

大连益多管道有限公司坐落于大连长兴岛经济区，占地面积 20 万平方米，是一家集研发、设计、制造膨胀节、补偿器、保温管等产品并提供相关技术服务的高新技术企业。

公司主要产品包括：压力容器波形膨胀节、金属波纹管膨胀节、套筒补偿器、球型补偿器、旋转补偿器、非金属补偿器、聚氨酯保温管、蒸汽保温管等。公司设有专业无损探伤室、理化实验中心，可对材料、产品理化性能、质量指标进行检验和试验，确保产品质量。

公司拥有企业技术中心，建立了由国家级研究员等专家组成的研发团队，在高温高压管道、保温材料、补偿器等产品技术研发上取得了突破性进展，已获得产品发明、实用新型专利 60 余项，填补了多项国内空白。公司可按欧洲、美国等国际标准生产膨胀节、补偿器、保温管等系列产品，2005 年获得技术监督部门颁发的《产品采用国际标准合格证书》。企业凭借强大的技术能力，先后参加了 **GB/T 29047-2012**《高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管及管件》、**CJJ/T 104-2014**《城镇供热直埋蒸汽管道技术规程》、**GB/T 29046-2012**《城镇供热预制直埋保温管道技术指标检测方法》、**CJ/T 140-2001**《供热管道保温结构散热损失测试与保温效果评定方法》、《城镇供热直埋热水管道泄漏监测系统技术规程》、**CJ/T3016.2**《城镇供热管道用焊制套筒补偿器》、《球型补偿器》、《旋转补偿器》等多项国家、行业标准的编制修订工作。

公司通过了 **GB/T 19001-2008** 质量管理体系、**GB/T 24001-2004** 环境管理体系、**GB/T 28001-2011** 职业健康安全管理体系认证，压力管道元件制造 **A、B** 级许可证，**ASME U** 钢印证书、**PED CE** 产品认证证书等。公司先后荣获辽宁省著名商标、辽宁省名牌产品、**AAA** 级信用等级、辽宁省守合同重信用企业、辽宁省安全文化建设示范企业、大连市安全生产先进企业、大连市模范劳动关系和谐企业、大连市职工福利设施建设优秀单位等荣誉称号。

大连益多管道有限公司的产品节能环保、安全可靠，质量、技术处于国内领先，主要应用于石油化工、电力建设、城市集中供热、冶金矿山等行业，是中石油、中石化、华能、大唐、国电、华电、中电投等石化、热电企业膨胀节、补偿器、管道重要供应商。先后参与了多项世行、亚行及政府重点工程，多年来，企业凭借强大的技术优势，可靠的产品质量，完善的服务体系，赢得了用户的一致好评。



第一章 A 型预制直埋蒸汽保温管及管件

1.1 A 型预制直埋蒸汽保温管

1.1.1 A 型蒸汽管保温结构

1.1.1.1 A 型预制直埋蒸汽保温管简称 A 型蒸汽管，其结构如图 1-1 所示。标准配置的产品主要用于高温热水或蒸汽等介质输送。设计钢导管温度为 100~110℃，以求得保温棉任何位置都保持干燥，因此外护钢导管外层有聚氨酯保温层。

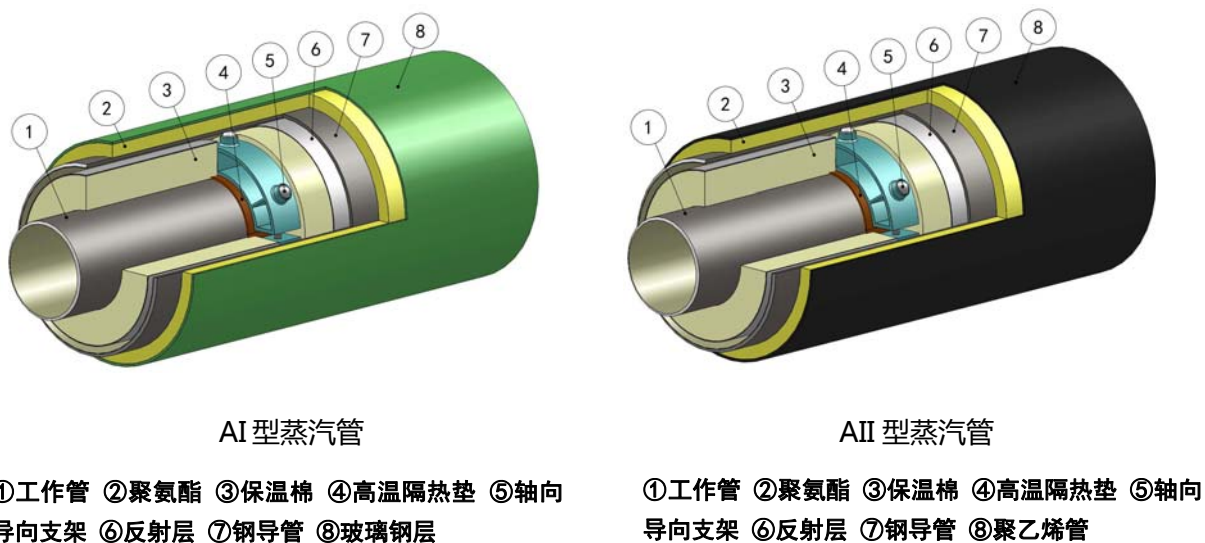


图 1-1 A 型蒸汽管结构示意图

1.1.1.2 A 型蒸汽管分 AI 型蒸汽管和 AII 型蒸汽管两种结构，由内向外排列为：

AI 型蒸汽管：工作管→保温棉→反射层→空气层→钢导管→聚氨酯→玻璃钢层

AII 型蒸汽管：工作管→保温棉→反射层→空气层→钢导管→聚氨酯→聚乙烯管

1.1.1.3 保温管内部设置滚动轴向导向支架，距管端 $\leq 3\text{m}$ ，内部相隔间距 $\leq 6\text{m}$ 。导向支架的结构见图 1-2。

1.1.1.3.1 蒸汽保温管中采用的是双自由度轴向导向支架，轴向自由度用于在运行状态提供管道实现轴向热位移。环向自由度用于在管道安装过程中，当对接芯管接口处椭圆和端头外形差异时，可拆除一端的运输定位板，进行单独转动芯管以方便管道接口的组对和焊接，达到更好的组对效果。提高了接口焊接作业效率和质量。

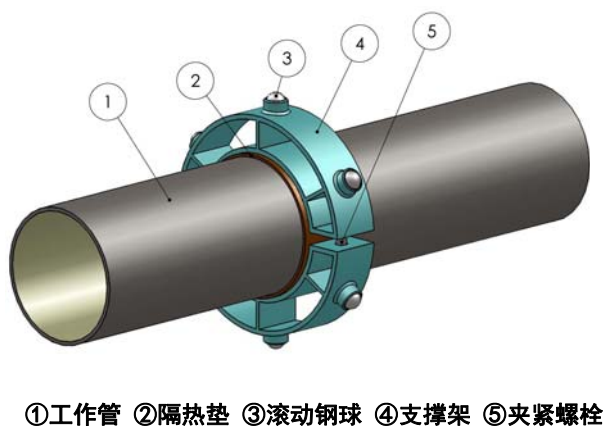


图 1-2 轴向导向支架结构示意图

1.1.1.3.2 滚动导向支架采用圆周六点分布的点接触结构与外护管接触，六点分布有助于提高芯管和外管之间的同心度，保证空气层的厚度不超过 15mm，避免造成由于空气层厚度超标带来的额外的对流传热。

1.1.1.3.3 滚动导向支架与芯管之间设置高强度隔热垫来降低热传导，滚动钢球与钢导管为点接触，通过减小接触面积来降低热传导，根据试验和工程实践，实际热桥效应没有明显体现。滚动导向支架接触的外保护管的表面温度 $\leq 50^{\circ}\text{C}$ ，不破坏外护管道的防腐层，保证了管道整体的防腐蚀性能均匀良好，增强管道的使用寿命。

1.1.2 A 型蒸汽管适用范围

1.1.2.1 介质：热水、蒸汽、热油、热物料等。

1.1.2.2 介质温度：不超过 350°C 。

1.1.2.3 介质压力：热水、蒸汽介质不超过 2.5Mpa，其他介质根据介质特殊要求确定。

1.1.2.4 敷设方式：主要用于直埋敷设，可用于地沟和要求较高的架空管道。

1.1.2.5 直埋敷设环境：地下水位较低，管道敷设埋深在水位线以上。

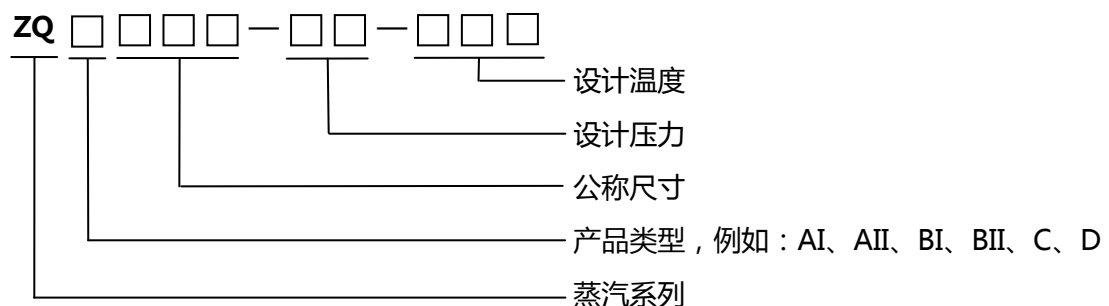
1.1.2.6 严寒环境：建议敷设深度在冻土层以下。

1.1.2.7 特殊要求：架空敷设时外护管外表面建议采取防晒措施。

1.1.3 A 型蒸汽管执行标准

Q/YDJ.001	《A 型预制直埋蒸汽保温管及管件》
CJ/T 200-2004	《城镇供热预制直埋蒸汽保温管技术条件》
CJJ/T 104-2014	《城镇供热直埋蒸汽管道技术规程》
GB/T 8163-2008	《输送流体用无缝钢管》
GB/T 9711-2011	《石油天然气工业管线系统输送用钢管》
GB/T 13350-2008	《绝热用玻璃棉及其制品》
GB/T 29047-2012	《高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管》
CJ/T 129-2000	《玻璃纤维增强塑料外护层聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管》
CJ/T 3079-1998	《玻璃纤维增强塑料夹砂管》

1.1.4 A 型蒸汽管型号



例：ZQAI500-1.6-250 表示芯管通径为 DN500，压力为 1.6MPa，温度为 250℃，AI 型预制直埋蒸汽保温管

1.1.5 A 型蒸汽管标准配置

本节所述材料选用系针对产品的标准配置而言，用户可以根据使用需要提出其他材料选择。

1.1.5.1 设计运行温度为 300℃以下时工作管形式：DN150 及以下采用无缝钢管，标准 GB/T 8163，材质 20#钢，单根长度为不定尺；DN200 及以上规格采用双面埋弧螺旋焊缝钢管，标准 GB/T 9711，材质为 Q235B。单根长度为 12m 定尺。

1.1.5.2 设计运行温度大于 300℃时工作管均采用无缝钢管，标准 GB/T 8163，材质 20#钢。单根长度为不定尺，对于无法采购到无缝管的规格，应采用双面埋弧螺旋焊缝钢管，标准 GB/T 9711，材质 Q325B，100%射线探伤，无丁字接口。单根长度 12m 定尺。

1.1.5.3 滚动导向支架：材质为 Q235B，与外护管球面接触，接触点数根据强度要求和内外管同心度确定。每根管道内安装 2 个导向支架。相邻导向支架间最大距离不大于工作管架空安装允许跨距值（尤其指小口径钢管）。

1.1.5.4 离心玻璃棉保温层：采用欧文斯·克宁公司或伊索维尔公司生产的超细离心玻璃棉卷毡。缠绕厚度按订货要求。

1.1.5.5 反射层：玻璃纤维复合铝箔布，每层反射层均为双层玻璃纤维复合铝箔布。

1.1.5.6 钢导管：螺旋焊缝钢管或直缝焊钢管。规格按订货要求。

1.1.5.7 聚氨酯保温层：聚氨酯硬泡，密度 $\geq 60\text{kg/m}^3$ 。厚度按订货要求。成型方式为灌注发泡或喷涂发泡。

1.1.5.8 外护层：AI 型蒸汽管标准配置为玻璃纤维缠绕增强热固树脂夹砂管（FRP），AII 型蒸汽管标准配置为高密度聚乙烯塑料管（HDPE）。

1.1.6 A 型蒸汽管可选择配置

除了标准配置交货状态条件外，用户可选择的配置有（需在订货合同中单独注明）。

1.1.6.1 聚氨酯保温层端部热收缩端帽防水密封，每根管道配置 2 个防水密封端帽，出厂前安装好并保证防水密封效果；

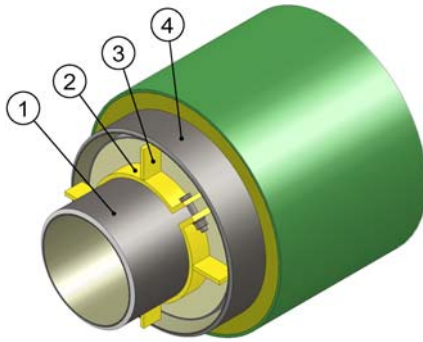
1.1.6.2 交货长度（以工作管为准）可以按照工程实际要求明确非定尺长度。

1.1.7 A 型蒸汽管的交货条件

1.1.7.1 直管两端的工作管管端和保温层及外护管端部安装织物端帽，用于遮挡雨水和异物进入工作管。

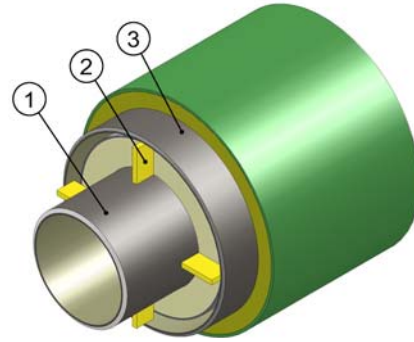
1.1.7.2 管身外护管整长上均布 3 道草绳或油绳。草绳或油绳的直径不小于 20mm，每道缠绕圈数不少于 5 圈，并排缠绕并系紧。

1.1.7.3 工作管与钢导管之间焊接运输定位板，运输定位板的焊接原则参见第二章 2.1.6.6 节。结构见图 1-3，图 1-4。



①工作管 ②套管 ③运输定位板 ④钢导管

图 1-3 带套管的运输定位板焊接示意图



①工作管 ②运输定位板 ③钢导管

图 1-4 不带套管的运输定位板焊接示意图

1.1.7.4 定位板的数量根据管径确定，但不得少于 3 个，定位板的涂装为黄色油漆。

1.1.7.5 钢导管裸露端出厂前除锈并喷防锈漆处理。

1.1.7.6 管道外护管外表面喷涂或者粘贴产品标识，标识信息包括产品名称、产品规格、执行标准、产品编号、介质温度、生产日期、制造商、地址、电话、特种设备制造许可证编号等。

1.1.7.7 不定尺的管道需要在外表面上注明其实际长度。

1.1.7.8 如果涉及到安装方向的，有明确的安装方向标识。

1.1.7.9 除了竖直安装方向箭头之外，其他每种标识均需按照管道截面内圆周间隔 120°均布。

1.1.7.10 工作管管端截面超出钢导管管端截面的裸露端长度为 150~250mm，钢导管管端截面超出外护管管端截面的裸露端长度为 80~100mm。

1.1.7.11 AI 型外护管为玻璃纤维缠绕增强热固树脂夹砂管；AII 型外护管为高密度聚乙烯塑料管。

1.1.7.12 随货文件，包括交货产品的出厂合格证，质量证明书。

1.1.8 A 型蒸汽管常用规格

1.1.8.1 常用规格是按照常用计算参数表 1-1，按照双层圆筒壁传热计算方法（公式 1-1~公式 1-6），在核算各结构层强度的基础上确定的。其中，聚氨酯保温层的最小厚度为 30mm，如果计算值小于 30mm，则取值为 30mm。

1.1.8.2 常用规格的产品配置为标准配置，使用玻璃纤维缠绕增强热固树脂夹砂管（FRP）和高密度聚乙烯（HDPE）外护管，由于规格配套性原因，两种产品规格略有不同。AI 型蒸汽管标准配置见表 1-2~表 1-4，AII 型蒸汽管标准配置见表 1-5~表 1-7。

1.1.8.3 常用规格产品的工作管管径范围为 DN50~800。超出常规规格范围的产品参数请另外咨询大连益多管道有限公司销售部或您能够联系到的销售经理。

表 1-1 常用规格计算的常用参数表

参数名称	参数数值
管顶埋深 (m)	1.2
土壤导热系数 (W/m·°C)	1.5
管中心埋深土壤年平均温度 (°C)	15
玻璃棉导热系数方程 (W/m·°C)	$\lambda_1 = 0.027 + 0.00008 (T_0 + T_1)$
聚氨酯导热系数 (W/m·°C)	0.033
管道外表面温度 T_2 (°C)	≤ 50
保温层层间温度 T_1 (°C)	100 ~ 120

双层圆筒壁传热方程组为：

$$Q = \frac{T_0 - T_1}{\frac{1}{2\pi\lambda_1} \ln \frac{D_1}{D_0}} \quad (1-1)$$

$$Q = \frac{T_1 - T_2}{\frac{1}{2\pi\lambda_2} \ln \frac{D_2}{D_1}} \quad (1-2)$$

$$Q = \frac{T_2 - T_s}{\frac{1}{2\pi\lambda_s} \ln \frac{4H_c}{D_2}} \quad (1-3)$$

$$H_c = H + R_0\lambda_s \quad (1-4)$$

$$\lambda_1 = 0.027 + 0.00008 (T_0 + T_1) \quad (1-5)$$

$$Q = \pi D_0 q \quad (1-6)$$

式中：

T_0 — 介质温度，°C

T_1 、 T_2 — 各界面温度，°C

T_s — 管中心埋深处土壤的年平均温度，°C

λ_1 — 内保温层导热系数，W/m·°C

λ_2 — 外保温层导热系数，0.033W /m·°C

λ_s — 土壤的导热系数，通常取值 1.0 ~ 2.0 W/m·°C

D_0 — 芯管外径，m

D_1 — 内保温层外径, m

D_2 — 外保温层外径, m

H — 管中心埋深, m

H_c — 埋深 H 的修正值, m

R_0 — 土壤表面的表面换热热阻, 通常可取值为 $0.0685 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$

Q — 单位长度管道热损失, W/m

q — 整体管道每平米热损失, W/m²

表 1-2 AI 型蒸汽管标准配置 温度 200°C 流速 30m/s

通径 DN	工作管 mm		钢导管 mm	高温层 mm	PUR mm	FRP mm	热损 W/m	理论温降 °C/km
	1.6MPa	2.5MPa						
50	57×3	57×4	177.8×4	50	30	247.8×5	34	42.6
			193.7×4	60	30	263.7×5	32	40.1
			244.5×4	80	30	314.5×5	29	36.3
			355.6×6	135	30	425.6×5	25	31.3
65	76×4	76×4	193.7×4	50	30	263.7×5	39	24.5
			244.5×4	75	30	314.5×5	35	22.0
			355.6×6	125	30	425.6×5	29	18.2
			406.4×6	150	30	476.4×5	27	17.0
80	89×4	89×4	219.1×4	60	30	289.1×5	42	21.1
			244.5×4	65	30	314.5×5	39	19.6
			273×5	80	30	343×5	37	18.6
			355.6×6	120	30	425.6×5	32	16.1
			406.4×6	145	30	476.4×5	30	14.6
100	108×4	108×5	244.5×4	60	30	314.5×5	46	14.5
			355.6×6	110	30	425.6×5	36	11.3
			457×6	160	30	527×5	32	10.1
125	133×4	133×5	273×5	60	30	343×5	51	10.7
			355.6×6	100	30	425.6×5	42	8.8
			457×6	150	30	527×5	36	7.5
150	159×5	159×6	273×5	50	30	343.5×5	62	8.7
			355.6×6	85	30	425.6×5	50	7.0
			457×6	135	30	527×5	41	5.7
200	219×6	219×7	355.6×6	60	30	425.6×5	72	5.3
			406.4×6	80	30	476.4×5	62	4.6

续表 1-2

通径 DN	工作管 mm		钢导管 mm	高温层 mm	PUR mm	FRP mm	热损 W/m	理论温降 °C/km
	1.6MPa	2.5MPa						
200	219×6	219×7	457×6	105	30	527×5	56	4.1
250	273×6	273×7	406.4×6	60	30	476.4×5	86	4.0
300	325×7	325×7	457×6	60	30	527×5	97	3.2
350	377×7	377×8	508×6	60	30	578×5	109	2.7
400	426×7	426×8	559×6	60	30	629×5	119	2.3
450	478×7	478×8	610×6	60	30	680×5	131	2.0
500	529×7	529×10	660×6	60	30	730×5	142	1.7
600	630×8	630×10	813×6	80	30	883×5	138	1.2
700	720×8	720×11	920×8	90	30	990×5	146	1.0
800	820×9	820×12	1020×8	90	30	1090×5	163	0.8

表 1-3 AI 型蒸汽管标准配置 温度 250°C 流速 30m/s

通径 DN	工作管 mm		钢导管 mm	高温层 mm	PUR mm	FRP mm	热损 W/m	理论温降 °C/km
	1.6MPa	2.5MPa						
50	57×3	57×4	177.8×4	50	30	247.8×5	46	72.5
			193.7×4	60	30	263.7×5	45	70.9
			219.1×4	70	30	289.1×5	42	66.2
			244.5×4	80	30	314.5×5	40	63.0
			325×5	120	30	395×5	36	56.7
65	76×4	76×4	193.7×4	50	30	263.7×5	55	43.5
			219.1×4	60	30	289.1×5	51	40.1
			273×5	85	30	343×5	46	36.4
			325×5	110	30	395×5	42	33.2
80	89×4	89×4	219.1×4	60	30	289.1×5	58	36.8
			273×5	80	30	343×5	51	32.3
			355.6×6	120	30	425.6×5	44	27.9
			426×6	150	30	496×5	40	25.4
			508×6	195	30	578×5	37	23.5
100	108×4	108×5	244.5×4	60	30	314.5×5	68	26.9
			355.6×6	110	30	425.6×5	50	19.8
			426×6	145	30	496×5	45	17.8

续表 1-3

通径 DN	工作管 mm		钢导管 mm	高温层 mm	PUR mm	FRP mm	热损 W/m	理论温降 °C/km
	1.6MPa	2.5MPa						
125	133×4	133×5	273×5	60	30	343×5	71	18.7
			355.6×6	100	30	425.6×5	59	15.6
			478×6	150	30	548×5	49	12.9
150	159×5	159×6	289×5	55	30	359×5	82	14.4
			355.6×6	85	30	425.6×5	69	12.1
			478×6	145	30	548×5	56	9.8
200	219×6	219×7	355.6×6	60	30	425.6×5	100	9.3
			478×6	115	30	548×5	74	6.9
			559×6	155	30	629×5	65	6.1
250	273×6	273×7	406.4×6	60	30	476.4×5	110	6.5
			508×6	105	30	578×5	90	5.3
300	325×7	325×7	508×6	80	30	578×5	115	4.8
350	377×7	377×8	559×6	80	30	629×5	128	3.9
400	426×7	426×8	630×6	90	30	700×5	133	3.2
450	478×7	478×8	660×6	80	30	730×5	154	2.9
500	529×7	529×10	762×6	105	30	832×5	145	2.2
600	630×8	630×10	864×6	105	30	934×5	166	1.8
700	720×8	720×11	1020×8	135	30	1096×5	157	1.3
800	820×9	820×12	1120×8	135	30	1200×5	173	1.1

表 1-4 AI 型蒸汽管标准配置 温度 300°C 流速 30m/s

通径 DN	工作管 mm		钢导管 mm	高温层 mm	PUR mm	FRP mm	热损 W/m	理论温降 °C/km
	1.6MPa	2.5MPa						
50	57×3	57×4	193.7×4	60	30	263.7×5	61	108.7
			273×5	95	30	343×5	54	96.2
			406.4×6	160	30	474.4×5	47	83.8
			508×6	210	30	578×5	43	76.6
			610×6	265	30	680×5	41	73.1

续表 1-4

通径 DN	工作管 mm		钢导管 mm	高温层 mm	PUR mm	FRP mm	热损 W/m	理论温降 °C/km
	1.6MPa	2.5MPa						
65	76×4	76×4	219.1×4	60	30	289.1×5	69	61.8
			325×5	110	30	395×5	59	52.9
			478×6	190	30	548×5	50	44.8
			610×6	250	30	680×5	46	41.2
80	89×4	89×4	219.1×4	55	30	289.1×5	77	55.3
			325×5	105	30	395×5	64	45.9
			478×6	180	30	548×5	54	38.8
			610×6	245	30	680×5	49	35.2
			720×6	300	30	790×6	46	33.0
100	108×4	108×5	244.5×4	60	30	314.5×5	85	38.1
			377×6	120	30	447×5	68	30.5
			478×6	170	30	548×5	60	26.9
125	133×4	133×5	273×5	60	30	343×5	96	28.7
			377×6	110	30	447×5	78	23.3
			478×6	160	30	548×5	69	20.6
150	159×5	159×6	325×5	70	30	395×5	100	19.9
	159×5	159×6	478×6	145	30	425.6×5	78	15.5
	159×5	159×6	610×6	210	30	680×5	68	13.5
200	219×6	219×7	406.4×6	80	30	474.4×5	117	12.3
			508×6	130	30	578×5	97	10.2
			610×6	180	30	680×5	85	9.0
250	273×6	273×7	478×6	90	30	548×5	129	8.6
			610×6	155	30	680×5	103	6.8
300	325×7	325×7	559×6	80	30	629×5	136	6.4
350	377×7	377×8	630×6	115	30	700×5	145	5.0
400	426×7	426×8	711×6	130	30	781×5	149	4.1
450	478×7	478×8	762×6	130	30	832×5	161	3.4
500	529×7	529×10	820×6	130	30	890×5	171	3.0
600	630×8	630×10	1020×8	180	30	1090×5	163	2.0
700	720×8	720×11	1120×8	185	30	1190×5	176	1.6
800	820×9	820×12	1220×8	185	30	1290×5	199	1.4

表 1-5 AII 型蒸汽管标准配置 温度 200°C 流速 30m/s

通径 DN	工作管 mm		钢导管 mm	高温层 mm	PUR mm	HDPE mm	热损 W/m	理论温降 °C/km
	1.6MPa	2.5MPa						
50	57x3	57x4	159x4.5	41.5	42	250x3.9	36	45.1
			219x6	70	43.1	315x4.9	32	40.1
			273x6	97	57.9	400x5.6	28	35.1
65	76x4	76x4	219x6	60.5	43.1	315x4.9	38	23.9
			273x6	87.5	57.9	400x5.6	32	20.1
80	89x4	89x4	219x6	54	43.1	315x4.9	42	21.1
			273x6	81	57.9	400x5.6	35	17.6
100	108x4	108x5	219x6	44.5	43.1	315x4.9	49	15.4
			273x6	71.5	57.9	400x5.6	40	12.6
			325x6	97.5	55.2	450x7.3	38	12.0
125	133x4	133x5	273x6	59	57.9	400x5.6	46	9.6
			325x6	85	55.2	450x7.3	43	9.0
150	159x5	159x6	273x6	46	57.9	400x5.6	54	7.5
			325x6	72	55.2	450x7.3	50	7.0
200	219x6	219x7	377x6	68	53.7	500x7.8	62	4.6
250	273x6	273x7	426x6	65.5	58.2	560x8.8	70	3.3
300	325x7	325x7	478x6	65.5	52.2	600x8.8	82	2.7
350	377x7	377x8	529x6	65	51.7	650x8.8	91	2.2
400	426x7	426x8	630x6	91	56.2	760x8.8	87	1.7
450	478x7	478x8	630x6	65	56.2	760x8.8	104	1.6
500	529x7	529x10	720x6	84.5	55	850x10	104	1.3
600	630x8	630x10	820x8	82	55	950x10	120	1.0
700	720x8	720x11	920x8	87	57.5	1055x12	128	0.8
800	820x9	820x12	1020x8	87	57.5	1155x12	141	0.7

表 1-6 AII 型蒸汽管标准配置 温度 250℃ 流速 30m/s

通径 DN	工作管 mm		钢导管 mm	高温层 mm	PUR mm	HDPE mm	热损 W/m	理论温降 °C/km
	1.6MPa	2.5MPa						
50	57x3	57x4	219x6	70	43.1	315x4.9	43	67.7
			273x6	97	57.9	400x5.6	37	58.3
65	76x4	76x4	219x6	60.5	43.1	315x4.9	50	39.6
			273x6	87.5	57.9	400x5.6	43	34.0
80	89x4	89x4	219x6	54	43.1	315x4.9	56	35.5
			273x6	81	57.9	400x5.6	47	29.8
100	108x4	108x5	273x6	71.5	57.9	400x5.6	53	21.0
			325x6	97.5	55.2	450x7.3	50	19.8
125	133x4	133x5	325x6	85	55.2	450x7.3	58	15.3
			377x6	111	53.7	500x7.8	55	14.5
150	159x5	159x6	325x6	72	40.5	420x7	73	12.8
			377x6	98	54.5	500x7.8	62	10.9
200	219x6	219x7	426x6	92.5	58.2	560x8.8	74	6.9
			478x6	118.5	52.2	600x8.8	71	6.6
250	273x6	273x7	478x6	91.5	52.2	600x8.8	87	5.1
300	325x7	325x7	529x6	91	51.7	650x8.8	98	4.1
350	377x7	377x8	630x6	115.5	56.2	760x8.8	98	3.0
400	426x7	426x8	720x6	136	55	850x10	101	2.4
450	478x7	478x8	720x6	110	55	850x10	117	2.2
500	529x7	529x10	820x8	132.5	55	950x10	118	1.8
600	630x8	630x10	920x8	132	57.5	1055x12	132	1.4
700	720x8	720x11	1020x8	137	55.5	1155x12	143	1.2
800	820x9	820x12	1120x8	137	58	1260x12	157	1.0

表 1-7 AII 型蒸汽管标准配置 温度 300°C 流速 30m/s

通径 DN	工作管 mm		钢管 mm	高温层 mm	PUR mm	HDPE mm	热损 W/m	理论温降 °C/km
	1.6MPa	2.5MPa						
50	57x3	57x4	219x6	70	43.1	315x4.9	54	96.2
			273x6	97	57.9	400x5.6	48	85.5
			325x6	123	55.2	450x7.3	46	82.0
65	76x4	76x4	273x6	87.5	57.2	400x6.3	55	49.3
			325x6	113.5	55.2	450x7.3	53	47.5
80	89x4	89x4	325x6	107	55.2	450x7.3	57	40.9
			377x6	133	53.7	500x7.8	55	39.5
100	108x4	108x5	325x6	97.5	55.2	450x7.3	64	28.7
			377x6	123.5	53.7	500x7.8	61	27.3
125	133x4	133x5	377x6	111	53.7	500x7.8	69	20.6
			426x6	135.5	58.2	560x8.8	65	19.4
150	159x5	159x6	426x6	122.5	58.2	560x8.8	72	14.3
200	219x6	219x6	478x6	118.5	52.2	600x8.8	90	9.5
250	273x6	273x7	529x6	117	51.7	650x8.8	103	6.8
300	325x7	325x7	630x6	141.5	55	760x10	106	5.0
350	377x7	377x8	720x6	160.5	55	850x10	111	3.9
400	426x7	426x8	820x8	184	55	950x10	114	3.1
450	478x7	478x8	820x8	158	55	950x10	130	2.8
500	529x7	529x10	920x8	182.5	55.5	1055x12	131	2.3
600	630x8	630x10	1020x8	182	55.5	1155x12	148	1.8
700	720x8	720x11	1120x8	187	58	1260x12	159	1.5
800	820x9	820x12	1220x8	187	68	1380x12	167	1.2

1.2 A 型蒸汽内固定节

1.2.1 A 型蒸汽内固定节概述

1.2.1.1 内固定节是多种类型“钢套钢”蒸汽管道配套管件所特有的固定结构，结构原理是通过外管来固定工作管，使得在固定点上，外管和工作管的位置保持相对固定。

1.2.1.2 内固定节只保证工作管与外护管的位置不变，与土壤之间的位置可能是飘移的。

1.2.1.3 内固定节的功能在于将直管段划分成若干个补偿单元，每个补偿单元中安装一台补偿器，以确定该单元内所需补偿管道的总长度，保证补偿器不会在运行中超过所允许的工作范围。

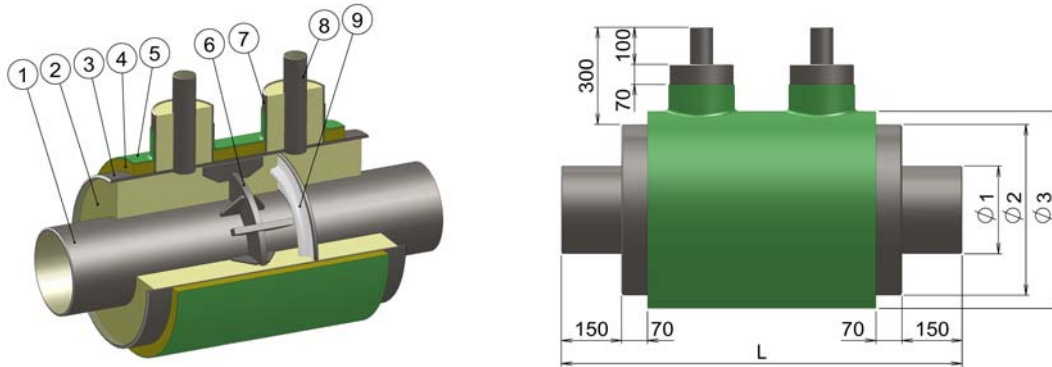
1.2.1.4 A 型直埋蒸汽保温内固定节是不承受盲板推力的，只承受膨胀节变形弹性力 F_{kn} 和工作钢管位移所产生的摩擦力 F_{fn} ，可将内固定节视为中间固定支架。

