

Experience and Thinking in Process Piping Design

Sheng Gao

Chemical Engineering Department, China Light Industry International Engineering Co., Ltd., Beijing
Email: gaosheng252@126.com

Received: Aug. 28th, 2019; accepted: Sep. 10th, 2019; published: Sep. 17th, 2019

Abstract

In the process of chemical process pipeline design, safe and reasonable layout is an eternal subject that chemical process design needs to face. This paper analyzes and discusses several common and easily overlooked problems in pipeline materials and grading, auxiliary pipeline layout, pipeline design of cold-exchange equipment, pump piping design, and pipeline support design encountered in the work.

Keywords

Chemical Industry, Pipeline Design

工艺管道设计中的体会与思考

郜 胜

中国中轻国际工程有限公司化工工程部, 北京
Email: gaosheng252@126.com

收稿日期: 2019年8月28日; 录用日期: 2019年9月10日; 发布日期: 2019年9月17日

摘 要

在化工工艺管道设计过程中, 如何能设计出既安全又合理的布置是化工工艺设计需要面对的永恒课题。本文对工作中遇到的管道材料和分级、辅助管线布置、冷换设备的管线设计、泵的管线设计、管道支架设计过程中常见而又容易被忽视的几个问题进行分析与讨论。

关键词

化工, 管线设计

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

管道工程作为化工工艺的主要构成部分在生产实践中发挥着重要作用。管道把相关设备和系统设施结合起来, 组成一套完整的体系, 确保各种流体运输的安全性和稳定性。在实际的生产过程中, 化工装置由管道阀门等泄露引起的安全事故常常发生, 因而加强对化工工艺管道设计的重视是化工安全生产的重要环节。进行管道设计的主要依据是工艺流程。如何在相同的工艺条件下设计出安全合理的管道布置, 需要正确掌握和运用设计规范或标准, 充分了解具体生产工艺的意图也是前提[1] [2]。以下是对工艺管道设计过程中设计人员容易忽视的问题的体会与思考。

2. 管道材料与等级的选择

管道设计作为化工项目建设中相当重要的一步, 而在这重要的一步中最基本的一点就是要确定管道自身所能承受的压力及温度。对此, 在选择管材时必须列入考虑, 如果不谨慎选择参数合适的管材, 会导致在施工或输送化学物质过程中出现管道破裂等问题, 造成严重损失[2]。由于在化工装置中高压系统和低压系统自身压力和温度的不同, 那么在衔接高压系统和低压系统时务必依照低压关闭管路的等级划分分界点, 即变更等级。除了高低压系统的衔接, 还有不同物料管线的衔接。遇到此类情况, 都要按流程图和项目的实际情况相结合来划分分界点和界限。

2.1. 压力等级相同, 但材质不同

如图 1 所示, 遇到压力等级相同, 材质不同的情形。通常情况下, 法兰与垫片可以选用低级材质, 确保与变等级后的管道焊接, 螺栓以及阀门则是运用高级材质, 既满足工艺要求, 又降低了成本。

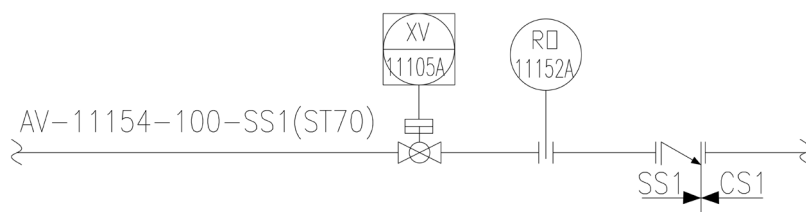


Figure 1. The same pressure level, different materials

图 1. 压力等级相同, 材质不同

2.2. 材质相同, 但压力等级不同

如图 2 所示, 在材质相同, 压力等级不同的管线衔接中, 按照就高原则, 法兰、垫片、螺栓以及阀门必须采用高压等级, 这样即使发生突发状况, 有开关阀和切断阀的保护, 不会对低压力等级一侧造成冲击。

