

SANMENXIA SHUIKU
YUNYONG FANGSHI
YUANXING SHIYAN YANJIU

三门峡水库

运用方式原型试验研究

胡一三 张金良 钱意颖 缪凤举
丁六逸 曲少军 孔凡权

著

河南科学技术出版社
黄河水利出版社

TV697.1
5

三门峡水库运用方式原型试验研究

胡一三 张金良 钱意颖 缪凤举 著
丁六逸 曲少军 孔凡权

河南科学技术出版社
黄河水利出版社

内 容 提 要

本书以 1994 ~ 1999 年进行的三门峡水库汛期发电原型试验研究为基础,结合对三门峡水库库区河段的冲淤演变和水库排沙基本规律的分析,较为详细地研究了三门峡水库的运用方式。本书共分九章:第一章综述了三门峡水利枢纽的兴建、改建过程;第二章详细研究了汛期发电原型试验前库区河道不同时段的冲淤特性;第三章提出了水库运用的基本原则、主要指标以及汛期发电的运用方式;第四章分析了汛期发电原型试验期间入库水沙条件及其变化原因;第五章分析了汛期发电原型试验期间非汛期、汛期库区河段的冲淤特性及对黄河下游河道冲淤的影响;第六章依照潼关高程的变化情况,研究了潼关高程的变化特点及原因;第七章分析了汛期发电原型试验期间发电效益、合理处理排沙与发电的关系、减轻水轮机磨损等问题;第八章为缩短三门峡水库高水位运用时间,提出了三门峡水库应采用“适时调控”运用方式;第九章概述了全书的主要结论。

本书可供从事黄河防洪、防汛、多泥沙河流的水库运用、河床演变、河道整治、泥沙研究、工程管理等方面的科技人员及高等院校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

三门峡水库运用方式原型试验研究/胡一三等著. —郑州:
河南科学技术出版社;郑州:黄河水利出版社,2009. 1
ISBN 978-7-80734-436-0

I. 三… II. 胡… III. 水库-水工模型试验-研究-
三门峡市 IV. TV697.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 084134 号

组稿编辑:王路平 电话:0371-66022212 E-mail:hhsllwlp@126.com

出版社:河南科学技术出版社

地址:河南省郑州市经五路 66 号 邮政编码:450002

黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:14.75

字数:340 千字

印数:1—3 400

版次:2009 年 1 月第 1 版

印次:2009 年 1 月第 1 次印刷

定价:60.00 元

前 言

三门峡水库的运用,经历了蓄水拦沙、滞洪排沙和蓄清排浑几个阶段,在实践中积累了丰富的经验也吸取了沉痛的教训。为适应黄河多沙特点,对水利枢纽工程泄流排沙设施进行了增建和改建,水库运用采用“蓄清排浑”运用方式,1973年10月至1985年10月库区冲淤基本平衡,黄河下游河道得到一定的改善,按照1969年晋、陕、豫、鲁四省会议确定的“合理防洪、排沙放淤、径流发电”原则进行水库调度,积累了经验,并为多沙河流水库运用提供了科学依据。但是,1986年以后,由于入库水沙条件变化,库区又发生淤积,下游河道淤积又有所加重,因此需要根据新的情况对三门峡水库的运用问题再次进行研究。三门峡水电站的运用也有曲折的历程。发电是枢纽开发的一个重要指标,原设计水电站有8台水轮发电机组,总装机容量116万kW,枢纽改建后,水电站改为径流发电,装机容量仅为25万kW。1973年12月26日第一台发电机组投入运行,至1979年,其余4台机组分别投入运用。由于黄河汛期泥沙多、含沙量高,径流发电水头低以及机组本身的问题,使得水电站机组运行工况恶劣,气蚀、磨损破坏严重。从1980年开始仅非汛期发电,汛期停止发电,改为调相运行。1989~1993年,为研究水轮机抗磨蚀的防护材料进行了浑水发电试验,在新型抗磨蚀材料方面取得了新的进展。1990年经水利部批准,将6号、7号钢管改建为单机容量为7.5万kW的水轮发电机组,水电站总装机容量达到40万kW。三门峡水库汛期发电问题是一项复杂而重大的科研项目,涉及水库的调度运用、库区的淤积与排沙、水轮机防护材料与机组的技术改造以及对下游河道减淤的影响等问题,它关系到多沙河流上水电站能否发电的问题。综上所述,在新情况下,研究三门峡水库的汛期发电问题是非常必要的,已有的资料和现场条件也具备现场试验研究的条件。

经水利部水管[1994]519号文批复,由黄河水利委员会总工程师办公室牵头,组织黄河水利科学研究院、三门峡水利枢纽管理局、三门峡库区水文水资源局、黄河水利委员会河务局等单位,在1994~1999年开展了黄河三门峡水库汛期发电运用的现场试验研究。参加人员有:黄河水利委员会总工程师办公室:胡一三、缪凤举、丁六逸、周建波;黄河水利科学研究院:钱意颖、曲少军、梁国亭;三门峡水利枢纽管理局:张金良、王瑛、乐金苟、张润亭、王桂娥、龚鉴、王育杰、季利、吴道胜;三门峡库区水文水资源局:孙锦惠、肖俊法、鲁孝轩、付卫山;黄河水利委员会河务局:翟家瑞、李旭东、罗启民、刘红宾。在试验期间,三门峡水利枢纽管理局与三门峡库区水文水资源局还进行了有关资料的观测和调查整理。

汛期发电原型试验,是按照“四省会议”的精神,在服从防洪、减淤和排沙的原则下,充分发挥水库调节水、沙的能力,改善库区泥沙的冲淤变化,提高水电站的发电效益。水库汛期运用采用“洪水排沙、平水兴利”的方式。原型试验结果表明:洪水排沙效果显著,试验期间库区泥沙冲淤基本平衡,大禹渡以下的淤积得到一定的改善,合理地处理了排沙与发电的关系,改善了机组的运行工况,增长了发电时间,提高了水量的利用率,取得了良好的效果。项目组提出了“三门峡水利枢纽汛期发电试验研究报告”,报告中还对小浪底

