

ICS 73.020

CCSD 10

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0445—2023

天然气水合物术语

Terminology for natural gas hydrate

2023-10-31发布

2024-01-01实施

中华人民共和国自然资源部 发布

目 次

| | |
|----------------------|----|
| 前言 | I |
| 引言 | II |
| 1 范 围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 通用基础 | 1 |
| 4 天然气水合物勘查 | 5 |
| 5 天然气水合物开采 | 8 |
| 6 天然气水合物环境影响评价 | 10 |
| 参考文献 | 14 |
| 索引 | 15 |

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》和GB/T 20001.1—2001《标准编写规则 第1部分：术语》的规定起草。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会(SAC/TC 93)归口。

本文件起草单位：广州海洋地质调查局、青岛海洋地质研究所、中国地质调查局油气资源调查中心、中国地质大学(北京)、西南石油大学、北京探矿工程研究所、国家地质实验测试中心、中国地质科学院勘探技术研究所。

本文件主要起草人：苏丕波、王飞飞、王平康、梁前勇、王利波、辛云路、白辰阳、付少英、林霖、李晶、郭斌斌、刘纪勇、孙运宝、肖睿、魏纳、刘协鲁、黄春华、刘春生、梁金强、陆敬安、陆红锋、于彦江、寇贝贝、龚跃华、吴学敏、刘昌岭、孙治雷、卢振权。

引 言

天然气水合物是资源量丰富的高效清洁能源，是我国第173个矿种，但与石油天然气、煤炭等传统能源学科和产业相比，天然气水合物在相关术语的称谓上仍存在不统一、不准确的现象，一义多词、一词多义等指代不一或含义不清等问题较普遍。为全面认识这一新矿种，解决该领域术语准确化、标准化和统一化问题，亟须制定天然气水合物术语标准。中国地质调查局广州海洋地质调查局联合多家单位共同制定本文件，以满足我国天然气水合物教学、科研和生产管理等方面的工作需求。

基于目前我国天然气水合物勘查开采实践，将天然气水合物术语依次划分为通用基础、天然气水合物勘查、天然气水合物开采和天然气水合物环境影响评价四部分。

天然气水合物术语

1 范围

本文件界定了天然气水合物通用基础、勘查、开采和环境影响评价领域的术语及定义。
本文件适用于天然气水合物勘查、开采和环境影响评价及其有关的教学、科研和生产管理等方面。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 通用基础

3.1

气体水合物 gas hydrate

气体分子与水分子在一定温度和压力条件下形成的类冰状固态结晶物质。

注：气体水合物中的水分子在空间上以氢键结合成笼型结构(3.3)，并在其中充填气体分子，故又称笼型水合物；其中的气体分子可以是甲烷、乙烷、丙烷等烃类气体，也可以是二氧化碳、氮气、硫化氢等非烃类气体。

3.1.1

天然气水合物 natural gas hydrate

气体组分为天然气的气体水合物(3.1)。

注：在自然界中，主要分布于深海沉积物或陆域永久冻土中，也常见于天然气输运管道内，遇火可燃烧，又称可燃冰。

3.1.2

甲烷水合物 methane hydrate

气体分子为甲烷分子的气体水合物(3.1)。

3.2

天然气水合物晶体结构 crystal structure of natural gas hydrate

天然气水合物晶体内部的水分子以一定的规律在三维空间周期性排列，气体分子充填于笼型空间内。

注：目前，自然界中已发现的天然气水合物晶体结构一般有I型、II型、H型三种。其中I型为立方体心结构，理论分子式为 $6X \cdot 2Y \cdot 46H_2O$ ；II型为菱形立方结构，理论分子式为 $8X \cdot 16Y \cdot 136H_2O$ ；H型为六方结构，理论分子式为 $1X \cdot 3Y \cdot 2Z \cdot 34H_2O$ 。X、Y、Z分别代表大、小、中三种笼型结构(3.3)。

