

容器的布置和管道设计

顾月玲

辽宁方大工程设计有限公司北京分公司

DOI: 10.32629/jpm.v7i4.8875

[摘要] 结合在石油化工装置管道设计中实践经验,以及相关标准规范,介绍容器的布置和管道设计,从4个部分依次展开。容器(罐,槽)的类别按照用途介绍了容器的类型;容器的布置结合规范和项目实例介绍了立式容器和卧式容器布置要点,同时讲述立式设备支撑方式;容器的管道布置设计对容器的管口方位,配管,平台梯子,管道支架等进行了着重说明。

[关键词] 容器;布置;管道设计

Container Layout and Pipeline Design

Gu Yueling

Beijing Branch of Liaoning Fangda Engineering Design Co., Ltd.

[Abstract] Drawing on practical experience in petrochemical plant pipeline design and relevant standards and specifications, this paper outlines the layout of containers and pipeline design, organized into four sections. The categories of containers (tanks, tanks) are introduced based on their applications; container layout details the key considerations for vertical and horizontal containers, incorporating regulatory guidelines and project examples, while also discussing support methods for vertical equipment; the pipeline layout design provides comprehensive guidance on container port orientation, piping configurations, platform ladders, and pipeline supports.

[Key words] container, layout, pipeline design

引言

从事石油化工管道设计这项工作以来,参与了各种类型的工程项目设计,涉及了管道专业所包含的大部分内容:设备布置,管道布置等。

经过这些项目的实战后,收获颇多,积累了专业知识和实战经验,对于配管工作有了进一步的理解,对设计过程中的一些经验进行总结,为以后工作提供参考。

石油化工装置中涉及的设备各种各样,种类繁多:有塔,换热器,泵,压缩机,空冷器,加热炉,容器(罐,槽)等设备,管道专业需要依据标准规范和工艺流程完成这些设备的布置和管道布置。其中容器是各个装置中的常见设备,本文就论述一下容器(罐)的布置和管道设计。

一、容器(罐,槽)的类别

容器(罐)是石油化工装置必不可少的设备之一。装置常用容器按其用途大致可分为下列三类:

1. 用于气液分离的容器

这一类容器用来分离气体和液体。属于这类容器的有油气分离器、蒸汽分水器、压缩机入口分液罐、压缩空气罐等;紧急放空罐用于装置发生紧急事故时接受和分离从设备中放出的液体和气体。

2. 用于液液分离的容器

这类容器用来分离互不相溶的液体,主要包括洗涤沉降罐、油水分离罐等。洗涤沉降罐用于油品的酸洗、碱洗、水洗等过程;油水分离罐包括原油脱水罐、塔顶回流罐等。

3. 用于缓冲的容器(储罐)

这一类容器用于上下工序之间介质的缓冲、装置储罐或储存装置所需的燃料油、化学药剂、溶剂等。

按其外形大致可分为卧罐、立罐和球形罐:球形罐多用来储存大量的液化烃,属于石油化工厂的储运系统,在装置内较少采用。

卧罐的优点是液体流动方向与重力的作用方向相垂直,有利于沉降分离、液面波动小,液面稳定性好,其缺点是气液分离空间小,占地面积大,高位架设不便,不适宜用作要求缓冲容积太大的罐。一般多用作塔顶回流罐、液体中间缓冲罐、油水分离罐等。

立罐的优点是气液分离空间大,有足够的垂直高度,有利于出现中间混合层的连续分离,占地小,高位架设方便;其缺点是液体流动方向与重力方向相反,不利于沉降,液面波动大,液面稳定性较卧罐差。立罐一般用于气体缓冲罐,气体洗涤罐、气体分液罐、有大量气体的塔顶回流罐等。

二、容器的布置

容器包括立式容器、卧式容器和储罐。本文重点阐述立式容器、卧式容器的布置和管道设计。

(一) 立式容器的布置

立式容器的外形与塔类似，只是内部结构没有塔的内部结构复杂，所以在《石油化工工艺装置布置设计规范》SH3011-2011中塔和立式容器的布置合并在一起。立式容器的布置应符合下列要求：

