



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、常州钜菱铸造有限公司、龙南龙钇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、

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 Fétet 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)。

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

式中:

ρ ——石墨颗粒圆整度;

A ——石墨颗粒面积,单位为平方毫米(mm^2);

A_m ——最大弗雷德直径的石墨颗粒圆面积,单位为平方毫米(mm^2);

l_m ——最大弗雷德直径,单位为毫米(mm)。

3.3

球形石墨颗粒 spheroidal graphite

石墨颗粒圆整度 $\rho \geq 0.60$ 的石墨颗粒。

3.4

球墨铸铁 spheroidal graphite cast iron

以铁、碳和硅为基本元素,碳主要以球状石墨形式析出的铸铁。

3.5

球化率 nodularity

P_{nod}

铸铁中球形石墨颗粒面积占石墨颗粒总面积的百分数。

3.6

石墨颗粒数 graphite particle count

单位面积上的石墨颗粒数量。

4 球化率计算

4.1 球化率等于球形石墨颗粒(颗粒圆整度 $\rho \geq 0.60$)的面积除以所有石墨颗粒总面积,见公式(2)。

$$P_{\text{nod}} = \frac{A_{\text{VI}} + A_{\text{V}}}{A_{\text{all}}} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

P_{nod} ——球化率, %;

$A_{\text{VI}} + A_{\text{V}}$ ——颗粒圆整度 $\rho \geq 0.6$ 的石墨颗粒的面积,或附录 C 中所示的 VI 形和 V 形石墨颗粒的面积,单位为平方毫米(mm^2);

A_{all} ——石墨颗粒的总面积(小于临界尺寸的石墨颗粒和被视场边界切割的石墨颗粒不予考虑),单位为平方毫米(mm^2)。

4.2 典型石墨颗粒圆整度见附录 D。

5 金相试样制备

5.1 金相试样应在与铸件同时浇注、同炉热处理(如热处理时)的试块或铸件上截取。

5.2 在铸件上取样时,取样部位应避开铸件表面和受到激冷影响的区域。

5.3 金相试样的制备按 GB/T 13298 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,不应有明显的划痕。

6 检验规则

6.1 随机选取视场,视场直径或等效直径为 1.20 mm。放大 100 倍时,最大弗雷德直径 l_m 小于 1.0 mm 的石墨颗粒不计。若大量石墨颗粒小于 1.0 mm 或大于 12.0 mm 时,则可适当放大或缩小放大倍数,使视

场中的石墨颗粒尺寸尽可能接近本文件相应的评级图。视场内的石墨颗粒数一般不少于 50 个/mm²。

6.2 检验球化率、石墨颗粒大小分级和石墨颗粒数量时,最少选取 5 个视场,且受检石墨颗粒总数量不应少于 500 个。

6.3 当检验视场中存在相邻石墨颗粒太近且计算机生成图像混为一体时,应对石墨颗粒采取人为分离措施。

6.4 检验磷共晶和碳化物含量时,首先观察整个受检面,以磷共晶或碳化物含量最多的视场为受检视场。

6.5 检验珠光体、铁素体、磷共晶和碳化物含量时,不考虑石墨颗粒所占的面积。

6.6 当图像分析法和目视法的评定结果有差异且对评定结果有争议时,以目视法评定结果为准。

7 检验项目

7.1 球化等级

7.1.1 球化等级分为六级,见表 1。

7.1.2 在抛光态下检验石墨的球化等级,放大倍数为 100 倍或调整放大倍数,使石墨颗粒大小与附录 E 中的评级图相近。

7.1.3 随机选取视场,按照图 E.1 对比评定球化率等级。

7.1.4 采用图像分析系统评定时,在抛光态下按公式(1)和公式(2)计算球化率。测试结果为所有视场测定结果的平均值,取整数。

表 1 球化等级

球化等级	球化率/%	评级图及球化率
1 级	≥95	图 E.1 a), 95%
2 级	90~94	图 E.1 b), 90%
3 级	80~89	图 E.1 c), 85%
		图 E.1 d), 80%
4 级	70~79	图 E.1 e), 75%
		图 E.1 f), 70%
5 级	60~69	图 E.1 g), 65%
		图 E.1 h), 60%
6 级	50~59	图 E.1 i), 55%
		图 E.1 j), 50%

7.2 石墨颗粒数

7.2.1 石墨颗粒数按附录 F 中的图 F.1 比对评定。图 F.1 给出了临界最大弗雷德直径(l_m)为 10 μm 和 5 μm 时分别对应的石墨颗粒数。对普通铸件宜评定临界最大弗雷德直径为 10 μm 的石墨颗粒数。

7.2.2 抛光态下检验石墨颗粒数,放大倍数 100 倍。随机选取视场,按照图 F.1 进行评定。

7.2.3 石墨颗粒数按公式(3)计算。

$$n = \frac{n_1 + \frac{n_2}{2}}{A_f} \dots\dots\dots (3)$$

式中：
n ——石墨颗粒数，单位为个/mm²；
*n*₁ ——完全落在视场内的石墨颗粒数量，单位为个；
*n*₂ ——被视场边界所切割的石墨颗粒数量，单位为个；
A_f ——检测视场的面积，单位为平方毫米(mm²)。

7.2.4 最少随机选定 5 个视场，受检石墨颗粒总数量不应少于 500 个，测试结果为所有视场测定结果的平均值，取整数。

7.3 石墨颗粒大小

7.3.1 石墨颗粒大小分为 6 级，分级应符合表 2 的规定，对应的石墨颗粒大小评定应符合附录 G 中的图 G.1。

注：石墨颗粒大小分级根据石墨颗粒的实际尺寸按表 2 规定分级，但图 G.1 中有些石墨颗粒尺寸小于表 2 规定的下限值，因为视场中的石墨颗粒图像是石墨颗粒的剖面，其最大尺寸一般会小于实际石墨颗粒尺寸。

表 2 石墨大小分级及评级图

级别	在 100×下观察，尺寸/mm	实际尺寸/mm	评级图
3 级	>25~50	>0.25~0.5	图 G.1 a)
4 级	>12~25	>0.12~0.25	图 G.1 b)
5 级	>6~12	>0.06~0.12	图 G.1 c)
6 级	>3~6	>0.03~0.06	图 G.1 d)
7 级	>1.5~3	>0.015~0.03	图 G.1 e)
8 级	≤1.5	≤0.015	图 G.1 f)

7.3.2 抛光态下检验石墨颗粒大小，放大倍数 100 倍。随机选取视场，按照图 G.1 相应的评级图评定。

注：可根据石墨颗粒大小，调整放大倍数。

7.3.3 最少随机选定 5 个视场，受检石墨颗粒总数量不得少于 500 个，测试结果为所有视场测定结果的平均值，取整数。

7.3.4 采用图像分析评定石墨颗粒大小级别时，按表 2 统计石墨颗粒大小分布。当石墨颗粒大小分布跨级时，记录每个受检视场的石墨大小级别及其所占的面积百分数。按石墨颗粒尺寸由大到小最多记录 3 个等级，小尺寸石墨颗粒的面积可不计。检测结果为所有受检视场测定结果的平均值，取整数。

7.4 珠光体含量

7.4.1 珠光体含量分级应符合表 3 的规定，对应的珠光体含量评定应符合附录 H 中的图 H.1。

7.4.2 抛光态试样用 2%~5%硝酸酒精溶液侵蚀后，检验珠光体含量。

7.4.3 随机选取视场，放大倍数 100 倍，按图 H.1 评定珠光体含量分级。

注：可根据石墨颗粒大小，调整放大倍数，使石墨颗粒大小与评级图接近。

7.4.4 最少选取 5 个视场，取所有视场测定结果的平均值，取整数。

表 3 珠光体含量分级

级别	珠光体含量/%	评级图及其珠光体含量
珠 95	>90	图 H.1 a), 95%
珠 85	>80~90	图 H.1 b), 85%
珠 75	>70~80	图 H.1 c), 75%
珠 65	>60~70	图 H.1 d), 65%
珠 55	>50~60	图 H.1 e), 55%
珠 45	>40~50	图 H.1 f), 45%
珠 35	>30~40	图 H.1 g), 35%
珠 25	≈25	图 H.1 h), 25%
珠 20	≈20	图 H.1 i), 20%
珠 15	≈15	图 H.1 j), 15%
珠 10	≈10	图 H.1 k), 10%
珠 5	≈5	图 H.1 l), 5%

7.5 磷共晶含量

- 7.5.1 磷共晶含量分级应符合表 4 的规定,对应的磷共晶含量评定应符合附录 I 中的图 I.1。
- 7.5.2 抛光态试样,用 2%~5%硝酸酒精溶液侵蚀后,放大倍数 100 倍,评定磷共晶含量等级。
- 7.5.3 首先观察整个受检面,以磷共晶含量最多的视场为受检视场,按照图 I.1 评级图评定磷共晶含量。

表 4 磷共晶含量分级

级别	磷共晶含量/%	评级图及其磷共晶含量
磷 0.5	≈0.5	图 I.1 a), 0.5%
磷 1.0	≈1.0	图 I.1 b), 1.0%
磷 1.5	≈1.5	图 I.1 c), 1.5%
磷 2.0	≈2.0	图 I.1 d), 2.0%
磷 2.5	≈2.5	图 I.1 e), 2.5%
磷 3.0	≈3.0	图 I.1 f), 3.0%

7.6 碳化物含量

- 7.6.1 碳化物含量分级应符合表 5 的规定,对应的碳化物含量评定应符合附录 J 中的图 J.1。
- 7.6.2 抛光态试样经 2%~5%硝酸酒精溶液侵蚀后,放大倍数 100 倍,检验碳化物含量。
- 7.6.3 观察整个受检面,以碳化物含量最多的视场为受检视场,按图 J.1 评级图评定碳化物含量。

表 5 碳化物含量分级

级别	碳化物含量/%	评级图及其碳化物含量
碳 1	≈ 1	图 J.1 a), 1%
碳 2	≈ 2	图 J.1 b), 2%
碳 3	≈ 3	图 J.1 c), 3%
碳 5	≈ 5	图 J.1 d), 5%
碳 10	≈ 10	图 J.1 e), 10%

8 结果表示

8.1 球化率以球化级别或球化率百分数表示,如 2 级或 90%,不能跨级别表示;如用百分数表示时,则应为整数,如球化率 92%。

8.2 石墨颗粒大小以级别表示,如石墨颗粒大小 6 级。当评定结果为跨级别时,应分别取各级平均值,且主要级别写在前面,次要级别写在后面。

示例 1:

石墨颗粒大小:5 级+6 级。

注:表示石墨颗粒大小为 5 级和 6 级,5 级多,6 级少。数量多的级别写在前面,数量少的写在后面。

示例 2:

石墨颗粒大小分布:6 级 58%+7 级 31%+5 级 11%。

注:如测定 5 个视场,各视场石墨颗粒大小分布为:

视场 1:5 级 17%、6 级 51%、7 级 32%;

视场 2:5 级 9%、6 级 59%、7 级 32%;

视场 3:5 级 6%、6 级 62%、7 级 32%;

视场 4:5 级 12%、6 级 59%、7 级 29%;

视场 5:5 级 12%、6 级 58%、7 级 30%。

各级别石墨颗粒分布的平均值为 5 级 11%、6 级 58%、7 级 31%,则石墨颗粒大小分布表示为 6 级 58%+7 级 31%+5 级 11%。

8.3 石墨颗粒数以每平方毫米范围内的石墨颗粒数量表示,取整数,如 300 个/mm²。

8.4 珠光体含量、磷共晶含量以及碳化物含量用相应的级别或百分数来表示。

8.5 碳化物和磷共晶总含量不超过 5%时,可以表示二者的综合结果。

9 检验报告

检验报告应包括以下部分:

- 标准编号;
- 样品的名称及特征描述;
- 测定方法(采用图像分析时,应注明软件名称和版本);
- 检验结果;
- 检验报告编号和检测日期;
- 检验员和审核员。

附 录 A

(资料性)

本文件与 ISO 945-4:2019 相比的结构变化情况

本文件与 ISO 945-4:2019 相比在结构上有较多调整,具体章条编号对照情况见表 A.1。

表 A.1 本文件与 ISO 945-4:2019 的章条编号对照情况

本文件章条编号	对应的 ISO 945-4:2019 章条编号
1	1
4.1	6.4 第一段、第二段和公式(2)
4.2	7 第二段
5.1~5.2	—
5.3	5 第二段
6.1	6.1, 6.5 第一段, 6.5 第二段, 6.5 第三段
6.2	6.5 第一段
6.3~6.6	—
7.1.1	—
7.1.2	6.1
7.1.3	6.5 第一段, 6.2 第二段
7.1.4	6.3 第二段, 6.6 第二段
7.2.1	6.2 第二段, 图 B.1, 6.5 第二段
7.2.2	6.1, 6.5 第一段, 6.2 第二段
7.2.3	6.4
7.2.4	6.5 第一段
7.3.1	4.1 第三段
7.3.2	6.1
7.3.3	6.5 第一段
7.3.4	—
7.4~7.6	—
8.1	4.1 a), 4.2 a), 6.6 第二段
8.2	4.1b), 4.2b), 6.6 第二段
8.3	4.1c), 4.2c), 6.6 第二段
8.4~8.5	—
9	8
附录 A、附录 B、附录 C	—
附录 D	附录 C
附录 E	附录 A
附录 F	附录 B
附录 G、附录 H、附录 I、附录 J	—

附录 B

(资料性)

本文件与 ISO 945-4:2019 的技术性差异及其原因

表 B.1 给出了本文件与 ISO 945-4:2019 的技术性差异及其原因。

表 B.1 本文件与 ISO 945-4:2019 的技术性差异及其原因

本文件 条款编号	技术性差异	原因
1	扩大了标准的适用范围,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	标准内容和标准范围相符
2	关于规范性引用文件,本文件做了具有技术性差异的调整,调整的情况集中反映在第2章“规范性引用文件”中,具体调整如下: ——删除了原文中引用的 ISO 945-1; ——增加引用了 GB/T 5611、GB/T 13298	适应我国技术条件
3.1	对 ISO 945-4:2019 的图 1 进行了修改	使其表达更加清晰
5.3	将引用标准修改为对应的国家标准	适应我国技术条件
6.1	视场内的石墨颗粒数量一般不小于 20 个修改为 50 个	增加可操作性,便于标准的执行
6.3	增加了对相邻石墨颗粒的处理规定	增加可操作性,便于标准的执行
6.4	增加了对磷共晶和碳化物检验规则	增加可操作性,便于标准的执行
6.5	增加了基体组织含量计算规则	增加可操作性,便于标准的执行
7.1.1	增加了球化率分级表	增加可操作性,便于标准的执行
7.2.1	增加了“对普通铸件宜评定临界最大弗雷德直径为 10 μm 的石墨颗粒数”	增加可操作性、指导性
7.2.3	列出了石墨颗粒数计算公式	便于标准的实施应用
7.3.4	当石墨颗粒大小分布跨级时,记录每个受检视场的石墨大小级别及其所占的面积百分数。按石墨颗粒尺寸由大到小最多记录 3 个等级,小尺寸石墨颗粒的面积可不计。检测结果为所有受检视场测定结果的平均值,取整数	增加可操作性,便于标准的执行
7.4	增加了珠光体含量分级和评定	增加可操作性,便于标准的执行
7.5	增加了磷共晶含量分级和评定	增加可操作性,便于标准的执行
7.6	增加了碳化物含量分级和评定	增加可操作性,便于标准的执行
8.2	更改了示例 1	便于对标准的理解
8.2	增加了示例 2	便于对标准的理解
8.4	增加了珠光体含量、磷共晶含量和碳化物含量的表示方法	便于对标准的理解
8.5	增加了磷共晶含量和碳化物含量不超过 5% 时的表示方法	便于对标准的理解

表 B.1 本文件与 ISO 945-4:2019 的技术性差异及其原因 (续)

本文件 章条编号	技术性差异	原因
9	在检验报告中删除了下列要求： 如采用图像分析时： ——像数； ——观测总面积； ——石墨颗粒分布及其偏差； ——平均颗粒圆整度； ——本方法测试所产生的偏差。 如需要的话，报告应提供下列信息： ——存在本文件中没有提及的其他形态的石墨； ——处理相邻石墨颗粒的方法； ——提供 1~2 张金相照片	增加可操作性，便于标准的执行
附录 G	增加了石墨颗粒大小评级图	增加可操作性，便于标准的执行
附录 H	增加了珠光体含量评级图	增加可操作性，便于标准的执行
附录 I	增加了磷共晶含量评级图	增加可操作性，便于标准的执行
附录 J	增加了碳化物含量评级图	增加可操作性，便于标准的执行

附 录 C
(资料性)
石墨颗粒形态分类

石墨颗粒形态分为六类,具体分类见表 C.1 和图 C.1。

表 C.1 石墨颗粒形态分类

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

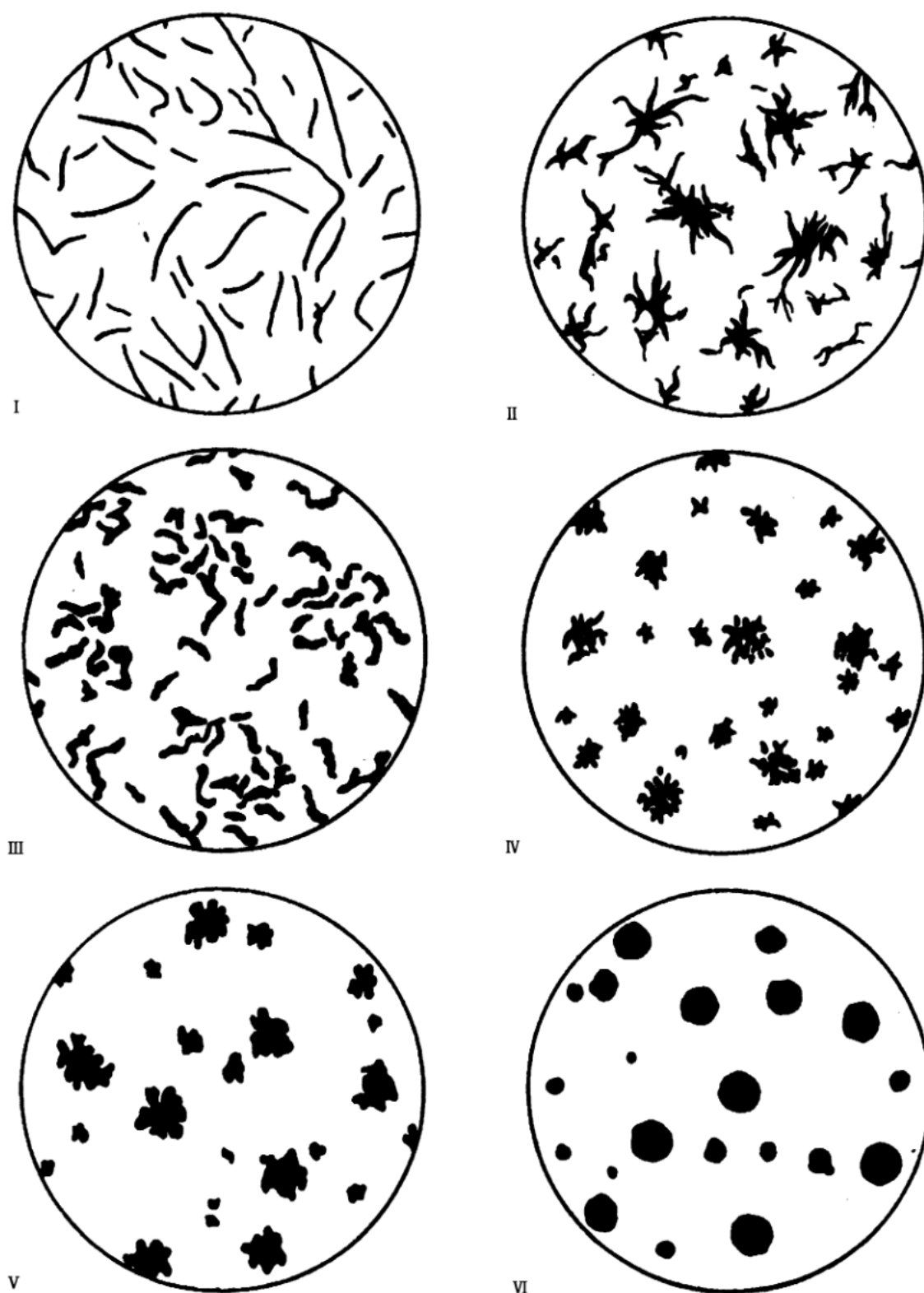


图 C.1 石墨分类示意图

附 录 D

(资料性)

