

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 17116.1—2018  
代替 GB/T 17116.1—1997

## 管道支吊架 第 1 部分：技术规范

Pipe supports and hangers—Part 1: Technical specification

2018-03-15 发布

2018-10-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会



## 目 次

前言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	4
4 总则 .....	5
5 材料 .....	6
5.1 通则 .....	6
5.2 锻件 .....	6
5.3 铸件 .....	6
5.4 螺栓、螺母、垫圈及销 .....	7
6 设计 .....	7
6.1 通则 .....	7
6.2 荷载准则 .....	15
6.3 许用应力 .....	16
6.4 变力和恒力支吊架 .....	18
6.5 刚性支吊装置 .....	20
6.6 减振和阻尼装置 .....	20
6.7 弹簧设计 .....	21
6.8 管部结构 .....	21
6.9 吊杆及配件 .....	23
6.10 辅助钢结构 .....	23
6.11 螺纹连接 .....	24
6.12 焊缝连接 .....	24
6.13 多管共用支架 .....	25
6.14 支吊架间距 .....	25
6.15 支吊架组装设计 .....	27
7 制造 .....	29
7.1 通则 .....	29
7.2 制造公差 .....	29
7.3 材料切割 .....	30
7.4 冷热加工成形 .....	30
7.5 焊接 .....	31
7.6 螺纹连接 .....	33
7.7 装配和对中 .....	34
7.8 防护涂层 .....	34
7.9 产品标志 .....	35

- 7.10 包装 ..... 35
- 7.11 包装和发货标志 ..... 36
- 7.12 发货 ..... 36
- 7.13 收货 ..... 36
- 8 安装 ..... 36
  - 8.1 通则 ..... 36
  - 8.2 准备 ..... 37
  - 8.3 定位 ..... 37
  - 8.4 安装要求 ..... 37
  - 8.5 调整 ..... 39
  - 8.6 检查 ..... 41
- 9 试验 ..... 42
  - 9.1 通则 ..... 42
  - 9.2 钢制零部件及其原材料试验 ..... 43
  - 9.3 整机性能试验 ..... 44
- 10 检验 ..... 45
  - 10.1 通则 ..... 45
  - 10.2 检验时机与条件 ..... 45
  - 10.3 外观、涂层与尺寸检验 ..... 45
  - 10.4 硬度与金相组织检验 ..... 46
  - 10.5 无损检测 ..... 46
  - 10.6 原材料检验 ..... 46
  - 10.7 弹簧检验 ..... 46
  - 10.8 螺纹连接件检验 ..... 47
  - 10.9 焊接接头检验 ..... 47
  - 10.10 成品检验 ..... 49
  - 10.11 交收检验 ..... 50
  - 10.12 型式检验 ..... 50
  - 10.13 补充检验 ..... 50
  - 10.14 抽样规则 ..... 50
  - 10.15 判别规则 ..... 50
  - 10.16 安装质量检验 ..... 51
- 11 维修 ..... 53
  - 11.1 通则 ..... 53
  - 11.2 支吊架维修大纲 ..... 54
  - 11.3 运行维护相关工作 ..... 55
  - 11.4 维修程序 ..... 56
  - 11.5 维修注意事项 ..... 56
  - 11.6 维修质量检查与检验 ..... 57
  - 11.7 维修建议 ..... 57
- 附录 A (规范性附录) 常用国内钢材的许用应力表 ..... 58

A.1	钢板	58
A.2	钢管	61
A.3	锻件	63
A.4	螺栓	64
附录 B (资料性附录) 恒力支吊架性能试验方法		66
B.1	试验设备和仪器	66
B.2	安装要求	66
B.3	试验步骤	66
B.4	试验记录	67
附录 C (资料性附录) 变力弹簧支吊架性能试验方法		68
C.1	试验设备和仪器	68
C.2	试验步骤	68
C.3	试验记录	68
附录 D (资料性附录) 弹簧减振器性能试验方法		69
D.1	试验设备和仪器	69
D.2	试验步骤	69
D.3	试验记录	69
附录 E (资料性附录) 液压阻尼器性能试验方法		70
E.1	试验设备、仪器与试验环境	70
E.2	试验步骤	70
E.3	试验记录	70



## 前 言

GB/T 17116《管道支吊架》分为下列三个部分：

- 第1部分：技术规范；
- 第2部分：管道连接部件；
- 第3部分：中间连接件和建筑结构连接件。

本部分为 GB/T 17116 的第1部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 17116.1—1997《管道支吊架 第1部分：技术规范》，与 GB/T 17116.1—1997 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 修改了管道系统的温度分级；
- 增加了灰铸铁、可锻铸铁和球墨铸铁的使用温度下限；
- 根据通用性程度对典型的支吊架标准零部件进行了梳理和调整；
- 调整了支吊架零部件许用应力的安全系数；
- 根据调整后的材料许用应力修改了螺纹吊杆最大使用荷载；
- 公称直径大于或等于 56 mm 的螺纹吊杆修改为采用螺距为 4 mm 的细牙螺纹；
- 修改了加工成形的管夹公差；
- 对支吊架零部件及其原材料的试验方法和结果评定给出具体的要求；
- 对支吊架整机性能试验给出具体的要求；
- 分类细化了对支吊架及零部件的检验要求；
- 充实了支吊架维修的相关内容和要求；
- 在附录中增加了恒力支吊架、变力支吊架、弹簧减振器和液压阻尼器的性能试验方法。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国管路附件标准化技术委员会(SAC/TC 237)归口。

本部分负责起草单位：中国电力工程顾问集团华东电力设计院有限公司。

本部分参加起草单位：中机国能电力工程有限公司、中机生产力促进中心、中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司、江苏电力装备有限公司、华电电力科学研究院、中国石油工程建设公司华东设计分公司、中国天辰工程有限公司。

本部分主要起草人：林磊、林其略、李俊英、马欣强、浦万生、郭延军、刘建、刘俊、兰花、熊建文、冯峰、申松林、黄家运、徐敬华。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 17116.1—1997。





# 管道支吊架

## 第1部分:技术规范

### 1 范围

GB/T 17116 的本部分规定了管道支吊架的材料、设计、制造、安装、试验、检验和运行维修的基本要求。

本部分适用于圆截面金属管道的支吊架装置。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 90.1 紧固件 验收检查
- GB/T 91 开口销
- GB/T 117 圆锥销
- GB/T 119.1 圆柱销 不淬硬钢和奥氏体不锈钢
- GB/T 119.2 圆柱销 淬硬钢和马氏体不锈钢
- GB/T 150.2—2011 压力容器 第2部分:材料
- GB/T 150.3—2011 压力容器 第3部分:设计
- GB/T 157 产品几何量技术规范(GPS)圆锥的锥度与锥角系列
- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 193 普通螺纹 直径与螺距系列
- GB/T 196 普通螺纹 基本尺寸
- GB/T 197 普通螺纹 公差
- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
- GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法
- GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法
- GB/T 321 优先数和优先数系
- GB/T 324 焊缝符号表示法
- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 713 锅炉和压力容器用钢板
- GB/T 880 无头销轴
- GB/T 882 销轴
- GB/T 912 碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板和钢带
- GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口
- GB/T 985.2 埋弧焊的推荐坡口
- GB/T 1184—1996 形状和位置公差 未注公差值
- GB/T 1220 不锈钢棒

- GB/T 1221 耐热钢棒
- GB/T 1222 弹簧钢
- GB/T 1231 钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件
- GB/T 1239.2 冷卷圆柱螺旋弹簧技术条件 第2部分:压缩弹簧
- GB/T 1348 球墨铸铁件
- GB/T 1413 系列1集装箱 分类、尺寸和额定质量
- GB/T 1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
- GB/T 2516 普通螺纹 极限偏差
- GB/T 2518 连续热镀锌钢板及钢带
- GB/T 2650 焊接接头冲击试验方法
- GB/T 2651 焊接接头拉伸试验方法
- GB/T 2652 焊缝及熔敷金属拉伸试验方法
- GB/T 2653 焊接接头弯曲试验方法
- GB/T 2822 标准尺寸
- GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 2934 联运通用平托盘 主要尺寸及公差
- GB/T 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备
- GB/T 3077 合金结构钢
- GB/T 3087 低中压锅炉用无缝钢管
- GB/T 3091 低压流体输送用焊接钢管
- GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱
- GB/T 3098.2 紧固件机械性能 螺母 粗牙螺纹
- GB/T 3098.4 紧固件机械性能 螺母 细牙螺纹
- GB/T 3098.6 紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱
- GB/T 3098.8 紧固件机械性能  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+700\text{ }^{\circ}\text{C}$ 使用的螺栓连接零件
- GB/T 3098.9 紧固件机械性能 有效力矩型钢锁紧螺母
- GB/T 3098.15 紧固件机械性能 不锈钢螺母
- GB/T 3103.1 紧固件公差 螺栓、螺钉、螺柱和螺母
- GB/T 3103.4 紧固件公差  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+700\text{ }^{\circ}\text{C}$ 使用的螺栓-螺母连接副
- GB/T 3274 碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带
- GB/T 3531 低温压力容器用钢板
- GB/T 4096 产品几何量技术规范(GPS)棱体的角度与斜度系列
- GB/T 4857.1 包装运输包装件 试验时各部位的标志方法
- GB/T 4879 防锈包装
- GB/T 4892 硬质直方体运输包装尺寸系列
- GB/T 4995 联运通用平托盘 性能要求和试验选择
- GB/T 5210 色漆和清漆 拉开法附着力试验
- GB/T 5267.1—2002 紧固件 电镀层
- GB/T 5310 高压锅炉用无缝钢管
- GB/T 5398 大型运输包装件试验方法
- GB/T 5752 输送带 标志
- GB/T 6388 运输包装收发货标志
- GB/T 6414 铸件 尺寸公差与机械加工余量

- GB/T 8163 输送流体用无缝钢管
- GB/T 8165 不锈钢复合钢板和钢带
- GB/T 8492 一般用途耐热钢和合金铸件
- GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分:未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级
- GB/T 9286 色漆和清漆 漆膜的划格试验
- GB/T 9437 耐热铸铁件
- GB/T 9439 灰铸铁件
- GB/T 9440 可锻铸铁件
- GB/T 9799 金属及其他无机覆盖层 钢铁上经过处理的锌电镀层
- GB/T 9948 石油裂化用无缝钢管
- GB/T 11334—2005 产品几何量技术规范(GPS) 圆锥公差
- GB/T 11352 一般工程用铸造碳钢件
- GB/T 11373 热喷涂金属件表面预处理通则
- GB/T 12212 技术制图 焊缝符号的尺寸、比例及简化表示法
- GB/T 12361 钢质模锻件 通用技术条件
- GB/T 12362 钢质模锻件 公差及机械加工余量
- GB/T 12363 锻件功能分类
- GB/T 12467.1 金属材料熔焊质量要求 第1部分:质量要求相应等级的选择准则
- GB/T 12467.2 金属材料熔焊质量要求 第2部分:完整质量要求
- GB/T 12467.3 金属材料熔焊质量要求 第3部分:一般质量要求
- GB/T 12467.4 金属材料熔焊质量要求 第4部分:基本质量要求
- GB/T 12467.5 金属材料熔焊质量要求 第5部分:满足质量要求应依据的标准文件
- GB/T 13148 不锈钢复合钢板焊接技术要求
- GB/T 13298 金属显微组织检验方法
- GB/T 13346 金属及其他无机覆盖层 钢铁上经过处理的镉电镀层
- GB/T 13452.2—2008 色漆和清漆 漆膜厚度的测定
- GB/T 13912 金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法
- GB/T 14436 工业产品保证文件 总则
- GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管
- GB/T 15169 钢熔化焊焊工技能评定
- GB/T 17116.2 管道支吊架 第2部分:管道连接部件
- GB/T 17116.3 管道支吊架 第3部分:中间连接件和建筑结构连接件
- GB/T 17394.1 金属材料 里氏硬度试验 第1部分:试验方法
- GB/T 21470 锤上钢质自由锻件机械加工余量与公差 盘、柱、环、筒类
- GB/T 21471 锤上钢质自由锻件机械加工余量与公差 轴类
- GB/T 23934 热卷圆柱螺旋压缩弹簧 技术条件
- GB/T 23935 圆柱螺旋弹簧设计计算
- GB/T 24511 承压设备用不锈钢钢板及钢带
- GB/T 26639 液压机上钢质自由锻件 通用技术条件
- GB 50009 建筑结构荷载规范
- GB 50017 钢结构设计规范
- GB 50018 冷弯薄壁型钢结构技术规范

- GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范
- DL/T 931 电力行业理化检验人员资格考核规则
- JB/T 4385.1 锤上自由锻件 通用技术条件
- NB/T 47008 承压设备用碳素钢和合金钢锻件
- NB/T 47013.2 承压设备无损检测 第2部分:射线检测
- NB/T 47013.3 承压设备无损检测 第3部分:超声检测
- NB/T 47013.4 承压设备无损检测 第4部分:磁粉检测
- NB/T 47013.5 承压设备无损检测 第5部分:渗透检测
- NB/T 47013.10 承压设备无损检测 第10部分:衍射时差法超声检测
- NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定
- TSG Z8001 特种设备无损检测人员考核规则

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### **管道支吊架 pipe supports and hangers**

用以承受管道荷载,限制管道位移,控制管道振动,并将荷载传递至承载结构上的各类组件或装置(可简称为“支吊架”)。

#### 3.2

##### **恒力支吊架 constant support and hanger**

用以承受管道垂直荷载,且其承载力不随支吊点处管道垂直位移的变化而变化,即荷载保持基本恒定的支吊架。

#### 3.3

##### **变力弹簧支吊架 variable spring support and hanger**

用以承受管道垂直荷载,其承载力随着支吊点处管道垂直位移的变化而变化的弹性支吊架。

#### 3.4

##### **刚性吊架 rigid hanger**

用以承受管道垂直荷载并约束管系在支吊点处垂直位移的吊架。

#### 3.5

##### **滑动支架 sliding support**

将管道支承在滑动底板上,用以承受管道垂直荷载并约束管系在支吊点处垂直位移的支架。

#### 3.6

##### **滚动支吊架 rolling support and hanger**

将管道支承在滚动部件上,用以承受管道垂直荷载并约束管系在支吊点处垂直位移的支吊架。

#### 3.7

##### **导向装置 guide**

用以引导管道沿预定方向位移而限制其他方向位移的装置。水平管道的导向装置也可承受管道的垂直荷载。

#### 3.8

##### **限位装置 restraint**

用以约束或部分限制管系在支吊点处某一个或某几个方向位移的装置。它通常不承受管道的垂直荷载。

## 3.9

**固定支架 anchor**

用以将管系在支吊点处完全约束而不产生任何线位移和角位移的刚性装置。

## 3.10

**减振装置 sway brace**

用以控制管道低频高幅晃动或高频低幅振动,对管系的热胀或冷缩有一定约束的装置。

## 3.11

**阻尼装置 snubber**

用以承受管道地震荷载或冲击荷载,控制管系高速振动位移,同时允许管系自由地热胀冷缩的装置。

## 3.12

**整体型管部 integral pipe attachments**

包括吊板、导向板、耳板、支管(耳轴)、托座、鞍形支座和裙式支座等支吊架部件与管道焊接、铸造或锻造成为整体。

## 3.13

**非整体型管部 non-integral pipe attachments**

包括管夹、管箍、管环、管托和 U 形管卡等支吊架部件通过夹持或支托等方式与管道或其绝热层相连接。

## 4 总则

4.1 管道支吊架的材料、设计、制造、安装、试验、检验和运行维修,除符合本标准的规定外,还应符合各类管道有关的国家现行规范的要求。

4.2 恒力支吊架、变力弹簧支吊架、刚性吊架、滑动支架和滚动支吊架等管道支吊架类型可用于承受管道荷载的场合。

4.3 导向装置、限位装置和固定支架等管道支吊架类型可用于限制管道位移的场合。

4.4 减振装置和阻尼装置可用于控制管道振动的场合。

4.5 在设计和选用管道支吊架时,可根据管道工作温度范围按表 1 对管道系统进行分级。

表 1 管道系统分级

管道系统	管道系统分级	工作温度范围
热管道	A-1	$>50\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 300\text{ }^{\circ}\text{C}$
	A-2	$>300\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 425\text{ }^{\circ}\text{C}$
	A-3	$>425\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 550\text{ }^{\circ}\text{C}$
	A-4	$>550\text{ }^{\circ}\text{C}$
常温管道	B	$>20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$
冷管道	C-1	$>0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
	C-2	$>-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 0\text{ }^{\circ}\text{C}$
	C-3	$>-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim -20\text{ }^{\circ}\text{C}$
	C-4	$\leq -40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (低温范围)

## 5 材料

### 5.1 通则

5.1.1 材料的技术要求应符合相应的国家标准、行业标准或有关技术规定的规定。

5.1.2 管道支吊架用材料应附有材料生产厂商的材料质量证明文件,支吊架制造单位应按该质量证明文件对材料进行验收,必要时还应进行复验。

5.1.3 选择管道支吊架用材料应根据支吊架零部件的使用条件、材料的工艺性能以及经济合理性等因素综合确定,并应符合本标准关于材料的其他规定。

5.1.4 与管道直接接触的支吊架零部件,其材料应按管道设计温度选用,并与管道材料相容,防止相互损伤。

5.1.5 钢材的使用温度不应超过附录 A 中列出的各钢号有许用应力值的最高温度。碳素钢和碳锰钢不宜在大于 425 °C 的温度下长期使用。铁素体不锈钢及马氏体不锈钢不宜在大于 370 °C 的温度下使用。奥氏体不锈钢的使用温度高于 525 °C 时,钢中含碳量不应小于 0.04%。

5.1.6 钢材的使用温度下限,除奥氏体不锈钢及本章各条规定者外,均为高于-20 °C。奥氏体不锈钢使用温度高于或等于-196 °C,且材料含碳量不大于 0.10%时,可免做冲击试验。碳素钢和低合金钢钢材的冲击试验要求应符合 GB/T 150.2—2011 中 3.8 的要求。

5.1.7 不锈钢-钢复合板的使用温度范围应同时符合本标准对基材和覆材使用温度范围的规定。

5.1.8 含碳量大于 0.35%的碳钢、合金钢不应用在焊接结构和采用热切割工艺成形的结构上。

5.1.9 用于承受拉伸荷载的支吊架零部件应采用相关材料标准中有冲击功值要求的钢材牌号。否则,应按 GB/T 229 的要求补做冲击韧性试验,其冲击功值符合相关国家标准的规定方可使用。

5.1.10 用于承受动荷载的支吊架零部件不应采用沸腾钢。

5.1.11 灰铸铁的使用温度不应低于-10 °C,且不应高于 230 °C;可锻铸铁和球墨铸铁的使用温度不应低于-20 °C,且不应高于 300 °C。灰铸铁材料不应用于承受拉伸荷载、剪切荷载或可能承受冲击荷载的零部件。可锻铸铁和球墨铸铁不应用于可能承受冲击荷载的零部件。

5.1.12 非金属材料的选用应考虑下列因素:

- a) 发生火灾时的破坏情况;
- b) 温度稍微升高对材料强度的减弱情况;
- c) 长时间使用时性能变化情况;
- d) 毒性作用。

5.1.13 承受腐蚀或电流作用的材料应按相关规定进行防护,防护涂层应符合 7.8 的规定。

### 5.2 锻件

5.2.1 支吊架零部件用的金属自由锻件和模锻件,应根据其在支吊架组件中所起的功能作用及重要程度按 GB/T 12363 确定其类别。一般零部件可选用 II 类锻件或 III 类锻件,对于承受复杂应力和冲击振动及重荷载工作条件下的支吊架零件应选用 I 类锻件。

5.2.2 钢质模锻件的质量要求应符合 GB/T 12361 的规定。

5.2.3 自由锻件的质量要求应符合 GB/T 26639 或 JB/T 4385.1 的规定。

### 5.3 铸件

允许采用铸造工艺制造的支吊架零部件,其材料应符合 GB/T 1348、GB/T 8492、GB/T 9437、GB/T 9439、GB/T 9440、GB/T 11352 等有关标准的规定。

## 5.4 螺栓、螺母、垫圈及销

5.4.1 螺栓、螺钉和螺柱应根据所需的性能等级按 GB/T 3098.1 的规定选用符合其要求的化学成分、机械性能的钢材和热处理。

5.4.2 螺母应根据相配的螺栓、螺钉和螺柱的性能等级和直径以及螺母高度按 GB/T 3098.2 的规定选定螺母性能等级及符合其要求的化学成分、机械性能的钢材和热处理。

5.4.3 辅助钢结构用的高强度大六角头螺栓、大六角螺母和垫圈应根据所需要的性能等级采用 GB/T 1231 规定的使用配合和推荐材料。

5.4.4 开口销、圆锥销、圆柱销、销轴的材料应分别符合 GB/T 91、GB/T 117、GB/T 119.1、GB/T 119.2、GB/T 880、GB/T 882 的规定。

## 6 设计

### 6.1 通则

6.1.1 管道支吊架组件可由一个或几个零部件构成,典型的管道支吊架标准零部件型式如表 2 所示。支吊架部件型式可分为下列四类:

- a) 管道连接部件(简称“管部”):管部是与管道或其绝热层直接相连的部件,如表 2 中的型式 1~45 所示,其典型结构的型式尺寸和荷载系列宜符合 GB/T 17116.2 的规定;
- b) 功能件:功能件是实现各种类型支吊架功能的部(组)件,如表 2 中的型式 46~49 变力弹簧组件、型式 50~55 恒力弹簧组件,型式 79 弹簧减振器、型式 81 拉撑杆和型式 82 阻尼装置所示;
- c) 中间连接部件(简称“连接件”):连接件是用以连接管部与功能件、管部与根部、功能件与根部以及自身相互连接的部件,如表 2 中的型式 56~68 所示,其典型结构的型式尺寸宜符合 GB/T 17116.3 的规定;
- d) 承载结构生根部件(简称“根部”):根部是与承载结构直接相连的部件,如表 2 中的型式 69~78、型式 80 所示以及各种型式的辅助钢结构等,其典型结构的型式尺寸宜符合 GB/T 17116.3 的规定。

6.1.2 支吊架标准部件的参数(如荷载、行程、弹簧刚度等)及其系列宜采用 GB/T 321 规定的优先数和优先数系。

6.1.3 支吊架标准部件有互换性或系列化要求的主要尺寸(如安装、连接尺寸,有公差要求的配合尺寸,决定产品系列的公称尺寸等)宜采用 GB/T 2822 规定的标准尺寸和标准尺寸系列。其他结构尺寸也宜采用 GB/T 2822 规定的尺寸。对于下列情况的尺寸,可不受 GB/T 2822 的限制:

- a) 对于由主要尺寸导出的因变量尺寸和工艺上工序间的尺寸;
- b) 对已有相关标准规定的尺寸,可按相关标准选用。

6.1.4 支吊架零部件圆锥的锥度与锥角应符合 GB/T 157 的规定。

6.1.5 支吊架零部件棱体的角度与斜度应符合 GB/T 4096 的规定。

6.1.6 支吊架零部件在常温范围内最小设计荷载等级不应小于表 3 的规定。

6.1.7 支吊系统应保证管道自由地位移或控制管道按预期的要求位移,包括设备接口的端点位移,并为管道系统提供其运行特性所需要的控制度。

6.1.8 确定支吊架间距时,应使管道荷载合理分布,并应满足疏水及介质排放的要求。

6.1.9 支吊架结构型式应根据管道布置、周围的建筑结构以及邻近管道和设备布置情况选择。支吊架应支承在可靠的构筑物上,且不应影响设备检修以及其他管道的安装和胀缩。

6.1.10 支吊架零部件的选用应符合表 4 的要求。

6.1.11 支吊架结构和连接(包括螺纹连接和焊接)应满足强度和刚度要求,并应简单可靠。除非选用

经验证的标准支吊架零部件,支吊架结构和连接应进行强度和/或刚度计算。

6.1.12 当需要在建筑结构上添加钢结构部件时,辅助钢结构的计算应按 GB 50017 或 GB 50018 的规定,不准许按 6.3.11 的规定提高水压试验工况的许用应力值。

6.1.13 支吊架应具有安装过程中能调整管道垂直高度的措施。对于公称尺寸 DN65 或更大管道的吊架,应具有在承载条件下直接调节垂直高度的能力。

6.1.14 支吊架部件不应用于设计之外的用途。

表 2 典型的支吊架标准零部件

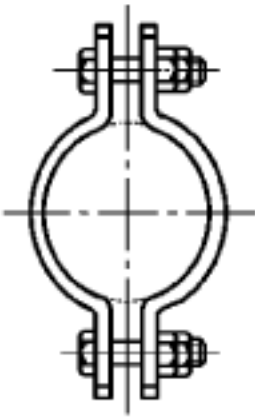
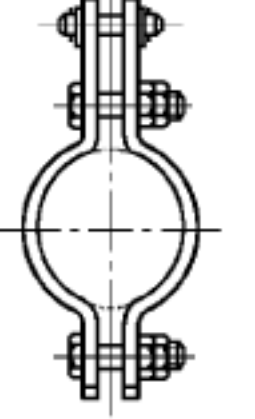
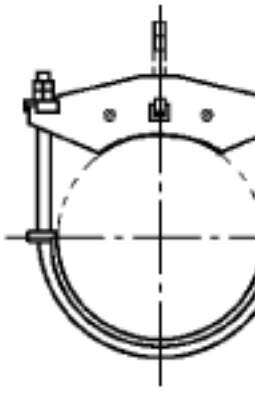


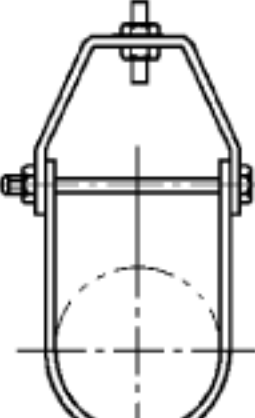
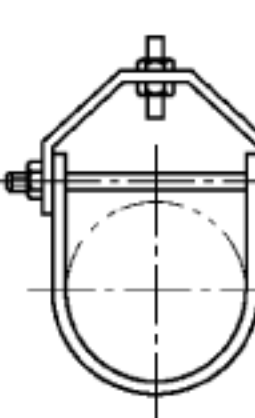
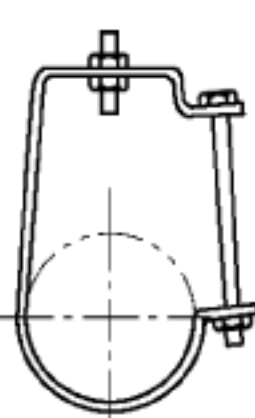
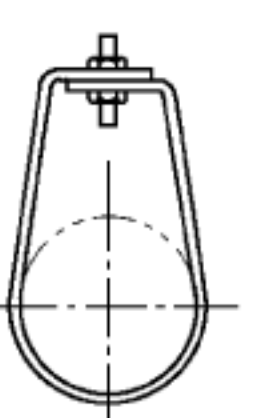

