



中华人民共和国国家标准

GB/T 9441—2009
代替 GB/T 9441—1988

球墨铸铁金相检验

Metallographic test for spheroidal graphite cast iron

(ISO 945-1;2008, Microstructure of cast irons—
Part 1: Graphite classification by visual analysis, MOD)

2009-10-30 发布

2010-04-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

前 言

本标准修改采用 ISO 945-1:2008《铸铁金相组织 第1部分:石墨分类 目测法》(英文版)。

本标准与 ISO 945-1:2008 相比,其主要技术性差异如下:

- 修改采用了 ISO 945-1:2008 中的Ⅳ~Ⅵ型石墨部分,并在结构上作了编辑性修改;
- 修改采用了 ISO 945-1:2008 中的Ⅳ~Ⅵ型石墨尺寸和Ⅵ型、Ⅴ型石墨球数计算部分;
- 将石墨形态分类示意图及附录 A、附录 C 内容合并作为资料性附录 A;
- 增加了珠光体数量、分散分布铁素体数量、碳化物数量、磷共晶数量的评定方法及相应评级图。

本标准代替 GB/T 9441—1988《球墨铸铁金相检验》。

本标准与 GB/T 9441—1988 相比,主要技术内容变化如下:

- 修改了原标准 4.1 球化分级与评定部分,采用 ISO 945 石墨为球状(Ⅵ型)和团状(Ⅴ型)石墨颗数所占石墨数量的比例作为球化率,更换了原标准的球化分级图;
- 将原附录 A 中计算规则作为 4.1.2 的内容;
- 增加了球化率的图像分析方法;
- 增加了第 5 章结果表示,第 6 章试验报告;
- 删除了“检验规则”项目,检验规则的内容全部并入相应的检验项目中;
- 删除了“珠光体粗细”检验项目;
- 将渗碳体改为碳化物;
- 修改了附录 A 内容,将 ISO 945 中石墨分类及典型图片作为附录 A。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国铸造标准化技术委员会(SAC/TC 54)归口。

本标准负责起草单位:上海材料研究所。

本标准参加起草单位:东南大学、佛山市顺德区中天创展球铁有限公司、无锡一汽铸造有限公司、沈阳铸造研究所、东风汽车有限公司工艺研究所、一汽铸造有限公司、安徽神剑科技股份有限公司。

本标准主要起草人:杨力、孙国雄、陈永成、俞旭如、张寅、洪晓先、王成刚、王春亮、魏传颖。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 9441—1988。

球墨铸铁金相检验

1 范围

本标准规定了在光学显微镜下球墨铸铁显微组织的评定方法。

本标准对球化分级、石墨大小、石墨球数、珠光体数量、分散分布的铁素体数量、磷共晶数量和碳化物数量的评定方法作了规定,列出了相应评级图。

本标准适用于评定普通和低合金球墨铸铁铸态、正火态、退火态的金相组织。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 13298 金属显微组织检验方法

3 试样的制备

3.1 金相试样应在与铸件同时浇注、同炉热处理的试块或铸件上截取。

3.2 金相试样的制备按 GB/T 13298 的规定执行,截取和制备金相试样过程中应防止组织发生变化、石墨剥落及石墨曳尾,试样表面应光洁,不允许有粗大的划痕。

4 检验项目和评级图

4.1 球化分级和评定

4.1.1 根据附录 A 中石墨为球状(VI型)和团状(V型)石墨个数所占石墨总数的百分比作为球化率,将球化率分为六级。见表 1 和图 1~图 6。

4.1.2 球化率计算时,视场直径为 70 mm,被视场周界切割的石墨不计数,放大 100 倍时,少量小于 2 mm 的石墨不计数。若石墨大多数小于 2 mm 或大于 12 mm 时,则可适当放大或缩小倍数,视场内的石墨数一般不少于 20 颗。

