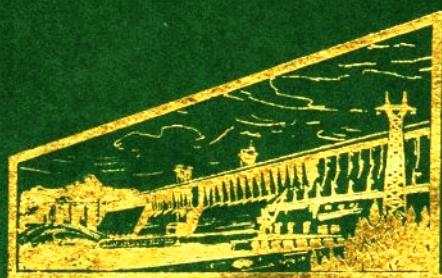


丹江口水利枢纽 施工技术总结



1

水利电力部第十工程局

出 版 说 明

汉江丹江口水利枢纽施工技术总结分三册出版。本书为第一册，内容包括工程建设概况、工程建设的经验教训、基础开挖及基础处理和坝体混凝土施工等部分。

第二册包括土石坝施工、金属结构安装、升船机工程及电站厂房（土建工程及机电安装）等部分。

第三册包括施工场地总体布置、砂石系统、混凝土生产系统、施工供电及施工供水等部分。

由于我们学习马克思主义、列宁主义、毛泽东思想不够，且限于实践基础及认识水平，因此，编撰中一定存在不少缺点及错误，诚望批评指正。

毛 主 席 语 录

工、农、商、学、兵、政、党这七个方面，党是领导一切的。

路线是个纲，纲举目张。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

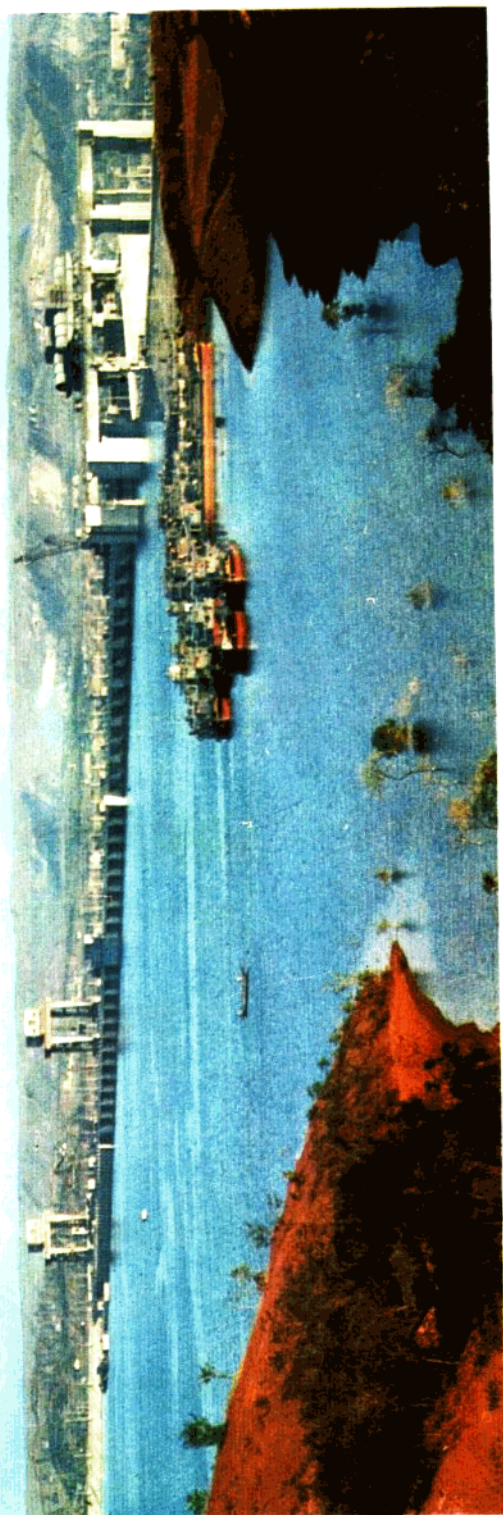
社会主义革命和社会主义建设，必须坚持群众路线，放手发动群众，大搞群众运动。

需要把我们工作中的主要经验，包括成功的经验和错误的经验，加以总结，使那些有益的经验得到推广，而从那些错误的经验中取得教训。



枢纽混凝土建筑物俯瞰

枢纽上游鸟瞰



总 目 录

工程建设概况	1
工程建设的经验教训	13
施工围堰及导流工程	25
基础开挖及基础处理	125
坝体混凝土施工	267

目 录

第一章 概述.....	25
第一节 自然特征.....	25
第二节 导流方式的选择.....	27
第三节 分期导流方案的拟定.....	31
第四节 河床分期导流的实施.....	32
第二章 设计洪水与导流建筑物.....	35
第一节 设计洪水.....	35
第二节 一期导流设计流量的选择与导流建筑物.....	36
第三节 二期导流的设计流量与导流建筑物.....	38
第三章 一期低水和高水围堰的施工.....	41
第一节 低水围堰的结构形式和施工.....	41
第二节 堆石戗堤的抛筑和沉排.....	44
第三节 粘性土壤的抛筑与填高.....	47
第四节 一期高水围堰.....	49
第五节 低、高水围堰的质量评定.....	51
第四章 截流工程的施工.....	53
第一节 截流方案.....	53
第二节 截流前的准备工作.....	56
第三节 截流工程的施工.....	60
第四节 主要机械设备的施工技术定额.....	65
第五节 几点认识.....	66
第五章 二期上、下横围堰的施工与加固.....	68
第一节 围堰的结构.....	68
第二节 围堰施工特点与施工措施.....	70
第三节 基础处理与防渗.....	73
第四节 心墙的填筑.....	75
第五节 堰壳填筑.....	79

第六节 上横围堰的裂缝与加固.....	8
