

万安水库泥沙淤积分析

陈光平,程爱平

(江西省赣州市水文局,江西 赣州 34100)

摘要: 本文基于万安水库上游主要河流控制站和出库站的来沙情况,对建库前后入、出沙量进行对比,分析建库后泥沙淤积情况;通过研究典型大断面实测资料,分析建库前后断面冲淤情况。

关键词: 泥沙淤积;分析;万安水库

中图分类号: TV145 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004-4701(2015)01-0008-08

1 基本情况

1.1 自然地理

万安水库坝址位于江西省万安县芙蓉镇上游2 km的土桥头,地处东经114°41',北纬26°33',上游距赣州市、下游距吉安市各90 km。

万安水库位于赣江中游,是大(1)型水利枢纽工程,集水面积36 900.3 km²,总库容22.14亿 m³,设计蓄水位100.00 m,初期运行蓄水位96.0 m,正常库容10.38亿 m³,平均水深10.38 m。

1.2 河流水系

赣江发源于石城县洋地乡石寮寨,河口为永修县吴城镇望江亭。流域面积82 809 km²,主河道长823 km。纵贯江西南北,赣州以上为上游,属山区性河流,河道多弯曲,水浅流急,沿途纳湘水、濂江、梅江、平江、桃江,称为贡水,在赣州市八景台与章江汇合而成赣江。自赣州市至新干县为中游,新干以下至河口称为下游。

1.3 水文测站

峡山水文站地处赣州市于都县罗坳乡峡山村,集水面积15 975 km²,是贡江控制站,国家重要水文站。

居龙滩水文站地处赣州市赣县大田乡居龙滩村,集水面积7 751 km²,是桃江控制站,国家重要水文站。

翰林桥水文站地处赣州市赣县吉埠镇老合石村,集水面积2 689 km²,是平江控制站,国家重要水文站。

坝上水文站地处赣州市章贡区水南镇腊长村,集水面积7 657 km²,是章江控制站,国家重要水文站。

棉津水文站地处吉安市万安县芙蓉镇,集水面积36 818 km²。为赣江上游控制站,位于万安电站上游约16 km处。1985年撤消流量、悬移质输沙率监测,收集有1956~1984年连续29年的流量及泥沙资料。

西门水文站1979年设立,为万安水利枢纽工程设计施工及科研需要而设立的专用水文站。集水面积36 900 km²,位于万安电站下游约2 km处,距河口346 km。已收集1984~1987年连续4年流量及泥沙资料。

吉安水文站地处吉安市吉州区,1930年设立,集水面积56 223 km²,为赣江中游控制站,国家重要水文站。

2 上游来沙量分析

万安水库的来沙量主要是赣江上游的贡江、桃江、平江及章江这4条主要支流的来沙量。因此,选取贡江峡山站、桃江居龙滩站、平江翰林桥站、章江坝上站作为万安入库泥沙控制站。在这4条支流上,均建有国家基本水文站,有泥沙测验项目。

2.1 基本情况

赣江上游4支均在赣州市汇入,赣州市流域面积35 672 km²(赣江部分),占万安水库流域面积的96.7%,万安水库的来水量及产沙量主要来源于赣州。赣州多年平均年降水量为1 560 mm。年降水量的年际变化较大,最大年平均降水量是最小年平均降水量的2.02倍。降水时空分配不均,4~6月是降水量最集中的时期,占年降水量的41%~55%。年平均降水日数为156~170 d,是全国降水日数最多的地区之一。

多年平均年径流总量为 336.5 亿 m^3 , 平均年径流深 854.6 mm。径流量的年内分配不平衡, 汛期平均径流量占全年径流量的 72.6%, 非汛期平均径流量占全年径流量的 27.4%。径流量的年际变化规律与降水量的年际变化规律一致, 最大年径流深在 1 450~1 850 mm 之间。

2.2 来沙量分析

2.2.1 上游四支历年泥沙变化

依据《中华人民共和国水文年鉴长江流域水文资料》^[1], 赣江上游四支贡水峡山站、桃江居龙滩站、平江翰林桥站、章水坝上站及棉津站 1959~2011 年历年来沙

量见表 1。棉津站泥沙资料系列从 1959~1984 年, 棉津水文站位于万安水库坝前位置, 1988 年撤销。棉津站泥沙量减去上游四支总来沙量为赣江上游四支至万安水库坝址区间的来沙量。

