

《煤和岩石 比热容的测定 冷却混合法》  
(报批稿)  
编制说明

沈阳岩土工程技术测试开发有限公司

2022年9月

# 目 录

1、 工作简况.....	2
1.1 任务来源.....	2
1.2 主要工作过程.....	2
1.3 参加方法重复性限和再现性限协作试验的单位.....	4
1.4 主要编制人员情况.....	4
2 标准编制原则和确定标准主要内容的依据.....	5
2.1 标准编制的原则.....	5
2.2 确定标准主要内容的依据.....	6
3、 主要试验（或验证）的分析综述报告及技术的必要性论证.....	10
3.1 煤和岩石比热容重复性限和再现性限验证.....	10
3.2 标准制定的必要性和意义.....	14
4、 采用国际标准和国外先进标准的程度以及与国际、国外同类标准水平的对比情况.....	14
4.1 试验原理.....	14
4.2 标准物质.....	15
4.3 样品质量.....	15
4.4 实验过程.....	16
4.5 计算公式推导.....	16
5、 与有关的现行法律、法规和标准的关系.....	18
6、 重大分歧意见的处理经过和依据.....	18
7、 标准作为强制性和推荐性标准的建议.....	18
8、 贯彻标准的要求和措施建议.....	19
9、 废止现行有关标准的建议.....	19
10、 其他应予说明的事项.....	19

# 《煤和岩石 比热容的测定 冷却混合法》 编制说明

## 1、 工作简况

### 1.1 任务来源

《煤和岩石 比热容的测定 冷却混合法》由沈阳岩土工程技术测试开发有限公司（原辽宁省东煤测试分析研究院有限责任公司）提出并制定，经辽宁省国土资源厅推荐，入选了《2016 年国土资源标准制修订工作计划》(国土资厅发【2016】26 号文件)，计划号为 2016045。

《煤和岩石 比热容的测定 冷却混合法》由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会勘查技术与实验测试分技术委员会归口。

### 1.2 主要工作过程

#### (1) 起草阶段

2014 年 3 月，工作组召开工作会议，讨论标准的制定原则和技术路线，根据前期的调研工作和测试经验，初步构建《煤和岩石 比热容的测定 冷却混合法》标准草案的基本框架。

2014 年 3 月-2014 年 8 月，工作组在辽宁省地质矿产研究院有限责任公司对《煤和岩石 比热容的测定 冷却混合法》进行试验、验证和优化。

2014 年 8~9 月，对实验数据进行统计分析，形成标准草案（工作组讨论稿）。

2014年10月，工作组对标准草案进行讨论，对标准的内容等提出建议和意见。

2014年10月，根据工作组建议和意见，对标准进行了修改，形成标准征求意见稿。

## （2）征求意见阶段

2016年7月，标准编制组向国内地矿、冶金、有色和能源等相关行业的32家单位发送了征求意见通知、征求意见表及标准文本和编制说明的征求意见稿。

2016年8月，各单位进行意见反馈，其中发送“征求意见稿”的单位数31个，收到“征求意见稿”后回函的单位数28个，收到“征求意见稿”后，回函并有建议或意见的单位数26个，没有回函的单位数3个。

2016年9月，对各专家提出的宝贵意见进行了改正和回复，并进行汇总，形成《征求意见汇总处理表》。

## （3）送审阶段

2016年10月—2019年1月，对标准文本和编制说明进行了详细的修改，形成标准文本、编制说明和征求意见汇总处理表的送审稿，准备上会审查。

## （4）报批阶段

2019年2月—2022年9月，根据审查意见对标准文本和编制说明进行了详细的修改，形成标准文本和编制说明的报批稿以及会议纪要，准备上报。

### 1.3 参加方法重复性限和再现性限协作试验的单位

- (1) 中国建筑材料工业地质勘查中心辽宁总队测试研究所
- (2) 沈阳兴禹水利建设工程质量检测有限公司
- (3) 内蒙古煤田地质研究所
- (4) 江苏地质矿产设计研究院
- (5) 辽宁省有色地质测试中心
- (6) 山东泰安矿产资源检测研究院
- (7) 辽宁工程技术大学
- (8) 辽宁省东煤测试分析研究院有限责任公司

