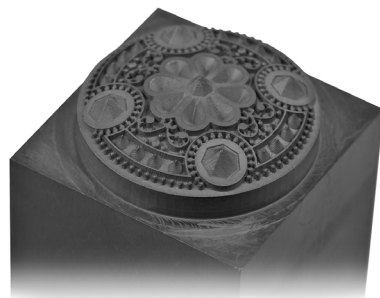
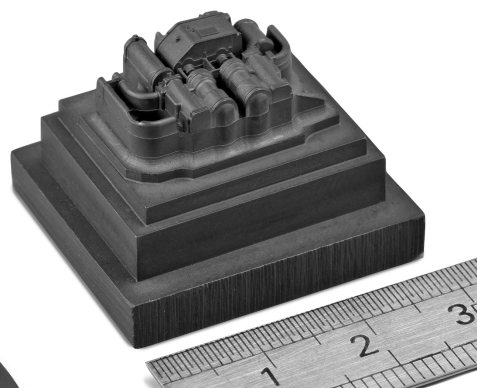
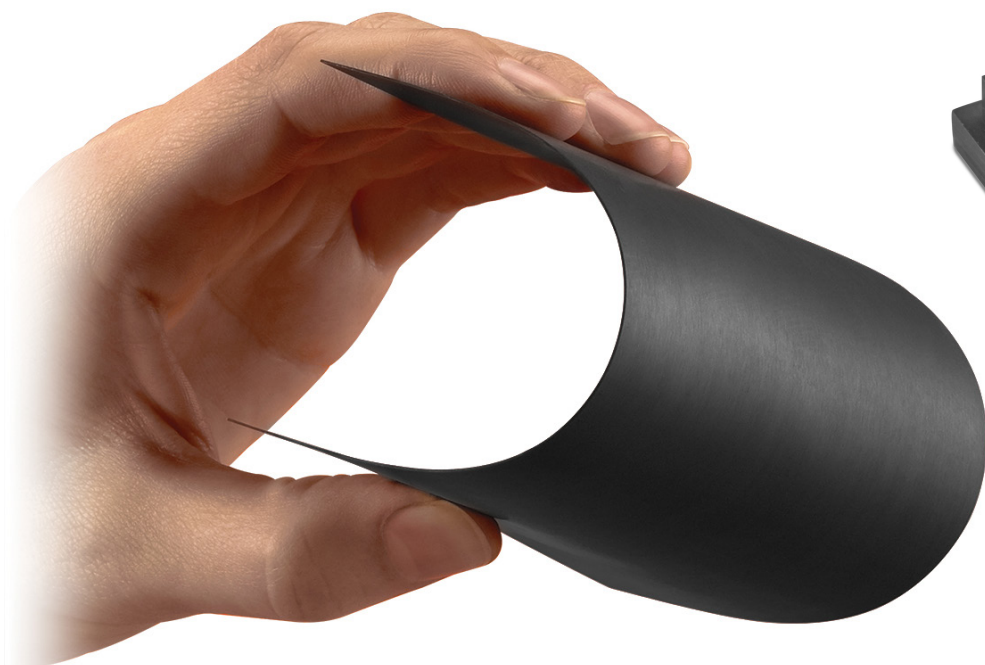
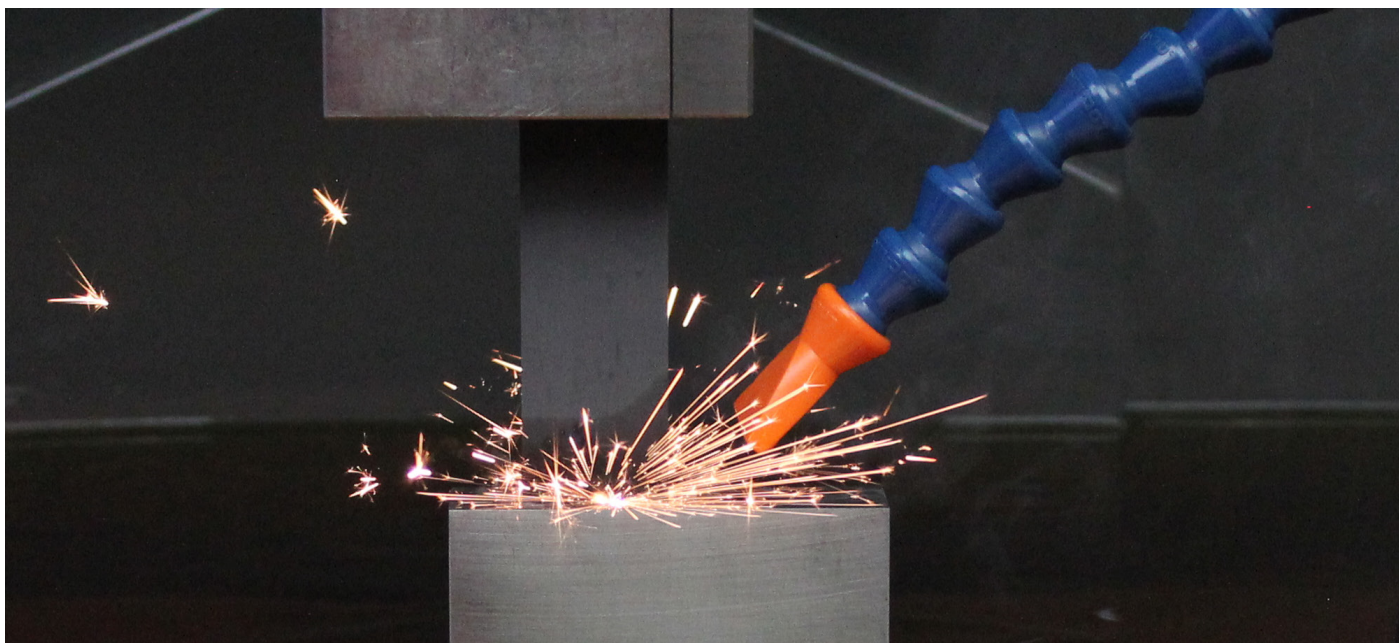


