

【工業】【能源】再談氫經濟

2020-02-14 01:07:00

原文網址：<http://blog.udn.com/MengyuanWang/131731312>

我在五年之前，寫了《永遠的未來技術》一文，討論兩種被廣汎吹捧的新能源，也就是核聚變和氫經濟。當時我下的結論，是核聚變發電和氫動力汽車，都是不切實際的妄想，要在本世紀有經濟性地普遍部署是“不可能的”（在我的詞匯裏指低於0.01%的成功機率；不過中國現在所專注的Tokamak設計，其實成功可能性只有 10^{-10} ，德國的Stellarator才對應著 10^{-5} ）。五年後復盤，當年為Toyota Mirai鼓噪造勢的人早已噤聲；核聚變雖然仍舊吃香，但這是因為它每一代實驗的周期長達30年（例如ITER計劃始於2007年，到2020年預計全規模實驗開始的時間已經被延到2035年），要等待真相大白於世，只怕我們這一輩人早都死光了。這正是Goebbels所說的，謊言越大越難揭發。反過來考慮，核聚變至少還建立在真正的科學理論基礎之上，投進去的錢也主要留在國內，所以遠遠沒有大對撞機那麼離譜，我個人力量有限，還是專注在揭發後者這個真正誤國誤民的大忽悠上吧。

最近幾周，又有了新一批鼓吹氫經濟的科普文章在表面上無關聯的幾個西方媒體相繼刊出（例如<https://earth.gizmodo.com/europe-has-a-130-billion-natural-gas-problem-1841448077>，<https://oilprice.com/Alternative-Energy/Fuel-Cells/Green-Hydrogen-Is-Right-Around-The-Corner.html#>和<https://www.forbes.com/sites/patsapinsley/2020/02/11/its-time-to-talk-hydrogen/#196f8756470b>），這是有財團勢力在背後推動才會出現的現象，不過這次倒不是Toyota或其他汽車公司要推銷新型的氫動力汽車；事實上過去五年中，汽車工業界已經放棄了氫動力和柴油，準備在2030年之前把應對環保壓力的重點轉移到電動汽車上。這一波氫經濟公關要宣傳的，其實是我在《永遠的未來技術》的正文和留言討論中簡單提到的（例如這句話：“用氫來儲能，以備尖峰用電時發電，或許是可行的”），工業化集中處理氫氣，作為電網儲能的一部分，所以它並不是無的放矢的吹噓。我預期在未來幾年，這方面的科普宣傳和投資計劃都會持續出臺，所以在這裏先向讀者解釋清楚此事背後的科技、經濟和商業考慮。

我們先回顧一下，氫能源在工業應用上的短處和困難。這其中最嚴重的，當然是我在《永遠的未來技術》裏特別強調的安全性問題。氫氣非常容易爆炸，天然氣與之相比都溫和得不得了，要在城市裏普建加氫站實在不是明智之舉；即使為了政治或商業迷思而硬幹，也必然會在幾年內被現實打臉。事實上，當前世界只有極少數的消費者加氫站，但是已經不斷發生嚴重的爆炸案；只看去年，就有六月在美國加州Santa Clara和挪威的Oslo一連爆了兩次，到了九月南韓的五個站中也爆了一個。這樣的出事機率是每年百分之幾的級別，而且還是在大公司不惜工本來直營的背景下發生的；如果加氫站如同美國的加油站一樣，隨便哪一個個體戶都可以開，那麼其危險程度可想而知。

氫的危險性太高，不適合直接面向消費者，所以只能考慮工業上由專業人員集中管理的可能應用。但是現代石化工業已經有百年歷史，規模龐大、種類繁多，為什麼氫氣始終沒有取得一席之地呢？這是因為氫本身還有好幾個特性，使得生產、儲存、運輸和使用都很困難。

首先，在地球表面常見的分子之中，氫是除了氦之外尺寸最小的。工業上一般應用的金屬材料，包括碳鋼、不鏽鋼、鋁合金、鈦合金、鎳合金和鈳合金，晶格間隙都容許氫分子的滲透，很快就會造成機械性能的嚴重退化，這叫做“氫脆”“Hydrogen Embrittlement”。另一方面，氫氣管道的密

封隔離也格外困難；再加上氫氣密度太低，儲存起來不是極高壓就是極低溫，使得如氫氧火箭發動機的設計與製造上就是麻煩不斷。在航天這種高價值特殊用途還可以勉強忍受（即使如此，甲烷燃料火箭仍然是新一代的研發熱點），在一般能源供應上，氫的儲存筒和運輸管道，規格和價位都遠超天然氣，也就沒有經濟上的競爭力。

其次，許多科普文章喜歡吹捧的PEM（Proton Exchange Membrane，質子交換膜）燃料電池，其實非常地不實用。經過幾十年的研究發展，雖然名義上有60%的效率，至今仍然無法可靠地將壽命延長到超過幾個月的連續使用（參見<https://www.intechopen.com/books/proton-exchange-membrane-fuel-cell/degradation-in-pem-fuel-cells-and-mitigation-strategies-using-system-design-and-control>），所以基本也沒有什麼經濟性可言。德國勉強把它用在212型潛艇上，但這又是因為特殊軍事用途對高昂成本的承受力比民用工業高得多，潛艇的AIP系統也不須要365天24小時持續運作。

第三，氫氣生產和使用過程的效率低得驚人。直接用水電解的話，陰極、陽極、電解液都很容易失效，以致於目前能工業化大量持續生產的最高能量效率只有25%！做為對照，大型工業馬達在電能和動能之間的轉換效率已經達到99%以上。所以現在石化工業遇到非得用上氫氣的化學反應時，反而是採用天然氣做原料，通過效率大約70%的Steam Reforming Process（蒸汽重整）來產製氫氣；這也就是人類目前要生產氫氣最具經濟性的方法。接下來如果要長期儲存，壓縮氫氣會損失15%的能量，使用時減壓釋放再損失5%，這樣一來，就算未來有了技術突破，能解決PEM燃料電池的耐用性問題，從生產-儲存-釋放-發電的氫氣發電總效率也不會高於 $70\% \times 85\% \times 95\% \times 60\% = 34\%$ ，這還不如小汽車上燒汽油的內燃機，更別提直接燒天然氣的聯合循環燃氣渦輪（Combined Cycle Gas Turbine，CCGT）發電站早已經有實用化的64%總效率。

既然氫能源技術的缺陷如此明顯而嚴重，為什麼會有人想推動建立它的產業生態呢？這其實有其特殊的時代背景，倒不算是100%的忽悠。我們先從臺面上的公開因素談起，也就是因應氣候變化而必須減少使用化石燃料來發電的全球共識。

在2015年巴黎協約訂定有關削減碳排放的議程之中，歐盟的態度最為積極，採用可再生能源來取代核電、煤電和天然氣電廠的計劃也最為激進。然而如同我在《台灣能源供應的未來》的正文和留言欄中解釋過的，風能和太陽能這兩種主要的可再生能源雖然在價格上已經有競爭力，但是它們看天吃飯、時有時無的特性，卻代表著先天不可能獨力滿足所有的電力需求。晝夜之間的變化，還可以靠將大型電池組聯入電網來解決；冬夏之間的季節差異，就需要能量密度更高、長期儲存更方便可靠的技術。所以在最近幾年，各式各樣的腦洞大開，如大型升降機或山頂蓄水池等等，居然都能得到投資。但是這些儲存物理位能的辦法，實用性明顯地可疑，真正靠譜的還是化學能。

照理說，天然氣目前供過於求，價格很便宜，碳排放也顯著低於煤電。雖然甲烷泄露（Methane Emission Slippage）是個大問題，而且向來沒有精確可靠的統計或監管（參見前文《統計與謊言》以及<https://www.euractiv.com/section/energy-environment/interview/us-scientist-methane-leakage-reports-have-an-inherent-low-bias/>），但是在2020年一月底，歐盟總算決定要動手彌補（參見<https://www.euractiv.com/section/energy-environment/news/eu-working-on-plans-to-expose-climate-impact-of-natural-gas/1428789/>），首先建立甲烷檢測體系，包括專職的監視衛星，十年之內可能會杜絕大部分的隨意工業排放。再加上天然氣發電效率高、啟動快、基礎設施完備、技術成熟，實在是最佳的調峰和尖載（Load Following/Peaking Power）電力來源。

