

DXDLGZYXWTTXXZ

达西定律 存在一些问题 需修正

*DAXIDINGLÜ CHUNZAI YIXIE WENTI
XU XIUZHENG*

周寤世 著

DXDL CZYXWTXXZ

达西定律 存在一些问题 需修正

*DAXIDINGLÜ CHUNZAI YIXIE WENTI
XU XIUZHENG*

周寤世 著

 湖南科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

达西定律存在一些问题需修正 / 周寤世著. —长沙: 湖南科学技术出版社, 2010.10

ISBN 978-7-5357-6421-8

I. ①达… II. ①周… III. ①达西定律—研究 IV. ①O357.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第180858号

达西定律存在一些问题需修正

著 者: 周寤世

责任编辑: 赵 龙

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路276号

<http://www.hnstp.com>

印 刷: 长沙化勘印刷有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市青园路4号

邮 编: 410004

出版日期: 2010年10月第1版第1次

开 本: 850mm × 1168mm 1/32

印 张: 6

字 数: 122000

书 号: ISBN 978-7-5357-6421-8

定 价: 13.80元

(版权所有 · 翻印必究)

内容提要

达西定律的流速公式存在一些问题如：达西流速 $\bar{v} \neq -K \frac{dh}{dl}$ ，有负号不合理；解不了曲线问题用直线计算，既不符合保角变换的原则，也不符合水力学中过水断面必须与流线垂直的原则。达西定律的流量公式是正确的，它符合保角变换可直接用于各种水文地质计算，适用于曲线流和紊流，与牛顿定律和谢才的紊流公式是一致的。作者重新推导达西定律而得到修正的达西定律，它也能用于曲线流和紊流，与牛顿定律和谢才的紊流公式也是一致的。作者于 1960 年开始应用修正的达西定律，当时以为它是真正的达西定律，到 2006 年初才发现它不是达西定律，而是修正的达西定律。经过长期实践和试验验证，证明了修正的达西定律是正确的。应该废除达西定律的流速公式，保留达西定律的流量公式，增补修正的达西定律，使达西定律更加完善。《达西定律存在一些问题需修正》与《解地下水流方程新方法》共同解决了地下水动力学中存在的主要问题。本书也是作者短篇论文《达西定律存在一些问题需修正》的详细说明。

序 1

《达西定律存在一些问题需修正》是周寤世同志的经典著作，是他从事水文地质工作五十年来的经验积累和理论创新。十九世纪五十年代自达西定律问世以来，它一直被国际公认的权威定律，作者在长期的生产实践和理论研究中，发现达西定律的流量公式虽然正确，但流速公式在数学和水力学方面存在一些问题，2006 年用数学方法推导出修正的达西定律。其实修正的达西定律早已应用于实际工作中，1960 年作者是华东水利学院教师，负责华东水利学院的科研项目“竹井点排水试验”的水文地质工作，发现前人的公式都不适合排水的计算，作者在书中找到“达西定律”重新推导公式，当时以为它是真正的达西定律，至 2006 年初才发现它不是真正的达西定律而是修正的达西定律。从 1960 年至今作者一直都用修正的达西定律推导水文地质公式，经作者和部分生产单位的实践应用，都符合实践。

传统都认为达西定律不适用于紊流，本书则充分论证达西定律的流量公式和修正的达西定律适用于紊流，而达西定律的流速公式不适用于紊流。

《达西定律存在一些问题需修正》是继爱因斯坦对牛顿定律修正之后又一次对定律的修正。

本书内容专业性和理论性极强，主题明确，立论有据，推导严谨，创新独特，修正结果可靠，把有问题的定律修正为完好的定律，有很高学术价值和使用价值，对地下水动力学作了极强的创新性贡献。

