

中国工程建设标准化协会标准

钢外护管真空复合保温预制
直埋管道技术规程

Technical specification for steel jacket
pre-insulated pipeline with vacuum layer

CECS 206 : 2006

主编单位：北京豪特耐管道设备有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2 0 0 6 年 1 1 月 1 日

中国计划出版社

2006 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会(2003)建标协字第 27 号《关于印发中国工程建设标准化协会 2003 年第一批标准制、修订项目计划的通知》的要求,制定本规程

本规程是在引进德国钢套管抽真空技术,并结合国内工程实际,在总结实践经验,参考有关国际和国外先进标准,经多方征求意见的基础上编写的。

本规程的主要内容包括:钢外护管真空复合保温预制直埋管和管路附件;真空系统;管道布置和敷设;管道应力验算和受力计算;管道保温;工程测量和土建工程;施工准备和管道安装;工程检测及验收;管网运行和维护。

根据国家计委计标[1986]1649 号文《关于请中国工程建设标准化委员会负责组织推荐性工程建设标准试点工作的通知》的要求,现批准发布协会标准《钢外护管真空复合保温预制直埋管道技术规程》,编号为 CECS 206 : 2006,推荐给工程建设设计、施工和使用单位采用。

本规程由中国工程建设标准化协会城市供热专业委员会 CECS/TC 33(北京市朝阳区慧新南里 2 号院,邮编:100029)归口管理,并负责解释。在使用中如发现需要修改和补充之处,请将意见和资料径寄归口管理单位。

主 编 单 位: 北京蒙特耐管道设备有限公司

参 编 单 位: 北京热力集团

哈尔滨工业大学

北京市煤气热力工程设计院有限公司

北京特泽热力工程设计有限责任公司

主要起草人：杨帆 邹平华 冯继蓓 董乐意 贾震
叶勇 胡宝娣 王松涛 王璿 叶锡豪
吴德君 那威

中国工程建设标准化协会

2006年9月5日

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	钢外护管真空复合保温预制直埋管和管路附件	(3)
3.1	基本结构	(3)
3.2	工作管	(3)
3.3	内置管道支座	(3)
3.4	保温材料层	(4)
3.5	真空层(空气层)	(4)
3.6	钢外护管	(4)
3.7	管路附件	(5)
3.8	产品性能和测试方法	(6)
4	真空系统	(8)
4.1	真空系统设计	(8)
4.2	真空系统实现	(8)
4.3	真空维护	(8)
5	管道布置和敷设	(9)
5.1	管道布置	(9)
5.2	管道敷设	(10)
6	管道应力验算和受力计算	(12)
6.1	一般规定	(12)
6.2	钢外护管壁厚确定和竖向稳定性验算	(12)
6.3	内固定支座、内置导向支座受力计算	(13)
7	管道保温	(14)
7.1	一般规定	(14)

7.2	保温计算	(15)
8	工程测量和土建工程	(18)
8.1	工程测量	(18)
8.2	土建工程	(18)
9	施工准备和管道安装	(20)
9.1	施工准备	(20)
9.2	管道安装	(20)
10	工程检测及验收	(22)
10.1	工程检测	(22)
10.2	工程验收	(22)
11	管网运行和维护	(23)
11.1	一般规定	(23)
11.2	管道运行检查	(23)
附录 A	保温效果和工作管轴向移动测试	(24)
附录 B	保温结构保温性能实验室条件下 测试及评定	(26)
附录 C	钢外护管径向变形量计算	(34)
附录 D	钢外护管竖向稳定性验算	(36)
附录 E	土壤热阻计算	(38)
	本规程用词说明	(39)
	附:条文说明	(41)

1 总 则

1.0.1 为了统一钢外护管真空复合保温预制直埋管的技术要求,做到安全适用,经济合理、确保质量,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于工作压力不大于 2.5MPa、温度不高于 350℃的蒸汽或温度不高于 200℃的热水作为供热介质的钢外护管真空复合保温预制直埋管道的制造、工程设计、施工验收及运行管理。

1.0.3 钢外护管真空复合保温预制直埋管的制造、工程设计、施工验收及运行管理,除应符合本规程外,尚应符合现行行业标准《城市热力网设计规范》CJJ 34、《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28、《城镇直埋供热管道工程技术规程》CJJ/T 81 和《城镇供热直埋蒸汽管道技术规程》CJJ 104 等的有关规定。

