《膨胀珍珠岩孔隙率测定方法》
编制说明

一、工作简况

1. 任务来源

本文件依据工业和信息化部办公厅2019年12月12日工信厅科函[2019]276号文件“工业和信息化部办公厅关于印发2019年第四批行业标准制修订和外文版项目计划的通知”制定，计划为：2019-1678T-JC。本文件由中国建筑材料联合会提出，由全国非金属矿产品及制品标准化技术委员会（SAC/TC406）归口。

2. 主要工作过程

膨胀珍珠岩广泛应用于建筑工业、工业生产、石油、电力、化工、造船、冶金、交通、国防、农业等领域，其中建筑工业上的用量最大，占其生产总量的60%以上。无论那种用途，均主要利用膨胀珍珠岩因孔隙率而具有容重轻、隔音、保温的性能特点。随着非金属矿行业的快速发展，膨胀珍珠岩的用量日益增大，其质量的优劣直接影响到下游产品的质量，而孔隙率大小对膨胀珍珠岩质量优劣起着至关重要的作用。

接到制定订任务后，迅速成立标准起草小组。在标准的前期调研阶段，由于国内没有相关的膨胀珍珠岩孔隙率测定方法标准，因此一方面和业内主要技术专家进行了初步的联络和探讨，另一方面查阅相关技术文件、借鉴国外相关技术资料，并结合国内膨胀珍珠岩发展现状和特点，制定适合国情、适合现阶段发展的膨胀珍珠岩孔隙率测定方法标准。

2020年10月15日在浙江宁波开元新晶都酒店召开了全国非金属矿制品标准化技术委员会标准审议会和研讨会，邀请业内专家和邀请河北、浙江、河南等地区的领军企业技术骨干，对该标准草案进行研讨，经过小组讨论和分析，依据业内专家提出的意见和建议，形成了征求意见稿。

二 、标准编制原则和主要内容

1. 标准编写原则

标准修订遵循“统一性、协调性、适用性、一致性、规范性”的原则，注重标准的可操作性，本文件严格按照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》的规定进行表述。

2. 主要内容

本文件规定了膨胀珍珠岩孔隙率的测试中涉及的相关术语和定义、测试方法及对测试结果的质量要求。下面将主要技术内容加以简要说明。

（1）适用范围：本文件规定了膨胀珍珠岩孔隙率的测试中涉及的相关术语和定义、测试方法及对测试结果的质量要求。本文件适用于各种规格膨胀珍珠岩孔隙率的定量测试分析。

（2）术语和定义：

a）孔隙率：指材料中孔隙体积与材料在自然状态下总体积的百分比。

b）视密度：单位体积（含材料实体及闭孔孔隙体积）物质颗粒的干质量。

c）真密度：指材料在绝对密实的状态下单位体积的固体物质的实际质量，即去除内部孔隙或者颗粒间的空隙后的密度。

d）符号：Q　气孔率，单位%；ρ_s　视密度，单位g/cm^3；ρ_z　真密度，单位g/cm^3；d_s　t℃时1 g/L十二烷基硫酸钠溶液的密度（可由表1查出）；d_w　石蜡的密度，单位为克每立方厘米（g/cm^3），按附录A的方法测定。

（3）方法提要：根据孔隙率的定义，推算出孔隙率（Q）与视密度（ρ_s）、真密度（ρ_z）的关系为$Q=(1-\rho_s/\rho_z)\times100$。其中，视密度采用涂蜡比重瓶法获得，称取一定颗粒的膨胀珍珠岩，表面涂蜡后，放入比重瓶内，以十二烷基硫酸钠溶液为浸润剂，测出涂蜡膨胀珍珠岩颗粒所排开的十二烷基硫酸钠溶液体积，减去石蜡体积后，便可计算出膨胀珍珠岩视密度。其中，真密度采用阿基米德原理——气体膨胀置换法，利用真密度测试仪获得，该方法是利用小分子惰性气体（He或者N_2）作为介质，通过理想气体状态方程（玻尔定律）：PV=nRT计算测试腔内样品所排开的气体体积，从而精确测量样品的骨架体积，再根据密度方程：$\rho=m/V$计算出真密度值。

