

# 过程设备设计

Process Equipment Design

## 北京化工大学

机电工程学院 过程装备与控制工程系

国家级精品课程《过程设备设计》  
课程教学小组



## 第五章 储运设备

第一节 概述

第二节 储罐的结构

第三节 卧式储罐设计

第四节 移动式压力容器

## 第四节 移动式压力容器



### 5.4.1.1 基本结构

- 移动式压力容器又称为经常搬运的容器，诸如汽车罐车、铁路罐车、罐式集装箱等。
- 使用时不仅承受内压或外压载荷，搬运过程中还会受到由于内部介质晃动引起的冲击载荷，以及运输过程带来的外部撞击和振动载荷。
- 在结构、使用和安全方面均有特殊要求。

### 移动式压力容器

设计压力：**0.1~2.9MPa**之间，中低压容器

危险

介质：液化气体、低温液体、压缩气体等；大多具有易燃、易爆、窒息或有毒等危害性

管理：各国在设计、制造、使用管理上有严格标准法规

按  
设  
计  
温  
度  
划  
分

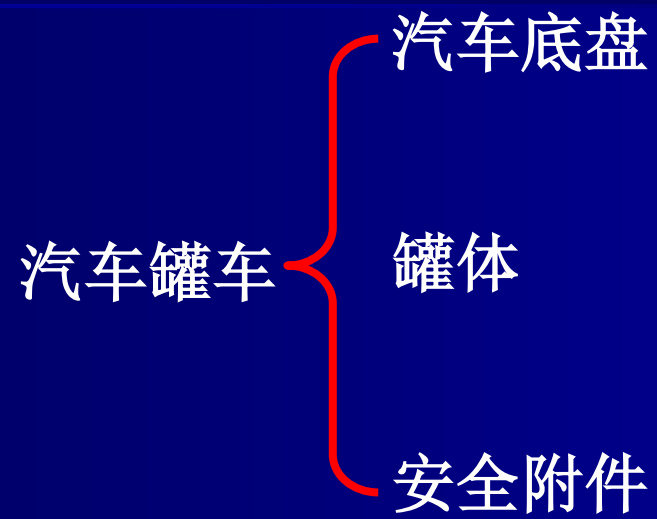
常温型——罐体为裸式，设计温度-20℃~50℃

低温型——罐体采用堆积绝热式，设计温度  
-70℃~-20℃

深冷型——罐体采用真空粉末绝热式或真空多层  
绝热式，设计温度低于-150℃

本节以常温型汽车罐车为例简单介绍移动式压力容器的基本结构、罐体设计要点等方面的内容。

### 5.4.1.1 基本结构





## 汽车底盘

承担载荷和行驶的功能。底盘的技术性能（如发动机功率、牵动与载重能力、制动性能）与转弯性能、轴距以及重心位置等都有直接关系，会影响到罐车的动力性、机动性、安全性和经济性

## 罐体

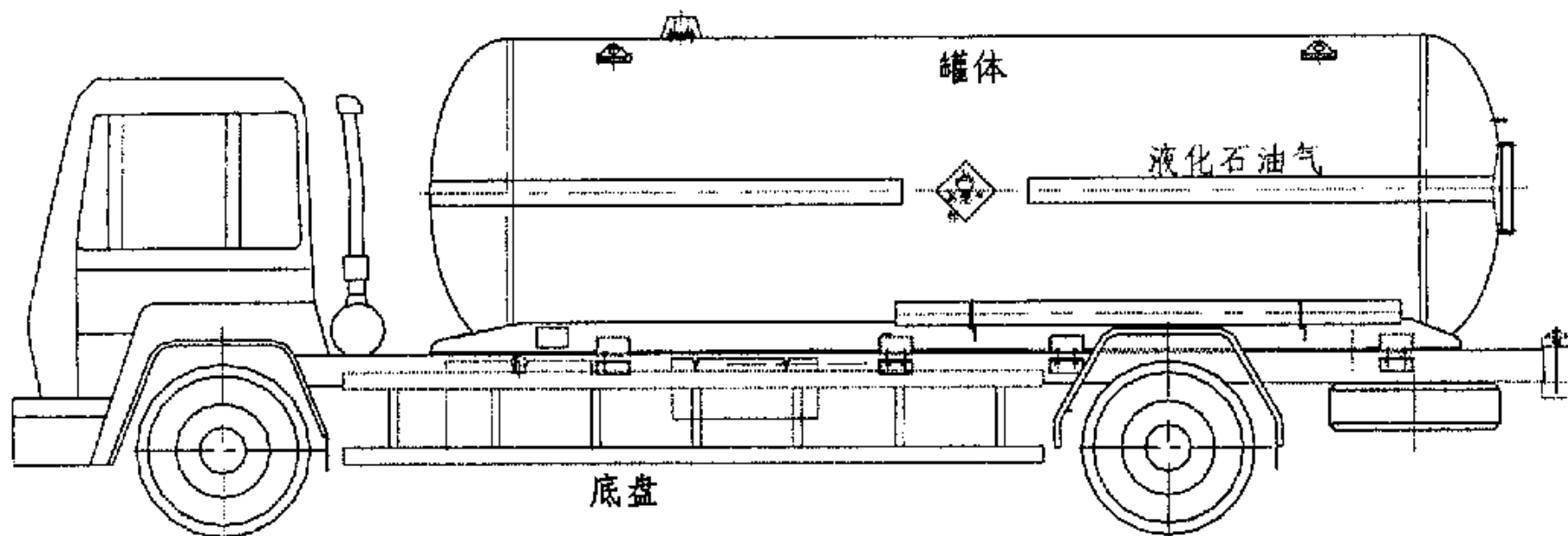
储存搬运的各类物料，是罐车最重要的部件，也是一个承受内压或外压载荷的压力容器。罐体截面有圆柱形、椭圆形和方形三种，用于承压时以圆柱形为主。罐体容积一般为  $2\sim 50\text{m}^3$ 。目前容积已达  $60\text{m}^3$