但是歐洲白左文化盛行，不講究理性權衡折衷；在他們眼中，燒天然氣也會產生CO₂，那麼就只能是中短期內的過渡辦法，到了2050年全電網都必須是100%的可再生能源。美國加州也在2018年提出以2045年為最後期限的計劃（模仿夏威夷的前例；但是加州比夏威夷要大得多了，執行起

來的現實問題也就更困難許多），MIT隨即發表論文（參見<https://www.technologyreview.com/s/611987/how-california-could-affordably-reach-100-percent-clean-electricity/>）指出硬要追求100%的可再生電力來源，會比以80%為目標貴上許多倍（“...costs begin to rise exponentially once the share of variable renewables crosses roughly the 80 percent threshold”）。這是因為不但可再生能源的供應有很大的不可控波動，電力需求曲線本身也有它自己的各種規律和隨機起伏，如果硬是要求可再生能源的低谷也要高過電力需求的高峰，那麼就必須有數十倍於長期平均值的應急供應量。由於電池的能量密度很低、壽命又短，所以即使大規模應用在電網儲能上，仍然沒有經濟上可接受的解決方案。

不過MIT的論文假設了儲能技術不會有突破性的進展，於是很多人在這裏看出商機。既然前面提到的儲存物理位能的辦法，明顯地不實用，自然有人開始檢視各種化學能儲存方案。最近冒出來好幾篇試圖直接用CO₂合成甲烷的論文，也是這個背景下的產物，但這比物理位能還要更不切實際；真正在乎經濟性和實用性的大企業，最後還是覺得氫氣是目前對自己（亦即石油財團）已知最不壞的選項。

他們會得到這個結論，有以下的一些考慮：

1) 電解得氫和燃料電池的耐用性和效率問題，相對來說還算是容易解決的。花10-20年來做研發，把電解的效率提高到60%，燃料電池的壽命提升到3-5年，成功的機率在50%上下，遠高於學術界和創投界的那些狂想。他們甚至已經說服政府掏腰包來做這些研究，例如英國的Gigastack計劃。

2) MIT論文論證了這些尖載電力需求的頻率，發現以年度總發電量來計算，是很小的百分比（亦即 $x\%$ ， $x < 10$ ），那麼氫能源循環的效率雖低（假設 $60\% \times 85\% \times 95\% \times 60\% = 29\%$ ），浪費的仍然只是百分之幾（ $x\% \times (100\%/29\% - 1) = 2.44 \times x\% < 25\%$ ）這些企業很多是化石燃料能源體系的既有玩家，而在所有的無碳能源選項中，氫最靠近他們的核心技術能力（Core Competence）；例如輸氣管道雖然必須改進材料，但與現有的天然氣基礎設施還是有許多類似之處。趕快把氫能源扶持上位，是他們在這場技術革命中維持營收和利潤水平的最佳途徑。

瞭解了這些背景資訊，我們就能正確解讀最近的一些新發展。例如法國的Engie公司剛剛投資在Cappelle-la-Grande村，對100家用戶提供混入20%氫氣的天然氣，而這些氫氣來自特別安裝在當地的小型電解製氫設備。這樣的系統毫無經濟效益可言，除了公關價值之外，其實是用來實驗既有天然氣管道所能承受混入氫氣百分比的極限（似乎是25%）。Engie的資產包括了法國的天然氣管道系統，所以這是他們關心的議題之一。

至於不受白左思想控制的經濟體系，其實可以直接忽略最新這一波歐美能源公司有關氫能源的公關推銷。用天然氣、核電和電池儲能來輔助風能和太陽能發電，是遠遠效率最高、經濟性最好的低碳能源方案；投入大量人力、物力、財力去追求100%的零碳指標，不但是無意義的虛榮，而且會造成很大的浪費。

【後註一】有讀者私下問一個問題，我覺得可供大家參考：《問》孟源先生您好！想再請教一些您有關核聚變的問題，希望有空時不吝解惑。現在中國大力推進的以託卡馬克裝置為主體框架的核聚變研究，我了解它是採用高能微波加熱反應物到等離子態、用強環形磁場來實現約束高溫等離子體在一定空間，那麼實現聚變反應是在同一空間內還是導入另一處空間？聚變後的高溫氫核能量又是考慮採用什麼方式轉化利用？這種裝置要具備實用價值除了可控以外還應該要有一定的較高密度的正向能量輸出，這其中主要的工程技術難點是什麼？

《答》Tokamak原本是蘇聯的設計，是對美國的Stellarator的一個簡化修正。其實Stellarator才是一般人想象的，用強磁場把高溫等離子體穩定地局限在環狀空腔之中，讓它持續進行聚變。這裏的重點，是“穩定”兩字；等離子體在環形強磁場下，並不會乖乖地轉圈，而會自然地發生扭曲

和紊流，所以美國人做不出來。然後蘇聯的研究人員說，我們在等離子體裏故意產生電流，電流產生次級磁場，就能暫時抑制紊流，結果比美國人好了兩三個數量級，於是大家一窩蜂地跟上去，成為世界的主流設計。但是Tokamak這個花樣，本身其實並非真的穩定（專業術語是它有Magnetohydrodynamic Instabilities，MHD不穩定），只不過是把等離子體崩潰的時間減緩，所以像是ITER和後續設計要發電，必須是脈衝式的，也就是等離子體被注入、加熱、聚變、崩潰、排出的循環必須以每隔一段時間（ITER號稱400秒）重來一次不斷進行，就像內燃機的氣缸那樣。換句話說，不但是佔聚變產能80%的14MeV中子，全部會打在內腔壁上，幾億度的等離子體也是每一輪回都把絕大部分能量釋放到內腔壁。所以客觀的評估（例如我的），早早就可以確定，不論投入多少錢和時間，也不可能製造出能承受60年（目前核裂變反應爐的壽命）這樣打擊的內腔壁材料，因為連能承受10個輪回的，都遠超人類現有的材料技術。

近年計算機能力持續進步，有科學家回頭去看Stellarator內的等離子體紊流現象，發現超級計算機可以做出精確的預測，那麼腔室該有的奇異形狀就能被精確算出，於是就有人（主要在德國）開始建設大型的Stellarator實驗反應器，發現可以以低一個數量級的尺寸/費用，達到新型Tokamak的聚變指標；因為幾乎沒有MHD不穩定性，它在等離子體的壽命上，也有很大的優勢。不過高能中子的遮擋吸收問題，仍然無解，這也就是五年前我的文章《永遠的未來技術》只抓高能中子一個問題來討論的原因。

其實另外還有一個無解的普世問題，就是高溫等離子體處於熱平衡，所以個別離子的能量必須遵守波茲曼分佈，有快有慢，那麼用來局限等離子體的強磁場只能針對離子的平均速度來設計，最快和最慢的離子必然會脫離“磁場瓶”“Magnetic Bottle”而撞上內腔壁，這是Stellarator也無法解決的（這些問題叫做“Plasma Transport”，我只簡單描述了其中的一種）。所以你問的那些工程問題，答案都是“無解”、“不知道”和“不可能”。Tokamak沒有“主要”的工程技術難題，而是每一步向前都是難題，其中多數是明顯無解的。

《問》裂變產物也會有高能中子流，那麼目前核裂變電站是如何轉化利用高能中子流的？為什麼不能適用於聚變情況？

《答》裂變的中子只有2MeV的能量，而且燃料直接泡/包在中子減速劑（一般是水、重水或石墨）裏，所以不會危害承重結構。聚變的等離子體必須處在真空，內腔壁不但要屏蔽中子，還要吸收反應產能的大部分（幾個GW！），然後還不能釋放粒子污染等離子體；人類距離有這樣的材料還遠得很。

【後註二】今天是2020年三月15日。新冠疫情引發全球金融和經濟危機的許多後果之一，是過去12年因為美聯儲量化寬鬆而得以輕鬆獲得投資的那些核聚變初創企業，應該會倒下一片，參見<https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-03-15/billionaires-chasing-fusion-energy-face-a-credibility-test>。

【後註三】今天是2020年四月28日，我上網查了一下全鈰液流電池的最新進展，發現的確是因為鋰電池技術成熟、批量生產的成本優勢太大，使得過去幾年很難找到投資人。在建造成本上，鈰雖然儲量相對豐富，但是以往沒有什麼工業應用，所以既有的產能嚴重不足，導致單位價格居高不下；在營運成本方面，則由於交換膜和液流泵還處於第一代設計，壽命依舊過短，必須時常更換，以致電池液的極長壽命優勢無法發揮。

