

高等学校教学用书

水力学原理、泵 与鼓风机

C.B. 斯塔尔克 著

毛善培 严导淦 译

冶金工业出版社

52.7
C.1

78.64

高等学校教学用书
水力学原理、泵与鼓风机

習 題 集

C. E. 斯塔尔克 著

毛善培 嚴導淦 譯

經苏联高等教育部批准为
高等学校教学参考書

34667 / 11



本書分一、二兩篇；第一篇“水力学原理”叙述液体及气体平衡与运动之定律。第二篇“泵与鼓风机”主要闡明各种压唧机的計算与选择的原理。

每章之末均附有許多例題及習題；通过这些例題的分析与習題之解算，可使讀者進一步掌握水力原理在工程上的应用。

本書可供冶金專業作为“水力学、泵与鼓风机”一学程的教材以及有关方面工程技術人員的参考之用。

其他專業的学生也可採用作为参考書。

С.Б.Старк: ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ, НАСОСЫ И ВОЗДУХОДУВНЫЕ
МАШИНЫ Сборник задач

Металлургиздат (Москва 1954)

水力学原理、泵与通风机

毛蓉培 嚴導淦 譯

1956 年 11 月第一版

1956 年 11 月北京第一次印刷 8,042 册

850×1168·1/32·299,000字·印張11 $\frac{10}{32}$ ·插頁 5·定价 (10) 1.80 元

冶金工業出版社印刷厂印

新華書店發行

書号 1491

冶金工業出版社出版 (地址：北京市灯市口甲 45 号)

北京，書刊出版業營業許可証出字第 198 号

序 言

在冶金工程师的业务中，常常有机会遇到关于液体和气体平衡及运动定律的问题。

善于利用水力学的定律来解决实际问题是要通过演算习题的办法来培养的。但是水力学教程中的习题为数不多，不能完全满足上述要求；因为这些题目或者太陈旧了，或者过份复杂以及太理论，或者具有完全不适合冶金工程师需要的、特殊的水工技术的意味。在教程中有关泵与鼓风机的实际应用方面，一般是沒有习题的。

按照本书的目的，许多习题的题目，尽可能而且适当地力求接近于冶金工程专业问题的范围，同时讨论一些冶金工厂应用的机械设备。此外还包括一些一般工程问题，因此其他专业的学生也可以广泛地利用这本习题集。

习题集的第一篇“水力学原理”，共有九章；包括有关液体和气体运动及平衡的基本定律的题目。每一章开始时简短地说明某些问题在理论上的基本概念并总结出一些解题时所必需的计算公式；然后将少数典型的或者方法上重要的问题加以详细的演算。最后给出许多练习题，这些题目是僅有答案而沒有解算的。

习题集的第二篇“泵与鼓风机”共七章，讨论一些具有实用价值的問題。每一章的开始也简要地叙述了一下机械的构造与工作的原理。同时列出一些必要的计算公式。最后將题目中比較典型的，加以詳細的分析；其余的只給出答案。

生產崗位上的工程师、設計者們的主要任务是選擇機器和正确地使用这些机器。正因为如此，第二篇中的习题是針對着这个方向的。至于泵及鼓风机設計計算方面的习题，一般未予罗列。

書中有少数的习题系借用已有的习题集，均已加以註明；大部分的题目是新編拟的。

为了簡化数字上的計算，附錄中列有輔助表。

作者对科学技术博士 Б. В. 康托罗維奇教授、科学技术博士 В. Н. 科斯托奇金教授、科学技术后补博士 Н. Я. 列利雅云講師、科学技术后补博士 И. Т. 阿魯斯塔莫娃講師、科学技术后补博士 В. И. 基雪列夫講師和 И. Н. 苏什金工程师等在審校本書过程中所提出的宝贵指示，致以衷心的感谢。

对本書的批評与指正，作者均表欢迎。

緒 論

研究液体平衡与运动定律的科学称为水力学。水力学是許多專業課程和科題的基礎。我們很難以想像在工程業務的任一部門中不碰到与液体或气体运动有關的問題；因此也就需要在各方面应用水力学定律。

