

钢丝绳行业节能降耗实践

江和和

(南通供电公司, 江苏 南通 226006)

摘 要: 节能降耗是建设资源节约型社会的重要措施, 钢丝绳行业作为用能大户, 节能降耗对于企业自身和供电企业都有着不可比拟的意义。文中对南通钢丝绳行业龙头企业——巨力钢丝绳进行节能诊断调查, 对电能使用效率进行深入分析后, 采取切实可行的节能改造对策, 取得了显著的节能效果, 同时也为钢丝绳行业节能降耗提供了理论依据和技术指导。

关键词: 钢丝绳行业; 节能降耗; 技术改造

0 引言

南通素有“钢丝绳之乡”之称, 据不完全统计, 南通地区钢丝绳生产企业已发展到近百家, 约占全国钢丝绳生产企业总数的 50%, 总产量占全国总量的 10% 左右, 在我国钢丝绳行业中占有很重要的位置。本文以钢丝绳龙头企业——江苏巨力钢丝绳有限公司为例, 浅析节能降耗技术在钢丝绳行业中的应用。

江苏巨力钢绳有限公司成立于 1995 年, 为全国钢丝绳行业一流企业, 年产高强度高韧性精品钢丝绳 10 万吨, 年销硬线 20 万吨。2012 年总用电量 4727.07 万 kWh, 用煤 14895 吨, 生产钢丝绳 87477 吨, 生产用电单耗 540 kWh/吨, 单位产品能源消耗占总成本的 9.39%。

1 企业耗能设备现状诊断分析

2012 年初, 对该厂能源利用情况进行节能诊断调查, 了解到企业主要生产普通光面钢丝绳, 重要耗能设备为水箱拉丝机、捻股机、合绳机以及煤炉。经过对这些设备地细致分析研讨, 从节能环保的角度出发, 认为企业拉丝机械、车间照明以及经久使用的煤炉造成单位产品能耗居高不下。

1.1 电机及拖动设备

公司主要耗电设备水箱拉丝机工作原理是将较大规格线径的电缆线, 通过模具拉成较小规格线径的电缆线, 具体是由多个拉拔头组成的连续生产设备, 通过逐级拉拔, 将钢丝拉到所需的规格。最后按照收线马达的轴向将电缆线排好。在整个拉拔过程中只需一台电动机通过机械传动齿轮箱来驱动。

根据拉模配置的不同, 各个拉拔头的拉拔速度随之变化。水箱式拉丝机各个拉拔头的工作速度基于如下公式^[1]:

$$\pi D^2 V_1 = \pi d^2 V_2$$

式中: D —进线钢丝的直径

V_1 —进线钢丝的线速度

D —出线钢丝的直径

V_2 —出线钢丝的线速度

对公司水箱拉丝机主电机系统分析, 主要存在以下缺点:

(1) 主电机使用的电机为 JR 系列和 JY 系列老式滑环电机, 均为高耗能电机。

(2) 主电机启动方式分三级启动: 由绕线转子通过大功率电阻器减压减速启动, 启动电流特别大, 通过电阻器消耗大量电能。特别是操作工在装模拔模时频繁点动, 大电流长时间通过电阻器, 使电阻器发热。短路接触器偶尔发生故障吸合不上, 就会造成主电机转速慢将电阻器及线烧化损坏, 浪费巨大的电能。

水箱式拉丝机除了拉拔主电机外收线部分用 1 台小功率电动机拖动, 需要保持收卷时线上张力保持恒定。水箱式拉丝机的收卷环节是此设备的控制系统中的核心环节, 该环节也直接影响钢丝的质量。经过走访分析, 公司拉丝机收线机组使用的是 125N 力矩电机, 该电机存在的缺点如下:

(1) 力矩电机功率因数低, 能耗大, 维修率高。

(2) 由于拉丝车间受环境影响有水气粉尘等, 加上力矩电机构造的不合理, 在使用鼓风机冷却时, 会造成各种气体灰尘进入电机内部, 使用时间不长就会损坏。

(3) 冷却机组的损坏会直接导致主电机烧坏，同时又连带力矩控制器击穿烧坏。

(4) 在更换电机，修理电机、风机、力矩控制器上花费了大量人力财力，据统计每年的维修费用在 5 万元以上。

1.2 照明系统

公司钢丝生产车间长 200m，宽 18m，高度 8m，厂区为封闭厂房，95%以上的工段生产需要开灯照明。考虑到厂房高度，使用的是高压汞灯，单盏功率 250W 共 168 只，总功率 42kW 使用过程中存在以下缺点：

