

水 力 学

武汉水利电力学院編

水利电力出版社

52.76
313

D66

水 力 学

武汉水利电力学院編

水利电力出版社

內 容 提 要

本书是作为高等学校用的教学参考书而编写的，内容包括水静力学、水动力学的理論基础、液体的层流运动和紊流运动、水流阻力损失的分析 and 計算、孔口及管嘴的出流、管流以及明渠中液体的均匀流、明渠稳定非均匀流、天然河道水力学等，以闡述水力学方面的基本理論为主。在本书编写过程中，广泛吸取了苏联和其他国家的新近成果。书中附有許多例题，供讀者参閱。

本书可供高等学校师生、中等技术学校教师閱讀，亦可供水利工程师、技术人员参考。

水 力 学

武汉水利电力学院編

*

27678 727

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登记证出字第105号

水利电力出版社印刷厂印

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 * 16 1/2 印張 * 430 千字 * 定价(第10类)2.80元

1960年8月北京第1版

1960年8月北京第1次印刷(0001—10,400册)

前 言

这本水力学是作为高等学校用的教学参考书編写的，以闡述水力学方面的基本理論知識为主。

在編写过程中，广泛吸取了苏联的新近成果，同时也采納了其他国家的好的材料。在內容安排上曾經注意体现理論与实践統一的原则，但由于編者們思想水平的限制，在这方面作得仍很不够。

無論在观点上或者在具体內容上，这本书都难免存在某些缺点，讀者的指正和批評是我們誠懇欢迎的。

編者 1959年9月

目 录

緒 論.....	5
第一章 水静力学	22
§1-1 静水压力和它的特性	22
§1-2 液体平衡的基本方程式	25
§1-3 等压面	29
§1-4 重力液体中的静水压力	30
§1-5 非重力液体平衡的几种典型情况	31
§1-6 巴斯加定律	37
§1-7 连通器内液体的平衡	38
§1-8 绝对静水压力、相对静水压力、真空、水头、势能	39
§1-9 相对静水压力分布图	44
§1-10 平面上的静水总压力	45
§1-11 曲面上的静水总压力	55
§1-12 阿基米德原理	62
§1-13 潜体的平衡	65
§1-14 浮体的平衡	66
§1-15 简单的水力机械	71
第二章 水动力学的理论基础	74
§2-1 表达液体运动形态和方式的两种基本方法	75
§2-2 液体的稳定流与非稳定流	81
§2-3 迹綫、流綫、流管、流束、过水断面、流量、微小流束、 渦綫、渦帶、渦管	83
§2-4 液体质点运动的分析，无渦运动与有渦运动	88
§2-5 液体运动的連續性方程式	94
§2-6 理想液体运动的微分方程式	98
§2-7 理想液体稳定流的伯諾里方程式	102
§2-8 粘滯性液体运动的微分方程式	110
§2-9 实际液体微小流束的伯諾里方程式	123

§2-10	液体的均匀流与非均匀流, 渐变流 与急变流, 管流与明渠流.....	125
§2-11	液体总流的連續性方程式.....	130
§2-12	实际液体总流的伯諾里方程式.....	133
§2-13	稳定总流的动量方程式.....	139
§2-14	液体一元非稳定流动.....	142
第三章	液体的层流运动和紊流运动.....	155
§3-1	內在結構不同的两种液流.....	155
§3-2	层流与紊流間质变过程的物理状态.....	160
§3-3	液体均匀流的基本方程式.....	164
§3-4	液体的层流运动.....	166
§3-5	紊流的流态.....	171
§3-6	关于紊流的运动方程式和連續性方程式.....	175
§3-7	动量傳遞理論和掺长.....	182
§3-8	从統計規律出发的紊动尺度.....	188
§3-9	紊流的均时流速分布.....	192
第四章	水流阻力損失的分析和計算.....	201
§4-1	液流的边界层及其离解現象.....	201
§4-2	水流阻力損失的物理概念.....	207
§4-3	在水力分析和計算中处理阻力損失的基本方式.....	215
§4-4	表达均匀流沿程阻力水头的通用公式.....	217
§4-5	水流的流型以及沿程阻力系数 λ 或舍齐系数 C 的 变化規律.....	219
§4-6	局部阻力損失的計算.....	245
第五章	孔口及管嘴的出流.....	253
§5-1	孔口出流概述.....	253
§5-2	薄壁孔口的稳定自由出流.....	254
§5-3	薄壁孔口的稳定淹没出流.....	261
§5-4	薄壁孔口的液体不稳定出流.....	263
§5-5	管嘴的液体出流.....	267
第六章	管流.....	274
§6-1	稳定管流的水力計算.....	274

