维普资讯 http://www.cqvip.com

第4卷第3期
1992年9月

湖 泊 科 学
JOURNAL OF LAKE SCIENCES

Vol.4,No.3
Sept.,1992

石梁河水库自然地理概况与泥沙淤积特征

陈月秋

(中国科学院南京地理与湖泊研究所,南京 210008)

提要 1988年,我们对石梁河水库进行了水下地形及泥沙淤积厚度测量①,实地调查研究结果:对建坝以来的效益充分肯定的同时,对潜在的地震危害性、库内淤积严重、泥沙淤积特征等提出研究讨论,以引起足够的重视。

关键词 石梁河水库 自然地理概况 泥沙淤积

一、引 言

石梁河水库是江苏省第一大水库,位于北纬34°28.9′—34°44.3′,东经118°45.2′—118°48.6′之间,座落于赣榆县的西南部,新沭河干流的中游地区。本水库的南部与东海县的西北部相接,石梁河水库管理处设在东海县石梁河镇上;西部与山东省临沭县接壤(图1)。水库控制流域面积达5573km²。水库工程自1958、1959年两次勘探后,正式动工,1962年12月完工。它的枢纽建筑物有主、副坝各一座,共长8800m;溢洪闸一座,设计最大流量5000m³/s;输水涵洞五座,合计设计流量171.5m³/s;1970年建成水力发电站一处,装机七台,容量1120kw。水库的拦洪水位设计为28m,总库容可达5.85×10⁸m³。常年控制水位在22m,水库库水面积达43.2km²。

二、建库前的自然地理概况

1、地质构造

本区从大地构造单元来看,正位于山东地块胶东隆起与苏北拗陷两个性质完全不同的构造单元之间,我国有名的深大断裂——郯庐大断裂就在本区的西侧。本区基本属于前震旦纪变质岩系构成的古老山块。地壳自元古代剧烈的区域变质运动后,云母片麻岩、云母片岩和片麻岩均出露于较高地形部位。下白垩纪的火成岩有:凝灰岩与安山岩,前者结晶不显,后者多长石斑晶,与变质岩系的片麻岩为喷发接触关系。上白垩纪的红色沉积岩,为砾岩夹砂岩,砾石成分多变质岩,也有下白垩纪的火成岩,砾石的圆度好、分选性差;最大砾径可达28cm。至喜马拉雅构造运动期间,又使地块断裂和继续抬升。

在漫长的地质年代中,这些古老岩层又经受了长期的侵蚀风化,使本区的地层破碎、结构复杂。于欢墩以北5—6km的抗日山南边,有N60°E走向的高角度大断裂。库区内变质岩

---

① 参加测绘采样的,有本所的孙顺才、董本凤、席德祥、桑旗玉、韩晓钟、蒋新禾,江苏省测绘局的徐应扬、张澄、孙厚允、章家训等同志,插图由沈迎春绘制,特此致谢。

维普资讯 http://www.cqvip.com

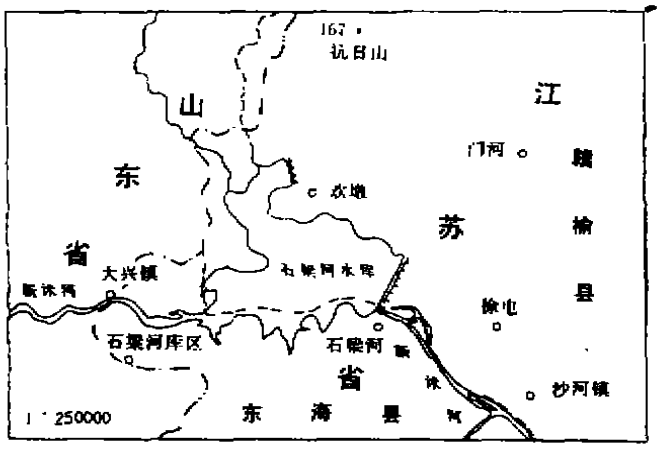

图1 石梁河水库地理位置图

Fig. 1 Geographical location of Shilianghe Reservior

片理产状，倾向S15°—20°W，倾角30°—50°，节理以N70°W、N60°W二组为主，N20°E，N20°W两组为副。据统计最多的裂隙度为4.8%，并从第四纪以来，受新构造运动的影响，山东地块的地盘呈NW向SE挠起的断裂升降运动，目前本区正处于挠起断裂上升运动阶段。所以，构造地震不断发生。

