



創新引入氨基酸 水系電池更長壽

西湖大學女博導王盼： 失敗帶給你更正確方向

失敗帶給你更正確方向

王盼博士，2010年本科畢業於中南大學，獲理學學士學位；2015年畢業於中國科學院上海有機化學研究所，獲博士學位，導師為唐勇院士。2016年-2019年，在麻省理工學院MIT從事博士後研究，合作導師為美國國家科學院、美國藝術與科學院雙院院士 Timothy M. Swager 教授。於2019年11月入職西湖大學理學院(PI博導)，組建有機功能高分子能源材料實驗室。



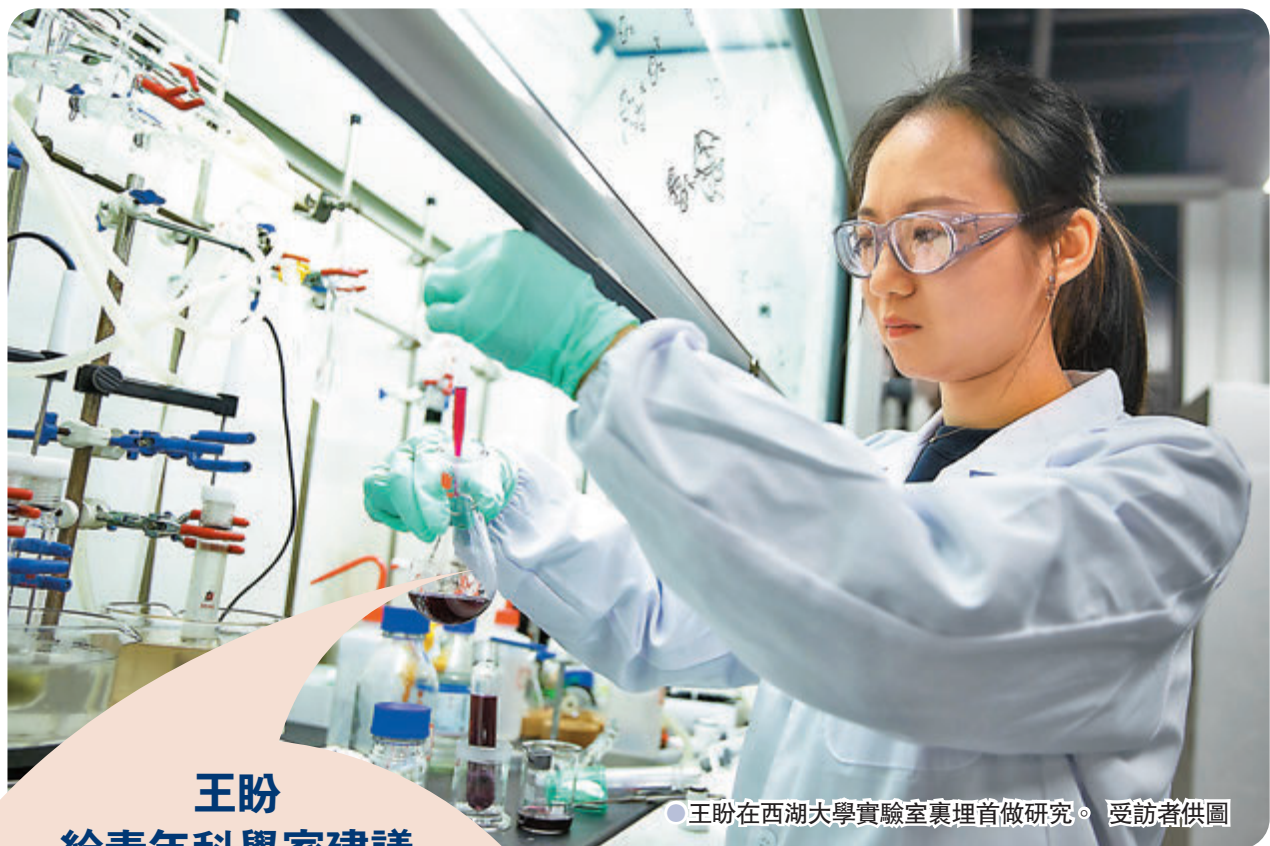
「簡版」的水系液流電池系統。受訪者供圖

「基礎科研可能一百次實驗都失敗，但這一百次失敗讓你知
道那一百條路都是不行的，所以你走了這一百零一條路，這條
路剛好就可以。而這一次的成功是積累在之前那一百次失敗經
歷上的。」西湖大學有機功能材料實驗室的王盼說這番話時
深有感觸，曾多次經歷「實驗失敗」的她在西湖大學實驗室拚
出了「西湖速度」，半年時間，她帶領的課題組和合作團隊一
篇關於水系液流電池儲能的論文，作為封面文章在國際化學頂
級刊物《德國應用化學》上發表，備受同行稱讚，說這是一個
很大的突破。「失敗其實可以帶給你一些更正
確的方向。」王盼笑着說。

