

2018 年全国生物医学工程创新设计竞赛（医疗电子类）

第 1 部分概述

本文给出 2018 年全国生物医学工程创新设计竞赛中的医学电子竞赛类的自命题题目和相关要求，请参与竞赛的设计参与者和评审专家参考。

第 2 部分命题说明

多生理信号数据采集与参数计算的监测系统设计 (A 题：模拟前端由分立元件（集成运放）实现)

一、任务

以传感器、模拟器件、数字器件和单片机为核心，通过选型选择适当的传感器、及高性能模拟器件、数字器件等搭建微弱信号提取电路，根据所采集心电、脑电、肌电、脉搏、体温、血压、呼吸等信号与相关的参数计算进行同时的显示，形成完整的多生理信息的监测系统。

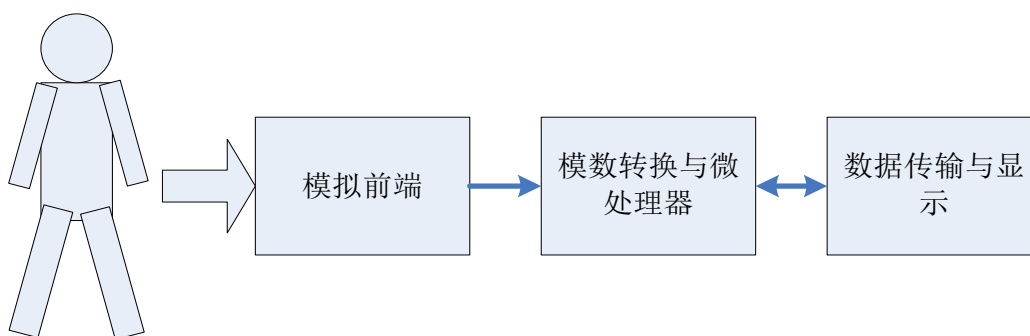


图 1 框架示意图

二、要求

基本要求：

监测的生理信号至少选 2 种生理信号生理信息（如心电、脑电、体温、呼吸、脉搏等等，但至少包含心电在内）。

(1) 主要技术指标并留出可测试接口和测试方法：

心电信号检测：

- A. 共模输入阻抗和差模输入阻抗；
- B. 信号通频带；
- C. 极化电压范围；
- D. 信号幅度输入范围

其他生理信息检测：

包括精度[体温的温度精度（ $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ）、ECG/EEG 的幅值（ $\pm 10\%$ ）、血压的压力值（ $\pm 5\text{mmHg}$ ）、血氧饱和度（ $\pm 2\%$ ）、心率（ $\pm 2\text{bpm}$ ）、脉率（ $\pm 3\text{bpm}$ ）、呼吸率（ $\pm 3\text{rpm}$ ）.....、信号范围、响应时间等在内的 3 种或以上主要技术指标。

- (2) 有适当的显示出口：液晶显示屏、手机或计算机等，用以观察放大处理后的心、脑电、呼吸、脉搏等的波形；
- (3) 有效的参数计算，如心率、呼吸率和脉率等计算，并由单片机（配有显示），或手机、计算机等实现显示功能；
- (4) 实现系统的低功耗运行。在电路板上需预留电流测试端口，用于功耗测量：
 - A. 平均功耗；
 - B. 峰值功耗。
- (5) 采用 TI 或其他无线模块，如 CC256x, CC254x 等的蓝牙模块，将心电、脉搏波、脑电波形和心率相关信息发送至手机或其他设备进行显示；
- (6) 系统结构设计合理，具有微型、紧凑、极少使用电极等特点，心、脑电、呼吸波形形态符合监护的应用要求。

三、评分标准

	项 目	分数
设计 报告	系统目标、系统架构与实现方案	15
	电路设计与原理图	
	心率、脉率、呼吸率等相关参数的算法描述	
	系统测试方案与测试结果说明	
	图文说明规范	
	自测报告：测试方法与结果（无此报告将一票否决）	
作品 要求	主要技术指标达到国家标准或其他相关标准的最低要求时满分为 10 分/项（该项为对抗性指标：在其他性能与指标相同时，指标高者为胜）	n×15

