

化工设备设计全书

大型贮罐设计

化工设备设计全书编辑委员会

上海科学技术出版社

化工设备设计全书

大型贮罐设计

天津市化工设计院

湛卢炳 孙晋坡 陈再康 编

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本分册主要介绍常温、常压、低压及直径大于6米、由现场组装的金属立式地面圆筒形焊接贮罐的强度计算、结构分析、基础理论、设计方法和计算实例等。同时对其制造、安装、检验、地基基础以及防雷、防静电、消防等措施,也作了介绍。

本分册可供贮存大量石油化工液体产品的部门、厂矿,从事科研、设计、使用大型贮罐的人员,以及高等院校有关专业的师生参考使用。

化工设备设计全书

大型贮罐设计

天津市化工设计院

· 湛卢炳 孙晋坡 陈惠康 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店 上海发行所发行 江苏如东印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 21.25 插页 4 字数 502,000

1986年8月第1版 1989年1月第2次印刷

印数: 4,901—9,500

ISBN7-5323-0912-6/TQ·20 定价: 9.40元

前 言

鉴于广大化工设备设计人员的要求,在化学工业部的领导下,由化学工业部设备设计技术中心站组织全国近百个设计、工厂、高校、科研等单位,共同编写了一部《化工设备设计全书》,供从事化工设备专业的设计人员使用。

《化工设备设计全书》以结构、强度的设计计算为主,从基础理论、设计方法、结构分析、标准规定、计算实例等方面进行系统的阐述,并对化工原理的设计计算作了简介。在实用的前提下,尽量反映国内及国外引进的先进技术,并努力吸取当前国外新技术动向。总之,本书旨在继续搞好设备结构、强度设计的同时,结合化工过程的要求去研究改进设备的设计,提高设备的生产效率,降低设备的制造成本,与化工工艺专业人员一起实现化工单元操作的最佳化。

本分册——《大型贮罐设计》,主要介绍常温、常压、直径大于6m、由现场组装的钢制立式贮罐,对高温或低温贮罐,本分册不予讨论。

本分册经化学工业部第六设计院李肇鏊同志、化学工业部化工设计公司汪子云同志校审,天津市化工设计院湛卢炳同志统稿。

本分册各章由下列同志参加编写:第一、二、三章湛卢炳;第四章湛卢炳、孙晋坡;第五、六、七章孙晋坡;第八、九、十、十一章陈再康;第十二章湛卢炳。

由于化工生产发展迅速,我们掌握情况有限,本书的内容还会有不足和错误之处,热忱希望广大读者提出宝贵意见,以便再版时补充改正。

在本书编写和审校的过程中,得到了很多单位和同志的大力协助和指导,在此致以深切的谢意。

《化工设备设计全书》编辑委员会

1984年

114 06/10

《化工设备设计全书》编辑委员会

主任委员

洪国宝 燕山石油化学总公司设计院

副主任委员

黄力行 南京化学工业公司
李肇璠 化学工业部第六设计院
姚北权 化学工业部第四设计院
琚定一 华东化工学院
寿振纲 国家医药管理局上海医药设计院
金国森 化学工业部设备设计技术中心站

委员

张冠亚 兰州化学工业公司设计院
杨慧莹 化学工业部第八设计院
汪子云 化学工业部化工设计公司
卓克涛 化学工业部第一设计院
苏树明 广东省石油化工设计院

目 录

前言

第一章 总论	1
第一节 贮罐设计的几个问题	1
一、贮罐容量	1
二、贮罐布置	2
三、贮罐的现场条件	3
四、贮存液体的性质	4
第二节 贮罐的种类和特点	5
一、贮罐的设计压力和设计温度	5
二、贮罐的种类和特点	7
第三节 罐内贮液的蒸发损失	13
一、罐内贮液蒸发的过程	14
二、罐内贮液蒸发损失的计算	15
三、减少蒸发损失的措施	21
第四节 贮罐用材及其选择	23
一、碳钢	23
二、不锈钢	26
三、铝及其合金	26
第五节 许用应力、焊缝系数、壁厚附加量	27
一、许用应力 $[\sigma]$	27
二、焊缝系数 ϕ	29
三、壁厚附加量	29
第二章 贮罐经济尺寸的选择和载荷	30
第一节 贮罐经济尺寸的选择	30
一、最省材料的经济尺寸	30
二、最省费用的经济尺寸	33
三、贮罐经济尺寸的选择	35
第二节 载荷	36
一、静载荷	36
二、罐内气体空间正压和负压造成的载荷	37
三、罐顶的设计压力	37
四、罐壁强度的设计载荷	38
五、风载荷(主要用来计算罐壁的稳定性)	39
六、地震载荷(主要用来计算罐壁的强度和稳定性)	45
第三章 罐壁设计	50

