

山东博纳电气有限公司

家电行业产品测试解决方案

Home Appliance Product Testing Solution

基于 BAVF 系列交流变频电源 · BD65/BD63 系列双向直流电源

版本: V1.0 日期: 2026 年 4 月

联系电话: 15264299215 / 0531-88776057

1. 行业背景与测试挑战

◆ 1.1 家电行业测试概述

家电行业涵盖白色家电（空调、冰箱、洗衣机、热水器）、厨房电器（油烟机、电磁炉、微波炉）、小家电（风扇、吹风机、电动工具）以及智能家居设备等众多品类。随着能效标准不断提升（如 GB 21455、GB 12021 系列）、出口认证要求日趋严格（如 IEC 60335、UL、CE），以及变频技术、直流电机的广泛应用，家电整机及核心模块的测试需求正向高精度、宽覆盖、自动化方向快速演进。

◆ 1.2 核心测试痛点

● 多国电网制式兼容性

- 全球主要市场覆盖 110V/60Hz（北美、日本）、220V/50Hz（中国、欧洲）、240V/50Hz（澳大利亚）等十余种制式，普通市电无法覆盖。
- 出口认证测试需在模拟目标国电网条件下完成，不可直接借用当地市电。

● 变频压缩机与电机的直流驱动测试

- 变频空调、冰箱采用 PFC 整流后直流母线驱动，需对直流母线电压进行精确模拟（通常 280V~420V DC）。
- 直流无刷电机、步进电机的特性测试需要稳定的直流激励源。

● 启动冲击与异常工况模拟

- 压缩机、电机启动瞬间可产生 5~10 倍额定电流冲击，测试电源须具备足够的峰值电流输出能力。
- 低电压穿越（LVRT）、电压跌落、浪涌、谐波叠加等异常工况需精确复现，以验证产品保护性能。

● 能效测量与老化寿命测试

- 能效标准要求额定工况下精确测量输入有功功率、功率因数，要求电源电压谐波失真度（THD）极低（<1%）。
- 老化与寿命测试需电源长期连续稳定工作，同时具备异常自动保护与记录能力。

- **产线效率与成本控制**

- 产线检测需兼顾测试速度与精度，电源切换频繁，要求响应速度快（<20ms 电压突变响应）。
- 回馈式设计可将负载能量反馈电网，大幅降低长期运行用电成本。

2. 解决方案总体架构

山东博纳电气针对家电行业整机及模块化测试需求，提供以交流变频电源为核心、双向直流电源为补充的完整测试解决方案。方案覆盖从研发验证、型式试验到产线量产检测的全生命周期，支持单机独立测试与多机组网自动化测试两种模式。

◆ 2.1 方案产品构成

应用层级	核心产品	主要用途
研发验证 / 型式试验	BAVF-33 / BAST-3X / BA8X 三相交流变频电源	模拟全球电网，进行整机性能、能效、安规测试
研发验证 / 型式试验	BABP 系列回馈式电网模拟器	电网扰动、谐波注入、低/高电压穿越测试
直流模块测试	BD65 系列双向可编程直流电源	变频模块直流母线模拟、PCBA 测试、驱动器测试
直流模块测试	BD63 系列宽范围可编程直流电源	开关电源、控制器、充电模块等供电测试
产线量产检测	BAVF-31 单相 / BAVF-33 三相交流变频电源	快速功能检测、老化测试、出厂检验
产线量产检测	BN11 系列单相交流变频电源	小家电产线高性价比出厂检测
特殊器件测试	BA5X 系列交流恒流源	断路器、继电器、变压器、互感器热效应测试

◆ 2.2 方案拓扑示意



典型配置：三相交流变频电源 (BAVF-33 或 BABP) 提供标准化交流激励；待测整机经隔离后接入；变频模块直流侧由 BD65/BD63 直流电源独立供电；上位机通过 LAN/RS485 统一管控，实现序列化自动测试。

3. 交流变频电源测试方案

◆ 3.1 全球电网模拟与整机性能测试

3.1.1 推荐产品：BAVF-33 系列三相交流变频电源

BAVF-33 系列内置隔离变压器，输出相电压覆盖 0~300V（低档 0~150V / 高档 150~300V），频率 45~65Hz，单机容量 15kVA~1200kVA，满足从单台整机测试到产线多路并联的不同功率需求。



