<https://doi.org/10.52288/jbi.26636204.2021.10.02>

福建省 5G 芯片產業發展的挑戰與對策 Challenges and Countermeasures for the Development of 5G Chip Industry in Fujian Province

曾俊傑^{1*} 張耀² 梁靜月²
Chun-Chieh Tseng Yao Zhang Jing-Yue Liang

摘要

5G 芯片的發展推動著芯片行業及我國經濟增長。近年來福建省大力發展 5G 射頻芯片產業，雖擁有較為完善的產業鏈，但是核心技術不成熟，不能形成技術壁壘，且與其他發達省份相比還有很大差距。本文通過分析福建省內 5G 射頻芯片產業的問題與目前面臨的挑戰，同時借鑒其他省份和其他國家的經驗，為福建省 5G 射頻芯片產業獻策建言，努力突破“卡脖子”難題。

關鍵詞：第五代移動通信技術、射頻芯片、產業發展

Abstract

The development of 5G chips is driving the semiconductor industry and economic growth in China. In recent years, Fujian Province has vigorously developed the 5G radio frequency chip industry. Although it has a relatively complete semiconductor industry chain, the core technology is immature and cannot form technical barriers. There is still a big gap compared with other developed provinces. This study analyzes the problems of the 5G RF chip industry in Fujian Province and the current challenges. At the same time, it draws on the experience of other provinces and countries to provide suggestions for the 5G RF chip industry in Fujian Province.

Keywords: 5G, Radio Frequency Chip, Industry Development

1. 前言

2019 年，福建省出臺《福建省加快 5G 產業發展實施意見》，明確表示要在 5G 射頻芯片技術方面取得突破。5G 射頻芯片作為無線通信中的重要一環，近年來全球份額呈快速增加的趨勢。目前，在我國仍存在競爭力弱、市場份額占比不高、技術落後、人才緊缺、政府支持力度不夠等問題的背景。以此為契機，本文以在 5G 射頻芯片領域具有代表性的公司入手，分析當今全球 5G 射頻芯片快速發展的趨勢以及國內外發展不平衡的現狀，進一步結合福建省內 5G 射頻芯片公司以及相關政策，分析福建省在 5G 射頻芯片領域的發展基礎，以及在資金、技術、人才、風險等方面所將

¹ 福建工程學院互聯網經貿學院副教授 g9321807@163.com*通訊作者

² 福建工程學院互聯網經貿學院本科生

* 本文為福建省科技計劃創新戰略研究項目的部分成果〔項目編號：2020R0164；項目名稱：創新驅動福建半導體產業發展機制與路徑：基於臺灣經驗分析〕；福建省社會科學規劃項目的部分成果〔項目編號：FJ2020B025；項目名稱：福建省 5G 芯片產業發展定位、創新需求與創新策略分析〕

面臨的問題。對於福建省在 5G 射頻芯片行業接下來的發展，本文針對以上提出的問題做出了應對措施和建議，為福建省 5G 射頻芯片行業的發展獻言建策。

2. 歷程

2.1 國際射頻芯片發展歷程

2008 年，美國國家航天航空局最早提出 5th generation mobile networks（第五代移動通信技術，以下簡稱 5G）概念，2014 年開始發展全球 5G 項目，進而帶動 5G 芯片的需求（前瞻產業研究院，2020）。2016 年是 5G 芯片的分水嶺，2016 年開始 5G 設施問世，連帶 5G 芯片需求漸增。

像 Skyworks、Broadcom、Qorvo、Murata 等國外廠商，在 5G 射頻芯片生產方面大都採用 Integrated Device Manufacturing（以下簡稱 IDM）模式。目前，國外廠商佔有 5G 射頻芯片的大部分市場份額，其中博通佔 29%，Skyworks 和 Murata 尾隨其後，分別佔 28%、22%，Qorvo 也佔據了 18% 的份額，只有 3% 的市場份額分佈在其他廠商之間（西南證券，2019）。5G 射頻芯片市場可以細分為射頻 Power Amplifier（功率放大器，以下簡稱 PA）、濾波器、射頻開關等，在射頻 PA 領域的廠商主要有 Skyworks、Qorvo、博通等，在濾波器領域主要有 Murata、TDK、太陽誘電、Skyworks、博通、Qorvo 等，在射頻開關領域主要有 Qorvo、Skyworks 等（前瞻經濟學人，2020）。Yole Development 預測，濾波器市場銷售量將會從 2017 年的 80 億美元增長到 2023 年的 225 億美元，而且複合年均增長率更是高達 18.81%；此外，在 2023 年射頻開關將達到 30 億美元，PA 將達到 70 億美元，低噪聲放大器的全球市場份額將達到 6.02 億美元，天線協調器將達到 10 億美元，毫米波 Front End Module（射頻前端模塊，以下簡稱 FEM）將達到 4.23 億美元。在這些產品中，射頻開關的複合年均增長率最高，為 20.09%。

