

一种新式高效率  
降低插拔力,确保质量寿命的  
新连接器合成润滑脂出现了!

**Nye Lubricants, Inc.**

12 Howland Road Fairhaven, MA 02719 USA Ph: 1.508.996.6721 Fx: 1.508.997.5285 nyelubricants.com

© 2003 Nye Lubricants, Inc.

DULUB CO.

[www.dulub.com.tw](http://www.dulub.com.tw)

[www.dulub.cn](http://www.dulub.cn)

连接器是个大贸易。2001年世界范围内的连接器船运量价值超过250亿美元。但是，销售统计只是体现连接器在市场上的重要角色的开始。连接器影响到无数电子电动产品的工作寿命、性能和质量，而每年许多这样的产品——与生产商的商标品牌和质量保障一道——成为劣质连接器的受害者。

连接器在汽车和轻型卡车中扮演着一个特别重要的角色。一辆豪华车会具有超过400个连接器和3000个独立接口——也即3000个潜在的电路故障点。汽车研究者指出大约30%的信号和附属电路故障以及超过50%的动力电路故障都是由连接问题导致。这并不是说在连接器的设计上有着固有的缺陷。来自汽车环境的挑战也要求获得更高质量的连接器。在动力室，连接器必须在严酷的热循环和冷循环以及腐蚀性气体，燃料，淡水，盐水和路面磨蚀中正常工作。电动后视镜，门锁和其它外部系统在洗车时面临着水和清洗剂的冲洗。高湿度威胁着门板间的连接器的正常运作。而乘客室，当暴露在阳光下时温度会激增；在最冷的时候会跌到零度以下。考虑到整个汽车，连接器承受着发动机、驾驶机构、悬挂系统和其它相关的组件带来的振动。所有这些状况都会成为氧化反应和微动腐蚀的催化剂，生成阻抗氧化物，从而造成间歇故障和（或）电子系统失灵。汽车生产商要设法延长保障期和增加电子电路系统的可靠性，而连接器生产商面临的挑战则是延长连接器在更为严酷的环境中的工作寿命。

今天，连接器生产商又面临着另一个挑战：分离式连接器设计的工艺学。配接分离式连接器所需要的力受到了特别关注。NIOSH提醒说在装配在线进行着重复接线工作的雇佣工人有可能造成腕骨隧道综合症以及其它手、腕和手臂的肌肉骨骼失调症状而带来风险。这种风险带来的损伤在汽车工业里更加严重，因为工人们不得不在一些难以触及的位置配接连接器。

在历史上，配接力超过130牛顿（30磅）的连接器曾在汽车上使用过，而反复的配接工作导致了日益增多的工人的抱怨。USCAR标准将可允许插入力的最大值骤减到了75牛（16磅）。因此，连接器生产商必须确保安全可靠地配接和再配接分离式连接器的配接力对于汽车工人来说不是危险的，这个力正是一个优良的电动功能的关键要求。再者，在竞争激烈的汽车世界，所有的连接器设计要求——长寿命、理想的电动功能、抗氧化和微动腐蚀的能力和低的插入力——都与降低成本的指标联系在一起。

Nye润滑剂的工作者们通过与一家世界顶尖的连接器生产商近两年的合作，开发出一种新的用于连接器接口的合成脂，它能帮助连接器生产商达到那些严格的设计目标。本篇文章就是来讨论这个发展的过程和它的产品：UniFlor 8917，一种新颖的，稠化脲的全氟聚醚（PFPE）油脂。在对2.8毫米和6.35毫米接口产品进行独立测试时，UniFlor 8917很轻易地达到了SAE/USCAR-2, Revision 3——一个汽车电动连接系统的功能标准——对插入力和阻抗的要求。

