

1K415000 城市管道工程

本节“城市管道”包括：给水管道、排水管道、供热管道、燃气管道。

本节内容：

1K415010 城市给水排水管道工程施工

1K415020 城市供热管道工程施工

1K415030 城市燃气管道工程施工

1K415040 城市综合管廊

近五年考试，本节平均每年考查 18 分。

1K415000 城市管道工程

1K415010 城市给水排水管道工程施工

本目内容：

1K415011 城市排水体制选择

1K415012 开槽管道施工技术

1K415013 不开槽管道施工技术

1K415014 管道功能性试验

1K415015 砌筑沟道施工技术

1K415016 给水排水管网维护与修复技术

近五年考试，本节平均每年考查 7 分。

1K415011 城市排水体制选择

一、我国城市排水体制

1.老城区雨污分流改造应该慎重的原因

我国城市排水系统主要为截流式合流制、分流制或两者并存的混流制排水系统，新兴城市或

城区多采用完全分流制排水系统。

二、城市新型排水体制

催生新型排水体制发展的主要因素是城市雨水控制利用、中水回用的发展。

新型排水体制指在合流制和分流制中利用源头控制和末端控制技术使雨水渗透、回用、调蓄排放的体制。

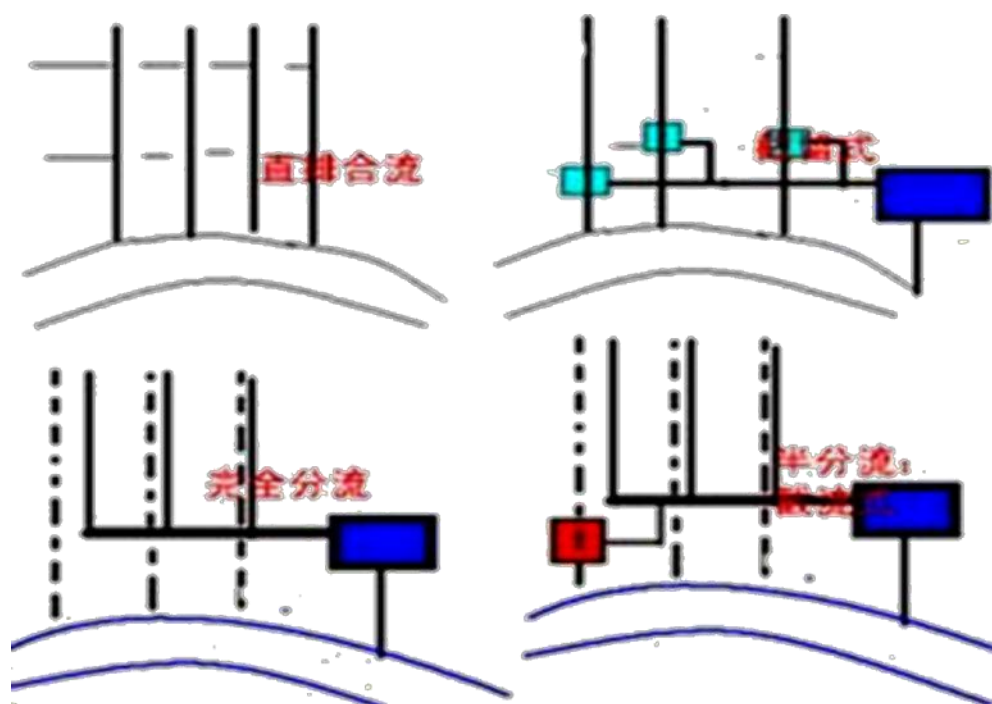
三、城市排水体制选择应遵循的原则

1.老城区雨污分流改造应该慎重的原因

(1) 城市管道错接、混接严重，生活污水乱排现象突出，雨水非点源污染严重，无法实现完全意义上的分流制。

(2) 即使实现完全分流，雨水非点源污染得不到有效治理，城市水环境仍然难以得到保障。

(3) 老城区合流制改造为分流制社会影响大、涉及范围广、难度大、成本高。



1K415010 城市给水排水管道工程施工

本目内容：

1K415012 开槽管道施工技术

1K415013 不开槽管道施工技术

1K415014 管道功能性试验

1K415015 砌筑沟道施工技术

1K415016 给水排水管网维护与修复技术

近五年考试，本节平均每年考查 7 分。

1K415012 开槽管道施工技术

一、沟槽施工方案

(一) 主要内容

(2) 沟槽施工平面布置图及开挖断面图。

(3) 沟槽形式、开挖方法及堆土要求。

(4) 无支护沟槽的边坡要求；有支护沟槽的支撑形式、结构、支拆方法及安全措施。

(5) 施工设备机具的型号、数量及作业要求。

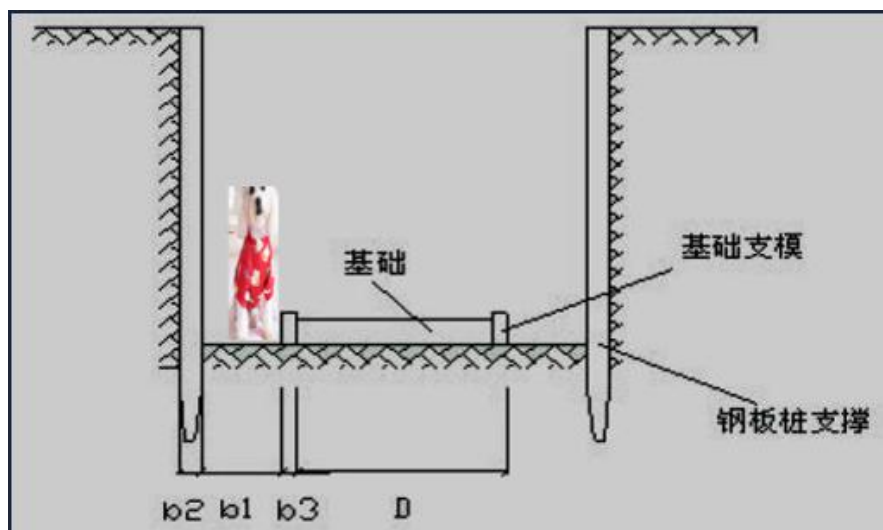
(6) 不良土地地段沟槽开挖时采取的护坡和防止沟槽坍塌的安全技术措施。

(7) 施工安全、文明施工、沿线管线及构（建）筑物保护要求等。

(二) 确定沟槽底部开挖宽度

$$B=D_0+2\times(b_1+b_2+b_3)$$

D_0 ——管外径 (mm)； b_1 ——管道一侧工作面宽度 (mm)； b_2 ——有支撑要求时，管道一侧支撑厚度，可取 150 - 200mm； b_3 ——现场浇筑混凝土或钢筋混凝土管渠一侧模板厚度 (mm)。



(三) 确定沟槽边坡

沟槽边坡最陡坡度表的计算应用

土的类别 (老硬黏碎黏、硬粉碎砂软)	边坡坡度 (高:宽)		
	坡顶无荷载	坡顶有静载	坡顶有动载
软土 (经井点降水后)	1: 1.25	—	—
中密砂土	1: 1.00	1: 1.25	1: 1.50
中密碎石砂土	1: 0.75	1: 1.00	1: 1.25
硬塑粉土	1: 0.67	1: 0.75	1: 1.00
中密碎石黏土	1: 0.50	1: 0.67	1: 0.75
硬塑的粉质黏土、黏土	1: 0.33	1: 0.50	1: 0.67
老黄土	1: 0.10	1: 0.25	1: 0.33

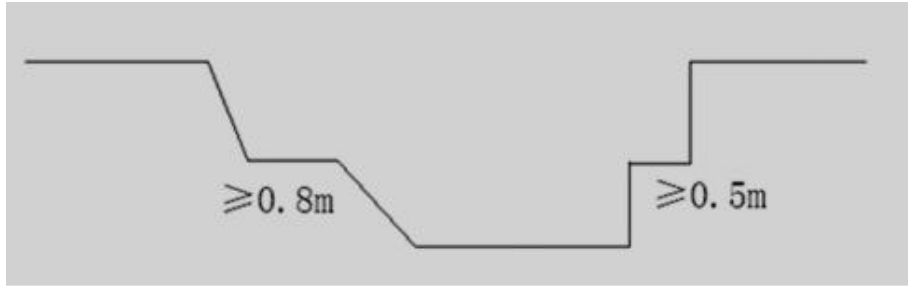
二、沟槽开挖与支护

(一) 分层开挖及深度

(1) 人工开挖沟槽的槽深超过 3m 时应分层开挖, 每层的深度不超过 2m。

(2) 人工开挖多层沟槽的层间留台宽度 放坡开槽时不应小于 0.8m ,直槽时不应小于 0.5m ,

安装井点设备时不应小于 1.5m。



（二）沟槽开挖规定

（1）槽底原状地基土不得扰动，机械挖槽时槽底预留 200 ~ 300mm 土层，由人工开挖至设计高程，整平。

（2）槽底局部扰动或受水浸泡时，宜采用天然级配砂砾石或石灰土回填；



（3）槽底土层为杂填土、腐蚀性土时，应全部挖除并按设计要求进行地基处理；

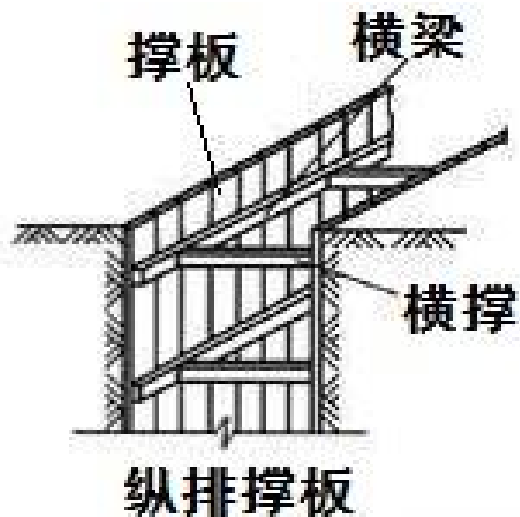
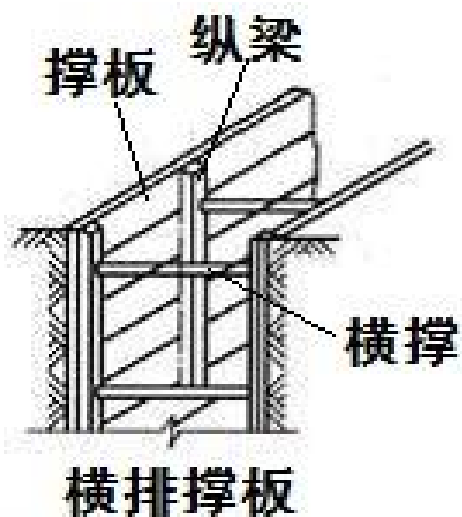
（5）在沟槽边坡稳固后设置供施工人员上下沟槽的安全梯。



(三) 支撑与支护

(2) 撑板支撑应随挖土及时安装。

(3) 横排撑板支撑时，开始支撑的开挖深度不超过 1.0m；开挖与支撑交替进行，每次交替的深度宜为 0.4~0.8m。(案例)