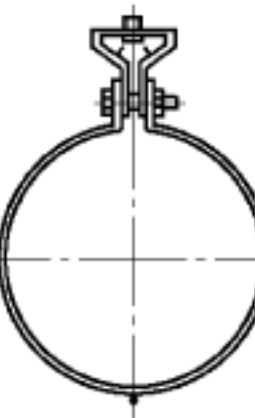
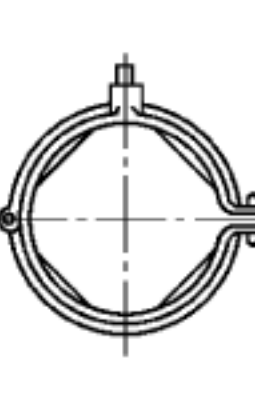
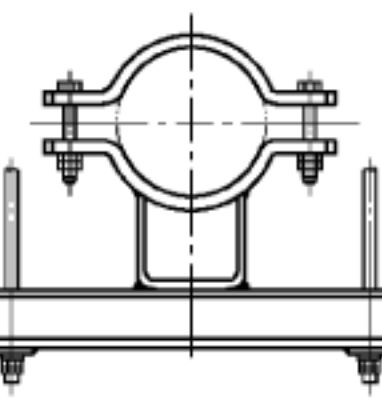
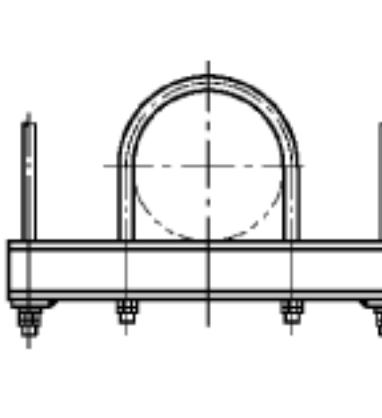
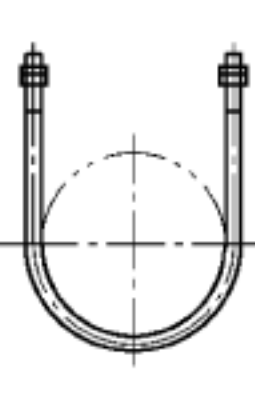
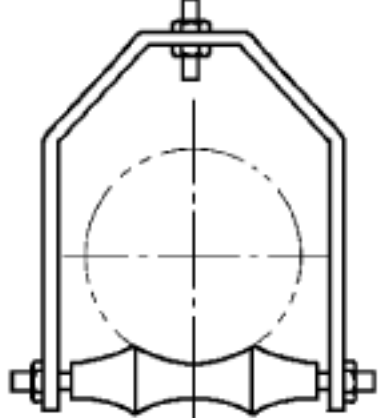
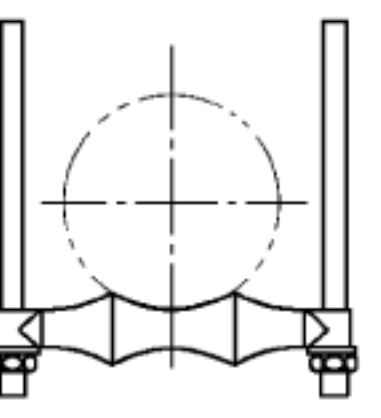
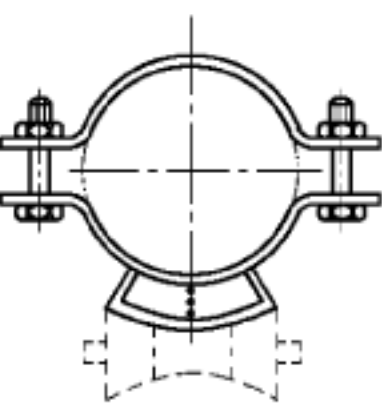
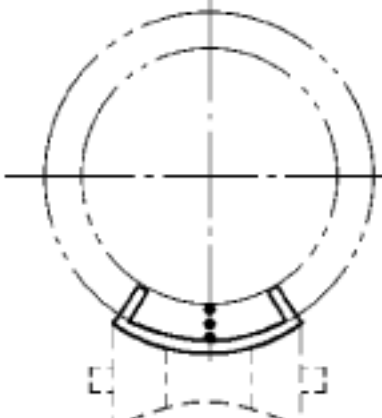
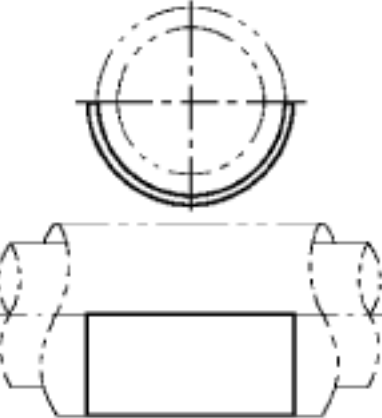
				
型式 1	型式 2	型式 3	型式 4	型式 5
双螺栓管夹	三螺栓管夹	管箍管夹	高温管箍	绝热管夹
				
型式 6	型式 7	型式 8	型式 9	型式 10
可调长管箍	可调短管箍	J 型管箍	旋转环箍	开口管环
				
型式 11	型式 12	型式 13	型式 14	型式 15
螺旋口开口管环	铰链管夹	吊杆管夹横担	吊杆管卡横担	U 型管卡
				
型式 16	型式 17	型式 18	型式 19	型式 20
可调滚筒吊架	吊杆滚筒吊架	管夹滚筒管座	滚筒管座	护板



表 2 (续)

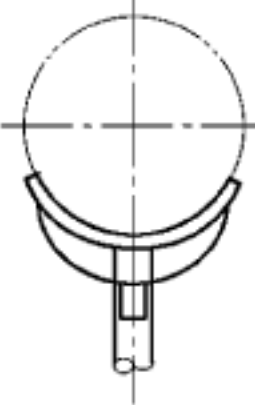
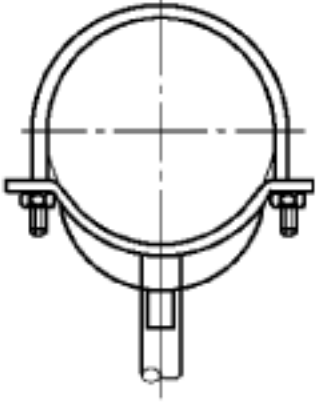
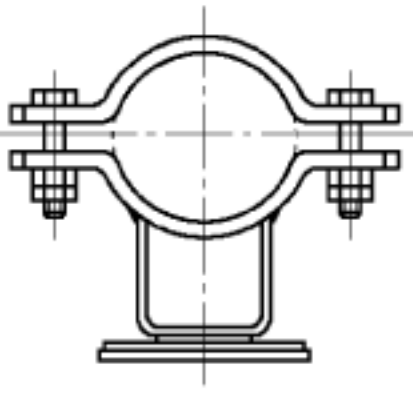
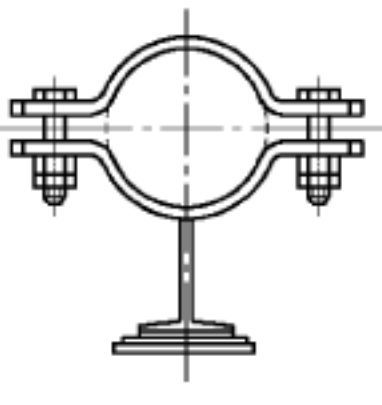
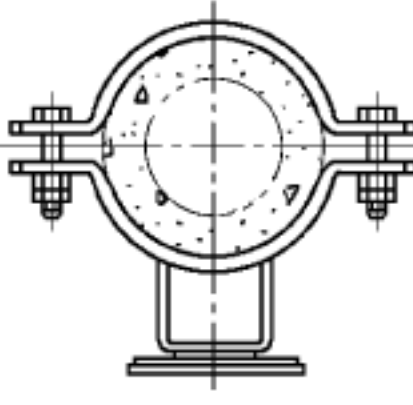
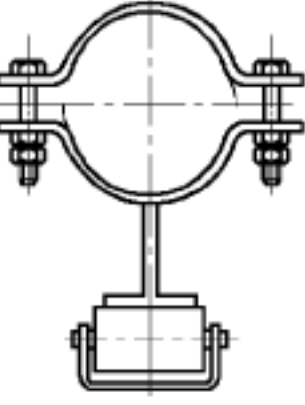
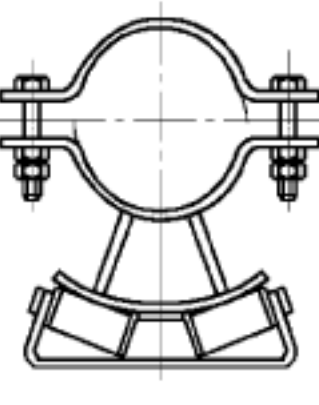
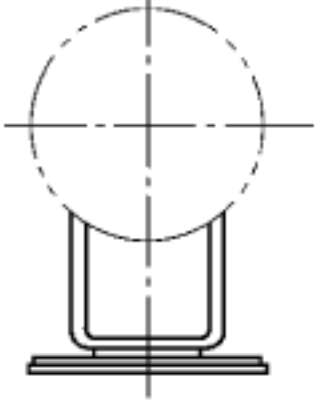
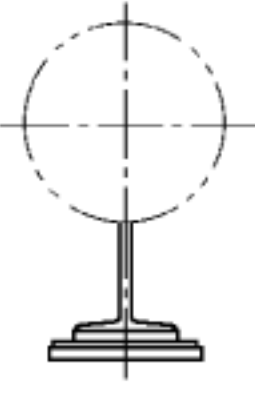
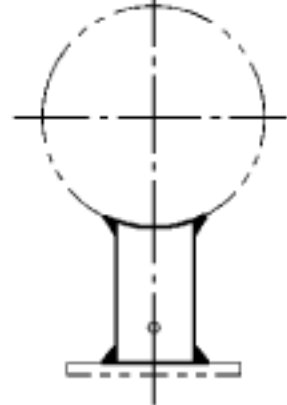
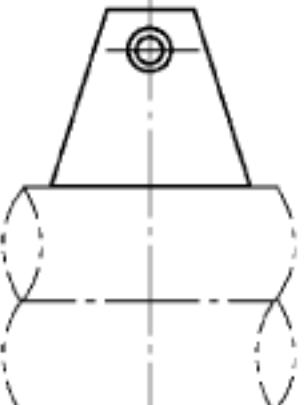
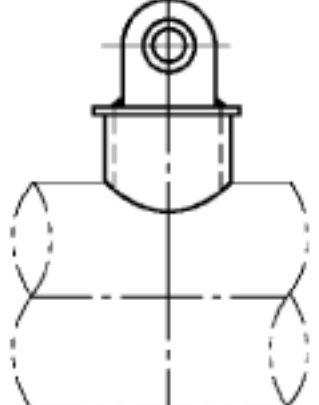
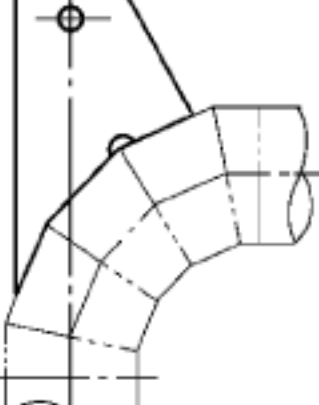
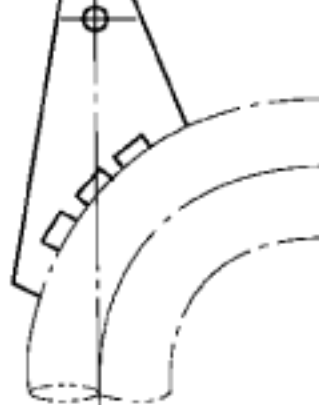
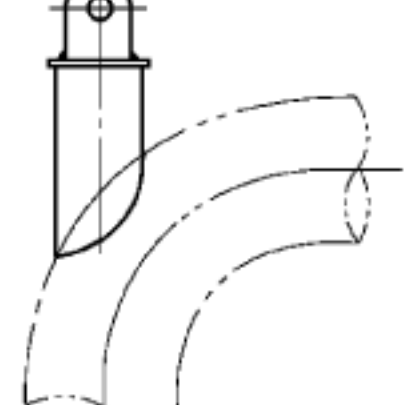
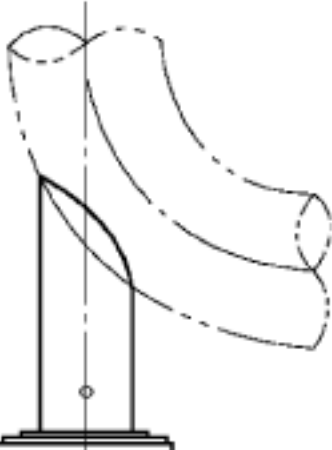
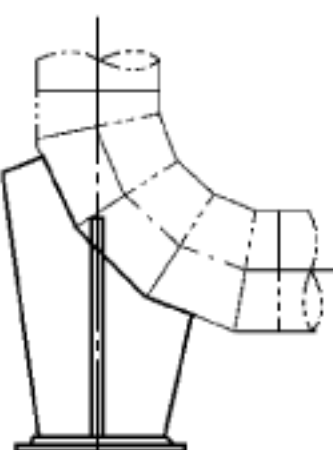
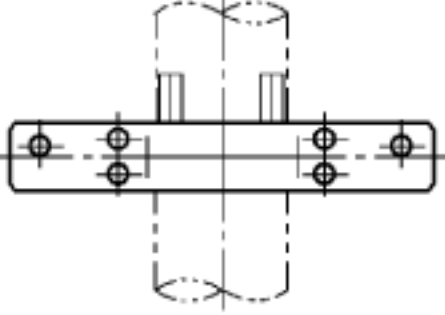
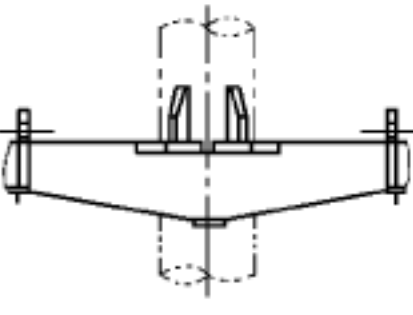
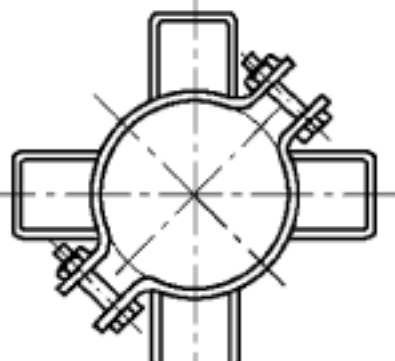
				
型式 21	型式 22	型式 23	型式 24	型式 25
鞍座管托	管卡鞍座管托	管夹支座	T 型管夹支座	绝热管夹支座
				
型式 26	型式 27	型式 28	型式 29	型式 30
单圆柱滚筒支架	双圆柱滚筒支架	焊接支座	T 型焊接支座	焊接固定支座
				
型式 31	型式 32	型式 33	型式 34	型式 35
焊接吊板	焊接耳轴吊板	焊接弯头吊板	弯头吊板	弯头耳轴吊板
				
型式 36	型式 37	型式 38	型式 39	型式 40
弯头支座	焊接弯头支座	立管管夹	肋板吊板吊架	导向管夹

表 2 (续)

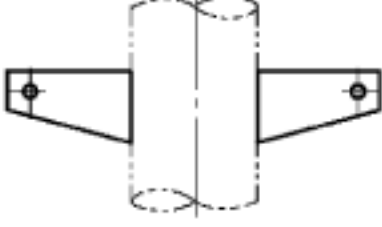
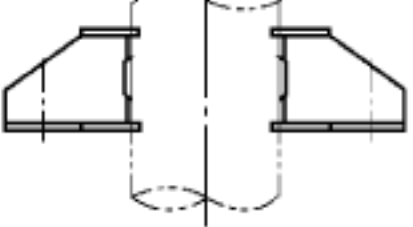
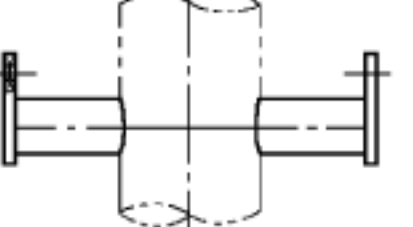
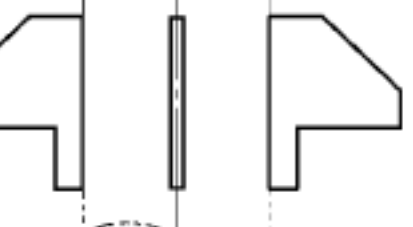

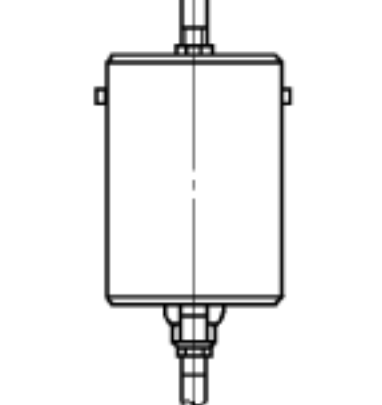
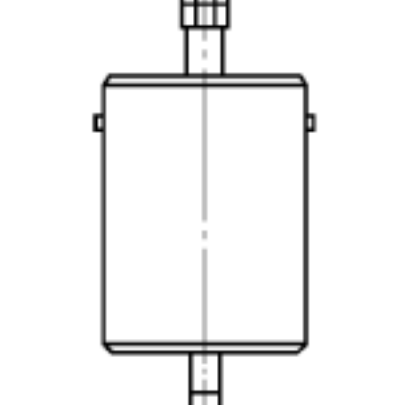
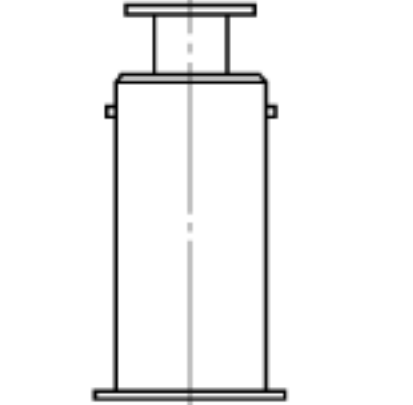
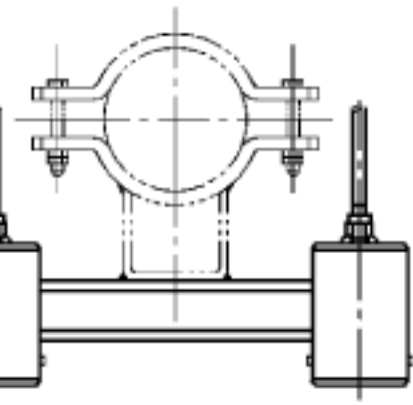
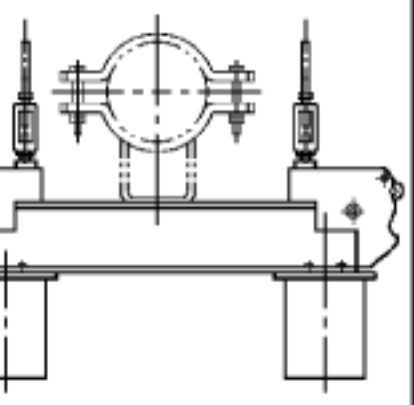
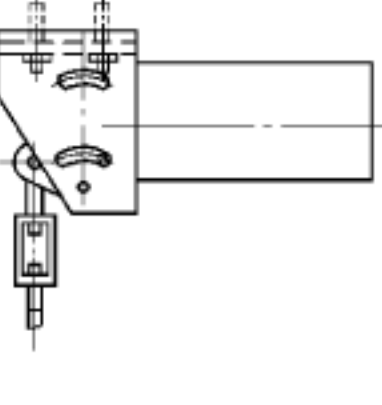
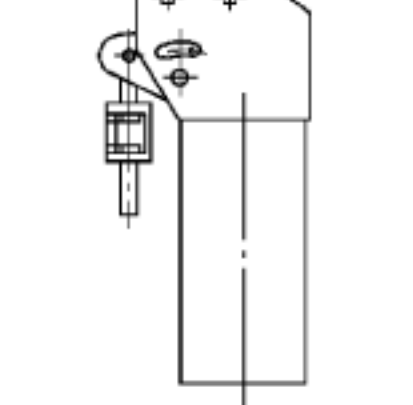
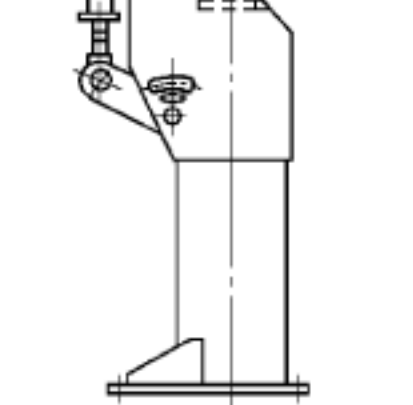
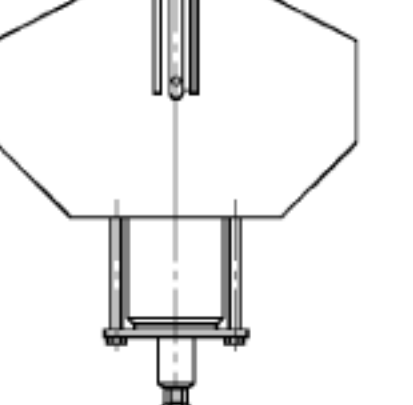
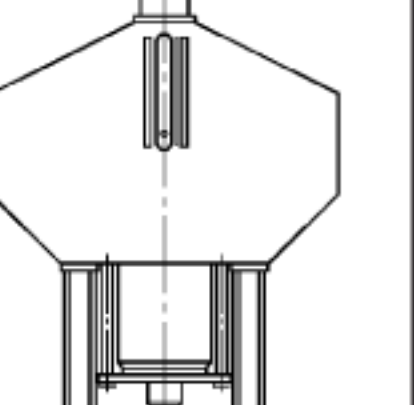
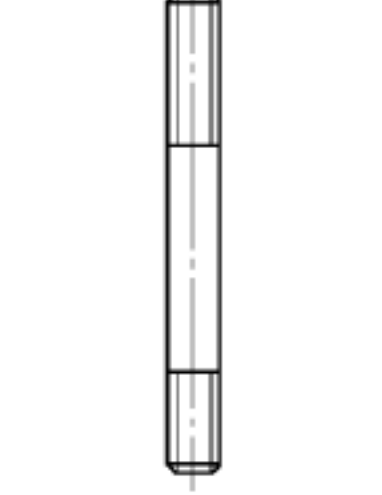
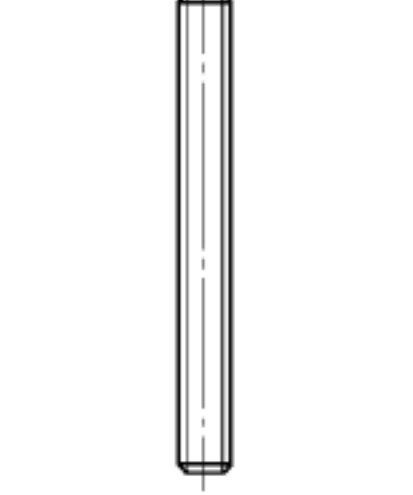
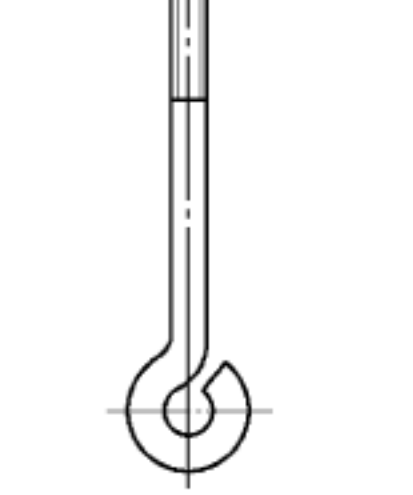
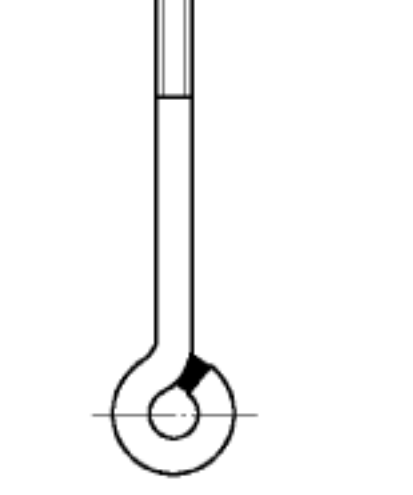
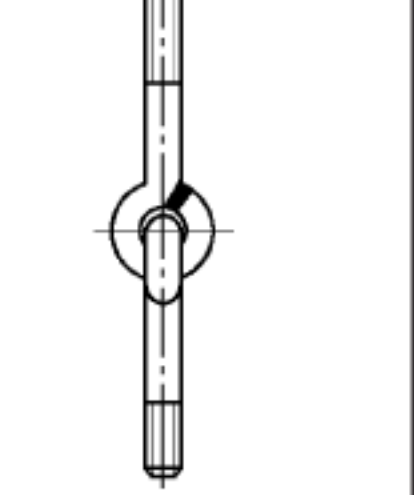
				
型式 41	型式 42	型式 43	型式 44	型式 45
单吊板吊架	双吊板吊(支)架	耳轴吊架	立管支架翼板	导向套筒
				
型式 46	型式 47	型式 48	型式 49	型式 50
中间变力弹簧	支撑式变力弹簧	变力弹簧支架	变力弹簧横担	恒力弹簧横担
				
型式 51	型式 52	型式 53	型式 54	型式 55
卧式恒力弹簧	立式恒力弹簧	座式恒力弹簧	恒力弹簧	恒力弹簧
				
型式 56	型式 57	型式 58	型式 59	型式 60
双头螺纹吊杆	全螺纹吊杆	开口环眼螺纹吊杆	闭口环眼螺纹吊杆	环眼双头螺纹吊杆

表 2 (续)

				
型式 61	型式 62	型式 63	型式 64	型式 65
焊接单眼螺纹吊杆	短型螺旋扣	长型螺旋扣	连接螺母	U 型螺母
				
型式 66	型式 67	型式 68	型式 69	型式 70
吊环螺母	双孔连接板	三孔连接板	工字钢梁夹	H 型钢梁夹
				
型式 71	型式 72	型式 73	型式 74	型式 75
钢梁夹钳	焊接单眼吊板	栓接单眼吊板	焊接 U 型吊板	栓接 U 型吊板
				
型式 76	型式 77	型式 78	型式 79	
焊接倒 U 型吊板	栓接倒 U 型吊板	滚动吊板	弹簧减振器	
				
型式 80	型式 81		型式 82	
销座	拉撑杆		阻尼器	

表 3 支吊架刚性零部件最小设计荷载

管道公称尺寸 DN	最小设计荷载 kN	管道公称尺寸 DN	最小设计荷载 kN	管道公称尺寸 DN	最小设计荷载 kN
10	0.630	275	6.00	1 100	75.0
15	0.630	300	7.10	1 150	85.0
20	0.630	350	9.50	1 200	90.0
25	0.630	400	11.8	1 300	106
32	0.630	450	14.0	1 400	118
40	0.630	500	18.0	1 500	140
50	0.630	550	20.0	1 600	160
65	0.630	600	25.0	1 700	180
80	0.670	650	26.5	1 800	200
90	0.850	700	31.5	1 900	224
100	1.06	750	35.5	2 000	250
125	1.50	800	42.5	2 100	265
150	2.12	850	45.0	2 200	300
175	2.65	900	53.0	2 300	315
200	3.35	950	56.0	2 400	355
225	4.25	1 000	63.0	2 500	375
250	5.00	1 050	71.0	2 600	400

注 1: 本表适用于包括管部、吊杆及其配件和建筑结构连接件在内的整个支吊架的所有零件。  
 注 2: 表中最小设计荷载为普通碳素钢在常温许用应力范围( $>-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ )下的荷载。超过  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  或其他材料的最小设计荷载按附录 A 所列的相应温度许用应力与普通碳素钢的常温许用应力之比而修正。  
 注 3: 表中最小设计荷载是按间距为  $4.5\text{ m}$  充水、无绝热层或集中荷载(如阀门、立管等)的标准重量钢管计算而得,且最小荷载为  $0.630\text{ kN}$ 。  
 注 4: 对大于本表所列荷载或管径的支吊架零部件,由 GB/T 17116.2 确定荷载系列并按本标准各项规定进行设计。

表 4 支吊架零部件的选用

管道系统 温度范围 $^{\circ}\text{C}$	绝热层	水平管道管部					
		钢卡箍	可锻铸铁管环	钢管箍	钢鞍座和护板	钢管夹	钢管夹支座
热管道 A-1 $>50\sim 300$	有	—	—	6、7、8、9 带鞍座(19)	19	2、3、40、45	18、23、24、25
	无	14、15	10、11、12	7、8、9	—	1、2、40、45	18、23、24
热管道 A-2 $>300\sim 425$	有	—	—	6 带优质碳素钢鞍座(19)	优质碳素钢 19	优质碳素钢 2、3、5、40、45	优质碳素钢 18、23、24、25
	无	—	—	—	—	优质碳素钢 2、3、40、45	优质碳素钢 18、23、24

表 4 (续)

