维普资讯 http://www.cqvip.com

第4卷第3,4期
1989年12月

大连水产学院学报
JOURNAL OF DALIAN FISHERIES COLLEGE

Vol. 4 No 3—4
Dec. 1989

研究简报

尾矿库排洪系统中泄流能力和溢流流态的分析探讨

宋 毅
(港工系)

A STUDY ON THE DRAINING CAPACITY AND FLOW PATTERN OF THE TAILING STOCK DRAINING SYSTEM

Song Yi
(Dalian Fisheries College)

关键词： 溢水塔，泄流能力，溢流流态；流量系数

前 言

本文以本溪钢铁公司南芬选矿厂二期尾矿库为例对排洪系统中泄流能力和溢流流态进行分析探讨。

南芬尾矿库库址在卧龙沟内的平拓山处。尾矿库的汇水面积为26平方公里，总库容为2.6亿立方米，坝高140米，是目前国内少有的大型尾矿库。它采用高浓度筑坝，又将坝堆筑得很高，这在国内尚属先例。为保证坝体安全稳定，并给设计及今后生产管理提供依据，本钢公司委托大连理工大学土木系进行系统实验研究工作。现就本实验研究中的一部分工作——排洪系统中泄流能力和溢流流态进行分析探讨。

1 原始资料

本排洪系统是由主遂洞、支洞和坐落其上的五座溢水塔组成。

（1） 各溢水塔及竖井尺寸见表1

各溢水塔独立工作，例如3#塔工作时1#、2#塔封死，4#、5#塔不参加工作。

（2） 各塔的校核流量，起调水位及调节深度见表2

（3） 各溢水塔平面图及1#塔结构图

本文于1989年5月12日收到。

维普资讯 http://www.cqvip.com

表1 溢水塔及竖井尺寸

塔号	1#	2#	3#	4#	5#
塔径（米）	16	14	12	5	5
塔高（米）	16	26	26	31	30
竖井直径(米)	0	14→5.5	12→5	5→3	0
竖井高（米）	0	21.4	45	68	0

表2 各塔的校核流量起调水位及调节深度

塔号（米）	1#	2#	3#	4#	5#
频率	0.01	0.01	0.001	0.002	0.002
校核流量(米³/秒)	278	278	237	37	25
起调水位（米）	264	270	295	323	
调节深度（米）	5.6	4.9	4.5	4.3	

