

文章编号: 0375-5444 (2000) 07-0005-06

试论气候异常对重大工程建设的影响

黄朝迎, 孙 冷

(国家气候中心, 北京 100081)

摘要: 依据大量实例阐明了气候与重大工程建设的关系, 以及气候异常变化对重大工程的影响, 指出了在重大工程建设中因未考虑气候异常变化所带来的严重后果。提出在重大工程规划、设计和建设中应注意的气候灾害问题。

关 键 词: 气候异常; 重大工程; 环境状态

中图分类号: P429 **文献标识码:** A

1 气候与重大工程建设

重大工程是指关系一个国家或地区国计民生的生命线工程。重大工程按部门可分为农业重大工程建设(如国家商品粮基地建设)、工业重大工程建设(如钢铁、化工生产基地建设)、能源重大工程建设(如煤炭、核电站建设)、水利水电重大工程建设(如长江三峡、黄河小浪底工程以及跨流域、跨地区引水工程)、交通运输重大工程建设(如铁路、高速公路建设)等等。这些重大工程建设从勘察、设计、施工到建成后运行管理都离不开气候因素。例如: 商品粮基地建设与当地光、温、水等气候条件密切相关; 交通大动脉建设与其经过地区的温度、降水有密切关系; 水利水电建设更是离不开对气候, 特别是降水的分析。又如核电站建设, 在选址和设计中必须考虑风的条件, 特别是破坏力极大的龙卷风; 输油(气)管道建设与所经地区冻土关系密切; 通讯及输变电路建设与所经地区雨(雾)淤关系密切。

在以往主要从经济效益出发而兴建的重大工程中, 有不少在气候异常情况下暴露出了问题, 这些问题反映在重大工程规划、设计、管理等各方面。如新安江水库在设计时因未考虑到水库下泄水量与潮汐消长的关系, 而在 1978 年大旱期间, 海水大量倒灌, 使杭州市遭到重大损失; 黄河近 20 多年来几乎年年断流, 而且日趋严重, 特别是在严重少雨干旱年份(如 1997 年)断流更加严重; 嘉陵江流域 1997 年大旱致使下游无法航行, 反映了整个流域水资源开发利用缺乏全局思想; 京九铁路、杭温铁路刚通车不久就出现了暴雨洪水引起的路基被冲毁和塌方现象, 反映出在设计时对气候异常考虑不够。还有“75.8”淮河暴雨洪水引起的板桥和石漫滩 2 个大型水库失事, 这些事实都说明气候异常对重大工程建设影响的严重性。

来稿日期: 2000-05-31; **修订日期:** 2000-08-20

基金项目: 国家“九五”重中之重大项目(96-908-03-03-1) [Foundation Item: The National Key Project of the Ninth Five Year Plan, No. 96-908-03-03-1]

作者简介: 黄朝迎(1941-), 男, 江苏徐州人, 正研高工, 室主任。主要从事气候及其变化的影响评价研究, 负责国家“九五”重中之重大项目 96-908-03-03 专题, 发表论文 30 余篇。

2 气候异常与重大工程建设论证

任何一项重大工程建设在正式确定之前,不仅要考虑气候异常对重大工程建设的可能影响,还要从环境保护、减灾防灾角度考虑重大工程建设对气候和环境的影响。

例如调水工程是否必要,首先要诊断输入地区区域的缺水程度,和输出地区水的剩余程度,两者综合起来才能进一步分析调水规模的合理性。当然气候因素不是唯一的,还得看人口数量与经济发展,因为调水工程更是服从人口与经济发展的需要。

调水工程论证中还需研究调出区丰、平、枯水年的多余水量,调入区丰、平、枯水年的缺水水量,综合分析调出区与调入区丰、平、枯年的联合频率。当然还得分析调出区和调入区未来的人口和经济发展对水资源的需求。

此外,调水对环境影响的评估直接涉及到工程的可行性,其影响有正有负,因调水而改变水平衡与水文循环会连带着环境的变化。调水对环境影响的过程,可以归纳为以下模式:调水→改变原来的水文情势→自然环境变化→社会经济变化。以上模式表示了影响由初阶到高阶的顺序。这种影响在气候异常情况下会变得更加明显和深刻。

