水能利用

下　册

苏联 A.A.莫罗佐夫著

水利电力出版社

水 能 利 用

下 册

苏联技术科学博士 A.A. 莫罗佐夫教授著
王世泽 陈可一 施熙灿 周鹏 曹維恭譯

苏联高等教育部审定
作为多科性技术及建筑專业高等学校教材

江苏工业学院图书馆
藏书章

水利电力出版社

本书共25章，分上下两册出版，上册包括1—13章，下册包括14—25章。下册主要内容是水力发电站的建筑物，如引水渠道、隧洞、水管、水錘、調压室和厂房等，并簡单地敘述了水力发电站的电气設备。

本书为高等学校动力系和水利工程系的教材，对水力发电站的設計工作者，也有参考价值。

本书譯者在翻譯第22—25章时，曾参考并部分采用了清华大学水利工程系所譯的講义。

A.A.МОРОЗОВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНОЙ ЭНЕРГИИ

根据苏联国立动力出版社1948年莫斯科版翻譯

水 能 利 用 下册

王世泽　陈可一　施熙灿　周鳴　曹維恭譯

*

151 S 13

水利电力出版社出版（北京西郊科学路二里沟）

北京市书刊出版业营业許可証出字第105号

水利电力出版社印刷厂印刷

新华书店北京科技发行所发行　　各地新华书店經售

*

787×1092 1/16开本＊19 3/4印張＊439千字＊定价(第10类)2.70元

1955年1月北京第1版

1959年8月北京第5次印刷(10,091—11,360册)

目　錄

第二編　水力發電站的建築物

第十四章　水力發電站建築物的組成。取水設備 …… 225
§ 83. 水力發電站的建築物樞紐 …… 225
§ 84. 低水頭發電站的河川樞紐 …… 227
§ 85. 中水頭及高水頭發電站的河川樞紐 …… 232
§ 86. 河川建築物樞紐及低壩引水式發電站的進水設備 …… 234
§ 87. 具有形成水庫的高壩及中壩的引水式發電站建築物樞紐和其取水口 …… 252
第十五章　引水渠道 …… 260
§ 88. 渠道路線及其地質條件 …… 260
§ 89. 渠道的橫斷面，水流速度，冲刷，淤積，結冰和滲透 …… 263
§ 90. 渠道的水力計算（等速流動） …… 272
§ 91. 渠道的水力計算（不等速流動） …… 275
§ 92. 渠道的經濟計算 …… 281
§ 93. 渠道的襯砌 …… 285
§ 94. 渠道上的人工建築物 …… 293
§ 95. 壓力池，空洩和消能設備 …… 296
第十六章　隧洞 …… 305
§ 96. 隧洞類型及其用途 …… 305
§ 97. 隧洞線路 …… 306
§ 98. 隧洞襯砌上的岩層壓力 …… 308
§ 99. 隧洞襯砌 …… 312
§ 100. 隧洞襯砌的計算 …… 315
§ 101. 隧洞的水力計算 …… 323
§ 102. 隧洞的經濟計算 …… 327
§ 103. 無壓與有壓隧洞的比較 …… 328
第十七章　水力發電站的水管，及其類型和水力計算 …… 330
§ 104. 水管的分類 …… 330
§ 105. 水管中的損頭 …… 331
§ 106. 決定摩擦損頭的計算公式 …… 332
§ 107. 局部損頭的決定 …… 338
第十八章　鋼管 …… 341
§ 108. 鉚接及銲接鋼管 …… 341

§ 109. 箍管 …… 344
§ 110. 鋼管隧洞 …… 347
§ 111. 管段的接頭 …… 348
§ 112. 作用於水管上的力 …… 350
§ 113. 管壁中之應力 …… 356
§ 114. 外力作用下水管形變的穩定性 …… 360
§ 115. 允許應力 …… 361
§ 116. 壓力水管的閥門 …… 363
第十九章 水管的路線及支座。直徑的選擇。鋼筋混凝土及木質水管 …… 372
§ 117. 水管的佈置形式及其路線 …… 372
§ 118. 水管的成型部分 …… 379
§ 119. 水管的支座 …… 382
§ 120. 水管經濟直徑的決定 …… 389
§ 121. 鋼筋混凝土水管 …… 393
§ 122. 木質水管 …… 397
第二十章 水錘 …… 404
§ 123. 直接水錘 …… 404
§ 124. 間接水錘 …… 410
§ 125. 當開啓程度依時間變化爲直線規律時的間接水錘 …… 413
§ 126. 開閘門時的壓力降低（負水錘） …… 417
§ 127. 間接水錘問題的近似解法 …… 418
§ 128. 丟棄小負荷時的間接水錘 …… 418
§ 129. 壓力沿水管長的分佈 …… 421
§ 130. 水管特性沿長度變化時的水錘現象 …… 423
§ 131. 非金屬水管中壓力波浪的傳播速度 …… 425
第二十一章 調壓室 …… 429
§ 132. 調壓室的用途 …… 429
§ 133. 調壓室的結構形式 …… 431
§ 134. 圓柱形調壓室中水位的波動 …… 432
§ 135. 丟棄負荷時圓柱形調壓室中的水位波動 …… 436
§ 136. 對所得解答的探討 …… 439
§ 137. 波動的第二振幅的計算 …… 440
§ 138. 負荷突增時的水位波動 …… 440
§ 139. 斷面變化的調壓室 …… 444
§ 140. 附有溢流口的調壓室 …… 446
§ 141. 差動調壓室（壯遜式） …… 448
§ 142. 「隧洞-調壓室」系統中的波動穩定性（托馬問題） …… 452
§ 143. 波動計算的圖解法 …… 456

