

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学 号: 23320071152152

UDC\_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

TD-HSPA 综测仪编码复用与解复用译  
码研究与实现

Research and realization of coding/multiplexing and  
demultiplexing/decoding for TD-HSPA's terminal test set

曹 振 华

指导教师姓名: 黄联芬 副教授

专业名称: 通信与信息系统

论文提交日期: 2010 年 月

论文答辩时间: 2010 年 月

学位授予日期: 2010 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2010 年 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

# 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

## 摘要

随着无线数据的业务量不断增长,移动通信系统对传输速率和系统容量的需求也急剧增加。TD-HSPA 系统作为 TD-SCDMA 技术的演进,支持高速传输,同时满足不同速率和质量要求的业务复用,也为更高的数据速率和更高容量提供了一条平稳演进的途径,成为目前 TD-SCDMA 研究的热点问题。开发 TD-HSPA 终端综合测试仪,及深入研究 TD-HSPA 系统传输信道编码复用和解复用译码技术,对保障 TD-SCDMA 产业链的完整、提升产业化的可靠性和竞争优势有重要意义。

本文在全面阐述 TD-HSPA 终端综合测试仪的基本原理和软、硬件基本结构基础上,对 TD-HSPA 系统编码复用和解复用译码技术进行深入研究,比较完善地设计一种快速实现 TD-HSPA 一般传输信道编码复用和解复用译码的实现方案,可以极大地降低处理延时。

在详细介绍了各子模块的程序设计基础上,对下行专用信道的解复用译码进行研究,结合基于地址计算的搬移算法,提出了其解复用译码实现方案。在研究了物理层 HARQ 处理流程中 HS-DSCH 信道的关键技术基础上,提出了 HS-DSCH 信道编码和译码的实现方案;并针对传输格式检测处理细节,提出了盲格式检测的实现方案。搭建了 TD-HSPA 终端综合测试仪的 PC 仿真实现平台,对编码复用与解复用译码程序的设计以及处理流程中的子模块的编程实现进行仿真分析,最后在 DSP 平台上设计实现了 TD-HSPA 传输信道复用与解复用。

今后的工作首先可以对 MIMO 增强技术中编码复用技术方面进行研究,其次要关注 3GPP 标准协会提出的增强技术的新修改和新提案,对于相关的编码复用和解复用译码技术进行研究。

**关键词:** TD-SCDMA, TD-HSPA; 物理层; 编码复用; 解复用译码

## Abstract

With the rapid growth of wireless communication services, the demand for transmission rate and system capacity has increased drastically in the mobile communication system. As the evolution of TD-SCDMA technology, TD-HSPA system supports high-speed data transmission, provides an efficient way to multiplex several services with different rates and quality of service, and makes a smooth evolution to higher speed and higher capacity. The fields of TD-HSPA have become research hot spots for TD-SCDMA. The development of TD-HSPA terminal test set and in-depth studies on the coding/multiplexing and de-multiplexing/decoding protocol have great impact on keeping the integrity of the industrial chain of TD-SCDMA and enhancing the reliability of industry and competition advantage.

This paper comprehensively explains the basic principle, software structure and hardware structure of TD-HSPA terminal test set, followed by researches on transmission channel coding/multiplexing and de-multiplexing/decoding technologies. A solution is designed to implement common transmission channel coding/multiplexing and de-multiplexing/decoding for TD-HSPA systems, which dramatically decreases processing delay.

The study of the DL\_DCH (downlink dedicated channel) de-multiplexing /decoding is based on introductions of the procedures of each sub-module design in detail. On the basis of an algorithm which moves the data stream with address computation, the research proposes a DL\_DCH de-multiplexing/decoding implementation scheme. After investigating the HS-DSCH channel key technologies in the physical layer HARQ processing, the implementation scheme of HS-DSCH channel coding and decoding and blind format detection are proposed. A PC-based simulation platform of TD-HSPA technology terminal test set is established, which simulates and analyzes the sub-module programming of the coding/multiplexing and de-multiplexing/decoding program design and processing procedure. Finally, the

TD-HSPA transmission channel multiplexing and de-multiplexing are implemented in the DSP platform.

The future work will mainly fall into two aspects. Firstly, the coding multiplexing of MIMO technology needs to be investigated. Secondly, with the continuous focus on the enhanced 3GPP standard technology changes and new proposals, the latest developments of transmission channel coding/multiplexing and de-multiplexing/decoding technologies of TD-HSPA systems should be studied.

**Key words:** TD-SCDMA; TD-HSPA; physical layers; Coding/multiplexing; demultiplexing/decoding

## 目 录

|  |           |
|--|-----------|
| <b>第一章 绪论</b> .....                    | <b>1</b>  |
| <b>1.1 课题研究背景</b> .....                | <b>1</b>  |
| 1.1.1 TD-SCDMA 移动通信系统概述.....           | 1         |
| 1.1.2 HSPA 技术的发展.....                  | 2         |
| 1.1.3 TD-HSPA 终端综合测试仪现状及发展趋势 .....     | 4         |
| 1.1.4 传输信道复用与解复用技术及研究现状.....           | 4         |
| <b>1.2 论文的研究内容及章节安排</b> .....          | <b>5</b>  |
| <b>第二章 TD-HSPA 终端综合测试仪简介</b> .....     | <b>6</b>  |
| <b>2.1 TD-HSPA 终端综合测试仪介绍</b> .....     | <b>6</b>  |
| 2.1.1 功能及工作原理简介.....                   | 6         |
| 2.1.2 终端综合测试仪的软硬件结构.....               | 8         |
| <b>2.2 综测仪空中接口及物理层功能简介</b> .....       | <b>9</b>  |
| 2.2.1 物理信道.....                        | 11        |
| 2.2.2 传输信道.....                        | 12        |
| <b>2.3 综测仪传输信道编码复用及解复用译码处理简介</b> ..... | <b>13</b> |
| 2.3.1 传输信道编码复用处理.....                  | 13        |
| 2.3.2 传输信道解复用译码处理.....                 | 14        |
| 2.3.3 传输信道的一些相关概念.....                 | 14        |
| <b>第三章 编码复用及解复用译码实现方案与关键技术</b> .....   | <b>16</b> |
| <b>3.1 一般传输信道编码复用及解复用译码实现原理</b> .....  | <b>16</b> |
| 3.1.1 CRC 附加.....                      | 17        |
| 3.1.2 传输块的级联和码块分段.....                 | 18        |
| 3.1.3 信道编码.....                        | 19        |
| 3.1.4 无线帧尺寸均衡.....                     | 21        |
| 3.1.5 第一次交织.....                       | 22        |

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| 3.1.6 无线帧分段.....                      | 23        |
| 3.1.7 速率匹配.....                       | 24        |
| 3.1.8 传输信道的复用.....                    | 30        |
| 3.1.9 比特加扰.....                       | 31        |
| 3.1.10 物理信道的分段.....                   | 31        |
| 3.1.11 第二次交织.....                     | 32        |
| 3.1.12 子帧分段.....                      | 35        |
| 3.1.13 映射到物理信道.....                   | 35        |
| <b>3.2 HS-DSCH 编码与译码实现原理 .....</b>    | <b>35</b> |
| 3.2.1 物理层 HARQ .....                  | 36        |
| 3.2.2 HS-DSCH 信道 HS-DSCH 交织 .....     | 40        |
| 3.2.3 HS-DSCH 信道星座重排 .....            | 42        |
| <b>3.3 一般传输信道编码复用与解复用译码实现方案 .....</b> | <b>42</b> |
| 3.3.1 基于地址计算的搬移算法原理介绍.....            | 43        |
| 3.3.2 计算地址映射表.....                    | 44        |
| 3.3.3 解复用译码处理流程.....                  | 45        |
| <b>3.4 HS-DSCH 信道编码及译码的实现方案 .....</b> | <b>47</b> |
| 3.4.1 HS-DSCH 信道编码实现 .....            | 47        |
| 3.4.2 HS-DSCH 信道译码实现 .....            | 48        |
| <b>3.5 传输格式检测.....</b>                | <b>48</b> |
| 3.5.1 传输格式盲检测.....                    | 49        |
| 3.5.2 具体实现方案.....                     | 49        |
| <b>第四章 编码复用及解复用译码软硬件实现 .....</b>      | <b>51</b> |
| <b>4.1 基带系统仿真平台概述.....</b>            | <b>51</b> |
| <b>4.2 编码复用与解复用译码程序实现 .....</b>       | <b>52</b> |
| 4.2.1 类的设计.....                       | 52        |
| 4.2.2 主程序设计.....                      | 54        |
| 4.2.3 子模块的实现.....                     | 56        |



---

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| <b>4.3 算法仿真验证</b> .....           | <b>70</b> |
| 4.3.1 基于地址计算搬移算法的编码复用与解复用译码过程仿真验证 | 71        |
| 4.3.2 传输格式盲检测实现的仿真验证.....         | 75        |
| <b>4.4 DSP 实现</b> .....           | <b>76</b> |
| <b>第五章 结论及进一步工作展望</b> .....       | <b>78</b> |
| <b>5.1 结论</b> .....               | <b>78</b> |
| <b>5.2 进一步工作展望</b> .....          | <b>78</b> |
| <b>参 考 文 献</b> .....              | <b>80</b> |
| <b>攻读硕士学位期间撰写与发表的论文</b> .....     | <b>82</b> |
| <b>致 谢</b> .....                  | <b>83</b> |

## Contents

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Chater 1 Introduction</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>1.1 Research Background</b> .....  | <b>1</b>  |
| 1.1.1 Overview of TD-SCDMA mobile telecommunication system .....  | 1         |
| 1.1.2 The development of HSPA technology.....   | 2         |
| 1.1.3 Current situation and development trend for TD-HSPA terminal<br>test set .....  | 3         |
| 1.1.4 Transmission channel coding/multiplexing and demultiplexing<br>and coding technology .....                                      | 4         |
| <b>1.2 Content and chapter arrangement</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>Chater 2 Overview of TD-HSPA terminal test set</b> .....   | <b>6</b>  |
| <b>2.1 Introduction of the terminal test set</b> .....  | <b>6</b>  |
| 2.1.1 Function introduction.....  | 6         |
| 2.1.2 Software and hardware structures .....  | 8         |
| <b>2.2 Overview of air interface and physical layer function of the terminal<br/>        test set</b> .....                           | <b>9</b>  |
| 2.2.1 Physical Channel.....   | 11        |
| 2.2.2 Transmission channel.....   | 12        |
| <b>2.3 Overview of transmission channel coding/multiplexing technology of<br/>        the terminal test set</b> .....                 | <b>13</b> |
| 2.3.1 Transmission channel coding/multiplexing processing .....   | 13        |
| 2.3.2 Transmission channel demultiplexing decoding processing .....   | 14        |
| 2.3.3 The related concepts of transmission channel .....  | 14        |
| <b>Chater 3 Implementation Scheme of coding/multiplexing and<br/>        demultiplexing/decod- ing and key technologies</b> .....     | <b>16</b> |
| <b>3.1 Principle of common transmission channel the coding/ multiplexing<br/>        and demultiplexing/decoding technology</b> ..... | <b>16</b> |
| 3.1.1 CRC attachment.....   | 17        |
| 3.1.2 Transport block concatenation and code block segmentation.....  | 18        |
| 3.1.3 Channel coding .....  | 19        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.1.4 Radio frame size equalisation .....  | 21        |
| 3.1.5 1st interleaving.....  | 22        |
| 3.1.6 Radio frame segmentation.....  | 23        |
| 3.1.7 Rate matching .....  | 24        |
| 3.1.8 TrCH multiplexing.....   | 30        |
| 3.1.9 Bit scrambling.....  | 31        |
| 3.1.10 Physical channel segmentation.....  | 31        |
| 3.1.11 2nd interleaving .....  | 32        |
| 3.1.12 Sub-frame segmentation.....   | 35        |
| 3.1.13 Physical channel mapping.....   | 35        |
| <b>3.2 Implementation principle of HS-DSCH the coding and decoding technology .....</b>  | <b>35</b> |
| 3.2.1 Physical layer HARQ.....   | 36        |
| 3.2.2 Interleaving for HS-DSCH.....  | 40        |
| 3.2.3 Constellation re-arrangement for HS-DSCH.....  | 42        |
| <b>3.3 Implementation of common Transmission channel the coding /multiplexing and demultiplexing/decoding technology .....</b> | <b>42</b> |
| 3.3.1 Implementation analysis of algorithm that move the data stream with address computation.....                             | 43        |
| 3.3.2 Address mapping table calculation.....   | 44        |
| 3.3.3 Processes of demultiplexing/decoding .....   | 45        |
| <b>3.4 Implementation scheme of HS-DSCH channel coding and decoding .....</b>  | <b>46</b> |
| 3.4.1 Implementation of HS-DSCH Channel Coding .....   | 47        |
| 3.4.2 Implementation of HS-DSCH Channel decoding.....  | 48        |
| <b>3.5 Transport format detection .....</b>  | <b>49</b> |
| 3.5.1 Blind detection of transport format .....  | 49        |
| 3.5.2 Specific implementation scheme.....  | 49        |
| <b>Chapter 4 Hardware and software realization of the coding /multiplexing and demultiplexing/decoding technology.....</b>     | <b>52</b> |
| <b>4.1 Overview of baseband system simulation platform .....</b>   | <b>52</b> |
| <b>4.2 Program Implementation of the coding /multiplexing and demultiplexing / decoding.....</b>                               | <b>53</b> |

---

|  |           |
|--|-----------|
| 4.2.1 Class design .....   | 53        |
| 4.2.2 Main program design .....  | 55        |
| 4.2.3 Sub-module design and realization .....  | 57        |
| <b>4.3 Algorithm simulation .....</b>  | <b>71</b> |
| 4.3.1 Simulation of the coding /multiplexing and demultiplexing/<br>decoding with address computation-based move algorithm ..... | 71        |
| 4.3.2 Simulation the implementation of blind transport format detection ...  | 75        |
| <b>4.4 DSP implementation .....</b>  | <b>76</b> |
| <b>Chapter 5 Conclusions and Perspective .....</b>   | <b>78</b> |
| 5.1 Conclusions .....  | 78        |
| 5.2 Perspective for the future work .....  | 78        |
| <b>Reference .....</b>   | <b>80</b> |
| <b>Publications .....</b>  | <b>82</b> |
| <b>Acknowledgements .....</b>  | <b>83</b> |

## 第一章 绪论

### 1.1 课题研究背景

20 世纪 80 年代以来，移动通信在全球范围内得到了迅速地发展，这种发展势头还在延续，今后甚至会更快。近年来，基于码分多址（Code-Division Multiple Access, CDMA）技术的第三代移动通信系统（简称 3G）已经在全世界范围内得到大规模商用。而新一轮的移动通信技术标准和技术浪潮又开始风起云涌，以 3G 增强型技术、LTE 长期演进及 4G 技术为代表的新的竞争态势正在形成<sup>[1]</sup>。移动通信的最终目标是实现任何人可以在任何地点、任何时间与其它任何人进行任何方式的通信。

#### 1.1.1 TD-SCDMA 移动通信系统概述

国际电信联盟（ITU）目前一共确定了四个 3G 标准，它们分别是 WCDMA、CDMA2000 和 TD-SCDMA 和 WiMAX，其中 TD-SCDMA 是中国提出的第三代移动通信标准，自 1999 年正式向 ITU 提交以来，已经历经十几年来年的时间，完成了标准的专家组评估、ITU 认可并发布、与 3GPP（第三代移动通信合作项目）体系的融合、新技术特性的引入等一系列的国际标准化工作，从而使 TD-SCDMA 标准成为第一个由中国提出的，以我国知识产权为主的、被国际上广泛接受和认可的无线通信国际标准。这是我国电信史上重要的里程碑。

TD-SCDMA 系统全面满足 IMT-2000 的基本要求。采用不需配对频率的 TDD（时分双工）工作方式，以及 FDMA/TDMA/CDMA 相结合的多址接入方式。同时使用 1.28Mcps 的低码片速率，扩频带宽为 1.6MHz。TD-SCDMA 能够提供第三代移动通信系统标准所规定的各种业务，包括高质量的语音、宽带数据和多媒体业务，同时 TDD 系统可以根据业务的具体要求，灵活的分配时隙和码道，因而 TD-SCDMA 系统更容易满足不对称业务的需要，尤其适合今后迅速发展的 IP 数据业务<sup>[2]</sup>。

TD-SCDMA 系统与其它 3G 系统相比具有较为明显的优势，主要体现在：

（1）频谱灵活性，不需要成对频谱，结合 TD-SCDMA 低码速率特点，能

有效的利用现有的频率资源，较好地解决当前频率资源紧张的矛盾。

(2) 频谱利用率高，可在 1.6MHz 的单载波上提供高达 2Mb/s 的数据业务和 48 路语音通信。抗干扰能力强，系统容量大，适用于人口密集的大、中城市传输对称与非对称业务。

(3) 上下行链路使用相同的频率，其传播特性相同，功率控制要求降低，有利于采用智能天线，RAKE 等新技术。

(4) 设备成本低，系统性能价格比高。具有我国自主的知识产权，在网络规划、系统设计、工程建设以及为国内运营商提供长期技术支持和技术服务等方面带来方便，可大大节省系统建设投资和运营成本。

### 1.1.2 HSPA技术的发展

在移动数据业务占主要地位的时代，可以预见，虽然 3G 技术在加强分组数据传输性能方面作了很大的增强，但市场需求的快速增长将使得 3G 定义的 2Mbps 峰值传输速率仍显得不足<sup>[3]</sup>。为了满足此要求，3GPP 在不断发展演进，引入新的增强技术，其中以高速下行分组接入技术（HSDPA，High Speed Downlink Packet Access）、高速上行分组接入技术（HSUPA，High Speed Uplink Packet Access）、多媒体广播和多播业务（MBMS，Multimedia Broadcast Multicast Service）、HSPA 增强与演进（HSPA+）为主要代表<sup>[4]</sup>。其发展和演进如图 1-1 所示。

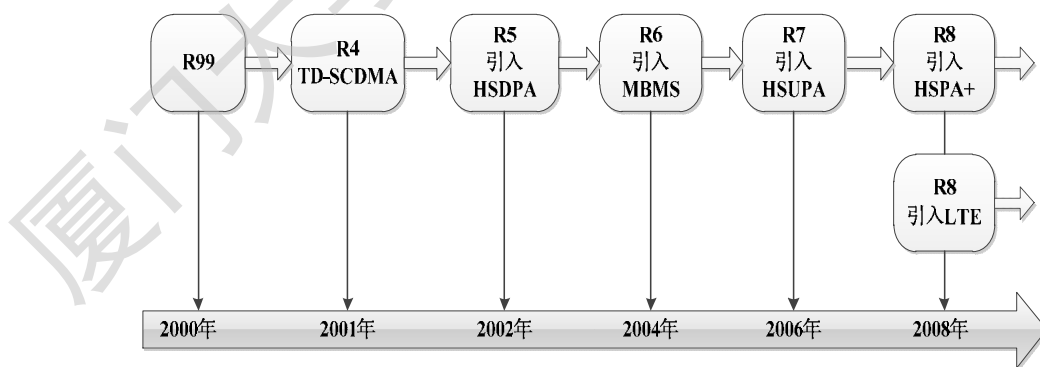


图 1-1 3GPP 的技术标准演进路线

HSDPA 在下行链路上能够实现高达 14.4Mbit/s 的速率，HSUPA 在上行链路中能够实现高达 5.76Mbit/s 的速度。业内将 HSDPA 和 HSUPA 合称为高速分组

接入（HSPA, High Speed Packet Access）。近来，全球的主流运营商纷纷开始部署 HSPA 网络，对运营商和用户来说，HSPA 意味着更高的速率、更大的系统容量、更低的延迟、更好的业务支持能力。据 UMTS（Universal Mobile Telecommunication System）论坛截至 2004 年底的调查显示<sup>[5]</sup>，未来会有 90% 以上的蜂窝移动通信用户会选择 HSPA 技术。

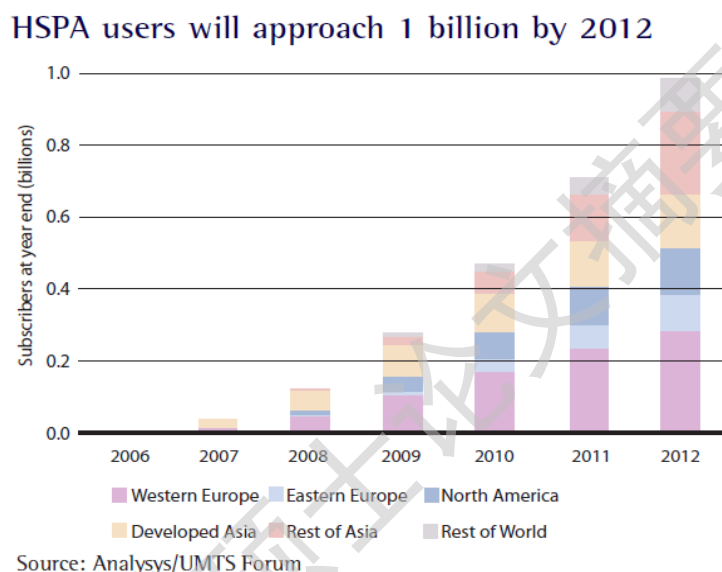


图 1-2 HSPA 技术发展的趋势<sup>[6]</sup>

2007 年，HSPA 技术的商用速度持续加快，截至 2009 年 5 月，全球采用 GSM-HSPA 技术的用户为 37 亿人，市场份额 89%。目前，3G UMTS-HSPA 用户逾 4.5 亿人，份额为 10%。HSPA 的客户遍及全世界 283 商业性网络。114 个国家的 264 个运营商提供 HSDPA 技术，其中 77 个还部署了 HSUPA 网络。包括手机类、数据卡和内置式笔记本终端及其他终端或接入设备，全球面世的 HSPA 终端已达 426 种。UMTS 论坛的市场预测报告显示，到 2012 年，全球将有近 10 亿的 HSPA 用户<sup>[6]</sup>。

此外，作为 HSPA 技术的长期演进 LTE 技术，也展现了美好的未来。来自市场研究公司 Juniper Research 的研究报告称，2012 年全球 LTE 服务用户将达到 2400 万，LTE 将成为移动宽带技术中长期的继任者。LTE 目前已经得到了拥有最多运营商的 GSM 协会的支持，各主流运营商也纷纷表态选择 LTE。运营商普遍选择 LTE 为全球移动通信产业指明了技术发展的方向，设备制造商纷纷加大

在 LTE 领域的投入，从而推动 LTE 不断前进。

### 1.1.3 TD-HSPA 终端综合测试仪现状及发展趋势

长期以来，应用于移动通信系统中测试设备被罗德与施瓦茨、安捷伦和安立等国际大厂垄断，受到器件知识产权的限制，国内厂商很难有所作为，以至于目前国内所用的 2G、WCDMA、CDMA2000 测试仪器都来自国外大公司。目前这种格局有望得到改变。伴随着 TD-SCDMA 产业链的不断发展和壮大，国内对 TD 测试仪器的需求空前巨大，这无疑给了国内测试仪器厂商一个新的发展空间，使我国仪表企业有机会摆脱在其他通信领域受制于人的状况，进入到 3G 的核心技术领域。

截至目前为止，国内研究开发 TD 终端测试仪表厂家有中创信测、星河亮点、湖北众友科技、中电科技集团第 41 所、大唐移动、日讯科技等公司，其中终端综合测试仪产品有星河亮点 (SP6010)、中电科技集团第 41 所 (AV4943)、湖北众友 (ZY4923)。这些仪器目前已被应用在 TD-SCDMA 的生产线、研发和维修领域。

在终端综合测仪领域，当前国内的测试设备有着出色表现，但相关的终端综合测试仪产品只能支持 3GPP R4 版本标准定义的功能，随着 TD-HSPA 发展和逐渐的商用化，研究增强技术终端标准和增强技术终端测试就成了我们的当务之急。其中，解决 TD-HSPA 移动终端设备非一致性问题将成为整个系统演进过程中一个不可忽略的重要因素。所以，TD-HSPA 终端综合测试仪及其一致性测试技术的研究，对于 TD-SCDMA 产业化进程具有十分重要的意义。

### 1.1.4 传输信道复用与解复用技术及研究现状

TD-SCDMA 系统可以提供十分丰富的业务服务。用户除了享受传统的语音业务外，还可以在无线环境下接入互联网，享受多媒体业务，在移动情况下通过该系统进行会议电视等。为了保证数据块在无线链路上高效和可靠的传输，3GPP 协议<sup>[7]</sup>规定了相应的业务编码复用方案。TD-HSPA 终端综合测试仪中传输信道复用与解复用技术是其关键技术之一。目前，关于编码复用和解复用译码技术的研究，主要包括处理流程中核心模块的性能<sup>[8][9][10]</sup>和整个处理流程的硬件实现，文献[8]、[9]、[10]分别是对 TD-SCDMA 系统 CRC 校验模块、速率匹配模块、交织算法模块进行研究，处理流程的硬件实现具体可分为用 DSP 芯片实现<sup>[11][12]</sup>



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库