

甘肃黄河干流水电开发与 区域经济发展



甘肃省人民政府 李文治

甘肃黄河干流水电开发与区域经济发展

- 一、甘肃黄河干流水电规划与开发利用概况
- 二、甘肃黄河干流已建水电站社会效益巨大
- 三、甘肃黄河干流水电开发促进了沿黄地区经济持续发展
- 四、甘肃黄河干流水电的成功建设和管理促进了我国电力工业的发展
- 五、甘肃黄河干流已建水电站库区生态环境改善，移民生活基本安定
- 六、今后甘肃黄河干流水电开发的任务



一、甘肃黄河干流水电规划与开发利用概况

- 1、甘肃黄河干流水电规划概况
- 2、甘肃黄河干流水电建设简况
- 3、甘肃黄河干流已建水电站运用和管理简况



1、甘肃黄河干流水电规划概况

黄河是中国第二条大河，干流全长**5464km**，其中甘肃境内寺沟峡至小观音河段全长**482.5km**，天然落差**510m**，水能资源理论蕴藏量**4664MW**，共规划刘家峡和小观音等10座梯级水电站，共利用水头**319.5m**，装机容量**4300MW**，年发电量 **$19.233 \times 10^9 \text{kWh}^{[1]}$** 。



2、甘肃黄河干流水电建设简况

已建4座水电站装机容量为**1996.5MW**。刘家峡、盐锅峡、八盘峡和大峡4座水电站竣工验收时总投资分别为638、144、149和 2454×10^6 元RMB，4水电站总投资 **3385×10^6 元RMB^[1]**，其中1975年前投产的刘、盐、八3水电站装机容量1672MW，总投资 931×10^6 元RMB，平均每kW投资557元RMB，大峡水电站每kW投资7165元RMB。改革开放以后，刘、盐、八3座水电站进行了扩机增容，现4水电站装机容量为**2404.5MW**，开发利用度**55%**。



3、甘肃黄河干流已建水电站运用和管理简况

由于缺乏在多泥沙河流修建水电站的经验，因此，当盐锅峡第一台机组投产运行时出现了较多问题。后来运行部门采取增设轻便拦污栅，加大拦污栅栅条间距等措施，缓解了盐锅峡水电站运行困难，直到刘家峡、龙羊峡两水电站投产后，才彻底解决了盐锅峡安全运行问题。



3、甘肃黄河干流已建水电站运用和管理简况

刘家峡水电站的建设任务是以发电为主，兼顾灌溉、防洪和城市工业用水等综合利用要求。刘家峡水电站通过330kv线路和220kv线路送电到陕西、甘肃和青海，是西北电网调峰、调频和事故备用的主力电站。刘家峡水库承担了甘肃、宁夏和内蒙古三省区 $860 \times 10^3 \text{hm}^2$ 农田灌溉以及黄河上游的防洪、防凌任务，同时还承担兰州、石咀山和包头等城市工业供水任务。



3、甘肃黄河干流已建水电站运用和管理简况

为了完成甘、宁、蒙三省区工农业用水的调配和搞好黄河上游的防洪、防凌调度工作，1968年8月经国务院批准，设置了黄河上中游水量调度委员会，负责黄河上中游和刘家峡水量调度工作，该委员会是由甘肃、宁夏、内蒙古、水利部黄河水利委员会和西北电管局等单位组成，委员会由甘肃省人民政府召集，办公室设在兰州，负责日常调度工作。龙羊峡水电站建成后，黄河上中游水量调度委员会增加了青海省为委员单位，主任委员由水利部黄河水利委员会担任，副主任委员和办公室主任由西北电管局担任，办公室仍设在兰州。

二、甘肃黄河干流已建水电站社会经济效益巨大

- 1、甘肃黄河干流已建水电站电力生产概况
- 2、甘肃黄河干流已建水电站经济效益分析



1、甘肃黄河干流已建水电站电力生产概况

刘家峡、盐锅峡、八盘峡和大峡四座水电站第1台机组，至2003年底累计发电量分别为148.5、66.9、23.5和 7.2×10^9 kWh，4座水电站发电量共为 **246.1×10^9 kWh。**

2、甘肃黄河干流已建水电站经济效益分析

甘肃黄河干流已建水电站各坝址均选在峡谷出口，地形、地质条件较为优越，加之修建了刘家峡“龙头”水电站，并采用梯级连续开发方式，通过刘家峡水库的调节径流和洪水，大幅度提高了下游盐锅峡、八盘峡和大峡水电站的发电效益。