### 1.4 主要编制人员情况

表 1-1 主要编制人员情况

序号	姓名	学历	专业	职称	专业工作年限	对制定标准的具体贡献
1	王福龙	大学	交通工程	高级工程师	20 年	负责标准制定工作的组织协调、技术问题以及标准的起草。
2	唐丽娟	研究生	岩土工程	工程师	10 年	负责标准制定工作的方案设计、实验和数据分析及标准起草。
3	李本军	本科	矿建	教授级高工	24 年	负责标准制定工作的管理和监督。
4	张树光	博士	岩土工程	教授	24 年	负责标准制定工作的理论指导和技术分析。
5	官良永	本科	地质工程	工程师	9 年	负责标准制定工作的实验和数据分析。
6	洪军	大学	煤质煤化	教授级高工	34 年	负责标准制定工作的管理和监督。
7	赵炜	本科	测量	教授级高工	31 年	负责标准制定工作的管理和监督。
8	刘晓芳	大学	地质工程	教授级高工	25 年	负责标准制定工作的实验和数据分析。

9	许顺贵	本科	地质工程	高级工程师	11年	负责标准制定工作的实验数据分析比对以及标准的起草。
10	牛太勤	本科	土木工程	高级工程师	14年	负责标准制定工作的实验。
11	王宏伟	博士	安全科学与工程	教授	20年	负责标准制定工作的理论指导和技术分析。
12	高洋洋	本科	土木工程	高级工程师	15年	负责标准制定工作的实验和数据分析。
13	刘静	本科	地质工程	高级工程师	13年	负责标准制定工作的实验和数据分析。

## 2 标准编制原则和定标准主要内容的依据

### 2.1 标准编制的原则

分析方法标准编制依据的主要原则是分析方法计算成熟可靠，有广泛的应用基础，同时具备适用性、先进性、可证实性及规范性原则。

本标准参照了 GB/T 23561.1-2009 煤和岩石物理力学性质测定方法 第1部分 采样一般规定、GB/T 50123-2019 土工试验方法标准

本标准结构和文字依据 GB/T1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》、GB/T20000.1-2002《标准化工作指南 第1部分：标准化和相关活动的通用词汇》、GB/T20000.3-2003《标准化工作指南 第3部分：引用文件》、GB/T20001.1~4-2003《标准编写规则》以及 GB/T6379.1~2-2004《测量方法与结果的准确度》等规定的要求进行编写。标准起草工作开展后，主要查阅了国内外同类产品标准和国内有关企业技术资料，进行收集、整理和比对分析。

## 2.2 确定标准主要内容的依据

### 2.2.1 比热容试验标准样品粒径的确定

对于土样而言，可以很容易的碾成 0.5 mm 的细粒；对岩样而言，干燥的岩样较难均匀破碎成 0.5 mm 以下的细颗粒，如果采用机械强制性破碎，可能会造成软弱颗粒先破碎，坚硬颗粒后破碎，从而造成取样不具代表性。软质岩石，如砂岩、泥岩等多为开口孔隙，与水混合后，通过孔隙，水可以较快地浸入岩样内部，达到温度平衡，因此可以不必完全碾碎。但是，假若颗粒过大，可能造成试样与水混合后，达到温度恒定的耗时过长，或将产生热流失，使结果失真。因此，选择合适粒径，是比热容实验研究的关键之一，经反复实验，将岩样粒径控制在 10mm 以下时所得比热容结果的平均标准差值最小，实验粒径控制在 10mm 以下。选取不同粒径样品实验结果对比（见表 2-1）

