

长山群岛水环境基本特征与水资源开发研究^{*}

邓 伟

(中国科学院长春地理研究所, 长春 130021)

提 要 长山群岛特有的地质、地理环境及其气候条件决定其水环境容量小、水资源有限。海岛区域开发应走持续协调发展的道路, 水资源开发不应以损害水环境为代价, 必须走水资源持续利用的开发模式。

关键词 长山群岛 水环境 水资源 开发研究

海岛是宝贵的国土资源,《中国 21 世纪议程》明确指出: 海岛资源在海洋资源的持续利用和保护中有其独特的地位和作用^[1]。长山群岛是开发建设“海上辽宁”、拓展经济建设空间的重要基地, 其水环境与水资源开发关系十分密切。本文仅对海岛水环境基本特征与水资源开发进行研究, 以期促进海岛水资源的持续利用。

1 区域地质地理环境与社会经济概况

1.1 区域地质地理环境特征

长山群岛是位于舟山群岛之后的第二大群岛, 行政区划为辽宁省长海县, 辖 101 个岛

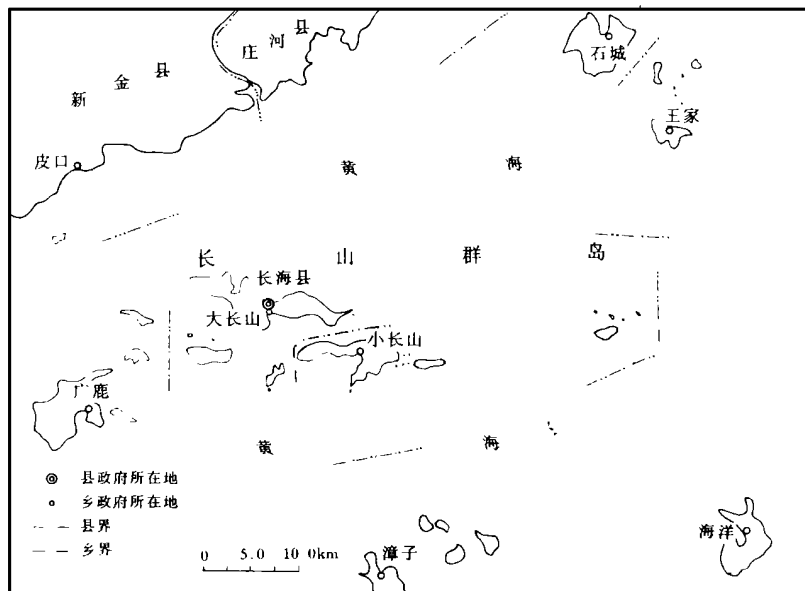


图 1 长山群岛岛屿分布特征

Fig. 1 The distribution characteristics of Changshan Archipelago

^{*} 国家“八五”科技攻关项目“辽宁海岛资源综合调查研究”组成部分。本文在写作过程中得到了朱颜明研究员、季中淳研究员的悉心指导, 在此特表谢意。

岛,集中分布在黄海北部(图 1),总面积为 159.33 km²,由大长山岛(长海县镇所在地)等 7 个乡(镇)级本岛构成群岛主体。最大乡本岛为石城岛,面积 30.36 km²,最小乡本岛是大王家岛,面积仅 5.21 km²。

长山群岛是中国东部大陆边缘活动带的重要组成部分,属太平洋构造域。基底建造主要由鞍山群的片麻岩类和辽河群片岩类组成;盖层建造主要以晚元古代成熟度较高的陆源碎屑岩组成。海岛地貌由丘陵、台地、坡洪积扇裙及冲海积平原、海蚀阶地、海蚀崖、海蚀台、海蚀柱、海滩、海岸堤及泻湖组成。群岛中海拔最高点是海洋岛的哭娘顶,海拔高度为 378 m,一般岛的高度在海拔 200 m 左右。

长山群岛地处我国暖温带半湿润季风气候区,其土壤类型主要为棕壤、草甸土、草甸沼泽土和少量风沙土、潮滩盐土;植被以暖温落叶阔叶林为主,夹有灌丛和草丛,覆盖率一般可达 40% 左右。

1.2 社会经济概况

长山群岛中有人居住的岛共计 24 个,总人口 81 125 人,人口密度 504 人/km²。由于受海岛陆地资源的限制,产业选择余地小,海岛经济大部分以渔业为主,辅以少量种植业,经济结构比较单一。

