果全部呈减少趋势。其中大连减少  $79.5\text{mm}$ , 丹东减少  $133.5\text{mm}$ , 辽阳减少  $40.5\text{mm}$ , 沈阳减少  $132.2\text{mm}$ , 铁岭减少  $109.8\text{mm}$ , 朝阳减少  $67.8\text{mm}$ , 这表明由于气候变暖, 降水也在普遍减少, 全省平均约减少  $94.0\text{mm}$ 。

从  $600\text{mm}$  降水等值线变化示意图 (图 2) 看: 60 年代, 年降水量辽河流域以西大部在  $600\text{mm}$  以下, 其中辽西西部在  $500\text{mm}$  以下; 70 年代,  $600\text{mm}$  以下降水区域东扩; 80 年代, 辽河流域及以东地区大于  $600\text{mm}$  降水区域向西扩, 但辽西小于  $500\text{mm}$  降水范围增多; 90 年代前半段, 全省处于多雨期内, 大范围降水增多, 后半段降水明显减少, 小于  $600\text{mm}$  范围扩大到辽河流域。2001—2003 年干旱加剧, 小于  $500\text{mm}$  范围接近辽河流域。全省降水小于  $600\text{mm}$  降水区域逐步扩大到辽河流域以东, 说明辽宁省降水量在不断减少。

## 2 气候要素变化对水资源的影响

根据资料显示, 1991 年至 2002 年全省平均耗水率为  $55.72\%$ , 按联合国提出的衡量指标 ( $40\%$ ), 辽宁属于高度缺水的地区。由于自然降水是水资源的主要补充来源, 因此, 气候要素温度和降水量的变化对辽宁的水资源影响非常大。

### 2.1 温度变暖与对水资源的影响

20 世纪 80 年代以来, 辽宁开始进入温度偏暖的时期。80 年代年平均温度为  $8.2^{\circ}\text{C}$ , 90 年代为  $8.8^{\circ}\text{C}$ , 分别比 70 年代、60 年代 50 年代高  $0.3^{\circ}\text{C}$ 、 $0.4^{\circ}\text{C}$ 、 $0.2^{\circ}\text{C}$ 。同时水库蓄水量锐减, 水位不断下降。2001 年抚顺大伙房水库水位比常年同期降低  $16\text{m}$ ; 辽西地区地下水位比 2000 年同期下降  $2\sim 3\text{m}$ , 大部水塘干涸; 全省河道径流量比常年同期减少近 5 成, 辽河累积断流 103 天, 辽西地区中、小河流基本断流。2003 年全省湿地面积约 80 多万  $\text{hm}^2$ , 比照 50 年代 ( $135.6$  万  $\text{hm}^2$ ) 减少了  $36\%$ , 特别是沼泽芦苇湿地由 50 年代的  $49.2$  万  $\text{hm}^2$  下降到目前的  $13.6$  万  $\text{hm}^2$ , 降幅达到  $72.4\%$ 。50 年代旱灾受灾面积  $52.5$  万  $\text{hm}^2$ , 年均  $5.3$  万  $\text{hm}^2$ , 占全省耕地总面积  $1.1\%$ , 80 年代干旱受灾面积  $1017.2$  万  $\text{hm}^2$ , 占全省耕地总面积  $28\%$ 。80 年代受灾面积为 50 年代的 20 倍。2000 年全省干旱受灾面积为  $52.7$  万  $\text{hm}^2$ , 仅 1 年的干旱受灾面积就是 50 年代 10 年的旱灾受灾面积的总和。

由此看出, 温度变暖与旱灾发生增加, 水资源减少, 发生频率基本一致。

### 2.2 降水量变化对水资源的影响

辽宁省水资源概括起来有如下特点: 总量少, 水资源年际变化大, 水资源年内分布不均, 夏季水量最多。自然降水是辽宁水资源的主要来源。

辽宁省的年水资源平均总量 363 亿  $m^3$ , 全省降水多年降水平均量为 688mm (1951—2002 年), 其中 60%—70% 蒸发散失, 只有少部分成为径流和入渗地下, 在总量上不足。

