

中等技术学校教材

水 轮 机

长春水利电力专科学校編

水利电力出版社

15.81
8.90

內 容 提 要

本书是水利电力部教育司組織編写的中等技术学校教材之一。供动力装置专业及其他有关专业用。

本书首先简要地敘述了水輪机的发展簡史及一般概念；其次着重闡述了反击式水輪机(包括有輻向軸流式与軸流式水輪机)的工作原理与工作特性、水輪机的試驗和相似理論，以及水輪机的选择 and 实际应用、构造和附属設備，还研討了水輪机室的作用、尾水管的計算、水輪机汽蝕的防止及其吸出高程的决定；最后介紹了冲击式水輪机的結構和工作原理。

本书除作为中等技术学校的教材外，也可供水电站机电安装工作人員学习参考。

水 輪 机

长春水利电力专科学校編

*

2169 S 657

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排印

新华书店科技发行所发行 各地新华书店經售

*

850×1168 1/32开本 * 12 1/8印張 * 265千字

1959年10月北京第1版

1959年10月北京第1次印刷(0001—3,380册)

統一书号: 15143·1746 定价(第9类)1.80元

随着我国经济建设高潮的出现，~~出现~~出现一个文化建设高潮。事实上，在社会主义工农业生产飞跃发展中，这种文化革命和文化建设高潮已经在全国范围内开展起来了。为此，首先要根据党的社会主义建设总路线的精神来彻底改革旧的教育，纠正过去教育脱离政治、脱离生产、脱离实际的严重缺点，按照党的“教育为无产阶级政治服务，教育必须与生产劳动相结合”的方针，来编制出新的教学计划、教学大纲和教材。

本书是在长春水电专科学校党总支的领导下和动力专业科教学改革核心小组的指导下，根据我校动力专业的教学计划和教学大纲，由十八名应届毕业生和部分教师集体编写而成，最后由教师审阅整理定稿。在编写过程中，我们采用师生结合的方法，坚持政治挂帅，解放思想，破除迷信，参阅了许多参考书籍和技术资料，并且组织许多次讨论和辩论，最后综合整理成这本教材。

为了使教学内容密切结合我国生产实际和反映世界先进的科学技术成就，本书着重叙述了现代水电站中最常用的辐向轴流式水轮机和转桨式水轮机，也叙述了其他类型及新型的水轮机；并以一定的篇幅叙述了大型水轮机的选择方法和水力计算；同时还适当地讲述了有关水轮机的制造方法与制造材料；对农村小型水电站所采用的水轮机也作了一般介绍。在内容次序的安排上，为了照顾学生的水平，先叙述水轮机的结构，然后再阐述水轮机的理论。我们认为这样不仅可以使学生易于接受，同时也易于使学生牢固地掌握这门专业知识。

在编写本书的过程中，我们力争在内容上充分体现党的建设社会主义的总路线的精神和党的教育方针，使之成为一本具有科学系统性、完整性、语言精练的和实用的教科书。但是，由于编

写人員的知識水平和工作能力所限，难免在內容結構上、观点上存在一些問題，我們誠懇地希望讀者多多批評和指正。

本书可作为中等技术学校、专科学校水力动力装置专业的教材和主要参考书，也可供高等院校有关专业学生及水电站机电安装工程人員参考。

长春水利电力专科学校

1959年4月

目 录

第一章 緒論	6
§1-1 水力机械在国民經济中的意义	6
§1-2 水輪机的发展簡史	7
§1-3 我国和苏联在水輪机制造业方面的成就及发展	19
第二章 水輪机的一般概念	22
§2-1 水力机械的概念	22
§2-2 水力机械的分类	23
§2-3 水輪机的分类	32
§2-4 水輪机的装置方式及联接方式	34
§2-5 水輪机的工作参数	40
§2-6 水輪机的尺寸及代表符号	45
第三章 輻向軸流式水輪机	47
§3-1 輻向軸流式水輪机的一般概述	47
§3-2 轉輪	51
§3-3 止漏装置	59
§3-4 主軸	63
§3-5 水輪机軸承	68
§3-6 导水机构	74
§3-7 座环、基础环、蜗壳、尾水管	101
§3-8 水輪机的附属装置	103
§3-9 几种新型的輻向軸流式水輪机	112
第四章 軸流式水輪机	117
§4-1 軸流式水輪机的一般概述	117
§4-2 螺旋桨式与轉桨式水輪机的結構	122
§4-3 輪叶轉动机构	134
§4-4 貫流式水輪机	144
§4-5 双桨叶轉桨式水輪机	150

