

论析地下储气库天然气液化法注气工艺原理

王志展（山东莱克工程设计有限公司，山东 东营 257000）

摘要：当前，在我国工业领域，关于天然气地下储气库的建设及机械设备购置，往往需要消耗大量的资金成本。为此，力求缩减不必要的成本支出，可以在构建地下储气库的过程中，应用先进的技术手段，将汽态化的天然气冷却成液体。完成上述操作后，将相关气体注入到地下储气库内。但是在实际的操作过程中，仍然存在一系列有待处理的隐患风险。本文浅析地下储气库天然气液化法注气工艺的应用原理，以此为相关人员提供参考依据。

关键词：地下储气库；天然气液化法；注气工艺

近年来，随着我国科技的进步，天然气被全面应用于人们日常的生产生活中。根据供需关系数据显示，出现冬季需求量大，其他季节储气量过高等问题。如若供气管线内存在一定隐患，还容易引发严重的安全风险。为此，为缩减风险问题出现的可能性，应落实地下储气库的构建，并有效应用天然气液化法。降低成本过度消耗的同时，满足相关产业的发展需求。

1 地下储气库的建设现状

现阶段，关于地下储气库的建设，对比于西方发达国家，我国储气库起步较晚。具体的操作步骤如下所示。其一，在从式井场和集注站间，架设一条可以双向通气的管道线路。储气库的运行分为注气期、采气期、平衡期三个阶段，其中，注气期需要对长输管道来气进行过滤。随后，使用增压装置，对其进行增压处理。在采气期，通过注采口进行采气后，将其输送至脱水设备、脱羟设备中，对其落实初步纯净后，反输至长输管道或下游用户。正常情况下，关于天然气的采集，是需要为其投入较高的时间成本，以此实现既定的生产目标。

1.1 设备

一般情况下，关于地下储气库的注气程序，其中较为重要的组成部分即为注气压缩装置。如若想要为潜藏于地下深处的设备注气，输气管线所面临的压强通常为10MPa~75MPa。在日常的操作阶段，每日的气体注入量也较多。目前，国产高压压缩机已经得到广泛应用。高压压缩机需要为其投入大量的资金成本，单台设备的购入金额便高达八位数。此外，在实际的操作阶段，进口机械设备不仅造价过高，当其处于工作状态时，容易产生较大的噪声污染和资源损耗，极易对人们的日常生活造成影响。尤其是当设备处于运行状态时，针对注气的资金投入量极易超出定值，操

作不当还容易导致经济亏损，间接影响相关产业的稳定发展。在注气程序的建设阶段，单次成本投入量及运行资金注入量过高，上述问题是工作人员需要重点考量的风险。

1.2 技术

当前，在天然气日常的采集阶段，随着时间的推移，采气量呈逐渐上升的发展趋势。同时，一般情况下，集注站注入的天然气，含水量相对较低。调查显示，近年来，关于采气技术，常用的手段即为三甘醇脱水及乙二醇+J-T阀脱水。我国现有的地下储气库，多半为密闭程度较高的传统储气库。在收集天然气的过程中，由于原气中含有一定量的油、水等杂质，需要对其进行初步处理。此外，尽管应用较为繁琐的手段，对天然气进行温降，可以在气体处置的过程中，缩减温度值，实现冷凝成液的目的，但是所需的资金量也较高，性价比较差。

1.3 时长

除以上几方面外，在地下储气库的运转过程中，正常状态下，注气期通常为每年的春季，直至深秋时节结束。最佳的采气期为冬末到春初。需要注意的是，关于采气和注气，往往都有一定的平衡期。一般情况下，处于春季时，平衡期通常为15天。秋季时，平衡期长达30天。当储气库处于注气阶段时，采气设备静置。反之，则采气设备运转。但是出现上述情况，也在一定程度上导致设备的应用水平相对较差。

2 地下天然气液化注气系统构建

2.1 构建理念

关于地下储气库天然气液化注气装置的构建理念，具体的工作流程如下。首先，长输管道输送来气全部注入气体存储装置中。其次，第一时间对其进行脱水作业，待液态物质充分蒸腾后，将经过处理后的

天然气输送至液化设备中,转变为液态。最后,对液态天然气和其他物质进行加温处理,确保该液体优先完成冷凝。与此同时,在其正式进入换热阶段前,优先获取足量的热能。但是需要重点关注的,是在特定的条件下,利用换热设备,帮助其在第一时间在室温环境中获得热量,提升气体温度和压力。当温压到达一定数值时,在输气通道为地下储气库注入气体。