1.2.1.5 中间固定支架理论上受力为零，但实际工作中由于安装误差，会导致内固定节两端长度及同轴度

的不同，所产生的摩擦阻力也不同，同时由于热量的传递是从一端开始，所以工作初始时膨胀节的位移量也是不同的，因此内固定节的受力按单向受力计算是比较安全的。

$$F_{NG} = F_{Kn} + F_{fn}$$

1.2.2 A 型蒸汽内固定节结构



①工作管 ②高温保温层 ③钢导管 ④保温层 ⑤防腐层 ⑥内固定组件 ⑦隔断组件 ⑧排潮管外护管 ⑨排潮管

图 1-5 A 型蒸汽内固定节结构示意图

1.2.3 A 型蒸汽内固定节型号

ZQA·(NG) (通径) - (压力) - (温度)

例：ZQA·NG500-1.6-300 通径为 DN500，压力为 1.6MPa，温度为 300°C 的 A 型蒸汽预制保温内固定节。

1.2.4 A 型蒸汽内固定节标准配置

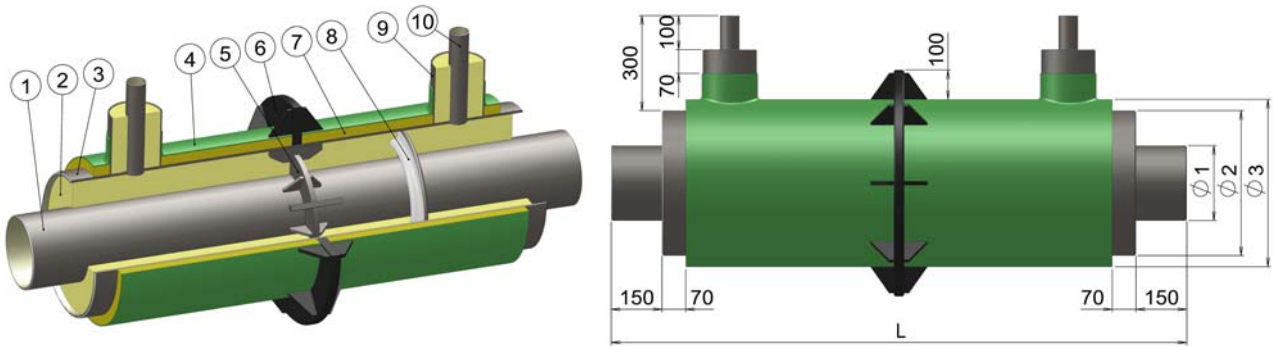
表 1-8 A 型蒸汽内固定节标准配置参数表

通径 DN	设计推力 KN		总长 mm	通径 DN	设计推力 KN		总长 mm
	1.6 MPa	2.5 MPa			1.6 MPa	2.5 MPa	
50	5	8	800	300	38	57	800
65	6	10	800	350	44	73	850
80	7	12	800	400	46	77	850
100	8	13	800	450	57	80	850
125	14	22	800	500	81	120	850
150	15	24	800	600	98	144	1000
200	25	39	800	700	118	175	1000
250	28	43	800	800	144	210	1000

1.3 A 型蒸汽全固定节

1.3.1 A 型蒸汽全固定节概述

1.3.1.1 全固定节又称内、外固定节，是将外护钢管和工作管的某一点固定在土壤中，由于 A 型管道钢导管设计温度为 110°C ，因此钢导管在土壤中有热位移的，否则钢导管所产生的热应力将损坏钢导管。因此钢导管设置有外补偿器，补偿器的安装距离应满足于最小摩擦长度 L_{\min} 。



①工作管 ②高温保温层 ③外护钢管 ④防腐层 ⑤内固定组件
⑥外固定组件 ⑦保温层 ⑧隔断组件 ⑨排潮管外护管 ⑩排潮管

图 1-6 A 型全固定节示意图

1.3.2 A 型蒸汽全固定节在管道中的布置与受力计算

1.3.2.1 全固定节布置 1

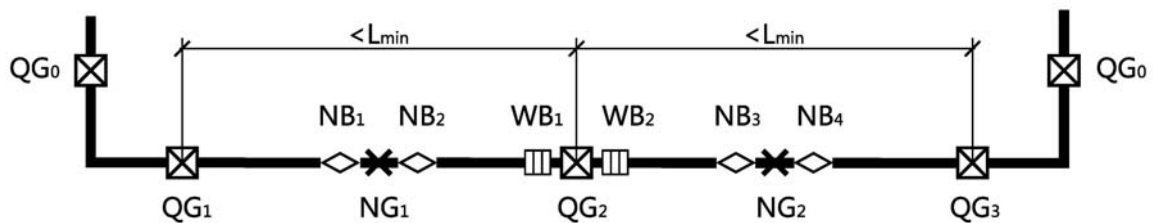


图 1-7 A 型全固定节布置 1

图中：QG — 全固定节

NG — 内固定节

NB — 内管补偿器

WB — 外管补偿器

1.3.2.2 受力分析

QG₁ 和 QG₃ 在布置图中所对应的受力 F_1 、 F_3 是相同的，因此所受的力来自内管补偿器的盲板力 F_e 、内管补偿器的弹性力 F_{kn} 、内管与外管的摩擦力 F_{fn} 、外管与土壤的摩擦力 F_{fw} 、外管补偿器的弹性力 F_{kw} 、弯管自然补偿产生的弹性反力 F_u ，作用在固定节 QG₁ 和 QG₃ 的净载荷为所有力的矢量和。

$$F_1 = F_3 = F_e + F_{kn} + F_{fn} + F_{fw} + F_{kw} + F_u$$

式中：

F_e — 盲板力 (KN)

$$F_e = P A_e$$

P — 系统压力(PMa)

A_e — 补偿器有效面积(mm²)

F_{kn} — 内管补偿器的弹性力 (KN)

F_{fn} — 内管与外管的摩擦力 (KN)

F_{fw} — 外管与土壤的摩擦力 (KN)

$$F_{fw} = F_{max} L$$

F_{max} — 单位长度最大摩擦力 (KN/m)

L — 计算长度 (m)

$$F_{max} = \pi g \rho \mu H D_w$$

G — 重力加速度 (m/s²)

ρ — 土壤密度 (Kg/m³)

μ — 摩擦系数, 取 0.4

H — 管道中心埋深 (m)

D_w — 管道最大外径 (m)

F_{kw} — 外管补偿器的弹性力 (KN)

F_u — 弯管自然补偿产生的弹性反力 (KN)

Q_G2 可以视为中间固定支架, 不承受盲板推力, 但由于在安装上两端管道长度的误差及回填土的不一致性, 导致两端管道的推力不平衡, 为了安全起见, 设定 F_2 的推力为单边推力 F_2' 的 0.2 倍。

$$F_2' = F_{kn} + F_{fn} + F_{kw}$$

$$F_2 = 0.2 F_2'$$

1.3.2.3 全固定节布置 2

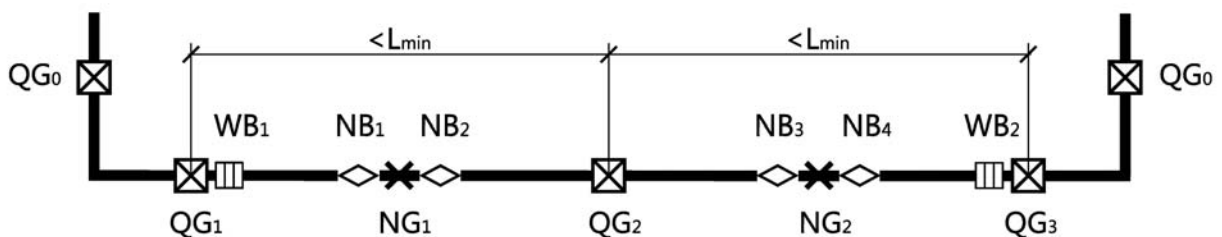


图 1-8 A 型全固定节布置 2

$$F_1 = F_3 = F_e + F_{kn} + F_{fn} + F_{kw} + F_u$$

$$F_2' = F_{kn} + F_{fn} + F_{kw} + F_{fw}$$

$$F_2 = 0.2 F_2'$$

1.3.2.4 全固定节布置 3

布置 3 中两全固定节设置距离小于 2 倍的最小摩擦长度 $2L_{min}$ ，理论驻点在中心位置，外护钢管向两端膨胀位移。由于理论驻点与实际驻点有一定的误差，因此计算补偿量和摩擦力时应增加 10% 计算长度。

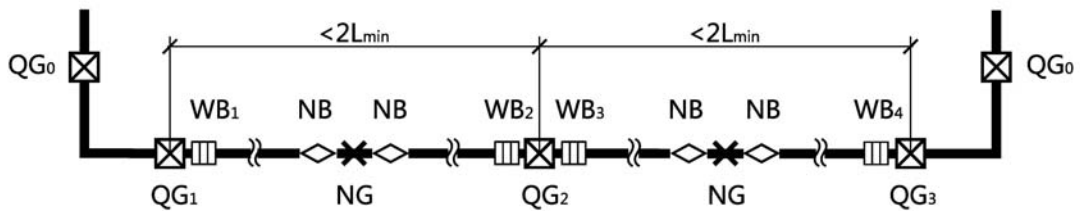


图 1-9 A 型全固定节布置 3

$$F_1 = F_3 = F_e + F_{kn} + F_{fn} + F_{kw} + F_u$$

$$F_2' = F_{kn} + F_{fn} + F_{kw}$$

$$F_2 = 0.2 F_2'$$

1.3.2.5 全固定节布置 4

全固定节 QG_1 和 QG_3 设置在拐点上即弯管全固定节，固定节所承受的力是有夹角的，因此先计算出单边受力，再将每个力的矢量相加。

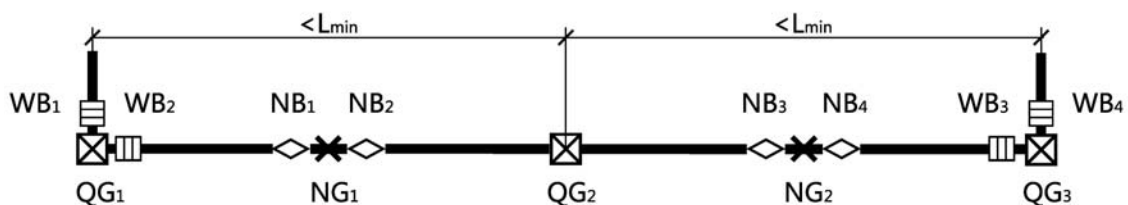


图 1-10 A 型全固定节布置 4

$$F_1' = F_e' + F_{kn}' + F_{fn}' + F_{kw}'$$

$$F_1'' = F_e'' + F_{kn}'' + F_{fn}'' + F_{kw}''$$

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_3 = \vec{F}_1' + \vec{F}_1''$$

$$F_2' = F_{kn} + F_{fn} + F_{kw} + F_{fw}$$

$$F_2 = 0.2 F_2'$$

1.3.3 A 型蒸汽全固定节标准配置

从以上布置图和计算中不难看出，固定节的安装位置和两端是否安装外管补偿器决定了固定节的受力情况，因此用户在订购时一定要提供固定节的承载数据。益多公司目前全固定节标准配置是按布置 2 和布置 3 模式中 QG1 和 QG3 所对应的 F1 和 F3 进行计算配置的，用户选用时方便、可靠。

表 1-9 A 型蒸汽全固定节标准配置表

通径 DN	设计推力 KN		推力盘 高度 mm	排潮管 间距 mm	总长度 mm
	1.6MPa	2.5MPa			
50	12	16	80	1000	1700
65	13	18	80	1000	1700
80	23	32	80	1000	1700
100	31	46	80	1000	1700
125	45	65	80	1200	1900
150	62	88	80	1200	1900
200	108	152	80	1200	1900
250	164	236	100	1200	1900
300	221	323	100	1200	1900
350	278	408	100	1400	2100
400	347	509	120	1400	2100
450	426	626	120	1400	2100
500	508	752	120	1400	2100
600	707	1046	160	1400	2100
700	930	1374	160	1600	2300
800	1165	1735	160	1600	2300

1.4 A 型蒸汽其它管件

A 型蒸汽管其他管件在结构和形式与 B 型蒸汽管产品管件类似，只是在 B 型蒸汽管产品管件的外护管外面增加一层聚氨酯保温层，可参照 B 型蒸汽管管件进行选型。

1.5 A 型蒸汽管现场接口

1.5.1 A 型预制直埋蒸汽保温管和管件均预留了标准接口的管端，单纯就接口尺寸、规格和作业方式来说，管道与管道、管道与管件、管件与管件的接口是一样的。

1.5.2 A 型接口施工的主要过程为：

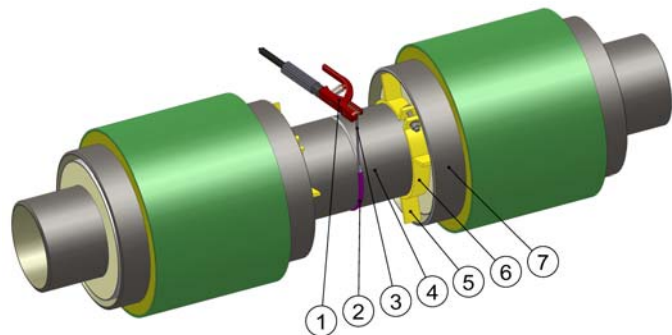
- 1) 工作管焊接和检验；
- 2) 保温层安装；
- 3) 反射层安装；
- 4) 钢导管焊接和检验；
- 5) 聚氨酯层制作；
- 6) 外护层制作。

1.5.3 A 型蒸汽管补口之第一步：工作钢管焊接和检验

1.5.3.1 工作管焊缝一般要求采用氩弧焊打底、电弧焊盖面的氩电联焊的焊接方式。工作钢管焊接见图 1-11。焊缝质量检验合格标准为 x-光探伤结果满足 GB3323 标注的 II 级片要求。焊缝强度应满足 1.5 倍静水压试验合格。

1.5.3.2 在工作管焊接、检验等整个过程中，请不要拆卸黄色涂装的运输定位板。运输定位板在保温过程开始前拆除。运输定位板在水压试验过程中有助于保护相连接的补偿设备，某种程度上减小补偿设备被拉出的可能性。

1.5.3.3 在进行静水压试验之前，除了补口部位之外，其余管道应进行土方回填，有助于在试压过程中稳定管道。通过土壤对管道的束缚以及运输定位版的相对固定作用，可防止水压试验过程中补偿器发生被拉出的问题。



①焊钳 ②焊缝 ③焊条 ④工作钢管
⑤运输定位版 ⑥套管 ⑦钢导管

图 1-11 A 型蒸汽管补口之第一步示意图

1.5.4 A 型蒸汽管补口之第二步：保温棉安装

1.5.4.1 工作管焊接后经检验合格后，去掉运输定位板，准备进行保温作业。

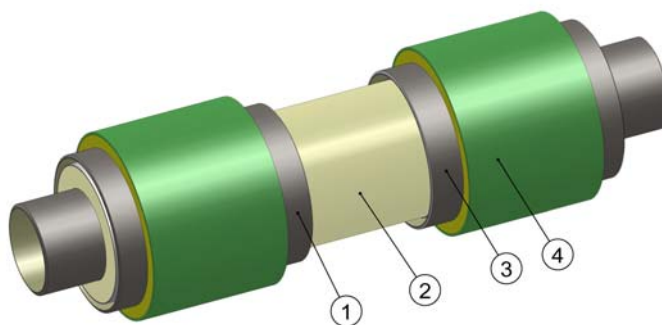
1.5.4.2 请用角磨机或者气割的方法切除运输定位板，禁止采用打砸的方式强行拆除运输定位板，以免损伤钢管。

1.5.4.3 在开始包覆保温层之前，应请补口作业质量控制人员逐个接口验证运输定位板是否已经全部去除，如果有必要，应请监理人员检视确认。

1.5.4.4 经确认后可以开始高温保温层的包覆作业。高温保温层的包覆安装见图 1-12。

高温保温层包覆作业要求：

- 1) 所用保温材料、包覆及填充方法、保温层厚度应与蒸汽管道高温保温层一致；
- 2) 如果采用玻璃棉保温，应保证补口位置高温保温层与管道两端高温保温层充分密切接触并有一定的压缩量，建议用 1.5~2 倍补口长度的玻璃棉包覆填充补口保温空间；
- 3) 补口高温保温层包覆完成后应采用胶带等较宽幅带状物临时将保温层固定，不准采用铁丝、细绳等捆绑保温棉，以防勒断保温材料；
- 4) 保温层安装完成后检验厚度、材料，确保与管道保温层一致；
- 5) 保温层安装过程中，应避免保温层受潮或受到雨淋、水侵等，保温层应处于干燥状态，雨天施工时，保温层做好后应采取防雨和防水措施；
- 6) 在降雨天气，如果管沟无法避免积水，且会浸泡保温层，则应停止保温作业；
- 7) 在高水位环境下，保温作业时应保证作业沟水位低于管底，防止保温棉受水浸；
- 8) 高水位环境保温作业之后应立即进行钢导管焊接作业，避免保温层受到水浸导致必须更换保温层。



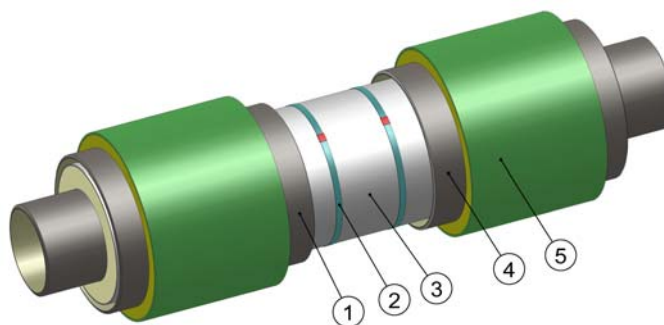
①钢导管 ②高温保温层 ③钢导管 ④外护层

图 1-12 A 型蒸汽管补口之第二步示意图

1.5.5 A 型蒸汽管补口过程之第三步：反射层安装

1.5.5.1 保温层临时固定完成后立即进行反射层安装，反射层采用玻璃纤维铝箔复合反射布，包覆层数为 2 层，铝箔朝向高温保温层。反射层安装见图 1-13。

1.5.5.2 反射布与管道反射布沿管道轴向全圆周搭接，搭接长度不小于 200mm，应采用措施将搭接部分塞入管道钢导管内并平整，避免褶皱。反射层安装完成后应采用不锈钢带捆扎。至少捆扎一道。捆扎固定不锈钢带的卡扣也应为不锈钢材质。



①钢导管 ②不锈钢带和卡扣 ③反射布 ④钢导管 ⑤外护层

图 1-13 A 型蒸汽管补口之第三步示意图

1.5.6 A 型蒸汽管补口之第四步：钢导管焊接

1.5.6.1 钢导管焊接应在第三步完成后随即进行，以防止降雨或地下水等浸湿保温层。钢导管焊接有两种方法：

1) 将一根管的钢导管牵引直至与另外一根管的钢导管管端接口对正，完成环焊缝对口和焊接；依次作业，直至半根管左右长度的保温层暴露时，采用小于该段两个钢导管端口之间长度 300mm 的钢导管套装进来，与一侧的钢导管焊接连接后，在依次重复上述操作，逐个完成钢导管补口焊接作业。

2) 在补口钢管上截取与拟焊接补口两钢导管端口之间距离等长的一段，沿轴向破开成两个半圆钢瓦，将其焊接安装在两个钢导管端口之间。钢导管焊接安装见图 1-14。

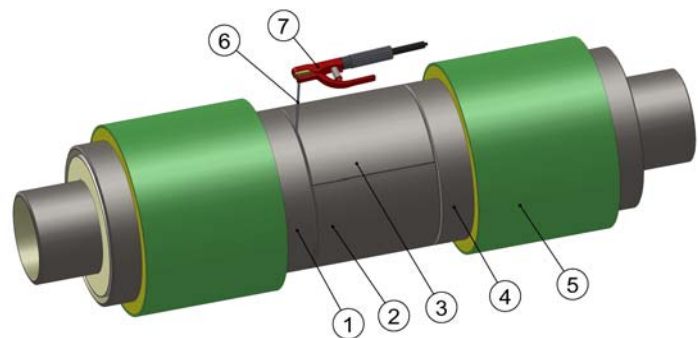
1.5.6.2 钢导管补口焊接应在反射层安装完成后随即进行，防止保温层收到雨水或地下水浸湿。

1.5.6.3 在地下水位较高的施工环境作业时，未补口保温管的保温层管端应始终保持方式密封完好无损。对于现场切割的管道，应现场安装切口处高温保温层的防水板。聚氨酯保温层端部也应采取防水密封措施，且现场切割管道应补充切口聚氨酯层端部的防水密封端帽。

1.5.6.4 在补口作业的整个过程中，都应防止保温层被水浸湿。保持保温层干燥有利于保证保温管道的隔热效果满足设计预期。同时，有助于保证保温层不会在运行中由于钢导管内积水过多汽化而剧烈排潮导致受损。

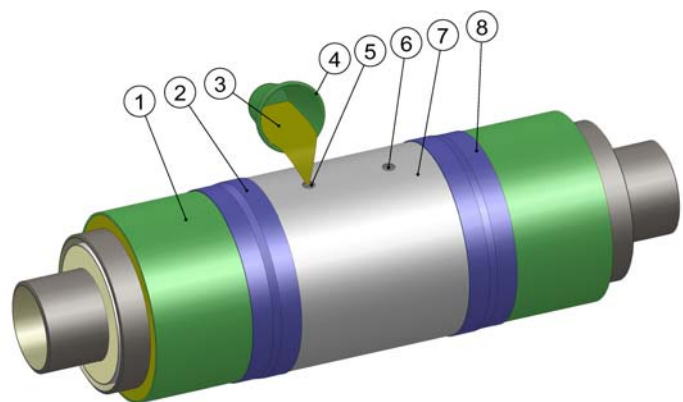
1.5.7 A 型蒸汽管补口之第五步：聚氨酯发泡

1.5.7.1 通过钢导管气密性试验的补口可进行聚氨酯发泡作业。聚氨酯发泡应在满足发泡条件的温度和湿度条件下进行。如果温度低于发泡温度要求，则应在发泡前对钢导管采取预热措施，并在预热后快速进行发泡作业。聚氨酯发泡作业见图 1-15。



①钢导管 ②钢导管补口下瓦 ③钢导管补口上瓦
④钢导管 ⑤外护层 ⑥焊条 ⑦焊钳

图 1-14 A 型蒸汽管补口之第四步示意图



①外护层 ②紧固带 ③聚氨酯料 ④塑料桶
⑤注料孔 ⑥排气孔 ⑦发泡护板 ⑧紧固带

图 1-15 A 型蒸汽管补口之第五步-1 示意图

1.5.7.2 聚氨酯发泡过程采用临时发泡护板围护补口管段进行发泡料的注入，围护板朝向发泡型腔的一侧应事先涂覆脱模剂。发泡料注入在有电源条件时应采用发泡机注料。没有电源条件时，应采用合适的量杯确保原料配比满足要求，在注入发泡腔体之前，应用电钻带动搅拌桨叶充分混合发泡原料。将发泡护板围护钻好两个 $\Phi 30\text{mm}$ 孔：1个注料孔，1个排气孔，位置在管道的正上方，居中，间距为150~200mm。搅拌结束迅速将搅拌桶内的料倒入发泡注料孔内，待发泡沫从注料孔和排气孔溢出时迅速用硅酸铝毡将其封堵至发泡反应完成。

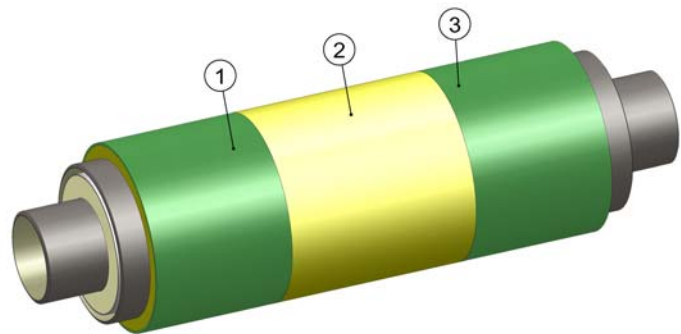
1.5.7.3 发泡完成并达到初步熟化时间（不少于15分钟）后，拆除临时围护并修整保温层。聚氨酯发泡修整后见图1-16。

1.5.7.4 聚氨酯保温层经修正并经过质量检查人员确认密度、充实度等指标满足要求后，方可进行下一步作业。当天完成的聚氨酯保温层必须当天进行外护层作业，防止被水浸湿。

1.5.7.5 如果保温层端部带有防水密封帽，则在进行聚氨酯保温发泡作业之前，应首先去除防水密封帽。发泡前，如果发现管端聚氨酯保温层有潮湿现象，应将潮湿的保温层剔除。

1.5.7.6 外护层作业后不应被水浸湿，以免影响树脂固化。如果在阴湿天气或高水位地区作业，外护层作业完成后应立即用玻璃纸严密包覆。

1.5.7.7 对于带有管端封帽的蒸汽管，如果已经去除管端封帽，则必须随即完成该补口的聚氨酯保温层发泡作业。并在发泡作业完成后，即刻进行FRP外护层手糊作业。



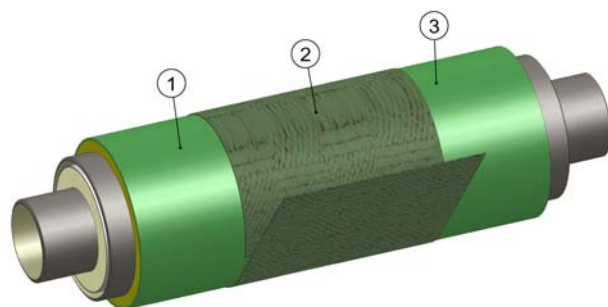
①外护层 ②聚氨酯保温层 ③外护层

图 1-16 A 型蒸汽管补口之第五步-2 示意图

1.5.8 A 型蒸汽管补口之第六步：手糊玻璃钢（FRP）外护层

聚氨酯层发泡合格并经修整完成后，应即刻进行手糊FRP外护层的作业。手糊玻璃钢外护层见图1-17。

1.5.8.1 手糊FRP外护层作业前，应彻底清洁原管道FRP外护层端部200mm范围内补口搭接区，经检查清洁作业合格后方可进行外护层制作。



①外护层 ②浸润树脂的无碱玻璃纤维方格布 ③外护层

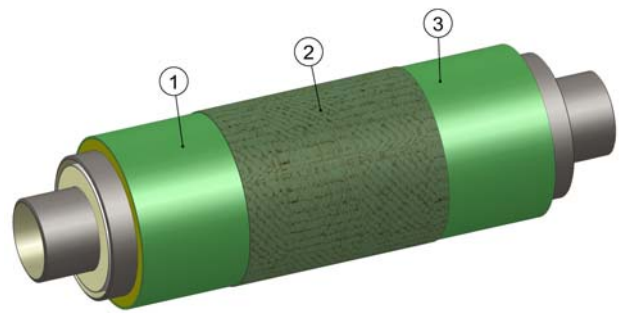
图 1-17 A 型蒸汽管补口之第六步-1 示意图

1.5.8.2 手糊 FRP 外护层采用预浸润树脂的无碱玻璃纤维方格布缠绕包覆在聚氨酯层外，补口段 FRP 外护层与原管道 FRP 外护层搭接的长度不得小于 200mm。

1.5.8.3 手糊作业过程中，应确保无碱玻璃纤维方格布在包覆前充分浸润树脂；包覆过程中应保持拉紧张力；包覆过程中每层均需采用压辊充分排出树脂内的空气，防止固化后出现气泡。手糊外护层的厚度应不小于主管道外护管的厚度。手糊玻璃钢外护层修整完成见图 1-18。

1.5.8.4 补口完成后 24 小时以内是玻璃钢的固化阶段，在此时间内，请不要进行回填，以免补口玻璃钢外护层受到损坏。特殊情况下，气温在不小于 20℃的条件下，可在 8 小时后回填。

1.5.8.5 如果 A 型蒸汽管的外护管材料为高密度聚乙烯，则补口外护管应按照高密度聚乙烯外护管聚氨酯保温管的补口程序和要求进行，相关内容请参见手册第一册 —《聚氨酯保温管及附件》第四章 1.2 节相应内容。



①管道 FRP 外护层 ②补口 FRP 外护层 ③管道 FRP 外护层

图 1-18 A 型蒸汽管补口之第六步-2 示意图

第二章 B 型预制直埋蒸汽保温管及管件

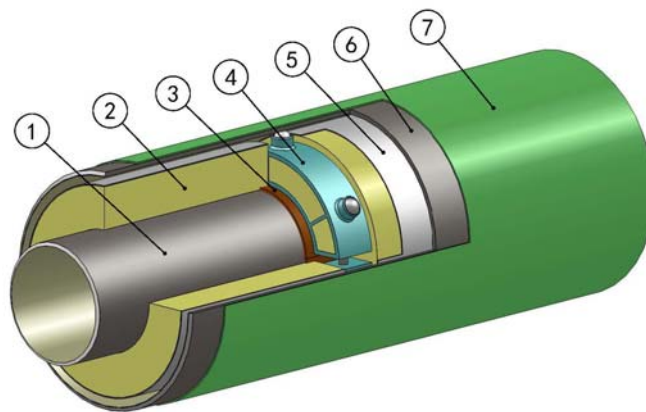
2.1 B 型预制直埋蒸汽保温管

2.1.1 B 型蒸汽管保温结构

2.1.1.1 B 型预制直埋蒸汽保温管简称 B 型蒸汽管，B 型蒸汽管有两种保温结构，分别是 BI 型蒸汽管和 BII 型蒸汽管。

2.1.1.2 B 型保温管与 A 型保温管的最大差别在于外护钢管的设计温度为 50℃，而 A 型保温管的外护钢管设计温度为 100~110℃，因此，在 50℃下的钢管热应力是小于许用应力的，外护钢管在土壤中大部分管段是锚固的，外护钢管是不需要补偿的。

2.1.1.3 BI 型蒸汽管的结构如图 2-1 所示。



①工作管 ②保温层 ③隔热垫 ④滚动导向支架 ⑤反射层 ⑥外护钢管 ⑦防腐层

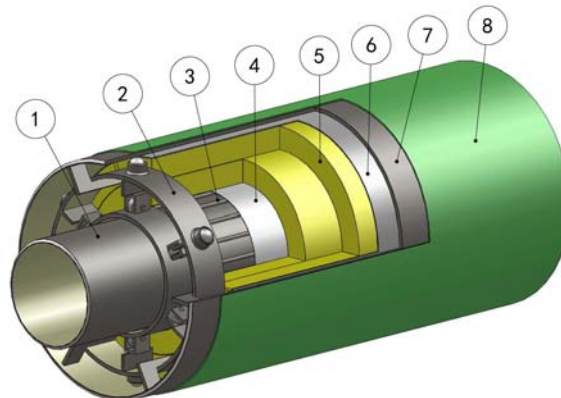
图 2-1 BI 型蒸汽管结构示意图

2.1.1.3.1 BI 型蒸汽管采用外滑动保温结构，即保温层和工作管相对不动，一起通过滚动导向支架沿外护钢管的内壁滑动。

2.1.1.3.2 各结构层的作用分别为：

- 1) 工作钢管：用于输送介质。
- 2) 滚动导向支架：用于支撑工作管并保持工作管与外护钢管之间保温空间，避免保温层承压。具有轴向和旋转自由度，安装对接过程中可移动和转动工作管。滚动导向支架的结构参见图 1-2。
- 3) 保温层：通过阻止热量传导和对流来阻止热量散失。
- 4) 反射层：通过反射作用减少辐射热损失。
- 5) 外护钢管：保护内部结构，承受外部载荷。
- 6) 防腐层：将外护钢管与敷设环境隔离，防止外护钢管与管外腐蚀环境接触。

2.1.1.4 BII 型蒸汽管的结构如图 2-2。



①工作管 ②导向支架总成 ③支撑拉筋 ④一次反射层
⑤保温层 ⑥二次反射层 ⑦外护管 ⑧防腐层

图 2-2 BII 型蒸汽管结构示意图

2.1.1.4.1 BII 型蒸汽管采用内滑动保温结构，即工作钢管与导向支架间发生相对滑动，保温层、导向支架和外护钢管是相对固定的。

2.1.1.4.2 相比于“外滑动式”的 BI 型蒸汽管，采用“内滑动导向保温结构”的 BII 型蒸汽管的不同点在于：两层空气隔热层+两层反射层都有助于改善管道的保温效果。工作状态下，保温层不受工作管热膨胀位移的影响，有利于避免靠近补偿设备位置保温层发生挤压或者在工作管回缩时出现无保温空缺，造成在此运行启动暖管和升温时段外护钢管温度过高，避免防护层因高温受损。

2.1.1.4.3 除了导向支架和保温结构外，内滑动导向结构的 BII 型蒸汽管的标准和可选配置与标准配置的 BI 型蒸汽管相同。

2.1.2 B 型蒸汽管适用环境

- 1) 介质：热水、蒸汽、热油、热物料等。
- 2) 介质温度：不超过 350℃。
- 3) 介质压力：热水、蒸汽介质不超过 2.5Mpa，其他介质根据介质特殊要求确定。
- 4) 敷设方式：主要用于直埋敷设，可用于地沟和要求较高的架空管道。
- 5) 直埋敷设环境：地下水位较低，管道敷设埋深在水位线以上。高水位环境使用需配置防水结构。
- 6) 严寒环境：建议敷设深度在冻土层以下。
- 7) 特殊要求：架空敷设时外护管外表面建议采用喷涂聚脲防护层，耐候性可以满足架空敷设要求。

2.1.3 B 型蒸汽管执行标准

Q/YDJ.002	《B 型预制直埋蒸汽保温管及管件》
CJ/T 200-2004	《城镇供热预制直埋蒸汽保温管技术条件》
CJJ/T 104-2014	《城镇供热直埋蒸汽管道技术规程》
GB/T 8163-2008	《输送流体用无缝钢管》

GB/T 9711-2011	《石油天然气工业管线系统输送用钢管》
SY/T 5037-2000	《低压流体输送管道用螺旋缝埋弧焊钢管》
GB/T 3091-2008	《低压流体输送用焊接钢管》
GB/T 13350-2008	《绝热用玻璃棉及其制品》
GB/T 16400-2007	《绝热用硅酸铝棉及其制品》
CJ/T 3079-1998	《玻璃纤维增强塑料夹砂管》
CECS 73-1995	《二甲苯型不饱和聚酯树脂防腐蚀工程技术规程》
CECS 133-2002	《包裹不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规范》
SY/T 0061-2004	《埋地钢质管道外壁有机防腐层技术规范》
HG/T 3831-2006	《喷涂聚脲防护材料刚性标准要求》
JGJ 210-2010	《喷涂聚脲规范》
SY/T 4106-2005	《管道无溶剂聚氨酯涂料内外防腐层技术规范》
HG/T 2006-2006	《热固性粉末涂料》
SY/T 0315-2005	《钢制管道单层熔结环氧粉末外涂层技术规范》
GB/T 18593-2001	《熔融结合环氧粉末涂料的防腐蚀涂装》
SY/T 0413-2002	《埋地钢制管道聚乙烯防腐层技术标准》
GB/T 23257-2009	《埋地钢制管道聚乙烯防腐层》

