

他山之石: 百年之后话真知——从 3 个工程案例, 看人类改造自然的“愿和果”

Humankind's "Desire and Achievements" in Changing Nature Seen from Three Project Cases

田裕钊
(中国科学院自然资源综合考察委员会 北京 100863)
刘 恕
(中国科学技术协会 北京 100101)

编者按 本期刊出的此篇“他山之石: 百年之后话真知”, 是两位资深科学工作者的悉心汇智之作。文章反映了他们对人类与大自然关系问题上的 一种长期关注和长期思考。“战天斗地”、“人定胜天”是人们多年来引为自豪的两句口 号。但历史的经验表明, 人类有时会情不自禁地过分欣赏、过分自信于自己已取得的技术能力, 却往往自觉不自觉地轻视、忽视了大自然时空造化的力量和规律。而历史的教训则一再告诫我们, 人们不可将“天”视为“敌”而总欲去“战而胜之”。人类似更应视“天”为“友”, 首先要善待它、尊重它, 要与它顺应磨合、与它和谐相处, 方是“特友之道”。近半个世纪来, 人们“吃透”了、顺应了、利用了“天体间的引力”, 人类终于打开了通向宇宙的大门。但历史的经验表明, “地上地下的诸力”, 其存在方式、作用形式, 可能更复杂、更隐蔽。这恰好说明, 在对地球动“大手术”、搞大工程时, 更应“惟其难, 故更要待其慎”了。这大概就是本文作者想传达给我们的信息吧!

本文论及的 3 个工程案例均取材于前苏联。这 3 个改造自然的工程从策划到实施, 前后经历过几代人, 甚至上百年的历程, 有成千上万名科学家和工程技术人员直接参与, 但其结果, 从今天看来, 却都匪夷所思, 大出人们预料。笔者回顾此段历史, 无意于以历史旧帐, 来数落前人认识上的失慎; 恰恰相反, 却是想用历史和事实来说明, 人类, 包括科学家, 要经受多么大的曲折, 才能获得对大自然的真知。

一、工程案例 1: 卡腊博加兹哥耳湾与里海分割是一次事与愿违的地理外科手术

- 1. 工程策划的因由。里海面积 39.5 万 km², 是世界上最大的湖泊和最大的鲟鱼产区。但 1929 年起水位一直下降, 40 年代, 水位下降了 3m, 水面缩小了 5.3 万 km², 一些海湾消失, 出现了一些新岛屿。伏尔加河和乌拉尔河的入海口处湖岸线后退了 20~30km, 水的含盐量也提高了 1 倍, 捕鱼量减少, 装卸码头需要重新改建。
- 2. 一个重大的工程措施——封闭里海的巨大天然“蒸发器”; 以减少水份消耗, 减缓里海水面下降。里海的卡腊博加兹哥耳湾, 面积 1.8 万 km², 环

抱在干旱的沙漠中, 客观上是一个巨大的蒸发器。强烈的蒸发致使海湾与里海的水面出现 4m 的落差, 里海水以每秒 200~300m³ 的水量流入卡腊博加兹哥耳湾。换言之, 每年要从里海流走 6~9km³ 的水。科学家们建议施行地理外科手术, 把海湾和里海封隔开。1977 年苏联部长会议正式决议, 修建一个堤坝, 将卡腊博加兹哥耳湾与里海分割开。1980 年施工时, 吸泥船只用了几个星期就把连接里海和卡腊博加兹哥耳湾的水道成功堵死。当年 3 月, 分割海湾的筑堤工程即告完成。堤体高出水面 3m。

- 3. 工程后果——分割后海湾环境发生了出乎所料的巨变。当分割工程开始施工时, 就曾有学者预言, 5 年之后, 卡腊博加兹哥耳湾将变为一块陆地。而实际后果比此预言来得更快。1980 年分割前海湾的水面积为 5 031km², 平均水深 1.22m; 分割后至 1982 年时, 水面积就减为 1 744km², 水深降至 0.47m; 到 1983 年底, 平均水深仅剩 0.16m, 面积仅为 372km²。卡腊博加兹哥耳湾迅速干涸引发了一系列未曾企及的严重后果:
 - (1) 丧失了一个巨大的天然化工厂。原先由于海湾的蒸发作用, 湾内积存了 480 亿吨的盐类(钠、锰、钾、硼、碘), 其中 1/3 呈溶液态、2/3 为结晶体。

