

天然气地面集输工程中自动化仪表的应用

杜 洋

中国石油天然气管道工程有限公司（自动化仪表室） 河北廊坊 065000

摘 要：天然气地面集输工程自动化仪表应用已显得非常关键，这也是提升工程效率，保障安全性以及实现智能化等核心途径。当前我国大部分气田均使用自动化仪表计量和管理，并通过数据分析和处理实现生产过程控制，以实现资源优化配置和节约成本。随着科学技术进步的脚步，自动化仪表对于天然气集输项目的作用越来越突出，对整个项目的顺利进行起到了稳固的支撑作用。本文将探讨自动化仪表在天然气地面集输工程中的应用，以期为相关领域的实践提供参考。

关键词：天然气地面集输工程；自动化仪表；应用；智能化发展

引言

伴随着科学技术的持续进步，自动化技术已渗透到各领域，尤其是天然气地面集输工程。天然气地面集输工程在我国天然气工业中占有重要地位，它的高效、安全和环保运行对保障我国能源安全和优化能源结构都有着十分重要的作用。因传统工程方法具有人力成本较高，工作效率较低以及数据准确性较差等局限性，所以迫切需要引进自动化仪表技术以提升生产效率与安全性。

一、天然气地面集输工程概述

天然气地面集输工程作为天然气工业重要的一环，涉及天然气井口至最终用户提供的一系列过程。该项目主要用于对气井中采出天然气进行采集、处理、存储和输送至指定目的地。在此过程当中，必须要保证天然气质量，安全可靠符合市场需求以及相关技术标准。

天然气地面集输工程主要工艺流程如下：

(1) 集气：由各气井采出的天然气先汇集在集气站内。现阶段对天然气进行初步分离除去其固体杂质及部分液态烃。

(2) 天然气处理：天气处理阶段包括天然气进一步提纯，例如脱水、脱硫、脱二氧化碳等，保证达到外输和出售标准。

(3) 外输：将处理后的天然气经管道外输至增压长输管道、液化天然气接收站（LNG）或者高压天然气储气库贮存。

(4) 分配和销售：最后是按照市场需求及销售策略向工业用户，居民用户或者发电厂等最终用户输送天然气。

自动化仪表对整个流程起到了至关重要的影响。利用它们对温度、压力、流量、液位等各环节工艺参数进行监控，保证整个集输过程稳定、安全、高效。

温度仪表应用于天然气分离，脱水及液化等加工过程中对温度进行监控与控制，以保证工艺温度处于适宜范围。压力仪表是用来对管道及设备进行压力测量以及及时发现并处理压力异常情况。流量仪表是用来测量天然气流量以方便对天然气量进行计算处理的仪表。液位仪表是用来对储罐等设备液位进行监控，以防止液位太高或者太低而产生的问题。随着科技的不断进步与智能化的不断推进，天然气地面集输工程逐渐采用自动化仪表，在提高项目效率与安全性的同时，也向操作人员实时反馈数据，有利于对集输全过程进行优化。

二、自动化仪表的种类与功能

1. 温度仪表

温度仪表对于天然气地面集输工程有着至关重要的作用，其主要是对天然气的温度进行测量、监测以及调整，温度仪表品种繁多，常用双金属温度计、热电阻、热电偶和红外线温度计，这些仪表具有不同的工程应用场景，但是它们均对确保天然气温度稳定和安全输送起到了至关重要的作用。温度是天然气地面集输时的重要工艺参数，温度仪表是通过对天然气进行温度测量来向操作人员实时提供数据以辅助判断天然气在适宜输送条件下的状态，确保天然气输送时的温度保持在一定范围之内，这样才能避免因为温度过高或者过低而导致不良影响。为确保温度仪表准确可靠，必须定期校准与检修，校准工作主要包括用标准温度计比较实际测量值和保证仪表精度；保养则涉及仪表的清洁和检查连接的紧固情

况，确保仪表的正常工作。

2. 压力仪表

压力仪表的主要用途是监视管道，设备和储罐内压力的变化情况，以保证整个集输系统安全可靠地运行，压力仪表一般都是以压力传感器为核心元件，它可以把压力信号变成电信号，方便后续信号处理和控制在。天然气地面集输工程常用压力仪表有压力表、压力变送器及压力开关，这类仪表的选择与配置，需要依据项目的具体要求来确定，如对要求准确测量高压或者低压时，应选择精度和稳定性高的压力仪表等；对需进行远程监控时，应选择带通讯的压力变送器。另外，为保证压力仪表正常工作及精确测量，还应重视安装位置的选择，压力仪表应装在便于观察及维修的地方，并考虑流体方向、振动和腐蚀对仪表测量结果的影响。实际使用过程中压力仪表会发生设备损坏和线路接触不良的问题，所以压力仪表的定期维护保养是非常有必要的，其中包括对仪表外观、清洁度和紧固件的检验，并对其作必要的标定与调整。总之，压力仪表对于天然气地面集输工程有着其他仪表所无法代替的重要作用，压力仪表的正确选型，配置与使用以及有效地检修与维护是保证集输系统安全平稳运行的关键所在。

