



华夏英才基金学术文库

许强 黄润秋 汤明高等 著

# 山区河道型水库 塌岸研究



科学出版社

[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

 华夏英才基金学术文库

# 山区河道型水库塌岸研究

许 强 黄润秋 汤明高等 著

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书以长江三峡工程水库为研究背景区,以雅砻江二滩、白龙江宝珠寺和大渡河龚咀水库为类比水库,采用野外调研、物理模拟、数值分析、遥感监测、理论分析等手段,查明了类似于三峡库区的山区河道型水库塌岸地质条件、发育规律及影响因素,对塌岸成因机理、模式和演化过程、塌岸预测评价理论与防治技术、塌岸信息管理与防治决策支持系统开发等方面进行了系统的研究,提出的山区河道型水库塌岸预测评价技术方法体系,实际应用于三峡水库及我国在建或已建多座山区河道型水库,取得了显著效益。全书共四篇 14 章。第一篇主要阐述了典型山区河道型水库(三峡、二滩、宝珠寺和龚咀水库)塌岸地质环境、岸坡形态和结构类型、水库水动力条件;第二篇重点阐述了山区河道型水库塌岸机理、模式、参数,塌岸预测评价理论与技术方法,塌岸危险度评价方法及应用;第三篇在上述研究基础上,结合常用护岸措施,针对不同塌岸模式提出了一套适合于山区河道型水库塌岸的防治对策;第四篇介绍了塌岸防治信息管理与决策支持系统开发,包括系统结构、功能、知识系统和开发实现过程。

本书可供地质工程、岩土工程、尤其是水利水电工程领域的研究人员、生产管理部门的工程技术人员以及高等院校相关专业师生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

山区河道型水库塌岸研究/许强等著. —北京:科学出版社,2009  
ISBN 978-7-03-023991-4

I. 山… II. 许… III. 水库-塌岸-治理-研究 IV. TV697.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 017578 号

责任编辑:沈 建 / 责任校对:郑金红  
责任印制:赵 博 / 封面设计:陈 敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2009年2月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2009年2月第一次印刷 印张:16 1/2

印数:1—2 000 字数:314 000

定价:65.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

## 前 言

20 世纪下半叶以来,国内外曾发生过多起严重的塌岸事件。1961 年 3 月 6 日,湖南省资水柘溪水库正值大坝施工,在大坝上游右岸 1.5km 的塘岩光发生塌岸。 $1.65 \times 10^6 \text{m}^3$  的滑塌体以高达 25m/s 的速度滑入水库,涌浪漫过尚未建成的大坝,导致 40 余人死亡,造成了巨大损失。1963 年 10 月 9 日,发生全球规模最大、最具灾难性的塌岸事故——意大利瓦依昂水库滑坡,致使坝后兰加隆镇和 5 个村庄被冲毁,死亡 1925 人。自从 1963 年瓦依昂水库失事后,国际上便开始对水库塌岸高度重视。三峡水库初期蓄水至 135m 后不久,2003 年 7 月 13 日零时 20 分,就曾引发了一场突发性、特大型、毁灭性的塌岸灾害。一声巨响,巨大的山体整体下滑,将宽阔的长江支流青干河拦腰截断,掀起 20 多米高的巨浪。短短 5 分钟时间里,80 多栋农舍和 4 家企业厂房化为废墟,造成了惨重的经济损失和严重的社会影响。在我国已建的正式蓄水运行的水库大多数都存在着塌岸和库岸再造现象。其中山区河道型水库塌岸现象尤为突出,具有代表性的有:三门峡水库、二滩水库、宝珠寺水库、龚咀水库、黄龙滩水库、龙羊峡水库、新安江水库、福建水口水库,湖南柘溪水库等。

