

天然气加气站管理丛书（三）

天然气加气站 设备管理

范小平 主编



中国质检出版社
中国标准出版社

中国石化出版社

天然气加气站 设备管理

王 明 王 强

中国石化出版社
（北京）

天然气加气站管理丛书（三）

天然气加气站 设备管理

范小平 主编

中国质检出版社
中国标准出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

天然气加气站设备管理/范小平主编. —北京: 中国质检出版社, 2015. 3
ISBN 978 - 7 - 5026 - 4068 - 2

I. ①天… II. ①范… III. ①天然气—配气站—管理 IV. ①U491.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 248003 号

内 容 提 要

本书重点介绍了加气站分区布局及工艺设备情况, 尤其是天然气的进、储、发设备的选型与运行管理、日常保养与常规检修, 以及常见故障诊断修理、设备管理制度及操作流程进行了详细介绍。附录还收录了天然气加气站设备有关的规范、技术标准和参考文献等内容。

本书定位清晰、内容详实、通俗易懂, 且切合实际、专业全面, 符合发展趋势, 具有权威性和前瞻性, 可供各类型加气站管理者管理手册和加气站从业人员从充装证取证培训教材, 也可做为大专院校相关专业师生和加气站经营管理企业培训的教学参考用书。

中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号 (100029)

北京市西城区三里河北街 16 号 (100045)

网址: www.spc.net.cn

总编室: (010) 68533533 发行中心: (010) 51780238

读者服务部: (010) 68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 11 字数 281 千字

2015 年 3 月第一版 2015 年 3 月第一次印刷

*

定价: 50.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010) 68510107

编写委员会

主 编：范小平

编 写：何 智 黄 彬 邓万全
张 晓 革 朱 贇 赵忠武

前言

天然气作为一种清洁高效的能源，正日益受到各国的重视和发展，发展天然气工业成为世界各国改善环境和促进经济可持续发展的最佳选择，迎来了高速发展的机遇，十八届三中全会来，出台一系列措施扶持清洁能源发展。

2014年，全国天然气产量1329亿立方米，同比增长10.7%，增速是原油产量增幅（0.7%）的15倍。根据2014年3月国务院《能源行业加强大气污染防治工作方案》，2015年全国天然气消费比重要达到7%以上，2017年达到9%以上。预计到2020年，天然气消费结构提高到12%。根据2014年6月国务院办公厅印发的《能源发展战略行动计划（2014—2020年）》规划，到2020年，天然气供应能力在2015年基础上再翻一番。在国家能源政策对天然气产业的大力支持下，各地政府公交车、出租车油改气进程加快，天然气专用汽车不断增加，天然气消费市场迅速扩大，2015—2020年将迎来加气站建设和发展的高峰期，预计2015年年加气站（含油气混合站）总数将超过5000座，到2020年加气站超过7000座。加气站建设迅猛增长，对天然气加气站人才和管理具有广阔的需求。

然而，目前从业人员对相关的知识比较缺乏，包括加气站建设、工艺、设备、安全、计质量管理知识等迫切需要普及。因此，我们组织人员编写了《天然气加气站设备管理》一书。本书介绍本书重点介绍了加气站分区布局及工艺设备情况，尤其是天然气的进、储、发设备的选型与运行管理、日常保养与常规检修，以及常见故障诊断修理、设备管理制度及操作流程进行了详细介绍。附录还给出了加油站应建立的设备管理台账表格，收录了天然气加气站设备有关的规范、技术标准和参考文献等方面的资料，为加气站管理者提供经验借鉴。

本书第1章由范小平、何智编写，第2章由邓万全、黄彬编写，第3章由何智、赵忠武、张晓革编写，第4章由何智、黄彬编写，第5章由黄彬、朱贲编写，附表由何智整理。本书编写力求内容实用，通俗易懂，系统性强，满足加气站操作和运营的实际需要，在编写中得到广东石油学会、广东省石油燃气协会等兄弟单位的大力支持。

