



合肥博雷电气有限公司

H e f e i B o l e i E l e c t r i c C o . , L t d .

一种冷却式高功率密度 变压器散热方式

BUSINESS

报告人：邓永峰

2021.年10
日



目录

CONTENTS

01. 概述
02. 研究目的
03. 主要技术指标
04. 变压器的详细设计
05. 结论

PART
01.

概 述



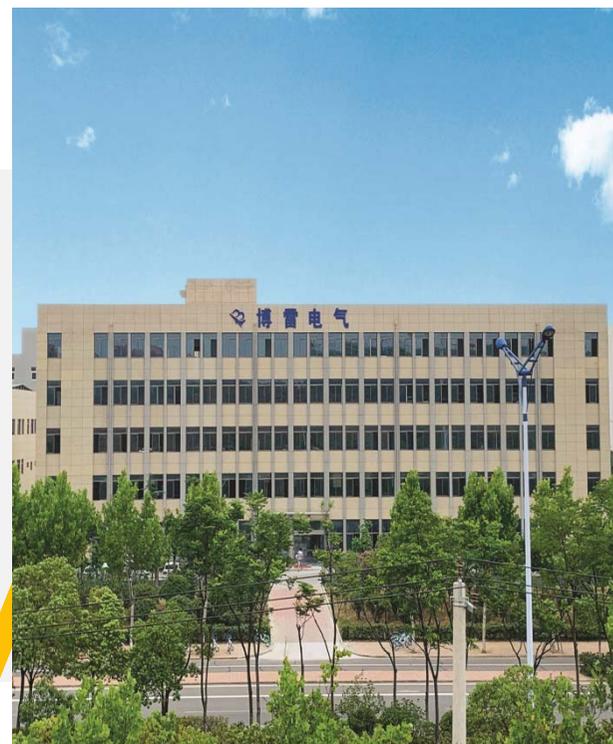
概述

公司简介

- 公司成立于2005年，位于合肥高新区，科研场所约5000平米，员工120余人，其中研发人员占40%以上。
- 专注于**特种电源系统解决方案和特种电子变压器**研发、生产、销售为一体的高新技术企业

