

# 目 录

<b>第1章 水利工程地质勘察工作概述</b> .....	1
1.1 水利工程地质勘察的目的与任务 .....	1
1.2 水利工程地质勘察的阶段划分 .....	2
1.3 水利工程地质勘察任务书的编写 .....	6
<b>第2章 水利工程基本工程地质条件</b> .....	9
2.1 地形地貌和地层岩性 .....	9
2.2 断裂构造和岩体风化 .....	19
<b>第3章 水利工程地质测绘</b> .....	71
3.1 测绘精度的要求 .....	71
3.2 地质地貌调查 .....	72
3.3 水文地质调查 .....	78
<b>第4章 水利工程勘探</b> .....	82
4.1 水利工程物探 .....	82
4.2 水利工程钻探 .....	114
<b>第5章 地下水的监测</b> .....	136
5.1 地下水监测系统构成 .....	136
5.2 地下水环境检测 .....	138
5.3 我国地下水监测工作的现状 .....	144
<b>参考文献</b> .....	146

# 第1章 水利工程地质勘察工作概述

按技术工种分，水文地质调查所采用的主要技术手段有五种，即水文地质测绘、水文地质勘探、水文地质试验、地下水动态长期观测、室内实验分析等。任何一项水文地质调查，基本上都基于这些技术手段进行的。

## 1.1 水利工程地质勘察的目的与任务

水文地质勘察是研究水文地质的主要手段，其目的主要有：①为地下水资源的合理开发利用与管理、国土开发与整治规划、环境保护和生态建设、经济建设和社会发展规划提供区域水文地质资料和决策依据；②为城市建设、矿山、水利、港口、铁路、输油输气管线等大型工程项目的规划提供区域水文地质资料；③为更大比例尺的水文地质勘察，城镇、工矿供水勘察，农业与生态用水勘察、环境地质勘察等各种专门水文地质工作提供设计依据；④为水文地质、工程地质、环境地质等学科的研究提供区域水文地质基础资料。

水文地质勘察的任务就是运用各种不同的勘察手段（测绘、勘探、试验、观测等），经过一定的勘察程序去查明研究区基本的水文地质条件，解决其专门性的水文地质问题。例如，水文地质普查阶段的基本任务是：①基本查明区域水文地质条件，包括含水层系统或蓄水构造的空间结构及边界条件，地下水补给、径流和排泄条件及其变化，地下水水位、水质、水量等；②基本查明区域水文地球化学特征及形成条件，地下水的年龄及更新能力；③基本查明区域的地下水动态特征及其影响因素；④基本查明地下水开采历史与开采现状，计算地下水天然补给资源，评价地下水开采资源和地下水资源开采潜力；⑤基本查明存在或潜在的与地下水开发利用有关的环境地质问题的种

类、分布、规模大小和危害程度以及

形成条件、产生原因，预测其发展趋势，初步评价地下水的环境功能和生态功能，提出防治对策建议；⑥采集和汇集与水文地质有关的各类数据，建立区域水文地质空间数据库；⑦建立或完善地下水动态区域监测网点，提出建立地下水动态监测网的优化方案。

## 1.2 水利工程地质勘察的阶段划分

水文地质勘察通常是按普查、详查两个阶段进行，但由于中国很多地区的供水水源地在开采之前从未进行过专门的水文地质普查与详查工作，在开采中出现许多需要研究和解决的具体问题，形成了开采阶段的水文地质勘察。故而，中国的水文地质勘察就分为普查、详查和开采三个阶段。

### 1.2.1 普查阶段

普查阶段是一项区域性的、小比例尺的勘察工作。在普查阶段一般不需要解决专门性的水文地质问题，其目的只是查明区域性的水文地质条件及其变化规律，为各项国民经济建设提供规划资料。在普查阶段，要求查明区域内各类含水层的赋存条件、分布规律，地下水的补给、径流和排泄，地下水的水质、水量等。

在普查阶段，通常进行水文地质测绘工作，其比例尺的选择应根据国民经济建设的要求和水文地质条件的复杂程度来确定，通常选用1:20万（或1:25万），在严重缺水或工农业集中发展地区也可采用1:10万。水文地质勘察各阶段的工作方法见表1-1。

表1-1 水文地质勘查各阶段的工作方法

工作内容勘查阶段	普查阶段	详查阶段	开采阶段
水文地质测绘	比例尺 1:10万~1:20万	比例尺 1:2.5万~1:5万	比例尺 >1:2.5万

续表

工作内容勘查阶段	普查阶段	详查阶段	开采阶段
水文地质物探	以航空物探成果为主，地面物探在局部重点地区进行；点、线结合	以进行详细的地面物探为主，线网结合；并配合钻探和试验进行专门性的物探工作	以井下物探为主，并结合勘探工作进行专门性物探模拟试验
水文地质钻探	钻探工作为单孔和控制性基准钻，了解不同深度的含水层	以勘探线网为主，勘探深度以地下水开采层位为主	充分利用开采井孔资料进行综合研究
水文地质试探	单孔抽水为主，必要时进行多孔抽水试验	抽水孔数在基岩地区占钻孔总数的80%以上，在岩性变化不大的松散地层抽水孔占30%~50%，在变化较大的松散地层占50%~80%；要进行必要的群孔、分层和干扰抽水试验	除进行群孔、干扰抽水试验外，选择典型地段进行人工回灌试验
水文地质参数测定及地下水资源评价	根据经验数据、所搜集的资料和部分实测资料，估算地下水的资源量	大部分为实测的参数，根据实测的参数初步评价地下水资源	数据全部为实测，并根据开采井的水量和水位观测资料，进行水文地质参数的计算与地下水资源评价
地下水动态长期观测	以访问为主，实测枯水期的地下水动态	布置长期观测网，观测时间要求不少于一个水文年，并进行简易入渗观测	布置长期观测网，观测时间要求不少于三个水文年，进行地下水动态预报
实验室工作	以水质的简单分析为主，进行部分岩样、土样的鉴定和孢粉分析	水质的简单分析和部分的全分析，进行少量的岩石水理性质测定	除水质分析外，进行岩样、土样水理性质的测定

我国 960 万 km<sup>2</sup> 国土范围内的区域水文地质普查工作至 1996 年 1 月底基本完成。普查工作中所用的比例尺以 1: 20 万为主，其次为 1: 50 万和 1: 100 万。我国的区域水文地质普查工作大致分 3 个阶段：

- (1) 1974 年以前是第一阶段，主要在工农业比较发达的平原区开展；
- (2) 1974 年至 1983 年为第二阶段。主要完成我国东、中部丘陵山区和边远地区的区域水文地质普查工作；
- (3) 1984 年至 1995 年为第三阶段。主要完成东北、西北、西南等边远地区的雪山、沙漠戈壁、原始森林等最艰苦的 290 万 km<sup>2</sup> 国土面积的区域水文地质普查工作。

### 1.2.2 详查阶段

详查阶段一般都应在水文地质普查的基础上进行。在这个阶段的工作中，需要为国民经济建设部门提供所需的水文地质依据。例如为城镇或工矿企业供水、为农田灌溉供水、为矿山开采等进行水文地质调查。详查的面积除了农田灌溉供水外，一般都比较小。采用的比例尺通常是 1: 5 万~1: 2.5 万。

详查的任务除了查明基本的水文地质条件外，还要求对含水层的水文地质参数、地下水动态的变化规律、各种供水的水质标准以及开采后井的数量和布局提出切实可靠的数据，并预测出将来开采后可能出现的水文地质问题（如海水入侵、水质恶化）和工程地质问题（如地面沉降、岩溶地区地面塌陷等）。

