

 中国昆仑工程有限公司 CHINA KUNLUN CONTRACTING & ENGINEERING CORP		项目名称 Project	福建福海创石油化工有限公司芳烃装置优化节能改造项目		
		装置名称 Unit Name	芳烃装置优化节能改造		
文件号 Doc. No.	P302-00-SA-SP-0002 01EN25001B-0000-SP-02-0002	设计阶段 Design Phase	基础设计	页数 Pages	15

管道支吊架设计规定

P1	基础设计	陈建发	郝磊	周峰		
版次 REV.	说明 DESCRIPTION	编制 PRE'D	校核 CKD	审核 DISC APP.	审定 APPR.	日期 DATE

目 录

1. 总则	4
1.1 目的	4
1.2 适用范围	4
1.3 修订	4
1.4 单位	4
2. 项目概况	4
2.1 建设单位	4
2.2 建设地点	5
2.3 项目名称	5
2.4 项目简称	5
3. 设计基础数据	5
4. 设计依据	5
5. 标准规范及相关规定	5
5.1 相关标准规范	5
5.2 项目规定	6
6. 管道支吊架的设置与设计	7
6.1 管道支吊架的类型	7
6.2 管道支吊架的一般规定	7
6.3 管道跨距	7
6.4 管道支吊架的设置原则	7
6.5 管道支吊架的结构设计	8
6.6 管道支吊架的材料选用和安装	9
7. 管架标示	10

7.1 概述10

7.2 管架编号10

7.3 管架标示方法10

8. NPS 1½及以下小口径管道支吊架11

8.1 通用规则11

8.2 支管加固角撑14

8.2.1 使用范围14

8.2.2 安装要求14

附录 1 管道跨距表15

1. 总则

1.1 目的

为统一福建福海创石油化工有限公司芳烃装置优化节能改造项目管道应力分析设计工作中的设计原则、设计标准，统一设计文件的内容深度，特制定本规定。

1.2 适用范围

本规定适用于福建福海创石油化工有限公司芳烃装置优化节能改造项目范围内各装置非直埋金属管道的管道应力分析工作。本工程的设计承包商（装置设计院）均应执行本规定。

本规定仅适用于设计压力不大于 42.0MPa，设计温度不超过材料允许使用温度的管道。

本规定所列内容为管道应力分析设计工作的基本要求。

专利设备或成套设备中由供应商供货的管道、仪表及暖通管道、方形通风管道及其他特殊管道不在本规定范围内。专利设备或成套设施及其它设备的操作、维修、管道布置应满足设备制造商的特殊要求及标准。

本规定若有与指定的规范矛盾的之处，参照执行相关的国家、行业及公司内部的标准、规范和规定，同时本规定将不断加以补充、完善和修改。

1.3 修订

本规定执行过程中，当出现下列情况时各设计承包商有义务提出修改或补充的申请，经业主设计管理部和总体院共同确认后修订、生效：

- (1) 完善或修订某条款时；
- (2) 执行指定规范相互矛盾时；
- (3) 遇特殊情况不能执行某条款时；
- (4) 当设计承包商必须采用特定行业标准、规范或习惯做法时。

1.4 单位

除另有规定，本工程管架设计使用的单位制如下：

长度：毫米（mm）

温度：摄氏度(°C)

压力：兆帕（MPa（G））

力：千牛（KN）

2. 项目概况

2.1 建设单位

福建福海创石油化工有限公司（简称福海创）

2.2 建设地点

福建省漳州古雷港经济开发区

2.3 项目名称

福建福海创石油化工有限公司芳烃装置优化节能改造项目

2.4 项目简称

福海创芳烃装置优化节能改造

3. 设计基础数据

厂区气象条件、水文地质条件、公用工程规格、大件运输条件等参见《设计总体规定》。

4. 设计依据

- (1) 《腾龙芳烃（漳州）有限公司芳烃装置优化节能改造项目可行性研究报告》（REV03）及《加氢裂化装置一段反应增上精制反应器可行性研究报告》。
- (2) 芳烃装置优化节能项目的可研批复文件。
- (3) 扩能涉及的专利商或催化剂厂商提供的工程设计基础数据。
- (4) 会议纪要、信函和原设计成品文件等。
- (5) 适用的法律法规及与有关的规范、标准。

5. 标准规范及相关规定

5.1 相关标准规范

管道支吊架的设计、制造和验收执行的标准、规范见表 5-1，参照的标准、规范见表 5-2。

表 5-1 管道支吊架设计、制造和验收执行的标准、规范

标准/规范号	标准/规范名称
GB/T 150.1~4-2024	压力容器
GB 50009-2012	建筑结构荷载规范
GB/T 20801.1~6-2020	压力管道规范 工业管道
HG/T 21629-2021	管架标准图
SH/T 3073-2016	石油化工管道支吊架设计规范
NB/T 47038-2019	恒力弹簧支吊架
NB/T 47039-2013	可变弹簧支吊架
GB/T 12777-2019	金属波纹管膨胀节通用技术条件
GB 50517-2010	石油化工金属管道工程施工质量验收规范(2023 年版)
ASME B31.3-2022	Process Piping

