

# 砌石拱坝技术的应用推广与小水电的发展

叶文生

(寿宁县水电局,福建,355500)

**摘要** 砌石拱坝技术在寿宁县的应用推广情况,总结出应用推广的最大特点——突出一个“薄”字。探讨砌石拱坝在初选断面时一些经验公式,优化了断面设计,节省了工程投资。与此侧重论述了在发展小水电的同时,注重在电站上游建设有不同调节能力的水库,对促进山区小水电发展的作用,可供山区各县发展小水电时参考。

**关键词** 砌石拱坝 应用 推广 小水电

## 1 基本情况

寿宁县位居闽浙交界山区境内群山起伏溪流纵横,雨量充沛。全县流域面积在60~750km<sup>2</sup>的主要溪流有6条,河道平均坡降为1.85%,多年平均来水量为18亿m<sup>3</sup>,水能理论蕴藏量为27万kW,可供开发的有21万kW,已开发2.4万kW。水能资源规划开发的特点和条件是:溪流坡降陡峻、水流湍急、落差集中,高水头电站较多。同时由于山峦叠嶂,河谷深长,田地淹没与移民少,且河谷两岸陡壁峭立,基岩裸露坚硬完整,具有适宜建拱坝调节水库的条件。

## 2 砌石拱坝技术的应用推广及其特点

寿宁县砌石拱坝技术的应用起始于70年代初期,70年代末期到80年代在全县推广。截止1994年6月底止,在全县建成的51座中小型水库中,砌石拱坝就占了41座,库容占总库容的87%。砌石拱坝技术应用的最大特点,就是突出一个“薄”字。所谓薄就是把拱坝的厚高比控制在0.1左右。而控制厚高比的技术措施就是拉应力控制指标适当放宽。根据理论研究和多年来建薄拱坝的实践,可以把建拱坝的拉应力控制指标放宽,按拱冠梁法计算,梁底拉应力可为3~4MPa;纯拱法计算,拱圈拉应力可为1.5~2MPa,压应力可为5~6MPa。小(一)型拱坝取下限值,小(二)型拱坝取上限值。在初选断面时,小型砌石拱坝的厚度一般按下式计算:

1. 当  $F < 3.7(K - 1)$  时

$$T/H = 0.04K^{0.8} + H/1000;$$

$$T' = 0.10 + 0.01(L + 3H)$$

2. 当  $F > 3.7(K - 1)$  时

$$T/H = 0.02(K + F^{0.3}) + H/1000;$$

$$T' = 0.10 + 0.01[(L/2) + 2.9H \cdot F^{0.25}]$$

式中  $T$  为坝底的厚(m);  $T'$  为坝顶的厚(m);  $L$  为坝顶河谷宽度(m);  $H$  为坝高(m)  $10 < H < 40$ ;  $F$  为流域面积(Km<sup>2</sup>),  $F < 200$ ;  $K$  为河谷宽高比  $1.5 < K < 6.0$ 。

从实际情况看,寿宁县已建的小型砌石拱坝的实际厚度均小于以上计算值。如麻竹坪水库坝高68.6m,底厚13.5m,厚高比0.197,砌体方量包括溢流段,交通桥等为41500m<sup>3</sup>。与全省已建的6座中型的砌石拱坝比由于断面小,砌体方量减少了30%,节省投资350万元。小(一)型水库3座,平均坝高31m,平均厚高比为0.106,最小的为铁炉坑水库坝高37m,底厚2.5m,厚高比为0.068。小(二)型水库37座,平均坝高15.3m,平均厚高比为0.08,最小的为龙际水库坝高17.2m,底厚1m,厚高比为0.058。由于放宽了拉应力控制指标,突出了“薄”字,拱坝工程量相应减少了1/2~1/3,节省了工程投资,促进了小水电建设的发展。

## 3 砌石拱坝技术的应用推广与小水电的发展

实践证明,促进小水电站发展的主要因素除规划、设计、选型得当,机电设备质量和安装质量合格、管理优良外,重要的还是在小水电站上游建设有一定容量的水库调节发电。建国40多年来,寿宁县建成的小水电站200余座,装机容量为2.4万kW,其

