

我国水能资源开发利用及环境与生态保护问题探讨

郑守仁

(水利部长江水利委员会, 武汉 430010)

[摘要] 水能是清洁可再生能源,是实现可持续发展战略的优质能源。我国水能资源丰富,优先开发利用水能是我国能源发展的重要方针。开发利用水能资源,可减少开采煤炭和燃煤发电对环境的污染,有利于保护环境与生态。但修建大坝截断河道,使河流水沙情势发生变化,对环境与生态产生不利影响,应研究采取对策措施,处理好开发利用水能和保护环境与生态的关系。开发利用水能应按流域综合规划要求,科学合理和适度有序地进行,把开发水能与流域水资源综合利用、保护环境与生态和推动地区经济社会发展有机结合起来,切实做好移民安置工作,改善移民生活和生产条件,促进库区经济建设与环境保护协调发展。

[关键词] 水能开发;水资源;综合利用;环境保护;可持续发展

[中图分类号] TV7 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2006)06-0001-06

1 概述

水能是清洁的可再生能源,是人类开发利用能源的重要组成部分。我国河流众多,是世界上水能资源最丰富的国家。20世纪50年代以来,我国开发利用水能资源,兴建了一批水利水电工程,充分发挥了防洪、发电、航运、供水、灌溉等综合效益。但以往对修建水利水电工程引起的生态环境问题认识不足,使有些水利水电工程在投运后给环境与生态带来了一些不利影响,为采取补救措施而付出很大的代价,有的工程甚至对环境与生态带来一些难以补救的损失或危害。我国在20世纪80年代实施改革开放,随着经济社会的发展以及人们保护环境与生态意识的提高,水利水电工程建设和其他经济建设一样,引起的环境与生态问题越来越被人们重视。我国先后颁布了《水利水电工程环境影响评价规范》、《江河流域规划环境影响评价规范》、《环境影响评价法》,将水利水电工程建设环境影响评价工作纳入法制化、规范化管理的轨道。

当前,保护环境与生态已引起全人类的关注。

环境与生态是人类生存发展的基本条件,保护和改善环境与生态是保障我国经济社会可持续发展所必须坚持的基本方针。水能是实现可持续发展战略的优质能源,开发利用水能是人类合理利用自然资源,满足人类社会能源需求,实现人类自身发展和社会进步的客观要求及必然选择。我国在开发利用水能资源时,必须重视保护环境与生态,坚持“保护中开发,开发中保护”,开发水能不能以牺牲环境与生态为代价,应正确处理好开发利用水能资源和保护环境与生态的关系,认真落实以人为本,全面、协调、可持续发展的科学发展观^[1],水利水电工程的规划设计和运行调度管理应把生态效益放在首位,使开发利用水能资源和保护环境与生态有机地结合,促进人和自然和谐相处,推动流域经济和社会可持续发展。

