

现代输气管道站场供电方案探讨

吴昌汉, 邹德宏, 梁建青

(西气东输管道公司, 上海, 200122)

摘 要:以国家重点工程——西气东输管道工程供电设计为背景, 通过站场负载实测, 针对输气站场的负载特性讨论了现代输气管道供电方案, 提出了供电方案确定原则及注意的问题。

关键词:西气东输; 输气管道; 负载特点; 供电方案

文章编号: 1006 5539(2007)05 0052 04

文献标识码: A

0 引言

作为我国目前技术最先进、管线最长、压力最高、口径最大的西气东输管道工程已顺利投入生产运行。管道横贯我国东西, 管道全长 3 900 km, 设计压力 10.0 MPa, 管径 $\Phi 1 016$ mm, 设计输量一期 $120 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ^[1] (二期增输后 $170 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$)。

随着我国天然气管网建设进入高潮, 针对现代长输管道新的运行模式、新工艺、新技术带来的变化, 有必要借鉴西气东输管道工程的一些经验教训, 进一步研究现代输气站场的用电负荷特性及供电需求变化, 以便确定更先进合理、灵活可靠的供电方案, 为今后的输气管道建设提供帮助。本文结合西气东输管道工程实际进行探讨。

1 输气站场的负荷特性

1.1 关于负荷等级的认识

根据现行的国家规范 GB 50251—94《输气管道工程设计规范》^[2]、GB 50052—95《供配电系统设计规范》^[3], 压气站采用电机驱动时电力负荷为一级负荷, 采用燃气驱动时电力负荷宜为二级负荷; 各输气分输站宜按二级负荷考虑; 站内负荷中的自控、通信、计量、机组应急润滑油系统、应急照明等负荷为一级负荷中的特别重要负荷。

就输气管道本身而言, 压气站的生产过程为连

续生产, 输送介质天然气为易燃易爆物质, 突然停电将严重影响输气量和输气压力, 极端情况将使输气作业停止, 造成重大经济损失和社会影响^[1]。不论燃驱压气站还是电驱压气站, 停电都将导致压缩机停运, 实际应用时要根据输气管道工程本身的重要性 (包括输量及压力等级、停电可能造成的影响等), 来决定相应的负荷等级及与之适应的供电方案。

值得关注的是管道首站的供电, 输气首站在压缩机停运时, 将对上游气田造成影响, 严重时可能造成气田压力过高而需要关闭气井。因此, 当首站为压缩机站时, 应适当提高该站的供电要求, 制定合理的供电方案。

另外, 当分输量较大时, 各分输站的计量装置因停电或电能质量也可能造成经济纠纷和经济损失, 应采取必要的措施保证计量装置供电。

1.2 用电负荷特性

从以往的经验来看, 计算负荷往往偏大, 实际运行时由于间歇性负荷较多 (如电伴热、电加热、空压机、润滑油泵等), 实际运行负荷又常常出现较大幅度的波动。应当注意的是, 由于计算负荷不准确, 发电机组容量选择偏大, 发电机组负荷率太低, 发电机组连续运行时烧机油严重, 导致气缸内集碳, 造成发电机组性能下降, 故障增多, 寿命减少。另外还出现过因实际负荷偏小而导致无功补偿装置不能正常投入, 致使该站的功率因数超标等情况。因此, 要熟悉

收稿日期: 2007-07-09

作者简介: 吴昌汉 (1964), 男, 福建宁化人, 高级工程师, 硕士, 主要从事电气研究与设计工作。电话: (021)

58848022

©1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

现代输气管道的生产工艺流程,认清站内负载的特性,才能准确计算负荷,为确定供电设备容量及供配电方案提供依据。

西气东输燃驱压气站用电负荷约为 90~350 kW (为一台压缩机运行,增输 $170\times 10^8\text{ m}^3/\text{a}$ 时还要增加后空冷器的负载),分输站用电负荷约为 15~70kW,线路 RTU 截断阀室用电负荷约为 280 W DC(仅为卫星通讯方式)。

图 1 为红柳站压缩机运行时连续三天的负荷曲线图,图 2 为某哈密站压缩机停运时连续三天的负荷曲线图,图 3~4 为龙潭分输站(含维修队)和无锡站连续两天的负荷曲线图。

