



江门市安利电源工程有限公司

JIANGMEN ANLI POWER ENGINEERING CO., LTD

广东省江门市新会今古洲经济开发区银海大道6号

电话: (0750) 2630178 2630180

FAX: (0750) 2630179

邮编: 529141

e-mail: 7506192880@163.com

网站: <http://www.jmanli.com>

输出编号:

日期: 2015/12/25

档案编号:

大功率变频电源设备采用瞬时电压波形控制技术的介绍说明

大功率变频电源设备由于所带的负荷较为复杂,有线性负荷、非线性整流负荷以及大功率电动机等冲击性负荷,所以对于大功率变频电源设备输出电压的瞬时电压变动(瞬时电压暂升暂降及中断)以及电压波动这两项电能质量指标尤为重要和关键。不管变频电源设备功率容量大小以及不同生产厂家,任何变频电源设备都有一定的输出短路阻抗,(注:一般情况下功率容量小则输出阻抗较大,不同的厂家有些按低阻抗设计有些按较高阻抗设计,主要影响变频电源输出阻抗的元器件有输入输出变压器、正弦滤波器、主回路连接铜排或电缆等)当负荷发生较大的突加或突减电流时则变频电源设备的输出电压也会产生相应的瞬时电压暂升暂降变化和电压波动,该瞬时电压暂升暂降的幅值与变频电源的输出短路阻抗大小以及突加突减电流大小有关,电压波动与电压恢复到额定电压的时间有关。由于目前所有的变频电源设备的稳压控制方式都是采用输出电压PID反馈稳压控制方式,理论上任何的PID反馈控制方式都是滞后于事件的发生才加于控制,所以要彻底消除突加突减负荷引起的输出电压瞬时电压暂升暂降是不可能的。但是,要减小突加突减负荷引起输出电压瞬时电压变动的幅值以及电压波动的恢复时间是完全有可能的。要实现该功能必须采用如下两种方法:第一,大功率变频电源必须采用低短路阻抗设计;第二,采用目前最新的瞬时电压波形控制技术,在输出电压0.5个周波内将输出电压波形修复到额定电压波形,从而减小输出电压瞬时电压变动以及电压波动对负荷设备的影响。(名词解释:1、瞬时电压变动是指在0.5~30周波内暂降暂升电压均方根值与额定电压均方根值之比,小于0.1为中断;0.1~0.9为暂降;1.1~1.8为暂升,我国电能质量标准是60% $U_{\text{额外}}$ 。2、电压波动是指变动频率小于25HZ(间隔时间小于30ms)的电压均方根值由大到小或由小到大的变化算一次变动,对于小于1KV电源系统我国电能质量标准是每次变动限值为5% $U_{\text{额外}}$ 。)

目前绝大多数的变频电源(含UPS、ABB或西门子变频器)都是采用输出电压有效值的反馈PID电压控制方式,由于电压有效值的检测必须大于1个周波,而且逆变器输出电压也是采用每1个周波控制一次的控制方式,对于突加突减这些高速电流、电压变化采用电压有效值反馈控制就显得调整速度较慢,造成输出电压的暂升暂降以及电压波动较大。针对该问题,我司采用目前最新的瞬时电压波形控制技术,在0.5个周波内将输出的电压波形修复到额定电压的波形,从而大大减小输出电压的瞬时电压变动幅值和电压波动幅值,在某种意义上来说也就大大减小变频电源的输出短路阻抗。如下是这两种电压PID反馈控制方式的介绍和在我司1250KVA变频电源突加突减100%负荷的输出电压暂升暂降和电压波动测试分析:

江门市安利电源工程有限公司

JIANGMEN ANLI POWER ENGINEERING CO., LTD

广东省江门市新会今古洲经济开发区银海大道6号

电话: (0750) 2630178 2630180

FAX: (0750) 2630179

邮编: 529141

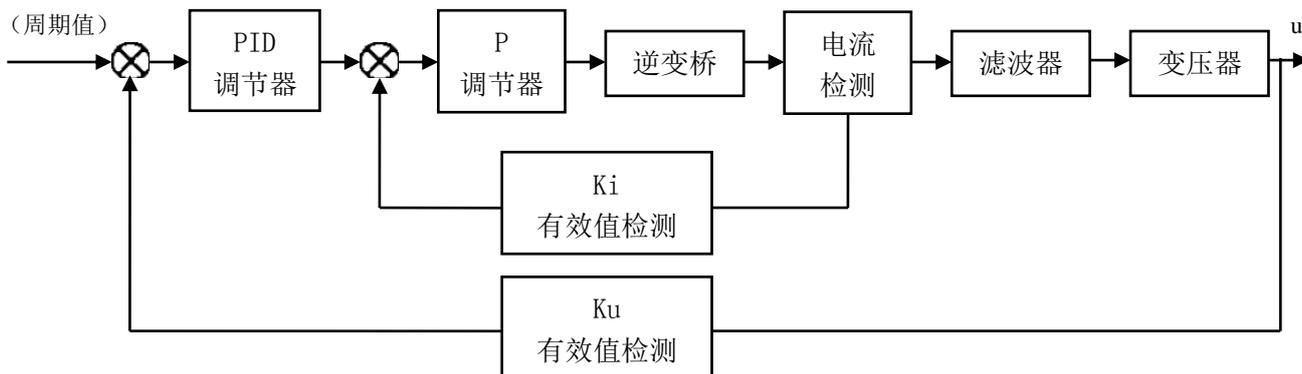
e-mail: 7506192880@163.com

网站: <http://www.jmanli.com>

一、输出电压有效值反馈 PID 控制方式（周期控制）

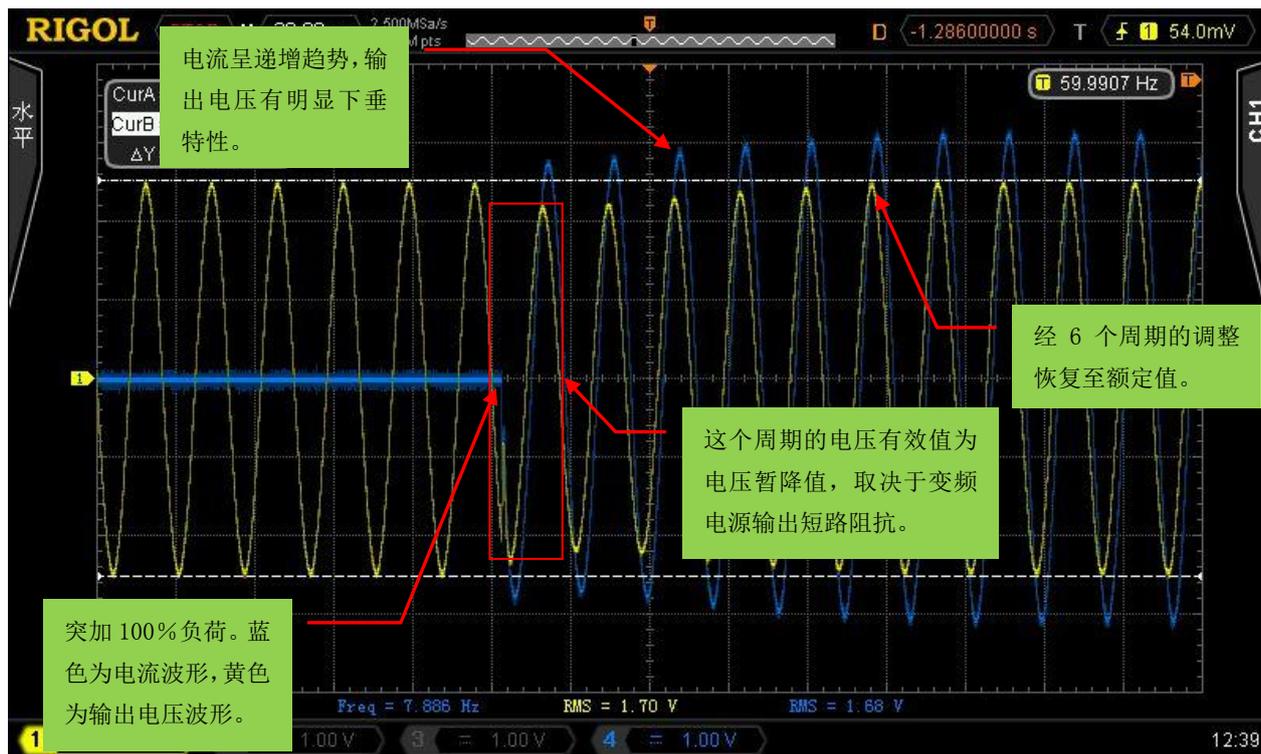
控制电路框图

电压设定值 U_{ref}



有效值控制方式是对逆变桥的一个 SPWM 周期进行电压控制。电压设定值 U_{ref} 为输出电压每个周期的电压有效值, K_i 、 K_u 分别为输出电流、电压有效值的反馈量, 对输出电压 u 的 PID 反馈控制周期必须大于 1 个电压周期, 即使 PID 参数最优化其输出电压需经 5~6 个周期才能恢复至额定值。如下是 1250KVA 变频电源采用有效值 PID 反馈控制在 100% 负荷突加突减的测试波形分析:

1.1、1250KVA 变频电源采用电压有效值控制方式突加突减 100% 负荷测试波形



江门市安利电源工程有限公司

JIANGMEN ANLI POWER ENGINEERING CO., LTD

广东省江门市新会今古洲经济开发区银海大道6号

电话: (0750) 2630178 2630180

FAX: (0750) 2630179

