

福建省 5G 芯片产业发展的挑战与对策 Challenges and Countermeasures for the Development of 5G Chip Industry in Fujian Province

曾俊杰^{1*} 张耀² 梁静月²
Chun-Chieh Tseng Yao Zhang Jing-Yue Liang

摘要

5G 芯片的发展推动着芯片行业及我国经济增长。近年来福建省大力发展 5G 射频芯片产业，虽拥有较为完善的产业链，但是核心技术不成熟，不能形成技术壁垒，且与其他发达省份相比还有很大差距。本文通过分析福建省内 5G 射频芯片产业的问题与目前面临的挑战，同时借鉴其他省份和其他国家的经验，为福建省 5G 射频芯片产业献策建言，努力突破“卡脖子”难题。

关键词：第五代移动通信技术、射频芯片、产业发展

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，福建省出台《福建省加快 5G 产业发展实施意见》，明确表示要在 5G 射频芯片技术方面取得突破。5G 射频芯片作为无线通信中的重要一环，近年来全球份额呈快速增加的趋势。目前，在我国仍存在竞争力弱、市场份额占比不高、技术落后、人才紧缺、政府支持力度不够等问题的背景下。以此为契机，本文以在 5G 射频芯片领域具有代表性的公司入手，分析当今全球 5G 射频芯片快速发展的趋势以及国内外发展不平衡的现状，进一步结合福建省内 5G 射频芯片公司以及相关政策，分析福建省在 5G 射频芯片领域的发展基础，以及在资金、技术、人才、风险等方面所将

¹ 福建工程学院互联网经贸学院副教授 g9321807@163.com*通讯作者

² 福建工程学院互联网经贸学院本科生

* 本文为福建省科技计划创新战略研究项目的部分成果〔项目编号：2020R0164；项目名称：创新驱动福建半导体产业发展机制与路径：基于台湾经验分析〕；福建省社会科学规划项目的部分成果〔项目编号：FJ2020B025；项目名称：福建省 5G 芯片产业发展定位、创新需求与创新策略分析〕

面临的问题。对于福建省在 5G 射频芯片行业接下来的发展，本文针对以上提出的问题做出了应对措施和建议，为福建省 5G 射频芯片行业的发展献言献策。

2. 历程

2.1 国际射频芯片发展历程

2008 年，美国国家航天航空局最早提出 5th generation mobile networks（第五代移动通信技术，以下简称 5G）概念，2014 年开始发展全球 5G 项目，进而带动 5G 芯片的需求（前瞻产业研究院，2020）。2016 年是 5G 芯片的分水岭，2016 年开始 5G 设施问世，连带 5G 芯片需求渐增。

像 Skyworks、Broadcom、Qorvo、Murata 等国外厂商，在 5G 射频芯片生产方面大都采用 Integrated Device Manufacturing（以下简称 IDM）模式。目前，国外厂商占有 5G 射频芯片的大部分市场份额，其中博通占 29%、Skyworks 和 Murata 尾随其后，分别占 28%、22%，Qorvo 也占据了 18% 的份额，只有 3% 的市场份额分布在其他厂商之间（西南证券，2019）。5G 射频芯片市场可以细分为射频 Power Amplifier（功率放大器，以下简称 PA）、滤波器、射频开关等，在射频 PA 领域的厂商主要有 Skyworks、Qorvo、博通等，在滤波器领域主要有 Murata、TDK、太阳诱电、Skyworks、博通、Qorvo 等，在射频开关领域主要有 Qorvo、Skyworks 等（前瞻经济学人，2020）。Yole Development 预测，滤波器市场销售量将会从 2017 年的 80 亿美元增长到 2023 年的 225 亿美元，而且复合年均增长率更是高达 18.81%；此外，在 2023 年射频开关将达到 30 亿美元，PA 将达到 70 亿美元，低噪声放大器的全球市场份额将达到 6.02 亿美元，天线协调器将达到 10 亿美元，毫米波 Front End Module（射频前端模块，以下简称 FEM）将达到 4.23 亿美元。在这些产品中，射频开关的复合年均增长率最高，为 20.09%。

