



坝工丛书

电力工业部东北勘测设计院 陈明致
浙江省水利厅 金崇荃

堆石坝设计

水利出版社

◁ 坝工丛书 ▷

堆石坝设计

电力工业部东北勘测设计院 陈明致
浙江省水利厅 金来鏊



水利出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍国内外堆石坝的筑坝经验、设计理论和方法。

内容包括：堆石坝的枢纽布置；各种防渗体堆石坝；石料和堆石的性质；堆石坝的稳定计算；堆石坝的变形；堆石坝的应力和变形计算；堆石坝的观测设备等。

本书主要供水利水电工程技术人员阅读，也可供高等院校水利专业的师生参考。

堆 石 坝 设 计

电力工业部东北勘测设计院 陈明致

浙江省水利厅 金来娣

*

水利出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 56印张 1284千字

1982年6月第一版 1982年6月北京第一次印刷

印数 0001—2490册 精装定价6.60元

书号 15047·4184

前 言

堆石坝这种坝型历史悠久，古代就成功地建造过。建国以来，各地区修建了多种类型的堆石坝，有的坝高已超过百米以上，而且在定向爆破堆石坝、重力墙式堆石坝、沥青混凝土斜墙或心墙堆石坝以及溢流堆石坝等方面都积累了丰富的经验。在国外，由于大型土石方施工机械的发展，为建造堆石坝创造了极为有利的条件，七十年代中所建堆石坝在数量上已超过混凝土坝，尤其对于百米以上高坝，堆石坝已成为主要坝型之一。

堆石坝具有明显的造价低、施工速度快、节约水泥、适应不良地质条件和抗震性强等优点。因此，在国内外将会更多地兴建。

为了适应我国水利水电建设发展的需要，总结堆石坝的设计和建筑实践经验、介绍有关研究成果，我们委派陈明致和金来鋈两位同志，在有关同志的积极支持和协助下，广泛收集资料，编写了《堆石坝设计》一书。书中，第一、七、八、九、十、十一、十二、十三章系由陈明致同志执笔；第二、三、四、五、六章系由金来鋈同志执笔；最后全书由陈明致同志统校和定稿。

本书在编写过程中，得到华东水利学院、四川省水利局及水利勘测设计院、湖南省水电设计院、辽宁省水利勘测设计院、福建省水电厅以及陕西省水利局石头河水库工程局等单位的热情帮助和参加审查，在此一并表示感谢。

我们希望《堆石坝设计》这本书的出版，能对水利水电技术工作者有所助益。但是由于我们理论水平和实践经验毕竟是有限的，书中肯定会存在许多不足之处，恳切希望广大读者给予批评指正。

电力工业部东北勘测设计院
浙 江 省 水 利 厅

1981.10

目 录

前 言

概 论

第一章 堆石坝的枢纽布置和坝型	5
第一节 堆石坝枢纽布置方式	5
第二节 泄洪和引水建筑物均位于河岸的枢纽布置	5
第三节 河岸泄洪建筑物的布置	7
第四节 河岸引水建筑物的布置	29
第五节 泄洪和引水建筑物分设在河床和河岸的枢纽布置	35
第六节 泄洪和引水建筑物均位于河床的枢纽布置	39
第七节 其他建筑物的布置	46
第八节 非常溢洪道	49
第九节 堆石坝的坝型	55
第二章 土防渗体堆石坝	58
第一节 防渗土料的选择	58
第二节 土斜墙堆石坝	82
第三节 土心墙堆石坝	92
第四节 土心墙和土斜墙的比较	108
第五节 反滤层	118
第六节 不溢流的照谷社型斜墙堆石坝	130
第三章 钢筋混凝土防渗体堆石坝	133
第一节 发展概况	133
第二节 钢筋混凝土斜墙堆石坝的坝轴线和边坡	140
第三节 钢筋混凝土斜墙	142
第四节 斜墙的排水结构和齿墙	152
第五节 钢筋混凝土斜墙的接缝	158
第六节 钢筋混凝土斜墙的厚度和配筋	172
第七节 干砌石层	175
第八节 混凝土心墙	178
第四章 沥青混凝土防渗体堆石坝	180
第一节 沥青种类和性质	180
第二节 骨料、填料及外加剂	186
第三节 沥青混凝土的分类	190
第四节 沥青混凝土的性质	204
第五节 沥青混凝土斜墙堆石坝	216
第六节 沥青混凝土心墙堆石坝	240

