1.10 钢质热力管道施工

1.10.1 适用范围

适用于混凝土及砖混热力沟内供热钢质管道安装施工，其工作参数限定为：

(1)工作压力P≤1.6MPa，介质温度T≤350℃的蒸汽管道；

(2)工作压力P≤2.5MPa，介质温度T≤200℃的热力管道。

不适用于直埋蒸汽管道工程。

1.10.2 施工准备

1.10.2.1 技术准备

1. 编制管道安装施工方案，确定焊接工艺，并已经审批。
2. 焊工应按国家现行标准规定进行培训和考试，取得合格证书。

1.10.2.2 材料要求

1. 按设计要求加工或购置供热管道管材、管道附件、阀门、标准件等。
2. 焊接材料应有制造厂的质量合格证及材料质量复验报告；焊接材料应按设计规定选用；设计无规定时应选用焊缝金属性能、化学成分与母材相应且工艺性能良好的焊接材料；母材、焊接材料的化学成分和机械性能应符合有关国家现行标准规定。

焊接材料的材质和焊接工艺，应符合《城镇供热管网工程施工及验收规范》(CJJ 28-2004)和《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》(GB 50236)的规定。

3. 管材及管件外观检查

(1) 原材表面应光滑，无氧化皮、过烧、疤痕等。

(2) 不得有深度大于公称壁厚的5%且不大于0.8mm的结疤、折叠、轧折、离层、发纹。

(3) 不得有深度大于公称壁厚的12%且不大于1.6mm的机械划痕和凹坑。

(4) 管材及管件尺寸允许偏差见表1-61。

(5) 管件防腐漆膜应均匀，无气泡、皱褶和起皮，管件的焊接坡口处不得涂防腐漆，管件内部不得涂防腐漆。

(6) 热力管道工程所用的管道设备、补偿器、阀门等必须有制造厂家的产品合格证书及质量检测报告。

(7) 固定支架、导向支架、滑动支架材料符合设计要求。

1.10.2.3 机具设备

1. 设备：吊车、运输拖车、电焊机、切割设备等。
2. 小型工具：倒链、运管车、手锤、电动磨光机、吊装带、电动钢丝刷、钢丝刷、换气扇等。
3. 测量检测设备：无损探伤设备、经纬仪、水准仪、水平尺、塞尺、焊缝尺、钢尺等。

1.10.2.4 作业条件

1. 土建结构已施工完毕并经验收合格。
2. 结构内的障碍物已清理完毕。
3. 工作面照明符合作业要求，通风条件良好。

表 1－61 管材及管件尺寸允许偏差(mm)

项目	类型	公称直径							
		15～65	80～100	125～200	250～450	500～600	700～800	1000～1200	1400
端部外径 D	所有管件	±0.8	1.6，－0.8	2.4，－1.6	4.0，－3.2	6.4，－4.8			
端部内径 d		±0.8	±1.6		±3.2	±4.8			
端部壁厚 s		—							
中心至端面尺寸	45°、90°弯头	±1.6			±3.0		±3.2		±5
中心至中心尺寸	180°弯头	±6.4			±10				
中心至端面尺寸		±6.4							
端面之间尺寸	大小头	±1.6			±3.0	±3.2			
中心至端面尺寸	三能	±1.6			±3.0	±3.2			
顶部至端面尺寸	管帽	—							±6.4