表 2-1 不同粒径样品实验结果对比

样品粒径	岩石样本比热容 kJ/kg·℃						
	1 砂岩	2 石灰岩	3 大理石	4 花岗岩	5 石灰质	6 灰质页	7 煤
5mm	0.83	0.84	0.85	0.91	0.93	1.01	1.11
	0.92	0.86	0.84	0.92	0.92	1.02	1.12
	0.91	0.89	0.88	0.88	0.9	0.97	1.14
	0.84	0.9	0.83	0.86	0.94	0.99	1.11
	0.86	0.83	0.87	0.9	0.89	1.02	1.12
	0.9	0.88	0.82	0.92	0.9	0.96	1.10
标准差	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
平均标准	0.01						
10mm	0.81	0.88	0.82	0.88	0.9	0.99	1.13
	0.82	0.89	0.81	0.9	0.89	0.99	1.10
	0.81	0.87	0.84	0.87	0.9	1.01	1.11
	0.83	0.86	0.83	0.9	0.91	0.99	1.12
	0.82	0.87	0.82	0.88	0.89	1.01	1.14
	0.82	0.88	0.83	0.89	0.9	1	1.11
标准差	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
平均标准	0.01						
15mm	0.84	0.92	0.86	0.88	0.84	1.05	1.08

	0.81	0.85	0.85	0.92	0.9	1.01	1.13
	0.88	0.91	0.81	0.84	0.88	0.97	1.12
	0.87	0.93	0.83	0.85	0.93	0.96	1.15
	0.86	0.86	0.86	0.93	0.87	0.98	1.17
	0.82	0.92	0.8	0.92	0.86	1	1.13
标准差	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03
平均标准	0.03						
20mm	0.81	0.93	0.84	0.95	0.86	0.97	1.13
	0.86	0.91	0.85	0.9	0.92	1.02	1.17
	0.89	0.86	0.81	0.92	0.91	1	1.09
	0.87	0.88	0.86	0.87	0.94	0.98	1.11
	0.82	0.87	0.82	0.86	0.93	0.96	1.13
	0.85	0.89	0.86	0.85	0.9	0.99	1.08
标准差	0.03	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02	0.03
平均标准	0.03						

### 2.2.2 比热容试验标准样品质量的确定

比热容试验样品质量的选取：

- (1) 要保证样品的代表性。因为岩石样品的差异性极大，如果选取的样品质量过小，会导致样品的代表性较差。
- (2) 要兼顾恒温速率适中。样品的热能传递是一个较缓慢的过程，这期间既要保证避免热流失，又要保证恒温时间不宜过长。
- (3) 样品质量要与所采用试验设备的容积相适应。

基于以上几点，经过反复试验最终验证试验样品质量为50g时实验结果标准差最小实验较为稳定，采用不同质量实验样品结果对比（见表2-2）

表 2-2 不同质量实验样品结果对比

样品质量	岩石样本比热容 kJ/kg·℃						
	1 砂岩	2 石灰岩	3 大理石	4 花岗岩	5 石灰质	6 灰质页	7 煤
30g	0.81	0.89	0.84	0.88	0.96	0.95	1.09
	0.87	0.84	0.88	0.82	0.85	0.94	1.17
	0.8	0.86	0.83	0.93	0.86	0.99	1.22
	0.86	0.89	0.87	0.9	0.93	1.02	1.11
	0.81	0.9	0.82	0.91	0.9	1.01	1.13
	0.85	0.83	0.89	0.85	0.92	1	1.23