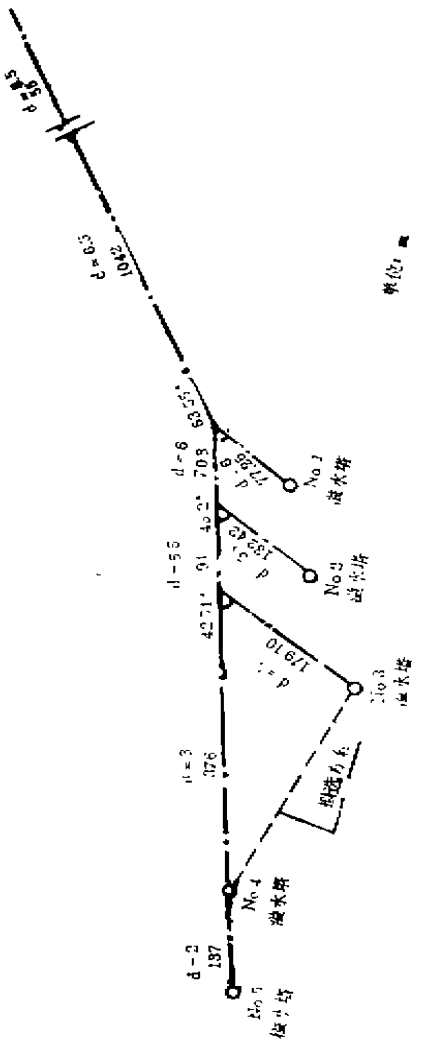


图1 各溢水塔平面图

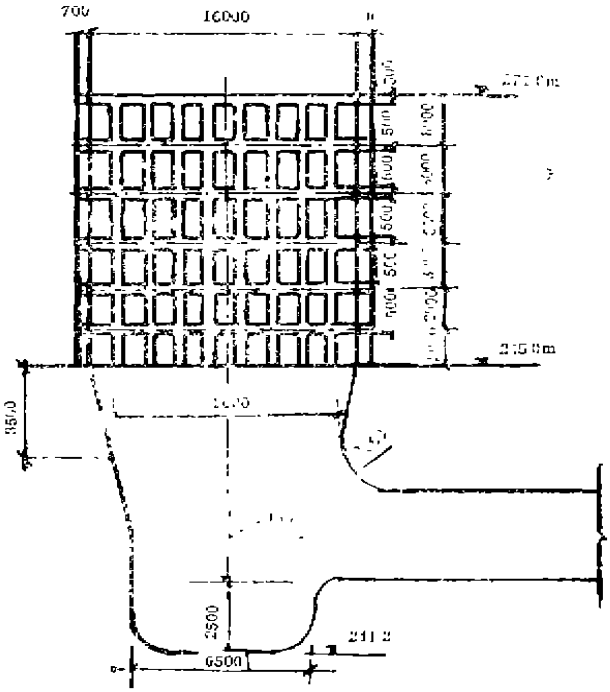


图2 I# 塔结构图 单位：mm

2 泄流能力分析

2.1 对水位流量关系的分析

由五座塔的水位流量关系曲线（见图3～9）分析得出：

（1） 各溢水塔的泄流量随溢流水头的增加而增加。

（2） 在同样溢流水头下，对于同一座溢水塔来说，顶部泄流量大，底部泄流量小，中部居中，究其原因大致为：顶部相当于环形薄壁堰溢流，阻力小。底部相当于环形宽顶堰溢

维普资讯 http://www.cqvip.com

流，阻力大。中部虽属环形薄壁堰溢流，但由于框架立柱的存在，使溢水前沿的长度减小。