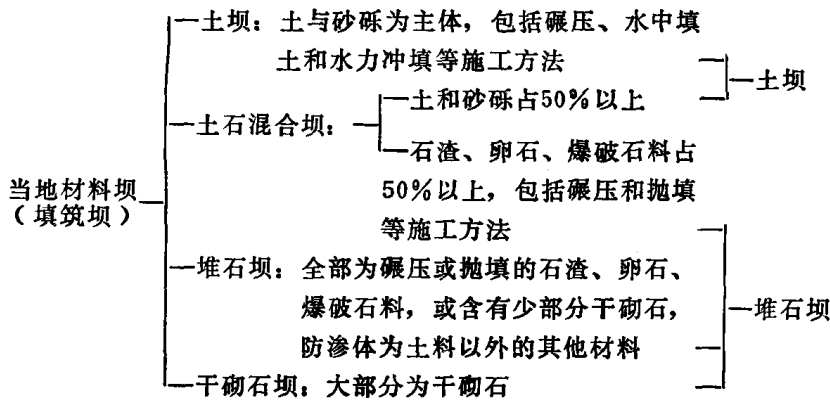
第五章 其他防渗体堆石坝	254
第一节 其他防渗体种类	254
第二节 木板斜墙	254
第三节 木板心墙	258
第四节 钢板斜墙	259
第五节 浆砌石斜墙	265
第六节 喷浆斜墙	267
第七节 塑料薄膜防渗体堆石坝	268
第六章 重力墙堆石坝	272
第一节 发展概况	272
第二节 混凝土重力墙堆石坝	274
第三节 浆砌石重力墙堆石坝	275
第四节 干砌石重力墙堆石坝	278
第五节 空库时重力墙的稳定计算	279
第六节 满库时重力墙的稳定计算	283
第七章 定向爆破堆石坝	287
第一节 发展概况	287
第二节 坝址选择和勘测试验工作	289
第三节 坝的施工程序坝型和坝剖面形状	292
第四节 定向爆破的原理	299
第五节 地形与地质条件对爆破的影响	306
第六节 药包布置	310
第七节 爆破参数的确定	319
第八节 定向爆破坝药包设计举例	329
第九节 定向爆破岩石的堆积计算	333
第十节 定向爆破对地下水工建筑物和岸坡的影响	347
第十一节 爆破安全距离	356
第十二节 堆积石块的压实和沉陷	358
第十三节 药室和起爆网路	363
第八章 过水堆石坝	369
第一节 概述	369
第二节 渗透堆石坝	373
第三节 溢流-渗透堆石坝	382
第四节 钢筋网加固的溢流堆石坝	387
第五节 照谷社型溢流堆石坝	393
第六节 硬壳坝——岩基上的一种溢流堆石坝	402
第七节 土基上的溢流堆石坝	413
第八节 溢流堆石坝下游水面衔接计算	427
第九节 溢流堆石坝下游加固的计算	435
第九章 石料和堆石的性质	440

第一节	堆石材料的质量要求	440
第二节	堆石材料的级配	446
第三节	石渣风化石渣和风化砂	458
第四节	堆石试验设备	466
第五节	堆石的抗剪强度	478
第六节	堆石的应力-应变关系	493
第十章	堆石坝的稳定计算	504
第一节	堆石坝稳定计算方法	504
第二节	土斜墙保护层的稳定计算	508
第三节	土斜墙的稳定计算	515
第四节	砌石层的稳定计算	518
第五节	堆石坝下游坡的稳定计算	521
第六节	土心墙堆石坝的稳定计算	522
第七节	条块极限平衡分析的精确方法	526
第八节	毕肖普方法	533
第九节	郎畏勒方法	537
第十节	詹布方法	539
第十一节	三向稳定分析方法	547
第十二节	通过应力计算分析坝的稳定	558
第十三节	地震对堆石坝稳定的影响	562
第十四节	堆石边坡抗震稳定计算	583
第十五节	抗震计算拟静力法	587
第十六节	以变形评价抗震稳定性的方法	595
第十七节	能量法	611
第十一章	堆石坝的应力和变形计算	620
第一节	应力和变形计算的目的是方法	620
第二节	有限单元法分析线弹性问题	630
第三节	有限单元法计算非均质坝的应力和变形	636
第四节	有限单元法计算非线性问题	643
第五节	蓄水时坝体应力和位移的计算	673
第六节	线性分析与非线性分析的对比	689
第七节	弹塑性应力-应变模型	692
第八节	坝体各向不同性时的应力和变形	699
第九节	平面问题分析与空间问题分析的对比	702
第十节	有限单元分析与实测资料的对比	710
第十一节	考虑固结影响的有限单元分析方法	713
第十二节	地震时坝体应力和变形的计算	719
第十三节	土心墙的应力计算	736
第十四节	非均质坝体和考虑塑性平衡的应力计算——有限差分法	739
第十二章	堆石坝的观测设备	755

第一节	观测工作的目的和内容	755
第二节	表部变形观测	757
第三节	浸润线的观测	767
第四节	坝体内部沉陷观测	774
第五节	水平位移计	785
第六节	孔隙压力观测	796
第七节	土压力观测	819
第八节	应变计	825
第九节	刚性心墙变形观测	828
第十节	混凝土防渗墙的观测	834
第十一节	观测设备布置实例	840
第十三章	堆石坝的变形	845
第一节	堆石坝的垂直沉陷	845
第二节	堆石坝向下游的位移	850
第三节	堆石坝的侧向位移	858
第四节	盐泉坝的变形	861
第五节	帕拉地拉坝的变形	863
第六节	塞沙纳坝的变形	867
第七节	斯科夫坝的变形	870
第八节	党河坝的变形	872
第九节	英菲尔尼罗坝的变形	874
第十节	涅采华柯约特坝的变形	877
第十一节	乌塔德第四坝的变形	879
第十二节	肯尼坝的变形	881
第十三节	变形对堆石坝的危害	883
第十四节	影响堆石坝变形的因素	885
第十五节	减小和对付变形的措施	888

概 论

堆石坝泛指用石块不靠胶结材料，经过抛填、碾压或砌筑等方法堆筑成的挡水建筑物。因为堆石体是透水的，因而需要用土、混凝土、沥青混凝土、钢、木、塑料等材料作防渗体。根据防渗材料的种类以及防渗体的位置来命名堆石坝。例如土心墙堆石坝、钢筋混凝土斜墙堆石坝等等。有人以为堆石坝是由块石堆成的疏松体，这是误解。堆石坝是采用一定施工手段加以压实的，以往采用过高空抛填辅以高压水枪冲射，也采用过由重型推土机、自卸汽车、气胎碾、平碾、振动器、振动碾等多种方法压实堆石。高空抛填辅以水冲的堆石体与经过碾压的堆石体，除了施工方法不同外，没有其他不同之处。堆石坝与土坝有许多相似之处，不过土坝的主体是土，而堆石坝的主体是堆石。由于采用土料作防渗体的堆石坝日益增多，因此产生了土石坝的名称。国外还有把土坝和堆石坝统称为填筑坝的。国内还出现了石渣坝、土石混合坝、碾压堆石坝等名称，其实都是包含在土坝或堆石坝中的。由于避免因多种名称造成混乱，首先应当加以分类。作者提出土坝和堆石坝的分类如下图：