苏联共產党第十九次代表大会关于一九五一～一九五五年苏联發展第五个五年計劃的指示規定：首先進行大規模的水利工程建設以及在廣泛利用水力資源的基礎上進一步地發展國民經濟。在伏尔加河，德涅泊河，卡馬河，鄂畢河，額尔齐斯河，叶尼塞河，安加拉河以及其他河流上建筑巨大的水力樞紐，只有在深入地研究水流定律及水流对水工建筑物的影响的基礎上才有可能。

水力学定律在冶金生產中也廣泛地应用着。为了正确地解决下列的問題必須掌握水力学定律的知識；這些問題如水、气体和空气在管道中的运动；离心鑄造及压鑄的应用；冶金爐中廢气的运动；熔鋼爐中液态金屬的狀況；汽錘、空气錘、水錘及水泵机的工作等等。

水力学的理論基礎是以流体力学的定律为依据的；流体力学的定律確立了作用力、流速及压力間的关系；这种关系通常用复雜的微分方程式表示。

液体在技術与工業中的廣泛利用也就是主要在實踐与實驗的基礎上建立起的水力学实用部分的產生和發展的原因。

反映出現象及經驗和實踐資料物理實質的理論的綜合，使得更深入地証實了現代水力学定律。

必須指出：在状态变化的过程中，在气体的密度不变化之条件下，建立在液体基礎上的运动和平衡定律也完全適用於气体。

* *

*

水力学是最古老的科学之一。它的發展与人类为利用自然力

而進行鬥爭的歷史緊密地連系着。

遠在紀元前兩三千年，在亞述和埃及、中國和印度、希臘及羅馬以及其他國家中，輸水管、灌溉渠及堤壩建築的實踐就奠定了水力學這一門實用科學的基礎。

阿基米德在公元前二百五十年寫的論文“論浮體”是論述水的自然屬性與特性從實踐中累積起的最早的科學依據。在十五到十七世紀的文藝復興時代中出現了達納德·達芬奇，伽里略，巴斯加，牛頓等人的著作；這些著作各有其科學研究的特点；並且促使了水力學這一門科學的進一步的發展。

水力學原理和它的基礎——論述液體運動和平衡的流體力學——是由俄國科學院院士 M.P. 羅蒙諾索夫（1711—1765），Д. И. 伯努里（1700—1782）及 Л. П. 歐拉（1707—1793）所創立的。

偉大的俄國學者 M.B. 羅蒙諾索夫首先作出了質量及能量守恒的普遍定律；沒有這些定律，水力學這門科學的發展是不可能的。

M.B. 羅蒙諾索夫所研究的气体運動理論確定了熱能與機械能相互轉換過程的一致性，從而將力學與物理學連系起來了。

Д. И. 伯努里在它的鉅著《水動力學，或者關於液體運動和阻力的備忘錄》中給出理想液體纖維流中壓力與速度關係的方程式，這個方程式直到今天還是水力學的基本方程式之一。

Л. П. 歐拉得出的理想液體平衡和運動的微分方程式為理論流體力學進一步的發展奠定了基礎。

俄羅斯祖國之所以有這樣巨大的科學研究成就並不是偶然的；正就是俄國從十八世紀開始進行緊張的水利工程建築和發展河海運輸的結果。

天才的俄國水工學家 M. И. 塞爾杜可夫，B. H. 塔基謝夫，K. Л. 夫羅洛夫等人建造了許多渠道，堤壩，船閘。

流體力學的更進一步的發展歸功於傑出的俄國學者 H. E. 朱可夫斯基（1847—1920）及 C. A. 恰普雷金（1869—1945）——

近代空气动力学的創始者。

在 H.E. 朱可夫斯基的著作中，第一个給出了机翼昇力的理論，这个理論是机翼，透平叶片，水泵，螺旋槳等計算的基礎。

H.E. 朱可夫斯基关于管中水击理論及地下水滲流理論研究的經典性之著作作为產生水力学新的部門及水力学繼續發展的基礎。

C.A. 恰普雷金在流体力学的發展中起了相当大的作用。他的一些著作，特別要指出的为“論气体射流”構成了一門新科学——目前已得到巨大發展的气体动力学的基礎。

俄國学者 И.П. 別特洛夫——滑潤的水动力学理論及液体摩擦理論的創始者，И.С. 格罗米柯——液体渦流理論的奠基者，B.Г. 苏霍夫——石油管道計算方法的作者等人的貢獻是举世聞名的。

