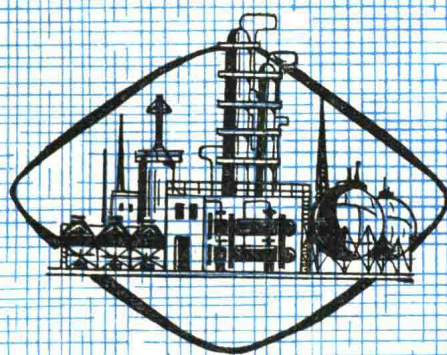


球形容器

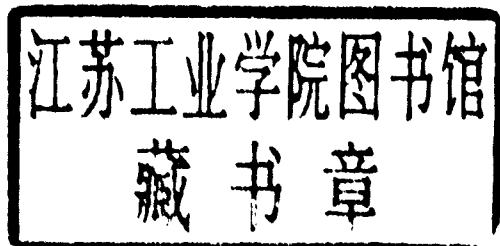
——国外大型炼油与化工装置关键设备技术水平资料之二——



兰州石油机械研究所

球 型 容 器

——国外大型炼油与化工装置关键设备技术水平资料之二——



1978年 兰 州

内 容 提 要

本书概述了国外近年来在化工、炼油及石油化学等工业中所用的球形容器的发展动向、系列标准、技术水平、工业应用和大型化的有关问题。着重叙述了各种球形容器的设计计算、材料、加工制造、现场组装和焊接、试验、检查及维护等。书中提供了295张结构及外形图，收集了有关技术数据和图表106张。本书可供炼油、化工、石油化学、冶金、国防等工业中从事设计、研究、制造的有关工程技术人员和工人参考，对于有关专业院校的师生也有一定的参考价值。

球 形 容 器

——国外大型炼油与化工装置关键设备技术水平资料之二——

※

兰州石油机械研究所出版

(兰州市七里河区敦煌路167号)

北京石景山印刷厂印刷

开本787×1092毫米1/16 印张:18 $\frac{3}{4}$ 字数:460千字

印数:2500 定价:2.50元

前 言

装置规模的大型化, 获得了明显的经济效果。因此, 国外自六十年代开始的大型化热潮, 进入七十年代后, 仍在稳定基础上保持其持续发展的趋势。30万吨/年乙烯装置, 30万吨/年合成氨的装置现已屡见不鲜。国外目前投产的最大装置是: 乙烯75万吨/年, 合成氨60万吨/年, 炼油装置已达1225万吨/年。装置大型化, 对设备提出了更高的要求。大型设备的设计、制造、材料、运输、安装等诸方面都引起了新的问题。

为了实现周恩来总理在四届人大提出的“四个现代化”的宏伟目标, 迅速赶上和超过世界先进水平, 有必要对国外大型炼油化工装置中的关键设备作较深入的调查了解, 洋为中用, 以作为我们在设计制造中的借鉴。

为此, 全国化工与炼油机械行业技术情报网于1976年4~6月在重庆组织了国外大型炼油与化工装置关键设备技术水平资料的编写。鉴于目前国内对有些关键设备已经进行过调查了解, 故这次活动只开展了《炼厂大型化》、《球形容器》、《高效分离器》、《加氢反应器》四个项目。参加这次编译活动的有成都工学院古大田同志, 大庆石油学院张宝琪同志, 广东化工学院黎廷新同志, 甘肃工业大学赵嘉荫同志, 石化部第六设计院曹宝和同志、刘绍娟同志、刘美玲同志, 四川省化工第一设计院姚庆期同志, 中国科技情报所重庆分所王世宇同志, 湘东化工机械厂叶若华同志, 江西化工石油机械厂邹宽贤同志, 武汉锅炉厂徐永亮同志, 长沙化工机械厂龚宗涛同志, 自贡高压容器厂晏懋霞同志, 合肥通用机械研究所袁春华同志, 华东石油学院陈建存同志, 兰州石油机械研究所胡华燃同志、曹纬同志、于华同志。其中, 《球形容器》一书由古大田和黎廷新两同志执笔, 《炼厂大型化》由张宝琪同志执笔, 《高效分离器》由曹纬同志执笔, 《加氢反应器》由陈建存同志执笔。

