

雅砻江水电开发与可持续发展

陈云华

二滩水电开发有限责任公司总经理

摘要: 雅砻江中下游河段是我国不可多得的发展条件优越的水电基地。雅砻江丰富的水能资源具有全方位的环境友好的自然特性。雅砻江穿越甘孜藏族自治州和凉山彝族自治州,开发雅砻江对促进少数民族地区经济和社会进步具有重要的推动作用。一条流域只有作为一个整体由一个有实力的、负责的开发主体负责开发、运营,才能最大限度地保证水电开发与环境保护协调和可持续发展战略的实施。国家授权二滩水电开发有限责任公司负责雅砻江流域的水电开发,是二滩人的光荣使命和历史责任。二滩公司正在制订流域整体生态保护规划与解决方案,并在流域规划中予以体现。

二滩水电站的建设在移民和环境保护方面取得了令人瞩目的成绩和值得借鉴的成功经验。成功实施的开发式移民为水库动迁移民带来了实实在在的发展机遇;电站环境保护已经初见成效,水电开发对环境的影响利大于弊。以二滩水电站的建设作为新的起点,二滩公司立意高远,按照“流域、梯级、滚动、综合”开发原则,秉承环境友好的理念,不懈追求环境友好和可持续发展,雅砻江必将建设成为中国乃至世界水电开发中实践可持续发展战略的成功范例。

关键词: 雅砻江 水电 可持续发展 水能资源

雅砻江,发源于青海省玉树州境内的巴颜喀拉山南麓,自西北向东南流经四川省甘孜藏族自治州、凉山彝族自治州,在攀枝花市的倮果注入金沙江,属长江水系,是金沙江第一大支流,素有“小金沙江”之称。从河源至江口,雅砻江干流全长 1571km,流域面积约 13.6 万 km²,天然落差 3830m,江口多年平均流量 1890m³/s,年径流量 596 亿 m³。雅砻江流域地处青藏高原东南部,位于金沙江和大渡河之间,为一南北长约 950km,东西平均宽约 135km 的狭长地带。流域东、北、西三面大部分为海拔 4000m 以上的高山包围。

1 雅砻江得天独厚的水能资源

1.1 雅砻江水能资源概况

雅砻江蕴藏着丰富的水能资源,天然落差大,流量丰沛稳定。雅砻江水力资源技术可开发容量 3461.96 万 kw,技术可开发年电量 1840.36 亿 kwh。其中雅砻江干流蕴藏量约 3340 万 kw,技术可开发容量 2856 万 kw,技术可开发年发电量 1516.36 亿 kwh,占四川省全省的 24%,约占全国的 5%,是一座不可多得的得天独厚的绿色能源宝库。

雅砻江干流共规划 21 个梯级水电站,利用落差 2813m;雅砻江库容系数 0.32,梯级电站大中小相结合、水库调节性能良好。两河口、锦屏一级、二滩为控制性水库工程,总调节库容 158

亿 m^3 。雅砻江中下游河段（两河口至江口）纵贯甘孜藏族自治州、凉山彝族自治州和攀枝花市，电站分布集中，征地移民少，水库淹没损失小，电站经济指标和开发条件优越，发电效益和综合效益显著，对促进少数民族地区经济发展和社会进步具有重要作用，是我国规划的十二大水电基地中的佼佼者。雅砻江下游包括锦屏水电站（一级、二级）、官地、二滩、桐子林水电站，前期工作深入，为近期重点开发河段。

二滩水电站装机 330 万 kw，已在 1991 年至 2000 年建成。在二滩水电站建成投产之前，雅砻江宝贵的水能资源一直“养在深闺人未识”。二滩水电站的建设，拉开了开发雅砻江的序幕，揭开了雅砻江的神秘面纱，其丰富的水能资源蕴藏量、独特的环境友好的自然特性和优越的开发条件为世人所惊叹。

1.2 雅砻江得天独厚的环境友好自然特性

建设水电站对环境的所有基本影响在某种程度上都可以归结为两个方面：大坝带来的水文情势的变化和水库淹没带来的不可避免的影响。其中，水文情势的变化主要体现在水库蓄水后对库区、下游河段输沙、水质、水温、水生植物、鱼类等产生的影响；水库淹没方面，主要表现在对生物多样性的影响、淹没耕地、森林、迁移人口、人文或自然景观等方面。