2 开发利用水能资源是我国能源政策的必然选择

我国大陆部分水能资源理论蕴藏量为 6.944×10^8 kW,年发电量 $60\ 829 \times 10^8$ kW·h(按8 760 h运

行时间计),其中技术可开发装机容量 5.416×10^8 kW,年发电量 $24\,740 \times 10^8$ kW·h,均列为世界第一位^[2]。2003年,我国发电装机容量为 3.91×10^8 kW,发电量 $19\,052 \times 10^8$ kW·h,均居世界第二位,其中,水电装机容量占24.24%,发电量占14.77%;核电装机容量仅占1.58%,发电量占2.3%;风电和其他形式发电所占比例更小;而火电装机容量占24.03%,发电量占82.88%,用于发电的煤炭约 9×10^8 t,占全国煤炭消耗量的53.5%^[3]。目前,我国能源以煤炭为主,如果煤炭开采量按2004年 19.6×10^8 t计算,我国现开采的煤矿在下世纪将有一部分枯竭,需新建一批新煤矿。我国石油、天然气资源短缺,人均资源量约为世界平均水平的10%,多用于交通和居民生活,不可能大量用于发电。火电仍以燃煤发电,煤炭大量开采和燃煤发电带来的环境问题包括采煤区地面沉陷,地下水系统遭到破坏,硫和氮的氧化物等有害气体排放而引起的酸雨危害,二氧化碳导致的温室效应和固体废渣的大量排放等,对环境与生态造成的不利影响已愈来愈引起社会的关注,世界各国都要求按《京都协议书》限制二氧化碳排放量,我国温室气体排放量已仅次于美国列世界第二位。火电的发展受到资源、环境保护、交通运输等各方面因素的制约。世界上发达国家的水能资源开发利用率在上个世纪就已经超过70%,美国已开发利用80%;世界上有巴西、挪威等24个国家依靠水力发电提供全国90%以上的电力,而我国目前水能资源开发利用率仅为20%左右,开发潜力很大,因此,调整我国的能源结构,优先开发利用水能资源,积极发展核能,大量压缩燃煤发电,减少煤炭在一次能源消费中的比重,是我国能源政策的必然选择。我国制定的“大力发展水电,优化发展火电,积极发展核电,努力发展新能源”的电力发展政策,把发展水电排在首位是正确的,也是必要的。

我国水能资源地域分布极不均匀,主要集中在西部地区,黄河上游、长江上游上段的干流金沙江和支流雅砻江、大渡河、乌江以及与金沙江并流的澜沧江、怒江等流水能资源丰富,是我国的水电富矿,有利于建成水电基地。西南地区技术可开发水能资源蕴藏量(不含西藏)为 2.2×10^8 kW,居全国首位,年发电量约占全国总量的68%。国家西部开发总体规划要求调整电源布局,大力发展水

电,加强电网建设,推进全国联网,这为实现西南地区水电向东部经济发达地区输电提供了良好机遇。我国东部地区经济发达,人口密集,但能源缺乏,需要多渠道大量引进发电能源。西部地区社会和经济相对落后,人口密度相对低于东部地区,但水能资源丰富,开发条件好,水库移民和淹没损失小,是西部地区最具开发条件和市场需求的优势资源,加快建设西南水电能源基地,可以改善我国能源结构,除满足西南地区的能源需要外,实施“西电东送”,可支援东部发达地区的电力供应,缓解煤炭生产和运输的压力,改善东部地区环境污染状况,并能变西部地区水能资源优势为经济优势,带动当地经济和社会全面发展,进一步推进西部大开发,促进东部和西部地区间的协调发展。

3 开发利用水能资源对环境与生态的影响

3.1 开发利用水能资源对环境与生态的有利影响

3.1.1 发挥防洪作用,减免洪水灾害对环境与生态的破坏 开发利用水能资源是综合利用水资源的重要组成部分,修建大中型水利水电工程,具有防洪、发电、航运、供水、灌溉等多种功能。水库可有效拦蓄洪水,保护大坝下游两岸人民生命财产安全,避免洪水灾害给下游城镇及农村居民造成生活和生产环境的恶化,避免疾病流行以及灾民安置等一系列社会问题的发生。开发利用水能资源,明显地减免了洪水灾害对下游地区环境与生态的破坏,有利于保护环境与生态。

3.1.2 替代燃煤发电,可减少污染,具有显著的环境与生态效益 2002年,在南非召开的世界可持续发展首脑会议(地球峰会)上,通过的《可持续发展实施计划》指出,化石能源污染环境,而且是可枯竭性资源。提出发展清洁能源和利用可再生能源,以提高生态效率,减少资源消耗来改变当前不可持续方式。会议肯定了将水电作为减排温室气体和实现可持续发展的措施。我国目前水电装机已超过 1.0×10^8 kW,预计2020年水电装机将达 2.5×10^8 kW,按年平均利用小时4 000 h计算,发电量为 $10\,000 \times 10^8$ kW·h,相当于约 5×10^8 t原煤的发电量,可减少排放 CO_2 9.26×10^8 t, SO_2 631×10^4 t, NO_2 252×10^4 t, 烟尘 227×10^4 t。开发利用水能资源,替代燃煤发电,可减轻大气污染、降低温室效应,具有明显的环境与生态效益。

