

对拟建的巢湖电厂前水域水生生物调查以及 建厂后对水域环境影响的预测

杨和荃 童合一

(上海水产大学渔业学院, 200090)

提 要 本文报导了对拟建巢湖电厂前水域水生生物调查和预测电厂建成后温排水对该水域环境的影响。经实验表明,拟建电厂的温排水对温升区内的水环境会带来一定影响。春末、初秋水温升高,会促使微囊藻 *Microcystis* 提早滋生,大量繁殖;盛夏高温季节水温超过34℃时,对微囊藻生长不利,甚至引起死亡。但因拟建电厂的温排水等温线,在最不利的条件下,3℃升温区的面积为1.02~2.03 km²,仅占全湖面积的1.33~2.26%,对巢湖水环境影响不大。

关键词 温排水,温升区,铜绿微囊藻,铜锈环棱螺,河蚬

巢湖为我国五大淡水湖之一,东西长55 km,南北宽22 km,面积为788 km²,容量为36亿 m³,平均水深2~3 m,年均水温16℃,8月最高,平均28.8℃;水中离子总量为134.2 mg/L,年均总硬度为1.33 毫克当量/升(吴先成等,1981)。巢湖以忠庙、姥山和齐头咀为界,分为东、西湖区,西湖区主要有南淝河、派河和丰乐河等入湖河流;东湖区有马尾河、柘皋河等入湖河流,另有裕溪河(全长60.4公里)与长江相通,是巢湖唯一出湖河流,巢湖湖流的总趋势由西向东。由于巢湖流域工业发展和人口激增,大量城市污水和废水排入湖内,超过了巢湖水体的自净能力,从而加速了巢湖的富营养化进程,致使湖内微囊藻大量繁殖(叶诗鸣等,1981)。拟建巢湖电厂厂址位于巢湖东部的伍家圩(图1),靠近裕溪河口,距巢湖市约3公里,电厂装机容量为40万千瓦,一次循环用水量18 m³/sec,经冷却后排入巢湖。伍家圩前水域水深0.76~1.90 m,透明度18~42 cm,年均最高水温28.8℃左右,溶解氧4~7 mg/L,pH值7~8.1。由于伍家圩前水域水浅、底质又多砂砾,所以水生动植物种类很少,不适于大型经济鱼类生长;浮游植物以微囊藻占绝对优势,盛夏季节大量繁殖、死亡腐烂后散发出鱼腥气,影响当地居民生活。为了预测电厂建成后所排放的温水,对巢湖水环境和水生生物的影响,作者受巢湖地区供电局的委托,于1988年5月至1989年2月对该水域进行了调查,通过调查研究和室内试验,预测了电厂建成后的温排水对该水域环境,鱼类资源的影响和对防止热污染提供对策依据。