标准/规范号	标准/规范名称
ASME BPVC VIII-1-2023	Rules for Construction of Pressure Vessels
API STD 520 P2-2020	Sizing, Selection, and Installation of Pressure-relieving Devices
API STD 610-2021	Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries
API STD 617-2022	Axial and Centrifugal Compressors and Expander compressors
API STD 618-2024	Reciprocating Compressors for Petroleum, Chemical, and Gas Industry Services
API STD 619-2010(R2024)	Rotary-Type Positive Displacement Compressors for Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries
API STD 560-2016(2021)	Fired Heaters for General Refinery Service
API STD 650-2020	Welded Tanks for Oil Storage
API STD 661-2013(R2018)	Petroleum, Petrochemical, and Natural Gas Industries-Air-cooled Heat Exchangers
API STD 662-2006(R2011)	Plate Heat Exchangers for General Refinery Services
NEMA SM23-1991(R2002)	Steam Turbines for Mechanical Drive Services
WRC BUL 297-1987	Local Stresses calculating in Cylindrical Shells due to External Loadings
EJMA-2015	Standards of the Expansion Joint Manufacturers Association, INC.
ASME B16.5-2020	Pipe flanges and flanged fittings
ALPEMA STANDARDS-2010	The Standards of the Brazed Aluminum Plate-Fin Heat

表 5-2 管道支吊架设计、制造和验收参照的标准、规范

标准/规范号	标准/规范名称
GB 50011-2010	建筑抗震设计规范（附条文说明）（2016 年版）
SH/T 3039-2018	石油化工非埋地管道抗震设计通则
SH/T 3041-2016	石油化工管道柔性设计规范
WRC BUL 107-2002	Local Stresses in Spherical and Cylindrical Shells Due to External Loading
WRC BUL 329-1987	Accuracy of Stress Intensification Factors for Branch Connections

5.2 项目规定

管道支吊架设计、制造和验收相关的设计规定见表 5-3。

表 5-3 相关工程规定

文件号	文件名称
01EN25001B-0000-PP-02-0001	装置、设备布置设计规定
01EN25001B-0000-PP-02-0002	管道布置设计规定
01EN25001B-0000-MP-11-0001	管道材料专业设计统一规定
01EN25001B-0000-MP-02-0004	管道及设备绝热设计规定
01EN25001B-0000-SP-02-0001	管道应力分析设计统一规定

注：当以上标准、规范及设计规定要求有冲突时，按要求更高的执行。

6. 管道支吊架的设置与设计

6.1 管道支吊架的类型

管架是用来承担管道系统重量或防止因热胀冷缩、机械位移、盲板力等对设备管口及管道其它薄弱部位施加较大推力和力矩。管道系统的支吊架根据其约束作用的不同，划分为如下几种类型：

- (1) 固定支架：限制管道线位移及角位移。
- (2) 导向支架：控制管道径向位移。
- (3) 限位支架：约束管道轴向位移。
- (4) 刚性支、吊架：承受管道及其组件、介质及保温层等重量。
- (5) 弹簧支、吊架（可变 / 恒力弹簧）：允许竖直位移的管道支撑
- (6) 防振支架（阻尼器或减振管架）：约束管道系统可能发生的振动。

6.2 管道支吊架的一般规定

管道支吊架的设置应满足以下一般规定：

- (1) 管道支吊架的设置，应同时满足管道强度和刚度的要求。
- (2) 应优先选用标准及通用的支吊架。
- (3) 管道轴测图上应标出管架编号。
- (4) 管道支吊架应有足够的强度和适当的刚度，当选用标准管架时，应注意标准支架的允许荷载。

6.3 管道跨距

水平管道支吊架的最大间距，应按刚度条件和强度条件进行计算，并取两者中较小值。其计算公式参见 SH/T3073 标准。垂直管道应按适当间距设置导向架，具体参见附录 1（管道跨距表）。

6.4 管道支吊架的设置原则

管道支吊架的设置应满足一下原则：

- (1) 应在规划管道布置的同时妥善考虑 管道支吊架的位置，支撑方式及生根方法。
- (2) 支吊架的设置不应影响设备和管道的操作及维修。

(3) 支吊架生根在建(构)筑物的构件上时,该构件应有足够的强度和刚度;在衬里设备或管道上的焊接生根件,应在衬里前完成其焊制工作;在需要热处理的设备上的焊接生根件,应在设备热处理前完成其焊接工作。

