

DOI: 10. 20040/j. cnki. 1000-7709. 2023. 20221468

# 曝气对过饱和总溶解气体传质系数计算与分析研究

姚元波, 杨慧霞, 王云云, 刘彩虹, 梁珈珈

(贵州大学土木工程学院, 贵州 贵阳 550025)

**摘要:** 过饱和总溶解气体(TDG)主要由高坝溢洪道泄流、植物光合作用产氧过剩和水温剧增等方式引起, 这可能直接导致鱼类和水生生物患有“气泡病”(GBD)甚至死亡。为探索减缓过饱和 TDG 不利影响的措施, 采用两种类型的漩混曝气盘对过饱和 TDG 释放进行试验。结果表明, 在不同曝气条件下, 漩混曝气方式对过饱和 TDG 释放有明显的促进作用, 其作用效果略强于针孔曝气方式, 且曝气速率对过饱和 TDG 传质系数影响最大, 曝气深度次之, 曝气直径最小, 并获得了过饱和 TDG 传质系数与曝气速率、曝气直径和曝气深度的关系式, 且其误差平均在±6.25%以内。研究结果为减缓过饱和 TDG 的不利影响提供了数据基础。

**关键词:** 曝气; 过饱和 TDG; 曝气速率; 曝气直径; 曝气深度; 传质系数

**中图分类号:** TV131.2<sup>+</sup>9

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1000-7709(2023)05-0055-04

## 1 引言

在自然环境中, 高坝溢洪道泄流、植物光合作用产氧过剩和水温剧增等方式引起总溶解气体过饱和(TDG)<sup>[1]</sup>, 这可能直接导致鱼类和水中生物患有“气泡病”(GBD)甚至死亡<sup>[2]</sup>。其中, 过饱和 TDG 传质属于气泡界面传质和水体表面传质<sup>[3]</sup>, 两个传质过程主要受紊动强度、温度变化和气泡尺寸大小等因素影响<sup>[4]</sup>。冯镜洁等<sup>[5]</sup>设计了阻水介质对过饱和 TDG 传质系数的试验研究, 结果表明疏密程度高、错列型式、表面粗糙高和不规则形状的阻水介质提高过饱和 TDG 传质系数及含沙量高和转速的加快也能提高过饱和 TDG 传质系数<sup>[6]</sup>; 黄雅楠等<sup>[7]</sup>将吸附性物质(活性炭)加入过饱和水体中, 表面积大活性炭对过饱和 TDG 传质系数提高显著; 张丹<sup>[8]</sup>采用针孔曝气方式, 发现了通气量影响程度过饱和 TDG 传质系数最大, 水深次之, 孔径最小; OU Y 等<sup>[9]</sup>采用针孔曝气系列试验条件, 拟合出了过饱和 TDG 传质系数与气体流量、水深和孔径的定量关系; 刘焱等<sup>[10]</sup>发现了在风速条件下, 过饱和 TDG 传质系数与风速的关系表达式, 进一步验证相对传质系数与风速呈指数函数关系。此外, 曝气方式利于

水产养殖持增氧和改善污水处理厂的氧传质。微孔曝气方式既可增加氧的浓度, 又可加速气—水界面的传质<sup>[11]</sup>。程香菊等<sup>[12]</sup>用微孔曝气方式获得了氧传质系数与微孔曝气条件关系及在水体底部微孔曝气的方式, 获得了氧传质系数与微孔曝气量、曝气管长度的关系<sup>[13]</sup>。微孔曝气方式还能去除水中氮磷等物质且增加其曝气移除效率<sup>[14]</sup>。黄膺翰等<sup>[15]</sup>用针孔曝气对过饱和和溶解氧(DO)进行恢复性试验, 获得了氧传质系数与曝气速率、曝气孔径和曝气深度的关系。目前对过饱和 TDG 释放缺乏简便操作和加速其释放速率的方式。为此, 本文采用两种类型的漩混曝气盘对过饱和 TDG 释放进行试验, 在不同曝气条件下, 探索了过饱和 TDG 传质系数与曝气条件的关系, 为减缓过饱和 TDG 不利影响提供基础数据。

