

浅析大口径薄壁钢管的设计注意事项

耿金伟

中石油吉林化工工程有限公司, 吉林 吉林 132002

[摘要]在工程项目建设中,大口径薄壁钢管的应用较为广泛,工程公司需要根据项目的不同要求,合理进行大口径薄壁钢管系统的设计及选用。基于此,文章将大口径薄壁钢管的设计作为研究对象,设计注意事项和实现要点进行分析,从而设计出合理的大口径薄壁管道系统,提高工程质量,合理降低工程造价,建设优质工程。

[关键词]大口径;薄壁;钢管

DOI: 10.33142/ec.v2i7.502

中图分类号:

文献标识码: A

Analysis on Matters Needing Attention in Design of Large Diameter Thin-wall Steel Pipe

GENG Jinwei

PetroChina Jilin Chemical Engineering Co., Ltd., Jilin Jilin, 132002 China

Abstract: In the construction of engineering project, the large diameter thin-wall steel pipe is widely used, and the engineering company needs to reasonably design and select the large-diameter thin-wall steel pipe system according to the different requirements of the project. Based on this, this paper takes the design of large diameter thin-wall steel pipe as the research object, analyzes the matters needing attention in the design and the key points of realization, so as to design a reasonable large-diameter thin-wall pipeline system, improve the engineering quality, reasonably reduce the project cost and construct the high-quality project.

Keywords: Large caliber; Thin wall; Steel pipe

引言

随着石油化工行业的技术的发展,石油化工单体装置的生产规模也在不断的增大,输送化工物料的管道口径随之增加,现有标准中涵盖的管道、管件口径已经不能满足大型装置的需求,大口径的钢管、管件需要自行设计,其中大量的大口径钢管设计压力较低,为大口径薄壁钢管的应用提供条件,在设计中,如何安全、经济的选用成为设计过程中需要重点考虑的内容。石油化工类的工程公司在进行管道设计时,需要合理选择大口径薄壁钢管,有针对性地进行管道、管件和法兰等部件的设计,确保大口径薄壁钢管系统的安全性满足管道工程的实际要求,在满足安全的条件下,合理选用管道的壁厚,实现安全性和经济性的统一。

1 大口径薄壁管道系统的设计注意事项

1.1 大口径薄壁钢管的设计注意事项

在大口径薄壁钢管设计中,设计人员需要合理选择管道、明确最佳的管道外径公差、管道椭圆度和管道的供货长度。在管道选择方面,设计人员需要根据管道的设计压力,合理进行管道壁厚的计算和选取。如果管道设计中存在负压工况,设计人员需要进行直管外压设计,国内一般选用 SW6 软件进行壁厚的计算,保障壁厚参数的准确性及合理性。在外压的设计工况下,通过 SW6 的计算,在一定条件下,管道外壁需要焊接合理的加强圈来降低大口径薄壁钢管的壁厚,加强圈一般选取等边反置角钢,间隔一定长度焊接一定宽度、厚度的等边反置角钢。

在管道外径公差计算中,在实际的大口径薄壁钢管现场安装施工过程中,时常会出现焊接接口组对难度较大的问题,甚至有些管道存在较大的组对偏差,难以开展焊接施工。针对这一问题,设计人员需要在设计中,给出合理的管道外径公差要求,一般要比标准中要求的严格,按照不同的管径,设置不同的管道外径允许偏差,根据经验,一般 DN800~1200 管道外径允许偏差 $\pm 7\text{mm}$, DN1300~DN2000 管道外径允许偏差 $\pm 9\text{mm}$, DN2100~DN3000 允许偏差 $\pm 13\text{mm}$,这样管道到货之后就不会出现椭圆度太大而无法焊接的情况。

在管道圆度控制中,如果不提出相应的圆度要求,钢管生产过程中,难以保障管道的圆度,所以,一般钢管的技术要求设置为,钢管截面的椭圆度不得超过公称直径的 1%。另外,大口径薄壁钢管在运输过程中很容易出现变形。针对这一问题,需要采购方在技术文件中要求生产厂家在运输过程中,在大口径薄壁钢管中设置支撑架,确保大口径薄壁钢管达到现场时保证足够的圆度。同时,建设单位在进行管道仓储时,需要避免管道挤压或者堆积,在安装前将内部支撑架去除,保障大口径薄壁管道的质量^[6]。

在焊接钢管供货长度控制中,大口径薄壁钢管具有显著的壁厚偏低和口径偏大的特征,制造厂选取单张钢板作为坯料,采购方通常要求进行直缝焊接,保障焊接钢管的整体质量,但是实际生成过程中,单张钢板无法保证常规的供

供货长度,一般允许制造厂进行钢管的拼接。另外,钢管口径特别大的时候,允许制造厂采用钢板横向焊接,以减少钢管纵向焊缝的数量,特殊情况下,允许制造厂采购钢厂生产的最大尺寸钢板,按照卷制的最大尺寸供货,牺牲管道的供货长度。