## 安全附件

包括紧急切断装置、安全阀、液位计、温度计、压力表、消除静电装置、灭火装置等，有时还包括一些装卸装置，如装卸球阀、快装接头、装卸软管、防护装置等。但为了防止直接用罐车充装气瓶，罐车上一般不得安装用于充装的设施，液化气体罐车上严禁装设充装泵。


## 5.4 移动式压力 容器


## (1) 固定式汽车罐车

**图5-31 固定式汽车罐车**

采用螺栓将罐体永久性地固定在载重汽车底盘上，使罐体与汽车底盘成为一个整体。

特性：坚固、美观、稳定、安全等

专车专用，在设计与制造时，可以根据汽车底盘的技术特点(如载重重量、车梁长度、轴距、重心位置和外型尺寸等)进行整体设计，附件及相关装置能够得到比较合理的安排，外形也比较协调美观。

由于罐车与汽车纵梁是采用永久性螺栓连接方式固定，能够经受运输过程中的剧烈振动，罐体的重心较低，使整车的运输比较稳定，具有较高的安全行车速度、较好的通过性和较高的经济性。

## (2) 半挂式汽车罐车

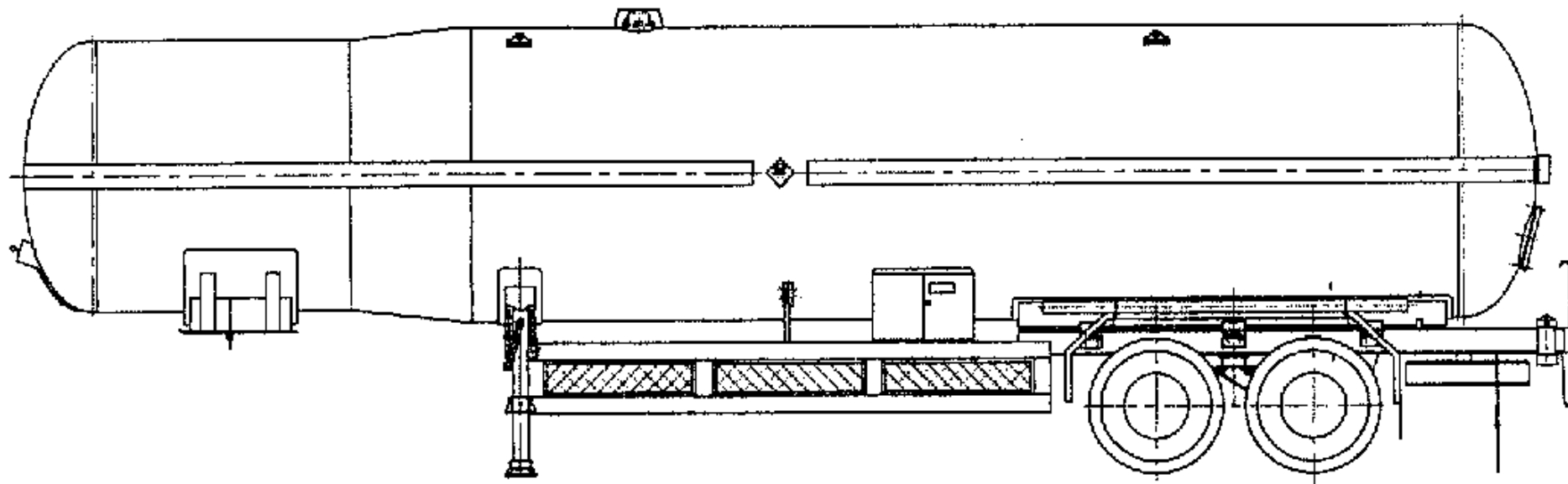



图5-32 半挂式汽车罐车

## (2) 半挂式汽车罐车

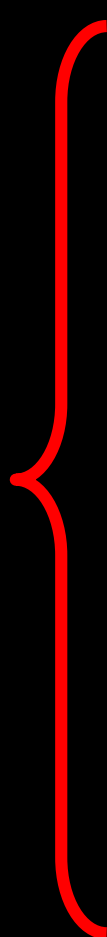
- ☀ 将罐体固定在拖挂式汽车底盘上。
- ☀ 能比较充分地利用汽车承载和拖挂能力，可不受底盘尺寸的限制，装载能力较强，罐体容积相对较大，稳定性好。
- ☀ 与固定式汽车罐车结构相比，除汽车底盘结构型式不同外，其它要求基本相同。
- ☀ 缺点：罐车车身较长，整体性和灵活性较差。

## 5.4.1.2 罐体设计要点

罐体设计包括强度设计、防介质晃动结构设计以及行车稳定性计算等。

- 
- (1) 设计载荷
  - (2) 强度设计
  - (3) 防介质晃动结构设计
  - (4) 行车稳定性计算

## (1) 设计载荷

- 
- ①压力载荷 ——液化气体饱和蒸气压，罐体主要载荷
  - ②重量载荷 ——自重、物重、安全附件重及罐外其它附件重
  - ③装卸载荷 ——装卸压力可使罐壁产生一次总体薄膜应力
  - ④冲击载荷 ——罐内液体晃动对罐壁产生附加冲击载荷
  - ⑤振动载荷 ——道路不平引起车辆底盘振动，高周疲劳
  - ⑥外压载荷 ——抽真空处理，刚度，稳定性
  - ⑥水压试验压力载荷 ——水压试验压力为设计压力的**1.5**倍



