

<<半導體製造適不適合用綠電？>>

作者：屏東大學會計系 周國華老師

2021/3/13 原文刊於 FB 社群：半導體產業討論區(元件物理與製程、IC Design 與 EDA)

回答本文的提問前，先來看一看 2020 年台積電在採用綠電上幾項搶眼的紀錄。

#台積 2020 年的綠色紀錄

2020/5/6：台積成為台灣第一批參與綠電直供(1.1 億度)採購的五家企業之一，並包下其中 99%綠電憑證。

2020/6/22：台積公布 2019 年企業社會責任報告書，文件內誠實揭露原先設定 2019 年單位產品用電量目標，應較基準年(2010 年)降低 11.5%，台積沒有達標，反而還較基準年大幅上升 17.9%，引發外資伯恩斯坦證券強烈關注。

2020/7/8：台積和沃旭能源簽署 20 年合約，購買 920MW 裝置容量綠電，是全球最大的綠電採購合約。

2020/7/27：台積加入 RE100 組織，承諾 2030 年廠房用電 25%採用綠電，2050 年 100%採用綠電，是全球第一家半導體製造公司加入 RE100。(RE: Renewable Energy 再生能源)

2020/9/23：台積獲 RE100 組織頒發 Most Impactful Pioneer 獎。

2020/11/23：台積公告將發行 NT\$120 億元綠債，用於提升廠房的能源效率、減量溫室氣體。這是台積第一次發行綠債。

2020/12/4：台積成為參與台灣第二批綠電憑證採購的七家企業之一。

#新製程_產品節電_製造耗電

台積電這幾年半導體製程一路從 28 奈米、20 奈米、16 奈米、10 奈米、7 奈米、一路進展到 5 奈米量產，3 奈米已如火如荼建廠中，2 奈米也傳出研發技術已突破..

採用新製程產製的晶片，其使用能耗都會比前一代製程進步，也就是更省電。10 奈米晶片使用時耗電只有 28 奈米晶片的 16%，5 奈米更只有 28 奈米的 7%。但採用新製程產製晶片，每一代的用電都會高於前一代製程，10 奈米製程生產耗電比 28 奈米高出 50%，5 奈米製程更比 28 奈米高出 110%。

台積電 2010 年用電 42 億度、2015 年用電 84 億度、2018 年用電 124 億度、2019 年用電 143 億度。以上均包含海外廠辦用電，但佔比不到 10%且逐年下降。

據估算，台積 2019 年用電約佔全台用電 4.9%，經過 2020 年 5 奈米量產、2022 年 3 奈米量產，屆時估計用電將佔全台用電 8%以上。

#晶圓廠適不適合用綠電？

可能很多人認為這是個白癡問題。綠電是指使用再生能源發電設備生產的電力，在台灣，再生能源發電以太陽能、水力、垃圾沼氣及風力為主。以台灣的環境，這四種再生能源並無法 24 小時持續提供穩定的電力。但晶圓廠在製造過程中是 24 小時持續運轉、一秒鐘都不能停的，而且用電量極大，特別是在導入 EUV 後的製程，是吃電怪獸。

根據台電網站上提供的數據，2020 年台電系統的再生能源發購電量佔全年發購電量的比例為 5.8%，遠低於再生能源發電「裝置容量」(installed capacity)的 18.5%佔比。裝置容量是指滿載發電時每小時的發電量。由於各項綠電的發電穩定性較差，導致「容量因數」(capacity factor)較低，因此實際發購電量佔比就會遠低於裝置容量佔比。

#各類型電力來源之容量因數

根據台電及能源局網站上提供的數據估算 2019 年容量因數如下：

公式：容量因數=設備全年總發電量/(裝置容量 x 全年時數)

核能：90%

燃煤：61%

燃氣：62%

風力：27%

太陽能：14%

從以上數據可以清楚得知，哪一種電力來源最適合晶圓製造這種 24 小時持續運轉、一秒鐘都不能停的產業。

綠電提供的電力雖然不穩定，但在環保大趨勢下，是一條不得不走的路。只要搭配其他相對穩定的電力來源，逐年提高綠電比例，是個合理的選擇及安排。

但加入 RE100 組織，代表從 2050 年開始，須百分之百使用綠電，台積電做的到嗎？

RE100 其實也沒強人所難。所謂 100%綠電，包含透過綠電投資自發自用、購買再生能源憑證 (Renewable Energy Certificates, RECs)、簽訂綠電購售合約 (Power Purchase Agreement, PPA) 等手段，達成 100%綠電使用目標。所以即使半夜無法用到太陽光電、沒風的時候無法用到風力發電，只要購買到足夠的綠電憑證 RECs，也是可以過關的。

RE100 當然也有爭議。它排除了其他電力來源，獨尊綠電。但綠電除了供電穩定性不佳外，其實也衍生很多環境問題，包含陸基風力發電機的噪音、海上風力發電機對海洋生物的影響、太陽光電需耗用大量陸地面積...等。有些環保人士認為，加入 RE100 根本就是用電大戶的漂綠(greenwashing)行為，藉由 RE100 的光環來掩飾企業高耗能的現實。

目前，三星、Intel、美光、聯電、格芯及歐洲大多數的半導體製造公司都沒加入 RE100，台積電率先加入，有一部分動力是來自蘋果公司要求供應鏈綠化的壓力。台積電過去多年來一直都是 ESG 領域的模範生，期待這家先行者能在 RE100 的道路上順利邁進，並引領其他高耗能企業走出正確的節能路徑，讓地球能夠變得更好。