



2021 年全国大学生电子设计竞赛试题

参赛注意事项

- (1) 11月4日 8:00 竞赛正式开始。本科组参赛队只能在【本科组】题目中任选一题；高职高专组参赛队在【高职高专组】题目中任选一题，也可以选择【本科组】题目。
- (2) 参赛队认真填写《登记表》内容，填写好的《登记表》交赛场巡视员暂时保存。
- (3) 参赛者必须是有正式学籍的全日制在校本、专科学生，应出示能够证明参赛者学生身份的有效证件（如学生证）随时备查。
- (4) 每队严格限制 3 人，开赛后不得中途更换队员。
- (5) 竞赛期间，可使用各种图书资料和网络资源，但不得在学校指定竞赛场地外进行设计制作，不得以任何方式与他人交流，包括教师在内的非参赛队员必须回避，对违纪参赛队取消评审资格。
- (6) 11月7日 20:00 竞赛结束，上交设计报告、制作实物及《登记表》，由专人封存。

三端口 DC-DC 变换器 (C 题)

【本科组】

一 任务

设计并制作三端口 DC-DC 变换器，其结构框图如图 1 所示。变换器有两种工作模式：模式 I，模拟光伏电池向负载供电的同时为电池组充电 ($I_B > 0$)；模式 II，模拟光伏电池和电池组同时为负载供电 ($I_B < 0$)。根据模拟光照 (U_S 的大小) 和负载情况，变换器可以工作在模式 I 或模式 II，并可实现工作模式的自动转换，在各种情况下均应保证输出电压 U_O 稳定在 30V。

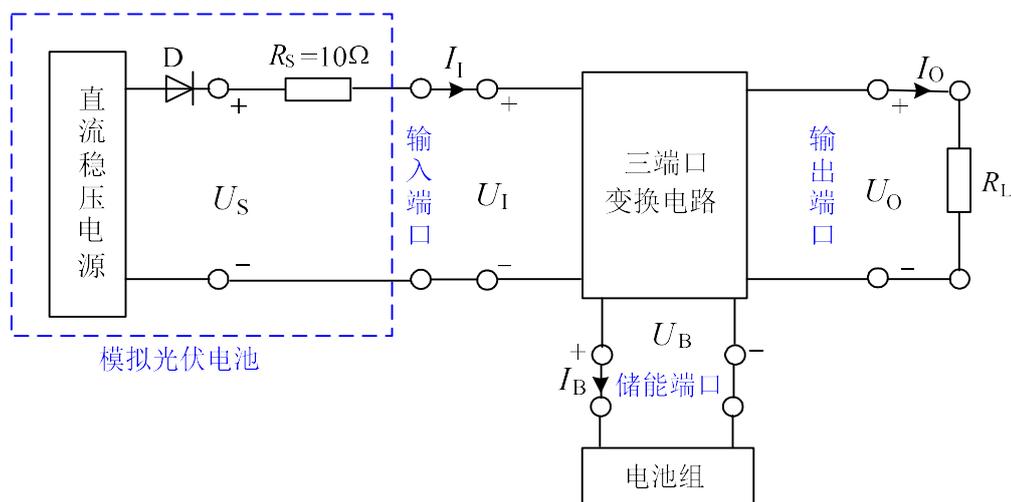


图 1 三端口 DC-DC 变换器结构框图

二 要求

1. 基本要求

- (1) $U_S=50V$ 、 $I_O=1.2A$ 条件下，变换器工作在模式 I， $U_O=30V \pm 0.1V$ ， $I_B \geq 0.1A$ 。
- (2) $I_O=1.2A$ 、 U_S 由 45V 增加至 55V，电压调整率 $S_U \leq 0.5\%$ 。

(3) $U_S=50V$ 、 I_O 由 1.2A 减小至 0.6A，负载调整率 $S_I \leq 0.5\%$ 。

(4) $U_S=50V$ 、 $I_O=1.2A$ 条件下，变换器效率 $\eta_I \geq 90\%$ 。

2. 发挥部分

(1) $I_O=1.2A$ 、 U_S 由 55V 减小至 25V，要求：变换器能够从模式 I 自动转换到模式 II；在 U_S 全范围实现最大功率点跟踪，偏差 $\delta_{U_1} = \left| U_1 - \frac{U_S}{2} \right| \leq 0.1V$ ；电压调整率 $S_U \leq 0.1\%$ 。

(2) $U_S=35V$ 、 $I_O=1.2A$ 条件下，变换器工作在模式 II， $U_O=30V \pm 0.1V$ ，效率 $\eta_{II} \geq 95\%$ 。

(3) $U_S=35V$ 、 I_O 由 1.2A 减小至 0.6A，变换器能够从模式 II 自动转换到模式 I，负载调整率 $S_I \leq 0.1\%$ 。

(4) 其他。

三 说明

(1) 图 1 中直流稳压电源、二极管 D、电阻 R_S 构成模拟光伏电池。直流稳压电源建议使用输出电压不小于 60V（可两路串联获得），额定电流不小于 3A 的成品电源，使用过程中应注意安全、避免触电伤害，测试时直流稳压电源由赛区提供；二极管 D、电阻 R_S 的选用应注意电流、功率等指标，必要时加装散热装置，注意避免烫伤。