第一节 罐壁的强度计算	50
一、变截面罐壁的应力分析	50
二、罐壁厚度	53
三、罐壁下节点边缘应力的校验	56
四、罐壁的变设计点计算方法	65
第二节 贮罐的风力稳定计算	70
一、抗风圈计算	70
二、加强圈计算	72
第三节 贮罐的抗震设计	79
一、几个国家贮罐的抗震计算	79
二、贮罐几种抗震验算方法的比较	90
三、贮罐的震害及分析	97
四、贮罐抗震加固措施	99
第四节 罐壁结构	101
一、截面与联接形式	101
二、圈板宽度	102
三、包边角钢	102
四、罐壁开孔补强	102
五、贮罐进出液口常见结构	103
六、贮罐外表面加热和冷却结构	105
七、贮罐其他结构	109
第五节 防腐蚀结构设计	112
一、常压不锈钢贮罐结构设计	112
二、常压铝制贮罐结构设计	113
第四章 罐底设计	116
第一节 罐底的应力计算	116
一、中国科学院力学研究所的计算方法	116
二、华东石油学院推荐的计算方法	118
第二节 罐底结构设计	120
一、排板	120
二、坡度	121
三、厚度	122
四、宽度	122
第五章 罐顶设计	123
第一节 固定顶	123
一、锥顶盖	123
二、拱顶盖	132
三、包边角钢	138
四、车间组装贮罐罐顶设计	141
第二节 浮顶盖	141
一、单盘式浮顶	141

二、双盘式浮顶	173
三、浮子式浮顶	179
第三节 内浮顶罐	180
一、发展历史	180
二、结构设计	181
三、内浮盘浮力计算	189
四、固定顶贮罐改造成内浮顶贮罐的一些问题	190
第六章 低压大型贮罐设计	193
第一节 无锚栓低压拱顶贮罐设计	194
一、设计压力	194
二、罐顶-壳体连接节点处需要的承压面积	194
三、计算的破坏压力	194
四、泄压装置要求	195
五、罐顶-壳体连接节点要求	195
第二节 有锚栓低压拱顶贮罐的设计	196
一、罐壁设计	196
二、罐顶、罐底设计	202
三、罐顶(或底)-壳体连接节点及承压圈设计	202
四、锚栓设计	205
第三节 设计实例	209
第七章 贮罐附件(或配件)及其选用	215
第一节 概述	215
第二节 常用附件(或配件)	215
一、透光孔	215
二、人孔	216
三、量液孔	216
四、通气管(孔)	217
五、接管	217
六、齐平型清扫孔	219
七、安全阀	219
八、呼吸阀	220
九、液位计	221
十、阻火器(防火器)	223
十一、呼吸阀挡板	227
十二、贮罐加热器	229
十三、盘梯	247
第三节 贮罐搅拌器	249
一、贮罐搅拌器的作用及搅拌原理	249
二、搅拌器的种类和结构	250
三、搅拌器选型设计注意的几个问题	254
四、搅拌器的安装	256

