

西沙群岛环境水文特征

叶 锦 昭

(中山大学城市与资源规划系, 广州 510275)

摘 要 西沙群岛地处热带, 高温多雨, 四周为海洋, 由珊瑚堆积而成, 并经一次地壳下沉运动后, 再经上升运动而形成现代地貌形态. 岛屿面积小, 水文特征特殊, 地表没有较大的贮水体, 地表径流一般难形成, 深部地下水常与海水相沟通, 淡水资源十分缺乏. 如何改善水文状况, 提供淡水资源, 促进生态环境改善, 是海岛发展中需研究的重要问题.

关键词 珊瑚礁, 贮水体, 泻湖, 海洋水文

西沙群岛位于我国南海的西北部, 海南岛的东南方, 居北纬 $15^{\circ}46'$ ~ $17^{\circ}08'$, 东经 $111^{\circ}11'$ ~ $112^{\circ}54'$. 由两大群岛组合而成, 东北为宣德群岛, 有: 赵述岛、北岛、中岛、南岛、永兴岛、石岛、东岛、高尖石等岛屿及沙洲礁滩; 西南为永乐群岛, 有: 中建岛、金银岛、珊瑚岛、甘泉岛、琛航岛、晋卿岛、广金岛、盘石屿等岛屿及礁滩.

西沙群岛古称“千里长沙”、“万里石塘”等, 按地貌特征分为岛屿、沙洲、暗礁、暗沙、暗滩, 其中出露水面的岛屿及沙洲有 26 座, 隐伏于水下的暗礁、暗沙、暗滩有 11 座, 其面积和高度不一 (表 1), 面积最大为永兴岛, 高程最大为石岛. 永兴岛四周被沙堤包

表 1 西沙群岛岛屿面积及高程统计*

Tab. 1 Statistics of areas and altitudes of the Xisha archipelago

所在群岛	岛屿	面积 /km ²	高程 /m	所在群岛	岛屿	面积 /km ²	高程 /m
永	中建岛	0.85	3.0	宣	永兴岛	1.85	4.0~6.3
	金银岛	0.64	2.5~7.4		东 岛	1.66	10.0~15.6
乐	珊瑚岛	0.52	2.5~5.1	德	北 岛	0.15	
	甘泉岛	0.49	2.5~8.3		石 岛	0.078	10.0~15.9
群	琛航岛	0.43	2.5~4.6	群	赵述岛	0.07	5.0
	晋卿岛	0.36	2.5~6.4		南 岛	0.06	
	盘石屿	0.12			中 岛	0.05	
岛	广金岛	0.07	2.5~4.8	岛	高尖石		5.0~6.0

* 资料来源: 广东省环境监测中心站等, 1991

围, 岛内低处常积水. 该岛为西沙群岛行政区中心地.

1 环境生态特征

(1) 西沙群岛由珊瑚堆积而成. 据钻孔资料分析, 该群岛在 1250m 以下为原生礁, 厚为 519m, 次生礁 740m, 从中新世开始, 沉积在白垩一早第三纪花岗片麻岩风化壳上, 下层为白云质珊瑚灰岩、珊瑚砂岩, 中层为珊瑚灰岩、珊瑚砂岩, 上层为珊瑚砂岩、碎屑岩, 顶层为珊瑚贝壳组成的散沙. 据现代造礁珊瑚资料分析, 珊瑚长期生活在海洋环境中已使自己适应高温、盐水、清水、浅水区的条件, 并在海岸迎风多浪区生活, 大量繁衍生虫, 残体堆积, 钙质与砾石、石块. 其生物体胶结而成珊瑚礁, 再经地壳运动变化, 形成现代地形. 从地质资料分析, 西沙群岛的地层有地壳沉降时期的产物, 在第三纪以前群岛附近海域已有陆地, 后经地壳下沉, 在地表以下 1000m 深处出现 30m 左右的老第三纪红色风化壳, 其上堆积有深厚珊瑚贝壳碎屑; 另一种是地壳上升运动时期的产物, 如石岛高达 15.9m, 是宣德群岛中最高的地形, 据 ^{14}C 绝对年龄测定, 石岛中岩层沉积物绝对年龄为: 12m 高是 1.4 万年左右, 而 7m 高则是 2.3 万年左右, 在岛边的堆积台地为 0.5 万年, 岛前礁盘上的沉积物为 0.17 万年. 石岛和东岛北岸出露有海蚀崖和浪蚀洞, 尤其是石岛上 12m 高岩石仍可见残留的海蚀崖、浪蚀穴、浪蚀洞等, 更证明地壳经过沉降时期后, 再经历上升运动, 岛上岩石是第四纪的珊瑚、贝壳碎屑灰岩和海浪堆积的珊瑚、贝壳碎屑砂岩, 岩性疏松多孔, 其成分主要是碳酸盐类, 是西沙群岛土壤的主要成土母质.