3. 流量仪表

流量仪表的主要用途是对天然气进行流量测量，以达到对整个集输系统运行状态进行控制与监控，流量仪表种类很多，常用旋进旋涡流量计、涡街流量计、涡轮流量计、差压流量计和超声波流量计等，其工作原理不同，但是均需要能对天然气流量进行精确和稳定的计量。

天然气地面集输工程流量仪表选择与配置也需结合项目具体要求，如对需测量较大流量时，应选择准确度和量程都较大的流量仪表；对需远程监控时，应选择带通讯功能流量仪表。另外流量仪表安装位置对于它的测量精度影响较大，应选在直管段长度较长、无涡流、无振动和流体方向简单的地方安装，减少流体扰动给测量带来的影响，同时还要考虑到环境因素如温度，压力和腐蚀对流量仪表性能的影响。流量仪表实际使用过程中可能存在流量计堵筛和线路故障的问题，所以流量仪表的定期维护保养是非常有必要的，包括对仪表外观、清洁度和紧固件的检验，并对其作必要的标定与调整。总之，流量仪表的正确选型，配置与使用以及有效地检修与维护是保证集输系统安全平稳运行的关键所在。

4. 液位仪表

液位仪表是一种测量液体或者液固混合物内液体位

置或者高度的自动化仪表，主要应用于天然气地面集输工程的储罐、分离器及其他装置内液位的检测与控制。

液位仪表有很多种，主要有差压式液位计、浮力式液位计和电容式液位计以及雷达液位计，天然气地面集输工程针对不同测量需求及介质特性选用适当液位仪表是关键，例如对大型储罐来说，通常使用的液位仪表就是差压式液位计，它通过测量液柱所引起的压力差计算液位高度；对小型容器或者管道来说，浮力式液位计或者电容式液位计更合适，可以提供更准确的液位测量。

天然气地面集输工程中液位仪表具有如下功能：一是液位仪表可以对储罐或者分离器内液位高度进行实时监控，保证液位处于安全区间；二是液位仪表对自动化控制系统中液位自动控制与调节提供了重要反馈信号；三是可以防止由于液位太高或者太低而导致溢罐或者抽空事故发生。为保证液位仪表正常工作及准确测量，必须定期维护与标定，保养的内容有清洁仪表探头，检查接线紧固情况；校准工作则是指利用标准仪器来校准和调节液位仪表，确保液位仪表的测量精度与可靠性。

三、自动化仪表在天然气地面集输工程中的应用

1. 在天然气分离中的应用

天然气分离工艺流程首先采用自动化仪表对天然气流量及温度进行检测，从而对进入分离器内的流量及温度进行控制，旋进漩涡流量计、涡街流量计等流量仪表能够准确地测量天然气流量，热电阻等温度仪表对天然气温度进行监控。

另外压力仪表还是监测分离器内压力变化以保证分离过程平稳进行的一种重要监测工具，通过对压力仪表进行实时监控，使操作人员能够及时发现异常并进行处理，从而避免了设备损坏及生产事故的发生。除常规参数监测外，利用自动化仪表控制分离过程自动化运行，结合自动化仪表及控制系统，可对天然气分离过程进行自动控制，从而提高生产效率及产品质量。如采用调节阀、PID控制器等装置，可根据流量、温度及压力的变化对工艺参数进行自动调节，从而达到稳定有效地分离运行。总之，自动化仪表对于天然气的分离起到了重要作用，它们在提高生产效率，改善产品质量的同时，也给操作人员实时准确地监控信息，保证分离过程平稳地进行，随着科技的进步，自动化仪表用于天然气分离会更广泛、更有效率。

