

真空装置门体运动机构的故障树分析*

张志平, 许忠政, 张玮钰, 张黎源

(核工业理化工程研究院, 天津 300180)

摘 要:真空装置门体运动机构可靠性是影响真空装置可用性的关键因素, 针对新型的真空装置门体运动机构, 本文在故障模式分析的基础上, 建立了运动机构故障树模型, 进行最小割集分析, 对故障树进行了定性和定量分析, 发现门体运动机构的系统可靠性薄弱环节, 对门体运动机构系统设计和加工提出相应优化改进建议。

关 键 词:可靠性; 故障树分析; 运动机构; 重要度分析

中图分类号: TB802+.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2019)05-0034-06

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2019.05.07

FTA Analysis of Motion Mechanism for Vacuum Equipment Automatic Door

ZHANG Zhi-ping, XU Zhong-zheng, ZHANG Wei-yu, ZHANG Li-yuan

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

Abstract: The reliability of the motion mechanism for automatic door is the key factor for usability of vacuum equipment. Aiming at the motion mechanism for new type of automatic door, based on the FMEA, the failure tree model of motion mechanism was established and the minimal cut set was analyzed. The fault tree was analyzed qualitatively and quantitatively. The weak links affecting the system reliability were found out and the suggestions were proposed in this paper.

Key words: reliability; FTA; motion mechanism; importance analysis

在核燃料加工、辐照加工等涉及放射性的领域中, 要求减少或者避免人工直接操作设备^[1]; 同时大型的真空设备, 受体积和重量的限制, 人工操作不便且效率低下。因此, 真空装置自动化是大型真空装置, 特别是涉核真空装置的一个重要发展方向。常规的真空装置中, 真空室门的结构大多为铰链结构, 采取人工操作的方式进行开合、预紧^[2-4]。在某项目中, 要求真空装置远程自动化操作, 同时要求减少维修操作, 因此真空装置的设计中, 通过电机驱动运动机构的形式实现门体的自动化开合、预紧, 相比较于常规的真空装置手动铰链门, 具有系统复杂、节省人力、远程操作、维修困难等特点。

针对真空装置新型的门体运动机构, 为了使运动机构能可靠地按设计要求运动到位, 与真空室体配合实现密封, 保证真空装置功能可用, 需要进行

可靠性设计, 提高运动机构的可靠性。

本文在真空装置门体运动机构设计和故障模式分析的基础上, 通过对所建立的故障树进行最小割集分析, 确定顶事件发生的原因, 对故障树进行了定性和定量分析, 发现门体运动机构的系统可靠性薄弱环节, 对门体运动机构系统设计和加工提出相应优化改进建议。

1 故障树分析方法简介

故障树分析法是通过分析和确定系统故障原因的各种可能组合方式, 计算其发生概率, 然后采取设计改进、监测、维修等措施, 设法减少故障的发生概率^[5-8]。故障树分析可用于定性分析和定量分析, 其分析流程一般按照图 1^[9]所示步骤进行。

在定量分析阶段, 最小割集之间不相交的情

收稿日期: 2018-11-01

作者简介: 作者简介: 张志平(1989-), 男, 云南省宣威市人, 硕士, 助理研究员。

* 基金项目: 国家重点研发计划资助(2017YFB1103300)。