水库蓄建,库区地质环境和水文条件将会发生前所未有的改变。在库水长期作用下,库岸必将会以各种各样的形式加速其地质历史演化过程——发生塌岸。水库塌岸系指由于水库蓄建,库岸岸坡受库水浸泡、风浪冲击、水流侵蚀以及干湿交替等因素影响,使库岸岩土体风化加剧,抗剪强度降低,以及库水位涨落引起库岸地下水动水压力变化而造成的库岸冲蚀磨蚀、坍(崩)塌、滑移等再造变形的不良地质现象。水库塌岸是水库蓄水运行期间在所难免的问题,特别是山区河道型水库,其往往跨越不同地貌单元,岸坡结构类型复杂,库水动力作用强烈,塌岸模式多种多样,塌岸点多面广,危害十分严重。

据不完全统计,长江流域有近 5 万座水库,其中库容大于 1 亿  $\text{m}^3$  的就有 143 座。就三峡水库而言,当水库蓄水至 175m 时,干、支流库岸总长 5311km。库区 133 个城镇及镇外企业所在库岸总长 462.17km,约占三峡库岸总长的 8.7%。其中岩质库岸 213km,松散堆积体库岸约 249km。在人类工程活动较为密集的城镇库岸段,55.53% 的为不同成因的松散堆积库岸(崩滑堆积、巫山黄土、坡积、冲洪积、阶地等),其中稳定性较差的滑坡、变形体库岸长 77.8km,占城镇库岸长度的 19.5%;稳定程度较高的冲洪积库岸长 52.3km,占整个城镇库岸长度的 13.1%;其余 67.4% 的库岸主要由泥岩、页岩、泥灰岩等软弱岩土

体及由夹有软弱层的基岩组成的顺倾岸坡等构成，其稳定程度介于上述两者之间。三峡水库塌岸灾害的严重性主要表现在城镇所在岸坡的库岸再造：①塌岸的严重后果，首先是使大批 [全库区 20 个县(市) 共有崩滑流灾害点 4719 处] 已有滑坡复活；②诱发新的崩塌和滑坡，如千将坪滑坡；③在软岩、土质岸坡的库水位变动带 (175m 以下)，往往会产生一定的塌岸宽度，这都需要妥善处理。

另外曾经有这样一篇报道：三门峡水库，黄河上第一个大型水利枢纽工程，一座曾经引起成千上万人迷狂欢呼的水库。46 年间，它让黄河两岸几百万老百姓魂牵梦绕。关于它“生死”问题的争论，一直没有停息过。十届全国人大四次会议期间，河南代表再次提议恢复三门峡水库的正常运行。一直命运多舛的三门峡水库，处境尴尬。

三门峡水库建造史：①1953 年，根治黄河列入苏联援助的 156 个工程项目；②1954 年，国家计委正式成立黄河规划委员会；③1954 年，中苏专家查勘黄河现场；④1955 年，讨论三门峡水电工程计划；⑤1958 年，三门峡工程开始黄河截流；⑥1960 年，三门峡大坝建成。

1958 年 11 月 25 日，三门峡工程开始截流。1960 年 6 月筑坝至 340m 高程，开始拦洪。1960 年 9 月，三门峡大坝建成，下闸蓄水。1962 年 3 月，潼关以上渭河大淤，淹毁良田 80 万亩，一座小城被迫撤离。库内的水位在涨，库区的农民一批批挥泪踏上离乡背井之路。仅仅一年半之后，水库就淤积了近 15 亿 t 泥沙。不仅三门峡到潼关的峡谷全淤了，而且在潼关以上渭河与北洛河的人黄口处也淤成了“拦门沙”。渭河泥沙淤积直到距西安仅 30 多公里的耿镇附近。三门峡工程总投资预算为 13 亿元，而工程结算时实际耗资总共达 40 亿元。对当时的中国来说，这相当于四十座武汉长江大桥的造价。