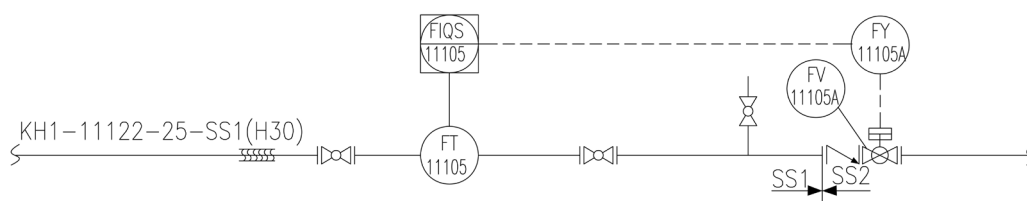


Figure 2. Same material, different pressure levels
图 2. 材质相同，压力等级不同

2.3. 压力等级以及材质均不相同

如图 3 所示，在压力等级以及管线材质都不相同的情况下，进行管线衔接时，法兰与垫片可以使用低级材质高压等级，既满足了就高原则又可以降低成本。螺栓以及阀门则采用高级材质的高压等级，与高压高材质一侧管道保持一致，对变等级一侧起保护作用。

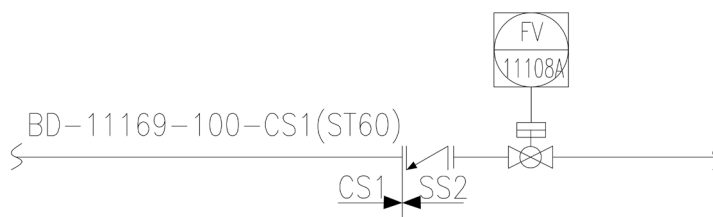


Figure 3. Pressure rating and pipeline material are different
图 3. 压力等级以及管线材质都不同

3. 辅助管线布置的合理性

3.1. 吹扫管线

吹扫管线是化工设置中较为常见的管线设置，作为主管路的辅助管线，在设置是也是需要注意其操作细节的。如图 4 所示，对于需要经常吹扫的分配主管，管的一端应做成可拆卸式，左侧的布置极易造成杂质的积累，从而影响主管路的控制，右侧的布置显然是合理的。

