

援外工程应充分重视“建设后效应”——以我国援非水利工程拉格都水电站为例

张瑾*, 伍岳峰

上海师范大学 非洲研究中心, 上海 200234

摘要: 中国开展援外水利工程合作已有较长历史, 并在设计、施工和维护等方面逐渐跻身世界领先地位。1984年竣工的拉格都水电站位于流经喀麦隆和尼日利亚的贝努埃河上游喀麦隆一侧, 集防洪、发电和灌溉等功能于一体, 是中国与喀麦隆建交的标志工程, 也是当时中国最大的援外水利水电项目之一。由于拉格都水电站在防洪和发电等方面起到了积极作用, 一度成为中国在非洲水利合作的样板工程。然而, 近年来由于极端气候频发和水电站自身运营等问题, 该工程下游地区频遭洪水, 水电站招致一些诟病。本文回溯拉格都水电站的设计、建设和运营, 检视了近年来下游洪灾情况, 发现中非水利合作或援外工程本身涉及到国际合作和区域解决方案, 需要充分考虑“建设后效应”, 从长时段、可持续发展的角度, 设计更长远的工程和社会发展方案。

关键词: 中非水利合作; 拉格都水电站; 建设后效应; 抗洪能力

中图分类号: TV1

文献标识码: A

文章编号: 1674-4969(XXXX)XX-0001-09

引言

水资源是经济社会发展的基础性、先导性、控制性要素, 水资源的承载能力在经济社会发展中起决定性作用。如今, 以水能资源开发问题为代表的水资源利用问题已成为人类面临的非传统安全问题之一。非

洲是水能资源较为丰富的地区, 该地区理论水能蕴藏量为11.55亿kW, 占世界已探明总量的21%, 但在非洲的电力来源中, 作为可再生能源的水能发电仅占17%。目前, 非洲仍有6亿人缺乏电力供应^[1], 可见今后一段时间内开发水能发电潜力可成为非洲提高发电总量的重要增长点, 水电站建设将仍是中非水利工

收稿日期: 2023-10-02; **修回日期:** 2024-04-01

作者简介: *张瑾 (1981—), 女, 博士, 副教授, 研究方向为非洲经济环境史、非洲水资源问题、中非关系。E-mail: zhangjin@shnu.edu.cn (通讯作者)

伍岳峰 (2000—), 男, 硕士研究生, 研究方向为非洲水史。

引用格式: 张瑾, 伍岳峰. 援外工程应充分重视“建设后效应”——以我国援非水利工程拉格都水电站为例[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, DOI:10.3724/j.issn.1674-4969.23011012.

Zhang Jin, Wu Yuefeng. Post-construction Effects should be Fully Emphasized in Foreign Aid Projects: A Case Study of China's Aid Lagdo Dam[J]. Journal of Engineering Studies, DOI:10.3724/j.issn.1674-4969.23011012.

程合作的重点。

贝努埃河是尼日尔河最长的支流，源自喀麦隆北部的阿达马瓦高原，向西流经尼日利亚汇入尼日尔河。流域内为热带草原气候和热带季风气候区，旱雨季节分明。河流补给主要依赖降雨，旱季为枯水期，雨季为丰水期，河流水量季节性变化极大^[2]。贝努埃河上游各支流地形落差极大，河流多瀑布，水能资源丰富^[3]，拉格都水电站就建于该河流上游的喀麦隆北方地区拉格都峡谷山口。

拉格都水电站竣工于1984年，是当时中国最大的援外水利水电项目之一。这一开发利用贝努埃河水资源的重大工程除发电外，还具有渔业、旅游、防洪等诸多功能。电站于1984年移交喀麦隆运营，喀麦隆领导人曾盛赞该水电站为“喀中友谊的丰硕成果”，“南-南合作的一个范例”^[4]。电站建成初期，汛期防洪能力也初显成效，惠及喀麦隆和尼日利亚两国人民。但近年来，由于坝体老化、下游蓄洪水库计划搁置以及气候变化等因素的影响，尼日利亚诸多批评人士将该国东部近年来频发的洪灾归咎于贝努埃河上游的拉格都水电站泄洪，甚至多次引来了某些西方媒体的攻击，同时，部分西方人士借题发挥，以此攻击中国对外水电建设。

关于电站建设方面的内容，虽已有诸多研究对其展开探讨^[5-7]。但对于该水电站竣工至今的持续影响，则尚未有文献进行深入探讨。本文拟对拉格都水电站的设计与建设合作展开回顾，并根据现有资料分析该水电站的效益和问题，基于上述基础，对今后的中非工程等援外工程合作提出几点建议。

1 拉格都水电站防洪设计与建设

拉格都水电站由原水电部昆明勘测设计院承担勘测设计，水电第十四工程局^①负责施工。该项目于1973年开始勘探，1978年正式开工，1983年竣工，1984年正式移交喀方。电站总装机容量为7.2万kW，年平均发电量3.22亿kW/h。水电站设计的防洪设施