雅砻江水能资源的独特性，不仅表现在其优越的技术经济指标，尤其体现在具有得天独厚的全方位的环境友好的自然特性。

淹没损失轻微。雅砻江河道为峡谷型河道，下切十分强烈，岸坡陡峻，沿河岭谷高差悬殊较大，相对高差一般在 500~1500m，沿江两岸坡度基本上多为 30—45 度以上，锦屏大河湾为 60—70 度，是典型的“V”型河谷。河道的自然特点、恶劣的生存条件决定了河谷中人烟稀少、耕地很少。因此，修建大坝导致的迁移人口很少，淹没耕地很少。

雅砻江河谷植被类型分布与海拔和相对高差密切相关，河谷陡峭的岸坡植被为干热河谷稀树灌草丛。规划电站的淹没区内已经受到人类活动的干扰，尤其是过去几十年人们对森林资源的过度开采，沿江易于开采的森林已经被采伐殆尽，通过天然河道漂木运输，水库淹没区绝大部分森林资源已经被人类活动所破坏，剩余的树林面积小，分散，且均为保护价值和经济价值较低的广布树种。深山河谷降雨稀少、气候干热不适宜人类居住和森林生长，上游高原草原因过度放牧、天然动物种群严重失衡，草场被严重破坏，水土涵养功能急剧退化。水电开发为改善原生态河流遭到破坏的生态带来了治理和恢复的机遇。

在雅砻江流域规划的电站中，水库淹没范围内不涉及自然保护区、风景名胜古迹和人文景观。由于人烟稀少，人文景观相对很少，淹没区内也没有重要的风景名胜古迹。相反的是，建设后的水库将形成一个个森林公园，犹如一串绿色的翡翠明珠，共同构筑长江上游生态屏障。

迁移人口少和淹没损失小是雅砻江流域梯级电站的突出特点，在我国规划建设的十二大水电基地中最优。雅砻江独特的环境友好特性为采取更有效的减免措施将建设大坝对环境的负面影响降至最低创造了条件，也为在水电开发中通过流域环境治理改善已经严重恶化的生态环境、提高雅砻江的环境效益、促进流域经济发展和社会进步创造了机遇。

1.3 雅砻江的呼唤——流域内的少数民族同胞渴望发展。

雅砻江贯穿四川甘孜藏族自治州、凉山彝族自治州和攀枝花市，二滩及以上电站影响区内的居民以藏族、彝族等少数民族为主，整个流域内共有 19 个少数民族。雅砻江锦屏大河湾以北以藏族为主，锦屏大河湾以南（雅砻江下游）以彝族为主。由于生活在流域内的深山峡谷中，

交通极其不便，在贫瘠的稀少的坡地上耕作，绝大多数居民依然过着贫困的生活。水能资源是流域内最主要的资源，开发雅砻江对促进少数民族地区经济发展和社会进步具有重要的推动作用；通过水能资源开发促进少数民族地区经济发展和社会进步是少数民族同胞长期以来的渴望。

1999年4月19日，江泽民总书记（时任）第二次视察二滩水电站时为二滩公司题词“进一步开发雅砻江水能资源，促进少数民族地区经济发展和社会进步”，充分肯定了雅砻江在促进少数民族地区经济发展和社会进步方面的重要作用。

	两河口	锦屏一级	锦屏二级	官地	二滩	桐子林
装机容量 (MW)	3000	3600	4400	1800(2400)	3300	450(600)
多年平均发电量 (亿 kwh)	116.87	166.2	210.81	87.13	170	25.66
淹没耕地 (亩) (公顷)	7394 /492.9	7628 /508.5	0/0	681 /45.4	32721 /2182	61.5 /4.1
单位兆瓦淹没耕地 (公顷/兆瓦)	0.1643	0.14125	0	0.0189	0.6612	0.0068
单位发电量淹没耕地 (公顷/GWh)	0.042175	0.0306	0	0.00521	0.12835	0.001598
淹没森林					2480公顷	
迁移人口	4925	3641	0	298	45812	2420
单位兆瓦迁移人口 (人/兆瓦)	1.6417	1.01139	0	0.1242	13.8824	4.0333
单位发电量迁移人口 (人/GWh)	0.4214	0.2191	0	0.0342	2.6948	0.9431