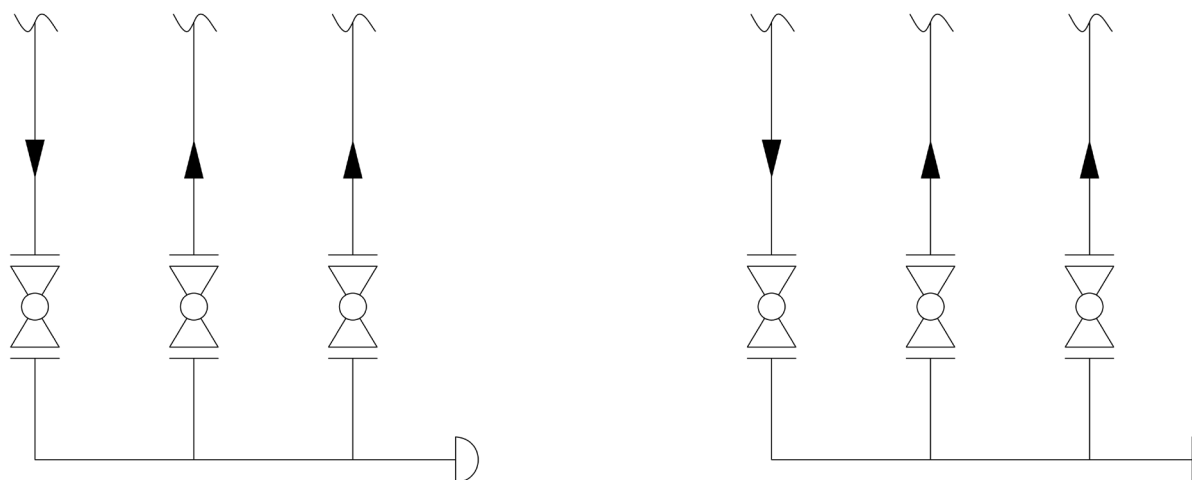


Figure 4. The setting of purge line pipe end
图 4. 吹扫管线管端设置

对于蒸汽吹扫管，应分别从蒸汽主管顶部引出，且不应该串接。采取这样的安装方式的好处是不易积液，而且管线间互不影响，如图 5 所示。

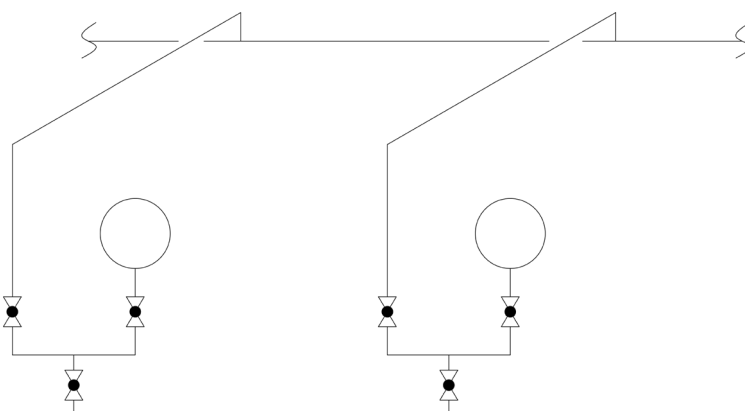


Figure 5. The extraction method of Steam purge line
图 5. 蒸汽吹扫管线引出方式

3.2. 采样点的设计

采样点最好设在主管上，同时要求在分支管路的前方，需要满足工艺要求，不要在管路死角或水平管道的底部进行采样，防止管道锈渣等堵塞采样阀[1] [3]。泵出口采样点的设置，需要保证任意一台泵工作时都能采出有效样品。如图 6 和图 7 所示，图 7 中采样点设置在两台泵出口汇合处，不论哪台泵启动，采出的样品都是有效的；如果按图 6 所示设置，左侧的泵不工作时，采样就有死角，样品可能不合格，显然图 7 相比图 6 设置的更为合理。

