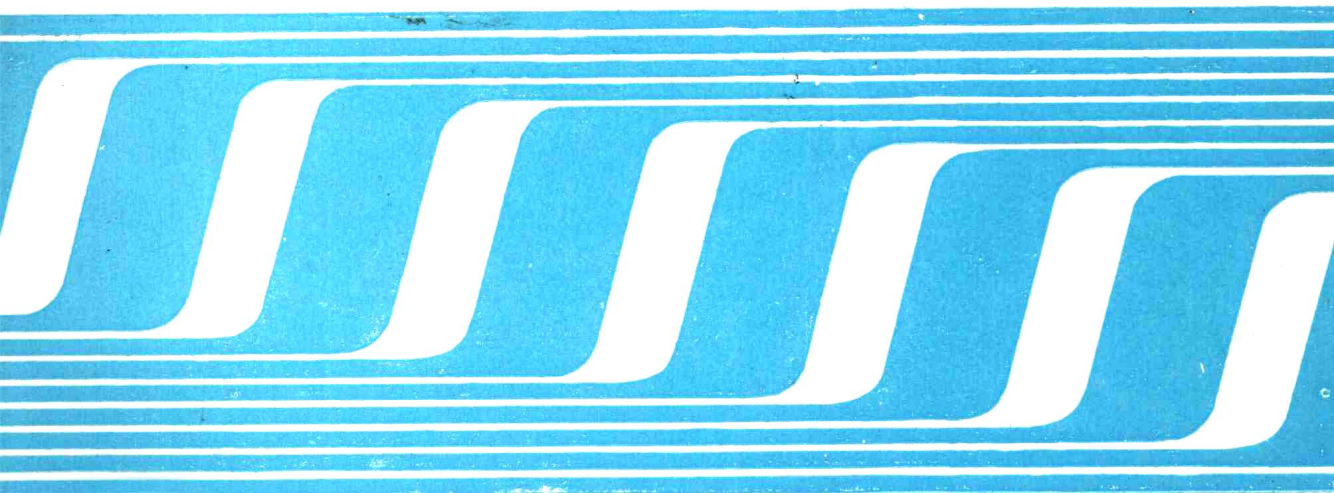


龙滩水电工程对珠江三角洲 生态和环境影响研究

中山大学环境科学研究所 编
中山大学地理系



中山大学出版社

龙滩水电工程对珠江三角洲 生态和环境影响研究

中山大学环境科学研究所 编
中山大学地理系

中山大学出版社

龙滩水电工程对珠江三角洲
生态和环境影响研究

*

中山大学环境科学研究所
中山大学地理系 编

*

中山大学出版社出版发行
轻工业部广州轻工业学校印刷厂印刷

*

787×1092 毫米 16 开本 12.25 印张 28.3 万字

1989 年 10 月第 1 版 1989 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—1000 册

ISBN7-306-00253-8

X·4 定价: 5.90 元

前 言

龙滩水电工程是红水河上最大的水电站,它是我国仅次于长江三峡电站的大型水电工程,位于广西天峨县城北面 15km 的峡谷处。

红水河为珠江水系西江的干流,据红水河综合利用规划,从上至下进行天生桥高坝、低坝、平班、龙滩、岩滩、大化、百龙滩、恶滩、桥巩和大藤峡十级开发,而龙滩水电工程是开发红水河的战略性的工程,具有多年调节性能的高坝水库,成为梯级的“龙头电站”,它具有巨大的蓄能、调节、补偿作用,综合利用效益十分显著。

龙滩水电站坝址以上流域面积为 98 500km²,占红水河流域面积的 75.2%,多年平均水量 514 亿 m³,多年平均输沙量 4 120 万 t,当龙滩水电站达到正常蓄水位 400m 时,总库容为 273 亿 m³,水库面积达 537km²,装机容量 500 万 kW,保证出力为 174 万 kW,其库容系数为 0.431,上游来的泥沙 90%以上将拦于库内^[1]。可见,龙滩水电站的建设对红水河及西江的水沙情势将有较大的影响,因而对航运交通、西江水质、对珠江三角洲的洪涝灾害、咸潮活动以及农业生产和水产资源都将产生一系列的影响。

受水利电力部中南勘测设计院的委托,中山大学环境科学研究所和地理系开展了龙滩水电工程对珠江三角洲生态和环境影响评价的研究工作。研究的目的在于通过对龙滩水电工程效能的分析和珠江三角洲现状的调查,预测该枢纽工程建成后对珠江三角洲生态和环境可能造成的影响,研究应该采取的相应对策,以达到充分发挥工程的有利影响,并最大限度地减少其不利的影响,防患于未然,从而获得最大的环境效益、经济效益和社会效益。