测试场景	产品型号示例	关键参数
家用空调整机性能测试（单相）	BAVF015-31 (15kVA)	0~300V / 45~65Hz / THD<1% / 峰值电流 3 倍额定
中央空调机组性能测试（三相）	BAVF060-33 (60kVA)	三相独立解耦控制 / 100%不平衡负载 / THD<1%
出口产品多国制式验证	BAVF030-33 (30kVA)	110V/60Hz⇌ 220V/50Hz 一键切换 / 软启动 0~99.9s 可设
整机产线老化测试（多台并联）	BAVF120-33×N (120kVA/台)	并联扩容 / RS485 组网 / AI-Monitor 实时监控

3.1.2 关键测试能力详解

● 多国制式一键切换

- 通过数字键直接设定电压（如 110.0V）和频率（如 60.00Hz），无需切换档位，响应时间 ≤2ms，确保高效切换不中断测试流程。

- **超强启动冲击耐受**

- 承受 3 倍额定电流冲击持续 2 秒，可稳定带动空调压缩机、冰箱压缩机等感性负载启动，避免因电源过载跳保护导致的测试中断。

- **低谐波高精度输出**

- 电压失真度 THD < 1% (线性负载)，电压设置精度 $\leq 0.4\%FS$ ，满足 GB 12021、IEC 62301 等能效标准对电源质量的严格要求。

- **三相独立解耦控制**

- 三相输出电压独立调节，互不影响，支持 100% 三相不平衡负载，适用于不平衡负载测试及单相整机接在三相电源的混合测试场景。

◆ 3.2 电网扰动与安规模拟测试 (BABP 系列)

3.2.1 推荐产品：BABP 系列回馈式电网模拟器

BABP 系列具备四象限运行能力，可将负载能量回馈电网，节能环保。支持输出叠加 2~50 次谐波，具备阶梯 (STEP)、渐变 (RAMP)、低/零电压穿越 (LVRT)、高电压穿越 (HVRT) 等多种编程模式，是家电整机电磁兼容 (EMC)、安规及新能源相关测试的理想平台。



测试项目	依据标准	BABP 实现方式
电压跌落耐受测试	IEC 61000-4-11 / GB/T 17625.11	阶梯模式：电压瞬间跌落至 0% ~ 80% 额定，持续时间精确可设
电压短时中断	IEC 61000-4-11	零电压穿越模式，中断时间 0.5 周期 ~ 300s 可设
谐波叠加测试	IEC 61000-3-2 / GB 17625.1	输出叠加 2 ~ 50 次谐波，总谐波含量 ≤ 40%，相角 0° ~ 359.9° 自由设定
频率变化耐受	IEC 61000-4-28	步阶模式：频率从 50Hz 阶梯变化至 ± 5Hz 偏差
电压不平衡测试	IEC 61000-4-27	三相各相独立幅值调整，模拟 1% ~ 2% 不平衡度
浪涌电流（软启动）测试	内部规范	渐变模式：电压从 0 逐步爬升，精确控制启动浪涌过程

◆ 3.3 产线量产检测方案

3.3.1 推荐产品：BN11 系列单相交流变频电源（小家电） / BAVF-31（白色家电）

BN11 系列定位高性价比产线检测，输出容量 5kVA / 10kVA，支持低档（0 ~ 150V）和高档（0 ~ 300V）自动切换，频率覆盖 45 ~ 65Hz 及 100/120/200/240Hz 特殊频率，适配吹风机、电动工具等出口小家电的多频制式产线测试。

BAVF-31 单相系列适用于洗衣机、热水器、电磁炉等中大功率单相家电的产线检测，电压设置精度 ≤ 0.4%FS，配合 RS232/RS485 接口可接入 MES 系统，实现扫码测试、数据上传、不合格品自动拦截。

产线集成建议：通过 RS485 组网将多台电源统一接入上位机，配合定制化测试脚本（STEP 序列），一次上料可自动完成功能检测→老化测试→出厂标定三段流程，减少人工干预，提升产线效率。

4. 直流测试电源方案

◆ 4.1 变频模块直流母线模拟测试

4.1.1 推荐产品：BD65 系列双向可编程直流电源

现代变频家电（空调、冰箱、洗碗机等）普遍采用 PFC 整流 + 逆变驱动结构，直流母线电压通常在 280V ~ 420V DC（220V 交流输入）或 140V ~ 210V DC（110V 输入）范围内波动。BD65 系列具备双象限运行能力（SOURCE + SINK），可精确模拟真实直流母线的电压曲线，并回收测试过程中的能量，绿色节能。



