

附件三

# 《三峡水库水环境质量评价技术规范 (试行)》编制说明

(征求意见稿)

《三峡水库水环境质量评价技术规范》编制组

二〇一〇年十一月

项目名称：三峡水库水环境质量评价技术规范

项目统一编号：179

承担单位：中国环境科学研究院

编制组主要成员：郑丙辉、王丽婧、刘琰、李崇明、施敏芳

标准所技术管理负责人：周羽化

标准处项目负责人：赵国华

# 目 录

1	项目背景.....	1
2	湖泊富营养化评价现状.....	1
2.1	国内现状.....	1
2.2	国外现状.....	2
3	关键问题分析.....	3
3.1	关于营养状态评价分区问题.....	3
3.2	关于水环境质量评价指标.....	4
3.3	关于三峡水库营养状态评价方法.....	5
3.4	关于三峡水库营养盐控制标准.....	5
3.5	关于水环境质量综合评价.....	6
3.6	关于趋势分析方法的规定.....	6
4	评价结果分析.....	7
5	标准实施的相关建议.....	14

# 《三峡水库水环境质量评价技术规范（试行）》编制说明

## 1 项目背景

三峡工程已进入到蓄水阶段，由于三峡库区的总磷、总氮主要来自上游来水、农田径流和城镇生活污水，目前尚没有得到完全控制，蓄水后的干流断面总磷浓度高达 0.1mg/L~0.5mg/L 左右，总氮浓度在 0.8mg/L~1.5mg/L。同时，水库建成以后，库区的水文条件发生了剧烈变化，蓄水造成水流变缓，坝前深水区断面平均流速只有 0.07~0.09m/s 左右，比天然河道断面平均流速减小将近 5~10 倍。尤其是在一些库湾以及长期处于三峡水库回水淹没区的支流，受干流顶托作用，局部水体的水流运动变得十分缓慢，如香溪河、大宁河等，这些支流常年总磷、总氮浓度均已接近或超过国际上公认的具备发生富营养化的条件——总磷和总氮的浓度分别为 0.025mg/l 和 0.2mg/l。2003 年 1 月以来，春、夏、秋三季库区主要支流已经发生富营养化。

为加强对三峡水库水环境质量的保护，2003 年 10 月，原国家环保总局科技标准司向中国环境科学研究院正式下达《三峡水库水环境质量评价技术规范》（环办函[2003]554 号）编制工作任务。中国环境科学研究院在此前的大量准备工作基础上，全面开展标准编制及相关研究工作，并就标准草案向国务院三峡办水库司、水利部水资源司、湖北省环保局、重庆市环保局征求意见。

2004 年 10 月，科技司主持召开《三峡水库营养状态评价技术规范》专家研讨会，与会专家建议由于三峡水库生态系统不稳定，评价参数需要进一步分析验证。

从 2003 年开始编制单位一致致力于三峡水库水华监控，开展连续观测，积累了大量的水质、水生态数据。2010 年 10 月，三峡水库 175 米蓄水已经到位，编制组对规范参数进行了进一步核定，形成了《三峡水库营养状态评价技术规范》（征求意见稿）。

## 2 湖泊富营养化评价现状

### 2.1 国内现状

水体营养状态的评价存在区域差异，当前国家还没有颁布关于水体营养状态评价的相关环保标准。中国环境监测总站推荐的富营养化评价方法是“七五”期间全国 26 个湖泊调查统计的成果，对于三峡库区的适用性尚待进一步的验证。目前，三峡库区水体富营养化现象在部分水域已经出现，影响到局部水域的水环境质量，因此，对其进行营养状态评价是保护库区水环境质量的必要措施和手段。

当前国内普遍使用的湖泊富营养化评价方法是依据叶绿素 a (chl<sub>a</sub>)、总磷(TP)、总氮(TN)、透明度(SD)和高锰酸盐(I<sub>Mn</sub>)指数 5 个单项指标的浓度值，分别计算单项指标营养状态指数，计

算关系式如下：

$$TLI(chla) = 10 (2.5 + 1.086 \ln chla)$$

$$TLI(TP) = 10 (9.436 + 1.624 \ln TP)$$

$$TLI(TN) = 10 (5.453 + 1.694 \ln TN)$$

$$TLI(SD) = 10 (5.118 - 1.94 \ln SD)$$

$$TLI(I_{Mn}) = 10 (0.109 + 2.661 \ln I_{Mn})$$

再通过单项指标营养状态指数通过加权求和得到综合营养状态指数：

$$TLI(\Sigma) = \sum_{j=1}^m W_j \cdot TLI(j)$$

式中：

TLI(Σ) —— 综合营养状态指数；

TLI(j) —— 第 j 种指标的单项营养状态指数；

m —— 指标个数，本标准取 5；

W<sub>j</sub> —— 第 j 种参数的营养状态指数的相关权重。

其中，W<sub>j</sub>可由一些评价参数作为基准参数，对其他评价参数进行相关分析后，对相关系数归一化得出：

$$W_j = \frac{r_{ij}^2}{\sum_{j=1}^m r_{ij}^2}$$

式中：

r<sub>ij</sub> —— 第 j 种参数与基准参数 chla 的相关系数；

研究表明，中国湖泊（水库）的 Chla 与其它参数之间的相关关系 r<sub>ij</sub> 及 r<sub>ij</sub><sup>2</sup> 见表 1：

表 1 中国湖泊（水库）部分参数与 Chla 的相关关系 r<sub>ij</sub>、r<sub>ij</sub><sup>2</sup> 和权重

参数	chla	TP	TN	SD	I <sub>Mn</sub>
r <sub>ij</sub>	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
r <sub>ij</sub> <sup>2</sup>	1	0.7056	0.6724	0.6889	0.6889
权重	0.27	0.19	0.18	0.18	0.18