● 香港文匯報記者 茅建興 杭州報道



掃碼看片



王盼在西湖大學實驗室裏理首做研究。受訪者供圖

王盼 給青年科學家建議

- 做科研大部分時間在實驗室裏比較枯燥的，但在從事科研之前，就要想清楚的是比較有意義的事情，哪怕是在科學上、在你的小領域裏做出一點點小的貢獻，就可以讓你心裏比較滿足的，這才是你想要去做這些事情的原動力。
- 做科研一定要細心，包括每一次失敗的例子，實際上很多時候很有可能做100次實驗，失敗就是100次，一定要有一個很強的心理素質。
- 家庭和科研是難以平衡的，只有哪方面多犧牲一點，要清楚現階段你最該做什麼，可能要多犧牲一點跟家人在一起的時間。然後過了這個階段，取得一些成績，可能有多時間跟家人在一起。但如果錯過這段時間，那你就沒有實力去做選擇，只能被選擇，自己只有實力才能有主動權。



● 王盼團隊研發的電池放電點亮燈泡。受訪者供圖

王盼的研究是針對使用化石能源帶來的溫室效應等環境問題，迫使人類亟需發展清潔可再生能源而展開的，近年發現以水為介質的有機液流電池，成為了未來具有高安全性的儲能系統。「之前研究者可能沒有很細緻的去研究有機儲能物質，包括電池循環的穩定性、造成化合物降解的原因及其降解途徑和機理。我要求學生電池循環後的電解液必須保留，來研究它在循環過程中發生了什麼樣的化學反應？」正是追着這個問題，王盼發現利用氨基酸可以實現水系電池的高效儲能。

「我們這個儲能材料，是通過有機化合物得失電子的過程，把電能儲存在化學結構裏，通過化學結構本身的一個氧化還原反應，實現電能與化學能的相互轉化。比如儲存電子的時候是還原反應，釋放的時候是氧化反應，通過這樣一個化學可逆的氧化還原反應，實現電能的儲存和釋放。」

原理簡單，實現卻不容易，王盼團隊做的是水系有機液流電池，強調是水系，是因為現在大型儲能裝置更多使用的是有機溶劑作為介質，但這樣大規模的儲能，涉及到很大的儲能裝置，如果使用有機溶劑作為介質就非常危險，會帶來燃燒爆炸的風險。而使用水作為介質，則會安全很多，並且更加環境友好。

這個領域最大的挑戰在於要盡可能地增加有機化合物的水溶性，難度很大。第二個難題就是有機物的化學穩定性，跟無機物相比有機物都會有降解的問題，包括有機物能夠吸收紫外可見光，特別是在有氧的條件下，會發生光化學反應，自己就會降解。第三個難題就是如何實現單個有機分子儲存足夠多的電子，即提高其能量密度。

利用氨基酸實現高儲能

王盼團隊使用氨基酸作為一個來源，然後接到吩嗪的化學結構上，這類化合物非常環境友好。吩嗪本身是個染料，天

然氨基酸來源廣泛，環境友好。這類儲能物質在液流電池循環結束後，可以加酸沉澱，對它進行回收。從安全性環保角度考慮，非常有優勢。

在這個領域之前沒有人將氨基酸引入到吩嗪結構中來，這是王盼團隊的新發現。氨基酸很容易想到的，因為它本來就水溶，但最主要的難題就是怎麼把氨基酸接上去，在合成過程中充滿挑戰。「剛開始我們做時候總是合成不出來，用了很多催化劑，都很難實現。我讓學生試了很多不同的條件，但產率很低，後續通過不斷優化反應條件，提高了產率，現在我們使用1%的催化劑則可以達到95%-98%的產率。」

更關鍵的突破在於，王盼團隊實驗的有機液流電池，是目前所有水系的有機液流電池裏面最穩定的一個，效果非常好。「我們通過化學的手段，包括用核磁、質譜、紅外這些方式都沒有觀察到化合物本身的降解，化合物本身非常穩定的，我們還在做一个高溫測試，比如放在60度的水中保存，目前已經有四個月了，也特別穩定，沒有看到任何降解。」

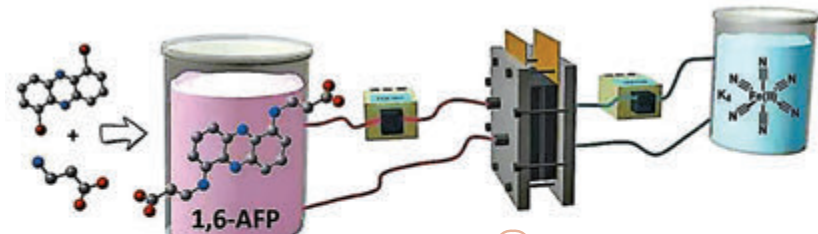
未來可用於新能源電網

王盼表示，液流電池的儲能應用場景適用於大規模的電網儲能服務，比如在電網用電高峰的時候，可以將儲存的能量釋放出去，來彌補電網的不足。在太陽能、風能都很豐富的時候，電網消耗不了這麼多電，儲存起來，達到了削峰平谷的目的。

