

系统与附件

CF3000CB 型柴油发电机组在发电领域的应用

林 霞, 李 昕, 朱燕峰

(南车戚墅堰机车有限公司, 江苏 常州 213011)

摘 要: 介绍了 CF3000CB 型柴油发电机组的主要组成部分, 针对各组成部分的结构特点、工作原理做了详细分析; 阐述了 CF3000CB 型柴油发电机组在发电领域的应用。

关键词: 柴油发电机组; 结构; 工作原理

中图分类号: TM31 文献标识码: A 文章编号: 1001-4357(2015)04-0043-04

Application of CF3000CB Diesel Generating Sets in the Field of Civil Power

Lin Xia, Li Xin, Zhu Yanfeng

(CSR Qishuyan Locomotive Co., Ltd., Jiangsu Changzhou 213011)

Abstract: The composition of CF3000CB type diesel generating sets are introduced and the structural characteristics and working principle of each component are introduced in detail. Moreover, the application of CF3000CB diesel generating sets in the field of civil power is expounded emphatically.

Key words: diesel generating sets; structure; working principle

0 引 言

CF3000CB 型柴油发电机组主要应用在发电领域, 具有应急反应速度快、可靠性高、模块化程度高、维护简便等特点, 并具有双起动系统、机油系统双备份、机油强制加热等功能, 体现了当今中速柴油机发电机组的先进水平。

1 柴油发电机组组成

CF3000CB 型柴油发电机组主要由柴油机、辅助系统、辅助设备、电气系统等几大部分组成。

机组的技术参数如下。额定功率: 3 000 kW; 电压: 6.3/10.5/11 kV; 稳态频率波动率: $< \pm 0.5\%$; 瞬态频率波动率: $< 10\%$; 噪声: ≤ 108 dB。

1.1 柴油机

CF3000CB 型柴油发电机组的动力装置为 16V280 型发电柴油机, 机组依靠柴油机曲轴带动电机转子, 进而发电工作。16V280 型发电柴油机是在 16V280ZJA 原型机的基础上进行适应性改造,

如对控制系统进行改进, 采用德国海茵茨曼电子调速器, 具有较好的调速性能 (表 1)。

表 1 16V280 型发电柴油机调速性能

转速波动/ ($r \cdot \min^{-1}$)	$\leq \pm 5$
动态容许转速偏差 (上升)	由满负荷突卸 $\leq 10\%$
动态容许转速偏差 (下降)	最大负载加载 $\leq 10\%$, 调节时间 < 3 s

1.2 辅助系统

柴油机辅助系统是 CF3000CB 型柴油发电机组的重要组成部分, 辅助系统帮助柴油机完成启动、冷却水循环、热交换、机油过滤、燃油输送等功能, 其可靠性和匹配性对柴油发电机组的运行具有重要意义。辅助系统包括辅助机油系统、辅助水系统、辅助燃油系统。

1.2.1 辅助燃油系统

辅助燃油系统包括燃油输送泵、燃油粗滤器等, 原理如图 1 所示。

1.2.2 辅助机油系统

辅助机油系统包括机油滤清器、预供机油泵、

温控阀、机油热交换器等，原理如图 2 所示。

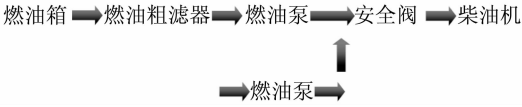


图 1 辅助燃油系统工作原理

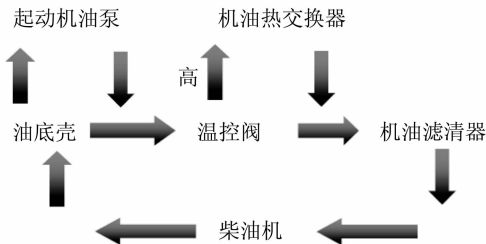


图 2 辅助机油系统工作原理

1.2.3 辅助水系统

辅助水系统包括温控阀、膨胀水箱等，原理如图 3 所示。

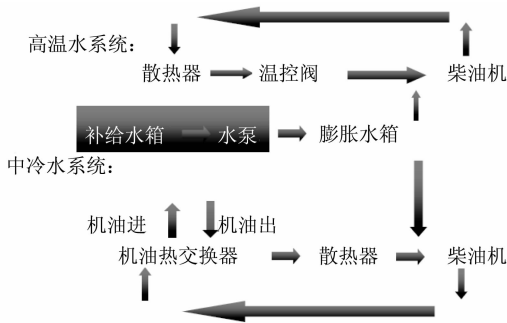


图 3 辅助水系统工作原理

1.3 辅助设备

辅助设备包括联轴节、空气滤清器、公共底架、散热设备、启动系统等。

1.3.1 联轴节

CF3000CB 型柴油发电机组选用重齿生产的联轴节，在 16V280 型发电柴油机正常发火工况下，机组轴系的扭振性能满足如下限值的要求：

- (1) 扭振综合振幅：在 $1\,000\text{ (r} \cdot \text{min}^{-1}\text{)}$ ，100% 负荷时的曲轴自由端振幅：综合振幅 $\leq \pm 0.35^\circ$ ，单谐次振幅 $\leq \pm 0.25^\circ$ ；在 $1\,000\text{ (r} \cdot \text{min}^{-1}\text{)}$ ，110% 负荷时的曲轴自由端振幅：综合振幅 $\leq \pm 0.4^\circ$ ，单谐次振幅 $\leq \pm 0.3^\circ$ 。