3.1.3 促进落后山区经济社会发展,为保护和修复环境与生态创造条件 水能资源丰富地区的居民生活在峡谷深处,多年来为了生计不得不以毁林开荒、陡坡垦植等方式扩大耕地,造成对当地环境与生态的破坏。开发利用水能资源,为交通条件差、基础设施落后的山区带来了发展时机,缓解当地居民生活和生产对自然环境的压力,把水能资源优势转化为经济优势,带动地区经济社会发展,并为保护和修复环境与生态提供资金上的保证。通过合理的开发利用水能资源,改变了地区贫困面貌,为保护和修复环境与生态创造条件。

3.1.4 利用水库调节河道径流,有利于下游地区环境与生态保护 水库具有调蓄能力,改变了河流天然状态下年际、年内径流分布不均的状况。水库调度可按各方面需求进行控制,汛期洪水受到调节,枯水期下泄流量增大,为下游提供环境与生态用水,增强稀释自净能力,改善了水质,保证城镇供水,提高农业灌溉保证率,并可改善通航河道的航运条件。冬季下泄水流水温升高,有利于下游河道鱼类摄食和越冬。开发利用水能资源,有利于大坝下游地区环境与生态保护。

3.1.5 水库形成人工湖泊,改善了库区环境与生态 水库形成了较广阔的人工湖泊,蒸发量增大,太阳辐射热得到调节,使库区及其邻近区域局部小气候发生变化。冬季温度升高,夏季温度降低,湿度增大,水库周边区域的大气变得比较湿润,有利于农作物、经济作物生长和植树造林,并可改善和修复环境与生态。水库形成了新的景观生态体系,为鸟类、两栖野生动物创造了较好的栖息环境。开发利用水能资源,有利于改善水库及周边区域环境与生态。

3.2 开发利用水能资源对环境与生态的不利影响

3.2.1 大坝拦截河道对水生生物的影响 大坝拦截河道,改变了水生生物的环境,对水生动物产生不利影响,重点是对鱼类的影响。水库水体较天然的水文条件发生较大变化,从而改变了鱼类的栖息环境,适合于喜缓流水或静水生活的鱼类而不适宜急流水生活的鱼类生存。水库影响鱼类的产卵场和鱼类的产卵活动,且阻隔了鱼类之间的生物种间交流,不利于多种鱼类繁殖。大坝阻隔洄流鱼类通道,对洄游性鱼类影响较大,需采取对策措施。

3.2.2 水库蓄水引起的环境与生态问题 水库较天然河流的稀释自净能力低,水体水质在有机物、

重金属、营养状等方面发生变化,如不对污染源进行治理,造成水质污染影响人群健康。出库低温水影响坝下游一定距离内鱼类的产卵,也可能推迟产卵期,并对农作物和水生生物产生不利影响。水库蓄水后可能诱发地震,库岸由于浸泡、水位升降变化,可使已有的崩塌、滑坡体失稳,也可能引起新的崩塌、滑坡等地质灾害。

3.2.3 泥沙冲淤变化带来的环境与生态问题 大坝控制上游流域内流失的泥沙冲入水库内淤积,大量泥沙淤积影响水库调节能力,并对通航河流的航运造成影响。水库投运后改变了天然河流的水沙条件,坝下游河道挟沙能力处于不饱和状态,致使河床发生沿程冲刷,引起边滩变化,对下游堤防和岸边建筑物产生不利影响。

3.2.4 水库淹没与移民对环境与生态的影响 水库淹没与移民成为开发利用水能资源的制约因素之一。水库将淹没天然河流中的急流险滩、峡谷、特殊岩溶地貌等自然景观和一部分文物古迹及珍稀植物。库区淹没的城镇及农村居民点搬迁,淹没的房屋、道路、码头及输电线路、通信线路等专业设施建设需占用土地,开挖弃渣造成局部植被破坏、水土流失,移民搬迁可能引起传染疾病的交叉感染,影响人群的健康,对环境与生态产生较大的影响。