2.1.4 B 型蒸汽管型号

型号中各符号代表的含义参见第一章 1.1.4 节。

例： **ZQBI500-1.6-250** 表示管径为 DN500，压力 1.6MPa，温度 250℃，BI 型预制直埋蒸汽保温管
ZQBII500-1.6-250 表示管径为 DN500，压力 1.6MPa，温度 250℃，BII 型预制直埋蒸汽保温管

2.1.5 B 型蒸汽管标准配置

2.1.5.1 B 型蒸汽管标准配置是在用户无特殊订货要求条件下产品默认的材料、形式、尺寸、结构等参数条件。当用户有特殊订货要求时，除特殊要求之外配置仍然执行标准配置。

2.1.5.2 设计运行温度为 300℃及以下时工作管形式：DN150 及以下采用无缝钢管，标准 GB/T 8163，材质 20#钢，单根长度为不定尺；DN200 及以上规格采用双面埋弧螺旋焊缝钢管，标准 GB/T 9711，材质为 Q235B。单根长度为 12m 定尺。

2.1.5.3 设计运行温度大于 300℃时工作管均采用无缝钢管，标准 GB/T 8163，材质 20#钢。单根长度为不定尺，对于无法采购到无缝管的规格，应采用双面埋弧螺旋焊缝钢管，标准 GB/T 9711，材质 Q345B，100%射线探伤，无丁字接口。单根长度 12m 定尺。

2.1.5.4 滚动导向支架：材质为 Q235B，与外护管球面接触，接触点数根据强度要求和内外管同心度确定。每根管道内安装 2 个导向支架。参见图 2-3。

2.1.5.5 离心玻璃棉保温层：采用欧文斯克宁公司或伊索维尔公司超细离心玻璃棉卷毡。缠绕厚度按订货保温层厚度要求。

2.1.5.6 采用硅酸铝或硅酸镁保温棉按 GB/T 16400《绝热用硅酸铝棉及其制品》标准选择材料。由于导热系数不同，保温层厚度应略大于玻璃棉保温层。

2.1.5.7 反射层：玻璃纤维复合铝箔布，每层反射层均为双层玻璃纤维复合铝箔布。

2.1.5.8 外护钢管：螺旋缝焊管，满足 SY/T 5037《低压流体输送管道用螺旋缝埋弧焊钢管》或 GB/T 3091《低压流体输送用焊接钢管》。

2.1.5.9 间隙（空气层）：间隙是位于反射层外表面和外护钢管内表面之间的缝隙。该间隙是根据工作管和外护钢管外形尺寸允许偏差中的椭圆度偏差确定的，是正常装配和管道热膨胀位移不发生卡滞阻碍的必要保证。在去除运输定位板后的自然放置状态下，该间隙不应大于 20mm，以避免空气对流传热。

2.1.5.10 防腐层：标准配置的防腐防护层为机械湿法缠绕玻璃纤维增强热固树脂层，应在表面处理达标后的外护钢管外表面直接缠绕成型。树脂采用不饱和聚酯树脂，软化温度不低于 90℃。防腐防护层的厚度为不小于 3mm。

2.1.5.11 防腐层制作完成后应进行电火花绝缘强度检验，应保证在 6KV 下不产生泄露打火现象。

2.1.5.12 B 型蒸汽管的主要用途是热水或蒸汽介质输送。当作其他用途时，产品配置可根据用户要求、实际应用条件以及相关行业标准进行适应性调整。

2.1.6 B 型蒸汽管的交货条件

2.1.6.1 BI 型蒸汽管主要尺寸见图 2-3，图中 $L_1=L/4$ ，且 $2*L_1$ 的值不大于工作管架空安装的允许跨距。

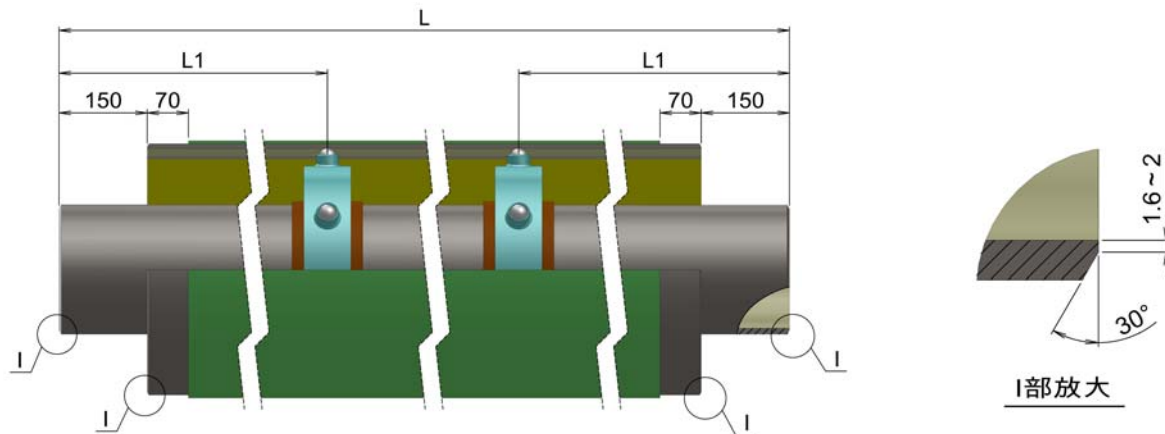


图 2-3 BI 型蒸汽管主要尺寸

2.1.6.2 BII 型蒸汽管主要尺寸除导向支架的位置与 BI 型蒸汽管不同外，其余尺寸相同。BII 型蒸汽管的导向支架的位置遵循：两个导向支架的距离不大于工作管架空安装的允许跨距。

2.1.6.3 主管道及分支管道管端处理要求：工作管管端截面超出外护钢管管端截面的裸露端长度为 150~250mm。坡口要求为：钝边 1.6~2mm，坡口角度 30°。防腐防护层端部截面与外护钢管端部截面的距离为 70mm。如图 2-3 所示。

2.1.6.4 保温管两端的工作管管端和保温层及外护钢管端部安装织物端帽，用于遮挡雨水和异物进入工作管，安装时拆除。

2.1.6.5 保温管外护钢管整长上均布 3 道草绳或油绳。草绳或油绳的直径不小于 20mm，每道缠绕圈数不少于 5 圈，并排缠绕并系紧，安装时可拆除。

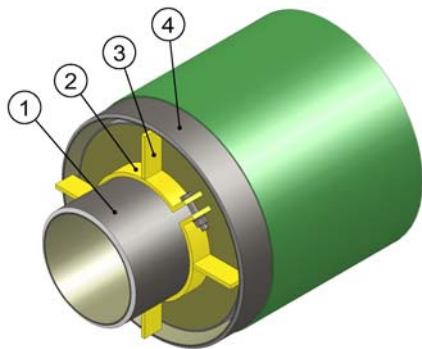
2.1.6.6 为了避免工作管在吊运、安装和运输过程中窜出（脱出），用运输定位板将工作管和外护管焊接连接，在现场进行工作管焊接、探伤、水压检验合格后拆除。

2.1.6.6.1 当工作管壁厚 $< 6\text{mm}$ 时，直接在工作管上焊接运输定位板容易造成工作管击穿和锤击拆除运输定位板容易将工作管损坏，所以在工作管上设置套管，套管的宽度不小于运输定位板的宽度，用螺栓连接将套管固定在工作管上，再将运输定位板焊接到套管上。参见图 2-4。

2.1.6.6.2 当工作管壁厚 $\geq 6\text{mm}$ 时，可以直接把运输定位板焊接在工作管和外护管上。参见图 2-5。

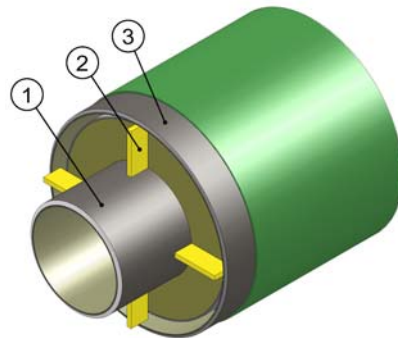
2.1.6.6.3 运输定位板与套管、工作管和外护管采用同侧单面焊接，满焊，运输定位板沿管道界面圆周均布，数量根据管径确定。

2.1.6.6.4 运输定位板采用醒目的黄色油漆涂装，代表临时定位件，提醒安装过程中必须拆除。



①工作钢管 ②套管 ③运输定位板 ④外护钢管

图 2-4 带套管的运输定位板焊接示意图



①工作钢管 ②运输定位板 ③ 外护钢管

图 2-5 不带套管的运输定位板焊接示意图

2.1.6.7 外护钢管无防护层的裸露端出厂前除锈并喷涂防锈漆处理。

2.1.6.8 管道外表面喷涂或者粘贴产品标识，标识信息包括产品名称、产品规格、执行标准、产品编号、介质温度、生产日期、制造商、地址、电话、特种设备制造许可证编号等。

2.1.6.9 不定尺的管道需要在外表面上注明其实际长度。

2.1.6.10 如果涉及到安装方向的，有明确的安装方向标识。

2.1.6.11 如果管道安装时要求某一位置竖直向上安装，则应在管道横截面时钟 12 点钟方向的管道端部补口搭接区之外的外护层上采用耐久性油漆喷涂直径 50mm 的实心圆点并标示文字“此点垂直向上”（例如，当管道和带有排潮管的管件预先组合制造交货时，存在某个方向沿垂直方向向上的要求）。

2.1.6.12 除了竖直安装方向标识之外，其他每种标识均需按照管道截面内圆周间隔 120° 均布。

2.1.6.13 随货文件，包括交货产品出厂合格证和质量证明书。

2.1.7 B 型蒸汽管常用规格

2.1.7.1 常用规格是根据常用计算参数表 2-1，按照单层圆筒壁传热计算方法（公式 2-1~公式 2-5），在核算各结构层强度的基础上确定的。外护管的壁厚规格是根据埋深处土壤静载荷和城市道路标准车辆动载荷计算确定。

2.1.7.2 常用规格产品的工作管管径范围为 DN50~DN800。B 型蒸汽管标准配置见表 2-2。超出常规规格范围的产品参数请另外咨询大连益多管道有限公司销售部或您能够联系到的销售经理。

表 2-1 计算常用规格的常用参数

参数名称	参数数值
管顶埋深 (m)	1.2
土壤导热系数 (W/m·°C)	1.5
管中心埋深土壤年平均温度 (°C)	15
玻璃棉导热系数方程 (W/m·°C)	$\lambda_1 = 0.027 + 0.00008 (T_0 + T_1)$
管道外表面温度 T_1 (°C)	不大于 50

2.1.7.3 单层圆筒壁传热方程组为：

$$Q = \frac{T_0 - T_1}{\frac{1}{2\pi\lambda_1} \ln \frac{D_1}{D_0}} \quad (2-1)$$

$$Q = \frac{T_1 - T_s}{\frac{1}{2\pi\lambda_s} \ln \frac{4H_c}{D_1}} \quad (2-2)$$

$$H_c = H + R_0\lambda_s \quad (2-3)$$

$$\lambda_1 = 0.027 + 0.00008 (T_0 + T_1) \quad (2-4)$$

$$q = Q/\pi D_0 \quad (2-5)$$

式中：

T_0 — 介质温度，°C

T_1 — 保温层外表面温度，°C

T_s — 管中心埋深处土壤的年平均温度，°C

λ_1 — 离心玻璃棉导热系数，W/(m·°C)

λ_s — 土壤的导热系数，通常取值 1.0~2.0 W/(m·°C)

D_0 — 芯管外径，m

D_1 — 保温层外径，m

H — 管中心埋深，m

H_c — 埋深 H 的修正值, m

R_0 — 土壤表面的表面换热热阻, 通常可取值为 $0.0685 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$

Q — 单位长度管道热损失, W/m

q — 整体管道每平米热损失, W/m^2

注：介质温度在 $300\sim 350^\circ\text{C}$ 之间的直埋蒸汽管道，保温层宜采用硅酸镁保温+离心玻璃棉保温复合的方式。如有涉及，请致电咨询大连益多管道有限公司或联系我公司销售经理，相关技术服务人员将为您提供针对性的数据和所需信息。

表 2-2 B 型蒸汽管标准配置表

通径 DN	芯管外径 mm	外护钢外径×壁厚 mm			热损 W/m		
		200℃	250℃	300℃	200℃	250℃	300℃
50	57	219×6	219×6	219×6	38	53	70
65	76	219×6	219×6	273×6	50	68	90
80	89	219×6	273×6	273×6	58	64	84
100	108	273×6	273×6	325×7	56	77	101
125	133	273×6	325×7	377×7	72	81	104
150	159	325×7	377×7	426×7	72	99	107
200	219	377×7	426×7	478×7	95	105	117
250	273	426×7	478×7	630×8	114	124	138
300	325	529×7	529×7	630×8	103	142	137
350	377	630×8	630×8	720×8	127	134	140
400	426	630×8	720×8	820×8	127	158	172
450	478	720×8	820×8	920×8	121	147	167
500	529	820×8	920×8	920×8	113	157	162
600	630	920×8	1020×10	1120×10	130	181	186
700	720	1020×10	1120×10	1220×10	141	196	202
800	820	1120×10	1220×12	1320×12	157	217	224

注：表中保温棉外径按以下公式计算： $D_m = D_w - 2(\delta + \xi)$

式中： D_m — 保温棉直径, mm

D_w — 外护钢管外径, mm

δ — 外护钢管壁厚, mm

ξ — 空气层, 取 10mm

2.2 B 型蒸汽管件通用部分

2.2.1 B 型蒸汽管件概述

2.2.1.1 B 型预制直埋蒸汽保温管件简称 B 型蒸汽管件，BI 型蒸汽管和 BII 型蒸汽管所使用的蒸汽管件都是一样的、通用的，下面所述的 B 型蒸汽管件没有特殊说明都是可以使用在 BI 型蒸汽管和 BII 型蒸汽管上的。

2.2.1.2 B 型蒸汽管件的设计旨在对蒸汽管线所需产品按所实现的功能进行模块化和标准化，在工厂完成现场所需管道和管件的生产制造。

2.2.1.3 施工现场的安装工作只有标准化的管与管、管与管件之间焊接和补口。管件的管端处理方式与管道相同，以保证管道间接口和管道与管件间接口的一致化。从另一个角度来说，由于施工现场作业条件和设备及其受限，蒸汽管配套管件在现场制作难度较大且难以保证质量。尽最大可能减小现场工作量是蒸汽管线质量保证的一个主要原则。

2.2.1.4 在管线布置图中，一般将一个固定功能的管件所在的位置成为一个节点，诸如补偿器、三通、疏水节、外管补偿器等管件都是依赖节点发挥作用并布置在节点的左右。一般来说，围绕同一节点所布置的管件都可以实现组合化制造。

2.2.1.5 组合管件的优点在于：

- 1) 节省现场施工时间，将多个接口转移到产品出厂之前完成。
- 2) 节省现场探伤费用。
- 3) 制作条件更方便，检验手段更完善，有利于保证节点管件连接质量。
- 4) 现场保温补口数量减少也会相应减少施工费用。
- 5) 对于现场无法准确进行散件位置定位安装的异形管件来说，工厂化制造可能是在保证质量前提下唯一的可实现解决方案。

2.2.2 B 型蒸汽管件执行标准

Q/YD.J.002	《B 型预制直埋蒸汽保温管及管件》
CJ/T 246-2007	《城镇供热预制直埋蒸汽保温管 管路附件技术条件》
CJJ/T 104-2014	《城镇供热直埋蒸汽管道技术规程》
GB/T 8163-2008	《输送流体用无缝钢管》
GB/T 9711-2011	《石油天然气工业管线系统输送用钢管》
SY/T 5037-2000	《低压流体输送管道用螺旋缝埋弧焊钢管》
GB/T 13350-2008	《绝热用玻璃棉及其制品》
GB/T 16400-2007	《绝热用硅酸铝棉及其制品》
CECS73 : 1995	《二甲苯型不饱和聚酯树脂防腐工程技术规程》
CECS133 : 2002	《包裹不饱和和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规范》
SY/T 0061-2004	《埋地钢质管道外壁有机防腐层技术规范》

HG/T 3831-2006	《喷涂聚脲防护材料刚性标准要求》
JGJ 210-2010	《喷涂聚脲规范》
SY/T 4106-2005	《管道无溶剂聚氨酯涂料内外防腐层技术规范》
HG/T 2006-2006	《热固性粉末涂料》
SY/T 0315-2005	《钢制管道单层熔结环氧粉末外涂层技术规范》
GB/T 18593-2001	《熔融结合环氧粉末涂料的防腐蚀涂装》
SY/T 0413-2002	《埋地钢制管道聚乙烯防腐层技术标准》
GB/T 23257-2009	《埋地钢制管道聚乙烯防腐层》
GB/T 12459-2005	《钢制对焊无缝管件》
SY/T 0510	《钢制对焊管件》
GB/T 13401-2005	《钢板制对焊管件》
SY/T 5257-2004	《油气输送用钢制弯管》

2.2.3 B 型蒸汽管件的通用交货条件

B 型蒸汽管件的通用交货条件适用于本章所有 B 型蒸汽管件，是各管件交货条件的必要组成部分。下文中有关各管件交货条件的章节将不再就通用条件进行表述。B 型蒸汽管件通用交货条件如下：

2.2.3.1 B 型蒸汽管件保温结构与 B 型蒸汽管保温结构相同，各结构层的材质及规格与 B 型蒸汽管相应结构层材质及规格相同，管端各结构层的接口规格与 B 型蒸汽管相同。工作钢管、外护钢管的管端接口方式均为焊接接口。管件两端的工作管管端和保温层及外护管端部安装织物端帽，用于遮挡雨水和异物进入工作管，B 型管件中一般不设置导向支架。

2.2.3.2 管件中直径最大的段的两端各缠绕一道草绳或油绳。草绳或油绳的直径不小于 20mm，每道缠绕圈数不少于 5 圈，并排缠绕并系紧。

2.2.3.3 外护钢管裸露端出厂前除锈并喷防锈漆处理。

2.2.3.4 管件外护管外表面喷涂或者粘贴产品标识，标识信息包括产品名称、产品规格、执行标准、产品编号、介质温度、生产日期、制造商、地址、电话、特种设备制造许可证编号等。

2.2.3.5 如果涉及到安装方向的，有明确的安装方向标识；除了竖直安装方向标识需在管道截面圆的时钟 12 点钟方向的管件外表面以红色填充的直径为 50mm 的圆圈标记并注明“向上”标识以之外，其他每种标识均需按照管道截面内圆周间隔 120°在管件外表面上均布。

2.2.3.6 管件工作管管端截面超出外护钢管管端截面的裸露端长度为 150~250mm。坡口要求为：钝边 1.6~2mm，角度 30°。防腐防护层端部截面与外护钢管端部截面的距离为 70mm。参见图 2-3。

2.2.3.7 外护钢管的防腐层为玻璃纤维缠绕增强热固树脂外护层或手糊玻璃钢外护层，厚度不小于 3mm。

2.2.3.8 有内（全）固定结构的管件一般不在管件端部安装运输定位板，无内（全）固定结构的管件需要在管件两端安装运输定位板。运输定位板的设置原则参见第一章 2.1.6.6 节。

2.2.3.9 管件的所有管端以及排潮管的管端均需安装织物封帽，防止异物进入。

2.2.3.10 随货文件，包括交货产品的出厂合格证、质量证明书等。

2.2.4 B 型蒸汽管件常用规格

2.2.4.1 常用规格是根据常用计算参数，按照单层圆筒壁传热计算方法，在核算各结构层强度的基础上确定的。外护管的壁厚规格是根据埋深处土壤静载荷和城市道路标准车辆动载荷计算确定，具体计算方法按本章 2.1.7 节中执行。

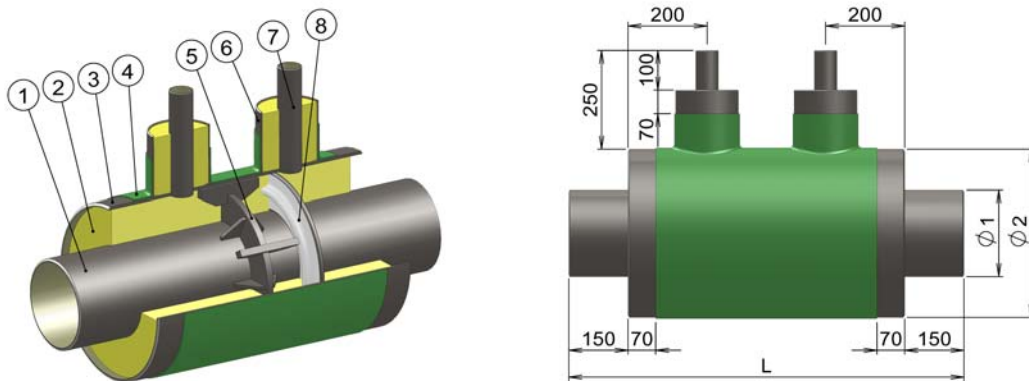
2.2.4.2 工作管与外护钢管具体尺寸参照本章 2.1.7 节表 2-2 B 型蒸汽管标准配置表。

2.3 B 型蒸汽内固定节

2.3.1 B 型蒸汽标准型内固定节结构

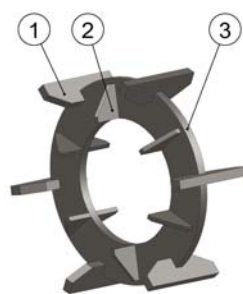
2.3.1.1 B 型蒸汽标准型内固定节的结构如图 2-6 所示。起固定作用的主要结构为内固定环板、立板和加强筋板，见图 2-7。保温隔断起到在固定节处将隔断两侧的高温保温层分隔开来的作用，如果每个固定节均设置隔断，则相邻两个固定节之间的高温保温层是相对密闭的，见图 2-8。

2.3.1.2 排潮管从外护钢管开孔引出，作用在于在管道运行时排出高温保温层中的潮气。同时，通过排潮管排汽的情况，还可以判断管线是否存在泄漏的情况。例如，如果在运行中排潮管始终有水汽排出，气流较缓，则在该保温封闭段内可能存在地下水渗入到保温层中的漏点；如果排潮管始终有大量水汽排出，则可能是工作管泄漏或者是大量地下水侵入到保温层中。



①工作管 ②保温层 ③外护管 ④防腐层 ⑤内固定组件 ⑥排潮外护管 ⑦排潮管 ⑧隔断组件

图 2-6 B 型蒸汽标准型内固定节结构示意图



①卡板 ②筋板 ③固定环板

图 2-7 内固定组件



①隔断环 ②弹性隔断板 ③隔断环

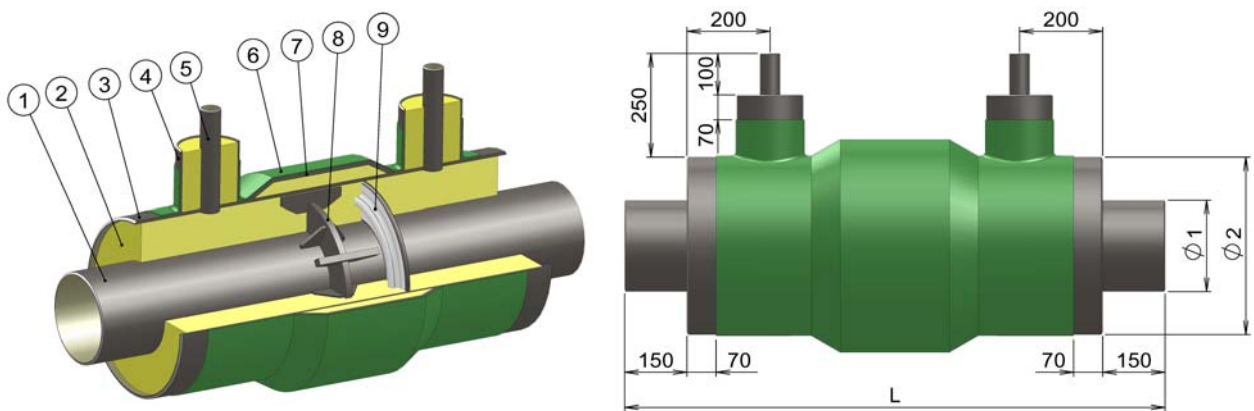
图 2-8 隔断组件

2.3.1.3 内固定结构中，外护钢管和工作管是通过 U 型卡槽的固定立板和环板相互限位实现的，这种结构可以实现较大的轴向推力，接触面积小，热阻大，可以将热桥作用控制在可接受的范围内。对于推力较大的主固定节，这种固定方式是首选方式。

2.3.1.4 推力较小的次固定节，可以采用隔热材料衬垫的方式来减小固定板之间的传热，也能达到减小热桥作用的效果。

2.3.2 B 型蒸汽减温型内固定节结构

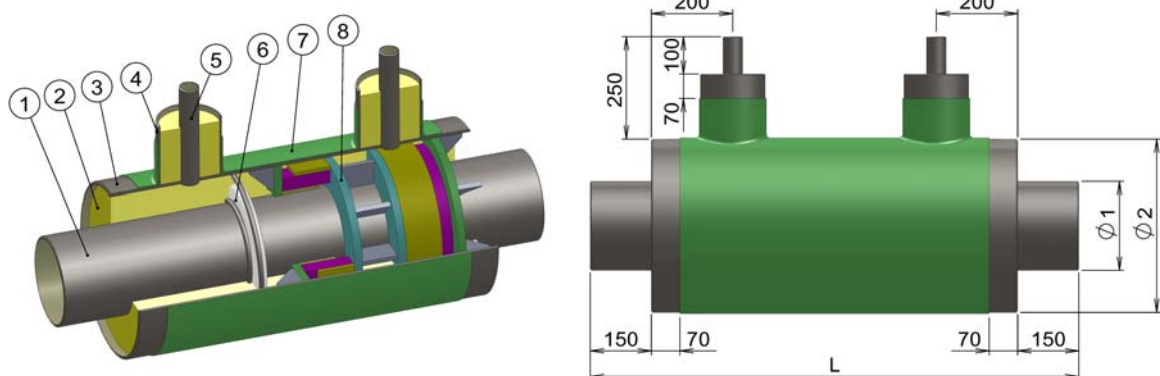
用户可选择减温型结构的内固定节。减温型内固定节在标准型内固定节的基础上增加了过度管段，其结构示意图参见图 2-9。提请注意：结构的变化会导致产品价格变化。



①工作管 ②保温层 ③外护管 ④排潮外护管 ⑤排潮管 ⑥防腐层 ⑦过渡段钢管 ⑧内固定组件 ⑨隔断组件

图 2-9 B 型蒸汽减温型内固定节结构示意图

2.3.3 B 型蒸汽隔热型内固定节结构



①工作管 ②保温层 ③外护管 ④排潮外护管 ⑤排潮管 ⑥隔断组件 ⑦防腐层 ⑧隔热内固定组件

图 2-10 B 型蒸汽隔热型内固定节结构示意图

2.3.3.1 起次固定支架作用的内固定节（固定节位于两补偿器之间或者当全线采用压力平衡式补偿器时），可选择采用加隔热材料垫的固定结构，请见图 2-10。

2.3.3.2 由于隔热环强度原因，当选择隔热型内固定支架做主固定支架时，需根据所选择内、外管规格验算强度和隔热效果是否能够满足再选型（内、外推力环板在管道横截面上的投影叠合面积才是有效受力面积，如果过大，会造成外推力环板过于接近工作管，内推力环板过度接近外护管，隔热效果反而不好）。

2.3.4 B 型蒸汽内固定节型号

ZQB. (NG) (通径) - (压力) - (温度)

ZQB-B 型蒸汽保温管系列 NG-标准型内固定节 NG.J-减温型内固定节 NG.G-隔热性内固定节

例：ZQB.NG500-1.6-250 通径为 DN500，压力为 1.6MPa，温度为 250℃的 B 型蒸汽保温标准型内固定节。

2.3.5 B 型蒸汽内固定节在管道中的布置与受力计算

2.3.5.1 内固定布置 1

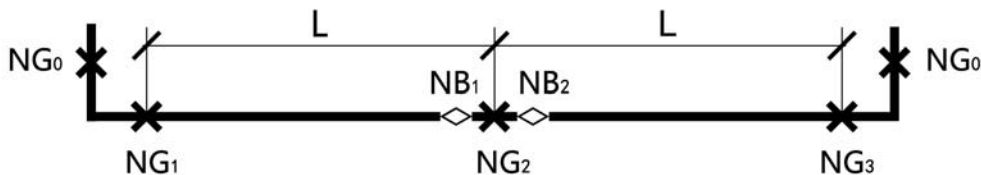


图 2-11 内固定布置图 1

2.3.5.2 受力分析

图 5-11 中 **NG₁** 和 **NG₃** 为主固定支架，**NG₂** 为中间固定支架。**NG₁** 和 **NG₃** 在布置图中所对应的受力 **F₁**、**F₃** 是相同的，因此所受的力来自内管补偿器的盲板力 **F_e**、内管补偿器的弹性力 **F_{kn}**、内管与外管的摩擦力 **F_{fn}**、弯管自然补偿产生的弹性反力 **F_u**，作用在固定节 **NG₁** 和 **NG₃** 的净载荷为所有力的矢量和。

$$F_1 = F_3 = F_e + F_{kn} + F_{fn} + F_u$$

$$F_e = P A_e$$

式中：

F_e — 盲板力 (KN)

- P** — 系统压力 (MPa)
- A_e** — 补偿器有效面积 (mm²)
- F_{kn}** — 内管补偿器的弹性力 (KN)
- F_{fn}** — 内管与外管的摩擦力 (KN)
- F_u** — 弯管自然补偿产生的弹性反力 (KN)

2.3.5.3 内固定布置 2

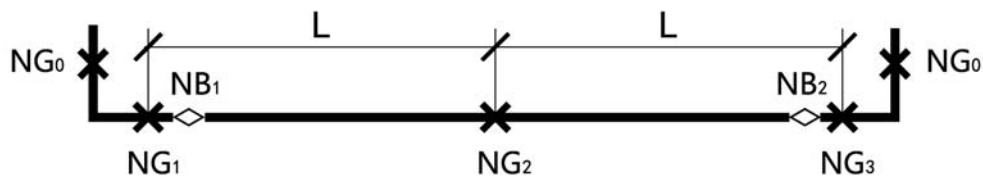


图 2-12 内固定布置图 2

2.3.5.4 受力分析

图 5-12 中 **NG₁** 和 **NG₃** 为主固定支架，**NG₂** 为中间固定支架。**NG₁** 和 **NG₃** 在布置图中所对应的受力 **F₁**、**F₃** 是相同的，因此所受的力来自内管补偿器的盲板力 **F_e**、内管补偿器的弹性力 **F_{kn}**、弯管自然补偿产生的弹性反力 **F_u**，作用在固定节 **NG₁** 和 **NG₃** 的净载荷为所有力的矢量和。

$$F_1 = F_3 = F_e + F_{kn} + F_u$$

$$F_e = P A_e$$

式中：

- F_e** — 盲板力 (KN)
- P** — 系统压力 (MPa)
- A_e** — 补偿器有效面积 (mm²)
- F_{kn}** — 内管补偿器的弹性力 (KN)
- F_u** — 弯管自然补偿产生的弹性反力 (KN)

2.3.5.5 B 型直埋蒸汽保温次内固定节是不承受盲板推力的，只承受膨胀节变形弹性力 **F_{kn}** 和工作钢管位移所产生的摩擦力 **F_{fn}**，可将次内固定节视为中间固定支架。

2.3.5.6 中间固定支架理论上受力为零，但实际工作中由于安装误差，会导致内固定节两端长度及同轴度的不同，所产生的摩擦阻力也不同，同时由于热量的传递是从一端开始，所以工作初始时膨胀节的位移量也是不同的，因此次内固定节的受力按单向受力计算是比较安全的。

$$F_2 = F_{Kn} + F_{fn}$$

2.3.6 B 型蒸汽内固定节标准配置

2.3.6.1 标准配置的内固定节分为主固定节和次固定节，由于主、次固定节的设计推力相差比较大，因此在固定节上应标明节点号，以防止现场安装过程中位置错误。B 型主内固定节标准配置设计推力见表 2-3。B 型次内固定节标准配置设计推力见表 2-4。B 型内固定节长度尺寸见表 2-5。

2.3.6.2 为了防止现场安装中位置错误，用户通常将管网中的内固定节全部归纳为主固定节，从而杜绝了安装过程中的失误，保证了管网的运行安全。

表 2-3 B 型主内固定节标准配置设计推力表

通径 DN	设计推力 KN		通径 DN	设计推力 KN	
	1.6MPa	2.5MPa		1.6MPa	2.5MPa
50	9	10	300	184	247
65	14	17	350	234	321
80	19	23	400	321	435
100	28	35	450	385	528
125	40	51	500	475	651
150	53	69	600	633	887
200	91	119	700	836	1182
250	129	173	800	1044	1497

表 2-4 B 型次内固定节标准配置设计推力表

通径 DN	设计推力 KN		通径 DN	设计推力 KN	
	1.6 MPa	2.5 MPa		1.6 MPa	2.5 MPa
50	5	8	300	38	57
65	6	10	350	44	73
80	7	12	400	46	77
100	8	13	450	57	80
125	14	22	500	81	120
150	15	24	600	98	144
200	25	39	700	118	175
250	28	43	800	144	210

表 2-5 B 型内固定节长度尺寸表

口径 DN	标准型 L mm	减温型 L mm	隔热型 L mm	口径 DN	标准型 L mm	减温型 L mm	隔热型 L mm
50	800	1200	1200	300	800	1200	1200
65	800	1200	1200	350	850	1200	1200
80	800	1200	1200	400	850	1200	1200
100	800	1200	1200	450	850	1200	1200
125	800	1200	1200	500	850	1200	1200
150	800	1200	1200	600	1000	1200	1200
200	800	1200	1200	700	1000	1200	1200
250	800	1200	1200	800	1000	1200	1200

