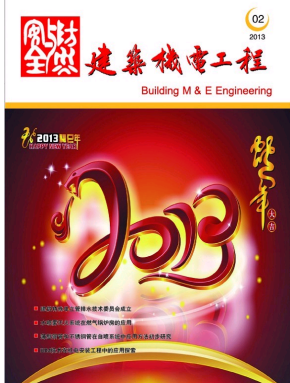


封面展示



2013 年第02期

www.bmeep.com.cn

编委会主任：柳晓川

编委会副主任：毛文涛 闵永林 陈彪

编委会顾问：陈怀 陈振 程大 崔长 贺智 龙惟
问：德 明 章 起 修 定

方汝 李兴 鲁宏 潘德 瞿二 寿炜

清 林 深 琦 澜 炜

唐祝 王瑞 王元 温伯 吴大 吴祯

华 官 恺 银 金 东

吴成 肖睿 俞丽 张飞 张渭 赵姚

东 书 华 碧 方 同

赵济 郑大 诸建 周国 左亚

安 华 华 兴 洲

编委会委员：王 瑞 魏晓 杨 沈中 季俊 徐
峰 政 道 贤 梅

赵庆 花铁 陈正 程宏 方玉 冯旭

平 森 浩 伟 妹 东

归谈 郭筱 何 李国 邵民 王

纯 莹 焰 章 杰 健

王志 武 夏 徐 姚国 叶大

强 广 林 凤 樑 法

张海 周明

宇 潭

学术委员会：

主任：朱力平

副主任：邓伟志 周世宁 江欢成 储君浩

委员：吴志强 冷俐 林贤光 阮仪三 范伯

乃 廖光煊

薛 林 孙金华 徐志胜 方路 花铁森 李建华

《建筑机电工程》编辑部

主 编：花铁森

副主编：姜文源 陈众励 陈汝东

编 辑：穆世桦

平面设计：金婷婷

主管单位：

上海世纪出版股份有限公司

科学技术出版社

出版单位：

《放在与安全》杂志社

总 编：毛文涛

副主编：陈彪 王 琦 魏晓娟

支持单位：

案例透析

浅谈柴油发电机组与UPS的兼容性

文 / 于智勇 叶菊娣 张永炼

摘要：柴油发电机组与UPS组成的交流供电系统，因其良好的可靠性、安全性而得到广泛应用。该系统不仅要求柴油发电机组自动化程度高，而且要求柴油发电机组必须适应UPS这一非线性负载的特性，使其在无市电的情况下保证对负载可靠供电。柴油发电机的输出特性和UPS的输入特性决定了两者的匹配关系。

关键词：柴油发电机组 UPS 兼容性

柴油发电机组与UPS组成的交流供电系统，因其良好的可靠性、安全性而得到广泛应用。该系统不仅要求柴油发电机组自动化程度高，而且要求柴油发电机组必须适应UPS这一非线性负载的特性，使其在无市电的情况下保证对负载可靠供电。UPS电路结构决定的输入非线性特性：最典型的是传统双变换在线式UPS，由于其输入端AC/DC变换器是整流滤波电路，其输入电流是脉动电流，不仅输入功率因数低（0.7~0.8），还包含有大量的高次谐波电流（30%~40%），而低输入功率因数和谐波电流都会通过发电机定子线圈的感性内阻，严重影响柴油发电机的正常运行，两者结合就易出现以下问题：

1. 电压振荡。反馈的波动电压，造成发电机的输出电压稳定度差，形成振荡，振荡范围高达额定电压的±10%~±20%。当调整AVR达到最佳时，振荡仍大于2%。
2. 电流振荡。在UPS负载稳定的情况下，发电机输出电流在±20%~±50%范围内波动，且这种摆动无法调整。
3. 发电机的频率振荡。一般情况下，频率振荡比电压，电流范围小，一般在±5%以内，但影响比较大，导致UPS处于频繁切换的状态。柴油发动机由于负载有规律地忽大忽小，造成其工作电压也忽强忽弱，使柴油发电机组振动加剧，加速了机械磨损，甚至损坏机件。
4. UPS不能正常工作。UPS整流器允许的输入电压范围一般在额定值的±15%或更宽，发电机的输出电压不稳相对对影响较小，因此需特别关注频率漂移对UPS正常运行所产生的两方面影响：