(2) 生物以耐盐、抗风沙植物为主. 西沙群岛历史上曾有相当茂密的植物, 故永兴岛有林岛或多树岛之称, 赵述岛也称为树岛. 岛上有 10 多 m 高的避霜花林 (*Pisonia alba*), 林中有观音座莲 (*Angiaptens fokiensis*), 羊齿类 (*Nephroleps*) 蕨藜 (*Trribulus sanguinalis*), 还有蟋蟀草、知风草、马唐等. 沙滩上有耐盐的银滨紫、龙爪茅、草海桐、桔叶鸡眼藤、阿图大戟等. 据有关学者调查, 岛上有植物 213 种. 由于长期人类活动, 目前主要有麻疯酮 (或海岸酮) 群落、草海桐群落组成灌木林; 草本植物群落、水生植物群落、人工栽培植物群落, 如法国枇杷、木麻王、棕榈树、海棠树等多种耐旱、耐盐、抗风沙植物.

西沙群岛的动物以鸟类为多, 有鸬鸟、海鸥等 60 多种. 海鸟是该区中数量十分可观的资源, 其肉、蛋可供食用, 毛皮可加工成工艺品, 粪便堆积甚丰, 鸟粪含磷丰富, 肥效高. 永兴岛土名为“猫注”, 即猫屿, 古时岛上多老鼠, 渔民把猫带上岛捕鼠, 在旷野生活成野猫. 石岛名曰“蝻屿”, 因昔日石岛草丛高深, 蚱蝻, 即蝗虫多而得名. 东岛有野牛 200 多头, 岛上有天然淡水, 适于野牛生长繁殖.

(3) 土壤背景以磷质石灰土为特征. 西沙群岛成土母质和成土环境特殊, 主要表现为生物作用的影响大于地球化学作用. 土壤直接在生物岩或生物骨骼碎屑上发育, 使土壤中的矿质元素总量低于发育在花岗岩母质上或其他母质上的土壤, 如 Pb, Mn, Ni, As, Hg 等的背景值低于海南岛及珠江口附近的岛屿 (表 2). 土壤的 pH 值呈碱性, 有机质含量平均为 10.7% (海南岛为 3.6%, 广东省平均为 2.8%), 最高达 45%.

西沙群岛鸟类大量繁衍和活动, 地表上鸟粪也大量堆积, 永兴岛上鸟粪厚 1m^[1], 达 200 多万, 自清朝末期开始开采, 1956~1959 年开采 10 多万 t, 目前在白避霜常绿林下

表 2 土壤背景值对比

Tab. 2 Comparison of soil background values

/mg^g kg⁻¹

项 目	Cu	Pb	Zu	Cd	Ni	Cr	Hg	As	Mn	总量
外伶仃岛	5.6	31.5	70.0	0.43	11.9	15.7	0.200	9.0	131	275.7
海南岛	19.3	28.4	60.0	0.040	30.8	76.4	0.048	7.5	585	807.5
西沙群岛	17.6	1.7	60.4	0.532	4.9	12.8	0.042	3.2	37	138.2

资料来源: 广东省环境监测中心站, 1991

仍残留有一部分; 东岛鸟粪厚 1m, 达 20 多万 t, 保存良好. 据采样分析, 地面上的鸟粪层有枯枝、落叶、死鸟等组成的腐殖质层, 约 5~40cm, 呈棕黑色的疏松块状, 块体内有根、毛及有机质粘合; 第二层为原生鸟粪, 5~25cm, 经雨水淋溶成深棕色粉状物, 富含磷酸钙及含氮不溶物, 永兴岛上鸟粪层含全磷酸为 19.1%, CaCO₃ 为 38.2%; 第三层为鸟粪石, 呈棕黄色块状, 厚 7~45cm, 永兴岛上鸟粪石含全磷酸为 29.8%, CaCO₃ 为 33.6%; 第四层为黄色珊瑚砂岩, 或风化的珊瑚砂岩.

