

# 水利工程建设百科全书

勘测设计·施工技术·质量管理卷



当代中国音像出版社

# 水利工程建设百科全书

---

勘测设计·施工技术·质量管理卷

---

齐金苑 于文成 主编

---

第一册

当代中国音像出版社

文本名称:水利工程建设百科全书(勘测设计·施工技术·质量管理卷)

文本主编:齐金苑 于文成

光盘出版发行:当代中国音像出版社

出版时间:2003年8月

光盘出版号:ISBN 7-900108-59-9

总定价(三卷):2340元 本卷定价:780元 (1CD 赠配套资料三册)

# 前 言

中华人民共和国成立以来,我国的水利工程建设取得了举世瞩目的成就。特别是近年来,三峡工程、南水北调等工程项目的开工建设,更是将中国的水利事业推向了一个前所未有的高潮。目前,三峡工程二期枢纽工程已通过验收蓄水。但是,与水利建设事业蓬勃发展局面不相适应的是国内尚没有一套融水利工程勘测、设计、施工、运营管理、防洪防汛等方面的综合性水利工程建设工具书。有鉴于此,我们组织了一批专家学者精心编撰了这套《水利工程建设百科全书》。

本书共分为三个分册,这三个分册分别是《勘测设计·施工技术·质量管理卷》、《运营管理·养护修理卷》、《防洪防汛·抢险加固卷》。

本书具有以下特点:

(1)体例科学、完整,结构严谨,层次分明,内容涵盖了水利工程勘测、设计、施工、施工质量管理、运营管理、养护修理、防洪防汛、抢险加固等各个环节。

(2)本书以恰当的实例对正文加以阐述,具有实用性、可操作性。

(3)本书对大型水利工程言之较详,对一些中、小型水利工程也进行了细致的阐述。对国内外新的施工技术、管理模式、抢险防洪技术进行了重点论述,具有先进性。

本书内容丰富翔实,图文并茂,适合水利工程相关人士使用,亦可供相关大、中专院校师生作为教学参考。

由于编者水平有限,书中难免会有不足之处,敬请广大读者朋友批评指正。

编 者

## 目 录

|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| 第一篇 水利工程水力学 .....                    | ( 1 ) |
| 第一章 概论 .....                         | ( 3 ) |
| 第一节 水利工程中的水力学问题 .....                | ( 3 ) |
| 第二节 液体的基本特性及主要物理性质 .....             | ( 5 ) |
| 第三节 水流运动基本概念及分类 .....                | ( 9 ) |
| 第二章 水压力及其计算 .....                    | (15)  |
| 第一节 静水压强基本规律 .....                   | (15)  |
| 第二节 作用于平面上的静水总压力 .....               | (25)  |
| 第三节 作用于曲面上的静水总压力 .....               | (31)  |
| 第四节 作用于物体上的静水总压力,潜体与浮体的平衡及其稳定性 ..... | (35)  |
| 第五节 水动力学计算的内容及其发展 .....              | (39)  |
| 第六节 计算水动力学的原理与方法 .....               | (49)  |
| 第三章 堰流及闸孔出流 .....                    | (55)  |
| 第一节 概述 .....                         | (55)  |
| 第二节 堰流的类型及计算公式 .....                 | (56)  |
| 第三节 薄壁堰流的水力计算 .....                  | (60)  |
| 第四节 窄深堰流的水力计算 .....                  | (62)  |
| 第五节 闸孔出流的水力计算 .....                  | (63)  |
| 第四章 渠系连接建筑物的水力计算 .....               | (71)  |
| 第一节 概述 .....                         | (71)  |
| 第二节 明槽渐变段的水力计算 .....                 | (71)  |
| 第三节 渡槽的水力计算 .....                    | (76)  |
| 第四节 跌水的水力计算 .....                    | (78)  |
| 第五章 高速水流 .....                       | (85)  |

