

# 石 墨 烯 联 盟 标 准

T/CGIA 001—2017

---

## 石墨烯材料的术语、定义及代号

Terminologies and designations for graphene materials

2017-06-26 发布

2017-06-26 实施

---

中国石墨烯产业技术创新战略联盟  
中关村华清石墨烯产业技术创新联盟

发布

# 目 次

前言 .....	II
引言 .....	III
1 范围 .....	1
2 基本术语 .....	1
3 石墨烯材料相关术语 .....	1
4 石墨烯材料常见制备方法 .....	3
5 石墨烯材料常见检测与表征方法 .....	4
6 石墨烯材料的产品代号 .....	5
附录 A（资料性附录） 不同种类的石墨烯材料的中文命名方法 .....	7
参考文献 .....	8
索引 .....	9

## 前 言

本标准按 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国石墨烯产业技术创新战略联盟和中关村华清石墨烯产业技术创新联盟联合提出并归口。

本标准由中国石墨烯产业技术创新战略联盟标准委员会负责解释。

本标准起草单位：冶金工业信息标准研究院、泰州巨纳新能源有限公司、江南石墨烯研究院、东南大学、中国科学院宁波材料技术与工程研究所、中国计量科学研究院、中国科学院半导体研究所、北京大学、中国科学院金属研究所、国家石墨烯产品质量监督检验中心（江苏）、深圳市贝特瑞新能源材料股份有限公司、中国科学院山西煤炭化学研究所、济南圣泉集团股份有限公司、哈尔滨万鑫石墨谷科技有限公司、深圳华烯新材料有限公司、青岛华高石墨烯科技股份有限公司、合肥开尔纳米能源科技股份有限公司、合肥国轩高科动力能源有限公司、宁波中车新能源科技有限公司、广州吉必盛科技实业有限公司、山东欧铂新材料有限公司、哈尔滨工业大学。

本标准主要起草人：戴石锋、梁铮、董国材、倪振华、谭平恒、刘忠范、成会明、任文才、刘兆平、丁荣、陈成猛、孙小伟、袁国辉、任玲玲、黄友元、张明东、杨续来、张秀梅、张芬红、刘成君、周旭峰、王勤生、郑应福、彭文、阮殿波、吴春蕾、唐琪雯、程金杰、贾铮。

本标准为首次发布。

## 引 言

石墨烯材料是一种具有优异的光、电、热、力等性能的新型二维纳米材料，在新能源、电子、交通运输、航空航天、海工装备、国防科技等领域极具应用潜力，成为近年来国内外科研界和产业界高度关注的重点之一。世界主要大国将石墨烯材料及其应用技术提升到国家战略层面加以重点开发，以期在由石墨烯引发的新一轮产业革命中占据主动和先机。我国政府高度重视石墨烯材料的开发与应用，在《中国制造 2025》《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》和《国家创新驱动发展战略纲要》等国家重大重要规划文件中都对石墨烯发展进行了规划和布局。发展石墨烯材料，对助推我国传统产业改造提升、支撑战略新兴产业发展壮大、带动材料产业升级换代等都有着重要的现实意义。

“石墨烯(graphene)”概念早在 20 世纪 40 年代末提出,1987 年首次在文献中使用了“graphene”一词，其表示石墨中的单层碳原子平面结构<sup>[1,2]</sup>。但近年来，随着石墨烯的研究和开发的深入，尤其在 2010 年“石墨烯”发现者获得诺贝尔物理奖后，“石墨烯”的概念及其内涵已经扩大化，学术界和产业界对石墨烯存有不同的理解。因此，制定统一、公认的“石墨烯”术语及其相关术语体系的国家标准显得尤为急迫和重要，这不仅有助于正确认识和理解“石墨烯”及其相关材料，促进产业和学术的技术交流，更有利于促进产业的健康发展。