2.2 运行原理

2.2.1 恒温降压步骤

在地下天然气液化注气系统的建设阶段,天然气液化的恒温降压步骤如下所示。第一,处于常温状态下的天然气,当其通过输气管道移送至集注站,在其正式进入脱水模式后,使用专业的机械设备,对其进行降温处理。其二,待其冷凝为液体后,借助浅冷装置,并应用对应的化学物质帮助天然气降温。当整体温度低于室温后,对其进行二次降热处理。完成上述操作后,使用专业的机械设备,稀释其中的液态物质,再利用降温程序将温度控制在零下200℃以内。随后,将呈液体形态的天然气注入至高压储藏装置中。此时,工作人员应同时为两台装置输入对应的参数,并析出装置析出的冷凝物。以上内容即为天然气恒温降压的全阶段,但是应确保程序内部的压强与进气管道中的压力保持一致,以此落实逐步控温的目的。

2.2.2 增温升压流程

将两台天然气高压存储设备一同放置在指定区域,但是需要确保二者内部与地面的距离一致。这样做的目的在于,由其中的一台及时完成液态天然气的汲取,另一台则为存储高质量天然气的设备。首先,保障储罐内部的压强和所承载的压力持平。其次,打开限制流速的开关装置,使液化天然气以匀速运动的形式移动至目标区域。状态爬升至指定位置。在实际的换热过程中,当相关液体获得比进气时自身温度更高的热能后,即可重新变成气体。在这一阶段,设备与正处于运转状态的程序处于互不干扰的状态。但是此时,如若注气程序内部的压力值与输气装置的压力相同时,设备的输气开关会自动闭合,以此为注气设备输入足量的气态物质。假如在升温状态时,其内部的压力值较小,可以借助专业的机械装置,获取足量的机械能。通过观察天然气液化注气的流程可知,此类程序在原有的基础上,降低的压缩设备的使用频率。关于气体注入时的压力,通常是为其提供足够的热能后,其逐渐外扩,进而实现增压的目标。但是从物理

学的角度可知,这一步骤相对可控。如若热量高于天然气的燃烧临界值,此时的天然气势必会发生气态变化。但是此时,天然气的体积会不断增大,由于管道内部的体积为定值,因此需要对多余的气体进行管控,天然气即可到达预定的压力值。此外,关于处于低温环境中的天然气,对其进行增温增压操作时,所需要的压力值可以借助专业的数学公式测算。正常情况下,天然气液化的全过程往往只要借助两台机械装置。其中一台为制冷设备,另一台为气态物质压缩装置。值得注意的是,相关设备在工作的过程中,只需借助专业的化学物,各项数值相对可控。同时,当天然气正式注入降温装置前,其内部的温度早已处于零下80℃以内。遵循热能守恒定律,当设备内部环境稳定后,装置往往只需为天然气注入一定的能量,即可弥补相应的能量损耗。

3 地下储气库天然气液化法注气原理

3.1 气体获取

正常状态下,如若想要在常温常压的环境中将天然气液化,需要将气体温度控制在零下170℃以内,以此确保其处于稳定的液态形式。天然气的液化流程如下,气体通过过滤处理后,当压力提升至一定高度,并且温度下降至固定值后,便会逐渐变为液态物质。在实际的操作过程中,通过长输管道完成天然气获取是其中不可忽视的重要步骤。当天然气气体转变为液体形态时,总体积会缩减至原来的六百二十分之一,进而避免产生不必要的成本支出。同时,一般情况下,液化天然气大多存储于大体积的LNG储气罐中。对比于传统的储存方式,可以大大降低资金投入量,阻断风险问题出现的可能。另外,随着社会的高速发展,在人们日常的生产生活中,各类常用的能源不断消耗。作为重要的传统能源,天然气不仅能够确保我国的能源储备保持平稳,更能满足人们的主观需求。专业的生产厂商需要利用先进的手段,对天然气进行过滤处理,稀释其中硫原子和氮原子的含量。为此,应借助对应的科学技术,运用合理有效的运输手段,为人们的生活提供便利的同时,推动能源的稳定供应。

3.2 常用装置

关于液化天然气的获取装置,常见的机械设备有以下几种,分别为天然气存储设备、输气管线、气化装置、气体压缩设备及冷凝装置。力求从根本上强化液化质量,卸运设备的泵头在低温环境中,也应具备较强的密闭性。唯有如此,才能最大限度提升操作的