本书可供加气站管理者、操作者和工程技术人员阅读使用，也可供大专院校相关专业的师生教学参考。

编者
2015年3月

目 录

第 1 章 加气站工艺介绍	(1)
1.1 LNG 加气站工艺介绍	(1)
1.1.1 LNG 加气站卸车工艺	(1)
1.1.2 LNG 加气站调压工艺	(3)
1.1.3 LNG 加气站加液工艺	(3)
1.1.4 仪表风系统工艺	(4)
1.1.5 安全泄放工艺	(5)
1.2 CNG 加气站工艺介绍	(5)
1.2.1 CNG 加气站整体工艺	(5)
1.2.2 CNG 加气站调压计量工艺	(7)
1.2.3 CNG 加气站净化工艺	(8)
1.2.4 CNG 加气站脱水工艺	(9)
1.2.5 CNG 加气站脱硫工艺	(11)
1.2.6 天然气增压系统工艺	(13)
1.2.7 储存工艺	(13)
1.2.8 加气工艺	(13)
1.2.9 CNG 加气站控制系统	(14)
1.3 L-CNG 加气站工艺介绍	(16)
1.3.1 L-CNG 加气站整体工艺	(16)
1.3.2 L-CNG 调压工艺	(18)
1.3.3 L-CNG 加气工艺	(18)
第 2 章 天然气加气站生产设备介绍及选型	(19)
2.1 储存设备	(19)
2.1.1 LNG 储罐	(19)
2.1.2 CNG 储气井	(24)
2.1.3 CNG 储气瓶组	(26)
2.2 加压设备	(27)
2.2.1 汽化器和加热器	(27)

2.2.2 泵浦设备..... (28)

2.2.3 增压设备..... (30)

2.2.4 程序控制盘..... (32)

2.3 输送设备..... (32)

2.3.1 真空保温管..... (32)

2.3.2 发泡保温..... (33)

2.4 加气设备..... (34)

2.4.1 CNG 加气机 (34)

2.4.2 LNG 加气机 (36)

2.5 控制设备..... (40)

2.5.1 现场阀门..... (40)

2.5.2 仪表控制设备..... (43)

2.5.3 站控系统..... (44)

2.6 供配电设备..... (45)

2.6.1 变压器..... (45)

2.6.2 低压开关柜..... (45)

2.6.3 电气控制柜..... (47)

2.7 安全设备..... (48)

2.7.1 安全阀..... (48)

2.7.2 压力表..... (49)

2.7.3 爆破片..... (51)

2.7.4 可燃气体报警系统..... (53)

2.7.5 消防器材..... (53)

2.7.6 应急抢险设备..... (56)

2.8 设备选型..... (57)

2.8.1 选型总原则..... (57)

2.8.2 储气瓶与储气井选型..... (57)

2.8.3 关键阀门的选型..... (58)

2.8.4 压力表的选型..... (61)

2.8.5 电气设备选型..... (62)

第3章 天然气加气站设备的操作规范..... (63)

3.1 LNG 加液机的操作 (63)

3.1.1 加液使用操作..... (63)

3.1.2 加液操作规程..... (64)

3.1.3 安全与应急..... (66)

3.2 CNG 加气机的操作 (67)

3.2.1 加气操作..... (67)

3.2.2 加气操作规程..... (71)

3.2.3	安全与应急	(72)
3.3	泵浦阀门操作	(72)
3.3.1	潜液泵操作	(72)
3.3.2	柱塞泵操作	(73)
3.3.3	管道运行操作	(74)
3.3.4	阀门操作注意事项	(74)
3.4	储气罐组的操作	(75)
3.4.1	LNG 储液罐的操作	(75)
3.4.2	CNG 储气井的操作	(76)
3.4.3	储气瓶组的操作	(76)
3.4.4	安全操作注意事项	(78)
3.5	附属设施的操作	(79)
3.5.1	汽化器操作	(79)
3.5.2	PLC 控制柜的操作	(79)
3.5.3	脱水设施的操作	(80)
3.5.4	安全防护用品的使用	(80)
3.5.5	用气设备的管理	(82)
第4章	天然气加气站设备日常管理	(84)
4.1	检查与检测	(84)
4.1.1	设备巡检的要求	(84)
4.1.2	巡检设备与着装	(84)
4.1.3	设备巡检的方法	(85)
4.2	维护与保养	(85)
4.2.1	日常维护管理要求	(85)
4.2.2	加气机的维护保养	(86)
4.2.3	过滤器的维护保养	(87)
4.2.4	阀门的维护保养	(88)
4.2.5	压力表的维护保养	(90)
4.2.6	LNG 储罐的维护保养	(91)
4.2.7	储气井的维护保养	(91)
4.2.8	连体汽化器的维护保养	(91)
4.2.9	呼吸器的维护保养	(92)
4.3	特种设备的管理	(93)
4.3.1	特种设备的使用规定	(93)
4.3.2	压力容器的管理	(94)
4.3.3	定期检验周期	(94)
4.3.4	技术档案管理要求	(95)

