

天然气长输管道压缩机站后空冷系统优化运行设计综述

Overview of Optimal Operation Design of Air Cooling System behind Compressor Station of Long distance Natural Gas Pipeline

牟晓亮 (国家石油天然气管网集团有限公司西气东输分公司, 上海 200122)

Mou Xiaoliang (West East Gas Transmission Branch of State Petroleum and Natural Gas Pipeline Network Group Co., Ltd, Shanghai 200122)

摘要: 本文主要以天然气长输管道压缩机站的压缩机后空冷系统的运行方式为研究对象, 分析了后空冷系统运行现状, 提出了优化后空冷系统运行的方法, 并结合西气东输一线、西气东输二线管道等工程实例进行了说明。这些技术的应用对天然气长输管道工程设计、运行具有一定指导意义。

关键词: 长输管道; 压缩机站; 后空冷系统; 运行方式

Abstract: This paper mainly takes the operation mode of the compressor rear air cooling system in the compressor station of the long-distance natural gas transmission pipeline as the research object, analyzes the operation status of the rear air cooling system, puts forward the method of optimizing the operation of the rear air cooling system, and illustrates it with engineering examples such as the first line and the second line of the West East Gas Transmission Pipeline. The application of these technologies has certain guiding significance for the design and operation of natural gas long-distance pipeline projects.

Key words: long-distance pipeline; Compressor station; Rear air cooling system; Operation mode

1 前言

压缩机作为长距离, 大口径, 高压输气管道的核心设备, 其中后空冷系统作为压缩机站的辅助设施, 后空冷系统承担为站内压缩机组的出口天然气降温的任务。后空冷系统如果无法在设计阶段完成合理的运行设计, 将直接影响油气场站的平稳安全运行, 影响油气场站处理任务的顺利完成, 因此有必要对后空冷系统的运行方式等设计要点进行总结和梳理, 为油气场站内后空冷系统的设计提供参考。

2 后空冷系统运行现状

2.1 运行现状

目前西气东输各压气站由于建设时间不同、设计方不同, 目前各压气站在用的压缩机冷器分为独立后空冷系统 (图 1) 和集中后空冷系统 (图 2), 空冷

器采用鼓风式或引风式结构 (详见数据单), 管箱采用丝堵式结构, 用于冷却压缩后的天然气。



图 1 压气站独立后空冷系统典型照片

为保证空冷器的控制操作协调统一, 能够更好的完成其应有的功能, 后空冷系统风机启停控制分为压缩机组控制系统 (UCS) 控制或压气站站场控制系统

控制,由压缩机组控制系统(UCS)或站控系统完成对空冷器的监控和保护功能。风机启停温度条件每座压气站存在略微不同。



图2 压气站集中后空冷系统典型照片

2.1.1 空冷系统的主要采集的数据

①进、出空冷器系统的天然气温度,出空冷器温度设置高限报警;②空冷器电机运行状态、振动开关报警;③空冷系统所有数据通过硬线上传至压缩机组本体控制系统或站场控制系统。

2.1.2 空冷系统的总体控制要求

①当压缩机出口温度高于 50°C 时,打开空冷器进口阀门,关闭旁通管路阀门,同时自动启动空冷器风扇电机;当空冷器下游温度持续超过 55°C (持续超过10min),则停运压缩机组;②在空冷器的每台电机上均安装有一个振动开关,当单机后空冷器运行时,如果振动开关报警,站控制系统应自动停止该报警的风扇电机。