为这次编写提供译文的还有北京化工学院和浙江化工学院等单位。对他们的支持, 谨致谢意。

编写中的缺点错误, 恳请读者批评指正。

编 者

一九七八年三月

目 录

第一章 总 论

第一节 贮存条件和贮罐分类.....	(1)
一、贮存条件	(1)
二、贮罐分类	(2)
第二节 球形贮罐的优缺点	(3)
一、球形贮罐的优点	(3)
二、球形贮罐的缺点	(4)
第三节 球形贮罐的各种型式.....	(4)
一、纯圆球形贮罐	(4)
二、椭球形贮罐	(7)
三、蒸汽用球罐	(9)
第四节 球形容器在国内外的的发展情况.....	(9)
一、历史发展概况	(9)
二、国外球形容器典型产品.....	(10)
三、国内建球情况	(18)
四、国内的球形容器系列标准.....	(24)
五、球形容器的发展动向.....	(24)
第五节 球形容器大型化需要解决的问题	(27)
一、高强度钢的需求	(27)
二、高强度钢的焊接性能和焊接技术问题.....	(27)
三、需要在现场施工组装和焊接	(27)
四、大型球罐的焊缝长度大、作业时间长的的问题.....	(27)
五、球内的施工焊接条件问题.....	(28)
六、支柱和基础问题	(28)
七、现场热处理问题	(28)
八、地震的隔离和减震问题	(28)
九、适用的法规	(29)
十、球罐尺寸精度要求	(29)
十一、球形容器的安全问题	(29)

第二章 球形贮罐的设计 (32)

第一节 球形贮罐的结构 (32)

- 一、单层壳球罐的结构 (32)
- 二、双重壳球罐结构的特点 (41)

第二节 球形贮罐的材料 (43)

- 一、材料的选用 (43)
- 二、使用高强度钢要着重考虑的性能 (44)
- 三、低温用材 (45)
- 四、各国球罐用材情况与材料性能 (46)
- 五、绝热保冷材料 (52)

第三节 球壳的计算 (53)

- 一、球壳的应力 (53)
- 二、球壳最小壁厚的各国计算公式 (56)

第四节 球壳开孔补强的计算 (60)

- 一、现用的各种开孔补强方法概要 (60)
- 二、近来报导的一种极限压力计算法 (61)
- 三、具有斜接管的球形容器的内压低循环疲劳强度 (68)
- 四、球壳开孔的应力研究 (69)

第五节 球形贮罐的支承与局部应力的计算 (71)

- 一、支承构件与球壳的短期应力 (71)
- 二、常用赤道正切柱式支承的计算 (73)
- 三、外载荷引起球壳局部应力的计算 (83)
- 四、球壳支柱附近的局部应力计算 (88)
- 五、支柱的圆板基础的计算 (93)
- 六、锥底球壳的计算简介 (97)

第六节 球形贮罐的耐地震设计 (98)

- 一、地震性质与球罐耐震设计的基本方法 (98)
- 二、减震器装置 (99)
- 三、振动子和杠杆作用的减震装置 (102)
- 四、球罐的耐震设计计算例 (103)

第三章 球形容器的制造、组装和焊接	(106)
第一节 球片制造和车间试装	(106)
一、单层球片的制造.....	(106)
二、多层球壳的制造.....	(116)
三、柱腿的装配.....	(118)
四、接管、人孔的装配.....	(118)
五、车间试装和球瓣组装关系编号.....	(118)
第二节 高强度钢的焊接	(118)
一、球形容器的破坏事故分析.....	(119)
二、影响焊接区域质量或破坏的因素.....	(121)
三、提高焊接质量的措施.....	(125)
第三节 9%镍钢的焊接	(132)
一、母材的焊前准备.....	(132)
二、填充金属.....	(133)
三、焊接方法.....	(136)
四、其它.....	(139)
第四节 球形贮罐的现场组装与焊接	(140)
一、球片的吊运和装卸.....	(140)
二、各种组装方法评述.....	(141)
三、5200m ³ 大型单层液氨球罐的现场安装与焊接.....	(146)
四、双重球罐(极低温用球罐)的安装.....	(163)
第五节 大型球形容器残余应力的现场消除法	(169)
一、热处理规范.....	(169)
二、现场热处理消除应力方法.....	(178)
第六节 有关球罐制造、安装与焊接的改进和研究进展 ...	(196)
一、施工台架(脚手架)的改进.....	(196)
二、球罐内部焊接施工条件的改善.....	(205)
三、减少焊缝长度及降低材料消耗.....	(205)
四、球罐焊接的机械化及自动化.....	(209)
五、球形结构焊接角变形的防止.....	(222)

第四章 球形容器的试验、检查和使用维护	(224)
第一节 有关球形贮罐的各种试验和检查项目规定	(225)
一、钢材的试验及检查.....	(225)
二、焊接施工方法试验.....	(227)
三、制造、安装施工中的检查.....	(230)
第二节 球形贮罐的非破坏检查	(232)
一、施工和非破坏检查.....	(233)
二、非破坏检查的实际.....	(233)
第三节 竣工检查	(255)
一、耐压试验.....	(255)
二、气密试验.....	(256)
三、安全阀性能试验.....	(257)
第四节 球形贮罐的试验、检查标准表(两例)	(257)
一、5200m ³ 液氨球的试验检查标准表.....	(257)
二、双重壳球形贮罐的检查标准表.....	(264)
第五节 球形贮罐的隔热和保冷	(265)
一、[日]规范要点.....	(265)
二、低温和极低温的保冷.....	(266)
三、喷涂型聚氨基甲酸乙酯泡沫保冷层的施工.....	(267)
第六节 球形贮罐的使用、维护	(269)
一、投产.....	(269)
二、运行.....	(270)
三、独立安全检查.....	(273)
附录一 球形容器参数系列(JB1117—68).....	(274)
附录二 球形容器参数系列选用说明(JB1117—68).....	(275)
附录三 标准球形容器(JB1117—68)基础施工参数表.....	(279)
附录四 JB1127—70“碳素钢和低合金钢焊制球形容器技术条件”.....	(280)
附录五 独立安全检查.....	(283)
参考文献.....	(289)