§ 144. 調壓室類型的選擇 …… 462
§ 145. 調壓室結構示例 …… 463
第二十二章　水力發電站廠房 …… 469
§ 146. 水力發電站的基本類型 …… 469
§ 147. 水力發電站廠房水下部分的基本組成部分，進水部分，攔污柵，閘閥 …… 471
§ 148. 水輪機室 …… 478
§ 149. 尾水管 …… 485
§ 150. 水力發電站水下部分的附設場所 …… 493
§ 151. 水力發電站廠房的水上部分 …… 496
第二十三章　發電站的電氣設備簡述 …… 498
§ 152. 發電站的電路佈置 …… 502
§ 153. 發電機的勵磁和廠用電 …… 502
§ 154. 發電機的類型 …… 505
§ 155. 飛輪質量的計算 …… 511
§ 156. 發電機的通風 …… 518
第二十四章　水力發電站廠房的設計 …… 522
§ 157. 廠房的一般佈置 …… 522
§ 158. 機器房 …… 537
§ 159. 廠房靜力計算的基本指示 …… 547
第二十五章　露天式及地下式廠房。水力蓄能發電站 …… 554
§ 160. 露天式廠房 …… 554
§ 161. 地下式水力發電站 …… 555
§ 162. 水力蓄能發電站 …… 561
中俄名詞對照 …… 566
技術名詞 …… 566
專有名詞 …… 570

第二編　水力發電站的建築物

第十四章　水力發電站建築物的組成。取水設備

§ 83. 水力發電站的建築物樞紐

在第一章中已經敘述了水力發電站的主要佈置型式。其中當電站的水頭由堤壩造成時，它的全部建築物都直接地佈置在壩旁，同時也就形成了總的河川建築物樞紐。如果水頭係由引水道所造成，則可將所有的建築物分成三組。

1）河川建築物樞紐，在此樞紐中包含有壩及位於壩旁之其他建築物。

2）引水道可由明渠、有壓或無壓隧洞或者引水管所形成。在引水道上可有一系列的建築物：具有冲砂設備的用以沉澱懸移質泥砂的沉砂池；用以調節放水至引水道的建築物；當引水道與道路交叉時的橋樑；用以通過與引水道相交叉的河流的水流之水工建築物等等。

3）廠房建築物樞紐，包括水力發電站、壓力水管、連接引水道及壓力水管之壓力池、或當採用有壓引水道時之調壓室。在個別情況之下廠房建築物樞紐中尙可包括其他建築物；例如，自有消能設備水電站旁的引水道洩放水流用空洩建築物等。

河川樞紐的建築物組成與發電站的水頭、當地的地形及水文情況、河流中有否航運或浮運、地區之灌溉需水等等有關。由於壩、船閘及其他建築物結構的詳細敘述係專業課程中的內容，不在本書任務之內，因此以下只準備研究樞紐之主要類型以及包括於樞紐中的建築物的組成。

