绪论

[yanggy1010@126.com](mailto:yanggy1010@126.com)

[1. 研究对象 1](#_Toc144899491)

[2. 课程内容 2](#_Toc144899492)

[3. 学习建议 2](#_Toc144899493)

[4. 发展历程 2](#_Toc144899494)

[5. 研究方向 3](#_Toc144899495)

[6. 应用领域 4](#_Toc144899496)

[7. 教材及参考书 4](#_Toc144899497)

[8. 轻松一下 4](#_Toc144899498)

[1) 微分与近似计算 5](#_Toc144899499)

[2）Taylor公式 5](#_Toc144899500)

[3）多元复合函数求导 6](#_Toc144899501)

[4）方向导数与梯度 7](#_Toc144899502)

[5）最小二乘法 7](#_Toc144899503)

## 1. 研究对象

**地下水动力学** (groundwater dynamics) 是研究地下水在岩石中运动的科学，研究对象为重力水。渗流力学是研究地下水运动的理论基础。

**目的**：从数量和质量（水化学成分）两方面对地下水进行定量分析，合理开发利用地下水，兴利除害。

**方法**：以**质量守恒**、**能量转化**的物理定律为基础，分析含水层中地下水在静态、动态条件下的自然属性与力学性质、地下水在含水层中运动的影响因素，特别是它们的量化表示。数学、物理、流体力学等。

因此研究分析地下水的运动规律需要同时从**流体（水）**、**介质（含水层）** 两方面开展工作。

## 2. 课程内容

(1) 地下水运动的基本概念与基本定律；

(2) 地下水运动方程及定解条件；

(3) 一维地下水运动问题；

(4) 理想条件下的完整井稳定流模型；

(5) 理想条件下的完整井非稳定流模型；

(6) 根据抽水试验确定含水层参数；

(7) 复杂水文地质条件下的解析法；

## 3. 学习建议

**鼓励团队协作**

* 自由组成学习小组；
* 组内民主测评，贡献大的成员获得较高的平时成绩（5 分制）；
* 考评内容包括考勤、作业、实验报告、其它项目；
* 小组设组长，负责汇总学习问题，及时向老师反馈同学们的意见。

**学习建议**

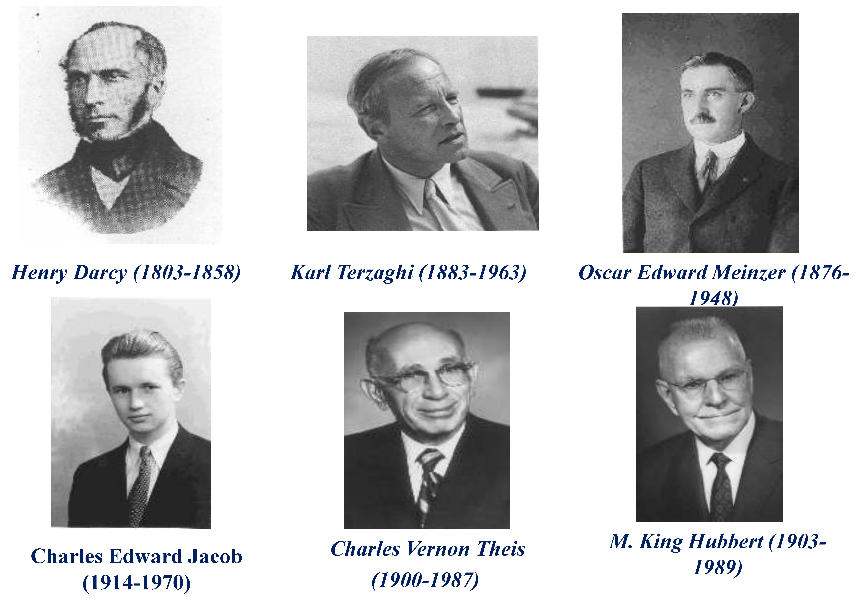
* 找出专业课程之间的内在联系；
* 同时学习一本英文教材；
* 看一些课外阅读材料；
* 有问题及时求助老师、同学；
* 学会运用网络资源；
* 尝试编程解决问题；
* 积极思考，理论联系实践；
* 了解本学科的学术研究现状。