	完成心、脑电、呼吸等相应的波形显示	n×5
	完成心率、呼吸率等计算方法	n×10
	功耗：电源电压×电源电流/达到合格技术指标的生理信息项目数。（该项为对抗性指标：在其他性能与指标相同时，功耗更低者为胜）	10
	完成第（6）项	10
	完成第（7）项，	10
创新分	在达到基本要求情况下：有电路或算法创新设计或应用创新。	30
附加分	答辩良好，演示可靠性好、测量稳定、测量参数大于 2、抗运动性能、报警、回放等功能（该项分数在前两大项合计在 80 分以上才记录总分）	20

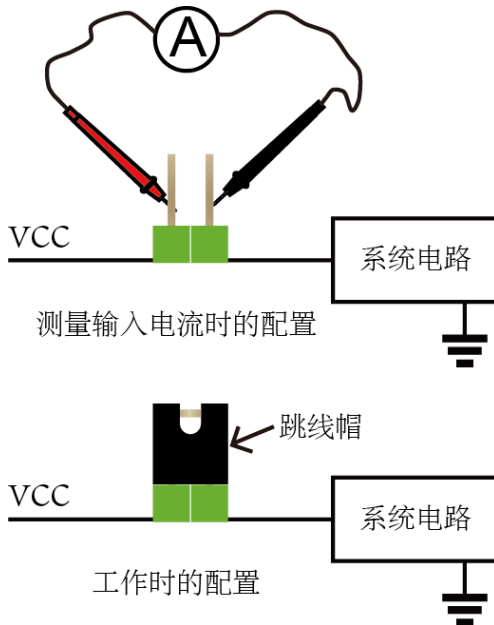
四、说明

- (1) 报告中的测试结果说明应包括：
 - A. 本题所指定模拟电路指标的设计值及测量值；
 - B. 放大后的心、脑电、脉搏、呼吸信号和脉搏信号波形图。心、脑电、呼吸信号源建议使用 **Fluke ECG simulator** 中的 **ECG**、**RESP** 信号产生的 **RA** 和 **LA** 电极通道；或采用真实人体心、脑电信号和呼吸信号。
 - C. 心率、呼吸、体温、血压、血氧等的准确度。若采用 **Fluke ECG simulator** 中的 **ECG**、**RESP** 信号源产生，需测试 **30~200 bpm** 不同心率，**10-60 rpm** 等不同的呼吸率；如果采用 **Fluke 血压、血氧 Simulator** 的血压、血氧等信号源，也需测试 **30-200bpm** 脉率，**80-200mmHg** 血压（收缩压）及 **70~100%** 的血氧值等范围；若采用真实人体作为信号源，必须与市场有售心率、呼吸和血压等测量仪的结果进行对比测试，并注明心率、呼吸和血压等测量的具体型号，测试心率、呼吸率等应保证一定范围。
 - D. 另外，应该说明测试中所用设备名称。
- (2) 功耗。在系统正常记录工作时（接入模拟信号），在系统的供电端预留电流测试接口接入电流表测量，并记录电流值。同时记录电源电压值。
- (3) 心电、脑电、呼吸等的模拟信号源
Fluke ECG simulator 中的 **ECG** 信号产生模块所产生的模拟 **QRS** 幅度约在 **1mV**，或者其它幅度信号。
- (4) 心、脑电电极、血氧、体温传感接口
 心、脑电电极采用图示标准一次性纽扣电极或其它符合要求的相关电极，血氧、体温、呼吸等也采用图示的类似传感器及连接。电路板上应留有与之配套的纽扣