1 材料与方 法

1.1 水生生物现场采样

1994-05-26收到。

(1)吴先成等,1981.巢湖渔业资源增殖研究资料(第一集),1-2.巢湖开发公司编。

(2)叶诗鸣等,1981.巢湖渔业资源增殖研究资料(第一集),3-12.巢湖开发公司编。

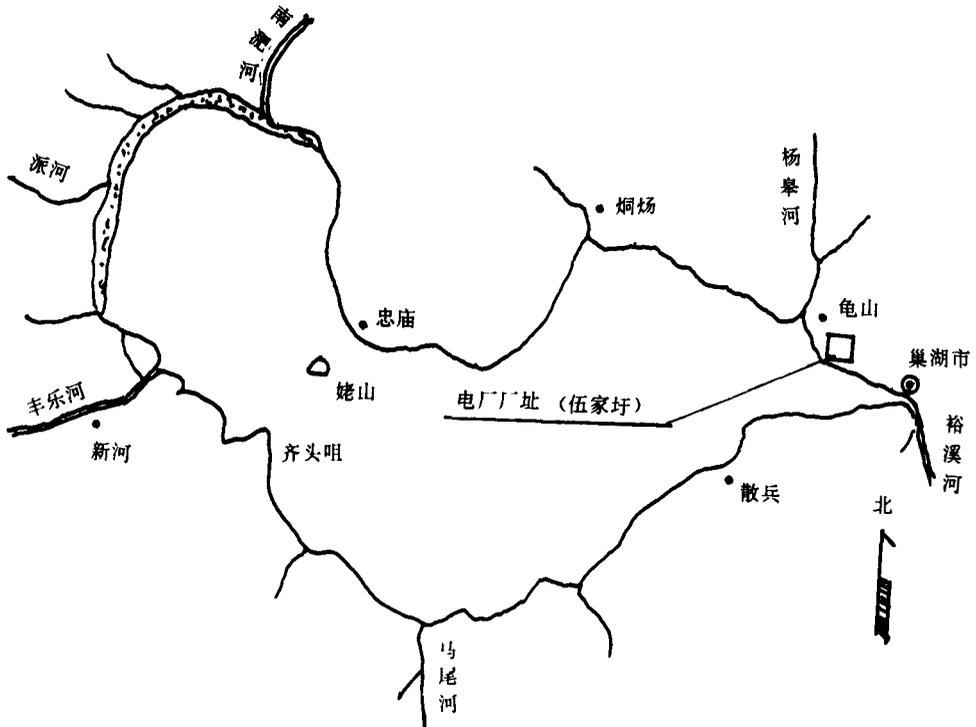


图1 巢湖及拟建电厂厂址(伍家圩)示意图

Fig. 1 A sketch map of Lake Chao Hu and the site (Wu Jia Wei) of Chao Hu Power Plant planning to build

在拟建电厂厂址前水域设6个采样点,采集浮游生物、底栖动物的定性和定量标本(与水化学采样同步)以及水生维管束植物的定性标本,采样和测定均按《内陆水域渔业自然资源调查试行规范》(全国渔业自然资源调查和渔业区划淡水专业组,1980)进行。

1.2 水生生物的室内试验

试验用铜绿微囊藻 *Microcystis aeruginosa*、铜锈环棱螺 *Bellamyia aeruginosa* 和河蚬 *Corbicula fluminea* 均采自厂址伍家圩前水域。分别作了以下4个试验。

温度对铜绿微囊藻生长影响的试验,以自来水和过滤湖水为培养液,在5组不同温度的玻璃水槽中,接种适量的藻种,置于日光灯下,进行振荡培养。

温度对铜绿微囊藻光合作用影响的试验,以过滤湖水和自来水为培养液,在5组不同温度的250 ml 三角烧瓶内,接种适量的藻种,分别置于自然光和日光灯下培养,4小时后测定溶解氧,以 $q = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \times 100\%$ 值表示光合作用的强度, q 为正值时表示光合作用的刺激率,负值表示光合作用的抑制率。式中 Q_1 、 Q_2 为试验前、后的溶解氧量。

(3)全国渔业自然资源调查和渔业区划淡水专业组,1980.内陆水域渔业自然资源调查试行规范。

营养盐对铜绿微囊藻生长影响的试验,5组不同营养盐浓度的试验槽内,接种适量的藻种,水温控制在 $25 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$,置于日光灯下振荡培养5天。

温度对铜锈环棱螺和河蚬的影响试验,设5个不同温度试验组,每组加入10 L 过滤湖水并放入大小相近的铜锈环棱螺和河蚬各10只,经24小时热冲击试验后冷却至室温,用内插法得出两者的平均忍受限度。

2 结果和讨论

2.1 水生生物现状

在巢湖采集的水生生物标本,经鉴定隶属于12门类、128属、178种[王家楫,1961;颜素珠,1983]。其中,浮游植物以铜绿微囊藻占绝对优势;浮游动物以轮虫类数量最多;底栖动物以软体动物为主,其中河蚬占绝对优势。水生维管束植物(简称水生植物)的种类和数量极少,仅在厂址东、西端沿岸水域偶见零星分布的苜蓿、竹叶眼子菜和苦草,敞水区未见水生植物,厂址前水域的水生植物匮乏,生物区系组成贫乏。由于该水体富营养化,促使蓝藻类大量繁殖形成强烈的水体,对水质产生一定的影响。

2.1.1 浮游植物

经鉴定,所得标本隶属于5门、51属、71种[胡鸿钧等,1980]。其中微囊藻为优势种群,7、8月份的生物量各占总量的75.3%和44.3%。造成微囊藻大量繁殖的主要原因,是巢湖水体营养盐类丰富,其次是因微囊藻具有假空胞,藻体浮于水面,被7、8月的西南风吹至湖东部下风处。微囊藻的大量繁殖抑制了其它藻类的生长、繁殖,从而又促使微囊藻暴发性增长。