(4) 高压管道或有特殊要求的支吊架宜设置在直管段上,不宜设置在弯头及支管连接点等局部应力较高的部位。

(5) 在阀门、小型设备、支管等集中荷载附近宜设置支撑。

(6) 有压力脉动的管道,确定支架间距时,还应核算管道固有频率,防止管道发生共振。

(7) 往复式压缩机的吸入或排出管道以及其它有强烈振动的管道,应单独设置支架并与建筑物和构筑物基础分开,以避免将振动传递到建筑物和构筑物上。

(8) 安全阀出口放空管应设置支架,以承受安全阀泄放反力。

(9) 需要维护的支吊架,如可变弹簧、恒力弹簧支吊架等,应尽可能设置在便于操作位置,并且支吊架周围应有足够的操作空间。

(10) 管端部不得伸长作为支撑耳轴使用。

(11) 液体降压阀管道及高压降压阀管道的走向布置和支架设计应考虑两相流的影响。

(12) 为减小动设备管口受力而设置的限位和固定支架应有足够的刚度。

(13) 水平耳轴支架应有端板及排液口。

(14) 无隔热层管道及管托底面不得与混凝土结构面直接接触,混凝土结构支撑面须预设埋件。

(15) 需要经常拆卸的管线,管架的设置应满足管线的安装及拆卸要求。

6.5 管道支吊架的结构设计

管道支吊架的结构设计及选用应遵循以下原则:

(1) 应控制支吊架零部件及管道组成件连接处的局部应力,防止管道局部塑性变形。

(2) 管道支架的滑动面应露在隔热层之外。对保温管道,应选择合适的管托或鞍式支座。

a) 保温管道的管托高度不宜小于 100mm,管托高度与保温厚度的对应关系见表 6-1;大口径(NPS ≥16)保温管道的管托高度不宜低于表 6-2 的要求。

b) 操作温度大于 120℃的裸管不应直接与结构接触。

表 6-1 保温层厚度对应的管托高度

保温厚度 (mm)	管托高度 (mm)
≤75	100
76-125	150
126-175	200
176-225	250

- (3) 保冷管道支吊架，应采取隔冷措施以防止出现冷桥。
- (4) 无保冷的冷管宜采用带隔冷块的保冷管架,隔冷块厚度不小于 50mm。
- (5) 无隔热层的大口径管道(NPS≥16)，应带有管托，其管托高度不宜低于表 6-2。

表 6-2 大口径裸管管托高度表

管径	介质	管托高度（mm）
16≤ NPS < 30	液体/气体	≥ 100
30≤ NPS ≤ 46	液体/气体	≥ 150
DN > 46	液体/气体	≥ 200

- (6) 镀锌管道及需要焊后热处理管道宜用管夹式管托，避免现场焊接。对不可避免焊接的镀锌管道，应在焊接完成后，与管道一起整体热浸镀锌。
- (7) 不锈钢裸管，不允许直接放在结构上，应带有管托或托板。
- (8) 碳钢的支吊架零部件与有色金属或不锈钢管道组成件不应直接接触，在接触面之间可增加隔离垫或采用其它相应措施。
- (9) 弹簧支、吊架的设计应遵循 NB/T 47038 及 NB/T 47039，其使用应由应力分析工程师决定。
- (10) 坡度管在与支撑面有间隙，或成排管道在支架处标高不一致时，支架处的垂直间隙应在现场用型钢或钢板垫起，除有特殊要求外，管道与支撑面应紧密贴合。
- (11) 薄壁管或放置在大梁上的大直径薄壁管安装管托或耳轴时，为了降低局部应力而采用焊接补强板或用管夹式管托，尺寸和厚度按相关标准选择或由计算确定。
- (12) 对于吊架，当管道有水平位移时，吊杆两端应为铰接，两铰接点间应有足够长度。对刚性吊架，可活动的吊杆长度不应小于吊点处水平位移的 20 倍，吊杆与垂直线夹角不应大于 3°；对弹簧吊架，可活动的拉杆长度不应小于吊点处水平位移的 15 倍，吊杆与垂直线夹角不应大于 4°，否则其水平位移影响必须经过核算。
- (13) 需安装四氟板的弹簧支架，均应在管托或耳轴的底部附加抛光精度为 Ra1.6μm 的不锈钢板，通常可由弹簧供应商提供。
- (14) 两相流管道不应选用吊架，一般选用刚性支架。必须使用弹簧时，应有相应防护措施。
- (15) 与压缩机、泵管口相连的管道，靠近管口处的支架宜使用可调型式。
- (16) 焊接到设备上的管架预焊件或全部管架结构应由设备供应商提供，现场不得对设备本体直接焊接。

