



SHILI SHIDIAN GONGCHENG  
KANCHA SHEJI SHIGONG XINJISHU

SHYONGSHOUCE

# 水利水电工程 勘察设计施工新技术

**实用手册**

主编 李国轩

吉林摄影出版社

# 水利水电工程勘察设计 施工新技术实用手册

第三卷

# 目 录

## 第一编 水利水电建设工程综述

第一章 水利水电工程建设与开发 .....	3
第一节 水利水电基本建设 .....	3
一、涵义 .....	3
二、分类 .....	3
三、制约基本建设的因素 .....	3
四、水利水电工程基建程序 .....	4
五、基建经济效益 .....	6
第二节 水能的开发和利用方式 .....	7
一、水资源的综合利用 .....	7
二、水力发电的基本原理 .....	9
第二章 各种水利水电工程建设综述 .....	11
第一节 防洪治河工程 .....	11
一、堤防工程 .....	11
二、分(蓄、滞)洪工程 .....	14
第二节 农田水利工程 .....	15
一、灌排渠系的布置 .....	15
二、渠道断面设计 .....	18
三、渠系建筑物 .....	24
四、农业水利工程建设经验借鉴与发展方向 .....	33
第三节 土石坝蓄水枢纽工程 .....	43
一、概述 .....	44
二、土石坝的剖面与构造 .....	46
三、河岸式溢洪道 .....	52
四、水工隧洞 .....	54
第四节 重力坝与拱坝蓄水枢纽工程 .....	59
一、重力坝的特点与类型 .....	60
二、溢流重力坝 .....	62
三、重力坝的泄水孔 .....	66

四、拱坝 .....	67
第五节 取水枢纽工程 .....	73
一、自流取水枢纽的布置 .....	73
二、平原地区水闸的结构型式和工作特点 .....	77
第六节 水力发电工程 .....	79
一、坝式水电站 .....	80
二、引水式水电站 .....	81
三、混合式水电站 .....	83

## 第二编 水利水电工程勘察测量设计

第一章 水利水电工程地质问题分析 .....	87
第一节 水利水电工程斜坡稳定性分析 .....	87
一、斜坡应力分布特征 .....	88
二、影响斜坡稳定性的因素 .....	92
三、斜坡的变形与破坏 .....	98
四、斜坡稳定性评价 .....	109
第二节 水利水电工程坝基岩体稳定性分析 .....	128
一、不同坝型对工程地质条件的要求 .....	130
二、坝基岩(土)体内的应力分布特征 .....	132
三、坝基变形与容许承载力 .....	136
四、坝基抗滑稳定性分析 .....	139
五、拱坝坝肩抗滑稳定性分析 .....	165
第三节 水库工程地质问题分析 .....	169
一、水库渗漏问题 .....	169
二、水库浸没问题 .....	181
三、水库塌岸问题 .....	183
四、水库淤积问题 .....	193
第二章 水利水电工程勘测方法与探测新技术 .....	195
第一节 电阻率剖面法 .....	195
一、联合剖面法 .....	195
二、对称四极剖面法 .....	208
三、中间梯度法 .....	213
四、偶极剖面法 .....	215
五、高密度电阻率法 .....	217
六、对电剖面法的一些干扰因素的处理 .....	220
第二节 电阻率测深法 .....	226