（3） 在同样溢流水头下，对于不同溢水塔，泄流量随塔的直径增加而加大。如1*溢水塔直径最大，故过流量也最大。

（4） 各座溢水塔在宣泄设计与校核流量时，溢流水头均不超过调洪深度。

（5） 溢水塔溢流水舌后存在负压时，泄流能力明显增加。

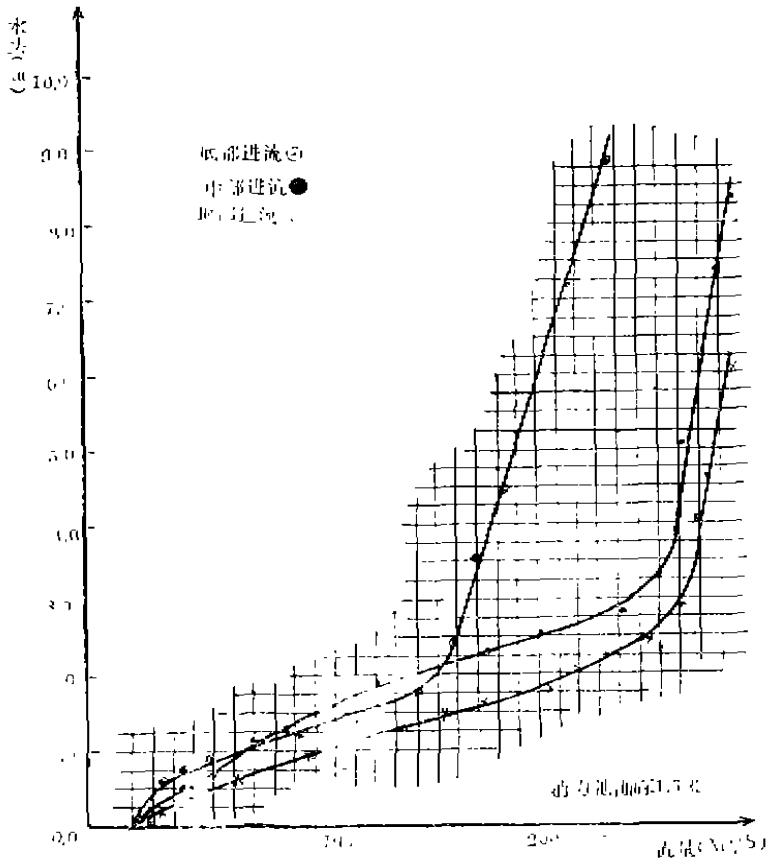


图3　1*塔水位流量关系曲线

2.2 有关流量系数的分析*

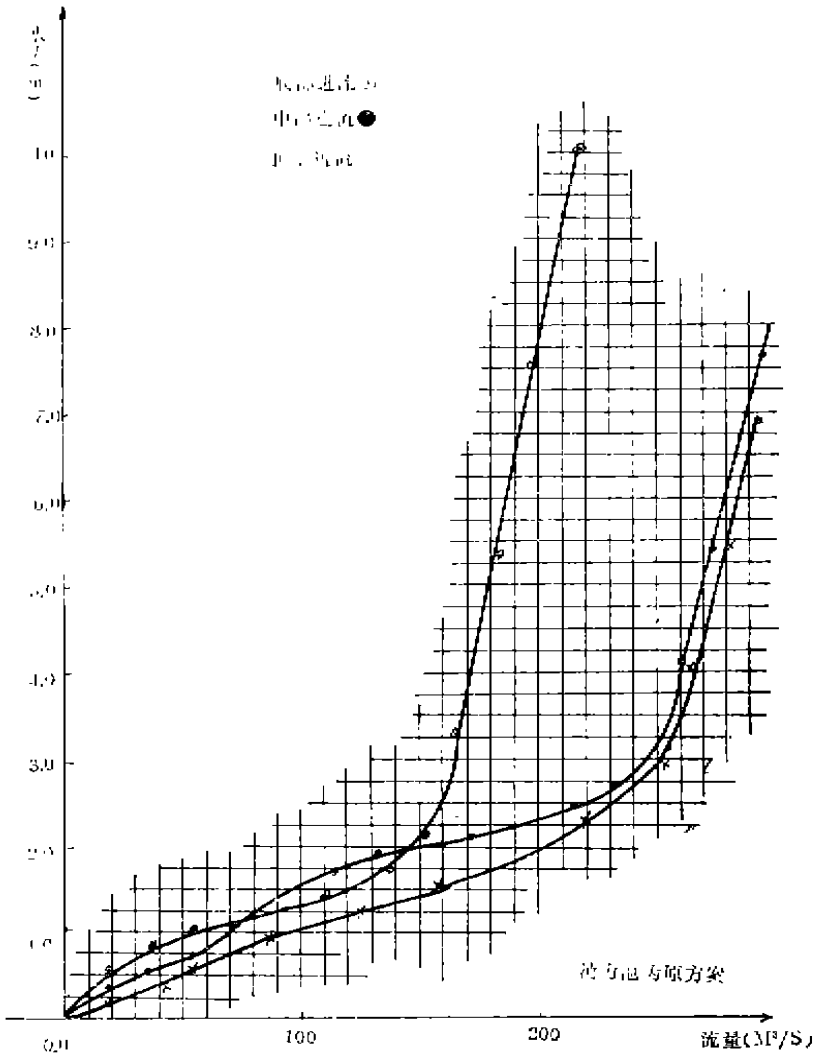
流量系数的大小反映泄水建筑物泄流能力的大小，影响它的因素较多，如泄水建筑物进口形状，大小及流态等。

对于每一座溢水塔的泄流分二种消能方案三种溢流情况进行实验①底部进流（从塔底高程开始）；②中部进流（从调洪水位开始）；③顶部进流（从塔顶高程减去调洪深度开始）。溢流时一般出现三种流态：自由堰溢流；淹没堰溢流；管流。