中國研發全鈰液流電池的領頭單位，似乎是大連融科儲能。目前正在建的計劃有大連液流電池儲能調峰電站項目，是經國家能源局批准建設的首個大型化學儲能國家示範項目。這是目前全球在建規模最大的鈰液流電池儲能電站，規劃容量200MW/800MWh，總投資35億元，其中一期項目總投資19億元，建設規模100MW/400MWh，2016年立項，2017年資金到位，預計2020年6月30日前完工；不過由於受新冠疫情影响，是否延期還有待觀察。

【後註四】2020年七月15日消息（參見<https://www.py-magazine.com/2020/07/15/new-alliance-aims-to-break-600-w-threshold/>）傳出，中國的光伏企業組成兩個制定新工業標準的聯盟：首先是39家公司一起推動600+W的光伏模組，以突破現有的500W上限，然後有7家企業成立了一個國際聯盟，要以182mm硅片取代舊有的157mm標準，不過這面臨天津中環半導體的挑戰，後者使用專有的210mm規格（參見<https://www.py-magazine.com/2020/06/25/manufacturing-industry-seeks-unity-on-wafer-size/>）。

這是中國光伏產業稱霸全球的表徵。

【後註五】2021年八月12日，兩名Cornell大學的教授發表了一篇論文（參見《[How green is blue hydrogen?](#)》），探討氫經濟的可行性。他們的研究重點既不是安全性，也不是經濟性，而是最基本的能節省多少碳排放。這裏有個很重要的前例：美國國會在2005年通過法案，強迫在汽油添加10%的玉米酒精，但這些酒精所含的熱能其實少於生產玉米所用的能源，換句話說，美國必須消費的原油反而增加了，相關的碳排放更是直接加倍。雖然這筆爛賬科學家早就算清楚，但是擋不住農業州的游說和公關。一直到2021年七月，總算有政客把氣候變化的議題當真（亦即不再純粹用做Pork Barrelling買選票的藉口），提出要取消添加酒精的規定；能否成功，還在未定之天。

□

Cornell所做的研究，結論是“藍氫”（“Blue Hydrogen”，也就是繼續用天然氣來轉化生產氫氣，但將排放的二氧化碳埋入地下）雖然比“灰氫”（“Grey Hydrogen”，自由釋放二氧化碳廢氣）稍好，但依舊不如用煤炭，更別提柴油了（見上圖）。這個研究幕後的金主是著名的環保基金Park Foundation，公信力相當不錯，所以事先指定結論的可能性不大。他們急著讓Cornell做這個研究的原因，可能是怕重蹈玉米酒精的覆轍，提早對抗過去兩年歐美石油財團的游說和公關攻勢；後者正在試圖把多國政府的減碳政策補貼引導到氫經濟上，但是因為“綠氫”（用太陽能或風電來電解水）技術的轉化效率太低，距離工業化至少還有十年以上，所以必須先拿藍氫來充數。

在歐美忽悠大眾的是資本家，學術界是良心人的盟友；在中國做氫研究的，卻只想著和資本合作騙補，然後到股市圈錢。這是新興超強應有的知識精英嗎？

【後註六】雖然和氫經濟沒有直接關係，但我想介紹一個真正有用的新興技術（參見《[The rise of weedkilling robots](#)》）作為對比：激光除草機器人。我知道有不少華語圈的媒體人專門到這個博客來找材料，而像是AI操作的全自動化農機這類具備實用性的新發展，才是值得廣為傳播、引導國家投資的正確方向。



【後註七】剛剛看到《科技部辦公廳關於開展顛覆性技術研發方向建議徵集工作的通知》（參見[《科技部向全社会征集颠覆性技术研发方向》](#)），不禁又要搖頭。所謂“顛覆性”正是無法基於現有知識對未來做Extrapolate而預見的突破（所以和我一向所推薦的AI、液流電池都無關，因為那些是“延續性”、“應用型”科技），那麼徵求事先指定的研發方向不但是純粹浪費時間，而且是給予有政治能量的學術山頭新的忽悠機會。這不但不是正確的資源運用，而且反過來讓“冷門”的研究進一步失血，而這些冷門題目才是顛覆性成就的來源。

所以我對科技部的建議，只有兩項（因為對這個問題，人力可及的答案也就只有這兩項）：1）重生醫而輕物理，後者是衰老瀕死的學科，有突破的機率很小；2）避免論文功利主義，尤其是大對撞機那樣的超大項目，徒然擠占資源，反而是消滅顛覆性研究的最高效手段。

【後註八】繼Park Foundation之後，又有另一個知名的環保組織Earth Justice公開批評氫經濟是“False Solution”（“假方案”，參見[《Distinguishing Fossil Fuel Industry Spin from Zero-Emission Solutions》](#)）。

歐美資本家和學術騙子要忽悠政府和群眾，至少還得努力在大眾媒體搞一大堆假新聞。中國卻是西方輿論吹捧什麼假科技，就主動拼命跟風投資，以致中國的學術騙子基本習慣於躺贏；從大對撞機、核聚變到氫經濟、量子通訊和量子計算，都是同一個套路，這反映的其實是深刻的自卑和崇外，偏偏我在試圖拆穿這些騙局的時候，第一批跳出來謾罵的就是自稱愛國的低級紅。

26 条留言

frank060606

2020-02-15 12:15:00

版主學問豐富 我想請問版主一個問題 大陸是世界稀土輸出大國，為何大陸沒拿稀土要脅列強？

“

三周前我對《觀察者網/風聞》的這篇文章（<https://user.guancha.cn/main/content?id=232130&fixcomment=19962682>）做過評論，其實是我以往在博客留言欄回復的總結，所以沒有重發到這裏來。請先讀完《讀者須知》然後小心遵守規則；我不是馬英九那樣的膿包，執行紀律並不會手軟。

===== 有關稀土，還有一個重要的細節你沒提，就是中國在儲量和技術上領先（也就是你引述的那些數據），指的是傳統稀土礦中經濟效益最高的一類，其實還有其他沒有被大量開采或仔細研究過的礦石，從工程觀點來看，完全沒有實用性的障礙。它們之所以被忽略，正是因為稀土並不稀缺，所以基於歷史、經濟和環保的原因而被閑置至今。這其中對中國主宰稀土供應威脅性最大的，是和鈾共生的礦石。恰恰是因為鈾的放射性，所以處理起來困難而昂貴；但是如果鈾基的裂變發電技術成熟（參見我的文章《熔鹽堆簡介》），那麼這個缺點立刻會轉化為優點。這種鈾和稀土的共生礦石，在地表的總可開采量比中國特產的傳統稀土礦還要大，而其中儲量遠遠最高、品相最好的在印度。。。

schrodingjier's cat

2020-02-15 23:56:00

100%这个数字，恐怕只在数学和普罗大众的一厢情愿中才存在。在自然科学和工程实践中追求100%，实在是对抗规律自讨苦吃。文中对氢能源的优劣说的很透令人信服。关于氢储存和输送，近年来似乎有合成材料（塑料玻璃纤维碳纤维）储氢罐这方面的进展能否解决一部分安全性和可靠性的问题？另外pumped storage hydroelectricity作为调峰已经广泛使用，山顶蓄水池脑袋大开的原因是否因为极难在无自然形成的峡谷地形建造足够大的水池？

“ 氫氣的儲存和運輸比甲烷貴，願意多花點錢，當然也做得到。問題在於現成的基礎設施是為天然氣設計的，從頭新建的耗費自然是天文數字。目前的水電儲能，都是用現成的水庫+水電站，雖然效率很低，但是沒有什麼初始投資，效益聊勝於無也沒有關係。在山上新挖蓄水池+隧道+水渦輪機比新建水庫還貴，卻沒有了傳統水庫的防洪、節流、灌溉、發電等等作用，自然不可能有經濟效益；這純粹是在忽悠創投公司的那些MBA。

無知者，無畏

2020-02-21 05:25:00

高風險，且不可控！王兄提到的兩種未來主要可能出現的能源，氫以及核聚變，從風險分析和管控的角度來看，是典型的“風險已知，但是控制成本過高”的案例。至於燃油（汽油，柴油，煤油等）和燃氣（碳氫化合物之甲烷到丁烷等）則是屬於另外一個典型的，“風險已知，而且控制成本低”的案例。未來的科技進步，如果不能有效解決上述兩種（氫和聚變能）的風險控制，而且控制成本可以接受，那麼這兩種能源，就會一直僅存在於紙面上。近些年，有一個實例證明科技進步可以帶來新能源（含可再生能源）進入實際應用的可能，那就是太陽能。若干年前，太陽能還僅存在於紙面和太空應用，對於民用來講，不合算，因為它的成本太高。但是隨著科技進步（主要是兩個方面，一，光電轉換率提高到接近20%，二，光電轉換單元的製造成本大幅下降），使得太陽能的成本（含設備折舊的長期性）接近（尚有距離）水力和煤電，所以太陽能就可以實用化。本人也對未來氫和聚變能的風險控制持悲觀展望，最少30-50年內不會有實質性進展。