1929年起采用提取盐溶液的工艺开采芒硝。1955~1985年间共提取盐溶液2.6亿 m^3 。硫酸钠采量一度占全苏总产量的40%。海湾干涸后,由于种种未料及的新情况新难题,迫使生产停顿了。

(2)里海失去了一个“淡化器”。往昔进入海湾的里海水每年携带走里海水中的盐份1.3亿吨。这个数字比伏尔加河和乌拉尔河每年输入里海的盐量还大,因而,卡腊博加兹哥耳湾的封闭,使里海失去了一个消盐的“淡化器”。

(3)增加了一个盐风暴污染源。盐风暴又称白风暴,是尘暴的一种。形成盐风暴的主导自然要素是地表大面积存在含盐的地表母质和强风天气;通过地表风蚀形成盐暴。

(4)得不偿失,事与愿违。海湾与里海分割后,共“节约”了35 km^3 的里海水,这个水量可以使里海的水面提高10cm。但是,水文学家系统地对里海进行观察后发现,从1978年起,里海出现了新的情况,水位不再下降反而在上升。1978年里海水面上升7cm,1979年32cm。1983年初,里海的水位较之1977年共升高了90cm。里海不再是水位下降为患,而是水位上升成灾。升高的里海水淹没了许多岸边的工业设施。1978年到1996年上半年,里海水面上升了近2.5m,淹没了200万公顷农田,岸边线向陆地推进了20~40km,个别地段达70km。阿特劳一地就有7个居民点127口油井和510km的交通干线被淹没。有专家估计,水面上升将持续到2005年,届时水位将再升高1m;也有人说要到2020年才会停止上升。哈萨克斯坦国家紧急委员会呼吁要立即采取措施。政府供水工程委员会官员认为,“唯一的办法是筑起1100km以上的堤坝”,为此要支出35亿美元。

4. 只能再走回头路。1984年9月,即1984年卡腊博加兹哥耳湾完全干涸后,在科研机关、学者、采盐工人强烈要求的压力下,在人工分割海湾的堤坝上,建成了一个向海湾引水的人工装置,由11条直径为1.5m的引水管道组成。但此项工程实施后里海水位每年仍上升约15cm,巴库的滨海大道和油田被淹,于是1992年被迫只好走回头路,重新将分割卡腊博加兹哥耳湾的人工堤坝打开,恢复了分割工程前的本来自然面貌。土库曼火花报发表专文,称这是“卡腊博加兹哥耳湾的第二次降生”。

二、工程案例 2: 中亚地区扩大水浇地工程导致的“咸海生态灾难”。此案例展示了一盏警世红灯: 巨大的成就获得之时, 巨大的副作用也不期而至

1. 工程的动因和预期目标。沙俄时期棉花一半依赖进口。在中亚地区扩大水浇地植棉, 是俄国几

代人的一个梦想。棉花生产要求高积温, 这种自然地理条件只存在于中亚、东哈萨克斯坦、外高加索和俄罗斯及乌克兰的南部边缘地区。19世纪80年代俄罗斯的实业界人士开始在土库曼置地发展棉花生产; 沙皇亚历山大三世也在那里亲自划定了2.5万俄亩的棉田。1906年秋工程师萨佑诺夫提出利用阿姆河水开发卡拉库姆东南部的设想。苏联成立后加里宁于1925年2月正式提出修建卡拉库姆运河动议。一系列的科学考察和学术活动也相继展开。1954年正式开工前以费斯曼、费多罗维奇等为首的大批苏联学者和工程师进行了大量的工作, 包括极其艰苦的沙漠考察工作。工程目标是将流入咸海的阿姆河和锡尔河的天然水流改道, 变为水利体系, 以扩大水浇地植棉。这一工程方案的预期不仅是学者和工程师们的科学构想, 在那个年代, 几乎也是社会公众和专业人员“万众一心的期盼”。

2. 巨大的成就。50年代开始的, 扩大水浇地的中亚农田水利工程, 终于使植棉业成为当地的主产业。水利灌溉使这个地区的农产品提高了4倍。在730万公顷的水浇地上, 农业生产一度呈现过跃进局面, 棉花丰收, 水稻也高产。1980年苏联的棉花年产量达996万吨, 占世界首位(为世界当时总产的20%), 而咸海流域的棉花即占了全苏的95%。当时, 全苏40%的稻米, 25%的蔬菜和瓜类, 32%的葡萄和水果也产于这里。十月革命前, 中亚仅有700万人, 80年代发展到3600万, 人口增加了5倍。这也成为苏联在70年代、80年代报刊上一再宣扬的巨大成就。当时的主导舆论是, 如果没有这项咸海流域的引水工程, 这些辉煌成绩就不会有。