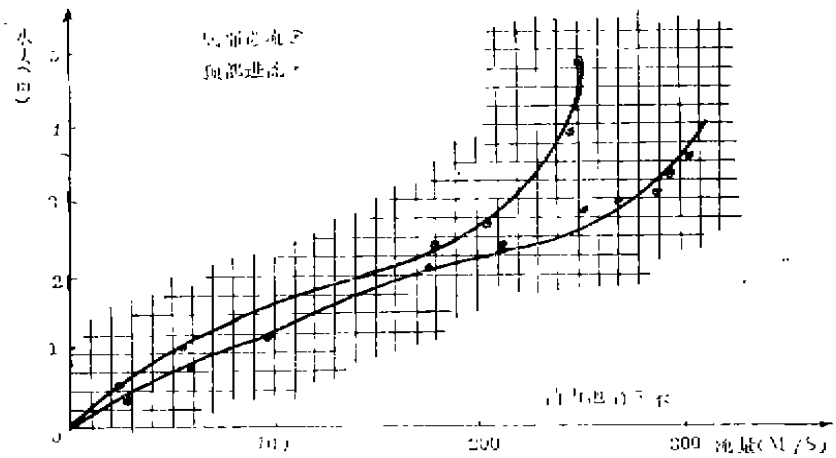
对于自由堰流计算流量系数公式为：

* 大连工学院土木系水力学教研室．北台新尾矿库水力模型试验报告．1986.21～24

维普资讯 http://www.cqvip.com



←图4 1#堵水位流量关系曲线



←图5 3#堵水位流量关系曲线

维普资讯 http://www.cqvip.com

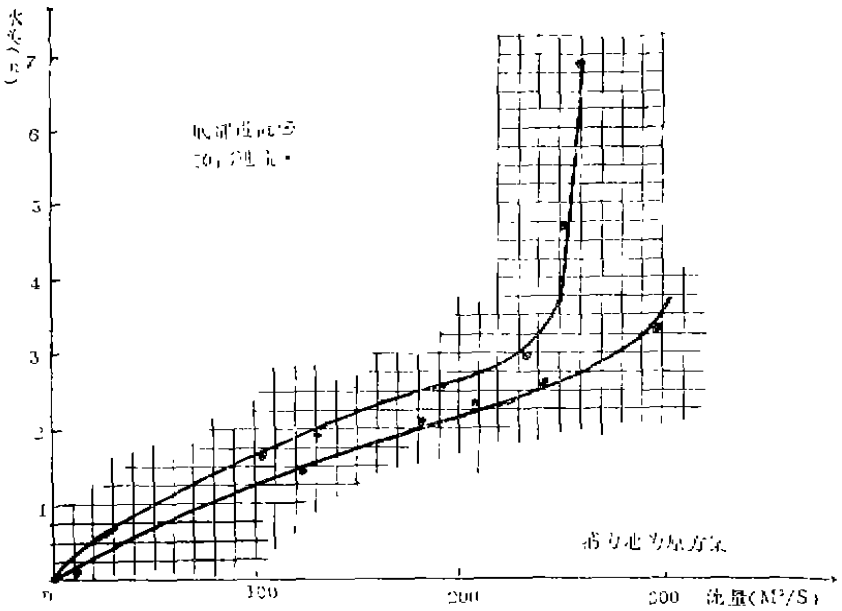


图6　3#塔水位流量关系曲线

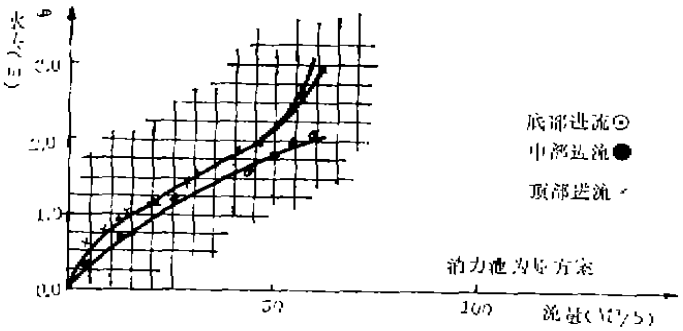


图7　4#塔水位流量关系曲线

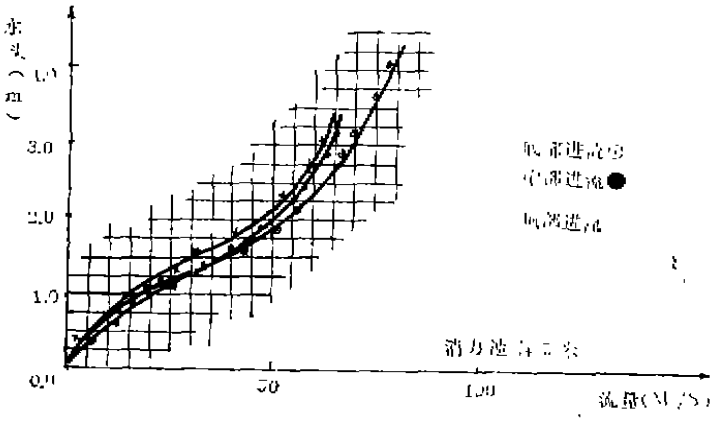


图8　4#塔水位流量关系曲线

维普资讯 http://www.cqvip.com

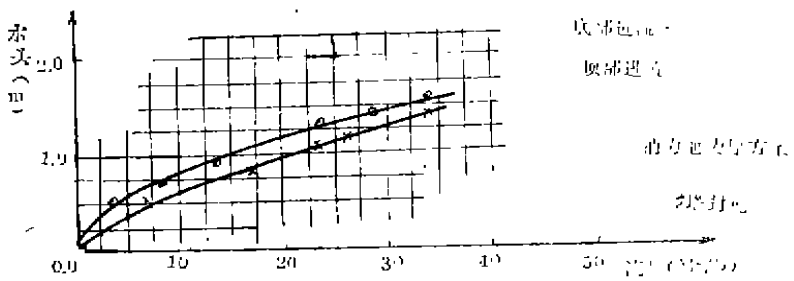


图9 5*塔水位流量关系曲线

$$m = \frac{Q}{L\sqrt{2gH^{1.5}}}$$

式中：Q为实测泄流量(m^3/s)

H为由堰顶算起的溢流水头(m)

L为溢流前沿的长度(m)

对于淹没堰流计算流量系数公式为：

$$m' = \frac{Q}{L\sqrt{2gH^{1.5}}}$$

对于管流计算流量系数公式为：

$$\mu = \frac{Q}{A\sqrt{2gH^{0.5}}}$$

式中：H为由堰顶算起的溢流水头

A为管流过水断面面积

通过对流量系数（见表3～5）的分析得出：

（1） 当溢水塔各部位在水位较低的初期运行时，溢水塔进口均为堰流，流量系数大部

表3 实测堰流流量系数计算表 底部进流

塔号 \ 清能方案		原方案					修改方案				
一号塔	Q(m^3/s)	19.98	37.57	53.46	71.66	110.69	17.37	27.25	36.45	63.64	112.85
	H(M)	0.6	0.825	1.00	1.15	1.45	0.575	0.725	0.825	1.10	1.60
	m	0.25	0.29	0.31	0.33	0.36	0.23	0.25	0.28	0.31	0.32
三号塔	Q(M^3/S)	12.48	30.40	65.99	103.90	163.10	23.95	55.56	82.79	125.70	179.66
	H(M)	0.40	0.70	1.20	1.65	2.20	0.65	1.10	1.40	1.85	2.40
	m	0.32	0.34	0.33	0.32	0.33	0.30	0.32	0.33	0.33	0.32
四号塔	Q(M^3/S)	5.60	8.43	12.24	19.43	35.15	4.14	6.72	12.28	21.33	35.66
	H(M)	0.40	0.65	0.70	0.925	1.40	0.325	0.45	0.75	1.00	1.45