（4）仪器和试剂：

a)仪器：电炉：（500～600）W，分析天平：最大量程200g，感量0.1 mg，比重瓶：带磨口毛细管塞，容量为60 mL，水银温度计：（0～100）℃，分度为

0.5℃，小铝锅：（φ16～φ20）cm，网匙，用（2×2）mm筛网制成，玻璃板：（300×300）mm两块，电热鼓风干燥箱：调温范围为0℃～300℃，控温器灵敏度±1℃，干燥器：内装变色硅胶，真密度测试仪：分度值0.0001g/cm^3，准确性误差≤±0.02%，重复性误差≤±0.02%；压力范围（0～100）KPa。

b）试剂：优质石蜡：熔点（50～60）℃，十二烷基硫酸钠（$C_{12}H_{25}NaSO_4$）溶液：用化学纯的十二烷基硫酸钠配制1g/L溶液。如溶液放置时间长，有白色沉淀物，应加热溶解后，冷却至室温使用，高纯氦气，纯度≥99.999%。

从验证情况看，这些设备仪器及试剂都能满足要求，详见验证数据。

（5）样品制备:测试样品的采集按标准JC/T 209的要求抽样。将抽取的膨胀珍珠岩样品缩分50g，置于电热干燥箱中在105℃下烘干至恒重，然后在干燥器中冷却至室温备用。将抽取的样品缩分30g，破碎、研磨至颗粒直径＜0.075mm，置于电热干燥箱中在105℃下烘干至恒重，然后在干燥器中冷却至室温备用。

（6）试验环境：测试环境要求为温度（23±2）℃，相对湿度为（50±5）%。

表1　1g/L 十二烷基硫酸钠溶液的密度

温度/℃	密度/（g/cm^3）	温度/℃	密度/（g/cm^3）
5	1.000 23	21	0.998 26
6	1.000 21	22	0.998 04
7	1.000 17	23	0.997 80
8	1.000 12	24	0.997 56
9	1.000 05	25	0.997 31
10	0.999 97	26	0.997 05
11	0.999 87	27	0.996 78
12	0.999 76	28	0.996 50
13	0.999 64	29	0.996 21
14	0.999 51	30	0.995 91
15	0.999 37	31	0.995 61
16	0.999 97	32	0.995 30
17	0.999 21	33	0.994 97
18	0.999 04	34	0.994 64

19	0.998 86	35	0.994 30
20	0.998 47	40	0.992 48

（7）试验过程：

a)视密度的测试：称取10g预处理的膨胀珍珠岩样品，将称取的膨胀珍珠岩样品置于网匙上，浸入预先用小铝锅加热至保持熔融的石蜡中，用玻璃棒迅速拨散膨胀珍珠岩颗粒至表面不再产生气泡为止，立即取出网匙，稍冷却后，将涂有石蜡的颗粒散在玻璃板上，并用玻璃棒使颗粒之间不相互粘连。冷却至室温后，称取涂有石蜡的膨胀珍珠岩颗粒质量，将涂蜡的膨胀珍珠岩颗粒装入已质量恒重的比重瓶内，加入十二烷基硫酸钠溶液至比重瓶2/3处，盖上塞，用手摇荡至涂蜡膨胀珍珠岩颗粒不再附着气泡，再加入十二烷基硫酸钠溶液至瓶口1cm处。将比重瓶置于室温下放置3h以上，并记录溶液温度。用吸液管滴加十二烷基硫酸钠溶液至瓶口，小心塞紧瓶塞，使过剩的十二烷基硫酸钠溶液从瓶塞的毛细管上端溢出，用滤纸擦拭瓶塞小孔后的多余溶液，使其与小孔口平齐，并确保比重瓶及毛细管内没有气泡。迅速擦干比重瓶，并称重。

b）真密度测试：完成真密度测试仪系统设置、手动控制设置、气密性检查、系统校准等操作。将装有标准样品的样品管放置到仪器测试位上，完成样品管体积测试，并保存。取下样品管，倒出标准样品，称量样品管质量，将准备好的-0.075mm膨胀珍珠岩粉装入样品管，装填体积为样品管体积的2/3，称量样品及样品管质量，将装有测试样品的样品管放置到仪器测试位上，在测试系统中选择测试项目“真密度”、样品管及已保存的体积，填写样品质量，即（m6-m5）所得的数值，然后点击“样品测试”测试结束时，从弹出的测试结果栏读取样品真密度值。