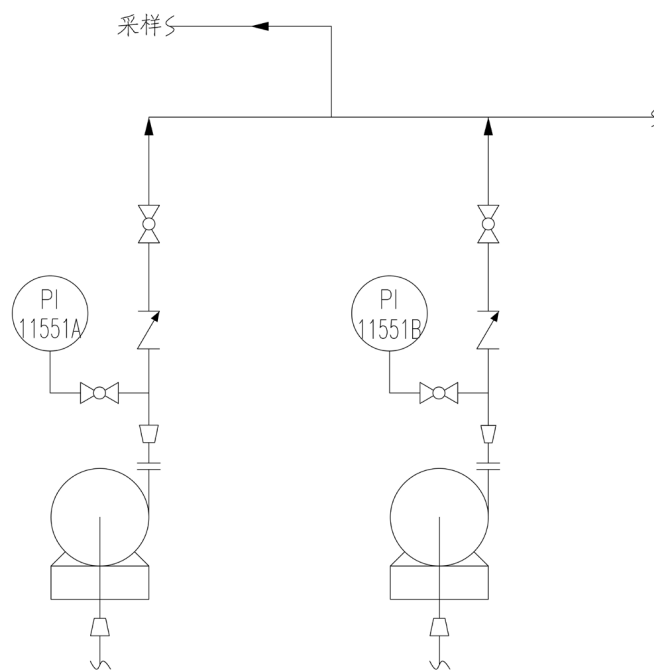


Figure 6. Sampling between two pump outlet lines
图 6. 从两台泵出口管线之间采样

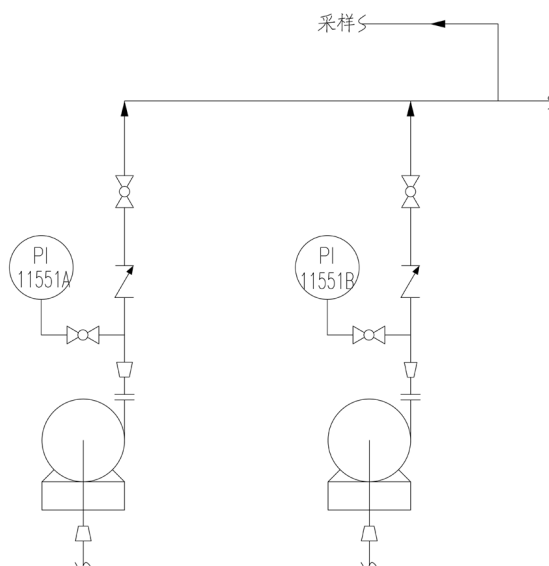


Figure 7. Sampling from the collection of two pump outlet lines
图 7. 从两台泵出口管线汇集处采样

4. 冷换设备管线设计的合理性

化工项目工艺管道设计过程中，冷热交换管线的设置和其他工艺设备管线不同，因为它在设计的过程中有很多复杂的工艺因素，所以，在对管线操作、检修以及管道温度变化过程中，必须对机械化因素进行考虑[4]。

4.1. 关于安装的净距离

在冷热设备换热过程中，为了方便检查设备，一般情况下，换热器的出口管道和阀门法兰盘与设备的封头盖法兰盘应该留出相适应的距离，为了拆卸方便，可以将距离大约设置为 300 mm [1]。

4.2. 关于热应力

在冷热交换设备设置的过程中，将换热器的固定点设置在管箱端是常规做法，设计时，必须考虑连接封头端管嘴的管道因换热器热胀产生的位移。

4.3. 关于逆流换热

冷热交换设备的冷水在走管过程中通常情况下是从下面进入，从上面出去，可以避免发生故障时，换热器中存有一定量的水，不会导致里面的水被放空。如果是作为加热器，蒸汽需要上面引入，冷凝水从下部排出。

5. 泵管线设计的合理性

5.1. 泵入口端异径管的使用

合理设计泵入口管道主要为泵安全稳定运行。当泵入口管系统通常都有变径，那么异径管的安装应使气体不会在变径的地方聚集，避免安装不合理产生的汽蚀，还不能有集液。泵的水平入口管需要变径时应选用偏心异径管，安装过程中，如果管线上翻入泵，应采取顶平安装(图 8 所示)；下翻接入泵时，应采取底平安装方式(图 9 所示) [5]。

