

全面评价大坝对大气生态系统的影响

姚福海¹, 杨英²

(1. 国电大渡河流域水电开发有限公司, 四川 成都 610041; 中国水电顾问集团成都勘测设计研究院, 四川 成都 610072)

摘要: 自从1961年以来, 随着全球人口的不断增加和煤炭、石油等矿石能源的大量使用, 全球气温以平均每十年递增0.2℃的速度持续上升。大坝做为形成水能的工程条件, 在延缓全球气候变暖的过程中, 正在发挥着越来越重要的作用。以中国大岗山水电站大坝和同等装机规模的火电厂为例, 全面分析了大坝对大气生态系统正负两方面的影响。其正面影响有: (1) 大坝建成后, 形成了一定装机规模的水电站, 其每kW·h电与火电相比, 可减少CO₂排放648g。(2) 大坝所形成的水库改善了库区的气候条件, 库面以上植物吸收CO₂的能力显著增强。负面影响有: (1) 大坝工程往往规模巨大, 在施工过程中要消耗大量的电能、石油和建筑材料, 并间接排放大量的CO₂。(2) 大坝形成后, 库区水面以下的植物消失, 植物在库底腐烂后还将产生一定数量的CO₂。采用CO₂的减排指标分析认为, 具有发电功能的大坝工程对大气的生态效益的利远远大于弊。

关键词: 水电站大坝; CO₂排放量; 水库; 大气温度

中图分类号: TV213; TV64; TV7; X171.1

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2012)03-0062-03

1 引言

大气是人类赖以生存的必要条件。然而, 随着人类对煤炭、石油等矿石能源的大量使用, 大气的生态环境受到了前所未有的破坏。据统计, 2000年中国消耗的煤炭和石油量分别为13.2亿t和2.24亿t, 到2005年, 这一数字分别达到了21.67亿t和3.25亿t, 年平均增长10.15%。由于大气中的CO₂、SO₂、NO₂等气体含量大量增加, 中国不少地方出现了气候反常天气, 如大城市夏季的热岛效应, 南方部分地区的酸雨等。因此, 从2000年开始, 中国政府开始实施大力发展水电和风电, 积极推进核电, 适度发展天然气发电, 不断优化煤电结构比重的能源发展战略。与此同时, 中国政府将节能减排工作列入国民经济发展的主要目标, 计划到2010年, 将每万元的GDP能耗指标从2005年的1.22t标准煤降低至1t标准煤。在2008年7月日本承办的八国峰会上, 中国政府支持与会国家将2050年的温室气体排放量降至目前的50%。

大坝做为形成水力发电的工程条件, 近十年来, 其建设一直存在争议。一种观点认为: 与大坝配套的水电站给电网输送了清洁的电能, 大坝本身就是一座环保设施。另一种观点则认为: 大坝建设过程中要征用大量的农田和林地, 消耗大

量的建筑材料, 大坝形成的水库淹没了大量的林地和耕地, 大坝破坏了当地的天然生态环境。

很显然, 在中国主要江河上修筑尚未开工的大坝, 必须在以科学发展观为指导, 全面评价大坝对大气生态系统的利弊后, 才能统一认识, 形成大坝建设的良好外部环境。

2 大坝对大气生态系统的利弊综合分析

2.1 大坝形成的水能资源对大气有显著的生态保护效益

大坝主要具有3种功能: (1) 防洪减灾。(2) 养殖和旅游。(3) 水力发电。其中前两种功能与大气生态系统没有太多的直接关系。如果一座大坝建成后, 形成了年发电量为 a (kW·h)的水电站, 按中国政府公布的火力发电厂的单位耗煤量(0.35kg/kW·h)和CO₂排放指标(0.648kg/kW·h)计算, 则每年可减少CO₂排放量0.648 a (kg), 减少SO₂排放量0.0044 a (kg)。

2.2 大坝建设要消耗大量的建筑材料和能源并间接排放CO₂

大坝及其配套的电站设施其主要工程量有: 土石方开挖与填筑、砂石骨料生产、混凝土浇筑、机电设备安装等。随着筑坝技术的不断进步, 大坝从筹建到竣工一般都在10年以内。如果从第一年到第 i 年($i < 10$), 每年建设过程中所消耗的能源指标折合成电能后分别为 b_1 、 b_2 、…… b_i , 水

收稿日期: 2012-03-18

泥和钢材等大宗物资运输所消耗的能源指标折合成电能后分别为 c_1 、 c_2 、 \dots 、 c_i , 则大坝建设过程中消耗的能源总量为 $\Sigma(b_i + c_i)$ 。该部分能耗按火电厂的排放指标计算, 等于向大气排放了 $0.648 \Sigma(b_i + c_i)$ (kg) 的 CO_2 。

