



CALVIN FC-200P

导热散热母粒

产品描述 FC-200P 是自主研发和产业化生产的氮化物导热散热复合母粒，白色颗粒。基于产品结构设计与优化，其散热系数比金属铝高 8-10 倍以上，符合国家推广绿色环保、节能减排新材料的要求。

应用范围 FC-200P 广泛应用于亟需导热散热的所有功率型产品：涉及国防军工、航天航空及民用的微电子、高低压电器、照明设备、风光互补、智能手机、电脑、PCB 板、通讯设备和器材、火车、汽车、取暖散热系统和在防腐环境及安规使用的工业产品和设备等领域，其中包括传统照明设备的反光罩、发光二极管封装层等，更显著用于新型 LED 的各种大小散热器件。

作用机理 通过筛选合适的材料及运用科学工艺制备方法，使散热材料在复合中紧密结合并有序排列，形成纳米级微通道，构建由庞大的微网道组成的散热通道，从而产生烟囱效应，有利于在材料内部和外部形成空气对流。当热能与气流瞬间互动的同时，导热散热复合材料会自动打开内部构建的微网道对接外部通道进行高效散热，散热效果远超铜铝等金属材料。

性能优点 导热散热塑料是近年来国家重点发展和节约能源的关键性领域。FC-200P 出现，填补了目前国内外工程塑料散热通用技术的空白，是一代尖端技术的首创。FC-200P 不仅可以替代金属材料有效解决电子、电器、照明、汽车和工业产品上的热量结温等问题，还能明显提高材料表面硬度，从而提高材料耐刮伤性能。此外 FC-200P 能应用于注塑成型和挤出成型，产业化效率高，生产成本低。

表 1 FC-200P 与铝合金性能对比表

项目	FC-200P	铝合金
导热系数 (W/m·K)	0.6-0.8 (40%，用于 PA6，测试厚度 4mm)	150-230
散热系数 (W/m²·°C)	1800-2000 (厚度 0.8mm-1.0mm)	200
绝缘系数 (V)	AC/DC 耐高压漏电击穿：大于 4000V 通过	AC/DC 耐高压漏电击穿：未通过
密度 (g/cm³)	1.5-1.6	2.7-3.9
表面氧化	不氧化	易氧化
安全性	安全，室内外通用	不安全，易漏电
工艺制作	一次性注塑及挤出，产业化生产效率高	表面阳极、修边、抛光、表面污染处理
回收利用	材料可回收等效利用，不影响质量	不可回收；若回收，成本高、质量下降
生产成本与工艺	可注塑成型，加工工艺方便，产量大，设计交货周期短，适合设计各种精密的散热器件，质轻易存储和运输	生产耗电高，压铸熔化温度 400-700℃，生产成本较高，加工工艺复杂，不易制作精密器件，密度大，运输成本高

应用指导 FC-200P 推荐用于 PA、PC、PBT、PPS、PSF、PPO 制品中，推荐用量在 3% -60%，可注塑成型。

包装存储 25 公斤包装，置于通风干燥处，保质期为 12 个月。





附录：导热塑料概述

散热和其他热量排除方式的应用成为热塑性塑料研究的最新领域，热塑性塑料本为绝热材料，现已替代金属成为了良好的导热散热材料。直至近年，才得到这样的研究进展。对于许多共混物的研究者而言，通过塑料改性来改进塑料的导热率是一个充满机会的新兴领域。他们勇于迎接挑战，敢于用塑料来解决电子、电器、照明、汽车和工业产品上的热量沉积问题。

近几年来，将导热材料工业化了的行业领头羊包括：PolyOne Corp.、Cool Polymers、LNP Engineering Plastics、RTP Co.和 Ticona Corp. 而 GE Plastics、DuPont 和 A. Schulman 的研发计划也已在实施当中。上个月，PolyOne 开始与 Cool Polymers 签署联合开发导热材料的协议，以充分利用 Cool Polymers 在模具设计、热管理测试和注射成型方面的能力优势。

一般而言，我们不认为导热复合高分子材料只是一种对金属的暂时替代物。相反，导热复合高分子为热管理的应用开辟了更为宽广的发展新机会。用新一代材料模塑的部件可以在一些应用领域中替代金属和陶瓷，同时绝缘塑料则可以应用到其他领域。这些应用包括定制的模塑电路板的散热部件以及应用于电器、照明、通讯设备、商用设备和腐蚀环境中使用的工业设备的热交换管。散热部件通常包括金属热管上的模塑塑胶。照明设备也包括反光罩、激光二极管包覆层和荧光镇流器。汽车车头灯的反射罩也尚在开发中。

在像热敏电阻这样的温度传感器中，导热材料包覆层可以帮助改进温度传感器本身的响应灵敏度。导热共混物也可应用于包覆小型马达和马达绕线圈。柴油燃油泵使用导热塑料来帮助燃油在凝固点温度以下保持流动性。

此外导热塑料的更多独特应用还包括地板取暖散热系统，其中铺设在蛇形水管之间的导热塑料薄膜能允许水在较低温度下仍能流动。另一种可能性应用是全模塑汽车散热器，它可以围绕在保险杠周围，而不是像传统的方形盒子。

