

超细粉体材料产品说明书

一、营销理念：精诚合作，共同发展，互利互惠，抢占先机。

二、产品名称：纳米金刚石粉体（nanodiamond.简称DND）。

三、产品规格：纳米金刚石粉体（DND）主要理化指标。

项目	纳米金刚石黑粉 50	纳米金刚石灰粉 90
形状	球状或薄带状	球形
色泽	黑色	灰色
金刚石含量/（%）	55—80	>95
粒径/（nm）	4—15	2—10
比表面积/（cm ² /g）	360—420	278—335
密度/（g/cm ³ ）		3.05~3.3

四、产品包装：内包装为塑料袋，外包装为纸桶

五、纳米金刚石的应用

纳米金刚石不仅具有金刚石所固有优异特性，而且还具有纳米金刚材料所有的奇异性能，从超细抛光、润滑、复合度、磁性录音系统和医疗等方面的应用来看，使的它在传统的和新技术领域得到了应用、并初见成效。纳米金刚石颗粒具有球形和准球形的特点使得摩擦表面形成滚珠轴承效应，而表现出良好的润滑性，从而避免干摩现象的发生，面对一些主要因接触疲劳或高温磨损而失效的工件，纳米金刚石

金属的复合涂层，则具有明显的优越性。

由于利用负氧平衡炸药轰合成所得到的纳米量级的金刚石，不但具有金刚石所固有的综合优异性能。而具还具有纳米材料的奇异特性，因此，受到广大工程技术专家的关注，特别是探讨其在不同技术领域中的应用。以展示其为传统技术水平提升所起的重要作用和潜在的美好前景。

纳米金刚石是一种颗粒尺寸和形状异常的工业金刚石，这类金刚石的颗粒尺寸在 0.5—10nm 之间，平均尺寸约 4—5nm，大部分颗粒尺寸在 2—8nm 之间。

在黑粉表面存在一个宽光谱范围的化学官能团，这为扩大在其表面发生化学反应的可能性，从而有利于与润滑油，聚四氟乙烯（PTFE）和橡胶等材料的结合。鉴于纳米金刚石具有独特的圆形颗粒，使其不但具备金刚石的硬度和耐磨性，还具有超润滑的性能。

因此。在抛光、润滑、镀附等技术领域得到应用，并初见成效。

1.超精抛光

抛光是金刚石应用的传统领域，即使在今天，抛光包括超精磨仍是仪表和机械制造工艺过程中的一个最重要环节。可是，目前常用的磨料尺寸均大于 0.1 μm （100nm），纳米金刚石不仅硬度高，而且颗粒尺寸比最好的磨料要小于一个量级，且碳表面极易受化学改变性的影响，能和任何极性介质兼容，这种特点使纳米金刚石颗粒有可能在载体中均匀分布，因此，纳米金刚石颗粒被视为超精抛光的新一代理想磨料。表中列出了不同硬度和弹性材料的抛光结果。

表纳米金刚石抛光不同材质的结果

材质	R _{max}	材质	R _{max}
硬质合金	1—5	熔融氧化硅	0.5—1.0
钢	5—6	硅	0.5—1.5
蓝宝石	5—6	NaCl 晶体	2—3
石英	0.5—1.5	KBr 晶体	2—3

值得指出的是，含有纳米金刚石的抛光系统具有以下优越性：

（1）超细尺寸的纳米金刚石能确保表面粗糙度的最小值和抛光系统胶体的稳定性：

（2）纳米金刚石的化学稳定性，在化学上可作于抛光系统的活性添加剂和抛光系统的还原：

（3）降低抛光表面材料的分量，减少材料的损耗：

（4）由于纳米金刚石的离子交换和吸附活性，可以减小其表面的离子和分子产物的活动性：

（5）纳米金刚石团聚体的团聚结构有利于悬浮的抛光系统中聚结的调节作用，且无毒：

（6）含纳米金刚石的抛光系统，可以提高抛光产品的质量和竞争的能力，以确保难加工材料抛光的加工性。

2.润滑

润滑与机械设备的运行转息息相关，有人形象地把润滑油比喻为机械设备的血液，可以说失去了润滑，就没有机械设备的存在。

高效合理的润滑技术是保证和改进机械设备节能、高效、长期正常

运转的基本措施，是机械运输的命脉。目前，全世界机械能源有效立用平均只有 30%左右，据德国洛格尔教授测算，全世界生产能源的 1P3 到 1P2 损失在摩擦磨损上，而英国焦斯特教授指出，世界消耗能源的 30%—40%消耗在摩擦损耗上，从设备的润滑观点来讲，干摩擦是有害的。主要表现在能量的损失和机件的磨损上。