§6-2	虹吸管	285
§6-3	抽水机装置的水力计算	283
§6-4	压力管路中的水击	293
§6-5	閘門突然完全关闭时的水击	294
§6-6	閘門逐漸关闭时的水击	307
§6-7	間接水击	309
§6-8	閘門相对开启度随时间变化为直线规律时的 間接水击	315
§6-9	閘門开启时的水击	321
§6-10	水力揚水机	322
第七章	明渠中液体的均匀流	325
§7-1	明渠均匀流的特性及其基本方程式	325
§7-2	渠道的水力最优断面和允许流速	329
§7-3	明渠均匀流水力计算类型	333
§7-4	明渠均匀流计算的图解法	336
§7-5	湿周各部分糙率不同的渠道的水力计算	346
§7-6	复式断面渠道的水力计算	348
第八章	明渠稳定非均匀流	351
§8-1	断面单位能量, 临界水深, 缓流、急流和临界流的 流态及其判别, 临界坡度	353
§8-2	明渠稳定渐变流的基本方程式	372
§8-3	棱柱体渠道稳定渐变流水面曲线的分析	376
§8-4	明渠稳定渐变流水面曲线的计算和绘制	394
第九章	天然河道水力学	440
§9-1	概述	440
§9-2	河流的水力特征	441
§9-3	天然河道稳定非均匀流水面曲线的绘制	464
§9-4	关于天然河道中水流漫滩及分汊河流 水面曲线的绘制法	474
§9-5	桥墩对水流的影响	477
§9-6	疏浚浅滩对上游水位的影响	481
§9-7	明渠的非稳定流动	483

緒 論

水力学的研究对象和发展过程

反映液体机械运动(包括机械运动的特殊状态——“静止”在内)的规律的科学,叫做水力学。它以液体作为它的研究对象,但水是主要的对象。

水力学由水静力学和水动力学(包括水运动学)两大部分组成。水静力学研究处于相对平衡状态^①下的液体的力学规律。对与液体接触的平面和曲面的受力情况的分析,是这一部分的重点。水动力学是水力学的主要部分,它研究液体在管路中、在渠道中、在天然河流中、在透水性物质(如土壤等)中以及经过各种建筑物时的运动规律。弄清楚了这些规律,我们才有可能很好地设计管路、渠道以及各式各样的水工建筑物,达到预期的目的,并获得多快好省的效果。

在与水接触的处所作工程,同在与水隔绝的处所作工程比较起来,有许多基本原则是相似的,但也有若干不同之点。例如:在与水隔绝的处所作工程,建筑物的外来负荷,往往是事先确定的。譬如房屋楼板需要承受多大的荷重,桥梁需要通过载重若干的车辆,在设计以前,都会根据实际情况作出规定,然后按照规定设计。对于与水接触的工程,便有些两样,水所加于建筑物的荷载往往不是事先能够完全规定好的,它常常因建筑物本身的构造和形式而改变。在同样的条件下,如果所采取的建筑物的构造和形式比较恰当,水的荷载可能变小,甚至可能被利用来增加建筑物的稳定性;反之,如果所采取的建筑物的构造和形式不恰当,水的荷载可能变大,甚至可能发生摧毁建筑物的作用。要做到在