§4-6	农村水电站所采用的几种轴流式水轮机	151
§4-7	反击式水轮机的轴向压力	157
§4-8	水轮机的飞逸转速	160
第五章	水轮机室和尾水管	165
§5-1	水轮机室的作用和种类	165
§5-2	蜗壳类型的选择及其计算原则	177
§5-3	金属蜗壳的水力计算	180
§5-4	混凝土蜗壳的水力计算	184
§5-5	蜗壳计算图表法	192
§5-6	尾水管的作用和型式	195
§5-7	尾水管的效率及其尺寸的确定	199
第六章	汽蚀和吸出高程	208
§6-1	汽蚀及其防止方法	208
§6-2	水轮机吸出高度的决定	210
第七章	反击式水轮机的理论基础	214
§7-1	水流在转轮中的运动	214
§7-2	液体稳定流动的动量方程式	216
§7-3	曲线轮叶中水流的反作用	217
§7-4	反击式水轮机的基本方程式	220
§7-5	反击式水轮机的损失及对效率的分析	223
第八章	水轮机的相似理论	230
§8-1	水轮机相似理论的一般概念	230
§8-2	相似理论的换算公式	232
§8-3	水轮机的引用参数	235
§8-4	水轮机的效率修正	238
§8-5	效率修正对相似换算公式的影响	242
§8-6	反击式水轮机的比速	247
第九章	水轮机试验	250
§9-1	模型水轮机试验的目的及种类	250
§9-2	模型水轮机的效率试验	251
§9-3	模型的汽蚀性能试验	263
§9-4	原型水轮机试验的目的及类别	266

§9-5	原型水輪机的起動試驗	267
§9-6	原型水輪机效率測定試驗	268
第十章	特性曲綫	273
§10-1	水輪机特性曲綫的概念	273
§10-2	水輪机的綫性特性曲綫	273
§10-3	綜合特性曲綫	277
§10-4	特性曲綫的換算	284
§10-5	水电站的特性曲綫	302
第十一章	水輪机選擇	335
§11-1	水輪机選擇的概念	335
§11-2	机組台数的選擇	336
§11-3	水輪机类型的選擇	340
§11-4	水輪机直徑、轉速及吸出高度的選擇	342
第十二章	冲击式水輪机結構	366
§12-1	冲击式水輪机的一般概述	366
§12-2	水斗式水輪机	374
§12-3	冲击式水輪机与反击式水輪机的比較	391
第十三章	冲击式水輪机的工作原理	392
§13-1	噴射水注对曲面上的冲击力	392
§13-2	水斗式水輪机的基本方程式及流速三角形	395
§13-3	冲击式水輪机的效率及損失	399
§13-4	冲击式水輪机引用参数的計算	401
§13-5	冲击式水輪机的比速	403
§13-6	冲击式水輪机的選擇	403
結束語	水輪机的发展趋势	410
附 录	主要参考书	412

第一章 緒 論

§1-1 水力机械在国民經济中的意义

水力机械应用到生产中，在我国已有好几千年的历史。最初它被应用在农业生产中，如用水車、水斗汲水車等水力机械来灌溉农田；用水輪带动碓、磨、碾、打谷机和鋸木机等机械。对当时的国民經济起到了很积极的作用，不过最初的水力机械的結構很不完善，从能量轉換来看，效率很低，应用的范围狹窄。随着生产的不断发展，水力机械得到了不断的改进，其結構和性能日趋完善，如今已被广泛的应用到国民經济各部門中，特别是在农业中和动力工业中。

在党中央提出了“鼓足干劲，力爭上游，多快好省地建設社会主义”的总路綫以后，全国各項工业建設和农业建設都在蓬勃地发展着。

整个工业生产中都要求提供大量的廉价的电力，尤其是机械工业、冶金工业、化学工业和国防工业的建設和生产更加迫切，因此必須大力发展电力工业，以确保这些建設和生产建立在可靠的基础上。

在大規模的社会主义經济建設中，农业生产有着很大的进展，特别是1958年我国农村广泛地成立了工农商学兵相結合的人民公社，为农村的社会主义建設事业开辟了广闊的前途。公社在大力发展农业生产的同时，还要逐步建立自己的工业，这些都需要用廉价的电力作动力，以便逐步地代替繁重的体力劳动，提高劳动生产率。

为此，大力发展电力工业，特别是发展水电事业，对加速我国社会主义建設有其重大的意义。党中央提出“以水电为主，火电为輔”的电力工业长期建設方針后，水电建設有了很快的发展。