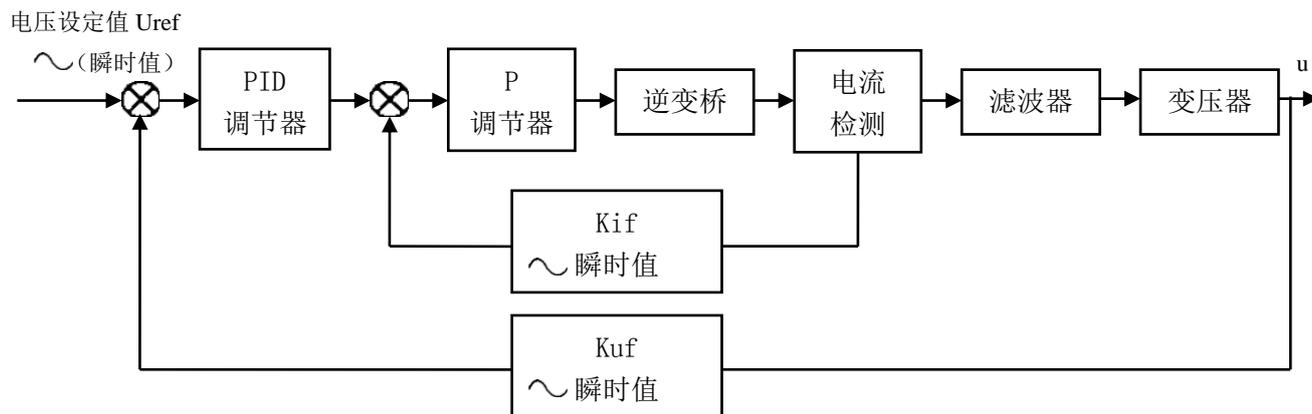
邮编: 529141

e-mail: 7506192880@163.com

网站: <http://www.jmanli.com>

二、瞬时电压波形控制方式（瞬时控制）

控制电路框图



瞬时电压波形控制方式也就是对逆变桥每个 SPWM 脉冲进行电压控制。SPWM 脉冲个数与逆变桥的开关频率有关，逆变桥的开关频率越高，则每个 SPWM 的脉冲个数越多，电压控制的速度和精度越高。但是由于逆变桥开关频率的高低对逆变桥的功率容量产生极大的影响，所以大功率逆变桥的开关频率在 1K~6K 左右，（注：开关频率低于 3K 不适合电源的应用场合，我司变频电源设备标准设置为 3.6K，是目前大功率变频电源开关频率较高的设计。）在输出电压基波频率为 60HZ 的情况下，开关频率为 3.6K 则输出电压在 1 个基波周期内由 $3600\text{HZ} \div 60\text{HZ} = 60$ 个电压幅值按正弦规律变化的 SPWM 脉冲组成，瞬时电压波形控制就是对每个 PWM 脉冲的电压幅值进行瞬时电压反馈 PID 控制。每两个 PWM 脉冲相隔 $1 \div 60\text{HZ} \div 60$ 个脉冲 = 277.7us，对大于 277.7us 时间间隔的输出电压变化，瞬时电压波形控制都能经 PID 调节快速恢复至额定电压波形值。相比有效值的周期控制，瞬时电压波形控制对输出电压变化的控制要快 60 倍。从而大大提升输出电压的稳定度以及带非线性的整流负载能力。如下是 1250KVA 变频电源改用瞬时电压波形技术后突加突减 100% 负荷的测试波形分析：

