

比例阀在加气母站中的应用

河北省天然气有限责任公司压缩气分公司(050035) 栾涛 张克利

摘要 CNG 加气母站中的压缩机与加气机之间通过高压管线进行连接,本文比较了几种连接方式之间的特点,重点介绍了采用比例阀的连接方式原理和优点。

关键词 压缩机 加气机 高压管线 比例阀 连接方式

1 概述

近几年国内的天然气行业发展迅速,其中压缩天然气(CNG)又因为与管道气相比具有投资成本小、见效快、运输方便灵活的特点而在国内迅猛发展。目前,全国各地大量的日产 10 万 m^3 、20 万 m^3 天然气的压缩天然气母站不断建立,而当前各母站所用的作为压缩天然气母站的核心设备压缩机一般的单台日加气能力在 2 万 m^3 至 7 万 m^3 之间,同时为了能够给 CNG 的运输车辆灵活方便地进行加气,一般的 CNG 母站均有 2 台以上的加气机,多的甚至达到了 10 台。在压缩天然气母站中压缩机通过高压管线与加气机进行连接,本文介绍了在多台压缩机与加气机进行连接的情况下的几种连接方式,比较了其各自的优缺点,重点介绍了目前在国内使用较少,属于比较新颖的一种连接技术:带有比例阀的连接方式的原理、特点,并结合实例讲述了使用情况。

2 加气站常用的连接方式及特点

目前,加气站常用的多台压缩机和加气机的连接方式有下面的两种:

(1)在压缩机和加气机之间用一根汇管进行连接,压缩天然气从各个压缩机出来后通过汇管集中到一起,通过汇管分配到普通加气机(如图 1 所示)。

此种方式的优点是在压缩机和加气机之间只需要一根汇管进行连接,易泄漏点较少,建设成本较

低,工作人员操作简单。不足之处是无法实现对加气车辆的流量控制,因为加气车辆开始加气的时间和压力不同,汇管内的气体会自动大量流向压力低的车辆,压力高的车辆的气体流量会很小甚至没有流量,最后达到 3 台车辆的压力平衡,同时完成加气,加气机同时停机,造成先进行加气、压力较高的车辆长时间等待,后进行加气、压力较低的车辆加气时间短,但是气体流很大,形成一定的冲击。

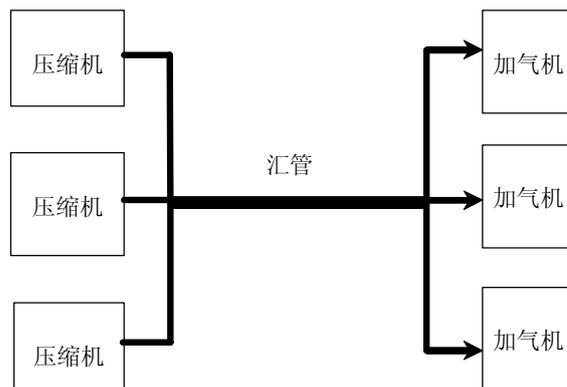


图 1

(2)在每台压缩机和加气机之间通过单独的汇管连接,实现一一对应,压缩天然气从一台压缩机出来后直接进入对应的加气机(如图 2 所示)。

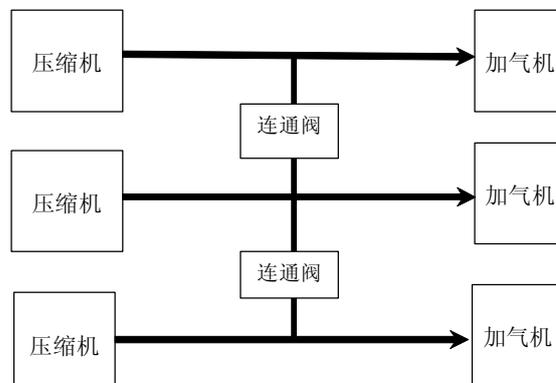


图 2

此种方法的优点是平时加气时每组压缩机和加气机一一对应,与其它组之间互不影响、流量稳定,先进行加气、压力较高的车辆进行加气时不需要等待后进行加气、压力较低的车辆。在遇到设备损坏或者车辆要求在较短时间内完成加气作业时可以通过手动调整阀门开关的方式实现对加气机流量的部分控制,满足要求。此种方法的不足之处是需要在建设过程中铺设多根高压管线,而且是随着机器设备的增加同时加装多个连通阀,增加高压管线的建设成本,同时管线的易泄漏点增多,工作人员操作复杂,维修量大。

