



深圳技术大学

SHENZHEN TECHNOLOGY UNIVERSITY

本科毕业论文（设计）

题目： 无线网络下多心电同步采集设备的研究

姓 名： 赖香健

学 院： 大数据与互联网学院

专 业： 物联网工程

学 号： 202100801012

指导教师： 林霖

职 称： 教授

提交日期： 2025 年 5 月 1 日

## 深圳技术大学本科毕业论文（设计）诚信声明

本人郑重声明：所呈交的毕业论文（设计），题目《无线网络下多心电同步采集设备的研究》是本人在指导教师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式注明。除此之外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品成果。本人完全意识到本声明的法律结果。

毕业论文（设计）作者签名：

日期：                年    月    日

# 目 录

摘要.....	I
Abstract.....	II
1 引言 .....	1
1.1 研究背景与意义.....	1
1.2 主要研究工作 .....	1
1.3 论文组织结构 .....	2
2 图像布局.....	3
2.1 单图布局.....	3
2.2 横排布局.....	4
2.3 竖排布局.....	5
2.4 竖排多图横排布局 .....	6
2.5 横排多图竖排布局 .....	7
2.6 本章小结.....	8
3 表格插入示例 .....	9
4 公式插入示例 .....	11
5 参考文献插入示例 .....	12
6 总结与展望 .....	13
6.1 工作展望.....	14
参考文献 .....	15
致谢.....	16

# 无线网络下多心电同步采集设备的研究

**【摘 要】** 心血管疾病发病率的上升凸显了心电监测的重要性，传统心电图检测技术在便捷性、准确性和实时性方面存在局限。本项目针对多设备心电信号采集的时间同步及并发测量问题展开研究，成功实现了局域网内大量心电采集设备的低延迟高速率同步采集功能。系统由心电采集与发送节点设备、时钟同步与组网基站设备和上位机数据收集监控与控制软件组成。节点设备采用 ESP32C3 芯片实现心电信号采集与传输，经滤波、放大等处理后以约 1000Hz 速率采集并发送数据；基站设备提供时钟信号与网络管理；上位机程序可灵活配置设备、展示和存储数据。测试表明，数据采集速率达 1000Hz，心电图波形清晰，节点设备平均工作电流约 100mA，采用两节 10400 电池可持续工作 6 小时。本研究为无线心电同步采集技术发展提供了有效方案，对心血管疾病诊断具有重要意义。

**【关键词】** 深圳技术大学；心电采集；无线同步；局域网；多设备；时间同步

# Research on multi-ECG synchronous acquisition device under wireless network

**【Abstract】** The increasing prevalence of cardiovascular diseases highlights the critical importance of electrocardiogram (ECG) monitoring, while traditional ECG detection technologies exhibit limitations in portability, accuracy, and real-time performance. This study focuses on resolving time synchronization and concurrent measurement challenges in multi-device ECG signal acquisition, successfully implementing a low-latency, high-rate synchronous acquisition system for multiple ECG devices within a local area network. The system comprises three components: ECG acquisition/transmission node devices, clock synchronization/networking base station equipment, and host computer software for data collection, monitoring, and control. Node devices employ the ESP32C3 microcontroller to collect and transmit ECG signals after filtering and amplification, achieving a sampling rate of approximately 1000 Hz. The base station manages clock synchronization and network coordination, while the host software enables flexible device configuration, real-time data visualization, and storage. Experimental results demonstrate a stable 1000 Hz data acquisition rate with distinct ECG waveform resolution. The node devices operate at an average current of 100 mA, sustaining 6-hour continuous operation using two 10400 batteries. This research presents an effective wireless synchronous ECG acquisition framework, offering significant potential for advancing cardiovascular disease diagnosis technologies.