测试对象	推荐型号	典型配置
变频空调 IPM 驱动模块测试	BD65500-120 (500V/±120A/15kW)	模拟 220V 交流整流后直流母线， OVP/OCP/OTP 完整保护
冰箱变频压缩机模块	BD65300-170 (300V/±170A/15kW)	直流母线稳压+放电测试，CR 模式模拟反电动势
洗衣机变频电机驱动器	BD65300-170 (300V/±170A/15kW)	模拟整流直流侧，叠加纹波扰动测试
大功率中央空调变频模块	多台 BD65 并联 (最大 50kW/台)	并机扩容，硬件同步，精确电流共享
PCBA 功能验证（控制板）	BD65100-120M (100V/±120A/1.8kW)	低压小电流，CV/CC 模式，适合控制板上电测试

4.1.2 BD65 系列核心优势

- **双象限运行，源载一体**

- 既可作为直流电源（SOURCE 模式）向被测件供电，也可切换为电子负载（SINK 模式）吸收被测件输出能量并回馈电网，回馈效率 $\geq 95\%$ ，适合变频模块的充放电循环测试。

- **高速源载切换，电流无过冲**

- 从输出电流切换至吸收电流的响应时间极短，有效避免切换瞬间的电压/电流过冲，保护被测模块免受冲击损坏。

- **CR 模式模拟电机反电动势**

- 恒电阻（CR）模式可在电压变化时自动调整电流，真实模拟电机运行时呈现的反电动势特性，提升测试的真实性。

- **内置 SAS 光伏阵列模型**

- 内置 EN50530、Sandia 标准光伏阵列模型（IV/PV 曲线），兼顾带太阳能系统的家电（如太阳能热水器控制器、光储一体家电）的测试需求。

- **完整通信接口**

- 标配 RS232、RS485、CAN、LAN、USB，支持上位机远程控制与自动化测试系统（ATE）集成。

◆ 4.2 开关电源与控制模块测试

4.2.1 推荐产品：BD63 系列宽范围可编程直流电源

家电控制板、WiFi 模块、显示驱动电路等通常采用小型开关电源（SMPS）供电，典型输入电压 80V~310V DC 或 5V/12V/24V 低压直流。BD63 系列的"自动量程宽范围输出"特性，使得单台设备即可覆盖传统需要多台电源才能完成的测试，大幅降低测试台位成本。



自动量程示例: BD63500-120 (500V/18kW) 在 500V 输出 36A, 在 166.6V 可输出 90A, 整个 166.6V~500V 范围内均可满功率 18kW 输出。传统 500V/18kW 电源在 166.6V 时输出功率仅 6kW, BD63 输出能力是传统电源的 3 倍。

测试对象	推荐型号	测试要点
家电控制板开关电源模块	BD63300-60 (300V/60A/5kW)	模拟整流输入直流, 验证 SMPS 宽输入范围启动与稳压性能
智能家居网关/显示板供电	BD6380-150M (80V/150A/3kW)	低压大电流, 纹波 $\leq 50\text{mV}$, 满足 MCU 供电要求
步进/伺服电机驱动器供电	BD63500-120X (500V/120A/18kW)	宽范围输出, 适应不同品牌驱动器的供电需求
充电桩充电模块老化测试	BD631000-60X (1000V/60A/18kW)	高压侧测试, 满足车载充电及储能相关家用产品需求

5. 典型测试场景与配置方案

◆ 5.1 场景一：变频空调整机研发测试台

测试目标

- 整机额定工况性能测试 (制冷量、EER/COP、能效等级验证)
- 多国制式适应性测试 (110V/60Hz、220V/50Hz、240V/50Hz)
- 变频压缩机直流母线电压波动耐受测试
- 启动冲击、电压跌落、谐波干扰等异常工况测试

推荐配置

设备	型号	数量	用途
三相交流变频电源	BAVF060-33 (60kVA)	1 台	整机交流输入模拟 (室外机三相供电)
单相交流变频电源	BAVF015-31 (15kVA)	1 台	室内机单相供电模拟
双向直流电源	BD65500-120 (500V/15kW)	1 台	变频模块直流母线模拟与测试
回馈式电网模拟器	BABP 系列 (按容量选型)	1 台	电网扰动测试: LVRT/HVRT/谐波
上位机软件	博纳图形化测试平台	1 套	ATE 集成, 序列测试, 数据记录