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| 第一节 高速水流的脉动压强 .....      | (85)         |
| 第二节 水工建筑物气蚀 .....        | (95)         |
| 第三节 高速掺气水流 .....         | (101)        |
| 第四节 非棱柱体明渠中的急流冲击波 .....  | (106)        |
| <b>第二篇 水利工程勘测 .....</b>  | <b>(199)</b> |
| 第一章 水文测验 .....           | (121)        |
| 第一节 概述 .....             | (121)        |
| 第二节 水位观测与计算 .....        | (124)        |
| 第三节 流量观测与计算 .....        | (126)        |
| 第四节 泥沙观测与计算 .....        | (141)        |
| 第五节 水文资料收集 .....         | (147)        |
| 第二章 水利工程测量 .....         | (148)        |
| 第一节 测量学的任务和作用 .....      | (148)        |
| 第二节 地面点位置的确定方法 .....     | (150)        |
| 第三节 水准测量 .....           | (155)        |
| 第四节 渠道测量 .....           | (171)        |
| 第五节 河道测量 .....           | (181)        |
| 第六节 水库测量 .....           | (193)        |
| 第七节 大坝施工测量 .....         | (212)        |
| 第八节 隧洞施工测量 .....         | (227)        |
| 第三章 水利工程物探新技术 .....      | (240)        |
| 第一节 概述 .....             | (240)        |
| 第二节 重力勘探 .....           | (248)        |
| 第三节 磁法勘探 .....           | (257)        |
| 第四节 放射性勘探 .....          | (263)        |
| <b>第三篇 水工建筑物设计 .....</b> | <b>(269)</b> |
| 第一章 概论 .....             | (271)        |
| 第一节 我国的水资源和水利事业 .....    | (271)        |
| 第二节 水利枢纽和水工建筑物 .....     | (272)        |
| 第三节 水利工程的基本建设程序 .....    | (276)        |
| 第二章 土石坝设计 .....          | (278)        |
| 第一节 概述 .....             | (278)        |

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 第二节 土石坝的剖面尺寸与构造 .....       | (281) |
| 第三节 土石坝的渗流计算 .....          | (287) |
| 第四节 土石坝的稳定计算 .....          | (291) |
| 第五节 土石坝的筑坝材料 .....          | (296) |
| 第三章 重力坝设计 .....             | (298) |
| 第一节 重力坝的特点和类型 .....         | (298) |
| 第二节 重力坝的荷载及其组合 .....        | (300) |
| 第三节 重力坝的抗滑稳定计算与应力分析 .....   | (308) |
| 第四节 重力坝剖面设计 .....           | (319) |
| 第四章 拱坝设计 .....              | (323) |
| 第一节 概述 .....                | (323) |
| 第二节 拱坝的布置 .....             | (330) |
| 第三节 拱坝的荷载及其组合 .....         | (337) |
| 第五章 河岸溢洪道设计 .....           | (343) |
| 第一节 河岸溢洪道的类型 .....          | (343) |
| 第二节 正槽式溢洪道 .....            | (346) |
| 第三节 侧槽式溢洪道 .....            | (359) |
| 第六章 水工隧洞与坝下涵管设计 .....       | (367) |
| 第一节 输水及灌溉渠系中的隧洞工程 .....     | (367) |
| 第二节 无压输水隧洞工程等级划分及设计规范 ..... | (368) |
| 第三节 无压输水隧洞设计的基本资料 .....     | (370) |
| 第四节 无压输水隧洞工程的选线 .....       | (371) |
| 第五节 无压输水隧洞工程布置 .....        | (378) |
| 第六节 坝下涵管 .....              | (392) |
| 第七章 蓄水枢纽的布置 .....           | (399) |
| 第一节 坝址及坝型选择 .....           | (399) |
| 第二节 枢纽布置的一般原则和要求 .....      | (401) |
| 第三节 枢纽建筑物的布置 .....          | (402) |
| 第八章 取水枢纽水工建筑物设计 .....       | (409) |
| 第一节 概述 .....                | (409) |
| 第二节 闸门设计 .....              | (415) |
| 第三节 无坝取水布置及其防沙防冰措施 .....    | (440) |
| 第四节 有坝取水枢纽工程布置 .....        | (460) |
| 第九章 水泵站设计 .....             | (464) |