**【Key words】** SZTU; ECG acquisition; Wireless synchronization; Multiple devices; Time synchronization

# 1 引言

## 1.1 研究背景与意义

心血管疾病（CVD），包括心脏病、高血压、心律失常等症状，已成为全球死亡的主要原因之一。据《中国心血管健康与疾病报告 2022 概要》的数据，我国 CVD 的发病率以及死亡率不断提高，报告推算，我国 CVD 患者现患人数为 3.3 亿<sup>[1]</sup>，我国城乡居民人口因心血管疾病造成的死亡约占城乡居民疾病死亡构成比的二分之一。在此背景下，早期诊断和及时治疗心脏病变，尤其是通过有效的心电监测手段，已成为拯救患者生命的关键。



图 1.1 LaTeX

插入公式，对 Word 小白来说，公式居中编号靠右就是一道百度搜索能力过滤器。

Word 里编辑三线表，啊烦躁。

等等等等……

让我们，专心写论文好不好？

爱你们。

## 1.2 主要研究工作

虽然我 LaTeX 水平也很水……但是通过大量 debug 也勉强给大家凑出来一个格式绝对标准的 LaTeX 模板，模板代码丑就丑吧，能用就行。写了大量注释，有一点 LaTeX 基础就可以根据自己需要修改 SZTUthesis.cls<sup>CLS</sup> 文件。

(1) 提供图片插入示例。

(2) 提供表格插入示例。

(3) 提供公式插入示例。

(4) 提供参考文献插入示例。

### 1.3 论文组织结构

全文内容共六章，具体内容组织如下：

第一章为绪论。

第二章为图片插入示例。

第三章为表格插入示例。

第四章为公式插入示例。

第五章为参考文献插入示例。

第六章总结与展望，总结了本文的主要工作，展望了下一阶段的研究方向。

## 2 图像布局

学校对图片只有小标题要求，没有进一步的子图要求，我们按科技论文常规排版来

### 2.1 单图布局

这是一段随机插入的文本，用来填充模板布局，感受模板视觉效果。

深圳技术大学是广东省和深圳市高起点、高水平、高标准建设的本科层次公办普通高等学校。2015 年，深圳市委市政府开始筹建深圳技术大学。2016 年 3 月，深圳市人民政府办公厅发布关于设立深圳技术大学筹备办公室的通知。2017 年 7 月，深圳市机构编制委员会发布关于设立深圳技术大学（筹）的通知。2017 年 9 月、2018 年 9 月深圳技术大学（筹）依托深圳大学分别招收了 226 人和 807 人。2018 年 11 月 30 日，经教育部批准正式设立深圳技术大学，学校独立招生，标识码为 4144014655，定位于应用型高等学校。2019 年 9 月，学校首年独立招生录取 807 人，招生的六个省份均高于一本线（高优线/自招线）录取；其中，广东省理科投档线进入前十。

学校充分借鉴和引进德国、瑞士等发达国家一流技术大学先进的办学经验，致力于培养本科及以上层次具有国际视野、工匠精神和创新创业能力的高水平工程师、设计师等高素质应用型人才，努力建成一流的应用型技术大学。

着力建设面向国家和地方发展需要的，以工学为主，理学、管理学、艺术学等协调发展的学科体系，并按计划分布发展和优化学科布局。

目前设立了中德智能制造学院、大数据与互联网学院、新材料与新能源学院、城市交通与物流学院、健康与环境工程学院、创意设计学院、工程物理学院、质量和标准学院、国际交流学院、商学院、药学院、外国语学院、马克思主义学院（人文社科学院）、体育学院。已开设机械设计制造及其自动化、物联网工程、光源与照明、交通运输、汽车服务工程、工业设计等高度契合经济发展和产业需求的专业。至 2022 年，学校拟开设专业 39 个，涵盖工学、理学、管理学、艺术学、经济学等 5 个学科门类。