2 术 语

2.0.1 钢外护管真空复合保温预制直埋管道 steel jacket pre-insulated pipeline with vacuum layer

由钢外护管、真空层(空气层)、保温材料层和工作管构成的预制直埋保温管。

2.0.2 真空层 vacuum layer

在保温材料层外表面与钢外护管内表面之间封闭的具有一定真空度的空气层。

2.0.3 内置导向支座 inside guiding support

在钢外护管真空复合保温预制直埋管内,允许工作管与钢外护管有相对轴向位移并起支承作用的管道支座。

2.0.4 内置滑动支座 inside sliding support

在钢外护管真空复合保温预制直埋管内,允许工作管与钢外护管有相对位移的管道支座。

2.0.5 内固定支座 fix-point

钢外护管真空复合保温预制直埋管内,不允许工作管与钢外护管有相对位移的管道支座。

2.0.6 真空隔断装置 separating vacuum fitting

将工作管外表面与钢外护管内表面之间的空间沿管线进行分段的密封装置。

3 钢外护管真空复合保温预制直埋管和管路附件

3.1 基本结构

3.1.1 钢外护管真空复合保温预制直埋管道应由钢外护管、真空层(空气层)、保温材料层、工作管和各类支座等组成。

3.1.2 保温材料应绑扎在工作管上,工作管和钢外护管之间应设置内置导向支座、内置滑动支座,形成脱开式的预制直埋管结构。

3.2 工作管

3.2.1 所采用的工作管应符合现行国家标准《石油天然气工业 输送钢管交货技术条件 第1部分:A级钢管》GB/T 9711.1、《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163、《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 和现行行业标准《城市供热用螺旋缝埋弧焊钢管》CJ/T 3022 等的规定或按设计要求选用。

3.2.2 预制保温管生产厂焊接的焊缝应进行100%的射线探伤检验,其质量应达到现行国家标准《金属熔化焊焊接接头射线照相》GB/T 3323 规定的II级合格标准。

3.3 内置管道支座

3.3.1 内置导向支座宜采用滚轮式内置导向支座;内置导向支座与工作管之间所采用的隔热材料导热系数不宜大于 $0.3\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,其耐老化性能应满足管道的使用寿命要求,强度应满足推力设计的要求。

3.3.2 内置滑动支座的尺寸应根据弯头的位移量设计;内置滑动支座与工作管之间所采用的隔热材料导热系数不宜大于

0.3W/(m·K),其耐老化性能应满足管道的使用寿命要求,强度应满足推力设计的要求。

3.3.3 内置管道支座所在处钢外护管的表面温度应低于60℃。

3.4 保温材料层

3.4.1 保温材料宜采用无机绝热材料,其物理和化学性能应保持稳定;不应受预制直埋管制造过程和正常安装的影响,且应抗老化;在干燥或潮湿环境中不应与钢管或其氧化层发生化学反应。

3.4.2 保温材料不应因工作管热膨胀而发生撕裂破坏。接触工作管的保温材料,其允许使用温度应高于介质设计温度100℃以上。

3.4.3 在常压下,当保温材料的平均温度为70℃时,其导热系数应小于0.05 W/(m·K)。

3.4.4 保温材料的密度不宜大于200kg/m³。

3.4.5 湿透的保温材料经再次烘干后应保持不变形,且性能应不改变。

3.4.6 保温材料层应具有一定的表面强度。

3.4.7 保温材料层可由单层或多层组成。保温材料层总厚度大于80mm时,应分层设置。当内外层采用同种保温材料时,内外层厚度宜相等;当内外层采用不同种保温材料时,内层厚度应按外层保温材料的允许使用温度确定。

3.5 真空层(空气层)

3.5.1 钢外护管真空复合保温预制直埋管道中,每个抽真空分段内管腔应有足够的空气流通面积。真空层(空气层)厚度不宜大于25mm。

3.6 钢外护管

3.6.1 钢外护管宜符合现行国家标准《石油天然气工业 输送钢管交货技术条件 第1部分:A级钢管》GB/T 9711.1、《低压流体

输送用焊接钢管》GB/T 3091 和现行行业标准《城市供热用螺旋缝埋弧焊钢管》CJ/T 3022、《低压流体输送管道用螺旋缝埋弧焊钢管》SY/T 5037 等的有关规定。当采用非标准钢管时,应考虑抽真空和强度要求,且应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 的相关规定。

3.6.2 在埋地条件下,钢外护管的径向变形不应导致其内部保温结构和支座的破坏或阻碍工作管的正常位移,其径向变形量不得大于管子外直径的 3%。

3.6.3 预制保温管生产厂焊接的焊缝应经 100% 的超声波探伤检验,其质量应达到现行行业标准《压力容器无损检测》JB/T 4730 或现行国家标准《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》GB/T 11345 中 I 级合格标准的规定。

3.6.4 钢外护管必须做外防腐处理。防腐层与钢表面应有良好的黏附性、电绝缘性、低吸水性 and 低水蒸汽穿透性,并应便于现场施工。

3.6.5 防腐层的长期耐温不应低于 70℃。钢外护管防腐层抗冲击强度不应小于 5J/mm。

3.6.6 防腐层应进行全面在线电火花检漏及施工安装后的电火花检漏,检测结果应符合国家现行相关标准的要求。

3.6.7 钢外护管宜采用聚乙烯防腐层防腐。聚乙烯防腐层的制作及其性能应符合现行行业标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层技术标准》SY/T 0413 的规定。当钢外护管采用其他形式的防腐材料时,防腐制作及其性能应符合国家现行相关标准的规定。