从1961年盐锅峡第一台机组发电开始，至1984年底，刘家峡、盐锅峡及八盘峡三座水电站累计发电量为 $99.733 \times 10^9 \text{kWh}$ ，售电利润 2.21×10^9 元RMB，为三座水电站总投资 0.961×10^9 元RMB的2.3倍，上交税金为 0.818×10^9 元RMB，利税共 3.028×10^9 元RMB，为三座水电站总投资的3.2倍。

2、甘肃黄河干流已建水电站经济效益分析

1985年以后，刘、盐、八三座水电站年平均发电量约为 8.07×10^9 kWh，每年可创造利润为 0.18×10^9 元RMB。由于三座水电站已收回了建设资金，而目前售电价格已大幅提高，因此今后三座水电站每年的利润将比 0.18×10^9 元RMB大得多，经济效益更加显著。

三、甘肃黄河干流水电开发促进了沿黄地区经济持续发展

- 1、盐锅峡水电站投产解除了兰州限电局面，促进了甘肃工业发展
- 2、水电成本低廉，降低了电价，促进甘肃工农业发展
- 3、减轻了环境污染，缓解了煤炭供应和交通运输紧张局面
- 4、给陕西、青海供电和调峰，为两省工农业发展和电力系统安全经济运行做出了贡献

三、甘肃黄河干流水电开发促进了沿黄地区经济持续发展

- 5、充分满足了甘、宁、蒙地区工农业用水需要，促进了三省区工农业生产的发展
- 6、刘家峡水库建成后，改善了沿河城市工业和生活用水条件
- 7、刘家峡和龙羊峡两水库联合运用，促进了豫鲁两省农业生产发展，减轻了黄河下游断流损失
- 8、刘家峡水库调节，减轻了甘、宁、蒙洪水和冰凌灾害



1、盐锅峡水电站投产解除了兰州限电局面，促进了甘肃工业发展

在60年代初国民经济困难时期，西固热电厂长期失修，加之煤炭供应缺口大，只能有1台机组维持发电，致使兰州系统限电严重。

2、水电成本低廉，降低了电价，促进甘肃工农业发展



20世纪80年代甘肃已建水电站发电成本为每 10^3kWh 4.99元RMB，而火电成本为28.4元RMB，水电成本仅为火电成本的17%，由于当时甘肃水电比重大，发电成本低，有力地促进了甘肃省工农业的发展，特别是对高扬程电灌、炼铝和铁合金等工业的发展。

3、减轻了环境污染，缓解了煤炭供应和交通运输紧张局面



水电是再生清洁能源，已建4水电站累积发电量为
 $246.1 \times 10^9 \text{kWh}$ ，节约 $100 \times 10^6 \text{t}$ 标准煤，减少了火电
燃煤产生的大量二氧化硫等有害气体，改善了生态环境，
缓解了甘肃煤炭和运输紧张局面。



4、给陕西、青海供电和调峰，为两省工农业发展和电力系统安全经济运行做出了贡献

刘家峡水电站通过330kv和220kv线路分别给陕西关中和青海西宁送电，既送电量满足两省工农业生产的用电要求，又送容量给两电网调峰和担任其事故备用，刘家峡给陕西和青海送电最大容量分别为300MW和200MW。

5、充分满足了甘、宁、蒙地区工农业用水需要，促进了三省区工农业生产的发展

刘家峡水库1969年蓄水运行后，每年水库预留 $0.8 \times 10^9 \sim 1.2 \times 10^9 \text{m}^3$ 水量，为宁蒙春灌补水，使兰州5月份平均流量由建库前的 $641 \text{m}^3/\text{s}$ ，增加至 $994 \text{m}^3/\text{s}$ ，净增 $353 \text{m}^3/\text{s}$ ，特别是用水高峰的5月中旬，其流量由 $667 \text{m}^3/\text{s}$ 增加到 $1090 \text{m}^3/\text{s}$ ，增加 63% ，充分适时地满足了灌溉用水的需要。

到2003年底三省区灌溉面积为 $1370 \times 10^3 \text{hm}^2$ ，比1968年灌溉面积 $860 \times 10^3 \text{hm}^2$ ，扩大面积 $510 \times 10^3 \text{hm}^2$ ，每年增产粮食约 $3300 \times 10^3 \text{t}$ ，促进了三省区农业发展。