管道系统 温度范围 ℃	绝热层	水 平 管 道 管 部					
		钢卡箍	可锻铸铁 管环	钢管箍	钢鞍座 和护板	钢管夹	钢管夹支座
热管道 A-3 >425~550	有	—	—	6 带合金钢 鞍座(19)	合金钢 19	合金钢 2、3、5、40、45	合金钢 18、23、24、25
	无	—	—	—	—	合金钢 2、3、40、45	合金钢 18、23、24
热管道 A-4 >550	有	—	—	6 带耐热钢 鞍座(19)	耐热钢 19	耐热钢 2、3、4、5、40、45	耐热钢 18、23、24、25
	无	—	—	—	—	耐热钢 2、3、4、40、45	耐热钢 18、23、24
常温管道 B >20~50	有	14、15	10、11、12	6、7、8、9 带鞍座(19)	19	2、40、45	18、23、24、25
	无	14、15	10、11、12	6、7、8、9	—	1、40、45	18、23、24
冷管道 C-1 >0~20	有	14、15	10、11、12	6、7、8、9 带护板(20)	20	2、40、45	18、23、24、25
	无	14、15	10、11、12	6、7、8、9	—	1、40、45	18、23、24
冷管道 C-2 >-20~0	有	—	—	6、7、8、9 带护板(20)	20	2、40、45	18、23、24、25
	无	—	—	6、7、8、9	—	1、40、45	18、23、24
冷管道 C-3、C-4 <-20	有	—	—	6、7、8、9 带护板(20)	20	5	25
	无	—	—	b、c	—	b、c	b、c
管道系统 温度范围 ℃	绝热层	水 平 管 道 管 部					
		铸铁滚筒 吊架	铸铁滚筒 支架	钢横担	钢或铸铁 管托	焊接式 吊架	焊接式 支架
热管道 A-1 >50~300	有	16、17 带鞍座(19)	26、27 带鞍座(19)	° 带鞍座(19)	21、22 带鞍座(19)	31、32	28、29、30
	无	16、17	26、27	°	21、22		
热管道 A-2 >300~425	有	16、17 带优质碳素 钢鞍座(19)	26、27 带优质碳素 钢鞍座(19)	° 带优质碳素 钢鞍座(19)	21、22 带优质碳素 钢鞍座(19)	优质碳素钢 31、32	优质碳素钢 28、29、30
	无	—	—	°	—		
热管道 A-3 >425~550	有	16、17 带合金钢 鞍座(19)	26、27 带合金钢 鞍座(19)	° 带合金钢 鞍座(19)	21、22 带合金钢 鞍座(19)	合金钢 31、32	合金钢 28、29、30
	无	—	—	°	—		
热管道 A-4 >550	有	16、17 带耐热钢 鞍座(19)	26、27 带耐热钢 鞍座(19)	° 带耐热钢 鞍座(19)	21、22 带耐热钢 鞍座(19)	耐热钢 31、32	耐热钢 28、29、30
	无	—	—	°	—		

表 4 (续)

管道系统 温度范围 ℃	绝热层	水 平 管 道 管 部							
		铸铁滚筒 吊架	铸铁滚筒 支架	钢横担	钢或铸铁 管托	焊接式 吊架	焊接式 支架		
常温管道 B >20~50	有	16,17 带鞍座(19)	26,27 带鞍座(19)	c 带鞍座(19)	21,22 带鞍座(19)	31,32	28,29,30		
	无	16,17	26,27	c	21,22				
冷管道 C-1 >0~20	有	16,17 带护板(20)	26,27 带护板(20) d	c,d 带护板(20)	21,22 带护板(20)	31,32	28,29,30		
	无	16,17	26,27	c	21,22				
冷管道 C-2 >-20~0	有	16,17 带护板(20)	26,27 带护板(20) d	c,d 带护板(20)	21,22 带护板(20)	31,32	28,29,30		
	无	16,17	26,27	c	21,22				
冷管道 C-3,C-4 <-20	有	16,17 带护板(20)	26,27 带护板(20) d	b,c,d 带护板(20)	21,22 带护板(20)	b,c	b,c		
	无	—	—	b,c	b,c				
管道系统 温度范围 ℃	垂直管道管部				弯头(管)管部				
	立管钢管夹/ 吊板吊架	立管钢管夹 导向组件	焊接式吊架	焊接式支架	焊接式吊架	焊接式支架			
热管道 A-1 >50~300	38,39	40,45	41,42,43	42,44	33,34,35	36,37			
热管道 A-2 >300~425	优质碳素钢 38,39	优质碳素钢 40,45	优质碳素钢 41,42,43	优质碳素钢 42,44	—	—			
热管道 A-3 >425~550	合金钢 38,39	合金钢 40,45	合金钢 41,42,43	合金钢 42,44	—	—			
热管道 A-4 >550	耐热钢 38,39	耐热钢 40,45	耐热钢 41,42,43	耐热钢 42,44	—	—			
常温管道 B >20~50	38,39	40,45	41,42,43	42,44	33,34,35	36,37			
冷管道 C-1 >0~20	38,39	40,45	41,42,43	42,44	33,34,35	36,37			
冷管道 C-2 >-20~0	38,39	40,45	41,42,43	42,44	33,34,35	36,37			
冷管道 C-3,C-4 <-20	b,c	b,c	b,c	b,c	b,c	b,c			
管道系统 温度范围 ℃	吊架吊杆及配件						建筑结构连接件		
	吊杆	环眼 吊杆	连接 螺母	螺旋扣	吊环 螺母	U形 螺母	钢梁夹	焊接 连接件	栓接 连接件
热管道 A-1 >50~300	56,57	58,59, 60,61	64	62,63	66	65	69,70,71	72,74, 76,78	73,75,77
热管道 A-2 >300~425	56,57	58,59, 60,61	64	62,63	66	65	69,70,71	72,74, 76,78	73,75,77

表 4 (续)

管道系统 温度范围 ℃	吊架吊杆及配件						建筑结构连接件		
	吊杆	环眼 吊杆	连接 螺母	螺旋扣	吊环 螺母	U形 螺母	钢梁夹	焊接 连接件	栓接 连接件
热管道 A-3 >425~550	56、57	58、59、 60、61	64	62、63	66	65	69、70、71	72、74、 76、78	73、75、77
热管道 A-4 >550	56、57	58、59、 60、61	64	62、63	66	65	69、70、71	72、74、 76、78	73、75、77
常温管道 B >20~50	56、57	58、59、 60、61	64	62、63	66	65	69、70、71	72、74、 76、78	73、75、77
冷管道 C-1 >0~20	56、57	58、59、 60、61	64	62、63	66	65	69、70、71	72、74、 76、78	73、75、77
冷管道 C-2 >-20~0	56、57	58、59、 60、61	64	62、63	66	65	69、70、71	72、74、 76、78	73、75、77
冷管道 C-3,C-4 <-20	56、57	58、59、 60、61	64	62、63	66	65	69、70、71	72、74、 76、78	73、75、77

<sup>a</sup> 表中支吊架零部件型式编号与表 2 一致。  
<sup>b</sup> 应由设计人员选定型式和材料。  
<sup>c</sup> 应按本章规定设计或由设计人员确定。  
<sup>d</sup> 用于滚筒支吊架或承受集中荷载的护板见表 8。

## 6.2 荷载准则

6.2.1 支吊架应能承受管道和相关设备在各种工况下所施加的静力荷载和规定的动力荷载。支吊架零部件应按对其结构最不利的组合荷载进行选择与设计。

6.2.2 在管道支吊架设计时,应计入下列各项(但不限于)荷载:

- a) 管子、阀门、管件及绝热层的重力;
- b) 支吊架零部件的重力;
- c) 管道输送介质的重力;
- d) 若输送介质较轻,则计入水压试验或管路清洗时的介质重力;
- e) 管道中柔性管件(如波形膨胀节、滑动伸缩节、柔性金属软管等)由于内部压力产生的作用力;
- f) 支吊架约束管道位移(包括热胀、冷缩、冷紧、自拉和端点附加位移)所承受的约束反力和力矩;
- g) 管道或管道绝热层外表面温度 $<20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的室外管道受到的雪荷载;
- h) 正常运行时,由于种种原因引起的管道振动力;
- i) 室外管道受到的风荷载;
- j) 管内流体动量瞬时突变(如水锤、汽锤等)引起的瞬态作用力;
- k) 流体排放产生的反力;
- l) 地震引起的荷载。

6.2.3 支吊架结构上的荷载,可分为下列三类:

- a) 永久荷载:在支吊架结构使用期间,其值不随时间变化,或其变化值与平均值相比可以忽略不计的荷载。例如 6.2.2 中的 a)~b)项重力荷载。
- b) 变化荷载:在支吊架结构使用期间,其值随时间变化,且变化值与平均值相比不可忽略的荷载。例如 6.2.2 中的 c)~h),其中 d)项仅在水压试验或管路清洗时可能出现,又称为临时

荷载。

- c) 偶然荷载:在支吊架结构使用期间不一定出现,一旦出现,其值很大且持续时间较短的荷载。这类荷载通常是动荷载。例如 6.2.2 中的 i)~l)。

6.2.4 支吊架结构设计应根据使用过程中各种可能的工况下在结构上可能同时出现的荷载分别进行荷载效应组合,并取其中最不利组合进行设计。

6.2.5 支吊架结构荷载效应组合宜符合下列规定:

- a) 运行初期冷态工况应考虑 6.2.2 中 a)、b)、c)、f)、g)的荷载效应组合,其中 f)项仅按管道冷紧位移的约束反力组合;
- b) 运行初期热态工况应考虑 6.2.2 中 a)、b)、c)、e)、f)、g)、h)的荷载效应组合,其中 f)项的冷紧位移应乘以冷紧有效系数;
- c) 管道应变自均衡后冷态工况应考虑 6.2.2 中 a)、b)、c)、f)、g)的荷载效应组合,其中 f)项按管道应变自均衡后的位移约束反力组合;
- d) 管道应变自均衡后热态工况应考虑 6.2.2 中 a)、b)、c)、e)、f)、g)、h)的荷载效应组合,其中 f)项按管道应变自均衡后的位移约束反力组合;
- e) 水压试验或管路清洗工况应考虑 6.2.2 中 a)、b)、d)、e)、f)、g)的荷载效应组合,其中 e)项应取水压试验或管路清洗时的介质压力;
- f) 偶然荷载工况应按各种偶然荷载作用情况分别进行组合:
  - 管道承受风荷载时,应考虑 6.2.2 中 a)、b)、c)、e)、f)、g)、i)的荷载效应组合;
  - 系统阀门瞬间启闭时,应考虑 6.2.2 中 a)、b)、c)、e)、f)、g)、j)的荷载效应组合;
  - 锅炉、压力容器或管道的安全阀或释放阀动作时,应考虑 6.2.2 中 a)、b)、c)、e)、f)、g)、k)的荷载效应组合;
  - 地震时,应考虑 6.2.2 中 a)、b)、c)、e)、f)、g)、l)的荷载效应组合。

上述各种偶然荷载作用情况的荷载效应组合中,f)项的冷紧位移应乘以冷紧有效系数。

6.2.6 对于装有变力弹簧支吊架的管系,各个支吊架所承受的管系重力荷载应计及变力弹簧支吊架在冷状态和热状态下承载力的变化,并由此引起荷载向邻近刚性支吊架的转移。

6.2.7 水平方向限位的支吊装置在其约束方向的荷载还应计及管系中各活动支吊架因摩擦力约束管道位移所引起的荷载传递。

6.2.8 在荷载效应组合时,当永久荷载效应对结构有利时,永久荷载取其计算值;当永久荷载效应对结构不利时,对由可变荷载效应控制的组合永久荷载应取其计算值的 1.2 倍,对由永久荷载效应控制的组合永久荷载应取其计算值的 1.35 倍。

6.2.9 室外管道受到的雪荷载和风荷载可按 GB 50009 中规定的方法计算。

6.2.10 动力荷载应根据荷载的动力特性乘以相应的动载系数。

### 6.3 许用应力

6.3.1 管道支吊架零部件的常用钢材的许用拉伸应力值应符合附录 A 的规定,其他类型的许用应力值应将许用拉伸应力值乘以表 5 中相应的系数,组合应力校核应满足式(1)的要求。

表 5 许用应力值的系数

许用应力类型	系 数
许用拉伸应力——总面积	1.0
许用拉伸应力——销孔净面积	0.9
许用弯曲应力	1.0



表 5 (续)

许用应力类型	系 数
许用剪切应力	0.8
许用接触应力	1.5
许用压缩应力	最大 1.0 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> 许用压缩应力应根据结构稳定性和压杆纵弯曲而降低。

$$\frac{\sigma}{[\sigma]} + \frac{\sigma_b}{[\sigma_b]} \leq 1.0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- $\sigma$  —— 拉伸或压缩应力,单位为兆帕(MPa);
- $[\sigma]$  —— 许用拉伸或压缩应力,单位为兆帕(MPa);
- $\sigma_b$  —— 弯曲应力,单位为兆帕(MPa);
- $[\sigma_b]$  —— 许用弯曲应力,单位为兆帕(MPa)。

6.3.2 焊缝的许用剪切应力不应大于接头基本金属强度较弱的许用拉伸应力的 80%。焊缝的许用拉伸和弯曲应力不应大于接头基本金属强度较弱的许用拉伸应力。

6.3.3 对于附录 A 中没有列出但根据推荐规范制造并已知机械性能的材料(紧固件材料除外),其许用应力值应按表 6 规定的准则确定许用应力值。

表 6 金属材料许用应力准则

单位为兆帕

材料种类	金属材料许用应力不应大于下列各值中的最小值
灰铸铁	$\frac{R_m^{20}}{10}$
球墨铸铁、 可锻铸铁	$\frac{R_m^{20}}{5}$
碳钢、合金钢、不锈钢	$\frac{R_m^{20}}{3}$ $\frac{R_{eL}^{20}}{1.5}$ 或 $\frac{R_{p0.2}^{20}}{1.5}$ $\frac{R_{eL}^t}{1.5}$ 或 $\frac{R_{p0.2}^t}{1.5}$ $\frac{R_D^t}{1.5}$

注:本表中符号的含义如下:  
 $R_m^{20}$  —— 钢材在 20 °C 时的抗拉强度最小值;  
 $R_{eL}^{20}$  —— 钢材在 20 °C 时的屈服强度最小值;  
 $R_{p0.2}^{20}$  —— 钢材在 20 °C 时的 0.2% 规定非比例延伸强度最小值;  
 $R_{eL}^t$  —— 钢材在设计温度时的屈服强度最小值;  
 $R_{p0.2}^t$  —— 钢材在设计温度时的 0.2% 规定非比例延伸强度最小值;  
 $R_D^t$  —— 钢材在设计温度时的 105 h 持久强度平均值。

6.3.4 铸钢件的许用应力应按 6.3.3 的规定确定,并将其值乘以 0.8 的铸件质量系数。

6.3.5 对于规程或规范没有规定的其他材料,许用应力值可取用室温下屈服强度或 0.2% 规定塑性延伸强度的 30%。下屈服强度或规定塑性延伸强度应按 GB/T 228.1 的规定,用材料试样拉伸试验确定,但确定的许用应力不应超过 65 MPa,使用温度不应超过 350 °C。

6.3.6 材料为 Q235B、Q235C、Q235D、Q345 或 20 钢的螺纹吊杆的最大使用荷载如表 7 所示。用其他材料制造的螺纹吊杆,其许用应力应将 6.3.1 或 6.3.3 确定的数值降低 25% (对正常安装和运行条件而言)。最大使用荷载应按螺纹的根部截面积计算。

6.3.7 锻制或弯曲成形并焊牢的环眼吊杆的承载能力应与同样公称直径按 6.3.6 确定的荷载相等。弯曲成形但不焊接的环眼吊杆的承载能力不应大于同样公称直径按 6.3.6 确定的荷载的 35%。

6.3.8 U 型螺栓的承载能力应限制在相同材料和直径的吊架吊杆荷载的 2 倍以内。

6.3.9 对于 6.3.6、6.3.7 和 6.3.8 未涉及的螺纹元件,其许用应力可无需降低 25%。

表 7 螺纹吊杆最大使用荷载

螺纹吊杆 公称直径 <sup>a</sup>	螺距 mm	螺纹根部 截面积 mm <sup>2</sup>	最大使用 荷载 <sup>b,c</sup> kN	螺纹吊杆 公称直径 <sup>a</sup>	螺距 mm	螺纹根部 截面积 mm <sup>2</sup>	最大使用 荷载 <sup>b,c</sup> kN
M10	1.50	49.49	3.90	M56	4.00	2 014	185
M12	1.75	72.40	5.71	M64	4.00	2 701	248
M16	2.00	138.3	10.9	M68	4.00	3 082	283
M20	2.50	217.0	17.1	M72	4.00	3 488	320
M24	3.00	312.7	24.7	M80	4.00	4 376	402
M30	3.50	503.0	39.7	M90	4.00	5 627	517
M36	4.00	738.0	61.2	M100	4.00	7 033	647
M42	4.50	1 018	84.4	M110	4.00	8 598	791
M48	5.00	1 343	123	M125	4.00	11 240	1 033

<sup>a</sup> 螺纹吊杆材料可选用 Q235B、Q235C、Q235D、Q345 或 20 钢。Q235B 用于螺纹吊杆的允许直径不应大于 M30；Q235C 和 Q235D 级用于螺纹吊杆的允许直径不应大于 M42。

<sup>b</sup> 如果螺纹吊杆材料不是 Q235B、Q235C、Q235D、Q345 或 20 钢,应按 6.3.6 和附录 A 的要求确定许用应力。

<sup>c</sup> 本表中公称直径小于或等于 30 mm 的螺纹拉杆最大使用荷载按许用拉伸应力为 79 MPa(该值已按 6.3.6 的规定降低 25%)计算;公称直径为 36 mm 和 42 mm 的螺纹拉杆最大使用荷载按许用拉伸应力为 83 MPa(该值已按 6.3.6 的规定降低 25%)计算;公称直径大于 42 mm 的螺纹拉杆最大使用荷载按许用拉伸应力为 92 MPa(该值已按 6.3.6 的规定降低 25%)计算。

6.3.10 直接与管道接触的支吊架零部件设计温度应取管道的设计温度。对于高温管道,用于支吊架零部件的强度计算和材料要求的温度,从管道外表面的设计温度算起,可按温降 2.2 °C/mm 计算。

6.3.11 在下列情况下允许提高钢材的许用应力:

- a) 在运行期间短时超载,每次超出时间不超过 1 h,连续 12 个月累计超出时间不超过 80 h,则许用应力可提高 20%;
- b) 在水压试验期间,对于已知物理性能的钢材,其许用应力允许提高到室温下屈服强度的 80%;对于不知物理性能的钢材,其许用应力允许提高到由物理试验得出的下屈服强度的 80%,但最大许用应力值不应超过 110 MPa;
- c) 由专用规范规定或设计工程师确定的荷载组合条件及使用的应力水平。

## 6.4 变力和恒力支吊架

### 6.4.1 变力弹簧支吊架

6.4.1.1 变力弹簧支吊架可用于允许支吊点处有垂直位移和支吊架承载力随着管道垂直位移有一定程度变化的场合。

6.4.1.2 变力弹簧支吊架的工作荷载应包括支吊点处的管道永久荷载、管道输送介质的重力和支吊架弹簧所需承受的所有支吊架部件(如管夹、吊杆等)的重力之和。

6.4.1.3 变力弹簧支吊架应设计限制弹簧偏移、翘曲、偏心受载或过应力的设施。

6.4.1.4 变力弹簧支吊架可分为简易式弹簧支吊架和整定式弹簧支吊架两种。

6.4.1.5 简易式弹簧支吊架的弹簧全变形量不应超过 50 mm,且不设荷载或位移指示牌以及行程锁定装置。简易式弹簧支吊架组件可用于垂直位移不大于 6.3 mm 和无需作精确的荷载及位移计算的场合。

6.4.1.6 整定式弹簧支吊架组件应设有荷载和行程指示牌以及预先设定“热”和“冷”态位置的标志,弹簧组件应有防止弹簧过应力或脱载的限制位移设施。

6.4.1.7 整定式弹簧支吊架组件应有安装和水压试验用的锁定装置。变力弹簧支吊架应按支吊架冷态荷载整定并锁定。锁定时,整定式弹簧支吊架应能承受 2 倍支吊架最大工作荷载。

6.4.1.8 变力弹簧支吊架的荷载偏差度应按式(2)计算,变力弹簧支吊架的荷载偏差度不应大于 5%。

$$\lambda = \left| \frac{W_b - W_s}{W_b} \right| \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$\lambda$  ——弹簧支吊架的荷载偏差度;

$W_b$  ——弹簧支吊架的标准荷载,单位为牛(N);

$W_s$  ——拔销时弹簧支吊架的实测荷载,单位为牛(N)。

6.4.1.9 变力弹簧支吊架的荷载变化系数应按式(3)或式(4)计算,且不宜大于 25%。式(3)、式(4)中的设计荷载:当冷态调零时,应采用安装荷载;当热态调零时,应采用工作荷载。

$$\xi = \frac{kd}{W_d} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$\xi = \left| \frac{W_o - W_l}{W_d} \right| \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

$\xi$  ——弹簧支吊架的荷载变化系数;

$k$  ——弹簧刚度,单位为牛每毫米(N/mm);

$d$  ——管道垂直位移,单位为毫米(mm);

$W_d$  ——弹簧支吊架的设计荷载,单位为牛(N);

$W_o$  ——弹簧支吊架的工作荷载,单位为牛(N);

$W_l$  ——弹簧支吊架的安装荷载,单位为牛(N)。

## 6.4.2 恒力支吊架

6.4.2.1 恒力支吊架可用于允许支吊点处有垂直位移,但要求在整个行程范围内荷载基本保持不变或变力弹簧支吊架不能满足要求的场合。

6.4.2.2 恒力支吊架的工作荷载应包括支吊点处的管道永久荷载、管道输送介质的重力和支吊架所需承受的所有支吊架部件(如管夹、吊杆等)的重力之和。恒力支吊架应按规定的工作荷载进行标定试验。

6.4.2.3 恒力支吊架的荷载偏差度应按式(2)计算,恒力弹簧支吊架的荷载偏差度不应大于 2%。

6.4.2.4 恒力弹簧支吊架在上下位移的整个行程范围内的荷载恒定度(包括摩擦力)不应大于 6%。荷载恒定度应由专用的荷载试验机械测定,并按式(5)计算。向下位移时荷载的最大读数和向上位移时荷载的最小读数与规定荷载的离差也均不应大于 6%。

$$\Delta = \frac{W_{\max} - W_{\min}}{W_{\max} + W_{\min}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

$\Delta$  ——恒力支吊架的荷载恒定度;

$W_{\max}$  ——恒力支吊架向下位移时荷载的最大读数,单位为牛(N);

$W_{\min}$  ——恒力支吊架向上位移时荷载的最小读数,单位为牛(N)。

6.4.2.5 恒力支吊架应有供现场调整荷载的设施,其荷载调整量不应小于±10%。

6.4.2.6 恒力支吊架组件应设有荷载和位移指示牌以及预先设定“热”和“冷”态位置的标志。支吊架应有防止行程过大或脱载的安全装置和制动装置。

6.4.2.7 恒力支吊架组件应有安装和水压试验用的锁定装置。锁定时,恒力支吊架应能承受2倍支吊架最大工作荷载。

6.4.2.8 恒力支吊架组件的公称位移量应比计算位移量大20%,且至少大20 mm。计算位移量应计及由于水平位移引起吊杆长度的增加。

## 6.5 刚性支吊装置

6.5.1 在支吊架装置选型中,应优先考虑采用合适的刚性支吊装置,以增加管系稳定性、限制管系位移、控制管道振动、合理分配管系补偿。

6.5.2 刚性支吊装置的设置应通过管系应力分析而确定。刚性支吊装置的位置或约束类型变更后,应重新进行管系应力分析。

6.5.3 当管道垂直位移可以忽略不计或限制管道垂直位移不会对连接设备和管道产生有害荷载时,悬吊管线可采用刚性吊杆吊架;对于从下部支承的管线,可采用刚性底板支架、托架或横梁结构。

6.5.4 固定支架的设计应保证管道在固定点处的任何方向都相对固定。刚性支吊装置的承载结构应充分牢固并具有足够刚度。

6.5.5 限位装置和导向装置的设计应保证管道在支吊点的预定约束方向相对固定,而在其他方向上能自由地膨胀,并能承受作用于该装置上的各种力、力矩和其他荷载。限位装置和导向装置在预定约束方向上的冷态间隙不宜超过2 mm。对于在管道径向两侧约束的限位装置和导向装置,其冷态间隙还应计及管道径向热膨胀量。

6.5.6 采用波形膨胀节、滑动伸缩节或柔性金属软管的管道,应在合适的位置设置固定支架和导向装置将热胀位移引导至膨胀节或软管组件,并满足下列要求:

- a) 该固定支架应能承受制造厂家规定的膨胀节或软管组件在设计工况下的力。如果制造厂家未提供该力,则应取其最大内截面积与设计压力乘积再加上膨胀节或软管组件变形力的总和。
- b) 若膨胀节或柔性金属软管组件受到轴向和侧向的合成位移作用,设计时应计及这两种位移的同时作用。
- c) 金属软管组件应按制造厂家推荐的方式支吊,使其免受扭曲和过变形的影响。

6.5.7 滑动支架应允许管道水平方向自由位移,滚动支架应允许水平管道沿轴线方向自由位移,滚动支架的管部应满足管道的预期位移。用于活动支架的材料和润滑剂应适合于活动面处的温度。对于采用带聚四氟乙烯板的底板型支架,与聚四氟乙烯板接触的底板宜采用镜面不锈钢板或GB/T 8165 不锈钢复合钢板,底板的尺寸不应小于聚四氟乙烯板尺寸和预期位移之和。

## 6.6 减振和阻尼装置

6.6.1 弹簧减振器对管道产生一个使其回复到正常位置的作用力,可用于限制管道振动或晃动的场合。弹簧减振器可由一个弹簧或多个弹簧适当的连接组成。

6.6.2 为了控制管道不同方向的振动,可在减振装置装设点处装设几个不同方位的弹簧减振器。

6.6.3 弹簧减振器规格应根据控制管道振动所需的防振力选择。如果无法预先计算防振力,可根据制造厂家的推荐按管道直径选择适当的规格,但应选用可调节型弹簧减振器供现场调整防振力。

6.6.4 弹簧减振器的最大工作行程应比减振器防振力调节量与管道位移引起减振器轴向位移量之和大20%,且至少大15 mm。如果无法确定减振器防振力调节量时,弹簧减振器的最大工作行程应比管

道位移引起减振器轴向位移量大 40%，且至少大 25 mm。

6.6.5 管道应力分析应计算在所有规定的工况下减振器对管道和设备的影响。

6.6.6 阻尼装置可用于需要承受管道地震荷载或冲击荷载，控制管系高速振动位移的场合。阻尼装置应能允许管系自由地胀缩，但不承受管道的自重荷载。

6.6.7 阻尼装置可分为液压式阻尼器和机械式阻尼器两种。阻尼装置的设计应经工业实践验证，并应考虑下列各项因素：

- a) 阻尼装置应承受的荷载工况、瞬态设计荷载以及荷载组合；
- b) 要求的力、时间和位移之间的关系；
- c) 阻尼装置所处的环境条件，如温度、放射性、腐蚀环境、湿度和空气中的悬浮颗粒等；
- d) 材料的相容性、稳定性、耐火性、磨损、老化等特性，对于液压式阻尼器，宜使用抗燃油；
- e) 安装前要求做的试验。

6.6.8 阻尼器的型式应与管道动力荷载特性及阻尼要求相适应。

6.6.9 阻尼器的规格应根据管道动力分析得出的动力荷载选用。

6.6.10 阻尼器的有效行程应大于管道位移引起阻尼器的轴向位移量。

## 6.7 弹簧设计

6.7.1 所有的变力、恒力支吊架和减振器中的弹簧设计应符合 6.7.2~6.7.7 的规定。

6.7.2 管道支吊架的弹簧，一般采用圆柱螺旋弹簧。除非有合适的导向件，压缩弹簧的自由高度与弹簧外径之比不应大于 4:1。特殊型式的弹簧，如板簧、碟簧、锥形螺旋弹簧、盘簧、扭簧及类似的弹簧也可采用。但当采用这类特殊型式弹簧时，应经过工业实践的验证。