4.1.3 在抛光态下检验石墨的球化分级,首先观察整个受检面,选三个球化差的视场的多数对照评级图目视评定,放大倍数为 100 倍。

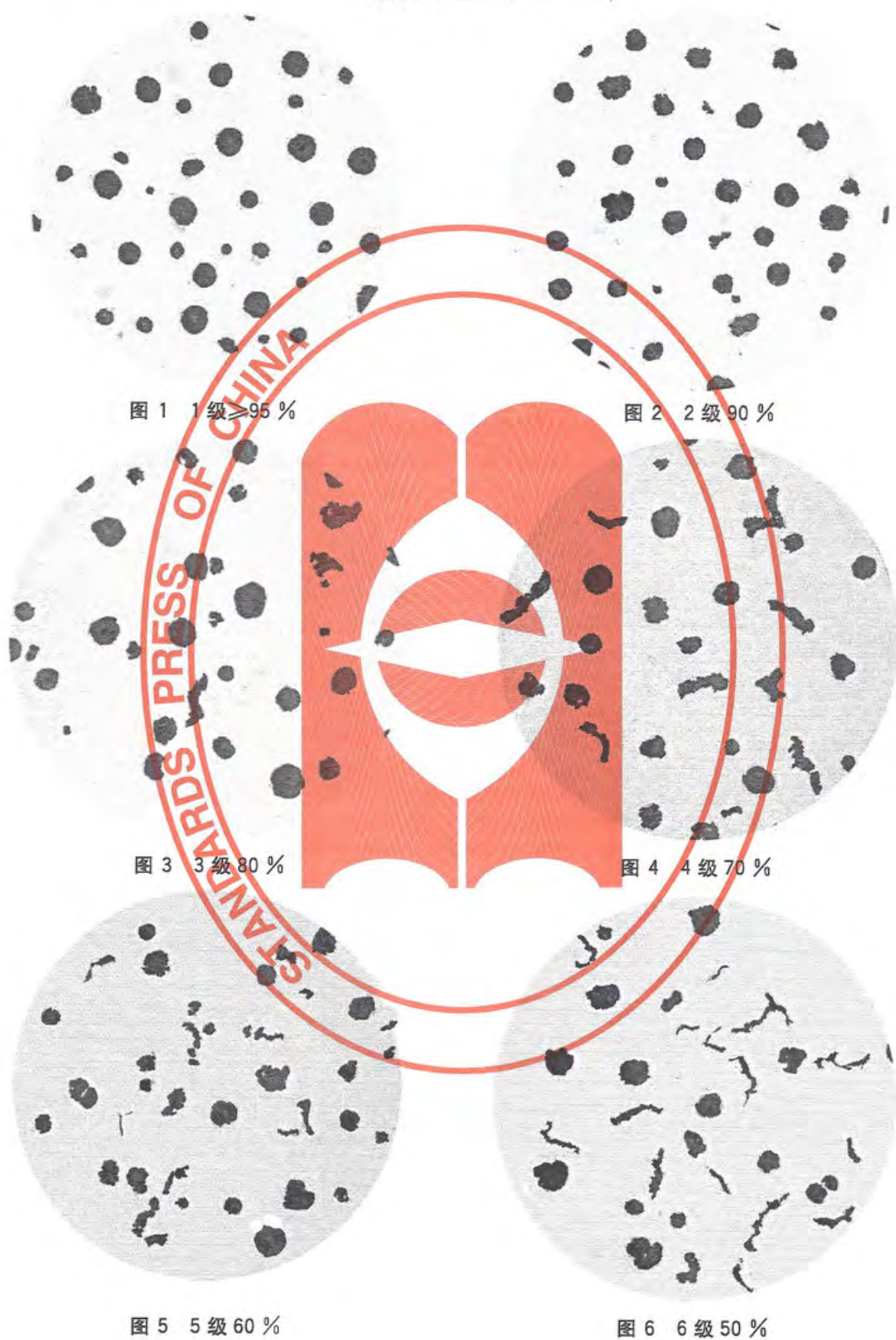
4.1.4 采用图像分析仪进行评定时,在抛光态下直接进行阈值分割提取石墨球,按 4.1.1 计算球化率及评定级别。首先观察整个受检面,选三个球化差的视场进行测量,取平均值。

表 1 球化分级

球化级别	球化率	图 号
1 级	$\geq 95\%$	1
2 级	90%	2
3 级	80%	3
4 级	70%	4
5 级	60%	5
6 级	50%	6

GB/T 9441—2009

球化分级图(100×)



4.2 石墨大小和评定

4.2.1 抛光态下检验石墨大小,放大倍数 100 倍。首先观察整个受检面,选取有代表性视场,计算直径大于最大石墨球半径的石墨球直径的平均值,对照相应的评级图评定。

4.2.2 采用图像分析仪,在抛光态下直接进行阈值分割提取石墨球,选取有代表性视场,计算直径大于最大石墨球半径的石墨球直径的平均值。

4.2.3 石墨大小分为 6 级,见表 2 和图 7~图 12。

表 2 石墨大小分级

级 别	在 100×下观察,石墨长度/mm	实际石墨长度/mm	图 号
3	>25~50	>0.25~0.5	7
4	>12~25	>0.12~0.25	8
5	>6~12	>0.06~0.12	9
6	>3~6	>0.03~0.06	10
7	>1.5~3	>0.015~0.03	11
8	≤1.5	≤0.015	12

注:石墨大小在 6 级~8 级时,可使用 200×或 500×放大倍数。

石墨大小分级图(100×)