第六章 下闸蓄水.....	88
第一节 导流方案的选定.....	90
第二节 下闸.....	96
第三节 堵漏.....	108
第四节 蓄水.....	113
第七章 拦洪发电.....	115
第一节 概述.....	115
第二节 导流工程的安排.....	117
第三节 发电.....	120

目 录

第一章 概述	125
第一节 施工概况	125
第二节 工程地质条件	127
第三节 坝基设计条件及标准	131
第二章 基础开挖	134
第一节 基坑排水	134
第二节 供风系统布置	139
第三节 施工场地布置	142
第四节 基坑开挖	144
第五节 防渗板基础开挖	146
第六节 左右岸联接段基础开挖	152
第七节 爆破效果分析与安全作业	156
第八节 基岩整修与基础验收	168
第三章 基础固结灌浆与接触灌浆	170
第一节 基础固结灌浆设计	170
第二节 基础固结灌浆施工	170
第三节 质量检查与质量分析	176
第四节 施工中的几个问题	181
第五节 基础接触灌浆	185
第四章 帷幕灌浆	191
第一节 概述	191
第二节 施工	196
第三节 质量分析与评价	212
第四节 关于廊道作业的问题	233
第五章 基础处理	235
第一节 一般地区的基础处理	235
第二节 右联 F_{1270} 缓倾角断裂基础处理	235
第三节 9—11 坝段 F_{10} 与 F_{204} 断裂交汇带基础处理	239
第四节 F_{241} 断裂带基础处理	248

第五节	20—21 坝段断裂交汇带及倾斜地形基础处理·····	251
第六节	集中渗流带基础处理·····	254
第七节	左岸岸坡地段基础处理·····	258
第八节	几点认识与体会·····	262

目 录

第一章 混凝土坝施工概况	267
第一节 概述	267
第二节 坝体结构	268
第三节 主要技术措施	275
第二章 混凝土坝的施工布置	279
第一节 第一阶段右岸河床坝体浇筑布置	279
第二节 第二阶段左岸河床坝体浇筑布置	281
第三节 第三阶段使用栈桥全面浇筑的布置	282
第四节 几点认识	287
第三章 混凝土运输	289
第一节 汽车栈桥	289
第二节 皮带机运输	292
第三节 混凝土机械吊运入仓	298
第四章 混凝土浇筑	306
第一节 基础渗水及施工缝处理	306
第二节 混凝土浇筑	310
第三节 混凝土冷缝的现场控制	312
第四节 防渗板浇筑及预留槽回填	319
第五节 泄流面采用低流态混凝土抹面的施工	326
第六节 导流底孔混凝土回填	330
第七节 混凝土坝坝体施工排水	339
第五章 模板工程	342
第一节 普通模板	342
第二节 厂房进水口及渐变段模板	345
第三节 拦污栅模板	351
第四节 泄流坝段模板	354
第五节 混凝土预制模板	357
第六节 坝面排水孔模板——立模拔管法	360
第七节 混凝土仓面脚手架	362