2.2 我国射频芯片发展历程

从 2015 年开始，我国政府积极出台 5G 政策，推动着 5G 的发展（前瞻产业研究院，2020）。《“十三五”规划纲要》提到要积极推进 5G 的研发、试验和预商用试点。《国家信息化发展战略纲要》的战略是，积极展开 5G 技术的研发、标准和产业化布局。2020 年，中共中央政治局常务委员会、《关于促进消费扩容提质加快形成强大国内市场的实施意见》、《工业和信息化部关于推动 5G 加快发展的通知》等政策多次并着重强调加快 5G 建设和 5G 商用步伐，体现了 5G 发展对动经济增长的紧迫性和重要性。

我国在 5G 射频芯片领域的企业，主要是通过设计、代工制造、封装测试等环节协同、分工进行生产。在 5G 射频芯片设计方面，海思、紫光展锐、中科汉天下、中兴通讯等企业，都已经具备 5G 射频芯片设计以及销售的能力。在 5G 射频芯片代工方面，海威华芯、三光安电等企业也已经涉足该领域。在 5G 时代 System In a Package（系统级封装，以下简称 SIP）将是未来封装的趋势，Yole 的行业预测数据显示，射频前端 SIP 封装市场规模预计在 2023 年增长到 49 亿美元。在面对国外厂商的巨大竞争力之下，我国射频产业链的发展仍然较为完整；在射频 PA 领域的主要有紫光展锐、络达、唯捷创芯、北京中科汉天下等，在滤波器领域主要有无锡好达、德清华莹、天津诺思，在射频开关领域主要有无锡卓胜微、立积电子、韦尔股份等。

2.3 福建省射频芯片发展历程

此前福建省计划投入 500 亿，成立专门安芯基金来建设第三代半导体产业集群。福联公司的产品主要是射频芯片的晶圆代工，福联的砷化镓、氮化镓项目总投资 30 亿元（石兰兰，2018）。2019 年福建省政府的年度报告中提到，要深化福厦泉国家自主创新示范区与自贸试验区，把新一代信息技术发展作为重中之重，大力发展 5G 商用。2020 年福建省政府的年度报告中，提到实施高新区创新提升计划和“三高”企业培育工程，加快发展新一代信息技术和 5G 商用步伐，加大 5G 投资力度。2021 年福建省政府的年度报告中，提到深化数字福建建设，推动泉州芯谷建设，新开通 5G 基站 3 万个。这些报告的发布对于企业有积极的引导作用，加速推进福建 5G 芯片产业的发展。

福建省在 5G 射频芯片的各个领域也都有涉足，比如从 5G 射频开关做起，到进入 PA 领域的三伍微电子有限公司，以及由国内外优秀人才组成的厦门宇臻集成电路科技有限公司；另外还有滤波器领域的三安集成、厦门开元通信和射频开关领域的雷迅科等企业。福建省厦门市的三安光电，在 2020 年发布的公告中要募资 70 亿元，拟投入半导体研发与产业化项目。2021 年，开元通信技术（厦门）有限公司宣布量产 5G 高集成度 H/M/L/LFEM 模组芯片，该模组整合度和复杂度都很高，采用先进的 WLP 技术，整体性能提升较大。

3. 意义

3.1 5G 射频芯片影响之广

射频器件在 5G 的发展中扮演着重要的角色，拥有 5G 射频芯片的核心技术，便意味着拥有了和海外巨头公司抗衡的能力，我国就不必一直在中低端徘徊，进而在高端市场分一杯羹。5G 射频芯片的发展也是技术的变革，新技术的产生会改变某些要素原先的地位，从而调整产业分工格局；5G 射频芯片不单单作用于手机，也影响着汽车行业。近年来，自动驾驶逐渐走进人们的视野，汽车传感器感知外界环境需要接受大量信息，5G 射频芯片则极大地提高了信息传输和处理的效率，对于促进汽车自动化有着重要的意义；同样地，5G 射频芯片同国防之间也存在着联系。氮化镓器件在稳定性、可靠性等方面都已经大幅度地提高，氮化镓射频半导体的发展将影响到我国的国防实力和新器件的研发。

3.2 扩大发展空间，推动经济发展

5G 基建的上下游各类公司将提供新型的职业岗位，5G 技术应用于各个领域，促使新业态新生态的蓬勃发展，拓展就业空间。2020 年，5G 的基建项目总计在我国拉动 9,000 亿人民币的投资规模，新增就业机会 54 万人次。在《5G 人才发展新思想白皮书（2020）》中，预计到 2025 年，5G 相关行业将会将创造约 350 万个的就业岗位。2020 年到 2025 年期间，国内 5G 商用带动的消费规模将超过 8 万亿元，带动经济总产出将达到 10.6 万亿元（中国青年网，2019）。根据前瞻产业研究院整理，2018 年~2025 年我国射频前段的市场规模，将由 100 亿元增长到 607 亿元，年复合增长率高达 11.4%。

