

高等学校教学用书

水力发电站

上册

Φ. Φ. 古 宾 著

高等教育出版社

高等学校教学用书



水 力 发 电 站

上 册

Φ. Φ. 古 宾 著

天津大学水利系水能利用教研室译

高 等 教 育 出 版 社

A decorative horizontal line consisting of a series of small, repeating rectangular or square patterns.

高等学校教学用书



水 力 發 電 站

下 册

Φ. Φ. 古 宾 著

天津大学水利系水能利用教研室译

高 等 教 育 出 版 社

A horizontal line composed of a series of small, closely spaced dots or dashes.

本書係根據蘇聯動力書籍出版社 (Государственное энергетическое издательство) 出版的 Ф. Ф. 古賓 (Губин) 教授著“水力發電站”(Гидроэлектрические станции) 1949 年第三版增訂版譯出的。原書經蘇聯高等教育部審定為動力、電工及水利工程各院系的教科書,同時,本書也可作為設計及建築機關的實用參考書。

本書是有關合理利用水能問題的系統化的手冊。書中研究了水電站的基本建築物(進水閘、水輪機水道、渠道、隧洞、壓力池、日調節池、機器房以及其他等等)、水量及水電站容量的調節問題、水電站系統中的水流利用問題以及水能的動力經濟問題。

全書中譯本分上下兩冊出版。

本書係天津大學水利系水能利用教研室譯。

為了讀者便利起見,書首附有譯者編列的本書常用符號。

2074/33.04

水 力 發 電 站

上 冊

Ф. Ф. 古賓 著

天津大學水利系水能利用教研室譯

高 等 教 育 出 版 社 出 版

北京琉璃廠一七〇號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

商務印書館上海廠印刷 新華書店總經售

書號 355(原 331) 開本 850×1168 1/18 印張 19 5/9 字數 435,000

一九五五年七月上海第一版

一九五六年十月上海第三次印刷

印數 4,501—6,500

定價(10) 2.70

本書系根据苏联国立动力出版社(Государственное энергетическое издательство)出版的古宾(Ф. Ф. Губин)教授所著“水力發電站”(Гидроэлектрические станции) 1949年增訂第三版譯出的。原書經苏联高等教育部审訂为动力、电工及水利工程各院系的教学参考書,同时,本書亦可作为設計及建筑机关的实用参考書。

本書是有关合理利用水能問題的系統化的教材。書中研究了水电站的基本建筑物(进水閘、水輪机水道、渠道、隧洞、日調節池、机器房以及其他等等)、水量及水电站出力的調節問題、水电站系統中的水能利用問題以及水能的动力經濟問題。

全書中譯本分上下兩册出版。

为了便利讀者起見,書首附有譯者編列的本書常用符号。

水 力 發 電 站

下 册

Ф. Ф. Губин 著

天津大学水利系水能利用教研室譯

高等教育出版社出版 北京琉璃廠170号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第054号)

上海市印刷四廠印刷 新华書店总經售

統一書号 15010·521 开本 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印張 25 3/8 插頁 1 字數 529,000 印数 1—1,700
1957年9月第1版 1957年9月上海第1次印刷 定价(10) 3.10

序

水能利用教程第一版在 1936 年印行，在 1939—1940 年爲了第二次出版曾作了補充和修改。1941 年六月底，第二版已由基輔的一家印刷廠印刷。但全部第二版的印刷冊數連同該印刷廠都被德寇法西斯強盜們所毀壞。

爲了能更顯明地反映本書的基本內容，決定將現在第三版的書名加以更改。這一版的內容及結構與前二版也顯有較大的不同。本教程係按照土木建築學院水工建築學系的教學大綱而編著的。著者還考慮了十七年來在各土建學院及動力學院教授本課程的教學經驗。蘇聯水能建設的豐富的、創造性的優異的經驗使得一系列的現代水能學問題能夠有可能獲得新穎的、更加深刻的闡述。本書寫成的意圖是在於遵循共產黨及蘇聯政府的決定爲了培養進一步發展水電站建設所必需的合格幹部時發揮最大程度的效果，同時這一決定也曾在編著工作過程中鼓舞了著者。

“水能利用”是培養水能建築專家的基本課程之一，按照這一課程的作用，在本教程的任務中包括有：確定水力發電站建築物及其各部份型式選擇及設計的技術和經濟前提條件，概括爲了有效的和經濟的供電給工業和日常需要而產生的水電站設計、建築、運轉方面的許多問題以及包括在水電站佈置中的專門建築物和設備各部份的設計問題。根據上述以及批准的“水能利用”教學大綱，在本教程內要研究：(а)水力發電站建築物的原則佈置；(б)河道水量及水能有效利用的問題和水電站容量選擇的問題；(в)水電站動力建築物的結構，其中包括動力引水道的進水建築物、沉沙池、輸水道及水輪機引水道、壓力池及日調節池、調壓塔、機器房及水電站廠房樞紐的其他建築物；(г)水電站基本動力設備的結構尤其是水輪機設備的結構；(д)水電站梯級開發中水流利用的問題及相鄰水流的動力聯合利用的問題，並考慮到水利的綜合要求；(е)水能建設的經濟問題；(ж)水電站合理的設計、建築以及運轉的問題。就着研討水電站每一部份的設計及計算問題而論，本教程的內容自然不能被認爲是具有了詳盡無遺的性質，但是它却考慮了這門課程的基本任務並具備了建築學院的教學計劃中各有關專業課程和一般技術課程(水力學、水工建築物、水電站水輪機及電氣技術設備、水利技術工程的施工及組織、建築物靜力學、彈性理論、基礎和地基、工程地質學以及其他各種課程)。

