

一种用于真空电弧熔炼的稳弧电源

王 庆¹, 侯景岳², 李 宏¹

(1. 西安石油大学, 电子工程学院, 陕西 西安 710065; 2. 沈阳真空技术研究所有限公司, 辽宁 沈阳 110042)

摘 要: 本文介绍了一种新型的稳弧电源实现方案, 不但对理论基础、主电路拓扑、DSP (Digital Signal Processing) 和 CPLD (Complex Programmable Logic Device) 等高性能芯片组成的控制系统进行了较为详细的介绍分析, 还给出了部分具体的控制软件程序和电路实现方式。最终根据设计思路研制出试验样机, 其输出波形的测试结果较为理想, 验证了设计方案的合理性和可行性。

关 键 词: 稳弧电源; 电磁搅拌; DSP; CPLD; 真空电弧熔炼; VAR

中图分类号: TF136

文献标识码: B

文章编号: 1002-0322(2022)02-0066-06

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2022.02.13

An Arc Stabilization Power Supply Used for Vacuum Arc Melting

WANG Qing¹, HOU Jing-yue², LI Hong¹

(1. Xi'an Shiyou University, Xi'an 710065, China; 2. Shenyang Vacuum Technology Research Institute Co., Ltd., Shenyang 110042, China)

Abstract: A new design scheme of arc stabilization power supply is introduced in this paper. It not only gives a detailed analysis of the theoretical basis, the unique main circuit topology construction, the control system composed of high-performance chips such as DSP and CPLD, but also some specific control software programs and circuit implementation methods are presented. Finally, a test prototype is developed according to the design idea, and relatively ideal result is obtained by testing the output waveform, which verifies the rationality and feasibility of the design scheme.

Key words: arc stabilization power supply; electromagnetic stir; DSP; CPLD; vacuum arc melting; VAR

真空电弧熔炼工艺可获得低偏析、高纯净度的合金材料, 已经成为贵重金属制备的主要技术^[1]。真空电弧熔炼通常需要配备两套独立回路的电源, 一套是给电弧炉冶炼系统自耗电极熔化回路供电的主熔炼电源, 另一套为防止电弧发散引起侧弧而危及结晶器安全与通过电磁作用改善熔化金属性能的稳弧电源^[2]。侧弧会导致熔化锭子对结晶器壁放电, 使得结晶器被击穿, 冷却水进入结晶器内, 电解产生氢气而发生爆炸。稳弧电源不仅能有效束缚电弧的跳动, 防止电弧发散引起侧弧, 预防安全事故, 还可以形成磁场, 促使已熔化在结晶器内的金属按照稳弧电源提供给稳弧线圈电流所产生磁场的方向进行旋转, 实现稳弧搅拌, 使得结晶器内的金属溶液受热均匀, 进而改善金属材料晶体分子的排列, 获得成分更加

均匀、性能更好的金属材料。

稳弧电源在原理上都是利用线圈通电所产生磁场的电磁作用来进行稳弧搅拌, 其在技术实现上方法较多, 根据对不同金属材料的性能要求, 稳弧工艺的实现方法也各有不同。如用于高性能铝熔炼的电磁搅拌双 PWM 电源拓扑, 前级为三相 PWM 整流器, 后级为三相逆变器。其中逆变器通过滞环控制来对三相交变电流进行调节, 滞环控制可通过电流给定比较直接产生 PWM 脉冲, 但开关频率是变化的, 不易设计^[3]; 而且该拓扑的负载由三相绕组组成, 工作时为时变的感性不平衡负载, 对母线电压的波动影响较大^[4]。生产连铸钢时用到的两相正交电磁搅拌电源, 采用两组单相全桥逆变电路分别供电的方式, 共需要 8 个大容量的功率开关器件, 硬件成本较高。应用

收稿日期: 2021-04-07

作者简介: 王庆(1996-), 男, 陕西省延安市人, 硕士。

通讯作者: 李宏, 教授。