① 这里所谓“相对平衡状态”,系指液体与容器之间以及液体内部各层间系处于相对静止状态。至于容器对地球而言,可以是运动的,也可以是静止的。

設計中采取比較恰當的建築物的構造和形式，就不能不了解和掌握水力學的基本原則。又如：在與水隔絕的處所作工程，建築物的外來負荷隨時間的變化一般是不大的；而在與水接觸的處所作工程，情況便不一定如此，由於沖刷、淤積以及其他的因素，外來負荷有可能隨時間而改變，有時候可能改變得很大。為了勝利完成設計任務，不估計到這種改變是不成的，要做到有預見性，也非了解和掌握水力學的基本原則不可。

以上系就設計工作來說的，如果談施工，水下工程與水上工程相比較，差別常常是很大的。譬如在大、中型河流上修建一個水利樞紐，施工導流便往往是艱巨複雜的問題。要使這樣的問題解決得好，也必須了解和掌握水力學的基本原則。

由於上述原因，水利工程的許多專業學科，都需要水力學的知識作為它的基础。在農田水利、水能利用、河道整治、防洪工程、港工、水工結構、水力機械及水利施工等學科中，以不同的方式，牽涉到擋水、引水、輸水、泄水、防水、治水等問題。為了採取妥善合理的措施，有效地解決這些問題，必須運用水力學的基本原則。

在水力學的形成和發展中，充分反映了“實踐——理論——實踐”這個基本原則。就現在的情況說，一方面，水力學不僅是水利工程技術所依恃的基本學科之一，同時，對於土木工程、機械工程、化學工程等等，它也有一定程度的應用價值；另一方面，各種工程技術的發展，特別是水利工程技術的發展，又促使水力學不斷擴大領域，提高深度。

我國在防止水患與運用水利方面，有悠久的歷史。很早的時候，在與水患作鬥爭中，便表現了理解水的運動規律的卓越才能。下面舉幾個例子來說明：

鄭樵所寫的“通志”上說：堯時（約公元前2300年）“洪水滔天，懷山襄陵，堯憂民之憂，而求治水者。羣臣四岳皆舉高陽氏之子伯鯀。堯封鯀為崇伯，使之治水。鯀乃興徒役，作九仞之城，訖無成功。”“舜攝堯之政，巡狩而行，見治水無狀，乃殛鯀于羽山。”

“舜知任不专則功不成，业不世則知不周。鯀虽治水无功，而禹为其子，九年之間，足知利害，不使易业。故命禹为司空，平水土。誅父用子，而舜无疑心；戮力勤王，而禹无仇色。”“禹念前日之非度，伤先人之无成。一朝受命，不敢迨遑。劳心焦思，面目黧黑，步不相过。居外十三年，过家，聞其子呱呱而泣，門不入也。非飯食，……恶衣服，……卑宫室，……身执耒耜，以为民先。股无胈，脛无毛，手足胼胝，体干枯蝕。高高下下，疏雍导滯。左准绳，右規矩，……使冀、兗、徐、荆、豫、梁、雍七洲之水各归于河，使青洲之水归于济，使揚州之水归于淮，九州既理，然后总理天下。”这記載是十分动人的。禹的崇高品质和适应水的运行規律^①而从事治水的才能，是我国古代劳动人民与洪水作斗争的典型代表。

另一个例子是：早在公元前 250 年左右，住在成都平原的人民，兴修了著名的都江堰，創造引水工程中独特的形式——“魚嘴”。同时，他們还根据对水的运动規律的体会和当时的技术条件，总结出“深淘滩，低作堰”的原则，并定下了比較严格的岁修和管理制度。于是使这一灌溉系統经历了 2,000 多年，不仅沒有湮廢，而且逐渐发展，成为世界上历史悠久、規模巨大著称的灌溉系統。

