



作者：徐業良(2001-07-16)；推薦：徐業良(2001-07-16)。

附註：本文發表於汽車購買指南雜誌，2001年八月號，史丹福專欄。

談動力輔助轉向系統

史丹福專欄有一批忠實而且有些小特權的讀者，就是在學校我們機械系裡的同學們。他們的特權是不需要讀者投書，三不五時會有學生直接告訴我他們看了我的文章如何如何，把我當成某種汽車權威討論一些問題，站在老師的立場，我也必須假扮汽車專家，儘量滿足他們的問題。

最近這批忠實讀者告訴我的是，“老師，最近史丹福專欄很不機械喔，老是在談一些電子系統，要不就是心理學之類有的沒有的問題。”

唔，是這樣的嗎？說實在，可能是因為連我自己對於“純機械”的東西都有點兒缺乏信心，老覺得又硬又冷又不夠高科技，讀友們可能不會太有興趣。不過面對這樣的“抗議”，這個月倒是下定決心一定要找一個非常機械的主題。東翻翻西找找，東翻翻西找找，Mmmm，這個月就來談談汽車的動力輔助轉向系統，通俗一點的說法，就是動力方向盤吧！

動力方向盤？您開始有些失望，覺得太無趣了是不是？（還是只是本人對“純機械”的東西缺乏信心的又一次神經過敏？）

最近學校裡一個在職班招生考試，對象是專科以上機械科系畢業，且有三年以上機械實務工作經驗的考生。我在機械設計的考題上畫了一個汽車雨刷的機構，請考生們看圖說話解釋一下雨刷運動的原理，心想對這些機械實務經驗豐富的考生來說，應

該是超簡單的送分題，結果居然大約有一半的考生沒有辦法講出個道理，而且沒有人能清楚解釋為什麼兩刷馬達的旋轉運動會變成兩刷的搖擺運動。

所以，下次考試再找我出題的話，一定要畫個動力方向盤的機構圖，考考您對動力方向盤這個無趣又不太高科技的東西，懂得多少呢？

轉向系統這個東西主要是由三個機構組成，方向盤和轉向軸(steering shaft)將駕駛人的轉向動作傳達到轉向齒輪(steering gear)，也就是您可能常聽到的“齒條小齒輪(rack and pinion)”；轉向齒輪組的功能有二，一是將轉動方向盤的旋轉運動轉變成轉向機構的橫向直線運動，二是提供相當高的減速比，使駕駛人轉起方向盤來不會那麼費力；第三個機構則是轉向連桿組(steering linkage)，實際帶動車輪作左右轉向的動作。

轉向系統這些基本動作原理汽車學的教科書上都有，這裡想把焦點放在汽車轉向系統的動力輔助。

汽車轉向系統為什麼需要動力輔助？廢話，就是因為方向盤太重嘛！十幾年前我的第一部車就沒有動力輔助，每天開車都在練臂力一樣，後來換了一部有動力方向盤的車子，一隻手就可以轉進轉出，開車載女生都自己覺得瀟灑不少。

轉動兩只前輪需要多大的力呢？國中物理，摩擦力等於重量乘上摩擦係數，概略算算，我們在講的可是一兩百公斤的力，雖然前面提到的高減速比轉向齒輪組可以幫忙省力，但手上需要的力氣還是相當夠瞧的。不過除了省力之外，動力輔助轉向系統更重要的意義，是快速、敏捷地轉向反應，讓汽車的操控更靈活、更安全。

動力方向盤是如何提供轉向時的輔助動力呢？目前動力方向盤的主流是液壓式的，在前面提到的轉向齒輪組齒條小齒輪一側加了一組液壓缸，駕駛人轉動方向盤不再是直接提供轉向力，而是在控制一組液壓閥，讓高壓的液壓油從活塞左端或右端進入，造成轉向機構的橫向直線運動，由液壓油提供轉向動力，帶動轉向機構旋轉車輪。

不過這種液壓式的動力方向盤，很快將要走入歷史，被全面取代了，事實上車廠之間普遍同意的一種說法是，2010年後，您就看不到液壓動力輔助的轉向系統了。

Wow，這麼誇張，到底是被什麼取代了呢？想想，您對了，電動動力輔助轉向系統(electric assisted power steering)很快即將成為汽車工業的標準。

好幾家主要的汽車系統供應商，像是世界最大的汽車零件供應廠美國的 Delphi、美國的 TRW、日本的 Koyo Seiko、Showa Denko，都在積極開發電動動力輔助的轉向系統。目前歐洲、日本車廠已經將電動動力輔助的動力方向盤應用在小型車上，歐洲車種以飛雅特 Punto 為代表，飛雅特至少已經賣出了一百萬輛配備電動動力輔助轉向系統的車子，福斯車廠今年夏天也將要在歐洲推出配備電動動力輔助轉向系統的車子。日本車廠則以 Honda 最為積極，其在美國銷售的兩款雙座小跑車 Acura NSX 和 S2000 都配備電動動力輔助轉向系統；美國的車廠也在積極引入這項新系統之中，據稱通用車廠 2002 或 2003 年的主流車款，就將配備電動動力輔助轉向系統。

