

一種新式高效率  
降低插拔力,確保品質壽命的  
新連接器合成潤滑脂出現了!

**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)

連接器是個大貿易。2001 年世界範圍內的連接器船運量價值超過 250 億美元。但是，銷售統計只是體現連接器在市場上的重要角色的開始。連接器影響到無數電子電動產品的工作壽命、性能和品質，而每年許多這樣的產品——與生產商的商標品牌和品質保障一道——成爲劣質連接器的受害者。

連接器在汽車和輕型卡車中扮演著一個特別重要的角色。一輛豪華車會具有超過 400 個連接器和 3000 個獨立介面——也即 3000 個潛在的電路故障點。汽車研究者指出大約 30% 的信號和附屬電路故障以及超過 50% 的動力電路故障都是由連接問題導致。這並不是說在連接器的設計上有著固有的缺陷。來自汽車環境的挑戰也要求獲得更高品質的連接器。在動力室，連接器必須在嚴酷的熱迴圈和冷迴圈以及腐蝕性氣體，燃料，淡水，鹽水和路面磨蝕中正常工作。電動後視鏡，門鎖和其他外部系統在洗車時面臨著水和清洗劑的沖洗。高濕度威脅著門板間的連接器的正常運作。而乘客室，當暴露在陽光下時溫度會激升；在最冷的時候會跌到零度以下。考慮到整個汽車，連接器承受著發動機、駕駛機構、懸掛系統和其他相關的元件帶來的振動。所有這些狀況都會成爲氧化反應和微動腐蝕的催化劑，生成阻抗氧化物，從而造成間歇故障和（或）電子系統失靈。汽車生產商要設法延長保障期和增加電子電路系統的可靠性，而連接器生產商面臨的挑戰則是延長連接器在更爲嚴酷的環境中的工作壽命。

今天，連接器生產商又面臨著另一個挑戰：分離式連接器設計的工藝學。配接分離式連接器所需要的力受到了特別關注。NIOSH 提醒說在裝配線上進行著重複接線工作的雇傭工人有可能造成腕骨隧道綜合症以及其他手、腕和手臂的肌肉骨骼失調症狀而帶來風險。這種風險帶來的損傷在汽車工業裏更加嚴重，因爲工人們不得不在一些難以觸及的位置配接連接器。

在歷史上，配接力超過 130 牛頓（30 磅）的連接器曾在汽車上使用過，而反復的配接工作導致了日益增多的工人的抱怨。USCAR 標準將可允許插入力的最大值驟減到了 75 牛（16 磅）。因此，連接器生產商必須確保安全可靠地配接和再配接分離式連接器的配接力對於汽車工人來說不是危險的，這個力正是一個優良的電動功能的關鍵要求。再者，在競爭激烈的汽車世界，所有的連接器設計要求——長壽命、理想的電動功能、抗氧化和微動腐蝕的能力和低的插入力——都與降低成本的指標聯繫在一起。

Nye 潤滑劑的工作者們通過與一家世界頂尖的連接器生產商近兩年的合作，開發出一種新的用於連接器介面的合成脂，它能幫助連接器生產商達到那些嚴格的設計目標。本篇文章就是來討論這個發展的過程和它的產品：UniFlor 8917，一種新穎的，稠化脲的全氟聚醚（PFPE）油脂。在對 2.8 毫米和 6.35 毫米介面產品進行獨立測試時，UniFlor 8917 很輕易地達到了 SAE/USCAR-2, Revision 3——一個汽車電動連接系統的功能標準——對插入力和阻抗的要求。

