

烏梁素海哈素海
漁業資源考察論文集

南開大學生物系
內蒙古水產研究所 著

乌梁素海、哈素海渔业资源考察 论文集

内蒙古水产研究所 著
南开大学生物系

南开大学出版社

一九八六年

内容简介

本论文集是“黄河流域渔业资源调查和区划”国家科研项目的部分成果，比较系统、全面地对内蒙古西部两个重要的淡水渔业基地乌梁素海和哈素海的渔业资源作了考察，为制定农业区划提供科学依据，对发展渔业生产也有重要的指导意义。

乌梁素海、哈素海渔业

资源考察论文集

内蒙古水产研究所 南开大学生物系著

南开大学出版社出版

(天津八里台南开大学校内)

新华书店天津发行所发行

天津大邱庄印刷厂印刷

1986年2月第1版

1986年12月第1次印刷

开本：787×1092 1/32

印张：8 插页 6

字数：237千

印数：1—1 000

统一书号：13301·28

定价：3.50元

前 言

乌梁素海和哈素海是黄河中游内蒙古境内的两个附属水域体系。乌梁素海位于后套平原,面积44万亩。哈素海位于土默特平原,面积4.4万亩。它们的自然资源丰富,渔产量较高,是内蒙古自治区西部重要的淡水渔业基地。

对这两个水域的渔业资源,过去从未进行过系统调查研究,中国科学院动物研究所于六十年代初对乌梁素海鲤鱼进行过调查研究。八十年代初,包头师范专科学校对乌梁素鱼类区系进行了调查。由于家底不清,开发利用的方向和措施不明,致使渔业生产长期不能得到发展。

为摸清黄河流域渔业资源现状,为合理开发利用和制定渔业区划提供科学依据,原国家水产总局于1980年下达了“黄河流域渔业资源调查和区划”的研究课题。我们承担了黄河流域内蒙古段黄河干流和附属水域的调查任务。在中央和自治区有关部门的领导和支持下,从1981年至1983年共用了三年时间完成了调查任务,特别是对上述两个附属水域进行了较全面、系统的调查研究。基本查明了现有资源状况,获得大量的科学数据,填补了内蒙古西部重点水域资源状况长期不清的空白。提出了21篇调查报告和论文。这些资料为制定农业区划提供了科学依据,对发展渔业生产也有重要的指导意义。

调查期间,承内蒙古水利勘探设计院、巴彦淖尔盟水利研究所、巴盟农管局、巴盟水产公司、乌梁素海渔场、哈素海扬水站等单位以及内蒙古师范大学地理系孙金铸教授的大力支持和帮助,在此一并致谢。

由于我们水平有限,报告中缺点、错误在所难免,恳请批评指正。

作者

1985.10.12.

目 录

乌梁素海自然概况	(1)
乌梁素海水质调查报告	(5)
乌梁素海的浮游植物	(15)
乌梁素海的浮游动物	(23)
乌梁素海的底栖动物	(31)
乌梁素海的水生植被	(39)
乌梁素海鱼类区系组成及资源变动的调查研究	(41)
乌梁素海鲤鱼生物学	(47)
乌梁素海鲫鱼生物学	(53)
乌梁素海瓦氏雅罗鱼生物学	(58)
乌梁素海渔业概况及其利用的建议	(62)
乌梁素海的鸟类	(65)
哈素海自然概况和水质调查	(71)
哈素海的浮游植物	(76)
哈素海的浮游动物	(83)
哈素海的底栖动物	(88)
哈素海的鱼类区系和数量变动	(94)
哈素海草鱼生物学	(98)
哈素海鲤鱼生物学	(102)
哈素海鲫鱼生物学	(107)
附录	
乌梁素海水质分析数据汇总表	(115)
哈素海水质分析数据汇总表	(122)

乌梁素海自然概况

张 可 为

(内蒙古水产研究所)

一、地理位置和湖周地貌概况

乌梁素海位于内蒙古自治区巴彦淖尔盟乌拉特前旗境内。湖区大致界于东经 $108^{\circ}43'$ - $108^{\circ}57'$ 、北纬 $40^{\circ}47'$ - $41^{\circ}03'$ 之间。湖泊南北长35-40公里，东西宽5-10公里，是内蒙古自治区黄河流域段最大的湖泊。现有面积约为44万亩。湖面高程为1018.5米。1982年4月28日实测的湖面高程是海拔1018.79米。湖水最大深度为2.5米左右，深度小于0.7米的水面占总面积的85%。

河套平原是我国古老农灌区之一，地势平坦，渠道纵横交错。北依阴山山脉，南临黄河。习惯上以西山嘴镇为界，将黄河北部的平原分为三部分：镇以东为三湖河平原及前套平原，以西则为后套平原。后套平原的最东端为乌梁素海。

乌梁素海北靠狼山南麓山前冲积洪积平原，东岸接乌拉山洪积阶地，西岸与南岸皆为黄河北岸的冲积平原。狼山、乌拉山与前套平原的大青山是阴山山脉由于水平断层作用而断裂出来的三个部分。狼山和乌拉山海拔高度一般2000米上下，为后套平原的北缘屏障。黄河北岸的冲积平原是后套平原的主体部份，后套平原平均高程为海拔1050米左右，地势平坦、倾斜度小，从西向东的坡降为 $1/3000 - 1/5000$ ；从南向北的坡降为 $1/4000 - 1/8000$ 。乌梁素海因地处后套平原的最东端，所以地势最低，可以容纳后套农业灌溉退水，因而形成湖泊。湖底平坦，高差一般仅1米左右（1017.5-1018.5）。最低处位于湖区的东南部，海拔高度1015.0米*。