导热散热新材料

更小型、更耗电的电子产品的热交换需求为新一代导热材料打开了发展的门。未填充塑料的共混物导热率在 0.2 W/mK 左右，而大部分导热塑料共混物的导热率一般要比前者高 10-50 倍 (1-10 W/mK)。Cool Polymers 公司目前可以提供导热率为 100-500 倍 (10-100 W/mK) 的聚合物基导热材料。

传统上，铝在电子领域一直是控制较高热通量的主要材料。挤出型铝合金的导热率接近 150 W/mK。一些浇注金属合金（镁或铝）的导热率在 50-100 W/mK 范围内。

但是，有人认为，如果金属传导到金属制品表面的热量的速度，比不上空气对流从表面移除热量的速度，那么金属的导热率就不能被有效地运用起来。依据 Cool Polymers 公司的 Jim Miller 的说法，“许多应用中的热交换是由对流控制的（也就是具有设计依赖性的），而不是由传导控制的（即材料依赖性）”。他的公司在某些应用上体现了这一理念，其中导热塑料提供的热交换能力等同于铝和铜的。

LNP 公司的产品市场经理 Adds Mark Kaptur 补充说：“在热导率成为主控因素的时候，金属是最佳材料；但在很多应用中，对流才是主控因素，那么导热塑料就成为了更合适的选择。”

此外，导热塑料的热膨胀系数一般比铝低，因此能够减少因热膨胀差异所造成的应力，因为塑料与它们所接触的硅或者陶瓷的热膨胀系数更加相近和匹配。导热塑料比铝要轻 40%，它们能为模内功能化和部件一体化提供了设计的自由度，并且降低后续机械加工的成本。

Cool Polymers 公司的 Miller 认为，如果没有导热材料，要充分利用微电子的许多先进技术就会成为一纸空谈。“控制积热能力，同时提供轻量化、柔韧性佳、成本低的应用方案，这些特点和优势使



得导热塑料在未来几十年中成为最重要的技术发展方向之一。”

Cool Polymers 的红外成像技术阐明了为什么许多塑料部件会存在过热失效现象。将点热源施加到平面模塑样板的中心——一个样板由标准 PP 制成，另一个样板由 Cool Polymers 的导热 PP 共混物制成。后者将热量从中心热点疏散，形成一个趋于等温的分布，整个样板上的温差不超过 4°C，而标准 PP 板在最高温度和最低温度的温差超过 24°C。

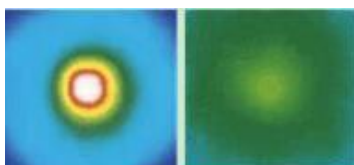


图 1 PP 样板的温度分布图（左：普通 PP 右：导热 PP）

目前，导热塑料被大范围接纳的最大阻碍是其初始成本过高。其中一个关键性的因素是采用高价填料以达到较好的耐热性能，这导致导热塑料共混物的成本至少是其替代的陶瓷或金属材料的 2.5 倍。许多导热共混物的售价范围在 34-60 万元/吨之间，尽管一些低导热率的塑料售价低至 5.5-8.5 万元/吨。

供应商认为，导热塑料技术目前最适合批量化生产（例如一万件/月），以凸显其注射成型的设计和生产的优势。但 Cool Polymers 公司的 Miller 认为，通过取代金属设计，可以节约 30% 的成本，但是部件的尺寸起关键作用。“对于小部件而言，主要成本在注塑过程；而对于大部件来说，材料的选择是主要因素。由于具有较高的预付成本，导热塑料对于较小部件（最高只达 0.5kg）来说才具有优势。”

有效成分

最常用的导热塑料助剂有石墨纤维和陶瓷，如氮化铝和氮化硼。石墨纤维既能导热，也能导电，这一特质使其能够在有射频干扰屏蔽需求的领域获得广泛应用。与之相反，陶瓷助剂则是电绝缘的。它们适合应用于与电线相关的领域。实际上，所有导热复合物的供应商提供的产品，既有导电的，也有电绝缘的。导热共混物的配方通常包含结晶性工程树脂，因为结晶性工程塑料具有较高的耐热性和较低的熔体粘度，但非晶共聚物也是可以使用的。一般来说，导热塑料具有较高的刚性和强度，而冲击强度则低于未填充或玻纤增强的树脂。例如，玻纤增强 PA66 的缺口冲击强度大约为 9.2-9.7J/m，而导热电绝缘 PA66 的缺口冲击强度则在 5.4J/m。

大多数导热助剂是由石油沥青制造的特种石墨纤维。它们的导热率为 500-1000 W/mK，相比之下，聚丙烯腈（PAN）基的结构型碳纤维的导热率则低于 10 W/mK。在电绝缘陶瓷中，氮化硼的导热率为 60-80 W/mK，氮化铝粉末则为 300 W/mK。BP 公司碳纤维工业复合物的产业经理 Sam Johnson 说，沥青石墨纤维的大部分商业用途都需要大约 500 W/mK 的导热率，这就一般要求较高的纤维填充（高达 70%），即使在这样的高填充量下，LCP 和 PPS 此类结晶性塑料也能有很长的流动路径，因为这些树脂与石墨纤维具有良好的界面相容性。Johnson 补充说，“我们根本用不着冷却模具，因为这些纤维导热性很好。因此共混物的成型周期是很短的。”

