

全国水库渔业资源数据的初步统计分析*

戴泽贵¹ 曹克驹²

(1: 水利部 水库渔业研究所, 武汉 430079; 2: 华中农业大学水产学院, 武汉 430070)
中国科学院

提 要 将 1980 - 1994 年间全国 25 个省(市、区)527 座水库渔业资源调查数据在计算机上运用 SYSTAT 软件初步建立基础数据库, 对水库形态与自然环境、水的理化性质、生物学等三大层次 52 项指标进行了初步统计分析. 结果表明, 山谷、丘陵和平原型水库座数比约为 3:6:1; 各种类型水库平均鱼产量以小型山谷型最高, 中型平原型最低. 各指标值的分布差别较大, 三大层次中变异最小的指标分别为竣工年份(FYR)、pH 值(pH)和二龄鲮体长(BL), 变异最大的指标分别为集雨面积(CA)、氮磷比(NPI)和底栖动物生物量(BB); 在不同鱼产量等级水库中差异均显著的指标为日照时数(IH)、无霜期(NFD)、最大水深(MAXD)、平均水深(MD)、pH 值、浮游植物生物量(BP)、浮游动物数量(DZ)和浮游生物总量(BPZ); 在 30 - 35°N 区间内的水库平均鱼产量最高, 偏南或偏北的水库平均鱼产量均较低. 作者建议尽快建立和完善全国水库渔业资源基础数据库, 并逐步组建全国水库渔业资源管理信息系统.

关键词 水库渔业资源 数据 统计分析

分类号 S931.1

近十五年来, 全国各地广泛开展了水库渔业资源调查工作, 花费了大量的人力、物力和财力, 取得了大量的基础数据. 但由于资料获取困难以及统计手段缺乏等原因, 一些作者仅对某省或某水系的水库渔业资源数据进行过统计分析^[1-4]. 为了制定水库鱼产力类型划分标准, 组建水库渔业资源管理信息系统, 为今后水库渔业资源调查和管理提供参考, 作者依据所掌握的全国 527 座水库的渔业资源调查数据, 就水库形态与自然环境、水的理化性质、生物学等三大层次 52 项指标进行了初步统计分析. 统计分析结果报告如下.

1 资料来源与统计分析方法

所收集的数据来自全国各地出版的水库渔业资源调查专集、科技期刊上发表的论文和未发表的资料等^[5-18]. ①②③④⑤. 共统计了 1980 - 1994 年间全国 25 个省(市、自治区)527 座水库的渔业资源调查数据. 样本水库的分布情况见表 1. 基础数据库利用 SYSTAT 软件在 IBM - PC 上开发建立, 库中各指标的名称及其代码和单位如表 2 所示.

* 水利部标准化项目资助.

收稿日期: 1997 - 12 - 15; 收到修改稿日期: 1998 - 03 - 01. 戴泽贵, 男, 1962 年生, 副研究员.

① 水利部工程管理局, 全国大型水库(1、2、3 册), 1982.

② 水利部水利管理司, 全国中型水库主要指标汇编, 1988.

③ 水利部中国科学院水库渔业研究所等, 福建省水库渔业资源调查报告, 1992.

④ 山东省水利厅, 山东省水库渔业资源调查资料汇编, 1990.

⑤ 水利部、中国科学院水库渔业研究所等, 广东省水库渔业生产性能评价及提高水库鱼产力技术措施的研究, 1986.

表 1 样本水库的分布情况

Tab. 1 Distribution of sample reservoirs

地名	黑龙江	吉林	辽宁	内蒙	北京	天津	河北	山西	陕西	甘肃	新疆	云南	四川
水库数	15	9	11	4	3	5	13	5	4	5	31	8	9
占样本比例/%	2.8	1.7	2.1	0.8	0.6	0.9	2.5	0.9	0.8	0.9	5.9	1.5	1.7
地名	重庆	河南	山东	安徽	江西	浙江	湖北	湖南	福建	广东	广西	海南	总计
水库数	2	19	163	1	46	9	38	3	33	66	13	12	527
占样本比例/%	0.4	3.6	30.9	0.2	8.7	1.7	7.2	0.6	6.3	12.5	2.5	2.3	100.0

为保证数据的准确性和可比性,严格按照水利行业标准《水库渔业资源调查规范》^[19]的规定对数据进行取舍.样本水库的平均调查次数为 2.7 次.