图 7 3 级

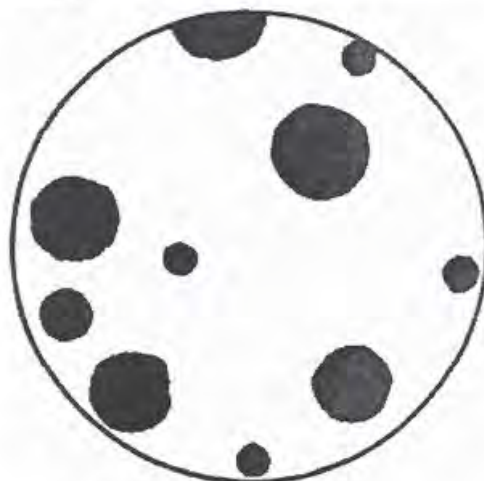


图 8 4 级

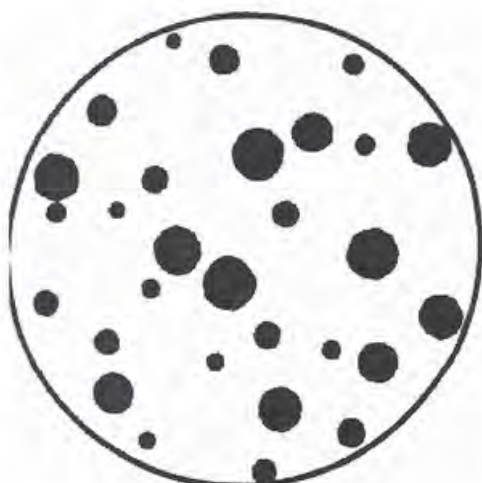


图 9 5 级

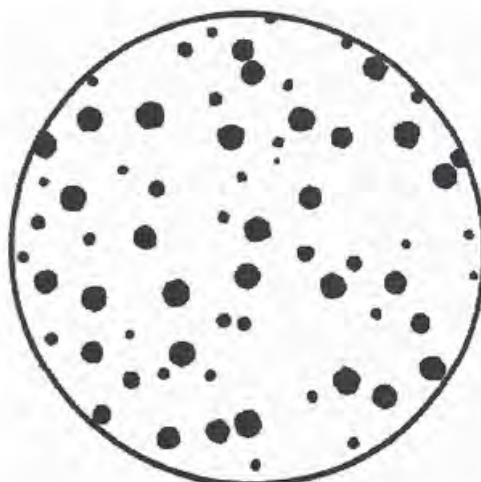


图 10 6 级

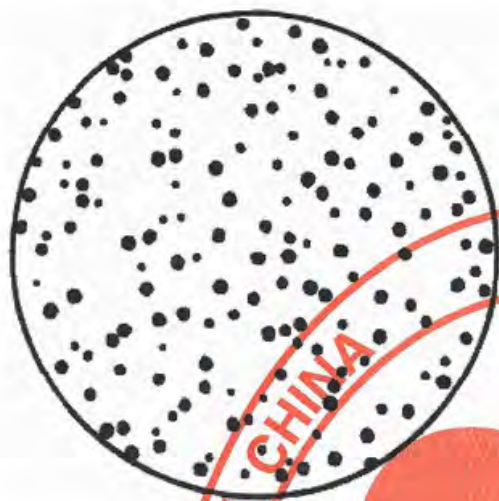


图 11 7 级

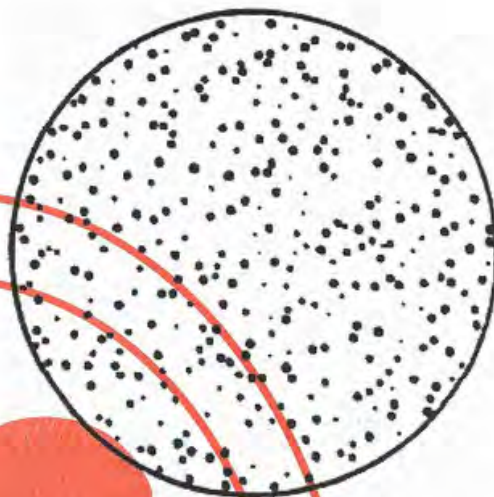


图 12 8 级

4.3 珠光体数量

4.3.1 抛光态试样经 2%~5% 硝酸酒精溶液侵蚀后, 检验珠光体数量(铁素体+珠光体=100%), 放大倍数 100 倍。选取有代表性的视场对照相应的评级图评定。

4.3.2 珠光体数量按石墨大小分列 A、B 两组图片, 见表 3 和图 13~图 24。

表 3 珠光体数量分级

级别名称	珠光体数量/%	图 号
珠 95	>90	13A、13B
珠 85	>80~90	14A、14B
珠 75	>70~80	15A、15B
珠 65	>60~70	16A、16B
珠 55	>50~60	17A、17B
珠 45	>40~50	18A、18B
珠 35	>30~40	19A、19B
珠 25	≈25	20A、20B
珠 20	≈20	21A、21B
珠 15	≈15	22A、22B
珠 10	≈10	23A、23B
珠 5	≈5	24A、24B

珠光体数量分级图(100×)