鸟粪对土壤发育和矿质元素组成有重要影响. 由于鸟粪中磷的含量十分丰富^[2], 且有丰富的有机质和氮的成分, 在高温多雨的环境中可分解释放出磷酸盐, 并与枯枝落叶混合腐解产生腐殖酸, 向下层淋溶, 从而改善了土壤结构. 在参与成土过程中提高土壤肥力, 有利于植物生长, 有利于土壤水分的保持与储存.

另外, 西沙群岛处于海水环抱条件下, 土壤、植物、地下水等有大量盐分供给, 然而在高温雨多的环境中, 雨水降落在疏松多孔的土壤或母质上, 对盐分有效地淋溶和洗脱, 有利于脱盐运动过程的发展, 使本区的土壤脱盐过程强于盐渍化过程, 土壤可向良性方向发育.

2 环境水文特征

西沙群岛属热带海洋气候, 年平均降水量为 1545mm^[1]. 周围被海洋水环抱, 由于海水热容量大, 川流不息地上下交换, 白天水温、气温受热上升, 空气相当稳定, 没有地形抬升作用, 强烈对流难以形成, 因此降雨量往往比沿海陆地还少. 另外, 年雨量季节分配不均匀, 有明显干季和湿季, 永兴岛雨季集中在 6~11月, 雨量为 1236mm, 占全年雨量的 80%, 其余月份为干季, 雨量为 310mm. 这种降水特征和区域内生态环境特征形成了自己独有的水文特征.

(1) 天然地表水主要以泻湖形式存在. 本区岩性结构松散, 岩层孔隙多, 裂隙发育, 土壤疏松, 渗透性强, 当雨强大、降雨时间长时, 可以形成短暂性、短流路的地表径流, 一般情况下是没有地表径流, 因此没有河流、溪涧, 但降雨形成的天然地表水可以在各岛屿少数低洼地区形成季节性间歇积水, 或以泻湖形式存在, 如东岛、琛航岛均有泻湖, 东岛的泻湖形成时间较长, 面积较大, 泻湖封闭性良好, 与海水互不沟通, 主要靠大气降水补给, 矿化度低. 琛航岛的泻湖是由近期台风作用巨砾垒围而成, 下部仍然与海水相沟通, 矿化度较高. 永兴岛有人工挖掘的池塘, 作为养渔试验, 浇灌作物之用. 各岛井水水质有明显差别, 据实地水样采集分析, 水质中含 Cl⁻、SO₄²⁻ 都较高 (见表 3), 由

表 3 可见,雨水—井水—海水的水质含量相差较大,井水受海水入侵,渗透使含量增加,东岛井水影响较小,水质略好.

表 3 部分岛屿水样分析结果

Tab. 3 Testing results of of water samples of some islands /mg^o L⁻¹

水 样	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ⁴	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
雨 水	34.1	16.7	0.08	2.1	20.5	12.4	3.6
永兴岛井水	1432	251.0	0.90	57	690	294	130
石岛井水	5653	667.0	0.92	127	2770	284	420
东岛井水	797	126.0	0.47	52	530	185	90
永兴岛-石岛海水	19956	3007.0	未检出	510	11500	463	1700

(2) 深浅两层地下水咸淡截然不同. 西沙群岛的水大部分以地下水的形式储存于地下, 永兴岛通常在地面以下 4m 即有地下水涌出, 水井中的水面大部分离地面 2m 左右. 由于含水层主要是珊瑚贝壳碎屑砂岩和珊瑚灰岩, 岩性多孔, 松散, 在海平面以下, 地下水几乎与海水相沟通; 在海平面以上, 咸水层上部支撑着一层地下淡水, 这层淡水依赖大气降水的补给. 此类淡水多分布在各岛的沙堤、分水堤内侧, 经沙堤分隔, 减少与海水交换的机会.