## 2.2 国外现状

国际公认的水体营养化状态划分标准方法是采用 0~100 的一系列连续数值对水体营养状态进行分级：

TLI(Σ) ≤ 30, 贫营养

30 < TLI(Σ) ≤ 50, 中营养

$50 < TLI(\Sigma)$ ,	富营养
$50 < TLI(\Sigma) \leq 60$ ,	富营养 (轻度)
$60 < TLI(\Sigma) \leq 70$ ,	富营养 (中度)
$70 < TLI(\Sigma) \leq 80$ ,	富营养 (重度)
$TLI(\Sigma) > 80$ ,	富营养 (异富)

### 3 关键问题分析

#### 3.1 关于营养状态评价分区问题

由于三峡水库工程浩大，蓄水后水面面积大，地形条件复杂，从环境水力学角度分析，各种流态均存在，一些水域具有明显的湖泊特征，也有一些水域具有河流性质。因此，库区水生生态系统的差异性较大，在水环境质量评价时，需要区别对待。根据研究结果，本标准提出了三峡库区水体分区的基本方法，将三峡库区水体分为湖泊型、过渡型和河流型三大类。

表 2 三峡水库主库区及主要支流回水区水体类型表

		库容 (万立方米)	回水区长度 (千米)	回水区面积 (平方千米)	水体类型
主 库 区	涪陵以上段	—	—	—	河流型
	涪陵-银杏沱	—	—	—	过渡型
	银杏沱-坝口	—	—	—	过渡型
支 流 回 水 区	五布河	1120.5	11.0	1.4	湖泊型
	御临河	7424.3	40.5	7.3	湖泊型
	桃花溪	308.8	4.2	0.5	湖泊型
	龙溪河	1996.0	7.4	1.6	湖泊型
	梨香溪	8527.7	21.7	6.0	湖泊型
	乌江	34745.9	66.5	18.8	湖泊型
	珍溪河	1745.5	6.7	1.2	湖泊型
	渠溪河	5807.6	19.0	4.2	湖泊型
	碧溪河	154.8	0.8	0.1	湖泊型
	龙河	3933.8	16.4	2.5	湖泊型
	池溪河	1491.7	4.6	1.1	湖泊型
	东溪河	9683.8	11.8	4.0	湖泊型
	黄金河	6218.4	10.7	3.7	湖泊型
	汝溪河	14756.8	6.2	5.5	湖泊型
	老龙河	4077.7	6.4	1.5	湖泊型
	壤渡河	7989.3	4.8	2.2	湖泊型
	苕溪河	5472.4	9.0	3.1	湖泊型
小江	171072.5	100.1	82.7	湖泊型	
汤溪河	26739.4	32.8	9.9	湖泊型	
磨刀溪	34634.2	31.5	10.4	湖泊型	

	长滩河	8099.9	11.9	3.1	湖泊型
	梅溪河	53506.9	34.4	15.2	湖泊型
	草堂河	20263.7	9.9	6.4	湖泊型
	五马河	30160.9	20.8	8.0	湖泊型
	大宁河	112733.8	59.3	32.4	湖泊型
	官渡河	2713.1	4.1	0.6	湖泊型
	抱龙河	8194.3	9.4	1.9	湖泊型
	边城河	3650.5	6.7	0.8	湖泊型
	万福河	3034.3	4.6	0.7	湖泊型
	神龙溪	37008.3	25.8	9.8	湖泊型
	锣鼓河	24884.9	19.3	6.4	湖泊型
	童庄河	30151.7	10.3	7.5	湖泊型
	凉台河	14011.5	8.7	4.0	湖泊型
	香溪河	77974.5	38.8	18.4	湖泊型
	九畹溪	5808.5	8.8	1.4	湖泊型

## 3.2 关于水环境质量评价指标

### 3.2.1 水质类别评价指标

《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的水质指标可以初步分为三类,一类是毒理学指标,如COD、重金属类污染物等;第二类是生态学指标,如总磷、总氮等;第三类是卫生学指标,如大肠杆菌等。第一类指标为支持水环境功能,无论哪一类水体均应满足要求。第二类指标主要针对水体富营养化问题提出。第三类指标对于人体直接接触的娱乐活动的水域、水产养殖等十分重要。根据三峡水库环境状况,河流型和过渡型水体按照GB3838-2002的要求进行水质类别评价,湖泊型水体既按照GB3838-2002的要求进行水质类别评价又需要按照本标准方法进行营养状态评价。

### 3.2.2 营养状态评价指标

通过国内外资料的调研,在评价湖泊、水库等封闭、半封闭水体的水环境质量时,由于总磷、总氮营养盐的积累,这些水体容易产生富营养化,造成水质恶化。因此,总磷、总氮指标成为必须评价的指标,同时,作为表征水体富营养化特征的指标,如叶绿素a、透明度、高锰酸盐指数以及浮游植物种类、数量等指标,需要纳入评价。

通过标准编制组连续四年现场调查结果分析表明,由于库区刚形成,环境监测数据积累较少,尤其是浮游植物种类、数量等指标,难以建立满意的相关关系,因此仅选取叶绿素a、总磷、总氮、透明度以及高锰酸盐指数5个指标来建立库区营养状态评价方法。

### 3.3 关于三峡水库营养状态评价方法

三峡库区湖库型水体的营养状态评价采用的方法与国内其它湖库评价方法相同，其参数因水体特征差异有所不同。

依据叶绿素a、总磷、总氮、透明度和高锰酸盐指数5个单项指标的浓度值，分别计算单项指标的营养状态指数。经研究，TLI计算关系式：

$$TLI(chla) = 24.60 + 10.901 \ln(\rho_{chla}) = 10 \left[ 2.46 + \frac{\ln(\rho_{chla})}{\ln 2.5} \right], R^2 = 1$$

$$TLI(TN) = 39.550 + 39.462 \ln(\rho_{TN}) = 10 \left[ 2.46 + \frac{1.6316 + 4.3067 \ln(\rho_{TN})}{\ln 2.5} \right], R^2 = 0.708$$

$$TLI(TP) = 118.852 + 26.288 \ln(\rho_{TP}) = 10 \left[ 2.46 + \frac{10.2862 + 2.8691 \ln(\rho_{TP})}{\ln 2.5} \right], R^2 = 0.718$$

$$TLI(SD) = 48.4479 - 69.710 \ln(\rho_{SD}) = 10 \left[ 2.46 + \frac{2.6027 - 7.6079 \ln(\rho_{SD})}{\ln 2.5} \right], R^2 = 0.720$$

$$TLI(I_{Mn}) = 17.999 + 37.779 \ln(\rho_{I_{Mn}}) = 10 \left[ 2.46 - \frac{0.7204 - 4.1230 \ln(\rho_{I_{Mn}})}{\ln 2.5} \right], R^2 = 0.814$$