规模如此宏大的水利枢纽工程为何会出现这种情况？其原因是水库淤积，而水库塌岸是造成水库淤积的主要物质来源之一。由于三门峡水库地处黄土高原峡谷区，蓄水形成河道型水库，以致经常发生塌岸，经实地测量，潼关以东发生塌岸的长度占水库岸线长度的 41%，每次塌落的宽度一般 3~5m，最大者可达 60m。蓄水初期，塌岸的累计宽度一般为 50~100m，宽者达几百米，灵宝某地累计塌岸宽度达 1500m 以上。从 1960 年 9 月至 1961 年 12 月，塌岸的土方总量达 1.77 亿 m<sup>3</sup>，合 2.5 亿 t，占同期水库淤积量 (15.3 亿 t) 的 16.3%，占有效库容的 1.8%。同时，三门峡水库塌岸还直接破坏最肥沃的农田以及村庄和道路，甚至危及人民的生命，造成了不良的社会影响。

像三峡和三门峡这类山区河道型水库，往往跨越不同地貌单元，地质条件和岸坡结构类型复杂，库水动力作用强烈。在水库蓄水后，在水和波浪的长期作用下，将会使得岸坡产生不同程度的塌岸，且变形破坏形式多种多样，点多面广。而且水库岸坡上往往城镇密集、人口集中、交通枢纽设施纵横交错，如三峡库

区，库岸塌岸将会威胁库区两岸人民的生命财产安全，毁坏良田，阻断交通。同时库岸塌岸又是水库淤积的主要物质来源之一，会缩短水库的使用寿命，严重的将会导致水库报废，致使整个水利水电枢纽工程瘫痪。我国现正在大兴水利水电工程，其建设速度之快、规模之大、范围之广，可谓前所未有，而水库塌岸问题又是水利水电工程中必须考虑的重要地质问题之一。

近几年来，作者依托于国土资源部重大科技专项——三峡库区二期地质灾害防治科研“三峡库区塌岸预测与防治专题”和三峡库区二期地质灾害防治监测预警工程重点库岸监测系统“奉节新城区库岸专业监测设计”，以及霍英东教育基金会青年教师基金项目“山区型水库塌岸范围预测评价方法研究”，以长江三峡水库为背景区，以雅砻江二滩、白龙江宝珠寺和大渡河龚咀水库为类比水库，对我国典型山区河道型水库塌岸进行了大量的现场调查勘探、室内测试、模拟计算以及较为系统地分析研究。鉴于目前我国还没有一本全面、系统地论述山区河道型水库塌岸预测评价理论、方法与防治技术的著作，于是通过查阅大量国内外资料和最新研究成果，并结合多年来对我国典型山区河道型水库塌岸较为系统全面的研究和从事水库塌岸研究的成果经验，编写了本专著。旨在重点阐述山区河道型水库塌岸地质环境条件、塌岸预测评价理论方法、塌岸防治技术及塌岸信息管理 与决策支持系统几个方面的内容。

除前言外，本书共分为如下四篇：

第一篇，山区河道型水库塌岸地质条件研究，主要包括典型山区河道型水库（三峡、二滩、宝珠寺和龚咀水库）塌岸地质环境条件、山区河道型水库岸坡形态和结构类型、以三峡水库为例的山区河道型水库水动力条件分析。

第二篇，山区河道型水库塌岸预测评价研究，这是本书重点阐述的内容之一。主要内容为山区河道型水库塌岸机理、模式、参数，以及山区河道型水库塌岸预测评价方法和塌岸危险度评价方法。山区河道型水库塌岸机理研究中具体阐述了水库塌岸室内物理模拟试验的原理、过程、方法和试验成果。山区河道型水库塌岸预测评价方法中重点阐述了三种塌岸预测新方法：岸坡结构法、三段法以及多元回归分析法；着重叙述了坍（崩）塌型塌岸的预测方法、滑移型塌岸的预测方法和流土型塌岸的预测方法；详细介绍了山区河道型水库塌岸综合预测的方法体系及其预测原则、思路和流程。最后以三峡水库为例，进行了三峡库区典型塌岸范围预测，同时阐述了如何采用 ETM 和 Quick bird 遥感图像进行三峡库区典型塌岸范围的遥感监测与验证。

