

· 结构与工艺 ·

车载小功率双机组电站风道设计

杨荣波, 李 壮

(东北电子技术研究所, 辽宁 锦州 121000)

摘要: 电站是车载系统的重要组成部分, 由于系统的可靠性、机动性的要求越来越高, 车载小功率电站的需求也越来越多, 常常需要电站与系统共用同一承载平台, 介绍一种车载双机组小功率风冷型电站的通风散热设计, 通过进排风道的结构设计、电站内部散热量计算及轴流风机的选择思路, 为今后小功率风冷电站在车载系统上的应用提供技术依据。

关键词: 风冷型电站; 风道设计; 通风散热

中图分类号: TM624

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2012)04-0079-04

Duct Design of Vehicle Dual-unit Low-power Power Station

YANG Rong-bo, LI Zhuang

(Northeast Research Institute of Electronics Technology, Jinzhou 121000, China)

Abstract: The power station is an important part of the vehicle system. With the development of the reliability and maneuverability of the system, the demand for low-power power station increases continuously. And the same platform is always needed to be shared by a power station and a system. A kind of ventilation and heat dissipation design of vehicle dual-unit low-power power station is introduced. Based on the structure design of inlet duct, the amount of heat dissipation calculation in a power station and the selection method of axial fans, the application technology basis of the low-power air-cooled power station which will equipped on vehicle system is provided.

Key words: air-cooled power station; duct design; ventilation and heat dissipation

电站作为车载系统的供电设备在各个方面的作用越来越广泛, 其能否稳定地工作, 直接影响到整个系统的可靠性^[1]。风冷型电站因其对气候、地形等野外环境的适应性较强, 已成为重要的电源供给设备。车载系统一般由载车底盘和方舱组成, 主要设备与供电设备集成在同一方舱内, 电站内部如果采取的通风散热措施不利, 会使舱体内部温度过高, 影响电站的正常工作, 造成功率输出不足、自动停机等现象。因此, 如何合理估算出电站运行所产生的热量及所需的排风量等参数, 优化进排风道的设计成为重中之重, 风道技术的核心问题是如何解决电站舱体内机组的通风散热, 改善电站的工作环境, 降低舱内温度, 使其能在额定状态下持续、可靠、安全的运行。介绍一种车载小功率双机组电站的进排风道结构设计^[2,3]。

1 风道设计

对于风冷机组, 只有新鲜空气才能供给柴油机冷却和燃烧之用, 在设计时应注意不能吸入热风 and 废气; 所有风道要避免转弯过多, 要以最短通风管路将热风 and 废气排出, 不要让热风 and 废气在舱内形成短路, 将废气吸入柴油机会影响机组运行; 排气管应缠绕石棉层, 再用玻璃纤维布包裹住^[4]。

以某系统为例, 整个舱体分为独立的油机舱和工作舱, 油机舱内装载两台 6 kW 柴油发电机组, 发电机组技术数据见表 1。要求柴油发电机组尽量采用车上关门使用工作方式。要达到使用要求必须加装合理的进排风道, 油机舱内部尺寸为 1 200 mm × 2 282 mm × 1 858 mm (长 × 宽 × 高), 由于两台柴油发电机组

在舱体内占用空间大,加上空调机组和燃油加热器的风道以及吊装设备和附属设备所占空间,舱内空间不可能提供足够的空间设置较为复杂的风道结构,使得在电站总体结构设计中进排风道的布置非常困难,为了在有限的空间内完成电站的结构布局并满足电站的通风散热及日常维护,采用通过强制空气冷却手段的进排风道的结构设计示意图如图1所示。

两台机组同向放置,为方便维修,在舱体两侧各设一扇门,保证机组的维修操作。采取两侧舱门开百叶窗进风,燃烧空气的风量全部由两侧舱门百叶窗进入,百叶窗置于舱门下部对准机组的轴线并加装过滤

网,百叶窗开口面积为 0.24 m^2 ,能保证新鲜冷空气进入舱内,每台机组斜上方安装一台轴流风机,强制抽风,形成一个L型的冷却风道,抽风的特点是风量大、风压小、各部分风量比较均匀,当机组工作时,风机工作,将机组工作时产生的热空气排出舱外。在强迫流动时,空气会沿着线路最短、阻力最小的路径流动,低进高出的布置可以避免进风口吸进排风口热气、废气的现象,由于两机组的排风道相互独立,无论是单机工作还是双机同时工作,都不会出现“抢风”和“倒灌风”的情况。另外在两机组中间处安装一过渡风道并在对应的舱壁位置加装一台轴流风机辅助排风^[5]。

表1 柴油发电机组技术数据

名称	参数	名称	参数
机组型号	6GF-1c	启动方式	电启动DC12V
额定功率/kW	6	配套油机	25LD425/2
额定转速/(r/min)	3 000	配套发电机	TNFD-6-2-1 永磁发电机
冷却方式	风冷	外形尺寸 (长×宽×高)/mm	690×505×600
油机功率/kW	10.5	净重/kg	165(含启动电瓶)

