

高等學校教學用書

水工建築物

第二卷 第二分冊

苏联 M.M. 格里申著

水利电力出版社

高等学校教学用书

水 工 建 筑 物

第 二 卷 第二分册

苏联 M.M. 格里申著
水力发电建设总局专家工作室译
林 皋校

苏联高等教育部批准作为水利学院和大学水利系的教材

水利电力出版社

內 容 提 要

本书是“水工建筑物”的第二卷第二分册。书中的主要内容包括四个部分：河川水利枢纽、输水建筑物、整治建筑物以及水工建筑物的技术管理及研究。

本书可作为大学水利系和水利学院的教科书，同时也是一本水工工程师们和技术员们的良好参考书。

М.М.ГРИНИН

ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

ГОССТАРХИЗДАТ, МОСКВА 1955

水 工 建 筑 物 第 二 卷 第 二 分 册

根据苏联国立建筑工程与建筑艺术出版社1955年莫斯科增订第2版翻译

水力发电建设总局专家工作室译

林 肇校

21315643

水利电力出版社出版（北京西郊科学院二里内）

北京市书刊出版业营业许可出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经销

787×1092毫米开本 * 12块印张 * 268千字 * 定价(第10类)1.70元

1966年1月北京第1版

1960年1月北京第1次印刷(0001—3,090册)

目 录

第八篇 河川水利樞紐

第二十七章 河川水利樞紐設計	619
第 155 节 一般的設計原則	619
第 156 节 原始資料和水利樞紐設計的一般过程	621
第 157 节 建築物與水利樞紐方案的技术經濟比較	624
第 158 节 低水头水利樞紐中建築物的布置和坝型的選擇	627
第 159 节 中水头水利樞紐中建築物的布置和坝型的選擇	631
第 160 节 高水头水利樞紐中建築物的布置和坝型的選擇	638

第九篇 輸水建築物

第二十八章 渠道與水槽	642
第 161 节 渠道和水槽的型式及其橫截面的形状和尺寸	642
第 162 节 渠道和水槽中容許的水流速度	645
第 163 节 渠道水量損失(滲漏)和防滲	649
第 164 节 渠道的护面	653
第 165 节 渠道的綫路、縱斷面和橫斷面	660
第 166 节 水槽	668
第二十九章 渠道上的建築物	671
第 167 节 渠道上的建築物的种类和用途	671
第 168 节 渠道縱橫斷面驟然改变处和渠坡發生轉折处的联接建築物	673
第 169 节 渠道與水流和道路相交处的建築物	679
第 170 节 調节渠道水流的建築物	687
第三十章 水工隧洞	692
第 171 节 水工隧洞的型式及工作特性	692
第 172 节 隧洞的岩石压力	694
第 173 节 无压水工隧洞	698
第 174 节 无压水工隧洞的計算	702
第 175 节 压力隧洞	709
第 176 节 压力隧洞的計算	712
第 177 节 隧洞开挖方法	718

第十篇 整理(治理)建筑物

第三十一章 整治(治理)河流和河道的方法725

- 第 178 节 整治水流侵蚀作用的一般原则725
- 第 179 节 防止河流流域岸坡的侵蚀728
- 第 180 节 防止深层侵蚀的方法(山溪、干谷及冲沟的治理)730
- 第 181 节 防止泥沙沉积及河床淤高的方法736
- 第 182 节 防止局部侵蚀的方法738
- 第 183 节 河道的总体整治及某些局部情况742
- 第 184 节 防止岸边土地的淹没745

第三十二章 整治(治理)建筑物及整治工程747

- 第 185 节 整治建筑物的结构特性及其材料747
- 第 186 节 护岸工程751
- 第 187 节 重型的横向和纵向整治建筑物756
- 第 188 节 轻型(透水)整治建筑物761
- 第 189 节 河流整治中的截流、裁弯及围堤工程764

第十一篇 水工建筑物的技术管理及研究

第三十三章 水工建筑物的技术管理768

- 第 190 节 管理措施的基本任务及其组成768
- 第 191 节 建筑物运行时的预防措施769
- 第 192 节 水工建筑物的修理工作772
- 第 193 节 水工建筑物发生事故后或破坏后的恢复工作776
- 第 194 节 水工建筑物的改建(提高建筑物的水头)780

第三十四章 水工建筑物的研究786

- 第 195 节 建筑物研究的目的和种类786
- 第 196 节 建筑物的水力研究787
- 第 197 节 建筑物中应力和变形的研究793
- 第 198 节 水力与渗透的研究及观测796
- 第 199 节 建筑物应力和变形的研究799

