

<div></div> <div>南京金陵石化 工程设计有限公司</div> <div>NANJING JINLING PETROCHEMICAL ENGINEERING COMPANY, LTD</div>	设计规定 DESIGN REGULATIONS		档案号: 24255BD01PD01TB05A0 FILE NO.	
	金陵分公司柴油轻馏分优化利用项目 190万吨/年柴油加氢-40万吨/年分子筛脱蜡装置 管道应力设计规定		第 1 页 共 8 页 PAGE OF	版次: A0 V
			设计阶段: 基础设计 STAGE	
			单元号: 01 UNIT	

设计 DRAWN		唐国凤	2024-10-17
校对 CHECKED		李器	2024-10-17
审核 APPROVED		王环	2024-10-17



修改 REV.	说明 DESCRIPTION	设计 DRAWN	校对 CHKD	审核 APPR	审定 FAPPR	专业负责人 SPECIM	项目负责人 PEM	日期 DATE

南京金陵石化工程设计有限公司 NANJING JINLING PETROCHEMICAL ENGINEERING COMPANY , LTD	设计规定 DESIGN REGULATIONS	档案号: 24255BD01PD01TB05A0	
		FILE NO.	
		第 2 页 共 8 页 PAGE OF	版次: A0 V

目 录

1. 范围	3
2. 执行的主要标准规范	3
3. 管道柔性设计原则	3
4. 管道应力分析方法的确定	4
5. 应力分析计算基准和应力程序	5
6. 计算参数的确定	5
7. 荷载	6
8. 冷紧	7
9. 摩擦力	7
10. 安全性评定	7
11. 振动分析	7
12. 非埋地管道的抗震设计	8

南京金陵石化工程设计有限公司 NANJING JINLING PETROCHEMICAL ENGINEERING COMPANY, LTD	设计规定 DESIGN REGULATIONS	档案号: 24255BD01PD01TB05A0	
		FILE NO.	
		第 3 页 共 8 页 PAGE OF	版次: A0 V

1. 范围

- 1.1 本规定适用于金陵分公司柴油轻馏分优化利用项目 190 万吨/年柴油加氢-40 万吨/年分子筛脱蜡装置项目的管道应力分析设计。
- 1.2 除本规定外，尚应执行国家和行业的相关标准、规范，相互间有不一致之处，执行要求严格的条款。

2. 执行的主要标准规范

- GB 50316-2000 《工业金属管道设计规范》（2008 版）
- SH/T 3059-2012 《石油化工管道设计器材选用规范》
- SH/T 3073-2016 《石油化工管道支吊架设计规范》
- SH/T 3039-2018 《石油化工非埋地管道抗震设计规范》
- SH/T 3041-2016 《石油化工管道柔性设计规范》
- GB 50009-2012 《建筑结构荷载规范》
- ASME B31.3-2006 Process Piping

3. 管道柔性设计原则

- 3.1 管道柔性设计按 SH/T 3041-2016《石油化工管道柔性设计规范》，GB 50316-2000《工业金属管道设计规范》（2008 版）的要求进行。管道柔性设计所采取的措施应安全可靠、经济合理。
- 3.2 管道柔性设计应兼顾管道及设备安全，保证管道在各种工况下具有足够的柔性，防止管道因热胀冷缩、端点附加位移、外荷载及管道支撑设置不当等原因造成下列问题：
- a) 管道应力过大或金属疲劳引起管道或支架破坏；
 - b) 管件连接处（如法兰连接处）因发生有害变形而产生泄漏；
 - c) 管道推力和力矩过大，使与其相连接的设备产生过大的应力或变形，影响设备正常运行；或引起管道支架破坏。
- 3.3 管道柔性设计在满足本规定 3.2 要求的同时，还应考虑下列因素：
- a) 管道系统的压力和重力；
 - b) 抗震要求；
 - c) 流体瞬变流动的冲击；
 - d) 介质不稳定流动、风力作用。
 - e) 管道端点附加位移。

3.4 应优先采用自然补偿方法解决管道柔性问题，安装空间狭小而不具备自然补偿条件时可采用金属膨胀节。采用膨胀节应考虑满足工艺条件及防腐要求，有毒及可燃介质管道不得采用填函式伸缩节和球形补偿器。

3.5 对于复杂管道可用固定点将其划分为成几个形状较为简单的管段，如 L 形管段、U 形管段、Z 形管段等再进行分析计算。确定管道固定点位置时应尽量使两固定点间的管段能自然补偿，即能利用管段的几何形状吸收由热胀冷缩产生的位移，并尽量使固定点两边推力相当。