2. 地貌

库区周围的地势，总的来说是西北高、东南低。西北部为低山、丘陵和岗地；中部、东部和东南部是大面积的冲积平原。

低山、丘陵的地面高程都在20m以上，海拔一般在200—300m，最高处的苍山达394m，著名的抗日山座落在此，为167m。山势呈东北—西南走向，地层由太古界结晶片岩和片麻岩等变质岩系组成。因从太古代以来，一直处于以隆升为主的过程中，经受长期的剥蚀、侵蚀和历次的构造运动，山体单薄破碎，山势和缓低矮。在地貌和山系上，它是沂蒙山地南延部分。

在这些低山、丘陵的坡麓和山间谷地中，大多延伸着海拔20—50m的岗地，地势呈波状起伏，顶部却相对的平坦，目前已开垦为耕地。在岗地间，由于流水作用而形成了大小不等的谷地和盆地，土层较厚，所含的砂粘成分不一，小块的有几公顷、大块的有几十公顷、甚至近百公顷。

本区的冲积平原面积大，分布广，地面高程一般在5—20m之间，因区内河流众多，发源于低山丘陵的小河道，把冲积平原又分割成大小不等的近十块小平原。在地下水的作用下，土壤多发育为潮土，产水稻、三麦、花生等作物。

3. 第四纪沉积

第四纪更新世早期以前的沉积物都遭到强烈的侵蚀冲刷作用，本区的幸存者很少，仅在欢墩一带的低洼处，有1—3m的残留沉积物。更新世晚期的沉积物有：上部为棕黄色壤土，并含有较多的铁锰结核，有柱状节理；下部为砂层和砾石夹壤土层，其砂砾成分以石英为主，长石次之，沉积物厚度达14m左右，与基岩呈不整合接触关系。

全新世沉积物主要分上、下两层：下部为黑色壤土，厚0.4—1.0m，与晚更新世地层之间

维普资讯 http://www.cqvip.com

有微弱的冲沟侵蚀面接触关系；上部为淡黄色砂壤土，系河床相现代冲积物，厚 0.4—5m。

坡积与残积物为棕黄褐色轻砂壤土与砂壤土，含砾石、碎石较多，分布于本库区较高的地形部位上。

4. 气候

本地区的气候属于大陆性气候向海洋性气候过渡的暖温带湿润气候区类型。季风是本区气候的主导因素，冬季盛行来自高纬度大陆内部的偏北风，气候寒冷干燥；夏季盛行来自低纬度太平洋的偏南风，气候炎热多雨。形成了寒暑变化显著，四季分明的气候特征。又因为离东边的黄海很近，直接能受到海洋的影响，和同纬度的内陆相比，又具有冬夏温度变化平缓，年降水量比较丰富的特点。

年平均气温 13.1℃。一般春温较低，春季开始日期迟于同纬度内陆各地，一月份最冷，平均气温是－1.2℃，极端最低温度－19.5℃；七月份最热，平均气温为 26.3℃，极端最高温度 39.9℃。年平均降水量为 952.6mm，最大年降水量为 1482.7mm，最小年降水量为 537.1mm，最大年降水量是最小年降水量的 2.76 倍。并且，降水量在一年中分配很不均匀，七、八、九月份的降水量要占全年降水量的一半。在夏季的高温期，如遇北方冷空气的顶托，就经常形成暴雨，最大日降水量 168.77mm（1974 年 9 月 24 日），降水强度可达 2.45mm/分，对地表的冲击力很大，加上本区的地表土壤浅薄疏松，岩石破碎，植被的复盖率仅 10.1%，所以，每遇暴雨出现，则水砂俱下，砂砾滚动，造成严重的水土流失现象，在这种情况下，极易引起山洪暴发，激发入库泥沙量骤增。