4.4	备品备件管理	(95)
4.4.1	备品备件的范围	(96)
4.4.2	备品备件的管理	(97)
4.4.3	备品备件的应用	(97)
4.4.4	检修工具的管理	(97)
4.5	设备档案管理	(98)
4.5.1	设备技术资料管理	(98)
4.5.2	设备档案的管理	(98)
4.5.3	设备的挂牌管理	(100)
第5章	天然气加气站故障诊断与检修	(101)
5.1	储罐区常见故障诊断与检修	(101)
5.1.1	LNG 储罐压力过高	(101)
5.1.2	储气罐真空恶化	(101)
5.1.3	安全阀频繁启跳	(102)
5.1.4	工艺法兰泄漏	(102)
5.1.5	低温阀门泄漏	(102)
5.1.6	电磁阀泄漏	(103)
5.1.7	气动阀不动作或漏液	(103)
5.2	泵撬区常见故障诊断与检修	(103)
5.2.1	泵打压不足	(103)
5.2.2	瓶组天然气泄漏	(104)
5.2.3	安全阀故障诊断与检修	(104)
5.2.4	压力表故障	(105)
5.3	加注区故障诊断与检修	(106)
5.3.1	加液枪泄漏	(106)
5.3.2	加气枪故障	(109)
5.3.3	电磁阀故障诊断与检修	(109)
5.4	辅助区常见故障诊断与检修	(110)
5.4.1	卸车法兰渗漏	(110)
5.4.2	卸车困难	(111)
5.4.3	天然气损耗异常	(111)
附录1	术语解释	(112)
附录2	加气站设备检查与校验周期	(113)
附录3	特种设备安全监察条例	(114)

附录 4	GB/T 11651—2008 《个体防护装备选用规范》	(127)
附表		(147)
附表 1	加气站设备管理档案	(147)
附表 2	车用气瓶充装检查情况记录表	(150)
附表 3	管束车排污情况记录表	(152)
附表 4	母站日报表	(153)
附表 5	加气站安全检查表	(154)
附表 6	加气站交接班记录表	(156)
附表 7	加气站巡检及交接班记录表	(157)
附表 8	加气站压缩机运行记录	(158)
附表 9	管束车充装与运行记录表	(159)
附表 10	管束随车记录表	(160)
附表 11	母站设备运行记录表	(161)

第 1 章 加气站工艺介绍

加气站通常有液化天然气（LNG）加气站、压缩天然气（CNG）加气站与液化 - 压缩天然气（L - CNG）加气站等类型，各种类型的加气站都有各自不同的工艺。下面将对以上几种类型气站工艺进行介绍。

1.1 LNG 加气站工艺介绍

目前 LNG 加气站主要分为以下两种：撬装式 LNG 加气站、固定式 LNG 加气站。LNG 的主要设备包括：LNG 加气机、LNG 储罐（立式、卧式）、调压增压器、EAG 放散加热器、管路系统（含 LNG 潜液泵）、加气站 PLC 控制系统、仪表风系统、加气机管理系统。

以上两种 LNG 加气站在主要设备组成方面都基本一致，区别在于：LNG 加气机、增压泵撬等设备是否集成在撬体上。

撬装式 LNG 加气站设备现场施工量小，安装调试周期短，适用于规模较小，对场地要求不高的 LNG 加气站；固定式 LNG 加气站的现场施工量大，周期相对较长，适用于规模较大的 LNG 加气站。