連接器的品質好壞取決於許多因素，包括材料、接觸幾何學、平均力和彈簧設計、捲曲機構和軸箱。潤滑也扮演著一個重要角色，特別是在低電壓連接器中（0.1 瓦到 0.5 瓦）。選擇合適的潤滑劑可以通過降低配接表面的摩擦係數來減小插入力。它在配接表面形成了一層油膜來降低了機械磨損。加入一些添加劑，潤滑劑能將腐蝕減至最低。它也能減小微動腐蝕，一種由小振幅振動造成的特殊的機械磨損，發生的典型部位是在鍍錫接觸中。這種振動有可能由於車身的整體運動、附近元件如風扇或微小馬達的運動和散熱裝置以及連接器元件的收縮造成。微動腐蝕使純質的金屬表面持續暴露在外而氧化。防腐潤滑劑能降低機械磨損，提供一層氧化屏障，並幫助清除接觸區域的任何氧化物碎片。

對於鍍金的連接器，潤滑劑降低了貴金屬在配接和分離時的磨損，也防護了基底腐蝕。薄的金鍍層會被輕微地滲透而造成基底氧化，氧化物會逐漸從基底孔洞穿透過去而依附在貴金屬的表面，導致很高的接觸阻

DULUB CO.

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

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

抗。通過密封這些細微的孔洞，潤滑劑能使生產商採用更薄的鍍層，從而降低成本。

總之，潤滑劑的功能就是降低磨損，阻止氧化阻抗的形成，延長連接器的壽命。

Nye 從 1964 年以來就一直積極地開展用於可分離連接器的潤滑劑的設計和生產。當時，公司引進了 NyeTact® 潤滑劑分散物，由合成油或合成油脂構成，分散在各種不同品質濃度的溶劑中。典型例子是，聚苯基醚油用於含金接觸，合成油用於含錫或鉛的接觸。後來，增加了 PFPE 油為分散物，因為它們比聚苯基醚和合成烴具有更寬的使用溫度範圍。通過混合一種油和一種固體稠化劑製備的油脂含有脂肪酸鹽，矽或粘土。當它使用在介面端面時，溶劑揮發，剩下一層抵抗氧化和老化的具有良好穩定性，薄的，保護性的潤滑膜。有些產品含有添加劑來提高表面塗層和“固著”特性，一些還含有 UV-tracer（一種示蹤劑）來確定潤滑劑在接觸中的表現。

在資料處理儀器中，低電壓固定可分離接觸的使用在不斷增加。在這些儀器中，高負載的接觸要求保證低接觸阻抗，維持插入力不至於過大的需要也在增加。例如，配接一個 300 接觸電路板，需要將近 100 磅的力！

而且，當平均力增加時，對薄的金屬鍍層的潛在磨損也增加。針對這些需要，Nye 開發了一種由超高粘度的合成烴液構成的新產品，並採用了一種專門的束縛方法保證了其穩定性。

但是，儘管這類分散物適合於小量的使用，但成本和溶劑的補充往往使它在大型製造工程中使用變得不現實。在二十世紀八十年代初，隨著更尖端的生產線分配系統的出現，對接觸脂的需要增加。這時候，更寬的溫度要求和材料相容性的問題促使汽車 OEM 們和連接器生產商尋找新的潤滑劑。一些汽車連接器生產商開始用摻入鋅氧化增強劑？的石油基鋸皂脂潤滑凹陷端？。但是隨著時間的推移，油脂開始影響連接器的軸箱，使它開始從線套上滑落——一個明顯的安全，品質和保障問題。這要求 Nye 找到一種解決辦法。我們配製了 NyoGel 759G (Ford: ESB-M1C203-A; GM: 9985821)，一種柔軟的、稠化矽的、高粘度的合成烴脂，它具有與塑膠和彈性體的相容性，工作溫度範圍是 - 40°C 到 125°C。這種膠體解決了石油連接器脂所造成的問題。

連接器生產商又要求一種更硬質的 NyoGel 759G 類型來提高生產線注入能力。他們同樣要求連接器潤滑脂具有更高的溫度性能和更低的析油性。Nye 對應於這些要求生產了 NyoGel 760G (Ford: WSB-M1C239-A; GM: 9986087; DaimlerChrysler: MS-9469)。NyoGel 760G 是一種高粘度稠化矽合成烴脂。它更強的堅實度能使機件運轉提高 30% - 50%，而且清潔得多。一種新的抗氧化劑使它的溫度上限提高到 135 度，而添加一種 UV 染色劑的添加劑可使其性能更優秀。