珠江三角洲资源丰富、毗邻港澳、交通便利,是我国经济高度发展的区域之一,尤以商品经济异常活跃。随着改革开放的深入,工、农、商业都会有更大的发展。龙滩水电工程是一个大型的建设项目,但离珠江三角洲较远,约 850—1 000km 左右,加上珠江三角洲河网纵横,水沙情势比较复杂,这些都给预测龙滩水库对珠江三角洲的影响增加了困难,我们遵循科学性、实用性和系统性的原则,采用定性和定量研究相结合的方法,能定量的定量,不能定量的采用定性方法进行影响评价的研究。其研究的工作程序见图 1 所示。

在大量收集资料的基础上,研究人员曾于 1988 年组织了两次现场调查和考察,以及必要的野外监测工作,经过数据整理和计算,编写了龙滩水电工程对珠江三角洲侵蚀和淤积的影响分析、龙滩水电工程对珠江三角洲地区排涝排渍的影响分析、龙滩水电工程对河口咸潮入侵和排咸作用的影响分析、龙滩水电工程对珠江三角洲地区水质的影响分析、龙滩水电工程对珠江三角洲农业生产的影响分析、龙滩水电工程对河口水生生物及渔业资源的影响分析等六个专题报告,以及龙滩水电工程对珠江三角洲生态和环境的影响的总报告。

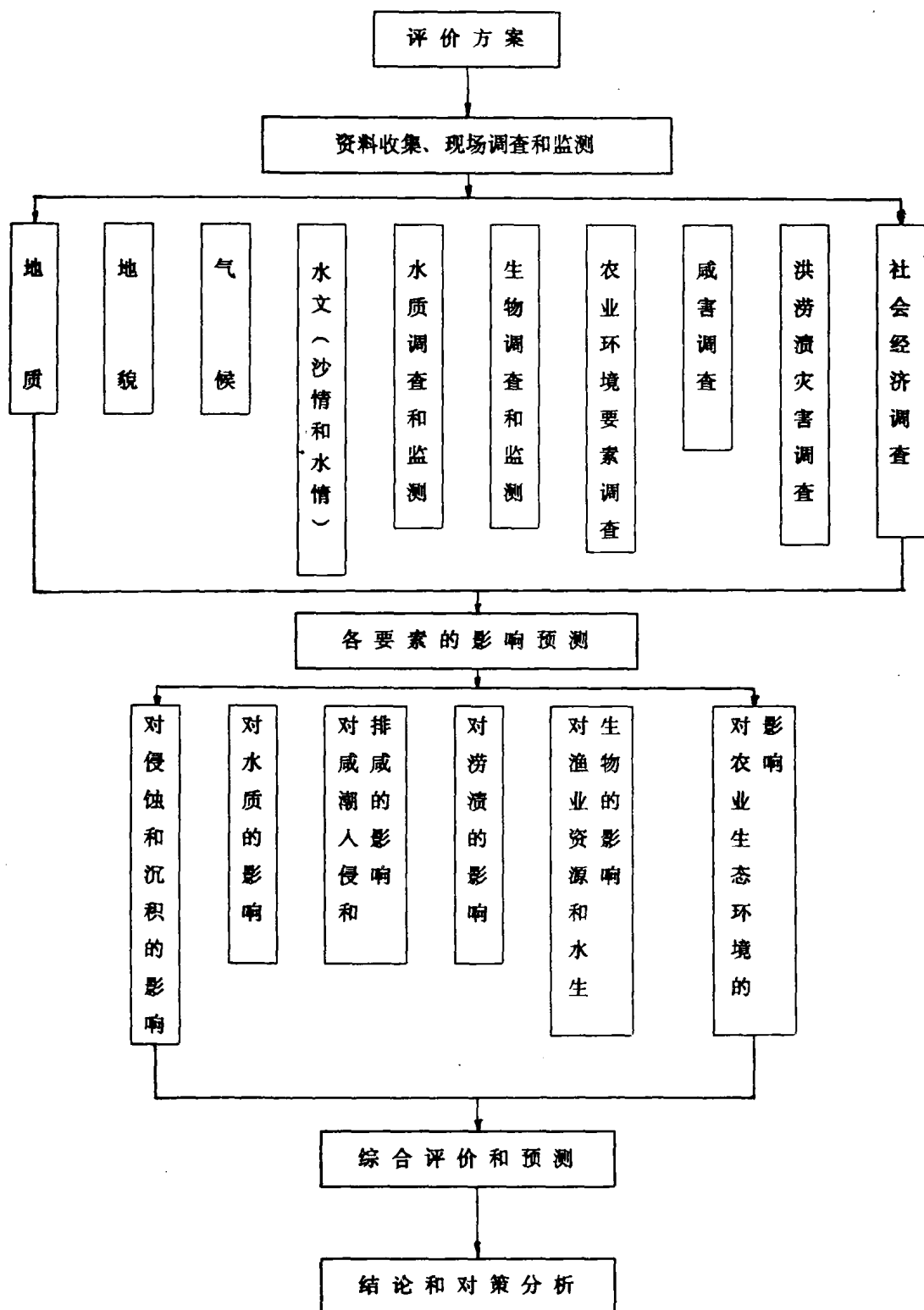


图1 龙潭水电工程对珠江三角洲生态和环境影响研究的工作程序图

目 录

第一部分 总 论

龙滩水电工程对珠江三角洲生态和环境影响研究	陈新庚 吴仁海 李耀初 (3)
-----------------------------	-----------------