包括拦水坝、溢洪道、泄洪洞、引水渠和护岸等，大多按抵御千年一遇^②的洪灾标准进行建设。挡水主坝为黏土心墙堆石坝，最大坝高40 m，坝顶长297 m，坝顶宽10 m，底宽约160 m。泄洪建筑物包括右岸泄洪隧洞、左岸溢洪道，其泄洪能力按千年一遇洪水设计，万年一遇洪水校核，1.2倍万年一遇洪水保坝等三级洪水设计标准确定^{[5]17}。泄洪隧洞为导流、泄洪、放空水库三结合的无压隧洞，全长374 m，进口设1扇7 m×6 m弧形工作闸门，最大泄洪量820 m³/s，最大流速19 m/s，出口为鼻坎消能，洞身断面为7 m×10 m的方形，通过花岗岩层，其衬砌厚度按围岩风化程度定为0.7~1.4 m。溢洪道引水渠长407.38 m，溢流前缘宽28 m，设2扇12 m×15.12 m弧形闸门，为开敞式混凝土结构，全长107 m，由溢流堰、陡坡段、消力戽组成，均建在较完整的半风化花岗岩上，溢流堰按千年一遇库水位217.3 m水头设计，泄万年一遇的洪水流量为3012 m³/s，此时，消力戽出口的单宽流量为78.16 m³/s^{[5]17}。

根据贝努埃河流量年内分配极不均匀，洪枯流量悬殊的水文特性，以及河床冲积层处理工作量大的特点，选用枯水期利用右岸泄洪隧洞导流，洪水期洪水由坝面与隧洞联合泄流的导流方案。根据基础处理的复杂过程，按施工导流条件和程序进行了坝面3次断流和2次过水，整个工程分7个阶段施工。坝体填筑于1982年1月开始，同年7月结束，并下闸蓄水^[6]。

水电站设计时期测定的部分指标如表1所示。

表1 拉格都水电站部分设计指标^{[5]17}

Table 1 Selected design indicators of Lagdo dam^{[5]17}

设计指标	数值
控制流域/km ²	31000
多年平均流量/(m ³ /s)	248
设计正常蓄水位/m	216
设计最高蓄水位(按百年一遇洪灾设计)/m	216.62
泄洪洞最大泄流量/(m ³ /s)	820
溢洪道预计泄流量(按千年一遇洪灾设计)/(m ³ /s)	2690

① 中国水利水电第十四工程局有限公司（简称“中国水电十四局”）成立于1954年，是国务院国资委直属央企（世界500强企业）中国电力建设集团有限公司的控股子公司。

② 即年发生率低于1/1000，后同。

2 拉格都水电站防洪效果的变化

拉格都水电站建成初期, 防汛抗洪达到设计预期。1988年汛期, 库区暴雨, 拉格都水电站经历了一次十年一遇的洪峰, 水电站首次开闸放水, 汛期部分实测数据如表2所示。

表2 1988年汛期拉格都水电站部分实测指标^{[5]18}

Table 2 Selected practice indicators of Lagdo dam in flood season 1988^{[5]18}

指标	数值
洪峰流量/(m ³ /s)	>3000
最高库位/m	216.56
泄洪历时/d	35
泄洪洞出口最大流量/(m ³ /s)	420
溢洪道出口最大流量/(m ³ /s)	1066

从两表数据进行对比和分析后不难看出, 在此次十年一遇洪峰中, 除水库最高库位(216.56 m)接近设计指标外, 实际泄流量等指标均显著低于设计指标; 洪峰流量从入库前的>3000 m³/s降低到最大总泄流量约1066 m³/s, 且泄洪期间现场观测结果表明坝体稳定, 未发现明显异常现象, 足见大坝调蓄洪峰, 减少洪水破坏的能力满足设计要求, 喀方对坝体结构和拦洪能力也十分放心。

尽管拉格都水电站较好地抵御了1988年洪水, 但电站溢洪道和泄洪洞在长达35 d的激流冲刷下发生了不同程度的损坏, 沿岸房屋和设施遭到一定损毁。不过这些建筑和设施是附近居民及喀方水电部门在电站完工后自建的, 不属于电站泄洪设施。针对这些问题, 中方派出工程队在拉格都水坝下游进行了两次护岸施工^[5, 7]。1992年二期工程完成, 护岸状况良好^{[5]18-19}。

1978年拉格都水电站开工建设后, 喀麦隆和尼日利亚即就贝努埃河上游水资源分配问题和洪涝季节的洪水预报和泄洪问题展开了一系列研究和讨论。1982年, 在喀麦隆方面的协助下, 两国签署备忘录, 尼日利亚提出应对拉格都水电站带来的国际水合作挑战的解决方案: 在尼日利亚达辛豪撒(Dasin-Hausa)地区建一个多用途水电站进行二次蓄水, 以有效缓解

上游拉格都水电站泄洪可能造成的洪涝灾害。然而, 尼方由于缺乏技术和资金, 该计划至今没有实施, 水电站下游的尼日利亚民众依然饱受洪涝之苦^[8-9]。

长时间集中泄洪也使得拉格都水电站设施老化严重, 例如, 坝体开裂导致渗水漏水等隐患不断加重, 影响蓄水和发电, 已达不到设计预期效果。为消除隐患, 2009年, 尼日利亚和喀麦隆达成协议, 共同出资修复拉格都水电站。然而, 一如1982年的水电站计划, 该修复工程仍在延宕^[10]。