一、电阻率测深法的基本原理和野外工作方法	226
二、电测深法的应用	231
第三节 岩体声波探测法	235
一、声波仪的基本原理	237
二、声波探测	239
三、声波探测应用实例	243
第四节 重力、磁法和放射性勘探法	247
一、重力勘探	247
二、磁法勘探	255
三、放射性勘探	261
附：水利水电工程坑探规程	265
一、范围	265
二、引用标准	266
三、总则	266
四、任务布置与施工准备	266
五、坑探工程质量	267
六、安全技术基本规定	268
七、探坑、浅井、探槽	269
八、平洞	270
九、斜井、竖井、沉井	285
十、河底平洞	290
十一、坑探机械操作与维护	291
附录 A (提示的附录)	298
附录 B (提示的附录)	299
附录 C (提示的附录)	300
附录 D (提示的附录)	301
附录 E (提示的附录)	302
附录 F (提示的附录)	303
附录 G (提示的附录)	304
第五节 水利水电工程探测新技术及应用案例	305
实例一 溪洛渡水电站坝基固结灌浆试验检测	305
实例二 静电 $\alpha$ 卡探测在电站工程勘探中的应用	313
实例三 可控源音频大地电磁法在南水北调西线工程中的应用	315
实例四 超声波技术在五龙口沁河大桥混凝土裂缝检测中的应用	319
实例五 堤防质量探测的地球物理方法及其应用成果	321
实例六 瞬变电磁法探测堤防渗漏隐患	330
实例七 工程测试新技术在堤坝隐患探测中的应用	335
实例八 电法探测隐患在东平湖堤防中的应用	338

## 目 录

实例九 综合探测技术在天津堤防隐患探测中的应用	343
实例十 物探在洞庭湖堤防隐患探测中的应用	348
实例十一 浅谈电法探测技术在堤防隐患探测中的应用	352
实例十二 德国堤防隐患探测技术	355
实例十三 土坝防渗勘探瑞雷波法	359
实例十四 大地电导率仪探测堤防渗漏隐患	363
第三章 水利水电工程地质勘察与技术规范	369
第一节 水利水电工程地质勘察基本点与阶段勘察要点	369
一、水利水电工程地质勘察的基本点	369
二、水利水电工程的特点	369
三、水利水电枢纽工程的分级指标	370
四、工程地质勘察各阶段研究内容的要点	370
第二节 水库区工程地质勘察	373
一、水库渗漏的工程地质勘察	373
二、水库浸没工程地质勘察	374
三、水库塌岸工程地质勘察	375
四、水库淤积工程地质勘察	376
五、地下水库工程地质勘察	376
六、水库区工程地质勘察要点	378
第三节 水利水电枢纽工程地质勘察	379
一、选择坝址、坝线的工程地质研究	380
二、坝址区工程地质勘察	385
第四节 地下洞室工程地质勘察	393
一、地下洞室线路的选择	393
二、地下洞室工程地质勘察要点	394
三、地下洞室的施工地质工作	395
第五节 溢洪道工程地质勘察	398
一、溢洪道工程地质问题	398
二、溢洪道位置的选择	399
三、陡槽段地基抗冲刷稳定性分析	399
四、出口消能段地基稳定性分析	400
五、溢洪道的工程地质勘察要点	404
第六节 渠道工程地质勘察	405
一、渠道渗漏问题	405
二、渠道边坡稳定问题	406
三、渡槽、倒虹的工程地质问题	407
四、渠道线路的选择问题	408
五、渠道工程地质勘察要点	408

## 目 录

第七节 水利水电工程地质勘察规范	409
一、总则	409
二、基本规定	409
三、规划阶段工程地质勘察	410
四、可行性研究阶段工程地质勘察	413
五、初步设计阶段工程地质勘察	422
六、技施设计阶段工程地质勘察	434
附录 A 工程地质勘察报告附件	437
附录 B 喀斯特渗漏评价	438
附录 C 浸没评价	439
附录 D 岩土物理力学性质参数取值	441
附录 E 岩体风化带划分	445
附录 F 边坡稳定分析	446
附录 G 环境水对混凝土腐蚀评价	448
附录 H 黄土湿陷性判别	450
附录 J 岩土渗透性分级	451
附录 K 岩体结构分类	452
附录 L 坝基岩体工程地质分类	453
附录 M 土的渗透变形判别	455
附录 N 土的液化判别	458
附录 P 围岩工程地质分类	461
第四章 天然建筑材料勘察与技术规范	465
第一节 天然建筑材料选择原则及设计勘测要点	465
一、建筑材料产地选择原则	465
二、各设计阶段的勘察要点	465
第二节 天然建筑材料的质量技术要求	466
一、块(条)石料	466
二、砂砾料	467
三、土料	468
四、人工砂	469
五、石渣(代替料)	470
第三节 天然建筑材料的储量计算	470
一、计算范围的确定	470
二、储量计算方法	471
第四节 水利水电工程天然建筑材料勘察规程	472
一、总 则	472
二、术语、符号	472
三、一般规定	474