6.6 管道支吊架的材料选用和安装

管道支吊架的材料选用和安装应满足以下要求：

- (1) 管托，轴管及加强板等与管道直接焊接部分应与管道材料相同或相当。
- (2) 标准管架零部件如 U 型螺栓、管夹等应按照管道支架详细设计文件和图纸选用，所用的管架零部件应与管架标准图一致。

(3) 管架不应架设于小于管架型钢规格的结构梁柱上，并且支撑 NPS 3 及以上管线的支架不能直接作用在钢平台上，在支撑位置补梁，且不得直接放在篦子板上。现场应将篦子板开孔，将管架作用在下面的钢结构上。

(4) 使用 U 型螺栓或 U 型管夹时，应避免在非管架结构上开孔。通常需根据实际需要，在结构上补焊型钢，在此型钢上开孔。

(5) 现场安装管架时，除有特殊要求外，应避免承重管架与支撑的结构有间隙。

(6) 管架标识中无特殊说明时，导向和限位约束的间隙应控制在 3mm 以内。

(7) 地面上的管架，不宜直接生根在地坪上，原则上宜有不少于 50mm 高的地墩。

7. 管架标示

7.1 概述

三维模型中，NPS 2 及以上管线的管架以及所有高温隔热和保冷管架均须用实体表示，除非用实体无法实现的管架可用逻辑代码表示。所有设计的支撑点和管架编号必须标注在管道轴测图上。

7.2 管架编号

通常管架分为标准管架、特殊管架及特殊功能类管架（如弹簧、刚性拉杆、阻尼器等）。标准管架编号应与选用的标准管架图相对应。

7.3 管架标示方法

管架表示主要以在轴测图上表示为主，如图 7-1 所示：

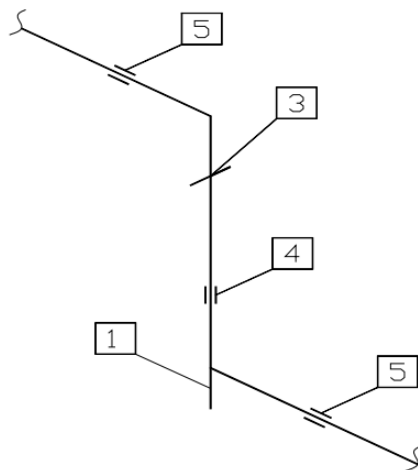


图 7-1 管架标示示意图

件号 1 为弯头上支架（耳轴管）表示方式；

件号 3 为垂直管线上支架（耳轴管）表示方式；

件号 4 为垂直管线上支架表示方式；

件号 5 为水平管线上支架表示方式。

相应管架代码编号可在轴测图右侧的材料栏中根据件号找出。

8. NPS 1½及以下小口径管道支吊架

由于 NPS 1½及以下小口径管线走向在现场施工过程中存在很大的不确定性，为便于设计和施工，本规定对此类管线中较典型的管道提供支架设计原则如下：

8.1 通用规则

- (1) 对于 NPS ½及以下的管线，如果需要全程保护，可以用不小于 L30X30 的等边角钢全程保护，支架都应作用在连续支撑的角钢上。
- (2) 当 NPS 1½及以下管道不便于从结构上设置支架时，可以用 NPS 4 及以上的相邻管道支撑，支架长度不应超过 500mm。
- (3) 沿管廊或地墩铺设的 NPS 1½及更小的保温管线应根据跨距要求增加支撑。
- (4) 应尽量避免管架与 NPS 1½及以下的管道直接焊接。当这类焊接无法避免时，与管道直接焊接部分应与管道材料相同或相当，并避开焊缝位置。
- (5) 管架的最大间距不应超过 3 米，并且应按如下规定安装导向架：
 - a) 管道的导向架应距离管线拐角处 6 米以上，如图 8-1 所示。