电极线接口。也可以采用类型的导联线或电极，但必须为裁判在现场竞赛时的检测提供方便的可靠连接，否则影响竞赛结果责任自负。

(5) 系统电流（功耗）的测量

预留如图的接近供电电源端的测量端子，用于整体功耗的测试。



命题思路说明：

1. 竞赛命题是体现生物医学工程中医学电子的内涵与特色。即使本专业的本科生具有一定的相对优势，又有让本专业本科生了解本专业的“应知应会”。
2. 有足够的深度与广度：物理学知识、医学传感器技术、模拟信号处理、单片机与微处理器的软件与硬件、数字信号处理与算法、工程设计等。
3. 对教学的导向和助力于教学，引导“学以致用”的工程理念：实现从“抄电路”到理解电路，并进一步设计电路，同时引导同学多实践，并从“出现象”到理解现象成因，进一步出性能和系统功能。
4. 既要兼顾本科生的基础，又要有一定的高度，利于拉开区分度。
5. 最后，注意提供专家裁判的可操作性和尽可能的量化指标，使得竞赛更加公平、客观。

多生理信号数据采集与参数计算的监测系统设计

（B 题：模拟前端由商品大规模集成专用电路（TI/ADI/ST 等公司专用芯片）实现）

一、任务

以传感器、专用模拟器件、数字器件和单片机为核心，通过选型选择适当的传感器、及高性能专用模拟器件、数字器件等搭建微弱信号提取电路，根据所采集心电、脑电、肌电、脉搏、体温、血压、呼吸等信号与相关的参数计算进行同时的显示，形成完整的多生理信息的监测系统。

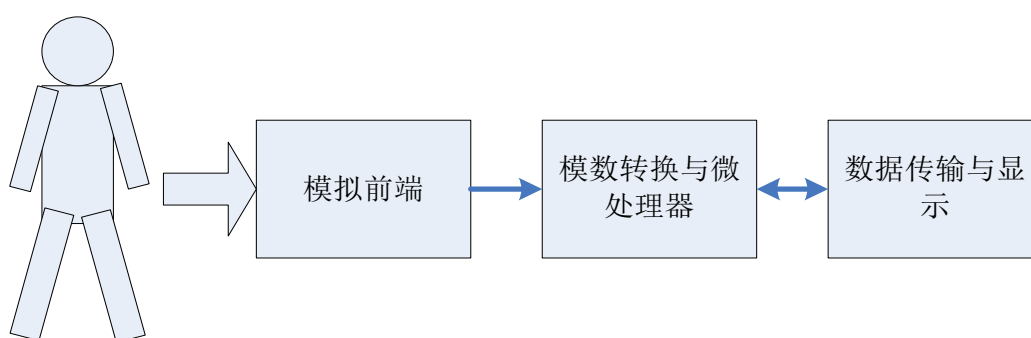


图 2 框架示意图

二、要求

基本要求：

1. 监测的生理信号至少选 2 种生理信号生理信息（如心电、脑电、体温、呼吸、脉搏等等，但至少包含心电在内）
2. 主要技术指标并留出可测试接口和测试方法：

心电（必选）：

A. 共模输入阻抗和差模输入阻抗；

B. 信号通频带；

C. 极化电压范围；

D. 信号幅度输入范围

其他生理信息检测：

包括精度[体温的温度精度（ $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ）、ECG/EEG 的幅值（ $\pm 10\%$ ）、血压的压力值（ $\pm 5\text{mmHg}$ ）、血氧饱和度（ $\pm 2\%$ ）、心率（ $\pm 2\text{bpm}$ ）、脉率（ $\pm 3\text{bpm}$ ）、呼吸率（ $\pm 3\text{rpm}$ ）...、信号范围、响应时间等在内的 3 种或以上主要技术指标。

3. 有适当的显示出口：液晶显示屏、手机或计算机等，用以观察放大处理后的心、脑电、呼吸、脉搏等的波形；
4. 有效的参数计算，如心率、呼吸率和脉率等计算，并由单片机（配有显示），或手机、计算机等实现显示功能；
5. 实现系统的低功耗运行。在电路板上需预留电流测试端口，用于功耗测量：
 - C. 平均功耗；
 - D. 峰值功耗。
6. 采用 TI 或其他无线模块，如 CC256x, CC254x 等的蓝牙模块，将心、脑电波形和心率相关信息发送至手机或其他设备进行显示；
7. 系统结构设计合理，具有微型、紧凑、极少使用电极等特点，心、脑电、呼吸波形形态符合监护的应用要求。

