



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: 2016/1/10

档案编号:

大功率变频电源采用低压逆变与高压逆变方案对比说明

由于目前世界上成熟的 IGBT 功率开关模块最高耐压为 1700V 模块, 如要实现大功率的逆变则可采用两种逆变主电路的方式, 即所谓的低压逆变方案和高压逆变方案。低压逆变方案是采用多个 1200V 或 1700V 大功率开关模块并联实现大功率逆变输出, 该方案具有主电路结构简单以及技术非常成熟的特点, 是目前应用最广泛的大功率逆变器主电路结构。高压逆变方案是采用多个 600V 或 1200V 的低压小功率开关模块串联实现大功率逆变输出, 该方案主要是针对驱动高压大功率电动机而衍生出的大功率逆变器主电路结构。对于驱动高压大功率电动机应用场合来说, 该方案可省去输出变压器, 具有明显的价格及性能优势。但对于大功率逆变电源的应用场合, 由于需重点考虑逆变器共模电压的影响, 逆变器输出端必须安装隔离输出变压器, 所以该方案在大功率变频电源应用方面没有任何优势。

如下是两种方案的技术特点比较介绍:

1、两种方案主要技术难点

低压逆变方案是采用多个大功率开关模块并联的方式, 主要解决的技术难点在于模块之间的均流问题, 随着逆变技术以及功率开关器件的发展, 现在并联模块之间的环流可 $\leq 4A$, 相对于大功率逆变器来说该电流值基本忽略和没有任何影响。而且目前单个 IPM 智能功率开关模块达 3600A, 单个 IPM 智能功率开关模块可实现 1000KVA~1600KVA 逆变电源功率容量输出, (注: 逆变器的功率容量与开关频率、过载能力、环境温度等多项设计参数有关, 具体的逆变器功率容量视实际应用设计不同有较大的差别。) 只要采用目前技术非常成熟的 2~4 个逆变功率模块并联技术, 足以满足目前大功率变频电源所需的所有功率容量要求。高压逆变方案是采用多个低压小功率开关模块串联的方式, 主要解决的技术难点在于模块之间的均压问题, 由于功率模块的内阻较小, 所以各模块的均压电阻要较小才能均压, 均压电阻所消耗的功率较大以及发热严重。而且小功率开关模块的可靠性远比大功率开关模块低, 所以该拓扑电路结构复杂而且故障点多和可靠性较低。

2、应用情况

采用功率开关模块并联的拓扑电路结构是目前应用最广泛的主流电路拓扑形式, 无论在电机驱动、UPS 电源以及特种电源等领域都有广泛的应用, 是技术非常成熟的电路结构形式。ABB、西门子、施耐德等世界著名电气公司在大功率逆变电源方面均采用该电路拓扑形式。而采用功率开关模块串联的拓扑电路结构仅在高压电机驱动方面有较广泛的应用, 在大功率逆变电源应用方面极少, 即使有个别的应用也是试验性质的, 运行时间较短和所带的负荷较小, 对于作为大功率变频电源应用来说, 该电路拓扑形式的 24 小时不间断满负荷长时间运行以及承受大电流瞬时冲击能力等性能指标仍需观察和试验。(注: 一般情况下, 用于电机驱动的变频器都是工作在额定功率容量的 30%~80%左右并且瞬时冲击电流较小。)

3、输出电平与滤波器

目前低压逆变方案都是采用三相全桥逆变器的形式, 逆变器输出的是两电平的 SPWM 波。高压逆变方案是采用串联多重化逆变器的形式, 逆变器输出的是多电平的 SPWM 波, (注: 电平数与系统设计及输出电压有关) 该多电平的 SPWM 波的电压波形更接近正弦波, 电平数越多越接



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: 2016/1/10

档案编号:

近正弦波, 所以, 只要较小的正弦滤波电抗器就能滤出较好的正弦波, 但正弦滤波电容需采用价格较昂贵的高压交流滤波电容或多个低压交流滤波电容串联的形式, 造成正弦滤波器的结构复杂以及可靠性大大降低。而低压逆变方案的正弦滤波电抗器虽较高压逆变方案复杂, 但正弦滤波电容可选用可靠性极高的金属薄膜低压交流滤波电容, 正弦滤波器的可靠性大大优于高压逆变方案。

4、开关频率

逆变器的开关频率对于大功率逆变电源的应用来说是一个较重要的技术指标, 而对于驱动电动机的应用方面来说该指标则不是十分重要。逆变器开关频率的高低直接影响正弦滤波器的设计以及输出的电源质量和输出电压波形的圆滑度, 开关频率越高则输出的电压谐波失真度越小和电压波形圆滑度越好。但是, 开关频率的高低对逆变器的功率容量影响极大, 开关频率越高则功率开关模块的发热量越大, 能长时间输出的功率容量越小。对于采用低压逆变方案高质量的大功率变频电源来说, 选用的大功率开关模块开关频率在 3.6K~5K 左右, (注: 开关频率低于 3K 不适合作为逆变电源的应用。) 其输出的电压谐波总失真度 $THDu \leq 1\%$, 达到极好的电源质量要求。高压逆变方案由于采用串联多重化的电路拓扑形式, 该电路形式的等效开关频率为功率开关模块的开关频率 \times 串联模块的个数, 理论上该电路拓扑形式的等效开关频率可以很高, 但由于系统结构的限制其功率开关模块采用低频率设计, 功率开关模块的开关频率为 500HZ~1K, 所以它的等效开关频率在 3K~10K 左右, 不同的厂家以及不同的系统设计有较大的差别。

5、容错能力

由于高压逆变方案采用较多个小功率开关模块单元串联的形式, 每个模块单元承受全部的输出电流, 但每个模块单元仅承受 $1 / \text{串联模块单元个数}$ 的相电压和承受 $1 / 3X$ 串联模块单元个数的输出功率, 所以当某个模块单元发生故障时, 可以旁路该故障单元以及另外两相中相应的非故障单元, 虽然在输出电压下降的情况下仍能带一定的负荷工作。低压逆变方案是采用相应较少个大功率开关模块并联的形式, 当某个开关模块发生故障退出工作时, 虽然输出电压不变, 但对输出的功率容量影响较大, 容错能力稍差于高压逆变方案。但是, 随着大功率 IPM 智能功率模块技术的发展, 目前优质的大功率智能功率模块由原厂集成了高可靠性的驱动保护电路, 平均无故障时间达到 200 万小时, 使用寿命是标准 IGBT 功率开关管模块及驱动电路的三倍, 大功率 IPM 智能功率模块发生故障的概率极低。容错能力最强的就是不发生故障!

综上所述: 所谓的低压、高压逆变方案实质就是两种不同的功率开关模块电路拓扑形式, 这两种电路拓扑形式各有特点各有不同的用途。单从技术的角度考虑, 它们两者之间不存在技术先进或落后的问题, 更不存在好坏或性能优劣的问题。影响大功率变频电源设备性能质量优劣的主要因素是系统的设计、功率开关器件的选型以及逆变器的控制技术和制造工艺。所以这两种方案不能作为评判能否的依据。

江门市安利电源工程有限公司

2016/1/10