本教程的全部敘述都是根據蘇聯水能學家的經驗、成就及要求而編成的，同時還利用了某些外國水能建築對象作爲例子，並以蘇聯水能科學的觀點而給它們以分析和評價。所舉的例子不帶有地理名稱——在教學上比較有效果的是在於指明表徵着所討論建築物所在地的自然條件。

在本教程的敘述中，同時有必要來申明所採用的答案(解決辦法)不是一成不變的，它們隨當地自然的和經濟的條件以及必要性爲轉移，同時也考慮到現代技術在採用的具體(辦法)答案上的發展的影響。在本教程中，特別注意於培養未來工程師的獨立地創造性地工作能力。善於批評地對待所研究的設計、計算及建築的各個方法乃是未來的工程師們有成績的工作的一個先決條件。

本教程係就水力發電站方面來進行闡述的，因為這種水能利用的方式在今天是佔優勢的水能利用形式。但是本教程的基本原理同時也可以用於水力裝置，因為這些水力裝置的任務也是在於藉助機械傳動裝置來直接開動工業企業及農業企業的生產設備。

許多工作於水能建設方面的著名專家的批評和指示曾對本書著者予以巨大的幫助，其中包括 Б. Е. 維捷涅耶夫 (Веденеев) 院士、И. И. 庫珂列夫斯基 (Куколевский) 教授、Е. В. 布里茲尼亞克 (Бдизняк) 教授、М. М. 格里辛 (Гришин) 教授等的指示。本書評閱者 Н. Н. 宗科夫斯基 (Джунковский) 教授及 Т. Л. 佐洛塔廖夫 (Золотарев) 教授的批判意見曾促使本書的質量有所改善，並消除原稿中若干已發現的缺點。同時很多採用過本書第一版的工程師、研究生和大學生們提出的批評指示也曾產生了重要的效果。

在原稿工作中予以極大協助的有：對第七章提出若干寶貴建議的 В. А. 奧爾洛夫 (Орлов) 工程師，審閱第四章沉沙池一節的 С. С. 奧布列茲科夫 (Обрезков) 工程師，和審閱第八章及第九章的科學技術候補博士 Г. И. 克里夫競珂 (Куивченко)。此外，Г. И. 克里夫競珂根據榮膺紅旗勞動勳章的 В. В. 古比雪夫 (Куйбышев) 命名的莫斯科工程建設學院“水能利用”教研室的研究工作又重新編寫了講述水擊的一節。

С. С. 奧布列茲科夫及 М. Ф. 古賓 (Губин) 對準備本教程的許多插圖都曾經進行過巨大的工作。

著者除向對本教程曾提出必要的修改及補充意見的所有讀者表示謝忱外，並希望讀者今後對於本版提出批評意見。賜函請寄：Москва, Шлюзовая наб., д. 10, Госэнергоиздат。