1. 单排布置的立式容器，宜中心线对齐或切线对齐^[1]；如图1为某烧碱装置电解和二次盐水贮槽布置。

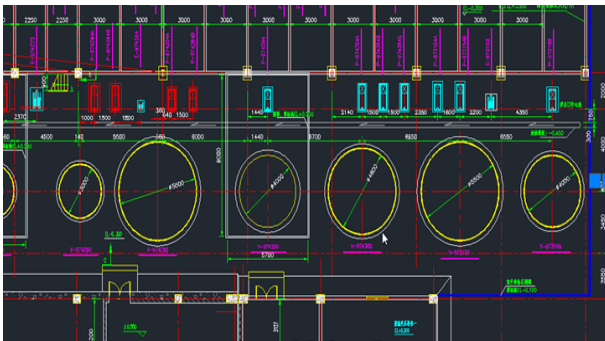


图1 某烧碱装置电解和二次盐水贮槽布置

2. 直径较小的立式容器宜布置在构架内或构架一侧。如图2为某烧碱装置电解和二次盐水贮槽框架上布置。

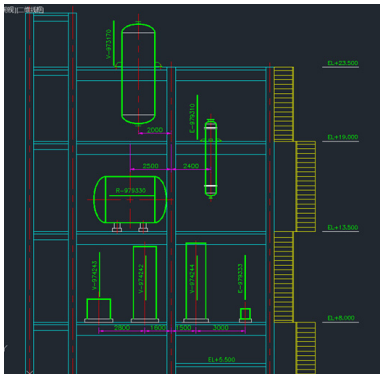


图2 某烧碱装置电解和二次盐水贮槽框架上布置

3. 大型立式容器与管廊之间布置泵时，应满足泵的操作、检修和管道布置的要求；

4. 装置中直径较大的贮槽，其荷载也大，应布置在地面上。如图1烧碱装置中电解工序的淡盐水循环槽 $\Phi 3000 \times 4000$ ，阳极液排放槽 $\Phi 5500 \times 5000$ ，阴极液排放槽 $\Phi 4000 \times 3500$ ，纯水贮槽 $\Phi 4800 \times 6000$ ，过滤盐水贮槽 $\Phi 5500 \times 6600$ ，废水槽 $\Phi 4000 \times 4500$ 皆布置在地面。如图1，同时设备布置应按工艺流程顺序和同类设备适当集中相结合的原则进行布置。

5. 为了操作方便，立式容器可以安装在地面、楼板或平台上，也可以穿越楼板或平台用支耳支撑在楼板或平台上；如图2为某烧碱装置电解和二次盐水贮槽框架上布置。其中的氯气正压水封 V974242，氯气负压水封 V974243，氢气正压水封 V974244 依据流程管道自流要求布置在框架二层。

6. 立式容器穿越楼板或平台安装时，应尽可能避免容器上的液面指示、控制仪表也穿越楼板或平台。

7. 立式容器为了防止黏稠物料的凝固或固体物料的沉降，

其内部可能带有大负荷的搅拌器时，为了避免振动影响，应尽可能从地面设置支承结构。如图3为某烧碱装置脱氯工序布置中，带搅拌器的亚硫酸钠储槽 V979320 布置在地面上。

8. 对于顶部开口的立式容器，需要人工加料时，加料点的高度不宜高出楼板或平台 1m，如高出 1m 时，应考虑设加料平台或台阶。

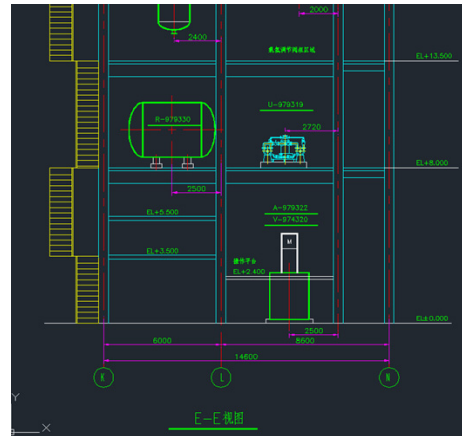


图3 某烧碱装置脱氯工序立面布置

(二) 立式容器的支撑方式

在设计初期确定立式容器的内径和切线高度之后，容器采用裙座支耳或支腿中的哪一种方式支撑，应满足工艺操作和布置设计要求。单从设备的支撑要求来看，最佳方案可以参照以下经验作法^[3]：