金刚石由于有极高的硬度，对摩擦面上的尖凸进行自由磨削，迅速去除摩擦副表面凹凸不平的微峰，属于极其精密的研磨抛光过程，是普通机械加工无法做到的。这种作用使摩擦副之间的接触面积迅速增大，加速了磨合过程，提高了磨合精度。而纳米金刚石的球形和准球形颗粒镶嵌于摩擦副之间的接触微凹之中。有优异的承载力，摩擦表面形成的滚珠轴承效应，表现出良好的润滑性，将滑动摩擦变成了滚动摩擦，摩擦阻力变小，避免了干磨现象的发生。

(1) 使用 core 和 shell 金刚石符合传统的润滑液，可降低磨损，摩擦系数和摩擦温度，以及提高设备部件的载荷和使用寿命。实验结果如下表：

表 3 工业用润滑剂的性能(用 Core 和 shell Ultradiamond 改性)		
工业用润滑剂的性能(用 core 和 shell 纳米金刚石改性)		
试验条件	改进性能	与不加纳米金刚石的比较
0.1 % 纳米金刚石加入 ISO - 220 油	摩擦系数	降低 0.50 - 0.052
0.05 % 加入 SN - 150 发动机油	摩擦系数承载压力	降低 50 % 从 1000NP mm ² 增加到 1200NP mm ²
0.1 % 加入润滑油	摩擦系数	降低 0.60 - 0.16
	承载极限	增加 50 % - 600 %
	油温	降低 50 度
0.25 % 加入传动油 HyKmol - k80W - 90	磨损速率	减少 50 % - 90 %
	磨损速率	降低 70 - 80 %
	承载寿命	增加 6 - 12 个月
0.1 % 加入工业油 时间 4 - 6 个月	维修周期	减少 60 %
	主轴过热	减少或消除
	摩擦表面的划痕	减少或消除
	油的泄漏	减少后消除
	油的使用	减少 50 - 67 %

(2) 与其它机油添加剂的最大区别是能够立即见效并有很好的耐久性,添加后发动机的声音马上变静音,旧机器以及柴油机的声音变化更加明显。添加后机油的耐久性按照美军规格 (MLT) 的润滑剂评价方式进行实验的。结果表明,与传统的二硫化钼系、有机钼系、氟素树脂等润滑剂相比,具有明显的不同。

(3) 用纳米金刚石与纳米石墨改性内燃机润滑油。

将纳米金刚石和纳米石墨的混合物分散到润滑油中,由于其中的纳米金刚石颗粒超细和超硬,能起到支撑和滚动作用,故能对磨损处进行填补,使磨损量大大下降。国内已有公司将纳米碳材料经过处理

和配比混合后，添加到 SDZ—02 型改性内燃机油中。经台架实验，证明这种改性内燃机油可使内燃机的动力性、经济性和排放性均有较大改善：功率增加 4.2%，最大达 6.4%（高转速时），燃油消耗降低 4.7%，最高达 10.3%；怠速 HC 排放降低 60%，NO_x 排放降低 20.5%。同时减磨效果良好：气缸压力提高 28.9%，怠速转速提高了 10.2%。此外，该种改性的内燃机润滑油对气缸还有修复功能。经多部整车实验，结果都证明了加入了纳米级碳材料的内燃机油可显著提高减磨效果，延长了内燃机的使用寿命。

3. 纳米金刚石的复合镀

材料的复合化时材料发展得必然趋势，随着现代工业的发展，机械零件需要在复杂、苛刻的条件和环境下工作，对材料表面性能提出了越来越高的要求。作为一种行之有效的表面改性措施，表面涂覆技术应运而生并获得广泛应用。