西一线干线压气站主要为独立后空冷,西二线干线压气站主要为集中后空冷,常规压缩机空冷系统典型流程图见下图3。

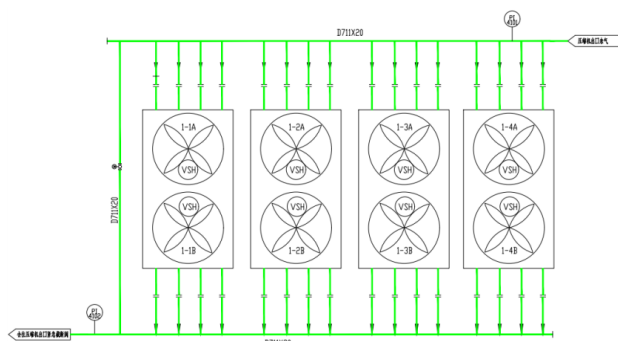


图3 压缩机空冷系统典型流程图

2.2 压缩机组本体控制后空冷器典型启停逻辑

2.2.1 后空冷器风机启动逻辑

①当出口温度高于 50°C 时,空冷器旁通阀门自动关闭;②当温度高于 55°C 时,同时启2台风机;③2min后,若温度仍旧高于 55°C ,同时启另外2台风机;

④重复上述逻辑,直到所有风机全部启动;⑤温度高于 60°C 时,每组风机启动的延迟时间由2min缩短至10s。

2.2.2 后空冷器风机停止逻辑

①当温度低于 45°C 时,停1台风机;②2min后,若温度仍旧低于 45°C ,停另外1台风机;③重复上述逻辑,直到所有风机全部停止。

2.3 站控系统控制后空冷器典型启停逻辑

2.3.1 后空冷器启动逻辑

①当温度 $\geq$ 设定值 $+2^{\circ}\text{C}$ (52°C),先开启1组空冷器风机,当温度持续高于 52°C 时,每隔2min开启1组空冷器风机,直到温度低于 52°C 以下;②如果温度 $\geq 50^{\circ}\text{C}$,开启每1组空冷器电机的时间间隔应为2min。当压缩机出口温度超过 60°C 时,启动空冷器的时间间隔由2min改为10s。

2.3.2 后空冷器停止逻辑

①当持续温度 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ (设定温度 -10°C 时),持续超过10min,关闭1组(2台)后空冷器的电机;②如果2min后温度仍然 $\leq 40^{\circ}\text{C}$,则关闭另1组后空冷器的2台电机。按此方式,直到所有后空冷器风机全部停止。

3 存在问题

按照目前设计的运行方式,目前压气站的后空冷系统未考虑风机运行时间均衡匹配,即在压缩机组运行状态下,若出口温度大于设定温度,需要启动风机时,风机按照编号顺序进行启动。在实际运行中,总是启动编号靠前的风机,编号靠后的风机长年累月处于不运行状态。

在此种运行模式下,空冷器每组风机运行时间严重不均衡,编号靠前的风机由于长时间运行,皮带磨损严重,故障率高;编号靠后的风机由于长时间不运行,在需要启动时,会存在卡滞而无法正常运转。

4 优化方案

4.1 总体目标

①在长时间运行过程中,确保每组风机运行时间相对均衡,避免总是运行某几台风机运行、而其余风机不运行的情况,同时尽量避免过于频繁对风机进行切换;②增加风机运行时长统计功能,为风机维护提供数据参考支持。

4.2 优化原则

①由于每站工况存在一定差异,在考虑风机运行时间均衡匹配时,原风机启停温度设定值、取温部位、

增开减关条件、启停时间间隔均不改变, 仅对启停风机的次序进行优化; ②每组风机分配运行标识位, 在压缩机组运行过程中, 按照风机启停需求, 优先启停标识位匹配的风机; ③在风机运行过程中以天为单位, 若某组风机运行时间达到设定天数 (该天数可在上位机设定, 建议 1~7 天), 则停运该风机, 自动启动处于未运行状态的标识位匹配的风机, 直至风机完全启动; ④增加风机运行时间累计时长功能, 通过累计时长为运维人员提供支持。

4.3 优化后的站控控制后空冷器典型逻辑

每组风机设定标识位, 根据标识位进行程序自动判定启停风机。在风机运行持续运行设定时间后, 自动停止该组风机, 自动按照标识位启动另一组风机。增加风机运行时间统计功能, 为后空冷系统运行提供参考数据。