统计分析按常规方法进行^[20].

2 结果与分析

2.1 样本水库的库型和类型分布

527 座样本水库的库型分布为:大型($TSC \geq 10000$, 代码为 L)161 座,占 30.55%;中型($1000 < TSC < 10000$, 代码为 M)314 座,占 59.58%;小型($TSC \leq 1000$, 代码为 S)52 座,占 9.87%;其比例约为 3:6:1.类型分布为:山谷型($MD \geq 10$, 代码为 V)148 座,占 28.08%;丘陵型($3 < MD < 10$, 代码为 H)330 座,占 62.62%;平原型($MD \leq 3$, 代码为 P)49 座,占 9.30%;其比例约为 3:6:1.可以看出 L 中, V 为 54 座,占 33.54%;H 为 84 座,占 52.17%;P 为 23 座,占 14.29%. M 中, V 为 82 座,占 26.12%;H 为 213 座,占 67.83%;P 为 19 座,占 6.05%. S 中, V 为 11 座,占 21.16%;H 为 33 座,占 63.46%;P 为 8 座,占 15.38%.

2.2 不同类型水库平均鱼产量的比较

从图 1 中可看出,不同库型水库平均鱼产量高低次序为 $S > L > M$ (可能与鱼种放养有关, S、L、M 的年平均鱼种放养量分别为 2371.2、1757.4、1464.2 ind. · hm⁻²);不同类型水库平均鱼产量差异不明显, V 型略高 (V、P、H 的年平均鱼种放养量分别为 1701.5、1675.9、1575.5 ind. · hm⁻²). L 中, LV (代表大型山谷型, 其余类推)、LH 和 LP 型水库平均鱼产量几乎无差异; M 中, MV > MH > MP; S 中, SV 和 SP 显著高于 SH. 各种类型中, SV 最高, MP 最低.

2.3 各指标值的分布情况

各指标值的分布情况差别较大.第一大层次各项指标(表 2 中第 1-20 项)中,地理与气候学指标的分布极为规则,无偏性极高;形态与水文学指标中除 FYR 分布很规则, MAXD、MD、RWE 和 SDI 较为规则外,其余指标的分布极不规则,为偏斜分布;第二大层次各项指标(表 2 中第 21-38 项)中,除 WT、PH、DO、SD、EC 和 MEI 的分布较规则外,其余指标的分布不规则;第三大层次各项指标(表 2 中第 39-52 项)中,分布最不规则的是 BB 和 DP,分布较规则的是 BL 和 SL.

图 2 列出了 8 项指标的数据分布图.图 2 中,方框代表该指标 50% 的数据,方框中的竖线为该指标的中值线,方框两侧的横线各代表 25% 的数据,“*”代表少见的数据,“0”代表罕见的数据,刻度线为该指标值的幅度范围.