主要参考文献805

第八篇 ◆ 河川水利樞紐

第二十七章 河川水利樞紐設計

河川水利樞紐是一般性和專門性水工建築物的最複雜的綜合體，因而這種樞紐的設計工作也就成為一種最困難的工程問題。其困難之處在於要正確地考慮到地區的，自然的，技術上的和國民經濟的等多方面因素並使之相互協調，同時要在許多可能的解決方案中尋找出最合適和有利的方案。這就使每一座水利樞紐的設計都顯得極為獨特，然而我們仍然可以給出某些一般性的原則和規定。

第 155 節 一般的設計原則

一、運行要求

設計的第一個基本原則就是要出色地滿足運行要求，也就是說要最好地滿足修建水利樞紐本身的功用。建築物的布置應能保證有利的水力狀態，保證可以不間斷地維護建築物，並保證建築物不但在平時，而特別是在水文或運行的緊張時期——泄洪、過冰與冰凌、排除泥沙等——內可以連續運用（發電、航運、引水等），同時又能在最大的限度內消除掉緊張時期內的各種有害作用。

所選擇的建築物型式應當與建築物本身工作所處的水文和地質條件相適應：它們應當足夠的（與其等級相符）耐用和可靠，並具有必需的強度和穩定安全係數。必須盡量使建築物所用的材料減少到最低強度，主要依靠結構上的措施來保證建築物的穩定性。但如果建築物所用材料的削減和簡化會引起建築物運行質量的降低時，那麼這種削減和簡化就是不容許的。

在樞紐中布置建築物時，必須在最大的限度內保證：（一）各個專門建築物都具有按最好的方式來完成本身功用的可能性；（二）同時存在幾種功用不同的建築物（運輸的、發電的以及其他等）時，應使各建築物在完成本身任務時不致相互影響以及不影響鄰近建築物的工作。

二、技術經濟條件

設計的第二個原則就是要使水利樞紐的造價（包括樞紐的運行費用）達到最低的程
度。

（1）在工藝條件、強度條件、可靠性和耐久性等方面均與其他方案相一致時，則樞紐建築物軸綫布置的地点、布置的方式和建築物的型式等方案的決定應以最小的費用為依據。

經濟比較的方法在第 157 節內敘述。

（2）進行方案比較時應將水利樞紐可以提前投入運行的有利因素加以考慮，因為國民經濟在這種情況下比在其他情況下可以較早地從水利樞紐中獲得效益。

(3) 建筑物的正确布置对水利枢纽的经济性将发生影响。例如, 把水利枢纽中的混凝土建筑物集中在一个地区内便可以减少其与土工建筑物接头的数目, 而这些接头通常都要花费过多的费用在昂贵的连接边墩、心墙等的建造上; 此外, 由于这种接头又有可能成为渗透的捷径, 因此, 它们在技术上又是一个薄弱的环节。

(4) 将坝和水电站综合地布置在一个建筑物内可以节省费用, 同样, 将功用不同的其他结构物布置在一座建筑物内也可节省费用。然而, 此时必须特别注意使水电站和其他综合建筑物的运行条件不至有所恶化。

(5) 应广泛利用当地材料, 一般来说这样可以节省运输费用, 降低建筑物的造价; 可是在某些个别情况下, 当工程供电困难和施工机械化不足时, 用当地材料修成的坝却要比用混凝土或钢筋混凝土修成的坝昂贵些。

(6) 采用装配式结构, 特别是采用装配式钢筋混凝土结构, 其构件在工厂进行制造, 这样既可以提高劳动生产率, 又能减低施工造价和缩短工期。

1954年8月19日苏联共产党中央委员会和苏联部长会议第1804号决议规定在建筑工程中广泛地采用装配式钢筋混凝土结构和配件, 在金属结构可用钢筋混凝土代替的一切情况下, 均不得再采用金属结构。

在水工建筑中, 装配式和薄壁式钢筋混凝土结构很少得到推广, 这种结构的使用范围主要是限于渠道上的小型建筑物、管子、渡槽等(见第169、170、175等节), 以及边坡衬砌方面; 目前在巨型建筑物中广泛地采用了钢筋混凝土模板代替木制模板。必须拟订出用装配式混凝土和钢筋混凝土构成的拦河坝、航运船闸以及其他建筑物的新型结构, 并将其应用到生产中去。

(7) 在一条河流上同时要建造几座水利枢纽时, 将建筑物本身, 特别是建筑物的各种设备(闸门、桥梁、机械、运行联动机等)加以统一和标准化是具有很大意义的; 例如, 对单独进行建筑的水利枢纽感到不经济的闸门型式, 如果能把它同时也采用到其他几座进行建筑中的水利枢纽上去的话, 那么这种型式的闸门就会成为很经济的闸门。