又一个例子是：于公元前 219 年左右，住在今广西僮族自治区的人民，开凿了沟通湘江和桂江的灵渠，使之通航。渠道长约 35 公里，寬約 5 米，深約 1 米。这一工程的創造者們，巧妙地使渠道行徑迂回的路綫，以平緩水势，便于通航。到公元 825 年（唐朝），这个渠道又被装上 18 道閘門（船閘），进一步得到渠化。这在人类航运工程史上，占着光荣的地位^②。

再一个例子是明朝的潘季馴（公元 1521~1595 年）。他是一个杰出的水利工程师，先后四次担任治理黄河的任务，经历了 27

① 从多年的实践中，他体会到水是要向下流的这一个規律。因此他改变了“作九仞之城”、到处堵塞的办法，而采用了“疏雍导滯”的措施，取得成功。

② 欧洲建立船閘系在 13 世紀后半期，較我国約迟 400 余年。

年。他对挟沙水流的运行规律，有很深的体会。他曾说：“水分则势缓，势缓则沙停，沙停则河饱；尺寸之水，皆由沙面，止见其高。水合则势猛，势猛则沙刷，沙刷则河深；寻丈之水，皆由河底，止见其卑。筑堤束水，以水攻沙。水不奔溢于两旁，则必直刷乎河底，一定之理，必然之势，此合之所以愈于分也^①。”因此，他主张建筑“缕堤”，将河水束缚在较窄的河槽中。但是，他也考虑到如果单纯依靠缕堤，到洪水时期，是比较危险的。于是主张在缕堤之处，另建“遙堤”及“格堤”。遙堤是大致与缕堤平行的，格堤是联系缕堤与遙堤的横堤。他指出^②：“缕堤既近河濱，束水太急，怒涛湍溜，必至伤堤。遙堤离河頗远，或一里余，或二、三里。伏秋暴涨之时，难保水不至堤。然出岸之水必浅，既远且浅，其势必缓，缓则堤自易保也。”“防御之法，格堤为妙。格即横也。庵缕堤既不可恃，万一决缕而入，横流遇格而止，可免泛溢。水退，本格之水，仍复归槽，淤留高地，最为便宜。”同时，他还考虑到，在非常洪水的情况下，应采取妥善的分洪措施，因此主张在遙堤的适当地方，建筑“滚水石坝”。他说：“滚水石坝，即减水坝也。为伏秋水发盈槽，恐势大漫堤，设此分杀水势，稍消即归正槽。故建坝必擇要害卑洼去处，坚实地基^③。”在400年前的历史条件下，潘季驯的上述见解，不能不认为是十分杰出的。

其它，如南北大运河的开凿，漏壶(计时用)的创制，在人类科学史上都占着光辉的一页。类似的例子很多，这里不一一列举了。

我国古代人民虽然在运用水的运动规律及从事水利建设方面创造了不少勛业，然而由于封建社会所经历的时期过长，使这些创造进一步发展，受到了阻碍。在国民党20多年的反动统治中，近代水利科学技术的生长和发展，又十分艰难，这样，就迫使我

① 潘季驯：“河防一覽”，卷二第十二頁。

② 同上注，第十三頁。

③ 同上注，卷四第五頁。

国的水利科学技术在一定时期内落后了一步。

在科学的成长过程中，科学家的创造性劳动是可贵的，例如 L.D. 芬奇、D. 伯诺里、L. 欧拉、O. 雷诺以及 H.H. 巴甫洛夫斯基等，对水力学都有较大的贡献。但是，科学家们的这种劳动，必须以整个社会的发展情况和广大人民的生产实践作为基础，离开了这个基础，要想单凭科学家得出异想天开的成果，是不可能的。

从整个人类历史来看，在十五世纪以前的神权和封建社会中，科学被视为是“叛逆的”，当时若干相信并敢于宣传科学观点的人，受到统治者们的残酷压迫，有的甚至牺牲了性命。近代自然科学是在与封建制度作斗争中伴随着资本主义的兴起而产生的，它肇始于十五世纪后半期。力学是近代自然科学的基础，它走在其他部类的自然科学的前面。水力学作为力学的一个分枝，也在十五世纪后半期开始萌芽。在十五世纪以前，除了遗留下来古希腊学者阿基米德关于浮体的理论而外，没有提供其他的成果。

