ICS 19.020
D 00

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0276.3—2015
代替 DY-94

岩石物理力学性质试验规程 第3部分：岩石颗粒密度试验

Regulation for testing the physical and mechanical properties of rock—Part 3: Test for determining the grain density of rock

2015-02-04 发布　　2015-04-01 实施

中华人民共和国国土资源部　发布

前　言

DZ/T 0276《岩石物理力学性质试验规程》分为31个部分：

——第1部分：总则及一般规定；
——第2部分：岩石含水率试验；
——第3部分：岩石颗粒密度试验；
——第4部分：岩石密度试验；
——第5部分：岩石吸水性试验；
——第6部分：岩石硬度试验；
——第7部分：岩石光泽度试验；
——第8部分：岩石抗冻试验；
——第9部分：岩石耐崩解试验；
——第10部分：岩石膨胀性试验；
——第11部分：岩石溶蚀试验；
——第12部分：岩石耐酸度和耐碱度试验；
——第13部分：岩石比热试验；
——第14部分：岩石热导率试验；
——第15部分：岩石击穿电压和击穿强度试验；
——第16部分：岩石体积电阻率和表面电阻率试验；
——第17部分：岩石放射性比活度试验；
——第18部分：岩石单轴抗压强度试验；
——第19部分：岩石单轴压缩变形试验；
——第20部分：岩石三轴压缩强度试验；
——第21部分：岩石抗拉强度试验；
——第22部分：岩石抗折强度试验；
——第23部分：岩石点荷载强度试验；
——第24部分：岩石声波速度测试；
——第25部分：岩石抗剪强度试验；
——第26部分：岩体变形试验(承压板法)；
——第27部分：岩体变形试验(钻孔变形法)；
——第28部分：岩体强度试验(直剪试验)；
——第29部分：岩体强度试验(承压板法)；
——第30部分：岩体锚杆载荷试验；
——第31部分：岩体声波速度测试。

本部分为DZ/T 0276的第3部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分代替DY-94《岩石物理力学性质试验规程　4. 颗粒密度试验》。本部分与DY-94相比，主要技术变化如下：

——增加了“术语和定义”“原理”两章；
——增加了用煤油作为试液用比重瓶测量试样比重的方法；

——删除了李氏比重瓶法；

——修改了岩石颗粒密度试验记录表。

本部分由中华人民共和国国土资源部提出。

本部分由全国国土资源标准化技术委员会(SAC/TC 93)归口。

本部分由湖北省地质实验研究所负责起草，广东省地质实验测试中心参加起草。

本部分主要起草人：梅焱祥、姚前元、刘文华。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——DY-86；

——DY-94。

岩石物理力学性质试验规程
第3部分:岩石颗粒密度试验

1 范围

DZ/T 0276 的本部分规定了比重瓶法测定岩石颗粒密度。

本部分适用于岩石物理力学性质试验中的岩石颗粒密度试验。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

颗粒密度 grain density

岩石固体颗粒单位体积的质量。

3 原理

将粉碎后试样烘干,放入比重瓶中称重,加入试液至比重瓶容积的一半处经充分排气,用试液注满比重瓶,称得比重瓶、试液和试样的质量,再洗净比重瓶,注入经排气处理并与试验同温度的试液至比重瓶内,称量比重瓶和试液的质量,计算颗粒密度。

4 仪器设备

4.1 粉碎机或瓷研钵。

4.2 天平:最大称量值 200 g,可读精度 0.001 g。

4.3 试样盒。

4.4 干燥箱。

4.5 干燥器。

4.6 真空抽气设备和煮沸设备。

4.7 比重瓶:容积为 100 mL 或 50 mL。比重瓶的校正宜采用计算校正法(附录 C)。

4.8 恒温水槽。

4.9 温度计:测量范围为 0 ℃～50 ℃,精度为 0.5 ℃。

5 试样

5.1 试样宜采用块体密度试验后的试样破碎成岩粉。

5.2 试样处理分两种情况:

