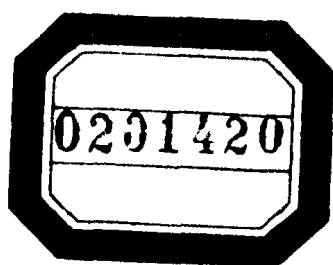


机井技术手册

水利部农村水利司

中国水利水电出版社



水利部信

图书总号 中

006981 水利部信息所

分类号

S272.2-12

全国“星火计划”丛书

机井技术手册

水利部农村水利司

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本手册是一部指导地下水开发利用的工具书,是我国 40 年来发展地下水灌溉与井灌工程方面的经验总结和科研成果的集成。

本书作者都是长期从事地下水开发利用工作的专家。书中内容是结合现行《农用机井技术规范》编写的,包括气象、水文、地质的基本知识,地下水资源评价,井灌区规划,各种井型的设计、施工、配套与管理,以及旧井修复及技术改造等。内容丰富,实用性强。本书主要供基层水利、水文地质、农机、农业技术人员使用,也可供有关院校师生参考。

ZW76/1504

图书在版编目 (CIP) 数据

机井技术手册/水利部农村水利司编. —北京: 中国水利水电出版社, 1995

(全国星火计划丛书)

ISBN 7-80124-047-2

I. 机… II. 水… III. 机井-技术手册 IV. S277. 2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 11543 号

书 名	全国“星火计划”丛书 机 井 技 术 手 册
作 者	水利部农村水利司
出 版	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044)
发 行	新华书店北京发行所
经 售	全国各地新华书店
排 版	北京京建照排厂
印 刷	北京市密云县印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 40.75 印张 931 千字
版 次	1995 年 12 月第一版 1995 年 12 月北京第一次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	54.00 元

《全国“星火计划”丛书》编委会

主任委员 杨 浚

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

卢鸣谷 罗见龙 徐 简

委 员 (以姓氏笔画为序)

王晓方 向华明 米景九

应日珪 张志强 张崇高

金耀明 赵汝霖 俞福良

柴淑敏 徐 骏 高承增

《机井技术手册》编写组名单

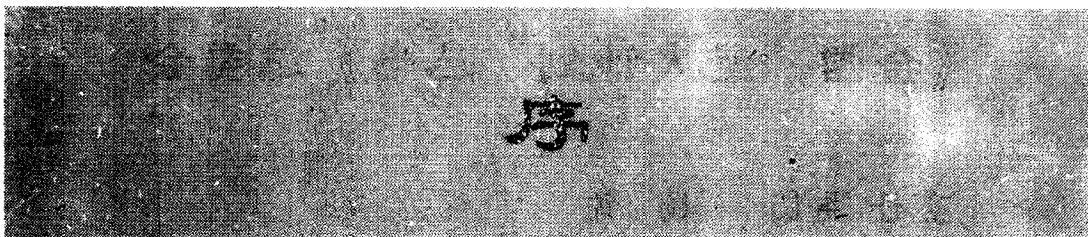
主 编 陈梅芬

参 编 赵尔慧 霍崇仁 徐维贤 滕明柱

孙福文 赵成忠 郭履富 刘凤桐

主 审 刘好智

责任编辑 吕爱华 李茂芳



经党中央，国务院批准实施的“星火计划”，其目的是把科学技术引向农村，以振兴农村经济，促进农村经济结构的改革，意义深远。

实施“星火计划”的目标之一是，在农村知识青年中培训一批技术骨干和乡镇企业骨干，使之掌握一两门先进的适用技术或基本的乡镇企业管理知识。为此，亟需出版《全国“星火计划”丛书》，以保证教学质量。

中国出版工作者协会科技出版工作委员会主动提出愿意组织全国各科技出版社共同协作出版《全国“星火计划”丛书》，为“星火计划”服务。据此，国家科委决定委托中国出版工作者协会科技出版工作委员会组织出版《全国“星火计划”丛书》，并要求出版物科学性、针对性强，覆盖面广，理论联系实际，文字通俗易懂。

愿《全国“星火计划”丛书》的出版能促进科技的“星火”在广大农村逐渐形成“燎原”之势。同时，我们也希望广大读者对《全国“星火计划”丛书》的不足之处乃至缺点、错误提出批评和建议，以便不断改进提高。

