

## 摘 要

一方面，传统意义上对视频编码的需求仅仅限定在数字电视的录制、大型视频会议、远程医疗等一些十分专业的领域。然而，随着移动互联网的逐步成熟，各种基于智能终端设备的应用开始急剧增长，如视频聊天、视频实时分享、视频编辑等。而在这些相关的视频应用中，视频压缩起着核心的纽带作用。如果离开了视频压缩，上面所有的应用将无法有效地开展。因为巨大的视频数据是无法被直接利用和分析的，而必须进行压缩。

另一方面，现阶段中国的半导体行业仍然具有巨大的上升空间，以手机芯片为例，到目前只有不足两成是我国自主研发生产的，4G 手机芯片，甚至基本上都是依靠国外进口。集成电路产业是国民经济和社会发展的重大基础产业，对很多领域起着关键作用，是全球主要国家或地区抢占的战略制高点。所以，未来很长一段时间国家仍然会优先发展半导体行业，并且将会持续进行大力扶持。在这个大背景下，视频编码芯片的发展也将受到越来越多的重视。另外，我国也正在大力推广自己的编码标准 AVS，这将给国内视频编码芯片的发展提供一个很好的发展机遇。

随着越来越多的移动设备和监控设备需要进行视频编解码，人们希望视频编码能够有很高的压缩性能，同时也希望编码工具的复杂度尽可能低，并且能够很好地支持各种平台的并行处理。然而这两方面本来就是矛盾的，一般要实现高的压缩性能，就必须采用较为复杂的编码工具。但是，可以通过努力，发展一系列高效的视频编码算法，在几乎不影响编码质量的前提下，大大降低编码的复杂度。最新的视频编码标准，其实就在往高效这个方面发展，尝试在算法性能和复杂度之间做出折中。本文正是在这些背景下，深入的对高效视频编码算法和结构进行了研究，从算法和结构两个方面提出了一系列高效化的设计：

- **基于码率失真估计的模式选择。**本文除了从降低候选模式数方面降低率失真模式选择复杂度，还根据变换域码率失真估计策略对率失真过程进行化简。不同于传统的率失真估计，本文直接从变换后的系数分布，形式化给出量化后近似的离散分布率，结合自信息的概念给出码率的估计，本文提出的方案不需要实时更新率失真估计模型的参数，而是直接根据码率失真估计的解的形式直接进行拟合，十分便于硬件的实现。并且各个频带码率的估计是独立的，同时能够很容易的支持码率估计并行化处理。
- **多层次量化系数舍弃技术。**本文假设各个量化系数完全独立，借助于对单点系数的率失真建模，直接计算舍弃和不舍弃两种情况下率失真代价的变化情况，根据两种情况下率失真代价所在区域的属性（禁止舍弃或者允许舍弃）进行单

个系数的取舍，由于各个频点系数可以并发进行，所以可以很容易设计出大吞吐率的硬件结构。所有单个系数决策之后，把一个块或一个宏块作为一个整体，在更高层次检测是否舍弃整个块或者整个宏块。各层次舍弃技术，互相补充，提高了系数舍弃技术的增益。

- **高效的宏块级流水策略。**纯粹地抛弃率失真优化的模式选择可很容易支持编码系统宏块级流水线高吞吐率实现，然而编码质量不好；而完全基于率失真优化进行模式选择又会因为强烈的数据依赖性，导致模式选择成为编码器宏块流水线的瓶颈。本文则以基于率失真估计的模式选择为基础，兼顾编码器对高编码质量和高吞吐率的要求，合理的拆分流水线，打断编码器内部块级数据依赖。所提出的宏块级流水策略使得所对应编码算法更加的高效，在同样编码复杂度下对应的编码性能更高。
- **有数据依赖情况下的率失真优化的模式选择流水线设计。**大多数面向硬件的模式选择都选择避开率失真优化这个工具，由于其复杂的计算及内含强烈的数据依赖，使硬件结构设计变得很困难，并且设计出来的结构一般吞吐率不高。少数基于率失真优化的模式选择也常常采用各种策略避开数据依赖性，但往往会引入不小的编码性能损失。几乎没有文献正面探讨如何高效地设计有数据依赖性限制下的模式选择流水线设计。本文基于流水线理论，对编码器中流水任务的特点进行详尽地分析，并对流水线任务按照有无数据依赖进行分类，尝试用无数据依赖性的任务填充由有数据依赖性任务造成的流水线空隙。对不同填充情况进行数学分析，找出影响流水线吞吐率的内在因素。并借此对 AVS 的模式选择进行详细设计，找出最优的流水线划分。最后，总结出对编码器在有数据依赖情况下的率失真模式选择流水线设计的一般流程。

综上所述，本文通过对编码器算法和结构的研究，分别提出了高效的基于率失真估计的模式选择、多级系数舍弃技术、高效的宏块级流水线设计和有数据依赖情况下块级率失真流水线的设计，为实现更高效的编码和设计更高性能的编码器芯片提供了理论和实践依据。

**关键词：**视频编码，码率估计，系数舍弃，芯片设计，流水线