3.7 管路附件

3.7.1 管路附件的工作管、保温材料层、钢外护管及其防腐的技术要求,应符合本章对直埋管的规定。

3.7.2 管路附件的制作应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 的要求。除真空隔断装置外,其他管

路附件的空气流通面积不宜小于直管段的空气流通面积。

3.7.3 弯头、三通和异径管应符合下列要求：

1 工作管的弯头、三通和异径管应符合现行国家标准《钢制对焊无缝管件》GB/T 12459 或《钢板制对焊管件》GB/T 13401 的规定；

2 工作管连接支管时，宜采用机制三通。当支管外径小于主管外径的 $1/2$ 时，可采用焊接支管。管道开孔的补强宜采用等面积补强，补强面积应按现行国家标准《钢制压力容器》GB 150 的规定进行计算。

3.7.4 内固定支座应符合下列要求：

1 内固定支座的结构和所采用隔热材料的强度应满足设计推力的要求；

2 内固定支座中所采用隔热材料的导热系数不宜大于 $0.3\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，其耐老化性能应满足管道的使用寿命要求。

3.7.5 真空隔断装置应符合下列要求：

1 真空隔断装置不应妨碍工作管位移；

2 真空隔断装置处应采取措施降低冷桥影响，应防止破坏钢外护管防腐层。

3.7.6 补偿器应符合下列要求：

1 在补偿器的钢外护管上宜标出介质流向；

2 补偿器宜进行预拉伸。经过预拉伸的补偿器，在保温过程及安装过程中应采取措施保证预拉伸不被释放；

3 轴向补偿器的两端应设置内置导向支座。

3.7.7 疏水装置应靠近管道的固定支座。

3.8 产品性能和测试方法

3.8.1 钢外护管真空复合保温预制直埋管的整体性能和测试方法应符合现行行业标准《城镇供热预制直埋蒸汽保温管技术条件》CJ/T 200 的规定。

3.8.2 钢外护管真空复合保温预制直埋管的保温效果测试和机械性能中工作管的轴向移动测试,可按本规程附录 A 的规定执行。

4 真空系统

4.1 真空系统设计

4.1.1 钢外护管真空复合保温预制直埋管道应采用真空隔断装置进行分段,分段长度不宜大于300m。抽真空设备应根据设计真空度、真空段的分段长度和管径选取。

4.1.2 在每个真空分段的两端,应设置真空阀门和真空表接口。

4.2 真空系统实现

4.2.1 钢外护管真空复合保温预制直埋管道的各真空段,宜在安装完成后两周内抽真空。

4.2.2 初次抽真空必须采用具有冷凝、排水和除尘功能的真空设备。

4.2.3 真空系统的附件(真空球阀、真空表),应采用焊接或真空法兰连接。

4.2.4 真空表应满足防水和耐温的要求。真空表与管道之间宜安装真空阀门。

4.2.5 钢外护管真空复合保温预制直埋管道真空系统的真空绝对压力应小于20mbar。

4.2.6 在抽真空操作过程中,当真空泵的抽气量达到300m³、管道空腔湿度保持在50%以上时,应经排潮后方可继续抽真空。

4.3 真空维护

4.3.1 应定期观测并记录真空表读数。当真空绝对压力升至50mbar时,应启动真空泵,将真空绝对压力降至20mbar以下。

5 管道布置和敷设

5.1 管道布置

5.1.1 钢外护管真空复合保温预制直埋管道的布置应符合现行行业标准《城市热力网设计规范》CJJ 34、《城镇直埋供热管道工程技术规程》CJJ/T 81 和《城镇供热直埋蒸汽管道技术规程》CJJ 104 的有关规定。管道与有关设施相互间的最小水平和垂直净距应符合表 5.1.1 的规定。

表 5.1.1 钢外护管真空复合保温预制直埋管道与
相关设施之间的最小净距

相关设施名称	最小水平净距(m)	最小垂直净距(m)
给水、排水管道	1.5	0.15
燃气管道	压力 \leq 400kPa	1.0
	压力 \leq 800kPa	1.5
	压力 $>$ 800kPa	2.0
压缩空气、二氧化碳管道	1.0	0.15
乙炔、氧气管道	1.5	0.25
易燃、可燃液体管道	1.5	0.30
架空管道支座基础边缘	1.5	—
排水盲沟沟边	1.5	0.50
地 铁	5.0	0.80
电气铁路接触电杆基础	3.0	—
道路、铁路路基边坡底脚	1.0	0.70(路面)
铁 路	3.0(钢轨)	1.20(轨底)
灌溉渠沟边缘	2.0	—

续表 5.1.1

相关设施名称		最小水平净距(m)	最小垂直净距(m)
桥梁支座基础(高架桥、栈桥)		2.0	—
照明、通信电杆中心		1.0	—
建筑物基础边缘		3.0	—
围墙基础边缘		1.0	—
乔木或灌木中心		3.0	—
电 缆	通信电缆管块	1.0	0.30
	电力电缆 $\leq 35\text{kV}$	2.0	0.50
	电力电缆 $\leq 110\text{kV}$	2.0	1.00
架空输电线电杆基础	$\leq 1\text{kV}$	1.0	—
	35~220kV	3.0	—
	330~500kV	5.0	—

