

实例说明水源热泵与燃气发电机及油田废水余热回收利用

岳明霞

大连鸿源热能工程有限公司 辽宁 大连 116600

摘要: 本篇文章阐述了水源热泵机组与油田伴生气发电机和油田回注水余热回收联合应用,通过水源热泵提取燃气发电机发电过程中产生的余热及油田生产过程中产生回注水中的余热,进行品位提升,对油田集热系统进行加热。分析了燃气发电机不同散热段的热量,并对各不同散热段的回收形式进行了简要描述。

关键词: 水源热泵, 余热利用, 燃气发电机废热, 油田废热

节能与环保是当代全球关注的重要课题,节约能源,提高能源利用率在国家规划纲要中列为基本国策。由于我国工业装备落后,能源利用率低,在生产中有大部分的热能直接排放,既浪费能源又污染环境。余热回收就是将浪费的热能回收利用,提高能源利用率,保护环境。热泵技术可提取余热中的低品位热源,转换成高品位热源加以利用,这样可以明显的减少废热的排放。

1 项目介绍

1.1 热泵机组简介

水源热泵是一种利用水来进行热交换做为热源的系统,它两大面广、无处不在。这种储存于水中近乎无限的能源,使得水能成为清洁的,可再生能源的一种形式。水源热泵通过输入少量的高品位能源(如电能),实现低温位能向高温位能的转移,即水源热泵把水中的热量提取出来,供给需热的地方使用,通过水源热泵消耗1KW的能量,可以得到3~6KW的热量。

本项目中,通过热泵机组给油田掺输水及外输水进行加热。此时油田生产过程中产生的40℃的回注水作为水源热泵机组的低品位热源。水源热泵机组的工作原理如下:

低压的制冷剂液体在蒸发器中吸收回注水中的热量而汽化,制冷剂气体进入压缩机,经压缩机压缩后变为高温高压的制冷剂气体,排到冷凝器中,在冷凝器中与掺输水或外输水进行热交换,高温高压制冷剂气体被冷凝成高压低温的制冷剂液体,然后经过膨胀阀节流降压,降至低温低压的制冷剂液体进入蒸发器。这样,制冷剂在系统内做了一个由液态变为气态又变为液态的循环。回注水中的热量不断被吸走,温度降低,被吸走的热量送至掺输水和外输水侧,温度升高。这就是水源热泵的基本工作原理^[1]。

1.2 燃气发电机组简介

发电机组是由发动机和发电机组两部分组成,发动机是一种将燃料的热能转化为机械能输出的动力装置;发电机是一种将机械能转化为电能输出的动力装置;发电机组是一种将燃料(燃气)的热能转换为电能输出的动力装置。

燃气发电机组就是利用了成熟稳定的内燃机技术。经过发电机输出稳定可靠的交流电。燃气发电机组有六大系统:

供给系统、润滑系统、冷却系统、点火系统、启动系统和电子调速系统。

1.3 整体项目介绍

以油田伴生气为燃料,利用针对不同伴生气的燃气发电机组及伴生气处理系统发电,驱动吸收回注污水热量制成高品位热量的热泵系统以及其它耗电设备,热泵机组吸收回注污水热量制成高品位热量,与针对燃气发电机组不同散热段的余热回收系统联合梯级利用,为集输系统的介质加热,其中,余热回收设备与热泵设备以水为换热介质,通过管路连接,组成封闭式系统,其中,燃气发电机组为热泵设备提供380V电源,供热泵设备运转^[2]。

本工程系统简要描述为:(1)燃气发电机利用油田伴生气体为原料,进行发电,产生的电能供热泵机组运行,同时排放出无法在利用的废弃热量;(2)热泵机组通过回收燃气发电机排放的废热,以及利用油田生产过程中的产生的40℃回注水中的热量,给油田掺输及外输水进行加热;

1.3.1 油田需热及可回收热量情况:(此数据为现场实测值)

需热:1)掺输来液温度冬季47℃,夏季45℃,出站温度要求冬季68~72℃,夏季65~68℃,掺输水量130m³/h;

2)外输水77m³/h,来液温度40℃,出站温度冬季47~50℃,夏季43~45℃。

可回收热量:1)回注水65m³/h,来液温度42℃;

2)燃气发电机组冷却系统废弃热量:见下

1.3.2 燃气发电机产热情况(以下数据由燃气发电机厂家提供):

本项目选择两台燃气发电机组,单台燃气发电机额定输出功率为280KW

1)中温冷却系统,用来冷却低温区工作的零部件——中冷器,一般通过热交换器换热,由冷却塔将热量排放至大气中,此部分热量因为直接排放,可对大气造成热污染,为废热。本系统中通过中冷换热器,由热泵机组作为低品位热源提取出来,温度降低对零部件进行冷却。

中冷器流量6m³/h,中冷器进口温度35℃,可将中冷器的温度降至30℃, $Q=C*m*\Delta t=C*\rho*V*\Delta t=4.2(kj/kg\cdot^{\circ}C)\times 1\times 10^3kg/m^3\times 6m^3/h\times(35-30)^{\circ}C=126000kj/h=35kw$

即从中提取的热量约为35kw。此部分热量为低品位热量，需要通过热泵机组提升品位后才可以利用

2) 高温冷却系统，用来冷却高温区工作的零部件——缸套、缸盖，一般通过热交换器换热，由冷却塔将热量排放至大气中，此部分热量因为直接排放，可对大气造成热污染，为废热。本系统中通过换热器换热直接给油田集热用水进行加热，无需热泵机组进行品位提升，冷却液温度降低后而冷却高温区零部件。