连接器的质量好坏取决于许多因素，包括材料、接触几何学、平均力和弹簧设计、卷曲机构和轴箱。润滑也扮演着一个重要角色，特别是在低电压连接器中（0.1瓦到0.5瓦）。选择合适的润滑剂可以通过降低配接表面的摩擦系数来减小插入力。它在配接表面形成了一层油膜来降低了机械磨损。加入一些添加剂，润滑剂能将腐蚀减至最低。它也能减小微动腐蚀，一种由小振幅振动造成的特殊的机械磨损，发生的典型部位是在镀锡接触中。这种振动有可能由于车身的整体运动、附近组件如风扇或微小马达的运动和散热装置以及连接器组件的收缩造成。微动腐蚀使纯质的金属表面持续暴露在外而氧化。防腐润滑剂能降低机械磨损，提供一层氧化屏障，并帮助清除接触区域的任何氧化物碎片。

对于镀金的连接器，润滑剂降低了贵金属在配接和分离时的磨损，也防护了基底腐蚀。薄的金镀层会被轻轻地渗透而造成基底氧化，氧化物会逐渐从基底孔洞穿透过去而依附在贵金属的表面，导致很高的接触阻

DULUB CO.

[www.dulub.com.tw](http://www.dulub.com.tw)

[www.dulub.cn](http://www.dulub.cn)

抗。通过密封这些细微的孔洞，润滑剂能使生产商采用更薄的镀层，从而降低成本。

总之，润滑剂的功能就是降低磨损，阻止氧化阻抗的形成，延长连接器的寿命。

Nye 从 1964 年以来就一直积极地开展用于可分离连接器的润滑剂的设计和和生产。当时，公司引进了 NyeTact® 润滑剂分散物，由合成油或合成油脂构成，分散在各种不同品质浓度的溶剂中。典型例子是，聚苯基醚油用于含金接触，合成油用于含锡或铅的接触。后来，增加了 PFPE 油为分散物，因为它们比聚苯基醚和合成烃具有更宽的使用温度范围。通过混合一种油和一种固体稠化剂制备的油脂含有脂肪酸盐，硅或粘土。当它使用在接口端面时，溶剂挥发，剩下一层抵抗氧化和老化的具有良好稳定性，薄的，保护性的润滑膜。有些产品含有添加剂来提高表面涂层和“固着”特性，一些还含有 UV-tracer（一种示踪剂）来确定润滑剂在接触中的表现。

在数据处理仪器中，低电压固定可分离接触的使用在不断增加。在这些仪器中，高负载的接触要求保证低接触阻抗，维持插入力不至于过大的需要也在增加。例如，配接一个 300 接触电路板，需要将近 100 磅的力！

而且，当平均力增加时，对薄的金属镀层的潜在磨损也增加。针对这些需要，Nye 开发了一种由超高粘度的合成烃液构成的新产品，并采用了一种专门的束缚方法保证了其稳定性。

但是，尽管这类分散物适合于小量的使用，但成本和溶剂的补充往往使它在大型制造工程中使用变得不现实。在二十世纪八十年代初，随着更尖端的生产线分配系统的出现，对接触脂的需要增加。这时候，更宽的温度要求和材料兼容性的问题促使汽车 OEM 们和连接器生产商寻找新的润滑剂。一些汽车连接器生产商开始用掺入锌氧化增强剂？的石油基锂皂脂润滑凹陷端？。但是随着时间的推移，油脂开始影响连接器的轴箱，使它开始从线套上滑落——一个明显的安全，质量和保障问题。这要求 Nye 找到一种解决办法。我们配制了 NyoGel 759G (Ford: ESB-M1C203-A; GM:9985821)，一种柔软的、稠化硅的、高粘度的合成烃脂，它具有与塑料和弹性体的兼容性，工作温度范围是 -40° C 到 125° C。这种胶体解决了石油连接器脂所造成的问题。

连接器生产商又要求一种更硬质的 NyoGel 759G 类型来提高生产线注入能力。他们同样要求连接器润滑脂具有更高的温度性能和更低的析油性。Nye 对应于这些要求生产了 NyoGel 760G (Ford: WSB-M1C239-A; GM: 9986087; DaimlerChrysler: MS-9469)。NyoGel 760G 是一种高粘度稠化硅合成烃脂。它更强的坚实度能使机件运转提高 30%—50%，而且清洁得多。一种新的抗氧化剂使它的温度上限提高到 135 度，而添加一种 UV 染色剂的添加剂可使其性能更优秀。

