

# 南方科技大学

## 大学生创新创业训练计划项目

### 申请书

项目名称： 可穿戴 NFC 设备设计研究  
—— 新形式校园可穿戴 NFC 标签设计方案

项目负责人： 陈天阳

所在院系： 电子与电气工程系

专业班级： 通信工程

联系电话： 18392982551

E - mail： 12111524@mail.sustech.edu.cn

指导教师： 叶涛 职称 教授

申请日期： 2023 年 3 月 16 日

南方科技大学教学工作部 制

## 填 表 说 明

一、请严格按照表中要求填写各项。要求实事求是，表达明确、严谨。

二、项目只能由全日制本科生提出申请，原则上以二、三年级学生为主。申请者要品学兼优、学有余力，有较强的独立思考能力和创新意识，对科学研究、科技活动或社会实践有浓厚的兴趣。

三、“项目类别”指 A--创新训练项目；B--创业训练项目；C--创业实践项目。

四、申请书中第一次出现外文名词时，要写清全称和缩写，再出现同一词时可以使用缩写。

五、申请书用 A4 纸双面打印，于左侧装订成册。由指导教师和所在院系审查并签署意见后报送教学工作部，同时提交电子文档。

六、如表格不够，可以加附页。

项目 简 况	项目名称	可穿戴 NFC 设备设计研究——新形式校园可穿戴 NFC 标签设计方案						
	项目类别	(A) A--创新训练项目; B--创业训练项目; C--创业实践项目						
	申请资助 经费	11000 元			项目起止 时间	2023 年 4 月至 2024 年 4 月		
项目 负 责 人	姓 名	陈天阳	性别	男	出生年月	2003.7		
	专业年级	通信工程 2021 级			学院 (系、 部)	电子与电气工程系		
	学分绩点 及 专业排名	3.64 7/17			电 话	18392982551		
项目 组 主 要 成 员	姓 名	性别	出生年月	专业年级	所在学院 (系、 部)	项目分工	签 字	
	赵勇	男	2003.01	工业设计 2021 级	创新创意 设计学院	设计方案	赵勇	
	汪海玉	男	2001.11	通信工程 2020 级	电子与电 气工程系	技术保障	汪海玉	
	程斌	男	2003.11	工业设计 2021 级	创新创意 设计学院	设计制造	程斌	
指 导 教 师	姓 名	性 别		出生年月	职 称	最高学历	最后学位	研究方向
	叶涛	男		1969.12	教授	研究生	博士	物联网与 微系统
	Seungwoo Je	男		1992.11	助理教授	研究生	博士	人机交互 (HCI)
	电 话	13266940594			E-mail	yet@sustech.edu.cn		

## 一、立项依据

### 1.1 项目的意义

1. 针对项目的电子技术部分，其意义主要体现在以下几个方面：

- a. 高性能的 NFC 能量与信息交换器件设计：通过对传统 NFC 标签的创新性重构和对新型 NFC 技术的应用，实现了高性能的能量和信息交换器件的设计，为可穿戴设备的应用提供了技术支撑；
- b. 崭新 NFC 器件形态的设计：相比于市面传统 NFC 被动设备，新形式可穿戴 NFC 标签更适合于穿戴场景，同时保留了 NFC 芯片的权限与加密属性，为校园卡等传统 NFC 标签的替代提供了可行性。

2. 针对项目的工业设计部分，其意义主要体现在以下几个方面：

- a. 佩戴体验的优化。通过更充分的人体工学设计实现无感化的佩戴体验，针对校园生活实际使用场景进行优化，极大程度上优化设备穿戴体验与便利性；
- b. 设计形态的改善。新的设计方案针对磨损、丢失等现有问题进行优化，保证学校标识和个人信息标识的清晰度，降低日常使用中损坏与丢失的可能；
- c. 校园标识的彰显。作为学校的独特标签，可穿戴 NFC 设备更加凸显了校园的创新氛围，同时产品可与学校周边互动，设计不同样式，使其更具有校园标识，获得师生认同感。

综上所述，本项目的电子技术和工业设计两个部分相辅相成，旨在设计出更加高性能、舒适性和群体认同感的可穿戴 NFC 设备，解决南科大校园卡使用中存在的各种问题，提高校园生活的便利性和舒适性，彰显学校的创新文化氛围。

## 1.2 国内外研究现状与存在的问题

### 1.2.1 研究现状:

#### 1. 技术上:

##### a. 针对特殊形态 NFC 天线的设计, 目前有如下值得学习的成果:

- i. 孙英教授于变形工作状态下非等间距柔性 NFC 标签天线设计[J].电子测量与仪器学报,2022,36(05):57-66.中针对柔性 NFC 标签天线处于变形工作状态下易出现的频率偏移及工作性能下降问题,通过对比镓铟合金、汞、石墨烯与纳米银标准导电油墨等天线材料并着重研究非等间距天线特性,设计出一款可贴合人体皮肤且性能优良的柔性 NFC 标签天线.其对于天线处于变形工作状态下性质的研究结果可以拓展可穿戴设备天线的设计思路;
- ii. 孙英教授于基于 NFC 的可穿戴传感器中柔性/可拉伸天线的研究进展[J].仪器仪表学报,2020,41(12):122-137.一文中从天线制备方法出发,分别讨论了利用传统金属材料的传统结构、2D 结构、3D 结构以及利用柔性金属材料中的导电纺织材料、镓基液态金属、导电纳米材料设计柔性/可拉伸 NFC 天线的研究进展,及其在可穿戴传感器中的具体应用和目前设计中存在的一些问题,为重新设计天线样式提供了思考方向;
- iii. 陈娟于小面积 NFC 天线设计[J].国外电子测量技术,2020,39(04):144-148.中提出了打破传统天线“线式”模式的小金属片式天线设计,极大程度上拓展了可穿戴设备天线设计思路,为小设备内搭载较大有效面积天线提供了创新性的设计方案与研究方法。