二、湖泊的形成及演变

乌梁素海的形成及其演变，是与黄河改道和后套平原发展灌溉事业有着密切联系的。其形成时间可追溯到一百三十多年以前。在1850年以前，黄河流入后套平原，便分为南北两河。南河（即现今之河道）在当时并非主河道，主河道为北河，它以现在的乌拉河-乌加河为河道，呈一抛物线形沿狼山山脚下东流，并通过色尔腾山之间的明安川继续东流与石门河（现在包头市之昆都仑河）相汇后，转向南流与南河重新汇合。

由于新生代第四纪的新构造运动使阴山山脉持续上升，后套平原相对下陷。北河于现在乌梁素海处受阻，不能继续东去而转向南流，形成一段南北走向的弧形河道，于现今的西山嘴镇附近流入南河。这一段南北走向的河道，就是乌梁素海的前身。

近代，由于草原植被遭到破坏，阿拉善流沙在西北风力的作用下，沿狼山和贺兰山之间的缺口不断东侵。同时由于狼山山洪所挟带的沙石不断在山南麓堆积和扩展，致使河床不断

* 调查期间，最深为2.5米左右。按海拔高度，尚未找到3米以上的大面积水面。

抬高，终于在1850年（清道光30年）将乌拉河－乌加河间一段长约15公里的河床淤塞，迫使北河南移，成为现今之黄河。北河断流后，在乌拉山西部的旧河道处，尚留有四处积水洼池，即现今乌梁素海湖区中较深的“大巴尔洞”和“海壕”，成为面积总共只有2平方公里的河迹湖，而其他低地皆被垦为农田。

1876年（清光绪二年），清朝政府废除了禁止汉族妇女出关的法令后，汉族农民在后套得以定居。于是大兴水利工程，修整了各大灌渠。1930年后，把乌加河作为总退水渠道。至此，后套农业灌溉的退水通过乌加河全部退至大巴尔洞及海壕两处洼池。但因地势南高北低，而退水量又大于向黄河的排水量，致使存水面积逐年扩大，这样便形成了大型湖泊。后来黄河又曾发生数次泛滥，使水域面积不断扩大。1949年，湖面已扩展到700平方公里（100多万亩）。

解放后，人民政府对后套水利事业进行了有计划的修整，疏通了乌梁素海通向黄河的排水渠道，并在湖周筑起堤坝，控制了水面扩展，六十年代，湖泊面积约为400平方公里左右（60万亩）。七十年代，由于围湖造田，使湖泊面积进一步缩小。1969－1976年间，水面只有267平方公里（37万亩）。1977年11月，湖泊水位持续20余天猛涨，使西北岸围湖造田的堤坝决口，湖面又扩展了7万亩。现今的总面积为44万亩。

廿年来，湖泊水位与湖泊面积变化情况见表1。

表1 乌梁素海1960—1979年的水位和面积

年 度	水位（米）	面积（万亩）	年 度	水位（米）	面积（万亩）
1960	1019.1	84	1970	1018.7	35
1961	1019.1	93	1971	1018.5	34
1962	1019.04	77	1972	1018.3	34
1963	1018.09	70	1973	1018.1	34
1964	1018.4	50	1974	1018.1	34
1965	1017.5	50	1975	1018.2	34
1966	1018.3	40	1976	1018.3	34
1967	1018.8	40	1977	1018.8	44
1968	1018.8	40	1978	1018.7	44
1969	1019.1	37	1979	1018.8	45

三、气候

内蒙古自治区绝大部分地区属温带大陆性气候。后套平原位于自治区西部，具典型的温带大陆性气候特征。除降水条件外，光、热资源都优于自治区其它地区，这对于发展乌梁素海的渔业生产，是不可缺少的有利条件。

乌梁素海的气象指标，多引用乌拉特前旗气象站历年全旗的均值作为代表数据。

（一）气温

年平均气温6.7℃（1956－1970年），一月份平均气温为－12.9℃，七月份平均气温为23.1℃。

一年中≤－5℃的天数有126.7天，≤0℃有169.2天。极端低温值为－30.8℃（1957年1月30日）。≥30℃的天数是34.4天，≥35℃在一年中平均只有1.1天。极端高温值为

37.7℃ (1961年6月11日), 年温差为36.0℃, 日温差为13.2℃。

水生生物与陆生农作物一样, 生长、发育和繁殖均需一定的环境温度。水生生物的环境温度应以水温积温最为合理。但由于调查时间短促, 又无历史资料, 故此处暂用农业温度积温表示, 供作参考。

表2 乌拉特前旗农业积温		
温 度	天 数	积温数 (°C)
≥0℃	232.4	3588.7
≥5℃	194.0	3410.0
≥10℃	156.6	3040.6
≥15℃	111.0	2432.9
资料年限	1959—1962	1961—1970

另有1982年西山嘴水文站实测退水渠 (乌梁素海湖水退向黄河的水渠) 水温数据, 也可作为乌梁素海水温情况参考。水温>7℃有183天, >15℃有122天。

(二) 霜冻与结冰

全年无霜期152天左右。初霜日出现在9月下旬 (9月平均有0.8个霜日)。终霜日出现在4月中旬 (4月份平均有0.6个霜日)。

湖泊结冰始于10月末11月初, 于次年的三月末或四月初解冻, 冰封期约5个月。(1982年11月6日封冻, 1983年4月2日全湖解冻), 冰厚为0.6—1.0米。