## (2) 强度设计

罐体通常由圆柱形筒体、标准凸形封头、各种接口凸缘、防波板及条形支座等零部件组成。罐体应按照相关国家标准、行业标准设计。

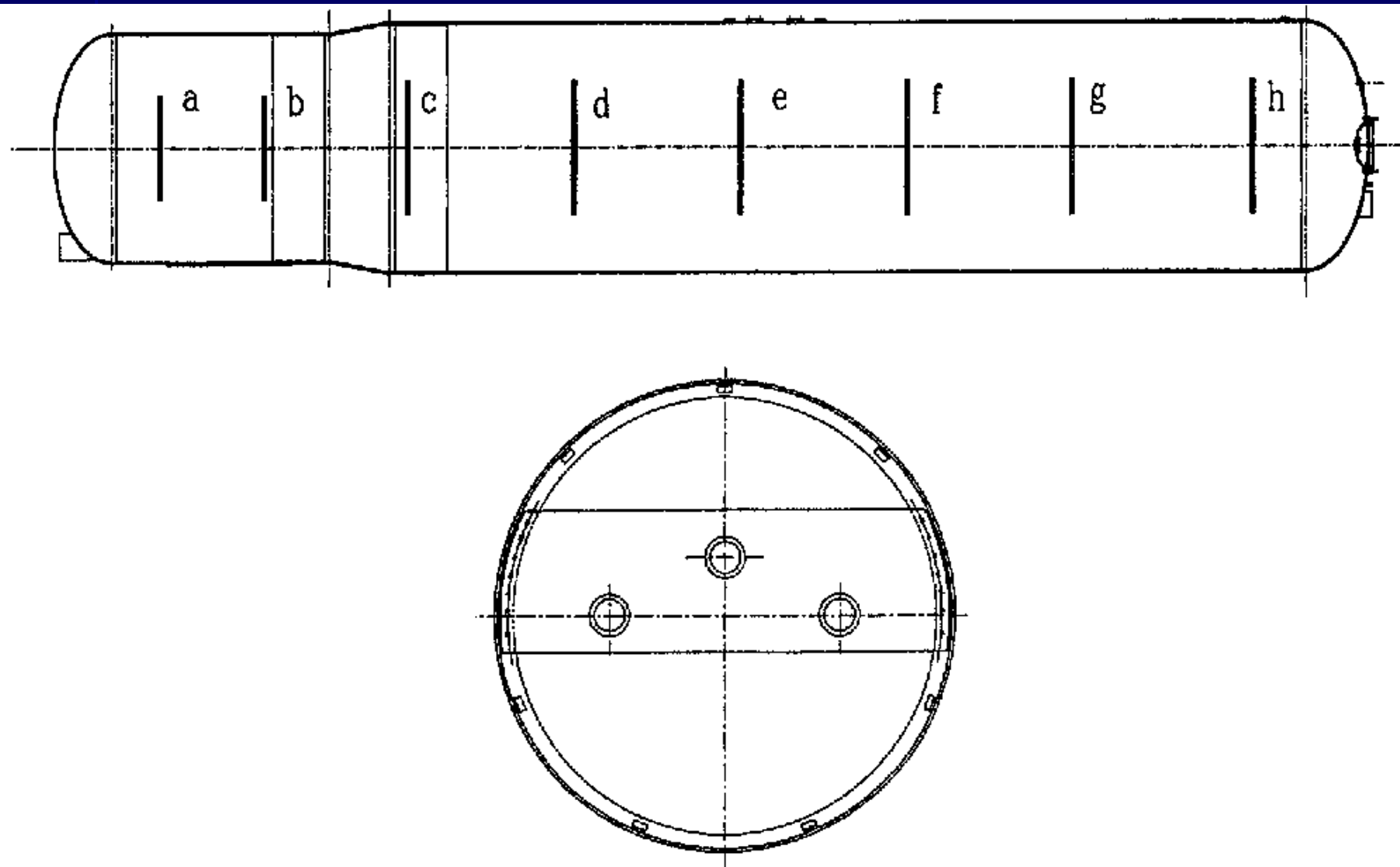
设计压力取值时应考虑最高装卸压力和运输过程中因紧急刹车等情况产生的附加压力。

常温型液化气体罐车的设计压力应取**50°C**时介质饱和蒸汽压的**1.1**倍。

### (3) 防介质晃动结构设计

为减少汽车罐车运行和紧急制动时液体介质晃动对罐体的冲击载荷，在汽车罐体内设置横向和纵向的防波板。

防波板与罐体的连接——螺栓，焊接



**图5-33 典型的横向防波板结构**

## (4) 行车稳定性计算

### 步骤

- 选择合适的载重卡车底盘