在上面的两种连接方式中还存在着一个共同的问题,即当有车辆加气完毕时,压缩机要停机,在开始下次加气时再次启动。方法 1 是一同加完一同停机,方法 2 是在车辆加完后相对应的压缩机停机。在压缩机的每次启停时,都会对近气口附近的燃气管网形成一定的影响,尤其是在低压管网中影响明显。目前电机拖动压缩机的启动通常采用软启动器或星-三角转换两种启动方式,在启动时一般会产生正常运行时 3 倍-4 倍的启动电流,对电网和主电机造成大电流冲击;另外,由于压缩机在启动和停止时发生了运行状态的改变,在运行状态发生改变时会对压缩的曲轴和连杆产生比正常运行时大得多的应力冲击,产生远超过正常运行时的伤害。因此,太多的启停机次数对压缩机的使用寿命是不利的,较少的启停机次数能够延长压缩机的使用寿命,同时由于启停机次数的减少,能够提高压缩机加气的效率。

所以针对上面两种连接方法存在的不足,目前国内引进了第三种连接方法,采用第一种的连接方式,但是在加气机中增加比例阀系统,如图 3:

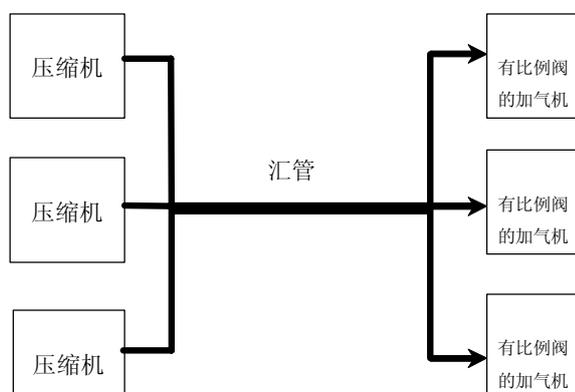


图 3

此种方法的管线建设与方法 1 相同,只需要一条高压汇管连接压缩机和加气机,同时具有方法 1 和 2 的优点,但是加气机里增加比例阀系统,加气机的成本会有一定增加。此方法通过比例阀自动实现对加气机的流量控制,合理分配汇管中的气体流量,使压力高的车辆先加完,当一台加气机加满停机时,比例阀会把汇管中的气体平均分配到没有完成加气操作的加气机中,使压缩机出口达不到设定停机压力,继续运行;此时,可以为停机的加气机更换充装车辆,继续进行加气,减少压缩机的启停机次数。

3 比例阀系统的组成和原理

3.1 比例阀系统由下列三部分组成

(1)GX 型控制阀与执行机构,见图 4(见下页)。

图 4(1)为 GX 型控制阀与 DVC2000 数字式阀门控制器一体化安装图,图 4(2)为 GX 型控制阀剖面图,上部为阀门控制的执行机构,下部为天然气流量控制阀门。

