

河流合理流量计算方法的探讨

董福平 周黔生

(浙江省水利学会)

摘 要:新修改的《中华人民共和国水法》明确提出要维持江河的合理流量,以维持水体的自然净化能力,经过多种计算方法分析、比较,提出了“河流合理流量”的内涵与计算方法,供实际工作参考使用。

关键词:河流合理流量 计算方法

1 问题的提出

(1)新修改的《中华人民共和国水法》明确提出,“应当注意维持江河的合理流量”,那么对于一条被大量引水的河流,维持多大河水流量才比较合理呢?这个问题值得探讨。河流四季流量不同,洪水流量和枯水流量相差更大,洪水流量容易使河流两侧环境遭受破坏,而枯水流量太小时往往不能满足河流部分生物的生存条件。

河流生态环境用水量是河流系统中各类生物赖以生存的物质基础,为了保持良好的生态环境,河流维持一定数值大小的流量是必须的。例如,目前我省各地山区许多中小河流都在修建水电站,大大改变了河流原有的逐日流量变化规律,特别是有些引水式水电站,为获得较大的水流落差提高出力,将河水拦截并引流到下游较长一段距离,结果是坝址到发电厂房之间的河段流量大大减少,甚至造成断流,使天然生态环境遭受破坏,水事纠纷屡屡发生。这种事例很多,已引起人们高度关注,也认识到在水电站规划设计阶段应当充分考虑河流生态环境用水量,论证引水流量的大小,同时,必须保证坝下有足够的下泄流量,以满足下游区间居民生活、农业灌溉和区间生态环境的需水量,保持江河合理流量以维持河流生态环境的良性循环,是水电站规划设计部门与水行政管理、环保部门应当把握的。还有些河流因供水、灌溉等原因,河水被大量截流、引水和消耗,河流合理流量不足,难以维持正常的河流生态环境,影响人们生活和生产环境。我省富阳市就出现过此类情况。栖鹤水电站位于我省富阳市壶源江主干流,属径流式电站,集水面积 690km^2 ,电站设计引水流量 $20.4\text{m}^3/\text{s}$,水头约 15m ,装机 $4 \times 630\text{kW}$ 。由于在主河道中修建了挡水坝,从坝址至电站尾水出口形成了 4.0km 的脱水段。该河段附近有树石村和横搓村两个自然村,共 2300 余人,耕地面积约 380 亩。水电站运行以来,下游河段断流的几率大大增加,一年中大部分天数下游脱水段河床卵石暴露,造成下游生态环境的破坏,引起了水事纠纷。后有关部门经过论证,建议采用 $0.85\text{m}^3/\text{s}$ 流量,作为电站下游河道最小下泄流量,以满足影响河段生态环境用水需要。从满足影响河段生态环境用水的角度出发,水电站必须长年维持河道一定的流量。

我省众多河流直接流入东海,下游河口段多为感潮河段,咸水易上溯,钱塘江、甬江等河流下游的生态环境都深受潮汐影响,其中钱塘江因有涌潮现象,咸潮可长驱直入 80km 到达杭州市区河段。咸水入侵对杭州城市供水和农业灌溉影响甚大,杭州市工业生活用水的 80% 取自钱塘江,要求氯度值在 300PPM 以下,钱塘江河口两岸有 200 万农田的灌溉水源也取自钱塘江,要求氯度值在 1200PPM 以下。而当枯水、大潮季节,大潮汛前后几天易受咸潮威胁。2003 年秋季,杭州地区持续干旱天气,新安江水库水位下降至 95 米上下,钱塘江下泄水量迅速减少。与此同时,每逢月初、月中都是咸潮的高峰,钱塘江咸潮侵袭严重,并长时间滞留在取水口附近,造成以钱塘江为水源的九溪、清泰、南星、赤山埠等水厂被迫停止取水。11 月 7 日和 8 日两天,珊瑚沙水库累计停止进水 27 个小时,市区不得不大面积降压供水。后加强新安江水库泄水调度,才得以缓解。1978 年秋季大潮汛期间,咸潮的入侵给杭州市民生活与工农业生产遭受了巨大的损失,杭州居民