2 二滩公司对雅砻江水电开发的愿景

雅砻江丰富而独特的水能资源是大自然的慷慨的馈赠。开发利用雅砻江水能资源应该本着积极、环境友好的态度，尽最大努力，采取一切可能的措施减免对环境的负面影响。承担这一使命的必须是一个对社会、对历史和对环境负责任的开发商。

2.1 国家授权二滩公司负责雅砻江流域水电开发。

2003年10月20日，国家发改委在《国家发展改革委办公厅关于雅砻江水能资源滚动开发主体的复函》（发改办能源〔2003〕1052号）中明确：“为实现雅砻江流域梯级开发，同意二滩水电开发有限责任公司负责实施雅砻江水能资源的开发，并适时将二滩水电开发有限责任公司更名为雅砻江流域水电开发公司，全面负责雅砻江流域梯级水电站的建设和管理，原投资方投资比例不变”，“雅砻江是我国水能资源开发条件最好的河流之一，也是我国最重要的水电基地之一。请按照国家批准的河流梯级开发规划，统筹安排，加大前期工作投入，加快雅砻江流域梯级电站的开发步伐。”

国家授权二滩公司负责雅砻江流域水电开发，是对二滩公司成功建设二滩水电站和为全面推进流域开发所作的长期不懈努力的充分肯定，是对二滩公司的莫大信任。根据国家授权，按照“流域、梯级、滚动、综合”方针实施雅砻江流域水电开发是二滩人光荣的历史使命和责无旁贷的历史责任。

2.2 二滩公司关于流域社会、经济、环境协调可持续发展的愿景。

面对雅砻江得天独厚的水能资源，肩负着党和国家的重托，二滩公司决心在雅砻江流域水

电开发中促进水能资源开发与流域社会、经济和环境协调发展，造就一个山川秀美、经济繁荣、社会文明的田纳西式的雅砻江河谷。

二滩公司将通过开发雅砻江流域水能资源，创立雅砻江水电品牌，逐步成长为拥有装机 2500 万 kw 以上优质绿色电源的国际一流大型独立发电企业。

2.3 关于流域水电开发与生态保护整体解决方案的设想。

为实现这一美好愿景，二滩公司正在制订公司十年科技发展纲要，雅砻江流域水电开发与生态保护整体解决方案是其中最重要的内容之一。雅砻江流域开发与生态保护整体解决方案将超越目前孤立地评价单个电站环境影响的作法，前瞻性地对流域整体环境保护和改善进行调查研究、规划和设计，在单个电站的环境设计中予以体现，在流域梯级开发中逐步实施，以达到流域整体生态环境效益的最大化。

关注水库对局地生态环境和小气候的影响并采取充分的减免措施是必要的，但是仅仅聚焦于一个电站的水库及其周边的生态问题是远远不够的，甚至是短视的。已经引起我们高度关注的是雅砻江上游目前脆弱和正在急剧恶化的生态状况。原本湖泊纵横、水草丰茂的上游草场、湿地，由于过度放牧、动物种群失衡等原因，正在急剧退化，水土涵养功能减弱，生态环境严重恶化。长江源头、黄河源头、雅砻江源头都面临着相似的生态问题。我们认为，上游生态恶化不只对流域的水文具有直接的影响，同时对我国的气候变化和生态保护都具有重要意义。

作为一个负责任的流域水电开发商，我们将通过调查、科研，制订对流域生态干扰最小的水电开发规划方案和有利于恢复雅砻江流域整体生态的环境保护方案，在流域规划中充分考虑流域各个区段的不同特点，区别对待，进行水电开发和环境保护：在环境友好特性较好的河段——雅砻江中游和下游，在水电开发的同时实施充分的环境影响减免计划；在生态环境脆弱和环境友好特性相对较差的区段——雅砻江上游，水电开发服从于生态恢复，工作重点是通过科研和实施建立在科学研究基础上的生态恢复计划拯救雅砻江上游正在急剧恶化的生态环境，实施经济扶持（发展）计划，发展生态产业，提升上游居民生活水平，从而减少当地居民对原本已经十分脆弱的生态环境，尤其是高原草场的掠夺性利用。

在整个流域执行差异化的开发战略，将有助于恢复流域生态环境，建立生态保护和利用水能资源的良性循环。

2.4 在流域规划、科研合作、设计中的环境友好理念

为实现水电开发与环境协调，树立环境友好的理念是至关重要的因素。理念决定了开发者的行为。只有在流域水电开发规划、环境保护设计中充分体现环境友好的理念，从流域整体出发，在水电开发活动中严格按照设计实施环境保护，才能最大限度地减免水电开发对环境的不利影响。