3 气候变化背景下洪涝及其次生灾害出现

21世纪以来全球气候变化进一步加剧, 显著改变了包括非洲在内的世界气候模式。贝努埃河流域属季节性降雨区, 受气候变化影响显著。在1953—1981年, 贝努埃河年均径流量约为250 m³/s, 洪峰时最高可达3400 m³/s^{[5]17}。短时洪峰是该地区防汛面临的主要考验, 在极端气候影响下, 贝努埃河径流量变化的差距会被进一步放大, 极易造成更加严重的洪涝灾害。研究者们根据1969—2018年间的气候(降雨量和温度)和水文数据(河流流量)^[11], 发现影响贝努埃河各要素在均值附近波动较大。以Yola区域为例, 径流和降雨总量均有所减少时, 降雨减少幅度约为径流量的14倍, 降雨量和温度对此影响可达24%及31%^[12]。汛期向下游开闸泄洪成了拉格都水电站径流量激增时的无奈选择。如果上下游同时降暴雨, 那么来自贝努埃河的洪峰不仅会在大坝下游的喀麦隆境内淹没河道两岸(图1), 还可能在汇入尼日尔河时与干流洪峰叠加, 在尼日尔河下游的尼日利亚引起更大规模的洪涝灾害。

长期以来, 尼日利亚饱受洪灾之苦。2012年, 毁灭性的洪水迫使200万尼日利亚人背井离乡, 363人死亡; 2015年, 10多万人因洪灾流离失所, 53人死亡; 2016年, 9.2万人受困洪涝灾害, 38人死亡; 2017年, 洪水影响了该国中东部地区25万人; 2019年, 受洪灾影响, 近28万人无家可归, 死亡人数达158人; 2020年, 受洪水影响人数上升至235万余人, 死亡69人; 2021年7月, 洪水淹没尼日利亚商业中心拉各斯州多个地区, 导致4000多居民流离失

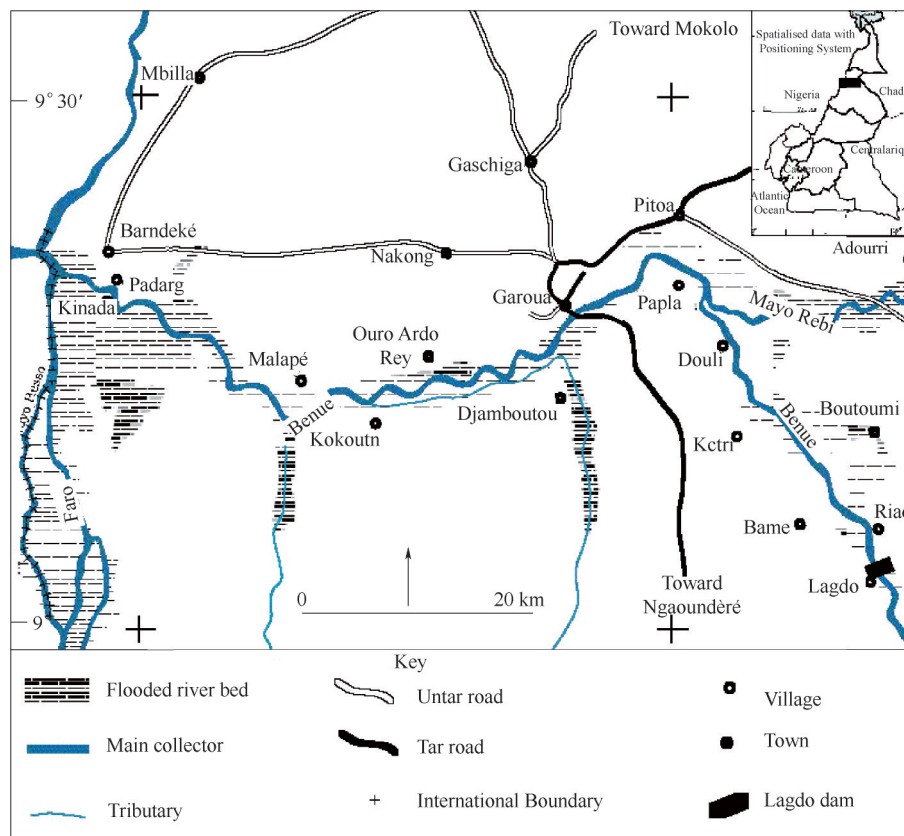


图1 拉格都水电站下游，喀麦隆境内贝努埃河主要河床

Figure 1 Downstream of the Lagadu hydroelectric power station, the main bed of the Benue River in Cameroon

所；2022年6月起，西南季风过于强劲，喀麦隆和尼日利亚都迎来了大范围的集中降水，许多地区降水量高达250~400 mm，远超同期多年平均水平，局部地区累计降水超过1000 mm。拉格都水电站因强降雨进行泄洪，下游尼日利亚受尼日尔河干流叠加洪水影响，遭遇了近十年来最严重的洪灾。一直到2022年11月底，阿南布拉州、三角洲州、克罗斯河州、河流州和巴耶尔撒州仍在面临再次遭受洪灾的风险。尼日利亚国家紧急事务管理局表示，2022年发生的洪涝灾害共造成662人丧生，3174人受伤，243万余民众流离失所^[13-16]。