被迫饮用咸水 102 天。

在黄河流域,由于对黄河水资源大规模开发利用,从上个世纪 90 年代以来,黄河水资源供需矛盾不断加剧,下游频繁断流。黄河首次断流出现于 1972 年,此后 26 年间,有 21 年断流,其中从 1990 年到 1998 年,黄河年年断流。最严重的 1997 年断流时间长达 226 天,断流河段 704 公里,河口 300 多天无水入海,仅给山东一省造成的损失就达 135 亿元。严峻的现实使广大水利工作者逐步认识到,必须强化水资源的统一管理,协调解决好生活、生产和生态用水的关系。从 1999 年 3 月开始,对黄河实施了全流域水资源合理配置和统一调度,实行计划用水、节约用水。已连续三年实现了黄河在大旱之年不断流,基本保证了沿黄城乡居民的生活和生产用水,下游生态得到明显改善。

九十年代黄河连年断流,钱塘江咸潮入侵都说明合理利用水资源,维持河流的合理流量,已经刻不容缓。为此,新修改的《中华人民共和国水法》第二十八条指出:“任何单位和个人引水、截(蓄)水、排水,不得损害公共利益和他人的合法权益”,第三十条指出:“县级以上人民政府水行政主管部门、流域管理机构以及其他有关部门在制定水资源开发、利用规划和调度水资源时,应当注意维持江河的合理流量和湖泊、水库以及地下水的合理水位,维持水体的自然净化能力”。因此选择、确定江河的合理流量实际意义很大,关系到《水法》的实施,关系到上下游水事纠纷的避免,关系到全流域的经济协调发展。近年,浙江省政府提出“生态省”建设,省水利厅提出了建设“万里清水河道”,实现“水清、流畅、岸绿、景美”的河道整治目标。这些目标都必须做好恢复和保护下游河道生态环境,必须在河道中维持合理流量。

(2)目前,国际上还没有统一的河道内生态环境需水量的衡量标准和计算方法,对合理流量的计算方法更少提及。在国内,估算河流生态环境用水的主要方法是 10 年最枯月平均流量法,在《地方水污染物排放标准的技术原则和方法》(GB3839-83)中,规定一般河流采用近十年最枯月平均流量或百分之九十保证率最枯月平均流量,用于计算污染物允许排放量。在国外,常用的河流生态环境用水的估算方法有河道湿周法、“R2CROSS”法、河道内流量增加法、7Q10 法、Montana 法等,各种生态需水量的计算方法各有长短。其中美国的 7Q10 法适用于防治河流水质污染的计算,采用 90%保证率最枯连续 7 天的平均水量作为河流最小流量设计值,主要用于计算污染物允许排放量,在许多大型水利工程建设的环境影响评价中得到应用。而 Montana 法是以水质目标为约束的生态环境需水量计算方法,是一种综合计算方法,河流流量推荐值是以预先确定的年平均流量的百分数为基础,见表 2。

表 2 保护水生生态等有关环境资源的河流流量状况标准

流量的叙述性描述	推荐的基流(10-3月)(%平均流量)	推荐的基流(4-9月)(%平均流量)
最大	200	200
最佳范围	60-100	60-100
极好	40	60
非常好	30	50
好	20	40
中或差	10	30
差或最小	10	10
极差	0-10	0-10

该法可利用水文站的年平均流量计算生态环境需水量。在没有水文资料的河流,可通过水文分析与计算技术来求得。该法可用作估算河流生态环境需水量,或者作为其他方法的一种检验。上述计算河流生态流量的诸多方法并未解决河流合理流量,特别是用于计算污染物允许排放量的方法,所得出的河流流量过小,不能满足合理流量的要求。

2 河流合理流量的推算

我们认为合理流量与生态需水量不同,应是常水位条件下的流量,能基本满足河流两岸居民生活用水、

生产用水等条件,通常不包括洪水流量。对于水电站等水工建筑物而言,在来水大于合理流量情况下,应当保持这个流量大小下泄,而当来水小于合理流量时,也应保持一定数量的流量下泄,不能应水工建筑物运行造成河流流量过小或断流。那么河流合理流量又该如何判别与计算呢?为此,我们选择人为影响相对较少的瓯江流域的沙湾水文站和钱塘江流域的双塔底水文站两典型站的流量资料作为样本,对河流合理流量进行分析。沙湾水文站测流断面以上流域属山区性河流,集水面积 1156km²,逐日流量资料采用 1957—1993 年系列,共 37 年。双塔底水文站站测流断面以上流域属山区性河流,集水面积 1561km²,逐日流量资料采用 1957—2002 年系列,共 46 年。河流每年有多次洪水过程,对全年逐日平均流量过程线,尤其是洪水的涨水和退水段进行分析,可见洪水退水曲线变化比较有规律,曲线逐渐变缓,直至洪水退平。一年中大、小流量的出现天数是不同的,大流量比小流量出现天数少得多,我们共统计了沙湾站 37 年和双塔站 46 年各级流量的出现天数(流量级差为 1m³/s)。先以沙湾站为例,图 1 和表 3 分别是沙湾站各级流量多年平均出现天数曲线图表,由图表可见全年中平均出现天数最多是 19.6 天,相应流量是 4m³/s,19.6 天是各级流量 ~ 平均出现天数相关曲线的分水岭,该点左侧,随着日流量的增加,平均出现天数不断增加;相反,该点右侧,随着日流量的增加,平均出现的天数却逐渐减少,该点左右两侧曲线很不对称,明显呈偏态分布,符合 Γ 分布规律。而我们感兴趣的是曲线右半部,它呈下降趋势,经与各种函数曲线(幕函数、指数函数、对数函数)拟合,各曲线方程参数分别如下式所示:

- ①逆回归公式: $Y = A + B * 1/X$

$Y = 0.561 + 76.4 * 1/X$

(1)
- ②指数回归公式: $Y = A * e^{B * X}$

$Y = 16.4 * e^{-0.0443 * X}$

(2)
- ③对数回归公式: $Y = A + B * \ln X$

$Y = 27.43 - 6.66 * \ln X$

(3)
- ④乘方回归公式: $Y = A * X^B$

$Y = 142.28 * X^{-1.15}$

(4)

式中 Y——出现天数,X——日流量

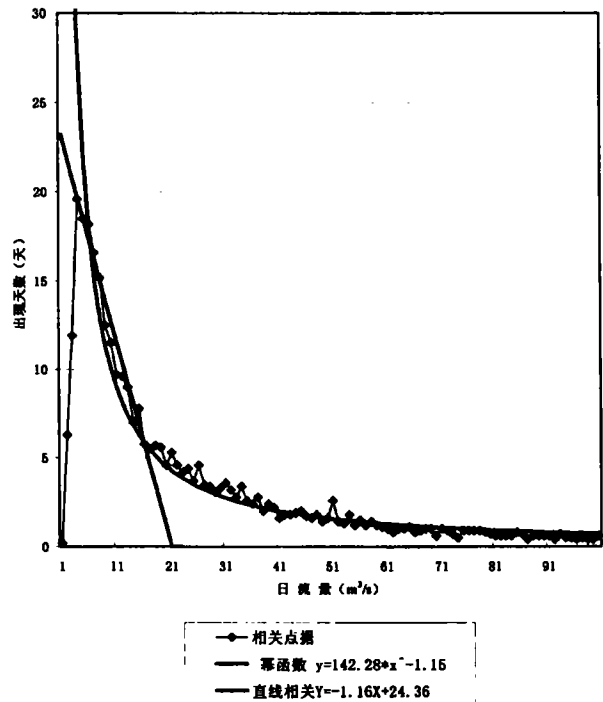


图 1 沙湾站日流量多年平均出现天数图

表3 沙湾站日流量多年平均出现天数表

日流量(m^3/s)	出现天数(天)	日流量(m^3/s)	出现天数(天)	日流量(m^3/s)	出现天数(天)	日流量(m^3/s)	出现天数(天)
1	0.2	26	4.6	51	2.6	76	0.9
2	6.3	27	3.5	52	1.4	77	0.9
3	11.9	28	3.4	53	1.3	78	0.9
4	19.6	29	3.1	54	1.8	79	0.8
5	18.5	30	3.3	55	1.2	80	0.7
6	18.2	31	3.6	56	1.5	81	0.6
7	16.6	32	3.2	57	1.2	82	0.6
8	15.2	33	2.8	58	1.4	83	0.6
9	12.5	34	3.4	59	1.2	84	0.6
10	11.5	35	2.6	60	1.1	85	0.8
11	9.7	36	2.4	61	1.0	86	0.7
12	9.6	37	2.8	62	0.8	87	0.4
13	9.0	38	2.0	63	1.0	88	0.6
14	7.0	39	2.4	64	1.0	89	0.6
15	7.8	40	2.2	65	1.1	90	0.6
16	5.8	41	1.6	66	0.8	91	0.6
17	5.5	42	1.8	67	0.9	92	0.4
18	5.7	43	1.8	68	1.0	93	0.7
19	5.6	44	1.9	69	1.0	94	0.5
20	4.6	45	2.0	70	0.6	95	0.5
21	5.3	46	1.7	71	1.0	96	0.4
22	4.6	47	1.6	72	0.9	97	0.5
23	4.2	48	1.8	73	0.7	98	0.4
24	4.4	49	1.4	74	0.5	99	0.4
25	3.7	50	1.6	75	0.9	100	0.6