6、刘家峡水库建成后，改善了沿河城市工业和生活用水条件



枯水季节的黄河流量由天然情况下 $100 \text{ m}^3/\text{s}$ ，增加到 **$200\sim 300 \text{ m}^3/\text{s}$** ，大大改善了兰州、石嘴山和包头等黄河两岸城市的工业用水条件。

7、刘家峡和龙羊峡两水库联合运用，促进了豫鲁
两省农业生产发展，减轻了黄河下游断流损失

(略)

8、刘家峡水库调节，减轻了甘、宁、蒙洪水和冰凌灾害



将兰州天然百年一遇洪峰 $8080\text{m}^3/\text{s}$ ，削减到其安全泄量 $6500\text{m}^3/\text{s}$ 。在刘家峡水库单独运行的17年中，兰州有6次洪峰流量超过 $4000\text{m}^3/\text{s}$ ，经刘家峡水库调节，均控制在 $4000\text{m}^3/\text{s}$ 内，特别是1981年9月黄河上游出现了有实测水文资料以来最大洪水，兰州断面最大洪峰流量为 $7090\text{m}^3/\text{s}$ ，，超过其安全流量 $6500\text{m}^3/\text{s}$ ，由于有龙羊峡施工围堰和刘家峡水库的调蓄，使兰州最大洪峰流量仅为 $5600\text{m}^3/\text{s}$ ，削峰 $1490\text{m}^3/\text{s}$ ，并使最大下泄流量出现时间推迟了5~6天，为下游防洪抢险赢得了时间，保证了黄河宁蒙河段沿岸人民生命财产安全和包兰铁路畅通无阻，避免了类似1904年特大洪水灾害的发生。

8、刘家峡水库调节，减轻了甘、宁、蒙洪水和冰凌灾害

刘家峡水库建成后，封河时加大了流量。控制在兰州 $500 \text{ m}^3/\text{s}$ 左右，到解冻开河前，将刘、盐、八发电出力，由额定出力 $1801 \times 10^3 \text{ kW}$ 减到 $510 \times 10^3 \text{ kW}$ ，仅为总装机容量的 28.3% ，刘家峡水库的适时减少下泄流量，从而改变了过去那种水鼓冰裂、强行解冻、节节卡冰结坝的武开河局面，冰凌灾害由建库前17年（1950~1967年）的8次之多，即平均2年1次，减少为约10年1次，减少了 80% ，保证了宁蒙河段的防凌安全。

四、甘肃黄河干流水电的成功建设和管理促进了我国电力工业的发展

- 1、盐锅峡水电站的建设和运用，为我国多泥沙河流修建水电站提供了经验
- 2、刘家峡水电站建设和运行，促进了我国电力工业的发展
- 3、刘、盐、八等梯级水电站建设与运行实践，为青海和全国推广“龙头”水库和梯级水电站连续开发提供了经验
- 4、刘家峡水库排沙调度，为我国多泥沙水库运用提供了经验
- 5、刘家峡水库的成功运用，为我国跨省区综合利用水量调度提供了宝贵的经验



1、盐锅峡水电站的建设和运用，为我国多泥沙河流修建水电站提供了经验

吸取了盐锅峡水电站的经验教训后，刘家峡等水电站建设时，均布置了排沙底孔，设计了通仓式拦污栅，并将其栅距加大到20cm，同时改进了水轮机制造的材质等，为我国在多沙河流修建水电站提供了经验。

2、刘家峡水电站建设和运行，促进了我国电力工业的发展



刘家峡水电站混凝土重力坝最大坝高**147m**，最大单机容量 **300×10^3 kW**，最高输送电压**330kv**，总装机容量 **1160×10^3 kW**等，均是我国独立自主、自力更生第一次设计、研制和生产的，并在运行中进行了改进和完善，为我国高坝建设和电力工业蓬勃发展积累了经验。

3、刘、盐、八等梯级水电站建设与运行实践，为青海和全国推广“龙头”水库和梯级水电站连续开发提供了经验

(略)

4、刘家峡水库排沙调度，为我国多泥沙水库运用提供了经验



截止2003年刘家峡水库共进行异重流排沙207次，累计排沙量约为 $287 \times 10^6 \text{t}$ ，平均排沙比达62%。

刘家峡还不定期采用汛前降低库水位排沙方式，解决洮河沙坎阻水问题，1981~1988年共进行4次汛前低水位拉沙，出沙量 $33 \times 10^6 \text{t}$ 。另外，还根据闸门前的泥沙淤积情况适时开门冲沙，防止闸门淤堵。