第六章 钢筋及预埋工程	365
第一节 钢筋工程	365
第二节 预埋工程	372
第七章 混凝土试验	382
第一节 混凝土的组成材料试验与选用	382
第二节 混凝土配合比的试验与选择	402
第三节 有关混凝土试验中的一些问题	420
第八章 接缝灌浆	436
第一节 概述	436
第二节 混凝土坝分缝和灌浆区的结构	437
第三节 控制接缝灌浆的条件	443
第四节 坝体后期冷却	456
第五节 通水检查和灌浆前的事故处理	450
第六节 接缝灌浆施工	464
第七节 接缝灌浆质量分析鉴定	474
第八节 对几个问题的看法	481
第九节 使用 01—30 型凿岩机钻混凝土深孔施工	486
第九章 温度控制及裂缝分析	493
第一节 基本资料	493
第二节 温度控制标准	495
第三节 初期温度控制措施	500
第四节 混凝土裂缝检查方法	511
第五节 裂缝情况及其初步分析	517
第六节 混凝土坝防裂措施	536
第十章 混凝土质量控制、检查和补强处理	548
第一节 混凝土施工质量控制	548
第二节 质量检查	556
第三节 坝体混凝土质量事故概况及补强措施	565
第四节 冷缝处理的试验研究	568
第五节 架空事故的水泥灌浆处理	572
第六节 裂缝处理	589
第十一章 化学灌浆	608
第一节 概述	608
第二节 丙凝灌浆	609

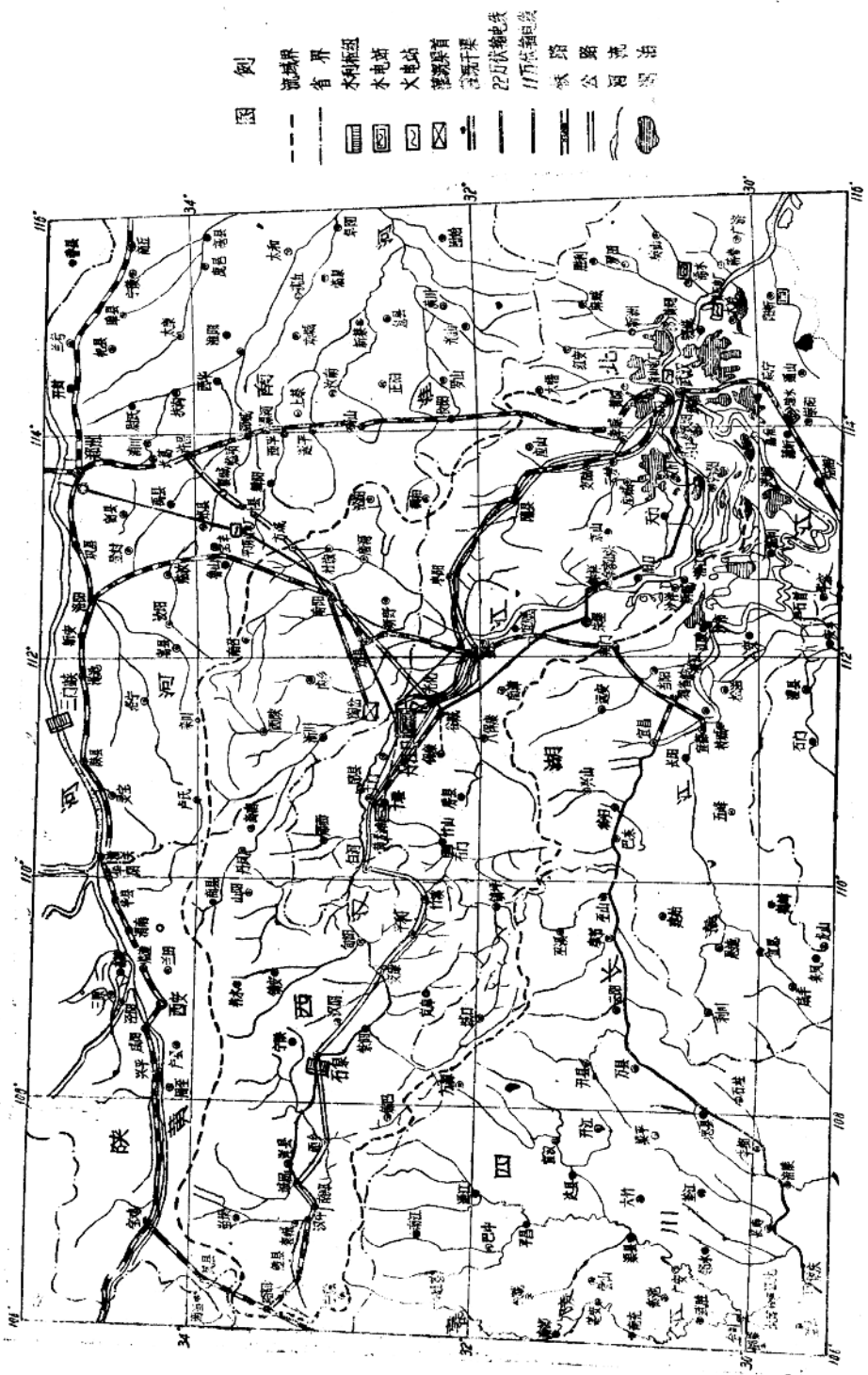
第三节	环氧灌浆	628
第四节	甲凝灌浆	645
第五节	化学灌浆安全技术操作防护要求	658
第十二章	混凝土坝观测	667
第一节	概述	667
第二节	内部仪器埋设	670
第三节	渗透观测	682
第四节	坝体沉陷观测——垂直位移观测	687
第五节	坝体水平观测之一——引张线观测	700
第六节	坝体水平观测之二——前方交会观测	725
第七节	坝体挠度观测——正垂线观测	736
第八节	丹江口水库地震监测和地形变观测	743
第九节	体会	751
第十三章	混凝土坝施工测量	754
第一节	施工控制网的建立	754
第二节	施工定线测量放样	759
第三节	有关施工测量一些技术问题的体会	764