### 1.2.3 开采阶段

开采阶段的水文地质勘察工作，是根据开采过程中出现的水文地质和工程地质问题来确定具体任务的。这些问题，有的是因为在开采前从未进行过水文地质勘察工作而必然要发生的；有的则是因为以前的勘察工作精度不够高，数据不可靠，不能准确作出预测。比如，在详查阶段，由于比例尺太小，还不能满足基坑排水设计的需要，还需要更准确地了解本场地的水文地质条件，需要补充勘察和实验。又比如，在供水水文地质工作中，由于井距不合理导致水井间严重干扰，地下水降落漏斗不断扩大及由此引发的地面沉降、水量枯竭、水质恶化等，都属于开采阶段应该解决的水文地质问题。

开采阶段的比例尺应大于 1: 2.5 万。由于它带有研究的性质和地下水系

统的区域性，所以不一定开展更小比例尺精度的全面勘察工作，而是针对开采后出现的问题作具体分析，然后选择不同的勘察方法加以解决。1: 25万水文地质调查主要技术定额见表 1-2，水文地质详查阶段的技术指标见表 1-3。

表 1-2 1: 25 万水文地质调查主要技术定额

地区类别		观测路线 /(km/100km <sup>2</sup> )	观测点 /(个/100km <sup>2</sup> )	水点占观测 点比例/%	勘探钻孔数 /(个/100km <sup>2</sup> )	水质分析 /(组/100km <sup>2</sup> )
平原 地区	简单地区	10~40	5~20	40~60	0.1~0.5	2~10
	中等地区	20~50	10~30		0.1~0.7	5~15
	复杂地区	30~60	20~50		0.2~1.0	10~20
干旱 地区	山区	5~30	5~20	20~40	0~0.2	1~10
		20~50	10~30		0.1~0.4	5~15
平原 地区	戈壁	5~20	2~10	20~50	0.1~0.3	1~5
	平原	10~30	5~20		0.2~0.4	5~10
	细土	20~50	10~30	30~50	0.2~0.4	5~15
		25~60	15~50		0.3~0.6	10~25
黄土 地区	黄土丘陵	20~50	15~40	20~40	0.2~0.8	5~15
	黄土塬区	10~40	10~30	30~50	0.1~0.6	10~15
	河谷平原	15~45	15~35	40~60	0.4~1.0	15~30
滨海 地区	滨海平原	20~60	20~50	40~60	0.2~2	5~20
	丘陵台地	15~50	15~40	20~40	0.1~1.0	5~15
	岛屿	30~80	20~60	20~40	不定	5~15
基岩 地区	河谷平原	20~60	20~35	40~60	0.2~1.0	5~20
	复杂山区	15~50	15~30	20~40	0.1~0.5	2~10
	简单山区	15~30	5~20	20~40	0~0.3	1~5
岩溶 地区	裸露区	40~80	30~50	40~60	0~1	5~20
	覆盖区	10~60	5~30	30~70	0.5~3	1~15
	埋藏区	10~50	5~20	20~70	0~0.5	1~5

注：已进行过 1: 20 万或更大比例尺的区域水文地质调查地区，观测路线和观测点工作量可减少 20%~50%。

表 1-3 水文地质详查阶段的技术指标单位：个/100km<sup>2</sup>

比例尺	水文地质点	机井和民井抽水试验	水样	勘探孔
1: 5 万	30~60	6~10	15~30	3~6
1: 2.5 万	100~200	10~20	30~50	8~15

应用遥感解译，观测点数量可根据解译效果减少 10%~20%。

上述各阶段的具体勘察方法及工作内容，见表 1-1。普查阶段和详查阶段的技术指标可分别参照表 1-2 和表 1-3。运用这些具体指标时，还应注意结合当地的水文地质条件，适当地增减工作量。

## 1.3 水利工程地质勘察任务书的编写

目前我国中比例尺的地形图和数字地理底图数据库数据，已由过去的 1: 20 万改为按国际 1: 25 万分幅进行，国土资源部已将中国新一轮中比例尺的区域地质调查的基础图件定位为 1: 25 万比例尺的地质图（见中国地质调查局颁布的 DD 2001-02《1: 25 万区域地质调查技术要求》前言说明），因此水文地质普查原来常用的 1: 20 万比例尺今后也将调整为 1: 25 万。故现以 1: 25 万区域水文地质调查为例对水文地质勘察设计书编制进行说明，其他比例尺的区域水文地质调查也可参照。

### 1.3.1 设计书的编写

按 DD 2004-01《1: 250000 区域水文地质调查技术要求》，进行区域水文地质调查前需要编制调查设计书，经批准后方可实施水文地质调查。其编制要求和内容如下。

#### 1. 设计书编制的原则要求

(1) 设计书的编制要求。应根据任务书要求，充分收集和研究调查区的有关资料，进行必要的现场踏勘，了解调查区地质、水文地质概况、以往研究程度，分析存在的主要问题，明确调查的任务和需要、重点解决的问题，确定技术路线，通过设计方案论证，合理使用工作量，力求以较少的工作量取得较好的成果，达到工作布置合理、技术方法先进、经费预算正确、组织

管理和质量保证措施有效可行。

(2) 设计书的内容要求。应系统、完整，重点突出，文字精练，经费预算合理，附图、附表齐全。

(3) 跨年度项目应编制总体设计书和年度工作方案。设计书一经批准应严格执行。在执行过程中，实施单位可根据实际情况对设计书及时进行补充修改和调整，但必须报原审批单位批准。专题研究和专项工作，必须单独编制单项工作设计书，作为总体设计书或年度工作方案的附件。

(4) 设计书编写的主要依据。①项目任务书；②地质、水文地质条件、存在的主要问题与以往研究程度；③有关技术标准和经费预算标准。

(5) 设计书编制应遵循接受任务、收集有关资料、现场踏勘和组织编写的程序进行。

(6) 各类地区的主要技术定额可参照表 1-2 中的规定确定。

(7) 设计书中有关区域水文地质数据库的建立，宜参照《空间数据库工作指南》和《数字化地质图层及属性文件格式》等标准进行。

## 2. 设计书的内容

设计书的编写可参考如下大纲。

前言：包括任务来源，任务书编号及项目编码；项目的目的、任务和意义；工作起止时间；地质、水文地质条件的复杂程度及其调查研究程度；生态环境现状及存在的主要地质、水文地质、环境地质问题；本次工作拟解决的主要的问题。

### 第一章 自然地理及社会经济

(一) 自然地理：包括地理位置、坐标范围、工作区面积（附工作区交通位置图），涉及的行政区划、流域、图幅及编号，地形地貌、气象、水文。

(二) 社会经济发展与水资源需求：包括水资源开发利用现状，工作区交通条件、产业结构，主要工业、农业和第三产业发展前景及其对水资源的需求。

### 第二章 地质、水文地质概况

(一) 地质概况：包括地层岩性、地质构造等。

(二) 水文地质概况：包括地下水类型、埋藏条件与历史变化规律，地下水化学特征、动态规律，地下水的补给、径流、排泄条件，存在的环境地质问题等。应初步勾画出地下水系统的结构模型和水动力模型。

### 第三章 调查的工作部署

工作部署原则、工作重点、技术路线、调查内容与要求、工作计划、时间安排，针对需要解决的问题布置的实物工作量。

### 第四章 工作方法与主要技术要求

简要叙述采用的工作方法、精度要求以及侧重解决的水文地质问题。对资料的进一步收集与二次开发、水文地质测绘、遥感解译、环境同位素、水文地质钻探、物探、野外试验、动态监测、水资源计算与环境效应评价，数据库建设以及综合研究等各项工作提出具体的技术要求。