LNG 加气站的主要工艺包括卸车工艺、调压工艺、加液工艺、仪表风系统工艺、安全泄放工艺。可用图 1 - 1 表示。

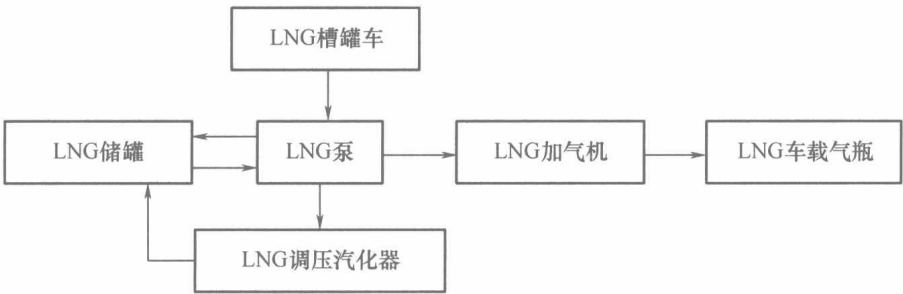


图 1 - 1 LNG 加气站工艺

1.1.1 LNG 加气站卸车工艺

LNG 加气站的卸车工艺比油站的卸油工艺复杂得多。卸车涉及压力变化，物质形态变

化等方面，需要有专门的卸车工艺来保障作业的顺利开展。

LNG 卸车方法有多种，可以根据加气站工艺设备的状况来灵活选择，常见的有自增压卸车、泵增压卸车、直接泵卸车、储罐供压卸车等。

(一) 自增压卸车

槽车内的液体通过自流进入卸车气化器中，LNG 在气化器中吸收环境中的热量后汽化成气态天然气，后回到槽车的气相，增加槽车的压力（此功能可以在停电的情况下使用，保证停电的情况下顺利完成卸车），将槽车中的 LNG 流入储罐中。可用图 1-2 表示。

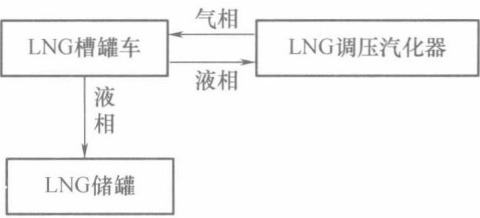


图 1-2 自增压卸车工艺

自增压卸车工艺的选用必须注意现场安全，在使用期间严格控制槽车压力，当压力接近安全阀压力时，必须调小或关闭槽车自增压阀门，防止槽车压力过高，启动安全阀排压。

自增压卸车工艺是通过液位高差进行自流的，如果槽车液位高度不够，自流到管线中的 LNG 在未到汽化器期间汽化形成气阻，自增压卸车将无法实现。

自增压卸车与潜液泵卸车采用相同内径的管道，自增压卸车方式的流速要低于潜液泵卸车方式，卸车时间长。随着 LNG 槽车内液体的减少，要不断对 LNG 槽车气相空间进行增压，如果卸车时储罐气相空间压力较高，还需要对储罐进行泄压，以增大 LNG 槽车与 LNG 储罐之间的压力差。给 LNG 槽车增压需要消耗一定量的 LNG 液体。

(二) 泵卸车

泵卸车可分为泵增压卸车与直接泵卸车两种方式。

1. 泵增压卸车

槽车内的液体流进泵池后（需先对泵池进行预冷），经潜液泵打入卸车气化器中，汽化后进入槽车的气相，增加槽车的压力，使液体流入储罐中。可用图 1-3 表示。

2. 直接泵卸车

该方式是通过系统中的潜液泵将 LNG 从槽车转移到 LNG 储罐中，LNG 卸车的工艺流程见图 1-4。潜液泵卸车方式是 LNG 液体经 LNG 槽车卸液口进入潜液泵，潜液泵将 LNG 增压后充入 LNG 储罐。LNG 槽车气相口与储罐的气相管连通，LNG 储罐中的 BOG 气体通

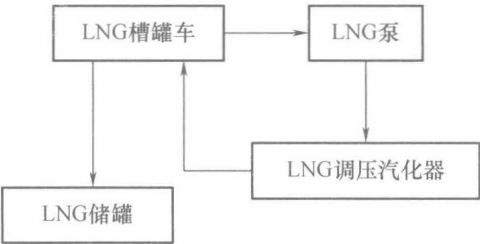


图 1-3 泵增压卸车工艺

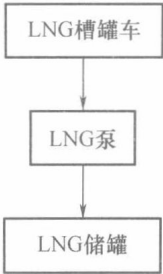


图 1-4 泵卸车工艺

过气相管充入 LNG 槽车，一方面解决 LNG 槽车因液体减少造成的气相压力降低，另一方面解决 LNG 储罐因液体增多造成的气相压力升高，整个卸车过程不需要对储罐泄压，可以直接进行卸车操作。