然而，对有某些主要因接触疲劳或高温磨损而失效缸体、活塞环、模具、曲轴、轴承等，单一涂层已很难满足要求。研究表明，复合镀层能有效地提高涂层与基体之间的结合强度，改善镀层内应力的分布及裂纹的扩展方向，获得一些特殊和优异性。因此，复合涂层已成为表面工程领域的研究热点之一。

可是，目前复合电镀膜中的固体颗粒（金刚石、碳化硅等）均为毫米和微米级，而镀液中的固体颗粒越细，复合镀层中微粒的分散性越好，镀层的强化效果越明显。因此，纳米金刚石则具有优势。因为它不但具有金刚石的超硬、高抗磨、耐热防腐性能，而且颗粒表面有

丰富的羟基、羧基、羰基等官能团，与镀覆表面有极强的结合力，用量小，性能提高显著，十分适合于复合镀，不仅可用于金属表面，也用于橡胶、塑料、玻璃等表面的涂敷。

据了解，世界上每年金属腐蚀损耗大约 1500 亿美元。我国年损耗在 1500 亿人民币，金属电镀是解决的途径之一。我国电解电镀业厂约有 1.5 万家，但技术雷同，水平较低，耐磨腐蚀程度与基板的结合强度差，污染大，属急待升级的传统产业。

近年来，国外也开始使用纳米金刚石复合电镀膜添加剂，效果明显，但价格昂贵。我们的纳米金刚石电解电镀膜添加剂与基板的亲和力机枪，耐磨损能力和国外产品相比，售价仅为国外的 60%，现已开始替代进口，我们做了一个粗略的估算，如每年电解电镀表面达到了 3 亿平方米，电镀层厚度按 $5\text{ }\mu\text{m}$ 计算，每平方需要用纳米金刚石灰粉 1 克，共需纳米金刚石复合镀膜添加剂 30000 吨，折合纳米金刚石 60 万公斤。

我国目前年产 20 亿只，2005 年将带 30 亿只，主要配套汽车、摩托、家电、矿山机械、纺织机械、船舶制造和精密机场仪表、军工和出口，急需纳米复合电镀工艺升级。

我国模具镀层和塑料、玻璃的装饰镀的市场巨大，纳米金刚石复合电镀的前景广阔。

纳米金刚石金属复合镀具有以下一些通性；高的耐磨性和显微硬度；高的抗蚀性和小的孔隙度；非常低的摩擦系数；很高的内聚力和附着力；电解液具有高的扩散能力，因此，引起工程技术专家的极大

兴趣和关注。纳米金刚石金属复合镀的应用中将导致电化学和化学镀基数的革新。

4.用纳米级碳材料作为颗粒增加剂,可有效地提高铝基合金材料的质量与性能。

Al—Si、Al—Cu、Al—Mg 系合金是制造铝基复合材料最常用的基体合金,广泛应用于航空、航天、汽车、电子、光学等工业领域。颗粒增加铝基复合材料具有很高的比强度、比刚度、低的热膨胀系数和优良的耐磨性能。石墨颗粒加入铝合金中能显著提高材料的耐磨性、减磨自润滑性能,同时大大改善材料的吸震性和切削加工性能,降低材料的膨胀系数,因此使材料适于制造活塞、缸套、轴瓦、衬套等耐磨件,也可作刹车、传动零件或减震零件,有着广阔的应用前景。在内燃机中使用这种气缸和活塞,可使输出功率提高 10%,油耗降低 3%,并减少了噪音和振动,也明显减少活塞和活塞环的磨损,提高内燃机的可靠性。

用纳米碳颗粒作为铝基材料的增强剂,可均分散于铝合金基体中。由于纳米碳材料与铝基的相互作用、纳米金刚石的硬度、纳米石墨自润滑性等,使得改性后的铝合金各项性能比常规石墨颗粒增强的铝合金性能得到更大的改进。根据俄罗斯相关文献报道,与原有用微米级石墨增强的铝合金相比,这种改性的复合材料,硬度提高一倍、强度提高三倍、弹性模量提高一倍,同时改善了耐腐蚀性,减少摩擦系数。