### 第五章 经费预算

按《中国地质调查局地质调查项目设计预算编制暂行办法》及有关要求编写。

### 第六章 组织管理和保证措施

包括项目组的人员组成、分工及管理协调体系（或组织机构），技术装备，工期保证措施，项目质量保证措施，安全及劳动保护措施。

### 第七章 预期成果

包括文字报告、图件、区域水文地质调查空间数据库，阶段性总结和图件，预期地下水可开采资源量，区域地下水动态监测网优化方案。

#### 1.3.2 附图与附件

- (1) 地质、水文地质研究程度图。
- (2) 区域水文地质略图（附剖面图）。
- (3) 工作布置图。
- (4) 典型水文地质勘探孔设计图。
- (5) 其他附件（包括单项工作设计书）。

#### 1.3.3 设计书的审批

设计书审查工作由中国地质调查局组织审查，也可委托有关部门或单位组织审查。通过审查后才能组织实施。

# 第2章 水利工程基本工程地质条件

## 2.1 地形地貌和地层岩性

大坝及电厂（简称厂坝）跨越的地貌单元，可分为左岸山体、漫滩及枯水河床、右岸山体三个区段。

### 2.1.1 左岸山体段（桩号 47+624~48+405）

左起野田湾北，右至 I 级阶地前缘，坝段长 781m。I 级阶地台面高程 76~78m，宽一般 15~20m。临江山脊高程 120~130m，自南而北山势渐高，最高处地面高程约 200m。地形坡度一般 20°~25°。主要山脊宽厚，走向与大坝轴线平行，局部分支为单薄的顺河向山梁。冲沟及坳沟较发育，多迂回蜿蜒、宽阔平坦，沟底高程 100~130m。沟梁高差一般 40~60m。

### 2.1.2 漫滩及枯水河床段（桩号 48+405~49+521）

按葛洲坝库水位 66.5m 计（下同），江面宽约 1116m，按葛洲坝水库蓄水前地貌单元划分，其中左漫滩宽 180~200m，右漫滩（包括中堡岛及后河）宽 650~700m，枯水河床宽 170~280m。

据 1992 年施测的水下地形资料，左漫滩地面高程 50~67m，总体向枯水河床平缓倾斜。基岩面高程一般 40~55m，最低 30m，最高 65m。

右漫滩由三部分组成：史经滩（中堡以左漫滩）、中堡岛以及后河，沿轴线宽分别为 231m、152m 和 246m。史经滩地面高程 45~57m，地面平缓，微向河床倾斜。基岩面高程一般 40~50m，最低 38m，最高 50m。中堡岛地面高程 67~78m，基岩面高程 50~72m。后河地面高程 67~69m，基岩面高

程 40~60m。

原枯水河床呈宽缓槽状，地面高程 28~50m，最低点略偏向左岸。基岩面高程一般 10~40m，坝基范围内最低 9.96m（133 孔）。左导墙的尾端（桩号 20+300~20+560），顺江分布一宽 40~70m 的基岩深槽，基岩面高程低于 0，钻探确定的最低高程为 -6.28m（967 孔）。

自 1981 年葛洲坝水库蓄水以来，水下地形有较大变化（图 2-1）。大部分地段以淤积为主，一般淤积厚 2~8m，最厚 17.57m（左导墙尾端）；局部地段产生了冲刷，冲深 0.5~2.0m。

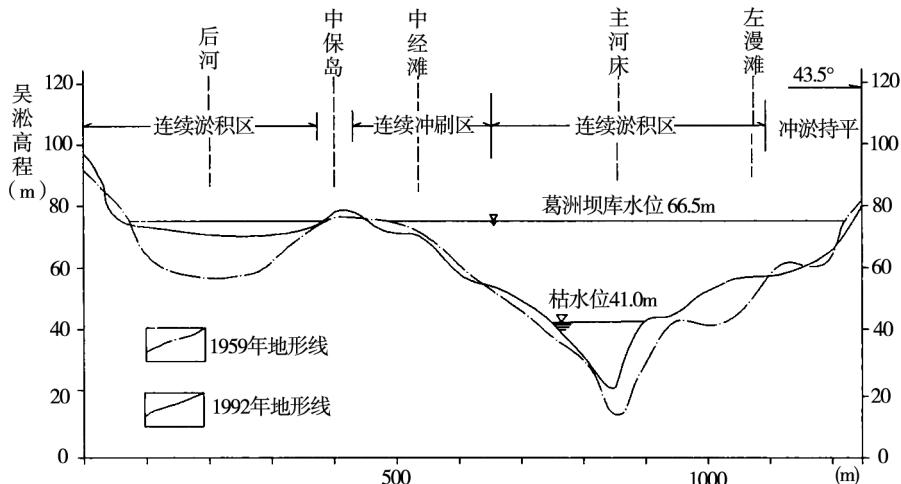


图 2-1 河床地段冲淤变化示意图

### 2.1.3 右岸山体段（桩号 49+521~49+950）

左起 I 级阶地前缘，右至白岩尖山体的临江山脊部位，坝段长 429m。右岸山体与漫滩（后河）多呈缓坡状过渡，坝基处于白岩尖山体的临江一坡，呈前缓后陡之势，地形坡度  $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，地面高程 67~200m。山脊走向与坝轴线近于一致，山体雄厚，地形完整，两条小冲沟分别在坝基的上、下游汇入后河，坝基范围内仅有一宽浅坳沟顺坡分布。

厂坝基础范围各建筑物部位地形地貌特征详见表 2-1。

表 2-1 厂坝区地形地貌特征综合说明

地貌单元	建筑物	桩号	坝段长(m)	微地貌形态	地面高程(m)		地面冲淤变化	基岩面高程(m)			
					最高	最低		最高	最低	一般	
左岸山体	升船机左侧非溢流坝段	47 + 624.16 ~ 762.04	140.00	山脊走向与坝轴线平行、顺河向 沟谷曲折蜿蜒，谷宽一般 40 ~ 80m，冲沟未穿过坝基，最大地 形坡度约 30°，山体低缓而宽厚	200	150	160~180	200	150	160~180	
	临时船闸及升船机坝段	47 + 762.04 ~ 903.99	144.05	175	135	150~160		175	135	150~160	
	左岸非溢流坝段	47 + 903.99 ~ 48+099.00	195.91	坝基主要位于裤裆丘山坡及凉水 井冲沟间，沟宽 30 ~ 50m，底部 高程 120 ~ 130m	147	120	125~135		147	118	120~135
	1#—6#机组段	48+0.99.00 ~328.80	229.80	山体顺河向延伸，平缓宽厚。除 局部低洼地段外，无冲沟穿越坝 基，最大地形坡度 25° ~ 30°	140	100	110~130		140	100	110~130
I 级阶地平台及山坡	安Ⅲ—7#机组断	48 + 328.80 ~405.40	76.60	沿岸分布级侵蚀阶地平台、宽窄不 一。原始地形漫滩与阶地陡坎相 接，阶地与山坡多为缓坡过渡	120	68	75 ~ 100		120	65	70 ~ 100

续表

地貌单元	建筑物	桩号	坝段长(m)	微地貌形态		地面高程(m) 最高最低	地面冲淤变化 一般冲深(m)淤厚(m)	基岩面高程(m) 最高最低	一般
				葛洲坝水库蓄水前地面高程41~66m, 地面平缓, 总体向主槽倾斜, 局部存在低洼或凸起地段。蓄水后地面淤高, 起伏趋小。	67	50	45~60 (局部)	0.5~2.0	0.5~1.3
左岸漫滩	8#—12#机组段	48 + 405.40 ~ 596.90	191.50	葛洲坝水库蓄水前地面高程10~40m, 总体向河床中心倾斜, 左导墙的尾端及1#、2#坝块的上游存在两处深槽, 最低高程8m和9m。蓄水后地面淤高10~20m, 起伏变小, 深槽淤平	50	28	35~45	2~20	41
原枯水河床	13#、14#机组左导墙泄洪坝1#—8#坝块	48 + 596.90 ~ 880.50	283.60	葛洲坝水库蓄水前, 地面高程41~66m, 较平缓, 总体向主河槽倾斜, 局部存在低洼或凸起地段, 蓄水后产生了冲淤变化, 9#~17#坝块上游到坝下50m以及18#、19#坝块轴线到坝下240m为冲刷区, 冲深1.0~2.0m, 其它为淤积区, 淤厚1.0~2.5m	67	45	45~55 1.0~2.0	0~2.5	50
中堡左侧	泄洪坝9#—19#坝块	48 + 880.50 ~ 49 + 111.50	231.00						38
									41~45