其中幂函数 $Y = 142.28 \times X^{-1.15}$ 与该曲线的下降趋势拟合较好(参见图3),各级流量与平均出现天数有较好的相关关系。而在 $X = 16(\text{m}^3/\text{s})$ 、 $Y = 5.8(\text{天})$ 坐标点附近,实测点据的连线斜率有明显变化,连线上部斜率较大,下部斜率则较小,且渐趋平直,虽然日流量不断增加,但出现天数变化很小。我们视该坐标点为日流量变化的临界点,该点流量($16\text{m}^3/\text{s}$)称为临界流量 Q_L 。临界流量采用下列方法确定,对连线上部相关数据进行线性回归,回归公式为:

$$Y = -1.16X + 24.36 \quad (5)$$

该相关直线与曲线($Y = 142.28 \times X^{-1.15}$)下部相交点的坐标值 $X = 16(\text{m}^3/\text{s})$ 、 $Y = 5.8(\text{天})$ 即为临界流量。为何曲线在临界流量附近出现明显转折呢?究其原因,大于临界流量 Q_L 的日流量都是洪水流量(包括洪水涨退过程),一年发生机会不多,所以出现次数就少,而小于临界点的日流量是排除洪水流量之外的日常流量,所以出现次数很多。根据沙湾站各级流量的出现天数,将小于临界流量 Q_L ($16\text{m}^3/\text{s}$) 的各级流量(不包括断流流量0)进行加权平均,得出沙湾站加权平均流量 Q_H , Q_H 即为排除洪水和断流两种情况下的河流日常流量平均值,它与合理流量的概念比较接近。根据这一思路,我们提出计算合理流量的方法与步骤,即利用多年逐日平均流量数据文件,用计算机程序算出每一年中除去洪水和断流两种情况下的逐日平均流量 Q_{Ri} 总

和及其数学平均值 Q_H , 具体计算方法如下式所示:

$$Q_L > Q_{Ri} > Q_D \quad (6)$$

$$Q_H = \sum Q_{Ri} / N \quad (7)$$

$$N = m * y \quad (8)$$

式中: Q_L ——临界流量(m^3/s)

Q_{Ri} ——日常流量(m^3/s)

Q_D ——断流流量(m^3/s), $Q_D = 0$

Q_H ——多年平均合理流量(m^3/s)

N ——与 Q_{Ri} 相应的总天数

m ——一年中与 Q_{Ri} 相应的天数

y ——计算年份

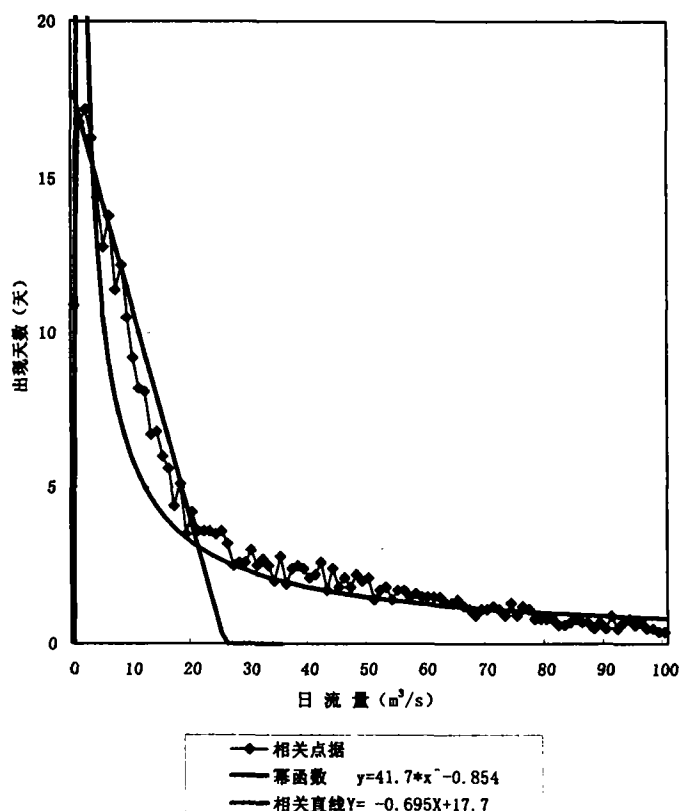


图2 双塔底站日流量多年平均出现天数图

按上述方法算得沙湾站多年平均合理流量 Q_H 值为 $7.77 m^3/s$ 。由图 3(沙湾站 1987 年逐日流量过程线)可见,洪水涨退过程的各日平均流量一般都在在 Q_H 之上,这也符合常水位条件下的江河合理流量的概念。沙湾站合理流量 Q_H 与多年平均流量 $Q_0(44.7 m^3/s)$ 的比值为 17.4%,沙湾站流量特征值参见表 5。

