

澜沧江——湄公河流域持续发展与 水资源整体多目标利用研究

何大明

张家楨

(云南省地理研究所,昆明 650223)

(中国科学院地理研究所,北京 100101)

[摘要] 分析澜沧江——湄公河的水文地理特征、社会经济条件及水资源开发利用目标与相关环境问题的时空差异性和互补性,提出水资源整体多目标开发利用优化方案,以减少环境危害,促进流域区可持续发展。

[关键词] 澜沧江——湄公河,持续发展,水资源多目标利用

1 引言

澜沧江——湄公河(中国境内称澜沧江)是中国和东南亚地区最为重要的国际河流,流域内生活着 6 000 余万人,拥有丰富的自然资源、广阔的市场和众多的发展机遇,目前已成为国际上众多国家、国际组织关注和投资的热点地区^[1,3]。按亚洲开发银行(ADB)组织的“大湄公河次区域合作计划”^[4],直接影响地域 232 余万平方公里,人口超过 2.2 亿,使大范围内的自然环境、社会和经济状况都将发生巨大变化。1995 年 4 月 5 日,下湄公河四国签署的《湄公河流域持续发展合作协定》^[5],为该流域区的持续发展注入了新机。由于该流域区的合作历来以水资源开发利用为主线展开,水电、灌溉、航运、环境治理和生态维护多目标冲突与协调问题在各流域国之间和流域国内各部门之间长期存在,而且愈演愈烈。因此,全流域水资源系统的整体多目标开发利用和管理即成为推进该区域持续发展的关键。澜沧江——湄公河流域的自然和社会经济条件、水资源分布和开发利用目标及利用类型、有关水问题的成因及危害等方面,时空变化极大,是进行水资源整体开发和管理的合作基础。据初步分析,如果以水资源多目标综合利用为目的进行整体规划和管理,将能源开发集中在澜沧江干流和下湄公河支流,在洞里萨湖修建拦河闸堰,在湄公河三角洲修建泄洪道,在大城市与人口和耕地集中而易遭受洪水危害的干流两侧兴建防洪堤,并加强水文、气象预测和预报,则下湄公河流域的电力需求及灌溉、洪水、咸水入侵以及土壤酸化等水危害问题,在很大程度上均可得到解决,而无需兴建庞大的下湄公河干流梯级电站(水库),这不仅可以避免大量的资金投入、大规模的移民和土地淹没,而且可以阻止大坝对湄公河水生生物的危害,促进流域持续发展。

2 水文地理特征

国家自然科学基金、云南省科委和省应用基础研究基金资助项目。

本文于 1996 年 1 月 5 日收到。

澜沧江——湄公河源于中国青海省玉树藏族自治州的杂多县唐古拉山脉北麓拉赛贡马山(又名寨错山),面积为 0.4 km^2 、海拔 $5\ 167\text{ m}$ 的小冰川^[6],自北而南流经中国、缅甸、老挝、泰国、柬埔寨和越南6国,干流总长 $4\ 880\text{ km}$,流域面积 $81.0\times 10^4\text{ km}^2$ 。在中国境内称澜沧江,出中国境称湄公河。它是地球上最为典型的南北向河流,包括了除沙漠以外地球上所有的自然景观和气候类型,各种形态的水文过程均存在。全流域的民族分布、社会形态、经济水平、水资源开发利用方式与程度,以及水环境问题等多种多样且地域变化大。从河源至河口,流经了从寒带到热带的干冷、干热和湿热多种气候带。流域形状和河流水系发育主要受经向和纬向构造体系埋藏断裂、褶皱轴等多种控制,河流的走向和水系展布多变^[7]。

河川径流补给类型 在昌都以上为青藏高原区,以地下水和冰雪融水补给为主,地表水与地下水各占 50% ,河水位与气温变化有较好的相关性,3—10月为汛期,集中全年 75% 的降水量。昌都至功果桥,为横断山高山峡谷区,地形破碎,耕地稀缺,有干旱和洪水问题,山地灾害多,属雨水和地下水混合补给类型,兼有少量冰雪融水补给,水文特征呈过渡性。功果桥至桔井,为亚热带、热带气候,雨水补给为主,河川径流的变化与降水密切相关。流域的东坡为西南季风的迎风坡,自北而南分布有多个暴雨中心,是入海径流的主要来水区,也是下湄公河流域洪水的主要来水区。该段河川径流年内和地区分配及变化差异大。