河川建築物樞紐可分爲下列數種：

1）在平原河流上之低水頭水力發電站的建築物樞紐；

2）廠房位於壩後之中水頭及高水頭水力發電站建築物樞紐（圖 171）；

圖 171　在可梁拉多河上包德壩旁的水力發電站

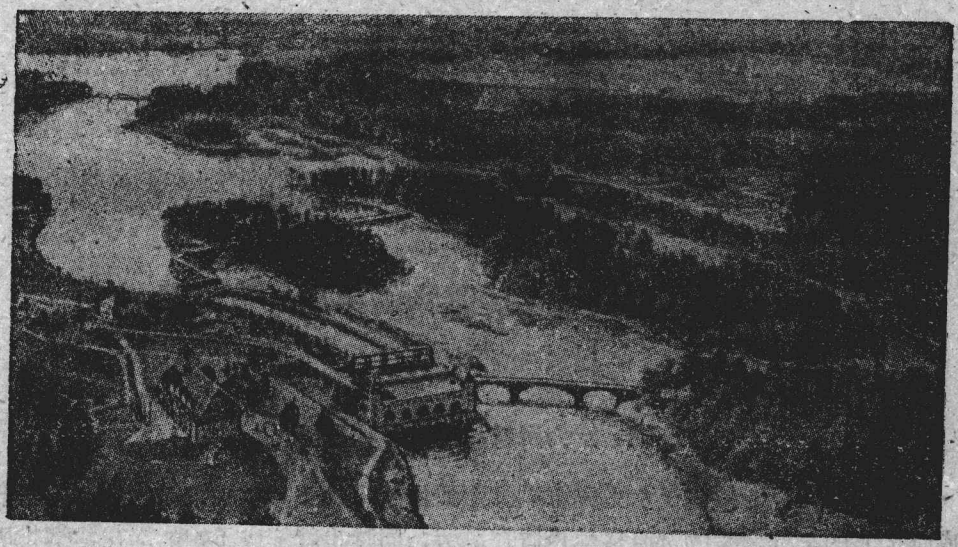

圖 172　蘭佛爾森水力發電站(瑞典)。具有短的引水渠道的引水式發電站實例

3）具有不高的集水壩的引水式發電站的建築物樞紐(172)；

4）具有形成水庫的高壩及中壩的引水式發電站的建築物樞紐。

河川式及壩後式的廠房包括於河川樞紐的建築物組成之中。

引水式發電站的廠房建築物樞紐可分成兩種主要類型：

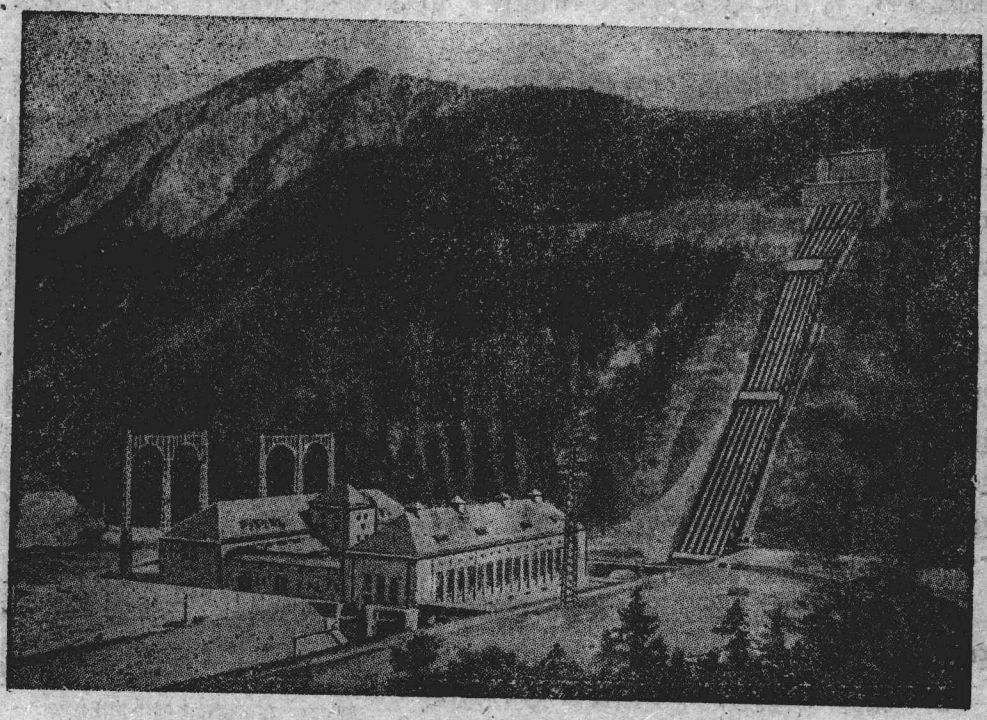

圖 173　華爾清西水力發電站(水頭 200 公尺)之廠房樞紐

1) 在無壓引水道情況下之廠房樞紐及

2) 在有壓引水道情況下廠房樞紐(圖 173)。

§ 84. 低水頭發電站的河川樞紐

在低水頭電站(25—30 公尺以下)情況之下採用安裝於混凝土或鋼筋混凝土室(當容量小時可能採用木室)內之開敞式水輪機。水流直接引至水輪機室，沒有壓力水管。廠房(水輪機裝置於其中)位於河床上或河旁一邊之特殊開挖處並與壩直接相連成爲其延續部分。在這種情況之下，廠房承受全水頭的壓力並與壩一樣地成爲造成抬水的建築物。發電站的這種佈置稱之爲河床式，它是低水頭電站的典型佈置，這種電站主要爲平原式河流所具有。

除開壩及廠房——河川建築物樞紐必有的組成部分之外，在必要時其中還可以包括：

1) 船閘，如果電站建築在通航河流上的話，

2) 流放整排或分散的浮木的水槽或筏道，

3) 通過魚類的設備(魚道或水閘)，

4) 灌溉土地之引水建築物，

5) 供工業企業及城市給水的取水建築物。

在河川樞紐中三個主要的大型建築物(壩，電站及船閘)的組合是大平原河流上水力裝置的最普通的情況。它們相互間的配置由當地情況以及運轉上所提出的要求來決定。

這種樞紐的壩必須通過取決於大平原河流水文情況之春汛及流冰的很大流量。因此最合適的結構是堰頂具有閘門的堰式混凝土壩，閘孔之寬度須足以通過冰塊。當春汛的最大流量甚大時，需要有足够長的溢流面。較大而集中的溢流堰單寬流量在河床土壤易被移動及冲刷的情況之下格外不合適。在這種情況之下必須增加溢流面之寬度直至達到河床全寬之最大長度，不能因爲其他建築物(例如，水電站)而將它縮窄。此時水電站可佈置於河岸之開挖處。

壩在平面上的總方向應該盡可能垂直於流往下游之水流方向，並且不要使溢過的水流偏向一岸，以免造成河岸的局部冲刷。

如果迴水所及之地區甚遠、水庫容積很大，則經過壩洩放河流所挾帶的泥沙的問題就不起很大的作用，因爲泥砂淤積的進行距離壩相當遠，需要很長的期間才能把水庫淤滿。在迴水地區不大且水庫容積較小時，如果河流在洪水期挾帶大量泥砂，這個問題就比較重要了。在平原河流的情況下，懸浮狀態的泥砂的挾帶通常只限於顆粒極小者。如果壩所形成的抬水高度不大，則這些泥砂同水一起通過，不在水庫內淤積。在坡降較小的平原河流上，沿河底移動的較大顆粒通常和砂子一樣的大。它們在河流的天然狀態下形成可以移動的淺灘。如果壩所形成的抬水不高而水

流的速度較大，則它們在洪水時期的移動可能就靠近壩。在這種情況之下，頂好經過壩洩放泥砂，此時可在壩上安設具有低堰頂的深的閘孔。

廠房可與堤壩佈置在同一直線上或和它形成一個鈍角(參閱圖 174，甲及乙)。

直線形佈置廠房(圖 174，甲)最方便也最自然。它給予從壩及電廠流出的水流很好的方向。有時由於冰塊有可能積壓在廠房上而引起一定的顧慮。如果上游水位甚深，流向廠房的流速不大，則冰塊施壓力於電站廠房的顧慮是沒有根據的。當流速較大時可用設立防冰牆的辦法來防止冰壓，防冰牆可導引浮冰流往壩之閘孔，以保護電站。然而只有對於廠房確實有嚴重的威脅情況之下，才可以採用設立防冰牆的辦法，因爲它們的造價相當的貴。在冰的覆蓋甚輕及流速小時，可以只設立以鋼索固定的木質的浮動防冰柵。也可以將廠房佈置於河岸的開挖處，在那裏廠房可得到河岸的天然保護。