6.7.3 圆柱螺旋弹簧的设计应符合 GB/T 23935 的各项规定。变力、恒力支吊架弹簧许用切应力宜按动负荷有限疲劳寿命选取；弹簧减振器弹簧许用切应力应按动负荷无限疲劳寿命选取。

6.7.4 用于支吊架的弹簧材料应符合 GB/T 1222 的规定。

6.7.5 热卷圆柱螺旋弹簧的检验方法应符合 GB/T 23934 的各项规定，按 2 级精度进行验收。

6.7.6 冷卷圆柱螺旋弹簧的检验方法应符合 GB/T 1239.2 的各项规定，按 2 级精度进行验收。

6.7.7 弹簧表面应进行可靠的防腐蚀处理。如采用电镀防腐蚀方式，弹簧的最大许用工作应力应降低 15%，且应采用适当的工艺防止脆裂。

## 6.8 管部结构

6.8.1 管部结构应能承受按其支吊架功能所要求的作用于其结构各个方向上的力和力矩，并保证管部与管道之间在预定约束方向不发生相对位移。

6.8.2 管部结构尺寸应和管道外径或绝热层外径(如有规定时)相配。

6.8.3 管部结构尺寸应保证其与支吊架其他连接部件相连接的部位裸露在管道绝热层外。

6.8.4 整体型管部结构应符合下列规定：

- a) 当要求用单个构件实现多向约束时，应将整体型管部结构与约束部件或拉撑杆一起使用。采用整体型管部结构应考虑由此引起管道局部应力的增加。
- b) 用于高温管道的吊板的设计应考虑吊板与管子之间热膨胀的差异。管部与管子之间的焊缝尺寸设计应使焊缝的剪应力不超过附录 A 规定的或按 6.3.3 确定的许用应力值的 0.8 倍。若管部材料与管道材料的许用应力值不同，则取两者的较小值。焊缝处的焊前预热和焊后热处理应接管部材料的要求进行。

6.8.5 非整体型管部结构应符合下列规定：

- a) 当非整体型管部需要承受平行于管道轴线的力和(或)力矩时，应在管道的支吊点处焊接适当的承载肋板(或卡块)，以防止管部和管道之间相对滑移或转动。承载肋板(或卡块)的焊接应

符合 6.8.4 b) 的规定。

- b) 对于 A-2 级、A-3 级和 A-4 级热管道的非整体型管部,在绝热层内的紧固件应符合 GB/T 3098.8 规定的耐热用螺纹连接副。

6.8.6 垂直管道的管部结构或用于限制管道轴向位移的双臂管部结构,其设计应考虑由于管道和(或)支吊架的位移引起偏心受载。除特殊设计外,在管部的任一悬臂上应能承受该支吊架的全部荷载。

6.8.7 与有色金属管道直接接触的管部结构,为防止电化学腐蚀,应在其与管道接触部位的表面涂衬足够绝缘强度的非金属涂层、保护膜或衬垫。

6.8.8 不锈钢管道与管部结构之间应加置不锈钢板衬垫,防止不锈钢管道的电化学损伤。

6.8.9 用于管部结构的没有防护层的扁钢,其厚度不应小于 3 mm,宽度不应小于 25 mm。当管道公称尺寸小于或等于 DN25 时,扁钢的截面尺寸可为 1.6 mm×20 mm。扁钢可以用相等截面的型材代替,但最小厚度不应减小。

6.8.10 表 2 所示的型式,如满足表 3 设计荷载要求并按 7.8 规定实施防护涂层,则不需要满足 6.8.9 规定的最小尺寸要求。

6.8.11 绝热管道鞍座(型式 18、19)的制作应符合下列规定:

- a) 对于公称尺寸小于或等于 DN125 时,材料厚度不应小于 3 mm;
- b) 对于公称尺寸大于或等于 DN150 时,材料厚度不应小于 5 mm;
- c) 鞍座的高度应满足绝热层厚度的要求;
- d) 鞍座肋板应开槽,使其与管道接触的长度为每个肋板长度的 25%~50%;
- e) 标准鞍座的轴向长度宜为 315 mm,圆弧角度宜为 60°;
- f) 对于公称尺寸大于或等于 DN300 的管道,管道鞍座的对称中心面应设置肋板。

6.8.12 管道绝热层防护板(型式 20),如果没有使用高强度绝热块时,其尺寸不应小于表 8 中给出的尺寸,并且圆弧角度为 180°。如果防护板处使用一段高强度绝热块时,绝热块的长度不应小于防护板的长度。当绝热层需要防潮罩壳时,防潮罩壳应比防护板长出 50 mm,并且在圆周方向搭接 50 mm。

表 8 用于绝热管道的护板

管道公称尺寸 DN	长 度 <sup>a</sup> mm	厚 度 <sup>b</sup> mm
15~80	315	1.4
100	315	1.6
125、150	450	1.6
200~350	630	2.0
400~600	630	2.8

<sup>a</sup> 本表是按绝热材料的抗压强度为 0.1 MPa 和支吊架间距为 3 m 确定的。当抗压强度低于 0.1 MPa 时,防护板长度应按要求增加。当抗压强度高于 0.1 MPa 时,支吊架间距可按比例增加。

<sup>b</sup> 表中所列防护板厚度值仅适用于管箍吊架。当用于集中荷载时,应增加防护板的厚度和长度。当用于滚筒支吊架时,则应增加防护板的长度,使滚筒接触点在防护板长度的 1/3 范围内滚动。

6.8.13 C 级冷管道应设置绝热层防护板,以保护绝热防潮层。任何情况下均不应将管部结构直接与水平管道的防潮层接触。

6.8.14 对于低温范围管系(C-4 级管道系统),应使用硬质绝热层。支吊架应包括维修防潮层的设施。低温范围管系应根据绝热层和运行温度的荷载条件设计防护板,不应采用表 8 推荐的防护板。

6.8.15 宜预先采取措施在适当位置将管道绝热层防护板固定就位。

## 6.9 吊杆及配件

6.9.1 对于公称尺寸小于或等于 DN50 的管子,吊架吊杆的直径不应小于 10 mm;对于公称尺寸大于 DN50 的管子,吊架吊杆的直径不应小于 12 mm。单吊杆刚性吊架的吊杆直径不应小于表 9 的规定。

表 9 单吊杆刚性吊架的最小吊杆直径

管道公称尺寸 DN	最小吊杆直径	管道公称尺寸 DN	最小吊杆直径
8	M10	100	M16
10	M10	125	M16
15	M10	150	M20
20	M10	200	M20
25	M10	250	M20
32	M10	300	M20
40	M10	350	M24
50	M10	400	M24
65	M12	450	M24
80	M12	500	M30
90	M12	600	M30

注 1:吊杆直径的最大使用荷载见表 7。  
注 2:对于双吊杆吊架,吊杆直径可以缩小一档,但最小为 10 mm。

6.9.2 滚轧螺纹的吊架吊杆应为全螺纹吊杆。

6.9.3 环眼吊杆的环眼最小内径应比吊杆直径大 3 mm。

6.9.4 锻制环眼吊杆的环眼处金属截面积不应小于吊杆截面积的 1.25 倍。

6.9.5 弯曲成形并焊牢的环眼吊杆,其焊缝周长不应小于吊杆直径的 2 倍。

6.9.6 强度和有效截面积与吊架吊杆截面积相当的管子、带材或棒材可以用来代替吊架吊杆。

6.9.7 直径 $\geq 5$  mm 或截面积相当的焊接环链可用于管道吊架,其最大许用应力为 79 MPa。

6.9.8 对于吊点处有水平位移的吊架,吊杆配件的选择应使吊杆能自由摆动而不妨碍管道水平位移,并应保证任何状态下吊杆与垂线之间夹角满足下列规定:

- a) 刚性吊架吊杆与垂线之间夹角不超过 3°;
- b) 弹性吊架吊杆与垂线之间夹角不超过 4°;
- c) 如果吊杆与垂线之间夹角不能满足上述规定,可采用将管道吊点与承载结构受力点相对预偏装或采用滚动装置等措施,使吊杆与垂线之间夹角在规定范围内。

6.9.9 吊杆应有足够的螺纹长度,并配有调节垂直高度的部件,以满足必要的安装调节量(包括支吊架零部件制造偏差、施工安装偏差和管道冷拉量等)。可采用装设螺旋扣(也称“花篮螺母”)等措施调节垂直高度。

## 6.10 辅助钢结构

6.10.1 生根于承载结构上的辅助钢结构的型式及其与承载结构的连接方式,应符合承载结构设计的要求。未经承载结构的设计同意,不应在钢结构件上开孔。辅助钢结构不应使承载结构钢构件受扭或产生局部失稳。

6.10.2 辅助钢结构设计应按可能出现的各种荷载组合工况分别进行强度和刚度验算,并取其中对辅助钢结构最不利的工况作为设计依据。

6.10.3 辅助钢结构的刚度应符合下列规定:

- a) 固定支架、限位装置和阻尼装置的最大挠度不应大于梁的计算长度的 0.2%,且不应大于 1.6 mm;
- b) 其他支架的挠度不应大于梁的计算长度的 0.4%,且不应大于 3.2 mm。

6.10.4 采用非轴对称型钢作为辅助钢结构梁时,受力点的位置宜通过型钢的弯曲中心,否则应考虑偏心扭转的因素。

6.10.5 辅助钢结构应考虑水平荷载的作用和构件的侧向稳定。

6.10.6 辅助钢结构的悬臂梁受力点的悬臂距离应根据荷载及承载结构的型式和截面确定,并不宜大于 800 mm。

6.10.7 用于滑动支架或导向支架的辅助钢结构,应考虑因管道水平位移引起受力点移动对结构受力分析的影响。

## 6.11 螺纹连接

6.11.1 通用螺纹连接的螺纹尺寸应符合 GB/T 193 和 GB/T 196 规定的第 1 系列公称直径。螺纹吊杆及其配件的螺距,除特殊需要可采用 GB/T 17116.3 规定的 B 系列外,其余均采用 GB/T 17116.3 规定的 A 系列,即螺纹公称直径为 48 mm 及以下时,采用粗牙螺纹;螺纹公称直径为 56 mm 及以上时,采用螺距为 4 mm 的细牙螺纹。螺纹的公差应符合 GB/T 197 的规定。

6.11.2 在下列情况下,可采用不同于 6.11.1 规定的特殊螺纹和配合:

- a) 内螺纹和外螺纹零件被装配成不再装拆的永久性组件;
- b) 内螺纹和(或)外螺纹需作电镀或热浸镀锌处理。

6.11.3 螺纹连接应有足够的旋合长度。螺纹连接件应有检查螺纹旋入深度是否充分的措施。

6.11.4 螺纹连接应采用锁紧螺母等防止连接松动的有效措施。锁紧螺母的机械性能应符合 GB/T 3098.9 的规定。除非支吊架图上特别注明,不应采用损坏螺纹或点焊作为锁紧措施。如果采用薄螺母作为锁紧螺母,其设置位置不应使它成为承受支吊架荷载的螺母。

6.11.5 当采用螺栓紧固连接且需要防止被紧固的部件相对滑移时,应采用摩擦型螺栓连接。摩擦型螺栓连接的螺栓应有足够的预拉力,使其在承受杆轴方向的外拉力时,在摩擦面上仍有足够的抗剪切滑移的能力。

## 6.12 焊缝连接

6.12.1 焊缝金属宜与主体金属相适应。当两种不同强度的钢材相焊接时,可采用与强度较低的钢材相适应的焊接材料。

6.12.2 焊缝的坡口型式与尺寸应根据钢板厚度和制作条件按 GB/T 985.1 或 GB/T 985.2 的规定选用。

6.12.3 角焊缝两焊脚边的夹角  $\alpha$  一般为  $90^\circ$ (直角角焊缝)。夹角  $\alpha > 135^\circ$  或夹角  $\alpha < 60^\circ$  的斜角角焊缝,不宜用作受力焊缝(钢管结构除外)。

6.12.4 角焊缝的尺寸应符合下列要求:

- a) 角焊缝的焊脚尺寸  $h_f$ (mm) 不应小于  $1.5\sqrt{t}$ ,  $t$ (mm) 为较厚焊件的厚度(当采用低氢型碱性焊条施焊时,  $t$  可采用较薄焊件的厚度)。但对自动埋弧焊,最小焊脚尺寸可减小 1 mm;对 T 形连接的单面角焊缝,应增加 1 mm。当焊件厚度  $\leq 4$  mm 时,则最小焊脚尺寸应与焊件厚度相同;
- b) 角焊缝的焊脚尺寸不宜大于较薄焊件厚度的 1.2 倍(钢管结构除外)。但板件边缘角焊缝的最大焊脚尺寸不应大于板件的厚度,且当板件厚度  $t$  大于 6 mm 时,最大焊脚尺寸  $h_f$  不应大于  $t - (1 \sim 2)$  mm;



- c) 角焊缝的两焊脚尺寸一般为相等。当焊件的厚度相差较大,且等焊脚尺寸不能符合 6.12.4 a)、b)的要求时,可采用不等焊脚尺寸。与较厚焊件接触的焊脚边应符合 a)的要求,与较薄焊件接触的焊脚边应符合 b)的要求;
- d) 侧面角焊缝或正面角焊缝的计算长度不应小于  $8h_f$  和 40 mm;
- e) 侧面角焊缝表面应做成直线形或凹形,焊脚尺寸的比例:正面角焊缝宜为 1:1.5(长边顺内力方向),侧面角焊缝可为 1:1。

6.12.5 在次要构件或次要焊缝连接中,可采用断续角焊缝。断续角焊缝之间的净距不应大于  $15t$ (对受压构件)或  $30t$ (对受拉构件), $t$  为较薄焊件的厚度。

6.12.6 当板件的端部仅有两侧面角焊缝连接时,每条侧面角焊缝的长度不宜小于两侧面角焊缝之间的距离;同时两侧面角焊缝之间的距离不宜大于  $16t$ (当  $t > 12$  mm)或 200 mm(当  $t \leq 12$  mm), $t$  为较薄焊件的厚度。

6.12.7 杆件与节点板的连续焊缝宜采用两面侧焊,也可用三面围焊,对角钢杆件可用 L 形围焊,如图 1 所示。所有围焊的转角处应连续施焊。

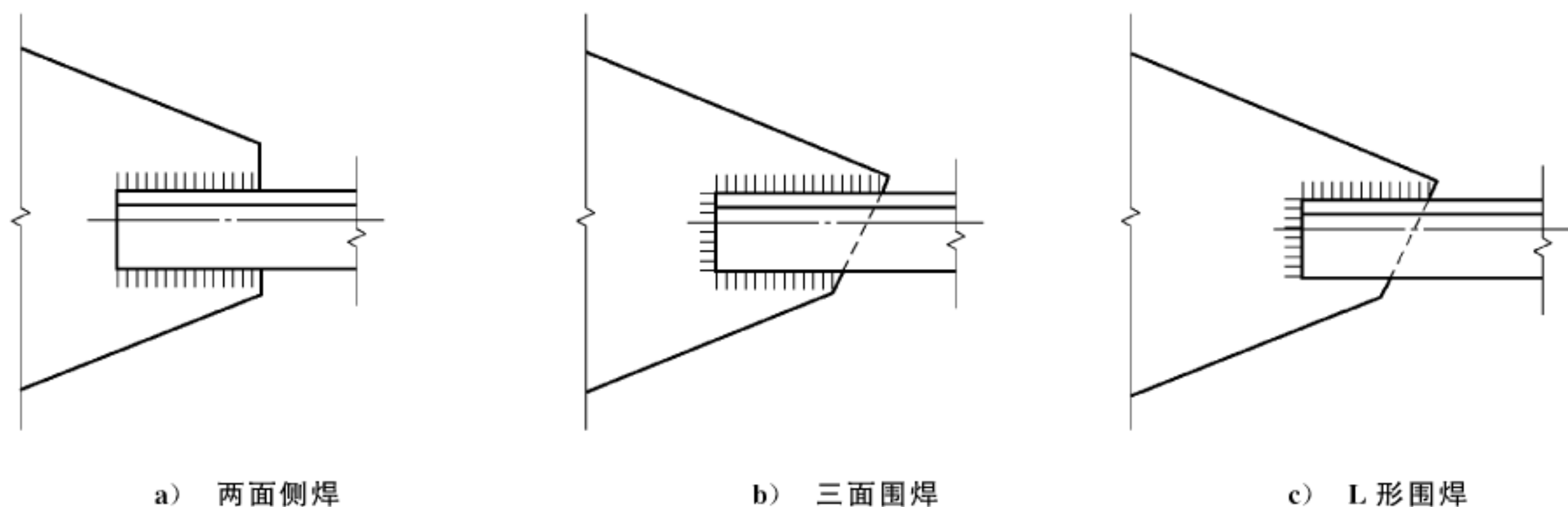


图 1 杆件与节点板的焊缝连接

6.12.8 当角焊缝的端部在构件转角处作长度为  $2h_f$  的绕角焊时,转角处应连续施焊。

6.12.9 在搭接连接中,搭接长度不应小于焊件较小厚度的 5 倍,且不应小于 25 mm。

6.12.10 圆钢与圆钢、圆钢与平板(钢板或型钢的平板部分)之间的焊缝有效厚度,不应小于 0.2 倍圆钢直径(当焊接直径不同的两圆钢时,取平均直径)或 3 mm,且不应大于 1.2 倍平板厚度,焊缝计算长度不应小于 20 mm。

### 6.13 多管共用支架

6.13.1 成排水平管子支承在公共基础构件上时,可不采用统一的管道中心标高。具体支承方式应符合工程设计的要求。

6.13.2 在支承多根管道时,应采用管夹或管箍使管线侧向相对位置保持不变。受热膨胀的管线应能沿轴线自由地滚动或滑动。

6.13.3 水平横担吊架不应用来支承多根热位移量或热位移方向不同的水平管道。

### 6.14 支吊架间距

6.14.1 近似水平布置的管道应控制一定的支吊架间距,以保证管道不产生过大的挠度、弯曲应力和剪切应力;垂直管道也应控制支吊架间距,防止管道由于各种荷载组合作用而产生过应力。水平直管道的支吊架间距应满足下列要求:

- a) 强度条件:应控制管道自重产生的弯曲应力,使管道的持续外载当量应力在允许范围内;

- b) 刚度条件:应控制管道自重产生的弯曲挠度,使管道在安全范围内使用并能满足疏水和介质排放的要求。对于可能产生振动或有抗地震要求的管道,还应根据其振因控制管道的挠度,使管道的固有频率值在适当的范围内。

各类管道应符合相关管道设计标准规定的强度条件、刚度条件和支吊架最大间距推荐值。

6.14.2 支吊点之间水平直管的最大自重弯曲应力,可按下列公式计算:

- a) 单跨简支梁跨中最大弯曲应力按式(6)计算:

$$\sigma_{\max} = \frac{(qL + 2P)L}{8W} \dots\dots\dots(6)$$

式中:

- $\sigma_{\max}$ ——弯曲应力,单位为兆帕(MPa);
- $q$ ——管道单位长度自重荷载,单位为牛每米(N/m);
- $P$ ——跨中集中荷载,单位为牛(N);
- $L$ ——支吊架间距,单位为米(m);
- $W$ ——管子抗弯截面系数,单位为立方厘米(cm<sup>3</sup>)。

- b) 三等跨连续梁跨中最大弯曲应力按式(7)计算:

$$\sigma_{\max} = \frac{(qL + 2P)L}{10W} \dots\dots\dots(7)$$

6.14.3 支吊点之间水平直管的最大弯曲挠度,可按下列公式计算:

- a) 单跨简支梁跨中最大弯曲挠度按式(8)计算:

$$\delta_{\max} = \frac{L^3}{E_t I} \left( \frac{5}{384} qL + \frac{1}{48} P \right) \times 10^5 \dots\dots\dots(8)$$

式中:

- $\delta_{\max}$ ——最大弯曲挠度,单位为毫米(mm);
- $E_t$ ——管道材料在工作温度下的弹性模量,单位为兆帕(MPa);
- $I$ ——管子截面惯性矩,单位为四次方厘米(cm<sup>4</sup>)。

- b) 三等跨连续梁跨中最大弯曲挠度按式(9)计算:

$$\delta_{\max} = \frac{L^3}{E_t I} \left( \frac{13}{192} qL + \frac{7}{48} P \right) \times 10^4 \dots\dots\dots(9)$$

6.14.4 水平直管的固有频率(不考虑支承系统刚度的影响),可按下列公式计算:

- a) 单跨简支梁一阶固有频率按式(10)计算:

$$f_n = 0.345 \sqrt{\frac{E_t I}{(0.5qL + P)L^3}} \dots\dots\dots(10)$$

- b) 三等跨连续梁一阶固有频率按式(11)计算:

$$f_n = 0.413 \sqrt{\frac{E_t I}{(0.366qL + P)L^3}} \dots\dots\dots(11)$$

式中:

- $f_n$ ——管道一阶固有频率,单位为赫兹(Hz)。

6.14.5 水平直管的支吊架间距应取按强度条件和刚度条件求得的支吊架间距的较小值。当控制固有频率要求的支吊架间距远小于控制弯曲应力和挠度的支吊架间距时,可在按后者间距设置承重支吊架的同时,按前者间距增设不承重的侧向约束装置。

6.14.6 在水平管道方向改变处,两支吊点之间的管子展开长度不应超过水平直管支吊架间距的 3/4,其中一个支吊架宜尽量靠近弯管或弯头的起弯点。

6.14.7 为防止管道侧向振动,垂直管道也宜设置适当数量的管道侧向约束装置。

6.14.8 当支吊架承载结构的承载能力受到限制时,可采用较小的支吊架间距。

6.14.9 当预期清洗管路系统而需要定期拆卸管子时,设计应考虑增加支吊架。

## 6.15 支吊架组装设计

6.15.1 支吊架组装设计可采用支吊架组装图或支吊架明细表的形式。

6.15.2 支吊架组装图宜包含下列内容:

- a) 组装图样;
- b) 零件明细表;
- c) 荷载和位移数据;
- d) 工厂和现场焊接焊缝;
- e) 定位;
- f) 标识。

6.15.3 支吊架组装图中的组装图样宜表示下列内容:

- a) 每个零部件的编号或每个零部件的型号、规格、材料;
- b) 承载结构的定位尺寸;
- c) 辅助钢结构的方位、标高、悬臂长度或跨度、受力点定位;
- d) 管道外径及中心标高,如有必要,还应标注保温厚度;
- e) 为制作和安装整个支吊架组件所需的其他尺寸。

6.15.4 支吊架组装图中的零件明细表宜分项列出支吊架的所有零部件。标准产品的零部件应标明产品的图号或标准代号、型号、规格等;非标准零部件还应标明相应的技术规范。

6.15.5 支吊架组装图中的荷载和位移数据宜包含下列内容:

- a) 支吊架的工作荷载和最大设计荷载。若需考虑特殊工况下的荷载,还应列出该数值;
- b) 当使用变力或恒力支吊架时,应列出支吊点自安装态到冷态的冷位移方向和数值以及自冷态到热态的热位移方向和数值。

6.15.6 支吊架组装图中的工厂和现场焊接焊缝表示应满足下列要求:

- a) 所有非支吊架产品自身的工厂焊缝和所有现场焊缝应在组装图中标明;
- b) 图样上的焊缝符号表示应符合 GB/T 324 和 GB/T 12212 的规定;
- c) 焊缝要求应满足最终安装调整、管道周围通道或适应发货和运输的需要。

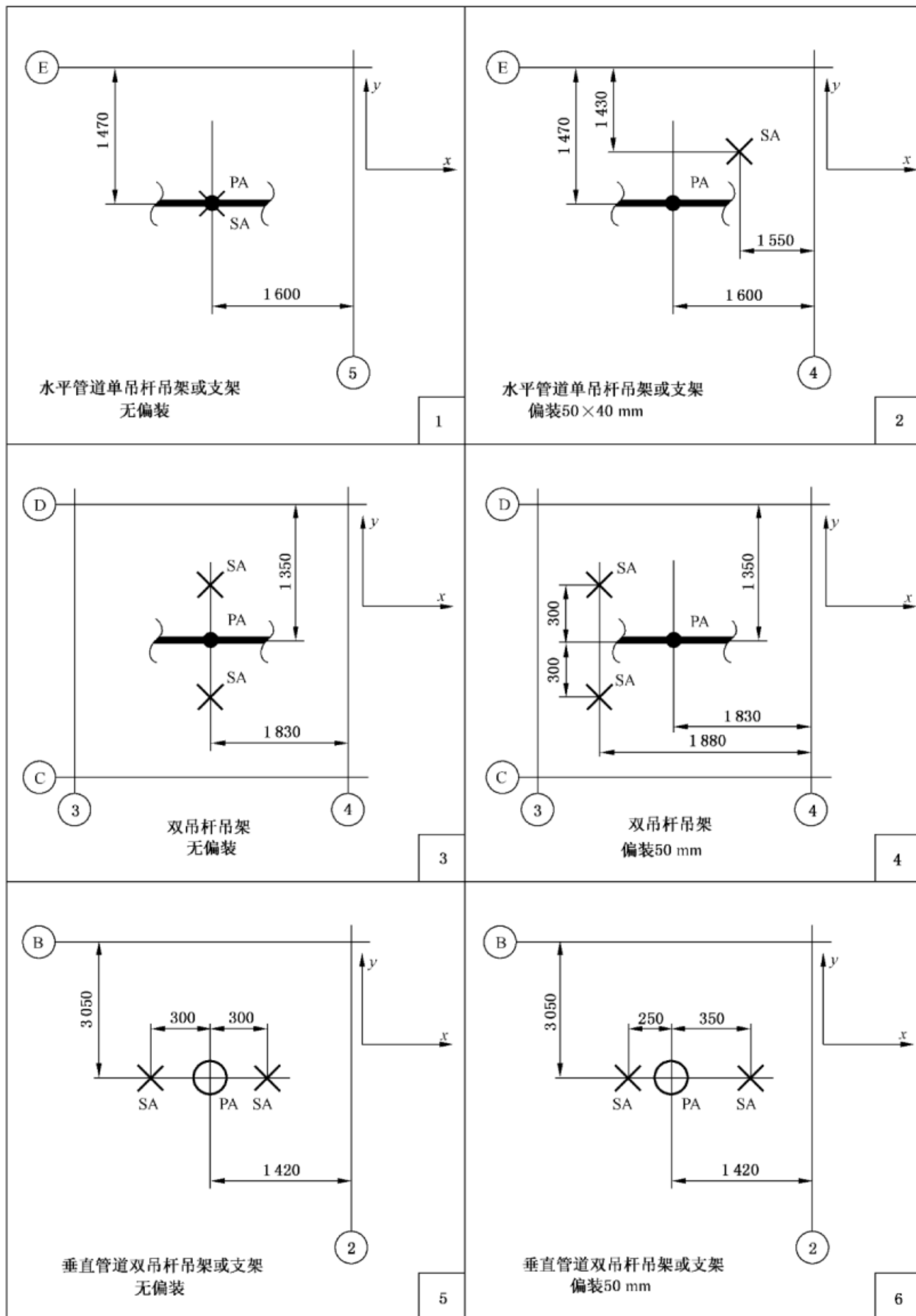
6.15.7 支吊架组装图中宜表示支吊架的管道支吊点、承载结构受力点与柱子中心线、设备中心线等基准线的相对定位关系。定位关系可采用定位偏装示意图的形式,典型定位偏装示意图如图 2 所示。

6.15.8 支吊架组装图中宜包含下列标识信息:

- a) 工程项目名称;
- b) 管道系统名称或代码;
- c) 支吊架编号及名称;
- d) 图号及版本号。

6.15.9 支吊架明细表宜包含下列内容:

- a) 支吊架编号及名称;
- b) 支吊点的管道外径、工作荷载和最大荷载;
- c) 支吊点的管道冷态和热态位移;
- d) 支吊架管部中心标高和根部受力点标高;
- e) 支吊架零部件的图号或代号、型号和规格;
- f) 弹簧支吊架的弹簧整定荷载。



说明:

PA——管道支吊点,用“●”表示;