典型石墨颗粒圆整度参照表

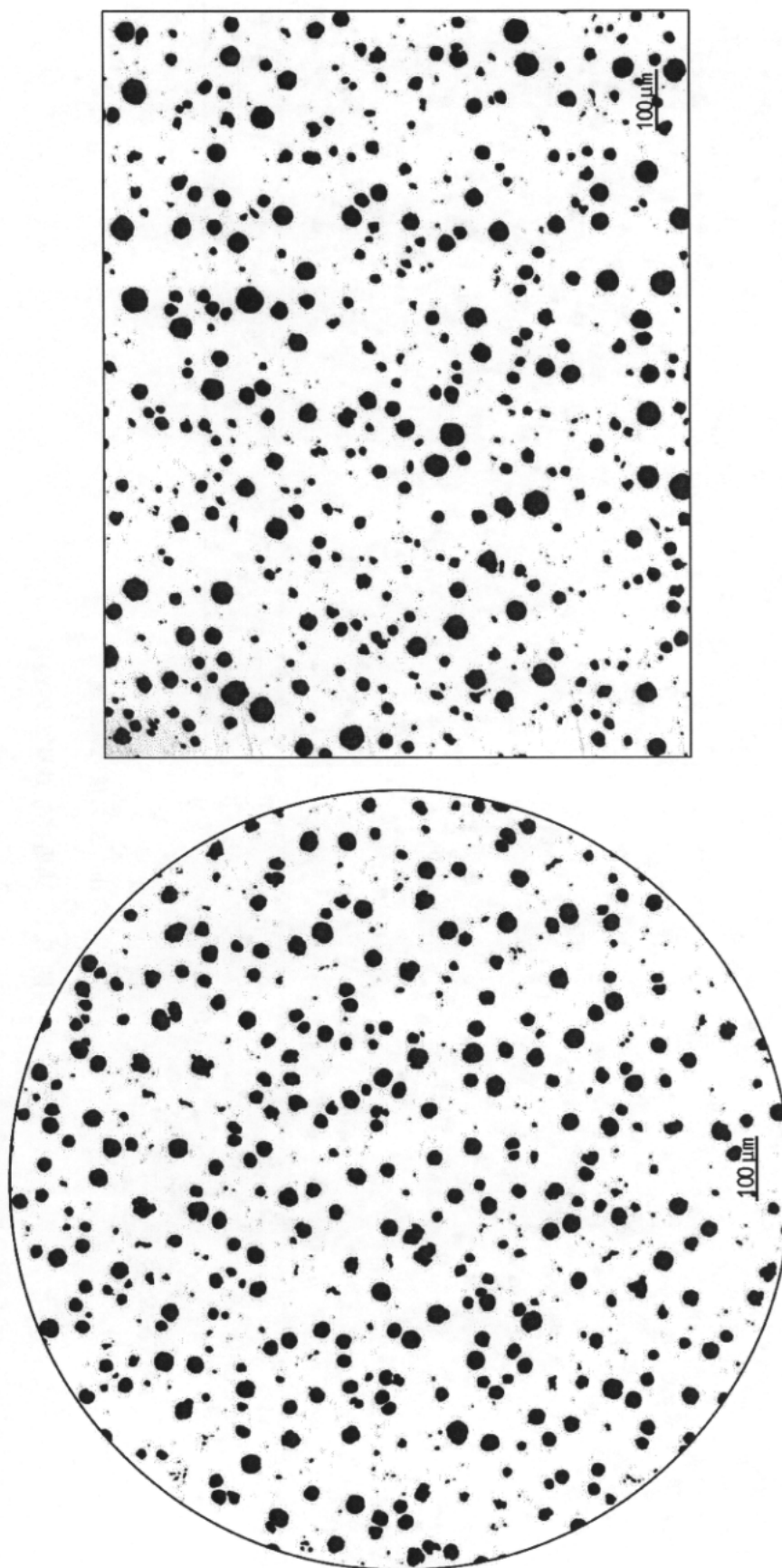
表 D.1 为典型石墨颗粒及其圆整度值。

表 D.1 典型石墨颗粒及其圆整度值

石墨颗粒					
颗粒圆整度 ρ	0.98	0.92	0.88	0.84	0.80
石墨颗粒					
颗粒圆整度 ρ	0.76	0.72	0.68	0.64	0.60
石墨颗粒					
颗粒圆整度 ρ	0.57	0.53	0.48	0.44	0.40
石墨颗粒					
颗粒圆整度 ρ	0.33	0.20	0.13	0.10	0.09

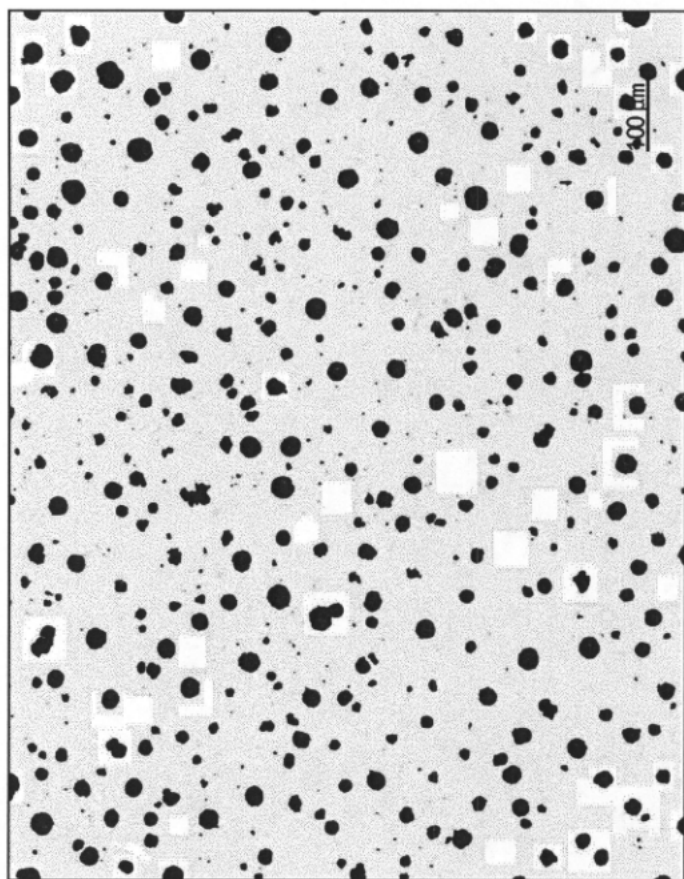
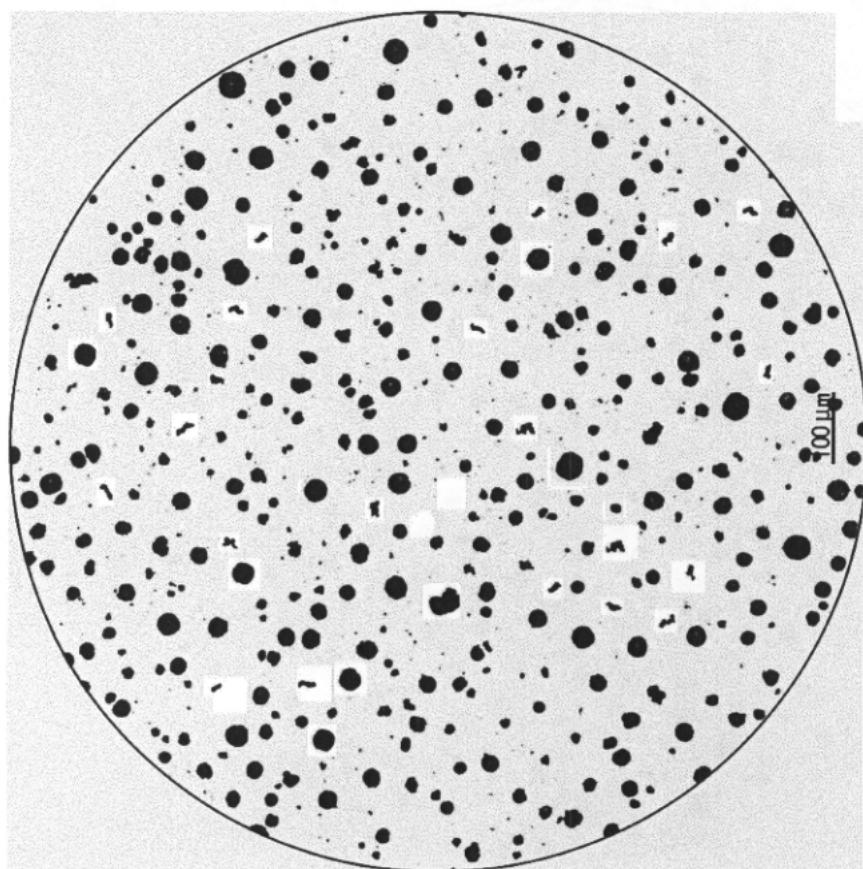
附录 E
(规范性)
球墨铸铁球化率评级图

图 E.1 为圆形和矩形视场中的球化率评级图。



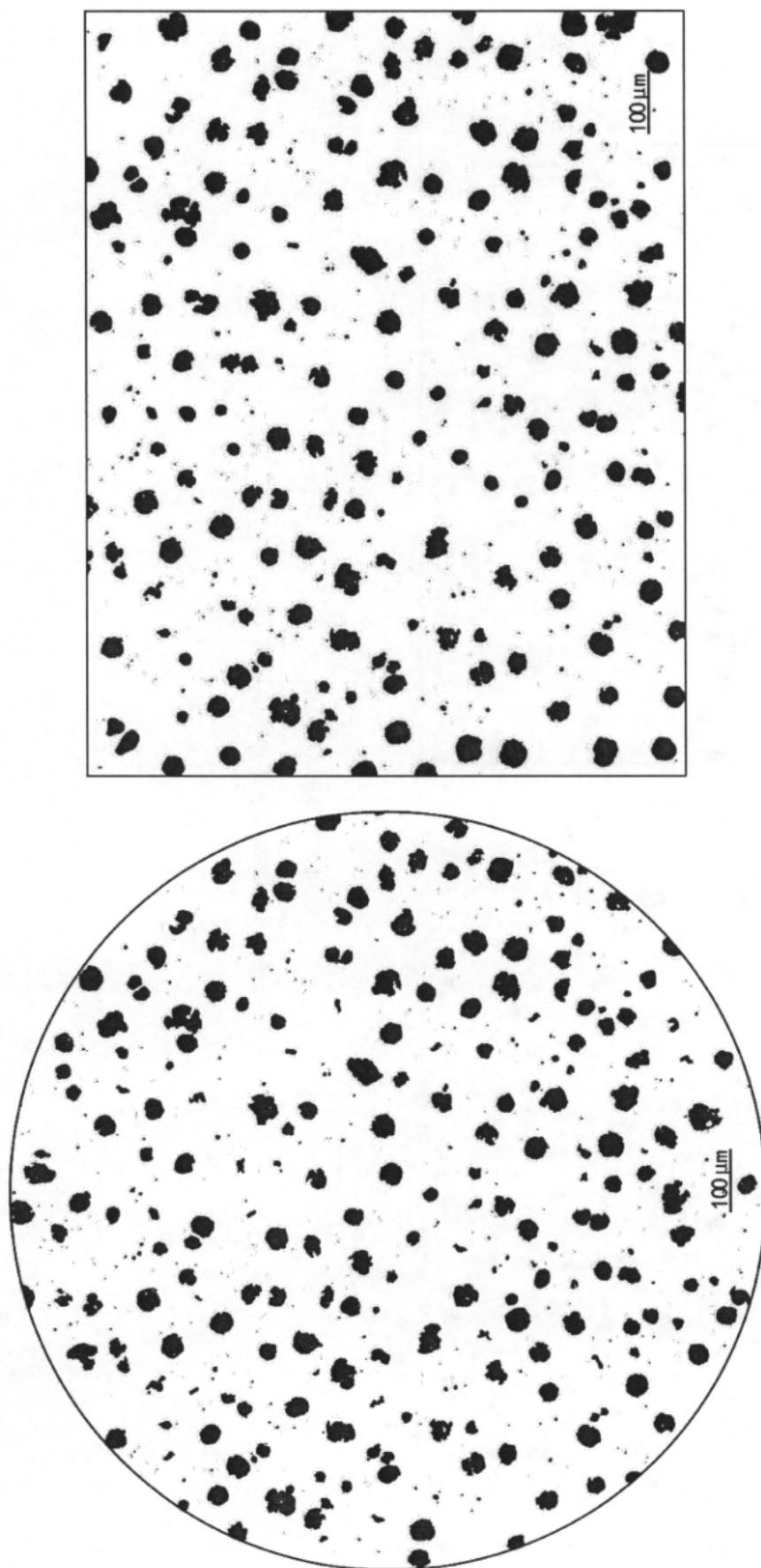
a) 95%球化率, 1级

图 E.1 球墨铸铁球化率评级图



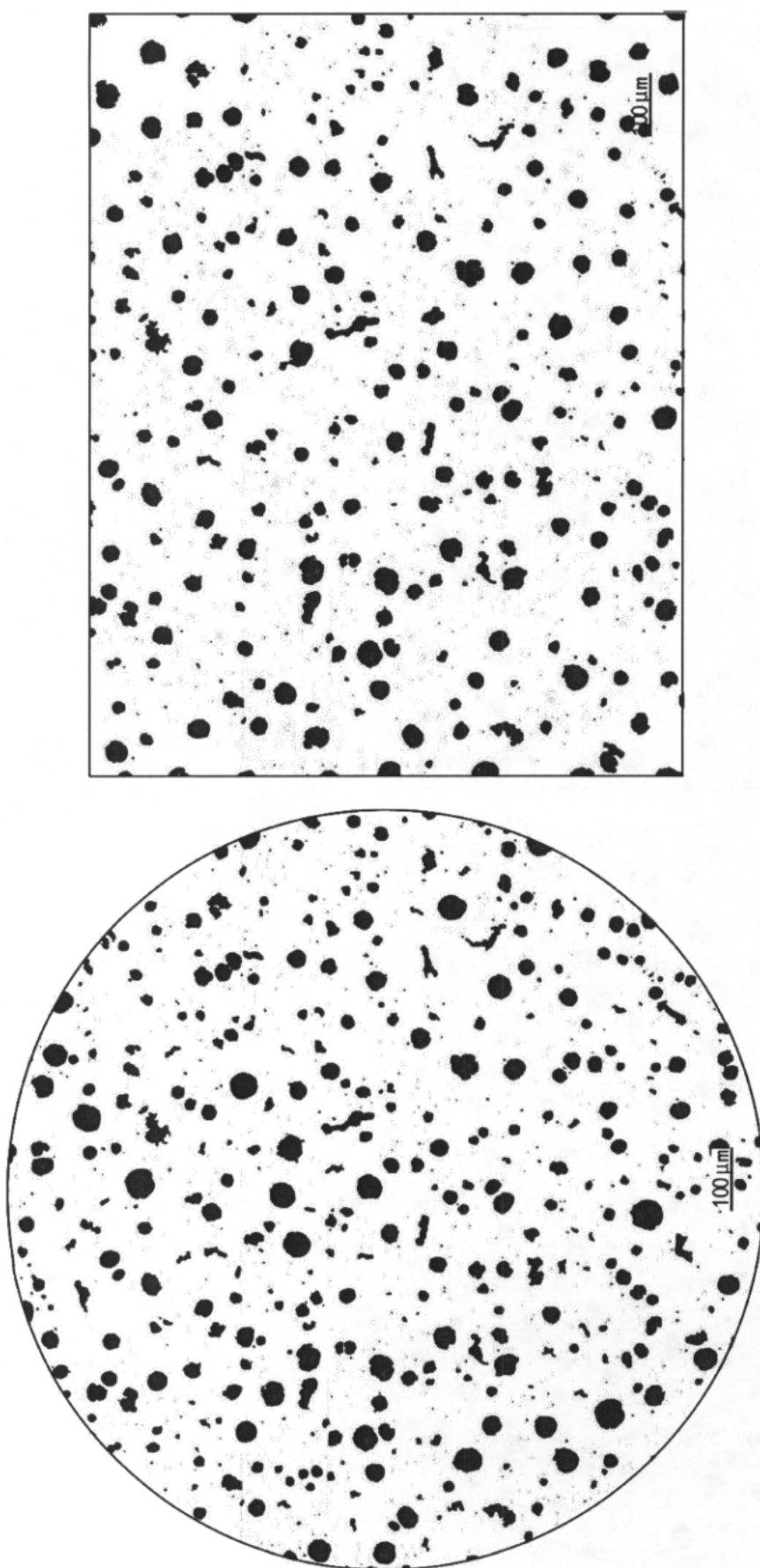
b) 90%球化率, 2级

图 E.1 球墨铸铁球化率评级图 (续)



