

用藍藻建設“細胞工廠”，倪俊真才俊

本报记者周琳、董雪

你見過“細胞工廠”嗎？在這裡，生產線上忙碌工作的不是“打工人”，而是一顆顆通過顯微鏡才能看清楚的細胞，它們不吃饭也不睡覺，只要有陽光和空氣，就能生產出一系列人們需要的高價值天然產物。

上海交通大學生命科學技術學院副教授倪俊將這樣神奇的“細胞工廠”變為現實，他使用基因編輯等合成生物技術對藍藻進行改造，通過引入其他植物的天然產物“生產線”，讓繁殖速度快、光合效率高的藍藻也能生產出相應的高附加值物質。

以天然活性抗氧化成分白藜蘆醇為例，葡萄、花生等植物中的白藜蘆醇含量通常不足万分之一。使用“藍藻工廠”後，每生產一噸白藜蘆醇，可以相應縮短生產週期240倍，節約土地72750畝，同時吸收二氣化碳超過兩千噸。

拓荒：改造“植物祖先”藍藻

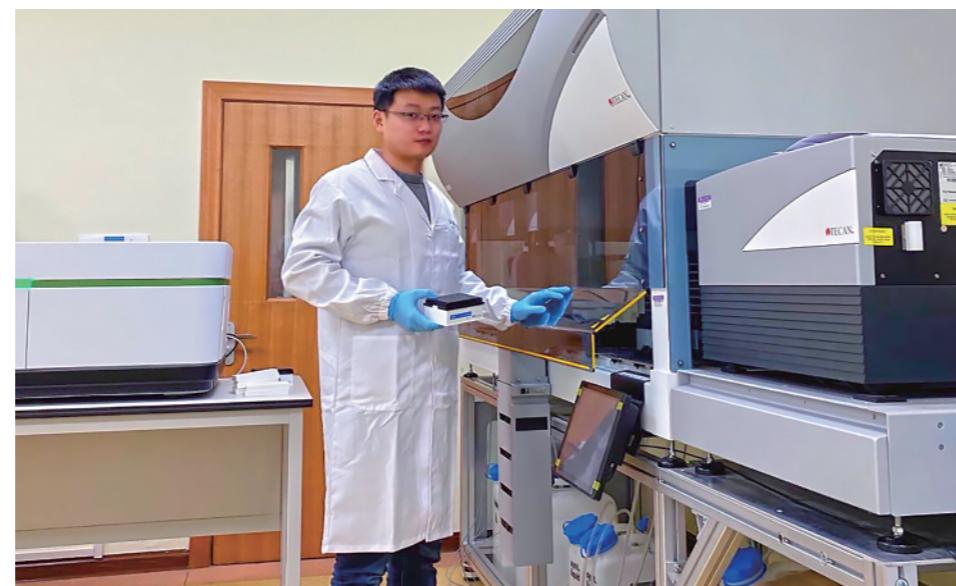
“你可以隨心所欲改造藍藻，引入不同植物的代謝途徑，就相當於把藍藻變成‘人參’、‘葡萄’等植物。”倪俊說，“理論上來說，只要是自然界植物能產生的物質，都能用‘藍藻工廠’來生產。”

憑借在合成生物學領域取得的成果以及對環境保護做出的貢獻，倪俊成為2019年《麻省理工科技評論》“35歲以下科技創新35人”中國區得主。

2013年前後，將大腸杆菌、酵母菌改造成“細胞工廠”的生物合成技術正在蓬勃發展。在科學家們的努力下，“細胞工廠”可以利用葡萄糖為原料，大量生產特定的有機物。

但是，葡萄糖依舊是一筆不小的開銷，稱不上真正的“綠色合成”，能不能直接利用植物的光合作用，用二氣化碳做原料？當時正在上海交通大學攻讀博士學位的倪俊有了一个大膽的想法：有着“植物祖先”之稱的單細胞生物藍藻能表現幾乎所有植物源的基因，而且內部結構非常簡單便於改造，還可以直接利用太陽能驅動二氣化碳來合成產物，非常適合用作植物天然化合物的生產平台。

“我一开始簡單地想把植物的代謝途徑放进藍藻細胞內，但是沒有得到想要的結果，



上海交大生命科學技術學院副教授倪俊在實驗室。（受訪者供圖）

之後又做了很多探索優化，用一年多時間才完成對藍藻的定向改造。”倪俊說。

2015年，倪俊首次將光合微生物直接應用於轉化太陽能和溫室氣體二氣化碳生產一系列高值天然產物，成為光驅動合成生物學領域名副其實的拓荒者。他通過完善光合微生物的改造方式，使得光合效率提高近70%，還揭示出光合部分關鍵機制，為植物光合效率進一步提高和人工光合自養體系設計奠定了基礎。