第二部分 分 论

龙滩水电工程对珠江三角洲侵蚀和淤积的影响分析	罗章仁 陈俊合 (49)
龙滩水电工程对珠江三角洲排涝排渍的影响分析	吴仁海 (84)
龙滩水电工程对珠江三角洲地区水质的影响分析	唐永奎 曾凡棠 陈刘 黄小平 (105)
龙滩水电工程对珠江河口咸潮入侵及排咸作用的影响分析	汪晋三 李耀初 (143)
龙滩水电工程对珠江三角洲地区农业生产的影响分析	曾祥章 (160)
龙滩水电工程对珠江河口水生生物及渔业资源的影响分析	刘 玉 (170)

第 一 部 分

总 论

龙滩水电工程对珠江三角洲 生态和环境影响研究

一、珠江三角洲的自然环境和社会环境

珠江三角洲是由西江、北江、东江以及潭江、绥江、流溪河、增江等在珠江河口湾内形成的复合三角洲。关于珠江三角洲的具体范围，由于划分标准和掌握资料的不同，不同研究者有不同的看法。据广州地理研究所黄镇国等研究认为^[2]，三角洲是一个明显的地貌学概念，他们将三角洲的边界定为：东至东江园洲（上南）、增江沙塘，北至流溪河、广州、石碣、北江黄塘、宝月、绥江黄岗，西至西江羚羊峡东口及潭江司前。其总面积为 8 601.1km²，其中西、北江三角洲为 8 033.1km²，东江三角洲为 568km²。在行政区划上，珠江三角洲包括番禺县、顺德县、斗门县及佛山市、珠海市的全部，南海、三水、新会、东莞、广州及江门等县市的一部分，还有博罗、增城、四会、高要、鹤山等县的小部分，涉及十二县六个市。本文主要涉及西、北江三角洲，特别是西江三角洲，包括广州、佛山、江门、中山、珠海五市及市属有关各县。

（一）珠江三角洲的自然环境

自然环境是在自然界各种因素共同作用下形成的，其包含的要素较多，主要有以下几个方面。

1. 地质地貌

珠江三角洲地质构造的奠定，可追溯至中生代华南地区的燕山运动。燕山运动使珠江三角洲地区所归属的华南准地台活化，古生代至中生代地层发生断裂变动和拗褶，其性质主要表现为断块的差异运动，并伴有花岗岩沿构造线侵入和火山岩的喷出，从而形成一系列多组力量控制下的断块隆起断陷盆地。喜山运动构造线在本区仍然主要表现为剧烈的断裂活动，使燕山运动已形成的沉积盆地进一步演化，沉积了厚逾千米的第三纪红色岩系，盆地的长轴走向多为北东—南西或北北西—南南东，盆地之间则为抬升的断裂隆起，而以后的新构造运动一方面使已形成的断块构造进一步演化，同时也赋予断裂活动以新生。因此可以说直到白垩纪晚期，珠江三角洲地貌轮廓才比较清楚，到第三纪早期由于三大盆地大幅度沉降而使珠江三角洲的地貌轮廓趋于定型。

水丰沙富的西江、北江、东江是珠江三角洲的主要建造者，而海洋动力作用对珠江三

角洲建造的影响主要是潮汐和波浪。

珠江三角洲东、西、北三面都为山地和丘陵围绕，南面向海，构成一个马蹄形的港湾形势。三角洲外围的西江、北江、东江河岸平原，以多汊道和积水洼地为特色。三角洲的平原上有 160 多个岛丘突起，表现为丘陵、台地、残丘地貌类型，面积约占三角洲总面积的五分之一（表 1）。丘陵地集中分布在本区南部地带，一般海拔为 200—400m；台地集中分布在北部番禺至广州之间，主要有 40m、20m 高两级。平原由四种地貌类型组成，即平原、低平原、低洼积水地和基水地。珠江三角洲的另一地貌特征是网河十分发育，如西、北江三角洲主要水道近 100 条，总长 1 600 多公里，河网密度为每平方公里 0.81km，珠江三角洲来沙在口门外形成大面积的浅滩（水深小于 2m 至 5m），总面积达 1 265km²，并且不断向外推移。

表 1 珠江三角洲各类地貌类型面积

地貌类型		面积 (km ²)	占三角洲 面积%	合计面积 (km ²)	占三角洲 面积%
平 原	高 平 原	3 560.4	51.4	6 932.5	80.6
	低 平 原	1 742.3	25.2		
	低洼积水地	429.8	6.2		
	基 水 地	1 200.0	17.2		
台地、残丘		526.8			6.13
丘陵、山地		1 141.8			13.27