沟槽支撑：



(4) 支撑应经常检查，雨期及春季解冻时期应加强检查。

(5) 拆除支撑前，应对沟槽两侧的建筑物、构筑物和槽壁进行安全检查，并应制定拆除支撑的作业要求和安全措施。

(7) 拆除撑板应制定安全措施，配合回填交替进行。

三、地基处理与安管

(一) 地基处理

(2) 槽底局部超挖或发生扰动时，超挖深度不超过 150mm 时，可用挖槽原土回填夯实，其压实度不应低于原地基土的密实度；槽底地基土壤含水量较大，不适于压实时，应采取换填等有效措施。

(3) 排水不良造成地基土扰动时，扰动深度在 100mm 以内，宜填天然级配砂石或砂砾处理；扰动深度在 300mm 以内，但下部坚硬时，宜填卵石或块石，并用砾石填充空隙并找平表面。

(二) 安管

(3) 采用焊接接口时，两端管的环向焊缝处齐平，内壁错边量不宜超过管壁厚度的 20%，且不得大于 2mm。



【补充】

管道对口焊接时，两个对在一起的断面会有一定的误差，主要有两个评价指标：对口间隙和错边量。

对口间隙：两个管道对口时的缝隙；

错边量：两个管道对口时管壁之间的高低差。

（4）采用电熔连接、热熔连接接口时，应选择在当日温度较低或接近最低时进行。



【知识拓展】热熔连接

塑料管道热熔连接施工工艺：

焊机状态调试→管材准备就位→管材对正检查→预热→加温熔化→加压对接→保压冷却。



【知识拓展】电熔连接

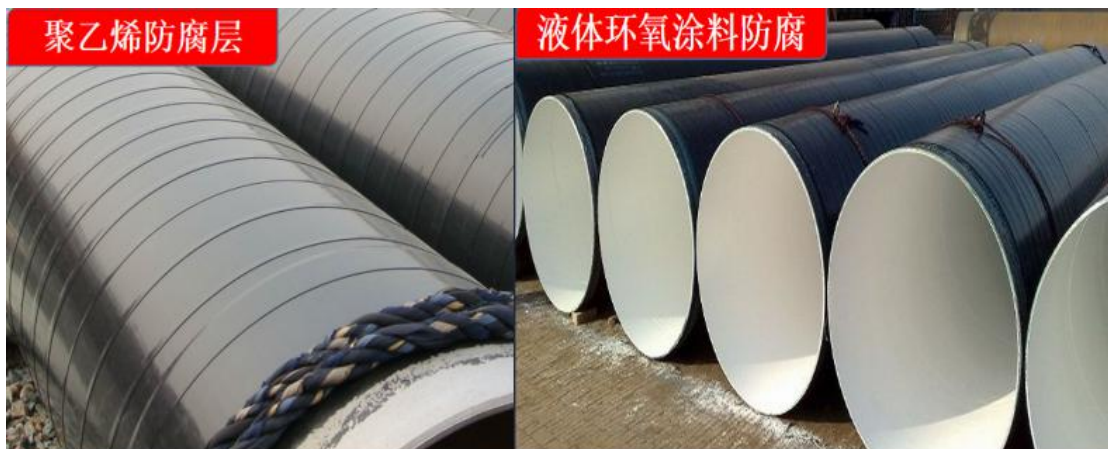
管材或管件的连接部位插入内埋电阻丝的专用电熔管件内，通电加热，使连接部位熔融，连接成一体连接方式。



(三) 钢管防腐

(1) 使用聚乙烯防腐层作为钢管外防腐层

(2) 使用液体环氧涂料防腐层作为钢管内防腐层



(三) 钢管防腐

(1) 使用聚乙烯防腐层作为钢管外防腐层

1) 防腐层所有原材料均应有出厂质量证明书及检验报告、使用说明书、安全数据单、出厂合格证、生产日期及有效期。环氧粉末涂料供应商应提供产品的热特性曲线等资料。

2) 防腐层的各种原材料均应包装完好，应按产品说明书的要求存放

3) 每种牌(型)号的环氧粉末涂料、胶粘剂以及聚乙烯专用料，在使用前均应由通过国家

计量认证的检验机构进行检测，性能检测结果达到相关标准规定要求的材料方可使用。

(2) 使用液体环氧涂料防腐层作为钢管内防腐层

2) 涂敷操作钢管温度应高于露点温度 3℃以上，且应控制在涂料生产商推荐的范围内。混合涂料的温度不应低于 10℃。

3) 钢管内防腐层涂敷施工时，应在涂料生产商推荐的涂敷温度范围内对涂料、钢管及管件进行预热。

4) 当环境相对湿度大于 85%时，应对钢管除湿后方可作业。严禁在雨、雪、雾及风沙等气候条件下露天作业。

四、沟槽回填

(一) 通用规定

(1) 压力管道水压试验前，除接口外，管道两侧及管顶以上回填高度不应小于 0.5m；水压试验合格后，应及时回填沟槽的其余部分；无压管道在闭水或闭气试验合格后应及时回填。

(3) 井室、雨水口及其他附属构筑物周围回填应与管道沟槽回填同时进行，构筑物周围回填压实时应沿井室中心对称进行。

(二) 刚性管道沟槽回填的压实作业应符合下列规定

(1) 管道两侧和管顶以上 500mm 范围内胸腔夯实，应采用轻型压实机具，管道两侧压实面的高差不应超过 300mm。

(2) 分段回填压实时，相邻段的接搓应呈台阶形。采用轻型压实设备时，应夯夯相连；采用压路机时，碾压的重叠宽度不得小于 200mm。

(三) 柔性管道回填

(2) 管内径大于 800mm 的柔性管道，回填施工时应在管内设有竖向支撑。

(4) 沟槽回填从管底基础部位开始到管顶以上 500mm 范围内，必须采用人工回填；管顶 500mm 以上部位，可用机械从管道轴线两侧同时夯实；每层回填高度应不大于 200mm。

1K415010 城市给水排水管道工程施工

本目内容：

1K415013 不开槽管道施工技术

1K415014 管道功能性试验

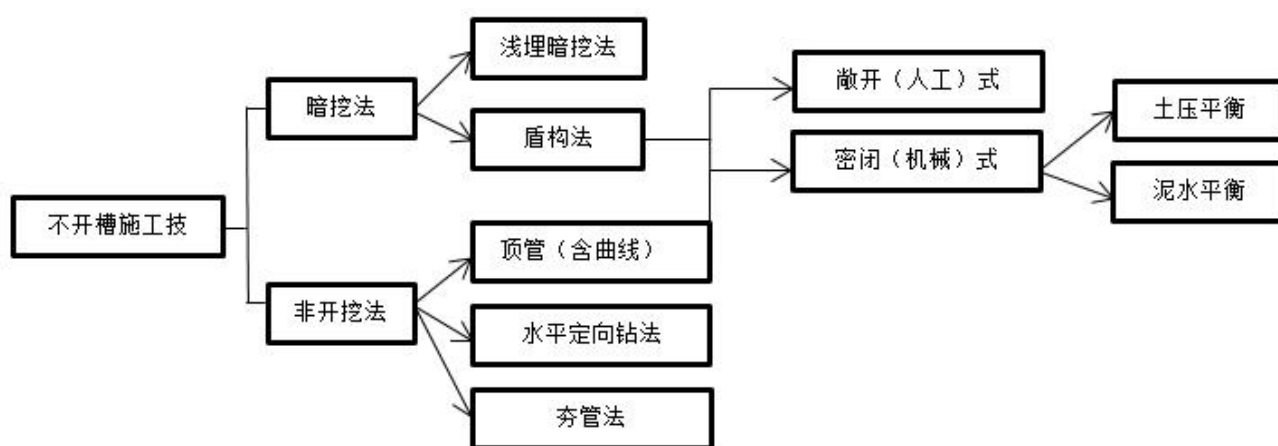
1K415015 砌筑沟道施工技术

1K415016 给水排水管网维护与修复技术

近五年考试，本节平均每年考查 7 分。

1K415013 不开槽管道施工技术

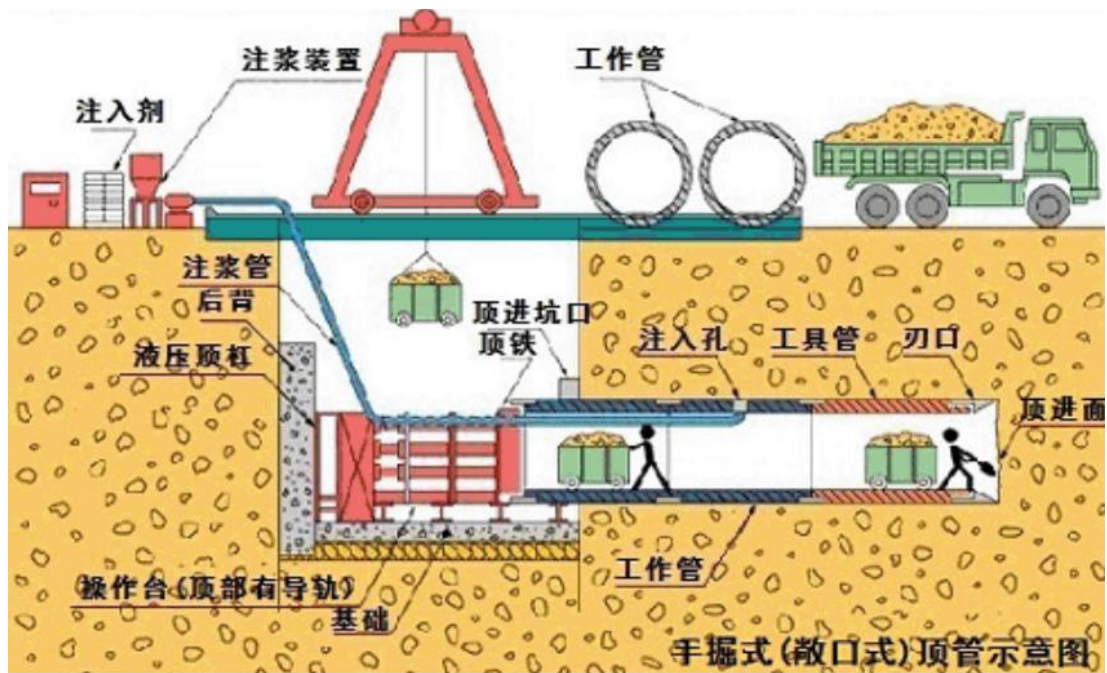
市政公用工程常用的不开槽管道施工方法有暗挖法（盾构法、浅埋暗挖法）与非开挖法（顶管法、地表式水平定向钻法、夯管法）等。



二、施工方法与适用条件

施工工法	密闭式顶管	盾构	浅埋暗挖	水平定向钻	夯管
工法优点	施工精度高	施工速度快	适用性强	施工速度快	施工速度快、成本较低
工法缺点	施工成本高	施工成本高	施工速度慢 施工成本高	控制精度低	控制精度低

适用范围	给水排水管道 综合管道	给水排水管道 综合管道	给水排水管道、 综合 管道	柔性 管道	钢管
适用管径 (mm)	300 ~ 4000	3000 以上	1000 以上	300 ~ 1000	200 ~ 1800
施工精度	小于±50mm	不可控	小于或等于 30mm	不超过 0.5 倍管 道内径	不可控
施工距离	较长	长	较长	较短	短
适用地质条件	各种土层	除硬岩外的相 对均质地层	各种 土层	砂卵石及含水 地层不适用	含水地层不适 用,砂卵石地层 困难