2. 在天然气压缩机组监控中的应用

在对天然气压缩机组进行监测时，使用自动化仪表就变得格外关键，压缩机是天然气集输过程的核心装置，

压缩机的运行状况直接影响着整个体系的安全性和效率，自动化仪表起着“智能眼睛”，“敏感神经”作用。压力和温度传感器实时采集压缩机入口和出口气体状态的变化情况，并把这些重点数据传送到控制系统，控制系统根据这些数据精准调控压缩机，保证压缩机处于安全高效的工作状态，同时采用振动和位移传感器使压缩机机械状态实时监测。当发现有异常的震动或移位时，控制系统将立即做出响应，或报警提醒操作人员进行处理，也可直接开始保护措施以避免机械故障的进一步加剧。另外增加了流量仪表使压缩机运行数据更全面，该控制系统能够依据进气量与出气量实时数据更精细地调整压缩机以达到能效最优化，该智能化监控方式在提高压缩机运行效率的同时还极大地降低人工干预次数及误操作风险。总体来说，将自动化仪表应用于天然气压缩机组的监测，对压缩机进行全方位，无死角地实时监测和智能调控，这样既保证压缩机安全平稳运行，又能对天然气集输工程高效运行起到强有力的支持作用。

3. 在天然气储存与输送中的应用

在天然气储存与输送环节中，自动化仪表的应用至关重要，储罐液位计如同守护者一般，时刻监测着储罐内天然气的液位变化，确保储存安全，防止溢出事故，同时，压力与温度传感器沿着输送管线分布，它们像哨兵一样，实时传递着管线的压力与温度信息，保障天然气在适宜的条件下稳定流动。流量计量仪表则是天然气贸易的公正裁判，准确计量着每一刻的输送量，为贸易双方提供可靠的结算依据，此外，泄漏检测系统如同安全卫士，通过气体探测器敏锐地捕捉着任何可能的泄漏迹象，一旦发现异常，立即启动报警和应急处理流程，最大程度地减少泄漏带来的风险和损失。这些自动化仪表与控制系统紧密配合，形成了一道坚实的天然气储存与输送安全保障体系，确保了天然气在储存与输送过程中的安全、高效和稳定，为天然气行业的持续发展提供了有力支持。

4. 在紧急关断系统中的应用

自动化仪表在紧急关断系统上的使用特别关键，它是保护天然气集输安全“最后的防线”，这些自动化仪表在天然气集输期间发生异常或者险情时能快速响应并引发紧急关断系统以避免事故的扩大。具体地说，高/低报警仪表就是紧急关断系统中的“哨兵”，随时监视压力和温度等关键工艺参数，当上述参数大于或小于预设安全范围时，报警仪表立即发出提示信息，提示操作人员，紧急关断程序有可能被自动启动。紧急切断阀则是自动

化仪表紧急关断系统的又一个重要用途，当这些阀门收到关断信号时，它们很快就被关断，使天然气流动中断，使事故影响降到最低。另外安全连锁系统是紧急关断系统自动化仪表的一个重要部分，它是由一系列逻辑控制来保证设备启动，操作及停机时各种工艺参数总是符合安全条件，当发现异常时，安全连锁系统将立刻启动紧急关断程序以确保天然气集输全过程的安全性。总之，将自动化仪表应用于紧急关断系统为天然气集输过程的安全提供有力保证，它们能在关键时刻做出快速反应，引发紧急关断程序以防止事故发生及扩大，保障人员及设备安全。

结束语

在科学技术飞速发展以及能源需求不断提高的今天，自动化仪表在天然气地面集输工程中的应用显得日益重要。这些自动化仪表能够实现天然气监测，控制与管理等功能，提升项目运行效率与安全性。通过该自动化系统能够对天然气的流量、压力、温度以及其他重要参数进行远程监测与控制，从而达到准确采集数据并进行分析，同时自动化仪表能够对异常情况进行检测报警，确保了项目运行时的安全可靠。今后，在智能化技术持续发展的背景下，自动化仪表在天然气地面集输工程中的应用也会步入更智能化、更有效的时期，对能源行业可持续发展做出更大贡献。

参考文献

- [1] 杨天明. 油气管道泄漏检测中自动化仪表的应用研究[J]. 石油石化物资采购, 2023(15): 73-75.
- [2] 胡立仁. 污水处理中自动化仪表的设计与应用探究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023.
- [3] 刘青山, 贾旭东, 姚彬, 等. 一种地面集输管道清管球定位系统. CN202221912642.5[2024-01-25].
- [4] 苟亚军. 天然气管道输送中自动化技术的应用[J]. 化工管理, 2022(30): 3.
- [5] 任丽颖. 自动化仪表在天然气行业中的应用分析[J]. 中国设备工程, 2022(018): 000.
- [6] 施隋靖, 朱旭营, 刘艳, 等. 功能安全评估在高含硫天然气集输工程中的应用[J]. 仪器仪表标准化与计量, 2022(5): 4.
- [7] 王天宇. 天然气管道工程中电气仪表的自动化控制技术研究[J]. 造纸装备及材料, 2022, 51(7): 123-125.