

长江洪水资源化思考

李长安

(中国地质大学地球科学学院,湖北武汉 430074)

摘要: 长江水患是我国最大的自然灾害,华北缺水是我国最重要的资源环境问题. 长江洪水资源化是使二者能够得到统筹解决而提出的一种思路. 洪水资源化就是实现由灾害水向资源水和环境水的转化. 长江洪水资源化不仅是由长江水资源特点、流域水旱交替频率加大及不断增加的水资源需求所决定,也是解决华北水资源短缺的重要途径. 蓄洪是洪水资源化的基础,应在完善流域水库网络体系的基础上,考虑人工控湖工程,特别要重视蓄洪区建设,通过“给水让地”,实现“以土地换和平”和洪水资源化;可通过引洪冲湖,治理流域污染湖泊;南水北调应以调洪水为主,可通过蓄洪调水和直接引洪北调来实现.

关键词: 长江;洪水资源化;可持续发展.

中图分类号: TV213 **文献标识码:** A

文章编号: 1000-2383(2003)04-0461-06

作者简介: 李长安(1956—),男,教授,主要从事第四纪地质学、过去全球变化、流域环境变化与可持续发展教学与研究.

长期以来,洪水被等同于洪灾,自古洪水与猛兽被视为人类之大敌. 人类一直把聪明才智花在如何尽快将洪水排入东海. 洪水是洪灾形成的前提条件,但洪水并不是灾害,其本质具有淡水资源的属性^[1].

长江水患是我国最大的自然灾害,华北缺水是我国亟待解决的资源环境问题. 前者为水多之灾,后者为水少之患,长江洪水资源化是为使之能够统筹解决而提出的. 长江洪水资源化简单地讲就是实现由灾害水向资源水和环境水的转化. 长江洪水资源化的目的是通过人与洪水和谐共处的实现,减轻长江洪水灾害;利用洪水资源,缓解我国日趋紧张的水资源供需矛盾,实施我国水资源的可持续发展战略.

1 长江洪水资源化对长江防洪和流域可持续发展意义重大

1.1 长江防洪需要新的思路

科学技术已发展到 21 世纪了,我们仍然不得不用最原始的方式,动用千军万马与洪水搏斗,1998 年长江中下游防洪所动用的兵力仅次于渡江战役.

当前,长江防洪急需的是新的科学治水思路. 这是因为:(1)防洪经费不断增加,洪灾经济损失不断加重. 长江洪灾自古乃中华民族的心腹大患. 历代政府都不惜重金用于长江堤防建设. 特别是解放以来,国家数以百亿计的堤防防洪工程资金投放,地方政府和当地群众更是竭尽所能地投入人力、财力和物力. 长江洪患非但没有得以消除,洪水灾情依然十分严重,经济损失不断加剧^[2]. 1998 年洪灾直接经济损失高达 1 600 多亿元.(2)堤防加高,洪水位上涨,洪灾风险加大. 堤防是抵御长江洪灾发生的重要屏障,但不是唯一的防洪减灾措施. 盲目加高大堤会导致洪水位不断上涨、堤高水高的恶性循环^[3],如随着荆江大堤的修筑,近千年来,荆江河段水位共上升了 13.4 m,其中近 700 年来,洪水位上升了约 11 m(上升速率 15.7 mm/a),近 500 年来上升 9 m 多(上升速率 18.6 mm/a)^[4];同时,在长江中游这样的地质条件下,堤高水高又会加重管涌等堤防险情^[5];另外,从风险分析的角度看,随着防洪工程数量的增多,规模越大,堤防越高,工程本身的安全隐患也会增多,洪灾风险也会有所增大,仅靠工程措施并不能解决洪水灾害^[6].(3)防洪工程技术进步与防洪科学思想相对滞后. 随着工程技术进步和不断强大,人类往往盲目地陶醉于对自然界的征服,常常缺乏科学