NyoGel 760G 也能加强裸露的铜基底使其腐蚀降至最低。

NyoGel 760G 最初只应用在尾灯连接器上，新产品很快成为了电子控制舱 (ECM)、排气再循环系统 (EGR)、空气包、启动器和反锁刹车系统 (ABS)，以及用于其它超过 50 个连接器的润滑脂的选择。最后，连接器生产商将它应用到终端产品和轴箱内，利用这种油脂防水、抗盐水的优点创造额外的环境密封。

二十世纪八十年代末，九十年代的试验表明，微动腐蚀可能通过连接器的设计来控制而不用润滑剂，即在分离式连接器内添加一种橡胶成分来补偿接触点上相配接的针和槽间的运动。没有运动，没有微动腐蚀。但是，尽管增加接触部位的平均力的确可以控制微动腐蚀，但这也增加了插入力，这个问题的严重程度随着针或叶刃的数量而定。在汽车工业中，这个问题由于在难以接触的部位更大型的连接器数目的激增而加重。早期的解决方法包括捆绑式？连接器，就如同其它类型的机械辅助装置如凸轮、杠杆、齿轮和滑轨。

DULUB CO.

[www.dulub.com.tw](http://www.dulub.com.tw)

[www.dulub.cn](http://www.dulub.cn)

机械辅助装置能使工人用更小的力来配接连接器，却带来了额外的成本，也需要额外的空间。它们同样增加了工作的复杂性，会影响到装配的时间和服务。

润滑剂作为一种有助于降低插入力的便宜而简单的方法重又出现。然而，在引擎区或靠近引擎区的部位连接器的激增，常常不能使用 NyoGel 760G，它的最高温度上限是 135 摄氏度，而它的设计初衷也只是针对材料兼容性、抗磨损和抗氧化——并不是降低插入力。OEM 们需要一种能降低高平均力连接器配接力的高温连接器润滑脂。

对应这种要求，Nye 公司推出了 UniFlor 8511 and UniFlor 8512，两种油脂都是用工作温度可高达 250 摄氏度的 PFPE 油与可能是世界上最滑的聚合物的聚四氟乙烯（PTFE）混合而成的油脂。这两者具有了适合高温连接器的能力，而且极大地降低了插入力。例如，一个干的 6.35 毫米接口的平均插入力是 4.4 lbs，但润滑后的联结器的平均插入力降低到 1.3 lbs。

还有一个缺点。用 UniFlor 8511 润滑的接口在经过 8 到 9 次配接后的接触阻抗超出了 USCAR 所允许的标准。高的平均力，热和多次插入抽出的滑移运动的联合作用似乎可以将 PTFE 磨进接触表面，使本有电流流动的接触面绝缘（A-spots）。这种多次配接后阻抗增加的问题，为 Nye 开辟了努力发展出一种不仅能降低插入力，而且还能符合 USCAR 阻抗标准的新油脂的探索道路。

PFPE 达到了所需的温度要求，并且拥有了优良的热氧化稳定性，所以它仍然是新连接器润滑脂基础油的选择。然而，PTFE 被怀疑是阻抗增加的凶手，我们用一种聚脲物替代了它，尽管我们知道还没有其它的稠化脲 PFPE 油脂。值得注意的是 PFPE 的化学惰性和高的特殊引力使它比其它油在稠化时更具有挑战性；这些特性还能促进某些油在高温下的分离。再者，因为 PTFE 的润滑性比聚脲物更好，而设想聚脲物会更大程度地降低插入力是不合常理的。

