**2022141460176-杨一舟-类脑计算基础第二次课堂作业**

**测量大脑信号的技术与方法**

# 近红外光谱成像技术（NIRS，Near-Infrared Spectroscopy）

NIRS 是一种非侵入式技术，通过红外光照射头皮来检测脑部血氧浓度的变化，从而间接测量大脑的活动情况。

## 原理

NIRS 依赖于近红外光在组织内的穿透特性。当光穿过大脑组织时，部分光会被氧合血红蛋白（HbO）和去氧血红蛋白（HbR）吸收。通过检测光的散射与吸收特性，NIRS 能够估算大脑中血氧浓度的变化情况，从而推测某一大脑区域的活跃程度。

## 优点

1. **非侵入性**：NIRS 是一种非侵入式的技术，不需要植入任何设备，对被试者的生理影响极小。
2. **便携性高**：相比功能性磁共振成像（fMRI）和脑电图（EEG），NIRS 设备较为轻便，适合在实验室外使用，甚至能实现一定的实时监测。
3. **良好的时间分辨率**：尽管时间分辨率不如 EEG，但 NIRS 能提供适中的时间分辨率（约100毫秒级），足以反映血氧水平的瞬时变化。
4. **对运动干扰不敏感**：与fMRI相比，NIRS不受小幅度头部运动的影响，适合用于儿童或运动中个体的研究。

## 缺点

1. **空间分辨率较低**：NIRS 的空间分辨率受光的穿透深度限制，只能检测大脑表层区域的信号，难以捕捉到深层脑区的活动。
2. **受外部环境影响**：NIRS 对外部光源较为敏感，实验环境需要保持光线稳定，以避免误差。
3. **信号易被噪声干扰**：血流、呼吸等生理因素可能会对 NIRS 数据产生干扰，降低信号的精确度。
4. **定量化难度大**：由于不同个体头皮厚度、血流等生理差异较大，NIRS 的信号量化和跨个体对比存在一定难度。

NIRS 是一种适合监测大脑表层血氧水平的便捷工具，尽管在空间分辨率和信号精确度方面存在一定限制，但在需要便携设备、非侵入式检测的场景中具有潜在的应用价值。

# 磁场脑电图（Magnetoencephalography，MEG）

MEG 利用大脑神经元活动产生的微弱磁场来测量脑信号。这项技术在神经科学研究和临床应用中也有一定应用价值。

## 原理

MEG 利用超导量子干涉器件（SQUID）来测量大脑活动产生的微小磁场。当神经元活动时，会产生细微的电流，这些电流会在大脑周围产生微弱的磁场。MEG 能够检测并记录这些磁场的变化，通过分析磁场的空间和时间特征来推断脑部特定区域的活动情况。

## 优点

1. **极高的时间分辨率**：MEG 可以在毫秒级记录大脑活动，时间分辨率非常高，因此特别适合研究快速的神经活动变化。
2. **较高的空间分辨率**：与EEG相比，MEG 的空间分辨率更高，尤其是在皮层表面的脑活动检测方面表现良好。
3. **非侵入性**：MEG 是一种完全非侵入的检测方法，适合长期监测脑活动且不会对受试者产生直接影响。
4. **对头皮导电特性不敏感**：与 EEG 不同，MEG 不会受到头皮、骨骼等导电特性的影响，因此信号更纯净、更可靠。

## 缺点

1. **成本高昂**：MEG 设备需要使用低温的 SQUID 传感器，维护和使用成本非常高，因此只有少数研究机构和医院拥有此类设备。
2. **对环境要求高**：MEG 对磁场极其敏感，实验室环境必须隔绝所有外部磁场（例如电器和地球磁场的干扰），因此实验室需要专门的屏蔽措施。
3. **深层脑部信号检测难度大**：MEG 对于大脑深层区域信号的检测效果较差，主要适用于测量大脑皮层的活动。
4. **数据处理复杂**：MEG 产生的数据量大、噪声较多，分析过程复杂，且需要高水平的专业知识和处理工具。

MEG 作为一种非侵入、时间分辨率极高的脑信号测量方法，适合快速神经活动的研究，尤其是在功能定位和实时神经活动监测方面具有独特优势。但由于设备昂贵、环境要求苛刻，应用场景较为受限。