“

太陽能和風能即使在20年前，技術路線已經很明確，沒有基本的工程難關或安全性隱患，所需的研發純粹在於減低成本和提高效率，這只要有政府和企業肯花大錢來支持（例如為了環保），逐步量產後持之以恆，成功沒有疑慮。換句話說，它們失敗的可能性，主要來自市場選擇，這和氫能源以及核聚變是技術本身內建的固有缺點，完全不同。像是我以前提過的全鈦氧化還原液流電池（Vanadium Redox Flow Battery, VRFB）也沒有什麼嚴重的固有缺點，但是為什麼我說它成功的機率只有10-50%之間呢？就是因為VRFB面臨鋰電池的競爭，至今沒有政府和企業的全力支持共識。雖然鋰電池先天不適合電網級別的作業，但是因為消費者電子產品、PC、然後電動車一共30多年的量產和投資，成本和效率上已經高度優化，而VRFB仍然停留在第一代設計，電極、電解液和尤其是薄膜都有問題。你只要拿第一代鋰電池和現在的比一比，就會知道為什麼VRFB被最新的鋰電池壓著打。但是鋰電池在電網儲能上的發展潛能顯然不如液流電池，所以這是真正需要政府出手，突破初始難關的一個襁褓技術，如同20年前的太陽能一樣。

随选

2021-01-20 13:28:00

稍有出入 王兄关于氢能上的问题，与小弟所知有所出入，如下。1. 电解水制氢，效率不低。十余年前，效率能达到75%。刚才上网查了一下，中国有88%的规模制氢效率报道，如下：中科院大连化物所电解水制氢取得重要进展 文中提及额定工况长时间运行，达到电流密度稳定在每平方米3000安培时，单位制氢能耗低于每立方米氢气4.0千瓦时，能效值约88%。文中同时提及：电解水制氢能量转化效率长期徘徊在50%-70%之间。与您文中25%的电解水效率差距较大。而且，我个人认为这个效率还有一定的上升空间。2. 目前PEM燃料电池，质子膜会一氧化碳中毒而失效，寿命有限，且需要铂族贵金属。这被认为是制约氢燃料电池发展的重要制约要素。质子膜的这一特性，限制了其只能使用电解水制氢，不能使用更廉价的甲醇重整、天然气制氢或石化炼油工业的大量氢中间产物。高温燃料电池没有这一个问题。日本福岛地震后不久，在灾区推进的燃料电池似乎属于高温燃料电池，不仅可以供电，还可以供热。3. 车用PEM燃料电池，总效率并不理想。鄙人之前曾经在一家初创公司工作，发现其产品峰值化学能到电能转换效率不到60%，还不考虑空气压缩机的损耗，且重载下效率明显下降。这个数字应该不及业界水平，但亦说明了问题。我记得当年有汽车公司（BMW?）甚至于推出过氢内燃汽车。这块效率的提升并不容易。（顺便说一句，现在氢燃料电池系统的总效率一般低于CCGT发电）4. 氢气并不是特别危险。由于氢气密度小，在开放空间，氢气笔直向上，少量的泄漏不会爆炸。5. 氢燃料电池汽车，相对于纯电池汽车，最大的优势优点在于加气远比充电快。可谓一俊遮百丑。氢气的存储和释放是热点和难点，有公司称已经实现有机液体常温低压存储（具体细节不明）。它的意义，主要在于污染可以集中在生产环节集中处理，而非遍地跑的车辆。

“

電解水製氫的效率，的確是氫能源前途的關鍵所在。我所引用的數字，是工業化條件下的總效率，它必須達到80%以上，最好是90%以上，這樣整個氫能量存儲的循環效率才可能達到70%，才有實用的意義。你說的數字，我不清楚，可能是實驗室的數據，也可能是新的結果，更可能是Cherry Picking的數據按摩。拿美國NIF激光聚變堆為例，它報告產耗比超過1的時候，你不能當真，因為它用電雖多，卻只有一部分用來驅動激光，然後又只有一小部分真正成為激光，然後又只有一部分激光真正到達目標區，然後只有大約1%的激光能量成功轉化為X光，然後只有一小部分X光打到靶標，這個耗能值已經比實際用電小了五六個數量級，但他們就是有臉敢拿它來做分母。然後分子也是同樣按摩過的：我們真正在乎

的，應該能發多少電，但是他們報告的，是多少聚變能量被釋放，其實只有一小部分能被捕捉成爲熱能，然後熱電轉換效率理論上頂多是40+%。所以NIF把產耗比誇大了八九個數量級，你說如果有美國憤青來這裏留言，宣稱激光聚變發電已經接近實用化，我該怎麼回答？我做分析的時候，很小心要及早發現這些騙術，希望讀者們也能有所警惕。據我所知，要提升電解水製氫的效率，真正可行的解決辦法在於高溫，大約900-1000°C，那麼80%或90%的效率是可以做得到的。當然，這裏假設燒水的熱能價格爲零，實際上要達到這樣的經濟性，非常困難，或許高溫氣冷堆可以做到，但低估新技術的價格太容易了，所以我不太願意談。

AbzX5

2021-03-17 03:38:00

突然想起来,好像没怎么听博主提另一个成熟的储能技术,熔盐热储能.在光热太阳能发电中,光会被镜子集中到高塔,热量收集后存储于硝酸熔盐.晚上,高温的熔盐仍然可以继续驱动蒸汽轮机发电.如果我没有核对事实错误,目前熔盐储能的能量密度应该与锂电池处于同样数量级,但成本低至少一个数量级.光热发电与比光伏发电相比,自带一定的储能调峰能力.但是,光热发电的缺点在于,效率比光伏低,成本更高,由于需要控制镜子精确将阳光反射至高塔,阵列规模距离也不能无限扩大.考虑到荒漠地区普遍缺水,蒸汽轮机发电也会受到用水限制.未来似乎可以考虑将光伏发电和熔盐热储能相结合.发电时一部分供电网,富余的光伏电力直接以电热丝加热熔盐的方式储能,晚上高温的熔盐继续发电.如果进一步使用超临界二氧化碳循环发电代替蒸汽轮机发电,也可以解决荒漠用水不足的问题.由于光伏板不需要像光热发电的镜子那样精确反光,光伏板的阵列规模不受限制,也不需要再建造集热高塔,成本与普通光伏发电更接近,综合成本低于煤电,但是却有一定的储能能力.熔盐热储能甚至还能和核电站搭配储能.

“

幾年前一個國際財團在北非摩洛哥建了大型熔鹽光能站，結果效率極低、費用極高，投資者（主要來自中東產油國）連褲子都賠光了，已經確定是該淘汰的次等技術。這並不代表熔鹽儲能原本就是不該嘗試的選項，剛好相反，正因為它在技術上沒有什麼難關，所以很早就可以進行商業級的驗證；像是核聚變，則因為技術完全不存在，反而容許居心不良的行內人把它吹上天。這是現代自由市場下的悖論：商業吹噓極度容易、有效，所以越困難、越沒有前景的技術，反而可以玩更多代的老鼠會遊戲，活得更久、更滋潤，浪費的錢也更多。換句話說，這是資本主義自行崩潰的機制之一，偏偏中國還拼命去學。

路哥哥

2021-08-15 13:46:00

新闻报道四川发现千亿方气田，想请教王先生。目前世界各国的石油、天然气或者其他矿产的含量以及占世界总量的比例的数据，是暂时的探明数据还是基本确定的最终数据，新闻报道新发现的不过是微不足道的比例？