3.6 采用 II 形管段补偿时，宜将其设置在两固定点中部

3.7 往复式压缩机和往复泵的进出口管道除应进行柔性设计外，还应考虑流体脉动影响。

3.8 管道柔性设计所采取的措施应安全可靠、经济合理。

4. 管道应力分析方法的确定

4.1 管道应力分析可采用经验判断、图表分析或详细分析等方法。

4.2 下列管道的柔性分析，宜采用详细分析方法：

- a) 进、出加热炉的工艺管道；
- b) 进、出高温反应器的工艺管道、再生管道；
- c) 进、出蒸汽发生器的管道；
- d) 进、出汽轮机的蒸汽管道；
- e) 进、出离心式压缩机、鼓风机的工艺管道；
- f) 进、出往复式压缩机、往复泵的工艺管道；
- g) 操作温度高于表 1 的与离心泵连接的管道；

表 1 需要详细柔性分析的与泵连接的管道

泵口公称直径，DN	100	150	200	250	300	350	400	≥450
泵管道操作温度，℃	180	180	169	159	149	129	119	49

- h) 操作温度高于表 2 的与静设备连接的管道；

表 2 需要详细柔性分析的与静设备连接的管道

管道公称直径，DN	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	≥600
管道操作温度，℃	349	329	309	269	249	209	189	169	129	129	69

- i) 隔热衬里的管道；
- j) 连接储罐的公称直径 DN300 及以上管道；

南京金陵石化工程设计有限公司 NANJING JINLING PETROCHEMICAL ENGINEERING COMPANY, LTD	设计规定 DESIGN REGULATIONS	档案号: 24255BD01PD01TB05A0 FILE NO.	
		第 5 页 共 8 页 PAGE OF	版次: A0 V

k) 操作温度高于 400℃或低于-50℃的管道。

l) 应力工程师认为有必要进行详细柔性分析的管道。

m) 设备口有特殊受力要求的其他管道；

n) 利用简化分析方法分析后，表明需要进一步详细分析的管道。

4.3 符合下列条件之一的管道可采用经验判断方法，不进行详细应力分析：

a) 与实际运行良好的管道系统柔性相同或基本相当的管道；

b) 与已经过详细应力分析并且合格的管道比较，可以确认具有足够柔性的管道。

5. 应力分析计算基准和应力程序

5.1 计算基准：SH/T 3041-2016《石油化工管道柔性设计规范》、GB 50316-2000（2008 局部修订）《工业金属管道设计规范》、ASME B31.3-2014《Process Piping》。

5.2 详细计算应用程序：CAESAR II。

6. 计算参数的确定

6.1 计算温度：管道计算温度应根据工艺设计条件及下列要求确定：

a) 对于无隔热层管道，介质温度低于 65℃时，取介质温度为计算温度；当介质温度等于或高于 65℃时，取介质温度的 95 %为计算温度；

b) 对于有外隔热层的管道，除另有计算或经验数据外，应取介质温度为计算温度；

c) 对外伴热管道应根据具体条件确定计算温度；

d) 对夹套管道应取内管或套管介质温度较高者为计算温度；

e) 对需要蒸汽吹扫的管道，当操作温度低于蒸汽温度时，取吹扫蒸汽的饱和温度；当操作温度高于蒸汽温度时，取管道的操作温度；

f) 对于带衬里或内隔热层的管道，应根据计算或经验数据确定计算温度；

g) 对于无介质流动的管道，应根据具体条件确定计算温度；

h) 对于安全泄压管道，应取排放时可能出现的最高或最低温度作为计算温度；

i) 除另有规定外，管道安装温度取 20℃；

j) 除另有规定外，冷态计算温度取安装温度。

6.2 计算压力：管道计算压力取管道的设计压力。

6.3 端点附加位移：在管道柔性设计中，除考虑管道本身的热胀冷缩外，还应考虑下列管道端点的附加位移：

a) 静设备热胀冷缩时对连接管道施加的附加位移；

南京金陵石化工程设计有限公司 NANJING JINLING PETROCHEMICAL ENGINEERING COMPANY, LTD	设计规定 DESIGN REGULATIONS	档案号: 24255BD01PD01TB05A0 FILE NO.	
		第 6 页 共 8 页 PAGE OF	版次: A0 V

- b) 转动设备热胀冷缩在连接管口处产生的附加位移;
- c) 加热炉管对加热炉进出口管道施加的附加位移 (由加热炉专业提出);
- d) 储罐等设备基础沉降在连接管口处产生的附加位移;
- e) 不和主管一起分析的支管, 应将分支点处主管的位移作为支管端点的附加位移。

6.4 金属管道的柔度系数及应力增强系数、金属弹性模量及平均线膨胀系数应按 ASME B31.3-2014 《Process Piping》(国外牌号材料) 或 GB 50316-2000 《工业金属管道设计规范》(2008 版) (国内牌号材料) 取值。

a) 按常温下管材弹性模量计算热应力范围, 按操作态温度下管材弹性模量计算冷态位移;

b) 引入应力增强系数计算管件应力。计算持续荷载引起的管件应力时, 应力增强系数取 $0.75i$, 但不得小于 1; 计算管件热应力变化范围时, 应力增强系数取 i 。按 GB 50316-2000 (2008 版) 《工业金属管道设计规范》的附录 E 计算。