5. 植被

本地区的植被主要为落叶阔叶林和部分常绿针叶林。长期以来，由于无计划的砍伐和垦植，原始植被已所存无几，现存的植被多系人工栽培和部分自然植被。在西北部海拔 50m 以上的低山丘陵陡坡和山顶上，分布有常绿针叶树种如赤松、黑松；野生灌木有野蔷薇、花椒等；野生草本植物有野古草、香茅、狗尾草、地榆、射干、胡枝子等。冲积平原上的野生杂草有山扁豆、狗尾草、蒲公英和耐涝的飘浮草、球柱草、荆三棱等。乔木主要有洋槐、柳、杨、水杉、泡桐、白榆、臭椿等。

6. 水文

河流主要有发源于沂蒙山区的新沭河，流经山东省临沭县和江苏省赣榆县南部，于连云港市的临洪口入海。河床蓄水能力较差，枯水期完全无水，对灌溉和生活用水等极为不利，而汛期每遇暴雨，则引起山洪猛发、水位暴涨。历史上汛期，由于上游缺少栏蓄，下游受海潮顶托影响，新沭河就经常泛滥成灾，给广大人民的生命财产带来严重的损失。

三、建库后的效益

根据石梁河水库原先的设计任务规定，本水库将担负调节沂、沭河的洪水，保障连云港市、陇海铁路和东海、赣榆两县大面积农田的防洪安全，并为灌溉农田、工业和生活用水等调节水源。目前，石梁河水库从开始使用的 1962 年 12 月算起到我们调查的 1988 年，共计 26 年，基本上都能达到建库时的设计预定任务，灌溉、防洪与生活用水等方面都能完成已定目标。

维普资讯 http://www.cqvip.com

1. 防洪

原设计洪水频率300年一遇，洪水位27.65m，1000年一遇最高洪水位是28.0m，溢洪闸设计流量4000m³/s。石梁河水库工程完成后，减轻了沂、沭河地区洪水压力和骆马湖洪水的负担，可防御新沭河千年一遇的洪水灾害①；保护了下游数十万公顷的农田免受水淹涝渍，使新沭河两岸的数十万人民生命财产及连云港市、淮北盐场、陇海铁路等安全无恙；解决了东海县沭南地区1400km²的排涝问题和摆脱了赣榆县朱吉河两岸几万公顷耕地受淹的威胁。

2. 灌溉

本地区的农作物以稻、麦为主，花生占一定的比例。其次有山芋、玉米、高粱、大豆、棉花等。主要为一年两熟制或两年三熟制。建库前，往往因天旱，使农作物得不到及时灌溉、工业用水得不到及时满足，进而影响工农业生产。

水库原设计灌溉面积6万公顷，其中包括水稻1.8万公顷。自1971年以后，由于灌区的配套工程逐步改善，已达设计标准，其灌溉范围也有所扩大，南跨陇海铁路，北越青口河，农业总产量比建库前提高了3—5倍，粮食总产量也比建库前增长2—3倍。改革开放政策和灌溉用水的保证，又有了更宏伟的"星火计划"，向国际市场上销售大量的草莓、芦笋、荷仁豆、菠菜等蔬菜、水果。

3. 发电

石梁河水库正坝电站于1972年机电设备配套完成，共七台机组，每台机组的输出功率是160kW，结合灌溉发电，充分利用水动力的能量，保证投产发电。1972年—1983年共发电966.1万度，收入32.7万元，节煤3600t。目前，该水库的水力资源还没有充分利用起来，存在着较大潜力。

4. 综合经营

水库水位在25m时，库水面积达66km²，水库水质好、水产养殖潜力大。建库以来，由于水面没有统一管理，附近各地渔民相竞无计划捕捞，又不放养渔苗，致使渔业产量逐年大幅度下降。1982年管理处与库区各乡政府、渔民签定合同，视捕捞工具的不同，每年向水库缴纳管理费。水库广大职工在搞好工程管理的同时，积极开展综合经营，利用库周空地，大搞绿化，防止水土流失；建立葡萄园、水果蔬菜园，工厂等。

四、问题探讨

1. 潜在地震

石梁河水库位于郯庐大断裂带的东侧，是地震活动区。据历史记载，山东及邻近区域地震活动比较频繁，从公元前70年至1668年，发生大于四级以上的地震有21次，其中1366年4月地震，赣榆县吴山山崩；1668年7月25日（清康熙七年六月十七日），莒县至郯城间发生我国历史上最大的一次地震（8.5级）大地震，造成极其严重的破坏，据史料记载："沂州（今临沂）、莒州（今莒县、莒南一带）、郯城、安丘、四州等县的灾情最重，死伤最多"；"城郭、宫

① 连云港市水利局，连云港市水利工程《三查三定》资料汇编，1985.8.