赣江上游四支及棉津站 1959~2011 年历年来沙量见图 1。由图 1 可知, 上游四支来沙量 1959 年以来总体上是下降趋势, 特别是 1995 年后赣江上游四支来沙量明显偏少。由表 1 可知, 赣江上游四支 1959~1984 年多年平均来沙量 726 万 t/a, 1985~1993 年多年平均来沙量 620 万 t/a, 1994~2011 年多年平均来沙量 447 万 t/a。

表 1 赣江上游四支及棉津站历年来沙量

万 t/a

年份	产沙量				总产沙量	棉津	区间
	峡山	居龙滩	翰林桥	坝上			
1959	424	156	127	140	847	939	92
1960	244	106	101	90.6	542	601	59
1961	524	214	201	219	1 158	1 190	32
1962	477	111	168	153	909	958	49
1963	86.7	23.7	43.7	26.4	181	196	15
1964	416	168	101	123	808	845	37
1965	249	73.7	114	85.4	522	593	71
1966	274	141	75.8	75.3	566	561	-5
1967	157	56.2	51.5	59.5	324	371	47
1968	358	115	179	180	832	791	-41
1969	249	67.3	130	94.6	541	579	38
1970	431	101	131	156	819	933	114
1971	118	36.3	44.3	40.5	239	249	10
1972	220	67.2	82.7	104	474	557	83
1973	591	226	180	268	1 270	1 410	140
1974	271	94.7	111	67.8	545	618	73
1975	529	233	137	182	1 080	1 250	170
1976	444	170	134	143	891	1 020	129
1977	328	106	153	146	733	834	101
1978	370	127	80.2	108	685	810	125
1979	217	72.4	75.5	39.6	405	487	82
1980	440	234	151	144	969	1 110	141
1981	426	141	144	170	881	962	81
1982	307	116	77.3	128	628	713	85
1983	483	246	149	221	1 100	1 300	200
1984	427	200	143	156	926	1 080	154
1985	344	180	85.5	116	726	806	80

续表 1 赣江上游四支及棉津站历年来沙量

万 t/a

年份	产沙量					棉津	区间
	峡山	居龙滩	翰林桥	坝上	总产沙量		
1986	242	116	49.5	82.3	490	545	55
1987	250	145	86.7	82.3	564	627	63
1988	313	135	81.5	89.4	619	688	69
1989	205	137	55.1	71.5	470	523	53
1990	296	177	104	60.9	638	709	71
1991	143	42.4	46.9	65.3	298	332	34
1992	545	267	125	220	1 160	1 286	126
1993	228	231	41.4	114	614	682	68
1994	445	162	103	157	867	962	95
1995	349	154	59.5	75.5	638	709	71
1996	255	192	56.4	48.1	552	613	61
1997	304	119	83.4	76.3	583	648	65
1998	345	147	74	88.9	655	727	72
1999	220	86.7	62.9	37	407	453	46
2000	191	96.4	26.9	49.8	364	405	41
2001	235	190	51	71	547	608	61
2002	314	123	72.9	86.6	597	663	66
2003	126	108	21.7	29.2	285	318	33
2004	96	32.3	31.2	11.5	171	192	21
2005	232	98.7	82.5	38.6	452	503	51
2006	303	130	48.9	69.8	552	613	61
2007	175	61.7	36.4	33.8	307	342	35
2008	128	29.1	49.8	55.4	262	292	30
2009	95.7	12	22.1	41.9	172	193	21
2010	358	42.9	63	38.2	502	558	56
2011	71.9	20.7	16	18.8	127	143	16
合计	15 870	6 638	4 722	5 252	32 482	36 096	3 614

分析其主要原因,一方面因为赣江上游修建多座水库拦沙的作用;另一方面赣江上游水土保持卓有成效。2011年赣江上游区平均森林覆盖率上升至76.2%,是全国平均森林覆盖率的4.1倍,同时大量采砂等人类活动也有一定影响。