(三) 降水

河套平原降水量介于150—400毫米之间, 东部较西部多。乌拉特前旗的年降水量15年平均值是224.2毫米, 其中66%降于6—8月份。>0.1毫米降水量的日数, 一年中有47.5天。最大年降雨量是1958年, 为354.3毫米。最小年降雨量是1957年, 为145.0毫米。

降雪是降水的另一种形式, 根据上述15年资料统计: 每年只有7.1天是降雪日。最大积雪深度18厘米 (1957年4月10日), 一般仅1—10厘米。冰面风大雪少, 对于鱼类安全越冬极为有利。

(四) 蒸发

据内蒙古水利厅设计院实测, 确定全年蒸发强度为1234毫米, 年蒸发量为3.65亿立方米。蒸发量为年降水量的5.5倍。

(五) 风

后套平原虽深居内陆, 但地处季风带, 仍受季风控制。

风向: 乌梁素海冬、夏两季有明显的风向变化, 冬季多北风或西北风, 夏季则多南风。

一年中出现最多的风向是南—南东。

风力: 据1962—1970年统计资料: 年平均风速3.5米/秒 (3级风)。春季风速最大, 冬季居次。据1963—1970年间统计: 每年平均有10.3天是≥8级大风日 (8级风: 17.2—20.7米/秒), 最多年份有17天, 最少年份有3天。大风多出现在4、5月。

四、太阳辐射及日照

光能是水域生产力的最基本要素。乌梁素海地处后套平原, 是全国日照最丰富的地区之一。这对于提高湖泊生产力是一有利条件。

(一) 太阳辐射

河套平原的太阳辐射量, 年平均值为150千卡/厘米²·年 (直接辐射与散失辐射之和), 高于同纬度其他地区的平均值 (144千卡/厘米²·年)。后套地区又高于前套。乌梁素海每年

夏、春季的辐射能量占全年总量的1／2以上。这对于提高水温，促进水生生物的生长和繁殖是极为有利的。

（二）日照

日照条件的好坏是直接影响到水域初始生产力的大小和鱼类能否安全越冬的重要因素。

乌梁素海全年日照时数为3185.5小时，日照率可达72%（1956—1970年）。全年各月日照时数见表3。

表3 乌拉特前旗全年各月日照时数（1956—1970年）

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合 计
日 照													
时 数	221.5	228.4	259.1	271.4	313.8	321.3	309.1	288.8	272.4	264.4	221.2	214.2	3185.5
日照率%	74	76	70	68	70	72	68	68	73	77	74	74	72

11月到次年3月是结冰期，在此时期日照率均不低于70%，对鱼类安全越冬有利。

五、水量平衡及水位变化

（一）进水

乌梁素海水源主要来自灌溉退水、山洪以及降雨。个别情况下，可能有少量黄河倒漾水。

灌溉退水：1966年以前，主要是通过乌加河及塔布等三大干渠向乌梁素海退水。1951—1959年每年约有4.06亿米³的退水进入湖中。1960—1965年每年减少到1.57亿米³。1966年总排干工程竣工后，后套各大干渠的退水都通过乌加河—总排干渠进入乌梁素海。另外，尚有塔布、长塔等干渠单独入湖。据1977—1980年间资料统计，平均每年向湖中排入的灌溉退水为4.02亿米³，占总进水量的77.4%。

山洪：山洪来自湖泊北、东两岸的山谷，主要有余太河、哈拉乌苏等八条干谷。平时无水，每逢雨后，可有大量洪水泻入湖中。洪水流入量按20年一遇（5%频率）计算每年为0.52亿米³。

降雨：按年降雨量224.2毫米计算，则总水量为0.66亿米³。

总计上述各项进水，每年平均有5.20亿米³进水流入乌梁素海。

（二）去水

水面蒸发是湖水的主要“去路”，其次尚有渗漏和向黄河排水。

蒸发：据内蒙古水利设计院测算为1234毫米，蒸发总量为3.65亿米³。

以3.65亿米³计算，占总去水量的69.59%。

渗漏：经测算，每年全湖渗漏量为0.58—0.75亿米³。

排入黄河：1977—1980四年统计，平均每年向黄河排水1.17亿米³。

（三）水量平衡及水位变化

根据“进水”、“去水”量计算，每年尚缺0.20亿米³水量，按湖泊现有蓄水量2.62亿米³计算，不需很长时间湖泊便可干涸，如表4所示。但实际情况并不这样，因为这些数据是

按多年平均值计算的，具体到某一年份或某一季节，水量有增有减，水位变动较大，平衡是动态的。

真正能够控制湖泊水量的关键是座落在“王六子壕”渠口的土坝。“王六子壕”是乌梁素海最南端唯一能向黄河排出湖水的渠道。通过土坝的工程措施，可以控制向黄河排出的水量，以保证湖泊所需水位。

表4 乌梁素海湖水水量平衡 (单位: 亿米³)

进 水					去 水			
总排干退水	渠道退水	降雨	山洪	合计	蒸发	渗漏	排入黄河	合计
3.41	0.61	0.66	0.52	5.20	3.65	0.58	1.17	5.40

