

变频技术在涂装供排风系统中的应用

崔普伟, 孙中乐, 许能才, 王 兵, 王海丰, 裴一庆, 李文鹏
(合众新能源汽车股份有限公司, 浙江 桐乡 314500)

摘要: 介绍了汽车涂装车间采用双线设计的变频器装置在汽车涂装风机供、排风系统中风机变频器装置及风阀的应用。通过改变风机电机转速及新增管道风阀来调节风机送、排风量, 在满足各生产工艺要求的情况下, 调节变频控制器频率, 利用变频调速技术来降低轴输出功率, 达到节能效果。

关键词: 变频器; 风机系统; 节能

中图分类号: TQ639 文献标志码: B 文章编号: 1007-9548(2024)02-0059-03

Application of Frequency Conversion Technology in Air Supply and Exhaust System of Coating

CUI Pu-wei, SUN Zhong-le, XU Neng-cai, WANG Bing, WANG Hai-feng, PEI Yi-qing, LI Wen-peng
(Hozon New Energy Vehicles Co., Ltd., Tongxiang 314500, Zhejiang, China)

Abstract: This paper introduces the application of frequency converter device with double line design in the air supply and exhaust system of automobile painting fan in automobile painting shop. By changing the speed of the fan motor and adding the air valve of the pipeline to adjust the air supply and exhaust volume of the fan, the frequency of the frequency conversion controller was adjusted to meet the requirements of each production process, and the frequency conversion speed regulation technology is used to reduce the output power of the shaft, so as to achieve the effect of energy saving.

Key words: frequency converter; fan system; energy saving

0 引言

我国是能源消耗大国, 其能耗使用比其他发达国家要高出好几倍, 为此节能减排已成为摆在我国面前亟待解决的实际问题。根据国家节能相关规划, 电机节能项目已经是国家重点节能工程项目之一, 而汽车涂装中供排风系统作为重点能耗设备, 对其进行节能改造已成为刻不容缓的工作。汽车涂装在生产过程会依据各工艺段的需求对送排风风管上的风阀进行调整, 那么, 这样的调节风量实质上只是阻断或分流, 提供风量的风机电机本身转速没有降低, 达不到节约电能的效果, 甚至大量风量被放走而造成浪费。而采用变频

启动后, 无论从节能、调速方面, 还是对设备运行的平稳性都是其他调速装置无法比拟的。本文主要介绍汽车涂装的供排风系统进行变频技术改造成功案例的经验分享。

1 节能改造思路

1) 涂装喷漆室根据功能段和喷涂方式不同, 要求的风速也不同。一般外表面自动静电喷涂风速要求在 0.2~0.5 m/s, 内表面人工喷涂或自动空气喷涂风速要求为 0.3~0.6 m/s。结合喷涂段的风速要求的差异, 原自动喷涂站和手工喷涂站的风速均为 0.5 m/s 左右, 可以将喷漆室外表面自动静电喷涂站和内表面人工喷涂或自动空气喷涂站的风速进行分区管理, 通过变频技术降低外表面自动静电喷涂站风速, 减少电量消耗, 也可以降低夏季冷媒和冬季热媒的消耗。

2) 涂装车间的双线设计中底漆打磨和精修工位的双线送排风系统, 可结合单线或双线生产的实际运行

收稿日期: 2022-11-23

作者简介: 崔普伟(1979—), 男, 本科, 工程师, 主要从事汽车涂装面漆领域工艺研究、质量提升、降本增效等工作。E-mail: puwei2022@qq.com。

时间,降低不生产线体的送排风系统风机频率,减少不生产线体的送排风量,降低电能消耗。

2 供排风系统

供排风系统是汽车涂装车间内重点能耗设备之一,也是保障涂装车间喷涂工艺的重要工艺设备,是调节汽车涂装喷涂工位温湿度的关键设备。只要生产,供排风系统就必须开启,而且为达到更好的工艺要求,供排风系统还需要提前开启和延后关机,甚至部分供排风系统需要在常开状态。随着涂装车间自动化控制技术与变频控制技术的广泛运用,大功率工业风机采用变频控制是工业节能的主要发展方向。将电机的工频

控制方式改为变频控制已成为降低供排风系统的能耗、提高产品竞争力的最有效途径。

风机是通过轴旋转带动风叶片推动气流的机械,其种类有离心式风机、轴流式风机、斜流式风机和横流式风机等,汽车涂装供排风系统的风机主要为离心式风机。典型的供排风系统主要由两大部分组成:1)供风系统,其主要由送风风机、过滤系统、温控系统组成;2)排风系统,其主要由排风风机、风管机调节风阀组织。目前涂装行业根据用途划分为3种供排风系统:工艺供排风系统、工位供排风系统以及厂房供排风系统(见图1)。