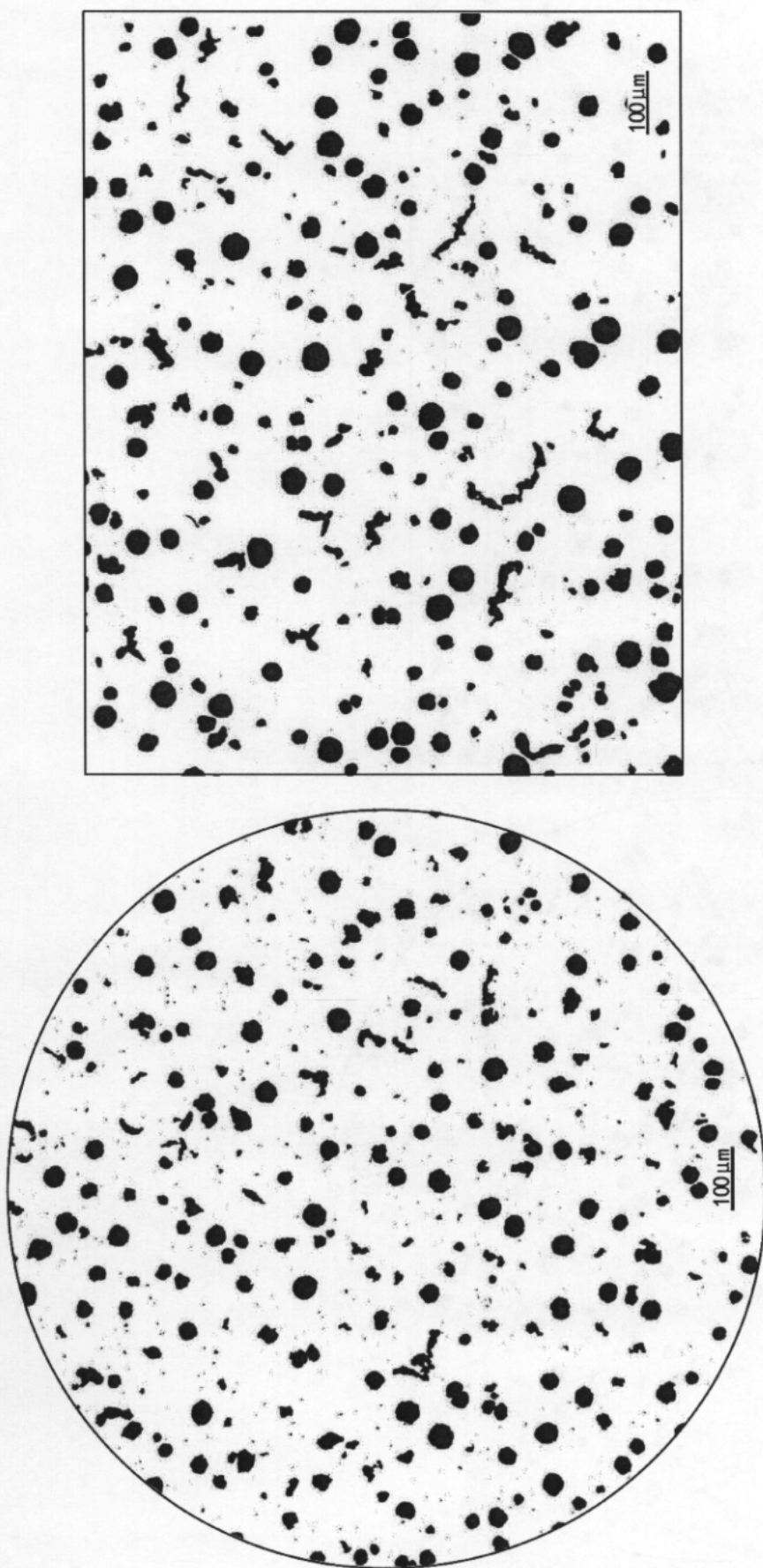
c) 85%球化率, 3 级

图 E.1 球墨铸铁球化率评级图 (续)



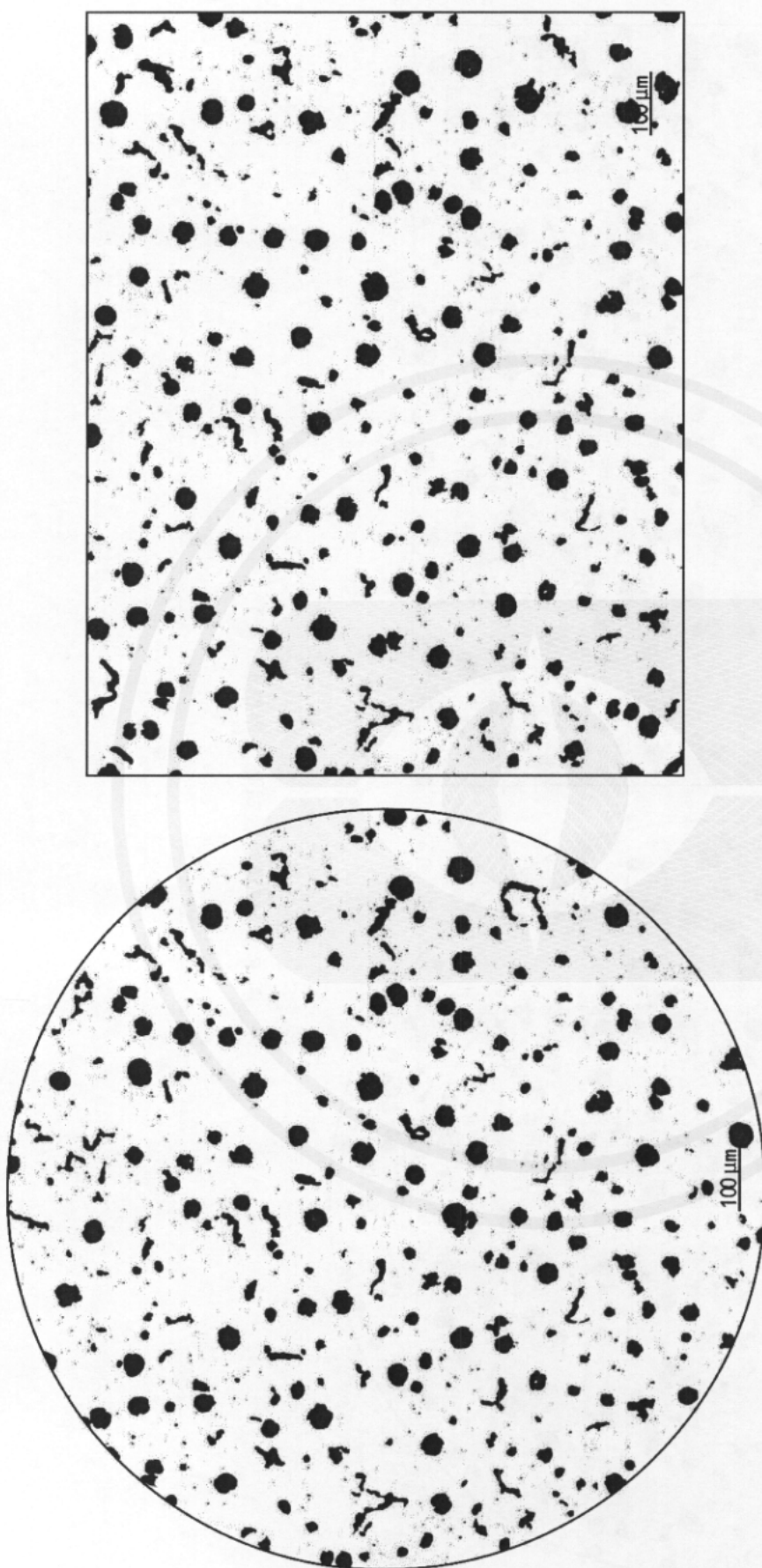
d) 80%球化率,3级

图 E.1 球墨铸铁球化率评级图 (续)



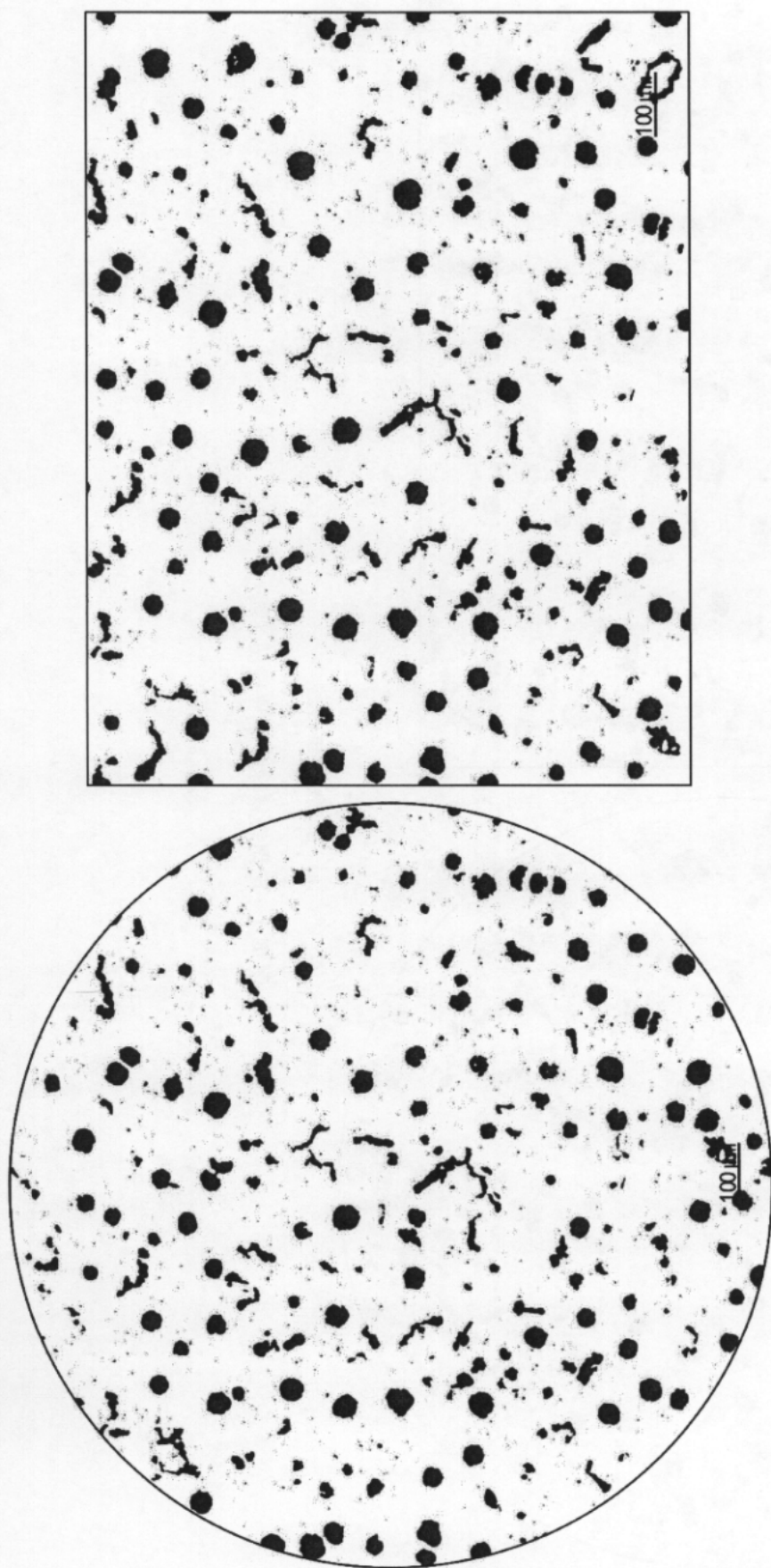
e) 75%球化率, 4级

图 E.1 球墨铸铁球化率评级图 (续)



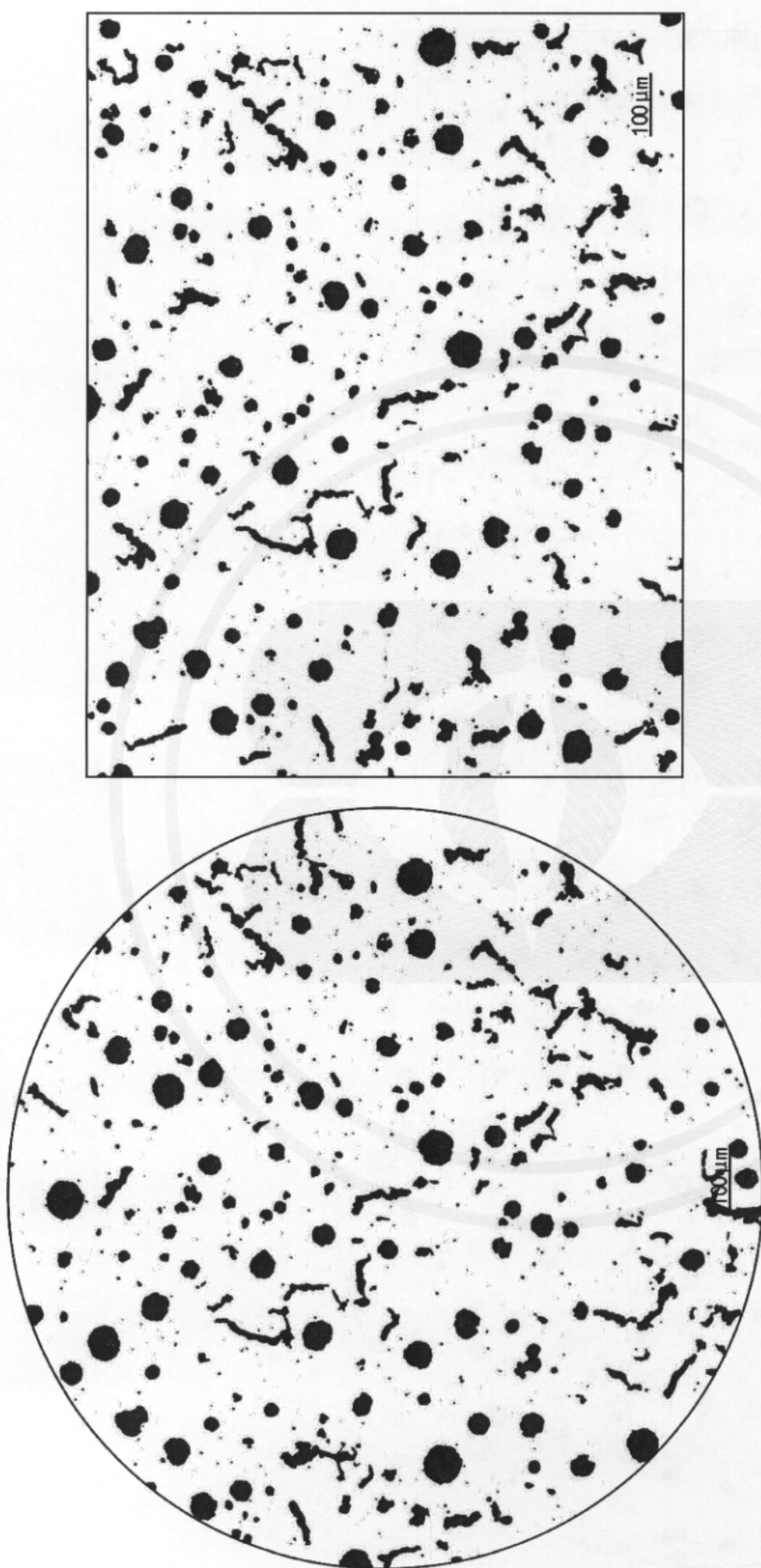
f) 70%球化率,4级

图 E.1 球墨铸铁球化率评级图 (续)



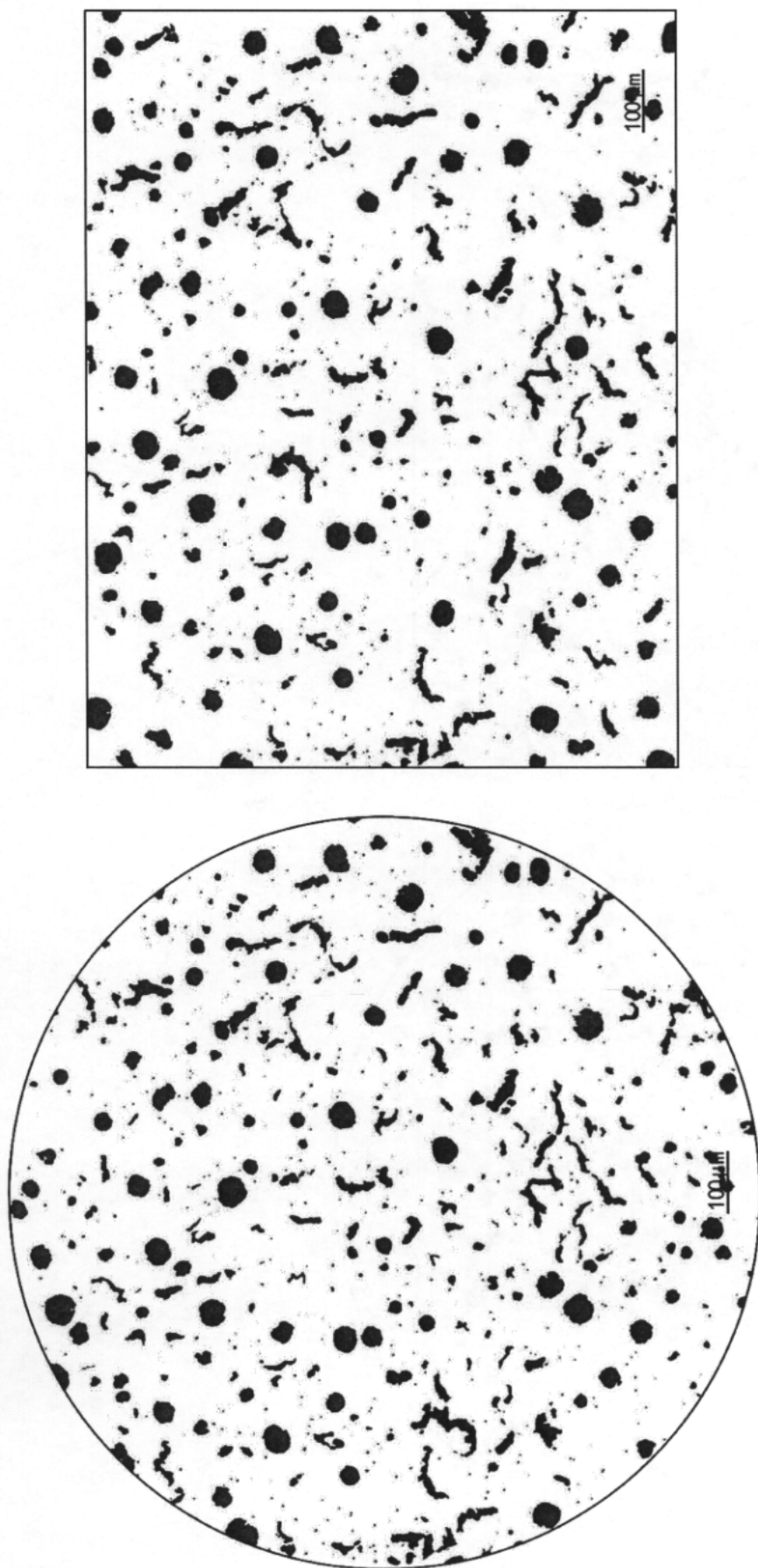
g) 65%球化率,5级

图 E.1 球墨铸铁球化率评级图 (续)