图 2 和表 4 分别是双塔底站各级流量多年平均出现天数,由表 4 可见全年中平均出现天数最多是 17.2 天,相应流量是 $2 m^3/s$ 。对双塔底站资料的分析结果表明,该站各级流量与平均出现天数相关曲线的右半部与幂函数 $Y = 41.7 * X^{-0.854}$ 拟合尚好。连线上部相关数据的直线回归公式为:

$$Y = 0.695X + 17.7 \quad (9)$$

曲线与直线下部相交点的坐标值为 $X = 21(m^3/s)$ 、 $Y = 3.1(天)$,因而取临界流量为 $21 m^3/s$,经计算双塔底站合理流量 $Q_H = 7.98 m^3/s$,合理流量与年平均流量($56.1 m^3/s$)的比值为 14.2%。由双塔底 1987 年逐日流量过程线(图 4)可见,洪水涨退过程均在合理流量 Q_H 之上,也比较合理,双塔底站流量特征值参见表 6。

图3 沙湾站1987年逐日流量过程线

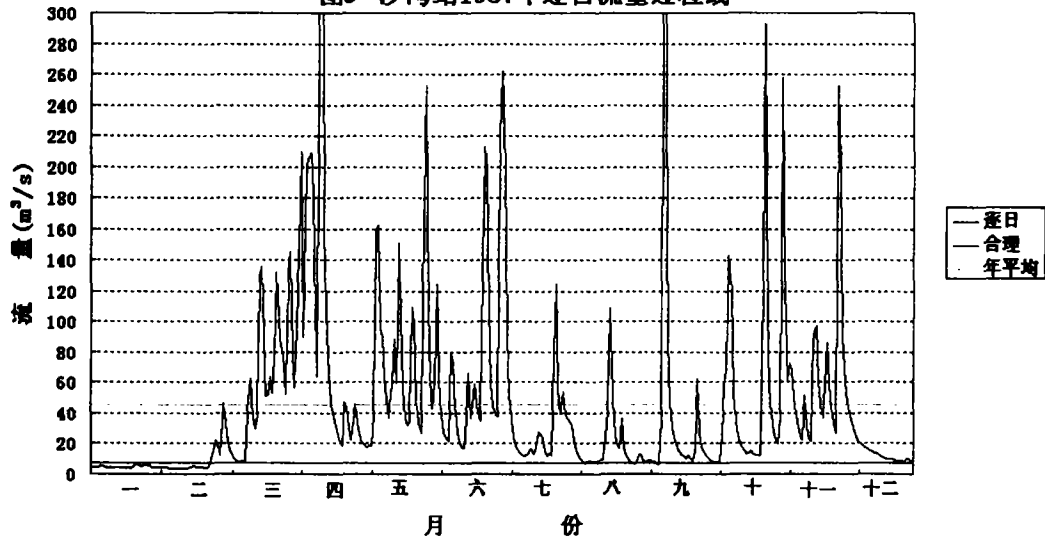


图3 沙湾站 1987 年逐日流量过程线

图4 双塔底站1987年逐日流量过程线

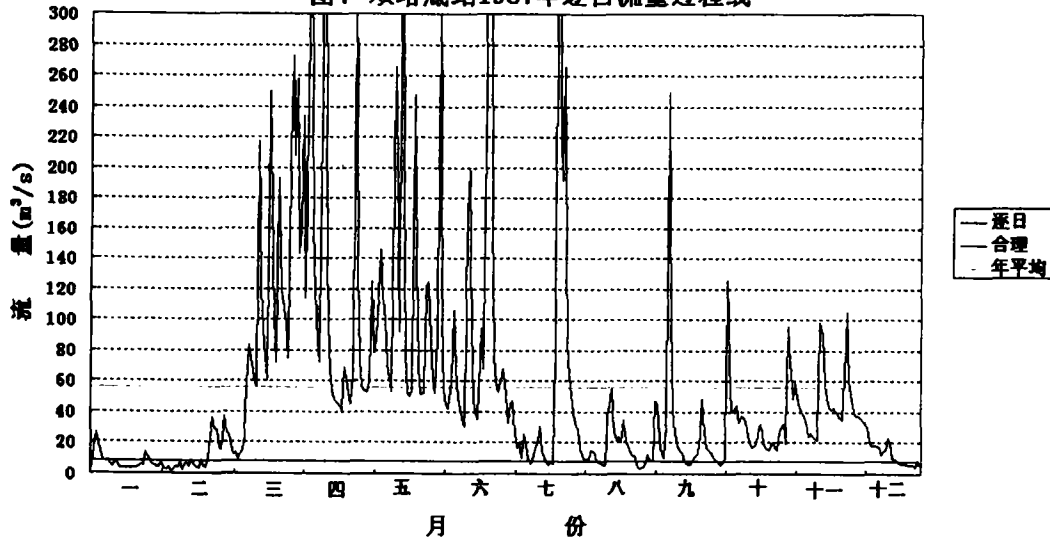


图4 双塔底站 1987 年逐日流量过程线

表4 双塔底站日流量多年平均出现天数表

日流量(m^3/s)	出现天数(天)	日流量(m^3/s)	出现天数(天)	日流量(m^3/s)	出现天数(天)	日流量(m^3/s)	出现天数(天)
0	10.9	26	3.2	51	1.4	76	1.2
1	16.8	27	2.5	52	1.7	77	1.1
2	17.2	28	2.6	53	1.8	78	0.8
3	16.3	29	2.6	54	1.4	79	0.8
4	14.4	30	3.0	55	1.7	80	0.8
5	12.8	31	2.5	56	1.7	81	0.8
6	13.8	32	2.7	57	1.5	82	0.6
7	11.4	33	2.5	58	1.6	83	0.6
8	12.2	34	2.0	59	1.5	84	0.7

日流量(m^3/s)	出现天数(天)	日流量(m^3/s)	出现天数(天)	日流量(m^3/s)	出现天数(天)	日流量(m^3/s)	出现天数(天)
9	10.5	35	2.8	60	1.5	85	0.8
10	9.2	36	1.9	61	1.5	86	0.7
11	8.2	37	2.4	62	1.5	87	0.7
12	8.1	38	2.5	63	1.3	88	0.5
13	6.7	39	2.4	64	1.3	89	0.7