江门市安利电源工程有限公司

JIANGMEN ANLI POWER ENGINEERING CO., LTD

广东省江门市新会今古洲经济开发区银海大道 6 号

电话: (0750) 2630178 2630180

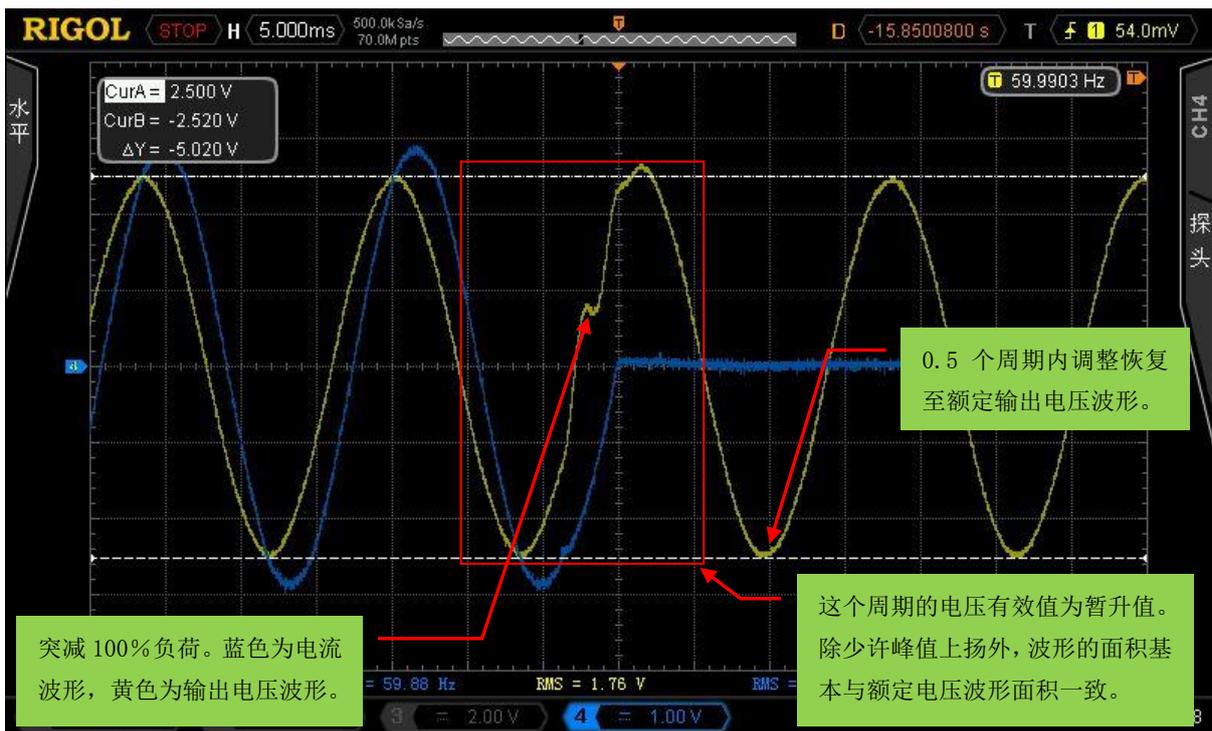
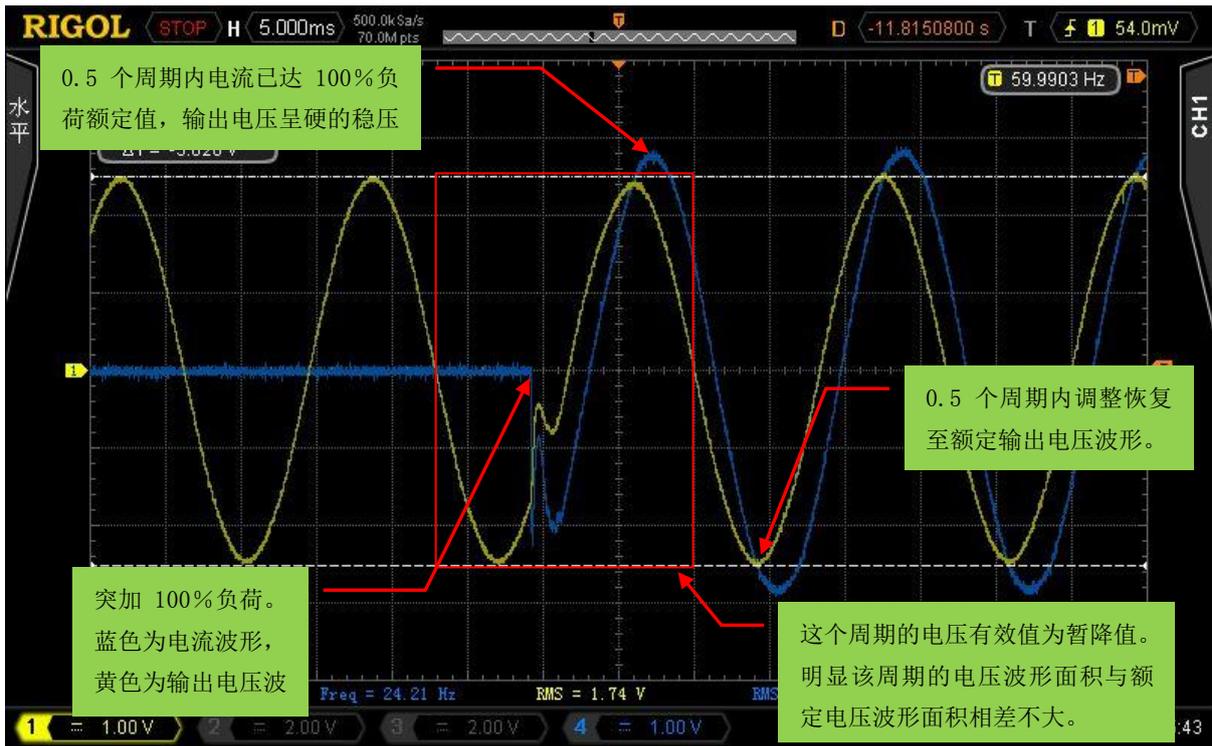
FAX: (0750) 2630179