您要問，電動動力輔助轉向系統有什麼好呢？回答這個問題，更好的方向也許是，電動動力輔助轉向系統改進了目前採用的液壓動力輔助轉向系統的許多缺點。

自己在學校上課有一個單元談到液壓系統，教科書上說液壓系統的優點是出力大、運動平順，缺點則是液壓管路容易發生洩漏、液壓油和管路摩擦容易生熱使其性質改變、液壓管路複雜等等。

電動動力輔助轉向系統用一個小但是很有力的電動馬達，在駕駛人旋轉方向盤時，來提供轉向輔助動力。相對於傳統的液壓動力輔助轉向系統來說，電動動力輔助轉向系統的確解決了不少缺點，像是不必擔心漏油，也不必定期檢查更換動力方向盤油。電動動力輔助轉向系統不必複雜個管路和元件，省掉了液壓幫浦、儲油槽、油壓管路、以及傳輸引擎動力以驅動幫浦的皮帶滑輪系統，更為擁擠的引擎省了不少空間。零件的減少也代表製造成本的降低，目前來說電動動力輔助轉向系統單位成本比液壓動力輔助轉向系統低上大約 7 美元。

除此之外，電動輔助轉向系統省掉最重要的東西應該是引擎的動力，液壓動力輔助系統的液壓幫浦需要產生的壓力非常大，高達 130~150 個大氣壓力，都需要吃掉引擎的動力來驅動。而且液壓幫浦是全時工作的，您的駕駛過程中需要轉向動力輔助的時間比例其實很小，畢竟大部分時間您都是直線開車，但是不管您需不需要動力輔助，液壓幫浦始終都在吃掉引擎的動力。電動動力輔助轉向系統則是需要轉向動力輔

助時才啟動電動馬達，改用電動動力輔助轉向系統，引擎不再需要時時刻刻供給液壓幫浦動力，據估計每公升汽油可以多跑個 0.6 公里，數字雖然不大，但對絞盡腦汁東掘西掘想提高汽車省油性的車廠來說，可是項很大的誘因。

電動動力輔助轉向系統在輔助動力的控制上也比機械式的液壓系統有彈性得多，轉向系統所需動力輔助的大小、反應速度依駕駛狀況不同而有差異，像是低速時需要很大的轉向輔助動力，高速時輔助動力過大的話緊急轉向操控上反而容易發生危險，跑車轉向反應應該比轎車略快等等，都可以預先以電腦程式控制。目前飛雅特 Punto 的電動動力輔助轉向系統，便以提供了城市駕駛和高速公路駕駛兩種轉向模式。

當然目前電動動力輔助轉向系統還是有些技術瓶頸，目前大部分系統使用 12 伏特的電動馬達，所能提供的輔助動力仍然有限，因此僅能使用在輪胎直徑較小、轉向所需的輔助動力較小的較小型車子。目前需要克服的是將 12 伏特電動馬達加大到 42 伏特電動馬達，便可成功地應用在大型車種甚至卡車上，不過這必須將現有汽車電力系統做很大幅度的改變。

您會說，成本省 7 美元，1 公升多跑 0.6 公里，好像不怎麼“劃時代”的樣子。

除了這些技術上的理由外，電動動力輔助轉向系統取代傳統的液壓動力輔助轉向系統，其實蠻能代表汽車科技發展思潮的演進的。汽車廠不再以提供功能為滿足，而不斷在追求更有效率、更“友善”的汽車科技，電動動力輔助轉向系統似乎便具備了這些特質，可以提高省油率、降低製造成本，又省下了許多引擎室的空間給汽車設計師和工程師做更大的發揮，更使得駕駛人的轉向動作更簡單、反應更迅速、更可靠。

除此之外，電動動力輔助轉向系統也代表了汽車科技“電子化”的潮流—又回到先前機械對上電子的話題了。事實上電動動力輔助轉向系統只是汽車轉向系統的“中站”而非“終站”，電子轉向系統(electronic steering)，所謂“steer-by-wire”，很快即將出現，方向盤將只是像電動玩具搖桿一樣，單純提供轉向數位訊號輸入，而這些轉向訊號透過訊號線直接傳輸、控制每個車輪上的轉像馬達。在這樣的系統上，產生、傳送機械轉向力的所有機械連桿都不再需要了。

當然，汽車邁向全面 steer-by-wire 之前，電動動力輔助轉向系統是“中站”，是第一步，您會看到汽車改裝成電動動力輔助轉向系統，很快的其中的轉向馬達會接受一大堆感測器訊號，做轉向控制、動態穩定控制等等，最後機械的部分一個一個消失了，逐漸變成 steer-by-wire。

會不會這樣發生呢？咱們拭目以待。