三、建筑施工的条件

水利枢纽设计的第三个原则是: 结构型式和建筑物的布置必须能与施工和施工组织的方法密切协调, 必须是易于完成并在短时期内能够完成的, 这就同时又提高了它的经济性。

(1) 枢纽的布置应保证施工流量的泄放工作简单和可靠, 同时在泄洪时期内最好能, 不中断枢纽的工程。

(2) 凡在施工期可以利用未竣工的建筑物来部分地抬高水头的建筑物型式及其布置方式, 经常要比推迟建筑物部分地投入运行的方案来得优越。

在布置枢纽建筑物和选择施工方法时, 一般来说, 枢纽的完建期限是起着重要作用的, 因此, 必须尽力使施工期限趋于最短。近年来的实践证明: 甚至于象伏尔加河上的古比雪夫那样巨型的和独一无二的水利枢纽也可以在5~6年内建成; 对于小型水利枢纽的建筑仅需要2~4年即可。

(3) 最好是将混凝土建筑物紧凑而集中地布置在枢纽内; 这不仅仅可以缩减与土工建筑物接头的数目, 而且还可以采用一个集中的混凝土企业, 从而降低混凝土工程的造

价。

(4)选择水利枢纽所在的河道断面时,也应把施工条件考虑在内。例如,在其他条件完全相同的情况下,能使交通线可以更便宜和方便地与现有道路网相连接的断面,比之需要修筑较远或较复杂而昂贵的专用线的断面要更好些。具有良好的施工场地以布置施工系统的断面,仍然要比没有施工场地或需要在两岸修建两个施工场地的断面好些。由于坝址的天然条件限制而将工人住宅区布置得远离施工地点时,对于劳动生产率是有影响的。

由此可见,影响水利枢纽正确设计的施工因素是非常多的,这里所举的只不过是其中的一部分而已。可是也不应过分强调施工困难方面的作用:如果水利枢纽的布置造成对运行上的不利条件,那么即使这种布置在施工方面比较简易,也不应当采用。运行方便的因素应占主要地位,因为所有建筑施工上的困难都是暂时性的,而运行上的不便则将与建筑物的运行长期共存。

四、建筑形式协调方面的要求

水利枢纽仅设计成十分经济和在运行方面技术上十分完善还是不够的。必须使建成的水工建筑物群在外表上构成美观的、协调的建筑形式。水工建筑物,特别是巨型的水利枢纽,是人类战胜自然、使自然服务于人类和社会的标志,这也是由于苏联的社会主义制度,才有可能实现的。这些建筑物的外表应该显示出我们社会主义时代的优越性,表现出劳动热情和英雄气概,反映出我们丰富多彩的生活。要达到这一点就需要使整个枢纽的建筑构图正确,即需要正确地选择建筑形式,使其能与建筑物的用途、周围的环境和建筑物(城市的、工业的和运输的等)取得有机的联系。

应使建筑物具有美丽和动人的建筑形式,但是,这不应指靠建筑物外表的“装饰”、昂贵的砌面和不必要的上层建筑等来达到,而应当靠根据强度、稳定性和专门用途等条件所需要的材料进行合理的分配来达到。

建筑艺术方面的设计不应人为地增加工程造价,但在可能的范围内,为了得到较好的协调的建筑形式,建筑艺术上的要求对选择建筑物的布置和型式应有一定的影响。

要达到这一点只有水工设计人员和建筑师同力合作,而不是以后再由建筑师进行“装饰”工作。

五、固定全苏标准(ГОСТ)和规范的应用

设计水利枢纽及其建筑物时应遵守固定全苏标准(ГОСТ)所规定的一切要求和遵守有关部门对于一般的和特定的建筑物所颁布的设计规范。首先,必须根据固定全苏标准 3315-46 正确地决定出建筑物的等级,因为根据等级方可以选出设计洪水流量,并规定出静力计算中的安全系数等。

第156节 原始资料和水利枢纽设计的一般过程

一、设计水利枢纽所需的勘测和调查资料

为了编制水利枢纽的初步设计,选择建筑物的型式以及建筑物在枢纽内的布置方

式，必須具备以下各种資料：

(1) 水利樞紐区域的地形平面图，比例尺为1:1000的区域地形图，比例为1:2000~1:5000的坝址地形图以及比例为1:25000~1:50000的上游地区(水库)地形图；对小型河流的水利樞紐，比例尺要更大一些；

(2) 水利樞紐各个可能坝址的，整个区域的，以及上游地区的地质、水文和工程地质資料；

(3) 相应于各该坝址的河川径流及径流年季分配的水文資料，最大和最小的代表流量和代表水位資料，冬季情况和泥沙等的資料；

(4) 气象地理資料，特别是关于区域内的冬季情况、降水、永久冻土带、地震等的气象地理資料；

(5) 关于当地所具有的建筑材料(粘土、砂、砾石、石料、木材等)的資料，以及关于外地(远道)材料运输条件的資料；

(6) 关于该水利樞紐上下游各段现有的或设计的河川水利事业利用的資料(建筑物及其效益和预定的发展前途等)；

(7) 对有渔业意义的河流，还必须备有渔业特性資料和关于修筑过鱼建筑物以及其他渔业措施的必要性方面的意見材料；

(8) 建筑施工条件的特性：与现有交通路线联系的条件(铁路、公路、水路、附近的車站和碼頭)，所需铁路专用线的长度，是否有施工电源(至水利樞紐的距离)，是否有可能利用附近区域内的工业企业为施工服务以及居住条件(施工开始时)等。此外，还必须具有关于有无可能获得最主要的建筑装备(土方工程的、混凝土工程的和运输方面的等)的資料。为了选择水利樞紐的坝址，必须具有关于若干坝址方案的类似的資料，但可以簡略些。