除积极修建大型的水、火电站保证重点工程和重点工业的用电外，还必须贯彻用两条腿走路的办法，发动广大群众在农村建立数以万计的水力动力站和水力发电站，形成一个个的电力网和动力网。这样不仅可以减轻农民的劳动强度，提高劳动生产率；而且可大大地促进农村的文化革命与技术革命，提高农村人民的物质文化生活水平；促进农村工业化、机械化和电气化的发展。

水力机械是水电站和水力动力站的动力设备，如用在水电站中的水轮机、水泵，用在工业供水排水中和农业灌溉中的水泵，水力动力站中的水轮机和风轮等。为了大力支援工、农业生产的更大跃进，必须生产更多更好的水力机械。其中特别是水电站的水轮机设备，因为水轮机设备的制造速度直接影响电力工业的发展，因而也将影响到整个国民经济中各项建设事业的发展速度。因此，水轮机制造业必须快马加鞭，保证水电站中所用的动力设备，特别是1959年国家提出的六大设备内的水电站的动力设备。

§1-2 水轮机的发展简史

任何一门科学技术的产生和发展，都是与生产的发展密切相关的。科学技术一方面推动了生产的发展，另一方面在推动生产的实践中同时也发展了自己本身，水轮机这门科学技术也是如此。

在古代，人类为了生存不得不去从事繁重的体力劳动，以获得最低的生活用品，随着人类的发展和生产的发展，人们要求提高生产率以获得较多的生活用品，要求摆脱繁重的体力劳动。人类在生活的实践中和生产实践中创造了很多的简单机械来减轻或代替人的体力劳动。利用水转动的水轮，它是一种最古老的水力原动机，可称它为现代水轮机的始祖。

从水轮机的整个发展过程来看，我们可以将其分为两个时期。

第一时期，是从古代到十九世纪的末期。这个时期的特点是：水轮机的制造没有任何理论，而只是根据生产实践中积累起

来的經驗进行制造的。

在三千多年前，我們的祖先就已經懂得利用水輪作动力来灌溉田地，帶動水磨、水碾及其他机械。在晋书、农政全书等很多古书上都載有：“后稷作水碓，利于踏碓百倍”，以及“晉杜預作連机之碓，借水轉之”等說法。所謂水碓就是利用水輪来帶動的舂米机械。

公元37年(汉光武帝建武十三年)时，冶炼工业較為发达，而过去的鼓风設備都是用人或牲畜来鼓動的，这样效率很低，当时有一个名叫杜詩的人，发明一种用水輪帶動的鼓风設備，叫作水排，来代替人和牲畜的动力(图1-1)。

公元260~270年間(魏末晉初)，杜預創造了連水碓，大大的提高了工作效率(图1-2)。

公元220~300年間(約在东汉末到晉朝)，发明了用水輪帶動的水磨(图1-3)及連二水磨(图1-4)。又过了二百年左右，发明了水碾(图1-5)。

在唐宋时代，劳动人民就已利用水輪作为动力的筒車(图1-6)、高轉筒車(图1-7)来提水灌溉。此外用在紡織工业上的还有水轉大紡車(图1-8)。

現在我国西南各地如四川、云南、貴州等省及广西僮族自治区的农村还有这类簡單的水力机械，形状和古代使用的差不多。这說明了我国劳动人民的丰富智慧和无穷的創造能力。但是由于数千年来反动統治階級的忽視和摧殘，沒有得到繼續的发展。

在外国，公元二世紀羅馬的运河上建造了由浸在水中的水輪帶動的水磨。后来又出現用水輪帶動的浮式水磨(图1-9)，在十二世紀以前曾被广泛采用过。在伊朗和印度，古代曾广泛地采用过板状水輪机(图1-10)，由于这种水輪机叶片截面的弯曲，引水較平稳，在十世紀时十字軍把它傳播到欧洲，直到現在苏联的高加索和烏拉尔的山区，还广泛地采用这种水輪机。