维普资讯 http://www.cqvip.com

室、庙宇、公廨，一时尽毁，"；"河水暴涨，城中无寸椽，下无片地，男女死者不计其数，存者带伤抱男携女，逃奔无地，昼夜啼号"。破坏区面积达 $50\times10^4km^2$ 以上，波及八省一百六十一个县。有震感范围：北至辽宁，南达广东信宜，东至朝鲜半岛，西至山西一带，面积达 $200\times10^4km^2$ 以上。当时，赣榆县县志上的记载是："赣榆地坼域崩，声自西而南。"1954 年所发生的地震中心距石梁河水库仅 40km，山东夏庄就发生了山崩，这次地震发生的原因，主要是宿迁郯城 N20°E 深大断裂和距库区北面 5—6km 外的 N60°W 大断裂构造运动复活，两大断裂交汇在郯城镇北部，组成了地震活动中心。

据宿迁嶂山闸工程地质报告，该区地震烈度为 8 级。本区坝基等建筑物绝大部分位于第四纪沉积物上，因此，设计地震烈度应为 9 级，溢洪闸原抗震设计也是参考前苏联有关规范按地震烈度 9 级计算，但该闸施工质量较差①，原抗震计算粗略，经复核达不到国家地震局 1977 年颁发的设计要求，大坝的老河床段，抗震设防也仅做了部份土方，为此，为确保水库的安全，建议应做足标准，以防后患。

2. 库内淤积严重

原设计石梁河水库的拦洪水位为 28m 时，总库容可达 $5.85\times10^8m^3$。水库自 1962 年 12 月投入使用至 1973 年冬季，经江苏省测量总队测量结果，总库容为 $5.31\times10^8m^3$，说明库内已淤积泥沙 $0.54\times10^8m^3$，兴利库容由 $2.84\times10^8m^3$ 减少到 $2.65\times10^8m^3$，死库容减少到 $0.32\times10^8m^3$。根据我们实测的库内泥沙淤积厚度分布图上（图 2），最厚处已达 4.3m。

库区上游地段多丘陵山地，植被稀少，临沂至大官庄河段的比降较大，坡陡水急。两岸又有充分的泥沙来源，在建库前取样于岸边的土壤物理试验。结果见表 1。

表 1　土壤物理试验表

Tab. 1　Test table of soil physical property

编号	海拔高度 (m)	土粒比重	天然含水量 (%)	颗粒组成(mm)%			土壤质地层次排列
				极细砂 0.1—0.05	粉　土 0.05—0.005	粘　土 <0.005	
1	13.5—13.0	20.1	2.04	27	33	40	粘土
2	13.0—12.5	24.4	2.00	32	30	38	粘土
3	12.5—12.0	23.1	2.04	40	28	32	砂质粘土
4	12.0—11.5	23.5	2.02	36	31	33	砂质粘土
5	11.5—11.0	23.7	2.01	38	36	26	重壤土
6	11.0—10.5	20.8	2.04	56	18	26	重壤土
7	10.5—10.0	22.0	2.01	70	10	20	重中壤土
8	10.0—9.5	22.0	1.99	58	20	22	重壤土
9	9.5—8.5	23.4	2.02	94	4	2	极细砂
10	8.5—8.0	19.7	1.90	58	21.5	20.5	砂壤土
11	5.35—4.85	18.6	2.12	87	5	8	极细砂

由表 1 可知冲积平原上的物质组成以粘土、砂质粘土与重壤土为主，而岗地以上的部位，土层浅薄，基岩裸露、破碎，风化后的砂砾众多。加上本地区的降水多集中在夏季的七、八、九月，遇上暴雨季节，植被稀疏的裸露地面多次接受冲刷，使大批的泥沙、碎石、砾石等随流水进入水库，如果不开闸溢洪，这些冲积物就全部沉积于库内，即使开闸泄洪，也只能携出

① 连云港市水利工程《三查三定》资料汇编，1985.8.