3.2.5 工程施工对环境与生态的影响 大中型水利水电工程建筑物多、工程量大、工期长,施工机械设备数量多、机械化程度高,施工强度大,对环境造成不利影响。水利水电工程施工工区大多布置在两岸,开挖道路、修建施工企业工厂及生活住房,开挖弃渣造成植被破坏、水土流失。施工区的生产、生活污水如未经处理直接排放,对施工区河段水质造成一定的污染;工区开挖机械钻孔、爆破、出渣,砂石生产系统和混凝土生产系统运行,施工运输汽车运行所引起的粉尘、飘尘等污染物排放和各类燃油机械尾气排放造成大气污染;各种施工机械的噪声等,都对环境与生态产生不利影响。

4 开发利用水能资源必须处理好和保护环境与生态的关系

4.1 开发利用水能应按流域综合规划要求,科学合理和适度有序地进行

开发水能修建水利水电工程,引起对环境与生态的影响,涉及水资源综合利用(防洪、发电、航运、供水、灌溉等)、干流与支流之间的关系及其

对上下游的影响等问题,如不制定流域综合规划,仅从某一条河流甚至某一河段或一个梯级电站发电效益最大进行开发水能资源,可能给流域水资源综合利用和环境与生态保护造成极不利的影响,甚至不可挽回的损失。因此,开发利用水能资源必须在流域综合规划的指导下,科学合理和适度有序地进行。开发利用水能是流域水资源综合利用的组成部分,它与流域水资源综合利用、保护、治理密切相关。我国水资源总量为 $28\,000 \times 10^8 \text{ m}^3$,按1997年人口统计,我国人均水资源量为 $2\,220 \text{ m}^3$,仅为世界人均水资源占有量的 $1/4$ 。我国水资源总量虽大,但人均占有量低,属水资源短缺的国家,而且降雨时空分布不均,西南地区的水资源总量达 $10\,100 \times 10^8 \text{ m}^3$,人均水资源量 $5\,132 \text{ m}^3$,居全国前列。黄河、淮河、海河流域人均水资源量仅为 500 m^3 ,是我国水资源缺乏地区^[4]。我国水能资源大部分集中在大江大河上中游干支流,可结合大江大河综合治理,开发利用其上中游的水能资源,修建一批大中型水利水电工程,形成一些具有调节性能的水库,以发挥防洪、发电、航运、供水、灌溉和跨流域调水等综合效益,实施水资源优化配置,达到水资源综合利用的目标。

制定流域水能开发规划,应把开发利用水能资源与流域水资源综合利用、保护环境与生态和地区经济社会发展有机结合起来。应充分论证开发的水电梯级对环境与生态的影响,要防止规划水电梯级衔接仅考虑充分利用河流的水能资源,而忽视对淹没与移民、文物及景观、环境与生态等产生的负面影响;对采用引水式开发的水电梯级,应采取必要的补偿措施以保证下游河段必要的生态基流,避免因河段脱流对环境与生态产生破坏。水资源开发利用和保护环境与生态是密切相关的,水资源开发必须考虑综合利用,满足保护环境与生态的需要,以确保水能资源开发对环境与生态的影响在可承受的范围内,使流域经济社会和环境与生态协调,实现可持续发展的目标。实施流域水资源的综合开发利用,必须充分发挥流域综合规划对水利水电工程规划设计的指导作用,水能开发规划要服从流域综合规划,水能开发应按流域综合规划要求,科学合理和适度有序地进行,要制止无序盲目地过度开发水能资源,避免对环境与生态造成破坏。