水库初期运用条件下三门峡水库的运用进行了分析研究,并提出建议。该成果由水利部委托黄河水利委员会组织验收,验收专家认为,通过汛期发电试验研究,总结出水库运用与库区冲淤分布的基本规律,首次提出了汛期运用的基本原则、洪水时的排沙流量及平水时的强制排沙条件等具体控制指标和水库运用方式,并在试验过程中得到了验证。这些研究成果,丰富了多泥沙河流水电站汛期发电与合理排沙的技术、理论,具有很高的科学价值,经过进一步研究和总结,并吸取了由胡一三、姜乃迁、张翠萍、缪凤举、曲少军等人承担的“九五”国家重点科技攻关项目“小浪底水库运用初期三门峡水库运用方式研究”中的防御大洪水的部分成果,撰写出本书,并于2002年定稿,2008年送出版社出版。

由于三门峡水库涉及面广,问题复杂,许多问题仍待进一步研究。

在这项研究及其成书过程中,得到许多专家、学者及管理单位的领导和技术人员的大力支持和帮助,在此一并表示感谢。由于作者水平有限,错误或不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

2008年5月

目 录

前 言

第一章 三门峡水利枢纽建设与改建	(1)
第一节 三门峡水利枢纽兴建过程及原建工程概况	(1)
第二节 三门峡水利枢纽工程改建	(11)
第三节 枢纽水电站改建	(27)
第四节 枢纽泄流能力	(32)
参考文献	(35)
第二章 汛期发电原型试验前库区河道的冲淤特点	(36)
第一节 三门峡库区河道特性	(36)
第二节 建库前库区河道的冲淤特点	(39)
第三节 建库后库区河道的冲淤特点	(69)
第四节 小 结	(91)
参考文献	(92)
第三章 汛期发电原型试验的基本原则和主要指标	(93)
第一节 水库发电运用方式	(93)
第二节 汛期发电原型试验水库运用的基本原则	(95)
第三节 汛期发电原型试验水库运用主要指标	(102)
第四节 水库运用方式	(109)
第五节 小 结	(109)
第四章 汛期发电原型试验期间入库水沙条件及其变化	(111)
第一节 水量和沙量	(111)
第二节 洪 水	(114)
第三节 汛期各级流量天数及水量、沙量变化	(116)
第四节 水沙变化原因及今后发展趋势	(118)
第五节 小 结	(119)
第五章 汛期发电原型试验期间水库调度运用及其对库区和下游河道冲淤的影响	(121)
第一节 水库调度运用情况与特点	(121)
第二节 非汛期库区冲淤基本特性	(125)
第三节 汛期潼关至大坝段库区冲淤特性	(135)
第四节 汛期发电原型试验对下游河道冲淤影响分析	(148)
第五节 小 结	(149)

第六章 汛期发电原型试验期间潼关高程变化分析	(151)
第一节 潼关高程变化基本情况	(151)
第二节 潼关高程变化特点及基本规律	(158)
第三节 潼关高程变化成因分析	(170)
第四节 小 结	(177)
参考文献	(177)
第七章 汛期发电原型试验期间发电效益分析	(178)
第一节 汛期发电原型试验期间发电情况	(178)
第二节 合理处理排沙与发电关系是提高汛期发电效益的关键	(179)
第三节 减少过机泥沙,减轻水轮机磨损破坏	(180)
第四节 增加发电时间和提高水量利用率	(186)
第五节 汛期发电潜能分析	(189)
第六节 小 结	(193)
第八章 小浪底水库运用初期三门峡水库运用方式探讨	(195)
第一节 三门峡水库承担任务调整	(195)
第二节 三门峡水库防洪运用方式研究	(200)
第三节 改善三门峡库区淤积及充分发挥水库效益研究	(210)
第四节 小 结	(218)
参考文献	(219)
第九章 结论与展望	(220)

第一章 三门峡水利枢纽建设与改建

黄河流经世界上最大的黄土高原,以其含沙量高、治理难度大而闻名于世。千百年来,黄河在带给中华民族繁荣的同时,也带来了深深的灾难,因此“黄河宁,天下平”就成了中华民族共同的祈盼。

新中国成立后,人民决心要根治黄河水害、开发黄河水利,让黄河造福于中华民族。1955 年第一届全国人大通过了《黄河综合利用规划技术经济报告》,为了解决当前与长远的防洪、拦沙、灌溉及发电等问题,确定三门峡水利枢纽为规划中的第一批重点工程,以巨大的库容拦蓄泥沙,同时大力开展水土保持工作,减少下游泥沙来源。

三门峡水利枢纽作为根治黄河水害、开发黄河水利的第一期工程,是在黄河干流上修建的第一座大型水利枢纽。它的建设和运用探索,是人民治黄的一次伟大实践,不仅为黄河岁岁安澜做出了不可替代的贡献,而且为多泥沙河流的治理开发(如三峡、小浪底等工程建设)提供了成功的经验。

然而,人类认识自然、改造自然是一个复杂的过程,三门峡水库原规划设计对泥沙问题的认识不足,造成库区严重淤积。为解决泥沙问题,经历了长达 30 多年的改建探索与运用,尤其是在水工建筑物、泄流排沙设施的布置,以及泄流能力大小等方面进行了成功的探索与运用。经过两次改建,至 1973 年底,三门峡水库采用“蓄清排浑”运用方式后,取得了显著的防洪、防凌、灌溉、供水、发电、减淤等综合效益。

三门峡水库的建设与运用,半个多世纪以来一直为世人所关注,许多专家学者对它功过得失的研究与评论一直没有停止。下面就枢纽规划、设计、原建、增建和改建的曲折过程做一回顾。