（1）UPS不能旁路。无论是在线式或后备式UPS，在旁路电源频率和电压处于允许的范围内，UPS的逆变输出跟踪旁路电源，逆变电源与旁路电源锁相、同步。当旁路电源发电机提供时，频率会发生快速变化。当频率变化超预先设定的极限值时，逆变器频率变化就无法跟上旁路电源的频率变化。这时静态旁路开关将禁止切换到旁路（在这种情况下切换，有可能会千万逆变器过流、短路）。在这种旁路电源频率无法跟踪的状况下，UPS只会发生警示，提醒用户避免超载造成断电，此时逆变器仍继续提供电源给负载。

（2）电池寿命缩短。由于频率漂移，将导致SCR（可控硅）整流器的驱动信号与转入交流电不同步，造成整流器关闭。在整流器重新启动进入正常工作期间，UPS转为电池供电。如此过分地放电循环，将大大缩短电池寿命，更严重的情形是会将电池电量全部放光，输出中断。另外，在同一用电系统中，当空调压缩机启动和电机升降的瞬间会导致发电机发生频率漂移。

柴油发电机组与UPS组合所带来的问题是客观存在的，解决问题可从两个方面进行：一方面正确选择发电机的励磁工作方式和机组功率，不同的励磁方式和适当的匹配功率等有且于将问题最小化；另一方面选择更能适合发电机组特性的UPS，

公安部第三研究所
公安部上海消防研究所
中国消防协会科普教育工作委员会
公安部（上海）火灾物证鉴定中心
江苏省消防协会
同济大学防灾减灾研究所
全国建筑给排水资深专家委员会
上海市楼宇科技研究会
中船第九设计研究院工程有限公司

地址：上海市曲阳路158号南楼5层

上海联络外电话：86-21-60748392
编辑部信箱：bmee2004@msn.com

编辑部信箱：bmee2004@msn.com

邮 编：200092

国内统一刊号：CN31-2084/X

国际标准刊号：ISSN 1812-2353

如：具有旁路锁相频率范围和逆变器同步速率现场可调功能的UPS对频率的漂移适应性比一般UPS好。12脉冲整流器UPS比6脉冲整流器UPS更能适合发电机组配合供电，从而确保整个供电系统安全可靠运行。

1. 柴油发电机组的选择：

(1) 不同的功率输出对柴油发电机组的影响：

根据UPS容量，有些用户一般配套发电机组的容量为UPS容量的2~2.5倍。而实际上，UPS一般工作在50%~80%额定容量而对发电机组来说，其发出的功率可能为额定容量的30%左右。这样不但造成发电机组的容量不能充分利用，增加了设备的投资，造成了“大马拉小车”的现象，而且使发电机组更容易产生故障，增加了维护量，降低了发电机组的工作可靠性。

其原因是：根据柴油发动机的特性，如果在小负荷下长期工作，气缸磨损加剧，因而使上述部位故障的加速产生，使柴油机工作性能下降，排气冒黑烟。

柴油机处于30%额定负载以下，经济性变差。综合各种因素，柴油机发电机组要求负载必须在60%以上额定负载的情况下工作，对柴油机较为有利。所以合适的功率匹配对供电系统很重要。

选择发电机组额定功率时首先必须考虑用电的总负荷，其他电器设备的负荷在 many 资料中已说明，在此不再赘述。这里主要讲述是发电机的功率与UPS的功率并不是简单的一对一的关系，还必须考虑电池充电所需功率（一般控制在UPS最大输出功率的10%~20%以内）UPS的整机效率，UPS整流器引起的输入电流失真等，都适当增加发电机的功率UPS功率的2倍以上。