## 目 录

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 第一节 泵站工程规划 .....            | (464) |
| 第二节 引渠、前池、进水池 .....         | (485) |
| 第三节 出水池与压力水箱 .....          | (512) |
| 第四节 出水管道 .....              | (518) |
| 第五节 泵房设计 .....              | (524) |
| 第六节 移动式泵站设计 .....           | (568) |
| 第十章 渠道和渠系建筑物设计 .....        | (590) |
| 第一节 渠道 .....                | (590) |
| 第二节 渠系建筑物 .....             | (593) |
| <br>第四篇 水利工程施工材料与施工机械 ..... | (601) |
| 第一章 水利工程施工材料 .....          | (603) |
| 第一节 砖石材料 .....              | (603) |
| 第二节 无机胶凝材料 .....            | (608) |
| 第三节 砂浆 .....                | (629) |
| 第四节 混凝土 .....               | (644) |
| 第五节 建筑钢材 .....              | (668) |
| 第二章 水利工程施工机械 .....          | (675) |
| 第一节 推土机 .....               | (675) |
| 第二节 铲运机 .....               | (678) |
| 第三节 装载机 .....               | (681) |
| 第四节 挖掘机 .....               | (687) |
| 第五节 压实机械 .....              | (693) |
| <br>第五篇 水利工程爆破新技术 .....     | (703) |
| 第一章 概论 .....                | (705) |
| 第一节 深孔梯段爆破 .....            | (705) |
| 第二节 露天浅孔爆破 .....            | (712) |
| 第三节 隧洞开挖爆破 .....            | (715) |
| 第四节 洞室爆破 .....              | (721) |
| 第五节 水下爆破 .....              | (727) |
| 第六节 预裂爆破 .....              | (732) |
| 第七节 光面爆破 .....              | (735) |
| 第二章 塑料导爆管起爆网络 .....         | (737) |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| 第一节 概述 .....                  | (737) |
| 第二节 塑料导爆管起爆网络的工作原理和基本形式 ..... | (739) |
| 第三节 网络设计 .....                | (741) |
| 第四节 网络的延时特性 .....             | (748) |
| 第五节 网络实施操作细则 .....            | (754) |
| 第六节 网络应用 .....                | (756) |
| 第三章 水下岩塞爆破技术 .....            | (760) |
| 第一节 岩塞爆破的特点与展望 .....          | (760) |
| 第二节 进水口及其地形地质工作 .....         | (764) |
| 第三节 岩塞爆破施工 .....              | (771) |
| 第四章 水工建筑物混凝土爆破技术 .....        | (785) |
| 第一节 钢筋混凝土爆破 .....             | (785) |
| 第二节 混凝土爆破 .....               | (785) |
| 第三节 混凝土切割爆破 .....             | (787) |
| 第四节 混凝土拆除爆破 .....             | (789) |
| 第五章 爆破震动安全监测 .....            | (792) |
| 第一节 概述 .....                  | (792) |
| 第二节 爆破震动安全监测的实施 .....         | (794) |
| 第六篇 土石方开挖施工新技术 .....          | (801) |
| 第一章 土方工程施工技术 .....            | (803) |
| 第一节 土的施工分级和可松性 .....          | (803) |
| 第二节 土方开挖施工技术 .....            | (804) |
| 第三节 土料压实机械施工技术 .....          | (813) |
| 第二章 石方工程施工技术 .....            | (818) |
| 第一节 概述 .....                  | (818) |
| 第二节 钻爆开挖施工技术要点 .....          | (822) |
| 第三章 土石方压实质量控制 .....           | (844) |
| 第一节 判别压实质量的指标 .....           | (844) |
| 第二节 质量控制试验和质量控制方法 .....       | (848) |
| 第七篇 钢筋混凝土工程施工新技术 .....        | (871) |
| 第一章 钢筋工程 .....                | (873) |
| 第一节 钢筋的品种与配料 .....            | (873) |

