

刘家峡水利枢纽志

水电部第四工程局黄河工程志编写组印

一九九〇年七月

刘家峡水利枢纽

刘家峡水利枢纽位于甘肃省临夏回族自治州永靖县境内，距西北重镇兰州市约100公里。坝址上距黄河源头2020公里，控制流域面积为181766平方公里，约占黄河全流域面积的四分之一。黄河出积石峡后由南向西拐一90度大弯进入刘家峡谷，电站就座落在峡谷下端距离出口约2公里处。

坝址处山峻谷深，悬岩壁立，谷底河面宽50—60米，两岸高出河床逾百米，名雾宿山，属积石山脉。《禹贡》曾云：大禹导河自积石。即指此处。坝址上游绝大部分位于青海省境内的高原和山地，雨量适中，植被较好，是全河大面积产流量最高和侵蚀模数最小的地区。刘家峡水库内有大夏河，洮河两条支流汇入。坝址区多年平均流量为866立米/秒，年平均来水量为286亿立米，占全河年总水量的60%左右，多年平均输沙量为8940万吨，仅占黄河总沙量的5.6%，侵蚀模数为502吨/公里²，流域内湖泊沼泽的天然调节作用显著，经流年内分配较为均匀，洪峰模数相对不大，因此水能开发条件十分优越。

在解放前，国民党政府较为重视黄河上游水利资源的开发。1945年抗战胜利后，全国水利发电工程总处总工程师张光斗会同美国水电专家萨凡奇对刘家峡进行踏勘，后由西北勘测处对峡谷地形及水文作了测量。新中国成立后，党和国家把治理黄河作为安邦定国的重要措施。1952年秋，原燃料工业部水利发电工程局副局长张铁铮率技术人员李羽鼎等对兰州刘家峡河段进行查勘和规划工作，并对刘家峡坝址区进行查勘及钻探。1954年，由黄河规划委员会着手编制《黄河综合利用规划技术经济报告》拟定刘家峡水利枢纽为第一期开发的重点工程之一，经1955年7月举行的第一届全国人民代表大会第二次会议批准实施。

1956年3月开始进行刘家峡水利枢纽的初步设计，1958年9月27日工程正式兴建。至1961年国家经济暂时困难时期，刘家峡水利枢纽停建。该工程于1964年重新复工，1969年3月第一台机组发电，1974年底5台机组全部投

入运行，枢纽竣工。该电站总装机容量为122.5万千瓦，保证出力40万千瓦，设计年平均发电量57亿千瓦时，是当时我国第一座逾百万千瓦的大型水力发电站。该工程从1958年开工至1974年全部竣工，建设历时16年，除去3年停建时间，实际用时13年。总投资6.35亿元，单位千瓦投资518元，总造价5.12亿元，单位千瓦造价418元。单位电能投资0.114元/度。截至1988年末，刘家峡水电站已累计发电773亿度，创造产值48.72亿元，相当于建设总投资的7.9倍。刘家峡水利枢纽目前已经发挥了发电、防洪、防凌、灌溉、供水、以及航运、养殖等综合效益。施工与运行的实践表明：它建设速度较快，投资造价较低、工程质量良好。刘家峡水利枢纽的建设，是我国人民在征服黄河的事业上迈出的宏伟一步。

刘家峡水电站的兴建与管理曾受到了党中央、国务院的高度重视和亲切关怀。周恩来总理在日理万机之际，多次听取关于刘家峡水电站工程进展情况的汇报，并作出重要指示。1966年3月4日，党中央总书记、国务院副总理邓小平和李富春、薄一波两位副总理到刘家峡工地视察了正在建设中的枢纽工程。1982年以来，胡耀邦、万里、肖华、杨静仁、陈慕华等党和国家领导人也多次视察刘家峡水电厂，对电站建设和管理作出了一系列重要指示。在该枢纽勘探设计和建设初期，还曾得到过苏联专家的大力帮助。

该枢纽的勘测与设计工作分别由西北和北京水电勘测设计院承担；水利水电科学院承担水力、结构等试验和研究工作；水轮发电机的全套设备由一机部哈尔滨电机厂制造；水利电力部第四工程局进行施工和安装；电站竣工后由刘家峡水电厂负责管理。在建设过程中，采用了多项我国第一次试制的新技术和新产品，代表着70年代我国电力工业和机械制造工业的水平。它是我国工人阶级在中国共产党的领导下坚持独立自主、自力更生、艰苦奋斗、勤俭建国方针的结果。但是，由于枢纽主要施工阶段处于“文化大革命”十年浩劫中，使工程受到了干扰和破坏。因此，也曾出现过一些问题和失误，需要我们认真地总结其成功的经验与失误的教训，进一步提高我国的水电建设水平。