2.1.2 底栖动物

经鉴定,所得标本隶属于3门、20属、24种[何志辉等,1982]。其中以软体动物门的河蚬为优势种群,其密度和生物量分别占底栖动物总量的41.82%和95.67%。这一结果与1981年调查相一致(胡菊英等,1981),只是前者的生物量仅为后者的七分之一,这与近年来该水域水体进一步富营养化有关。

2.2 生态因子对水生生物的影响

2.2.1 温度对铜绿微囊藻生长的影响

由表1可见,因营养缺乏和光照不足,影响到微囊藻的正常新成代谢,致使细胞逐渐结块沉淀、死亡和分解。水温 20°C 组,第5天出现死亡,水温 40°C 组,第2天开始死亡,可见死亡速度随水温升高而加速。

由表2可见,由于过滤湖水富含营养物质,水温在 $20 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 范围内,藻体的个数随温度的升高而增加。从表1、2可知,水温对微囊藻的作用受到培养液中营养盐丰度的制约。

2.2.2 光照对微囊藻光合作用的影响

表3、4结果表明,以过滤湖水为培养液,在不同温度($27 \sim 43^{\circ}\text{C}$)范围内培养,以日光灯组最差,藻类光合作用受到抑制,呼吸作用大于光合作用,培养液中试验前、后溶解氧量的差值为负值。

(4)胡菊英等,1981.巢湖渔业资源增殖研究资料(第一集),19-35.巢湖开发公司编。

表1 温度对自来水培养液中铜绿微囊藻生长的影响(光源为日光灯)

Table 1 The effect of temperature on the growth of *Microcystis aeruginosa* cultured in the media of tap water

水温(°C)	20	25	30	35	40
试验前藻体重(g)	1.3483	2.2065	1.7050	1.5110	1.5890
试验后藻体状态	第四天细胞结块沉淀,第五天呈现死亡、分解状态。	第三天细胞结块下沉,呈黄绿色,处于死亡分解状态。	第三天细胞沉淀,呈现死亡分解状态。	第三天培养液发白,细胞沉淀,呈黄绿色处于死亡分解状态。	第二天细胞出现结块、沉淀,呈黄绿色处于死亡分解状态。

表2 温度对过滤湖水培养液中铜绿微囊藻生长的影响(光源为日光灯)

Table 2 The effect of temperature on the growth of *M. aeruginosa* cultured in the media of filtered lake water

水温(°C)		20	25	30	33	37
藻体数 (Ind/L)	第一次试验	447000	480000	640000	632000	呈糊状块
	第二次试验	24800	350700	520000	675000	呈糊状块
	第三次试验	347500	415350	500000	653500	—

表3 过滤湖水培养液在日光灯下,温度对铜绿微囊藻光合作用的影响

Table 3 The effect of temperature on the photosynthesis of *M. aeruginosa* cultured in the media of filtered lake water under the light of fluorescent lamp

水温(°C)		27	30	35	40	43	45	50
溶解氧 (mg/L)	第一次试验	$\bar{X}=-1.66$ $\sigma=0.04$	$\bar{X}=-1.60$ $\sigma=0.24$	$\bar{X}=-2.32$ $\sigma=0.08$	$\bar{X}=-2.26$ $\sigma=0.12$	$\bar{X}=-2.65$ $\sigma=0.05$	死亡	死亡
	第二次试验	$\bar{X}=-1.33$ $\sigma=0.09$	$\bar{X}=-1.56$ $\sigma=0.36$	$\bar{X}=-2.50$ $\sigma=0.08$	$\bar{X}=-2.20$ $\sigma=0.29$	$\bar{X}=-2.43$ $\sigma=0.12$	死亡	死亡

表4 过滤湖水培养液在自然光照下温度对铜绿微囊藻光合作用的影响

Table 4 The effect of temperature on the photosynthesis of *M. aeruginosa* cultured in the media of filtered lake water under natural light

水温(°C)		27-31	34	36	38	40
溶解氧 (mg/L)		$\bar{X}=6.70$ $\sigma=0.20$	$\bar{X}=7.76$ $\sigma=0.15$	$\bar{X}=7.13$ $\sigma=0.11$	$\bar{X}=6.46$ $\sigma=0.05$	$\bar{X}=6.35$ $\sigma=0.35$

表5、6结果表明,由于自然光光源条件好,就是以自来水为培养液,藻类光合作用仍进行良好,光合作用大于呼吸作用,试验前、后培养液中溶解氧的差值为正值。

表5 自来水培养液在日光灯下,温度对铜绿微囊藻光合作用的影响

Table 5 The effect of temperature on the photosynthesis of *M. aeruginosa* cultured in the media of tap water under the light of fluorescent lamp