3.3

笼[型结构] cage

孔穴 cavity

天然气水合物晶体结构(3.2)中水分子以氢键结合成球形“笼(子)”的立体结构。

注：在I型天然气水合物(3.8)和II型天然气水合物(3.9)中，有大、小两种笼型结构，在H型天然气水合物(3.10)中，有大、中、小三种笼型结构。

3.4

主体分子 host molecule

气体水合物中参与形成笼型结构(3.3)的水分子。

3.5

客体分子 guest molecule

充填于气体水合物笼型结构(3.3)中的气体分子，如甲烷、乙烷、丙烷、二氧化碳、氮气、硫化氢等。

3.6

笼子占有率 cage occupancy

孔穴充填率

天然气水合物中充填客体分子的孔穴(3.3)占总孔穴数量的比例。

注：天然气水合物晶体中的孔穴通常不会被客体分子完全占据，会存在一定数量的空孔穴。

3.7

水合数 hydration number

气体水合物中水分子与气体分子的物质的量的比值。

注：气体水合物的分子式可表示为 $M \cdot nH_2O$ ，其中M为气体分子，n为水合数。

3.8

I型天然气水合物 structure I natural gas hydrate

晶体结构为I型结构的天然气水合物。

参见：天然气水合物晶体结构(3.2)。

3.9

II型天然气水合物 structure II natural gas hydrate

晶体结构为II型结构的天然气水合物。

参见：天然气水合物晶体结构(3.2)。

3.10

H型天然气水合物 structure H natural gas hydrate

晶体结构为H型结构的天然气水合物。

参见：天然气水合物晶体结构(3.2)。

3.11

渗漏型天然气水合物 seepage natural gas hydrate

深部高通量的烃类气体沿通道进入天然气水合物稳定域(3.28)形成的天然气水合物。

注：其特点是产出集中、埋藏较浅，形成于地层中的裂缝或孔洞中，通常肉眼可见天然气水合物结晶体。

3.12

扩散型天然气水合物 diffusion natural gas hydrate

孔隙流体中溶解的原地生成甲烷或者深部向上扩散甲烷形成的天然气水合物。

注：其特点是分布广泛、埋藏较深，形成于地层沉积物颗粒间的微孔隙中，一般肉眼不可见天然气水合物晶体。

3.13

孔隙[充填]型天然气水合物 pore-filling natural gas hydrate

赋存于沉积物孔隙中的天然气水合物。

3.14

裂隙[充填]型天然气水合物 fracture-filling natural gas hydrate

赋存于沉积物裂隙中的天然气水合物。

3.15

生物成因[天然]气水合物 biogenic natural gas hydrate

由生物气形成的天然气水合物。

3.16

热成因[天然]气水合物 thermogenic natural gas hydrate

由热成因气形成的天然气水合物。

3.17

混合成因[天然]气水合物 mixed genetic natural gas hydrate

由生物气和热成因气混合形成的天然气水合物。

3.18

层状天然气水合物 layered natural gas hydrate

以层状或似层状分布于沉积物中的天然气水合物。

3.19

块状天然气水合物 massive natural gas hydrate

以块状形式分布于沉积物中的天然气水合物。

3.20

脉状天然气水合物 vein-like natural gas hydrate

以脉状形式分布于沉积物中的天然气水合物。

3.21

浸染状天然气水合物 disseminated natural gas hydrate

以分散细粒状分布于沉积物中的天然气水合物。

3.22

结核状天然气水合物 nodular natural gas hydrate

以结核状分布于沉积物中的天然气水合物。

3.23

[天然气水合物]微观赋存模式 pore habit of natural gas hydrate

沉积物孔隙中水合物与沉积物颗粒的相对空间位置关系。

注：天然气水合物微观赋存模式主要有悬浮、接触和胶结三种。

3.24

[天然气水合物]饱和度 natural gas hydrate saturation

沉积物中天然气水合物体积与储集空间体积的比值。

3.25

[天然气水合物]气水比 gas to water volumetric ratio of natural gas hydrate

在一定温度、压力条件下，单位体积天然气水合物完全分解产生的气体体积与水体积的比值。

3.26

产气因子 gas hydrate yield; gas expansion factor

在地面标准条件下，1 m³ 天然气水合物完全分解产生的天然气体积数。