本标准界定的术语主要包括四方面内容：

- a) 二维材料领域的基本概念；
- b) 石墨烯材料的相关术语；
- c) 石墨烯材料的常见制备方法；
- d) 石墨烯材料的表征方法。

这四方面内容构成一个有机整体，为认识石墨烯及石墨烯材料提供了系统描述。本标准还提出了石墨烯材料“产品代号”表示方法，通过“代号”中核心信息的自我公开声明，促进石墨烯产业的有序健康发展。

本标准在界定术语时遵循了三个原则：

- a) 建立以“石墨烯”为核心的术语体系，保证术语的一致性和逻辑上的完整性；
- b) 术语及其定义的界定以学术、产业共同接受为目标，不能偏颇；
- c) 力争国内和国际对术语的理解保持一致，但不拘泥于某种观点。



# 石墨烯材料的术语、定义及代号

## 1 范围

1.1 本标准规定了石墨烯材料及其制备、检测与表征方法等方面的术语和定义，以及石墨烯材料的产品代号。

1.2 本标准适用于石墨烯材料的科研、生产、流通、应用、检验等领域，是技术用语的依据。

## 2 基本术语

### 2.1

#### 石墨烯 **graphene**

每一个碳原子以  $sp^2$  杂化与三个相邻碳原子键合形成的蜂窝状结构的碳原子单层。

注：是许多碳材料的构建单元。

### 2.2

#### 层 **layer**

<二维材料>各近邻原子或离子之间以化学键相结合所构成的，且在某一维度方向上的尺寸受限的平面结构物质单元。

注：它可包含多种元素。

### 2.3

#### 堆垛方向 **stacking direction**

<二维材料>与层（2.2）所在平面垂直的方向。

### 2.4

#### 横向 **lateral direction**

<二维材料>层（2.2）所在平面的方向。

### 2.5

#### 二维材料 **two-dimensional material, 2D material**

由单层（2.2）单独构成或多层（2.2）紧密堆垛而成，堆垛方向（2.3）尺寸处于纳米或更小尺度，横向（2.4）尺寸明显大于堆垛方向尺寸的材料。

注 1：层内原子间的相互作用力应远大于层间原子之间的相互作用力。

注 2：明显大于是指大于 3 倍。

### 2.6

#### 层数 **number of layers**

<二维材料>二维材料（2.5）在堆垛方向（2.3）上所含层（2.2）的数目。

## 3 石墨烯材料相关术语

常见的石墨烯材料相关术语包括但不限于下列术语。

3.1

**单层石墨烯 single-layer graphene, 1LG**

由 1 层石墨烯 (2.1) 单独构成的二维材料 (2.5)。

注: 它可独立存在或附着在某基体上。

3.2

**双层石墨烯 bilayer graphene, 2LG**

由 2 层石墨烯 (2.1) 堆垛构成的二维材料 (2.5)。

注 1: 堆垛方式包括 AB 堆垛、AA 堆垛、AA' 堆垛等。

注 2: 它可独立存在或附着在某基体上。

3.3

**多层石墨烯 multi-layer graphene, MLG**

由 3 层或至 10 层石墨烯 (2.1) 堆垛构成的二维材料 (2.5)。

注 1: 堆垛方式包括 ABC 堆垛、ABA 堆垛等。

注 2: 它可独立存在或附着在某基体上。

3.4

**改性石墨烯 modified graphene, MG**

通过化学法或物理法在单层、双层或多层石墨烯 (3.1、3.2、3.3) 中引入其他原子或官能团的二维材料 (2.5)。

注: 常见改性方式包括氧化、氢化、氟化或异质掺杂等。

3.5

**氧化石墨烯 graphene oxide, GO**

在单层、双层或多层石墨烯 (3.1、3.2、3.3) 的表面和边界键合含氧官能团的二维材料 (2.5)。

注: 它的碳氧原子比一般小于 3.0。

3.6

**还原氧化石墨烯 reduced graphene oxide, rGO**

通过化学法或物理法部分去除氧化石墨烯 (3.5) 中含氧官能团的二维材料 (2.5)。

3.7

**石墨烯材料 graphene materials, GM**

由石墨烯单独或堆垛而成、层数不超过 10 层的碳纳米材料。

注 1: 石墨烯材料 (3.7) 包括单层石墨烯 (3.1)、双层石墨烯 (3.2)、多层石墨烯 (3.3)。

注 2: 石墨烯材料 (3.7) 包括通过修饰、改性或功能化等方式实现某些特定功能, 如改性石墨烯 (3.4)、氧化石墨烯 (3.5)、还原氧化石墨烯 (3.6) 等。