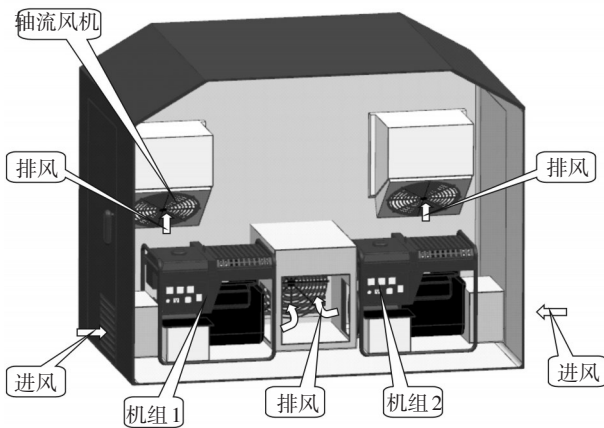


图1 电站内部结构示意图

2 通风散热分析

轴流风机是风道设计中必不可少的,轴流风机的特点是风量大、噪声小,便于维修,风机的作用是将舱内的热空气排出舱外,改善舱内的温度环境,更有利于机组的工作。舱内热空气来源主要包括柴油机、发电机和排烟管道的散热量,由于排烟管必须做保温处理,散发到舱内的热量很少,可以忽略不计^[6]。

2.1 柴油机的发热量

柴油机发热量通常计算公式为

$$Q_1 = P_n B q \eta_1 \quad (1)$$

式中, Q_1 为柴油机发热量(kJ/h); P_n 为柴油机额定功率(kW); B 为柴油机的耗油率[kg/(kW·h)]; q 为柴油机燃料发热值,通常取 $q=10\,000 \times 4.18\text{ kJ/kg}$; η_1 为柴油机散至空气中的热量系数(%)。

该型号柴油机额定功率为10.5 kW,耗油率 $\leq 0.29\text{ kg/(kW·h)}$ 散发至空气的热量系数从柴油机热平衡图中查得为5%~7%,但柴油机运转能够造成舱体内部积聚大量的热能,主要是由于废气排放管路在舱体内的部分较长,通过该管路额外辐射的热量达到总能量的20%左右,所以将热量系数修正为20%,根据式(1)可得到

$$Q_1 = 10.5 \times 0.29 \times 41\,800 \times 0.2 = 25\,456\text{ kJ/h}$$

2.2 发电机的发热量

发电机发热量通常计算公式为

$$Q_2 = 860 \times 4.18 P_n (1 - \eta_2) / \eta_2 \quad (2)$$

式中, Q_2 为发电机散至空气中的热量(kJ/h); P_n 为发电机额定输出功率(kW); η_2 为发电机效率(%);该型号

发电机额定输出功率为6 kW,效率为80%,根据式(2)可得到

$$Q_2=860 \times 4.18 \times 6 \times (1-0.8)/0.8=5\,392 \text{ kJ/h}$$

2.3 冷却通风量

电站内冷却通风量计算公式为

$$L = \frac{Q}{\gamma(i_2 - i_1)} = \frac{Q}{\gamma C(t_2 - t_1)} \quad (3)$$

式中, L 为冷却通风量(m^3/h); Q 为总热量(kJ/h); C 为电站进风、排风比热 [$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$]; γ 为电站进风、排风密度 (kg/m^3); i_1 、 i_2 为电站进风、排风热焓 (kJ/kg); t_1 、 t_2 为电站进风、排风温差 ($^\circ\text{C}$)。

空气中的总热量为 $Q_1 + Q_2 = 30\,848 \text{ kJ/h}$,空气比热取 $1.004 \text{ kJ}/\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}$ (55°C 时),空气密度取 $1.077 \text{ kg}/\text{m}^3$ (55°C 时),内外温差取 30°C ,根据式(2)可得到

$$L = 30\,848 / 1.077 \times 1.004 \times 30 = 951 \text{ m}^3/\text{h}$$

单台机组所需通风量为 $951 \text{ m}^3/\text{h}$,两台机组需通

风量为 $1\,902 \text{ m}^3/\text{h}$,计算所得的通风量只是理论上没有任何损失的数值,并不是轴流风机所需提供的流量,在实际的结构中,风道是有损失的。为在舱体内能够形成气压差,保证热气能有效地排出舱体,并考虑到风压的损失,需选用大于两台机组所需总风量2~3倍的交流轴流风机。现选用S2D300-AP02-31型轴流风机,额定风量为 $3\,130 \text{ m}^3/\text{h}$,风压为 200 Pa ,该风机能在 70°C 温度下工作;由于使用三台交流轴流风机排风,两侧百叶窗自然进风,舱内已形成足够的负压,已能够满足通风散热要求^[7]。

3 试验验证

两侧舱门完全关闭,3个风机全部为排风状态,在机组1负载为 5.4 kW ,机组2负载为 5 kW 的条件下,进行了连续工作的加电试验,没有出现过热保护自动停机的现象,测试结果见表2。

表2 舱内温度测试试验结果

($^\circ\text{C}$)