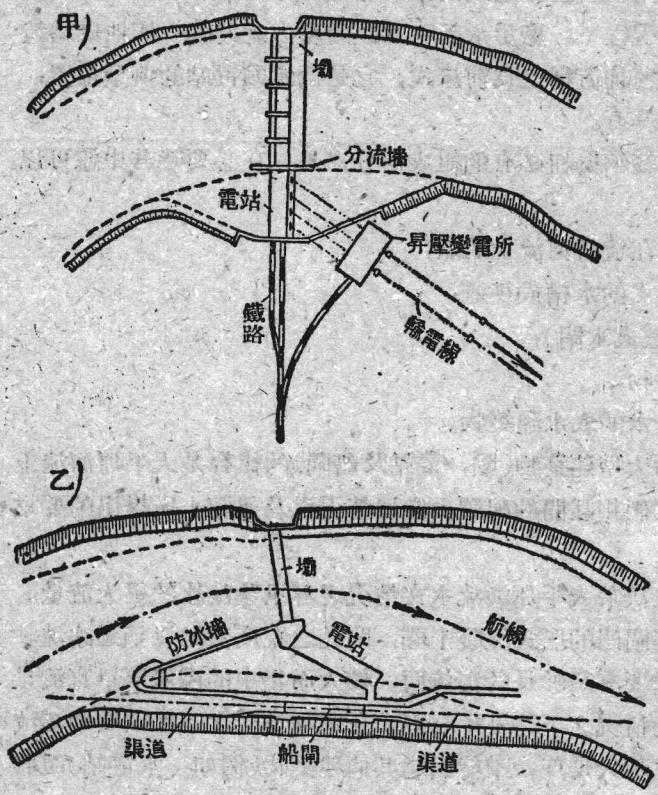

圖 174　低水頭河川建築物樞紐佈置圖

在河流寬度小而直線形佈置廠房又將大大地減小壩的溢流面時，採用廠房的斜向佈置（圖 174，乙）。開挖河岸後採用直線形佈置廠房也可以使得溢流面增加，但是當河岸甚高及地層爲岩石時，開挖量可能會很大和昂貴。斜向佈置可以不必開挖河岸而能增加壩長。這種解決辦法特別適用於電站之機組數目多時以及廠房之長度甚大時。

圖 175 爲瑞典的少理別爾格福斯電站之平面圖，它建造於極狹窄的河床中。廠房沿河的縱向佈置並垂直於壩。

廠房之斜向佈置要求建造中間的混凝土墩座，以作壩和電站的聯接體。這種佈置的缺點是：架空線路從廠房引往昇壓變電所不甚便利。昇壓變壓器常常裝設在電站中朝下游的方向，而變電所則位於電站旁之河岸上。在這種情況之下，只有當直線形佈置廠房時(圖 174，甲)才便於從廠房引線路至變電所。在斜向佈置情況之下，有時線路需要從屋頂經過，這將引起許多的不便。

有時斜向佈置的缺點可能是：從壩及從電站流出之水流在下游相遇且互相干擾。水流相互交接和當時所發生之現象必須在實驗室中加以檢查。

在廠房與壩之間可建造向上下游凸出之分流牆（如圖 176 所示）。它的作用是隔離流向電站及壩的水流。在上游，必須在水流流向壩處在溢流堰前發生水位降低的地帶加以隔離。在下游，必須將溢流堰下的聯接急流與從電站尾水管流出之靜流隔離開來。

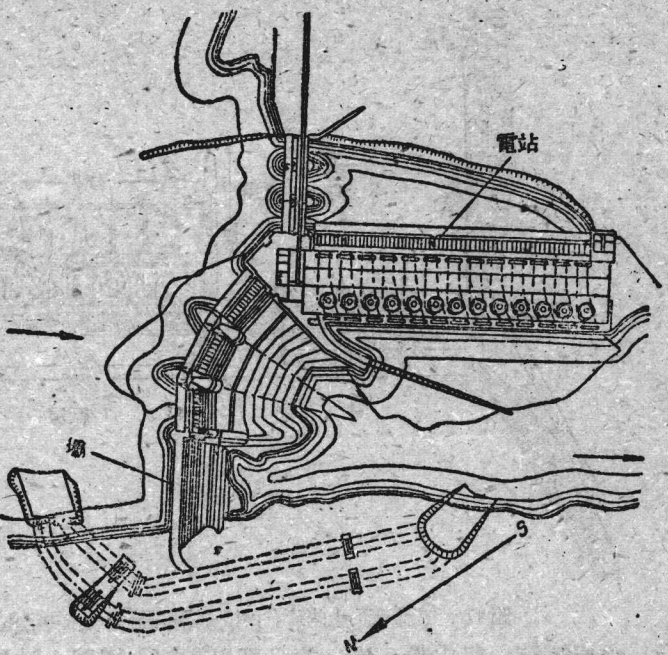

圖 175 少理別爾格福斯水力發電站(瑞典)建築物平面圖

如果樞紐之組成中有船閘，則其佈置必須保證船隻能够方便地進入閘室。爲此目的在上游及下游都建築直線方向的導渠通往閘室。同樣地，在導渠通往河床之出口處，航行的軸線必須與河中航路相合，兩者應盡可能成一直線或彎度極小的曲線。允許的最小曲度半徑等於船長的六倍。船的長度爲 100 公尺時它等於 600 公尺。最好選用不小於 1000 公尺的半徑。

由於船閘及導渠的長度相當大，要想得到航行路線之全長爲直線以及保證它與河中航路之連接得到平緩起見，最好將船閘佈置於河流的凸岸(參看圖 174)。在直線之河段佈置船閘及導渠亦屬可能，不過通常土方工程較大且通至河中航路之出口較爲不便。佈置在凹岸將使導渠彎曲並且通往河中航路的出口不便。