到了十八世纪，古典力学已经相当成熟。这时候的水力学，也打下了比较巩固的基础。

十九世纪以后，水力学的內容更加丰富了。但是，由于在资本主义制度下，水利工程技术在实践方面所受到的局限性以及在意识形态方面所受到的机械唯物主义观点的影响，使水力学的充分发展遭到一定的限制。特别是在提高理论方面，表现出迟缓状态。资本主义国家的某些水力学家，干脆将水力学叫做“实验性质的科学”，这就直接表明它在理论方面所处的落后状态。

十月革命以后，世界上出现了第一个社会主义国家——苏联。在综合利用的思想指导下，苏联的水利建设事业以巨大的规模和飞快的速度向前蓬勃发展，与资本主义国家水利建设工作所受的局限性相对照，判若泾渭。生产实践上的这个特点同理论与实践统一的科学观点结合起来，便使水力学的发展显示出充沛的活力。

其他社会主义国家的情况，本质上与苏联是类似的。

自从中华人民共和国成立以来，党与政府鉴于水利建设事业对于工业、农业、交通运输业等的发展都有极密切的关系，因而一直给予了足够的重视。把它看成是“农业的命脉”，也把它看成是全国电气化的一个十分重要的方面。它在交通运输等事业中的作用，也被恰当地估计到。

为了使城市、村镇、工厂、矿山、交通线路以及广大耕地免于水灾，从解放的第一天起，全国人民便在防洪方面进行巨大的工作。不仅对大、中型河流的堤防系统予以培修，还在长江、黄河等河流上修建了规模巨大的分洪工程。

关于诸大河流域规划和综合开发的工作，也积极进行。早在1950年，即根据毛主席“一定要把淮河修好”的号召，着手淮河流域治理工作，先后完成了一系列的水库和节制闸，基本上改变了过去淮河流域“大雨大灾，小雨小灾，无雨旱灾”的情况。黄河的综合治理和开发工作，现正加紧进行，大跃进以来，三门峡等诸大水利枢纽同时施工，形成水利史上的壮举。这条几千年来以“百害”闻名于世的河流，将一反故常，而对祖国工农业的发展作出巨大的贡献。此外如长江、海河、辽河、汉江等河流的治理，也先后开始。

在水电建设方面，十年多来，取得了光辉的成果，已建成大中型水电站数十座，装机容量为1949年的十倍有余。

在农田水利方面，更是气象万千！灌溉面积已由解放之初的2.4亿亩发展到10亿余亩，治涝面积也发展到2亿余亩，初步控制水土流失面积达到数十万平方公里。在十年中取得这样大的成绩，是历史上从未有过的。

这些伟大成绩的取得，归根结底，是毛泽东思想的胜利。在鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义的总路线的光辉照耀下，以及“蓄水为主、小型为主、群众自办为主”和大中小型工程相结合的正确方针的指导下，依靠人民公社这个优越的组织，在1958和1959两年中，水利建设事业和其他方面的建设事业一样，取得了连续的大跃进。今后也必然会在更加良好的基础上

与更加有利的条件下取得更大更好的跃进。

在規模宏偉的水利工程的建設實踐中，廣大人民的創造是极其丰富的。他們不仅建成了成千累万的土坝，也建成了不少的混凝土重力坝、堆石坝、連拱坝以及其他形式的輕型坝。他們还挖通了长17公里的隧洞，劈开了深219米的明渠，架設了跨过黄河淨跨达48.6米的木渡槽，打成了連鎖管柱，試驗成功了定向大爆破，成功地运用了水中倒土筑坝法，在平原地区創造了“河网化”，在丘陵地区創造了“长藤結瓜”和“三治”^①……