的理性思考。20 世纪后期以来,长江防洪考虑更多的是工程和技术,忽视了对防洪治水思想的研究。人们常常对兴建于两千年前的都江堰工程赞叹不已,笔者认为都江堰的伟大并不在于工程技术方面,而是李冰父子巧妙地利用河流作用原理,实现了防洪、分沙与水资源利用相统一的科学治水思想。当前,长江防洪的首要任务是科学治水思想的创新。(4)人与洪水协调共处——21 世纪防洪的指导思想。人类与洪水的关系经历了农业社会的躲避和防守,工业社会的抗拒和征服,在知识时代的今天,人与洪水的关系应该是协调共处^[7]和利用洪水。人与洪水协调共处和洪水资源化应当成为 21 世纪新的长江防洪理念。

1.2 水旱灾害并存是长江中下游自然灾害的显著特点

(1)长江中下游水旱灾害的频次总体上是相当的。长期以来,人们被水灾吓昏了头脑,缺乏对长江中游水、旱灾情的正确认识,忽视了对旱灾的关注。实际上长江中下游旱灾也是相当严重的。据历史记录统计,在 1163—1997 年间的 815 年中,长江中下游的梅雨期共出现旱涝灾害 494 次,其中大旱 62 次,大涝 63 次,涝 185 次,旱 184 次,正常 321 次^[8]。长江中下游的水旱频次总体上是相当的。

(2)旱灾经济损失严重,社会影响巨大。历史上由于干旱造成民不聊生,导致社会动荡的例子不胜枚举,如 1638—1642 年连续 5 年干旱,赤地千里,飞蝗蔽日,有的地方甚至出现了“人相食”的惨状。根据 1949—1997 年资料统计,湖南省平均每年受旱面积 $70.1 \times 10^4 \text{ hm}^2$,其中成灾面积 $32.4 \times 10^4 \text{ hm}^2$,因旱灾减产粮食 $69.4 \times 10^4 \text{ t}$,旱灾减产是水灾减产的 2 倍多。平均每年投入抗旱经费达 1.37×10^8 元,旱灾严重的 1978 年抗旱经费达 2.14×10^8 元。建国以来,湖北全省 19 次出现成灾面积在 $46.7 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 以上的大旱年,其中发生在 1985 年后的就有 10 次。2000 年,全省因旱灾造成的直接经济损失为 115.58×10^8 元;2001 年这一数字已增至 148.7×10^8 元。

(3)水旱灾害的年、季交替越来越突出。长江中下游的水旱灾害不仅频次相当,而且具有明显的年、季交替特征,据 1470—1998 年的旱涝周期分析发现,存在着较明显的 2 年周期^[9],如:1998 年和 1999 年大水与 2000 年、2001 年的大旱;水旱的季节交替也常有发生,据统计,在 1949—1995 年的 46 年中有 30 年是“水旱同年”;素有“水袋子”之称的江汉平原四湖地区 20 世纪也有 47 年是“水旱同年”;湖南的

旱涝也常常同年发生,如解放以来的 1949,1954,1963,1964,1969,1976,1979,1980,1988 年等均为涝旱迭加年^[10]。同时,水旱程度也具有向两极发展的趋势,1998 年和 1999 年为历史罕见的大水,2000 年、2001 年为历史少有的大旱,1998 年夏季洪水水位达历史最高,但到 1999 年初,水位低到客轮无法进入九江以上。近年来长江中游水旱灾害频发,几乎非涝即旱。

1.3 长江水资源丰富,但人均拥有量并不多

长江水资源虽较丰富,但人均拥有量并不多,目前全流域人均水资源拥有量已由 1980 年的 $2760 \text{ m}^3/\text{人}$,减小为 $2273 \text{ m}^3/\text{人}$,只相当于全国的人均水平,不足世界人均占有量的 1/4。预计至 2050 年人均占有量有可能减小至 $1820 \text{ m}^3/\text{人}$ ^[6]。