BP 公司目前是北美唯一的沥青基石墨纤维制造商。Conoco 公司志在成为第二个供应来源，此时它已开始了特种沥青石墨纤维的生产，新厂将于明年坐落于 Ponca City, Okla。尽管 BP 公司的沥青基纤维品牌 ThermalGraph 售价约为 34 万元/吨，BP 公司仍旧开发了一个更低成本的工艺，可以至少降低 25% 的价格。Johnson 表示，BP 公司希望明年就启动新工艺的使用。

陶瓷填料的价格也同样昂贵。氮化铝售价约为 28 万元/吨，而氮化硼售价约为 70 万元/吨。Advanced

Refractory Technologies 的研发经理 Juyoung Kim 说，氮化铝共混物的流动性比氮化硼的好，因为氮化铝是圆形颗粒，而氮化硼是片状粒子。他的公司是美国唯一的氮化铝供应商。一个新的氮化铝品种尚在开发当中，品名为 Maxtherm。这一新产品将允许更高的填充量和较好的导热率，并且将在今年下半年面市。

Advanced Ceramics Corp 公司的市场经理 Don Lelonis 说，公司正致力于新的产品表面处理，使得氮化硼 (BN) 的填充量可以更高并维持更好的模塑性能，而改良 BN 粒子的形状和粒径以优化导热率的工作也在进展当中。(其他的美国氮化硼供应商只有 Saint-Gobain Advanced Ceramics。)

石墨纤维和陶瓷填料对加工设备都有磨损。模塑厂家可以使用低压螺杆、避免小的浇口和逆止环来缓解上述问题。Johnson 建议，一般情况下，要减少剪切。LNP 公司的 Kaptur 补充说道，“加工此类共混物的最大差别在于注射成型时冷却很快，这是因为其热交换很迅速。所以，一旦它们停止流动就将不再流动。这在模具设计上要做充分的考虑，比如在模具里设置排气口和浇口。”

聚合物范围

导热热塑性塑料的最初研究方向主要集中在开发高耐热树脂上，如 LCP、PPS、PEEK 和聚砜。PolyOne 公司也在测试基于 GE 公司的 Ultem 聚酰亚胺的新型共混物。供应商们都在拓展导热材料的使用范围，其中包括中温树脂 (如 ABS、PBT、PC 和 PA) 和低温通用塑料 (如 PS 和 PP)，甚至热塑性弹性体。

Cool Polymers 公司的 Miller 说：“在中温工程塑料中，我们瞄准小型步进机马达的散热应用，这些马达在工业设备中具有广泛的应用。在通用塑料领域，我们看到了 PP 基共混物的应用潜力，可能还包括 PS，因为 PS 可应用于非电子领域，如食品相关的导热和冷却的产品。

Cool Polymers 公司的 CoolPoly 产品系列包括 PA66、PC/ABS 和 PPS 等共混物。这些共混物的导热率高达 60 W/mK，这主要取决于树脂的类型。弹性体 TPO 共混物目前尚在开发之中。此公司可以提供包含热塑性塑料或通用塑料的导热产品。

LNP 公司的 Konduit 产品系列包含有 PPS、PP、PA6 和 PA66。这些树脂是与碳、陶瓷或金属填料和必要时添加的少量玻璃纤维共混而成的。一个低成本的产品系列通过使用陶瓷或金属添加剂来达到 2 W/mK 的导热率。LNP 公司可以为客户提供任何结晶性热塑性塑料的 Konduit 定制产品。



图 2 LNP 公司 Konduit 由 PPS 和陶瓷共混物制造的用于光盘驱动的主机马达 (成本降低 30%)

PolyOne 公司的 Therma-Tech 产品系列包括热导率达 10-12 W/mK 的 LCP、PPS 和 PPA 等共混物。较新的产品包括 TPV (一种柔性交联 TPO)。

RTP 的热塑性导热共混物 (TCC) 产品系列可以由客户定制配方，产品包括 PPS、LCP、PPA、PC、尼龙 66、PP、PE 和 TPEs (聚烯烃类或聚苯乙烯类)。其热导率均可达 18 W/mK。与大多数供应商不同，RTP 提供的导热共混物既用于注塑也用于挤出。挤出工艺的实例是一种用于输送油漆和粘合剂的 PP 共混物塑料管子，但油漆和粘合剂必须保持在常温状态下。

Ticona 公司可以提供四个 Fortron PPS 的牌号，这些产品在电绝缘或导电板中的导热率达 3.0 W/mK。

假若没有导热塑料的散热设施，想要把大功率微电子部件塞进狭隘的空间里，几乎是遥不可及的梦想。