**基于移动终端的听力测试和补偿系统设计与实现**

1. **绪论**
2. 课题来源及背景

随着现代社会的高速发展，听力损伤和听力障碍成为人们正常生活的一大困难。出现听力问题的原因多样：工作或生活中的各式环境噪声；随着年龄增长而出现的听力衰减；新生儿的先天性听力障碍等[1]。世界卫生组织（World health organization，WHO）研究显示[2]，听力障碍患者的人数是当前残疾人中数目最多的一类。早在2006年，国家发布的残疾人调查数据显示，当时我国有听力残疾人士2780万，其中很大一部分是老年人，然而仅三年之后（截止于2009年），来自英国医学听力研究学会的一份统计报告表明，全世界大约有 6 亿人患有听力损伤疾病，而其中有 1.4 亿的听力障碍患者就来自我国[3]，由此可见，听力障碍问题可见一斑。听力障碍人群数目增加一方面是由于轻微的听力损伤并不会对正常生活造成太大影响，普通人缺乏保护听力的意识，也不了解听力保护的相关知识，持续的听力损伤使得人们的听力水平下降到一定水平，最终影响人们的正常生活和交流[8]；另一方面，随着年龄的增长，生理机能的逐渐衰退也造成许多老年人的听力障碍。普通民众由于缺乏听力保护意识和知识，对老龄人的听力障碍现象不闻不问、置之不理。然而，听力水平下降导致人的交流障碍，会使得听障人群参与社会活动的能力降低，社交活动减少，严重的出现心理障碍、自闭，甚至会诱发老年痴呆[4]。因此，听力障碍人群的生活质量是社会亟待关注和解决的问题之一。

针对上述听力障碍问题，人们使用助听器帮助听力障碍人群恢复听觉功能、提高生活质量[6]。然而助听器并非只是一个简单的音频放大器，它十分精密，需要根据听力损伤情况进行科学的验配，方可达到效果。如若验配不佳，甚至会反过来损伤听力[4]。此外，由于技术垄断等原因，使得只有少数的听力障碍患者能佩戴助听器[6]。数据显示，中国助听器选配比例仅在5%左右[4]，提高听力障碍患者的听觉功能面临巨大挑战。而在佩戴助听器的听力障碍患者中，由于听力检查和验配等不合适也导致许多患者不满意，效果不佳。据美国著名的助听器市场调查研究MarkeTrak VII报告数据显示，只有71%的助听器使用者对于所使用的助听器比较满意[7]。可见，助听器的验配对提高听障患者使用助听器的体验和效果至关重要，而听力检查和测试又是助听器验配的主要内容。目前而言，听力检查主要是在各省市大型医疗机构中完成，其所有到的设备大多需要进口，设备成本较高，覆盖面窄；检查过程中需要专业人士对待测者的反映进行判别，操作繁琐漫长[8]。限于这些困难，许多需要进行听力检查或是想通过听力检查来了解自身听觉功能的人群很难接受听力检查。

1. 课题目的及意义

本课题的目的利用语音信号处理技术开发基于移动终端（比如手机）的听力检查系统，使大多数人都能便捷地进行纯音听力测试、听力分辨力测试以及言语测听等基本听力测试项，有助于听障患者的助听器验配，也可方便普通人进行听力测试，提高大众的听觉保护意识，对听力障碍的预防和听力康复有指导意义[9]。通过广泛使用的移动终端设备（手机、平板等）传播听力保护知识，并可针对听力验配中较为简单的项目进行检测，帮助使用者了解自己的听力状态，并由此提高使用者的听力保护意识。此外，针对于助听器的语音补偿算法进行研究，不仅有助于提高助听效果，通过和相应的听障人的听力测试结果进行结合分析，可达到更好、更精确的验配效果[10]。因此，对基于移动终端的听力测试系统和相应的提高助听器助听效果的语音处理算法的研究具有重要的实际意义。

1. 国内外研究现状分析

听力检查中最常使用的仪器是听力计，听力检查的演变历程和听力计的发展息息相关。英国著名发明家David Edward Hughes最早与1897年在名为“感应电流平衡和实验研究”一文中提出听力计一词，并发明了世界上第一台听力计；实验家、作家Benjamin Ward Richardson对听力计给予高度评价并选在医学界宣传听力计；1912年，Hawksley将听力计投入商业化生产；1932年，Watkyn Thomas和Yates提到电子管听力计的测试；二十世纪四十年代，B&K公司设计出首台听力计产品，并广泛应用与医疗和科研领域。此后，随着电子技术的飞速发展，听力计的硬件和软件都得到了革新，集成电路、液晶屏、DDS信号合成技术，DSP技术等等，使得听力计越加精确和方便；美国、德国和丹麦等国家许多企业均在致力于听力计的研究和创新；1999年已出现使用DDS技术的高精度听力计；2004年移动手机听力计出现；美国智听公司研制出基于PC设备的听力检查系统，通过对产品软件进行设计，使其具有良好的图形界面，方便用户操作使用。

国内对于听力检查和听力计的研究起步较晚，但是发展迅速。在20世纪50年代听力计便在我国一些医院中使用；1964年我国第一部听力学著作《听力学概论》出版；之后我国听力康复研究不断发展，从进口听力检查设备到自主生产和设计听力计等医疗仪器；从模拟技术到数字技术、直接频率合成技术；从听力检查的无人问津到测听国家标准的制定，我国听力学和听力康复治疗已得到较好发展。近年来，在国家测听标准的基础上，针对测听操作流程的优化，以及测听设备的数字化，测听软件的智能化研究日益广泛。周洋等人针对听力检查内容及流程进行优化，并开发相关的计算机软件，将听力检查操作集成至个人PC终端，使得听力检查操作更加便捷。随着听力学研究者和听力康复临床工作者们的深入研究，综合国内外的听力检查研究不难看出，目前听力检查主要向着便捷化、多功能、便携化及智能化方向发展。

1. 主要研究内容
2. **助听器测听基本知识**
3. **基于移动终端的测听系统实现**
4. **响度补偿算法**
5. **频率补偿算法**
6. **移动终端算法实现与测试**