上游迴水地帶由於迴水保證了航行的深度和寬度，因此上游的船閘出口與航路相接比較容易辦到。下游深度較小，航路較窄，獲得通往航路之便利出口較難實現。因此在選擇船閘位置時，對於其通往電站下游之出口必須特別加以注意，船閘的佈置可能要求進行挖深河底及清理河床的工作。

對壩及水力發電站的關係而言，船閘的佈置可分爲三種主要型式：

1) 和電站同岸，

2) 位於不同的河岸，

3) 位於發電站和壩之間的河床上。

將船閘與發電站佈置於同一河岸可以將所有建築設備（總的混凝土及碎石工

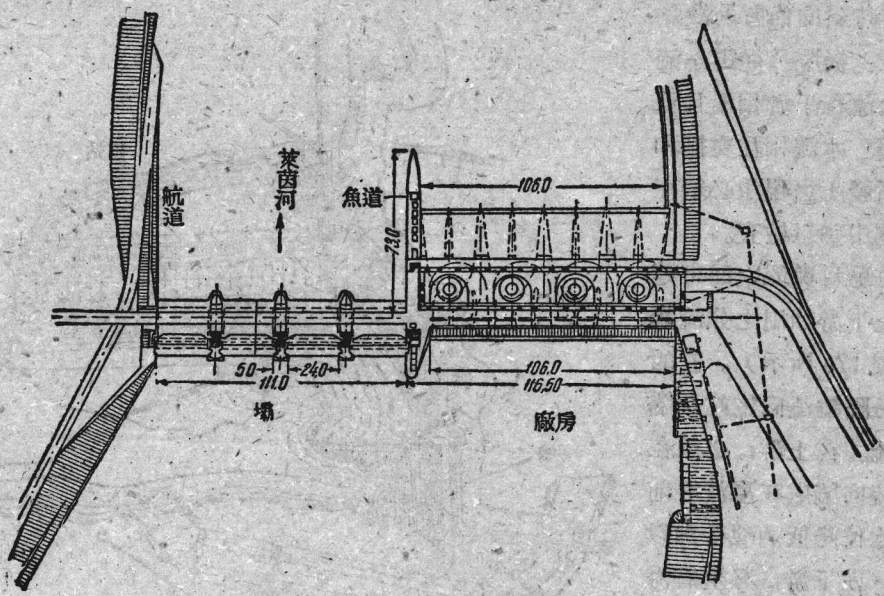

圖 176　在萊茵河上的琉布爾格-施約爾施塔特水力發電站建築物平面圖

廠，倉庫等等）集中於一岸，並且可以在同一圍堰中進行施工。然而不是在任何情況之下都可認爲這是它的優點，因爲在場地不大時可能形成在狹窄的地帶中大量工程過分集中。

船閘在下游方向的進口必須有足够長的導渠，導渠靠河流的一面以隔堤保護，使得從電站流出的水流不至引起渦漩或對航線而言的橫向流。從這個觀點來看，必需儘可能使得導渠的進口遠離電站，並且必須如此的設立它，使得當船隻行出導渠前往河中航路時，從電站流出的水流方向同航線的方向很好的相聯接，不至在這裏產生橫斷航線且速度很大的水流。

廠房與船閘的這種相互佈置相當的不方便，因爲電廠被船閘及其導渠隔離開了河岸。這就引起了建築越過船閘而與電站相聯絡的鐵路橋的必要性。除此而外，廠房與船閘之間作爲安設昇壓變電所的場地顯得很擠，这可能在佈置變電所時引起許多不便。爲了得到有足够寬度的場地，可能有必要將船閘移入河岸。同時船閘及與之相接的導渠所需要進行的土方開挖量就要增加，因爲它們的長度增加了，而且所有的建築物都被佈置在高程較高的地點。

也可以將昇壓變電所移至船閘後面的河岸上，但是這種佈置也有它的缺點，因爲在這種情況之下，廠房與變電所之間的電路聯系就發生困難了（圖 177）。在這種情況之下，有時爲了解決困難可將變電所佈置在廠房的屋頂上，這種佈置方式常在美國的電站中被採用（如圖 387 的例子）。

往往採用將廠房與船閘置於不同的兩岸的佈置方式。在這種情況之下就避免了由於這些建築物緊鄰所引起的許多不便。廠房與河岸之間的交通很便利，同時變電

所也不爲船閘所擁擠。從施工方面來看，施工的場地擴大了，甚爲寬暢。德涅泊爾水電站的建築物就是這種佈置的例子。

斜向佈置廠房時，自廠房流出的水流射向相反的河岸。在這種情況之下，必須愼重地進行船閘渠道進口位置的選擇，並應採取辦法來保護進口不受橫向速度的影響。直線形佈置廠房時船閘進口的情況較爲有利，但就在這種情況下最好也在實驗室的河床模型上檢驗建築物的相互位置及下游水流的方向。

位於壩與電站之間的船閘佈置，通常具有通往下游航路的良好出口；然而這種佈置具有很多其他的缺點。船閘佈置在河岸時，導渠建於開挖處，或只在靠河的一邊築堤保護。船閘佈置在河床時會使築堤發生困難，因爲它們的基礎的寬度很大。在這種情況之下船閘之進口處需築以混凝土牆或墩，這就使得導渠的造價增加。由於船閘的周圍沒有足够的場地供操作之用，船閘的操作將要變得複雜。船閘進口處的船隻停泊線的管理比船閘佈置在河岸時要來得困難。