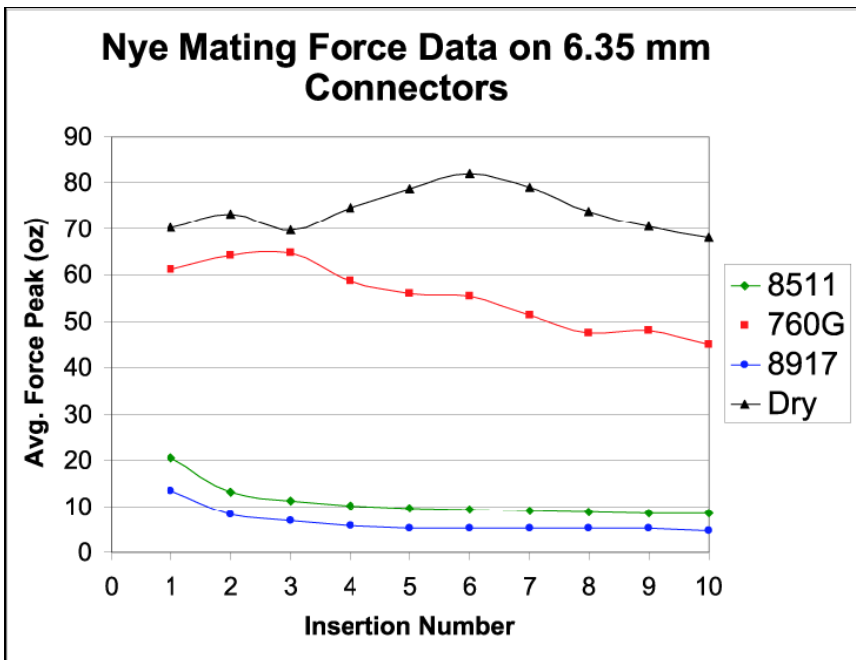
我们用 Instron 5566 检测仪测量了配接一个 6.35 毫米连接器所需的插入力，用每秒 0.0595 英寸的速度插入 0.375 英寸，重复十次。我们测试了用 NyoGel 760G、UniFlor 8511 和 UniFlor 8917 润滑的联结器，还在控制下检测了没有润滑的连接器的插入力（见 Figure 1）。

没有润滑的连接器的平均插入力是 4.4lbs，从第一次到第十次的配接几乎没有什么变化，NyoGel 760G 在第一次配接时的插入力是 3.8 lbs，第十次配接时是 2.8lbs，UniFlor 8511 在第一次配接时的插入力是 1.3 lbs，第十次是 0.5lbs。UniFlor 8917 第一次配接的插入力是 0.8 lbs，第十次是 0.3lbs——几乎比 PTFE 稠化 UniFlor 8511 低 50%，并且很好的在 USCAR 插入力要求的 75 牛顿（16 磅）以内。



Figure 1

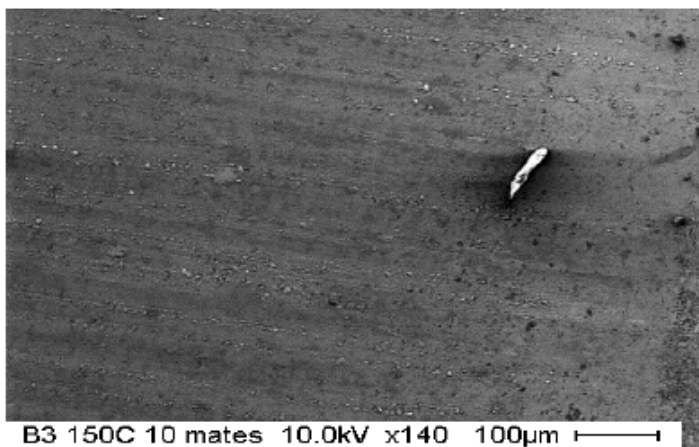
**Insertion Force Data on Various Nye Connector Greases.**