「目前商業使用比較多的是水系的鐵鉻的液流電池和鎳電池。傳統的鎳電池在溫度升高時容易沉澱析出，造成了容量的衰減。而我們的水系有機液流電池有機物不會沉澱析出，具有非常優秀的化學和電化學穩定性。」王盼表示，以目前在實驗室裏小量的合成成本，該儲能材料大概是8元一克。而如果要推廣工業化，在工藝上優化，價格肯定能下來。「而且氨基酸很便宜，成本很低。」



● 王盼參與的論文作為封面文章在《德國應用化學》發表。受訪者供圖



● 電池的循環表現示意圖。受訪者供圖

走過自我懷疑 感激導師鼓勵

基礎科研往往是枯燥的，王盼在中南大學本科畢業後到中科院上海有機化學研究所攻讀博士，導師是中科院院士唐勇，唐院士嚴謹的學風讓她印象深刻，而讀博士剛開始的三年是王盼最難受的時期。

當時王盼進入實驗室，到了三年半的時候，課題還沒任何進展，什麼都做不出來，運氣好的同學們文章已經發表出來了，因此她的心理壓力非常大。「那段时间我有点懷疑自己，這個博士要不再念下去了。第四年都要中期答辯了，很多人已經有好幾份科研工作了，我還在實驗室工作到凌晨一點鐘。直到後來第一份實驗有了進展，之後緊接着第二份就更順利了一點。在這期間我的導師給了我極大的寬容和鼓勵。」

分析失敗實驗 尋找正確方向

王盼進實驗室做4年實驗，實驗記錄本疊起來也很高，裏面真正能發文章的可能就那麼兩三本，剩下的十幾本可能都是失敗的經驗。「失敗其實可以帶給你一些更正確的方向，一個失敗的實驗，它其實並不是沒有意義的，它只是告訴你這條路不能走。我和學生說，你一定要在失敗的實驗裏去分析，到底發生了什麼樣的化學反應，你搞清楚之後這條路不行，再走另一條路。」

校方挺青苗 助建實驗室

加入西湖大學後，王盼帶領團隊成立了有機功能高分子材料實驗室。「西湖大學給我們年輕人很多支持，學術氛圍也很自由，我的同事們大部分都是和我一樣剛回來的年輕老師，學校給我們非常寬鬆的成長環境。」

「來了後，學院對我們也都非常支持，能讓我們做自己感興趣的科研。院長非常紳士也很開明，跟他交流提什麼要求，他都會說全力支持你的發展，有任何問題都跟我說。」王盼笑言，「很多時候好像感覺不到院長的存在，這其實是說科研方面他不會對你有任何限制。我們學校的校長和一些資深教授都有自己的學術成長經歷，他們知道一個PI(實驗室帶博士後的導師)要成長起來，要經歷哪些，所以就會對我們有很多感同身受的幫助。這對剛起步的年輕課題組來說，是非常重要的。」

王盼記得剛剛與西湖大學簽訂協議時，雖然人選在美國，但西湖大學已開通了她的經費賬號，她可以用這筆錢去買儀器。「這樣節約很多時間。我還沒回來，訂單都下好了，一回來可以直接投入工作。」

32歲當博士導師 望更多青年加入

現年32歲的王盼是西湖大學最年輕的教師之一，除了工作外，最喜歡的就是游泳，但回國後這一年多她都沒有去游過泳，因為「在西湖大學比她努力的人太多了」。「現在我最開心的就是能回家陪小孩玩，平時工作太忙，能陪他的時間太少。」

在西湖大學，王盼正帶領團隊開了一個全新的跨學科課題。「我們目前這個項目從真正開始做，其實也就半年的時間，效率非常高。」在團隊管理方面，王盼常常會給學生們「洗腦」，「我想讓他們認識到自己所做課題的真正科學意義，解決了一個什麼樣的科學問題，如果能成

功肯定是一個很大的突破。同時也告訴他們這是有難度的，不能輕敵，之後就要投入100%的努力進去。做科研這行不僅考腦力，還要考體力，實驗室的很多學生平時會工作到晚上11點。甚至在星期天，學生也有過來再做實驗或者來看文獻，做總結。遇到問題，我們一起來解決。」

目前王盼團隊有4個研究生，兩個博士後。「其實國內做得好的課題組特別多，年輕的科學家也特別多，這是我實驗室開張的第一份小工作，後面還有太多努力的空間。希望團隊裏在2021年每個人在自己的課題上有新突破，然後團隊能夠再大一點，更多年輕人加入。」



▼ 王盼實驗室團隊。受訪者供圖