水温(°C)	27	30	35	40	45
溶解氧(mg/L)	$\bar{X}=-1.95$ $\sigma=0.21$	$\bar{X}=-1.70$ $\sigma=0.18$	$\bar{X}=-1.80$ $\sigma=0.14$	$\bar{X}=-1.90$ $\sigma=0.11$	$\bar{X}=-1.93$ $\sigma=0.04$

表6 自来水培养液在自然光照下,温度对铜绿微囊藻光合作用的影响

Table 6 The effect of temperature on the photosynthesis of *M. aeruginosa* cultured in the media of tap water under natural light

水温(°C)	31-35	30	35	40	45
溶解氧(mg/L)	$\bar{X}=3.86$ $\sigma=0.11$	$\bar{X}=4.43$ $\sigma=0.05$	$\bar{X}=4.73$ $\sigma=0.05$	$\bar{X}=3.95$ $\sigma=0.07$	$\bar{X}=2.60$ $\sigma=0.14$

从上表还可以看出,在光照和温度相似条件下,过滤湖水培养组的溶解氧(6.35~7.76 mg/L)比自来水培养组的溶解氧(2.6~4.43 mg/L)平均高约1倍左右。这说明营养盐类在藻类光合作用中起着重要作用。在本试验的10个温度梯度中,在自然光光照条件下,以水温27~34°C对微囊藻光合作用刺激率最高;当水温高至35°C以上时,微囊藻的光合作用就受到抑制。

2.2.3 营养盐对铜绿微囊藻生长的影响

由表7可见,用不同浓度的营养盐(N、P)对微囊藻进行培养表明,微囊藻的增殖率随培养液中营养盐浓度的增加而增大。培养5天后,N、P含量分别以2 ppm和0.2 ppm浓度的培养液,微囊藻的增殖率最大(12.29%)。说明丰富的营养盐类是微囊藻迅速生长、繁殖的物质基础。可见巢湖富营养化是其藻类疯长的主要原因。

表7 营养盐类对铜绿微囊藻生长的影响

Table 7 The effect of nutrients on the growth of *M. aeruginosa*

组别	$\frac{N}{P}$ (ppm)	试验前 (g/L)	试验后 (g/L)	增重量 (g/L)	增重率 (%)
I	$\frac{0.1}{0.01}$	2.2794	死亡分解	—	—
II	$\frac{0.5}{0.05}$	2.5313	2.5826	0.0513	2.03
III	$\frac{1.0}{0.1}$	2.3345	2.4925	0.1580	6.77
IV	$\frac{1.5}{0.15}$	2.3315	2.5588	0.2275	9.76
V	$\frac{2}{0.2}$	2.3310	2.6162	0.2852	12.29

2.2.4 温度对铜锈环棱螺和河蚬成活率的影响

由表8、9可见,铜锈环棱螺和河蚬在40°C水温中,24小时的成活率均为零,而在34°C以下水温中,成活率均为100%。巢湖夏季平均最高水温为28°C左右,可见电厂温排水升温3°C时,对铜锈环棱螺和河蚬成活率影响不大。

表8 温度对铜锈环梭螺成活率的影响

Table 8 The effect of temperature on the survival rate of *Bellamyia aeruginosa*

水温 (°C)	溶解氧 (mg/L)	数量 (Ind)/重量(g)	24小时成活率 (%)
40	7.2	10/32.5	0
38	7.0	10/32.5	20
36	6.4	10/32.5	90
34	6.2	10/32.5	100
27(对照)	6.2	10/32.5	100

表9 温度对河蚬成活率的影响

Table 9 The effect of temperature on the survival rate of *Corbicula fluminea*

水温 (°C)	溶解氧 (mg/L)	数量 (Ind)/重量(g)	24小时成活率 (%)
40	7.2	10/32.5	0
38	7.0	10/32.5	10
36	6.4	10/32.5	90
34	6.2	10/32.5	100
27(对照)	6.2	10/32.5	100