著 者

本書常用符號

B	渠道水面寬度	$h_{\text{безнап. дер}}$	無壓引水道的水頭損失
B	開孔寬度; 壩孔寬度	$h_{\text{в. б}}$	上游水位
b	攔污柵條間距	$h_{\text{вх}}$	引水道進水閘入口損失
C	謝才係數	$h_{\text{констр}}$	攔污柵結構內的水頭損失
$C_{\text{в}}$	偏差係數	$h_{\text{нап. вод}}$	壓力引水道及水輪機水道的水頭損失
$C_{\text{в}}$	變差係數		
c	熱容量	$h_{\text{нап. водопр}}$	由無壓轉入壓力引水道處進水閘入口損失
c	波浪傳遞速度		
D	直徑	$h_{\text{н. б}}$	下游水位
$D_{\text{раб. кол}}$	工作輪直徑	$h_{\text{огр}}$	防護牆, 防冰牆及其支承結構和浮排等引起的水頭損失
$D_{\text{тр}}$	水管直徑		
d	直徑	$h_{\text{опорн}}$	攔污柵支承結構引起的水頭損失
$d_{\text{банд}}$	鋼箍直徑	$h^{\text{ос}}$	年降水深度
$E_{\text{бет}}$	混凝土拌合料彈性係數	$h_{\text{подв}}$	引水道水頭損失
$E_{\text{ст}}$	標準誤差	$h_{\text{подп. кр}}$	由於壅水面縱坡陡峻而引起的水頭損失
$E_{\text{ст}}^{\text{с}}$	求偏差係數時的標準誤差		
$E_{\text{ст}}^{\text{с}}$	求變差係數時的標準誤差	$h_{\text{пот}}$	水頭損失
$E_{\text{ст}}^{\text{с}}$	求均方差時的標準誤差	$h_{\text{реш}}$	通過攔污柵及其支承結構時的水頭損失
F	集水流域面積		
$F_{\text{вод}}$	水庫水面面積	$h_{\text{ск}}$	流速水頭損失
$f_{\text{банд}}$	鋼箍斷面積	$h_{\text{стр}}$	衝擊式水輪機射流水頭損失
$f_{\text{р}}$	絲扣所削減的鋼箍最小斷面積	$h_{\text{ш}}$	導流閘板高度
G	重量	$\sum h_{\text{доп}}$	引水道沿程附加建築物如沉沙池, 調壓塔, 橋墩等所引起的水頭損失以及由壓力引水道轉為水輪機水道時所引起的水頭損失
$G_{\text{обл}}$	砌面重量		
g	重力加速度	$\sum h_{\text{зам}}$	壓力水道閘門所引起的水頭損失
H	水頭; 落差	$\sum h_{\text{местн}}$	總的局部水頭損失
$H_{\text{бр}}$	毛水頭	$\sum h_{\text{перех}}$	變斷面引水道過渡段上的水頭損失
$H_{\text{водослива}}$	溢水堰水頭	$\sum h_{\text{пов}}$	水道轉彎處水頭損失
$H_{\text{дер}}$	引水道水頭	$\sum h_{\text{пот. гидр}}$	總的水頭損失
$H_{\text{нетто}}$	淨水頭	$\sum h_{\text{поз}}$	閘板及插板槽所引起的水頭損失
$H_{\text{отв}}$	洩水道水頭	$\sum h_{\text{пут}}$	引水道及水輪機水道的沿程損失
$H_{\text{плот}}$	壩水頭	Δh	波高
$H_{\text{пол}}$	有效水頭	I	電流
$H_{\text{раб}}$	工作水頭	i	縱坡; 坡度
$H_{\text{сред. сут}}$	平均日水頭	$i_{\text{дер}}$	引水道縱坡
$H_{\text{ст}}$	靜水頭	$i_{\text{дер}}$	引水道水力坡度
$H_{\text{стат}}$	靜水頭	$i_{\text{отв}}$	洩水渠縱坡
$H_{\text{уч}}$	某一河段範圍內的落差		
h	水深		

i_p	河道底坡	N_{yc}	某一河段的容量
$i_{русла}$	河床縱坡	n	轉數
$i_{н.б.русла}$	水電站下游河床坡度	n	攔污柵條數目
$i_{подв.дер.русла}$	由壩到機器房一段渠槽的平均縱坡	n	水文資料系列項數
k	平均年逕流係數	n	粗糙係數
k	限制係數	P	泥沙量
k	滲透係數	$P_{воды}$	水壓力
$k_{исп}$	裝機容量有效利用係數	$P_{макс}$	最大負荷
$k_{осл}$	鋼筋斷面積 f_p 及 $f_{банд}$ 的比值	$P_{мин}$	最小負荷
$k_{сут.нагр}$	日負荷係數	$P_{нагр}$	負荷
L	長度	$P_{арм.раст}$	鋼筋所受拉力
L_p	河道長度	$P_{ет.раст}$	混凝土所受拉力
$L_{дер}$	引水道長度	$P_{сдв}$	剪力
$L_{напорн.дер.и.трубопр}$	壓力引水道及水輪機水管長度	$P_{ср}$	平均負荷
$L_{отв}$	洩水道長度	$P_{ср.сут}$	平均日負荷
$L_{подв}$	引水道長度	p	保證率
$L_{расчисток}$	清除段長度	p	壓力
$L_{реш}$	攔污柵長度	Q	熱量
$L_{н.б.русла}$	水電站下游河床長度	Q	流量
$L_{подв.дер.русла}$	由壩到機器房一段引水渠長度	$Q_{быт}$	日常流量
N	出力;容量	$Q_{вод}$	河流量
$N_{ав.рез}$	事故備用容量	$Q_{мин.гар}$	最小保證流量
$N_{ГЭС}$	蓄水式水電站出力	$Q_{наб.гар}$	洪水期保證流量
$N_{ГЭС}$	水電站出力	$Q_{дер}$	引水道設計流量
$N_{баз.ГЭС}$	水電站基荷出力	$Q_{макс}$	最大流量
$N_{возм.ГЭС}$	水電站可能出力	$Q_{мин}$	最小流量
$N_{пик.ГЭС}$	水電站峯荷出力	$Q_{нагр}$	負荷流量
$N_{ГЭС}^{ср}$	水電站平均出力	$Q_{нас}$	水泵流量
$N_{ГЭС}^{раб}$	水電站出力工作值	$Q_{н.б}$	下游流量
$N_{дон}$	附加能源的容量	$Q_{потр}$	用水流量
N_i	變負荷	$Q_{прит}$	來水流量
$N_{нагр}$	負荷	$Q_{сбр}$	洩水流量
$N_{пол}$	有效容量;有效出力	$Q_{ср}$	平均流量
$N_{потр}$	供給用戶的出力	$Q_{ср.сут}$	平均日流量
$N_{рас.макс}$	最大設計出力	$Q_{турб}$	水輪機流量
$N_{рез.сист}$	系統備用容量	$Q_{макс.турб}$	水輪機所利用的最大流量
$N_{рем.раз}$	檢修備用容量	$Q_{мин.турб}$	水輪機所利用的最小流量
$N_{ср.сут}$	水電站平均日出力	$Q_{уд}$	單位流量
$N_{турб}$	水輪機容量或出力	R	日水量損失
$N_{ГЭС}$	熱力發電站出力	R	水力半徑
$N_{пик.ГЭС}$	熱力發電站峯荷出力	$R_{раст}$	拉應力
$N_{ГЭС}^{раб}$	熱力發電站出力工作值	$R_{дон.раст}$	容許拉應力
$N_{уд}$	單位出力	r	電阻
$N_{уд.кад}$	單位出力的水冊值	$S_{пот}$	水面散熱量
$N_{уст}$	裝機容量	s	攔污柵條厚度