按《水文资料整编规范》^[2]建立1959~1984年赣江上游四支总来沙量与棉津站来沙量相关关系(见图2)。由图2可以看出,赣江上游四支总来沙量与棉津站来沙量相关系数 $R^2=0.977$,相关关系良好。依据此关系线,可计算棉津站位置1985~2011年历年来沙量,相应可

计算出上游四支与万安坝址区间历年来沙量,计算结果见表2。

2.2.2 万安水库建库前后来沙量

万安水库于1993年6月下闸蓄水发电,因此以1994年为建库的分界线。为便于分析,棉津站泥沙资料系列分别采用1959~1984年作为一个系列,1985~1993年作为一个系列。分别计算万安水库建库前1959~1993年、建库后1994~2011年万安水库入库站位置棉津站来沙量(见表3)。

由表3可知,1959~1984年赣江上游四支总来沙量

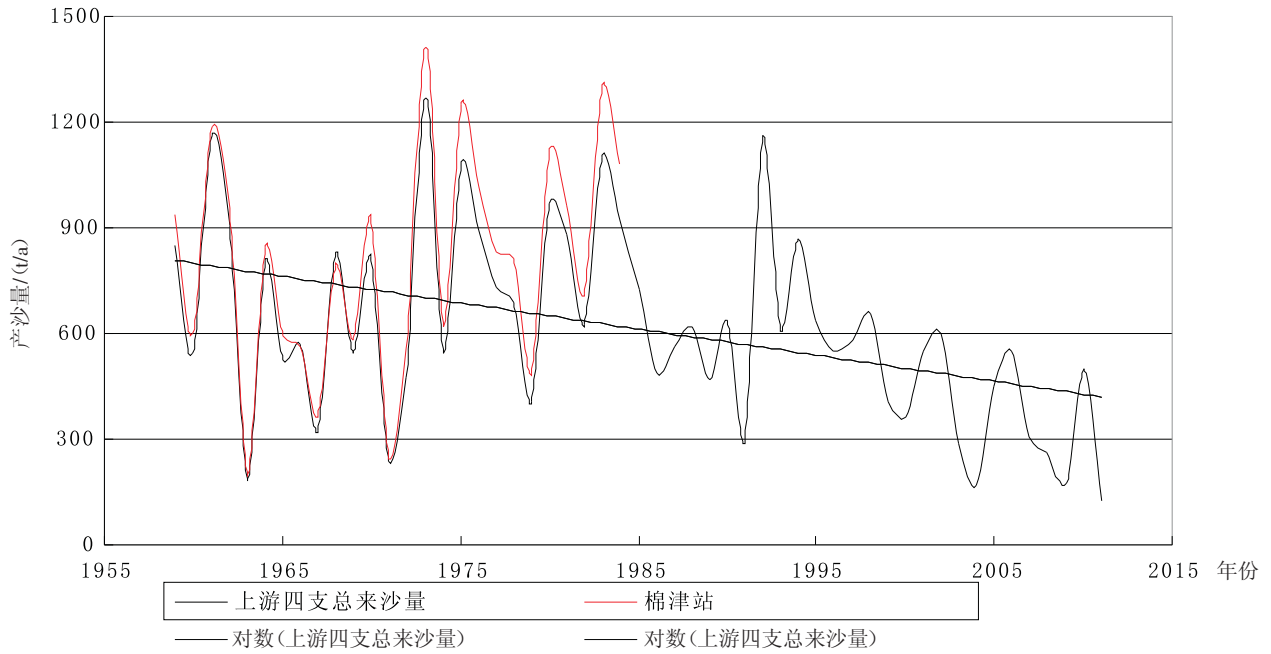


图 1 赣江上游四支及棉津站历年来沙量

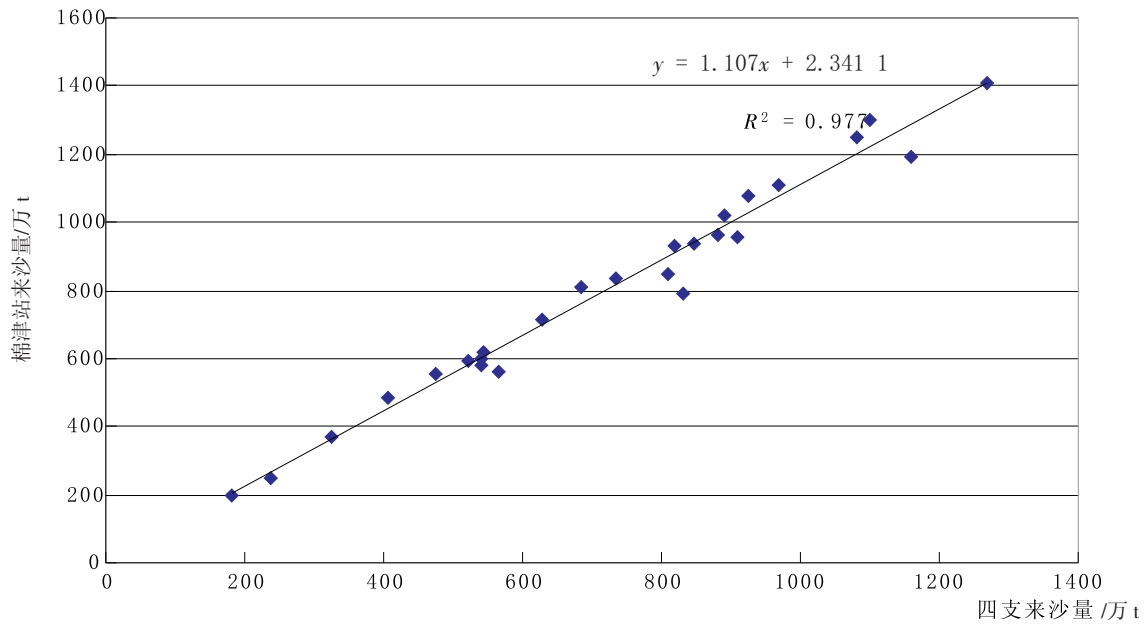


图 2 赣江上游四支总来沙量与棉津站相关关系图

表 2 各阶段万安水库上游多年平均来沙量变化

万 t/a

年份	峡山	居龙滩	翰林桥	坝上	四支总产沙量	棉津	上游四支与万安区间
1959~1984	348.5	130.9	118.7	127.7	726.0	806.0	80.3
1985~1993	285.1	158.9	75.1	100.2	619.9		
1959~1993	332.2	138.1	107.4	120.6	698.7		
1994~2011	235.8	100.3	53.4	57.1	446.7		