##### b. 针对有限净空条件下具有抗干扰能力的 NFC 天线设计, 目前已存在以下研究:

- i. 杨锴,陆晓霞,吴震星,王明明,李维佳于金属外壳手机低干扰 NFC 天线设计[J].国外电子测量技术,2020,39(04):144-148.一文中描述了将 NFC

天线切割成若干部分以抵消由寄生效应产生的工作频带漂移可以大幅减小了对相邻天线的工作影响,提高了工作效率。可穿戴 NFC 设备同样需要在有限空间内实现足够强的射频与抗干扰捕获能力。文章利用重新设计天线的方式提升天线性能为可穿戴 NFC 标签的轻量化设计做技术铺垫。

c. 针对低成本 NFC 天线设计理论, 值得关注的研究结果如下:

- i. 李维佳博士于智能终端设备低成本 NFC 天线设计方法[J].电子元件与材料,2019,38(11):61-65.一文中详尽分析了 NFC 天线制造成本较高的主要因素,深入空间磁场分布理论,采用分布式磁性基板设计,大幅降低磁性基板使用面积,并优化 NFC 天线结构设计,在提升性能的同时,有效降低天线成本。为可穿戴 NFC 标签未来所面临的量产场景指引了成本控制的实现方法。

d. 针对 NFC 小型化后的应用, 值得关注的研究结果如下:

- i. 防灾博览,2017(06):89.介绍了一款基于液态钨金打造、内部镶嵌磁石、锆粒和 FIR 能量石、具备双核 MCU NXP 芯片和 NFC 芯片的智能戒指。该智能戒指可以模拟和复制各种频段的非接触式 IC、ID 芯片,代替传统卡片,如门禁卡、购物卡、公交地铁卡等。同时,该智能戒指还可以保存私密备忘录、日记等信息,并通过 NFC 芯片高速、稳定地传输信息。该智能戒指具有防水、防尘等级,支持多种主流操作系统。因此,该智能戒指是一种小型化的 NFC 应用设备,具有多种便利功能,可以提高人们的生活质量;
- ii. H. Shibuya 团队进行了一种将 13.56/6.78 MHz 无线充电接收功能和 A/B/F 近场通讯(NFC)功能结合的超小型模块的首次演示。为了能够将此模块嵌入移动终端,电气和热设计进行了优化,其尺寸为 14×26×1.86 毫米。文章还描述了用于验证无线充电效率、通过无线充电天线进行 NFC 性能、嵌入移动终端的热设计以及无线充电系统的电磁干扰(EMI)降低的模拟测试台。简而言之,该技术将 NFC 功能集成在超小型模块中,可以通过无线充电天线提供电源,可应用于

手机等移动终端。

## 2. 设计上:

- a. 根据新闻报道, RFID 及本项目所集中关注的 NFC 设备已经极大程度上进入了日常生活:
  - i. 诸多汽车品牌选择使用 NFC 技术打造具有直观使用体验的车钥匙;
  - ii. 健力士啤酒公司将 NFC 标签添加至啤酒机设计中, 使用者可以通过手机与啤酒机的直接接触获取品牌信息获得赠送饮品;
  - iii. 设计具备 NFC 功能的智能书签, 使用者可以将字符写入存储芯片, 后续读者可以利用智能手机接触书签读取写入内容。
- b. 可穿戴 NFC 设备具备可实施性, 并存在一定解决方案:
  - i. 全球身份识别解决方案供应商 HID-Global 宣布, 其 Seos 的技术证书可以让拥有 Nymi-Band3.0 腕带的可以作为验证用户权限, 实现门禁、系统控制及设备管理的功能;
  - ii. Spyder-Active-Sports 品牌制造的美国滑雪队 (USST) 夹克开始使用 NFC 技术为客户提供夹克, 滑雪队和当地滑雪场相关信息。目前, 该系统正在试验阶段, 每件夹克都内置一个 NFC 标签。消费者可使用 NFC 智能手机及平板电脑在店内读取标签信息, 通过 YouTube, Twitter 等社交媒体进行互动, 了解相关信息;
  - iii. 2016 年里约奥运会上, VISA 公司在奥运场馆周边安装了约 4000 个支持 NFC 戒指的支付终端设备, 其新颖形式收到广泛关注, 但“屈指紧靠”的支付方式依然存在改进空间。

## 参考文献:

- [1] 孙英,花赛月,刘乃源,周严,翁玲.变形工作状态下非等间距柔性 NFC 标签天线设计[J].电子测量与仪器学报,2022,36(05):57-66.

- [2] 孙英,刘乃源,余臻伟,周严.基于 NFC 的可穿戴传感器中柔性/可拉伸 天线的研究进展[J].仪器仪表学报,2020,41(12):122-137.
- [3] 陈娟.小面积 NFC 天线设计[J].国外电子测量技术,2020,39(04):144-148.
- [4] 杨锴,陆晓霞,吴震星,王明明,李维佳.金属外壳手机低干扰 NFC 天线设计[J].中国电子科学研究院学报,2021,16(08):783-788+796.
- [5] 李维佳,梁迪飞,张国瑞,周阳,刘彦宁,邓龙江.智能终端设备低成本 NFC 天线设计方法[J].电子元件与材料,2019,38(11):61-65.
- [6] 无需充电的智能戒指:内置 NFC 芯片 可代替门禁卡[J].防灾博览,2017(06):89.
- [7] H. Shibuya et al., "A wireless charging and near-field communication combination module for mobile applications," 2014 IEEE 64th Electronic Components and Technology Conference (ECTC), Orlando, FL, USA, 2014, pp. 763-768, doi: 10.1109/ECTC.2014.6897371.