第四节 贮罐附件(或配件)的布置和选用表	260
第八章 贮罐的消防及其他安全设施	263
第一节 概述	263
第二节 消防设施	263
一、空气泡沫灭火	263
二、氟蛋白泡沫液下喷射灭火	269
三、“1211”(二氟一氯一溴甲烷)灭火剂	271
四、烟雾自动灭火装置	272
五、蒸气或喷雾水灭火剂	273
六、干粉灭火剂	273
七、抗溶性空气泡沫液灭火	274
八、二氧化碳灭火剂	274
九、“轻水”泡沫灭火剂	274
十、聚合物泡沫灭火剂	275
第三节 其他安全设施	276
一、防雷	276
二、防静电	282
三、防爆	286
四、防毒	287
五、贮罐安装布置的有关规定介绍	293
第九章 贮罐制造、焊接与检验	297
第一节 贮罐的制造	297
一、板材	297
二、板材检验	297
三、钢材的矫形、净化与板边加工	297
四、焊接材料的选用	298
五、贮罐底板、壁板、顶板的制造、组装与焊接	298
第二节 焊缝的检验和总体试验	304
一、焊缝的检验	304
二、焊缝返修	305
三、罐底的严密性试验	305
四、罐壁、罐顶的严密性和强度试验	306
五、浮顶的严密性和升降试验	306
六、内浮顶的试验	307
七、基础沉降观测	307
第三节 工程验收	307
一、贮罐几何尺寸公差	307
二、凸凹变形	307
三、拱顶	308
四、防腐蚀	308
第四节 大型焊接低压贮罐的制造和检验	308

一、适用范围	308
二、制造	308
三、检验及试验的规定	310
四、自动泄压保护装置	311
第五节 贮罐的安装施工方法介绍	311
一、正装法	311
二、倒装法	311
三、卷装法	315
四、优缺点比较	316
第十章 贮罐基础	318
第一节 概述	318
第二节 贮罐基础的一般做法	318
一、砂垫基础(见图 10-1)	318
二、砂置换基础(见图 10-2)	319
三、钢筋混凝土圈梁基础(见图 10-3)	319
四、砂基础(见图 10-4)	319
五、碎石基础(见图 10-5)	320
六、砂桩基础(见图 10-6)	320
七、支承柱基础(见图 10-7)	320
八、摩擦柱基础(见图 10-8)	320
第三节 贮罐对基础的要求	323
附录 国内有关贮罐的几个系列	324

第一章

总 论

第一节 贮罐设计的几个问题

要搞好贮罐的设计,不但要掌握贮罐本身的知识,还要了解与贮罐有关的贮存系统方面的工艺知识,在对液体贮存系统有一个基本认识的基础上,便于更全面地考虑贮罐设计的各种问题。

一、贮罐容量

贮罐区一般可分为两类。1) 工厂的原料罐与成品罐以及工艺过程用的中间罐; 2) 商业或物资供应部门的贮罐。这两类罐区的贮罐容量设计有些差别,但这两类罐区的总容量(或贮罐的容量)设计都应根据生产规模(贮液的总量)、贮存时间、供销状况、运输条件及贮液的性质来确定。例如,炼油厂的原油贮罐,由于原油进罐后有继续脱水与沉降去杂质的作用,贮存时间需要长一些,罐的容量就要大一些;反之,苯乙烯等由于易聚合,要求贮存时间短一些,罐的容量也就小一些。

贮罐的容量一般应考虑贮罐经常出入的容量、贮罐流出口(出口设在罐壁)以下的液体在操作时不能流出的容量和在最高液位上必须满足有关规定的贮罐空间,因此可以把贮罐的容量分为公称容量、实际容量和操作容量。如图 1-1。

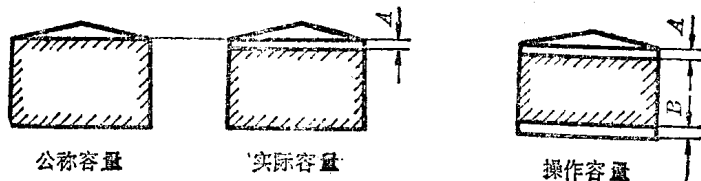


图 1-1 贮罐容量

(一) 公称容量

系指理论上能进入的容量,一般用整数表示。

(二) 实际容量(贮存容量)

系指技术上能进入的容量。对固定顶和内浮顶贮罐,如图 1-1 中 A 值取决于消防口的安装位置限制液面的最大高度,对浮顶罐由罐壁高度及浮顶边缘最大高度决定液面的最大高度。