三、评分标准

	项 目	分数
设计 报告	系统目标、系统架构与实现方案	15
	电路设计与原理图	
	心率、脉率、呼吸率等相关参数的算法描述	
	系统测试方案与测试结果说明	
	图文说明规范	
	自测报告：测试方法与结果（无此报告将一票否决）	
作品 要求	主要技术指标达到国家标准或其他相关标准时满分为 10 分/项（该项为对抗性指标：在其他性能与指标相同时，指标高者为胜）	$n \times 10$
	完成心、脑电、呼吸等相应的波形显示	$n \times 5$
	完成心率、呼吸率等计算方法	$n \times 10$
	功耗：电源电压 \times 电源电流/达到合格技术指标的生理信息项目数。（该项为对抗性指标：在其他性能与指标相同时，功耗更低者为胜）	10
	完成第（6）项	10

	完成第（7）项，	10
创新分	在达到基本要求情况下：有电路或算法创新设计或应用创新。	30
附加分	答辩良好，演示可靠性好、测量稳定、测量参数大于 2、抗运动性能、报警、回放等功能（该项分数在前两大项合计在 80 分以上才记录总分）	20

四、说明

（1） 报告中的测试结果说明应包括：

- A. 本题所指定模拟电路指标的设计值及测量值；
- B. 放大后的心、脑电、脉搏、呼吸信号和脉搏信号波形图。心、脑电、呼吸信号源建议使用 **Fluke ECG simulator** 中的 ECG、RESP 信号产生的 RA 和 LA 电极通道；或采用真实人体心、脑电信号和呼吸信号。
- C. 心率、呼吸、体温、血压、血氧等的准确度。若采用 **Fluke ECG simulator** 中的 ECG、RESP 信号源产生，需测试 30~200 bpm 不同心率，10-60 rpm 等不同的呼吸率；如果采用 **Fluke 血压、血氧 Simulator** 的血压、血氧等信号源，也需测试 30-200bpm 脉率，80-200mmHg 血压（收缩压）及 70~100%的血氧值等范围；若采用真实人体作为信号源，必须与市场有售心率、呼吸和血压等测量仪的结果进行对比测试，并注明心率、呼吸和血压等测量仪的具体型号，测试心率、呼吸率等应保证一定范围。
- D. 另外，应该说明测试中所用设备名称。

（2） 功耗。在系统正常记录工作时（接入模拟信号），在系统的供电端预留电流测试接口接入电流表测量，并记录电流值和电源的电压值。

（3） 心电、脑电、呼吸等的模拟信号源

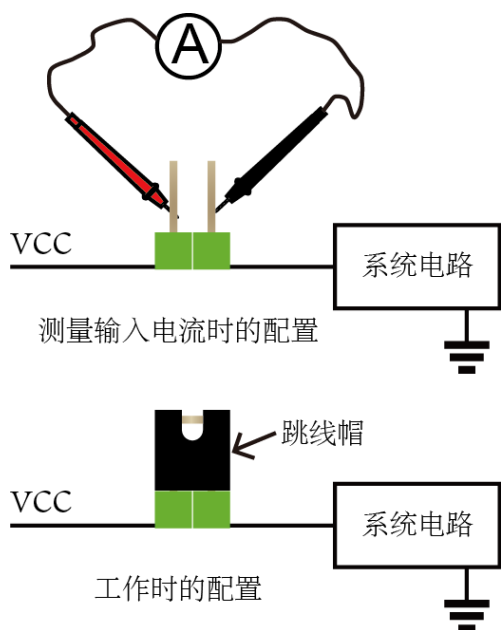
Fluke ECG simulator 中的 ECG 信号产生模块所产生的模拟 QRS 幅度约在 1mV，或者其它幅度信号。

