

# 大型常压低温贮槽吹扫和预冷的控制要点

郭冰亮\* 许 龙 马超翔

杭州杭氧低温容器有限公司 浙江 杭州 310000

**摘要:** 大型常压低温贮槽(以下简称“贮槽”)主要贮存液氧、液氮、液氩等低温介质,由内筒、外壳、附属管线及其它附件组成,通常是车间预制、现场拼装的一种有效容器。吹扫和预冷是贮槽安装完成至贮槽开始投用之前至关重要的阶段,吹扫可以清理干净贮槽内部的杂质、水份及其它污物,保证贮槽内部介质的纯度,预冷使设备慢慢适应低温环境,避免低温介质充装后对贮槽焊缝造成损坏,影响贮槽的密封性。

**关键词:** 大型常压低温贮槽;低温介质;吹扫;预冷;

引言:贮槽内筒用于贮存低温液体,内筒和外壳之间的环形空间称为环形保温区域(以下简称“保温区”),用于贮存保温材料。贮槽在现场安装完成后,须对内筒、内筒管线和保温区进行吹扫,对内筒和内筒管线进行预冷,待吹扫和预冷合格后才能投入使用。预冷是贮槽具备贮存低温液体的前提条件,合理的预冷方案可以使贮槽在贮存低温液体前避免局部冷缩导致的焊缝撕裂,有效地保护贮槽的密封性,对贮槽的正常投入使用起着决定性的作用。

## 1 吹扫和预冷前贮槽须具备的条件

### 1.1 吹扫前须具备的条件

吹扫工作开始前,必须保证贮槽界区范围内所有相关安装工程已全部完成,包括贮槽本体的安装、流程界区内管道阀门和仪表的安装;必须保证所有相关检测和试验均已合格,包括所有焊缝已按设计要求和相关标准进行无损检测合格、贮槽本体的强度试验和气密性试验合格、内筒的清洗验收合格、保温区保温材料填充并检测合格;必须保证已对所有工艺管线、阀门仪表等相关部件根据现场要求进行标识、标记和编号。

### 1.2 预冷前须具备的条件

预冷工作开始前,必须保证吹扫阶段的工作全部完成并检测合格,包括内筒、内筒管线和保温区的吹扫工作已完成,并达到设计图纸中要求的露点;必须保证所有阀门仪表的校验、调试和检测合格,包括安全阀的校验合格、调阀和仪表的调试合格,防雷和静电的工作完成并测试合格;必须保证各项工程要求的安全措施已检查,并达到相应的图纸和标准要求。

## 2 吹扫和预冷前的准备工作

### 2.1 吹扫前的准备工作

结合经济性和实用性两方面考虑,通常贮槽的吹扫用干燥氮气进行<sup>[1]</sup>。贮槽吹扫工作开始前需根据设计图纸及相应标准要求估算贮槽在吹扫过程中需要的气体量,准备足够的气源<sup>[1]</sup>。同时,准备好吹扫过程中所用的工具和材料,例如:露点检测仪、氧气分析仪等。必须确保拥有足够的氮气源,氮气量按预计的工程量准备和补充,万一当氮气实际用量超过估算用量时能够及时补充;必须确保施工现场工地的安全、消防、急救系统运行正常及现场保卫工作正常。

### 2.2 预冷前的准备工作

贮槽的预冷往往需要大量的液体,多方面综合考虑,用液氮对贮槽进行预冷是目前最好的方案。贮槽预冷工作开始前需根据设计图纸及相应标准要求估算贮槽在预冷过程中需要的液体量,准备足够的液氮。同时,准备预冷过程中所用的工具和材料,例如:温度数显、介质浓度仪、手持式对讲机、卸车快装波纹软管等。预冷前必须确保吹扫完成并检测合格;必须确保贮槽界区范围内其它工程在贮槽进液后不允许有动火施工的工程作业内容,这些工程在进液后将会涉及到界区的安全及设备损坏等问题;必须确保拥有足够的液氮源,液氮量按前面预计的工程量准备和补充,