1.10.3 施工工艺

1.10.3.1 工艺流程

安装准备→吊装下管→钢管对口→管道支架安装→钢管焊接→放气阀等安装→补偿器安装→管道试压→管道清洗→试运行

1.10.3.2 操作工艺

1. 安装准备

(1) 滑动支架(座)、固定支架卡板(环)、导向支架导向板按设计图纸加工预制完毕。

(2) 测设管道中心线、高程线。

(3) 吊环、临时支墩安装完毕，符合吊装要求。

2. 吊装下管

(1) 采用吊车下管，吊装绳索采用足够强度的吊装带，以防破坏防腐。

(2) 吊装下管时宜采取两点吊，吊装时缓慢下放，以避免与井室墙壁、固定支架碰撞。

(3) 管沟内钢管的水平运输采取运管车进行，管体过重时，底板上应铺型钢为临时导轨。

3. 钢管对口

(1) 对口时纵、环向焊缝的位置应符合下列规定：

1) 纵向焊缝应放在管道中心线上半圆的 45° 左右处。

2) 纵向焊缝应错开，当管径小于 600mm 时，错开的间距不得小于 100mm，当管径大于或等于 600mm 时，错开的间距不得小于 300mm。

3) 有加固环的钢管，加固环的对焊焊缝与管带纵向焊缝错开，其间距不应小于 100mm；加固环距管节的环向焊缝不应小于 50mm。

(2) 环向焊缝距支架净距不应小于 100mm。

(3) 直管管段两相邻环向焊缝的间距不应小于 300mm。

(4) 不同壁厚的管节对口时，管壁厚度相差不宜大于 3mm。不同管径的管节相连时，当两管管径大于小管管径的 15%时，可用渐变管连接。渐缩管的长度不应小于两管径差值的 2 倍，且不小于 200mm。

(5) 外径、壁厚相同的管子和管件对口，应与外壁平齐，对口错边量应小于表 1-62 的规定。

表 1－62 钢管对口错边量允许偏差

壁厚(mm)	2.5～5	6～10	12～14	≥15
错边允许偏差(mm)	0.5	1.0	1.5	2.0

(6) 对口间隙和坡口形式应符合设计或《工业金属管道工程施工及验收规范》(GB 50235)附录B中的有关规定。

4. 管道支架安装

(1) 管道支架的位置应正确、平整、牢固，坡度符合设计规定。

(2) 管道滑托、吊架的吊杆中心应处于与管道热位移方向相反的一侧。偏移量符合设计图纸要求。

(3) 导向支架的导向接合面应洁净、平整、接触良好，不得有歪斜和卡涩现象。

(4) 固定支架应严格按设计图纸施工。有补偿器装置的管道，在补偿器安装前，管道和固定支架不得进行固定连接。卡板和支架结构接触面应洁净、平整、贴实。

5. 钢管焊接

(1) 焊件组对时的定位焊应符合下列规定：

1) 焊接定位焊缝时，应采用与根部焊道相同的焊接材料和焊接工艺，并由合格焊工施焊。

2) 在焊接前，应对定位焊缝进行检查，当发现缺陷时应处理后方可焊接。

3) 在焊件纵向焊缝的端部(包括螺旋管焊缝)不得进行定位焊。

4) 定位焊的焊缝长度、厚度及点数应保证焊缝在正式焊接过程中不开裂。可参照表1-63。

表 1－63 焊缝长度和点数

管径(mm)	点焊长度(mm)	点　数
50～150	5～10	均布 2～3 点
200～300	10～20	4
350～500	15～30	5
600～700	40～60	6
800～1000	50～70	7
＞1000	80～100	一般间距 300mm 左右