主 要 参 考 文 献

- 1.中国科学院内蒙古宁夏综合考察队，《内蒙古自治区及东北部地区地貌》，科学出版社，1980年。
- 2.中国科学院内蒙古宁夏综合考察队，《内蒙古自治区及其东部毗邻地区水资源及其利用》，科学出版社，1982年。
- 3.孙金铸，《河套平原自然条件及其改造》，内蒙古人民出版社，1976年。

乌梁素海水质调查报告*

张可为 宝力波

(内蒙古水产研究所)

一 调查方法

自1981年4月至1982年8月,共进行了四次现场调查及采样工作,其中1982年4月份为春季采样,1981年6月和1982年8月为夏季采样,1981年9月为秋季采样,采集水样的方法和设备均按《内陆水域渔业自然资源调查试行规范》及其补充《规定》中所要求的进行。另外,在1982年1月冰下发生大量死鱼期间,进行了个别项目的分析。1983年7月又进行了一次八种离子分析的补查工作。

根据乌梁素海水域生态环境特点,在湖区共设十个站位(见图1)。其中除第Ⅱ站(海壕)水深超过2米按规定采水两层外,其余九站水深均在1米左右,采水一层。浮游生物、底栖动物以及黑白瓶测试水体生产力的站位均与采水样站位一致。

按《试行规范》的要求,分析项目共计十八项,全部进行。

现场除对水温、水深、透明度等项目进行测定外,还进行了pH测试(1981年使用pH-29A酸度计,1982年改用pH比色箱测定)。当天进行化验的有溶氧,1982年又增加了碱度各项的常量分析。其余加三氯甲烷的水样采回后,途中加冰冷运,在冰箱中保藏,分析时提前取出,待水温回升到18-20℃后进行分析操作。

* 参加水质化验工作的还有:何小林、施荣鑫、温尔平及大连水产学院学生殷守仁、刘绵忠等。

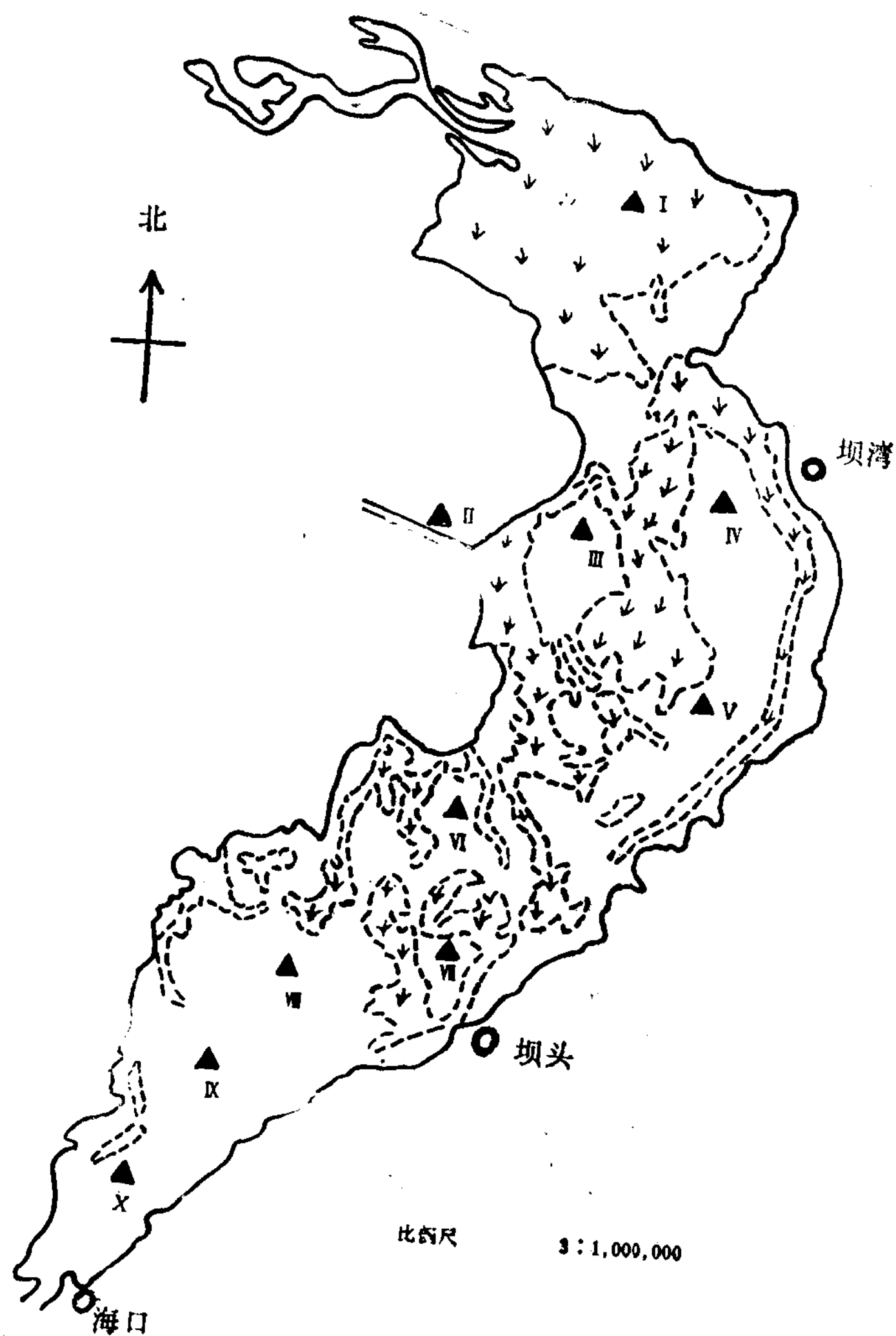


图1 乌梁素海站位图

各项分析方法均按《试行规范》及其补充材料中所推荐的方法，并参考其它有关资料进行。具体方法见表1。

二 调查结果

乌梁素海是一个有径流现象的河迹湖。湖盆浅，水域辽阔，每年湖水交换更新的数量很大。湖水的化学性质受气候影响颇大。四次调查中，除冬季外，其它三个季度都有调查。各季节各站位的水质分析结果列附表说明。1983年的水质分析，因缺少重要站位（I站）未加统计，只可作为参考。现将各项结果分述如下：