注：地面标准条件指温度为20℃、压强为0.101 MPa。

3.27

天然气水合物相图 natural gas hydrate phase diagram

表示天然气水合物、气体与水三种物质的状态与温度、压力、组成之间关系的热力学图解。

3.28

[天然气水合物]稳定域 natural gas hydrate stability zone; GHSZ

[天然气水合物]稳定带

温度和压力条件适合天然气水合物形成并保持稳定的区域。

3.29

天然气水合物成藏系统 natural gas hydrate accumulation system

天然气水合物矿藏及其成藏所需的地质要素在时空上的耦合配置关系和作用。

3.30

[天然气水合物生成]诱导期 induction time of natural gas hydrate formation

[天然气水合物生成]诱导时间

从满足生成条件到开始生成天然气水合物的时间。

注：表征天然气水合物生成过程长短的重要参数。

3.31

天然气水合物过冷度 subcooling degree of natural gas hydrate

天然气水合物形成晶体的理论温度与实际温度的差值。

3.32

天然气水合物二次生成 secondary formation of natural gas hydrate

天然气水合物分解后的气体与水在适宜条件下再次生成天然气水合物的现象。

3.33

记忆效应 memory effect

在相同条件和介质中，天然气水合物分解后的水再次生成天然气水合物时，**天然气水合物生成诱导期(3.30)**明显缩短的现象。

3.34

自保护效应 self-preservation effect

在1标准大气压¹⁾和低于冰点温度的一定温区内，天然气水合物分解速率明显低于其他温区的现象。

4 天然气水合物勘查**4.1 天然气水合物勘查方法**

4.1.1

地球物理勘查[方法] geophysical exploration

通过利用含天然气水合物储集体物理特征的差异勘查天然气水合物矿产资源的方法。

注：目前，天然气水合物地球物理勘查方法主要有地震、测井和可控源电磁等。

4.1.2

地球化学勘查[方法] geochemical exploration

通过研究与天然气水合物资源有关的化学元素和化合物在沉积物、水体、气体等自然界物质中引起的地球化学特征及其分布规律勘查天然气水合物矿产资源的方法。

4.1.3

先导孔 pilot hole

为发现、评价天然气水合物分布特征、储层物性特征钻探并开展测井的钻孔。

注：常利用随钻测井或电缆测井技术，通过电阻率、声波、密度及核磁共振等测井数据综合评价，可为后续取芯工作提供指导。

4.1.4

取芯孔 coring hole

为验证天然气水合物赋存特征、获取天然气水合物实物岩芯而对天然气水合物储集体钻探并取芯的

1) 1标准大气压(atm)=101325 Pa。

井孔。

4.1.5

保压岩芯 pressure core

为保持天然气水合物稳定状态获取的保持原地层压力的含天然气水合物岩芯。

4.1.6

岩芯红外热成像 infrared thermal imaging of core

基于天然气水合物分解的吸热效应产生的低温变化，利用红外热成像技术将这一现象形成图像的方法。

注：通过红外热成像低温异常以快速确定沉积物岩芯内部天然气水合物存在情况。

4.1.7

保压岩芯X射线成像 X-ray imaging of pressure core

在保持岩芯原位压力状态下，利用X射线在岩芯不同物质中的穿透性差异进行成像的方法。

注：主要用来确定沉积物岩芯内部天然气水合物的精细分布。

4.2 天然气水合物勘查标志

4.2.1 地球物理标志

4.2.1.1

似海底反射界面 bottom simulating reflector;BSR

与海底平行或近似平行的地震反射界面。

注：含天然气水合物沉积物底界面在地震剖面上表现为BSR,是寻找天然气水合物重要的地球物理标志。

4.2.1.2

[地震]空白带 seismic blanking zone

物性相对均匀的地质体在地震剖面上通常表现为弱或空白振幅反射带。

注：天然气水合物均匀分布的区域在地震剖面上表现为振幅空白带，是寻找天然气水合物重要的地球物理标志。

4.2.1.3

极性反转 polarity reversal

地震剖面上某一反射界面与海底反射波的极性相反的现象。

注：含天然气水合物沉积物底界面与海底界面的反射波极性相反，是寻找天然气水合物重要的地球物理标志。

4.2.1.4

[天然气水合物]羽状流 bubble plume of natural gas hydrate

从海底溢出的气体在海水中产生的气泡似羽状上升流动的现象。

注：天然气水合物分解溢出海底会在地震剖面水体部分或多波束剖面出现气泡羽状流现象，是寻找天然气水合物重要的水体标志。

