
1 绪论

1.1 引言

21 世纪，人们的生活发生了巨大的变化，其中，最具代表性的就是智能手机的出现和飞速发展。如今的智能手机有越来越多的功能，而决定手机性能的最关键因素，就是手机中的各种高集成度的集成电路（IC）。集成电路被广泛应用于工业生产、医疗设备、教育科研等各个方面，可以说，集成电路已经成为现代社会不断发展的基石，它为经济和社会发展带来了坚实的技术基础，给人们的生活方式和思维方式带来了巨大的变化。在一定程度上来说，微电子行业的发展状况决定了一个国家发展的速度，要想实现国家发展，强大不被发达国家所限制，就要大力发展高新技术，就必须大力发展集成电路产业，不仅仅是集成电路设计领域，而是包括从设计到制造的所有环节，设计工具、生产制造工具等方面，全面发展，才能不受制于人。

微电子技术的核心，是模拟集成电路。在 20 世纪 80 年代初，许多专家预测模拟电路将会消失。当时，数字信号处理算法的功能越来越强大，集成电路技术的进步使得这些算法易于在硅片上实现。传统上以模拟电路的形式实现的许多功能，在数字领域中很容易完成，所以当时人们认为，数字电路将取代模拟电路，而模拟电路的设计者已经开始寻找其他的工作。如今的集成电路中包含的晶体管数量数以亿计，顶级手机 CPU 苹果 A12 中的晶体管数量更是达到了 69 亿，尽管许多类型的信号处理确实已转移到数字领域，但模拟电路尚未被替换，但在现代和日益复杂的高性能系统中发挥了越来越重要的作用。

本论文所研究的 CMOS 工艺可重构滤波器是一种十分重要的模拟集成电路。自然界产生的信号是模拟量，例如麦克风接收到的声音、天线接收到的电磁波、摄像机镜头接收到的光等等，这些模拟量在自然界中同时存在，然而在某个电路中并不需要所有的模拟量，只需要让有用的信号进入电路中进行处理，模拟滤波器的作用就是用来抑制信号频带外的成分。高性能滤波器的设计也是当今研究的热点。

1.2 滤波器概述

在电路中，滤波器的主要作用是使研究需要的有用信号最大限度地无衰减通过，而对信号之外的成分尽可能衰减，即抑制信号频带外的成分。在模拟电路中，滤波器的使用最多、技术也最为复杂，作为射频前端的重要组成，滤波器性能的高低直接决定了整个产品性能的好坏，因此各个国家都十分重视滤波器的研究和生产。

1.2.1 滤波器研究背景

随着射频收发机的集成度的逐步提高，CMOS 由于自身的优势逐渐发展为在片上系统的射频、混合信号与数字电路设计中的主流工艺。对于 CMOS 工艺来说，它的优势在计算机与多媒体系统的运用中体现得尤为突出。在无线射频接收的设计中，信道选择滤波器是整个接收机系统中一个重要的组成部分，它主要实现对于信号的选择作用，将杂波信号滤除，将有用信号从接收的信号中选择出来，再将分离出来的有用信号送到 ADC 继续进行处理。随着人们的需求逐步的提高，相应的人们对接收系统的要求越来越高。对于之前的系统，只要求实现单一的协议标准进行接和发，逐步的发展到现在需要单接收机实现多标准协议信号的收和发。要求这种多变标准的接收器能够通过单芯片完成多种协议标准的选择性收发，实现多协议标准信号的处理。这样的接收机系统就能对多模块进行复用，集成度更高，减小了面积，降低了成本。相应的，设计的难度也提高了许多。

为了实现多标准收发器，在设计过程选择了集成度高以及比较容易设计的直接混频的射频接收系统来进行设计。图 1-1 为直接混频接收机的框图。通过下图可以看出，在接收机系统主要是包括低噪声放大器、混频器、可变增放大器、本论文将要设计的低通滤波器、模数转换器以及数字基带处理部分。接收机通过天线接受外部信号，包含有用信号与杂波信号，再将信号一步一步的传送到射频前端与数字基带部分进行处理。在传输的过程中，杂波信号一般在有用信号的相邻的信道，为了使后端电路对有用信号进行调制与解调不受干扰，就需要信道选择滤波器将有用信号从所有接收的信号中选择出来。由于多标准收发器需要对多路信道的选择，所以需要具有多个带宽的滤波器，如果采用将多个滤波器集成到一起来实现，这样的设计不但功耗会非常大，而且面积也比较大。因此，一个最优化的多信道选择滤波器的设计问题亟待解决。

1.2.2 滤波器国内外研究概况

1915 年，德国的 K.Wagner 和美国的 G.Campbell 首次提出了滤波器的概念^[2]。从此，滤波器的理论和技术经过不断的发展完善，如今已经在各种电子设备中起到了越来越重要的作用。

1917 年，美国和德国科学家分别发明了 LC 滤波器，这种滤波器由分立的电阻、电感和电容等无源元件构成，LC 滤波器的优点是电路结构比较简单，不需直流电源供电，噪声低、可靠性高、品质因数（Quality Factor

通常能达数百，缺点是通带内有能量损耗，电感元件在使用过程中容易引起电磁感应，而且电感在集成电路制造过程中制作难度较高，占用芯片面积较大不易集成，电感较大就导致滤波器的体积和重量都比较大，因此 LC 滤波器不适用于低频域。

随着微电子技术的不断发展，半导体集成电路的出现，便携化、小型化的电子通信设备开始出现，随之而来的是无源滤波器的诞生和发展，到 20 世纪 50 年代，无源滤波器技术已经发展的非常成熟。

随着集成电路制作工艺的不断发展，工艺尺寸的不断缩小，出现了单片集成运放，同时有源 RC 滤波器也随之兴起，滤波器的发展进入了全新的阶段，向着更高精度、更小体积、更低功耗、更低价格和更强大的信号处理能力不断进步。

经过混合集成电路技术的不断发展，到上世纪 80 年代，滤波器的设计制造已经进入了全集成时代。利用 MOS 管的特性，将工作于线性区的 MOS 管看作电压控制的可变电阻，设计出了带宽可变的滤波器，随后出现的跨导-电容滤波器，通过改变运算放大器的跨导值，实现可重构滤波器的设计。90 年代出现的电流模式的开关电流滤波器，解决了电压模式电路在高频电路中遇到的问题。

国内外的研究机构一直都把设计一款全集成的高频、高线性与宽调谐范围的滤波器作为研究的重点，所以如何能够实现高性能的高频滤波器，并能保证较好的线性度、低功耗、宽调谐以及小面积是滤波器设计未来的发展趋势。在国外，已经有些研究人员在保证较小的面积以及功耗下实现了带宽调谐范围为 0.5MHz-12MHz 的滤波器的设计。除此之外，在国外其他的一些研究机构和学者对于射频滤波器的设计也做出了较大的贡献，他们不但在滤波器的调谐范围与线性度做了较大的优化，而且在功耗和面积上面也做了相应的优化。在国内，复旦大学采用了有源 RC 结构实现了对于滤波器的双带宽的选择，对于其他重点院校，比如清华大学、东南大学以及西安电子科技大学等学校也对高性能的滤波器设计做了较深的研究，其他院校对于滤波器的设计还处于初级的阶段。总体而言我国对于有源滤波器的设计的研究上与国外的研究水平还存在较大的距离。

在整个接收系统中，滤波器模块占有举足轻重的位置，其性能的好坏直接决定了整个系统的好坏。因此，对于滤波器的研究是我们现在面临的一个重要问题，但是对于我国来说，这方面的研究相对来说非常少。

1.3 本论文结构安排

本论文的主要任务是设计带宽能连续调节的，即带宽可重构滤波器。

本论文分为六个章节。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/447112066031010003>