\*通讯作者:郭冰亮;1988.8;汉,男;浙江杭州人;就职于杭州杭氧低温容器有限公司;毕业于兰州理工大学;本科学历;中级工程师;研究方向:大型贮槽设计一组组长,大型贮槽的设计与开发;邮箱:08190116@163.com

万一当液体实际用量超过估算用量时能够及时补充；必须确保施工现场工地整体运行的相关规定及措施已落实；必须确保数显仪表能够正常显示并可以配合完成需要的调试工作；必须确保拥有完备的人员安全和抢救应急方案。

### 3 吹扫和预冷过程中的注意事项

#### 3.1 吹扫过程中的注意事项

根据贮槽的设计图纸、相应标准、管道布置等因素确定氮气的进口和出口，按照现场实际情况检查是否存在容易聚集氮气的区域。如果有，须采取必要的措施，保证人员的安全性，比如采用安全手段，禁止人员进入或独立操作。确保拥有健全、严密高效的各项预防措施，保证对所有可能参与操作现场的可疑人员均会受到充分防护，避免吹扫过程中因人员防护不到位而发生不必要的事故。必须在长期排放氮气的管口采用围栏和醒目的警示标志，以防人员误入而受伤。贮槽吹扫过程中，禁止单独操作、禁止个人单独进入贮槽区域和氮气排放区域5米的范围内。检测管口的氧气浓度和氮气露点时，必须在有监控和防护的情况下进行操作，禁止独立操作和冒险操作，必须在检测管口2米外旁边设立监护人。必须对内筒和内筒管线吹扫气压及保温区吹扫气压进行监测，其监测值不得超过设计规定数值，吹扫保温区过程中，内筒必须正压封存，封存压力严格按照设计提供的数据进行。

#### 3.2 预冷过程中的注意事项

贮槽的预冷最好在有设计人员在场或随时能够联系到设计人员的情况下进行，以便能够处理在预冷过程发生的紧急情况，例如：贮槽的参数和性能发生突变等紧急情况。预冷过程中如果出现贮槽的某种性能和参数发生突变，应及时暂停预冷操作，同时通知预冷操作的领导小组和设计人员，必须等待设计人员和相关人员排查，等隐患解除或排查完成并合格后才能继续进行后续的预冷操作。预冷过程，液氮进入内筒及其内筒管线后，将导致内筒壁和内筒管线的温度较低，操作人员不可直接接触内筒壁及内筒管线，以防冻伤。预冷进液过程中需要时刻注意进液管道和排液管道的连接处是否有泄露，如发现泄露，必须立即停止进液预冷，关闭对应管道上部阀门，阻止液体的泄露，待泄露解决后才能继续进行后续的预冷工作。

### 4 吹扫过程中的操作要点

贮槽的吹扫分为内筒吹扫、内筒管线吹扫、保温区吹扫三个部分，内筒和内筒管线的吹扫是同时进行的，待内筒和内筒管线吹扫完成并检测合格后才可对保温区进行吹扫。

#### 4.1 内筒和内筒管线吹扫过程中的操作要点

首先，封闭贮槽内筒管线的的所有出气管口，通过设计指定的进气管口向内筒缓慢充入低于或等于设计规定露点的干燥、洁净氮气，直到内筒内部压力达到设计规定的吹扫压力时暂停充气；然后，打开内筒管线的的所有出气管口，使内筒内部的氮气通过各出气管口喷射而出，继续向内筒充入干燥、洁净氮气，内筒充气的同时内筒管线出气口进行放气，但内筒压力必须小于或等于设计规定的吹扫压力；最后，用水份测量仪在内筒管线出气口处测量其放出气体的含水量，露点达到设计要求为合格，否则应该继续吹扫直至露点合格。