图 13A 珠 95

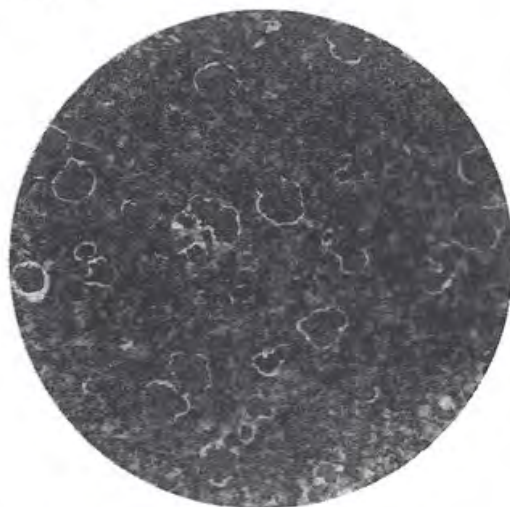


图 13B 珠 95



图 14A 珠 85



图 14B 珠 85



图 15A 珠 75

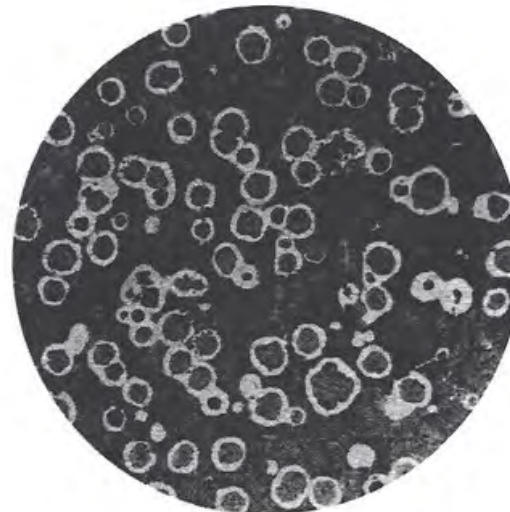


图 15B 珠 75

GB/T 9441—2009

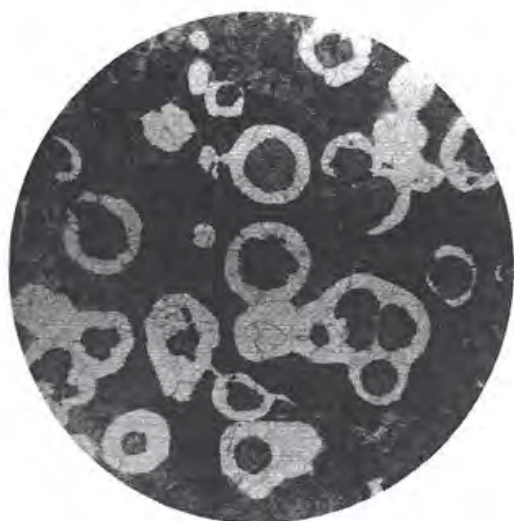


图 16A 珠 65

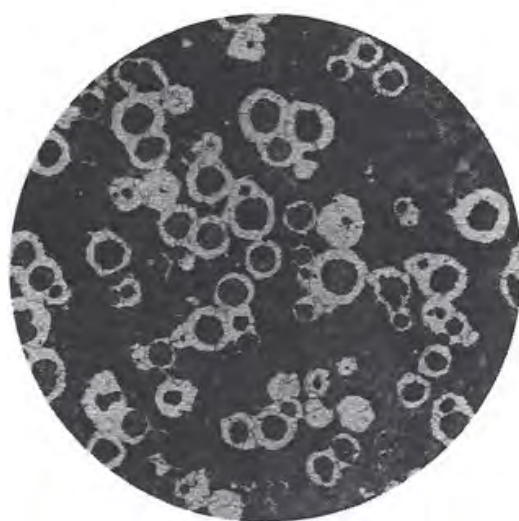


图 16B 珠 65



图 17A 珠 55



图 17B 珠 55



图 18A 珠 45

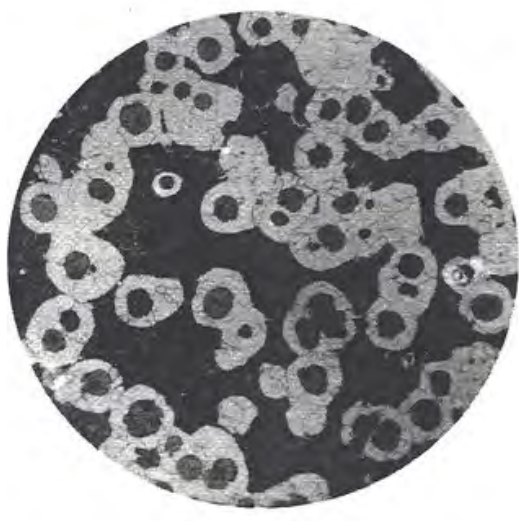


图 18B 珠 45

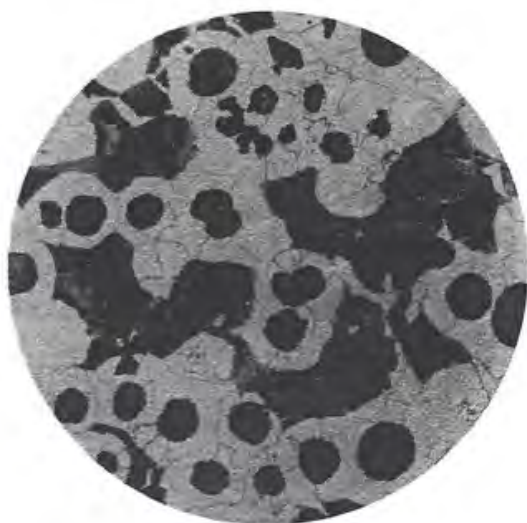


图 19A 珠 35



图 19B 珠 35

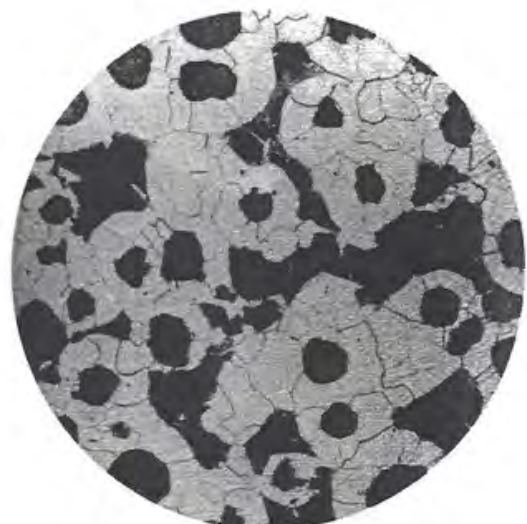


图 20A 珠 25

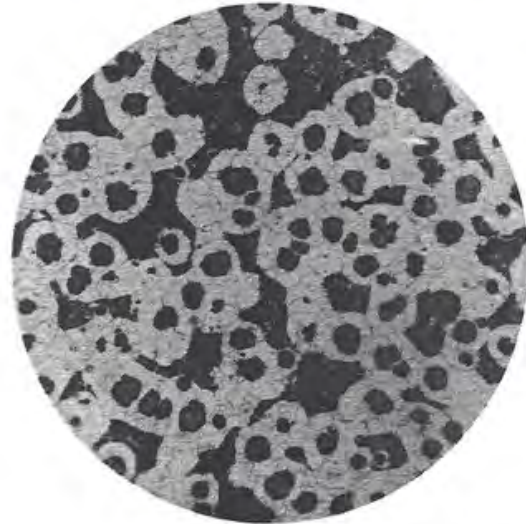


图 20B 珠 25

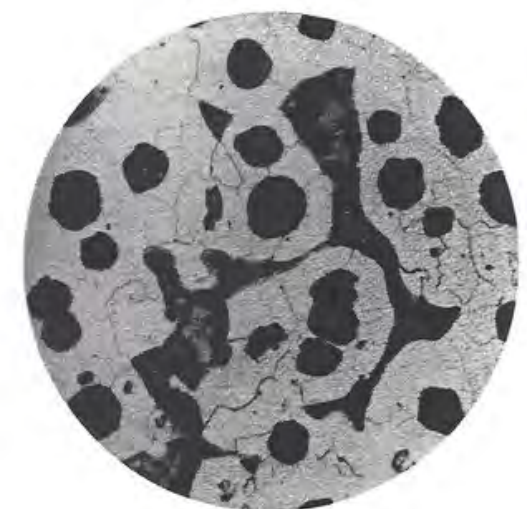


图 21A 珠 20

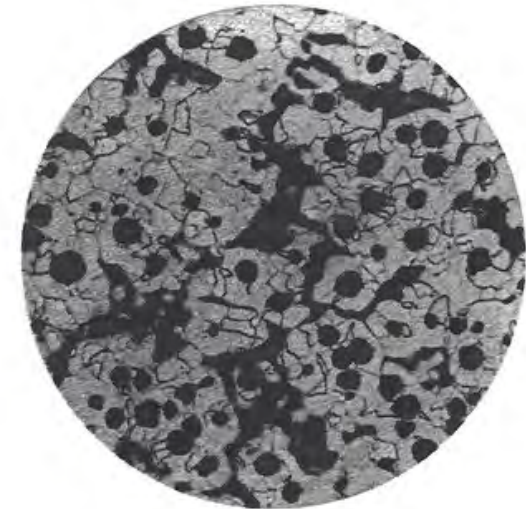


