



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 9441—2021

代替 GB/T 9441—2009

## 球墨铸铁金相检验

Metallographic test method for spheroidal graphite cast iron

(ISO 945-4:2019, Microstructure of cast irons—Part 4: Test method  
for evaluating nodularity in spheroidal graphite cast irons, MOD)

2021-12-31 发布

2022-07-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

|   |    |
|---|----|
| 前言 .....  | I  |
| 1 范围 .....                                      | 1  |
| 2 规范性引用文件 .....                                 | 1  |
| 3 术语和定义 .....                                   | 1  |
| 4 球化率计算 .....                                   | 2  |
| 5 金相试样制备 .....                                  | 2  |
| 6 检验规则 .....                                    | 2  |
| 7 检验项目 .....                                    | 3  |
| 8 结果表示 .....                                    | 6  |
| 9 检验报告 .....                                    | 6  |
| 附录 A (资料性) 本文件与 ISO 945-4:2019 相比的结构变化情况 .....  | 7  |
| 附录 B (资料性) 本文件与 ISO 945-4:2019 的技术性差异及其原因 ..... | 8  |
| 附录 C (资料性) 石墨颗粒形态分类 .....                       | 10 |
| 附录 D (资料性) 典型石墨颗粒圆整度参照表 .....                   | 12 |
| 附录 E (规范性) 球墨铸铁球化率评级图 .....                     | 13 |
| 附录 F (规范性) 石墨颗粒数评定对比图 .....                     | 23 |
| 附录 G (规范性) 石墨颗粒大小评级图 .....                      | 33 |
| 附录 H (规范性) 珠光体含量评级图 .....                       | 36 |
| 附录 I (规范性) 磷共晶含量评级图 .....                       | 42 |
| 附录 J (规范性) 碳化物含量评级图 .....                       | 45 |

## 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》的规定起草。

本文件代替 GB/T 9441—2009《球墨铸铁金相检验》，与 GB/T 9441—2009 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术内容变化如下：

- 增加了术语最大弗雷德直径(见 3.1)和颗粒圆整度(见 3.2)；
- 增加了石墨颗粒圆整度计算公式(见 3.2)；
- 增加了术语球形石墨颗粒(见 3.3)和石墨颗粒数(见 3.6)；
- 增加了铸件本体取样规定(见 5.2)；
- 更改了球墨铸铁球化率的定义及其计算公式(见 4.1, 2009 年版的 4.1.1)；
- 更改了球化率分级和评定方法(见 7.1, 2009 年版的 4.1), 更改了球化率评级参考图(见附录 E, 2009 年版的 4.1.1 的图 1~图 6)；
- 更改了图像法评定球化率的方法(见 7.1.4, 2009 年版的 4.1.4)；
- 删除了分散分布的铁素体数量分级(见 2009 年版的 4.4)；
- 增加了球墨铸铁球化率评级图(见附录 E)；
- 增加了石墨颗粒数评定对比图(见附录 F)；
- 更改了石墨颗粒大小分级图(见图 G.1, 2009 年版的 4.2.3 图 1~图 12)；
- 增加了珠光体含量评级图(见附录 H)；
- 增加了磷共晶含量评级图(见附录 I)；
- 增加了碳化物含量评级图(见附录 J)。

本文件使用重新起草法修改采用 ISO 945-4:2019《铸铁显微组织 第 4 部分：球墨铸铁球化率评定方法》。本文件与 ISO 945-4:2019 相比，在结构上有较多调整，附录 A 中列出了本文件与 ISO 945-4:2019 的章条编号对照一览表。本文件与 ISO 945-4:2019 的其他技术性差异及其原因见附录 B。

本文件与 ISO 945-4:2019 相比，还做了下列编辑性修改：

- 文件名称由 ISO 945-4:2019 的《铸铁显微组织 第 4 部分：球墨铸铁球化率评定方法》修改为《球墨铸铁金相检验》。
- 增加了附录 A、附录 B 和附录 C。

本文件由全国铸造标准化技术委员会(SAC/TC 54)提出并归口。

本文件起草单位：河海大学、中车戚墅堰机车车辆工艺研究所有限公司、浙江省机电设计研究院有限公司、新疆金风科技股份有限公司、广西玉柴机器配件制造有限公司、青岛三合山精密铸造有限公司、山东汇金股份有限公司、常州钜苓铸造有限公司、龙南龙钷重稀土科技股份有限公司、金雷科技股份有限公司、宁波拓铁机械有限公司、襄阳金耐特机械股份有限公司、江苏钢锐精密机械有限公司、浙江泰瑞重型机械有限公司、山东隆基机械股份有限公司、阜新力达钢铁铸造有限公司、山东汽车制造有限公司、禹州市恒利来合金有限责任公司、第一拖拉机股份有限公司、烟台市产品质量监督检验所、沈阳铸造研究所有限公司、上海汇众汽车制造有限公司、安徽省机械科学研究所有限责任公司、酒泉钢铁(集团)有限责任公司、中国兵器科学研究院宁波分院、中车永济电机有限公司。

本文件主要起草人：王泽华、陈凯敏、梁会雷、张欣、夏小江、潘东杰、俞旭如、宋贤发、万曙雄、方涛、吴宝成、李锋军、李喆、陶前昭、李春林、张杰、杨清、萧勇、梁立胜、牛传勇、闫兴义、帅德军、张士鹏、刘建策、崔兰芳、吴海平、张寅、王昱方、刘燕、余浪、王凯、刘洋、柳红蕾、李明波、王晨均、高仁强、张有余、

**GB/T 9441—2021**

赵洁、朱宇瑾、周志强。

本文件所代替标准历次版本发布情况为：

——1988年首次发布为 GB/T 9441—1988，2009年第一次修订；

——本次是第二次修订。

# 球墨铸铁金相检验

## 1 范围

本文件规定了球墨铸铁的球化率计算、金相试样制备、检验规则、检验项目和评级图、结果表示和检验报告。

本文件规定了目视法评定球墨铸铁显微组织及用计算机图像分析软件评定球墨铸铁球化率的方法。

本文件适用于评定铸态、正火态、退火态球墨铸铁的金相组织。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 5611 铸造术语

GB/T 13298 金属显微组织检验方法

## 3 术语和定义

GB/T 5611 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 最大弗雷德直径 maximum F $\acute{e}$ ret diameter

石墨颗粒外缘轮廓上任意两点之间的最大直线距离  $l_m$ 。

注：最大弗雷德直径 ( $l_m$ ) 用于表示石墨颗粒大小，见图 1。

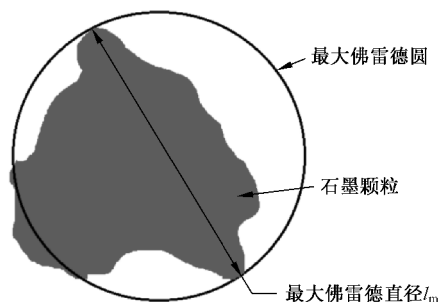


图 1 石墨颗粒最大弗雷德直径示意图

### 3.2

#### 颗粒圆整度 particle roundness

石墨颗粒面积除以最大弗雷德直径的石墨颗粒的圆面积。

石墨颗粒圆整度计算见公式(1)。

$$\rho = \frac{A}{A_m} = \frac{4A}{\pi l_m^2} \dots\dots\dots (1)$$