《全国“星火计划”丛书》编委会

1987年4月28日

前 言

我国北方凿井汲取地下水灌溉农田有着悠久的历史。新中国成立后，地下水开发利用事业，得到迅速发展。1964 年国家下达了为保证棉花增产而开采地下水的建井工程任务，李先念同志亲自领导，许多科技人员积极参与。锅锥的研制，无砂混凝土井管的推广，填砾过滤器的设计等技术，被先后采用，地下水开发利用事业有了新的发展。1972、1973 两年，北方遇罕见的连年大旱，国家下达了为夺取农业丰收以扭转南粮北调局面的大规模建井工程任务，周总理十分重视，李先念同志亲自抓，1973 年从国务院到北方十七省（市）及其地、县各级政府均设立抗旱打井配套办公室，由水利部门牵头。在国务院直接领导与各部、委密切协作下，在北方广大地区，开展了有领导、有组织、有计划、有财、物力支持的大规模抗旱打井活动，地下水利用事业得到蓬勃发展。十年期间，建成了数百万眼机井。这对促进北方农、牧业生产和解决人畜饮水困难发挥了巨大作用，同时推动了我国南方各省的地下水开发利用工作。大量的生产实践与科学研究，有力地促进了地下水开发利用这门学科的健全与发展。

1980 年后，随着我国财政体制的改变与农业生产推行承包责任制，北方地区打井工作的重点，由建设转移到管理上来，加强机井挖潜配套，巩固现有成果，充分发挥效益，但每年仍建更新井 10 万眼左右。据统计，1992 年北方十七省、市、自治区已拥有配套机井 286 万眼，井灌面积达 1.82 亿亩，约占全国总灌溉面积的四分之一。每年开采地下水量约 500~600 亿 m^3 。配套电动机与柴油机总动力约 2692 万 kW。我国机井建设与管理工作，在 40 多年来的生产实践和科学研究中，积累了极为丰富的经验和成果。1987 年 2 月 1 日起水利电力部部标准 SD188—86《农用机井技术规范》颁布施行。为了全面系统地反映这些成果与经验，提高机井建设与管理工作科学技术水平，促进地下水开发利用事业健康发展，水利部农村水利司组织编著了这本《机井技术手册》。

本手册具有如下特点：①充分注意完整性，内容系统地介绍了地下水资源评价、井灌区规划、机井设计与施工、井灌区管理等一整套经验与成果。在机井技术方面，又重点突出了管井部分。本手册既适用于农田灌溉机井的建设与管理，又适用于人畜饮水和林、牧、副渔业的供水机井。②充分注意实用性。在

介绍概念、方法、公式、数据、图表和算例的表达方式上，力求深入浅出，简明扼要、方便查阅。

本手册主编：陈梅芬（水利部农村水利司）。各章编写人：第一、二、四、五章霍崇仁（华北水利电力学院）；第三章孙福文（山东省水利厅）；第六、七章徐维贤（河南省水利厅）；第八章赵尔慧（陕西机械学院）、陈梅芬；第九、十、十四、十五、十九章滕明柱（河北省水利科学研究所）；第十一、十二、十三章赵成忠（山东省水利厅）、孙福文；第十六章刘凤桐（中国水利水电出版社）；第十七章郭履富（山西省水利厅）、陈梅芬；第十八章滕明柱、王金廷（河北省水利厅）；第二十章陈梅芬、刘忠贤（陕西机械学院）。在组织编写工作过程中得到了各省水利厅及有关市、县水利局、大专院校、科研单位的大力支持和帮助。孟边疆同志参与了部分工作。

本手册主审：刘好智（河南省新乡市水利局）。

本手册内容涉及面广，加上北方地区幅员辽阔，情况各异，因受篇幅限制，有些部分阐述不够充分，覆盖面不够，仍有疏漏和错误之处，恳请读者给予批评指正。

编 者

1994年6月

目 录

序

前言

第一章 水文与气象基础	1
第一节 气象资料.....	1
第二节 水文资料.....	3
第三节 频率与频率计算	7
第四节 水循环	9
第二章 地质及水文地质基础	11
第一节 地质基础	11
第二节 水文地质基础	22
第三节 地下水位失控对生态环境的影响.....	29
第三章 基岩山区蓄水构造与找水方法	31
第一节 蓄水构造	31
第二节 沉积岩地区地下水寻找方法	36
第三节 火成岩地区地下水寻找方法	47
第四节 变质岩地区地下水寻找方法	50
第四章 水文地质参数的确定	54
第一节 基本资料搜集	54
第二节 水文地质参数的确定	55
第五章 地下水资源评价	81
第一节 地下水资源分类.....	81
第二节 地下水资源评价.....	81
第三节 地下水资源计算.....	82
第四节 水质评价	87
第五节 地下水资源的合理利用与保护	92
第六节 资料整理与报告编写	93
第六章 井灌区规划	97
第一节 井灌区规划步骤与方法	97
第二节 井灌区改建规划	138
第三节 井渠结合灌区规划	144
第七章 井灌经济效益分析	150