“

這種事怎麼可能確定？都是依照經驗法則來估計；尤其最常用的是可開采數量，即使估計完全準確，開采技術的演進也會改變實際數值。

AbzX5

2021-08-16 08:15:00

看到文末谈及AI,想借贵地介绍一下AI的现状.我认为目前看来,可能未来有四个方向值得大规模投入:(1)半导体制造设备(国产替代)(2)以细胞免疫等技术为代表的下一代生物制药(3)新能源储能技术(不包括氢)(4)与AI相结合的下一代自动化技术.(1)(2)(3)非我专长,这里我谈谈(4).目前的AI只被互联网公司拿来优化广告推送,利用个人数据分析消费偏好,以及非常有限的自动驾驶,潜力还远远没有被发掘完.这里有深刻的内在原因.和软件开发类似,AI的边际成本是0,人工智能的成本,几乎完全在于首次针对目标需求的数据收集,训练调试.因此,降低开发成本关键在于AI模型本身是否稳定和通用,否则,只有少数出得起钱的行业,才能投入开发成本,针对无数的需求,自己从头收集海量数据,做训练出AI,一旦在某个细分场景数据特征发生变化,模型的泛化能力又不足以应对,就要重新来过.而更糟糕的是,如果输出的结果没有稳定性保障,根本不能应用于交通,医疗等性命攸关的行业.互联网公司刚好符合有钱和非性命攸关这两个条件,所以AI才会首先在互联网得到大量应用.农业符合非性命攸关行业的条件,但是未必足够有钱,也许随着劳动力成本上升,情况会有所不同.制造业要保持竞争力,必然转向下一代自动化技术.,但是目前以deep learning为主的AI却面临技术障碍.所谓的adversarial examples现象的存在,指出了AI极为可疑的稳定性.这个问题并不仅仅是字面上指的一些反例导致的不可靠,光靠增加数据(data argumentation)是不能解决这一问题的. Deep learning本身是缺乏解释性的黑箱模型,真要被投入自动驾驶,其安全性没有根本上的保障.要彻底解决这一问题,必须对adversarial examples问题做深入的研究,并设法发展下一代的explainable AI.至于如何做到explainable AI,现在学术界谁也不知道.希望各位有志的学者努力探索这一价值的前沿问题.

“ 原來你是做這方面的。其實不只是當前的Neural Network AI，只要是依賴大數據的黑箱分析，都不可能針對黑天鵝事件做優化，偏偏自動化駕駛必須置身高度複雜的現實世界，黑天鵝案例多得很。有真正智商的AI還遙不可及，研發當然必須繼續嘗試，不過現有的技術在某些特定工業農業用途上，已經可以有貢獻，那麼將這些技術實用化，才是產業政策的正確方向。

zhaofei

2021-08-17 23:53:00

全钒液流电池进展 王先生您好，第一次发言，请您指教。截至目前，融科储能的大连液流电池储能调峰电站项目一期（100MW/400MWh）项目还没有竣工的消息。同时我最近看到消息，美国Ambri公司开发的250MWh液态金属（Ca/Sb）电池储能项目预计2021年底竣工。Technology - Mesquite Weekly 王先生觉得目前来看液态金属电池和全钒液流电池二者相比，孰优孰劣，哪种技术更具有商用前景呢？

“ 這種實用性的比較，只有實際操作試用才能決定。從理論分析，只能確定液流電池（雖然Ambri的液態金屬電池在科學上並不算是液流電池的一類，但工業特性類似，可以混為一談）比鋰電池遠遠更適合大規模儲能（因為在Cycle count和Storage time兩方面的先天物理優勢）。我擔心的是，商業因素造成先到先得，結果次優的技術路線反而勝出；這在科技史上屢見不鮮，像是Microsoft的作業系統，從一開始就遠遠不是技術上的最優，勝出後獨霸市場，其內含的低效率就只能由全世界消費者買單。本周有公關炒作的新液流電池廠商，還有美國的Agora Technology，他們的技術是二氧化碳液流電池。此外，利用其它化學作用的液流電池技術也多得很，例如鐵基的就有好幾家Start-up。中國的科技管理核心如果有智慧，就應該把浪費在氫經濟和核聚變上的錢，轉投到各式各樣的液流電池技術上，對國家和全人類都會是件好事。

brozu

2021-08-18 02:21:00

关于ai的话我以从业者角度谈一下。首先，大家现在是比较努力去做ai模型的可解释性。1.通过观察输入输出的关系来研究系统的宏观特性，比如，robustness, bias, 等等。2.通过ablation study的办法，把模型拆开，看看每一层的encoder神经网络(编码器?)来看看这些层级的输出到底是什么（图像处理里可能是纹理，色调，文字语言处理里可能是语义或者语法结构关系）。但是，自动驾驶这个东西，是不同ai系统的耦合，我个人不是reinforce learning强化学习的专家，所以我也不能断言自动驾驶到底能不能算黑箱子。但是按照我的经验，这个系统应该是也有非常多的人在研究其可解释性interpretability，也应该有很多有用的结果发表。其次，ai这个东西呢，我觉得博客里曾经说的一句话很有道理，即不要去追求100%的效果，80%的效果也可以。我并不觉得ai可以完全代表人，但是ai如果可以把人的劳动缩减到原本的30-40%，这就是极大经济效益。对于这一点，我觉得现有的ai完全可以，但是贯彻使用ai减少人工劳动，而不是完全取代人工劳动，并研究这种做法带来的具体经济效益，这不是全社会的共识，更多是业界公司内部的绩效提升尝试，换言之，ai并不是说应用在面对客户/消费者的最终产品上，而是用在公司内部开发该产品上。

“ 我對這些“可解釋性”的研究不太樂觀，因為Neural Network說穿了，就是高度非線性的Optimization，它的效率原本就來自超乎人類Pattern Recognition的細節歸納；強行用人類思路去解釋，當然很容易事後說得頭頭是道，非常方便發論文，但並沒有什麼預測力。這個道理，你只要看Alpha Zero下西洋棋就會明白，每一步棋都可以找到人類既有的棋理來解釋，問題在於既有的棋理很多，而且自相矛盾，AI的厲害之處正在於選擇合適的那一條。人類看AI下棋20多年了，整體棋力只提升了不到50點，而現代最新的Engine已經比世界冠軍高出800多點了；要是Alpha Zero的棋路能用人類思維來“解釋”，就不會有這樣的差距。既然AI在若干方面效率高於人工，就應該腳踏實地地去實用化，即使並不Glamorous。爲了收割韭菜誇誇而談，對工業發展、國家財政和人民生活都不是好事。

AbzX5

2021-08-18 10:15:00

我所谓有志学者一起努力，其实有两层意思，一层意思是，如果你是真心要做这方面工作的，愿意忍受10年以上的挫折去发展下一代AI，或者家境优渥，衣食无忧，不愁生计的贵族，那当然欢迎，另一层意思是，如果只是为了论文灌水，或者在商业界炒作概念骗钱，那实在没必要了，还是多做点现实意义的东西。这里我假设商业化最重要的考量是时机(timing)，如果商业化太早，目标定得太高，技术不成熟，会面临失败，但是进入太晚，技术虽然已经成熟，先来竞争者早已经做起来了，后来者没太大机会。我对AI商业化时机的判断是，下一代AI出现大概起码需要十年以上时间，也就是说，起码在这十年之内，AI逐步投入在一些不太性命攸关，劳动成本上升严重的行业可能会有好的结果。对于自动

驾驶, 如果是封闭的高速公路之类的特定场景, 风险也许可以接受, 但是其他先进想法, 十年内就不要幻想了. AI技术大概60年代起是第一波, 这一波主要是逻辑推理, 符号运算, 规则匹配, 标志性成果是专家系统. 大致从80年代到2000年初是第二波, 第二波主要是以统计概率为主, 所谓大数据其实是第二波的后序, 众人熟知的成果是贝叶斯分类器, 巅峰是支持向量积(Support Vector Machine). 第三波则大致开始于2010年前后, 逐步形成今日众人熟知的deep neural network. 如今一眨眼10多年过去了, 神经网络越来越大, 越来越复杂, 但是并没有什么突破性的发展. 也许未来存在第四波AI, 称为Explainable AI或者说Interpretable machine learning, 但是目前还没有真正成功的迹象, 这需要根本性的转变第三波AI的发展思路.