3. 企料不及的灾难性生态后果。咸海是个内陆湖泊, 1930年到1960年期间, 阿姆河和锡尔河每年流入咸海的水量平均50 km^3 , 水面高度基本稳定。70年代, 注入咸海的水量平均减为32.2 km^3 , 1980年又减至仅10 km^3 。1987年咸海流域的水浇地已发展到730万公顷, 基本上把河水用完了, 以致再无河水进入咸海, 咸海的水面剧降了13m, 面积也从6.4万 km^2 减到了2.9万 km^2 , 海岸线后退150km, 总水量减少了60%, 含盐量达30g/L, 提高了2倍, 裸露的湖底成了尘埃和盐粒的源生地, 盐、沙尘常被强风吹扬到百里之外。每年升入大气层的粉尘达1500~1700万吨, 咸海周围的土地, 每公顷年均沉降520公斤的沙尘和盐份。加之当地水浇地植棉时, 使用了大量的化肥和杀虫剂, 致使土壤每年洗盐排出的洗盐水中含有大量的化肥、除莠剂、脱叶剂和杀虫剂。而这些化工制剂又是保证单一棉花连作制高产稳产必不可少的。咸海流域的居民世代饮用的都是水渠水和水井水。这些饱含毒素的水造成的大面积污染, 给下游, 也给当地人的生存造成了严重的后果。当地人曾对笔者直言说, 我们的

高产就是由这些杀人的化学制剂的刺刀支撑着的。据地处下游的努库斯妇幼院院长告之,当地居民贫血病不断增多,怀孕妇女没有一位不患贫血病的。伤寒、肝炎、痢疾、食道癌、发育不全和婴儿夭折的比例都很高。另据联合国 1996 年的一份报告中披露,属咸海流域的克考勒—奥尔达城儿童的得病率 1990 年每千人为 1 485 人次,到 1994 年增加到 3 134 人次。当地人已在劝告母亲不要用自己的乳汁喂养婴儿,因为乳汁对有害物质有富集效应。美国纽约明立大学的调查报告指出,如果婴儿被含毒母乳喂养 1 年,他吸收的毒素总量将是 1 个成人在 70 年中吸收总量的 100 倍!难怪不久前在哈萨克斯坦举办的一次声讨咸海生态灾难的大型集会上,包括文化名流、家庭妇女和学生儿童在内的社会各界人士,用各种形式和语言,激烈地抨击生态灾难的制造者。由法国人莫格兰和德斯唐执导的科教片《戡海,杀人之海》,用纪实镜头反映了中亚咸海地区环境恶化给居民造成的一系列苦难。联合国环境规划署在一份报告中认为:“除了切尔诺贝利外,地球上恐怕再也找不出像咸海流域这样生态灾害覆盖面如此之广,涉及的人数如此之多的地区。”美国《选萃》杂志称,“咸海危机”是“大自然对人类的报复”。

地处干旱沙漠的中亚,其早期的经济活动,不论是游牧生存还是定居发展,都和水源密切相关。当地人有句名言:“立命在水不在土”。历史上部族间的争斗流血,时常就是为了水。历代的统治者都把水的管理放在重要的位置,形成了“惜水如命”的传统,也积累了节约用水的丰富经验。安息国首府尼萨等一些古城和农业区,大都是是一些小河畔发展起来的,因为这里不像大河有汛期泛滥,也无需修大的干渠;座落在洪积扇前缘的水浇地,都有一定坡度,构成天然排水条件,不会形成次生盐渍化的危险。有的古国也地处大河流域,例如花拉子模绿洲即在阿姆河下游三角洲上,这里地势平坦,水势平稳,公元前 7 世纪进入奴隶社会,公元 5~6 世纪又成为中亚最大的封建氏族农业中心。花拉子模绿洲上下几千年的农业文明史都和农田水利有关。本世纪的 50 年代,这一地区的农业仍是一派兴旺景象。被称做“疯癫之水”的阿姆河,用饱含泥沙的河水肥沃了这里的农田,各种各样的传统作物,使当地人过着富足的生活。1959 年笔者在这里曾生活过半年,印象深刻。但 30 年后重访时,景况全非。为了防治地下、地上的害虫、病毒争取高产,强大的工业制造了千百种农药,包括泊来品,大量地、持续地喷施在水浇地上。为了实现机械化采收棉花,也为了避开早雪减产,飞机过量地喷撒脱叶剂。而且,当地历史悠久的节水传统也被丢弃了。因为搞节水既无“名气”,也无资金;而搞“世纪工程”可由莫斯科拨款,且可名垂青史,可被人“大书特书”。历史一再