4.2.2 地质地貌标志

4.2.2.1

天然气水合物丘 natural gas hydrate mound

天然气水合物或者含天然气水合物的沉积物在海底形成的丘状体。

4.2.2.2

海底麻坑 pockmark

海底表面分布的凹坑现象，海底地貌图上呈现为麻点状。

注：天然气水合物分解的气体由海底下方逸出可能产生海底麻坑现象，是寻找天然气水合物的地质地貌标志。

4.2.2.3

泥火山 mud volcano

地表下的天然气或火山气体沿地下裂隙上涌，沿途混合泥砂与地下水形成泥浆涌出地表堆积成的凸起地貌。

注：部分海底泥火山与天然气水合物分布具有高度关联性，是寻找天然气水合物的地质地貌标志。

4.2.2.4

泥底辟 mud diapir

在差异重力作用或挤压作用下，深部高塑性泥质岩石向上拱起甚至刺穿上覆沉积层，形成穹隆状隆起的一种地质构造。

注：泥底辟形成的裂缝通常作为深部气源向上运移的通道，对天然气水合物的形成具有重要意义。

4.2.2.5

气烟囱 gas chimney

地层中气体强烈上侵活动在地震剖面上显示的一种似烟囱状的地震反射模糊现象。

注：气烟囱与天然气水合物分布具有高度关联性，是寻找天然气水合物的地质地貌标志。

4.2.2.6

冷泉 cold seep

来自海底沉积界面之下的以水、碳氢化合物(天然气和石油)、硫化氢、细粒沉积物为主要成分，温度与底层海水接近的流体渗漏现象。

注：冷泉广泛存在于主动和被动大陆边缘海底，是寻找天然气水合物的地质地貌标志。

4.2.3 地球化学标志

4.2.3.1

硫酸盐[还原]—甲烷[厌氧氧化]界面 sulfate-methane interface;SMI

沉积物孔隙水中的硫酸根从海底向下扩散与向上扩散的甲烷发生硫酸盐还原—甲烷厌氧氧化反应最剧烈、硫酸根耗尽的界面。

注：该界面的深度通常反映海底甲烷通量的大小。海底甲烷在厌氧微生物作用下作为电子供体，与硫酸盐(SO₄²⁻)、亚硝酸盐(NO₂⁻)、硝酸盐(NO₃⁻)、金属离子(Fe³⁺、Mn⁴⁺、Cr⁶⁺)等电子受体进行氧化还原作用。

4.2.3.2

氯离子浓度异常 chloride anomaly

沉积物孔隙水中氯离子浓度偏离背景值的现象。

注：天然气水合物形成过程中吸收环境中的水分子而排斥水中溶解离子的进入，导致孔隙水中氯离子浓度升高，反之天然气水合物分解产生的淡水导致孔隙水中氯离子浓度降低。这两种孔隙水中氯离子浓度异常通常作为天然气水合物存在的一种地球化学指示标志。

4.2.3.3

排盐效应 salt-removing effect

天然气水合物生成过程中，其晶格结构仅吸收环境中的水分子而排斥水中溶解离子的进入，导致环

境中孔隙水中氯离子等无机盐离子浓度升高的现象。

4.2.3.4

冷泉[自生]碳酸盐岩 cold seep carbonate

海底沉积物中甲烷发生厌氧氧化转化成二氧化碳后，与环境中的钙、镁等元素结合，经过化学和生物化学作用形成的碳酸盐岩。

注：冷泉自生碳酸盐岩是天然气水合物赋存环境常常伴生的一种独特的自生岩石类型，记录了天然气水合物稳定性和冷泉活动等信息，是海洋天然气水合物地球化学识别标志之一。

5 天然气水合物开采

5.1

天然气水合物试采 natural gas hydrate production test

为试验开采技术、掌握生产动态和储层参数变化规律等进行的较长时间的天然气水合物开采试验。

5.1.1

理论与模拟试验 theoretical research and simulated experiment

为验证天然气水合物开采理论开展的实验模拟和小型现场试验。

5.1.2

探索性试采 exploratory production test

为实现天然气水合物安全可采目标实施的试采。

5.1.3

试验性试采 pilot production test

为实现天然气水合物安全规模可采目标实施的试采。

5.1.4

生产性试采 trial production test

为实现天然气水合物安全经济可采目标实施的试采。

5.2

商业开采 commercial development

为实现天然气水合物规模化、效益化目标实施的开采。

5.3

降压[开采]法 depressurization method

通过降低地层压力，改变天然气水合物相平衡条件，促使其在地下分解，并采出天然气的开采方法。

注：通过控制储层流体抽取量，有序调整储层与井底压差开采天然气水合物的方法。

5.4

热激[开采]法 thermal stimulation method

通过增加地层温度，改变天然气水合物相平衡条件，促使其在地下分解，并采出天然气的开采方法。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/585242340222011241>