国土资源部，原地质矿产部水文工程地质司副司长

教授级高级工程师

原全国矿泉水评委主任

农万清
2009年8月24日
于北京

序 2

达西定律是地下水动力学的基本定律，一百多年来一直被国际公认为权威定律。周寤世同志在长期的生产实践和理论研究中，发现达西定律的流量公式虽然正确，但达西定律的流速公式存在一些问题，并用数学方法推导出修正的达西定律。修正的达西定律是 2006 年推导出来的，但在实际工作中早已应用过，作者于 1960 年就开始应用达西定律，开始认为是真正的达西定律，直至 2006 年初才发现它并非真正的达西定律，而是经修正的达西定律，经作者及一些生产单位几十年的实践应用证明，修正的达西定律与实际是相符的。

本书除了指出达西定律存在的主要问题，并用几个实例推导出修正的达西定律外，还对一些专家提出的问题作了确切的答复，并且在实际工作中对修正的达西定律进行了试验、检验，证明其符合实际。用修正的达西定律推导的主要水文地质公式（含稳定流和非稳定流公式）都列表附于书中以便查用，此外还附有公式应用实例证明和专家附审意见供参考。

把有问题的定律修正为完好的定律是本书的创新点，它为地下水动力学提供了科学的基础资料。此外，本书对达西定律的适用性也作了科学确切的论述，认为达西定律的流量公式和修正的达西定律都适用于紊流，而达西定律的流速公式不适用于紊流。

本书用大量实际资料和科学的理论论证，修正了达西定律，对地下水动力学作出了创造性贡献。

中国水利学会勘测专业委员会原主任委员
湖南省水利厅原总工程师

金德源
2009.8.21

前 言

达西定律分为流量公式和流速公式两种表达式。流量公式是达西通过试验得到的，试验结果证明流量公式是正确的。流速公式是达西把流速水头和惯性力略去之后推导得到的。作者经过长期实践和理论研究，发现达西定律的流速公式在数学和水力学方面存在一些弊病，因此作者重新推导达西定律而得到了修正的达西定律。

作者于 1960 年开始应用修正的达西定律。这是作者根据一些书中得到的“达西定律”，当时作者以为这就是真正的达西定律，至 2006 年初才发现它不是真正的达西定律。作者用修正的达西定律推导出的一系列水文地质公式已编入《解地下水流方程新方法》一书中，经过 40 多年的实践验证符合实际，说明修正的达西定律是正确的。

达西定律的流量公式和修正的达西定律都适用于各种流态（含直线流、曲线流、混流和紊流）的地下水流，与牛顿定律和谢才的紊流公式是一致的。达西定律的流速公式不适用于曲线流和紊流，仅适用于直线流，而自然界的地下水一般都是曲线流，直线流是很少的，同时用流速公式推导出的水文地质公式的流量一般都是负值，因此流速公式中有负号是不合理的。达西定律的流量公式与修正的达西定律是一致的，但与流速公式却不一致，因此保留达西定律的流量公式，增补修正的达西定律，而废除达西定律的流速公式，这是本书的目的。

前人的非稳定流公式中由于带有积分指数不能得到直接解的公式（实际上前人还没有把非稳定流方程解出来），而用修正的达西定律能够推导出直接解的非稳定流公式，实践应用符合实

际,说明修正的达西定律不但适用稳定流公式的推导,还可以用于非稳定流公式的推导,而且推导出的非稳定流公式比前人的非稳定流公式进步了许多。《达西定律存在一些问题需修正》和《解地下水流方程新方法》共同解决了地下水动力学中存在的主要问题,两书形成互补作用,缺一不可。但在《解地下水流方程新方法》中所说的“达西定律适用于紊流”应改为“达西定律的流量公式和修正的达西定律适用于紊流”和“达西定律的流量公式和修正的达西定律与牛顿定律和谢才的紊流公式是一致的”,因为达西定律的流速公式既不适用于紊流,也与牛顿定律和谢才的紊流公式不一致。

当达西定律的流量公式和修正的达西定律与牛顿定律一致时,肯定会适用于任何流态的地下水流。本书虽然对达西定律进行了修正,但只是对达西定律的流速公式进行修正,而对达西定律的流量公式并没有任何修正,因此达西定律对地下水动力学仍有奠基作用,修正的达西定律只是对达西定律定律的补充完善。