直接泵卸车的优点是速度快，时间短，自动化程度高，无需对站内储罐泄压，不消耗 LNG 液体；缺点是工艺流程复杂，管道连接繁琐，需要消耗电能。

泵卸车期间，需要留意，槽车内 LNG 液体必须能够进入到潜液泵，管线过长会严重影响泵卸车工艺的应用，同时泵卸车需要考虑加液作业，如果 LNG 站仅一台潜液泵，卸车同时无法加液，当有汽车需要加液时必须暂停卸车作业，切换为加液模式，频繁的切换对泵的性能有很大的影响，因此需要合理安排卸车时间，避免边卸车，边发液。槽车 LNG 液位较低时，不可将泵临时切换至发液状态，否则将出现管线气阻，从而使槽车里剩余 LNG 无法卸尽现象。

1.1.2 LNG 加气站调压工艺

LNG 加气站的调压工艺分为两种，一种是自增压调压、一种是泵增压调压。调压工艺主要用于调节储罐内 LNG 的饱和状态。

自增压是站用储罐内的 LNG 液体凭借液位产生的压差进入汽化器中，经空温加热汽化后回到储罐的顶部，增加储罐的压力（此功能可以在停电的情况下使用，保证停电的情况下也可以对汽车进行加气）。采用自增压方式增压速度相对较慢，但无需消耗电能。可用图 1-5 表示。

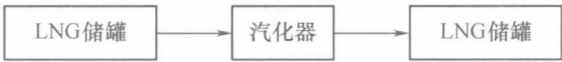


图 1-5 自增压调压工艺

泵增压是储罐内的液体流进泵池后（需先对泵池进行预冷），经潜液泵注入汽化器中，经空温加热汽化后进入储罐的顶部或底部，增加站用储罐的压力。此工艺也可用于调整储罐的饱和温度。可用图 1-6 表示。

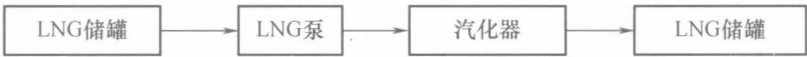


图 1-6 泵增压调压工艺

1.1.3 LNG 加气站加液工艺

LNG 加气站加液工艺主要包括预冷、加气、待机过程。工艺流程图见图 1-7。工作原理：液化天然气（LNG）进入加气机后，经过气动球阀、液相质量流量计、拉断阀、软管、加液枪注入汽车储液装置，汽车储液装置内汽化的气体经气相质量流量计返回站用储液装置，完成加气工作。电脑控制器自动控制整个加气过程，并根据各个部件在工作过程

中传输的信号进行监控、处理、显示。

预冷过程：凭借站用储罐和泵池的液位差，使液体从站用储罐进入泵池，完成泵池的预冷。泵池预冷完成后，泵启动，吹扫加气枪和售气机插枪口，把加气枪与售气机插枪口相连接，然后按下加气机面板上的“预冷”键，LNG 从储罐液相—泵进口气动阀—泵—单向阀—质量流量计售气机液相气动阀—加气枪—气相气动阀—储罐进行循环，当温度、密度、增益达到设定值时加气机预冷完成，这一过程也叫大循环预冷。

加气过程：加气机预冷完成后，便可以对汽车进行加气，按下加气机面板上的“加气”键，自动完成对汽车的加气。

待机过程：泵启动后，在没有加气机加气和预冷信号时，泵低速运行，液体在管道内循环，保持管道的温度，减少泵的启停次数，延长泵的工作寿命。在持续较长时间无加气机信号时，泵停止工作。



图 1-7 LNG 加气站加气工艺

1.1.4 仪表风系统工艺

仪表风系统：以压缩空气作为动力风源，用来驱动所有气动阀门，从而达到自动控制阀门开和关目的的系统。

仪表风系统主要包括：前置过滤器、空气压缩机、气液分离器、后置过滤器、干燥器、阀门管道、气动执行器、控制柜等。

仪表风系统的引进，主要是为了确保 LNG 在日常运作过程因突然停电，设备突然故障等原因引发工艺过程失控的事故，而引入了气动控制系统，也称仪表风系统，在仪表风系统中，LNG 控制阀门的控制都是以气开阀进行控制的，其工艺流程见图 1-8。