概括一句话：堆石坝与土坝的区分在于石料与土料的比例，石料（包括石渣、卵石和爆破石料）占坝剖面50%以上的称为堆石坝，反之称为土坝。

石块作为筑坝材料在山区是到处都有的。堆石坝和土坝在水坝中比重日益增大。1977年统计国外高于15米的12517座坝中，堆石坝和土坝就占96%。高于百米的坝中，堆石坝和土坝已占45%，且大部是堆石坝。两座高于300米的都是堆石坝。高于百米的坝中，在1950年以前，堆石坝和土坝还只占30%，但在六十年代建设的坝，堆石坝和土坝已占40%；七十年代建设的坝中，堆石坝和土坝更超过了60%。堆石坝的高度，从三十年代的121米，六十年代的155米，达到七十年代的325米，拟建的更高达476米。堆石坝体积最大者已达13700万立方米。

在高坝领域中，堆石坝的数量逐渐超过混凝土重力坝和拱坝，占据了多数地位。这并非因国外剩余的优良坝址已很少，主要是因为堆石坝有施工快、造价低的优点。与混凝土

218-1-11

坝比较，堆石坝有以下优越之处。

(1) 堆石坝施工简单 堆石坝工序少，土石料只有采、运和碾压三步骤。而混凝土坝则有骨料开采、筛选和贮放；水泥运输和贮放；模板、钢筋、冷却水管的制作和支立；混凝土的拌合、运输、吊运入仓、振捣和养护等十数道工序。而且混凝土坝温度控制需要制冷设备、水管冷却措施、分缝、分层浇筑和时间间隔的要求，不但施工远比堆石坝复杂，施工速度也远不如堆石坝快。无容讳言，堆石坝的导流，因不能像混凝土重力坝那样可以在坝体留底孔或用梳齿法导流，尚须另设泄水建筑物，因而比重力坝复杂。但与拱坝差不多，拱坝也常需修建导流隧洞和岸坡溢洪道。在进行导流工程的同时，堆石坝可以分段开始施工，并不耽误工期，实践证明导流工程的修建，不是影响选择堆石坝的重要因素。导流工程虽然需要1~2年工期，但混凝土坝施工所需的筛选厂、拌合楼、栈桥、缆机等附属工程，花费的时间甚至更长。已有不少堆石坝工程采用大断面导流隧洞（导流后改作泄洪或引水工程）和坝面施工期过水的措施，以保证顺利地筑坝。施工围堰作为堆石坝坝体的一部分，既节省了工程费又加快了进度，这是混凝土坝所不可能有的条件。有时采用堆石坝反而有利于导流，例如高80米的大勒斯坝，河道流量超过1万立方米/秒，没有修建围堰，而抛砂、石于深水中，一个枯水期便建成了堆石坝。在大江大河上修建的堆石坝也日益增多，堆石坝的泄洪建筑物过流量已超过4万立方米/秒。

堆石坝施工质量的控制措施也比混凝土坝简易，而且混凝土坝容易产生裂缝；灌浆管、冷却水管和排水管还易于堵塞，同时可能发生其他各种混凝土质量事故。

(2) 堆石坝造价便宜 由于大吨位自卸汽车、挖掘机和振动碾等大型土工机械的发展，土石方单价大大降低。同时由于振动碾和大马力推土机的应用，风化软岩和隧洞石渣都可用来筑坝，对堆石材料的要求也可大大放宽，隧洞和溢洪道挖方几乎全可利用于筑坝。堆石坝枢纽的造价大大低于混凝土坝枢纽。在不良的地质条件下，例如在碧口这样深厚覆盖层上修建混凝土坝肯定比目前建成的土石混合坝贵得多。即使在许多适宜于修建混凝土坝的坝址，为了节省造价而选择堆石坝的实例也不胜枚举。例如美国的柯特无乃特坝（坝址宽高比为3.0），堆石坝枢纽的造价只为混凝土坝枢纽的一半。伊拉克的德彭地克汗堆石坝枢纽（坝址宽高比为3.3），虽然整个堆石坝坐落在坚硬岩石上，仍比混凝土坝枢纽便宜。我国狮子滩堆石坝虽然结构复杂，仍比混凝土坝枢纽便宜得多。以上这些坝都是五十年代修建的，当时大型土工机械还未像现在这样发展。美国七十年代施工的路地坝（高98米），每立方米土心墙单价0.48美元、填砂砾1.38美元、堆石1.25美元（人工工资每小时3~4美元），而混凝土单价仍然很高，达37~90美元，堆石单价只为混凝土的 $\frac{1}{30}$ ~ $\frac{1}{70}$ 。日本的单价也大致相同。加拿大波太基山坝每立方米土心墙造价4.6~5.2美元、堆石2.6~3.3美元，混凝土则为100美元，堆石与混凝土比价也达 $\frac{1}{30}$ 。我国目前大型土工机械还少，堆石施工经验也不足，因而堆石单价偏高，约为混凝土的 $\frac{1}{10}$ 。根据国际发展趋势，堆石单价一定会大幅度下降。