(2) 盾构法

用于给水排水主干管道工程，直径一般 3000mm 以上。

(3) 浅埋暗挖法

在城区地下障碍物较复杂地段，采用浅埋暗挖法施工管（隧）道是较好的选择。

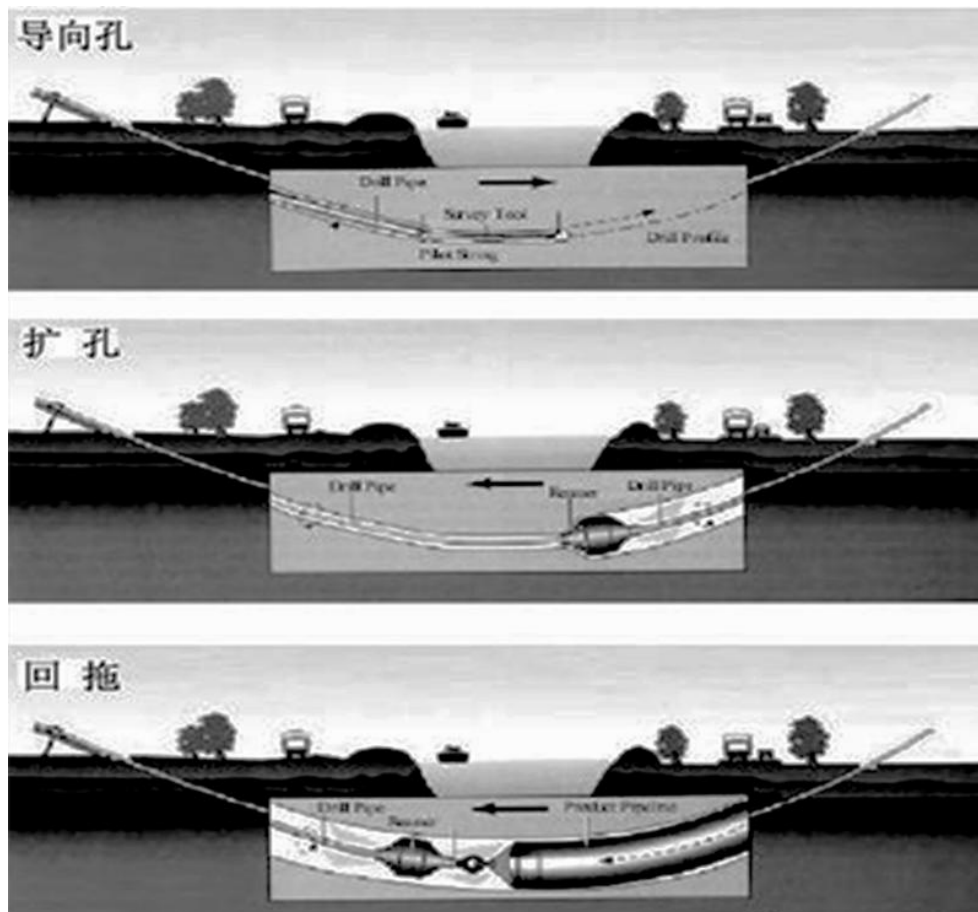
(4) 定向钻法

定向钻机在以较大埋深穿越道路桥涵的长距离地下管道的施工中会表现出优越之处。

【补充】定向钻法主要工序：

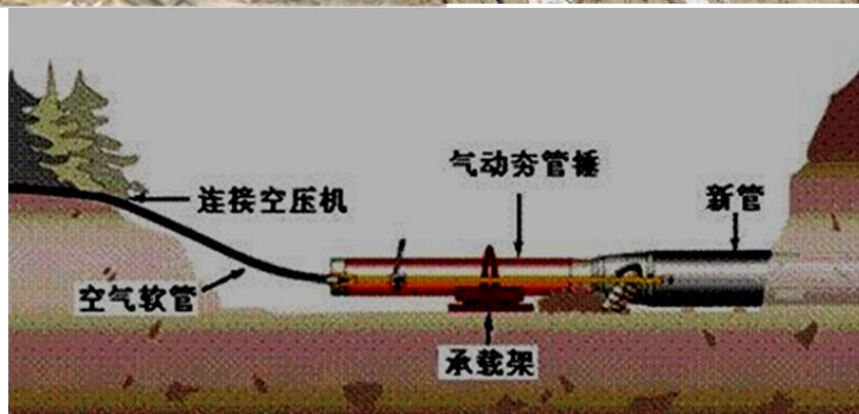
设置钻进轨迹→导向钻进→回拉预扩孔→回拖管道。

(4) 定向钻法



(5) 夯管法

适用于城镇区域下穿较窄道路的地下管道施工。



四、设备施工安全有关规定

(1) 施工设备、装置应满足施工要求，并符合下列规定：

1) 施工设备、主要配套设备和辅助系统安装完成后，应经试运行及安全性检验，合格后方可掘进作业。

2) 操作人员应经过培训，掌握设备操作要领，熟悉施工方法、各项技术参数，考试合格方可上岗。

6) 采用起重设备或垂直运输系统。

7) 所有设备、装置在使用中应按规定定期检查、维修和保养。

6.吊运设备：起重设备须经起重荷载计算；严禁超负荷使用；定期检查、维修、保养；使用前检查验收，合格后方可使用。

7.试吊

吊离地面 10cm 左右时暂停，

检查：

①重物绑扎情况、

②制动性能；

起吊时吊物下方严禁站人；

吊物距底 < 50cm 时操作人员方可近前。

(2) 监控量测

【技巧】归纳：

市政公用工程中，涉及地下的施工，监控量测对象：

(1) 周边建（构）筑物；

(2) 地下管线；

(3) 地表沉降。

1K415010 城市给水排水管道工程施工

本目内容：

1K415014 管道功能性试验

1K415015 砌筑沟道施工技术

1K415016 给水排水管网维护与修复技术

近五年考试，本节平均每年考查 7 分。

1K415014 管道功能性试验

一、压力管道的水压试验

【技巧】

试验顺序：

部分回填（除接口外，管道两侧及管顶以上回填高度不应小于 0.5m）→水压试验（预试验

阶段→主试验阶段)→给水管道的冲洗与消毒→全部回填。

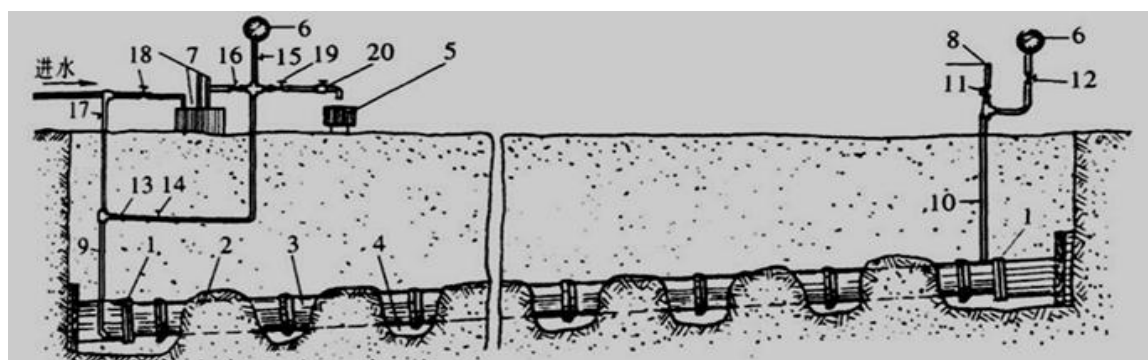


图 6-13 渗水量试验设备布置示意

1—封闭端；2—回填土；3—试验管段；4—工作坑；5—水筒；6—压力表；7—手摇泵；8—放气口；9—水管；10、13—压力表连接管；11、12、14、15、16、17、18、19—闸门；20—龙头



(一) 基本规定

(1)(2)【技巧】归纳：

1) 水压试验两个阶段：预试验阶段、主试验阶段。

2) 水压试验两种判据：①允许压力降值、②允许渗水量值（注水法试验（宜用）、放水法试验）。

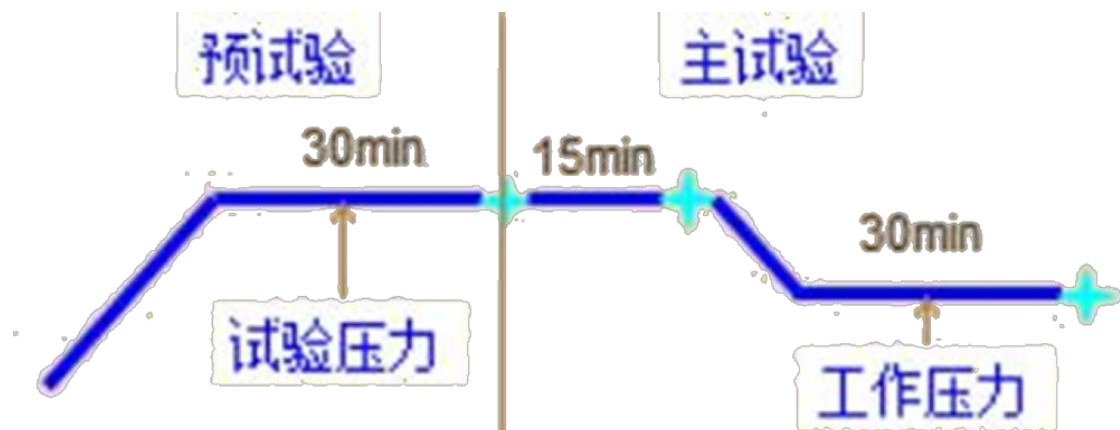


1.预试验阶段

将管道内水压缓缓地升至规定的试验压力并稳压 30min，期间如有压力下降可注水补压，补压不得高于试验压力。合格判定：检查管道接口、配件等处有无漏水、损坏现象。

2.主试验阶段

停止注水补压，稳定 15min；15min 后压力下降不超过所允许压力下降数值时，将试验压力降至工作压力并保持恒压 30min，进行外观检查若无漏水现象，则水压试验合格。



(3) 管道采用两种（或两种以上）管材时，宜按不同管材分别进行试验；不具备分别试验的条件必须组合试验，且设计无具体要求时，应采用不同管材的管段中试验控制最严的标准进行试验。

(5) 管道的试验长度

1) 除设计有要求外，水压试验的管段长度不宜大于 1.0km；

2) 对于无法分段试验的管道，应由工程有关方面根据工程具体情况确定。

（二）管道试验方案与准备工作

1.试验方案（【注意】给水管道的的水压试验、排水管道的严密性试验通用）

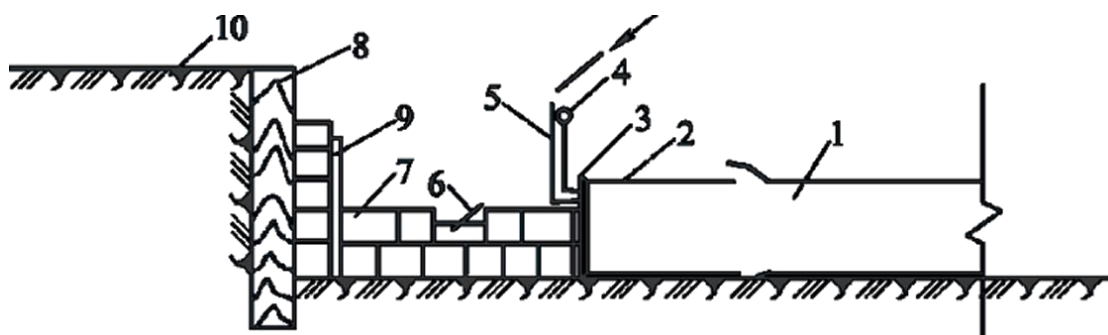
试验方案的主要内容：

- （1）后背及堵板的设计；
- （2）进水管路、排气孔及排水孔的设计；
- （3）加压设备、压力计的选择及安装的设计；
- （4）升压分级的划分及观测制度的规定；
- （5）排水疏导措施；
- （6）试验管段的稳定措施和安全措施。