图 21B 珠 20

GB/T 9441—2009

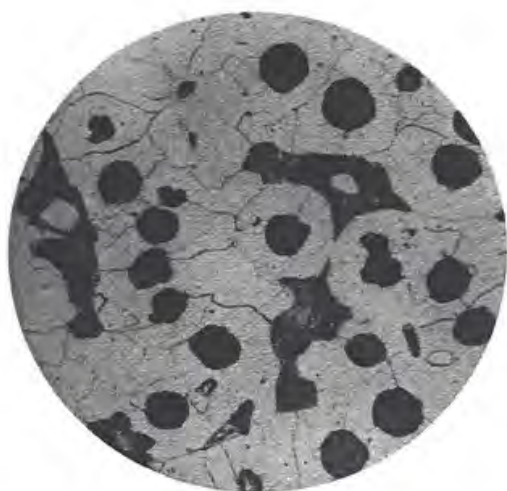


图 22A 珠 15

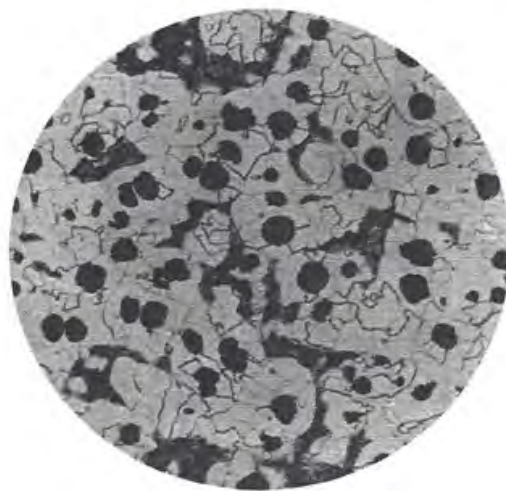


图 22B 珠 15

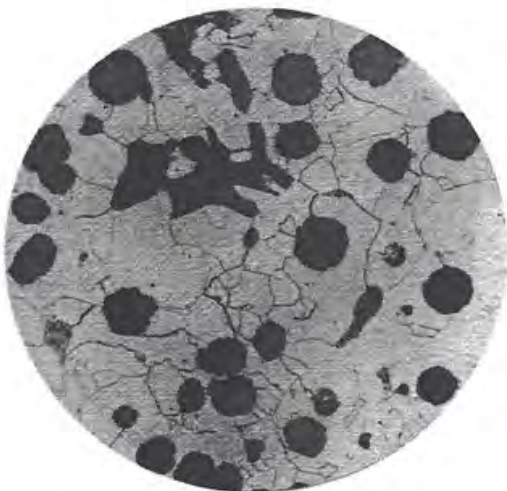


图 23A 珠 10

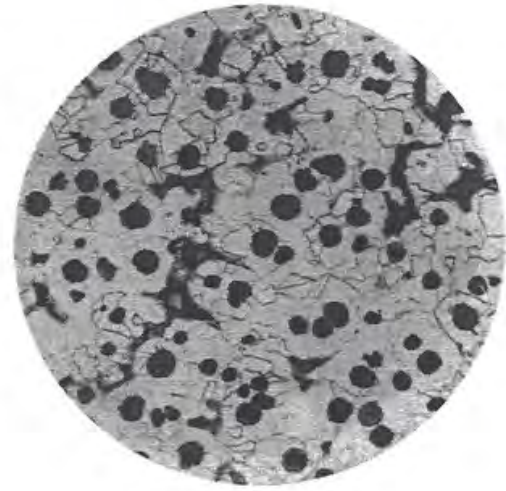


图 23B 珠 10

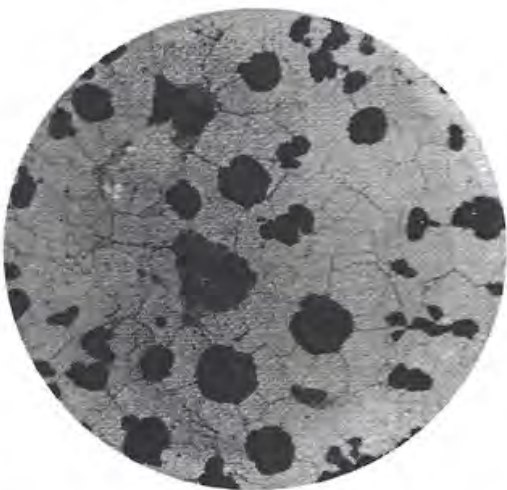


图 24A 珠 5

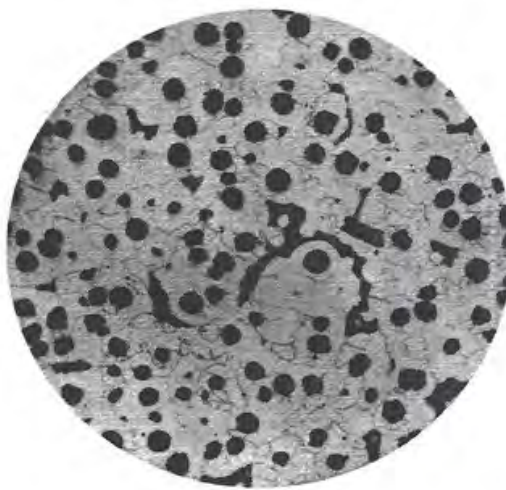


图 24B 珠 5

4.4 分散分布的铁素体数量

4.4.1 抛光态试样经 2%~5% 硝酸酒精溶液侵蚀后, 检验分散分布的铁素体数量, 放大倍数 100 倍。选取有代表性的视场对照相应的评级图评定。

4.4.2 分散分布的铁素体数量,分块状 A 和网状 B 两组图片,见表 4 和图 25~图 30。

表 4 分散分布的铁素体数量分级

级 别 名 称	块状或网状铁素体数量/%	图 号
铁 5	≈5	25A、25B
铁 10	≈10	26A、26B
铁 15	≈15	27A、27B
铁 20	≈20	28A、28B
铁 25	≈25	29A、29B
铁 30	≈30	30A、30B