汉江丹江口水利枢纽工程,是我国自行设计和自行建造的一座具有防洪、发电、灌溉、航运、养殖效益的大型水利工程。它位于湖北省均县境内,地处丹江与汉江汇合口下0.5公里,汉江干流出峡谷的末端,是根治汉江,开发汉江阶梯工程中最大的一个水利枢纽工程。

汉江是长江最大支流之一。发源于秦岭南麓,有北、中、南三个源头,其中以陕西的北源为最长,故定为汉江正源。干流横贯陕南,经白河进入湖北,跨过江汉平原,至武汉市注入长江,全长1,542公里,总落差1,850米,蕴藏着很大的动能。流域面积174,000平方公里。流域内雨量充沛、径流丰富、气候适宜。丹江口以下,两岸土壤肥沃,农产富饶,盛产水稻、小麦和棉花,江汉平原更是地势平坦,湖泊棋布,沃野千里,素称鱼米之乡。由于流域具有位置居中,地形开阔的有利条件(图—1),除可大力开发动能,发展灌溉等效益外,还可支援相邻流域,在我国国计民生中占有重要的位置。可是,富饶的汉江,解放前却给中下游千百万人民带来了无穷无尽的灾难。汉江中上游洪水峰高量大(表—1),来势迅猛,径流分配很不均匀(表—2、表—3)。下游河槽愈下愈窄,宣泄能力愈低,常受长江水位的顶托,每遇洪水极易成灾。1935年就溃口14处,光化以下悉成泽国,淹没耕地670万亩,受灾人口370万,淹死达8万余人,可见汉江洪水灾害之甚!而历代反动统治阶级腐朽无能,帝国主义剥削掠夺,江河不治,任其泛滥,从1931年至1948年的18年里,发生大的水灾竟有9次之多,11年溃口。就是这样,多次溃决堵复,冲刷落淤,导致下游河道更加错综复杂,水系愈加紊乱,湖垸交错,江汉串通,水灾越演越频,到解放前夕,已达三年两溃的严重地步。