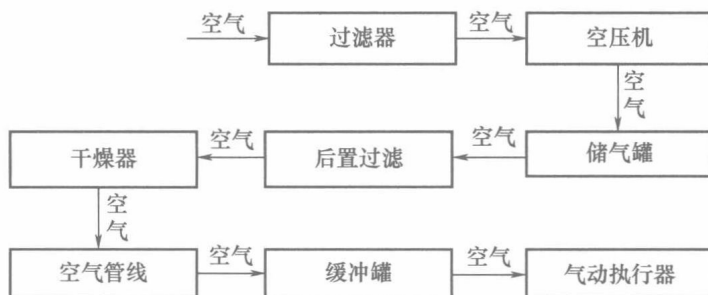


图 1-8 仪表风系统工艺图

1.1.5 安全泄放工艺

天然气为易燃易爆物质，在温度低于 -120°C 时，天然气密度大于空气，一旦泄漏将在地面聚集，不易挥发；而常温时，天然气密度远小于空气密度，易扩散。根据其特性，按照规范要求必须进行安全排放，设计一般采用集中排放的方式。安全泄放工艺系统由安全阀、爆破片、EAG 加热器、放散塔组成。

设置 EAG 加热器，对放空的低温 NG 进行集中加热后，经阻火器后通过放散塔高点排放，EAG 加热器采用 $500\text{m}^3/\text{h}$ 空温式加热器。常温放散 NG 直接经阻火器后排入放散塔。阻火器内装耐高温陶瓷环，安装在放空总管路上。

为了提高 LNG 贮槽的安全性能，采用降压装置、压力报警手动放空、安全阀（并联安装爆破片）起跳三层保护措施。安全阀设定压力为贮槽的设定压力 0.78MPa 。

缓冲罐上设置安全阀及爆破片，安全阀设定压力为储罐设计压力。

在一些可能会形成密闭空间的管道上，设置手动放空加安全阀的双重措施。管道设计压力为 1.0MPa 。

1.2 CNG 加气站工艺介绍

1.2.1 CNG 加气站整体工艺

CNG 加气站主要包括天然气调压计量系统、天然气净化工艺、天然气压缩工艺、天然气储存系统、CNG 加气系统、控制系统。整体工艺如图 1-9 所示。

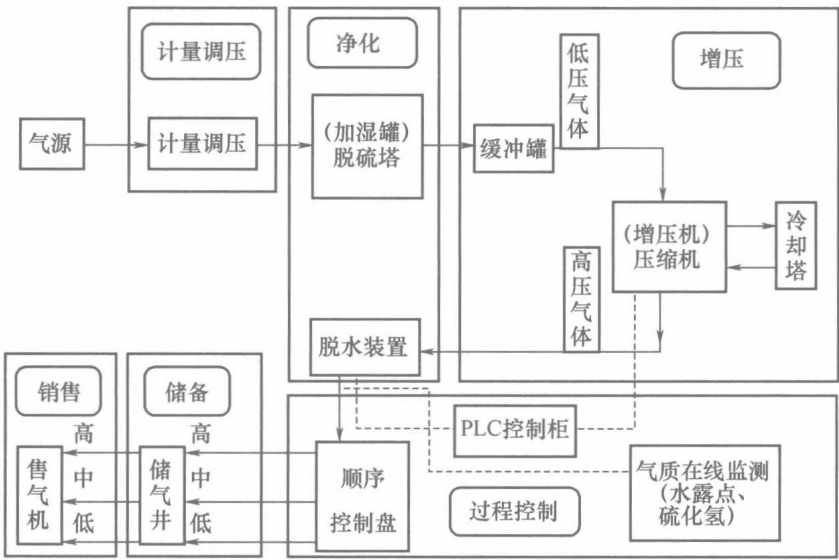


图 1-9 CNG 加气站整体工艺图

1.2.1.1 CNG 子母站

CNG 加气母站气源来自天然气高压管网，过滤计量后进入干燥器进行脱水处理，干燥后的气体通过缓冲罐进入压缩机加压。压缩后的高压气体分为两路：一路通过顺序控制盘，进入储气井，再通过加气机给 CNG 燃料汽车充装 CNG；另一路进入加气柱给 CNG 槽车充装 CNG，可用图 1-10 表示。