◆ 5.2 场景二：冰箱/洗衣机产线量产检测

测试目标

- 出厂功能验证: 上电启动、额定工况运行、停机保护
- 能效快速抽测: 输入功率、功率因数、待机功耗
- 老化测试: 满载连续运行 8~24 小时

推荐配置

设备	型号	数量	用途
三相交流变频电源	BAVF030-33 (30kVA)	1 台/工位	供电+测量一体，通过 RS485 接 MES
单相交流变频电源	BAVF015-31 (15kVA)	1 台/工位	小功率工位（洗碗机、微波炉等）
上位机软件	MES 集成接口	1 套	扫码触发，测试结果自动上传，不良品拦截

◆ 5.3 场景三：小家电出口认证测试（BN11 系列）

| 适用品类

吹风机、电动剃须刀、电动牙刷、电动工具、电饭煲（出口版）、小型取暖器等出口小家电。

| 测试目标

- UL/CE/PSE 等认证前例行测试：多国电压频率下的正常工作验证
- 过载、短路、异常高低压保护功能验证
- EMC 预兼容测试：谐波电流（IEC 61000-3-2）

| 推荐配置

设备	型号	数量	用途
单相交流变频电源	BN11010 (10kVA)	1 台	覆盖 100V-240V / 50-60Hz 多制式，高性价比
单相交流变频电源	BN11005 (5kVA)	多台	小功率品类测试工位

◆ 5.4 场景四：断路器/继电器热效应校验（BA5X 系列）

家电成套生产线上配套的断路器、接触器、过热保护器等需进行动作特性校验。BA5X 系列交流恒流源采用闭环电流控制，输出稳定电流不受负载阻抗变化影响，相比传统“电压源+大功率负载”方式，设备体积缩小 60% 以上，用电量减少 80%。

测试对象	推荐型号	测试参数
断路器延时/瞬动特性	BA51100-15S (1 ~ 100A)	额定电流 1 倍 ~ 10 倍可设, 测试时间 0.0 ~ 99.9s, 精度 $\leq 0.1\% + 0.1s$
热继电器整定值校验	BA51200-15S (2 ~ 200A)	大电流输出, 时间精确记录, 判断动作时间合格与否
变压器额定电流热效应	BA51200-15S	恒流输出消除阻抗变化影响, 失真度 $< 3\%$

6. 主要产品核心技术参数

◆ 6.1 交流变频电源核心参数 (BAVF-33 系列)

参数项	BAVF015-33	BAVF060-33	BAVF120-33	BAVF300-33
额定容量	15kVA	60kVA	120kVA	300kVA
输出电压范围	0 ~ 300V (相电压)	0 ~ 300V (相电压)	0 ~ 300V (相电压)	0 ~ 300V (相电压)
输出频率	45 ~ 65Hz	45 ~ 65Hz	45 ~ 65Hz	45 ~ 65Hz
电压失真度 (THD)	<1% (线性负载)	<1% (线性负载)	<1% (线性负载)	<3% (线性负载)
电压设置精度	≤0.4%FS	≤0.4%FS	≤0.4%FS	≤0.4%FS
过载能力	3 倍额定电流/2s	3 倍额定电流/2s	3 倍额定电流/2s	3 倍额定电流/2s
通信接口	RS232/RS485/LAN	RS232/RS485/LAN	RS232/RS485/LAN	RS232/RS485/LAN
隔离变压器	内置	内置	内置	内置
重量	265kg	550kg	980kg	约 1400kg

◆ 6.2 BD65 系列双向直流电源核心参数

参数项	规格说明
电压范围	0-100V / 0-200V / 0-300V / 0-500V / 0-750V / 0-1000V / 0-1500V / 0-2250V
单机最大功率	50kW (双向)
电流模式	±方向双象限, CV/CC/CP/CR 四种模式
电压设置精度	≤0.05%FS
电流设置精度	≤0.10%FS
纹波 (Vrms)	≤30mV (典型值)