### 1.2.2 现存研究问题

1. NFC 技术局限: 传统 NFC 技术在读取距离和传输速率方面存在限制, 可能会影响校园可穿戴设备的实际使用体验;
2. 安全性问题: 该研究并未详细说明如何保障校园可穿戴设备中的 NFC 技术的安全性, 例如在重新设计 NFC 硬件形式后保留原有的数据加密与安全性保证;
3. 用户体验不够优化: 上述研究讨论了 NFC 研究的可行性, 但并未提供足够的数据来说明设备是否能够在实际使用中提供优秀的用户体验。例如, 在校园场景中可穿戴设备是否方便, 是否易于操作, 是否耐用等问题需要进一步考虑;
4. 可扩展性问题: 上述研究仅关注了 NFC 与设计中的一些方面, 如何将这些设计扩展到其他场景和应用程序需要进一步研究。



### 1.3 自身具备的知识条件

#### 1.3.1 技术知识储备

RFID 即 Radio Frequency Identification，是一种标签与阅读器之间非接触式通信的一种方式。广泛应用于自动化生产、门禁系统以及物流管理。我们日常使用的校园卡也是使用 RFID 技术实现了身份识别。NFC，Near Field Communication，是由飞利浦等企业在 RFID 技术的基础上联合研发的新型近场通信技术。可以认为 NFC 即为融合了 RFID 读卡器和智能卡的功能。NFC 可以兼容高频的 RFID（13.56MHz），因此可以模拟 RFID 的卡片，实现其功能。

NFC 是一种近距离无线通讯技术，即近场通讯，就是在近距离内让电子设备之间以点对点的方式实现数据交换，NFC 有两大特点，一个是近距离、一个是安全性高。因此，这几年在移动通讯市场中被广泛运用。



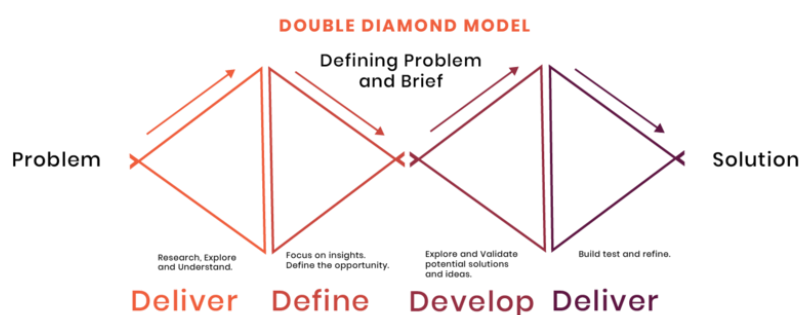
图源: <https://www.adslzone.net>

#### 1.3.2 设计知识储备:

1. 成员掌握“Double Diamond”模型和“5 Stages”模型:

“Double Diamond”模型和“5 Stages”模型是目前广泛应用于工业设计领域

的两种设计方法。其中，“Double Diamond”模型分为四个阶段，分别是发现、定义、开发和交付；“5 Stages”模型则分为策略、范围、结构、表现和实现五个阶段。在“Double Diamond”模型中，第一阶段的发现阶段是为了理解用户需求、市场情况等，并找到项目的设计方向；第二阶段的定义阶段是为了更准确地定义设计目标、范围、约束条件等；第三阶段的开发阶段是根据定义阶段的结果进行设计方案的制定和实现；第四阶段的交付阶段是为了测试、完善并最终交付设计成果。



图源: <https://asusdesign.com>

“5 Stages”模型则更加强调设计过程中的迭代性和用户体验，其中策略阶段强调用户需求的发掘和需求定义；范围阶段则着重于设计概念的确定；结构阶段则着重于概念的具体化和完善；表现阶段则关注产品的外观和交互界面设计；实现阶段则是对产品进行实现和测试。

这两种设计方法在工业设计领域中得到广泛应用，能够帮助设计团队更好地理解用户需求、优化设计方案、提高产品的实用性和用户体验。通过熟练掌握这些设计方法，设计团队可以更好地完成本项目的设计工作，保证设计成果的有效性和实用性。

## 2. 成员掌握概念生成方法: 6-8-5 Sketch, C-Sketch:

作为快速概念生成方法，6-8-5 Sketch 和 C-Sketch 在工业设计领域得到了广泛应用。其目的是快速生成大量的创意概念，以便后续筛选和深入开发。

6-8-5 Sketch 是一种基于手绘的方法，名称来源于其具体步骤：设计师需要在 6x8 的方格内，画出 8 个主题的草图，每个主题下再画出 5 个子方案，共计

40 个草图。这个过程非常迅速，每个草图仅需要几秒钟。6-8-5 Sketch 的优势在于能够迅速地提供大量的创意概念，而且在草图阶段不需要太多的设计技能。

C-Sketch 则是一种基于数字工具的方法，使用 Sketch 软件完成。在 C-Sketch 中，设计师需要在一个网格中画出多个方案，并根据需要进行调整和重组。这个过程中可以使用各种颜色和线条来表示不同的设计元素，也可以根据需要进行标注和注释。C-Sketch 的优势在于更加灵活，可以使用数字工具快速地实现设计想法，并且可以保存和共享设计成果。

### 3. 成员掌握调研方法: FGI (Focus Group Interview), IA (Information Architecture) 和 User Journey Map:

FGI (焦点小组访谈): 焦点小组访谈是通过对一组参与者的访谈来收集各种信息的一种方法。

IA (信息架构): 信息架构是一种专注于数字产品内信息组织的学科。例如，设计师在创建应用程序和网站时，会布置每个单独的屏幕，使用户能够轻松找到所需的信息。他们还创建一个流程，让用户可以在不费力的情况下在屏幕之间导航。UX 架构师确定了正确的组织和流程。

用户旅程地图: 用户旅程地图（也称为客户旅程地图）是一种图表，用于直观地展示用户通过您的网站的流程，从初始接触或发现开始，通过参与过程，到最终建立长期的忠诚度和支持。

## 1.4 成员特长、兴趣和相关经历;

### 1.4.1 陈天阳

1. 善于总结知识结构与联系，能够将理论知识应用于实际场景;
2. 对半被动式 RFID 等新型无线通信技术应用与可穿戴设备感兴趣;
3. 有创新创业赛事参与与管理经历:
  - a. 作为申报人组织第十七届“挑战杯”广东大学生课外学术科技作品竞赛《针对碎片化阅读时代大学生的阅读调查与推广实践——基于本科生的