5.以纳米金刚石或纳米石墨为原料,可改进传统高温高压合成金刚石的工艺,提高产品的质量,降低生产成本。

由于纳米金刚石的熔点较普通块体金刚石的低，以纳米金刚石为原料，可在较低的温度压力形成各向同性的金刚石聚晶。这种聚晶由于金刚石颗粒细小，且颗粒间结合强度较高，故不易断裂合磨损，用于制造高强度、高寿命的聚晶刀具，应用于高精度机械加工领域。

纳米石墨的表面活性较高，故在高温高压下易于转变成金刚石，所需的温度比常规高温高压合成金刚石（所需温度压力大约为 1500K 和 5.5 万大气压）低 400K,压力低 2000 大气压，得到的金刚石质量较好。此法可大幅度降低高温高压合成金刚石的温度压力，减少设备的损耗，降低合成的成本。

6.由于纳米级碳材料有很好的吸附性能，可望在氢能的利用方面得到应用。

氢能是二十一世纪的新型能源，具有无污染、高效清洁等优点，目前世界各国都投入大量资金和人员进行研究和开发。用于纳米石墨颗粒尺度细小、比表面大、表面活性高，因此具有很好的吸附力能力。与同类碳材料相比，纳米石墨的储氢性能与之相当，但成本价格和制备工艺上却占很大优势。有望在今后氢能的大规模应用方面得到很好发展。

7.纳米金刚石可用于制作表面光洁度要求极高的 X 射线反射镜、用作珠宝行业研磨等。

纳米金刚石为球形或椭球型，没有棱角，在加工过程中不会划伤工件表面。用纳米金刚石配置的研磨膏，可应用于精细研磨高纯度硅单晶片、光学镜头、宝石等。

8.纳米级碳材料具有强烈的吸波性能，可应用于军事隐身材料中。

由于导电的纳米材料具有高电磁波吸收率，故在雷达、红外和可见光隐身方面得到广泛应用。纳米石墨由于具有高导电率和高光学吸收率，故含有纳米石墨的表面涂层对大多数电磁波段和红外波段都有很大的吸收系数。国外在这方面的研究已开展多年，美国等国家已将用纳米碳材料制成的吸波材料应用在隐身飞机上。我国最近几年才开始进行研究，根据国内多家研究机构的实验结构，纳米石墨的吸波性能良好，能够满足隐身技术的需求。

9.用纳米级碳材料作为生产原料和添加剂，可有效地提高橡胶制品的质量与使用寿命。

根据俄罗斯的有关报道，纳米金刚石可作为高分子材料的强化添加剂，将其添加到轮胎用橡胶中，可大大提高轮胎抗爆裂强度（从 53Mpa 提高到 154MPa）。据文献报道纳米金刚石可使橡胶的性能提高 30%~100%；在氟橡胶中加入纳米金刚石，抗摩擦性能提高 80%~90%，同时减缓了老化现象的发生。

10.纳米金刚石在制备涂层方面的应用。

用含纳米金刚石的电镀液制成冲压模具、工具等复合电镀层，可大大提高其硬度和耐磨性，从而提高了工具的使用寿命。

用纳米金刚石制作的磁记录材料的保护层，存取速度高且耐磨；还可利用这种镀层硬度高、耐腐蚀、耐热冲击的特性，制作密封层，其性能远远优于一般密封材料。

11.用纳米金刚石制作的低阈值真空冷阴极，可制备高性能的平板发光显示阴极。

金刚石具有负电子表面逸出功、电子与空穴迁移率高、介电常数低，可在较低驱动电压下发射高电流密度的电子。用纳米金刚石沉积生成的导电金刚石薄膜，可作为低阈值的真空冷发射阴极，制造低功耗高亮度的平板发光显示阴极。