(2)DVC2000 数字式阀门控制器,见图 5。



图 5

通过内部的电磁阀对进入 GX 型控制阀执行机构的压缩空气量进行控制,达到控制 GX 型控制阀的开关大小的目的

(3)比例阀 PLC 控制系统

应用所有加气机的 PLC 组成一个完整的控制系统,根据预设好的程序对加气过程进行控制

3.2 工作原理

通过预设的 PLC 控制程序对 DVC2000 数字式阀门控制器进行控制,由 DVC2000 数字式阀门控制器控制 GX 型控制阀的开启程度,保证各台加气机

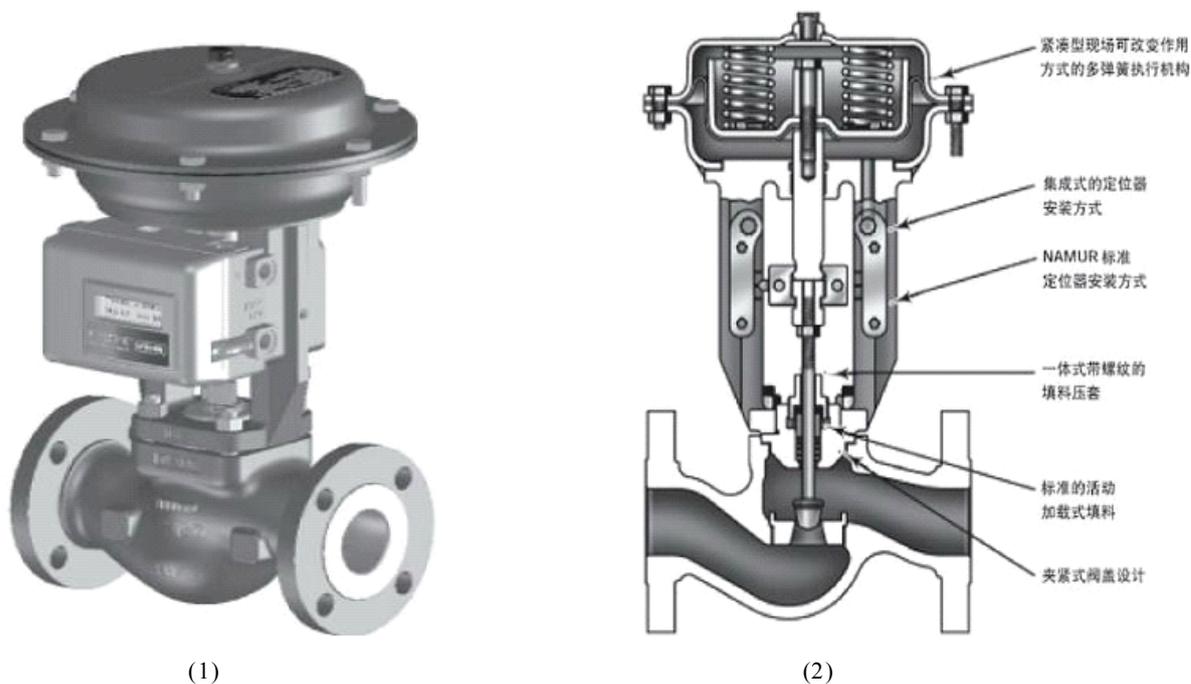


图 4

平分高压汇管里的气体流量，下面以 3 台加气机为例进行说明(见图 6)。

如图 6 所示的控制过程，当 3 台加气机开始进行加气时,由于 3 台车的压力不同,在 GX 型控制阀全开的情况下，汇管中的天然气会向压力低的运输车大量充装,压力高的运输车充装流量很小,如果车辆的压力差较大,甚至会出现停止充装的情况。此时 PLC 根据流量计反馈的流量信号对阀门控制器发出

调整控制阀开关大小的信号，阀门控制器根据信号调整输出的压缩空气量的大小，用压缩空气与 GX 型控制阀执行机构已经进行过预紧的弹簧相互作用,控制 GX 型控制阀阀杆的上下升降,从而达到控制 GX 型控制阀开关大小程度的目的，控制经过的天然气气流,最终使 3 台加气机的流量平均分配,实现先到、压力高的车辆先加完。