实证调查分析与推广网站建设》作品的省级申报；

- b. 参与 2021 年度南方科技大学大学生创新创业训练计划项目《基于低频超声谐振诱导材料沉积打印的柔性传感器件制备工艺研究》的科学研究与结项；
- c. 参与 2023 年度“攀登计划”广东大学生科技创新培育专项资金资助项目的结项认定工作；
- d. 参与第十八届“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛南方科技大学校内赛，荣获三等奖。



#### 1.4.2 赵勇

- 1. 为南方科技大学幼儿园制作儿童座椅，成为最受孩子喜爱座椅；
- 2. 与 Urban Forest、迈瑞等公司合作产品；
- 3. 在 Seungwoo Je 教授的课题组，一同跟进腾讯项目；
- 4. 个人设计作品集链接：<https://sites.google.com/view/jojo-portfolio>。

可通过扫描二维码访问作品集。



#### 1.4.3 汪海玉

1. 专业基础知识扎实，绝大部分专业课程均在 90 分以上，且理解较深。曾担任电路基础课程助教及电子系互助课堂模拟电路、通信原理导生；
2. 项目经验丰富，相关研究“Implementation of Anti-Quantum Communication System Using Software-Defined Radio”发表于国际会议 2023 International Conference on Consumer Electronics.并口头汇报；
3. 参与第十八届“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛南方科技大学校内赛，获得三等奖；
4. 在电子与电气工程系互联网与微系统实验室有近一年实验经验，对于 RFID 及其相关的仪器的使用有一定的经验。对于 ISO1800-64 协议有一定了解；
5. 目前正参与成都网动光电子公司线上实习，参与自动熔深熔宽测量系统的研发。

#### 1.4.4 程斌

1. 与 Urban Forest、迈瑞等公司展开产品合作，具有充分考虑产品的功能性、可靠性、耐用性和用户体验的能力；
2. 具有充足设计经验，拥有实际设计作品；
3. 在可穿戴 NFC 领域有充足经验，目前已取得一定研究成果。

## 1.5 开展研究的前期准备工作

### 1.5.1 文献调研

在文献调研方面，本次项目完成了以下工作：

1. 确定调研范围和关键词：项目团队首先明确了研究的范围，即在校园中的可穿戴 NFC 设计，并针对该主题选择了相关的关键词，如“校园可穿戴设备”、“NFC 技术”等；
2. 收集文献资料：团队成员在各大学术搜索引擎中搜索相关文献，如 Google Scholar、CNKI 等，并筛选出与研究主题相关的文献；
3. 阅读和筛选文献：针对所收集到的文献，团队成员进行了仔细的阅读和筛选，选择与本次研究主题相关且质量较高的文献进行综述；
4. 总结和归纳文献内容：团队成员总结了所筛选文献的内容，并进行了归纳总结，以便更好地理解和分析现有文献的优缺点；
5. 分析和比较文献：团队成员针对所调研到的文献进行了分析和比较，找出各篇文献在校园可穿戴 NFC 设计方面应用的优缺点，并在此基础上提出了本次项目的改进点。

### 1.5.2 市场调研

#### Differentiation

There are already related IC rings on the market, but in contrast, our products are **strongly aimed at SUSTech students**, including the IC systems in SUSTech and corresponding user scenarios.

Also, our products can **be customized**, and the style of the ring is not fixed.

Plus, the ring's **feedback system** also distinguishes it from other products – a good feedback system may be able to give the user a better user experience.



Other IC/NFC ring product

-35-

目前市场上已经出现相关的 NFC 可穿戴产品，但是本次项目的目标用户主要是在校学生，包括不同学校校园的 IC 系统以及相应的用户场景。因此，本次项目将针对目标用户的需求进行差异化设计，以更好地满足其需求。

此外，相比于现有的 NFC 可穿戴产品，本次项目形成的产品具有独立设计的特点，产品形式的样式并不是固定的。这意味着本次项目形成的方案可以根据用户的需求和市场的变化灵活地进行产品设计和更新，不断提升产品的竞争力和用户体验。

为了实现这一目标，项目组将继续进行深入的市场调研和用户需求分析，充分了解目标用户的需求和偏好，为产品设计和开发提供有力的支持。同时，项目组将充分利用先进的设计工具和技术，提高产品的设计和建模效率，加快产品的开发和推广进程。

### 1.5.3 现有成果

#### 1. 领域现状分析

项目组成员针对现有校园 NFC 标签形式——校园卡，以从丢失情况、使用习惯、携带方式、特殊场景和个性需求五个层面入手，依据对南方科技大学师生的实际调研分析了现有校园 NFC 标签形式在日常生活中的不足之处。

#### Insight #1

1 Losing Card



#### “Ah... Am I losing my card again?”

Some SUSTech students often lose their school cards, so they choose to use card holders to prevent the **loss of school cards**. Losing the school card not only costs money to replace, but also affects the mood, so this is a point that needs to be considered more when designing.

#### Raw Data

- 35 out of 59 students believe that the school card holder prevents the loss of the school card
- Two-thirds (24/36) of the students chose to use the school card holder mainly to prevent the loss of the school card
- All four interviewees believe that school card holders can reduce the chance of losing school cards to some extent



## Insight #2



### “Wait... I will pay for it... Let me get my card...”

SUSTech students sometimes need to find their school card when paying, and they will **crowd in the middle of the payment queue** especially when their balance of the school card is insufficient. This often leads students to embarrassment, anxiety, and frustration.

#### Raw Data

- In just 16 minutes of the observation in the canteen, the queue experienced three times of 'traffic jams'
- In the survey, someone told that not being able to see the balance on the card made him or her worried at the time of payment
- In the observation, 18 out of 50 people put down the plate first then finding their card and paying for the meal

-07-

## Insight #3



### “School card around the neck? Kinda embarrassing...”

SUSTech students are reluctant to hang their school cards around their necks because it makes people **feel a bit embarrassed and inconvenient during sports**. Therefore, it is also important to consider the way students wear their school cards.