注:钢外护管真空复合保温预制直埋管道的埋深大于建(构)筑物基础深度时,最小水平净距应按土的内摩擦角计算确定。

5.1.2 钢外护管真空复合保温预制直埋管道的最小覆土深度,应满足管道强度计算和稳定性计算的要求。

5.1.3 河底敷设钢外护管真空复合保温预制直埋管时,必须远离浅滩、锚地,并应选择在较深的稳定河段布管,埋设深度应按不妨碍河道整治和保证管道安全的原则确定。管道穿越河底的覆土厚度,除应根据水流冲刷和管道稳定条件确定外,还应进行抗浮验算。

5.2 管道敷设

5.2.1 当钢外护管真空复合保温预制直埋管道敷设在地质状况变化较大的地区时,应对地基做过渡处理。

5.2.2 钢外护管真空复合保温预制直埋管道的设计使用期不应低于 25 年。

5.2.3 管道的固定支座的型式宜采用内固定支座。

5.2.4 管道的坡度不宜小于 0.002。变坡点应在内固定支座附近,且变坡点到内固定支座之间应设置内置导向支座。

5.2.5 当采用管道转角作为自然补偿时,弯臂长度不宜大于 15m,且靠近固定支座应设置内置导向支座,其位置应经计算确定。

5.2.6 钢外护管真空复合保温预制直埋管道与阀门等管路附件宜采用焊接连接。

5.2.7 真空隔断装置、疏水装置、补偿器和阀门宜布置在检查室内。

6 管道应力验算和受力计算

6.1 一般规定

6.1.1 工作管的许用应力取值、管壁厚度、补偿值计算和应力验算应按现行行业标准《火力发电厂汽水管道应力计算技术规定》SDGJ 6 的规定执行。

6.1.2 在进行工作管应力验算和受力计算时,供热介质的计算参数应按热源的最大工作压力和温度选取。设计时所采用的安装温度不宜低于 0°C 。当安装温度低于 0°C 时,其值应取安装时土壤表面的最低空气温度。

6.1.3 钢外护管的许用应力取值、热伸长量计算和应力验算应参照现行行业标准《城镇直埋供热管道工程技术规范》CJJ/T 81 的相关规定执行。

6.1.4 在进行钢外护管应力验算和受力计算时,钢外护管的工作循环最高温度应按可能达到的最高温度选取。设计时所取安装温度不宜低于 0°C 。当安装温度低于 0°C 时,其值应取安装时的最低环境温度。

6.2 钢外护管壁厚确定和竖向稳定性验算

6.2.1 钢外护管的外径与壁厚比不应大于 100。

6.2.2 在外力作用下钢外护管的变形应按最大真空度验算,其径向变形量(刚度)不应大于管子外径的 3%,径向变形量应按本规程附录 C 的规定计算。

6.2.3 钢外护管应按本规程附录 D 的规定进行竖向稳定性验算。

6.3 内固定支座、内置导向支座受力计算

6.3.1 工作管对内固定支座的作用力应包括下列三部分：

- 1 工作管热胀冷缩受约束产生的轴向力；
- 2 工作管内压力产生的不平衡力；
- 3 工作管位移产生的作用力。

6.3.2 工作管对内置导向支座的作用力应包括下列两部分：

- 1 工作管热胀冷缩受约束产生的侧向力；
- 2 工作管和供热介质的重力作用。

6.3.3 内固定支座两侧管段的作用力,应按下列原则合成：

1 内固定支座两侧管段由于热胀冷缩受约束引起的作用力和管道位移产生的作用力相互抵消时,较小方向作用力应乘以0.7的抵消系数；

2 内固定支座两侧管段内压产生的不平衡力的抵消系数取1；

3 计算工作管的摩擦力时,摩擦系数应分别按内置滑动支座和内置导向支座的型式确定。

7 管道保温

7.1 一般规定

7.1.1 直埋真空保温管的保温设计,除应符合本规程的规定外,尚应符合现行国家标准《设备及管道保温技术通则》GB/T 4272、《设备及管道保温设计导则》GB 8175 和《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264 的有关规定。

7.1.2 保温材料层厚度应同时满足钢外护管的外表面温度不得大于 50℃ 和供热介质的工艺要求。计算保温材料层厚度时,应取常压下保温材料的导热系数。

7.1.3 计算真空保温管道年散热损失和钢外护管外表面温度时,应按运行期内的平均真空度确定其热阻。

7.1.4 保温计算中的土壤导热系数宜采用实测值,土壤导热系数可于现场采用探针法测定,也可取原状土在室内用导热系数测定仪测定。

7.1.5 保温计算温度参数应按下列要求采用:

1 当按钢外护管的外表面温度计算保温材料层厚度时,介质温度取锅炉出口、汽轮机抽(排)汽口或减温减压装置出口的最高工作温度;土壤表面空气温度取管网运行期内室外空气的设计温度;

2 当按规定的蒸汽温度降计算保温材料层厚度时,介质温度应取锅炉出口、汽轮机抽(排)汽口或减温减压装置出口的最高工作温度;土壤表面空气温度应取管网运行期内室外空气的设计温度;

3 在计算蒸汽管网年散热损失时,蒸汽温度应取运行期内的平均温度,对于输送距离较远的管道可采用分段取值方法;土壤表

面空气温度应取管网历年运行期空气平均温度的平均值；

4 对常年运行的管道,应验算土壤表面空气温度为室外最高月平均温度时,钢外护管的表面温度不应高于 50℃。

7.1.6 钢外护管真空复合保温预制直埋管外表面最大允许散热损失量应符合现行国家标准《设备及管道保温技术通则》GB/T 4272 中的规定。

7.2 保温计算

7.2.1 钢外护管真空复合保温预制直埋管道敷设时,保温层厚度应按下列式计算:

$$q = \frac{t - t_k}{\frac{1}{2\pi\lambda_b} \ln \frac{d_b}{d_w} + \frac{1}{2\pi\lambda_k} \ln \frac{d_n}{d_b} + R_t} \quad (7.2.1-1)$$

$$t_s = qR_t + t_k \quad (7.2.1-2)$$

$$\delta = \frac{d_b - d_w}{2} \quad (7.2.1-3)$$

$$t_s \leq [t_s] \quad (7.2.1-4)$$

式中 q ——单位长度管道的散热损失(W/m);

t ——工作管内的供热介质温度(℃);

t_k ——土壤表面空气温度(℃);

λ_b ——保温材料导热系数[W/(m·K)],取计算工况下保温材料层平均温度下的数值;

d_b ——保温材料层外表面直径(m);

d_w ——工作管外表面直径(m);

λ_k ——空气层等效导热系数[W/(m·K)];

d_n ——空气层外表面直径(m);

R_t ——土壤热阻(m·K/W),按附录 E 计算;

δ ——保温材料层厚度(m);

t_s ——钢外护管的外表面温度(℃);

$[t_s]$ ——钢外护管允许的外表面温度(℃),按设计要求确定。

7.2.2 钢外护管真空复合保温预制直埋管道的热损失可按下列式计算：

1 对于单位长度管道：

$$q = \frac{t - t_k}{R_d + R_t} \quad (7.2.2-1)$$

式中 q ——单位长度管道的散热损失(W/m)；

t ——工作管内的热介质温度(°C)；

t_k ——土壤表面空气温度(°C)；

R_d ——保温结构等效热阻(m·K/W)；

R_t ——土壤热阻(m·K/W)。

2 对于管段：

$$Q = q \cdot l \cdot (1 + \beta) \quad (7.2.2-2)$$

式中 Q ——管段的热损失(W)；

l ——管段的长度(m)；

β ——考虑管段上有管路附件增加的散热损失系数，一般取0.1~0.15。

7.2.3 钢外护管真空复合保温预制直埋管道保温结构的等效热阻可按下列式计算：

$$R_d = R'_b + R_z \quad (7.2.3-1)$$

$$R'_b = \frac{1}{2\pi\lambda'_b} \ln \frac{d_b}{d_w} \quad (7.2.3-2)$$

$$R_z = \frac{1}{2\pi\lambda_z} \ln \frac{d_n}{d_b} \quad (7.2.3-3)$$

式中 R_d ——保温结构等效热阻(m·K/W)；

R'_b ——保温材料层热阻(m·K/W)；

R_z ——真空层热阻(m·K/W)；

λ'_b ——保温材料在平均温度和相应真空压力下的当量导热系数[W/(m·K)]；

d_b ——保温材料层外表面直径(m)；

d_w ——工作管外表面直径(m)；

λ_z ——真空层当量导热系数[W/(m·K)];

d_n ——真空层外表径直径(m);

d_b ——保温材料层外表面直径(m)。

7.2.4 钢外护管的外表面温度可按下式计算:

$$t_s = qR_t + t_k \quad (7.2.4-1)$$

式中 t_s ——钢外护管的外表面温度(°C);

q ——单位长度管道的散热损失(W/m);

R_t ——土壤热阻(m·K/W),按附录 E 计算;

t_k ——土壤表面空气温度(°C)。

8 工程测量和土建工程

8.1 工程测量

8.1.1 钢外护管真空复合保温预制直埋管道的工程测量,应符合现行行业标准《城市测量规范》CJJ 8、《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 和《城镇供热直埋蒸汽管道技术规程》CJJ 104 的规定。

8.2 土建工程

8.2.1 钢外护管真空复合保温预制直埋管道土方工程的施工和验收应符合现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 和本规程的规定。

8.2.2 钢外护管真空复合保温预制直埋管道工程开挖土方,宜以一个真空段作为一个施工段。直埋管沟槽的开挖、垫层材料、厚度、密实度等应符合设计要求。在直埋保温管的接头处应挖工作坑(图 8.2.2)。

