

# 实验器械文档

2025 年 3 月 7 日

# 1 实验器械说明

进入大脑的血流量主要由血泵和心脏提供，既使用脉动泵替代心脏，血液经过大脑循环后通过静脉流出。脑脊液由另一装置产生，经过脑脊液循环被蛛网膜下腔吸收。

## 2 实验器材

Pressure sensors Series 41X, Keller AG

### 2.1 心脏体外脉动循环模拟系统设计与开发研究

颅骨 CT 数据导入 mimics, 使用灰度图像将骨与非骨分开, 重建导出 STL 文件, 最后 3D 打印成形。打印材料使用水溶性的聚乙烯醇 (PVA)。

压力传感器选用北京星仪压阻式压力传感器, 系统测量压力值小于 30Kpa(即 225mmHg)。图片参考论文

流量传感器选用大连博声涡轮流量传感器, 量程上限  $5 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ , 精度 0.5 级。图片参考论文

### 2.2 基于模拟循环系统旋转血泵生理控制研究

1. 压力传感器: MIK-P300, MEACON, 中国;
2. 流量计: 美国 Transonic 超声波血流仪, 型号 T110/H9XL;
3. 模拟容器: 有机玻璃加工, 具体容积见文中各部分的详细介绍;

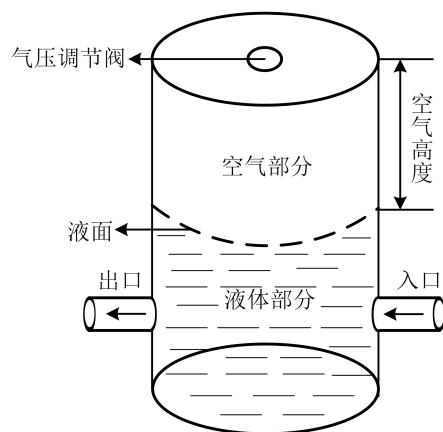
### 2.3 脉动流左心室辅助装置血流动力学及生理控制研究

1. 压力传感器为美国 OMEGA 公司生产的 PX409 型, 测量范围  $\pm 776 \text{ mmHg}$ , 精度 0.6%。
2. 流量传感器选用德国 SONOTEC 公司的 SONOFLOW-CO.56/120 型夹式流量计, 测量范围 0L/min 12L/min, 精度  $\pm 2\%$ 。

## 2.4 脉动流血泵叶轮调控关键技术研究

### 2.4.1 动脉顺应性室结构设计

人体动脉包含大动脉以及众多的动脉分支,其本质为具有一定弹性的管道。为了模拟动脉的顺应性,忽略动脉的分布特性,将动脉系统集总化并视为一个密闭的弹性腔。利用气体的可压缩性,将顺应性室设计成一个气液共存的密闭圆柱形容器,容器上部分为空气层,下部分为充盈的液体,如图所示。容器材料为透明亚克力,可以明显地观测气液交界面。顺应性室底部有入口和出口两个接口,分别与动脉管道和阻尼阀相连。顺应性室顶部与气阀连接,通过调节气阀改变空气容积,进而改变空气的弹性,模拟动脉不同的顺应性值。



(a) 顺应性示意图



(b) 顺应性实物图

图 1: 顺应性室的示意图和实物图

## 2.5 Fontan 循环腔肺辅助装置的血流动力学自适应控制及生理特征评估

1. 流量传感器 (Transonic Systems, Ithaca, NY, USA)
2. 压力传感器 (Millar Instruments, Houston, TX, USA)

## 2.6 心室辅助下心血管系统血流动力学的模型研究

### 2.6.1 外周阻力

外周阻力是体循环中血液的流阻，他是一个反应血管对血液阻碍作用的生理参数，血管的流阻主要来源于两个方面：一个是血流与血管壁之间的摩擦；二是血液内部相对运动的摩擦。