目 录

第一节 机井灌溉工程建设投资	150
第二节 年费用	153
第三节 效益计算	161
第四节 经济效益分析	163
第八章 管井设计	167
第一节 管井的结构设计	167
第二节 管井出水量的确定	169
第三节 井管和井孔直径与深度的确定	190
第四节 井管	196
第五节 过滤器设计	219
第六节 井管外部封闭	238
第七节 管井腐蚀、堵塞和结垢在设计中的预防	241
第八节 管井设计示例	244
第九章 大口井设计	255
第一节 大口井的构型	255
第二节 大口井出水量计算	256
第三节 大口井结构设计	260
第四节 进水结构设计	266
第五节 沉井设计	271
第六节 大口井设计示例	276
第十章 辐射井设计	283
第一节 适用条件和平面布置形式	283
第二节 辐射井出水量的确定	284
第三节 集水井设计	288
第四节 辐射管(孔)的设计	293
第五节 辐射井设计示例	296
第十一章 钻井机具	303
第一节 钻机	303
第二节 钻具	323
第三节 辅助设备	340
第四节 钻机维修养护	347
第十二章 管井成井工艺	350
第一节 施工前的准备工作	350
第二节 泥浆配制和指标的测定	353
第三节 冲击钻进	361
第四节 回转钻进	363
第五节 气动潜孔锤空气钻进	370

目 录

第六节 岩层采样	373
第七节 井孔测斜	374
第八节 疏孔、换浆和试孔	379
第九节 电测井	380
第十节 井管安装	385
第十一节 充填滤料和管外封闭	395
第十二节 洗井和试验抽水	396
第十三节 成井验收	402
第十三章 钻井工程事故的预防和处理	404
第一节 井孔坍塌事故	404
第二节 泥浆漏失事故	405
第三节 孔斜的预防和处理方法	407
第四节 埋钻事故的预防和处理	411
第五节 烧钻事故的预防和处理	413
第六节 卡钻事故的处理	413
第七节 夹钻事故的处理	416
第八节 钻具折断事故的预防和处理	417
第九节 井管安装事故的预防和处理	424
第十四章 大口井施工	428
第一节 大开槽法施工	428
第二节 沉井法施工	434
第三节 大口井的机械施工	439
第四节 大口井滤层施工	445
第五节 大口井验收	446
第十五章 辐射井施工	450
第一节 集水井施工	450
第二节 辐射孔施工机械	457
第三节 辐射孔(管)的施工	460
第四节 辐射井成井验收	467
第十六章 机井工程配套	470
第一节 井泵配套	470
第二节 机泵配套	492
第三节 管路及其附件的选配	503
第四节 低压电网配套	504
第五节 井台、井房、出水池和量水设备的选配	513
第六节 机井工程配套验收	522
第十七章 输水工程和田间工程配套	523

目 录

第一节 输水渠道	523
第二节 低压输水管道	533
第三节 田间工程配套	545
第十八章 机井测试与技术改造	547
第一节 机井测试	547
第二节 流量和扬程的测定	549
第三节 耗能的测量	553
第四节 机井测试资料的整理	556
第五节 安装技术改造	560
第六节 提高机泵效率的措施	564
第七节 提高管路效率的措施	567
第八节 提高传动效率的措施	573
第九节 柴油机节能技术	576
第十九章 机井修复	582
第一节 机井损坏原因及检查方法	582
第二节 机井清淤	587
第三节 过滤器的修复	590
第四节 遗物打捞	593
第五节 补管和换管	598
第二十章 井灌区管理	604
第一节 组织管理	604
第二节 机务管理	605
第三节 工程管理	605
第四节 用水管理	607
第五节 财务管理	608
第六节 井灌区管理的技术经济指标	609
第七节 水源监测	612
第八节 地下水人工回灌	614
附录 量和单位、常用单位换算及打井常用材料	617
附录一 我国法定计量单位	617
附录二 常用量和单位表	619
附录三 常用单位换算系数表	623
附录四 机井工程常用材料	631
参考文献	641