	m	0.30	0.28	0.29	0.30	0.29	0.31	0.31	0.26	0.29	0.28
五号塔	Q(M^3/S)	8.66	14.9	23.78	29.12	—	—	—	—	—	—
	H(M)	0.70	0.95	1.25	1.35	—	—	—	—	—	—
	m	0.20	0.22	0.23	0.25	—	—	—	—	—	—

维普资讯 http://www.cqvip.com

分在自由堰的范围内即0.3～0.5。但4#、5#塔流量系数偏低，原因是进口局部阻力相对较大。

（2） 有的淹没堰的流量系数大于1，是由于计算时未计入真空水头，其原因是模型比尺较小，对于模型中所出现的少许负压很难测得准确。管流流量系数大于1是由于计算水头起点取法与常规不同。

（3） 5#塔溢流时只出现堰流，这是因为5#塔只负担25m³/s的下泄流量，流量小、水头低，故只有自由堰流。

实测堰流，中部进流时流量系数值的范围：

原方案：$m = 0.20 \sim 0.54$　大部分在0.3～0.5

修改方案：$m = 0.23 \sim 0.55$　大部分在0.3～0.5

实测堰流，顶部进流时流量系数值的范围：

原方案：$m = 0.20 \sim 0.70$　大部分在0.3～0.5

修改方案：$m = 0.22 \sim 0.67$　大部分在0.3～0.5

表4　实测淹没堰流流量系数计算表　底部进流

塔号	溢能方案	原方案					修改方案				
一号塔	Q(M³/S)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	H(M)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	m'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
二号塔	Q(M³/S)	—	—	—	—	—	203.28	210.00	220.00	230.00	240.00
	H(M)	—	—	—	—	—	2.65	2.85	3.10	3.35	3.70
	m'	—	—	—	—	—	0.31	0.29	0.27	0.25	0.22
四号塔	Q(M³/S)	38.99	42.34	49.29	53.23	58.80	38.95	41.82	43.00	46.00	48.58
	H(M)	1.50	1.575	1.80	1.95	2.075	1.55	1.625	1.65	1.75	1.83
	m'	0.29	0.29	0.28	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27
五号塔	Q(M³/S)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	H(M)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	m'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