#### 4.2 保温区吹扫过程中的操作要点

保温区的保温材料装入前，开启保温区上的各出气管口；确认吹扫管线和外壳连接完好，打开夹层干燥氮气充气旁通阀，关闭干燥氮气充气阀，氮气开始从保温区底部充入；通过干燥氮气充气旁通阀向保温区底部充入露点低于或等于设计规定露点的干燥、洁净氮气，同时监测保温区的压力，必须确保保温区底部压力、顶部压力以及最大压力均不可超过设计规定的吹扫压力；充入干燥、洁净氮气的同时保证外壳上的各出气管口处于开启状态，吹扫24小时后检测各出气管口处排出气体的露点，按6~12小时的间隔定时检测并记录露点；当首次检测到保温区的露点低于或等于设计规定露点时，按2小时间隔定时检测并记录露点，直至连续两次检测露点均低于或等于设计规定露点时为合格。检测合格后，关闭干燥氮气充气旁通阀，缓慢打开干燥氮气充气阀，投入使用干燥氮气调节阀，调节夹层压力，使夹层底部的压力为设计规定压力并保持稳定；拆除吹扫用的相关设施、完成相关的收尾工作，为贮槽的预冷工作做相应的准备。

### 5 预冷过程中的操作要点

预冷前调试内筒自动放空管道,确保放空管道正常工作,按照设计要求打开内筒气相的相关阀门,排空吹扫阶段正压封存的氮气,然后关闭阀门;连接液氮源与贮槽上预冷管线,并保证连接处密封,记录内筒各个测温点的原始温度值,调整液氮源的压力至0.3~0.5MPa之间,缓慢启动液氮源管线上的排液阀,确认液氮源与预冷管线连接处无液体泄漏,然后缓慢打开预冷管线上的阀门,以设计规定的速度充入规定体积的液氮,使闪蒸的低温氮气缓慢冷却内筒;根据设计要求依次缓慢开启和关闭贮槽自身仪表系统上的阀门,使贮槽自身的仪表监测系统处于正常工作状态;时刻关注贮槽自身的仪表监测系统,密切关注贮槽内筒的液位高度、压力和温度数据及保温区干燥氮气的压力数据变化,保证内筒的冷却速度小于设计规定的最大速度,定时监测自动放空管道处气体的温度和内筒温度,当放空管道处温度、内筒上部和下部温度、外筒底部温度均符合设计要求的温度时,以设计规定的较大流速向内筒充入规定的低温液氮;依次打开内筒管线上的所有阀门,使其内筒的液氮蒸发产生的低温氮气通过内筒管线排出,达到置换内筒内部气体的效果;如果不能通过内筒管线进行置换时,可使整个内筒密封,当内筒压力达到设计要求压力时,立即全开内筒自动放空管道,如此反复操作也可达到置换内筒内部气体的效果;置换过程中时刻关注内筒管线上膨胀节的收缩情况,防止膨胀节的猛烈收缩;按照以上方式进行操作,当放空管道处温度、内筒上部和下部温度、外壳底部温度与设计规定的最终预冷温度一致、内筒压力稳定且内筒底部开始积液时,贮槽预冷合格。至此,贮槽的吹扫和预冷工作将全部结束。

结语:大型常压低温贮槽,主要作为储存液态产品的容器,设备本身较大,需要大量的材料,成本相对较高<sup>[1]</sup>。正确的吹扫和预冷操作对保护贮槽的密封性和介质纯度起到决定性的作用,可以有效避免贮槽和管道在吹扫和预冷过程中受到损坏。分析大型常压低温贮槽吹扫和预冷的控制要点,希望可以使贮槽的吹扫和预冷过程更加规范、安全、高效,避免造成不必要的经济和资源损失,节约成本。

#### 参考文献:

- [1]成永强,崔婧.大型LNG储罐的吹扫干燥技术[J].油气田地面工程,2013,32(01):28-29.
- [2]马超翔,郭冰亮.如何有效进行大型常压低温液体贮槽的现场安装[J].化工管理,2019(29):149-150.