表明,长期来,“技术官僚”决策的共同倾向是重视开源,忽视节流;往往只在引水上花费资金,在用水上却粗放管理。愿“中亚咸海生态灾难”终将成为人们“慎待自然,善待自然”的前车之鉴。

三、工程案例 3: 圣彼得堡的防洪涝工程,选择于得失之间

1. 决策背景——圣彼得堡素有洪涝之大患。本世纪 50 年代由普希金的长诗改编的《青铜骑士》芭蕾舞剧上演时,曾轰动一时。舞台上震撼人心的大水灾场面,是长诗中描述的 1824 年 11 月的洪灾。那次水灾中,涅瓦河水位升高达 3.75m,大部分市区被淹,569 人丧生。别尔赫 1826 年写的《圣彼得堡水灾纪实录》,也描绘了 1824 年 11 月 7 日的特大水患。洪浪伴随着强风,95 艘船被抛上陆岸,19 座桥梁、5 千幢房屋被毁,大树带根拔起,电线断路,火灾频发,全城被宣布为战时状态。后来,1955、1973、1975、1986 年也都出现过大大洪涝灾难。

2. 决策思路和过程。彼得堡做为俄罗斯帝国的首都,奠基在涅瓦河三角洲上,彼得大帝曾亲自为建城进行过考察。传说他曾在一天清早起床时找不到被泛水冲走的靴子,从中实地领略了水文状况。1706 年彼得大帝下令沿河地段一律填高 3m,河边取土坑遂形成了许多带状低洼地,随后又整修成为密集的人工渠道。泛水时,众多的沟渠可以集水,缓解危害。这是彼得堡对付洪泛的最早的措施。

长期以来,彼得堡人一直认为,水灾是源于涅瓦河水排泄不畅形成的,即每当西风强劲时,芬兰湾的水被风力所阻,把涅瓦河的排水“顶住”了,故使河道中积累的水溢出两岸形成水患。1825 年,彼得堡科学院名誉院士巴津提出设计,在芬兰湾中建一个石质堤坝来消减水灾。他的方案涉及到坝体上需开一个闸门以方便船舶过往,但终因众多专家不赞成而作罢。时至本世纪的 70 年代,正值苏联一系列的“世纪工程”,如长达 1 400km 的卡拉库姆运河、“北水南调”等等正处在设计或施工的热潮中。列宁格勒的工程师们又重提巴津的构想。很快,政府做出了《关于修建工程设施保护列宁格勒城不受水淹》的决议。总体设计师阿加拉科夫生前反对记者使用“堤坝”这个字眼;他形容工程的结构像是一把齿朝下的大梳子。长 25.4km,留有 200m 和 100m 宽的两个通道口,可方便海船和河船通行。为了不妨碍水的自然环流,工程师们还建议在没有风浪时,敞开预留的 12 个通道口。一旦出现强风暴预报,通道口用钢闸封闭,梳子就变成一体化的大坝。坝高 8m,设计要求可承受任何天灾的袭击。

3. 决策中的争论和实践后的后果。工程方案公布后,生态学家们就纷纷预言:被围起来的那一部

分海湾将变成一个大阴沟,形同昆虫的“泄殖腔”;涅瓦河排入海湾的水将不再是净水,会造成比水灾更为可怕的灾难。一批文化人也以浪漫的口吻反对这项工程:“列宁格勒失去了洪泛,就如同她不再有白昼!”“威尼斯水城不是照样活生生的吗!”报刊杂志、电视屏幕上都在“攻击”这个工程方案。尽管这样,当时的苏共列宁格勒州委大权在握,坚决支持市政府的决议,并很快开始施工。用钢铁和石块构筑的坝体在芬兰湾中不断延伸,孤岛科特林变成了半岛。但随后不久,围圈起的海湾中蓝绿藻大量繁殖,岸边旅游海滩上空也开始飘荡着窒息性的气味,生态灾难明显露头了。时至80年代末,苏联解体,对彼得堡恢复原名。新市长索布恰克随即坚决支持反对建坝的人们。这个芬兰湾中尚未完工的大坝遂告中止。