3 二滩水电站——处理社会、环境问题的成功案例

二滩水电站是雅砻江干流上开发的第一座水电站，装机容量 330 万 kw (6×55 万 kw)，设计多年平均发电量 170 亿 kwh，是四川、重庆电网的大型骨干电源点，容量占川渝电网的 30%，发电量约占电网总量的 25%，是 20 世纪我国建成投产的最大水电站。240m 高的混凝土双曲拱坝居中国第一。电站作为国家“九五”计划的重点工程，是国内第一个全面实行国际竞争性招标，

完全按照菲迪克条款（国际咨询工程师联合会制定的标准施工合同条款）实施工程监理的项目，是世界银行在世界范围内对单个工程提供贷款最多的项目（9.3 亿美元），共有 47 个国家的专家参与了二滩工程的建设。

作为流域可持续发展战略的探索，二滩水电站的建设在移民和环境保护方面取得了令人瞩目的成绩和值得借鉴的成功经验。成功实施的开发式移民为水库动迁移民带来了实实在在的发展机遇，世界银行高度评价并将其作为范例推广。全面、综合的环境调查和后评估表明，电站建设对环境的影响利大于弊，电站建成后，水库周边地区小气候发生了有利于植被恢复的变化，对生态环境的有利影响将逐步发挥出来，环境保护工作初见成效。

3. 1 电站移民情况简介

二滩水电站的建设中搬迁安置 45812 人，其中主要包括农村移民 28482 人，盐边县城搬迁 12454 人，集镇搬迁 1263 人等。淹没耕地 32721 亩，林地 37204 亩。水库淹没移民搬迁安置补偿费共计 22.1412 亿元。

移民规划的实施是在各级政府的大力支持下，在各级政府移民机构的领导下开展的。各级政府在宣传群众、动员群众和组织群众进行搬迁等方面起了关键作用。科学规划、精心设计是移民工作成功的关键因素之一，一个好的移民规划设计就是成功的一半。在编制移民规划前，二滩公司与设计院和各级政府移民主管部门开展了大量的实物指标调查，鼓励公众参与，逐户访谈，广泛征求移民的意愿，贯彻“以人为本”的思想，了解、尊重并在许可的条件下尽可能满足移民的愿望，为编制一个可行的移民规划奠定了基础。“授之以鱼不如授之以渔”的古训再度得到验证，世代生活在深山峡谷中的移民最迫切的愿望是发展，广泛的访谈和公众参与帮助确立了“开发式移民”的工作思路，移民工作的目标是要创造新的可持续的发展机遇，确保移民的生活质量不致降低从而实现“搬得出，稳得住，能致富”的工作目标。

对于 28482 名农村移民，其中主要包括 9089 人后靠安置，5395 人集中外迁至红格移民安置区，分插安置 1423 人，自谋职业 1347 人等。新开田 11577 亩，新开地 3514 亩，调整土地 5403 亩，共 20494 亩；建房 652100m²；修建水库三座，库容共计 127.8 万 m³，控灌面积达到 8541 亩（约 570 公顷）；在集中外迁安置区，建自来水厂两个，日供水能力 1500t；修建提水泵站（五级六站），控灌面积 6500 亩（约 433 公顷）；修筑灌溉支渠 127km；筑堰共计约 205km。

为使移民具备可持续发展的能力，在世界银行移民特别咨询团的指导下，二滩公司付出了大量努力，主要包括：

（1） 免费电力供应。向红格集中移民区提水泵站免费供电 3300 万 kwh/年，其中 300 万 kwh/年用于补偿网损，使移民灌溉用水没有任何经济负担。

（2） 强大的资金支持。二滩水电站所发电量每度电提取一厘钱，作为库区维护基金，其中 80%通过移民办用于移民后期扶持。每年通过移民机构向盐边县支付 200 万作为扶持基金，用于泵站的运行维护、人员工资等。加上全省水电电量每 kwh 提取 2.7 厘，由省移民办统一管理，用于包括二滩移民在内的四川所有水库移民后期扶持。