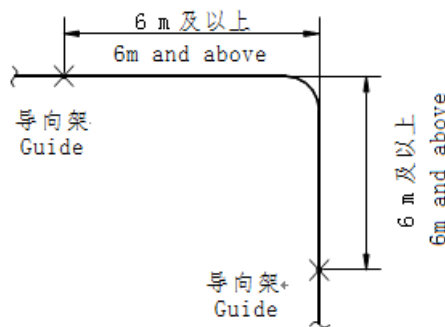


图 8-1 导向架位置示意图

- b) 管的导向架间距应为 6~12 米，如图 8-2 所示。

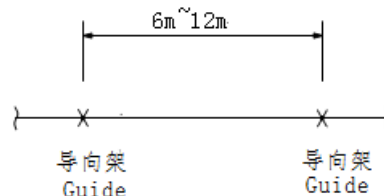


图 8-2 水平直管导向架间距

- c) 管上的导向架间距应在 3 米以内，如图 8-3 所示。

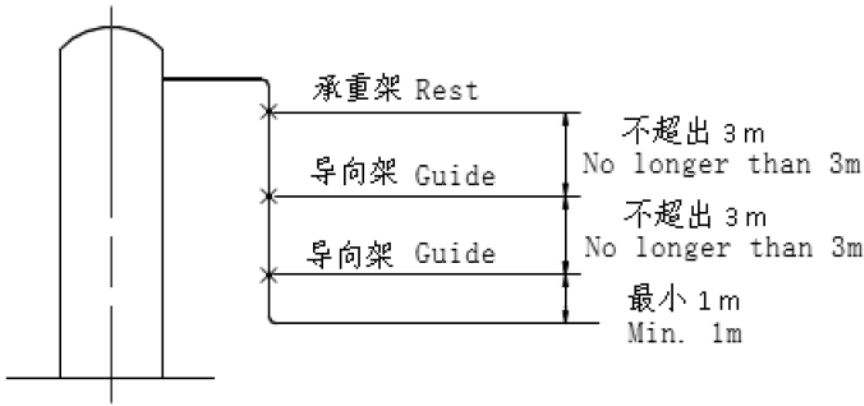


图 8-3 垂直立管导向架间距

(6) 对于裸管应采用图 8-4 所示的固定架和导向架型式。

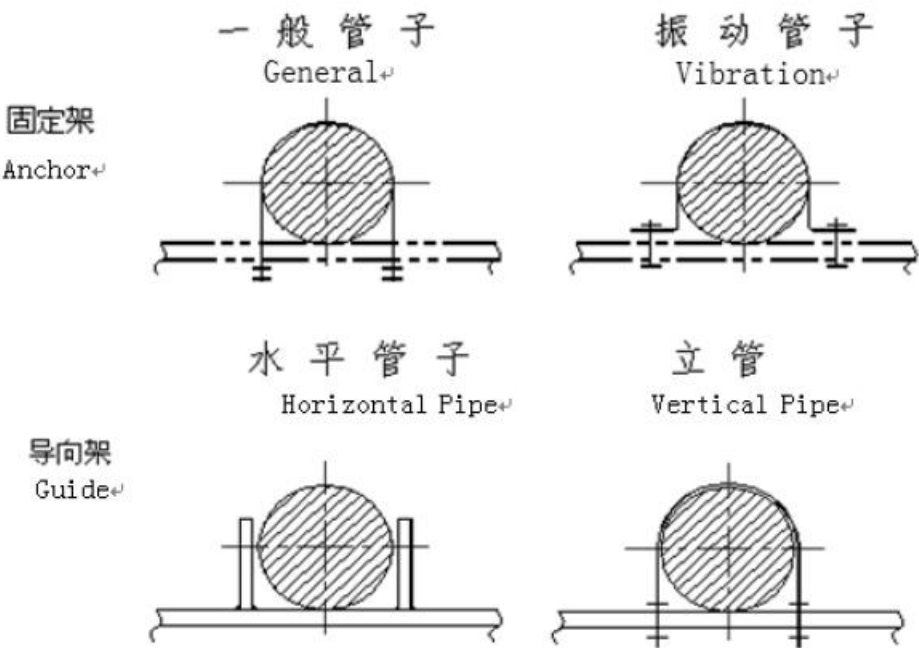


图 8-4 裸管管架型式

(7) 对于保温管线(包括保温、伴热和人身防护管线)或保冷管线应根据其保温或保冷厚度选用相应的保温或保冷管托并根据需要安装固定架及导向架。保温管线的固定架和导向架型式如图 8-5 所示，保冷管线的固定架和导向架型式应依据《标准管架图册》选用。