## 目 录

四、各设计阶段天然建筑材料勘察	475
五、料场勘探和取样试验	476
六、资料整理与报告编写	487
附录 A 天然建筑材料质量技术要求	491
附录 B 常见含碱活性成分的岩石及碱活性判定标准	498
附录 C 土的分类	499
附录 D 试验成果整理方法	503
附录 E 天然建筑材料勘察常用表	505
第五章 水利水电工程测量与技术规范	519
第一节 工程测量的基本问题	519
一、工程测量的任务与近期发展简况	519
二、施工控制网的布设	521
三、施工控制网的坐标系统	522
四、工程建筑物放样的程序和精度	525
五、水利枢纽施工控制网的布设	526
六、施工基本平面控制网精度的确定	527
第二节 水准测量	529
一、水准测量原理	529
二、水准测量仪器和工具	530
三、水准仪的使用	534
四、水准测量的方法与要求	535
五、单一水准路线的高程计算	539
六、水准仪的检验与校正	541
七、水准测量注意事项	543
第三节 角度测量	545
一、角度测量的概念	545
二、J <sub>6</sub> 型光学经纬仪	546
三、经纬仪的使用	551
四、水平角观测	554
五、天顶距观测	558
六、经纬仪的检验和校正	561
七、角度测量的主要误差来源及其消减方法	565
第四节 距离测量与直线定向	568
一、钢尺量距	568
二、视距测量	570
三、光电测距简介	573
四、直线定向	577
五、直线距离和方向与端点直角坐标的关系	579



第五节 地形图的测绘与使用	579
一、地物地貌在图上的表示方法	579
二、测图前的准备工作	588
三、经纬仪配量角器测图	592
四、平板仪测图	595
五、等高线的勾绘	597
六、地形图的拼接、整饰、检查与验收	598
七、地形图的阅读	601
八、地形图应用的基本内容	603
九、地形图在工程规划设计中应用举例	605
第六节 渠道和堤线测量	607
一、概述	607
二、选线测量	608
三、中心导线测量	611
四、纵断面高程测量	612
五、横断面测量	616
六、纵横断面图的绘制	620
七、土方计算及其精度分析	623
八、路线恢复和渠道边桩放样	630
第七节 河道测量	632
一、水位测量	633
二、水深测量	634
三、河道纵横断面测量	637
四、水下地形测量	641
第八节 水利建筑物的放样和淹没界桩的测设	643
一、重力坝的放样	643
二、拱坝的放样	650
三、水闸的放样	651
四、隧洞的放样	654
五、水库淹没界桩的测设	659
第九节 水库测量	661
一、水库测量的基本任务与特点	661
二、设计水电站工程时对库区地形图精度的要求	663
三、水库淹没界线测量	664
四、水库库容的计算	668
五、机械式求积仪	670
第十节 水利水电工程施工测量规范	675
一、总则	675

二、平面控制测量	677
三、高程控制测量	688
四、放样的准备与方法	698
五、开控工程测量	706
六、立模与填筑放样	710
七、金属结构与机电设备安装测量	714
八、地下洞室测量	717
九、辅助工程测量	723
十、施工场地地形测量	726
十一、疏浚及渠堤施工测量	728
十二、施工期间的外部变形监测	733
十三、竣工测量	736

## 第三编 水利水电工程建筑设计

第一章 岩基上的重力坝设计	741
第一节 非溢流重力坝剖面设计	741
一、基本剖面	741
二、实用剖面	743
三、剖面的优化设计简介	744
四、算例 1	745
第二节 溢流重力坝设计	752
一、溢流重力坝的工作特点	752
二、孔口设计	752
三、溢流曲线和剖面设计	760
四、消能工的形式与设计	763
五、溢流坝设计中有关高速水流的几个问题	771
六、下泄水流的衔接	773
七、坝身泄水孔	774
第三节 重力坝的用料与构造设计	774
一、重力坝的用料设计	774
二、重力坝的构造设计	777
第四节 重力坝的地基处理与设计	784
一、地基的开挖与清理	784
二、坝基的固结灌浆	785
三、帷幕灌浆	785
四、坝基排水	787