SA——承载结构受力点,用“×”表示。

图 2 管道支吊架定位偏装示意

## 7 制造

### 7.1 通则

7.1.1 管道支吊架的工厂制造和现场制作,除应符合本章规定外,还应符合图样要求。

7.1.2 对于设计温度等于或低于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的管道支吊架零部件,除符合本章的通用规定外,还应符合 GB/T 150.3—2011 中附录 E 的有关规定或设计文件的特殊规定。

7.1.3 管道支吊架制造单位应具备下列健全的制造质量管理体系和制度,并应在制造过程中严格执行:

- a) 管道支吊架制造质量管理体系应包括:图样审核;材料验收、保管与发放回收;标志移植;仪器设备的检查;技术人员和技术工人的考核;制造工艺和制造质量的管理、试验及检验;外协购件;标准和资料管理制度;不一致品处理制度;各类人员岗位责任制度以及用户意见反馈制度等。
- b) 管道支吊架制造单位在焊接的技术装备、人员素质和技术管理方面应符合 GB/T 12467.1~GB/T 12467.5 的规定。

7.1.4 管道支吊架制造质量的试验及检验要求应符合第 9 章和第 10 章的规定。

7.1.5 管道支吊架零部件的焊接应由持有主管部门颁发的相应类别焊工合格证书的焊工担任。管道支吊架零部件的无损检测应由持有主管部门颁发的相应方法无损检测人员资格证书的人员担任。

7.1.6 在制造过程中,标记应自始至终得到保持。

7.1.7 管道支吊架产品出厂时,均应出具符合 GB/T 14436 规定的产品合格证。

### 7.2 制造公差

7.2.1 对于带材、板材、棒材、管材、型材等原材料的公差应符合现行国家标准的规定。

7.2.2 铸造件的尺寸公差应符合 GB/T 6414 的规定。

7.2.3 钢质模锻件的尺寸公差、形位公差及其他公差应符合 GB/T 12362 的规定。

7.2.4 钢质自由锻件的尺寸公差、形位公差及其他公差应符合 GB/T 21470 或 GB/T 21471 的规定。

7.2.5 焊缝的坡口尺寸偏差应符合 GB/T 985.1 或 GB/T 985.2 的规定。

7.2.6 普通螺纹精度应符合 GB/T 197 规定的 7H/6g 公差带,其极限偏差值应符合 GB/T 2516 的规定。螺栓和螺母的其他尺寸公差和形位公差应符合 GB/T 3103.1 的规定。

7.2.7 金属切削加工的尺寸公差、角度公差及形状和位置公差应符合设计文件的规定。设计文件上未注明制造公差的极限偏差时,应符合下列规定:

- a) 线性尺寸公差的极限偏差不应超过 GB/T 1804—2000 中规定的 C 级偏差值;
- b) 圆锥公差的极限偏差不应超过 GB/T 11334—2005 中规定的 C 级偏差值;
- c) 角度公差的极限偏差不应超过 GB/T 1804—2000 中规定的 C 级偏差值;
- d) 形状和位置公差的极限偏差不应超过 GB/T 1184—1996 的 C 级偏差值。

7.2.8 切割公差应符合下列规定:

- a) 吊架吊杆长度的切割公差为 $\pm 3\text{ mm}$ 。
- b) 结构型钢、管子、棒材和板材的切割公差应符合下列规定:
  - 当长度 $\leq 300\text{ mm}$ 时,长度的切割公差为 $\pm 1.5\text{ mm}$ ;
  - 当长度 $> 300\text{ mm}$ 时,长度的切割公差为 $\pm 3\text{ mm}$ ;
  - 矩形的切割偏斜角不应大于 $1^{\circ}$ ,且偏斜值不应大于 $3\text{ mm}$ 。
- c) 角度的切割公差为 $\pm 2^{\circ}$ 。
- d) 非关键尺寸的切割公差应符合制造厂家的标准。

7.2.9 加工成形的管夹公差应符合表 10 的规定。

表 10 管夹公差

单位为毫米

管夹内径 <sup>a</sup>	管夹内径公差 <sup>b</sup>	管道中心至荷载螺栓孔公差
≤51	+1.6 0	±1.25
>51~102	+2.2 0	±1.75
>102~203	+2.8 0	±2.6
>203~305	+3.2 0	±2.8
>305~457	+4.0 0	±3.15
>457~762	+6.0 0	±4.0
>762	+6.6 0	±5.25

<sup>a</sup> 管夹内径在管夹宽度的中间位置测量。  
<sup>b</sup> 管夹内径为管子外径、管子外径上偏差与制造厂确定的适当间隙之和。对于夹持在管道绝热层外面的管夹,应计及绝热层厚度及偏差。

7.2.10 钻孔或冲孔公差应符合下列要求:

- a) 定位尺寸(孔中心至边缘或任意两孔的中心距)极限偏差不应超过±1.5 mm;
- b) 孔径的正偏差不应大于金属厚度的 0.2 倍或+0.8mm 的较小者,负偏差不应超过-0.8 mm。

7.2.11 圆柱螺旋压缩弹簧的制造公差应符合下列要求:

- a) 弹簧轴心线和两端面的垂直度不应超过 0.02H<sub>0</sub> (H<sub>0</sub> 为弹簧的自由高度);
- b) 弹簧轴心线的直线度不应超过 0.01H<sub>0</sub>;
- c) 除 a)、b)项规定外的尺寸及特性应符合 GB/T 1239.2 规定的 2 级精度或 GB/T 23934 的规定。

### 7.3 材料切割

7.3.1 制作支吊架零部件用的钢板、圆钢、棒材等材料可采用剪切、锯断、机械切削、磨削或热切割等方法加工成所需要的形状和尺寸。

7.3.2 如有必要,每一被切割件的材料标志应以颜色、标签、印记或其他方法标明。

7.3.3 当采用热切割时,切割的工艺应适用于被切割的材料。

7.3.4 材料热切割后应清除熔渣,以备进一步制作或使用。不清除火焰切割表面的残留物是有害的。

7.3.5 作为焊接坡口的热切割边缘应光滑、无任何疏松的氧化皮和熔渣积聚。对于需焊接的切割面,为防止焊接裂纹,应采用水割或线切割、锯切下料;对于非焊接切割面,允许采用等离子切割(在环境温度低于 5 °C 时,不宜采用热切割下料),其切割工艺参数根据切割件的厚度选择。

### 7.4 冷热加工成形

7.4.1 所有原材料应经检验合格后方可用于成形。

7.4.2 对于厚度不大于 12.5 mm,且最小弯曲内半径不小于 1 倍毛坯厚度的板材和扁材,可采用冷成形。材料厚度大于 12.5 mm,但最小弯曲内半径不小于 2.5 倍毛坯厚度时,可采用冷成形。材料厚度大

于 12.5 mm,且最小弯曲内半径小于 2.5 倍但不小于 1 倍毛坯厚度,也可采用冷成形,但成形后应按 7.4.8 的规定进行热处理,并经外观检查确认成形或其后加工没有出现有损于产品强度和功能的损伤。

7.4.3 对于直径小于或者等于 20 mm 的圆钢,其冷成形的弯曲内半径不应小于圆钢直径的一半。对于直径大于 20 mm 的圆钢,冷成形的弯曲内半径不应小于圆钢直径的 2.5 倍。任何情况下,不应在螺纹范围内进行冷成形。

7.4.4 为便于加工,冷成形材料可加热至低于表 11 所列最低温度。

7.4.5 钢板和扁钢热加工,不受材料厚度限制,最小弯曲内半径不应小于坯料厚度的 1 倍,材料加热表面温度应控制在表 11 的温度范围内(没有保温时间要求)。

表 11 钢板和扁钢热加工的表面温度控制范围

钢材种类	最低温度	最高温度
碳钢	760 °C	1 100 °C
铬钼合金钢	840 °C	1 100 °C
奥氏体不锈钢	760 °C	1 150 °C

7.4.6 材料不应捆扎在一起或密集地堆放在非感应式炉内加热,而应隔开堆放以保持加热炉内气流循环良好。材料的加热温度不应超过表 11 中的最高温度,而热加工操作温度不应低于表 11 中的最低温度。碳钢和铬钼合金钢应在静止的空气中冷却,不应用水骤冷。不锈钢材料的冷却可以按 GB/T 1220 或 GB/T 1221 规定进行。

7.4.7 热成形的圆钢直径不限,最小弯曲内半径不应小于圆钢半径的一半。圆钢加热温度范围应符合表 11 的规定。任何情况下,不应在螺纹范围内进行热成形。

7.4.8 当碳钢和铬钼合金钢需要消除应力时,应在表 12 所示的温度范围内进行。部件在此温度范围内的保温时间为每 25 mm 厚度 1 h,且不应少于 1 h。随后在炉内或在静止空气中缓慢冷却。

表 12 碳钢和铬钼合金钢消除应力热处理的温度范围

钢材种类	最低温度	最高温度
碳钢	600 °C	680 °C
铬钼合金钢	700 °C	760 °C

7.4.9 当设计文件要求奥氏体钢作固溶处理时,应按 GB/T 1220 或 GB/T 1221 规定进行。

7.4.10 成形件可采用冷、热成形方法完成而不需作进一步的机械加工。

7.4.11 热卷弹簧卷制的技术要求应符合 GB/T 23934 的规定。

## 7.5 焊接

7.5.1 焊接管道支吊架的焊工应达到与产品相关考试项目的要求,并持有相应的合格证书后,才能在有效期间担任合格范围内的焊接工作。如停焊时间超过半年以上时,应重新考核。钢熔化焊手工焊工资格的考试方法应符合 GB/T 15169 的规定。施焊单位应建立焊工技术档案。

7.5.2 焊工应按焊接工艺指导书或焊接工艺卡的要求施焊。

7.5.3 对于管道支吊架零部件与管道直接相连的要求全焊透的 T 形接头或角接头的焊缝,施焊单位在施焊前应按下述要求进行焊接工艺评定:

- a) 施焊前的焊接工艺评定应按 NB/T 47014 的规定进行;
- b) 不锈钢复合钢板焊接工艺应符合 GB/T 13148 的规定;

- c) 焊接工艺评定完成后,应提出完整的焊接工艺评定报告,并根据该报告和设计的要求制定焊接工艺规程;
- d) 焊接工艺评定所使用的焊接设备、仪表、仪器以及规范参数调节装置应定期检定,不符合要求的不应使用。

7.5.4 焊接材料的干燥应符合下列规定:

- a) 焊接材料的贮存库应保持干燥,相对湿度不应大于 60%。焊接材料使用前应进行烘干;
- b) 烘干后的焊条应保持在 100 °C~150 °C 的恒温箱中,药皮应无脱落和明显裂纹;
- c) 焊条在保温筒内不宜超过 4 h。超过后,应按原烘干制度重新干燥。重复烘干次数不宜超过两次。

7.5.5 当施焊环境出现下列任一情况且无有效防护措施时,应禁止施焊:

- a) 气体保护焊时风速大于 2 m/s,或其他焊接方法时风速大于 10 m/s;
- b) 相对湿度大于 90%;
- c) 雨雪环境;
- d) 焊件温度低于 -20 °C。

7.5.6 当焊件温度为 -20 °C~0 °C 时,施焊前应在始焊处 100 mm 范围内预热到 15 °C 以上。

7.5.7 当定位焊作为最终焊缝的一部分时,应采用已评定的焊接规程进行施焊,引弧点和熄弧点应在坡口内。对定位焊应进行外观检查,必要时宜打磨和削薄。有缺陷的定位焊应铲除。

7.5.8 直接与管道焊接的零部件,其化学成分应与管道材料相容,且能承受管道温度下的预期荷载。与管道的焊接工艺应符合相应管道规范的焊前预热、焊接和焊后热处理的要求。

7.5.9 施焊前应将坡口表面和两侧至少 20 mm 范围内的油污、水分及其他有害杂质清除干净。

7.5.10 管道支吊架焊前预热应符合下列规定:

- a) 预热温度应遵循焊接工艺评定所确定的温度,也可参照表 13 的规定。不锈钢焊接可不预热。当不锈钢与碳钢或合金钢焊接时,应注意其他部件材料的预热温度与不锈钢部件材料的协调。
- b) 预热应均匀,预热宽度应为焊缝中心线两侧各取 3 倍板厚,且不小于 100 mm。
- c) 预热的焊道,层间温度不应低于预热温度的下限。

表 13 常用钢材焊接预热温度

钢材种类	板 厚				
	20 mm	25 mm	32 mm	38 mm	50 mm
20	—	—	—	75 °C~125 °C	100 °C~150 °C
Q345	—	—	75 °C~125 °C	100 °C~150 °C	125 °C~175 °C
Q390	—	75 °C~125 °C	100 °C~150 °C	125 °C~175 °C	150 °C~200 °C
Q420	75 °C~125 °C	100 °C~150 °C	125 °C~175 °C	150 °C~200 °C	150 °C~200 °C
铬钼合金钢	150 °C~200 °C	150 °C~200 °C	150 °C~200 °C	150 °C~200 °C	150 °C~200 °C

环境气温低于 5 °C 时,应采用较高的预热温度,扩大预热范围。  
 不同强度的钢相互焊接时,应采用强度较高的钢所适用的预热温度。  
 对不需预热的焊缝,当焊件温度低于 0 °C 时,应在始焊处 100 mm 范围内预热至 15 °C 左右,方可进行焊接。  
 注:表中“—”表示不需要预热。

7.5.11 管道支吊架焊后热处理应符合下列规定:

- a) 任何厚度的碳钢焊件,若规定的最大含碳量大于 0.30%,或规定的最大含碳量虽不大于



0.30%，但焊缝高度大于或者等于 20 mm 时，应进行焊后热处理，其温度范围为 600 °C ~ 650 °C。

- b) 铬钼合金钢焊件若焊缝高度大于 12 mm，应进行焊后热处理，其温度范围为 700 °C ~ 760 °C。
- c) 不锈钢焊件不要求也不禁止焊后热处理。当设计文件要求对不锈钢进行固溶处理时，应按照 GB/T 1220 或 GB/T 1221 的规定进行。
- d) 当焊件厚度小于或者等于 50 mm 时，焊后热处理的保温时间应为 2.4 min/mm，且至少为 15 min；当焊件厚度大于 50 mm 时，焊后热处理的保温时间应以厚度为 50 mm 保温 2 h 为基准，厚度每增加 10 mm 增加 6 min。
- e) 焊后热处理可采用整体在炉膛内进行加热或局部加热热处理。当采用局部加热时，加热带宽度应至少为焊缝接头截面厚度的 3 倍。
- f) 在 300 °C 以上升温 and 冷却时，其升温或冷却速率不应超过 25 °C/min 除以焊缝处最小厚度（以 cm 计），且在任何情况下该速率不应超过 5 °C/min。
- g) 管道支吊架与管道焊接部位的焊后热处理应遵循相应管道规范。

#### 7.5.12 焊缝的返修应符合下列规定：

- a) 焊缝金属中有不允许的缺陷时，应采用机械方法或热切割方法去除，必要时应修补。
- b) 焊缝的返修应由合格的焊工担任。返修工艺措施应得到焊接技术负责人的同意。
- c) 焊缝同一部位的返修次数不宜超过两次。如超过两次，返修前均应经制造单位技术总负责人批准。返修数、部位和返修情况应记入产品的质量证明文件。
- d) 要求热处理的支吊架部件应在热处理前进行返修。如在热处理后返修时，补焊后应做必要的热处理。

## 7.6 螺纹连接

7.6.1 除在设计文件中另有规定外，所有螺纹吊杆、螺栓或双头螺柱的螺纹应与承载螺母的整个螺纹长度相旋合。

7.6.2 用于螺纹连接的任何润滑剂或涂料应满足使用条件，且不会与任何支承元件材料发生有害反应。摩擦型接头范围内的接触表面应无润滑油、涂料、油漆或电镀层。

7.6.3 用螺栓连接的零部件与螺栓头或螺母接触的表面倾斜度，即相对于垂直螺栓轴线的平面的坡度不应大于 1 : 20，否则应采用方斜垫圈来补偿其不平行度。

7.6.4 除设计文件允许外，受纯剪荷载的螺栓，其承载部分不应有螺纹。

7.6.5 所有靠螺栓拧紧的装配件，其接触表面应没有氧化皮、碎屑或其他有害物质。被连接件的表面和边缘应光滑、均匀和没有毛刺、撕裂、裂纹以及可能使连接强度降低的其他缺陷。

7.6.6 高强度螺栓连接时，应对被连接件的摩擦面进行加工处理。处理后的摩擦系数应符合设计要求。其加工方法可选用下列任意一种：

- a) 喷砂喷(抛)丸；
- b) 酸洗；
- c) 砂轮打磨，打磨方向应与构件受力方向垂直。

上述方法处理后的摩擦面，如设计文件无要求，可不经生锈即行组装或加涂无机富锌漆；也可经生锈后，安装时用钢丝刷清除浮锈。

7.6.7 处理好摩擦面的构件，应有保护摩擦面的措施，并不应涂油漆或污损。出厂时应附有三组同材质同处理方法的试件，以供复验摩擦系数。

7.6.8 所有摩擦型连接螺栓的预拉力不应小于设计给定值。螺栓拧紧应采用指针式扭力扳手或预置式扭力扳手，以保证终拧扭矩值符合设计要求。终拧扭矩值可按式(12)计算：

$$M = (P + \Delta P) \cdot K \cdot d \quad \dots\dots\dots(12)$$

式中：

$M$  ——终拧扭矩值,单位为牛米(N·m)；

$P$  ——设计预拉力,单位为千牛(kN)；

$\Delta P$  ——预拉力损失值,一般为设计预拉力值的 5%~10%,单位为千牛(kN)；

$K$  ——扭矩系数；

$d$  ——螺栓公称直径,单位为毫米(mm)。

7.6.9 所有螺纹连接均应按设计要求予以锁紧。

### 7.7 装配和对中

7.7.1 装配的零部件在进行连接作业时,可采用棒、千斤顶、夹紧件、心轴、定位焊或临时性连接件进行装配、对中和定位。使用这些机械装置时应避免损伤零部件表面或扩大螺栓孔。

7.7.2 用于装配对中的定位焊,在完成其功能后应完全去除,或用磨削或其他适当的方法对定位焊缝的终端、始端进行适当加工,使其能和最终焊缝良好地结合。定位焊应由合格的焊工按已评定的焊接规程进行施焊。当定位焊成为最终焊缝的一部分时,应对定位焊进行目视检验,并除去有缺陷的部分。

7.7.3 如能满足下列条件,则允许在制造、安装过程中,在支吊架零部件上焊接不与其结合成一体的临时性附件：

- a) 该材料经过鉴定并适合焊接；
- b) 该材料与所连接的支吊架零部件材料施焊是相容的；
- c) 焊接材料应与母材相容,并经鉴定合格；
- d) 焊工和焊接工艺规程经鉴定合格；
- e) 在最靠近临时性焊接附件的区域用适当的方法进行标记,以便按 g) 对该区检验以后仍能识别；
- f) 临时性焊接附件应按 7.3 规定的方法完全拆除；
- g) 临时性焊接附件拆除后,应对支吊架零部件表面进行目视检验。

7.7.4 对接接头的对中应使焊好的焊缝的最大错边量不大于表 14 所列的相应数值。表 14 允许公差范围内的任何错边,应在焊好的焊缝宽度上打磨光滑,或必要时在焊缝边缘补焊附加的焊缝金属。

表 14 最终对接接头的最大允许错边量

单位为毫米

截面厚度 $t$	最大允许错边量	截面厚度 $t$	最大允许错边量
$t \leq 20$	$t/4$	$40 < t \leq 60$	$t/8$
$20 < t \leq 40$	5	$t > 60$	$t/8$ 或 20 中较小值
注： $t$ 指接头处较薄截面的名义厚度。			

### 7.8 防护涂层

7.8.1 支吊架零部件表面防护涂层分为金属涂层和非金属涂层两类。

7.8.2 金属防护镀(涂)层应符合下列规定：

- a) 防腐蚀金属镀(涂)层应采用电镀、预镀锌、热浸或机械方法涂敷。
- b) 电镀应按 GB/T 9799 或 GB/T 13346 的规定实施。螺纹连接件的电镀应按 GB/T 5267.1 的规定进行,应同时满足镀层厚度和旋合性两方面的要求。当镀层厚度大于标准螺纹基本偏差允许容纳的数值时,应按 GB/T 5267.1—2002 附录 C“可容纳的金属镀层厚度的指导程序”推荐的方法修正镀前螺纹尺寸。电镀后不允许再加工螺纹凸出部分。内螺纹可不电镀。

- c) 热涂锌应按 GB/T 9799 或 GB/T 13346 的规定实施。为避免螺纹装配困难,可采用转动、拧螺纹或手工擦刷等方法去除外螺纹表面的锌粒。必要时,还可按 GB/T 5267.1—2002 附录 C “可容纳的金属镀层厚度的指导程序”推荐的方法修正涂前螺纹尺寸。内螺纹可不涂锌。
- d) 金属镀(涂)层的修补按镀(涂)层材料生产厂家的建议书进行。
- e) 金属件电镀或热浸涂前,应按 GB/T 11373 的规定进行表面预处理。
- f) 绝热层护板可用符合 GB/T 2518 规定的热镀锌薄钢板制作。

7.8.3 特殊用途的非金属防护涂层应符合下列规定:

- a) 预防擦伤玻璃或塑料管等非金属防护涂层,应按制造厂商的推荐使用;
- b) 用于防止电化学腐蚀的非金属防护涂层,应具有适合使用的绝缘强度。

7.8.4 车间油漆应符合下列规定:

- a) 如有必要,支吊架零部件加工后应涂以性能良好的防锈底漆。支吊架产品面漆的涂刷及颜色由制造单位和用户商定。
- b) 在油漆前,金属表面应保持干燥,对油污、铁锈、焊接飞溅物和其他影响油漆质量的杂物应采用铲刮、钢丝刷或其他适当方法予以清除。当有规定时,亦可用喷砂或酸洗方法进行处理。
- c) 特殊的车间油漆和表面预处理应按已批准的工艺进行。

7.8.5 采用的油漆应具有良好的粘附性能,受到碰擦时不起层、龟裂或剥落,并能经受住相当剧烈的装卸。使用的油漆应具有出厂合格证明书。超过有效贮存期的油漆,应经检验部门重新鉴定,合格者方可使用。

7.8.6 精加工件的表面应涂无酸性工业凡士林,一般加工件表面应涂防锈油脂。如有必要,外露的调节螺纹应涂防锈层。

7.8.7 现场调节的吊杆螺纹不应油漆,装配后的螺栓螺纹可以油漆。如有必要,外露的调节螺纹应涂防锈层。

7.8.8 不锈钢或其他耐腐蚀材料可不油漆。

7.8.9 现场焊接的零部件,在焊缝坡口及坡口两侧 100 mm 区域内不涂油漆或涂可焊漆。

7.8.10 支吊架零部件表面防护涂层应在产品质量检验合格后进行。

## 7.9 产品标志

7.9.1 在每个支吊架零件或部件的显著位置上应清晰地作出永久性产品标志和材料标志,除非相应的产品标准规定允许省略。产品标志内容和标志方法(铸、模锻、打钢印或铭牌)应符合相关标准的规定。

7.9.2 除支吊架标准件外,支吊架零件或部件的产品标志应包含制造厂家名称、项目名称、管线名称或代号、支吊架名称或代号、型号或规格等。

7.9.3 变力弹簧、恒力弹簧、阻尼器、弹簧减震器可采用贴铭牌或用户的要求进行产品标志,确保产品标志和产品一一对应。

## 7.10 包装

7.10.1 支吊架应组装到切实可行的程度,以适应装卸和运输的限制。在条件允许的情况下,支吊架组件宜整套包装。恒力支吊架、变力弹簧支吊架和类似组合件可与支吊架组件的其他部件分开包装或散装。

7.10.2 支吊架组件或零部件可按不同情况采取下列不同的包装:

- a) 在尺寸允许时,支吊架组件或零部件可用制造厂的标准箱进行包装;
- b) 对于尺寸大于标准箱体的支吊架组件或零部件可采用捆扎的方式,且捆扎应牢固;
- c) 对于尺寸小的散件可采用袋装的方式;
- d) 对于装运中不需特殊保护的大型刚性部件可采用散装的方式;

e) 支吊架组件或零部件可采用包装或散装堆存在集装箱内的包装方式,以便装卸。

7.10.3 支吊架组件或零部件包装应按 GB/T 4879 的规定进行。

7.10.4 支吊架组件或零部件包装尺寸应符合 GB/T 4892、GB/T 1413、GB/T 2934、和 GB/T 4995 的规定。

7.10.5 运输包装件的试验方法应符合 GB/T 4857.1 的规定。对于质量为 500 kg~2 000 kg,并至少有一条边长在 1.2 m 以上的大型运输包装件的试验方法,应按 GB/T 5398 执行。

## 7.11 包装和发货标志

7.11.1 包装和发货标志应符合 GB/T 191、GB/T 4857.1、GB/T 5752 和 GB/T 6388 的规定。

7.11.2 支吊架产品运输包装应满足防水、防潮、防腐蚀(包括盐雾腐蚀)、防震、防摔等要求。货物应垫稳、卡紧,固定于包装内,防止出现蹿动和移动。

7.11.3 标志可使用标签、压印、印字或签条等方法。

7.11.4 捆扎和装袋应采用签条或标签。

7.11.5 散件、集装箱或枕木垫可采用型板喷刷、标签或签条。

7.11.6 标志应清晰、明显。各种标志宜用不褪色的白色油墨或油漆和空心字模板喷刷或印刷。字体的大小应与包装物体外形尺寸相适应。

7.11.7 用型板喷刷、印字或标签的箱体标志,应至少在两个位置上显示,宜为箱体的一个侧面和一个端面。

7.11.8 标志至少应包括收货人信息、发货人信息、定单或合同号、零部件标识号、运输说明、包装箱毛重、净重、尺码及相关的特殊说明。

## 7.12 发货

7.12.1 每批支吊架产品应有能验明货物材料的装箱清单和箱件清单,并注明装运的箱、捆、袋等的总数量。装箱清单和箱件清单存放位置应在提货单中注明。

7.12.2 支吊架产品在运输中应防止雨淋、受潮。

## 7.13 收货

7.13.1 收货人应核对提货单和到货物品两者之间是否一致。任何损坏和短缺应在提货单上注明,并立即通知发货人和运货人。

7.13.2 卸货时应小心轻放,注意包装箱上的各种警告标志。装运货物不应散落。

7.13.3 支吊架产品应贮存在封闭、干燥和通风良好的场所,防止气候和污物的直接影响。

7.13.4 涂漆的支吊架产品,贮存期超过一年时应再涂底漆保护。

# 8 安装

## 8.1 通则

8.1.1 管道支吊架的安装除符合本章规定外,还应符合设计文件的要求。没有征得设计工程师的同意,不应对任何支吊架重新定位、定向或增加约束。

8.1.2 安装用的管道支吊架零部件应是符合 7.1.3 要求的制造厂家生产的产品,并具有制造厂家的产品质量证明文件。对于每台变力支吊架、恒力支吊架、减振器、阻尼器等功能件,还应取得制造厂家进行标定试验和性能试验记录的复制件。安装单位应按该产品质量证明文件和试验记录进行验收,必要时还应进行复验。

8.1.3 由安装单位自行制作的管道支吊架零部件应符合第 7 章的规定。

- 8.1.4 管道支吊架组装的现场焊接应符合 7.5 的规定。
- 8.1.5 管道支吊架组装的螺纹连接应符合 7.6 的规定。
- 8.1.6 由安装人员现场自行设置的管道支吊架应符合第 6 章有关规定或设计文件的要求。
- 8.1.7 安装的支吊架或支吊架部件应只用于其预期的用途,不应用作临时悬挂或其他安装用途。
- 8.1.8 管道支吊架宜在其所支吊的管道安装前就位。

## 8.2 准备

- 8.2.1 管道支吊架安装人员应根据区域内需安装的管道和设备的位置情况,制定合理的安装顺序,并优先安装靠近承载结构的主要部件和管道。
- 8.2.2 安装人员应检查现场自行布置管道的路径,并为后续需安装的部件留出空间。
- 8.2.3 安装人员应与其他专业协调所有管道的安装,以保持支吊架的安装空间和厂房结构的可用性,同时不影响其他管道、通风管道、电缆桥架、仪表导管和设备等的安装。
- 8.2.4 支吊架安装前应核对所安装的支吊架零部件的型号、规格、整定值、材料等是否符合设计文件的规定。对于弹簧支吊架(包括简易式弹簧、变力弹簧支吊架和恒力弹簧支吊架)还应确认其确已按设计荷载整定并锁死。