* 引自参考文献[2]。

2. 气象气候

珠江三角洲属南亚热带季风气候，热量丰富，日照时间长，年日照时数为 1 900—2 000h，太阳辐射约为 502.416×10³J/(cm²·a)，年平均气温为 21.7—22.6℃，最热月均温为 28.2℃，最冷月均温为 12.5—12.7℃。但像 1955 年的大寒潮，中山县沙朗最低温度曾降至-1.3℃，日温>10℃的连续积温为 7 400—8 000℃，连续日数为 330—350 天。全年实际有霜日数在 3 天以下。年平均降雨 1 714.7—1 943.9mm，蒸发量为 1 432.2—1 733.5mm。年平均相对湿度 75—85%，在降水少的冬季，蒸发量少，水分效应大，因此冬旱季节并不显得干燥，相对湿度仍可达 70% 以上。冬半年冷锋南下常形成 5—7 级偏北风，但最大风力出现在夏秋台风季节。据香港 61 年的记录，侵袭珠江口及其附近的台风达 74 次（表 2）^[3]。

表 2 1884—1949 年台风侵袭香港和珠江口次数统计*

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
次 数	0	0	0	0	0	2	16	20	25	8	3	0

* 缺 1942—1945 年数字。

解放后的 1950—1970 年，正面袭击珠江三角洲八级以上的台风共计 59 次，其中 11 级以上 6 次，11 级 6 次，10 级 10 次，9 级 13 次，8 级 24 次。台风降雨量一般为 200mm，最大 400—500mm。一般来说，江门—顺德—市桥以北地区，台风的影响较弱，随着台风的入侵，暴雨也成为沿海地区的重大自然灾害，而沿海能抵御 10 级台风暴雨的海堤长度尚不及 10%，强台风时，海堤崩决，水田受浸面积达 200 余万亩。另一方面，洪、涝、咸害是珠江三角洲的三大自然灾害，沿江堤围尚未达到高出百年一遇特大洪水水位 1m 的要求，受涝的土地面积尚有 120 万亩，经常受咸面积为 68 万亩。

3. 水文泥沙

珠江三角洲来水来沙丰富，据统计，珠江多年平均径流总量为 3 260 亿 m^3 ，多年平均输沙总量为 9 455 万 t，平均含沙量 0.12—0.31 kg/m^3 ，珠江与我国的几条大河相比，流域面积及长度都占第四位，但多年平均径流量仅次于长江而居第二位，而悬移质输沙量及推移质输沙量都占第三位，次于黄河、长江。

从珠江水系来看，不论来水或来沙都以西江为主，它的径流量占珠江总径流量的 73.5%，在多年平均输沙量中，西江占 86.9%。根据马口站 1959—1981 年实测资料，多年平均流量为 7 547 m^3/s ，平均洪水流量为 33 590 m^3/s ，多年平均年径流为 2 360 亿 m^3 ，实测最大年径流为 3 154 亿 m^3 ，最小年径流为 1 210 亿 m^3 ，每年 4—9 月为洪季，径流量占全年的 80%，以 7 月为最大，10 月至翌年 3 月为枯季，径流量占全年的 20%，以 2 月为最小。多年平均输沙量为 7 504 万 t，年平均含沙量为 0.309 m^3/l ，沙量的年内分配比水量的年内分配更为集中。

三角洲的水沙经由八大口门出海，东部由虎门、蕉门、洪奇沥、横门汇入伶仃洋，南部由磨刀门和鸡啼门汇入磨刀门海区，虎跳门和崖门汇入黄茅海。各口门的水、沙分配情况如下：西、北江有 62.1% 的水量出东四口门，加上东江、增江的水量，共占珠江水量的 62.5%，西江沙量的 47% 由东四口门输出，加上北江的大部分沙量及流溪河、东江、增江的沙量，共占珠江沙量的 50.9%，即伶仃洋接纳了珠江 60% 的水量和 50% 的沙量。南四口门输出西、北江 37.9% 的水量和 53% 的沙量，其中磨刀门海区的水量占 29%，沙量占 42.4%，黄茅海承纳的水量占 8.9%，沙量占 10.6%，南部四个口门之中，磨刀门的水量和沙量占这四个口门的 64.3% 和 70%。珠江三角洲接纳珠江水系的来沙中有 20% 左右沉积在三角洲内，其余的 80% 泥沙沉积在口门以外的海域，以磨刀门河中的沉积速度为最快。