五、断层、破碎带处理·····	787
第五节 其他形式重力坝及支墩坝设计·····	790
一、宽缝重力坝·····	790
二、空腹重力坝·····	792
三、碾压式混凝土重力坝·····	793
四、浆砌石重力坝·····	794
五、支墩坝·····	798
第二章 拱坝的设计·····	801
第一节 拱坝设计与布置·····	801
一、拱坝的体型·····	801
二、拱圈形状及其参数拟定·····	801
三、拱冠梁剖面形状与尺寸拟定·····	804
四、拱坝平面布置型式·····	806
五、拱坝布置的原则与方法·····	809
第二节 拱坝泄洪工程设计·····	815
一、坝身泄洪方式·····	815
二、拱坝的消能与防冲·····	817
第三节 浆砌石拱坝的特点设计·····	818
一、结构特点·····	819
二、构造特点·····	820
三、应力允许值·····	822
第三章 土石坝的设计·····	825
第一节 土石坝的筑坝用料设计·····	825
一、筑坝材料的选择·····	825
二、土石坝填筑标准设计·····	827
第二节 土石坝渗流分析·····	829
一、土石坝渗流分析的目的及其方法·····	829
二、土石坝渗流分析的水力学法·····	830
三、土石坝渗透稳定分析·····	836
第三节 土石坝的地基设计与处理·····	839
一、砂砾石地基的渗流控制·····	840
二、其他地基的处理·····	845
第四章 水闸的设计·····	849
第一节 闸址选择和闸孔设计·····	849
一、闸址选择·····	849
二、闸孔设计·····	849
第二节 水闸的防渗排水设计·····	852
一、设计任务·····	852

二、闸基防渗长度确定	852
三、地下轮廓线布置	853
四、渗流计算	854
五、防渗及排水设施	860
第三节 水闸的消能、防冲设计	867
一、水闸冲刷原因及消能方式	867
二、消能防冲设施的形式、布置和构造	868
三、消能防冲设计条件的选择	872
第四节 闸室结构设计与计算	872
一、闸墩结构计算	873
二、整体式平底板结构计算	878
第五节 两岸连接建筑物设计	885
一、两岸连接建筑物的布置	885
二、两岸连接建筑物的结构型式与计算要点	888
第五章 岸边溢洪道设计	893
第一节 正槽溢洪道设计	893
一、进水渠	893
二、控制段	894
三、泄槽	897
四、出口消能段及尾水渠	901
第二节 侧槽溢洪道设计	901
一、侧槽溢洪道的布置特点	901
二、侧槽设计	901
三、侧槽水力计算要点	903
第三节 非常泄洪道设计	904
一、漫流式非常溢洪道	904
二、自溃式非常溢洪道	905
三、爆破引溃式	906
第六章 水利水电工程隧洞设计	909
第一节 隧洞各组成部分的形式与构造设计	909
一、进口建筑物的构造形式和计算要点	909
二、洞身的断面形状和构造	911
三、出口段的构造	918
第二节 无压隧洞衬砌的结构设计	920
一、顶拱衬砌计算	920
二、圆拱直墙式隧洞衬砌的内力计算	922
第三节 坝下涵管设计	930
一、涵管的总体布置	931