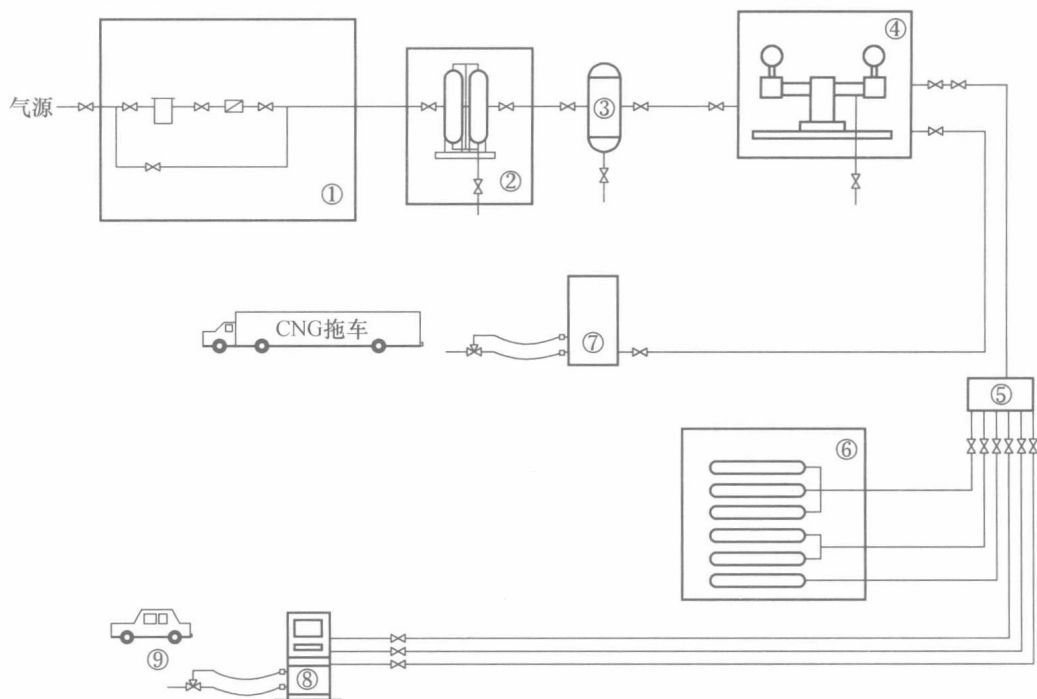


图 1-10 CNG 子母站示意图

1.2.1.2 CNG 液推子站

CNG 子站拖车到达 CNG 加气子站后，通过快装接头将高压进液软管、高压回液软管、控制气管束、CNG 高压出气软管与液推子站撬体连接。系统连接完毕后启动液推子站撬体或者在 PLC 控制系统监测到液压系统压力低时，高压液压泵开始工作，PLC 自动控制系统会打开一个钢瓶的进液阀门和出气阀门，将高压液体介质注入一个钢瓶，保证 CNG 子站拖车钢瓶内气体压力保持在 20 ~ 22MPa，CNG 通过钢瓶出气口经 CNG 高压出气软管进入子站撬体缓冲罐后，经高压管输送至 CNG 加气机给 CNG 燃料汽车加气，如图 1-11 所示。

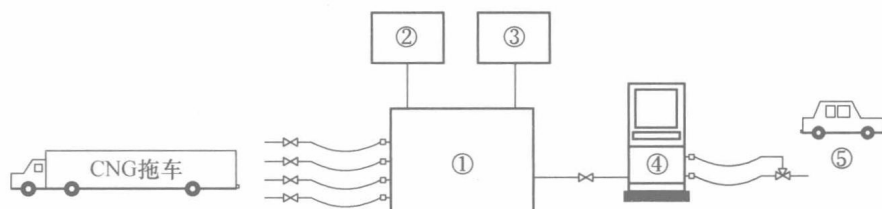


图 1-11 CNG 液推子站示意图