第一章 水文与气象基础

第一节 气象资料

一、气候

某一地区天气的平均状态称该区的气候。表征天然状况的各种物理因素,如气温、气压、风向风力、湿度、蒸发和降水(雨、雪、雹等的总称)等称为气象要素。

二、气温

由于太阳的照射与地面烘烤而形成的大气温度的高低称为气温。

三、湿度

空气的湿度是指大气中水汽的含量。表示方法有绝对湿度和相对湿度两种:①绝对湿度(e):某一时刻空气中水汽的含量。当采用重量单位时,以 1m^3 中含水汽 g 数(g/m^3)表示;当采用压力单位时,以“Pa”表示($1\text{Pa}=0.0075\text{mm}$ 汞柱的压力)。②相对湿度(N):空气的绝对湿度与同一时刻(同一温度)的饱和水汽含量之比。

$$N = \frac{e}{G} \times 100\% \quad (1-1)$$

饱和水汽含量(G)是某一温度下空气中可能容纳的水汽的数量,用重量或压力单位表示。用重量单位时,称饱和水汽含量;用压力单位时,称饱和水汽压力(P)。

不同温度下的饱和水汽含量见表 1-1。

表 1-1 不同温度下的饱和水汽含量

$t(^{\circ}\text{C})$	-30	-20	-10	0	10	20	30
$P(\text{mm})$	0.4	1.0	2.2	4.6	9.2	17.5	31.9
$G(\text{g}/\text{m}^3)$	0.5	1.1	2.4	4.8	9.4	17.3	30.4

一定温度下空气中水汽的饱和容量和当时空气中实际水汽含量之差称为饱和差(d)。这也是常用参数,其表达式为

$$d = P - e \quad (1-2)$$

四、降水

由于气流运动和温度的变化,使大气中一部分水汽超过饱和状态而凝结,以液态或固态形式形成并降落于地表,统称降水。降水可分为高层降水(如雨、雪、雹)与低层降水(如露和霜),其中主要是雨和雪。降水的表征要素如下。

(1)降水(总)量 指一定时间内降落在某一面积上的总水量。其单位以 mm 表示,即雨量筒内的垂直积水深度;有时也用 m^3 表示。通过绘制降雨量的过程线,可反映出年内降水的分配或历年的降水状况及雨量的数值。

(2)降水历时 指一场降水经历的时间,即一次降水持续的时间。

(3)降水强度 指单位时间内的降水量,以 mm/h 或 mm/min 计。

(4)降水类型 按降水过程的上述要素,可分为暴雨、细雨、霪雨、强霪雨等几种降雨类型。

(5)降雨等级 见表 1-2。

表 1-2 降 雨 等 级 表

降雨等级	现象描述	降雨量范围(mm)	
		一天内总量	半天内总量
小雨	能使地面潮湿,但不泥泞	1~10	0.2~5.0
中雨	雨降到屋顶上有淅淅声,凹地积水	10~25	5.1~15
大雨	降雨如倾盆,落地回溅,平地积水	25~50	15.1~30
暴雨	降雨比大雨还猛,能造成山洪	50~100	30.1~70
大暴雨	降雨比暴雨还大,或时间长,造成洪涝灾害	100~200	70.1~140
特大暴雨	降雨比大暴雨还大,造成洪涝灾害	>200	>140

五、蒸发

水在常温下由液态变为气态的过程称为蒸发。自然界的蒸发可以在水面、岩面土壤表面和植物的叶面上进行。故根据蒸发性质的不同,可分为水面蒸发、土面蒸发、叶面蒸发(亦称蒸腾)三种。蒸发量皆以水层厚度(mm)表示。

(1)水面蒸发 指一个地区自地表水体表面蒸发的水分。一般气象站所记录的蒸发资料仅是水面蒸发值,它并不代表一个地区的真实蒸发量。实际蒸发量的大小与水面面积有关,水面面积越大,单位面积蒸发量越小,反之则大。气象站以前多用直径为 20cm 或 80cm 的蒸发器,现在则用 E_{601} 蒸发皿,其面积远较自然水体蒸发面积小。所以气象站的蒸发资料只能代表地区的蒸发强度,称蒸发力或蒸发度。