标准差	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.06
平均标	0.04						
40 g	0.79	0.89	0.86	0.9	0.91	0.99	1.11
	0.83	0.9	0.85	0.82	0.88	0.96	1.15
	0.85	0.83	0.9	0.88	0.87	0.97	1.08
	0.84	0.82	0.82	0.85	0.83	1.01	1.20
	0.78	0.88	0.81	0.86	0.86	1.02	1.14
	0.82	0.88	0.83	0.89	0.89	1.01	1.12
标准差	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.04
平均标	0.03						
50 g	0.81	0.88	0.82	0.88	0.9	0.99	1.11
	0.82	0.89	0.81	0.9	0.89	0.99	1.15
	0.81	0.87	0.84	0.87	0.9	1.01	1.12
	0.83	0.86	0.83	0.9	0.91	0.99	1.12
	0.82	0.87	0.82	0.88	0.89	1.01	1.14
	0.82	0.88	0.83	0.89	0.9	1	1.16
标准差	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
平均标	0.01						
60 g	0.81	0.82	0.84	0.95	0.94	0.97	1.12
	0.78	0.86	0.85	0.9	0.85	0.94	1.14
	0.85	0.9	0.81	0.92	0.84	0.99	1.11
	0.83	0.91	0.86	0.87	0.93	1.02	1.09
	0.88	0.88	0.82	0.85	0.9	1.01	1.18
	0.82	0.85	0.85	0.93	0.92	1.02	1.13
标准差	0.03	0.03	0.02	0.04	0.04	0.03	0.03
平均标	0.03						
70 g	0.8	0.89	0.81	0.9	0.96	0.96	1.13
	0.87	0.92	0.85	0.92	0.85	0.95	1.19
	0.8	0.8	0.81	0.86	0.86	0.99	1.11
	0.84	0.81	0.86	0.85	0.93	1.02	1.09
	0.81	0.85	0.82	0.93	0.9	1.01	1.21
	0.88	0.86	0.86	0.87	0.92	1	1.15
标准差	0.04	0.05	0.02	0.03	0.04	0.03	0.05
平均标	0.04						

### 2.2.3 试验温度的确定

标准介质水的初温一般采用实验室的室温，样品的初温规定为70℃，即保证试样初温与保温桶中水的初温有足够的温差，一般在40~50℃，通过实验对比数据可以得出，温差过大，易造成不必要的热流失，温差过小，则影响实验结果的精度。经过试验得出在样品初温为70℃结果的平均标准差最小，不同岩样初始温度下测定的比热

容实验结果对比（见表 2-3）

表 2-3 不同岩样初始温度下测定的比热容实验结果对比

（水温初温 20℃）

样品初始温 度	岩石样本比热容 kJ/kg·℃						
	1 砂岩	2 石灰	3 大理	4 花岗	5 石灰质凝	6 灰质页岩	7 煤
50℃	0.81	0.81	0.81	0.88	0.95	0.95	1.11
	0.88	0.89	0.87	0.92	0.91	0.99	1.06
	0.86	0.9	0.82	0.93	0.92	1.04	1.12
	0.85	0.82	0.89	0.95	0.88	1.05	1.15
	0.87	0.86	0.83	0.89	0.86	0.97	1.16
	0.82	0.85	0.88	0.87	0.9	1.04	1.13
标准差	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
平均标准差	0.03						
60℃	0.82	0.88	0.85	0.86	0.94	0.93	1.15
	0.87	0.84	0.87	0.82	0.84	0.94	1.18
	0.81	0.86	0.83	0.93	0.86	0.98	1.09
	0.86	0.83	0.86	0.9	0.92	1.02	1.22
	0.86	0.9	0.82	0.91	0.9	1.01	1.15
	0.85	0.88	0.89	0.87	0.91	1.01	1.13
标准差	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04
平均标准差	0.03						
70℃	0.81	0.88	0.82	0.88	0.9	0.99	1.11
	0.82	0.89	0.81	0.9	0.89	0.99	1.13
	0.81	0.87	0.84	0.87	0.9	1.01	1.10
	0.83	0.86	0.83	0.9	0.91	0.99	1.12
	0.82	0.87	0.82	0.88	0.89	1.01	1.14
	0.82	0.88	0.83	0.89	0.9	1	1.12
标准差	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
平均标准差	0.01						
80℃	0.82	0.82	0.84	0.96	0.93	0.96	1.14
	0.79	0.84	0.83	0.88	0.85	0.94	1.12
	0.85	0.91	0.81	0.91	0.82	0.99	1.11
	0.83	0.91	0.87	0.87	0.93	1	1.23
	0.88	0.87	0.82	0.84	0.91	1.02	1.15
	0.87	0.83	0.85	0.93	0.92	1.02	1.13
标准差	0.03	0.04	0.02	0.04	0.05	0.03	0.04
平均标准差	0.04						
90°℃	0.81	0.87	0.81	0.91	0.95	0.92	1.12
	0.88	0.91	0.83	0.92	0.85	0.95	1.22
	0.8	0.8	0.81	0.84	0.85	0.99	1.15
	0.83	0.81	0.85	0.85	0.93	1.02	1.11
	0.81	0.85	0.82	0.93	0.91	1.01	1.13
	0.86	0.84	0.87	0.86	0.92	1.01	1.10
标准差	0.03	0.04	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04
平均标准差	0.04						