6.5 计算壁厚: 计算由持续荷载引起的管道纵向应力时, 计算壁厚中应剔除腐蚀裕量; 计算热应力变化范围时, 计算壁厚取管道名义厚度。

6.6 计算工况: 计算工况应涵盖最不利工况, 如开车、停车、除焦、再生、烘炉及蒸汽吹扫等特殊工况; 同时考查设计温度对应的工况。

6.7 许用应力: 国外牌号材料的许用应力按 ASME B31.3-2014 《Process Piping》取值, 国内牌号材料的许用应力按 GB 50316-2000 (2008 版) 《工业金属管道设计规范》取值。

7. 荷载

7.1 管道所承受的压力、重力和其他持续荷载。

7.2 管道热胀冷缩位移、端点附加位移、支承沉降产生的位移荷载。对于自重较大的设备, 还应考虑设备基础沉降所产生的位移荷载。

7.3 安全阀或释放阀的反座推力、管道内流量和压力的瞬间变化、风力或地震等所产生的偶然荷载。

7.4 如需考虑风荷载, 则其计算按 GB 50009-2012 《建筑结构荷载规范》进行。

7.5 如需考虑地震荷载, 则其计算按 SH/T 3039-2018 《石油化工非埋地管道抗震设计规范》进行。

7.6 不需要考虑风和地震同时发生的情况。

7.7 对于冲击荷载, 动力放大系数取 2。

南京金陵石化工程设计有限公司 NANJING JINLING PETROCHEMICAL ENGINEERING COMPANY, LTD	设计规定 DESIGN REGULATIONS	档案号: 24255BD01PD01TB05A0 FILE NO.	
		第 7 页 共 8 页 PAGE OF	版次: A0 V

8. 冷紧

- 8.1 可采取冷紧措施减小管道热态情况下对设备管嘴、法兰以及固定支架的作用力，但与敏感转动设备相连的管道不宜采用冷紧。
- 8.2 力与力矩的计算中应计入冷紧因素。
- 8.3 在应力校核中不应考虑冷紧效应。

9. 摩擦力

- 9.1 下列管道不得忽略摩擦力的不利影响：
- a) 公称直径大于或等于 600 mm 的管道；
 - b) 敏感转动设备管道。
- 9.2 滑动摩擦系数按下列取值：
- a) 滑动面为钢对钢时，取 0.3；
 - b) 滑动面为钢对混凝土时，取 0.6；
 - c) 滑动面为不锈钢对聚四氟乙烯时，取 0.1。
- 9.3 滚动摩擦取 0.1。

10. 安全性评定

10.1 管道应力

- a) 各种工况下管道由压力、重力和其他持续载荷所产生的纵向应力之和，不应超过管道材料在对应工况下的许用应力；
- b) 管道计算的最大位移应力范围不应超过许用的位移应力范围。许用的位移应力范围按 GB50316 相关规定执行；
- c) 对 GB 50316 所规定的输送 A1 类流体之外的管道，在工作状态下，由压力、重力、其他持续载荷和偶然荷载所产生的纵向应力之和，不得超过材料在热态下许用应力的 1.33 倍。对 GB50316 所规定的输送 A1 类流体的管道，按 GB 50316 相关规定执行。

10.2 作用于设备管口的力与力矩

10.2.1 管道作用于静设备管口的力与力矩应符合静设备设计单位提出的数据要求或取得、其书面认可。当设备设计单位不提供数据时，按下列规定进行核算：

管道施加在压力容器管口的力和力矩应取得压力容器设计单位的确认。

11. 振动分析

南京金陵石化工程设计有限公司 NANJING JINLING PETROCHEMICAL ENGINEERING COMPANY , LTD	设计规定 DESIGN REGULATIONS	档案号: 24255BD01PD01TB05A0	
		FILE NO.	
		第 8 页 共 8 页 PAGE OF	版次: A0 V

- 11.1 应兼顾管道热补偿和防振要求。
- 11.2 存在明显振源的管道应优先考虑防止其振动。

12. 非埋地管道的抗震设计

根据 SH/T 3039-2018 《石油化工非埋地管道抗震设计规范》的要求，非埋地管道的阀门和管件均应采用钢质制品。除特殊需要外，管道连接尽可能采用焊接形式；管道补偿器采用无填料补偿器；管架上采取防止管道横向滑落的措施；沿立式设备敷设的竖直管道和采用吊架吊挂的管道应合理设置导向支架。