## 4. 发展历程

按研究者对地下水运动规律的认识过程以研究手段，划分如下

* 稳定流建立和发展阶段（1856 - 1935）
* 1856 年,法国水力学家 H. Darcy (1803 - 1858) 提出了多孔介质线性渗透定律—达西定律（Darcy's Law），成为地下水运动的理论基础；
* 1863 年，J. Dupuit 研究了一维稳定运动和向水井的二维稳定运动，提出了著名的Dupuit假设及Dupuit公式；
* 1901 年，P. Forchheimer 等研究了更复杂的渗流问题，奠定了地下水稳定流的理论基础；
* 1906 年，提出了Thiem公式；
* 1928 年，O.E. Meinzer (1876 - 1948) 研究了地下水运动的不稳定性和承压含水层的贮水性质。
* 非稳定流建立和发展阶段（1935 - 1969）
* 1935 年，美国C.V. Theis (1900 - 1987) 提出了地下水流向承压水井的非稳定流公式 — Theis 公式，开创了现代地下水运动理论的新纪元；
* 1954 年 M.S Hantush，1955 年 C.E.Jacob (1914 - 1970) 提出了越流理论；
* 1954 年、1963 年 N.S. Boulton，197 2年 S.P.Neuman 研究了潜水含水层中水井的非稳定流理论。
* 实验—电网络模拟技术阶段（1950-1980）
* 1950 - 1965 年，研究了大范围含水层系统的电网络模拟技术，到 20 世纪 80 年代在我国还被较广泛应用.
* 计算机数值模拟技术阶段（1965 - 至今）
* 1965 年以来，计算机数值模拟技术得到广泛应用，并形成为商业化软件。

**知名科学家**



## 5. 研究方向

* 地下水在裂隙介质、岩溶介质中运动机制与基本运动规律；
* 非饱和带水、盐分的运动理论；
* 水中溶质运动机制和运移理论；
* 热量在地下水中的传导；
* 地下水最优管理问题；
* 介质非均质性；
* 各种实际渗流问题的数值模拟方法；
* 随机理论在水流和溶质运移研究中的应用；
* 含多组分溶质水流的Darcy定律形式.

## 6. 应用领域

* 城市、工矿企业和农业供水：  
  确定水文地质参数，论证开采方案和预计开采量，预报开采动态，正确评价地下水资源，科学管理和保护地下水资源.
* 矿山开采、建筑基坑和沼泽化、盐渍化区的疏干：  
  设计疏干量、疏干水平，预测疏干范围、疏干过程，合理选择疏干设备.
* 水工建筑：  
  解决库周、坝（堤）基及坝（堤）体的渗漏量、回水浸没范围等，为正确选择坝址、坝体结构提供依据.
* 农业工程：  
  农田灌溉中确定灌排沟渠的合理间距、排灌水量、时间及地下水动态预报.
* 环境地质：  
  水质污染及净化趋势的预报、地面沉降、岩溶塌陷、边坡稳定、海水入侵、地下水储能以及人工补给.

## 7. 教材及参考书

**教材**

* 薛禹群.地下水动力学[M].北京：地质出版社.

**参考书**

* 陈祟希.地下水动力学 [M]. 北京：地质出版社；
* 李义昌.地下水动力学 [M]. 徐州：中国矿业大学出版社；
* 周志芳，王锦国.地下水动力学 [M]. 北京：科学出版社；
* 迟宝明.地下水动力学习题集 [M]. 北京：科学出版社；
* Bear，J.，Hydraulics of Groundwater，McGraw Hill，1979.

## 8. 轻松一下

**数学要点（高数第七版）**

**1）微分在近似计算中的应用**：（上册 P116）；

**2）Taylor公式**：一元（上册 P138）、二元（下册 P 122）；

**3）多元复合函数求导**：（下册 P78）；

**4）方向导数与梯度**：（下册 P101）；

**5）最小二乘法**：（下册 P127）。

### 1) 微分与近似计算

**微分**：设函数 在某区间内有定义，区间内的点 及 ，如果函数值增量

可表示为

其中 为不依赖于 的常数，称 在 点可微， 为函数在 点的微分， 记为

式中，.

**近似计算**：

**问题**：如何估算误差？

### 2）Taylor公式

* 一元

设函数 在含有 的某开区间 内存在 阶导数，则对任一 有

式中，

为 与 间的某个值。 时，

误差 .

* 二元

设函数 在含有 的某邻域内连续且有直到 阶连续偏导数， 为邻域内任一点，则

式中，.

如果 或 有一个为 0，则公式与一元公式相似。

### 3）多元复合函数求导

设 及 在点 有对 及对 的偏导数，函数 在对应点 有连续偏导数，则复合函数 在点 的两个偏导数都存在，且

**例**：将 转换成极坐标系中的形式。

极坐标

有

计算后整理得

### 4）方向导数与梯度

**方向导数**：

设 在 处可微，则沿 的方向导数存在，且

式中， 与 为 的方向余弦。

**梯度**：

梯度与方向导数的关系：

设 为 等值线 上 点的单位法向量，则

### 5）最小二乘法

假设一组试验数据 符合经验公式 ， 为 对应于 的经验值，则误差为 。

求误差平方和最小时的系数 和 :

也可以看作优化问题的求解。

若通过数据转换，经验公式可以写成 的形式，可直接套用公式计算，如 。

多个变量，如 有经验公式 ，也可使用最小二乘法，所得公式与多元线性回归方法相同。