（一）pH值

湖水呈碱性。明水季节的平均值为8.84，最低值为8.10（82年8月I站），最高值为9.6（81年6月Ⅶ站，81年9月X站）。春季各站平均值为8.37（8.2—8.6）。夏季各站平均值为9.00（8.1—9.6）。秋季各站平均值为9.00（8.6—9.6）。

表1 分析项目及方法

	项目	方 法
1	pH值	pHS—29A酸度计；色阶比色
2	溶解氧	碘量法
3	耗氧量	碱性高锰酸钾法：水样未过滤
4	碱 度	盐酸容量法
5	总硬度	EDTA容量法
6	钙离子	EDTA容量法
7	镁离子	差减法
8	氯离子	硝酸银容量法
9	硫酸根	EDTA容量法。硫酸钡比浊法
10	氨 氮	纳氏比色法
11	亚硝酸盐	盐酸 α -萘胺比色法
12	硝酸盐氮	α -萘胺锌还原法
13	总 氮	凯氏定氮法
14	总 磷	磷钼酸铵比色法
15	总 铁	邻菲罗啉比色法
16	二氧化硅	硅钼黄比色法
17—18	钾和钠	差减法(阴离子总和减去总硬度)

四次调查中， $\text{pH} \geq 9.0$ 的站位次数，占全部站位次数的37%。1982年4月全部站位的pH值均小于9.0，而1983年7月的调查，湖泊南端的三个站位pH值普遍是9.8，不同站位pH值存在一定差异，进水口附近的Ⅰ、Ⅱ站pH值低于其它站位。另外，有水流的Ⅴ、Ⅵ站也略低于其它站位。由于水体浅，pH值没有出现垂直差异现象。

乌梁素海湖水的pH值是否有逐年上升的趋势？从本次调查和查阅以往水质分析资料来看，五十年代至六十年代初期，pH值较低，变动范围7.1—8.5，1963—1968年乌拉特前旗发电厂在退水渠（相当于此次调查的X站）取水化验pH值为7.3—8.5之间变动。七十年代的历次调查中pH值普遍高于五十年代(表2)。总的看来pH似有增高的趋势，但因该湖水有交换，生态环境复杂，历年所测的时间、地点又不尽相同（退水渠中无水生植物），本次调查某些站位又低于70年代相同湖区，因此尚无充足数据说明乌梁素海湖水的pH值有直线

上升或与时间成正比的结论。随着出海口水利设施的建成，乌梁素海水体流动交换量较过去大3—4倍，pH值与一些离子含量还有降低的可能。

表2 乌梁素海历年pH值比较

时间	1974年	1977年	1981年	1982年	1983年
站位	10月	9月	9月	8月	7月
Ⅰ	8.4	3.2	8.7	8.4	8.2
Ⅱ	8.6	8.1	8.6	8.7	8.2
Ⅴ	8.3	7.8	9.0	8.9	9.5
Ⅵ	9.2	8.1	8.9	8.9	9.8

乌梁素海的pH值 低于达里诺尔，但略高于岱海和达赉湖。各水体的pH年平均值如下：

乌梁素海为8.84，岱海为8.72，达里诺尔为9.3—9.56，达赉湖为8.7—8.9。

乌梁素海湖水的pH值从年平均值或整个水域考虑并不算太高，对鱼类的生长或种类的分布都没有明显的限制作用。但是在局部水域（如湖泊南端和个别芦苇丛生、水草繁茂的区域），由于光合作用强烈，水中大量 CO_2 被消耗时，会发生pH值暂时骤然上升的现象。在无风的春末至仲夏期间发生小面积死鱼，多半是上述原因造成的。

（二）碱度（毫克当量/升）

明水期各季度的平均值：总碱度为7.45；重碳酸盐碱度为5.41；碳酸盐碱度为2.06。

最低值：总碱度为3.66（82年8月Ⅰ站）；重碳酸盐碱度为1.16（81年9月Ⅱ站）；碳酸盐碱度为0（82年4月Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅴ、Ⅵ等站）。