从1960年至2008年,作者根据修正的达西定律推导出一系列的水文地质公式,经过长期的应用都符合实际情况,除了在本书“实践是检验真理的唯一标准”一节中列出了4个例子外,还有一些应用实例,本书把“周寤世的水文地质计算公式应用实例证明”附于后面,以供参考。

本书得到了一些单位和有关专家的审查,书中的“问题讨论”都是对某些专家评审意见的答复,他们提出了许多宝贵意见,对本书的提高和改进起了重要的作用。最终定稿得到了4位专家审查,他们是:李兆麟(留苏博士,任中山大学地质系(后改为地球科学系)系主任,教授,博士生导师,曾任国际矿物学协会(IMA)包裹体专业委员会主席);金德濂(中国水利学会勘测专业委员会主任委员,湖南省水利厅原副厅长兼总工程师,教授级高级工程师);陈仕谋(湖南省地质学会原副理长兼秘书长,

湖南省国土资源厅原副总工程师、代理总工程师职务，教授级高级工程师)；舒国文(中化地质矿山总局湖南地质勘查院总工程师，正高级工程师，在读博士生)。在这里特向审查过本书的单位和个人表示衷心的感谢！

本书写序的有两人：其一是农开清，他除在序中写出的职务和职称外，还获得国务院特殊津贴，他曾到索马里帮助找地下水，工作七年，成绩辉煌，受到该国总统嘉奖。其二是金德濂，解放前大学水工专业毕业，解放后在水利部门搞水文地质工程地质工作，是我国最早搞水文地质工程地质人员之一，在任湖南省水利厅总工程师之前，还任过湖南省水利勘测设计院总工程师，离休后，七十多岁还到全国水利工地检查工作和帮助解决地质问题，在国内水利部门有很高威信，因此他在七十多岁时还被选为中国水利学会勘专业委员会主任委员。

本书难免有不足之处，恳请读者批评指正。

著者 周寤世

2009年9月11月

目 录

一、达西定律	(1)
(一) 达西定律简介	(1)
(二) 达西定律推导	(2)
(三) 达西定律的适用范围	(4)
1. 达西定律的上限	(4)
2. 达西定律的下限	(7)
(四) 非达西流	(8)
(五) 短评	(9)
二、达西定律存在的主要问题	(11)
(一) 达西流速不等于 $K \frac{dh}{dl}$	(11)
1. 达西流速与 $K \frac{dh}{dl}$ 的流速不同	(11)
2. 达西流速不等于 $K \frac{dh}{dl}$	(11)
(二) 达西定律的流速公式有负号不合理	(12)
(三) 略去流速水头和惯性力不妥	(14)
(四) 解不了曲线问题而用直线计算	(16)
1. 达西解不了曲线问题而用直线计算	(16)
2. 解不了曲线问题而用直线计算是流体力学的通病	(17)
3. 怎样才能解决曲线问题?	(18)
(五) 达西流速的计算不符合保角变换	(20)
1. 什么是保角变换	(20)
2. 达西流速的计算不符合保角变换	(21)
三、达西定律需要修正	(23)
(一) 重新推导达西定律	(23)
1. 根据达西试验装置重新推导达西定律	(23)
2. 根据潜水自由渗流推导修正的达西定律	(25)