主要产品包括：

- ⊕ 高压直流/脉冲电源及系统
- ⊕ 高频高压变压器、高压隔离变压等
- ⊕ **工业微波发生器**



特种电源产品-发射机系列



C波段发射机系统



小型化发射系统



C波段复杂电磁环境产生系统

特种电源产品-高压电源、脉冲电源



脉冲电压：100kV；

脉冲电流：100A；

国家大科学工程中国环流器二号
A(HL-2A)装置中脉冲调制器系统



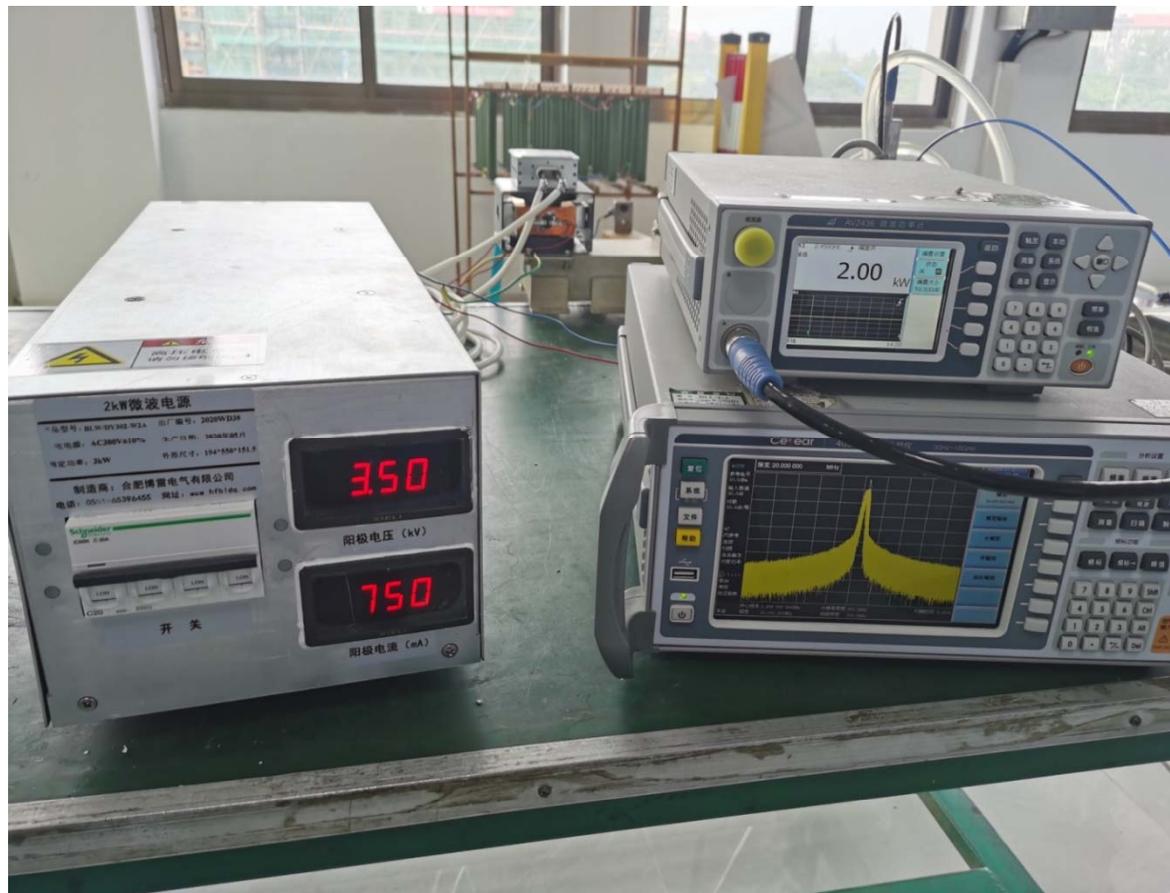
电压：≤100kVDC；

功率：100kW；

体积：19英寸/35U

大功率高压直流电源

大功率工业微波电源、微波发生器



大功率工业微波电源及微波发生器

电子变压器、电感器产品



脉冲抗爆电感器



平面高频变压器



高压隔离变压器



高功率高频升压整流组合

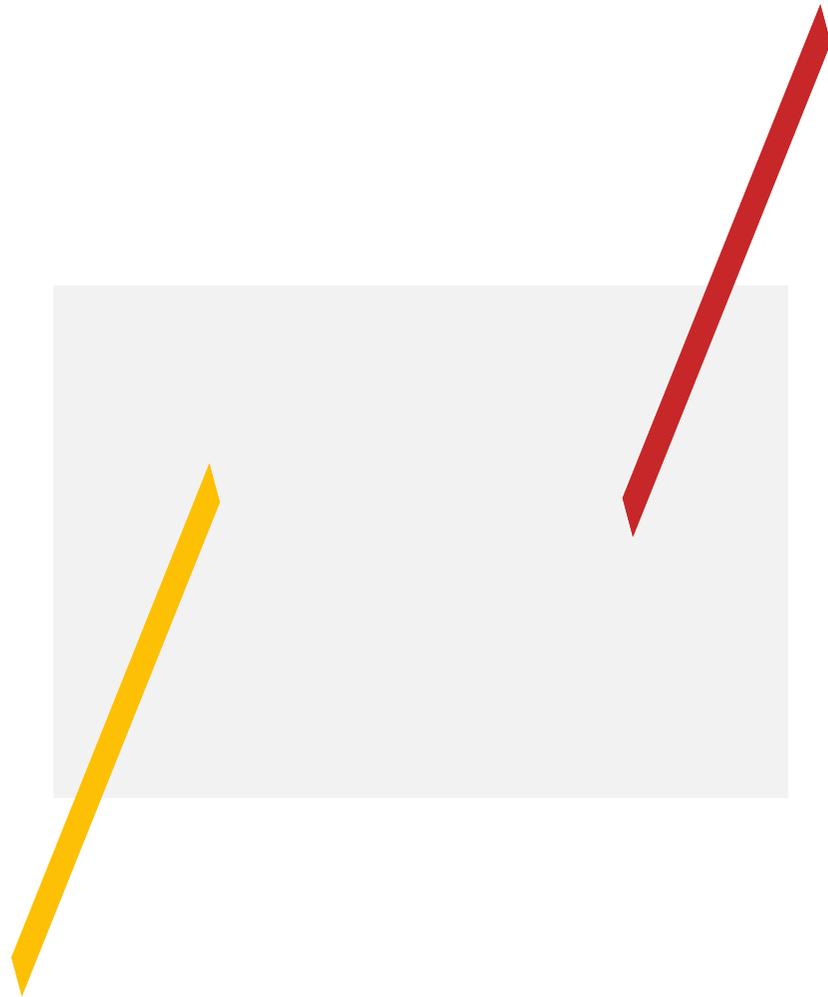


脱口线圈



概述

高频高压变压器/高压隔离变压器/脉冲电感器



荣誉资质

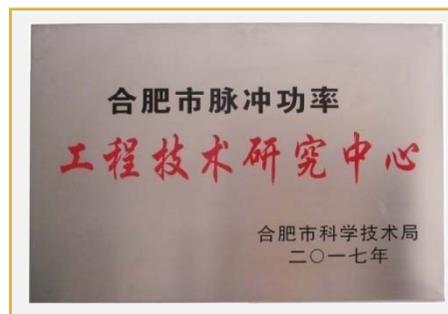
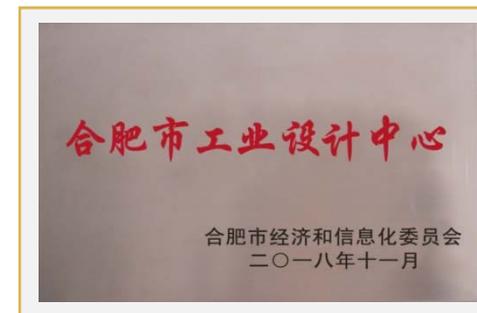
COMPANY PROFILE

公司始终注重技术研发创新与平台建设：

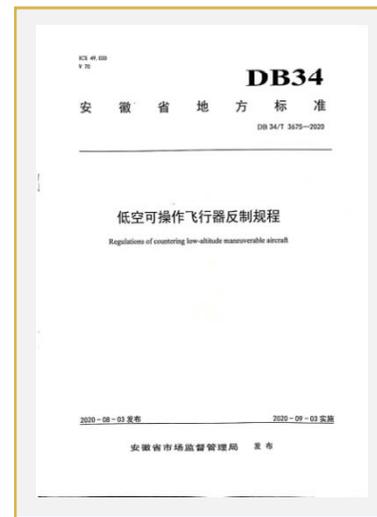
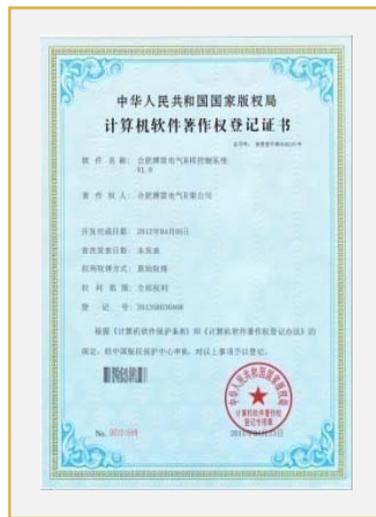
已取得J工行业准入资格：

✓ GJB质量管理体系、含二级BM资格等

- 高新技术企业
- 国家专精特新小巨人企业
- 合肥市企业技术中心
- 合肥市工业设计中心
- 合肥市脉冲功率工程技术研究中心
- 合肥市知识产权示范企业
- 省三级安全生产标准化达标企业
- 科技小巨人培育企业