第一节：勘测

1945年，抗日战争胜利后，国民党政府鉴于沿海和内地一些城市惨遭日寇的摧残，民族工业必须内迁，地处大西北腹地的兰州，是拟议中的工业中心。在此情况下，

入运行，枢纽竣工。该电站总装机容量为122.5万千瓦，保证出力40万千瓦，设计年平均发电量57亿千瓦时，是当时我国第一座逾百万千瓦的大型水力发电站。该工程从1958年开工至1974年全部竣工，建设历时16年，除去3年停建时间，实际用时13年。总投资6.35亿元，单位千瓦投资518元，总造价5.12亿元，单位千瓦造价418元。单位电能投资0.114元/度。截至1988年末，刘家峡水电站已累计发电773亿度，创造产值48.72亿元，相当于建设总投资的7.9倍。刘家峡水利枢纽目前已经发挥了发电、防洪、防凌、灌溉、供水、以及航运、养殖等综合效益。施工与运行的实践表明：它建设速度较快，投资造价较低、工程质量良好。刘家峡水利枢纽的建设，是我国人民在征服黄河的事业上迈出的宏伟一步。

刘家峡水电站的兴建与管理曾受到了党中央、国务院的高度重视和亲切关怀。周恩来总理在日理万机之际，多次听取关于刘家峡水电站工程进展情况的汇报，并作出重要指示。1966年3月4日，党中央总书记、国务院副总理邓小平和李富春、薄一波两位副总理到刘家峡工地视察了正在建设中的枢纽工程。1982年以来，胡耀邦、万里、肖华、杨静仁、陈慕华等党和国家领导人也多次视察刘家峡水电厂，对电站建设和管理作出了一系列重要指示。在该枢纽勘探设计和建设初期，还曾得到过苏联专家的大力帮助。

该枢纽的勘测与设计工作分别由西北和北京水电勘测设计院承担；水利水电科学院承担水力、结构等试验和研究工作；水轮发电机的全套设备由一机部哈尔滨电机厂制造；水利电力部第四工程局进行施工和安装；电站竣工后由刘家峡水电厂负责管理。在建设过程中，采用了多项我国第一次试制的新技术和新产品，代表着70年代我国电力工业和机械制造工业的水平。它是我国工人阶级在中国共产党的领导下坚持独立自主、自力更生、艰苦奋斗、勤俭建国方针的结果。但是，由于枢纽主要施工阶段处于“文化大革命”十年浩劫中，使工程受到了干扰和破坏。因此，也曾出现过一些问题和失误，需要我们认真地总结其成功的经验与失误的教训，进一步提高我国的水电建设水平。

第一节：勘测

1945年，抗日战争胜利后，国民党政府鉴于沿海和内地一些城市惨遭日寇的摧残，民族工业必须内迁，地处大西北腹地的兰州，是拟议中的工业中心。在此情况下，

为了开发黄河上游的水利资源，国民党资源委员会全国水利发电工程总处总工程师张光斗会同美国内务部垦务局设计总工程师萨凡奇到甘肃，对刘家峡作了踏勘。同年冬，由西宁水电工程处抽调技术骨干正式成立兰州水电勘测队，由12人组成，队长是卢守圭，着手对黄河上游水利资源进行普查。

1946年，全国水利发电工程总处在兰州又成立了西北勘测处，顾文魁、陈光亚先后任处长。下设测量队和兰州勘测队。在这期间，兰州勘测队队长张鼎生工程师曾对刘家峡作过12公里峡谷的地形测量，及对上铨、小川水文站的观测和测流工作。但限于当时的技术力量薄弱和设备的简陋，也缺乏经验，所以这些地形测量和水文测验工作成果的精度较低。

1949年新中国成立后，甘肃省人民政府企业厅接收了西北勘测处的留守人员卢守圭和兰汝蔚等人，以及测量器材与资料。1950年10月经甘肃省与燃料工业部水利发电工程局（局长黄育贤，副局长张铁铮）商定，以解放前的西北水电勘测处的技术人员为骨干，组建兰州水力发电筹备处，筹备处主任为卢守圭。

1951年2月，从水力发电工程局调来两部沙立文钻机，一台立根钻机及钻工张鉴新，秦述祖等五人，连同原来的手摇钻机机组人员共108人，组成了钻探队，周希孔、张鉴新分别任正付队长，宁佩恒任指导员。

1952年钻探队在刘家峡苏州崖坝址进行钻探，打了8个钻孔，总深为891.89米，挖坑槽5个，试坑8个。冰冻时期在河床冰上试行了人工土钻，取得了河床冰层复盖厚度等资料。测量队在刘家峡坝址测有1/5000溢洪道地形图和1/200坝址区地形图（苏州崖坝址）这项工作于1953年3月完成。

1953年北京水利发电建设总局勘测总队和筹备处所属的测量队在兰州合并成立综合测量队，周希孔、张锦旗任正副队长。当年完成了各项测量任务，绘制了黄河兰州至刘家峡段，1/25000地形图约1800多平方公里。当时采用了苏联大地测量规范，经纬度座标分幅，地形测绘采用大平板测量，提高了精确度。