三峡工程可行性论证与气候异常关系密切。长江洪水属暴雨型洪水,1954年、1969年、1980年、1981年与1991年大洪水,无一不是降水异常偏多引起的。

水力发电量多少主要取决于一定气候背景下的设计水位和流量两个参数,而这两个参数与降水量关系极为密切。但是,降水异常偏多或偏少均不利于水力发电。降水异常偏多引发洪水,超过设计水位和流量,电厂则以防洪抢险为主,机组无法正常发电。比如葛洲坝电厂,1997年到1998年5月由于上游降水异常偏少,长江出现异常少见的枯水。由于来水少,葛洲坝电厂仅1~5月就少发电6亿多度^[1]。其它水电站发电量同样受气候异常影响。

航运同样受气候异常影响。衡量内河航运的水文指标一是水位,二是流量。这两项指标均受降水异常影响。降水异常偏少,江河水位低,不利于航运,甚至中断,而降水异常偏多,则出现超设计航运流量,亦无法通航,如长江三峡区间汛期若流量 $\geq 4.5 \text{ 万 m}^3/\text{s}$ ^[2],则全江封航,以确保航运安全。

由此可见,在三峡工程论证阶段必须考虑气候异常对三峡工程的可能影响,否则,非但影响工程效益,甚至可能带来灾难性的损失。

铁路建设尤其是骨干线路建设,长达数千公里,穿越不同类型的气候区,气候类型不同,对铁路影响也不同。在可行性论证中必须考虑暴雨洪水的影响,并采取相应的防洪措施。

3 气候异常与重大工程设计

重大工程设计除考虑直接经济效益外,还应从可持续发展角度考虑重大工程对生态环境的可能影响,因此,有人提出“绿色设计”的新设计思想。即在工程设计中不能只考虑经济效益,不顾环境效益。在环境因子中变化最大、最活跃的因素是气候。而在以往的设计报告中,很少提到环境问题和气候问题,即便有,也只是轻描淡写地描述一下工程建设地方的气候背景,对气候变化或异常变化缺乏充分考虑,因此工程建成后不能发挥设计效

果,甚至离设计要求很远,有的工程甚至报废。工程设计中存在的问题,在正常气候条件下往往被掩盖起来,只有在气候异常情况下才暴露出来。这种现象大致有以下几方面:

(1) 公共设施防洪能力弱。例如:1996年6月底7月初的暴雨洪水,造成安徽省12个县(市)城区进水,贵州省贵阳市部分城区和14个县城进水,江西景德镇市受淹,交通、通信、供电、供水一度中断,黄山市屯溪新大桥漫水2.66m以上,许多桥涵被毁^①。这些都说明修建公共设施时没有充分考虑异常强降水和防洪问题,导致防洪能力弱,一遇洪水就常常出现断水、断电、断交通、断通信。

(2) 工程设计标准低。如浙江西险大塘是保护杭州市的生命线,其抗洪能力仅20年一遇,每遇洪水险情十分严重。

(3) 工程设计对环境气候动态变化考虑不足。近年来,随着经济发展,一些地方只顾眼前利益而忽视了长远的防洪安全,与河争地、挤占河道,围垦湖泊的现象十分严重,大大降低了河道泄洪能力,以致京九铁路刚通车就提出如何增加过洪能力问题。1997年5月,广东连降大雨后,京九铁路经过的河源、龙川等地多处塌方,使路基多处下陷,严重威胁铁路运输安全。京九线全长2536km,沿线各类地质灾害频繁发生,尤其是在赣西、赣南等地崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害相当严重。而这些灾害与气候异常如降水偏多有极密切的关系。

重大水利工程设计更应把气候异常之影响放在首位,如三门峡水库截流后,很多人认为,有了大库容的三门峡水库,黄河水变清指日可待,黄河防洪工作也可一劳永逸了。可到目前为止,每到汛期,两岸人民依然提心吊胆。同样,三峡工程建成后,长江中下游水患也依然存在。比如解放后,1954年、1969年、1980年与1991年大水都主要是由长江中下游异常降水引起的特大洪涝。1998年6月29日武汉关出现超警戒水位(26.30m)0.59m,是由于受洞庭湖、鄱阳湖地区及宜昌至汉口段集中降水的共同影响,武汉关水位快速上涨,险情叠起。因此,决不能认为建了三峡工程,长江中下游的防洪问题就解决了。而且,有的重大水利工程在实际设计中往往还存在注重防洪设计,而忽视干旱年份的供水问题。如1978年长江中下游发生的异常少雨干旱,杭州市大受海水污染之害,就暴露出新安江水库不仅在建库设计时未想到,而且在20年的调度运行中也没有考虑到水库下泄水量与潮汐消长的关系。