邮编: 529141

e-mail: 7506192880@163.com

网站: <http://www.jmanli.com>

2.1、1250KVA 变频电源改用瞬时电压波形控制方式突加突减 100% 负荷测试放大波形



江门市安利电源工程有限公司

JIANGMEN ANLI POWER ENGINEERING CO., LTD

广东省江门市新会今古洲经济开发区银海大道 6 号

电话: (0750) 2630178 2630180

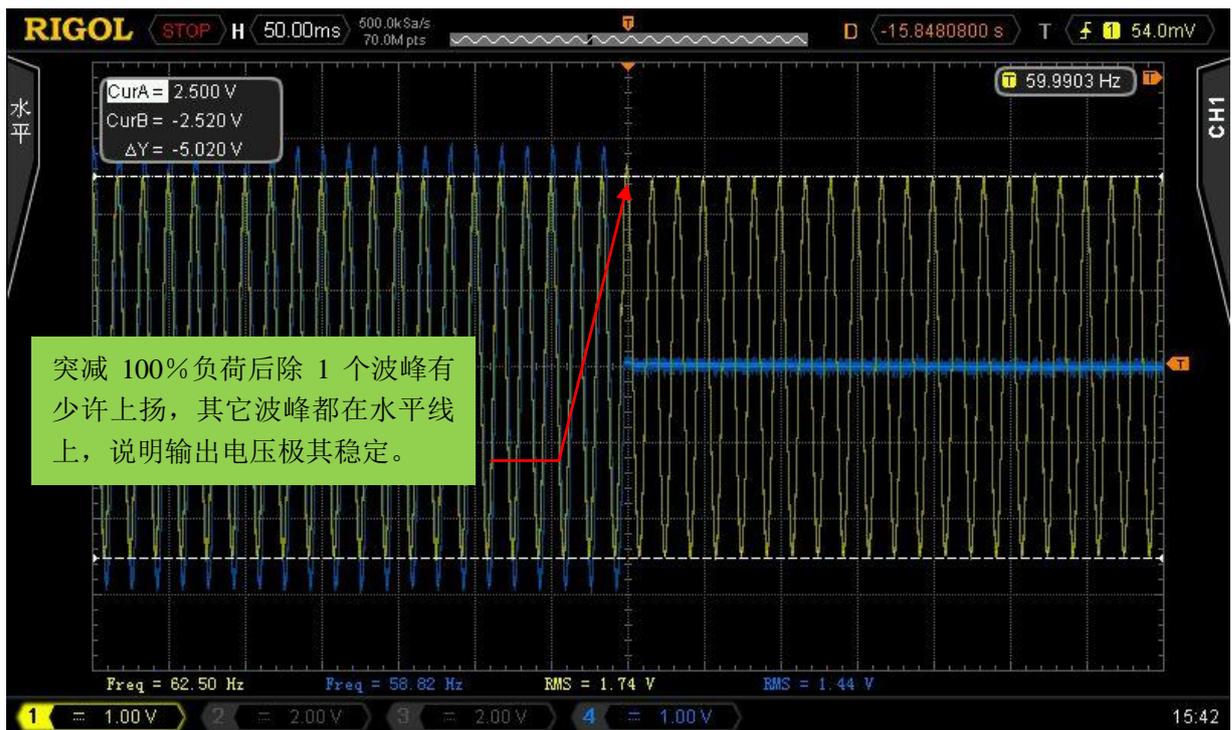
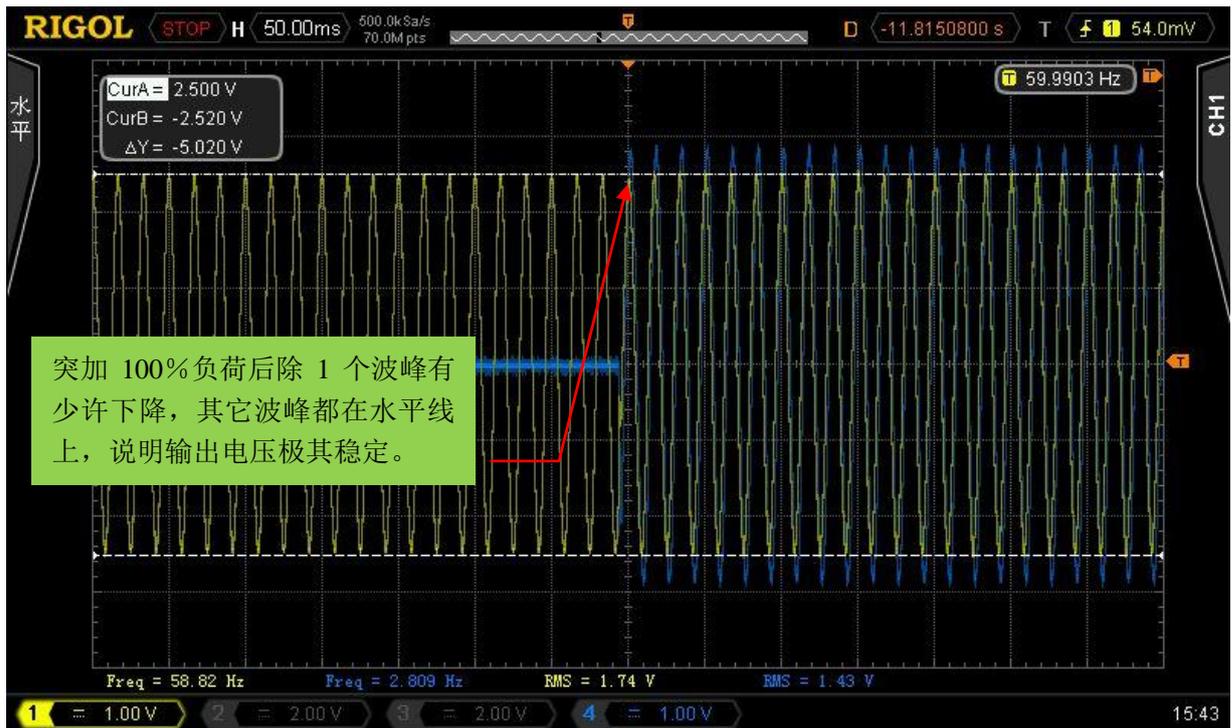
FAX: (0750) 2630179