通过对所有支流的监测数据进行分析，叶绿素a与TN、TP、SD和I<sub>Mn</sub>的相关系数分别为：r<sub>12</sub> = 0.346, r<sub>13</sub> = 0.478, r<sub>14</sub> = -0.112, r<sub>15</sub> = 0.554。

故其权重分别为：W<sub>chla</sub> = 0.5996; W<sub>TN</sub> = 0.0718; W<sub>TP</sub> = 0.1370; W<sub>SD</sub> = 0.0075; W<sub>I<sub>Mn</sub></sub> = 0.1840。

显然，在营养状态指数和指标权重与全国26个典型湖泊的统计结果有较大差异。

### 3.4 关于三峡水库营养盐控制标准

计算三峡库区干流和支流的 TLI<sub>M</sub> (chla)值、TLI(SD)值，针对全国主要湖库营养状态和氮磷等指标监测结果进行统计分析，同时，参考日本、韩国、欧洲环境保护局、OECD 等规定的标准，综合平衡，确定各种因子和营养状态分级的控制标准。

水体叶绿素 a 浓度与营养状态分级的关系如下：

- I 级 贫营养 (<1.6 mg/m<sup>3</sup>);
- II 级 中营养 (1.6~10 mg/m<sup>3</sup>);
- III 级 (轻) 富营养 (10~26 mg/m<sup>3</sup>);
- IV 级 (中) 富营养 (26~64 mg/m<sup>3</sup>);
- V 级 (重) 富营养 (64~160 mg/m<sup>3</sup>);
- 劣 V 级 (异) 富营养 (>160 mg/m<sup>3</sup>)。

按照水体叶绿素 a 浓度对应的营养状态级别分布，分别统计三峡库区水体总氮、总磷的浓度分布特征，取 50% 值作为总氮、总磷浓度分级控制标准值，见表 3：

**表 3 三峡水库总氮总磷控制标准值**

单位：mg/L		
营养分级	总氮	总磷
贫营养	0.78	0.034
中营养	1.30	0.074
轻富营养	1.68	0.108
中富营养	2.16	0.158
重富营养	2.78	0.231
异富营养	> 2.78	> 0.231

由于三峡库区主要支流、干流以及全国各大湖泊水库的水动力条件差异显著，库区支流的氮、磷标准值比全国主要湖泊和水库要松得多，但是比库区干流的氮、磷标准值要严得多。

### 3.5 关于水环境质量综合评价

本标准在原有水质评价的基础上，增加了水库营养状态的评价，即河流水质类别评价结果即为水环境质量评价结果，湖泊、水库水环境质量评价结果要兼顾水质类别评价结果和营养状态评价结果，取其重者。同时，为进一步规范评价结果的表征，本标准规定了库区水质的优、良好、轻度污染、中度污染和重度污染五个等级。如果属于重富营养化水体则也是重污染水体，以解决总氮不直接作为水质评价指标后，水库水环境质量评价可能出现的问题。

### 3.6 关于趋势分析方法的规定

在库区水体的营养状态变化趋势评价中，营养状态指数的变化程度可以归为“略有变化”和“显著变化”两类。本标准给出了相应的定量判据，即如果营养状态指数值变化不超过 5%，且没有级别变化，则称略有变化（“减轻”或“加重”）；如果综合营养状态指数值产生级别变化，或指数值变化超过 5%，则称显著变化（“减轻”或“加重”）。该判据是根据目前三峡水库水体的营养程度而确定的。

水质污染趋势分析应在污染物年际变化的基础上进行。衡量趋势分析的统计意义通常要作出水质污染物浓度与其出现时间序列间的关系。最常采用的方法是 Spearman 秩相关系数法。该方法要求具备足够的数量，一般至少应采用四个年度的数据。

## 4 评价结果分析

根据本标准的营养状态综合评价方法，对 2004 年至 2008 年的调查结果进行计算，三峡库区干流和主要支流营养化程度综合评价结果如表 4。

**表4 三峡库区主要干支流在4-9月间的综合营养状态指数变化**

河流	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均值	营养状态	平均值*	营养状态*
抱龙河	46.46	51.07	53.55	56.08	58.30	56.68	53.25	轻富	67.31	中富
草堂河	56.20	56.18	53.39	53.77	48.34	45.90	52.30	轻富	66.20	中富
长滩河	54.06	46.43	49.28	49.33	45.27	49.81	49.43	中	58.27	轻富
吡溪河	58.45	57.71	57.74	57.87	54.75	50.97	55.73	轻富	80.08	异富
赤溪河	46.00	48.99	50.93	52.61	51.44	49.40	49.89	中	74.97	重富
大宁河	32.86	36.89	50.56	50.80	48.30	44.53	42.81	中	51.68	轻富
大溪河	67.11	49.67	49.39	43.78	57.42	44.62	52.00	轻富	62.22	中富
东溪河	34.98	54.60	54.48	56.12	55.88	56.45	52.08	轻富	71.39	重富
黄柏河	22.99	46.91	20.00	21.29	37.17	31.72	30.47	中	65.19	中富
黄金河	39.01	55.72	55.61	56.74	58.56	54.65	53.38	轻富	68.32	中富
九畹溪	52.42	52.35	50.18	51.81	50.18	46.94	50.32	轻富	61.39	中富
龙河	45.43	43.36	45.04	46.31	47.20	44.77	45.35	中	59.94	轻富
梅溪河	44.99	54.68	48.66	50.47	43.00	47.22	47.18	中	67.65	中富
磨刀溪	60.14	51.95	51.96	51.65	47.73	52.58	52.67	轻富	68.05	中富
澎溪河	62.99	55.32	55.74	54.00	51.67	53.95	55.61	轻富	75.21	重富
青干河	49.71	50.92	47.85	53.09	50.18	45.16	49.52	中	62.82	中富
渠溪河	47.22	45.62	42.82	48.60	52.85	52.75	48.31	中	78.01	重富
壤渡河	63.54	63.74	72.66	69.82	60.43	59.83	65.00	中富	80.10	异富
汝溪河	39.15	55.68	57.86	58.42	57.17	59.60	54.65	轻富	68.37	中富
三溪河	68.77	70.96	59.02	55.76	55.66	43.92	59.01	轻富	67.55	中富
神龙溪	48.89	46.61	38.72	32.87	50.97	34.68	42.52	中	50.87	轻富
神女溪	41.89	48.45	44.95	54.06	53.33	48.12	48.47	中	60.82	中富
石桥河	62.11	57.38	71.49	65.48	55.67	61.68	62.30	中富	76.89	重富