缸套水流量：11.7m³/hr，进/出水温度80/70℃，可提取的缸套水热量为C*m*Δt=C*ρ*V*Δt=4.2(kj/kg·℃)×1×10³kg/m³×11.7m³/h×(80-70)℃=491400kj/h=136KW

3) 烟气系统，即发电机发电过程中燃烧燃料所排放的废气。一般直接排放至大气中，此部分热量因为直接排放，可对大气造成热污染，为废热。本系统中通过烟气换热器直接给油田集热加热，达到热量回收的目的^[3]。

排烟量：2976Nm³/hr，排烟温度525℃，可将烟气温度冷却至140℃，不同温度的烟气对应不同的焓值，排烟温度525℃时，对应的焓值为743.75KJ/Nm³，排烟温度140℃时，对应的焓值为154.32KJ/Nm³，排烟热量Q=烟量*焓差=2976Nm³/hr*(743.75-154.32)KJ/Nm³=1754144kj/h=481kw

对以上热量进行回收，变废为宝，既可以减少热泵机组的配置容量，节约投入成本，又可以改善排放至大气的中的热量对大气造成的污染，可谓一举两得。

2 热量计算

2.1 掺输来液

夏季所需热量为：Q1=C*m*Δt=C*ρ*V*Δt=4.2(kj/kg·℃)×1×10³kg/m³×130m³/h×(68-45)℃=12558000kj/h=3488kw

冬季所需热量为：Q2=C*m*Δt=C*ρ*V*Δt=4.2(kj/kg·℃)×1×10³kg/m³×130m³/h×(72-47)℃=13650000kj/h=3792kw

2.2 外输来液

夏季所需热量为：Q3=C*m*Δt=C*ρ*V*Δt=4.2(kj/kg·℃)×1×10³kg/m³×77m³/h×(45-40)℃=1617000kj/h=449kw

冬季所需热量为：Q4=C*m*Δt=C*ρ*V*Δt=4.2(kj/kg·℃)×1×10³kg/m³×77m³/h×(50-40)℃=3234000kj/h=898kw

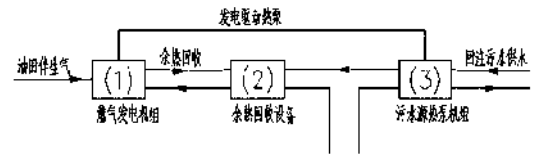
2.3 回注水中可提取的热量为C*m*Δt=C*ρ*V*Δt=4.2(kj/kg·℃)×1×10³kg/m³×65m³/h×(42-23)℃=5187000kj/h=1440kw，通过热泵机组转换，可以把这部分低品味热源转换成高品位热源。

3 热源配置

通过计算可对所有热量进行如下配置：

1) 燃气发电机组的高温冷却系统及烟气系统回收的总热量为605KW，此热量可以满足外输水夏季所需热量，此部分

热量直接用于外输水加热，冬季热量不足部分由锅炉补充；



2) 通过热泵转换的低品位热量1440+35=1475kw，可以选择三台热泵机组，单台机组的制热量为668kw,用电功率为178kw。总的制热量为668*3=2004kw，此部分热量可以使掺输水升高Δt=2004kw*0.86/130t/h=13℃。

由于热泵机组出水温度在60℃时，能效比相对最高，故热泵机组的出水与油田原有锅炉串联运行，掺输水由热泵机组直接加热至60℃，60℃以上所需热量由锅炉补充。

4 设计说明

1) 由于油田掺输水、外输水及回注水具有一定的腐蚀性和杂质，整个系统设计过程中需加入材质为钛合金的板式换热器对系统进行分离，不仅可以防止热泵换热器堵塞，还可以保证热泵机组的使用寿命。

2) 两台发电机组总的发电功率是280*2=560kw，三台热泵机组总的用电量为178*3=534kw，发电功率完全满足热泵机组的消耗功率，剩余电量可以继续加以利用。

3) 由于油田产油量有浮动，所有循环水泵均变频控制，通过设定的温度变频控制流量，满足系统运行的要求。

4) 由于油田掺输、外输及回注水的水质较脏，直接进入板式换热器也会造成板式换热器的频繁清洗，故在来水端入口分别设置自清洗过滤，自动过滤油田污水中的杂质，减少板式换热器清洗的频率。

5 结论

由于油田生产过程中产生的低品位热源较多，温度较低，直接利用存在一些困难，通过本项目集输加热系统工程，把燃气发电机组的电能、废弃热能、油田的废水的热能与水源热泵机组结合应用，热泵机组可以很好解决低温热源的回收问题，有效的解决了我国资源紧缺，能源严重浪费的现象，从技术上把传统的一次能源利用形式与可回收式能源技术结合起来，有很好的经济性和环保性。

参考文献：

- [1]中华人民共和国建设部主编.民用建筑热工设计规范GB50176-93 北京：中国计划出版社，1993
- [2]陆耀庆.实用供热空调设计手册.北京：中国建筑工业出版社，1993
- [3]中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.水源热泵机组GB19409-2013 北京：中国标准出版社出版，2013

作者简介：岳明霞，1986年2月出生，女，蒙古族，辽宁葫芦岛人，工作单位：大连鸿源热能工程有限公司、大学本科、学士学位、项目工程师、职称：工程师，研究方向：暖通空调方向、邮箱号：ymxwork@126.com