

物理與物理學家的地位在近幾年來已遭損壞，物理的經費比起過去的十年不但沒有增加，事實上還有些減少，這種成長率的突然劇變，對於那些計劃的領導者及有固定職位的物理學家，無疑是個不幸的預兆，對年輕的一輩，還沒有找到固定職位或研究工作都尚未完成的，這簡直是

To the man
who can
LOOK BACK



the better
to LOOK
FORWARD!

會君愷 朱有花合譯

前
瞻

顧 後 與

太不幸了。我們如何改變目前的情況呢？被教育出來的物理學家又教育出更多的物理學家，這種正回授現象造成了職業危機。現在需要量的減少逼迫了供給量的應該減少，如果需要量中的物理學家和前十年一樣是用來教育學生的，那需要量更將猛銳地減少。

簡短的統計數據

有很多描述物理學家窘境的文章，我只提出一些數量級的資料說明。例如現在一年產生約一、四〇〇個PhD物理學家，比一九七〇—一九七一年產生的一、六〇〇個已降低了，近幾年內可能降至一、二〇〇個以下，這些PhD中約有四分之一是美國以外來的，假如他們可以找到一分好工作，都喜歡留在美國；今後四五年中，大約每年有一千個PhD在美國求職，而且所求之職必須用到他們花費心血學來的物理知識，這些物理學家何去何從呢？到一些有威望的學校任職的機會如何呢？

美國能授與博士學位的研究所中約有三千個職位，這些物理系很少是在擴充的，甚而都在縮減中，只要每年增加二百五十個職位就足夠維持現在的規模，即使加上大學部，也不可能超出四百個職位。這些估計值中可看出新的PhD在研究所中就職的機會是 $\frac{1}{2}$ ，在大學部的物理系中約為 $\frac{1}{2}$ ；在這過渡時期可以用超博士、instructor來緩和人才過剩現象，但以後呢？每年剩下的五百個或更多的物理學家們怎麼辦呢？有些到工廠或政府研究機構或非營利的研究組織中工作，有一些在高中教書，只用到他們學識的一小部分

，再剩下的就找些暫時的工作，像 post-Dr., intern instructor, etc. 顯然目前需要量與供給量不平衡，這種不平衡持續越久，情況就越糟。

難道我們要放棄在科學界中的職位，而且裁減每年 PH.D 產生的人數，如此約需五年才能把目前過剩的人才吸收利用完，但我覺得這樣的裁減是不對的，因為對非物理學家而言，如果我們減少物理學家的產生，就一定會有相當數目受過同等訓練的畢業生以不同的名義產生出來。假如我們再向內生長過份的話，我們就無法存在下去了。物理學家所能做的不僅限於物理方面，因為受過良好訓練的物理學家應該是個科學全能者，假如我們像過去百年內做的那麼好，在科學界發現新的 new 並且加以實際應用，那麼美國每年將需要一千個以上的新物理學家。

不景氣時期

科學界正蒙著一陣烏雲，尤以物理界為最。目前反應雖是平息的，但只要美國在全世界的軍事行動延續越久，終有一天會撤消與軍事有關的經費，讓我來解釋一下，假如我是完全相信核子物理與粒子物理是非常重要的和單純的，但是一般人把這些研究工作與原子彈、危險的核分裂威力連在一起的時候，就免不了終被撤消，任何一個人在二次世界大戰中經歷過這種經費撤消的，都會瞭解我的意思。當然這些困難不是我們有心造成的，但另一部分困難則是自己造成的了；三十年代一半以上的 PH.D 都喜歡從事非學術物理界的工作，然而現在願意如此的不到四分之一