### 3、主要试验（或验证）的分析综述报告及技术的必要性论证

#### 3.1 煤和岩石比热容重复性限和再现性限验证

##### 3.1.1 背景

###### a) 测量方法

用冷却混合法测定煤和岩石的比热容。

###### b) 简述

8个实验室参与试验，根据引用的资料来源中所描述的标准化的测量方法对测试结果进行分析。对每个水平实验室都报告了2个试验结果。

##### 3.1.2 原始数据

表 3-1 原始数据：煤和岩石比热容

实验室 i	水平 j						
	1 砂岩	2 石灰岩	3 大理石	4 花岗岩	5 石灰质凝灰岩	6 灰质页岩	7 煤
1	0.84	0.92	0.85	0.91	0.93	1.01	1.14
	0.85	0.91	0.84	0.92	0.92	1.02	1.13
2	0.81	0.88	0.82	0.88	0.90	0.99	1.11
	0.82	0.89	0.81	0.90	0.89	1.01	1.13
3	0.87	0.94	0.86	0.94	0.94	1.05	1.09
	0.86	0.93	0.87	0.92	0.95	1.02	1.11
4	0.83	0.90	0.83	0.92	0.91	1.02	1.12
	0.85	0.93	0.84	0.90	0.92	1.03	1.13
5	0.86	0.89	0.84	0.92	0.90	1.06	1.13
	0.84	0.91	0.86	0.93	0.93	1.04	1.15
6	0.85	0.90	0.85	0.91	0.92	1.03	1.13
	0.86	0.88	0.86	0.93	0.91	1.05	1.15
7	0.81	0.89	0.85	0.92	0.91	1.02	1.12
	0.83	0.91	0.87	0.90	0.93	1.04	1.14

8	0.82	0.91	0.84	0.91	0.89	1.03	1.12
	0.84	0.92	0.86	0.93	0.91	1.05	1.14

### 3.1.3 单元平均值、单元内绝对差的计算

表 3-2 单元平均值计算

实验室 i	水平 j						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0.85	0.92	0.85	0.92	0.93	1.02	1.14
2	0.82	0.89	0.82	0.89	0.90	1.00	1.12
3	0.87	0.94	0.87	0.93	0.95	1.04	1.10
4	0.84	0.92	0.84	0.91	0.92	1.03	1.13
5	0.85	0.90	0.85	0.93	0.92	1.05	1.14
6	0.86	0.89	0.86	0.92	0.92	1.04	1.14
7	0.82	0.90	0.86	0.91	0.92	1.03	1.13
8	0.83	0.92	0.85	0.92	0.90	1.04	1.13

表 3-3 单元内绝对差计算

实验室 i	水平 j						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02
3	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.02
4	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
5	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02
6	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02
7	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
8	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