沙堤的形成和存在对西沙群岛淡水资源的储存与保护有重要意义, 沙堤带宽阔, 有利于淡水蓄存, 如甘泉岛中的沙堤宽 60~70m, 该岛沙堤堆积历史长, 堤上灌木多, 植物生长茂盛, 淡水多. 据探测, 岛屿和民井抽水, 其地下水单位流量一般为 2.8 L/s, 最大 21 L/s, 水位埋深一般 1.5~3.8m, 最大深度 4.16m. 由于该淡水体位于深部咸水之上, 海水受潮汐运动影响, 故淡水体受潮汐涨落动态变化特征作用.

各岛因成陆时间不同, 生物积累、脱盐、脱钙程度不一致, 其淡水矿化程度有显著差异 (表 4), 这些淡水有水色透明, 无臭无味, 矿化度小于 1g/L 的, 可用于磨制豆腐, 饮用; 有带颜色的, 含臭味或怪味, 矿化度大于 1g/L 的, 经处理、净化后可作生活用水; 作物、蔬菜需淡水浇灌, 其中硝酸盐可作植物氮肥供源.

表 4 西沙群岛地下水化学成分

Tab. 4 Chemical compositions of groundwater of the Xisha archipelago

地 点	矿化度 /g ^o L ⁻¹	耗氧量 /mg ^o L ⁻¹	pH	SO ₂ /mg ^o L ⁻¹
石 岛	2.33	1.87	8.4	1.93
永兴岛	0.69	6.53	8.4	0.96
东 岛	1.67	12.30	8.5	1.10
珊瑚岛	1.86	6.54	7.8	1.28
金银岛	1.52	10.62	8.5	1.67
琛航岛	5.11	21.45	8.0	

(3) 淡水资源贫乏. 西沙群岛淡水来源主要靠大气降水, 地面上没有较大淡水贮水体, 雨水降落地面后迅速下渗入地下, 且往往与海水相沟通, 因此地面、地下均无法保存良好的淡水, 居民用水只能靠海南岛或其他地方用船运来补给, 或用房屋截留雨水, 导入贮存器, 净化后作生活用水.

(4) 海洋水文稳定. 本区是南海的心腹地, 不受陆地条件影响, 形成稳定的海洋水文特征.

① 海流受季风左右. 南海表层海水的流向、路径、强度均与季风作用有关, 其漂流水层厚达 200m. 冬季本区附近海面盛行东北风, 台湾暖流被东北风吹送, 从巴士海峡流入, 形成西南漂流, 在科氏力作用下, 向越南海岸流动, 并与广东沿岸流汇合成一股强劲海流向南流, 到达西沙群岛, 风劲、流急, 海流速度 0.93~ 1.85km/h, 最大为 5.56km/h, 直到南面巽他大陆架才减弱.

冬季海流向西岸集流, 使广东、越南海岸海面比菲律宾海岸略高, 如 2 月份广东沿岸海面比吕宋岛海面高 12cm, 加上南海水量排出爪哇海区时, 受大陆架浅水阻碍, 导致海面涌高. 如 11 月新加坡附近海面比高雄附近海面高出 29cm.

夏季盛行西南风, 从南面通过加斯帕海峡和卡里马塔海峡而来的海流沿西岸流动, 受科氏力影响, 向东北流出巴士海峡汇入台湾暖流. 南海向太平洋输出的水流, 吸引北赤道流的水量从苏禄海涌入形成补偿流, 抵达西沙群岛南部时流速为 0.56~ 1.48km/h. 由于从巴士海峡流出的水量比从爪哇海流入的水量多, 所以大量海水北流, 于是 8 月份新加坡海面比高雄附近海面低 11cm; 同时由于漂流不断把海水向东输送, 产生堆积, 使吕宋岛附近平均海面比广东沿海高 6cm.

在季风转换的 4 月和 10 月海流不稳定, 南海诸岛附近形成两大涡旋, 一在西沙群岛南部, 另一在南沙群岛西面, 均为逆时针环流, 这是南北气流界面存在的结果.

② 全日潮汐. 南海的潮汐主要由太平洋传入, 该海面广阔, 岛屿面积小, 对潮波传播影响较小, 同时南海海盆是封闭性地形, 潮波多为驻波. 潮汐类型为全日潮, 潮差小, 一般为 2m 以下. 潮流属全日潮流, 流速小, 最大流速为 1 节, 比沿岸地区小, 广东沿岸为 2 节, 琼州海峡 5 节以上.