1. 在常温条件下满足以下条件可用支腿支撑。立式容器内径小于等于 1m 时可用三个支腿；大于 1m 时用 4 个支腿较好；

2. 压缩机气液分离罐的支撑不宜采用支腿；如图4为压缩机入口分液罐采用的是裙座支撑。

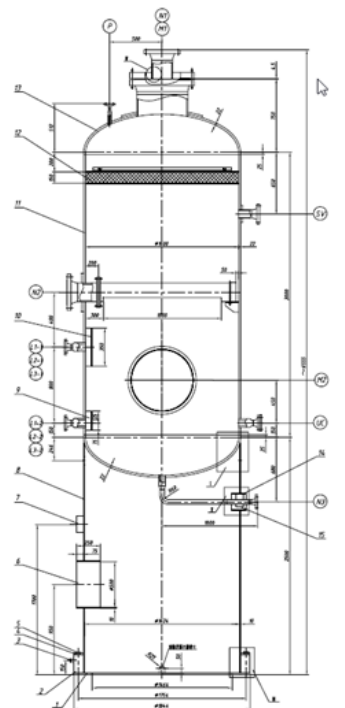


图4 压缩机入口分液罐

3. 立式容器采用裙座支撑时, 裙座的高度除应满足工艺要求和设备结构设计要求之外, 在容器内介质温度较高时, 裙座的高度尚应考虑散热要求。在下表 1 中列出裙座最低高度经验数据供参考。

表 1 裙座最低高度数据表 (m)

| 操作温度/℃ | 不保温 | | 保温 | | |
|------------|------|------------|------------|------------|-----------|
| | <200 | 200 ~ <250 | 250 ~ <300 | 300 ~ <350 | 350 ~ 450 |
| 容器内径/m | | | | | |
| 0.6 ~ 1.2 | 1.2 | | | | |
| >1.2 ~ 1.8 | 1.35 | | | | |
| >1.8 ~ 2.4 | 1.50 | | | | |
| >2.4 ~ 3.0 | 1.65 | 1.4 | 1.5 | 1.65 | 1.8 |
| >3.0 ~ 3.6 | 1.75 | | | | |
| >3.6 ~ 4.8 | 1.80 | | | | |

(三) 卧式容器的布置

1. 卧式容器宜成组布置。成组布置的卧式容器宜按支座基础中心线对齐或按封头切线对齐, 并考虑便于设置联合平台。卧式容器的净空可按 0.7m 考虑。如图 5 所示:

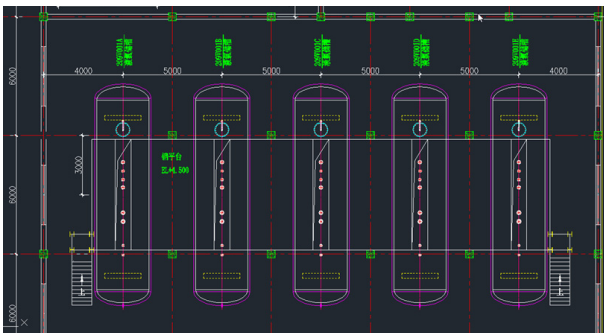


图 5 成组卧式容器布置

2. 在工艺设计中确定卧式容器尺寸时, 尽可能选用相同长度不同直径的容器, 以利于设备布置。

3. 确定卧式容器的安装高度时, 除应满足物料重力流或泵吸入高度等要求外, 尚应满足下列要求:

a. 容器下有集液包时, 应有集液包的操作和检测仪表以及配管所需的空间; 设备基础高度首先要满足工艺要求, 所以需要先看 PID 中是否规定了罐的高度; 其次要考虑集液包的高度, 再次是满足卧罐最下部管嘴连接的管道的高度要求, 通常是由带有放净的管子或下部最大外径的管子决定; 如图 6 所示。

b. 对于地下罐, 为了使地坑不至于挖的太深, 其卧罐下部的放净可以用弯头接出后, 将放净水平放, 以降低卧罐的基础高度, 如图 7 所示。

c. 容器下方需设操作通道时, 容器底部配管与地面净空不应小于 2.2m^[2];

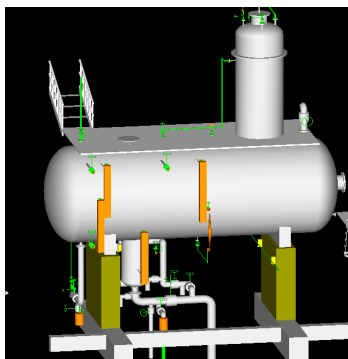


图 6

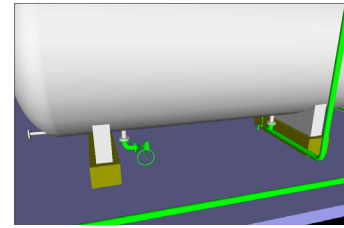


图 7

d. 不同直径的卧式容器成组布置在地面或同一层楼板或平台上时, 如果需要考虑做联合平台, 直径较小的卧式容器中心线标高可适当提高, 可以在保证最小基础高度的基础上适当抬高基础高度; 使与直径较大的卧式容器筒体顶面标高一致, 以便于设置联合平台。