二、坝下涵管的水力计算	935
三、涵管的结构计算	937
<b>第七章 水利枢纽工程设计</b>	<b>943</b>
<b>第一节 水利枢纽的设计阶段及任务</b>	<b>943</b>
一、设计阶段的划分	943
二、设计阶段的任务	944
<b>第二节 蓄水枢纽的设计与布置</b>	<b>945</b>
一、坝址和坝型选择	945
二、蓄水枢纽布置的要求	947
三、蓄水枢纽布置的步骤	948
四、蓄水枢纽布置实例	950
<b>第三节 取水枢纽的设计与布置</b>	<b>954</b>
一、取水枢纽的功用、类型及特点	954
二、弯道环流原理	955
三、取水枢纽布置的一般要求	956
四、无坝取水枢纽的布置	957
五、有坝取水枢纽布置	961
<b>第四节 沉沙池设计</b>	<b>967</b>
一、沉沙池的作用及类型	967
二、厢式(直线式)沉沙池的设计	969
<b>第八章 渠道与渠系建筑物设计</b>	<b>973</b>
<b>第一节 渠道设计</b>	<b>973</b>
一、渠道选线	973
二、渠道的纵横断面	974
三、渠道渗漏及防渗措施	977
四、渠系建筑物的分类、功用及特点	980
<b>第二节 渡槽的型式和总体布置设计</b>	<b>981</b>
一、渡槽的适用情况	981
二、渡槽的型式	982
三、渡槽的总体布置	984
<b>第三节 倒虹吸管和涵洞设计</b>	<b>987</b>
一、倒虹吸管	987
二、涵洞	994
<b>第四节 跌水与陡坡设计</b>	<b>998</b>
一、跌水	998
二、陡坡	1003

## 第四编 水利水电工程施工设计与规范运作

第一章 水利水电工程施工导流 .....	1009
第一节 水利水电工程施工导流规划与设计 .....	1009
一、施工导流规划 .....	1009
第二节 围堰工程施工及其新技术应用 .....	1029
一、围堰形式及适用条件 .....	1029
二、围堰的平面布置 .....	1030
三、土石围堰 .....	1031
四、过水土石围堰 .....	1044
五、混凝土围堰 .....	1049
六、钢板桩格形围堰 .....	1056
应用一：万安水电站土石围堰的结构和填料设计及地基防渗措施 .....	1064
一、土石围堰结构设计中的几个问题 .....	1064
二、土石围堰的填料设计 .....	1067
三、土石围堰的地基防渗措施 .....	1069
四、小结 .....	1071
应用二：长江江堤及九江溃口段复堤渗流控制与地基处理设计 .....	1071
一、长江及溃口段堤防地基渗流特性分析 .....	1073
二、堤防地基渗流控制特性 .....	1074
三、复堤段渗流控制设计 .....	1080
四、复堤段地基处理设计 .....	1081
五、结论 .....	1082
第三节 堤防工程施工及其新技术应用 .....	1083
一、堤防在防洪体系中的地位 .....	1083
二、堤防防洪标准 .....	1083
三、堤防建设 .....	1084
四、堤防管理 .....	1085
应用三：堤防险情及其处置 .....	1092
一、险情判别 .....	1092
二、抢险堵漏处理原则 .....	1093
三、散浸及其处理 .....	1093
四、管涌与流土险情处理 .....	1094
五、漏洞与跌窝险情处理 .....	1095
六、堤面裂缝 .....	1096
七、脱坡 .....	1097

第四节 河道截流工程施工及其新技术应用 .....	1098
一、截流方法 .....	1098
二、截流设计与施工的主要问题 .....	1100
应用一：两次长江截流实践及截流理论新探讨 .....	1103
一、两次长江截流实况 .....	1103
二、截流工程类型及截流戗堤稳定机理 .....	1106
三、不同截流类型的戗堤设计 .....	1107
四、不同截流类型的抛投料选择 .....	1111
五、不同类型截流施工特性 .....	1112
六、结论 .....	1113
应用二：从葛洲坝、万安水电工程的截流实践谈立堵截流施工中的 几个问题 .....	1114
一、截流概况 .....	1116
二、截流准备工作 .....	1118
三、龙口截流施工 .....	1128
四、结论 .....	1132
应用三：河堤决口水力特性及堵口技术 .....	1132
一、决口水力特性及其计算 .....	1133
二、堵口工程结构 .....	1135
三、辅助堵口工程 .....	1139
四、堵口程序与方法 .....	1141
五、闭气 .....	1142
六、结论 .....	1143
第五节 基坑排水工程施工及其新技术应用 .....	1144
一、排水量计算 .....	1144
二、排水设备选择 .....	1145
三、排水布置 .....	1146
应用一：深基坑隔渗帷幕设计与计算 .....	1147
一、隔渗帷幕结构类型 .....	1148
二、隔渗体断面结构 .....	1150
三、隔渗帷幕结构设计 .....	1151
四、隔渗及降水效果计算 .....	1154
五、结论 .....	1156
应用二：三峡二期围堰深水抛投风化砂施工期稳定分析及抛投技术 .....	1156
一、水下抛投风化砂干容重计算 .....	1157
二、水下抛投风化砂填筑体强度 .....	1159
三、提高深水抛填体密实性、稳定性措施 .....	1160
四、结论 .....	1164

