

# 库马克 BPJV-1600/3.3 型防爆兼本质安全型高压变频器在 煤矿井下刮板输送机上的应用

深圳市库马克新技术股份有限公司 罗自永 刘俊强  
山西西山晋兴能源有限责任公司 高晓明 任亚刚  
山西煤矿机械制造有限公司 李建华 席庆祥

**摘要：**该文介绍防爆变频器 BPJV-1600/3.3 的性能和特点，以及矿用刮板输送机采用变频技术的意义和好处，着重对库马克防爆变频器在晋兴能源斜沟煤矿井下刮板运输机的应用进行介绍。

**关键词：**防爆变频器 BPJV-1600/3.3 刮板输送机 IGCT DTC 功率平衡 主从控制

## 一、引言

随着煤炭工业的发展，刮板输送机向大功率、大运量方向发展，而刮板输送机，总是频繁起动或者重载起动，运行时负载变化很大，甚至超载，因此对传动系统要求很高，而防爆变频器 BPJV-1600 的成功应用比原来的液力耦合器传动系统在运行，维护，节能和控制方面具备更大的优势。

## 二、项目介绍

斜沟煤矿(包括选煤厂)是山西西山晋兴能源有限责任公司下属的生产矿井，设计年生产能力 1500 万吨，是西山煤电集团公司十对矿井中生产能力最大的一对矿井。也是国家“十一五”规划重点建设的 10 个千万吨级矿井之一，又是承担着国家科技支撑计划“年产千万吨级矿井综采工作面生产系统关键技术与开采示范”项目研究任务，被省政府列为 2009 年重点工程和吕梁市“双百双千”项目。

库马克 BPJV-1600 防爆变频器应用在 18201 智能工作面的刮板输送机上，该项目是国家“十二五”智能制造发展专项的重点项目之一。设备总重量 1 万多吨，项目总投资 4.4 亿元，其中，国家补贴 1 亿元予以支持。它是“十二五”国家智能制造发展专项中，国家补贴资金最大的项目。

## 三、BPJV-1600 的性能和特点

作为 ABB 战略合作伙伴和技术服务中心，库马克 BPJV 系列矿用隔爆兼本质安全型高压变频器是深圳库马克新技术股份有限公司同 ABB 合作开发的新一代防爆兼本质安全型高压变频器，主回路结构拓扑图见下图：

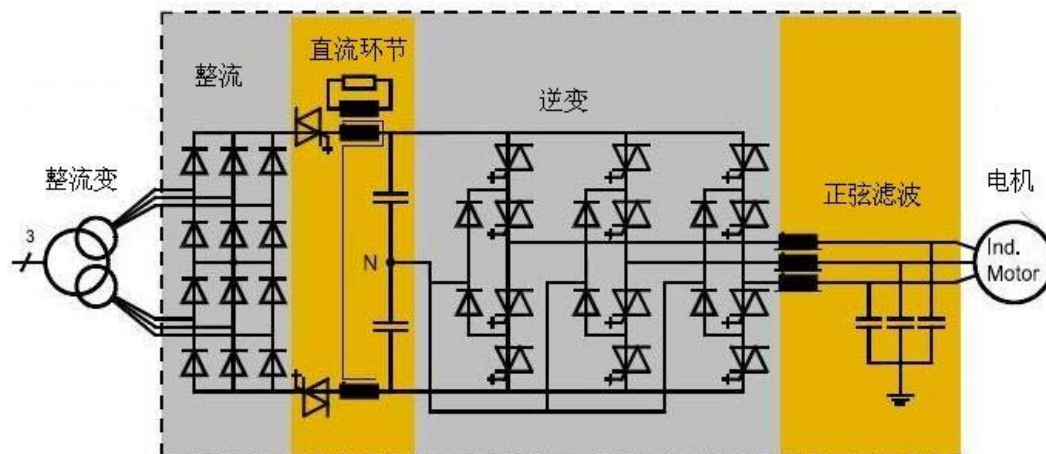


图 1、变频器芯体拓扑结构图

#### 整流部分：

库马克 BPJV 系列矿用隔爆兼本质安全型高压变频器采用多达 12 脉冲整流技术，电网侧谐波污染小，功率因数高，符合 GB 14549 - 93 标准和 IEEE std 519-1992 电能质量标准对电压、电流谐波失真度的要求，无需功率因数补偿及谐波抑制装置，对同一电网上用电的其它电气设备不产生谐波干扰。