(1) 镇流器自身耗电量较大，约 5-8W。

(2) 灯管寿命受灯泡质量及电压波动影响，一般为 3-6 个月，而且使用时间长，灯管两头变暗发黑，光亮度逐渐降低。

(3) 功率因数低，在 0.6-0.7 之间。

(4) 维修更换费用高。

1.3 加热系统

热处理是进行钢丝生产的一个重要环节，其对钢丝力学性能有决定性作用，通过热处理使钢丝的内部组织结构得以改变，消除应力，为再拉拔创造条件，为实现成品钢丝所需性能打下基础，因此热处理是钢丝绳生产的关键技术之一，公司改造前钢丝的加热采用煤炭燃烧作为加热源，采用的 20 孔马弗炉。为进一步掌握炉子工作效率，测量在同样的炉温下，钢丝在炉子中走线的速度，获取炉子 DV(钢丝绳生产速度)参数值仅为 30m.mm/min。马弗炉采用的燃料为煤炉，结构陈旧，煤炭存在不完全燃烧，平均热效率只有 30%-40%。同时不完全燃烧的煤炭会产生烟尘及含硫气体，不仅是产生当前的雾霾天气的一大要因，也是一种能源浪费，是燃料不完全燃烧的一种表现。

2 节能技术对策实施

通过分析企业用电设备的能耗情况，针对不同的设备，采取相应的节能降耗措施。

2.1 将高耗能电机替换为高效节能型电机

企业拉丝车间共有水箱拉丝机 34 台，装机容量每台 145kW 原使用的都是 JR 系列和 JY 系列老式滑环电机，均为高耗能电机。电机采用绕线式转子，通过转子串电阻降压启动，启动电流大，容易造成电阻器及线烧化损坏，维修率高。

将公司 JR、JY 系列电机更新淘汰为节能型

YX3，此类高效电机是通用标准型电动机，具有高效率。高效电机从设计、材料和工艺上采取措施，例如采用合理的定、转子槽数、风扇参数和正弦绕组等措施，降低损耗，一般而言，高效电动机与普通电动机相比，损耗平均下降 20%左右，因此节能效果明显。

2.2 高效节能电机采用变频控制技术

根据三相异步电动机转速公式：

$$n=60f/p(1-s)$$

通过变频器改变供电频率 f 可达到改变转速 n 的目的。轴功率 P 与其转速 n 的关系为：

$$P_2/P_1=(n_2/n_1)^3$$

即流量与转速成正比、压力与转速的平方成正比、轴功率与转速的立方成正比。故在需求拉拔速度小时调低设备的运行频率，可减少电机轴功率，从而达到节电的效果。

针对水箱拉丝机原来使用的老式滑环电机以及收线力矩电机的缺点，在将电机淘汰更换为高效电机的基础上，公司对电机加装变频器进行节能改造，同时，将拉丝机收线机组使用的 125N 的力矩电机改为普通高效电机加变频收线，改造后，我们在改造和没改造的车台上进行挂表试验对比，分别测算电流以及功率因数，得出未改车台每班（10h）用电在 1000kWh 左右，改造后用电量每班在 800-900kWh 之间，平均节电率多达 10%。

改造后的车台软启动功能使电机启动平稳，避免了工频启动时大电流大转矩对电器设备及机械设备的冲击，减少了损耗，提高了用电效率，采用两者结合的方式取代原始的电机调速方式每年不但可以节省电费，同时可以大大减少机电工的维修工作量，而且对操作工安全系数有了很大的提高。

2.3 照明节电系统节能改造

(1) 电压波动对灯具的损坏

电力供电系统中，为了避免送电过程中的线路损耗及用电高峰时造成的末端电压过低，往往都是以较高的电压传输，特别是午夜后用电低谷时，电网电压更高。而上述高电压只会带来灯具的加速损坏及更高的电费支出。同时，电网电压在用电高峰时（晚上 6 点~11 点），波动较为频繁，也给灯具的使用寿命带来较大的影响。

(2) 提高功率因数节电

高压汞灯的功率因数一般都很低，约为 0.4~0.6。从提高照明电路的经济效益着眼，应对照

明负载进行无功功率补偿。

(3) 照度、功耗、寿命与电压的关系

图 1 为高压汞灯的照度、功耗、寿命与电压的关系曲线^[2]。

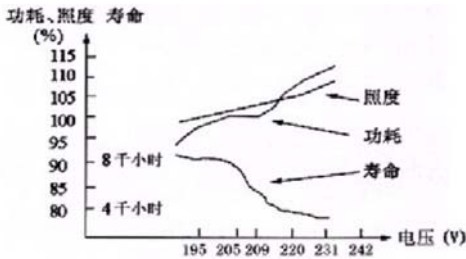


图 1 高压汞灯照度、功耗、寿命与电压关系曲线

由图 1 可以看出，当施加在灯两端的工作电压由额定值下降至 90% 时，照度变化并不明显，只是减少了灯在过电压情况下产生的眩光，而灯具的功耗却显著减小，寿命也会延长很多。