第 一 章

总 论

近二十余年来,球形容器在各种工业和城市建设中得到了广泛的应用和发展。例如在石油化学工业、冶金工业、及国防工业中,利用球形容器贮存液氨、液化石油气(LPG——即重的碳氢化合物,如丁烷、丙烷、丙烯等及其混合物)、液化天然气(LNG)、液氧、液氮、液氢以及贮存各种压缩气体等。在城市建设中,球形容器可用于远距离高压输气管网或在远距离输气管网到城市燃气网的过渡处用作缓冲贮罐。在钢铁厂利用球形容器贮存压缩氧。此外,在原子能发电站,球形容器用作安全容器,即所谓“Containments”。在造纸厂用作蒸煮球,在化学工厂也有用作反应器等。

贮存用的球形容器,我们把它称为球形贮罐或球罐,本书将着重讨论这方面的内容。当然,从球形容器的本体来看,不论是贮罐或是反应器等,都是相同的,其制作和安装施工过程也基本相同。

第一节 贮存条件和贮罐分类

一、贮存条件

某些重要工业气体的贮存条件如表1—1所示。

表1—1 贮存温度在-150℃以上的某些气体的普遍贮存法

气 体	分 子 式	贮存温度,℃*	贮罐的计算压力,巴*
丁 烷	C_4H_{10}	+40	8~-0.6
丙 烷	C_3H_8	+40	16.8
氨	NH_3	+40	20
二氧化碳	CO_2	-40	20
丙 烯	C_3H_6	+40	16.7
乙 烯	C_2H_4	-104	0.06~0.01

贮存温度和计算压力是西德资料,适于北欧,根据使用单位情况,可在一定范围内变化。

气体是带压或是失压(或无压)贮存,取决于气体的生产、运输、和使用条件。特别是甲烷成分占70~95%的天然气在液化状态下海运可能是最合算的,在此状态下贮存也是最合理的。因为液化天然气只占常压下以气态贮存的容积的1/600。表1—2中所示,是某些工业气体在由液态变为气态时体积的增大情况。

表1—2 气体由液态变为气态时体积的增大情况

气 体	分 子 式	1.01巴时沸点, °C	体积增大倍数
丙 烷	C_3H_8	-42	290
丁 烷	C_4H_{10}	-0.5	220
丙 烯	C_3H_6	-48	350
乙 烯	C_2H_4	-104	450
二 氧 化 碳	CO_2	-78	600
甲 烷	CH_4	-162	600
氧	O_2	-183	800

有人建议在工作压力高于100kgf/cm²时也可以采用球形压力容器,但目前大多数在压力下使用的气体几乎都是在8~20巴的状态下贮存的,这特别适合于LPG。

球形贮罐的几何容积通常在1000m³~3000m³之间,但也有把有效容积提高到5000m³左右甚至更大的^[13]。

二、球罐分类

根据目前所制球罐的用途,球形贮罐可大体分为三类:

1.在高压常温中使用的球罐——贮存液化石油气、氨和氧等。压力大多为10~40 kgf/cm²,在常温下使用;

2.在中压低温中使用的球罐——贮存乙烯等液化气为目的而制造的,压力18~20 kgf/cm²,温度大多在-20°C~-100°C的范围;

以上这些容器都是单层容器,使用的材料以60kgf/mm²级高强度钢为主,直到使用70kgf/mm²级及80kgf/mm²级的高强度钢,也有少部分使用普通低合金钢的。做为低温材料则是使用铝镇静钢和3.5%镍钢。

3.低压、深冷(极低温)中使用的球罐——贮存-100°C以下的液化气为目的而制造的,使用压力极低,因为使用的温度是极低温。为了防止与大气温度接触以便保冷,多数都是双重球罐。

这种双重球罐的材料,内球材料采用奥氏体不锈钢、9%镍钢、及铝合金(5803—0)等。在日本,这种球罐的历史是比较新的,从1966年开始制造第一台以来,至1971年还不过10台^[22]。