#### Raw Data

- Only 2 out of 59 students usually hang the school card around the neck
- One interviewee thought it was a bit awkward to hang the card around his neck like a officer
- In the observation, only 1 out of 50 people hang the school card around the neck and then bend themselves to pay.

-08-

## Insight #4



### “Wanna take a shower? Remove the card first!”

Before taking a shower, some SUSTech students need to **remove the card from the card holder to insert the card into the card slot**. After taking a bath, the wet card is not easy to put back in the card holder, which is very unpleasant.

#### Raw Data

- 36.36% students (16/44) think they were frustrated when they need to take the card out first to go showering
- In the survey, someone told that he or she doesn't use the card holder because he or she doesn't want to remove the card when taking a shower
- Two interviewees mentioned once losing their school cards and having to borrow someone else's school card to take a shower, which was frustrating

-09-



## Insight #5



### "My card shows who I am."

Some SUSTech students will think that the school card can be a channel to **express their personality**, and even regard it as the main need. Therefore, it is also important to design products that **take into account the personalized needs** of some users.

### Raw Data

- 3 out of 59 students believe the prior reason that they use card holder is to show the personality
- One interviewee said she prioritized the pattern on it when choosing a school card holder
- One interviewee said she would be happy to use jewelry with a school card function

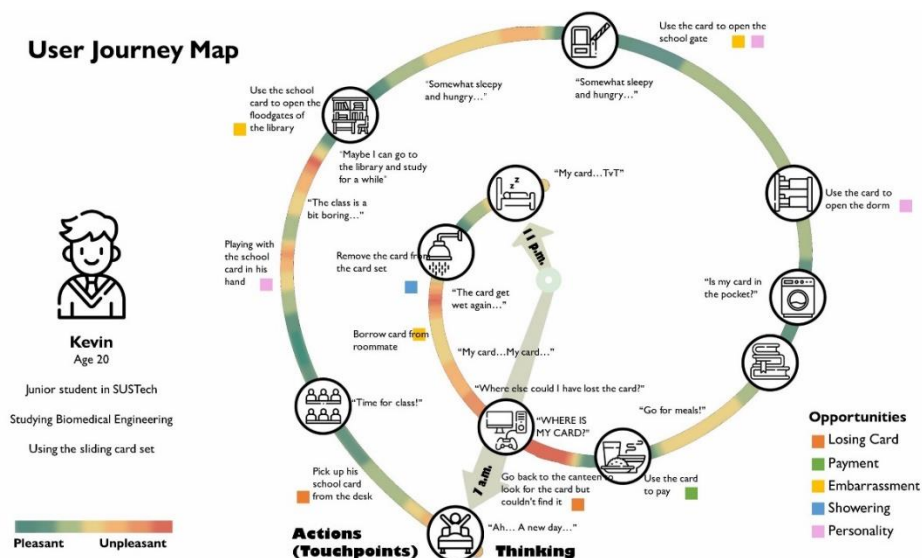
-10-

## 2. 用户旅程分析

项目组成员通过对现有校园 NFC 标签的用户旅程进行分析，深入了解了用户使用体验中的具体场景与问题，为新型 NFC 标签的设计做好了准备。在分析过程中，项目组成员首先对校园 NFC 标签的使用场景、用户行为和需求进行了深入调研，并结合实际使用情况对标签的缺陷和不足进行了详细记录和总结。

基于调研结果，项目组成员在工业设计方面提出了一些创新点和设计方案。在新型 NFC 标签的设计中，成员考虑了标签的外观、材质、尺寸和重量等因素，并且结合人体工程学原理和用户体验的角度，提出了戒指形状的设计方案，从而让用户在佩戴标签的过程中感觉更加自然舒适。

### User Journey Map

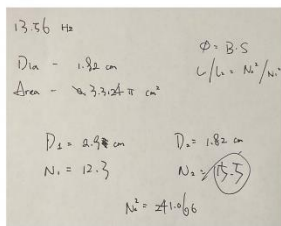


-11-

### 3. 产品形式预实验

针对调研结果，项目组成员进行了预实验。项目组成员通过焊接后的 NFC 芯片和线圈组装成一个完整的 NFC 标签，并将其置于模具中，并加入 UV 胶进行光固化。该光固化过程可确保 NFC 标签具有较好的耐用性和稳定性，使其在长期使用过程中能够有效地保持其性能。完成光固化后，项目组成员将模具脱离，并通过打磨将 NFC 标签成型为设计好的戒指形状。

#### Prototype – Making



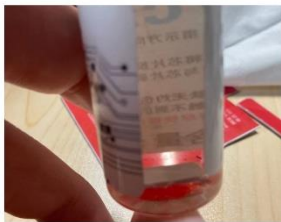
Calculate the number of turns of the coil