e. 置于构架上的卧罐: 对于放在构架上的卧罐其质量决定构架的形式和梁的大小, 如果卧罐的质量很大, 那么构架有可能就会做出混凝土构架, 构架的梁也会比钢结构梁大很多。例如: 某炼油项目中的构架的二层放了 3 个卧罐, 其支撑的梁的高度达到 1m。此时就需要合理考虑构架层高以便于管道分层布置。

4. 卧式容器地下坑内布置时, 应妥善处理坑内的积水和有毒、易爆、可燃介质的积聚, 坑内尺寸应满足容器的操作和检修要求。对多雨地区可考虑在地坑上部设置雨棚, 如图 8、9 所示。

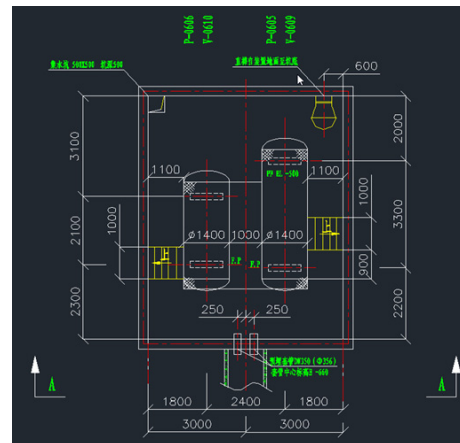


图 8 地下罐平面布置设计

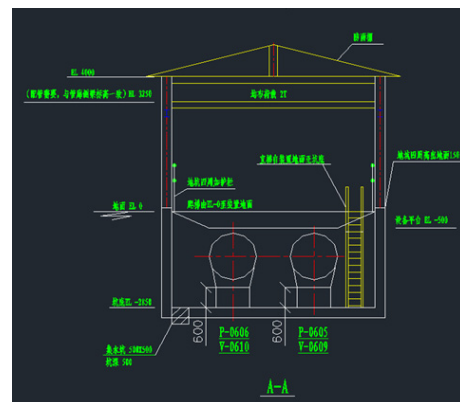


图 9 地下罐立面布置图

5. 卧式容器的平台的设置要考虑人孔和液面计等操作因素。对于集中布置的卧式容器可设联合平台, 见图 5 所示。顶

部平台标高应比顶部管嘴法兰面低 150mm。如图 10 所示。当液面计上部接口高度距地面或操作平台超过 3m 时,液面计要装在直梯附近或设置仪表专用直梯。

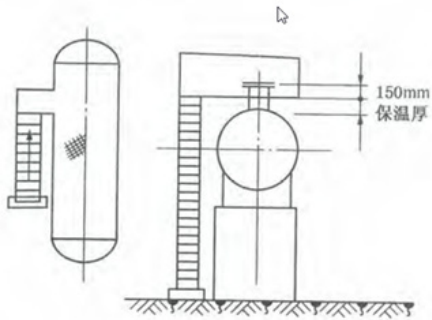


图 10 顶部平台标高确定

三、容器(罐)的管道设计

(一) 容器开口的位置

1. 立式容器开口的位置

立式容器的开口数量一般比塔要少得多,另外开口的位置包括方位和标高与塔相比受限制的因素也少得多。容器开口应满足的要求与塔体开口相同,一般对立罐也可将罐体的四周分为检修所需的操作侧和管道侧来设置开口。通常将立罐的侧面开口尽量靠近并朝向管道侧,立罐的顶和底部开口都设在封头的中心。仪表开口布置在罐体的侧面易操作和能观察的地方。

对于支腿式的立罐,提开口条件时需要注意下部管嘴避让支腿。支腿的大小不能简单按照工字钢的大小考虑,如果管嘴的高度和支腿与设备焊接处在一个高度,则需要让该管嘴更多的远离支腿,因为支腿焊在设备上可能需要多加一块垫板,此时避让的范围由该垫板的大小决定,如图 11、12 所示。