1954年10月，黄河规划委员会完成了《黄河综合利用规划技术经济报告》编制工作，提出刘家峡水利枢纽为第一期开发的重点工程之一。55年7月由第一届全国人民代表大会第二次会议批准。这时，刘家峡枢纽初级阶段的工程地质勘测工作已全面展开。其范围砂石料厂的大川、罗家川、施工期的小川、红柳台和刘家峡村；四个坝址区即：苏州崖、红柳沟、洮河口及以上600米的马六沟；水库区的鞞家川、白马寺、

汪家集、永靖县、炳灵寺、果园魏以及两岸原上的移民区；自西河口、马家湾、盐锅峡、孔家寺和自西柳沟、王家圈、红柳台至刘家峡口的施工区铁路，公路线的水上水下地形、地质、矿藏、古迹以及社会风俗等，到1957年都及时准确地取得了完整系统的数
- 1 - 据。在进行枢纽坝址、地质勘测的同时，中央与地方还组织了考古队、社会经济调查队、水库和移民区规划队、铁道设计院铁路施工勘测设计队等，对刘家峡地区进行了综合调查和规划。

在刘家峡进行大坝规模勘测期间，成立了刘家峡地质勘探工作组，正副组长为郭有华和张志林，勘测技术人员贾宗淮。下属各队负责人为：地质队俞克礼、钻探队秦述祖、测量队沙万堂、周希孔、地质人员约20多人，勘测人员和少量开挖人员100余人。选出红柳沟、苏州崖、洮河口、马六沟4个比较坝址。计完成坝址地形测量6.3平方公里；施工场地地形测量9平方公里；水库地形测量247.8平方公里；建筑材料场地测量22.4平方公里；炳灵寺防洪区测量0.68平方公里；坝址水下地形测量0.27平方公里；纵断面测量266.13公里，横断面测量105条。

在勘测过程中，又于1956年3月从三门峡调来三台机组及全部人员，7月间又从三门峡调来由古田支援三门峡开挖队的全体人员，从而组成了一个综合性的勘测队，队部下设八个行政和管理小组，设地质、钻探、测量、开挖四个工区，一个修配所，全队共有职工（高峰时）达1752人。

整个勘测过程可分为两个阶段。第一阶段是刘家峡电站初设阶段综合性的勘测工作，为选定优良坝址提供可靠资料。国家造坝委员会根据选坝地质报告和附件资料，对红柳沟、苏州崖、洮河口、马六沟四个比较坝址进行详细研究和野外勘测，认为红柳沟坝址基岩为前震旦纪变质岩，岸壁陡峻，两岸基岩高于河床100—110米，左岸坡呈60—70度，右岸坡呈80度以上，岩性主要由云母石英片岩组成，纹密坚硬。坝址地质构造比较复杂，有断层通过。但作为高坝基础仍有足够的强度。同时从工程地质、施工条件、水工布置，工程造价等方面作了综合比较，认为红柳沟最大的优点是施工便利，可缩短建设工期。为此，国家选坝委员会选定了红柳沟坝址为刘家峡水电站的最终坝址。坝址选定后即开展了第二阶段的各项勘测工作。

1957年5月，水利电力部水电建设总局常流局长和宋寅复、陈益昆会同苏联专家别米丁斯基进行了坝轴线选型。同年8—10月，苏联地质专家古里也夫、沙金到刘家峡工地现场勘测后，发现红柳沟坝址顺河6.9号断层在第四纪时还有复活性的断裂运

动。按苏联的规范有新地质构造活动，就不能筑高坝，提出另选坝址。于是决定对马六沟坝址作一定的勘测和地质研究工作。此时勘测队只留下一部分人员继续在红柳沟坝址挖探槽外，大部分勘探人员搬到马六沟进行坝址的地质勘探。1958年初，水利电力部在北京邀请了30多名苏联和我国有关专家，对红柳沟和马六沟坝址作进一步的比较研究。中外专家在审查资料时，从各自的专业和经验出发，提出一些不同的意见。如苏联地质专家古里也夫·沙金认为：“红柳沟坝址河床中隐藏着水平断距达300米的大断层，左岸水工沟二壁的红砂岩顶板高差14米，红砂岩下面片岩中有91号断层，对大坝影响较大，再作任何工作都是浪费”。中国专家根据地质勘探资料则认为：“沟脑没见到断层，红砂岩顶板的错台系侵蚀造成，后在沟底挖深2—3米，长约10米的探槽证实红砂岩中没有断层”。1958年4月，中外专家再次到现场查看，认识趋于一致。经水利电力部研究，认为马六沟坝址峡谷高且狭窄，水小、装机容量大，施工条件困难，仍确定红柳沟坝址为最终坝址。同时尊重苏联专家的意见，将原在红柳沟建筑拱坝的方案，改为建筑重力坝。1958年6月，刘家峡水电站初设阶段的工程地质报告完成。