表 2 指标的名称、代码、单位、平均值、标准误和变异系数

Tab.2 Name, code, unit, mean, SE and C_V of targets

序号	指标	代码	平均值	标准误	单位	C_V	序号	指标	代码	平均值	标准误	单位	C_V
1	年均气温	AT	14.9	0.2	℃	0.33	27	TA/TH	AHI	1.33	0.07		1.13
2	无霜期	NFD	222.0	2.7	d	0.19	28	化学耗氧量	COD	4.802	0.238	mgL ⁻¹	0.92
3	年均降雨量	RF	1040.9	24.4	mm	0.50	29	电导率	EC	86.027	7.013	μs·cm ⁻¹	0.72
4	纬度	LN	33.05	0.36	°	0.20	30	EC/MD	MEI	6.49	0.89		1.01
5	日照时数	IH	2304.0	21.2	h	0.18	31	总氮	TN	1.202	0.065	mgL ⁻¹	0.84
6	竣工年份	FYR	1964.7	0.4		0.01	32	三氮	N3	0.586	0.038	mgL ⁻¹	1.03
7	平均水深	MD	8.3	0.3	m	0.86	33	氨氮	NH ₄ -N	0.209	0.018	mgL ⁻¹	1.78
8	最大水深	MAXD	21.5	0.9	m	0.69	34	亚硝酸盐氮	NO ₂ -N	0.024	0.003	mgL ⁻¹	2.23
9	养鱼面积	FA	1101.2	194	hm ²	3.93	35	硝酸盐氮	NO ₃ -N	0.307	0.022	mgL ⁻¹	1.42
10	集雨面积	CA	1371.9	563	km ²	8.06	36	正磷酸盐	PO ₄ -P	0.035	0.004	mgL ⁻¹	1.90
11	消落区面积	DDA	390.8	113	hm ²	4.13	37	总磷	TP	0.129	0.011	mgL ⁻¹	1.66
12	总库容	TSC	13518	2412	10 ⁴ m ³	3.04	38	TN/TP	NPI	56.7	14.1		3.62
13	兴利库容	PSC	6548	1571	10 ⁴ m ³	4.22	39	浮游植物数量	DP	500.76	82.53	10 ⁴ ind. L ⁻¹	3.50
14	死库容	DSC	1035	450	10 ⁴ m ³	6.38	40	浮游植物生物量	BP	4.144	0.207	mgL ⁻¹	1.10
15*	CA/FA	CFI	71.67	6.90		1.89	41	浮游动物数量	DZ	2512.2	178.3	ind. L ⁻¹	1.48
16*	CA/TSC	CCI	3.63	0.50		2.28	42	浮游动物生物量	BZ	2.530	0.237	mgL ⁻¹	2.07
17	CA/MD	CDI	103.7	29.8		5.51	43*	浮游生物总量	BPZ	7.071	0.378	mgL ⁻¹	1.17
18	DDA/FA	DFI	0.77	0.06		1.06	44	BP/BZ	PZI	4.52	0.52		2.50
19*	岸线发育系数SDI		4.16	0.35		0.84	45	底栖动物生物量	BB	2.412	0.526	g·m ⁻²	3.98
20	水交换率	RWE	2.3	0.2	t·a	1.02	46	初级生产力	PP	2.57	0.13	g·m ⁻² d ⁻¹	0.73
21	年均水温	WT	21.5	0.4	℃	0.30	47	二龄鲢体重	SW	1.04	0.07	kg	0.77
22	溶解氧	DO	7.83	0.09	mgL ⁻¹	0.18	48	二龄鲢体长	SL	36.3	1.0	cm	0.28
23	透明度	SD	113.3	3.9	cm	0.71	49*	二龄鲢肥满度	SFAT	1.925	0.099		0.53
24	pH值	PH	7.50	0.04		0.10	50	二龄鳙体重	BW	1.35	0.099	kg	0.80
25	总硬度	TH	5.452	0.355	°D	1.36	51	二龄鳙体长	BL	37.0	1.0	cm	0.25
26	总碱度	TA	1.674	0.088	mgL ⁻¹	1.08	52*	二龄鳙肥满度	BFAT	2.049	0.075		0.35

* 计算方法如下:CFI=100CA/FA; CCI=100CA/TSC; SDI=5LOS/(3.14FA)^{0.5},其中,LOS为库周长(km);

AHI=2.804TA/TH; N₃=NH₄-N+NO₂-N+NO₃-N; BPZ=BP+BZ; SFAT=100000SW/SL³;

BFAT=100000 BW/BL³.

2.4 各指标的平均值、标准误和变异系数

表 2 列出了 52 项指标的平均值、标准误和变异系数(C_V).从表 2 中可看出:第一大层次各指标中,变异最小的为 FYR($C_V=0.01$),说明我国水库大都在五六十年代建成;变异最大的为 CA($C_V=8.06$).第二大层次各指标中,变异最小的为 PH($C_V=0.10$);变异最大的为 NPI($C_V=3.62$),说明我国水库营养元素 N 和 P 之间比例失调现象较为严重.第三大层次各