(3) 堆石坝施工速度快 堆石坝的施工速度很高, 所需工人很少, 在国际上已是公认的。按照现今施工水平, 体积300~1200万立方米的堆石坝枢纽工程, 总工期只需16~60个月, 其中筑坝工期只需6~30个月。我国石头河坝日上坝土石料1.4万立方米(密云坝土方曾达30万立方米/日, 是国内最高纪录)。国外则高得多, 如波太基山坝为12.7万立方米/日, 塔贝拉坝为23万立方米/日。高244米的迈卡坝(坝址宽高比为3.2), 虽坝址处河谷狭窄, 最高填筑强度也达5.3万立方米/日。坝址非常狭窄的高237米的契伏坝(坝址宽高比为1.2), 在年雨量6000毫米的不良气候下, 1100万立方米的土石, 在34个月内筑完。相比之下, 混凝土重力坝的最高浇筑强度只达1.2万立方米/日。考虑到堆石坝体积为混凝土重力坝的4~5倍, 就会认识到堆石坝的施工速度大大超过混凝土坝。日本1977年高于百米的坝中, 有堆石坝7座、混凝土坝3座, 堆石坝平均工期(从导流工程开工算起)5年7个月, 而混凝土坝为8年11个月, 堆石坝平均工期比混凝土坝短3年多。加拿大所筑高坝中堆石坝比重达90%, 一般日填筑强度为5~10万立方米, 虽然冬季不能施工, 每年平均仍可填筑土石800~1400万立方米, 以堆石坝为枢纽工程的大型水电站工期为5~7年, 其中导流及围堰工程2年, 大坝及厂房3~4年, 尾工1年, 全部工程职工人数为2000~3000人。美国有的高堆石坝有更高的施工速度, 工期只4~6年。例如体积5900万立方米的奥洛维尔坝, 筑坝期仅4年, 只用500名工人。体积1990万立方米的纳瓦约坝, 建设工期仅42个月, 用545名工人。西欧一些百米以上高堆石坝, 工期一般也只有30~50个月, 用110~850名工人。在第三世界国家中也有较高施工速度的, 如泰国的斯另娜嘎另德坝(高140米、体积1210万立方米)从开始准备到竣工只4年9个月。巴基斯坦世界最大体积的塔贝拉坝(1.37亿立方米), 从导流等准备工程开始到建成只6年, 如果这个坝是混凝土坝, 那是不敢想像的。

堆石坝所以能高速施工, 主要是因其工序简单和应用大型土工机械, 且环节少, 故障少, 通用的土工机械易于检修和替换。目前国外所用大型土工机械, 有斗容5~10立方米的挖掘机或轮式装载机、载重100~120吨的底卸式自卸汽车、9~15吨振动碾、300~500马力推土机、宽1.85米的皮带运输机等。但大部分工程多用小一些的设备, 如斗容4~6立方米挖掘机、30~60吨自卸汽车也能达到快速施工目的, 并且这些机械更易取得。机械化程度较高的工程, 每名工人装备40~60马力的机械, 如按最大日填筑方量计算, 每日每立方米约1.5~2.0马力。堆石坝的导流、引水工程的快速施工也是保证堆石坝枢纽工程快速施工的重要条件。例如迈卡坝的地下厂房岩石开挖量为74万立方米, 工期仅16个月, 施工高峰时为1500名工人。

(4) 堆石坝能节约大量水泥、钢材和木材 一座大型混凝土坝的水泥用量常达数十万吨甚至一、二百万吨, 所用钢材和木材动辄以万吨、万立方米计, 而其所用的模板、栈桥、冷却水管和灌浆管、廊道和坝体配筋、施工附属企业建筑和地垆等配筋等都是堆石坝所不需要的, 因此可以节约大量的水泥、钢材和木材。

运输水泥等材料往往引起对外交通的困难, 这也是混凝土坝建设中的重大问题。坝址往往位于偏僻山区, 为运输水泥而兴建铁路不但要花费巨额投资, 而且会拖延工期。如果用汽车运输, 不仅大大增加混凝土单价, 而且所需汽车之多、负担之重甚至达到施工单位

难以承受的地步。

(5) 堆石坝能适应较差的地质条件 堆石坝对地质条件的要求比混凝土坝为低。不能或不宜于修建混凝土坝的坝址,都可修建堆石坝。堆石坝可以修建在深厚地砂卵石甚至冲积土层上,也可以修建在风化岩层上。对堆石坝防渗体基础的基岩破碎带处理和灌浆都比混凝土坝简单。

堆石坝与土坝相比,爆破采石当然比土场取土困难而费用高,但也有下列优点:

- (1) 堆石坝剖面小,工程量小,因而坝的造价不一定比土坝高。
- (2) 在山区,土少石多,取土要破坏耕地,不宜修建土坝,但可以建造堆石坝。
- (3) 堆石坝可以尽量利用开挖溢洪道和隧洞的石方,因而可以大大降低投资。
- (4) 堆石坝的抗振性能比细粒的土坝为好,在震区尤为重要。

我国水利资源极为丰富,水力蕴藏量居世界前列,但已开发的还很少,要加快水利水电开发步伐,提高筑坝速度和降低造价是很关键的问题。国内外经验已充分证明,采用堆石坝是多快好省的建设措施。有鉴于此,系统地介绍国内外修建堆石坝的宝贵经验,介绍设计堆石坝的理论和方法是必要的,也是我们编著此书的目的。

本书是水利出版社出版的坝工丛书之一,该丛书中的《土坝设计》已于1978年出版。考虑到堆石坝和土坝的设计理论有许多类似之处,例如防渗土料和反滤层设计、渗流计算、坝的超高、护坡、坝与其他建筑物的连接、坝基处理、沉陷计算等,并在《土坝设计》一书中作了详细介绍,因此本书不作过多叙述。