14	6.8	40	2.1	65	1.4	90	0.5
15	6.0	41	2.2	66	1.2	91	0.9
16	5.6	42	2.6	67	1.1	92	0.5
17	4.4	43	1.7	68	0.9	93	0.7
18	5.1	44	2.4	69	1.1	94	0.8
19	3.5	45	1.8	70	1.1	95	0.6
20	4.2	46	2.1	71	1.2	96	0.7
21	3.6	47	1.8	72	1.1	97	0.5
22	3.6	48	2.2	73	0.9	98	0.5
23	3.6	49	2.0	74	1.3	99	0.4
24	3.5	50	2.1	75	0.9	100	0.4
25	3.6						

从表 5 和表 6 中可以看出,沙湾站一年中大于和等于合理流量 $Q_H(7.77\text{m}^3/\text{s})$ 的天数恰好等于 270 天,占全年天数的四分之三,大于和等于临界流量 $Q_L(16\text{m}^3/\text{s})$ 的天数为 194 天,超过全年天数的一半。而双塔底站一年中大于和等于合理流量 $(7.98\text{m}^3/\text{s})$ 的天数为 253 天,约占全年天数的四分之三,大于和等于临界流量 $Q_L(21\text{m}^3/\text{s})$ 的天数为 167 天,约占全年天数的一半。

再看沙湾站和双塔底站多年月平均流量表(表 7、表 8),表 7 显示沙湾站全年各月平均流量均大于合理流量 $Q_H(7.77\text{m}^3/\text{s})$,表 8 显示双塔底站全年各月平均流量均大于合理流量 $Q_H(7.98\text{m}^3/\text{s})$,所以根据日流量季节变化规律,要维持河流合理流量是可能的。

表 5 沙湾站流量特征值表

年平均流量 Q_b (m^3/s)	临界流量 Q_L (m^3/s)	年最枯月平均流量 Q_k (m^3/s)	合理流量 Q_H (m^3/s)	$Q_b \geq Q_L$ 的天数 (天)	$Q_b \geq Q_H$ 的天数 (天)
44.7	16.0	5.32	7.77	194	270

备注: Q_b ——逐日平均流量

表 6 双塔底站流量特征值表

年平均流量 Q_b (m^3/s)	临界流量 Q_L (m^3/s)	年最枯月平均流量 Q_k (m^3/s)	合理流量 Q_H (m^3/s)	$Q_b \geq Q_L$ 的天数 (天)	$Q_b \geq Q_H$ 的天数 (天)
56.1	21	6.16	7.98	167	253

