

北京利德华福电气技术有限公司

摘要：采用高压变频器拖动管状带式输送机，是减少皮带冲击、提高皮带寿命、安全运行的重要手段。本文通过对高压变频器在管状带式输送机上的应用以及HARSVERT系列变频调速系统结构的分析，介绍运用高压变频器拖动管状带式输送机系统的相关技术。

文章编号：130711

利德华福高压变频器 在管状带式输送机上的应用

HARSVERT-S series high-voltage inverter's application in the metallurgical industry

1 前言

管状带式输送机是一种新型带式输送机，在装料区和卸料区，胶带打开呈槽形，装料或卸料后，胶带被托辊卷成圆形，管状形成后，呈六边形布置的托辊保持其管状。该机可在沿空间曲线灵活布置，在复杂地形条件下长距离输送物料，同时与普通带式输送机相比，具有经济、可靠、安全、高效等优点，广泛用于电力、化工、建材、矿山、冶金、码头、煤炭、粮食等行业物料输送系统。由于管状带式输送机一般在运距比较长，地理环境比较复杂，转弯较多的情况下运行，采用变频器控制驱动技术、实现驱动设备软启动、软停机及在线调速功能。考虑到150%的过载能力裕量，一般整条皮

带选用几台电机同时驱动，由于几台电机驱动不同轴联接，又要保持同步，为了满足整个系统速度同步，设计采用利德华福HARSVERT-VA系列高压变频器，通过主从控制方式实现皮带机多电机驱动时的转矩平衡。

2 用户简介

威信云投粤电扎西能源有限公司是由云南省电力投资有限公司控股、广东电力发展股份有限公司、云南省煤田地质局共同出资设立的有限公司。公司地址位于云南省昭通地区威信县，地处云贵高原北缘和四川盆地南缘过渡地带。昭通市为滇东北地区主要煤炭资源蕴藏地和产煤地之一，含煤面积

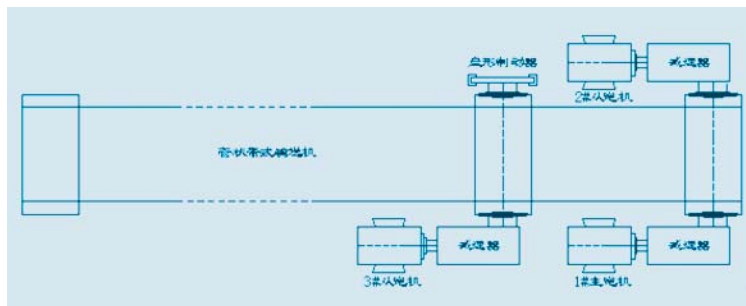


图4 三机驱动示意图

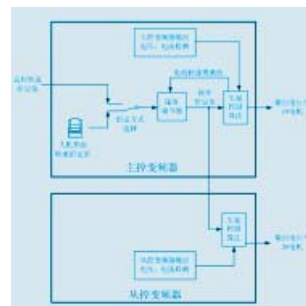


图10 主-从控制结构负载平衡控制示意图

【相关链接】

<http://www.chuandong.com/tech/detail.aspx?id=6772>

高压变频器

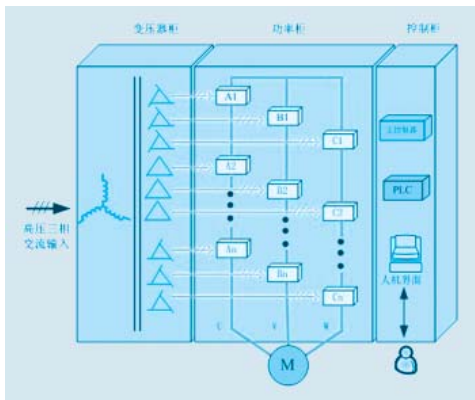


图8 系统原理图

1.5105万平方公里，探明及预测煤炭资源量为198.25亿吨，其中镇雄、威信两县煤炭资源最为丰富。为了将威信县的资源优势转化为经济优势，同时满足云电送粤的需要，公司将建设规划总容量为4×600MW火力发电机组，以及相配套的煤矿，实现煤电项目一体化工程，如图1所示。