表—1 丹江口黄家港站各洪水年水文资料表

年 份		主要暴雨产流区	洪峰出现时间		洪水类型	洪峰流量 (秒米³)	日平均最大流量 (秒米³)	七天洪峰流量 (亿米³)	洪峰流量重现期 (年)	$P=\frac{1}{N+1}$ (%)
年代	公元		农 历	公 历						
明十一年	1583	中上游区	4月22日	约6月12日	夏季	61,000	55,500	171	380	0.262
清道光十二年	1832	白河以下	8月15日	9月10日	秋季	44,700	40,700	129	63	1.57
清咸丰二年	1852	均县以下	7月15日	8月30日	夏季	45,000	41,000	130	76	1.31
清同治六年	1867	均县以下	8月18日	9月15日	秋季	45,500	41,500	131	95	1.05
	1921	石泉—郧阳襄樊	6月8日	7月12日	夏季	38,000	35,500	112	35	2.86
	1935	白河—樊	6月上旬	7月7日	夏季	50,000	45,500	128.8	127	0.787



图一-1 汉江流域面貌图

表—2

黄家港站历年各月最大最小流量统计表

单位：秒立方米

流量	月 份												全 年
	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	
最大流量	574	689	5,510	9,034	17,100	26,400	50,000	24,600	26,800	23,400	5,200	1,730	50,000
年份	1965	1954	1959	1964	1963	1938	1935	1954	1960	1964	1945	1945	1935
最小流量	152	129	124	205	219	154	235	266	235	180	240	188	124
年份	1958	1958	1958	1962	1962	1955	1966	1957	1957	1957	1957	1966	1958
洪枯比	3.7	5.3	44.4	44.1	78.1	171.4	212.3	92.5	114.0	130.0	21.7	9.2	403.2

统计数列：1929—1966年

解放后，在毛主席、党中央的英明领导下，早在解放初期就对中下游两岸大堤进行了加高培厚整修。1956年在下游沔阳县境内仙桃镇建成杜家台分洪闸工程，使得新城的河槽安全泄量由12,000秒立方米提高到18,400秒立方米(表—4)。

就在解放后这短短的七年里，不仅扭转了水灾愈演愈烈，日趋严重的局面，而且将国民党二十多年统治时每下愈况的汉江大堤，由三年两溃提高到抵挡六年一遇洪水的标准。

为了进一步治理汉江，变水害为水利，长江水利委员会从1950年就开始对汉江进行普查勘探规划设计工作。1956年长江流域规划办公室就拟定丹江口水利枢纽为治理开发汉江阶梯工程中的第一个工程。伟大领袖毛主席在1958年亲自主持的中央政治局成都会议上予以批准，并纳入第二个五年计划内施工。就这样，丹江口工程在毛主席、党中央的亲切关怀下，在总路线、大跃进、人民公社三面红旗鼓舞下，于1958年9月1日正式开工。

丹江口水利枢纽距汉江入长江处的武汉市652公里。坝址以上流域面积95,220平方公里，占全流域集水面积的54.7%，多年平均来水量388亿立方米，占汉江径流的64.7%。水库库容较大，可控制汉江大部分洪水。

库区以干流汉江及支流丹江为主，其地形特点是西高东低，东部丹唐(白河)分水岭

表—3 坝址年径流量最大最小比较表

项 目	年 径 流 量 (亿立方米)
最 大	790 (1938年)
最 小	140 (1941年)
倍 比	5.63

统计数列：1929—1966年

表—4 汉江下游安全泄量表

站 名	安全泄量 (秒米 ³)	安全水位 (米)	说 明
宜 城	24,900	58.5	下游安全泄量与汉口长江水位有关，汉口水位29米时，杜家台以下安全泄量仅6,250秒立方米
碾盘山	24,200	51.2	
新 城	18,400	44.2	