本书共分十三章。第一章为堆石坝的枢纽布置,分类列举一些带有启发性的枢纽布置形式,有些则是打破常规的,目的在于启发设计者的思路,起到举一反三、推陈出新的作用。第二章至第六章,根据防渗体的种类,叙述土防渗体堆石坝、钢筋混凝土堆石坝、沥青混凝土堆石坝、其他防渗体堆石坝和重力墙堆石坝的构造。对于土防渗体堆石坝,土料选择和土料及反滤料设计,读者可参阅《土坝设计》一书,本章只补充新近的土料分类标准和特殊土料的选用等在土坝设计中没有提及的方面。第七、八两章分别叙述定向爆破堆石坝和过水堆石坝的设计。第九章叙述石料和堆石性质。第十章为堆石坝的稳定计算,全面论述极限平衡方法的最新发展、三向稳定计算方法、能量法和以变位作控制标准的抗震分析方法等,这些内容是《土坝设计》一书所未提及的。第十一章叙述堆石坝的应力和变形计算,介绍两向和三向有限单元方法的成果,并附有两向有限单元法电子计算机计算程序。第十二章叙述堆石坝的观测设备及其布置。第十三章叙述堆石坝的变形和对付变形的措施。

第一章 堆石坝的枢纽布置和坝型

第一节 堆石坝枢纽布置方式

堆石坝大多修建在河谷狭窄、两岸陡峭的山区河流上，因为这种地区往往缺乏足够的土料，而石料丰富。因此，堆石坝的枢纽布置就和在狭窄河谷上的土坝或混凝土轻型坝类似；但它也具有自己的特点。修建在平原地区的堆石坝不但很少见，且其枢纽布置完全可以参考平原地区的土坝枢纽布置，故本书不再述及。

一个水利水电枢纽通常包括以下三种主要建筑物：挡水建筑物——坝，泄洪建筑物——溢洪道或泄洪隧洞，以及引水建筑物。堆石坝的枢纽布置，主要就是研究和选择最合适的泄洪和引水建筑物的位置和布置。本章系根据泄洪、引水建筑物位于河岸或河床来分类加以讨论，以便集中这些建筑物布置的经验，便于设计时参考。至于在特定情况下，枢纽中还包括有船闸、筏道、鱼道等特种建筑物，但这些特种建筑物的布置，在本书不进行讨论。

按照泄洪建筑物和引水建筑物的位置，可以将堆石坝枢纽分为下列五种类型：

- 1) 泄洪建筑物和引水建筑物均位于河岸；
- 2) 泄洪建筑物位于河岸，引水建筑物位于河床；
- 3) 泄洪建筑物位于河床，引水建筑物位于河岸；
- 4) 泄洪建筑物和引水建筑物均位于河床；
- 5) 堆石坝溢流。

这五种枢纽布置方式各有自己的特点。其中以第1种布置方式最多采用，其次是第4种布置方式，第2和第3种布置方式又次之。堆石坝溢流的第5种布置方式只适用于低坝，采用的也较少。

应当研究几种可能的枢纽布置方案，并进行技术、经济比较，从而选择符合满足运用条件、工程安全、投资节省和施工方便的枢纽布置方案。

本章中叙述的枢纽布置方式，只是为了尽可能地提供一些较好的枢纽布置经验供参考，而在不同的地形、地质和气象水文条件下不能生搬硬套。

第二节 泄洪和引水建筑物均位于河岸的枢纽布置

泄洪建筑物和引水建筑物均位于河岸，是堆石枢纽最常采用的布置形式。尤其是高水头的堆石坝，为了安全起见，避免将泄洪建筑物建造在河床中，其枢纽布置绝大多数属于这种形式。

河岸的泄洪建筑物有岸坡溢洪道和泄洪隧洞两种类型。一般说来，溢洪道比泄洪隧洞的造价便宜（特别陡峭岸坡或有其他特殊条件者除外），所以更多地被采用。岸坡溢洪道比泄洪隧洞有下列优点：

- 1) 在一般情况下，造价便宜；
- 2) 可利用大量的开挖溢洪道的石渣筑坝，运距较近时更可降低枢纽的造价；
- 3) 对于超出意料的洪水，有较大泄洪潜力；而泄洪隧洞，当水库水位增加时，泄流量增加得不多，因此岸坡溢洪道抗御特大洪水较为安全；
- 4) 在高速水流下，受气蚀破坏没有泄洪隧洞那样严重，也较易修复。

泄洪隧洞有下列优点：

- 1) 工程量较小；在两岸为高山且岸坡很陡时，建筑溢洪道较困难，建设泄洪隧洞则较便宜；
- 2) 可以利用施工导流隧洞作为泄洪洞的一部分，这样也就降低了造价；
- 3) 可以结合低高程的泄洪洞。因为即使采用岸坡溢洪道，也常为泄空水库（防空或维修堆石坝）或泄放前期洪水而建一个低高程的泄洪洞。