EDM 石墨

选材表



应用

我们的 EDM 电极材料能够平衡金属去除率、电极损耗和总拥有成本。每个级别的每块 EDM 石墨性能都保持一致，也不会受使用年限的影响。专门定制适用于不同的电极应用场景，具有基准性能特征。



航空航天应用

- 叶片
- 涡轮叶片
- 封严槽



医疗应用

- 外科紧固件
- 牙种植体
- 骨科关节



消费类应用

- 瓶盖和螺纹口
- 注塑
- 电子接插件



汽车应用

- 扬声器
- 镜头
- 功率分配

电极选择的关键因素

作为日渐成熟的精密技术，EDM 已占有一席之地，该技术之所以备受青睐，是因为它能够帮助用户解决棘手问题，而不是要说明传统加工的局限性。EDM 加工技术开拓了应用领域的新天地，其中所用的石墨电极材料越来越受到重视。

虽然在加工中可通过许多方法来确定合适的材料，但我们认为有 5 个因素是决定成败与盈亏的关键。

金属去除率 (MRR)

金属去除率通常用每小时立方毫米 (mm^3/hr) 或每小时立方英寸 (in^3/hr) 表示，但实际上也可以仅用 $\$/\text{hr}$ 来表示。实现高效的 MRR 不仅仅是设置正确的设备参数那么简单，还涉及到 EDM 工艺中耗散的直接能量。石墨通常比金属电极更加高效，但不同类型石墨之间的金属去除率存在很大差异。通过选择合适的电极材料 / 工件金属 / 应用组合，可最大限度提高 MRR。

耐损耗 (WR)

有 4 种类型的损耗：整体损耗、角部损耗、端面损耗和侧面损耗。在这 4 种损耗中，我们认为角部损耗最重要，因为电极转角和边缘的耐磨损能力决定了最终切割的轮廓。由此可见，如果电极能够在其最脆弱的位置成功抵抗损耗，那么将最大限度减少整体损耗，以及延长电极寿命。电极损耗虽无法避免，但通过选择合适的电极材料 / 工件金属组合，并在优化设置下进行加工，最大限度降低损耗。

电极制作和保持细节的能力与其耐磨性和可加工性直接相关。要想最大限度减少角部损耗，需选择强度高且耐高温的电极材料。

表面光洁度 (SF)