## 2 试验材料及步骤

(1) 试验材料。图 1 为过饱和 TDG 生成装置<sup>[16]</sup>。试验装置主要有漩混曝气盘  $\phi = (260, 300)$  mm, 承压罐  $D = 0.6$  m,  $H = 1.2$  m, 流量计  $Q = (0.5 \sim 5.0)$  m<sup>3</sup>/h, 圆形水箱  $D = 400$  mm,  $h = 1800$  mm, 测量仪器 TGP0~600%, 空压机最大排量 90 L/min。

收稿日期: 2022-07-17, 修回日期: 2022-08-19

基金项目: 国家自然科学基金项目(51709053); 贵州省科技基金项目(QKHJ-2019-1117)

作者简介: 姚元波(1997-), 男, 硕士研究生, 研究方向为水文及水资源, E-mail: yybo201016@163.com

通讯作者: 杨慧霞(1983-), 女, 博士、副教授, 研究方向为环境水力学及河流动力学, E-mail: bt-yanghuixia@163.com

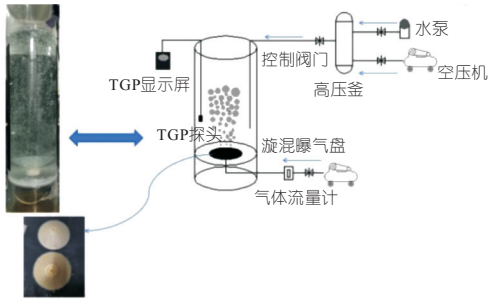


图 1 试验草图及材料

Fig. 1 Experimental sketch and materials

(2)试验步骤。在试验过程中,水泵抽水、空气压缩机输入气体,通过文丘里管内混合,一起进入高压釜形成过饱和水,将制取好的过饱和水体放入装有曝气盘的方形水箱中。当水深达到预定深度时调动设定的曝气速率,TGP 开始连续测量水中的过饱和 TDG 浓度,当浓度达到 100%左右时停止记录。

### 3 试验结果分析及传质系数线性拟合

#### 3.1 试验结果与分析

##### 3.1.1 无曝气过饱和 TDG 传质

图 2、表 1 为无曝气过饱和 TDG 释放的试验工况及其线性拟合的传质系数。由图 2、表 1 可知,在无曝气条件下,过饱和 TDG 释放所需时间随水深的增加而增加。

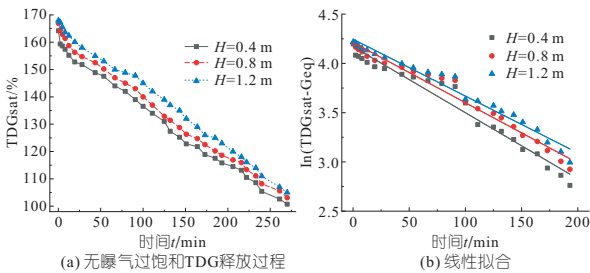


图 2 无曝气过饱和 TDG 释放过程及线性拟合  
Fig. 2 The release process and linear fitting of supersaturated TDG without aeration

##### 3.1.2 曝气条件下过饱和 TDG 传质

图 3 为在曝气条件下过饱和 TDG 释放的试验工况。由图 3 可知,当释放时间为 0~2 min 时,过饱和 TDG 初始浓度  $G_0 > 100\%$ ,属于过饱和状态<sup>[17]</sup>并出现先急剧增加后缓慢减小的现象。在相同曝气直径和曝气深度的条件下,当曝气速率由  $Q=1.0 \text{ m}^3/\text{h}$  增至  $Q=3.0 \text{ m}^3/\text{h}$  时,过饱和 TDG 释放所需时间的平均减少量为 24.87%。在相同曝气速率和曝气直径的条件下,当曝气深度由  $H=0.4 \text{ m}$  增至  $H=1.2 \text{ m}$  时,过饱和 TDG 释放所需时间的平均增加量为 23.30%。在相同