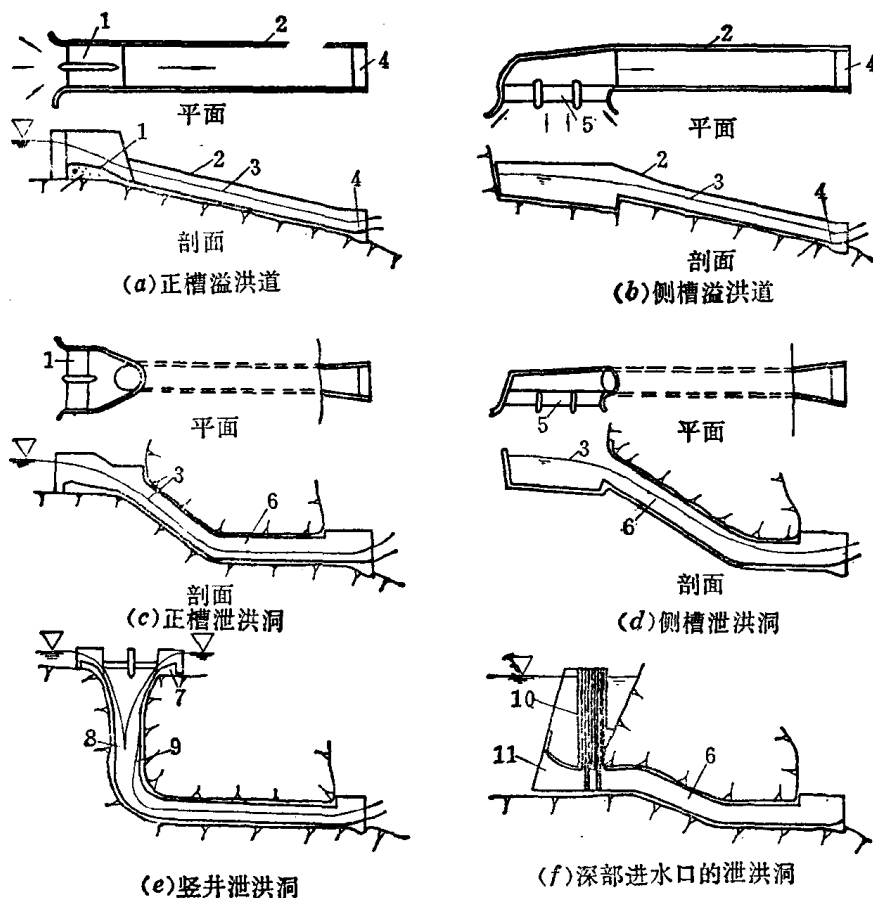


图 1-1 B 岸泄洪建筑物类型

1—正堰，2—导流墙，3—水面线，4—挑坎，5—侧堰，6—泄洪洞，7—圆形堰，8—竖井，9—折流坎，10—闸门井，11—深部进水口

泄洪建筑物的造价，有时占枢纽总造价的相当大的部分。因此在坝轴线选择时，泄洪建筑物的布置常是一个很重要的因素。堆石坝的坝轴线必须在做出枢纽布置方案后才能进行比较选定。有时，良好地形地质条件的坝轴线，可能因不利于布置泄洪建筑物而放弃，改选其他坝轴线。

根据溢流堰的过流方式，河岸溢洪道分为正槽、侧槽两大类。泄洪隧洞则可分为表部进水口和深部进水口两大类，而表面进水口又可分为正堰、侧堰和竖井式，见图1-1。无论是溢洪道或表面进水口的泄洪隧洞，溢流堰都可以有直线式、曲线式、折线式或其他花式等类型。

