测控电路在医疗领域的应用

王恺

# 引言

随着医疗技术的发展，测控电路在医疗设备中的应用日益广泛。这些电路不仅提高了医疗设备的精准度和可靠性，还推动了医疗技术的进步。测控电路是医疗设备的核心组件，通过对信号的采集、处理、传输和控制，实现了医疗设备的智能化和高效化。随着医学研究的深入和临床需求的增加，测控电路在医疗领域的应用范围不断扩展，涵盖了从诊断、治疗到监测等各个环节，显著提升了医疗服务的质量和效率。

# 领域内应用现状

下文将探讨测控电路在医疗领域内的几种重要应用。

## 非接触温度检测技术在血液净化中的应用

在血液净化技术中，温度控制是一个关键因素。传统的血液加热技术存在诸多弊端，而非接触式温度检测技术通过红外传感器实现了对血液温度的精准控制，显著提高了检测与控制精度[1]。

血液净化技术广泛应用于各种肾脏疾病的治疗过程中，其核心目的是通过透析或滤过手段去除血液中的毒素和废物。然而，在血液净化过程中，保持血液和透析液的适宜温度对于患者的安全和舒适至关重要。传统的血液加热技术主要包括直接加热和间接加热两种方法，但均存在一定的局限性。传统的直接加热方法通常采用电热元件对流经管道的血液进行加热，虽然控制精度较高，但加热元件和温度传感器直接接触血液，容易导致污染和感染。而间接加热方法则通过将血液管道缠绕在加热元件上进行加热，虽然避免了直接接触带来的污染问题，但温度检测和控制的精度较低，容易出现较大的温度误差，影响患者的治疗效果。

非接触温度检测技术利用红外传感器，通过检测物体表面发射的红外辐射来测量温度。这种技术在血液净化中的应用，可以有效避免传统加热方法中的接触污染问题，同时大大提高了温度检测和控制的精度。红外测温技术基于物体在温度高于绝对零度（-273.15℃）时会发射红外辐射的原理。红外传感器可以接收这些辐射，并根据辐射强度和波长转换为温度信号。该技术的显著优势在于可以实现非接触式测量，适用于需要严格生物相容性的医疗设备​ ​。

## 基于压电原理的呼吸检测系统

呼吸检测在医学诊断和监护中至关重要。基于压电原理的呼吸检测系统利用PVDF压电薄膜传感器，可以实现无接触的呼吸信号检测，避免了使用传统传感器带来的不便和不适[2]。

特别是在肺部疾病、睡眠呼吸暂停综合征等领域，呼吸信号的实时监测和分析对及时发现和治疗疾病具有重要意义。传统的呼吸检测方法大多依赖于接触式传感器，这可能会给患者带来不适。基于压电原理的呼吸检测系统通过无接触方式解决了这一问题，提高了检测的舒适性和精度。

PVDF薄膜传感器通常由多层PVDF材料组成，当人体呼吸时，胸腔或腹部的运动会导致薄膜发生微小的形变，这种形变在PVDF薄膜内部产生电荷。传感器捕捉到这些电荷信号，通过放大和滤波电路，转化为可以读取的电压信号。

基于压电原理的呼吸检测系统通过无接触的方式，提供了高精度的呼吸信号监测。其在临床和家庭医疗中的应用，不仅提高了患者的舒适度，还为疾病的早期发现和治疗提供了重要支持。

## 医用等离子体电源的设计与研究

等离子体技术在医学中有广泛的应用，如手术刀、消毒等。医用等离子体电源的设计需要考虑高频高压等特殊需求，测控电路在其中起到了核心作用，确保了等离子体的稳定输出和精确控制[3]。

医用等离子体电源系统主要由高频振荡器、高压变压器、整流电路、控制电路和保护电路组成。其设计和应用在提高医疗设备性能、提升医疗服务质量方面发挥了重要作用。

## MEMS仿生毛发传感器在微创手术中的应用

微创手术对传感器的精度和灵敏度要求很高。MEMS（微机电系统）仿生毛发传感器通过模拟生物毛发的功能，实现了对微小位移的高精度检测。这种传感器在微创手术器械中得到了广泛应用，提高了手术的精准性和安全性[4]。