大面积水体的水面蒸发量 E_h 是由蒸发器观测的蒸发量 E_m 计算求得,即

$$E_h = k \cdot E_m$$

式中: k 为折算系数,具体数值可见表 1-3。

表 1-3 蒸发皿多年平均月、年折算系数 k 成果表

蒸发皿 k	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年	变 域		蒸发皿情况 统计资料
															$k_{日}$	$k_{年}$	
E_{601} (mm)		1.04	0.96	0.92	0.87	0.94	0.94	0.99	1.00	1.03	1.07	1.10	1.07	0.99	0.87~ 1.10	0.91~ 1.04	钢板、圆 形、地下 1963~1979
$\Gamma\Gamma\Gamma_{3000}$ (mm)		0.94	0.88	0.85	0.83	0.87	0.90	0.93	0.93	0.96	0.99	1.00	0.99	0.93	0.83~ 1.00	0.85~ 1.01	钢板、圆 形、地下 1959~1965、 1967~1977
$\phi_{80(1)}$ (cm)		1.02	0.92	0.86	0.82	0.84	0.86	0.91	0.93	0.98	1.08	1.09	1.09	0.94	0.82~ 1.09	0.86~ 1.01	白铁、圆 形、地下 1959~1964、 1967~1978

续表

蒸发皿 k	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年	变 域		蒸发皿情况 统计资料
															k _日	k _年	
$\phi_{80(2)}$ (cm)		1.12	0.99	0.88	0.82	0.82	0.83	0.93	0.95	1.02	1.18	1.21	1.19	0.96	0.82~ 1.21	0.91~ 1.03	白铁、圆 形、地下 1959~1964、 1967~1978
ϕ_{20} (cm)		0.89	0.86	0.73	0.66	0.71	0.71	0.78	0.81	0.89	0.99	1.00	0.97	0.82	0.66~ 1.00	0.78~ 0.85	白铁、圆 形、地下 1959、1961 ~1965、 1967~1978

注 本资料为福建古田站 20m² 蒸发地与各类型蒸发皿的蒸发资料所得的成果。

(2) 土面蒸发 土壤水汽化进入大气的过程，其量的计算参见第四章。

(3) 叶面蒸发 一定时段内某种植物通过叶面散失的汽化水量，又称蒸腾（蒸散）。其量的多少与植物品种有关。

六、冻土层

温度在 0℃ 或 0℃ 以下，因冻结而含冰的各种土层。按保持时间可分多年冻土（或称永久冻土）和季节冻土；按空间分布可分连续冻土和不连续冻土。多年冻土在地球上分布的总面积达 3500 万 km²，占陆地面积的 1/4，我国多年冻土面积约 215 万 km²，占全国面积的 22.3%，主要分布于东北北部山区、西北高山和青藏高原。

地理位置对地壳表层季节冻结深度有很大影响。部分地区冻土深度见表 1-4。

表 1-4 部分地区冻土深度

地区名称	最大冻土深度 (m)	地区名称	最大冻土深度 (m)	地区名称	最大冻土深度 (m)	地区名称	最大冻土深度 (m)
北 京	0.69	锦 州	1.13	太 原	0.74	拉 萨	0.26
上 海	0.08	大 连	0.93	郑 州	0.18	西 安	0.24
海拉尔	2.20	张 家 口	1.32	济 南	0.44	兰 州	1.03
齐齐哈尔	2.25	唐 山	0.73	青 岛	0.42	银 川	1.00
哈 尔 滨	1.94	石 家 庄	0.52	徐 州	0.24	西 宁	1.30
长 春	1.69	呼 和 浩 特	1.20	杭 州	0.05	乌 鲁 木 齐	1.33
沈 阳	1.39	大 同	1.79	长 沙	0.04		

第二节 水文资料

一、地表径流

降水除去损耗外，在重力作用下沿地面或地下运动，形成地表径流与地下径流。地表径流常用流量、径流总量、径流深度、径流系数、径流模数及径流变率等特征值表征。

二、径流特征值 (表 1-5)