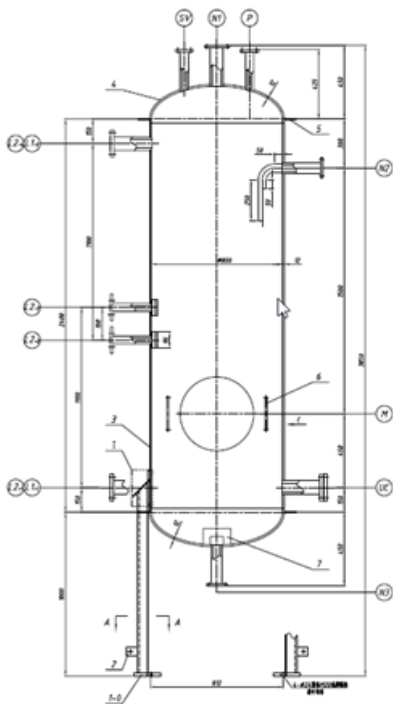


图 11

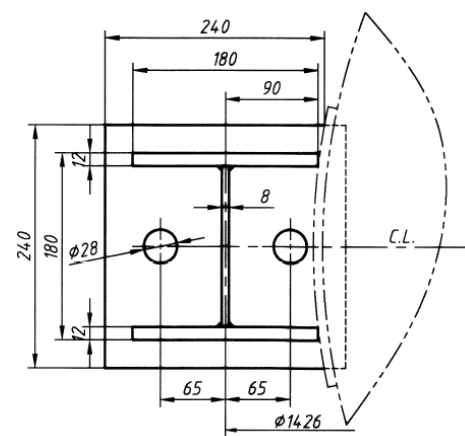


图 12

液位计的开口不要设在梯子与平台的衔接处附近,以免影响人员进入平台,宜将液位计开口设在平台的末端。

2. 卧式容器开口的位置

一般卧罐的开口是气液混合物入口的开口与气相出口的开口设在罐的顶部,它们间的距离应取最大值(或使气相在罐内的行程为最大);液体入口与出口分别设在相对方向,尽可能相隔远一些;罐的出口设在罐的底部,其管与泵相连接时开口设在靠近泵的一侧;安全阀开口设在靠近放空系统总管的一侧,人孔设在操作侧以便于操作和检修,一般容器直径等于或大于 800mm 时,设人孔;容器直径小于 800mm 时,设手孔,人孔和手孔的位置以检修时便于进出和方便操作为原则一般设置在容器顶部或侧面。液面计设在卧罐的侧面远离入口的地方,分水斗的出口设在分水斗封头的中心,容器底部的放空口设在罐的最低点且与液体出口的位置相对称。

卧罐开口方位需要注意罐体侧面的仪表位置,如果其侧面的仪表开口较多,且工艺在给这些仪表定位时没有考虑梯子的位置时,可以由管道专业提供一份有利于操作仪表的开口定位,以保证能够通过梯子操作这些仪表,但这份定位需要征得工艺、仪表和设备专业的同意。如图 13 中该卧罐上侧面的仪表较多,于是与相关专业协调将仪表分布在梯子两侧以利于仪表操作。

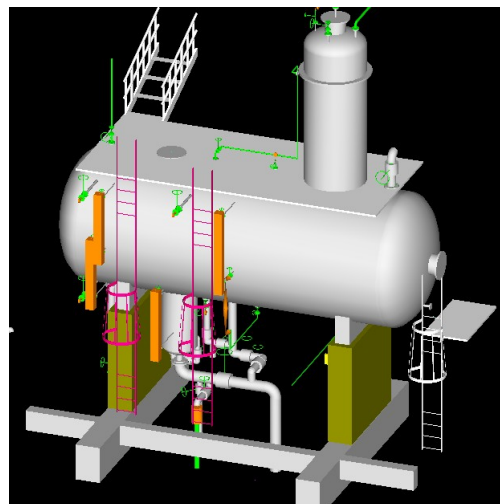


图 13

(二) 容器(罐)的管道设计

容器(罐)的管道比较简单,立式容器的管道布置大体上与塔的管道布置相似,也采取沿罐壁进行设计,管道上的阀门也要求直接与开口相接,这样可避免积液^[2]。

1. 进行管道设计规划前需要确认该立罐是否需要焊后热处理,如果是则需要向设备专业提供预埋件条件,需要注意预埋件要躲避封头的焊缝线。

2. 对于立式罐的梯子平台设计,可以先将管道集中规划到一侧作为管道侧,然后将人孔和仪表集中放在另一侧,随后在这些限制条件下进行梯子平台规划,这样有利于形成鲜明的管道侧和检修侧,具体设计过程中遇到困难时再考虑调整这些限制条件。

