

浅谈小型液化石油气储配站的设计要点

施静林（山东汇通能源集团有限公司，山东 烟台 264000）

摘 要：随着社会的发展，国家对燃气行业的要求日益严格，设计标准不断地更新，场站的自动化、智能化程度也在不断地提高，本文结合设计实例从各个专业分别介绍了液化石油气储配站的设计要点及需要注意的问题。

关键词：液化石油气；设计

1 概述

本文结合设计经验，以 400m^3 以下的液化石油气储配站为例，分别从总图、工艺、电气、仪控、消防、建筑等方面，对液化石油气储配站设计中的一些重点环节进行了简要的介绍，并结合实际工作给出了部分建议。

2 总图运输

总图设计应严格执行有关技术规程、规范，在保障安全的前提下，合理规划，方便生产管理。

2.1 总图布置

液化石油气储配站应根据生产和安全需要，分区布置，生产区宜布置在站区全年风向的上风侧，生产区与辅助区应分别设置直接对外的出入口，方便车辆通行、人员疏散及安全管理。液化石油气储配站四周应设置围墙，生产区的四周应当设置高度不低于 2m 的不燃烧体实体围墙，辅助区可设置高度不低于 2m 的不燃烧体的非实体围墙。

生产区内主要设置储罐区、灌瓶间、压缩机房及瓶库等与生产相关的建筑、构筑物。储罐区可选择设置地上储罐或地下储罐，下面对不同储罐设置形式的特点做一个简单的介绍。第一点，从防火间距及占地面积方面进行介绍，根据《液化石油气供应工程设计规范》的相关要求，地下储罐的单罐容积不大于 50m^3 ，并且总容积不大于 400m^3 时，其防火间距可减半执行，因此部分液化石油气储配设置地上储罐时，储罐区与站内、外的建、构筑物的防火间距会比地下储罐大，且地上储罐的生产区占地面会比地下储罐的大；第二点，从土建投资方面进行介绍，地上储罐区的四周应设置防护堤，高度不应低于 1.0m ，而地下储罐宜设置在地下钢筋混凝土罐池内，单就设备基础投资而言，地下储罐的投资相对较大，且地下储罐还要进行抗浮、外防腐及阴极保护等方面的设计。第三点，从消防系统方面进行简单介绍，地上储罐的消防水量是根据储罐的喷淋及水枪用水量来确定的，而地下储

罐的消防水量只需考虑水枪的用水量，消防用水量大就造成了消防水池占地面积及土建投资加大。因此，在实际的设计过程中，应根据场地大小、周边条件以及规划要求，合理的选择储罐布置方式。随着液化石油气市场的不断整合，现在大部分地区开始出现了液化气集中配送服务，这也需要在设计中充分结合市场需求及发展前景，考虑液化石油气灌装及储存功能分区，当需要储存的钢瓶数量多时，应设置瓶库，专门存放钢瓶。

辅助区内主要设置办公及辅助用房，其中，值班室、配电室、柴油发电机房（无 2 路市政供电系统时应设置）、消防泵房及消防水池（市政供水系统无法满足站区供水要求时应设置）为站内必须要设置的辅助建、构筑物，设计时还应根据甲方实际需要设置其他辅助用房，如办公室、门卫室、营业室、备件库等。

在总图设计时，除应保证建、构筑物之间的安全间距要满足相关的规范要求外，还应结合工艺流程，保证工艺管线短捷，工艺流程顺畅，预留足够的操作和检修通道，站内外道路衔接顺畅，车辆行车轨迹明确，建议槽车在卸车作业时车头朝向生产区出入口方向，确保车辆在紧急状态下能迅速的驶离。

2.2 道路设计

生产区和辅助区的出入口应直接对外，且不少于 1 个，生产区内还应设置满足消防车通行的环形车道，或者尽头式消防车道及消防车回车场地。

2.3 竖向设计

站区的竖向设计应合理利用现状标高及地形，尽量减少站区土方开挖及回填，还应满足防洪、防潮和排水的要求，与所在地的规划标高相结合，方便生产联系、运输要求，场地设计平整坡度不应小于 0.003 且不应大于 0.08 ，槽车卸车停放位置应按平坡设计。液化石油气储配站的雨水在排出站区之前应设置水封井和隔油池，以防止站内受污染的雨水通过排水装置

扩散到站外，与站外雨污系统中的气体相互串通，引发事故。

2.4 绿化设计

绿化是改善区域气候，营造良好的工作环境的重要手段。所以，站内应设有足够的绿化面积。生产区内不得种植高大的树木、油性植物，以及容易造成可燃气体体积存的植物，且生产区围墙外 2m 以内不应种植乔木。辅助区可在空地上适当的种植树木和草坪，营造绿色的生产环境。