“

Deep learning或者說Neural network雖然比前一代AI多了新的方法, 但是對數據的依賴並沒有減低, 例如圖形識別, 還是要靠人工先把圖片做好標識才能用來訓練. 你說的我基本同意, 只有那個十年的估算稍顯樂觀. 更可能的是(從2012年起算) 20-40年, 畢竟過去幾代AI都得益於Moore's Law, 但到2030年之後芯片的計算力提升必然會進一步減緩。

AbzX5

2021-08-18 10:19:00

至于有评论说, 通过输出输入关系研究宏观特性, Ablation Study 什么的, 那些只能发发论文, 初步探索一下而已, 离真正解决问题还远着. 现在有一个研究方向称为distillation, 也就是利用一个已经训练好的deep neural network用来"教会"另一个可解释的模型, 例如决策树之类的, 我个人认为可能有点希望, 但是目前来看, 成果也相当原始, 效果也很有限. 而Reinforce Learning, 说白了就是高级版本的Trial and error, 原先是用在控制论中的. Trial and error需要一个规则, 信息清晰的环境, 比如下棋这样的游戏, 方便电脑RL反复训练. 训练之后, 在游戏的每一步骤上, RL都会告诉你凭他的经验, 认为当下最好的一步是什么. 我有一种猜想, RL如果能配合领域内的先验知识, 也许未来能实现解释性, 但目前只是猜想, 没有什么实质进展. 至于自动驾驶, 由于自动驾驶涉及控制, 所以才会用到RL, 但是自动驾驶的难点从来不在控制, 而是在于感知环境. Perception在诸多耦合的系统中最薄弱, 最不安全的环节, 就是一个黑箱子, 目前大概只能应付封闭的高速公路, 其它的根本不安全. 从逻辑上讲, 耦合系统中只要有一环是黑箱, 那么整体对外界就是黑箱, 自动驾驶当然是黑箱. 一个视力不佳的人, 哪怕手脚再灵活, 肌肉记忆再好, 让他开车也是不负责任的行为. 但愿我的评论能帮助企业做出稳健的投资决定, 政府做出合理的产业政策, 学术界多一些务实吧.

“

避免好高騖遠、自欺欺人、招搖撞騙, 正是正文中那個後註段落的宗旨。

AbzX5

2021-08-19 00:08:00

的确, 我估计的十年只是一个下限的估计, 实际可能比十年远远要长. 话音刚落, 就有新闻 <https://finance.sina.com.cn/tech/2021-08-16/doc-ikqcfnc3086082.shtml> 再次呼吁, 尽量把AI商业化在那些劳动成本上升, 且非性命攸关的行业应该是首选. 比如经济价值高的作物种植, 万一AI发生5%的故障, 不小心摘错了果子, 或者弄死了植株, 那也是不会有事, 成本还是划算的, 但是直接拿来手术就太可怕了. 还有一些中低端的, 不太精密的制造业, 原来传统自动化成本高, 中低端制造付不出昂贵投资, 现在AI相对降低自动化成本, 零件做坏一个可能也承受得起, 劳动力短缺, 这些行业今日就可行了

“

好吧, 我原本說得委婉, 你反復直白敘述次數也夠了, 願意懂的人自然會懂; 靠水論文吃飯的人, 就是想懂, 也沒有那個餘裕。這是改革學術管理的重要性的又一個例證。

brozu

2021-08-19 05:21:00

好吧, 最后回复一下. 这里讨论的ai, 应该单指机器学习或者深度学习等. 希望有人可以用具体实例, 说明一下这些技术在生产领域时怎么应用的. 我和3m孟山都的朋友了解过, 他们的应用也限于图像处理领域识别玉米或者产品表面故障这种. 比除草剂应该要复杂和高端的boston dynamics, 他们造机器人不用deep learning, 只用控制算法. 所以, 如果说要大力推广ai在工农里应用, 我希望先有具体案例说明, 瓶颈是ai本身从而需要大量投入, 而不是足够便宜的芯片传感器, 或者cognition方面有待突破的机器人学, 否则投入应该是在其他领域. 第二, ai领域, 与其说是靠水论文吃饭, 不如说是靠网络服务业吃饭, ai的落地目前来说, 在商业收益方面是很客观的, 只不过可能推荐系统, 聊天机器人客服, 问答系统, 这些等等, 对实际生产确实没啥帮助. 第三, ai领域内, 目前看不到在理论方面可以直指核心或者理论方面大一统的可能, 你看不到可以适用于全领域的理论. 但是, 这不代表目前的所有研究尝试都没用. adversarial study本质就是通过对调整输入输出的响应关系, 提高模型的稳定性, distillation就能在资源和性能上有权衡

可以在很多场景下使用。ai具有理论和工程应用的双重性，作为一个工程人员，我认为ai应用就包含了在茫茫多论文里找对当前的应用场景有帮助的工具，这个工具不具备普遍优越性非常正常。你不能前脚说，野蛮发展后才有治理的本钱，后脚就说，ai研究可以跳过以大量特定实验而非直接理论研究为主导的阶段，以及ai在网络服务业的大量落地，就能成为一个理论完善，可解释性强的领域。在这个过程中，我们建立了对深度网络的部分特征比如gradient landscape的认识，发明了很多计算工具比如mixed precision, tensor machine等。第四，至少据我所知，ai这个研究领域，很多基本概念都被三番五次推到重构，目前看不到在博主提到的高能物理领域弦一家独大，生拉硬拽解释问题的情景，目前ai的自我知识革新还是很顺畅的，不存在说哪个人哪个理论就一定掌握了话语权的情况，大家最关心的还是实际效果。

讀這個博客，不能拿你在其他媒體上的習慣，只看浮面或局部的句子或段落就試圖反駁。因為我討論都是很複雜深刻的議題，雖然從一開始就有一貫正確的主體論斷，但每次重提一個話題，會針對當天的關鍵細節而對正反兩面繼續做詳細的剖析和辯證，所以我用詞必須很精確，相對的，讀者遵循博文的邏輯到哪裏，也就只能確定到哪裏，任何自己領會的言外之意都有可能不是我的原意，至於只得到大致正負印象就以爲我在一刀切，那更必然是錯誤的。我對AI的整體評價一向是很高的，在《從假大空談新時代的學術管理》一文中還特別強調是政府和社會應該積極投資的科技方向。最近幾天的討論，旨在去蕪存菁，讓這些投資更爲高效，這自然也包括對現階段AI技術的局限性有正確深入的瞭解。舉農機爲例，只不過是爲了凸出可行性高的應用方向：亦即無關人命、容許若干錯誤率的人工替代；另一位讀者還用白話把這個道理說清楚了，你從哪裏得到“機器人不用deep learning”這樣的聯想？我還特別給了那個AI除草機的鏈接，只要稍做瀏覽，就會知道它根本和你所講的Robotics扯不上邊，就是一輛卡車搭載一個激光器，用AI來識別雜草；以往的程序能做到AI的辨識率嗎？AI目前在商業應用上當然主要是靠對網絡消費者做細分來提高營收榨取，但我們不是已經分析過，這對經濟整體沒有什麼正面貢獻？所以話題才會轉到必須找提高農工效率的應用。其實網絡服務不但對經濟效率沒有意義，對AI技術的基礎理論進步也沒有什麼反饋，你自己提起“可解釋性”的研究，難道那是Alibaba發的論文？真正做這方面研究的，還是學術界；那麼水論文怎麼不是一個嚴重的問題？我說“野蠻發展才有治理的本錢”的時候，前因後果都解釋清楚了，其中特別著重的核心前提，是1.改開初期沒有足夠資本和技術累積；2.所以當時只能先搞消費性產業和引進落後幾代的技術。相對的，我一再強調過，一旦進步到國際第一或第二梯隊，就必須依靠研發效率，這時學術文化和路線選擇成爲勝負關鍵，管理方式也因而必須做180°的轉彎。你把這些道理都扔到一邊，就爲了杠？至於你寫“後腳就說，AI研究可以跳過...”云云，更是莫名其妙，我的哪句話給人這樣的印象？正因爲AI是重要的未來科技，我對這行業的專業人員有先天的重視，希望能通過對話來交換心得。但是你顯然是一個“假理工人”，能在一個短短的留言段落裏，有四五個無中生有、或顛倒黑白的論述，即使龍應臺都做不到。換句話說，你的專業詞匯可以成千上百的串聯在一起，但背後的邏輯思路卻是一團漿糊，實際上是在以不入流的文藝生心態在工程領域混飯吃，還好你的專業不是土木或機械，否則必然會鬧出人命。雖然你已經反復違反《讀者須知》的條文，我還是在禁言一個月和直接拉黑之間做了考慮，不過結論是你欠缺邏輯思維習慣的沉疴深重，不是短期內能改進的；容許你發言對我的時間精力增加太多負擔，所以決定選擇後者。這篇討論我依舊詳細回復，以供其他讀者在閱讀《常見的狡辯術》時作爲參考。