最高值：总碱度为16.3（81年6月Ⅰ站）；重碳酸盐碱度为14.5（81年6月Ⅰ站）；碳酸盐碱度为5.06（82年8月Ⅱ站）。

春季各站平均值：总碱度为7.77 (5.72—13.4)；重碳酸盐碱度为7.13 (5.72—13.4)；碳酸盐碱度为0.64 (0.00—1.76)。

夏季各站平均值：总碱度为8.42 (3.66—16.3)；重碳酸盐碱度为5.79 (1.77—14.5)；碳酸盐碱度为2.64 (0.26—5.06)。

秋季各站平均值：总碱度为5.21 (3.37—8.50)；重碳酸盐碱度为2.92 (1.16—4.61)；碳酸盐碱度为2.30 (0.52—5.02)。

碱度与pH值一样存在着水平分布的差异，进水口附近的Ⅰ、Ⅱ站含量低，而出水口附近的X站高。另外，第Ⅰ站是一远离进水口、地势较高的湖区，该区是1977年乌梁素海湖水上涨时被淹没的陆地部分，水浅草多，蒸发量大时补充进来的水质已经是经过长期浓缩的附近湖区的湖水，进水口的“新水”很难直接到达，因此该站水中所含各种离子量都较多。但是，如果大量山洪下泄，将原存水排到湖区其它部分，此时水质较好，含盐量较低，下述各种离子含量的季节变化及水平分布均符合这一规律不再一一重述。

调查期间的碱度值与以往各年资料比较，看不到有明显的增加趋势。1974年总排干渠（Ⅰ站）的总碱度是3.80，与本次调查结果无多大变化。1975年海壕（Ⅱ站）总碱度为17.3，高于本次调查结果。1961年和1963年的年平均值分别为8.88和7.20。乌梁素海与自治区内的主要湖泊的总碱度比较如下：

乌梁素海：年平均值为7.45 (3.66—16.3)

岱海：年平均值为6.65 (4.31—5.81)

达赉湖：年平均值为11.67 (10.33—14.94)

达里诺尔：年平均值为44.5 (43.5—53.8)。

比较结果可以看出乌梁素海的碱度含量高于岱海，而低于达赉湖和达里诺尔。就目前含量水平来看，不会影响常见鲤科经济鱼类的生存。但是，近来有些国外学者认为，碱度如 >3.5 毫克当量/升时，对水生生物生长也会造成暂时不利的影响。乌梁素海碱度最低限为3.66毫克当量/升，湖中也多次放养过鲢、鳙和草鱼等对碱度较为敏感鱼类，其中除草鱼有一定产量外，鲢和鳙鱼的数量极少。本次调查中所获的少量标本，体长不足4寸，而且生长缓慢，是否与碱度有关，尚待探讨。但是略高的碱度对稳定湖水的pH值有特殊的意义。另外，能为光合作用提供充足的碳源，这对保持较高的初始生产力也是有好处的。

（三）硬度

湖水基本上属于硬水或超硬水。

明水期各季的平均值：总硬度为30.8（德国度，下同），钙离子为36.8（毫克/升，下同），镁离子为111（毫克/升，下同）。

最低值：总硬度为13.9（82年8月Ⅱ站）；钙离子为14.4（82年8月X站），镁离子为40.9（82年8月Ⅱ站）。

最高值：总硬度为67.2（81年6月Ⅰ站），钙离子为64.9（82年4月Ⅱ站），镁离子为264（81年6月Ⅰ站）。

春季各站平均值：总硬度为31.1 (21.8—52.8)，钙离子为53.7 (32.1—64.9)，镁离子为102 (69.4—193)。

夏季各站平均值：总硬度为33.6 (13.9—67.2)，钙离子为29.9 (14.4—53.7)，镁离子为127 (40.9—264)。

秋季各站平均值：总硬度为24.8（15.3—35.5），钙离子为33.6（17.0—50.7），镁离子为87.3（35.6—145）。

乌梁素海湖水的硬度较内蒙古自治区内各大湖泊的硬度为高（表3）。但是，我们认为

表3 内蒙古自治区内各湖泊钙镁离子的比较

	总硬度	钙离子	镁离子	钙：镁（当量比）
乌梁素海	30.8	36.8	111	1：4.97
岱海	20.2	33.7	66.8	1：4.07
达赉湖	17.8	23.5	63.0	1：4.43
达里诺尔	6.10	5.70	23.0	1：6.75

天然水体中有一定数量的钙、镁离子是保证水生生物正常繁殖、生长的必需条件。有适当硬度的水质才能维持水生生物的安全和旺盛的生产力。乌梁素海钙、镁离子目前的含量尚不会成为湖中生物的正常繁殖、生长的限制因素。

乌梁素海水的硬度，根据多年的资料比较（表4）看不出有积累上升的趋势。

表4 乌梁素海不同年份水硬度比较。

时间 站位	1970年5月	1974年10月	1977年9月	1981年6、9月	1982年4、8月	1983年7月
I		18.76	24.1	19.5：18.6	27.3：15.9	14.4
II		18.48		19.5：17.5	26.7：13.9	15.5
V		74.04		41.0：20.8	30.8：27.9	21.5
IX	96.32	72.8		35.8：25.0	21.8：23.9	32.0
区				46.9：31.3	32.5：32.6	24.3

（四）钾和钠离子（毫克／升）

明水期各站平均值为457，最低值为152（82年8月Ⅱ站），最高值为1450（81年9月Ⅶ站）。春季各站平均值为467（296—1133）。夏季各站平均值为460（153—844）。秋季各站平均值为442（204—1450）。

钾、钠离子之和是用阴离子的当量数之和减去总硬度得出的差，再乘以平均系数24得出的。钾、钠离子是湖水中的主要阳离子。以毫克当量计算，钾、钠离子占阳离子总当量数的48—72%，多数站位为59—67%。据雷衍之、史为良等报导，在高碱度水体中，钾离子对鱼类是有毒害作用的。根据有关资料介绍，钾离子一般占钠离子1／4左右（高盐度湖水中钾的含量还要小些）。照此比例，本湖钾离子含量平均数只在100毫克／升左右。根据雷、史二同志的试验，在乌梁素海目前水质条件下，尚未达到有毒害作用的水平。钾、钠离子都是水生生物的营养元素，不论直接或间接从水体中获得都是不会缺少的。