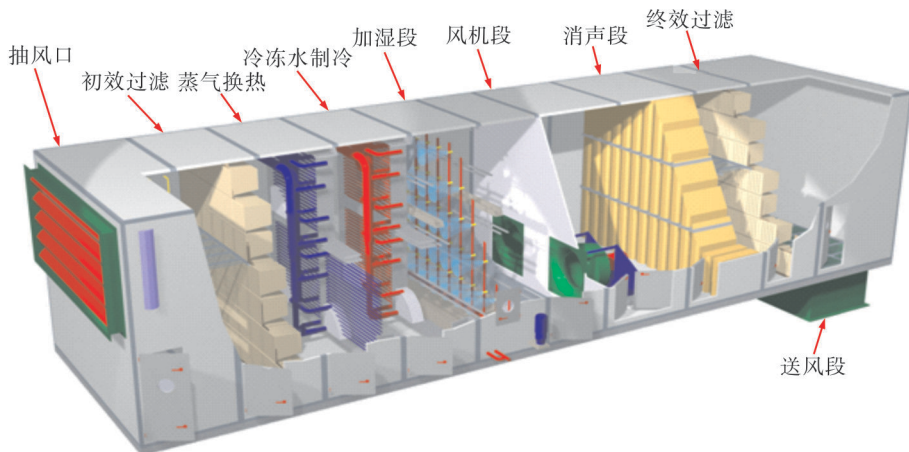


图1 常见供排风系统结构

3 供排风系统使用变频技术的优势

3.1 变频调速的优势

为避免喷漆室外未经空气过滤系统过滤、带微粒尘埃的空气进入喷漆室,导致喷漆过程车身出现颗粒、纤维等质量缺陷,喷漆室排风量一般略低于送风量,使其喷漆室内处在微正压,当风向发生变化时,需要通过调整变频频率的大小对供排风量进行调整。由于老的汽车涂装线,供排风电机多数为工频控制,这种控制方式运行过程中无法调整电机频率来改变电机转速从而来调整风量,所以传统的调节方式只有通过风阀采用放风法进行调节,这种方式不仅调整精度无法控制还大量地浪费电能。一般涂装车间的供排风系统都采用上供下排形式,其中,各工艺段的供排风系统因不同工艺需求,运行风机会采用3台供风机和2台排风机或2台供风机和2台排风机方式。涂装供排风系统的电机采用变频控制,是一种空气动力精准化的降低风量的节电手段。当风机转速恒定时,由风压-风量-风阻的特性坐标图得知(见图2):调整管道风阀只是风阻的增加或减少,风压的降低或增加,风机的功率是不变的,风量也是不变的,甚至导致风机的负荷更大。

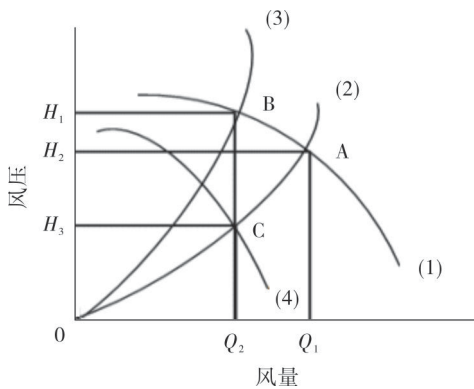


图2 风压-风量和风阻的特性坐标图

图2解析: H 为风压; Q 为风量;(1)、(2)、(3)、(4)为风阻;从平面坐标系函数关系可以看出,当风压为 Q_2 时,对应3个风压值,分别为 H_1 、 H_2 、 H_3 ;最小风压为 H_3 ,最大风压为 H_1 ,风机采用直接普通控制方式风压值为 H_1 ,采用风机变频控制风压值可降低为 H_3 ;根据现场经验对电机频率设定,最节能方式为既满足风压又满足风量的电机频率;满足工艺环境风量 Q_2 的情况下,风压会降低,功率也会随之降低,节省的功率为 $\Delta W = (H_1 - H_3) \times Q_2$,从而达到变频风机节能效果。

3.2 单线生产模式下的节能优势

国内涂装规划产线时会根据预测产能制定规划方案,为了减少投资和节能降本,涂装产线按照双线规划也是一种选择;涂装双线生产在产能峰平谷影响,会出现单线生产的情况。那么,工位送排风系统同时供应双线工位,不生产的工位就会出现能源空耗现象,虽然可通过风管阀门关闭不生产工位的送风,将所有送风量全部供应生产工位,但将会导致生产工位的送风量将超出使用标准。而传统工频控制方式无法降低送风量,造成大马拉小车的电能浪费。