(2) 手工电弧焊焊接有坡口的钢管及管件时，焊接层数不得少于两层。管道接口应考虑焊接顺序和方法，防止受热集中而产生附加应力。

(3) 多层焊接时，第一层焊缝根部应均匀焊透，不得烧穿。各层接头应错开，每层焊缝的厚度为焊条直径的0.8～1.2倍，不允许在焊件的非焊接表面引弧。

(4) 每层焊完后，应清除熔渣、飞溅物等并进行外观检查，发现缺陷，必须铲除重焊。

(5) 钢管公称直径大于或等于400mm的受压焊件，焊缝根部应进行封底焊接。封底焊接宜采用氩气保护焊。

6. 放气阀、除污器、泄水阀、截止阀安装

(1) 放气阀、除污器、泄水阀安装应在无损探伤、强度试验前完成；截止阀门安装应在严密性试验前完成。

(2) 放气阀、泄水阀安装应朝向井壁，不得朝向通道。

(3) 除污器泄水阀门出水口要指向集水坑，不允许垂直向下安装。

(4) 泄水管不宜小于DN80。

(5) 所有阀门手轮高于地面1.6m的需加设操作平台。

(6) 截止阀安装后不宜频繁开启。

7. 补偿器安装

(1) 安装前，应先检查该产品质量的要求并对补偿器的外观进行检查：

1) 校对产品合格证，阅读《安装说明书》。

2) 检查产品安装长度是否符合管网设计要求。

3) 检查接管尺寸是否符合管网设计要求。

(2) 按照管道设计图纸核对每个补偿器的型号和安装位置，确保无误。

(3) 需要进行预变形的补偿器，预变形量按照管道设计图纸要求执行。

(4) 严禁用补偿器变形的办法来调整管道的安装偏差。

(5) 安装操作时，严防各种不当的操作方式损伤补偿器。

(6) 补偿器安装完毕后，按要求拆除运输、固定装置或按《安装说明书》要求调整限位装置位置。

(7) 固定支架、导向支架、滑动支架等按设计图纸要求安装完毕、达到设计强度；锚固点、锚固段具有足够的摩擦阻力，安装管道补偿器完毕后，方可进行系统试压。

(8) 各种型号的补偿器的安装必须按照产品说明书和设计要求进行施工。

(9) 施工单位应做好补偿器的安装记录。

8. 试压

供热管道工程的管道和设备等均应按设计图纸要求及规范规定进行强度试验(分段试验)和严密性试验(总试压)。强度试验是对管道和焊缝进行的试验，严密性试验是对管道中设备和焊缝进行的总体试验。

(1) 试压前应具备的条件：

1) 试压范围内的管道安装工程除涂漆、保温外，安装质量符合设计要求及有关规定，且有关材料、设备资料齐全。

2) 管道各种支架已安装调整完毕，固定支架的混凝土已达到设计强度。

3) 焊接质量外观检查合格，焊缝无损检验合格。

4) 试压用的压力表已校验，精度不低于 1.5 级，表的满量程应达到试验压力的 1.5～2 倍，数量不少于 2 块，安装在试压泵出口和试验系统末端。

5) 进行压力试验前，划定工作区，并设标志，无关人员不得进入。

6) 检查室、地沟有可靠的排水系统，确保被试压管道及设备不被水淹。

7) 试压方案已征得建设(监理)单位和设计单位审核同意，试压前已对有关人员进行交底。

(2) 水压试验应符合下列规定：

1) 管道水压试验以洁净水作为试验介质。

2) 充水时，应排尽管道及设备中的空气。

3) 试验时，环境温度不宜低于 5℃，当环境温度低于 5℃时，应有防冻措施。

4) 当运行管道与试压管道之间的温度差大于 100℃时，应采取相应措施，确保运行管道和试压管道的安全。

5) 对高差较大的管道，应将试验介质的静压计入试验压力中。热水管道的试验压力应为最高点的压力，但最低点的压力不得超过管道及设备的承受压力。

(3) 管道强度(分段试压)试验

1) 管道灌水时关闭泄水阀门，打开放气阀门；放气阀门溢水后关闭，此时灌水完毕。

2) 强度试验前应检查更换泄水阀门的盘根。

3) 管道强度试验质量标准：见表 1-66。

(4) 管道、设备及附件严密性试验(总试压)

1) 管道严密性试验时，主干线蝶阀阀门应处于关闭状态；主干线旁通球阀阀门应处于开启状态。

2) 管道自由端的临时加固装置已安装完成，经设计核算与检查确认安全可靠。

3) 安全阀、爆破片及仪表元件等已拆除或加盲板隔离，加盲板处有明显的标记作记录，阀门(旁通或

球阀)全开，填料密实。

4) 管道总体试压应在管道、设备等均已安装完毕，固定支架等承受推力的部位达到设计强度后进行，试验压力为工作压力的1.25倍。

5) 严密性试验(总试压)标准：见表1-66。

9. 清洗

(1) 清洗管网及设备符合下列要求：

1) 清洗方案经相关部门审批。

2) 水力冲洗进水管的截面积不宜小于被冲洗管截面积的50%，排水管截面积不小于进水管截面积。

3) 冲洗水流方向应与设计的介质流向一致，严禁逆向冲洗。

4) 对具备扫膛的管线，宜在设备安装前进行人工清扫，以确保冲洗质量。

5) 冲洗应连续进行并尽量加大管道内的流量，一般情况下管内的平均流速不应低于1m/s，排水时，不得形成负压。

6) 蒸汽进行吹洗时，吹洗前，应缓慢升温暖管，暖管速度不宜超过300m/h，及时排水，并应检查管道热位移、所有法兰连接情况、补偿器及附属设备工作情况，恒温1h达到设计要求后进行吹洗。