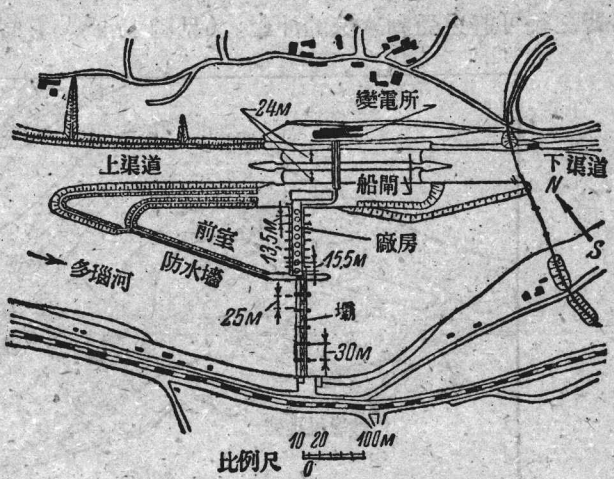

圖 177 多瑙河上卡赫列水力發電站建築平面圖

這種船閘佈置的方法特別在大隊的拖船過閘的情況之下感到不便，它們要求建造長而貴的船隻停泊線。如果過閘的船隻主要的是汽輪，則這種佈置的不便程度較小，此時船閘及船隻停泊線的長度很短。在國外的許多電站可見到這種河川式船閘的例子。

最好位置必須這樣的選擇，使得魚類能够容易地找到入口。魚類在產卵時期逆流向上游去。當它在途中遇到障礙時，便開始尋找較急的逆流及明亮並充滿氧氣的水。因此建議將魚道的進口佈置在水流較急的地點，同時應該使得在整個水流中能够感覺到從魚道中流出着一股水。在進口處的水必須被日光良好的照亮。在許多電站中魚道設立於壩與廠房之間的分流牆中（伏爾霍夫電站及德國的琉布爾格-施約爾施塔特水力發電站，見圖 176）。然而魚道的最好位置及其構造不能認爲是被最後確定了的。因此在哥倫比亞河的波恩尼維列水力發電站（美國）（那裏鮭魚漁場起着很重要的作用）建造了數個位於不同地點的不同類型的魚道作爲實驗（圖 178）。它們以臨時建築物的形態設立，直到那一種魚道在運用時來得更好的問題得到闡明。然後較好的魚道就將以永久建築物的形態建成。

位於不通航河流的中型及小型水電站一般都沒有船閘。如果河流中有木材浮

運，那麼可能要求建造筏道或用以通過浮木的槽道。它的位置必須使浮木便於進入筏道以及流出至河中航路。最好使流送木材的設備遠離電站，儘可能將它佈置在另一河岸。上游以浮着的柵板引導浮木流至浮運木材的槽道，以避免在上游浮動的木材傷害電站。

保護電站不受冰的傷害以及保證流冰從壩通過是電站可靠運轉的最重要條件之一。因此電站及壩的總佈置必須便於使冰塊從電廠引離，例如，將電站置於河岸轉彎之後可避免受到冰塊的冲擊。（見圖 174）。有時在電站旁建立特殊的、跨度很長

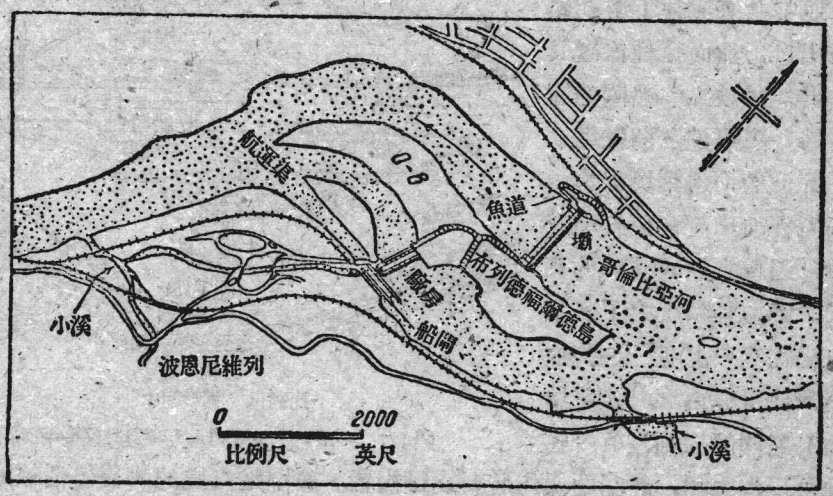

圖 178　哥倫比亞河(美國)波恩尼維列水力發電站平面圖

的洩冰孔，以便通過堆積起來的冰塊。在流冰非常嚴重的情況之下，廠房以防冰牆保護，防冰牆攔住冰塊而用孔口通過水流。防冰牆的方向必須能使流往下游的冰塊不受阻礙地沿牆向壩的洩水孔滑去。

§ 85. 中水頭及高水頭發電站的河川樞紐

水輪機裝置於混凝土室中之河床式佈置的電站僅在水頭低於 25—30 公尺時才被採用。水頭高時應採用裝置於鋼蝸管中並靠水管進水的封閉式水輪機。水頭低於 25—30 公尺時，選擇這一種或那一種型式在頗大程度上取決於電站機組的容量及它們的尺寸。

河床式電站是一種承受該水電站總水頭的建築物。電站中混凝土的尺寸及重量必須足以承受這個水頭。如果機組的容量和尺寸很大，則廠房可以承受很大的水頭。裝置有按現代水輪機製造條件所能作出之最大尺寸的機組的廠房，可以承受上述 25—30 公尺範圍內的水頭。當機組的容量及尺寸小時，安置它們的廠房必要尺寸就減小了。在這種情況之下，廠房按它自己的尺寸及重量就只能承受較低的水頭；水頭高時，爲了保證穩定，可能就需要加大廠房的尺寸。在這種情況之下，由