地面高程 200 米左右, 四周无漏水垭口。

汉江库段, 主要由元古界片岩及变质火成岩构成。仅在沿河谷及盆地分布有白垩一下第三系红层及第四系松散沉积物。片岩、火成岩及红层透水性均极微弱, 且无大断裂横穿分水岭, 造成漏水地带。同时绝大部分库区岸坡是稳定的。但是局部由抗冲刷能力弱的红层和第四系松散沉积物构成的岸坡稳定性较差, 如郧阳老城可能塌岸, 新城初期规模岸坡稳定条件较好, 但后期规模库水位 170 米高程时, 梗加垭到老渡口一带将发生严重塌岸, 同时武羊岭西侧岸坡亦不够稳定。

丹江库段, 由下古生界碳酸盐类岩石及白垩一下第三系红层组成。在李官桥盆地及东面的丹唐分水岭地带, 分布有上第三系碎屑岩类及较厚的第四系粘土层。丹唐分水岭地带为低山与盆地相间, 分布有下古生界石灰岩, 各个时代的石灰岩发育着不同程度的岩溶现象, 但经勘探初步查明, 初期规模此段不存在永久性渗漏问题。后期规模时, 汤禹山地带、朱连山坡和李官桥盆地东部分水岭等地带将存在局部渗漏问题。但其淹没水深都小于 40 米, 渗径达 3—6 公里。因此渗漏量不会太大。且汤禹山一带渗水将汇入引汉总渠, 其影响更小。

枢纽地段混凝土坝, 电站厂房基础主要为震旦纪中性火成岩侵入体。岩石新鲜、岩性坚硬、致密、强度高、为建高坝的良好基础。由于枢纽地段位于秦岭东西复杂构造带之中, 紧靠南襄盆地, 受多构造旋回作用, 使侵入体产生多向性断裂和构造节理, 其构造是复杂的, 只要经过处理, 可满足高坝基础要求。

此外, 坝址下游两岸可供施工布置的场地平坦开阔, 天然建筑材料蕴藏丰富, 这一切条件都说明了适宜在此地修建高坝大库, 拦蓄洪水, 消除水患, 开发水利。

丹江口工程开工时的规模和效益, 较目前已建的初期工程的规模和效益要大得多(表—5)。

后来, 在施工过程中, 由于形势的需要, 工程规模几经变动。长江流域规划办公室根据上级的指示, 对枢纽分期开发, 提前发挥效益, 作了多种方案的比较研究。有过暂时停建方案; 坝顶高程 140.5 米单独防洪方案; 坝顶高程 152 米, 设计蓄水位 $\nabla 145$ 米防洪结合发电方案; 第一台发电机组采用 7.5 万千瓦小机组提前发电方案等等。1964 年上级批示丹江口水利枢纽按防洪结合发电的缩小工程规模施工。1966 年 2 月国务院批准将设计蓄水位抬高 10 米, 即目前初期工程规模的设计蓄水位 $\nabla 155$ 米, 坝顶高程 162 米, 分期开发施工。同年, 水电部指示, 不采用小机组, 将三门峡的 15 万千瓦机组拆迁调往丹江口水电站, 以提前发电。在枢纽布置、地震烈度等方面, 在建设期间也有不少更改, 使得工程更加安全、完善。丹江口水利枢纽初期工程的主要设计条件和布置如下:

丹江口水利枢纽, 按库容、坝高、电站装机容量、效益以及在国民经济中的地位, 均属于 I 级水工建筑物。故挡水建筑物的设计标准, 在正常情况下, 是按照出现千年一遇洪水位 $\nabla 159.8$ 米、下泄流量 34,800 秒立方米时, 大坝的抗滑稳定安全系数 $k_c \geq 1.1$ 设计; 在非常情况下, 即按出现万年一遇洪水位 $\nabla 161.3$ 米, 下泄流量 45,500 秒立方米时, 或设计蓄水位 $\nabla 155$ 米, 遭遇 8 度地震时, 坝体的抗滑稳定安全系数 $k_c \geq 1.0$ 考虑。

枢纽的布置是由混凝土坝、两岸土石坝、电站厂房、升船机和上游距坝址 30 公里的两座引水灌溉渠首所组成。