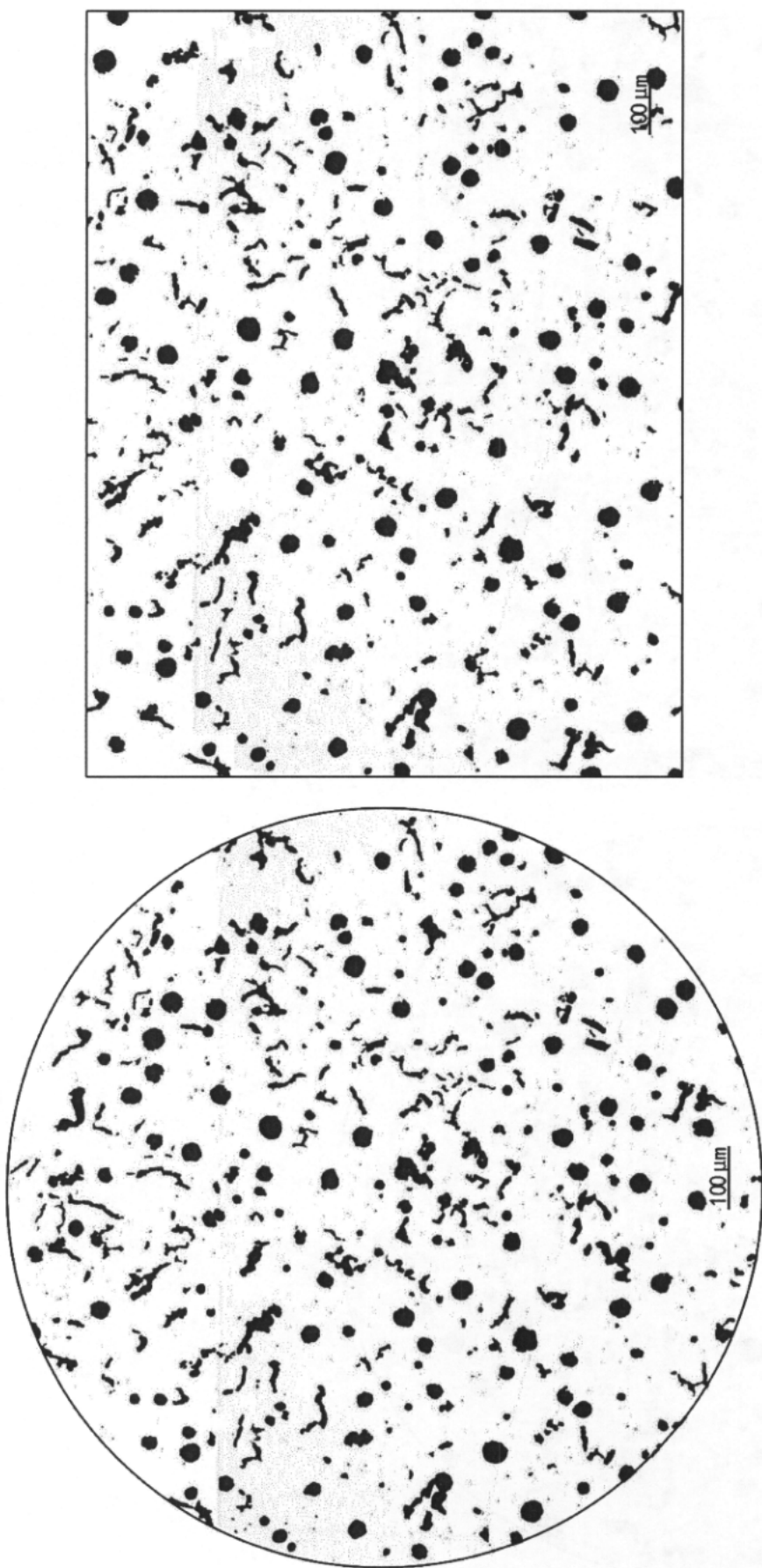
h) 60%球化率, 5级

图 E.1 球墨铸铁球化率评级图 (续)



1) 55%球化率,6级

图 E.1 球墨铸铁球化率评级图 (续)

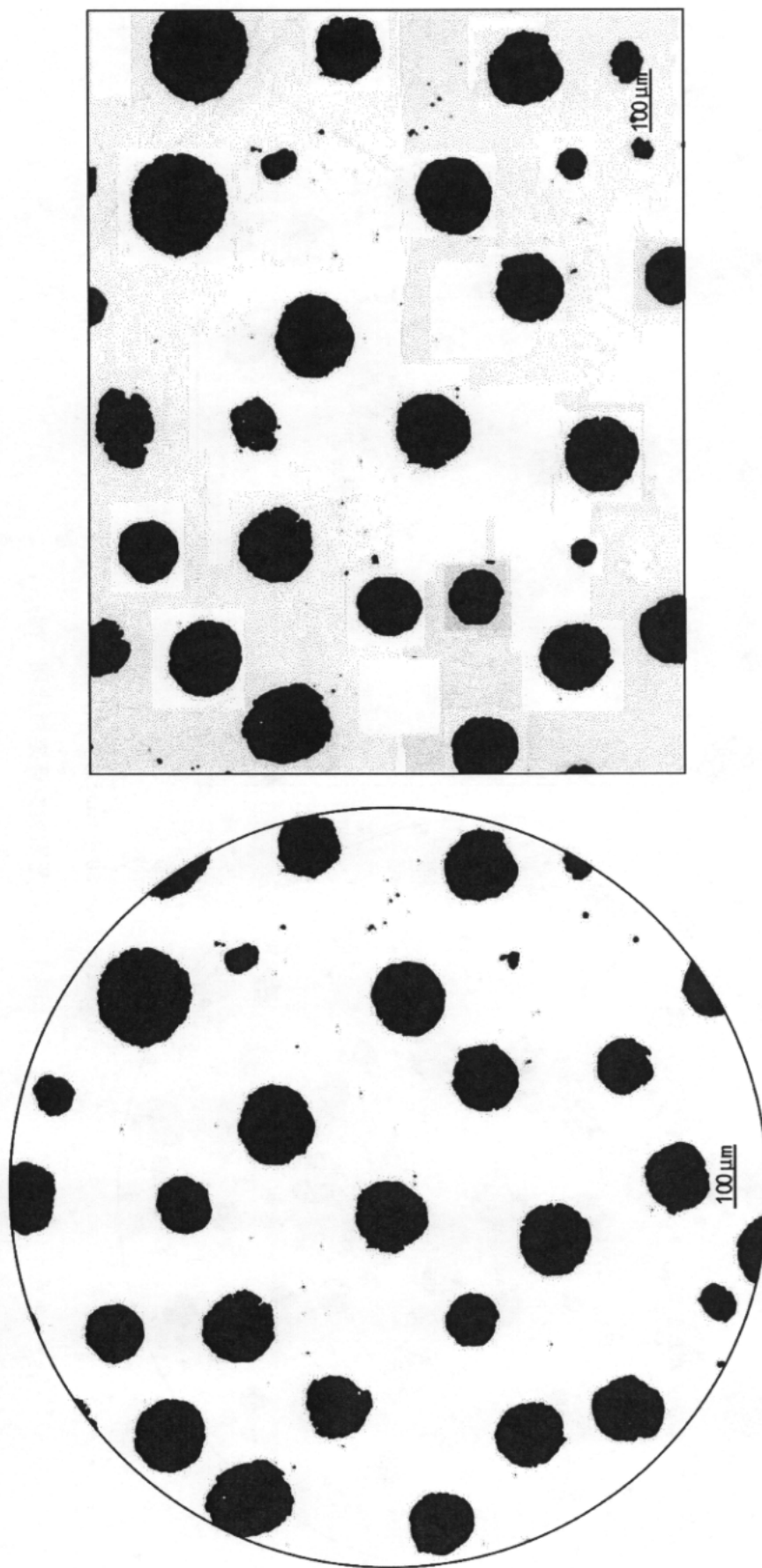


j) 50%球化率,6级

图 E.1 球墨铸铁球化率评级图 (续)

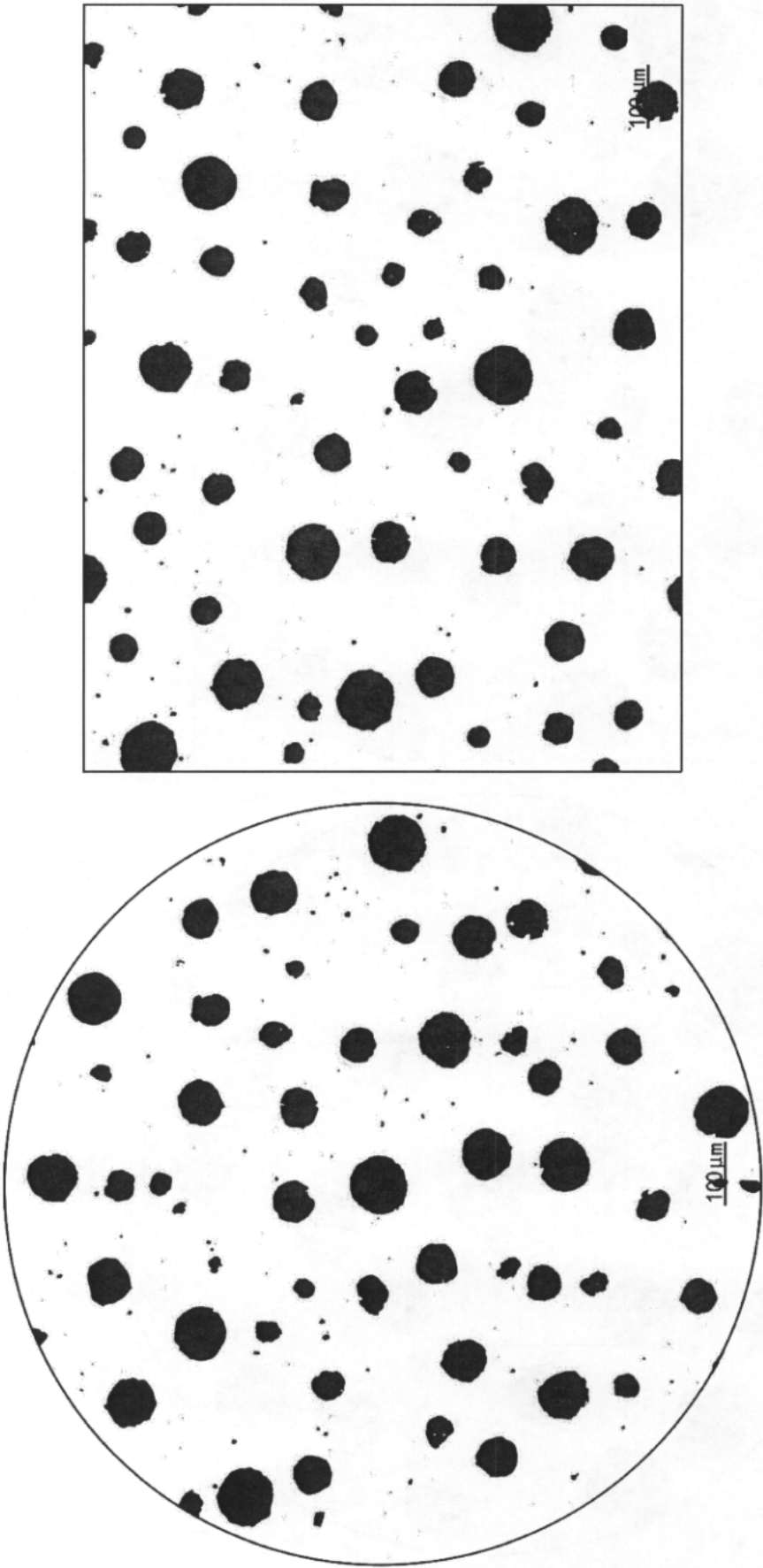
附录 F
(规范性)
石墨颗粒数评定对比图

图 F.1 为石墨颗粒数评定对比图。



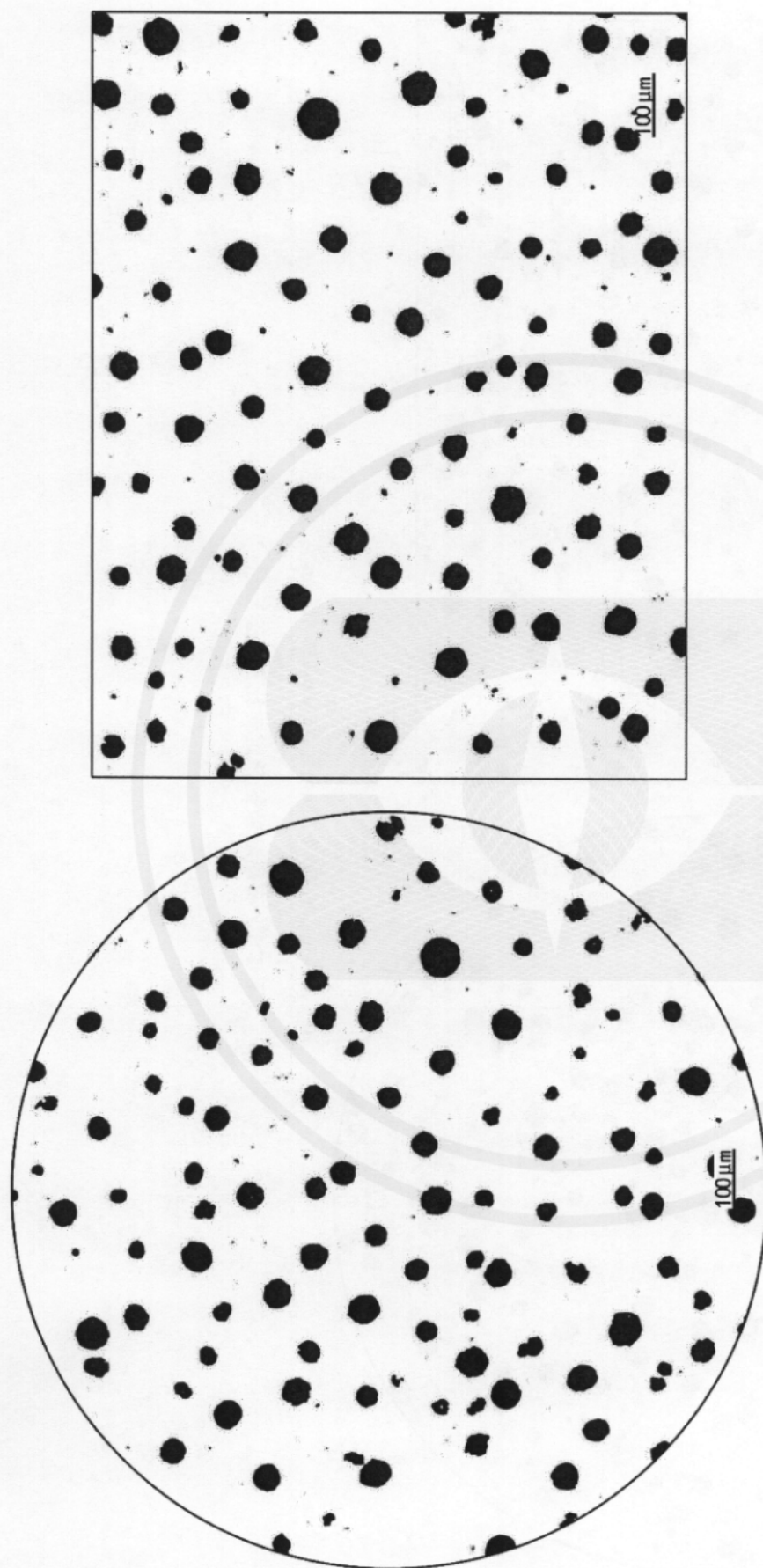
a) $l_m \geq 10 \mu\text{m}$, 25 个/ mm^2 ; $l_m \geq 5 \mu\text{m}$, 31 个/ mm^2

图 F.1 石墨颗粒数评定对比图



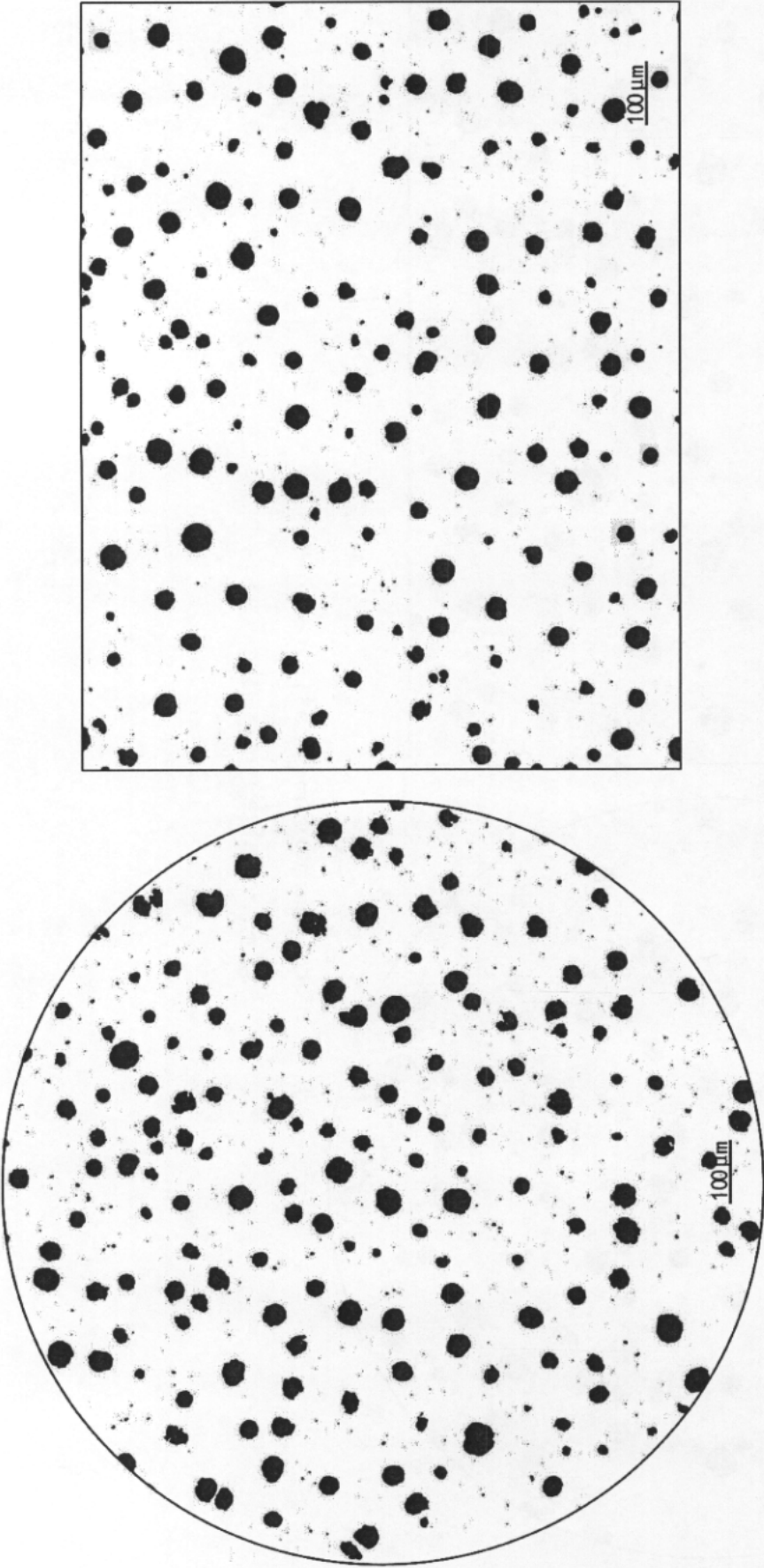
b) $l_m \geq 10 \mu\text{m}$, 50 个/ mm^2 ; $l_m \geq 5 \mu\text{m}$, 64 个/ mm^2