这是一段随机插入的文本，用来填充模板布局，感受模板视觉效果。



单图布局如图 2.1 所示。



图 2.1 单图布局示例

## 2.2 横排布局

横排布局如图 2.2 所示。

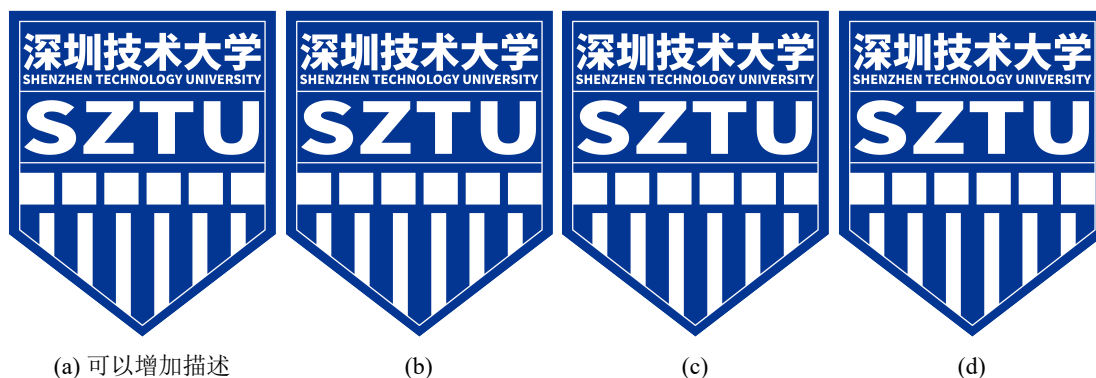


图 2.2 横排布局示例

这是一段随机插入的文本，用来填充模板布局，感受模板视觉效果。

深圳技术大学是广东省和深圳市高起点、高水平、高标准建设的本科层次公办普通高等学校。2015 年，深圳市委市政府开始筹建深圳技术大学。2016 年 3 月，深圳市人民政府办公厅发布关于设立深圳技术大学筹备办公室的通知。2017 年 7 月，深圳市机构编制委员会发布关于设立深圳技术大学（筹）的通知。2017 年 9

月、2018 年 9 月深圳技术大学（筹）依托深圳大学分别招收了 226 人和 807 人。2018 年 11 月 30 日，经教育部批准正式设立深圳技术大学，学校独立招生，标识码为 4144014655，定位于应用型高等学校。2019 年 9 月，学校首年独立招生录取 807 人，招生的六个省份均高于一本线（高优线/自招线）录取；其中，广东省理科投档线进入前十。

学校充分借鉴和引进德国、瑞士等发达国家一流技术大学先进的办学经验，致力于培养本科及以上层次具有国际视野、工匠精神和创新创业能力的高水平工程师、设计师等高素质应用型人才，努力建成一流的应用型技术大学。

着力建设面向国家和地方发展需要的，以工学为主，理学、管理学、艺术学等协调发展的学科体系，并按计划分布发展和优化学科布局。

目前设立了中德智能制造学院、大数据与互联网学院、新材料与新能源学院、城市交通与物流学院、健康与环境工程学院、创意设计学院、工程物理学院、质量和标准学院、国际交流学院、商学院、药学院、外国语学院、马克思主义学院（人文社科学院）、体育学院。已开设机械设计制造及其自动化、物联网工程、光源与照明、交通运输、汽车服务工程、工业设计等高度契合经济发展和产业需求的专业。至 2022 年，学校拟开设专业 39 个，涵盖工学、理学、管理学、艺术学、经济学等 5 个学科门类。

这是一段随机插入的文本，用来填充模板布局，感受模板视觉效果。

## 2.3 竖排布局

竖排布局如图2.3所示。

这是一段随机插入的文本，用来填充模板布局，感受模板视觉效果。

深圳技术大学是广东省和深圳市高起点、高水平、高标准建设的本科层次公办普通高等学校。2015 年，深圳市委市政府开始筹建深圳技术大学。2016 年 3 月，深圳市人民政府办公厅发布关于设立深圳技术大学筹备办公室的通知。2017 年 7 月，深圳市机构编制委员会发布关于设立深圳技术大学（筹）的通知。2017 年 9 月、2018 年 9 月深圳技术大学（筹）依托深圳大学分别招收了 226 人和 807 人。2018 年 11 月 30 日，经教育部批准正式设立深圳技术大学，学校独立招生，标识码为 4144014655，定位于应用型高等学校。2019 年 9 月，学校首年独立招生录取



(a)



(b)

图 2.3 竖排布局示例

807 人，招生的六个省份均高于一本线（高优线/自招线）录取；其中，广东省理科投档线进入前十。

学校充分借鉴和引进德国、瑞士等发达国家一流技术大学先进的办学经验，致力于培养本科及以上层次具有国际视野、工匠精神和创新创业能力的高水平工程师、设计师等高素质应用型人才，努力建成一流的应用型技术大学。