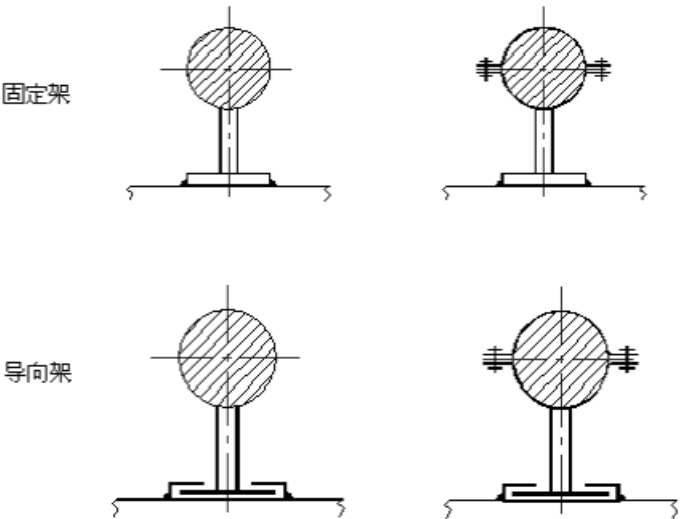


图 8-5 保温管管架型式

(8) 在 NPS 4 以上的管线临近的小管可以按照系列方式用临近的管线支承，且管支架长度通常不应超过 500mm，如图 8-6 所示。

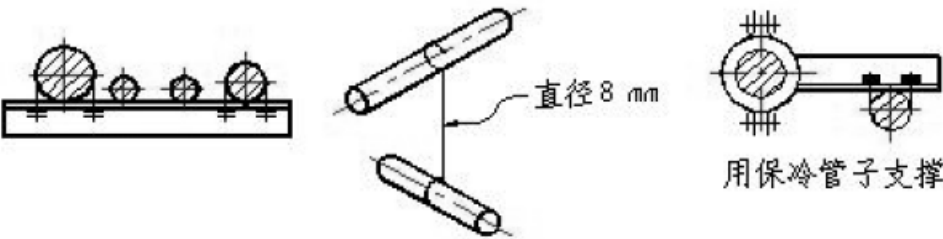


图 8-6 大管支小管示意图

(9) 阀门的支撑规定如下

- a) 一般阀门：阀门的进口或出口应当用 U 型螺栓或 U 型钢带进行支撑。
- b) 一般软管站和伴热站处的阀门：管架宜按如图 8-7 所示。

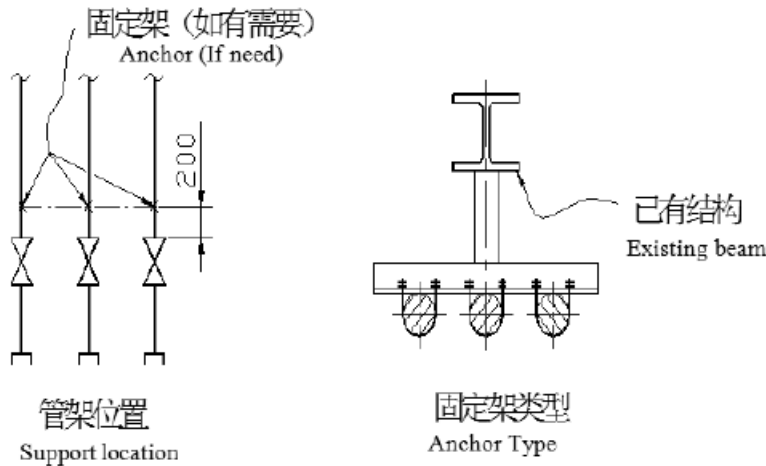


图 8-7 软管站和伴热站支撑

8.2 支管加固角撑

支管加固角撑亦称加固板，用于 NPS 1 及以下的支管管道，以防止由振动或额外的附加载荷引起的破坏。

8.2.1 使用范围

- (1) 存在振动的管线。
- (2) 如果支管仅由一段短管和一个阀门组成，且该管段总长度不超过 230mm 时，无需角撑。
- (3) 不适用于主管口径小于 NPS 4 的支管。