时间/min	测试点(左上)	测试点(左前)	测试点(右前)	测试点(右上)	机组1 电压/频率	机组2 电压/频率
初始	25.1	25.2	24.9	25.3	223/50.7	214/50.1
10	34.3	49.1	38.1	30.7		
20	36.7	52.8	39.6	32.9		
30	37.8	54	40.5	32.8		
40	38	53.8	41	33.3		
50	37.8	54.7	41.7	34.1		
60	38.7	52.6	42.8	34		
70	39.1	54.2	42.8	33.1		
80	39.3	56.1	42.5	33.9		
90	39.6	55	42.1	33.4		
100	40	55.4	41.8	33	220/50.4	212/50
平均温度	41.6					

测试结果表明,此风道结构设计完全能满足双机组同时工作时通风散热的需要。

4 结束语

良好的风道设计,是决定电站能否正常提供电

力保障的重要环节,通过对强迫空气冷却风道的设计分析与验证,会对今后的设计、研究工作有所借鉴,通过不断的试验研究,小功率风冷电站的风道技术会越来越成熟,结构更加合理,风机选型更科学,本电站方舱的研制成功,为今后小功率风冷型电站在车载系统上应用提供了新的技术依据。

参考文献

- [1] 袁任光,林由娟.柴油发电机组选用与安装维护[M].北京:机械工业出版社,2009.
- [2] 魏存海.系统配装小功率低噪声电站的结构分析[J].移动电源与车辆,2011(1):8-10.
- [3] 邱成梯,赵惇旻,蒋全兴.电子设备结构设计原理[M].南京:东南大学出版社,2001.
- [4] 容江峰,魏存海,汪雅红.低噪声风冷小功率电站风道设计[J].移动电源与车辆,2007(1):15-16.
- [5] 张芳,达棣.低噪声双机组电站风道设计[J].移动电源与车辆,2010(2):6-8.
- [6] 王中华,孙亚平,贾一兵.厢式风冷型电站的散热结构设计[J].移动电源与车辆,2009(3):12-15.
- [7] 韩恺,赵长禄,张付军.装甲车辆冷却风道的一维CFD仿真[J].车辆与动力技术,2010(1):46-50.

(上接第74页)

- [7] Y Y Hung, W D Luo, et al. NDT of joined surfaces using digital time-integrated shearography with multiple-frequency sweep[J]. Optics and Lasers in Engineering, 2000,33:369-382.
- [8] 陈华平.散斑干涉技术及其图像处理系统的研究[D].广州:广东工业大学,2004.
- [9] 郑文.相移数字散斑干涉计量及其在热变形测量中的应用[J].光子学报,1993,22(2):172-177.
- [10] 金观昌.电子散斑错位散斑干涉术用于无损检测的探讨[J].实验力学,1992,7(2):181-187.
- [11] 吴震.光干涉测量技术[M].北京:中国计量出版社,1995.
- [12] 何玉明.线性相关算法形成数字剪切散斑相关条纹图[J].光子学报,1995,25(1):12-17.
- [13] 陈家璧,周维祯.剪切散斑干涉术的统计分析[J].光学学报,1989,9(4):333-340.
- [14] 朱中儒,张国平.数字散斑剪切干涉光学测距[J].华中师范大学学报(自然科学版),2001,8(3):177-179.
- [15] 刘龙.混凝土结构无损检测中的激光散斑干涉计量术[D].南京:东南大学,2003.
- [16] 于光,王树国.数字散斑干涉技术及应用[J].激光技术,2002,26(3):237-240.
- [17] B H Liu, Y W Qin, et al. Non-Destructive test of multiply plywood using ESSPI with wide audio-frequency driving vibration[C]// Optical Technology and Processing For Fluids and Solids Diagnostics, (Proceeding of SPIE-The International Society for Optical Engineering), Beijing, CHINA, 2002,5058:307-311.

(上接第78页)

- [6] 周治洲.石英-钨封接玻璃制备工艺研究[J].中国建材科技,1998(6).
- [7] 莫纯昌,陈国平.电真空工艺[M].北京:国防工业出版社,1980.
- [8] 邵力为.耐超高气压钨杆与石英的封接技术[J].中国照明电器,1997(5):13-14.
- [9] 向在奎,王玉芬,隋梅,等.石英-钨过渡封接玻璃的改进及封接工艺研究[J].灯与照明,2006,3(1):54-56.
- [10] 赵书华,宋春玲.金属与玻璃封接工艺的研究[J].吉林师范大学学报,2005,2(1):85-87.
- [11] 张永爱,刘浩,袁坚,等.玻璃焊料与金属封接技术[J].玻璃与搪瓷,2004,12(6):35-37.
- [12] 严增翟.石英玻璃与金属封接技术进展[J].光源与照明,2005,12(4):14-18.
- [13] 杨宇锋,唐元春.特种光源用封接钨窄带的研究[J].中国照明电器,2006(11):4-6.
- [14] 李朝木,王奇,朱宝元,等.石英玻璃与金属封接工艺的研究[J].真空与低温,1993,3(1):4-7.