图 F.1 石墨颗粒数评定对比图 (续)



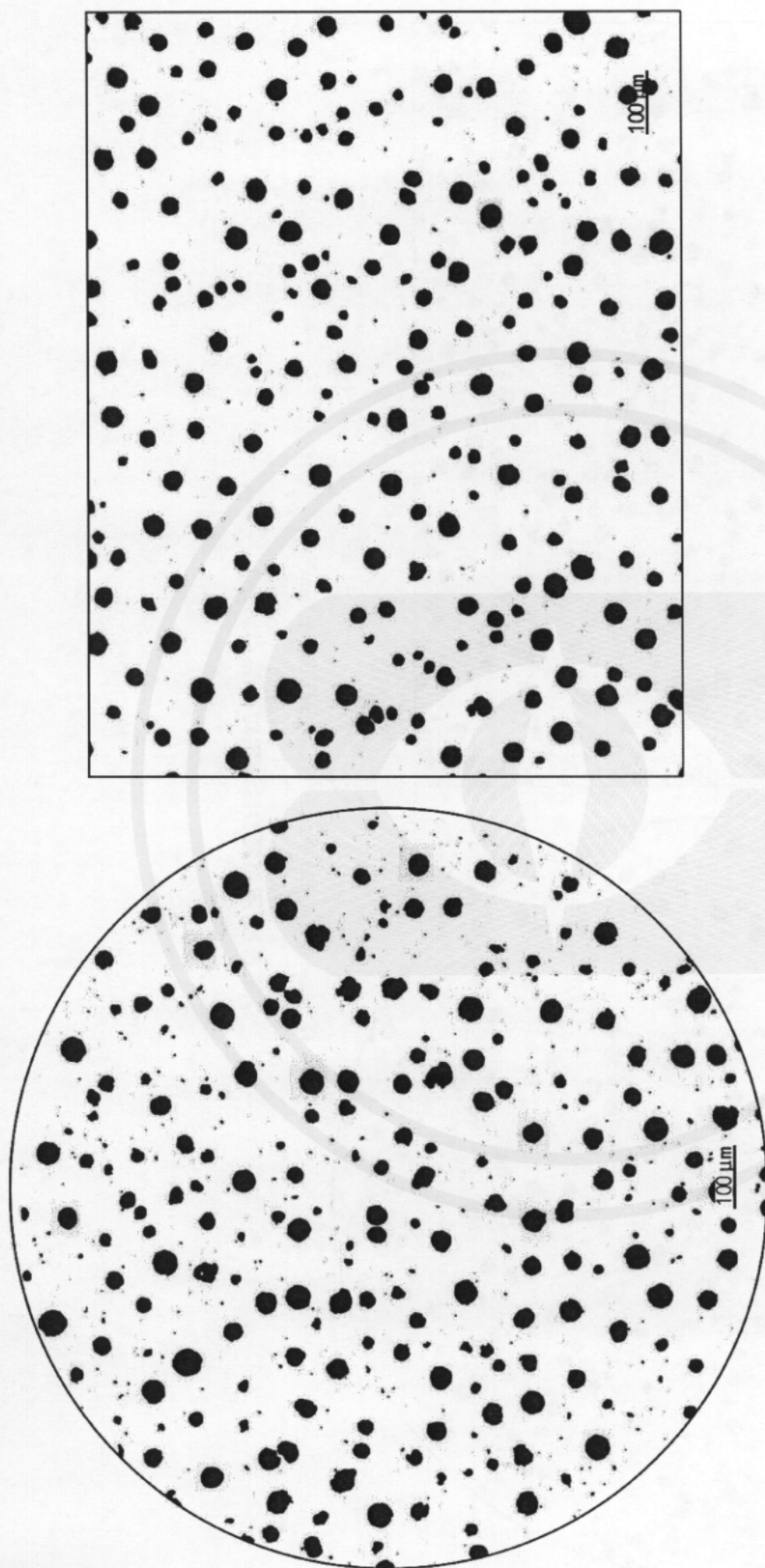
c) $l_m \geq 10 \mu\text{m}$, 100 个/ mm^2 ; $l_m \geq 5 \mu\text{m}$, 116 个/ mm^2

图 F.1 石墨颗粒数评定对比图 (续)



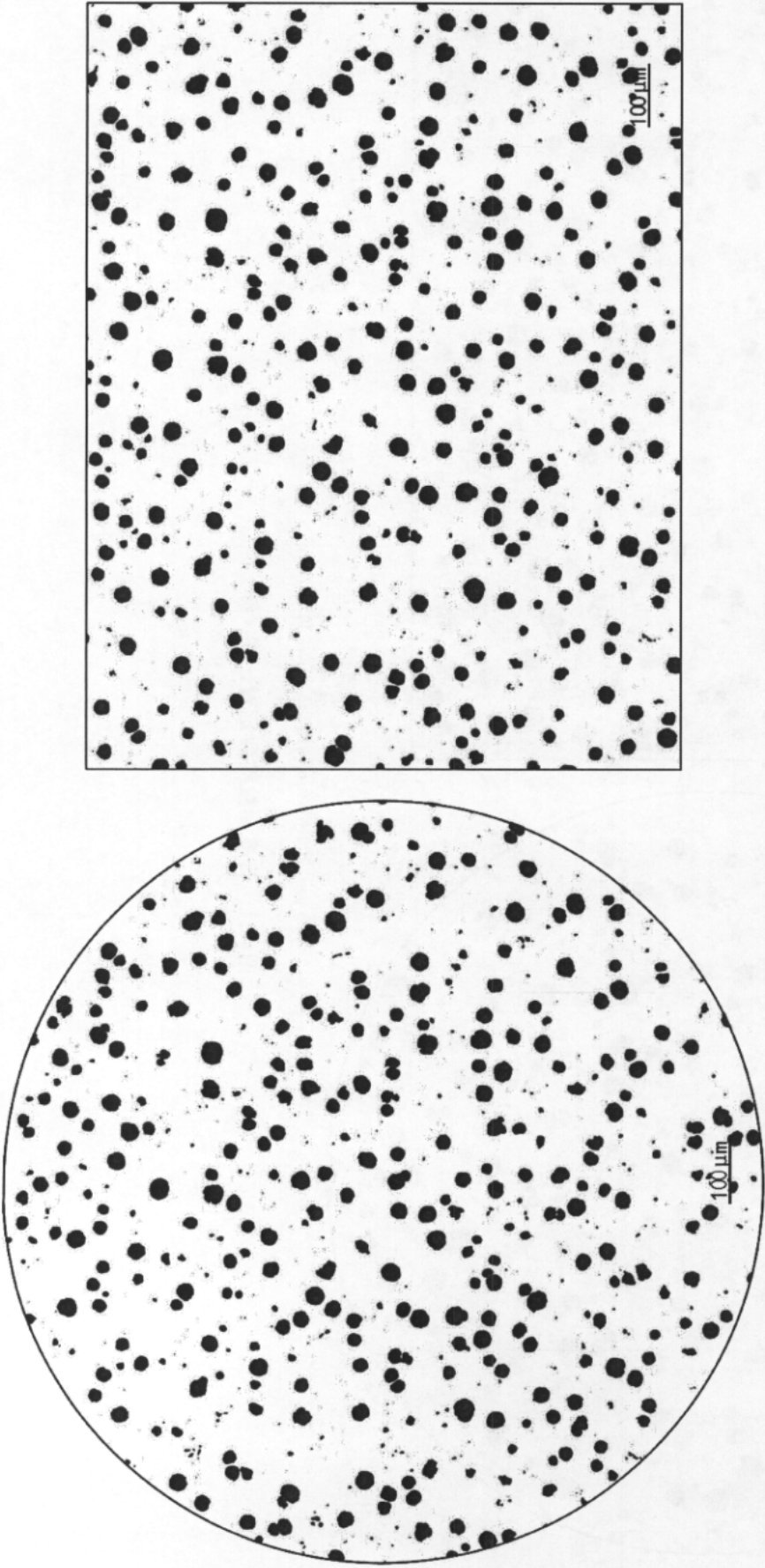
d) $l_m \geq 10 \mu\text{m}$, 150 个/ mm^2 ; $l_m \geq 5 \mu\text{m}$, 165 个/ mm^2

图 F.1 石墨颗粒数评定对比图 (续)



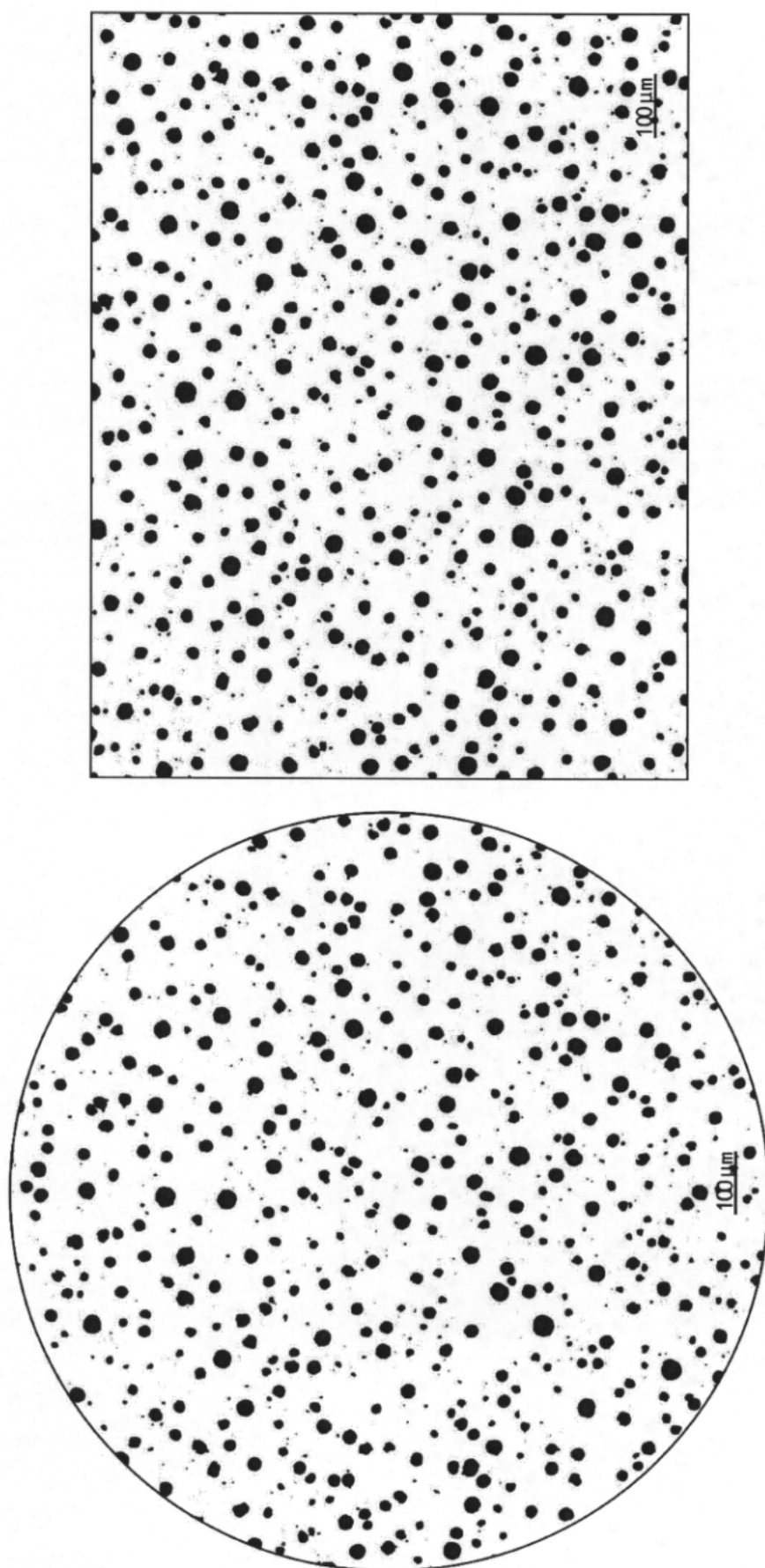
e) $l_m \geq 10 \mu\text{m}$, 200 个/ mm^2 ; $l_m \geq 5 \mu\text{m}$, 230 个/ mm^2

图 F.1 石墨颗粒数评定对比图 (续)



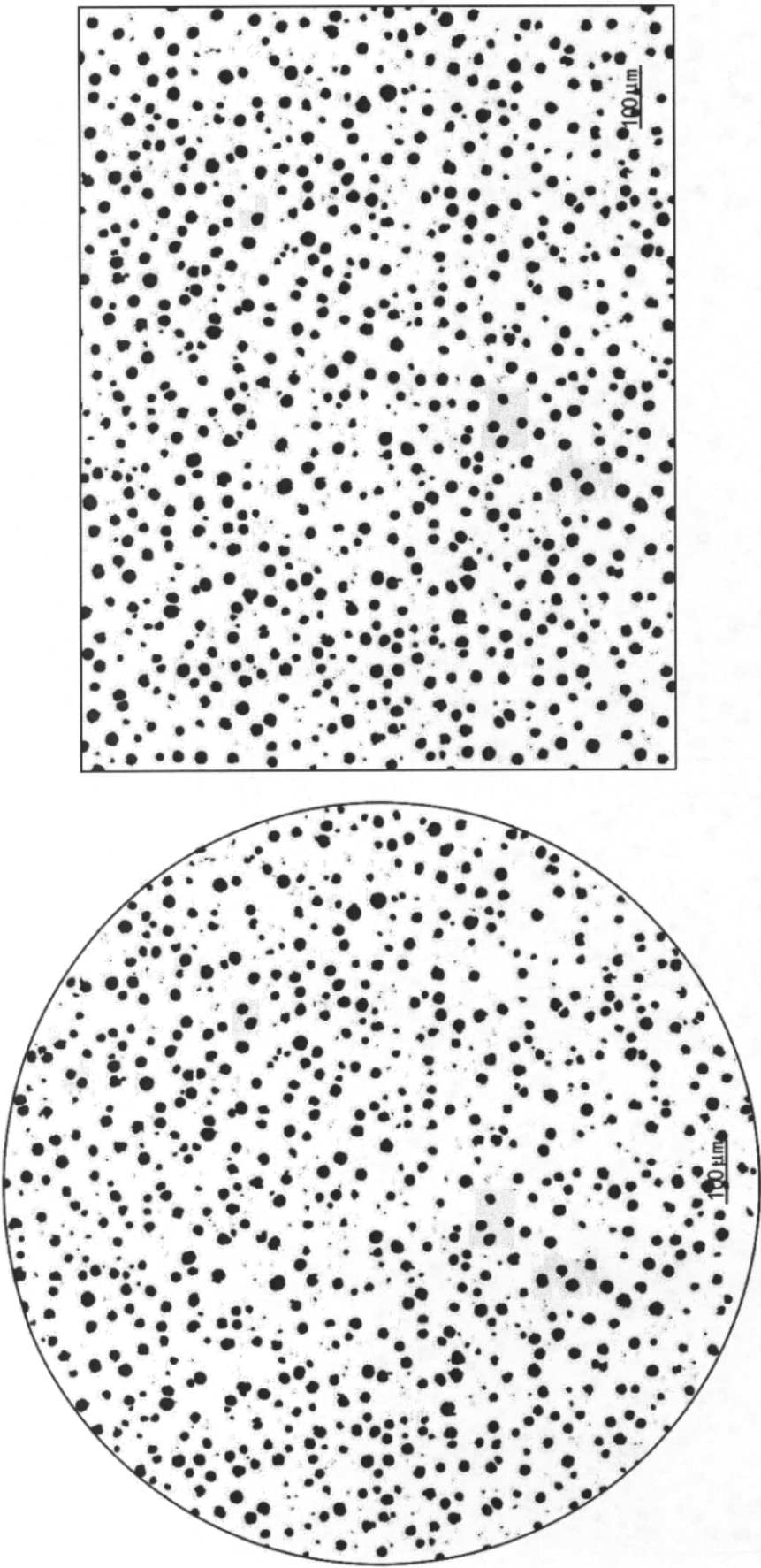
f) $l_n \geq 10 \mu\text{m}$, 300 个/ mm^2 ; $l_m \geq 5 \mu\text{m}$, 350 个/ mm^2

图 F.1 石墨颗粒数评定对比图 (续)