（五）氯离子（毫克／升）

明水期间平均值为615，最低值为184（82年8月Ⅱ站），最高值为2088（81年9月Ⅶ站）。春季各站平均值为523（337—1308）。夏季各站平均值为657（184—1377）。秋季各站平均值为625（212—2088）。

氯离子含量在湖水中占阴离子的首位。以当量计算，平均占阴离子当量数的54%左右。各季节平均值差别不甚显著。同七十年代以来的资料比较，也看不出氯离子有逐年累加的趋势。乌梁素海氯离子目前的含量对鲤料鱼类的仔鱼或成鱼是安全的。

* 内蒙古水利勘测设计院提供了1970—1980年的水化学资料，数据很多，但与本次调查的取水地点不尽相同，只能找出有相同的个别站位进行比较。

(六) 硫酸根 (毫克/升)

明水期间平均值为250, 最低值为80.2 (81年9月X站), 最高值为754 (82年4月I站) 春季各站平均值为385 (219—754)。夏季各站平均值为202 (85.5—485)。秋季各站平均值为213 (80.2—283)。

乌梁素海水中的硫酸根离子含量, 低于氯离子与重碳酸根等离子, 但是含量仍比较高。同自治区内其它几个大型湖泊比较, 则高于岱海和达赉湖, 与达里诺尔的差别不大。硫酸根离子含量虽然偏高, 但硫酸根离子对鱼类无害。然而在湖水较浅、腐植质大量存在的乌梁素海, 具有在缺氧情况下使硫酸根还原成 H_2S 的充足条件。不论在什么季节都可能发生这种情况。即使在明水季节, 在芦苇丛生的小面积静水处, 尤其是很多芦苇夹道中水面得不到阳光直射的情况下, 硫化氢的臭味扑鼻, 虽水清见底也很难见到鱼类。冬季在缺氧的苇塘处, 此种现象更为突出。因此在冬季鱼类越冬情况下, 应尽量保持冰下水体稳定, 否则从苇塘流出含有大量硫化氢的水会毒死处于安全水域中越冬的鱼类。

(七) 无机氮 (毫克/升)

溶于水中的氨、硝酸根、亚硝酸根都是水生植物可以直接吸收的有效氮形式, 统称这三种状态的氮为“三态氮”。为了便于讨论和分析, 将放在一起比较。但由于1981年6月份测定值误差大, 故将此次数据删掉。

明水期间平均值为0.237, 其中: 氨氮为0.217; 硝酸态氮为0.013; 亚硝酸态氮为0.007。最低值为0.131 (82年8月Ⅱ站)。最高值为0.251 (81年9月Ⅶ站)。春季各站平均值为0.133 (0.043—0.449), 其中: 氨氮为0.119 (0.033—0.416); 硝酸态氮为0.007 (0.003—0.013); 亚硝酸态氮为0.007 (0.002—0.023)。夏季各站平均值为0.237 (0.131—0.454), 其中: 氨氮为0.222; 硝酸态氮为0.007; 亚硝酸态氮为0.008。秋季平均值为0.338, 其中: 氨氮为0.309; 硝酸态氮为0.024; 亚硝酸态氮为0.005。

据有关资料报导: 在三种形态同时存在时, 藻类一般优先吸收氨氮。水中氮含量以0.3毫克/升为适宜, 从上述数据分析, 乌梁素海氨氮含量较其它两种氮素都丰富。三态氮总量也接近0.3毫克/升, 对藻类生长是很有利的,

(八) 活性磷 (毫克/升)

明水期平均值为0.031, 最低值为0.001 (81年9月Ⅲ站), 最高值为0.084 (82年8月Ⅴ站)。春季各站平均值为0.016 (0.006—0.084)。夏季各站平均值为0.040 (0.016—0.084)。秋季各站平均值为0.029 (0.001—0.053)。

根据国内外有关学者的意见: 大水面水体的含磷指标以0.02毫克/升为宜。从乌梁素海不同季节和全年平均值来看基本上都达到了这一指标。因而乌梁素海是不缺磷的。

浮游植物在进行光合作用生成有机物质时, 吸收各种元素是有一定比例的。其中氮及磷的比例大致为7:1。以乌梁素海全年及各季计算, 恰能满足这一要求。全年平均值比为0.237 (N): 0.028 (P) = 8.5:1。春季为0.133 (N): 0.016 (P) = 8.3:1。夏季为0.237 (N): 0.040 (P) = 5.9:1。秋季为0.338 (N): 0.029 (P) = 11.7:1, 因此乌梁素海水中氮及磷的含量比较适宜, 互不制约。

(九) 活性硅 (二氧化硅毫克/升)

明水期平均值为1.49, 最低值为0.53 (81年9月Ⅶ站), 最高值为3.27 (82年8月Ⅴ站和82年4月X站)。春季各站平均值为1.09 (0.54—2.42)。夏季各站平均值为2.68 (0.65—

5.91)。秋季各站平均值为1.94 (0.53—2.91)。

硅是硅藻生长所必需的大量元素，而硅藻又是鱼类的良好饵料。目前，乌梁素海水中硅元素含量是正常的。

(十) 总铁 (毫克/升)