根据一份对尼日利亚境内8年来洪水的调查研究显示^[17]，在城镇地区，洪水的规模和威胁同城镇的规模似乎是正相关的，就调查的25个尼日利亚城市来看，最大城市拉各斯洪水的平均宽度和深度、洪水频率（每年10次）和持续时间都最长（25 d）^[18]。

在尼日利亚广大的丘陵和山地区域，受灾情况也极为严重。相比城市，尼日利亚乡村的基础设施建设长期滞后，洪水的到来对农村居民的生产生活乃至生命财产安全是毁灭性的打击。暴雨引发的山洪很快淹没了处于平坦地带的多个乡村耕地。根据尼日利亚当局的报告，仅在2022年10月的洪灾中，就有11万公顷的耕地遭淹没。洪水带来的各种污染物，包括生物和化学污染物对土地造成的次生污染也不可小觑。土地污染将导致依赖粮食进口满足国内需要的尼日利亚面临更严重的粮食危机。洪水导致的漫滩土壤中化学污染物的扩散，使得野生动物栖息地遭到破坏，渔业资源受影响，与社会经济发展至关重要的生物多样性和生态系统功能可能面临失控。与此同时，洪灾过后，流行病等次生灾害迅速蔓延。由于饮食，特别是饮水受到污染，霍乱大规模流行。根据尼日利亚人道主义事务部的统计，截至2022年10月12日，在尼日

利亚东北部博尔诺州、阿达马瓦州和约贝州累计报告了7485例霍乱病例,死亡319例^[19]。

为了更好地统筹贝努埃流域的生产建设和经济发展事宜,尼日利亚联邦政府设立了贝努埃河流域上游发展局和贝努埃河流域下游发展局等部门。国家内陆水道管理局负责对本国水道进行统筹管理,这些流域机制或国家机构的使命都是促进流域内各州可持续发展,成为经济繁荣、社会稳定、生态再生、政治和平的地区。即使这些部门制定了符合流域人民共同愿景的各种理想目标,并基于卫星测绘,对尼日利亚东部的贝努埃河中上游地区建立了15年规划,包括对沿河居民的生命财产安全至关重要的上游洪峰预警机制,但项目的实施却收效甚微。

一般来说,洪峰预警的信息由上游国家通过设置水文检测站进行判断,并通过双边协议或合作机制来规范及固定主要传递渠道,联合国教科文组织、世界气象组织、国际红十字会等国际机构和国际河流流域内各国合作机制可以协助上游国家和下游国家之间的信息共享和传递。但尼喀双方并未在流域中建立行之有效的洪峰预警机制。即使在尼日利亚本国,洪灾的信息也未能及时传达至沿岸群众,大量损失因此产生。在天然洪泛区和雨水通道上的非法建筑行为,缺乏维护的水利基础设施,在环境保护及环境执法方面的滞后也使得尼日利亚的洪水显得更具破坏力。

4 对中非水利建设合作的启发

4.1 尊重主权,坚持平等互利原则

我国对外援助一直秉持帮助受援国提高自身发展能力,不附带任何政治附加条件,平等互利、共同发展,量力而行、尽力而为和与时俱进、改革创新的原则^[20]。拉格都工程展现了我国对非援助中真诚帮助、平等互利的美好愿景,也体现了中非人民守望相助、共同发展的珍贵友谊,喀方也将拉格都水电站视为中喀外交成果的重要标志^[21]。在工程建设投资领域,

拉格都水电站可被视为一种特殊的BOT(建设、运营、转让)模式^①。拉格都水电站的建设开始于我国改革开放前,水电站由我国勘测设计,并全部采用中国设备,对喀麦隆提供全额无偿援助。拉格都水电站建成后,喀麦隆国家电力公司(SONEL)将水电站收归运营^②。

拉格都水电站是中非水利合作“授人以渔”的良好代表。在水电站建设中,招募自喀麦隆当地的工人同中国工程人员共同参与;在运营中,中国运维人员也积极培训当地技术人员,力求使当地人具备独立运维水电站的能力。1990年,拉格都水电站的运营团队包括100余名喀麦隆工作人员和12名中国技术人员,在喀中国工程师曾称赞当地工作人员已基本具备了独立运营水电站的能力^[4]。中国专业技术人员这种寓培训于实践的模式,不仅使技术和管理顺利让渡给当地国,而且保障了喀麦隆方的主权利益,是真正尊重非洲自主发展的良好示范。

