VOLKSWAGEN AG (大众汽车股份公司)	气孔率测定 按照 VW 50097 的规定	PV 6097
公司标准		

主题词：气孔率、气孔率测定、气孔率试验、铸件的气孔率试验

使用注意事项 征求意见截止日期：2007-06-04

因为即将发布的正式标准可能与本草案有偏差，原则上不能按照本草案的规定执行。如果特殊情况下仍然需要使用本标准的草案，使用者之间应进行协商。

目录

1 适用范围.....1
2 目的.....2
3 标记.....2
4 定义和术语.....2
5 试验的实施.....2
5.1 有关参考面的规定.....2
5.1.1 允许的参考面的几何形状.....2
5.1.2 参考面的选择及其尺寸.....3
5.1.3 参考面的位置.....3
5.2 切割面（断面）或者投影面的选择.....4
5.3 待评定参考面的质量.....4
5.3.1 评定气孔级别 S 的参考面.....4
5.3.2 评定气孔级别 D 的参考面.....4
5.3.3 评定气孔级别 F 的参考面.....5
5.3.4 评定气孔级别 G 的参考面.....5
5.4 参考面的评定.....5
5.5 气孔率试验结果.....6
5.6 气孔率试验实例.....6
6 同时有效的文件.....6
附录（资料性附录）.....7
A.1 气孔级别 D——试样制备和评定时的问题和缺陷.....7
A.2 在一个金相抛光磨片上测定气孔率.....10
A.3 气孔率不同的磨片的图示.....15

1 适用范围

本标准适用于图纸或同时有效的标准中含有 VW 50097 规定的气孔率要求的金属铸件。以前的 VDG-Merkblatt P 201 规定的气孔率要求，应参照 VW 50097 中相应的规定执行。

后继 2~19 页

专业负责人：
K-GQL-2/1 Hannes Wendt
电话:+49-5361-9-38956 K-GQL-2 Stefan Eisenberg 博士

标准（EKTC，1733）：
EKTC/4 Gabriela Bochynek
电话：+49 5361-9-21698 Manfred Terlinden

机密。保留所有权利。未经大众汽车股份公司标准化部门事先的书面同意，本标准不允许传播或复制。合同方只能通过主管的采购部门才能获得本标准。
©大众汽车股份公司（**VOLKSWAGEN AG**）

2 目的

制定本标准的目的就是测定铸件现有图纸上要求的气孔率（参见 VW 50097）。

3 标记

图纸上的标记参照 VW 50097 的规定执行。

4 定义和术语

定义和术语参见 VW 50099、VW 50097 和 VDG-Merkblatt P 201。
比较直径　　包围气孔的圆的直径。
当量直径　　与比较气孔面积相同的圆的直径。

5 试验的实施

试验方法应按照图纸上的要求确定，不受铸件载荷类型的影响。
——气孔级别 S　　在一个表面光洁度 Rz≤25 的磨片上进行试验；
——气孔级别 D　　在一个金相抛光磨片上进行试验；
——气孔级别 F　　在一个按照图纸加工的功能面上进行试验；
——气孔级别 G　　使用 X 射线进行 X 射线检测。
图纸上附加的要求和数据也同样具有约束力。

5.1 有关参考面的规定

所有气孔级别中的数据都是以一个所谓的参考面为基准的。该面的测定原则在所有的气孔级别中都是一样的。

5.1.1 允许的参考面的几何形状

在选择相应的参考面的时候，只允许下面三种几何形状：
——正方形；
——圆；
——三角形。
这些几何形状是一般表面几何形状的特殊形式。

5.1.2 参考面的选择及其尺寸

如果

——构件被切割，

——表面按照图纸进行加工，

——弯曲的加工面通过展开投影到一个平面中，

——或者在 X 射线检测时物体投影到一个平面中，

总能产生表面区域，该表面区域与下列几何形状相类似：

——正方形（作为矩形表面区域的特殊形式）；

——圆（作为椭圆形表面区域的特殊形式）；

——三角形。

应按照 VW 50097 和 VDG-Merkblatt P 201 根据下列原则选择参考面，即保证参考面与构件的局部几何形状相似，并且借助其位置和尺寸能局部地覆盖一个最大且几何形状相似的面。

在评定密封面的时候，应根据所用密封的局部宽度来选择参考面，或者根据图纸中规定的凹槽通道的宽度来选择参考面。

注：撇开出现的扭曲变形不考虑，例如包围孔的圆环通过展开可以转换到一个矩形中。这样用来评定圆环的唯一有效的参考面就是一个与环的宽度相内切的正方形。为了评定圆环的气孔率，该正方形应与圆环面切向移动（参见 5.1.3）。该规定与 VDG-Merkblatt P 201 中 5.1.2 的规定相同。

如果绘图比例为 1:1，参考面的尺寸在 X 射线检测时的最大值为 5cm^2。

注：受所用 X 射线设备和实际采用的放大倍数的影响，该要求在实施过程中可能会导致出现一些问题。如果出现问题，应与主管的设计部门进行协商。达成的有关采用其它检测方法的协议，应在图纸中或者同时有效的文件中以适当的形式记录下来并形成文件。

选择参考面时如果考虑强度，可能导致下列结果，即小的参考面与可能的较大的参考面或者其它几何形状的参考面重叠。根据以往的经验得知，重叠部分不允许大于较小参考面的 50%。