续表

地貌单元	建筑物	桩号	坝段长(m)	微地貌形态	地面高程(m)		地面冲淤变化	基岩面高程(m)		
					最高	最低		一般	冲深(m)	淤厚(m)
中堡岛	泄洪坝 20#—23#坝块及纵向围堰段	49 + 111.50 ~263.50	152.00	中堡岛呈纺锤形顺江展布，为1级阶地物质构成。岛的台面首尾高，台地与漫滩呈坎状过渡。现因纵向围堰开挖原形改观	78	67	70~77	2~8	72	59
后河	15#—20#机组	49 + 263.50 ~509.30	245.80	地形较开阔平坦。葛洲坝水库蓄水前地面高程50~65m，中部低四周高。蓄水后，淤积严重，地面高程均达67m左右，仍呈四周高、中心低的态势，高差仅1~3m。现因导流明渠开挖原形改观	69	66	67	2~15	60	40
左岸山体	21#—26#机组及右岸非溢流坝	49 + 509.30 ~928.50	419.20	总体为白岩尖山体的临江山坡，与漫滩呈缓坡状过渡，前缘缓后缘抖，地形坡度15°~30°。冲沟在坝基的上下游垂直汇入后河，坝基范围内有一坳沟顺坡发育。现因导流明渠及公路平整开挖原形改观	200	67			200	60

## 2.1.4 基岩

厂坝区基岩为前震旦系古老结晶岩，主要岩性及产出形式为闪云斜长花岗岩岩基、闪长岩包裹体、花岗岩脉、伟晶岩脉、辉绿岩脉、闪斜煌斑岩脉六种。上述各类岩石均形成于前震旦纪，同位素年龄测定结果列于表 2-2，岩石的矿物组成情况详见表 2-3。

表 2-2 坝址各类岩石同位素测年表

岩石名称	片岩捕虏体	细粒闪长岩包裹体	闪云斜长花岗岩	细粒花岗岩脉	伟晶岩脉	闪斜煌斑岩脉	辉绿岩脉	含矿石英脉
绝对年龄 (Ma)	3362±176	2946	832±12	801	807±6	801±3	781±36	752±53

表 2-3 岩石的主要矿物成分表

岩石名称	产状	颜色	结构	主要矿物含量 (%)						
				石英	钾长石	斜长石	黑云母	角闪石	辉石	
闪云斜长花岗岩	岩基	灰白至浅灰	中粗粒	25±	0~3	55±	10~15	10±		
细粒闪长岩	包体	灰至深灰	细粒	5±		>50	5	25~30		
细粒花岗岩	岩脉	灰白或浅红	细粒30	45	20	1~2				
闪斜煌斑岩		灰黑及绿黑	细粒	5±		40~45		45~50	5	
			中粗粒	5±	1	25±		65±		
辉绿岩		灰绿	细粒	2		65			30	

厂坝基础范围内 91.21% 的面积分布闪云斜长花岗岩，其余几类岩石仅占坝基面积 8.79%（图 2-2），以下对各类岩石的基本特性和分布情况分别予以叙述。

### 1. 闪云斜长花岗岩 (yr, -P.)

灰白至浅灰色，中粗粒结构为主，局部为中细粒或细粒结构，主要矿物为斜长岩、石英，次要矿物为黑云母、角闪石、钾长石等，镜下观察呈花岗结构，具块状构造。该类岩石呈岩基产出，是厂坝基础的主要岩石，其中的少量细粒闪云斜长花岗岩 (ytNP.)，仅分布于右岸非溢流坝段的右端。

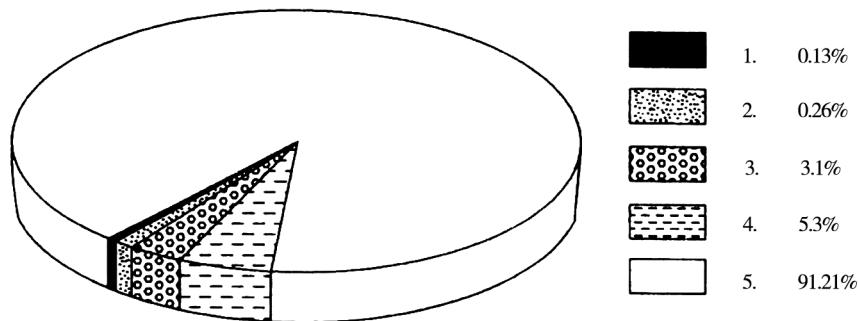


图 2-2 各类岩石所占坝基面积比例示意图

### 2. 闪长岩包裹体 (xen)

深灰色，细粒结构，偶见长石斑晶。主要矿物为斜长石、角闪石，次要矿物为黑云母、石英。包裹体与围岩一般呈熔融接触，形成过渡带而无明显界面，局部地段接触带较清晰。在大型包裹体边界附近的围岩中，常有一些小型包裹体分布，包裹体直径一般为 1~5m。闪长岩包裹体主要分布于右岸厂房坝段和右岸非溢流坝段。

### 3. 岩脉

厂坝区分布有花岗岩脉、伟晶岩脉、辉绿岩脉及闪斜煌斑岩脉四种，各类岩脉的产出状态及岩性特征示于表 2-4。

表 2-4 厂坝区各类岩脉特征统计

名称	代号	产状			颜色	结构	规模	特征
		走向	倾向	倾角				
伟晶岩脉	ρ				肉红	伟晶	长度一般小 50m, 宽度小 于 0.5m	常与花岗岩脉伴 生, 与围岩呈突 变紧密接触
花岗岩脉	γ	主要 280°~310° 其次 60°~80°	SW SE	40°~70° 70°~85°	灰白或 浅红	细粒 中细粒	大小不一, 一 般长小 于 200m, 宽小 于 1.0m, 规模大 者, 长达千余 米, 宽达 数 10m	与围岩混熔或突 变紧密接触, 少 数局部呈裂隙或 破碎接触

续表

名称	代号	产状			颜色	结构	规模	特征
		走向	倾向	倾角				
闪斜 煌斑 岩脉	$\chi_{\delta}$	330°~350°	NE	70°~85°	灰黑 及 绿黑	中粗 粒及 细粒 煌斑	长数千米，宽4 ~13m	沿 $F_{23}$ 展布，时 分时合，与围岩 呈紧密接触
辉绿 岩脉	$\beta_{\mu}$	30°~70°	NW	60°~85°	灰绿 暗绿	辉绿	长数百米，宽 0.5~5m，最宽 10余米	呈“之”字形， 多与围岩呈断层 或裂隙接触

花岗岩脉及伟晶岩脉在泄洪坝的第 17 坡段（桩号 49+050）以右地段较发育，厂坝区其它地段不多见。规模最大的岩脉为中堡花岗岩脉，走向 310°~320°，倾向 SW，倾角 45°~52°，出露宽 15~40m，最宽达 70m，分布于泄洪坝的 17~22 坡段。