到十七世紀，英国学者斯米极和德国学者拍尔西首先对水輪机的理論进行了初步的研究，得出轉輪的圓周速度应等于水流流

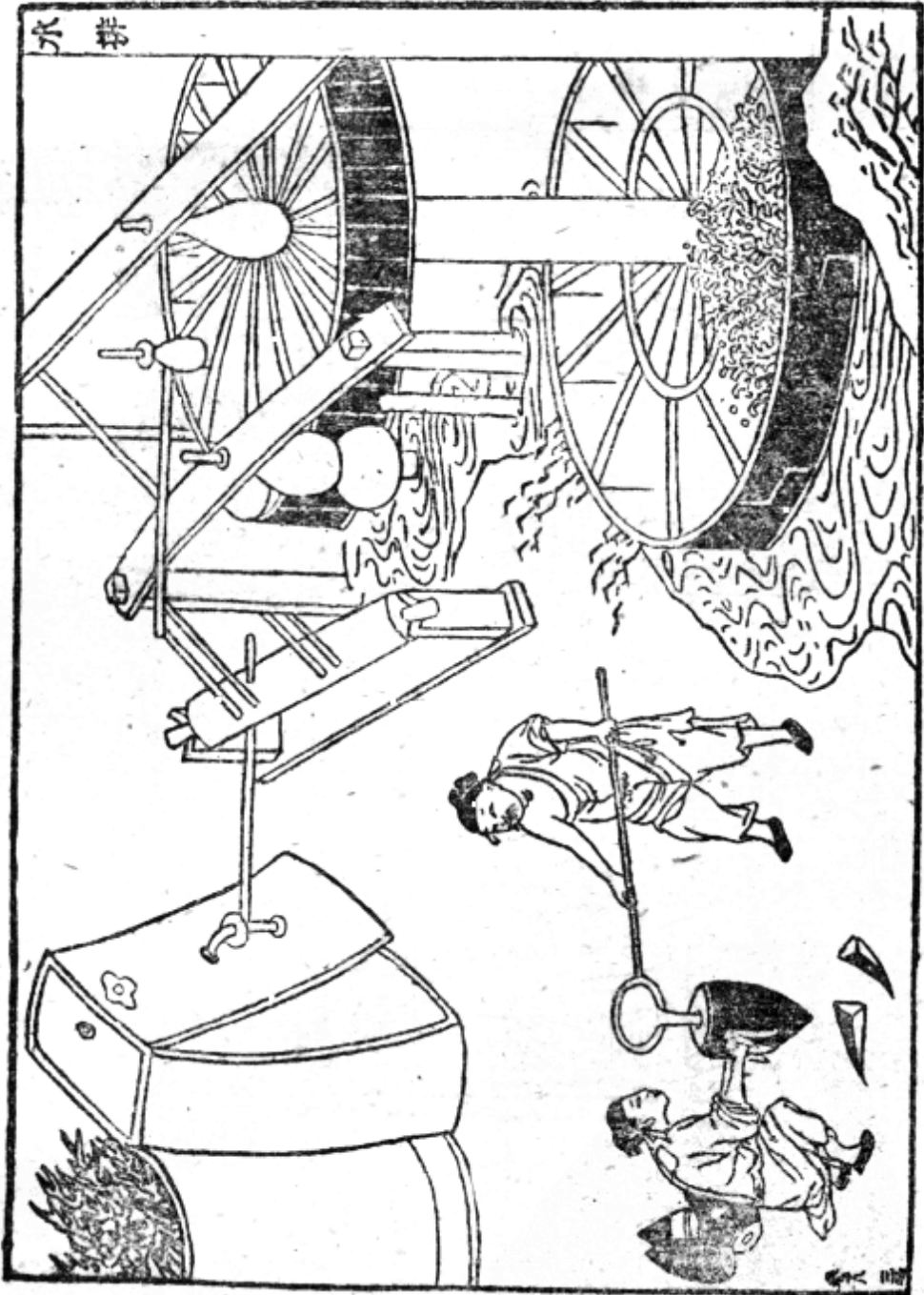


图 1-1

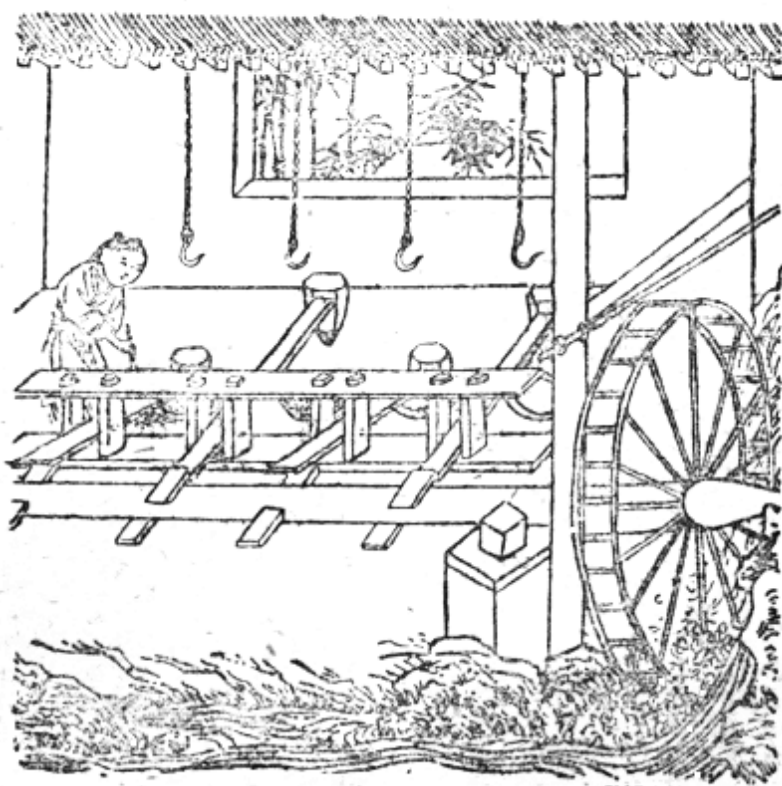


图 1-2

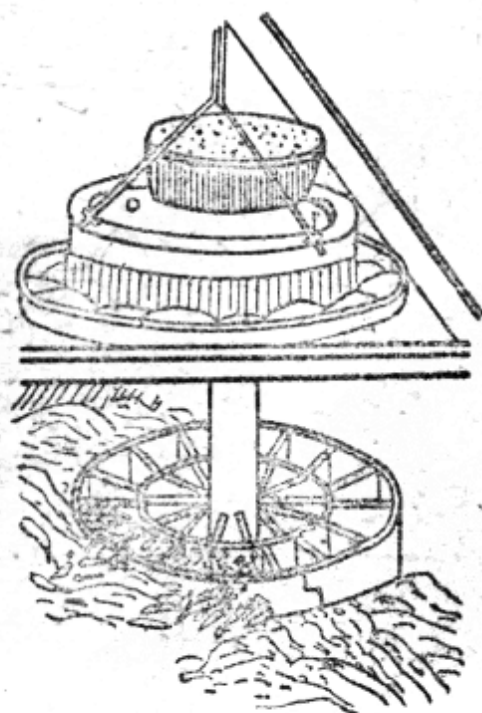