根据上述特点，可以采用智能稳压根据用户电网电压的波动情况、照明负载的性质，对灯具实行智能稳压供电，随时给灯具提供一个既稳定、又能节电，还不会影响照明效果的供电电压。另外通过加装电容来改善功率因素，功率因数改善后，照明线路中总电流减少，温度降低，灯具及附属设备的使用寿命可大大延长（温度每降低 10⁰C，寿命可延长一倍）。

用户第二车间共有灯具 168 个，单盏功率 250W，加装稳压器后，照明系统直接节电率达到 28%，节能直接经济效益具体测算见表 1。

表 1 二车间节能效益测算表

项目	数值	数值
灯具使用时间	17 点~21 点	21 点~凌晨 6 点
灯具总功率/kW	42	42
电价/（kWh/元）	1.05	0.65
电费/元	176.4	245.7
每日总电费/元		422.1
每月总电费/元		12663
每年总电费/元		151956
节电率/%		28
每年直接节省电费/元		42548

4) 二车间电压稳定后，电灯自损率明显减低，灯具维修更换费用降低，随之带来的节能间接费用计算见表 2。

表 2 灯具维护节能间接费用测算表

项目	数量
每周可节省的电灯数量/个	20
单价/（元/个）	42
人工单价/（元/个）	20
每年可间接节省费用/元	43200

5) 节能设备回收期计算见表 3。

表 3 设备回收期计算表

项目	数量
2 车间节能设备价格/元	142100
回报周期（直接节能经济效益）/年	3.34
回报周期（间接节能经济效益）/年	3.29
回报周期/年	1.66

2.4 加热系统节能改造

鉴于改造前煤加热马弗炉热效率低、DV 值低以及环境污染严重的不良影响，用户采用了由我们为之设计的以电代煤的方案。将煤炉改为 48 根线奥氏体热处理炉，通过一个 250kW 电阻丝加热，温度的控制通过可控硅加温控来控制。改造后，电炉的 DV 值提高到 35 m.mm/min，热效率提高为 35%-40%，同时，消除了煤燃烧对环境造成的各种污染。

2.5 管理节能建议

(1) 调整企业生产班次，为充分利用低谷电价以及错峰用电，将 560 拉丝及细拉设为只在夜班生产。

(2) 企业组织制定节能宣传、教育和培训规划并组织实施，提高职工的节能管理和技术素质。对于员工浪费能源现场，及时上报，督促各部门进行整改，使员工养成节能意识，并主动参与到企业节能活动中。

(3) 购买用能设备时必须是国家要求的节能环保型设备，要求员工在停止作业时或人离开时要关电关水，定期对老化线路进行检修整改等。

3 节能技术运行经济分析

针对企业照明改造项目，通过对改造后和改造前的灯具分别挂表进行用电量对比，测得改造的节电率后，再进行年节电量的计算，从而得出节能改造的投资回收期。拉丝机系统改造安装使用后，抽查其中任意 4 台车每班的用电量，计算平均每班实际用电量，与未改造之前每班用电量相比较，算出电机系统改造节电率和年节电量。见表 4。

表 4 节能技术运行经济分析表

项目	照明系统	560 拉丝机	收线电机
项目总容量/kW	40	4285	4523
投入费用/万元	15	380	345
投资回收期/年	2	1	1
设备年利用小时/h	4800	4200	4200
年节电量/万 kWh	5.5	180	190
节电率/%	28	10	10

4 结论

在本次节能降耗技术改造过程中，供电公司技术人员与巨力钢绳有限公司密切配合，通过不断创新节能手段，成功的大幅度降低了巨力钢绳有限公司产品加工电力成本，提高了单位用电产品产量，实现了客户与电力企业节能减排的“双赢”局面，也为钢丝绳行业节能降耗提供了理论依据和技术指导。

参考文献：

[1] 李进国，变频器在水箱式拉丝机上的应用[J].电气时代，

2008,(5):70-71.

[2] 何俊正，申凌云.照明系统节能优化改造[J].灯与照明，
2008,32(2):59-60.

作者简介：

江和和（1985—），女，江苏南通人，助理工程师，硕士研究生毕业，从事用电检查、节能推广、电能替代工作。