第三篇，山区河道型水库塌岸防治技术研究，在山区河道型水库塌岸预测评价研究的基础上，结合已有各种类型的护岸措施，对山区河道型水库塌岸防治技术以及各种适宜的防治措施进行分析，针对不同塌岸模式提出了一套新老材料、新旧技术相结合的山 区河道型水库塌岸防治对策。

第四篇，塌岸防治信息管理与决策支持系统，主要阐述塌岸防治信息管理与决策支持系统的开发平台、结构、功能、知识系统和开发实现过程。

本专著是三峡库区塌岸预测与防治项目组成员共同研究成果的总结，参加单位包括成都理工大学地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室、水利部长江勘测技术研究所、吉林大学建筑与工程学院、三峡库区地质灾害防治工作指挥部。参加人员还包括刘汉超教授、苏爱军教授级高工、黄学斌教授级高工、徐开祥教授级高工、李渝生副教授、邓辉副教授、何政伟教授、陈剑平教授、王清教授、孙云志高级工程师、刘红星高级工程师、程温鸣高级工程师、白建光硕士、刘天翔硕士、梁利喜博士、董秀军硕士、张登项硕士、葛华博士、王延平硕士、车凌硕士等，在此一并致谢！

著名的工程地质学家张倬元教授曾为本专著的编写提出过许多宝贵的意见，并亲笔对书稿进行了修正和润色，在此表示由衷的谢意。

本专著可供高等院校、科研院所以及水利水电等相关部门研究及工程技术人员参考学习。鉴于作者水平有限，书中难免存在不当之处，恳请专家和读者批评指正。

本书由华夏英才基金支持出版，特此鸣谢！

# 目 录

## 前言

## 第一篇 山区河道型水库塌岸地质条件研究

<b>第 1 章 典型山区河道型水库塌岸基本地质条件</b> .....	3
1.1 三峡库区区域地质与环境地质 .....	3
1.1.1 库区区域构造与地层岩性 .....	3
1.1.2 库区环境地质概况 .....	8
1.2 雅砻江二滩电站水库塌岸研究.....	25
1.2.1 工程概况 .....	25
1.2.2 库区地质环境 .....	26
1.3 龚咀水电站工程概况及库区环境地质.....	30
1.3.1 工程概况 .....	30
1.3.2 库区地质环境 .....	30
1.4 宝珠寺库区区域地质与环境地质.....	34
1.4.1 工程概况 .....	34
1.4.2 库区地质环境 .....	34
<b>第 2 章 山区河道型水库岸坡形态和结构类型研究</b> .....	39
2.1 岸坡形态特征.....	39
2.2 岸坡结构类型.....	40
2.3 岸坡类型对库岸稳定性的影响分析.....	42
2.3.1 地形地貌对库岸稳定性的影响 .....	42
2.3.2 地层岩性对库岸稳定性的影响 .....	43
2.3.3 岸坡结构对库岸稳定性的影响 .....	44
<b>第 3 章 山区河道型水库水动力条件分析</b> .....	47
3.1 三峡水库运行调度概况.....	47
3.1.1 三峡水库库水位变化情况.....	47
3.1.2 三峡水库淹没处理设计洪水标准 .....	47
3.2 流水作用.....	48
3.2.1 流水的基本特征 .....	48