珠江三角洲的另一重要水文环境是潮汐和波浪。本区属不正规混合半日周潮，潮差较小（表 3）。一般地说，平均潮差为 0.86—1.57m，最大潮差为 2.29—3.36m。磨刀门潮差最小，向东或西各个口门潮差依次增大，这是由于受到径流强弱和口门地形影响的结果。珠江三角洲属于弱潮型河口，其平均潮差小于 2m。从潮流量来看，西江远比北江、东江为大，北江三水站最大流量为 332 m^3/s ，而西江马口站的最大流量达 3 320 m^3/s 。从表 4 可以看到，八大口门中，涨、落潮流量是虎门最大，虎跳门最小。

表 3 珠江三角洲各口门潮差*

口 门	虎 门	蕉 门	洪奇沥	横 门	磨刀门	鸡啼门	虎跳门	崖 门
平均潮差(m)	1.57	1.35	1.20	1.11	0.86	0.90	1.20	1.24
最大潮差(m)	3.36	2.81	2.56	2.48	2.29	2.37	2.66	2.95

* 引自参考文献[2].

潮流界是涨潮流迫使河水倒流所及的界限, 潮流界以上, 河水虽不倒流, 但河水位受潮流影响而有涨落, 潮流界枯季上移, 洪季下退。珠江三角洲枯季的潮流界, 西江至三榕峡, 北江至三水, 东江至石龙—园洲, 珠江至江村。潮流界随三角洲的向海推进而不断下移。

珠江三角洲口外的波浪, 冬季以北东向涌浪为主, 沿海平均波高 1.4—1.9m, 最大波高可达 7.3m。夏季多为南和西南向涌浪, 平均波高 0.9—1.9m。在台风影响下, 波高可达 10.4m(横栏站 1976 年 9 月台风), 周期 10s。

表 4 珠江三角洲八大口门多年平均潮量统计 (单位: 亿 m³)

口门(站名)	虎 门 (大虎)	蕉 门 (南沙)	洪奇沥 (冯马庙)	横 门 (横门)	磨刀门 (灯笼山)	鸡啼门 (黄金)	虎跳门 (西炮后)	崖 门 (黄冲)
涨 潮 量	2 288.3822	325.4503	96.6237	132.5850	159.8291	66.8780	56.7460	635.0064
占八大口门总和%	60.822	8.650	2.568	3.524	4.248	1.778	1.508	16.902
落 潮 量	2 866.3612	866.9115	296.7227	483.1050	1 243.761	255.5980	250.4620	823.4504
占八大口门总和%	41.624	12.589	4.309	7.051	15.157	3.713	3.637	11.958
净 泄 量	577.979	541.461	200.099	350.520	883.933	188.720	193.716	187.544
占八大口门总和%	18.52	17.333	6.405	11.220	28.296	6.041	6.200	6.003

* 引自参考文献[4]

4. 水质

珠江三角洲的污染物主要由西江径流带入, 以及由广州市工矿企业排放。西江下游影响较大的污染源有梧州市、封开、郁南、德庆、云浮、高要和肇庆市。其中广东境内西江两岸主要是化工、化肥、农药、造纸、漂染、电镀和冶炼等行业, 每天排放几十万吨的工业废水。废水中所含的有害物质主要是硫化物、酚、砷、汞、铅、铬、酸、碱、木质素、有机物等。广州市是广东省的经济、文化、工业中心, 每天排放的工业废水达 100 多万 t, 占全省的一半左右, 并且大部分未经处理即行排放, 因而珠江广州河段污染严重, 水质较差。

西江水系有机污染严重, 溶解氧较低, 化学耗氧量逐年上升, 相当部分河段已超过

4.0mg/l, 西江水质的污染指数在 1.0—0.7 之间, 说明已受到污染。西江水质除受到有机质污染外, 砷每年均有检出, 为西江的主要有害物质。汞的检出率虽不大, 但上升趋势明显, 铅多数年份有检出, 铬、镉、酚、氰少数年份有检出。

珠江广州河段的水质较差, 普遍受到酚、氰、汞的污染。1977 年枯水期三者的检出率分别为 100%、97.69%、58.48%, 铬和砷的检出率分别为 21.78% 和 17.16%。污染物以氰为主, 超标率达 21.12%, 其次是酚和汞。广州河段有机污染严重, 溶解氧逐年下降, 超标严重, 耗氧量逐年上升。从全河段水质污染程度年变化看, 1980—1985 年均属中度污染, 但前后期水质指数有所不同, 1980—1982 年水质指数逐年上升, 1983—1988 年是逐年递减的, 表明水环境质量在向好的方面转化。

5. 水生生物

三角洲地区的水生生物包括微生物、水生高等植物、浮游植物、浮游动物、着生藻类、底栖动物等。这些生物种类丰富, 咸淡水种类兼有, 许多种类又是鱼类的饲料。初步统计, 珠江三角洲鱼类总数为 131 种, 海水养殖面积达 1265km²。鱼类因生殖需要上溯西江进行产卵, 石龙三江口产卵场及东塔产卵场是主要产卵区域。