备注: Q_b ——逐日平均流量

表 7 沙湾站多年月平均流量表

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$Q(m^3/s)$	13.6	33.1	53.7	72.2	89.2	110	41.4	40	44	18.9	12.6	9.27

表 8 双塔底站多年月平均流量表

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$Q(m^3/s)$	17.9	42.9	76.6	107	124	134	57.8	22.5	20.1	13.9	14.1	13.0

如果采用近 10 年最枯月平均流量(包括 90%保证率最枯月平均流量)和最枯连续 7 天平均流量 Q_7 (包括 90%保证率条件下的最枯连续 7 天平均流量)作为合理流量,我们认为这个值是偏小的,特别是在经常发生断流的河流,更加不合理,不利于河流生态环境的保护。据分析,多年平均最枯月流量 Q_k 和最枯连续 7 天平均流量 Q_7 的年际变化比较大(图 5),在多年变化周期中,丰水周期的最枯月平均流量和最枯连续 7 天平均流量要比枯水周期的最枯月平均流量和最枯连续 7 天平均流量大好几倍,变化很不稳定。例如双塔底站 1959—1968 年这 10 年间,最枯月平均流量是 $2.3m^3/s$,1993—2002 年这 10 年间,最枯月平均流量是 $9.74m^3/s$,前后相差 3 倍多。再看最枯连续 7 天平均流量,1959—1968 年的平均值为 $0.41m^3/s$,1993—2002 年的平均值为 $3.01m^3/s$,前后相差 6 倍多。而双塔底站 1959—1968 年与 1993—2002 年的平均合理流量 Q_H 分别是 $6.6m^3/s$ 和 $9.4m^3/s$,相差不到一半。可见最枯月平均流量和最枯连续 7 天平均流量的年际变化很大,前后不同的 10 年平均值相差很大,双塔底站个别年份最枯月平均流量甚至为 0(1967 年),最枯连续 7 天平均流量也有 6 年为 0(1964、1966、1967、1968、1970、1971 年)。

根据计算,沙湾站最枯月平均流量的离差系数 $C_v = 0.55$,偏差系数与离差系数比值 $C_s/C_v = 3$;双塔底站最枯月平均流量的离差系数 $C_v = 1.3$,偏差系数与离差系数比值 $C_s/C_v = 2.5$,由此推算得沙湾站和双塔底站 90%保证率最枯月平均流量分别为 $2.49m^3/s$ 、 $1.32m^3/s$,与年平均流量 Q_0 的比值只有 5.6%和 2.4%(参见表 9)。