微创手术技术因其创伤小、恢复快、并发症少的优势，已经成为外科手术的重要发展方向。微创手术对传感器的精度和灵敏度要求极高，MEMS仿生毛发传感器凭借其高精度和灵敏度，成为微创手术器械中的关键组件。

MEMS技术是一种将微电子和机械结构结合在一起的技术，能够在一个芯片上集成传感器、执行器和信号处理电路。MEMS仿生毛发传感器通过模拟生物毛发的结构和功能，实现对微小位移和振动的高精度检测。

MEMS仿生毛发传感器通过其高灵敏度、高精度和稳定性，在微创手术中发挥了重要作用。其在手术器械定位、组织识别和手术导航中的应用，不仅提高了手术的成功率和安全性，还为医生提供了强有力的技术支持。

## 基于PZT压电陶瓷的超声骨密度检测

超声技术是骨密度检测的一种非侵入性方法。基于PZT（铅锆钛酸盐）压电陶瓷的超声骨密度检测仪通过测控电路实现了对超声波信号的精确控制和分析，大大提高了检测结果的可靠性和准确性[5]。

超声骨密度检测利用超声波在骨组织中的传播特性，通过测量超声波在骨骼中的传播速度和衰减程度，计算出骨密度值。PZT压电陶瓷作为超声波发射和接收器件，具有良好的压电性能和高灵敏度，使其成为超声骨密度检测的理想材料。

测控电路用于控制超声发射器的工作状态，调节发射功率和频率，并对接收信号进行实时监测和处理。测控电路通过反馈控制，确保超声波信号的稳定性和检测精度。

基于PZT压电陶瓷的超声骨密度检测技术通过高精度的超声波发射与接收，实现了对骨密度的无创检测。其在临床中的广泛应用，不仅提高了骨质疏松症的早期筛查和诊断水平，还为患者提供了便捷、舒适的检测体验。随着技术的不断进步，超声骨密度检测将发挥更大的作用，助力骨健康管理和防治骨质疏松症。

# 个人想法与展望

基于前述对测控电路在医疗领域应用的详细探讨，我对其未来发展及实际应用有一些自己的思考和展望。 ### 技术整合与多功能发展 在当前的医疗技术中，各种先进传感器和测控电路已经展现出了极大的潜力和应用价值。然而，单一功能的传感器和设备在实际应用中仍有一定的局限性。未来的发展趋势应当是技术的整合与多功能化发展。例如，结合MEMS仿生毛发传感器与PZT压电陶瓷传感器，可以实现多模态的生理参数监测，为医生提供更全面的患者信息，提高诊断的准确性和治疗的有效性。

### 智能化与数据驱动

随着人工智能和大数据技术的迅猛发展，医疗设备智能化已经成为必然趋势。通过对传感器采集到的海量数据进行深度学习和分析，能够挖掘出更多潜在的健康信息和疾病预警信号。例如，基于压电原理的呼吸检测系统可以结合AI算法，实时分析呼吸模式，及时发现异常并提供智能预警。这不仅提高了医疗设备的智能化水平，还能有效减轻医护人员的工作负担。

## 总结

在这个不断发展的领域，持续的研究和创新将是关键。测控电路在医疗领域的应用表现出极大潜力，通过不断的技术创新和应用探索，测控电路将在提升医疗设备性能、改善医疗服务质量方面发挥越来越重要的作用。我们期待看到更多新技术的涌现和应用，为人类健康事业带来更多福祉。

# 参考文献

1. 王光利, 李昔华和代小红. 《非接触温度检测在血液净化技术中的应用研究》, 2010.
2. 李兰和王武. 《基于压电原理的呼吸检测系统设计》. 智能计算机与应用 12, 期 1 95–98.
3. 李朋. 《医用等离子体电源设计与研究》. 硕士学位论文, 长安大学, 2023.
4. 郭鑫. 《弱耦合谐振式MEMS仿生毛发传感器的研究》. 博士学位论文, 东南大学, 2023.
5. 钮臣浩. 《基于PZT压电陶瓷的超声骨密度检测方法研究》. 硕士学位论文, 江苏大学, 2024.