如果是较复杂的几何形状，根据上述准则并不总是能地确定局部参考面。如果有疑问，应与最终验收方的主管试验室进行协商。

5.1.3 参考面的位置

通过一个铸件有任意多的切割面（断面），而且加工的每个面都可以作为切割面（断面）。

铸件借助 X 射线也可以产生任意多的投影。

在一个切割面（断面）或者投影面内，根据可能的位置的数量选择各自允许的参考面时，应保证根据评定能获得一个最大的气孔率值。

5.2 切割面（断面）或者投影面的选择

只要当前有效的图纸和其他同时有效的标准没有其它不同规定，选择的相应平面应在出现极限负荷的范围之内。

另外根据供应商的判断，磨片也可以位于作为不可靠过程指示器的范围之内。

注：如果执行检验的检验人员在范围方面有疑问，则应与最终验收方主管的设计部门进行协商。

5.3 待评定参考面的质量

只要当前有效的图纸和其他同时有效的标准没有其它不同规定，待评定参考面应具有以下质量。

5.3.1 评定气孔级别 S 的参考面

评定气孔率要求为级别 S 的区域应在表面粗糙度 Rz=25 或者更好的表面上进行。待评定的面应平整、没有影响试验结果的污物或损伤。评定参考面时应使用与肉眼的正常视力相匹配的分辨率进行。

5.3.2 评定气孔级别 D 的参考面

评定气孔率要求为级别 D 的区域应在金相（抛光）磨片上进行。

金相磨片应满足下列要求：

——有镜面光泽的表面　　在显微镜下使用 100:1 的放大倍数不允许看到先前制备阶段产生的加工痕迹（无刮痕或凹陷）。

——磨片表面的平面度　　磨片不允许有边缘倒圆或者凸起形成。

——没有塑性组织变性　　磨片不允许有由先前制备加工引起的残余变形。

评定表面时应在顶射显微镜下使用 20:1~25:1 的放大倍数进行。不允许使用立体显微镜。

评定磨片时，特别是在拍摄数码照片的时候，应注意适度的照明。照射过渡的照片显示出的气孔率会变小，照明不足的照片显示的气孔率会变大。

注：卖方可以根据自己的判断使用大于 25:1 的放大倍数评定参考面。对于最终验收方，根据自己的判断也可以使用小于 20:1 的放大倍数。

5.3.3 评定气孔级别 F 的参考面

参考面的质量应符合图纸上规定的局部加工要求。待评定的面应没有影响试验结果的污物或损伤。

注：根据图纸加工的面也显示是气孔级别为 S 和 D 的切割面。对于功能面，如果在级别 F 的局部气孔率要求旁边还有普通级别 S 或 D 的气孔率要求，则功能面应满足上述两个要求。

5.3.4 评定气孔级别 G 的参考面

评定气孔率要求为级别 G 的区域应在一个 X 射线软片或者 X 射线设备的 Lifebild（译者注：此处可能有误，Lifebild 的意思为“生活图像”，不太妥当，是不是应改是“Livebild”，意思为“实时图像”？）上进行。如果组合使用，X 射线管、探测器或软片、透视参数和图像装置（监视器、毛玻璃）每次都应保证对比度分辨率最小值为透射积聚的壁厚的 6%。X 射线设备应能识别出比图纸要求的最小允许缺陷小最小 15%的缺陷。该缺陷识别性应使用合适的缺陷替换试样予以验证。

应在 X 射线设备的光程中调整铸件，使气孔率在评定范围的投影中最大。各个参考面的评定应在绘图比例为 1:1 的条件下进行。

注：如果评定参考面时使用与规定的绘图比例不同的绘图比例进行，各个 $5cm^2$ 参考面的最大允许尺寸应与实际绘图比例相匹配。

5.4 参考面的评定

除了气孔级别 F，参考面评定的结果是以百分比表示的气孔损失面的总和（以每次评定的参考面的大小为基准）。应使用合适的方法进行评定。本标准规定的合适的方法有：

——平面测量法；

——线状切割法。

如果使用本标准规定方法之外的其它方法，应取得最终验收方的主管试验室的同意。

在 VW 50097-D4 和更小的气孔率要求时，参考面的评定结果显示出了一种特殊情况。只要每次评定的参考面的尺寸大于（3×4）mm^2 的矩形尺寸，待评定参考面的任一部分区域中（部分区域的尺寸同样为（3×4）mm^2）的气孔损失面不能大于 4%。

评定气孔级别 F 的表面时，应借助合适的标准尺寸（比较尺寸）（测量放大镜、游标卡尺、钢尺）或者标准模板进行。所用辅助器具的分辨率应与测量作业相适应。

只要当前有效的图纸和其他同时有效的标准没有其它不同规定，评定单个气孔的尺寸时应总是以相应的比较直径为基准。

注：有些带有照片评定功能的 X 射线设备只能在所谓的当量直径位置进行评定。如果在评定气孔率的时候这方面与现行有效的标准相冲突，应与最终验收方的主管试验室进行协商。

5.5 气孔率试验结果

气孔率试验的结果指的是试验区域的实际气孔率。此时每一个独立的区域（在有级别 F 要求时每个独立的功能面）应分开单独进行评定。

实际气孔率指的是具有最大局部气孔率的参考面的试验结果。不允许求各个参考面结果的平均值。

气孔损失面评定的结果应进行圆整至整数位百分比。对于圆整规则适用下列规定。

VW 50097-D4 和更小的气孔率要求时，气孔率测量的各个结果应 1-%的步进给出。如果气孔率要求大于 VW 50097-D5，测量结果应按照 5-%的步进进行圆整。

气孔率要求级别 S 也适用同样的规则，此处在该级别时结果如果小于 5%则使用 VW 50097-S5。

气孔率要求为级别 G 时，结果以 1-%的步进表示。该气孔级别中，结果也允许 VW 50097-G0。这表明，在所用设备分辨率的条件下没有探测到气孔。

对测得的单个缺陷的尺寸进行分级的过程中，尺寸值应进行圆整。在测定单个气孔的最大尺寸时，以 0.5-mm 的步进进行分级。评定功能面而没有其它考虑时，气孔以 0.1-mm 的步进进行分级。