二、設計中的国民經济前提

在进行水利樞紐設計时，根据当地条件和国民經济的任务，可以确定出一些必須完成的条件。茲举出其中某些較常遇見的条件作为例子。

(1) 水利樞紐产品的用戶(用电戶、灌溉的土地、供水对象等)在此岸或彼岸的地理位置；

(2) 外形尺寸和各种控制数字：船只和船閘閘室的外形尺寸，船的吃水深度，发电特性(水电站装机容量大約的工作小时数，与动力系统的联系)，灌溉面积和渠道流量等；

(3) 从防卫观点出发对水利樞紐所提出的要求(把最重要的建筑物布置在某一岸上，防御敌人空軍的进襲，利用水利樞紐“调节”河水以及其他等)；

(4) 施工期限，将水利樞紐按期投入运行并在尚未滿蓄的水头下(当建筑物尚未落成时)获得电能的愿望；

(5) 必須預見到水利樞紐某几方面发展的远景計劃，例如，修建第一期內所未建的船閘，水利樞紐将来水头的升高，径流调节程度的增长，容量的增加，渠道流量的增多，新的引水建筑物的修筑等；

(6) 运输线路跨河的交叉建筑与水利樞紐的結合，道路的类型及其货运的强度等。

三、水利樞紐壩址的選擇

選擇水利樞紐的壩址(即樞紐建築物軸綫所在的河床和河谷断面),按两个順序阶段来进行。

(1)首先根据河流开发的总布置图規定出壩址的区域。在河流开发布置图內根据对国民經济带来最大水利效益的原則(即在最适当地滿足水运、土地的灌溉和排水、供水、漁业及其他水利事业綜合利用部門的利益的同時,获得最大的发电量和最大的水电站装机容量),規定出河流的梯級,也就是布置水利樞紐的地点及其水头。这时,不仅要考虑到本水利樞紐的效益,而且也要考虑整个阶梯的效益,以及其在各个不同建筑阶段的效益。

阶段布置方式的选择应在各方案技术經济比較的基础上进行,方案的拟定应以水利樞紐布置地点的自然条件資料为依据。在进行国民經济效益的比較和評价时,水利樞紐的造价和由于樞紐壅水而引起的淹沒和浸沒損失的指标具有首要的意义;必須选择对整个阶梯來說其樞紐的造价和淹沒損失的总值最少的那組断面来作壩址。

在規定壩址时必须考虑到自然条件及其特点。特別要考察那些直接位于巨大支流和汇入点下游的壩址方案,或是位于寬度有显著扩展的河谷下游的壩址方案,因为这种地点对于建筑水庫很为有利。

(2)如果水利樞紐的壩址区域已由河流开发方式确定下来的話,那么这一具体壩址本身的选择就在于通过若干可能方案的比較来加以确定。壩址的初步选择根据对自然和施工条件所作的总的評价来进行。在这样选出来的較好的(按地形、地質条件來說,按施工場地、施工条件等的特点來說)壩址上,再进行樞紐布置的概略設計,并在此基础上最終选出較优的壩址和其中較优的水利樞紐布置。

四、水利樞紐設計的一般过程

在取得了或随着所需的勘测資料和其他有关資料(第1小节)逐步取得时,可着手草拟水利樞紐的布置图。为此,首先必須确定出河流的設計流量和水位:运行期間泄洪量和水位,施工期間泄洪量和水位,流冰时的代表流量和水位,冬季和平水流量和水位。据此即可决定出泄水建築物的大約尺寸;这时要考虑到部分洪水經水利樞紐其他建築物——水电站厂房、船閘、筏道、渠道首部建築物等——泄出的可能性,当然也要考虑到这些建築物在洪水期間內所可能的联合工作情况(例如,对水电站在洪水期間內只考虑有75~80%的水輪机投入运行)。

泄水前緣长度的問題在許多場合下,主要是对非岩石土壤上的建築物,具有特別重要的意义。根据海漫上的允許流速、海漫的寬度和水下的挖深程度,規定出海漫上的与溢洪壩頂上的单寬流量。