维普资讯 http://www.cqvip.com

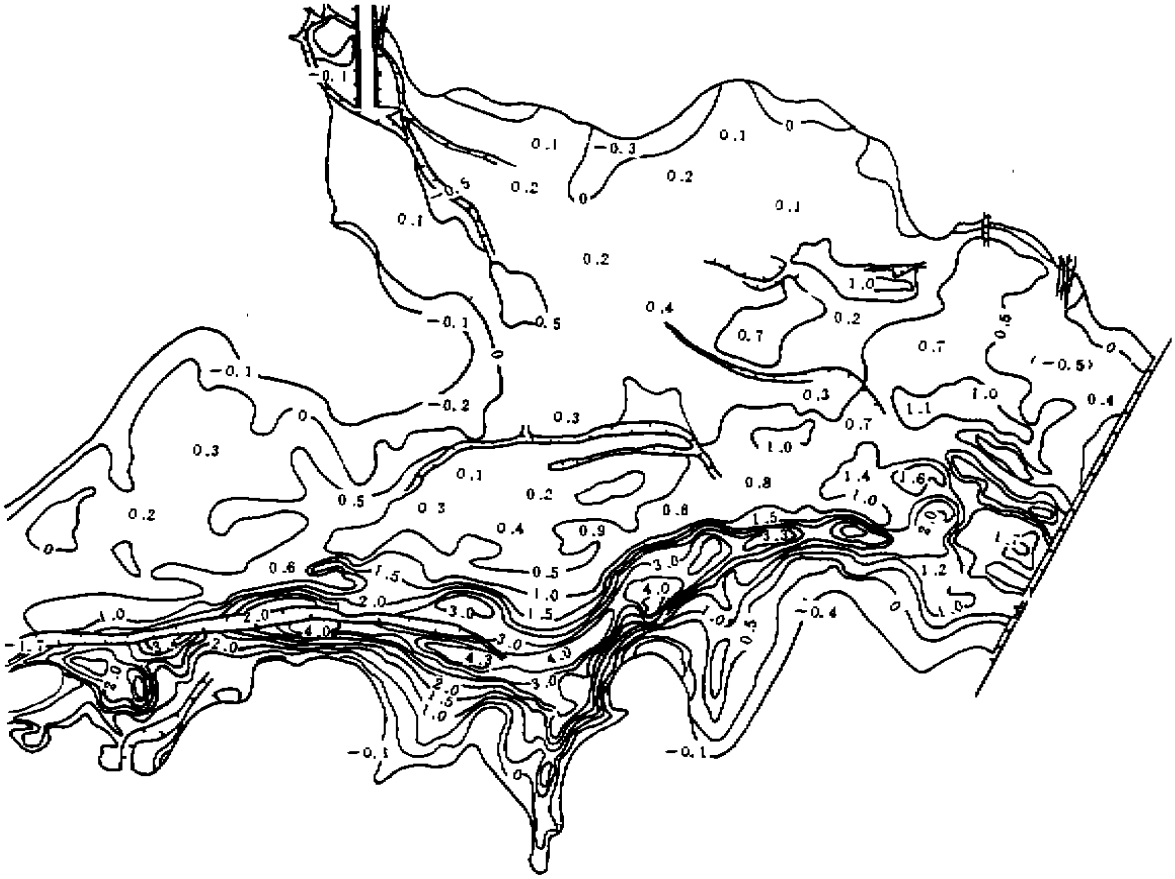

图 2 石梁河水库淤积厚度等值线图

Fig. 2 Silt thickness contour of Shilianghe Reservior

极少的冲积物。因此，随着逐年淤积的不断增加，水库效益将日趋降低。

控制泥沙入库，虽是防治水库淤积的根本途径，但在目前上游河道来沙还不能有效得到控制的情况下，可进行排沙减淤、恢复库容的办法。而对水库进行调水调沙运用[1]，正是国内所普遍采用的有效方法。例如，陕西省黑松林水库，根据来沙集中，来水相对分散的特点，将原来"拦洪蓄水"改变为"蓄清排浑"，从而使水库淤积量由过去每年的 $54\times10^4m^3$，减少到 $9.2\times10^4m^3$，水库寿命由 16 年延长到 80 多年以上。