2.准备工作

- （1）试验管段所有敞口应封闭，不得有渗漏水现象。

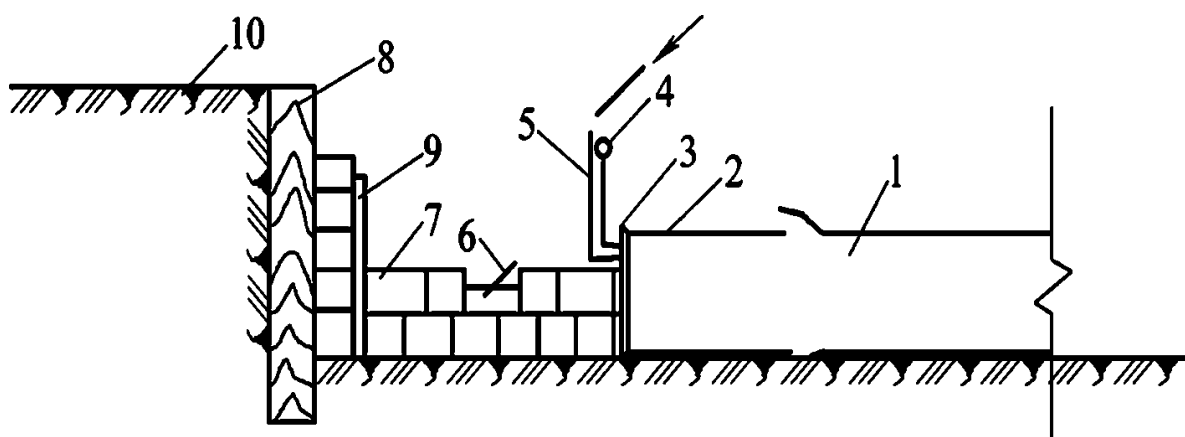


**1-试验管段 2-短管乙 3-法兰盖堵 4-压力表 5-进水管 6-千斤顶
7-顶铁 8-方木 9-铁板 10-后座墙**

(2) 试验管段不得用闸阀做堵板，不得含有消火栓、水锤消除器、安全阀等附件。

(3) 水压试验前应清除管道内的杂物。

(4) 应做好水源引接、排水等疏导方案。



**1-试验管段 2-短管乙 3-法兰盖堵 4-压力表 5-进水管 6-千斤顶
7-顶铁 8-方木 9-铁板 10-后座墙**

3.管道内注水与浸泡

(1) 应从下游缓慢注入，注入时在试验管段上游的管顶及管段中的高点应设置排气阀。

(2) 浸泡时间

1) 金属管道（球墨铸铁管、钢管）、塑料管道（化学建材管道）： $\geq 24\text{h}$ ；

2) 内径 $\leq 1\text{m}$ 的现浇钢筋混凝土管渠、预（自）应力混凝土管、预应力钢筒混凝土管道：

$\geq 48\text{h}$ ；

3) 内径 > 1m 的现浇钢筋混凝土管渠、预(自)应力混凝土管、预应力钢筒混凝土管道：
 $\geq 72h$ 。

(三) 试验过程与合格判定

1. 预试验阶段

(1) 试验过程：管道内水压缓慢升至试验压力→稳压 30min；期间如有压力下降可注水补压。

(2) 合格判定：检查管道接口、配件等处有无漏水、损坏现象。

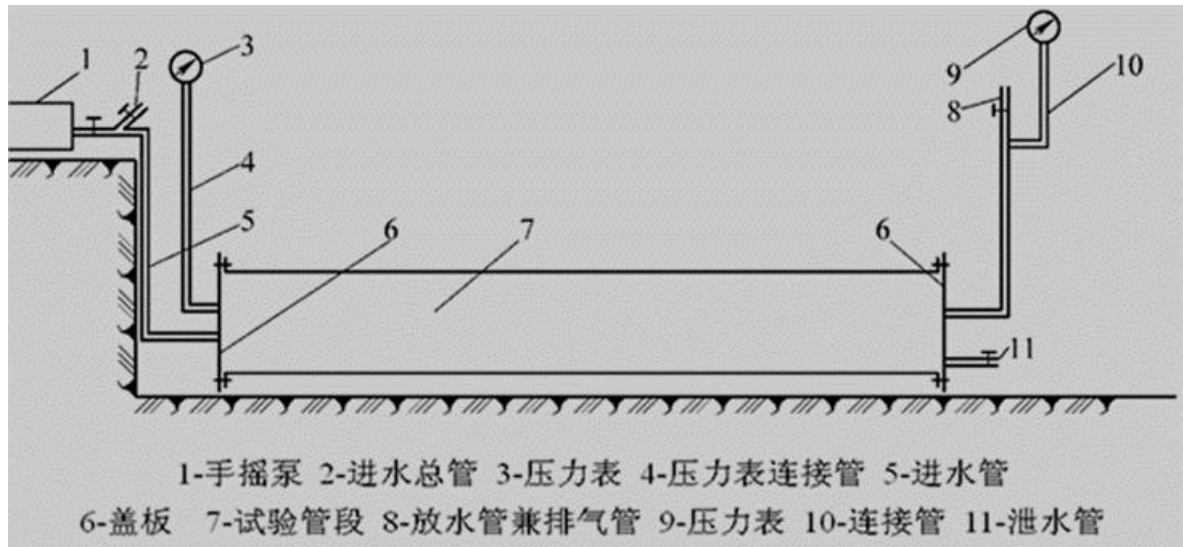


2. 主试验阶段

用允许压力降值判据

停止注水补压，稳定 15min，要求 15min 后压力下降不超过所允许压力下降数值(判据 1)

→降至工作压力，保持恒压 30min，要求外观检查无漏水现象(判据 2)。



二、无压管道的严密性试验

(一) 基本规定

(1) 必须进行严密性试验的管道

①污水管道；

②雨污水合流管道；

③湿陷土、膨胀土、流砂地区的雨水管道（【注意】土质良好地段的雨水管道不须严密性试验）。

(2) 管道的严密性试验分为闭水试验和闭气试验，应按设计要求确定；设计无要求时，应根据实际情况选择闭水试验或闭气试验。

(5) 管道的试验长度

1) 试验管段应按井距分隔，带井试验；一次试验不超过 5 个连续井段。

2) 当管道内径大于 700mm 时，可按管道井段数量抽样选取 1/3 进行试验；试验不合格时，抽样井段数量应在原抽样基础上加倍进行试验。

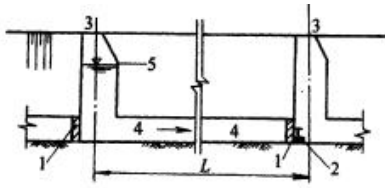


图 11.3-2 灌水法作排水管道带井闭水试验示意图

1—闭水堵头；2—放水管和截门；3—检查井；
4—闭水管段；5—规定闭水的水位



◇闭水试验

(二) 管道试验方案与准备工作

2.闭水试验准备工作

- (1) 管道及检查井外观质量已验收合格。
- (2) 开槽施工管道未回填土且沟槽内无积水。(【技巧】排水管道：严密性试验→回填)
- (3) 全部预留孔应封堵，不得渗水。
- (4) 管道两端堵板承载力经核算应大于水压力的合力。
- (6) 应做好水源引接、排水疏导等方案。

4.管道内注水与浸泡

试验管段灌满水后浸泡时间不应少于 24h。

【技巧】

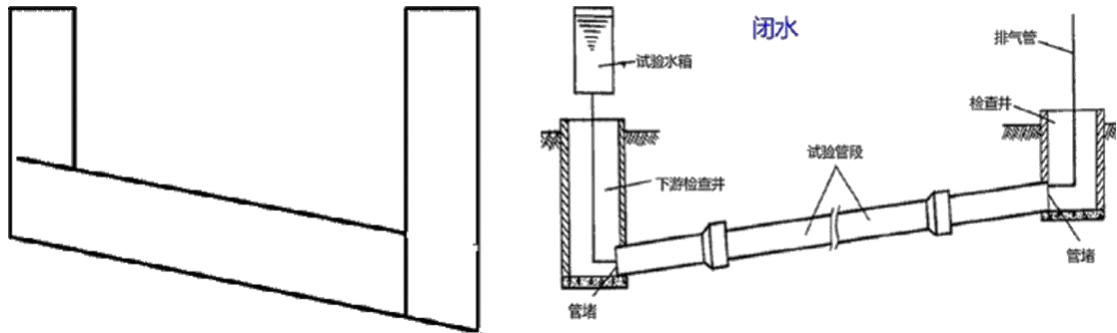
对比：给水管道水压试验的浸泡时间

- ①金属管道（球墨铸铁管、钢管）、塑料管道（化学建材管道）： $\geq 24\text{h}$ ；
- ②内径 $\leq 1\text{m}$ 的现浇钢筋混凝土管渠、预（自）应力混凝土管、预应力钢筒混凝土管： $\geq 48\text{h}$ ；
- ③内径 $> 1\text{m}$ 的现浇钢筋混凝土管渠、预（自）应力混凝土管、预应力钢筒混凝土管： $\geq 72\text{h}$ 。

(三) 试验过程与合格判定

1. 闭水试验

试验水头= $\max\{\text{设计水头, 上游管顶内壁}\}+2\text{m}$ 或上游检查井井口高度



(2) 观测时间

从试验水头达规定水头开始计时，观测管道的渗水量，直至观测结束，应不断地向试验管段内补水，保持试验水头恒定。渗水量的观测时间不得小于 30min，渗水量不超过允许值试验合格。



◇闭气试验

2. 闭气试验

(1) 将进行闭气试验的排水管道两端用管堵密封，然后向管道内填充空气至一定的压力，在规定闭气时间测定管道内气体的压降值。

(三) 试验过程与合格判定

(2) 管道内气体压力达到 2000Pa 时开始计时，满足该管径的标准闭气时间规定时，计时结束，记录此时管内实测气体压力 P ，如 $P \geq 1500\text{Pa}$ 则管道闭气试验合格，反之为不合格。管道闭气试验不合格时，应进行漏气检查，修补后复检。