3. 根据潜水井推导修正的达西定律	(26)
(二) 修正的达西定律早已应用于实际工作中	(27)
(三) 用修正的达西定律推导公式实例	(28)
(四) 实践是检验真理的唯一标准	(35)
四、对达西定律流量公式的评论	(37)
(一) 达西定律的流量公式符合保角变换	(37)
(二) 达西定律的流量公式与修正的达西定律一致	(38)
1. 可用修正的达西定律推导达西定律的流量公式	(38)
2. 用达西定律流量公式推导的公式与用修正的达西定律推导 的公式相同	(39)
(三) 达西定律的流量公式与流速公式不一致	(42)
1. 不能用达西定律的流量公式推导达西定律的流速公式	(42)
2. 不能用达西定律的流速公式推导水文地质公式	(43)
3. 当 $dl=dx$ 时可用达西定律的流速公式推导水文地质公式, 但流量为负值不合理	(46)
(四) 评论	(50)
五、直接论证达西定律的流量公式和修正的达西定律适用于 紊流和混流	(51)
(一) 概述	(51)
1. 地下水流态的分类	(51)
2. 达西定律的计算问题	(52)
(二) 用保角变换法论证达西定律的流量公式和修正的达西定律适 用于紊流	(54)
(三) 用水力学非稳定流能量方程论证达西定律的流量公式和修正的达 西定律适用于紊流	(56)
(四) 用直线流、曲线流和紊流同时论证达西定律的流量公式和修 正的达西定律适用于紊流	(61)
(五) 达西定律的流量公式和修正的达西定律适用于混流	(63)
六、达西定律的流量公式和修正的达西定律与牛顿定律一致 	(65)

(一) 达西定律的流量公式和修正的达西定律与牛顿第二定律一致	(65)
(二) 达西定律的流量公式和修正的达西定律与牛顿第三定律一致	(67)
(三) 达西定律的流量公式和修正的达西定律与牛顿第一定律一致	(69)
七、修正的达西定律和达西定律的流量公式与谢才的紊流公式一致	(71)
(一) 用谢才的紊流公式推导修正的达西定律	(71)
(二) 为什么 $KI = K_c \sqrt{J}$	(74)
八、用修正的达西定律推导非稳定流公式	(78)
(一) 非稳定流微分方程	(78)
(二) 弹性释放水量公式的推导	(79)
(三) 用修正的达西定律推导非稳定流公式	(80)
1. 对抽水井非稳定流公式的推导	(80)
2. 注水和压水非稳定流公式的推导	(84)
九、问题讨论	(90)
(一) 如何解决难题	(90)
(二) 潜水完整井公式为什么用井壁水位, 而不用井中水位? ...	(92)
(三) 为什么作者推导公式时与裘布依的假设条件不同而公式相同?	(93)
(四) 使达西定律的流速公式成为负值的理论不符合实际	(95)
1. 按坐标轴方向来确定流速的正负与实际情况有矛盾	(95)
2. 有人认为“负号是指位势由高处向低处的流动”也不符合实际	(95)
3. 没有 $\frac{dh}{dt} < 0$ 的情况	(98)
(五) 作者选取的点是可建立方程积分的	(98)
1. 二维平面流方程的建立和推导	(99)
2. 三维空间流方程的建立和推导	(104)

(六) 潜水面弯曲的原因	(108)
(七) 达西定律是试验得出的定律?	(110)
(八) 微分值不等于它的积分值是否有问题?	(112)
(九) 达西定律的流量公式能否直接用于计算呢?	(114)
1. 用达西定律的流量公式可以直接计算潜水自由渗流的流量	(114)
2. 没有过水断面和流线的弯曲处理可以计算潜水完整井的流量	(115)
3. 达西定律的流量公式可以计算三维空间的流量	(117)
4. 达西定律的流量公式可直接用于紊流的计算	(118)
(十) “解不了曲线问题用直线计算”是不是伪问题?	(120)
(十一) 修正的达西定律 (3-8) 式前加负号是不是达西定律?	(123)
(十二) 关于参考文献数量问题	(125)
十、试验	(128)
(一) 试验项目	(128)
1. 提水试验	(128)
2. 涌水试验	(129)
3. 放水试验	(129)
4. 测流速	(129)
5. 竹井点排水试验	(131)
(二) 试验结果说明修正的达西定律是正确的	(131)
1. 用作者公式计算的流量符合实际, 说明修正的达西定律也符合实际	(131)
2. 根据流速测验得到的流速, 用修正的达西定律计算渗透系数符合实际	(133)
3. 井点排水用作者公式计算符合七堡工程设计的要求, 因此修正的达西定律符合实际	(134)
4. 修正的达西定律适用于紊流和混流	(134)
5. 试验实例	(134)
十一、总结	(141)