5.6 气孔率试验实例

在一个构件中，所有区域都适用气孔率要求 VW 50097-D5/1。铸件具有两个强度极限区域和一个对过程波动反应异常强烈的区域。这三个区域内应分别制作金相磨片（参考面应位于金相磨片中，具体情况视可能的参考面的数量而定），它们的评定结果得出一个表面气孔率最大值和一个单个气孔尺寸的最大值。综合起来讲，四个参考面得出下列结果：

——面 1: 气孔损失面 3.4%，单个气孔尺寸的最大值 2.1mm
局部结果：VW 50097-D5/2.5

——面 2: 气孔损失面 8.6%，单个气孔尺寸的最大值 0.8mm
局部结果：VW 50097-D10/1

——面 3: 气孔损失面 0.4%，单个气孔尺寸的最大值 0.1mm
局部结果：VW 50097-D5/0.5

——面 4: 气孔损失面 4.4%，单个气孔尺寸的最大值 0.6mm
局部结果：VW 50097-D5/1

构件的实际气孔率为 VW 50097-D10/2.5，这也就是说，该构件在表面气孔率和单个气孔尺寸的允许最大值方面不符合要求（n.i.O）。

6 同时有效的文件

VW 50097 金属铸件的气孔率
VW 50099 铸造厂和铸造技术；定义及术语
VDG-Merkblatt P 201 有色金属铸件的体积亏空

附录
（资料性附录）

下面列举的图像示例对观察有所帮助，而且还显示了当气孔率评定不符合标准的要求时究竟出现了哪些问题和缺陷。此处列出的图像示例在完整性方面没有要求，也就是说，还有非常多的可能的工艺缺陷此处没有列举出来。

标有百分比气孔率的图像仅供参考。它们不适宜作为标准来执行。

A.1 气孔级别 D——试样制备和评定时的问题和缺陷

图 1 所示磨片仅满足气孔级别 S 的制备要求。

图 2 显示的是试样按照要求重新制备后的相同区域。

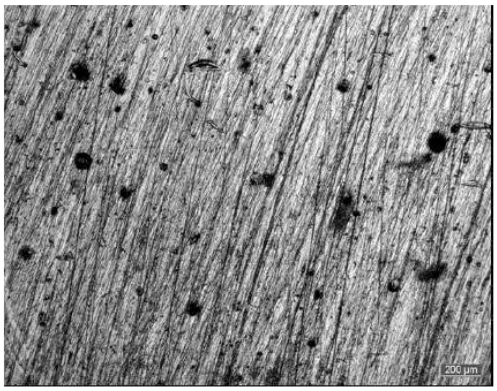

图 1 未抛光磨片

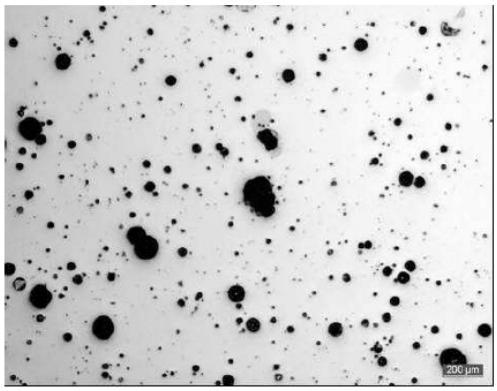

图 2 抛光的磨片

对气孔级别 D 的试验来说，图 3 是一个不合格的磨片照片。除照片曝光不足之外，主要是有纹影的表面（这是由于最后一次抛光加工之后还存在的污物引起的）对数字化气孔率评定的结果产生负面影响。

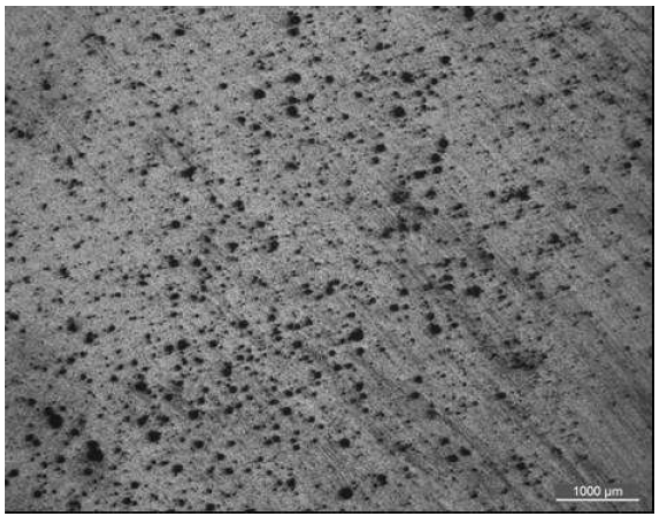

图 3 制备较差的磨片，照片太暗

在奥氏体铸铁（D5S）铸件的制备过程中出现了很多问题（参见图 4）。

例如其中一个问题就是图像在二值化时出现了导致不能产生最佳结果的底纹效果。另外一个问题就是因为石墨组织不能实现最佳的二值化。石墨导致气孔率评估过高。

为了获得确切的气孔率百分比，首先应测量石墨的表面百分比，接着测量石墨和气孔的总百分比。由此计算出气孔率的真实值。

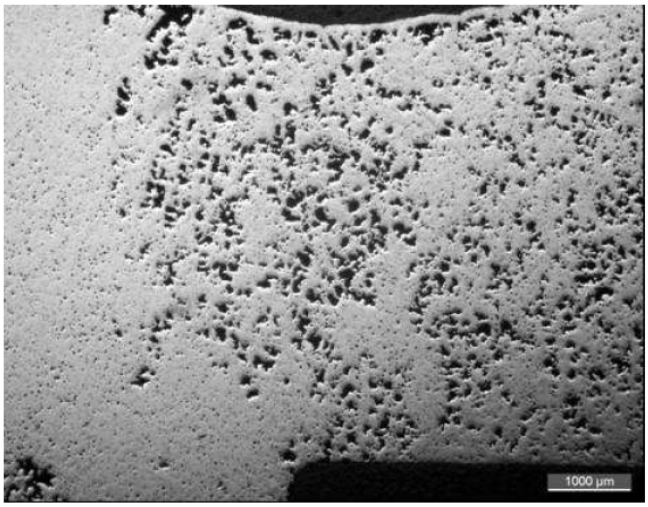

图 4　有底纹效果的照片

最后借助数字图像分析在一个二值化的图像上测定气孔率。对于二值化质量和结果的精度，归根结底取决于磨片的质量。形成的凹陷和槽纹导致气孔率明显增大（原图参见图 5，标准二值化参见图 6）。