在苏联水力学發展中佔領導地位的当推偉大的苏联学者 H.H. 巴夫洛夫斯基，他研究出明渠的計算原理及在國民經濟中具有重大意义的压力滲流理論。苏联学者 C.A. 赫里斯基阿諾維奇，A.H. 高尔莫哥洛夫，Л.С. 列賓松等完成了在水力学、流体力学及空气动力学方面的許多卓越的著作。

苏联是全世界第一个建立進行液体和气体运动的模型研究實驗室的；它的目的是为了研究蒸汽鍋爐，工業爐及其他生產設備以及構筑物中液体和气体的运动。这方面的工作是在苏联学者 M.B. 基尔別切夫及 A.A. 古赫曼探討出了物理現象的相似原理的基礎上才有可能。

苏联学者們並不滿足于已有的成就，而進一步地更深入地發展先進的苏联科学，勝利地解决了我們國家中大規模建設所提出的巨大的任务。

* *

*

輸送水和空气的机器，还在远古时代就为人們所知道了。

簡陋的揚水机器——取水吊桿、絞盤，揚水輪——距今很久

以前已經被人們廣泛地應用了。最簡單的往復式水泵，主要是木頭的，很早以前也已經製造了；這些水泵主要是由人力和獸力帶動的。

還在古代，隨著鐵和銅生產的發展，在礦山中也就需要一些簡單的鼓風機用以供應空氣。因此在十八世紀初葉僅僅應用了風箱。在大型的設備中，利用水輪作為動力。

在蘇聯著名的發明家 И. И. 包爾朱諾夫 (1766) 所製造的第一部萬能熱機問世後，往復式水泵和鼓風機器的發展有了顯著的躍進。機械的驅動要求改進水泵以及鼓風機器的構造。

往復式水泵與蒸汽機聯接的簡化以及配汽系統的改進才可以創造出直接作用的蒸汽泵，它的構造在十九世紀時已經相當複雜了。

在同一時期，與蒸汽機聯接的往復式鼓風機也產生了，並且得到了廣泛的採用。

二十世紀初葉，利用廉價的高爐煤氣的煤氣發動機開始取代蒸汽驅動的大型高爐鼓風機。

但是到 1910 年，蒸汽透平驅動的離心式透平鼓風機開始勝過煤氣往復式鼓風機。

水泵和鼓風機的離心工作原理早在中世紀中已為人們知道了，可是由於它構造上的不完善以及製造出的模型之效率非常低，以致沒有得到實際的應用。

1754 年俄國科學院院士 Л. П. 歐拉研究出離心機器的原理，這就使得可以設計並製造出高效率的離心機。但是由於缺乏高速度的驅動機，直到二十世紀初葉離心機運用到實際中還是非常緩慢的。

電動機及蒸汽透平的出現推動了離心式水泵和鼓風機器的廣泛應用。

Н. Е. 朱可夫斯基及 С. А. 恰普雷金創立了工作輪葉片和導流器的理論，大大地發展了並加深了離心機的理論。

蘇聯學者 И. И. 庫高列夫斯基，И. Н. 沃茲聶生斯基，

И.Г. 也斯曼, Г.Ф. 普洛斯庫拉, Н.М. 夏保夫, В.С. 克夫雅特高夫斯基, Н.Н. 高發別夫, В.Н. 高斯托其金等人以后的工作, 以及科学研究所及机器制造工厂的集体努力, 使得离心机的構造大为改進, 效率增高並且擴大了它的应用范围。