## 目 录

|                              |        |
|------------------------------|--------|
| 第二节 钢筋加工技术 .....             | (876)  |
| 第三节 钢筋安装技术 .....             | (880)  |
| 第二章 模板工程 .....               | (881)  |
| 第一节 大坝模板施工新技术 .....          | (881)  |
| 第二节 引水隧洞模板施工新技术 .....        | (890)  |
| 第三章 混凝土工程 .....              | (904)  |
| 第一节 骨料制备技术 .....             | (904)  |
| 第二节 混凝土拌制技术 .....            | (907)  |
| 第三节 混凝土运输 .....              | (910)  |
| 第四节 混凝土浇筑技术及养护 .....         | (915)  |
| 第五节 混凝土的冬季和夏季施工技术 .....      | (921)  |
| 第八篇 水利工程地基处理新技术 .....        | (925)  |
| 第一章 概论 .....                 | (927)  |
| 第一节 地基处理工程的分类及施工特点 .....     | (927)  |
| 第二节 施工设计的依据、内容和步骤 .....      | (929)  |
| 第二章 灌浆工程施工技术 .....           | (932)  |
| 第一节 坝基岩石灌浆基本要求 .....         | (932)  |
| 第二节 灌浆设备机具和灌浆材料 .....        | (934)  |
| 第三节 帷幕灌浆施工技术 .....           | (936)  |
| 第四节 倾斜钻孔成孔灌浆技术 .....         | (944)  |
| 第五节 进水塔群地基固结灌浆施工技术 .....     | (952)  |
| 第六节 导流洞环形固结灌浆施工技术 .....      | (957)  |
| 第七节 可防止浆力劈裂的高压灌浆技术 .....     | (960)  |
| 第三章 防渗墙施工技术 .....            | (964)  |
| 第一节 防渗墙类型及应用 .....           | (964)  |
| 第二节 施工技术 .....               | (966)  |
| 第四章 软基加固新技术 .....            | (980)  |
| 第一节 软基加固目的和分类 .....          | (980)  |
| 第二节 边坡降水和开挖 .....            | (981)  |
| 第三节 水泥土搅拌桩和 SMW 工法施工技术 ..... | (984)  |
| 第四节 钻孔灌注桩施工技术 .....          | (990)  |
| 第五节 板桩施工技术 .....             | (997)  |
| 第六节 振冲碎石桩施工技术 .....          | (1003) |

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| 第七节 振动沉管灌注桩施工技术 .....          | (1007) |
| 第五章 预应力锚固技术 .....              | (1016) |
| 第一节 预应力锚固技术发展简史及其应用概况 .....    | (1016) |
| 第二节 预应力锚杆基本工作机制 .....          | (1025) |
| 第三节 预应力锚固技术的新进展 .....          | (1028) |
| 第四节 锚杆施工准备 .....               | (1038) |
| 第五节 锚杆钻孔技术 .....               | (1041) |
| 第六节 锚杆注浆技术 .....               | (1052) |
| 第七节 锚杆传力结构 .....               | (1056) |
| 第九篇 水工建筑物施工新技术 .....           | (1061) |
| 第一章 施工导流与截流 .....              | (1063) |
| 第一节 施工导流标准 .....               | (1063) |
| 第二节 施工导流方式及布置 .....            | (1068) |
| 第三节 截流 .....                   | (1073) |
| 第四节 导流与截流水工模型试验 .....          | (1082) |
| 第二章 土石坝工程 .....                | (1087) |
| 第一节 土石料场规划 .....               | (1087) |
| 第二节 土石坝综合机械化施工 .....           | (1089) |
| 第三节 坝面作业 .....                 | (1099) |
| 第四节 沥青混凝土心墙铺筑技术 .....          | (1110) |
| 第五节 浆砌石坝施工技术 .....             | (1136) |
| 第六节 土石坝施工质量控制 .....            | (1141) |
| 第三章 新型石渣坝施工技术 .....            | (1145) |
| 第一节 石渣坝施工技术及施工质量检查 .....       | (1145) |
| 第二节 裂缝分析、防止和加固技术 .....         | (1158) |
| 第四章 混凝土坝工程 .....               | (1172) |
| 第一节 分块浇筑施工技术 .....             | (1172) |
| 第二节 碾压混凝土施工技术 .....            | (1175) |
| 第三节 碾压混凝土坝的渗流特性和渗流控制技术 .....   | (1178) |
| 第四节 碾压混凝土重力坝安全评价 .....         | (1192) |
| 第五章 严寒地区 RCD 碾压混凝土坝施工新技术 ..... | (1201) |
| 第一节 浇筑前准备 .....                | (1201) |
| 第二节 拌和 .....                   | (1206) |