壩來承受水頭，解除它對廠房的影響，要來得更有利。爲了達到這個目的，可以將電廠佈置在壩的後面並以壓力水管進水。

當機組容量極小時(數十仟瓦)，廠房的尺寸太小，以致在 8—10 公尺水頭時已經以採用封閉式水輪機爲有利了。因此，如果不考慮到水輪機的容量，就不能定出水頭的這種限制，即高出該水頭便應採用封閉式水輪機。採用可能的最大尺寸的機組時，可以認爲 25—30 公尺爲低水頭之上限，在這個水頭限制內，尙允許採用裝置開敞式水輪機之廠房河床式佈置；容量極小時，水頭限制爲 6—10 公尺。

如此，將水電站區分爲低水頭及中水頭是有一定條件的，它與水電站之容量有關。

中水頭及高水頭電站之特徵是具有壓力水管。如果全部水頭均由壩造成，沒有引水渠，則此時電廠佈置在壩的後面並緊靠着它。

廠房的壩後式佈置應用的水頭範圍很廣——從上述的最低水頭到壩所能造成的最高水頭。美國可樂拉多河上包德壩旁之電站可作爲這種佈置的例子，此電站之水頭爲 137—182 公尺（壩高 222 公尺）。容量爲 1 317 500 仟瓦，共 17 台機組

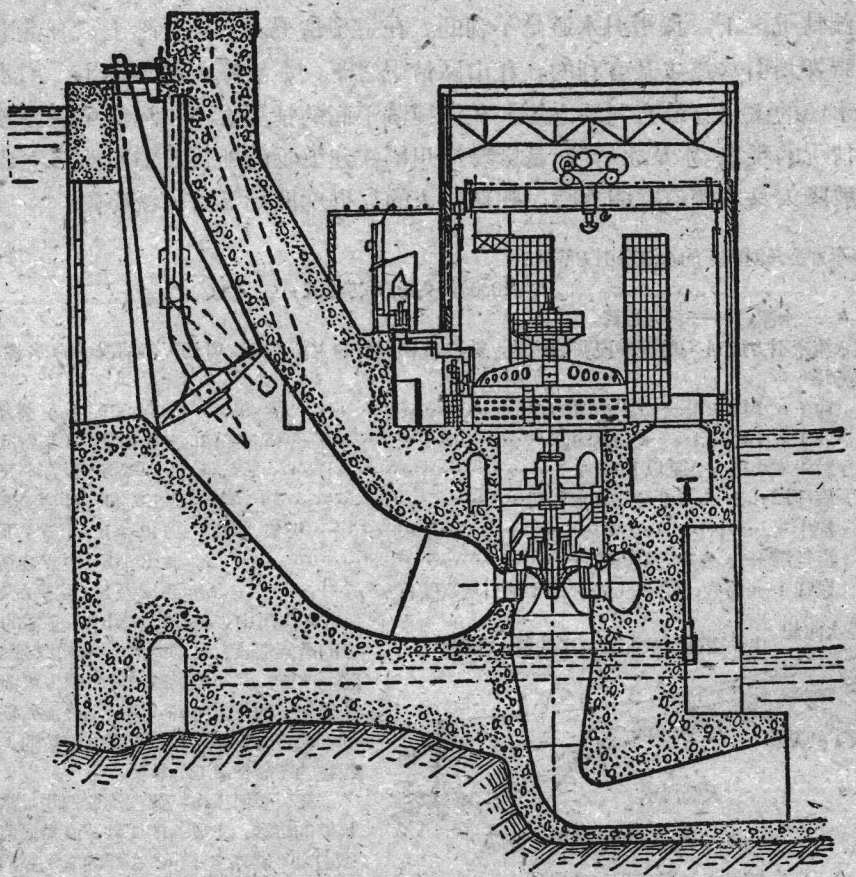

圖 179　卡他夫巴(美國)水力發電站廠房剖面圖

(圖171及203)。

在這個水頭範圍內可以採用各式各樣的壩，依當地的情況而定。

在採用重力式混凝土壩時，將電站造在緊接壩傍是最簡單的辦法。供水至水輪機的水管就裝設在壩體之內(見圖179)。

混凝土壩甚高時，壩體內之應力很大。不應使水管孔道降低混凝土壩體的强度。可以採用具有鋼板襯砌的短的壓力隧洞引水至水輪機。上述之包德壩即爲此例，圖203爲其平面圖。特別不應使水管減弱拱壩的壩體，當壩爲堆石壩或土壩時，以隧洞引水也是最好的解决辦法。

當壩不高時，可在壩頂設溢流堰排洩流量。壩甚高時，或者在壩頂不准過水的壩(土壩及堆石壩)情況之下，應在河岸設立洩水道洩水。

有關船閘佈置及通過壩頂(在水頭不高時)洩放冰塊的條件仍如上節所述。

§ 86. 河川建築物樞紐及低壩引水式發電站的進水設備

在河流坡降較大時，常常採用引水道來造成水頭。在蘇聯平原地區坡降很小的大河流情況之下，採用引水道是不利的。在這種情況之下，大體上只有當電站的容量小時採用引水道才是有利的。在山區情況之下，在坡降大的河流上，引水道成爲造成水頭的主要及最有利的方法。在這種壩不高的情況之下，河流中的泥砂移動及冬季情況的現象(冰及冰屑糰)是影響河川樞紐建築物的性質及佈置的最主要因素。