邮编: 529141

e-mail: 7506192880@163.com

网站: <http://www.jmanli.com>

2.2、1250KVA 变频电源改用瞬时电压波形控制方式突加突减 100% 负荷测试缩小波形

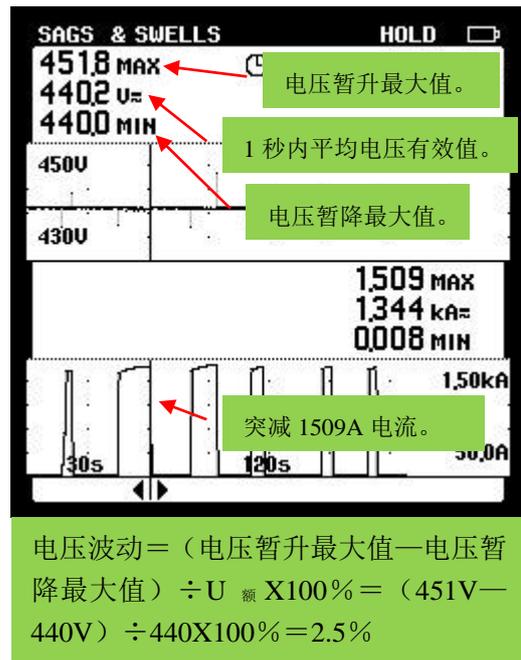
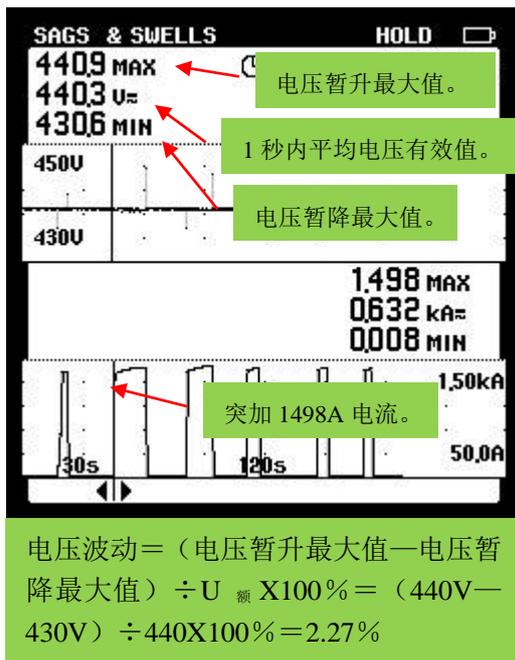


输出编号:

日期: 2015/12/25

档案编号:

2.3、1250KVA 变频电源改用瞬时电压波形控制方式突加突减 100% 负荷采用美国福禄克 F43B 电能质量分析仪测试暂降暂升数据分析



综合分析结论: 采用瞬时电压波形控制方式在 100% 负荷突加突减的情况下, 输出电压波动分别为 2.27% 和 2.5%, 相比电压有效值控制方式的 11.8% 和 14.3% 在性能指标方面有大幅度的提升, 输出电压呈非常硬的稳压特性。输出电压的调整精度和稳定度在空载或稳定负载的情况下达到 ≤ 0.5V, 相对电压有效值控制方式有明显的提高。同时由于瞬时电压波形控制方式对每个输出电压周波进行高达 60 次的电压调整以及输出电压瞬时值的检测反馈控制, 可大大减小非线性整流电流对输出电压波形的谐波影响, 带非线性整流负荷能力和带不平衡负荷能力相对电压有效值控制方式有明显的增强。所以对于大功率变频电源设备以及需经常起停大功率电机的冲击性负荷应用场合, 采用瞬时电压波形控制技术进行输出电压的稳压控制是非常必要的, 是大功率变频电源设备的重要关键指标。我司现生产的所有大功率变频电源设备均采用瞬时电压波形控制技术, 对于我司以前生产的个别变频电源产品我司可免费进行瞬时电压控制方式的升级改造服务, 具体情况请与我司相关业务工程师联系。

重点提示: 有关电压的暂升暂降以及电压波动的测试必须使用专业的电能质量分析仪进行测试才能得到较准确的结果, 即使使用市面上较贵的多功能万用表所得到的结果与电能质量分析仪仍有较大的差别, 如右图是使用美国福禄克 287C 测试瞬时电压控制在 100% 负荷突加情况下的测试结果, 其电压波动仅为 (441.41 - 438.31) / 440.16 = 0.7% 与电能质量分析仪的 2.27% 相差甚大。所以对于电压暂升暂降和电压波动的指标评判必须注明所使用的测试仪器。