a) 对不含有磁性矿物的岩石,先用粉碎机粉碎成岩粉,全部通过 0.25 mm 分析筛后用磁铁吸去铁屑。

b) 对含有磁性矿物的岩石,应采用瓷研钵或玛瑙研钵粉碎岩石,全部通过 0.25 mm 分析筛。

6 试验步骤

6.1 本试验应进行两次平行测定，取制备好的试样约 50 g，置于 105 ℃～110 ℃干燥箱内烘干，烘干时间大于 6 h，然后将试样从干燥箱中取出，放入干燥器内冷却至室温，称试样质量。以上步骤每隔 2 h 重复一次，直到相邻两次称量误差小于 0.1%为止。置于干燥器内冷却至室温备用。

6.2 取制备好的试样称重，装入比重瓶中。如果试验所用比重瓶为 100 mL，则取烘干的试样约 15 g，如果试验所用比重瓶为 50 mL，则取烘干的试样约 7 g。

6.3 注入试液(纯水或煤油)至比重瓶容积的一半处，摇动比重瓶，使颗粒充分分散。对于含可溶于水的可溶性矿物的岩石，可用煤油作为试液，用比重瓶法测量比重。

6.4 当使用纯水作试液时，应采用振荡法、煮沸法或真空抽气法排除气体；当使用煤油作试液时，应采用振荡法、真空抽气法排除气体。

6.5 当采用煮沸法排除气体时，煮沸时间从悬液沸腾开始计时，不应少于 1 h；当采用真空抽气法排除气体时，真空压力表的读数宜为 100 kPa，抽至无气泡逸出，抽气时间不宜少于 1 h；当采用振荡法排除气体时，振荡时间宜为 15 min～30 min。

6.6 将经过排气处理的试液注入比重瓶至近满，然后置于恒温水槽内，使瓶内温度稳定，静置待上部悬液澄清。

6.7 待上部悬液澄清后，塞好瓶塞，使多余试液自瓶塞毛细孔中溢出。从恒温水槽中取出比重瓶，擦干瓶外的附着水，立即称量瓶、试液和试样的总质量，并测量瓶内试液的温度。

6.8 倒出悬液，洗净比重瓶，注入经排气处理并与试验同温度的试液至比重瓶内，按 6.6 和 6.7，称量瓶和试液的总质量。若比重瓶已经校正过，则不必进行此步骤，可直接从绘制的比重瓶校正曲线上查得实测温度下瓶和试液的质量。

6.9 试验过程记录内容和格式见附录 A。

7 试验结果整理

岩石颗粒密度按式(1)计算，取绝对偏差小于 0.02 g/cm³ 的 2 次试验结果的平均值报出，计算结果保留至小数点后 2 位。

$$\rho_s = \frac{m_d}{m_d + m_2 - m_1} \times \rho_w \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：

ρ_s ——颗粒密度，单位为克每立方厘米(g/cm³)；

m_d ——试样的质量，单位为克(g)；

ρ_w ——试液密度(其中纯水密度见附录 B，煤油密度应实测)，单位为克每立方厘米(g/cm³)；

m_2 ——试验后比重瓶和试液的总质量，单位为克(g)；

m_1 ——试验前比重瓶、试液和试样的总质量，单位为克(g)。

附 录 A
（规范性附录）
岩石颗粒密度试验记录

表 A.1 岩石颗粒密度试验记录表

试样编号	比重瓶号	试验温度 t ℃	试液密度 ρ_w g/cm³	试样质量 m_d g	瓶加试液加试样质量 m_1 g	瓶加试液质量 m_2 g	岩石颗粒密度 ρ_s g/cm³	
							单 值	平均值