中乡村小水电站为 0.8 万 kW,然而相当部分乡村办的小水电站均属径流开发,保证出力低,到枯水期就基本无水发电。同时随着乡村企业的发展和人民群众生活水平的提高,人们对供电质量、用电保证率的要求越来越高。因此开发有调节水库的电站就显得十分重要。这样寿宁县十分注重以砌石薄拱坝技术的应用推广来巩固发展小水电。

### 3.1 注重配套建设砌石薄拱坝小型水库,以巩固乡村电站

建国 40 多年来,寿宁县建设乡村小水电站 200 余座装机容量 0.8 万 kW,其中 100kW 以下的有 180 余座。这些电站为改变边远贫困乡村无电缺水状况起了一定作用。但由于多属径流开发,枯水期来水不足,供电不正常,加上乡村技术力量不足且管理

不善,相当部分电站已废弃。为巩固这些水电站,寿宁县有计划有选择地在电站上游建设砌石薄拱坝,不仅使砌石薄拱坝技术得以应用推广,且又能对下游电站进行周、月、季调节,保证了乡村供电。据统计,全县已建有调节发电的小型砌石拱坝 21 座,调节乡村小水电站发电的装机容量 6 323kW,多发电量 800 万 kW·h。具体技术指标见表 1。

### 3.2 注重建设砌石薄拱坝中型龙头水库,以促进梯级水电站的开发

蟾溪是全县 6 条主要河流之一,主河道长 45.5 km,总落差 1 003m,集雨面积 227km<sup>2</sup>,年径流量为 2.98 亿 m<sup>3</sup>,水力资源十分丰富。1981 年寿宁县对该河流进行规划,拟在麻竹坪至坑兜河段开发梯级电站。坝址选在麻竹坪村下游,集雨面积 101.4km<sup>2</sup>,建

表 1 小型砌石薄拱坝水库技术指标表

水库名称	流域面积 /km <sup>2</sup>	年均径流量 /10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	总库容 /10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	调节库容 /10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	最大坝高 /m	厚高比	拱圈最大		砌体方量 /m <sup>3</sup>	装机容量 /kW	保证出力 /kW	年均发电量 /10 <sup>4</sup> kWh	总投资 /万元	建成年月
							拉应力 /MPa	压应力 /MPa						
三关	177	21500	30	27	13	0.15	2.1	3.5	785	1630	800	800	13	1985.10
龙井	41.4	4927	16	14.5	10.3	0.16	1.5	3.0	570	1335	850	460	3.8	1982.12
赤溪	52	7100	25	23	20	0.14	2.4	3.8	807	325	120	120	15	1983.9
雾下洋	6.1	741	11.4	10.2	13.5	0.09	3.2	3.7	730	320	130	100	6.9	1984.10
龙溪冲	12.1	1416	10.1	6.7	10.5	0.13	2.04	5.76	321	110	47	38	2.2	1980.6
阳尾	5	635	10.2	7.2	17	0.071	2.9	6.9	790	200	85	71	5.8	1981.9
溪洲	30.3	3636	14.6	9.2	17.2	0.17	2.8	3.2	646	800	340	290	18.2	1989.3
西溪	42	4100	15.1	13	15	0.12	2.8	3.5	710	470	220	85	12	1984.10
坪坑	36	4320	65.0	32	18.5	0.084	3.2	6.3	690	100	45	38	7.5	1983.9
铁汗	39.2	3990	154	147	21.1	0.12	3.3	4.8	2300	200	65	70	18.7	1985.8
山际	1.8	210	147	131	31	0.11	①	②	3920	266	160	90	25.5	1973.12
地洋	11.6	1531	21.9	14.7	19.4	0.096	2.9	4.1	1100	64	35	20	5.5	1987.9
林山	3.7	503	10	8.3	16.2	0.11	2.92	2.9	810	20	10	6.5	3	1981.12
地源	2.5	330	10.5	7.6	19	0.082	4.58	8.77	1360	26	10	9	9	1983.9
刘坪	6.4	750	11.5	8.7	16	0.1	3.1	3.1	710	64	30	20	6.8	1986.11
横山	2.4	330	9.3	7.3	15	0.1	1.9	3.4	680	12	5	5	6.2	1986.3
赖家洋	0.9	12.6	10.1	7.3	12	0.10	2.33	2.72	501	12	5	4.4	2.9	1981.12
基德	11.6	1369	14.6	9.2	14.1	0.10	3.2	3.8	630	115	80	42	4.0	1980.12
后壁山	4.2	483	12.3	10.1	19.5	0.077	2.88	4.81	820	84	46	25	4.6	1980.12
山坑	5.0	675	18.7	14.2	16.3	0.11	2.9	4.3	1210	55	30	20	6.7	1984.4
龙坑	2.3	350	10.3	8.7	12.6	0.078	3.5	3.7	670	115	45	35	5.7	1986.12