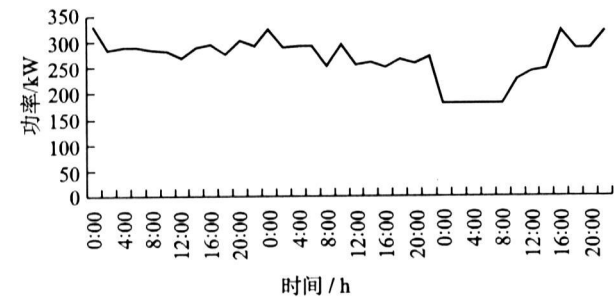


图 1 红柳站负荷曲线图

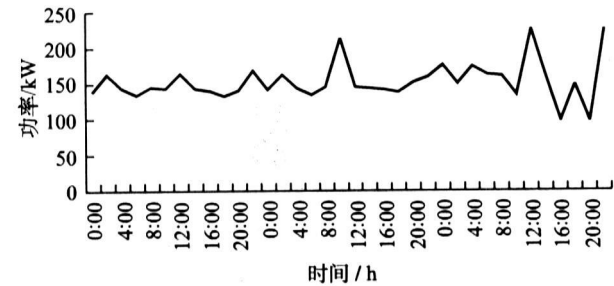


图 2 哈密站负荷曲线图

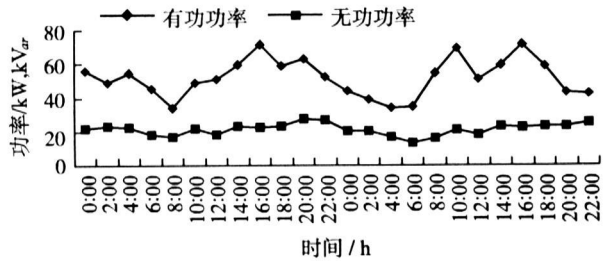


图 3 龙潭站(含维修队)负荷曲线图

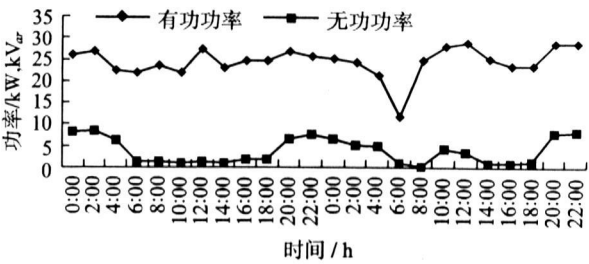


图 4 无锡站负荷曲线图

2 供电方案

根据电网情况及用电点的负荷性质,输气站场通常采取以下的供电方案:

- 双回外电路供电;
- 采用一路外电源加一路自备电源的供电方式;
- 无外电地区,完全自主发电。

从运行管理和工程扩建可能性考虑,外电源供电方式优于完全自发电方式。而且供电系统可靠性是得到保障的,即使架空线路发生故障,其恢复供电的时间也较发电机组故障修复所需的时间短。运行实践经验证明,电力网较之单一发电机组可靠性更高,因此应尽可能采用电网电源。但近年来局部地区由于用电紧张限停电较多,加上输气站场绝大多数位于郊区或乡村,电网条件较差,要取得可靠的双回路电源也非常困难,因而采用一路外电源加一路自备电源的供电方式更为灵活和可靠。

主接线设计应满足用户对供电可靠性和电能质量的要求,技术先进且经济适用,并具有一定的灵活性,同时考虑工程发展和扩建的可能性^[4]。

a 双电源供电的站,通常采用单母线分段或内桥接线的接线方式;正常时单台变压器运行或两台变压器分列运行,当一路电源或一台变压器有故障退出时,另一路电源或一台变压器提供站内全部、二级负荷用电。