这时能出現几种不同的方案,各方案具有不同的工程量和造价;对所有这些方案都要加以分析,詳見第50节(第一卷第一分冊)。

在下一步設計中,根据初步研究确定出樞紐主要建築物如:壩、水电站厂房、通航船閘、放木設備、魚道等的型式和外形尺寸。

而后,編制出在该壩址上的建築物布置的若干方案,并对于每一方案拟訂出建築物

的施工方式(建筑期內泄水、淌冰、过船等的部署),在这个基础上再修正樞紐的布置,甚至修正所选出的建筑物型式。

经过定性的比較之后,有些方案可以立即淘汰,对剩下的方案再进行定量上的比較。为此,对每个方案要进行近似的工程量的計算,将其用“折算混凝土”来表示(見第157节)或以卢布来估价。然后,根据每一方案工程量和工程造价的比較,并根据运行质量和施工条件的評價,初步选出最适宜的方案来。有时这种方案不是一下子可以选出的,可能会出现两个,有时甚至会出现三个价值大体相同的方案,这就要对它們作进一步深入的比較,然后选出其中最适宜的一个。

經选定后的水利樞紐布置方式,在大多数情况下,要在水工試驗室中进行模型試驗来验证(对巨型和复杂的水利樞紐这种試驗必須进行),这是非常必要的,因为要从理論上来验证复杂的水工建筑物綜合的水力条件几乎是不可能的。

水利樞紐內建筑物的布置最終确定之后,在对自然条件所作的地形和地質勘测的基础上,进行建筑物的細部設計(技术設計阶段),并根据所采用的建筑物結構編制樞紐的施工与組織設計。

第157节 建筑物与水利樞紐方案的技术經濟比較

一、方案的技术經濟比較方法

在比較解决国民經济实际任务的各种方案时,必須从社会主义的基本經濟規律出发:用在高度技术的基础上使社会主义生产不断增长和不断完善的办法,来保証最大限度地滿足整个社会經常增长的物質和文化的需要^①。社会主义社会中的一切生产都要服从这个規律,当然,水工建設也不能例外。国民經济有計劃的发展就是社会主义基本經濟規律的反映,而計劃国民經济也正是为了要实现基本經濟規律中所規定的目的。

各种措施及其方案的經濟合理性,必須在上述經濟規律的基础上綜合地加以确定:从国家利益、政治任务、巩固国防的要求以及价值尺度方面来衡量。

但是,必須注意到,作为資本主义生产調节的价值規律,在商品經濟发达的社会主义經濟条件下,它的作用范围是受到限制的。这种限制是由于我們的生产資料公有化,国民經济有計劃(按比例)发展的規律作为竞争和生产无政府状态規律的对立物而发生作用,以及有计划地規定价格和生產范围等所决定的。因此,价值規律在社会主义生产中并不是生产的調节者,因而,在我們的局部情况下,从广义方面來說,价值規律也就不能成为选择技术解决方案主要准則了。

可是,价值規律在社会主义条件下对生产仍然是有影响的,而且正在发生着影响,例如在成本估算、經濟核算和利潤以及在确定商品成本等方面都是起作用的。因此,在进行水利樞紐和建筑物設計方案的經濟比較中,成本和利潤問題是非常重要的。然而,它們只是評價方案的条件之一。此时,除了以貨幣形式来比較各个方案的成本(一次总

① 苏联科学院經濟研究所編的“政治經濟学教科书”中对这一規律的表述是:“社会主义基本經濟規律的特点就是在先进技术基础上使生产不断增长和不断完善,以便最充分地滿足全体社会成員經常增长的需要并使他們得到全面的发展。”(“政治經濟学教科书”中譯本455頁,人民出版社,1959年)。——譯者注

投資和每年的运行支出)之外,还必须考虑到方案的繁难程度,劳动生产率的提高,稀有材料的消耗,加重运输量的程度(利用当地材料),机械化的可能程度,以及建筑装备的需要等。

二、建筑物造价的计算

建筑物的造价,或更确切些来说,建筑物用货币所表示的成本,就是材料费、樞紐(建筑物)设备费、工资、形成水库上游的有关的费用(淹没和浸没费用)以及勘测和编制樞紐設計等费用的总和。在初步設計阶段,为了进行方案的技术经济比較,可以較方便地采用科学院院士B.E.維捷涅也夫所建議的“折算混凝土”的方法来确定建筑物的造价,方法的内容是将建筑物(樞紐)所有的土工程量归納为一种工程量——混凝土工程量。为了这一目的,根据許多設計的数据确定出每一工种的換算系数,它代表每单位該种工程的材料费和劳动费与采用作为标准单位的1公方混凝土的材料费和劳动费的平均比值。在表27-1上列有某些換算系数,可供按折算混凝土^①法进行水利樞紐和建筑物工