Winding coils



Remove the chip from the school card



Dissolve PVC



Solder chips and coils



-23-

#### Prototype – Making



3D Printing



Silicone inverted mold



Put in the coil and fill it with UV resin

The necklace



-24-

#### 4. 未来研究拓展

项目组成员通过进行三维建模，设计出未来 NFC 标签产品的精细化雏形。

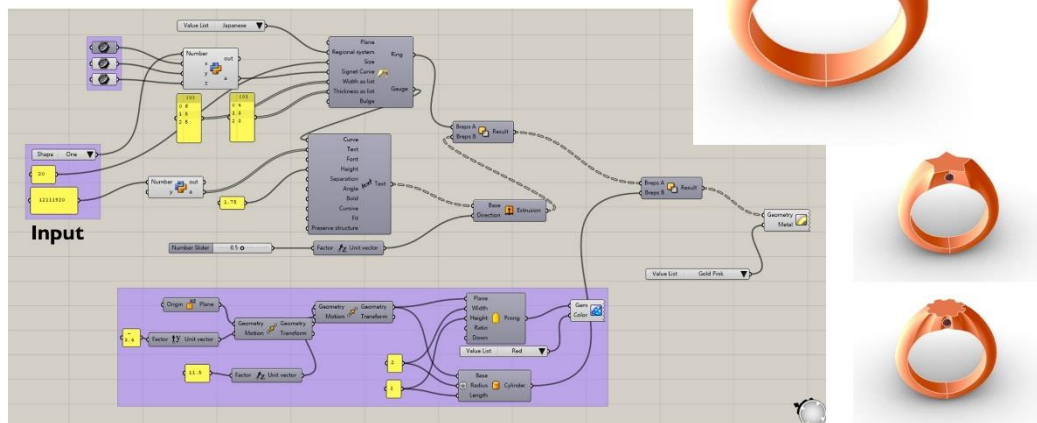
Rhino 是一种强大的三维建模软件，被广泛应用于工业设计、建筑设计、产品设计等领域。Rhino 提供了丰富的建模工具和高度灵活的设计环境，使得设计师可以轻松创建各种形态的三维模型。

Grasshopper 是 Rhino 的一个插件，是一种基于节点的可视化编程工具。Grasshopper 提供了一种非常直观和易于使用的方式，让设计师可以通过简单的拖拽和连接操作来创建各种复杂的形态和结构，从而实现高效的设计和建模过程。

通过使用 **Rhino Grasshopper**，项目组成员成功地创建了未来 NFC 标签产品的精细化雏形。新模型具有更美观的外形和更鲜明的校园标识，充满科技美感和设计感。通过三维建模技术，项目组成员实现了对未来 NFC 标签产品的形态和结构进行全面、详细的设计和呈现，为未来的产品开发提供了重要的参考和支持。

## Prototype – 3D Modeling

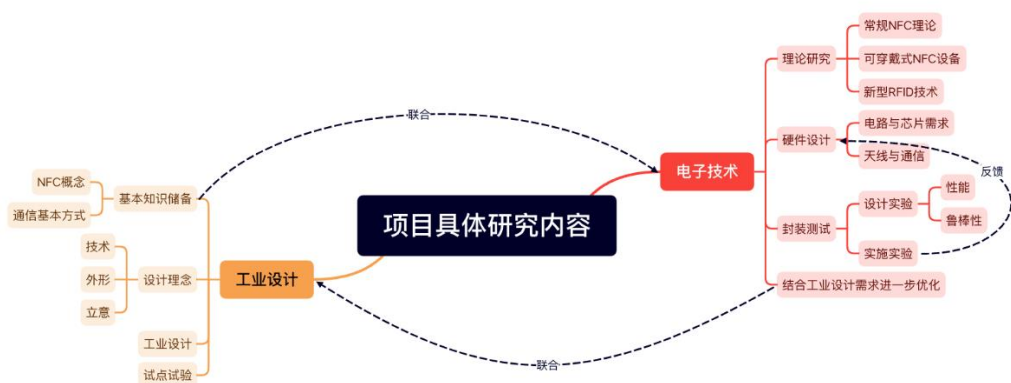
## Rhino - Grasshopper



## 二、项目研究内容

### 2.1 具体研究内容和技术考核指标；

#### 2.1.1 具体研究内容



#### 1. 技术上

- 进一步研究 NFC 理论，针对现有 NFC 器件形态展开详细调研，对于半被动式 RFID 等有机会应用于可穿戴式 NFC 设备的技术展开详细调研；
- 基于设计需求实际情况展开可穿戴设备 NFC 天线设计制造；
- 可穿戴 NFC 设备电路封装测试，实验量化分析样品性能与鲁棒性；
- 针对设计工业设计需求展开进一步优化。

#### 2. 设计上

- 清晰认识技术方面范畴，明确 NFC 硬件形式；
- 确立设计理念，设计多种样式，将技术、外形与产品立意相结合，做到先进、实用且被广泛接受认可；
- 将技术与设计方案相融合，完成可穿戴 NFC 设备工业设计；

- d. 基于实际样品展开小范围试点。通过 FGI、可用性测试等方法在做出原型后得到用户的反馈数据，包括常用 NFC 设备、不常用 NFC 设备、基本不用 NFC 设备的不同用户，继续迭代优化产品样式、性能等因素；
- e. 通过 Observation 与 Shadowing 等方法在用户使用产品一段时间后，在是否耐用、是否易保存、是否满足用户的情感需求等方面做出调研。

### 2.1.2 项目考核指标

#### 1. 技术上

- a. 完成了可穿戴 NFC 设备技术背景的学术调研；
- b. 完成了符合穿戴设计需求的 NFC 器件设计；
- c. 设计硬件能够稳定运行，切实满足工业设计需求。

#### 2. 设计上

- a. 完成了可穿戴 NFC 设备设计并形成样品；
- b. 基于样品展开了调研并收集了用户反馈；
- c. 基于调研结果对设计成果展开了优化。

## 2.2 拟解决的关键问题

### 1. 技术上：

- a. 设计针对可穿戴设备的 NFC 天线,使其满足通讯距离及灵敏度要求的同时具有更小的体积,更易与可穿戴设备融合;
- b. 完成可穿戴 NFC 设备的电子硬件设计;
- c. 依据导师产学研结合现有经验及硬件设计实际情况,针对未来的量产场景提出降低 NFC 芯片及新形式天线集成电路生产成本的解决方案。

### 2. 设计上：

- a. 根据调研结果与工业设计,确定可穿戴 NFC 设备的形态与样式;
- b. 结合技术实际,完成不易丢失、耐用性强、融合校园文化元素并在校内具有群体认同感的可穿戴 NFC 设备工业设计;
- c. 展开样品试点并根据用户反馈进行优化。

## 2.3 项目可行性分析

### 2.3.1 项目现存经验保障

电子技术层面,项目组电子技术成员来自电子与电气工程系通信工程专业,对于电路设计,通信原理与近场无线通信应用有扎实的理论研究基础。项目组成员课题组深耕 RFID 与 NFC 应用领域,其在新型天线,射频治疗,通信感知领域已经取得诸多学术成果。