(2) 图 1 中电池组由 4 节容量 2000~3000mAh 的 18650 型锂离子电池串联组成，要求采用自带管理功能(或自带保护板)的电池。电池组不需封装在作品内，测试时自行携带至测试场地，测试过程中不允许更换电池。

(3) 参赛队应认真阅读所用电池的技术资料，能够正确估算或检测电池的荷电状态，测试前自行合理设定电池的初始状态，保证测试过程中电池能正常充、放电。

(4) 基本要求 (2) 中 $S_U = \left| \frac{U_{O55} - U_{O45}}{U_{O45}} \right| \times 100\%$ ，其中 U_{O45} 为 $U_S=45V$ 时的输出电压，

U_{O55} 为 $U_S=55V$ 时的输出电压；类似地，发挥部分 (1) 中 $S_U = \left| \frac{U_{O55} - U_{O25}}{U_{O25}} \right| \times 100\%$ ，基本要

求 (3) 和发挥部分 (3) 中的 $S_I = \left| \frac{U_{O0.6} - U_{O1.2}}{U_{O1.2}} \right| \times 100\%$ 。

(5) 变换器效率 $\eta_I = \frac{P_O + P_B}{P_I} \times 100\%$ 、 $\eta_{II} = \frac{P_O}{P_I + P_B} \times 100\%$ ，其中 $P_I = U_1 \cdot I_1$ 、 $P_O = U_O \cdot I_O$ 、 $P_B = |U_B \cdot I_B|$ 。变换器的所有电路（包括测控电路）均由模拟光伏电池供电，即从输入端口（ U_1 处）取电。赛区测试时不再接入其他任何交、直流电源。

(6) 制作时应合理设置测试点，具体可参考图 2。

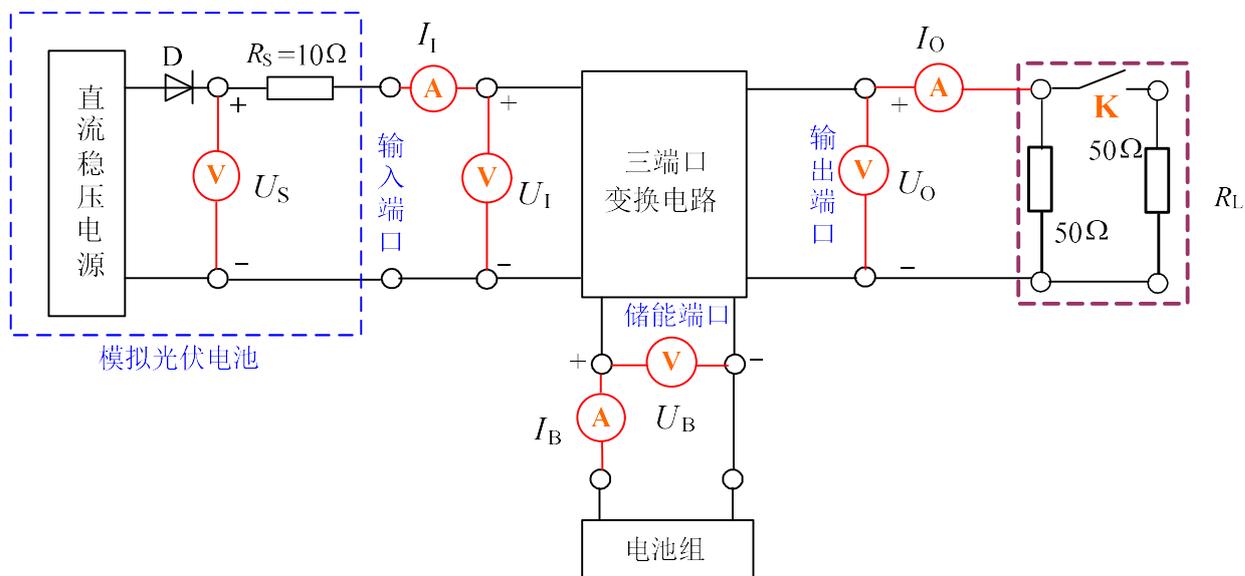


图2 三端口 DC-DC 变换器测试参考接线图

四 评分标准

	项目	主要内容	满分
设计 报告	方案论证	比较与选择 方案描述	3
	电路与程序设计	主回路与器件选择 测量控制电路、控制程序	6
	理论分析与计算	主回路主要器件参数计算 控制方法与参数计算 提高效率的方法	6
	测试方案与测试结果	测试方案及测试条件 测试结果及其完整性 测试结果分析	3
	设计报告结构 及规范性	摘要 设计报告正文的结构 图表的规范性	2
	小计		
基本 要求		完成第(1)项	14
		完成第(2)项	10
		完成第(3)项	10
		完成第(4)项	16
	小计		
发挥 部分		完成第(1)项	20
		完成第(2)项	15
		完成第(3)项	10
		其他	5
	小计		
总分			120