革新：將科研搬進工廠造福於民

發文論更重？還是應用更重要？在技術不斷突破的同時，倪俊對科研的意義也有了新的認識。

“當學生的時候，希望通過發論文來得到認可，但是我在更希望自己的研究結果能有用。有很多技術的價值不在于發篇論文來體現學科上的創新性，而是應用效果更好、產量更高，能通過大規模生產造福於民。”倪俊說。

倪俊1987年出生於江蘇揚州，學習生物學是他從小的理想。當時，國內學界曾掀起一場生物學浪潮，“21世紀是生物學

領域化工生產或大規模種植作物後提取特定產物的生產方式，受到市場歡迎，在促進經濟可持續發展的同時，對緩解氣候變化也起到積極的作用，為我國實現碳達峰、碳中和目標提供新解。

挑戰：加速中國合成生物學產業的發展

倪俊有一個擔憂：一個生物體中起作用的基因有數千個，起到調控作用的元件也有很多，整個代謝網絡非常複雜。怎麼做到引入一個代謝途徑，能夠與微生物自身的代謝網絡完美合併？刪去哪些基因，又怎樣添加新的基因，才能讓微生物最大化地產生想要的產物？答案是：借助自動化設備大量做實驗，不需要科研人員自己動手，高通量的、準確的數據會修正科研人員使用的代謝模型。

“如果有一天自動化設備能用這樣的方式將代謝模型改進到非常準確的程度，現在醫藥、化工領域的很多產業將不復存在。現在還沒有大規模取代，是因為在大多數領域生物法的效率還沒有超越化學法或植物提取的效率。”倪俊說。

倪俊表示，合成生物學發源于2000年左右，快速發展的時間還不到10年。從科研端來看，國內外合成生物學的科研水平相差不大，甚至中國在一些技術上領先於國外。比如，第一個將釀酒酵母的16條染色體重新設計並人工合成1條的技術就是出自中國團隊。但是，在自動化設備方面，在人工智能與合成生物學交叉的領域，我們還有一些欠缺。

“歐美的學科交叉發展得更好，有很多合成生物學的平台型應用型企業，但目前，中國還缺少這種平台企業將合成生物學的各個環節整合起來，提高可實際應用合成生物技術的開發速度。”倪俊說，這是在合成生物學產業上跟國外差距很大的原因。

“將科研與企業相融合，促進人工智能、自動化技術與合成生物學交叉發展，着力發展新型的合成生物平台公司，才能加速中國合成生物學產業的落地與發展。”倪俊說。

用雙手描摹地球“脊梁”，丁林傲峰林

本报记者董瑞丰、彭韵佳

中國西南，川滇藏匯交處，重巒疊嶂，雄嶮巍峨，是研究歐亞板塊和印度板塊碰撞過程的絕佳位置。

30年前，一名博士生用7年時間走遍南迦巴瓦峰地區，用雙腳丈量着鮮有外人涉足的土地，用雙手一寸一寸畫出這片區域的地質圖，讓喜馬拉雅東部大峽谷的真容第一次呈現在世人面前。

30年間，翻越一座座雪山，經歷一次次科考，對高原地質的熱愛，沉淀為更深摯的情感。歲月化成山風，吹白少年頭，今年56歲的他已滿鬢風霜，依然奔走在科研一線，勇攀青藏高原構造地質學的“科學高峰”。

他就是中國科學院院士、中國科學院青藏高原研究所研究員丁林。

從雲南走到西藏，用雙腳丈量地球巨型斷裂

青藏高原，研究地球板塊構造最理想的“天然實驗室”。1988年，剛出北大校門的丁林到中科院地質地球所讀研究生，跟隨他的導師、構造地質學家鍾大慶院士第一次到青藏高原考察。23歲的他獨自被安排在中緬邊界地區的高黎貢山做碩士論文。

“當時很興奮，年輕也不害怕。”丁林回憶說，那個時候高黎貢山還沒有像樣的公路，白天他騎自行車或者走路去尋找新的勘探剖面，繪制地質圖，晚上就住在當地人翻山時借宿的山頂茶館或獵人的窩棚，和獵人“侃大山”，了解當地風俗。這樣的日子一過就是一個多月。