五、泥沙淤积特征

石梁河水库建筑在新沭河的丘陵岗地与冲积平原的交界处。筑坝蓄水后，水位抬高、比降变缓、流速减小。河水挟带的泥沙在库尾不断淤积。由于库底有两条原河道的槽沟，所以入库的流水基本上沿原河道流向库首。北边支流的流量小、比降缓和，多年泥沙淤积量在 0.1—0.5m 之间，在此从略。本文主要讨论另一来沙量较大的支流——由大兴镇入库的泥沙淤积特征：

维普资讯 http://www.cqvip.com

1. 入库泥沙颗粒较粗

根据 1976 年 7 月 23、24 日①所测大兴镇站悬移质断面平均与相应单位水样颗粒级配数据[2]（见表 2）可以看出，入库水中的悬移物质中有粘土、粉砂、极细砂、细砂与中砂，其中含量的百分数以中砂和细砂为多，说明进库泥沙颗粒是相当粗的，这与有充分的泥沙物质来源、入库河流的流量、流速、比降等水动力条件有关。

表 2　悬移质泥沙颗粒级配表

Tab. 2　Grain-size distribution of suspended sediments

小于某粒径的沙重百分数（粒径级 mm）							平均粒径（mm）	平均流速（cm/s）	最大粒经（mm）	取样法	分析法	水温（℃）
0.007	0.01	0.025	0.05	0.10	0.25	0.50						
54.1	63.6	85.4	92.6	95.4	96.5	98.4	0.024	0.197	0.629	横	粒	26
23.0	31.0	75.0	89.0	93.0	95.5	97.0	0.044	0.380	"		径	26
63.4	71.9	83.6	87.3	90.3	94.3	97.8	0.033	0.327	0.733	式	计	27
57.0	67.5	84.0	90.0	92.5	95.0	97.5	0.031	0.285	"			"

2. 水下三角洲的形成与发展

入库的泥沙有粗有细，粗粒沉速快于细粒，于库尾处较早淤落；颗粒越细，输移越远，于库首、坝前落淤。这种泥沙分选规律不限于沿程，在淤积物的深度上，也有下粗上细的垂向分布格式。另外，当洪水入库时，还能带来大量推移质的粗砂、极粗砂与岩屑，当流水挟沙处于超饱和状态时，推移质首先落淤，库尾淤积层加厚，逐向沿程方向递减，形成水下三角洲。

三角洲的发展，主要是通过淤积来实现，为分析问题方便起见，假定入库水沙条件和库水位不变的情况下，水库淤积就从回水末端的库尾开始，形成三角洲后，其发展方向[1]有下列过程：(1)前坡淤积：三角洲前坡不断向下游推进；(2)尾部淤积：三角洲向上游延伸；(3)洲面淤积：不断增加厚度。

欧洲的科学家们观察到[3]，当洪水与悬移质、推移质泥砾混合在一起，形成高密度（2.53g/cm³）流时，在重力拖曳作用下，顺着三角洲面向前移动，推测流动速度大于土壤蠕动，慢慢改变自己的位置，直至形成新的平衡状态，新的三角洲出现。

根据我们实测的石梁河水库库底淤积厚度资料，能清楚地看到水下三角洲是沿着老的新沭河库底河道，由库尾逐步向库首移动着发展的。在库底老河道两岸，不断地淤积加厚、扩大着三角洲的规模；同时，在重力作用下，新的三角洲又迭瓦于老三角洲洲面前坡上，不断地向库首方向滑动。由第 1 个水下三角洲形成开始，到以后适宜时期，又发展形成第 2 个三角洲，第 2 个三角洲迭瓦于第 1 个三角洲之上，又逐渐地向前滑动，第 3 个三角洲又迭瓦于第 2 个三角洲之上向前滑动……在不同时期、不同水动力条件下，先后形成大小不等的迭瓦状三角洲，如图 3 所示意的发育过程模式。

在图 2 上，也能看出这组迭瓦状三角洲发育趋势。沿着原河道两岸，由库尾到库首的几个淤积厚度峰值所示的小地形—如：3.4、4.0、4.3、4.0、3.3、3.0m 等，都是每个三角洲洲面淤积的高度值，沿着老河道，一个个三角洲迭瓦状的向库首推进。