一个独立实验室检测了几个用 UniFlor 8917 润滑的接口来与 USCAR 阻抗标准相对照。在已有的阻抗知识下，该测试在一次和十次配接前后都在 150 摄氏度下进行了 1008 个小时。十次配接后，通过接口的平均阻抗为 0.489 毫欧，很轻易地达到了 USCAR 标准所允许的 10 毫欧。用聚脲物稠化剂取代 PTFE 极大地改善了跨过连接器表面的阻抗，因此延长了连接器的寿命。连接器的表面测试在 Nye 用电子扫描显微镜也进行了分析，看看是否在连接器的表面有任何明显的损伤和氧化的证据。结果在连接器的表面并没有发现氧化的证据（见 Figure 2）。

Figure 2

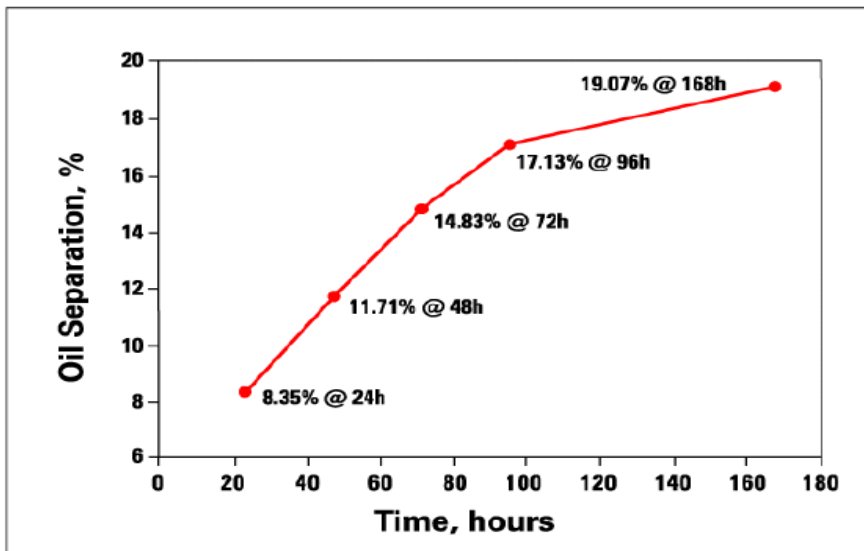
**SEM Image Of 6.35 mm Connector After 1,008 Hours Of Electrical Testing**



UniFlor 8917 有效地保护了连接器的表面，而又没有降低对其电阻所要达到的要求，插入力也降低到了 USCAR 标准以内。

正如预期一样，在滴点测试中(ASTM D-2265)，这种油脂在 140 摄氏度时溢出了一滴油，但是，就像其它的 PFPE 油脂，低的滴点是由 PFPE 和稠化剂中特殊引力的不同而造成的，并不是稠化剂溶解的表征。重要的是，析出的油的数量很少而不会危及到连接器的可靠性，或附近组件如继电器、操纵杆的可靠性。在每个 2.8 毫米界面约有 15 毫克的油脂。对 UniFlor 8917 进行的析油测试 (FTM 791B, 321.2) 显示，在 150 摄氏度下经过 24 小时，油的损失只有 8.35%，或者说在 15 毫克油脂中损失约 1.25 毫克，如果有任何来自附近组件的热量，只造成微量的损失。而且，随着时间的流逝，其失油的情况很快稳定下来 (见 Figure 3)，这保证了剩下的油像在油库中贮存一样，对接触进行保护。聚脲物的润滑特性更保证了持续的低插入力。

*Figure 3*  
**Oil Separation For UniFlor 8917**  
168 hours @ 150°C



虽然 PFPE 的惰性和宽的温度范围使它成为了最昂贵的合成油之一，但每个界面的花费却是比较合理的。对于 2.8 毫米接口，每个接口使用 15 毫克油脂，那一磅的油脂可以润滑 30266 个接口。对于 6.35 毫米接口，每个接口使用 45 毫克油脂，一磅油脂可润滑 9891 个界面。几个主要的连接器生产商近来在测试 UniFlor 8917，我们希望这种油脂能成为汽车应用中的标准，在汽车应用中，减小插入力是主要的关注问题。