- (2) 曲轴轴段最大应力： $\leq 45\text{ (N} \cdot \text{mm}^{-2}\text{)}$ 。
- (3) 联轴节满足轴系传递 $38.64\text{ (kN} \cdot \text{m)}$ 扭矩的长期运转要求。

- (4) 联轴节主要技术参数如表 2 所示。

1.3.2 启动系统

启动系统采用双启动系统切换形式，包括 1 组

空气马达和 3 组电马达。在有外电的情况下，柴油机采用 3 组电马达进行启动，如没有外电的情况下，切换为空气马达进行启动。作为备用发电机组，一般采用空气马达作为主要启动方式。

表 2 联轴节主要技术参数

额定扭矩 / ($\text{kN} \cdot \text{m}$)	48.40
扭转刚度 / ($(\text{MN} \cdot \text{m}) \cdot \text{rad}^{-1}$)	0.583
额定扭转角 / (mrad)	85
内部构件惯量 / ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)	2.4
外部构件惯量 / ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)	74.82

空气马达性能参数如表 3 所示。

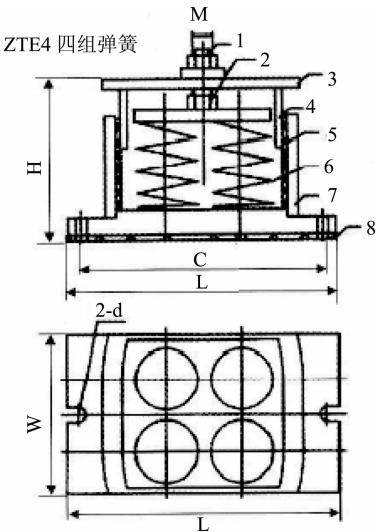
表 3 空气马达性能参数

齿轮参数	按照飞轮齿圈参数， 伸缩行程 28.5 mm
最大功率 / kW	49 (使用 0.62 MPa 气压)
最大扭矩 / ($\text{N} \cdot \text{m}$)	420 (使用 0.62 MPa 气压)
最大功率时耗气量 / ($\text{L} \cdot \text{s}^{-1}$)	802 (使用 0.62 MPa 气压)
工作时间 / s	10 (非正常情况下最多可持续 20 s)

在设计阶段，空气马达经过大量的试验，在气瓶满气的情况下，柴油机可以连续起动 6 次，每次间隔 2 min。完全满足机组对于启动系统的要求。

1.3.3 公共底架

公共底架采用 Q235A 钢板焊接而成。在机组安装过程中，公共底架采用 12 个 ZTE4-5600 型减振器（图 4）支撑。



1-固定螺栓，2-水平高度调节螺母，3-上盖，4-限位板，5-阻尼板，6-弹簧，7-下座，8-消音防滑橡胶垫

图 4 ZTE4-5600 型减振器

1.3.4 空气滤清器

采用 8 个 AH1135 型空气滤清器，每个增压器

并列布置 4 个空滤器（图 5），保证了进气量和过滤空气的要求。



外形高度:638mm
滤芯高度:610mm
外形直径:340mm
滤芯内径:170mm

滤芯型号:71338003
滤清器型号:AH1135
过滤器型号:P524838

图 5 AH1135 型空气滤清器

1.3.5 散热设备

散热设备分为两种方式，一种为冷却水塔配热交换器；一种为闭式水箱配风扇（图 6）。在高温地区一般采用闭式水箱配风扇的形式，可以满足柴油机冷却水的温度要求。



图 6 闭式水箱配风扇散热设备

1.4 电气系统

电气系统包括电机、高压部分、控制及监控系统、DCS 系统、变压器、电缆等。

1.4.1 电机

以 10500V 为例，CF3000CB 型柴油发电机组配用广州英格生产的 EG630-3200G-6 型发电机（图 7）。该电机主要参数如表 4 所示。



图 7 EG630-3200G-6 型发电机

1.4.2 高压部分

高压部分包括高压进线柜、高压出线柜、变压器开关柜、母线 PT 柜、中线 PT/CT/避雷器柜、

继电保护装置、发电机差动保护装置等。

表 4 EG630-3200G-6/10500 发电机主要参数

额定输出功率/kW	3 200
视在功率/kVA	4 000
额定电压/V	10 500
额定功率因数	0.8
绝缘等级	F
额定转速/(r·min ⁻¹)	1 000
额定频率/Hz	50
发电机防护等级	IP23
重量/kg	16 000