刘家峡地质勘探工作历时三年，广大勘探队员们，常年在深山峡谷中，风餐露宿，吃不上新鲜蔬菜，中午在山上啃冷馒头，气温降到零下20多度还住单帐篷，他们不怕险恶的自然环境，不怕艰苦的生活条件，不计工作时间和报酬，克服了种种困难，取得了这一大型工程设计所需的各种资料和数据。如架设索桥进行水上钻探；沿陡崖和横跨黄河架设水管解决钻场用水；在悬崖峭壁上采用软梯作地质剖面，带头人是柳华山和陈明华小组；还采用岸坡摄影，了解岩层和断裂分布情况，提高了坝址地质图的质量；在10多平方公里的范围内，利用30多个观测孔作群孔抽水试验，对基岩裂隙潜水和裂隙承压水、孔隙潜水和裂隙水的补排关系等有了新的认识。三年中共完成：机钻孔98个，计8431.28米；土钻孔197个，计5009.91米；平洞71个，计1234.7米；坑槽321个，计18811.9立方米；库区地质测绘（1/50,000）280平方公里；建材场地测绘（1/50,000）1.46平方公里；地质剖面（1/2000）31.59公里；水工建筑物（1/1000）14.79公里；水文地质剖面（1/5000、1/2000、1/10000）分别为4.2、114、1、1415公里。

第二节：设计

工程设计由北京水电勘测设计院刘家峡设计组承担。组长石瑞芳、副组长陈益昆、设计总工程师朱宝复。1956年3月在北京开始初步设计。地质勘探资料由西北勘测处提供，水文资料一部分由北京勘测设计院对黄河循化、上迳、兰州站、洮河李家村、湟水民和及大通河享堂站的流量资料重新进行了整编，一部分是由黄河水利委员会整编。1957年5月原电力工业部下达的设计任务书规定：“电站第一设计负荷水平暂定为1967年，第二设计水平为1972年”。1957年7月，为了和地质勘测工作保持直接的联系，设计院委派杨松柏为驻刘家峡第一任代表，常驻工地。1958年6月完成初步设计。

初步设计拟定刘家峡担任下列任务：一、供给兰州工业区日益增长的电力需要；二、供给兰州、靖远、包头各城市用水需要，每年6亿米，保证率100%；三、供给兰州至包头地段宁夏及内蒙农田灌溉用水量85亿立米，保证率80%；四、维持下游银川至青水河段共长830公里的航运用水的需要；五、调节洪水以减轻对兰州市的洪水威胁。

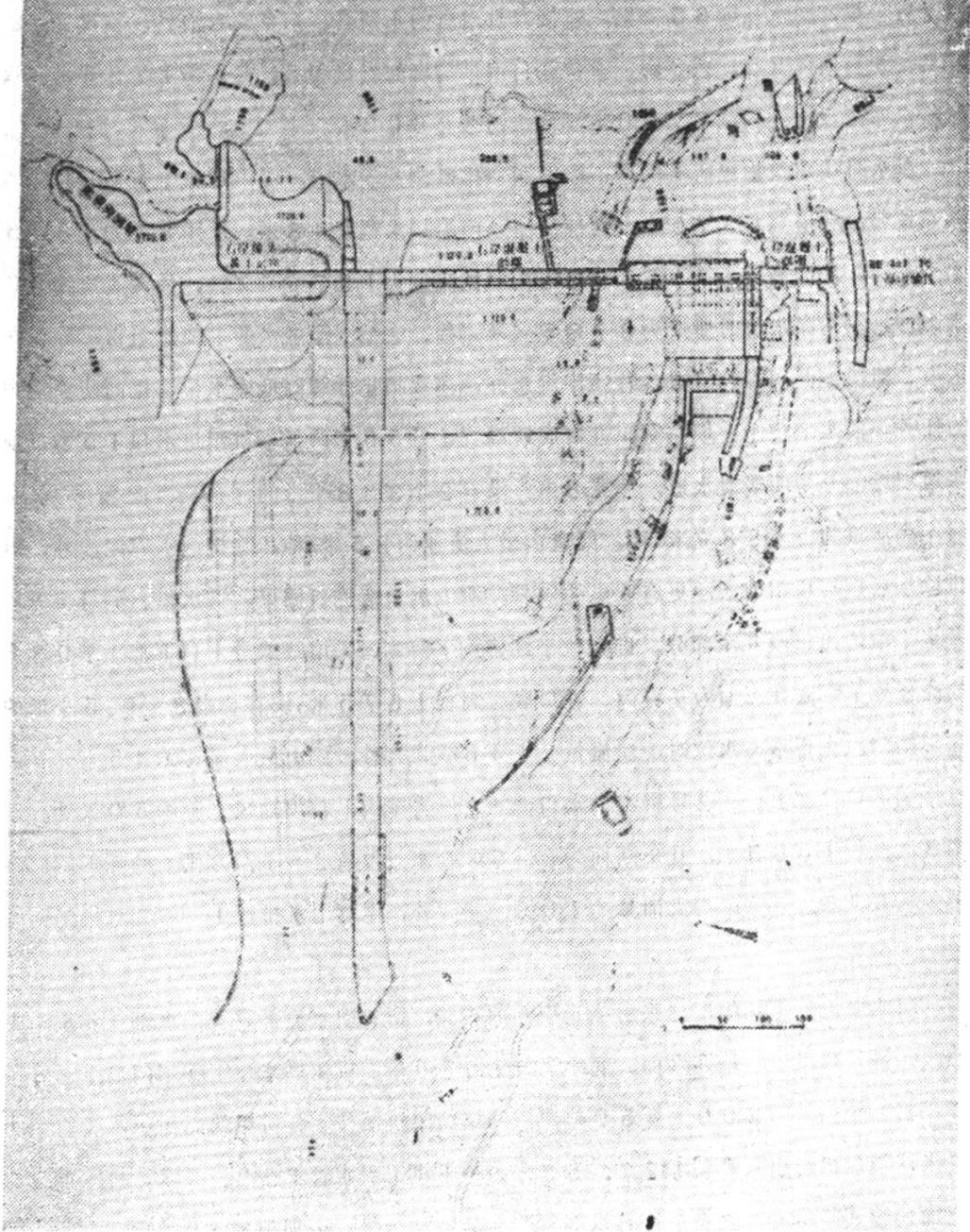
1958年7月水利电力部在北京水电建设总局召开审定初步设计会议，副部长刘澜波、钱正英参加了会议，决定于1958年9月27日刘家峡水电站正式开工。初步设计确定正常蓄水位为1735米高程，工作深度采用4.1米，即水库死水位定为1694米高程。大坝防洪标准采用千年一遇洪水不加保证修正值。地震设计强度定为9度，副坝、溢洪道及厂房定为8度，其它建筑物定为7度。枢纽布置首次采用了窑洞式厂房与坝下厂房相连成的一个厂房，不仅使用方便，而且降低了工程费用。