关键是备用电源自投的方式,应根据双电源是否允许在本级变电所同期并列、停电对负载的影响来选择是采用母联备自投还是线路备自投,在备自投软硬件的设置上应便于现场调整和选择采用哪一种运行方式。

h 采用单电源加一台备用自动化天然气发电机组;正常时由市电供电,当市电停电或变压器故障退出时,备用天然气发电机组自动投入向负荷供电。

对于分输站,由于负荷容量小,10kV电源侧通常采用跌落式熔断器保护。但实际运行时发现,新的运行模式下,分输站内没有专职电工,只有四名左右的输气工(有电工进网作业证),户外杆上跌落式熔断器操作不便而且不利于安全,因此逐步改为户内环网开关柜电源进线方式。另外,还有一个问题,即大多数分输站位于农村或城郊,电网的电能质量较差,高压侧电压不能在线测量显示电压。

还需要注意的是,供电部门不允许自备发电机组并网运行,与外电源间应设联锁,不得并网运行,发电机组切换开关即ATS开关应采用四极开关,确保电气和机械隔离措施到位,包括中性点接地的方式也不应与变压器中性点直接相联。

c 无电地区的输气站,需采用多台发电机组供电,发动机需经常进行定期维护保养、停机故障率较高,除了需考虑发电机组的高可靠性及高自动化性能外,接线方式应便于机组之间的切换和并列运行。

d 作为实际运行的应急预案,常常运用移动式发电机组应急供电,应考虑移动发电机组便于接入以及防止反送电。

e 各地供电部门对电度计量的要求不尽相同,主接线中计量表的装设应征得地方供电部门的同意。

f 在管道的建设中,通常根据下游分输的需要,不断增加分输站(口)和压缩机站,因此供电方案应考虑工程发展和扩建的可能性,尽量减少浪费。

3 保安电源

在单电源供电的输气站,应设置应急供电的保安电源。外电源停电后,保安电源应供电的负荷为:工艺、自控、通信、应急照明、供水等。为确保输气生产的正常运行,通常选择发电机组作为保安电源。

运行实践证明,电气故障是无法限制在某个范围内的,电力部门从未保证过供电不中断,即使供电中断也不罚款,因此,应急电源应是和电网在电气上独立的电源,例如蓄电池、柴油发电机、UPS等。应急电源与工作电源之间采取可靠措施防止并列运行,保证应急电源的专用性,防止工作电源系统故障时应急电源向工作电源系统负荷送电而

失去作用^[9]。

对一级负荷中特别重要负荷,由于负荷重要,一旦因事故中断供电将造成重大的政治影响和经济损失,应考虑一电源系统检修或故障的同时另一电源又发生故障的严重情况,必须设置UPS作为应急电源,确保自控、通信、事故照明及压缩机组的紧急停机等负荷。

3.1 关于发电机组选择

3.1.1 容量选择

确定发电机组在一定的运行条件下保证的最大输出功率。运行条件由运行时间、所需功率(实际需要)和运行环境(包括温度、湿度和气压)三项因素决定。根据计算负荷的大小,考虑适当的裕量,结合海拔、温度等环境条件选择发电机组容量,再按发电机组是作为主供或备用机组确定。对于连续运行的主用发电机组,可适当增加发电机组的台数,以便现场灵活运行,避免机组长期低负荷运行。

3.1.2 发电机组形式的选择

对于发电机组作为连续运行的主供电源时,采用管输天然气作为发电燃料,减少燃料储运的投资,可以节省自发电的运行成本。当发电机组作为备用电源时,也宜采用天然气发电,但若站内没有其它自用气时,使用柴油备用发电机组可以减少自用气量。

3.1.3 机组应能满足无人值守连续运行的要求

现代输气管道站场人员少、自动化程度高,一般为无人值守站场,维修人员的数量少,维修人员的技术水平也相对低,而发动机维护保养工作量较多,设置天然气发电机组应考虑一定的备用系数,机组应能满足无人值守连续运行的要求。

自启动发电机组的操作电源、热力系统、燃料、润滑油、冷却水以及室内环境温度等均应保证机组随时起动,不受工作电源停电的影响。自动化机组可以实现自启动、自动加机油、自动调压调频、自动调载、自动并车、按负荷大小自动增减机组,故障自动报警、自动控制等,起动时间都应在15s内投入正常带负荷运行。