m	逕流率	$\partial_{\Gamma A \partial \partial}$	蓄水式水電站發電量
T	時間	$\partial_{\Gamma \partial \partial}$	年發電量
$T_{\text{уч.л}}$	水電站的假定工作時間	$\partial_{\Gamma \partial \partial}$	水電站發電量
t	時間;溫度	$\partial_{\Gamma \partial \partial}^{C.P.}$	水電站平均年發電量
$t_{\text{воды}}$	水溫	$\partial_{\text{макс}}$	最大發電量
$t_{\text{воздуха}}$	氣溫	$\partial_{\text{мин}}$	最小發電量
$t_{\text{реш}}$	攔污柵溫度	$\partial_{\text{пол}}$	有效能量
V	電壓	$\partial_{\text{пот}}$	損失能量
v	流速;速度	$\partial_{\text{сут}}$	日發電量
$v_{\text{ветр}}$	風速	$\partial_{\text{тэс}}$	熱力發電站發電量
$v_{\text{в.б}}$	上游流速	$\partial_{\text{уд}}$	單位發電量
$v_{\text{чор}}$	水平流速	$\partial_{\text{уд.кад}}$	單位發電量的水冊值
$v_{\text{доп}}$	容許流速	$\partial_{\text{уч}}$	某一河段的能量
$v_{\text{заи.л}}$	淤積流速	α	斷面內流速的不均勻係數
$v_{\text{н.б}}$	下游流速	α	調節係數
$v_{\text{пром}}$	有效沖沙流速	α	導熱係數
$v_{\text{разм}}$	冲刷流速	$\alpha_{\text{в.б}}$	上游斷面內流速不均係數
$v_{\text{реш}}$	攔污柵內平均容許流速	$\alpha_{\text{н.б}}$	下游斷面內流速不均係數
$v_{\text{турб}}$	紊流前進流速	$\alpha_{\text{пуч}}$	相對膨脹係數
W	水量;水的體積;水庫容積	$\alpha_{\text{темн}}$	混凝土長度溫度變化係數
W	泥沙沉降機率	$\alpha_{\text{усад}}$	混凝土長度收縮變化係數
$W_{\text{басс}}$	閉合水池容積	β	擴散角
$W_{\text{полезн. басс}}$	閉合水池有效容積	γ	水的容重
$W_{\text{вод}}$	水庫容積	$\gamma_{\text{об.л}}$	砌面的單位體積重量
$W_{\text{год}}$	年調節容積;年水量	δ	木管板壁厚度;厚度
$W_{\text{год.стока}}$	年逕流體積	$\epsilon_{\text{исп}}$	落差利用係數
$W_{\text{заполн}}$	滿水容積	$\epsilon'_{\text{исп}}$	落差利用係數的近似值
$W_{\text{испар}}$	年蒸發量	$\epsilon_{\text{конц}}$	所利用河段落差的集中係數
$W_{\text{макс}}$	最大水量	$\epsilon'_{\text{конц}}$	集中係數的近似值
$W_{\text{мин}}$	最小水量	ζ	阻力係數
$W_{\text{мн}}$	多年調節所需容積	η	效率
$W_{\text{опорожн}}$	洩空容積	$\eta_{\text{втор.пониж}}$	二次降壓配電網小型變壓器效率
$W_{\text{осад}}$	多年平均年降水量	$\eta_{\text{ген}}$	發電機效率
$W_{\text{пав}}$	洪水量	$\eta_{\text{гэс}}$	水電站效率
$W_{\text{полезн}}$	水庫有效容積	$\eta_{\text{дв}}$	水力原動機效率
$W_{\text{оз.полезн.}}$	湖泊有效容積	$\eta_{\text{мех}}$	機械傳動效率
$W_{\text{сез}}$	季調節容積	$\eta_{\text{повыш}}$	升壓變電站效率
$W_{\text{сут}}$	日水量	$\eta_{\text{пер}}$	傳送及變能效率
$W_{\text{мертв}}$	死水容積	$\eta_{\text{перв.пониж}}$	降壓變電站效率
$W_{\text{форс}}$	固定容積	$\eta_{\text{распр.выс.напр}}$	高壓配電網效率
$w_{\text{уд}}$	單位水量	$\eta_{\text{распр.низ.напр}}$	低壓配電網效率
$z_{\text{васс}}$	閉合水池水位	$\eta_{\text{сит}}$	系統效率
$z_{\text{оз}}$	湖水位	$\eta_{\text{турб}}$	水輪機效率
$z_{\text{пов}}$	水面高程	$\eta_{\text{эл.пер}}$	高壓輸電效率
∂	能量;電能	$\eta_{\text{эн.об}}$	動力設備效率

