

## ※國家地震工程研究中心-科普系列

題目：學結構控制懂做人

演講者：國震中心 楊卓諺 助理研究員

時間：2019 年 05 月 24 日

打從娘胎哇哇墜地開始，寶寶的一顰一笑、一舉手一投足都牽動著父母的情緒與行為。聽到寶寶的嚎啕大哭，父母親時而焦急的檢視寶寶是否有任何的生理需求，時而將寶寶擁在懷裡輕哄。牙牙學語的時期，一聲模模糊糊的爸爸或媽媽，必定可見到父母的欣喜且得到不絕於耳的讚美。就在這樣簡單的互動中，寶寶逐漸理解何謂父母。

青少年時期情竇初開，對於愛慕的異性，為了一親芳澤虜獲芳心，可謂竭盡心力花招百出。時而積極的送花送禮與邀約出遊，時而噓寒問暖，採取溫情攻勢。以多樣化的追求招數，逐漸建構出對象的好惡，再進一步的投其所好，只為了一嚐愛情的滋味。

在完成學業後，滿懷著熱血與抱負進入到職場，每個公司行號亦或不同單位主管，都必定具備不同的文化或領導風格。對於職場上的社會新鮮人來說，莫不兢兢業業，深怕誤觸地雷，成了「壯志未酬身先死、長使英雄淚滿襟」的實例驗證之一。職場的生活中，不同的行為或工作表現，亦將得到不同的回饋。積極且正確的達成工作目標，可能獲得獎金、加薪的獎勵，或者得到老闆、主管的賞識與讚美。相反地，對於交辦任務推諉卸責或績效不佳等，亦可能遭受責罰甚至丟了飯碗。因此，藉由工作上的各種行為表現與所獲得之相對應回饋，可逐步建立起一描述公司文化或主管領導風格之抽象經驗法則。

前述幾種藉由外在言行舉止作為輸入(input)與相對應之回饋為輸出(output)，由兩者之關係可進一步建構出對「人」這樣一個複雜系統的描述，即所謂系統識別(system identification)之專業學科中的基本概念。而由前述幾個生活實例，亦不難看出在生活上，其實我們從小到大已不斷的在做所謂的「系統識別」。若將此一概念應用於地震工程或耐震設計時，可將“結構”施以擬人化，假想為一預計探究性格之對象目標，以不同頻率之正弦波代表不同的外在刺激視為輸入，加上所激發出的反應視為輸出，可建構結構性格之描述，即頻率反應(frequency response)。類似地，若將“地震”擬人化，由不同週期之單自由度系

統作為外在刺激輸入，搭配其所對應之最大反應為輸出，便可建構出地震之性格描述，即反應譜(response spectrum)。此一反應譜之概念，可謂現今地震工程發展之源頭。藉由建立結構頻率反應函數與地震之反應譜，便一探結構或地震之特性，可解讀為結構或地震的「性格」。

在社會中打滾，最困難的便是人與人相處的問題。每個人因為原生家庭的不同、教育或成長背景的差異，再加上不同的經歷，造就完全不同的性格、價值觀或生活習慣等。這些不同之處，往往便是摩擦或紛爭的來源。而社會本身即是一團體生活，無法避免與人接觸。因此，避免紛爭或減緩紛爭便是社會大學必修的課程。人與人之相處，可藉由平常相處的互動，再以系統識別的方法，逐步建立起相互的性格描述。倘若發現到對象對於某一個行為或言語有特別強烈的情緒反應，即俗話說的地雷。則避免紛爭的最好作法，就是避開此一地雷。類似地，在結構控制的領域內，可以由地震的反應譜看到其對於某個結構週期範圍，將有激烈的反應。此時可採結構控制的手段，延長結構的週期以避開地震的地雷區，此一手段便稱為「隔震」。然而，有時候難免一時不察，或不經意的碰觸到地雷時，往往導致紛爭亦造成情緒不佳，心中的波瀾久久不能平復。此時，便需要借助外部適當的調劑方式，諸如適當的運動、閱讀或旅遊等，加以消散心中所累積的負面能量，使內心回歸平靜。類似地，在結構控制領域也有同樣概念之作法，當結構受到地震力或其他外擾作用時，亦可以採用額外的阻尼器以消散能量，使結構能夠更有效率的降低反應並回到靜止狀態，此一作法即所謂「減震(振)」。

綜觀上述生活之實例，不難發現其實即便是相對艱深或生硬的專業知識，往往與切身之生活或人與人的相處之道有所共通息息相關，只需細細觀察體會，便能將其互相融會貫通，乃科普教育之精神所在。