3. 沿立罐敷设的管道与罐外壁的距离应根据管道大小和保温厚度决定。若管子离设备太远,则对支架的要求较高,若离设备太近,则有可能使管道与设备相撞,故管道与设备的间距需要选择一个合适的距离。沿立罐并排敷设的管子支架宜错开标高布置。

4. 罐顶平台通常可以做到比罐直径大 200mm 的圆平台,如果这么大的平台无法放置罐顶的安全阀组时,可以考虑制作特殊形状的平台,但是需要先与设备专业沟通。

5. 温度计的抽出空间:根据设备内部结构不同,温度计插入的长度有所不同。一般的无内衬里的设备,可考虑管嘴外抽出空间 500mm 即可,对于带内衬里设备,要求有 800mm 以上的抽出空间。

6. 卧式容器设备布置时,一般将罐与管廊的长方向相垂直,所以其管道如气体出口管道、安全阀出口管道、液体出口管道等都朝向管廊,并与管廊上的有关主管相连接。容器顶部开口接出的管道,其标高宜高于与管廊上相接的主管,以便于接在主管的顶部。容器底部的液体出口管道与管廊下的泵相连接时,其管底标高应不影响人的通行。

7. 梯子最好是能够有登上平台的功能又有操作和观察仪表的功能,如果不能同时满足时才考虑多设几个梯子。卧罐顶部主要设置一块全平台,平台的高度应让所有管嘴法兰在平台之上。同时对于卧罐汽包的封头需要拆卸的,应设置结构的平台,因为汽包的封头较重,拆卸下来后如置于设备平台有可能会压坏平台。

(三) 容器的管道支架

1. 沿容器敷设管道的支架,一般生根在容器的外壁上,由于容器的热胀或基础下沉产生的位移与管道的热胀量不同会产生相对位移,因此,生根在容器外壁上的承重支架的设计应按最能够满足工况条件确定其位置、型式。

2. 从容器顶部出来的管道或侧线进出口的管道,应在靠近设备管嘴处的第一个支架为承重支架,如再设第二个承重支架时应为弹簧支吊架。一般在承重支架之下,按规定间距设导向支架。容器外壁上的支架设置,如图 14 所示。

应特别注意最下面的一个导向支架距管道转弯处至少为 $1/3H$, 以免影响管道的自然补偿。

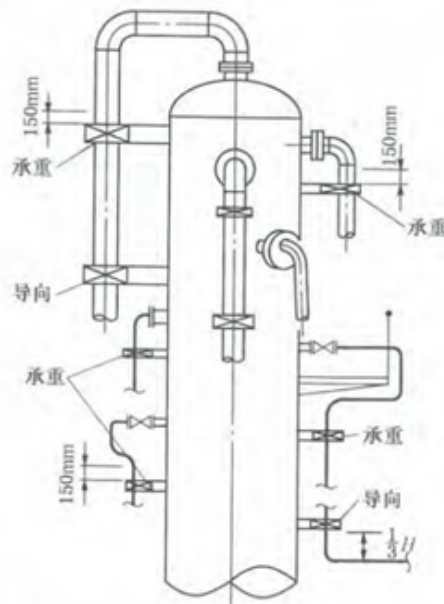


图 14 容器外壁管道支架设置

3. 直接与容器管嘴相连接的 DN 大于或等于 150mm 的阀门下面宜设支架,如图 15 所示。

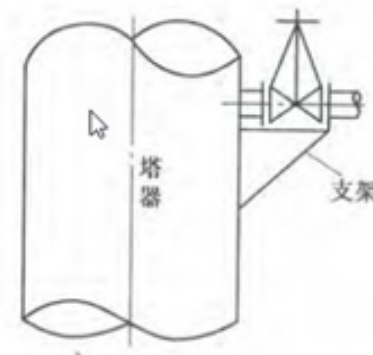


图 15 阀门下的支架

结论:

石油化工管道设计是石油化工装置设计的主体专业配管设计水平直接关系到装置建设投资和装置投产后能否长期、高效、安全、平稳操作。设计中应依据标准规范和工艺流程及各专业条件进行设备布置和管道布置,满足操作,检修,施工要求。

[参考文献]

- [1]SH3011《石油化工工艺装置布置设计规范》
- [2]SH3012《石油化工工艺装置管道设计规范》
- [3]《石油化工装置工艺管道安装设计手册第一篇:设计与计算》

作者简介:顾月玲,1990年2月7日,女,辽宁省葫芦岛市,汉族,本科,石油化工管道设计,中级,研究方向:石油化工设计。