刘家峡水库在黄河上最早成功地应用泥沙异重流理论，配合多种排沙方式，较好地解决了水库泥沙问题，获得了满意的效果。

5、刘家峡水库的成功运用，为我国跨省区综合利用水量调度提供了宝贵的经验

刘家峡水量调度工作坚持综合利用原则，但不同时期侧重不同，在伏汛、凌汛期，发电服从防洪、防凌；在灌溉用水高峰时，按灌溉用水发电；其余时间，以发电为主，兼顾工农业用水。为做好刘家峡水库水量调度工作，黄河上中游水调委员会，每年召开一、二次委员会，总结本年度水调工作，研究协商安排刘家峡水库下一年非汛期的水库调度方案和有关地区之间工农业用水量分配，协调发电用水和农业灌溉用水的矛盾，并向中央防总上报汛期（伏汛、凌汛）运用计划等。三十多年来，本着顾全大局、统筹兼顾、友好协商、利益共享的原则，克服重重困难，卓有成效地完成了日常水量调度工作，综合利用的各方面均发挥了重大作用，取得了巨大的经济效益和社会效益。

五、甘肃黄河干流已建水电站库区生态环境改善，移民生活基本安定



- 1、水库淹没损失及水库补偿费简况
- 2、库区生态环境改善,移民生活基本安定



1、水库淹没损失及水库补偿费简况

甘肃黄河干流已建4座水电站共淹没耕地**6031hm²**，迁移人口**38765**人，水库淹没补偿费**119.47×10⁶元RMB^[1]**（均系竣工验收数字）其中刘家峡水库淹没耕地**5181hm²**，迁移人口**32639**人，水库淹没补偿费**24.75×10⁶元RMB**。4水库平均每**10³kW**淹没耕地**3.02hm²**，迁移人口**19.4**人，水库补偿费**0.06×10⁶元RMB**；这些指标与全国同期建设的水电站比较均是较低的。



2、库区生态环境改善, 移民生活基本安定

考虑到移民安置区在库边台地上, 农田灌溉和生活用水均需从黄河抽水解决, 为了减免移民这部分电费负担和改善移民生产、生活条件与生态环境, 国家设置了库区维护基金, 1997年3月25日以前刘家峡等水电站按年供电量每 10^3kWh 提取1元RMB库区维护基金, 其中20%留各水电站供造林绿化外, 其余80%资金用于交纳移民电力提灌电费和生产生活补助; 1997年3月25日以后, 库区维护基金提高到按供电量每 10^3kWh 提取3元RMB, 因此, 移民生活安定, 但是与目前川区和库周农民生产、生活条件比较, 仍有一定差距, 有关部门已制定了计划, 拟逐步予以解决。

六、今后甘肃黄河干流水电开发的任务

- 1、甘肃黄河干流只有黑山峡河段约1400MW开发方案未定
- 2、目前形势下，小观音修建高坝大库的意义不大
- 3、小观音高坝大库淹没损失太大，移民难以妥善安置
- 4、建议将小观音高坝大库方案改为三级低坝径流式开发方案。即改变成红山峡、五佛、小观音3级低坝径流发电方案。

1、 甘肃黄河干流只有黑山峡河段约
1400MW开发方案未定



(略)



2、目前形势下，小观音修建高坝大库的意义不大

有关单位规划2020年黄河河口镇以上，灌溉面积将发展到 $1949 \times 10^3 \text{hm}^2$ ，工农业用水为 $17 \times 10^9 \text{m}^3$ ，其中农业用水为 $15.5 \times 10^9 \text{m}^3$ ，比2000年分别增加 $649 \times 10^3 \text{hm}^2$ ， $4.3 \times 10^9 \text{m}^3$ 和 $3.6 \times 10^9 \text{m}^3$ ，为了将上游发电均匀来水，调节为宁蒙地区工农业生产适时、适量用水，需要反调节库容约 $5 \times 10^9 \text{m}^3$ ，如果没有黑山峡水库进行反调节，则需要龙羊峡、刘家峡两水库为之进行调节，这样黄河上游除了黑山峡以外的13座水电站将按照工农业用水需要相应发电，因而要减少梯级水电站的保证出力 900MW ，也就是说，修建黑山峡水库可解放黄河上游梯级水电站的调节负担，使之能按发电最优的运用方式运行，从而获得增加梯级保证出力 900MW 的效益，因此小观音大水库的作用很大，经济效益显著，必须在该河段修建高坝大库^[6]。

