

~~~~~

# 热管理

~~~~~

集装箱型柴油发电机组水温过高故障仿真分析及优化

万璞
(泰豪电源技术有限公司, 江西 南昌 330020)

摘要: 针对某集装箱型柴油发电机组冷却水水温过高而导致的停机故障问题, 对机组进行结构优化, 并采用 SolidWorks Flow Simulation 软件对机组内部流场进行仿真验证。结果表明: 将原集装箱右侧检修门改为百叶检修门, 同时将排气消声器排烟方向进行调整后, 机组结构可以满足该款柴油机冷却水水温不超过 102 ℃ 的要求, 解决了集装箱内风道不畅导致的机组冷却水水温过高的故障问题, 提高了集装箱型柴油发电机组的运行稳定性。

关键词: 柴油发电机组; 冷却水温; 结构优化

Analysis and optimization of high water temperature fault in container diesel generator set

WAN Pu

(Company of Tellhow Power Technology, Nanchang 330020, Jiangxi, China)

Abstract: In view of the shutdown fault caused by high cooling water temperature of a certain container unit, the unit structure was optimized, and SolidWorks Flow Simulation software was used to simulate and verify the internal flow field of the unit. Results show that by replacing the original right side access door of the container with a louver access door, and adjusting the exhaust direction of the exhaust muffler, the unit structure can meet the limit requirement that cooling water temperature of the diesel engine does not exceed 102 ℃, the problem of high cooling water temperature of the unit caused by poor air passage in the container can be solved, and the operational stability of the container-type diesel generator set can be improved.

Key words: diesel generator set; cooling water temperature; structural optimization

DOI: 10.3969/j.issn.1671-0614.2024.01.007

0 前言

作为户外应急电源, 集装箱型柴油发电机组需要给重要设备提供不间断的电力供应。在集装箱型柴油发电机组的设计、生产和测试过程中, 机组冷却水高水温故障是集装箱型柴油发电机组最为常见的故障之一。柴油发电机组冷却水水温过高, 会使机组润滑油的黏度减小, 油膜被破坏, 其润滑效果

和动力性能降低^[1], 所以柴油发电机组冷却水温度必须控制在允许值范围内。集装箱型柴油发电机组冷却水温高的故障一般是由机组进排风面积不足、集装箱内风道不畅、风道阻力过大或散热水箱风量不足导致的。

本文对某集装箱型柴油发电机组采用 SolidWorks Flow Simulation 软件对机组内部流场进行仿真验证, 确定故障原因后对该机组进行结构优化, 并

作者简介: 万璞(1985—), 男, 本科, 工程师, 主要研究方向为柴油发电机组设计。

对优化方案进行测试验证。

1 故障现象

某集装箱柴油发电机组额定功率为1 800 kW，所有机组部件集成在一个标准集装箱内，采用侧进端排式结构设计，消声器布置在机组顶部，如图1所示。

该机组选用某16缸V列柴油机作为动力源，环境温度 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，发电机组满载工况下该柴油机冷却水温最高报警限制为 $102\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在完成生产后的机组进行测试，机组在100%负荷下，冷却水水温持续上升，当冷却水水温达到 $102\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，发电机组控制系统的高水温报警被触发^[2]。随后，操作人员立即对机组进行卸载处理，使机组在空载状态下运行，待发电机组冷却水水温降低到合理范围后手动停机，以确保机组不会因冷却水温度过高而造成损坏。

2 原因分析

操作人员在机组上安装了多通道温度测试仪，

以收集机组运行时水箱叶前温度、空滤进气温度、百叶进风温度等数据^[3]。机组出现高温故障后，机组高温故障测试数据见表1。

从表1可以看出，环境温度为 $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，机组在满载1 800 kW工况下测试20 min后，模块水温达到 $102\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，触发高水温报警。这无法满足机组在 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下，发动机冷却水温不能超过 $102\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的限制条件，导致机组不能正常运行。在机组满载时数据有以下异常：

(1) 机组左右两侧百叶进风温度与环境温度差值达到4 K，而理论上两者差值不会超过2 K。

(2) 右侧空滤进气温度与左侧空滤进气温度差值超过6 K，水箱右侧叶前平均温度与水箱左侧叶前平均温度差值接近4 K，理论上左、右侧空滤进气温度和水箱左、右侧叶前平均前温度差值不会超过2 K。