（4） 心、脑电电极、血氧、体温传感接口

心、脑电电极采用图示标准一次性纽扣电极或其它符合要求的相关电极，血氧、体温、呼吸等也采用图示的类似传感器及连接。电路板上应留有与之配套的纽扣电极线接口。也可以采用类型的导联线或电极，但必须为裁判在现场竞赛时的检测提供方便的可靠连接，否则影响竞赛结果责任自负。

（5） 系统电流（功耗）的测量

预留如图的接近供电电源端的测量端子，用于整体功耗的测试。



8. 测试指标的规范建议

1) 心电，脑电和肌电等信号部分

输入阻抗、共模抑制、输入噪声、通频带、输入范围、放大倍数和极化电压等。
心率计算范围，心率精度。

2) 血压部分

压力范围，压力精度，脉搏波信号范围，血压测量范围（如收缩压），血压测量重复性，脉率范围等。

3) 脉搏与血氧部分

脉搏率范围，脉率精度，脉搏波信号范围，血氧范围，血氧重复性，血氧信号强度。

4) 体温部分

体温范围，体温精度，体温测量重复性、体温响应时间。

5) 呼吸部分

呼吸波范围、呼吸率范围，呼吸率精度，呼吸测量响应时间。

6) 系统集成部分

各关键点的电位，整体功耗，有线或无线通信，数据显示与存储，参数计算与显示，系统工作状态监测与显示等。

7) 测试设备

多参数模拟器，心电呼吸与体温模拟器，血压模拟器，血氧模拟器，心电、脑电信号检测专用设备，数字压力计，呼吸流量模拟器，数字示波器，呼吸测试专用测试系统。

2018 年全国生物医学工程创新大赛医疗电子命题组

2018-03

//=====

end

=====//

2018 年全国生物医学工程创新竞赛

康复辅助类竞赛命题

题目：多技术结合的人体功能辅助器具设计与实现

概述：人体功能因各种原因发生损伤、部分失能或全部失能甚至器官或部件出现缺损，采用物理方法与技术对缺损的功能进行补偿、修复或替代是很有价值的医学科技工作，但常常采用多技术组合能够达到非常理想的工作效果。多技术是指各种可应用于设计目的技术，如电子技术，光学技术，机械设计与制造技术，信息技术，力学技术，热学技术等；人体功能辅助器具是指正常人健康促进辅助器具和失能人功能辅助器具。

要求：

- 1) 在正常人健康促进辅助器具和失能人功能辅助器具中任选一类。
- 2) 多技术结合：所使用的技术不少于 2 个技术种类（如电子技术与信息技术相结合，光学技术与信息技术和机械设计与制造技术相结合等）
- 3) 设计目的明确，设计目标具体，有生理学或病理学依据，充分体现所设计器具的安全性和有效性。
- 4) 设计与实现：设计的技术集成度合理，技术利用巧妙恰当，设计方案细致周到；技术实现要有实物，且运行稳定。
- 5) 作品要素

- 1、所选问题描述
- 2、拟采用的方法
- 3、所用技术原理
- 4、基本设计思路
- 5、技术实现过程
- 6、功能测试结果
- 7、使用效果评价
- 8、应用前景预测

自选项目

不同失能程度老年人的生活起居辅助技术与器具。目的是适当提高老年人的自理能力，有效降低老人看护人员的劳动强度。

2018 全国生物医学工程创新设计竞赛

（生物医学材料）

1、命题组（限本科生参加）

具有肿瘤靶向递送功能的药物载体系统

要求：(1)、阐明所设计药物载体系统的载药机制及释药机制；

(2)、阐明实现肿瘤靶向递送的机制；

(3)、提供载药系统的基本理化检测结果；

(4)、提供系统载/释药行为的初步表征结果；

(5)、提供系统肿瘤靶向性的初步表征结果。

2、自选组（本科生、研究生均可参加）

2018 年全国生物医学电子创新设计竞赛

（体外诊断类）

具有液面感应功能的体外诊断仪器加样系统

一、任务

体外诊断（In vitro diagnostics,简称 IVD）是指在人体之外，通过对人体样品（血液、尿液、组织）进行检测，而为临床医生提供诊断信息的产品和服务，体外诊断也称为实验室诊断。体外诊断信息占临床诊断信息的 70%~80%，体外诊断市场是全球医疗器械最大的细分市场。

