

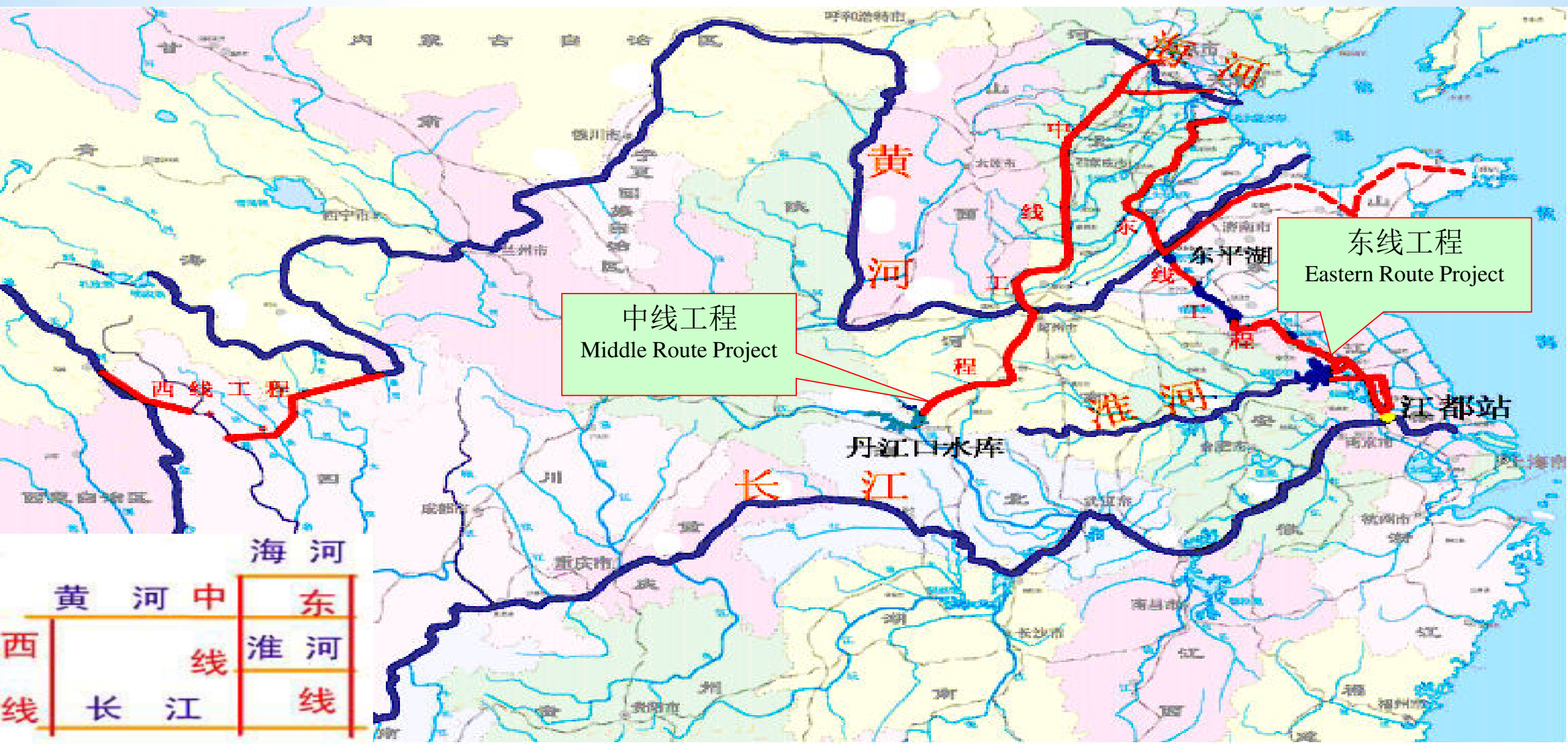


南水北调工程 技术创新与研究

汪易森

二〇二三年九月

南水北调一期工程是山水林田湖草格局的补充和完善



东线一期工程充分利用了始于春秋，形成于隋代，发展于唐宋、完善于元明清的京杭大运河。



大运河南起余杭(今属杭州市), 北到涿郡(今北京市), 途经今浙江、江苏、山东、河北四省及天津、北京两市, 贯通海河、黄河、淮河、长江、钱塘江五大水系, 引用世界遗产委员会的评价“大运河是世界上最长、最古老的人工水道, 也是工业革命前规模最大、范围最广的土木工程项目”。