结合异常数据和图1可知：机组控制输出柜位于机组右侧进风百叶附近，阻挡了机组右侧进风通道，导致机组右侧进风不畅，使得右侧空滤进气温度和水箱右侧叶前温度过高。同时，消声器排烟口

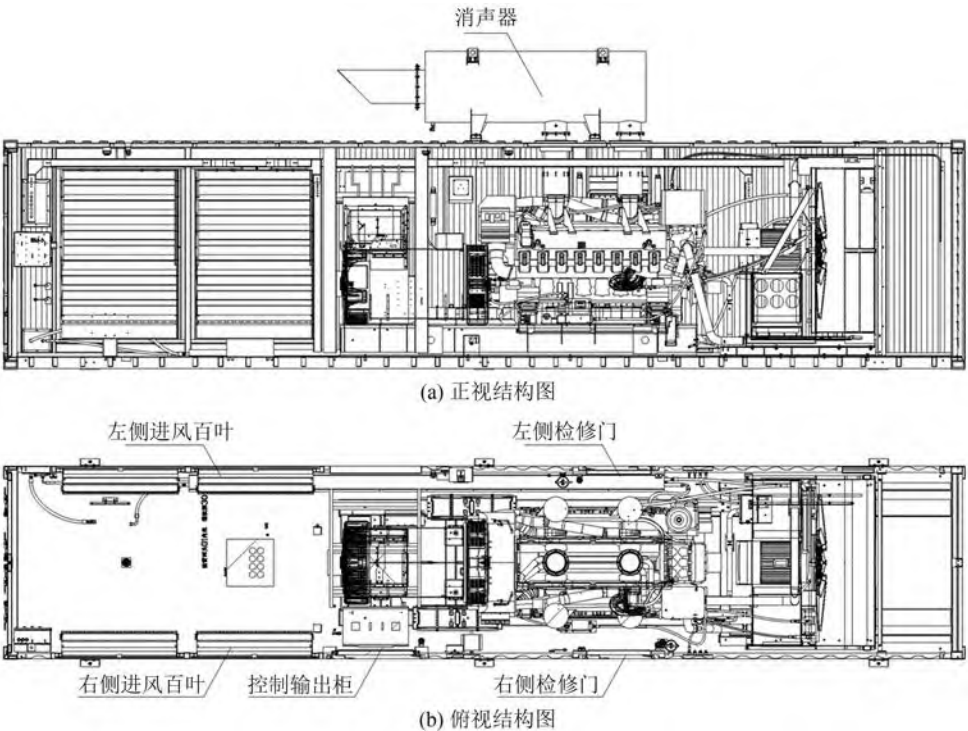


图1 机组布置示意图

表 1 机组高温故障测试数据

序号	机组功率/ kW	时刻	模块 水温/℃	水箱左侧 叶前温度/℃		水箱右侧 叶前温度/℃		左侧空 滤进气	右侧空 滤进气	左侧百 叶进风	右侧百 叶进风	环境 温度/℃
				通道 1	通道 2	通道 3	通道 4	温度/℃	温度/℃	温度/℃	温度/℃	
1	0	14:20:00	60	39.4	39.6	39.7	39.8	39.0	39.0	39	39	36
2	1 000	14:25:00	77	40.0	39.9	42.2	42.5	39.2	42.5	39	39	36
3	1 800	14:28:00	81	41.2	40.2	44.0	44.3	39.4	43.2	39	39	36
4	1 800	14:30:00	92	42.1	42.8	45.8	46.1	39.7	43.8	39	39	36
5	1 800	14:35:00	96	43.0	43.2	47.2	47.8	39.6	44.3	39	39	36
6	1 800	14:40:00	99	43.5	44.3	47.5	48.1	39.8	44.9	39	39	36
7	1 800	14:45:00	101	43.7	45.0	48.3	48.9	39.9	45.4	39	40	36
8	1 800	14:48:00	102	44.0	45.0	48.5	49.1	40.1	46.6	39	40	36

朝向机组进风端放置，机组满载时通过消声器排放的尾气温度超过 300℃，部分高温尾气会与机组进风混合，导致机组进风温度升高。

利用 SolidWorks Flow Simulation 软件对机组集装箱的内部流场进行模拟，来验证是否存在机组右侧进风不畅导致机组冷却水温过高的可能，分析结果如图 2 所示。