3.2.2	河流的侵蚀作用 .....	50
3.2.3	河流的搬运作用 .....	51
3.2.4	河流的堆积作用 .....	51
3.3	波(风)浪冲蚀磨蚀作用 .....	52
3.4	库水的物理化学作用 .....	53
3.5	地下水作用 .....	55
 <b>第二篇 山区河道型水库塌岸预测评价研究</b>  		
<b>第4章</b>	<b>山区河道型水库塌岸机理物理模拟研究 .....</b>	<b>61</b>
4.1	概述 .....	61
4.2	试验目的 .....	61
4.3	试验设备 .....	62
4.4	试验模型设计 .....	63
4.4.1	相似关系 .....	63
4.4.2	试验材料 .....	64
4.4.3	模型设计 .....	64
4.5	模拟试验 .....	67
4.5.1	多因素模拟试验及现象 .....	67
4.5.2	单因素模型试验及现象 .....	71
4.5.3	结构模型试验及现象 .....	74
4.5.4	长期作用试验及现象 .....	76
4.5.5	实体模型试验及现象——万州大周塌岸 .....	78
4.6	试验数据分析 .....	81
4.6.1	多因素模拟试验数据分析 .....	81
4.6.2	单因素模拟试验数据分析 .....	84
4.6.3	长期作用试验成果分析 .....	87
4.6.4	实体模型试验成果分析 .....	90
4.7	模拟试验塌岸机理分析 .....	90
<b>第5章</b>	<b>山区河道型水库塌岸模式研究 .....</b>	<b>94</b>
5.1	概述 .....	94
5.2	冲磨蚀型 .....	94
5.3	坍(崩)塌型 .....	94
5.3.1	坍塌型 .....	94
5.3.2	崩塌型 .....	98

---

5.4	滑移型	100
5.4.1	古(老)滑坡复活型	100
5.4.2	深厚堆积层浅表部滑移型	101
5.4.3	沿基-覆界面滑移型	102
5.4.4	基岩顺层滑移型	103
5.5	流土型	104
<b>第6章</b>	<b>山区河道型水库塌岸预测参数研究</b>	<b>105</b>
6.1	概述	105
6.2	塌岸预测参数类型	105
6.3	塌岸预测参数调查取值方法	106
6.4	塌岸预测参数分类统计	106
6.4.1	三峡水库塌岸预测参数特征值统计	106
6.4.2	类比水库塌岸预测参数特征值统计	108
6.5	塌岸预测参数的影响因素及其规律分析	109
6.5.1	塌岸预测参数的影响因素	109
6.5.2	不同成因、组构和固结程度的第四系岸坡塌岸预测参数特征	110
6.5.3	塌岸预测参数与影响因素间规律性认识	113
<b>第7章</b>	<b>山区河道型水库塌岸预测评价方法研究</b>	<b>115</b>
7.1	概述	115
7.2	现有水库塌岸预测方法	115
7.2.1	类比图解法	115
7.2.2	计算图解法	116
7.2.3	动力法	120
7.2.4	两段法	120
7.2.5	徐瑞春关于红层塌岸预测的若干修正	121
7.2.6	现有水库塌岸预测方法适宜性分析	121
7.3	山区河道型水库塌岸预测方法	122
7.3.1	塌岸预测的岸坡结构法	122
7.3.2	塌岸预测的“三段法”	128
7.3.3	塌岸预测的多元回归分析法	130
7.3.4	滑移型塌岸的预测方法	131
7.3.5	崩塌(落)型塌岸的预测方法	132
7.3.6	流土型塌岸的预测方法	132
7.3.7	山区河道型水库塌岸综合预测方法体系	133