【补充】沟槽回填要求

无压管道在闭水或闭气试验合格后应及时回填。



1K415010 城市给水排水管道工程施工

本目内容：

1K415015 砌筑沟道施工技术

1K415016 给水排水管网维护与修复技术

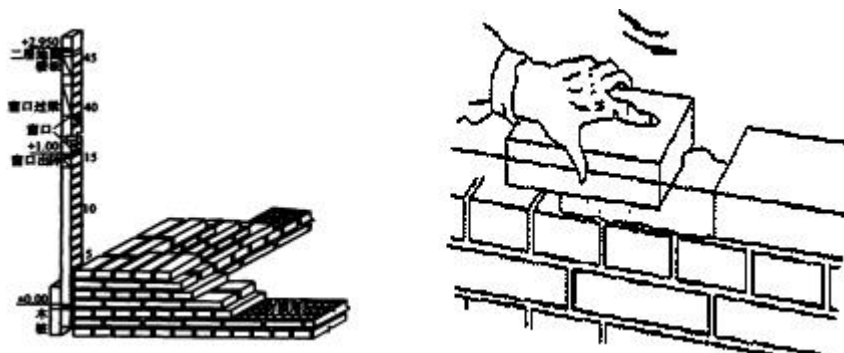
近五年考试，本节平均每年考查 7 分。

1K415015 砌筑沟道施工技术

一、基本要求

（2）砌筑前砌块（砖、石）应充分湿润；砌筑砂浆配合比符合设计要求，现场拌制应采用机械拌合均匀、随用随拌；砌筑应立皮数杆、样板挂线控制水平与高程。砌筑应采用满铺满

挤法。砌体应上下错缝、内外搭砌、丁顺规则有序。

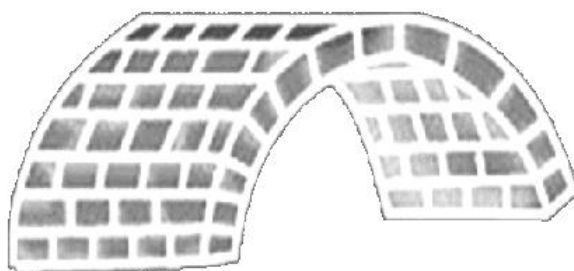


二、砌筑施工要点

(二) 砖砌拱圈

【补充】

拱圈：管道进入窨井，窨井内壁与管道交界处的上半圆要砌成拱圈。



(3) 砌筑前，拱胎应充分湿润，冲洗干净，并均匀涂刷隔离剂。

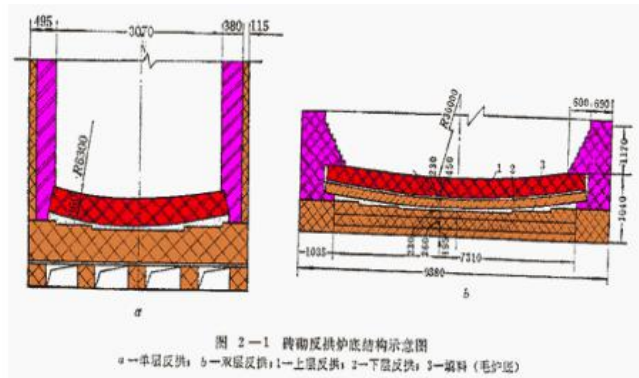
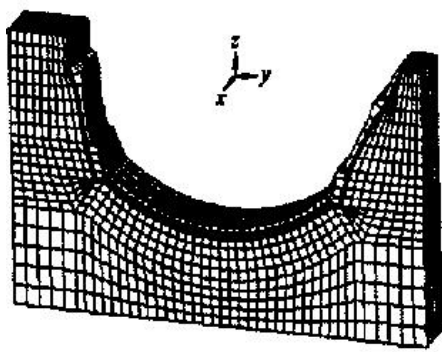
(4) 砌筑应自两侧向拱中心对称进行（【技巧】“低→高”施工原则），灰缝匀称，拱中心位置正确，灰缝砂浆饱满严密。

(5) 应采用退槎法砌筑，每块砌块退半块留槎，拱圈应在 24h 内封顶（：形成拱圈后不易变形），两侧拱圈之间应满铺砂浆，拱顶上不得堆置器材。

(三) 反拱砌筑

【补充】

反拱：管道进入窨井，窨井内壁与管道交界处的下半圆要砌成拱圈。



(2) 根据样板挂线，先砌中心的一列砖、石，并找准高程后接砌两侧（【技巧】“低→高”施工原则），灰缝不得凸出砖面，反拱砌筑完成后，应待砂浆强度达到设计抗压强度的 75% 时，方可踩压。

(5) 当砂浆强度达到设计抗压强度标准值的 75% 后，方可在无振动条件下拆除拱胎。



(四) 圆井砌筑



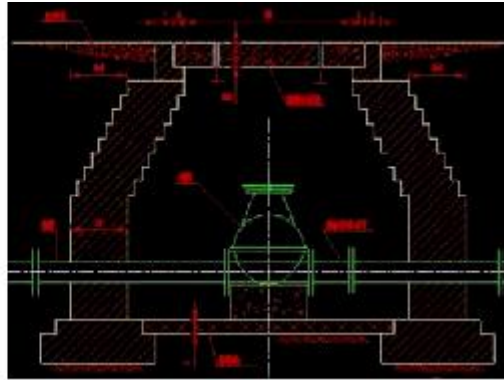
(1) 排水管道检查井内的流槽，宜与井壁同时进行砌筑。

【补充】流槽：两侧管道进井后，井内是没有管道的，井内要砌成流槽，使水流通过。



(2) 砌块应垂直砌筑；收口砌筑时，应按设计要求的位置设置钢筋混凝土梁；圆井采用砌块逐层砌筑收口时，四面收口的每层收进不应大于 30mm，偏心收口的每层收进不应大于 50mm。

(4) 砌筑时应同时安装踏步，踏步安装后在砌筑砂浆未达到规定抗压强度等级前不得踩踏。



1K415010 城市给水排水管道工程施工

本目内容：

1K415016 给水排水管网维护与修复技术

近五年考试，本节平均每年考查 7 分。

1K415016 给排水管网维护与修复技术

一、城市管道维护

（二）城市管道抢修

（1）不同种类、不同材质、不同结构管道抢修方法不尽相同，如钢管多为焊缝开裂或腐蚀穿孔，一般可用补焊或盖压补焊的方法修复；

预应力钢筋混凝土管采用补麻、补灰后再用卡盘压紧固定；

若管身出现裂缝，可视裂缝大小采用两合揣袖或更换铸铁管或钢管，两端与原管采用转换接口连接。

二、管道修复与更新

（一）局部修补

方法：密封法、补丁法、铰接管法、局部软衬法、灌浆法、机器人法等。

（二）全断面修复

方法：内衬法、缠绕法、喷涂法。

（三）管道更新

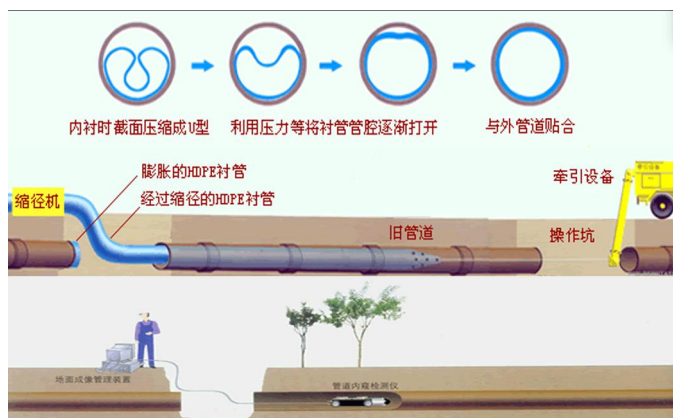
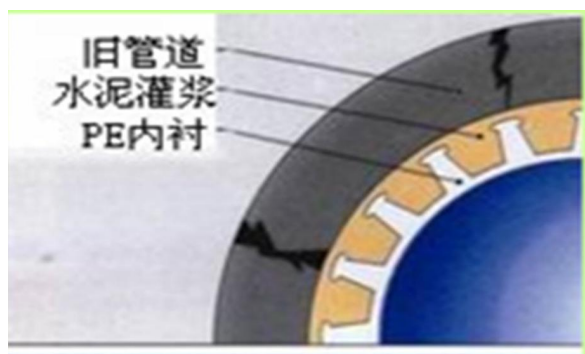
方法：破管外挤、破管顶进。

（二）全断面修复

1.内衬法

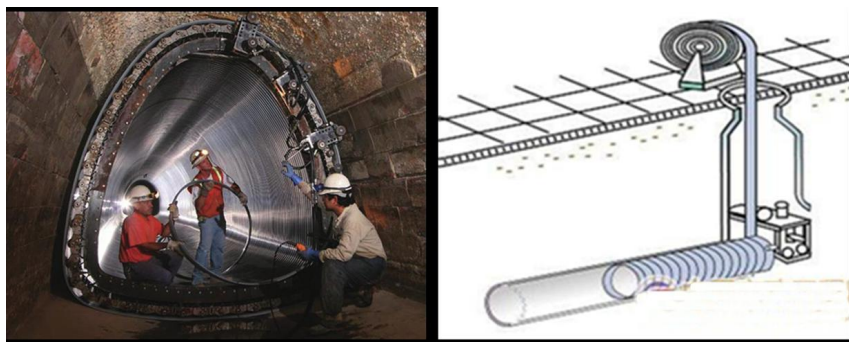
内衬法——插管法（管中管的结构）——施工简单，速度快，

断面受损失较大、环形间隙要求灌浆、一般用于圆形断面；可适应大曲率半径的弯管。



2.缠绕法——螺旋缠绕机，加筋条带缠绕在旧管内壁——长距离施工，施工速度快，过流

断面会有损失，可适应大曲率半径的弯管和管径的变化。

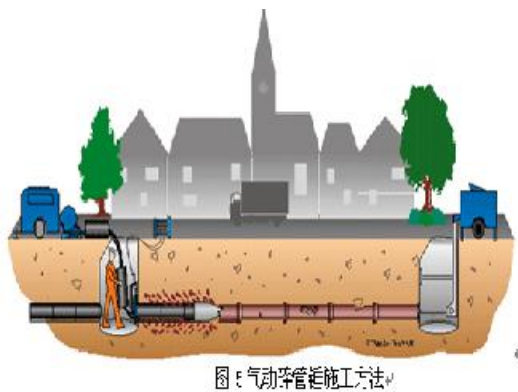


3.喷涂法——旧管内形成结构性内衬——优点是不存在支管的连接问题，过流断面损失小，树脂固化需要一定的时间——可适应管径、断面形状、弯曲度的变化。



（三）管道更新

1.破管外挤——爆管法或胀管法——优点是破除旧管和完成新管一次完成，施工速度快，对地表的干扰少；可以利用原有检查井。其缺点是不适合弯管的更换；地面隆起；邻管线的损坏；分支管的连接需开挖进行。



2.破管顶进——较坚硬的土层，旧管破碎后外挤存在困难——优点是对地表和土层无干扰；可在复杂的土层中施工，尤其是含水层；能够更换管线的走向和坡度已偏离的管道；基本不受地质条件限制。