表3 万安水库建库前后不同阶段来沙总量

万 t/a

年份	峡山	居龙滩	翰林桥	坝上	四支总产沙量	棉津	上游四支与万安区间
1959~1984	9 061	3 403	3 085	3 321	18 877	20 957	2 088
1985~1993	2 566	1 430	676	902	5 579	6 197	618
1959~1993	11 627	4 833	3 761	4 222	24 456	27 154	2 706
1994~2011	4 244	1 806	962	1 027	8 040	8 942	902

约 18 900 万 t,期间棉津站来沙量约 21 000 万 t,因此推算赣江上游四支至棉津站区间来沙量约 2 100 万 t,区间多年平均来沙量 80.8 万 t/a;1985~1993 年赣江上游四支总来沙量 5 580 万 t;建库前 1959~1993 年,赣江上游四支流总来沙量 24 500 万 t,赣江上游四支至棉津站区间来沙量 2 700 万 t,合计 27 200 万 t,多年平均 780.8 万 t/a。

建库后 1994~2011 年赣江上游四支流来沙量 8 040 万 t,棉津站来沙量 8 940 万 t,赣江上游四支至万安库区区间来沙量为 900 万 t。建库后多年平均来沙量 496.7 万 t,比建库前减少了 284.1 万 t。

3 下游出库泥沙分析

万安水库出库泥沙主要由西门站控制。该站只收集了 1984~1987 年连续 4 年泥沙资料。但距离上游棉津站仅 18km 且中间无支流加入,所以可借用棉津站的资料代替西门站资料,棉津站撤消后采用吉安站资料反推西门站泥沙量。

3.1 棉津站与吉安站泥沙关系

棉津水文站位于万安电站上游约 16 km 处,是万安电站的入库站,1984 年停测。棉津站至吉安站逐年泥沙情况见表 4。从 1959~1960 年、1964~1984 年两个系列分析统计(1961~1963 年吉安站无资料),棉津站的多年实测泥沙量 18 600 万 t,吉安站多年实测泥沙量为 22 400 万 t,区间泥沙总量为 3 800 万 t,区间多年平均来沙量为 165 万 t。

点绘棉津站与吉安站 1956~1984 年历年输沙量相关关系。由图 3 可见,两站输沙量相关关系较好。

3.2 西门站输沙量的推求

西门水文站距棉津水文站约 18 km,之间无较大支流汇入,该站在万安电站坝址下游约 2 km,为出库站,西门站与棉津站集水面积之比为 0.998。1965~1983 年借用棉津站输沙资料,将棉津站 1965~1983 年历年输沙资料与根据吉安站减各支流输沙量推求出的西门站历年泥沙进行对比,推求 1988~2011 年西门站历年输沙量(见表 5)。

3.3 出库泥沙分析

根据表 5 分别计算西门站历年径流量、输沙量 5 年滑动变化值及建库前后多年平均输沙量,分别见

表4 棉津站至吉安站区间泥沙统计表(1959~1984)

万 t/a

年份	棉津	吉安	区间	年份	棉津	吉安	区间
1959	939	1 130	191	1974	618	662	44
1960	601	904	303	1975	1 250	1 400	150
1964	845	1 150	305	1976	1 020	1 180	160
1965	598	694	96	1977	834	954	120
1966	561	698	137	1978	810	794	-16
1967	371	435	64	1979	487	592	105
1968	791	1 070	279	1980	1 110	1 300	190
1969	579	877	298	1981	962	1 140	178
1970	933	1 290	357	1982	713	959	246
1971	249	339	90	1983	1 300	1 390	90
1972	557	621	64	1984	1 080	1 230	150
1973	1410	1 559	149	合计	18 600	22 400	3 800

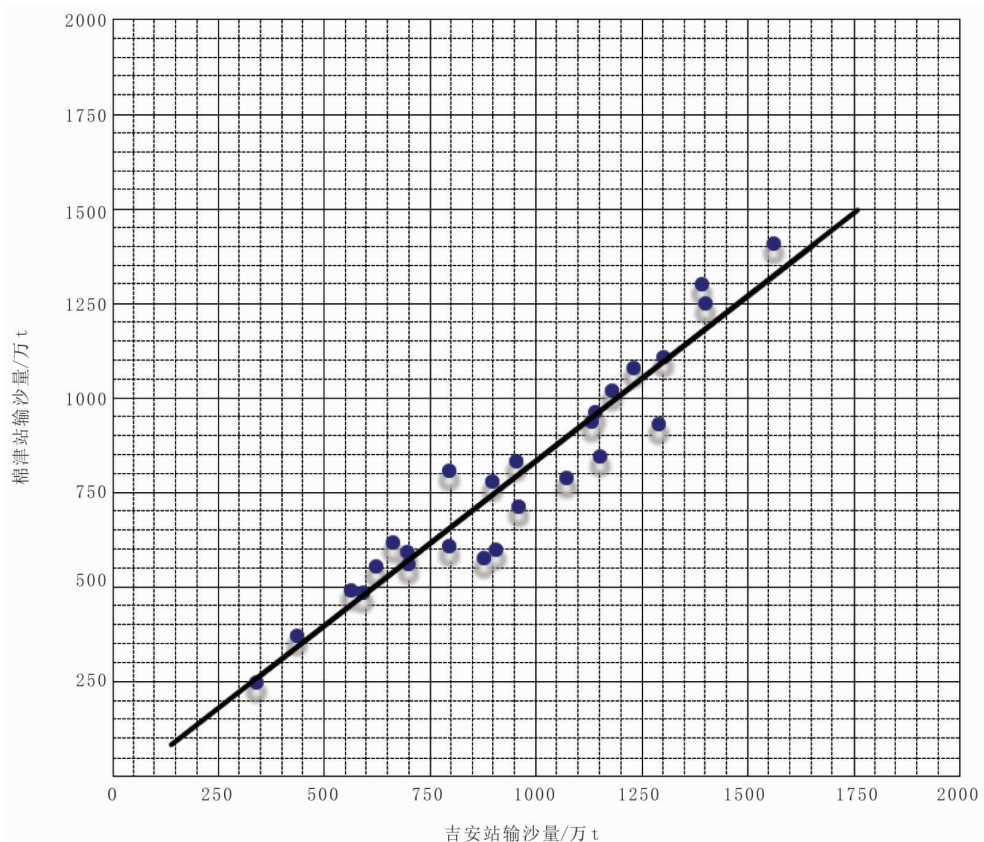


图3 棉津站与吉安站(1956~1984年)历年输沙量关系图

表6、表7。

表6、表7可知,西门站建库前后输沙量变化较为明显,建库前年最大输沙量为1440万t,建库后年最大输沙量为961万t;建库前多年平均年输沙量为738万t,建库后多年平均年输沙量为184万t,即建库后出库泥沙量平均每年减少了554万t。从近10年西门站年输沙量情况看,年际间变化较小,年输沙量在150万t左右,趋于稳定。

4 库区泥沙分析

4.1 重点断面泥沙淤积分析

4.1.1 赣州断面淤积计算

从赣州实测的大断面成果表《万安水库实测大断面监测资料》^[9]及点绘的大断面图中分析,在高程95m的基准上,分别按每隔两年计算一次大断面面积,前后面积差即为本断面淤积的面积(见表8)。

点绘的大断面图4分析,冲淤变化主要在河道主槽。从2006~2010年大断面分析,河床有下切趋势,按泥沙运行规律不太合理。分析主要原因可能是河道取

沙以及测量误差等因素所致。

从计算的赣州大断面面积分析,建库前1988~1993年间,河道主要是以淤积为主。建库后1998~2004年,河道也是以淤积为主,但淤积程度比建库前要小;2006~2010年间,河道主要以冲刷为主,冲刷趋势是逐年减少。

4.1.2 大湖江断面泥沙淤积分析

从大湖江实测的大断面成果表及点绘的大断面图分析,在高程95m的基准上,分别按每隔两年计算一次大断面面积,前后面积差即为本断面淤积的面积(见表9)。

从点绘的断面图5分析,万安水库蓄水前的1988~1994年间,大断面的冲淤交替,但总的趋势变化不大。从1996年开始,虽有冲刷,但以淤积为主,从建库后的1994~2011年间,共淤积的面积为788 m²,河床主槽淤高1.2 m左右。

从表9中分析,万安水库建库前(止1994年)冲淤变化较为频繁,但总的趋势以冲刷为主。建库后(1994~2011年)年际间有冲、有淤,但总的趋势以淤积为主。

表5 西门水文站历年输沙量推求

万 t/a

年份	年输沙量		年份	年输沙量(吉安站减各支流推求西门站)
	棉津站实测	吉安站减各支流推求西门站		
1965	593	585	1988	767
1966	561	626	1989	500
1967	371	369	1990	596
1968	791	887	1991	192
1969	579	726	1992	961
1970	933	1 052	1993	227
1971	249	294	1994	412
1972	557	566	1995	258
1973	1 410	1 440	1996	240
1974	618	628	1997	174
1975	1 250	1261	1998	261
1976	1 020	890	1999	191
1977	834	761	2000	124
1978	810	733	2001	215
1979	487	485	2002	326
1980	1 110	1 150	2003	46
1981	962	942	2004	36
1982	713	445	2005	147
1983	1 300	955	2006	232
1984	1 080	1 082	2007	157
1985	848	864	2008	148
1986	476	537	2009	104
1987	639	735	2010	186
多年平均	791	783	2011	88

注:(1)1982年禾水上游溃坝;(2)棉津站1985年停测,1984~1987为西门站实测输沙量资料。

表6 西门水文站历年输沙量变化情况

万 t/a

年份	1965~1970	1971~1975	1976~1980	1981~1985	1986~1990	1991~1995	1996~2000	2001~2005	2006~2010
5年平均值输沙量	732	838	804	858	627	410	198	154	165

表7 建库前后西门站多年平均输沙量

万 t/a

年份	1965~1993	1994~2011
多年平均输沙量	733	186

5 结语

(1)1959~1984年,赣江上游四支峡山、居龙滩、翰林桥、坝上四站泥沙总量18 900万t,棉津站泥沙总量

表 8 万安水库建库前后赣州断面淤积情况表

年份	1988	1990	1992	1994	1998	2004	2006	2008	2010	2011
面积	1 727	1 370	1 308	1 440	1 370	1 341	1 551	1 690	1 779	1 443
淤积面积		357	62	-132	70	29	-210	-139	-80	336

注: -号为冲刷, +号为淤积

表 9 万安水库建库前后大湖江断面淤积情况表

年份	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2011
面积	7 102	7 202	6 778	7 022	6 584	6 715	6 650	6 724	6 403	6 446	6 189	6 331	6 234
淤积面积		-100	424	-244	438	-131	65	-74	321	-43	275	-142	97

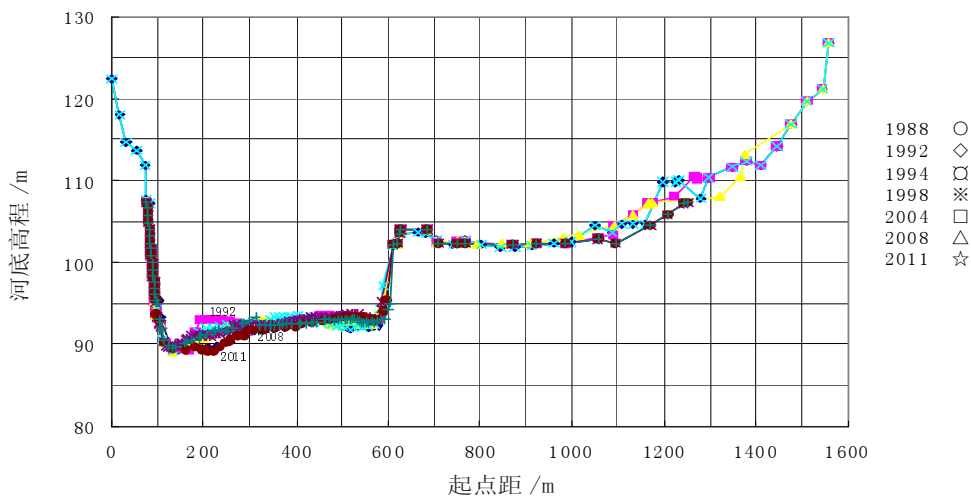


图 4 赣州历年大断面图

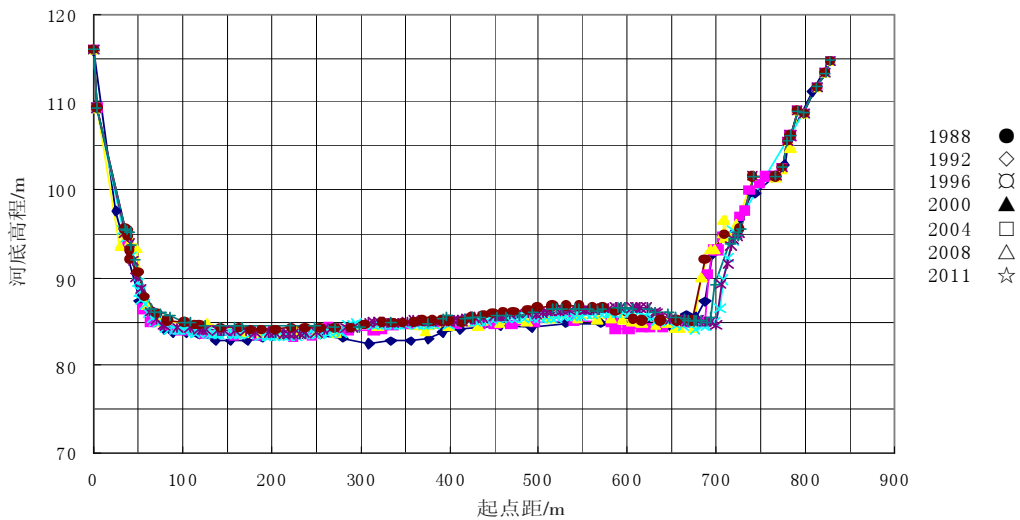


图 5 大湖江历年大断面图

鄱阳湖动态水位~面积、水位~容积关系研究

李国文, 喻中文, 陈家霖

(江西省水文局, 江西 南昌 330002)