注 3: 层数超过 10 层的为石墨。

3.8

**石墨烯量子点 graphene quantum dots, GQDs**

横向 (2.4) 尺寸处于纳米尺度且具有量子限域效应的石墨烯材料 (3.7)。

3.9

**石墨烯纳米片 graphene nanosheet, GNS**

至少有一个横向 (2.4) 尺寸小于或等于 100nm 的石墨烯材料 (3.7)。

## 3.10

**石墨烯纳米带 graphene nanoribbon, GNR**

较短横向（2.4）尺寸处于纳米尺度，且较长正交横向（2.4）尺寸远大于较短横向（2.4）尺寸的条带状石墨烯材料（3.7）。

注 1：纳米尺度指处于 1nm~100nm 范围内的尺寸。

注 2：远大于指大于 10 倍。

注 3：石墨烯纳米带（3.10）属于石墨烯纳米片（3.9）的一种。

## 3.11

**石墨烯微片 graphene microsheet, GMS**

至少有一个横向（2.4）尺寸大于 100nm 的石墨烯材料（3.7）。

## 3.12

**石墨烯粉体 graphene powder**

由石墨烯纳米片（3.9）或（和）石墨烯微片（3.11）无序堆积且可以流动的聚集体。

## 3.13

**石墨烯膜 graphene film**

石墨烯晶畴在基底表面上连续铺展形成的石墨烯材料（3.7）。

## 4 石墨烯材料常见制备方法

常见制备方法包括但不限于下列方法。

## 4.1

**机械剥离法 mechanical exfoliation, ME**

通过施加物理机械力将石墨晶体解理制备石墨烯材料（3.7）的方法。

## 4.2

**化学气相沉积法 chemical vapor deposition, chemical vapour deposition, CVD**

在一定温度下含碳元素气体在衬底表面或气相中分解并沉积生成石墨烯材料（3.7）的方法。

注 1：常用金属衬底包括铜、镍等；常用非金属衬底包括二氧化硅等。

注 2：可以通过等离子体或微波等方式促进碳源分解。

## 4.3

**氧化还原法 oxidation and reduction, OR**

石墨经氧化、剥离、还原等工艺环节制备成石墨烯材料（3.7）的方法。

## 4.4

**热裂解法 pyrolysis, Py**

在一定温度下将含有碳元素的化合物（如碳化硅 SiC、生物质或聚合物等）通过热裂解的方式生成石墨烯材料（3.2.7）的方法。

注：该方法可借助或不借助催化剂。

## 4.5

**插层剥离法 intercalation exfoliation, IE**

将其他原子或分子插入石墨层间，进而将石墨解理制备石墨烯材料（3.7）的方法。

注：常用插层原子或分子包括溴（Br<sub>2</sub>）、氯化铁（FeCl<sub>3</sub>）、有机分子等。



#### 4.6

##### 液相剥离法 **liquid exfoliation, LE**

在添加或未添加表面活性剂的溶剂中通过超声、高压液流等方式将石墨解理制备石墨烯材料（3.7）的方法。

注：常用溶剂包括水、N 甲基吡咯烷酮（NMP）、二甲基甲酰胺（DMF）等。

#### 4.7

##### 电弧放电法 **arc-discharge, AD**

利用阴阳电极间的电弧放电，石墨阳极在强电流下蒸发，在一定气氛下凝结生成石墨烯材料（3.7）的方法。

### 5 石墨烯材料常见检测与表征方法

#### 5.1

##### 扫描探针显微术 **scanning probe microscopy, SPM**

利用测量扫描探针与样品表面相互作用所产生的信号，在纳米级或原子级的水平上研究物质表面的原子和分子的几何结构及相关的物理、化学性质的分析技术。

[GB/T 19619—2004，定义 3.6.1]