体外诊断仪器的检测原理一般是将样品和试剂加到反应杯中进行化学或生物学反应，通过测量反应产物的光学或电学特性的变化从而计算样品中待测成分的含量。体外诊断仪器的加样系统负责将样品加到反应杯中，一般的样品加样量为几微升到几十微升，为减少交叉污染，加样针插入样品不能太深，需要加样系统具有液面感应功能，加样针接触到样品液面后，只插入样品 1mm 左右开始吸样，并且边吸边下，始终保持加样针在样品中的高度为 1mm 左右。

以模拟电路、数字电路和 **ARM** 嵌入式系统为核心，通过给定型号的加样针、及精密柱塞泵搭建具有液面感应功能的加样系统，并通过上位机软件控制液面感应功能测试、加样准确性和重复性测试。

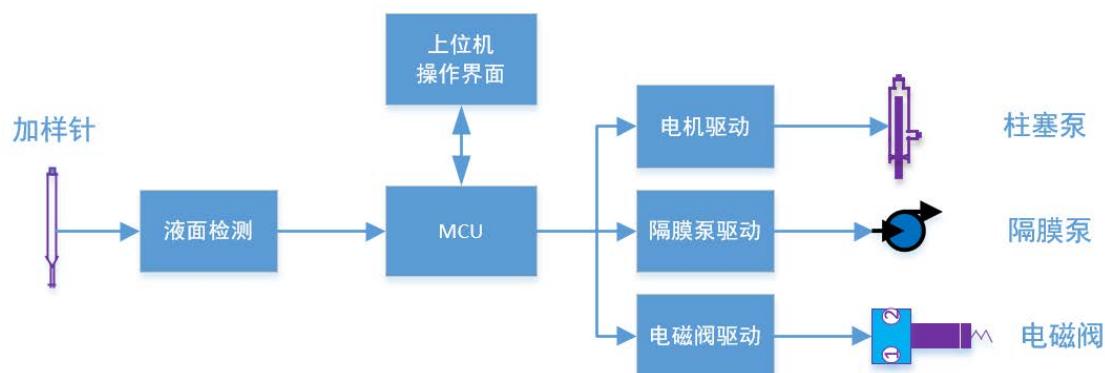


图 1 加样系统框图

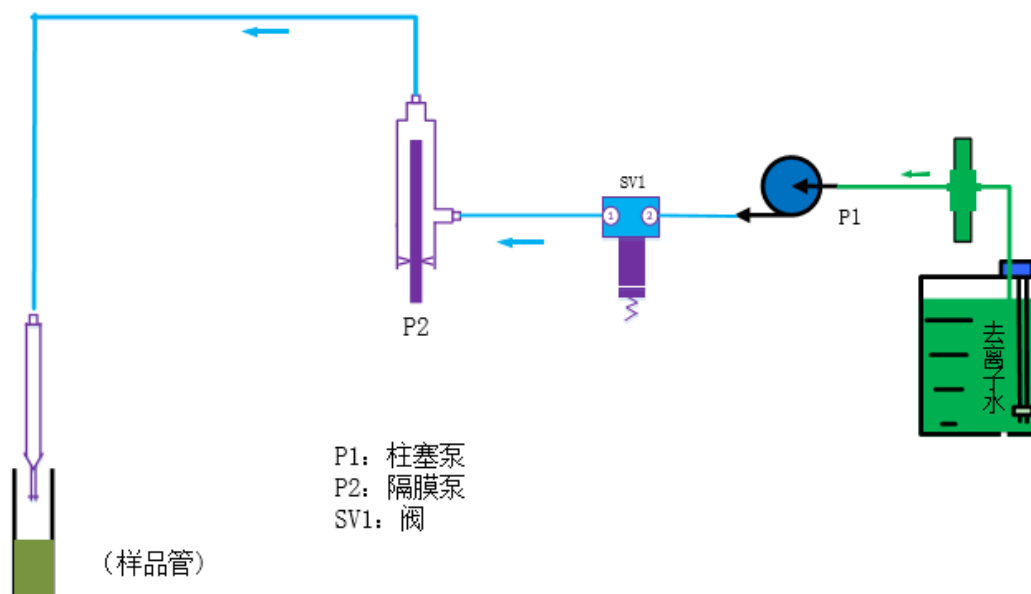


图2 加样系统液路示意图

二、要求

基本要求：

- (7) 系统液路结构搭建合理，具有微型、紧凑、美观等特点；
- (8) 设计液面感应功能模块电路，不允许使用商业化的液面感应集成模块；
- (9) 设计柱塞泵电机驱动电路，不允许使用商业化的电机驱动集成模块；
- (10) 高效的液面感应频率测量驱动程序；
- (11) 灵活的柱塞泵电机驱动算法，可控制吸样速度、吐样速度及电机加减速曲线；
- (12) 上位机软件可以调节吸样速度、吐样速度等参数，并可以控制液面感应功能测试、加样准确性和重复性测试。

三、评分标准

	项 目	分数
设计 报告	系统设计与实现方案	10
	电路设计与原理图	
	电机驱动算法描述	
	系统测试方案与测试结果说明	
	图文规范	
作品 要求	完成第（1）项，且设计上对提高液面感应灵敏度、加样准确性和重复性等性能指标要有说明。	15

	完成第（2）项，液面感应功能模块电路设计。	10
	完成第（3）项，柱塞泵电机驱动电路设计。	10
	完成第（4）项，液面感应频率测量驱动程序编写。	10
	完成第（5）项，柱塞泵电机驱动算法编写。	10
	完成第（6）项，上位机软件编写。	10
	液面感应灵敏度。（该项为对抗性指标：在其他性能与指标相同时，灵敏度更高者为胜）	10