7.4	山区河道型水库塌岸预测实例验证 .....	136
7.4.1	冲磨蚀型塌岸预测实例 .....	136
7.4.2	薄层堆积体下伏基岩塌岸预测实例 .....	137
7.4.3	土质滑移型塌岸预测实例 .....	138
7.4.4	红层软岩塌岸预测实例 .....	142
7.4.5	岩土混合岸坡塌岸预测实例 .....	142
7.5	山区河道型水库塌岸预测方法的检验与验证 .....	143
7.5.1	三种塌岸预测方法的相互比较验证 .....	143
7.5.2	应用类比水库塌岸调查成果进行检验 .....	148
7.5.3	应用遥感监测手段进行验证 .....	153
7.5.4	对验证结果的分析评价 .....	154
7.6	水库塌岸随时间的变化规律 .....	154
7.6.1	与塌岸速率有关的研究成果 .....	154
7.6.2	水库塌岸速率变化趋势分析 .....	156
<b>第8章</b>	<b>山区河道型水库塌岸危险度评价研究</b> .....	<b>158</b>
8.1	概述 .....	158
8.2	塌岸危险度评价指标体系构建 .....	158
8.2.1	评价指标体系的构建原则和思路 .....	159
8.2.2	评价指标体系的构建 .....	161
8.2.3	评价指标的量化 .....	161
8.3	塌岸危险度评价模型和方法 .....	167
8.4	塌岸危险度评价实例 .....	169
<b>第9章</b>	<b>三峡水库塌岸预测与遥感监测验证</b> .....	<b>174</b>
9.1	三峡水库塌岸范围预测 .....	174
9.1.1	三峡水库塌岸预测设计高低水位取值标准 .....	174
9.1.2	三峡水库塌岸预测方法与参数选取 .....	174
9.1.3	三峡水库塌岸预测结果评价 .....	174
9.2	三峡水库塌岸遥感监测验证 .....	176
9.2.1	石榴树包滑坡塌岸范围遥感监测 .....	176
9.2.2	奉节县城库岸段 .....	179
9.2.3	巫山县城库岸段 .....	180
9.2.4	巴东县城库岸段 .....	181
9.2.5	巴东县城下游库岸段 .....	183
9.2.6	近坝库岸段 .....	184

### 第三篇 山区河道型水库塌岸防治技术研究

<b>第 10 章 常用塌岸防治工程措施</b> .....	189
10.1 坡式护岸（平顺护岸） .....	189
10.1.1 水下抛石、抛枕工程 .....	189
10.1.2 水上砌坦（护坡）工程 .....	189
10.2 垂直护岸 .....	191
10.2.1 石笼护岸 .....	192
10.2.2 重力式挡土墙护岸 .....	193
10.2.3 加筋土挡土墙护岸 .....	194
10.2.4 抗滑桩在塌岸防治工程中的应用 .....	194
10.2.5 桩板墙在塌岸防治工程中的应用 .....	195
10.3 坝式护岸 .....	195
10.3.1 丁坝的类型 .....	195
10.3.2 丁坝的布置 .....	196
10.4 其他措施 .....	198
10.4.1 排水工程 .....	198
10.4.2 削方减载 .....	199
10.4.3 回填压脚 .....	199
<b>第 11 章 新技术、新方法和新材料的应用</b> .....	200
11.1 混凝土模块 .....	200
11.2 混凝土四面六边体透水框架 .....	200
11.3 混凝土连锁板 .....	201
11.4 石笼整体沉排（格宾网垫） .....	201
11.5 格构十点砌石护岸 .....	203
11.6 土工合成材料护岸 .....	203
11.7 植被护岸 .....	205
11.8 其他类型护岸 .....	207
<b>第 12 章 山区河道型水库塌岸防治对策</b> .....	208
12.1 关于水库塌岸治理工程设计标准 .....	208
12.2 水库塌岸防治建议措施 .....	210
12.2.1 冲磨蚀型塌岸防治 .....	211
12.2.2 土质坍塌型塌岸防治 .....	212
12.2.3 岩质崩塌型塌岸防治 .....	212