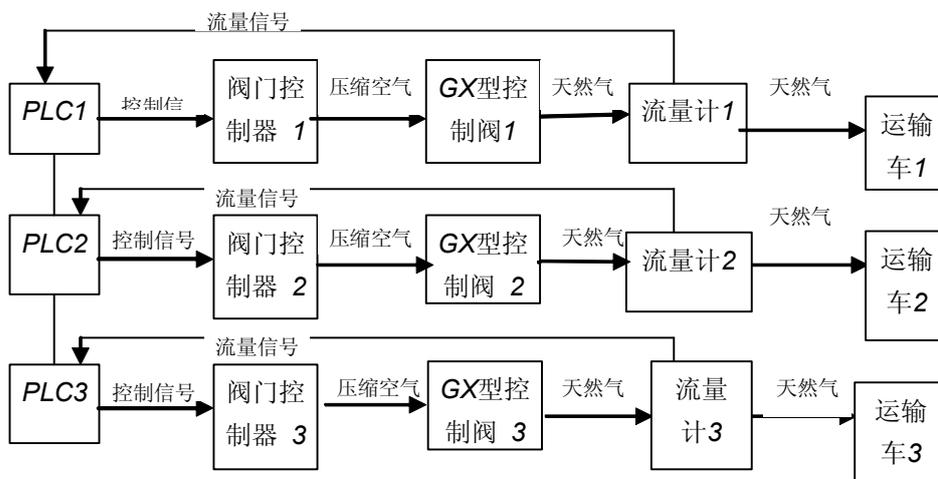


图 6

4 实际使用效果

我站的比例阀加气系统由两台美国 ANGI 公司的 JG4 型水平对称式压缩机和 3 台 ANGI 公司的加气机以及一套为加气机提供控制气源的空压机组成。此套系统投产后,至今使用效果良好。

在使用了这套系统后,压缩机不会因为其中的一台或几台加气机的加气完毕而停机。实现了加气车辆的先来先走,减少了两次加气之间最少需要 10min 的压缩机停机间隔,保证了加气能力。我站两台 ANGI 压缩机的单台排量为 3 000Nm³/h,主要客户的拖车分为 2 500Nm³ 和 4 000Nm³ 两种车型,因为部分客户的车内有 3MPa 的余压,所以目前单车加气时间约为 1h 和 1.5h 左右。经测算在对两台车辆进行更换加气作业时最少需要 10min 的间隔,按我站的加气能力 20h 可以加气约 40 车,比不使用比例阀系统的同样的母站增加加气能力 18 000Nm³。

在压缩机工作过程中对曲轴、连杆、十字头和活塞杆等部件的最大的磨损和伤害是发生在压缩机启停时的冲击力,减少压缩机的启停机次数,减少启停机时对电网和压缩机及其电机的冲击,可以延长压缩机的使用寿命。压缩机在 1 年的运行过程中未出现任何机械方面的故障,节省了大量的维修费用。

在使用中除了以上的优点外,我公司也发现存

在的一些问题,主要有下面几点:

(1)在每次更换加气车辆的过程中,需要对各台加气机的加气流量进行重新的分配,要根据流量计的反馈信号重新调整各控制阀的开关大小,此过程有一定的延迟反应时间,在此时间内的气体流量不是一个稳定的流量数值,我认为可以通过优化 PLC 控制程序和改进阀门控制器的性能来缩短反应时间。

(2)在几台加气车辆同时加气且压差较大时,会在压力较低的那个比例阀出口处由于此比例阀的截流作用,吸收周围的热量,在外界气温较低时产生类似于调压器出口处的结霜现象。

但以上两种问题对比例阀的实际使用没有影响

(3)在我站投产初期,我分公司使用的是按各加气机压力控制阀门开关量的方法,压力高的加气机阀门开度大,压力低开度小。此种方法的优点是可以让比例阀一下子就达到预设的开关程度,但是流量并不是线性变化进行平均分配,而是突变型的流量分配。我站开始时预设了 6 组压力数据,后改为 10 组,但均在使用中出现了流量计的流量在一些时段过高,超出保护范围而加气机停机的现象。而且在使用中还会出现在各组设置值之间进行切换时,流量突然发生改变,短时间内在流量计的出口处形成较大的压力,引起不停切换的问题。

浙江省嘉兴市天然气高压管网 2009 年开工

2008 年 11 月 25 日,从浙江省嘉兴市发改委获悉,嘉兴市 2009 年政府投资计划已初步形成,到目前为止共有 300 多个项目列入了政府投资计划,合计总投资达到 1 000 多亿元。目前计划内项目共包括能源建设、交通建设、信息化建设、生态环保建设、社会发展建设、城乡建设、安置房建设以及其他项目等 8 个大类。其中一批与市民生活有着密切联系的项目也有了进一步的时间表。其中,市区天然气高压管网预计 2009 年开工建设,石臼漾水厂水源生态湿地治理工程计划 2009 年 4 月竣工,嘉兴至绍兴跨江通道北接线 2009 年计划安排开工建设。

摘自(燃气在线 www.gas800.com)