第三节 河岸泄洪建筑物的布置

一、利用堰口或平缓岸坡布置溢洪道

在堰口或平缓岸坡上布置河岸溢洪道最为有利。堰口的地形高程最好接近坝顶高程，以减少开挖量。在平缓岸坡上也容易选择开挖量较少的溢洪道位置。

在堰口或平缓岸坡上布置溢洪道，可以减少开挖量、开挖深度也较小，不会出现高边坡不稳定等问题，施工也较容易。

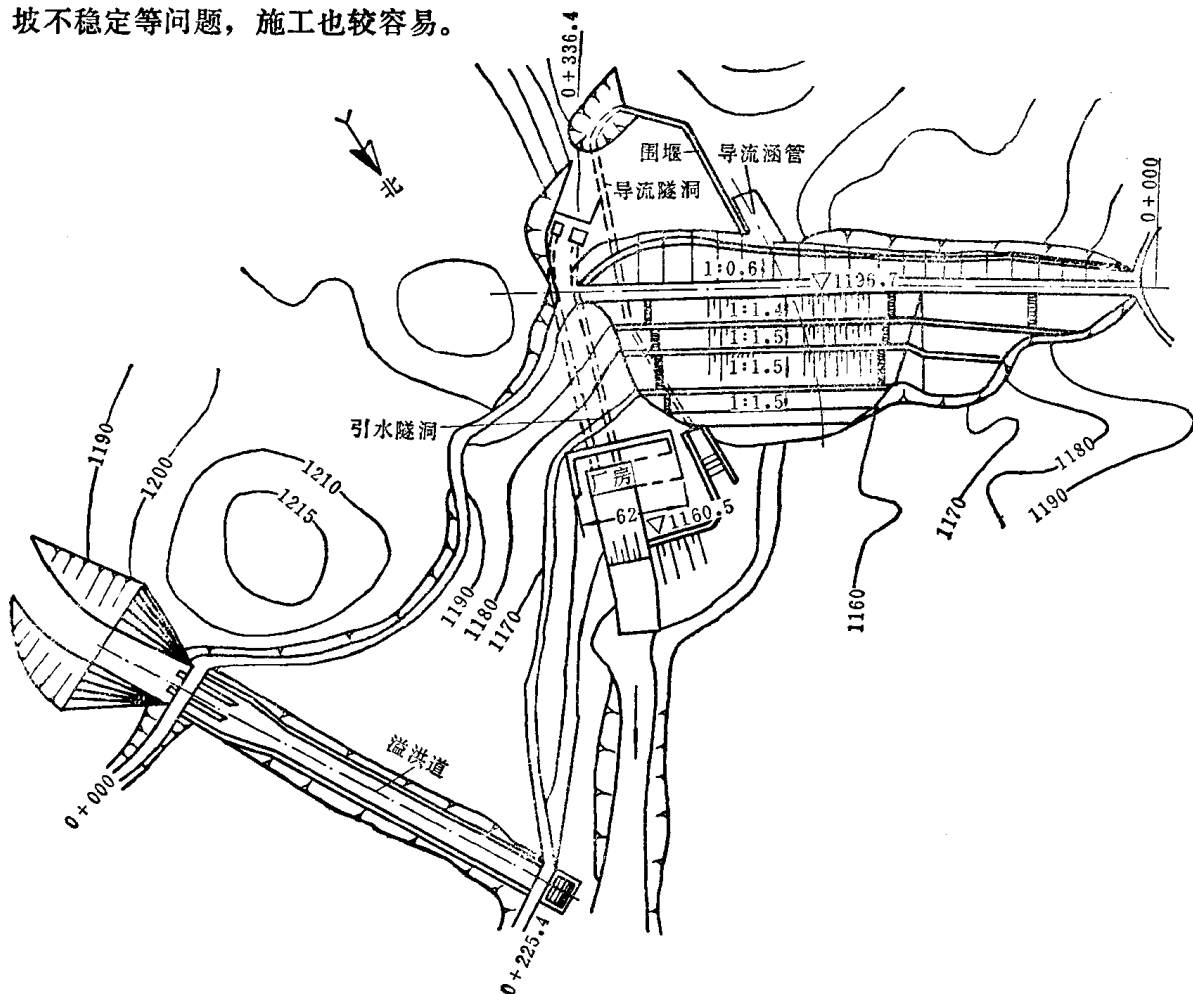


图 1-2 百花堆石坝枢纽布置图

例如图1-2的贵州百花堆石坝（高48.7米）和图1-3的福建山美堆石坝（高74米）都是利用坝头附近的垭口设置溢洪道。山美堆石坝的溢洪道布置在坝左侧300米距离的垭口，总泄流量3150立方米/秒，单宽流量56.3立方米/秒，坝体土石方量154万立方米，只十个月填筑完毕。

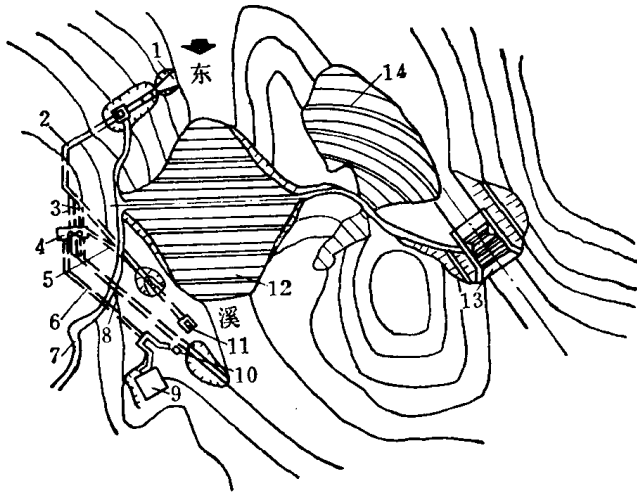


图 1-3 山美堆石坝枢纽布置图

- 1—导流、发电进水口；2—隧洞；3—发电支洞；4—厂房；5—安全洞；6—交通洞；7—公路；8—尾水洞；9—100千伏开关站；10—35千伏开关站；11—泄水洞；12—主坝；13—溢洪道；14—副坝

有时在距坝址较远处有垭口可以利用，同样可以用来设置溢洪道，如白莲河坝（高69米），溢洪道所在的垭口距坝达2公里。但是距坝址较远的垭口，常需研究其尾水渠所经山沟的受冲刷问题，尤其是溢洪道较常溢流时以及山沟两侧有居民或耕地时，尤应妥善研究处理。水丰水库的非常溢洪道，一次泄洪将尾水渠的山沟风化岩石冲刷掉几百万立方米。