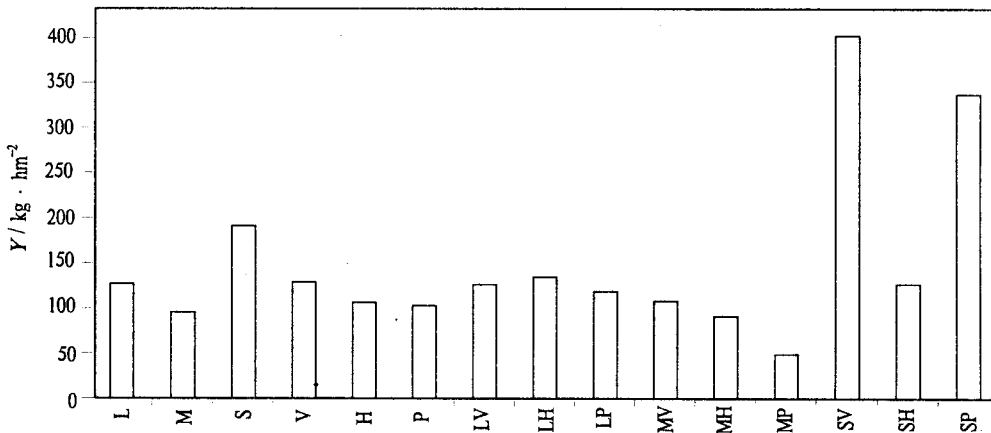


图 1 不同类型水库平均鱼产量

Fig. 1 Comparisons of fish yield in different types of reservoirs

指标中, 变异最小的为 BL ($C_v = 0.25$); 变异最在的为 BB ($C_v = 3.98$), 这主要是有的水库软体动物占了较大比例(虽然在录入数据时尽可能只录取寡毛类和水生昆虫两类, 但不可分时可能包括软体动物), 而有的水库无软体动物。

2.5 不同鱼产量等级水库各指标差异显著性检验

将 368 座有多年(一般 5 年以上)平均鱼产量指标值(代码为 Y, 单位为 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)的水库, 分成高产($Y \geq 180$, 代码为 Y_1)、中产($45 \leq Y < 180$, 代码为 Y_2)和低产($Y < 45$, 代码为 Y_3)三个等级, 其座数比依次约为 2:5:3。三个等级水库 Y 平均值($Y_1 = 326.8$, $n = 60$; $Y_2 = 95.0$, $n = 189$; $Y_3 = 23.2$, $n = 119$)经 T 检验差异极显著($P < 0.001$)。52 项指标中, 在 Y_1 与 Y_2 、 Y_2 与 Y_3 之间差异均显著($P < 0.05$)的指标为: NFD, IH, MAXD, MD, DZ, BPZ; 在 Y_1 与 Y_2 间差异显著, 在 Y_2 与 Y_3 间差异较显著($P < 0.10$)的为 BP; 在 Y_1 与 Y_2 间差异较显著, 在 Y_2 与 Y_3 间差异显著的为 PH。表 3 列出了上述 8 项差异显著指标的主要统计量。从表 3 中可看出, 这些指标在同一等级中较为稳定, 在不同等级间差异显著, 又分别代表不同层次, 故可作为水库鱼产量类型的分型指标。

2.6 不同纬度区间水库平均鱼产量差异

统计 303 座从 18.30°N 到 47.97°N 水库鱼产量的结果表明, 纬度过高或过低, 鱼产量都很低。纬度高于 45°N 的水库平均鱼产量仅 $31.4 \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ($n = 10$, $SE = 4.1$); 纬度低于 25°N 的水库平均鱼产量为 $72.0 \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ($n = 56$, $SE = 10.1$)。纬度在 $30 - 35^\circ\text{N}$ 区间内的水库平均鱼产量最高, 达 $187.7 \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ($n = 43$, $SE = 29.4$), 其次在纬度在 $40 - 45^\circ\text{N}$ 区间内的水库, 平均鱼产量为 $182.6 \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ($n = 16$, $SE = 62.3$)。纬度在 $25 - 30^\circ\text{N}$ 区间内的水库, 平均鱼产量为 $128.2 \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ($n = 30$, $SE = 31.2$), 纬度在 $35 - 40^\circ\text{N}$ 区间内的水库, 平均鱼产量为 $75.3 \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ($n = 148$, $SE = 5.7$)。