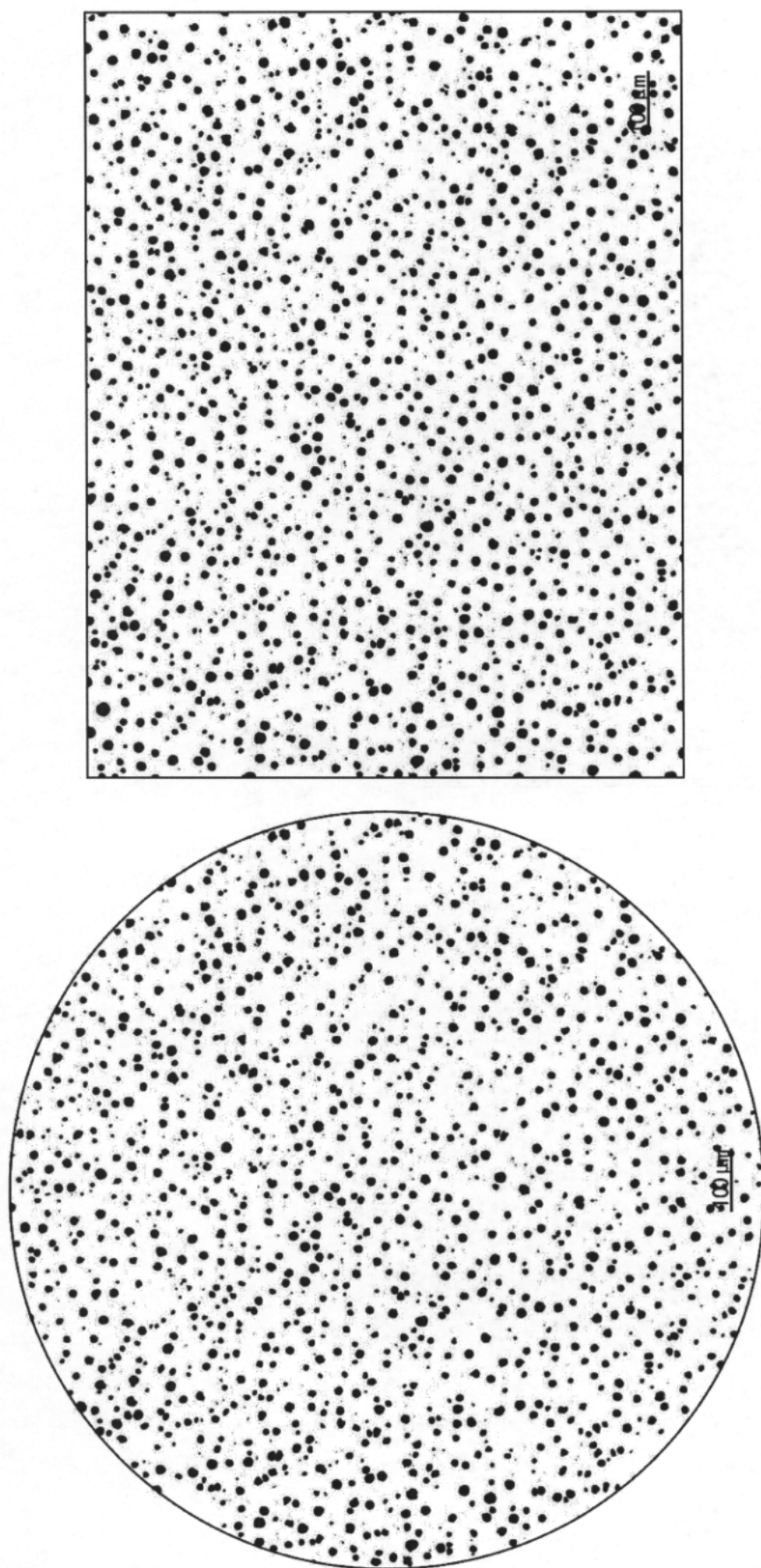
g) $l_m \geq 10 \mu\text{m}$, 400 个/ mm^2 ; $l_m \geq 5 \mu\text{m}$, 480 个/ mm^2

图 F.1 石墨颗粒数评定对比图 (续)



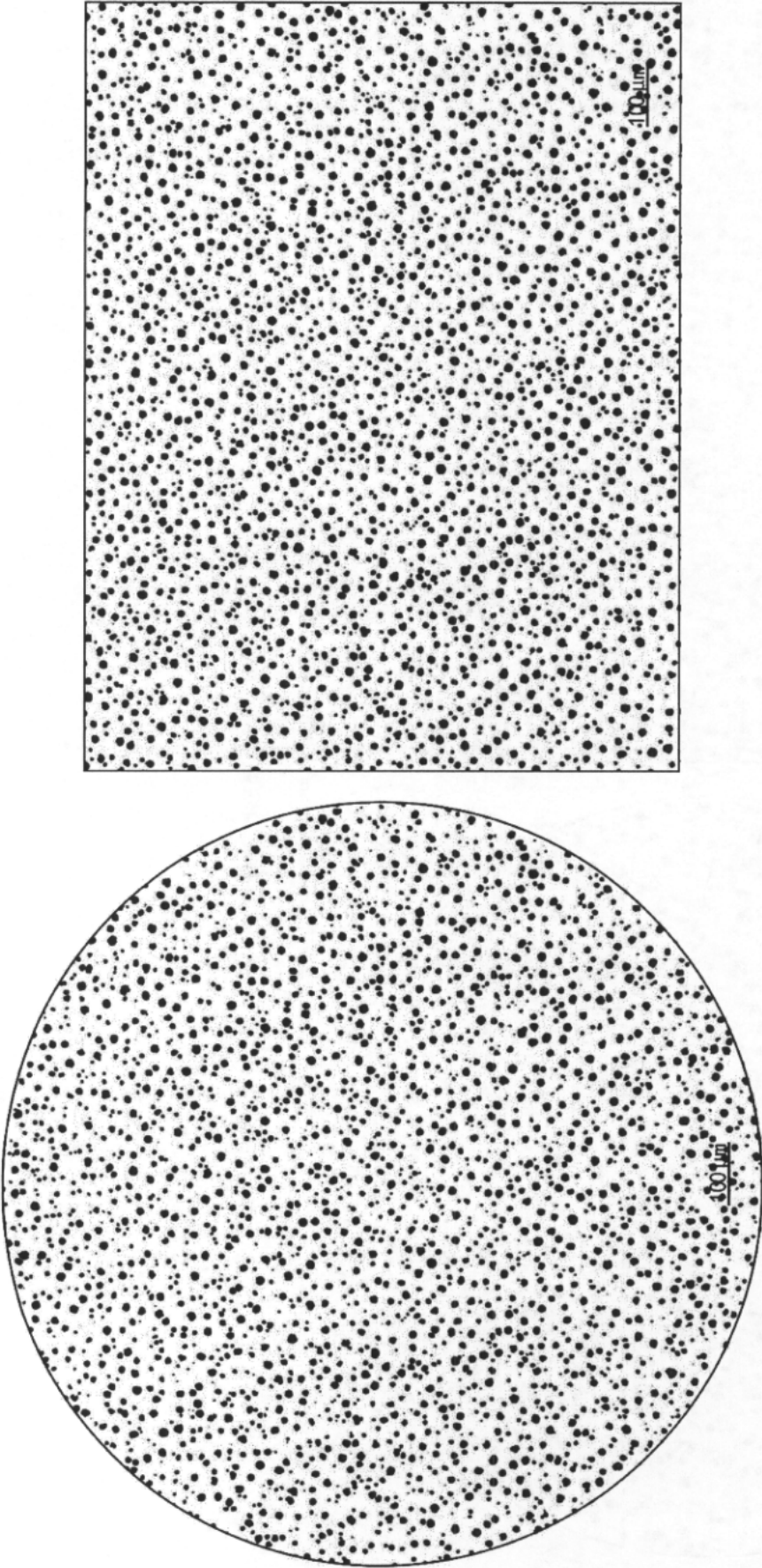
h) $l_m \geq 10 \mu\text{m}$, 600 个/ mm^2 ; $l_m \geq 5 \mu\text{m}$, 684 个/ mm^2

图 F.1 石墨颗粒数评定对比图 (续)



1) $l_m \geq 10 \mu\text{m}$, 800 个/ mm^2 ; $l_m \geq 5 \mu\text{m}$, 1 155 个/ mm^2

图 F.1 石墨颗粒数评定对比图 (续)



j) $l_m \geq 10 \mu\text{m}$, $1\,000$ 个/ mm^2 ; $l_m \geq 5 \mu\text{m}$, $2\,188$ 个/ mm^2

图 F.1 石墨颗粒数评定对比图 (续)

附录 G
(规范性)
石墨颗粒大小评级图

图 G.1 为石墨颗粒大小评级图。

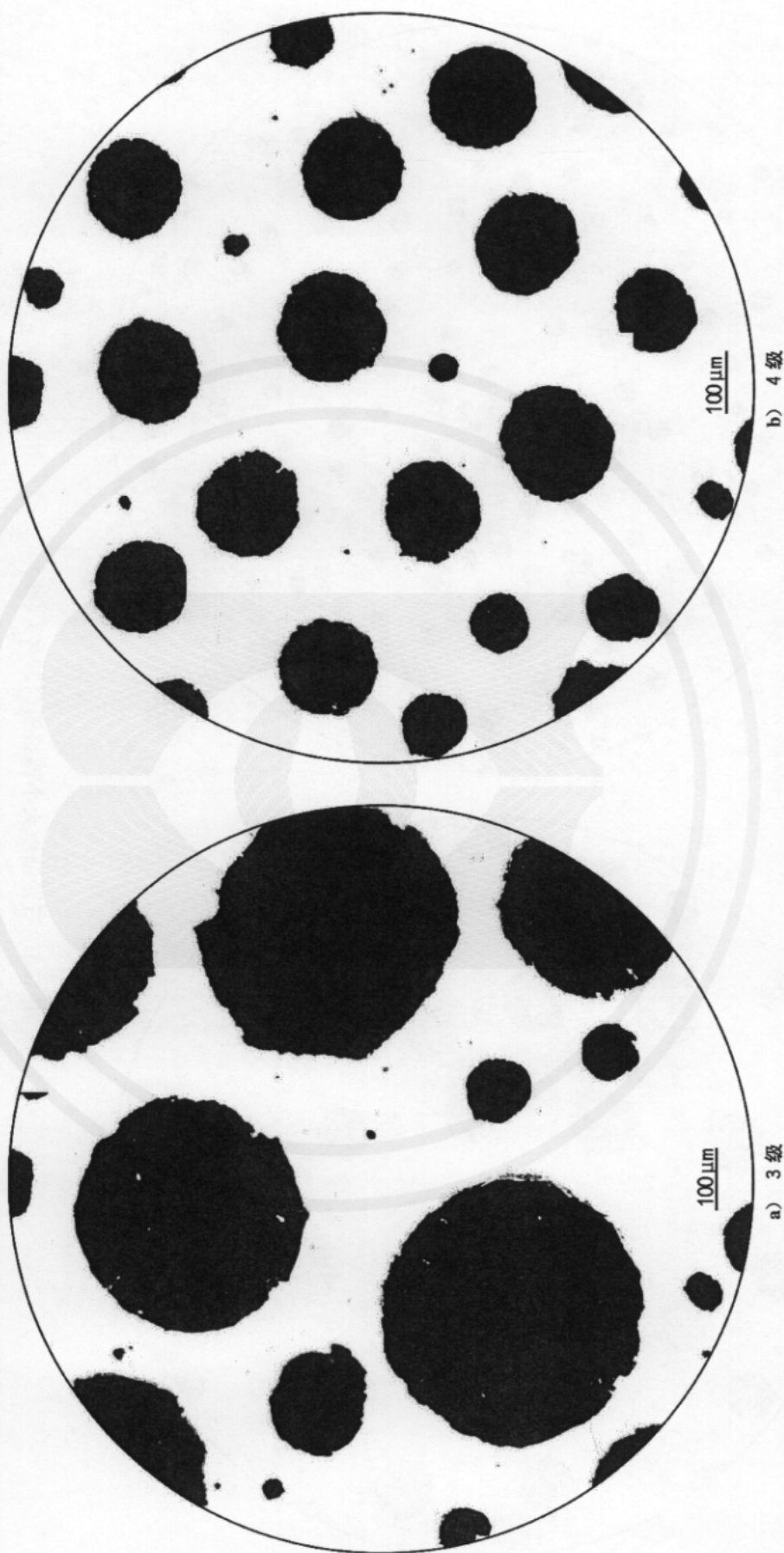


图 G.1 石墨颗粒大小评级图(100×)

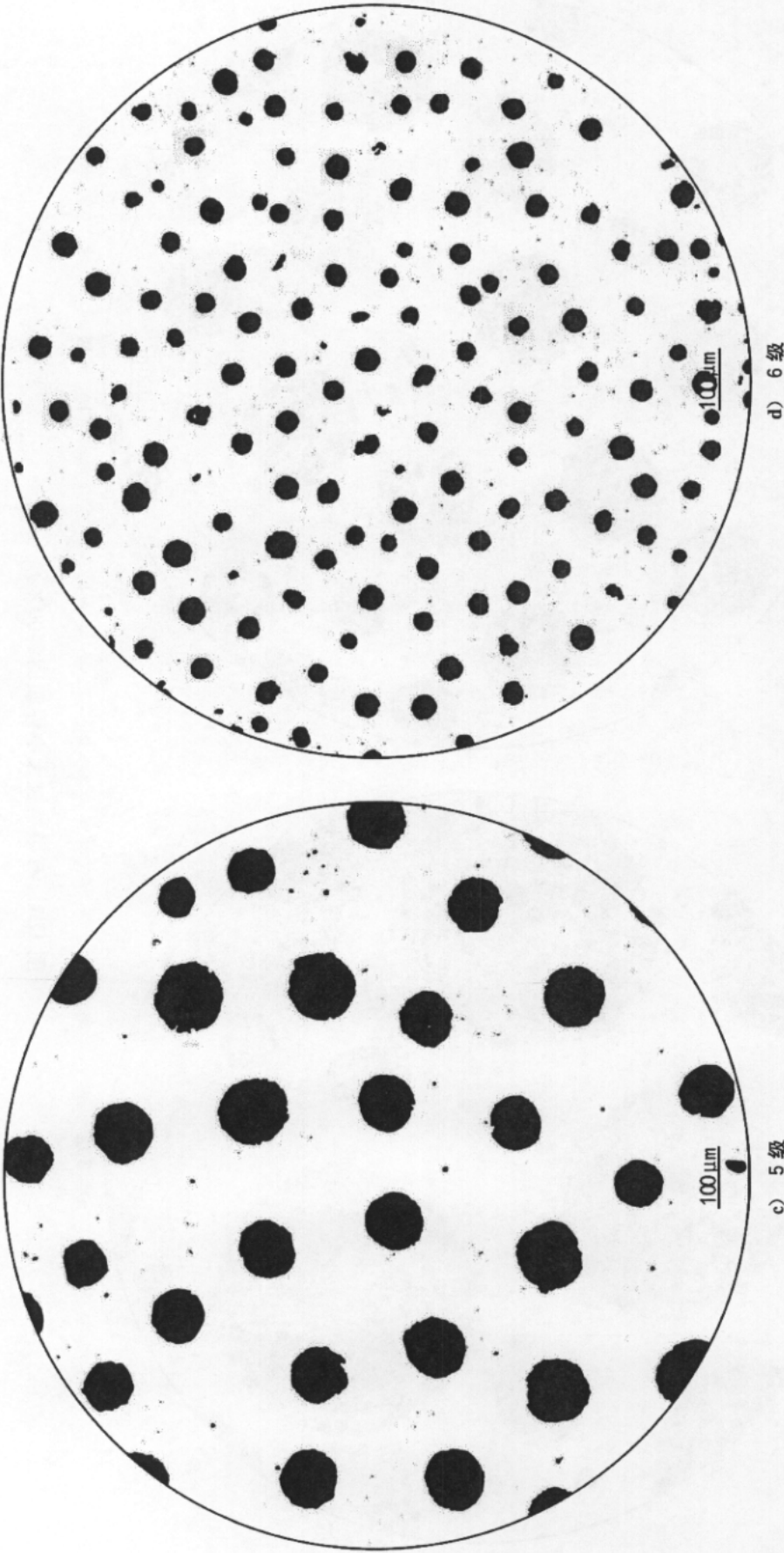


图 G.1 石墨颗粒大小评级图(100 ×) (续)

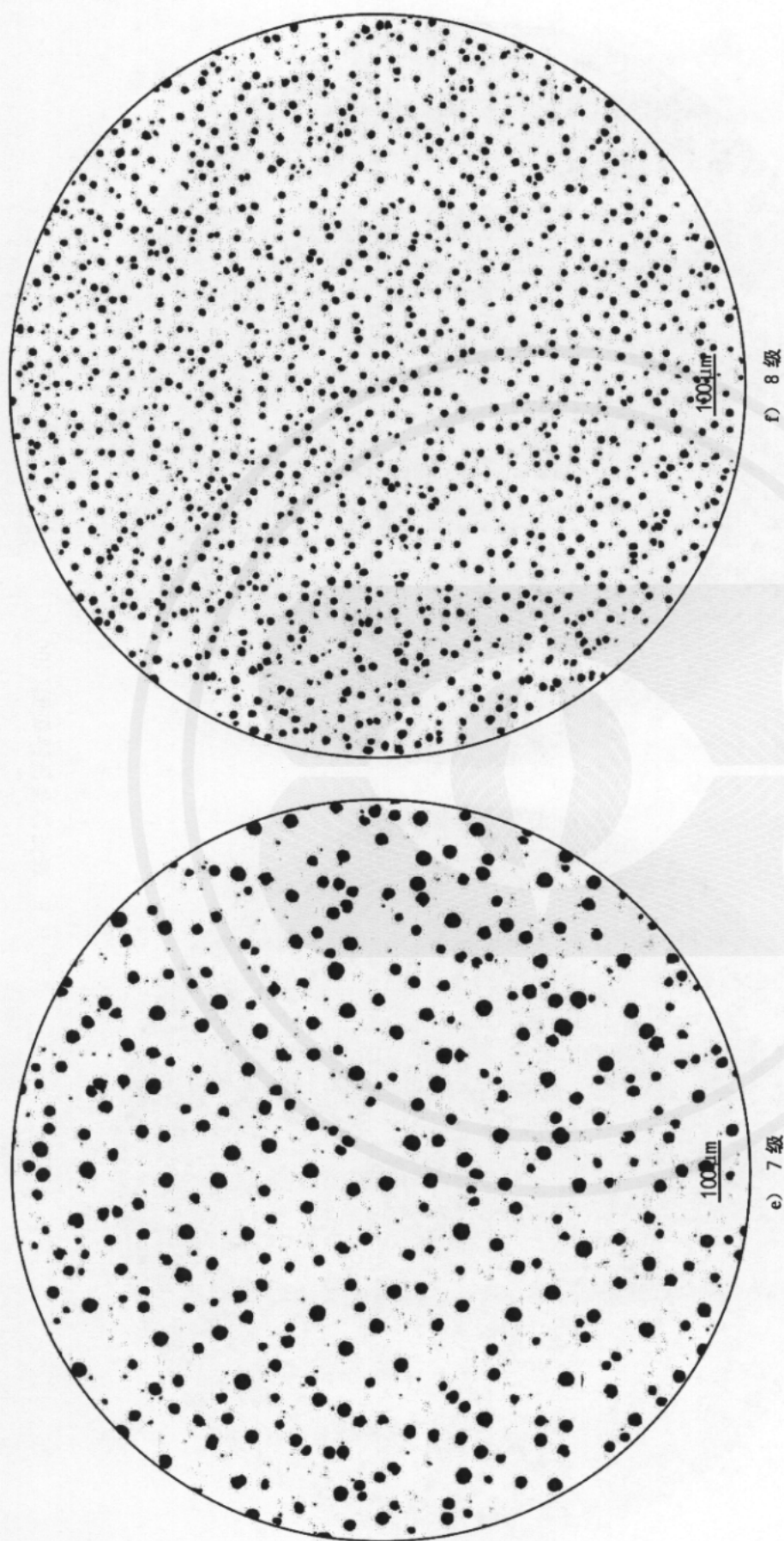


图 G.1 石墨颗粒大小评级图(100×)(续)