μ	流量係數	b	水力沉速
σ	均方差	ω	過水斷面面積
$\sigma_{\text{доп}}$	容許應力	$\omega_{\text{бр. реш}}$	攔污柵毛面積
$\sigma_{\text{мест}}$ $\sigma_{\text{раст}}$	局部拉應力	$\omega_{\text{нетто}}$	攔污柵柵條間隙總面積
$\sigma_{\text{сж}}$	搓擠應力	$\omega_{\text{отст}}$	沉沙池斷面積

本書常用符号

a, a_0	水輪机导叶开度	$H_{хол}$	水輪机空轉时要求的最小水头
a_{max}	导叶最大开度	H_1^{dep}	單級引水式方案的水头
a_{noc}	每一工作人員所需之房屋价格	H_1^{dep}	第一級引水式方案的水头
$a_{прис.бет}$	折合成混凝土的完全單价	$H_1^{пот}$	單級填后式方案的水头
$e_{тар}$	售电給用戶 i 的售电牌价	$H_1^{пот}$	第一級填后式方案的水头
$e_{ср}$	平均售电价	$\sum H_i^{dep}$	阶梯中引水式水电站的总水头
$e_{тар}$	售电牌价	$\sum H_{стат}$	阶梯的一系列水电站所利用的靜水头之和
$e_{нр}$	电能生产成本	$\Delta H_{уд}$	由于水击而引起的水头增值
c	水击波的傳播速度	$\Delta H_{1, n}$	化引到水头 $H_1 = 1.0$ 公尺的水击相对值
L	售电年总收入。(发电站的收益)	$h_{дин}$	动力低压, 动力真空
D_i	发电机构件重心圍繞机組軸旋轉所成圓周的直径	h_0^{nom}	零时段时的上游到調压塔的总水力损失值
$D_m, D_{турб}$	水輪机直径	$h_{подп. кр}$	由于壅水面縱坡陡峻而引起的水头损失
$D_{эк}$	水輪机管道在技术經濟上的最佳直径	$h_{рез}$	調压塔的必需高度(或深度)
E	剩余能量	h_s	吸出高度
E	管壁材料彈性系数	$h_{сопр}$	具有阻抗的調压塔的附加阻抗值
$E_{бет}$	混凝土的彈性系数	$h_{тр}^0$	相当于 Q_{max} 时的水輪机引水管中的水头损失
$E_{ст}$	鋼的彈性系数	$\sum h_{удр}$	动力水道中的水头损失
e	考虑彈性力影响的系数	$\sum h_{пот}$	將水由上游引到水輪机的总水头损失
$F_{напр. ап макс}$	相应于全开时反击式水輪机相鄰导叶間的面积或冲击式水輪机噴嘴的孔口面积	J	发电机轉子的慣性矩
$f_{ол}$	引水管关于支墩的移动阻力系数	$K = \sum K_i$	水电站所有單元总投资額
GD^2	发电机轉子的飞輪力矩	$K_{азр}$	水电站每一机組的总价
$G_{воды}$	水重	K_i	水电站某一單元 i 的建筑投資額
G_i	机組轉子基本部分的重量	$E_{мет. констр}$	金屬結構的价格
$G_{мет. констр}$	金屬結構的重量	$\kappa_N = \frac{K}{N}$	裝机容量的單位总投资額
$G_{тр}$	水管自重	$K_{отчужд. и зат}$	賠償淹沒及必要征用地的費用
$H_{нетто}$	淨水头	$K_{пос}$	永久性村鎮的建筑價格
H_0^0	相当于流量 Q_{max} 时的淨水头(包括水輪机入口处的流速水头)	$K_{проект. из. раб}$	勘测設計費用
H_0	水电站的靜水头	$K_{стр. раб}$	建筑工程的投資
$H_{сеч}$	已知管断面在下游水位以上的位置高度	$\kappa_s = \frac{K}{S}$	年發電量的單位总投资額
$H_{ст}$	靜水头	$K_{эл. мех. об}$	机电設備的全部價格
$H_{уд}$	水管中的总水头。(包括水击压力)	$k_{дер}$	調压塔支道前的损失
$H_{уд}^{max}$	水輪机附近在發生最大水击时的最大水头	$k_{исп. пад}$	河段上水流落差的利用系数
$H_{уд}^{мин}$	水輪机附近在發生最大水击时的最小水头	k_0	引水道中流速总損失公式 $h_{пот} = k_0 V_{ср}^2$ 中的系数
$H_{уч}$	河段上水流的天然总落差		