12.2.4 滑移型塌岸防治 ..... 212  
12.2.5 流土型塌岸防治 ..... 213

### 第四篇 塌岸防治信息管理与决策支持系统

**第 13 章 塌岸信息管理系统的研究与开发** ..... 217

13.1 开发平台 ..... 217

13.2 系统结构 ..... 218

13.3 系统功能 ..... 218

13.4 系统实现 ..... 219

13.4.1 主要窗体 ..... 219

13.4.2 塌岸信息专业管理模块 ..... 224

13.4.3 基于 GIS 的图形操作与信息查询 ..... 225

13.4.4 空间分析 ..... 227

13.4.5 图层管理 ..... 227

13.4.6 专题图制作 ..... 228

13.4.7 文件转换及输出 ..... 229

**第 14 章 塌岸防治决策支持系统的研究与开发** ..... 232

14.1 塌岸防治知识系统 ..... 232

14.1.1 塌岸防治工程治理思路及策略 ..... 232

14.1.2 常用治理措施选择 ..... 233

14.2 基于 ARCGIS 的塌岸防治决策支持系统实现 ..... 234

14.2.1 系统概述 ..... 234

14.2.2 基于 ARCGIS 的二次开发技术 ..... 234

14.2.3 决策支持系统的实现 ..... 235

**参考文献** ..... 243

**第一篇 山区河道型水库  
塌岸地质条件研究**



# 第 1 章 典型山区河道型水库塌岸基本地质条件

## 1.1 三峡库区区域地质与环境地质

### 1.1.1 库区区域构造与地层岩性

三峡库区地处我国地势第二级阶梯的东缘,全国地貌区划为板内隆升侵蚀余带的中低山地。总体地势西高东低,自西向东分别以奉节和南津关为界,西、中、东三段地貌迥然不同。西段属四川盆地,主要为砂岩、泥岩组成的川东侵蚀低山丘陵区;中段为著名的长江三峡河段,属川鄂褶皱山地,主要为碳酸盐岩组成的侵蚀中山峡谷区;东段则为江汉—洞庭丘陵平原区。扬子准地台是长江流域的主体构造单元,本区位于中部。区内主要涉及上扬子台褶皱带、江汉—洞庭坳陷、四川台坳和大巴山台缘坳褶皱带等 4 个二级构造单元,见图 1.1。

扬子准地台经历早期优地槽和晚期冒地槽阶段,晋宁运动使之褶皱回返,固化成为地台基底,其构造线方向在本区总体为 NWW 向,控制了本区以后构造变形的发生和发展。区域构造格架总体特征表现为受黄陵、神农架两地块的控制,外围褶皱构造呈弧形环绕或向其收敛。北面为大巴山—大洪山弧形褶皱带,构造线由西向东呈 NW—EW—NWW 向;西为川东弧形褶皱带,构造线走向自西向东,由 NE 向渐变为 NEE 向;西南及南面为 NNE 转向 NEE 的八面山弧形褶皱带及长阳 EW 向褶皱带;东侧上叠中新生代江汉—洞庭坳陷盆地。区内主要断裂在规模、方向配置及发展历史等方面有很大差异,与其所在构造单元相适应。外围,北部有大巴山台缘坳褶皱带近 EW 向的阳日断裂,城口—房县(青峰)断裂及鄂西北、陕西秦岭褶皱系的 NW—NWW 向断裂系,如安康断裂、白河—古城断裂、两郧断裂等;西南面为黔江隆褶束的 NNE—NE 向断裂系(鄂西南断裂组),主要断裂有齐岳山断裂、郁山断裂、黔江—恩施断裂、咸丰断裂及以东的保靖—慈利断裂;东南面为江汉—洞庭断陷 NE 向断裂系,主要断裂有太阳山断裂、湘阴—洪湖断裂;东面为鄂中断块 NNW 向断裂系,主要断裂有远安断裂带、南漳—荆门断裂、武安—石桥断裂、胡集—沙洋断裂和钟祥—永隆河断裂等,见图 1.2。