2.3.6.3 根据 CJJ/T104《城镇供热直埋蒸汽管道技术规程》第 4.1.3 节中，对排潮管直径及排潮管外护钢管进行了详细的规定，参见表 2-6。

表 2-6 排潮管公称尺寸 (mm)

外护管公称尺寸	排潮管公称尺寸	排潮管外护钢套管外径×壁厚
≤500	40	159×5
600~1000	50	159×5
≥1200	65	159×5

2.4 B 型蒸汽弯管内固定节

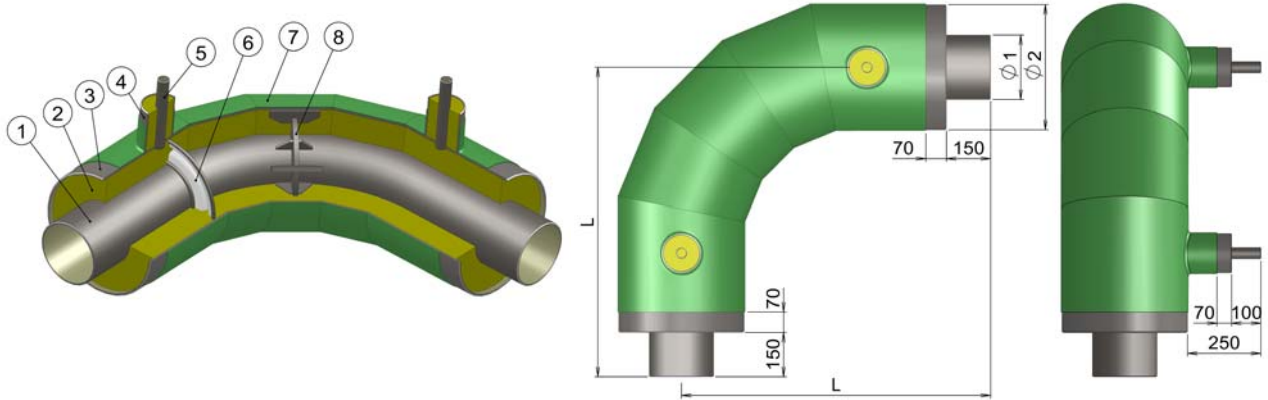
2.4.1 B 型蒸汽弯管内固定节结构

2.4.1.1 B 型弯管内固定节的作用是在直角弯管处将工作管相对于外管固定，将管段划分为两个直段，同时，内外管和固定结构应考虑应力和膨胀协调问题，避免应力超过允许范围。弯管内固定节背部回填土要求切实夯实。

2.4.1.2 B 型弯管内固定节由 $R \geq 3DN$ (DN 为工作管口径) 的热煨弯管、斜接缝外护管 (焊缝不允许在弧段中间)、排潮管、内固定结构组件和高温保温层隔断板组成。

2.4.1.3 DN150 及以下规格采用双内固定结构，每个内固定结构均为大推力主固定节结构：环板、筋板和 U 型立板的卡固结构。DN200 及以上规格采用单内固定组件结构。

2.4.1.4 单内固定结构受力按每个单边受力的矢量和计算，双内固定结构受力按单边受力计算，双固定结构固定位置应满足于弯管自然补偿最小长度。



①工作管 ②保温棉 ③外护管 ④排潮外护管 ⑤排潮管 ⑥隔断组件 ⑦防腐层 ⑧固定组件

图 2-13 B 型弯管内固定节结构示意图

2.4.2 B 型蒸汽弯管内固定节型号

ZQB. (WG.NG) (口径) - (压力) - (温度)

ZQB-B 型蒸汽保温管系列 WG.NG-弯管内固定节

例：ZQB.WG.NG500-1.6-250 口径为 DN500，压力为 1.6MPa，温度为 250℃的 B 型蒸汽保温弯管内固定节。

2.4.3 B 型蒸汽弯管内固定节在管道中的布置与受力计算

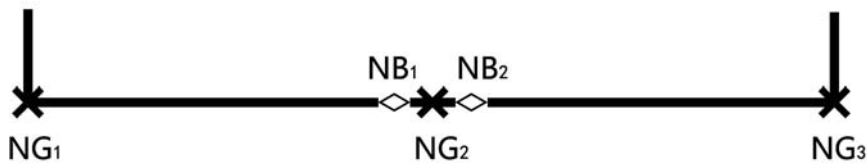


图 2-14 弯管内固定布置图

2.4.3.1 内固定节 NG1 和 NG3 设置在拐点上即弯管内固定节，内固定节所承受的力是有夹角的，因此先计算出单边受力，再将每个力的矢量相加。

$$F1' = Fe' + Fkn' + Ffn'$$

$$F1'' = Fe'' + Fkn'' + Ffn''$$

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_3 = \vec{F}_1' + \vec{F}_1''$$

式中：

F_e — 盲板力 (KN)

$$F_e = P A_e$$

P — 系统压力 (MPa)

A_e — 补偿器有效面积 (mm²)

F_{kn} — 内管补偿器的弹性力 (KN)

F_{fn} — 内管与外管的摩擦力 (KN)

2.4.3.2 单内固定结构受力按每个单边受力的矢量和计算，双内固定结构受力按单边受力计算，双固定结构固定位置应满足于弯管自然补偿最小长度。

2.4.4 B 型蒸汽弯管内固定节标准配置

B 型直角弯管内固定节标准配置设计推力见表 2-7。

表 2-7 B 型直角弯管内固定节标准配置设计推力表

通径 DN	设计推力 KN		通径 DN	设计推力 KN	
	1.6MPa	2.5MPa		1.6MPa	2.5MPa
50	13	14	300	260	350
65	20	24	350	330	450
80	27	32	400	450	615
100	40	50	450	540	745
125	56	72	500	670	920
150	75	98	600	895	1255
200	128	168	700	1180	1670
250	182	245	800	1476	2110

2.4.4.1 DN150 及以下规格采用双内固定结构，每个内固定结构均为大推力主固定节结构：环板、筋板和 U 型立板的卡固结构。DN200 及以上规格采用单内固定组件结构，如图 2-15 所示。

2.4.4.2 保温层隔断板的数量为 1 块。

2.4.4.3 B 型直角弯管内固定节标准配置产品的臂长 L 见表 2-8。

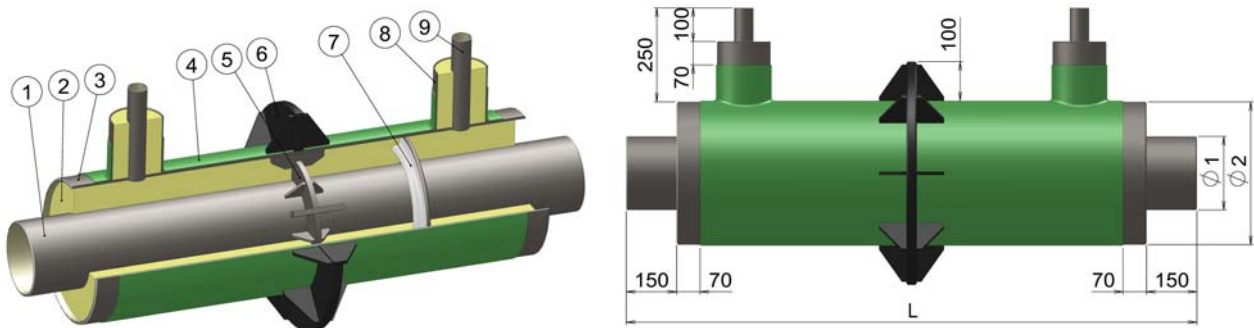
表 2-8 B 型直角弯管内固定节臂长 L (mm)

通径 DN	L	通径 DN	L
50	1000	300	1300
65	1000	350	1450
80	1000	400	1650
100	1000	450	1850
125	1000	500	2050
150	1000	600	2450
200	1000	700	2850
250	1150	800	3250

2.5 B 型蒸汽全固定节

全固定节是由内固定节和外固定节组合而成的管件，全固定节的工作原理是内固定节将工作管和钢导管的位置相对固定，外固定节通过固定墩土建结构利用土壤来固定钢导管的相对位置，进而实现内外管道的完全固定。

2.5.1 B 型蒸汽全固定节结构



①工作管 ②保温层 ③外护管 ④防腐层 ⑤外固定组件 ⑥排潮外护管 ⑦排潮管 ⑧内固定组件 ⑨隔断组件

图 2-15 B 型全固定节示意图

2.5.1.1 B 型直管全固定节设置在不允许工作管及外护钢管发生轴向位移的节点上。例如，当三通位置设置内固定节存在超范围支管横向位移时，必须设置全固定节。为了减小土建成本，应在直管全固定节两侧或单侧（视位置情况）加装外管补偿器以减小外管摩擦力。

2.5.1.2 B 型直管全固定节的结构形式区分为 B 型标准型直管全固定节和 B 型隔热型直管全固定节。

2.5.1.3 B 型直管全固定节中内固定组件的结构方式与 B 型标准型直管内固定节相同，可以适应较大的轴向推力要求。

2.5.1.4 B 型隔热型直管全固定节在内固定结构中采用了高强度隔热材料，参见 2.3.3。使用在次固定支架位置时，可以适应推力要求。

2.5.2 蒸汽全固定节型号

ZQB. (QG) (通径) - (压力) - (温度)

ZQB-B 型蒸汽保温管系列 QG-标准型全固定节 QG.G-隔热型全固定节

例 : ZQB.QG500-1.6-250 通径为 DN500 , 压力为 1.6MPa , 温度为 250°C 的 B 型蒸汽保温全固定节。

2.5.3 B 型蒸汽全固定节标准配置

2.5.3.1 B 型直管全固定节通常布置在次固定节点上 , 且两端设置外管补偿器 , 因此按中心固定支架结构计算。B 型直管全固定节标准配置见表 2-9。

表 2-9 B 型直管全固定节标准配置表

通径 DN	设计推力 KN	推力盘高度 mm	排潮管间距 mm	总长度 mm
50	6	80	900	1600
65	10	80	900	1600
80	12	80	1000	1700
100	18	80	1000	1700
125	24	80	1100	1800
150	29	80	1100	1800
200	53	80	1100	1800
250	68	100	1100	1800
300	95	100	1100	1800
350	109	100	1300	2000
400	153	120	1300	2000
450	176	120	1300	2000
500	211	120	1300	2000
600	249	120	1300	2000
700	308	120	1500	2200
800	340	120	1500	2200

2.6 B 型蒸汽弯管全固定节

2.6.1 B 型蒸汽弯管全固定节结构

2.6.1.1 B 型弯管全固定节由弯管、内固定组件、外固定组件、排潮管、外护钢管及防腐层构成。

2.6.1.2 B 型弯管全固定节是利用弯管全固定结构 , 借助混凝土固定墩将管道在转角处固定的管件。

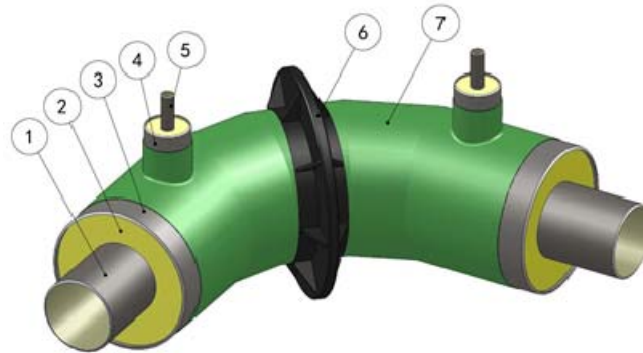
2.6.1.3 为减小固定墩的土建成本，一般建议在管道布置图中，在弯管全固定节节点上，两侧各布置一个外补偿器，用于补偿钢导管的热位移，防止摩擦力或者钢导管的热应力作用在固定墩上。

2.6.1.4 DN150 及以下规格采用双内固定结构，每个内固定结构均为大推力主固定节结构：环板、筋板和 U 型立板的卡固结构。DN200 及以上规格采用单内固定组件结构。

2.6.1.5 单内固定结构受力按每个单边受力的矢量和计算，双内固定结构受力按单边受力计算，双固定结构固定位置应满足于弯管自然补偿最小长度。

2.6.1.6 标准配置工作管为热煨弯管，DN500 及以下采用无缝管热煨，DN600 及以上采用螺旋缝焊管热煨。曲率半径为 $R \geq 3DN$ （DN 为工作管的通径），斜接段的最小边应能不小于外固定筋板总长度。弯管执行标准为 SY 5257《油气输送用钢制弯管》。

2.6.1.7 B 型弯管全固定节内部与弯管内固定节相同，所有技术参数应满足于弯管内固定节的技术要求。



①工作管 ②保温棉 ③外护钢管 ④排潮外护管 ⑤排潮管 ⑥外固定组件 ⑦防腐层

图 2-16 B 型弯管全固定节示意图

2.6.2 B 型蒸汽弯管全固定节型号

ZQB. (WQG) (通径) - (压力) - (温度)

ZQB-B 型蒸汽保温管系列 WQG-弯管内固定节

例：ZQB.WQG500-1.6-250 通径为 DN500，压力为 1.6MPa，温度为 250℃的 B 型蒸汽保温弯管全固定节。

2.6.3 B 型蒸汽弯管全固定节在管道中的布置与受力计算

2.6.3.1 弯管全固定节 WQG1 和 WQG3 设置在拐点上，固定节所承受的力是有夹角的，因此先计算出单边受力，再将每个力的矢量相加。

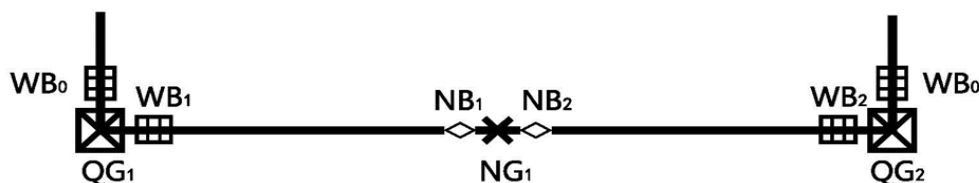


图 2-17 弯管全固定节布置图

$$F_1' = F_{e'} + F_{kn'} + F_{fn'} + F_{kw'}$$

$$F_1'' = F_{e''} + F_{kn''} + F_{fn''} + F_{kw''}$$

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_3 = \vec{F}_1' + \vec{F}_1''$$

2.6.4 B 型蒸汽弯管全固定节标准配置

B 型直角弯管全固定节标准配置设计推力见表 2-10，B 型直角弯管全固定节臂长 L 见表 2-11。

表 2-10 B 型直角弯管全固定节标准配置设计推力表

通径 DN	设计推力 KN		通径 DN	设计推力 KN	
	1.6MPa	2.5MPa		1.6MPa	2.5MPa
50	21	22	300	394	484
65	34	38	350	484	604
80	44	49	400	665	830
100	65	75	450	750	995
125	90	106	500	968	1218
150	115	138	600	1220	1600
200	203	243	700	1615	2100
250	278	341	800	1956	2590

表 2-11 B 型直角弯管全固定节臂长 L (mm)

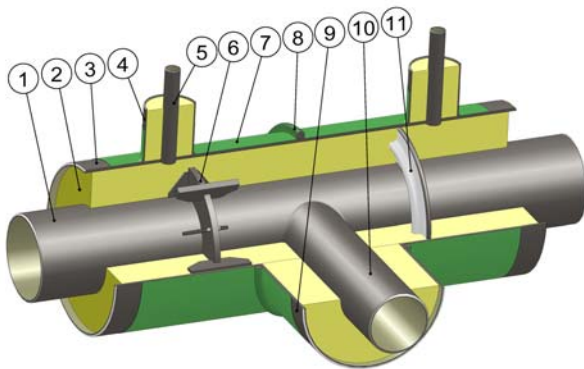
通径 DN	L	通径 DN	L
50	1000	300	1300
65	1000	350	1450
80	1000	400	1650
100	1000	450	1850
125	1000	500	2050
150	1000	600	2350
200	1000	700	2650
250	1150	800	3050

2.7 B 型蒸汽三通内固定节

三通内固定节是由平面三通、跨越三通或平行三通与内固定结构组件组合构成的，内固定结构组件分置于三通主管道上。该固定结构可以避免三通主管道的轴向位移导致切割支线管道。

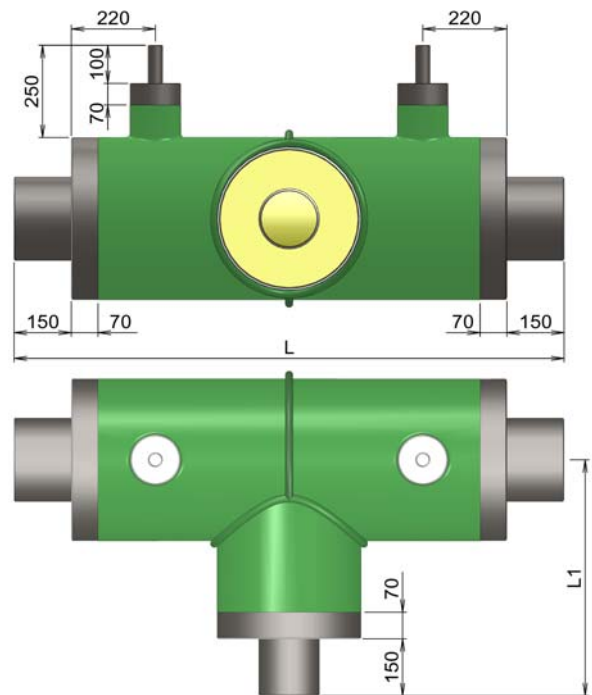
三通内固定节均按照主固定节强度设计制造。

2.7.1 B 型蒸汽平面三通内固定节结构



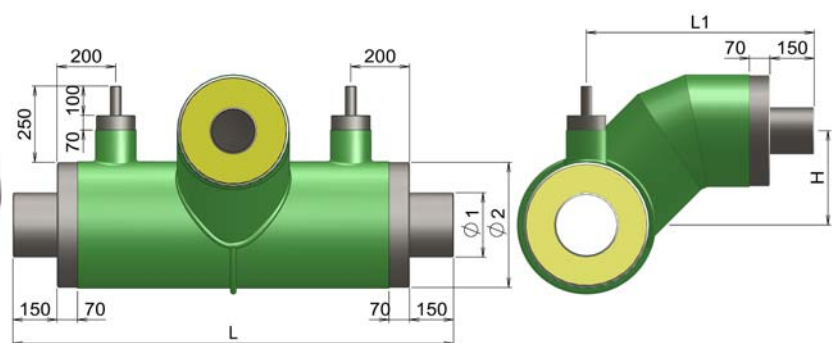
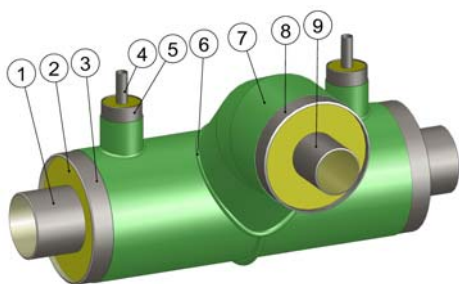
- ①工作钢管 ②保温棉 ③外护钢管 ④排潮外护管
- ⑤排潮管 ⑥防腐层 ⑦加强筋 ⑧支外护钢管
- ⑨支工作钢管 ⑩内固定组件 ⑪隔断组件

图 2-18 平面三通内固定节



2.7.2 B 型蒸汽跨越三通内固定节结构

主管的内固定组件和隔断组件与平面三通内固定节的内部的内固定组件和隔断组件相同，参见图 2-18。

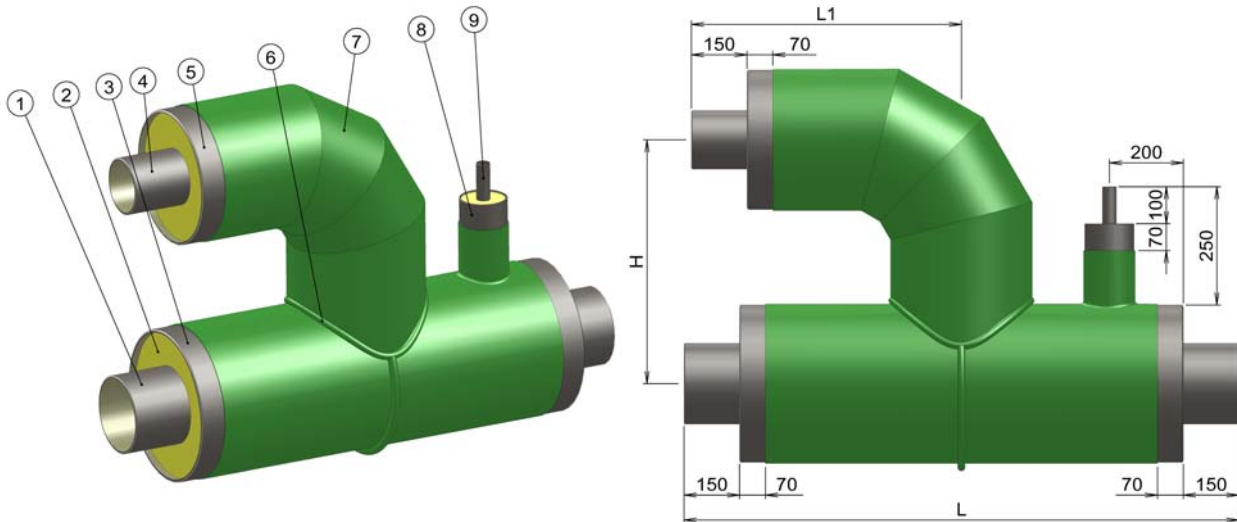


- ①工作管 ②保温层 ③外护管 ④排潮管 ⑤排潮外护管
- ⑥加强筋 ⑦防腐层 ⑧支外护钢管 ⑨支工作钢管

图 2-19 跨越三通内固定节

2.7.3 B 型蒸汽平行三通内固定节结构

主管的内固定组件和隔断组件与平面三通内固定节的内部的内固定组件和隔断组件相同，参见图 2-18。



①工作管 ②保温层 ③外护管 ④支工作管 ⑤支外护管
⑥加强筋 ⑦防腐层 ⑧排潮外护管 ⑨排潮管

图 2-20 平行三通内固定节

2.7.4 B 型蒸汽三通内固定节型号

ZQB. (STNG) (主管径) / (支管径) - (压力) - (温度)

ZQB : B 型蒸汽保温管系列 STNG : 三通内固定节 KYNG : 跨越三通内固定节 PXNG : 平行三通内固定节

例 : ZQB.STNG500/400-1.6-250 主管通径为 DN500 , 支管通径为 DN400 , 压力为 1.6MPa , 温度为 250°C 的 B 型蒸汽保温三通内固定节。

2.7.5 B 型蒸汽三通内固定节标准配置

表 2-12 B 型三通内固定节标准配置设计推力表

主管道通径 DN	设计推力 KN		主管道通径 DN	设计推力 KN	
	1.6MPa	2.5MPa		1.6MPa	2.5MPa
50	9	10	300	184	247
65	14	17	350	234	321
80	19	23	400	321	435
100	28	35	450	385	528
125	40	51	500	475	651
150	53	69	600	633	887
200	91	119	700	836	1182
250	129	173	800	1044	1497

表 2-13 B 型平面三通内固定节外形尺寸表 (mm)

主管道通径 DN	L	L ₁	主管道通径 DN	L	L ₁
50	1030	500	300	1610	700
65	1050	500	350	1660	800
80	1070	550	400	1710	800
100	1110	550	450	1790	900
125	1190	550	500	1860	1000
150	1230	600	600	2060	1150
200	1300	650	700	2440	1200
250	1430	650	800	2790	1300

表 2-14 B 型跨越三通内固定节外形尺寸表 (mm)

主管道通径 DN	见图 5-		见图 5-		
	L	H	B	L _b	R
50	1030	269	62	681	150
65	1050	269	81	700	195
80	1070	323	99	772	240
100	1110	323	63	736	152
125	1190	375	78	804	190
150	1230	427	95	872	229
200	1300	528	126	1004	305
250	1430	579	158	1087	381
300	1610	680	189	1219	457
350	1660	770	221	1341	533
400	1710	812	253	1415	610
450	1790	870	284	1554	686
500	1860	970	316	1736	762
600	2060	1070	381	2001	914
700	2440	1170	438	2258	1067
800	2790	1270	502	2522	1219

表 2-15 B 型平行三通内固定节外形尺寸表 (mm)

通径 DN	L	L1	H	R
50	1030	650	414	350
65	1050	650	426	350
80	1070	700	486	400
100	1110	700	505	400
125	1190	700	524	400
150	1230	750	593	450
200	1300	700	678	500
250	1430	750	716	500
300	1610	900	854	600
350	1660	1050	979	700
400	1710	1010	915	610
450	1790	1136	1029	686
500	1860	1262	1143	762
600	2060	1514	1346	914
700	2440	1411	1232	711
800	2790	1613	1410	913

2.8 B 型蒸汽三通全固定节

B 型三通全固定节是由平面三通、跨越三通或者平行三通与全固定结构组件构成的，全固定结构组件分置于三通主管道上。该固定结构将管道完全固定在土壤内，可以避免三通主管道的轴向位移导致切割支线管道。

三通全固定节均按照直管全固定节推力及强度设计制造。主管的内固定组件和隔断组件与平面三通内固定节的内部的内固定组件和隔断组件相同，参见图 2-18。主管的外固定组件与直管的外固定组件相同，参见图 2-15。

2.8.1 B 型蒸汽平面三通全固定节结构

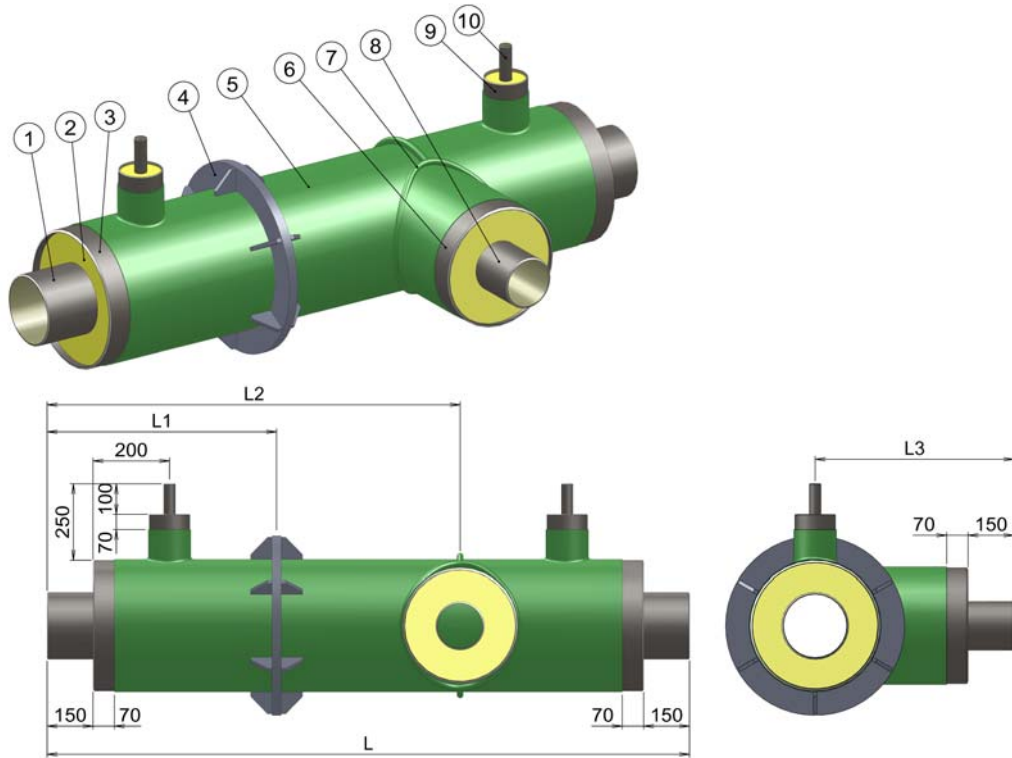
B 型蒸汽平面三通全固定节结构见图 2-21。

2.8.2 B 型蒸汽跨越三通全固定节结构

B 型蒸汽跨越三通全固定节结构见图 2-22。

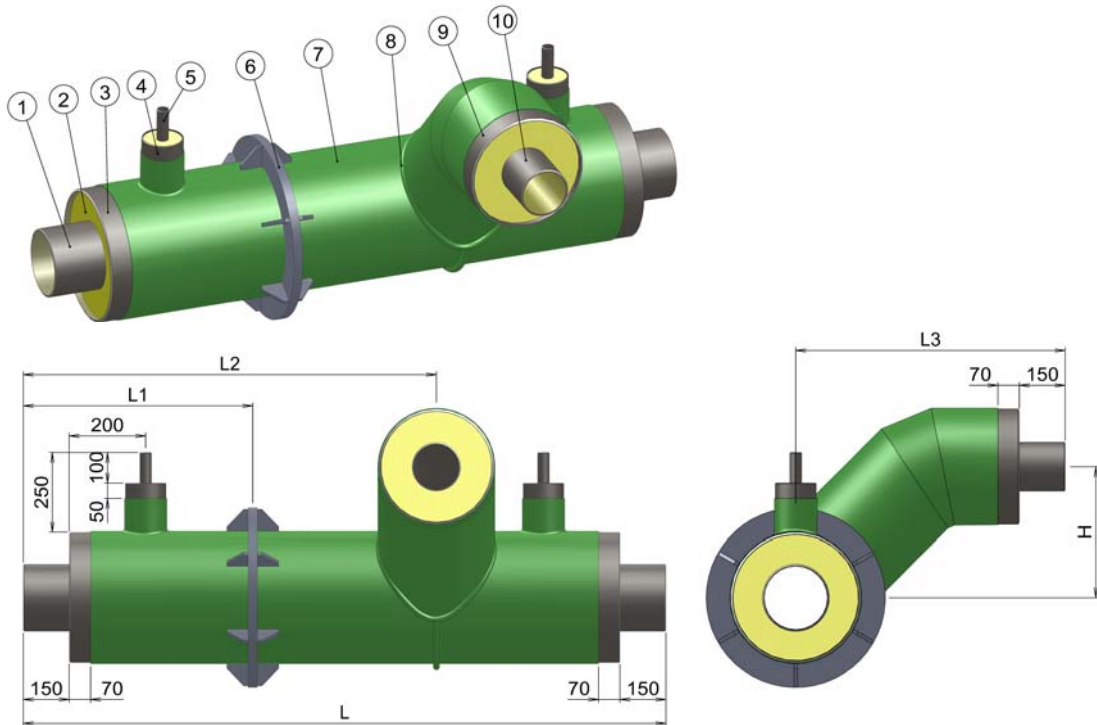
2.8.3 B 型蒸汽平行三通全固定节结构

B 型蒸汽平行三通全固定节结构见图 2-23。



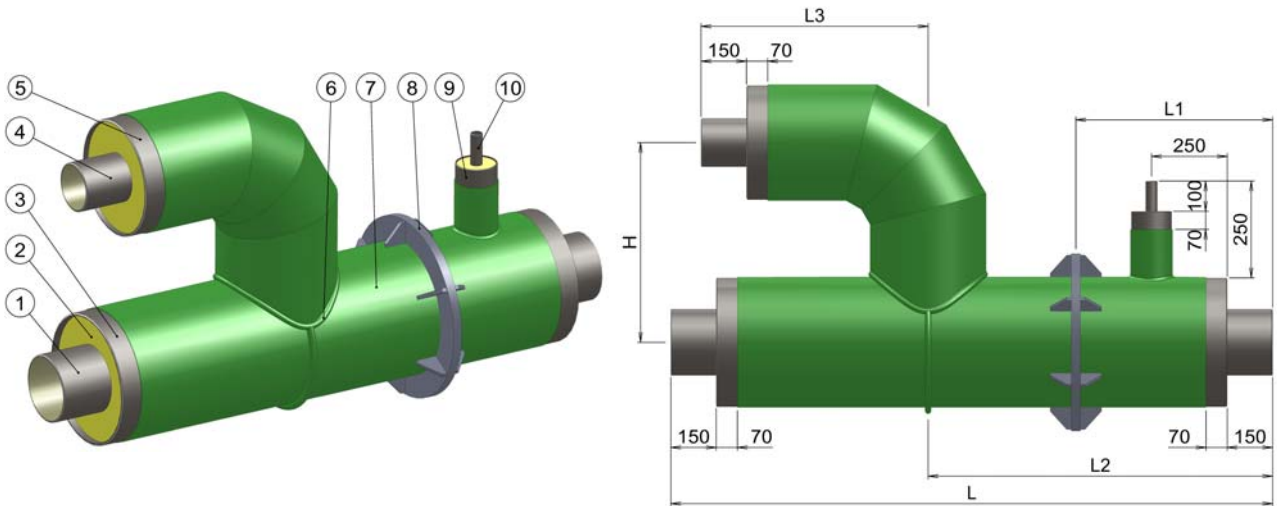
- ①工作钢管 ②保温棉 ③外护钢管 ④外固定组合 ⑤防腐层
⑥支外护钢管 ⑦加强筋 ⑧支工作钢管 ⑨排潮外护管 ⑩排潮管

图 2-21 B 型平面三通全固定节



- ①工作钢管 ②保温棉 ③外护钢管 ④排潮外护管 ⑤排潮管
⑥外固定组合 ⑦防腐层 ⑧加强筋 ⑨支外护钢管 ⑩支工作钢管

图 2-22 B 型跨越三通全固定节



①工作钢管 ②保温棉 ③外护钢管 ④支工作钢管 ⑤支外护钢管
⑥加强筋 ⑦防腐层 ⑧外固定组合 ⑨排潮外护管 ⑩排潮管

图 2-23 B 型平行三通全固定节

2.8.4 B 型蒸汽三通全固定节型号

ZQB. (STQG) (主管径) / (支管径) - (压力) - (温度)

ZQB : B 型蒸汽保温管系列 STQG : 平面三通全固定节 KYQG : 跨越三通全固定节 PXQG : 平行三通全固定节

例 : ZQB.STQG500/400-1.6-250 主管通径为 DN500 , 支管通径为 DN400 , 压力为 1.6MPa , 温度为 250°C 的 B 型蒸汽保温平面三通全固定节。

2.8.5 B 型蒸汽三通全固定节标准配置

B 型蒸汽三通全固定节外形尺寸见表 2-16。

表 2-16 B 型三通全固定节外形尺寸表 (mm)