中线一期工程从丹江口水库引水，利用伏牛山和桐柏山间的方城垭口“流出”南阳盆地，全程自流到京津冀豫。



方城县城东南4公里处有一条东西走向的长沟（方城县埡口），这里是北宋初年开挖的著名水利工程“襄汉槽渠”的一段，宋太宗赵光义于公元978年和公元988年，曾两次试图修建“荆襄运河”引白河北上，留下运河遗址。古代劳动人民留下的“襄汉槽渠”，在千年后成为南水北调中线重要通道。

国家科技支撑计划项目 -
“南水北调工程若干关键技术
研究与应用”

“十一五”
《南水北调
工程若干关
键技术研究
与应用》

- 1、丹江口大坝加高工程关键技术研究
- 2、大型渠道设计与施工新技
- 3、大型贯流泵关键技术与泵站联合调度优化研究
- 4、超大口径PCCP管道结构安全与质量控制研究
- 5、大流量预应力渡槽设计和施工技术研究
- 6、西线超长隧洞TBM施工关键技术问题研究

“十一五”
《南水北调
工程若干关
键技术研究
与应用》

- 7、南水北调中线水资源调度关键技术研究
- 8、西线工程对调水区生态环境影响评估及综合调控技术
- 9、南水北调运行风险管理关键技术问题研究
- 10、膨胀土地段渠道破坏机理及处理技术研究
- 11、复杂地质条件下穿黄隧洞工程关键技术研究

“十一五”
《南水北调
工程若干关
键技术研究
与应用》

- 12、中线工程输水能力与冰害防治技术研究
- 13、工程建设与调度管理决策支持技术研究
- 14、丹江口水源区黄姜加工新工艺关键技术研究
- 15、东、中线一期工程沿线区域生态影响评估技术研究
- 16、南水北调水资源综合配置技术研究

“十二五”
《南水北调
工程若干关
键技术研究
与应用》

- 1、施工期膨胀土开挖边坡稳定性预报技术
- 2、强膨胀土（岩）渠道处理技术
- 3、深挖方膨胀土渠道渠坡抗滑及渠基抗变形技术
- 4、膨胀土渠道防渗排水技术

“十二五”
《南水北调
工程若干关
键技术研究
与应用》

- 5、膨胀土水泥改性处理施工技术
- 6、高填方渠道建设关键技术
- 7、膨胀土渠道及高填方渠道安全监测预警技术

“十三五”
《南水北调
工程若干关
键技术研究
与应用》

- 1、 南水北调工程运行安全检测技术与示范
- 2、 南水北调工程应急抢险和快速修复关键技术与装备研究和采用聚脲止水材料的伸缩缝止水结构及喷填工法研究

国务院南水北调办立项实施的科技创新与研究项目

- 1、南水北调工程项目管理技术研究及应用
- 2、南水北调中线一期工程长距离调水水力调配与运行控制技术研究及应用
- 3、南水北调东线一期工程低扬程、大流量水泵机组技术研究及应用
- 4、南水北调工程高性能混凝土抗裂技术研究与应用
- 5、大型渡槽结构优化设计及动力分析
- 6、土袋技术在膨胀土地基处理中的应用研究

- 7、穿黄隧洞工程抗震安全及施工关键技术研究
- 8、丹江口大坝加高工程关键技术研究
- 9、南水北调中线一期工程渠道边坡设计研究
- 10、南水北调中线一期工程渠道地质参数研究
- 11、南水北调中线一期工程渠岸超高研究
- 12、丹江口库区黄姜生产对水源区水质影响分析及减少污染措施研究

13、南水北调中线沿线劣质地下水渗透对输水水质的影响研究

14、南水北调东线湖泊岛屿内经济活动对东线水质的影响研究

15、南水北调中线水源区面源污染控制管理模式研究

16、南水北调中线沿线地下水动态监测及地下水位变化对工程的影响研究

17、南水北调东线工程血吸虫病监测研究

18、南水北调中线水源区水污染防治情况跟踪调查研究

19、南四湖流域截污导流工程联合调度系统运行管理研究

- 20、南水北调与海水淡化的比较优势研究
- 21、南水北调西线工程前期工作成果分析研究
- 22、南水北调中线沿线地下水调蓄容量调查研究
- 23、南水北调东线调蓄湖泊藻类调查及预防蓝藻暴发措施研究
- 24、南水北调东线工程文化旅游产业带规划纲要研究
- 25、南水北调中线丹江口水库蓄水后消落区保护与管理研究
- 26、南水北调东线水污染治理效果跟踪调查研究