第一节 三门峡水利枢纽兴建过程及原建工程概况

一、自然地理特征

三门峡水库是黄河干流上兴建的首座以防洪为主的综合利用水库,控制黄河流域面积 68.84 万 km^2 ,占黄河流域总面积(不含闭流区)的 91.5%,控制黄河来水量占总水量的 89%。

黄河下游洪水主要来自中游 3 个地区,即河口镇至龙门区间、龙门至三门峡区间、三门峡至花园口区间。三门峡水库控制了上述 3 个洪水来源区中的河口镇至龙门和龙门至三门峡两个洪水来源地区,其防洪作用是非常显著的。

三门峡水利枢纽坝址位于黄河中游干流上,其右岸为河南省三门峡市湖滨区高庙乡,左岸为山西省平陆县三门乡。坝址距黄河入海口约 1 027 km。枢纽坝址两岸为地势峻峭的峡谷地带,左岸大部分为陡崖峭壁,右岸稍为平缓。黄河流至三门峡峡谷处,约成 90°

拐弯,河道由向东流急转为向南流。河流在峡谷中受矗立河中的鬼门岛和神门岛所挡,将河水劈为鬼门河、神门河和人门河三股激流,三股汇合后,河床的水面宽度平水时约为120 m,洪水时约为160 m。拦河大坝就横亘在鬼门岛上游,穿越神门岛尖和左岸人门岛上游。

三门峡大坝坝址地区地质条件优良,由于中生代闪长玢岩是呈岩床状侵入于石炭二叠纪和石炭纪煤系岩层之间,因此三门峡峡谷的河床中出现了横跨黄河长达700 m的闪长玢岩岩床,三门峡水利枢纽建筑物都坐落在闪长玢岩岩床上,岩床的走向和大坝延伸方向也基本一致。

三门峡水库位于陕西、山西和河南3省交界处,库区范围分布在中条山和秦岭之间的山间盆地之中。潼关以上库区宽阔,包括黄河干流龙门至潼关段及渭河下游平原;潼关以下黄河河谷由宽变窄,至三门峡谷坝址区两岸山岩夹峙,山高沟深,地势陡峻,水库平面地形呈“小颈口,大肚子”形状(见图1-1)。

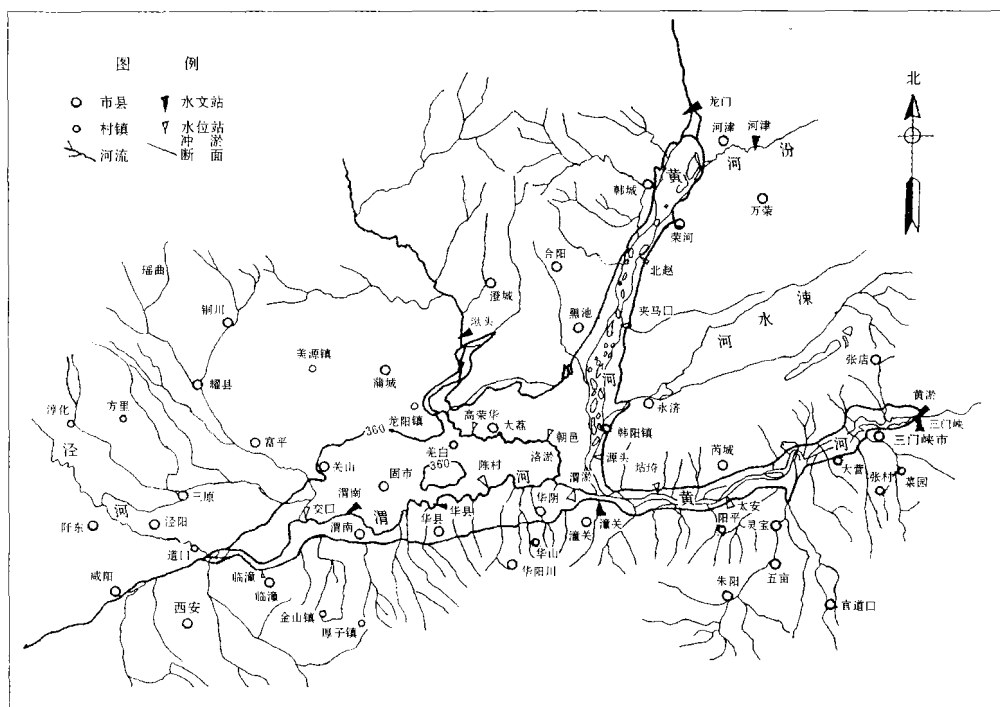


图1-1 三门峡水库库区示意图

黄河干流库区从龙门至潼关一段称为黄河小北干流,其穿行于汾河、渭河之间的垣阶地区,河道宽阔,河势浩瀚。河道比降为0.3‰~0.6‰,河床宽、浅、乱,主流摆动不定、游荡激烈,素有“三十年河东,三十年河西”之称。

库区西部有黄河最大的支流渭河自西向东穿行,在潼关处汇入黄河,渭河的支流众多,从南北两岸汇入干流,其中泾河和北洛河为主要泥沙来源区,其他支流来沙较少。

在潼关处,黄河受秦岭阻挡,转了一个90°的弯,由向南流折转为向东流。中条山和华山余脉将该处河谷宽度压缩到850 m,形成天然卡口。从潼关到三门峡坝址,黄河穿行

在秦岭和中条山的垣阶地之间,黄土台地高程大多位于 380 ~ 420 m,河谷变窄,两岸地面沟壑冲刷,高低起伏。河道上宽下窄,高滩深槽,主流缩束于狭窄的河槽内,蜿蜒曲折,流至三门峡坝址的河滩宽度约为 300 m。潼关以下呈带状河道型库区。自三门峡水库改为“蓄清排浑,调水调沙”控制运用方式以来,经常运用的库区基本为潼关至三门峡坝址区间。