(三) 操作容量

系指在技术上能处理的容量,出口管如图 1-2(c) 结构时,液面需高出出口管中心线约 150 mm。 B 值由结构尺寸确定。

根据目前的技术水平,考虑贮罐的经济尺寸,其容量一般限制到稍大于 150000 m³,若

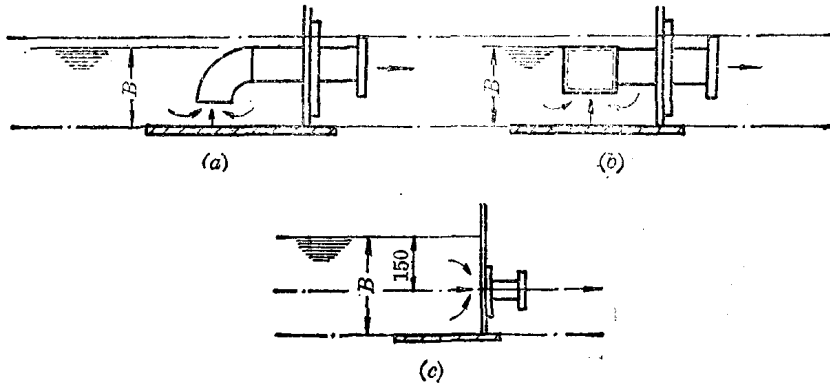


图 1-2 罐壁出口管简图

有下面的情况需考虑用多台贮罐来代替一台大贮罐。

- (1) 需要贮罐的容量大于 150000 m^3 。
- (2) 需要对原料、中间产品和产品进行计量的贮罐。
- (3) 盛装特殊原料(贮液)的专用贮罐。
- (4) 供指定用户的特种产品或特殊等级的专用贮罐。
- (5) 在贮存容易着火、分解变质、聚合和易于污染的贮液, 当出现事故时为避免更大损失和减少影响, 宜用多台贮罐。

二、贮罐布置

(一) 贮罐间距

可燃或易燃贮液的贮罐间距应遵守有关规定, 一般应尽量布置成两排。如图 1-3(a)。如需要布置成多排时, 应慎重考虑在任何一个贮罐发生着火时的消防问题, 如图 1-3(b) 中间的贮罐消防就较困难。

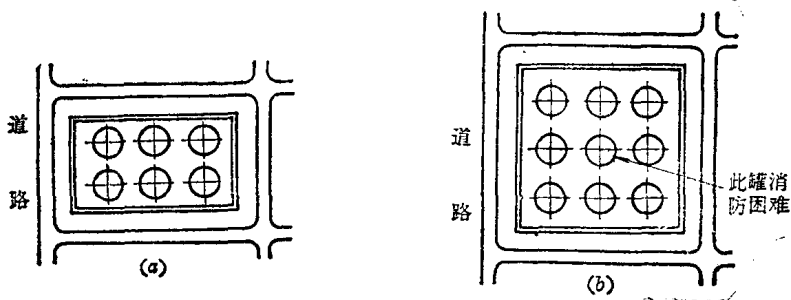


图 1-3 贮罐布置简图

(二) 物料性质的要求

由于物料性质不同, 物料贮存要求的条件和对消防的要求均不同。因此, 在同一罐区内贮存不同物料时, 应考虑将贮存性质相同或相近的物料贮罐尽可能布置在一起, 有利于操作、管理和消防。

(三) 防腐的要求

对于基础和周围地面需作防腐处理的酸、碱或其他物料的贮罐, 如醋酸、液碱罐等, 应集中设置。

(四) 贮罐布置

贮罐布置应考虑一旦罐壁,特别是罐底泄漏时能及时地清罐,对贮罐底部的残余物料,尤其物料为强腐蚀性介质时应考虑抽吸措施和场地,并考虑清罐时应能方便地运出残余物料和脏物以及铁锈等杂质。

(五) 污水排放

对某些物料贮罐,初期雨水为污染水体,应送至相应的污水处理装置去,因此罐区的布置应考虑到初期雨水排放方向。

(六) 工艺配套

贮罐布置应考虑到工艺配管的合理性,对在常温下或在冬季有可能冻结或粘度较大以及需加热保温贮存的物料,如苯酚、多元醇等应尽可能靠近与罐区有关的装卸泵房,缩短泵的吸入管线长度。罐底的最低标高应考虑物料在吸入管中的摩擦阻力,以保证自动灌泵和摩擦阻力小于泵的吸入高度。同时应考虑节省管线(尤其是不锈钢管线),如采用不锈钢管联接的醋酸、乙二醇、苯酚罐等应尽可能布置在靠近罐区的进出口处、装卸泵房和栈台。