刘家峡水利枢纽，主要由挡水建筑物，泄洪排沙建筑物以及引水发电建筑物三部分组成。在施工过程中，除泄排沙建筑物有新的增加，右岸接头布置形式稍有变更外，总的枢纽布置初步设计与技术设计基本相同。

拦河大坝由河床混凝土主坝，左右岸混凝土副坝、溢流堰、混凝土接连坝和黄土副坝组成，坝顶全长840米。主坝为整体混凝土重力坝，最大坝高14.7米，坝顶长204米，最大底宽11.8米，坝顶宽16米，坝顶高程1739米。左、右岸混凝土副坝均为重力坝，最大坝高分别为21米及46米。左岸副坝全长51米，与左岸挡墙相连接。右岸副坝全长300米，与溢洪道相接。右岸坝肩接头为黄土副坝。

刘家峡水电站枢纽平面布置图

CPII反



水库为年调节性水库。正常的水位1735米时，泄量达7500立米/秒（洪水频率千年一遇）校核洪水位1738米时，泄量9220立米/秒（洪水频率万年一遇）。正常水位时水库库容57亿立米，其中有效库容41.5亿立米。水库面积130余平方公里，回水长度65公里，连接着甘肃省的永靖县、东乡族自治县、临洮县、临夏县、积石山保安族、东乡族、撒拉族自治县与青海省民和县。蓄水达1735米高程时，水库淹没土地约77700亩，移民约32600人。

泄水排沙建筑物包括溢洪道、泄洪洞、排砂洞及泄水道。溢洪道位于右岸台地的鞍部地带，渠道总长875米，首部溢流堰前沿挡水宽度48米，设了3个10×8.5水平孔口，底坎高程1715米，渠道内单宽流量为127立米/秒，最大流速约30米/秒，正常高水位时泄量为3785立米/秒。它是渲泄洪水的主要建筑物，除与泄水道、泄洪洞共同参加渲泄各种频率洪水外，还承担排沙和降低库水位、提高防空能力的任务。泄水道位于主坝左测，进口底坎高程1655米，低于机组进水口15米，泄水道坝后部分为明渠泄水道，净宽8米，设有2个3×8平米的深孔，当正常蓄水位时，总泄量为1488立米/秒，渠道内最大流速约35米/秒，除排泄水库泥沙外，对排除坝后厂房机组前淤沙更有明显的效果。泄洪洞包括进口明渠，进水塔、洞身斜开段及水平段，出口段几个部分。进口位于红柳沟下游侧，采用塔式进水口下部1703米的高程以下深嵌在三面为基岩内。进口底坎高程1675米，设有一扇8×9.5平米的弧形闸门。在正常蓄水位时渲泄流量2146立米/秒，洞内最大流速约45米/秒。排砂洞进口设在1号、2号机组进水口前的右岸岩壁内，距坝轴线上游约50米处。进口底坎高程1665米，孔口断面为3.5×3平米设有2×1.8平米的弧形闸门，隧洞长675.5米，最大泄量为105立米/秒，主要用于排泄1—3号机组前的淤沙浮泥物。