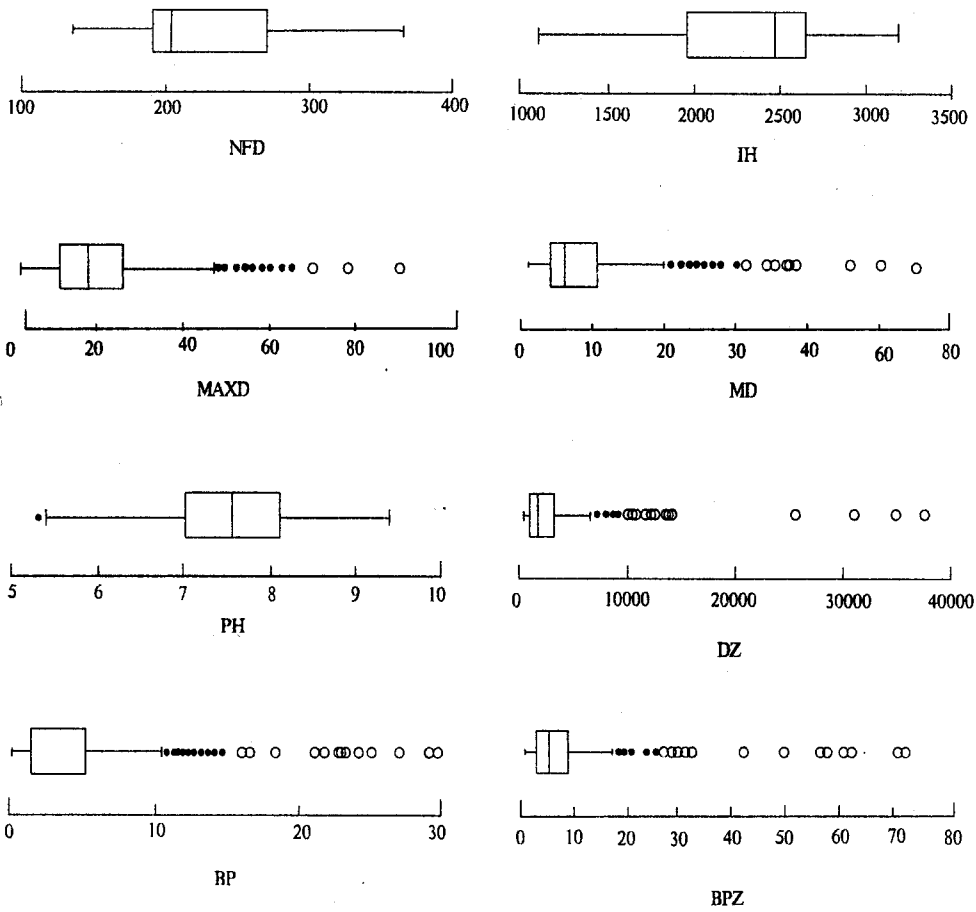


图 2 8 项指标的数据分布

Fig.2 Distribution diagrams of data of 8 targets

表 3 不同鱼产量等级间差异显著指标的主要统计量

Tab.3 Major statistics of targets with significant differences of Y_1 , Y_2 and Y_3

统计量	高 产			中 产			低 产		
	n	$\bar{X} \pm SD$	C_v	n	$\bar{X} \pm SD$	C_v	n	$\bar{X} \pm SD$	C_v
NFD	38	256.0 ± 33.82	0.13	114	223.2 ± 42.68	0.19	65	203.3 ± 29.03	0.14
IH	49	2057.7 ± 446.3	0.22	151	2251.3 ± 411.4	0.18	102	2405.2 ± 311.1	0.13
MAXD	22	25.73 ± 12.04	0.47	121	21.04 ± 11.52	0.55	79	17.05 ± 16.21	0.93
MD	52	12.17 ± 9.54	0.78	176	8.21 ± 6.74	0.82	117	6.50 ± 5.43	0.84
DZ	48	4057.9 ± 4441.3	1.09	165	1956.9 ± 2034.6	1.04	99	1441.7 ± 1436.8	1.00
BPZ	52	10.607 ± 8.949	0.84	176	7.350 ± 7.853	1.07	115	5.579 ± 4.908	0.88
BP	52	7.955 ± 6.489	0.82	175	4.103 ± 4.113	1.00	115	3.523 ± 4.140	1.18
PH	34	7.21 ± 0.71	0.10	148	7.38 ± 0.73	0.10	98	7.62 ± 0.63	0.08

2.7 关于基础数据库的建立和完善

水库渔业资源管理是一项复杂的系统工程,它涉及到多方面的因素.随着各地水库渔业资源调查工作的不断开展,大批的数据需要被存储和处理.因此,当前应建立和完善全国水库渔业资源基础数据库,使其功能齐全,使用方便,进而逐步组建全国水库渔业资源管理信息系统.只有通过建立数据库,对大量的数据进行详细的比较和评价,才能为管理决策提供有力的依据.本报告所收集的数据尚不很全面,已建立的数据库虽具加载、修改、删除、复制、查询和调用等功能,但它还只是一个框架,有待今后进一步补充和完善.