着力建设面向国家和地方发展需要的，以工学为主，理学、管理学、艺术学等协调发展的学科体系，并按计划分布发展和优化学科布局。

目前设立了中德智能制造学院、大数据与互联网学院、新材料与新能源学院、城市交通与物流学院、健康与环境工程学院、创意设计学院、工程物理学院、质量和标准学院、国际交流学院、商学院、药学院、外国语学院、马克思主义学院（人文社科学院）、体育学院。已开设机械设计制造及其自动化、物联网工程、光源与照明、交通运输、汽车服务工程、工业设计等高度契合经济发展和产业需求的专业。至 2022 年，学校拟开设专业 39 个，涵盖工学、理学、管理学、艺术学、经济学等 5 个学科门类。

这是一段随机插入的文本，用来填充模板布局，感受模板视觉效果。

## 2.4 竖排多图横排布局

竖排多图横排布局如图 2.4 所示。注意看 (a)、(b) 编号与图关系。



图 2.4 竖排多图横排布局

## 2.5 横排多图竖排布局

这是一段随机插入的文本，用来填充模板布局，感受模板视觉效果。

深圳技术大学是广东省和深圳市高起点、高水平、高标准建设的本科层次公办普通高等学校。2015 年，深圳市委市政府开始筹建深圳技术大学。2016 年 3 月，深圳市人民政府办公厅发布关于设立深圳技术大学筹备办公室的通知。2017 年 7 月，深圳市机构编制委员会发布关于设立深圳技术大学（筹）的通知。2017 年 9 月、2018 年 9 月深圳技术大学（筹）依托深圳大学分别招收了 226 人和 807 人。2018 年 11 月 30 日，经教育部批准正式设立深圳技术大学，学校独立招生，标识码为 4144014655，定位于应用型高等学校。2019 年 9 月，学校首年独立招生录取 807 人，招生的六个省份均高于一本线（高优线/自招线）录取；其中，广东省理科投档线进入前十。

学校充分借鉴和引进德国、瑞士等发达国家一流技术大学先进的办学经验，致力于培养本科及以上层次具有国际视野、工匠精神和创新创业能力的高水平工程师、设计师等高素质应用型人才，努力建成一流的应用型技术大学。

着力建设面向国家和地方发展需要的，以工学为主，理学、管理学、艺术学等协调发展的学科体系，并按计划分布发展和优化学科布局。

目前设立了中德智能制造学院、大数据与互联网学院、新材料与新能源学院、城市交通与物流学院、健康与环境工程学院、创意设计学院、工程物理学院、质量和标准学院、国际交流学院、商学院、药学院、外国语学院、马克思主义学院（人文社科学院）、体育学院。已开设机械设计制造及其自动化、物联网工程、光

源与照明、交通运输、汽车服务工程、工业设计等高度契合经济发展和产业需求的专业。至 2022 年，学校拟开设专业 39 个，涵盖工学、理学、管理学、艺术学、经济学等 5 个学科门类。

这是一段随机插入的文本，用来填充模板布局，感受模板视觉效果。



图 2.5 横排多图竖排布局

横排多图竖排布局如图 2.5 所示。注意看 (a)、(b) 编号与图关系。

## 2.6 本章小结

本章示例图片布局。

这里再测试一下不同章节的公式编号

$$p_i = \frac{e^{-\varepsilon_i/kT}}{\sum_{j=1}^M e^{-\varepsilon_j/kT}} \quad (2.1)$$

### 3 表格插入示例

表 3.1 学校文件里对表格的要求不是很高，不过按照学术论文的一般规范，表格为三线表。

	A	B	C	D	E
1	212	414	4	23	fgw
2	212	414	v	23	fgw
3	212	414	vfwe	23	长一些的内容
4	212	414	4fwe	23	嗯
5	af2	4vx	4	23	长一些的内容
6	af2	4vx	4	23	fgw
7	212	414	4	23	fgw

表格如表 3.1 所示， $\text{\LaTeX}$  表格技巧很多，这里不再详细介绍。

这是一段随机插入的文本，用来填充模板布局，感受模板视觉效果。

深圳技术大学是广东省和深圳市高起点、高水平、高标准建设的本科层次公办普通高等学校。2015 年，深圳市委市政府开始筹建深圳技术大学。2016 年 3 月，深圳市人民政府办公厅发布关于设立深圳技术大学筹备办公室的通知。2017 年 7 月，深圳市机构编制委员会发布关于设立深圳技术大学（筹）的通知。2017 年 9 月、2018 年 9 月深圳技术大学（筹）依托深圳大学分别招收了 226 人和 807 人。2018 年 11 月 30 日，经教育部批准正式设立深圳技术大学，学校独立招生，标识码为 4144014655，定位于应用型高等学校。2019 年 9 月，学校首年独立招生录取 807 人，招生的六个省份均高于一本线（高优线/自招线）录取；其中，广东省理科投档线进入前十。