引水发电建筑物的厂房采用单元引水的型式，所有引水道都垂直于坝轴线和机组中心线。进水口设于主坝迎水面，底坎高程1680米。机组进水口工作闸门为7×8平米平板立轮门，由300/450吨快速油压启闭机操作。各机组的高压引水管直径为7米，坝后机组引水管长127.62米，地下机组引水管122.9米，进水前设有平面连续式控污栅，在1736米高程平台装有清污机，由坝顶350吨门式起重机的钩钩起吊清污。坝后机组尾水通过尾水管直入河床。地下机组尾水则经各自的无压尾水隧洞泄入河床，洞长25—65米，出洞口各有一扇12.5×15.5平米的拱形检

修门，共用一台容量为80吨的卷扬机启闭。

发电厂房位于主坝下游，与坝轴线平行，为坝后，地下混合式厂房，全长169.8米。其中地下厂房在右岸岩壁内，长86.1米，宽23.9米，高5.9米；坝后厂房长83.7米，宽2.3米，高5.4米。

主厂房内共装有立式水轮发电机组5台。初步设计时，推荐采用5台20万千瓦机组。随着我国电力工业的发展，一机部哈尔滨电机厂研究决定，尽量采用大容量的机组，后改为地下厂房两台机组容量各为22.5万千瓦，坝后4号机为22.5万千瓦，3号机为25万千瓦，5号机为30万千瓦。经水电部、一机部审查批准采用。5台机组总装机容量122.5万千瓦，保证出力40万千瓦，年发电量5.7亿度。电站发出的电力，经220千伏开关站（四回出线）以及330千伏开关站（一回出线）送往陕、甘、青三省。

1961年至1963年因国家调整基建计划，工程一度停工缓建。1964年复工后，水利电力部补发了初设审批文件，基本同意原编制的初步设计，并明确“刘家峡的重要任务为满足发电、防洪及工业用水的需要，除此以外应充分考虑下游灌溉用水的要求”。同意初设中拟定的兰州市防洪标准为百年一遇洪水，安全泄量为6500立米/秒，刘家峡水库防洪库容不小于6.4亿立米。并将初设概算总投资3亿元增加到4.2亿元（包括已用投资1.1亿元）。

工程复工后，鉴于原左岸导流隧洞已超过原设计使用的时间，决定另于右岸增加一条导流隧洞，从而使导流标准提高为十年一遇泄流4700立米/秒，小于该流量时，基坑可以全年施工，改变了原设计方案的枯水期施工，“三进三出”基坑的局面，加快了施工进度。

为了保证电站高速、优质的早日建成投产，1964年10月，水利电力部会同有关单位在刘家峡现场召开专门会议，审查研究了当时认为影响工程建设三个关键问题。认为：

一、防空安全问题

刘家峡水电站位于兰州等大城市上游，但远离腹地，地形隐蔽，而且水工建筑物的设计具有较高的防御能力，又有深孔泄水建筑物可及时、灵活降低水位，所以在防空上是比较安全的。

二、泥沙淤积问题

刘家峡会不会出现象三门峡水库那样的泥沙淤积问题？是当时决定继续修刘家峡电站的主要问题之一。经过北京水利水电科学院，北京水电勘测设计院等单位的试验研究，认为水库建成后，平均每年来沙量约8940万吨，（为三门峡的5.5%），据计算不考虑上游的水土保持和水库排沙措施，水库在运行三十年后，可能损失有效库容的10.6%，五十年后损失有效库容16.8%，这样的淤积速度不会影响水库的发电和防洪等作用。鉴于距离坝址上游约1.5公里的洮河来沙约占总来沙量的三分之一，这部分泥沙将很快淤满坝前的死库容，而粗沙磨损水轮机。为此，会议讨论提出：

①、在枢纽布置上增设排沙孔；

②、在水轮机叶片制造上采用耐磨材料；

③、在洮河流域约7000平方公里内，开展水土保持工作。

三、工程地质问题

刘家峡坝址系前震旦纪的云母石英片岩和角闪片岩，岩性致密坚硬，但地质构造比较复杂，经过几年的地质勘探，问题已基本查清，通过工程处理是可以建高坝。会议又着重审议了三个问题。

①、关于顺河大断层问题。经过开挖，已查明顺河向69号断层，最后活动时间是在第四级阶地形成以前，距今至少15万年，属比较稳定的构造断裂。坝址区的地震基本裂度，经中国科学院地球物理研究所各次鉴定为7度，且坝址不是震中区。因此建坝后，这条断层复活的可能性不大。断层经过开挖和回填混凝土塞，在坝基下设置截水墙，加强帷幕和固结灌浆等处理可以满足高坝基础的要求。

②、左岸坝肩稳定问题。左岸坝肩岩石分布有大小不等的18层层间构造挤压破碎带，在水库蓄水后，可能发生渗漏，管涌。会议审查研究，同意设计方面提出的措施，采取将左坝肩深挖至新鲜基岩，增设左坝肩混凝土防渗体，并加深、加长，加密帷幕灌浆和增设排水幕等措施。