2.3 水库形成后, 库底植物不再具有吸收 CO_2 的功能

对于温带速生林而言, 每平方公里林地每年吸收 CO_2 的能力为 270 t/km^2 。速生林被毁后, 残留植物腐烂累计所产生的 CO_2 为 500 t/km^2 。如果一座大坝的建设用地和水库淹没林地的总面积为 $S \text{ km}^2$, 则大坝形成的水库每年使区域环境吸收 CO_2 的能力降低 $270 S$ (t)。另外, 水下残留植物腐烂还要累计排放 CO_2 约 $500 S$ (t)。

2.4 大坝对大气生态环境影响的综合分析

从上述分析可以看出, 建坝对大气生态环境的影响既有有利的一面, 也有不利的一面。如果大坝的寿命为 n 年, 将大坝建设过程中产生的 CO_2 和库底植物腐烂产生的 CO_2 按大坝寿命进行平均分摊, 则在大坝寿命期限内, 对大气 CO_2 减排指标的影响为:

$$F = [0.648 \Sigma(b_i + c_i) + 5 \times 10^5 S] / n + 27 \times 10^4 S - 0.648 a$$

式中 单位为 kg, $i \leq 10$, $n \leq 200$ 。如果 $F < 0$, 则说明大坝的减排指标优越。

3 工程实例分析

3.1 大渡河大岗山水电站大坝对大气的影响分析

大渡河大岗山水电站由 210 m 高的混凝土双曲拱坝和装机容量为 2 600 MW 的地下厂房组成 (图 1)。大坝建成后, 电站的多年平均发电量为 114 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。主要工程量有: 土石方开挖 1 277 万 m^3 , 混凝土 457 万 m^3 , 机电设备安装 2.4 万 t。大坝从 2006 年筹建到 2014 年竣工需要约 9 a 时间。坝址区多年平均气温 $15.4 \text{ }^\circ\text{C}$, 多年平均降雨量 642 mm, 水库共淹没林地 13.56 km^2 。笔者就大岗山水电站大坝对大气生态系统的各种影响进行分析如下。

(1) 每年 114 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 的水能资源相当于节省标准煤 399 万 t。按火力发电厂的排放指标计算, 每年可减少 CO_2 排放 739 万 t。

(2) 在大坝 9 年建设期内, 各种施工设备的

年平均功率依次为 3 000、4 000、4 500、4 500、6 000、7 000、7 000、8 000、9 000、6 000 kW。若施工设备的年平均利用小时数按 6 000 h 计, 则建设期内共消耗电能 3.54 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$, 相当于火电厂燃煤产生的 22.87 万 t CO_2 。



图 1 大岗山水电站大坝

(3) 在大坝 9 年建设期内, 若对外运输设备的年平均功率依次为 2 000、2 500、3 000、3 500、4 000、5 000、5 000、5 500、5 000 kW, 则大宗材料运输所消耗的燃料折合成电能为 1.75 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$, 相当于火电厂燃煤产生的 11.34 万 t CO_2 。

(4) 施工场区和库区 13.56 km^2 的林地 (图 2) 被砍伐或腐烂后累计产生的 CO_2 为 6 780 t。

(5) 施工场区和库区 13.56 km^2 的林地被砍伐或淹没后, 区域环境每年少吸收 CO_2 3 661 t。



图 2 建成前的大岗山水电站水库

按保守计算, 若大岗山大坝的寿命为 200 年, 则建坝带来的年 CO_2 的减排影响为: $0.174 + 0.3661 - 739 = -738.46$ (万 t)。即考虑各种因素后, 建坝后与同等规模的火电相比, 等于每年少向大气排放 CO_2 738.46 t。

如果用年发电量为 114 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 的某火电厂进行对比分析, 工程量仅计入 30 万 m^3 的混凝土, 厂用电按 7% 计, 建设周期按 3 年计, 寿命按 30 年计, 则材料运输和主体施工期产生的 CO_2 总量为 20.3 万 t, 运行期每年产生的 CO_2 总量为 790