|                            |        |
|----------------------------|--------|
| 第三节 运输 .....               | (1207) |
| 第四节 卸料和摊铺技术 .....          | (1209) |
| 第五节 成缝技术 .....             | (1212) |
| 第六节 碾压技术 .....             | (1213) |
| 第七节 缝面处理技术 .....           | (1216) |
| 第八节 异种混凝土浇筑技术 .....        | (1219) |
| 第九节 养护技术 .....             | (1220) |
| 第十节 特殊气象条件下施工 .....        | (1221) |
| 第六章 泵站施工技术 .....           | (1224) |
| 第一节 概述 .....               | (1224) |
| 第二节 地基与基础工程施工技术 .....      | (1224) |
| 第三节 泵房施工技术 .....           | (1232) |
| 第七章 小型水库施工技术 .....         | (1243) |
| 第一节 碾压式土坝施工技术 .....        | (1243) |
| 第二节 砌石坝施工技术 .....          | (1264) |
| 第三节 堆石坝施工技术 .....          | (1266) |
| 第十篇 水利工程施工质量管理 .....       | (1271) |
| 第一章 水利工程施工质量检验评定 .....     | (1273) |
| 第一节 评定项目的划分与树结构 .....      | (1273) |
| 第二节 水利工程质量等级及优良品率 .....    | (1280) |
| 第三节 质量检验评定程序及质量处理 .....    | (1286) |
| 第四节 单元工程质量检验评定表 .....      | (1292) |
| 第二章 水利工程施工质量控制 .....       | (1295) |
| 第一节 土石方开挖工程 .....          | (1295) |
| 第二节 水工混凝土工程 .....          | (1310) |
| 第三节 水工碾压混凝土工程 .....        | (1324) |
| 第四节 灌浆工程 .....             | (1325) |
| 第五节 土石坝工程 .....            | (1327) |
| 第六节 堤防工程 .....             | (1337) |
| 第七节 水工建筑物金属结构制造与安装工程 ..... | (1339) |
| 第八节 机电设备安装工程 .....         | (1343) |
| 第九节 泵站安装工程 .....           | (1350) |
| 第十节 桩基工程 .....             | (1353) |

# 第一篇

## 水利工程水力学



# 第一章 概 论

## 第一节 水利工程中的水力学问题

水是维持一切生命活动不可替代的物质。自然界中任何物质都有二重性,水也不例外,它既能危害人类,又可造福人类。

水利工程的根本任务是除水害和兴水利。除水害主要是防止洪水泛滥和沥涝成灾。兴水利则是从多方面利用水利资源为人民造福,主要包括:灌溉、发电、供水、航运、养殖等。

为了满足防洪、灌溉和发电等方面的需要,往往要在河道上筑坝,挡蓄洪水,形成水库,如图 1-1-1 所示。水库的作用既可以控制下泄水量,减轻洪水对下游的危害,即防

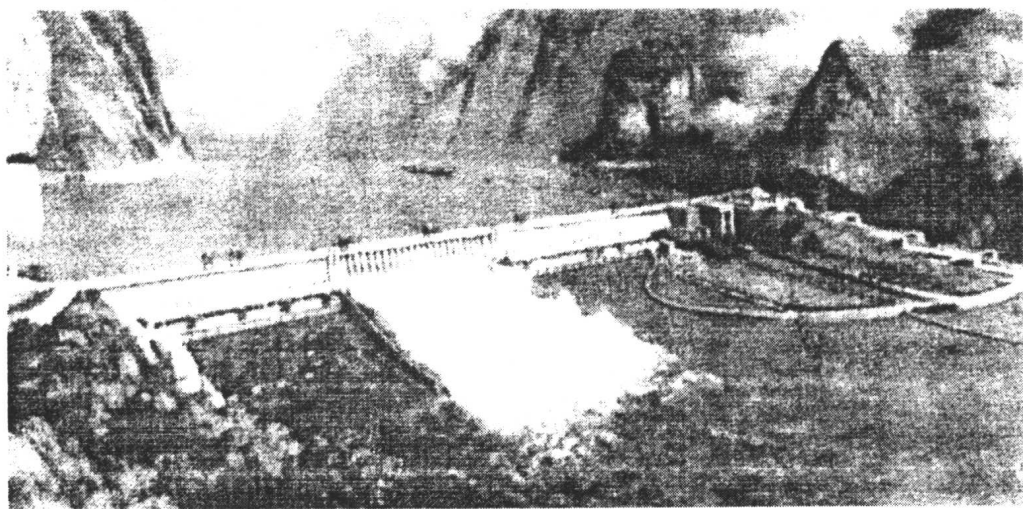


图 1-1-1

洪除水害;也可以蓄洪调枯,以丰补缺,并为发展灌溉、发电、供水、航运和养殖等兴利事业创造必要的条件。

为保证水利枢纽的安全运行,一般应设置溢洪道及泄洪闸。要引水利用必须修建输水隧洞、渡槽、渠道及倒虹吸管等建筑物。对于防洪工程,除建水库外,还可以采取加固、加高下游河道堤防、增设分洪道、利用洼淀湖泊蓄洪以及河道整治等措施。另外,从丰水地区向干旱缺水地区调水,即所谓跨流域调水工程(如南水北调工程),也是一种兴利的工程措施。