2.5 其他建议

总图布置除应符合相关规范的要求外，还应符合规划、道路、铁路等部门的相关要求。需要注意的是，在方案设计阶段应与规划部门充分沟通，了解当地相关的规划要求，比如个别地区要求站内建、构筑物与站外建、构筑物的防火间距应控制在本场站用地红线以内。

3 工艺系统

国内液化石油气储配站的工艺技术已日趋成熟，在经济、安全的同时，还能保证生产的高效。下面将液化石油气储配站的工艺流程、主要设备选择等进行一个简单的介绍。

3.1 工艺流程

①卸车流程：采用压缩机卸车时，将汽车槽车气相管和液相管分别与万向管道充装系统连接，通过压缩机抽取储存罐内的气体，通过控制相关阀组，经管道进入槽车，使槽车内的压力升高，形成压差，然后汽车槽车内的 LPG 经管道压入储罐，当槽车卸完后切换阀组，改抽汽车槽车内的气相 LPG，把气抽回 LPG 储罐，待汽车槽车内的压力降至 0.05MPa 时停止抽气，关闭气、液相阀门，断开万向管道充装系统接管，卸车完毕。采用烃泵卸车时，利用烃泵将槽车中的液态 LPG 抽吸输送到储罐中；②灌装流程：储罐内的 LPG 经过滤器过滤，进入 LPG 泵，由泵压出后经总管、支管进入灌装秤进行钢瓶灌装，由灌装秤控制灌装量，灌装时多余的 LPG 由液相安全回流阀返回 LPG 储罐，灌装完毕关闭所有阀门；③钢瓶倒残：一般 LPG 钢瓶内的残液超过 1kg 就应倒残一次，倒残的基本过程就是利用压缩机抽取残液罐内的气体，向钢瓶加压，使钢瓶与残液罐存在压差，利用压差将残液压到残液罐内；④残液处理：残液罐内的残液应定期用压缩机气相管压出，装车外运。

3.2 主要设备选择

①储罐：小型液化气站一般选用卧式圆筒储罐，此类储罐具有稳定性好，安全系数高，便于维修保养

等优点；②烃泵：液化气泵宜选用屏蔽泵，同时泵在安装时应保证系统不会发生气蚀。通常情况下推荐地上储罐优先选用容积式叶片泵，地下储罐优先选用双螺杆泵，泵又分为直联型和皮带传动型，推荐选用直联型，直联型液化气泵具有运行可靠、效率高、故障率低等特点。需要注意的是，在实际运行的过程中，当地下储罐的场站，选用液化石油气双螺杆泵（YHQ8-9，上进液、上出液）时，泵长时间停用后，重新启动前管道需要先进行排气，这是因为储罐出液口至液化气泵之间的管道不是平的，有高点，长时间停泵会使管道内积存气体，泵启动前需要先排空，因此，在设计时就需要尽量保证储罐至液化气泵之间的管道平直，且管道坡向液化气泵。因此，建议地下储罐尽量选用侧出口方式，同时采用侧进上出的液化气泵，使储罐与泵之间的管道处于同一高度，避免管道高点，也可对储罐与液化气泵之间的管道进行保温处理，减少管道内的液体气化；③压缩机：一般选用无油润滑液化石油气压缩机，具有成套性好、功能全、体积小、压缩气体不含油、操作方便、运行可靠等特点；④灌装系统：小型充装站可以考虑分体式灌装秤，对充装量大的场站可以考虑自动充装系统，提高场站的充装速度，且应建立相应的钢瓶信息管理系统，对钢瓶的信息及运转情况进行综合管理。液化石油气储配站还应设置相应的复检、检漏装置或者采取相应的检漏措施等。

3.3 管路系统

①液化石油气管道布置时应考虑坡度，在管道低点设置放水阀，高点设置排气阀。管道布置应遵循气相避让液相的原则。对于地下储罐的管道，储罐出液口与泵进口之间的管道不宜有弯折，泵尽量靠近储罐设置，以减少管道内的气体体积存；②储罐的进液口、出液口、气相口应设置紧急切断阀，并与液位、压力等仪表连锁。储罐的进液口、回流口应设置止回阀；③液相管道的 2 个手动阀门之间应设置管道安全阀；④仪表风系统通常选用压缩空气系统或者氮气系统，结合二次仪表对紧急切断阀进行远程控制。

4 电气及控制系统

4.1 电气系统

电气设计的内容主要包含了场站内的动力配电、照明、仪表、控制系统等的供电及配电设计，以及站内的建筑物、自控系统、仪表系统和工艺管道、工艺设备等的防雷、防静电的设计。