表 1-5 径流特征值

名 称	代号	单 位	定 义	计算公式	符 号 说 明
流 量	Q	m^3/s	单位时间内通过河流某一过水断面的水量	$Q=vF$	F : 过水断面面积 v : 过水断面上的平均流速
径流总量	W	m^3	某时段内通过河流某一过水断面的总水量	$W=QT$	F_i : 流域面积(km^2) T : 计算时段(s) X : 降水量(mm)
径流深度	y	mm	某时段内径流总量均匀分布于过水断面以上的整个流域面积上所得到的水层厚度	$y=\frac{W}{F_i \times 10^3}$	M_i : 某年的径流模数 M_0 : 多年平均径流模数 y : 径流深度(mm)
径流模数 (径流率)	M_s	$\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$	单位面积上平均产生的流量	$M_s=\frac{Q \times 10^3}{F_i}$	
径流系数	d_s	%或小数	某时段内的径流深度与同一时段内的降水量之比	$d_s=\frac{y}{X}$	
径流变率 (模比系数)	K_i	%或小数	某时段径流特征值与该时段的多年平均值之比	$K_i=\frac{M_i}{M_0}$	

三、径流特征值关系换算(表 1-6)

表 1-6 径流特征值关系换算表

关 系 式 特 征 值	特 征 值	Q (m^3/s)	W (m^3)	y (mm)	M_s ($\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$)
W_s (m^3)		QT		$yF10^3$	M_sTF10^3
M_s [$\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$]		$\frac{Q}{F} \times 10^3$	$\frac{W_s}{TF} \times 10^3$	$y=31.5M_s$	
y (mm)		$\frac{QT}{F \times 10^3}$	$\frac{W_s}{F \times 10^3}$		$\frac{M_s T}{10^6}$
Q (m^3/s)			$\frac{W_s}{T}$	$\frac{yF}{T} 10^3$	$\frac{M_s T}{10^3}$

四、地表径流与地下水的补排关系

地表径流与地下水（主要指潜水）之间的补排关系，取决于河水位与地下水位之间的关系。

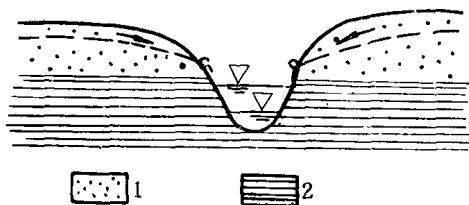


图 1-1 潜水与河水无直接水力联系
1—含水层；2—隔水层

一般沿河流纵断面的变化规律为：上游山区河水排泄地下水，山前河水补给地下水，下游平原区随汛期与非汛期二者的补排关系有所变化。当形成“地上河”时，河水常年补给地下水。

当地下水以泄流的方式排入河流时，随着河流所处的水文地质条件的不同，河水与地下水之间的联系状况亦不同，一般可分为四种情况（图 1-1、图 1-2、图 1-3、图 1-4）。

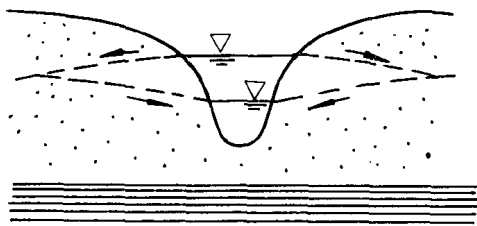


图 1-2 潜水与河水有直接水力联系

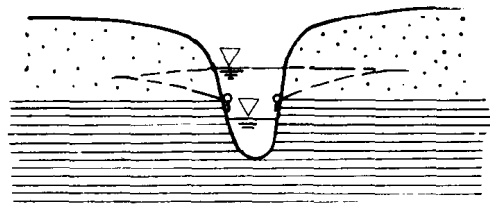


图 1-3 潜水与河水有周期性直接水力联系

五、地表径流过程线

河流某一横断面上流量随时间变化情况的连续曲线称为流量过程线。它是以横坐标表示时间，纵坐标表示相应的流量绘制而成的。流量可用日平均、月平均或瞬时值。前者绘在小的时间比例尺上，便于水文分析；后者用大比例尺绘制，适用于洪水时期，研究涨水曲线，峰段曲线和退水曲线的特征。

六、地表径流过程线上基流的分割

基流又称基本径流，指枯水季节河流所能维持的最小水流，为地下水的泄流量。

1. 一次洪峰过程线的基流分割

(1) 标准退水线分割法 一次洪峰过程线可用洪量段（或称峰段）分截成段。如图 1-5 中 Aa 段称涨水段； ab 段称洪量段； bB 段称退水段。在退水段上流量随时间的变化过程线称退水曲线。完全由地下水补给所组成的退水曲线称标准退水曲线（亦称综合退水曲线）。