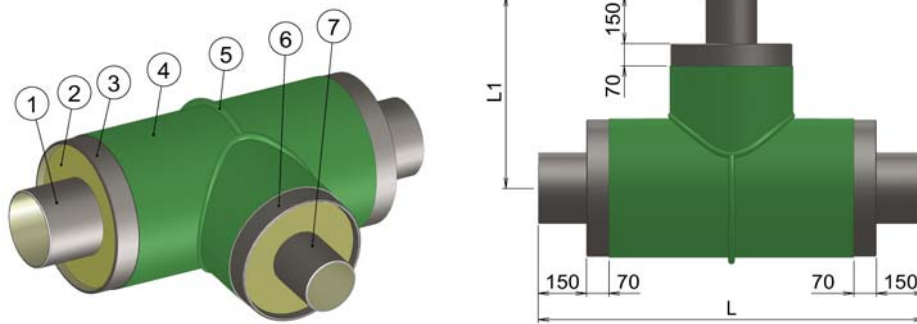
通径 DN	L	L1	L2
50	2125	1610	900
65	2135	1610	900
80	2172	1637	900
100	2192	1637	900
125	2258	1663	900
150	2304	1689	900
200	2389	1739	900
250	2480	1765	900

300	2620	1815	900
350	2890	2060	1000
400	2936	2081	1000
450	3005	2110	1000
500	3090	2160	1000
600	3240	2210	1000
700	3680	2460	1100
800	3905	2510	1100

2.9 B 型蒸汽三通

B 型蒸汽三通包括平面三通、跨越三通和平行三通。三通管件必须布置在固定节点。

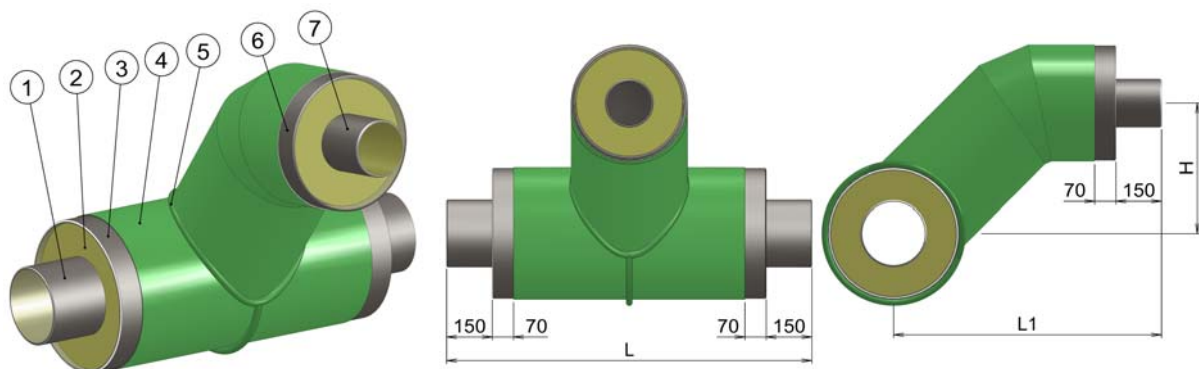
2.9.1 B 型蒸汽平面三通结构



①工作管 ②保温层 ③外护管 ④防腐层 ⑤加强筋 ⑥支外护管 ⑦支工作管

图 2-24 B 型平面三通

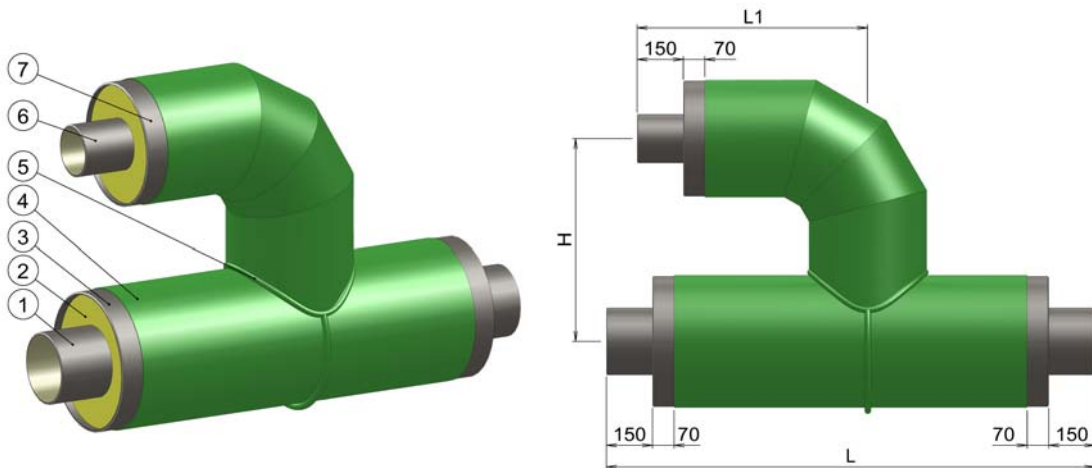
2.9.2 B 型蒸汽跨越三通结构



①工作钢管 ②保温层 ③外护钢管 ④防腐层 ⑤支外护钢管 ⑥支工作钢管

图 2-25 B 型跨越三通

2.9.3 B 型蒸汽平行三通结构



①工作管 ②保温层 ③外护管 ④防腐层 ⑤加强筋 ⑥支工作管 ⑦支外护管

图 2-26 B 型平行三通

2.9.4 B 型蒸汽三通型号

ZQB. (ST)(主通径)/(支通径) - (压力) - (温度)

ZQB : B 型蒸汽保温管系列 **ST** : 三通 **KY** : 跨越三通 **PX** : 平行三通

例：**ZQB.ST500/400-1.6-250** 主管通径为 DN500，支管通径为 DN400，压力为 1.6MPa，温度为 250°C 的 B 型蒸汽保温三通。

2.9.5 B 型蒸汽三通标准配置

2.9.5.1 跨越三通支管外护管的斜接段为 3 段，平行三通支管外护管斜接弯头为 5 段构成。

2.9.5.2 对于地下水位接近或高于管底标高的敷设环境，强烈建议采用无机水性硅酸锌与其他隔离性防护材料 (FRP/聚脲) 复合的外防腐防护层方案。

2.9.5.2 在满足可制作条件的情况下，分支管的高度和长度也可按照订货特殊要求定制。

2.9.5.3 B 型三通外形尺寸见表 2-17。

表 2-17 B 型三通外形尺寸表 (mm)

通径 DN	L	L1	H
50	950	650	500
65	1000	700	500
80	1050	750	550
100	1100	800	550
125	1150	850	550

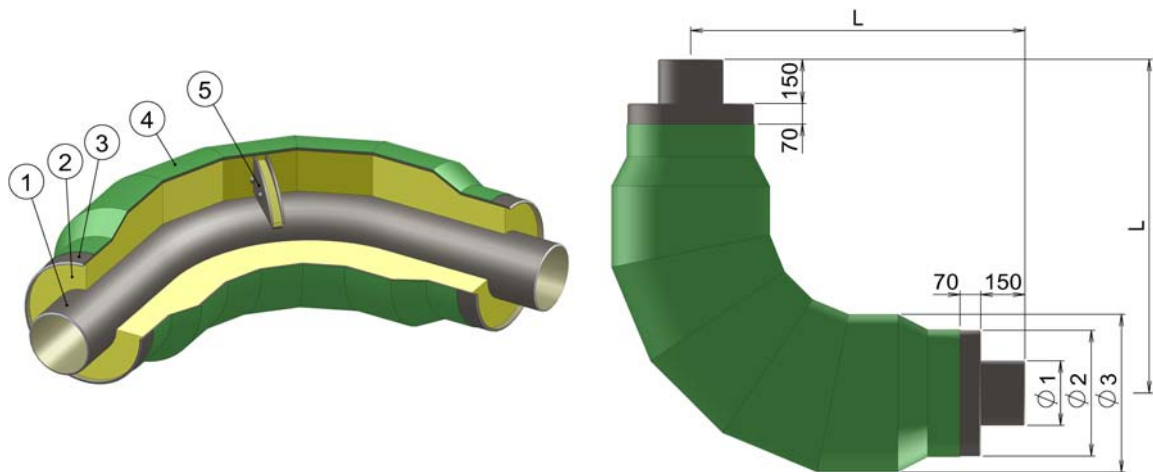
续表 2-17

通径 DN	L	L1	H
150	1200	900	600
200	1400	1000	650
250	1500	1100	700
300	1600	1200	800
350	1700	1300	900
400	1700	1300	900
450	1800	1400	1000
500	1800	1400	1050
600	1900	1500	1200
700	2000	1600	1250
800	2100	1700	1350

2.10 B 型蒸汽平面弯管

2.10.1 B 型蒸汽平面弯管结构

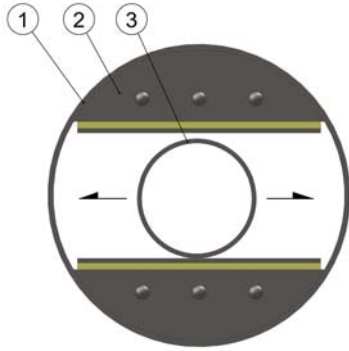
2.10.1.1 平面弯管作为自然补偿元件时，外护钢管应采用扩径管，扩径大小应与补偿位移大小而确定。其结构形式见图 2-27 所示。



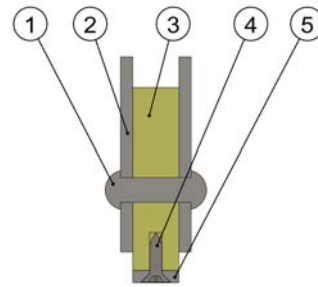
①工作管 ②保温层 ③外护管 ④防腐层 ⑤平行滑动支架

图 2-27 B 型平面弯管示意图

2.10.1.2 平面弯管在补偿移动时，只能在一个平面内移动，其他方向被限位。平行滑动支架的使用原理见图 2-28，工作钢管只能在平行滑动支架的空隙中移动。平行滑动支架的结构见图 2-29，木支架的作用是减少工作钢管的热量向外护钢管传递。



①外护钢管 ②平行滑动支架 ③工作钢管
图 2-28 平行滑动支架使用原理示意图



①铆钉 ②支架侧板 ③木支架 ④木螺钉 ⑤支架滑板
图 2-29 平行滑动支架结构示意图

2.10.2 B 型蒸汽平面弯管型号

ZQB. (WG) (主管径) / (角度) - (压力) - (温度)

ZQB : B 型蒸汽保温管系列 WG : 平面弯管

例 : ZQB.WG500/90-1.6-250 主管径为 DN500 , 角度 90° , 压力为 1.6MPa , 温度为 250°C 的 B 型蒸汽保温平面弯管。

2.10.3 B 型蒸汽平面弯管标准配置

平面弯管标准配置中弯管曲率半径采用 3D , 扩径管直径大于外护钢管不小于 100mm。

表 2-18 B 型平面弯管标准配置外形尺寸表 $\alpha=90^\circ$ R=3D (mm)

通径 DN	Φ	Φ_1	Φ_2	L	通径 DN	Φ	Φ_1	Φ_2	L
50	57	219	325	800	350	377	559	720	1650
65	76	219	325	800			630	720	1650
80	89	219	325	800			720	820	1650
		273	377	800	630	720	1800		
100	108	273	377	800	400	426	660	762	1800
125	133	273	377	900			762	920	1800
		325	426	900	720	820	1950		
150	159	325	426	1000	450	478	762	920	1950
		377	478	1000			820	920	1950
200	219	377	478	1150	500	529	820	920	2150
		426	529	1200			920	1020	2150
		478	630	1250	600	630	920	1020	2450
250	273	426	529	1350			1020	1120	2450
		478	630	1350	700	720	1020	1120	2850
		529	630	1350			1120	1220	2850
300	325	529	630	1500	800	820	1120	1220	3250
		630	720	1500			1220	1320	3250

2.11 B 型蒸汽出地弯管

2.11.1 B 型蒸汽出地弯管结构

2.11.1.1 B 型出地面弯管是 B 型竖向使用弯管的一种，其结构见图 2-30 所示，这里特指的是弯管出地面后与无外护管的架空管道相连接，而不是仍然与直埋的 B 型蒸汽管或其他“钢套钢”保温管相连接。在此情况下，需要考虑保温层端部防水和工作管热位移这两个因素来匹配产品。

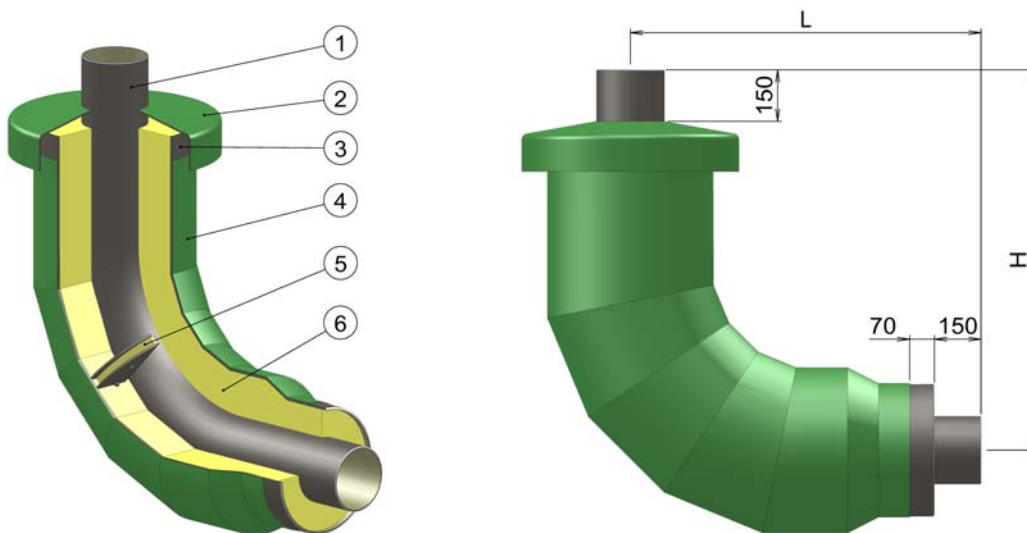
2.11.1.2 根据 CJJ/T104 标准规定，出地弯管外护管端口距地面不得小于 500mm，因此用户在订购时要提供管道埋深 H 值。

2.11.1.3 竖向弯管的有工作热位移，因此竖向外护钢管应扩径处理，扩径大小应根据热位移来确定或进行偏向处理，通常情况下标准配置按扩大直径 100mm 确定。

2.11.1.4 标准配置的出地弯管角度为 90°、曲率半径为 $R=3D$ 。

2.11.1.5 在弯管处设一对平行滑动支架，限定工作管只能在竖直平面内移动，工作原理参照 2.10.1.1 节。

2.11.1.6 产品出厂时在防雨帽和工作管之间焊接运输定位板，在现场工作全部焊接完毕之后必须拆除运输定位板，如果忘记拆除工作时会发生严重的后果。运输定位板采用醒目的黄色油漆涂装，代表临时定位件，提醒安装完毕必须拆除。运输定位板图中没有画出。



①工作钢管 ②防雨帽 ③外护钢管 ④防腐层 ⑤平行滑动支架 ⑥保温层

图 2-30 B 型出地面弯管结构示意图

2.11.2 B 型蒸汽出地弯管型号

ZQB. (CWG) (通径) / (角度) - (压力) - (温度)

ZQB : B 型蒸汽保温管系列 **CWG** : 出地弯管

例：**ZQB.SWG500/90-1.6-250** 主管通径为 DN500，角度 90°，压力为 1.6MPa，温度为 250°C 的 B 型蒸汽保温出地弯管。

2.11.3 B 型蒸汽出地弯管标准配置

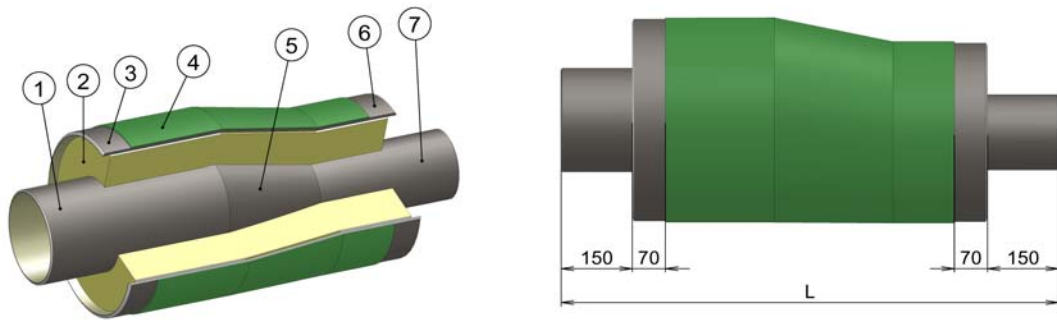
表 2-19 B 型出地弯管标准配置外形尺寸表 $\alpha=90^\circ$ $R=3D$ (mm)

通径 DN	Φ_1	Φ_2	L	H	通径 DN	Φ_1	Φ_2	L	H
50	219	325	800	2200	350	559	720	1650	2200
65	219	325	800			630	720	1650	
80	219	325	800			720	820	1650	
	273	377	800		400	630	720	1800	
100	273	377	800			660	762	1800	
125	273	377	900			762	920	1800	
	325	426	900		450	720	820	1950	
150	325	426	1000			762	920	1950	
	377	478	1000			820	920	1950	
200	377	478	1150		500	820	920	2150	
	426	529	1200			920	1020	2150	
	478	630	1250			600	920	1020	
250	426	529	1350		1020		1120	2450	
	478	630	1350		700	1020	1120	2850	
	529	630	1350			1120	1220	2850	
300	529	630	1500		800	1120	1220	3250	
	630	720	1500			1220	1320	3250	

2.12 B 型蒸汽同底偏心异径管

2.12.1 B 型蒸汽同底偏心异径管结构

同底偏心异径管是蒸汽管线上常用的异径管件，其结构见图 2-31 所示。管线设计图通常会将异径管设置在三通附近。对于新建管线，一般采用异径管与其他管件组合制造的方式交货。对于续建管线，可能存在订购独立异径管件的需要。



①大端工作钢管 ②保温层 ③大端外护钢管 ④防腐层 ⑤异径接头 ⑥小端外护钢管 ⑦小端工作钢管

图 2-31 B 型同底偏心异径管结构示意图

2.12.2 B 型蒸汽同底偏心异径管型号

ZQB. (BJ) (主通径) / (支通径) - (压力) - (温度)

ZQB : B 型蒸汽保温管系列 BJ : 变径管

例 : ZQB.BJ500/400-1.6-250 主管通径 DN500 , 支管通径 DN400 , 压力 1.6MPa , 温度 250℃ 的 B 型蒸汽保温异径管。

2.12.3 B 型蒸汽同底偏心异径管标准配置

B 型同底偏心异径管标准配置尺寸见表 2-20。

表 2-20 B 型同底偏心异径管标准配置尺寸表 (mm)

大端通径 DN	小端通径 DN	L	大端通径 DN	小端通径 DN	L
65	50	950	350	300	1150
80	65	950		400	250
	50	1100	350		1150
100	80	900	450	300	1300
	65	900		400	1250
125	100	950	500	350	1400
	80	1000		450	1500
150	125	950	600	400	1450
	100	1150		500	1650
200	150	1050	700	450	1700
	125	1250		600	1950
250	200	1000	800	500	2150
	150	1350		700	2150
300	250	1150		600	2250
	200	1450			

2.13 B 型蒸汽疏水节

2.13.1 B 型蒸汽疏水节概述

2.13.1.1 疏水管件的主要功能是集水和提供凝结水引出通道，不包含疏水阀，不具备疏水功能。

2.13.1.2 按照凝结水引出外置和方向来分，疏水管件分为向上引出疏水和向下引出疏水两种。

2.13.1.1 上疏水节管件是向上引出疏水的简称，是指通过凝结水引出管将其集水套管所收集到的凝结水竖直向上引出至高于管道标高位置的预制保温管件。

2.13.1.2 下疏水节管件是在低于主管道管底标高的位置将集水管中的凝结水引出和排放的管件。

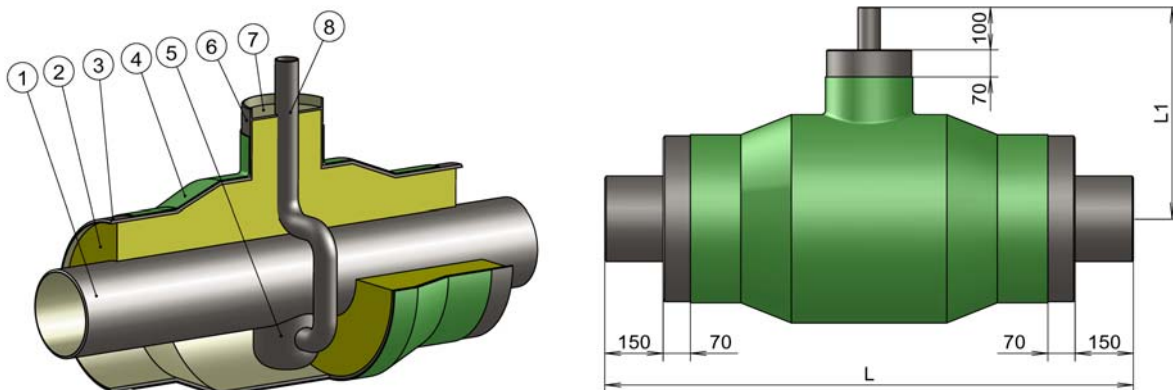
2.13.1.3 集水套管的主要功能是收集凝结水。疏水引出管在集水罐侧部开孔焊接引出，提供凝结水在管道内压作用下引出的通道。

2.13.1.4 当管道公称直径 \leq DN100 时，集水罐直径与管道相等，当管道公称直径 $>$ DN100 时，集水罐直径不应小于管道直径的 1/2，且 \geq 100mm。

2.13.1.5 疏水引出管标准配置管径为 DN50，引出外护钢管为 DN200。

2.13.2 B 型蒸汽上疏水节

2.13.2.1 B 型蒸汽上疏水节结构



①工作钢管 ②保温层 ③外护钢管 ④防腐层 ⑤集水套管 ⑥疏水管外护钢管 ⑦盲板 ⑧疏水管

图 2-32 B 型上疏水节结构示意图

2.13.2.2 B 型蒸汽上疏水节型号

ZQB. (SS) (通径) / (支通径) - (压力) - (温度)

ZQB : B 型蒸汽保温管系列 SS : 上疏水

例 : ZQB.SS500-1.6-250 主管通径为 DN500，压力为 1.6MPa，温度为 250℃的 B 型蒸汽保温上疏水节

2.13.2.3 B 型蒸汽上疏水节标准配置

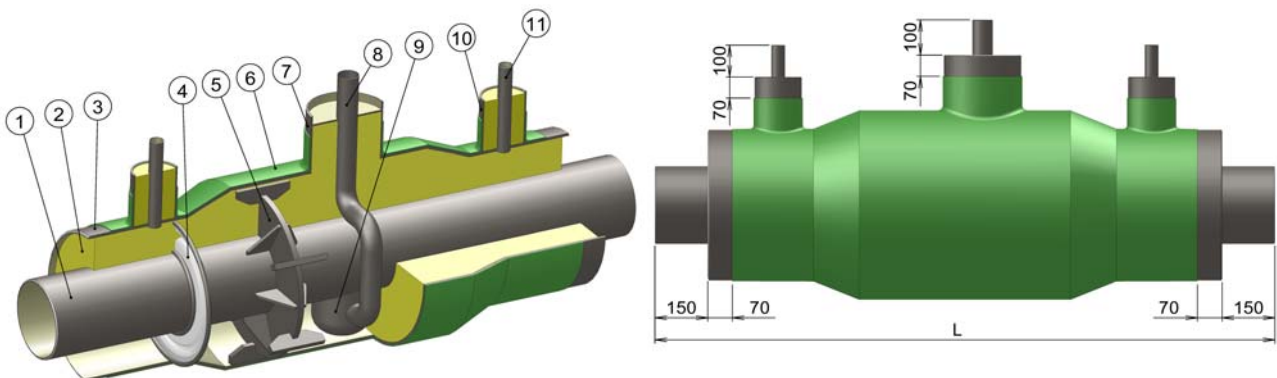
表 2-21 B 型上疏水节管件标准配置外形尺寸表 (mm)

通径 DN	Φ_1	Φ_2	L	通径 DN	Φ_1	Φ_2	L
50	219	325	1050	350	559	720	1150
65	219	325	1050		630	720	
80	219	325	1100		720	820	
	273	377		400	630	720	1200
100	273	377	660		762		
125	273	377	1100		762	920	
	325	426		450	720	820	1200
150	325	426	1100		762	920	
	377	478			820	920	
200	377	478	1100	500	820	920	1250
	426	529			920	1020	
	478	630		600	920	1020	1250
250	426	529	1100		700	1020	
	478	630		1020		1120	
	529	630		1120	1220		
300	529	630	1150	800	1120	1220	1300

2.13.3 B 型蒸汽上疏水+内固定节

2.13.3.1 B 型蒸汽上疏水+内固定节结构

通常情况下，疏水节尽可能靠近固定节安装，以避免由于主管道的热位移而造成疏水部件的损坏。将疏水节与固定节组合制造，可最大程度地降低疏水节与固定节的距离，使疏水节中的位移量达到最小限度。B 型上疏水+内固定节的结构见图 2-33 所示。



①工作钢管 ②保温层 ③外护钢管 ④隔断组件 ⑤内固定组件 ⑥防腐层
⑦疏水管外护钢管 ⑧疏水管 ⑨集水套管 ⑩排潮外护管 ⑪排潮管

图 2-33 B 型上疏水+内固定节结构示意图

2.13.3.2 B 型蒸汽上疏水+内固定节型号

ZQB. (SS.NG) (通径) - (压力) - (温度)

ZQB : B 型蒸汽保温管系列 SS.NG : 上疏水+内固定

例 : ZQB.SS.NG 500-1.6-250 主管通径为 DN500 , 压力为 1.6MPa , 温度为 250°C 的 B 型蒸汽保温上疏水节+内固定节。

2.13.3.3 B 型蒸汽上疏水+内固定节标准配置

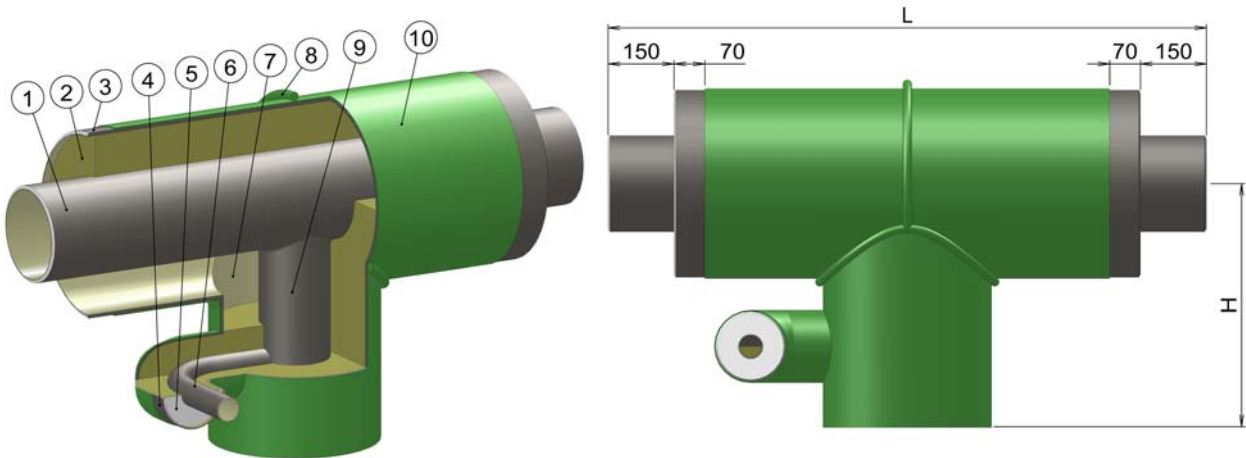
B 型上疏水节+内固定节标准配置尺寸见表 2-22。

表 2-22 B 型上疏水+内固定节标准配置外形尺寸表 (mm)

通径 DN	Φ_1	Φ_2	L	通径 DN	Φ_1	Φ_2	L
50	219	325	1200	350	559	720	1300
65	219	325	1200		630	720	
80	219	325	1250		720	820	
	273	377		400	630	720	1350
100	273	377	660		762		
125	273	377	1250		762	920	
	325	426		450	720	820	1350
150	325	426	1250		762	920	
	377	478			820	920	
200	377	478	1250	500	820	920	1400
	426	529			920	1020	
	478	630		600	920	1020	1400
250	426	529	1250		1020	1120	
	478	630		700	1020	1120	1450
	529	630			1120	1220	
300	529	630	1300	800	1120	1220	1450

2.13.4 B 型蒸汽下疏水节

2.13.4.1 B 型蒸汽下疏水结构



- ①工作钢管 ②保温层 ③外护钢管 ④疏水管外护钢管 ⑤盲板
⑥疏水管 ⑦集水套管外护钢管 ⑧加强筋 ⑨集水套管 ⑩防腐层

图 2-34 B 型下疏水结构示意图

2.13.4.2 B 型蒸汽下疏水型号

ZQB. (XS) (通 径) - (压 力) - (温 度)

ZQB : B 型蒸汽保温管系列 XS : 下疏水

例 : ZQB.XS 500-1.6-250 主管通径为 DN500 , 压力为 1.6MPa , 温度为 250°C 的 B 型蒸汽保温下疏水节

2.13.4.3 B 型蒸汽下疏水节标准配置

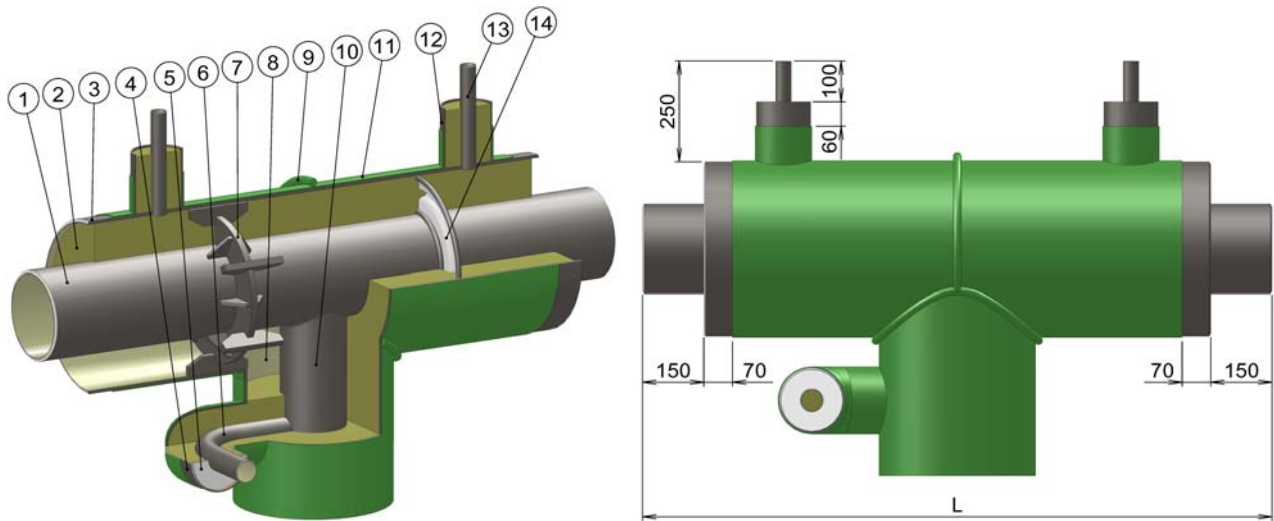
B 型下疏水节标准配置尺寸见表 2-23。

表 2-23 B 型下疏水节标准配置管件外形尺寸表 (mm)

通径 DN	L	通径 DN	L
50	528	300	1108
65	552	350	1258
80	572	400	1410
100	610	450	1586
125	648	500	1762
150	686	600	2064
200	756	700	2442
250	932	800	2794

2.13.5 B 型蒸汽下疏水+内固定节

2.13.5.1 B 型蒸汽下疏水+内固定节结构



- ①工作钢管 ②保温层 ③外护钢管 ④疏水管外护钢管 ⑤盲板 ⑥疏水管 ⑦内固定组件
⑧集水套管外护钢管 ⑨加强筋 ⑩集水套管 ⑪防腐层 ⑫排潮管外护 ⑬排潮管 ⑭隔断组件

图 2-35 B 型下疏水结构示意图

2.13.5.2 B 型蒸汽下疏水+内固定节型号

ZQB. (XS.NG) (通径) - (压力) - (温度)

ZQB : B 型蒸汽保温管系列 **XS.NG** : 下疏水+内固定

例：**ZQB.XS.NG 500-1.6-250** 主管通径为 DN500，压力为 1.6MPa，温度为 250℃的 B 型蒸汽保温下疏水+内固定节

2.13.5.3 B 型蒸汽下疏水节+内固定标准配置

B 型蒸汽下疏水节+内固定节标准配置尺寸参见表 2-22。

2.14 B 型蒸汽外护管补偿器 (外补)

2.14.1 B 型蒸汽外护管补偿器概述

2.14.1.1 外护管补偿器 (简称：外补)，在 B 型直埋预制保温蒸汽管线中是指用于补偿外护钢管热膨胀位移的膨胀节，可以采用金属波纹管膨胀节，也可以采用柔性石墨密封套筒膨胀节。

2.14.1.2 在 B 型直埋预制保温蒸汽管线中，B 型外补偿器多数情况下都布置在有全固定节节点左右，可以和该节点的其他管件组合制造。

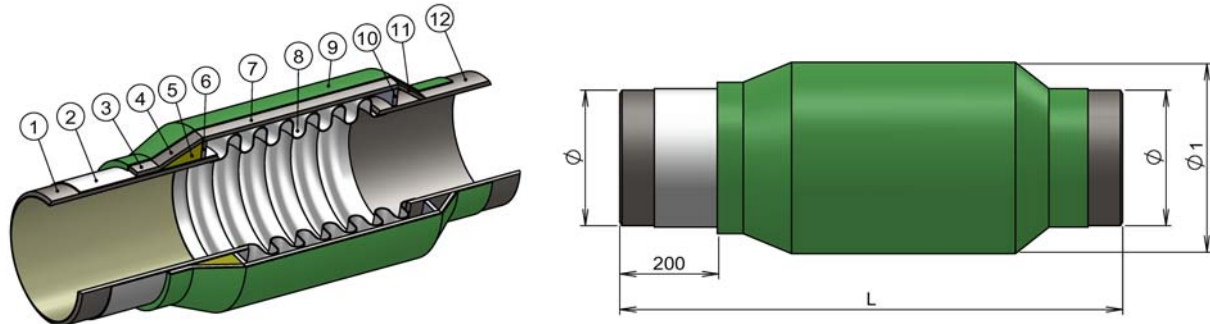
2.14.1.3 单件交货的外管补偿器可以安装在管道的一端 (截断并替代一段外护钢管)，标准配置中 B 型外补偿器不包含工作管和保温层。