，如此在三十年代一個剛畢業的 PH.D 在學術物理界找到一個固定工作的機會並不比現在好，以前跟現在的差別只是態度的不同嗎？很多人以為熱門的 fields 才是真正的物理，埋首於冷門的 field 就像出賣了與生俱來的權利。我有一位朋友取核子物理作畢業論文，但却從事於研究地球物理的工作，而且相當滿意，他發現工作中用到許多以前所學的知識，最後領導了那公司的的工作，他給我的來信中有一段說：『我痛苦的記著當我接下工作一年後，回到母系訪問時，系主任的歡迎詞說：『好啦！這個年輕人已經把靈魂賣給魔鬼了！』我確信那位教授是無心說的，我只是把這事舉出來表示那些 PH.D 在某些方面表現的態度。

這些意見是我去年送出問卷的部分答案，調查的對象是一九三六年到一九六〇年在哈佛、加州理工學院、麻省理工學院和哥倫比亞大學得到博士學位，而且不在物理系工作的人，占這二十五年間這些學校產生博士人數的三分之一，送出的四百多份問卷，約有一半得到答覆。

問卷都是送給那些物理界認為離開物理界而本身不認為離開物理的人，我稱他們為「非學術性的物理學家」，其中有四分之一是在非物理的學術界工作，這四分之一的五分之二是從事行政工作——校長、教務主任或其他行政人員，剩下五分之三是在非物理系中，例如工程、天文、生物或 other action research，有些還當系主任。

這些在非物理學術界工作的人，在研究所中有三分之一是修核子物理，另外的包括有修量力、電漿、固態、聲學、生物物理等，他們得到博士學位後平均只在物理系內停留三年，但約有十年他們的工作都以物理為中心，甚至現在約有四分之一的人工作主要還是靠著物理知識，他們發現在研究

所中學最有用的是古典理論物理，還有他們的研究論文及從其他人吸收來的靈感。

答問卷的 $\frac{2}{3}$ 是在工業界或政府機關做事，其中 $\frac{1}{3}$ 處在政策決定地位，另 $\frac{2}{3}$ 仍在研究發展部門，他們在研究所主修的論文和非物理學術界的人差不多，而且大部分的人指出論文的價值在於研究時所得的經驗而非題材本身，對日後的的工作都有所幫助。

調查的結果顯示出物理界向內生長的趨勢，如前所提的，一九三〇年有一半的博士校友離開學術物理界，而目前却不到 $\frac{1}{4}$ ，這種縮減反應出物理學家在物理界以外的用處減少，這問題需要那些過剩的人材和在校服務的人深切反省，若不及時扭轉這趨勢的話，我們只好裁減物理 PhD 的產生了。向外發展而不向內生長：

要扭轉這種趨勢，一方面向外說服他人，一方面要向內改變自己的成見。

首先 American Physical Society 能做些什麼呢？這組織的宗旨是深入研究並傳播物理知識，這就值得花大部分的經費了，另外還有一些次級的宗旨，例如：增進物理的地位，增進物理學家的福利等。

此外 A.P.S. 還受著許多法律限制，它必需避開與政治直接衝突，例如它不能給會員經濟上的福利，其實這些限制並不苛刻，如果限制被破壞，這組織可能不會像現在一樣有效地實行其主要宗旨。A.P.S. 有許多該做的事，用以緩和物理學家的情勢，有些已著手去實施了，有個團體保險的計劃，這組織幫助會員找到工作，已有會員組織起來，以組織的名義傳遞會訊和召開會議。

額外的行動大部涉及額外的經費，A.P.S. 幾乎把

所有的收入都用在發行期刊和舉行會議上——深入研究和傳播物理的最基本方法。對於工作介紹和人力統計資料上的花費就只剩一點點了，任何花費的增加都得由會費的增加來平衡。A.P.S. 對於會費增加的工作已完成了，第一步先把普通會員由二十元提高到三十元與榮譽會員同，第二步再將三十元的量提高。

應有的態度轉變

當然，並不是所有的活動都需要金錢，有些是需要部分或全體會員的個人行動。例如任何研究所課程的改變都需要在學術界工作的會員去行動改變。我就不信研究所的必修課程需要有什麼大改變，我認為態度上的改變才是真正需要的；把一門科目當作獨立專門的研究去教和當作一種研究自然的方法去教是有很大差異的。沒人是在研究所中學到全部的物理，我們的研究中所學到的，也是應該學的，是如何去學習，如何去應用理論和實驗的技巧從一門物理發展到另一門物理上。一個 PhD 研究論文並不能決定人一生的工作範圍，答問卷的人一半以上都不在論文研究的範圍工作，但他們都相信論文研究是他們在研究所中受教育最有價值的一部分。