分散分布的铁素体数量分级图(100×)



图 25A 铁 5



图 25B 铁 5



图 26A 铁 10

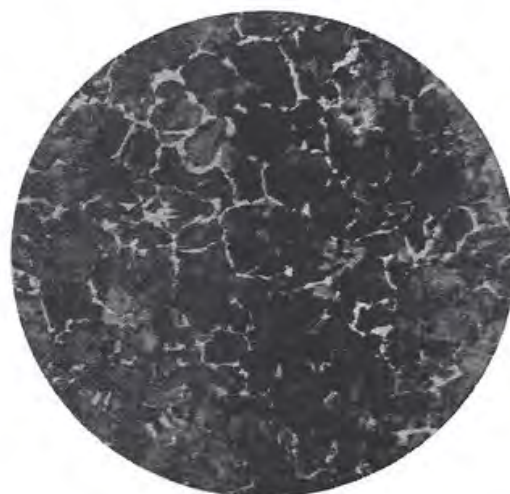


图 26B 铁 10



图 27A 铁 15

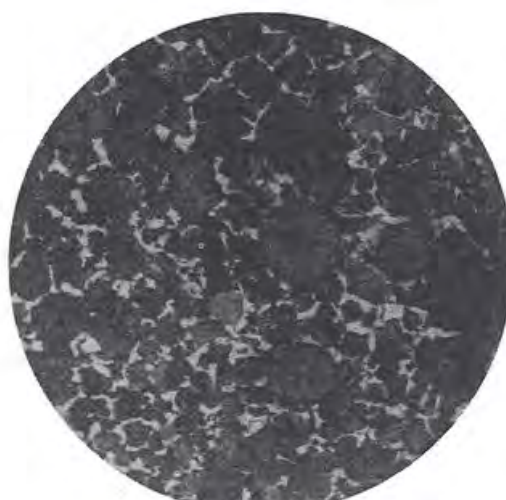


图 27B 铁 15

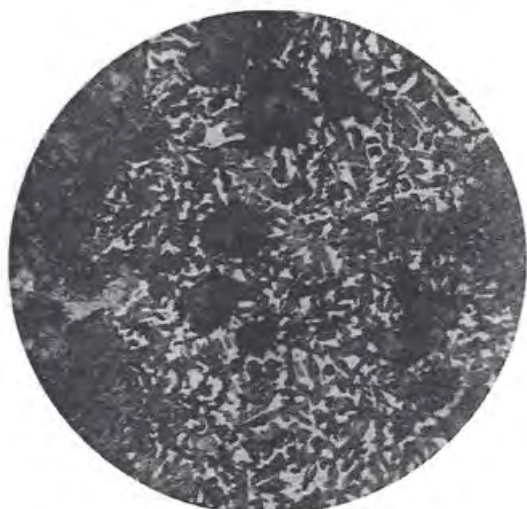


图 28A 铁 20



图 28B 铁 20

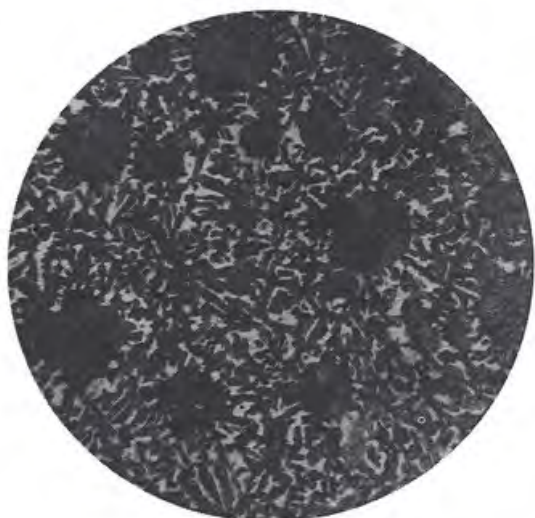


图 29A 铁 25



图 29B 铁 25



图 30A 铁 30



图 30B 铁 30

4.5 磷共晶数量

4.5.1 抛光态试样经 2%~5% 硝酸酒精溶液侵蚀后, 检验磷共晶数量, 放大倍数 100 倍。首先观察整个受检面, 以数量最多的视场对照相应的评级图评定。

4.5.2 磷共晶数量分级见表 5 和图 31~图 35。

表 5 磷共晶数量分级

级 别 名 称	磷共晶数量/%	图 号
磷 0.5	≈ 0.5	31
磷 1	≈ 1	32
磷 1.5	≈ 1.5	33
磷 2	≈ 2	34
磷 3	≈ 2.5	35

磷共晶数量分级图(100×)