注 1：常用于石墨烯材料的扫描探针显微术包括扫描隧道显微术（scanning tunneling microscopy, STM）、原子力显微术（atomic force microscopy, AFM）、扫描近场光学显微术（scanning near-field optical microscopy, SNOM）等。

注 2：该方法应用于测定石墨烯材料的微观形貌和结构、厚度、层数等。

#### 5.2

##### 扫描电子显微术 **scanning electron microscopy, SEM**

利用扫描入射电子束与样品表面相互作用所产生的各种信号（如二次电子、X 射线谱等），采用不同的信号检测器来观察样品表面形貌和化学组分的分析技术。

[GB/T 19619—2004，定义 3.6.2]

注：该方法应用于测定石墨烯材料的微观形貌和结构等。

#### 5.3

##### 透射电子显微术 **transmission electron microscopy, TEM**

以透射电子为成像信号，通过电子光学系统的放大成像观察样品的微观组织和形貌的分析技术。

[GB/T 19619—2004，定义 3.6.3]

注：该方法应用于测定石墨烯材料的微观形貌和结构等。

#### 5.4

##### X 射线衍射法 **X-ray diffractometry, XRD**

根据物质的 X-射线衍射图谱特征，对其物相和结构等进行测定的分析方法。

[GB/T 19619—2004，定义 3.6.5]

注：该方法常用于分析石墨烯材料的晶体结构，如层间距、结晶性等。

#### 5.5

##### X 射线光电子能谱分析法 **X-ray photoelectron spectroscopy, XPS**

利用 X 射线作为激发源，将样品的原子或分子的内层电子或价电子受激发射出来，再根据这些受激电子的能谱对样品表面的组成、结构、化学状态等进行定性、半定量或定量分析的方法。

注：该方法常用于石墨烯材料的表面元素及其价态的定性和定量分析等。

## 5.6

### 拉曼光谱法 Raman spectrometry, RS

以单色光照射试样，有一小部分入射光与样品分子碰撞后产生非弹性散射，由于此谱线的产生往往涉及分子的振动能级的变化。

[GB/T 14666—2003，定义 4.2.11]

注：该方法常用于表征石墨烯材料的层数、缺陷、堆垛方式和电子能带结构等。

## 5.7

### 光学对比度法 optical contrast, OC

基于石墨烯材料与衬底的反射光强度的相对对比度来判断石墨烯材料层数的方法。

## 5.8

### 红外吸收光谱法 infrared absorption spectrometry

研究红外辐射与试样分子振动和（或）转动能级相互作用，利用红外吸收谱带的波长位置和吸收强度来测定样品组成、分子结构等的分析方法。

[GB/T 14666—2003，定义 4.2.10]

注：该方法常用于表征石墨烯材料的组成、官能团、层数等。

## 5.9

### 紫外可见近红外分光光度测定法 UV-visible-infrared spectrophotometry

测量样品在紫外可见近红外波段的分光光度的方法。

## 5.10

### BET 法 BET absorption method

根据压力和吸附量的关系，用 BET 方程计算出粉末表面气体单分子层的吸附量，进而求比表面积的方法。

[GB/T 19619—2004，定义 3.6.12]