灵活性。另外，每一台机械装置都应配备对应的遇险程序。关于卸运设备的建材，市面上常见的材料如下：合金材料、不锈钢。关于液化天然气的存储装置，常用的设备为体积较大的压力设备，主要有地表和地下两类。任何一类设备的注气口通常在装置顶部，以此缩减风险隐患出现的可能性，降低天然气外泄的可能性。

3.3 脱水步骤

当以液态形式存在的天然气注入到过滤装置后，析出存在于液体内部各类杂质后，随即进入气液分化模式，落实稀释与分离环节。但是在这一过程中，如若设备内部存在风险，则容易导致游离分子吸入吸收装置中。随后，相关物质在装置内部，与 $C_6H_{14}O_4$ 深度融合，完成气液分离。在设备内部由过滤网析出浓度超过 5% 的液态甘醇，并将其排除装置。释放处于干燥状态的天然气后，需要借助专业的分离设备将存在于装置中的三甘醇水溶液释出。

3.4 收气流程

在对呈气体形态的天然气进行液化处理前，还需要利用合理的手段，完成预处理，过滤其中存在的其他物质。落实上述操作后，不但可以从根本上保证液化天然气的纯净度，更能预防在低温低压的状态下，杂质等物质阻塞输气管线，进而引发不必要的风险隐患。关于天然气的前期处置，常见的技术手段有以下两类，其一，利用专业技术，对其进行脱酸处理。其二，使用科学方式，将其中的水分子析出。截至目前，市面上较为常用的脱水方式如下，分别为冷凝法、洗水法、分子技术等。关于分子技术的应用，具体的操作流程如下。当外界压力到达一定数值时，可以有效提取天然气中存留的酸性物质，例如 H_2O 、 CO_2 等。借助此类手段，有利于降低腐殖质腐蚀输气管道的可能性，延长装置的使用寿命。另外，还可以增强天然气的纯净度。针对天然气的采集流程如下：首先，从井口完成天然气的获取，随后将其注入收集装置中。其次，使用专业设备提取其中的液态物质，再对其进行脱水降温处理。最后，完成气液分离后，将其输送至储气设备中。

4 液化天然气的应用前景

4.1 冷能

当前，随着工业领域的高速发展，液化天然气也得到了广泛应用。不仅能够运用于电力产业，更能实现负荷调节。一般情况下，常见的天然气液化手段即

为，借助专业的仪器设备，将天然气冷凝成液态物质。为此，在液化天然气的存储过程中，往往应为之注入大量的能源。关于液化天然气的冷能，其操作原理如此，当外部环境发生变化时，天然气内部的温度和压力值会出现一定的变动。随后，将二者的各项数值调控至相同状态，再完成能量的回收与贮藏。正常状态下，关于液化天然气的冷能处理，常见手段有以下几种，分别为直接处理与间接引用。其中，针对间接引用，涵盖低温处置。对于直接处理，主要包含海水过滤和供电。

4.2 汽车

随着我国全面进入全新的发展周期，天然气作为重要的能源，也可以将其应用至汽车产业。由于天然气的贮藏手段多种多样，因此以其为燃料的汽车种类也存在较强的差异性。现如今，我国政府机关对天然气的关注度正处于不断提高的状态，为此，天然气机车拥有良好的发展前景。

5 结论

综上所述，天然气作为不可循环再生的能源，伴随着时间的推移，会呈现大规模消耗的态势，因此，需要借助合理的手段妥善存储。但是，关于各项贮存装置所需的资金量相对较大，所应用的技术手段难度较大，仍然存在较大的发展空间。为此，可以在原有的基础上，借助脱水降温原理，将天然气转化为液体，停用气态压缩设备，同时，采用制冷技术，将温度控制在零下，以此完成地下储气库的构建。

参考文献：

- [1] 周刚. 地下储气库天然气液化法注气工艺原理探讨 [J]. 石油工程建设, 2021, 47(01): 1-3+9.
- [2] 单铂琳. 关于液化天然气储存及应用技术的研究 [J]. 化工管理, 2019(23): 94-95.
- [3] 刘亮. 液化天然气的储存与运输技术现状分析 [J]. 化工管理, 2019(15): 119-120.
- [4] 张辛. 试论液化天然气的储存和应用技术 [J]. 有色金属设计, 2017, 44(04): 70-72.
- [5] 秦浩. 天然气地下储气库的地面工艺技术研究 [J]. 化工管理, 2013(6): 1-3.
- [6] 杨再葆, 张香云, 邓德鲜, 等. 天然气地下储气库注采完井工艺 [J]. 油气井测试, 2008(001): 017.

作者简介：

王志展 (1993-)，男，汉族，山东临邑人，工程师，大学本科，主要从事：油气集输及储运。