#### 直流部分：

库马克 BPJV 系列防爆变频器整流出来的直流电压通过保护 IGCT，给直流电容充电。2 个保护 IGCT 代替了 12 个传统的熔断器，保护速度比普通熔断器快 100 倍，从而减少维护量，提高可靠性，直流电容采用自愈式电容，寿命长，环保，自恢复性能。

#### 逆变部分

3 相逆变器桥的每相都由 4 个 IGCT 加上 2 个中性二极管组合而成，用于产生三电平，IGCT 延续了 IGBT 开关频率高的优点，结合了晶闸管的导通特性，本身驱动回路具备很强的自诊断能力，能快速关断（ $25\mu\text{s}$ ），保护设备。



IGCT板

## 输出滤波

BPJV 系列防爆变频器带有输出正弦波滤波器，可以降低所有逆变器开关时对电机的谐波，是电机和轴承始终处于无共模电压状态，所有输出电压波形近似正弦波，可以接普通电机，电缆长度可达 2500m。

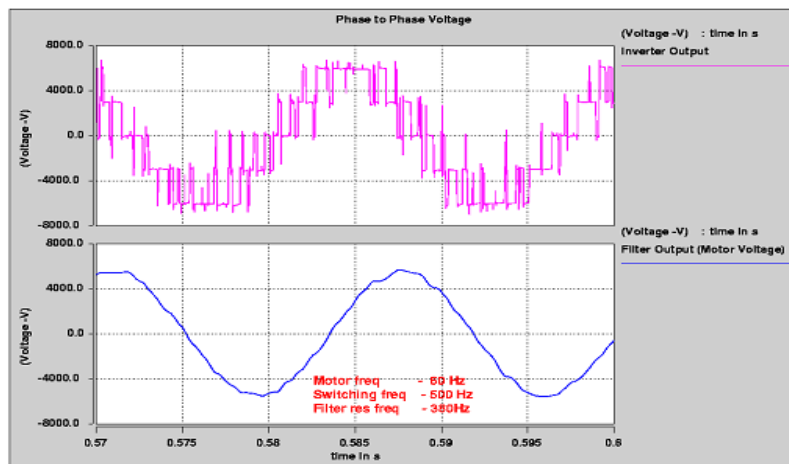


图 2、输出波形

## 控制系统

库马克 BPJV 系列矿用隔爆兼本质安全型高压变频器以 PLC 为主控制器，接收外部的控制系统，控制变频本体运行，同时通过液晶（LCD）显示器，显示变频器运行状态及运行参数，同时与管理系统联接，上传变频器信息，控制系统以功能块划分与相关设备联接，具有较好的开发与维护性。

## 保护功能

库马克 BPJV 系列矿用隔爆兼本质安全型高压变频器具有完善的保护功能，包括电机发热模型热保护、电机堵转、电机超速、输出回路短路、输出回路缺相保护、输出回路不平衡保护、输出回路过载保护、直流过压保护、直流欠压保护、输入缺相、整流桥短路保护、MCB 控制失败保护、接地故障保护、主通信保护、漏电闭锁保护、在线漏电保护、瞬时断电保护。

## 冷却系统

库马克 BPJV 系列矿用隔爆兼本质安全型高压变频器采用目前国际上最先进的内外循环分开的水-水冷却系统，内循环采用去离子纯水恒温恒湿冷却，安全高效，外循环直接使用煤矿井下工业水，并配套减压阀和压力、流量监控系统，保护完善，可靠性极高。

#### 四、应用介绍

刮板输送机的工作原理是，将敞开的溜槽，作为煤炭、矸石或物料等的承受件，将刮板固定在链条上（组成刮板链），作为牵引构件。当传动部启动后，带动链轮旋转，使刮板链循环运行带动物料沿着溜槽移动，直至到机头部卸载。刮板链绕过链轮作无级闭合循环运行，完成物料的输送。

晋兴能源斜沟煤矿综采面刮板输送机采用双电机驱动，由 2 套防爆变频器 BPJV-1600 驱动，变频器之间通过光纤实现主从控制，能实现机头电机和机尾电机的速度同步，负载电流均衡分配。