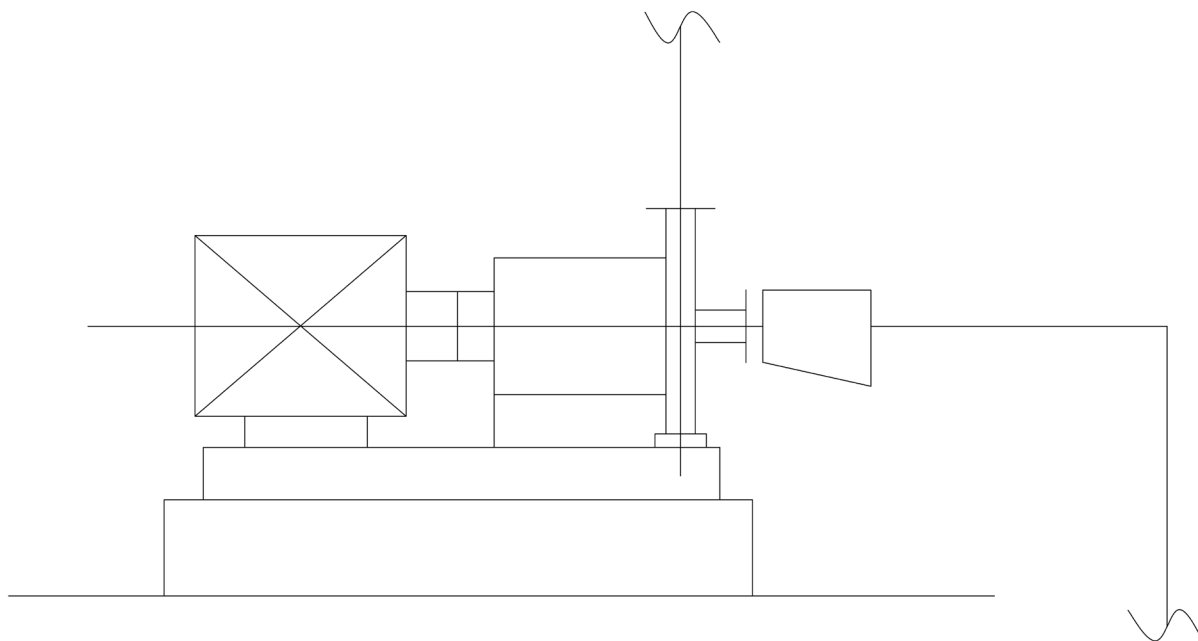


Figure 8. The installation of eccentric reducer top flat
图 8. 偏心异径管顶平安装

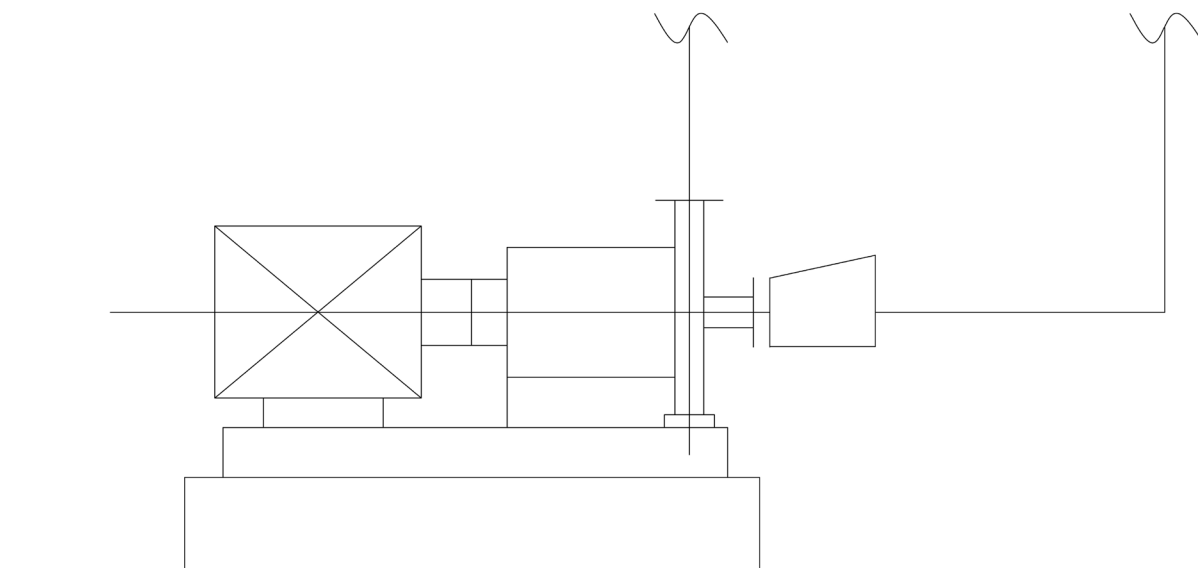


Figure 9. The installation of eccentric reducer bottom
图 9. 偏心异径管底平安装

5.2. 泵入口直管段的设计

泵嘴在液体进入过程中，如发生偏流、旋涡流的情况，会破坏液体在泵叶轮内的流动平衡，泵的扬程会改变，同时也会出现气阻，长期运转的话，不仅泵性能会变差，使用寿命也会变短。管道设计时在泵入口前端设置一定的直管段可以有效降低其影响[1] [2] [3]。泵的形式不同，入口前直管设置也会不同。如果是侧向吸入，入口前宜选用大于三倍管径的直管段。双吸离心泵，为了避免双向吸入导致的离心泵汽蚀，双吸入口最好对称布置。吸入口管道如果与泵轴平行，泵吸入口前直管段长度以七倍管径为宜；

在入口管线与泵轴垂直时，阀门及管件均可视作直管段。

5.3. 管道柔性

泵是回转机械，当管口受到管道的定向推力作用，转轴的定位就会发生一定程度的偏移，所以在配管时，应该考虑泵口受力作用，跟厂家核实泵的受力参数，保证实际运行过程中泵口的受力在可承受范围。在配管时可通过以下方式减少生产中管道对泵口的应力和力矩：

- 1) 改变管道布置，如：增加弯管分散管道应力，以增加管道柔性；
- 2) 除承重的支吊架之外，合理设置导向支架和止推支架。

6. 管道支架设计的合理性

管道支架是管道设计的一部分，管架设计的合理与否直接影响管道组件及设备的运行。以下是对工作中遇到的几个管道支架问题的思考。

6.1. 减少管道和支架之间的相对位移

从图 10 可以看到：图中的蒸汽管道，主管道旁边是一个排水管线，如果将 A 点看做是支面上的支架，由于垂直的管段容易产生热力膨胀，导致弯头处的弹簧支架上下浮动，容易导致管路整体带动设备承受扭力。正确的设计图应该是图 10 左侧安装方式，支架直接依托主管，问题就解决了。

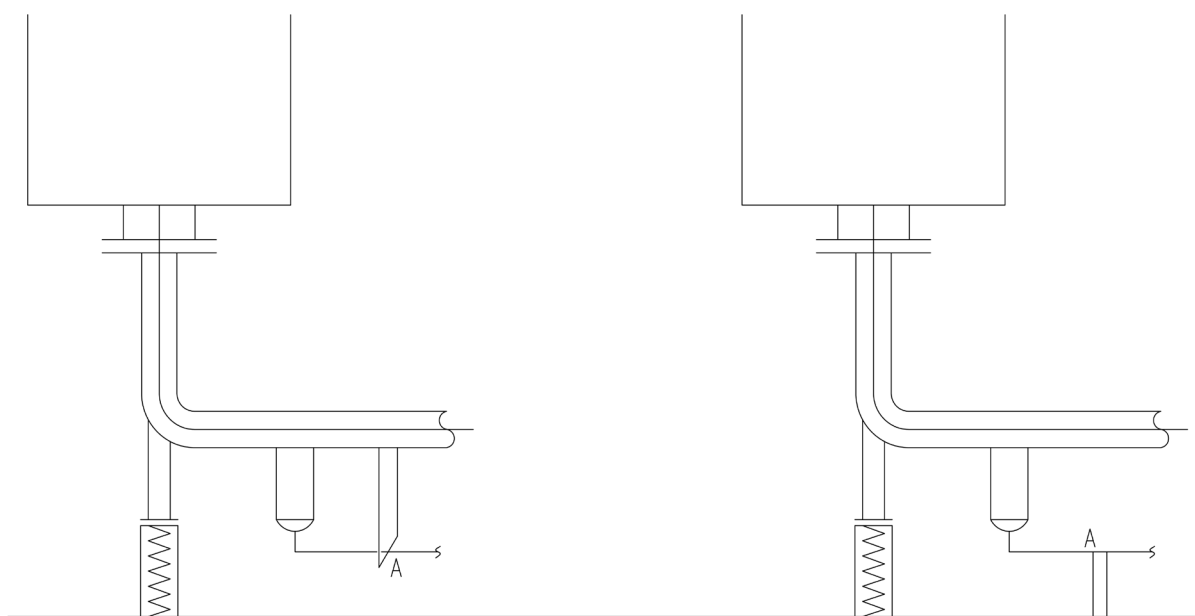


Figure 10. Installation method of the pipe bracket

图 10. 支架的安装方式

6.2. 减少弹簧支架的使用

弹簧支架比刚性支架成本高，而且还有长久使用后弹性消失的弊端，不如刚性支架耐用。在管架设计中，如果使用刚性支架可以解决问题，应尽量减少弹簧架的使用。如图 11 所示，考虑管道的热膨胀，如果管架设置在 b 点，就需使用弹簧支架；如果管架设置在 c 点(与管口大致平齐)，那么 a, b 点向下位移相当，在 c 点就只有水平位移了。

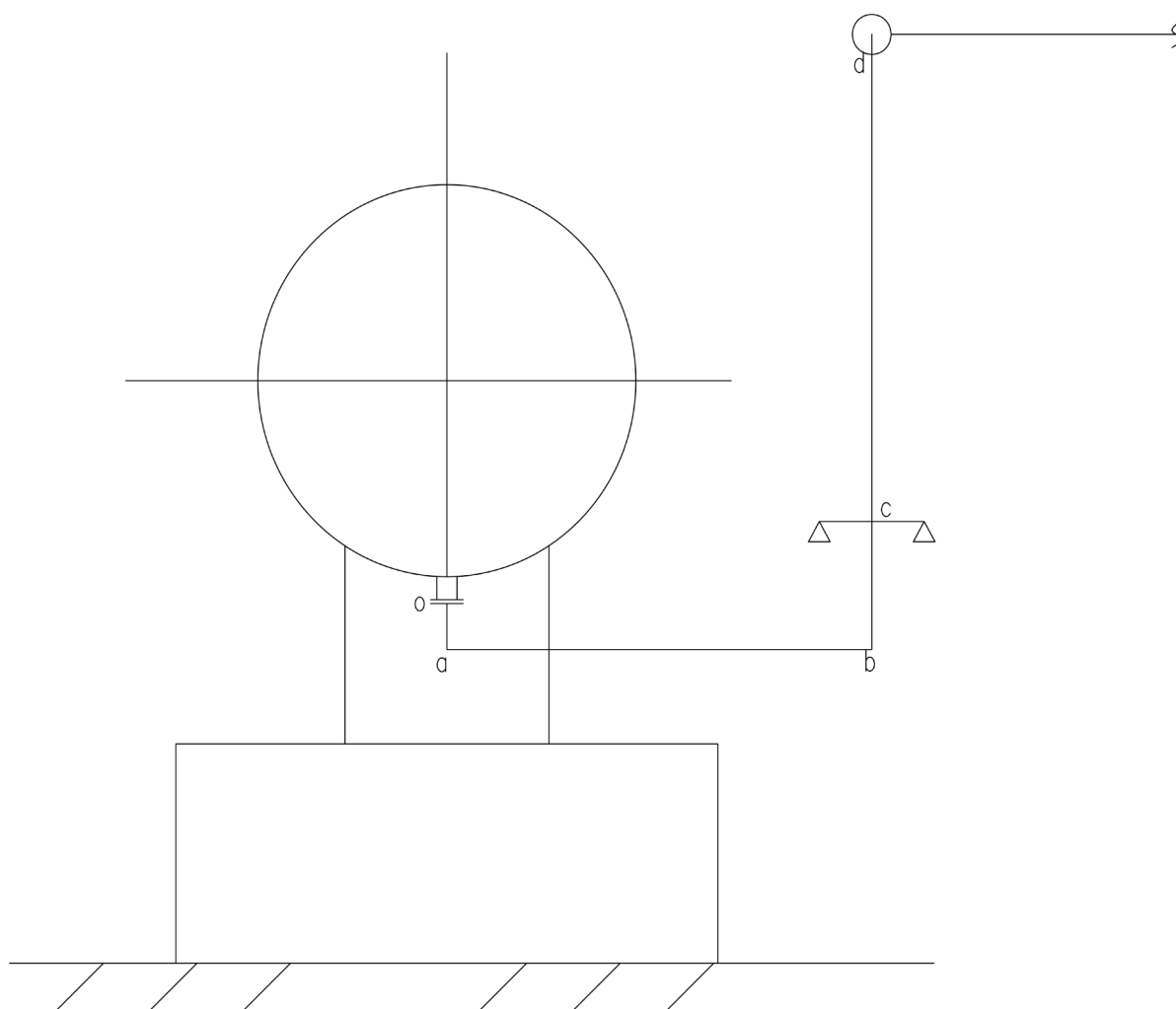


Figure 11. The influence of the position of the pipe rack
图 11. 管架设置位置的影响

6.3. 沿塔壁管线支架的布置

沿塔管线设计时一般只设置一个承重支架，且支架和塔顶之间有焊接线，如果一个承载支架受力过大时，可以设置一个弹簧支架，并且定点分布几个导向支架。如果塔回流管线和塔壁之间的温差较大，其产生的伸长位移也会增大，在水平管段上设置弹簧支架，如果管段空间较大，可以考虑再设置一个导向支架[5]。

7. 仪表元件布置的合理性

关于仪表元件的安装，工艺专业往往只考虑常规的一些要求，其它都由仪表专业考虑。但对于工艺管道设计，一些仪表元件布置的合理与否会直接影响工艺控制的准确与安全性。除了需要注意常规的安装要求外，还要关注在同一管道不通位置可能会对仪表产生影响，同时要考虑控制和检修是否方便，如图 12 所示，容器上的压力表与安全阀易放在同一侧。

对于斜插式温度计，顺着介质流向插入和逆着介质流向插入效果是不同的。显然，逆着介质流向插入是合理的，测点结果会更为准确，这点容易被设计人员忽视。

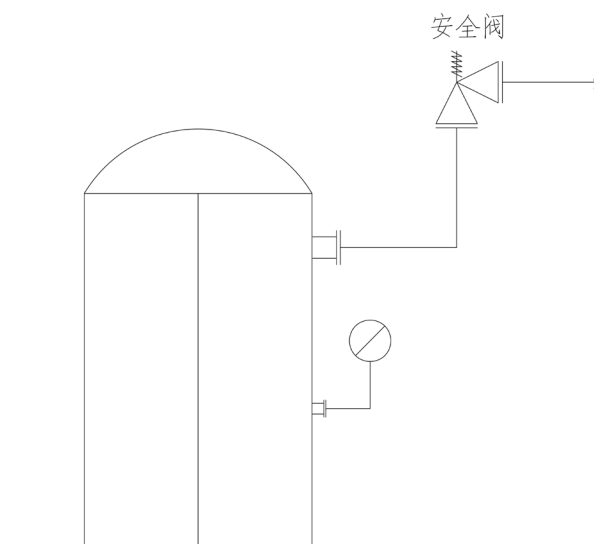


Figure 12. The location of the instrument on the container
图 12. 容器上仪表的安装位置

8. 结语

化工工艺管道设计不仅需要设计人员有创新意识，而且参与人员必须掌握足够的专业知识，在管道工艺设计过程中要根据实际情况，合理进行管道布置，要保证化工管道的安全，同时满足生产需要，最后达到化工设备正常运行的目的。其实，要做好化工工艺管道设计，归根到底，是要尽可能的掌握其工艺流程，这不仅是对工艺流程图要吃透，对一些关键地方的操作也要留意，要多跟有经验的设计人员以及业主方沟通，还要在现场多看、多积累。只有对工艺要求透彻的了解，管道设计的质量才有保证。

参考文献

- [1] 田卉. 石油化工装置工艺管道设计探讨[J]. 化学工程与装备, 2008(3): 78-81.
- [2] 张益军. 浅析化工工艺管道设计[J]. 化工管理, 2014(21):186.
- [3] 王巍. 石油化工装置管道工艺设计探讨[J]. 黑龙江科技信息, 2011(13): 32.
- [4] 李器. 关于石油化工装置工艺管道设计的探讨[J]. 中国石油和化工标准与测量, 2013(9): 133.
- [5] 徐宝东. 化工管路设计手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011.