注：该方法常用于分析石墨烯材料的比表面积。

## 6 石墨烯材料的产品代号

### 6.1 一般原则

6.1.1 石墨烯材料产品代号由种类代号、平均层数代号、制备方法代号依次排列，并且各代号之间以“-”连接所构成，示例见图 1。

6.1.2 种类代号、平均层数代号、制备方法代号如表 1 所示。

6.1.3 在实际生产和贸易中，可按需在制备方法代号之后增加产品相关信息，如纯度、碳氧含量比、用途等，相关代号由企业自行确定。

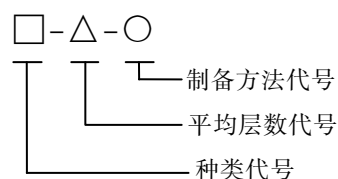


图 1 石墨烯材料产品代号示意图

表 1 石墨烯材料产品代号

代号类别	名称	代号
种类代号	氧化石墨烯	GO
	还原氧化石墨烯	rGO
	改性石墨烯	MG
	石墨烯材料	GM <sup>a</sup>
平均层数代号	$n$ 层	$nL^b$
	1 层	1L
	2 层	2L
	多层	ML
制备方法代号	机械剥离法	ME
	化学气相沉积法	CVD
	氧化还原法	OR
	热裂解法	Py
	插层剥离法	IE
	液相剥离法	LE
	电弧放电法	AD
	其他制备方法	OTH <sup>c</sup>
<sup>a</sup> 通用代号，在不具体明示种类时可用 GM 表示。 <sup>b</sup> $n$ 为石墨烯材料的平均层数。若平均层数计算值为非整数，应修约为整数。宜告知测量层数所采用的方法。 <sup>c</sup> 未列举的其他制备方法的代号。		

## 6.2 示例

示例 1：以机械剥离法制备的单层石墨烯，其产品代号为 GM-1L-ME。

示例 2：以氧化还原法制备的多层还原氧化石墨烯（平均层数为 5 层），其产品代号为 rGO-5L-OR。

示例 3：以化学气相沉积法制备的石墨烯材料（平均层数为 2 层），其产品代号为 GM-2L-CVD。

## 附录 A

(资料性附录)