介绍几项主要项目的研究成果与科技创新总结

低扬程、大流量水泵机组选型、
高效泵装置水力性能考核指标建
立和大型贯流泵开发研究



水利部签报

(调水) 签 (2004) 第 18 号

领导批示:

办公厅意见:

刘宁总工牵头做好
相关工作。同意下步工
作建议。陈雷副部
长批示。

同意签报
杨红岩 8.9

会签:

规划司 杨进成
国科司 陈红岩 8.9

水调总院 王江云
8.6

呈陈雷副部长阅示。调水局拟相
设计阶段水泵同台测试工作正在
向前推进,并取得准备阶段的可喜成
果。是否成立领导小组,领导小组是否
由刘宁总工牵头,请陈雷副部长批示。
刘宁 8.12

呈报单位: 调水局

高安华 7.27

审核: 请陈雷副部长批示

拟稿: 牛万军

电话: 62033377-8065

主呈: 陈雷副部长、刘宁总工程师

事由: 关于南水北调工程水泵模型同台测试工作有关情况的汇报

439
2004.8.12

请陈雷副部长批示。请刘宁总工牵头做好相关工作。
8.19 王江云 杨进成

请李总工阅示并提意见。确认模型测试和台
模拟模型测试结论。这成为模型系列是一中复杂的工
程。望各方吸取水泵设计、施工、使用单位的意见。深刻总结认识。
宁运副主任并呈张基尧主任:

近年来,在泵站建设工作中,常常遇到水泵选用和水泵制
造上的许多问题,感到力不能及。东线工程开工泵站设计过程
中,仍然被这些问题所困扰。有些想法曾和调水局、水规院谈
过,张国良同志还专门听过一些意见,因各种原因没有能深入
下去。

最近,我们考虑,能否先从水泵模型的公正、规范测试入
手,逐步来解决这些问题,为此,写了一个“关于进行南水北
调水泵模型集中统一测试的建议”。现呈上,供领导研究决策。

请张主任阅示。

陈和沈先后赴江苏的总工,
对低扬程、大流量水泵机组作
过多年的研究和实践。针对南
水北调的泵型研究多头并进
很多,成果的可靠性一直是个
问题,机型的选型,各自有相
差大的意见性、随意性,他们
的建议可能是有意义的。

宁运
9.12

江苏省水利厅

2003年9月5日

信函收件2003.9.12.第5号.

张基尧 8.12



同台测试试验台



成果鉴定证书

成果 登记	登记号	
	批准日期	

科学技术成果鉴定证书

科鉴字[2024]第2029号

成果名称：南水北调工程水泵模型试验台

完成单位：水利部南水北调规划设计管理局
中水北方勘测设计研究有限责任公司

鉴定形式：会议鉴定

组织鉴定单位：水利部国际合作与科技司（盖章）

鉴定日期：二〇二四年七月十八日至二十日

鉴定批准日期：2024.7.18

中华人民共和国科学技术部

一九九四年制

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

附件：

南水北调工程建设专用技术规定

NSBD1-2005

南水北调泵站工程

水泵采购、监造、安装、验收指导意见

国务院南水北调工程建设委员会办公室

二〇〇五年四月

平均扬程工况下的水泵及装置模型效率参考值

泵站扬程 (m)	水泵效率 (%)	装置效率 (%)
10.0	≥ 85.0	≥ 78.0
9.0	≥ 84.5	≥ 77.0
8.0	≥ 84.0	≥ 76.0
7.0	≥ 83.5	≥ 75.0
6.0	≥ 83.0	≥ 74.0
5.0	≥ 82.5	≥ 73.0
4.0	≥ 82.0	≥ 72.0
3.0	≥ 81.5	≥ 68.0
2.0	≥ 81.0	≥ 66.0

“十一五”国家科技支撑计划重大项目

大型贯流泵关键技术与泵站联合调度优化
课题管理办法

南水北调东线江苏水源有限责任公司
河 海 大 学
扬 州 大 学
江苏省水利勘测设计研究院有限公司
南水北调工程建设监管中心

二〇〇七年十月

“十一五”国家科技支撑计划重大项目
“南水北调工程若干关键技术研究与应用”