2.14.2 B 型蒸汽金属波纹管外护管补偿器

2.14.2.1 B 型蒸汽金属波纹管外护管补偿器结构

2.14.2.2.1 金属波纹管外护管补偿器通常应用在没有地下水或地下水中氯离子含量较低的直埋蒸汽管道上。

2.14.2.3.2 为了防止地下水的长期侵蚀，波纹管外表面应进行喷涂聚脲、无机硅酸锌及磷镍电镀层等防腐处理。



①自由端连接管 ②白钢衬板 ③外护套短管 ④异径管 ⑤不饱和聚酯树脂 ⑥导向环板 ⑦外护钢管
⑧金属波纹管 ⑨防腐层 ⑩固定环板 ⑪异径管 ⑫排潮管外护 ⑬排潮管 ⑭固定端连接管

图 2-36 B 型金属波纹管外护管补偿器结构示意图

2.14.2.2 B 型蒸汽金属波纹管外护管补偿器型号

ZQB. (WB/B) (外护管口径) - (补偿量)

ZQB : B 型蒸汽保温管系列 **WB/B** : 外护管补偿器/波纹管

例：**ZQB.WB/B 500-150** 主管口径为 DN500，补偿量为 150mm 的 B 型蒸汽保温外护管补偿器。

2.14.2.3 B 型蒸汽金属波纹管外护管补偿器标准配置

表 2-24 金属波纹管外管补偿器标准配置外形尺寸表 (mm)

Φ	Φ ₁	L	Φ	Φ ₁	L
219	325	875	660	820	970
273	377	875	720	920	1005
325	478	930	762	920	1005
377	529	935	820	1020	1035
426	529	960	920	1120	1065
478	630	960	1020	1220	1135
529	720	970	1120	1320	1135
559	720	970	1220	1420	1135
630	820	970	1420	1620	1135

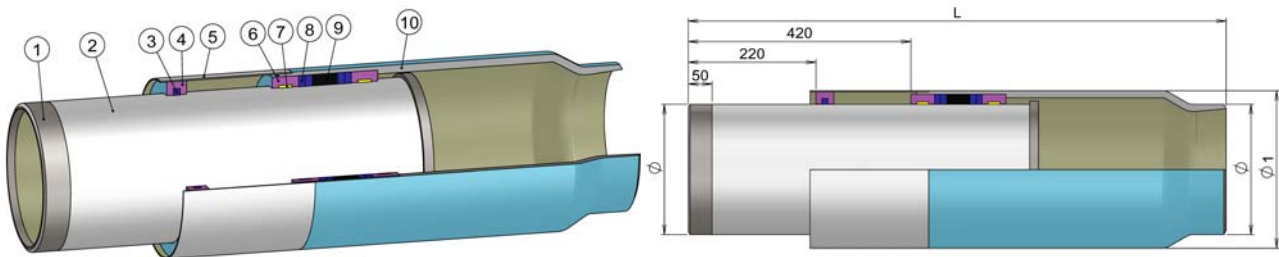
2.14.3 B 型蒸汽柔性石墨密封外护管补偿器

2.14.3.1 B 型蒸汽柔性石墨密封外护管补偿器概述

2.14.3.1.1 土壤中或地下水中的氯离子含量较高的环境下，特别是沿海地区情况比较严重。波纹管材料会在短时间内损坏，虽然也采取了防腐措施，但只要有一个漏点，腐蚀将在短时间内将波纹管穿漏，地下水随着漏点进入到保温管内，将会给保温管造成极大地损害。

2.14.3.1.2 柔性石墨耐高温、耐酸、耐碱，耐盐，化学性能比较稳定等特点，被广泛地应用在各类补偿器上，以柔性石墨作为密封材料制造的外护管补偿器，其耐腐蚀性能比较优越。

2.14.3.2 B 型蒸汽柔性石墨密封外护管补偿器结构



①内套管 ②不锈钢衬层 ③石墨盘根 ④防尘环 ⑤防尘套 ⑥导向环
⑦聚四氟乙烯衬套 ⑧石墨盘根 ⑨柔性石墨 ⑩外套管

图 2-37 柔性石墨密封外护管补偿器结构示意图

2.14.3.3 B 型蒸汽柔性石墨密封外护管补偿器型号

ZQB. (WB/M) (外护管通径) - (补偿量)

ZQB：B 型蒸汽保温管系列 WB/M：外护管补偿器/石墨密封

例：ZQB.WB/M 500-150 通径为 DN500，补偿量为 150mm 的 B 型蒸汽保温外护管补偿器。

2.14.3.4 B 型蒸汽柔性石墨密封外护管补偿器标准配置

表 4-25 柔性石墨密封外管补偿器外标准配置尺寸表 (mm)

Φ	Φ_1	L	Φ	Φ_1	L
219	255	875	630	686	970
273	311	875	720	778	1005
325	367	930	820	882	1035
377	421	935	920	986	1065
426	474	960	1020	1090	1135
478	528	960	1120	1192	1135
529	582	970	1220	1294	1135

2.15 B 型蒸汽穿墙防水套管

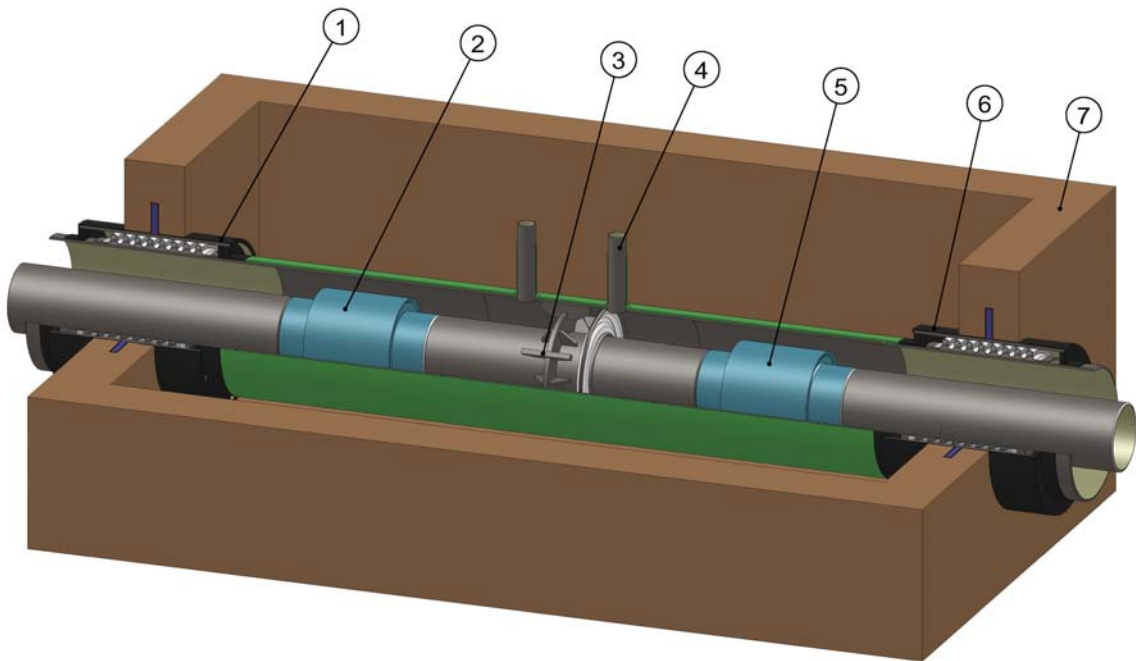
2.15.1 B 型蒸汽穿墙防水套管概述

2.15.1.1 穿墙防水套管适用于管道穿过混凝土墙或井壁的防水密封。**请注意：柔性防水套管不适用于砖混等低强度墙壁的管道穿墙密封。**

2.15.1.2 根据所采用的密封方式不同，防水套管可以分为柔性石墨密封防水套管、金属波纹管密封防水套管。各种结构防水套管均可通用于本手册中各种形式的蒸汽管线。

2.15.1.3 防水套管的共同特点是蒸汽管穿墙过程中，仍然保持整体结构的完整，即不对外护钢管进行断开加装补偿单元，而是在外护钢管之外增加密封结构和防水组件。在实现可靠防水功能的同时，着重考虑直埋环境下防腐处理方式的可靠性。

2.15.1.4 对于补偿器井室，蒸汽管外护钢管穿墙过程中保持自身结构的连续性可以更方便制作井内固定支架，甚至是大推力的主固定支架，即将外护钢管在井内延伸并连续，采用直埋内固定结构制作所需的井内固定支架。即保证了井内固定支架的可靠性又可以实现井内补偿器可靠密封和保温。防水套管及井内内固定节的布置结构请见图 2-38。



①防水套管 ②补偿器 ③井内固定 ④排潮管 ⑤补偿器 ⑥防水套管 ⑦井池

图 2-38 防水套管及井内内固定节结构示意图

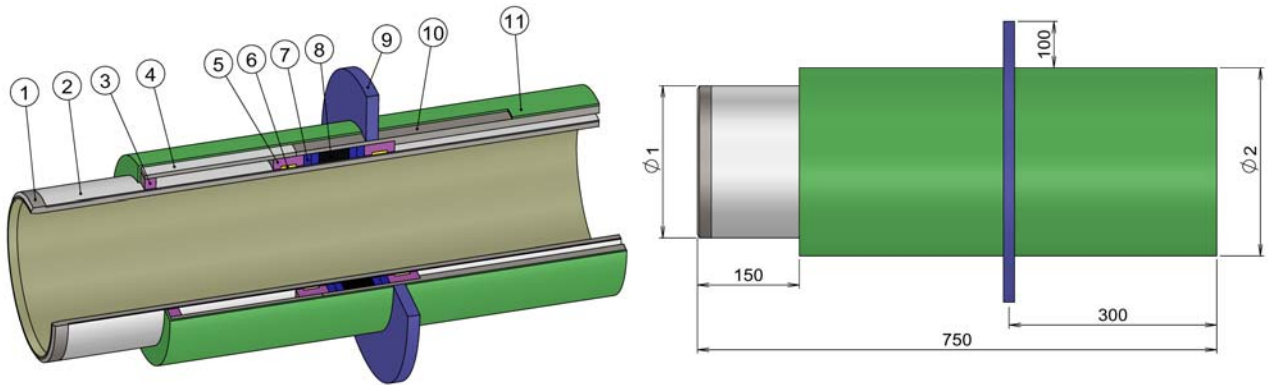
2.15.2 B 型蒸汽柔性石墨密封防水套管

2.15.2.1 B 型蒸汽柔性石墨密封防水套管结构

2.15.2.1.1 柔性石墨密封防水套管采用柔性石墨密封套筒补偿器的核心密封结构，采用柔性石墨为主要密封剂，实现保温管穿墙防水密封的功能。

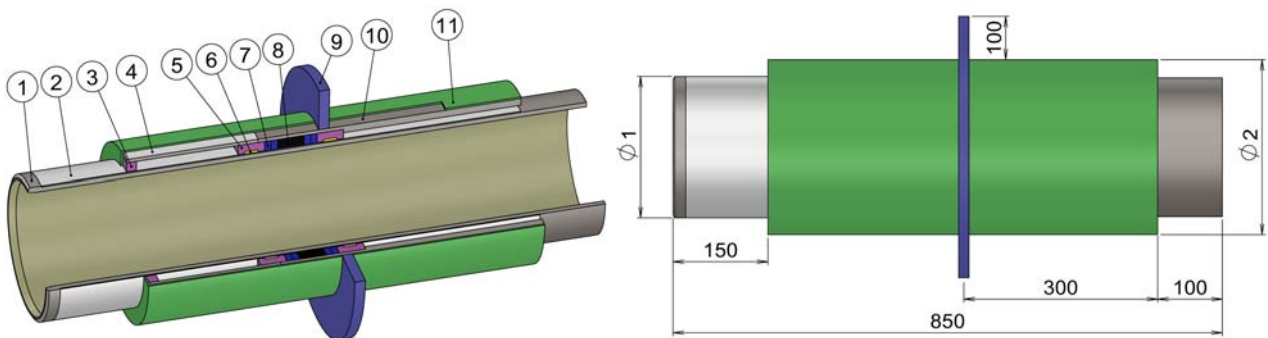
2.15.2.1.2 柔性石墨密封防水套管根据用途分为两种结构：普通型和加长型。普通型用于管道穿墙后外护钢管不在延伸的使用场合，例如阀门井或者井室内保温不再采用外护钢管的补偿器井，见图 2-39。加长型的内套管延长至露出外套管 100mm，以方便继续连接外护钢管，见图 2-40。

2.15.2.1.3 普通型和加长型柔性石墨密封防水套管内套管的额定热位移量均为 150mm。



①内套管 ②不锈钢衬层 ③防尘环 ④防尘套 ⑤导向环 ⑥聚四氟乙烯衬套
⑦石墨盘根 ⑧柔性石墨 ⑨阻水板 ⑩外套管 ⑪防腐层

图 2-39 普通型柔性石墨密封防水套管结构示意图



①内套管 ②不锈钢衬层 ③防尘环 ④防尘套 ⑤导向环 ⑥聚四氟乙烯衬套
⑦石墨盘根 ⑧柔性石墨 ⑨阻水板 ⑩外套管 ⑪防腐层

图 2-40 加长型柔性石墨密封防水套管结构示意图

2.15.2.2 B 型蒸汽柔性石墨密封防水套管型号

ZQB. (TG/M) (外护管通径) - (补偿量)

ZQB : B 型蒸汽保温管系列 TG/M : 防水套管/石墨密封

例 : ZQB.TG/M 500-150 通径为 DN500 , 补偿量为 150mm 的 B 型石墨密封穿墙防水套管。

2.15.2.3 B 型蒸汽柔性石墨密封防水套管标准配置

2.15.2.3.1 外套管外表面、阻水板和防尘套等外露碳钢件外表面 100%喷涂无机水性硅酸锌进行底层防腐后再喷涂聚脲防护层。

2.15.2.3.2 所有可能接触地下水的金属内表面全部热镀锌或喷涂无机水性硅酸锌防腐层。

2.15.2.3.3 柔性石墨密封组件执行标准 CJ/T 3016.2-1994 《供热用焊制套筒补偿器》。

2.15.2.3.4 阻水板厚度可根据密封结构摩擦力确定。

2.15.2.3.5 内套管焊接连接端面坡口角度为 30° ，钝边尺寸 1.6~2mm。厚度超过连接管厚度时，需倒内坡口，内坡口角度为 10° 。

表 2-26 柔性石墨密封防水套管外径尺寸表 (mm)

Φ_1	Φ_2	Φ_1	Φ_2
219	255	660	710
273	311	720	778
325	367	762	815
377	421	820	882
426	474	920	986
478	528	1020	1090
529	582	1120	1192
559	610	1220	1294
630	686		

注：本表适用普通型和加长型。

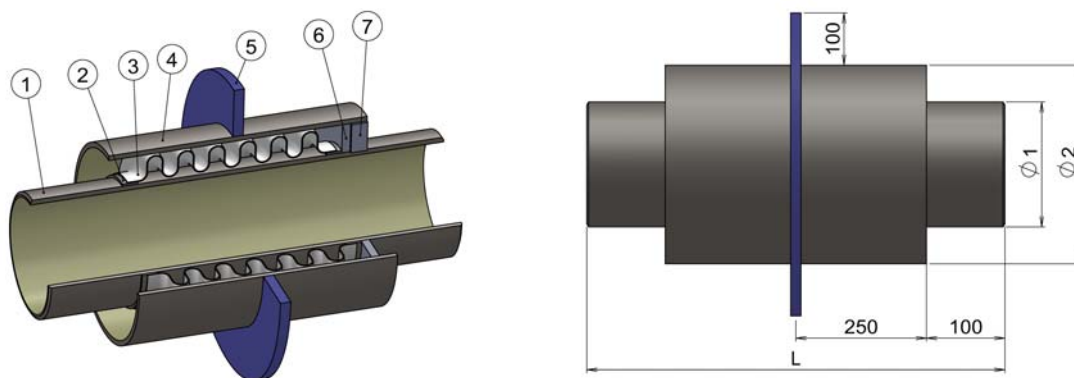
2.15.3 B 型蒸汽金属波纹管密封防水套管

2.15.3.1 B 型蒸汽金属波纹管密封防水套管结构

2.15.3.1.1 采用金属波纹管作为密封元件的防水套管称为金属波纹管密封防水套管。

2.15.3.1.2 金属波纹管密封防水套管在使用中，金属波纹管外表面以及保护套管内表面都会接触地下水。宜采用适当的防腐防护处理方式。

2.15.3.1.3 标准配置的防水套管的额定热位移量均为 150mm。



①外护钢管 ②波纹管接管 ③金属波纹管 ④保护外套 ⑤阻水环板 ⑥密封环板 ⑦加强筋板

图 2-41 金属波纹管密封防水套管结构示意图

2.15.3.2 B 型蒸汽金属波纹管密封防水套管型号

ZQB. (TG/B)(外护钢管通径) - (补偿量)

ZQB : B 型蒸汽保温管系列 TG/B : 防水套管/波纹管密封

例 : ZQB.TG/B 500-150 通径为 DN500 , 补偿量为 150mm 的 B 型波纹管密封穿墙防水套管。

2.15.3.3 B 型蒸汽金属波纹管密封防水套管标准配置

2.15.3.3.1 金属波纹管密封部件执行标准为 GB/T 12777 《金属波纹管膨胀节通用技术条件》。金属波纹管材质为 SUS316L , 设计压力为 0.6MPa , 设计温度 300℃ , 设计循环疲劳寿命 500 次。

2.15.3.3.2 防腐防护 : 保护套管内表面、密封环板朝向波纹管的表面及焊缝、与金属波纹管连接的联管外表面及焊缝均采用无机水性硅酸锌或热镀锌进行底层防腐处理。上述范围以及金属波纹管外表面全部喷涂聚脲处理。防水套管外露表面,包括阻水板、密封环板和加强筋板表面及焊缝,均在采用无机水性硅酸锌进行底层防腐处理后喷涂聚脲防护层。管端焊接区长度 70mm 无聚脲防护层。

表 2-27 金属波纹管密封防水套管外形尺寸表 (mm)

Φ_1	Φ_2	L	Φ_1	Φ_2	L
219	325	944	660	820	1035
273	377	842	720	920	982
325	478	1046	762	920	982
377	529	950	820	1020	967
426	529	908	920	1120	1054
478	630	980	1020	1220	1054
529	720	980	1120	1320	1135
559	720	980	1220	1420	1135
630	820	1035			

2.16 B 型蒸汽井壁密封

2.16.1 B 型蒸汽井壁密封概述

2.16.1.1 井壁密封适用于管道井壁的防水密封。

2.16.1.2 根据所采用的密封方式不同,井壁密封可以分为柔性石墨密封和金属波纹管密封。各种结构井壁密封均可通用于本手册中 A 型、B 型、C 型、D 型等各种形式的蒸汽管线。

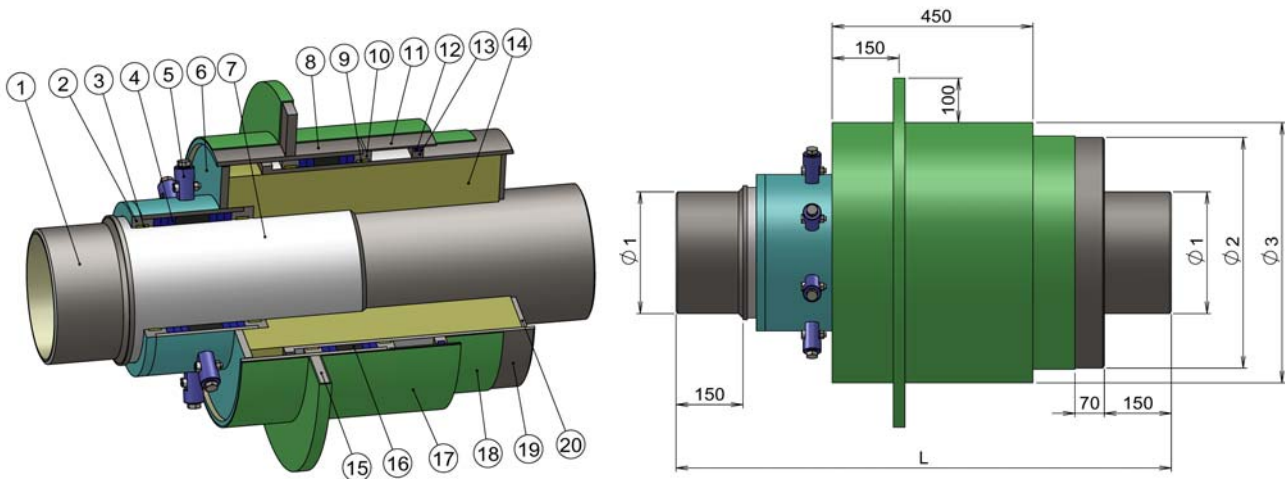
2.16.1.3 井壁密封的共同特点是蒸汽管穿越井壁过程中,对井壁的推力局限在安全范围内。井壁密封有两个密封,一是外密封:将地下水隔离在井室之外,二是内密封:防止井内的水倒灌进保温层中。

2.16.1.4 井壁密封使用通常为一对，在补偿器井使用时，两个井壁密封是相同的，位移方向都是向井内移动。在阀门井使用时，两个井壁密封移动方向是相同的，一个进井，一个出井，因此用户订购时要说明井壁密封的使用对象。

2.16.1.5 波纹管密封的井壁密封中外密封波纹管与地下水接触，应进行防腐处理。

2.16.2 B 型蒸汽柔性石墨密封的井壁密封

2.16.2.1 B 型蒸汽柔性石墨密封的井壁密封结构



- ①工作钢管 ②导向环 ③导向衬环 ④密封组合 ⑤注料嘴 ⑥固定环板 ⑦密封芯管 ⑧外套
⑨导向衬环 ⑩导向环 ⑪防尘套 ⑫石墨盘根 ⑬密封环 ⑭保温层 ⑮防水环板 ⑯密封组合
⑰防腐层 ⑱防腐层 ⑲外护钢管 ⑳活动环板

图 2-42 柔性石墨密封的井壁密封示意图

2.16.2.2 B 型蒸汽柔性石墨密封的井壁密封型号

ZQB. (JF/M) (工作管通径) / (外护管通径) - (外管位移量) / (内管位移量)

ZQB : B 型蒸汽保温管系列 **JF/M** : 井壁密封/柔性石墨密封

例 1 : ZQB.JF/M 500/900-200/150 工作管通径为 DN500，外护管通径为 DN900，工作管位移量为 200mm、外护管位移量为 150mm 的 B 型柔性石墨密封井壁密封管件。

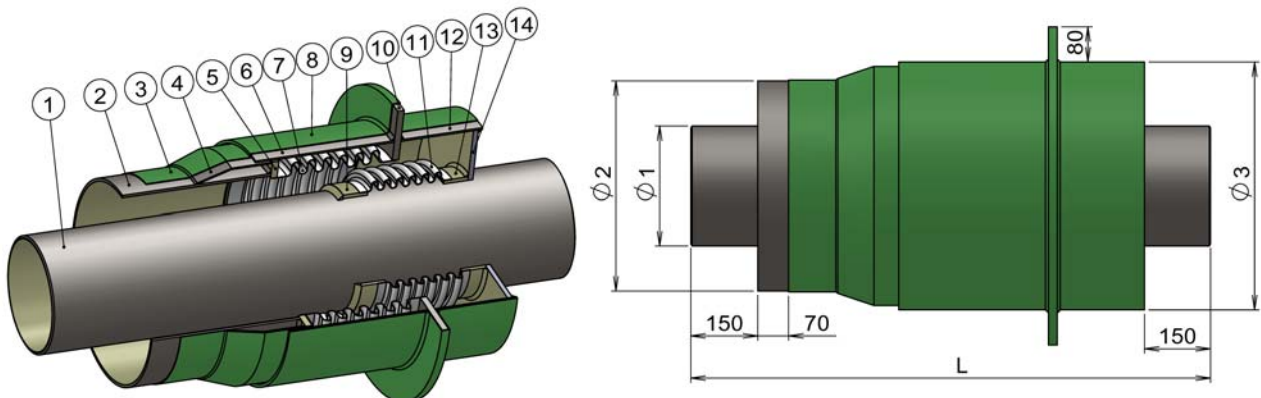
2.16.2.3 B 型蒸汽柔性石墨密封的井壁密封标准配置

2.16.2.1 井壁密封外管位移量标准配置为 150mm，工作管位移量用户可根据实际情况确定。

2.16.2.1.2 井壁密封标准配置长度为 L=1500mm。

2.16.3 B 型蒸汽波纹管密封的井壁密封

2.16.3.1 B 型蒸汽波纹管密封的井壁密封结构



①工作钢管 ②外护管 ③防腐层 ④变径 ⑤活动环板 ⑥扩径管 ⑦外补波纹管 ⑧防腐层
⑨内补波纹管 ⑩防水环板 ⑪内补波纹管 ⑫扩径管 ⑬内补波纹管 ⑭固定环板

图 2-43 金属波纹管密封的井壁密封示意图

2.16.3.2 B 型蒸汽波纹管密封的井壁密封型号

ZQB. (JF/ B) (工作管通径) / (外护管通径) - (外管位移量) / (内管位移量)

ZQB : B 型蒸汽保温管系列 JF/B : 井壁密封/金属波纹管密封

例 2 : ZQB.JF/B 500/900-200/150 工作管通径为 DN500, 外护管通径为 DN900, 工作管位移量为 200mm、外护管位移量为 150mm 的 B 型波纹管密封井壁密封管件。

2.16.3.3 B 型蒸汽波纹管密封的井壁密封标准配置

2.16.3.3.1 井壁密封外管位移量标准配置为 150mm, 工作管位移量用户可根据实际情况确定。

2.16.3.3.2 井壁密封标准配置长度为 $L=1500$ mm。

2.16.4 B 型蒸汽波纹管密封的井壁密封安装

2.16.4.1 先管道安装, 后进行井室土建

2.17 B 型蒸汽管现场接口

2.17.1 B 型蒸汽预制保温管现场接口概述

2.17.1.1 B 型预制直埋蒸汽保温管和管件均预留了标准接口的管端, 单纯就接口尺寸、规格和作业方式来说, 管道与管道、管道与管件的接口是一样的。

2.17.1.2 B 型接口施工的主要过程为 :

- 1) 工作管焊接和检验 ;
- 2) 高温保温层安装 ;

- 3) 反射层安装；
- 4) 外护钢管焊接和检验；
- 5) 防腐防护层制作。

2.17.1.3 大连益多有限公司可为用户提供现场补口安装服务，除非合同有特殊要求，大连益多管道有限公司现场补口服务的默认工作范围为：高温保温层安装、反射层安装、防腐防护层制作。焊接工作由现场施工方完成，不包含在补口服务默认工作范围内。

2.17.1.4 大连益多管道有限公司现场补口费用的核算基础是平均每天完成 10 个以上接口的补口作业，请订货方核实完成焊口数量和进度，以准确预计补口作业人员进场时间。对于因施工进度无法达到最低补口作业量的情况，益多公司将适当提高补口的单价，以弥补低效率作业的费用损失，该项需在补口作业合同中注明。

2.17.2 B 型蒸汽管补口之第一步：工作管焊接和检验

2.17.2.1 工作管焊接和检验均不在大连益多管道有限公司现场补口服务默认工作范围，该工作费用包含在工程预算当中，一般由施工方完成。

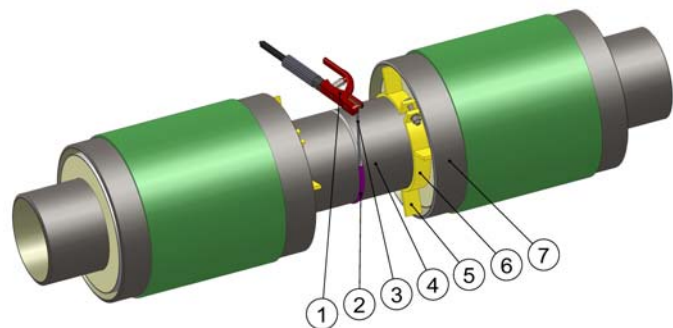
2.17.2.2 现场焊接按照施工要求和相关施工规范进行，焊缝按照工程确定规范和要求检验和验收。

2.17.2.3 工作管接口焊缝检验合格后方可实施现场补口作业。大连益多管道有限公司现场补口服务仅包含每个口一次的保温防腐作业，多次返修将造成重复计费。

2.17.2.4 工作管的检验一般应包括质量检验，通过 X-光探伤检验合格，强度检验采用静水压检验合格。

2.17.2.5 工作管焊接的过程和作业顺序为：

- 1) 拆除运输定位板：工作管组对前将涂有黄色运输定位板切割掉，请用角磨机或者气割的方法切除运输定位板，禁止采用打砸的方式强行拆除运输定位板，以免损伤钢管。
- 2) 工作管组对定位焊接。包括将保温管调整到合适的标高，将相连接管道或管件轴线对正，坡口打磨，组对定位焊接。定位焊接的焊缝应有一定的长度并沿管道截面圆周局部。见图 2-44。



①焊钳 ②焊缝 ③焊条 ④工作钢管 ⑤运输定位版
⑥运输定位版套管 ⑦外护管

图 2-44 B 型蒸汽管补口之第一步示意图

3) 工作管焊缝一般要求采用氩弧焊打底、电弧焊盖面的氩电联焊的焊接方式。焊缝质量检验合格标准为 X-光探伤结果满足 GB/T 3323 标注的 II 级片要求。焊缝强度应满足 1.5 倍静水压试验合格。

4) 氩弧打底焊接是为了获得更好的穿透性，保证焊缝背面成型满足探伤要求。采用氩电联焊的焊接作业方式可以获得较高的一次探伤合格成功率。

5) 在进行电弧填充焊接之前，应检查和保证焊缝坡口以及打底焊缝表面清洁并满足焊接要求。

6) 电弧焊接之后可进行射线探伤检验，检验合格可进行分段静水压试验。在进行静水压试验之前，除了补口部位之外，其余管道应进行土方回填，有助于在试压过程中稳定管道。通过土壤对管道的束缚相对固

定作用，可防止水压试验过程中补偿器发生被拉出的问题。

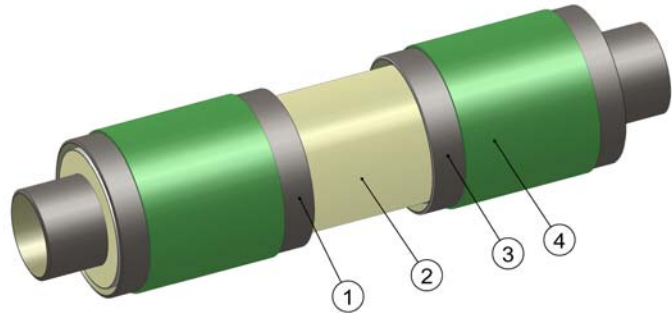
7) 在水压试验管段的选择上，建议的选取原则为：

- a 管段的长度不小于两个相邻固定节的间距；
- b 盲板应采取临时固定措施，避免补偿器遭受破坏。

2.17.3 B 型蒸汽管补口之第二步：保温层安装

2.17.3.1 工作管焊缝检验合格之后，可以准备保温层和外反射层的安装作业。

2.17.3.2 经确认后开始高温保温层的包覆作业。高温保温层的包覆安装见图 2-45。保温层包覆作业要求：



①外护管 ②高温保温层 ③外护管 ④外护层

图 2-45 B 型蒸汽管补口之第二步示意图

1) 所用保温材料、包覆及填充方法、保温层厚度应与蒸汽管道高温保温层一致；

2) 如果采用玻璃棉保温，应保证补口位置高温保温层与管道两端高温保温层充分密切接触并有一定的压缩量，建议用 1.5~2 倍补口长度的玻璃棉包覆填充补口保温空间；

3) 补口高温保温层包覆完成后应采用胶带等较宽幅带状物临时将保温层固定，不准采用铁丝、细绳等捆绑保温棉，以防勒断保温材料；

4) 保温层安装完成后检验厚度、材料，确保与管道保温层一致；

5) 保温层安装过程中，应避免保温层受潮或受到雨淋、水侵等，保温层应处于干燥状态，雨天施工时，保温层做好后应采取防雨和防水措施；

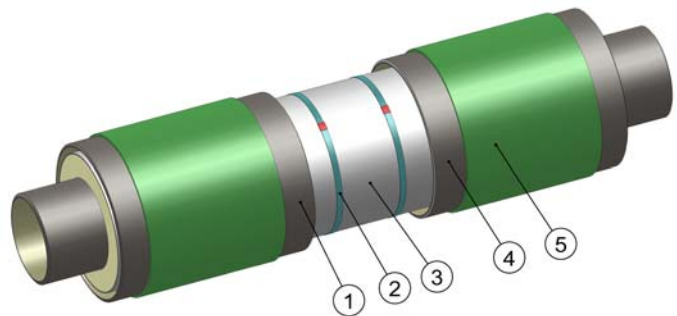
6) 在降雨天气，如果管沟无法避免积水，且会浸泡保温层，则应停止保温作业；

7) 在高水位环境下，保温作业时应保证作业沟水位低于管底，防止保温棉受水浸；

8) 高水位环境保温作业之后应立即进行钢导管焊接作业，避免保温层受到水浸导致必须更换保温层。

2.17.4 B 型蒸汽管补口之第三步：反射层安装

2.17.4.1 保温层安装完成并临时固定后立即进行反射层安装，反射层采用玻璃纤维铝箔复合反射布，包覆层数为 2 层，铝箔朝向高温保温层。反射布与管道反射布沿管道轴向全圆周搭接，搭接长度不小于 200mm，应采用措施将搭接部分塞入管道钢管管内并平整，避免褶皱。



