

1. 请论述你理解的血压检测仪器发展趋势，你知道有哪些新型的血压检测产品？

血压检测仪的发展经历了有创插管测血压法、柯氏音法、示波测量法、脉搏波测量法四个阶段。信号方面，血压检测仪器需要不断找寻更能表征血压健康情况、更容易测量、精度更高最好呈线性的信号。仪器硬件和功能方面，正在向小型化、可穿戴式、多功能、智能化方向发展。

新型血压检测产品：

用红外测血压，近红外线会被血液中的血红蛋白吸收，由于血流量随着血压变动而变化，反射波的波形也会发生变化。

利用光电血管容积图（PPG）传感器测血压，传感器从血液和惯性传感器数据中收集 PPG 数据，并将其与受测者的物理特征（年龄、体重、性别和身高）相结合，通过算法处理得到被测者的血压。

2. 请论述脉搏血氧饱和度检测仪器中两种波长选择的依据，以及从光电信号检测心率和血氧饱和度的方法。

脉搏血氧饱和度检测仪器中两种波长选择的依据：

当入射光透射过某种均匀、无散射溶液时，其光吸收特性遵从 Lambert-beer 定律，可描述为：

$$T = \frac{I}{I_0} = 10^{-\alpha cl} \quad A = -\lg \frac{I}{I_0} = -\lg T = \alpha cl$$

根据上式写出血液对波长为 λ_1 和 λ_2 的两路光的吸光度方程，联立得到：

$$SaO_2 = \frac{a_2 Q - b_2}{(a_2 - a_1)Q - (b_1 - b_2)}$$

当波长 λ_1 为 Hb 和 HbO₂ 吸光系数曲线交点（805nm）附近时，即 $a_1 \approx a_2 \approx a$ ，上式变为：

$$SaO_2 = \frac{aQ}{b_2 - b_1} - \frac{b_2}{b_2 - b_1} = AQ + B$$

人体动脉搏动使测试部位血量波动，引起光吸收量变化，而非血液组织（皮肤、肌肉等）的光吸收量不变。脉搏式 SaO₂ 测量技术通过检测血液容量波动引起的光吸收量变化，消除非血液组织的影响，求得 SaO₂。

与脉动无关的非血液组织和静脉血液的吸光量一定，设光穿过被测部位前的强度为 I，光穿过非血液组织及静脉血后但未穿过动脉血液前的强度为 I'。当动脉血厚度 l 增加 Δl ，透过光量 I 则会减少 ΔI ，根据 Lambert-beer 定律，动脉血吸光度的变化 ΔA 为：

$$\Delta A = -\log \frac{I - \Delta I}{I} = 2.303 \alpha c \Delta l$$

当采用 λ_1 和 λ_2 两个波长光同时测定时，有：

ΔA_1 和 ΔA_2 分别为血液对 λ_1 及 λ_2 波长光的吸光度变化量； α_1 、 α_2 分别为血液对 λ_1 及 λ_2 波长光的吸光系数。

$$Q = \frac{\Delta A_{\lambda_1}}{\Delta A_{\lambda_2}} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2}$$

若将动脉血中非搏动部分吸收光强与静脉血及组织吸收光强合并为不随搏动和时间而改变的光强度（下面公式中用 DC 表示）；而随着动脉压力波的变化而改变的光强定义为搏动性动脉血吸收的光强度（下面公式中用 AC 表示），得到：

$$Q = \frac{\lg \frac{DC_{\lambda_1} - AC_{\lambda_1}}{DC_{\lambda_1}}}{\lg \frac{DC_{\lambda_2} - AC_{\lambda_2}}{DC_{\lambda_2}}} = \frac{\lg \left(1 - \frac{AC_{\lambda_1}}{DC_{\lambda_1}} \right)}{\lg \left(1 - \frac{AC_{\lambda_2}}{DC_{\lambda_2}} \right)}$$

用麦克劳林公式分别对分子、分母展开，由于

$$\frac{AC_{\lambda_1}}{DC_{\lambda_1}} \ll 1 \text{ 且 } \frac{AC_{\lambda_2}}{DC_{\lambda_2}} \ll 1$$

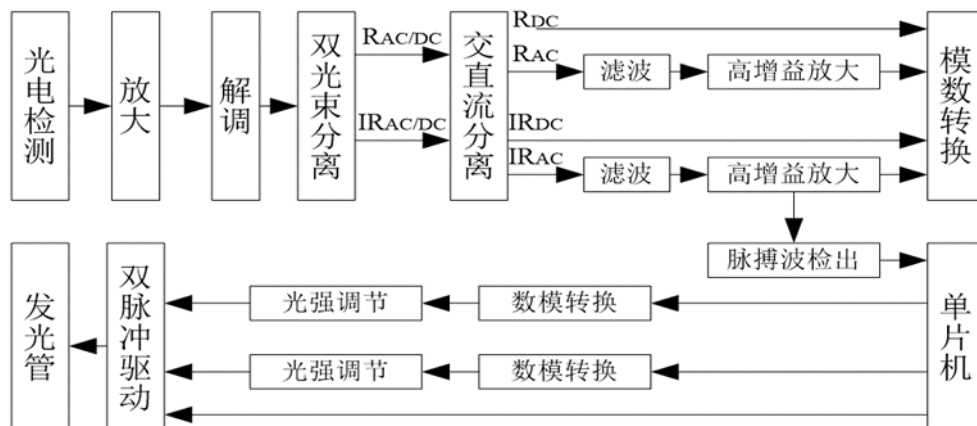
则：

$$Q = \frac{-\frac{AC_{\lambda_1}}{DC_{\lambda_1}} - o\left(\frac{AC_{\lambda_1}}{DC_{\lambda_1}}\right)}{-\frac{AC_{\lambda_2}}{DC_{\lambda_2}} - o\left(\frac{AC_{\lambda_2}}{DC_{\lambda_2}}\right)} \approx \frac{\frac{AC_{\lambda_1}}{DC_{\lambda_1}}}{\frac{AC_{\lambda_2}}{DC_{\lambda_2}}}$$

代入之前的公式，即可求出 SaO_2 。

从光电信号检测心率和血氧饱和度的方法：

通过检测血量波动引起的光吸收量变化，消除非血液组织的影响，求得 SaO_2 ，数学物理基础原理如上所示，硬件实现过程如图（数据计算处理由单片机完成）：



血管的收缩会使反射光的光强发生周期性变化，测量反射光强的周期性变化就可以测得心率。