表 1 传质系数  $K_{TDG}$

Tab. 1 Mass transfer coefficient  $K_{TDG}$

序号	水深 $H/\text{m}$	曝气直径 $\Phi/\text{mm}$	曝气速率 $Q/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$	$K_{TDG}$	$R^2$
1	0.4			$0.00671 \pm 2.811 \times 10^{-4}$	0.966 10
2	0.8			$0.00612 \pm 2.216 \times 10^{-4}$	0.974 43
3	1.2			$0.00577 \pm 2.087 \times 10^{-4}$	0.974 49
4	0.4	260	1.0	$0.1612 \pm 0.00102$	0.997 23
5	0.4	260	1.5	$0.22736 \pm 0.00131$	0.998 38
6	0.4	260	2.0	$0.31437 \pm 0.00214$	0.998 38
7	0.4	260	2.5	$0.36528 \pm 0.00312$	0.997 60
8	0.4	260	3.0	$0.43369 \pm 0.00394$	0.998 02
9	0.8	260	1.0	$0.13298 \pm 7.286 \times 10^{-4}$	0.997 45
10	0.8	260	1.5	$0.2117 \pm 8.493 \times 10^{-4}$	0.999 13
11	0.8	260	2.0	$0.29996 \pm 0.00148$	0.999 08
12	0.8	260	2.5	$0.32068 \pm 0.0048$	0.993 55
13	0.8	260	3.0	$0.36065 \pm 0.00198$	0.999 03
14	1.2	260	1.0	$0.13506 \pm 8.437 \times 10^{-4}$	0.996 77
15	1.2	260	1.5	$0.20356 \pm 0.00107$	0.998 40
16	1.2	260	2.0	$0.29252 \pm 0.00234$	0.997 65
17	1.2	260	2.5	$0.35131 \pm 0.00311$	0.997 65
18	1.2	260	3.0	$0.44433 \pm 0.00428$	0.997 78
19	0.4	300	1.0	$0.16002 \pm 2.7 \times 10^{-4}$	0.999 79
20	0.4	300	1.5	$0.25806 \pm 0.00215$	0.997 16
21	0.4	300	2.0	$0.26598 \pm 0.00316$	0.993 54
22	0.4	300	2.5	$0.31073 \pm 0.00243$	0.997 81
23	0.4	300	3.0	$0.39134 \pm 0.00319$	0.998 08
24	0.8	300	1.0	$0.12185 \pm 5.1 \times 10^{-4}$	0.998 25
25	0.8	300	1.5	$0.18075 \pm 8.745 \times 10^{-4}$	0.998 29
26	0.8	300	2.0	$0.23191 \pm 0.00119$	0.998 66
27	0.8	300	2.5	$0.28761 \pm 0.00192$	0.998 22
28	0.8	300	3.0	$0.34609 \pm 0.00307$	0.997 09
29	1.2	300	1.0	$0.12265 \pm 7.779 \times 10^{-4}$	0.995 99
30	1.2	300	1.5	$0.16449 \pm 0.00118$	0.995 98
31	1.2	300	2.0	$0.23550 \pm 0.00192$	0.996 55
32	1.2	300	2.5	$0.28706 \pm 0.00253$	0.996 76
33	1.2	300	3.0	$0.37690 \pm 0.00732$	0.987 35

曝气速率和曝气深度条件下,当曝气直径同由  $\Phi=260 \text{ mm}$  增至  $\Phi=300 \text{ mm}$  时,过饱和 TDG 释放所需时间的平均增加量为 21.86%。分析其原因认为:①曝气速率的增加会增强水体的湍流强度和增多水中的气泡数量,也加强了气泡界面传质和水体表面传质<sup>[18]</sup>。②水深的增加会导致气泡引发水体产生的湍流强度减弱及曝气直径的增大产生气泡直径变大,使同等曝气速率下的气泡数量减少,从而两个要素导致气泡界面传质和水体表面传质减弱。

#### 3.2 过饱和 TDG 传质系数线性拟合

为进一步分析曝气对过饱和 TDG 释放的作用效果,采用一阶动力学方程(表 1)表述过饱和 TDG 释放<sup>[19]</sup>:

$$\frac{d(G - G_{eq})}{dt} = K_{TDG}(G - G_{eq}) \quad (1)$$

式中, $G$  为 TDG 饱和度; $G_{eq}$  为 TDG 的平衡饱和

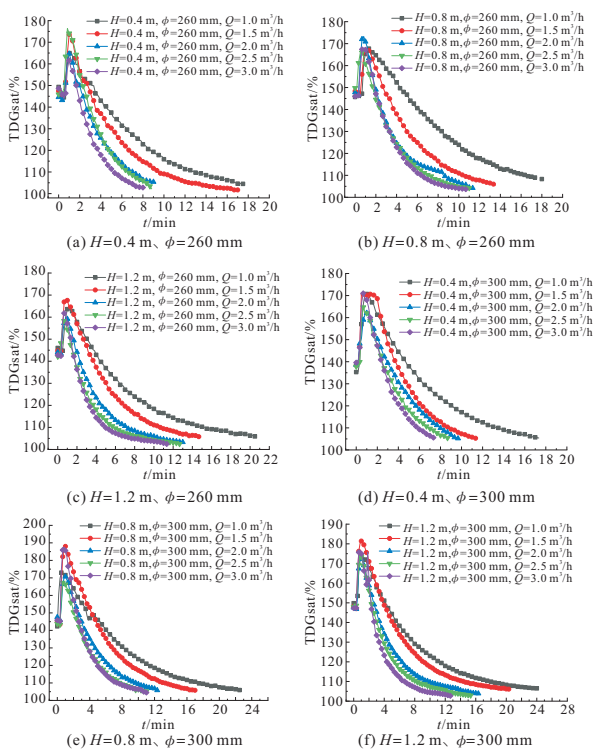


图 3 不同曝气条件诱发过饱和和 TDG 释放过程

Fig. 3 The release process of supersaturated TDG induced by different aeration conditions

度(通常为 100%); $t$  为释放时间; $K_{\text{TDG}}$  为传质系数(释放速率)。

由表 1 可知,过饱和和 TDG 传质系数的误差范围为  $\pm 0.000\ 20 \sim \pm 0.007\ 32$  且决定系数平均  $R^2 > 0.99$ 。选取文献[8]中曝气直径  $\Phi = 0.6$  mm 工况和本文试验曝气直径  $\Phi = 260$  mm 进行对比,发现曝气速率  $Q = 1.0 \sim 2.0$   $\text{m}^3/\text{h}$  时,漩混曝气的过饱和和 TDG 传质系数分别为针孔曝气的 2.151~2.471、1.183~2.075、2.151~2.453 倍。当曝气速率由 1.0  $\text{m}^3/\text{h}$  增至 3.0  $\text{m}^3/\text{h}$  时,过饱和和 TDG 传质系数的平均增量为 184.19%;当曝气直径由 260 mm 增至 300 mm 时,过饱和和 TDG 传质系数的平均减少量为 6.66%;当曝气深度由 0.4 m 增至 1.2 m 时,过饱和和 TDG 传质系数的平均减少量为 12.59%。则曝气速率对过饱和和 TDG 传质系数影响最大,曝气深度次之,曝气直径最小,即  $K_{\text{TDG},Q} > K_{\text{TDG},H} > K_{\text{TDG},\phi}$ 。当曝气速率  $Q = 1.0 \sim 3.0$   $\text{m}^3/\text{h}$  和曝气直径  $\Phi = 260$  mm 时,曝气条件下的过饱和和 TDG 传质系数分别为无曝气条件的 24.02~64.62、21.73~58.99、23.41~76.69 倍;当  $\Phi = 300$  mm 时,曝气条件下的传质系数分别为无曝气条件的 23.85~58.27、19.93~56.64、21.32~65.34 倍。可见曝气速率对过饱和和 TDG 释放起促进作用,而曝气深度和曝气直径起抑制作用。

### 3.3 $K_{\text{TDG}}$ 与曝气速率、曝气深度和曝气直径的关系

#### 3.3.1 $K_{\text{TDG},Q}$ 与曝气速率的关系

参考曝气与过饱和 TDG 释放系数的非线性拟合关系式<sup>[9,12,15,20]</sup>。采用 SPSS 软件中的多元非线性回归的分析方法获得  $K_{\text{TDG},Q}$  和曝气速率之间的最优参数值,且两者呈正比关系,其表达式为:

$$K_{\text{TDG},Q} = 0.389(Q/3.0)^{0.920} \quad (2)$$

式中, $K_{\text{TDG},Q}$  为过饱和和 TDG 传质系数; $Q$  为曝气速率。

#### 3.3.2 $K_{\text{TDG},\phi}$ 与曝气直径的关系

采用相同的分析方法,获得了  $K_{\text{TDG},\phi}$  与曝气直径之间的最优参数值,且两者是反比关系,其表达式为:

$$K_{\text{TDG},\phi} = 0.284(260/\phi)^{0.899} \quad (3)$$

式中, $K_{\text{TDG},\phi}$  为过饱和和 TDG 传质系数; $\phi$  为曝气直径。

#### 3.3.3 $K_{\text{TDG},H}$ 与曝气深度的关系

采用相同的分析方法,获得  $K_{\text{TDG},H}$  与曝气深度之间的最优参数值,且两者呈反比关系,其表达式为:

$$K_{\text{TDG},H} = 0.284(0.4/H)^{0.108} \quad (4)$$

式中, $K_{\text{TDG},H}$  为过饱和和 TDG 传质系数; $H$  为曝气深度。

#### 3.3.4 $K_{\text{TDG}}$ 与曝气速率、曝气直径和曝气深度的关系式

在进行漩混曝气的过程中,过饱和和 TDG 释放主要受到曝气速率、曝气直径和曝气深度的影响,采用相同的分析方法,获得了过饱和和 TDG 传质系数与曝气速率、曝气直径和曝气深度的关系式:

$$K_{\text{TDG}} = 0.435(Q/3.0)^{0.917} (0.26/D)^{0.918} (0.4/H)^{0.084} \quad (5)$$

式中, $K_{\text{TDG}}$  为过饱和和 TDG 传质系数。

#### 3.3.5 $K_{\text{TDG}}$ 与曝气速率、曝气深度和曝气直径之间的回归方程分析

采用均方根误差( $e_{\text{RMSE}}$ )与绝对平均误差( $e_{\text{AME}}$ )对回归方程进行分析,其平均误差  $e_{\text{RMSE}} = 0.020\ 903$ , $e_{\text{AME}} = 0.026\ 608$ ,两个误差值接近 0,表明这些回归方程对过饱和和 TDG 传质系数进行预测是可行的。

#### 3.4 过饱和和 TDG 传质系数的试验值与计算值误差范围

利用式(2)~(5)计算出过饱和和 TDG 传质系数,其误差范围见图 4。从图 4 可知,其试验值和计算值的误差平均在  $\pm 6.25\%$  以内。由此表明过饱和和 TDG 传质系数与曝气速率、曝气直径和曝气深度的定量关系能够反映漩混曝气对过饱和

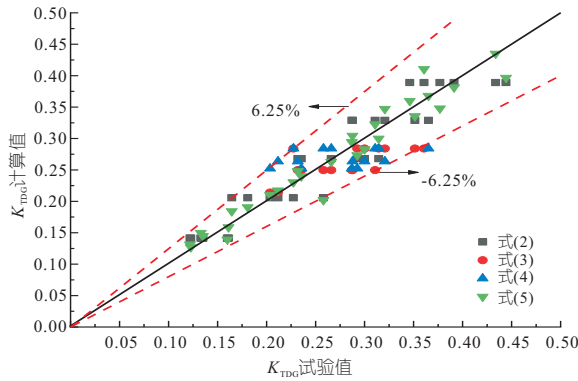


图 4 试验值和计算值的误差

Fig. 4 Errors between experimental and calculated values

TDG 释放作用效应,在实际环境应用工程中具有较强的适用性。

### 4 结论

a. 漩混曝气式能促进过饱和 TDG 释放。曝气速率的增大,会加速过饱和 TDG 释放,而曝气直径和曝气深度的增大,会减缓过饱和 TDG 释放。

b. 曝气速率对过饱和 TDG 传质系数影响最大,曝气深度影响次之,曝气直径影响最小。即  $K_{TDG,Q} > K_{TDG,H} > K_{TDG,\phi}$ 。

c. 曝气速率与过饱和 TDG 传质系数呈正比关系,曝气直径和曝气深度与过饱和 TDG 传质系数呈反比关系。三个主要因素对传质系数共同影响,其误差均在 ±6.25% 以内。

d. 漩混曝气方式对过饱和 TDG 释放有明显地促进效果,但对实际工程中的应用需进一步研究,尤其是在河道某部位的安装方式、操作方法及其传质效果等,以达到“经济费用低、节能环保、高效传质”的功能。

### 参考文献:

[1] 付小莉,沈超. 溢洪道挑流坎对消力池内过饱和和气体的影响分析[J]. 水电能源科学, 2015, 33(6): 113-116.