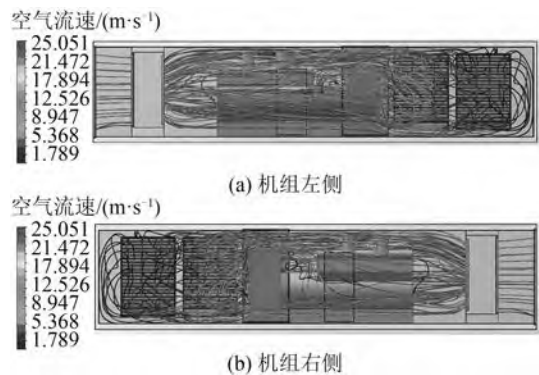


图 2 机组内部流场示意图

从图 2 可以看出，机组右侧风速和通风路径明显小于机组左侧。可以确定，由于风道被控制输出柜阻挡，机组右侧空滤进气温度和水箱叶前温度均高于机组左侧空滤进气温度和水箱叶前温度。

综上所述，机组发生高温故障的原因如下：① 机组消声器排烟朝向问题导致百叶进风温度过高；② 机组控制输出柜的布置问题导致机组右侧通风不畅。

3 结构优化及验证

针对该集装箱型柴油发电机组冷却水温高故障，在现有的机组结构上进行优化设计，将消声器排风口横向旋转 180°，朝机组水箱排风端安装，以此杜绝排烟混合进风的情况；将机组右侧检修门更换为百叶检修门，以此来补充因控制输出柜布置不当导致的机组右侧进风量不足的情况。优化后的机组布置如图 3 所示。