NyoGel 760G 也能加強裸露的銅基底使其腐蝕降至最低。

NyoGel 760G 最初只應用在尾燈連接器上，新產品很快成爲了電子控制艙（ECM）、排氣再循環系統（EGR）、空氣包、啓動器和反鎖剎車系統（ABS），以及用於其他超過 50 個連接器的潤滑脂的選擇。最後，連接器生產商將它應用到終端產品和軸箱內，利用這種油脂防水、抗鹽水的優點創造額外的環境密封。二十世紀八十年代末，九十年代初的試驗表明，微動腐蝕可能通過連接器的設計來控制而不用潤滑劑，即在分離式連接器內添加一種橡膠成分來補償接觸點上相配接的針和槽間的運動。沒有運動，沒有微動腐蝕。但是，儘管增加接觸部位的平均力的確可以控制微動腐蝕，但這也增加了插入力，這個問題的嚴重程度隨著針或葉刀的數量而定。在汽車工業中，這個問題由於在難以接觸的部位更大型的連接器數目的激增而加重。早期的解決方法包括捆綁式？連接器，就如同其他類型的機械輔助裝置如凸輪、杠杆、齒輪和滑軌。

DULUB CO.

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

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

機械輔助裝置能使工人用更小的力來配接連接器，卻帶來了額外的成本，也需要額外的空間。它們同樣增加了工作的複雜性，會影響到裝配的時間和服務。

潤滑劑作為一種有助於降低插入力的便宜而簡單的方法重又出現。然而，在引擎區或靠近引擎區的部位連接器的激增，常常不能使用 NyoGel 760G，它的最高溫度上限是 135 攝氏度，而它的設計初衷也只是針對材料相容性、抗磨損和抗氧化——並不是降低插入力。OEM 們需要一種能降低高平均力連接器配接力的高溫連接器潤滑脂。

對應這種要求，Nye 公司推出了 UniFlor 8511 and UniFlor 8512，兩種油脂都是用工作溫度可高達 250 攝氏度的 PFPE 油與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。這兩者具有了適合高溫連接器的能力，而且極大地降低了插入力。例如，一個幹的 6.35 毫米介面的平均插入力是 4.4 lbs，但潤滑後的聯結器的平均插入力降低到 1.3 lbs。

還有一個缺點。用 UniFlor 8511 潤滑的介面在經過 8 到 9 次配接後的接觸阻抗超出了 USCAR 所允許的標準。高的平均力，熱和多次插入抽出的滑移運動的聯合作用似乎可以將 PTFE 磨進接觸表面，使本有電流流動的接觸面絕緣（A-spots）。這種多次配接後阻抗增加的問題，為 Nye 開闢了努力發展出一種不僅能降低插入力，而且還能符合 USCAR 阻抗標準的新油脂的探索道路。