大型贯流泵关键技术
与泵站联合调度优化

组织管理计划

南水北调东线江苏水源有限责任公司
河 海 大 学
扬 州 大 学
江苏省水利勘测设计研究院有限公司
南水北调工程建设监管中心

二〇〇七年六月

丹江口大坝加高工程科技创新与研究

丹江口水库大坝加高工程



大坝加高工程技术复杂，施工难度大。大坝加高施工期间，枢纽仍处于正常运行状态，需要协调好工程加高施工和枢纽正常运行调度之间的矛盾。大坝加高工程贴坡混凝土温度控制要求高难度大，为满足混凝土温控要求以及安全度汛，贴坡混凝土及溢流坝的加高不能全年施工，只能在低温季节和枯水期进行。

丹江口水库大坝加高工程

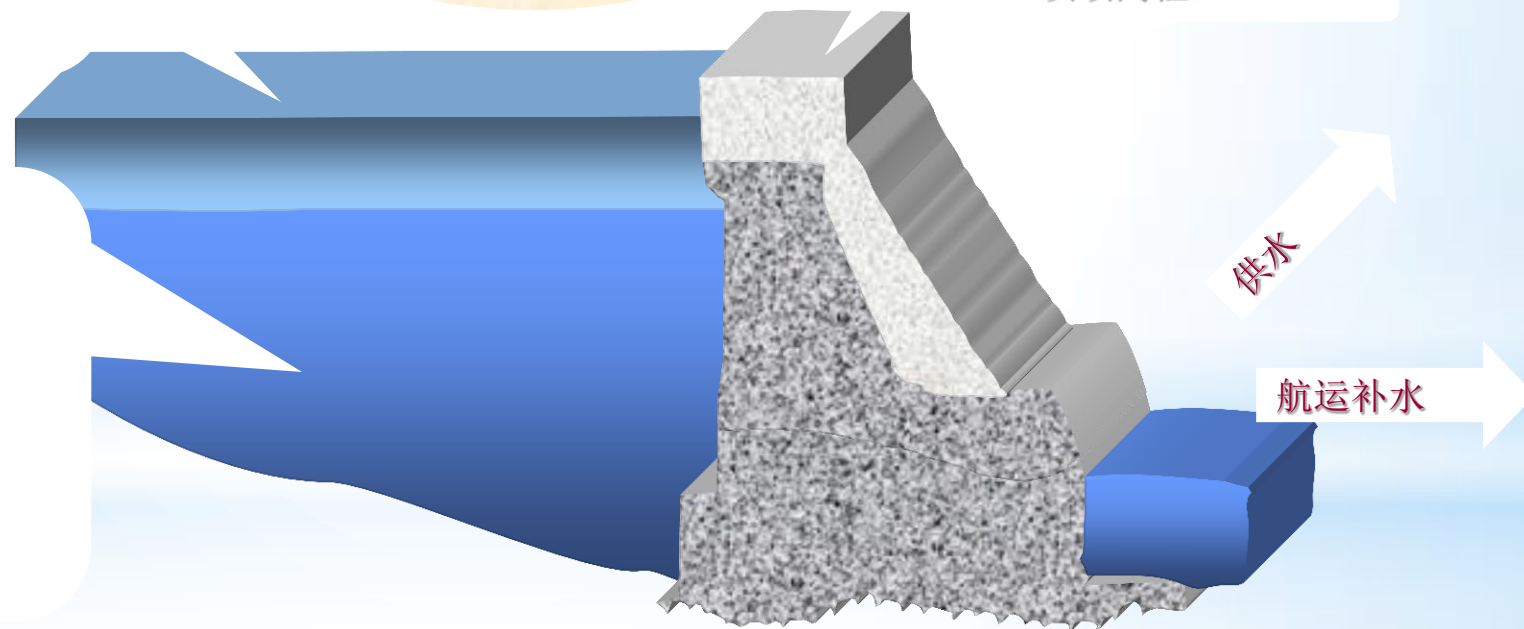
正常蓄水位: 170m
相应库容: 290.5亿m³
死水位: 150m
相应库容: 126.9亿m³
汛限水位: 160—163.5m
防洪库容: 110—81.2亿m³
遇1935年型洪水,
中游民垸基本不需分洪。

正常蓄水位: 157m
相应库容: 174.5亿m³
死水位: 140m
相应库容: 76.5亿m³
汛限水位: 149—152.5m
防洪库容: 77.2—55亿m³
年发电量: 38亿度
遇1935年型洪水,
需运用杜家台分洪工程
及14个民垸分洪。