全流域水资源及相关资源开发目标 在中国的青海和西藏境内部分,属高海拔高寒区,河川径流小,地广人稀,开发目标以畜牧业为主,林业及旅游业为辅,流域的主要功能是维护生态环境;在云南段的澜沧江中上游地区,开发目标以水电、矿产为主,以灌溉、旅游为辅,主要治理目标是河谷生态环境退化和水土流失;澜沧江下游(自糯扎渡电站以下)至万象,开发目标以航运、旅游、热带生物资源为主,水电、山区综合开发和边境贸易为辅,流域自然功能主要是热带生物多样性保护,尤其是下湄公河回游鱼类产卵区保护;万象以下,开发目标以灌溉、渔业、防洪为主,以水电、航运、旅游为辅,流域自然功能主要是维护湄公河水生生物多样性和减少三角洲咸水入侵。总之,全流域水资源利用类型,在万象以上,以非水量消耗型为主(如水电、航运);万象以下则以水量消耗型为主(灌溉,阻止海水入侵)。

另一方面,澜沧江——湄公河的水资源系统有两大特点:总水量丰富,本身不缺水,但因时空分布及水需求差异大而产生水资源短缺问题,可以通过流域水资源的合理调度予以解决,不需从外流域引水;流域内的耕地、城镇、经济中心、洪水、干旱和有关水环境灾害等,均沿该狭长流域呈南北向分布在 $4\ 880\text{ km}$ 的干流两侧,水需求及水环境问题均不可能在全流域同时发生,为水资源的优化调度和综合利用以满足社会、经济和生态环境多目标需求提供了较大的时空范围。因此,我们可以按上述开发目标和流域自然功能的区域差异,进行水资源整体多目标开发利用和管理,以促进该流域的持续发展。

3 水力资源协调开发

从长期综合效益与不利影响分析,修建大坝并非明智之举,这种观点已日益得到共识。目前,一些发达国家正在走出“大坝兴建时代”^[8]。但对于广大发展中国家,尽管他们对大坝的规划、兴建、管理以及处理环境生态问题的技术、经验均不及发达国家,但由于迅速发展的社会经济和人口增长的需求,兴建大坝仍不可避免。据 Danice P. Beard(1995)分析^[9],在90年代,大坝建设速度是每年350个,以亚洲最为突出,如1993年1月所建1 129个大坝中,中国有275

个,土耳其 164 个,朝鲜 109 个。

澜沧江——湄公河流经的全是发展中国家,近几年因社会经济的高速稳步增长,对能源和电力的需求巨增,年增长率均高于 10%^[10],而其巨大的水电潜力将成为主要的电力来源。据 1980 年水电资源普查结果,澜沧江水力资源理论蕴藏量为 36.56 GW。下湄公河(不含缅甸部分)流域理论水电潜力为 37.0 GW,51%集中在老挝,33%集中在柬埔寨,剩下约 16%分布在泰国和越南。全流域干流总落差约 5 060m,91%集中在澜沧江。

流域内的电力开发有 50 年的历史。早在 1946 年,在中国云南境内澜沧江中游的支流西洱河上建成了装机 400 kW 的天生桥电站。80 年代以来,澜沧江的水力开发转入以干流为主。至今,装机 1 500 MW 的漫湾电站已建成发电,装机 1 350 MW 的大朝山电站即将动工兴建,装机 4 200 MW 的小湾电站已进入可行性研究阶段,装机 1 500 MW 的景洪电站已进入准备进行可行性研究阶段。下湄公河的水电开发较复杂,尽管自 1957 年湄委会成立以来,一直将水电工程作为主要的水资源开发目标,36 年内对干流梯级电站作过三次大的规划调整,但因受到多种因素制约,仍仅限于支流的水电开发。因而下湄公河干流迄今未有大坝建成,从流域持续发展而言,并非坏事。