[2] 吴湘香,李云峰,杨传顺,等. 总溶解气体(TDG)过饱和胁迫对中华倒刺鲃(Spinibarbus sinensis)血液生理指标的影响[J]. 淡水渔业, 2021, 51(3): 102-107.

[3] JIA-MING C, SHUN-REN C, CHOU-SHENG S. Effects of impurities on oxygen transfer rates in diffused aeration systems[J]. Water research, 2001, 35(13):3041-3048.

[4] 李然,赵文谦,李嘉,等. 紊动水体表面传质系数的实验研究[J]. 水利学报, 2000(2):60-65.

[5] 冯镜洁,李然,史春红,等. 阻水介质对过饱和和总

溶解气体释放过程影响的实验研究[J]. 西南民族大学学报(自然科学版), 2017, 43(1):89-94.

[6] 冯镜洁,脱友才,黄文典,等. 过饱和 TDG 释放系数与泥沙含量的关系研究[J]. 人民珠江, 2016, 37(7):31-36.

[7] 黄雅楠,李然,李纪龙,等. 比表面积促进水体过饱和和溶解氧释放的试验研究[J]. 水电能源科学, 2017, 35(4):45-48.

[8] 张丹. 基于气泡动力学的高坝下游总溶解气体过饱和和生成机理及浓度预测模型研究[D]. 贵阳:贵州大学, 2021.

[9] OU Y, LI R, TUO Y, et al. The promotion effect of aeration on the dissipation of supersaturated total dissolved gas[J]. Ecological engineering, 2016, 95: 245-251.

[10] 刘焱,王乐乐,邹璇,等. 风速对过饱和和总溶解气体释放速率的影响[J]. 水利水电科技进展, 2015, 35(4):28-31.

[11] 李振安. 一种新型鼓泡曝气装置的研究[J]. 农业工程学报, 1997(1):103-106.

[12] 程香菊,谢骏,余德光,等. 曝气增氧微气泡-水界面和水体表面的氧传质的计算分析[J]. 农业工程学报, 2013, 29(13):190-199.

[13] 程香菊,曾映雪,谢骏,等. 微孔曝气流量与曝气管长度对水体增氧性能的影响[J]. 农业工程学报, 2014, 30(22):209-217.

[14] 李亮,王德汉,邹璇,等. 曝气在沉淀法回收沼气发酵液氮磷中的作用[J]. 农业工程学报, 2010, 26(1):313-318.

[15] 黄膺翰,李然,冯镜洁,等. 曝气促进溶解氧过饱和和水体恢复的试验研究[J]. 水力发电学报, 2016, 35(6):80-86.

[16] 李然,黄翔,李克锋,等. 水体总溶解气体过饱和和生成及其对鱼类影响研究的装置: CN200920176457. 2[P]. 2010-05-26.

[17] COLT J E. The computation and reporting of dissolved gas levels[J]. Water research, 1983, 17(8): 841-849.

[18] ADAM W, JOHN S G, LIAN S. Numerical investigation of vorticity and bubble clustering in an air entraining hydraulic jump[J]. Computers and fluids, 2018, 172.

[19] Us Army Cops Of Engineers. Technical analysis of TDG processes[R]. US Army Corps of Engineers-Northwest Division, Environmental Resources and Fish Planning offices, 2005.

[20] 艾翠玲. 曝气系统气液流速、氧利用率及动力效率研究[J]. 苏州科技学院学报(工程技术版), 2005(3):44-47.

## 4 结论

a. 2006 年 7 月 14 日珠江流域乐昌市山洪暴发的降水是由长江流域东江水库流域的对流风暴引起的。此外,本文发现强对流风暴袭击乐昌时,“碧丽斯”以较快的速度向西移动,表明这次发生在南岭山脉的强对流风暴可视为是“碧丽斯”增强的一个标志。

b. 南岭山地复杂地形对乐昌极端降水具有促进作用,主要是通过增强对流风暴并改变其运动方向来实现。

c. 乐昌北部的田头水流域地形为对流单体跨流域持续进入乐昌提供了有利条件。此外,在一定条件下,南岭山脉的某些山谷可能会抑制对流系统的发展,并改变对流系统的传播方向,从而加剧乐昌的列车效应。

d. 南岭复杂地形对地处背风坡的武江流域强风暴的发展和移动也起着关键作用。此外,本文基于精细地形分析,发现即使位于背风坡且水域面积小于  $2 \text{ km}^2$  的黄岑水库,在台风气流的影响之下也可能会加剧局地的强对流活动。