参数项	规格说明
动态响应 (电压)	≤2ms
回馈效率	≥95%
通信接口	RS232 / RS485 / CAN / LAN / USB (标配)
并机扩容	支持同规格多台并联, 硬件同步
保护功能	OVP / OCP / OPP / OTP / 输入过欠压

◆ 6.3 BABP 系列回馈式电网模拟器核心参数

参数项	规格说明
运行模式	四象限, 能量回馈电网
谐波叠加	2 ~ 50 次, 总谐波含量≤40%, 谐波相角 0° ~ 359.9°
编程模式	阶梯 / 步阶 / 渐变 / 低(零)电压穿越 / 高电压穿越
测量功能	电压、峰值电压、电流、峰值电流、频率、有功功率、视在功率、功率因数
典型应用	家电整机安规、EMC、LVRT/HVRT 测试

7. 方案综合优势

◆ 7.1 测试全覆盖

从研发验证到型式试验，再到产线量产检测，博纳电气提供覆盖家电行业全测试生命周期的产品线。单相/三相、交流/直流、整机/模块，无论哪个测试层级，均有对应产品型号支持，无需从多个供应商拼凑方案。

◆ 7.2 高精度与高可靠性

- 电压设置精度 $\leq 0.05\%FS$ (直流) , $\leq 0.4\%FS$ (交流) , 满足各类能效标准对电源精度的严苛要求。
- 关键元器件采用国际一线品牌，多裕度设计理念，电压/电流/温度应力经严格技术论证，产品寿命长。

◆ 7.3 灵活扩展，保护投资

- 交流变频电源与直流电源均支持并机扩容，初期投资小功率机型，随测试需求提升逐步并联扩容，无需整套更换。
- 丰富的通信接口 (RS232/RS485/CAN/LAN/USB) 支持与各类 ATE 自动化测试系统、MES 系统集成，充分适配数字化工厂需求。

◆ 7.4 快速响应，高效测试

- 电压突变响应时间 $\leq 20ms$ (交流) / 动态响应 $\leq 2ms$ (直流) , 大幅缩短测试切换等待时间。
- 软启动 0 ~ 99.9s 可设，序列测试 (STEP/LIST/WAVE) 功能内置，支持复杂测试流程的一键自动执行。

8. 选型参考指南

根据测试对象、功率需求和应用场景，参照下表快速定位推荐产品：

测试对象	功率范围	推荐产品	备注
家用分体空调（单相）	1 ~ 5kW	BAVF015-31 (15kVA)	单相，内置隔离变压器
家用中央空调/柜机（三相）	5 ~ 20kW	BAVF030-33 / BAVF060-33	三相，独立解耦控制
商用空调机组	>20kW	BAVF120-33 ~ BAVF1200-33	大容量，可并机
冰箱/冷柜整机	0.1 ~ 0.5kW	BAVF015-31 / BN11010	单相，产线高性价比
洗衣机/干衣机	0.5 ~ 3kW	BAVF015-31 / BAVF030-31	单相大功率，强过载能力
小家电出口认证	<2kW	BN11005 / BN11010	经济型，多制式，产线首选
变频模块直流母线	100V ~ 2250V DC	BD65 系列（对应电压 档）	双向，源载一体
开关电源/控制板测试	80V ~ 2250V DC	BD63 系列（宽范围）	自动量程，灵活覆盖
安规电网扰动测试	按整机功率	BABP 系列	谐波/LVRT/HVRT
断路器/继电器校验	1 ~ 200A	BA5X 系列	交流恒流源，节能型

实际选型时需综合考虑：被测件额定功率 $\times 1.5 \sim 2$ 倍（留足裕量）、最大峰值电流（特别是电机/压缩机启动）、电压/频率范围覆盖、通信接口与测试系统兼容性。如有复杂应用场景，欢迎联系博纳技术团队提供专项选型支持。

9. 联系我们

联系方式	详情
公司名称	山东博纳电气有限公司
官方网站	www.sunbonar.com
联系电话	15264299215 / 0531-88776057
公司地址	山东省济南市高新区孙村街道春晓路 282 号康威通信产业园 1 层 103 号
主营产品	BAVF 系列交流变频电源 / BABP 回馈式电网模拟器 / BD65/BD63 双向直流电源 / BA5X 交流恒流源
服务范围	家电行业、新能源、汽车电子、工业自动化等领域测试解决方案

感谢您选择山东博纳电气

专注电源测试解决方案，为新能源与家电行业高质量发展赋能