2、目前形势下，小观音修建高坝大库的意义不大

随着改革的深入发展，为了保护生态环境和解决黄河水资源短缺、黄河下游断流严重的局面，2003年水利部提出了《黄河近期重点治理开发规划》^[5]，对黄河上游灌区强调今后要大力节约用水，也未再提出要开发大柳树等灌区，有关单位规划：在西线南水北调实现前，河口镇以上工农业用水控制为 $12.7 \times 10^9 \text{m}^3$ ，河口镇最小流量为 $250 \text{m}^3/\text{s}$ ，这样为宁夏地区工农业用水反调节所需要的反调节库容将比过去规划值减少60%以上，比目前实际预留的反调节库容也要小。

2、目前形势下，小观音修建高坝大库的意义不大

经龙羊峡、刘家峡两水库的调节，现已基本解决了宁蒙河段的洪水和冰凌灾害，再经过近期对该河段的进一步治理，可以确保该河段今后在伏汛和凌汛期的安全渡汛，并且还可以充分满足宁蒙地区适时、适量的工农业用水需要，因此在目前的新形势下，有、无小观音大水库调节，其对黑山峡以外13座梯级水电站的保证出力差值仅为44MW，只是过去计算的差值900MW的5%^[6]。

3、小观音高坝大库淹没损失太大，移民难以妥善安置



2003年西北院提出的淹没耕地 $6.7 \times 10^3 \text{hm}^2$ ，预计到2010年淹没涉及人口近 100×10^3 人，其中水库淹没和移民补偿费约 6.5×10^9 元RMB，并且过去选择的移民安置区在抽水扬程几百米的干旱缺水的台地上，现在看来这种安置方案，移民是难以接受的。

4、建议将小观音高坝大库方案改为三级低坝径流式开发方案。即改变成红山峡、五佛、小观音3级低坝径流发电方案。

(略)



甘肃黄河干流水电开发与区域经济发展

结 束 语

(1) 40多年建设和运用实践证明，甘肃黄河干流水电建设是成功的，已取得了巨大的社会经济效益，促进了黄河上游陕甘青宁蒙国民经济的持续发展，并惠及黄河下游，为豫鲁农业灌溉和缩短黄河下游断流做出了重大贡献，同时为我国电力工业建设、生产、设备制造和跨省区、多目标综合利用调度以及科学技术水平提高积累了丰富的经验。

(2) 甘肃黄河干流水电开发淹没损失小，就近后靠安置移民是合理的，加之每年提取库区维护基金，因此，移民生活安定，库区通过每年植树造林，生态环境得到改善。



甘肃黄河干流水电开发与区域经济发展

结 束 语

(3) 今后甘肃黄河干流水电建设的主要任务是开发黑山峡河段的水能资源。由于黄河水资源短缺，宁夏地区生态环境脆弱，黄河上游水利建设的任务由过去的开荒造田、扩大灌溉面积、增加灌溉用水量改变为恢复生态环境、提高现有灌区的单产、节约用水。在目前的新形势下，小观音修建高坝大库的作用不大，经济效益低，而库区淹没损失太大，因此建议将过去规划的小观音高坝方案改为三级低坝径流式开发方案。

二〇〇四年十月



甘肃黄河干流水电开发与区域经济发展

参考文献

- [1]甘肃省电力工业志编纂委员会.甘肃省电力工业志[M]北京：当代中国出版社，1996.
- [2]万景文、王国锋、李云虹.黄河上游刘家峡、盐锅峡、八盘峡三水电站经济效益调查分析[J].水能技术经济.1985.增刊（1）.
- [3]万景文.论龙刘两库补水对缓解黄河下游水量供需矛盾的巨大作用[J].水力发电学报.1966（2）：22~29.



甘肃黄河干流水电开发与区域经济发展

参考文献

- [4]电力工业部西北勘测设计院.黄河龙羊峡水电站勘测设计重点技术问题总结第一卷[M].北京：中国电力出版社.1998.
- [5]中华人民共和国水利部.黄河近期重点治理开发规划[M].北京：中国水利水电出版社.2003.
- [6]万景文.黑山峡河段应选择四级开发方案[J].西北水电.2004 (3) 34-~39.