### 3.1.4 一致性和离群值的检查

$n=2$ ,  $p=8$ , 柯克伦检验 5%临界值为 0.680; 1%临界值为 0.794。

对水平 1, 实验室 4 的  $s$  最大:  $\sum s_2=0.00200$  ; 检验统计量值  
 $=0.200$

对水平 2, 实验室 4 的  $s$  最大:  $\sum s_2= 0.00250$  ; 检验统计量值  
 $=0.360$

对水平 3, 实验室 5 的  $s$  最大:  $\sum s_2= 0.00170$  ; 检验统计量值

=0.235

对水平 4, 实验室 2 的 s 最大:  $\Sigma s_2=0.00260$  ; 检验统计量值  
=0.154

对水平 5, 实验室 5 的 s 最大:  $\Sigma s_2=0.00220$  ; 检验统计量值  
=0.409

对水平 6, 实验室 3 的 s 最大:  $\Sigma s_2=0.00310$  ; 检验统计量值  
=0.290

对水平 7, 实验室 2 的 s 最大:  $\Sigma s_2=0.00260$  ; 检验统计量值  
=0.154

表 3-4 将格拉布斯检验应用于单元平均值

水平	单个低值	单个高值	两个低值	两个高值	检验类型
1	1.44	1.44	0.426	0.404	格拉布斯检验 统计量
2	1.35	1.73	0.515	0.424	
3	2.02	1.15	0.208	0.594	
4	2.04	1.22	0.239	0.575	
5	1.39	1.88	0.407	0.296	
6	1.85	1.30	0.168	0.672	
7	2.10	0.95	0.117	0.738	
歧离值	2.126	2.126	0.1101	0.1101	格拉布斯检验
离群值	2.274	2.274	0.0563	0.0563	临界值

### 3.1.5 $\hat{m}_j$ , $S_{rj}$ 和 $S_{RJ}$ 的计算

以水平 1 为例, 实验室数  $p=8$

$$T_1 = \sum \bar{y}_i = 6.7200$$

$$T_2 = \sum (\bar{y}_i)^2 = 5.6469$$

$$T_3 = \sum (y_{i1} - y_{i2}) = 0.0020$$

$$s_r^2 = \frac{T_3}{2p} = 0.0001$$

$$s_L^2 = \left[ \frac{T_2 p - T_1^2}{p(p-1)} \right] - \frac{s_r^2}{2} = 0.0002$$

$$s_R^2 = s_L^2 + s_r^2 = 0.0004$$

$$\hat{m} = \frac{T_1}{p} = 0.8400$$

$$s_r = 0.0112$$

$$s_R = 0.0190$$

$$r = 2\sqrt{2}S_r = 0.0316$$

$$R = 2\sqrt{2}S_R = 0.0539$$

类似的对水平 2, 3, 4, 5, 6 和 7 进行计算, 其结果列于表 3-5

水平 j	P <sub>j</sub>	$\hat{m}$	r <sub>j</sub>	R <sub>j</sub>
1	8	0.8400	0.0316	0.0539
2	8	0.9069	0.0354	0.0523
3	8	0.8469	0.0292	0.0492
4	8	0.9150	0.0361	0.0430
5	8	0.9163	0.0331	0.0492
6	8	1.0294	0.0394	0.0529
7	8	1.1275	0.0359	0.0450

### 3.1.6 结论

对表 3-5 中的数据进行检查, 没有显示出他们与 m 有任何依赖关系。因而可用他们的平均值。

测量方法精密度 (以质量的百分数表示) 可引述如下:

重复性限:  $r=0.03$

再现性限:  $R=0.05$

### 3.2 标准制定的必要性和意义

现代施工工艺的发展，矿山、地铁、水利等工程施工中，冻结法施工因其自身的诸多优势，而越来越多的被采用、推广，而冻结法施工的有效施行，提高冻结效率是关键，这就要求施工者充分了解施工场地的岩土比热容等指标。我国现阶段有一标准为《岩石物理力学性质试验规程 第 13 部分：岩石比热试验》DZ/T 0276.13-2015，由于该标准方法对样品质量的规定量过少，依据这一方法在实际工程中煤和岩石的代表性较差。本工作组通过我们的大量实验研究，可以提供一套完整、实用的煤和岩石比热容测试方法标准，具有重要的理论意义和现实意义。