据原陕县气象站自 1934 ~ 1943 年和 1946 年及 1950 ~ 1954 年的 16 年资料统计,多年平均气温为 15 ℃,多年的极端最低气温为 -16 ℃,多年极端最高气温达 48 ℃。

三门峡地区降水量年际变化较大,各季节降水量相差悬殊。多年平均年降水量为 573.5 mm,年降水量最多为 863.4 mm(1984 年);年降水量最少为 388.6 mm(1969 年)。夏季降水量一般占年降水量的 48%,秋季占年降水量的 30%,7 ~ 9 月的降水量比较集中。

二、前期研究

(一) 中华人民共和国成立前

1933 年黄河大水,下游决口泛滥,当时国民政府黄河水利委员会李仪祉先生在他的《黄河治本的探索》中提出“若能于上游设拦洪库,则下游可以莫有非常洪水”的设想。1935 年李仪祉在他的《黄河治本计划概要叙目》中指出:“要在陕西、山西及河南各支流修建水库,或议在壶口及孟津各作一蓄洪水库以代之,则工费皆省,事较易行,亦可作一比较的设计,择善而从”。1935 年 8 ~ 9 月,组织查勘了黄河干流潼关以下至孟津河段,提出三门峡、八里胡同、小浪底三个坝址的查勘报告。报告认为“黄河建设拦洪水库的可能性及希望甚大,其效用亦甚宏。……就地势而言,三门峡诚为一优良坝址。”建议抬高水位 50 ~ 70 m,最大泄量 12 000 m³/s。1935 年 11 月,李仪祉应邀在清华大学作“黄河流域的水库问题”演讲时,肯定了在三门峡修建拦洪水库的建议。

1941 年 6 月,东亚研究所(日本)第二调查委员会派人查勘三门峡坝址,提出“三门峡发电计划”,三门峡水利枢纽作为黄河综合开发的第一期工程,建议坝高 61 ~ 86 m,库容 60 亿 ~ 400 亿 m³,分两期开发,初期库水位 325 m,以不超过潼关 1933 年洪水位为依据,后期库水位 350 m,汛期限制水位 319 m,最大下泄流量为 15 000 m³/s。对于库区淹没,拟由电力促进工业以吸收一部分劳动力,部分则迁移到黄河故道及边远地区。计划认为,三门峡工程“除能获得莫大电力外,下游水患即可防止”,“在黄河干流能充分收到调节洪水之效者,唯三门峡一处而已”。

1946 年 6 月,国民政府水利委员会筹组黄河治本研究团,团长张含英。该团以综合利用为目标,查勘黄河上中游,其中,对三门峡和八里胡同坝址作了比较研究。提出了在八里胡同修建 170 m 高坝的建议,控制黄河洪水下泄量不超过 3 000 m³/s,并设巨大底孔排沙。1947 年,张含英在《黄河治理纲要》中指出:“河在陕县、孟津间位于山谷之中,且临近下游,故为建筑拦洪水库之优良区域。其筑坝之地址,应为陕县之三门峡及新安县八里胡同。唯如何计划以便防洪、发电、蓄水三者各得其当,如何分期兴建以使工事方面最为经济,应积极详细研究。”并特别强调“库之回水影响,不宜使潼关水位增高”,“其最重要问题,当为水库之寿命”。

上述专家的研究,由于历史条件的限制,不可能付诸实施。历史表明,只有在人民取得政权后,全面治理开发黄河,除害兴利,使黄河水沙资源造福于人民才能得以实现。

(二) 中华人民共和国建国初期

1949年6月16日,华北、中原和华东3个大解放区成立了治理黄河的统一机构——黄河水利委员会(以下简称黄委会)。同年8月31日,黄委会主任王化云、副主任赵明甫联名给华北人民政府主席董必武报送了《治理黄河初步意见》,文中提出解除黄河下游洪水为患的方法,应“选择适当地点建造水库”,“陕县到孟津间是最适当的地区,这里可能筑坝的地点有3处,分别是三门峡、八里胡同和小浪底”,“准备选定其中一个修坝的地址,进而从事规划”。之后,为了解决黄河下游洪水问题,曾多次查勘,研究在黄河干流上龙门至孟津段修建拦洪水库问题,曾3次主张修建三门峡水库,又3次放弃这种主张,形成所谓“三起三落”。在这一河段上,是修建三门峡水库,还是修建其他水库,一直很难定夺。

1950年3~6月,黄委会组织查勘队,查勘了龙门至孟津河段。查勘认为,八里胡同虽有较好的地形条件,但在地质方面远不如三门峡,主要是石灰岩溶洞发育,主张在三门峡建坝,建议水库蓄水位为350 m,以防洪、发电结合灌溉为开发目的。同年7月,水利部傅作义部长率领张含英、张光斗、冯景兰和苏联专家布可夫等复勘了潼关至孟津段,指出:为满足下游防洪的迫切需要,应提前修建该河段的水库,坝址可从三门峡、王家滩两处比较选择。当时黄委会在规划设计中认为三门峡水库的淹没问题很大,在黄河干流上修建大水库用以解决下游防洪问题,就当时我国的政治、经济、技术条件来看,均有较大的困难,于是首次放弃三门峡水库转而想从支流解决问题。

1951年,黄委会组织5个查勘队,对黄河中游的无定河、泾河、北洛河、渭河、洛河进行查勘和初步计算,发现支流太多,拦洪机遇也不可靠,而且花钱多,效益小,很不理想,因而又把希望转到潼关至孟津段干流上。在此期间,黄委会提出“蓄水拦沙”治黄方略,为了解决下游防洪,除在中游开展大规模的水土保持工作外,关键是找个大库,于是再次主张修建三门峡水库。当时燃料工业部水电建设总局从开发水电出发,也积极主张修建三门峡水库。1952年5月,黄委会主任王化云、水电建设总局副局长张铁铮与两位苏联专家查勘三门峡坝址,黄委会主张把三门峡水库的蓄水位提高到360 m,想利用部分库容拦沙,以解决水土保持不能迅速产生减沙效益的矛盾,尽可能延长水库寿命。苏联专家主张在八里胡同建冲沙水库。1952年下半年,经过计算得知,在八里胡同搞冲沙水库不可行,而三门峡水库又因淹没损失太大,不少人反对,故再次放弃修建三门峡水库,转为研究淹人、淹地较少的邙山建库方案。