图 31 磷 0.5

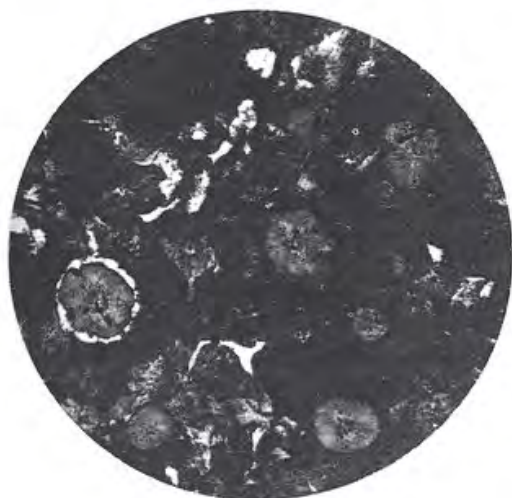


图 32 磷 1



图 33 磷 1.5



图 34 磷 2



图 35 磷 3

4.6 碳化物数量

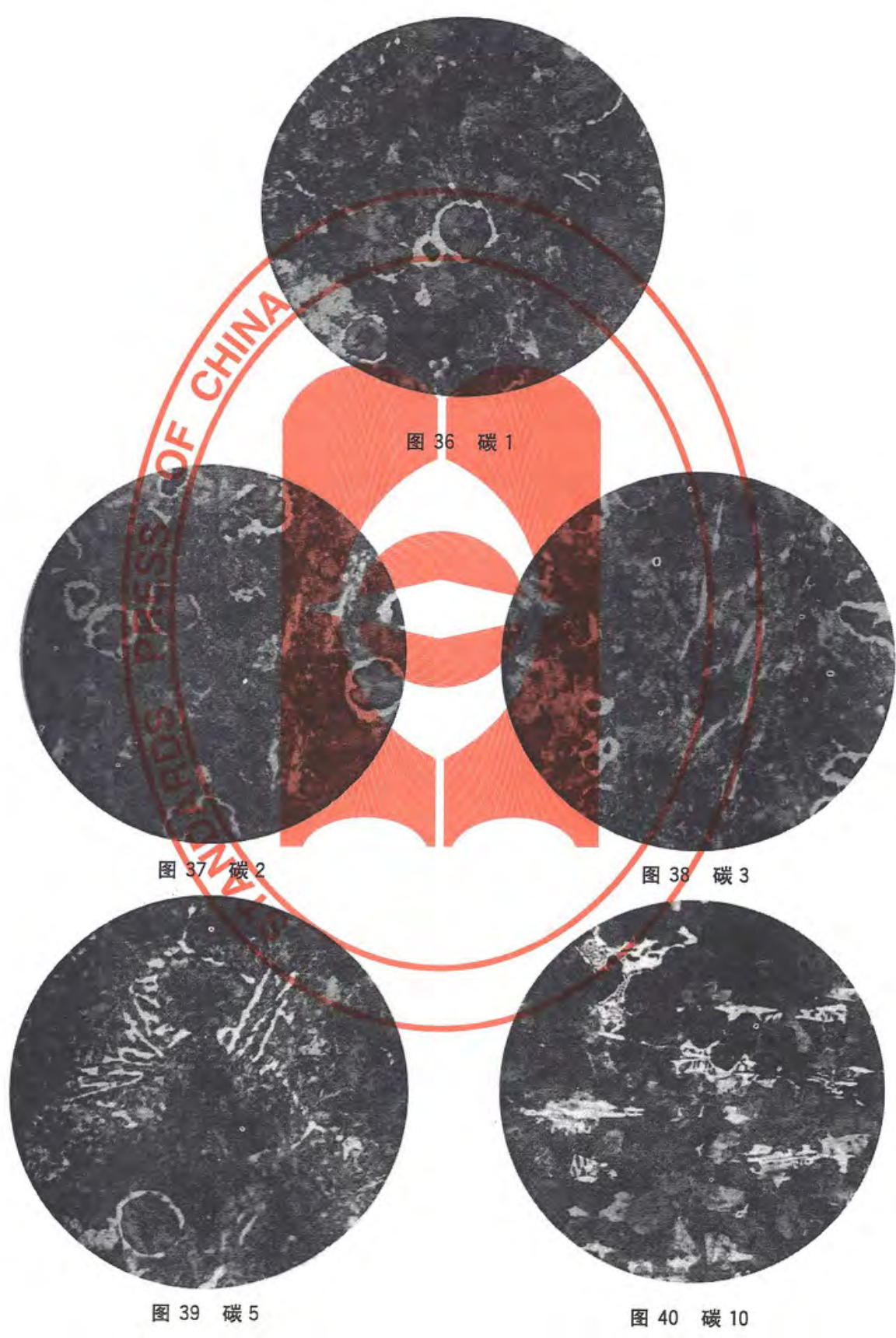
4.6.1 抛光态试样经 2%~5% 硝酸酒精溶液侵蚀后, 检验碳化物数量, 放大倍数 100 倍。首先观察整个受检面, 以数量最多的视场对照相应的评级图评定。

4.6.2 碳化物数量分级见表 6 和图 36~图 40。

表 6 碳化物数量分级

级 别 名 称	碳化物数量/%	图 号
碳 1	≈ 1	36
碳 2	≈ 2	37
碳 3	≈ 3	38
碳 5	≈ 5	39
碳 10	≈ 10	40

碳化物数量分级图(100×)



GB/T 9441—2009

4.7 石墨球数

在抛光态下检验石墨球数,首先观察整个受检面,选取有代表性视场的石墨球数计算,通过计算一定面积内的石墨球数 n 来测定单位平方毫米内的石墨球数。

4.7.1 石墨球数的计算

将已知面积 A (通常使用直径为 79.8 mm, 面积 5 000 mm² 的圆形) 的测量网格置于石墨图形上,选用测量面积内至少有 50 个石墨球的放大倍数 F 。计算完全落在测量网格内的石墨球数 n_1 和被测量网格所切割的石墨球数 n_2 。于是,该面积范围内的总的石墨球数 n 为:

$$n = n_1 + \frac{n_2}{2} \quad \dots\dots\dots(1)$$

4.7.2 试样每平方毫米内石墨球数的计算

通过已知面积圆内的石墨球数 n 和观测用的放大倍数 F ,可计算出实际试样面上单位平方毫米内石墨球数 n_F 。

$$n_F = \frac{n}{A} \times F^2 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