科研成果 COMPANY PROFILE



专利

- 授权发明专利26项
- 实用新型专利22项
- 软件著作权18项

新产品

- 安徽省高新技术产品1项
- 安徽省新产品12项

行业标准

- 参与制定国家标准1项
《空间数据与信息传输系统 邻近空间链路协议 物理层》
- 主持制定安徽省地方标准1项
《低空可操作飞行器反制规程》

产业中心

COMPANY PROFILE



训练装备部



研发中心



调试中心



重点实验室



测试中心



成果展厅

制造中心

COMPANY PROFILE



生产车间



装配车间



环境实验室



存储仓库



检验中心



老炼实验室

概述

本文结合高压开关电源的工作特点，提出在高电压、高功率密度、高频率以及小型化等要求下的高频高压变压器基本实现方式，详细分析了其在高电压、高功率密度、高频率等情况下，阐述高频高压变压器在高压开关电源中的应用优势。

PART.

02.

研究目的



研究目的

研究目的：解决同等功率密度状态下磁芯温升问题，提高变压器使用寿命，降低整个变压器体积，提高电源空间使用效率

研究方法：

- 热沉积：通过仿真软件与理论计算进行核算，然后通过实际试验验证进行对比。
- 使用寿命：通过长时间老练试验，并与同等规格不加冷却方式的变压器作对比。

PART.

03.

技术指标要求



主要技术指标

该高频变压器指标为：

- 1) 输入：500V 20kHz；
- 2) 输出：DC4kV 25A；
- 3) 隔离耐压：DC8kV；
- 4) 串联谐振开关电路拓扑；
- 5) 冷却方式：强迫风冷；
- 6) 使用环境： $-20^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$

PART.

04.