工业设计层面,项目组工业设计成员来自创新创意设计学院工业设计专业,掌握前沿设计理论,拥有充足的项目经验。在既往学习过程中对于 NFC 可穿戴设备进行了创新性探索,且已取得一定成果。

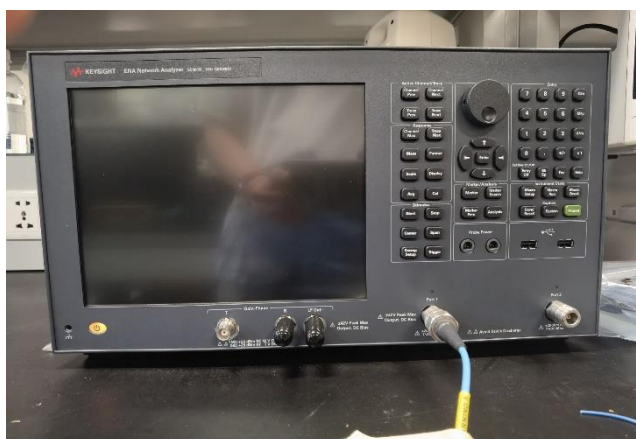


### 2.3.2 项目研究环境保障

1. 电子上本项目实施依托南方科技大学电子系物联网与微系统实验室，该实验室拥有一系列先进的电子测量设备，能够满足本项目的基本测试要求，保障本次项目研究的进行：
  - a. 数字示波器 DSOS804A 是一款高性能的数字示波器，具有高带宽和高采样率的特点，可以对信号进行高精度的采集和分析。在本项目中，DSOS804A 可以用于对 NFC 芯片的通信信号进行采集和分析，以确定 NFC 标签的通信协议和参数，为产品设计和开发提供有力支持；



- b. 矢量网络分析仪 E5071C3 是一种高性能的微波测量仪器，可以对无线电频率范围内的信号进行测量和分析。在本项目中，E5071C3 可以用于对 NFC 标签的天线参数进行测量和分析，以优化 NFC 标签的性能和设计；



- c. 逻辑分析仪 16861A 是一种高性能的逻辑分析仪，可以对数字信号进行采集和分析。在本项目中，16861A 可以用于对 NFC 芯片的逻辑信号进行采集和分析，以确定 NFC 标签的通信协议和参数，为产品设计和开发提供有力支持；



- d. 信号分析仪 N9020B 是一种高性能的信号分析仪，可以对无线电频率范围内的信号进行测量和分析。在本项目中，N9020B 可以用于对 NFC 标签的通信信号进行采集和分析，以确定 NFC 标签的通信协议和参数，为产品设计和开发提供有力支持；



- e. 矢量信号发生器 N5172B 是一种高性能的信号发生器，可以生成高精度的模拟信号和数字信号。在本项目中，N5172B 可以用于生成 NFC 标签的通信信号和测试信号，以评估 NFC 标签的性能和设计，为产品开发提供有力支持。





综上所述，电子系物联网与微系统实验室测量设备，能够满足本项目的基本测试要求，并为本次项目的研究提供了有力的支持和保障。

## 2. 设计上：

- a. 创新创意设计学院导师团队拥有丰富的饰品制作经验，能够为项目提供专业的指导和支持，从而保证新型 NFC 可穿戴设备的贴合身体和满足心理需求的设计；



- b. 创新创意设计学院智园工作坊配备了 3D 打印增材制造和相关器材，能够为项目提供快速的原型制作和设计方案的探索，从而保证了项目的高效性和多样性。因此，本项目的资源保障能够充分保证其可行性。



三、项目实施方案

3.1 项目成员与分工

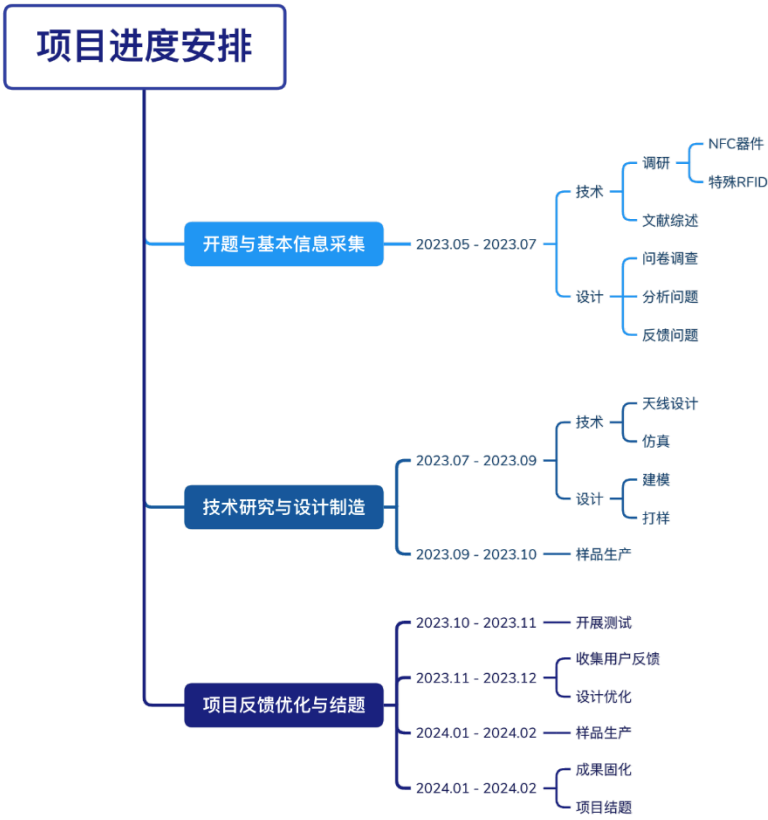
技术负责方

陈天阳（项目管理）：项目进程控制，项目方案管理，书面成果展示，硬件设计测试；  
汪海玉（技术保障）：理论知识支持，硬件性能研究，硬件测试设计，学术内容撰写；

设计负责方

赵勇（设计方案）：设计理论分析，设计方案生成，试点方案设计，试点反馈归纳；  
程斌（设计制造）：设计方案生成，设计理论验证，制造技术控制，制造技术优化。

3.2 项目研究进度安排



### *第一阶段：开题与基本信息采集*

2023 年 5 月至 7 月：技术负责方研究 NFC 基本原理，对于特殊形态 NFC 天线与半被动式 RFID 等技术领域现有研究成果进行学习与综述；

2023 年 5 月至 7 月：工业设计方制作调查问卷，调查和分析南科大现有校园卡所存问题，收集南科大师生对小型可穿戴设备形式的意愿，并将调查结果反馈至电路设计。