1.4.3 控制及监控系统

控制及监控系统包括机组控制屏/并联屏、机组/市电并联控制器、机旁接线屏、MCC 屏等。

2 CF3000CB 柴油发电机组在发电领域的应用

2.1 黑启动

黑启动是指当整个电网或系统因故障停运后，不依赖别的供电网络的帮助，通过系统中具有自启动能力的机组的启动，带动无自启动能力的机组，逐步扩大电力系统的恢复范围，最终实现整个电力系统的恢复。

CF3000CB 型柴油发电机组的作用是当所在企业失去正常电源时向重要负荷提供应急电源，因此机组设备需要具有快速启动和带负荷能力。机组应在接到启动信号 10 s 内达到额定转速和额定空载电压。

柴油机起机有两方面要求：内部油道需要预润滑；机油温度要保证在 20℃ 以上，即热备用状态。为此，CF3000CB 型柴油发电机组设计了机油预供泵和机油加热器。设定预供机油泵每隔 1 h 开启 5 min，对柴油机的机油道进行供油润滑，机油加热器随时保证机油温度在 20℃ 以上，采用空气马达保证柴油机能够顺利黑启动。

2.2 机油滤清系统双备份

机油滤清系统是柴油机运行过程中非常重要的组成部分。机油滤清器的更换有严格的时间要求，CF3000CB 型柴油发电机组辅助系统机油滤清器滤芯在使用 250 h 后必须强制更换。

在柴油机连续长时间发电期间，可能需要更换滤清器滤芯，但柴油机不能停机。为此，CF3000CB 型柴油发电机组设计有两套机油滤清系统，两套系统通过手动阀门并联，保证一套系统在运行时另一套系统可以进行滤芯的更换，实现双备

份不停机换滤芯，可以保证柴油机正常运行。

3 结 论

CF3000CB 型柴油发电机组已经在核电、造纸、油田、玻璃制造等领域有所应用。其中核电站应用已经达到 AAC 级应急电源的要求。由此，CF3000CB 型柴油发电机组在发电领域将会有更广阔的未来。

参 考 文 献

[1] GB12768-1991，自动化柴油发电机组通用技术条件 [S].
[2] GB4712-1996，自动化柴油发电机组分级要求 [S].
[3] GB2820. 1-6-2009，工频柴油发电机组通用技术条件 [S].
[4] GB2820-2009，工频柴油发电机组通用技术条件 [S].
[5] ISO8528，往复式内燃交流发电机组 [S].
[6] ISO3046，往复式内燃机 [S].

(上接第 17 页)

由图 6 可知，一个周期开始与结束时刻回热器的净换热量为 0，即回热器不储存热量也不供给热量，它只是吸收高温工质热量并将热量传递给低温的工质。回热器的换热强度较其他换热器大许多，峰值大约为 600J。

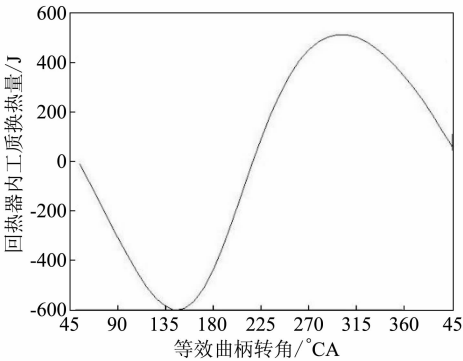


图 6 回热器中周期吸放热

4 总 结

本文介绍了几种热气机性能仿真方法，并在此

基础上对主要的几种方法进行综合，通过对各阶理论进行优化，使其更加适合自由活塞热气机的分析。采用改进后的方法在公司自主研发的自由活塞热气机样机上进行了验算，仿真结果与试验结果基本一致，从而验证了本文算法的正确性。

参 考 文 献

[1] 许行，李亚奇，宋鸿杰，等. 热气机的等温模型分析 [J]. 应用能源技术，2011 (5): 29-34.
[2] Israel Urieli. Stirling cycle engine analysis [M]. Admam Hilger Ltd, Bristol , 1982, 3: 63 - 69.
[3] 李庆扬，王能超，易大义，著. 数值分析 (第 4 版) [M]. 武汉：华中科技大学出版社，2006.
[4] 金东寒. 斯特林发动机技术 [M]. 哈尔滨：哈尔滨工程大学出版社，2009.
[5] J. Organ. The regenerator and Stirling engine [M]. Cambridge University Press, 1997, 1.