坡降大及水流速度顯著時，顆粒甚大的泥砂就開始沿着河流移動。

每平方公尺河底上的水流牽引力等於：

$$S=1000hi \text{ 公斤/平方公尺}, \qquad (40)$$

式中　h——水深；i——河底坡降。

當水流牽引力達到S_0時泥砂便開始移動，數值S_0由泥砂的大小決定。對於天然情況中的各種不同的泥砂其值約爲：

粒子大小爲0.2——0.4公厘的沙……S_0=0.18—0.20公斤/平方公尺
粒子大小爲0.4——1公厘的砂……S_0=0.25—30公斤/平方公尺
粒子大小在2公厘以下的砂……S_0=0.40　公斤/平方公尺
直徑爲0.5—1.5公分的圓形卵石……S_0=1.25　公斤/平方公尺
黏土……S_0=1.0 —1.2公斤/平方公尺
直徑爲4—5公分的粗糙塊石……S_0=4.8公斤/平方公尺
厚在1—2公分、長4—6公分的平的石灰質碟石……S_0=5.6公斤/平方公尺

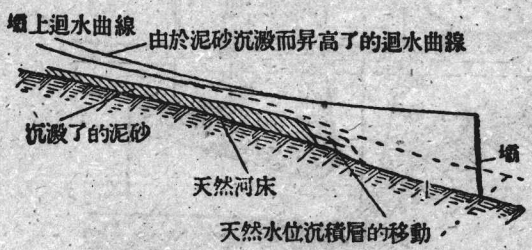

圖180 推移質泥砂的移動

在山河中，帶動粗粒泥砂所必需的水流牽引力的數值應該有足够的大。流量改變時水深h隨而改變。當小流量時，其牽引力可能低於帶動某種泥砂的極限值S_0，這時這些泥砂便要停止移動。隨着流量的增加，起先是細粒的、繼而是較粗粒的泥砂便會開始移動。

在天然河床中，在大流量期間，當其牽引力足够的時候，走動着的泥砂一直沿河前進，直至牽引力不够時才停止。在壩的迴水區內，水流速度及其牽引力減小。從上游來的推移質泥砂進入

迴水範圍以後便停止下來。形成了沉積層（參閱圖 180）。在被沉積層縮小了的河床中，水位有了某些昇高，流速也增大了一些。當河流縮小到使其中流速又復足够帶走泥砂時，泥砂就不再沉澱了，而在迴水範圍以內重新開始移動。泥砂沉積的位置沿水流向下遷移至流速較小的河段中。這樣，泥砂的沉積層將在迴水區內沿水流向下推移。

如果當河床水位昇高時其寬度的變化不大，則需要當全上游面均淤有泥砂和新的河床坡降又趨近於原先的坡降以後，由於沉積泥砂所引起的河底昇高才會停止。在這樣的坡降下，從上游來的泥砂將被水流挾帶經過上游面而進入壩體的冲砂孔中。這樣，好像按照河床的天然坡降而將河底平行地抬高至迴水的高度一樣。當河床斷面的頂部大大地加寬的情況下，則全部斷面都要淤積泥砂，在泥砂中再形成新的河床。庫拉河上在謝莫-阿夫察利水電站的迴水面內曾發生過泥砂沉積層的推移現象。沉積層向下推移的速度約爲每年 500 公尺。

極細粒的泥砂以懸浮狀態移動着，使水變得混濁。在非迴水河段中水流速度較大，這些細粒泥砂是不可能沉澱的。當它們流入壩的迴水區以後，便要處在水深很大和流速很小的範圍內了。在這範圍內懸移的泥砂開始沉下，逐漸淤積着上游面。這種沉積開始時只發生在壩體附近。它逐漸抬高了河床，增大了上游面迴水曲線的縱坡降。水流速度按照淤積的程度慢慢增加，泥砂可能不再沉澱而繼續以懸浮狀態流至壩前和進入引水渠道中。當然，如果在大流量期間水流的速度很大，以至泥砂不能在引水道進口之前沉澱，則在上游面發生沉積以前，泥砂進入引水渠道的可能性還是不可避免的。當壩體形成的抬水較低時，這種情形是可能發生的。

泥砂的存在以及其進入引水道的可能性迫使我們採用各種預防的措施。

最重要的措施之一就是使儘可能多量的泥砂通過壩。這時，最好的方式是採用低堰頂的滾水壩和深的閘孔。當帶有大量泥砂的大流量時間，閘門應全部打開或部分地抬高以便推移質泥砂從閘門的下面通過。因此這時所採用的閘門應以能够向上抬高的比較好：滑動的平板閘門、弧形或圓柱形（圓滾）閘門。採用雙扉平板閘門是很方便的，可以將其下扉抬高以通過泥砂。堰頂及護坦必須用堅硬的石頭襯砌以便防止泥砂對混凝土的磨損。

引水道的取水建築物的位置及其構造是否合理有着特別的意義。

天然情況下的觀察和試驗室的試驗指出：當水流在平面上轉彎時其主流是趨向凹岸的。凹岸的一邊產生最大的水流速度和冲刷現象。與此相反，凸岸的一邊通常形成泥砂的沉積和淺灘。因此，引水道的取水建築物永遠應該選在河流凹岸的一邊，這裏可能發生的是冲刷而不是泥砂的沉積。如果將取水口佈置在凸岸的一邊，則泥砂的淤積總是可以預期的。

取水建築物的進口應設有檻，它在河底上的高度不宜小於 1—2 公尺。此檻將推移質泥砂攔住不使進入引水道中。

如果取水建築物佈置在直線形的河段上，則檻的方向宜與壩成一不大的角度。這樣，當在壩上打開最靠近檻的閘門時，就會沿着檻的縱向形成很好的冲砂射流。渠道的進口方向宜與河中水流成 20—30° 的角度。

一系列的試驗也同樣指出：當從直線形河流引取分支的水流時，大部分移動着的泥砂均趨入側向的支流，只有很小的一部分從直向的河床通過。在布列的設有分支水流的試驗中，當從側向的支流引入約爲一半左右的流量時，其中泥砂的分佈如下：

支流的角度	30°	60°	90°