

广东省 湛江市地下水资源



湛江市建设委员会

广东省湛江市 地下水资源

湛江市城市水资源管理办公室 编
湛江市水资源协会
一九九五年八月

節約用水
雨後

莊禮祥

湛江市建设委员会主任： 庞国光

主 编： 陈培中

副 主 编： 吴厚信 任启远 陈开强 孙小宏
唐英美 卢木生 谢启康 林 晃

参加编纂人员： 苏肇汉 陈可聪 吴尚琼
方 标 陈 波 李玉华
韦国祥 冯志强 张伟炎
彭江华 陈爱华 梁锡润

封面设计： 崔耀天 崔 莹

序

水,是生命的源泉。

水,一直被视作地球上最廉价的资源,然而,“世界资源观察所”最近却发出了警告:地球上可供生活、农业和工业之用的水资源正在走向极限。再过二十年,不管是发达国家还是发展中国家都将面临棘手的水源匮乏!水是制约国民经济发展重要因素之一。

湛江地处祖国大陆最南端的雷州半岛,地理位置和自然条件都比较优越。湛江有丰富的地下水资源和低温热矿水资源,但并不是取之不尽,用之不竭,我们要十分珍惜这一宝贵资源,使它更好地为湛江的经济建设服务,造福我们的后代子孙。

湛江市自从 1966 年开始大量开采地下水以来,水位每年以 0.5~1.0 米的速度下降,这向我们敲起了警钟。

湛江市城市水资源管理办公室自 1985 年 8 月成立以来,在控制地下水开采方面做了大量的工作,使湛江市地下水的开采工作逐步走上合理的管好现在,科学规划未来的正确轨道。

市水资办全体同志经过多年的资料积累和三年的紧张工作,编写此书。对了解湛江市水资源的基本情况,对了解地下水的基本概念和有关水资源的信息起到了科学的普及的作用,这一工作是很有意义的。

珍惜自己的星球!珍惜每一滴水!珍惜水资源!

湛江市建设委员会主任:庞国光

编辑说明

《广东省湛江市地下水资源》，由湛江市城市水资源管理办公室编写。分一、二、三篇，各部分相对独立，又互相联系，用“水”贯穿全书，力求形成统一的整体。

本书带有科普性质。

一篇，分五章。其中第一章是叙述自然界中水的基本知识；第二章是介绍地下水的一般概念；第三章是介绍饮用天然矿泉水标准及其医疗作用；第四章是关于水资源信息，粗略介绍全球和我国水资源基本情况；第五章专论，重点论述与湛江市有关的水的问题。

二篇，由广东省地质矿产局副局长工程师施普德和省水文一队的副总工程师梁池生评议。评议意见认为：“本篇参考了广东省地矿局水文工程地质一大队历年地下水勘探及其动态监测的部分成果资料，全面系统地概述了湛江市及其市辖各县地下水资源（含地下热矿水）的类型、赋存条件、富水程度、水质特征、天然资源及其开采资源以及有关水质污染和地面沉降等问题，对地下水资源开发利用现状和前景，供需平衡进行了分析，提出了全理开发利用地下水资源，加强监测、保护管理地下水资源以及综合利用水资源的建议，本篇内容丰富，资料翔实、建议合理、实用性较强，建议修改补充后出版”。

三篇，是国家颁布和各级政府发布的有关“水”方面的法令及规定。在该篇后，增编古今名著和格言，以飨读者。

本书在出版过程中，得到市领导庄礼祥市长、谢鉴明副市长、市长助理方学良和广东省地质矿产局水文工程地质一大队

704 地质队等的广泛支持。庄市长还为本书题词：“节约用水，未雨绸缪”，庞国光主任为本书写了序，市水利电力局提供了宝贵资料以及各有关单位均大力支持本书的出版，在此一并致谢。

本书存在的不足以至错误之处，敬请各级领导、各位读者不吝指出。

编 者

1995年八月

诸葛亮诫子书

夫君子之行，静以修身，俭以养德，非澹泊无以明志，非宁静无以致远。夫学须静也，才须学也，非学无以广才，非志无以成学。淫慢则不能励精，险躁则不能治性。年与时驰，意与日去，遂成枯落，多不接世，将复何及！

——选自《诸葛亮集》

〔译文〕君子的操行，应以宁静来加强自身的修养，以俭朴来培育自身的品格，如不淡于名利就不能显示自己的志向，如不沉着冷静就不能达到远大的目标。学习必须沉静才有成就，才能必须通过学习才能培养，不学习不能增长才干，没有坚定的志向不能学有所成效，过分的松懈就不能振奋精神，冒险、浮躁就不能陶冶品性。以至年化随着时间流逝，意志一天天地消磨，最后就颓废堕落了。多不能对社会有所作为，凄凉地守着那几间破旧屋子，那时又能有什么成就呢！