4.2 多维度、全方面提升项目惠民

拉格都水电站不仅是喀麦隆北方地区重要的电力来源,还综合了航运,渔业发展等多重经济效应。水电站建设前,当地的农业生产模式与季节变化密切相关,在旱季,农业生产者在平坦的拉格都山谷中央种植口粮作物(主要是高粱),在每年7~10月雨季到来导致峡谷中央被淹没前,当地农业生产者会收割作物并转移到高处放牧。这种季节性的农业-牧业交替的模式在大坝建成后被水田耕作和渔业捕捞的农业生产方式取代^[22]。在喀麦隆第六个五年计划时期,拉格都库区周围的农业开发被列为重点工程,水电站蓄水足以支持约1万公顷的土地灌溉。1990年,当地已有我国协助开发的60公顷稻田,被分给180户农民进行耕种。此时水稻公顷产量约13t,接近我国江南地区同期水平。农民在向喀麦隆管理方交足管理费并留存口粮后,还可获取约70000~80000中非法郎的收入。水库中充满鱼类,1990年时年捕捞量可达1.3万t^[4]。

① BOT模式是指企业或承包商在建设完成后,负责工程的运营和维护一段时间,然后将工程转让给相关方,如政府或其他运营方。在此模式下,承包商需要自行筹集资金进行工程建设,并通过运营收入回收投资。

② 2001年,美国AES电力公司宣布收购喀麦隆国家电力公司,随后宣布成立AES-喀麦隆国家电力运营及配送公司(AES-SONEL)作为其子公司。之后,新公司继续运营拉格都水电站。

渔业和农业的发展使得水库周围形成了繁华的聚落（即拉格都城），商业和服务业在这一地区也得以发展。根据从当地搜集的数据，超过50%的村庄是1980年后在该地区形成的。拉格都河谷地区的人口密度（30人/km²）在整个喀麦隆北方大区中最高，也高于喀麦隆全国的平均人口密度（17人/km²）^[22]。

值得注意的是，拉格都水电站建成后，提升了沿岸植物环境的多样性。在对木本作物的对比研究中，相比水电站建设完成前的1966—1976年^[23]，拉格都峡谷附近贝努埃河床周围出现了诸多新的木本植物，如 *mangifera indica*（芒果）、*adansonia digitata*（猴面包树）、*balanites aegyptiaca*（埃及香脂）、*tamarindus indica*（酸角）、*comiphora kerstingii*、*psidium guajava*（番石榴）、*carica papaya*（木瓜）和柑橘属物种等。这些新的木本植物既包括了种植在果园里的果树，也有周围农村和城镇居民种植，用于供给城市木柴的桉树林等，丰富了当地原有物种，并增进了当地居民的生产效益^[23]。

4.3 工程项目要有舆情意识

近年来的尼日利亚洪灾中，关于拉格都水电站泄洪导致下游洪灾的报道屡见不鲜，除了下游国家（尼日利亚）对上游国家（喀麦隆）泄洪的指责外，还有舆情扩大招致的对中国对外水电工程的抹黑。这并不是个别人或媒体的偶然为之。尽管中国在非洲建设水坝的合作形式多样^①，但中方注重中非水利项目对改善民生、促进社会发展带来的综合效益，这区别于西方同类建设中只宣扬环境保护，强调生态成本的基本理念。从中国水利项目“走出去”的20世纪80年代（拉格都水电站建设时期）开始，诸多西方国家和组织退出水坝建设行业^②，中国对自身建设的水利项目

始终坚持全程负责，从关注水电站对周边社区的影响，到关注洪灾的舆情走向，中国都展现了完全区别于西方的态度和作为。因此，在众多中非关系信息的不全面、不准确的国际传播中，西方将中国民生工程倒置为罔顾环境、忽视民生、强化政治影响，试图通过抹黑中非工程合作，对中非合作的整体维度与效度进行置疑。目前，中国进出口银行、中国水利水电建设集团公司、中国国际水电公司、中国水利水电集团公司以及中国机械设备进出口总公司等央企、国企和民营企业正广泛参与非洲的水电建设，至少有22个非洲国家的中非合作水电项目正处于在建状态^[24]，应充分考虑和重视“建设后效应”^③。中西方巨大的水利合作理念差异，及西方借助水电站建设议题对中非合作的攻击，值得进一步重视和做好应对。

5 结语

通过对拉格都水电站从设计、运营、初期防洪效益等的历程性分析，到贝努埃河流域上下游国家机制的一系列历史考察，可以确定拉格都水电站在设计和运营中均坚持了我国量力而为、授人以渔的援助原则，采用了当时历史条件下较为先进的技术和理念。水电站在喀方运营期间，国际资本的进入也有利于拉格都水电站降低运营成本和提高经济效益。但在拉格都水电站的后续维护中，相关国家并没有重视对下游防洪工程和水电站设施维护的投入，下游的水电站工程修建迟迟未能上马，流域上下游国家水利合作及洪灾防控机制又形同虚设，拉格都水电站的防洪效益也只能停留在最初的指标中，无法适应愈演愈烈的气候变化。

中国在与非洲的基础设施合作中，应将当地国的

① 除上文提及的BOT模式外，对外工程模式还有EPC（设计、采购、施工）模式、PPP（政府-民营合作）模式和EPCM模式等：EPC（设计、采购、施工）模式：EPC模式是指企业或承包商负责对外工程的整个过程，即从项目设计、设备采购到现场施工的全流程负责。这种模式下，承包商承担了整个工程的风险和责任。PPP（政府-民营合作）模式：PPP模式是指政府与私营部门合作共同进行工程建设和运营。在这种模式下，政府和私营部门共同承担工程建设、运营和维护的责任和风险，并分享收益。EPCM（设计、采购、施工管理）模式：EPCM模式是指企业或承包商负责工程的设计、采购和施工管理，但实际施工由其他承包商完成。EPCM模式下，承包商主要负责工程管理、监督和协调。Turnkey（交钥匙）模式：Turnkey模式是指承包商在接受项目后，按照合同约定交付完整、可直接使用的项目给业主。承包商负责项目的所有阶段，从设计到施工再到交付，业主只需按合同支付费用。