	加样准确性和重复性。（该项为对抗性指标：在其他性能与指标相同时，加样准确性和重复性更高者为胜）	15
附加分	答辩良好，演示可靠性好，并且实现随吸功能。（该项分数在前两大项合计在 80 分以上才记录总分）	20
总分		120

四、说明

（1）液面感应灵敏度测试

加样针接触液面的瞬间做出响应，控制加样针停止，测量加样针进入液面的深度，重复测试 10 次，取平取值，深度值越小灵敏度越高。

（2）加样准确性和重复性测试

- a) 准备适当的容器，在分度值为 0.01mg 的电子天平上调零；
- b) 将容器放到合适位置，控制加样针往该容器中加入 5uL 去离子水，再在电子天平上称量其质量。
- c) 重复称量 10 次，按式（1）计算变异系数，按式（2）计算加样误差。

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} * 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$Bi = (\bar{X} - T)/T * 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

Cv—变异系数；

S—标准差；

Bi—加样偏差；

\bar{X} —实际加入量均值；

T—规定加入量。

(3) 关键组件供应商及图片

名称	公司	官网	联系电话
阀泵一体	深圳市垦拓流体控制有限公司	http://www.keytofluid.com	0755-2951 6669
隔膜泵	深圳市垦拓流体控制有限公司	http://www.keytofluid.com	0755-2951 6669
加样针	深圳市万臣科技有限公司	http://www.wontec.com.cn/index.html	0755-2757 2026
管路及接头	上海北昂流体	http://www.beionfluid.com/	021-5169 2810



图 3 阀泵一体



图 4 隔膜泵



图 5 采样针



图 6 硬管接头



图 6 载流软管