图 1-3

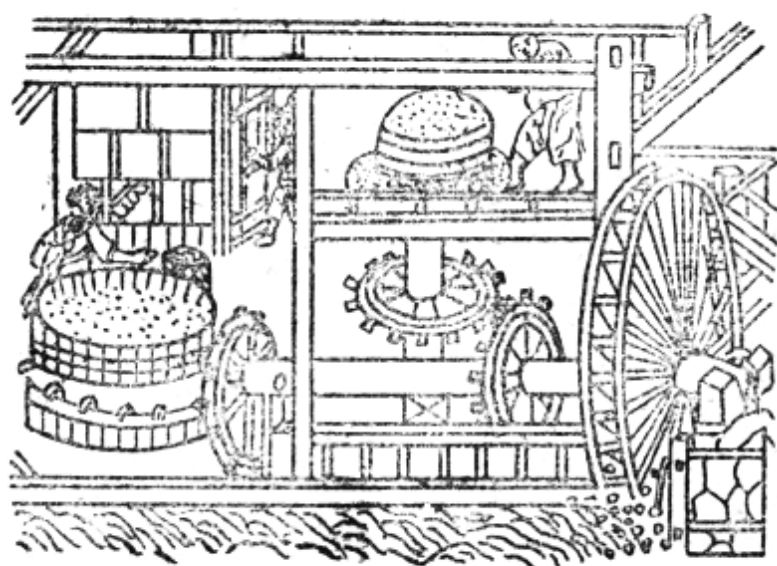


图 1-4

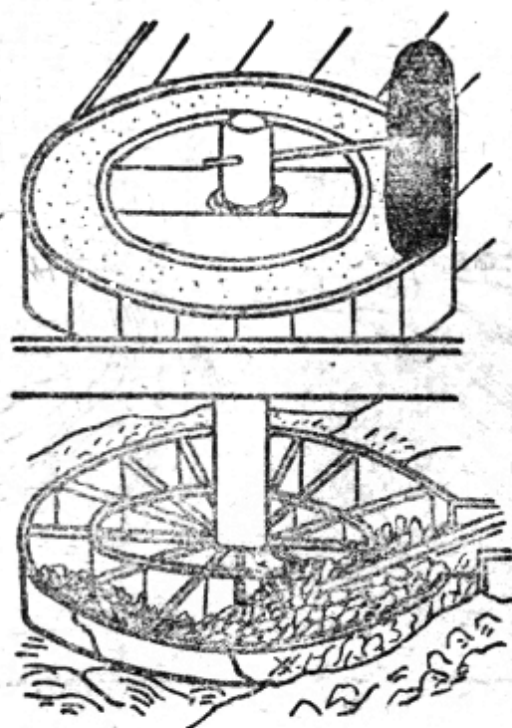


图 1-5

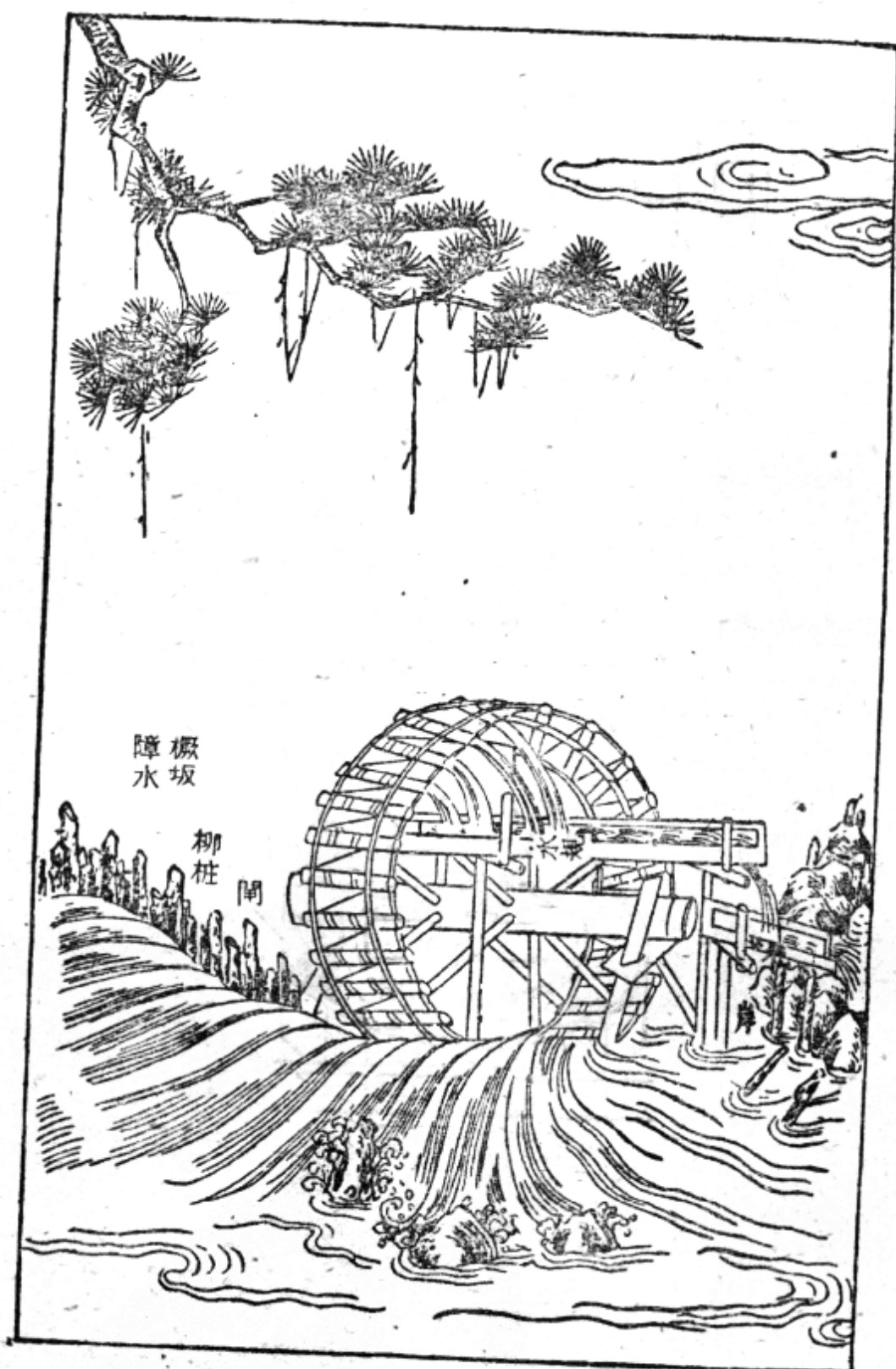


图 1-6

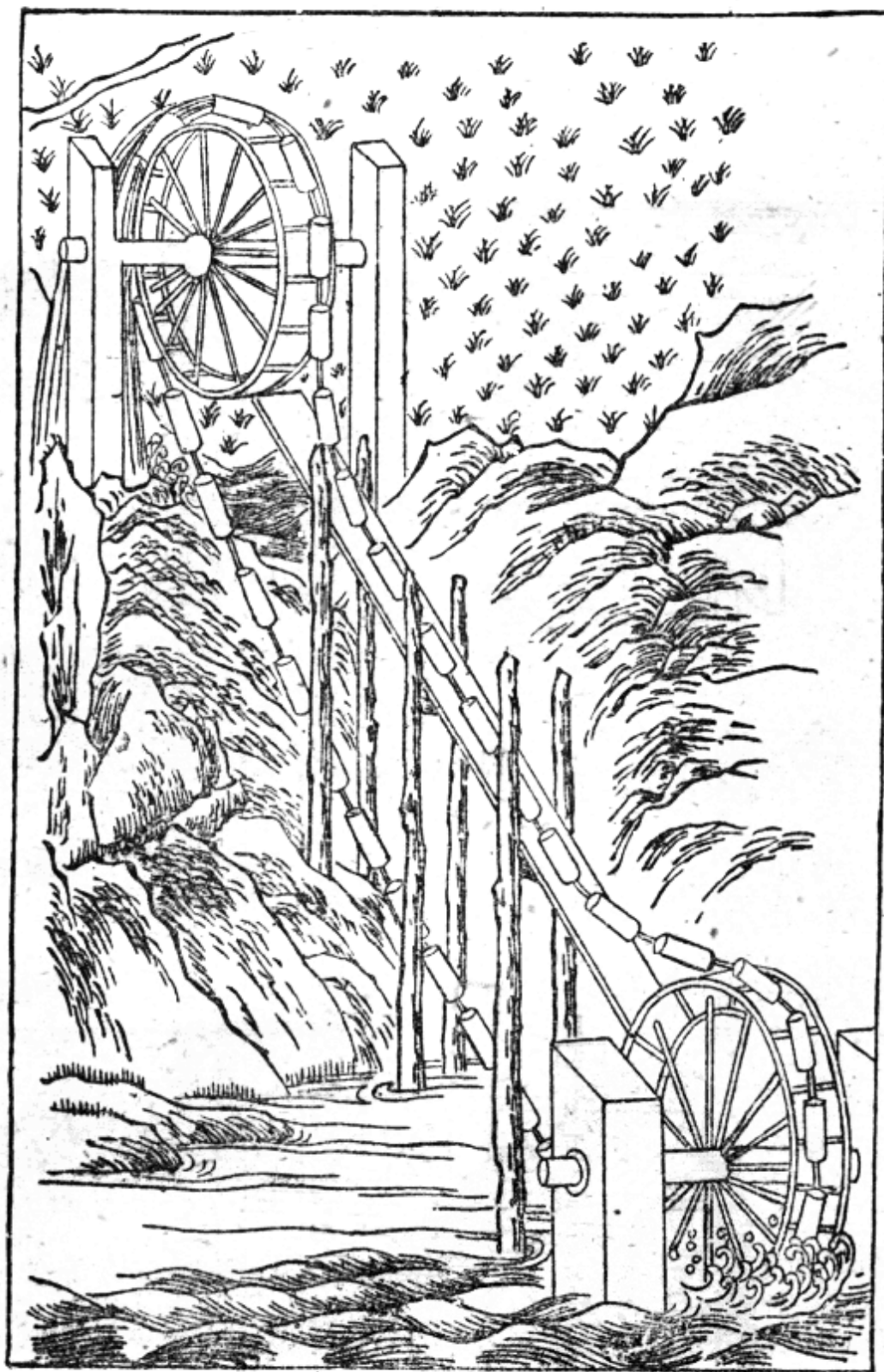