万 t。该指标是大岗山水电站施工期和淹没产生的 CO₂ 总量的 29.7 倍。

3.2 雅砻江二滩水电站大坝的环境效益

中国二滩水电站混凝土双曲拱坝高 242 m, 电站装机容量 3 300 MW, 多年平均发电量 170 亿 kW·h, 水库长 145 km, 水库面积 102 km²。大坝于 1989 年开始筹建, 1998 年竣工(图 3)。大坝建成后, 库区小气候发生了较大的变化, 库区冬季气温较建坝前上升了近 2℃, 而库区夏季的平均气温则较建坝前下降了近 2℃。建坝前, 坝址区多年平均降水量为 700 mm, 旱季降水量极少。建坝后经实测, 库区年平均降水量增加了 50 mm, 而且



图 3 建成后的二滩水电站大坝

旱季经常下小雨。据统计, 二滩大坝 46 km 以外的攀枝花市目前有 90% 的用电量来自二滩水电站提供的清洁能源, 当地用煤指标下降后, 极大地改善了攀枝花市的大气环境。2006 年 5 月, 二滩大坝获中国政府颁布的国家环境友好工程奖。

4 结语

(1) 具有发电功能的大坝工程对大气生态系统的影响其利远远大于弊。中国大岗山水电站大坝在其寿命期内, 每年可减少 CO₂ 排放 738.46 万 t。建设期内和水库运行期内植物腐烂产生的 CO₂ 按大坝寿命进行年分摊的排放结果为 0.174 万 t/a。水库淹没林地后, 每年少吸收 CO₂ 0.366 万 t, 不利指标之和远远小于有利指标。

(2) 大坝形成的水库可以改善当地的小气候环境, 经水库调节后的气温和水汽含量更适合当地的动植物生存。

作者简介:

姚福海(1964-), 男, 陕西渭南人, 教授级高工, 工程硕士, 从事水电工程建设管理工作;

杨英(1965-), 女, 陕西西安人, 高级工程师, 学士, 从事水电站厂房设计工作。

(责任编辑:李燕辉)

成都院工程勘察公司通过高新技术企业认证并取得证书

成都院工程勘察公司于 2011 年 11 月通过四川省科技厅关于高新技术企业的认定, 并于日前取得了“高新技术企业”证书。证书编号: GR201151000190。高新技术企业是指在《国家重点支持的高新技术领域》内, 持续进行研究开发与技术成果转化, 形成企业核心自主知识产权, 并以此为基础开展经营活动的企业。企业要通过认定, 首先要拥有核心自主知识产权, 并对企业研发管理水平、成果转化能力、成长性等指标都有严格、量化的考评体系。在严格的审查下, 工程勘察公司凭借不断增强的自主创新能力, 完善的管理体制及良好的市场前景, 拥有多项自主知识产权及实用新型专利, 通过层层筛选, 最终顺利通过“高新技术企业”认定。公司将以此为契机, 进一步增强自主创新能力, 继续加大科技投入力度, 进一步提高公司技术水平和核心竞争力, 力争为广大用户提供优质的工程检测服务!

阿月、李家坝风力发电机组及附属设备采购合同正式签订

5 月 18 日, 阿月、李家坝风力发电机组及附属设备采购合同在成都院正式签订。两合同供货方分别为湘电风能有限公司和东方电气股份有限公司, 合同总金额 3.6 亿元。中国水电顾问集团成都勘测设计院研究院院长章建跃、副院长职小前、德昌风电开发有限责任公司副总经理董文军、湘电风能有限公司副总经理陈岳智、东方电气股份公司市场部张猛副部长分别在阿月、李家坝风力发电机组及附属设备采购合同上签字。阿月、李家坝风电场位于四川省德昌县安宁河谷地区, 是继德昌风电一期工程项目二期和三期工程。阿月风电场建设规模 46 MW, 安装 23 台单机容量为 2 MW 直驱式风力发电机组; 李家坝风电场建设规模 47.5 MW, 安装 19 台单机容量为 2.5 MW 直驱式风力发电机组。本次风力发电机组及其附属设备采购合同的签订标志着阿月、李家坝风电场设备采购工作正式拉开序幕。

成都院被评为四川省水利工程建设施工监理企业信用等级 AAA 级

根据《四川省水利厅关于开展四川省水利工程建设施工监理企业信用评价的通知》(川水涵[2010]1426 号)文件精神, 成都院企业发展部会同四川二滩国际工程咨询有限责任公司、征地移民处、环保处等相关部门于 2011 年 5 月完成信用评价申报相关工作, 经四川省水利厅严格审核, 最终评定成都院为四川省水利工程建设施工监理企业信用等级 AAA 级, 审核结果通过四川水利网进行公示, 证书有效期至 2014 年 11 月 20 日。此证书为水利工程建设施工监理企业进入水利工程建设市场开展施工监理业务活动的重要资格证书, 是在资质审核、招投标评标、核准、备案等的一项必要信息。