三、主要试验情况分析

验证试验是根据先进科学、合理可行的原则，通过对试验数据的分析、处理和试验过程的观察等，制定标准的试验条件及试验方法，保证本文件所给出的试验方法建立在科学、可行的基础上，尽可能在现有条件下，使标准完善。标准工作组对本文件中的试验方法进行了验证，标准起草小组收集了共 5 个不同公司的膨胀珍珠岩样品，按本文件给出的测定方法进行了验证试验，结果详见下表 2。

表 2　理化性能指标验证数据

序号	孔隙率（%）									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
样品 1	78.93	78.89	78.76	78.73	78.94	78.88	78.67	78.90	78.96	78.92
样品 2	67.89	67.85	67.79	67.71	67.77	67.73	67.85	67.82	67.81	67.79
样品 3	73.56	73.45	73.59	73.54	73.52	73.58	73.50	73.44	73.51	73.48
样品 4	68.84	68.80	68.79	68.77	68.75	68.73	68.72	68.70	68.72	68.81
样品 5	70.23	70.45	70.43	70.35	70.33	70.41	70.46	70.36	70.39	70.41

从表2的验证试验结果来看，不同企业所提供的多个相同规格的样品，试验结果的平行性都比较好。在测试中，试验结果一致性很强，样品偏差也在要求范围内，有参考价值。因此，经过验证实验证明本文件中制定的试验方法是合理可行的、也是完全可靠的。

四、标准中涉及专利情况

本文件经起草小组认真调研和核查，未发现涉及到相关企业、单位和个人的专利。

五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况

珍珠岩是硅酸盐矿物，是一种天然酸性玻璃质火熔岩。膨胀珍珠岩的原料工业价值大小主要依据其在高温下焙烧后的膨胀性能。膨胀珍珠岩经高温焙烧后膨胀成一种内部为蜂窝状结构的白色颗粒状材料，这种材料的保温效能好，有超强的稳定性能，而且应用范围广，具有普遍的实用性。除此之外，也有广泛的经济和社会价值，施工极其方便，易于维修，撞击性能优于其他任何一种保温材料，抗湿热性能优良，而且还有良好的防火性能。

膨胀珍珠岩的松散密度表明了珍珠岩的膨胀质量的好坏，即孔隙率。没有膨胀好的珍珠岩孔隙率过低，松散密度大，因而导热系数大，保温效果差；而膨胀珍珠岩孔隙率过高，尽管起初松散密度低，但由于膨胀珍珠岩强度减弱，容易破碎，破碎后的微粉进入微孔，使孔隙率降低，密度反而加大，珍珠岩的导热系数也随之增大。

随着市场上各行业对膨胀珍珠岩的需求量不断增加，相应产品的测试标准也日益凸显，尤其膨胀珍珠岩孔隙率的测试方法没有准确的规范，更没有相关统一

的标准。由此看来，膨胀珍珠岩孔隙率测试标准的制定是非常必要的，如果能严格执行本文件，对于膨胀珍珠岩孔隙率的统一测试、评定方法以及产品质量的提升，促进我国珍珠岩行业乃至非金属矿行业深加工技术的发展，都有着非常重要的作用和意义。

六、采用国际标准和国外先进标准情况

经检索，未查到有关膨胀珍珠岩孔隙率测定方法的国际标准和发达国家的国家标准。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

与现行相关法律、法规、规章无抵触之处，与相关标准特别是强制性标准完全协调。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

本文件在制订的过程中，没有出现重大分歧意见。

九、标准性质的建议说明

本文件建议为国家推荐性标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

为了推广贯彻本文件，我们建议：

1.标准发布后，由全国非金属产品及制品标准化技术委员会举办《膨胀珍珠岩孔隙率测试方法》标准宣贯会。

2.标准发布后，为膨胀珍珠岩生产企业与应用企业提供了必要的技术支撑，有利于科学合理地评估判断膨胀珍珠岩孔隙率性能，从而推动整个行业提升、改善膨胀珍珠岩的性能。

十一、废止现行相关标准的建议

无其它应予说明的问题。

十二、其它应予说明的事项

无其它应予说明的问题。