上述的偉大實踐成果以及在规划中的更加偉大的實踐要求，丰富和发展了科学的有关部类，同时也提了艰巨的任务。对于水力学也是如此。特別是在高速水流、挟沙水流、地下水运动以及波浪理論等方面，有許多問題迫切需要解决。事实上，全国不少的科学研究机关和高等学校正积极进行这些方面的研究工作，并在若干問題上取得程度不同的成果。这些問題的逐步解决，一方面将直接推动水利建設事业的进一步发展，另一方面也将大大提高我国水力学的水平，并使中国人民在这一科学部类中作出应有的贡献。

液体的主要力学性质

液体与气体同属于流体。流体与固体的主要不同点在于它們的形状极易随容器的形状而改变。这是由于流体的凝聚力很小，在相对平衡状态下，流体内部几乎不能显示抗拉或抗剪的作用，而只能显示抗压的作用。液体又与气体不完全相同。气体的压缩性較大，在重力場中，能够改变自己的体积，使容器充滿。液体的压缩性較小，在重力場中，当容器的体积大于它的体积的时候，它不能充滿容器，而会形成一个自由液面。液体在与气体或具有一定特性的固体或他种液体相接触的表面上，常产生表面張力。由于表面張力的作用，体积很小的液体，在重力場中，能够

① 长藤指渠道，瓜指水庫。三治指治山、治水、治土結合。

成滴，故液体又被叫作成滴流体。这些性状，气体是不具备的。

当水力学将液体作为研究对象的时候，常将液体视为“連續介质”。也即是說，将液体视为由实质充滿的、内部无任何空隙的連續体。这个假設使我們在分析問題时得到两大方便：首先，它使我們得以撇开液体内部分子之間的以及小于分子的粒子之間的相对运动，而只考虑液体在外力作用下的机械运动；其次，它使我們有了能运用数学中的連續函数作为分析許多問題的有效工具。这个假設給予我們很大的方便，但对分析問題的正确性没有什么影响。

下面就液体的几个主要力学性质分别加以介紹。

一、液体的密度与重率

与自然界其他的物体一样，液体具有质量。匀质液体的质量 M 与体积 W 的比值，叫做密度 ρ ，即

$$\rho = \frac{M}{W} \quad (0-1)$$

非匀质的液体，各点密度不同。若令 ΔW 代表在某点附近的微小体积， ΔM 代表这一微小体积中的质量，則这一微小体积的液体的平均密度 ρ_{cp} 为

$$\rho_{cp} = \frac{\Delta M}{\Delta W} \quad (0-2)$$

該点的密度 ρ 为

$$\rho = \lim_{\Delta W \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta M}{\Delta W} \right) \quad (0-3)$$

密度的因次为 $\left[\frac{FT^2}{L^3} \right]$ 。在工程单位制中，它的常用单位为公斤·秒²/米³。

液体的质量 M 与重力加速度 g 的相乘积，构成液体的重量 G ；它的因次为 $[F]$ ，常用单位为公斤或吨。液体的密度 ρ 与重力加速度 g 的相乘积，或液体重量 G 与体积 W 的比值，构成液体的重率 γ ，即

$$\gamma = \rho g = \frac{G}{W}, \quad (0-4)$$

它的因次为 $\left(\frac{F}{L^3}\right)$ ，常用单位为 $\frac{\text{公斤}}{\text{米}^3}$ 或 $\frac{\text{克}}{\text{厘米}^3}$ 。

液体的重率和密度随温度的改变而变化。在标准大气压力下，水的重率和密度在温度为 4°C 时，达到最大的数值；这时，重率 γ 为 $1,000$ 公斤/米³，密度 ρ 为 102 公斤·秒²/米⁴。图0-1表示水的重率 γ 随温度而变化的情况。从该图可以看出，这个变化是很小的。因此，除了分析某些特殊问题（如异重流）以外，对于这个变化，我们常常忽略不计。