学校充分借鉴和引进德国、瑞士等发达国家一流技术大学先进的办学经验，致力于培养本科及以上层次具有国际视野、工匠精神和创新创业能力的高水平工程师、设计师等高素质应用型人才，努力建成一流的应用型技术大学。

着力建设面向国家和地方发展需要的，以工学为主，理学、管理学、艺术学等协调发展的学科体系，并按计划分布发展和优化学科布局。

目前设立了中德智能制造学院、大数据与互联网学院、新材料与新能源学院、城市交通与物流学院、健康与环境工程学院、创意设计学院、工程物理学院、质量和标准学院、国际交流学院、商学院、药学院、外国语学院、马克思主义学院

(人文社科学院)、体育学院。已开设机械设计制造及其自动化、物联网工程、光源与照明、交通运输、汽车服务工程、工业设计等高度契合经济发展和产业需求的专业。至 2022 年，学校拟开设专业 39 个，涵盖工学、理学、管理学、艺术学、经济学等 5 个学科门类。

这是一段随机插入的文本，用来填充模板布局，感受模板视觉效果。

## 4 公式插入示例

这是一段随机插入的文本，用来填充模板布局，感受模板视觉效果。

深圳技术大学是广东省和深圳市高起点、高水平、高标准建设的本科层次公办普通高等学校。2015 年，深圳市委市政府开始筹建深圳技术大学。2016 年 3 月，深圳市人民政府办公厅发布关于设立深圳技术大学筹备办公室的通知。2017 年 7 月，深圳市机构编制委员会发布关于设立深圳技术大学（筹）的通知。2017 年 9 月、2018 年 9 月深圳技术大学（筹）依托深圳大学分别招收了 226 人和 807 人。2018 年 11 月 30 日，经教育部批准正式设立深圳技术大学，学校独立招生，标识码为 4144014655，定位于应用型高等学校。2019 年 9 月，学校首年独立招生录取 807 人，招生的六个省份均高于一本线（高优线/自招线）录取；其中，广东省理科投档线进入前十。

学校充分借鉴和引进德国、瑞士等发达国家一流技术大学先进的办学经验，致力于培养本科及以上学历具有国际视野、工匠精神和创新创业能力的高水平工程师、设计师等高素质应用型人才，努力建成一流的应用型技术大学。

着力建设面向国家和地方发展需要的，以工学为主，理学、管理学、艺术学等协调发展的学科体系，并按计划分布发展和优化学科布局。

目前设立了中德智能制造学院、大数据与互联网学院、新材料与新能源学院、城市交通与物流学院、健康与环境工程学院、创意设计学院、工程物理学院、质量和标准学院、国际交流学院、商学院、药学院、外国语学院、马克思主义学院（人文社科学院）、体育学院。已开设机械设计制造及其自动化、物联网工程、光源与照明、交通运输、汽车服务工程、工业设计等高度契合经济发展和产业需求的专业。至 2022 年，学校拟开设专业 39 个，涵盖工学、理学、管理学、艺术学、经济学等 5 个学科门类。

这是一段随机插入的文本，用来填充模板布局，感受模板视觉效果。

公式插入示例如公式 (4.1) 所示。

$$\gamma_x = \begin{cases} 0, & \text{if } |x| \leq \delta \\ x, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4.1)$$



## 5 参考文献插入示例

$\text{\LaTeX}$ <sup>[2]</sup> 插入参考文献最方便的方式是使用 `bibliography`<sup>ENV</sup><sup>[3]</sup>。

大多数出版商的论文页面都会有导出 **bib** 格式参考文献的链接，把每个文献的 **bib** 放入 `thesis-references.bib`<sup>BIB</sup>，然后用 `bibkey` 即可插入参考文献。