澜沧江与下湄公河自然和社会经济的极大差异,决定了水电开发的巨大差异。表 1 为 1994 年计算的澜沧江 8 个干流梯级和下湄公河 11 个干流梯级的综合指标^[11],从表中看出,澜沧江的总装机为下湄公河的 105.5%,而总投资仅为下湄公河的 33.53%。按总装机 15 000 MW 概算,下湄公河要比澜沧江多投资 162.15 亿美元。每 kW 造价,澜沧江仅为 503 美元,而下湄公河为 1 584 美元,为澜沧江的 313%。每 MW 迁移人口,澜沧江仅 4.8 人,而下湄公河(只计算有移民数字的 7 个电站)约为 5.9 人,若按湄委会秘书处 1990 年规划总装机 21 350 MW 的 11 个梯级概算^[12],平均移民 38.50 人/MW,为澜沧江的 802%。下湄公河淹没损失也比澜沧江的高,表 1 中 9 个干流梯级平均(含耕地和林地)为 13.57 ha/MN,为澜沧江 8 个干流梯级平均值(耕地淹没)0.62 ha/MW 的 2 189%,其中上丁水库淹没损失为澜沧江平均值的 8 561%。自 1957 年至 1994 年初,湄委会一直将巴蒙(Pa Mong)电站作为首选电站给予最高优先权,以其 1987 年选择的巴蒙 210 优化指标对比^[13],总装机 2 250 MW,单位装机容量投资 1 066 美元/kW,单位能量投资 2.50 美分/kWh,每 MW 淹没土地 27.1 ha,每 MW 迁移人口 19.1 人,仍比澜沧江的梯级平均指标高。

从全流域电力市场需求看,泰国需求最大,要靠外部输入,而中国的云南和老挝均有大量电量可供输往泰国。同时,除泰国与其他少数几个城市(如胡志明市、金边、万象)外,最大的能源消耗是广大农村的农业和生活供能。这类问题因用户分散,不集中,最好的办法是开发支流电站,并辅之以其他可再生能源,如太阳能和生物质能源,而不是建大电站和大电网,这对减少下湄公河的森林砍伐、减轻水土流失和洪水危害、增加地下水、改善生态环境均有显著效益。以售电价格看,据 1995 年 3 月泰国电力局向老挝南俄河 II 购电的协议,购入价格为 4.55 美分/kWh,约合人民币 0.40 元/kWh。据以往估算^[1,2],按 1992 年价格从景洪电站向泰国送电,在清莱府的成本约 0.241 元/kWh,送至曼谷约 0.30 元/kWh。按 1993 年底价格估算,送至泰国麦

1) 云南向泰国送电方案咨询报告,云南省电力发电工程学会,1993 年 3 月。

2) 开发澜沧江下游水电资源向泰国送电研究,云南省科学研究所,1993 年 12 月。

赛约 0.382 元/kWh。2000 年,云南可向泰国送电 600 MW,2010 年可达 3 000 MW 以上。可见,澜沧江梯级不仅有电向下湄公河输出,而且从经济效益分析,也是可行的。

表 1 澜沧江——湄公河干流梯级电站综合指标对比

梯级电站	装 机 (MW)	投 资 (百万美元)	淹没土地 (ha/MW)	迁移人口 (人/MW)	造 价 (美元/kW)
功 果 桥	750	460	0.46	7.00	613
小 湾	4 200	2 270	0.90	7.80	540
漫 湾	1 500	516	0.28	2.22	344
大 朝 山	1 350	810	0.61	4.52	600
糯 扎 渡	5 500	2 410	0.73	4.63	438
景 洪	1 500	1 000	0.12	0.93	667
橄 榄 坝	150	80	0.12	0.47	533
勐 松	600	280	0.15	0.43	467
(澜 沧 江)					
栋 沙 宏	238	410	—	—	1 723
班 库	2 330	2 190	—	1.18	940
沙耶武里	1 260	1 310	—	—	1 040
北 宾	1 232	1 440	—	—	1 169
松 博	3 300	10 157	5.57	1.55	3 078
琅勃拉邦	1 410	1 510	16.73	4.67	1 071
巴 莱	1 316	1 320	—	8.95	1 003
清 刊	569	880	—	22.75	1 547
巴蒙“A”	2 031	1 940	—	11.45	955
上 丁	908	1 750	53.08	10.09	1 927
洞里萨湖	140	435	—	—	3 107
(下 湄 公 河)					