3.2 关于UPS供电系统方案

众所周知,电网中充斥着各种电能质量问题如供电中断、电压浪涌、电压陷落、波形畸变、频率漂移、持续过压、持续低压、瞬间过电压和噪声干扰等等,这些将造成信息设备轻则工作出错、通信失败,

重则设备损坏、数据丢失、系统崩溃。一个设计良好的 UPS 供电系统能给负载提供优质电源,然而在实际应用中,许多问题又往往是 UPS 供电系统本身引起的^[16]。在设计 UPS 供电系统时,应考虑以下几个方面:

3 2 1 对 UPS 前级供电系统的要求

a 前级供电系统电源质量不宜太差,电压及频率应稳定在正常范围。一般地讲,UPS 主机输入电压范围越宽越好,通常为 $380V \pm 15\%$ 。但输入电压过低,将使 UPS 电池频繁放电,最终因长期处于欠压充电状态而大大缩短它的使用寿命,相反,电压过高,则易引起逆变器损坏。对于旁路输入,其电压和频率波动也有一定的范围,一般为额定电压 $\pm 10\%$,额定频率 $\pm 15\%$,如果前级电源变化范围过大,就会导致逆变器和旁路电源之间的切换被禁止或有间断。

b 在配置发电机组时,其容量应考虑不少于 UPS 电源额定输出功率的 1.5~2 倍,以保证发电机输出电压、频率正常,并改善其波形失真度。

c UPS 输入电源采用可自动切换的双回路供电,切换电源箱宜就近 UPS 安装;冗余 UPS 的输出,宜分别引出至输出配电箱,经输出开关后再并联,以方便检修。

3 2 2 UPS 容量的确定

UPS 容量的确定要考虑几个因素:

a 负载性质对 UPS 输出功率的影响。大部分 UPS 生产厂家在产品说明书中所给的输出功率都是指负载功率因数为 -0.8(滞后)时的值,而 UPS 电源实际可带的负载量是与负载功率因数密切相关的,当负载为纯电阻性或电感性时,逆变器在额定功率下其有功功率将有所下降。输气站场 ESD 电动阀等的启动电流较大,功率因数低,对 UPS 容量选择有较大影响。

b UPS 容量不宜过小,若逆变器处于重载运行,其输出波形将发生畸变,输出电压幅值抖动过大。根据目前一些 UPS 厂家推荐 UPS 负载量不宜长期超过其额定容量的 80%。

3 2 3 UPS 后备时间的确定

输气站场 UPS 后备时间宜按照不小于 2 h 确定,有利于生产的平稳运行。在实际运行中出现过一路电源或备用发电机检修时,另一路电源故障停电超过 2 h 的情况,而由维修队调用移动式发电机路途远,幸亏由于 UPS 实际负荷低于额定容量,实际后备时间长而避免重要负荷停电事故。

3 2 4 UPS 的冗余供电方式

为了提高 UPS 供电的可靠性,可采用多种 UPS 冗余连接方式,各种方式都有优缺点,考虑方案时要根据实际负载情况,选择合适的模式。当前冗余连接方式大致有以下三种:双机主从式热备份;功率均分并联备份,西气东输使用的 UPS 就是采用此方案;并联热备份。

4 结束语

一个供电方案的好坏,直接决定了输气站场也就是输气管道是否能正常运行。在设计站场供电系统时,我们既要节省投资,还应当结合输气管道生产管理模式,要考虑系统的可靠性、灵活性、先进性,确定合适的供电方案,为站场供电提供保障。

参考文献:

- [1] 吴昌汉,张育晶,何丽梅,等.西气东输管道工程初步设计—供配电工程[R].廊坊:西气东输管道工程设计联营体,2002.
- [2] GB 50251-94 输气管道工程设计规范[S].
- [3] GB 50052-95 供配电系统设计规范[S].
- [4] 中国航空工业规划设计研究院,中国航天建筑设计研究院,中国兵器工业第五设计研究院,等.工业与民用配电设计手册[M].北京:水利电力出版社,2005.
- [5] 刘介才.工厂供用电使用手册[M].北京:中国电力出版社,2001.
- [6] 曹保国.UPS 应用技术[M].北京:化学工业出版社,2007.