试 验： 计 算： 校 核： 年 月 日

附 录 B
（规范性附录）
不同温度时水的密度值

表 B.1 不同温度时水的密度值

单位为克每立方厘米

温度 ℃	+0.0	+0.1	+0.2	+0.3	+0.4	+0.5	+0.6	+0.7	+0.8	+0.9
5	0.999 992	0.999 990	0.999 988	0.999 986	0.999 984	0.999 982	0.999 980	0.999 977	0.999 974	0.999 971
6	0.999 968	0.999 965	0.999 962	0.999 958	0.999 954	0.999 951	0.999 947	0.999 943	0.999 938	0.999 934
7	0.999 930	0.999 925	0.999 920	0.999 915	0.999 910	0.999 905	0.999 899	0.999 894	0.999 888	0.999 882
8	0.999 876	0.999 870	0.999 864	0.999 857	0.999 851	0.999 844	0.999 837	0.999 831	0.999 823	0.999 816
9	0.999 809	0.999 801	0.999 794	0.999 786	0.999 778	0.999 770	0.999 762	0.999 753	0.999 745	0.999 736
10	0.999 728	0.999 719	0.999 710	0.999 701	0.999 692	0.999 682	0.999 672	0.999 663	0.999 653	0.999 643
11	0.999 633	0.999 623	0.999 612	0.999 602	0.999 591	0.999 580	0.999 569	0.999 559	0.999 547	0.999 536
12	0.999 525	0.999 513	0.999 502	0.999 490	0.999 478	0.999 466	0.999 454	0.999 442	0.999 429	0.999 417
13	0.999 404	0.999 391	0.999 378	0.999 366	0.999 352	0.999 339	0.999 326	0.999 312	0.999 299	0.999 285
14	0.999 271	0.999 257	0.999 243	0.999 229	0.999 215	0.999 200	0.999 186	0.999 171	0.999 156	0.999 142
15	0.999 127	0.999 111	0.999 096	0.999 081	0.999 065	0.999 050	0.999 034	0.999 018	0.999 002	0.998 986
16	0.998 970	0.998 954	0.998 937	0.998 921	0.998 904	0.998 888	0.998 871	0.998 854	0.998 837	0.998 820
17	0.998 802	0.998 785	0.998 767	0.998 750	0.998 732	0.998 714	0.998 696	0.998 678	0.998 660	0.998 642
18	0.998 623	0.998 605	0.998 586	0.998 567	0.998 549	0.998 530	0.998 511	0.998 491	0.998 472	0.998 453
19	0.998 433	0.998 414	0.998 394	0.998 374	0.998 354	0.998 334	0.998 314	0.998 294	0.998 273	0.998 253

表 B.1（续）

单位为克每立方厘米

温度 ℃	+0.0	+0.1	+0.2	+0.3	+0.4	+0.5	+0.6	+0.7	+0.8	+0.9
20	0.998 232	0.998 212	0.998 191	0.998 170	0.998 149	0.998 128	0.998 107	0.998 086	0.998 064	0.998 043
21	0.998 021	0.997 999	0.997 978	0.997 956	0.997 934	0.997 911	0.997 889	0.997 867	0.997 844	0.997 822
22	0.997 799	0.997 777	0.997 754	0.997 731	0.997 708	0.997 685	0.997 661	0.997 638	0.997 615	0.997 591
23	0.997 567	0.997 544	0.997 520	0.997 496	0.997 472	0.997 448	0.997 444	0.997 399	0.997 375	0.997 350
24	0.997 326	0.997 301	0.997 276	0.997 251	0.997 226	0.997 201	0.997 176	0.997 151	0.997 125	0.997 100
25	0.997 074	0.997 048	0.997 023	0.996 997	0.996 971	0.996 945	0.996 918	0.996 892	0.996 866	0.996 839
26	0.996 813	0.996 786	0.996 759	0.996 733	0.996 706	0.996 679	0.996 652	0.996 624	0.996 597	0.996 570
27	0.996 542	0.996 515	0.996 487	0.996 459	0.996 431	0.996 403	0.996 375	0.996 347	0.996 319	0.996 291
28	0.996 262	0.996 234	0.996 205	0.996 177	0.996 148	0.996 119	0.996 090	0.996 061	0.996 032	0.996 003
29	0.995 974	0.995 944	0.995 915	0.995 885	0.995 855	0.995 826	0.995 796	0.995 766	0.995 736	0.995 706
30	0.995 676	0.995 645	0.995 615	0.995 585	0.995 554	0.995 524	0.995 493	0.995 462	0.995 431	0.995 400
31	0.995 369	0.995 338	0.995 307	0.995 276	0.995 244	0.995 213	0.995 181	0.995 150	0.995 118	0.995 086
32	0.995 054	0.995 022	0.994 990	0.994 958	0.994 926	0.994 894	0.994 861	0.994 829	0.994 796	0.994 764
33	0.994 731	0.994 698	0.994 665	0.994 632	0.994 599	0.994 566	0.994 533	0.994 500	0.994 466	0.994 433
34	0.994 399	0.994 366	0.994 332	0.994 298	0.994 264	0.994 230	0.994 196	0.994 162	0.994 128	0.994 094
35	0.994 059	0.994 025	0.993 991	0.993 956	0.993 921	0.993 887	0.993 852	0.993 817	0.993 782	0.993 747