2.2 我國射頻芯片發展歷程

從 2015 年開始，我國政府積極出臺 5G 政策，推動著 5G 的發展（前瞻產業研究院，2020）。《“十三五”規劃綱要》提到要積極推進 5G 的研發、試驗和預商用試點。《國家信息化發展戰略綱要》的戰略是，積極展開 5G 技術的研發、標準和產業化佈局。2020 年，中共中央政治局常務委員會、《關於促進消費擴容提質加快形成強大國內市場的實施意見》、《工業和信息化部關於推動 5G 加快發展的通知》等政策多次並著重強調加快 5G 建設和 5G 商用步伐，體現了 5G 發展對動經濟增長的緊迫性和重要性。

我國在 5G 射頻芯片領域的企業，主要是通過設計、代工製造、封裝測試等環節協同、分工進行生產。在 5G 射頻芯片設計方面，海思、紫光展銳、中科漢天下、中興通訊等企業，都已經具備 5G 射頻芯片設計以及銷售的能力。在 5G 射頻芯片代工方面，海威華芯、三光安電等企業也已經涉足該領域。在 5G 時代 System In a Package（系統級封裝，以下簡稱 SIP）將是未來封裝的趨勢，Yole 的行業預測數據顯示，射頻前端 SIP 封裝市場規模預計在 2023 年增長到 49 億美元。在面對國外廠商的巨大競爭力之下，我國射頻產業鏈的發展仍然較為完整；在射頻 PA 領域的主要有紫光展銳、絡達、唯捷創芯、北京中科漢天下等，在濾波器領域主要有無錫好達、德清華瑩、天津諾思，在射頻開關領域主要有無錫卓勝微、立積電子、韋爾股份等。

2.3 福建省射頻芯片發展歷程

此前福建省計劃投入 500 億，成立專門安芯基金來建設第三代半導體產業集群。福聯公司的產品主要是射頻芯片的晶圓代工，福聯的砷化鎵、氮化鎵項目總投資 30 億元（石蘭蘭，2018）。2019 年福建省政府的年度報告中提到，要深化福廈泉國家自主創新示範區與自貿試驗區，把新一代信息技術發展作為重中之重，大力發展 5G 商用。2020 年福建省政府的年度報告中，提到實施高新區創新提升計劃和“三高”企業培育工程，加快發展新一代信息技術和 5G 商用步伐，加大 5G 投資力度。2021 年福建省政府的年度報告中，提到深化數字福建建設，推動泉州芯谷建設，新開通 5G 基站 3 萬個。這些報告的發佈對於企業有積極的引導作用，加速推進福建 5G 芯片產業的發展。

福建省在 5G 射頻芯片的各個領域也都有涉足，比如從 5G 射頻開關做起，到進入 PA 領域的三五微電子有限公司，以及由國內外優秀人才組成的廈門宇臻集成電路科技有限公司；另外還有濾波器領域的三安集成、廈門開元通信和射頻開關領域的雷迅科等企業。福建省廈門市的三安光電，在 2020 年發佈的公告中要募資 70 億元，擬投入半導體研發與產業化項目。2021 年，開元通信技術（廈門）有限公司宣佈量產 5G 高集成度 H/M/LLFEM 模組芯片，該模組整合度和複雜度都很高，採用先進的 WLP 技術，整體性能提升較大。

3. 意義

3.1 5G 射頻芯片影響之廣

射頻器件在 5G 的發展中扮演著重要的角色，擁有 5G 射頻芯片的核心技術，便意味著擁有了和海外巨頭公司抗衡的能力，我國就不必一直在中低端徘徊，進而在高端市場分一杯羹。5G 射頻芯片的發展也是技術的變革，新技術的產生會改變某些要素原先的地位，從而調整產業分工格局；5G 射頻芯片不單單作用於手機，也影響著汽車行業。近年來，自動駕駛逐漸走進人們的視野，汽車傳感器感知外界環境需要接受大量信息，5G 射頻芯片則極大地提高了信息傳輸和處理的效率，對於促進汽車自動化有著重要的意義；同樣地，5G 射頻芯片同國防之間也存在著聯繫。氮化鎵器件在穩定性、可靠性等方面都已經大幅度地提高，氮化鎵射頻半導體的發展將影響到我國的國防實力和新器件的研發。