8.2.2 安装要求

- (1) 角撑的焊接必需遵守管道的焊接规定。安装方式见图 8-8~图 8-10。

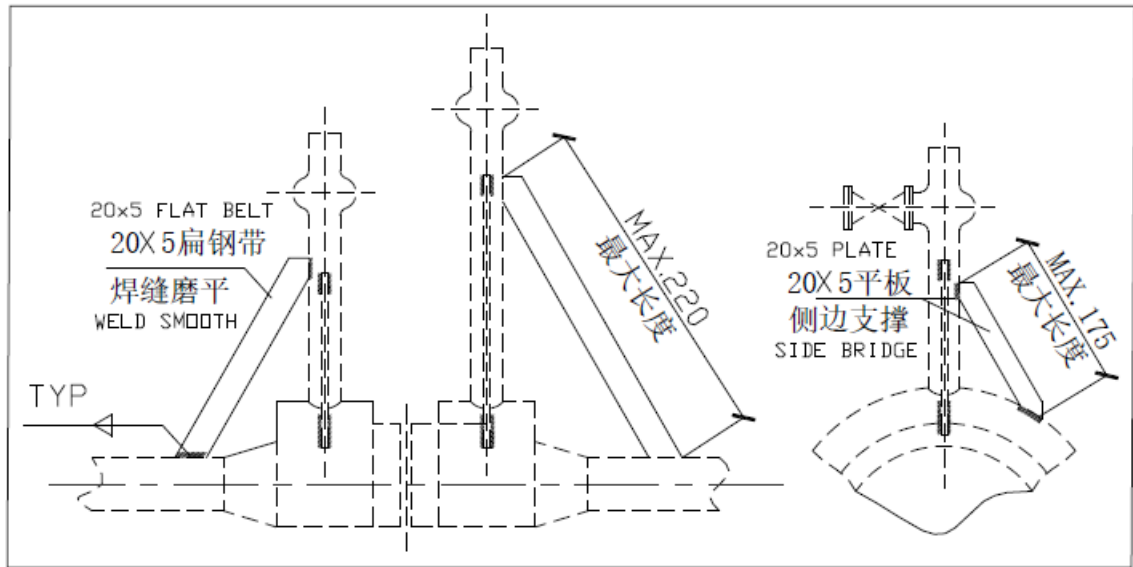


图 8-8 孔板法兰固角撑

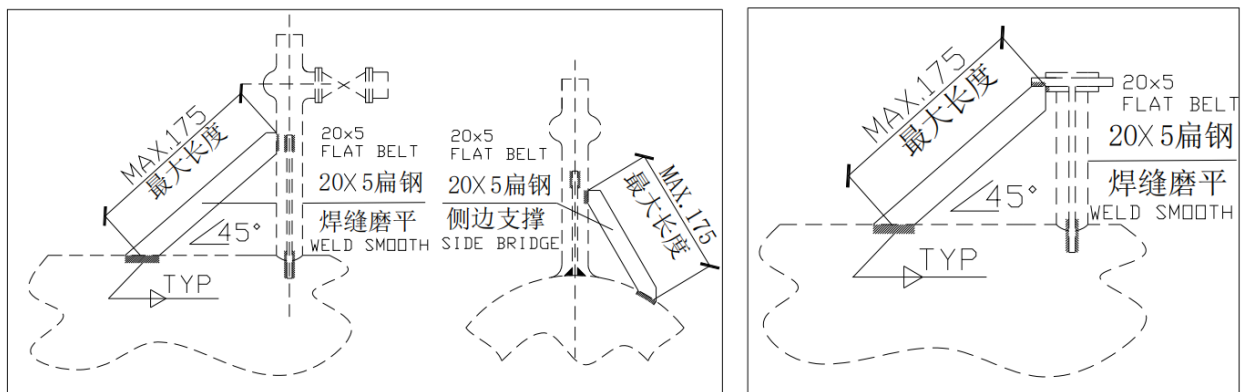


图 8-9 承插焊和螺纹连接固角撑

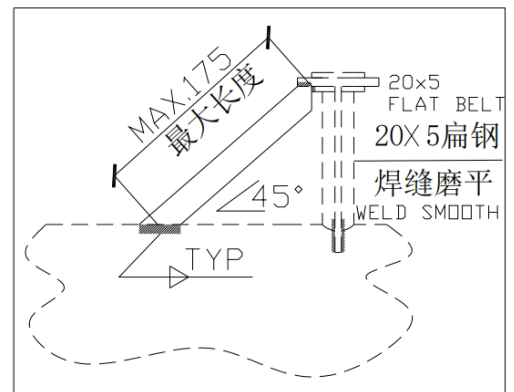


图 8-10 法兰连接的支管

- (2) 加固角撑材料应与主管相同或相当。

附录 1 管道跨距表

1. 碳钢及厚壁不锈钢管道最大跨距参照附表 1-1。

附表 1-1 应用于以下情形，其它情况应根据支架的刚度、强度及支架根部局部应力计算。

- 1) 壁厚为 STD 及以上、最大温度 350°C 的碳钢管道；
- 2) 壁厚 40S 及以上、最大温度 350°C 的奥氏体不锈钢管道；
- 3) 壁厚 10S 及以上、最大温度 280°C 的双相不锈钢管道。

附表 1-1 碳钢及厚壁不锈钢跨距表

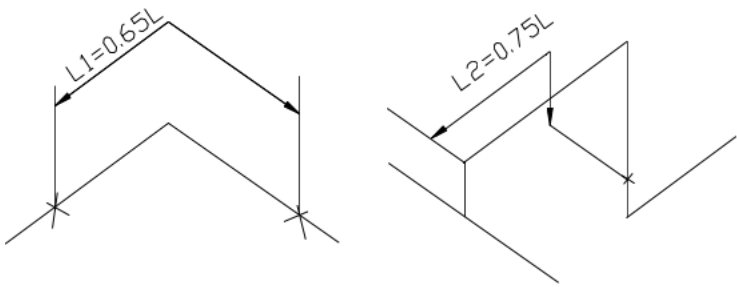
口径 (NPS)	最大跨距 mm (注 1,2)			
	气体介质		液体介质	
	裸管	保温 (注 3)	裸管	保温 (注 3)
1	3850	2300	3450	2250
1½	4750	3000	4100	2800
2	5350	3600	4550	3300
3	6550	4600	5450	4200
4	7500	5550	6100	4900
6	9150	6800	7100	5800
8	10500	8050	7950	6700
10	11800	9050	8700	7400
12	12900	9800	9150	7800
14	15150 (注 4)	11850	10850	9300
16	16250 (注 4)	12850	11200	9750
18	17250 (注 4)	13750	11500	10150
20	18200 (注 4)	14450	11750	10400
24	18950 (注 4)	16050	12150	10950