其缺点是：需开挖两个工作井。



1K415000 城市管道工程

1K415020

城市供热管道工程施工



1K415020 城市供热管道工程施工

本目内容：

1K415021 供热管道的分类

1K415022 供热管道施工与安装要求

1K415023 供热管网附件及换热站设施安装要点

1K415024 供热管道功能性试验的规定

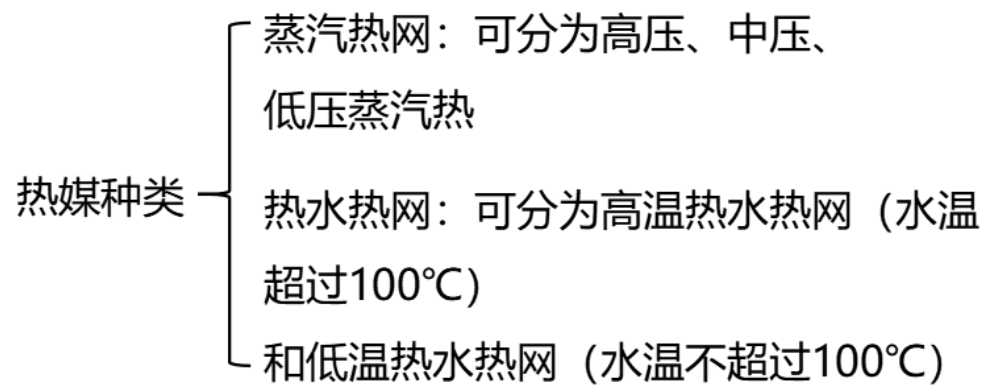
近五年考试，本节平均每年考查 6 分。

1K415021 供热管道的分类

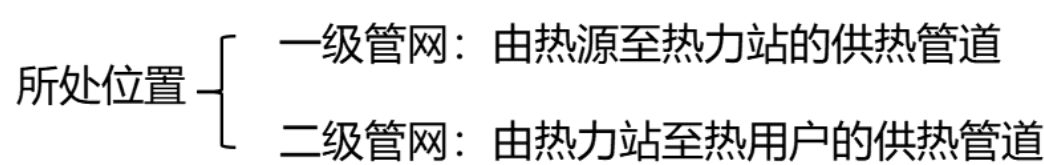
城镇集中供热系统由热源、供热管网、热用户三部分组成。

城镇供热管网是指由热源向热用户输送和分配供热介质的管线系统，具体来说，包括一级管网、供热站、二级管网的整个系统。

一、按热媒种类分类



(二) 按所处位置分类



【提示】一级管网和二级管网严密性试验要求不同：

一级管网要求稳压 1h 内压力降 $\geq$ 0.05MPa；

二级管网要求稳压 30min 内压力降 $\geq$ 0.05MPa。

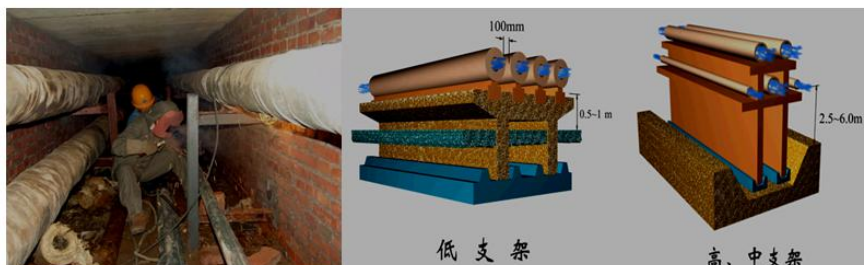
一级管网：由热源至热力站的供热管道

所处位置

二级管网：由热力站至热用户的供热管道

三、按敷设方式分类

- 敷设方式
- 管沟敷设 可分为：通行、半通行、不通行管沟（隧道）
 - 架空敷设 可分为：高支架、中支架、低支架
 - 直埋敷设 管道直接埋设在地下，无管沟



四、按系统形式分类

- 系统形式
- 闭式系统— 一次热网与二次热网采用换热器连接，热网的循环水仅作为热媒，供给热用户热量而不从热网中取出使用，中间设备多，实际使用较广泛
 - 开式系统— 热网的循环水部分或全部从热网中取出，直接用于生产或供应热用户。中间设备极少，但一次补充量大

五、按供回方向分类

- 供、回
- 供水管（汽网时：蒸汽管）—向热力站或热用户供给热水的管道
 - 回水管（汽网时：凝水管）—从热用户或热力站回送热水的管道

1K415020 城市供热管道工程施工

本目内容：

1K415022 供热管道施工与安装要求

1K415023 供热管网附件及换热站设施安装要点

1K415024 供热管道功能性试验的规定

近五年考试，本节平均每年考查 6 分。

1K415022 供热管道施工与安装要求

一、供热管道敷设与既有建筑（构）筑物及其它管线的距离要求

（4）其它注意事项

2）热力管沟内不得穿过燃气管道，当热力管沟与燃气管道交叉的垂直净距小于 300mm，必须采取可靠措施，防止泄漏的燃气进入管沟。

3）管沟内敷设的热力管道进入建筑物或穿过构筑物时，管道穿墙处应封堵严密。

二、供热管道施工准备要求

（一）技术要求：

（1）组织工程技术人员熟悉施工图纸，进行图纸会审并参加设计交底会

（2）编制施工组织设计和施工方案，对于超过一定规模的危险性较大分部分项工程，经专家论证通过，并经建设单位和监理单位审批后方可组织施工

（4）对施工影响范围内的建（构）筑物、地下管线等设施状况进行探查，与管线产权单位协商加固或拆改移方案

（5）与交通管理部门沟通，编制交通组织方案，经交通管理部门审批后方可组织施工需要占路掘路施工的，应提前向路政部门申请办理占路掘路手续。

（7）降水施工时，应做好降水监测、环境影响监测和防治工作，保护地下水资源。

（8）开工前需进行安全风险辨识，并制定有针对性的安全风险管控方案和应急预案。

（10）工程开工前应结合工程情况对施工人员进行技术培训。

（二）物资设备准备

(1) 全面熟悉合同文件, 根据《施工组织设计》编制材料、设备供应计划, 优选供应商, 并做好订货采购和进场验收工作。

根据施工进度, 组织好材料、设备、施工机具的进场接收和检验工作。钢管的材质、规格和壁厚等应符合设计要求和现行国家标准的规定。

材料的合格证书、质量证明书及复验报告应齐全、完整。

属于特种设备的压力管道元件(管道、弯头、三通、阀门等), 制造厂家应有相应的特种设备制造资质, 其质量证明文件、验收文件应符合特种设备安全监察机构的相关规定

(2) 供热管网中所用的阀门等附件, 必须有制造厂的产品合格证。

1) 一级管网主干线所用阀门及与一级管网主干线直接相连通的阀门

2) 支干线首端和供热站入口处起关闭、保护作用的阀门

3) 其他重要阀门,

应进行强度和严密性试验, 合格后方可使用。

三、供热管道土建工程施工要求

(1) 当地下水位高于槽底时, 应采取地下水控制措施, 确保沟槽地下水位在基底以下 0.5m。

(2) 机械开挖时因预留不少于 150mm 厚的原状土, 人工清底至设计标高, 不得超挖。

(3) 沟槽开挖至基底后, 地基应由建设、勘察、设计、施工和监理等单位共同验收。对不符合设计要求的地基, 由设计或勘察单位提出地基处理意见, 施工单位根据其制定处理方案。



四、供热管道安装施工要求

（一）管道材料与连接要求

为保证管道安装工程质量，焊接施工单位应符合下列规定：

- 1.应有负责焊接工艺的焊接技术人员、检查人员和检验人员；
- 2.应有符合焊接工艺要求的焊接设备且性能稳定可靠；
- 3.应有保证焊接工程质量达到标准的措施。

【补充】焊接-人

1.从事燃气、热力工程施工的焊工，必须考试合格，并持有《特种设备作业人员证》，证书应在有效期内，且焊工的焊接工作不能超出持证项目允许范围，中断焊接工作超过 6 个月，再次上岗前应重新考试。

【注】有证、证书合格、在有效期、没有间断 6 个月

【补充】焊接-人

2.焊工作业时必须使用带滤光镜的头罩或手持防护面罩，戴耐火防护手套，穿焊接防护服和绝缘、阻燃、抗热防护鞋；清除焊渣时应戴护目镜。



【补充】焊接-人

施工现场应建立健全动火管理制度。施工作业动火时，必须履行动火审批手续，领取动火证

后，方可在指定时间，地点作业。作业时应配备专人监护，作业后必须确认无火源危险后方可离开作业地点。



【补充】焊接-人

1.动火证：

动火时间、地点、工作内容、动火人、看火人、灭火器材；

2.安全技术交底；

3.作业指导书(包括工艺参数、施焊顺序、焊接方向、预热、保温、检验方式、实验等内容)。

中宣建群	
施工现场动火证申请	
动火单位	
动火人	
看火人	
动火部位	
动火项目	
动火时间	
动火作业周边易燃易爆物品情况	
灭火器材配备情况	
审批人意见	
施工单位申请人(签字)：	审批人： 年 月 日

中宣建群	
施工现场动火证	
动火单位	
动火人	
看火人	
动火部位	
动火项目	
动火时间	
1. 动火人必须持有动火证，严禁无证动火。 2. 动火作业必须实行动火审批制度，动火前必须办理动火证。 3. 动火作业必须实行动火审批制度，动火前必须办理动火证。 4. 动火作业必须实行动火审批制度，动火前必须办理动火证。 5. 动火作业必须实行动火审批制度，动火前必须办理动火证。 6. 动火作业必须实行动火审批制度，动火前必须办理动火证。 7. 动火作业必须实行动火审批制度，动火前必须办理动火证。	
审批人	年 月 日

【补充】焊接-机

1.焊接设备：焊机性能良好，新购置的焊机需要证书齐全，且试焊合格后方可使用。

2.焊接过程中，主要是安全。气割加工现场必须按规定配置消防器材，周围 10m 范围内不

得堆放易燃易爆物品。电焊机需要有漏电保护，二次线到位。

3.检测设备合格。



施工单位首次使用的钢材、焊接材料、焊接方法，应在焊接前进行焊接工艺试验，编制焊接工艺方案。

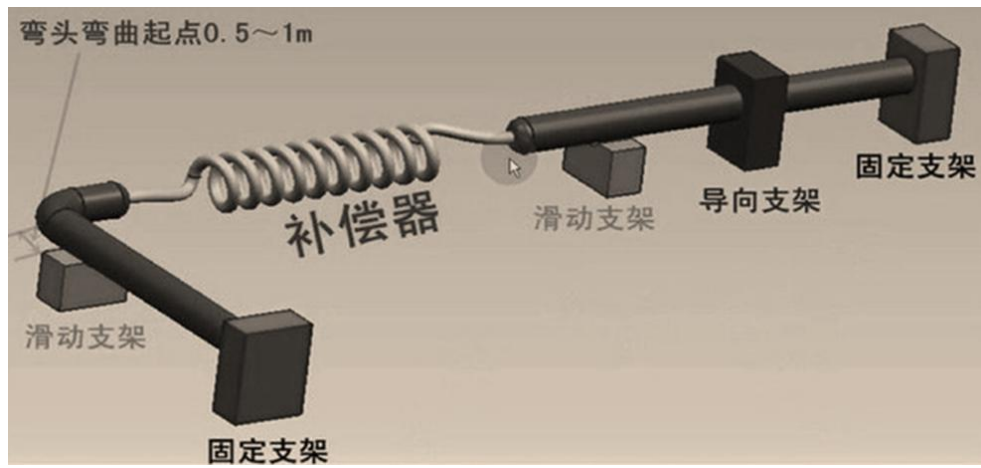
公称直径大于或等于 400mm 的钢管和现场制作的管件，焊缝根部应进行封底焊接，封底焊接宜采用氩气保护焊，必要时也可采用双面焊接方法。