离心式水泵是一种可靠而且非常完善的高速机器, 目前已广泛地应用在國民經濟的所有部門中。

往复式水泵也还在繼續生產, 这种水泵主要在高压和超高压並且在小流量情况下应用, 这时它的性能相当好。

大型高爐鼓風机在目前是唯一制造的用蒸汽透平驅動的离心式鼓風机。

最好的低压及高压往复式压气机的生產, 保証在工業和建筑業中廣泛应用壓縮空气作为动能。

在工業中創造和运用新型通風机方面已有很大成績。

目前以現代技術裝備的我國工厂正在生產最好的水泵与鼓風机, 以滿足快速發展的苏联工業的需要。

目 錄

序 言	3
緒 論	7

第一篇 水力学原理

第 一 章 液体和气体的基本性質	12
習 題	16
第 二 章 靜水压力, 巴斯加定律	20
習 題	26
第 三 章 作用在壁面上的液体压力, 通几米德定律	39
習 題	44
第 四 章 水动力学原理	52
習 題	67
第 五 章 实际液体的运动	84
習 題	89
第 六 章 水力阻力	101
習 題	108
第 七 章 孔口和管嘴的液体出流	125
習 題	133
第 八 章 輸水管中的液体流动	147
習 題	155
第 九 章 明渠、無压管道和堰上的液体流动	175
習 題	182

第二篇 水泵及鼓風机

第 十 章 往复式水泵	194
習 題	204
第十一章 离心式及軸流式水泵	218
習 題	225
第十二章 單級往复式压气机	239
習 題	249

1464895

第十三章	多級壓縮	262
	習題	272
第十四章	通風機	288
	習題	300
第十五章	透平式鼓風機及透平式壓氣機	317
	習題	329
第十六章	迴轉式壓氣機及鼓風機	341
	習題	347
參考文獻		355

附 錄

附錄 1	絕對單位制與工程單位制某些量的換算表	357
附錄 2	當 $p = 760$ 公厘水銀柱時，溫度對水和空氣的重率與粘滯性的影響	357
附錄 3	溫度 15° 時某些液體的重率與運動粘滯係數	358
附錄 4	管壁及渠槽壁的絕對糙度值	358
附錄 5	按下式算出的光滑管中的摩阻係數 λ 值： $\lambda = \frac{0.316}{\sqrt[4]{Re}} \dots$	358
附錄 6	按下式算出的粗糙管中的摩阻係數 λ 值： $\lambda = \frac{1}{(2 \lg \frac{d}{2\Delta} + 1.74)^2} \dots$	359
附錄 7	輸水管的流量特性 K^2 (公升 ² /秒 ²)	359
附錄 8	某些局部阻力的當量長度	360
附錄 9	H. H. 巴甫洛夫斯基公式中的係數 C 值 $C = \frac{1}{n} R^y \dots$	360
附錄 10	與堰頂水頭 H 有關的 $\sqrt{2g} H^{3/2}$ 之數值	361
附錄 11	與堰頂水頭 H 有關的通過三角形堰 ($\theta = 90^\circ$) 上的流量 Q 值	362
附錄 12	空氣的 $S-T$ 圖	插頁

52.7
C.1

78.64

高等学校教学用书
水力学原理、泵与鼓风机

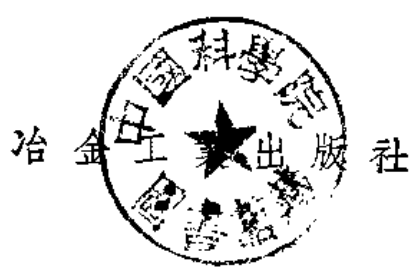
習 題 集

C. E. 斯塔尔克 著

毛善培 嚴導淦 譯

經苏联高等教育部批准为
高等学校教学参考書

34667 / 11



本書分一、二兩篇；第一篇“水力学原理”叙述液体及气体平衡与运动之定律。第二篇“泵与鼓风机”主要闡明各种压唧机的計算与选择的原理。

每章之末均附有許多例題及習題；通过这些例題的分析与習題之解算，可使讀者進一步掌握水力原理在工程上的应用。

本書可供冶金專業作为“水力学、泵与鼓风机”一学程的教材以及有关方面工程技術人員的参考之用。

其他專業的学生也可採用作为参考書。

С.Б.Старк: ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ, НАСОСЫ И ВОЗДУХОДУВНЫЕ
МАШИНЫ Сборник задач

Металлургиздат (Москва 1954)

水力学原理、泵与通风机

毛蓉培 嚴導淦 譯

1956 年 11 月第一版

1956 年 11 月北京第一次印刷 8,042 册

850×1168·1/32·299,000字·印張11 $\frac{10}{32}$ ·插頁 5·定价 (10) 1.80 元

冶金工業出版社印刷厂印

新華書店發行

書号 1491

冶金工業出版社出版 (地址：北京市灯市口甲 45 号)