防爆变频器 BPJV-1600		机头电机参数		机尾电机参数	
输入电压	2x1903V	额定电压	3300V	额定电压	3300V
输入电流	2x275A	额定电流	245A	额定电流	245A
输出电压	3300V	额定转速	1492rpm	额定转速	1492rpm
输出电流	332A	额定功率	1200KW	额定功率	1200KW
输出频率	66HZ	功率因数	0.9	功率因数	0.9

表 1、设备参数

机尾电机传动收到综控室给出的启动命令后，先行运行，兜紧下部链条后，机头电机传动跟随启动，通过设定的加速时间运行到给定速度，输出显示运行状态，运行速度和电流，收到停止信号或者闭锁信号后同时停止运行。运行过程中，任意一台变频器出现故障，另外一台变频器也会停止运行。

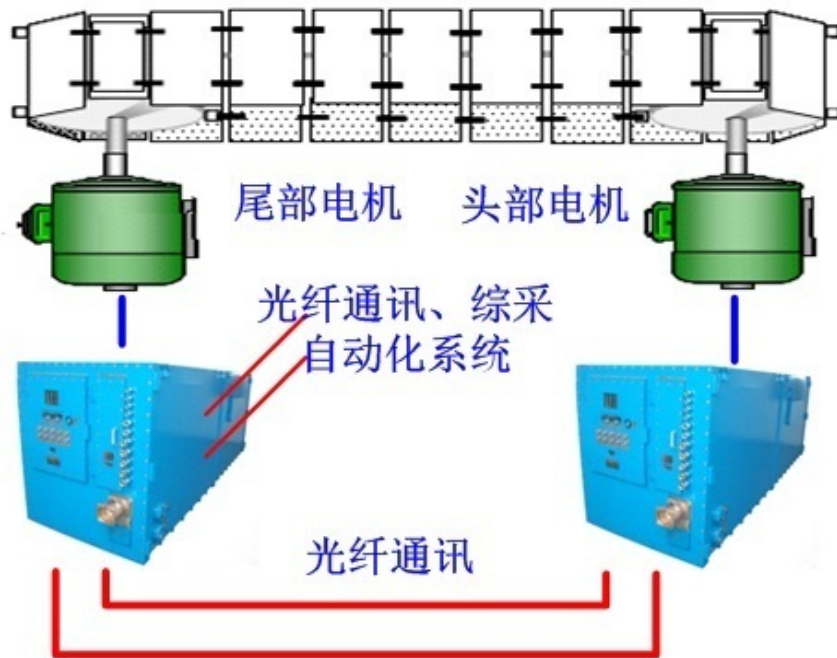


图 3、设备配置图

启动平稳，启动电流远小于额定电流，减小对电网冲击，同时具备“零速满

转矩”功能，实现大转矩的启动，并且拖动 1200KW 电机时，可提供最大 2.2 倍的电机额定转矩。由图 4 可以看出，电机启动时速度上升平滑，但转矩比较大，减小对机械设备的冲击，延长电机、减速机以及链条的使用寿命。并且直接转矩控制以及速降功能使得在出现卡链情况时，能都降低刮板机速度，避免链条受到大力矩的冲击，减小断链几率。速度同步和功率平衡通过变频器之间主从控制实现，响应速度快，而液力偶合系统需增加传感器，电磁阀和速度编码器，响应速度慢，维护量高。