3 小结与判断

由上述试验结果表明,电厂温排水对巢湖伍家圩前水环境会带来一定的影响,其影响主要是营养盐、光照强度、水温和 pH 值等生态因子综合作用的结果,其中以营养盐、光照强度和水温起着主导作用。在自然光光照下,微囊藻吸收水体中营养盐类生长良好。当光照强度和营养盐这两个条件都适宜时(这在巢湖均具备),水温在27~34°C之间是微囊藻光合作用和增长量最佳温度,超过34°C光合作用受到抑制,刺激率明显下降;水温在37°C以上时,微囊藻就出现结块下沉,继而呈死亡分解状态。因此,在电厂温排水升温区内,春末、秋初时藻类会提早滋生、繁殖;盛夏高温季节水温超过34°C时,又会抑制微囊藻生长、繁殖。

伍家圩水域靠近裕溪河口,正常情况下湖水以100~200 m³/sec 的流量经裕溪河口流入长江。所以,温排水能很快地得到冷却和排泄,加上温排水形成的3°C温升区面积仅为1.02~2.03 km²,只占全湖面积的1.33~2.26%。因此,电厂温排水对全湖水环境影响不大。

由于巢湖富营养化,蓝藻大量繁殖,水生植物极少。伍家圩前水域同整个巢湖一样,水生植物种类稀少、数量甚微,浮游植物几乎成了唯一的初级生产力,其种类组成和数量变动,都会影响到水环境质量。高温季节,东巢湖的微囊藻大量滋生,因风力和水流等因素,促使西巢湖的微囊藻向东扩散,转移到东巢湖,尤其是在下风处,微囊藻现存量高达338万个/L、3.04 mg/L。在一定程度上影响到该水域的水质。

为改善巢湖水水质和减轻温排水的影响,最主要的是严格控制污染源。其次是栽培和发展原有的水生植物,一方面可提高水体自净能力,水质得到净化;另一方面因水环境得到改善后,又增加了水生生物区系组成的多样性,从而为底栖动物和鱼类提供栖息、摄食场所。另外,改进温排水的冷却方式,加强余热的综合利用等也可减轻温排水对水环境的影响。

参 考 文 献

- [1] 王家楫, 1961. 中国淡水轮虫志, 46-272. 科学出版社(京).
- [2] 何志泽, 1982. 淡水生物学(上册), 181-212. 农业出版社(京).
- [3] 胡鸿钧等, 1980. 中国淡水藻类, 9-239. 上海科学技术出版社.
- [4] 颜素珠, 1983. 中国水生高等植物图说, 24-259. 科学出版社.

AN INVESTIGATION ON AQUATIC ORGANISMS IN LAKESIDE OF THE CHAO HU POWER PLANT PLANNING TO BUILD AND A PREDICTION OF THE EFFECTS OF WARM DRAINAGE WATER FROM THE PLANT ON AQUATIC ENVIRONMENTS

Yang He-quan and Tong He-yi

(Fisheries College, Shanghai Fisheries University, 200090)

ABSTRACT Lake Chao Hu situated in Anhui Province is a shallow lake (average water depth 2-3 m) with an area of 788 km² or so. The aquatic organisms of lakeside (Wu Jia Wei) of Chao Hu Power Plant planning to build were investigated and the effects of warm drainage water from the plant on the aquatic environments were predicted in this paper. The indoor experiments of effects of water temperature, light density and nutrients on *Microcystis aeruginosa*, *Bellamya aeruginosa* and *Corbicula fluminea* were carried out. The experiments presented that the water temperature ranged at 27 - 34°C was most favorable to photosynthesis of *M. aeruginosa*. But the photosynthesis of *M. aeruginosa* was inhibited above 34°C, and it became masses concentrated, sank to the bottoms of glass tanks and deid gradually while the water temperature raised to above 37°C. In late spring and early autumn, *M. aeruginosa* will grow and reproduce earlier than normal situation in the temperature-rising district caused by the warm drainage water. In summer, the warm drainage water will raise the water temperature above normal in the definite lakeside (Wu Jia Wei), the growth of *M. aeruginosa* will be worse or dead if water temperature raise to above 34°C. The survival rates of *B. aeruginosa* and *G. fluminea* were 100% while the water temperature was below 34°C during 24 hrs experiments. They started to die while the water temperature above 36°C. But the water area of temperature-rising district is only 1.01 to 2.03 km² which occupies 1.33 to 2.26% of total area of Lake Chao Hu. The water of this district is easily flowed out because this district is very close to the mouth of Yu Xi River. Therefore the 3°C increase of water temperature caused by the power plant will weakly effect the aquatic environments.

KEYWORDS warm drainage water, temperature-rising district, *Microcystis aeruginosa*, *Bellamya aeruginosa*, *Cobicula fluminea*