弃车成杀

2021-08-22 04:01:00

你好 我确实很同意AI 应该用于提高工农业的效率 您可以看看李开复的这篇文章：China is still the world's factory and it designs the future with AI 我最近也和互联网公司的同学在争论 你们那人工智能技术去做推送 真的促进了整体经济的增长么？（我看你在上个回复里说 你曾经讨论过人工智能技术用于商业推送 并没有促进整体经济的增长 但是我读了您的文章 好像没找到类似的论述 是在哪篇？） 另外就是您对二季度美国的经济增速怎么看 居然百分之12 就算是去年基数低 美国印钱 这个增速也太吓人的吧 而且美国的失业率也特别低 倒是中国上个月 经济增速明显下滑 我估计收到疫情加洪灾影响 还有就是原材料价格上涨 水运价格上涨 另外加上对于大型互联网平台的整顿

有關AI用在互聯網對整體經濟無益的討論，的確沒有出現在正文，但在留言欄我一直支持做這種論斷的讀者。美國的經濟“奇跡”，其實300%是印鈔票買的。這裏有一個巨觀經濟學的簡單概念，叫做“Velocity of money”，亦即多注入一美元現金，能產生的額外GDP其實是好幾倍（以往至少是3倍，但最近兩年實在印的太多，超出實體和虛擬經濟的容納量，所以我估計大約已經略低於2倍）；例如金融巨鱷從美聯儲拿到錢去買游艇，游艇商賺了錢又可以去買Ferrari，汽車經銷商賺了錢又去買別墅，等等。美聯儲在過去兩年每年印3萬億，相當於GDP的15%，但考慮Velocity of money大約是2，灌水效應其實應該是讓GDP浮腫30%，而今年的實際成長率遠遠不到10%，所以我說這些GDP成長，300%是印鈔票買的。

事实上，就我自己在半导体行业的经验来看，异常检测是半导体测试这一块的核心任务之一。技术上涉及统计、传统机器学习和一部分深度学习工具。最近NLP深度学习方向的进步已经极大地帮助我们在特征工程和序列异常识别任务上的进步。传统行业现在还是欠缺数据挖掘&CV方向的人才、硬件设备和大数据方向的梯队建设。

“

是的，而且這方面非關人命，AI即使有20%的錯誤率，只要優於其他手段，依舊有應用價值。

南山臥蟲

2021-08-23 17:10:00

//我擔心的是，商業因素造成先到先得，結果次優的技術路線反而勝出；這在科技史上屢見不鮮，像是Microsoft的作業系統，從一開始就遠遠不是技術上的最優，勝出後獨霸市場，其內含的低效率就只能由全世界消費者買單。//以此案例而論，若有心有力的某政府（例如中共），或者某志士（例如任正非），在當時就看破了這一情況。那麼，在微軟佔領部分市場時（例如：10%、30%、50%），可以採取怎樣的措施來糾偏，而令其結果達至社會效益的最大化呢？（含行政手段和財政投入等等措施）雖是事後諸葛亮，但有鑑往知來之效，請王兄酌情指教。謝謝。

“

技術路線的選擇，需要極高的專業知識、智慧判斷力、和客觀理性態度，一般不應該要求政府主管人員來代做決定，而是交由廠商自由競爭。但是...在兩個特定情況下，政府應該出手：1）有利用市場慣性、產品網絡關聯、或其他非關品質價格的反競爭手段來做逆淘汰的，必須出手拆除人造壁壘，例如當年的微軟、現在的Facebook等等。2）原本就不是消費性競爭，而是出於戰略考慮的新產業，政府本來就要出錢出力資助，這時絕對必須依據客觀技術標準、以長遠的眼光來挑選真正合適的路線。鋰電池用在電網儲能上，兼有上述的兩個毛病，所以我才一再大聲疾呼，要對液流電池做出彌補性的政策扶持。

弃车成杀

2021-08-25 06:14:00

我还是没找到啊。不过我个人确实认为AI用于互联网推送很难说增加了整体经济效应 比如说现在的餐饮互联网平台美团 淘宝 抖音等等都会竞拍流量 让一些产品提高出镜率 这些是以谁出钱多为标准 而不是以哪个产品质量好为标准 有些产品（比如餐饮业的美团）你不配合买流量 他故意把你放到搜索的后面；有些是根据消费者特性来推送产品 都不是在产业端改善产品 而是自己赚钱 扭曲市场。这也是中国政府最近立法准备打击的 以及开始鼓励硬科技领域。至于你说的velocity of money 不就是凯恩斯主义的观点么 实际上在2008后中美应对金融危机的表现你就可以看到 大家都印钱 但是美国仅仅补贴了华尔街 中国抓紧搞了很多基础建设（村村通工程 高铁网络 高速公路 等等）（当然我也承认那时候刺激过度 导致现在债务问题很严重）所以2008以后中美实力迅速拉近。我其实是很好奇 如果中国这次没有像你所说的 拉着欧元去对抗美元（目前为止 看不到他们有这个想法的迹象）美元一直印下去 真的毫无代价？？（比如如果 你说的spac 破了 他们再印一次）我看中国金融论坛40人 有的干脆说美国可能会保持中通胀 高增长一直到 下一次科技革命突破（真的精神美国人 完全不提如何对抗美元 按照他们说法 美元一直印 毫无代价。。。）

“

你的疑問並非沒有道理，但是解答都在標準的經濟學入門教科書裏。教科書的謬誤，值得我討論；特定的應用，我也樂意回答，但是基本的知識架構，不適合在博客這裏重述一遍Macroeconomics 101。你如果有心學習，我建議你不要浪費時間讀無名網民的瞎扯，直接念教科書，或者上網絡教學，雖然投入較大，但收穫是真實的。

AbzX5

2021-08-26 00:44:00

既然科技部在征求意见,不如把发展液流电池,和不发展核聚变,氢能的博文整合成报告交上去

“

沒那麼容易的。這些管道是由有需要的部門下指令給智庫按題寫作業，不是研究人員高興談什麼就談什麼，否則《從假大空談新時代的學術管理》一文早就把事情解釋清楚了。我

一直堅持當散人，也考慮了題材的選擇自由；博客這裏我覺得什麼重要就談什麼。

弃车成杀

2021-08-27 07:09:00

您对中国教育体制现在 只有百分之50可以上高中 剩下都是职业院校 怎么看？学的是德国模式 事实上现在中国制造业确实缺乏技术工人 然后一堆大学生跑去送外卖 房地产中介 等等 教育和技术脱节了。 但是也有人指出 制造业高技术工人应该由大专来培养 而不是中考就分流 以及将来的自动化 会取代很多人 这件事国内争议很大

“

教育體制是否合理，取決於中國經濟未來的大方向，是像英美那樣脫實向虛、轉入“後工業化”的白領服務業，還是像德國那樣試圖保留實體產業。

makludi

2021-08-31 11:00:00

那个说boston dynamics的机器人没有用到deep learning，应该不是空穴来风。这个话题很早就有讨论<https://www.quora.com/How-does-Boston-Dynamics-use-AI-machine-learning>。基本上认可至少第三（四）代前的产品，是没有使用deep learning技术，仅仅使用控制技术，就很好实现了机器人实现复杂动作。最新一代的产品atlas，报道上使用了动作模型库（简单理解为对不同场景预先设计好的动作指令，而非使用机器学习的预测模型）。由此可以推断，凡是可以被此类机器人的性能水平搞定的场景，ai不是瓶颈（无法100%确定，使用ai会不会是另一条可以路线，但是我觉得极大概率不会，因为ai无法提供相同的精度+可靠性+维护方便性）。不过，这里到有一则报道，有个公司vinsa和这个bd一起开发了一款工业故障巡视机器人<https://www.vision-systems.com/embedded/article/14179537/artificial-intelligence-software-expands-boston-dynamics-spot-robot-capabilities>。里面机器人是boston dynamics提供，可以应付翻滚障碍和利用大量传感设备摄像，而vinsa只提供预训练好的为客户定制的image classification模型，这种模型业界vgg之类的早都很成熟，用他们专门场景的图片finetune一下即可。所以，这则广告软文里卖点是吹嘘vinsa的ai技术，可是难点还是boston dynamics提供的机器人。