图 1-7

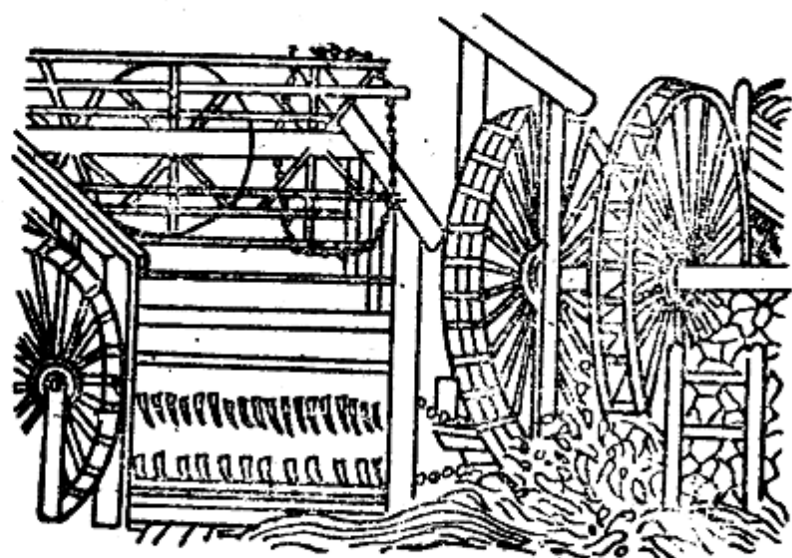


图 1-8

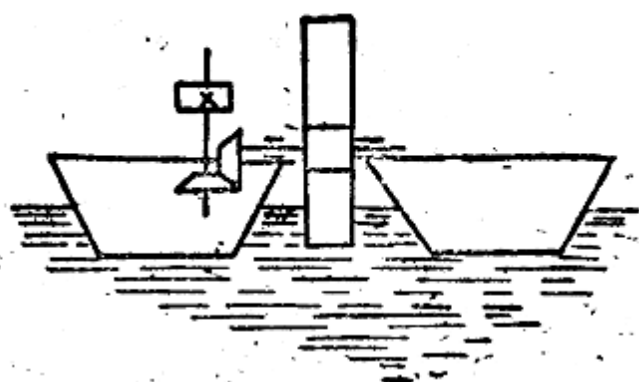


图 1-9

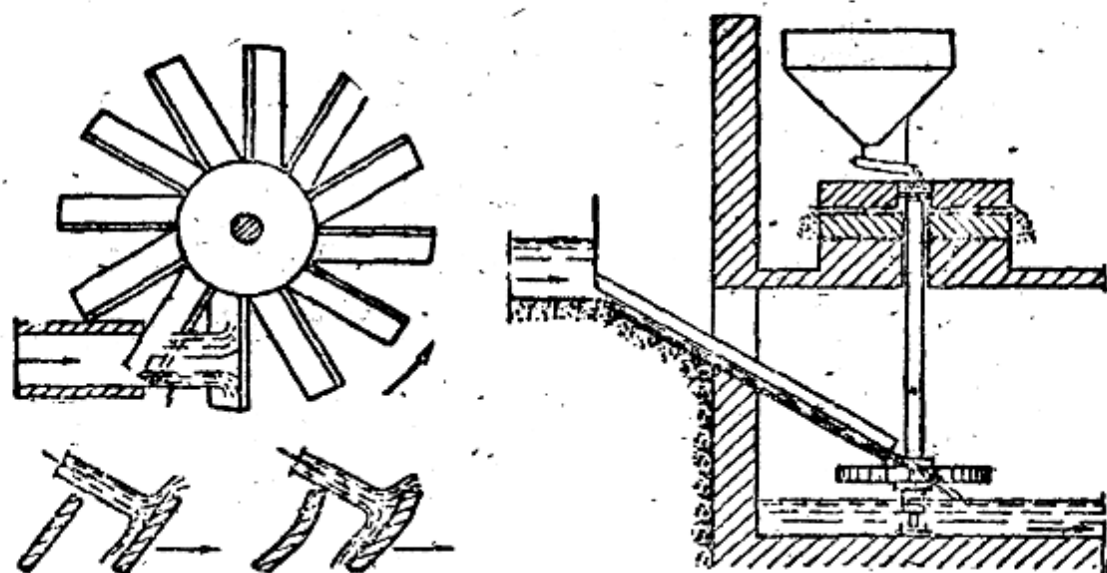


图 1-10

速的0.4倍的結論。

1750年，匈牙利学者辛格聶尔創造了世界上最早的第一个利用水流反作用力的水力原动机，如图1-11所示。这种原动机的工作过程与原理和現代水輪机的工作过程与原理相同，但由于相对速度及出口绝对速度很大，所以它的效率很低，同时构造上也存在着缺点，实用价值不大，因此未被广泛采用。

第二个时期(从1754年到現在)，在这个时期的特点是将实践中积累起来的經驗加以分析归納，提高成为理論，然后再以这些理論去指导实践。

1754年俄国彼得堡科学院院士列奥納尔德·欧拉研究了計算叶片式机器的基本数学方程式。1824年法国学者波尔琴提出一种水輪机的結構，其形状如图1-12所示。液体由射向噴咀噴出，射到由鋼板制成的轉輪上，由于轉輪高度太大，輪叶夹道太长，增大了空气阻力損失和水力損失，致使这种水輪机的效率不高，只有67%左右。

1827年，波尔琴的学生富列隆制造出世界上第一台实用的利用水流反作用力轉动的离心式水輪机，如图1-13所示，它的效率