使用铝合金(5803—0)时,除必然增大板厚、增加焊接工作量外,只能采用惰性气体保护焊,故在现场组装焊接施工比较困难。

9%镍钢的材料费最低,但焊条贵,工艺性不好^[7, 22]。

由于以上原因,从材料费用和其他方面考虑,目前作为内球材料,往往也使用铝合金或9%镍钢,但以使用奥氏体不锈钢的贮罐建设得最多^[22]。

70年代以来,由于极低温球罐的发展,低温材料的焊接也受到了普遍研究,9%

镍钢的焊接有所发展^[139, 140, 141, 144, 145]。据文献^[139]报导, 9%镍钢创始于1944年。截至1960年, 已建造了大量贮存液化气体的压力容器, 1960年建成了第一个现场组装的液化天然气贮罐。目前(73年)在世界各地这样的9%镍钢液化天然气球罐已超过70台, 一些贮罐的容量达到94000m³。

此外, 西德文献^[13]把贮存液化气体的球形容器分为两类, 其彼此的分界线为 -150℃。低温贮存的费用愈冷愈大, 其原因有的是绝热问题, 有的是用材问题。如果说温度在 -150℃以上(在 -104℃下贮存的大量是乙烯)可以采用简单的单层球罐的话, 那末在较低温度下(小于 -150℃), 为了更好地保持低温, 就必须采用双重球罐。

球形容器之所以得到如此广泛的应用和发展, 在于它具有比较多的优点。但是由于制作上有困难, 所以一直没有出现过象煤气库那样的大容量球形贮罐。自60年代以来, 由于工业的大型化, 要求贮罐亦需大型化, 于是对球形贮罐提出了新的要求, 促进了球形贮罐的发展。作为贮存压缩气体用的球罐, 其压力和容量都有所提高, 而作为贮存深冷液化气体的球罐, 其温度已达超低温, 而容量也在逐渐增大。然而, 随着球罐的大型化, 不论是在制作安装上还是设计上, 都会产生一些新的问题。

第二节 球形贮罐的优缺点

一、球形贮罐的优点

- (一) 与同等容量的圆筒形容器相比, 球形容器的表面积最小;
- (二) 球形容器受力均匀, 且在相同直径和工作压力下, 其薄膜应力仅为圆筒容器的环向应力的二分之一, 故板厚仅需圆筒容器的1/2;
- (三) 由一、二两项, 故球形容器的板面积小, 板厚薄, 重量轻, 材料用量少, 造价低。材料的消耗对比见表1-3;

表1-3 圆筒形与球形容器的材料消耗量对比

容 积 m ³	圆筒形容器 (A) 吨	球形容器 (B) 吨	钢材消耗比 (B/A)
5000	180	100	0.555
10000	300	190	0.634
30000	800	530	0.662
30000	800	185 (CT-1钢)	0.231

(四) 对风压来说, 球形容器也较圆筒形容器安全, 即风力系数, 球为0.3左右, 圆筒约为0.7左右。而且受风面积球形容器也比同样容量的圆筒形容器小, 所以对风载荷来说, 球形容器比圆筒形容器安全得多;

(五) 基础简单, 工程量小, 且建造费便宜;

(六) 球形容器作为贮气罐使用时, 比水槽式气柜更有以下优点:

1. 安装平面小，即气体可以加压贮存于球形容器之中，对同一气体重量来说，在同一温度，其体积与压力成反比，故球形容器的直径要小。
2. 不象气柜那样，时而接触水，时而干燥，故腐蚀要小。
3. 可以贮存干燥气体，也可以贮存能溶于水的气体。
4. 如果在制造时检查严格，气体不会发生泄漏，而且在内部降压时，空气也不会漏入。
5. 由于没有任何活动部分，故保养简单，维护费用少；
6. 外观较气柜美观。

二、球形贮罐的缺点

- (一) 与圆筒形贮罐比较，制造、安装都较困难；
- (二) 焊接较困难，技术要求高；
- (三) 焊缝长，检验要求又高，工作量大。

第三节 球形贮罐的各种型式

球形贮罐的型式，从形状看，有圆球型、椭球型。从球壳的划分组合方案看，主要的有足球型和瓜瓣型。从壳体的层数看，有单层、多层、双金属层、和双重壳球罐等。兹综合分述于下：