浮游植物是水体中的初级生产者, 是鱼类及底栖动物等的基础饲料。珠江三角洲浮游植物的种类、数量均较多, 并且它的生物量有明显的季节变化, 丰水期高, 枯水期低。大致是春季 $14\,828 \times 10^4$ 个/m³, 夏季 $195\,348 \times 10^4$ 个/m³, 秋季 $39\,095 \times 10^4$ 个/m³, 冬季 $11\,844 \times 10^4$ 个/m³。浮游动物是水体中的初级消费者, 又是鱼类及底栖动物的饲料, 它种类多, 数量也有季节变化, 生物量大致是春季 63.06mg/m³, 夏季 204.73mg/m³, 秋季 163.87mg/m³, 冬季 204.55mg/m³。由于西江径流夹带大量泥沙在口门外形成大片浅滩, 有利于底栖动物的生长繁殖, 故河口地区底栖动物种类多, 生物量也高。

珠江三角洲的鱼类丰富, 种类复杂。珠江水系鱼类共有 370 个亚种, 隶属于 17 目 49 科 174 属, 居全国各大江河之首。在种类组成上以骨鲮类为基础, 鲤目和鲶目占珠江鱼类总数的 70%, 其中鲤科占珠江鱼类种数的 45.1%。草、鲢、鳙、鳊称为珠江流域的“四大家鱼”, 其中鳊鱼产量占池塘养鱼产量的三分之一。洄游性、河口性以及海水偶然进入淡水的种类占珠江水系鱼类的比重很大, 占 23.2%, 并且这些种类多为经济鱼类, 在一定季节形成渔汛, 如有“黄皮汛”(梅童渔汛), “黄尾汛”(花鲮鱼汛)等。对江河渔业很有意义, 珠江水系鱼类资源的另一个特点是特有种类多, 如鲤亚科中的大头鲤、翘背鲤、异龙中鲤、三角鲤、龙州鲤和乌原鲤; 其它的有山白鱼、白鱼属等。

珠江口外海涂资源丰富, 因而海水养殖的地位也很重要, 口门是一个广阔的咸、淡水渔场, 常见鱼类资源有青鱼、草鱼、斑鳊、鳊、赤眼鳟、鳊、鳊、鲤、鲫、鲢、鳙等 20 多种。其它水产品尚有各种虾、蟹、蚝、蚬、蛤等。近年来由于在内河及近海的酷杀滥捕, 造成亲鱼减少, 产量下降。每马力产量由 1977 年的 1000kg 降至 1981 年的 340kg。过度的捕捞不仅使鱼虾产量逐渐下降, 也使一些稀有珍贵鱼种灭迹, 如白鳊(鳊), 鲈鱼等近年来已罕见。另外, 人们改造自然的活动, 如围垦使鱼类的天然产卵场所——浅滩地和各种水草大大减少, 也带来一定程度的不利影响。

6. 土壤植被

珠江三角洲是一个比较独立的自然区域。在 1958 年中国科学院进行的全国综合自然区划中，它隶属亚热带常绿阔叶林-砖红壤化红壤地带-闽粤沿海丘陵省。在省级区划中，珠江三角洲乃是亚热带南部亚地带的粤中自然省的一部分。珠江三角洲的土壤是在自然因素和社会因素的长期作用下形成的。

本区发育的地带性土壤为赤红壤，这是在高温多雨、植被繁茂的气候和植物条件下由各种母质发育而成的。成土母质虽然不同，但风化迅速，土层深厚，土壤的共性较大，而与母质的关系较疏远。在强烈的风化作用、淋溶作用和生化作用下，矿物高度氧化分解，无机胶体集聚，使土壤质地甚为粘重，盐基性物质大量淋失，富铝化作用明显，致使土壤呈酸性或强酸性反应，有机质的集聚虽易，但消失也快。形成本区深厚的红色风化壳、机械侵蚀强烈的山丘台坡地，以及因养分随水大量迁徙淋失而变瘦瘠的酸性土壤。

在长期受人为因素的影响下，本区还形成了水稻土、菜园土、潮沙泥土等非地带性土壤。人们还以围垦的形式，改变自然淤积过程，通过耕作利用，加速土壤的熟化。

珠江口外水深小于 5—10m 的沿海滩涂，已成为本区丰富的土壤资源。珠江三角洲的滩涂面积 70 多万亩，其中深圳、宝安 7 460 亩，东莞 70 726 亩，番禺 136 152 亩，中山 110 110 亩，珠海 236 383 亩，斗门 114 072 亩，新会 24 856 亩。

珠江三角洲地区典型的地带性植被是高大茂密的亚热带常绿季雨林。其组成种类相当丰富，常见的有樟科、壳斗科、桃金娘科、桑科、大戟科、茜草科、金缕梅科、蝶形花科、苏木科、芸香科、梧桐科、紫金牛科、冬青科、棕榈科和山矾科、禾本科等热带的种、属，反映了亚热带常绿季雨林组成成分，同时具有热带、亚热带的过渡性质，而且热带植物区系成分的比重很大。在本区南部沿海斗门和珠海一带植被为热带常绿季雨林，主要组成种类有土沉香、野苧婆、大沙叶、禾串树、榕树及蒲桃属等。