邙山建库方案,计划库水位150 m,库容160亿 m^3 ,黄委会主张作滞洪水库,苏联专家布可夫倾向作冲沙水库。经计算,两种方案当时的投资都在10亿元以上,移民超过15万人,投资大,又无综合利用效益,不合算,于是1953年初又第三次提出修建三门峡水库的主张。而后不久,水利部对修建水库解决下游防洪问题作了两点明确指示:一是要迅速解决防洪问题;二是根据国家情况,花钱、淹人都不能过多,花钱不能超过5亿元,移民不能超过5万人。因此,第三次放弃修建三门峡水库,重新规划,将一个邙山大库改为邙山和芝川两个小水库。这两个小水库,总库容82亿 m^3 ,迁移8.7万人,总投资4.58亿元,可

在 10 年之内防御千年一遇洪水,20 年之内防御一般洪水,可以争取时间进行治本工作。1953 年 5 月 31 日,王化云向邓子恢副总理呈报了修建邙山、芝川两座水库的意见。邓副总理看后将报告转呈毛泽东主席并在信中写道:“关于当前防洪临时措施,我意亦可大体定夺,第一个五年,先修芝川、邙山两个水库……渡过五年十年,我们国家即将有办法来解决更大工程与更多的移民问题。”即使如此,当时对先修三门峡水库,还是先修邙山、芝川两水库,仍有不同意见,同时,黄河规划已列入苏联援建项目,故未定案。

(三) 20 世纪 50 年代黄河规划阶段

1952 年,水利部和燃料工业部向中央要求聘请苏联专家来我国帮助制定黄河规划。苏联专家组于 1954 年元月 2 日到达北京,他们由水工、水文与水利计算、施工、工程地质、灌溉、航运专家组成。专家组中没有泥沙、水土保持、水库淹没和经济等方面的专家。同年 2~6 月,由李葆华、刘澜波任正副团长,组成黄河查勘团,包括中苏专家和工程技术人员 120 余人,对黄河进行实地查勘,并听取省(区)负责同志对黄河规划的意见。

黄河查勘团完成孟津到龙门干流河段的查勘任务后,于 1954 年 3 月 27 日在西安召开技术座谈会。会上,苏联专家否定了邙山水库,其依据有三个:第一,邙山水库小,不能为下游的灌溉、发电、航运调节流量;第二,拦洪泄沙,一部分甚至大部分泥沙将淤积在库内,水库的防洪作用必将丧失;第三,邙山水库系在流沙、粉沙地基上修筑 38 m 高的混凝土溢流坝,技术上有难以克服的困难。苏联专家竭力推荐三门峡水库,赞赏三门峡是一个难得的好坝址。专家组长柯洛略夫在总结发言中说:“从邙山至龙门,我们看过的全部坝址中,必须承认三门峡坝址是最好的一个,任何其他坝址都不能代替三门峡使下游获得那样大的效益,都不能像三门峡那样综合地解决防洪、灌溉、发电等方面的问题。”他具体分析了三门峡坝址的优缺点。优点:①水库容量很大,能完全调节洪水,保障豫、鲁两省免受洪水威胁;②水库与水土保持以及其他水库相配合,能将淤在下游的泥沙全部拦住;③地质条件很好;④施工条件较好;⑤在解决防洪、灌溉的同时,还能获得大量的电力;⑥与其他坝址比较,有着最好的技术经济指标。缺点:淹没损失较大。就三门峡水库淹没损失的问题发表意见:“想找一个既不迁移人口,而又能保证调节洪水的水库,这是不能实现的幻想、空想,没有必要去研究。为了调节洪水,需要足够的库容,但为了获得必要的库容,就免不了淹没和迁移。任何一个坝址,无论是邙山、无论是三门峡或其他坝址,为了调节洪水所必需的库容,都是用淹没换来的。区别仅在于坝址的技术质量和水力枢纽的造价。”这个“用淹没换取库容”的观点,对当时决策三门峡工程有很大影响。少数专家则有不同意见。

1954 年黄河规划委员会(以下简称黄规会)编制的《黄河综合利用规划技术经济报告》(以下称《技经报告》)选定三门峡水利枢纽为第一期工程。三门峡水库正常高水位 350 m,总库容 360 亿 m^3 ,设计允许泄量 8 000 m^3/s ,并与洛河、沁河支流水库配合运用,黄河下游洪水威胁将全部解决;拦蓄上游全部泥沙来量,下泄清水,可使下游河床不再淤高;充分调节黄河水量,可满足初步 2 220 万亩(1 亩 = $1/15 \text{ hm}^2$),远景 7 500 万亩灌溉用水要求,发电装机 90 万 kW,年发电量 46 亿 kWh;下游河道的航运条件得到改善等综合效益巨大。同时,报告也指出枢纽存在两个严重问题。一是当库水位 350 m 时,要淹没农田 207 万亩,移民 60 万人,赔偿费用 6.58 亿元,占总投资的 52%。为了减少移民困难,提出

逐步抬高水位,分期移民的办法,拟定 1962 年前运用水位按 336 m 考虑,迁移人口 27.2 万人,淹没耕地 94 万亩。二是水库淤积,计划预留拦沙库容 147 亿 m^3 ,不计上游减沙效益,估计水库寿命为 25 ~ 30 年。为了减少进入三门峡水库的泥沙,除大力进行水土保持工作外,近期还需在泾河、葫芦河、北洛河、无定河、延河修建 5 座大型拦泥水库,到 1967 年,流入三门峡水库的泥沙估计将减少约 50%,则三门峡水库的寿命可维持 50 ~ 70 年。报告还指出“三门峡水库内泥沙淤积和水库寿命的估计是个很复杂的问题”,需要进一步研究。