如果取消二值化，槽纹会消失，但是气孔率看起来会比原图要小（抑制槽纹产生的二值化设置参见图 7）。

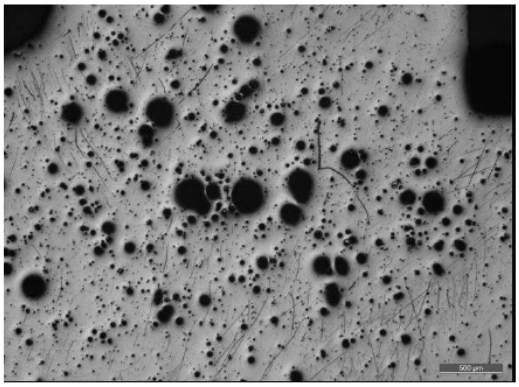

图 5　原照片

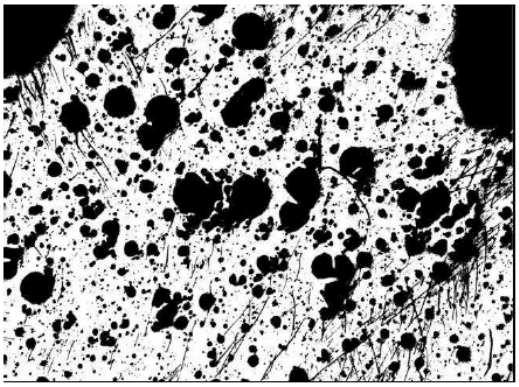

图 6　标准二值化照片

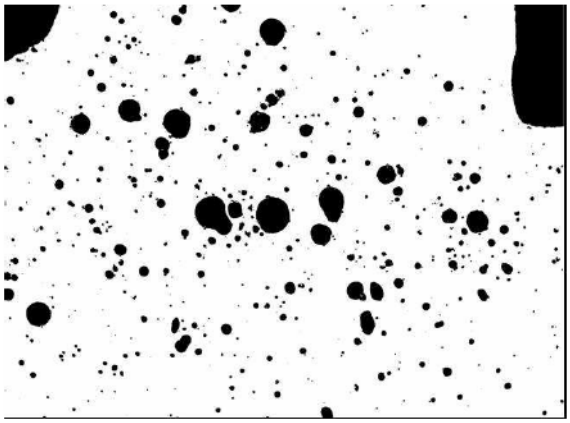

图 7　原照片和不同的二值化等级

A.2 在一个金相抛光磨片上测定气孔率

除了按照标准的要求制备试样外，在选择合适的参考面时还应位于气孔率测定的中心点上。在选择参考面的过程中，贯彻执行 VW 50097 规定的气孔率时总是出现错误。

图 8~图 17 显示了不同铸件符合要求的实际气孔率的值。气孔率的各个值所对应的参考面使用不同的颜色进行标记。

注：实例中在抛光磨片上如何选择符合要求的参考面的方法取决于气孔级别的相应规定。