人类长期的经济活动使珠江三角洲的植被不断受到破坏，原生的亚热带常绿季雨林和热带常绿林几乎消失殆尽，代之为次生的乔木群落、灌木群落、草本群落以及人工植被。次生的亚热带草地分布甚广，主要是具有散生马尾松的桃金娘-芒箕-鸭嘴草或岗松-鹧鸪草等灌草丛群落，人工林为耐旱耐瘠的针叶林和硬叶常绿树种，如马尾松、桉树、木麻黄和台湾相思等。在低矮和缓的丘陵和台地，经人类开发利用发展起热带、亚热带作物及果树。在平原上，整片的稻、蔗、花生、果、菜等作物代替了天然植被，还有独特“桑基”、“蔗基”、“蕉基”、果菜园等。

(二) 珠江三角洲的社会环境

1. 社会经济状况

珠江三角洲是珠江口最富饶的地区，人口密集、物产丰富。总人口约 900 万，总耕地面积 770 多万亩。区内大小城镇密集，毗邻港澳及深圳和珠海两个经济特区，本区农业发展、工厂林立、交通方便，是广东省一个经济、文化和农业中心，1986 年国务院公布为我国经济开发区。自改革开放以来，珠江三角洲的外向型经济、乡镇企业得到蓬勃发展，成为区内最突出的产业。目前，珠江三角洲是我国国民经济收入增长最快、创汇率最

高、最享盛誉的经济发展区之一。

珠江三角洲优越的地理位置以及丰富的劳动力资源，低廉的工资、雄厚的科技力量为它的加工工业的迅速发展提供了有利的条件。三角洲交通运输方便，电信业发展迅速，广深、广珠、广湛、广肇等主干公路线纵横本区，各自然村大都能通汽车。经过本区的广九、广肇、京广铁路连通全国，直达香港。航运方面，有天然水道 800 多条，总长 6 200 多公里，其中主要航道有 50 多条，长 1 490km，大小港口 63 个。广州港是我国历代的重要进出口岸，1986 年吞吐量为 3 600 万 t，仅次于上海、天津两港，位居全国第三。本区正在建立一个以广州为中心的省、市、县三级数据通信网，自动程控电话正在得到普及。

珠江三角洲是广东省农业现代化水平最高的地区，机耕面积达 70% 以上，并有良好的农田基本建设，基本达到稳产高产，是广东省最大的商品粮、农副产品生产基地。以出口创汇为目的的经济作物种植业发展迅速，1984 年鲜活农产品出口港澳产值占全省的 68.4%，花卉出口创汇达 646 万美元。

珠江三角洲工业基础良好，发展迅速。轻工业生产先进、技术装备好，门类齐全，品种繁多；机械工业配套齐全，为全省重要的生产、科研和出口基地；电子工业发展迅速，门类齐全，成为新兴的工业部门；还有化工、建材、电力等行业也在迅速崛起。

珠江三角洲地区是港澳游客旅游短线热点地区，也是国外游客从南方进入我国的口岸地带，区内有中山、顺德、佛山、番禺、新会、斗门、台山、东莞等旅游胜地，旅游资源十分丰富，1984 年接待了国外游客 97 万人次，创汇 844 万元。目前已形成了深圳—东莞—广州—顺德—中山—珠海；广州—从化—肇庆—佛山；珠海—斗门—白藤湖—新会崖门—台山川山群岛—台城—会城—江门，以及东莞—番禺—佛山—顺德—中山等四条旅游热线。今后随着经济的发展，旅游事业将会有更大的发展。

二、 龙滩水电工程对珠江三角洲生态 和环境的影响分析

龙滩水库是一座大型的水电工程，它对珠江三角洲生态和环境产生的影响是综合性的。为了具体分析这种影响的程度和大小，我们首先分析龙滩水电工程建成以后对珠江三角洲侵蚀和淤积、排涝排渍、咸潮入侵和排咸作用、水质、农业要素以及河口水生生物和渔业资源的影响。在此基础上，进行龙滩水电工程对珠江三角洲生态与环境影响的综合分析 and 评价。

（一） 对珠江三角洲侵蚀和淤积的影响分析

西江是珠江水系的主流，它发源于云南省沾益县马雄山，上游称南盘江，流至贵州省蔗香汇北盘江后称红水河，至广西石龙汇柳江后称黔江，至桂平汇郁江后称浔江，至梧州汇桂江后称西江。西江流至广东三水县经汭河思贤窖与北江相通后进入三角洲网河区，主流在磨刀门注入南海。思贤窖以上干流全长 2 075km，平均坡降为 0.58‰。