A ——所使用的测量网格面积,单位为平方毫米(mm²)。

4.7.3 图像分析法

采用图像分析仪,在抛光态下直接进行阈值分割提取石墨球,首先观察整个受检面,选取有代表性视场,测量单位平方毫米的石墨球数。

5 结果表示

5.1 球化分级以球化级别和/或球化率表示(不允许跨级评定)。

5.2 石墨大小以级别表示。

5.3 石墨球数以单位平方毫米石墨球个数取整数表示。

5.4 珠光体数量、分散分布铁素体数量、磷共晶数量以及碳化物数量用相应的级别名称或百分数来表示。如果碳化物和磷共晶总含量不超过 5% 时,二者可以合并评定。

6 试验报告

试验报告包括以下部分:

- a) 标准号;
- b) 样品的名称及特征描述;
- c) 测定方法;
- d) 检验结果;
- e) 试验报告编号和检测日期;
- f) 试验员。

附录 A
(资料性附录)

ISO 945 石墨分类

A.1 ISO 945 按石墨形态分为六类,具体分类见表 A.1,及图 A.1、图 A.2 所示。

表 A.1 石墨的分类

石墨类型	名称	存在的铸铁类型
I	片状石墨	灰铸铁,及其他类型铸铁材料的边缘区域
II	聚集的片状石墨,蟹状石墨	快速冷却的过共晶灰铸铁
III	蠕虫石墨	蠕墨铸铁、球墨铸铁
IV	团絮状石墨	可锻铸铁、球墨铸铁
V	团状石墨	球墨铸铁、蠕墨铸铁、可锻铸铁
VI	球状石墨	球墨铸铁,蠕墨铸铁



图 A.1 石墨分类示意图

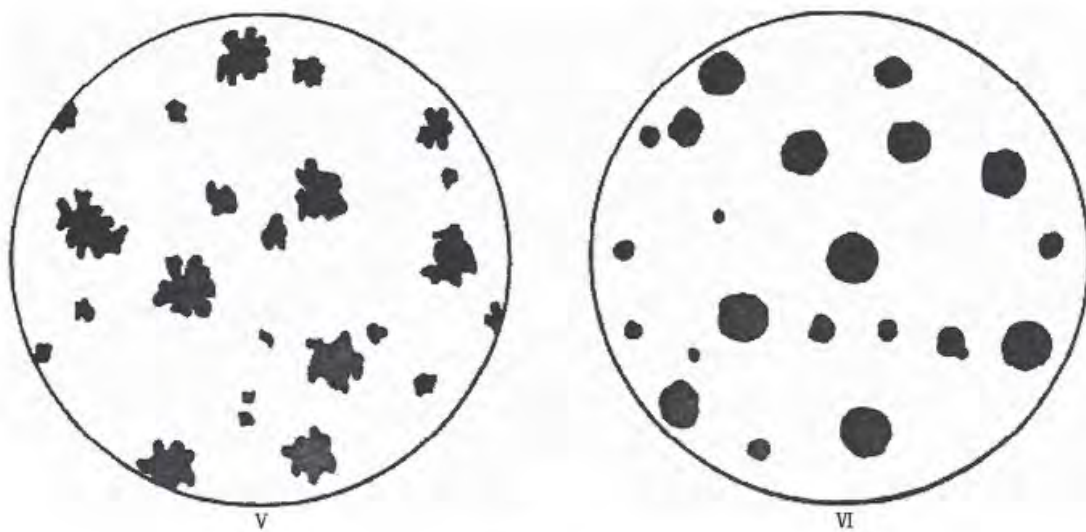


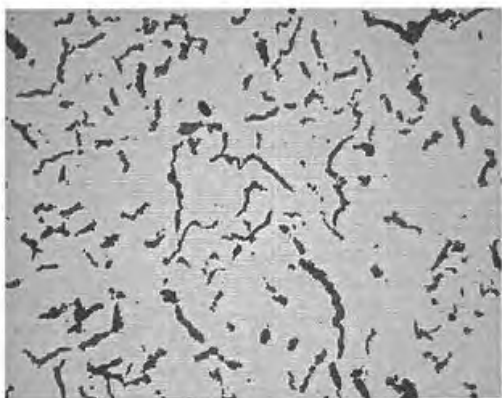
图 A.1 (续)



I

II 石墨的示意图见图 A.1，该类石墨目前在铸造工业中没有单独出现，暂无图片。

II

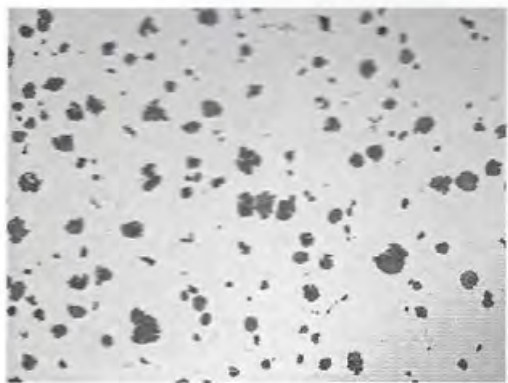


III

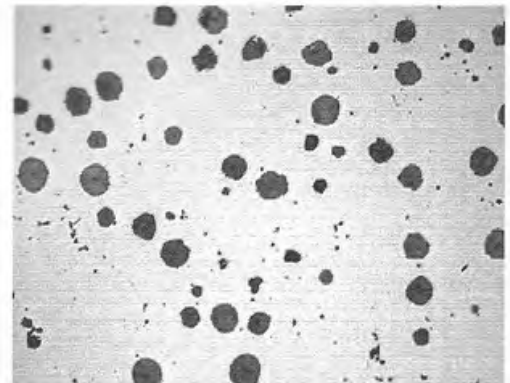


IV

图 A.2 典型石墨分类图片



V



VI

图 A.2 (续)



中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
球墨铸铁金相检验
GB/T 9441—2009

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

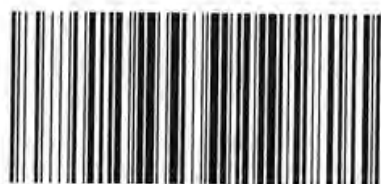
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 37 千字
2010年3月第一版 2010年3月第一次印刷

*

书号:155066·1-39768 定价 24.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 9441-2009