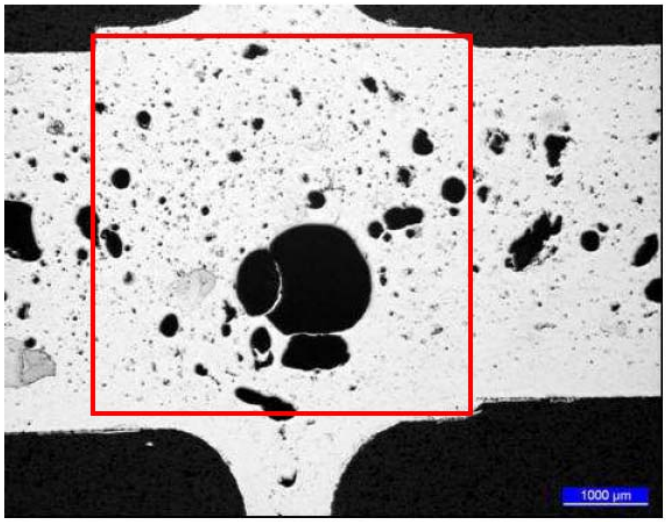

图 8

测得的气孔率：21.2%

实际气孔率（按 PV 6097 的规定）：VW 50097-D25

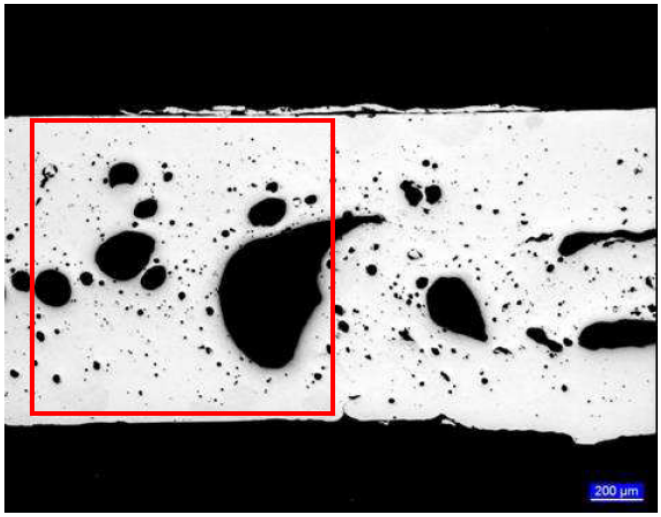

图 9

测得的气孔率：22.5%

实际气孔率（按 PV 6097 的规定）：VW 50097-D25

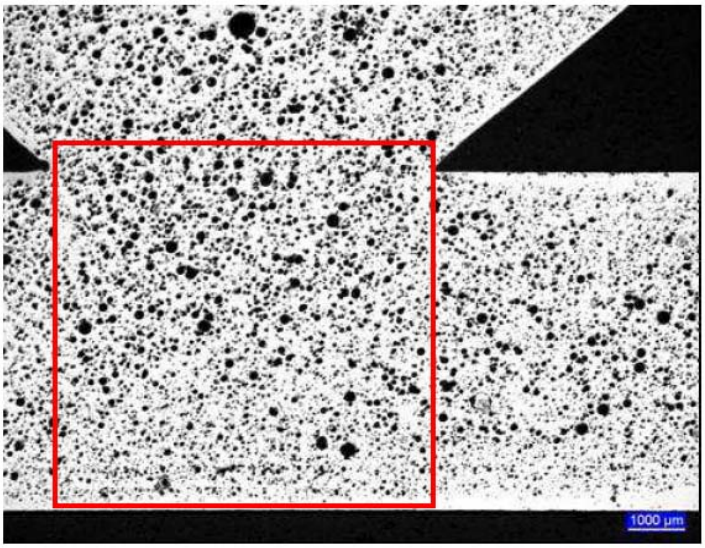

图 10

测得的气孔率：24.9%

实际气孔率（按 PV 6097 的规定）：VW 50097-D25

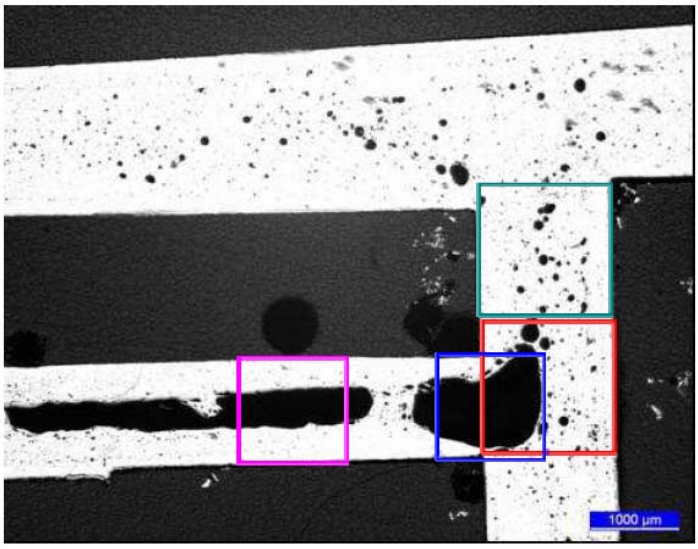

图 11

测得的气孔率：36.4%；70.2%；37.8%；5.6%

实际气孔率（按 PV 6097 的规定）：VW 50097-D75