附录 H
(规范性)
珠光体含量评级图

图 H.1 为珠光体含量评级图。

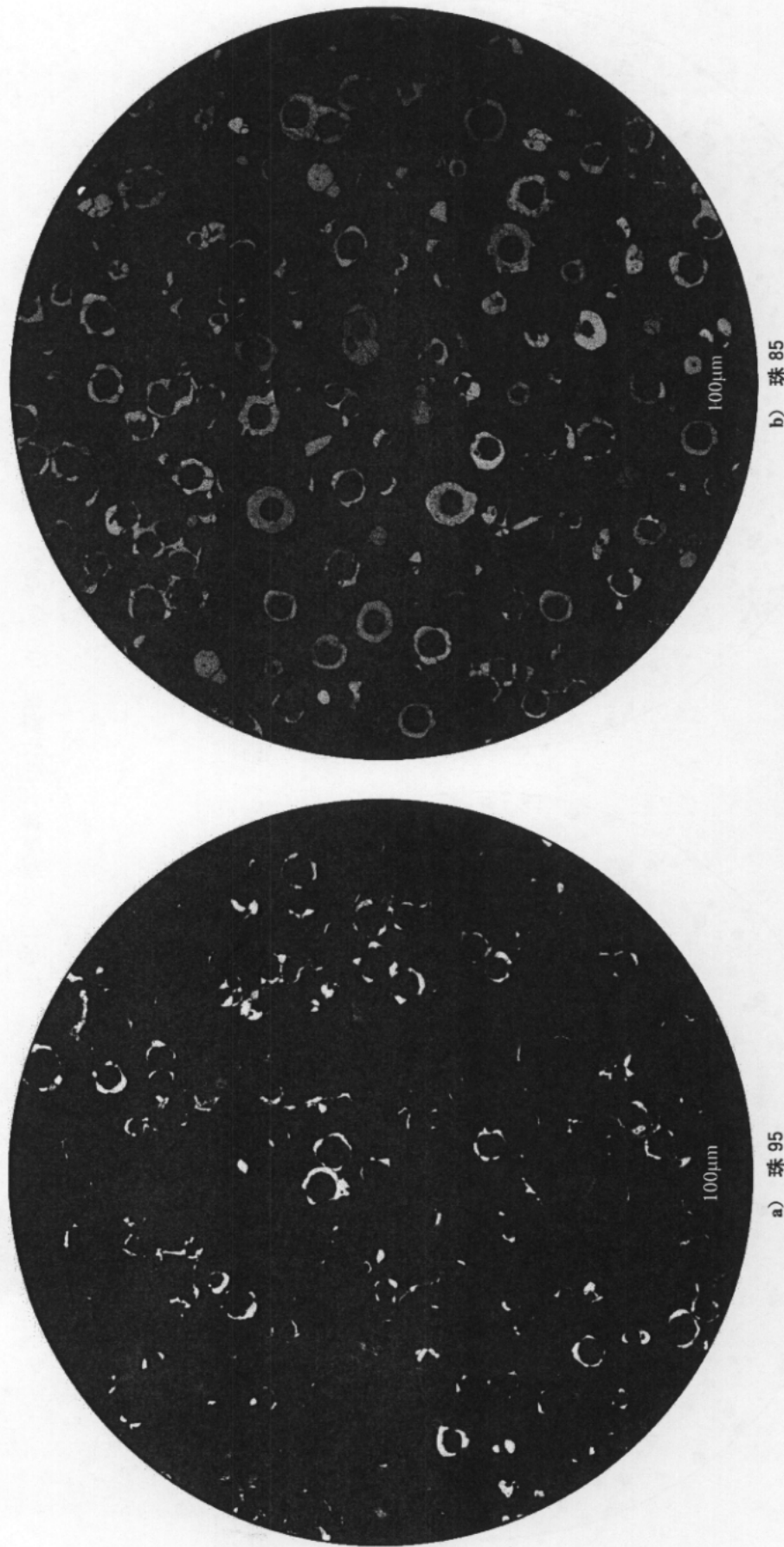


图 H.1 珠光体含量评级图(100×)

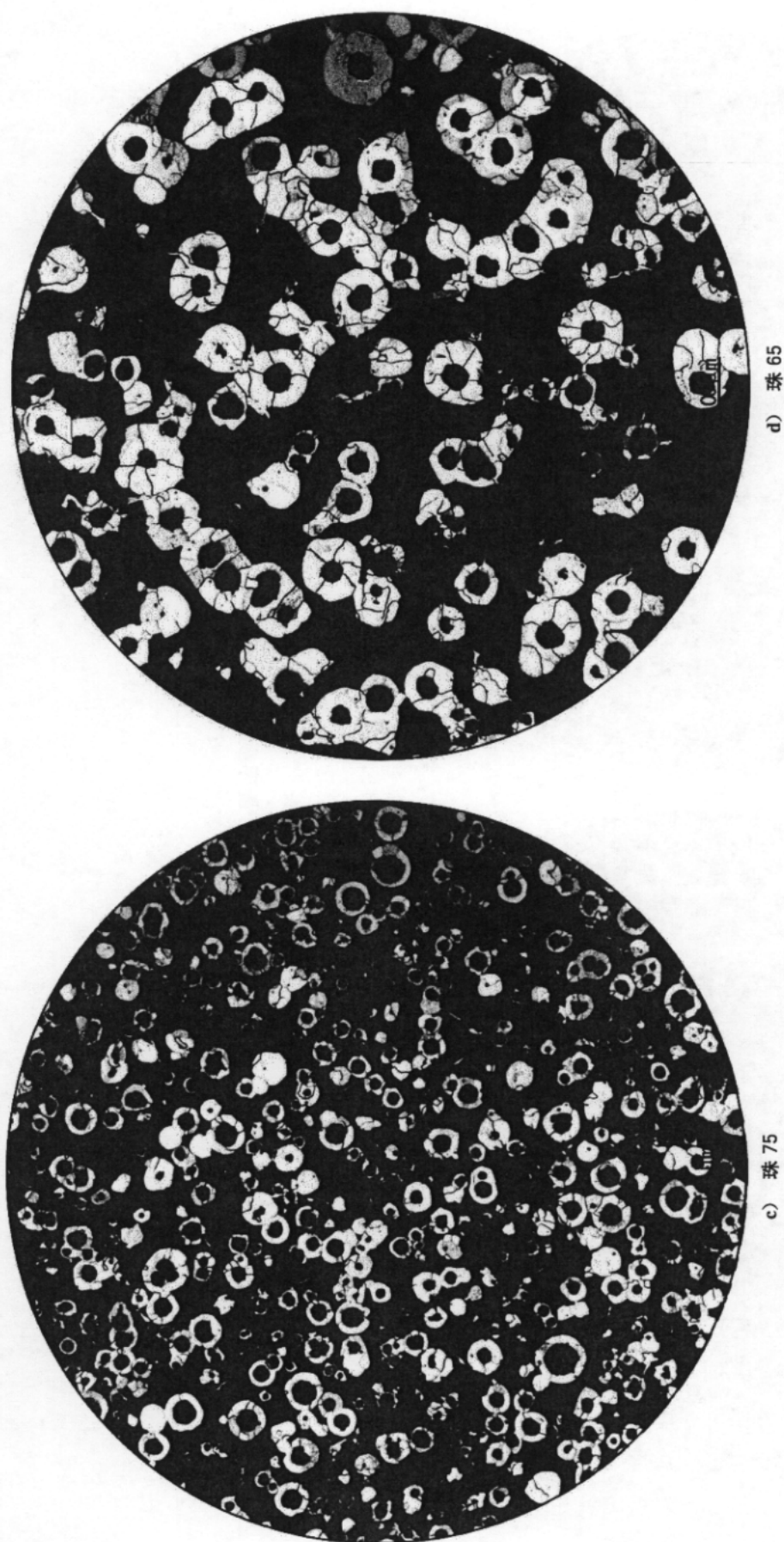
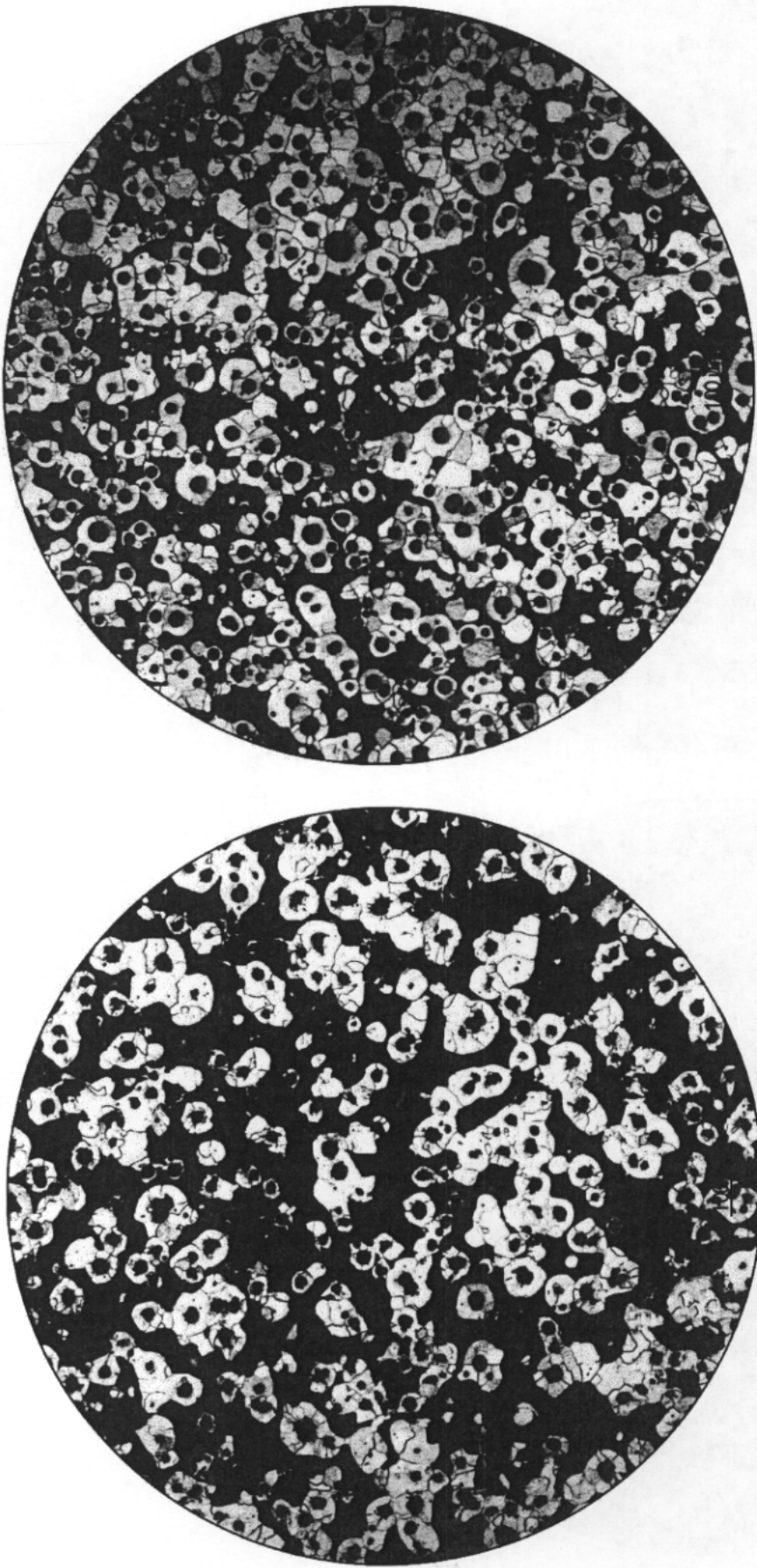


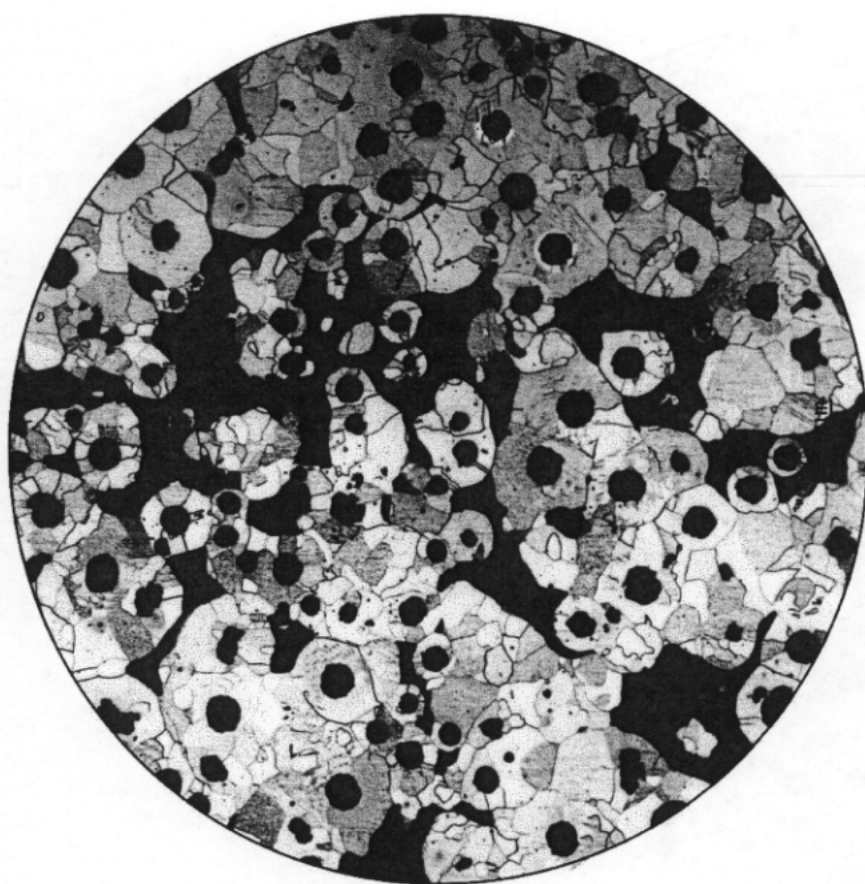
图 H.1 珠光体含量评级图(100×)(续)



f) 珠 45

e) 珠 55

图 H.1 珠光体含量评级图(100×)(续)

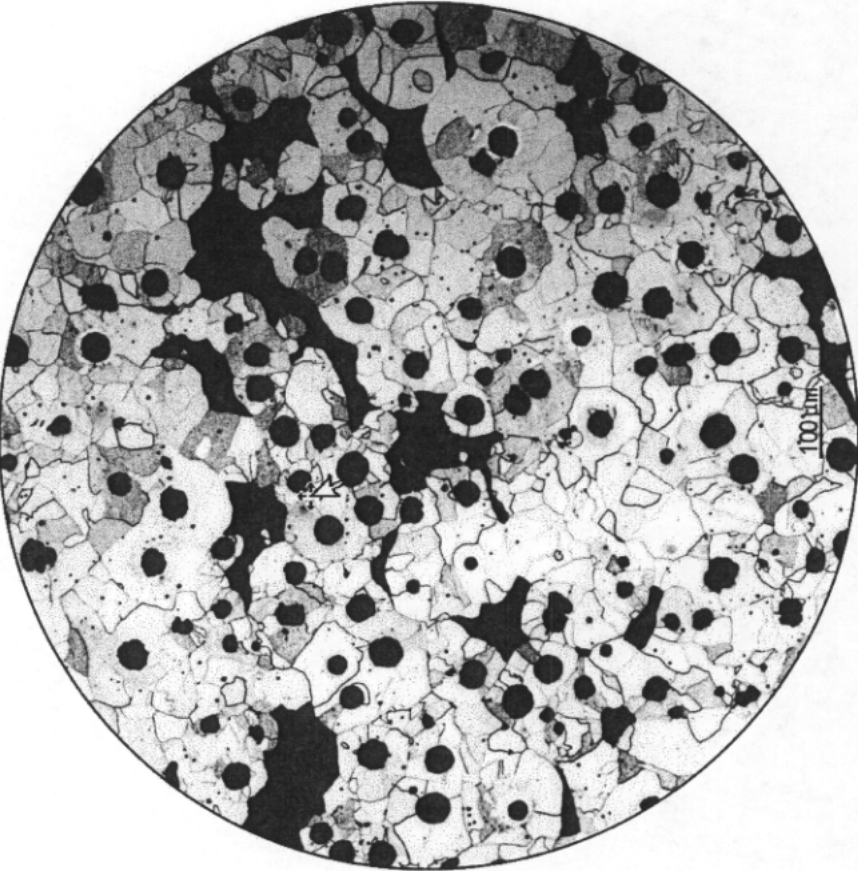


h) 珠 25

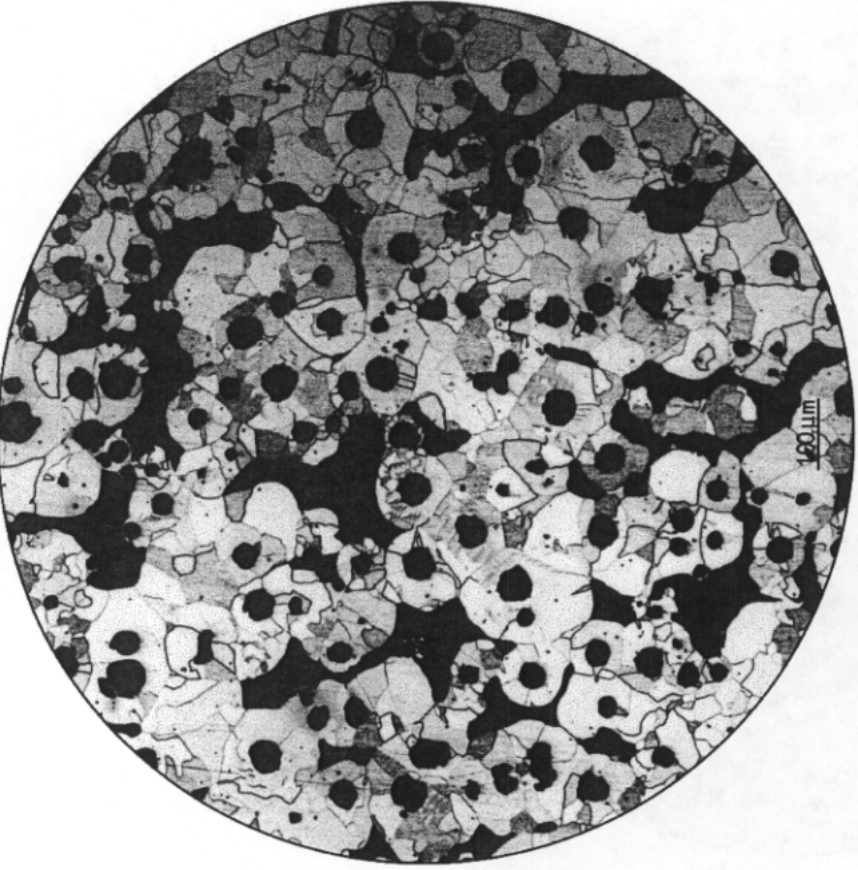


g) 珠 35

图 H.1 珠光体含量评级图(100×)(续)