在移民基金的强大支持下，二滩移民区培训、农业新品种开发、引进优良水果品种取得了良好的成效，新的水果产业经济使移民从新的发展机遇中受益，生活水准得到显著提高。水果种植业为离开世代生息之地的移民的脸上带来了笑容，也成为地方经济新的亮点。库区移民成功培育出枇杷新品种，拥有独立知识产权，成为畅销日本的出口商品；荔枝、芒果等水果也是四川以及周边省市市场上经济价值较高的炙手可热的品种。盐边县有关机构正在鼓励、引导移

民扩大种植面积，从目前的近 5000 亩扩大到 50000 亩。

(3) 良好的基础设施为培育农业相关产业提供了条件。纵横交错、四通八达的公路系统和水库中的水上运输为优质的水果、农产品及时运输至中心城市乃至国际市场提供了先决条件，也使移民们有条件开办罐头厂、红薯粉丝厂等。运输和农产品加工也使部分移民成为富裕的私营业主。

二滩公司的努力受到了各级移民机构、世界银行的高度赞扬，被誉为“开明业主”。在 2000 年 5 月的移民检查报告中，世界银行的评述是：“截至 2000 年 4 月底，二滩公司向省移民办拨付移民概算的 99.8%。在拨付的资金中，95% (约 19.3 亿元) 由省移民办支付给了受影响的县市。二滩的实物搬迁工作已经基本完成，100% 的农村居民从淹没地带搬迁出来，总人数为 28482 人。到 2000 年 4 月底，总共 652100m² 的新房已建好，平均每人 32.2m²。尽管人均房屋面积和搬迁之前相比略有减少，但是，房屋的质量却大大提高”。2001 年 6 月，世界银行移民检查团“很高兴地收到二滩公司的一份备忘录，具体明确了二滩公司与省移民办达成的完成移民工程遗留问题的方案。在资金方面，二滩公司承诺：从 2001 年 1 月 1 日起从售电收入中提取水库维护基金，并将其中的 80% 用于移民后期扶持。检查团对二滩公司的承诺表示赞赏，考虑到二滩公司是在财务状况不佳的情况下接收法定义务以外的责任，这就显得更加难能可贵”。“二滩公司提供的额外资金已经看到了效果，如灌溉设施的完成，个人补偿的足额发放，人均耕地的增加，这些措施的结果是移民收入开始恢复，尤其是外迁移民”。

3.2 移民工作的成功经验

移民的贡献。移民从国家利益出发，顾全大局，为二滩工程的建设 and 移民工作的圆满完成作出了巨大的贡献，这种贡献是中国二十世纪最大的水电工程——二滩工程得以顺利建成的前提条件之一。

世界银行的贡献。二滩水电站的移民工作是按照中国有关法规和世界银行的规定，在世界银行移民特别咨询团的指导下和世界银行移民检查团的督导下进行的，从 1992 年开始每年 1—2 次对移民工作进行检查评估，并提出相应的建议，有时也及时指出问题所在，或提出批评意见。这些批评、建议有效地鞭策和促进了二滩水电站的移民工作。

开明业主与政府移民机构的重视、理解与合作。各级移民机构在移民工作中起到了关键作用，尤其是在宣传、解释和组织搬迁方面。“开明业主”二滩公司秉承“以人为本”的理念，在自身极其困难的情况下顾全大局，为移民谋求长远的发展提供长期的支持。

各方共有的“开发式移民”的理念。在二滩建设过程中，二滩公司、移民机构、世界银行抱着一个共同的理念，通过开发式移民为移民创造新的发展机遇。新的发展机遇是促使移民同意搬离世代生活的家园的最佳说服力。

公众参与。在移民调查阶段，广泛的公众参与是制订一个科学、可行、具有灵活性的移民规划的决定因素。

3.3 二滩水电站环境保护

我们认为，在探讨二滩这样的巨型水电项目的环境保护问题时，应该同时看到两个方面，如一个硬币的两面：

3.3.1 电项目自身巨大的环保特性。在我们的耳边充斥着关于水电项目对原生态河流的环境干扰的激烈争论时，我们绝不能忽略一个基本事实：水电是可再生的清洁能源，水电开发减少了

对非再生一次性能源——尤其是煤的消耗，减少了烟尘、废水、二氧化碳、二氧化硫等的排放，无可争议地直接减少了酸雨发生的可能性，减少了烟尘给城市带来的污染，减少了温室气体排放。从这个意义上讲，我们认为，讨论环保问题首先应该探讨水电对替代非再生能源消耗所带来的环保效益。挪威水电开发、加拿大拉格朗德工程等与环境保护的几近完美的和谐为我们展示了优秀的水电开发的样板。