1.4 用水量不断增加,水环境压力加剧

随着流域人口的增长、生活水平的提高、工农业的发展和城市化,用水量将不断增加。据预测估计^[11],到 2010 年长江流域总需水量约 $3029 \times 10^8 \text{ m}^3$,其中,农田灌溉需水量就为 $1700 \times 10^8 \text{ m}^3$ (枯水偏旱年 $P=75\%$),工业总需水量 $850 \times 10^8 \text{ m}^3$,城镇生活总需水量 $182 \times 10^8 \text{ m}^3$ (年递增率 5.3%),农村生活需水 $297 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。2030 年长江流域总需水量将达到 $3926 \times 10^8 \text{ m}^3$,农田灌溉需水量就为 $1700 \times 10^8 \text{ m}^3$ (与 2010 年持平);工业总需水量若按年递增率 2.6% 考虑,也将达 $1420 \times 10^8 \text{ m}^3$;随着城镇化率的提高,按年递增率 1.67% 计算,到 2030 年近一半的人口居住在城镇,城镇人口将达 2.4×10^8 人,城镇生活需水量将达到 $306 \times 10^8 \text{ m}^3$,农村生活需水 2030 年按农业人口 2.46×10^8 人估算,生活需水约 $400 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。即使 2030 年年均用水量 $808 \text{ m}^3/\text{人}$,仍远远低于世界各国同期人均用水水平。届时的生产生活用水量将达到多年平均地表流量的 $30\% \sim 40\%$ 。如不采取洪水资源化,不要说向外流域输水了,满足本流域用水都会紧张。

20 世纪 80 年代以来,长江潮区界大通站以下枯季入流量的显著下降^[12],地表水短缺和地下水的超量开采,已经给长江三角洲地区带来了严重的咸水入侵和地面沉降等环境问题。在这种情况下实施南水北调,无疑会加重长江三角洲的环境问题;自 1992 年以来,枯水期(主要是 2~4 月份)汉江中下游频频发生“水华”,长江下游水体的污染也有加重趋势。调水之后,随着流量减少,环境容量降低,污染将会增大。通过洪水资源化补充枯水期长江中下游

流量已十分必要。

2 长江洪水资源化是解决中国最大的资源环境问题的重要途径

2.1 我国水资源不足,华北缺水尤为严重

我国淡水资源总量约为 $2.8 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 约占全球淡水资源总量的 6.7%, 居世界第六位, 而实际可利用量只有 $1.1 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 仅占淡水资源总量的 39%, 根据 1997 年人口统计, 全国人均水资源量为 2220 m^3 。按联合国可持续发展委员会等 7 个有关组织 1997 年对全世界 153 个国家和地区所做的统计, 我国人均水资源量排在第 121 位^[7]。1993 年国际人口行动提出的“持续水—人口和可更新水的供给前景”报告认为: 人均水资源量少于 1700 m^3 的国家为用水紧张国家; 人均水资源量少于 1000 m^3 的为缺水国家; 人均水资源量少于 500 m^3 的为严重缺水国家。到 21 世纪中叶, 我国人均水资源量将接近 1700 m^3 。

华北是我国政治和经济地位最重要、人口最密集的地区之一, 进入 20 世纪 80 年代以来华北平原水资源频频告急。1991—1997 年黄河连年断流, 累计断流 717 d; 1995 年断流河长 683 km; 占整个下游河道长度的 87%; 1997 年断流 13 次, 共 226 d。近年, 华北最大的城市北京和天津的城市供水都面临着前所未有的严峻形势, 北京是在靠水库的多年“积蓄”维持供水, 而天津不得不动用潘家口水库的死库容勉强维持。山西、河北一半以上的较大河流已经断流。大量超采地下水使华北地下水水位大幅度下降, 北京市一年地下水位下降达 2 m。河北境内出现 20 多个漏斗区, 与天津、北京连成一片, 形成了约 $5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 影响面积的世界最大的“地下水漏斗区”。如何解决华北日益紧张的水资源问题, 成了近年来政府及社会各界关注的热点问题, 先后提出了一系列的对策和方案, 如节水农业、淡化海水、恢复稀树草原景观、南水北调等。在一番论证、比较之后, 最终选择了南水北调。但这并不是说南水北调就不存在问题。对于长江来说, 在夏半年, 调水不存在问题; 但在冬半年北方最缺水的时候, 又恰是长江的枯季, 调水就会影响到长江中下游特别是河口地区的水资源和水环境安全。因此, 南水北调最理想的是调长江的洪水。