辉绿岩脉及闪斜煌斑岩脉主要分布于左岸非溢流坝段。

## 2. 1. 5 覆盖层

第四系覆盖层主要分布在河床及一级阶地部位，两岸山体的冲沟或坳沟内仅零散分布，厂坝基础范围内，第四系覆盖率约 70%。第四系覆盖层的厚度：河床部位较大，可达数米至 20 余米；岸坡部位厚仅 1~3m。

第四系覆盖层按其成因可分为冲积层（aiQ）、残积层（eiQ）和坡积层（diQ）三类，以下简要叙述其岩性特征和分布情况。

### 1. 冲积层（aiQ）

冲积层由粉质壤土、砂卵石、胶结砾石及细砂四种岩性组成。

——粉质壤土：黄褐色，粉粒为主，次为粘粒，质地均一。分布于中堡岛 I 级阶地，厚 2~6m。

——砂卵石：砂与卵石的含量比约为 3:7，卵石成分较复杂，分选性差，磨圆度中等，粒径 5~15cm，密实程度中等。主要分布于主河床部位，即泄洪坝的 1#~6# 坡段和左导墙部位，厚一般 3~5m。最厚达 18.50m（深槽部位），漫滩部位零星分布。

一胶结砾石：主要分布于两岸漫滩的边滩部位，为泥钙质胶结，质地坚硬，分布范围有限，厚度一般小于1.0m。

一细砂：细砂层按其沉积环境的差异分为原冲积细砂和葛洲坝水库新淤细砂两类。

原冲积细砂呈灰白带黄褐色，分选性较差，含少量粉砂和中细砂，略含泥质，透水性较强。主要分布于两岸漫滩、后河及主河床25m高程以上的斜坡段，厚0.5~8.0m。

水库蓄水后的的新淤细砂，灰白带黄褐色，分选性相对较好，夹极薄层壤土，性状松软、均匀、强度低。除中堡岛左侧漫滩的部分地段受冲刷无新淤细砂分布外，其余河床部位均有分布，但厚度变化较大，一般3~12m，后河及主河槽的局部地段厚达17.57m。

### 2. 残积层 (elQ)

残积层系基岩强风化岩体中疏松物质被水流冲蚀后，残留的坚硬块球体呈叠置或散落状就地堆积而成。块球体直径一般0.5~2.0m，最大5~7m。残积层因块球体含量的多少而构成岩性上的差异，块球体含量大者称块球体夹砂，含量小者称砂夹块球体。残积层厚度一般3~7m，最大达10m。主要分布在两岸漫滩及后河。

### 3. 坡积层 (dlQ)

坡积层系基岩的风化、剥蚀产物在水流作用下搬运至坡脚或冲沟与坳沟内堆积而成。岩性主要为砾质砂土，其内含少量碎块石。土层均匀性较差，结构疏松，土层一般厚1~3m，主要分布于两岸厂坝及非溢流坝段的山体斜坡脚及坳沟内。

第四系覆盖层的基本特征列于表2-5。

表 2-5 第四系覆盖层基本特征表

成因类型	岩性	厚度(m)	工程地质性质	分布范围
冲基层	水库新淤细砂	4 ~ 12 最厚 17.57	灰白色带黄褐色, 中夹极薄壤土, 漫滩上有时为粉砂, $d_{60}/d_{10} = 1.33 \sim 5.9$ , 曲率系数 = 1.0 ~ 1.54, 松软、均匀、强度低	漫滩、后河及原枯水河槽普遍分布
	厚冲积细砂	0.5~8	灰白带黄褐色, 有时为粉细砂或中细砂, 分选较差, 略含泥质: $d_{60} = 0.16 \sim 0.27$ 、 $d_{10} = 0.03 \sim 0.15$ 、 $d_{60}/d_{10} = 1.33 \sim 5.33$ , 透水性稍强	漫滩低洼处及河床 25m 高程以上的缓坡
	砂卵石	0.5~8 最厚 18.5	成分复杂, 分选差, 磨圆度中等, 粒径 5 ~ 15cm, 含沙量 0 ~ 30%。透水性强。 $d_{60} = 44$ 、 $d_{10} = 0.37$ 、 $d_{60}/d_{10} = 118.9$	主要分布于原枯水河床深槽内
	粉质壤土	5~20	黄褐色, 粉粒为主, 次为粘粒, 具粘性, 团块状。I 级阶地下部有大溪文化层。 $\gamma = 16.9 \text{ kN/m}^3$ 、W(天然) = 20.9%, 塑性指数 = 7.4, 透水性弱	中堡岛及沿江两岸 I 级阶地及茅坪 II 级阶地上
坡基层	砾质砂土	0.5~10	黄褐色砂壤土夹岩石风化碎屑(块), 随深度增加砂粒由细变粗。疏松, 透水性强。 $\gamma = 17.8 \text{ kN/m}^3$ 、W(天然) = 5% ~ 11%, $d_{60}/d_{10} = 5 \sim 12$	两岸山坡脚及沟谷
残积层	细砂夹块球体	1~3	块球体直径 0.5 ~ 1.0m, 夹于细砂中, 成分不均一, 透水性与细砂相同	漫滩部位分布较广
	块球体夹砂	3~10	叠置与散落型架空块球体, 块径 1.5 ~ 2m, 最大 5 ~ 7m。块球体间有大小不等的空隙, 透水性极强。葛洲坝水库蓄水后, 其中空隙多被淤积的细砂充填, 透水性减弱, $K = 35 \text{ m/d}$	零星分布于苏家坝南漫滩、小包子、史经滩等处

## 2.2 断裂构造和岩体风化

坝区的古老结晶岩体，经历了自震旦纪以来地质历史时期的多期构造变动，在多期应力应变场的作用下，岩体内产生了十分复杂的断裂构造形迹。比较而言，震旦纪的晋宁运动对研究区的作用最为强烈，奠定了该区断裂构造的基本格架。中生代的燕山运动及其后的喜山运动对坝区所处的黄陵背斜结晶基底的影响相对较弱，主要造成早期断裂构造的进一步复合与改造，致使区内断裂构造存在多期活动的痕迹。

### 2.2.1 断层

#### 1. 断层的基本特征

##### (1) 断层的分组特征

对厂坝区出露不同规模的498条断层进行了勘测调查和统计分析工作，结果表明，断层具有明显的分组特征。

断层构造依其发育方向可分为NNW、NNE、NE-NEE、NWW-近EW向四组，各组断层的基本特征和分布情况示于表2-6。

表2-6 坝基断层分组特征表

断层分组	主要产状(°)			占断层总数的百分比(%)	性状特征	主要断层	力学性质	主要分布位置
	走向	倾向	倾角					
NNW	330~355	SW 为主	60~75	36.9	断层多次活动，断面比较平直，较大断层呈舒缓波状，构造岩一般胶结较好，仅少数断层(F <sub>23</sub> )的中心部分见有厚0.3m的软弱糜棱岩	F <sub>23</sub> 、F <sub>9</sub> 、F <sub>12</sub> 、F <sub>10</sub>	压扭压性	右岸厂房坝段及非溢流坝段，左岸非溢流坝段，临时船闸、升船机坝段

续表

断层 分组	主要产状 (°)			占断层总数的百分比 (%)	性状特征	主要 断层	力学 性质	主要分 布位置
	走向	倾向	倾角					
NNE	5~30	NW 为主	55~75	28.5	断层多次活动，断面比较平直，少数断层微弯曲，构造岩一般胶结较好，仅个别断层 ( $F_7$ ) 局部见厚 0.5 ~ 1.0cm 泥化条带，右岸部分断层构造岩胶结较差。断层往往集中分布	$F_7$ 、 $F_4$ 、 $F_{410}$ 、 $F_{411}$ 、 $F_{412}$ 、 $F_{413}$ 、 $F_5$ 、 $f_{18}$ 、 $f_{20}$ 等	压扭	左岸厂房坝段、泄洪坝段
NE- NEE	45~75	NW 为主	65~85	23.3	断层大多数弯曲，有时无明显主断面，构造岩往往钙质胶结，有时见方解石充填。风化较强，胶结较差，少数组呈松软状态，大部呈半疏松一半坚硬状，沿断层往往呈夹层状风化	$F_{215}$	后 期 张 性 为 主	右岸非溢流坝段及厂房坝段，左岸非溢流坝段、临时船闸、升船机坝段等
NWW- 近 EW	270~300 部分 310	NE 为主	60~80	11.2	断层大多短小，长一般小于 100m，宽小于 1.0m，构造岩胶结较差，风化强烈，少数组呈松软状态，平硐中有时见淋蚀泥化(3012 硕)，并见方解石充填，以右岸断层性最差		后 期 张 性 为 主	右岸非溢流坝段及厂房坝段