（三）支架吊架的分类及安装要点



根据支架对管道的约束作用不同，可分为活动支架和固定支架。



1.固定支架

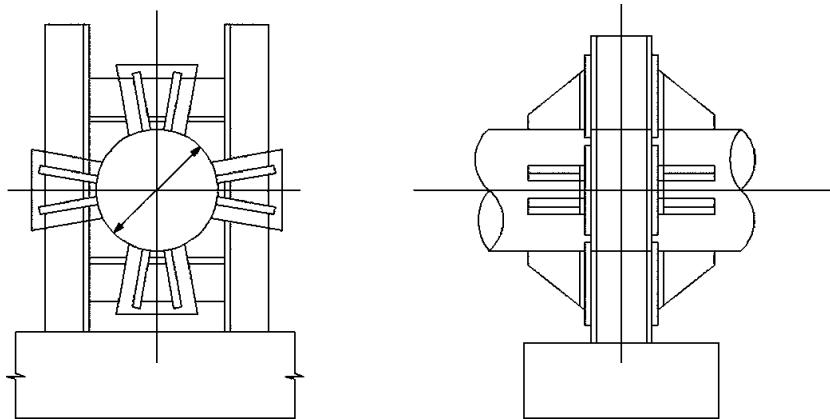


固定支架必须严格安装在设计位置，位置应正确，埋设平整，与土建结构结合牢固。支架处

管道不得有环焊缝，固定支架不得与管道直接焊接固定。固定支架处的固定角板，只允许与管道焊接，切忌与固定支架结构焊接，严禁与同定支架结构焊接。

【技巧】固定支架——固定角板——管道

【补充】固定支架卡板和支架结构接触面应接触紧密，但不得焊接，以免形成“死点”，发生事故。



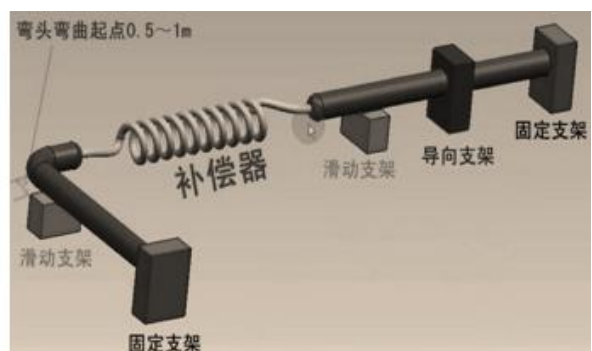
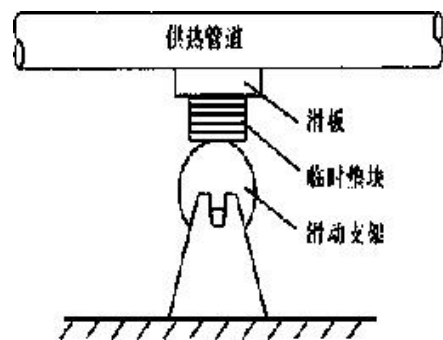
直埋供热管道的折点处应按设计的位置和要求设置钢筋混凝土固定墩，以保证管道系统的稳定性。



2.活动支架

活动支架的作用是直接承受管道及保温结构的重量，并允许管道在温度作用下，沿管轴线自由伸缩。

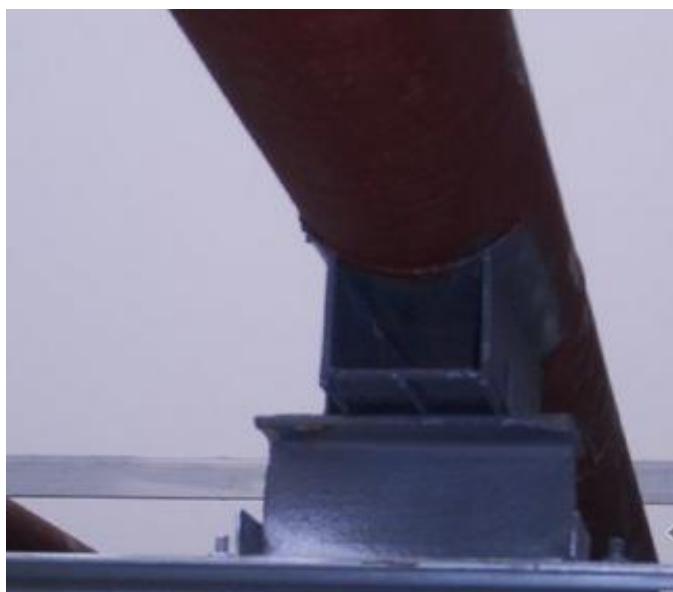
活动支架可分为：滑动支架、导向支架、滚动支架和悬吊支架等四种形式。



(1) 滑动支架

滑动支架是能使管子与支架结构间自由滑动的支架。

滑动支架形式简单，加工方便，使用广泛。



(2) 导向支架

导向支架的作用是使管道在支架上滑动时不致偏离管轴线。

一般设置在补偿器、阀门两侧或其他只允许管道有轴向移动的地方。

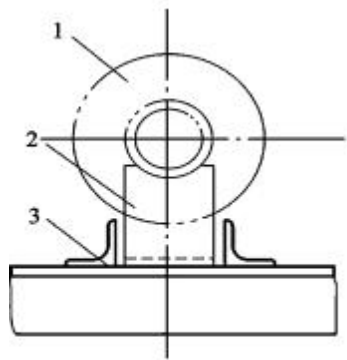


图12-21 导向支架
1-保温层；2-管子托架；3-导向板



(3) 滚动支架

滚动支架是以滚动摩擦代替滑动摩擦，以减少管道热伸缩时的摩擦力。可分为滚柱支架及滚珠支架两种。

滚柱支架用于直径较大而无横向位移的管道；

滚珠支架用于介质温度较高、管径较大而无横向位移的管道。

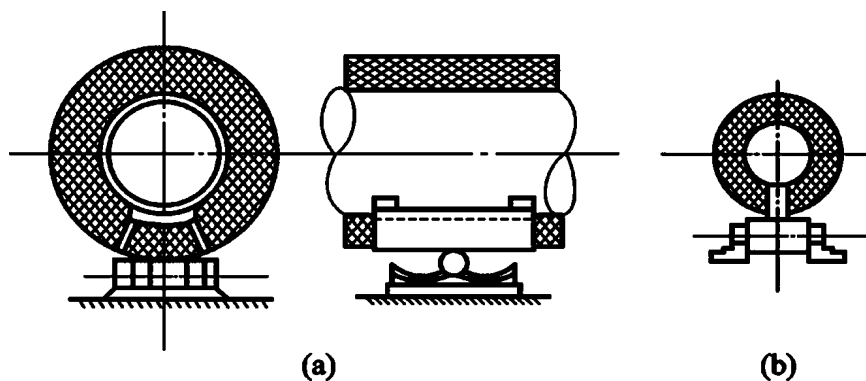


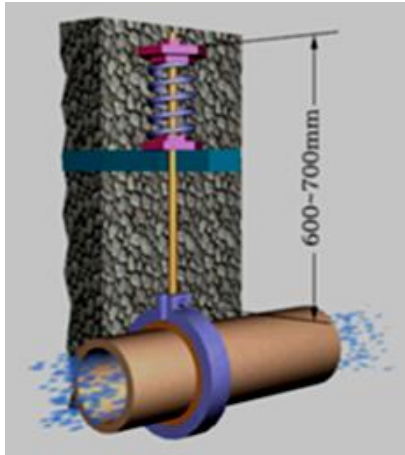
图12.24 滚动支架
(a)滚珠支架；(b)滚柱支架

(4) 悬吊支架

可分为普通刚性吊架和弹簧吊架。

普通刚性吊架主要用于伸缩性较小的管道，加工、安装方便，能承受管道荷载的水平位移；

弹簧吊架适用于伸缩性和振动性较大的管道，形式复杂，在重要场合使用。



3.支架、吊架制作和安装基本要求

(3) 固定支架的混凝土强度达到设计要求后方可与管道固定，并应防止其它外力破坏。

(4) 支架、吊架安装的位置应正确，标高和坡度应符合设计要求

管道支架支撑面的标高可采用加设金属垫板的方式进行调整，但金属垫板不得大于2层，并与预埋钢板或钢结构进行焊接。



(6) 管道支架、吊架处不应有管道焊缝，导向支架和滑动支架、吊架不得有歪斜和卡涩现象。

(8) 有轴向补偿器的管段，补偿器安装前，管道和固定支架不得进行固定。

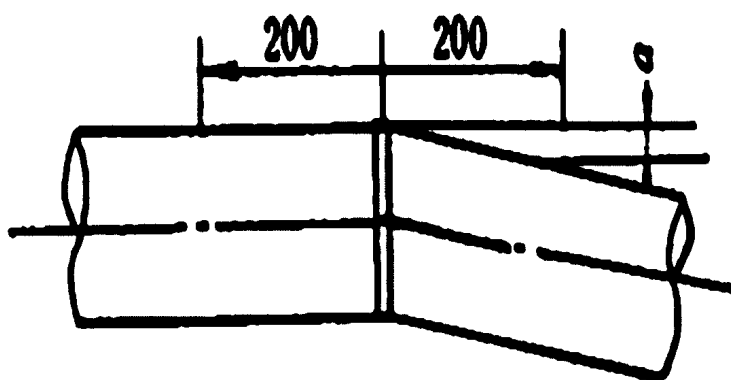
(四) 管沟及地上管道安装施工要点

(3) 管道安装时管件上不得安装、焊接任何附件。

(4) 管口对接时，应在距接口两端各 200mm 处测量管道平直度，允许偏差 0~1mm，对接管道的全长范围内，最大偏差值应不超过 10mm。

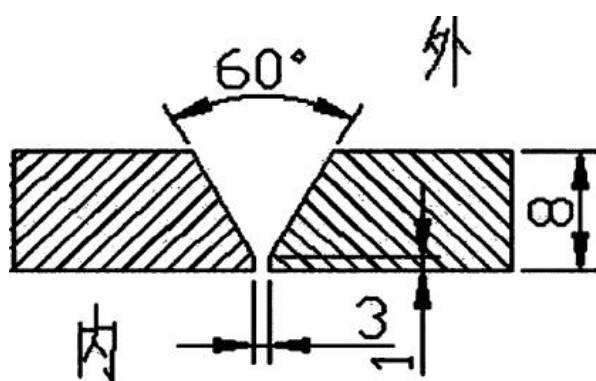
【技巧】

对比燃气管道的对口要求：对接安装引起的误差不得大于 3° 。



(4) 对口焊接前，应重点检验①坡口质量、②对口间隙、③错边量、④纵焊缝位置等。

坡口表面应整齐、光洁，不得有裂纹、锈皮、熔渣和其他影响焊接质量的杂物。不合格的管口应进行修整。



【技巧】供热管道焊接质量检验顺序：对口质量检验（①坡口质量、②对口间隙、③错边量、④纵焊缝位置）→对口焊接→焊缝外观质量检验→焊缝无损探伤检验→强度试验→严密性试验。