## 8.3 定位

- 8.3.1 支吊架的管道支吊点和承载结构受力点应符合设计文件的规定。管道支吊点相对于管道的定位偏差,室内管道不应超过 10 mm;室外管道不应超过 20 mm。承载结构受力点的定位偏差,不应引起承载结构或根部辅助钢结构超过设计规定的偏心受载或应力水平超过许用范围。
- 8.3.2 管道支吊点与承载结构受力点之间的相对距离偏差应确保管道在任何工况不出现下列情况:
- a) 吊架吊杆与垂线之间夹角超过 6.9.8 的规定;
  - b) 支架的聚四氟乙烯板不被支座覆盖而外露;
  - c) 支架支座反力偏离管道轴线的数值超过设计许可范围。
- 8.3.3 由安装人员自行安装的支吊架,支吊架间距应符合相关设计文件的规定。
- 8.3.4 初始安装时应调整所有支吊架,使管道达到预定的标高。

## 8.4 安装要求

### 8.4.1 刚性吊架

- 8.4.1.1 吊架应有垂直方向调节设施,安装中应利用该调节设施将管道调整到预定标高,并使用测力计或测力扳手确认吊架处于受载状态。在完成管道的标高调整后应将其锁紧,防止吊杆转动松脱。
- 8.4.1.2 吊架安装应使吊杆能随管道水平位移而自由摆动。只有小口径、轻荷载且无振动的管道吊架吊杆才可直接固定在混凝土构件中。
- 8.4.1.3 当吊架用钢梁夹钳直接悬挂在钢梁上时,应拧紧夹钳的紧固装置,确保夹钳与钢梁牢靠地固定在一起。
- 8.4.1.4 直接与建筑钢结构焊接连接或螺栓连接时应符合 GB 50017 和 GB 50205 的要求。不应在钢构件上气割开孔。在建筑钢结构上钻孔应征得有关设计人员同意。
- 8.4.1.5 为避免焊接高温影响混凝土强度,与混凝土埋件的焊接应尽可能缩短焊接时间。必要时,可采用间断性焊接。
- 8.4.1.6 与合金钢管的焊接宜在工厂中进行。如需要在现场施焊时,应严格执行焊前预热和焊后热处理制度。

8.4.1.7 焊在管道上的各承载肋板,其承载面应处在垂直于管道轴线的同一平面上。管夹应紧贴所有承载肋板安装,以确保承载肋板均匀地承载。

8.4.1.8 垂直管道刚性吊架两侧吊杆所在平面宜垂直于该吊点处管道水平合成位移方向。当设计图纸有要求时,安装应严格按照规定的角度焊接承载肋板和安装管夹。

8.4.1.9 上述 8.4.1.1~8.4.1.7 各条要求也适用于其他各类支吊架。

#### 8.4.2 刚性支架

8.4.2.1 刚性支架可采用可调滚筒托架或可调管托作为垂直高度的调节设施。当缺少上述设施时,底板型支架安装可在底板下面用插入垫铁的方法来调整管道标高。当直接支承在混凝土结构上时,还可用底板下的校平螺栓和二次灌浆作为调整标高的辅助手段。

8.4.2.2 对于采用带聚四氟乙烯板的底板型支架,在安装时应保证上、下滑动面表面洁净、无尘粒夹杂、无伤痕。应确保管道在安装态和热胀冷缩位移过程中管道支座完全覆盖聚四氟乙烯板。在进行电弧焊或氧炔操作时应避免产生高温影响聚四氟乙烯板的产品性能。

8.4.2.3 滚动支架的安装应满足设计要求,并保证滚子转动自如,无卡涩现象。

8.4.2.4 导向支架的安装,应使导向部件的轴线与管道轴线保持平行,并按设计文件要求严格控制管道部件与导向部件之间的间隙,以保证支架的导向作用。

导向支架的安装应使膨胀节或补偿器两侧的管道保持成一直线。

对于绝热管道,应使装设的保护鞍座或鳍形板直接与管道相接触,以免损坏绝热材料。

8.4.2.5 固定支架的安装应保证定位准确,连接牢靠。对于夹持式管道部件或栓接式承载结构的固定支架,应严格控制卡板与底座之间的配合偏差,保证各螺栓的拧紧力达到设计规定值。

8.4.2.6 所有绝热管道支架的支座,在安装前应严格按照设计要求在支座内充填绝热材料。

8.4.2.7 安装期间,对支承的管道应充分固定,以保持管道的稳定性,直到管道系统完全安装完毕。

#### 8.4.3 变力弹簧支吊架

8.4.3.1 变力弹簧支吊架安装时,应首先核对弹簧组件铭牌所标示的管线代码、吊架编号、型号、规格、弹簧整定荷载及热位移量和方向是否与设计文件相符。

8.4.3.2 搁置型弹簧吊架和弹簧支架的安装,应将其壳体固定在支承结构上。

8.4.3.3 横担型并联弹簧吊架安装,应使管道中心与横担两侧吊杆保持等距离。

8.4.3.4 变力弹簧支吊架的安装应参照制造厂家的产品使用说明书进行。

#### 8.4.4 恒力支吊架

8.4.4.1 恒力支吊架安装时,应首先核对恒力支吊架组件铭牌所标示的管线代码、吊架编号、型号、规格、整定荷载及位移方向是否与设计文件相符。

8.4.4.2 恒力支吊架定位应使荷载吊杆顶端转动点的冷态位置正好处在设计要求的偏装点上。

8.4.4.3 搁置型恒力吊架和恒力支架的壳体应可靠地固定在支承结构上。

8.4.4.4 恒力支架荷载杆与管道部件的连接应保证管道自由地水平位移而始终不脱载。

8.4.4.5 横担型并联恒力吊架安装,应使管道中心与横担两侧荷载吊杆保持等距离。

8.4.4.6 恒力支吊架的安装应参照制造厂家的产品使用说明书进行。

#### 8.4.5 弹簧减振器

8.4.5.1 弹簧减振器安装时,应首先核对减振器铭牌所标示的管线代码、吊架编号、型号、规格是否与设

计文件相符。当在管道的同一点设置数个不同方向的减振器时,应特别注意各个方向减振器规格型号的差异。

8.4.5.2 弹簧减振器宜在管道及其支吊架(不包括减振器)全部安装完毕(即管道处于冷态线)后才按设计文件组装弹簧减振装置的所有零部件,最后再将减振器尾部销座固定到承载结构上,此时应使各拉撑杆轴线都通过管子中心线,防止管道偏心受载。

8.4.5.3 弹簧减振器安装时,应按设计文件要求调节减振器连杆长度,使各个减振器弹簧冷态压缩位移量和方向与管道从热态到冷态的位移量和方向相适应,以保证各个减振器在工作状态下不对管道产生附加力,除非管道发生振动。

8.4.5.4 弹簧减振器的安装应参照制造厂家的产品使用说明书进行。

#### 8.4.6 阻尼器

8.4.6.1 阻尼器安装时,应首先核对阻尼器铭牌所标示的管线代码、吊架编号、型号、规格是否与设计文件相符。

8.4.6.2 阻尼器安装应在管道冷紧后进行。阻尼器的安装顺序和技术要求应符合制造厂家的规定。

8.4.6.3 阻尼器的装配定位应装在冷态位置,并保证不影响管道自由地热胀冷缩。

8.4.6.4 阻尼器在安装过程和安装完成后,不应进行焊接作业。

#### 8.5 调整

8.5.1 在管道的安装至首次满负荷运行过程中,可对支吊架进行调整,以调节管道标高和调整支吊架荷载分配。

8.5.2 管道冷紧应在支吊架将管道完全调整到安装状态线并测量冷紧口尺寸符合设计规定后进行。管道冷紧时应调整吊杆长度(放长或缩短)使管道冷紧口闭合。吊杆的调整长度应与设计冷位移值相符合,如果调整吊杆长度仍不能使管道冷紧口闭合,则需在冷紧口施加外力使之闭合。

如果安装单位采取措施,将垂直管道刚性吊架上下冷紧口合并作业时,支吊架调整应保证刚性吊架的吊点位置在冷紧作业完成后仍回复到设计文件规定的该吊点安装状态坐标。

冷紧作业中,各吊架吊杆调整应依次逐个逐步地轮番进行,防止管道过度变形而受损伤。

8.5.3 如果管道要求水压试验,所有支吊架(包括水压试验用临时支吊架)应在按照设计文件正确安装、调整和承载且所有恒力和变力支吊架的锁定装置处于锁定状态时才能进行。根据水压试验的要求应安装水压试验制动装置。

8.5.4 恒力弹簧支吊架具有特殊的荷载调整装置,它可使弹簧的整定荷载增加或减少。如果恒力弹簧支吊架整定的荷载与管道的实际荷载偏差较大,就需用恒力支吊架组件内的荷载调整装置调整支吊架的整定荷载,使其与实际荷载相平衡。这些装置的定位和操作应参照专门的制造厂家产品样本进行。

8.5.5 变力弹簧支吊架调整应通过旋转吊架螺旋扣、螺纹荷载柱或调节螺母使支吊架的承载力与其整定荷载相平衡,直至锁定装置能自由地取出为止。这些装置的定位和操作应参照专门的制造厂家产品样本进行。

8.5.6 在完成管道系统水压试验和绝热层敷设后,为水压试验所设置的任何装置〔如弹簧组件的锁定装置、临时支吊架等〕均须拆除。弹簧组件的锁定装置应通过旋转螺旋扣自由取出,不应强行取出。

8.5.7 当管道首次升温到额定温度运行时,应对管道系统的所有支吊架进行检查调整。

8.5.8 恒力和变力支吊架应在荷载/位移刻度板上标出冷态和热态的荷载/位移位置指示。如果在额定温度下运行时的荷载/位移指示同热态标记不重合,则需进一步调整。然而,在做任何调整前,应将管系中所有弹性支吊架荷载/位移指示的位置都记录下来,并分析其不重合的原因。支吊架状态记录表可采用表 15 的格式。

表 15 推荐的支吊架记录表

支吊架记录表			项目名称： 管线名称： 热态检查时的管道温度：							
公司名称： 安装单位：		支吊架铭牌信息		冷态 原始标高 (m)	设计信息		检查结果			
支吊架 编号	支吊架 名称	型号与 规格	安装荷载 (N)		工作荷 载(N)	结构荷 载(N)	热态位移 (mm) $\Delta X$ $\Delta Y$ $\Delta Z$	检查人： 日期：	检查人： 日期：	热态
备注：										

注 1：支吊架型号与规格取铭牌上的型号与规格。  
 注 2：支吊架铭牌信息中的“安装荷载”指的是变力弹簧支吊架的安装荷载。  
 注 3：冷态原始标高是指管线冷紧后(支吊架已调整)管道或其他参考点的中心标高。  
 注 4：当同一条管线上的支吊架不是由同一制造单位制造时,需在备注中说明。



8.5.9 在额定温度下运行时,荷载/位移指示同热态标记不重合可能是由如下原因产生:

- a) 吊架荷载调整不当;
- b) 邻近吊架荷载调整不当;
- c) 管系未完全在额定温度下运行;
- d) 管道加工制作偏差;
- e) 冷紧不正确;
- f) 导向支架或滑动支架摩擦力的作用;
- g) 安装条件与设计工况的偏差影响了吊架的荷载或位移;
- h) 未拆除临时支吊架或吊架位移制动销(锁定装置);
- i) 未对管线障碍物进行清除。

8.5.10 如果在排除 8.5.9 所列原因后,荷载/位移指示仍不能精确地调整到热态位置标记,则只要指针已相当接近热态位置标记,且支吊架还没有位移到其行程范围的末端,则可认为该支吊架是正常的。

8.5.11 如果装有弹簧减振器的管道在运行时仍有晃动或振动现象,可按下列步骤对可调节型弹簧减振器进行调整:

- a) 旋转减振器顶端的调节螺母,增加弹簧力;
- b) 拧紧减振器连杆上的推进螺母,使之与弹簧压盖顶住;
- c) 不断重复上述两个步骤,直到管道振动消除后将锁紧螺母拧紧。

弹簧减振器的热态调整应保证弹簧压缩后剩余的行程大于因管道冷缩位移而引起减振弹簧的轴向位移量。

8.5.12 所有支吊架在完成调整后,应将所有可能松动的调节部件牢固地锁紧。除设计规定外,不宜采用破坏螺纹或点焊的方法锁定调节部件。

## 8.6 检查

### 8.6.1 安装后水压试验前的检查

8.6.1.1 每个支吊架(包括水压试验用的临时支吊架)应按设计文件检查每个零部件是否都已安装在其正确的位置。

8.6.1.2 每个支吊架的螺纹部件应完全旋合。螺纹部件上的锁紧螺母、开口销、临时锁定装置(行程制动装置)以及用于弹簧装置的其他锁定装置均应可靠锁住。

8.6.1.3 如有可能,应使弹簧的荷载/位移刻度指示板安放在便于读数的方位。若发现刻度板有损坏应予以拆除更换。在更换时,应对刻度板的原有位置作好标记,以便将新的刻度板安装在同一位置。

8.6.1.4 应检查液压阻尼器密封填料和液压油的正常量。如果发现需要添加液压油,则添加油应是阻尼器制造厂家规定的专用牌号油。

8.6.1.5 使用聚四氟乙烯、石墨、青铜或钢对钢滑动底板的支架,应严格按设计文件安装,尤其是检查偏装值和间隙是否符合规定。所有滑动表面不应有杂质异物。

### 8.6.2 水压试验后升温前的检查

8.6.2.1 弹簧锁定装置和水压试验用的任何临时支吊架都应拆除并妥善保管。

8.6.2.2 应检查弹性支吊架的荷载/位移指示基本在冷态位置以及管道在正确的标高上。

8.6.2.3 应检查阻尼器,保证其位移指示基本在冷态位置上。

8.6.2.4 应使用固定格式的记录表记录弹簧和阻尼器荷载/位移指示的实际冷态位置。

### 8.6.3 运行状态的检查

8.6.3.1 在第一次暖管升温至额定运行温度的过程中应全面地检查管系,确认管道或保温绝热层同建筑结构或设备没有碰撞,所有支吊架无脱载或卡涩等现象。

8.6.3.2 应检查确认管道在规定的标高上,弹性支吊架的荷载/位移指示位于规定的热态位置。

8.6.3.3 应检查限位装置,确认其安装可靠。

8.6.3.4 应检查阻尼器,确认其位移指示位于规定的热态位置。

8.6.3.5 应将管道运行温度及弹性支吊架和阻尼器的荷载/位移的实际位置标出并记录在固定格式的记录表中。竣工后,这些记录表应移交用户使用。

## 9 试验

### 9.1 通则

9.1.1 支吊架试验包括支吊架零部件试验和整机性能试验。试验分为设计验证试验、型式试验和标定试验三类。

9.1.2 设计验证试验包括强度试验和性能试验。强度试验用以验证设计许用应力或安全系数是否足够;性能试验用以证明支吊架零部件在公称荷载下满足设计准则或功能性要求的能力。

9.1.3 支吊架及其零部件的强度试验方法包括物理强度试验法(含试验法 A 和试验法 B)、强度分析计算法或两种方法的组合方法,具体如下:

- a) 物理强度试验法 A。通过对足够数量的同一规格的支吊架零部件进行加载破坏来确定其最小失效荷载,得出公称荷载条件下设计安全系数。若仅对单一试样进行试验,则公称荷载应减少 10%;
- b) 物理强度试验法 B。通过对足够数量的同一规格的支吊架零部件进行加载破坏来确定其失效模式,并建立该失效模式与支吊架零部件相同材料制作的标准试棒的试验结果的关系。该试验用于确定支吊架零部件在其材料许用应力水平下的安全公称荷载;
- c) 强度分析计算法。通过应用分析方法和计算公式来确定支吊架零部件结构内的应力水平和应力状况。该方法用于确定支吊架零部件在其材料许用应力水平下的安全公称荷载。

9.1.4 物理强度试验及试验设备应适合模拟安装工况,并应认可各种假设条件和试验方法本身存在的局限性。试验应由具备资格的试验人员进行。

9.1.5 强度分析计算应采用合适的计算公式和和分析计算方法,并应认可进行计算分析时的各种假设条件和计算分析方法本身存在的局限性。计算分析应由具备相应资格的人员进行。

9.1.6 设计验证试验完成后,除非支吊架零部件的重要尺寸或材料发生变更,设计验证试验不需要重复进行。

9.1.7 型式试验用于确保支吊架零部件满足或超过有关规范或审批部门的最低要求而进行的试验。设计验证试验可作为型式试验。型式试验所用设备型号与条件应与设计验证试验相同。除非支吊架零部件的重要尺寸或材料发生变更,型式试验不需要重复进行,但审批部门另有要求除外。

9.1.8 对恒力支吊架、变力支吊架、弹簧减振器和阻尼器等,制造厂应逐台进行标定试验并作好记录,以确保支吊架性能满足设计要求。标定试验用设备可与设计验证试验、型式试验设备相同,也可用专用设备。

9.1.9 试验用的所有设备和计量器具应状态正常,且在检定或校准合格有效期内。

9.1.10 试验前,应进行材料化学成分确认,以确保被试验的零部件材料与产品设计、制造所用材料

一致。

9.1.11 试验完成后,试验结果应以试验报告的形式给出。标定试验记录应由制造厂保存。

9.1.12 制造厂家应对支吊架零部件的原材料采购、制造工序与几何尺寸进行有效质量控制,以确保设计验证试验、型式试验的持续有效性。

## 9.2 钢制零部件及其原材料试验

9.2.1 支吊架钢制零部件用原材料机械性能试验取样位置及试样制备应符合 GB/T 2975 或产品标准的相关规定。原材料拉伸试验方法应符合 GB/T 228.1 的规定,冲击试验(有要求时)方法应符合 GB/T 229 的规定,弯曲试验(有要求时)方法应符合 GB/T 232 的规定。机械性能试验结果应符合相应原材料标准要求。

9.2.2 支吊架钢制零部件焊接接头的拉伸试验方法应符合 GB/T 2651 的规定,焊缝及熔敷金属拉伸试验(有要求时)方法应符合 GB/T 2652 的规定,焊接接头冲击试验(有要求时)方法应符合 GB/T 2650 的规定,焊接接头弯曲试验方法应符合 GB/T 2653 的规定。焊接接头机械性能试验结果应按下列规定进行评定:

- a) 焊接接头拉伸试验结果评定应按下列符合规定:
  - 焊接接头母材为同一钢材牌号时,抗拉强度试验结果不应低于母材钢号标准规定值的下限值;
  - 焊接接头母材为两种钢材牌号时,抗拉强度试验结果不应低于两种母材牌号标准规定值下限的较小值;
  - 焊接接头试样进行拉伸试验时,若试样断裂在焊缝或熔合线以外的母材上,且强度值不低于母材抗拉强度下限值的 95%,可认为试验符合要求;
  - 若技术文件规定焊缝金属抗拉强度低于母材的抗拉强度时,则焊接接头的抗拉强度不应低于焊缝金属规定的抗拉强度最低值。
- b) 焊接接头冲击试验(有要求时)结果评定:焊缝区及热影响区每个区一组 3 个标准试样冲击吸收功平均值应符合设计文件或相关技术文件的规定,且不应小于 27 J;一组 3 个试样至多允许 1 个试样的冲击吸收功低于规定值,但不应低于规定值的 70%。
- c) 焊接接头弯曲试验结果评定:对接焊缝试件的弯曲试样弯曲到规定的角度后,其拉伸面上的焊缝和热影响区内,沿任何方向不应有单条长度大于 3 mm 的开口缺陷,试样的棱角开口缺陷一般不计,但由未熔合、夹渣或其他内部缺欠引起的棱角开口缺陷长度应计入。

9.2.3 支吊架螺纹连接件的试验应符合以下规定:

- a) 工作温度为 $-50\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、普通螺纹 M39 及以下的碳钢或合金钢螺栓、螺钉、螺柱,其机械性能试验应符合 GB/T 3098.1 的规定;
- b) 工作温度为 $-50\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、普通粗牙螺纹 M39 及以下的碳钢或合金钢螺母,其机械性能试验应符合 GB/T 3098.2 的规定;
- c) 工作温度为 $-50\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、普通细牙螺纹 M39 及以下的碳钢或合金钢螺母,其机械性能试验应符合 GB/T 3098.4 的规定;
- d) 工作温度低于 $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或高于 $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的螺栓、螺母的机械性能试验应符合 GB/T 3098.8 的规定;
- e) 普通螺纹 M39 及以下的奥氏体、马氏体或铁素体不锈钢螺栓、螺钉、螺柱,其机械性能试验应符合 GB/T 3098.6 的规定;
- f) 普通螺纹 M39 及以下的奥氏体、马氏体或铁素体不锈钢螺母,其机械性能试验应符合

GB/T 3098.15 的规定；

- g) 普通螺纹 M39 以上的碳钢、合金钢或不锈钢螺栓、螺钉、螺柱、螺母的机械性能试验可参照上述相关标准规定的方法进行,试验结果应符合设计或相关技术要求。

#### 9.2.4 弹簧性能试验应符合下列规定:

- a) 冷卷圆柱螺旋压缩弹簧永久变形、弹簧特性、压并高度等性能的试验应符合 GB/T 1239.2 的规定；
- b) 热卷圆柱螺旋压缩弹簧永久变形、弹簧特性、压并高度等性能的试验应符合 GB/T 23934 的规定。

### 9.3 整机性能试验

#### 9.3.1 恒力支吊架的整机性能试验方法参见附录 B,具体试验项目如下:

- a) 额定位移:恒力支吊架的额定位移应符合设计要求,可运动部件在全位移范围内运动时不应有卡阻现象。该项试验是标定试验内容；
- b) 荷载偏差度:恒力支吊架的荷载偏差度不应大于 2%。该项试验是标定试验内容；
- c) 荷载恒定度:恒力支吊架的荷载恒定度不应大于 6%,即恒力支吊架在上下位移整个行程范围内的最大荷载不应大于工作荷载的 106%,最小荷载不应小于工作荷载的 94%。该项试验是标定试验内容；
- d) 荷载调整量:恒力支吊架的荷载调整量不应小于工作荷载的 ±10%。该项试验是设计验证试验或型式试验的内容；
- e) 2 倍荷载试验:恒力支吊架锁定时应能承受 2 倍工作荷载。该项试验是型式试验的内容。

#### 9.3.2 变力弹簧支吊架的整机性能试验方法参见附录 C,具体试验项目如下:

- a) 位移:变力弹簧支吊架的可运动部件在位移范围内运动时不应有卡阻现象。该项试验是标定试验内容；
- b) 荷载偏差度:变力弹簧支吊架的整定荷载的实测值与设计要求的整定荷载值的偏差不应超过 ±5%。该项试验是标定试验内容；
- c) 2 倍荷载试验:变力弹簧支吊架锁定时应能承受 2 倍最大工作荷载;该项试验是型式试验的内容。

#### 9.3.3 弹簧减振器的整机性能试验方法参见附录 D,具体试验项目如下:

- a) 行程:弹簧减振器在往复运动的全行程范围内应平稳,不受卡阻;拉撑杆的杆端关节轴承应活动灵活,不应有卡涩现象。该项试验是标定试验内容；
- b) 荷载偏差度:弹簧减振器位移标牌上最小位移处的荷载值与设计荷载的偏差不应超过 ±5%。该项试验是标定试验内容。

#### 9.3.4 液压阻尼器的整机性能试验方法参见附录 E,具体试验项目如下:

- a) 行程:液压阻尼器的实际行程不应小于设计总行程；
- b) 低速行走阻力:液压阻尼器的低速行走阻力不应超过额定荷载的 2%,额定荷载大于 50 kN 的液压阻尼器,低速行走阻力不应超过其额定荷载的 1%；
- c) 闭锁速度:液压阻尼器的闭锁速度应在 125 mm/min~360 mm/min 范围内；
- d) 闭锁后速度:液压阻尼器的闭锁后速度,在额定荷载下应在 12 mm/min~125 mm/min 范围内;对只具有单向功能的液压阻尼器,其功能侧(一般在拉伸侧)的闭锁后速度应为 0。

注:液压阻尼器的上述四项试验均为标定试验内容。

#### 9.3.5 恒力支吊架、变力弹簧支吊架、弹簧减振器和液压阻尼器整机性能试验采用的试验设备、测量仪

器及数据采集与处理设备应定期检定或校准,试验过程中应确保计算机连续采集的测试数据与就地实时显示器的显示数据保持同步、一致。

## 10 检验

### 10.1 通则

10.1.1 管道支吊架的质量检验可分为工厂质量检验和安装质量检验。工厂质量检验包括工序检验、成品检验、出厂交收检验和型式检验。安装质量检验包括工序检验和安装竣工交收检验。

10.1.2 工序检验是管道支吊架制造或安装过程中进行的中间检验,应包括原材料检验、零部件检验和加工(安装)工序间的各种检验。

10.1.3 成品检验是支吊架产品加工完成后进行的最终检验,应包括产品完整性检验、尺寸检验和标定试验等。

10.1.4 出厂交收检验是指对交付的产品进行合格确认的检验,宜在制造厂由供需双方共同进行。双方有约定时,也可在第三方或委托第三方进行。

10.1.5 型式检验是对支吊架产品进行的全面检验,即按产品标准或设计文件中规定的技术要求全部进行检验,检验内容包含但不限于工序检验、成品检验和型式试验的内容。有下列情况之一时,一般应进行型式检验:

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- b) 正式生产后,如结构、材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- c) 正式生产时,每年至少进行一次检验;
- d) 产品长期停产后,恢复生产时;
- e) 成品检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- f) 国家质量监督检验机构提出进行型式检验的要求时。

10.1.6 安装竣工交收检验应按照冷态和热态两个阶段分别进行。冷态交收检验应在水压试验后升温前进行,热态交收检验应在运行条件下进行。

10.1.7 检验用的所有计量器具和试验设备应状态正常,且在检定或校准合格有效期内。

10.1.8 支吊架制造及安装检验人员应经过专业技术培训。从事无损检测人员应按照 TSG Z8001 的规定取得相应的资格证书,从事理化检验人员应按照 DL/T 931 或相关行业的规定取得相应的资格证书。

10.1.9 参与支吊架交收检验的人员应具有一定专业实践经验,并了解管道支吊架产品及相关标准。安装竣工交收检验人员应由业主单位、监理单位及安装单位三方人员组成。

### 10.2 检验时机与条件

10.2.1 采用热加工成型的支吊架零部件,应在零部件冷却到室温后方可检验。支吊架零部件冷、热加工成型后需进行热处理的,应以最终热处理后的检验结果进行评定。

10.2.2 焊接后有延迟裂纹倾向的钢材,焊接接头的无损检测工作应在焊接完成 24 h 后进行。

### 10.3 外观、涂层与尺寸检验

10.3.1 目测或采用放大镜、照明工具等对支吊架或其零部件外观进行检查,检查结果应符合本标准及相关设计文件要求。

10.3.2 支吊架或其零部件涂镀前的表面处理及清洁度检查应按照 GB/T 8923.1 的规定进行,检查结果应符合本标准及相关设计文件要求。

10.3.3 支吊架或其零部件的电镀锌层应按照 GB/T 9799 的规定进行检验,电镀锌层厚度应符合本标

准或设计文件的规定。

10.3.4 支吊架或其零部件热浸镀锌层应按照 GB/T 13912 的规定进行检验,镀锌层厚度应符合本标准或设计文件的规定。

10.3.5 支吊架或其零部件的防腐涂层体系为底漆和面漆或底漆、中间漆和面漆时,漆膜厚度(干膜)和附着力应分别按下列规定进行检验:

- a) 漆膜厚度(干膜)按照 GB/T 13452.2—2008 中的 5.5 磁性法进行测试,评定标准为:漆膜厚度采用“85-15”规则判定,即允许有 15% 的读数低于规定值,但每一单独读数不应低于规定值的 85%;同时,漆膜厚度测定点的最大值不应超过设计要求值的 3 倍。
- b) 当检测的涂层厚度不大于 250  $\mu\text{m}$  时,各道涂层和涂层体系的附着力应按 GB/T 9286 的规定进行测试,附着力不应大于 2 级;当检测的涂层厚度大于 250  $\mu\text{m}$  时,附着力应按 GB/T 5210 采用拉开法进行测试,涂层体系与底材的附着力及层间附着力不应小于 3 MPa 或设计文件的规定。

10.3.6 应采用包括钢卷尺、游标卡尺、超声波测厚仪等在内的适用性测量器具对支吊架及其零部件的几何尺寸、连接尺寸、安装尺寸进行检验,检验结果应符合本标准及相关技术文件要求。

#### 10.4 硬度与金相组织检验

10.4.1 支吊架零部件需要进行硬度检验时,应按照 GB/T 231.1 或 GB/T 17394.1 进行检验,检验结果应符合相应材料标准要求。

10.4.2 支吊架零部件需要进行金相组织检验时,应按照 GB/T 13298 进行检验,检验结果应符合相应材料标准要求。

#### 10.5 无损检测

10.5.1 射线检测(简称 RT)应按照 NB/T 47013.2 的规定进行,结果评定应符合本标准或相关技术文件的要求。

10.5.2 超声波检测(简称 UT)应按照 NB/T 47013.3 的规定进行,结果评定应符合本标准或相关技术文件的要求。

10.5.3 磁粉检测(简称 MT)应按照 NB/T 47013.4 的规定进行,结果评定应符合本标准或相关技术文件的要求。

10.5.4 渗透检测(简称 PT)应按照 NB/T 47013.5 的规定进行,结果评定应符合本标准或相关技术文件的要求。

10.5.5 衍射时差法超声检测(简称 TOFD)应按照 NB/T 47013.10 的规定进行,结果评定应符合本标准或相关技术文件的要求。

#### 10.6 原材料检验

10.6.1 需要时,原材料应按炉批号进行化学成分和力学性能检验,检验结果应符合相应材料标准要求。

10.6.2 合金钢材料应逐件进行光谱检验,需要时还应按炉批号进行金相组织和硬度检验,金相组织和硬度值应符合相应材料标准要求。

#### 10.7 弹簧检验

10.7.1 热卷圆柱螺旋压缩弹簧应按照 GB/T 23934 进行检验,检验结果应符合该标准及采购技术文件的要求。

10.7.2 冷卷圆柱螺旋压缩弹簧应按照 GB/T 1239.2 进行检验,检验结果应符合该标准及采购技术文

件的要求。

10.7.3 用于恒力弹簧支吊架、变力弹簧支吊架和弹簧减振器的圆柱螺旋弹簧应逐件进行压并高度和弹簧特性检验,检验结果应符合 GB/T 23934(对于热卷弹簧)或 GB/T 1239.2(对于冷卷弹簧)要求。

## 10.8 螺纹连接件检验

10.8.1 除非合同另有规定,螺纹连接件的验收检查应按照 GB/T 90.1 的规定进行。

10.8.2 螺纹连接件的公差应根据工作温度分别按 GB/T 3103.1 和 GB/T 3103.4 进行检验;结构用高强度大六角头螺栓、螺母及垫圈应按照 GB/T 1231 进行检验。

10.8.3 非标准螺纹连接件的检验应按设计文件规定进行。

## 10.9 焊接接头检验

10.9.1 焊接质量检验包括焊前检验、焊接过程中的检验和焊后检验,具体规定如下:

- a) 焊前检验。在施焊前,应作下列检验:
  - 1) 焊工和焊接操作工证书的适用性、有效性;
  - 2) 焊接工艺规程的适用性;
  - 3) 母材的标识;
  - 4) 焊接材料的标识;
  - 5) 焊接坡口(如型式及尺寸);
  - 6) 组对、夹具及定位;
  - 7) 焊接工艺规程中的特殊要求(如防止变形);
  - 8) 工作条件(包括环境)对焊接的适用性。
- b) 焊接过程中的检验。在焊接过程中,应在适宜的间隔点或以连续监控的方式作下列检验:
  - 1) 主要焊接参数(如焊接电流、电压及焊接速度);
  - 2) 预热温度、层间温度;
  - 3) 焊层及焊道的清理与形状;
  - 4) 根部气刨;
  - 5) 焊接顺序;
  - 6) 焊接材料的正确使用及保管;
  - 7) 变形的控制;
  - 8) 所有的中间检查(如尺寸检查)。
- c) 焊后检验。焊后应采用适用性检验方法检验焊接接头的下列项目是否达到验收标准:
  - 1) 焊接接头外观质量;
  - 2) 焊接接头表面、近表面或内部缺陷;
  - 3) 焊接接头的结构型式、形状及尺寸;
  - 4) 焊接接头力学性能;
  - 5) 焊后操作记录及报告(如焊后热处理、时效)。

10.9.2 焊接接头质量检验分为以下三个级别:

- a) 1 级质量检验。与管道直接焊接的焊缝,符合下列任一条件者应采用 1 级质量检验:
  - 1) 工作压力  $p \geq 10$  MPa 或工作温度  $t > 430$  °C 的任意管径管道;
  - 2) 工作压力  $p > 6$  MPa 或工作温度  $300$  °C  $< t \leq 430$  °C,且公称尺寸大于 DN150 的管道;
  - 3) 壁厚  $\delta \geq 20$  mm 的管道;
  - 4) 焊脚尺寸  $k \geq 20$  mm 的管道。

b) 2级质量检验。符合下列任一条件的焊缝应采用2级质量检验：

- 1) 上述1级质量检验之外的与管道直接焊接的焊缝；
- 2) 支吊架组件中主要承载构件的焊接接头；
- 3) 支吊架组件与承载结构连接的焊缝。

c) 3级质量检验。1级质量检验和2级质量检验之外的焊接接头可采用3级质量检验。

10.9.3 焊接接头外观检验可采用目测、借助放大倍数不超过5倍的放大镜或相关辅助量具进行。外观检验不合格的焊缝，不应进行其他项目检验。

10.9.4 焊接接头的外观、焊缝外形尺寸与无损检测方法、检查比例与验收标准应符合表16的规定。

表 16 焊接接头的外观、外形尺寸、无损检测方法与验收标准

检验级别	检查方法 <sup>c</sup>	检查比例	验收标准
1级	外观检查	100%	见10.9.5的规定
	外形尺寸	10%	见10.9.5的规定
	MT或PT <sup>a</sup>	100%	NB/T 47013.4 I级或NB/T 47013.5 I级
2级	外观检查	100%	见10.9.5的规定
	外形尺寸	5%	见10.9.5的规定
	MT或PT	25% <sup>b</sup>	NB/T 47013.4 II级或NB/T 47013.5 II级
3级	外观检查	100%	见10.9.5的规定
	外形尺寸	不作规定	见10.9.5的规定

<sup>a</sup> 磁粉、渗透检测结果不应有任何裂纹、成排气孔、分层和长度大于1.5 mm的线性缺陷显示(长度与宽度之比大于3的缺陷显示按线性缺陷处理)。  
<sup>b</sup> 发现有超标缺陷时,应提高检验比例至100%。  
<sup>c</sup> 全熔化焊T型焊接接头可采用UT进行内部缺陷检测,全熔化焊对接接头可采用UT、RT或其他适用性无损检测方法进行内部缺陷检测,验收标准应符合设计文件的规定。

10.9.5 焊接接头外观及焊缝外形尺寸应按设计文件要求进行检验。焊缝外形允许尺寸及焊缝表露缺陷还应符合表17和表18的规定。

表 17 焊缝外形允许尺寸

单位为毫米

焊缝类型	检查项目		检验级别		
			I	II	III
对接焊缝	焊缝余高	平焊	0~2	0~3	0~4
		其他位置	≤3	≤4	≤5
	焊缝余高差	平焊	≤2	≤2	≤3
		其他位置	≤2	<3	<4
	焊缝宽度	比坡口增宽	<4	≤4	≤5
角焊缝	焊脚尺寸		δ+(2~3)	δ+(2~4)	δ+(3~5)
	焊脚尺寸差		≤2	≤2	≤3

注：δ为较薄件的板厚,单位为毫米(mm)。



表 18 焊缝表露缺陷允许范围

缺陷名称	检验级别		
	I	II	III
裂纹、未熔合	不允许	不允许	不允许
气孔、夹渣	不允许	不允许	不允许
咬边	深度 $\leq 0.5$ mm;焊缝两侧总长度不大于焊缝全长的10%,且不大于40 mm	深度 $\leq 0.5$ mm;焊缝两侧总长度不大于焊缝全长的15%	深度 $\leq 0.5$ mm;焊缝两侧总长度不大于焊缝全长的20%
焊缝表面尖锐凹槽	深度 $\leq 1.0$ mm	深度 $\leq 1.0$ mm	深度 $\leq 1.0$ mm

10.9.6 焊缝需要进行硬度检验时,应按照 GB/T 231.1 或 GB/T 17394.1 进行检验,其合格标准如下:

- 同种钢焊接接头热处理后焊缝的硬度,不应超过母材布氏硬度值加 100(HBW),且不超过下列规定:合金总含量小于或等于 3%,布氏硬度值不应大于 270 HBW;合金总含量大于 3%且小于 10%,布氏硬度值不应大于 300 HBW;同时,焊缝硬度不应低于母材硬度的 90%;
- 异种钢焊接接头热处理后的焊缝硬度不应超出接头两侧母材的实际布氏硬度平均值的 30%,也不应低于母材较低侧布氏硬度值的 90%。

10.9.7 焊缝需要进行金相组织检验时,应按照 GB/T 13298 进行检验,检验结果应与焊缝金属材料组织一致,且不应有裂纹、过热组织和淬硬的马氏体组织。

#### 10.10 成品检验

10.10.1 应对每件成品支吊架的标识进行检查,标识信息应与实物一致。

10.10.2 应对每台恒力支吊架、变力弹簧支吊架的状态指示进行检查,检查结果应符合相关技术文件规定的冷态位置要求。

10.10.3 支吊架成品检验项目与检验比例见表 19。对于表中采用抽检方式检验的项目,当有不合格时,应加倍抽检,若仍有不合格,则应进行 100%检验。

表 19 支吊架成品检验项目与检验比例

序号	检验项目	检验比例	检验方法与要求
1	材料核查	100%	5.1.2
2	外观检查	100%	10.3
3	涂层检验	同一批 <sup>a</sup> 支吊架抽检 5%,但不少于 2 件	10.3
4	状态指示检查	100%	10.10
5	型号、规格与尺寸检查	100%	10.3
6	合金钢管夹硬度检验	同种材料、同一热处理炉的合金钢管夹抽检 5%,但不少于 2 件	10.4
7	恒力支吊架的额定位移、荷载偏差度及荷载离差试验	100%	9.3
8	变力弹簧支吊架位移与荷载偏差度试验	100%	9.3
9	弹簧减振器行程及荷载偏差度试验	100%	9.3
10	液压阻尼器性能试验	100%	9.3
11	产品标识检查	100%	10.10

<sup>a</sup> 同一批是指由同一供货合同条件下的同种类型支吊架组成的批。

10.11 交收检验

10.11.1 支吊架及其零部件的交收检验项目、检验方法与要求应符合 10.10.3 的规定。

10.11.2 支吊架及其零部件可采用抽样检验方式进行交收检验,抽样方案和判别规则由供需双方协商确定。

10.11.3 供需双方未约定抽样方案时,对恒力支吊架、变力支吊架、弹簧减振器、液压阻尼器的整机性能试验可分别按照合同订购总台数的 5%进行抽检,但应分别不少于 2 台。当发现有 1 台不合格时,应对该类型支吊架加倍抽检,若仍有不合格,则应对该类型支吊架进行 100%检验。

10.11.4 供需双方对支吊架零部件的检验项目进行抽检时,应根据检验项目的重要程度、产品检验批的组成和抽样规则作出规定。若未作规定,抽样规则和判别规则可按 10.14 和 10.15 的规定进行。

10.12 型式检验

支吊架的型式检验除包括出厂检验项目外,还应进行如下试验:

- a) 恒力支吊架的荷载调整量试验及 2 倍工作荷载试验;
- b) 变力支吊架的 2 倍最大工作荷载试验;
- c) 需要补充进行的其他试验。

10.13 补充检验

当采购方有要求时,可补充或增加检验项目,但合同中应规定检验方法及合格判定依据。

10.14 抽样规则

10.14.1 支吊架成品检验数量与检验比例应按 10.10 的规定进行。

10.14.2 支吊架零部件采用抽样检验时,可按 GB/T 2828.1 规定的正常检验一次抽样方案、II 级检验水平、接收质量限 AQL 为 1.5~6.5 所确定的表 20 抽样方案进行,也可按合同约定执行。

表 20 抽样方案

批量大小 (件)	样本量 (件)	AQL 为 1.5		AQL 为 2.5		AQL 为 4.0		AQL 为 6.5	
		接收 数 Ac	拒收 数 Re	接收 数 Ac	拒收 数 Re	接收 数 Ac	拒收 数 Re	接收 数 Ac	拒收 数 Re
1~8	2	0	1	0	1	0	1	0	1
9~15	3	0	1	0	1	0	1	0	1
16~25	5	0	1	0	1	0	1	1	2
26~50	8	0	1	0	1	1	2	1	2
51~90	13	0	1	1	2	1	2	2	3
91~150	20	1	2	1	2	2	3	3	4
151~280	32	1	2	2	3	3	4	5	6
281~500	50	2	3	3	4	5	6	7	8
501~1 200	80	3	4	5	6	7	8	10	11

10.15 判别规则

10.15.1 支吊架零部件的质量特性不符合第 6 章设计和第 7 章制造的有关技术规定、产品标准、工艺文

件和图样所规定的技术要求,称为不合格。按照支吊架质量特性对产品质量的影响程度,产品的关键质量特性(为检验项目中的关键项)不符合规定时为 A 类不合格,产品的重要质量特性(为检验项目中的重要项)不符合规定时为 B 类不合格,产品的一般质量特性(为检验项目中的一般项)不符合规定时为 C 类不合格。支吊架及其零部件检验项目的质量特性分类见表 21。

表 21 支吊架及其零部件检验项目质量特性分类

序号	检验项目	关键项	重要项	一般项
1	材 质	√		
2	机械性能	√		
3	使用性能(包括整机性能)	√		
4	表面缺陷		√	
5	连接尺寸		√	
6	配合尺寸		√	
7	其他主要尺寸		√	
8	其他次要尺寸			√
9	防护涂层		√	
10	外观			√
11	状态标识			√
12	产品标识			√

注：表中的“√”表示该检验项目所对应的质量特性类别。

10.15.2 检验结果中出现 A 类不合格时,应重复抽样进行相应的检验,如果检验结果中再次出现 A 类不合格,则整批产品拒收。

10.15.3 检验结果中出现 B 类不合格时,合格质量水平可根据不同的产品在接收质量限 AQL 为 1.5~4.0 范围内取值,见表 20。

10.15.4 检验结果中出现 C 类不合格时,合格质量水平可根据不同的产品在接收质量限 AQL 为 2.5~6.5 范围内取值,见表 20。

10.15.5 按所确定的全部抽样方案均判定合格后,应最终判定该检查批合格。否则,应判定该检查批不合格。判为合格后应整批接收,判为不合格的批应拒收或由供需双方协商解决。无论整批产品接收或拒收,以及不合格品是否是样本的一部分,只要是在检查时发现的不合格品,需方均有权拒收。拒收的不合格品可以返修,经需方同意后,可按规定方式再次提交检查。

10.15.6 供方在对不合格批进行 100%检查的基础上,将发现的不合格品剔除或返修处理后,可再次提交检查。对于再次提交检查的批,其检查项目和严格度由需方确定。

## 10.16 安装质量检验

10.16.1 安装单位应对所安装的支吊架产品及相应质量文件资料进行核查验收。核查验收应通过核查支吊架及其零部件的数量、型号、规格以及检查支吊架的外观、状态指示、产品标识、出厂文件等方式进行。

10.16.2 支吊架安装质量检验宜按表 22 所列检查验收项目进行检验。安装过程中的质量检验时机、相关工序检验项目、检验方法与要求应符合第 8 章及 10.2~10.6 和 10.9 的规定。需要时,安装单位可增加检验项目。

表 22 安装检验项目

序号	检验项目	类别	
		工序检验	竣工交收检验
1	图样和技术要求	√	√
2	材料鉴别	√	√
3	成品验收	√	
4	型号、规格、数量	√	
5	定位	√	√
6	偏装	√	√
7	位置标记	√	√
8	保护层	√	√
9	承载	√	√
10	工作状态(冷态、热态)		√
11	螺纹连接件锁定		√
12	焊接质量	√	√
13	热处理	√	√
14	文件资料	√	√

注：表中的“√”表示安装工序检验与竣工交收检验应进行的检验项目。

10.16.3 管道系统水压试验完毕并解除临时支撑及支吊架锁定装置后,应分别对冷态和热态条件下的管道位置、管道系统膨胀情况、支吊架工作状态进行检查,检查项目见表 23。需要时,安装单位可增加检验项目。

表 23 支吊架安装后的冷态和热态检验项目

序号	部件或系统名称	检验项目	冷态	热态
1	管道系统	管道位置及标高	√	√
2	管道系统	管道系统膨胀情况		√
3	根部及辅助钢结构	外观、结构、尺寸及焊缝	√	
		外观、结构、焊缝		√
4	吊杆及中间连接件	外观、尺寸、规格、连接情况	√	
		外观		√
5	管道连接件	外观、结构、尺寸、焊缝	√	
		外观、结构、焊缝		√
6	恒力支吊架	支吊架总成、状态指示	√	√
7	变力支吊架	支吊架总成、弹簧状态、标尺指示	√	√
8	弹簧减振器	减振器总成、行程、弹簧状态	√	√
9	液压阻尼器	阻尼器总成、行程、密封性	√	√

表 23 (续)

序号	部件或系统名称	检验项目	冷态	热态
10	刚性吊架	吊架总成、承载情况、偏斜度	√	√
11	承受排汽反力刚性吊架	吊架总成、冷态间隙、热态间隙	√	√
12	导向装置	装置总成、工作面平整度、位移灵活性	√	√
13	限位装置	装置总成、限位方向	√	√
14	滑动支架	支架总成、滑动底板匹配性	√	√
15	固定支架	支架总成、混凝土支墩完好性	√	√

注：表中的“√”表示冷态与热态条件下应检验的项目。

10.16.4 支吊架安装竣工交收检验项目与内容应符合 10.16.2 和 10.16.3 的规定,安装单位应提交完整的检验记录与检验报告。

## 11 维修

### 11.1 通则

11.1.1 支吊架服役后的维修程序及维修的基本技术要求应符合本章的规定。

11.1.2 运行单位应永久妥善保存管道及支吊架系统的设计资料、安装资料和运行维护资料。

11.1.3 运行单位应保存下列设计资料：

- a) 系统流程图；
- b) 管道和支吊架设计详图、修改通知单和竣工图；
- c) 标识焊缝位置、管线尺寸、支吊架型式的轴测图或工厂配管图；
- d) 支吊架一览表或明细表；
- e) 管道设计参数与工作参数、材质、管子规格与生产标准、管道与设备连接处设备生产厂提供的允许推力和力矩等设计技术资料；
- f) 管道保温设计的保温结构与保温材料的技术资料。

11.1.4 运行单位应保存下列安装资料：

- a) 管道和支吊架安装竣工图；
- b) 管道、管件、阀门、支吊架等质量证明文件、出厂资料；
- c) 管道、管件、阀门、支吊架等交收检验记录；
- d) 材料与零部件清单；
- e) 管道、管件、阀门、支吊架等安装过程检验记录,包括焊接、热处理、无损检测、安装测量记录等；
- f) 安装施工修改记录及详图；
- g) 管道冷紧、支吊架偏装等安装作业情况及安装变更记录；
- h) 支吊架安装标高记录；
- i) 位移指示器、焊口、支吊架实际位置及尺寸的安装记录；
- j) 支吊架调整记录；
- k) 实际采用的保温结构和保温材料的物理参数等技术资料。

11.1.5 运行单位应建立并保存管道系统运行期间的监视与检验记录、事故与故障记录、维修与改造记录,包括但不限于下列资料：

- a) 运行期间的管道系统位置及支吊架、位移指示器定期热态检查记录；
- b) 检修期间的管道系统位置及支吊架、位移指示器冷态检查记录；
- c) 管道系统、管道元件、焊口检验与试验记录；
- d) 支吊架维修、调整记录；
- e) 管道系统元件及支吊架更换、改造记录；
- f) 运行小时数、启停时间与次数记录；
- g) 超出管道或支吊架设计准则的运行情况记录；
- h) 管道系统异常、故障或事故记录与报告；
- i) 管道保温材料更换记录。

11.1.6 运行单位应建立并保存需重点检查监视的重要管道系统和大口径管道清单。重要管道系统和大口径管道的认定应由运行单位根据相关规范进行。

11.1.7 运行单位应针对需重点检查监视的重要管道系统制定管道系统运行和维护大纲,内容包括人员资格评定、管道原材料及元件检验试验记录和报告、支吊架检验试验记录和报告、焊接和热处理等工艺记录和报告、改造和维修记录、无损检测报告、事故报告等。

11.1.8 运行单位应建立支吊架定期检查和监视程序、事故报告和分析程序、维修和更换程序以及维修管道系统起停程序,并按照相关程序开展工作。

11.1.9 从事支吊架检验、调整、维修、改造及相关工作的人员应符合下列规定:

- a) 焊工应符合 7.5.1 的规定,无损检测人员、理化检验人员应符合 10.1.8 的规定。
- b) 支吊架日常检查、维护、调整与维修人员应经过专业技术培训,并由有资格、实践经验和胜任下列工作的人员担任:
  - 管道系统位置和管道支吊架读数的观察、测量和记录；
  - 吊架、支架、限位装置等的状态变化监视与状态调整；
  - 支吊架零部件的注油润滑；
  - 液压阻尼器液位的维持及行程的监视；
  - 管道位置变化的监视及支吊架的整定。
- c) 评审记录和故障报告编制、有关纠正措施或返修工作的确定应由有资格的管道工程师或在其指导下进行。

11.1.10 运行维修中,不应将支吊架用作临时悬挂或其他运行维修用途,也不应在管道系统上增加设计考虑以外的任何临时性或永久性荷载。未经设计工程师同意,不应任意改变支吊架的位置、类型和荷载,必要时应通过管系应力分析确定。

## 11.2 支吊架维修大纲

11.2.1 支吊架维修大纲是支吊架维修改造的指导性文件,运行单位进行支吊架维修改造时应按维修大纲的规定进行。

11.2.2 支吊架维修大纲一般应包括如下内容:

- a) 目的和适用范围；
- b) 大纲所列的所有元件维修和检查的频次；
- c) 管道位置历史及支吊架状态情况,包括管道安装后初始冷态位置及支吊架状态要求,首次运行时的热态位置及支吊架状态要求,定期检查时的位置、状态变化及调整的一般要求；
- d) 有性能缺陷史的原材料及零部件情况；
- e) 零部件维修或更换工艺大纲；
- f) 维修时机和工作程序；
- g) 由于规范修订、技术发展或其他考虑所需进行的更新和修改；

- h) 人员分工与职责;
- i) 技术与安全措施等。

### 11.3 运行维护相关工作

11.3.1 运行单位应对服役的管道位置及支吊架状态进行定期检查和监视,工作内容包括:

- a) 管道位置变化情况。对重要管道应根据需要加强目视检查,并应对管道位置变动影响管道系统安全性的程度作出评价并采取纠正措施。对于高温管道系统,虽然由于松弛原因在每一次循环后不一定会回复至原来位置,但仍须使其位置维持在工程设计预计的极限范围内。
- b) 管道系统膨胀情况。除限位装置、刚性支吊架与固定支架所在支吊点限制管道预订方向的位移外,管道系统应能自由膨胀;相邻管道及管道与设备冷位移和热位移条件下均不受阻碍;三向位移指示器指示状态正常。
- c) 管道系统推力和力矩的影响情况。与管道连接的设备是否出现变形或非正常位移,管道与设备接口焊缝或其他可视部位焊接接头是否出现裂纹,固定支架与生根结构是否出现变形或开裂,限位装置是否出现异常变形或开裂;法兰结合面是否出现泄漏等。
- d) 管道系统冲击和振动情况。管道系统发生明显振动、水锤(包括水或其他液体的任何瞬态过程,诸如压力波动、流量或流向突然变化引起的冲击荷载)或汽锤(蒸汽管道系统中流动条件和流动状态的急剧变化而产生的动荷载)时,应及时对管道系统进行目视检查,并记录发生振动、水锤或汽锤的时间,支吊架零部件是否损坏及管道是否变形。
- e) 支吊架零部件的锈蚀与表面防护情况;支吊架的根部及辅助钢结构、吊杆及连接件、外露其他零部件是否发生锈蚀、腐蚀。
- f) 支吊架状态。管道系统中下列各类支吊架零部件状态是否正常:
  - 支吊架根部承载结构与辅助钢结构有无明显变形,主要受力焊缝是否有宏观裂纹。
  - 支吊架吊杆及连接件是否损坏或异常。
  - 恒力支吊架总成是否正常;在管道全热状态位置(热态)和系统适当冷却或完全冷却状态位置(冷态)恒力支吊架读数或指示是否正确,热态读取支吊架读数时应记录管道温度,见表 15。
  - 变力支吊架总成是否正常;弹簧是否过度压缩、偏斜或失载;荷载标尺指示是否正常;热态测量时应记录管道温度,见表 15。
  - 刚性支吊架有无失载或脱空;吊杆是否偏斜过大,导向支架与滑动支架工作面是否平整、有无卡涩、有无脱空、管部滑动底板有无越限;固定支架混凝土支墩是否损坏;焊缝有无开裂;承受排汽反力的刚性支吊架,冷热态间隙是否符合要求。
  - 减振器与阻尼器位移、行程是否正常;液压阻尼器活塞位置是否在正常范围内,有无渗、漏油现象。

11.3.2 对高温管道支吊架的管道连接部件及其焊缝,运行单位应与其所在的管道一样要求,定期进行目视检查或在停机期间进行渗透检测。

11.3.3 运行单位应对管道位置、支吊架状态、管道连接部件的检查、检测与监视情况及时记录,记录应易于读取、便于查阅并永久保存。

11.3.4 运行单位应注意检查、监视并保存管道系统中补偿器(特别是没有装设调整杆或平衡装置的补偿器)的位移量,包括冷态、热态或运行和停运时位置的记录。

11.3.5 运行单位应根据制造厂和设计要求对变力支吊架、恒力支吊架、减振器、阻尼器、滑动支架、限位支架和刚性吊架进行保养维护,包括但不限于清理、润滑、防腐与防锈处理以及对液压阻尼器的油位、密封材料和液压油是否老化的检查。

11.3.6 运行单位应负责对重要管道系统的事故、材料损伤、支吊架故障或异常情况进行调查处理,调

查分析报告应与材料历史档案一起永久保存。调查分析报告的内容包括下列内容：

- a) 设计要求概要；
- b) 损坏元件的运行和试验过程的记录；
- c) 元件的历史情况资料；
- d) 可能引起损坏的所有特殊条件(腐蚀、超负荷、热偏差等)；
- e) 损坏原因的结论；
- f) 推荐的纠正措施,以避免或减少类似损坏；
- g) 曾采取的纠正措施及实施的效果；
- h) 纠正措施的实施细则和在其他管道系统上已采取过的类似措施的推荐意见(如有)。

11.3.7 管道系统的水锤可能导致支吊架、阀门、仪表、补偿器、管道以及与管道连接的设备损坏,运行单位应编制防止发生水锤的程序,并遵循下列原则处理水锤问题：

- a) 如果运行中发生明显的水锤,应确定产生的原因并采取纠正措施；
- b) 对因蒸汽管道中积聚凝结水而产生的水锤问题,应查明水锤发生的原因并采取纠正措施,不应简单地采用增加约束装置的方法来解决。

11.3.8 管道系统的汽锤荷载可能导致管道过量偏移、支吊架和约束装置的损坏以及管道和设备的连接处产生较高的应力和反作用力。运行单位应编制规程确定汽锤的有害影响,当汽锤造成的这些偏移、应力和反作用力超过安全限值或运行范围时,应采取纠正措施。