3 应用现场皮带机系统基本情况介绍

该项目位于云南省昭通市威信县麟凤乡麟凤坝北端的王家寨至小坝一带，井田东起于三桃乡后溪口-塘房一线，以蔡家坝断层为界；西至长安乡田坝村以王家沟断层为界，走向长约17公里；南至玄武岩底界；北至大雪山-塘房一线，宽2.3-3.8公里，面积约49.74平方公里。矿井煤炭总资源量为27727万吨，工业储量为22696万吨，经济可采储量为17713万吨。

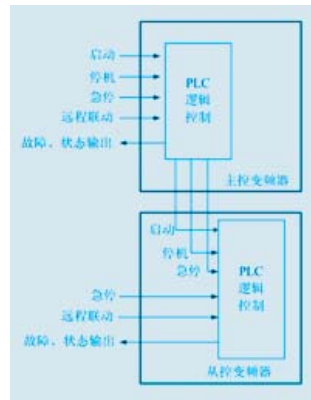


图11 主-从一拖一控制反馈信号示意图

利用观音山煤矿的煤炭资源，一期工程已建成装机容量为2×600MW火力发电机组，形成煤电联产的一体化项目，由于地处山区，地势起伏较大，普通的凹槽皮带已无法满足现场运输的要求，所以采用管状带式输送机，管状带式输送机是一种新型带式输送机，在装料区和卸料区，胶带打开呈槽形，装料或卸料后，胶带被托辊卷成圆形，管状形成后，呈六边形布置的托辊保持其管状。由于胶带在输送线路上呈管形，物料不会撒落，物料也不会因刮风、下雨而受外部环境的影响，这样既避免了因物料的撒落而污染环境，也避免了外部环境对物料的污染，达到无泄漏密闭输送。该机可在沿空间曲线灵活布置，在复杂地形条件下长距离输送物料，同时与普通带式输送机相比，具有经济、可靠、安全、高效等优点，如图2、3所示。