(2) 柴油发电机组中柴油发动机的工作方式的不同对带UPS这样

非线性负载的发电机组的能力有较大影响。近来的运行实践证明，当两台发电机组额定输出功率相同时，如果用户的后接负载为非线性负载时，两冲程柴油发电机组带载能力优于四冲程柴油发电机组。

(3) 现代同步发电机励磁工作方式的不同对负载的影响也不同。与现代柴油发电机组配套的同步交流发电机，包括引进和成套进口的有：新现代（史坦福）、利莫松马、马拉松、西门子等。

柴油发电机分为自激式同步交流发电机和PMG（永磁发电机）激励式两种。这两种励磁方式的根本区别是：自激式的同步交流发电机从发电机的电枢绕组给调压器AVR同时提供功率和信号源。而PMG（永磁发电机）式AVR功率源由副励磁机（永磁发电机）电枢绕组取得，交流同步发电机的电枢绕组只提供信号源。AVR功率输出至励磁机磁场绕组，并控制其电流，通过励磁机电枢绕组、旋转整流器、磁场绕组，使发电机输出电压保持稳定。前者AVR的功率输出受电枢绕组电势波形的影响，而负载质特别是非线性负载对电枢绕组电势波形的影响比较明显；后者AVR的功率源取自PMG的电枢绕组，与同步交流发电机电枢绕组的电势波形畸变无关。因此选用PMG（永磁发电机）励磁方式的同步交流发电机更能使UPS工作良好。

实际上UPS与发电机的功率比可在1：（1~2.5）之间匹配，关键是要考虑发电机中现代同步交流发电机的励磁方式。

采用自激式同步交流发电机时，其UPS功率与柴油发电机组功率之比至少应为1：（2~2.5），但仍不排除发电机受UPS的影响；采用PMG励磁方式的发电机时，功率比取1（1.2~1.25），即可保证柴油发电机组正常工作。

2. UPS的选择：

(1) UPS输入整流方式不同对发电机组容量的影响：

当UPS进入由柴油发电机组供电时所遇到的特殊问题是：由于柴油发电机组所送出的交流电本身不但电压畸变度大（波形失真度大），而且随着柴油发电机组输出功率的减小，其内阻增大的矛盾会显得更加突出。当柴油发电机组带电阻性负

载时，这种影响不易察觉。然而，如果用柴油发电机组带整流滤波型负载和各种可控硅移相调控设备时，往往会遇到很大的麻烦。其原因是由于上述非线性负载会在柴油发电机组反射大量的高次谐波，其中尤以5次和11次谐波等对柴油发电机组运行的危害性较为严重。表1为不同非线性负载对柴油发电机组输出电压畸变度的影响（注：在此实验中所用的柴油发电机的容量为200kVA）。

表1 不同的整流器对发电机工作的影响

发电机组允许 的电压畸变度	柴油发电机组允许带负载的百分比		
	12脉冲整流UPS	6脉冲整流UPS	单相整流UPS
5%	78%	42%	22%
10%	100%	69%	36%
15%	100%	96%	52%

从表1可知，不同类型负载对柴油发电机组输出电压畸变度影响很大。例如，对于要求达到电压畸变度小于5%的高质量供电标准的机房来说，如果用户采用的是12脉冲整流型UPS，只允许使用到柴油发电机组的78%额定量。如果用户使用的是6脉冲整流负载，则要求负载量不得超过发电机组额定输出功率的42%。显然，这势必会造成发电机组设备利用率的降低。如果选用允许的电压畸变度的标准降低到一般民用用电标准10%时，刚可允许带100%的12脉冲整流UPS设备。此时，带6脉冲整流的UPS设备只能带发电机额定功率的69%。

(2) 在UPS与发电机组配合应用的情况下，UPS具备以下两方面的功能时也可更好