注 1: 跨距是基于直管，其它构型的管道需乘以一个系数，详见图附图 1-1。

注 2: 坡度小于 1.5‰的排凝管道需进行额外的跨距验算。

注 3: 保温及其保护层的重量按以下原则考虑：保温厚度—NPS 1 为 70mm，NPS 24 为 200mm，中间口径以 10mm 递增；保温密度—190kg/m³。

注 4: 跨距基于挠度控制，其它跨距基于纵向弯曲应力控制。



附图 1-1 其他构型管道的跨距

2. 壁厚为 10S 的不锈钢管道最大跨距参照附表 1-2。

附表 1-2 适用于壁厚为 10S、最大温度 350 °C 的奥氏体不锈钢管道，其它情况应根据支架的刚度、强度及支架根部局部应力计算。

附表 1-2 壁厚为 10S 不锈钢管道的跨距

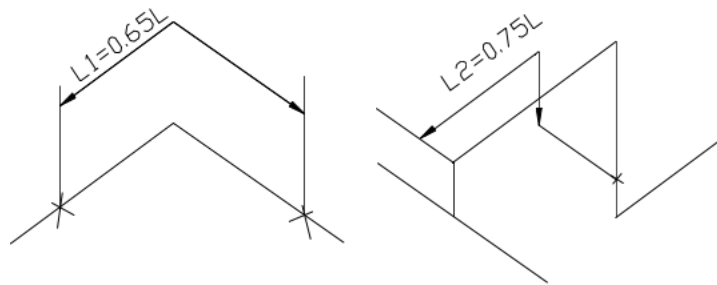
口径 (NPS)	最大跨距 L (mm) （注 1,2）			
	气体介质		液体介质	
	裸管	保温（注 3）	裸管	保温（注 3）
1	3900	2200	3450	2100
1½	4850	2800	4000	2600
2	5450	3300	4300	3000
3	6700	4050	4950	3500
4	7650	4800	5300	4000
6	9400	5750	5950	4600
8	10750	6800	6450	5200
10	12000	7600	6950	5650
12	13000	8250	7350	6050
14	13750	8700	7600	6300
16	14700	9450	7750	6550
18	15650	10150	7850	6750
20	16450	11000	8400	7300

注 1：跨距是基于直管，其它构型的管道需乘以一个系数，详见图附图 1-2。

注 2：坡度小于 1.5‰的排凝管道需进行额外的跨距验算。

注 3: 保温及其保护层的重量按以下原则考虑: 保温厚度—NPS 1 为 70mm, NPS 24 为 200mm, 中间口径以 10mm 递增; 保温密度— 190kg/m^3 。

注 4: 跨距基于挠度控制, 其它跨距基于纵向弯曲应力控制。

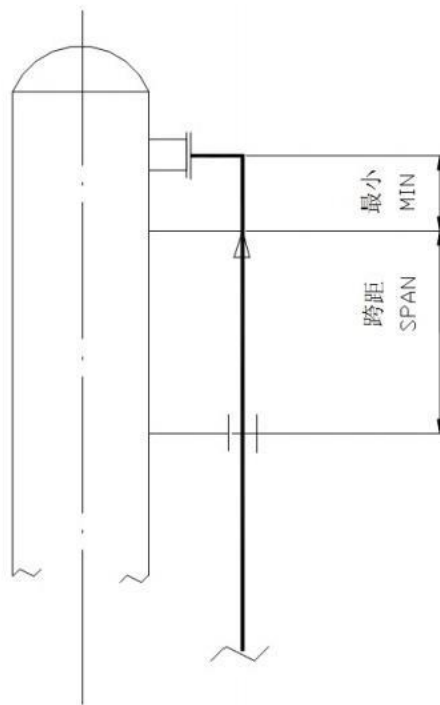


附图 1-2 其他构型不锈钢管道(10S) 的跨距

3. 垂直管道最大跨距(导向间距)参照附表 1-3 及附图 1-3:

附表 1-3 垂直管道最大导向间距

口径 (NPS)	最大跨距(mm)
	水+保温
34~2	3500
3~6	5000
8~14	6000
16 及以上	8000



附图 1-3 垂直管道最大导向间距示意图