表 27-1

工 种	量 度 单 位	混凝土換算系数
大体积建筑物中的混凝土(不含鋼筋)	立方米	1.0
加筋混凝土, 鋼筋混凝土	立方米	$1 \div 0.005a$ ①
复杂結構中的鋼筋混凝土(支墩, 管子, 水电站厂房的輔助部分等)	立方米	$1.3 \div 0.005a$ ①
水泥浆砌块石	立方米	0.8
在基坑内用挖土机开挖的土方(包括运输):		
(一) I—IV类土壤	立方米	0.03~0.08
(二) V—VI类土壤	立方米	0.10~0.18
同上, 利用水力机械法挖掘的土方	立方米	0.025~0.04
坝体填土(包括采料場开挖及运输工作)	立方米	0.035~0.065
粘土的斜墙、护坦、心墙	立方米	0.06
坝身冲填(包括水力开挖和运输)	立方米	0.02~0.045
坝身堆石(石块成本——每立方米42卢布)	立方米	0.28
块石滤水坝趾, 柱柱体(石块成本——每立方米64卢布)	立方米	0.4
排水设备和反滤层	立方米	0.4
木 籠	立方米	0.65~0.75
砌石土坡护面(一层和双层)	平方米	0.2~0.35
簡單的抛石和有編柳边的抛石土坡护面	平方米	0.3~0.4
混凝土板护面(20~40厘米)	平方米	0.6~0.9
加筋混凝土板护面(15~25厘米)	平方米	0.7~1.0
隧洞开挖(24平方米)根据土壤种类而定	平方米	0.60~1.0
同上(40平方米)	平方米	0.45~0.75
隧洞的混凝土衬砌	立方米	2.1
鋼板桩打設	吨	7.5
木板桩打設	立方米	4.5~4.7
鋼閘門	吨	2.500~3.200卢布
鋼閘門机械	吨	5.600~10.000卢布

①a——鋼筋量 公斤/一立方米混凝土。

① 詳細資料可参考苏联电站部水电設計院的规范。

程量的初步估算之用。

以货币形式預定出1公方折算混凝土的成本之后,有了建筑物或水利樞紐折算混凝土量的数量,就可以計算出建筑物或樞紐的造价。每公方折算混凝土的成本取决于水利樞紐的总工程量(它随工程量的增加而减少)和工程的地区条件,例如:所处的气温地带,距铁路网的远近,工程的复杂性,施工特性等。

三、年度支出的确定

确定运行中的建筑物的年支出(費用),其准确程度比起确定建筑物的造价来要小得多。这种支出包括以下几个部分:

(1)折旧費,为建筑物的造价 K 除其使用年限 n 所得的商数。建筑物的使用期限不是十分固定的,因为在建筑物可能运行的实际年限內,譬如說100年,建筑物可能在此实际磨損期限还要短的时间內就需要改建。

建筑物的折旧期限規定在各个部門所編制的規程中,但这些数据却仍然是很概略的。为了举例說明,在下表中列出了某些建筑物的折旧年限(表27-2)。

表 27-2

建 筑 物 名 称	折旧期限(年)	建 筑 物 名 称	折旧期限(年)
坝:		渠道	100~200及以上
土·坝	100~200及以上	混凝土和钢筋混凝土的	
抛石坝	70~150①	渠道衬砌	25~50
大体积混凝土坝	50~100及以上	隧 洞	50~100及以上
钢筋混凝土坝(支墩坝)	30~70	鋼閘門	15~40②
木 坝	20~30	机械設备(机械裝置等)	20~40

①决定于斜牆型式; ②决定于运行条件。

确定了折旧期限 n 以后,即可按下式求出折旧的費用:

$$U_a = \frac{K}{n} \quad (27-1)$$

式中 K ——建筑物的成本。

(2)大修年平均支出費用,它通常是根据建筑物整个使用期限內的大修价值除所采用的折旧期限所得的商数而确定的。大修支出費用的总和可大約地按建筑物成本 K 的 $p\%$ 来計算,即按 $0.01(pK)$ 計算。

p 值可采用为:例如,土坝 $p=5\sim10\%$,混凝土坝—— $10\sim20\%$,钢筋混凝土坝—— $20\sim40\%$,木坝—— $40\sim60\%$,閘門和机械裝置 $p=30\sim60\%$ 。

已知 K 和 p ,大修的年平均費用支出可按下式計算:

$$U_p = \frac{0.01pK}{n} \quad (27-2)$$

(3)小修及其他日常维护的年費用支出 U_r ,它通常是按造价 K 的百分比 m 来計算。百分比值一般不太大,例如,坝和其他水工建筑物的 m 通常是 $\approx 0.20\sim 0.25$,渠道的 $m \approx 0.20\sim 0.35$,閘門和机械裝置的 $m \approx 0.70\sim 1.0$ 。