## 11.4 维修程序

11.4.1 对历史资料进行对比分析并编制或更新支吊架维修大纲。历史资料应涵盖 11.1 和 11.3 规定的全部资料,包括设计、制造、安装、运行、维护资料及管道系统与支吊架相关故障、事故、材料损伤及异常情况调查分析与处理报告等。

11.4.2 制定维修方案。维修方案应对以下几种情况充分考虑维修工作实施的安全性和工艺性：

- a) 管道系统元件(管道、管件、阀门、法兰等)及绝热材料未更换改造,支吊架荷载在原设计范围,通过支吊架调整或更换已损坏、老化的零部件可恢复支吊架至正常状态；
- b) 管道系统元件(管道、管件、阀门、法兰等)未进行更换,绝热材料按原设计容重、结构、尺寸进行了更换改造,支吊架荷载在原设计范围,通过支吊架调整或更换已损坏、老化的零部件可恢复支吊架至正常状态；
- c) 管道系统元件(管道、管件、阀门、法兰等)或绝热材料进行了更换,且在重量、尺寸、外形布置或材料等方面与原始设计不同时,则应对管道系统重新进行应力计算分析,评估支吊架荷载变化、荷载分配情况以及现有的和更换的管道元件的应力变化情况,防止管道系统任何部位产生过应力；
- d) 事故后的复原。完成事故调查分析并形成结论后,对状态异常或损伤的支吊架进行恢复处理。

11.4.3 维修方案的实施。运行单位应按照支吊架维修大纲、维修方案实施维修工作。

11.4.4 维修结果检查确认。维修工作实施完成后,运行单位应按本规范进行检查、检验与试验,确保维修工作满足要求。

## 11.5 维修注意事项

11.5.1 支吊架零部件、材料的维修、更换与安装标准应等同于支吊架的制造与安装标准,并应符合本标准的相关要求,如维修中的焊接、热处理工作应符合 7.5 的规定。

11.5.2 更换管道系统元件时,应确保系统的任何部分均不产生过应力。除非经计算分析允许增大应力,返修系统的应力不应超过原始应力。

11.5.3 更换管道系统元件时,应在管道系统拆除元件的两侧临时支撑或约束,保持其原来的冷态位



置,直至元件安装完毕。若管道不能保持在预定的位置上,应查找原因,必要时需进行新的应力分析。在已经自紧或冷拉的系统上工作时应特别小心注意。

11.5.4 当需要更换管道绝热层材料时,不宜变更绝热层材料的密度和绝热层的厚度。如果确有需要,则应重新进行管道静力分析,并对管道支吊架逐个进行调整,必要时更换一些不能适应的支吊架。

11.5.5 运行维护中发现的支吊架缺陷应及时消除,并更换已损坏或老化的零部件或材料。在更换支吊架或其零部件过程中,应确保支吊架对管道的约束状态始终保持不变。

11.5.6 大范围拆除管道绝热材料之前,应将变力支吊架、恒力支吊架暂时锁定,待绝热材料恢复后将锁定解除。

11.5.7 高温管道或其他重要管道的任何部位严禁因绝热材料脱落而裸露运行。不应将弹簧、吊杆、滑动与导向装置的活动部分包在绝热层内。

11.5.8 管道系统需要增设刚性支吊装置,改变刚性支吊装置的位置或约束类型时,应重新进行应力分析和设计。

11.5.9 对排汽安全阀附近的限位装置,应严格按照规定进行冷、热态间隙调整,以保证既不限制位移又能够承担排汽反力。

## 11.6 维修质量检查与检验

11.6.1 支吊架维修过程中的工序检验(如焊接检验等)、支吊架工作状态检查应符合第10章及11.3的相关要求。

11.6.2 支吊架零部件需更换时,其相关检验工作应按10.16安装质量检验要求执行。

## 11.7 维修建议

11.7.1 建议由管道工程师或经评定合格的负责人或机构对维修大纲、维修方案、纠正措施提出意见。

11.7.2 对以下项目进行维修或/和更换时应由经评定合格的维修人员进行:

- a) 支吊架元件过度腐蚀或锈蚀;
- b) 弹簧或支吊架组件中的任何部件断裂;
- c) 管道过度振动;
- d) 管线的相互影响;
- e) 管道挠曲过大,可能需要装设较大行程的弹簧装置;
- f) 管线下沉,可能需要调整支吊架或重新分析和设计支承系统;
- g) 支吊架装置处于行程极限位置;
- h) 需要调整支吊架的承载力;
- i) 需要调整吊杆或花篮螺丝以补偿管道的蠕变或松弛;
- j) 固定支架松动或断裂;
- k) 导向支架间隙不足;
- l) 安全阀出口排汽缝隙不足;
- m) 任何损坏或变形的吊架、支架、阻尼器、减振器、连接件、管部或支撑钢结构;
- n) 不可接受的补偿器位移量;
- o) 液压阻尼器渗漏油等。

附录 A  
(规范性附录)  
常用国内钢材的许用应力表

A.1 钢板

钢板许用应力表见表 A.1。

表 A.1 钢板许用应力表

材料牌号	标准号	使用状态	材料尺寸 mm	$R_m^{20}$ MPa	$R_{eL}^{20}$ MPa	在下列温度(°C)下的最大许用应力 MPa																						
						-20 ~20	100	150	200	250	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650			
Q235A <sup>a</sup> Q235B <sup>a</sup>	GB/T 912	HR	<3	370	235	105	105	105	99	88	81																	
	GB/T 3274		3~16 >16~30	370 370	235 225	105 105	105 102	99 94	88 82	81 75																		
Q235C <sup>b</sup> Q235D <sup>b</sup>	GB/T 912	HR	<3	370	235	111	111	104	94	86																		
	GB/T 3274		3~16 >16~40	370 370	235 225	111 111	111 108	104 100	94 86	86 79																		
Q245R	GB/T 713	HR 或 N	3~16	400	245	133	133	126	117	108	103	98	94	91	85	61												
			>16~36	400	235	133	133	124	111	102	97	93	89	86	84	61												
			>36~60	400	225	133	127	119	107	98	93	89	85	82	80	61												
Q345R	GB/T 713	HR 或 N	>60~100	390	205	133	123	117	109	98	86	82	78	75	73	61												
			3~16	510	345	170	170	170	167	153	148	143	134	125	93	66												
			>16~36	500	325	167	167	167	157	143	138	133	129	125	93	66												
Q345R	GB/T 713	HR 或 N	>36~60	490	315	163	163	160	147	133	128	123	120	117	93	66												
			>60~100	490	305	163	163	150	137	123	120	117	113	110	93	66												

表 A.1 (续)

材料牌号	标准号	使用状态	材料尺寸 mm	$R_m^{20}$ MPa	$R_{eL}^{20}$ MPa	在下列温度(°C)下的最大许用应力 MPa																																		
						100	150	200	250	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650																
						-20 ~20	177	177	177	177	177	173	173	173	170	160	155	150	190	190	190	190	190	190	190	190	190													
Q370R	GB/T 713	N	10~16	530	370	177	177	177	177	177	177	177	173	173	170	160	155	150	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190				
			>10~36	530	360	177	177	177	177	177	173	168	163																											
			>36~60	520	340	173	173	173	170	160	155	150																												
18MnMoNbR	GB/T 713	NT	30~60	570	400	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	177	117																	
			>60~100	570	390	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	177	117															
13MnNiMoR	GB/T 713	NT	50~100	570	390	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190																	
			6~60	450	295	150	150	150	150	140	136	133	129	126	122	119	117	117	117	117	117	117	117	117	88	58	37													
15CrMoR	GB/T 713	NT	>60~100	450	275	150	150	147	140	131	127	124	120	117	114	111	109	88	58	37																				
			6~150	520	310	173	173	173	170	167	165	163	161	160	157	147	119	89	61	46	35																			
12Cr2Mo1R	GB/T 713	NT	6~60	440	245	147	140	133	127	117	114	111	108	105	103	100	98	82	59	41																				
			>60~100	440	235	147	140	133	127	117	114	111	108	105	103	100	98	82	59	41																				
			<3	470	345	157	157	149	135	131	129	123																												
Q345	GB/T 912	HR 或 N	3~16	470	345	157	157	149	135	131	129	123																												
			>16~40	470	325	157	157	143	130	125	120	115																												
	>40~63	470	325	153	150	137	123	120	117	113																														
	>63~80	470	305	150	150	147	133	120	116	113	110																													
16MnDR	GB/T 3531	NT	6~16	490	315	163	163	163	153	140	135	130																												
			>16~36	470	295	157	157	143	130	125	120																													
			>36~60	460	285	153	153	137	123	120	117																													
>60~100	450	275	150	150	147	133	120	116	113	113																														

表 A.1 (续)

材料牌号	标准号	使用状态	材料尺寸 mm	$R_{m}^{20}$ MPa	$R_{eL}^{20}$ MPa	在下列温度(°C)下的最大许用应力 MPa																			
						-20 ~20	100	150	200	250	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
						15MnNiDR	GB/T 3531	NT	6~16 >16~36 >36~60	490 480 470	325 315 305	163 160 157	163 160 157	163 160 157	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140
09MnNiDR	GB/T 3531	NT	6~16 >16~36 >36~60	440 430 420	300 280 260	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140	147 143 140		
06Cr13	GB/T 24511		1.5~25	415	205	137	126	123	120	119	117	114	112	110	109										
06Cr19Ni10	GB/T 24511		1.5~80	520	205	137	114	103	96	90	85	83	82	80	79	77	76	75	74	73	71	67	62	52	42
06Cr18Ni11Ti	GB/T 24511		1.5~80	520	205	137	114	103	96	90	85	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	58	44	33	25
06Cr17Ni12Mo2	GB/T 24511		1.5~80	520	205	137	117	107	99	93	87	85	84	83	82	81	81	80	79	78	78	76	73	65	50
06Cr19Ni13Mo3	GB/T 24511		1.5~80	520	205	137	117	107	99	93	87	85	84	83	82	81	81	80	79	78	78	76	73	65	50
022Cr19Ni10	GB/T 24511		1.5~80	490	180	120	98	87	81	76	73	71	69	68	67	66	65								
022Cr17Ni12Mo2	GB/T 24511		1.5~80	490	180	120	98	87	80	74	70	68	67	65	64	63	62								
022Cr19Ni13Mo3	GB/T 24511		1.5~80	520	205	137	117	107	99	93	87	85	84	83	82	81	81	80	79	78	78	76	73	65	50

<sup>a</sup> 本表中所列 Q235A、Q235B 材料的许用应力已乘质量系数 0.85。

<sup>b</sup> 本表中所列 Q235C、Q235D 材料的许用应力已乘质量系数 0.9。



表 A.2 (续)

材料牌号	标准号	使用状态	材料尺寸 mm	$R_m^{20}$ MPa	$R_{eL}^{20}$ MPa	在下列温度(°C)下的最大许用应力 MPa																			
						-20 ~20	100	150	200	250	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
06Cr19Ni10 (S30408)	GB/T 14976		≤28	520	205	137	114	103	96	90	85	83	82	80	79	77	76	75	74	73	71	67	62	52	42
06Cr17Ni12Mo2 (S31608)	GB/T 14976		≤28	520	205	137	117	107	99	93	87	85	84	83	82	81	81	80	79	78	78	76	73	65	50
06Cr19Ni13Mo3 (S31708)	GB/T 14976		≤28	520	205	137	117	107	99	93	87	85	84	83	82	81	81	80	79	78	78	76	73	65	50
06Cr18Ni11Ti (S32168)	GB/T 14976		≤28	520	205	137	114	103	96	90	85	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	58	44	33	25
022Cr19Ni10 (S30403)	GB/T 14976		≤28	480	175	117	97	87	81	76	73	71	69	68	67	66	65								
022Cr17Ni12Mo2 (S31603)	GB/T 14976		≤28	480	175	117	97	87	80	74	70	68	67	65	64	63	62								
022Cr19Ni13Mo3 (S31703)	GB/T 14976		≤28	480	175	117	117	107	99	93	87	85	84	83	82	81	81								

\* 本表中所列 Q235B 材料的许用应力已乘质量系数 0.85。

A.3 锻件

锻件许用应力表见表 A.3。

表 A.3 锻件许用应力表

材料牌号	标准号	使用状态	材料尺寸 mm	$R_{m}^{20}$ MPa	$R_{eL}^{20}$ MPa	在下列温度(°C)下的最大许用应力 MPa																			
						-20 ~20	100	150	200	250	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
						35	NB/T 47008	N, NT	≤100 >100~300	510 490	265 245	170 163	157 150	150 143	137 133	124 121	115 111	110 101	105 101	101 98	98 85	85 61	41 41		
16Mn	NB/T 47008	N, NT	≤100 >100~200 >200~300	480 470 450	305 295 275	160 157 150	160 157 150	150 147 143	137 133 130	123 120 117	123 120 117	120 116 113	117 113 110	113 110 106	110 107 103	93 93 93	66 66 66	43 43 43							
15CrMo	NB/T 47008	NT, QT	≤300 >300~500	480 470	280 270	160 157	160 153	150 143	143 137	143 137	133 127	130 123	127 120	123 116	120 113	117 110	113 107	110 103	110 88	88 58	37 37				
12Cr1MoV	NB/T 47008	NT, QT	≤300 >300~500	470 460	280 270	157 153	157 153	153 147	153 147	147 140	140 133	136 130	133 127	130 123	127 120	123 117	120 113	117 110	117 110	113 82	82 59	41 41			
12Cr2Mo1	NB/T 47008	NT, QT	≤300 >300~500	510 500	310 300	170 167	170 167	170 167	170 167	170 167	167 163	165 163	163 160	163 160	161 157	160 153	157 147	147 119	119 89	89 61	46 37	37 37			
1Cr5Mo	NB/T 47008	NT, QT	≤500	590	390	197	197	197	197	197	197	197	197	193	190	136	107	83	62	46	35	26			
06Cr19Ni10 (S30408)	NB/T 47008		≤300	520	205	137	114	103	96	90	85	83	82	80	79	76	74	73	71	67	62	52	42	32	27
06Cr18Ni11Ti (S32168)	NB/T 47008		≤300	520	205	137	114	103	96	90	85	83	82	81	80	78	76	75	74	58	44	33	25	18	13
06Cr17Ni12Mo2 (S31608)	NB/T 47008		≤300	520	205	137	117	107	99	93	87	85	84	83	82	81	79	78	78	76	73	65	50	38	30
022Cr19Ni10 (S30403)	NB/T 47008		≤300	480	175	117	98	87	81	76	73	71	69	68	67	65									
022Cr17Ni12Mo2 (S31603)	NB/T 47008		≤300	480	175	117	98	87	80	74	70	68	67	65	64	62									

A.4 螺栓

螺栓许用应力表见表 A.4。

表 A.4 螺栓许用应力表

材料牌号	标准号	使用状态	材料尺寸	$R_m^{20}$ MPa	$R_{eL}^{20}$ MPa	在下列温度(°C)下的最大许用应力 MPa																					
						-20 ~20	100	150	200	250	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650		
						20	GB/T 699	N	≤M22	410	245	91	81	78	73	65	60	57	54								
35	GB/T 699	N	M24~M27	400	235	94	84	80	74	67	61	58	56														
			≤M22	530	315	117	105	98	91	82	74	71	69														
40MnB	GB/T 3077	QT	≤M22	805	685	196	176	171	165	162	154	148	143	134	126												
			M24~M36	765	635	212	189	183	180	176	167	160	154	145	137												
40MnVB	GB/T 3077	QT	≤M22	835	735	210	190	185	179	176	168	162	157	148	140												
			M24~M36	805	685	228	206	199	196	193	183	176	170	162	154												
40Cr	GB/T 3077	QT	≤M22	805	685	196	176	171	165	162	157	152	148	141	134												
			M24~M36	765	635	212	189	183	180	176	170	165	160	153	147												
30CrMoA	GB/T 3077	QT	≤M22	700	550	157	141	137	134	131	129	126	124	120	116	111	107	103	79								
			M24~M48	660	500	167	150	145	142	140	137	134	132	127	123	118	113	108	79								
35CrMoA	GB/T 3077	QT	M52~M56	660	500	185	167	161	157	156	152	149	146	141	137	131	126	111	79								
			≤M22	835	735	210	190	185	179	176	174	169	165	159	154	147	140	111	79								
35CrMoA	GB/T 3077	QT	M24~M48	805	685	228	206	199	196	193	189	184	180	175	170	162	150	111	79								
			M52~M80	805	685	254	229	221	218	214	210	205	200	194	189	180	150	111	79								
			M85~M105	735	590	219	196	189	185	181	178	174	171	165	160	153	145	111	79								



表 A.4 (续)

材料牌号	标准号	使用状态	材料尺寸	$R_m^{20}$ MPa	$R_{eL}^{20}$ MPa	在下列温度(°C)下的最大许用应力																		
						MPa																		
						100	150	200	250	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
35CrMoVA	GB/T 3077	QT	M52~M105	735	247	240	232	229	225	221	218	212	207	201										
			M110~M140	665	221	210	207	203	199	196	192	189	183											
			≤M22	735	210	190	185	179	176	174	171	168	164	160	156	151	141	131	72	39				
25Cr2MoVA	GB/T 3077	QT	M24~M48	735	245	216	209	206	203	199	196	191	186	181	176	168	131	72	39					
			M52~M105	685	229	221	218	210	206	203	199	196	191	185	176	131	71	39						
			M110~M140	735	219	196	189	185	181	178	176	174	170	167	164	160	153	131	72	39				
40CrNiMoA	GB/T 3077	QT	M52~M140	825	291	281	274	267	257	250	244													
			≤M22	390	111	101	97	94	92	91	90	88	87	84	81	77	62	46	35	26	18			
S45110	GB/T 1221	QT	M24~M48	390	130	118	109	108	106	105	105	103	101	98	83	62	46	35	26	18				
			≤M22	390	130	118	109	108	106	105	105	103	101	98	83	62	46	35	26	18				

## 附录 B

### (资料性附录)

#### 恒力支吊架性能试验方法

##### B.1 试验设备和仪器

B.1.1 恒力支吊架性能试验设备由试验台、试验仪器及连接工装构件等组成。

B.1.2 试验仪器由力传感器、位移传感器、检测记录用计算机及打印机等组成。力传感器的准确度等级不应低于 0.5 级,位移传感器的精度不应低于 0.5%。

B.1.3 试验设备、仪器状态应正常,并在检定或校准有效期内。

##### B.2 安装要求

B.2.1 恒力支吊架在试验设备上的安装状态应与实际使用状态一致,但允许在垂直方向上翻转倒装。

B.2.2 恒力支吊架荷载拉杆轴线与垂线的夹角不应超过 4°。

B.2.3 恒力支吊架安装后,应注意消除其自重对实测荷载值的影响,保证输出数据正确。

##### B.3 试验步骤

B.3.1 恒力支吊架安装:选用合适的连接工装,将恒力支吊架安装在试验台上,使用恰当的连接件使之与力传感器相连,并保证恒力支吊架与传感器间的连接拉杆在试验全过程中与垂线夹角不超过 4°。

B.3.2 动作灵活性检查:操作试验台,使恒力支吊架在总位移行程内上下移动,移动行程不应小于规定的全行程值;各运动部件应动作灵活,不应出现卡阻现象,不应与非运动部件发生碰撞或干涉。

B.3.3 设备调零:操作试验台使恒力支吊架处于不受载状态,在力传感器不受力时将试验仪器调零。

B.3.4 荷载偏差度试验:对恒力支吊架缓慢加载,当其处于冷态位置且锁定销或锁定装置能自由装卸时,读取荷载值,该荷载值为恒力支吊架的预置荷载。按照 6.4.2.3 计算恒力支吊架的荷载偏差度,其值不应大于 2%。

B.3.5 荷载恒定度试验:对恒力支吊架缓慢加载,在一个往复行程内,连续测试并读取荷载及位移数值,其最小及最大荷载值均应在工作荷载的 94%~106%。

B.3.6 位移计算:取往复行程内的最小及最大位移值,两者之差不应小于恒力支吊架额定位移值。

B.3.7 重新试验:当恒力支吊架不能满足 B.3.4 和 B.3.5 中任何一条要求时,可以在调整弹簧的预压缩力后重新试验,直至合格。

B.3.8 2 倍工作荷载试验(型式试验):恒力支吊架上述性能试验合格后,将锁定销或锁定装置按照位移方向置于恒力支吊架出厂的初始位置,然后对恒力支吊架缓慢加载,当荷载值达到 2 倍工作荷载时保持 3 分钟,其各部分不应出现开裂、断裂、明显变形等异常情况。

B.3.9 荷载调整量试验(型式试验):恒力支吊架上述性能试验合格后,调整恒力支吊架荷载,应分别在增加或减小不低于 10%工作荷载的条件下按 B.3.5 重复进行试验,试验结果均应合格。

B.3.10 锁定:恒力支吊架试验完毕后,应按照位移方向将其锁定在冷态位置。

B.3.11 并联式恒力支吊架试验:对于并联式恒力支吊架,可以分别对每一台单独试验后再进行拼装。

## B.4 试验记录

**B.4.1** 试验记录应清晰、正确、完整,且至少应包括如下信息:

- a) 工程名称、管系名称、管线号、支吊点号、恒力支吊架型号;
- b) 荷载—位移曲线;
- c) 最小及最大位移值;
- d) 最小及最大荷载值;
- e) 荷载偏差度及荷载离差;
- f) 2倍荷载试验记录(型式试验);
- g) 荷载调整量试验记录(型式试验);
- h) 结论。

**B.4.2** 试验记录上应有试验日期、试验人员和批准人员签字。

## 附录 C

(资料性附录)

### 变力弹簧支吊架性能试验方法

#### C.1 试验设备和仪器

C.1.1 变力弹簧支吊架性能试验设备由试验台、试验仪器及连接工装构件等组成。

C.1.2 试验仪器由力传感器、位移传感器、检测显示仪等组成。力传感器的准确度等级不应低于 0.5 级，位移传感器的精度不应低于 0.5%。

C.1.3 试验设备、仪器状态应正常，并在检定或校准有效期内。

#### C.2 试验步骤

C.2.1 位移：将变力弹簧支吊架安装到试验台上，解除锁定，使其在荷载位移指示牌所示位移范围内运动。变力支吊架各运动部件应动作灵活，不应有卡阻现象。

C.2.2 荷载偏差度：对变力弹簧支吊架加载，使其处于整定位置，测试其整定荷载值。该值与设计要求的理论整定荷载值的偏差(实测值与理论值之差除以理论值)不应超过±5%。

C.2.3 2 倍荷载试验(型式试验)：将变力弹簧支吊架锁定在冷态位置，缓慢加载到 2 倍最大工作荷载并保持 3 min，其各部分不应出现开裂、断裂、明显变形等异常情况。

C.2.4 对于并联或串联式变力弹簧支吊架，可以分别对每台变力弹簧支吊架单独进行测试，合格后组装。

#### C.3 试验记录

C.3.1 试验记录应清晰、正确、完整，且至少应包括如下信息：

- a) 工程名称、管系名称、管线号、支吊点号、变力弹簧支吊架型号；
- b) 荷载位移指示牌所示最小和最大位移及相应实测荷载；
- c) 整定荷载实测值与理论值偏差(荷载偏差度)；
- d) 2 倍荷载试验记录(型式试验)；
- e) 结论。

C.3.2 试验记录上应有试验日期、试验人员和批准人员签字。

**附 录 D**  
(资料性附录)  
**弹簧减振器性能试验方法**

### D.1 试验设备和仪器

D.1.1 弹簧减振器性能试验设备由试验台、试验仪器及连接工装构件等组成。

D.1.2 试验仪器由力传感器、位移传感器、检测显示仪等组成。力传感器的准确度等级不应低于0.5级，位移传感器的精度不应低于0.5%。

D.1.3 试验设备、仪器状态应正常，并在检定或校准有效期内。

### D.2 试验步骤

D.2.1 行程：将弹簧减振器安装到试验台上，使其在位移指示牌上所示位移范围内运动，动作应灵活，不应有卡阻现象。

D.2.2 荷载偏差度：对弹簧减振器加载至位移指示牌上所示最小位移处，测试其荷载值，该值与对应的理论荷载的偏差不应超过±5%。

### D.3 试验记录

D.3.1 试验记录应清晰、正确、完整，且至少应包括如下信息：

- a) 工程名称、管系名称、管线号、支吊点号、弹簧减振器型号；
- b) 最大行程；
- c) 最小和最大位移处实测荷载；
- d) 最小荷载实测值与理论值的偏差(荷载偏差度)；
- e) 结论。

D.3.2 试验记录上应有试验日期、试验人员和批准人员签字。

## 附录 E

### (资料性附录)

#### 液压阻尼器性能试验方法

##### E.1 试验设备、仪器与试验环境

E.1.1 液压阻尼器性能试验设备由试验台、试验仪器及连接工装构件等组成。

E.1.2 试验仪器由力传感器、位移传感器或速度传感器、检测显示仪等组成,力传感器的准确度等级不应低于 0.5 级,位移传感器或速度传感器的精度不应低于 0.5%。

E.1.3 试验设备、仪器状态应正常,并在检定或校准有效期内。

E.1.4 液压阻尼器的标准试验环境温度应为  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

##### E.2 试验步骤

E.2.1 将液压阻尼器安装在试验台上,所有紧固件固定可靠,按要求对试验台进行预热。

E.2.2 行程试验:使液压阻尼器活塞杆作低速缩进、伸出运动,测试液压阻尼器活塞杆全部压入到全部伸出的行程,其值应大于或等于标称总行程。

E.2.3 低速行走阻力试验:使液压阻尼器活塞杆在不大于  $75\text{ mm/min}$  的速度下匀速运动,测试所需的运动力,即低速行走阻力,其值不应超过额定荷载的 2%(额定荷载大于  $50\text{ kN}$  的液压阻尼器,低速行走阻力不应超过其额定荷载的 1%)。

E.2.4 闭锁速度试验:在液压阻尼器活塞杆缩进或伸出两个方向,使油缸活塞杆均匀加速运动,记录活塞杆运动速度骤降点的速度值,其值应在  $125\text{ mm/min} \sim 360\text{ mm/min}$  范围内,且在速度骤降后作用在活塞杆上的荷载不应低于阻尼器的额定荷载。否则,应进行调整。

E.2.5 闭锁后速度试验:在液压阻尼器活塞杆缩进或伸出两个方向,液压阻尼器达到闭锁情况下,对其施加额定荷载,并测试活塞杆的运动速度,其值应在  $12\text{ mm/min} \sim 125\text{ mm/min}$  范围内。否则,应进行调整。

E.2.6 单向功能液压阻尼器试验:对只具有单向功能的液压阻尼器,应在其功能侧(一般在拉伸侧)分别按 E.2.4 和 E.2.5 进行测试,其闭锁速度应在  $125\text{ mm/min} \sim 360\text{ mm/min}$  范围内,闭锁后速度应为 0。在其非功能侧(一般在压缩侧)按 E.2.4 进行测试,应无速度骤降点,且荷载显示值不应大于额定荷载的 2%。

##### E.3 试验记录

E.3.1 试验记录应清晰、正确、完整。推荐使用表 E.1。

E.3.2 试验记录上应有试验日期、试验人员和批准人员签字。

表 E.1 液压阻尼器性能试验记录表推荐格式

液压阻尼器试验报告			抗振动性能试验		
工程名称		管系名称		管线号	
支吊点号		额定荷载		冷态位置	
出厂编号		型号		试验日期	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: left;"> <p>荷载/kN</p> <p>100 80 60 40 20 0 20 40 60 80 100</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">时间/s</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p>速度/(mm/min)</p> <p>250 200 150 100 50 0 50 100 150 200 250</p> </div> </div>					
拉闭锁速度			压闭锁速度		
拉闭锁后速度			压闭锁后速度		
拉闭锁后荷载			压闭锁后荷载		
检验结论		检验员		批准	

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准

管道支吊架

第 1 部分：技术规范

GB/T 17116.1—2018

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)  
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址: [www.spc.org.cn](http://www.spc.org.cn)

服务热线: 400-168-0010

2018 年 3 月第一版

\*

书号: 155066 · 1-59674

版权专有 侵权必究



GB/T 17116.1—2018