一、纯圆球形贮罐

(一) 足球型

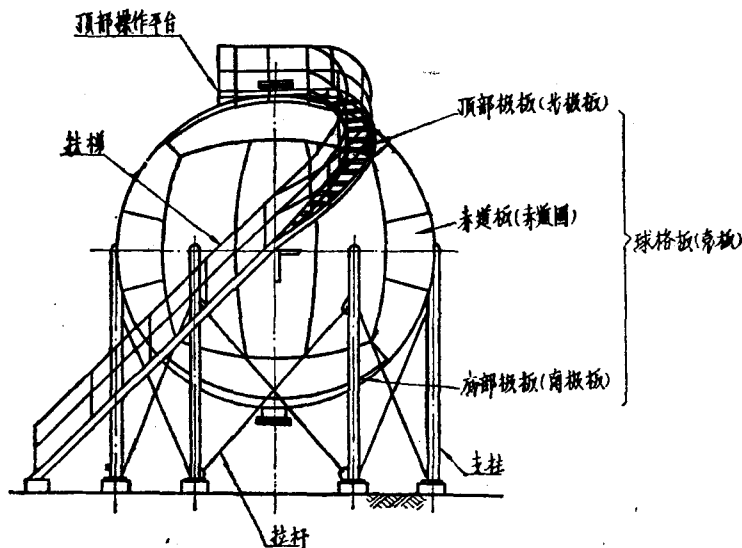


图1—1 足球形贮罐

如图1—1所示，其壳体格板的划分和足球壳一样。各瓣片大小相同，所以又叫均分法。板片的接头全是对接焊接的。同时，接管、支柱等附件也全是焊接安装的。一般，容量小于

100m³、直径小于5760mm的球形贮罐采用这种型式。

承受内压时，沿整个球体切线方向产生均匀的应力；没有压力时，球的上半部是个圆顶，下半部象一个悬挂着的半球形底。同时，本体还起着将金属和液体的载荷由本体转向支柱的圆形曲梁作用。

贮存液体的球罐的重量，如图所示，是靠沿本体赤道安装的几根管子支柱来支持的，支柱的拉杆是为承受地震力或风力等的水平力而设置的。同时，当球罐很大时，为了保持球体的刚性，在与支柱连接的赤道部分的里侧安装“山”形或“T”形的环状加强圈。支柱分别固定在各别混凝土基础上，支柱和基础要能承受液体和贮罐本体的总重量，同时还要能承受地震力或风力等。

(二) 瓜瓣型

其球格板（球片）的划分如西瓜瓣一样。为一通用的型式。如图1—2所示。一般，容量为100m³以上到5000m³、直径为5760mm以上到21220mm的球罐采用这种型式^[8]。

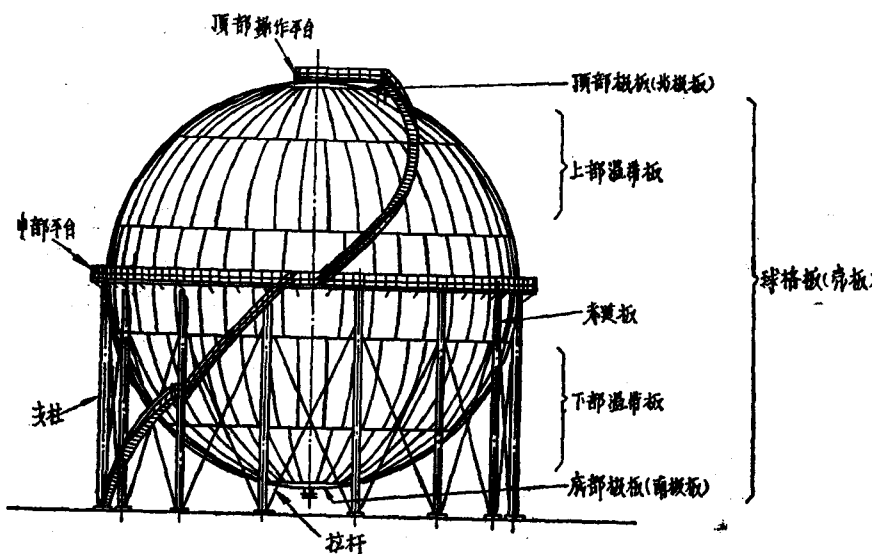


图1—2 瓜瓣型球罐

出现这些格板划分法的原因主要在于减少焊缝长度，缩短焊接和检验工时，便于施焊，以及便于压片等等。这些将在第三章中详细讨论。

(三) 单层板球罐

目前所用的球罐大多属于此型。用于高压常温或中压低温。也有个别容积很小的这种球罐用于超高压极低温的。如图1—3所示，为工作压力 $P = 400$ 巴的液氧贮罐，容积仅1.2m³，内直径 = $\phi 1330$ mm，壁厚 = 55mm，材料为9%镍钢，工作温度为 -183°C ^[7]。

(四) 多层板球罐

用于超高压气体或液化气体的贮存。如图1—4所示为液氢的多层板球形贮罐，容积2.6m³，工作压力 $P = 400$ 巴，内直径 = $\phi 1710$ mm，材料为加氮奥氏体铬镍钢，工作温度为 -253°C 。

图1—3和图1—4为火箭高压发动机发展范围内的两个球形贮罐，火箭燃烧室的工作压力约160巴，而供给的氢和氧的工作压力则需400巴。由于工作压力高，这样的极低温贮罐迄今在欧洲尚是独一无二的。这类贮罐的发展，除了要解决极低温的绝热问题而外，还需要解决极低温和超高压联合出现的问题。