③、库区内塌滑体问题。苏州坝塌滑体，位于坝址的上游约300—500米处，体积约85万立方米。会议研究认为应采取上部开挖封闭断层裂隙和进行地表排水等措施，并在蓄水后注意观察，可使塌滑体在水库蓄水后保持稳定。

1964年9月，设计组人员遵照毛泽东提出“设计要求革命”的精神，下到现场进行设计、施工、科研“三结合”设计。组长石瑞芳兼党支部书记、副组长杨德晖任党支部书记，设总库范志，陈道周。下属坝工、电器、厂房、水库、水道、金属结构、

地质等专业组。全组共有职工高峰时达到180多人。按照现场专门会议审议的情况，从1965年起开始技术设计工作。与此同时，水电科学研究院相继进行水力、结构、泥沙等各项试验和研究，提出了报告。1965年底完成技术设计文件，水电部于1969年2月组织审查，同年3月批复了技术设计报告，设计组即按批复意见编制施工详图。

1966年6月，在工地的广大设计人员，在当时“四清”工作团党委和工程局党委的领导下，设计、施工、科研、安装相结合，经过广泛讨论，最后确定对原设计作如下修改。

(一)、泄洪规划和泄洪建筑物：在仍采用原洪水设计、校核标准和调洪原则前提下，修改下列内容：①、泄水道原设计为备用泄洪建筑物，改为正常泄洪建筑物；②、泄洪洞孔原设计为2孔，孔口 5×7 米，改为1孔，孔口 8×9.1 米；③、利用右岸导流洞改为泄洪洞；④、溢洪道原设计为5孔，孔口 9×9 米，改为3孔，孔口 10×8.5 米，渠道宽度相应缩窄；⑤、百年一遇洪水调洪时，除机组泄洪外，各泄洪建筑物均可投入运行，次序为溢洪道、泄水道、泄洪洞。

(二)、河床主坝：原设计审定主坝按单片抗滑稳定控制坝体断面，同时按整体作用进行复核。修改后设计原则基本相同。但在核算单位稳定时，将原审定的控制坝段的抗滑摩擦系数由 $0.7-0.78$ 提高为 $0.75-0.8$ 。大坝在1715米高程以下的纵缝和横缝进行灌浆处理，形成整体发混凝土重力坝，从而缩窄了坝体，节约混凝土10万立方米。

(三)、电气设备和开关站：原设计发电机与变压器成单元连接，电站用220千伏和330千伏两级电压送电。220千伏开关站布置在右岸1720米高程的平台上，330千伏开关站采用站外方案，布置在大坝下游10公里处的大湾沟内。66年上级对电站的设计提出了一些新的原则要求，其中为了提高人防标准，要求将配电装置全部下地入洞。经研究修改为：

1、电气主接线改用220千伏为四角形接线，330千伏三角形接线；

2、开关站全部下地入洞。220千伏开关站分别布置在右岸2号支洞和主坝与坝后厂房之间，330千伏开关站布设在左岸导流洞堵塞之后的洞内；

3、与制造厂家、科研单位研究增大机组发电量，有关电气设备均采取与下地入洞的相应措施。如在开关站内大量使用了高压充油电缆和我国独创的敞开式组合电器，并对电气设备提出了防火、防震、防潮及消音等要求。

以上所议定的设计修改意见，经水电建设总局研究同意。以后所有施工详图和设计书均按上述修改原则编制，1969年设计工作基本完成。

在“文革”期间设计革命运动中，从设计上看，对加快施工进度、节约三材方面有一定促进作用，也收到成效，但由于在某些问题上缺乏科学性以及在“靠山、分散、隐蔽”号召下，有些工程设计不尽合理，如溢洪道渠道宽度缩窄，在龙羊峡水库未投入前刘家峡水库的防洪标准较原技术设计时的标准有所降低。

第三节：施工

（一）、建设始末

刘家峡水利枢纽于1958年9月27日正式动工兴建。1961年由于国家经济调整停建，三年后又于1964年复工。1966年4月大坝浇筑第一块混凝土，1966年3月第一台机组投产发电，1974年底5台机组投入运行，工程全部竣工。前后共历时16载，除去三年停建时间外，实际施工时间为13年。

完成枢纽工程量共计（包括永久和临时工程）：

土石方开挖及回填	1895万立方米
其中石方暗挖	68万立方米
混凝土及钢筋混凝土	182万立方米
机电设备安装	21687吨
金属结构制作与安装	6496吨

消耗主要材料有：

钢材	55164吨
水泥	482376吨
木料	124131立方米

现将其主要工程项目分述于后。

一、施工准备工程

1、交通运输

修建公路：刘家峡到兰州公路专用线，从小川至兰州西固宽家沟口与国家公路干线

以上所议定的设计修改意见，经水电建设总局研究同意。以后所有施工详图和设计书均按上述修改原则编制，1969年设计工作基本完成。

在“文革”期间设计革命运动中，从设计上看，对加快施工进度、节约三材方面有一定促进作用，也收到成效，但由于在某些问题上缺乏科学性以及在“靠山、分散、隐蔽”号召下，有些工程设计不尽合理，如溢洪道渠道宽度缩窄，在龙羊峡水库未投入前刘家峡水库的防洪标准较原技术设计时的标准有所降低。