— 篇

第一章 自然界中的水·····	(1)
第一节 水的来源及水的循环·····	(1)
一、自然界中水的来源 ·····	(1)
二、自然界中水的分布及循环 ·····	(1)
第二节 水在岩石中存在形式及水的物理性质·····	(3)
一、水在岩石中存在形式及其特征 ·····	(3)
二、水的物理性质 ·····	(4)
第二章 地下水·····	(7)
第一节 地下水的定义及分类·····	(7)
一、地下水的定义 ·····	(7)
二、地下水的分类 ·····	(7)
第二节 地下水的化学成分及其形成作用·····	(8)
一、概述 ·····	(8)
二、地下水的化学特征 ·····	(8)
(一)地下水中主要气体成分·····	(8)
(二)地下水中主要离子成分·····	(9)
(三)地下水中的其它成分 ·····	(11)
三、地下水化学成分的形成作用·····	(11)
(一)溶滤作用 ·····	(11)
(二)浓缩作用 ·····	(12)
(三)脱碳酸作用 ·····	(13)
(四)脱硫酸作用 ·····	(13)
(五)阳离子交换吸附作用 ·····	(13)
(六)混合作用 ·····	(14)

(七)人类活动在地下水化学成分形成中的作用	(14)
第三节 地下水的补给、排泄与径流	(15)
一、地下水的补给、排泄与径流	(15)
(一)地下水的补给	(15)
(二)地下水的排泄	(16)
(三)地下水的径流	(17)
第三章 饮用矿泉水	(18)
第一节 矿泉水的定义及标准	(18)
第二节 矿泉水的分类及其基本要求	(23)
第三节 瓶装天然矿泉水的基本要求	(24)
第四节 天然饮料矿泉水资源及开发战略	(26)
第五节 湛江市饮用天然矿泉水资源及开发战略	(33)
一、湛江饮用天然矿泉水资源	(33)
二、矿泉水的经济价值	(34)
第四章 关于水资源及我国水资源概况	(36)
一、全球水资源及我国水资源概况	(36)
1、地球上水资源	(36)
2、我国水资源概况	(36)
3、我国地下水资源	(37)
二、全球缺水的警报	(38)
三、我国水资源严重缺乏	(39)
四、我国水资源存在的主要问题	(41)
1、水资源的分布极不平衡	(41)
2、旱涝灾害出现频繁	(41)
3、过量的开采地下水	(41)
五、水的奥妙	(42)

1、天空中的水	(42)
2、地表水	(43)
3、可利用的水	(43)
4、水与人的关系	(43)
六、森林是绿色的水库	(44)
七、受污染的水	(45)
八、特殊的水	(46)
第五章 专论	(50)
一、雷州半岛和湖光岩是怎样形成的	(50)
二、雷州半岛有酿造杜康酒的良好条件	(52)
三、湛江名泉	(53)
四、中国名泉	(60)
五、雷州半岛玄武岩地貌及旅游资源	(68)
六、雷州半岛的火山	(75)
七、硇洲岛的地貌	(76)
八、雷公屎原来是玻璃陨石	(77)
九、湛江的黄金海岸	(78)
十、湛江的自流井	(81)
十一、阳春县的岩溶洞穴资源	(83)

二 篇

前 言

第一章 湛江市地下水形成的自然条件	(88)
第一节 气象水文	(88)
第二节 地层	(89)

节三节	火山岩	(90)
第四节	地貌	(91)
第五节	构造	(92)
第二章	地下水类型及其富水条件	(95)
第一节	松散岩类孔隙水	(95)
第二节	火山岩孔洞裂隙水	(98)
第三节	基岩裂隙水	(99)
第三章	湛江市地下热矿水(温泉)资源及开发利用前景	(101)
第一节	地热流体水文地质特征	(102)
第二节	地热流体的补给、径流与排泄	(102)
第三节	地热田热储特征	(103)
第四节	地热田地球化学特征	(104)
第五节	湛江地热田意义及开发利用前景	(105)
第四章	环境地质问题	(106)
第一节	浅水层水化学特征	(106)
第二节	中层水化学特征	(107)
第三节	地表水、地下水污染状况	(108)
第四节	地下水动态及地面沉降	(111)
第五章	湛江市地下水资源开发对策与展望	(114)
第一节	湛江市地下水资源	(114)
第二节	利用对策与展望	(117)
第六章	湛江市辖各县地下水资源概况	(125)
第一节	地下水类型及分布特征	(125)
第二节	各县地下水资源概况	(128)
第七章	湛江市供水战略	(135)
第八章	结语	(135)