由于大陆季风气候的影响, 辽宁大部分地区的降水变率和变化非常明显, 降水的年内分配相差悬殊, 年际变化很大。沈阳年最大降水是 1923 年的 1064.5mm, 最小为 1913 年的 341.1mm; 锦州年最大降水量是 1937 年的 1253mm, 最小为 1952 年的 337mm。年降水量差约为 2 倍以上。每年的降水量, 60% 集中于夏季, 秋季约占 20%, 春季占 15%, 而冬季只有 5% 左右。

降水空间分布也不均匀。东部多于西部, 沿海多于内陆, 山地多于平原。大部分河水量受季风影响, 季节性变化剧烈。汛期 (6—9 月) 的降水量和径流量占全年的 60%—80%。东部地区水量充沛, 正常年径流深多在 300mm 以上, 宽甸丹东一带可达 650—700 mm; 辽东半岛东侧黄海沿岸, 年径流深为 600mm, 向西逐渐减少到 200mm 左右; 辽西沿海南部, 年径流深 250mm, 向北减少到 100mm 左右。

根据 1991—2000 年辽宁省水资源公报显示, 辽宁省汛期降水量多年平均值为 522mm, 降水量多年平均值 688mm。表 2 是 1991—2000 年间的降水量与水资源量的分析, 分析说明降水量变化对水资源的影响非常明显。10 年间平水年份占 20%, 丰水年、偏丰水年份占 30%, 枯水年份占 50%。特别是 1999—2000 年连续两年高温干旱, 降水量与水资源量明显减少, 降水量与水资源的变化基本一致。

表 2 辽宁省 1991—2000 年降水量与水资源总量统计

Tab 2 Statistics of precipitation and water resources during 1990—2000 in Liaoning Province

年份	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
降水量 (mm)	732.0	566.5	581.7	866.4	830.8	704.3	555.2	787.3	507.3	504.4
水资源总量 (亿 $m^3$ )	365.9	210.3	221.5	492.5	605.2	416.1	238.4	403.0	181.9	137.4
水资源与年平均降水比较 %	+0.8	-42.1	-39.0	+35.7	+66.7	+14.6	-34.3	+11.0	-49.0	-62.2
丰枯	平水	枯水	枯水	丰水	丰水	平水	偏枯	偏丰	枯水	枯水

通过上述分析可得出: 辽宁省的降水量与水资源量的增减是由地区的地理位置及气候特点决定的。降水量、水资源量与气候变化基本一致。东部降雨量大, 水资源供给有余, 西部干旱少雨, 水资源不足。枯水年份的降水量、水资源量都与高温干旱气候的变化有关。由于夏季的降水占全年的 60%, 因此汛期高温干旱是影响全省降水量与水资源量的主要因素。全省水资源有逐渐减少的趋势。

### 3 对策和建议

目前, 人们对气候变化及其对水资源的影响有了一定的认识。适应气候的变化, 充分开发利用水资源, 为人们造福是今后工作的重要课题。水资源问题是可持续发展的问题, 既要满足当代人的需求, 又不应后代人的需求构成危害。从气象学角度提出保护开发利用, 实现水资源的良性循环和可持续利用的目标。