4. 福建省 5G 射频芯片发展问题

4.1 福建 5G 射频芯片竞争力有待提高

全球 PA 的供应商主要集中在 Qorvo、Skyworks、Qualcomm 等几家厂商手中，

而我国 PA 厂商的产品规模不大且同质化较为严重，业务主要集中在低中端市场（西南证券，2019）。滤波器也被 Qorvo 与村田等厂商瓜分，其中日商村田瓜分了 80% 的 SAW 滤波器供应，而美商 Qorvo 则占有 95% 的 BAW 滤波器市场。放眼国内市场，2G 射频器替代率高达 95%，3G 替代率 85%，4G 替代率则下降至 40%，而 5G 射频领域的替代率是 0%。

与国外厂商相比，福建省在 5G 射频芯片的市场份额，以及产品、产量方面存在着明显的不足。福联计划建设一条年产 3.6 万片的射频前端模块需求的元器件生产线，和年产 12 万片 6 英寸砷化镓芯片的生产线。泉州三安半导体位于泉州芯谷南安分园区，根据三安光 2020 年报显示，该公司对于砷化镓射频产品的销售主要在 2G-5G 手机、WIFI 领域。三安光电在化合物半导体产品方面的主营业务收入为 59.71 亿元，而射频、滤波器、电力电子、光通讯 4 类业务全年销售总收入仅为 9.74 亿元，由此可以看出虽然三安光电在化合物半导体行业整体收入较高，但是在射频、滤波器或与 5G 射频芯片相关的业务方面占比相对来说较低。与国外厂商的并购不同的是，福建省的企业大都是中小企业，他们自身实力较弱，可投入资金相对较少且技术水平较低，不足以支撑像 Qorvo、Skyworks 那样的收购行为，对于其后续的发展壮大将是一个很大的阻力；此外，国外大部分公司由 IDM 模式起步，使得他们在设计，制造，封装方面设施较为齐全，底蕴较为丰富，而福建的公司主要集中在晶圆设计领域，竞争力明显不强。

总而言之，福建在 5G 射频芯片领域的技术、产业方面整体来说还处于初期阶段，与国外厂商之间的差距较大，在厂商的布局方面也不够完善，资源没有得到充分整合、利用，综合竞争力有待提高。

4.2 技术面临巨大挑战

4G 到 5G 的转变过程中，由原先的 Non-Standalone（非独立组网，以下简称 NSA）越来越趋于 Standalone（独立组网，以下简称 SA），而 SA 需要铺设 5G 专属的核心网络（电子发烧友，2019）。Sub-6GHz 是指频率低于 6GHz 的电磁波，而毫米波是指频段在 30GHz~300GHz 的电磁波，两者都是解决 5G 通信问题的一种方案。由于毫米波建设成本较高，以及我国 4G 建设相对来说比较成熟、覆盖面广，因此现阶段 Sub-6GHz 在我国占据主导地位，福建省目前已经建成基站数量 1 万个左右（人民咨询，2021）。根据《福建省加快 5G 产业发展实施意见》显示，计划 2022 年前在全省建成 5G 基站 5 万个，以及 5G 个人用户数量达到 800 万。由此可以看出福建省目前基站的数量还不足够，这也将直接影响到 5G 射频芯片的信号传输，进而影响射频芯片的发展。

4.3 高行业风险

在经济方面，5G 资金投入额巨大，而且 5G 是一个长期建设的过程，可能长达 8 年之久，短期内难以得到回报，对于投资者来说这是阻碍其投资的一个关键因素（搜狐网，2020）。福建省作为一个省份，资金水平有限，对于耗费巨大、回报周期长的投资来说，存在着极大的风险；对政府来说需要时间考虑，但长时间的犹豫对于 5G 射频芯片发展来说是一个弊端。在技术方面，福建省的核心技术还不太成熟，毫米波频段技术、同频全双工技术还不足以达到完全理想的效果，这方面的问题还将长久地存在。