12.纳米金刚石用于磁性录音系统

纳米金刚石在磁带和磁盘的铁磁镀膜中，应用作为作为减磨的添加剂和物理的变性剂；其次将其添加剂电化学的复合膜中可改善磁性录音的稳定性。

（1）纳米金刚石添加剂到铁磁层中明显地减小磁畴（铁磁体的颗粒），即录音密度明显地增大。

纳米金刚石引入磁头洁净的专用膜中，其耐磨性明显地增大。

含有纳米金刚石的软磁信息载体具有以下优越性：磁载体层的磨损下降，能确保磁头和读数的最佳工作条件，此载体摩擦减小及其运转稳定性的提高。

（2）与纯 CoP 膜比较，CoP 纳米金刚石软磁的非晶制膜显示显微硬度增大 30%；耐磨性提高 3.5 倍，摩擦系数减小 28.6%，磁头铁芯的使用寿命增加 1 倍。

与纯电化学或化学镀 CoP 镀层比较，CoP 纳米金刚石的硬磁多晶体的显微硬度提高 20%，腐蚀电流减小 37.5%，磁性录音载体的使用寿命增大。

添加纳米金刚石时，无论是软磁的非晶质的，还是硬磁镀层的磁性特征都没有变化。

当层厚 1.10^{-6}m 时，纳米金刚石的单位消耗为 1m^2 约 1 克拉。

13.采用金刚石制成的半导体材料由于化学稳定性好，可制成在恶劣条件下工作的半导体器件。

由于金刚石是宽禁带半导体，可在高温恶劣条件（最高可达到 1000K ）下工作。国外科学家预言，金刚石在不久的将来在一些特殊领域中将代替目前使用的半导体硅片，成为高速电子器件用半导体材料的主流。俄罗斯已用爆轰法制成低电阻 p 型半导体纳米金刚石，目前这种方法制得 p 型半导体纳米金刚石含有较高的杂质，可以用来制作电极，用于电化学合成或电化学分析，已有一些文章报道了用这种金刚石电极进行生物物质分析。

14.利用金刚石膜可制成传感器和探测器。

这种探测器的灵敏度高，稳定性好，可适用恶劣环境（例如：高温、强腐蚀、强辐射）。金刚石膜在光照下，电阻会发生较大变化，因此还可用来制作光探测器，或制成光电开关，日本 NEC 公司科技人员用金刚石膜制成了开关时间极短（psec）的光电开关。另外，金刚石在吸附某些化学物质后，或是在不同热载时，电阻也会发生变化，可以用来制作相关的特种传感器。由于石墨本身的特性，可以用作电极材料，再加上纳米石墨的超细性，用纳米石墨作为制作电极或用作电极材料的添加剂，又能取得普通电极材料所不具有的特殊性能。

15.纳米金刚石用于医疗

纳米金刚石异常高的吸附能力，大的比表面积，表面上的大量自由电子数（数目多的原子供体），纳米尺寸，晶体表面上的大量的含氧官能团，颗粒的化学惰性，表面的亲水特性，对其可能用于治疗药剂是重要的。

纳米金刚石应用肿瘤学、肠胃学、心脏学、血管疾病的诊治等，它们没有致癌的或诱变的性质，没有毒。

纳米金刚石对致病的病毒，微生物和细菌来说显示非常高的活性，由于高的吸附能力和其它的独特性，它们将被强烈的吸收，它们是超活性的吸附剂。在生物学上降低活性物质的迁移率，是急剧强化药用试剂作用的手段，纳米金刚石的应用诱致血压的正常化。此外，当肠胃系统患病，纳米金刚石是有效的，是防止烧伤、不同皮肤病、内脏中毒后效的最好手段。

纳米金刚石应用于水性的和油性的悬浮剂，有利于对肿瘤药用试剂的强化，以及减少和消除痛苦的作用，肠道蠕动的正常化，改善血液指标，提高生命和免疫系统的活性，病毒从机体内排出等。

纳米金刚石的应用与化学的和射线疗法结合起来显示出很好的前景。恶性赘瘤治疗时用于防止有疗效的药剂的诱变性，而且纳米金刚石不会降低其疗效，以及可以预防正常细胞和在防止癌药作用下继发性肿瘤的诱导作用突变的发生。



白银祥发化工科技有限公司
狄生祥，电话：15097169457