2 海岛水环境基本特征

2.1 地表水环境基本特征

大气降水 长山群岛既具有大陆性气候特点,又受海洋影响。该区多年平均降水量 617.0 mm,近于全国平均水平(628 mm)。7 月和 8 月是最大降水月份,多年平均降水量分别为 187.0 mm 和 147.6 mm,但月降水量的年际变化很大,以 7 月份为例,最大降水可达 359.4 mm,最小降水量仅有 29.5 mm(参见图 2),一般年降水变率在 20%~50% 之间,从该区多年降水情况看,1964 年长海县降水量达 1033.4 mm,而 1969 年仅有 305 mm。降水量空间分布明显受海陆影响,由陆岸向海上呈明显递减趋势,两者相差 53.1~89.9 mm。

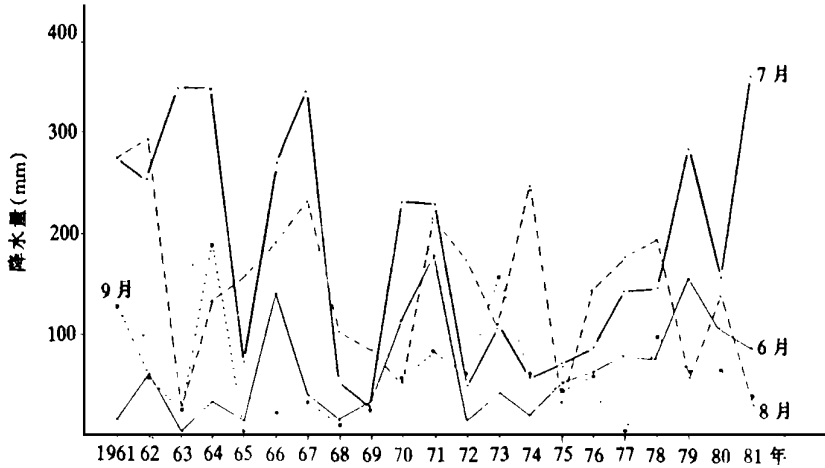


图 2 1961~1981 年 6~9 月降水量变化

Fig. 2 The changes of precipitation from June to September in 1961-1981

蒸发 长山群岛全年日照时数达 2 810 小时,日照百分率为 63%, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 3 427.7 $^{\circ}\text{C}$ 。该区多年平均蒸发量为 1 468.9 mm,以春、秋季节蒸发量最高,月蒸发量达 142~172 mm,两季蒸发量可占全年的 65.9%。

地表径流 长山群岛无河流发育,仅有一些雨季溪流,径流量受降水量制约,季节性、暂时性明显,属雨水补给型径流^[2]。多年平均地表径流深为 200~300 mm,其中大长山岛多年平均径流深为 207.5 mm,多年平均径流量达 554 万 m^3 ,多年平均径流系数为 0.33,而石城岛径流深值近 300 mm,径流系数为 0.45。年径流变差系数(C_v 值)为 0.45~0.6,并且空间分布有一定差别。径流的季节性变化突出,主要集中在 6~9 月,7、8 月经流量最大,与降水量密切相关。

2.2 地下水环境基本特征

由于地下水是海岛重要的供水水源,因而海岛地下水环境功能极为重要。地质构造是控制海岛基岩地下水分布规律及运动的主导因素,其水动力性质比较复杂^[3~5]。

2.2.1 地下水类型与含水岩组特征 海岛地下水类型主要有基岩地下水和松散岩类孔隙水两类。前者又可分为构造裂隙水、孔隙裂隙水、风化裂隙水等。

(1) 构造裂隙水是海岛重要富水类型之一。地下水主要赋存在断裂含水构造和背斜、向斜含水构造中,含水岩类为云母石英岩、花岗片麻岩等,多见于海洋岛、广鹿岛和大、小长山岛等。其特点是呈带状或脉状展布,水温较低,一般 10~12 $^{\circ}\text{C}$ (夏季),水质好,水量较丰富,一般涌水量可达 100~200 m^3/d 。如大王家岛前庙北东向断裂富水带,单井涌水量 $>50 \text{ m}^3/\text{d}$;石城岛暖水泉北西向断裂富水带,泉流量为 0.1~0.3 L/s;海洋岛南洋背斜轴部富水带,泉水流量 0.3~0.5 L/s。