7) 吹洗次数一般为2～3次，每次的间隔时间宜为20～30min。

(2) 管网清洗质量标准

水冲洗合格标准：应以排水水样中固形物的含量接近或等于清洗用水中固形物的含量为合格。当设计无明确规定时，入口水与排水的透明度相同即为合格。

蒸汽吹洗合格标准：以出口蒸汽为纯净气体为合格。

10. 试运行

(1) 试运行应在单位工程验收合格，热源已具备供热条件后进行。

(2) 试运行前，应编制试运行方案。在环境温度低于5℃进行试运行时，应制定可靠的防冻措施。试运行方案应由建设单位、设计单位进行审查同意并进行交底。

(3) 试运行应符合下列要求：

1) 供热管线工程宜与热力站工程联合进行试运行。

2) 供热管线的试运行应有完善、灵敏、可靠的通讯系统及其他安全保障措施。

3) 在试运行期间管道法兰、阀门、补偿器及仪表等处的螺栓应进行热拧紧。热拧紧时的运行压力应为0.3MPa以下，温度宜达到设计温度，螺栓应对称，均匀适度紧固。在热拧紧部位应采取保护操作人员安全的可靠措施。

4) 试运行期间发现的问题，属于不影响试运行安全的，可待试运行结束后处理。属于必须当即解决的，应停止试运行，进行处理。试运行的时间，应从正常试运行状态的时间起计72h。

5) 供热工程应在建设单位、设计单位认可的参数下试运行，试运行的时间应为连续运行72h。试运行应缓慢地升温，升温速度不应大于10℃/h。在低温试运行期间，应对管道、设备进行全面检查，支架的工作状况应做重点检查。在低温试运行正常以后，可再缓慢升温到试运行参数下运行。

6) 试运行期间，管道、设备的工作状态应正常，并应做好检验和考核的各项工作及试运行资料等记录。

1.10.3.3 季节性施工

1. 在0℃以下的气温中焊接应符合下列规定：

1) 清除管道上的冰、霜、雪等。

2) 当工作环境的风速大于5m/s、雪天或相对湿度大于90%时，应采取保护施焊措施。

3) 焊接时，应使焊缝可以自由伸缩，并使焊口缓慢降温，焊缝在未完全冷却前，不得在焊缝部位进行敲打。

4) 冬期焊接时，应根据环境温度进行预热处理，并符合表1-26的规定。

2. 雨期进行焊接时，应采取防雨和防潮措施，焊条应及时进行烘干，焊缝在冷却前严禁雨淋。

1.10.4 质量标准

1.10.4.1 基本要求

1. 钢管安装

(1) 钢管的规格、材质应符合设计规定，并具有生产厂家的合格证明书。

(2) 钢管表面应无显著腐蚀，管材应无裂纹、重皮和压延不良等缺陷。

2. 钢管焊接

(1) 在施工过程中，焊接质量检验应按下列次序进行：

1) 对口质量检验。

2) 表面质量检验。

3) 无损探伤检验。

4) 强度和严密性试验。

(2) 对口质量应检验坡口质量、对口间隙、错边量、纵焊缝位置，检验标准应按《城镇供热管网工程施工及验收规范》(CJJ 28-2004)第4.2节要求执行。

(3) 焊缝表面质量检验应符合下列规定：

1) 检查前，应将焊缝表面清理干净。

2) 焊缝尺寸应符合要求，焊缝表面应完整，高度不应低于母材表面，并与母材圆滑过渡。

3) 不得有表面裂纹、气孔、夹渣及熔合性飞溅物等缺陷。

4) 咬边深度应小于0.5mm，且每道焊缝的咬边长度不得大于该焊缝总长的10%。

5) 表面加强高度不得大于该管道壁厚的30%，且小于或等于5mm，焊缝宽度应焊出坡口边缘2mm～3mm。

6) 表面凹陷深度不得大于0.5mm，且每道焊缝表面凹陷长度不得大于该焊缝总长的10%。

7) 焊缝表面检查完毕应填写检测报告，检测报告内容应符合《城镇供热管网工程施工及验收规范》(CJJ 28-2004)附录A中表A.0.2的规定。

(3) 焊缝无损探伤检验应符合下列规定：

1) 管道的无损检验标准应符合设计或《城镇供热管网工程施工及验收规范》(CJJ 28-2004)表4.4.4的规定，且为质量检验的主要项目。

2) 焊缝无损探伤检验必须由有资质的检验单位完成。

3) 应对每位焊工至少检验一个转动焊口和一个固定焊口。

4) 转动焊口经无损检验不合格时，应取消该焊工对本工程的焊接资格；固定焊口经无损检验不合格时，应对该焊工焊接的焊口按规定的检验比例加倍抽检，仍有不合格时，应取消该焊工焊接资格。对取消焊接资格的焊工所焊的全部焊缝应进行无损探伤检验。