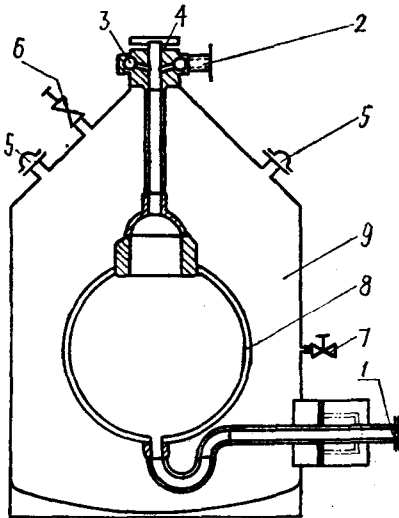


图1—3 最大工作压力400巴、容积
1.2m³的液氧贮罐

1. 液体管道；2. 气体管道；3. 容器导管；
4. 盲板法兰；5. 安全爆破膜；6. 真空密封阀；
7. 真空检查阀；8. 单层厚壁球体；9. 粉末真空绝热层

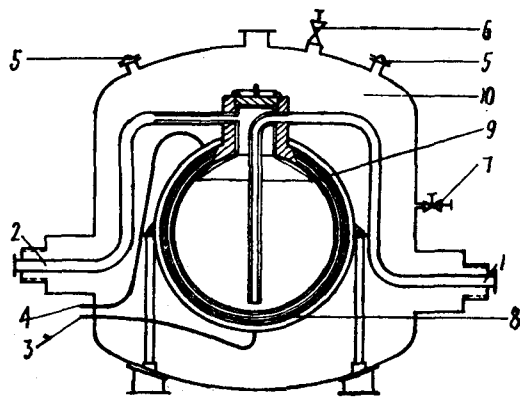


图1—4 最大工作压力400巴、容积
2.6m³的液氢贮罐

1. 液体管道；2. 气体管道；3. 冷却夹套输入管；
4. 冷却夹套排出管；5. 安全爆破膜；
6. 真空密封阀；7. 真空检查阀；
8. 多层内球球体；9. 冷却夹套；10. 粉末真空绝热层

（五）双金属复合板单层球罐

为了防止腐蚀和节约材料，采用双金属复合板制造球罐，内侧为耐蚀钢，外侧为低合金钢。这实际也是单层壳体。如贮存三氧化硫（工作压力=6kgf/cm²，工作温度=80℃）的用双金属复合板制成的球罐。其材料为“16ГC+X17H13M3T”，16ГC的厚度为22mm，X17H13M3T厚度为3~4mm。内直径为φ10500mm。容积为600m³[10]。

（六）双重球形贮罐

把处于低温、在一大气压或接近一大气压的低压下的液化气体，为了保持其低温并以液态贮存起来，使用这种绝热保冷的双重球形贮罐（由于在低压下贮存液体，球体的板材薄，省料，重量轻；只是对低温要选择适合于各种温度的低温材料）。在日本的宇部兴产公司，液氨是在-13℃、1.8kgf/cm²的状态下贮存的；在美国的哥伦比亚南方化学公司，液氯是在-34℃、3kgf/cm²状态下贮存的；又在空气分离公司，液氧是在-195℃、0.21kgf/cm²状态下贮存的。此外，在日本，70年代初期还在计划把油田地带喷出的天然气将其温度降低到-170℃进行液化，再用球罐油船运输。

现以液化石油气为例加以说明：将常温常压气态甲烷液化时，其容积比约为1/600，即1m³的液态甲烷相当于600m³的甲烷气，而丙烷则约为1/350。然而，甲烷、乙烷等在常温

下只靠加压是不能液化的,所以用加压法液化、贮存和运输,只对丙烷、丁烷等进行。天然气的低温液化,最初是在第一次世界大战中为了获得充填飞艇的氢气,美国矿山局以分离天然气为目的而搞出来的。至于贮存,是在1941年由美国东方俄亥俄气体公司首次实现天然气的大规模液化和贮存的。当时在克利夫兰(Cleveland)建设了日产113000M³的液化天然气装置和三个贮存低温液体的球形球罐,总贮存量相当于420万Nm³气体。1943年增设了圆筒形贮罐,但到第二年10月就破坏了,结果因火灾和爆炸而造成了大惨案。就是在这次大灾害中,上述的球形贮罐中有两个也未产生异状。其结构概况如图1—5所示。