4.2 开发利用水能资源要重视保护和修复环境与生态

西部地区水能资源丰富,是我国水电开发的重点地区,该地区处于我国大江大河的上游,其环境与生态状况将直接影响这些河流中下游的环境与生态,是中下游地区的生态屏障和生态平衡的“源头”。该地区水土流失严重、石漠化加剧、地质灾害频繁,环境与生态十分脆弱,环境与生态一旦破坏,修复十分困难^[5]。因此,在开发利用水能资源时,要充分认识到保护环境与生态的重要性,始终把保护和改善环境与生态放在水利水电工程建设的首位,应深入研究分析修建水利水电工程对环境与生态产生的不利影响,根据其影响性质和影响程度,采取不同的对策措施,尽量减少对环境与生态的不利影响,并达到保护和修复环境与生态的目的。对被水库淹没的珍稀植物,可研究移植培养,并设立专门植物园,进行重点保护。对拦河大坝阻隔洄游鱼类通道,可借鉴国外工程实践经验,研究在拦河大坝设置鱼道,也可采取人工繁殖放流措施。为加强受影响的水生物的保护,可研究建立保护区。对水库淹没区的古文化遗址、古墓群应视其保护价值组织力量发掘,淹没的纪念建筑,古桥梁可易地迁建,对水下文物可建纪念馆陈列室保护。对水库引起的诱发地震、崩塌、滑坡、塌岸等地质灾害,应建立预警预报系统,加强监测,以防患于未然。对水利水电工程引起水库泥沙淤积和对下游河床冲刷问题,可在枢纽工程设置排沙孔(洞),采取“蓄清排浑”(汛期洪水流量和沙量较大时,利用泄洪孔洞及排沙孔洞泄洪排沙,在汛末把清水拦蓄在水库内)运行方式,减少水库泥沙淤积量,使水库长期使用。并加强原型泥沙观测,实时掌握泥沙冲淤的动态变化情况,对发现的问题及时采取措施处理。针对水利水电工程对环境与生态产生的不利影响,通过采取多种对策措施,将其不利影响减到最小,充分发挥其有利影响,使受影响的环境与生态得到保护和修复。

4.3 开发利用水能资源须全过程对环境与生态进行监控和保护

水利水电工程规划设计应将环境影响评价和环境与生态保护设计作为主要内容之一。通过调研查清水利水电工程影响区域环境与生态状况,分析评价修建该水利水电工程对环境与生态的影响,采取保护措施把不利影响减至最小,使水利水电工程和环境与生态相融合、相协调。环境与生态保护设计是针对该水利水电工程对环境与生态造成的不利影

响所采取的对策措施进行具体设计,提出环境与生态保护项目,落实保护措施及经费。

在水利水电工程建设期,应针对工程施工和库区移民搬迁及安置对环境与生态产生的不利影响,认真做好工程施工区和水库淹没区及移民安置区的环境与生态保护和修复工作。工程施工区的环境与生态保护任务是对工程施工全过程进行环境与生态管理;对施工造成的植被破坏进行恢复;对施工区污染源进行处理,并进行监测与管理;对施工区的文物进行挖掘及搬迁,对损坏的自然景观进行修复;加强施工区卫生防疫工作,保障施工人员健康;加强施工区环境与生态监控工作,搞好施工区环境与生态保护和修复。水库淹没区及移民安置区的环境与生态保护任务是对水库淹没区及移民搬迁全过程进行环境与生态管理;对水库淹没区按要求进行清库,所有污染源进行处理;对水库淹没区的文物进行挖掘及搬迁;加强水库淹没区及移民安置区卫生防疫工作,保障库区人群健康;加强水库淹没区及移民安置区生态环境监控工作,启动水库周边环境与生态保护和修复项目。

在水利水电工程投入运行后,应通过优化调度,充分发挥工程的防洪、发电、航运、供水、灌溉等功能,扩大工程对环境与生态的有利影响;加强对水库及其周边环境与生态监控管理,并制定相关法规,依法管理,保护水资源,防止水质污染;加强库区环境与生态监测工作,搞好水库周边环境与生态保护,改善库区环境与生态。

4.4 开发利用水能资源应切实解决移民搬迁及安置问题

水利水电工程大多位于高山峡谷处,水库淹没与移民数量相对较少,但移民难度较大,必须高度重视,认真研究解决移民搬迁及安置问题,并尽量减少水库淹没与移民搬迁对环境与生态产生的不利影响。移民安置要因地制宜,如不结合当地实际情况,盲目实施移民后靠安置,移民为了生存,必将在山坡上毁林耕种,导致大量水土流失,造成环境与生态破坏。对水库周边坡度大于 25° 的山坡耕地,属退耕还林范围,住地居民已失去生存条件,应作为生态移民,可结合水库移民统一制定安置规划,一部分移民外迁异地安置,一部分移民转向第二、第三产业,也可就地安排在水库四周坡度大于 25° 的山坡植树造林,改为保护和修复环境与生态专项工作的职工。在水库周边建设绿化带,增加森林资

