

第十一届高校电力电子应用设计大赛

“英飞凌杯”先进电源变换技术竞赛

一. 赛道简介

人工智能数据中心、先进工业装备、新能源交通等多个国家重要战略领域对电能变换的效率和密度需求越来越高。本赛道基于先进电源技术的最前沿应用需求设立赛题，吸引我国高校电力电子领域的科研人员和学生开展先进电能变换技术的交流和探索。

二. 赛道组织机构

主办单位：中国电源学会、中国电源学会科技竞赛工作委员会

承办单位：西南交通大学

冠名合作伙伴：英飞凌科技（中国）有限公司

联合合作伙伴：湖南艾华集团股份有限公司、深圳麦科信科技有限公司

三. 竞赛题目及要求

（一）竞赛题目：“英飞凌杯” HVDC 数据中心高效高密度宽输入 DC/DC 变换器设计

随着人工智能（AI）的飞速发展，新一代 AI 芯片，尤其是用于训练大模型的 GPU 和 TPU，功耗巨大，且 AI 算法的复

杂性导致芯片的功耗呈现出高度的动态性，瞬时功率变化极大，对 AI 芯片的电源功率密度及快速响应能力提出了新的挑战。本题目面向 AI 芯片新一代高压直流（HVDC）电源，设计一种兼容 400V 和 800V 的宽输入 DC-DC 变换器，实现宽输入电压范围下的恒压 12V 输出。鼓励采用创新、简洁和功能完备的电路拓扑，完成高效、高功率密度和低成本的样机设计和测试。

（二）参赛设计技术要求：

1. 参赛设计至少包含附件英飞凌推荐的新型宽禁带器件列表中的一款高压器件和一款低压器件。

2. 不限定功率变换器拓扑，开关频率大于 100kHz；

3. 低成本设计，主板结构不超过 4 层板；

4. 在室温环境温度下持续工作 10 分钟（风冷）。

具体参数指标：

1. 输入电压 V_{in} ：兼容 $400\pm 5\%V_{dc}$ 、 $800V\pm 5\%V_{dc}$

2. 输出电压 V_o ：12Vdc（ V_o 精度： $\pm 0.1V$ ）

3. 输出功率 P_o ：480W

4. 输出电压纹波 V_o , p-p: $\leq 100mV$ （满载，示波器设置 20MHz 测量带宽）

5. 负载瞬态响应： $10A \leftrightarrow 40A @ di/dt = 2A/\mu s$ ，输出电压在 $100\mu s$ 内恢复到 $\pm 100mV$ 的稳定范围；电压过冲/跌落 $\leq 600mV$ 。

6. 输入 400V 和 800V 的转换效率

η : $>91\%$ @10A, $>97\%$ @20A, $>96\%$ @ 40A (运行稳定后测试效率)。

7. 是否隔离: 隔离

8. 功率密度: 不低于 $9\text{W}/\text{cm}^3$ (包含散热器尺寸)

9. 控制实现方式: 模拟数字均可。

测试要求:

1. 输出电压精度和纹波测试

目标: 验证变换器在 $400\pm 5\%\text{Vdc}$ 、 $800\text{V}\pm 5\%\text{Vdc}$ 条件下的输出电压精度与纹波。

测试条件:

—负载电流: 40A。

—示波器设置: 20MHz 测量带宽, 纹波采用 AC 耦合、电压精度采用 DC 耦合。

测试步骤:

(1) 设置输入电压分别为 380Vdc , 400Vdc , 420Vdc , 测试在每个输入电压点输出电压精度与纹波是否达到相应要求。

(2) 设置输入电压分别为 760Vdc , 800Vdc , 840Vdc , 测试在每个输入电压点输出电压精度与纹波是否达到相应要求。

验收标准:

—纹波峰峰值 (mVp-p): $\leq 100\text{mVp-p}$;

—输出电压精度: $\leq \pm 0.1\text{V}$ 。

2. 负载瞬态响应测试

目标：验证变换器负载突变时输出电压的动态响应能力。

测试条件：

—示波器设置：20MHz 测量带宽，纹波采用 AC 耦合

测试步骤：

(1) 设置输入电压 400Vdc，负载由 10A 以斜率 $2\text{A}/\mu\text{s}$ 升为 40A，记录输出电压的动态响应波形；再由 40A 以斜率 $2\text{A}/\mu\text{s}$ 降为 10A，记录输出电压的动态响应波形；

(2) 设置输入电压 800Vdc，负载由 10A 以斜率 $2\text{A}/\mu\text{s}$ 升为 40A，记录输出电压的动态响应波形；再由 40A 以斜率 $2\text{A}/\mu\text{s}$ 降为 10A，记录输出电压的动态响应波形；

验收标准：输出电压在 $100\mu\text{s}$ 内恢复到 $\pm 100\text{mV}$ 的稳定范围，电压过冲/跌落 $\leq 600\text{mV}$ 。