J) 珠 15



I) 珠 20

图 H.1 珠光体含量评级图(100×)(续)

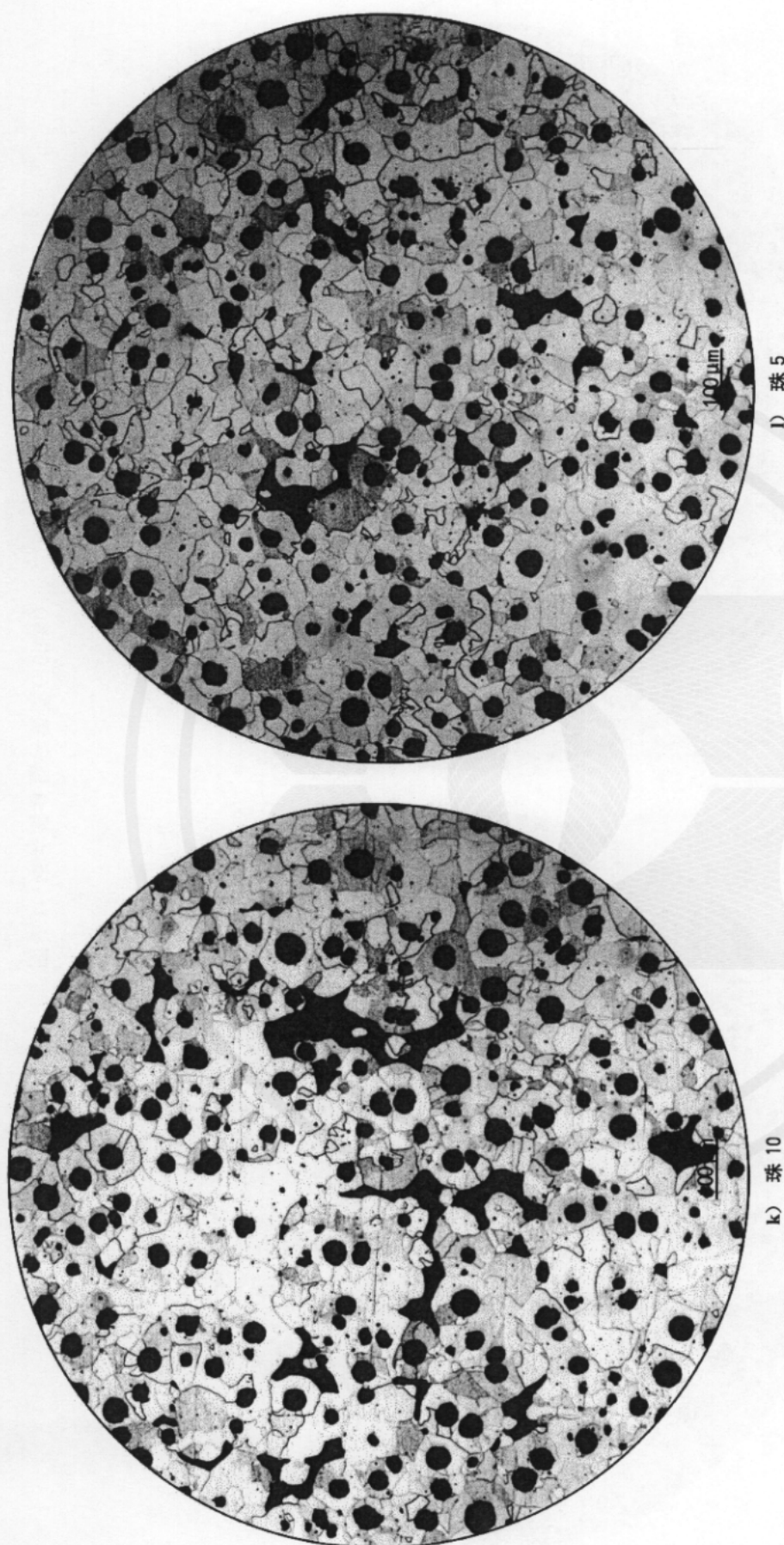


图 H.1 珠光体含量评级图(100×)(续)

附录 I
(规范性)
磷共晶含量评级图

图 I.1 为磷共晶含量评级图。

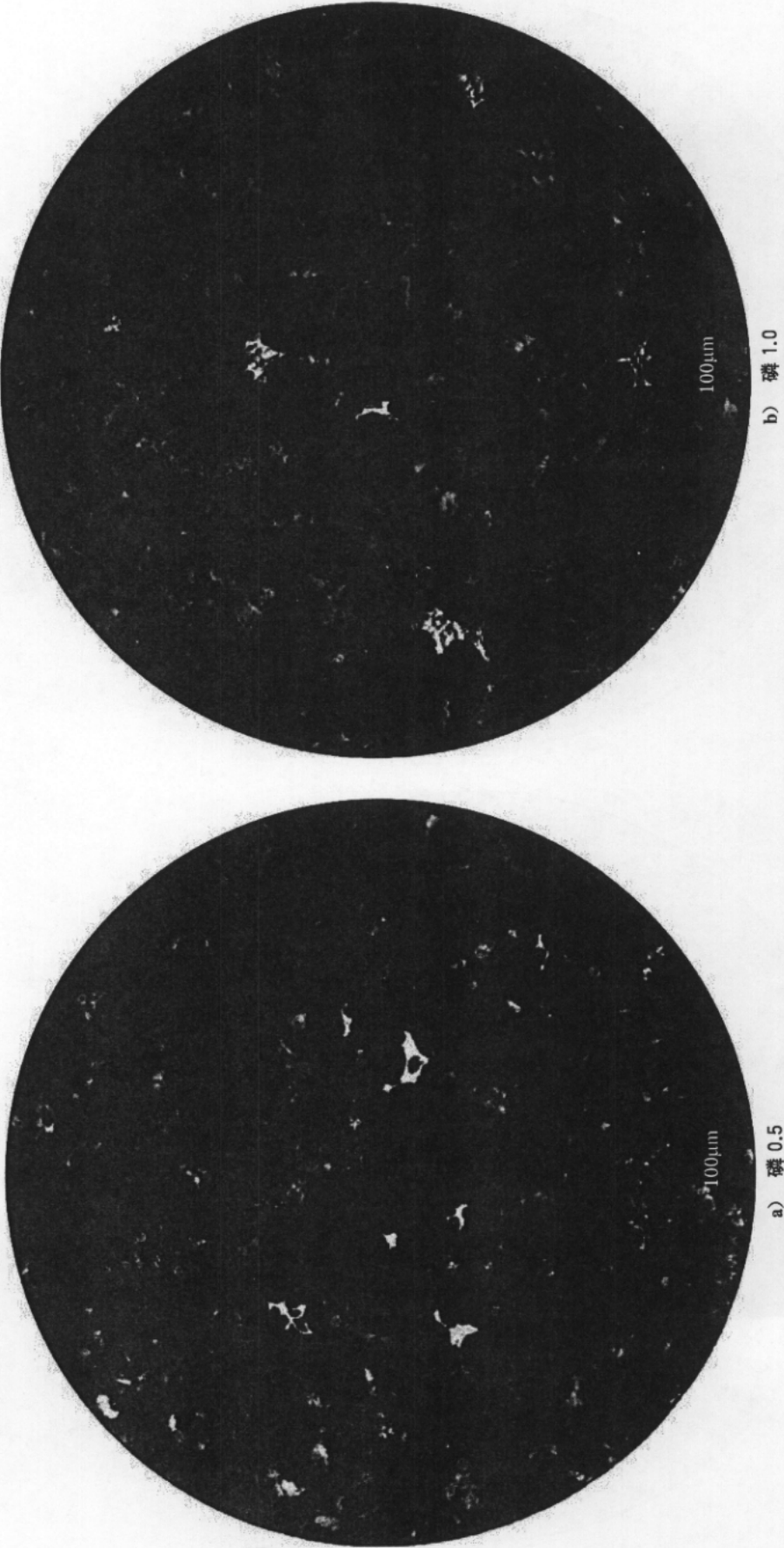


图 I.1 磷共晶含量评级图(100×)



图 I.1 磷共晶含量评级图(100×)(续)

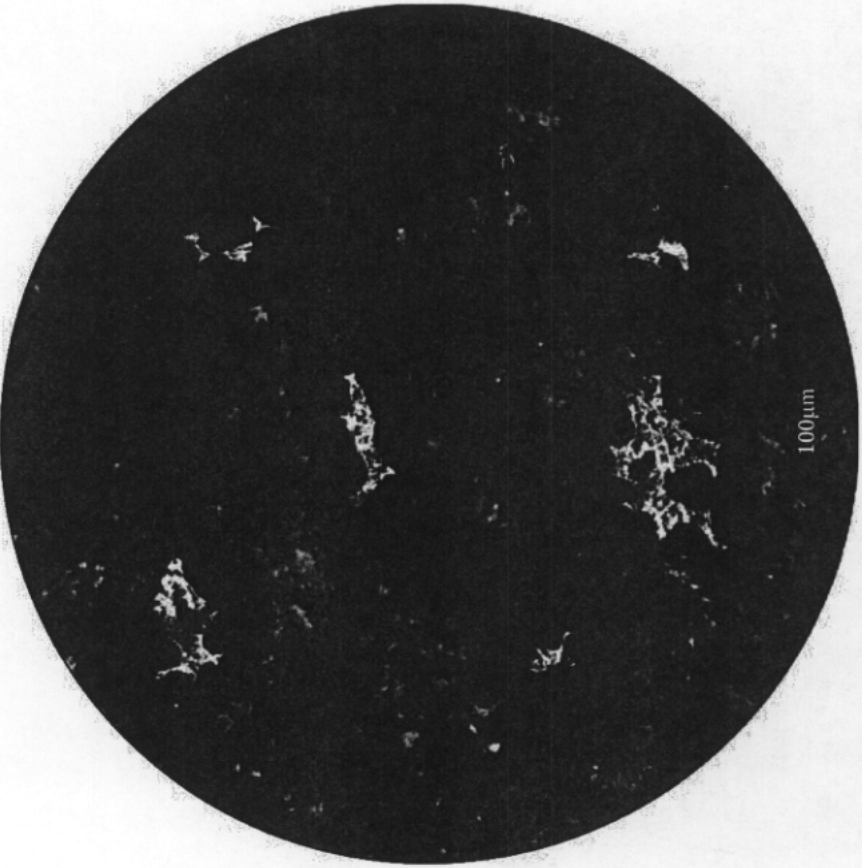
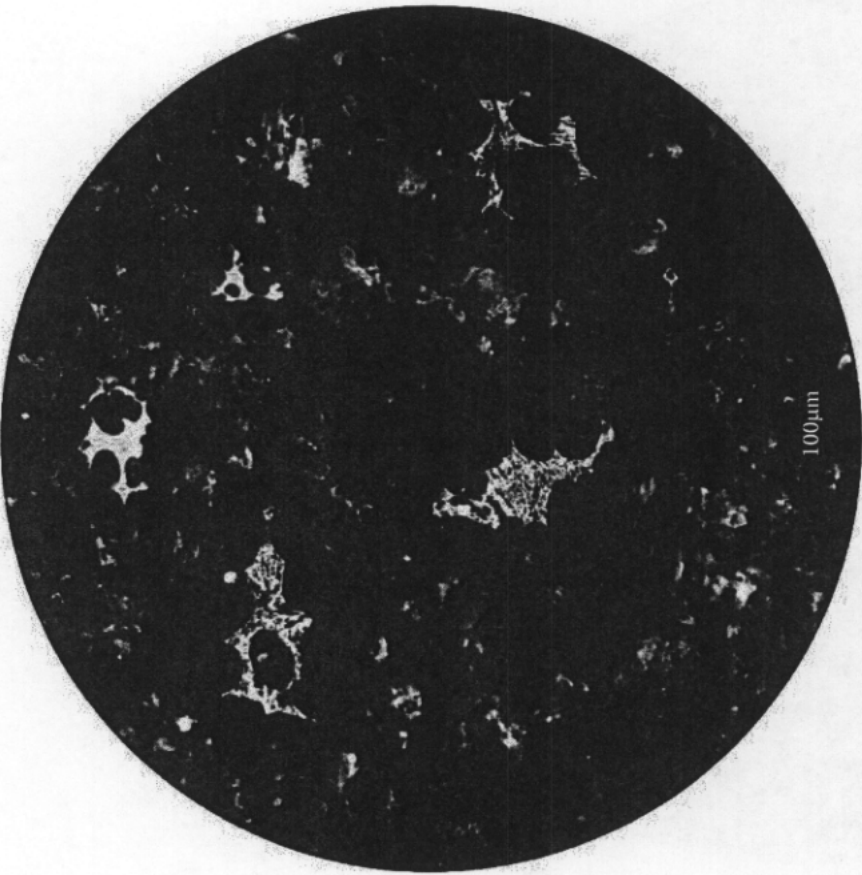


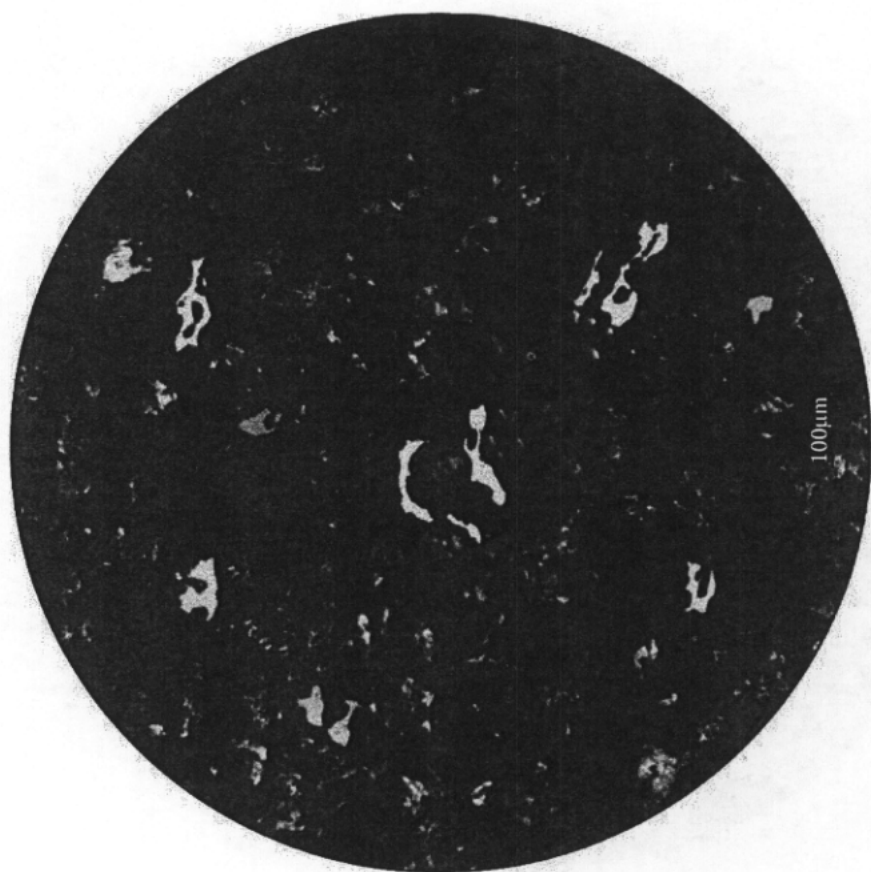
图 I.1 磷共晶含量评级图(100 ×) (续)

附录 J
(规范性)
碳化物含量评级图

图 J.1 为碳化物含量评级图。



图 J.1 碳化物含量评级图(100×)

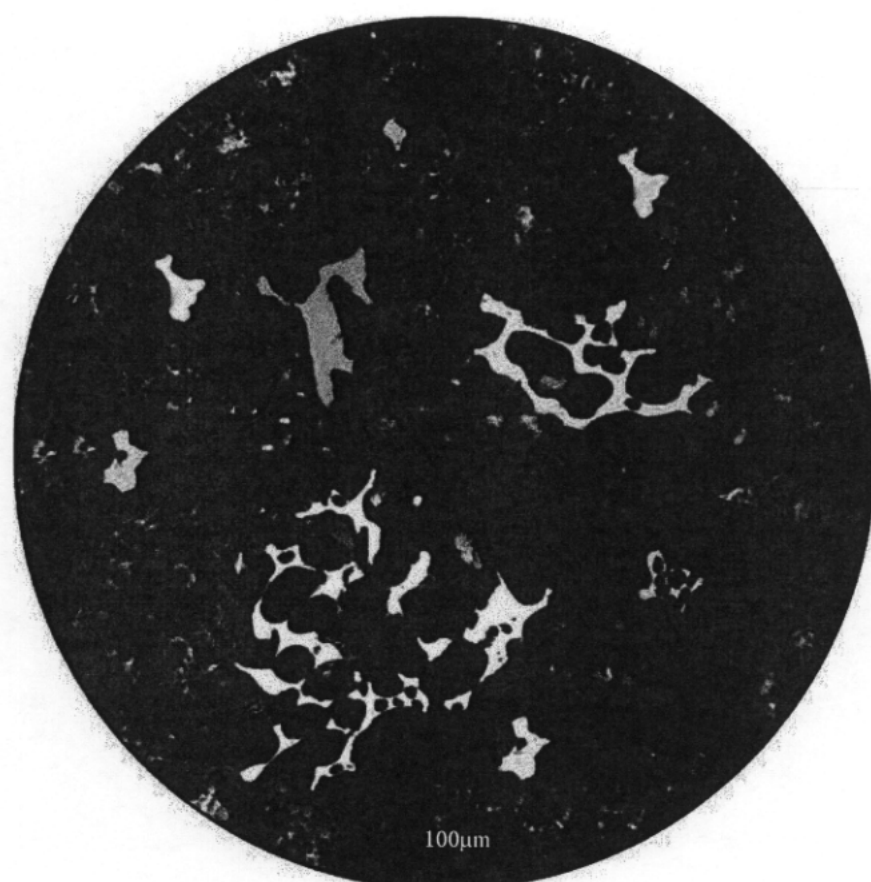


c) 碳 3



d) 碳 5

图 J.1 碳化物含量评级图(100×)(续)



e) 碳 10

图 J.1 碳化物含量评级图(100×)(续)

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
球墨铸铁金相检验
GB/T 9441—2021

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

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 3.25 字数 99 千字
2021年12月第一版 2021年12月第一次印刷

*

书号: 155066 • 1-69347 定价 56.00 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)68510107



GB/T 9441—2021



码上扫一扫 正版服务到