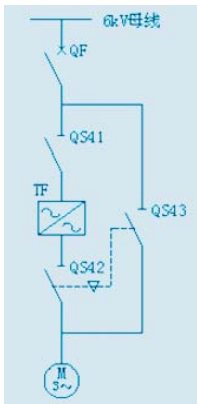


图6 一拖一手动旁路方案

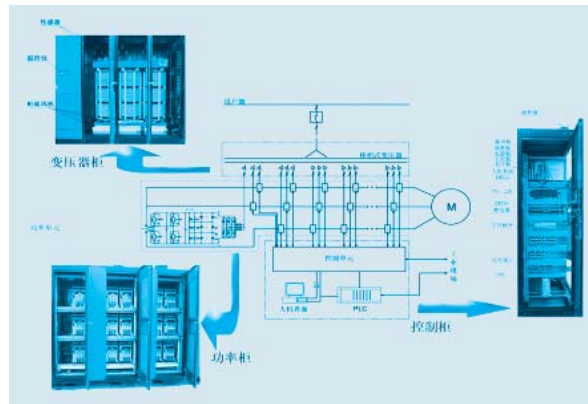


图9 高压变频调速系统示意图

容者 通天下



专业生产、销售大型
特大型铝电解电容器

专业为工业变频器、通信电源、UPS电源、彩电、LED、显示器、变频空调、高档音响、医疗器械等各种开关电源配套

www.jianghao.com.cn

深圳江浩电子有限公司

地址：深圳市光明新区公明街道经济发展总公司第六工业区6栋

电话总机：0755-27156811 27156855

传真：0755-27155826 27155616

业务部电话：0755-27155856 27155836 27155606

E-mail: yzh@jianghao.com.cn



图1 威信云投粤电扎西能源

威信云投粤电煤电一体化项目管状皮带机，由三台电机拖动（ $3 \times 355\text{kW}$ ），三台电机均配置在机头，如图4所示。

主要参数如下

皮带机参数：

输送量 $Q=800\text{t/h}$ ；输送长度 $L=2160.5\text{m}$ ；带宽 $B=1600\text{mm}$ ；管径 $\phi=400\text{mm}$ ；带速 $V=2.8\text{m/s}$ ；提升高度 $h=37.05\text{m}$ ；胶带ST1600；功率 $P=3 \times 355\text{kW}$ ；类型 阻燃钢绳芯管带

电机参数：

型号YBPT 4003-4；频率范围5-50HZ；功率355kW；电压6000V；电流42.4A；功率因数0.85

4 现场变频调速系统方案介绍

现场三台高压变频器均采用一拖一手动旁路方案，此旁路方案是手动旁路的典型方案，原理是由3个高压隔离开关QS41、QS42、QS43及高压开关QF、电动机M组成。要求QS42和QS43之间存在机械互锁逻辑，不能同时闭合。

变频运行时，QS43断开，QS41和QS42闭合；

工频运行时，QS41和QS42断开，QS43闭合，具体如图6所示。

5 现场高压变频调速系统及采用的控



图3 管状皮带机



图5 现场皮带机情况



图2 管状皮带机

制方案介绍

现场采用北京利德华福电气技术有限公司生产的3套HARSVERT-HVA06/050系列矢量控制高压变频调速系统，额定电压6kV，额定电流50A，额定功率400kW，如图7所示。

利德华福HARSVERT系列高压变频调速系统，以高可靠性、易操作、高性能为设计目标，满足用户对于风机、水泵、矿井提升机、皮带机等机械调速节能、改善生产工艺的迫切需要；为了最大限度的缩短高压变频调速系统安装和改造的施工周期，系统采用了一体化设计的理念，包括变压器柜、功率柜、控制柜（高压开关柜或旁路柜可选）等所有部件及内部连线，用户只须连接高压输入、高压输出、低压控制电源和控制信号线即可。在先进的生产和管理环境中，整套系统在出厂前已进行整体测试，确保每一台出厂设备的质量和性能。

为了适用改造项目的需要和降低新建项目的投入，高压变频调速系统中的每一个功能部件可以分步进行安装，确保了高压变频调速系统不会在运输和安装过程中出现意外，方便的前后维护方式、灵活多样的散热方式、高性能的重要进口元器件、先进的生产工艺大大的降低了高压变频调速系统对现场环境的要求，如图8所示。

其主回路如图（图中n代表级数 $n=8$ ）：

HARSVERT系列高压变频调速系统采用功率单元串联技术解决器件耐压问题，多级串联PWM



图7 高压变频器现场安装情况

信号移相后叠加，减少了输出侧谐波、降低输出电压的dv/dt；通过电流多重化技术减少对电网反馈的谐波，减小对电网的谐波污染；主控制器采用数字信号处理器、可编程门阵列（CPLD和FPGA）为核心，配合数据采集单元、单元控制器和光纤通信回路以及可编程逻辑控制器（PLC）构成控制系统。HARSVERT-VA系列高压变频调速系统本体由变压器柜、功率柜及控制柜组成，如图9所示。

对于三机驱动的皮带机变频控制，为了有效实现电机的负载平衡控制，高压变频调速系统适宜采用1主-2从方式进行控制。一台变频器作为主控，发出输出转矩给定值，控制另两台高压变频调速系统同步运行。各高压变频调速系统仅对电机的转矩进行控制，两台从控电机的转速是不可控量，由物理系统的实际特性决定运行三台电机的速度匹配。如图10所示，主控高压变频调速系统控制主电机的转速，并给出两台电机的输出转矩给定值，从控高压变频调速系统根据收到的电机输出转矩给定值控制从电机的输出转矩。