2.2 长江水资源丰富, 但利用率低

(1) 水资源量大, 年季差异大, 洪水比例大。受季风气候影响, 我国降水量年内分配极不均匀, 大部分地区年内汛期连续 4 个月的降水量占全年水量的 60%~80%。在我国水资源中有 2/3 左右是洪水径流量^[11]。降水量和径流量的年际剧烈变化和年内高度集中, 是造成我国水旱灾害频繁、水资源供需矛盾突出的主要原因。长江是我国水资源最丰富的流域, 全流域地表水资源量为 $9513 \times 10^8 \text{ m}^3$, 约占全国河川径流总量的 37%。但长江地表径流量存在着巨大的季节性差异, 有明显的汛期与枯期之分。长江干流集中在汛期(5~10月)的径流可占年径流量的 70%~80%, 在枯期(11~4月)仅占 20%~30%。约 60% 的径流由洪水组成。据长江大通站实测, 1998, 1954 年 6~8 月总洪水量分别为 $5258 \times 10^8 \text{ m}^3$ 和 $5790 \times 10^8 \text{ m}^3$, 最大 30 d 洪量分别为 $2027 \times 10^8 \text{ m}^3$ 和 $2194 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。 (2) 水资源控制能力不足, 利用率低。全国已建水库总库容为 $0.45 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 只能控制年总径流量的 22%, 约是美国径流控制能力的 30%。长江流域自建国以来, 截至 20 世纪 80 年代, 为除害兴利已建大中小型水库工程(包括塘、堰、坝)近 5×10^4 座, 它们所形成的人工湖遍布在大小支流上, 总库容量约 $1300 \times 10^8 \text{ m}^3$, 约占长江多年平均径流量的 13%, 加上长江流域湖泊水资源总蓄积量约 $1000 \times 10^8 \text{ m}^3$, 也只能控制多年总径流量的 23%。由于水库和湖泊在雨季之前都存有底水, 因此水资源的实际控制能力要低得多(蓄积量的 1/2 左右)。根据长江水资源需求量预测, 对保证率 75% 的年地表水资源量 $8657 \times 10^8 \text{ m}^3$ 而论, 2000、2010、2030 年及 2050 年各水平年地表水资源利用率分别为 30%、36%、42% 和 49.6%, 到 2050 年的长江水资源利用率约 50%。如考虑跨流域外调水量约 $900 \times 10^8 \text{ m}^3$, 也只有 60%^①, 说明长江水资源利用还有一定潜力。

因此, 我国的水资源特点决定了实施长江洪水资源化对可持续发展的重要性。

3 长江洪水资源化的基本构想

3.1 转变传统观念是实现长江洪水资源化的前提

(1) 变“征服自然”为“遵从自然”。面对越来越频

①长江水利委员会. 长江流域的水与可持续发展, 2000. 11—25.