单线风机节能方式:1)采用变频控制方式控制风机;2)关闭不生产线风管阀门;3)关闭不生产产线排风机;4)同时以调整供风电机频率的方式,降低电机运行转速,减少风量供出,使其能快捷及时调整工位风速、风向、风压等运行工艺参数,从而达到工位标准作业的使用环境要求。通过变频技术的高精度控制方式,不仅可以满足各生产工位需求的供排风要求,同时还降低电机频率,节约了电能,单双线切换运行模拟见图3。

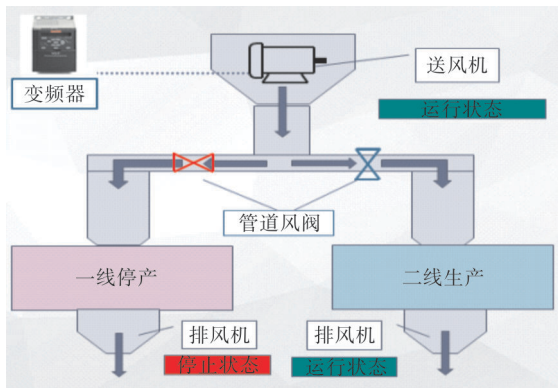


图3 单双线切换运行模拟

以某涂装行业工位送风电机(160 kW·h)运行为例,运用软起控制与变频控制,能耗对比见图4。

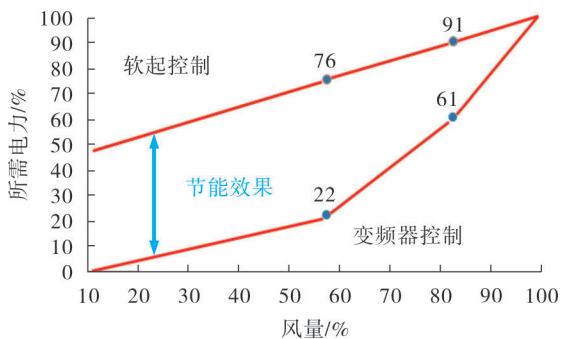


图4 软启控制与变频控制能耗趋势

采用工频软启控制模式所需能耗,按照年开机250 d,每天开机24 h,风量为85%和60%两个节点,

对应的电力效率为91%和76%;每年双线风机能耗计算如下: $(160 \text{ kW} \cdot \text{h} \times 91\% \times 250 \text{ d} \times 24 \text{ h/d}) + (160 \text{ kW} \cdot \text{h} \times 76\% \times 250 \text{ d} \times 24 \text{ h/d}) = 873\,600 \text{ kW} \cdot \text{h} + 729\,600 \text{ kW} \cdot \text{h} = 1\,603\,200 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。

采用变频器控制模式所需能耗,按照年开机250 d,每天开机24 h,风量为85%和60%两个节点,对应的电力效率为61%和22%;每年双线风机能耗计算如下: $(160 \text{ kW} \cdot \text{h} \times 61\% \times 250 \text{ d} \times 24 \text{ h/d}) + (160 \text{ kW} \cdot \text{h} \times 22\% \times 250 \text{ d} \times 24 \text{ h/d}) = 585\,600 \text{ kW} \cdot \text{h} + 211\,200 \text{ kW} \cdot \text{h} = 796\,800 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。

1年可节约能源: $1\,603\,200 \text{ kW} \cdot \text{h} - 796\,800 \text{ kW} \cdot \text{h} = 806\,400 \text{ kW} \cdot \text{h}$;每年核算成电费节约80万元。

结论:变频控制能耗明显优于工频控制。

3.3 双(变频、工频)控制系统切换的优势

汽车涂装建厂初期供排风系统电机为工频控制方式,一旦发生故障,则导致整个供排风系统的停机,长时间的停线维修给整个生产系统带来巨大的损失。若进行改进之后,原工频控制改为变频控制,此时原工频电柜则会被替代作封存处理,浪费了现有的设备资源,但增加自动转化开关后,可以将原工频电柜利用起来,采用三位切换开关实现“变频运行”和“工频运行”的切换。当开关合至“工频运行”模式下,起动电动机进入工频运行状态;当开关合至“变频运行”模式下,起动电动机进入变频运行状态。在变频运行中,如果变频器因故障而跳闸,则迅速切换至“工频运行”位,可使电机正常运行,从而减少“单控制方式”运行而带来的长时间故障维修时间,提升生产效率。

4 结语

实践证明,通过对供排风系统变频控制的改造,结合车间自身双线柔性生产方式,不仅降低电能使用量,还设计“工频-变频”双启动方式,从而大大降低设备故障维修时间,提升生产效率,提高公司在市场上的竞争力,取得了良好的经济效益,涂装供排风系统变频控制方式在涂装成功的应用经验值得同行之间大力推广。

参考文献:

- [1] 王锡春.涂装车间设计手册[M].北京:化学工业出版社,2008.
- [2] 邓春.PAC编程基本教程[M].北京:机械工业出版社,2011.