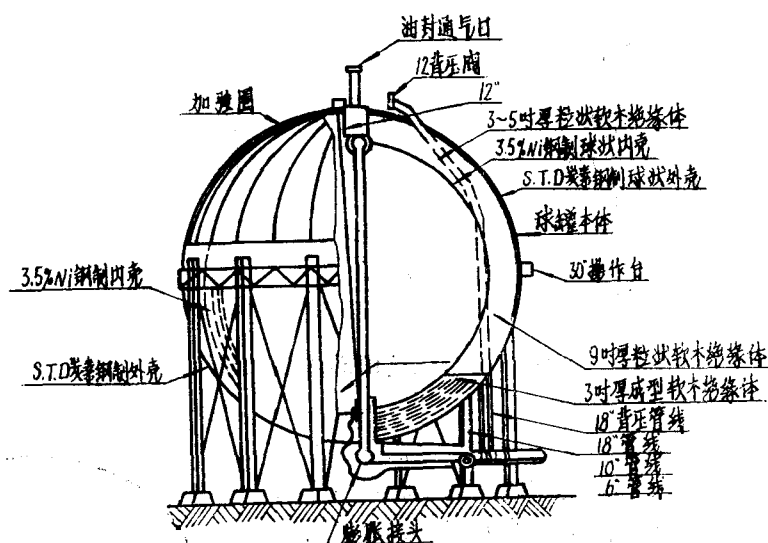


图1—5 双重球形贮罐

丙烷可以采用加压液化后进行贮存,也可以采用低温液化的冷冻贮存法。以下以丙烷为例说明冷冻贮存法。用压缩机将丙烷气体压缩后,用冷水或冷空气冷却,在温度下降的同时,压力也下降。在进入贮罐之前,用节流阀降压使气体膨胀,此时可将压力降低到大气压程度,此为绝热膨胀,由于焦耳-汤姆逊效应,气体的温度即下降。由于该气体温度的降低,罐内的温度也降低。在罐内分离出来的气体,引出重新经过压缩、冷却、节流循环操作之后,贮罐即逐渐降低温度,最后下降到规定的-45℃左右。丙烷的50%仍为气体,其余50%则由气体冷却为液体,液体留在罐内,贮存即算完成^[8]。

贮存液氯的双重球罐如图1—6所示。

二、椭球形贮罐

椭球型贮罐是在常温下贮存蒸汽压比大气压稍高的挥发性液体用的低压容器。使用它是为了防止在将挥发性液体装入普通贮罐内时会产生蒸发损失。它特别适合于贮存车用汽油(Motor gasoline)和天然汽油。这种椭球型贮罐特殊型式,与普通圆筒形贮槽相比显著不同。从节约材料来说,使用这种贮罐形状最好,球壳板承受液压和气压的能力比圆筒形贮槽好得多。

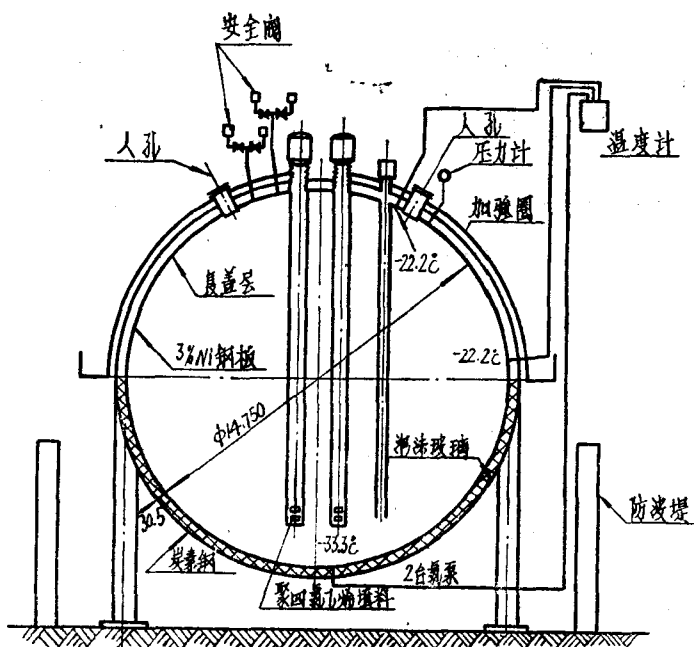


图1-6 双重球形液氮贮罐

(一) 纯椭球形贮罐

如图1-7所示，其外形如一滴水银在钢板上静止时的形状一样，因而壳体中的薄膜应力就和水银珠的表面张力差不多，这种形状是很理想的。椭球形贮罐，在用钢板作成理想中的形状时，实际上稍有改变，附加了辅助的支柱。在内部压力小于设计压力的时候，为了支持壳体本身的自重，在外侧装设了环状补强圈和一些托架，然而在内部却没有任何构件，这与下述的有节椭球型贮罐不同，后者在罐体内部设置有支撑构架^[8]。