U 值可按下式計算:

$$U_r = 0.01mK. \quad (27-3)$$

(4) 年支出总和可按上述各項数值的和計算即:

$$U = U_a + U_p + U_r. \quad (27-4)$$

当然, U 值并不就等于运行中的水利樞紐的运行費用支出, 因为 U 值內沒有包括各种設備运行有关的費用(管理人員的工資和燃料等), 可是, 对一个水利樞紐建筑物方案的比較评价來說, 如果各方案中的設備产值都一样的話, 那么这个数值就可以认为是足够的。如果要比較产值(例如发电量)不同的水利樞紐, 那么課題就要更复杂些, 而且也不包括在本課程的範圍內, 它还需要进行專門的闡明^①。

四、方案的技术經濟比較

如果建筑物(水利樞紐)設計的方案中有一个方案的成本等于 K_1 , 而另一个方案的成本等于 K_2 , 且比 K_1 要大, 而每年的支出費用相应地等于 U_1 和 U_2 , 并且 $U_1 > U_2$, 則方案有利的标准就是所謂建筑物建筑补充費用 $K_2 - K_1$ 的补偿期限, 或費用的平衡期限:

$$\tau_v = \frac{K_2 - K_1}{U_1 - U_2} (\text{年}). \quad (27-5)$$

适当的补偿期限 τ_0 在实用上取为 15~20 年, 但是要从理論上加以确定目前还不可能。

在按照这种方法比較的方案中, 如果 $\tau_v < \tau_0$, 那么可以采用对費用总支出来說更有利的方案, 即成本高的方案, 相反地, 如果 $\tau_v > \tau_0$, 則采用成本低的方案更为有利或基本上是等值的。

在 $K_2 > K_1$ 和 $U_2 \geq U_1$ 的情况下, 有利的方案就是要求一次投資費用 K_1 少的方案。

如果有一个方案有可能比其他方案提前将建筑物建成, 或是能更早一些开始部分生产, 那么, 这种可能性对于方案有利性的评价是要起一定影响的, 因为这样对国民經济來說, 也就等于减少了該方案的成本, 所节省的数值是由于此方案的建筑物比其他方案的建筑物先投入运行的一段时间內所生产出的产品而得来的。

必須再次指出, 所列举的方案比較法并不是絕對的和包罗一切的。这仅仅是在其他条件相同时, 具有一定意义的經濟指标之一。

第158节 低水头水利樞紐中建筑物的布置和壩型的选择

一、低水头水利樞紐的一般特性

如第一卷第 7 节中所指出的那样, 低水头水利樞紐的特征就在于樞紐內的正常壅水位一般是不超过平水河槽范围的, 或者超过的不多, 并且是暂时性的(在洪水期內)。因此之故, 这种水利樞紐的水头一般不大(2~8~10米), 通常不超过河流水位的天然变化范围。这就决定了水利樞紐的水文情况及其水利意义, 地质条件的作用和建筑物的型式等。

① 例如, 参見 Ф. Ф. 古宾著的“水电站”, 国立动力出版社, 1949 年。

(1)低水头水利樞紐水文情况的特点是通常不进行徑流調節,因此,上游水位多少比較穩定一些(在水电站进行日調節工作时仅有日变化),在洪水期間內,上游的水位升高。为了避免洪水期內水位过分抬高,樞紐的建筑物应该尽量少束狹河流的过水断面,也就是說坝內的孔口应该很大,坝檻一般很少高出河底(“低”檻)。

建筑物对流水情况改变作用不大,因此,所有的冰块照例是由拦河坝来宣泄。泥沙在洪水期間內一般是通过拦河坝泄出,而在其余的时间內則聚积在上游面。可是由于上游面的容积不大,泥沙很快地(几年工夫)又經拦河坝泄出。

(2)水利樞紐的水利作用:改善河流航运和浮运条件(增加深度),保証从河中取水,由水位落差构成的水能利用。

水利作用随河流的特性而不同。据此,可以区分为:

(一)具有大量泥砂的山区河流上的水利樞紐——主要是用来取水或取水-浮运的。

(二)山区河流中游段或平原河流上的水利樞紐,主要是用来取水和水运-发电的。

如果漁業上需要时,即可修筑过魚建筑物。

(3)地质条件虽然要起作用,但它对是否可能修筑水利樞紐不起决定性作用,因为小水头的建筑物可以建筑在任何型式的地基上。当然,在选择坝址断面时,必須尽量考虑較良好的地质条件。

二、水利樞紐的拦河坝型式

在山区河流上,含有大量泥砂和具有砾、漂石河床的条件下,坝的溢流部分多半是做成具有閘門的低混凝土檻,閘門通常采用平板的或弧形的,很少是閘檻式的,而当上游水位变化不大时,可以不設閘門;但是,对于后一情况,在进水口附近,仍然必須修筑深的冲刷孔。擋水前緣的非溢流部分(在这种樞紐內的确是少有的),最好用当地材料(土、砾石等)修筑,将建筑物的表面予以加固,如果它在洪水时要发生淹沒而且水位落差又不大的話。