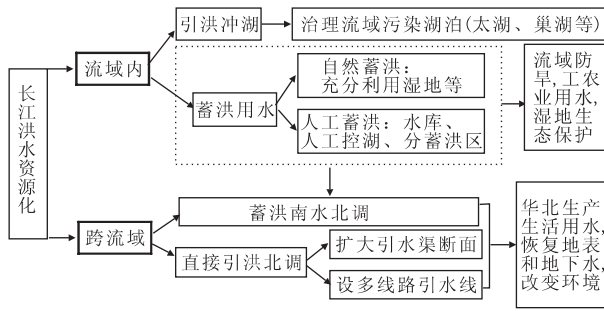


图 1 长江洪水资源化基本思路

Fig. 1 Tentative idea of using Yangtze River floodwater

发的大洪水和越来越严重的经济损失,人们在反思过去对付洪水的方法时正逐渐意识到,必须抛弃与洪水斗争的观念,通过对自然规律的认识,走人与洪水和谐共处,并利用洪水资源的道路。(2)变“视水如虎”为“视水如友”。长期以来,洪水被错误地视为洪灾。洪水是洪灾形成的前提条件,但洪水并不是灾害,它是大量降水在短时间内汇入河槽而形成的特大水流,其本质具有淡水资源的属性,是 21 世纪战略资源的重要组成部分。(3)变“防洪抗旱”为“防洪防旱”。旱灾是制约我国可持续发展最主要的自然灾害之一,20 世纪 80 年代以来,旱灾的经济损失及所带来的生态环境问题,已不亚于甚至超过了洪灾的影响。然而,我国长期存在着重防洪轻防旱的倾向,“防洪抗旱”口号的本身就是体现。应当彻底转变重防洪轻防旱的观念,将“防洪抗旱”改为“防洪防旱”,即变被动“抗”旱为主动“防”旱,将“防洪防旱”统筹考虑,这对长江流域和中国的可持续发展都是十分重要的。(4)变“以土为本”、“以粮为纲”为“给水让地”、“以土地换和平”,变部分“蓄洪垦殖区”为“蓄洪养殖区”。长期“以土为本”、“以粮为纲”是长江流域人—地—水矛盾产生的根源。“给水让地”、“以土地换和平”,是实现“人与洪水协调共处”、“正确处理人—地—水矛盾”的必然选择。在做好退田还湖的同时,应加强对分蓄洪垦殖区的规划、建设和管理,逐渐变部分“蓄洪垦殖区”为“蓄洪养殖区”。

3.2 长江中游洪水资源化基本思路

(1)蓄长江汛期洪水。在达到防洪目的的同时,用于长江中下游地区抗旱、湿地生态环境保护和跨地区调水的水源,弥补枯水期、早年水资源的短缺及长江经济发展对水资源的需求。(2)引长江汛期洪水。在达到防洪目的的同时,①调往北方,恢复华北已干枯的湖泊,在改变其生态环境的同时,补偿其地

下水;②利用汛期洪水冲洗长江中下游某些严重污染的湖泊。

长江洪水资源化的初步设想见图 1。

4 长江洪水资源化若干问题刍议

4.1 蓄洪问题

蓄洪的途径主要有水库(包括坝、堰、坝等)、湖沼湿地、蓄洪区等。目前长江的蓄洪能力大约为 $2300 \times 10^8 \text{ m}^3$,仅为多年总径流量的 23%,主要靠湖泊和各类水库等。然而,随着湖泊泥沙淤积和病险水库的增多,蓄洪能力将会降低。据粗略估计,要保证长江中下游防洪、南水北调和长江流域可持续发展的需要,长江的蓄洪能力应至少达到 $3300 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。要达到这一蓄洪能力,应考虑以下措施:(1)应适当增加水库容量。随着三峡、向家坝、奚落渡水库修建,上游的洪水基本得以控制,今后应加大中游各大水系(洞庭湖四水水系、鄱阳湖水系、汉江等)的水库建设。(2)采取退田还湖、人工控湖等措施增加湖泊湿地的滞蓄洪能力。以鄱阳湖为例,鄱阳湖平均每年的入江水量大约是 $1457 \times 10^8 \text{ m}^3$,相当于黄河年水量的 3 倍,淮河水量的 5 倍^[13],这是一笔相当可观的淡水资源。但在自然条件下,其大部分得不到利用。汛期鄱阳湖所充蓄的 100 多亿 m^3 淡水,在汛期后的一两个月很快就流失了,反而增加了长江下游的防洪负担。如人工对此加以控制,就会发挥巨大效益。(3)充分利用蓄洪区。在长江中下游已安排的分蓄洪区,可提供有效蓄洪量约 $500 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。但目前这些分蓄洪区基本没有发挥蓄洪作用。无论是防洪还是水资源利用,长江中下游的分蓄洪区是绝不可少的,至少应具备 $200 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的蓄洪能力。