变压器设计



► 高频高压变压器设计

(1) 结构设计

- 变压器的磁芯，采用的是铁芯体**UF**两副并联；
- 骨架采用铜板作为导热介质，解决了磁芯内部热量沉积，温度过高导致磁芯饱和问题；
- 合理的利用磁芯窗口空间，绕线空间加装空气道，解决线圈内部温升问题；

▶ 高频高压变压器设计

(2) 绕组设计

- ▶ 因变压器为升压变压器，考虑整流器件和分布参数等因素，将初级绕组左右腿串联，次级绕组左右腿多段绕制，分别整流后串联叠加；
- ▶ 导线选择：考虑高频状态下导线趋肤效应等因素选用耐高温的丝包线束多根并联进行绕制；
- ▶ 绝缘耐压：因为空间等原因选用导热系数高、耐压等级高的导热胶进行真空灌注；

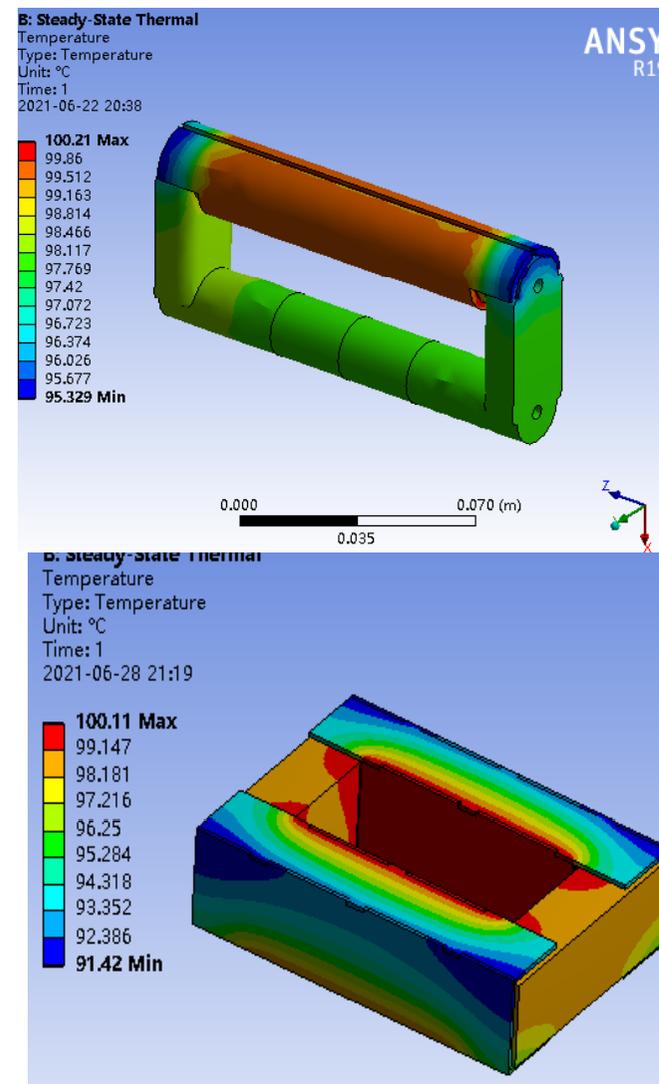
高频高压变压器设计

仿真计算

通过ANSYS软件仿真，空气温度25℃，磁芯最高温度100℃，外部无强迫冷却条件的工作环境下，

1) 不同样式的骨架采用冷却式材质仿真结果

通过仿真分析可以看出，磁芯最高温度：**100℃**，磁芯最低温度：**92℃**，温度在骨架上分布是不均匀的，其中冷却式骨架受热温度与磁芯中柱工作温度是一致的，分布于冷却式骨架两端头温度与磁芯温度相差约8左右，通过热传导的方式，冷却式骨架中间温度不断传递给两端，两端通过与空气接触可使中间温度不断降低，直至出现温度平衡点。



► 高频高压变压器设计

优势分析

- 1) 简化了结构方案，解决了变压器长期工作，热量沉积，导致变压器磁芯温升过高，极易出现磁饱和问题；
- 2) 降低了变压器体积，对整个电源系统小型化起关键作用；