我們每一個人都應該向外行人解釋物理的潛力和缺陷，物理學家並不是只會做那些危險、非生產性的神秘事情，也不是只能發明一些精巧的小機器，更進一步地可以有知識和能力去計劃開發這世界上的資源。對於那些還沒有固定工作的人，我建議你們對專長以外的 field 也稍加留意，這裏面

也許有機會和有趣的問題，而且你們所受的教育可使你們在裏面也有所供獻。

每一個人都應該再推廣自己的興趣，尤其是做老師的人當他形成學生的態度觀點的時候都得記住這一點，例如我們在所學專長以外再尋一 *field* 來研究，有些人會發現這樣做是有報酬的，但是大多數的人都會因發現新知識而雀躍不已；還有一件重要的事就是選一個有關的 *field* 使我們可以應用物理的方法和物理學家相關的知識，這些 *fields* 可能不是目前流行的，但流行的東西總是會變的，不是嗎？

科學全能者

發現新的 *field* 是我們通常的一個習慣；在一九二〇年到一九三〇年間，我們深入原子和分子，比化學家發現了更多它們的性質；二十五年前我們在固態物理中的工作以電晶體為主，而電晶體完全改革了傳播和 *data processing*，從那時起我們除了追尋一些特殊物質的性質外，也進入了冶金家的領域。我們最近正推廣天體物理，最早開始研究是在第二次世界大戰以前，用 *Hans Bethe* 的 *Carbon Cycle* 和早期對星球內部的知識，量子力學的應用和極端的壓力、溫度下的狀態方程式；近來由於我們更進一步的電漿物理知識和我們借用物理其他方面的技術和更多的觀察資料，天文物理或宇宙物理已經變成物理中熱門的一科，而且變成 *APS* 的一個分枝。

以前會熱門過的 *area* 也需要用新的工具和知識去評

價一番，例如在一九三〇年隨波動力學發展出來新電子設備和新理論技巧復興了聲學。另外地球物理也是一門可以發展的 *field*，還有地下水、結構地質學等也值得重新研究。

我們可以再深入到那些只用到物理理論方法，未用到物理新發現的事實的方面 *operation research* 和 *system analysis* 就是一個切題的例子，*operation* 的定義就是人或機器遵循一定規則且有固定目標反覆工作的行為模式，血液的聚集、儲藏、分佈也是 *operation*，*operation* 可以設計測量它們，並可以預測或外在環境改變時它們行為的影響。雖然這種研究對物理整個而言是沒有什麼關連的，但它的探究法和物理有密切的關連，而且有許多理論和物理有有趣的對應關係，例如描述汽車交通流量的方程式與描述可壓縮流體的流量方程式相似。有很多 *operation research* 的領導者都被訓練成物理學家一樣，許多物理學家都自然而然的從事此種工作，*MIT* 在過去十五年中平均每年有一個物理 *PhD* 直接從事 *operation research* 事業；現在甚至可以有更多的名額，這些有關的工作正在茁壯之中，有更多的聯邦、州立和市的機構都開始瞭解這些工作是有用的，在公共衛生和公共安全方面的研究已經進入實用的階段，那些已被採取的改進計劃更顯示出其優越性；更進一步地，*operation research* 的工作人員已決定了改進原則。

前面所列的研究機會只是一小部分而已，我們要表現出物理學家也可做科學全能家，並且只要我們有辦法和能力我們願意去解決新問題。在過剩人材的行列中的各位：不要為你們所受的訓練太專門而猶豫，你是一個物理學家還是工程師？你將訝異於發現你所受的教育與它是多麼有關連！

——譯自 *Physics Today* ——