## 4、采用国际标准和国外先进标准的程度以及与国际、国外同类标准水平的对比情况

与现行的《岩石物理力学性质试验规程 第 13 部分：岩石比热试验》DZ/T 0276.13-2015（以下简称 0276.13 标准）进行详细比较，如下：

### 4.1 试验原理

(1) 0276.13 标准：岩石试样在温度程序控制下，与标准样品（或已知比热值）的热量信号进行比对，从而确定试样的比热值。具体来讲，其基本原理是在同一条件下保证待测岩石与标准样品热量变

化后具有相同的温差，利用温差相同热量不同，进行热量比较得出待测岩石与标准样的比热容之比，进而得出待测岩石的比热容。

(2) 本工作组拟报标准：以水作为标准介质，利用热能守恒法则，将煤或岩石试样升高到一定的温度，使试样与介质水之间有一个温度差，形成一定的温度梯度，利用温度梯度的存在，通过测定已知重量的水的初温，待测岩（煤）试样的初温，及二者混合冷却后的恒定温度，计算出被测岩（煤）试样的比热容。具体来讲，就是利用能量守恒定律，待测样品放出的热量等于标准用水吸收的热量，即利用放出和吸收热量相等的原理，进而求出待测样品的比热容。

## 4.2 标准物质

(1) 0276.13 标准：需要  $Al_2O_3$  标准物质，在测天然岩石的比热容时，还需要标准用水的比热容。而对于实际工程应用中，大部分都需要测试天然状态下岩石的比热容，因此在矿标准需要两个标准物质的比热容。

(2) 本工作组拟报标准：只需要标准用水的比热容。此标准直接利用待测试样放出的热量等于标准用水吸收的热量，参考样品是标准用水。

## 4.3 样品质量

(1) 0276.13 标准：试验样品质量为  $0.02\text{ g} \sim 0.03\text{ g}$ ，样品质量较少。



(2) 本工作组拟报标准：样品质量为 50 g，岩石多为块状样品，整体均匀性较差，岩石常有斑晶个别岩石有包体存在。取较多样品相对比较有代表性，便于实验室操作。

#### 4.4 实验过程

(1) 0276.13 标准：主要通过仪器绘制的三个 DSC 曲线来确定同一温差条件下，待测样品与标准样的热量。

(2) 本工作组拟报标准：主要通过测试待测样品与水的初温与终温，来测试得所放出（吸收）的热量。

#### 4.5 计算公式推导

两个标准计算得出的比热容基于的基本公式，都是热量公式  $Q = cm\Delta t$ （公式 1），其中  $Q$  表示热量，单位为 KJ； $c$  是比热容，单位为  $\text{kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ ； $m$  是质量，单位为 kg； $\Delta t$  是温差，单位为  $^\circ\text{C}$ 。根据此公式推导得相应比热容计算公式。

(1)0276.13: 设定同一条件下，使得待测样品与标准物质(Al2O3) 的温度变化后温差相同，即  $\Delta t$  相同。那么由公式 1 可得  $\Delta t = \frac{Q}{cm}$ ，

则有  $\frac{Q_1}{c_1 m_1} = \frac{Q_2}{c_2 m_2}$ ，在试验标准中  $Q_1 = (D-d)$ ， $Q_2 = (A-d)$ ，因此有  $\frac{(D-d)}{cm} = \frac{(A-d)}{c_a m_a}$ ，故可推出地矿标准中比热容计算公式  $c = \frac{(D-d)m_a c_a}{(A-d)m}$

(公式 2)