- 对汽车底盘进行适当改装
- 进行行车稳定性计算

汽车底盘改装

降低罐体重心

加长或缩短底盘纵梁

增加必要安全装备

### 行车稳定性计算

合理的重心位置

轴荷分配

空载时的最大侧向稳定角

限速平直路面

限速转弯

最小转弯直径

符合**GB7258**

《机动车运行安全技术条件》

## 5.4.2 长管拖车

长管拖车主要由走行装置、大容积气瓶、连接装置组成，如图5-34所示。

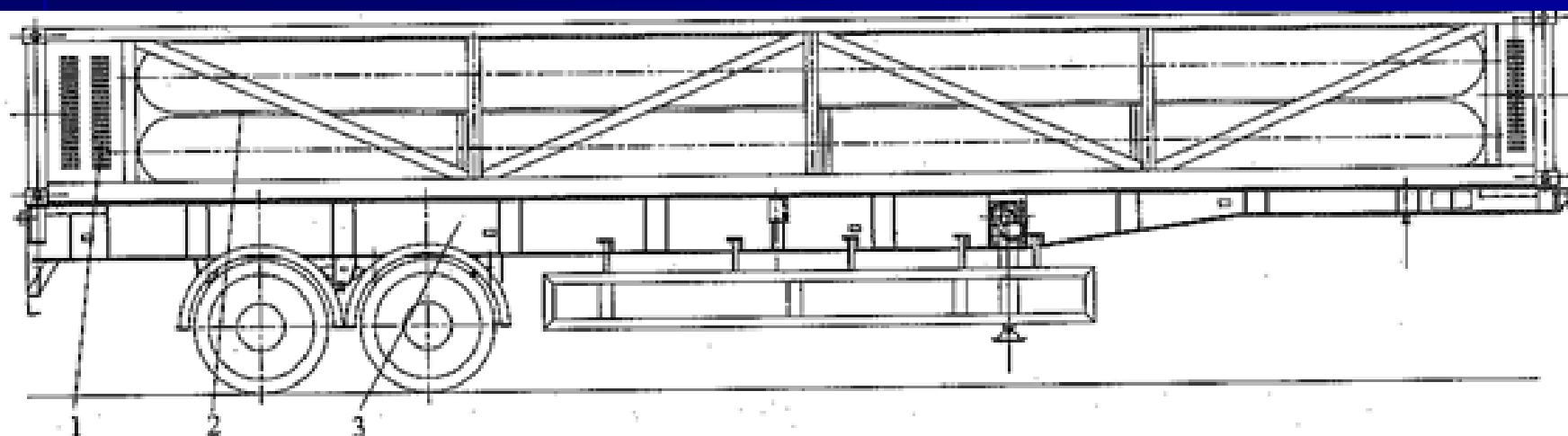


图 5-34 长管拖车

1—连接装置；2—大容积气瓶；3—走行装置

### 图5-34 长管拖车

1-连接装置； 2-大容积气瓶； 3-走行装置