② 特别是经合组织的国家和组织。

③ 建设后效应是工程建设完成后对当地生态，经济和社会等带来的一系列效应的总称，包括生态效应，社会效应等，是衡量工程建设效益的重要指标。

国民经济发展的速度和效度纳入前期调研的主要内容。近年来, 非洲国家普遍存在人口增长和城市发展过快的问题, 很可能成为中非项目长期合作中的重要掣肘。长期积累的不合理城市规划、老旧的排水设施容量有限, 无法有效处理大量的降雨水流, 容易导致积水和内涝加剧。一般而言, 在泄洪道两岸进行保护和管理, 可以有效防止洪水冲毁泄洪道和周边地区, 一方面通过实时监测, 可以发现岸坡出现滑坡、塌方等问题的迹象, 及时采取措施进行修复和加固; 另一方面定期对泄洪道进行清淤, 确保河道的通畅, 减少水流的阻力, 提高泄洪效果; 尤其是及时修复破损的堤坝、闸门等设施, 保障泄洪道的正常运行。利用护岸工程(包括混凝土护岸、沥青混凝土护岸、石笼护岸等)来加固泄洪道两岸, 防止洪水侵蚀和冲毁岸坡也是惯常的做法。然而, 非洲国家在发展中普遍面临资金短缺的困境, 对水电站的维护和修复并没有足够重视, 因此泄洪道沿岸的工程年久失修也是洪涝不断增加的一个因素。

中非水利合作等援外工程本身就涉及到国际合作

和区域解决方案, 从长时段、可持续发展的角度, 中国建设不能只是停留在工程本身, 而应该有更长远的工程和社会发展方案。对于防洪措施来说, 水坝不是唯一的解决方案, 提高河道容量、改善水文条件、建立泄洪区等, 也是可以采取的有效手段。另外, 促进河流功能的恢复与保护, 保障湿地和自然洪水消退区的生态系统, 协助相关国家建立洪水预警系统, 制定应急预案, 加强防洪设施的抗洪能力, 重视社区居民在防洪决策过程中的参与和决策权, 充分考虑气候变化对水力发电用水及基础设施变动性的影响等, 都是中国在水电工程之外必须要重视的当地社会、文化和发展要素。中国对外项目一般以“功成不必在我”的利他精神为主旨, 但只要项目与中国有关, 就应该在前期充分考虑和重视“建设后效应”, 以实现项目真正长续、良好的口碑。在当前某些国家借助环保、人权等议题, 对我国在非援助和投资方面横加指责的背景下, 也只有不断提升对外工程的信度和效益, 才可以更好地提升中国品牌享誉度, 形成良好的中国形象。

参考文献

- [1] International Energy Agency. Climate impacts on African hydropower[EB/OL]. <https://www.ica.org/reports/climate-impacts-on-african-hydropower>.
- [2] Abdulmalik Z, Salami A W, Bilewu S O, et al. Geoinformatics approach to water allocation planning and prognostic scenarios sustainability: Case study of lower Benue River Basin, Nigeria[C]//Ben Ahmed M, Boudhir A, Santos D, et al. The Proceedings of the Third International Conference on Smart City Applications. Cham: Springer, 2020: 1249-1251.
- [3] Odiji C, Adepoju M, Ibrahim I, et al. Small hydropower dam site suitability modelling in upper Benue River watershed, Nigeria[J]. Applied Water Science, 2021, 11(8): 136.
- [4] 杨汝生. 热带草原上的鱼米乡——访我国援建的喀麦隆拉格都水坝工程[N]. 人民日报, 1990-02-01(07).
Yang R S. A fish-and-grain landscape on the savanna: An interview with the Cameroon Lagdo Dam Project assisted by China[N]. People's Daily, 1990-02-01(07)
- [5] 王亦锥. 拉格都水电站泄洪工程布置与护岸设计[J]. 人民珠江, 2001(2).
Wang Y Z. Layout of the Pearl River flood discharge project and design of the revetment[J]. People's Pearl River, 2001(2).
- [6] 林木林. 拉格都土石坝施工期坝面过流的设计与施工[R]. 昆明: 水利电力部昆明勘测设计院, 1985: 30-33.
Lin M L. Design and construction of the dam surface overflow during the construction period of the Lagu Duo Earth-Rockfill Dam[R]. Kunming: Kunming Survey and Design Institute of the Ministry of Water Resources and Electric Power, 1985: 30-33
- [7] 郑秀培, 康景俊. 拉格都土石坝软基振冲加固的设计与施工[J]. 水力发电, 1984(3): 35-38.
Zheng X P, Kang J J. Design and construction of vibroflotation reinforcement for the soft foundation of the Lagu Duzhu Earth-Rockfill Dam [J]. Hydropower, 1984(3): 35-38
- [8] Ben A. Dasin Hausa Dam solution to Lagdo dam problem[EB/OL]. (2012-09-02)[2023-06-22]. <https://allafrica.com/stories/201209020131.html>.
- [9] NAN. Flood: Senate urges FG to construct Dasin Hausa Dam in Adamawa[EB/OL]. (2023-10-24) [2024-03-01]. Nigeria Guardian, <https://>