4 气候异常对重大工程施工之影响

工程建设一般是在露天情况下作业,对天气气候条件的要求比较严格。气候异常对重大工程施工的影响有:

(1) 工程质量。工程施工需要各种原材料及各种配料,有的原材料或配料对天气气候条件要求很严格。比如水泥、白灰,这两种物质的储运保管均需在无降水情况下进行,水泥浇注对温度要求很严格,温度过低或过高均影响浇注质量,大雨对水泥浇注也有很大影响,甚至无法施工。

(2) 施工现场作业。晴朗无雨天气利于作业。阴雨则不利于作业,道路泥泞,作业面

^① 国家防总办公室,在国家防汛抗旱总指挥部1996年第二次会议上的汇报提纲,1996年8月20日。

滑;大风有碍高空作业,雷电、浓雾等也影响高空作业。在施工期间,若遇到超设计洪水,则可能中断施工,延误工期。例如长江三峡工程建设,在不同施工阶段都有不同的防洪标准,若此时出现超设计洪水,就可能阻碍施工按计划进行,如在汛期若出现 ≥ 6.5 万 m^3/s 的洪水,三峡工地人员、设备要立即全部撤离,停止施工。

5 气候异常与重大工程建设规划

重大工程建设规划是否合理要经得起实践检验,历史检验,还要经得起非常情况下的检验。例如:长江重要支流嘉陵江及涪江、渠江1997年出现几十年罕见的枯水,船舶减载、船队停航。进入1998年,水位继续下降,由此造成营运收入减少300~400万元以上,直接影响了水运费的征收^[3]。究其原因,一是降水较常年明显偏少,二是从80年代开始,嘉陵江上游及支流涪江、渠江相继建起10多座水电、水利工程,将水源引走或蓄水,使下游航运受到严重影响。

嘉陵江来水少使长江重庆段水位在1998年2月20日回落到近5年来最低点,为确保“黄金水道”的畅通,长江航道局投入近20艘各式挖泥船,采取挖泥疏浚、清障爆破和调标改槽等手段。

更为严重的是葛洲坝水利枢纽工程遇到了自投入运行以来长江来水最少的时期,1998年2月上旬,长江来水平均流量比上年同期减少15%。由于长江来水异常偏枯,1998年1~4月份累计发电量较上年同期减少6亿度,是自1989年机组投产以来发电量最少的月份^[4]。加上华中地区用电市场疲软,电厂进入发电高峰期以来,机组一直不能满负荷运行,再加上电网调峰电量加大,自5月10日起,平均每天弃水损失电量达1180.3万度,生产形势十分严峻。

气候异常暴露出的规划不合理突出表现在黄河连年断流。据1993年资料统计,黄河干支流已建成大、中、小型水库3183座,总库容583亿 m^3 ,引水工程9800处,提水工程2.36万处,机电井37.8万眼,在黄河下游,还修建了向海河、淮河平原沿黄地区供水的引黄涵闸、虹吸、提水站等100多座^[5]。这些工程对提高沿黄地区工农业用水保证率起到了很大作用,但也给不合理开发利用水资源提供了基础设施。

近来气候变暖为东北地区经济发展特别是农业发展提供了很好的机遇,但也面临水源短缺的问题,为此东北地区最近掀起了打井热,大力开发利用地下水资源,不过值得注意的是应及早吸取华北地区开发利用地下水资源的经验教训。

6 重大工程建设与环境生态

环境生态变化是一种长期的缓慢过程,重大工程建设对其影响不是马上能反映出来的,加上人们对自然界内在规律尚缺乏全面深刻的认识,很难在工程论证阶段或设计阶段正确把握,只能通过长期的实践来回答。

已建和在建工程中的有些工程由于事前设计人员对环境生态缺乏足够的重视,因而带来了严重的环境后果。据调查研究,发生水害的铁路绝大部分为1949年以前修建的。解放前修建的铁路设计标准低,路堤低矮,孔径偏小,质量低劣,致使桥梁抗洪能力不足。50

年代修建铁路新线时，对水文计算缺乏经验，有些铁路经常发生灾害。比如包兰铁路西段兰州东的桥涵，由于数量和孔径不足，1956~1958年施工就发生了洪水淹没村庄、人畜伤亡、路基冲毁等灾害；交付运营后，1959~1962年间，因水害中断行车74次，达435小时，损失惨重。今天依然存在这样的问题，1998年6月30日因暴雨冲毁路基，京九铁路行车中断。