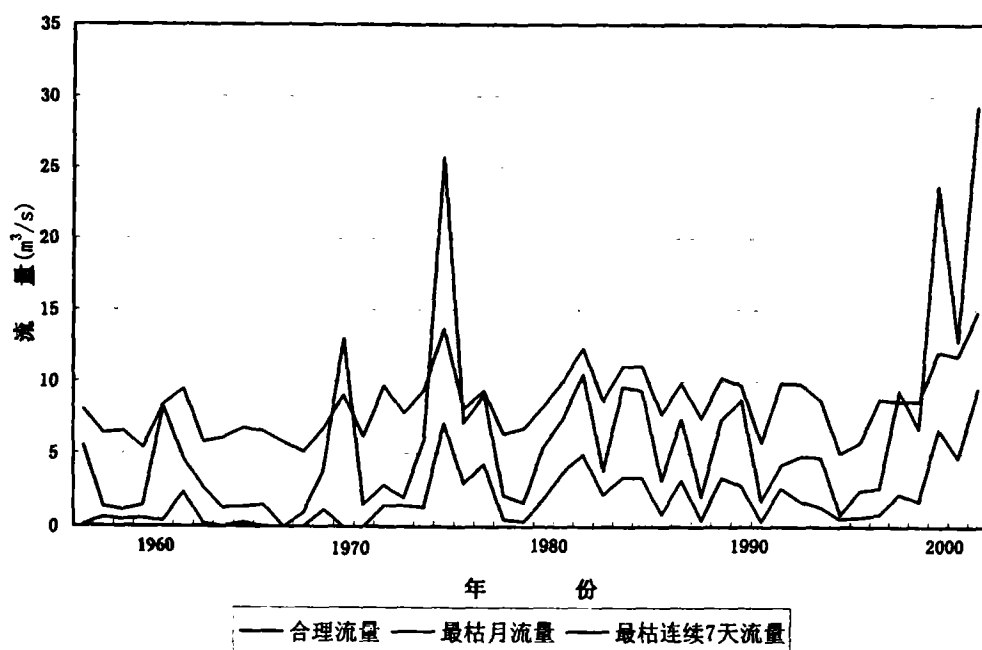


图 5 双塔底站逐年流量过程线图

表9 各种计算方法汇总表

流量单位: m^3/s

方 法	沙湾站	与年平均流量比值 (%)	双塔底站	与年平均流量比值 (%)
年平均流量	44.7		56.1	
最枯月平均流量	5.32	12	6.16	11
90%保证率最枯月平均流量	2.49	5.6	1.32	2.4
最枯连续7天平均流量	3.37	7.5	1.92	3.4
90%保证率最枯连续7天平均流量	1.93	4.3	0.52	0.9
Montana法,按季度达到“好”一类标准)	8.94(10—3月) 17.9(4—9月)	20(10—3月) 40(4—9月)	11.22(10—3月) 22.44(4—9月)	20(10—3月) 40(4—9月)
270天保证率流量	7.79	17.4	6.34	11.3
180天保证率流量	17.5	39.1	17.9	31.9
合理流量(日常流量平均法)	7.77	17.4	7.98	14.2

最枯连续7天平均流量其实比最枯月平均流量更小,沙湾站、双塔底站的多年平均最枯连续7天平均流量 Q_7 为 $3.37\text{m}^3/\text{s}$ 、 $1.92\text{m}^3/\text{s}$,与年平均流量 Q_0 的比值分别为 7.5%、3.4%。根据频率计算,沙湾站最枯连续7天平均流量离差系数 $C_v = 0.57$,偏差系数与离差系数比值 $C_s/C_v = 4.5$;双塔底站最枯连续7天平均流量离差系数 $C_v = 1.3$,偏差系数与离差系数比值 $C_s/C_v = 2$,由此推算得沙湾站和双塔底站 90%保证率最枯连续7天平均流量分别为 $1.93\text{m}^3/\text{s}$ 和 $0.52\text{m}^3/\text{s}$,说明采用 90%保证率条件下的最枯连续7天平均流量比最枯连续7天平均流量还要小得多。

表9是各种计算方法汇总表,列出了沙湾站和双塔底站各种方法的计算成果,为便于对照,还列出了它们与年平均流量的比值。由表可见,用日常流量平均法计算的合理流量与年平均流量的比值分别为 17.4%(沙湾站)、14.2%(双塔底站)。如用 Montana 法(表2)衡量,介于“中”与“好”之间。法国作出规定,最小生态用水流量不应小于多年平均流量的 1/10,而在其所制定的《河流生态用水等有关环境资源的河流流量状况标准》中,河流生态用水流量占年平均流量的 20—50%属于好和非常好的状况,10%以下则属于差。

为了便于比较,我们还计算了沙湾站和双塔底站 270天和180天保证流量,所谓 270(180)天保证流量,就是一年中有 270(180)天的日平均流量大于或等于此流量值。径流式小型水电站的设计流量常采用 270天或180天保证流量,他们是装机容量的依据,其保证率相当于 75%和 50%,表9中分别列出了 270天和180天保证流量多年平均值,从表中可以看出,沙湾站合理流量 $Q_H(7.77\text{m}^3/\text{s})$ 接近 270天保证流量($7.79\text{m}^3/\text{s}$),而双塔底站合理流量 $Q_H(7.96\text{m}^3/\text{s})$ 稍大于 270天保证流量($6.34\text{m}^3/\text{s}$)。

3 结 语

由以上讨论可知,本文提出的计算方法——日常流量平均法,比较符合河流合理流量概念,数值大小比较适当,相当于年平均流量的 15%左右,且年际变化比较稳定,不足之处是分析计算过程欠便捷,但如果使用计算机计算,上述缺点能避免,何况现在水文站的逐日流量数据都已用计算机存储,调用起来还是很方便的,而用最枯月流量(包括 90%保证率最枯月平均流量)或连续7天最小日平均流量(包括 90%保证率连续7天最小日平均流量)作为合理流量都存在偏小的缺陷,且数值年际变化不够稳定,误差较大。

由于 270天保证流量与合理流量的数值相当接近,因此我们认为也可采用 270天保证流量作为合理流量,这样可以省略许多计算过程,不必求解临界流量,何况 270天保证流量在水电站设计过程中已经取得,使用起来更加便捷,也更合理,误差值也要小于最枯月平均流量。

参 考 文 献

- [1]《中华人民共和国水法》
- [2]倪晋仁等 论河流生态环境需水 《水利学报》2002年第9期