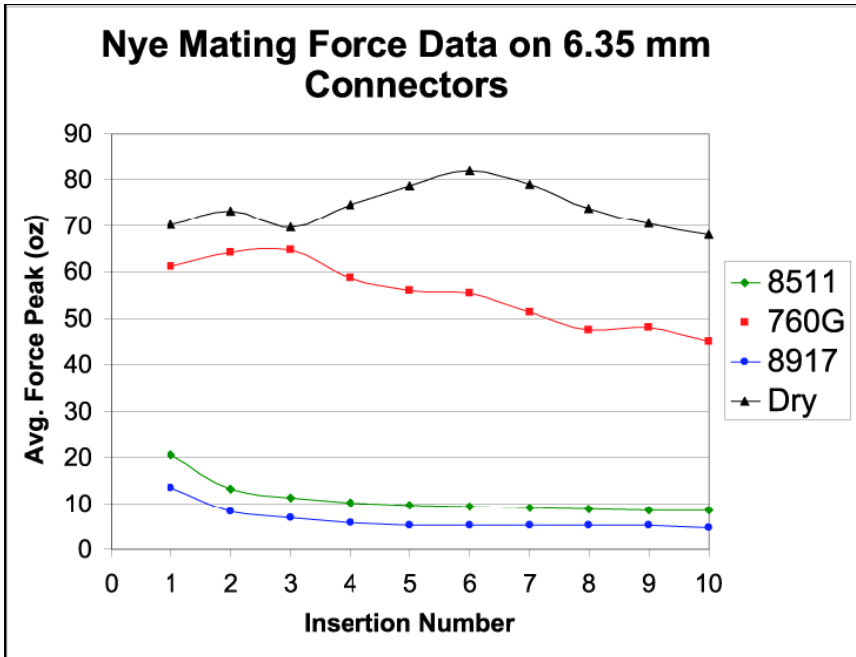
PFPE 達到了所需的溫度要求，並且擁有了優良的熱氧化穩定性，所以它仍然是新連接器潤滑脂基礎油的選擇。然而，PTFE 被懷疑是阻抗增加的兇手，我們用一種聚脲物替代了它，儘管我們知道還沒有其他的稠化脲 PFPE 油脂。值得注意的是 PFPE 的化學惰性和高的特殊引力使它比其他油在稠化時更具有挑戰性；這些特性還能促進某些油在高溫下的分離。再者，因為 PTFE 的潤滑性比聚脲物更好，而設想聚脲物會更大程度地降低插入力是不合常理的。

我們用 Instron 5566 檢測儀測量了配接一個 6.35 毫米連接器所需的插入力，用每秒 0.0595 英寸的速度插入 0.375 英寸，重複十次。我們測試了用 NyoGel 760G、UniFlor 8511 和 UniFlor 8917 潤滑的聯結器，還在控制下檢測了沒有潤滑的連接器（見 Figure 1）。

沒有潤滑的連接器的平均插入力是 4.4lbs，從第一次到第十次的配接幾乎每有什麼變化，NyoGel 760G 在第一次配接時的插入力是 3.8 lbs，第十次配接時是 2.8lbs，UniFlor 8511 在第一次配接時的插入力是 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——幾乎比 PTFE 稠化 UniFlor 8511 低 50%，並且很好的在 USCAR 插入力要求的 75 牛頓（16 磅）以內。

Figure 1

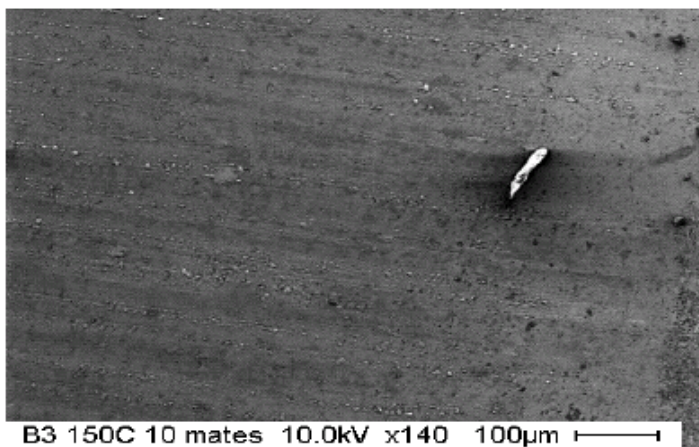
Insertion Force Data on Various Nye Connector Greases.