“

我們做科學理性的討論，必須專注在邏輯因果關係上，那麼當然要對核心議題有精確的認知和堅持。這裏的核心議題是什麼？是AI而不是Robotics。只因爲我提了一句Robot，就自由聯想到Robotics，然後演繹出長篇大論，純屬浪費大家時間。我來示範一下合理的類比：你們這樣的習慣，其實本質上和幼兒在對話過程中看到蝴蝶飛過，然後大喊一聲“Look, butterfly!”隨即脫離接觸去追蝴蝶，是同一回事。學理工多年還有這樣的思維習慣，值得自我反省檢討。

makludi

2021-08-31 12:31:00

另外，关于工业劳动密集型场景，中国大陆这几年在弄无人矿场和无人码头，根据报道里<https://wenhui.whb.cn/zhuzhan/kjwz/20180323/193061.html>的说法，这套系统主要还是控制系统和密集的感应设备做主（ps，我一直认为工业物联网场景才是5g的舞台），和ai本身也没什么关系。关于正文里的农业机器人，我以前读书的时候，有其他大学的博后来讲座，我们专业和me同属一个department，所以很多谈论机器人的，有一些也谈到了在农业上的应用。不过我记得都是比较小型机器人（因为需要在玉米杆下面活动），也和deep learning没有任何关系。这个weedkiller，据我的推断，现在可以上市缘故，更多是因为驱动设备和激光探头（特别是后者）的成本下降，这种广袤的天地，特征分明的目标，对于ai本身的挑战实在可以忽略不计。所以媒体说10年前只能在科幻中出现，那绝对是几十倍的夸张。在不需要复杂的电机驱动，更可以使用毫米波雷达代替极为昂贵的激光探头的场合，家用扫地机器人上市也有好几年了。总之，有无穷多的案例表明，工业和农业的应用里，ai可以扮演角色，但是绝非瓶颈或者核心技术，反而是现存的很成熟的模型拿来根据场景微调即可。如果王博的意思，是说应该大力扶持一些企业去把ai落地在生产领域，应该是没什么问题，但是这一定不会是ai研究的主战场。事实上，没有任何一个重要的人工智能模型或者算法，是在工业界内发明的。这些在网络公司里发明的模型，应付现在的生产领域，简直是降维打击。中国的智能制造，问题在于自己大量传感器和伺服需要和发达国家进口，还是要老老实实研究这些技术。对于ai的应用，要好好研究什么是合适的场景。我个人觉得，ai做主打又特别利于民生的场合，应该是给一些视力或者听力障碍的人士服务。multimodal learning可以把图文信息提炼，帮助盲人，asr(automotive sound recognition)可以帮助聋哑人等，令人欣慰的是，这些现在也都有人好好在做，经济效益未必有多少，但是确实是实实在在帮助人。

弃车成杀

2021-09-02 09:20:00

看了你微博的 我说一点关于经济的 对于垄断性平台必须要现在出手 因为互联网推送行业收入过高 吸纳了过多人才 那些做新能源 机械 芯片的人才 工资肯定没这个高啊。 你不也是不做科技研发跑去华尔街了么。 另外关于职业院校分流 主要原因还是国内现在职业院校水平不够 没有很好的和产业结合 很多还是教教科书知识 但是实践少 所以争议巨大

“

我所羅列的那三個新政策，其共通點是都有可以拖延的藉口，但那並不代表它們的性質或重要性一致，或者拖延的藉口是同一個。整治壟斷性平臺當然原本就是該做的關鍵政策，對產業升級也有間接的好處，但依舊不是必要條件，而且對國際資本體系公開宣戰，立刻就在金融貨幣政策上造成額外的壓力；既然爲了完成對美國的承諾而剛剛放寬金融管制，那麼整治壟斷性平臺的時間點選擇當然可以說成應該或早或晚、但不是現在。雖然我用字一直很精確，但總是有邏輯思路模糊的讀者，把不同的觀念混肴起來。我並沒有說那些新政策不重要，剛好相反，是雖然中共政府早該出手，但它們依舊被拖延多年，那麼當然完全有藉口繼續混下去；然而一旦習近平注意到這些事，就立刻下了決斷，即便不是最佳時機，也一樣劍及履及，所以由此也可以看出未來他對臺海問題的處理態度。你誤解我的文字，已經觸犯了《讀者須知》第八條。念是初犯，先禁言一個月；請你利用這個機會把文章仔細重讀，習慣我的寫作方式。博客雖然有上千萬字，但沒有一句廢話；讀者若有疑問，請先檢討一下自己的理解是否精確。如果你真的自認能力高到可以隨口對我的邏輯推演挑錯，那麼你絕對夠格寫自己的博客，根本就不該來這裏發言。

AbzX5

2021-09-02 12:52:00

简短科普: 当前的AI包括 Deep Learning 和 Reinforcement Learning 两大类, 这么划分是因为两类任务所面临的困难性质不同, 前者专门处理维度上的困难, 后者专门处理时间上的困难. 例如用前者做图片识别, 理论上最多每个像素都可以对应一个任意颜色的物体, 一张 100x100 像素的图片维度最多就是 10000维. 但图像识别在时间尺度上没有任何困难, 输入一张图, 马上输出分类结果, 因果关系是一一清晰对应的. 而后者刚好相反, 例如下棋, 棋手在某一个时刻的选择虽然很多, 但并不是高维数据, 机器人的关节运动在三维空间, 维数可能更低, 但是棋手要到游戏结束才能最终确定输赢, 这中间究竟是哪一步起的什么作用, 因果关系并不是马上能清晰对应的, 机器人则可能要完成一系列复杂的动作后才得到反馈, 困难在于反馈也并不是即时的.

“

謝謝你的指教，我原本不知道這個分別。

Niets

2021-09-03 08:07:00

对22楼AbzX5网友关于AI的分类提出一点不同的看法，欢迎指正。若王先生觉得离题太远，那也请删除吧。我想AbzX5说的AI应该是指machine learning(机器学习)，主要分三大类，即supervised learning(监督学习)，unsupervised learning(无监督学习)，和reinforcement learning(强化学习)。其中一和二和二的区别还有争论。Reinforcement learning不同于前两者最显著的区别是temporal credit assignment(时序上的奖励分配，本质上是找因果关系)和exploration(探索环境和发现新的数据点)。这些区别主要是因为reinforcement learning要解决sequential decision-making问题和应对未知环境。而deep learning(深度学习)是学习的工具，即用多层（通常>3）的neural networks(神经网络)作为function approximator而非通过人工设计的函数。Deep learning也可以应用在reinforcement learning中，如AlphaGo的value/policy function就是神经网络近似的。

“

正因爲AI剛有了實際應用、卻又在高速進一步發展的過程中，對它做分類描述必然會顧此失彼，所以有不同的觀點是很自然的，我們不必太過執著於細節。

AbzX5

2021-09-03 23:22:00

闻道有先后，术业有专攻，不客气。若不是王先生将自己的分析介绍到中文世界，我还至今无法从美国矛盾的信息里理出头绪。注，为力求简短，科普无法面面俱到。首先，我说棋手的每一步未必是高维信息，大多数棋类游戏都是对的，但是围棋例外。围棋棋盘上棋子间有紧密联系，能形成复杂的图案，更像是图像识别，所以围棋要同时面对维度和时间两方面的挑战。所以人类可以用计算机赢国际象棋比赛，可要二十年后等到deep learning被发明出来后才能赢围棋（deep reinforcement learning = deep learning + reinforcement learning）至于分类，分为监督学习，无监督学习，强化学习三类当然是对的，机器学习的教科书都是这么分类的，不过机器学习是上一轮AI(统计)就有的基础观点，而今天市面上还没有一本能概括当前AI的教科书，为方便突出介绍当前的AI进展，我才斗胆这么分类的。

“好的。不過AI的技術細節向來不是博客關心的重點，我的討論主要是拿它的實用性和局限性，來和不靠譜的假未來科技做對比。這條綫到此為止。

南山臥蟲

2021-09-04 11:42:00

//棋手要到游戏结束才能最终确定输赢,这中间究竟是哪一步起的什么作用,因果关系并不是马上能清晰对应的,机器人则可能要完成一系列复杂的动作后才得到反馈,困难在于反馈也并不是即时的。// 深有感觸，深以為然。讀史、識史、述史之難，盡在其中矣。後來又見王兄回應： / / AI的技術細節向來不是博客關心的重點，我的討論主要是拿它的實用性和局限性，來和不靠譜的假未來科技做對比。這條綫到此為止。 / / 看到不少吹噓A I智能追上人腦的一類文章，若參考上述：下棋 / 歷史 / 現實三個層面（僅就其資料多樣性和邏輯複雜性而言），A I與人腦的差別，不僅是銀河級，而是總星系級，乃至宇宙級的了。若王兄覺得離題請刪。

[返回索引页](#)