5. 建议

5.1 适应未来发展趋势，强化产业链合作

5G 的到来影响着射频芯片的发展，与 4G 相比 5G 支持的频段数量大幅度增加，一个频段一般需要一至两个滤波器，因此 5G 将对滤波器的需求极大地增加（电子发烧友，2019）。目前，滤波器在射频前端仍是具有较大挑战性的模块之一，我国伴随着 5G 射频芯片市场的发展，也将迎来新的风口。我国射频芯片产业链已经基本成熟，但是福建省在 5G 射频芯片行业竞争力依然较弱。福建省想要加快 5G 射频芯片的发展，首先要从需求和供给两方面布局：在需求方面，终端产商要敢于购买、使用本土厂商自主制造的器件，产品只有经过不断地试错才能逐渐趋于成熟，形成良好的发展态势；在供给方面，射频前端厂商要积极配合终端厂商的应用，并敢于投入大量资金来支持研发，从而增强器件的可靠性，降低终端厂商的风险。省内企业只有联合起来，不断地整合资源、放弃在低端市场内部之间的竞争，才有可能挑战海外巨头，实现射频器件的国产化、在 5G 射频芯片行业占据一席之地。

5.2 抢占技术制高点

如今滤波器在设计与制造方面相对来说比较困难，但滤波器市场发展空间巨大，在整个射频前端地位不言而喻，想要在射频前端市场分一杯羹，就必须要在滤波器的技术方面处于领先地位。5G 是高频通信的时代，这也就意味着对滤波器的需求将极大地增加；各大厂商都在快速地推出高性能的滤波器，因此福建省内的厂商也要积极投入资金研发滤波器，紧跟世界发展的步伐。Sub-6GHZ 相较于毫米波，投资回报率更高，因此福建省可以在原有基站的基础上大力发展 Sub-6GHZ。在目前这个阶段，福建省应当充分发展 Sub-6GHZ，使其价值最大化；之后再集中于推动发展毫米波，进而实现 Sub-6GHZ 与毫米波兼容的局面。GaN 半导体材料凭借其带隙宽、禁带宽度大、高热导率、化学性能稳定等优点，成为解决 5G 射频器件难题的主要材料（郭跃伟等，2019）。福建省需要持续加强产业链的整合，在封装、材料等方面实现突破，通过不断的投入资金、人才，增加福建省在全球 GaN 技术上的竞争力。

5.3 调整资源配置

通过福建省内在 5G 射频芯片领域的几家公司和项目来看，从规模上，福建省应当加大对 5G 射频芯片领域发展的重视程度，鼓励企业在 5G 射频芯片方面的自主研发与生产，持续在政策与资金上向该领域倾斜。从地理位置上，福建的 5G 射频芯片产业主要集中在厦门、泉州，福建省应当依托省内现有的 5G 射频芯片产业集中地，将一些分布相对较远，地理优势明显不足，且企业资金与市场份额较少、竞争力弱的中小企业加以整合，规范企业的发展，使现有资源最大化、集中化，在相对优势的方面寻求突破口，进而带动完善 5G 射频芯片产业链，最后以发展起来的地区为中心向外辐射，带动其他地区发展。

参考文献

1. 前瞻产业研究院（2020）。2020 年 5G 芯片行业研究报告。
http://www.chuangze.cn/third_1.asp?txtid=2453
2. 西南证券（2019）。5G 射频前端芯片自主可控全景图。
<https://www.vzkoo.com/news/981.html>

3. 前瞻经济学人（2020）。2020 年中国手机射频器件行业市场现状分析 5G 带来量价齐升。
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1660013332585898961&wfr=spider&for=pc>
4. 石兰兰（2018）。福建半导体产业再获成果推动“中国芯”发展。中国经济网。
http://district.ce.cn/newarea/roll/201806/19/t20180619_29469751.shtml
5. 中国青年网（2019）。5G 将给中国社会带来什么。
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1648057744670576250&wfr=spider&for=pc>
6. 电子发烧友（2019）。5G 硬件发展现状！射频前端模块简介。
<http://www.elecfans.com/d/933474.html>
7. 人民咨询（2021）。2021 年上半年福建联通 5G 基站数预计突破 2 万个 2021 年上半年福建联通 5G 基站数预计突破 2 万个。
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1697465578353968932&wfr=spider&for=pc>
8. 搜狐网（2020）。[世经研究]5G 行业运行现状及风险分析世经未来原创。
https://m.sohu.com/a/426277700_530801/
9. 郭跃伟、段磊、要志宏（2019）。国内 5G 用 GaN 功率器件的机遇与发展。电信技术，1，88-92。

收稿日期：2021-08-03
责任编辑、校对：杨雅芬、徐佳佳