应当查明垭口处的地质条件。垭口处常有断层、岩脉、深风化带等不良地质条件，对于建造混凝土溢流堰和导水墙不利，也易被水流冲刷，增加水流消能工程的困难和增大投资，

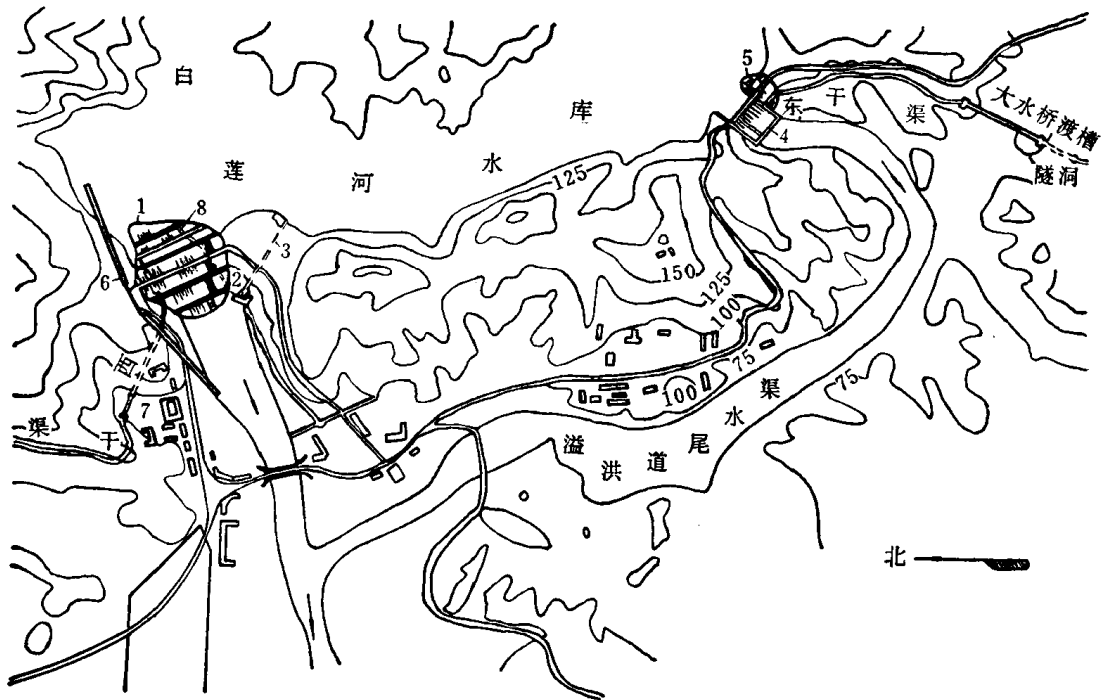


图 1-4 白莲河坝枢纽布置图

- 1—大坝；2—厂房；3—引水隧洞；4—溢洪道；5—副坝；6—驳道；7—管理局；8—导流涵渠

对此一定要注意。

当没有埡口可以利用时，地势不高、高程接近坝顶的平缓岸坡也是布置溢洪道的良好地形。平缓地形上开挖量较小，开挖边坡不太高。图1-5所示的赫尔芳尼坝就是利用右岸较平坦的山脊梁设置溢洪道，进口明渠和陡槽部分的开挖量都不大。像这样的地形，其他工程也曾遇到。

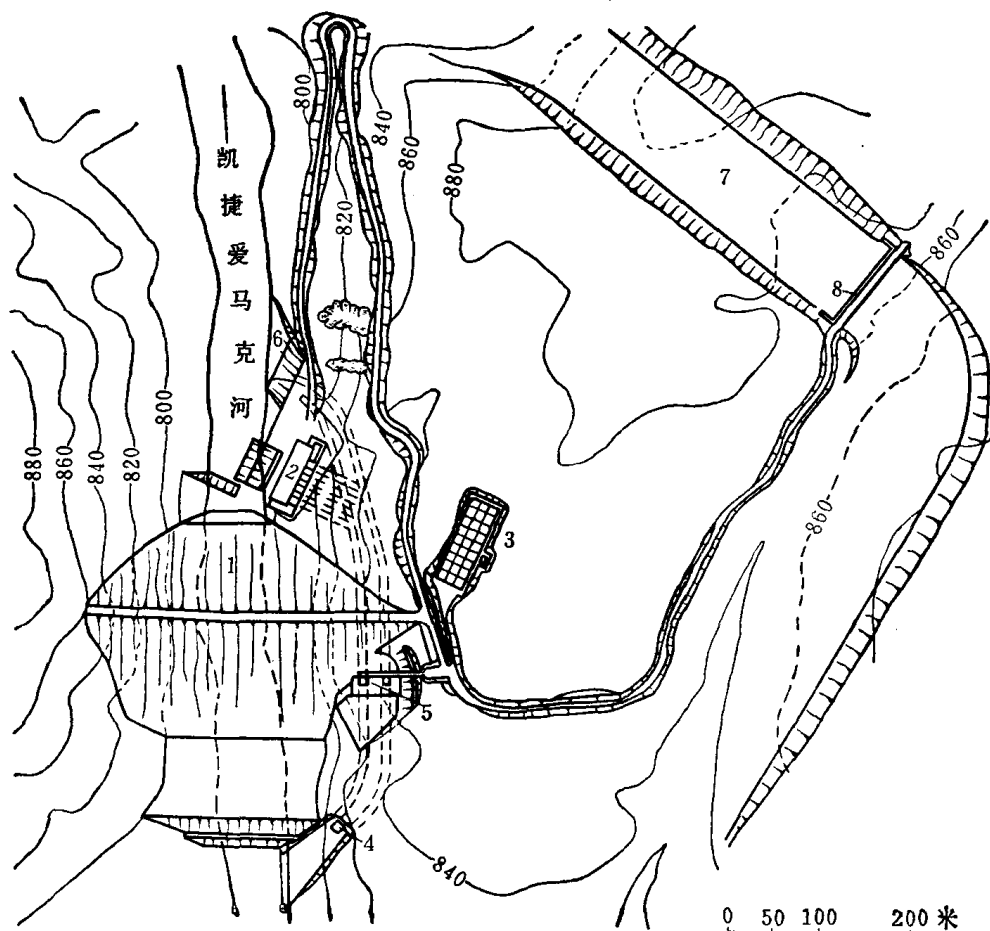


图 1-5 赫尔芳尼坝的枢纽布置图

1—堆石坝；2—水电站厂房；3—开关站；4—导流隧洞的进水口；5—发电进水口；6—泄水阀；7—溢洪道；8—公路桥

如果有一岸是较单薄的山脊，并且山脊高度接近坝顶或比坝顶高出不多的情况，也是布置溢洪道的好地形。例如高110米的西曼坝（图1-6）的右岸是一个单薄山脊，设置了溢洪道，其长度只260米，而且进口部分不需要开挖进水明渠。导流洞、引水洞和临时泄洪洞都开凿于右侧山脊中，洞长也都不过300米左右。西曼坝址的地形是比较理想的。

图1-7所示的可思魏罗坝（高81米），溢洪道建于右岸狭窄而略显单薄的山脊上，这个狭地带的地形却提供了一个足够建造溢洪道的良好位置，溢流单宽流量达每米150立方米/秒，溢洪道的长度也很短，最大开挖高度只30米左右。