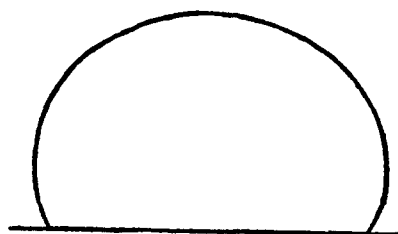


图1-7 纯椭球型贮罐

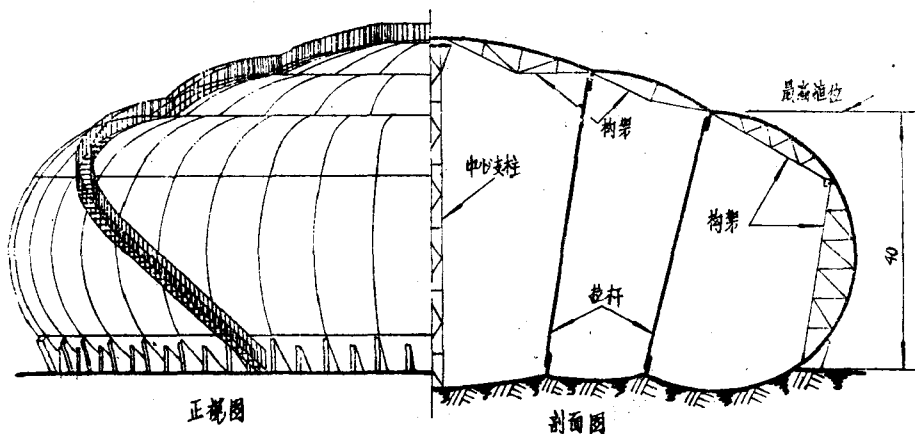


图1-8 有节的椭球型贮罐

(二)有节的椭球形贮罐

有节的椭球形贮罐如图1—8所示。

三、蒸汽用球罐

这是美国芝加哥桥梁和钢铁公司(石川岛)采用的一种球型贮罐。半球型隔膜在球罐内部沿着赤道安装。也是用来贮存蒸汽压较大的汽油等或者就是贮存蒸汽。当大气温度上升时,球内蒸汽压上升,球的隔膜膨胀上升,可紧紧地贴在球壳上,因此,隔膜本身不承受压力和重量。当气温下降、蒸汽返回球罐时,推动隔膜的力是膜的自重,即是当固定的球罐内部,其蒸汽压几乎近似真空时,蒸汽开始倒回,这时球罐的“通气口”的真空度仅22mm水柱,即只克服22mm水柱的管子摩阻压差,蒸汽就能流动。

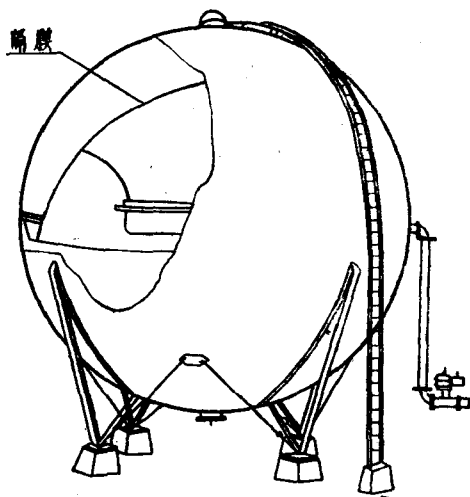


图1—9 蒸汽用球罐

这种贮罐是属于软膜式贮槽的一种,内部的隔膜为编织物。它的优点有:

(一)和伸缩顶式贮槽(即浮顶式贮槽的浮顶与槽身有软膜连接的密闭贮槽)一样,“呼吸”损失极少,而且充填损失也少;

(二)雨水不入而能保证质量;

(三)空气几乎完全不会进入,可减小腐蚀。

缺点有:

(一)大约每5年必须更换一次隔膜,这时必须停止贮存作业;

(二)隔膜会磨损,会增加一些维修费用。

第四节 球形容器在国内外的的发展情况

一、历史发展概况

用低压大型容器进行气态介质的贮存,是从十九世纪末期开始的,而贮存工业气体用的球形容器,在五十年以前,在容器制造业中还无足轻重,但现在对我们的建设项目的影晌却日益增大。这可能是因为这种理想的容器形状过去难于制造和需要进行完善的试验检查的缘故^[13]。据报导,美国早在1910年就开始制造了球形容器。而在西德,第一台高压球形容器则是1930年在Bielefeld附近的Befhel安装起来的,为铆接结构,用于城市煤气,至今还在使用。其后,直至第二次世界大战前,只制过很少几台。例如在1936年做了一台直径21.3m、工作压力5kgf/cm²、壁厚19mm、材质为St·52的铆接球罐。壳重816.5吨,其中铆接搭接部分所需的钢板重36.6吨,占壳体重量的17%,铆钉重量12吨,占壳重的5.5%,可见铆接结构不但费工而且费料^[1]。另外,当时在Schwerte(鲁尔区)也安装过一台铆接的球形容器,其对接的球格板在进行压力试验时才获得正确形状,同时容器不紧密。球体只好完全拆开,重新铆接,这说明这种结构型式的制造困难。在西德,焊接的球形容器大约是在1950年