太平溪	35.02	54.87	36.63	37.46	55.72	43.39	43.63	中	73.56	重富
汤溪河	60.40	47.11	51.44	51.31	46.57	48.53	50.89	轻富	60.93	中富
童庄河	56.66	59.67	54.78	50.97	51.60	44.94	53.06	轻富	69.96	中富
五桥河	65.10	62.20	64.16	72.64	59.00	76.47	66.60	轻富	86.71	异富
玉溪河	44.75	61.98	66.30	65.16	65.87	67.12	61.87	中富	89.61	异富
朱衣河	58.93	58.47	55.49	53.26	48.30	48.03	53.58	轻富	66.77	中富
苎溪河	72.51	77.76	79.76	61.75	74.85	77.79	74.40	重富	113.34	异富
苎溪河	83.05	85.88	78.16	79.30	85.02	87.24	83.11	异富	123.34	异富

注：\*为按照中国环境监测总站制定“湖泊(水库)富营养化评价方法及分级技术规定”评价结果

#### 4.1.1 三峡库区富营养化评价结果

根据本标准的营养状态综合评价方法，计算三峡库区各支流的综合营养状态指数。在对2005-2007年库区31条支流共600组有效数据进行的综合营养状态指数计算中，频率分布统计表明，25%、50%、75%分位的综合营养状态指数值分别为43.31、49.87与57.92。在统计的有效数据中，数据达到富营养化水平的有331组，占总数据的55.17%，达到贫营养水平的数据43组，占总数据的7.17%。结果表明，调查期间各支流主要处于中-富营养水平，支流富营养化趋势明显。

#### 4.1.2 不同月份间的综合营养状态指数变化

从综合营养状态指数在各月份的变化趋势来看，各支流在4-9月的平均综合营养状态指数值较大（图1），均达到富营养化水平，其中在8月份出现最大值55.43，达到富营养化水平，表明春夏季节库区支流发生富营养化的风险较高。与4-9月份的高风险水平相比，1-3月份和10月份综合营养状态指数相对较低，由此可见，一年当中，4-9月份为控制库区富营养化发生的敏感时期。



图1 库区支流水体在各调查月份的平均营养状态指数变化

若按《湖泊（水库）富营养化评价方法及分级技术规定》对三峡库区各支流的富营养化状态进行评价（结果如图2表示），其平均 TLI 指数为 72.78，1 月份的 TLI 指数最低，但也达到 60 左右，7 月份最高达 78 左右。所得的监测数据中，有 83.83%组数据评价结果在富营养化以上，且有 74 组数据其 TLI 值在 100 以上，与库区支流实际情况不符。这些都充分说明，利用该技术规定进行评价，不能完全真实的反映出库区的营养状态。



图2 按照《湖泊(水库)富营养化评价方法及分级技术规定》方法所得库区支流水体在各调查月份的平均营养状态指数变化

### 4.1.3 不同支流间的综合营养状态指数变化

由于不同月份间库区水体的综合营养状态指数值差别显著（图 6-2），且各支流在不同月份的调查频次也不一样，现对各支流在富营养风险较高的 4-9 月份数据进行分析，以阐述不同支流的富营养化程度差异。

从表 4 可以看出，在 4-9 月间都有监测数据的 30 条支流中，有 19 条支流的平均营养状态指数处于富营养化水平，11 条支流的平均营养状态指数处于中营养水平。在所有支流中，又以苎溪河的平均综合营养状态指数最高，两个监测断面均达到重-异富营养状态水平；而黄柏河的平均综合营养状态指数最低，其指数值刚达到中营养水平。

### 4.1.4 关于三峡库区支流氮磷营养盐级别

按照设定的支流水体营养分级控制标准，核算各支流营养盐水平，如表 5 和图 3 至 8。从以下图表可以看出，从三峡库区整个支流看，大多数支流处于中营养-轻富营养状态，部分少数支流出现中富营养状态以上的营养状态。从年内时间分布看，库区营养盐常年处于富营养状态，以轻富-中富营养状态为主。

表 5 各支流氮磷浓度及级别

支流名称	TN	TN 等级	TP	TP 等级	TSI 营养状态
抱龙河	1.39	III	0.075	III	III
草堂河	1.74	IV	0.076	IV	II
长滩河	1.05	II	0.091	IV	III
叱溪河（III）	1.27	II	0.078	IV	II
赤溪河	1.35	III	0.076	IV	II
大宁河	1.01	II	0.073	II	III
大溪河	1.53	III	0.136	IV	III
东溪河	1.07	II	0.075	III	II
黄柏河	0.99	II	0.075	III	III
黄金河	1.04	II	0.066	II	III
九畹溪	0.96	II	0.112	IV	II
龙河	1.35	III	0.115	IV	II
梅溪河	1.34	III	0.068	II	III
磨刀溪	1.06	II	0.035	I	III
彭溪河	1.18	II	0.091	IV	II
青干河	1.13	II	0.077	IV	II
渠溪河	2.18	V	0.25	劣V	IV
壤度河	1.82	IV	0.1	IV	III
汝溪河	1.11	II	0.066	II	III
三溪河	1.39	III	0.079	IV	II