场站内消防系统的用电负荷等级为二级，其他系

统的用电负荷等级为三级。各配电箱、配电柜均应设置保护设施,以防止电路过载、短路以及雷击等情况下对配电系统和电气设备造成的破坏。

场站应按二类防雷系统设防,站内的防雷、防静电、设备接地及信息系统均共用接地网,其任意点的测量接地电阻值不应大于1欧。

4.2 控制系统

随着场站自动化水平不断提高,需要对站内的各种数据进行采集,无死角进行实时监控,方便安全管理及科学调度,控制柜内可以对站内的设备进行远程或者自动控制,并对操作过程中的实时信息进行采集和储存。同时考虑到整个系统的安全性,在站内设置就地显示仪表,同时采用二次仪表将各项供气参数上传到值班室,以便于实时监测场站内的各项参数及事故状态下的声光报警,也可将各项历史数据处理后存储于计算机中。场站内应设置控制柜和可燃气体报警系统,对场站内储罐液位、压力和燃气泄露参数进行监控,并对超限参数进行声光报警和联锁切断。控制系统的主要功能是通过储罐液位、压力、燃气泄漏进行实时监测。当检测到液位、压力超限时,控制柜声光报警和联锁切断。由燃气探测器对燃气泄露参数进行监控,当检测到液化气浓度超过设定值时,液化气报警器进行声光报警,通过控制柜对超限参数进行联锁切断。控制系统还应配备紧急切断系统,在控制柜、卸车点、灌瓶间等处设置急停按钮,当遇到紧急事故时,按下急停按钮,值班室和灌瓶间发出声光报警,同时压缩机和液化石油气泵电源切断。

5 消防系统

液化石油气是易燃、易爆的介质,所以安全问题应始终放在首位。在考虑场站的安全问题时,首先要考虑气体的特性,根据其特性分析潜在的危险,针对这些潜在的危险制定相应的管理、预防及应急措施,更重要的是要根据相关的规范和标准进行设计。

5.1 消防给水系统

根据《液化石油气供应工程设计规范》及相关规范的规定,液化气储配站的消防用水量应按储罐区的一次消防用水量确定。地上储罐的一次消防用水量应同时满足储罐的喷淋及水枪的用水量,地下液化石油气储罐可以不设置储罐喷淋装置,其消防用水量满足水枪用水量即可。消防泵应考虑一用一备,并设置增压稳压设施。消防泵房内的消防泵及稳压泵由设于水泵出水管道总管的压力开关进行控制。当消防管网系统内的压力达到设定值时,稳压泵停止工作,当消防

管网系统内的压力低于设定值时,稳压泵启动运行;当消防管网系统内的压力持续在设定压力时,发出报警,将报警信号传至消防值班室,同时消防主泵自动开启。消防泵房和消防水池一般采用地上泵房和地上水池、地下泵房和地下水池、地上泵房和地下水池的形式,建议结合地质勘探报告,合理选择泵房和水池的布置形式,当地下土壤持力层深度较深的时候,可以考虑地上泵房和地下水池的设置形式,泵房建在水池上方,可以有效的节约成本。

5.2 消防水管网及设施

站内的消防管网应连接成环,消防管道上设置一定数量的消火栓,室外消火栓的间距不应超过60m,并在消火栓旁设置消防器材箱。

5.3 灭火器装置

依据规范的相关规定,应按照被保护物的面积和火灾危险类别来确定灭火器的数量和布置位置。由液化石油气引发的火灾类别为C类,因此选用的灭火器一般为磷酸铵盐干粉灭火器。

5.4 高压注水系统

根据《液化石油气供应工程设计规范》的相关规定,储罐底部宜加装高压注胶或注水装置。通常设计选用高压注水装置,在消防泵房内设置专用的注水泵与储罐底部的注水口连接,当储罐接口或着与储罐连接的第一道阀门处发生液化气泄漏时,启动注水泵向泄漏的储罐内进行注水,储罐内的液化气会因为水的注入而升高,这样泄漏点就会与液化气隔开,来达到减少液化气泄漏的目的,从而将事故的危险程度降低。

6 建筑设计

依据《液化石油气供应工程设计规范》、《建筑设计防火规范》等与建筑相关的设计规范,结合工艺要求,满足生产、安全的同时,根据各地建筑风格,合理布局,建设出符合当地规划要求的现代化建筑。值得注意的是,随着《建筑节能与可再生能源利用通用规范》的实施,各地也发布了相应的通知,因此,在建筑设计的同时也要考虑可再生能源的利用设计,可选用太阳能热水系统、空气源热泵热水系统或太阳能光伏发电系统等方式。除了规范化的设计,还要建立一个科学、有效的指挥组织机构,利用现代化的手段,对场站实施科学管理,在保证安全的前提下,取得更高的经济效益。

参考文献:

- [1] 庄稼盛.LPG站爆炸危险区域划分及电气设备选型
- [J]. 煤气与热力,2006,26(2):16-19.