①外护管 ②不锈钢带和卡扣 ③反射布 ④外护管 ⑤外护层

图 2-46 B 型蒸汽管补口之第三步示意图

2.17.4.2 采用多屏反射保温结构或保温层

层数较多时，每隔 3 层缠绕一层反射布。

2.17.4.3 反射层安装完成后应采用不锈钢带捆扎。至少捆扎一道。捆扎固定不锈钢带的卡扣也应为不锈钢材质。反射层安装见图 2-46。

2.17.5 B 型蒸汽管补口之第四步：外护钢管焊接

2.17.5.1 外护钢管焊接应在“第三步”完成后随即进行，以防止降雨或地下水等浸湿保温层。

2.17.5.2 在补口用钢管上按照拟焊接补口两钢管端口之间距离长度截取一段，沿轴向破开成两个半圆钢瓦，将其分别组对焊接在两蒸汽管外护钢管端口之间。

2.17.5.3 首先将一块半瓦点焊定位在管道轴平面下方，请见图 2-47。

2.17.5.4 接下来，将另外一块半瓦点焊定位在管道轴平面的上方，并将两半瓦对接的向焊缝焊好。

2.17.5.5 最后，完成半瓦与蒸汽管外护钢管对接环向焊缝焊接。

请注意：补口段半瓦与两侧外护钢管均应为对接接口，严禁搭接。

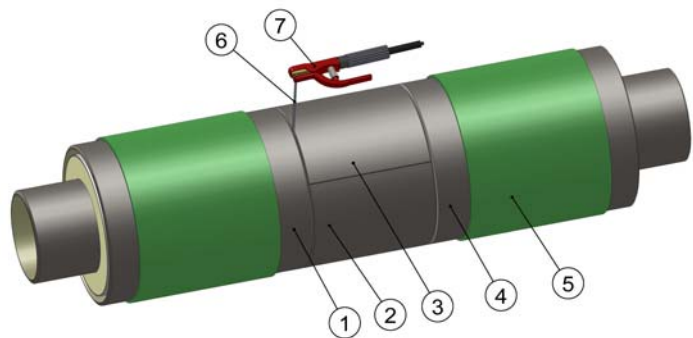
2.17.5.6 作业条件允许的情况下，外护钢管补口焊接应在反射层安装完成后随即进行，防止保温层受到雨水或地下水浸湿。如果作业条件不允许，强烈建议采取临时密封措施。对于选择管端采用钢板密封保温层的产品，建议在外护管焊接作业之前再割除管端防水板，此时，如果保温层已经浸水，请先更换保温层再焊接补口钢管。

2.17.5.7 在地下水位较高的施工环境作业时，未补口保温管的保温层管端应始终保持方式密封完好无损。对于现场切割的管道，应现场安装切口处高温保温层的防水板。

2.17.5.8 在补口作业的整个过程中，都应防止保温层被水浸湿。保持保温层干燥有利于保证保温管道的隔热效果满足设计预期。同时，有助于保证保温层不会在运行中由于外护钢管内积水过多汽化而剧烈排潮导致受损。

2.17.6 B 型蒸汽管补口之第五步：气密试验

2.17.6.1 相邻两个固定节之间的外护钢管焊接全部完成后，应及时对该段管道进行气密性试验。固定节采用密封隔断的，可利用该段管道两侧所连接的排潮管进行气密试验。固定节无隔断结构时，应在试验管端两端焊接临时密封板或利用选配保温层密封盲板进行气密试验。



①外护管 ②外护管补口下瓦 ③外护管补口上瓦
④外护管 ⑤外护层 ⑥焊条 ⑦焊钳

图 2-47 B 型蒸汽管补口之第四步示意图

请注意：一定经过气密试验确认该段蒸汽管所有接口外护钢管达到检验要求后，才能进行该段管道所有接口的最后一项工作—防腐防护层制作。

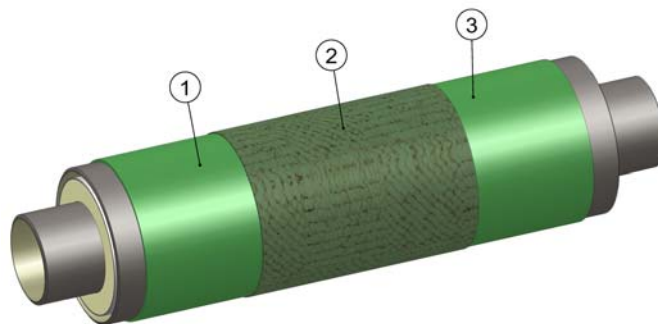
2.17.7 B 型蒸汽管补口之第六步：防腐防护层制作

2.17.7.1 防腐防护层的材料要求与所安装蒸汽管道外护层材料要求完全相同。

2.17.7.2 外护层作业前，应彻底清洁原管道外护层端部 200mm 范围内补口搭接区，经检查清洁作业合格后方可进行外护层制作。

2.17.7.3 将焊缝打磨与母材光滑过渡，应按要求完成打磨作业并保证打磨段灰尘清理干净。

2.17.7.4 防腐防护层作业完成效果请见图 2-48。



①管道 FRP 外护层 ②补口 FRP 外护层 ③管道 FRP 外护层

图 2-48 B 型蒸汽管补口之第六步示意图

第三章 C 型预制直埋蒸汽保温管及管件

3.1 C 型预制直埋蒸汽保温管

3.1.1 C 型蒸汽管保温结构

3.1.1.1 C 型预制直埋蒸汽保温管简称 C 型蒸汽管，其结构如图 3-1 所示。是以微孔硅酸钙瓦和聚氨酯为内、外保温层材料，采用“钢套钢”基本形式构成的预制直埋蒸汽保温管。



①工作管 ②减阻层 ③硅钙瓦 ④反射层
⑤聚氨酯 ⑥外护管 ⑦防腐层

图 3-1 C 型蒸汽管结构示意图

3.1.1.2. 在地下水位低于管道敷设标高的使用环境中，只要保证管道保温层不受水浸，C 型蒸汽管可安全使用，且保温效果较好。

3.1.1.3 由于微孔硅酸钙瓦材料吸水率很大，如果管道保温层进水，运行中漫长的排潮过程极有可能导致聚氨酯保温层碳化和蒸煮损坏。碳化的原因是微孔硅酸钙瓦含水状态下的导热系数要远远大于保温计算时采用的导热系数，会导致硅酸钙瓦和聚氨酯保温层之间的层间温度大幅度提高，例如计算层间温度为 102℃，硅酸钙瓦吸水后运行，聚氨酯和硅钙瓦之间的层间温度有可能达到 150℃以上，超出聚氨酯保温层正常可承受温度，碳化破坏。硅酸钙瓦中的水汽化排出对聚氨酯保温层的蒸煮作用也会使聚氨酯保温层迅速变质并失去原有强度，失去保温和固定硅钙瓦的功能，保温管道无法正常运行。

3.1.1.4 大连益多管道有限公司提醒用户在高水位环境或者无法避免保温层浸水的直埋安装环境中尽可能避免选择 C 型保温结构的蒸汽管道。

3.1.2 C 型蒸汽管的适用环境

3.1.2.1 由于 C 型蒸汽管所采用的硅钙瓦材料有一定的规格限制，其厚度一般不小于 50mm，且聚氨酯层的厚度以 20mm 以上为宜，再加上聚氨酯保温层内表面温度设定不允许高于 120℃，因此，运行温度低于 250℃的小管径管道按照 C 型配置可能不经济，建议用于 DN150 以上且设计运行温度不低于 200℃的工况。此外，C 型蒸汽管适用的运行环境和条件为：

- 1) 介质：热水、蒸汽、热油、热物料等。
- 2) 介质温度：不超过 350℃。

- 3) 介质压力：热水、蒸汽介质不超过 2.5Mpa，其他介质根据介质特殊要求确定。
- 4) 敷设方式：主要用于直埋敷设，可用于地沟和要求较高的架空管道。
- 5) 直埋敷设环境：适用于地下水位较低，管道埋深在水位线以上的敷设环境。
- 6) 严寒环境：建议敷设深度在冻土层以下。
- 7) 特殊要求：当用于架空敷设时，外护管外表面建议采用耐候性好的喷涂聚脲防护层。

3.1.3 C 型蒸汽管型号

型号中各符号代表的含义参见第一章 1.1.4 节。

例：ZQC500-1.6-250 表示管径为 DN500，压力 1.6MPa，温度 250℃，C 型蒸汽管。

3.1.4 C 型蒸汽管执行标准

Q/YDJ.003	《C 型预制直埋蒸汽保温管及管件》
CJ/T 200-2004	《城镇供热预制直埋蒸汽保温管技术条件》
CJJ/T 104-2014	《城镇供热直埋蒸汽管道技术规程》
GB/T 8163-2008	《输送流体用无缝钢管》
GB/T 9711-2011	《石油天然气工业管线系统输送用钢管》
SY/T 5037-2000	《低压流体输送管道用螺旋缝埋弧焊钢管》
GB/T 3091-2008	《低压流体输送用焊接钢管》
GB/T 10699-1998	《硅酸钙绝热制品》
GB/T 16400-2007	《绝热用硅酸铝棉及其制品》
CJ/T 3079-1998	《玻璃纤维增强塑料夹砂管》
CECS 73-1995	《二甲苯型不饱和聚酯树脂防腐蚀工程技术规程》
CECS 133-2002	《包裹不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规范》
SY/T 0061-2004	《埋地钢质管道外壁有机防腐层技术规范》
HG/T 3831-2006	《喷涂聚脲防护材料刚性标准要求》
JGJ 210-2010	《喷涂聚脲规范》
SY/T 4106-2005	《管道无溶剂聚氨酯涂料内外防腐层技术规范》
HG/T 2006-2006	《热固性粉末涂料》
SY/T 0315-2005	《钢制管道单层熔结环氧粉末外涂层技术规范》
GB/T 18593-2001	《熔融结合环氧粉末涂料的防腐蚀涂装》
GB/T 3323-2005	《金属溶化焊焊接接头射线照相》

3.1.5 C 型蒸汽管标准配置

C 型蒸汽管标准配置是在用户无特殊订货要求条件下产品默认的材料、形式、尺寸、结构等参数条件。用户有特殊要求的项目按要求执行，未明确要求的项目仍然执行标准配置。

1) 设计运行温度为 300°C 及以下时工作管形式：DN150 及以下采用无缝钢管，标准 GB 8163，材质 20# 钢，单根长度为不定尺；DN200 及以上采用双面埋弧螺旋焊缝钢管，标准 GB/T 9711，材质为 Q235B。单根长度为 12m 定尺。

2) 设计运行温度为 300~350°C 时工作管均采用无缝钢管，标准 GB8163，材质 20# 钢。单根长度为不定尺，对于无法采购到无缝管的规格，应采用双面埋弧螺旋焊缝钢管，标准 GB/T 9711，材质 16Mn 钢，100% 射线探伤，无丁字接口。单根长度 12m 定尺。

3) 硅酸钙瓦保温层：采用憎水轻质微孔硅酸钙瓦，性能要求为：

*容重：170~240 kg/m³

*导热系数：0.058 W/m·°C

依据相关绝热材料标准，硅钙瓦的导热系数为：

$$\lambda_t = 0.0564 + 0.00007786t + 7.8571 \times 10^{-8} \times t^2$$

依据 GB/T 4272-1992《设备与管道保温技术通则》的规定，硅钙瓦的导热系数方程为：

$$\lambda_t = 0.057 + 0.00011t_{\text{平均}}$$

在本节涉及到硅钙瓦的保温计算中，采用了 GB/T 4272-1992 规定的硅钙瓦导热系数方程。

*耐温：≥650°C

*抗压强度：≥0.4MPa

*线收缩率：≤2%

*质量含水率：≤7.5%

C 型蒸汽管的减阻层采用硅酸铝高温纤维毡性能要求：

容重：≥180 kg/m³

纤维直径：<6μm

耐温：800°C

含水率：<2%

4) 聚氨酯保温层：硬质聚氨酯泡沫塑料，密度不小于 60kg/m³，10% 径向变形时抗压强度不小于 0.3MPa。平均泡孔直径不大于 0.5mm，无明显空洞。可承受最高连续运行温度不低于 120°C。

5) 反射层：玻璃纤维复合铝箔布，每层反射层均为双层玻璃纤维复合铝箔布。

6) 外护钢管：螺旋缝焊管，满足 SY/T 5037《低压流体输送管道用螺旋缝埋弧焊钢管》或 GB/T 3091-2008《低压流体输送用焊接钢管》。

7) 防腐防护层：标准配置的防腐防护层为机械湿法缠绕玻璃纤维增强热固树脂层，应在表面处理达标后的外护钢管外表面直接缠绕成型。树脂采用不饱和聚酯树脂，软化温度不低于 90°C。防腐防护层的厚度为 ≥3mm。

表 3-1 C 型蒸汽管规格计算常用参数

参数名称	参数数值
管顶埋深 (m)	1.2
土壤导热系数 (W/m·°C)	1.5
管中心埋深土壤年平均温度 (°C)	15
硅钙瓦导热系数方程 (W/m·°C)	$\lambda_t=0.057+0.00011t$ 平均
聚氨酯导热系数 (W/m·°C)	0.033
空气层导热系数 (W/m·°C)	0.026
管道外表面温度 (°C)	不大于 50

请注意：实际热损参数会受到真实的埋设土壤温度、运行温度、土壤导热系数、地表散热系数等条件变化的影响，不可能是一个恒定的值。下表 C 型蒸汽管参数也仅仅可以作为平均值计算参照。

如需要介质温度在 300~350°C 区间的直埋蒸汽管道，请另外致电咨询大连益多管道有限公司或联系我公司销售经理，技术服务人员将为您满意服务。

表 3-2 C 型蒸汽管，设计运行温度 200°C

口径 DN	工作管 mm		外护钢管 mm	硅钙瓦内径×厚度 mm	聚氨酯厚度 mm	每米热损 W/m	每公里温降 °C/km
	1.6MPa	2.5MPa					
50	57×3	57×4	273×6	76×60	32.5	49	61.4
			325×7	76×80	37	46	57.6
			377×7	76×100	43	42	52.6
			426×7	76×130	37.5	41	51.3
65	76×4	76×4	273×6	89×50	36	53	33.3
			325×7	89×80	30.5	52	32.7
			426×7	89×100	36.5	47	29.6
			529×7	89×120	41	44	27.7
80	89×4	89×4	325×7	99×70	37	53	26.6
			377×7	99×100	31.5	51	25.6
			426×7	99×120	36	48	24.1
			478×7	99×140	42	45	22.6

续表 3-2

通径 DN	工作管 mm		外护钢管 mm	硅钙瓦 内径×厚度 mm	聚氨酯厚度 mm	每米热损 W/m	每公里温降 °C/km
	1.6MPa	2.5MPa					
100	108×4	108×5	325×7	114×65	34.5	59	18.6
			377×7	114×90	35.5	55	17.3
			426×7	114×110	40	51	16.0
			478×7	114×140	36	49	15.4
125	133×4	133×5	377×7	143×70	41	62	13.0
			426×7	143×100	35.5	60	12.6
			478×7	143×120	41.5	55	11.5
			529×7	143×140	47	52	7.8
150	159×4.5	159×6	377×7	169×60	38	72	10.0
			426×7	169×90	32.5	69	9.6
			478×7	169×110	38.5	63	8.8
			529×7	169×130	44	58	8.1
200	219×6	219×6	426×7	229×60	32.5	92	6.8
			478×7	229×80	37.5	81	6.0
			529×7	229×100	43	74	5.5
			559×7	229×120	38	73	5.4
250	273×6	273×7	478×7	283×60	30.5	108	5.0
			529×7	283×80	36	94	4.4
300	325×7	325×7	529×7	335×60	30	121	4.0
350	377×7	377×8	630×8	387×80	34.5	118	2.9
400	426×7	426×8	660×8	436×70	35	132	2.5
450	478×7	478×8	720×8	488×75	34	142	2.1
500	529×7	529×10	820×8	540×90	42	134	1.6
600	630×8	630×10	920×8	640×90	42	151	1.3
700	720×8	720×11	1020×8	730×100	37	168	1.1
800	820×9	820×12	1120×8	830×100	37	184	0.9

*每公里温降的理论计算值基于 30m/s 的蒸汽流量和上述保温计算参数，如果流量或者保温计算参数发生变化，都将影响到温降计算结果。温降计算依据《热能工程手册》推荐公式，供参考。

表 3-3 C 型蒸汽管，设计运行温度 250℃

通径 DN	工作管 mm		外护钢管 mm	硅钙瓦 内径×厚度 mm	聚氨酯厚度 mm	每米热损 W/m	每公里温降 °C/km
	1.6MPa	2.5MPa					
50	57×3	57×4	273×6	76×60	32.5	64	100.8
			325×7	76×80	38.5	58	91.4
			377×7	76×100	44.5	54	85.0
			426×7	76×120	49	52	81.9
65	76×4	76×4	273×6	89×50	36	68	53.8
			325×7	89×80	32	66	52.2
			377×7	89×90	48	58	45.9
			426×7	89×120	42.5	57	45.2
80	89×4	89×4	325×7	99×75	32	70	44.4
			377×7	99×90	43	63	39.9
			426×7	99×100	57.5	57	36.1
			478×7	99×120	63.5	54	34.2
100	108×4	108×5	325×7	114×70	29.5	79	31.3
			377×7	114×90	35.5	71	28.1
			426×7	114×100	50	63	24.9
			478×7	114×120	56	59	23.4
125	133×4	133×5	377×7	143×80	31	85	22.4
			426×7	143×100	35.5	78	20.6
			478×7	143×110	51.5	69	18.2
			529×7	143×130	56	65	17.2
150	159×4.5	159×6	426×7	169×90	32.5	90	15.8
			478×7	169×100	48.5	78	13.7
			529×7	169×120	53	73	12.8
200	219×6	219×6	478×7	229×80	38.5	104	9.7
			529×7	229×110	33	100	9.3
			630×8	229×140	53.5	83	7.7

续表 3-3

通径 DN	工作管 mm		外护钢管 mm	硅钙瓦 内径×厚度 mm	聚氨酯厚度 mm	每米热损 W/m	每公里温降 °C/km
	1.6MPa	2.5MPa					
250	273×6	273×7	559×7	283×100	32	119	7.0
			630×8	283×120	46.5	101	5.9
300	325×7	325×7	630×8	335×75	31.5	129	5.4
350	377×7	377×8	720×8	387×80	39.5	129	4.0
400	426×7	426×8	720×8	436×100	35	154	3.7
450	478×7	478×8	820×8	488×100	38	153	2.9
500	529×7	529×10	920×8	540×100	42	151	2.3
600	630×8	630×10	1020×10	640×100	40	169	1.8
700	720×8	720×11	1120×10	730×100	35	187	1.5
800	820×9	820×12	1220×10	830×105	35	205	1.3

*每公里温降的理论计算值基于 30m/s 的蒸汽流量和上述保温计算参数，如果流量或者保温计算参数发生变化，都将影响到温降计算结果。温降计算依据《热能工程手册》推荐公式，供参考。

表 3-4 C 型蒸汽管，设计运行温度 300°C

通径 DN	工作管 mm		外护钢管 mm	硅钙瓦 内径×厚度 mm	聚氨酯 厚度 mm	每米热损 W/m	每公里 温降 °C/km
	1.6MPa	2.5MPa					
50	57×3	57×4	325×7	76×80	38.5	72	128.3
			377×7	76×110	34.5	70	124.7
			426×7	76×120	49	64	114.1
65	76×4	76×4	325×7	89×80	32	82	73.5
			377×7	89×100	38	75	67.2
			426×7	89×120	41.5	71	63.7
80	89×4	89×4	377×7	99×100	33	82	58.8
			426×7	99×120	37.5	76	54.5
			478×7	99×130	53.5	69	49.5
100	108×4	108×5	426×7	114×110	40	82	36.7
			478×7	114×130	46	76	34.0
			529×7	114×150	51.5	72	32.3

续表 3-4

通径 DN	工作管 mm		外护钢管 mm	硅钙瓦 内径×厚 mm	聚氨酯厚度 mm	每米热损 W/m	每公里温降 °C/km
	1.6MPa	2.5MPa					
125	133×4	133×5	478×7	143×130	31.5	93	27.8
			529×7	143×140	46	83	24.8
			630×8	143×180	56.5	76	22.7
150	159×4.5	159×6	478×7	169×110	38.5	101	20.1
			529×7	169×140	33	98	19.5
			630×8	169×170	53.5	84	16.7
200	219×6	219×6	529×7	229×110	34	124	13.1
			630×8	150	43.5	107	11.3
250	273×6	273×7	630×8	283×135	31.5	135	9.0
			720×8	229×170	41.5	117	7.8
300	325×7	325×7	660×8	335×120	35.5	150	7.1
			720×8	335×150	35.5	140	6.6
350	377×7	377×8	720×8	387×120	39.5	160	5.6
400	426×7	426×8	820×8	436×150	34	167	4.5
450	478×7	478×8	920×8	488×170	38	167	3.6
500	529×7	529×10	1020×10	540×190	40	167	2.9
600	630×8	630×10	1120×10	640×190	40	187	2.3
700	720×8	720×11	1220×10	730×200	35	206	1.9
800	820×9	820×12	1320×10	830×200	35	225	1.6

*每公里温降的理论计算值基于 30m/s 的蒸汽流量和上述保温计算参数，如果流量或者保温计算参数发生变化，都将影响到温降计算结果。温降计算依据《热能工程手册》推荐公式，供参考。

3.2 C 型预制直埋蒸汽保温管件

C 型直埋预制蒸汽保温管件简称 C 型蒸汽管件，可直接采用 B 型蒸汽管件。参见第二章的 B 型预制直埋蒸汽保温管件。

3.3 C 型蒸汽管现场接口

3.3.1 大连益多有限公司可为用户提供现场补口安装服务，除非合同有特殊要求，大连益多管道有限公司现场补口服务的默认工作范围为：除工作管、外护管、隔离层接口材料及焊接和试验检验以外的所有接口工作。

3.3.2 大连益多管道有限公司现场补口费用的核算基础是平均每天完成 10 个以上接口的补口作业，请订

货方核实完成焊口数量和进度，以准确预计补口作业人员进场时间。对于因施工进度无法达到最低补口作业量的情况，益多公司将适当提高补口的单价，以弥补低效率作业的费用损失，该项需在补口作业合同中注明。

3.3.3 C 型预制直埋蒸汽保温管的管端均为对应型号蒸汽管标准接口。管道与管道、管道与管件间接口的保温方式与 C 型蒸汽管相同。

3.3.4 C 型蒸汽管接口应注意如下事项：

3.3.4.1 在无雨天气作业，请勿雨天进行保温作业。

3.3.4.2 保温层安装过程中，应避免保温层受潮或受到雨淋、水侵等。

3.3.4.3 在高水位环境下，保温作业时应保证作业沟水位低于管底，防止保温层受水浸。

3.3.4.4 高水位环境保温作业之后应立即进行外护钢管焊接作业，避免保温层受到水浸导致必须更换保温层。任何情况下，接口均不允许处于水浸状态。

3.3.4.5 高水位环境建议采用第四章 D 型蒸汽管。

3.3.5 C 型蒸汽管接口步骤

3.3.5.1 管道端口准备

3.3.5.1.1 坡口修整和打磨。焊接坡口符合 GB/T 12459 要求。

3.3.5.2 管道定位，工作管组焊

3.3.5.2.1 在管沟内进行工作管组焊前，请按照施工图纸要求调整和定位管道，保证两管道轴线一致，工作管接口组对前，管道需处于稳定状态。如果接口在地面上完成，请在工作管组焊前调整两连接管道，使其轴线一致，位置固定，应采用接口辅助定位工装进行管道定位。如需地面上管道接口辅助定位工装，请联系大连益多管道有限公司索取方案、采购或租用结构辅助定位工装。

3.3.5.2.2 现场焊接按照施工要求和相关施工规范进行，焊缝按照工程确定规范和要求检验和验收。

工作管焊缝一般要求采用氩弧焊打底、电弧焊盖面的氩电联焊的焊接方式。氩弧打底焊接是为了获得更好的穿透性，保证焊缝背面成型满足探伤要求。采用氩电联焊的焊接作业方式可以获得较高的一次探伤合格成功率。

3.3.5.2.3 在进行电弧填充焊接之前，应检查和保证焊缝坡口以及打底焊缝表面清洁并满足焊接要求。

3.3.5.2.4 电弧焊接之后可进行射线探伤检验，检验合格可进行分段静水压试验。在进行静水压试验之前，除了补口部位之外，其余管道应进行土方回填，有助于在试压过程中稳定管道。

3.3.5.2.5 在水压试验管段的选择上，建议的选取原则为：

- 1) 管段的长度不小于两个相邻固定节的间距；
- 2) 盲板应采取临时固定措施，避免补偿器遭受破坏。

3.3.5.2.6 工作管接口焊缝检验合格后方可实施现场补口作业。大连益多管道有限公司现场补口服务仅包含每个口一次的保温防腐作业，多次返修将造成重复计费。

3.3.5.2.7 工作管的检验一般应包括质量检验，通过×-光探伤检验合格，和强度检验，采用静水压检验合格。焊缝质量检验合格标准为×-光探伤结果满足 GB/T 3323 标注的 II 级片要求。焊缝强度应满足 1.5 倍静水压试验合格。

3.3.5.3 安装减阻层

3.3.5.3.1 接口减阻层采用与管道减阻层相同的材料，安装厚度相同。包覆安装后采用胶带沿其轴向搭接缝临时固定，请勿进行环向临时固定。

3.3.5.4 安装硅钙瓦

3.3.5.4.1 减阻层安装完成并确认合格后，进行接口保温硅钙瓦安装。如果采用 2 层硅钙瓦，则内层和外层的轴向接缝应错缝 90°安装。硅钙瓦安装缝隙均需紧密填塞软质保温材料，建议采用硅酸铝棉毡紧密填塞。

3.3.5.4.2 硅钙瓦安装定位后采用不锈钢紧固带紧固：先采用棘轮棘爪上紧式紧固带紧固，再安装不锈钢紧固带，然后打开撤除上紧式紧固带。

3.3.5.5 包覆铝箔反射布

3.3.5.5.1 接口硅钙瓦安装检验合格，在硅钙瓦外表面缠绕包覆玻璃纤维铝箔复合反射布，铝箔朝向工作管，层数为 2 层。包覆后搭接轴向接缝采用铝箔胶纸粘贴固定。反射布与管道反射布接口预留段沿管道轴向全圆周搭接，搭接长度不小于 100mm。

3.3.5.5.2 反射层安装完成后应采用不锈钢带捆扎。至少捆扎 2 道，分别位于接口反射层与管道反射层预留段搭接长度的中心截面位置。捆扎固定不锈钢带的卡扣也应为不锈钢材质。

3.3.5.6 焊接外护钢管

3.3.5.6.1 将外护钢管按接口长度截取，再沿纵向将其分为两半，分成上、下瓦片，在上瓦片中间部位开一个不小于 40mm 的圆孔。

3.3.5.6.2 瓦片两端及纵缝要进行坡口处理，角度为 30°，钝边为 $1.6\pm 0.8\text{mm}$ 。

3.3.5.6.3 将下瓦片与管道两端对接点焊，固定后将准备焊接的焊缝处塞入硅酸铝棉，以防止焊接过程中电火烧蚀反射布。然后将下瓦片与管道两端焊接。

3.3.5.6.4 与下瓦片相同焊接方法，将上瓦片与管道两端及瓦片间的纵缝焊接，焊接要自溶透焊。

3.3.5.6.5 将按重量比例配合好的聚氨酯黑、白料倒入孔中，待聚氨酯发泡刚溢出时，堵住注料孔，以保证聚氨酯的密度。

3.3.5.6.6 将注料孔内部距孔边外 10mm 左右的聚氨酯清除掉，放入硅酸铝棉。

3.3.5.6.7 将注料孔堵焊，要保证焊接牢固、密封，外护钢管接口段与蒸汽管外护钢管应对接组焊并保证

焊缝满足无损探伤要求。一般采用超声波探伤进行外护管接口焊缝质量检验，采用气密性试验进行外护管接口的严密性检验。**禁止将接口管与蒸汽管外护钢管搭接组对！**

3.3.5.6.8 将焊缝打磨与母材光滑过渡，应按要求完成打磨作业并保证打磨段灰尘清理干净。

3.3.5.7 防腐防护层制作

3.3.5.7.1 防腐防护层的要求与 C 型蒸汽管防腐防护层相同。接口段外防护层与两侧 C 型蒸汽管道外防护层的搭接长度不小于 200mm。

3.3.5.7.2 防腐防护层作业前一定保证外护管接口段表面清洁、无锈蚀、无油脂、无尘土才能进行防腐防护层作业。作业顺序为：i)完成防腐层涂装；ii)完成两蒸汽管外护层端面间接口外护层制作，使其外表面与外护管外表面平齐；iii)按照单侧搭接长度不小于 200mm 的要求整体制作覆盖接口区域的防护层，该层厚度不小于 C 型蒸汽管外护层厚度要求。

第四章 D 型预制直埋蒸汽保温管及管件

4.1 D 型预制直埋蒸汽保温管

4.1.1 D 型蒸汽管保温结构

4.1.1.1 D 型预制直埋蒸汽保温管简称 D 型蒸汽管。是主要针对管道直埋敷设过河、水位高于管位敷设环境或在水中敷设设计的、采用“钢套钢”基本形式但对保温层进行独立密封处理的预制直埋蒸汽保温管—保温层独立密封式预制直埋蒸汽保温管。

4.1.1.2 D 型蒸汽管有两种结构，一是采用金属波纹管作为密封元件，其结构如图 4-1 所示；二是采用柔性石墨作为密封元件。本章只对“采用金属波纹管作为密封元件”的结构和使用做介绍；对“采用柔性石墨作为密封元件”的结构和使用不做介绍，工作原理与“采用金属波纹管作为密封元件”一致，如果选用的话，请致电咨询大连益多管道有限公司销售部或您能够联系到的销售经理。

4.1.1.3 D 型蒸汽管的主要特点：

4.1.1.3.1 每根管道的保温层均受到隔离密封保护，管道在运输、存放、安装过程中受到水浸不会导致保温层潮湿，为高水位环境下施工创造便利条件，也是高水位环境下施工质量保证的必要条件；

4.1.1.3.2 管道在运行状态即便发生内泄漏（介质泄漏）也不会伤及保温层，维修点很小，事故损失很小；

4.1.1.3.3 管道在运行状态即便发生外泄漏（地下水渗入），也只能是接口位置保温层受损或者最严重也不过一根管道长度上的保温层受损，只要简单维修或者更换即可完全排除故障，而其他管道和管件不受任何影响；

4.1.1.3.4 施工过程中无需对管道采取任何临时性的防水措施，接口简单易操作，施工费用低。因此，采用 D 型管道建成的蒸汽管线具有安装成本低、运行最可靠、故障率最低、事故损失最小化的优势，在整个投资受益期内，采用 D 型管道蒸汽管线具有最优的经济技术指标和运行风险最小化的最大化获利能力。



①工作钢管 ②内衬套管 ③接口金属波纹管组件 ④密封金属波纹管组件
⑤保温层 ⑥外护钢管 ⑦防腐层

图 4-1 D 型蒸汽管结构示意图

4.1.1.4 各结构的功能为：

- 1) 工作钢管：输送介质；
- 2) 内衬套管：提供工作管位移导向；辅助完成保温层独立密封；形成内空气层；

- 3) 接口金属波纹管组件：用于内衬套管补口段的连接；
- 4) 密封金属波纹管组件：主要的保温层端封元件，起到密封作用的同时，使得内衬套管的热膨胀不受阻碍；
- 5) 保温层：内、外表面包绕反射材料的岩棉或离心玻璃棉保温材料，实现管道保温功能；
- 6) 外护钢管：保护保温层；承受载荷；与固定节配合限定工作管补偿单元长度；
- 7) 防腐层：将外护钢管与敷设环境隔离，防止外护钢管与管外腐蚀环境接触；

4.1.2 D 型蒸汽管独立密封的工作原理：

- 1) D 型蒸汽管结构上采用了内衬套管并对每根管道和每一个接口的保温层独立密封。工作管和内衬套管之间增加了一个空气层并与保温层隔离。在改善保温性能的同时，保证故障状态内、外因素的判断更为准确。D 型蒸汽管出厂前对密闭保温层抽真空处理。
- 2) D 型蒸汽管对安装方向有严格要求，应按照规定方向安装，任何管道和管件均不允许与其他管道反向安装，如果反向安装可能会导致安装方向相反的管道相连接口内衬套管无法实现热膨胀补偿。

4.1.3 D 型蒸汽管型号

型号中各符号代表的含义参见第一章 1.1.4 节。

例：ZQD500-1.6-250 表示工作管通径为 DN500，压力 1.6MPa，温度 250℃，D 型蒸汽管。

4.1.4 D 型蒸汽管执行标准

Q/YDJ.004	《D 型预制直埋蒸汽保温管及管件》
CJ/T 200-2004	《城镇供热预制直埋蒸汽保温管技术条件》
CJJ/T 104-2014	《城镇供热直埋蒸汽管道技术规程》
GB/T 8163-2008	《输送流体用无缝钢管》
GB/T 9711-2011	《石油天然气工业管线系统输送用钢管》
SY/T 5037-2000	《低压流体输送管道用螺旋缝埋弧焊钢管》
GB/T 3091-2008	《低压流体输送用焊接钢管》
GB/T 10699-1998	《硅酸钙绝热制品》
GB/T 16400-2007	《绝热用硅酸铝棉及其制品》
CJ/T 3079-1998	《玻璃纤维增强塑料夹砂管》
CECS 73-1995	《二甲苯型不饱和聚酯树脂防腐蚀工程技术规程》
CECS 133-2002	《包裹不饱和聚酯树脂复合材料的钢结构防护工程技术规范》
SY/T 0061-2004	《埋地钢质管道外壁有机防腐层技术规范》
HG/T 3831-2006	《喷涂聚脲防护材料刚性标准要求》
JGJ 210-2010	《喷涂聚脲规范》

SY/T 4106-2005	《管道无溶剂聚氨酯涂料内外防腐层技术规范》
HG/T 2006-2006	《热固性粉末涂料》
SY/T 0315-2005	《钢制管道单层熔结环氧粉末外涂层技术规范》
GB/T 18593-2001	《熔融结合环氧粉末涂料的防腐蚀涂装》
GB/T 3323-2005	《金属溶化焊焊接接头射线照相》