涓委会认为,1994 年在下湄公河 2 000 多公里的干流上新规划出的 11 个梯级(表 1),其中 9 个“显示较好前景”,尽管其总装机仅约 14 000 MW,而淹没却达 190 000 ha^[14]。新规划中的一些数据比以往涓委会秘书处的规划出入很大。以移民为例,涓委会成立以来一直作为最优先考虑兴建的巴蒙工程,1990 年秘书处的“最优研究”,装机 2 250 MW 时移民 43 000 人,新规划的“A”方案装机 2 031 MW,移民骤减至 23 260 人。总装机容量仅减少了 9.7%,而移民却减少了 45.9%。因此有必要依据新的“湄公河流域持续发展合作协定”对移民和生态环境影响等问题做进一步研究。

正如为 ADB 进行澜沧江——湄公河次区域能源规划的 NORCONSULT 的领导 Mr. Asbjorn Vinjar 指出的,该区过去“大多数研究,都是单独而不是在国家或次区域系统范围内考虑能源项目。”既造成资源和资金的极大浪费,也不利于流域持续发展。如果将澜沧江——湄公河的水力资源和电力市场作为系统考虑,按 ADB 制定的次区域能源规划,通过次区域电力联网,集中开发中国云南省境内的澜沧江干流水电和下湄公河老挝与越南境内的支流水电,则不仅可以满足流域区的水电需求,而且可以减少大规模投资。按 Mr. Asbjorn Vinjar 观点^[15],以调

节峰荷为依据概算, 只要将次区域现在电力系统联网, 目前即可节省新发电设施投入约 4.0 亿美元, 2000 年节省 6.0 亿多美元, 若进一步加强网络建设, 至 2020 年可节省 18 亿美元。

4 水利资源利用

澜沧江——湄公河流域水资源总的分布规律为: 入海径流量主要来自于下湄公河流域, 其单位面积拥有水量大于澜沧江; 河流左岸山脉迎风坡均为径流量高值区而右岸背风坡均为低值区; 上湄公河(含澜沧江)高山峡谷地带均属少水区, 但耕地少; 呵叻高原是最大少水区和单位面积产水量最小区; 桑河流域是全流域最大丰水区和单位面积产水量最大区。以流域总面积 $81.0 \times 10^4 \text{ km}^2$ 计算, 流域平均径流模数为 $58.64 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 。按一级支流统计, 南屯河单位面积产水量 $172.6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{km}^2$, 为全流域最大值; 蒙河 $23.89 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{km}^2$, 为全流域最小值。

在琅勃拉邦以上, 多为山区, 人口密度小, 耕地稀缺, 以春旱为主, 灌溉问题不如下游突出。琅勃拉邦以下, 因有左岸支流大量来水, 多为丰水区; 但呵叻高原和湄公河三角洲因其耕地连片, 人口稠密, 又有海水入侵和土壤酸性水危害, 是全流域最大耗水区, 以枯季耗水为主, 也有汛期间隙干旱问题。由于流经多种气候带和地理环境, 流域水资源的年内、年际变化较大, 如干流各水文站最大流量与最小流量的比率, 上丁站为 70.30, 溜筒江站为 28.6。年平均径流量变化也很大, 如溜筒江站, 30 年平均值为 $253 \times 10^8 \text{ m}^3$, 20 年平均值为 $204 \times 10^8 \text{ m}^3$, 相差 $29 \times 10^8 \text{ m}^3$; 他曲站, 66 年平均值为 $2340 \times 10^8 \text{ m}^3$, 47 年平均值为 $2440 \times 10^8 \text{ m}^3$, 相差 $100 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。这反映出澜沧江——湄公河水资源系统时空变化是极为复杂的。如果按“湄公河流域持续发展协定”有关水资源条款选择某一天然水文特征值进行国际间或地区间分配很难, 因为这一特征值不仅与所选测站、统计年限和计算时段有关, 还与大的气候环境变化有关, 而后者随着全球气候变暖, 其影响将增大且更难预测。因此, 未来的水资源国际合作最关键的是公平合理利用, 包括利害关系的相互补偿, 尤其是上下游之间利益的兼顾。

流域枯季水资源利用是一个有争议和要进行协调的主要问题。澜沧江——湄公河在中国的青海、西藏境内, 灌溉问题没有明显的意义。在云南境内, 流域内仅有耕地 $54.69 \times 10^4 \text{ ha}$, 其中 39% 为水田, 需灌溉的地方主要在中下游地区, 各种水控制工程总控制水量 $15.67 \times 10^8 \text{ m}^3$ (不包括已建成的漫湾电站), 占流域产水量的 3.05%; 实溉面积 $16.13 \times 10^4 \text{ ha}$, 占耕地总面积的 29.5%。由于耕地有限, 灌溉用水量小, 且有澜沧江干流梯级水库的调节, 流入下湄公河的枯季径流不会减小而是会增加。