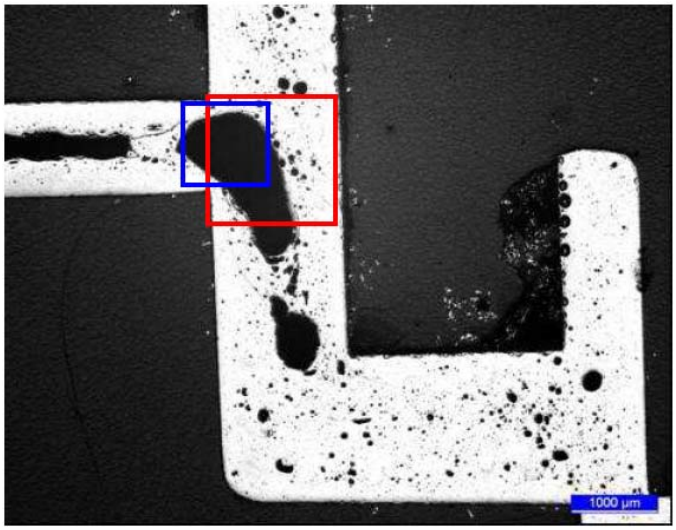

图 12

测得的气孔率：43.1%；67.8%

实际气孔率（按 PV 6097 的规定）：VW 50097-D70

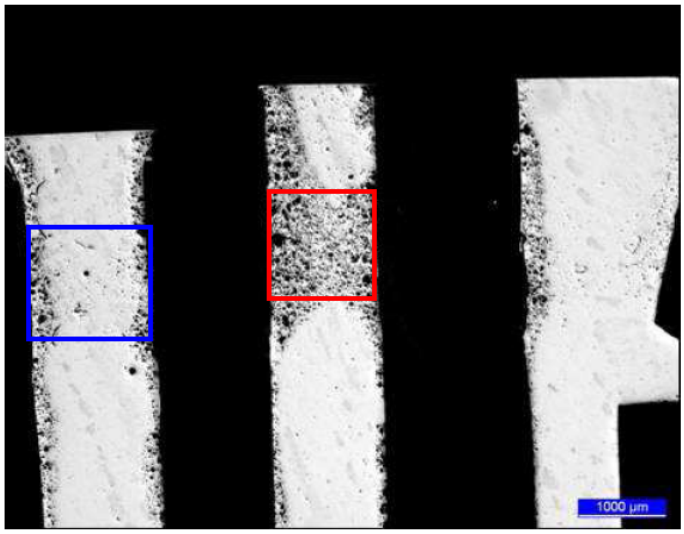

图 13

测得的气孔率：65.1%；9.6%

实际气孔率（按 PV 6097 的规定）：VW 50097-D70

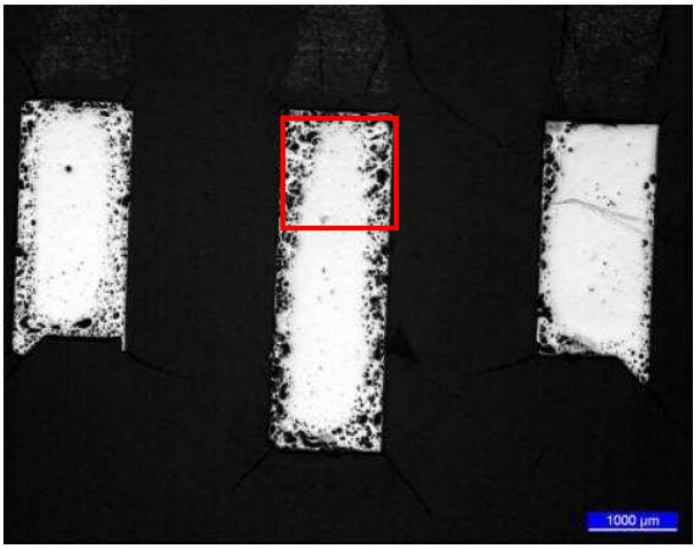

图 14

测得的气孔率：18.6%

实际气孔率（按 PV 6097 的规定）：VW 50097-D20

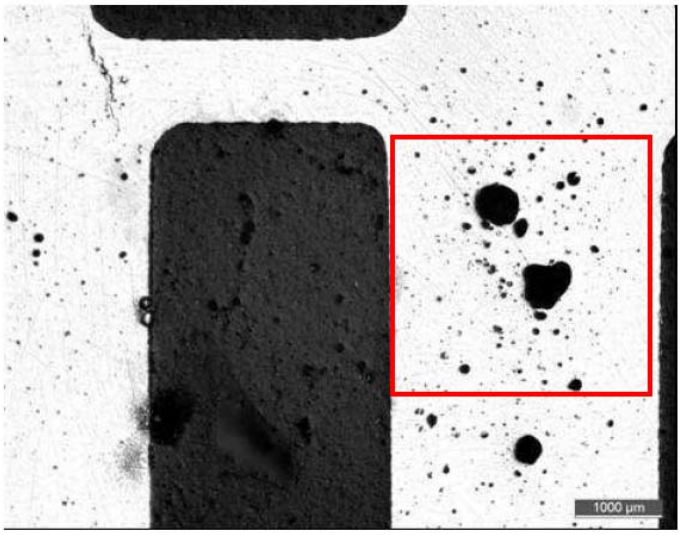

图 15

测得的气孔率：7.3%

实际气孔率（按 PV 6097 的规定）：VW 50097-D10