小型的水利樞紐允許采用最簡單的拦河坝:木籠坝、石籠坝以及用当地最簡單的材料筑成的坝。

对平原和临近山麓的河流上的航运水利樞紐,采用通航式的拦河坝:旋轉桁架式坝,舌瓣式閘門坝,斜柱式閘門坝,支柱-平板閘門坝以及其他等。如果樞紐仅作通航之用,那么,直到現在为止,最簡單和最可靠的解决方案还是具有旋轉桁架的坝。可是在目前純粹作为通航用的水利樞紐是沒有前途的,由于它是不合理的河流开发方式。如果在通航水利樞紐內也利用水能的話,那么具有旋轉桁架的坝就不太适合,因为水流通过各閘板間裂縫的損失很大,而且在秋季洪水,特別是在春季流冰前,坝体的預行拆装又使水电站停止工作,并使运行复杂化;这种坝的冬季运行也同样是很复杂的。在这种情况下,最好是采用具有閘門的坝,在洪水期間內,閘門不許船只通过它所关闭的孔口,但这样却大大改善了运行的特性。

三、山区河流低水头水利樞紐的布置

在山区河流上修筑的低水头取水樞紐,主要的目的是为了发电和灌溉。这种水利樞紐的代表特性(防止泥沙,冬季防止冰凌)可以在樞紐布置方式中反映出来。这种樞紐的

細部曾在第143~145节內描述过。

除了取水樞紐之外，山区河流低水头樞紐的专门建筑物中有时还只可能有木材浮运建筑物，并且一般都是供散运用的。筏道通常布置在岸上（与布置有取水建筑物的岸相对），或在坝的中間（与冲刷孔相邻近），此时，筏道的行近段利用导流浮栅保护，用以阻拦浮运木材进入取水建筑物的孔口。

四、在山区河流中游和平原河流上的低水头水利樞紐的布置

这种水利樞紐大多数是綜合式的樞紐，包括有水运输、发电、漁业以及其他各种类型的取水建筑物。山区河流中游上的水利樞紐和平原河流上的水利樞紐間的區別主要在于水文情况：在前一情况中，河流一般挟带有大量粗顆粒的泥沙，而在后一种情况中，挟带泥沙就比较少些，而且是小粒徑的泥沙。这对于取水设备的型式和防止上下游淤积的条件是有所影响的。

水运或发电建筑物，或是取水建筑物本身的布置，在第二十二和二十四章內已經讲过。茲将这些建筑物在同一水利樞紐內相互間的布置闡述于下：

(1) 取水设备和水运——发电建筑物相互間的布置。取水和水运设备通常布置在不同的岸上，以免运行时发生困难（第一卷中图1-2，在山区河流中游上的水运-取水樞紐平面图）：难于冲砂、排除冰凌、发生流向取水建筑物而妨害航运的橫向水流、在取水建筑物內聚集船只和木排以及其他等。

水利樞紐的取水设备和水电站厂房同样也最好布置在不同的岸上，因为这种布置既可以減輕取水设备的管理维护工作，又能減輕水电站的管理维护工作。但是，河流內要是挟有大量泥沙，而在两岸都防止泥沙又很困难，那么，也就不得不将取水建筑物和水电站布置在同一岸上。

的确，取水建筑物和水电站在山区河流上联合工作极不常見，而在平原河流上，泥沙問題就不象山区河流那样复杂，因此，取水建筑物和水电站厂房分开布置是完全可能的。

(2) 水利樞紐內水运和发电建筑物互相間的布置。运输和发电建筑物可以布置在不同的岸上，也可以布置在同一岸上。最好是将航运船閘和水电站厂房分置两岸，因为在这种情况下，船閘或筏道和水电站可以分开管理，尤其是可以从靠近的一岸无阻地向水电站运输设备。当船閘和水电站分置两岸时，即可进行单独施工，而且通常在第一期工程时，即先着手修建水电站，以便在以后施工时用它来泄水，同时它也需要大量的时间来安装设备。船閘最好和水电站同时建筑，或在第二期工程中修建；在某些情况下，航运条件迫使船閘必須在第一期工程中修筑。如果根据当地条件能将船閘移置于引水渠道，則更为合理。

当水电站和船閘（或筏道）位于同一河岸时，双方建筑物在运行上即可能发生某些困难。这时，水电站厂房最好是布置在靠近河心的一方（图27-1），尽量在此場合下向水电站运送重型装备必須经过船閘，并要求設置经过船閘的专门桥梁。将水电站布置在河岸一侧，而将船閘布置在靠河流一方，从船閘运行的观点来看是很不方便的，因为服务人员必須通过水电站的厂房；此时，船只通往船閘的行近段（特别是从上游面）即行复杂和恶化起来，这是由于需要設置高导流堤所致。如果水利樞紐內既有航运设备，又有专门