下湄公河流域内约有 $1350 \times 10^4 \text{ ha}$ 可耕地, 其中水稻种植面积约占 63%。需要灌溉面积最大在泰国东北部, 在 $850 \times 10^4 \text{ ha}$ 可耕地中仅有约 6% 得到灌溉, 如果枯季能从湄公河干流中抽取 $400\text{—}500 \text{ m}^3/\text{s}$ 的湄公河水, 则对发展该区的农业和消除贫困会起到关键作用。枯季耗水量最大的是湄公河三角洲, 主要是越南部分, 约有 $390 \times 10^4 \text{ ha}$ 农业和水产用地, 每年 4—5 月, 来自上游的枯季径流约 $2000 \text{ m}^3/\text{s}$, 而防止咸水入侵要用去约 $1500 \text{ m}^3/\text{s}$, 能用于灌溉的约 $500 \text{ m}^3/\text{s}$, 仅能灌溉约 $50 \times 10^4 \text{ ha}$ 耕地。目前, 该区枯季灌溉需水 $1600\text{—}2000 \text{ m}^3/\text{s}$ 。若要使该区土地潜力得到充分发挥, 则尚需在枯季天然径流基础上再增加枯季径流约 $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

因此, 要满足下湄公河的灌溉需求和防止咸水入侵, 则需要增加枯季径流 $3000 \text{ m}^3/\text{s}$, 其中在桔井站以上增加 $1000 \text{ m}^3/\text{s}$, 金边以下增加 $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ 。根据我们对澜沧江 1953—1982 年 30 年的 12 月—5 月枯水期天然来水分析, 当澜沧江小湾和濡扎渡两个多年调节水库建成后,

流入下湄公河的枯季平均调节流量,在最枯水年($P=97\%$)时为 $1\,869\text{ m}^3/\text{s}$,比天然枯季平均值 $689\text{ m}^3/\text{s}$ 增加 $1\,180\text{ m}^3/\text{s}$;当澜沧江其他梯级水库建成后,枯季调节流量还会增加。这不仅能改善下湄公河的航运条件,而且足够泰国东北部和老挝万象平原的灌溉需水。至于越南湄公河三角洲,其枯季径流主要靠洞里萨湖(Tonle Sap)调节。按湄委会秘书处1990年的干流梯级规划,兴建洞里萨湖拦河闸,使净库容达到 $544.7\times 10^8\text{ m}^3$,可增加枯季径流 $2\,500\text{ m}^3/\text{s}$,这可以满足三角洲枯季用水需求,无须兴建其他干流大坝来调节径流。

5 洪水问题

洪水泛滥是澜沧江——湄公河最主要的自然灾害,每年都造成巨大损失。除青藏高原外,暴雨是产生洪水最活跃、最直接的因素。按地区和类型划分,流域内在万象以上的干流地区(除景洪市外)和广大支流流域,包括呵叻高原和湄公河南部山地,几乎都是超渗降雨产生山地洪水,这类洪水历时短,往往几小时,最多几天,难于预报,小范围毁坏性大,用水利工程来治理效果不一定好,最好是增加植被,减少超渗水流。

在万象至巴色段,干流两岸洪水危害严重,主要原因还是来自上游的洪水溢出河槽泛滥,其历时较长,可持续一个月,但可以利用上下游水位或流量相关进行预报和修建防洪堤来减少损失,也可以通过修建干流大型水库防洪,但往往得不偿失,非最佳方案。

湄公河低地,主要是柬埔寨的大湖区和越南湄公河三角洲,洪水成因较复杂,主要有:三角洲水流分散,渲泄能力弱;上游大量来水;当地超渗降雨。其特点是泛滥时间长,可持续2—6个月;淹没面积大,仅三角洲地区每年达 $1\,200\text{—}1\,400\text{ 万 ha}$;损失大,频繁发生。这类洪水,治理比较复杂,通过在上游修建水库防洪可以起到一定作用,但不能彻底治理,且因投资和环境危害大,往往不可取。另一方面,每年洪水泛滥,为湄公河低地广大土地和渔业带来丰富的养份,全部治理未必是好事(如埃及大坝对尼罗河下游的综合影响问题)。因此,目前可采用综合措施:修建三角洲排水工程,加大泄洪能力;修建洞里萨湖拦河闸,增大其调洪能力;增大南部山地的植被率,减少超渗水流;建立水情预报网,提前防范,减少损失。