注：公式 2 中所有字母符号的意义详见地矿标准 DZ/T

0276.13-2015。

(2) 本工作组拟报标准：利用能量守恒定律  $Q_{吸}=Q_{放}$ ，  
 $Q_{吸}=c_{水}m_{水}\Delta t_{水}$ ， $Q_{放}=c_{岩}m_{岩}\Delta t_{岩}$ ，故有  $c_w m_w \Delta t_w = c_{岩} m_{岩} \Delta t_{岩}$ ，即  
 $c_w m_1 (t_3 - t_2) = c_m m_2 (t_1 - t_3)$ ，考虑系统误差，引入水当量用  $E$  表示，则有  
 $c_w (m_1 + E)(t_3 - t_2) = c_m m_2 (t_1 - t_3)$ ，由此推出比热容计算公式

$$c_m = \frac{(m_1 + E)c_w(t_3 - t_2)}{m_2(t_1 - t_3)}$$

式中：

$C_m$ —试样在  $t_3$  到  $t_1$  温度范围内的平均比热容，单位为  $\text{kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ ，精确至小数点后两位；

$m_1$ —水质量，单位为  $\text{g}$ ；

$E$ —水当量，即量热器的热容量以水的当量值表示，用已知比热容的标准物质水作为试样，进行测定可得，单位为  $\text{g}$ ；

$C_w$ —保温筒中水  $t_2$  到  $t_3$  温度范围内的平均比热容，常数，见标准附录 A；

$t_3$ —保温筒中样品和水的混合终温，单位为  $^\circ\text{C}$ ；

$t_2$ —保温筒中水的初温，单位为  $^\circ\text{C}$ ；

$m_2$ —试样质量，单位为  $\text{g}$ ；

$t_1$ —试样的初温，单位为  $^\circ\text{C}$ 。

以上即为本工作组申报的“煤和岩石比热容测定方法”与《岩石物理力学性质试验规程 第 13 部分：岩石比热试验》DZ/T 0276.13-2015 测试方法核心内容方面的区别。从这五个核心方面的区别来看，本工作组申报的“煤和岩石比热容测定方法”与现行的

0276.13 比热容测试方法是截然不同的，检测方可根据委托方和自身的实际情况选择合适的检测方法。

## 5、与有关的现行法律、法规和标准的关系

至标准编制之日尚未发现与计划编制标准相冲突的现行法律、法规和标准。

## 6、重大分歧意见的处理经过和依据

无

## 7、标准作为强制性和推荐性标准的建议

我国标准化法规定：保障人体健康、人身财产安全的标准和法律，行政法规规定强制执行的标准属于强制性标准。

由于本标准不涉及以下几方面的技术要求：

- 1、有关国家安全的技术要求；
- 2、保障人体健康和人身、财产安全的要求；
- 3、产品及产品生产、储运和使用中的安全、卫生、环境保护要求及国家需要控制的工程建设的其他要求；
- 4、工程建设的质量、安全、卫生、环境保护按要求及国家需要控制的工程建设的其他要求；
- 5、污染物排放限值和环境质量要求；
- 6、保护动植物生命安全和健康要求；

- 7、防止欺骗、保护消费者利益的要求；
- 8、国家需要控制的重要产品的技术要求。

因此，建议本标准为推荐性标准。

## 8、贯彻标准的要求和措施建议

标准发布后，建议由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会制定贯标计划，举办《煤和岩石 比热容的测定 冷却混合法》宣贯培训班，对标准方法实施的基本条件和关键环节进行培训，有利于本标准的推广应用。

建议标准发布后 3 个月内实施。

## 9、废止现行有关标准的建议

无

## 10、其他应予说明的事项

### 10.1 关于修改标准名称的说明

标准计划名称为：《煤和岩石比热容测定方法》，标准报批名称为：《煤和岩石 比热容的测定 冷却混合法》，更改的原因为：采用三段式命名规则，进一步规范标准名称，并与相关标准相一致，此为编辑性修改，不涉及标准范围改动。

### 10.2 关于修改标准起草单位名称的说明

申报计划时起草单位名称为：辽宁省东煤测试分析研究院有限责

任公司，2022 年 7 月单位因改制换名，报批时起草单位名称为：沈阳岩土工程技术测试开发有限公司。