注:①梁 21/拱 13,②梁 32/拱 26

一坝高为 68.6m 总库容为 2 875 万 m<sup>3</sup>, 坝型为三心变厚双曲砌石拱坝; 下游梯级电站四级, 总装机容量为 3.44 万 kW, 并在二、三级电站上游又建反调节水库各一座, 坝型仍为砌石薄拱坝, 水库群串联调节发

电, 年电能 1.7 亿 kW·h。工程于 1984 年 8 月开工建设, 目前已完成龙头水库大坝, 一级、三级及四级电站建设。正动工建设的有二级电站。具体技术指标见表 2。

表 2 中型砌石拱坝水库技术指标表

水库名称	流域面积 /km <sup>2</sup>	年均径流量 /10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	总库容 /10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	调节库容 /10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	最大坝高 /m	厚高比	拱圈最大		砌体方量 /m <sup>3</sup>	装机容量 /kW	保证出力 /kW	年均发电量 /10 <sup>4</sup> kWh	总投资 /万元	建成年月
							拉应力 /MPa	压应力 /MPa						
麻竹坪水库	101.4	1.35	2875	2312	68.5	0.197	0.70	0.29	41500				751	1989.12
一级电站										3200	600	1160	350	1991.12
三井水库 107	1.38		440	133	35	0.14			1200					在建
二级电站										3200	950	1450	1100	在建
坑兜水库 112	1.41		32.3	29.3	23.2	0.15	0.86	2.66	660					1976.10
三级电站										13000	4785	6480	875	1988.8
四级电站										15000	5025	7620	2900	1994.12
合计									34400	11360	16710	5976		

### 3.3 注重规划砌石拱坝大型水库, 以保证中型电站的发展

规划砌石拱坝大型水库于斜滩溪石井河段。坝址以上集雨面积 572km<sup>2</sup>, 拟建坝高 130m 总库容为 0.98 亿 m<sup>3</sup> 水库一座, 调节库容 0.83 亿 m<sup>3</sup>, 引水通过 4 500m 的隧洞至钱塘村尾的牛头山建厂发电, 引流量 51m<sup>3</sup>/s, 取得水头 164m, 装机容量为 7 万 kW, 保证出力 1.7 万 kW, 年发电量为 2.5 亿

kW·h, 总投资为 3.5 亿元人民币。目前已完成整个河段规划, 并经省水电厅审查通过, 计划于 1995 年 3 月完成可行性设计, 争取早日立项动工建设。

总之, 砌石薄拱坝技术的应用推广, 不仅促进了农村电气化的发展, 同时也促进了寿宁山区经济的振兴, 改变了边远山区的贫困面貌。

(收稿日期: 19940521)

(上接第 103 页)

的取得却是来之不易的, 是建立在监理工程师对各种工程量的统计、计算基础上的。

工程量的统计, 这个极简单而又平淡的工作, 看来是不太引人注目, 但在招投标工程的合同管理工作中, 统计工作就更重要了。

作为电站施工的管理工程师对合同的管理“从业务入手, 以经济结束”掌握工程的各种工程量是非常必需的。

在撰写本文过程中, 得到了高级工程师谢集根的指导, 表示谢意。

(收稿日期: 19940420)