通过选择合适的电极材料、良好的冲洗条件和正确的电源设置，可获得出色的表面光洁度。高频率、低功耗和轨迹加工能够带来出色的光洁度，因为在这些条件下，工件金属上形成的凹坑较小且较为模糊。最终的表面光洁度将是电极表面的镜像，因此特微和极细颗粒的高强度石墨是电极精加工的理想选择。

可加工性

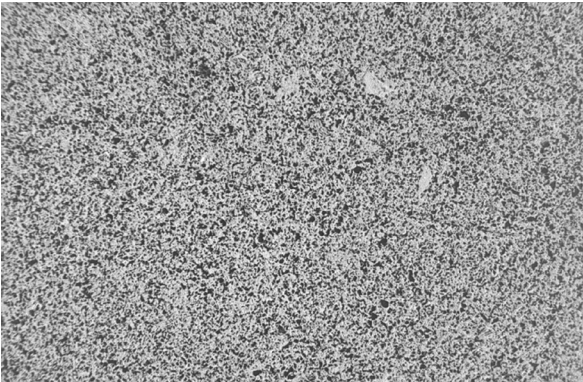
任何加工过石墨的操作人员都知道，石墨很容易切割。如果材料只是具有易加工性，这并不代表它是电极的最佳选择。材料还必须足够坚固，能够抵抗搬运和 EDM 工艺本身所造成的损坏。强度和小颗粒非常重要，这样才可能实现最小半径和严格公差。材料硬度也是影响石墨可加工性的一个因素。在加工过程中，较硬的电极材料将更容易碎裂。

材料成本

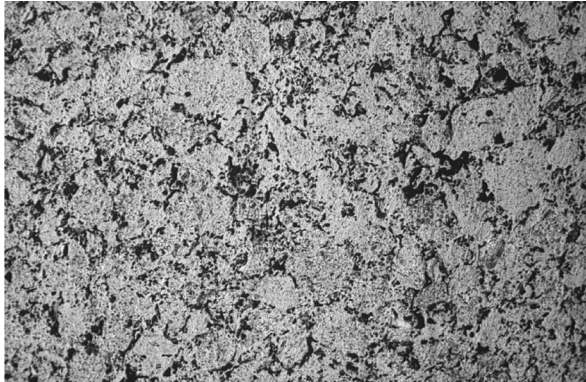
电极材料成本通常只占总 EDM 总成本的一小部分。然而，人们常常忽略的一点是，撇开总成本来谈电极材料成本毫无意义。

制作时间、切割时间、人工和电极损耗全都更多地取决于电极材料，而不是任何其他因素。因此，了解可用电极材料的属性和性能特征至关重要，因为它们会影响您要加工的工件金属。只有掌握了这些数据，才能开展成本 / 性能分析，从而确定 EDM 加工的真正成本。

石墨等级



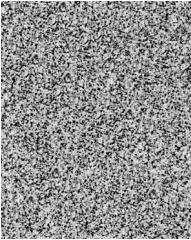
我们的 5 微米 EDM 材料



竞争对手的 5 微米材料

特微石墨

EDM-AF5® 石墨



EDM-AF5 是现今市场上提供的优质石墨电极材料，平均颗粒尺寸小于 1 微米。该颗粒结构具有很高的强度，可达到极佳的表面光洁度 (7 μinRa)，并具有很好的金属去除率和高耐磨性。

典型值

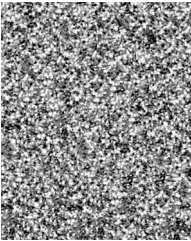
平均颗粒尺寸：	<1 μm
抗弯强度：	1,019 kg/cm^2 (14,500 psi)
抗压强度：	1,554 kg/cm^2 (22,100 psi)
硬度：	83 肖氏硬度
电阻率：	21.6 $\mu\Omega\text{m}$ (850 $\mu\Omega\text{in}$)

应用

- 用于雕刻的精细电极
- 难以加工的细节
- 灵敏、易碎的电极
- 各种类型的螺纹电极
- 对表面光洁度要求很高的加工
- 复杂的模具和冲模

加铜极细

EDM-C3® 石墨



EDM-C3 是一种渗铜的高品质石墨，推荐用于对速度、损耗和表面光洁度要求很高的应用领域。与易碎的电极不同，许多 EDM 操作人员选择该等级来弥补操作人员的经验不足或糟糕的冲洗条件。