大型水利工程建设对气候的影响是明显的，以新安江水库为例，新安江水库建成后，降水量全流域平均减少13%，减少程度有从上游向下游渐减的趋势，上游减少24%，库区中心减少14.3%，下游减少15.3%，且主要发生在雨季。气温年平均上升0.4~0.8℃，冬季1.1~1.5℃，极端最低气温上升3.6~5.4℃，无霜期变长，初霜推迟，终霜提前。

温度和降水是两个重要的环境生态因子，这两个生态因子的变化必然要引起生物生态环境变化。据调查，新安江水库建成后，当地生态环境得到改善，有利于工农业的发展，这是成功的例子。

7 气候异常对重大工程建设影响在加剧

洞庭湖区近40年水情变化表明：同流量级的水位抬高，同水位级流量减少。例如：石龟山站，同流量级水位1996年比1955年抬高1.70~1.95m，同水位级流量1996年比1955年减少1150~4530m³/s，且水位越高，流量减少越明显^[6]。南咀站同流量级水位1996年比1954年抬升1.10~1.33m；同水位级流量1996年比1954年减少4800~8020m³/s，且水位越高，流量减少越明显。其它站亦有同样规律。主要原因是泥沙淤积和湖区围垦等。

实测结果也表明上述水情变化特点。例如：沅江桃园1996年流量(26000m³/s)比1969年(29000m³/s)少3000m³/s，洪峰水位(46.90m)却比1969年(45.40m)高1.5m；资水桃江1996年流量(12300m³/s)比1955年(15300m³/s)少3000m³/s，而洪峰水位(44.64m)却比1969年(43.82m)高0.82m。

河湖水情的这种变化趋势并非局部现象，在我国具有普遍性。如黄河，1996年第一号洪峰在花园口站流量7650m³/s，而水位高达94.73m，超过1958年22300m³/s流量的洪水水位。

此外，气候异常甚至影响到工程设施和施工质量，如长江三峡工程，临时船闸是二期围堰施工中的重要工程之一。如果没有7月4日的46200m³/s的洪水，下闸门可能不会发生变形。由于下闸门发生故障，直到7月6日临时船闸才恢复通航。其实，长江三峡汛期出现这种量级的洪水是经常的，并非异常洪水。这不能不说临时船闸下闸门存在质量问题，这在百年一遇洪水面前又不知表现如何。可见，工程质量的优劣要看能否经得住异常气候的考验。

参考文献 (References)

- [1] Yao Yueting. Gezhouba hydrological power station generating full capacity for the first time this year [N], *China Three Gorges Project News*, 16 June, 1998. (In Chinese) [姚跃庭. 葛电厂机组今年首次满发 [N]. 中国三峡工程报, 1998-6-16.]
- [2] Sailing way change in different stage during the construction of the Three Gorges Project [N]. *China Three Gorges Project News*, May 1, 1998. (In Chinese) [三峡工程施工期不同阶段通航方式有什么变化 [N]. 中国三峡工程报, 1998-5-1.]
- [3] Lack water in lower reaches due to the closure in the upper reaches [N]. *Wenhui Daily*, March 18, 1998, (In Chinese) [上游截

- 水, 下游缺水 [N]. 文汇报, 1998-3-18.]
- [4] Wang Jiuxing. Serious losses of electricity capacities in Gezhouba hydrological power station because of water thrown away [N]. *China Three Gorges Project News*, May 21, 1998. (In Chinese) [王久兴. 葛洲坝电厂弃水损失电量严重 [N]. 中国三峡工程报, 1998-5-21.]
- [5] Hou Chuanhe et. al. Status of water resources use in the Yellow River [J]. *Yellow River*, 1997 (10): 57-60. (In Chinese) [侯传河等. 黄河水资源利用现状 [J]. 人民黄河, 1997 (10): 57-60.]
- [6] Lei Ji et. al. The hydrological regime change in Dongting Lake area during recent 40 years [J]. *Hydrology*, 1998 (3): 13-19. (In Chinese) [雷激等. 试论洞庭湖区近 40 年来的水情变化 [J]. 水文, 1998 (3): 13-19.]

Impacts of Unusual Climate on Key Project Construction

HUANG Chao-ying, SUN Leng

(*National Climate Center, Beijing 100081*)

Abstract: In this paper, the relationship between climate and key project construction and impacts of unusual climate on key project construction are illustrated and serious losses resulted from un contemplated unusual climate in key project construction are emphasized according to a lot of facts.

Key Words: unusual climate; key project; impact