装机 330 万 kw 的二滩水电站，按照 2002 年四川平均煤耗水平计算，年节约标准煤 630 万吨，相应减少二氧化硫排放 23 万 t，减少烟尘排放 5 万 t，减少燃煤弃渣 190 万 t，减少废水排放 4500 万 t。

截至 2004 年 8 月 31 日，二滩水电站累计发电 646.4385 亿 kwh。以 2003 年中国平均发电标准煤耗 381g / kwh 计算，相当于节约燃煤 2463 万 t。按我国煤电燃料链平均温室气体排放系数 1300g / kwh 计算，减排温室气体约 8400 万 t。

在雅砻江全面开发后，年发电量将达到 1516.36 亿 kwh，相当于年节约原煤约 5800 万 t，年减排温室气体约 2 亿 t。

3.3.2 建设大坝对环境的干扰以及相应的减免措施。这是给水电项目带来巨大争议的方面。作为一个负责任的水电开发商，从电站开始规划，我们就十分重视电站建设对环境的干扰，在设计阶段进行全方位的评估，采取一切可能的减免措施，将不利影响降至最低，把有利的方面发挥到最佳，以实现环境影响利大于弊作为环境保护工作的目标。

二滩水电站位于高山峡谷区，谷坡陡峻，水库淹没损失轻微。二滩水电站水库回水长 145km，水库面积 101km²，淹没耕地 2182 公顷，林地 2480 公顷。受地形影响，库区植被呈明显的垂直分布的特点。水库正常蓄水位 1200m，海拔 1100—1200m 范围内，植被以稀树灌草丛为主。

1998 年实施天然林保护工程以前雅砻江具有通过河道漂流的功能。在建设二滩水电站之前，雅砻江流域森林采伐量大。1985 年以前，雅砻江流域木材年产量 110 万 m³，到 1994 年已经降至 30—40 万 m³。二滩水库淹没区绝大部分已经被人类活动所破坏，原生植被呈片状零星分布，各林块面积在 10—200 公顷不等，10100 公顷水库中仅保留共计 1000 公顷相对未被破坏的原生植被，约占水库淹没总土地面积的 10%。

1995 年 10 月~1996 年 7 月进行的野外调查形成了《二滩水库区多样性调查报告》。调查表明，水库淹没区的生物多样性状况较差，没有需要特别保护的濒临灭绝的物种或动植物。绝大部分区域已经遭到人类活动的破坏，一半以上的面积已用于种植、放牧、居住和木材采伐（含薪炭林），或是荒山草破。二滩工程分属于中国 12 个“特有鸟类区(EBA)”的“华南森林（海拔 2000 以下的低山地带）”和“四川中部森林（海拔 2000m 以上的山区）”特有鸟类区内。鸟类被作为生物多样性指示动物进行跟踪调查。库区防护林带是保护生物多样性的主要减免措施，尤其是营造和保护好防护林带内生物多样性丰富的阔叶林，对濒危鸟类具有重要的保护作用。

根据二滩水电站库区渔门气象剖面的观测资料，水库蓄水后总体上的微小变化包括：天然降水增加，平均相对湿度增大，太阳日照时数正常并略有减少，极端高温降低，极端低温升高，气候出现干季有降雨、雨季无大涝的新特点。攀枝花市尤其是水库周边地区干热河谷气候发生了有利于植被生长、动物生存的变化，两栖、爬行类动物有了更好的生存环境，有利于生物多样性。

表 二滩水电站库区气象观测渔门剖面

	1997	1998	1999	2000
断面年平均相对湿度	66%	68%	69%	71%
年平均降水总量(mm)	1098.6	1493.2	1533.6	1372.0
日照总时数(小时)(1#站)	2465.8	2275.2	2395.2	2189.7
年极端最高气温(°C)	39.4	39.0	37.7	36.3
年极端最低气温(°C)	-0.8	-0.2	-1.9	-0.8
雨季开始日	6月14日	5月24日	6月7日	
平均雨日(日)	140	156	137	147