高频高压变压器设计

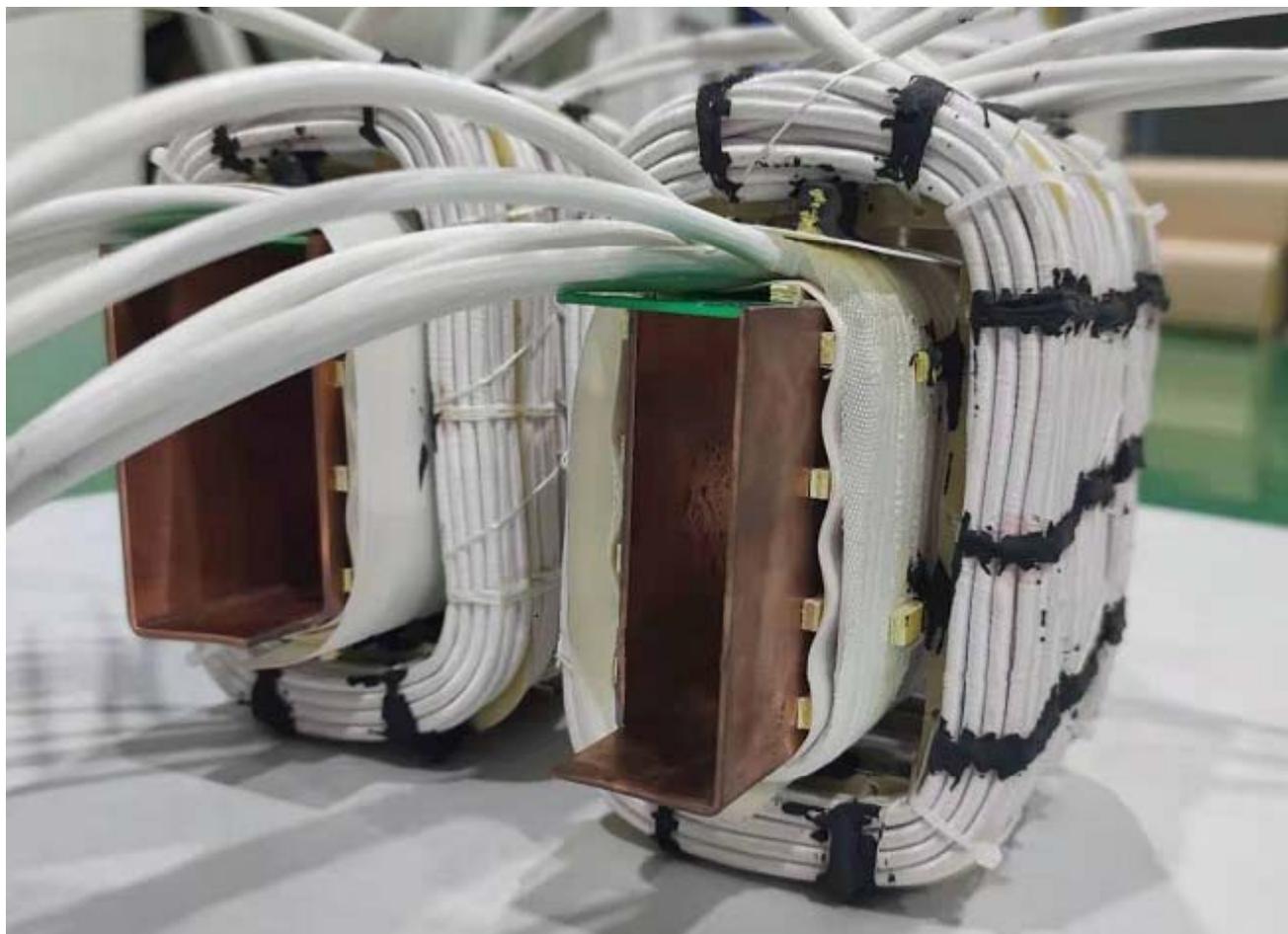
关键技术

高压高频及大功率所带来的热沉积

作为高压电源中关键部件——高频高压变压器对高功率密度的要求越来越高，变压器长期工作，传统的绝缘骨架无法将磁芯和线圈中部的热量较好的传导出去，导致变压器磁芯温升过高，极易出现磁饱和现象，且烧毁线圈，造成成本增加，这里采用冷却式材质骨架，能够使磁芯温升快速传导出去，有效减小在高功率的工作状态的温升问题。

► 高频高压变压器设计

变压器实物图



PART
05.

结论



► 高频高压变压器设计

本文研制一种冷却式高功率密度变压器散热方式，通过在高压电源中长期进行验证，该高功率密度设计、严谨结构方案处理最终实现了技术条件，解决了磁芯内部散热问题，使得整机结构内部布局减小，借助此成熟的技术，后续工作中将不断优化产品结构。



感谢各位专家批评指正!

BUSINESS TEL: 139 5514 5980

合肥博雷电气有限公司

202

1



公众号



个人微信



www.hfbldq.com

BUSINESS

TEL: 139 5514 5980 (微信同步)

合肥博雷电气有限公司

202

1