明水期平均值为0.055，最低值为0.017 (82年4月Ⅳ站)，最高值为0.167 (82年8月Ⅳ站)。春季各站平均值为0.030 (0.017—0.051)。夏季各站平均值为0.071 (0.043—0.167)。秋季各站平均值为0.036—0.114)。

铁是水生生物生命活动不可缺少的重要元素之一。在碱度较大的水体中有部分的高价铁离子呈 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉于湖底，而溶解于水中的多为低价铁离子。

乌梁素海湖水来自后套平原灌溉退水，这些退水多流经含铁丰富的浅色草甸土。而使水中含有一定数量的铁离子。因此湖水含铁量能够满足水生生物的需要。

(十一) 总氮 (毫克/升)

明水期平均值为2.35 (81年4月和82年9月，无夏季数据)，最低值为0.69 (82年4月)，最高值为7.00 (81年9月)。春季各站平均为1.38 (0.690—2.69)。秋季各站平均值为3.32 (1.03—7.00)。

(十二) 总磷 (毫克/升)

明水期平均值为0.254，最低值为0.006 (81年9月Ⅵ站)，最高值为0.614 (82年8月Ⅳ站)。春季各站平均值为0.237 (0.0130—0.451)。夏季各站平均值为0.469 (0.387—0.614)。秋季各站平均值为0.055 (0.006—0.128)。

总氮与总磷是指溶浮在水中的真溶或非真溶状态的氮、磷化合物。除去能被水生植物直接吸收的有效部分外，余者可视为它们转化为有效形式的储备力量。

(十三) 有机物耗氧量 (毫克氧/升)

明水期各季节平均值为11.2，最低值为2.56 (82年8月Ⅶ站)，最高值为43.8 (81年6月Ⅶ站)。春季平均值为6.52 (3.80—13.0)。夏季平均值为14.9 (2.56—34.8)。秋季平均值为8.63 (3.85—12.8)。所有水样未经过滤。采用碱性高锰酸钾法分析。

水中分解的小分子有机物或较大颗粒的有机物质，除了可作为浮游动物的食物外，降解后是浮游植物的营养盐类，其中较大颗粒也可直接被鱼类食用。因此有机物质是水体中不容忽视的资源之一。乌梁素海湖中的有机物质丰富的原因，主要是每年都有大量枯烂的苇、蒲以及死亡的沉水植物（聚草最多）。其次是湖中有大量的水禽栖息。甚至沿湖浅水带有大量牧畜活动，它们的排泄物加入湖水。

在湖水溶氧丰富的情况下，较多的有机物质对提高水体生产力是有好处的。与自治区内各大湖泊进行比较可以看出，乌梁素海有机物耗氧量大于其它水体（表5）。

(十四) 含盐量 (毫克/升)

根据八种离子的含量总和计算得出。

明水期各季平均值为1845，最低值为728 (82年8月Ⅰ站)，最高值为4263 (82年4月Ⅰ站)。春季各站平均值为1985 (1323—4266)。夏季各站平均值为1868 (728—3661)。秋季各站平均值为1648 (943—4158)。

分析结果表明有半数站位的含盐量均在1000毫克/升左右。按重量的千分比，统计如下：小于1%的站位占总位数的14%，大于1%的站位占86%。其中大于2%的站位占30%，大

表5 自治区内各大湖泊有机物耗氧量比较

湖 名	年平均值 (毫克氧/升)
乌梁素海	23.7
岱 海	18.2
达 资 湖	10.4
达里诺尔	14.3

表6 乌梁素海历年含盐量比较

时间 站位	1970年5月	1974年10月	1977年9月	1981年6、9月	1982年4、8月	1983年7月
I		1133	1996	855;1027	1704;831	796
II		993		891;943	1369;728	815
V		3525		—;1023	1848;1717	1306
VI		6215		1946;1455	1323;1929	2049
IX	8406			2411;2165	2002;2125	1634

于4‰只占5%（实际2个站位）。
从含盐量角度衡量，乌梁素海已属半咸水型湖泊。另外，根据多年资料比较，盐类的积累没有直线上升的趋势。目前水中的含量对湖中鱼类生长和分布没有限制作用。如果作家鱼人工孵化用水是不适宜的。山洪入湖之前与以后，湖水含盐量有较明显的变化。
乌梁素海含盐量高于达资湖，而低于岱海和达里诺尔（表7）。

表7 自治区内各湖泊含盐量比较

湖 名	含 盐 量 (毫克/升)
乌梁素海	1838 (1981—82年)
岱 海	2708 (1974—75年)
达 资 湖	1240 (1981—82年)
达里诺尔	5550 (1975—76年)

(十五) 溶解氧 (毫克/升)

明水期各季平均值为8.66，饱 和 度 104%；最低值为3.20，饱和度36%（82年4月，I站）；最高值为18.5，饱和度228%（81年9月Ⅶ站）。春季各站平均值为7.62(3.20—9.28)，饱和度平均值为80%。夏季各站平均值为9.01（3.47—15.2），饱和度平均值为 118%。秋季各站平均值为9.36（3.63—18.5），饱和度平均值为113%。
分析结果表明夏秋两季的含氧量均高于春季，湖水的溶氧除四个站位的含量低 于 鱼 类正常生活需要量（5毫克氧/升）外，其余均在此值以上。有55%的站位溶氧达到或超过了饱和状态。