典型值

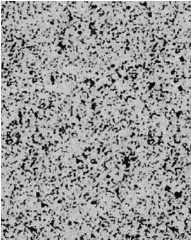
平均颗粒尺寸：	<5 μm
抗弯强度：	1,427 kg/cm^2 (20,300 psi)
抗压强度：	1,993 kg/cm^2 (28,350 psi)
硬度：	66 肖氏硬度
电阻率：	3.2 $\mu\Omega\text{m}$ (127 $\mu\Omega\text{in}$)

应用

- 对强度要求极高的精细电极
- 螺纹电极
- 航空航天应用
- 注塑模具
- 硬质合金加工
- 小孔加工

极细石墨

EDM-4® 石墨



EDM-4 是极细颗粒等级中的优质产品。该等级的各向同性高、强度高且硬度适中，非常适合电极加工。在金属去除率、损耗和表面光洁度方面，EDM-4 具有出色的

EDM 性能特征。

典型值

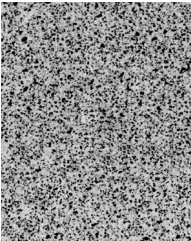
平均颗粒尺寸：	<4 μm
抗弯强度：	1,230 kg/cm ² (17,500 psi)
抗压强度：	1,511 kg/cm ² (21,500 psi)
硬度：	76 肖氏硬度
电阻率：	12.7 μΩm (500 μΩin)

应用

- 对表面光洁度要求很高的精细电极进行 EDM 加工
- 线切割电极
- 注塑模具

极细石墨

EDM-3® 石墨



EDM-3 是一种各向同性极细颗粒石墨，具有高强度与极好的耐磨性和表面光洁度特性，可轻松加工成厚度为 0.1 mm 或更薄的产品。

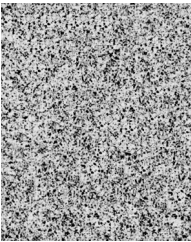
典型值

平均颗粒尺寸：	<5 μm
抗弯强度：	935 kg/cm ² (13,300 psi)
抗压强度：	1,273 kg/cm ² (18,100 psi)
硬度：	73 肖氏硬度
电阻率：	15.6 μΩm (615 μΩin)

应用

- 精细电极的 EDM 加工
- 冲头和冲模组
- 注塑模具
- 螺纹电极
- 用于加工航空航天金属件

EDM-2® 石墨



EDM-2 是一种各向同性极细颗粒石墨，具有高强度和良好的耐磨性。建议用于对加工速度、光洁度和耐磨性要求高的精细电极。

典型值

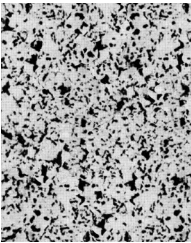
平均颗粒尺寸：	<5 微米
抗弯强度：	787 kg/cm ² (11,200 psi)
抗压强度：	1,188 kg/cm ² (16,900 psi)
硬度：	71 肖氏硬度
电阻率：	16.0 μΩm (620 μΩin)

应用

- IC 模具
- 航空航天应用
- 精细电极
- 最小锥度型腔
- 盲腔作业

超细石墨

EDM-200® 石墨



EDM-200 是一种各向同性超细颗粒石墨，具有良好的强度、表面光洁度和耐磨性。EDM-200 石墨的价格适中，并可将电极重复加工。

典型值

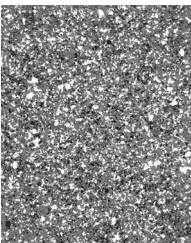
平均颗粒尺寸：	10 μm
抗弯强度：	635 kg/cm ² (9,000 psi)
抗压强度：	1,075 kg/cm ² (15,500 psi)
硬度：	68 肖氏硬度
电阻率：	14.7 μΩm (580 μΩin)

应用

- 结构性筋条
- 电极粗工或精工
- 大型模具
- 高强度大电极

加铜超细

EDM-C200® 石墨



EDM-C200 是一种含铜的超细石墨，具有很好的金属去除率和良好的耐磨性。EDM-C200 石墨可提高不良冲洗条件下的加工稳定性，同时也是加工航空航天合金的优质材料。