3. 转换效率测试

目标：验证变换器的转换效率是否满足设计要求。

测试条件：

—测试时间：变换器运行稳定后开始记录效率(含辅助电源)。

—测试设备：功率分析仪

测试步骤：

(1) 设置输入电压 400Vdc，负载分别为 10A、20A、40A，记录功率分析仪的测试效率；

(2) 设置输入电压 800Vdc，负载分别为 10A、20A、40A，

记录功率分析仪的测试效率；

验收标准：

$V_{in}=400V, 800V: >91\% @ 10A, >97\% @ 20A, >96\% @ 40A$

4. 持续工作稳定性测试

目标：验证变换器在室温下的持续工作能力。

测试条件：

—环境温度：25℃，风冷（见后期测试大纲）

—输入电压：400Vdc。

—输出电压：12Vdc。

—输出电流：40A。

—测试时间：10 分钟。

测试步骤：

（1）启动变换器并稳定工作 10 分钟。

（2）记录变换器的输出电压、电流。

验收标准：

—变换器在额定工况下能够稳定工作 10 分钟，无保护触发、异常或故障。

5. 功率密度测试

目标：验证变换器的功率密度是否满足要求。

测试步骤：

（1）测量变换器的外部尺寸（包含散热器尺寸），根据长×宽×高计算体积（ cm^3 ）。变换器长宽高以测得变换器最长、最宽、最高点计算。

(2) 功率密度计算: 功率密度=输出功率/体积。

验收标准:

—功率密度 $\geq 9\text{W}/\text{cm}^3$ 。

四. 参赛办法:

1. 参赛报名: 参赛队应于 2025 年 3 月 1 日前登录 <http://design.cpss.org.cn> 上填写提交。需要包括项目组成员组成信息, 并提供一份由指导教师签名的支持函, 同意指导参赛队伍、并为参赛队伍提供必要支持, 包括实验场地、实验材料、必要的参赛费用等。指导教师的支持函模板参见“第十一届高校电力电子应用设计大赛方案征集通知”附件 5。

2. 参赛队伍基于竞赛题目应于 2025 年 4 月 15 日前在 <http://design.cpss.org.cn> 上填写提交一份项目计划书, 需要包含项目技术方案及参赛时间计划。计划书连同撰写要求参见“第十一届高校电力电子应用设计大赛方案征集通知”附件 6。

五. 赛道组织委员会

(一) 组织委员会:

吴新科 浙江大学 教授 (主席)

何晓琼 西南交通大学 教授 (副主席)

宋文胜 西南交通大学 教授 (副主席)

杜 雄 重庆大学 教授

原熙博 中国矿业大学 教授

杨旭	西安交通大学	教授
汤天浩	上海海事大学	教授
许建平	西南交通大学	教授
陈志豪	英飞凌科技有限公司	副总裁
梁郁葱	湖南艾华集团股份有限公司	华东区副总经理

魏金玲	深圳麦科信科技有限公司	副总经理
-----	-------------	------

(二) 技术指导委员会 (按姓氏拼音顺序排列):

陈为	福州大学	教授
陈武	东南大学	教授
陈勇	电子科技大学	教授
方旌扬	山东大学	教授
杭丽君	杭州电子科技大学	教授
贺明智	四川大学	教授
李睿	上海交通大学	教授
刘闯	东北电力大学	教授
刘树林	西安科技大学	教授
马红波	西南交通大学	教授
马铭瑶	合肥工业大学	教授
沙德尚	北京理工大学	教授
宋清亮	英飞凌科技大中华区	技术总监
孙凯	清华大学	教授
唐欣	长沙理工大学	教授

涂春鸣	湖南大学	教授
王浩宇	上海科技大学	教授
王丽娜	北京航空航天大学	教授
王懿杰	哈尔滨工业大学	教授
吴红飞	南京航空航天大学	教授
吴学智	北京交通大学	教授
许 国	中南大学	教授
姚 凯	南京理工大学	教授
张 辉	西安理工大学	教授
张克涵	西北工业大学	教授
张 献	河北工业大学	教授
张 云	天津大学	教授

（三）赛道秘书处：

秘书长：

葛兴来	西南交通大学	教授
-----	--------	----

副秘书长：

杨顺风	西南交通大学	教授
-----	--------	----

沙 金	西南交通大学	教授
-----	--------	----

陆 纲	英飞凌科技大中华区	人力资源总监兼大
-----	-----------	----------

学计划负责人

成 员：

舒泽亮	西南交通大学	教授
-----	--------	----

马红波	西南交通大学	教授
-----	--------	----

苟 斌	西南交通大学	副教授
石章海	西南交通大学	副教授
马 兰	西南交通大学	副教授
陈 健	西南交通大学	副教授
董金文	西南交通大学	讲师
王孝强	西南交通大学	助理教授
谢 东	西南交通大学	助理教授
贾志刚	中国电源学会	工作人员

赛道秘书处联系方式:

联系人及电话:

杨顺风 教授 电话: 15208404126

沙 金 教授 电话: 19150226544

邮箱: dldzsjds@163.com

地址: 四川成都郫都区犀安路 999 号西南交通大学犀浦校区