3.2 擴大發展空間，推動經濟發展

5G 基建的上下游各類公司將提供新型的職業崗位，5G 技術應用於各個領域，促使新業態新生態的蓬勃發展，拓展就業空間。2020 年，5G 的基建項目總計在我國拉動 9,000 億人民幣的投資規模，新增就業機會 54 萬人次。在《5G 人才發展新思想白皮書（2020）》中，預計到 2025 年，5G 相關行業將會將創造約 350 萬個的就業崗位。2020 年到 2025 年期間，國內 5G 商用帶動的消費規模將超過 8 萬億元，帶動經濟總產出將達到 10.6 萬億元（中國青年網，2019）。根據前瞻產業研究院整理，2018 年~2025 年我國射頻前段的市場規模，將由 100 億元增長到 607 億元，年複合增長率高達 11.4%。

4. 福建省 5G 射頻芯片發展問題

4.1 福建 5G 射頻芯片競爭力有待提高

全球 PA 的供應商主要集中在 Qorvo、Skyworks、Qualcomm 等幾家廠商手中，

而我國 PA 廠商的產品規模不大且同質化較為嚴重，業務主要集中在低中端市場（西南證券，2019）。濾波器也被 Qorvo 與村田等廠商瓜分，其中日商村田瓜分了 80% 的 SAW 濾波器供應，而美商 Qorvo 則佔有 95% 的 BAW 濾波器市場。放眼國內市場，2G 射頻器替代率高達 95%，3G 替代率 85%，4G 替代率則下降至 40%，而 5G 射頻領域的替代率是 0%。

與國外廠商相比，福建省在 5G 射頻芯片的市場份額，以及產品、產量方面存在著明顯的不足。福聯計劃建設一條年產 3.6 萬片的射頻前端模塊需求的元器件生產線，和年產 12 萬片 6 英寸砷化鎵芯片的生產線。泉州三安半導體位於泉州芯谷南安分園區，根據三安光 2020 年報顯示，該公司對於砷化鎵射頻產品的銷售主要在 2G-5G 手機、WIFI 領域。三安光電在化合物半導體產品方面的主營業務收入為 59.71 億元，而射頻、濾波器、電力電子、光通訊 4 類業務全年銷售總收入僅為 9.74 億元，由此可以看出雖然三安光電在化合物半導體行業整體收入較高，但是在射頻、濾波器等與 5G 射頻芯片相關的業務方面占比相對來說較低。與國外廠商的並購不同的是，福建省的企業大都是中小企業，他們自身實力較弱，可投入資金相對較少且技術水平較低，不足以支撐像 Qorvo、Skyworks 那樣的收購行為，對於其後續的發展壯大將是一個很大的阻力；此外，國外大部分公司由 IDM 模式起步，使得他們在設計，製造，封裝方面設施較為齊全，底蘊較為豐富，而福建的公司主要集中在晶圓設計領域，競爭力明顯不強。

總而言之，福建在 5G 射頻芯片領域的技術、產業方面整體來說還處於初期階段，與國外廠商之間的差距較大，在廠商的佈局方面也不夠完善，資源沒有得到充分整合、利用，綜合競爭力有待提高。

4.2 技術面臨巨大挑戰

4G 到 5G 的轉變過程中，由原先的 Non-Standalone（非獨立組網，以下簡稱 NSA）越來越趨於 Standalone（獨立組網，以下簡稱 SA），而 SA 需要鋪設 5G 專屬的核心網絡（電子發燒友，2019）。Sub-6GHz 是指頻率低於 6GHz 的電磁波，而毫米波是指頻段在 30GHz~300GHz 的電磁波，兩者都是解決 5G 通信問題的一種方案。由於毫米波建設成本較高，以及我國 4G 建設相對來說比較成熟、覆蓋面廣，因此現階段 Sub-6GHz 在我國佔據主導地位，福建省目前已經建成基站數量 1 萬個左右（人民諮詢，2021）。根據《福建省加快 5G 產業發展實施意見》顯示，計劃 2022 年前在全省建成 5G 基站 5 萬個，以及 5G 個人用戶數量達到 800 萬。由此可以看出福建省目前基站的數量還不足夠，這也將直接影響到 5G 射頻芯片的信號傳輸，進而影響射頻芯片的發展。

4.3 高行業風險

在經濟方面，5G 資金投入額巨大，而且 5G 是一個長期建設的過程，可能長達 8 年之久，短期內難以得到回報，對於投資者來說這是阻礙其投資的一個關鍵因素（搜狐網，2020）。福建省作為一個省份，資金水平有限，對於耗費巨大、回報週期長的投資來說，存在著極大的風險；對政府來說需要時間考慮，但長時間的猶豫對於 5G 射頻芯片發展來說是一個弊端。在技術方面，福建省的核心技術還不太成熟，毫米波頻段技術、同頻全雙工技術還不足以達到完全理想的效果，這方面的問題還將長久地存在。