1955 年 4 月 5 日,中共国家计委党组、国家建委党组向中共中央、毛泽东主席报告对《技经报告》的审查意见,认为《技经报告》提出的黄河综合利用远景规划和第一期工程,是今天可能提出的最好方案。为确保下游防洪安全和延长三门峡水库寿命,三门峡正常库水位和泄量,应在初步设计中进一步研究确定。建议中共中央对《技经报告》予以批准。1955 年 7 月中旬,国务院举行第 15 次全体会议,周恩来、陈云、邓子恢、李先念等出席会议,通过了《关于根治黄河水害和开发黄河水利的综合规划的报告》。同年 7 月 18 日,邓子恢副总理代表国务院在第一届全国人大第二次会议上作了上述报告,提请大会审查批准,7 月 30 日,大会通过了《关于根治黄河水害和开发黄河水利综合规划的决议》,批准国务院提出的黄河规划的原则和基本内容,并要求国务院迅速成立三门峡水库和水电站建筑工程机构,保证工程及时施工。

在这个规划的指导下,人民治黄事业从此进入了一个全面治理和综合开发的历史新阶段。

三、工程设计

(一)初步设计

鉴于三门峡水利枢纽是一项关系全局的工程项目,新中国成立初期我们尚缺乏大型水利枢纽的建设经验,请苏联负责设计较为稳妥,1954 年底确定将三门峡水利枢纽拦河大坝和水电站委托给苏联列宁格勒设计院设计。

三门峡水利枢纽是黄河综合利用规划中,上游自龙羊峡起下至海口为序的第 37 个开发梯级。1955 年 7 月,黄规会组成了由我国 10 位专家参加的三门峡水利枢纽坝址选择委员会,委员会经现场了解地质、地形条件和全面研究坝址区的勘测资料,同年 8 月,黄规会提出了《黄河三门峡水利枢纽设计技术任务书》。提出了枢纽防洪、灌溉、发电等项目标和要求;应在三门峡峡谷的闪长玢岩出露的范围内选定坝址。

国家计划委员会审查了《黄河三门峡水利枢纽设计技术任务书》后,提出以下三点意见:第一,在《技经报告》中三门峡水库正常高水位定为 350 m 高程,水库寿命为 50 ~ 70 年,由于三门峡水库的淤积速度和中、上游水土保持的效果尚未完全判明,应考虑将水库寿命可能延长的问题,因此要求初步设计提出正常高水位在 350 m 高程以上的几个方案,供国务院选择决定;第二,由于三门峡以下的伊、洛、沁河支流水库的防洪效果尚未判明,为确保黄河下游防洪安全,在初步设计中应考虑将最大泄量由 $8\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 降至 $6\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 和延长关闭闸门时间的可能;第三,在初步设计中应考虑进一步扩大灌溉面积的可能。1955 年 8 月,中国方面将《黄河三门峡水利枢纽设计技术任务书》和国家计划委

员会的审查意见等项文件正式提交苏联列宁格勒设计院。

根据中方提出的要求,苏联列宁格勒设计院于1956年4月提出了《黄河三门峡工程初步设计要点》报告。建议水库的正常高水位,如考虑50年后尚需满足灌溉和发电的要求,应为360 m高程;如考虑水库使用寿命为100年,水位应提高到370 m。三门峡以上发生千年一遇洪水时,设计最大下泄量为 $6\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 。

1956年7月,国务院对《黄河三门峡工程初步设计要点》进行了审查并确定:正常高水位360 m,在1967年前(初期)运用水位为350 m。采用混凝土重力坝,并要求第一台机组于1961年发电,1962年全部建成。按照中国方面的意见和决定,苏联列宁格勒设计院于1956年年底完成了所承担的黄河三门峡水利枢纽初步设计。正常高水位由规划的350 m提高到360 m,淹没耕地增加至333万亩,迁移人口增至90万人。

国家建设委员会1957年2月9日在北京主持召开三门峡水利枢纽初步设计审查会。会议分水利动能、水工、施工和机电四个专业组进行审查。同年2月底审查完毕并上报国务院审批。审查会基本同意初步设计的内容,但对正常高水位、泥沙和移民问题已有不同意见,而在此时仅是初露端倪,尚未影响成议,所以1957年4月三门峡水利枢纽正式开工。

(二) 技术设计

三门峡水利枢纽初步设计审查后,围绕着水库的正常高水位、淹没移民、拦沙与排沙等问题出现较多的争议。遵照周恩来总理的指示,水利部于1957年6月10~24日在京召开“三门峡水利枢纽讨论会”。会上多数意见认为,排沙方案不能制止下游河道的继续抬高,实际上不能根本解决下游防洪问题,亦不能充分发挥水库的综合效益,因此这个方案不宜采用。赞成“蓄水拦沙”方案者,一致同意枢纽分期修建,水库分期移民,水位分期逐步抬高和分期运用的原则,以减少移民强度。对初期运用水位一致认为定在340 m高程为宜。

1957年7月,水利部将上述讨论情况向周恩来总理和李富春副总理作了汇报,总理指示水利部要对三门峡水库的各种规划方案、水库上游淹没影响、下游河道治理等问题作进一步研究。根据周恩来总理指示,黄规会致电苏联电站部,说明由于某些原则问题,尚需进一步研究确定,因此请暂缓进行技术设计。

水利部将这一期间的研究意见,于1957年11月3日向国务院提出了《关于三门峡水利枢纽问题的报告》。在报告中提出:黄河下游河道逐年淤高,洪水威胁有增无减,万一决口改道,将影响整个国民经济发展的部署,几年来治理淮河、海河的成就可能毁于一口。因此,修建三门峡水利枢纽实属刻不容缓。