断层按倾角分为陡 ( $61^{\circ} \sim 90^{\circ}$ )、中 ( $31^{\circ} \sim 60^{\circ}$ )、缓 ( $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ) 三类。其中陡倾角断层最为发育，约占揭露断层总数的 90%；中倾角断层不甚发育，仅占 10%；缓倾角断层最不发育，在长度 100m 以上规模的断层中尚未发现缓倾角断层，在小规模断层中，缓倾角者所占比例也较小，小于 3%。

### (2) 断层的规模及分布特征

对厂坝区 498 条断层进行统计的结果表明：断层长度小于 50m 者占 61.2%、50~300m 者占 34.4%、大于 300m 者仅占 4.5%；断层宽度与长度一般成正比关系，占断层总数 90% 以上、长度小于 300m 的断层宽度一般小于 1~2m，大于 300m 者宽度一般 5m 以下，断层的最大宽度为 21m ( $F_{23}$ )。

厂坝区上述四组方向的断层与坝轴线多呈  $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$  的夹角分布，仅极少数断层与坝轴线近于平行或垂直分布。厂坝区主要断层的分布形式示于图 2-3。

断层在平面或剖面上成疏密不均的形式分布。就断层规模而言，规模较大的断层（宽度大于 2.0m）发育间距一般在几十米至几百米，小规模断层的发育间距一般 10~30m；就建筑物部位而言，左岸厂房坝段断层最为发育，断层规模大、间距小，其次是泄洪坝段和右岸厂房坝段。

### (3) 断层构造岩及断层性状特征

研究区断层构造岩按动力变质或破碎程度分为糜棱岩、碎斑岩、碎裂岩、角砾岩及碎裂××岩五种。极少数断层（如  $F_{215}$ ）构造岩发育齐全，绝大多数断层不含角砾岩，而只含其余四种构造岩中的 1~4 种。一般情况下，断层规模愈大，构造岩种类愈齐全，总体上各类构造岩的含量由高而低的次序是：碎裂××岩、碎裂岩、碎斑岩、糜棱岩和角砾岩。各类构造岩的基本特征列于表 2-7。

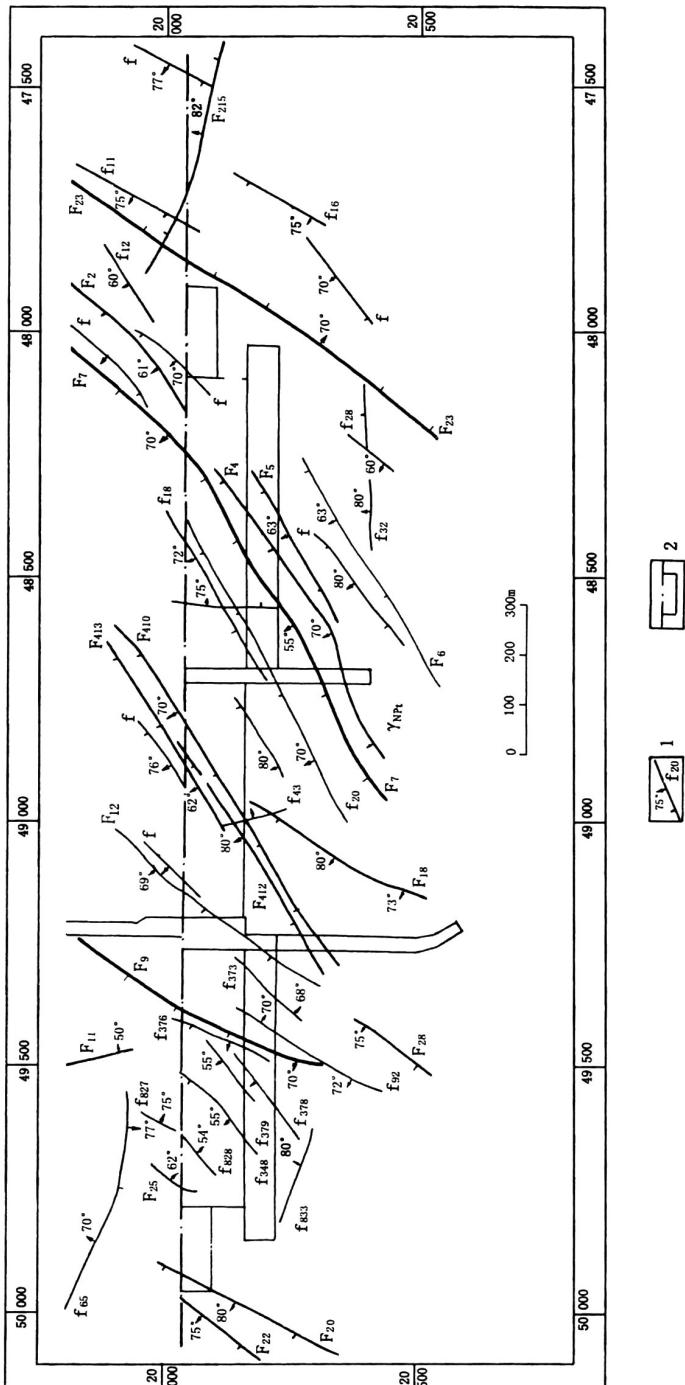


图 2-3 大坝及厂房区主要断层分布图

表 2-7 断层构造岩基本特征统计表

构造岩名称	结构特征	物理力学指标					工程地质特性
		相对密度	湿重度 (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>p</sub> 值 (m/s)	RQD (%)	单轴抗压强度 (MPa)	
角砾岩	由碎块和碎基两部分组成，其明显角砾结构，多为无序排列的张性角砾	2.70~2.74	24.0~25.0	2000~3000	20~50		胶结紧密程度差，透水性强，风化剧烈，风化后呈松软状态。易产生压缩和滑移变形
碎裂xx岩	原岩产生碎裂，碎块间位移不大，由碎基和碎斑组成，碎斑容量达90%，具轻微碎裂结构	2.74~2.76	25.4~26.0	3500~4500	50~70	60~80	胶结较紧密，弱透水，完整性差，抗风化能力比围岩弱，力学强度比围岩低
碎裂岩	碎裂结构，具重结晶特征，碎基含量10%~50%	2.76~2.78	26.7	4500~5700	60~80	50~70	胶结紧密，弱—微透水，完整性较好，抗风化能力较强，力学强度比围岩低
碎斑岩	原岩受应力作用强烈，已失去原岩结构，具碎斑结构，碎基含量50%~90%	2.75	27.6	3700~5200	60~80	50~70	胶结紧密，微透水、完整性较好，抗风化能力强，力学强度比围岩低
糜棱岩	完全失去原岩结构，具重结晶并有新生矿物，粗糜棱结构	2.79	26.8	3200~5000	40~60	40~60	胶结紧密，微透水，片理发育，力学强度低，饱水情况下，性状变软