总之,罐区一般占地面积较大,又往往与装置、装卸、运输、消防关系密切,罐区布置应因地制宜,合理利用自然地形,力求经济、合理、整齐,但又需要留有一定发展余地。

三、贮罐的现场条件

(一) 温度

温度直接影响贮液的挥发,贮液贮存温度越高,蒸气压就越大,蒸发损失就越多。但对贮存具有高粘性或高冰点的液体时,为保持其流动性,就需要加热或保温,使其保持便于输送的状态。

有一些液体需要在低于室温状态下贮存(例如液化气、液态氧、氨和氯乙烯等),这时需要在低温贮存的设备材料费(固定资产投资)与冷冻剂及其操作费用(经常投资费)之间进行经济核算和比较,以选择一个合理的方案。一般来说,贮液量大和挥发性高的介质倾向于低温或冷冻贮存。对经常处于低温或冷冻操作时的最经济贮存温度是液体蒸气压稍大于大气压时的温度。

对容易分解的热敏性贮液或高粘性贮液,往往用局部加热器,在进泵前短暂时间把液体加热到可以用泵打出所需要的流动状态,而贮罐的其他部位的液体仍处于较低的温度,使整个贮罐的耗热减至最少。若贮罐处于寒冷地区的冻结地面或永久性冻结地面时,高温的液体贮罐在贮罐的基础设计时要考虑其热损失问题。

低温对材料的选择和贮罐的安全运行提出更高要求,特别是脆性破裂问题。现有贮罐如投入低温使用时,必须对贮罐进行校核,以确保对新操作条件的适应性。

每日环境温度的变化(即昼夜温度变化)和贮液的收发将决定贮罐呼吸量的大小,(一般贮液的泵送收发引起贮罐气体压力变化,称为贮罐的“大呼吸”,而昼夜温差和大气压的变化引起的贮罐气体压力变化,称为贮罐的“小呼吸”。)将影响贮罐设计压力和形式的选择以及出口回收系统的设计。

(二) 风载荷

风载荷对贮罐设计的经济性和稳定性产生影响。风载荷较大时,往往把贮罐设计成矮胖较为经济。在强风的季节,往往用充水或贮液来稳定贮罐。在计算风载荷时,必须考虑贮

罐的绝热层厚度、梯子、平台、管线、顶盖的形状等产生的影响。在风多且风砂较大的地区,为了保证产品的纯度和洁净,必须注意贮罐形式的选择。

(三) 雪载荷

雪载荷影响贮罐顶盖结构的设计,产品的纯度,辅助设备(如泵、仪表等)和贮液的防冻措施。

(四) 地震载荷

地震载荷的合理计算对贮罐的安全性及经济性都产生重大影响。

(五) 地价和地基的许用载荷

地价和地基载荷影响贮罐的形状设计,一般地耐力高的地基或地价高时,贮罐设计得高,反之设计得矮而胖。

(六) 地区情况

贮罐四周的地区情况影响贮存系统辅助设施的设计,若是空旷沼泽地带,为了避免公害只需设置排除贮液的地沟和压力(真空)的解除和控制的设施;然而,在生产地区,为预防发生事故和安全生产,还要考虑一些辅助性设施,如消防系统、远距离控制系统以及地下排污系统等。

(七) 公用工程的利用率和可靠性

某些公用设施影响一个液体贮存系统的设计,如水、电、汽来源,消防水源,贮罐充填用和仪器用氮,三废处理,雨水排出,交通电讯联系等。以上这些措施,若贮罐建在石油化学联合企业附近,一般都能满足,但在边远和偏僻地区,往往不是都能办到。

(八) 外部腐蚀(包括大气腐蚀和土壤腐蚀)