(2) 裂隙孔隙水多埋藏于片麻岩、砂岩和花岗岩中,分布较均匀,但富水性一般,仅在广鹿岛、石城岛、菊花岛和大、小长山岛等利于汇水的地貌部位,地下水相对丰富,为中等富水性,涌水量 50 m^3/d 左右。

(3) 风化裂隙水以面状分布为特征,含水岩组以岩性坚硬的花岗岩、片麻岩、石英杂砂岩等为主,其它岩类次之。海岛风化壳厚约 40 m,在构造影响带附近风化深度大于 40 m。一般涌水量 10~50 m^3/d ,富水地段可达 50~100 m^3/d 。

(4) 松散岩类孔隙水主要分布于海积平原、泻湖,以及沟谷下端。多见于石城岛、广鹿岛及大、小长山岛,涌水量一般在 50 m^3/d 左右,大者超过 100 m^3/d 。含水层岩性主要为全新世和晚更新世冲海积层和冲洪积层。含水层厚 2~3 m,为中细砂、粗砂互层,夹极薄层粘土,底部含砾石。一般孔隙水埋藏深度约 2 m 左右,最深者可达 4 m。

2.2.2 水环境质量基本特征 海岛水环境质量是海岛水环境功能的重要标志。目前,海岛水质状况总体是良好的,其中地表水(方塘、小水库)仅 COD 和 pH 值部分略超标(GB3838-88 I 类水体标准),地下水 83.3% 综合污染指数 <0.6 ,属 I 级清洁水,局部为轻度污染。影响较大的是非离子氨,约有 16.6% 超标,水质指数为 2~7.5,以大王家岛和石城岛最高。个别岛由于地下水开采量过大,已产生一定程度的海咸水入侵,导致了含水层的咸化。总之,海岛水环境系统结构并不复杂,但其脆弱性较明显,水环境的整体调节能力有限,地下水功能突出。

3 海岛水资源开发与决策

3.1 水资源系统特征

大气降水是海岛水系统唯一补给来源 鉴于海岛特有的水环境, 很明显大气降水是海岛水系统唯一补给来源, 其时空变化对水资源起直接控制作用。地表水系统只能依靠水利工程(塘坝、小型水库)发挥调节作用。

植被是海岛水系统蓄水的重要条件 海岛自然集水较差, 地表径流不易集中, 又因海岛地表漫流速度大, 历时短, 下渗量也小, 严重影响海岛水资源的补给。因此植被的拦蓄功效格外突出。例如獐子岛, 70 年代毁林开荒, 水土流失较重, 蓄水条件明显恶化, 枯水期生活用水靠船从大连运输补给。80 年代初, 全岛搞封山育林, 退耕还林, 使有林地面积达 452.1 hm^2 , 森林覆盖率为 49.42%, 对涵养水源起到了积极而重要的作用, 现已基本消除了岛上水荒问题。实践证明, 较高的森林覆盖率(50% 以上) 才有利于地表、地下蓄水, 可使降水的资源转化率增高。

岩性与构造是海岛地下水系统赋水的主导因素 基岩海岛地下水系统蓄水过程及其水动力状态主要取决于岩性与构造性质和规模, 构造控水是基岩地下水一个重要特征^[4, 5]。海岛主要控水构造为 NE、NNE、NW 和 NWW 方向的张扭性断裂。岩石在构造作用下形成了集水网络系统, 在较有利地貌部位形成富水带。

3.2 水资源

长山群岛多年平均降水总量为 $107.26 \times 10^6 \text{ m}^3$, 径流总量 $39.36 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$, 按保证率 75% 计算, 径流总量为 $22.63 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$ 。7 个乡本岛的径流总量为 $34.14 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$, 6~9 月径流量为 $25.02 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$, 75% 保证率的径流量为 $19.63 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$ 。其地下水天然资源量为 $12.86 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$, 7 个乡本岛为 $1.02 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$ 。若按开采系数 0.4 评价, 则可开采的地下水资源量为 $5.14 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$, 其中 7 个乡本岛约为 $3.31 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$ 。

3.3 水资源开发现状与预测

水资源开发现状 1990 年长海县用水量达 486.01 万 m^3 , 其中地表水为 70.48 万 m^3 约占总用水量的 14.5%, 地下水为 415.53 万 m^3 , 约占总用水量的 85.5%。在生活用水中, 99.5% 依靠地下水; 畜牧业用水中, 99.7% 为地下水; 工业用水中, 85.5% 是地下水。地表水主要用于农业灌溉, 用水量达 55.48 万 m^3 , 约占农业用水量的 23.13%。地表水利用比较多的是广鹿岛和獐子岛, 其用水比率分别为 32.5% 和 21.3%, 而其它岛不足 7%。从现状年水资源供需平衡情况看, 水资源的开发基本处在均衡状态, 大长山岛、獐子岛、大王家岛等水资源开发潜力较小, 而广鹿岛、石城岛、海洋岛尚有一定潜力。