1.2 大口径薄壁管件的设计注意事项

在大口径薄壁钢管系统中,管件主要由弯头、异径管、三通、管帽等类型。标准管件一般不需要进行计算,GB/T12459-2017 中管件尺寸扩大至 DN1500,因此, DN1500 及以下的管件不需要计算,超过此口径则需要对管件的壁厚进行计算,以此保证管件的壁厚能满足设计工况的需求。针对不同类型的管件,其壁厚计算方式有所差异^[1]。

对于分支管而言,设计人员主要按照等面积补强法进行分支管的计算,一般遵循美标 ASME B31.3, 国标 GB50316, GB/T20801.3^[2-4]。如果实际管道设计过程中,管道设计压力相对较高,分支管与主管尺寸较为接近,设计人员需要通过计算,是否需要设置补强圈,并如果需要设置还应给出补强圈的宽度,避免开孔部位出现应力集中问题,并且应避免出现十字焊缝。在设计参数较低的情况下,一般不需要设置补强圈,特殊情况下,经过计算,确实需要增加补强圈的,在分支管口径特别大的情况下,一般 DN2000 以上的分支,建议在制造厂完成补强圈的焊接工作,主要原因是,大口径分支管的补强圈一般无法现场制造,单独采购的补强圈跟主管的贴合度又较差,往往运到现场之后出现无法焊接的情况,影响项目的实施。

对于弯头和斜接弯头而言,为了减少管道的成本,一般会选用斜接弯头作为管件。在斜接弯头的应用中,通常将变方向角设定为 22.5° 或者 30° ; 将切割角设定为 11.25° 或者 15° 。如果管道工程中的弯头节点应力较大,设计人员需要适当提升节点的壁厚,一般选用 1.5D 的弯头,如果通过计算, $R=1D$ 的弯头满足要求,可以选用 1D 的弯头,这类弯头可以节约安装空间,对于大口径管道具有较大优势,一般情况下,不得选用小于 1D 的弯头。在进行弯头和斜接弯的壁厚计算时,一般遵循 ASME B31.3, 国标 GB50316, GB/T20801.3^[2-4] 进行计算。

对于管帽及异径管的设计及计算,需要遵循美标: ASME Boiler and Pressure Vessel Code SECTION VIII-DIVISION 1 UG-32 or UG-33; 异径管遵循的国标为 GB150.3 的第 5.6 节,一般按照无折边管壳进行设计,设计人员需要按照小于 30° 的规格进行锥壳半顶角的计算; 管帽一般遵循的国标为 GB150.3 的第 5.3 节椭圆形封头^{[5][6]}。

1.3 大口径薄壁管道系统中法兰的设计注意事项

在大口径薄壁管道系统的法兰设计中,如果设计压力、设计温度不高,碳钢法兰可以选用板式平焊法兰,这种法兰为非标法兰,需要设计人员进行法兰的计算,可以选用 SW6 进行计算,这里需要注意的是,对于螺栓数量的选取一般取 4 的倍数,在计算过程中,可能会出现“螺栓间距大于螺栓最大间距,校核不合格”的情况,这时候需要适当增加螺栓的数量,但在增加螺栓数量的过程中,相应的法兰厚度也需要增加,所以需要反复修改,才能选取最为合理的方案。另外,在管道法兰与设备管口或仪表法兰面连接的过程中,管道法兰与这两者的法兰面要一致,在此基础上通过 SW6 的计算选取合理的法兰厚度。针对大口径不锈钢管道,可以选取松套法兰,以减少投资。

2 大口径薄壁钢管的应力计算

在大口径薄壁钢管系统设计完成后,设计人员需要对系统进行应力分析,确保大口径薄壁钢管系统的安全性。同样,需要进行管道组成件刚度的计算,一般承受荷载的管件需要单独进行计算,一般管道底部的弯头需要承受较大的荷载,一旦超过管件的所能承受的最大值,整个管道系统无法通过计算,解决方案:第一设置弹簧支架,把荷载降低到弯头可以承受的范围内,第二增加弯头壁厚,保证弯头有足够的刚度可以承受荷载,保障钢管系统的安全。

3 结论

综上所述,大口径薄壁钢管系统的设计与采购、施工存在较大的关联度,需要加以重视。通过本文的分析可知,设计人员需要对整个管道系统所有组成件进行综合考虑,根据实际工况,在充分满足安全性的条件下进行设计、计算,并对成本进行合理控制,做好大口径薄壁钢管的采购、运输、仓储管理,保障项目从设计到采购施工,实际运营整个过程能够顺利、安全的进行。

[参考文献]

- [1]GB/T12459-2017, 钢制对焊管件类型与参数[S]. 2017.
 - [2]ASMEB31.3-2016, ProcessPiping[S]. 2016.
 - [3]GB50316-2000 (2008 年版), 工业金属管道设计规范[S]. 2000.
 - [4]GB/T20801-2006, 压力管道规范 工业管道[S]. 2006.
 - [5]GB150-2011, 压力容器[S]. 2011.
 - [6]林扬. 大口径薄壁不锈钢管道材料设计的探讨[J]. 化工设备与管道, 2014, 51(05): 71-74.
- 作者简介: 耿金伟 (1984.11-), 男, 汉族, 河南滑县人, 工程师, 硕士研究生, 主要从事化工装置管道材料方面的工作。