(一) 达西定律的流速公式	(141)
(二) 达西定律的流量公式	(144)
(三) 修正的达西定律	(145)
(四) 达西定律一览表	(149)
(五) 结论	(150)
附录 1 主要水文地质计算公式	(152)
(1) 稳定流公式	(152)
(2) 非稳定流公式	(155)
附录 2 周寤世的水文地质计算公式应用实例证明	(157)
(1) 湖南省酒埠江水电站证明	(157)
(2) 湖南省水利厅科技教育处证明	(158)
(3) 湖南省地质矿产勘查开发局四〇二队证明	(159)
(4) 湖南大学土木工程学院证明	(160)
(5) 湖南化工地质工程勘察院证明	(161)
附录 3 本书专家复审意见	(164)
(1) 李兆麟博士评审意见	(164)
(2) 金德濂教授级高级工程师评审意见	(165)
(3) 陈仕谋教授级高级工程师评审意见	(166)
(4) 舒国文正高级工程师评审意见	(167)
参考文献	(168)

一、达西定律

(一) 达西定律简介

1856年达西 (*H·Darcy*) 在圆管中装砂进行渗透试验 (图 1-1) 得到: 流量 Q 除与断面面积 A 成直接比例外, 还正比于水头损失 $(h_1 - h_2)$, 反比于渗径长度 L , 引入一个常数 K , 即得到达西定律:

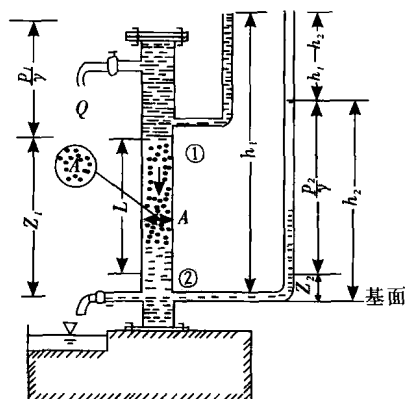


图 1-1 说明达西定律的试验装置

$$Q = AK \frac{(h_1 - h_2)}{L} \quad (1-1)$$

$$\text{或 } \bar{v} = \frac{Q}{A} = -K \frac{dh}{dl} = KJ \quad (1-2)$$

$\bar{v}$ 为断面 A 上的平均流速 (或称达西流速), J 为渗透坡降 (即沿流程 l 的损失率), K 为渗透系数, h 为测压管水头 (即某

基础上的测压管水面高度)。

达西流速一般用 v 表示, 它与通常采用的流速 v 相同, 为了避免混乱, 本书把达西流速的符号改为 $\bar{v}$ 。

引用水力学公式:

$$h = \frac{p}{\gamma} + z + \frac{\alpha v^2}{2g} \quad (1-3)$$

p 为压强, γ 为水的容重, v 为流速, g 为重力加速度, α 为动能校正数, z 为位置高度。

达西推导公式时把流速水头 ($\frac{av^2}{2g}$) 略去而得:

$$h = \frac{p}{\gamma} + z \quad (1-4)$$

达西定律还可用于任意倾角的渗流, 如图 1-2。

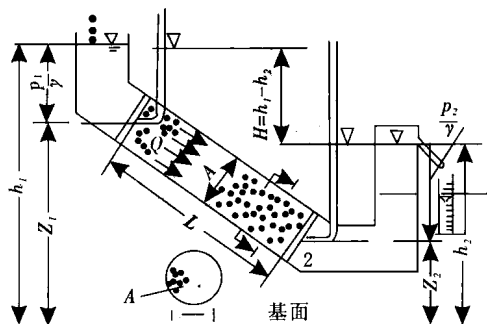


图 1-2 任意倾斜流动的水头示意

(二) 达西定律推导

如图 1-3 为沿线方向 l 取土柱单元微分体, 长为 dl , 断面面积为 dA , 作用在土柱中流体上的力有三: 即两端的孔隙水压力、孔隙水流的自重及水流受到是颗粒孔隙道的摩阻力 F 。沿土柱方向渗流的平衡式 (略去水流的惯性力) 为: