

CO 变换装置反应区布置的探索与优化

胡元章（宁波市化工研究设计院有限公司，浙江 宁波 315042）

摘要：变换装置作为大型煤化工工程常用的中间工序，随着装置的不断大型化，设备和管道的规格均较以往有较大的幅度的提高，布置需要不断地完善与优化，这对于装置的投资、装置布置与配管设计的提升都是十分有必要的，本文根据实际工程经验，论述 CO 变换装置布置的探索与优化。

关键词：反应框架；分液及洗涤框架；热应力管道；催化剂装卸；设备检修

1 工艺流程示意图

图 1 为 CO 变换的总流程示意图。

由气化装置送来的粗合成气经分液、预热、进入 1# 反应炉，待变换气从 3# 变换炉出来后，反应结束，此后为分液部分，由于其流程简单，变换气温度明显降低，管道应力影响已明显减小，因此本文主要论述 3# 变换炉之前的设备布置。

2 影响装置设备布置的因素

①变换炉催化剂的装卸，运输车辆应有同行空间，对于催化剂的装填，设备顶部应有足够的操作空间，同时变换炉的顶部装有温度变送器，其检修时可能需要抽出；

②换热以及蒸汽发生器的抽芯、检维修，应有足够的空间，抽芯设备需预留抽芯区，不抽芯的换热器（蒸汽发生器）应有将设备移出的空间；

③该区主要管道均为热应力管道，一般情况下，这种管道对水平方向（两个方向）及高度方向均有长度要求，设备关口之间的距离或者平面位置关系极大地影响着管道的走向布置。

3 目前石化行业变换装置布置的缺陷

①目前大部分变换装置的布置难以严格按照工艺流程顺序布置，其布置总体而言，较为松散，主要管道均较长，这便产生了不必要的材料浪费，同时影响装置的美观；

②就目前石化行业变换装置布置的情况看，相邻设备管口的相对位置均不理想，而相关设备管口的相对位置对于管道布置有着决定性影响，在相连管口尽可能近的情况下，管道布置时，应力补偿也相对较短；

③在装置大型化的近些年来，变换装置布置的潜力尚未被挖掘，这实际上增加了给化工行业的投资成本。

4 反应区设备及管道特点及布置优化探索

反应区主要设备为两台脱毒槽、三台变换炉及三台换热器，其具体特点及布置注意事项如下：

①脱毒槽及反应器的均需要装填催化剂或吸附剂，设备的布置需考虑催化剂装填和卸料空间，将脱毒槽及变换炉布置在框架内并位于框架两侧，以便为其留出装卸催化剂的通道；

②变换炉及脱毒槽顶部人孔露出框架平台，以便装

填催化剂等填料时有足够的操作面，变换炉顶部的温度变送器也便于检修时抽出；

③换热器的检修需要留出抽芯区域，对于不抽芯的换热器，则需要和设备需要维修或者需要移出时，留出空间，钢结构框架布置时应和设置层高并注意斜撑的避让，配管时也应同样的考虑；

④反应区主要管道较为复杂，管道温度高、口径大、壁厚大；脱毒槽为一开一备，其管道为一热一冷，对管道应力要求较高；第一台换热器（变换炉进气加热器/高压蒸汽发生器）连接四根主工艺管道且设备较长，管口位移量大；管道布置须有足够的柔性以满足设备管口的受力（矩）要求；

⑤低压蒸汽发生器和 3# 变换炉为相关设备，其出口管道为气液两项，应步步低至变换气第一分离器入口，将其布置在该框架上二层，此设备较大且为两边抽芯，设备布置需有适当的空间；

⑥地面布置的换热器，由于管口及管道较大（DN700），可考虑将朝下的主工艺管口以弯头的形式拐出来，可减少两个法兰的高度（~600），此举可有效降低设备基础的高度；

⑦在设备布置较为紧凑、相关设备距离较近的情况下，布置管道时仍需要寻找最短的满足应力要求的管道布置方案，比如合理确定换热器固定端、滑动端，将设备管口的压力等级提高至比管道材料等级高一级，以提高设备管口抵抗管道附加力和力矩的能力，这对于节约投资十分重要。

根据以上设备及管道特点，按照工艺流程顺序与同类设备集中布置相结合的方式，将变换反应区设备布置在框架内，平面及立面如图 2、图 3 所示。

5 布置优化后的情况

在设备布置基本确定以后，需对配管做深入研究，以求在诸多可行的配管中寻找一种管道最短的布置方案，反应区的布置经优化后，相关设备紧邻布置，管道应力计算结果满足设备管口受力要求，设备及管道均较为紧凑，操作检修方便，降低投资，整齐美观。

参考文献：

- [1] SH/T 3011-2011. 石油化工工艺装置布置设计规范[S]. 中华人民共和国工业和信息化部, 2011.

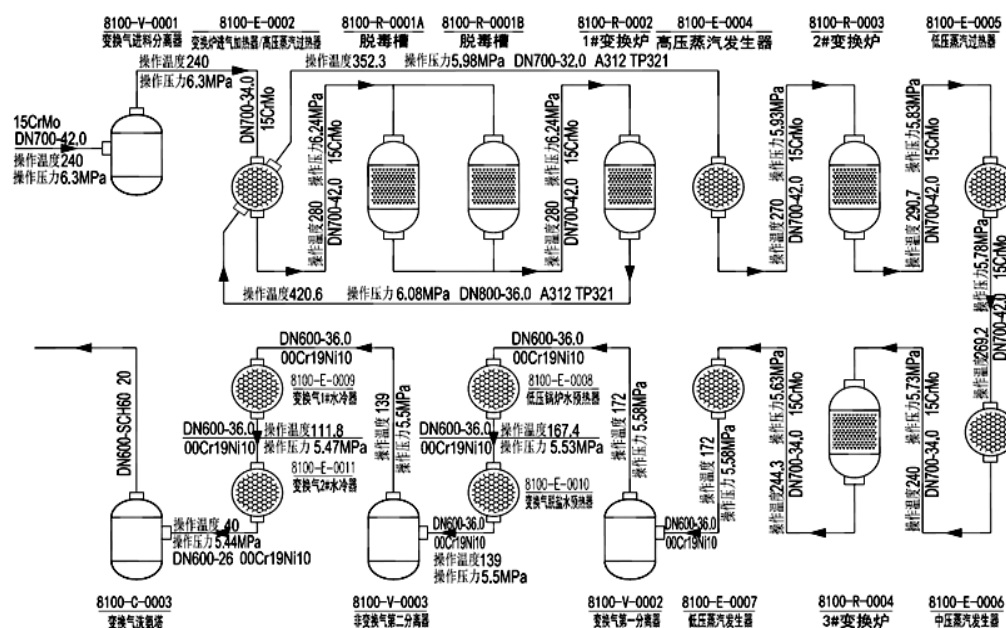


图 1

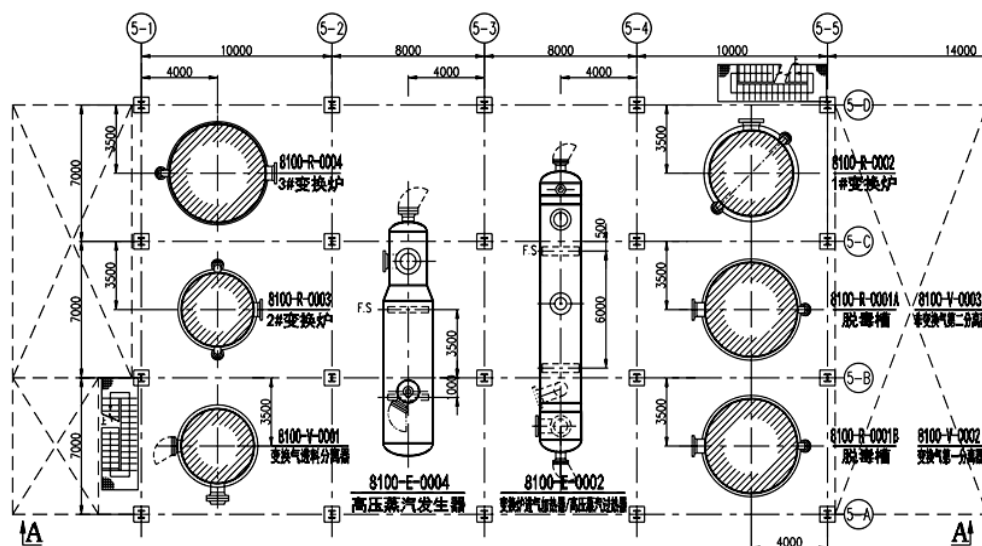


图 2

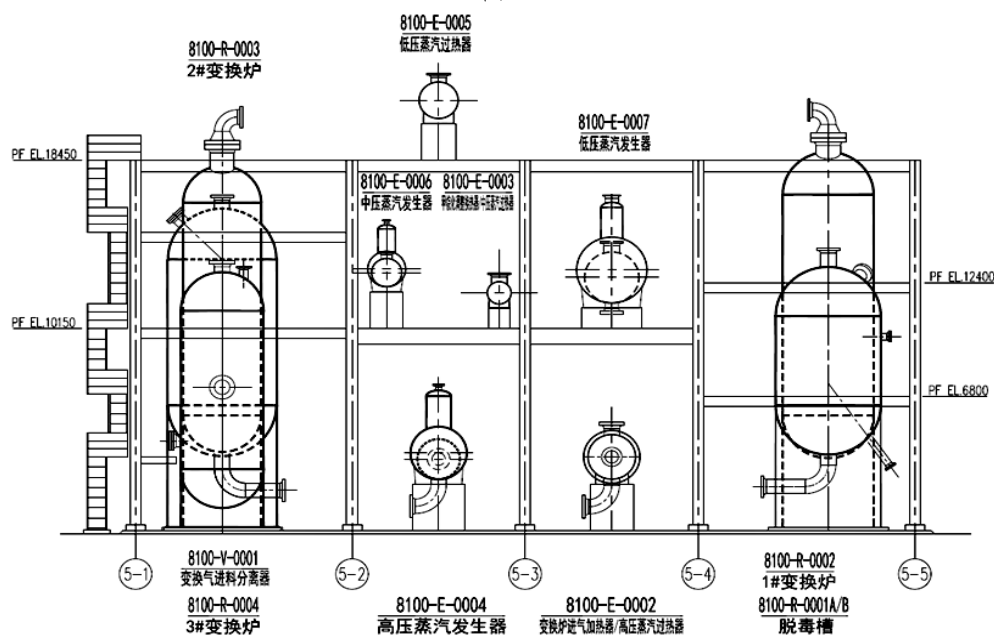


图 3