3. 三角洲又淤又冲

在未建库以前，老沭河河槽浅平，河漫滩与心滩遍布整个河槽。建库 26 年后，从实测资

① 徐州市水利局资料。

维普资讯 http://www.cqvip.com

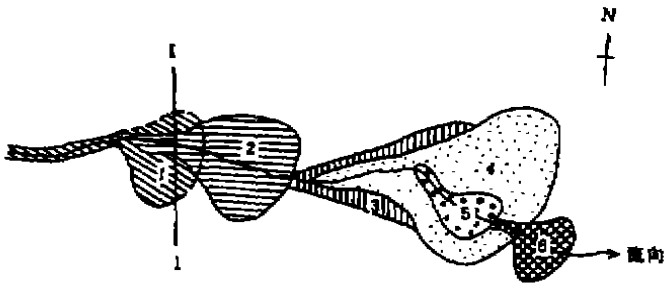

图3 迭瓦状冲积扇发育过程示意图

Fig. 3 Sketch map of development process of imbricated alluvial fan

料获悉：库底老沭河段的面貌一新，不但河两岸有一批新的三角洲出现，并且老沭河也"返老还童"，河床出现陡峭深切割的河槽，河床宽度由上游到下游、由宽到狭的表现。如图4所示意，I—I′的横剖面上，在三角洲淤积的同时也在中间原河道部位下切形成水下槽谷。这是由于高密度流在造就淤积的同时，又具有高超的下切能力，这也是水流的挟沙能力与河床之间形成新的平衡状态的表现。所以，有人说，冲刷和淤积都是河床特性的相应调整使之达到平衡的一种手段。输沙不平衡引起了冲淤，冲淤的目的是为了达到不冲不淤的平衡状态，这就是冲淤发展的平衡趋向性的规律[1]。

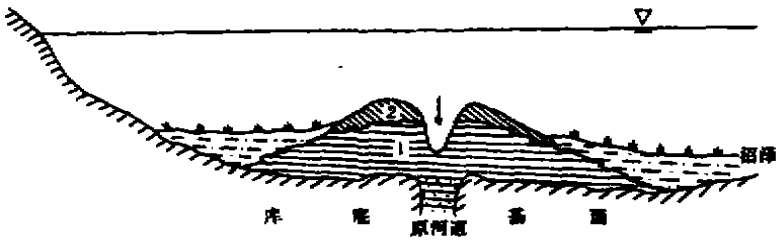

图4 I—I′横剖面示意图

Fig. 4 Sketch map of I—I′ transverse section

六、结 束 语

泥沙淤积问题，是一个全球性的问题，特别是中小型水库，该问题尤为突出，就是在美国、日本、前苏联等国，至今也难以解决。水库淤积后，影响灌溉用水和航运，降低防洪能力和水库的经济效益，淤积发展及回水不断上延的"翘尾巴"，加快库周的沼泽化与盐碱化，同时也影响水库上游城镇、厂矿及铁路的安全。对泥沙淤积问题如不认真地加以解决，不但水库达不到兴利除害目的，甚至还会造成对人民生命财产的极大威胁。

维普资讯 http://www.cqvip.com

参　考　文　献

[1] 水利部西北水利科学研究所．中小型水库设计与管理中的泥沙问题．北京，科学出版社，1983：246—252．
[2] 成都地质学院陕北队．沉积岩粒度分析及其应用．北京，地质出版社，1978：55—63．
[3] 西南石油学院勘探系．沉积物重力流：流动机制和沉积作用．深水碳酸盐岩译文集．成都，西南石油学院，1982：1—21．

PHYSICAL GEOGRAPHIC OUTLINE AND SILTING CHARACTERISTICS OF SHILIANGHE RESERVIOR

Chen Yueqiu

(*Nanjing Institute of Geography and Limnology, Academia Sinica, Nanjing* 210008)

Abstract

In 1988, we surveyed the bottom topography and silt thickness of Shilianghe Reservior. It is shows that the reservior has produced s great deal of benefit since it was built. Potential earthquake damage, serious reservior silting and silting characteristics are discussed.

Key words　Shilianghe Reservior, Physical geographic outline, silting characteristics