一個獨立實驗室檢測了幾個用 UniFlor 8917 潤滑的介面來與 USCAR 阻抗標準相對照。在已有的阻抗知識下，該測試在一次和十次配接前後都在 150 攝氏度下進行了 1008 個小時。十次配接後，通過介面的平均阻抗為 0.489 毫歐，很輕易地達到了 USCAR 標準所允許的 10 毫歐。用聚脲物稠化劑取代 PTFE 極大地改善了跨過連接器表面的阻抗，因此延長了連接器的壽命。連接器的表面測試在 Nye 用電子掃描顯微鏡也進行了分析，看看是否在連接器的表面有任何明顯的損傷和氧化的證據。結果在連接器的表面並沒有發現氧化的證據（見 Figure 2）。

Figure 2

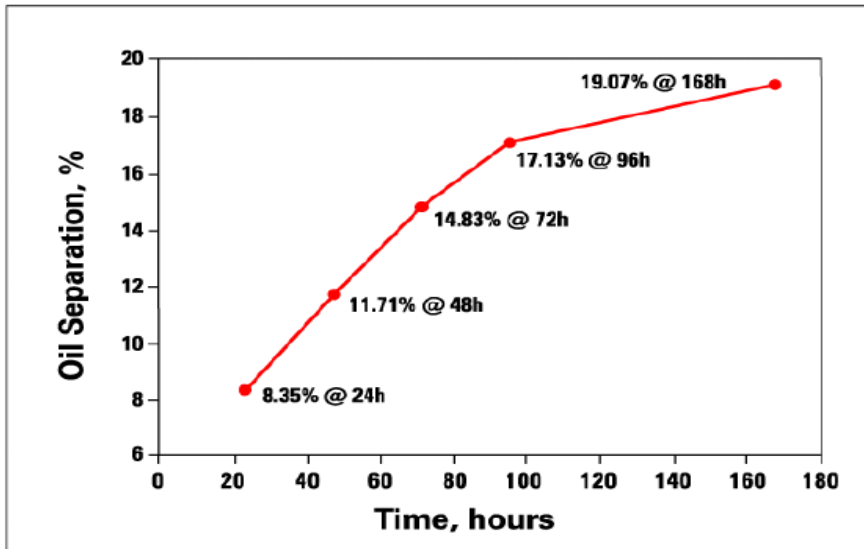
SEM Image Of 6.35 mm Connector After 1,008 Hours Of Electrical Testing



UniFlor 8917 有效地保護了連接器的表面，而又沒有降低對其電阻所要達到的要求，插入力也降低到了 USCAR 標準以內。

正如預期一樣，在滴點測試中(ASTM D-2265)，這種油脂在 140 攝氏度時溢出了一滴油，但是，就像其他的 PFPE 油脂，低的滴點是由 PFPE 和稠化劑中特殊引力的不同而造成的，並不是稠化劑溶解的表徵。重要的是，析出的油的數量很少而不會危及到連接器的可靠性，或附近元件如繼電器、操縱杆的可靠性。在每個 2.8 毫米介面約有 15 毫克的油脂。對 UniFlor 8917 進行的析油測試 (FTM 791B, 321.2) 顯示，在 150 攝氏度下經過 24 小時，油的損失只有 8.35%，或者說在 15 毫克油脂中損失約 1.25 毫克，如果有任何來自附近元件的熱量，只造成微量的損失。而且，隨著時間的流逝，其失油的情況很快穩定下來 (見 Figure 3)，這保證了剩下的油像在油庫中貯存一樣，對接觸進行保護。聚脲物的潤滑特性更保證了持續的低插入力。

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



雖然 PFPE 的惰性和寬的溫度範圍使它成為了最昂貴的合成油之一，但每個介面的花費卻是比較合理的。對於 2.8 毫米介面，每個介面使用 15 毫克油脂，那一磅的油脂可以潤滑 30266 個介面。對於 6.35 毫米介面，每個介面使用 45 毫克油脂，一磅油脂可潤滑 9891 個介面。

幾個主要的連接器生產商近來在測試 UniFlor 8917，我們希望這種油脂能成為汽車應用中的標準，在汽車應用中，減小插入力是主要的關注問題。