实测淹没堰流，中部进流时流量系数范围：

原方案：$m' = 0.23 \sim 0.39$

修改方案：$m' = 0.27 \sim 0.30$

实测淹没堰流，顶部进流时流量系数范围：

原方案：$m' = 0.22 \sim 0.54$

修改方案：$m' = 0.23 \sim 0.56$

实测管流，中部进流时流量系数的范围：

原方案：$\mu = 1.04 \sim 1.09$

修改方案：$\mu = 0.82 \sim 1.10$

实测管流，顶部进流时流量系数值范围：

原方案：$\mu = 0.90 \sim 1.05$

修改方案：$\mu = 0.96 \sim 1.10$

维普资讯 http://www.cqvip.com

表5 实测管流流量系数计算表 底部进流

塔号 \ 消能方案		原方案					修改方案				
一号塔	Q(M³/S)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	H(M)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	μ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
二号塔	Q(M³/S)	248.90	250.00	256.40	—	—	215.40	250.00	252.30	—	—
	H(M)	4.75	6.50	6.90	—	—	3.90	4.40	4.85	—	—
	μ	0.81	0.69	0.69	—	—	0.88	0.84	0.81	—	—
四号塔	Q(M³/s)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	H(M)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	μ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
五号塔	Q(M³/S)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	H(M)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	μ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

3 各溢水塔溢流流态分析

从水位流量关系曲线上可得知，消力池深度的改变，对泄流量影响不大，但对水流流态影响甚为明显。

3.1 1*塔流态分析

1*塔塔下有 5.3 米收缩段与消力池相接，整体高度小，消力池深度的改变，相对于塔体高度所占比例甚大。如果池很浅（2.5 米）池内水深随着流量的增加很快就淹没到收缩段直至塔内。如消力池很深（6.5 米）池内水深随流量增加上升较慢。

3.2 3*塔流态分析

当3*溢水塔泄流量由小到大逐渐增加时，溢水塔进口由水面光滑的自由堰流流态逐渐变成了水面不连续的淹没堰流流态。而竖井内的流态按下面箭头方向变化：贴壁流→实心水柱体→水柱扩散→满流。洞内的流态也由初期较稳定的无压明流转变为有压明满流，最后过渡到有压满流流态。

值得重视的是当隧洞内处于有压明满流过渡流态时，隧洞内压力波动值很大。

3.3 4*塔流态分析

当泄流量小于12m³/s时，塔进口为堰流流态，竖井内为贴壁流，此时从溢水塔下泄的六股水流在塔内交织在一点，在塔的出口处竖井内形成一直径为 1 米左右的实心水柱，在竖井内直入消力池。

这种水流实体，由于塔很高，流速很大，下泄水流带有很大集中的动能，对消力池底板有很大作用力，应引起重视。当流量逐渐增加，水柱随之扩散，隧洞内为无压明流，当泄流量增加至20m³/s时，塔进口淹没，隧洞内为有压不满流，此时水塞活跃，水流不稳定，压力波

维普资讯 http://www.cqvip.com

动大。

4 结 论

各溢水塔从不同部位泄流时，以调节深度为堰上水头，其下泄流量能满足设计要求。

当1#，3#塔的泄流量小于设计流量的¼～⅓时，塔下游的支洞和主洞中均为无压明流。当下泄流量超过设计流量的⅔时，洞内均为有压满流。当泄流量在上述范围之间时，洞内均为有压不满流。

当4#塔泄流量小于12m³/s时主洞内为无压明流，当泄流量大于12m³/s时主洞内为有压不满流，且有水塞，压力波动大。

5#塔当泄流量小于12m³/s时，主洞内为无压明流，大于12m³/s时出现水塞，压力波动大，为有压不满流。

参 考 文 献

〔1〕清华大学水力学教研组编．水力学（修订本）下册．北京：人民教育出版社，1979:21～25
〔2〕华东水利学院编．水力学上册．北京：科学出版社，1979:103～130
〔3〕M.Д. ЧЕРТОУСОВ. ГИДРАВЛИКА (СПЕЦМАЛЬНЫЙ КУРС). ГОСЭНЕРГОИЗДАТ. 1956:175～191