红水河与南盘江属于西江上游。红水河流域溶洞发育，峡谷险滩多，河床深切，坡度变化大，河流全长 659km，天然落差 254m，平均坡降 0.39‰，干流区间流域面积 5.487 万 km²。

龙滩水库是红水河梯级开发的骨干工程，位于红水河上游天峨县。控制流域面积 9.85 万 km²，占红水河流域面积的 75.3%，占西江流域面积的 27.9%，占珠江流域面积的 21.7%（表 5）。由于红水河流域降雨较少，多年平均降雨量为 1171mm，相应的径流量也较少，其多年平均径流量为 514 亿 m³，占西江（马口站）的 21.6%，占珠江（入网河区）的 16.5%；然而由于红水河及其上游是较严重的水土流失区，河流含沙量较大，达 0.96kg/m³，年输沙总量达 4738 万 m³，占西江（马口站）的 61.85%，占珠江（入网河区）的 53.4%。可见龙滩水库控制流域的水量所占比重较小，而输沙量所占的比重较大。

表 5 龙滩水库控制的流域面积、水量、沙量统计表

河段测站	流域面积 (万 km ² /s)	多年平均径流量 (m ³ /s)	年径流总量 (亿 m ³ /a)	平均含沙量 (kg/m ³)	多年平均输沙量 (万 t/a)
龙 滩	9.85	1 630	514	0.96	4 738
西江(梧州)	32.97	6 690	2 110	0.35	7 337
西江(马口)	35.31	7 547	2 380	0.32	7 660
珠江流域 入网河区	42.65	9 906	3 124	0.28	8 872
出珠江三角洲 八大口门	45.37	10 337	3 260	0.22	7 098
龙滩水库占 西江(梧州)%	29.88	24.4	24.4		64.58
龙滩水库占 西江(马口)%	27.90	21.6	21.6		61.85
龙滩水库占 珠江入网河区%	23.09	16.45	16.45		53.40
龙滩水库占 三角洲八大口门%	21.71	15.77	15.77		66.75

龙滩水库是多年调节的大型水库，当其正常高水位为 375m、400m 和 440m 高程时，相应的正常库容为 163、273 和 552 亿 m³。该库蓄水拦沙作用显著，若与红水河其他梯级工程综合运用，其蓄水拦沙作用更为显著。

水库蓄水拦沙作用，将对下游河道侵蚀淤积状况产生影响。珠江三角洲距龙滩水库约 850—1000km，距红水河最下游的梯级长洲枢纽约 250—400km，其侵蚀和淤积状况将受到水库的影响。

1. 径流调节计算

有关设计书将径流调节作用结果表示于梧州站的出流量。本文先计算建库后梧州站的出流量，然后将梧州站流量增减值（建库前后对比）按珠江三角洲各口门流量百分比分配到各个口门，从而得到建库后各口门的流量过程。

(1) 建库前后月平均流量变化

建库前后月平均流量的变化分两步计算，即先计算梧州站，然后计算三角洲水道流量的变化。

① 梧州站建库前后月平均径流量的计算。浔江上的几个水文测站，除了梧州（1900年）和大湟江口（1937年）两站有较长的径流资料外，其余水文站如马江、太平、金鸡、河步等都在1957—1959年才有径流资料。为便于比较，将计算限定为1959—1984年（表6）。

表 6 浔江河段水文测站情况

河 名	测 站	集水面积 (km ²)	流量资料 年 限
郁 江	贵 县	89 235	
浔 江	大湟江口	290 760	1937 年至今
蒙 江	太 平	3 563	1958 年至今
北流江	金 鸡	8 720	1957 年至今
长行水	河 步	504	1959 年至今
桂 江	马 江	18 210	1959 年至今
西 江	梧 州	329 705	1900 年至今

梧州站的年径流量，从1900—1984年83年中（其中1944、1945年缺），多年平均径流量为7162m³/s，1951—1984年（n=34年）其均值为6690m³/s，1959—1984年（n=26年）均值为6610m³/s。后一数值虽然略为偏小，但作为比较不会影响其定性分析的合理性。

按中南院径流调节资料I，将长洲水库（藤县以下）的出流Q_{长出}与桂江马江站的月径流过程Q_马以及长行水河步站月径流过程相加，即得建库后梧州站的年月平均径流过程

$$Q_{\text{梧}} = Q_{\text{长出}} + Q_{\text{马}} + Q_{\text{河}}$$

红水河梯级运用后，梧州站的径流将有如下一些变化：

A. 径流总量变化不大，略有减少

建库前梧州站多年平均径流量为6610m³/s，工程后为6585m³/s。差25m³/s，减少0.4%。

B. 径流年内分配变得均匀

当龙滩水库正常高水位400m和375m时，梧州站年月径流变化情况十分类似。将5—10月定为洪水期，11—4月为枯水期，从表7可以看出，枯水期流量增大，丰水期流量减少，但平均增大值比平均减少值大5—6倍，同时400m蓄水方案对于梧州站的影