第三节：施工

（一）、建设始末

刘家峡水利枢纽于1958年9月27日正式动工兴建。1961年由于国家经济调整停建，三年后又于1964年复工。1966年4月大坝浇筑第一块混凝土，1966年3月第一台机组投产发电，1974年底5台机组投入运行，工程全部竣工。前后共历时16载，除去三年停建时间外，实际施工时间为13年。

完成枢纽工程量共计（包括永久和临时工程）：

土石方开挖及回填	1895万立方米
其中石方暗挖	68万立方米
混凝土及钢筋混凝土	182万立方米
机电设备安装	21687吨
金属结构制作与安装	6496吨

消耗主要材料有：

钢材	55164吨
水泥	482376吨
木料	124131立方米

现将其主要工程项目分述于后。

一、施工准备工程

1、交通运输

修建公路：刘家峡到兰州公路专用线，从小川至兰州西固宽家沟口与国家公路干线

兰青公路相接。全长49公里，由甘肃省交通厅负责设计并施工。于1958年5月基本建成。

对外铁路：刘家峡铁路专用线，从兰青线八盘峡车站接轨，经盐锅峡、古城、小川至厂房安装间，全长57公里。由铁道部兰州第一设计院勘测设计，原西宁铁路局第二工程处负责施工。该线于1958年5月正式开工，1966年建成通车。

场内各种公路共12条，合计约32公里，场内铁路分为上线与下线，上线铁路由古城至坝头长约5.9公里，下线铁路由古城到厂房，长约6公里。场内公路与下线铁路于1965年前完成；上线铁路也于1966年3季度通车。

刘家峡工程施工所需建设物资运输总量约100万吨，其中70%由铁路运输，30%由公路运输。

对外公路与铁路专用线在电站建成之后，仍作为永久性的交通线路使用。

2、砂石料及混凝土系统

主要料场有小川四级台地、大盐沟、大湾沟三处。经地质勘探查明，大川四级台地及大盐沟料场总储量达440万立方米，大湾沟料总储量217万立方米，其中砾石含料25%，设筛分厂就地干筛，去砾石、只采用砂子。小川四级台地砂石筛分系统日生产成品砾石料约6000立方米，年生产成品砂石料约108万立方米，可满足混凝土浇筑需要且有余。

混凝土系统设于坝头1720米高程平台，由混凝土工厂、水泥仓库、骨料堆存场等组成，对外交通有公路、铁路相通，混凝土工厂设置苏式双组 4×2400 及法制L-900混凝土拌和楼各一座。设备最大生产能力分别成250立方米/小时和256立方米/小时。

砂石料及混凝土系统于1965年4季度建成投产。担负主坝混凝土浇筑吊运任务的平移式缆机于1965年4季度完成一台，另一台平移式缆机和两台辐射式缆机也于1966年上半年投产。

3、场区布置和辅助企业

刘家峡水电站主要施工场地有：右岸坝头1720米高程平台，1760米高程的红柳台，刘家峡谷出口处小川地区和距小川约4公里的古城滩。施工单位根据上述地形特点和工程需要进行布置，占用土地约2.7平方公里。建造施工生产房屋9.3万平方米，永久房屋2.53万平方米，临时房屋2.8万平方米。

其它设施如下：

制冷系统：设置1720米高程平台，装机容量为550万大卡/时。

供热系统：设置1720米高程平台，有两台140马力，三台25马力考克兰锅炉，生产能力为410万大卡时。

供风系统：设置1720米高程平台，总设备容量为580立米/分。铺设干管5公里。

供水系统：在小川拱桥头设水源站，分5级抽水至各个不同高程的贮水池。最大用水量为2500立米/小时，平均用水量为1800立米/小时，铺设干管11公里。

供电系统：由兰州电力系统供给，最大用电负荷15000千伏。另设有备用电厂，装有1000千瓦柴油发电机组。架设主要供电线路187公里。

通讯系统：在小川装有200门自动电话总机，红柳台装有150门共电电话总机，古城装有50门磁石电话总机。并有两对专用长话线路通往兰州。

修配加工企业如下表

名 称	位 置	生 产 规 模
中心机械修配厂	小 川	年总劳动量1189100工时
汽车修配企业	红 柳 台	大中修年总劳动量588900工时
综合加工厂	古 城	混凝土预制件30立米/日 钢筋加工30吨/日 木材加工40立米/时
制氧厂	小川河南	50立米/时
钢管加工厂	右岸溢洪道	15吨/日

以上施工准备系统均于1965年前基本形成，从而为1966年主体工程施工创造了条件。