- guardian.ng/news/flood-senate-urges-fg-to-construct-dasin-hausa-dam-in-adamawa/.
- [10] Takoulevu J M. Cameroon: 4 companies vying to rehabilitate 72 MW Lagdo dam[EB/OL]. (2020-07-23) [2024-03-02]. Afrik21, <https://www.afrik21.africa/en/cameroon-4-companies-vying-to-rehabilitate-72-mw-lagdo-dam/>.
- [11] Adelalu T G. Climate variability and river benue discharge in Jimeta, Yola Area, Nigeria, Conference[R]. Abeokuta. Nigeria: Federal University of agriculture conference center, 2012: 377-379.
- [12] Adelalu T. Rainfall variation, water resources potential and implication for flooding: A case study of catchment area of major tributaries to River Benue in Taraba State[J]. African Journal of Engineering Research, 2018, 6(3): 55-63.
- [13] Usigbe L. 大规模洪水不断袭扰,尼日利亚加强行动应对气候危机[EB/OL]. (2021-10-27) [2023-06-09]. <https://www.un.org/africarenewal/zh/magazine/%E5%A4%A7%E8%A7%84%E6%A8%A1%E6%B4%AA%E6%B0%B4%E4%B8%8D%E6%96%AD%E8%A2%AD%E6%89%B0%EF%BC%8C%E5%B0%BC%E6%97%A5%E5%88%A9%E4%BA%9A%E5%8A%A0%E5%BC%BA%E8%A1%8C%E5%8A%A8%E5%BA%94%E5%AF%B9%E6%B0%94%E5%80%99%E5%8D%B1%E6%9C%BA>.
Usigbe L. As massive floods continue to ravage, Nigeria intensifies its efforts to address the climate crisis[EB/OL]. (2021-10-27) [2023-06-09]. <https://www.un.org/africarenewal/zh/magazine/%E5%A4%A7%E8%A7%84%E6%A8%A1%E6%B4%AA%E6%B0%B4%E4%B8%8D%E6%96%AD%E8%A2%AD%E6%89%B0%EF%BC%8C%E5%B0%BC%E6%97%A5%E5%88%A9%E4%BA%9A%E5%8A%A0%E5%BC%BA%E8%A1%8C%E5%8A%A8%E5%BA%94%E5%AF%B9%E6%B0%94%E5%80%99%E5%8D%B1%E6%9C%BA>.
- [14] 国家应急广播网. 尼日利亚洪灾已致超过 603 人丧生[EB/OL]. (2022-10-18) [2023-06-09]. http://www.cneb.gov.cn/yjxw/20221018/t20221018_526037340.html.
China National Emergency Broadcasting. More than 603 people have been killed by floods in Nigeria[EB/OL]. (2022-10-18) [2023-06-09]. http://www.cneb.gov.cn/yjxw/20221018/t20221018_526037340.html.
- [15] Ogune M, Abuja. "Over 2 million Nigerians displaced by flood in 2022, says NEMA"[EB/OL]. (2023-01-24) [2023-06-09]. <https://guardian.ng/news/over-2-million-nigerians-displaced-by-flood-in-2022-says-nema/>.
- [16] 张瑾, 伍岳峰. 延绵数月的洪灾不为世人所知——"失声"的尼日利亚[N]. 中国水利报, 2022-12-01.
Zhang J, Wu Y F. The floods, which have lasted for months, are not known to the world: "Voiceless" Nigeria[N]. China Water Conservancy News, 2022-12-01.
- [17] World Bank. World Bank data: Nigeria[EB/OL]. (2022) [2023-07-05]. <https://data.worldbank.org/country/nigeria?view=chart>.
- [18] Aderogba K. Qualitative studies of recent floods and sustainable growth and development of cities and towns in Nigeria[J]. International Journal of Basic and Applied Science, 2012, 1(2): 187-203.
- [19] International Rescue Committee. Deadly flooding in Nigeria leads to major cholera outbreak; IRC scaling up flood and health response[EB/OL]. (2022-10-21) [2023-07-05]. <https://www.rescue.org/press-release/deadly-flooding-nigeria-leads-major-cholera-outbreak-irc-scaling-flood-and-health>.
- [20] 中华人民共和国国务院新闻办公室. 中国的对外援助[EB/OL]. (2011-04-21) [2024-03-04]. https://www.gov.cn/zhengce/2011-04/21/content_2615780.htm.
The State Council Information Office of the People's Republic of China. China's foreign aid[EB/OL]. (2011-04-21) [2024-03-04]. https://www.gov.cn/zhengce/2011-04/21/content_2615780.htm.
- [21] 马丁·姆帕纳. 祝愿喀中合作更加紧密[N]. 人民日报, 2021-03-31(16).
Mpana M. I wish Kazakhstan and China closer cooperation[N]. People's Daily, 2021-03-31(16).
- [22] Tchotsoua M, Moussa A, Fotsing J M. The socio-economic downstream impact of large dams: a case study from an evaluation of flooding risks in the benue river basin downstream of the Lagdo Dam (Cameroon)[J]. GEFAME, 2008, 5(1).
- [23] Muller J P, Gavaud M. Conception et réalisation d'une carte d'aptitudes culturelles de la vallée de la Bénoué[J]. Cah Orstom sér Pédol, 1976, 14(2): 131-159.
- [24] Brautigam D, Hwang J, Wang L. Chinese-financed hydropower projects in SubSaharan Africa[EB/OL]. (2015-04-01) [2023-07-05]. <https://saiia.org.za/research/chinese-financed-hydropower-projects-in-sub-saharan-africa/>.