## 不同种类的石墨烯材料的中文命名方法

## A.1 一般原则

A.1.1 不同种类的石墨烯材料的名称由“[层数]”“[制备/改性/功能化方式]”“石墨烯”“[形态及尺寸]”四个部分依次构成。

A.1.2 “[层数]”部分指“单层”“双层”“多层”等层数修饰语。

A.1.3 “[制备/改性/功能化方式]”部分指“化学气相沉积”“机械剥离”“氧化”“氢化”“氟化”等制备/改性/功能化修饰语。

A.1.4 “[形态及尺寸]”部分指“量子点”“纳米片”“微片”“膜”“粉体”等形态及尺寸修饰语。

## A.2 示例

石墨烯材料的中文命名方法示例如图 A.1 所示，图中实心圆所代表的石墨烯材料的名称为“双层化学气相沉积石墨烯膜”。

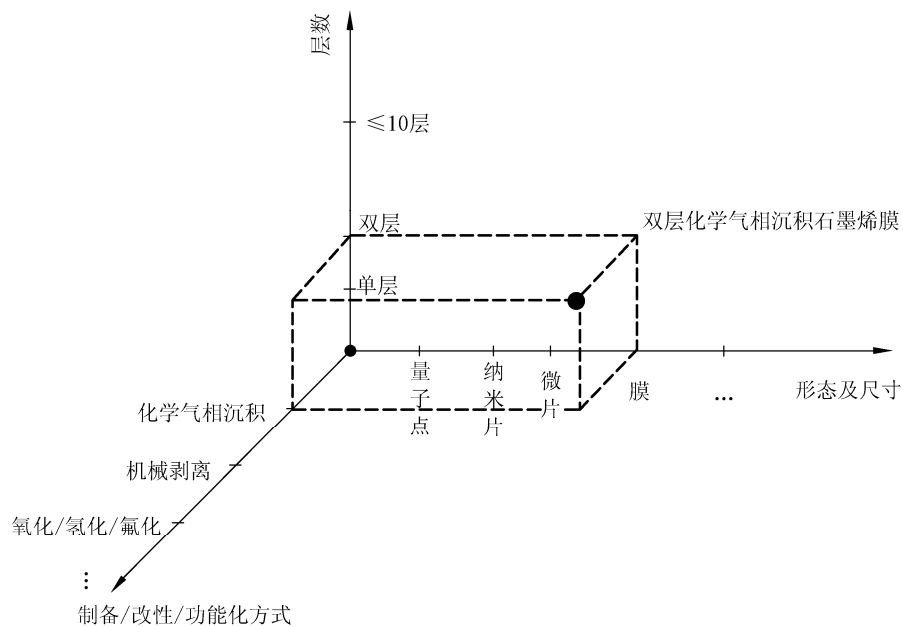


图 A.1 石墨烯材料中文命名方法示意图

## 参 考 文 献

- [1] Geim et. al., The rise of graphene, Nature Materials vol.6, 183-191, 2007。
- [2] The international editorial team for Carbon, All in the graphene family - A recommended nomenclature for two-dimensional carbon materials, Carbon 65(2013)1-6, 2013。

## 索 引

## 汉语拼音索引

<b>B</b>	
BET 法·····	5.10
<b>C</b>	
插层剥离法·····	4.5
层·····	2.2
层数·····	2.6
<b>D</b>	
单层石墨烯·····	3.1
电弧放电法·····	4.7
堆垛方向·····	2.3
多层石墨烯·····	3.3
<b>E</b>	
二维材料·····	2.5
<b>G</b>	
改性石墨烯·····	3.4
光学对比度法·····	5.7
<b>H</b>	
横向·····	2.4
红外吸收光谱法·····	5.8
还原氧化石墨烯·····	3.6
化学气相沉积法·····	4.2
<b>J</b>	
机械剥离法·····	4.1
<b>L</b>	
拉曼光谱法·····	5.6
<b>R</b>	
热裂解法·····	4.4
<b>S</b>	
扫描电子显微术·····	5.2
扫描探针显微术·····	5.1
石墨烯·····	2.1
石墨烯材料·····	3.7

石墨烯粉体·····	3.12
石墨烯量子点·····	3.8
石墨烯膜·····	3.13
石墨烯纳米带·····	3.10
石墨烯纳米片·····	3.9
石墨烯微片·····	3.11
双层石墨烯·····	3.2
<b>T</b>	
透射电子显微术·····	5.3
<b>X</b>	
X 射线光电子能谱分析法·····	5.5
X 射线衍射法·····	5.4
<b>Y</b>	
氧化还原法·····	4.3
氧化石墨烯·····	3.4
液相剥离法·····	4.6
<b>Z</b>	
紫外可见近红外分光光度测定法·····	5.9

## 英文对应词索引

<b>A</b>	
arc-discharge·····	4.7
<b>B</b>	
BET absorption method·····	5.10
bilayer graphene·····	3.2
<b>C</b>	
chemical vapor deposition·····	4.2
chemical vapour deposition·····	4.2
<b>L</b>	
layer·····	2.2
lateral direction·····	2.4
liquid exfoliation·····	4.6
<b>M</b>	
mechanical exfoliation·····	4.1
modified graphene·····	3.4
multi-layer graphene·····	3.3
<b>N</b>	
number of layers·····	2.6

**G**

graphene	2.1
graphene film	3.13
graphene materials	3.7
graphene microsheet	3.11
graphene nanoribbon	3.10
graphene nanosheet	3.9
graphene oxide	3.5
graphene powder	3.12
graphene quantum dots	3.8

**P**

pyrolysis	4.4
-----------	-----

**R**

Raman spectrometry	5.6
reduced graphene oxide	3.6

**S**

scanning electron microscopy	5.2
scanning probe microscopy	5.1
stacking direction	2.3
single-layer graphene	3.1

**T**

transmission electron microscopy	5.3
two-dimensional material	2.5

**U**

UV-visible-infrared spectrophotometry	5.9
---------------------------------------	-----

**X**

X-ray diffractometry	5.4
X-ray photoelectron spectroscopy	5.5





石墨烯联盟标准  
石墨烯材料的术语、定义及代号  
T/CGIA 001—2017

---

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 15 千字  
2017 年 7 月第 1 版 2017 年 7 月第 1 次印刷

\*

( 版权归中国石墨烯产业技术创新战略联盟和  
中关村华清石墨烯产业技术创新联盟所有 )