5. 建議

5.1 適應未來發展趨勢，強化產業鏈合作

5G 的到來影響著射頻芯片的發展，與 4G 相比 5G 支持的頻段數量大幅度增加，一個頻段一般需要一至兩個濾波器，因此 5G 將對濾波器的需求極大地增加（電子發燒友，2019）。目前，濾波器在射頻前端仍是具有較大挑戰性的模塊之一，我國伴隨著 5G 射頻芯片市場的發展，也將迎來新的風口。我國射頻芯片產業鏈已經基本成熟，但是福建省在 5G 射頻芯片行業競爭力依然較弱。福建省想要加快 5G 射頻芯片的發展，首先要從需求和供給兩方面佈局：在需求方面，終端產商要敢於購買、使用本土廠商自主製造的器件，產品只有經過不斷地試錯才能逐漸趨於成熟，形成良好的發展態勢；在供給方面，射頻前端廠商要積極配合終端廠商的應用，並敢於投入大量資金來支持研發，從而增強器件的可靠性，降低終端廠商的風險。省內企業只有聯合起來，不斷地整合資源、放棄在低端市場內部之間的競爭，才有可能挑戰海外巨頭，實現射頻器件的國產化、在 5G 射頻芯片行業佔據一席之地。

5.2 搶佔技術制高點

如今濾波器在設計與製造方面相對來說比較困難，但濾波器市場發展空間巨大，在整個射頻前端地位不言而喻，想要在射頻前端市場分一杯羹，就必須要在濾波器的技術方面處於領先地位。5G 是高頻通信的時代，這也就意味著對濾波器的需求將極大地增加；各大廠商都在快速地推出高性能的濾波器，因此福建省內的廠商也要積極投入資金研發濾波器，緊跟世界發展的步伐。Sub-6GHZ 相較於毫米波，投資回報率更高，因此福建省可以在原有基地的基礎上大力發展 Sub-6GHZ。在目前這個階段，福建省應當充分發展 Sub-6GHZ，使其價值最大化；之後再集中於推動發展毫米波，進而實現 Sub-6GHZ 與毫米波兼容的局面。GaN 半導體材料憑藉其帶隙寬、禁帶寬度大、高熱導率、化學性能穩定等優點，成為解決 5G 射頻器件難題的主要材料（郭躍偉等，2019）。福建省需要持續加強產業鏈的整合，在封裝、材料等方面實現突破，通過不斷的投入資金、人才，增加福建省在全球 GaN 技術上的競爭力。

5.3 調整資源配置

通過福建省內在 5G 射頻芯片領域的幾家公司和項目來看，從規模上，福建省應當加大對 5G 射頻芯片領域發展的重視程度，鼓勵企業在 5G 射頻芯片方面的自主研發與生產，持續在政策與資金上向該領域傾斜。從地理位置上，福建的 5G 射頻芯片產業主要集中在廈門、泉州，福建省應當依託省內現有的 5G 射頻芯片產業集中地，將一些分佈相對較遠，地理優勢明顯不足，且企業資金與市場份額較少、競爭力弱的中小企業加以整合，規範企業的發展，使現有資源最大化、集中化，在相對優勢的方面尋求突破口，進而帶動完善 5G 射頻芯片產業鏈，最後以發展起來的地區為中心向外輻射，帶動其他地區發展。

參考文獻

1. 前瞻產業研究院（2020）。2020 年 5G 芯片行業研究報告。
http://www.chuangze.cn/third_1.asp?txtid=2453
2. 西南證券（2019）。5G 射頻前端芯片自主可控全景圖。
<https://www.vzkoo.com/news/981.html>

3. 前瞻經濟學人 (2020)。2020 年中國手機射頻器件行業市場現狀分析 5G 帶來量價齊升。
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1660013332585898961&wfr=spider&for=pc>
4. 石蘭蘭 (2018)。福建半導體產業再獲成果推動“中國芯”發展。中國經濟網。
http://district.ce.cn/newarea/roll/201806/19/t20180619_29469751.shtml
5. 中國青年網 (2019)。5G 將給中國社會帶來什麼。
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1648057744670576250&wfr=spider&for=pc>
6. 電子發燒友 (2019)。5G 硬件發展現狀！射頻前端模塊簡介。
<http://www.elecfans.com/d/933474.html>
7. 人民諮詢 (2021)。2021 年上半年福建聯通 5G 基站數預計突破 2 萬個 2021 年上半年福建聯通 5G 基站數預計突破 2 萬個。
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1697465578353968932&wfr=spider&for=pc>
8. 搜狐網 (2020)。[世經研究]5G 行業運行現狀及風險分析世經未來原創。
https://m.sohu.com/a/426277700_530801/
9. 郭躍偉、段磊、要志宏 (2019)。國內 5G 用 GaN 功率器件的機遇與發展。電信技術，1，88-92。

收稿日期：2021-08-03
責任編輯、校對：楊雅芬、徐佳佳