在这方面,化学工业用贮罐比石油工业用贮罐更严重,腐蚀引起的泄漏会损耗产品(特别是价值较高的产品)、影响产品纯度,土地污染会影响人的正常生活。贮罐外表面腐蚀往往比内表面腐蚀更不好处理。这是因为在化工区大气中经常有酸雾、碱或盐尘,尽管浓度不高,这些杂质与露水或湿蒸气 and 大气中的氧形成一个非常活泼的腐蚀介质。

几乎每一种腐蚀(一般腐蚀、电化腐蚀、缝隙腐蚀、晶间腐蚀、点腐蚀、局部浸出腐蚀和应力腐蚀)都可能发生。对贮罐来说最常见的例子有:

- (1) 安置在基础上的贮罐底板的腐蚀。
- (2) 空气中夹杂的氯化物引起的不锈钢贮罐的应力腐蚀。
- (3) 冷凝的水蒸气,特别是在绝热层下冷凝的水蒸气腐蚀。
- (4) 搭接、加强板、螺栓的缝隙腐蚀。

四、贮存液体的性质

贮存液体的性质是选择贮罐形式和贮存系统的一个重要因素,液体最重要的物理特性有:可燃性、饱和蒸气压、密度、腐蚀性、毒性(剧烈的或慢性的)、化学反应活性(如聚合趋势)等。

(一) 可燃性

贮液可燃性的分类和等级可在有关消防规范中查得。

(二) 饱和蒸气压

在现场条件中的温度这一小节已谈到。

(三) 密度

贮存液体的密度影响壁的应力,罐壁厚度与贮液密度成正比。

(四) 腐蚀性

贮罐内表面的腐蚀,按腐蚀情况可分为三个区域: 1) 贮罐顶和上层圈板; 2) 底和下层圈板; 3) 贮罐上部气相和液相的分界线。对钢腐蚀性较强或对不适宜用钢来贮存的液体或化合物,可用衬里或涂层等方式进行防腐,如有机涂层(环氧树脂等)、无机涂层、衬铅、橡胶衬里、不锈钢及其他耐腐蚀金属,玻璃钢增强塑料、搪瓷、玻璃等。

(五) 毒性

贮存有毒介质的贮罐需要特殊考虑,如所有搭接应密封焊,使有毒介质不能从裂缝中渗出;为了便于清洗,贮液应能完全排尽等。

(六) 化学反应活性

有些贮液按其化学反应活性可采取特殊设施,如易氧化反应的介质采用充填氮气保护;为防止聚合沉降,采用侧入式搅拌器或加添阻聚剂使之稳定;对热敏性介质,采用喷水降温(罐顶或罐底喷水或冷冻)。

对于高温液体的贮罐,切忌把低沸点化合物盛入罐内(例如水加入盛有热油的贮罐),否则可能发生爆炸性气化,并使贮罐破裂。

除此以外,贮液的价值也影响贮存系统在管理和运输过程中的仔细程度和采用控制、计量设备的精度等级。

实际上由于影响贮罐形式的选择和贮存系统合理设计的因素很多,以上提到的几个设计原则和特点,要根据主要因素全面综合考虑。

第二节 贮罐的种类和特点

一、贮罐的设计压力和设计温度

(一) 设计压力(对封闭式的贮罐而言)

指罐体强度和稳定性能承受的压力。设计压力、操作压力、贮液的贮存压力,在概念上各不相同。贮存压力系根据贮液性质如蒸气压等,为了减少蒸发损失和污染而制定的压力。操作压力一般大于贮液的贮存压力(因为贮液蒸气往往要克服阻火器、管道、阀门和蒸气回收装置系统的压力降)。设计压力则由于考虑操作压力的波动和温度的变化等安全因素,应略大于操作压力。

贮罐的设计压力按贮罐的形式和结构可承受正压:从常压到小于 1 kgf/cm^2 范围内,负压从 $25\text{ mm H}_2\text{O}$ 到 $60\text{ mm H}_2\text{O}$ 。几个国家贮罐规定的设计压力见表1-1。