标准退水曲线按下述方法求得：选出若干个流量过程线的退水段，采用同一纵横比例的透明坐标纸，横轴重合，在水平方向上移动，使其尾部达到最大限度的重合，作重合线的外包线，即得标准退水曲线（综合退水曲线）。

利用标准退水曲线分割基流的步骤如下：

1) 确定标准退水曲线。

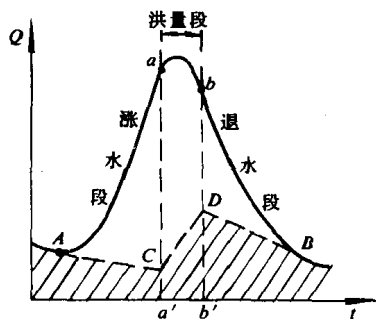


图 1-5 利用标准退水曲线在流量过程线上分割基流量

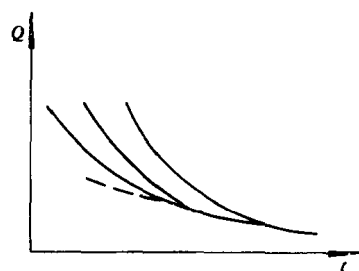


图 1-6 作图法求标准退水曲线

2) 在流量过程线上确定洪量段, 即确定单元时间内 (1, 3, 7, …天) 的最大流量段 (图 1-5), 通过 a 、 b 两点向横坐标作垂线。单元时间可根据河流大小的具体情况确定。

3) 确定流量过程线上的起涨点 A 和退水点 B 。过程线峰前弯率最大的一点便是起涨点 (图 1-5A 点)。

退水点的确定方法有: ①退水曲线上曲率最大的一点 (图 1-5B 点); ②根据经验, 洪峰出现后 N 小时的一点; ③将标准退水曲线在欲分割的相同比例的流量过程线上作水平移动 (横坐标重合), 使标准退水曲线与实测流量过程线之退水段尽最大的重合, 两线的分离点即是。

(2) 直线分割法

1) 斜割: 从流量过程线上找出起涨点和退水点, 然后将两点用直线连结, 其阴影部分即为基流量 (图 1-7)。此法适用于地下水径流不受河水涨落影响的情况下。

2) 平割: 从流量过程线上找出起涨点 A , 然后通过 A 点引平行于横坐标的水平线, 交于流量过程线峰后上的一点, 阴影部分即为基流量 (图 1-8)。此法适用于洪水前期河水量很枯, 基流由承压水补给的情况下。

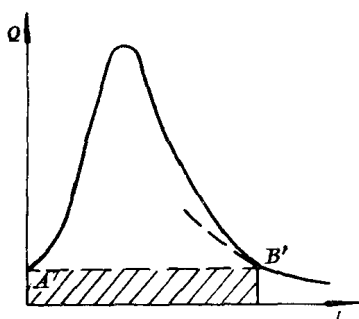


图 1-7 直线斜割示意图

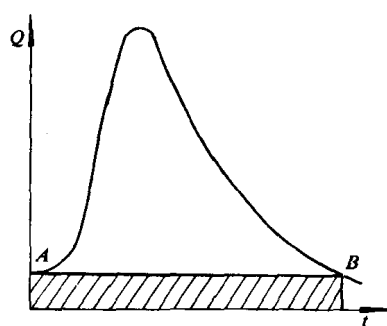


图 1-8 直线平割示意图

2. 全年多峰流量过程线的基流分割

通过流量过程线上最枯流量点 A (图 1-9) 作横坐标的平行线 AA' , 然后对每一个洪峰按直线斜割法分割基流, 如图 1-9 阴影部分即为基流量。

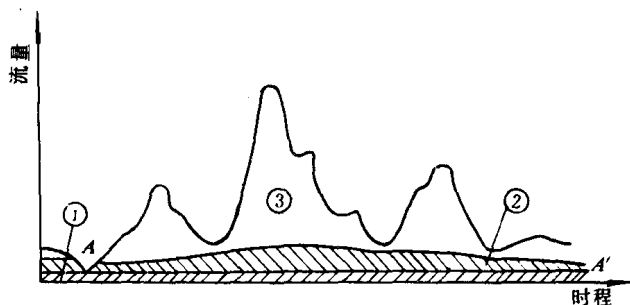


图 1-9 全年多峰流量过程线分割示意图

①—深层地下水; ②—浅层地下水; ③—地表水