变频器采用无速度传感器矢量控制技术，对电机转速的精度控制在0.5%以内，如果需要电机需要更高的控制精度，可以采用速度传感器，控制精度在0.1%以内。

主控高压变频调速系统和从控高压变频调速系统均有外部信号连锁控制和状态、报警逻辑信号输出，主控高压变频调速系统接收本地或者远程的“启动”、“停机”和“紧急停机”指令，以及来自从控高压变频调速系统的“紧急停机”指令，从控高压变频调速系统接收来自自主控高压变频调速系统的“启动”和“紧急停机”指令，同时接收从控高压变频调速系统本地或者远程联动的“紧急停机”指令。

在两台高压变频调速系统的PLC逻辑程序中进行逻辑互锁，使得两台高压变频调速系统同时启动，同时停机，如图11所示。

6 总结

本文主要结合北京利德华福公司的HARSVERT-VA系列高压变频器在威信云投粤电扎西能源煤电一体化项目管状皮带机上的实际应用情况，经过现场应用表明，运用高压变频器拖动管带机实现平缓、稳定启停，减小了对皮带的冲击，降低皮带的磨损，利用技术先进、成熟安全的高压变频调速系统可以全面实现高效调节现场工况，提高系统自

动化程度，节约电能的目的。

偿后，可以减少视在功率，从而减少变压器容量，功率因数由0.9提高到0.98时。可减少的视在功率为

$$\Delta S = S_2 - S_1 = P \cdot (1 / \cos \varphi_2 - 1 / \cos \varphi_1) = 5.46 \times (\frac{1}{0.98} - \frac{1}{0.9}) \approx -0.495 \text{MVA}.$$

即变压器在输送同样的有功功率的情况下，所需要变压器的容量可以减少0.495MVA。

7.4改善电压质量

在线路中电压损失 U 的计算如下：

$$\Delta U = \frac{P \cdot R + QX_L}{U} \times 10^{-3}$$

式中 U ——线路中的电压损失，kV；

P ——有功功率，MW；

Q ——无功功率，Mvar

U ——额定电压，kV；

R ——线路的总电阻， Ω ；

X_L ——线路感抗， Ω 。

由上式可见，当线路中的无功功率 Q 减少以后，电压损失 U 也就减少了。

7.5运行日志分析

根据运行记录，装置日均补偿电流60A，日均补偿容量：

$$Q_c = \sqrt{3}UI = \sqrt{3} \cdot 10.5 \cdot 60 = 1091.16 \text{kvar}$$

减少35kV线路损耗

$$\Delta P_L = \Delta P_{L1} - \Delta P_{L2} = \frac{Q_c(Q_c - Q_c)}{U^2} R \times 10^{-3} = \frac{1091.16 \cdot (2644 \cdot 2 - 1091.16) \cdot 7.4 \cdot 10^{-3}}{35^2} = 27.67 \text{kW}$$

装置线损日节电量

$$\Delta P_L \cdot t = 27.67 \cdot 24 = 663.92 \text{kWh}$$

一年线损节电量

$$W_p = \Delta P_L \cdot 24 \times 365 = 27.67 \cdot 24 \times 365 = 233629.2 \text{kWh}$$

一年变压器损耗节电量

$$W_{BP} = \Delta P_B \cdot 2 \times 24 \times 365 = 4.7 \cdot 2.45 \cdot 2 \times 24 \times 365 = 201742.8 \text{kWh}$$

装置一年节电量

$$W_p + W_{BP} = 233629.2 + 201742.8 = 435372 \text{kWh}$$

8 结束语

四川省某电力公司安装FGSVG-C2.0/10无功补偿装置后，不仅可以实现提高电网功率因数的目的，并且由于SVG具有容性、感性无功连续调节的能力，消除仅有电容器投切时的阶梯式无功补偿及无功倒送问题，从而实现无功的真正动态实时补偿。SVG以其卓越的性能在电网改造中必将大放光彩！