附章：湛江的其他资源	(141)
------------------	-------

三 篇

一、中华人民共和国水法	(150)
二、国务院关于大力开展城市节约用水的通知	(161)
三、建设部发出通知，要求加强城市地下水资源管理	(165)
四、湛江市人民政府文件(湛府发〔1989〕96号)	(167)
五、中华人民共和国国家标准生活饮用水 卫生标准(GB5748—85)	(172)
六、中华人民共和国建设部令(第30号)	(181)
七、取水许可制度实施办法：中华人民共和国 国务院令(第119号)	(189)
八、城市供水条例(国务院令第158号)	()
补 白	(203)

志·动·效

志也者，所以立是期也；动也者，所以赴是期也；效也者，所以应是期也。

——〔南宋〕吕祖谦《东莱博议》

〔译文〕志向，靠它来树立起这期望的目标；行动，赖它来实践这期望的目标；效果，由它来应验这期望的目标。

小议：吕祖谦这番见解的可贵处，在于找出了为实现一个目标，最关键的东西是什么，是“动”，劳动，或行动。

第一章 自然界中的水

第一节 水的来源及水的循环

一、自然界中水的来源，仍然是一个争论不休的课题，至今没有定论。

有的科学家认为地球之水来自地球内部。1906年维苏威火山喷发出水蒸汽高达1300米，且持续20个小时，阿拉斯加卡特迈火山区，平均每秒喷出热水及蒸汽23000立方米，关于地下水，几乎处处都有。在数十亿年前宇宙尘埃凝聚成地球时，宇宙尘埃的水就被封存在地球的原始物质中，后来在地球的演变过程中，由于旋转离心作用水被抛向外层，当含水的外层熔岩石凝固时，把大部分水挤出，并形成海洋。

有科学家又认为，地球上的水不仅来自地球的内部，还来自太空中陨石及太阳质子所形成的水分子。海洋中水也向太空逸散，估计两者大致平衡。可是地质学家坚持说，两万年来，世界海洋面涨高约100米，那么地球表面不断增加的水又从何处来呢？

最近美国衣阿华大学的科学家提出：地球上的水可能是来自太空中冰组成的小慧星。他们对人造卫星发回的数千张有关地球大气图像进行研究，发现图像上小黑斑是由冰块组成的，小慧星冲入大气层变成蒸汽的结果。科学家估计，每分钟约有20颗直径10米的冰块小慧星进入大气层，每颗能放出100吨水，在地球形成的38亿年中，由这些小慧星不断增加的水分足以形成今天如此辽阔的海洋。

二、自然界中水的分布与循环

地球上的水，以气态、液态和固态三种形态存在于大气圈、

地球表面及地壳之中。地球上总水量约为 14 亿立方公里,占地球体积的 1%,地球上的水存在于大气圈、水圈、岩石圈及生物圈中。总量约 136,000 万 Km^3 。其中绝大部分(占总水量 97.2%)分布于海洋中,约 132,000 万 Km^3 ,其中约有 50%分布于地面以下 1Km 范围内岩石空隙中,大气圈中的水约 1.3 万 Km^3 。

大气圈、水圈、岩石圈里的水,彼此之间都有密切的转化关系,这种关系主要是通过水的循环来实现的。水从海面蒸发,凝结降水至陆地,再以蒸发及径流等形式返回海洋,即完成一次循环——称为大循环或外循环。当海面蒸发又降至海面或由陆地、江、河、湖蒸发及植物蒸腾又降至陆地,则称小循环或内循环。

大雨过后,大量的雨水有三条途径:一部分在阳光照射下从地面、水面或其它物体表面蒸发,进入大气圈;一部分则通过土壤、岩石的隙缝和溶洞深入地下——进入岩石圈;其余的就顺着地面的低洼处,流入江河、湖泊,最后进入海洋——进入水圈。根据水的归宿,就给它起了三个名字:进入大气圈的叫大气水;进入岩石圈的叫地下水;进入水圈的叫做地表水。这三种水几乎包括了地球上所有的水。