1957年11月,国务院审批了国家建设委员会报送的《关于审查三门峡水利枢纽工程初步设计意见的报告》,认为初步设计符合原《黄河三门峡水利枢纽设计报告任务书》的要求,批准了初步设计。并在吸收多方面专家意见的基础上,对技术设计的编制提出了以下意见:

(1) 三门峡水利枢纽拦河大坝按正常高水位360 m高程设计,350 m高程施工,为减少移民困难,逐步抬高运用水位,1967年前不超过340.5~343 m,死水位在325~330 m之间。

(2) 水电站厂房定为坝后式。

(3)在技术允许的条件下,应适当增加泄水量与排沙量,泄水孔底槛高程应尽量降低。

中共中央书记处于 1958 年 3 月 2 日召开会议,讨论通过黄河三门峡水利枢纽技术设计任务书,其中关于泄水孔底槛高程提出降至 300 m。并将《黄河三门峡水利枢纽技术设计任务书》通知苏方。

1958 年 4 月,周恩来总理在三门峡工地召开现场会议,根据周总理关于工程分期修建、分期抬高水位、分期运用和降低泄水孔底槛高程等项指示精神,于同年 6 月向苏联列宁格勒设计院提交了对技术设计的补充意见。最后确定:大坝按正常高水位 360 m 设计,350 m 施工,1967 年以前最高运用水位不超过 340 m,死水位 325 m(原设计 335 m),泄水孔底槛高程 300 m(原设计 320 m),坝顶高程 353 m。根据上述要求,苏联列宁格勒设计院于 1959 年年底全部完成所承担的技术设计任务。

(三)主要技术指标及枢纽布置

1. 枢纽主要技术指标

苏联列宁格勒设计院根据中国方面所提供的对水土保持的减沙效果,在设计中采用:水库运用 5 年后(即到 1967 年)的入库泥沙量比原有的减少 20%;水库运用到 50 年的末期时,入库泥沙量减少 50%,按此计算,枢纽运用 5 年库区淤积泥沙为 65 亿 m^3 ;运用 50 年库区淤积的泥沙为 336 亿 m^3 。设计对枢纽正常高水位的选择,是从 345 m 高程起至 370 m 高程每隔 5 m 作一方案进行比较(见表 1-1)。

表 1-1 三门峡水利枢纽正常高水位选择方案

水库正常高水位(m)	350	355	360	365	370
死水位(m)	330	330	335	340	345
总库容(亿 m^3)	354	480	647	830	1 050
有效库容(亿 m^3)	290	420	540	670	810

从库区的淹没补偿、水能利用和枢纽投资等多方面进行分析研究和比较后,列宁格勒设计院认为:三门峡水库的正常高水位不应低于 355 m 高程,如 50 年后尚需满足相当数量的灌溉、发电要求,则比较合理的正常高水位应为 360 m 高程,而 360 m 高程的正常高水位是保证枢纽正常运用 40~50 年所必需的最低高程。

按技术设计指标,水库正常高水位为 360 m 高程,相应的水库容积为 647 亿 m^3 ,可将千年一遇洪水(推算的洪峰流量 37 000 m^3/s)下泄量削减到黄河下游堤防的安全泄量,即 6 000 m^3/s 。上、下游灌溉面积计 6 500 万亩;安装水轮发电机组 8 台,单机容量为 14.5 万 kW,总装机容量 116 万 kW,年发电量 60 亿 kWh;调节下游河道水深常年不低于 1 m,从邙山到入海口约 800 km 的河道可通航 500 t 拖轮,通过枢纽的航道轴线位置选择在左岸。库区淹没面积为 3 500 km^2 ,其中耕地 325 万亩,需迁移人口 87 万人。

为减少近期库区的淹没损失和确保水库回水不影响西安市,国务院决定第一期工程先按 350 m 高程的蓄水位施工,坝顶的实际浇筑高程为 353 m。相应库容为 354 亿 m^3 ,设计上、下游灌溉面积为 2 980 万亩;安装发电机组 7 台,总装机容量为 101.5 万 kW;水库

蓄水位为 350 m 高程时,水库面积为 2 300 km²,淹没耕地 200 万亩,需移民 60 万人。

周恩来总理于 1959 年 10 月 13 日在三门峡水利枢纽工地再次主持召开有中央有关部门和河南、陕西、山西等省领导人参加的现场会。讨论三门峡水利枢纽 1960 年汛期拦洪蓄水高程,根据计算分析,当出现千年一遇洪水时,水库拦洪水位为 335 m 高程左右,出现二百年一遇洪水时,拦洪水位为 332.5 m 高程,确定三门峡水库 1960 年汛前移民高程线为 335 m,近期最高拦洪水位不超过 333 m 高程。按 335 m 高程线全库区实际已移民 40.37 万人,淹耕地 90 万亩。335 m 高程的库水位,相应库容为 96.4 亿 m³,水库面积为 1 076 km²。

枢纽第一期主体工程设计的工程量见表 1-2。

表 1-2 枢纽第一期主体工程设计的工程量

工程 项目	土方 开挖 (万 m ³)	石方 开挖 (万 m ³)	混凝土 浇筑 (万 m ³)	基础表 面灌浆 (m)	深孔 灌浆 (m)	金属结 构安装 (t)	水力机械 设备安装 (t)	水力动力 设备安装 (t)	电力设 备安装 (t)
数量	27.1	86	213	11 000	8 300	14 700	2 600	5 000	15 000

