

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

# T/GRM

## 中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM 001—2024

### 数字岩芯 CT 图像的二值化处理方法

Binarization standard for digital core CT images

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2024 - 08 - 01 发布

2024 - 12 - 31 实施

中关村绿色矿山产业联盟 发布

目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

    3.1 绝对孔隙度 ..... 1

    3.2 阈值灰度 ..... 1

4 处理流程 ..... 1

5 计算方法 ..... 2

6 准确度 ..... 2

    6.1 重复性 ..... 2

    6.2 再现性 ..... 2

7 试验报告 ..... 3

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中关村绿色矿山产业联盟提出。

本文件由中关村绿色矿山产业联盟标准工作委员会归口。

本文件起草单位：中国石油天然气股份有限公司勘探开发研究院西北分院、中国石油大学（北京）

本文件主要起草人：李闯、赵建国、张宇、闫博鸿、李智等。

# 数字岩芯 CT 图像的二值化处理方法

## 1 范围

本文件规定了数字岩芯CT图像的二值化处理方法的原理、处理流程、计算方法、准确度和试验报告等。

本文件适用于数字岩芯CT图像的二值化处理方法。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 4756 石油液体手工取样法

GB/T 6682 分析实验室用水规格和实验方法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 绝对孔隙度

岩石的绝对孔隙体积与岩石的表面体积的比值。

### 3.2 阈值灰度

将图像中的所有亮度值根据指定的亮度值分成高于阈值和低于阈值的两类。

## 4 处理流程

在进行了高分辨率的全岩心建模后，就可以应用岩心实测氦气孔隙度与核磁T2谱进行标定，反向确定阈值，达到计算孔隙度与实测孔隙度的统一，但由于切片上往往存在大量像素点的灰度等于阈值灰度，为尽可能合理的完成计算孔隙度与实际孔隙含量的完全统一，本标准建立了如下分割方案：

- 通过全岩心 CT 扫描在一定分辨率下获得覆盖整块岩心视域的三维 CT 数据；
- 通过实测氦气孔隙度 与核磁 T2 谱反映的孔径分布 ， 可以获得在此扫描分辨率下的实际孔隙含量  $\varphi_c = \varphi \times f_c$  ；
- 通过  $\varphi_c$  确定三维 CT 数据体的阈值灰度，将灰度小于阈值灰度的所有像素点均计为孔隙点；
- 在全岩心模型内寻找所有灰度等于阈值灰度的像素点，并统计这些像素点相邻的 26 个体素单元内（正方体区域内，如图 1）的孔隙点个数；
- 按照统计的孔隙点个数（0 到 26 个）将灰度等于阈值灰度的像素点分为 27 类，周围孔隙点个数越多的像素将其优先计为孔隙点，依此确定阈值类别 N，高于这一类别 N 的均计为孔隙（如图 2）；
- 由于阈值类别 N 内依旧存在多个像素点待分割（如图 3 红框内），以实现计算孔隙度与实际孔隙含量完全吻合，但该类内的像素点周围孔隙点数已相等，这里仅将类内像素点做随机选取，直至计算孔隙度与实际孔隙含量完全相等，并以此为二值化处理效果的判别标准，最终输出二值化图像（如图 3）。

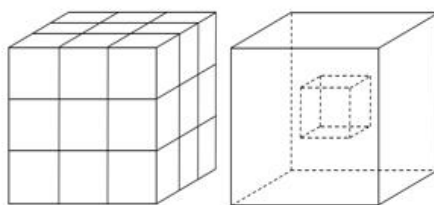


图1 领域搜索范围示意图

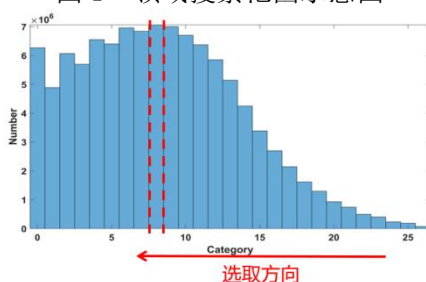


图2 统计结果选取示意图

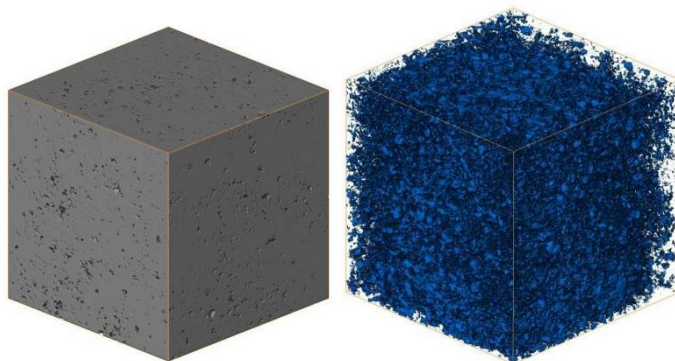


图3 某砂岩样品的 CT 数据的二值化处理结果，基质（左）与孔隙结构（右）

## 5 计算方法

用式（1）计算当前分辨率下CT数据的实际孔隙含量：

$$\varphi_c = \varphi \times f_c \quad (1)$$

式中：

$\varphi_c$ —当前 CT 扫描分辨率下，三维数据体内可见的实际孔隙度；

$\varphi$ —岩心实测氦气孔隙度；

$f_c$ —由核磁 T2 谱分析或压汞实验得到的，当前 CT 扫描分辨率下大于该孔径的孔隙含量（%）；

## 6 准确度

### 6.1 重复性

同一操作人员使用同一操作仪器在同一操作条件下对同一样品重复分析获得的结果中，任意两个结果的差值应在 $\pm 3\%$ 的95%置信限内。

### 6.2 再现性

不同试验室的不同操作人员在正常和正确使用本试验方法时，对同一样品分析获得的两个独立的重复结果的差值应在 $\pm 7\%$ 的 95%置信限内。

## 7 试验报告

试验报告见附录A，并应包括下列信息：

- a) CT 数据基本信息（数据体规格、扫描分辨率）；
- b) 样品实测氦气孔隙度；
- c) 样品核磁 T2 谱；
- d) CT 数据计算孔隙度；
- e) 在样品处理和测定过程中的异常现象。