同时,由于澜沧江——湄公河有多个暴雨中心且分布与干流走向一致,形成上下游洪水发生有一定独立性,除象1966年那样的特大洪水外,不可能同时发生全流域洪水。如每年的洪水时间,万象以上以8—9月居多,万象以下则9—10月居多。1966年景洪站最大洪峰流量占了清盛站的54.5%、琅勃拉邦站的50.8%和万象站的49.2%,因此,澜沧江的梯级电站建成后,对下湄公河巴色以上干流地区的防洪是有显著效益的。

据以上分析,作者认为,通过修建澜沧江的干流梯级电站和下湄公河的支流电站、修建洞里萨湖拦河闸和三角洲排水设施、加固万象等地干流两侧的河堤、加强流域上下游的合作(水文和气象预测预报、水资源合理调度),不需要修建下湄公河干流梯级电站,则可取得水力发电、灌溉、防洪、航运、渔业等显著的综合效益,并减少咸水入侵和土地淹没、避免大规模移民和毁坏生物多样性(尤其水生生物和森林生态系统),以取得流域的持续协调发展。

参 考 文 献

- [1] 刘大清,何大明. 澜沧江——湄公河结合部发展战略及关累港建设研究. 昆明:云南民族出版社,1995年10月.
- [2] 郭来喜,何大明. 中老泰通道开辟与勐腊口岸体系建设. 北京:中国科技出版社,1993年2月.

- [3] He Daming. Investigation and Study of the Current Situation of Lancang—Mekong River Basin—the Reach of Yunnan Province in China. The Second MDRN/Third ACM Meeting, January 11, 1994, Kunming, China.
- [4] Subregional Economic Cooperation. Proceedings of the Fourth Conference, 15—16 September, 1994, Chiang Mai, Thailand.
- [5] Agreement on the Cooperation for Sustainable Development of the Mekong River Basin, 4 April 1995, Chiengrai, Thailand.
- [6] 靳长兴等. 关于澜沧江正源问题. 地理研究, 1995, 14(1):47.
- [7] 何大明. 澜沧江——湄公河水文和水资源特征. 云南地理环境研究, 1995, 7(1):58—74.
- [8] J. Hans Van Duwendijk. We are going to have to get out of Dam Building Businesses. Watershed, July 1995, 1(1):6—10.
- [9] Danil P. Beard. Dams will always be needed. Watershed, July 1995, 1(1):7—9.
- [10] Norconsult. Subregional Energy Sector Study for Asian Development Bank. November 1994:7—24.
- [11] The Mekong Committee's Vision of Development; The Report of Mekong Mainstream Run-off-River Hydropower. Watershed, 1995, 1(1):22—23.
- [12] Mekong Secretariat. Mekong Mainstream Development Possibilities, MKG/R. 90030, November 1990.
- [13] Interim Mekong Committee. Perspectives of Mekong Development Revised Indicative Plan (1987) for the Development of Land, Water and Related Resources of Lower Mekong Basin, 1988.
- [14] Mekong Secretariat. Mekong Mainstream Run-of-River Hydropower; Screening Plans for the future, Annual Report, 1994:8.
- [15] Asjor Vinjar. Summary of the Draft Final Report of the Subregional Energy Sector Study, Subregional Economic Cooperation; Proceedings of the Fourth Conference, Chiang Mai, 15—16 September, 1994:63—64.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF LANCANG—MEKONG RIVER BASIN AND INTEGRATED MULTIOBJECTIVE UTILIZATION RESEARCH OF WATER RESOURCES

He Daming

(Yunnan Institute of Geography, Kunming 650223)

Zhang Jiazhen

(Institute of Geography, CAS, Beijing 100101)

Abstract Through analysing the different and complementarity characteristics of the hydro-geography nature, social economic conditions, development objectives and related environmental problems of water resources, an integrated multiobjective optimum utilization plan of water resources is produced, so as to reduce the damage of environment and to facilitate the sustainable development of the basin area.

Key Words Lancang—Mekong river, sustainable development, integrated multiobjective utilization of water resources.