源,改善环境,并可遏制水库周边山坡水土流失,减少进入水库的泥沙。为妥善解决移民安置问题,要充分发挥各级政府的作用,水利水电开发企业要密切配合,为移民提供改善生活环境与创造生产门路的条件。为利于环境与生态保护和修复工作,应建立水利水电工程环境与生态保护基金,将水利水电工程建设和环境与生态保护有机结合起来,并可为一部分移民提供生产岗位,促进库区经济建设和环境与生态保护协调发展。必须加大对移民后期扶持的力度,在工程发电效益中提取适当比例,建立移民生产扶持基金,通过扶持发展生产,提高移民生活水平,逐步改变移民安置区的面貌,让移民分享开发利用水能资源的效益,使移民“迁得出、稳得住、逐步能致富”,进一步推动当地经济社会发展,为开发利用水能资源创造良好的外部环境,促进加快水电开发的步伐。

5 结语

我国社会经济持续快速发展给开发利用水能资源带来新的机遇,预计到2020年,我国发电装机容量将达到 9×10^8 kW,其中水电装机容量将超过 2.5×10^8 kW,约占总装机容量的28%,届时我国水能资源开发利用率可达50%左右,基本上接近发达国家的开发水平。最近20年,我国将在长江上游干支流,澜沧江、怒江、南盘江红水河、黄河上游修建一批大、中型水利水电工程,我国将建成当今世界上装机容量最大的水电站,世界上最高的拱坝,碾压混凝土重力坝和混凝土面板堆石坝,我国将成为世界水电大国和水电科学技术强国。

我们在修建水利水电工程时,必须高度重视对环境与生态带来的不利影响,加大保护和修复环境与生态的力度,进一步完善保护环境与生态的措施,使水利水电工程建设和环境与生态保护有机结合,努力做到“修建一座水电工程,改善一片自然环境,带动一方经济发展,重造一带秀美山川”,为我国经济社会发展和人民生活水平的提高做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 蔡其华. 正确处理保护与开发的关系,合理开发怒江流域水能资源[J]. 人民长江, 2005, (4): 1~7
- [2] 潘家铮. 水电与中国[J]. 水力发电, 2004, (12): 17~21

- [3] 周大兵. 坚持科学发展观, 加快水能资源开发[J]. 水力发电, 2004, (12): 9~11
- [4] 钱正英, 张光斗主编. 中国可持续发展水资源战略研究综合报告及各专题报告[R]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001
- [5] 张落成. 西部大开发战略决策探析[J]. 科技导报, 2000, (8): 12~15

Discussion on Hydropower Resources Development and Environmental & Ecological Protection in China

Zheng Shouren

(*Changjiang Water Resources Commission, Ministry of Water Resources, Wuhan 430010, China*)

[**Abstract**] Hydroenergy is a kind of clean and renewable energy sources. As a high-quality energy source, it plays a key role in realizing the strategy of sustainable development. With consideration of the abundant hydropower resources in China, giving priority to its development becomes an important policy of China's energy resources exploitation. The development and utilization of hydropower resources may decrease the yield of coal and the environment pollution caused by thermal power generation. However, damming a river will lead to the change of water-sand regime, which will exert adverse impact on the ecosystem and environment. As a result, countermeasures should be studied and taken to well deal with the relationships between the hydropower development and the environmental & ecological protection. The development and exploitation of hydropower should be based on the comprehensive planning of a river basin and carried out in a scientific, reasonable, appropriate and orderly way. Moreover, it is necessary to reasonably combine hydropower development, environmental & ecological protection and promotion of regional economic & social development, so as to make the relevant work go smoothly, such as resettlement for reservoir areas, improvement of migrants' living and productive conditions and promotion of harmonious development between economic construction of reservoir areas and environment protection.

[**Key words**] hydropower development; water resources; comprehensive utilization; environmental protection; sustainable development