## 参考文献:

- [1] 林旭钿,陈芷菁. “06.7”武江特大暴雨洪水分析[J]. 广东水利水电, 2006(5):41-42.
- [2] 陈斯伦,朱维科. 武江“2006·07”洪水的分析与研究[J]. 水文, 2013, 33(1):94-96.
- [3] 胡建华. 武江流域“06.7”暴雨过程分析[J]. 广东水利水电, 2008(4):46-47,50.
- [4] 周小群. 武江流域暴雨洪水特性比较分析[J]. 人民珠江, 2011(1):78-80.
- [5] 杨萍. 武江流域“06·7”洪水过程及其组成分析[J]. 水利科技与经济, 2012, 18(1):58-62.
- [6] 张丽娟,陈晓宏,叶长青,等. 考虑历史洪水的武江超定量洪水频率分析[J]. 水利学报, 2013, 44(3):268-275.
- [7] 邹毅. 东江水库对山区盆地大气强对流活动的影响[J]. 水电能源科学, 2016, 34(10):1-4.
- [8] DOSWELL C A, BROOKS H E, MADDOX R A. Flash flood forecasting: An ingredients-based methodology[J]. Weather and forecasting, 1996, 11(4): 560-581.
- [9] BUNKERS M J. Vertical wind shear associated with left-moving supercells[J]. Weather and forecasting, 2002, 17(4):845-855.

## Study on the Influence of Multiscale Topography on ‘06.7’ Typhoon Rainstorm in Wujiang River Basin

ZOU Yi

(School of Management Science and Engineering, Guangxi University of Finance and Economics, Nanning 530003, China)

**Abstract:** During the landfall of Typhoon Billis in July 2006, Wujiang River, a tributary of the Beiji River basin, was hit by an unusual rainstorm in history, resulting in the largest flood ever recorded in the basin. Based on precipitation record and Doppler weather radar data, it is found that the "train effect" induced by a convective storm, which originated in southern Hunan and crossed the divide, is the main reason for the extreme precipitation in Wujiang River basin. The study of the convective storm activity by using GIS technology shows that the complex topography of Wujiang River basin changed the direction of the convective storm several times, which greatly prolongs the duration of the storm in Lechang city, resulting in local rainstorm and flash flood. The study also found that the Huangcen Reservoir in Qitianling Mountain area was affected by typhoon, which probably enhanced local convections. The study reveals the influence of meso-scale and miso-scale topography on typhoon rainstorm, which contribute to the prevention of typhoon-induced disasters.

**Key words:** multi-scale topography; Wujiang River; ‘06.7’ typhoon rainstorm; influence

\*\*\*\*\*  
(上接第 58 页)

## Calculation and Analysis of Mass Transfer Coefficient of Aeration to Supersaturated Total Dissolved Gas

YAO Yuan-bo, YANG Hui-xia, WANG Yun-yun, LIU Cai-hong, LIANG Jia-jia

(College of Civil Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

**Abstract:** The supersaturated total dissolved gas (TDG) is mainly caused by the discharge of high dam spillway, excess oxygen production of plant photosynthesis and sharp increase in water temperature, which may directly lead to fish and aquatic organisms suffering from gas bubble disease (GBD) or even death. In order to explore the measures to mitigate the adverse effects of supersaturated TDG, under different aeration conditions, the swirl mixing aeration mode has an obvious effect on the release of supersaturated TDG, its effect is slightly stronger than that of pinhole aeration method, and the aeration rate has the greatest impact on the mass transfer coefficient of supersaturated TDG, followed by the aeration depth, and the aeration diameter is the smallest. The relationship between supersaturated TDG mass transfer coefficient and aeration rate, aeration diameter and aeration depth is obtained, respectively. The average error is within  $\pm 6.25\%$ . The research results provide a data basis for mitigating the adverse effects of supersaturated TDG.

**Key words:** aeration; supersaturated TDG; aeration rate; aeration diameter; aeration depth; mass transfer coefficient