4. 生态惩罚后的新探索、新争论和新困境。承受初步的生态惩罚后,科学家们对圣彼得堡水患成因提出了新见解:认为涅瓦河泛滥是一系列水文气象过程和特定自然地理条件下的综合性耦合。指出大西洋北部有一个被称做冰岛低压的区域。它与墨西哥湾暖流的洋流温水来临有关。大洋中这个区域上空的大气被洋流加热,寒冷时节就形成气旋。气旋中心的大气压比周边低,吸住大量的海水;当气旋转向波罗的海时,气旋减弱,把吸住的水放掉,形成1m多高的波浪,在总水量不大的涅瓦河三角洲,浪高可发展到2.5m。碰到强风,浪高可达至3~4m,甚至5m。因此有一批学者始终都认为:未来的水患不会由于“护卫工程”而消失。

现实的新难题是,芬兰湾中未完工的坝体在浪涛冲刷下影响了进入彼得堡港舰船的通道。市长索布恰克曾打算向国际公告征求消除这个坝体的方案并妥善处理由此引起的一系列复杂事态。但索氏未竟其志而半途去职了。主张建坝的人们随后又得到俄罗斯当任领导的支持,中央政府决议续建,指令2004年完工,并明令1996年拨款6400亿卢布;但官复原位的工程总指挥实际仅得到750亿卢布。面对停工已达八年半的坝体,再加上资金的尴尬局面,这位工程负责人满腹怨言,担心“政治投机家”最终都逃之夭夭,“责任全都落在我们这些专家的身上”。

从“巴津设想”的提出到今天的现实,170多年来把科学构想变为实践的历程表明,以造福人类为理想目标的科学设想,特别是干预自然,对大自然要素格局搞重建改造的工程,不总是能一蹴而就、如愿以偿的。时至今日,圣彼得堡的这项“半截子”工程还仍然游离于得失利害的判识与选择之间,双方许多参与争论的人都已过世,但仍难见旷日持久的论战的终结。在未来的岁月中可能仍会不时出现戏剧性的高潮。

从上列三例大概可以看出,大凡一个重大工程方案的出台,总会出现一些反对者,有时甚至出现一个无形的反对人群,并不时搬出一堆数据,或罗列一些事实依据,用审查、批判的眼光,以各种方式公开非公开地予以非议。其实,这种情况,这种局面本来是很自然、很正常,也是很健康的现象,大概古今中外皆然。说明人们已经学会从不同的专业、不同的视角,站在不同的层次上关注审视这类关系人人、关系子孙后代的工程。因为科学史表明,一切正确认知产生的过程,就是一个充满不同意见争论的过程。没有不同意见的争论,才是不正常的,而且是有危害的。因为,争论局面的形成往往可以使科学家、工程策划者和设计人员面对各种非议,乃至否定性的指责,但因此才会从中构建出一种警惕意识、危机意识,从而会更细心斟酌、细心策划、精心施工,以避免疏漏。反对的意见多半都含有合理的部分,有助于杜绝考虑不周,有助于修正不合理、不可靠的设计要素。还可以根据反对者的意见,制定对比方案或预设替代、补救方案。当出现问题时,不至于陡然面对“出乎意料”的危险,而束手无策。很显然,那种“一言堂”的学风或仅靠单一学科“独断独行”都是不健康的,甚至有害的。

由于科学技术的发展,技术手段和试验设备的进步,20世纪的人类从宏观上,可以离开地球从宇宙间跟踪观测地球表层的风云变幻,微观上可以在纳米级上研究物质的结构。基因转移和克隆技术的掌握,似乎使人成了真正意义上的“造物主”,新的物种的“造物主”。但实际上,不管人类对自然界的了解多么深刻,人类随着对大自然奥妙的每一次认识上的深入,随着每次干预大自然的范围的扩大,都同时铸就了一种新的盲目和无知,这是一种不因主观愿望而存在的伴生物。人们可以生产出成千上万种的化学制剂来杀灭“害虫”;使百万公顷的连片棉田既无杂草生长也没有病虫害,但相伴相随而来的则是大面积大范围的天上无飞鸟、水中无游鱼的新景观”。假定人们在农作地上真有一天把全部的作物都改造成昆虫不敢吃食、微生物也不能化解的尤物,那么,这种人类唯我独存的景像难道就是我们理想的追求吗?显然,我们应从近百年来科技手段进步的种种实践中吸取过份自信、过分自以为是教训,时时要审时度势、集思广益,要保持清醒的头脑,不要在抗争自然界中走进不可自拔的盲区。

大自然是个庞大的系统。这个运动着和发展着的巨系统,在地球表层,不断接受着太阳辐射的能量,并通过种种非生命物质元素的组合以及有生命

(下转第43页)