跋涉在山林荒野，風吹日晒是常事。“我們都是鐵人，手里拿着地質錘、羅盤到處跑。”丁林笑着說。

即使在惡劣自然條件下，也要找到研究的“鐵證”。鐵人、鐵杆、鐵證！這是青藏所名譽所長姚檀栋院士對丁林的評價。

“工作做完了，就要打上一個‘金釘子’。”丁林說，在他看來，获取“鐵證”最可信的是雙手和雙腳，無人機等現代科技只是輔助工具，“必須把手指放在要研究的斷層面上，獲得最踏實最可靠的第一手資料。”

群山浩蕩，高原遼闊。研究完滇西高黎貢山，丁林順着大山一路向北，挺進藏東南迦巴



丁林在藏東南野外考察。（受訪者供圖）

瓦峰——位於喜馬拉雅山最東邊的一座高峯。那時墨脫還沒有通公路，丁林便在每年5月至10月的“窗口期”翻雪山進南迦巴瓦做研究，一干便是7年。

丁林在這裡完成了自己的博士論文，他的研究結果填充了國內外對於東喜馬拉雅構造認識的空白，該區域至今仍是青藏高原以及世界地學研究的熱點。

岩石背後是什么？“基礎研究總要有人做”

已經記不清去過多少次青藏高原了。起初，路還沒修通，從北京到昆明再到大理，從大理再到墨脫，一路上就要花費20多天的時間。彎彎繞繞、磕磕絆絆的土路，從來沒有讓丁林停下腳步。

完成東喜馬拉雅構造研究之後，丁林順着雅魯藏布江繼續向西，首次發現了雅魯藏布江縫合帶碰撞前陸盆地系統，隨後來到了喜馬拉雅山的西構造

——巴基斯坦南迦帕爾巴特峰地區。

總結雅魯藏布江縫合帶的研究結果，他提出了印度與歐亞大陸於6500萬年前首先在中部發生初始碰撞，隨後兩

由國外主導。

丁林親歷了這一階段。國內儀器設備有限，往往借助國際合作開展青藏高原科考，採集的樣品也需送到國外開展少量分析，再加上對地質學的認識和積累有限，中國在國際青藏高原的原創研究很少，话语权很微弱。

筆路藍縫已成過去時。“現在，我們的研究手段不弱，研究理念也進步。”在丁林看來，中國在青藏高原研究領域從“拎包的”變成了“引領者”，地位在不斷提升。

2003年，丁林加入剛成立的中國科學院青藏高原研究所，領導成立了中國科學院大陸碰撞與高原隆升重點實驗室。實驗室挂牌之前，同行們幫着出主意，想出許多“高大上”的名字。丁林却敲定了這個最樸實的名字——“大陸碰撞與高原隆升”。

“這個名字最土，却很實。”丁林笑著，碰撞和隆升正是青藏高原研究的兩個關鍵詞。後來，這個“土名字”在國際上也叫響了。

印度和歐亞大陸持續至今的碰撞導致了青藏高原大規模隆升。近20年來，隨著定量古高度計的發展，高原隆升由定性描述轉向定量約束，科學家突然發現，對青藏高原的隆升歷史還很不清楚。

丁林發現，青藏高原並不是整體抬升，不同山脈各有千秋。岡底斯山是青藏高原最古老的山脈，在高原產生之前已是一座影響全球氣候的巨大山脈；喜馬拉雅山卻非常年輕，6500萬年印度與歐亞大陸碰撞之前它還處於海底，2400萬—1500萬年前才快速隆升到現今的高度。

隨着喜馬拉雅山的隆升，季風大規模北上，來自印度洋的暖濕氣流受阻於喜馬拉雅山前，轉而向東傳輸，給我國東部帶去大量降雨，使得原來被沙漠覆蓋的江南變成魚米之鄉。

“青藏高原21世紀還有地理大發現！”丁林笑著說。他們提出的高原山脈差異隆升模型得到了國內外廣泛認可，產生了很好的影響。

山海風浪，歲月失語，唯石能言。正如高原磐石無聲地講述着滄海桑田，丁林堅守青藏高原研究30余年，用雙手一点点描摹地球的“脊梁”。

曾經，青藏高原地學研究的前沿領域

本报记者齐琪、张肇祺

“救人時要游到對方身後，不然他掙扎起來，兩個人都很危險的。游到身邊要跟他講‘我是來救你的’，安慰他的情緒。”

眼前如數家珍地說起救援心得的不是救生專家，而是一位身着醒目橘色工作服的环卫工人。

他叫鍾耿平，在浙江省舟山市定海區濱海公園工作了16年。大部分時間，他都低着頭和落叶紙屑較勁。但危急時刻，他冒着生命危險，從無情的浪濤里救起一個個生命。

十年救八人，救回十余人的环卫工

鍾耿平總記不清自己的生日。但卻清楚記得，2011年6月25日，是他救回第一個人的日子。

當時正逢“米雷”台風過境，下午4點左右，下了一天的大雨終於停歇。老鍾正準備清掃落叶，一個遊客突然跑過來求救，“有人落水了！”