增加调节库容
65—88亿m³
增加防洪库容
32.8—26.2亿m³

坝顶高程: 176.6m

坝顶高程: 162m



丹江口水库大坝加高工程

科技创新与研究主要内容

- (1) 新老混凝土结合状态与安全评价
- (2) 改善新老混凝土结合状态工程措施研究
- (3) 大坝抗震安全问题研究
- (4) 初期工程帷幕耐久性研究
- (5) 高水头大坝帷幕补强灌浆技术研究

丹江口水库大坝加高工程

科技创新

针对丹江口大坝加高工程贴坡混凝土厚度薄、受温度影响大、结合面开裂难以避免的问题，分析了重力坝加高新老混凝土结合面开裂的机理和新老混凝土结合面开合变化规律，提出了满足安全要求的结合面技术指标；研究了不同处理措施对新老混凝土结合面结合状态的影响效果，提出了采用高标号微膨胀性能混凝土、直接贴坡浇筑、温度控制标准、初期通水降温和施工期保温等温控措施，提出了结合面采用水泥砂浆、设三角形键槽、设置锚杆等综合处理措施；提出了预留结合面灌浆系统作为大坝后期运行安全储备措施。

丹江口水库大坝加高工程

成果应用

研究成果已运用于丹江口大坝加高工程，采取了有效的新老混凝土结合工程措施和施工方案，使贴坡混凝土施工时可将最高库水位提高至152m。采用的直接贴坡浇筑混凝土方案，减少锚筋布置，简化了施工，缩短了工期，确保了混凝土大坝加高工程按期达到设计高程，有效地配合了枢纽工程度汛工作。