4.2 引洪冲湖问题

长江流域的湖泊污染已引起国家的高度重视,国家投巨资进行研究、治理,但并未取得理想的效果(如滇池治理投资已达 40 多亿元,污染依旧严重)。根据国内外大河流域湖泊污染治理的经验^[14],结合长江流域湖泊污染及治理情况,笔者认为最有效的方法就是“引江冲湖”。然而,要实现太湖(湖容 $52 \times 10^8 \text{ m}^3$)、巢湖(湖容 $36 \times 10^8 \text{ m}^3$)、洪湖(湖容 $8 \times 10^8 \text{ m}^3$)、滇池(湖容 $15 \times 10^8 \text{ m}^3$)的冲湖、换水任务,只有引汛期长江洪水。引洪冲湖除改变湖泊污染状态外,还具有分流、错峰,减小长江部分河段的防洪压力的功能。

4.3 跨流域调水问题

南水北调对长江的影响主要是枯水期可能会加重部分河段的污染和河口咸水入侵。因此,只有充分利用水库、湖泊和湿地蓄积长江汛期洪水,供枯水期北调,才可有效地缓解南水北调对长江中下游环境的影响。以南水北调东线为例,南水北调东线方案计划从江都调水 $140 \times 10^8 \text{ m}^3$,如果鄱阳湖实施人工控湖工程,汛期拦截下来的 100 多亿 m^3 洪水,在长江枯水期下泄,就可大大缓解南水北调东线工程冬春季因水源不足而可能引发的环境问题。

长江洪水资源化的另一个值得思考的问题是,能否直接引汛期洪水到北方,如扩大南水北调工程引水渠断面,或采取多条引水线路,把大量汛期洪水直接引往北方,充蓄在华北平原 20 世纪初以来逐渐干涸的湖、淀、泊、泽等洼地中,用以恢复地表湖泊并补偿地下水,从而遏止和改变日趋干旱的气候和生态环境。华北平原,在唐宋以前曾是湖、泊、洼、淀,星罗棋布,如梁山泊、大陆泽—宁晋泊湖沼群和白洋淀至文安洼等湖沼群,直到 20 世纪四五十年代,还有不少湖、泽存在,当时很多地方的地下水水位仅有数米。近 20 年来,随着地表水的减少和地下水水位的下降,华北干旱化日趋严重。以河北为例,最近 20 年与 20 世纪 50 年代相比,全省年均自产地表水减少了 76%;入境水量由 $99.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ 减少到 $28.4 \times 10^8 \text{ m}^3$,减少了 73%;水面面积由 $1.1 \times 10^8 \text{ km}^2$ 减到 600 km^2 ,减少了 90% 以上;河道航运里程由 2 368 km,减少到趋近于零^[15]。要彻底改变华北的水资源问题,除了供给正常的工农业用水外,还应该有更多的外来水用于生态环境的改变(如增加地表水和地下水等),恢复原有的水循环功能。因此,应当考虑长江洪水的利用。

以上问题是十分复杂的,建议加强科学研究和技术论证。

参考文献:

- [1] 李长安,殷鸿福,俞立中. 充分认识和利用洪水的淡水资源属性[J]. 科技导报, 2001, (7): 3—5.
LI C A, YIN H F, YU L Z. Fully understand and use floodwater fresh water resources attribute [J]. Science & Technology Review, 2001, (7): 3—5.
- [2] 李长安,殷鸿福,陈德兴,等. 长江中游的防洪问题和对策[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1999, 24(4): 329—334.
LI C A, YIN H F, CHEN D X, et al. Problems and

strategies for flood control of middle reaches of Yangtze River [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1999, 24(4): 329—334.