神龙溪	1.06	II	0.085	IV	II
神女溪	1.5	III	0.051	II	IV
石桥河	1.66	III	0.102	IV	II
太平溪	1.16	II	0.033	I	III
汤溪河	1.1	II	0.069	II	III
童庄河	1.12	II	0.083	IV	III
五桥河	2.86	劣V	0.07	II	IV
玉溪河	2.24	V	0.199	V	III
朱衣河	1.72	IV	0.101	IV	V
芭溪河	5.83	劣V	0.453	劣V	劣V

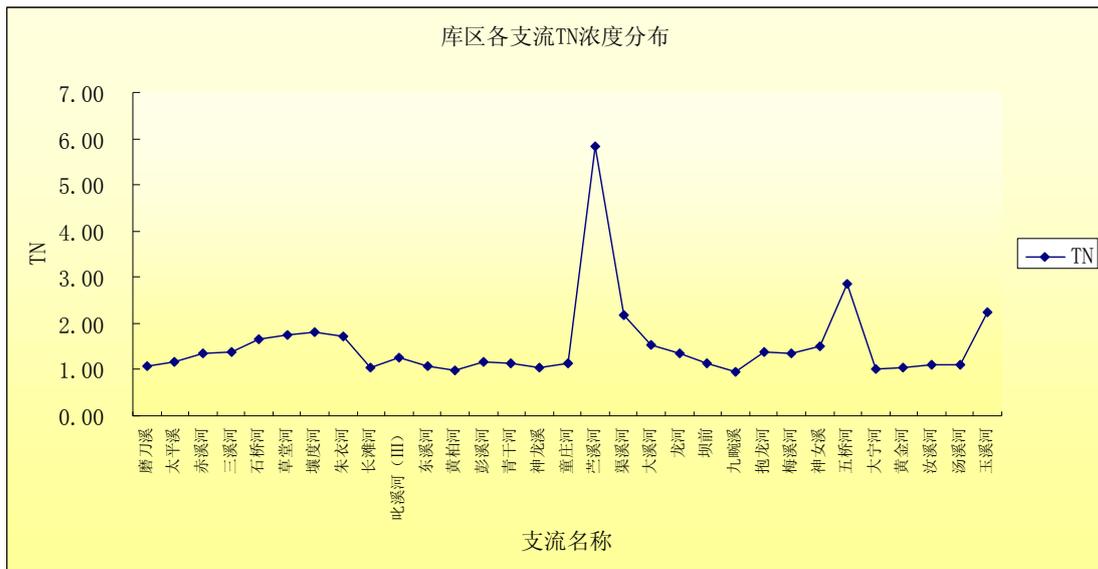


图3 三峡水库支流总氮平均浓度分布

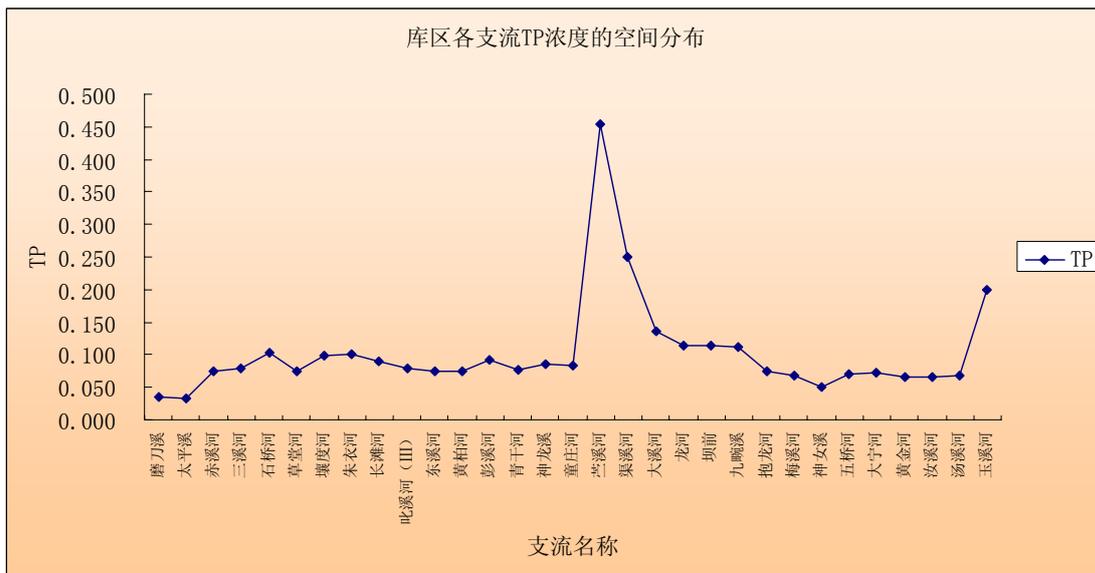


图4 三峡水库支流总磷平均浓度分布

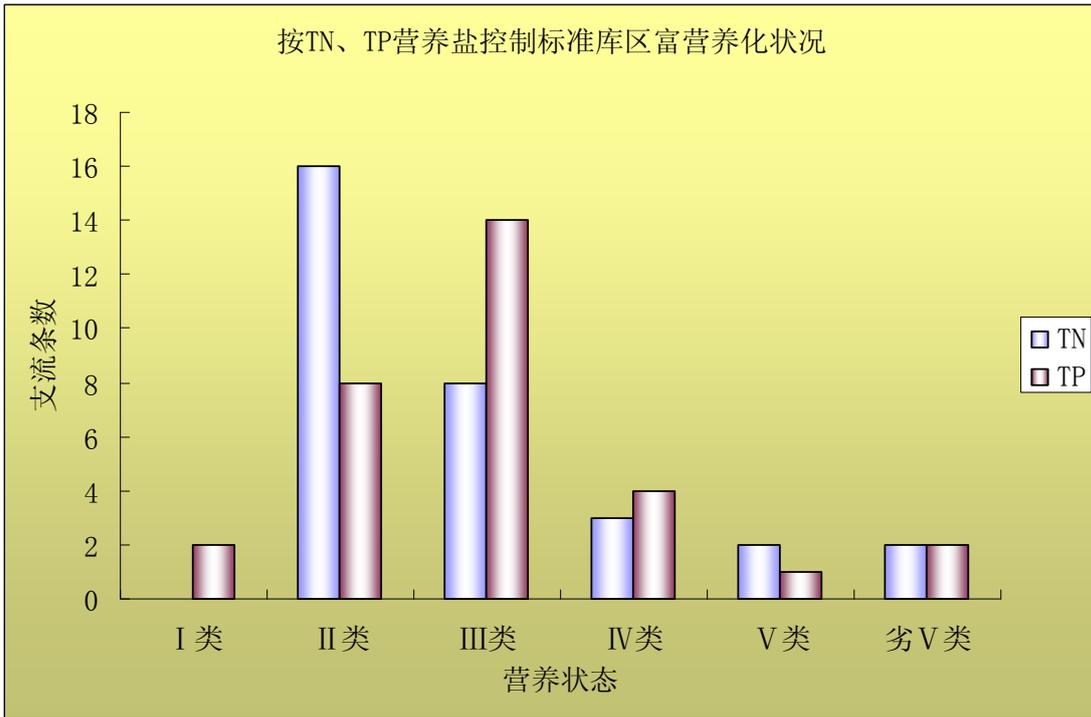


图5 三峡水库支流氮磷营养水平比例

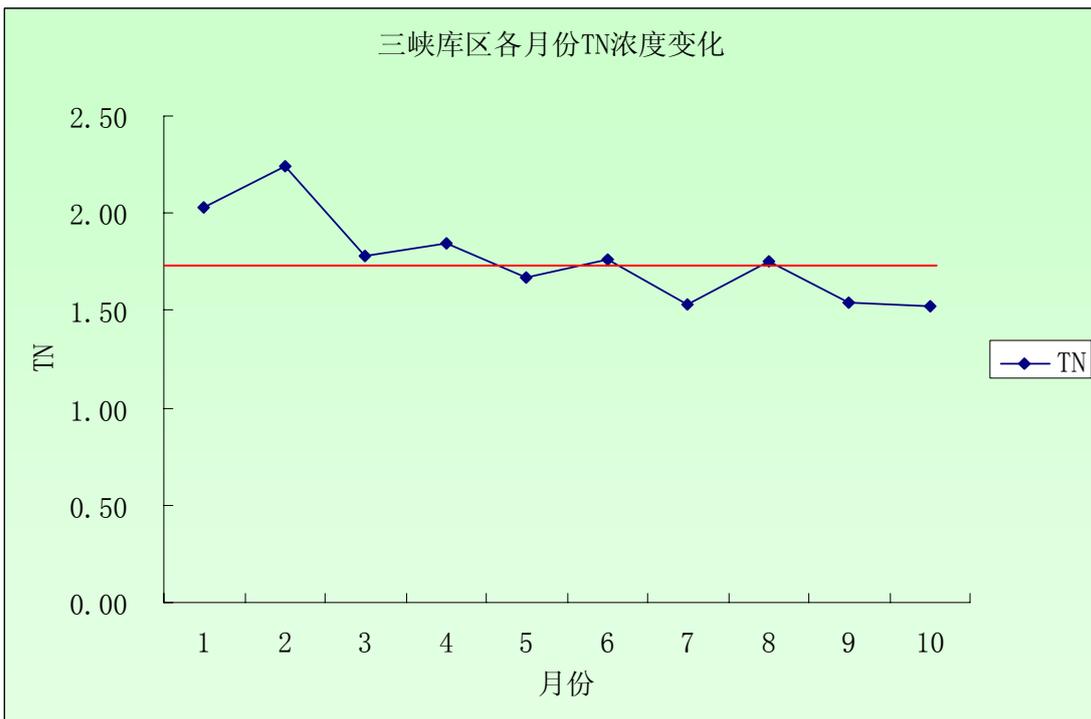


