项目编号: 密级：XXXX 保存期限：X年

**XXXXXXXXX合作项目**

技术研究报告

（YYYY年度）

项目名称：

项目承担单位：

项目责任人：

项目委托单位：XXXXX

项目起止年限： 年 月至 年 月

填报日期： 年 月 日

说 明

一、本技术研究报告一般应由项目负责人填写。

二、所填各项内容，应按栏目所列要求详细、准确、清楚地填写，篇幅不够的栏目可自行加页。

三、请勿更改封面字体，正文用宋体四号字。

四、A4幅面纸，双面打印，左侧装订。

五、一式三份及电子版。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 撰写 | 撰写人 |  | 撰写日期 |  |
| 版本号 |  | 联系方式 |  |
| 审核 | 审核人 |  | 审核日期 |  |
| 联系方式 |  |
| 修订 | 修订人 |  | 修订日期 |  |
| 版本号 |  | 联系方式 |  |
| 修订 | 修订人 |  | 修订日期 |  |
| 版本号 |  | 联系方式 |  |

目 录

[1. 项目研究简况 5](#_Toc489714282)

[1.1项目背景 5](#_Toc489714283)

[1.2合同技术指标 5](#_Toc489714284)

[1.3国内外同类技术查新 5](#_Toc489714285)

[2. 项目目标和主要研究内容 6](#_Toc489714286)

[2.1项目研究目标 6](#_Toc489714287)

[2.2技术设计的依据和主导思想 6](#_Toc489714288)

[2.3解决的主要问题、技术难点 6](#_Toc489714289)

[3. 技术方案 7](#_Toc489714290)

[3.1技术原理和路线 7](#_Toc489714291)

[3.2具体实施方案 7](#_Toc489714292)

[3.2.1技术方案选择及调整情况 7](#_Toc489714293)

[3.2.2技术实现过程 7](#_Toc489714294)

[3.2.3关键技术与实现 8](#_Toc489714295)

[3.3与已有成果的比较 8](#_Toc489714296)

[4. 技术特点、创新性及达到的指标 9](#_Toc489714297)

[4.1技术特点 9](#_Toc489714298)

[4.2创新性 9](#_Toc489714299)

[4.3 总体性能及指标 9](#_Toc489714300)

[4.3.1 总体性能 9](#_Toc489714301)

[4.3.2 技术指标 9](#_Toc489714302)

[5. 总结 10](#_Toc489714303)

[5.1研制过程的经验与教训 10](#_Toc489714304)

[5.2技术成熟程度，推广应用的条件和前景 10](#_Toc489714305)

[5.3存在的问题及后续工作展望 10](#_Toc489714306)

[6. 附件(电子类)<包括但不限于此> 11](#_Toc489714307)

[6.1软件设计 11](#_Toc489714308)

[6.2硬件设计 11](#_Toc489714309)

[6.3参考文献等 11](#_Toc489714310)

[7、附件（化学类）<包括但不限于此> 12](#_Toc489714311)

[7.1试剂 12](#_Toc489714312)

[7.2工具 12](#_Toc489714313)

[7.3制作工艺等 12](#_Toc489714314)

[7.4参考文献等 12](#_Toc489714315)

[8、附件（生化类）<包括但不限于此> 13](#_Toc489714316)

[8.1产品配方及工艺 13](#_Toc489714317)

[8.2原料来源及成品的质检标准 13](#_Toc489714318)

[8.3参考文献等 13](#_Toc489714319)

[9、附件（其它类） 14](#_Toc489714320)

[10、其它说明 14](#_Toc489714321)

# 项目研究简况

1.1项目背景

随着计算机网络技术和多媒体技术的广泛应用，信息隐藏技术得到了极大地推动。信息隐藏技术利用载体信息在时间或空间等方面的冗余特性，把秘密信息隐藏到载体信息中，从而得到隐秘载体。隐写术作为信息隐藏的重要分支，可以将秘密信息嵌入到图像、音频、视频等多媒体文件中，并且隐秘载体可以在公开信道上传输。隐写后，第三方无法确认隐秘载体中是否隐藏了信息，也很难提取或者去除所隐藏的信息，从而达到隐蔽通信，版权保护等目的。

音频作为使用最多的多媒体文件格式之一，应用十分广泛。音乐分享平台、网络电台、微信语音等都使用音频信号进行传播，因此采用数字音频作为载体，具有较好的伪装性。其中，MP3作为最流行的音频格式，具有隐写容量大，内容较为复杂等优点，是一种理想的隐写术嵌入载体。因此，基于MP3的音频隐写方法一直以来是国内外学者的重点研究对象。

为了实现隐蔽通信，在设计和实现隐写方法时需要综合考虑嵌入容量、不可检测性和不可感知性等因素，使得载体文件在进行信息嵌入后在感官质量、不可检测性和统计特性性上基本保持不变。现存的MP3隐写方法主要分为基于编码参数的隐写方法和基于编码数据的隐写方法。其中，基于编码参数的MP3隐写方法普遍隐写容量较低，且对音频的改动较大，容易被检测出。基于编码数据的MP3隐写方法与基于编码参数的隐写方法相比，隐写容量大幅提高，但是在隐写过程中依旧没有考虑嵌入操作对载体的感知性和统计特性的影响，也没有采用合理的方式避免在对载体影响较大的位置进行隐写，因此在抗隐写分析方面仍显不足。

为了提高隐写方法的安全负载，近些年来学术界提出了以自适应隐写术为代表的新型隐写术。自适应隐写术主要研究在保证一定的安全负载的情况下，根据音频内容选择嵌入位置，采用STC代数编码结合失真代价函数的方法，对载体进行自适应隐写。这种方法能够在载体中选择最佳的嵌入路径，减少对载体的修改次数，降低对载体的扰动，最小化嵌入操作对载体引起的失真。所以，自适应隐写算法一般具有较高的安全负载。目前，由于音频编码技术等因素的限定，尚不存在基于MP3的自适应隐写方法。

对此，本课题提出了两种基于MP3的自适应隐写方法，分别是基于等长熵码字替换的MP3自适应隐写方法和基于符号位修改的MP3自适应隐写方法。这两种隐写方法分别将MP3码流结构中的哈夫曼码字和系数符号位作为嵌入域，具有较大的隐写容量，根据心理声学模型设计相应的代价函数，结合STC编码方案实现自适应隐写。

1.2合同技术指标

1.3国内外同类技术查新

由于压缩域隐写方法与音频压缩编码标准有很大关联，主要依赖于编码参数和压缩流数据等因素。因此，按照印象隐写方式的因素，目前压缩域隐写可以分为基于编码参数的隐写方法和基于编码数据的隐写方法。常用于隐写的编码参数包括量化步长、码表索引、窗口类型、码率索引和比例因子长度索引等。基于编码数据的隐写包括码字映射和量化系数的修改等。其中MP3Stego算法是最经典的基于量化补偿的修改方法，他在MP3编码的内存循环中实现秘密信息的嵌入，通过调节量化误差的大小，将量化编码后的part2\_3块长度的奇偶性作为秘密消息的嵌入依据。Yan等人提出了一种基于量化步奇偶性的MP3隐写算法，通过修改量化不长的奇偶性来嵌入秘密信息。Yan提出了一种基于哈夫曼码表索引的MP3隐写算法，在编码过程中根据秘密信息选择编码使用的哈夫曼表，达到信息嵌入的目的。Yan提出了一种窗口类型转换达到嵌入信息的目的。码字映射隐写是利用哈夫曼编码阶段通过利用等长哈夫曼码字替换的方式进行信息隐藏的方法，本质上是一种特殊的量化系数修改方法。这类隐写算法具有很高的透明性和较大的嵌入容量。Liu和Guo提出了一种在QMDCT系数小值区进行哈夫曼码字替换的信息嵌入方法。Gao提出了一种哈夫曼码字替换的隐写算法，该算法直接在MP3大值区编码数据流上实现了信息的嵌入和提取。Yan在Gao哈夫曼码字替换的基础上进行改进，可以实现混合进制的隐写，增大了算法嵌入容量。

# 项目目标和主要研究内容

2.1项目研究目标

本项目的总体目标是，针对MP3和WAV格式的音频，研发嵌入容量大、透明性高、抗检测性强的自适应隐写方法，研发基于这种具有高安全负载的自适应音频隐写算法的新型隐写系统，可以安全嵌入多种格式的消息文件。项目的研究目标具体可以包括以下4个方面：

1、基于等长熵码字替换的MP3自适应隐写方法。当前基于码字替换的MP3隐写算法是通过对可相互替换的码字进行简单的奇偶分配实现信息嵌入，没有考虑码字替换对载体造成的扰动，导致嵌入效率和安全负载比较低。针对这种情况，以减少嵌入操作对载体的扰动，提高算法安全负载为目标。通过分析可相互替换码字与量化频域系数的分部关系，构造合理的码字搜索方案，根据心理声学模型设计相应的代价函数，计算失真并以码字奇偶分配后的二进制比特串为载体，结合STC编码方案实现自适应隐写。

2、基于符号位修改的MP3自适应隐写方法。当前基于符号位的MP3隐写算法，在信息嵌入过程中对符号位进行简单的奇偶分配，会对感知敏感区域的系数进行修改。由于符号位的改变会造成系数修改幅度放大到系数绝对值的二倍，增加了嵌入操作对音频载体的扰动。为了避免在音频敏感区域进行嵌入操作的问题，通过结合频域系数的改变幅度和心理声学模型来设计代价函数，在此基础上结合高效的隐写编码策略，提出具有高安全负载的自适应音频隐写算法。

3、双层自适应MP3隐写方案。传统的音频隐写方法采用顺序嵌入的方式，不可避免的会在静音片段等敏感部分进行修改嵌入，修改成静音片段还带来比较大的感知失真和统计失真，从而降低隐写算法的安全性。针对这种情况，通过帧间自适应可以根据消息长度及帧间代价大小来选择部分嵌入代价小的帧，结合代价函数和STC编码实现帧内自适应嵌入，选择修改代价最小的嵌入路径，使得嵌入操作对载体的扰动最小。通过帧内和帧间相结合的自适应方式实现双层MP3隐写，增大隐写算法的安全负载。

4、基于以上对系统进行隐写设计，研发能够集成以上隐写方法的软件系统。

2.2技术设计的依据和主导思想

现存的MP3隐写算法主要存在隐写容量低和安全负载低的问题。基于量化步长修改的隐写算法和基于码表索引修改的隐写算法都是基于编码参数实现的MP3隐写，这一类隐写算法容量普遍较低，此外，基于量化编码参数修改的隐写算法将秘密信息嵌入到量化或编码使用的参数中，会导致整帧或者颗粒的编码结果发生改变，对音频的统计特征影响较大，使隐写算法的抗检测能力较弱。基于码字替换的隐写算法和基于量化系数修改的隐写算法在编码数据中嵌入信息，由于编码数据数量较多，这类隐写算法容量普遍高于基于量化编码参数修改的隐写算法。但是，嵌入操作过程中没有考虑数据修改对音频造成的感知失真和统计扰动，导致算法在抗隐写分析方面较弱，安全负载较低。

为了解决MP3隐写算法安全负载较低的问题，需要在嵌入过程中选取修改代价小的嵌入点进行操作。自适应隐写算法能够有效解决这一问题。自适应隐写方法可以保证在一定负载的情况下减少对载体的修改次数，降低对载体的扰动。在适应隐写算法中，嵌入位置的选择、嵌入效率的高低、嵌入容量的大小很大程度上由载体的内容特性决定。结合STC编码可以选择最优的修改路径，使得嵌入总失真最小。自适应隐写需要合理的代价函数来计算每个嵌入点修改对载体带来的失真。音频隐写的代价函数主要从两个方面进行分析：1）心理声学模型，主要分析人耳对音频的感知特性；2）统计特性，隐写分析算法普遍是基于音频统计特性来实现的，以统计特性为基础构造代价函数，能够有效提高隐写算法抗检测能力。

因此，为了设计满足高安全负载且抗检测能力强的MP3的自适应隐写算法，需要基于MP3的编码标准，结合高效的STC编码策略，设计合适的代价函数，使得隐写操作对载体造成的扰动最小。

2.3解决的主要问题、技术难点

解决的主要问题：

1、提高了音频隐写安全负载，增强了音频隐写的实用性。目前音频隐写领域发展缓慢，受编码技术和嵌入方案等因素的影响，没有与信息隐藏的最新成果自适应隐写相结合，导致现存的音频隐写在抗隐写分析方面性能较差，安全性负载较低，限制了音频隐写的应用和发展。为了解决音频隐写安全负债率低的问题，基于当前比较流行的音频编码标准，结合当前信息隐藏领域的最新成果，提出了比较合理的音频自适应隐写方案，提高音频隐写的安全负载。

2、将STC编码应用到压缩域音频隐写。由于音频编码技术的限制，STC编码很难直接应用到压缩音频，从而使得隐写算法的抗隐写分析性能较低，限制了隐写算法的实用性。项目组分析了MP3编码的原理，阅读了上万行MP3编码器(lame)的源码，将STC编码与MP3编码相结合。通过在MP3编码过程中计算每个嵌入点的隐写代价，同时将所有嵌入点映射为二进制比特串，将代价和载体比特串作为参数，调用STC编码，将秘密信息嵌入到二进制比特串中，最后再逆映射回嵌入点，继续MP3编码。

# 技术方案

3.1技术原理和路线

1、基于等长熵编码字替换的MP3自适应隐写方法：该算法以熵编码域为嵌入域，

3.2具体实施方案

3.2.1技术方案选择及调整情况

3.2.2技术实现过程

3.2.3关键技术与实现

3.3与已有成果的比较

（具体说明本成果在原成果基础上进行了哪些转化与改进）

# 技术特点、创新性及达到的指标

4.1技术特点

4.2创新性

4.3 总体性能及指标

4.3.1 总体性能

4.3.2 技术指标

# 总结

5.1研制过程的经验与教训

5.2技术成熟程度，推广应用的条件和前景

5.3存在的问题及后续工作展望

# 附件(电子类)<包括但不限于此>

6.1软件设计

编制框图，数据库开发说明文档，程序功能函数说明文档，详细的设计文档，程序源代码以及必要的的程序注释（包括序言性注释和功能性注释）

6.2硬件设计

成果的组成结构图及关键器件的设计图纸、图表等

6.3参考文献等

# 7、附件（化学类）<包括但不限于此>

7.1试剂

试剂的来源、名称、分子式、结构式、颜色、熔点等。

自制试剂的合成路线和详细合成方法。

能够确认试剂结构的相关谱图。

7.2工具

工具的加工、环境温度、湿度，仪器设备的各项指标。

所需其他材料的各项性能指标。

选择过程中的实验数据。

剂量加工实验数据。

7.3制作工艺等

7.4参考文献等

# 8、附件（生化类）<包括但不限于此>

8.1产品配方及工艺

产品的配方，以及详细的生产工艺流程等。

8.2原料来源及成品的质检标准

8.3参考文献等

# 9、附件（其它类）

（参照上述撰写）

# 10、其它说明