- [3] 李长安,桐柏—大别山掀斜隆升对长江中游环境的影响[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1998, 23(6): 562—566.
LI C A. Effect of tilted uplift of Tongbai-Dabie mountains on middle Yangtze River environment [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1998, 23(6): 562—566.
- [4] 周凤琴. 荆江近 5000 年来洪水水位变迁的初步探讨[J]. 历史地理, 1986, (2): 19—23.
ZHOU F Q. Floodwater level flux preliminary discuss on Jingjiang since the latest 5 000 a [J]. History Geography, 1986, (2): 19—23.
- [5] 李长安,郭广猛. 试论地质学在防洪减灾中的作用和意义——兼论长江防洪策略[J]. 地球科学进展, 2001, 16(1): 45—48.
LI C A, GUO G M. Function and significance of geology on preventing flood and reducing disaster—preventing flood strategy in Yangtze River [J]. Advance in Earth Sciences, 2001, 16(1): 45—48.
- [6] 沈泰,陈进. 对长江流域水资源问题的几点认识[J]. 长江科学院院报, 2002, 19(2): 50—53.
SHEN T, CHEN J. Several understandings on water resource problems of Yangtze River valley [J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2002, 19(2): 50—53.
- [7] 钱正英,张光斗. 中国可持续发展水资源战略研究综合报告及专题报告[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2001. 39—77.
QIAN Z Y, ZHANG G D. The water resources strata-tem research of China's sustainable development [M]. Beijing: China Irrigation and Hydroelectricity Press, 2001. 39—77.
- [8] 蒋德隆. 长江中下游气候[M]. 北京:气象出版社, 1989. 413—415.
JIANG D L. Climate of Yangtze River middle and low reaches [M]. Beijing: Meteorological Press, 1989. 413—415.
- [9] 李长安,杜耘,吴宜进,等. 长江中游环境变化与防洪对策[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 2001. 86—106.
LI C A, DU Y, WU Y J, et al. Environment change and strategies for flood control of middle reaches of Yangtze River [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 2001. 86—106.
- [10] 左利芳,仇财兴. 湖南干旱特征及其对经济的影响[J].

- 经济地理, 2000, 20(2): 36—39.
- ZUO L F, QIU C X. Characteristics of drought and influence on economy in Hunan [J]. *Economic Geography*, 2000, 20(2): 36—39.
- [11] 姜兆雄. 长江流域水资源问题及 21 世纪供需展望[J]. *水利水电快报*, 1998, 19(19): 5—7.
- JIANG Z X. Water resource problems and supply and requirement expectation of Yangtze River valley in the 21st century [J]. *Irrigation and Hydroelectricity Bulletin*, 1998, 19(19): 5—7.
- [12] 陈西庆, 陈吉余. 关于研究和控制长江枯季入海流量下降趋势的建议[J]. *科技导报*, 2000, (2): 39—40.
- CHEN X Q, CHEN J Y. Proposal to study and control the decrease tendency in discharge of the Yangtze River entering the sea in the dry season [J]. *Science & Technology Review*, 2000, (2): 39—40.
- [13] 鄱阳湖研究编委会. 鄱阳湖研究[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1998. 15—32.
- Editorial Committee of Studies on Poyang Lake. *Studies on Poyang lake* [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1998. 15—32.
- [14] 郭培章, 宋群. 中外流域综合治理开发案例分析[M]. 北京: 中国计划出版社, 2001. 35—284.
- GUO P Z, SONG Q. Case studies on some of the world's major river basins [M]. Beijing: China Plan Press, 2001. 35—284.
- [15] 张风林. 科学利用雨洪资源——解决北方缺水问题[J]. *中国水利*, 2001, (1): 37—38.
- ZHANG F L. Using rain-flood resource: resolving lack of water in North China [J]. *China Irrigation*, 2001, (1): 37—38.

Possible Floodwater Utilization of the Yangtze River

LI Chang-an

(Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: Flood in the Yangtze River is the most serious natural disaster, and in contrast there is great lack of water in North China. Hence, floodwater utilization is put forward as a way to resolve these problems through transforming disaster water into resource water and environment water. Floodwater utilization can not only lessen spatio-temporal unbalance of water resources and frequency of flood and drought and alleviate stress of the increasing need of water in the Yangtze River, but also can be an important measure to resolve the water resources shortage in North China. The storing of floodwater, the basis of floodwater utilization, should be perfected on the valley reservoir network system and at the same time, manpower control should be important in the lake project as well as storing floodwater district construction. The "exchanging land for peace" and "floodwater utilization" can be realized through "giving water a land", and valley lake pollution can be abated through diverting flood to flush lake. It is pointed out that South to North water transfer should divert floodwater mainly through diverting stored floodwater and channel off floodwater directly.

Key words: the Yangtze River; floodwater utilization; sustainable development.