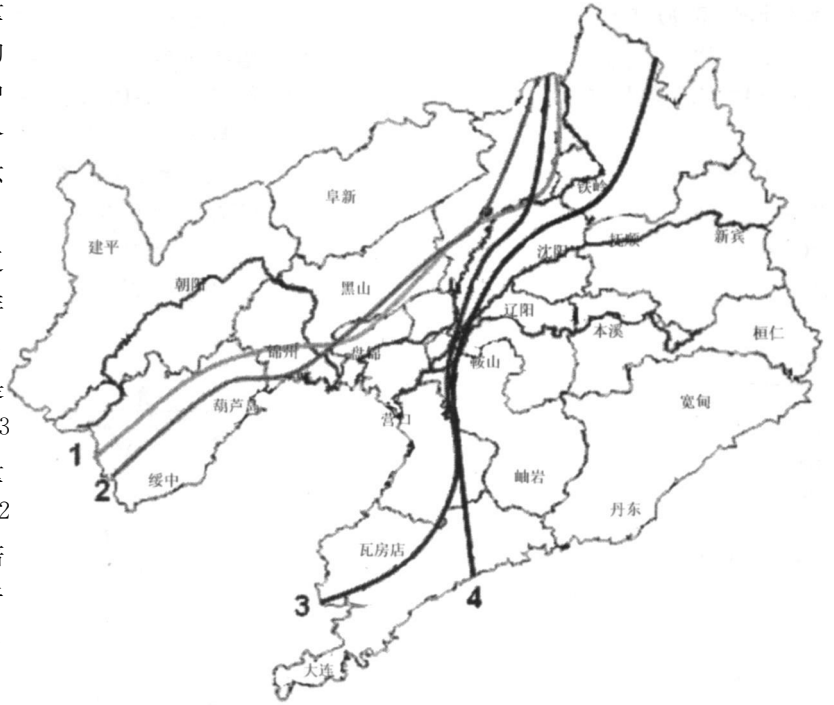


图 2 辽宁省年降水量 600mm 降水等值线变化示意图

(1: 1961—1965 年平均; 2: 1971—1975 年平均;  
3: 1976—1980 年平均; 4: 1996—2003)

Fig 2 Change map of 600m annual precipitation in Liaoning Province

(1: values of 1961—1965; 2: values of 1971—1975;  
3: values of 1976—1980; 4: values of 1996—2003)

### 3.1 充分利用自然降水

根据辽宁夏季降水多暴雨和大暴雨, 历程短, 产流强度大的气候特点, 提高有效水资源利用程度。应采取拦蓄汛期雨水径流回补, 利用雨洪, 就地开源。

### 3.2 发展人工增雨技术

通过人工增雨手段, 充分利用丰富的夏季水汽资源, 转变成降水, 来增加水资源。人工增雨的重点应放在辽西辽北, 其次是辽河平原、辽南一带。

### 3.3 大力推广各项节水措施

实现城镇生活、工业、农业的全面节水。进一步提高工业用水循环利用率和逐步推行饮用水和卫生用水分开, 以减少生活用水的浪费。加强农田水利建设。同时应广泛研究和推广抗旱和节水保水技术, 提高降水利用率, 增加自然水循环降水能力

### 3.4 推广山区小流域综合治理

植树造林, 涵养水源。同时加强水资源涵养林和水土保持林建设规划, 保护山区植被, 提高森林覆被率, 防止水土流失。

### 3.5 合理利用地下水

全面规划, 合理布局。统一考虑地下水和地表水的综合利用。避免过度开采和滥用水源。作好雨季人工补充地下水的工作。

### 3.5 加强行政管理

加强水资源统一管理, 实施水资源优化配置, 为工农业高效配水, 使之节水高效。合理开发利用水资源, 使有限的水资源发挥更大的社会效益和经济效益, 更好地为工农业生产服务。

## 参考文献

- [1] 辽宁省地方志编纂委员会办公室, 辽宁省志(气象志)[M]. 辽宁民族出版社, 2002年: 1~2.  
[2] 赵春雨, 刘勤明, 李晶. 辽宁省近 48年来气候变化研究[J]. 气象, 2002, 26(5): 32~24.  
[3] 陈隆勋, 等. 中国近 45年来气候变化的研究[J]. 气象学报, 1998, 56(3): 3~6.

# Analysis on Water Resources Distribution and Climate Elements Change in Liaoning Province

ZHANG Yun-hai<sup>1</sup>, YANG Hong-bin<sup>1</sup>, LI Fa-yun<sup>2</sup>

(1. Institute of Atmospheric Environment, CMA, Shenyang 110016;

2. Faculty of Environment Liaoning University, Shenyang 110036, China)

## Abstract

According to the data of temperature and precipitation during recent 50 years the change trend of climate elements in Liaoning Province and their effect on water resources were analyzed. The results showed that the water resources were reduced due to the climate change and the change of precipitation was consistent with that of the water resources. Utilizing and protecting water resources and exploiting the water resource in atmosphere were reasonable methods.

Key words: climate elements change; precipitation; water resource