北京、書刊出版業營業許可証出字第 198 号

目 錄

序 言	3
緒 論	7

第一篇 水力学原理

第 一 章 液体和气体的基本性質	12
習 題	16
第 二 章 靜水压力，巴斯加定律	20
習 題	26
第 三 章 作用在壁面上的液体压力，达几米德定律	39
習 題	44
第 四 章 水动力学原理	52
習 題	67
第 五 章 实际液体的运动	84
習 題	89
第 六 章 水力阻力	101
習 題	108
第 七 章 孔口和管嘴的液体出流	125
習 題	133
第 八 章 輸水管中的液体流动	147
習 題	155
第 九 章 明渠、無压管道和堰上的液体流动	175
習 題	182

第二篇 水泵及鼓風机

第 十 章 往复式水泵	194
習 題	204
第十一章 离心式及軸流式水泵	218
習 題	225
第十二章 單級往复式压气机	239
習 題	249

1464895

第十三章	多級壓縮	262
	習題	272
第十四章	通風機	288
	習題	300
第十五章	透平式鼓風機及透平式壓氣機	317
	習題	329
第十六章	迴轉式壓氣機及鼓風機	341
	習題	347
參考文獻		355

附 錄

附錄 1	絕對單位制與工程單位制某些量的換算表	357
附錄 2	當 $p = 760$ 公厘水銀柱時，溫度對水和空氣的重率與粘滯性的影響	357
附錄 3	溫度 15° 時某些液體的重率與運動粘滯係數	358
附錄 4	管壁及渠槽壁的絕對糙度值	358
附錄 5	按下式算出的光滑管中的摩阻係數 λ 值： $\lambda = \frac{0.316}{\sqrt{Re}} \dots$	358
附錄 6	按下式算出的粗糙管中的摩阻係數 λ 值： $\lambda = \frac{1}{(2 \lg \frac{d}{2\Delta} + 1.74)^2} \dots$	359
附錄 7	輸水管的流量特性 K^2 (公升 ² /秒 ²)	359
附錄 8	某些局部阻力的當量長度	360
附錄 9	H. H. 巴甫洛夫斯基公式中的係數 C 值 $C = \frac{1}{n} R^y \dots$	360
附錄 10	與堰頂水頭 H 有關的 $\sqrt{2g} H^{3/2}$ 之數值	361
附錄 11	與堰頂水頭 H 有關的通過三角形堰 ($\theta = 90^\circ$) 上的流量 Q 值	362
附錄 12	空氣的 $S-T$ 圖	插頁

序 言

在冶金工程师的业务中，常常有机会遇到关于液体和气体平衡及运动定律的问题。

善于利用水力学的定律来解决实际问题是要通过演算习题的办法来培养的。但是水力学教程中的习题为数不多，不能完全满足上述要求；因为这些题目或者太陈旧了，或者过份复杂以及太理论，或者具有完全不适合冶金工程师需要的、特殊的水工技术的意味。在教程中有关泵与鼓风机的实际应用方面，一般是沒有习题的。

按照本书的目的，许多习题的题目，尽可能而且适当地力求接近于冶金工程专业问题的范围，同时讨论一些冶金工厂应用的机械设备。此外还包括一些一般工程问题，因此其他专业的学生也可以广泛地利用这本习题集。

习题集的第一篇“水力学原理”，共有九章；包括有关液体和气体运动及平衡的基本定律的题目。每一章开始时简短地说明某些问题在理论上的基本概念并总结出一些解题时所必需的计算公式；然后将少数典型的或者方法上重要的问题加以详细的演算。最后给出许多练习题，这些题目是僅有答案而沒有解算的。

习题集的第二篇“泵与鼓风机”共七章，讨论一些具有实用价值的問題。每一章的开始也简要地叙述了一下机械的构造与工作的原理。同时列出一些必要的计算公式。最后將题目中比較典型的，加以詳細的分析；其余的只给出答案。

生产岗位上的工程师、设计者们的主要任务是选择机器和正确地使用这些机器。正因为如此，第二篇中的习题是针对着这个方向的。至于泵及鼓风机设计计算方面的习题，一般未予罗列。

書中有少数的习题系借用已有的习题集，均已加以註明；大部分的题目是新編拟的。

为了简化数字上的计算，附录中列有輔助表。