利用 SolidWorks Flow Simulation 软件对优化后机组集装箱内部的风场进行模拟，来验证优化方案的可行性，结果如图 4 所示。

从图 4 可以看出，优化后机组右侧风速增大，风量得到补充，机组的散热效果较理想，说明优化措施可行。

在更换百叶检修门和改变消声器排烟方向后，利用所安装的多通道温度测试仪来收集机组运行时的温度参数，以此来观察优化效果，结果见表 2。

从表 2 可以看出，环境温度为 39℃ 时，机组满载运行 37 min 后水温稳定在 100℃，低于机组高温报警温度，满足使用要求。

优化前后环境温度与百叶的进风温度差值、左右空滤进气温度差值，以及水箱左右侧叶前平均温度差值见表 3。

从表 3 可以看出，机组左右空滤进气温度差值、水箱左右侧叶前平均温度差值及环境温度与

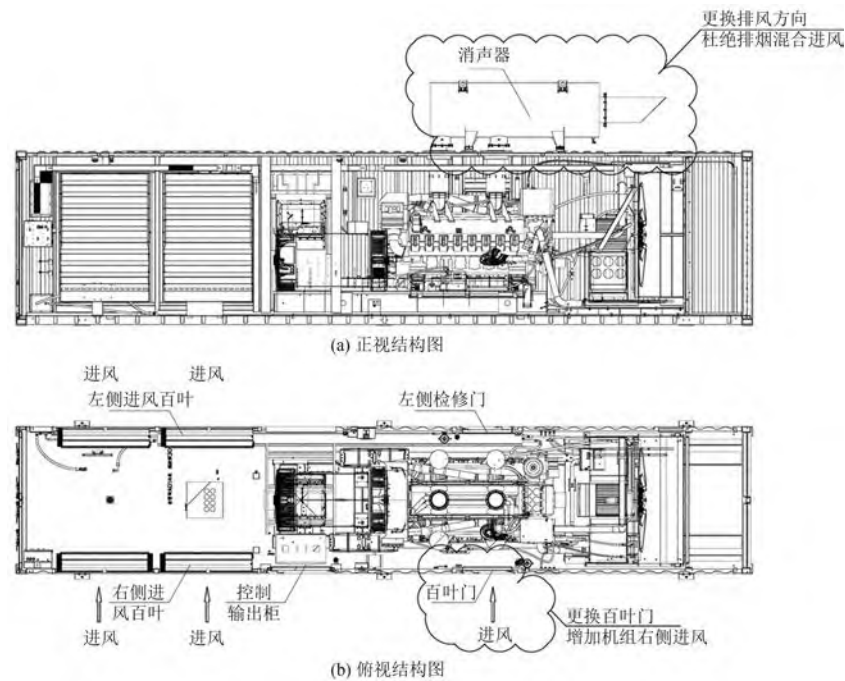


图 3 优化后机组布置图

表 2 优化后机组测试数据

序号	机组功率/ kW	时刻	模块水温/℃	水箱左侧		水箱右侧		左侧空	右侧空	左侧百	右侧百	检修门百	环境
				叶前温度/℃	通道 2	叶前温度/℃	通道 4	滤进气	滤进气	叶进风	叶进风	叶进风温	
				通道 1		通道 3		温度/℃	温度/℃	温度/℃	温度/℃	度/℃	温度/℃
1	0	14:00:00	57	39.2	39.1	39.1	39.2	39.0	39.0	39	39	39	39
2	1 000	14:10:00	79	41.2	41.8	42.0	42.3	39.4	39.3	39	39	39	39
3	1 800	14:13:00	82	42.2	42.6	43.3	44.0	39.6	39.5	39	39	39	39
4	1 800	14:17:00	92	42.7	43.1	44.0	44.7	39.7	39.4	39	39	39	39
5	1 800	14:23:00	97	44.2	44.5	45.1	45.6	41.0	39.6	39	39	40	39
6	1 800	14:30:00	99	44.8	45.6	45.4	45.9	41.3	41.2	40	40	40	39
7	1 800	14:40:00	100	45.4	46.5	46.2	46.6	41.4	41.2	40	40	40	39
8	1 800	14:50:00	100	45.8	46.4	46.4	46.8	41.5	41.3	40	40	40	39

表 3 优化前后各温度参数对比

结构	环境温度和 百叶进风温度 差值/K	左右空滤 进气温度 差值/K	水箱左右侧叶前 平均温度差值/K
优化前	4	6.5	4.3
优化后	1	0.2	0.5

百叶进风温度差值均明显降低，这说明优化消声器的排烟口方向和更换百叶检修门的方案切实有效。

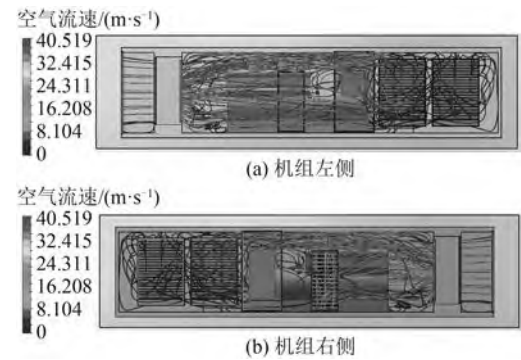


图 4 优化后机组内部流场分析

4 结论

以某集装箱型柴油发电机组内流场为研究对象,针对机组测试过程中冷却水水温过高的故障进行分析,并采用SolidWorks Flow Simulation软件对机组内流场进行验证,最终对机组结构进行优化,相关结论如下:

(1) 在设计集装箱型柴油发电机组时,需要考虑消声器的排烟方向,排烟方向不能朝向机组进风方向。

(2) 需要充分考虑集装箱型柴油发电机组内部

风道是否通畅,不能存在风道受阻的现象。

参考文献

- [1] 文万军,胡启帅,余峰,等.应急柴油发电机组高温冷却水水温过高故障分析及处理[J].内燃机与配件,2022(1): 117-119.
- [2] 荀向红.某型柴油发电机组冷却水系统故障及改进措施[J].柴油机,2014,36(6): 49-51.
- [3] 屈天佑.应急柴油发电机气缸温度高故障分析及解决措施[J].电工技术,2017(4): 114-115.

欢迎订阅《柴油机设计与制造》

《柴油机设计与制造》创刊于1979年,是由上海汽车工业(集团)总公司主管,上海新动力汽车科技股份有限公司主办的学术性、技术性、实用性较强的科技期刊,国内外公开发行。国内统一连续出版号为CN 31-1430/TH,国际标准连续出版物号为ISSN 1671-0614。

《柴油机设计与制造》立足于开发、生产、应用第一线,结合企业的人才、信息等优势,既展示高校及科研院所等科研前沿的动态和最新成果,又推广将生产企业资源转化为产品过程中的各类实例,竭诚为广大读者服务。

本刊刊登发动机行业及相关领域的设计、开发、试验、制造、工艺、管理、质量等方面的论文,适合内燃机主机企业、配件企业和维修站的工程技术人员和管理人员、大专院校的师生、科研单位的技术人员订阅。

《柴油机设计与制造》为季刊,每季末月25日出版,大16开,56页。每期定价15元,全年4期60元(含邮费)。

订阅联系方式

地址:上海市军工路2636号

出版单位:《柴油机设计与制造》编辑部

邮编:200438

电话:(021) 60652646; (021) 69080359

Email: zyun@snat.com, cyjsjyzz@126.com

《柴油机设计与制造》编辑部