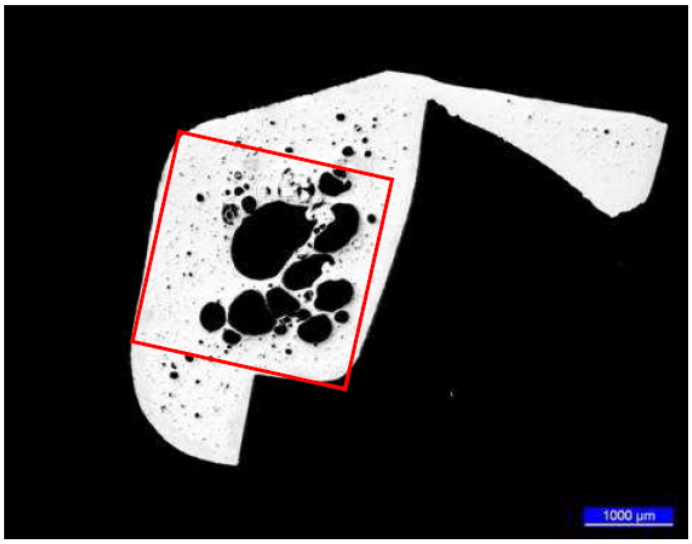

图 16

测得的气孔率：31.7%

实际气孔率（按 PV 6097 的规定）：VW 50097-D35

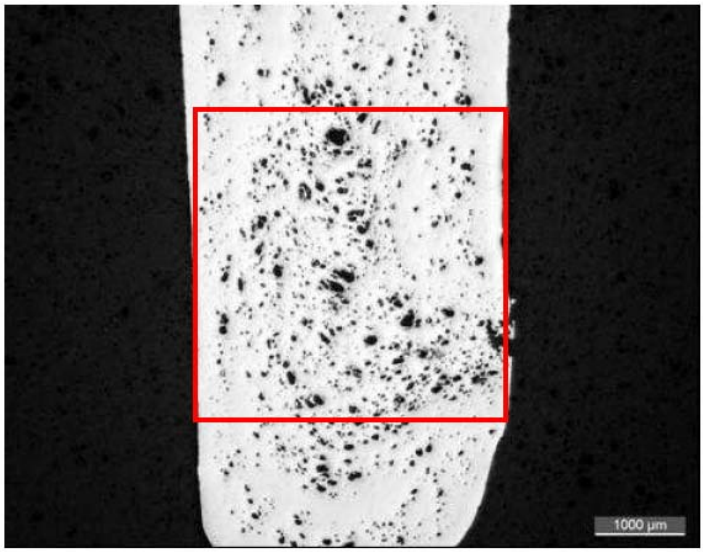

图 17

测得的气孔率：11.2%

实际气孔率（按 PV 6097 的规定）：VW 50097-D15

A.3 气孔率不同的磨片的图示

图 18~图 26 显示了气孔率不同的组织。这些图像纯粹是资料性的，仅供参考，不适宜作为测定气孔损失面的标准来执行。

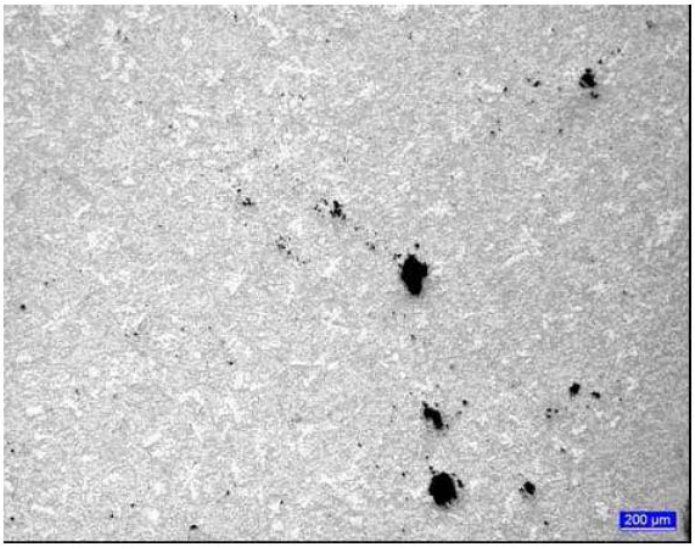

图 18 气孔损失面=8%

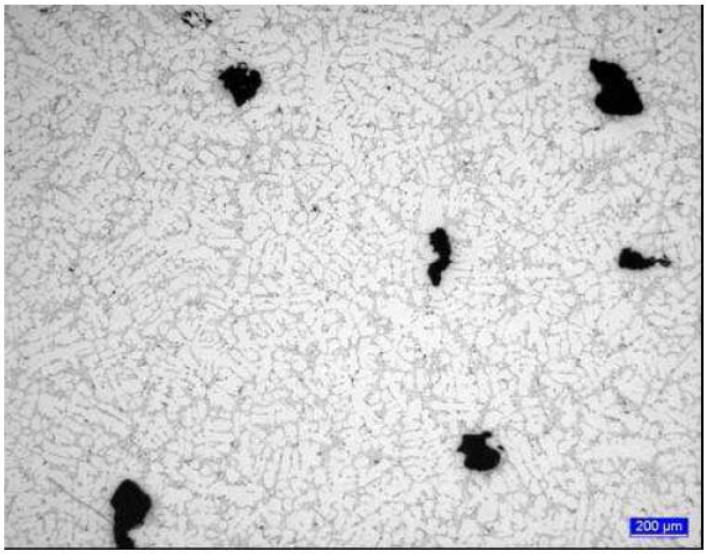

图 19 气孔损失面=2.1%

