

本工程为江淮汽车高端轻卡基地项目，包括俊铃轻卡、帅铃轻卡制造项目；建筑面积280000m<sup>2</sup>， 厂房设置岗位空调，空调冷负荷为9048kW，热负荷为5860kW；轻卡涂装车间全年需要冷冻水及热水。

汽车工厂公用配套系统对制冷制热需求很大，传统工厂采用各自独立系统，造成能源浪费，研发方向是将能源采集分析，利用热泵和热回收技术将冷热源实现自平衡，改造成本低，可复制应用面广， 现在许多汽车工厂面临升级改造需求，市场需求量大，对实现双碳目标有重要意义。

本项目在低碳生态的规划阶段，利用多种能源方式，对供冷供热系统进行合理配置，体现科技、绿色、节能、环保的理念，引领行业的示范效应，主要技术有。

- (一) 区域集中供冷供热系统；
- (二) 浅层地热能可再生能源的利用（地源热泵）；
- (三) 合理的蓄冷蓄热技术；
- (四) 余热回收技术。

根据本项目具备的条件及特点，供冷拟采用地源热泵+水冷制冷机组+水蓄能；供热拟采用地源热泵+水蓄能+余热回收供热多种能源组合方式，其中冬季供热地源热泵机组供热同时向工艺制冷提供冷冻水；余热回收有空压机的余热和地源热泵空调冷凝热，作为工艺热水的初级加热。

地源热泵、水蓄能、余热回收体现绿色环保；区域供冷、水

蓄能采用峰谷电价、余热回收供热、地源热泵大幅节省运行费用。

区域供冷能优化的系统设计、建设和运营管理，降低综合能耗。

### 3.系统设计

#### 1) 空调制冷、供热

土壤源热泵系统拟采用3台制冷量为2129kW、制热量为2231W电动螺杆式（地源）热泵热回收机组，夏季：冷冻水供回水温度为7~12℃；冷却水供回水温度为35~30℃。冬季：机组供热供回水温度为40~45℃；冷水供回水温度土壤源热泵系统为10~5℃，同时夜间利用热泵机组谷电蓄能，蓄能采用2台2000m<sup>3</sup>水蓄能水罐，制冷调峰负荷为2661kW。

#### 2) 余热回收

土壤源热泵系统空调冷凝热、空压机油冷却余热回收利用，作为工艺热水的初级加热以及提供生活热水，三台地源热泵机组空调冷凝热余热回收为2800kW，夏季运行，110天，每天两班16小时，负荷系数为0.7；空压机有三台710kW离心式空压机组和三台355kW螺杆式空压机组，余热回收为1800kW；全年运行，每天两班16小时，负荷系数为0.6。

#### 3) 冬季工艺制冷余热回收

冬季工艺制冷冷负荷为1850kW，可利用地源热泵系统同时供冷、供热，回收工艺制冷余热供厂房空调供热。

#### 4) 综合能源智能化管理

空调制冷、供热采用蓄能技术，地源热泵机组运行，蓄能水池蓄能、释能运行，余热充分利用等，采用综合能源智能化管理平台，系统大数据采集，有效的能量计量，温度自动调节，根据负荷变化

情况，优化运行方案，动态运行管理，达到高效、节能的、低碳工厂空调能源综合利用

### 碳排放效益

#### 1) 余热利用

三台地源热泵机组空调冷凝热余热回收为2800kW，夏季运行，110天，每天两班16小时，负荷系数为0.7；全年运行总热量 $Q=2800 \times 110 \times 16 \times 0.7 \times 3.6 / 1000 = 12420 \text{ GJ}$ ；

空压机余热回收为1800kW；全年运行，共280天，每天两班16小时，负荷系数为0.6；全年运行总热量 $Q=1800 \times 280 \times 16 \times 0.6 \times 3.6 / 1000 = 17420 \text{ GJ}$ ；

冬季工艺制冷采用地源热泵机组供热是提供冷冻水，冬季工艺制冷冷负荷为1850kW，冬季运行90天，每天两班16小时，负荷系数为0.8，在冬季免开冷水机组，冷水机组冬季综合能效比为4.1，节省用电量 $W=1850 \times 90 \times 16 \times 0.8 / 4.1 \approx 520000 \text{ kW.h}$ 。

标准煤每千克收到基位热值为29.27兆焦（MJ），燃烧效率为70%；每kW.h电量标准煤为0.404kg。余热回收节能标准煤 $G=$

$(12420+17420) \times 1000 / (29.27 \times 70\%) \approx 1457000 \text{ kg} = 1457 \text{ t}$ ；

节省电量折合标准煤 $G=520000 \times 0.404 \approx 210000 \text{ kg} = 210 \text{ t}$

#### 2) 地源热泵机组空调的节能

夏季：空调负荷为9048kW，夏季运行，110天，每天两班16小时，负荷系数为0.7，传统水冷冷水机组空调系统综合能效比为3.65，采用地源热泵系统系统综合能效比提高约20~25%，暂定为

4.38 (提高20%)。

节省电量为 $W=9048 \times 110 \times 16 \times 0.7 / 3.65 - 9048 \times 110 \times 16 \times 0.7 / 4.38 \approx 3054000 - 2545000 = 509000 \text{ kW.h}$

节省电量折合标准煤 $G=509000 \times 0.404 \approx 206000 \text{ kg} = 206 \text{ t}$

冬季：空调热负荷为5860kW，冬季运行90天，每天两班16小时，负荷系数为0.65，运行总热量 $Q=5860 \times 90 \times 16 \times 0.65 \times 3.6 / 1000 \approx 19750 \text{ GJ}$

采用石化能折合标准煤 $G=19750 \times 1000 / (29.27 \times 70\%) \approx 964000 \text{ kg} = 964 \text{ t}$ 。

采用地源热泵系统，综合能效比为3.70，耗电量为 $W=5860 \times 90 \times 16 \times 0.65 / 3.7 \approx 1480000 \text{ kW.h}$

电量折合标准煤 $G=1480000 \times 0.404 \approx 598000 \text{ kg} = 598 \text{ t}$

节省标准煤量 $=964 - 598 = 366 \text{ t}$ ，相当于节电915000 kW.h。厂房综合能源利用节省标准煤：

余热回收 $\sum Y = 1457 + 210 = 1657 \text{ t}$ ；

地源热泵系统节能 $\sum Y = 206 + 366 = 572 \text{ t}$ 。

合计为2229t标准煤，1kg标准煤的CO<sub>2</sub>排放量为2.493kg，折合CO<sub>2</sub>减排量约为5560t。项目节电为余热回收52万kW.h+地源热泵50.9万kW.h+91.5万kW.h=194.4万kW.h。