$k_{пол.уд}$	考虑到正水击影响的校正数	$N_{рез}$	备用容量
$k_{рег}$	表示水轮机调节系统特性的修正系数	$N_{турб}^{конт}$	以瓦为单位的水轮机出力
$k_{рез}$	调压塔中的总损失	$N_{турб}^{л.с.}$	以马力为单位的水轮机出力
$k_{сопр}$	阻力系数	$N_{уст}$	水电站装机容量
$k_{уд}$	考虑水击影响的修正系数	$\Sigma N_{сист}$	水电站所属电力系统的总容量
$k_{шва}$	纵缝的强度系数	N_1'	水轮机化引出力
k_{η}	与水轮机转速变化时的水轮机效率及出力有关的经验校正数	ΔN	剩余出力(马力或瓦)
k_1	对转速相对变化 δ_0 的附加修正系数	n	水轮机, 发电机, 机组每分钟转数
ΔK	二方案的总投资差额	$n_{норм}$	正常转数
$\Delta K_{ам}$	更换设备或重建损坏的建筑物支出	$n_{норм}^{норм}$	在计算水头及最大开度时的正常转数
ΔK_N	容量的单位总投资差额	$n_{хол}$	空转水头 ($H_{хол}$) 时的飞逸转数
ΔK_{η}	年发电量的单位总投资差额	$n_{разг}$	飞逸转数
$\Delta K_{\Delta N}$	单位附加容量的单位附加投资额	n_s	比转速
$\Delta K_{\Delta \eta}$	单位附加年发电量的单位附加投资额	$n_s^{конт}$	以瓦计算功率时的比转速
$L_{вод}$	水轮机水道的长度	$n_s^{л.с.}$	以马力计算功率时的比转速
$L_{дер}$	引水道长度	n_1, n_1'	水轮机化引转速
$L_{ниж.кам}$	调压塔下室长度	n_{10}'	水轮机最佳化引转速或计算单位转数
L_k	填料长度	n_{11}'	化引到单位水头的水轮机化引转数
$L_{тр}$	管段长度	O	电站警卫人员的薪金及供养费
M	运转所需的材料费(在火电站包括燃料费)	Π	电站工作人员的薪金
$M_{сопр}$	总抵抗力矩	P	修理费
$M_{турб}$	作用到水轮机轴上的力矩	$P_{атм}$	大气压力
$M_{1,n}$	瞬时 t_n 作用到水轮机轴上化引到水头 $H_1=1$ 公尺时的力矩	$P_{ветр}$	风压力
ΔM	作用到水轮机上的力矩与总抵抗力矩之差值 $\Delta M = M_{турб} - M_{сопр}$	$P_G^{ос}$	水管自重引起的轴向力
m	泊桑系数的倒数	$P_{комл}$	伸缩接头中的轴向力
m	机组数目	$p_{кр}$	压力的临界余值
m_i	机组转子基本部分的质量	P_k	大修费
N	容量, 出力	$P_{нос}$	水电站工作人员的编制人数
$N_{агр}$	机组容量	$P_{ном}$	转弯处的轴向力
$N_{макс}$	单个机组的最大容量	$P_{сейсм}$	沿管长均匀分布的地震力
$N_{агр}^{макс}$	以瓦为出力单位的水轮机出力(或容量)	$P_{темпл}$	温度变化引起的轴向力
$N_{ген}$	水电站出力(容量)	$P_{тн}$	小修费
$N_{каскад}$	水力发电阶梯的总容量 ($N_{каскад} = \Sigma N_{гэс}$)	$\Sigma P_{ос}$	所有轴向力的代数和
$N_{макс}$	机组最大出力	p	磁极对数
$N_{раб}^{макс}$	机组最大工作容量	$Q_{вод}$	差动式调压塔的升管溢流量
N_0	在水头 H_0 及不存在水击时的水轮机计算出力	$Q_{дер}$	引水道的流量
$N_{раб}$	工作出力, 工作容量	Q_k	支流 K 的流量
$N_{расч}$	设计容量	Q_M	支流 M 的流量
		$Q_{тр}$	压力水管的流量
		$Q_{турб}$	水轮机流量
		$\Sigma Q_{турб}$	水轮机压力引水道的流量
		Q'	最佳流量
		Q_1'	化引流量
		$q = \frac{Q}{Q_{макс}}$	通过水轮机流量的相对值
		r_i	发电机构件重心圆绕机组轴旋转所成圆周的半径