水资源开发预测及供需平衡分析 以《长海县综合发展战略与规划》和《长海县工农业规划》提供的经济指标为依据, 预测 2000 年长海县工业、农业、生活、畜牧及其它需水量, 并根据 1990 年长山群岛拥有的供水技术条件, 对 2000 年需水量供需平衡进行了分析(表 1)。2000 年总需水量为 741.22 万 m^3 , 缺水约达 149 万 m^3 。广鹿岛、海洋岛水量供需基本平衡, 但大长山岛、獐子岛以及大王家岛缺水最为严重。石城岛、小长山岛供需不平衡的原因在于目前地表水资源利用不够。

3.4 水资源合理开发

海岛水资源潜力的变化直接受大气降水时空变化影响, 对海岛近期降水趋势进行预测

是水资源合理开发的重要前提。以大长山岛为例,通过对降水趋势预测,探讨海岛水资源合理开发对策。

表 1 长海县 2000 年现状年供水量条件下供需平衡

Table 1 The water balance between supplies and demands in Changhai county in 2000

乡 名	土地 面积 (km ²)	天然水资源总量		可利用量		需水量(万 m ³)				平衡(万 m ³)	
		(万 m ³)		(万 m ³)		农业	工业	生活	畜牧及 其 它	余	缺
		地表水	地下水	地表水	地下水						
大长山	32.12	382.32	264.39	9.94	105.76	39.00	34.23	64.70	19.56		41.79
小长山	21.79	263.11	186.53	9.20	73.81	38.80	13.73	37.90	14.45		21.87
广鹿	30.99	481.83	274.25	66.34	95.99	87.35	18.40	38.70	16.78	1.1	
獐子	14.87	187.96	126.44	13.70	50.58	2.20	68.49	42.60	9.51		58.52
海洋	19.11	328.70	114.40	3.30	34.32	0.74	8.65	19.10	8.07	1.06	
石城	30.36	479.20	269.18	3.65	107.62	76.45	12.93	31.50	14.78		24.39
王家	7.10	104.90	50.98	—	17.84	1.65	5.18	13.20	2.57		4.76
合计	155.84	2227.52	1286.17	106.13	485.92	246.19	161.61	247.70	85.72		149.17

预测模型的建立与预测结果 运用灰色系统理论和方法建立预测模型,在模型预测中考虑降水变化特点^[6,7],对周期性成分和随机性成分进行分离,确认 t 时刻实际 $X(t)$ 由两部分组成,即: $X(t) = X_0(t) + X_1(t)$ 。其中 $X_0(t)$ 为周期变量; $X_1(t)$ 为随机性变量,并采用系列门限值(Threshold)来约束 $X_0(t)$ 、 $X_1(t)$ 对 $X(t)$ 的贡献程度,保证预测的准确性,因此该模型可称之为 T-GM(1,1) 模型。经给定系列门限值,得到了一组预测结果,在门限值 700~ 650 约束下,预测结果平均误差最小,仅 2.96%,为最佳预测结果(图 3)。

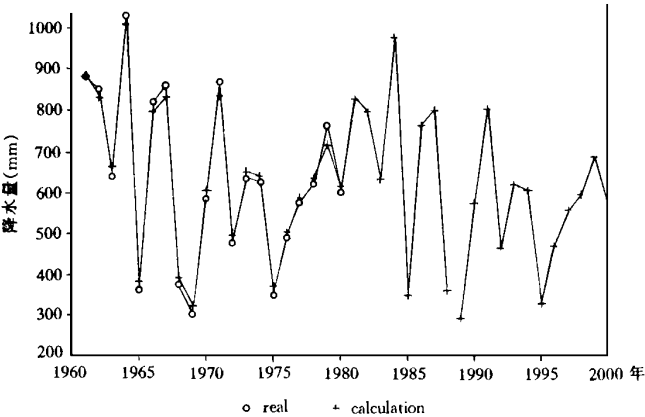


图 3 降水量预测曲线

Fig. 3 The forecast curve of precipitation

水资源潜力分析 据降水预测结果,预算出大长山岛 1995~ 2000 年天然水资源潜力变化情况(表 2)。总的看,近几年降水量低于平均水平,降水量多在 500~ 600 mm,因而近期海岛天然水资源补给偏少。