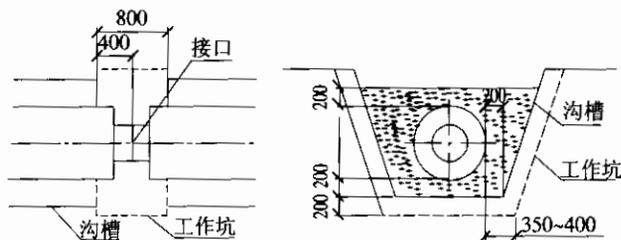


图 8.2.2 管道接头处工作坑尺寸

8.2.3 当地下水位高于开挖的管道沟槽槽底时,应采取措施将开挖部位的地下水位降至槽底以下。对水不能完全排除的槽底,应深挖并铺垫碎石层。必须保证施工范围内排水通畅,必要时应设

置临时排水设施,并应防止地面水和雨水流入管道沟槽。

8.2.4 土方开挖至槽底后,应由勘察人员会同建设、设计、施工、监理以及质量监督单位共同检验地基。对松软地基应采取加固措施;对槽底的坑穴、空洞应进行挖填、夯实。

8.2.5 隐蔽工程验收合格后,应及时进行回填土施工,回填土的土质应按设计要求采用。

8.2.6 回填土施工,应符合下列规定:

1 回填之前,应对焊口进行探伤。当发现钢外护管损伤时应进行修补。当有积水时应先排除;

2 当检查室墙体和盖板的强度、外墙防水抹面层的硬结程度、盖板或其他构件的安装强度、钢外护管接头防腐层的强度等均能承受回填土操作动荷载时,方可进行回填;

3 对管道防腐层进行电火花检测合格后,方可进行回填。

9 施工准备和管道安装

9.1 施工准备

9.1.1 施工单位应根据工程规模、现场条件、钢外护管真空复合保温预制直埋管道的性能和施工图进行施工组织设计,并绘制排管图。

9.1.2 进入现场的钢外护管真空复合保温预制直埋管、管件和接口材料,均应具有产品合格证。

9.1.3 进入现场的钢外护管真空复合保温预制直埋管和管件应逐件进行外观检验和电火花检测。

9.1.4 钢外护管真空复合保温预制直埋管和管件应分类整齐堆放。堆放场地应平整,无硬质杂物,无积水。

9.1.5 在成品管材的储存、运输、吊装和安装过程中,应按产品标识放置,防止损坏,并应严格防止保温层进水。

9.1.6 管材宜用宽度大于 50mm 的吊装带吊装。

9.2 管道安装

9.2.1 钢外护管真空复合保温预制直埋管的安装,应符合现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28、《城镇供热直埋蒸汽管道技术规程》CJJ 104 和本规程的规定。

9.2.2 在管道焊接前,应检查管道、管路附件的排序以及管道支座种类和排列,其应与设计图纸相符合。

9.2.3 管道接头保温材料层的施工应符合下列规定:

1 接头保温材料层的施工,应在工作管强度试验合格、沟内无积水、非雨天的条件下进行干式作业;

2 接头的保温结构、保温材料的材质、厚度应与工厂预制的

保温管材相同；

3 应保证接头的保温材料层与两侧直管段或管件的保温材料层紧密衔接,不得有缝隙；

4 在钢外护管焊缝部位的保温材料层的外表面应衬垫耐高温的保护材料。

9.2.4 管道接头处钢外护管的施工应符合下列规定：

1 钢外护管的防腐应在气密性试验合格后进行；

2 接头钢外护管应进行喷砂或相当工艺除锈处理,应符合外防腐要求；

3 接头防腐应按国家现行相关标准的要求执行,防腐层应采用电火花检测仪检测,耐击穿电压应符合国家现行相关标准的要求。

9.2.5 当施工间断时,工作管端口应采用堵板封闭,钢外护管端口应采用防水材料密封;雨季施工时,应有防止雨水和泥浆进入管内和防止管道浮起的措施。

10 工程检测及验收

10.1 工程检测

10.1.1 工作管现场焊接焊缝的检验应按现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的规定执行。

10.1.2 钢外护管现场焊接焊缝的检验应采用 100% 超声波探伤检测,其质量应达到现行行业标准《压力容器无损检测》JB/T 4730 或现行国家标准《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》GB/T 11345 中 I 级的合格标准的要求。

10.1.3 钢外护管焊缝应进行严密性试验。严密性试验应在工作管压力试验合格后进行。试验介质应采用空气,试验压力应为 0.2 MPa。

10.1.4 气体严密性试验的试验压力应逐级缓慢上升,当达到试验压力后,稳压 10min,然后在焊缝上涂刷中性发泡剂并巡回检查所有焊缝,无泄漏为合格。

10.2 工程验收

10.2.1 钢外护管真空复合保温预制直埋管道的工程竣工总验收,应符合现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的规定。