这是一段随机插入的文本，用来填充模板布局，感受模板视觉效果。

深圳技术大学是广东省和深圳市高起点、高水平、高标准建设的本科层次公办普通高等学校。2015 年，深圳市委市政府开始筹建深圳技术大学。2016 年 3 月，深圳市人民政府办公厅发布关于设立深圳技术大学筹备办公室的通知。2017 年 7 月，深圳市机构编制委员会发布关于设立深圳技术大学（筹）的通知。2017 年 9 月、2018 年 9 月深圳技术大学（筹）依托深圳大学分别招收了 226 人和 807 人。2018 年 11 月 30 日，经教育部批准正式设立深圳技术大学，学校独立招生，标识码为 4144014655，定位于应用型高等学校。2019 年 9 月，学校首年独立招生录取 807 人，招生的六个省份均高于一本线（高优线/自招线）录取；其中，广东省理科投档线进入前十。

学校充分借鉴和引进德国、瑞士等发达国家一流技术大学先进的办学经验，致力于培养本科及以上层次具有国际视野、工匠精神和创新创业能力的高水平工程师、设计师等高素质应用型人才，努力建成一流的应用型技术大学。

着力建设面向国家和地方发展需要的，以工学为主，理学、管理学、艺术学等协调发展的学科体系，并按计划分布发展和优化学科布局。

目前设立了中德智能制造学院、大数据与互联网学院、新材料与新能源学院、城市交通与物流学院、健康与环境工程学院、创意设计学院、工程物理学院、质量和标准学院、国际交流学院、商学院、药学院、外国语学院、马克思主义学院（人文社科学院）、体育学院。已开设机械设计制造及其自动化、物联网工程、光源与照明、交通运输、汽车服务工程、工业设计等高度契合经济发展和产业需求的专业。至 2022 年，学校拟开设专业 39 个，涵盖工学、理学、管理学、艺术学、经济学等 5 个学科门类。

这是一段随机插入的文本，用来填充模板布局，感受模板视觉效果。

## 6 总结与展望

纯数字编号

- 1. XXXXXXXXXXXX
- 2. XXXXXXXXXXXX
- 3. XXXXXXXXXXXX

罗马编号

- (i) XXXXXXXXXXXX
- (ii) XXXXXXXXXXXX
- (iii) XXXXXXXXXXXX

括号编号

- (1) XXXXXXXXXXXX
- (2) XXXXXXXXXXXX
- (3) XXXXXXXXXXXX

半括号编号

- 1) XXXXXXXXXXXX
- 2) XXXXXXXXXXXX
- 3) XXXXXXXXXXXX

小字母编号

- a) XXXXXXXXXXXX
- b) XXXXXXXXXXXX
- c) XXXXXXXXXXXX

引用测试, 正如 1、(i)、(1)、1)、a) 所示

## 6.1 工作展望

手动编号

本课题针对 XX，鉴于 XXX，对 XX 进行了提高，但是 XXX，所以有如下 XX：

（1）目前 XX 虽然 XX，但是 XX 仍然 XX，所以 XX 仍然是一个值得 XX 的问题。

（2）随着 XX，XX 具有 XX 的问题，仍值得进一步 XX。

（3）本课题在 XX 有了 XX，但是 XX 的 XX 还存在 XX，所以 XX。

## 参考文献

- [1] CHINA T W C O. 中国心血管健康与疾病报告 2022 概要[J]. 中国循环杂志, 2023, 38(06): 583-612.
- [2] LAMPORT L. Latex: a document preparation system: user's guide and reference manual[M]. Addison-wesley, 1994.
- [3] PRITCHARD A, et al. Statistical bibliography or bibliometrics[J]. Journal of documentation, 1969, 25(4): 348-349.

## 致谢

本文能顺利完成，首先最要感谢的是...

为了能把主要精力放在论文撰写上，许多国际期刊和高校都支持 LaTeX 的撰写与提交，新手不需要关心格式问题，只需要按部就班的使用少数符号标签，即可得到符合要求的文档。且在需要全篇格式修改时，更换或修改模板文件，即可直接重新编译为新的样式文档，这对于 word 新手使用 word 的感受来说是不可思议的。

本项目的目的是为了创建一个符合深圳技术大学学位论文撰写规范的 TeX 模板，解决学位论文撰写时格式调整的痛点。