研究区断层构造岩早期均胶结良好，较坚硬、完整，由于后期受到多期活动的影响，进一步破碎，在构造岩内产生微小裂隙，致使部分断层构造岩变得比围岩破碎。极少数断层由于张性复合，利于地下水的交替活动，风化加剧，使得这极少数断层的构造岩呈松软状态。

在厂坝区较为发育的四组断层中，NNE-NNW 向两组断层规模大、数量多、性状较好。多数断层构造岩呈坚硬、完整状态， $RQD = 70\%$ ， $VP = 4000 \sim 5000 \text{m/s}$ ，岩块单轴抗压强度为  $50 \sim 70 \text{MPa}$ ；少数断层构造岩呈破碎或半坚硬状态， $RQD = 30\% - 50\%$ ， $VP = 3000 \sim 4000 \text{m/s}$ ，岩块单轴抗压强度为  $30 \sim 50 \text{MPa}$ 。

NE—NEE 及 NW—EW 向这两组断层在厂坝区均有分布，规模小、数量少、性状差，受加剧风化影响，构造岩多呈松软状态。 $RQD = 0 \sim 30\%$ ， $VP = 1000 \sim 3000 \text{m/s}$ 。NE—NEE 向断层仅见于左岸非溢流坝段及升船机闸首地段，以  $F_{215}$  为代表；NW—EW 向断层仅见于右岸厂房坝段及右岸非溢流坝段。

## 2. 厂坝区主要断层的分布及特征

厂坝区建筑物基础范围内，通过地表测绘、槽（壁）探、硐探、钻探等手段调查或揭露到长度大于  $50 \text{m}$  的断层 64 条，其中中倾角断层 7 条、占  $11\%$ ，陡倾角断层 57 条、占  $89\%$ 。上述断层的产状特征示于图 2-4，断层分布的位置、断层的工程地质特性及工程意义等列于表 2-8。

在厂坝区范围目前尚未发现长度大于  $50 \text{m}$  规模的缓倾角断层，在平硐、大口径钻孔、竖井及岩壁实测到 39 条缓倾角断层，其长度一般小于  $30 \text{m}$ 。最大可见长度  $48 \text{m}$ （位于左岸苏覃公路后壁），均属裂隙性断层。缓倾角断层按走向可分为 NNE、NNW、近 EW 和 NE 四组，其中 NNE 组最发育，占总数的  $48.7\%$ 。在小口径钻孔中也揭露到一些缓倾角断层，绝大多数都不能确定其产状。

缓倾角断层的铅直厚度一般为几厘米到  $20 \text{cm}$ ，少数可达  $50 \text{cm}$ ，极少数由多个裂面组成，其铅直厚度可达  $1.0 \text{m}$  以上。缓倾角断层的构造岩主要为碎裂岩，含糜棱岩条带或岩膜，胶结较好。

目前所揭露的缓倾角断层主要分布在左岸厂房坝段，尤其是集中分布在左岸岸坡地段。

坝址区缓倾角断层发育特征列于表 2-9。

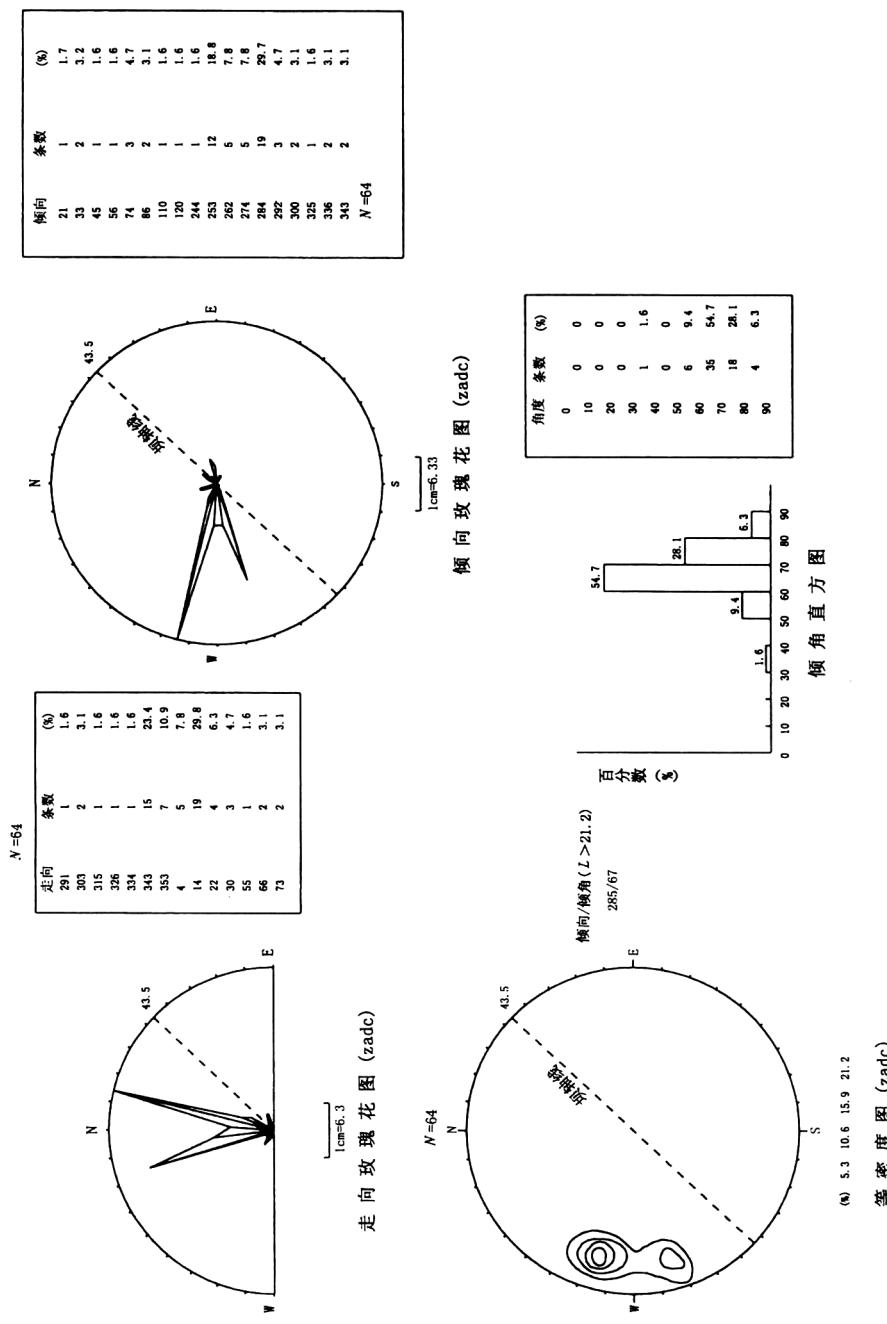


图 2-4 厂坝区主要断层产状要素统计图

表 2-8 厂坝区基础主要断层特征统计表

坝段及编号	断层名称	建筑物部位	产状 (°)		宽度 (m)			特性指标			工程地质意义					
			走向	倾向	碎裂岩	碎裂岩	砾角砾岩	碎斑岩	糜棱岩	总宽	延伸长度 (m)	岩芯获得率 (%)	RQD (%)	$V_p$ (km/s)	$\omega(L/\min \cdot m \cdot m)$	
F <sub>215</sub>	左1#—8#坝段	非坝趾	NW	62~85	0~4.0	0.8~1.0	0.2~0.4	0.3~1.5	0.8~0.5	5.6	700	0	0	1.0~3.0	与 NE 向辉绿岩脉时分合，构造岩强烈风化、软化，性状极差，平硐穿过此断层时产生严重坍塌	
F <sub>23</sub>	左岸非溢流坝段	临时船闸—升船机坝段(高家闸冲层)	NE	340~350	60~80	1.6~9.5	1.4~10.5	0.2~2.6	0.1~0.9	7.0~21.0	1600	70~80 (局部)	30~40 (最大)	2.8~6.0	<0.01	断层波状延伸，构造岩一般胶结较好，沿断面分布0.1~0.3m厚的软弱糜棱岩，沿中沿构造岩分布0.1~1.5cm的泥化带