4.1.5 D 型蒸汽管适用的运行环境和条件

- 1) 介质：热水、蒸汽、热油、热物料等。
- 2) 介质温度：建议运行温度为 350°C 及以下。
- 3) 介质压力：热水、蒸汽介质不超过 2.5Mpa，其他介质根据介质特殊要求确定。
- 4) 敷设方式：用于过河直埋敷设、高水位环境直埋敷设或在水中敷设。
- 5) 严寒环境：建议直埋敷设深度在冻土层以下。水中敷设根据敷设深度确定外护管壁厚规格。
- 8) 特殊要求：用于水中敷设时，采用复合防腐防护层。在流动的水中敷设只能顺流向走管。

4.1.6 D 型蒸汽管标准配置

D 型蒸汽管标准配置是在用户无特殊订货要求条件下产品默认的材料、形式、尺寸、结构等参数条件。用户有特殊要求的项目按要求执行，未明确要求的项目仍然执行标准配置。

1) 设计运行温度为 300°C 以下时工作管形式：DN150 及以下采用无缝钢管，标准 GB/T 8163，材质 20# 钢，单根长度为不定尺；DN200 及以上规格采用双面埋弧螺旋焊缝钢管，标准 GB/T 9711，材质为 Q235B。单根长度为 12m 定尺。

2) 设计运行温度为 300~350°C 时工作管均采用无缝钢管，标准 GB/T 8163，材质 20# 钢。单根长度为不定尺，对于无法采购到无缝管的规格，应采用双面埋弧螺旋焊缝钢管，标准 GB/T 9711，材质 16Mn 钢，100% 射线探伤，无丁字接口。单根长度 12m 定尺。

3) 内衬套管：材质为 Q235B，直缝焊管、螺旋缝焊管或卷制焊管。

4) 保温材料性能要求为：

*岩棉管壳保温材料：

*密度： $\leq 180 \text{ kg/m}^3$

*导热系数： $\lambda_t = 0.0384 + 7.13 \times 10^{-5}t + 3.51 \times 10^{-7}t^2$

*热荷重收缩温度： $\geq 600^\circ\text{C}$

*质量吸湿率：不大于 5%

*有机物含量： $\leq 5\%$

*燃烧性能：不燃材料

离心玻璃棉卷毡保温材料：

*密度： $\geq 48 \text{ kg/m}^3$

*导热系数方程： $\lambda_t = a + bt + ct^3$

$$a = 2.85959 \times 10^{-2}$$

$$b = 1.33319 \times 10^{-4}$$

$$c = 8.80259 \times 10^{-10}$$

欧文斯克宁 50 kg/m³ 玻璃棉管壳导热系数方程：

$$\lambda_t = 0.027 + 0.00018t$$

$$t = (\text{介质温度} + \text{保温结构的表面温度}) / 2$$

*纤维直径： $< 6.5 \mu\text{m}$

*纤维长度：15~25cm

*渣球含量： $\leq 0.1\%$

*热荷重收缩温度： $\geq 400^\circ\text{C}$

*燃烧性能：不燃材料

5) 密封波纹管：SUS316，2x0.8mm。补偿量 50mm。

6) 柔性石墨密封组件：采用柔性石墨密封耐温不低于 350 °C。内层导向环衬环为铜质材料。

7) 反射层：玻璃纤维复合铝箔布，每层反射层均为双层玻璃纤维复合铝箔布。保温层表面和外表面均包覆纤维复合反射布。

8) 外护钢管：螺旋缝焊管，满足 SY/T 5037《低压流体输送管道用螺旋缝埋弧焊钢管》或 GB/T 3091《低压流体输送用焊接钢管》。

9) D 型蒸汽管空气层：空气层厚度均不大于 20mm，以避免空气对流传热。D 型蒸汽管有 2 个空气层，分别位于内衬套管与工作管之间以及保温层外表面与外护钢管内表面之间。

10) 防腐防护层：标准配置的防腐防护层为机械湿法缠绕玻璃纤维增强热固树脂层，应在表面处理达标后的外护钢管外表面直接缠绕成型。树脂采用不饱和聚酯树脂，软化温度不低于 90°C。防腐防护层的厚度为 $\geq 2.5\text{mm}$ 。

4.1.7 D 型蒸汽管可选择配置

D 型蒸汽管除了标准配置外，用户可选择的配置有（需在订货合同中单独注明）：

1) 防腐防护层可选择：

a. 喷涂聚脲防腐防护层，厚度 $\geq 1.2\text{mm}$ ；

b. 三层 PE 防腐防护层，厚度不小于 3mm；

c. 熔融环氧粉末防腐防护层，厚度 1.2mm；

d. 机械湿法缠绕玻璃纤维增强热固树脂层+无机水性硅酸锌陶瓷树脂；

e. 喷涂聚脲+无机水性硅酸锌陶瓷树脂。

2) 交货长度（以工作管为准）可以按照工程实际需要明确非定尺订货长度。

4.1.8 D 型蒸汽管的交货条件

- 1) D 型管道长度 L 的值：当工作管采用无缝管且订货无定尺要求时，为不定尺；当工作管为螺旋缝焊管且无明确订货尺寸要求时，为 12m 定尺；当有明确订货尺寸要求时按订货要求尺寸。
- 2) 管端坡口要求：壁厚 $\leq 3\text{mm}$ 无管端坡口。工作管和外护钢管管端坡口加工要求：坡口角度 30° ，钝边 $1.6\pm 0.8\text{mm}$ 。
- 3) 管身外护管整长上均布 3 道草绳或油绳。草绳或油绳的直径不小于 20mm，每道缠绕圈数不少于 5 圈，并排缠绕并系紧，缠绕位置应位于结构最大外径区域。
- 4) 外护钢管无防护层的裸露端出厂前除锈并喷防锈漆处理。
- 5) 管道外表面喷涂或者粘贴产品标识，标识信息包括产品名称、产品规格、执行标准、产品编号、介质温度、生产日期、制造商、地址、电话、特种设备制造许可证编号等。
- 6) 管道外表面上注明工作钢管实际测量长度。
- 7) 外护管两端外表面有明确的安装方向标识且沿圆周按 120° 间隔均布。
- 8) 如果管道安装时要求某一位置竖直向上安装，则应在管道横截面时钟 12 点钟方向的管道端部补口搭接区之外的外护层上采用耐久性红色油漆喷涂直径 50mm 的实心圆点并标示文字“此点垂直向上”（例如，当管道和带有排潮管的管件预先组合制造交货时，存在某个方向沿垂直方向向上的要求）。
- 9) 工作管管端截面超出钢导管管端截面的裸露端长度为 150~200mm。
- 10) 随货文件，包括交货产品出厂合格证和质量证明书。

4.1.9 D 型蒸汽管常用规格

常用规格是根据常用计算参数，按照多层圆筒壁传热计算方法，在核算各结构层强度的基础上确定的。外护管的壁厚规格是根据管道自身结构的支撑强度和埋深处土壤静载荷和城市道路标准车辆动载荷计算确定。

常用规格产品的工作管管径范围为 DN50~DN800。设计运行温度分为 200°C 、 250°C 和 300°C 三种情况，设计运行压力分别为 1.6MPa 和 2.5MPa。超出常规规格范围的产品参数请另外咨询大连益多管道有限公司销售部或您能够联系到的销售经理。

由于可采购钢管的规格是固定级距的，因此常用规格产品仅提供了三个温度区间的参考数据，建议用户在上述三个温度段参考参数中按照运行温度不高于给定尺寸所对应设计温度参数的原则来选取适用的规格。

D 型蒸汽管保温计算中只考虑内衬套管和工作管之间的空气层对保温的影响，保温层外的空气层不做计算考虑因素。

D 型蒸汽管保温计算常用参数请见表 4-1。

表 4-1 D 型蒸汽管规格计算常用参数

参数名称	参数数值
管顶埋深(m)	1.2
土壤导热系数(W/m·°C)	1.7
管中心处土壤年平均温度(°C)	15
岩棉导热系数方程(W/m·°C)	$\lambda_t = 0.0384 + 7.13 \times 10^{-5}t + 3.51 \times 10^{-7}t^2$
玻璃棉导热系数(W/m·°C)	$\lambda_t = 0.027 + 0.00018t$
空气层导热系数(W/m·°D)	0.026
管道外表面温度(°C)	不大于 50

对应介质设计运行温度分别为 200°C、250°C 和 300°C 的设计运行条件。D 型蒸汽管的常用规格分别见表 4-2 ~ 表 4-4。各表中，每平米热损为管道外表面每平方米的散热损失。实际热损参数会受到真实的埋设土壤温度、运行温度、土壤导热系数、地表散热系数等条件变化的影响，不可能是一个恒定的值。下表参数也仅作为计算参照。

表 4-2 D 型蒸汽管，设计运行温度 200°C

通径 DN	工作管 mm		衬套 mm	外护钢管 mm	保温 厚度 mm	岩棉保温 热损及温降		玻璃棉保温 热损及温降	
	1.6MPa	2.5MPa				Q*	Δt^*	Q*	Δt^*
50	57×3	57×4	89×4	219×6	59	36	45.1	33	41.3
50	57×3	57×4	89×4	273×6	86	31	38.8	29	36.3
50	57×3	57×4	89×4	325×7	110	28	35.1	26	32.6
65	76×4	76×4	108×4	273×6	75	38	23.9	35	22.0
				325×7	101	34	21.4	32	20.1
				377×7	127	31	19.5	29	18.2
80	89×4	89×4	133×4	273×6	63	41	20.6	38	19.1
				325×7	89	34	17.1	34	17.1
				377×7	115	33	16.6	31	15.6
100	108×4	108×5	139×4	273×6	60	52	16.4	49	15.4
				325×7	86	45	14.2	42	13.2
				377×7	112	40	12.6	37	11.6
125	133×4	133×5	168×4.5	325×6	71	56	11.7	52	10.9
				377×7	97	48	10.1	44	9.2
				426×7	122	43	9.0	40	8.4
150	159×4.5	159×6	193×4.5	325×7	59	67	9.4	62	8.7

				377×7	85	57	8.0	53	7.4
				426×7	109	51	7.1	47	5.6
200	219×6	219×7	273×5	426×7	69	68	5.0	64	4.7
				478×7	95	60	4.4	56	4.1
250	273×6	273×7	325×6	478×7	69	83	3.9	77	3.6
300	325×7	325×7	377×6	529×7	69	95	3.1	88	2.9
350	377×7	377×8	426×6	610×7	85	98	2.4	91	2.2
400	426×7	426×8	478×6	660×8	83	106	2.0	98	1.9
450	478×7	478×8	529×6	720×8	87	114	1.7	105	1.6
500	529×7	529×10	559×6	762×8	93	136	1.7	124	1.5
600	630×8	630×10	660×6	920×8	122	133	1.2	121	1.1
700	720×8	720×11	762×6	1020×10	119	139	0.9	127	0.8
800	820×9	820×12	864×6	1120×10	118	154	0.8	142	0.7

表 4-3 D 型蒸汽管，设计运行温度 250℃

通径 DN	工作管 mm		衬套 mm	外护钢管 mm	保温 厚度 mm	岩棉保温 热损及温降		玻璃棉保温 热损及温降	
	1.6MPa	2.5MPa				Q*	Δt *	Q*	Δt *
50	57×3	57×4	89×4	219×6	59	47	74.0	44	69.3
				273×6	86	41	64.6	39	61.4
				325×7	110	38	59.9	35	55.1
65	76×4	76×4	108×4	273×6	75	51	40.4	47	37.2
				325×7	101	46	36.4	42	33.3
				377×7	127	42	33.2	39	30.9
80	89×4	89×4	133×4	273×6	63	53	33.6	51	32.3
				325×7	89	48	30.4	45	28.5
				377×7	115	44	27.9	41	26.0
100	108×4	108×5	139×4	273×6	60	70	27.7	65	25.7
				325×7	86	60	23.7	56	22.1
				377×7	112	54	21.4	50	19.8
125	133×4	133×5	168×4.5	325×7	71	73	19.3	68	17.9
				377×7	97	64	16.9	59	15.6
				426×7	122	58	15.3	54	14.3
150	159×4.5	159×6	193×4.5	325×7	59	89	15.6	83	14.6
				377×7	85	77	13.5	71	12.5

				426×7	109	69	12.1	63	11.1
200	219×6	219×7	273×5	426×7	69	90	8.4	85	7.9
				478×7	95	80	7.5	74	6.9
				529×7	121	72	6.7	67	6.3
250	273×6	273×7	325×6	478×7	69	109	6.4	103	6.1
				529×7	95	94	5.5	89	5.2
300	325×7	325×7	377×6	559×7	84	115	4.8	107	4.5
300	325×7	325×7	377×6	630×8	118	98	4.1	91	3.8
350	377×7	377×8	426×6	630×8	95	124	3.8	115	3.5
400	426×7	426×8	478×6	660×8	83	141	3.4	132	3.2
				720×8	113	122	2.9	113	2.7
450	478×7	478×8	529×6	720×8	87	151	2.8	141	2.7
				762×8	108	137	2.6	126	2.4
500	529×7	529×10	559×6	820×8	122	157	2.4	144	2.2
600	630×8	630×10	660×6	920×8	122	179	1.9	164	1.8
700	720×8	720×11	762×6	1020×10	119	186	1.5	172	1.4
800	820×9	820×12	864×6	1120×10	118	206	1.3	191	1.2

表 4-4 D 型蒸汽管，设计运行温度 300℃

通径 DN	工作管 mm		衬套 mm	外护钢管 mm	保温 厚度 mm	岩棉保温 热损及温降		玻璃棉保温 热损及温降	
	1.6MPa	2.5MPa				Q	Δt *	Q	Δt *
50	57×3	57×4	89×4	219×6	59	59	105.1	56	99.8
				273×6	86	52	92.7	49	87.3
				325×7	110	48	85.5	45	80.2
65	76×4	76×4	108×4	273×6	75	64	57.3	60	53.8
				325×7	100	58	52.0	54	48.4
				377×7	127	53	47.5	50	44.8
80	89×4	89×4	133×4	273×6	63	67	48.1	64	45.9
				325×7	89	60	43.1	57	40.9
				377×7	115	55	39.5	52	37.3
100	108×4	108×5	139×4	273×6	60	88	39.4	83	37.2
				325×7	86	80	35.8	71	31.8
				377×7	112	72	32.3	64	28.7
125	133×4	133×5	168×4.5	325×6	71	92	27.5	86	25.7
				377×7	97	81	24.2	76	22.7
				426×7	122	74	22.1	69	20.6
150	159×4.5	159×6	193×4.5	377×7	85	97	19.3	91	18.1

				426×7	109	87	17.3	81	16.1
				478×7	135	80	15.9	74	14.7
200	219×6	219×7	273×5	478×7	95	100	10.5	94	9.9
				529×7	121	91	9.6	85	9.0
250	273×6	273×7	325×6	529×7	95	121	8.0	114	7.6
				630×8	145	100	6.6	93	6.2
300	325×7	325×7	377×6	559×7	83	145	6.8	136	6.4
				630×8	118	124	5.9	116	5.5
350	377×7	377×8	426×6	660×8	109	146	5.1	136	4.7
				720×8	139	130	4.5	121	4.2
400	426×7	426×8	478×6	720×8	113	154	4.2	144	3.9
450	478×7	478×8	529×6	820×8	137	154	3.3	143	3.1
500	529×7	529×10	559×6	920×8	172	164	2.8	150	2.6
600	630×8	630×10	660×6	1020×10	170	186	2.3	171	2.1
700	720×8	720×11	762×6	1120×10	169	196	1.8	181	1.7
800	820×9	820×12	864×6	1220×10	168	215	1.5	199	1.4

*Q 为管道每米热损，单位 W/m； Δt 为根据表 7-1 计算条件，按照蒸汽流速 30m/s 和《热能工程手册》推荐的温降计算公式计算所得的理论参考值，单位 W/m²。

4.2 D 型蒸汽内固定节

4.2.1 D 型蒸汽内固定节概述

4.2.1.1 D 型蒸汽内固定节是与 D 型预制直埋蒸汽保温管道结构和连接方式匹配并用于划分直管段补偿单元的将工作管和外护管在划分点相对固定的管件。

4.2.1.2 D 型蒸汽内固定节推力均按照相应规格管线主固定支架的推力计算确定，推力参数请见表 4-5。

表 4-5 D 型蒸汽内固定节标准设计推力

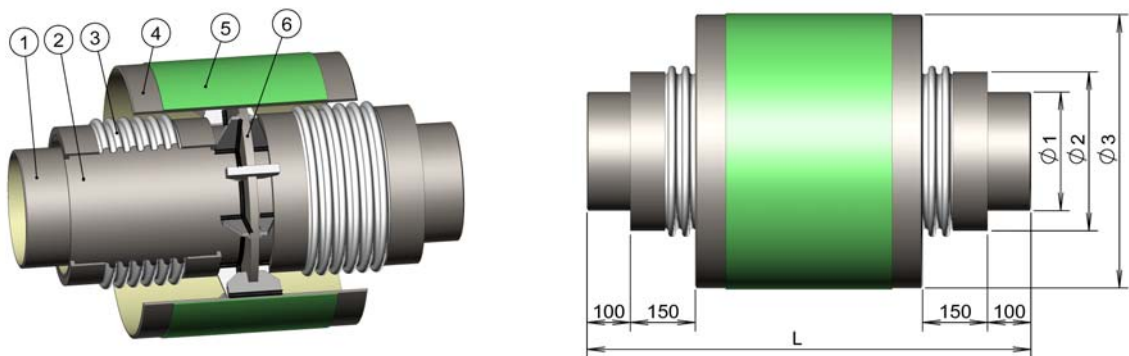
公称直径 (mm)	设计推力 (KN)		公称直径 (mm)	设计推力 (KN)	
	1.6MPa	2.5MPa		1.6MPa	2.5MPa
DN50	9	10	DN300	184	247
DN65	14	17	DN350	234	321
DN80	19	23	DN400	321	435
DN100	28	35	DN450	385	528
DN125	40	51	DN500	475	651
DN150	53	69	DN600	633	887
DN200	91	119	DN700	836	1182
DN250	129	173	DN800	1044	1497

4.2.1.3 D 型蒸汽内固定节长度尺寸请见表 4-6。

表 4-6 D 型蒸汽内固定节长度尺寸

公称直径 (mm)	L (mm)
DN50~DN300	1350
DN350~DN500	1400
DN600	1450
DN700~DN800	1550

4.2.2 D 型蒸汽内固定节结构



①工作管 ②套管 ③补口波纹管组件 ④外护钢管 ⑤防腐层 ⑥内固定组件

图 4-2 D 型蒸汽内固定节示意图

4.2.3 D 型蒸汽内固定节型号

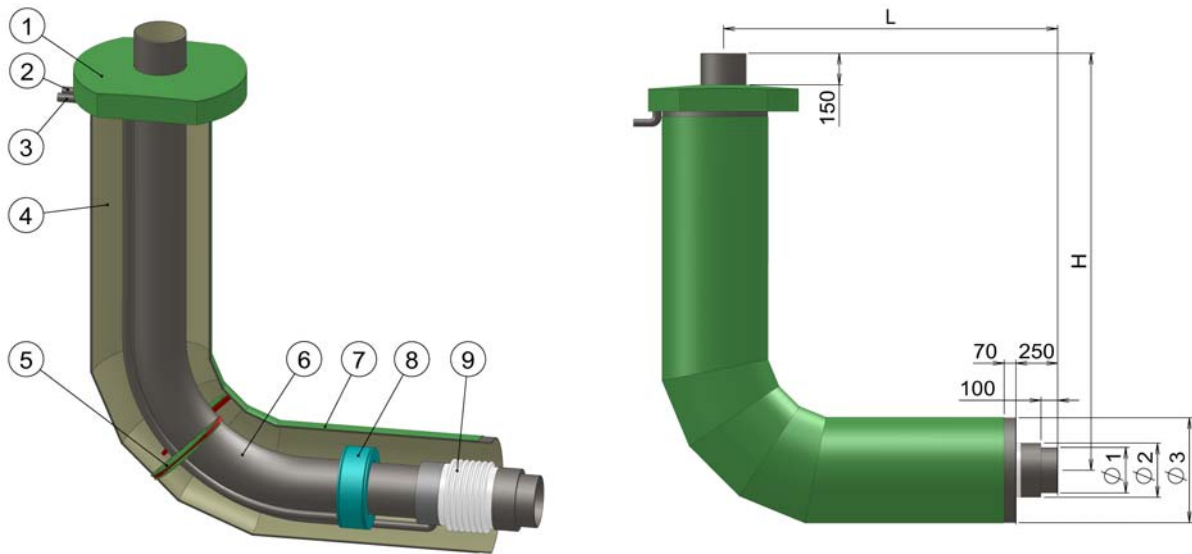
ZQD (NG) (通径) - (压力) - (温度)

ZQD-D 型蒸汽保温管系列 **NG**-内固定节

例：**ZQD.NG500-1.6-250** 主管通径为 DN500，压力为 1.6MPa，温度为 250℃的 D 型蒸汽保温标准型内固定节。

4.3 D 型蒸汽出地弯管

4.3.1 D 型出地面弯管是指在 D 型直埋管线中，用于管线从直埋敷设转架空敷设的竖向弯管。



①防雨帽 ②排潮管 ③疏水管 ④外护管 ⑤平面导向支架
⑥工作管 ⑦防腐层 ⑧疏水环 ⑨弯管波纹管组件

图 4-3 D 型直管内固定节示意图

4.3.2 D 型出地面弯管配置防雨帽，只要高度允许，外护管端面与地面的距离应不小于 500mm。如果外护管端面高度因标高限制无法满足，则管道出地面后应采用保温层端部柔性密封方式处理，防止雨水或地表水倒灌到直埋管道中。柔性密封的允许横向位移量应根据工作管实际横向位移量计算确定。

4.3.3 D 型蒸汽出地弯管型号

ZQD. (CWG) (通径) / (角度) - (压力) - (温度)

ZQD : D 型蒸汽保温管系列 **CWG** : 出地弯管

例：**ZQD.SWG500/90-1.6-250** 主管通径为 DN500，角度 90°，压力为 1.6MPa，温度为 250°C 的 D 型蒸汽保温出地弯管。

4.4 D 型蒸汽管设计与安装

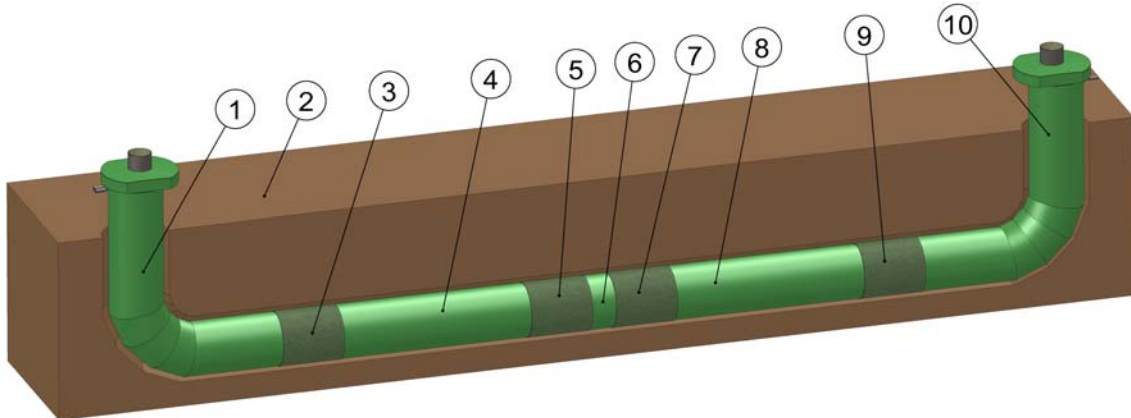
4.4.1 D 型蒸汽管主要使用在过河或水位线高于管位的环境下，因此设计时尽可能减少管件和避免支线敷设。

4.4.2 在此敷设段避免设置补偿器，尽可能将补偿器设置在河床或水位线较低的位置上，如果不可避免设置补偿器，应设置有安全保障的补偿器或提高补偿器的使用寿命。

4.4.3 D 型蒸汽管安装过程中，安装队伍要具有安装资质和一定的安装经验，工作管及外护管焊接都要进行无损探伤，以保证管道焊接质量，否则一旦出现漏点，其维修难度和维修费用极高。

4.4.4 D 型蒸汽管防腐等级要较其他形式的保温管高，在补口过程中，防腐处理要高于管道防腐，防腐工作完成后要进行电火花检验，电火花强度为 6KV。

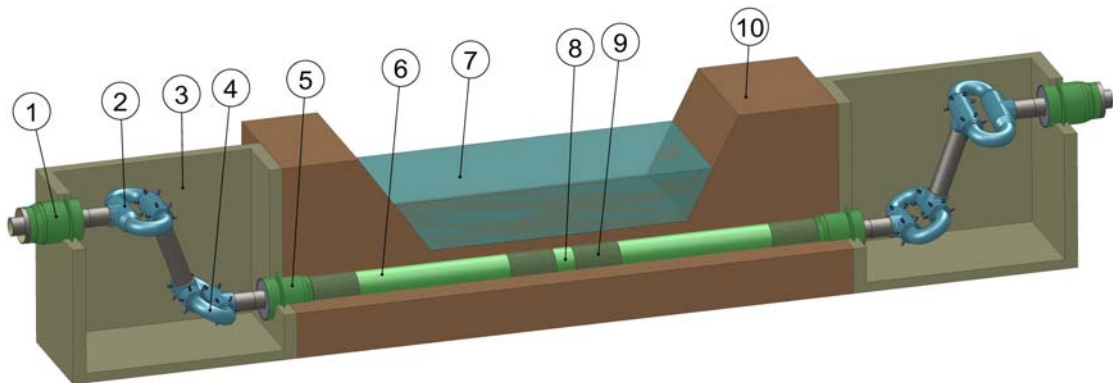
4.4.5 D 型蒸汽管高水位直埋的布置见图 4-4。



①带排潮和疏水的出地弯管 ②高水位土层 ③补口 ④独立密封直管
⑤补口 ⑥内固定节 ⑦补口 ⑧独立密封直管 ⑨补口 ⑩带排潮出地弯管

图 4-4 D 型蒸汽管高水位直埋的布置示意图

4.4.6 D 型蒸汽管过河直埋布置见图 4-5。



①井封 ②单轴双通旋转补偿器 ③井池 ④双轴双通旋转补偿器
⑤井封 ⑥独立密封直管 ⑦河水 ⑧内固定节 ⑨补口 ⑩河床

图 4-5 D 型蒸汽管过河直埋布置示意图

4.5 D 型蒸汽管现场接口

4.13.1 D 型接口一般注意事项

4.13.1.1 大连益多管道有限公司可为用户提供现场补口安装服务，除非合同有特殊要求，大连益多管道有限公司现场补口服务的默认工作范围为：工作管、外护管、隔离层接口材料及焊接和试验检验以外的所有接口工作。

4.13.1.2 大连益多管道有限公司现场补口费用的核算基础是平均每天完成 10 个以上接口的补口作业，请订货方核实完成焊口数量和进度，以准确预计补口作业人员进场时间。对于因施工进度无法达到最低补口作业量的情况，益多公司将适当提高补口的单价，以弥补低效率作业的费用损失，该项需在补口作业合同中注明。

4.13.1.3 D 型蒸汽管采用保温层独立密封结构，因此，无论是开挖施工方式进行过河管道安装还是在高水位敷设环境下进行管线安装，都可不必担心管道保温层受到水浸的问题，施工过程中也无需对管道进行格外防水保护。

4.13.1.4 管件保温层均采用耐水性的保温材料，只要保温层内不积水，两侧外护管焊口能够正常焊接，则不必担心保温层潮湿问题，暖管过程中会自然烘干管件保温层，且保温层不会因暖管烘干排潮过程受损。

4.13.1.5 管道与管道之间，或者管道与保温层独立密封管件之间的接口，在补口作业时必须保证保温层内芯管和内外护管内壁干燥无水以及保温材料干燥。保温作业完成后因立即进行外护管补口作业，封闭补口保温层。如果在补口作业过程中，因地下水、降雨等导致补口保温层受潮，请务必拆掉受潮保温层，烘干接口管，重新安装干燥的保温层并焊接好外护管，封闭补口保温层。

4.13.2 D 型蒸汽管接口操作步骤

D 型蒸汽管接口的主要过程为：管道（件）定位、端口准备、工作管组焊、内衬套管补口、保温层安装、反射层安装、外护管焊接、外护层制作。

4.13.2.1 管道（件）定位：

- 1) 无论是在管沟之内还是在管沟旁边的地面上进行接口作业，均需将所要连接的管道（件）的管口对正，轴线一致。
- 2) 在管沟内进行工作管组焊前，请按照施工图纸要求调整和定位管道，保证两管道轴线一致，工作管接口组对前，管道需处于稳定状态。如果接口在地面上完成，请在工作管组焊前调整两连接管道，使其轴线一致，位置固定。

4.13.2.2 端口准备：

工作管坡口修整和打磨。调整对口间隙，以保证工作管焊缝成型满足探伤要求。

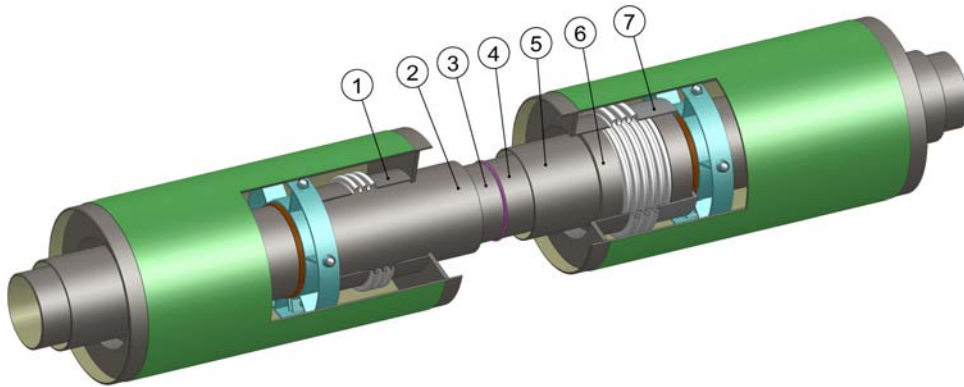
4.13.2.3 工作管组焊：

- 1) 接口工作管组焊和检验均不在大连益多管道有限公司现场补口服务默认工作范围，该工作费用包含在工程预算当中，一般由施工方完成。
- 2) 现场焊接按照施工要求和相关施工规范进行，焊缝按照工程确定规范和要求检验和验收。
工作管焊缝一般要求采用氩弧焊打底、电弧焊盖面的氩电联焊的焊接方式。氩弧打底焊接是为了获得更好的穿透性，保证焊缝背面成型满足探伤要求。采用氩电联焊的焊接作业方式可以获得较高的一次探伤合格成功率。
- 3) 在进行电弧填充焊接之前，应检查和保证焊缝坡口以及打底焊缝表面清洁并满足焊接要求。
- 4) 电弧焊接之后可进行射线探伤检验，检验合格可进行分段静水压试验。在进行静水压试验之前，除了补口部位之外，其余管道应进行土方回填，有助于在试压过程中稳定管道。通过土壤对管道的束缚以及运输定位版的相对固定作用，可防止水压试验过程中补偿器发生被拉出的问题。
- 5) 工作管的检验一般应包括质量检验，通过 X-光探伤检验合格，和强度检验，采用静水压检验合格。焊缝质量检验合格标准为 X-光探伤结果满足 GB3323 标注的 II 级片要求。焊缝强度应满足 1.5 倍静水压试

验合格。

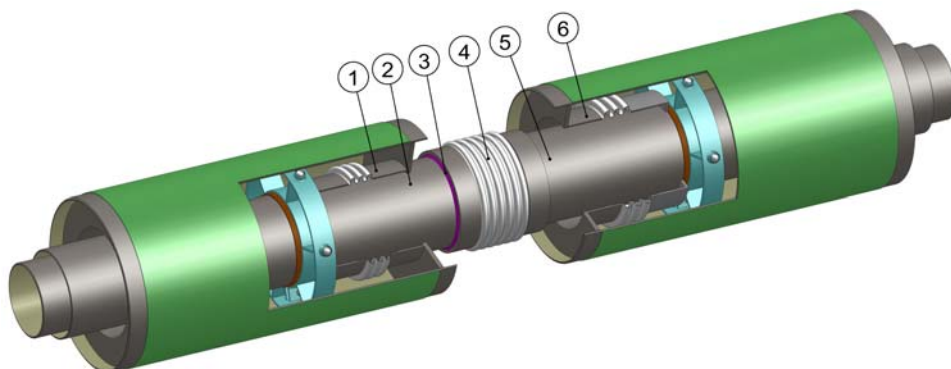
4.13.2.4 内衬套管补口：

- 1) D 型管件与管道、管道与管道连接的接口均需要进行内衬套管补口作业。内衬套管补口作业是为了保证管线内衬套管与工作管所构成的内腔空隙在一定范围内的连续性和密封性。
- 2) 按照安装方向布置的 D 型管道和管件，需要对接的两个相邻管端都配置了内衬套管接口管，在箭尾端一侧的管道或者管件的管端还套装了内衬套管补口管，请见图 4-6 和图 4-7 示意图。
- 3) 内衬套管补口前，如果管端有黄色涂装的运输定位组件，请拆除运输定位组件，拆除过程中请注意不要破坏保温层或者内衬套管补口波纹管。
- 4) 将内衬套管补口管从箭尾一端的管件端部拉出，使其均匀搭接在两连接端的内衬套管接口管上，搭接长度约为 50mm。如果此时可见内衬套管补偿波纹管，请用防火布、石棉布或者其他遮盖物将金属波纹管表面遮盖，以免焊接飞溅损伤。将两侧搭接焊缝密封焊接。



①密封波纹管组件 ②内衬套管 ③工作管 ④工作管
⑤内衬套管 ⑥补口波纹管组件 ⑦密封波纹管组件

图 4-6 内衬套管补口前状态示意图



①密封波纹管组件 ②内衬套管 ③焊缝 ④补口波纹管组件
⑤内衬套管 ⑥密封波纹管组件

图 4-7 内衬套管补口后状态示意图

4.13.2.5 保温层安装、反射层安装、外护管焊接、外护层制作：

有关保温层安装参照第二章 2.17.3 节。

有关反射层安装参照第二章 2.17.4 节。

有关外护管焊接参照第二章 2.17.5 节。

有关外护层制作参照第二章 2.17.7 节。