4.3.1 后空冷器启动逻辑

①当温度 $\geq$ 设定值 $+2^{\circ}\text{C}$ (52°C) 时, 按照标识位启动 1 组风机, 当温度持续高于 52°C 时, 每隔 2min 根据风机标识位启动空冷器 1 组风机, 直至风机全部打开; ②如果温度 $\geq 52^{\circ}\text{C}$, 启动每 1 组空冷器风机的时间间隔为 2min。当温度 $> 60^{\circ}\text{C}$ 时, 启动空冷器风机的时间间隔由 2min 改为 10s。

4.3.2 后空冷器停止逻辑

①当温度 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ (出站设定温度 -10°C 时), 并持续 10min, 根据风机标识位关闭 1 组风机; ②如果 2min 后天然气出站温度仍然 $\leq 40^{\circ}\text{C}$, 则根据风机标识位关闭 1 组风机, 按此方式直到所有后空冷器风机全部停止; ③在需要风机运行的温度条件下, 若风机运行时间达到一定时间后, 则停止该组风机, 根据风机标识位启动另 1 组风机, 按此逻辑循环停止、启动风机。该条中的“一定时间”可以根据站场实际情况进行设定, 上位机提供以“天”为单位的设定窗口。

注: 上述为典型站操作原理, 每个压缩机站场应结合原运行实际情况, 原风机启停温度设定值、取温部位、增开减关条件、启停时间间隔均不保持不变, 仅对风机启停顺序进行优化调整。

4.3.3 风机运行时长统计

目前上位机无法显示风机累计运行时间以及上次维保之后累计运行时间, 无法直观了解。

增加每组风机累计运行时间、上次维保之后累计运行时间统计功能, 为风机维护提供直观时间支持。

“风机累计运行时间”为自增加该功能起, 该组

风机累计运行的总时长, 该时长以“小时”为单位, 作为上位机显示参数, 不可以进行复位。

“上次维保之后累计运行时间”为自增加该功能起, 按照管理相关要求对风机进行维护后, 该组风机的运行时长, 该时长以“小时”为单位, 在上位机进行显示。在对风机进行维护保养之后, 可通过上位机设置的“复位”按钮对该时间进行置零, 从新开始计算运行时长。

4.3.4 风机标识位的设置

每组风机预置 2 个标识位, 对于 N 组风机的情况, 每组预置标识位分别为 (0, N) (1, N+1) (2, N+2) …… (N-1, 2N-1), 程序中设置计数器, 计数器初始置为 0, 每收到 1 次启机信号, 计数器自动增加 1, 计数器最大值为 2N-1, 当计数器数值达到 2N-1 后, 自动赋值为 N。

在温度满足风机启机条件时, 某组风机其中 1 个预置标识位与计数器相同时, 则启动该组风机, 同时计数器自动加 1, 直至启动所需启动的全部风机。在温度满足风机停机条件时, 每组风机其中 1 个预置标识位与计数器相同时, 则停止该组风机, 同时计数器自动减 1, 直至停止所需停止的全部风机。如此循环重复。

在某组风机运行时间达到设定时间 (通过上位机设定, 1~7 天) 时, 停止该组风机, 同时启动标识位与计数器相同的对应组风机。

5 结论

通过上述方法, 优化了天然气长输管道压缩机站后空冷系统运行方式, 并在西气东输一线和西气东输二线管道的压缩机站, 也采用了该项技术。压缩机组的后空冷系统运行方式适用性分析是一项崭新的、具有一定开创意义的工作, 对压缩机组的管道运行状态和事故失效模拟都有很高价值, 其重要性在长输管道设计和优化运行工作中日益引起重视。

参考文献:

- [1] 姚光镇. 输气管道设计与管理 [M]. 东营: 石油大学出版社, 1991.
- [2] 李宁, 孙立刚. 离心式压缩机中多变指数的确定方法 [J]. 油气储运, 2009(08).

作者简介:

牟晓亮 (1984-), 男, 工程师, 2008 年本科毕业于西南石油大学, 油气储运工程专业, 现任职于国家管网集团西气东输分公司工程管理部副处长。