10.2.2 管道真空系统应单项验收,可在工程实施过程中进行。其真空绝对压力应符合本规程第 4.2.5 条的规定。

11 管网运行和维护

11.1 一般规定

11.1.1 管网运行应按现行协会标准《城镇供热管网维修技术规程》CECS 121、现行行业标准《城镇供热系统安全运行技术规程》CJJ/T 88、《城镇供热直埋蒸汽管道技术规程》CJJ 104 和本规程的规定执行。

11.1.2 管网运行人员应了解管路真空装置的性能和运行参数，熟悉真空装置点的分布情况。

11.2 管道运行检查

11.2.1 钢外护管真空复合保温预制直埋管道系统在运行中应经常检查并做记录。对新投入运行的管道应加强巡视。

11.2.2 运行检查的主要项目应包括检查室、真空装置、疏水装置、弯头、补偿器、三通、阀门、固定支座等管路附件和设施，并应对真空表的读数做定期观测和记录。

附录 A 保温效果和工作管轴向移动测试

A.1 保温效果测试

A.1.1 在实验控制条件为:温度 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 $50\% \pm 5\%$ RH 和常压的情况下,对直管、内固定支座、内置滑动支座和内置导向支座处的保温结构进行散热损失、表面温度实验室测定时,其测试应按附录 B 的规定进行。

A.1.2 依据实测结果,计算出整体保温结构的等效热阻 R_d 。

A.1.3 按下列公式计算管道实际运行工况下的钢外护管外表面温度和散热损失,根据计算结果检验是否符合设计和标准的要求。

单位长度管道热损失:

$$q = \frac{t - t_k}{R_d + R_i} \quad (\text{A. 1. 3-1})$$

钢外护管外表面温度:

$$t_s = qR_i + t_k \quad (\text{A. 1. 3-2})$$

单位面积管道热损失:

$$q' = \frac{q}{\pi d_s} \quad (\text{A. 1. 3-3})$$

式中 q ——单位长度管道的折算散热损失(W/m);

t ——工作管内热介质的温度($^\circ\text{C}$),按设计温度取值;

t_k ——土壤表面空气温度($^\circ\text{C}$),按设计温度取值;

R_d ——保温管道的等效热阻($\text{m} \cdot \text{K}/\text{W}$),按 A.1.2 条采用;

R_i ——土壤热阻($\text{m} \cdot \text{K}/\text{W}$),土壤参数按设计参数选取,计算方法参照附录 E;

d_s ——钢外护管外径(m);

t_s ——钢外护管的折算外表面温度($^\circ\text{C}$);

q' ——单位面积管道的折算散热损失(W/m^2)。

A.1.4 直管处钢外护管的折算外表面温度 t_s , 不应高于 $50^{\circ}C$ 。

A.1.5 内固定支座、内置滑动支座和内置导向支座处钢外护管的折算外表面温度 t_s , 不应高于 $60^{\circ}C$ 。

A.1.6 单位面积管道的折算散热损失 q' 应符合行业标准《供热管道保温结构散热损失测定与保温效果评定》CJ/T 140- -2001 附录 A 中表 A1 和表 A2 允许最大热损失值的要求。

A.2 工作管轴向移动测试

A.2.1 试件采用长度不小于 6000mm, 支座距端头不小于 2000mm 的钢外护管预制直埋真空保温管段。

A.2.2 将试件的钢外护管固定不动, 以速度 30mm/min 推动工作管, 使轴向滑动位移量达 1600mm, 推动时应无卡管现象。

A.2.3 不停顿地往复推动试件的工作管各 3 次, 记录每次的最大推力, 并计算推动 6 次的算术平均值 F 。

A.2.4 平均值 F 不应大于最大允许推力 F_{max} , F_{max} 按下式计算:

$$F_{max} = G\mu \quad (A.2.4)$$

式中 G ——试件工作管的重力(N);

μ ——摩擦系数, 取 0.3。

附录 B 保温结构保温性能实验室 条件下测试及评定

B.1 适用范围

B.1.1 本试验方法适用于对供热管道建设工程中采用的保温结构的保温效果进行模拟测试和对保温管道产品进行性能测试;适用于地上、管沟和直埋等各种敷设方式的测试;适用于对供热管道直管、管件、接头和各种支座等不同形式保温结构的保温效果测试及评定。

B.2 测试分级和要求

B.2.1 供热管道保温结构散热损失测试可分下列三级:

- 1 一级测试:适用于采用新技术、新材料、新结构的鉴定测试;
- 2 二级测试:适用于新建、改建、扩建及大修后保温工程的验收测试;
- 3 三级测试:适用于保温工程的普查和定期监测。

B.2.2 实验室模拟测试的适用等级:

- 1 产品和保温结构的生产鉴定,应执行一级测试;
- 2 定型的预制保温管产品和保温结构的施工现场抽样检测,应执行二级测试。

B.2.3 保温性能测试应符合下列要求:

- 1 一级测试必须采用不少于两种测试方法,同步、对照进行。当不具备采用两种方法进行测试条件时,允许用一种方法在相近工况下做多次测试,取所有测试数据的算术平均值。重复测试的次数,宜根据测试结果的偏差范围确定,不得少于3次。

2 二、三级测试可采用一种方法进行。

B.3 测试方法

B.3.1 热流计法。

1 用热阻式热流传感器(热流测头)和测量指示仪表直接测量保温结构的散热热流密度。热流传感器的输出电势(E)与通过传感器的热流密度(q')成正比,即 $q' = cE$,其中 c 为测头系数,由标准热流发生器标定。

2 热流传感器的标定按现行国家标准《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 热流计法》GB/T 10295 规定的方法进行,必要时绘制系数 $c(q'/E)$ 与被测表面温度(视作热流传感器温度)的标定曲线,该曲线还应表示出工作温度与热流密度的范围。具体测试操作按现行国家标准《设备及管道绝热层表面热损失现场测定 热流计法》GB/T 17357 的规定进行。实验室测试时应按一级测试要求。

B.3.2 表面温度法。

1 对于地面上、地沟敷设的热力管道,应测定保温结构外表面温度、土壤表面空气温度、风向和风速、表面热发射率和保温结构外形尺寸,并按下式计算其散热热流密度 q' :

$$q' = \alpha(t_w - t_f) \quad (\text{B.3.2})$$

式中 q' —— 散热热流密度(W/m^2);

α —— 总放热系数 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$];

t_w —— 保温结构外表面温度($^{\circ}\text{C}$);

t_f —— 土壤表面空气温度($^{\circ}\text{C}$)。

总放热系数 α 按行业标准《供热管道保温结构散热损失测定与保温效果评定》CJ/T 140—2001 附录 D 的规定计算。

2 按现行国家标准《设备及管道绝热层表面热损失现场测定 表面温度法》GB/T 18021 规定的相应方法进行操作。测取被测表面温度、表面发射率和外形尺寸等参数,以及土壤表面空气

温度、风向、风速等,并按式(B.3.2)计算散热热流密度。

3 表面温度按下列方法测定:

- 1) 热电偶法;
- 2) 表面温度计法;
- 3) 红外辐射测温仪法。

B.3.3 温差法。

1 通过测定保温结构各层厚度、各层分界面上的温度和各层材料在使用温度下的导热系数,按一维导热方程计算保温结构的散热热流密度。

1) 管道单层保温结构的散热热流密度和单位长度线热流密度可按式计算:

$$q' = \frac{q}{\pi D} \quad (\text{B. 3. 3-1})$$

$$q = \frac{2\pi\lambda(t-t_w)}{\ln \frac{D}{d}} \quad (\text{B. 3. 3-2})$$

2) 平壁单层保温结构的热流密度可按式计算:

$$q' = \frac{t-t_w}{\frac{\delta}{\lambda}} \quad (\text{B. 3. 3-3})$$

式中 q ——单位长度线热流密度(W/m);
 λ ——保温材料在使用温度下的导热系数[W/(m·K)];
 t ——保温材料首层内表面温度(°C)(工程测试时可认为是管中介质温度);
 d ——保温层内径(m)(可视为钢管外径);
 D ——保温结构外径(m)。

3) 管道多层保温结构的散热热流密度和单位长度线热流密度可按式计算:

$$q' = \frac{q}{\pi D} \quad (\text{B. 3. 3-4})$$

$$q = \frac{t - t_w}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{2\pi\lambda_i} \ln \frac{d_i}{d_{i-1}}} \quad (\text{B. 3. 3-5})$$

4) 多层保温结构的热流密度可按下式计算:

$$q' = \frac{t - t_w}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}} \quad (\text{B. 3. 3-6})$$

式中 λ_i ——第 i 层保温材料在使用温度下的导热系数 [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$];

d_i ——第 i 层保温材料保温层外径 (m);

n ——保温层数。

5) 直埋管道保温结构散热热流密度和单位长度线热流密度可按下式计算:

$$q' = \frac{q}{\pi D} \quad (\text{B. 3. 3-7})$$

$$q = \frac{(t - t_k)}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{2\pi\lambda_i} \ln \frac{d_i}{d_{i-1}} + \frac{1}{2\pi\lambda_i} \ln \frac{4H_z}{D}} \quad (\text{B. 3. 3-8})$$

式中 t_k ——土壤表面空气温度 ($^{\circ}\text{C}$);

λ_i ——实测土壤导热系数 [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$];

H_z ——管道的折算埋深 (m), 按附录 E 计算。

2 稳态传热时, 在保温材料首层内表面与设备和工作管接触良好的条件下, 设备和管道内介质温度可视为保温材料首层内表面温度。

3 当保温结构外护壳较厚, 而热阻不可忽略时, 应将外护壳作为保温结构中的一层来计算热流密度。

B. 4 测试工作程序

B. 4. 1 测试的准备应符合下列要求:

1 按照测试任务的性质和委托方要求确定测试等级。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/516223144203011002>