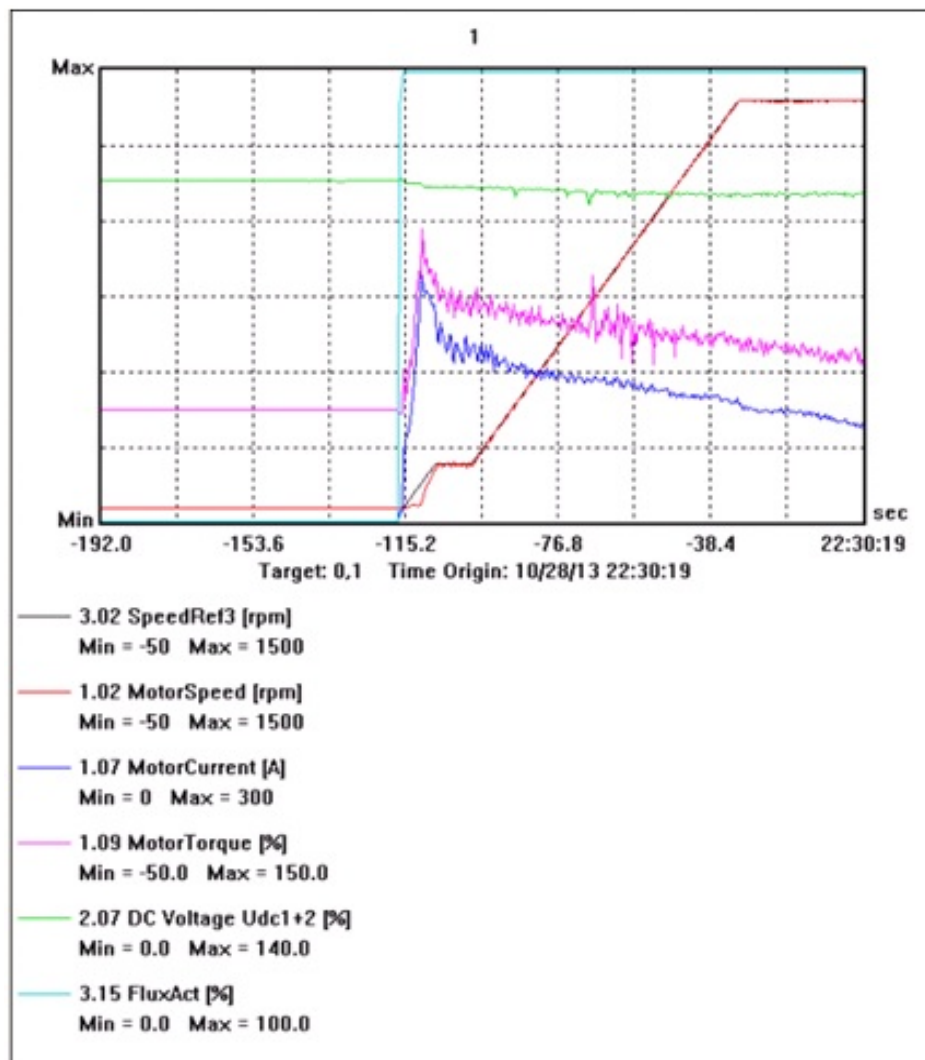


图 4、电机启动曲线

防爆变频器 BPJV-1600 能够实现单台驱动，正反转运行，调速范围宽，能提供合适的检修速度，有利于刮板输送机的检修和维护，这是液力偶合传动系统不够完善的。

刮板输送机属于恒转矩负载，随着转速的提高，所消耗的能量越大，防爆变频器 BPJV-1600 在自动模式下，能根据本身输出电流来调节转速，达到节能效果。在智能化系统中，在前级输送带煤多情况下，可以降低速度运行，减少联锁

停车，减少故障率。

BPJV 系列防爆变频器驱动的刮板输送机传动方式比电机+减速器、比液力耦合驱动的电机+液力耦合器+减速器节约安装空间，减少采区维护量，提高效率。

防爆变频器通过光纤以太网接入综合控制系统，控制室可以远程监控刮板输送机实时运行状态，对输送机进行远程启停控制和速度调整。


	刮板输送机驱动系统		
	可控硅软启动	双速电机	CST 等可控液力耦合器
缺点	启动转矩受限	机械冲击； 电气冲击； 启动失败、断链； 安全性差。	进口设备； 维修时间长； 费用高； 制约高效生产。

表 2、其他驱动系统缺点

## 五、结论

BPJV 系列防爆变频器启动平稳、启动转矩大、抗负荷冲击能力强，并且高效的集成控制系统非常便于接入综合控制系统，以实现工作面的自动化、智能化操作。优异的启动以及运行特性有效的延长机械设备使用寿命，减小断链几率，在提高自动化程度和生产效率的同时，改善了生产工艺，延长了设备检修周期，取得良好的经济效益。超过 98% 的高效率以及优良的节能特性，也为国家的节能减排作出贡献。该产品在山西西山晋兴能源有限责任公司斜沟矿千万吨级采煤工作面的应用，已通过国家安全生产监督管理局委托山西煤矿安全监察局组织的的鉴定和验收。