液体的体积随压力的增大而减小（也即是重率和密度随压力的增大而加大）。这种性质，叫做压缩性。若质量为某一固定数值的液体，原有体积为 W ，当压力增大 dp 时，体积减小 dW ，密度增加 $d\rho$ ，则 dp 与 $\frac{d\rho}{\rho}$ 的比值，或 dp 与 $-\frac{dW}{W}$ 的比值，叫做体积弹性系数 K ，即

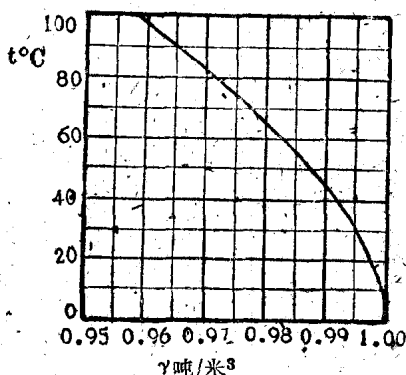


图 0-1

$$\left. \begin{aligned} K &= dp / \left(\frac{d\rho}{\rho} \right) = \rho \frac{dp}{d\rho} \text{ 公斤/米}^3, \\ \text{或} \quad K &= dp / \left(-\frac{dW}{W} \right) = -W \frac{dp}{dW} \text{ 公斤/米}^3. \end{aligned} \right\} \quad (0-5)$$

K 的倒数，叫做体积压缩系数 β_w ，即

$$\left. \begin{aligned} \beta_w &= \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dp} \text{ 米}^3/\text{公斤}, \\ \text{或} \quad \beta_w &= -\frac{1}{W} \frac{dW}{dp} \text{ 米}^3/\text{公斤}. \end{aligned} \right\} \quad (0-6)$$

在上列两方程式中， $\frac{dW}{W}$ 之前加了一个负号，这是由于压力

的增加总是与体积的减小相联系的,反之,压力的减小总是与体积的增加相联系的;而 dp 与 dW 的符号应该相反。此外,讀者不难看出,在液体质量保持不变时, $-\frac{dW}{W}$ 与 $\frac{dp}{\rho}$ 是相等的。

图0-2表示水的体积弹性系数 K 和体积压缩系数 β_w 随温度的变化。从該图可以看出, β_w 的数值是很小的, K 的数值是很大的。其他的液体的情况也与此类似, 因此, 除了分析某些特殊的问题(如水击问题)以外, 我們常常把水和其他液体视为不可压缩的流体。

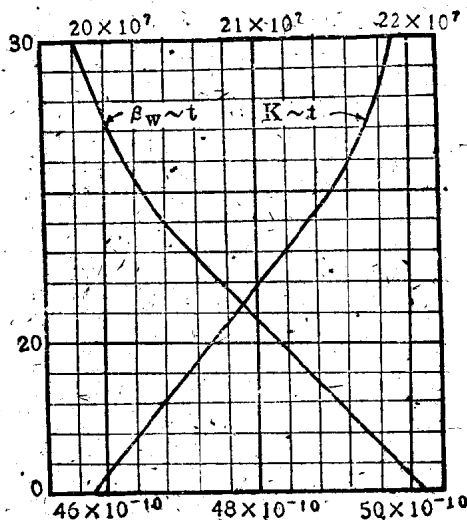


图 0-2

根据以上的分析, 由于水的重率和密度随温度和压力的变化都很微小, 在水力学的一般问题中, 我們常把它們视为常数, 令水的重率 γ 为

$$\begin{aligned}\gamma &= 1 \text{ 吨/米}^3 = 1000 \text{ 公斤/米}^3 \\ &= 1 \text{ 公斤/升} = 1 \text{ 克/厘米}^3;\end{aligned}$$

令水的密度为

$$\begin{aligned}\rho &= 102 \text{ 公斤} \cdot \text{秒}^2 / \text{米}^3 \\ &= 0.00102 \text{ 克} \cdot \text{秒}^2 / \text{厘米}^3.\end{aligned}$$