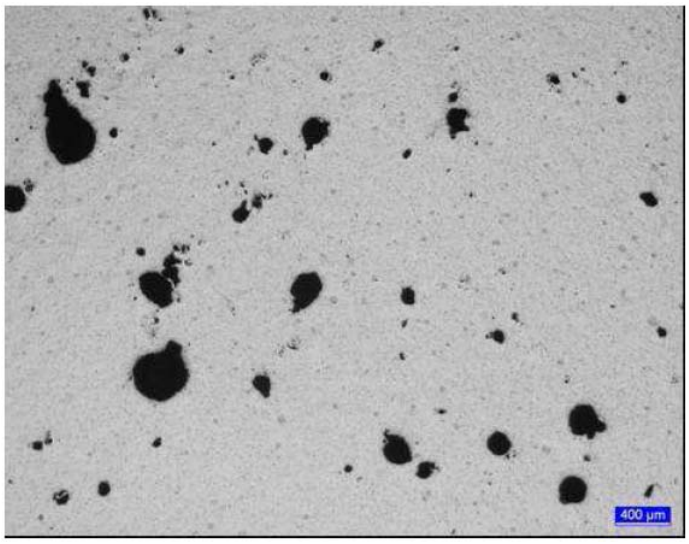

图 20　气孔损失面=4.6%

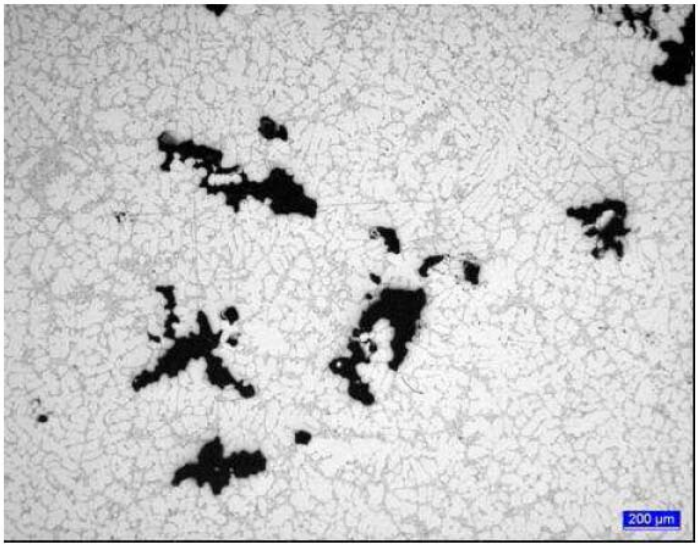

图 21　气孔损失面=5.6%

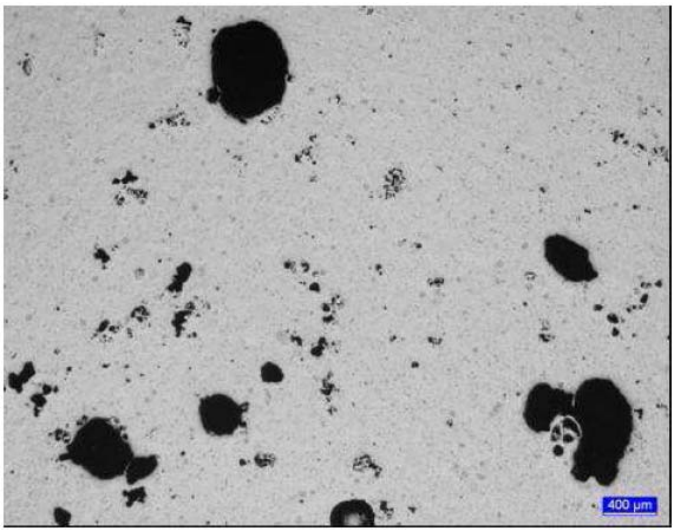

图 22　气孔损失面=9.2%

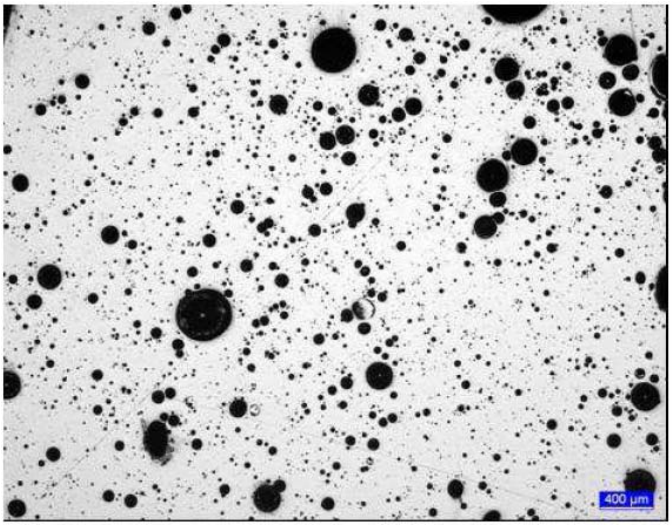

图 23　气孔损失面=14.7%

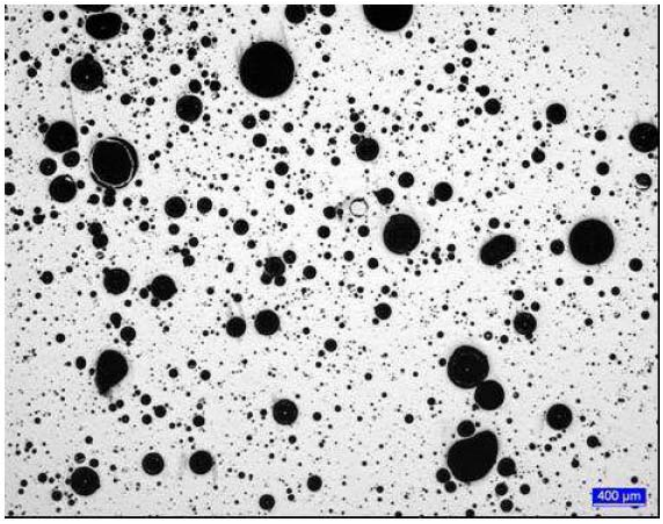

图 24　气孔损失面=16.8%

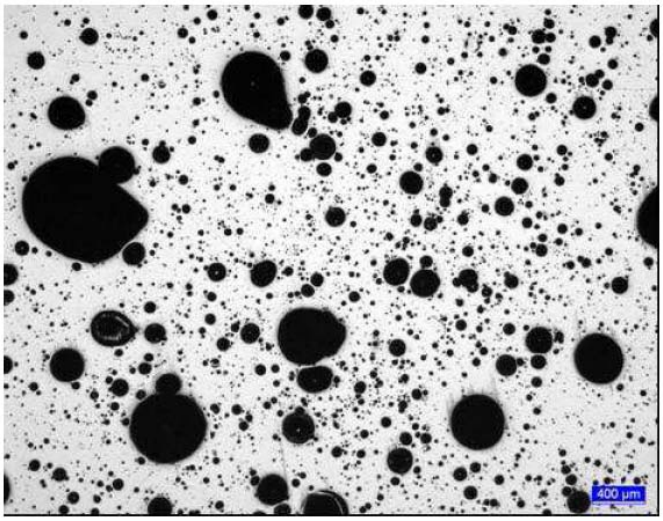

图 25　气孔损失面=25.0%

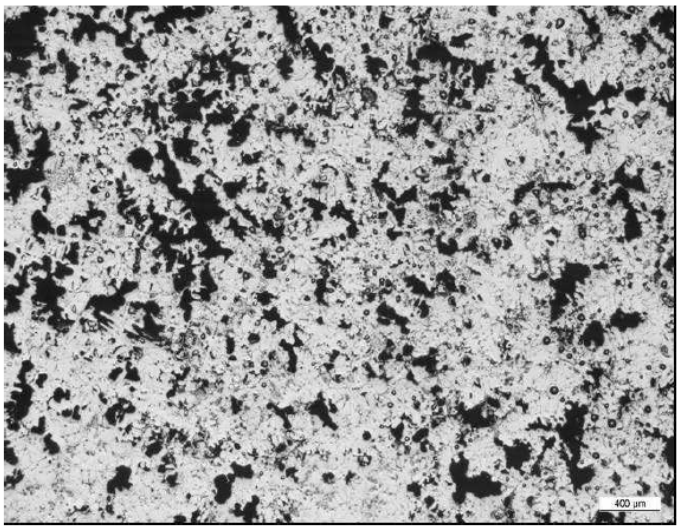

图 26　气孔损失面=26.4%