注：1998年5月1日水库下闸蓄水

泥沙淤积。二滩库尾以上流域多年平均输沙模数为 $233\text{t}/\text{km}^2$ ，悬移质含沙量 $0.435\text{kg}/\text{m}^3$ 。根据模型试验及计算，水库运行30年损失库容2.5亿 m^3 ，泥沙淤积至坝前83km；运行100年，泥沙淤积至坝前53km处，库容损失10.7亿 m^3 ；运行250年后，死库容损失95%，有效库容损失55%。但是，上述预期淤积情况未考虑二滩上游正在建设的锦屏水电站和规划中的其他大坝，也未考虑实施天然林保护工程、长江上游生态屏障建设、雅砻江生态环境整体保护方案后水土保持状况改善而导致入库泥沙将大大减少等因素。

3.4 二滩公司对环境的关注和作出的努力

负责雅砻江流域水电开发的使命，决定了二滩人在环保的问题上不能短视。作为流域开发商，我们既是流域水电开发的积极推动者，也是生态环境保护的积极倡导者和忠实实践者。

二滩工程的环境影响评价早在1980年与工程可行性研究同步开展，并分别于1988年5月和1994年12月两次按照世界银行的要求按照当时新的环保标准进行了环境评估，并通过世界银行的审查。

1992年4—5月，二滩公司与环保志愿者一起对雅砻江流域进行了生态环境综合考察，对雅砻江流域总体生态环境有了全面的了解和深入的认识。我们痛心地看着，由于此前长期过度采伐，雅砻江中游很多原本繁茂的森林，在当时已经只剩下光秃秃的山头和累累的树桩。

1997年9月16~10月18日，二滩水电开发有限责任公司与中央电视台、攀枝花市委宣传部、成都勘测设计院联合组织了雅砻江流域水能与生态环境考察，考察队员溯江而上，深入青海省江源县，一直追寻到雅砻江源头，历时33天，行程6000多km，获得了丰富的第一手资料，通过中央电视台将雅砻江流域内因为过去森林过度采伐、高原草场过度放牧等原因导致的生态退化情况展现在观众眼前，大声疾呼保护长江上游生态环境。此举对唤起全社会对西部生态、对森林过伐等问题的关注起到了重要的宣传作用。

为更好地保护水库周边生态环境，二滩公司早在1993年就积极支持攀枝花市申报设立“二滩国家森林公园”，并于1993年10月4日获得批准。在攀枝花市和二滩公司的共同努力下，二滩水库周边在建设二滩水电站前常年枯黄的山头现在已经被终年蓊郁的树林覆盖，二滩库区已经变成一个以美丽的湖光山色闻名遐迩的阳光之旅的旅游热点。

水库淹没区内有四个乡镇历史上发生过血吸虫病病例，二滩公司投入大量资金帮助疫区进行彻底治理，包括当地群众身体检查和治疗；在水库蓄水前投入大量资金和人力进行库区灭螺，消灭血吸虫病的传染源和传染媒介。二滩公司为防治血吸虫病的努力得到了各级政府、卫生部

门、世界银行和当地百姓的一致赞誉。

秉承环境友好的理念，二滩公司不但投入大量资金营造库区防护林带，绿化大坝周边生产区域，同时投入大量人力直接负责库区防护林带的维护管理；目前，二滩电厂每天都对库周防护林进行巡逻，二滩电厂也同时负责长期进行库区气象观测、泥沙检测、水质、水温等监测。

国家已经批准自 2001 年 1 月 1 日起按照 0.1 分/kwh 从售电收入中提取水库维护基金，并将其中的 20%用于二滩库区及流域环境保护。

在电站投运后的管理工作中，二滩公司深刻认识到法律制度保障和公众参与、全民行动是保护二滩水库周边生态环境的关键。二滩公司积极推动四川省政府制定了大中型水库管理办法。

3.5 世界银行的环境调查与评价

在工程建设期间，世界银行每年派出环保移民检查团对电站环境保护工作进行监督、检查和指导。1995 年 10—12 月、1996 年 3—5 月和 2001 年 3—5 月，世界银行分别派遣环境专家对库区进行了陆生生物多样性调查，鸟类作为陆生生物多样性的指示生物，被作为重点调查对象。2001 年的调查显示，部分森林植被有所改善，库岸防护区的森林植被正在恢复，近坝区的次生林生长状态较好，库周生物多样性指标没有下降。调查工作也包括广泛访问当地群众，通过深入研究当地群众生活状况与森林保护的关系，鼓励部分地区的当地居民开展生态旅游，使他们从良好的生态环境中受益，经济收入的增加又会促使他们进一步保护森林与植被。