图6 三峡水库支流总氮年内变化

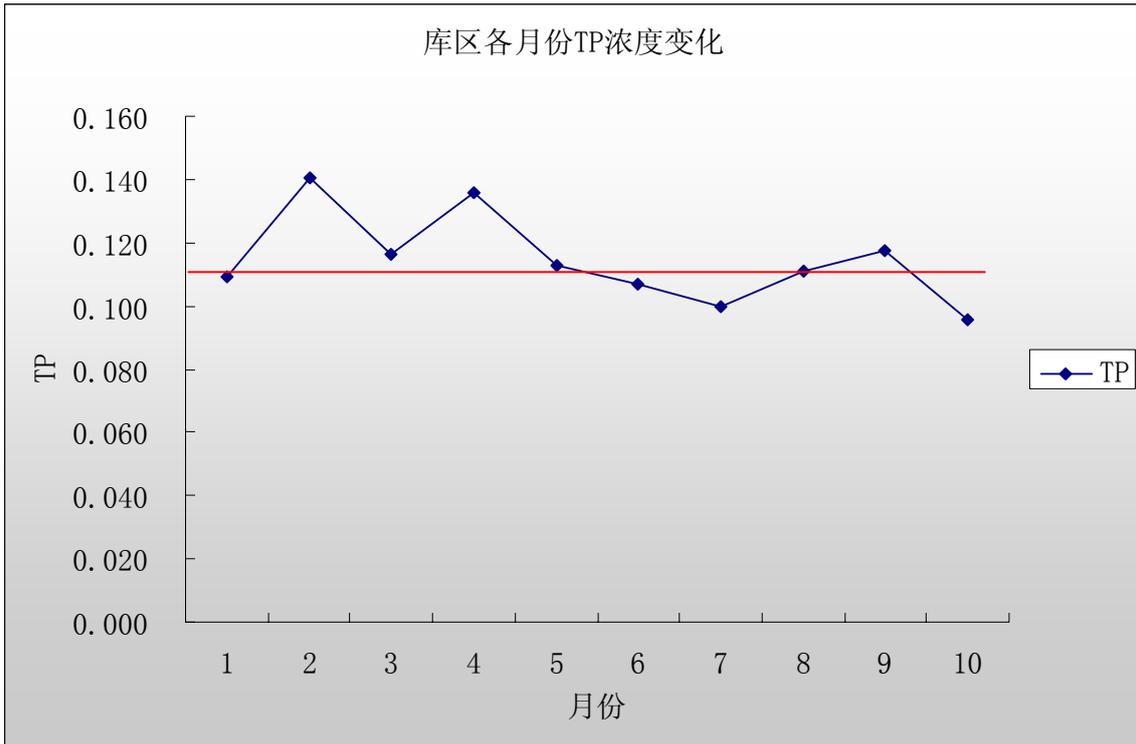


图7 三峡水库支流总磷年内变化

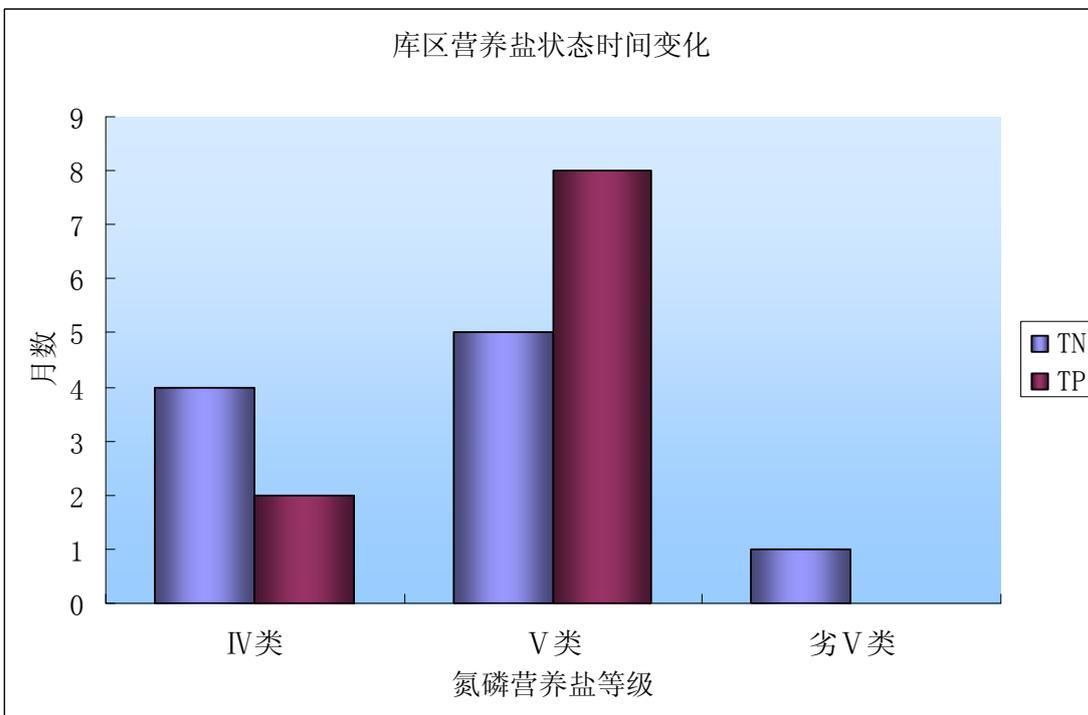


图8 三峡水库支流氮磷营养盐等级

## 5 标准实施的相关建议

三峡库区现有的国控、省控断面如表 6 所示。从表 6 可以看出，三峡库区现有的国控、省控断面总共 17 个，其中，国控断面 6 个，省控断面 11 个。三峡库区 600km 长的长江干流上布设有 12 个国控、省控监测断面，其中，国控断面 5 个，省控断面 7 个，平均 50km 有一个国控或省控断面。库区支流只有乌江、大宁河、香溪河及茅坪河四条支流具有国控、省控监测断面。

三峡库区现有的监测项目总共 35 项的理化指标，包括重金属指标。其中，主要的监测项目有 pH、溶解氧、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、挥发酚、亚硝酸盐氮、砷、氰化物、铅、硝酸盐、镉、石油类、氨氮、总氮及总磷等。三峡水库的国控监测断面和省控监测断面，每月采样一次。

**表 6 现有库区省控、国控监测断面布置**

库区类型	断面	位置	备注
三峡库区	银杏沱	秭归县	省控
	巫峡口	巴东县	国控
	培石	巫山县	国控
	白帝城	奉节县	省控
	晒网坝	万州区	国控
	桐园	万州区	省控
回水区	清溪场	涪陵区	国控
上游河流区	连二碛	忠县	省控
	黄草峡	长寿县	省控
	寸滩	江北区	国控
	望龙门	渝中区	省控
	铜罐驿	九龙坡区	省控
乌江	白马	武隆县	省控
	麻柳嘴	涪陵区	国控
大宁河	龙门	巫山县	省控
香溪河	峡口	兴山县	省控
茅坪河	导流洞	秭归县	省控

根据三峡库区水环境质量的两次现场调查，发现三峡库区面积之大、长度之长、支流之多、水环境条件之差异均是其它水库、水体无法比拟的；三峡库区蓄水后社会、经济发生了明显的变化，同时三峡库区主要支流已经出现富营养化现象。原有的水质监测体系不能满足目前的水环境质量管理要求。主要反映在以下几点：