(二) 设计温度

设计温度指罐体金属温度,一般比贮液的贮存温度(近似操作温度)低一些。贮液的贮存温度由贮液的性质如挥发性、凝固点、沸点、粘度等以及贮存条件决定。

非高温贮罐的设计温度主要是看最低的设计温度,因为最低设计温度往往确定罐体用钢板的选择。最低设计温度,对需加热贮罐(油罐)取进水试验时的水温与贮液贮存温度两者中的较低者;对于无加热的贮罐(如轻油罐),应取建罐地区最低日平均温度加 13°C (API 650 加 8.3°C , JIS B8501 加 8°C , 我国《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规定》,加 13°C)。我国

表 1-1 几个国家贮罐规定的设计压力

规 范 名 称	设 计 压 力	说 明
《钢制焊接油罐》 美国 API 650-77(第六版)	接 近 常 压	对建成的贮罐可用公式计算其设计压力, 并受基础升举力的限制。
《大型低压焊接贮罐推荐性设计规定和构造》 美国 API 620(1978 年第六版)	$<15 \text{ lb/in}^2 (\sim 1 \text{ kgf/cm}^2)$	
《钢制焊接油罐结构》 日本 JIS B8501(1979 年版)	常压(40 mm H_2O 以下)	
《石油工业立式钢制焊接油罐》 英国 BS2654(1973 年)	常压贮罐: 正压: $\approx 75 \text{ mm}$ * 低压贮罐: 正压: $\approx 200 \text{ mm}$ * 高压贮罐: 正压: $\approx 560 \text{ mm}$	H_2O , 负压: $\approx 25 \text{ mm H}_2\text{O}$ H_2O , 负压: $\approx 60 \text{ mm H}_2\text{O}$ H_2O , 负压: $\approx 60 \text{ mm H}_2\text{O}$
《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规定》 (我国石油部炼厂设计标准)1981 年	正压: $\approx 200 \text{ mm H}_2\text{O}$ 以下, 负压: $\approx 50 \text{ mm H}_2\text{O}$ 以下	
《地上圆柱形钢制贮罐——基本计算方法》 联邦德国 DIN4119-1961 年	500 mm H_2O	

* 该规范规定为低压和高压贮罐。

表 1-2 最低日平均温度低于 -20°C 的气象台站及数据

站 名	北 纬	东 经	最低日平均温度	站 名	北 纬	东 经	最低日平均温度
黑 龙 江				吉 林			
呼 玛 漠 河	$53^\circ 29'$	$122^\circ 21'$	-44.5°C	长 春	$43^\circ 54'$	$125^\circ 13'$	-29.8°C
呼 玛	$51^\circ 43'$	$126^\circ 39'$	-42.4°C	通 辽	$43^\circ 36'$	$122^\circ 16'$	-25.1°C
海 拉 尔	$49^\circ 13'$	$119^\circ 45'$	-42.5°C	延 吉	$42^\circ 53'$	$129^\circ 28'$	-25.7°C
嫩 江	$49^\circ 10'$	$125^\circ 13'$	-41.3°C	通 化	$41^\circ 41'$	$125^\circ 54'$	-29.7°C
伊 春	$47^\circ 43'$	$128^\circ 54'$	-37°C	辽 宁			
齐 齐 哈 尔	$47^\circ 23'$	$123^\circ 55'$	-33°C	赤 峰	$42^\circ 16'$	$118^\circ 58'$	-24.7°C
富 锦	$47^\circ 14'$	$131^\circ 59'$	-32.2°C	沈 阳	$41^\circ 46'$	$123^\circ 26'$	-24.4°C
虎 林	$45^\circ 46'$	$132^\circ 58'$	-31.1°C	丹 东	$40^\circ 03'$	$124^\circ 20'$	-20.7°C
哈 尔 滨	$45^\circ 41'$	$126^\circ 37'$	-33°C	西 藏			
牡 丹 江	$44^\circ 34'$	$129^\circ 36'$	-31°C	噶 尔 尔	$32^\circ 30'$	$80^\circ 05'$	-24.9°C
新 疆				宁 夏			
阿 勒 泰	$47^\circ 44'$	$88^\circ 05'$	-39.1°C	银 川	$38^\circ 29'$	$106^\circ 13'$	-24.9°C
塔 城	$46^\circ 44'$	$83^\circ 00'$	-33.3°C	陕 西			
伊 宁	$43^\circ 57'$	$81^\circ 20'$	-28.4°C	榆 林	$38^\circ 14'$	$109^\circ 42'$	-25.7°C
乌 鲁 木 齐	$43^\circ 54'$	$87^\circ 28'$	-32°C	内 蒙 古			
哈 密	$42^\circ 49'$	$93^\circ 31'$	-26.4°C	乌 里 雅 斯 太	$45^\circ 31'$	$116^\circ 58'$	-32°C
铁 干 里 克	$40^\circ 38'$	$87^\circ 42'$	-22.5°C	锡 林 浩 特	$43^\circ 57'$	$116^\circ 04'$	-33°C
甘 肃				二 连 浩 特	$43^\circ 39'$	$112^\circ 00'$	-34°C
老 君 庙	$42^\circ 13'$	$101^\circ 22'$	-30.2°C	虎 勒 盖 尔	$42^\circ 12'$	$106^\circ 10'$	-25.9°C
酒 泉	$39^\circ 46'$	$98^\circ 31'$	-23.3°C	呼 和 浩 特	$40^\circ 49'$	$111^\circ 41'$	-24.6°C