摘要: 本文提出建立动态水位面积、水位容积关系的构想. 针对鄱阳湖不同水情变化产生的湖面各处水位差异, 运用微积分、泰森多边形理论, 结合现有水文(水位)站数量和分布、鄱阳湖湖盆特征和不同时期水情特点, 研究鄱阳湖水文(水位)站分区水位与面积、水位与容积关系, 开展鄱阳湖区动态水位~面积、水位~容积理论研究和实践.

关键词: 鄱阳湖; 动态; 水位; 面积; 容积; 研究

中图分类号: P343.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4701(2015)01-0021-06

0 引言

鄱阳湖水域辽阔, 是我国最大的淡水湖泊, 具有“高水是湖, 低水似河”、“洪水一片, 枯水一线”的独特形态. 鄱阳湖是开敞湖泊, 湖区水位涨、落既由五河入湖水量多少控制, 也受长江顶托强弱影响, 入湖五河来水变化和长江干流水位变化的不同组合, 造成湖区水位年内、年际变化极大. 特别是鄱阳湖水位越低, 湖区各站水位差别越大, 在不同来水情况下, 同一水位数据所对应的面积、容积均不相同. 湖面落差越大, 形状越复杂, 越难建立符合实际的水位~面积、水位~容积关系, 使得湖区面积、容积的推算存在很大的不确定性. 然而对于洪水、枯水演算和预报, 防汛抗旱指挥决策和水资源利用管理, 以及水生态、水环境保护, 都迫切需要了解鄱阳湖准确的面积与水量.

湖泊不同水位条件下的面积、容积是一项最基本的水文特征值. 建国以来, 长江水利委员会和江西省曾经进行过3次鄱阳湖地理测量, 分别在1954年(中国人民解放军海军东海部队)、1983年(江西省测绘局)和1998年(长江水利委员会)建立了鄱阳湖高程~面积和高程~容积关系成果, 这些成果在实际工作中均得到广泛的应用. 应用这一关系人们推求出湖口水文站历年实测最高水位为22.59 m(吴淞高程, 1998年7月31日)时相应通江水体(包括湖盆区、青岚湖和五河尾闾河

道)面积为3708 km², 湖体容积为303.6×10⁸ m³. 同样, 推求出湖口水文站历年实测最低水位为5.90 m(吴淞高程, 1963年2月6日)时相应通江水体面积为28.7 km², 容积为0.63×10⁸ m³.

现代科学的发展进步使遥感影像图像得到广泛应用. 根据2011年5月18日Aqua卫星对鄱阳湖水面的遥感监测, 鄱阳湖主体及附近水域面积为1326 km². 由于遥感影像只是反映平面信息, 无法获得鄱阳湖相应容积, 因此遥感影像的运用也存在一定的局限性. 本研究尝试建立鄱阳湖动态水文条件下水位~面积、水位~容积关系, 以满足工作需求.

1 动态关系的研究

1.1 湖区河相、湖相情势

开敞式湖泊, 建立动态水位~面积、水位~容积关系, 目前没有先例. 根据湖区布设的多处水文站长期观测水位资料, 将系统观测水位资料统一到国家高程基面分析, 可知不同时期湖泊水位存在较大的差异性. 以位于湖区的康山、棠荫、都昌、星子、湖口、吴城站为例, 每年3~6月鄱阳湖流域内降水增加, 五河来水增多, 南、北湖区水位差由大至减小, 湖区由河相逐渐转湖相; 7~8月前期鄱阳湖流域主汛期, 后期长江干流主汛期, 江、河来水多, 水情相互影响, 湖区呈湖相; 9~10月鄱阳湖流域来水减小, 但江、湖仍为较高水位, 南、北湖水位差逐