5) 钢管与设备、管件连接处的焊缝应进行100%的无损探伤检验。

6) 管线折点处有现场焊接的焊缝，应进行100%的无损探伤检验。

7) 焊缝返修后应进行表面质量及100%的无损探伤检验，其检验数量不计在规定检验数中。

8) 穿越铁路干线的管道在铁路路基两侧各10m范围内，穿越城市主要干线的不通行管沟在道路两侧各5m范围内，穿越江、河、湖等的水下管道在岸边各10m范围内的全部焊缝及不具备水压试验条件的管道焊缝，应进行100%无损探伤检验。检验量不计在规定的检验数量中。

9) 现场制作的各种承压管件，数量按100%进行，其合格标准不得低于管道无损检验标准。

10) 焊缝的无损检验量，应按规定的检验百分数均布在焊缝上，严禁采用集中检验量来替代应检焊缝的检验量。

11) 当使用超声波和射线两种方法进行焊缝无损检验时，应按各自标准检验，均合格时方可认为无损检验合格。超声波探伤部位应采用射线探伤复检，复检数量应为超声波探伤数量的20%。

12) 焊缝不宜使用磁粉探伤和渗透探伤，但角焊缝处的检验可采用磁粉探伤或渗透探伤，检验完毕应按《城镇供热管网工程施工及验收规范》(CJJ 28-2004)附录A中表A.0.3-1填写检测报告。

13) 焊缝无损探伤记录应由施工单位整理，纳入竣工资料中。射线探伤及超声波探伤检测报告应符合《城镇供热管网工程施工及验收规范》(CJJ 28-2004)附录A中表A.0.3-2和表A.0.3-3的规定。

3. 设备及附件安装

(1) 滑动支架顶端距管道横向焊缝不小于150mm，并不得焊在管道纵向焊缝上。

(2) 滑动支架的预制混凝土墩安装时，必须达到设计强度，滑板面应凸出墩面4mm～6mm。墩的纵向中心与管道中心偏差不应大于5mm，墩的前后位移不得大于0.5m。小室两侧洞口处墩的位置，应净距洞口内墙面0.5m。

(3) 固定支架角板末端距管道横向焊缝应不少于0.5m。

(4) 安装法兰时，管子应插入法兰厚度的2/3，法兰内径应大于管子外径2mm～4mm，一般应内外进行焊接牢固。

(5) 法兰与附件组装时，垂直度最大允许偏差为2mm～3mm。

(6) 各种伸缩器安装均应在管道的固定支架安装后进行，并按设计要求的预拉安装长度进行安装，偏差不得大于设计规定。

(7) 套筒伸缩器的芯管与套管中心应重合，其坡度应与管道的坡度一致，芯管前10m以内不应有偏斜。

(8) 方型伸缩器安装时，外伸臂应保持水平，平行臂应与管道坡度一致，全部预拉伸长度偏差应不小于20mm。

4. 水压试验标准

(1) 分段试压(强度试验)应在试验段内的管道接口防腐、保温施工及设备安装前进行。

(2) 全段试压(严密性试验)应在试验范围内的管道工程全部安装完成后进行，其试验长度宜为一个完整的设计施工段。

(3) 当试验过程中发现渗漏时，严禁带压处理。消除缺陷后，应重新进行试验。

(4) 试压前应先校对试压用的弹簧压力表，以保证试验的压力准确和安全。

(5) 管道清洗应符合1.10.3.2条9款(2)项的规定。

1.10.4.2 实测项目

1. 管材及管件加工应符合表1-61的规定。

2. 钢管安装的允许偏差及检验方法见表1-64。

表1—64 钢管安装允许偏差及检验方法

项次	检查项目	规定值或允许偏差(mm)			检验频率		检验方法
					范围	点数	
1△	高程	±10			50m	—	水准仪测量，不计点
2	中心线位移	每10m不超过5，全长不超过30			50m	—	挂边线用尺量，不计点
3	立管垂直度	每1m不超过2，全高不超过10			每根	—	垂线检查，不计点
4△	对口间隙	壁厚	间隙	偏差	每10个口	1	用焊口检测器量取最大偏差值，计1点
		4～9	1.5～2.0	±1.0			
		≥10	2.0～3.0	+1.0，−2.0			