地球上水的地盘究竟有多大呢?大体上说,它占据着岩石圈的上部,水圈的全部和大气圈的下部。

地球表层的岩石硬壳叫岩石圈,它的厚度大约十五公里。地下水不仅能深入靠近地面的地层,而在十三、四公里深处也有它的踪迹。这就是水能达到的下限。

大气的底层叫对流层。它的厚度大约是九公里,(在两极)到十七公里(在赤道)。这里集中了大气质量的 70%~75%。因为这一层靠近地面,受地面冷热不均的影响,就会形成水平和垂直方向上的空气对流。水蒸汽随风飘动,被上升气流带上高空,于

是,水就遍及整个对流层,酿成雨、雪、冰、雹,风云雾露等变化多端的天气现象。对流层以上占据的空间,大约的厚度为 22~34 公里,两极薄赤道厚的扁圆状圈层。

第二节 水在岩石中存在形式及水的物理性质

一. 水在岩石空隙中的水有:结合水和自由水。结合水又可分三种:

1. 吸着水(强结合水):岩石颗粒表面通过水分子引力,力和静电引力紧密吸附的水分子层,不受重力的影响,不传递静水压力,不溶解盐类,在摄氏零下 78 度以内不冻结,摄氏 110 度时变为气体。吸着水的最大含量称为最大吸着持水度。

2. 薄膜水(弱结合水):吸着水膜外层的水,亦不受重力的影响,不传递静水压力,但可从薄膜厚处向薄处运动。最大含水量称最大薄膜持水度(最大分子容水度)。

3. 毛细水:由毛细力和分子引力支持而充满在岩石毛细空隙中的水。同时受重力和毛细力作用,传递静水压力,能被植物吸收。

自由水可分三种:

1. 重力水:充满在岩石非毛细空隙中的不受颗粒和毛细力控制的自由液态水。传递静水压力,在重力作用下可自由流动。

2. 气态水(水汽):以水蒸汽的形式存在于岩石未饱和水空隙中的水。

3. 固态水(冻结水):呈固体冻结在岩石空隙中的水。按含盐度可在 0℃~零下 74℃以下冻结。

存在于矿物组成中的水有三种:

1. 结构水:以 $(\text{OH})^-$ 、 H^+ 、 $(\text{H}_2\text{O})^+$ 离子形式按一定比例结合于晶架中的固定位置上。只有当矿物结构破坏时,水才能分离出来。

2. 结晶水:以 H_2O 分子形式存在于矿物的结晶架格的固定位置上,在高温下($100\sim 400^\circ\text{C}$)能析出,此时矿物的结晶形态发生变化,但化学性质不变。

3. 沸石水:以 H_2O 分子形式存在于矿物晶团之间,水分子数量与矿物其它成分间无限定比值。其温度随空气湿度而变化,高温下能析出,不改变矿物的物理性质。

二. 水的物理性质

水的物理性质如表 1—4

水的物理性质的有关资料

(一)水的主要理化常数

表 1—1

分子式 H_2O	临界常数
分子量 18.016	温度 374.2°C
冰点 0°C	压力 218.5 大气压
沸点 100°C	密度 0.324 克/厘米
最大比重时的温度 3.98°C	冰:
比热	比重 0°C 时 916.8 公斤/米 ³
1 个大气压, 15°C 时 1.0 卡/克·度	比热 $-20\sim 0^\circ\text{C}$ 时 0.51 卡/克·度
汽:	
比数 100°C 时 0.49 卡/克·度	溶比热 0°C 时 79.7 千卡/公斤

(二) 水的导热系数(λ)

表 1-2

温度 ($^{\circ}\text{C}$)	λ (千卡/米·时· $^{\circ}\text{C}$)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	λ (千卡/米·时· $^{\circ}\text{C}$)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	λ (千卡/米·时· $^{\circ}\text{C}$)
0	0.474	35	0.588	70	0.574
5	0.484	40	0.545	75	0.577
10	0.494	45	0.561	80	0.580
15	0.505	50	0.557	85	0.583
20	0.515	55	0.562	90	0.585
25	0.523	60	0.567	95	0.587
30	0.531	65	0.571	100	0.587

(三) 水的动力粘滞系数(μ)

表 1-3

温度 ($^{\circ}\text{C}$)	μ (10^{-6} 公斤·秒/米 2)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	μ (10^{-6} 公斤·秒/米 2)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	μ (10^{-6} 公斤·秒/米 2)
0	182.5	35	73.6	70	41
6	154.3	40	66.6	75	38.7
10	133.0	45	61.1	80	36.2
15	116.6	50	56.0	85	34.0
20	102.0	55	54.8	90	32.1
25	90.6	60	47.9	95	30.3
30	81.7	65	44.5	100	28.8