典型值

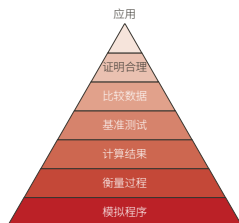
平均颗粒尺寸：	10 μm
抗弯强度：	851 kg/cm ² (12,100 psi)
抗压强度：	1,631 kg/cm ² (23,200 psi)
硬度：	62 肖氏硬度
电阻率：	2.9 μΩm (114 μΩin)

应用

- 对表面光洁度要求较高的精细电极的 EDM 加工
- 线切割电极
- 注塑模具

所有文章均可通过扫描二维码访问，或通过 poco.com 访问我们。

总拥有成本



总拥有成本 (TCO) 模型和分析通常被用于评估新设备购买的决策，但也适用于与 EDM 火花机操作相关的要素，如石墨电极材料。将 TCO 应用于这些要素时，其价值主张和生产力开始对设备拥有和运行的盈利能力产生影响。

本文探讨了将总拥有成本模型应用于电极材料选择流程的关键因素，以及使用该方法最大限度地提高 EDM 的工艺效率。



处理石墨粉尘

粉尘是一个家喻户晓的常用词语，通常可定义为悬浮在空气中的各种细粉末状物质。本文回顾了石墨粉尘的特性，并回答了有关石墨粉尘处理的常见问题。



提高 EDM 的盈利能力

本文回顾了加工特殊工件金属时需要考虑的因素，并通过列举真实案例来说明电极材料选择和 EDM 参数对盈亏底线的影响。



电极对 EDM 光洁度的影响

本文讨论了通过新型 EDM 技术用电极材料加工表面光洁度产生的经济影响。如需进一步了解电极材料质量对工件光洁度的影响，请扫描二维码访问全文。



EDM 对表面均匀性的影响

了解 EDM 工艺过程中形成的蚀变金属层，以及 EDM 工艺参数如何影响工件光洁度和表面均匀性。



有时不仅是石墨

说明加工铍铜、钛和钨碳合金等非标准材料时，如何通过设置正确的机器参数来改进 EDM 工艺。



石墨与铜的对比

查看铜与石墨电极的加工时间和材料真实成本的比较，并了解 EDM 各项关键性能指标之间的差异。请扫描二维码阅读全文，并了解有关铜与石墨的更多信息。



EDM 石墨购买指南

千万不要购买描述为“相当于”或“一样好”的 EDM 石墨，除非您资金充裕、时间充足并拥有一支优秀的模具维修团队。掌握技巧，了解如何能确保买到所需的石墨产品。



技术支持

如果您对（我们或其他品牌的）电极材料有疑问，请致电 EDM 专家。我们的 EDM 技术服务人员积累了多年的 EDM 实践经验，能够为您提供设计、加工、参数设置或包括电极管理技术在内的几乎任何方面的帮助。

- 等级验证
- 应用专家
- 生产问题

行业领先的 EDM 培训

我们提供 EDM 技术培训计划，以帮助 EDM 操作人员提升技能。该为期三天的免费培训课程包括课堂和实验室活动，能够让参与者更好地了解如何控制 EDM 工艺以实现可预测的结果。以下是参与者可应用于车间的实用信息。

- EDM 基础知识
- 石墨的属性和特性
- EDM 火花机技术

EDM 技术手册

我们的 EDM 技术手册现已通过 www.edmtechman.com 在线提供，或从 iOS 或 Android 设备的应用程序上下载。



iOS 设备



Android 设备

欲知更多信息

请致电当地的经销商，了解我们的优质石墨解决方案如何帮您解决挑战。
请访问 poco.entegris.com/distributors 获取您附近的经销商信息。

销售条款与条件

所有采购须遵守 Poco Graphite 的“销售条款与条件”。如需查看、打印此信息，请访问 poco.entegris.com/terms-and-conditions。



300 Old Greenwood Road
Decatur, Texas 76234
USA

客户服务

电话 +1 940 627 2121
传真 +1 940 393 8366

Entegris® 和 Entegris Rings Design® 是 Entegris, Inc. 的商标，POCO® 和其他产品名称是 Poco Graphite, Inc. 的商标，如 entegris.com/trademarks 上所列。所有第三方产品名称、徽标和公司名称是其各自所有者的商标或注册商标。使用它们并不意味着 Entegris 与商标所有者有任何从属、赞助关系或为其背书。

©2010-2025 Entegris, Inc. | All rights reserved. | 6207-14257ENT-0625-cn