③ 波浪. 由风作用生成的风浪在南海中传播并形成涌浪, 到达岛屿时水深变浅, 变为破波. 强涌浪的破波形成拍岸浪, 对海岸产生强烈侵蚀, 如石岛四周都有海蚀崖地形发育.

季风影响下, 西沙群岛冬季盛行偏北浪, 夏季盛行偏南浪, 偏北浪在 10 月份到达西沙群岛的频率达 75%, 该区偏北浪一般在 10~ 4 月出现. 偏南浪为 5~ 8 月, 波高大于 2m 的大浪, 在西沙群岛频率为 20% 以上.

本海区最大波高出现在台风期, 台风暴雨时可出现 9 级怒浪和 8 级狂涛. 实测最大波高为 10m, 据计算, 台风中心最大波高为 13.5m. 波浪冲击对本区岛屿、沙洲有巨大的影响.

恒定的强浪可输送较多的浮游生物来, 并使氧溶于水中有利珊瑚的发育, 强浪打碎枝状珊瑚, 碎屑堆积在礁盘上, 形成沙堤和砾堤, 为珊瑚地形发育打下了基础.

3 西沙群岛主要环境水文问题与对策

本群岛由于开发早,人类活动及开发强度过大,岛屿生态环境产生超负荷的效应.物种消失在影响水资源生态环境的平衡,使植物资源库被破坏,后备资源得不到补充,使历史上“林茂鸟密”的景象不复存在.因此,在当前大强度的开发过程中必须注意如下几点.

(1) 加强岛屿开发的科学意识.科学规划.科学研究.

(2) 必须研究出合理的生态结构,促进资源的良性循环,恢复与建造乔木.灌木.草本分层发展的理想结构,选择优良.速生物种,使植物.动物在循环中健康发展,土壤发育得以改良,蓄储淡水条件得以改善.

(3) 建立自然资源保护区,控制开发强度.为人类提供研究自然.认识生态规律的理想时间和空间.其任务在于保护资源,建成一个巨大的物种资源库,培养具有突破性新品种的后备资料.

(4) 设计和谐的自然区,推行新的管理措施,充分发挥海岛自然区的优势,促进经济发展.

(5) 鉴于海岛中雨量充足,而淡水资源缺乏,可在岛屿上设立地表径流利导水库,把含盐量低的雨水导入水库,水库应确保低含盐量的淡水不受海水侵扰.

(6) 植树造林保护与涵养淡水,政府及管理机构应大力宣传,提高全民意识,并鼓励.奖励有贡献人员;海边可以定时.定任务种植粗生.速生的各种植物,如旋钮山绿豆等;立法保护岛上资源与环境,形成人人对海岛多作贡献的好风气.

4 结 论

西沙群岛环境条件特殊,形成特有的水文特征.

(1) 高温多雨的西沙群岛,地表水以泻湖形式存在于低洼地面上.

(2) 深部地下水为咸水层,其上支托着一层地下淡水,在海平面以下的地下水与海水相通.

(3) 淡水资源贫乏,居民生活用淡水需远距离运送来解决.

(4) 具有稳定的海洋水文特征.

参 考 文 献

- 1 曾昭璇等.南海诸岛.广州:广东人民出版社,1986
- 2 陆友熹.广东西沙群岛土壤及鸟类磷矿.土壤季刊,1947,6(3)
- 3 张宏达.西沙群岛的植被.植物学报,1974,16(3)

Environmental Hydrologic Features of the Xisha Archipelago

*Ye Jinzhao**

Abstract The Xisha archipelago is located in tropical regions. It is surrounded by oceans and with a climate of high in temperature and plenty in rainfall. The islands are composed of coral reefs, whose modern landforms are developed after a subsidence in tectonic movement and an uplift followed. Islands are narrow in area. Particular environment develops particular hydrology which is characterised by that surface water storages are rare, surface runoff is difficult to develop and deep groundwater is connected with salt water, thus fresh water resource is scarce though rainfall is abundant. With the increasing human activities, questions are brought out for island development such as how to improve hydrologic conditions so as to provide enough fresh water resource, to improve the ecosystem and to keep continuous development for environment and economic.

Keywords coral reef, water storage, lagoon, ocean hydrology

* Department of City and Resource Planning, Zhongshan University, Guangzhou 510275