大洪水后的反思——关于长江中游防洪体系建设的初步设想

Consideration to Establish the Flood Control System in the Middle Reaches of the Changjiang River

蔡述明

(中国科学院测量与地球物理研究所, 研究员

武汉 430077)

一、水灾是中国第一大灾, 长江中游历来就是重灾区

人类与洪水斗争贯穿着人类的历史过程。尽管人类社会已进入信息时代, 科学技术有了很大的发展, 防洪体系的建设日趋完善, 但水害为自然灾害之首至今未变。2500 年前的先秦时代, 《管子·度地篇》就说得一清二楚: “五害之属水为大”。目前全球各种自然灾害所造成的损失, 洪涝占 40%, 热带气旋占 20%, 干旱占 15%, 地震占 15%, 其余占 10%, 可见水灾损失之严重性。

中国是一个水灾频发的国家。中国水量在空间和时间上分布严重不均, 占国土面积 53% 的东南部, 其水资源占全国 93%, 且降水多集中于夏季, 因而大洪水频发, 洪涝灾害年年有。由于长江沿纬线方向东流入海, 夏季, 当我国东部季风区进入梅雨季节后雨带常呈东西向, 且来回摆动于大江南北, 一旦雨带滞留于长江上空或伴有强降水系统存在, 便可形成流域性的大洪水。所以长江中下游地区历

来就是中国水灾的重灾区。长江又是中国第一大河, 宜昌以上上游地区流域面积约 100 万平方公里, 宜昌以下中下游地区面积约 80 万平方公里, 其中中游平原湖区 12.5 万平方公里, 是长江洪涝灾害最严重的地区, 素有“万里长江险在荆江”之说。历史资料统计表明, 长江中游洪涝灾害越来越频繁。自汉代至清末 2096 年间曾发生大小水灾 214 次。唐代平均 18 年 1 次, 宋、元两代 6 年 1 次, 明、清 4 年 1 次; 本世纪 30 至 40 年代平均两年半 1 次。1931 年和 1954 年的洪水都是历史罕见的流域性大洪水。进入 80 年代以来, 洪涝灾害明显增多, 如 1980、1982、1983、1989、1993、1995、1996 均为大的洪涝年。1996 年武汉关超警戒水位长达 36 天, 洪峰水位高达 28.66 米, 沿江不少堤防险象环生。近代洪水的特点是常常出现小水量、高水位、大灾情, 反映了江湖环境状况日趋恶化。

今年(1998)的长江洪水, 是 1954 年以来最大的一次全流域性洪水。主汛期 7 至 8 月长江中下游主要水文站洪量均超过 1954 年, 其中宜昌站 2 631 亿立方米, 比 1954 年多 136 亿立方米; 汉口站 3 446

(上接第 39 页)

物质进行着不停的能量交换和转化。人类是这个巨系统中的重要的组成之一。但人类参与交换活动的范畴不管多么广泛, 对巨系统的影响不管多么深刻, 仍始终只是一个局部, 并且不能违犯固有的规则, 不能超越合理的限度; 否则, 巨系统的强大的反馈力和自我愈合的功能, 将会把“报复”这个苦涩的果子, 最后让人类自己来吞食的。科学家也好, 政府决策人也罢, 在处理人和自然关系时, 做了一点“蠢事”“傻事”没有什么了不起, 值不得大惊小怪。但正直聪慧的科学家和决策者应该是直面现实, 在意想不到的新问题出现时, 多看、多听、多思, 把失算的教训看成是求知的财富。任何诚实的人也逃脱不了“智者千虑必有一失”的规律, 所追求的无非是“得

手多于失算”; 以及在失算后获得新知。

“吃一堑, 长一智”、“事后诸葛亮”本来就是人们认识自然的一种方式, 特别是做过一些违背自然规律的事情以后; 反思并不是忏悔而是一种觉悟, 因为大自然受制于多种因素, 有许多奥妙, 人们至今尚未真正认识。任何一种人对自然干预的措施, 特别是大的工程, 自然反馈的呈现往往要有一段时间, 有的要十几年、几十年, 甚至不是一代人的时间能看到结果的。上一代植下的“树”往往要到下一代人才能尝出其“果”是“酸”是“甜”。因此, 善于总结自己的、前人的或别国的经验教训, 当“事后诸葛亮”, 势应成为我们每一个工程策划、设计者和决策者的一堂必修课。
(责任编辑 蔡德诚)