致谢 在工作过程中,刘家寿博士和吴生桂博士悉心指导,水利部水利管理司水产处等单位 and 林予扬研究员、胡传林研究员、林永泰研究员等提供大量资料,特致谢意.

参 考 文 献

- 1 林永泰等.福建省水库渔业资源调查综述.水利渔业,1994(1):5-8
- 2 鲍广栋等.山东省大中型水库渔业资源调查综述.水利渔业,1991(2):44-46
- 3 水利部、中国科学院水库渔业研究所等.广东省水库渔业生产性能的评价及提高水库鱼产力技术措施的研究.水利渔业,1987,(4):29-33
- 4 中国水产科学研究院黑龙江水产研究所等.黑龙江省渔业资源.牡丹江:黑龙江朝鲜民族出版社,1985
- 5 长江水系渔业资源调查协作组.长江水系渔业资源.北京:海洋出版社,1990
- 6 陆奎贤等.珠江水系渔业资源.广州:广东科技出版社,1990
- 7 黑龙江水系渔业资源调查协作组.黑龙江水系渔业资源.哈尔滨:黑龙江人民出版社,1986
- 8 黄河水系渔业资源调查协作组.黄河水系渔业资源.大连:辽宁科学技术出版社,1986
- 9 彭金良等.大中型水库的鱼产性能.南昌:江西高校出版社,1994
- 10 中国科学院新疆资源开发综合考察队.新疆水生生物与渔业.北京:科学出版社,1989
- 11 徐伟毅等.楚雄彝族自治州水域环境和渔业资源.昆明:云南科技出版社,1995
- 12 湖北省水库调查队.湖北省水库渔业生产性能调查.水利渔业,1982(4):10-45
- 13 丁庆秋等.严河水库渔业资源调查及利用意见.水利渔业,1990(3):33-36
- 14 韩德举等.陆水水库浮游生物及营养类型.湖泊科学,1996,8(4):351-358
- 15 熊邦喜等.高关水库浮游生物现存量及鲢鳙鱼产潜力的研究.水利渔业,1989(5):25-28
- 16 朱爱民等.江西省潘桥灌区4座水库渔业资源与开发利用.水利渔业,1993(5):18-22
- 17 胡传林等.四川黑龙滩水库渔业利用优化模式研究.湖泊科学,1996,8(4):359-366
- 18 方榕乐等.天津团泊洼水库水体生物生产力与渔业开发利用.湖泊科学,1992,4(2):38-45
- 19 戴泽贵等.水库渔业资源调查规范.北京:中国水利水电出版社,1996
- 20 葛艾冬等.概率统计与随机过程.武汉:武汉大学出版社,1994

A Preliminary Statistical Analysis of Fishery Resource Data of Reservoirs in China

DAI Zegui¹CAO KeJu²(1: *Institute of Reservoir Fisheries, Ministry of Water Resources & Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430079;**2: Fishery College, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070)*

Abstract

The basic database is established preliminarily on IBM-PC with SYSTAT by using fishery resources data (investigated from 1980 to 1994) of 527 reservoirs of 25 provinces in China. 52 targets, which belong to 3 layers: reservoir morphology and natural environment, water physics and chemistry, hydrobiology and fish growth, were analysed preliminarily. The results show that the ratio of valley-, hilly-and plain-typed reservoirs is 3:6:1; the average fish yield of small-sized and valley-typed reservoirs is the highest, and that of small-sized and valley-typed reservoirs is the lowest. On the first layer, the data of each geography and climatology target are normally distributed and the C_v is smaller; the data of most morphology and hydrology targets, except FYR (finished year), MAXD (maximum depth) and MD (mean depth), are skewedly distributed, and the C_v is larger. The NPI (total nitrogen to total phosphorus index) has the largest C_v on the second layer, which shows that the two factors TN and TP are not coordinate in most reservoirs in China. All the targets of IH (illumination hours), NFD(annual no frost days), MAXD, MD, PH (value of pH), BP(biomass of phytoplankton), DZ (density of zooplankton) and BPZ(total biomass of phytoplankton and zooplankton) are significantly different among different fish yield levels. The database also reveals that the fish yield of reservoirs located in 30 – 35°N, is 6 times of that located in 45 – 50°N.

It is suggested that the national database of fishery resources of reservoirs in China should be established as soon as possible, so that the management information system of reservoir fishery resources could be further established step by step.

Key Words Reservoir fishery resources, database, statistical analysis