丹江口水库大坝加高工程

大坝加高设计重点问题

对初期施工和运行中老坝体存在的裂缝、层间缝、低强砼等缺陷进行彻底清查；

对清查出的问题进行分析处理，并对抬高水位后的加高坝长期运行安全性进行评价；

重点研究初期大坝和新加高大坝的一体化运行问题。

丹江口水库大坝加高工程

初期大坝和新加高大坝的一体化运行问题，实际上是解决坝体的整体受力和坝体各部位的应力安全问题。具体要求解决以下三个方面的问题：

(1) 新老混凝土通过接触面传力，能合理分摊上游水平水压力；

(2) 减少新浇混凝土温度收缩应力对坝体的不利影响，尽可能减少砼裂缝；

(3) 了解坝基和坝体应力分布，控制坝踵应力，保证坝基及坝体渗流稳定安全。

丹江口水库大坝加高工程

大坝加高施工重点问题

主要包括大坝坝基开挖、问题混凝土的拆毁和新老混凝土结合面处理等几部分。

所谓问题混凝土拆毁是指已建大坝碳化混凝土、劣质混凝土、老坝体结合面混凝土和为新增设（或改造）泄洪放水管道开洞的混凝土。拆毁混凝土作业需要专业性施工。

新老混凝土结合面除结合面处理外，还要十分重视老混凝土止水、排水施工处理，确保无漏水进入新老坝体结合面。

丹江口水库大坝加高工程

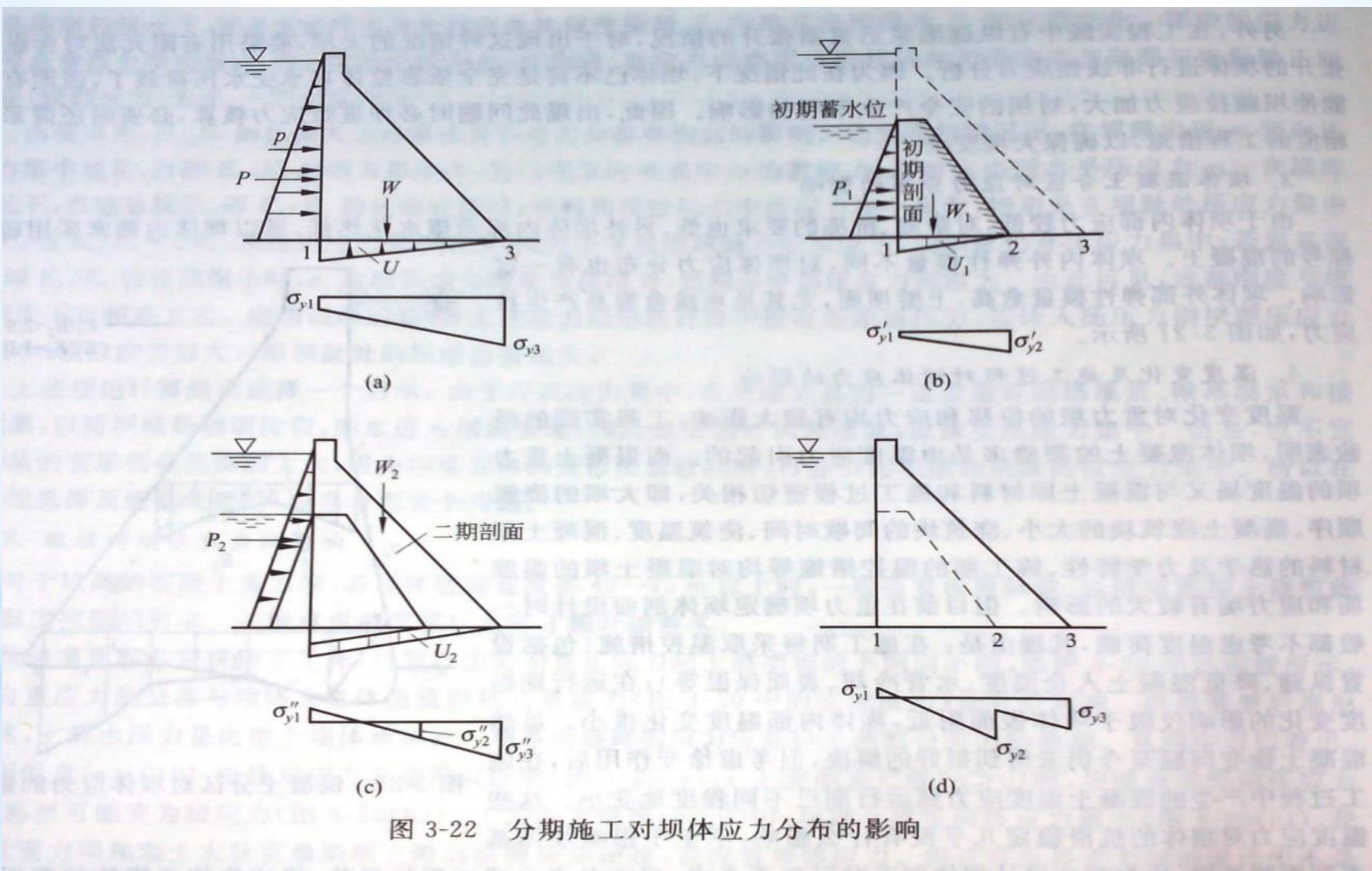


图 3-22 分期施工对坝体应力分布的影响

丹江口水库大坝加高工程

大坝加高过程中最重要的问题是如何进行混凝土温控。重力坝加高如果每立方米混凝土中含200Kg水泥，每公斤水化热量约70~80大卡，则丹江口大坝加高100万立方米混凝土产生的热量相当于燃烧2000吨煤释放的能量。

丹江口水库大坝加高工程

大坝加高施工温度控制标准

基础允许温差

n 17~18°C

新老混凝土
上下层温差

15~17°C

坝体最高温度

部位	12~2	3、11	4、10	5、9	6~8
贴坡	23	27	28	/	/
加高	23	27	31	33	33~36

丹江口水库大坝加高工程

最严格的施工管理措施

选用具有微膨胀和较低水化热的水泥，改善混凝土性能；

贴坡混凝土应安排在每年10月至次年4月浇筑；

夏季浇筑混凝土出机口温度达到 $7\sim 10^{\circ}\text{C}$ ；

对于贴坡混凝土和高温季节浇筑的温控要求严的加高混凝土，混凝土浇筑后进行初期通水在一个月内在将浇筑块温度降温至 $16\sim 18^{\circ}\text{C}$ ，削减贴坡混凝土后期温降收缩在老混凝土中产生的应力；

浇筑层厚和间歇期，贴坡混凝土层厚 $1.5\sim 2\text{m}$ ，加高混凝土层厚 $2\sim 3\text{m}$ ，间歇期 $5\sim 7$ 天；

夏季采用洒水、喷雾或流水养护，养护时间不少于28天。

新老混凝土接触面处理凿毛；缝面涂水泥净浆。

A scenic view of a large body of water, likely a lake or reservoir, under a clear blue sky. In the foreground, a large, dark tree branch hangs down from the top right corner. The water is dark blue with gentle ripples. In the background, a line of green trees separates the water from a distant city skyline. The Chinese characters "谢谢!" are overlaid in the center of the image.

谢谢!