由于上述输水建筑物及防洪工程的修建,调整和改变了原有水流的状态,水流在其惯性的作用下,力图反抗固体边界的约束,这就形成了水流与各类固体边界之间在不同条件下的相互作用。这种相互作用的结果,一方面使得水流形成新的状态;另一方面也带来了一系列的水力学问题,如:在水库蓄水之后,坝体要承受巨大的水压力;根据水库水位的变化,泄水建筑物要合理地泄相应的流量;有很小一部分水会在水压力的作用下经坝基和两岸向下游渗透;经溢洪道或泄洪闸等泄水建筑物下泄的高速水流对下游河床还可能造成冲刷等。这类水压力的计算、输水建筑物过流能力的计算、渗流量的确定以及泄水建筑物下游的消能防冲设施有关几何尺寸的确定等,都是水利工程中所必须解决的常见水力学问题。

要为水利工程的勘测、规划、设计、施工和运行管理等方面提供合理的水力计算依据,对具体工程而言,除应详细了解该工程存在哪些水力学问题外,还必须对解决这些问题的一些相关资料(如水文、地质资料等)进行全面的调查和科学的分析。

在水利工程中常见的水力学问题,归纳起来主要有以下几个方面:

1. 水力荷载。水工建筑物在使用过程中,要承受巨大的静水压力或动水压力,如坝身、闸门和管壁等。

2. 过水能力。水利枢纽中,一般常设有溢流坝、泄水闸等泄水建筑物,因此需要计算这些建筑物在各种条件下的过水能力。

3. 水流的能量损失。水流在通过水工建筑物时,都有机械能损失,因此需确定水流通过水电站、抽水站、管道、渠道时引起的能量损失的大小,并研究高效率消除高速水流中多余有害动能的消能防冲措施。

4. 水流形态。修建水工建筑物,改变了原有的水流状态,因此需要判别水流在各种水工建筑物中的流动形态和对工程的影响。

为了解决上述问题,必须研究水流运动的规律。只有对这些规律有透彻的了解,才能正确解决工程实际问题。由此可见,水力学是专门研究以水为代表的液体在静止和机械运动状态下的规律,并探讨运用这些规律解决工程实际问题的一门科学。

水力学基础主要从水力学的角度介绍一些水流运动的基本规律;工程实际中一些常见的水力学问题以及中小型水利工程水力计算的一些基本方法。

水力学虽以水为主要研究对象,但其基本原理同样适用于一般常见的液体和可以忽略压缩性影响的气体。水力学的基本内容不但在水利工程建设方面有着广泛的应用,并且在城市建设及环境保护、机械制造、石油开采、金属冶炼和化学工业等方面也都需要应用水力学知识。

## 第二节 液体的基本特性及主要物理性质

水力学的研究对象是液体,液体的运动规律,既与液体外部的作用条件有关,也与液体本身的内在性质有关。

### 一、液体的基本特性

研究液体的物理性质,首先必须了解液体的基本特征。

自然界的物质有固体、液体和气体三种存在形式。液体与固体的主要区别是:固体具有固定的形状,而液体没有固定的形状,很容易流动,即液体具有易流动性。液体与气体的区别是:气体没有固定的体积,能充满任何容器,不能形成自由表面,且易于压缩;而液体能保持一定的体积,还可能有自由液面,并且和固体一样能承受压力,不容易压缩,即液体具有不易压缩性。

由于水力学只研究液体宏观的机械运动,不研究液体的分子运动。因此,在水力学中,一般认为液体由质点组成,质点完全充满所占据的全部空间,质点之间没有空隙存在,其物理性质和运动要素都是连续分布的,即认为液体具有连续性。并认为液体具有均匀等向性,即液体是均质的,各部分和各方向的物理性质是完全相同的。

总之,在水力学中所研究的液体是具有连续性、易流动性、不易压缩性和均匀等向性等基本特性的液体。

### 二、液体的主要物理性质

液体运动状态的改变是受外力作用的结果,而任何一种力的作用都要通过液体本身的性质来实现,所以在研究液体运动规律之前,必须对液体的主要物理性质有所了解。

#### (一)质量与密度

##### 1. 质量