2. 枢纽布置

黄河三门峡水利枢纽主坝为混凝土重力坝,选定的Ⅲa 坝轴线位于鬼门岛下游,横穿狮子头和神门岛尖及左岸人门半岛上游。设计的正常高水位为 360 m 高程,主坝坝顶长 739 m(不含插入右岸的副坝——斜丁坝,下同)。第一期工程大坝坝顶先修筑至 353 m 高程,相应的主坝坝顶长 713.2 m,最大坝高 106 m。设计确定在第二期工程时可将主、副坝顶部再加高 10 m。枢纽总平面布置见图 1-2。

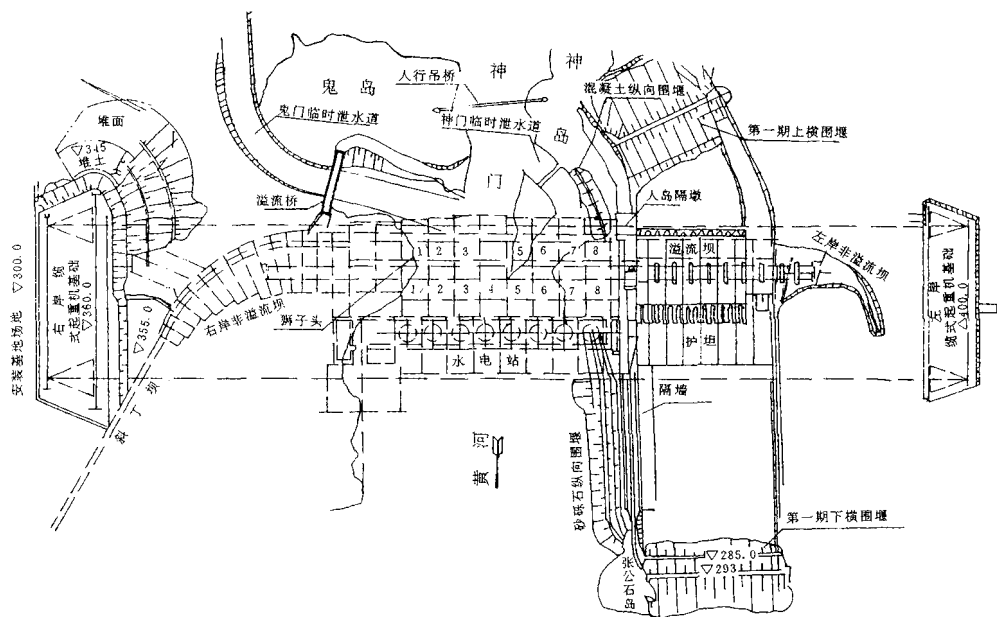


图 1-2 三门峡水利枢纽总平面布置图

1) 主坝

主坝自右岸至左岸分别为:

(1) 右岸非溢流坝段, 长 223 m, 坝轴线为曲线形。

(2) 安装场坝段, 长 48 m, 分 3 段每段长 16 m。

(3) 电站坝段, 坝顶宽 20.2 m, 分 8 段每段长 23 m, 总长 184 m, 在第五段处的坝高为 106 m。在 300 m 高程处, 每段都设有 7.5 m × 15 m (宽 × 高, 下同) 的进水口, 进水口外设拦污栅, 内设检修闸门和主闸门各一道。进水口下接直径 7.5 m 的发电引水钢管通往厂房, 末端与水轮机蜗壳相连接。

(4) 隔墩坝段, 长 23 m, 隔墩向上游延伸为混凝土纵向围堰, 向下游延伸为隔墙, 直达张公岛。张公岛下游有挑水坝, 隔墙将溢流坝和电站尾水分开。

(5) 溢流坝段, 长 124 m, 在高程 280 m 和 300 m 处分别设有施工导流底孔和深水孔各 12 个, 每孔的断面尺寸均为 3 m × 8 m。在第一、二段的 338 m 高程处设有 2 个表面溢流孔, 每孔断面尺寸为 9 m × 14 m。这些泄流孔里都装设平板闸门。

(6) 左岸非溢流坝段, 长 111.2 m, 坝轴线为曲线形。

2) 副坝

副坝亦称斜丁坝, 为双铰混凝土心墙土坝, 长 144 m, 顶部高程为 350 m, 最大坝高 24 m。位于右岸非溢流坝的右侧, 双铰混凝土心墙插入黄土层内, 与右岸闪长玢岩岩层相连接。

3) 水电站

水电站主厂房位于电站坝段和安装场坝段的下游, 厂房全长 233.9 m, 宽 26.2 m, 高 22.5 m, 右首一段为安装间, 左首八段为发电机间, 厂房上方设起重量为 350 t 的桥式起重机两台。原设计装水轮发电机组 8 台 (第一期工程只装 7 台), 水轮机型号为 PO720 - BM - 550; 发电机型号为 CB1260/20 - 060, 每台容量为 14.5 万 kW。

11 万 V 开关站布置在右岸非溢流坝第 2 ~ 4 坝段的下游, 22 万 V 开关站布置在斜丁坝下游。

4) 启闭设施

坝顶设起重量为 350 t 的门式起重机两台, 用以启闭溢流坝、深水孔闸门和电站进水口检修闸门。电站进水口的快速工作闸门则由专门的 550 t/300 t (支持力/起重量的) 液压启闭机操作。

四、工程建设

(一) 建设过程

按照以上设计规划原则, 三门峡工程于 1957 年 4 月 13 日正式开工。1958 年 10 月完成左岸基坑施工导流工程, 同年 11 月 25 日截流, 1959 年 7 月, 大坝按经济断面浇筑到 310 m 高程, 较设计工期提前两年起到部分拦洪作用, 1960 年 6 月大坝全断面浇筑到 340 m, 提前一年实现全部拦洪, 同年 9 月 15 日下闸开始蓄水运用。1960 年 11 月 ~ 1961 年 6 月, 12 个导流底孔全部用混凝土堵塞。1961 年 4 月, 大坝全断面修建至第一期坝顶设计高程 353 m, 枢纽主体工程基本竣工, 较设计工期提前 1 年 10 个月。1962 年 2 月, 第一台