续表

坝段 断层 名称及编号	建筑物 部位	产状 (°)		宽度 (m)			延伸 长度 (m)			特性指标			工程地 质意义
		走向	倾向	碎裂岩	碎砾岩	角砾岩	砾斑岩	糜棱岩	总宽	岩芯获 得率 (%)	RQD (%)	V <sub>p</sub> (km/s)	ω(L/ min · m)
f <sub>11</sub>	左岸非溢流段 7# 坝至升船机	340	SW	75~85	0.5~2.4			0.5~2.4	270	100	53	<0.01	构造岩以碎裂xx 岩为主，局部有碎裂岩和糜棱岩条带，岩体破碎抗风化能力稍强，断层南端弯曲
f <sub>13</sub>	左岸非溢流段 14# 坝穿斜余 15#、16#、 17# 坝至 18#	1.5	NW	62~75	0~3.6	0.25~2.5		0.1~0.5	1.0~3.6	140	95~100	83 <sup>4.8~</sup> 5.0	构造岩以红、黄褐色碎裂岩为主，糜棱岩破碎好，对岩体呈黄绿色，岩分布不均匀，胶结较好，抗风化能力弱，断层两端变窄，地下宽达 3.6m

续表

坝段	断层名称及编号	建筑物部位	产状(°)		宽度(m)			延伸长度(m)			特性指标			工程地质意义	
			走向	倾向	碎裂岩	角砾岩	碎砾岩	砾岩	总宽	糜棱岩	岩芯获得率(%)	RQD(%)	V <sub>p</sub> (km/s)	ω(L/min·m)	
左岸非溢流坝段	f <sub>3 6</sub>	自6#、 安Ⅲ机穿孔至1#机 坝段	345	SW	70~72	1.10	0.02	1.10	大于80	100	72	5.5	0.0016	断面较平直， 沿面见1~2cm 黄褐及灰绿色 糜棱岩，其余 为碎裂岩，构 造岩地表风化 强烈，钻孔中 胶结较好	对坝基没有 较大影响， 不需处理
左岸厂房段	F <sub>4</sub>	自6#、 安Ⅲ机穿孔至 基7#—9#机 窝及尾水， 后斜墙进距 导墙入间 刷区	0~25	NW	65~80	0.8~8.0	0.1~5.0	0.15~3.0	0.01~0.50	1.0~11.0	700	60~100	50~70	0.1~0.2	断层顺直延伸， 局部微弯，呈中 间宽向两端尖灭 型式。其内存在 1~3个断面，面 平直稍粗为主，面 部光滑。构造岩 一般胶结良好。 中部构造岩的完 整性及坚硬程 度较差，局部 呈软弱状态

续表

坝段	断层名称及编号	建筑物部位	产状(°)	宽度(m)			延伸长度(m)	特性指标			工程地质意义	
				走向	倾向	倾角		岩芯获得率(%)	RQD(%)	V <sub>p</sub> (km/s)		
		自4#机坝上游穿Ⅲ、Ⅵ、Ⅶ、Ⅷ#坝基Ⅸ#进入F <sub>7</sub> (狮子段层)	NW5~18	59~75	3.0~9.0	1.0~6.0	0.2~(局部)3.0	0.1~1.4	10~3200	80~100局部50~60	60~80局部0~50	该断层在地表呈波状或弯曲延伸，总体呈北北东走向，局部北北西向。对坝基岩体断层北宽南窄，质量、厂坝上宽下窄。构边坡、坝基造岩分带明显，抗滑稳定、造岩大部胶结类型齐全。构良好。平硐中可见构造岩中有0.5~1cm的泥化条带。构造岩胶结不良者所占比例小于10%
		左岸厂房坝段										

续表

坝段	断层名称及编号	产状 (°)		宽度 (m)			延伸长度 (m)			特性指标			工程地质意义
		走向	倾向	碎裂岩	碎裂岩	角砾岩	砾斑岩	总宽	岩芯获得率 (%)	RQD (%)	V <sub>p</sub> (km/s)	ω(L/min · m · m)	
$f_{19}$	纵贯 11# 机组大 310~320 坝及电厂	NE 75~80	0.2~0.5	0.1~1.4	0.3~1.5	196	96~100	61~81	3.8~6.0	<0.01	断层呈波状延伸, 无明显断面, 而由多个断面组成。构造岩大多胶结良好, 局部胶结较差	为顺河向断层, 对坝基有一定影响, 当与缓倾面构成不利楔体时, 需作抗滑处理	
	自安Ⅲ 基、 7#—12# 基、 坝 13#— $f_{18}$ 断层组 $f_{20}$	NW 20	0~10~20	0.5~2.1 (局部)	0~0.01	400	100	400	4.5~5.2	0.023~0.049	断层延伸顺直, 断面平直。构造岩一般胶结较好, 局部较差	对坝基岩体质量有一定影响, 可作常規固结灌浆处理	
左岸厂房段													

续表

坝段	断层名称及编号	建筑物部位	产状(°)		宽度(m)			延伸长度(m)			特性指标			工程地质意义
			走向	倾向	碎裂岩xx岩	碎裂岩	角砾岩	砾斑岩	糜棱岩	总宽	岩芯获得率(%)	RQD(%)	V <sub>p</sub> (km/s)	ω(L/min·m)
f <sub>18</sub>	自安Ⅱ至 7#—13# 坝基， 斜穿14# 机电厂 及导墙	NW 20	60~ 70	0.2~ 3.4	0~ 0.6	0.10 (局部)	0.20~ 3.4	43.5	68~100	38~90	>5.0	<0.01 局部 0.013~ 0.028	特征 断层走向顺直， 主断面平直稍粗， 沿面条带状或岩膜状分 布糜棱岩，构造岩胶结较好	对坝基岩体质量无大的影响
f <sub>18s</sub>	左岸厂房段	NW 25	60~ 80	0.5~ 1.5	0~ 0.20	0.50~ 1.50	26.5	100	4.9~ 5.2	0~70	0.02~ 0.03	断层走向顺直， 局部微弯，主 断面平直或微 弯，沿面充填 绿帘石膜，胶 结较好，但与 主断面同方向 裂隙很发育	对坝基岩体质量有一定影响，可作 常规模型，但与理	
f <sub>18s</sub>	斜穿 9#—13#	NW 25	60~ 80	0.5~ 1.5	0~ 0.20	0.50~ 1.50	26.5	100	4.9~ 5.2	0~70	0.02~ 0.03	断层走向顺直， 局部微弯，主 断面平直或微 弯，沿面充填 绿帘石膜，胶 结较好，但与 主断面同方向 裂隙很发育	对坝基岩体质量有一定影响，可作 常规模型，但与理	

续表

坝段	断层名称及编号	产状 (°)		宽度 (m)				特性指标				工程地质意义	
		走向	倾向	碎裂岩	碎裂角砾岩	砾岩	糜棱岩	总宽	延伸长度 (m)	岩芯获得率 (%)	RQD (%)	$V_p$ (km/s)	
f <sub>315</sub>	斜穿左厂 1#—2# 机组坝段	25~35	NW	60~65	0~1.0	0.05~0.5	0~0.8	0.1~1.0	105	100	82~94	5.5	0.007~0.0329
f <sub>314</sub>	左岸厂房段	从 1# 机组坝段 斜穿 2# 与 3# 机组坝段	355	SW	67~70	0~1.0	0~0.25	0.25~1.0	135	100	76~80	5.5	0.003~0.009