4 水资源合理开发与持续利用

水资源是一种可再生的有限资源,它的再生性是基于水资源系统动态平衡点上的水资源恢复能力(在水质、水量方面)。海岛水资源的有限性与动态性更加突出,其开发必须严格遵循“以补定采,以丰补欠,多年均衡”的原则,并结合当地降水周期(11~ 12 年),统筹规划,

表 2 大长山岛天然水资源潜力变化情况 (万 m³)

Table 2 The changes of natural water resources potentialities in Da Changshan Island

水资源	1995	1996	1997	1998	1999	2000	多年平均
地表水	297.8	424.2	502.7	540.2	621.5	520.8	554.0
地下水	110.5	157.6	186.7	200.7	230.8	193.4	208.7
合 计	408.3	581.8	689.4	740.9	852.3	714.2	762.7

均衡开采,实施地下水-地表水互补开发^[8]。从现有生态条件控制下的水环境看,长山岛、獐子岛、大王家岛、小长山岛地下水开采强度已接近上限,地下水进一步开发潜力有限,只能加大地表水资源的开发,提高地表水利用率。以海岛现有经济发展速度,其年用水量增长率约 7.45%,这迫切需要及早做好水资源开发规划工作。从各岛现在经济实力看,大长山岛、獐子岛、大王家岛发展速度明显高于其它岛,而三个岛淡水资源储、调能力却低于其它岛。从长远发展着想,可以考虑将广鹿岛、石城岛作为海岛系统淡水资源库来建设,加大水环境建设和保护力度,划定水资源生态保护区,强化水利工程建设,使之成为长山群岛经济发展的水源地。必须明确,海岛水资源开发不应以损害水环境为代价,不应削弱水资源承载力,有效地保护好水环境,是保证水资源开发的重要条件。据此,海岛水资源持续利用应做到:①海岛开发应以持续发展理论为指导;②水资源规划应优先开展;③加强雨水开发技术研究,积极推行屋面接水;④严格控制水环境污染,做好水质监测,有效保护水环境;⑤加强海岛水资源系统研究,为水资源持续利用提供理论依据。

总之,海岛水资源开发必须要有近期措施和长远对策,以保证水资源的持续利用,更好地促进海岛社会经济与环境协调发展。

参 考 文 献

1 中国 21 世纪议程. 北京: 中国环境科学出版社, 1994.

2 施成熙, 梁瑞驹. 陆地水文学原理. 北京: 中国工业出版社, 1964.

3 刘光亚. 基岩地下水. 北京: 地质出版社, 1979.

4 刘庆书. 辽宁石英岩板岩区基岩地下水富集规律及富水点位的研究. 地理学报, 1989, 44(2): 185~ 193.

5 庞忠和. 中国东部沿海基岩海岛地下水资源分布特点——以庙岛群岛为例. 地质科学, 1987, (3): 291~ 298.

6 邓聚龙. 灰色系统基本方法. 武汉: 华中理工大学出版社, 1987.

7 金光炎. 水文统计计算. 北京: 水利电力出版社, 1983.

8 肖楠森. 我国海岸带及海岛地下水资源开发与环境保护. 水文地质工程地质论丛(2). 北京: 地质出版社, 1987. 1~ 14.

STUDY ON THE FUNDAMENTAL CHARACTERISTICS OF WATER ENVIRONMENT AND THE DEVELOPMENT OF WATER RESOURCES IN CHANGSHAN ARCHIPELAGO

Deng Wei

(*Changchun Institute of Geography, Academia Sinica, Changchun 130021*)

ABSTRACT

Aiming at the potential crises of water resources confronted by the regional development, the paper studies the formation of the island water resources and the ways of rational development by analysing the fundamental characteristics of islands water environment. The geological and geographical environment and regional climate condition peculiar to the islands determine that the water environment capacity is small, with limited water resources. The regional exploitation of islands should follow the way of sustainable and coordinated development. In order to exploit water resources we can not damage the water environment, must seek a pattern of sustainable utilization of water resources.

Key Words: Changshan Archipelago; Water environment; Water resources; Development study

(收稿日期: 1996- 06- 15; 改回日期: 1996- 08- 15)