

专用电子束熔炼炉真空抽气系统设计

张志平, 许忠政, 张黎源, 姜正鹤

(核工业理化工程研究院, 天津 300180)

摘 要: 专用电子束熔炼炉需要大抽速、可靠性较高的真空系统, 本文简要介绍了专用电子束熔炼炉真空抽气系统的主要性能指标、设计思路和方法、系统组成, 对此真空抽气系统进行了详细的计算, 并为类似真空设备的研制提供有益参考。

关 键 词: 电子束熔炼; 真空系统; 放气量; 有效抽速; 抽气时间

中图分类号: TF134; TB751

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2021)05-0042-04

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2021.05.06

Design of Vacuum Pumping System for Electron Beam Melting Furnace

ZHANG Zhi-ping, XU Zhong-zheng, ZHANG Li-yuan, JIANG Zheng-he

(Research Institute of Physics and Chemistry Engineering of Nuclear Industry, Tianjin 300180, China)

Abstract: High speed and high reliability vacuum pumping system is needed for the electron beam melting furnace. This paper described the technical specification, the design ideas and methods, and structure configuration. A detailed calculation of the vacuum pumping system was carried out, which may provide a useful reference to develop similar vacuum equipment.

Key words: electron beam melting; vacuum system; outgassing amount; effective pumping speed; pump-down time

电子束熔炼是一种非接触的高能束流熔炼技术, 常用于高纯金属的制取, 稀有及难熔金属的熔炼、提纯或合金化, 具有熔炼温度高、电子束搅拌作用利于合金化、真空环境中便于控制化学组分等突出特点^[1-6]。核工业理化工程研究院研制用于有毒有害难熔合金熔炼的电子束熔炼炉^[7-8], 为了保护操作人员, 将电子束熔炼炉布置在一个密封箱室内, 其真空抽气系统远程布置在另一密封箱室内。

该电子束熔炼炉需要一个大抽速、可靠性高的真空系统, 现对此真空抽气系统进行设计。

1 设计要求

电子束熔炼炉的设计中, 为了使杂质微粒对真空的影响减至最小, 延长电子枪阴极寿命, 应提高电子束熔炼炉的真空度。由于真空抽气系统远程布置, 高真空管道较长, 异于常规的真空抽气系统。在某电子束熔炼炉设计中, 真空室体积

为 1136L (不包括高真空管道体积), 真空室内表面积为 $1.08 \times 10^5 \text{cm}^2$ (不包括高真空管道), 真空室及真空管道材料均为奥氏体不锈钢 0Cr18Ni9Ti, 加工后表面抛光。

参考核真空科学中对真空抽气系统的要求^[9-11], 其真空抽气系统的具体设计要求如下:

(1) 装置在抽空 24 小时后达到的真空度 (极限真空度 P): $5.0 \times 10^{-4} \text{Pa}$;

(2) 从开高阀后 1 小时起, 装置达到的真空度 (工作真空度 P_0): $1.3 \times 10^{-3} \text{Pa}$;

(3) 装置达到极限真空度、关闭高阀后 1 小时的真空度下降 (静态压升率): 0.2Pa/h ;

(4) 能迅速排出熔炼过程中突然释放的气体;

(5) 由于真空系统安装在密封箱室内, 不便于检维修, 需要具有较高的可靠性。

2 抽气系统设计

由于在熔炼时物料出气率较大、杂质较多,