三峡库区地层除缺失志留系上统、泥盆系下统、石炭系上统和第三系外,其余从前震旦系崆岭群至第四系皆有出露(表 1.1)。



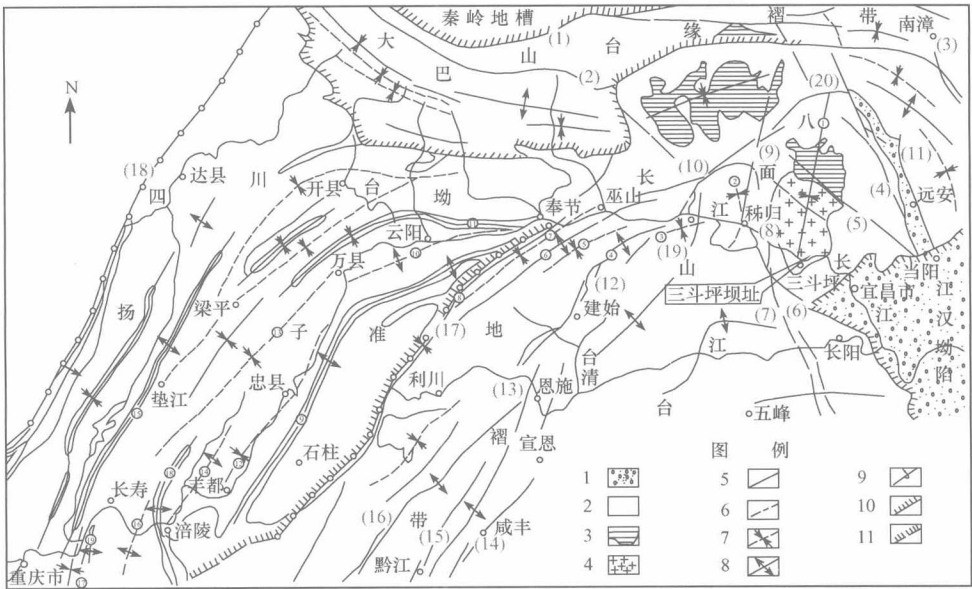


图 1.1 长江三峡工程区域构造纲要图

1. 第四系~白垩系; 2. 侏罗系~震旦系; 3. 前震旦系; 4. 岩浆岩; 5. 一般断层; 6. 航磁推测断层;  
 7. 向斜; 8. 背斜; 9. 倒转背斜; 10. 一级构造单元界线; 11. 二级构造单元界线
- 褶皱: ①黄陵背斜; ②秭归向斜; ③百福坪向斜; ④南木园背斜; ⑤官渡一碛石向斜; ⑥横石溪背斜;  
 ⑦巫山向斜; ⑧齐岳山背斜; ⑨方斗山背斜; ⑩故陵向斜; ⑪碛村背斜; ⑫丰都—忠县向斜;  
 ⑬万县向斜; ⑭珍珠场向斜; ⑮明月峡背斜; ⑯堡子场向斜; ⑰洛碛—太和向斜; ⑱大佛寺背斜;  
 ⑲黄草坪背斜
- 断裂: (1) 城口—房县断裂; (2) 阳日断裂; (3) 南漳—荆门断裂; (4) 通城河断裂; (5) 雾渡河断裂;  
 (6) 天阳坪断裂; (7) 仙女山断裂; (8) 九渡溪断裂; (9) 新华断裂; (10) 高桥断裂;  
 (11) 远安断裂; (12) 建始断裂; (13) 恩施断裂; (14) 咸丰断裂; (15) 黔江断裂; (16) 郁山断裂;  
 (17) 齐岳山断裂; (18) 华盖山断裂; (19) 牛口断裂; (20) 板庙断裂

地层分布总体具有以黄陵结晶岩为中界，分别向东、向西渐新的展布规律。

东部莲沱至南津关主要出露前震旦系至奥陶系变质岩、碳酸盐岩和碎屑岩，仅长江南岸仙女山一带有白垩系碎屑岩分布。往西，庙河至香溪为前震旦系至中三叠统分布；香溪至牛口主要出露三叠系至侏罗系碎屑岩；牛口至观武镇为中、下三叠系碳酸盐岩再次出露。观武镇以西，走向北东或近东西的窄岭中低山脊主要出露二叠系、中下三叠系碳酸盐岩；而在这些窄岭山脊之间几乎全为三叠系、侏罗系砂岩、泥岩的互层沉积。

岩浆岩仅分布在库首三斗坪一带。