### *第二阶段：技术研究与设计制造*

2023 年 7 月至 9 月：根据理论与设计方需求方案进行天线的设计与仿真；

2023 年 7 月至 9 月：设计方对所选形式进行建模与制造；

2023 年 9 月至 10 月：统筹设计结果，初步生产测试器件，根据器件实际性能确定 NFC 天线最终设计方案。

### *第三阶段：反馈、优化与结项*

2023 年 10 月至 11 月：完成样品并针对实际应用场景进行测试；

2023 年 11 月至 12 月：基于 FGI、Usability Testing 等方式收集用户反馈，根据反馈结果进行设计优化，呈现最终成果；

2024 年 1 月至 2 月：研究成果固化，整理研究报告与论文，争取专利申请，研究项目成果转化；

2024 年 2 月至 4 月：整理结题资料，完成项目结题。

#### 四、项目经费预算

序号	支出科目	预算金额	计算根据及理由
1	技术样品制造	3000	技术样品制造成本
2	设计样品制造	3000	设计生产成本
3	学术论文发表	3000	论文投稿与版面费
4	资料复印费用	1000	资料购置与印务
5	其余开销	1000	调研与运输交通费等
合计		11000	

#### 五、预期成果

1. 发表论文 1 篇：
  - a. 新形式校园可穿戴 NFC 标签设计方案。
2. 完成相关调查报告 4 篇：
  - a. 新形态小体积 NFC 天线性能既往研究的综述；
  - b. 可穿戴 NFC 器件市场情况的调查报告；
  - c. 大学师生对传统校园卡问题的描述与对新形式可穿戴 NFC 标签样式意愿的调查报告；
  - d. 针对可穿戴设备的高性能 NFC 天线设计报告。
3. 形成并提出发展新形式南方科技大学校园 NFC 标签的建议：
  - a. 以实物形式对本项目设计的可穿戴 NFC 标签进行使用试点；
  - b. 以方案形式提出对于发展新形式校园可穿戴 NFC 标签的建议。

## 六、本项目的创新之处

### 1. 技术上

- a. 通过对传统 NFC 技术的创新性转化与对新型 NFC 技术的应用，设计出高性能、小体积、更稳定的近场无线通信器件；
- b. 在保留 NFC 芯片权限与加密属性（如校园卡的硬件加密）的同时，设计出相较于市面传统 NFC 被动设备（如卡片与磁扣）更适合于穿戴场景的崭新器件形态。

### 2. 设计上

- a. 外形设计方面，新的可穿戴 NFC 标签将针对磨损与腐蚀等问题做出优化，使学校标识与个人信息标识不再因日常使用而模糊、丢失。通过改进外形材质、表面处理等方案来提升耐久性和稳定性，确保其长期使用效果；
- b. 体验优化方面，新的可穿戴 NFC 标签将优化 NFC 标签的使用体验。利用直接接触的动作简化取卡-刷卡-放卡的使用操作，更加方便快捷，充分发挥其穿戴性能，为用户带来全新的使用感受；
- c. 佩戴感受方面，新的可穿戴 NFC 标签将在佩戴感受上相较于传统校园卡有一定优化。通过更加人体工学化的设计，使其更加贴合人体曲线，提供更为舒适和自然的佩戴体验，针对不同的使用场景进行不同的设计优化，例如运动、就餐和实验等场景；
- d. 设计标识化方面，新的可穿戴 NFC 标签将代替传统校园卡等 NFC 标签，成为学校的独特标识，更加凸显校园创新氛围，为学校树立新形象，引领校园先进技术应用；
- e. 设计文化方面，新的可穿戴 NFC 标签将可以与学校周边互动，设计不同样式，使其更具有校园标识，获得师生认同感，充分展现南方科技大学作为新型研究型大学的创新性校园文化风貌。

## 七、项目诚信承诺

本项目负责人和全体成员郑重承诺，该项目研究不抄袭他人成果，不弄虚作假；按项目研究进度保质保量完成各项研究任务。

项目负责人签名：陈天阳 项目组成员签名：赵勇 汪海平 程斌

2023 年 3 月 16 日

2023 年 3 月 16 日

## 八、指导教师意见（包括项目研究的选题意义及研究方案的科学性、可行性等）

该项目发挥课题组优势，聚焦电子技术在现实生活中的应用，具有现实意义。项目开展学科交叉合作，成员发挥各自专业特长，合作模式具有科学性。项目依托南方科技大学电子与电气工程系与创新创意设计学院，具有充足研究资源，开展具有可行性。

指导教师签字：叶涛

2023 年 4 月 4 日

This proposal suggests a great idea to create value through the meeting of technology and design. It satisfies the needs of SUSTech members by appropriately utilizing NRF technology and is in line with the value of SUSTech which is leading science and technology.

指导教师签字：叶涛  
JE SEUNG WOO

2023 年 4 月 16 日

九、院、系初审意见
<div data-bbox="1005 963 1308 1108">负责人签字：  年 月 日</div>
十、学校意见
<div data-bbox="606 1803 1380 1948">负责人签字：(盖 章)  年 月 日</div>