Post-construction Effects should be Fully Emphasized in Foreign Aid Projects: A Case Study of China's Aid Lagdo Dam

Zhang Jin*, Wu Yuefeng

Center of African Studies, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China

Abstract: This article reviews the design data and initial results of the Lagdo Dam's flood control facilities, including dams, spillways, flood discharge tunnels, diversion channels, and revetments, and presents the changes in flood control effectiveness since the construction of the hydropower station, and examines the downstream flood disasters in recent years. It found that China-Africa water conservancy cooperation need to fully consider the "post-construction effects", a longer-term project and social development plan should be set up.

China has a long history of cooperation in foreign aid for water conservancy projects and has gradually become a world leader in design, construction, and maintenance. Africa is a region rich in hydropower resources, but the development of hydropower generation still lags far behind the continent's development needs. The Benue River is the longest tributary of the Niger River, originating from the Adamawa Plateau in northern Cameroon, flowing westward through Nigeria and joining the Niger River. The tributaries in the upper reaches of the Benue River have significant topographical drops and many waterfalls, making them rich in hydropower resources and an ideal choice for hydropower station construction. As one of China's largest foreign aid water conservancy and hydropower projects started from the 1970s, the development of the Lagdo Dam on the Benue River was a major project not only for power generation but also for fisheries, tourism, flood control, and other functions. The dam was handed over to Cameroon for operation in 1984 and was praised by Cameroonian leaders as a "fruitful result of China-Cameroon friendship" and "an example of South-South cooperation." In the early stages after the dam's completion, its flood control capacity during the flood season began to show effectiveness, benefiting the people of both Cameroon and Nigeria. From data comparison and analysis, it can be seen that during a ten-year flood peak, showing that the dam's capacity to regulate flood peaks and reduce flood damage meets design requirements, which gave Cameroonian authorities great confidence in the dam's structure and flood retention capability. However, due to factors such as dam aging, shelving of downstream flood storage reservoir plans, the benefits and flood discharge issues of the Lagdo Dam have sparked controversy. Since the 21st century, global climate change has intensified, significantly altering global climate patterns, including those in Africa, especially to the Benue River basin which is a seasonal rainfall area. Short-term flood peaks are the main challenge for flood control in this region, and the differences in runoff changes in the Benue River will be further magnified, easily causing more severe flood disasters. Nigeria, as the downstream region of the Lagdo Dam, has suffered severe floods. This is related to the late-stage operation and the continuous maintenance of Nigeria's water conservancy infrastructure. Cameroon and Nigeria both are relevant countries, but neither has paid enough attention to the investment in downstream flood control projects and hydropower station maintenance. The construction of downstream hydropower projects has been delayed for a long time, and the water conservancy cooperation and flood disaster prevention mechanisms between the upper and lower reaches of the river basin are practically non-existent. So, till now, the flood control benefits of the Lagdo Dam remain at their initial levels, unable to cope with the increasingly severe climate change.

The author believes that in China-Africa water conservancy cooperation or foreign aid projects still on the progressing way to go, while adhering to the principles of respecting sovereignty and equal mutual benefit, it is necessary to improve the project's benefits to the people from multiple dimensions. At the same time, as water conservancy projects often involve international cooperation and regional solutions, it is essential to fully consider the "post-construction effects" and set up long-term engineering and social development plans from the perspective of sustainable development. For example, in all China's infrastructure cooperation with Africa, the speed and effectiveness of the host country's economic development should be included in the main content of preliminary research, carefully addressing the common issues of rapid population growth and urban development in African countries. For flood control measures, dams are not the only solution; increasing river channel capacity, improving hydrological conditions, and establishing flood discharge zones are also effective means. Additionally, promoting the restoration and protection of river functions, ensuring the ecosystems of wetlands and natural flood recession areas, assisting relevant countries in establishing flood early warning systems, formulating emergency plans, strengthening the flood resistance of flood control facilities, and emphasizing the participation and decision-making rights of community residents in the flood control decision-making process, fully considering the impact of climate change on water resources and infrastructure variability, are all local social, cultural, and development factors that China must pay attention to beyond hydropower projects..

Keywords: China-Africa water conservancy project cooperation; Lagdo dam; post-construction effects; flood resistance