超临界 CO_2设备增压器使用说明书

注意：本说明书所列参数为该分系统的典型配置，具体数值以出厂铭牌及技术协议为准。

目录

目录 2
一、概述 3
二、主要技术参数 3
三、结构组成与工作原理 3
3.1 结构组成 3
3.2 工作原理 4
四、安装与调试 4
4.1 安装要求 4
4.2 调试步骤 4
五、操作说明 4
5.1 开机前检查 5
5.2 启动与升压 5
5.3 运行监控 5
5.4 停机 5
六、维护与保养 5
七、常见故障及排除方法 6
八、安全注意事项 6

一、概述

增压系统是超临界 CO_2 设备的压力动力源，其作用是将来自 CO_2 储罐（或钢瓶）的低压液态 CO_2（约 4～6 MPa）增压至工艺所需的超临界压力，并以稳定的流量输送至下游的加热控温系统、萃取/反应釜及喷嘴系统。

CO_2 的临界温度为 31.1 ℃，临界压力为 7.38 MPa。只有当压力与温度同时高于临界值时，CO_2 才处于超临界状态。增压系统负责满足其中的压力条件，是全设备安全运行的关键环节。

本说明书适用于超临界 CO_2 设备配套的增压部分，内容包括技术参数、结构原理、安装调试、操作方法、维护保养、故障排除及安全注意事项。

二、主要技术参数

项目	参数	备注
增压泵型式	双作用气动柱塞泵	按订货配置
增压比	28：1	/
额定输出流量	0～12.72 L/min	/
进口压力范围	3～6 MPa	保证 CO_2 为液态
接触介质材质	316L 不锈钢	/
驱动气源压力	0.6～0.8 MPa（气动泵）	洁净干燥压缩空气

注：表中为典型配置参数，具体数值以出厂铭牌及技术协议为准。

三、结构组成与工作原理

3.1 结构组成

增压系统主要由下列部件组成：

- CO_2 储罐接口及入口过滤器（过滤精度 10 μm，防止固体颗粒进入泵体）；
- 入口截止阀；
- 增压泵（含泵头、柱塞及进出口单向阀）；
- 储气罐（抑制压力脉动，稳定输出压力）；
- 压力传感器与就地压力表（量程 0～20 MPa）；

- 出口单向阀与高压截止阀；

3.2 工作原理

液态 CO_2 自储罐经过滤器进入增压泵入口。增压泵柱塞往复运动，经进、出口单向阀的配合将液态 CO_2 压缩至设定压力后输出。出口储气罐吸收泵的脉动，使下游获得平稳的高压流量。

输出压力由压力传感器实时检测，信号送入 PLC 控制系统：当出口压力达到设定值时，PLC 调节泵的驱动，使系统压力稳定在设定值范围内。当压力异常升高达到系统设定的安全高压时，系统会报警，并自动打开喷嘴开关进行泄压。

四、安装与调试

4.1 安装要求

- 设备应安装在通风良好、无腐蚀性气体的室内，环境温度 5～40 ℃；
- 增压泵应水平安装在刚性基础上，地脚螺栓紧固，避免振动传递到高压管路；
- 高压管路采用 304L 不锈钢无缝管，接头按厂家规定的力矩拧紧，管路应有可靠支撑；
- 手动安全阀出口应接泄放管，泄放管出口不得朝向人员通道；
- CO_2 储罐与增压泵之间的高差及管长应保证泵入口有足够的灌注压头；

4.2 调试步骤

（1）检查全部接头、阀门安装状态；

（2）对高压管路进行气密性试验：以 CO_2 气分级升压至设计压力的 1.1 倍，保压 30 min，用检漏液检查各接头无泄漏；

（3）校验压力传感器与压力表的一致性；

（4）进行安全泄压试验，确认高压报警和自动泄压正常；

（5）引入液态 CO_2，低速启动增压泵，检查泵头温度、出口压力及流量是否正常，逐步升压至额定工况；

（6）连续试运行 2 h，记录压力波动、泵体温升及噪声，确认各项指标正常后交付使用。

五、操作说明

5.1 开机前检查

- 确认 CO_2 储罐液位充足，入口压力在 3～6 MPa 范围内；
- 确认各阀门处于正确位置：入口阀开、出口阀开、手动泄放阀关；
- 确认压力表在检定有效期内；
- 确认 PLC 控制系统无报警，压力设定值正确。

5.2 启动与升压

（1）在控制系统上设定目标压力；

（2）启动增压泵，；

（3）升压过程中观察泵头温度、出口压力曲线及系统泄漏情况，发现异常立即停机检查；

（4）压力达到设定值并稳定后，方可开启下游喷嘴系统。

5.3 运行监控

运行期间应定时巡检并记录：出口压力、泵运行声音及接头泄漏情况。增压异常、泵体出现异常声响或振动时，应停机检查。

5.4 停机

（1）先停止增压泵；

（2）关闭喷嘴控制阀；

（3）长期停机时，应关闭 CO_2 储罐出口阀，并手动缓慢打开泄压阀泄压。

六、维护与保养

周期	维护内容
每班	检查接头泄漏；记录运行参数
每季度	校验压力传感器与压力表
每半年	检查柱塞、单向阀磨损情况；
每年	对高压管路、储气罐进行无损检测与壁厚测定；全面检修增压泵

注：更换密封件、柱塞等承压部件后，必须重新进行气密性试验方可投入运行。

七、常见故障及排除方法

故障现象	可能原因	排除方法
出口压力升不上去	入口压力低；驱动气压不足	检查储罐液位与入口阀；检查气源压力
流量不足	过滤器堵塞；柱塞密封磨损；驱动气压不足	清洗或更换滤芯；更换柱塞密封组件；检查气源压力
接头处泄漏	接头松动或密封面损伤	泄压至常压后按规定力矩重新紧固或更换接头

八、安全注意事项

本设备工作在高压（超过 CO_2 临界压力 7.38 MPa）工况下，任何操作必须由经过培训并考核合格的人员执行。

- 严禁带压拆卸任何接头、阀门及承压部件，检修前必须将系统压力泄至常压；
- CO_2 为窒息性气体，设备间应保持通风，并建议安装 CO_2 浓度报警仪；
- 快速泄压会产生低温干冰，泄放口附近严禁人员停留，防止冻伤；
- 发现异常声响、剧烈振动或大量泄漏时，应立即按急停按钮并撤离，按应急预案处置。