作为我国第一个全面与国际接轨又同中国国情相适应的大型水电工程，在众多合作伙伴的共同努力下，二滩水电站的环境保护工作满足了国家与世界银行的双重环境保护要求，达到国际先进水平，受到世界银行的高度评价。（摘自世界银行审定的《世行贷款项目完工报告——环保专题报告》第 57 页）。

2001 年 5 月 10 日，二滩水电站工程环境保护工作通过国家环境保护总局组织的竣工验收。

4 可持续发展 —— 雅砻江流域水电开发的明天

二滩水电站在工程建设方面取得了举世瞩目的成就。“我国本世纪建成投产的最大水电站二滩水电站头两台机组发电，标志我国水电建设已进入国际先进行列”，1998 年中国科学院和中国工程院 587 名院士投票评选将二滩水电站建成投产列入 1998 年中国十大科技进展，以水电工程世纪丰碑的姿态载入我国工程建设史册。

二滩十年的建设历程今天已经变成一个历史定格，是我们按照“流域、梯级、滚动、综合”的开发原则进行雅砻江流域水电开发的起点。二滩工程建设和可持续发展方面的经验为雅砻江流域开发积累了宝贵的经验。

4.1 “流域、梯级、滚动、综合”的开发原则

以二滩水电开发有限责任公司为代表的流域水电开发商作为一种新生事物在我国的出现不过约 10 年的时间。流域水电开发公司是以特定流域水系的水能资源为开发对象，由国家赋予水系的流域开发权，以水电项目建设和后续营运为战略业务单元，以促进实现流域整体经济、社会、环境等效益最大化为目标的水电开发商。流域水电开发模式经过短短 10 年左右的探索，总结出了“流域、滚动、梯级、综合”的发展原则，如今已经被业界广泛接受。

“流域”原则是实现河流协调、可持续发展的科学的水能资源开发战略。河流水能资源自身的自然特性决定了对相对独立的一条河流的水能资源的开发利用必须作为一个整体来考虑。

对流域进行拆分，不利于流域生态环境的保护，不利于梯级补偿效益的协调与发挥，不利于流域内社会、经济、环境的可持续发展。由一个流域开发商对相对独立的一条江进行水能资源开发是实现流域水能资源合理开发和环境保护的最佳形式和保障。

梯级：水能资源开发的自然特性及上下游电源点的内在联系决定了流域水电开发应该科学规划、有序、分步实施的原则。

滚动：流域开发商以母体电站为起点，通过母体电站的运营，以其收益实现后续项目开发的连续性；在项目实施、电站运营中关于项目管理、电站运营方面的管理能力的滚动积累，使梯级开发的管理效率、资源使用效率逐渐提高。滚动是流域开发商成长和学习的过程，也是开发商自身可持续发展的过程。流域滚动开发为开发商提供了一个绝佳的成长为学习型组织的机会。

综合：在水能资源开发的同时，通过综合开发流域范围内相关资源，比如旅游、渔业、航运、农业等，实现“流域”原则所追求的整体社会、经济、环保等效益。

4.2 公司宗旨：流域社会、经济、环境可持续发展

根据国家授权，二滩公司正在按照“流域、梯级、滚动、综合”方针实施雅砻江流域水电开发。为了实现流域社会、经济、环境可持续发展，二滩公司正在制订雅砻江流域水电开发与生态环境整体解决方案，并将在雅砻江流域梯级规划中充分体现。可持续发展、生态保护互促互补需要强大的技术支撑，二滩公司于2003年确立了与清华大学等著名高校的长期科研合作关系。经过申请，国家人事部已经批准在二滩公司设立博士后工作站并已经于2004年3月挂牌，环境保护、可持续发展将是博士后工作站核心科研课题之一。

开发雅砻江水能资源是党和国家赋予二滩公司的光荣使命，努力实现流域社会、经济和环境协调、可持续发展是我们不懈追求的目标，也是我们责无旁贷的历史责任。

在开发雅砻江流域得天独厚的水能资源的过程中，我们将秉承环境友好的理念，始终坚持可持续发展战略，按照“流域、梯级、滚动、综合”的原则实施开发，在成功建设二滩水电站和在环境保护方面取得的成绩的基础上，把雅砻江流域建成中国乃至全世界可持续发展战略的又一成功典范，用我们的双手造就一个山川秀美、经济繁荣、社会进步的田纳西式的雅砻江河谷。