護欄外起起伏伏的海面上，一個人正在不停地掙扎。鍾耿平馬上脫下工作服跳入海中，游到落水者身邊，將她拉了回來。

“後來這個姑娘專門來感謝我。”鍾耿平回憶，“‘叔叔你給了我第二次生命’，她這樣哭着講，我當時也流淚了。”

姑娘的父親因病住院，高昂的醫藥費几乎掏空了這個家，她一時想不開才會輕生。

“很多人都是一時衝動，跳入水中的瞬間可能他就後悔了，對於生命，絕對不能‘一跳了之’。”老鍾說。後來經過當地電視台報道和社會好心人的幫助，姑娘也渡過了難關。

救過人以後，老鍾在日常工作中就留了个心眼。“下雨天，要關注沒穿雨衣沒打傘的人。遇見在海邊哭的人，我肯定要過去跟他聊兩句。”

觀察到游客的異樣，老鍾又遇到了新難題。“我連普通話都還不會說，想勸也勸不了，真是着急。”自此以後，收看新聞聯播學習普通話，成了他雷打不動的習慣。

此外，他還從電視上學會了心肺复苏。2019年，他用心肺复苏挽救了一個珍貴的生命。

亲人意外离世，是他一辈子的遗憾

在海中救人，各種擦傷划傷不計其數，這些都是他光榮的印記。但2016年的一次救人經歷，却給他的身體留下了不可逆的損傷。

那是大年三十一大早，正在清掃的老鍾見到有人落水，立刻跳入冰冷刺骨的海水中，救上來一個中年男子。將人送上救護車時，冬日凜冽的海風將渾身濕透的他吹了个透底。等他騎車到家時，早已凍得說不出話。妻子見狀也只是默默流着淚幫他梳洗整理，却也沒有多說什麼。

救人會後怕嗎？有猶豫過嗎？

“沒有時間多想的，如果有顧慮，我就不會跳下去了。”老鍾又陷入回憶，“能救上來就好，就好……”

鍾耿平18歲時，年長自己4歲的二哥正是談婚的年紀，家中清貧拿不出錢。父親便帶着兩個兒子挖地基，准备蓋個新房。

意外來得猝不及防。

下過雨的土地松軟，山體上大量的砂石泥流滾落下來，瞬間將二哥吞沒。自己和父親毫无辦法，那種絕望令他刻骨銘心。

“他還那麼年輕，還沒有成家，也沒有過好日子……”鍾耿平紅了眼眶，聲音哽咽。近40年過去，他每每想起二哥，還是輾轉難眠，“從此以後我就想，只要我能救，我就一定要救！”

從此，幫人、救人便成了他的本能。2011年至今，鍾耿平在濱海公園陸陸續續救了8人（其中2人因抢救不幸離世），勸回輕生者10余人。

鍾耿平水性一般，救人都是用“巧勁”。每次救人後，他都要在早晚臨睡前“復盤”救人過程，“查缺補漏”。久而久之，他總結出一套救人經驗。

“人救上來就好了，不要再去打擾人家。”說起自己救過的人，鍾耿平憨厚的臉上露出了深深的皺紋。很多時候，老鍾是通過旁人或者電視，才知道被救者的年齡、籍貫，然後在日記里簡單記下一笔。

我不伟大，生命才伟大

浙江省道德模范、见义勇为一等功……这些年，老钟拿过不少奖，奖金他都会捐出去，但获得的证书、奖牌、奖章都被他珍重地收纳好，整整齐齐地摆放在卧室最醒目的位置。

见义勇为、爱岗敬业、慷慨捐助、平凡伟大……钟耿平的名字常和这些词一起出现在新闻报道里，但是他自己却总要摇摇头说，“我不伟大，生命才是最伟大的。”

他说：“既然来到了这个世界上，就要好好走自己的人生。冲动地结束生命虽然只需一跳了事，但是要想一想，即使再苦再难，人生也没有过不去的坎。”

谈到退休后的计划，老钟挠了挠头说，“还是希望能帮助更多人吧！”

“新中国成立70周年的时候，我把自己的‘后事’安排好了。”2019年，一则器官捐赠的新闻报道引起了他的注意。虽然对医学一窍不通，“挽救”二字足以让他下定决心。

“生命真的能够延续，多好。”带着这种想法，他签下了器官捐献志愿书。