T	調壓塔中水位变化的一個全周期历时	$\omega_{рез}$	調壓塔的水平断面面积
T_3	关闭時間	ω_1	水輪机化引角速度
T_0	滯后時間	$z_{в.б}$	上游水位高程
$T_{ок}$	抵償年限	$z_{мин}$	上游最低水位
$T_{пер}$	調壓塔水位一個全周期的变化历时	$z_{вод}$	差動式調壓塔中心升管溢水頂的高程
$T_{расч}$	計算期	$z_{д}$	上游及調壓塔間的穩定水位差
T_3	水輪机导叶关闭時間	$z_{макс}$	調壓塔中水位超过上游水位的最大升高
T'_3	关闭的延續時間	$z_{сниж}$	調壓塔中由原始穩定水位下降的最大水位下降
T_x	相应于机組出力变化的延續時間	$z_{макс}$	下游水位高程
$TЭД$	技术經濟調查報告	z_0^d	原始情况下的上游水位和調壓塔中的差
$T_{эксп.л}$	運轉年数	$z_{рез}$	零时段的調壓塔水位高程
ΔT	滯后時間	$z_{рез}$	調壓塔中的水位
t_{ϕ}	水击相的历时	z_1^d	1 时段末的調壓塔水位和上游水位的差
$H = \sum H_i$	水电站所有單元的总年運轉費用	$\mathcal{E}_{гэс}$	水电站發電量
H_i	水电站某一單元 i 的年運轉費用 (運轉支出)	$\mathcal{E}_{каскад}$	水力發電阶梯的总發電量
ΔH	二方案的总年運轉費差額	$\mathcal{E}_{сред}$	平均年發電量
$u_N = \frac{H}{N}$	容量的單位总年運轉費	α	年運轉費和投資的比值
$u_g = \frac{H}{g}$	年發電量的單位总年運轉費	$\alpha_{сист}$	所設計的水电站工作容量与电力系统容量之比
Δu_N	容量的單位总年運轉費差額	$\frac{\alpha_{дер} v_{дер}^2}{2g}$	引水道中水流运动所決定的动能
Δu_g	年發電量的單位总年運轉費差額	$\frac{\alpha_{мп} v_{мп}^2}{2g}$	水輪机水道中平均流速 $V_{мп}$ 的动能
$\Delta u_{\Delta N}$	單位附加容量的單位附加年運轉費	$\beta_{госуд}$	全国性支出的附加費系数
$\Delta u_{\Delta g}$	單位附加年發電量的單位附加年運轉費	$\beta_{изыск}$	勘测費系数
$V_{вод}$	水輪机水道中的流速变化	β_0	扩大再生产系数
$v_{дер}$	穩定情况下引水道中的流速变化	$\beta_{проект}$	設計費系数
V_{κ}	管中最后流速	δ	轉速相对变化值, $\delta = \frac{\Delta n}{n}$
V_H	管中起始流速	$\delta_{дер}$	木管管壁的厚度
$V_{спир}$	蝸壳中的流速	$\delta_{дон}$	轉数短时变化的容許值
$v_{мп}$	管段中的流速	δ_0	最大的轉数相对变化值
$\frac{d v_{дер}}{dt}$	引水道中的加速度	$\delta_{разг}$	在最大水头 $H_{норм}$ 及最大开度时飞逸轉数与正常轉数的比值
W	水量	$\delta_{ст}$	鋼管(無箍)管壁的化引厚度, $\delta_{ст} = \frac{\pi d_0^2}{4s}$
$W_{дер}$	dt 時間內引水道的水量	ζ	水力損失系数
W_i	在時間 dt_i 內流入調壓塔中的水量	$\sum \zeta_{дер}$	沿水道長度上的摩擦水头損失系数之和
W_K	支流 K 的水量	$\sum \zeta_{мп}$	在水輪机水道的各段上的轉弯和閘門等处的局部損失系数之和
W_M	支流 M 的水量	ϵ	水的彈性系数, 等于 2.1×10^4 公斤/平方公分
$W_{прис. бет}$	折合混凝土工程量		
$W_{рез}$	調壓塔的必需容积		
$W_{турб}$	水电站中工作的水輪机在 dt 時間內所需的总水量		
$W_{меж.форс}$	水庫的强制补充容积		
$W_{нап.форс}$	水庫的强制調洪容积		
$dW_{рез}$	時間 dt 內調壓塔流出的水量		
ω	角速度		
$\omega_{вод}$	水輪机水道的断面面积		
$\omega_{рез.мин}$	調壓塔断面的临界值		