最低日平均温度低于 -20°C 的气象台站及其数据见表 1-2。

我国石油部油罐设计规定在最低日平均温度上加 13°C 是出于以下考虑, 在寒冷环境里, 罐壁的温度通常介于环境温度与油品之间, 而最低日平均温度是不经常存在的。即便罐

内无加热,但因受油品的影响,往往使罐壁温度比最低日平均温度为高,当油罐的液体下降后,上部钢板就趋于环境温度,然而罐壁的应力水平亦下降。另外,还考虑了我国多年的实际使用经验。

日本 JIS B8501-1979 标准规定贮罐的金属温度不超过 260°C ; 使用温度超过 90°C 的贮罐,罐体不得采用高强度钢,而且不得采用浮顶罐;罐壁温度超过 90°C 小于 260°C ,贮罐结构材料的许用应力要考虑温度的影响,在这个温度范围内属于高温贮罐。

二、贮罐的种类和特点

金属贮罐在石油化学工业贮存石油及其产品以及其他液体化学产品的应用越来越广。它与非金属贮罐比较有以下优点:

- (1) 结构简单、施工方便、速度快。
- (2) 运行、检修方便,劳动、卫生条件好。
- (3) 不易泄漏。
- (4) 与混凝土贮罐相比,加热温度一般不受限制。
- (5) 投资小。
- (6) 灭火条件较同容量的混凝土贮罐好。
- (7) 占地面积小。

缺点:热损失较大,耗金属量较多。

由于贮罐贮存的介质种类很多,对贮存条件的要求也多样化,因此到目前为止,就出现了很多类型的贮罐。

贮罐的形式是贮罐设计必须首先考虑的问题,它必须满足给定的工艺要求,根据场地条件(环境温度、雪载荷、风载荷、地震载荷、地基条件等)、贮存介质的性质、容量大小、操作条件、设置位置、施工方便、造价、耗钢量等有关因素来决定。通常按几何形状和结构形式可以分为:

- (1) 固定顶贮罐。
- (2) 浮顶贮罐。
- (3) 无力矩贮罐。
- (4) 套顶贮罐。

贮罐由罐体(罐底、罐壁、罐顶组成,包括内部附件),附件(指焊到罐体上的固定件,如梯子、平台等),配件(指与罐体连接的可拆部件,如安装在罐体上的液面测控计量设备、消防设施)以及有关防雷、防静电、防液堤安全措施等组成。

(一) 固定顶贮罐

固定顶贮罐可分为:1)锥顶贮罐;2)拱顶贮罐;3)自支承伞形贮罐。

(1) 锥顶贮罐:锥顶贮罐又可分为自支承和有支承锥顶罐两种。

自支承锥顶罐是一种形状接近于正圆锥体表面的罐顶,锥顶载荷靠锥顶板周边支承于罐壁上,如图 1-4。

支承式锥顶如图 1-5。

罐顶是一种形状接近于正圆锥体表面的罐顶。罐顶载荷主要由梁和柱上的檩条或置于有支柱或无支柱的桁架上的檩条来承担。一般用在容积大于 1000 m^3 以上的贮罐。对梁柱