### (1) 缺乏坝前及支流等敏感区域的监测点位

目前现有的监测点位不能足够反映三峡库区水体富营养化发生的敏感区域。坝前敏感区只设有银杏沱一个省控断面；支流敏感区的省控、国控监测断面相对于三峡水库二十余条大型支

流而言较少，只在乌江、大宁河、香溪河及茅坪河上具有省控或国控监测断面，而且监测断面只设在支流河口段，并不能反映支流回水区水环境的变化。

### **(2) 缺乏水体营养状态的相应监测项目**

目前，国际上水体营养状况一般由营养盐指标总磷（TP）及总氮（TN），水体生物指标叶绿素 a、浮游生物的数量及多样性和水体表观指标透明度（SD）等进行综合表征。三峡库区常规的水环境监测项目中只有总磷、总氮、透明度（SD）、叶绿素 a 及浮游生物的种类和数量的监测是空白，这给全面了解及掌握三峡库区水体环境质量状况及变化趋势带来很多困难。

### **(3) 监测频率的不足**

从常规的水质监测角度看，每月一次的监测可以满足管理要求。但是，三峡库区在春季（3—5 月份）和秋季（10 月份）容易产生水体富营养化，这一时段的生物监测显然不能仅是一月一次了。因此，应根据三峡库区藻类爆发季确定水生生物的监测频率，以掌握三峡库区水体富营养化及藻类繁殖的变化规律。

综上所述，应根据三峡库区现有监测的不足，结合三峡库区的社会经济及功能区划等因素，建议对三峡库区的水质监测方案进行优化，具体如下：

优化原则：

(1) 尽可能保持监测站点的延续性，以有利于历史数据的比较。

(2) 坝前、库湾等敏感水域增加监测站点。

(3) 为保证国家全面了解三峡水库水环境质量变化状况，将省控站点升级为国控站点，将部分市控站点调整为省控站点。

(4) 充分考虑三峡库区的三、四级环境监测站的监测能力。

(5) 按照“地表水环境质量监测规范”进行断面的测点布设。

根据三峡库区水动力学分区结果、水质评价结果及营养评价结果，制定及优化水质监测点位。监测站点布设结果如表 7。从调整结果来看，三峡库区干流共设 18 个断面，其中，国控断面 8 个，省控断面 10 个，与现状监测断面相比增设断面 1 个，升级断面 4 个。支流共设 17 个断面，其中，国控断面 5 个，省控断面 12 个，与现状监测断面相比升级断面 11 个。调整后三峡库区拥有国控断面 13 个，干流 8 个，支流 5 个。拥有省控断面 22 个，干流 12 个，支流 10 个，经过调整，水质监测网络基本覆盖了三峡库区的主要干、支流水体。

表7 三峡库区省控、国控水质监测断面布置（135米）

面积单位：km<sup>2</sup>

库区类型	断面名称	位置	属性	备注			
				测站特征	回水区水面面积	流域控制面积	
库区干流	上游 (河流区)	朱沱	江津	国控	已有		
		黄谦	九龙坡区	省控	已有		
		铜罐驿	九龙坡区	省控	已有		
		望龙门	渝中区	省控	已有		
		寸滩	江北区	国控	已有		
		黄草峡	长寿县	省控	已有		
	回水区 (过渡区)	清溪场	涪陵区	国控	已有		
		米市圈	丰都县	国控	升级		
		连二碛	忠县	省控	已有		
		桐园	万州区	省控	已有		
		晒网坝	万州区	国控	已有		
		下岩寺	云阳县	省控	升级		
		白帝城	奉节县	省控	已有		
		培石	巫山县	国控	已有		
		巫峡口	巴东县	省控	已有		
		黄腊石	秭归县	省控	升级		
		银杏沱	秭归县	国控	升级		
		坝前	秭归县	国控	增设		1000000
		库区支流	嘉陵江	北温泉	北涪区	省控	已有
大溪沟	渝中区			国控	已有		157900
乌江	白马		武隆县	省控	已有		
	麻柳嘴		涪陵区	国控	已有	18.8	8792
汝溪河	龙滩大桥		忠县	省控	升级	5.5	720
澎溪河(小江)	木桥		开县	省控	升级		
	双江大桥		云阳县	国控	升级	82.7	5172
汤溪河	乌羊溪大桥		云阳县	省控	升级	9.9	1810
磨刀溪	新津大桥		云阳县	省控	升级	10.4	3197
梅溪河	梅溪河大桥		奉节县	省控	升级	15.2	1972
大宁河	涂家坝		巫山县	省控	升级		
	龙门		巫山县	国控	升级	32.4	4200
神龙溪(龙船河)	西壤口		巴东县	省控	升级	9.8	350
香溪河	高阳(兴山)		兴山县	省控	已有		
	峡口		兴山县	省控	升级		
	车站坪		秭归县	国控	升级	18.4	3095
茅坪河	导流洞		秭归县	省控	已有		113

同时，根据三峡库区水质监测现状和库区富营养化特征，建议对三峡库区过渡区、湖泊区的水质和水生物监测频率进行调整，过渡型和湖库型水体中的敏感区监测次数需要增加，如表

8. 监测项目应增加透明度、叶绿素 a、浮游植物（种类、数量）、浮游动物（种类、数量）。水质断面监测垂线设置、监测垂线采样点的设置按照《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002) 规范进行。水质监测项目按照《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 规定要求进行，监测方法应采用国家环境监测分析方法标准或《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 中规定的方法。

**表 8 三峡库区水质监测建议频率**

控制区	断面类型	水质监测			生物监测		
		敏感季节	非敏感季节	全年	敏感季节	非敏感季节	全年
河流区	国控	每月 1 次	每月 1 次	12 次			
	省控	每月 1 次	每月 1 次	12 次			
	区县控	每月 1 次	每月 1 次				
过渡区	国控	每月 1 次	每月 1 次	12 次	每月 1 次	1 次	12 次
	省控	每月 1 次	每月 1 次	12 次	每月 1 次	1 次	12 次
	区县控	每月 1 次	每月 1 次	12 次	每月 1 次	1 次	12 次
湖泊区	国控	每月 1 次	每月 1 次	17 次	每月 2 次	每月 1 次	17 次
	省控	每月 1 次	每月 1 次	17 次	每月 2 次	每月 1 次	17 次
	区县控	每月 1 次	每月 1 次	17 次	每月 2 次	每月 1 次	17 次