ξ	相对水击值, $\xi = \frac{H - H_0}{H_0} = \frac{\Delta H}{H_0}$	η	总效率
$\eta (K. П. Д)$	效率	$\sigma_{\text{вн. давл}}$	管壁内垂直于管轴的拉应力
$\eta_{\text{ген}}$	发电机效率	$\sigma_{\text{изг}}$	弯曲应力
$\eta_{\text{макс}}$	最高效率	$\sigma_{\text{кас}}$	气蚀系数, 空蚀系数
$\eta_{\text{мех}}$	传动机械效率	$\sigma_{\text{ос}}$	轴向应力
η_0	稳定情况下机组具有正常转速及净 水头为 $H_{\text{нечтто}}^0$ 时的水轮机效率	$\sigma_{\text{полн}}$	管壁总应力
$\eta_{\text{турб}}$	水轮机效率	σ_t	轴向温度应力

上 冊 目 錄

序

本書常用符號

緒論	1
第一章 水能及其重要性	9
1-1. 水能,其國民經濟意義及其來源	9
1-2. 水電站所生產的能量和出力。水頭。水能估計圖表	15
1-3. 水電站的主要開發方式	24
1-4. 水電站的階梯。相鄰流域的利用。水利綜合利用底概念	30
1-5. 水電站出力及發電量各因素和用電量各因素的不恆定性。與其他發電站的平行工作	32
1-6. 對水電站及供電的基本要求。水電站設計和運轉的因素	34
第二章 水能利用方式的基本結構特性和水力特性	36
2-1. 壩後式水電站和引水式水電站的水力特性	36
2-2. 河床式和壩後式水電站的圖式	45
2-3. 壩後式水電站實例	47
A. 河床式水電站	47
B. 在上游水壓力不容許直接傳給機器房結構情形下的壩後式水電站	53
B. 採用土壩和堆石壩的壩後式水電站	63
2-4. 引水式水電站建築物的圖式及組成部份	66
2-5. 引水式水電站實例	73
A. 壓力引水式水電站實例	74
B. 具有無壓引水道的水電站實例	76
B. 具有地下機器房的引水式水電站	79
2-6. 蓄水式水電站的圖例	80
2-7. 潮汐式水電站的圖例	84
2-8. 水能利用的某些其他方式及圖例	87
第三章 水能資源的水文特性。水量及出力的調節。水電站出力的選擇	89
3-1. 水文特性及由於水電站設計及運轉的要求而引起的河道水流利用問題	89
3-2. 水能資源的原始水文特性	97
3-3. 在無水量及出力調節時水電站的特性	115
3-4. 水量及出力長期調節下的動力特性	120
3-5. 水力發電站在動力系統中的工作。日調節對於裝機容量 N_{ycm} 的影響	148
3-6. 水電站梯級的調節及調節的特殊形式	160
A. 水電站的梯級的調節	160
B. 梯級開發的兩個相鄰水電站的調節計算	162
B. 補償調節	163
Г. 潮汐式水電站中的調節	164
Д. 利用高地湖泊多世紀蓄水量的調節	169
E. 蓄水式水電站的調節	171

3. 在緩衝調節和反調節下以及在水庫的事故利用下的計算	175
II. 短時間的出力、水頭 $H_{\text{норм}}$ 變化的減少	175
第四章 水電站的壅水、洩水及進水建築物	177
4-1. 水電站的壅水建築物及洩水建築物	177
4-2. 水電站的進水建築物以及對於它們的基本要求	189
A. 無壓引水道進水建築物的佈置圖式	199
B. 無壓引水道的進水建築物舉例	201
B. 壩後式及引水式水電站的壓力進水閘	204
4-4. 攔污柵及其結構	218
4-4. 引水式水電站的沉沙池	233
4-5. 通航建築物, 魚道及筏道	252
第五章 水電站的引水道	255
5-1. 水電站圖式中的引水道	255
5-2. 引水道的水力圖	258
5-3. 壓力引水道的結構	272
5-4. 無壓引水道	280
5-5. 水道各種橫斷面舉例, 水道經濟計算的必要性	292
第六章 引水式水電站的電站樞紐	293
6-1. 電站樞紐建築物, 它們的用途及對於它們的要求	293
6-2. 具有無壓引水道的水電站的電站樞紐	299
6-3. 具有壓力引水道的水電站的電站樞紐	306
6-4. 引水式水電站電站樞紐的特種圖式和複雜圖式	313
6-5. 電站樞紐各種方案比較的因素, 電氣設置的佈置, 運轉上的一般要求	316
第七章 水電站壓力池	317
7-1. 壓力池建築物的組成部份, 壓力池的結構圖式	317
7-2. 壓力池各建築物的位置及對它們的要求	323
7-3. 壓力池中水輪機水道的進水建築物	327
7-4. 壓力池的溢水建築物和沖沙建築物的結構	332
7-5. 減低混凝土和鋼筋混凝土工程量的各種結構, 簡化的結構	337
7-6. 壓力池結構的細部及其水利技術計算和靜力計算的基本法則	339