3. 焊缝质量标准见表1-65。

4. 水压试验的检验内容及检验方法见表1-66。

表 1－65 焊缝质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差(mm)		检验频率		检验方法
				范围	点数	
1	加强面高度	转动口	1.5mm～2.0mm,并不大于管壁厚 30%	每 10 个口	1	用焊口检测器量取最大偏差值,计 1 点
		固定口	2.0mm～3.0mm 并不大于管壁厚 40%			
2	外观	表面光滑、宽窄均匀整齐、根部焊透,无裂缝、焊瘤、咬肉、焊口附近有焊工号码		每 10 个口	1	观察

表 1－66 水压试验的检验内容及检验方法

项次	检查项目	试验方法及质量标准		检验范围
1△	强度试验	升压到试验压力稳压 10min 无渗漏,无压降后降至设计压力,稳压 30min 无渗漏、无压降为合格		每个试验段
2△	严密性试验	升压至试验压力,并趋于稳定后,应详细检查管道、焊缝、管路附件及设备等无渗漏,固定支架无明显的变形等		全 段
		一级管网	稳压在 1h 内压降不大于 0.05MPa,为合格	
		二级管网	稳压在 30min 内压降不大于 0.05MPa,为合格	

1.10.5 成品保护

1.10.5.1 储运过程中的成品保护

1. 吊运管材、管件时，应以吊装带吊装，防止破坏防腐。
2. 钢管需露天码放时，应选择在地势较高地段，将管子垫起，管子码放不得超过 3 层。
3. 冬、雨期施工应对管材、管件苫盖，必要时对管口封堵，防止泥水锈蚀。
4. 设备进场检验合格后，应再次封闭包装箱，做到密封保管，不得露天码放。

1.10.5.2 施工过程中成品保护

1. 钢管安装时，手拉倒链应采取吊装带，以免破坏防腐。
2. 施焊时不得在非施焊管材上引弧。
3. 管道内的焊渣等杂物做到随焊随清。
4. 阀门吊装时严禁将吊装点置于手轮上。
5. 管沟内钢管水平运输时，不得将管身置于硬物上拖拉。
6. 补偿器安装完毕后，及时用防火布覆盖，防止焊渣破坏补偿器。

1.10.6 应注意的质量问题

1.10.6.1 为防止补偿器与管道不同轴。切管之前采取有效措施固定管道，安装时精心操作，对称施焊。

1.10.6.2 安装滑动支墩与滑靴时，应注意滑动方向，严格按设计图纸偏心值安装，防止出现安装位置不准。

1.10.6.3 焊接前应对焊条进行烘干，焊接时应根据焊接部位及时调整焊接电流，每层焊完后应及时清根

打磨，防止出现焊缝夹渣、咬肉现象。

1.10.7 环境、职业健康安全管理措施

1.10.7.1 环境管理措施

1. 强噪声设备操作时，应搭设防噪隔音棚。
2. 施焊作业面应保证良好通风，地沟、隧道内应有通风设施。
3. 废弃的焊条头、焊渣、电池等集中堆放回收，不得作为一般建筑垃圾处理。

1.10.7.2 职业健康安全管理措施

1. 钢管吊装应选择地上、地下障碍物较少的部位，远离高压线、压力管线等。
2. 施焊人员必须持证上岗，配备相应的安全防护用具，严禁违章操作。
3. 施工中所使用的机械、电器设备必须达到国家安全防护标准，自制设备必须通过安全检验及性能检验合格后方可使用。
4. 管沟内照明采用36V以下的安全电压供电。
5. 电工带电作业时，必须有人监护。
6. 金属平台、金属护栏、爬梯必须与保护零线连接，零线按规定做重复接地。
7. 试压、吹洗、试运行过程中都应划定安全区域，并设专职安全人员巡视。