附 录 C
（规范性附录）
比重瓶的校正

C.1 校正步骤

C.1.1 将洗净烘干的比重瓶，称量两次，准确至 0.001 g。两次称量误差不得大于 0.002 g，取其算术平均值。

C.1.2 将抽过气或经过煮沸的蒸馏水注满比重瓶，在室温下使瓶内温度稳定。塞上瓶塞，擦干瓶外附着水。称瓶加水的质量，精确至 0.001 g。重复上述步骤，取两次称量结果的算术平均值。平行误差不得大于 0.002 g。

C.1.3 测量水的温度，精确至 0.5 ℃。

C.2 校正结果计算

C.2.1 按式(C.1)计算不同温度下瓶加水的质量 m_{w2}：

$$m_{w2}=(m_{w1}-m_0)\frac{\rho_{w2}}{\rho_{w1}}[1+C_V(T_2-T_1)]+m_0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(C.1)$$

式中：

m_{w2}——在 T_2 温度(测定稳定)下瓶加水的质量，单位为克(g)；

m_{w1}——在 T_1 温度(测定稳定)下瓶加水的质量，单位为克(g)；

m_0——比重瓶的质量，单位为克(g)；

ρ_{w2}——在 T_2 温度(测定稳定)下水的密度，单位为克每立方厘米(g/cm^3)；

ρ_{w1}——在 T_1 温度(测定稳定)下水的密度，单位为克每立方厘米(g/cm^3)；

C_V——比重瓶的体膨胀系数，采用 $2.4\times10^{-5}(℃^{-1})$。

C.2.2 绘制瓶加水质量与温度关系曲线(如图 C.1 所示)。

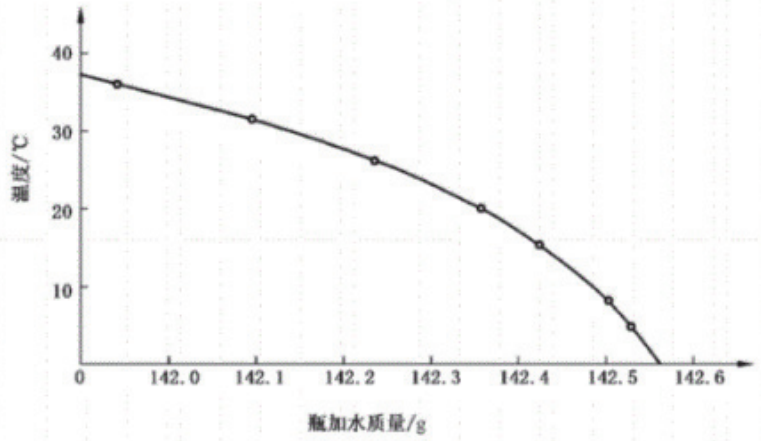


图 C.1 瓶加水质量与温度关系曲线

中华人民共和国地质矿产

行 业 标 准

岩石物理力学性质试验规程

第3部分:岩石颗粒密度试验

DZ/T 0276.3—2015

*