**高階工程師 更要會做低階工作**

2020-09-01 23:44 聯合報 / 李家同／清華大學榮譽教授（新竹市）

我們常常聽到，工程師要有創意，這當然是對的，可是我認為應該檢討的是工程師的能力。以軟體來說，我們會寫相當多的應用軟體，也會利用作業系統中所提供的函式庫，所謂函式庫，裡面就是很多程式。我們可以利用這些程式寫很多有趣的軟體，比方說，函式庫裡的程式可以使我們善用滑鼠，也可以讓我們的軟體和別的電腦互通。

這些函式庫內部的程式當然有指令，這些指令絕對不是普通加減乘除的指令，多半牽涉到硬體。習慣上，函式庫內部的程式是低階程式。要發展出這種程式，勢必要了解硬體，在我國，能夠使用這種程式已經不容易，會發展這種程式的人是相當少的。所以，如果我國想發展一個新的作業系統或者一個新的電腦**語言**，會很困難。

在硬體方面，其實也有同樣的問題。很多電機工程師會利用晶片，但是很少人知道晶片裡面是怎麼一回事。晶片裡全都是電晶體以及其他的元件，但是會設計這種線路的工程師實在不多。有很多工程師會設計相當高階的電路，這種線路裡沒有電晶體，是所謂的數位線路，然後利用外國軟體將這些高階電路轉換成含有電晶體的線路。這個轉換是必須的，因為**半導體**公司只認識低階的電路。

我們應該很坦白地承認自己和先進國家仍然有很大的距離。我們常常羨慕先進國家可以發展出非常高級的工業產品，絕大多數的人誤以為這是因為先進國家的工程師極有創意。他們往往忽略了一個事實，那就是先進國家有眾多工程師是在低階工作上非常有經驗的，比方說，要發展一個作業系統，必須要有工程師非常了解電腦硬體。要能設計效率非常高的電路，就必須對電晶體有非常好的了解。

現在有非常高階的電腦語言，這種電腦語言的好處是使用上非常方便。但是任何高階語言都是利用低階語言發展出來的。所謂低階語言，是和硬體關係非常深的語言。懂得低階語言的軟體工程師，因此其實是非常高階的軟體工程師。希望大家能夠了解這一點。

同理，含有電晶體的線路常常被稱為低階線路，如果某一位工程師能夠設計這種線路，他的線路可能比較不耗電，可以快速地得到答案，而且有可能避免雜音，這種工程師就是所謂的高階電子工程師。

高階工程師是不容易培養的，我們的教育界仍然要設法培養這一類的工程師。值得注意的是，高階工程師必須肯深入地了解很多事情，因此不可能在短時間內學會所需要的學問。值得擔心的是，**青年**學子肯不肯接受這種挑戰，埋頭苦幹，從最基本的學識學起。要知道，沒有深入了解基本的學識，搞不出所以然來。