应用三：粉煤灰坝及其地基的渗流控制 .....	1164
一、粉煤灰的渗流特性 .....	1165
二、渗流控制设计原则 .....	1166
三、渗流控制工程布置 .....	1167
四、渗流控制措施设计 .....	1172
五、结论 .....	1175
第六节 水利水电工程施工通航与其技术应用 .....	1176
一、施工通航水力学条件 .....	1178
二、通航导流明渠水力学计算与分析 .....	1179
三、有通航要求的导流明渠设计 .....	1185
应用一：万安水利枢纽施工期临时通航设计 .....	1187
一、水工布置及导流方案 .....	1189
二、各施工期的施工通航措施 .....	1189
三、施工通航效果 .....	1193
四、结论 .....	1193
应用二：万安水电站一期导流期间的施工通航措施 .....	1194
一、万安河段航道情况 .....	1194
二、一期导流期间施工通航措施设计原则 .....	1196
三、航道设计 .....	1196
四、整治建筑物 .....	1198
五、助航措施 .....	1199
六、结论 .....	1200
第二章 水利水电土石方工程规范施工与质量控制 .....	1201
第一节 土方挖运与压实工程施工 .....	1201
一、人工挖运 .....	1201
二、机械挖运 .....	1201
三、压实理论与压实方法 .....	1214
四、压实机械与压实机械的选择 .....	1215
五、压实试验 .....	1219
六、土石方开挖工程质量控制 .....	1221
第二节 碾压式土石坝规范施工 .....	1236
一、土石坝施工特点 .....	1236
二、施工进度计划 .....	1237
三、坝区平面布置 .....	1241
四、料场规划、开采和加工 .....	1245
五、土石方平衡与料场调度规划 .....	1246
六、坝体施工方法 .....	1248
七、施工机械设备选择 .....	1250



## 目 录

八、心墙土石坝 .....	1251
九、混凝土面板坝 .....	1253
十、碾压式土石坝质量控制要点 .....	1255
附：碾压式土石坝施工规范 .....	1260
一、范围 .....	1260
二、引用标准 .....	1260
三、总则 .....	1261
四、测量 .....	1261
五、导流与度汛 .....	1263
六、坝基与岸坡处理 .....	1265
七、坝料复查与使用规划 .....	1267
八、施工试验与坝料加工 .....	1270
九、坝料的开采与运输 .....	1271
十、填筑 .....	1274
十一、结合部位处理 .....	1277
十二、反滤排水设施与护坡 .....	1279
十三、安全监测 .....	1281
十四、施工质量控制 .....	1282
第三节 面板堆石坝与浆砌石坝规范施工 .....	1286
一、面板堆石坝施工 .....	1286
二、浆砌石坝施工 .....	1295
三、浆砌石坝质量控制要点 .....	1305
附一：面板堆石坝施工规范 .....	1314
一、范围 .....	1314
二、引用标准 .....	1314
三、总则 .....	1315
四、导流与度汛 .....	1316
五、坝基与岸坡处理 .....	1318
六、筑坝材料 .....	1319
七、坝体填筑 .....	1320
八、面板与趾板施工 .....	1323
九、接缝止水施工 .....	1326
十、安全监测 .....	1326
十一、质量控制 .....	1327
附录 A (标准的附录)：质量检查的主要项目及技术要求 .....	1328
附录 B (标准的附录)：标准用词说明 .....	1331
附二：面板堆石坝接缝止水技术规范 .....	1331
一、范围 .....	1331