对口器：



(5) 管道穿过基础、墙体、楼板处，应安装套管

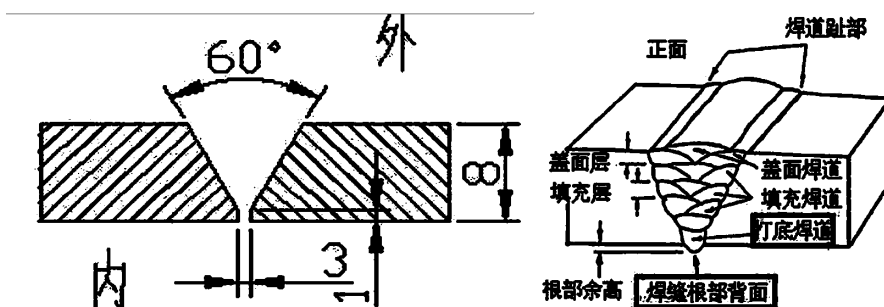
管道的焊口及保温接口不得置于墙壁中和套管中，

穿墙套管每侧出墙尺寸应大于 20mm；

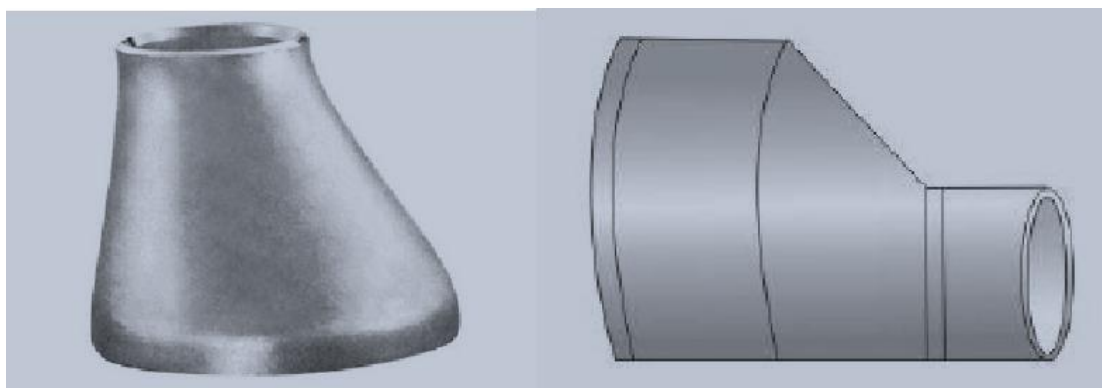
穿楼板的套管高出板面距离应大于 50mm (【技巧】套管应伸出墙体、高出楼板)；



(7) 电焊焊接有坡口的钢管和管件时，焊接层数不得少于 2 层。管道的焊接顺序和方法，不得产生附加应力。每层焊完后，清除熔渣、飞溅物，并进行外观检查，发现缺陷，铲除重焊。不合格的焊接部位，应采取措施返修。同一焊缝的返修次数不得大于 2 次。



(8) 采用偏心异径管（大小头）时，蒸汽管道的变径应管底相平（俗称底平）安装在水平管路上，以便于排出管内冷凝水；热水管道变径应管顶相平（俗称顶平）安装在水平管路上，以利于排出管内空气。



（六）管道焊接质量检验

（1）在施工过程中，焊接质量检验依次为：

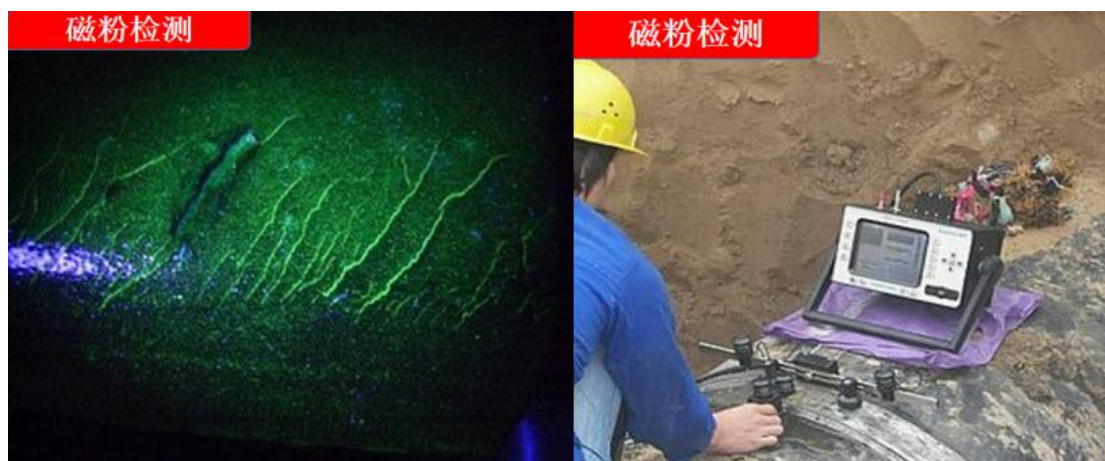
对口质量检验、外观质量检验、无损检验、强度和严密性试验。

（2）焊缝应 100%进行外观质量检验。

（3）管道焊缝无损探伤检验必须由具备资质的检验单位完成。

焊缝无损检测方法有射线探伤、超声波探伤、磁粉或渗透探伤等。热力管道焊缝无损检测宜采用射线探伤；当采用超声波探伤时，应采用射线探伤复检，复检数量为超声波探伤数量的 20%；角焊缝处的无损检测可采用磁粉或渗透探伤。





（4）需要进行 100%无损探伤检测的情形包括如下几种：

干线管道与设备、管件连接处和折点处的焊缝应进行 100%无损检测；

穿越铁路、高速公路的管道在铁路路基两侧各 10m 范围内、穿越城市主要道路的不通行管沟在道路两侧各 5m 范围内，

穿越江、河、湖等的管道在岸边各 10m 的范围内的焊缝，应进行 100%无损探伤检测；

不具备强度试验条件的管道焊缝，应进行 100%无损探伤检测；

现场制作的各種承压设备和管件，应进行 100%无损探伤检测。

（5）无损检测的标准应符合设计要求和规范规定。无损探伤检测出现不合格，返修后扩大检验的规定是：

1) 出现一道不合格焊缝，应再抽检两道该焊工所焊的同一批焊缝，按原检测方法进行检验。

2) 第二次抽检仍出现不合格焊缝，应对该焊工所焊全部同批焊缝按原检测方法进行检验。

同一焊缝的返修次数不应大于 2 次。

1K415020 城市供热管道工程施工

本目内容：

1K415023 供热管网附件及换热站设施安装要点

1K415024 供热管道功能性试验的规定

近五年考试，本节平均每年考查 6 分。

1K415023 供热管网附件及供热站设施安装要点

一、供热管网附件及安装要点

（一）补偿器

1.补偿器的作用及管道热伸长量、热膨胀应力计算

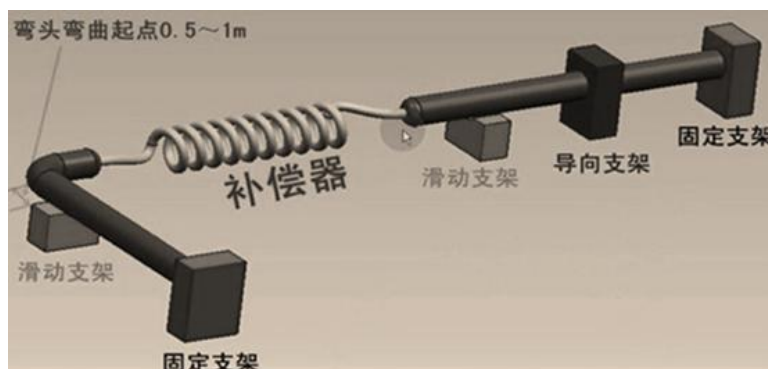
（1）补偿器的作用

设置于管道上的补偿器的作用是：补偿因供热管道升温导致的管道的热伸长，从而释放温度变形，消除温度应力，避免因热伸长或温度应力的作用而引起管道变形或破坏，以确保管网运行安全。

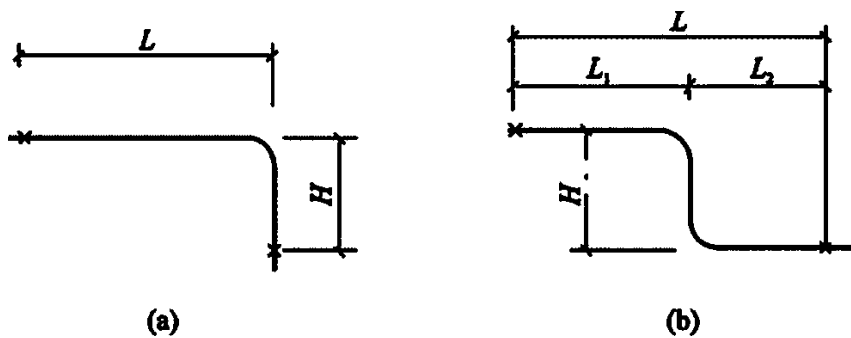
2.补偿器类型及特点

（1）自然补偿器

自然补偿，是利用管路几何形状所具有的弹性来吸收热变形。最常见的是将管道两端以任意角度相接，多为两管道垂直相交。自然补偿的缺点是管道变形时会产生横向的位移，而且补偿的管段不能很大（即：补偿能力大）。



自然补偿器分为 L 形（管段中 $90^{\circ} \sim 150^{\circ}$ 弯管）和 Z 形（管段中两个相反方向 90° 弯管）。



(2) 方形补偿器

方形补偿器，由管子弯制或由弯头组焊而成，利用刚性较小的回折管挠性变形来消除热应力及补偿两端直管部分的热伸长量。

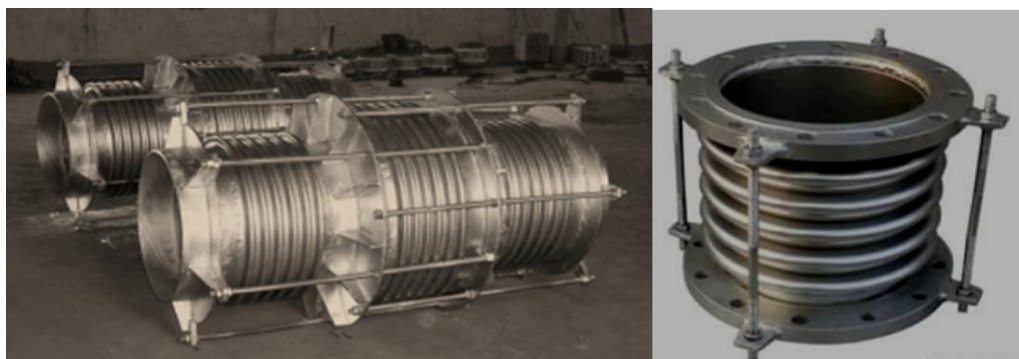
其优点是制造方便，补偿量大，轴向推力小，维修方便，运行可靠；缺点是占地面积较大。



(3) 波纹管补偿器

波纹管补偿器靠波形管壁的弹性变形来吸收热胀或冷缩量。它的优点是结构紧凑，只发生轴向变形，与方形补偿器相比占据空间位置小；

缺点是制造比较困难，耐压低，补偿能力小，轴向推力大。

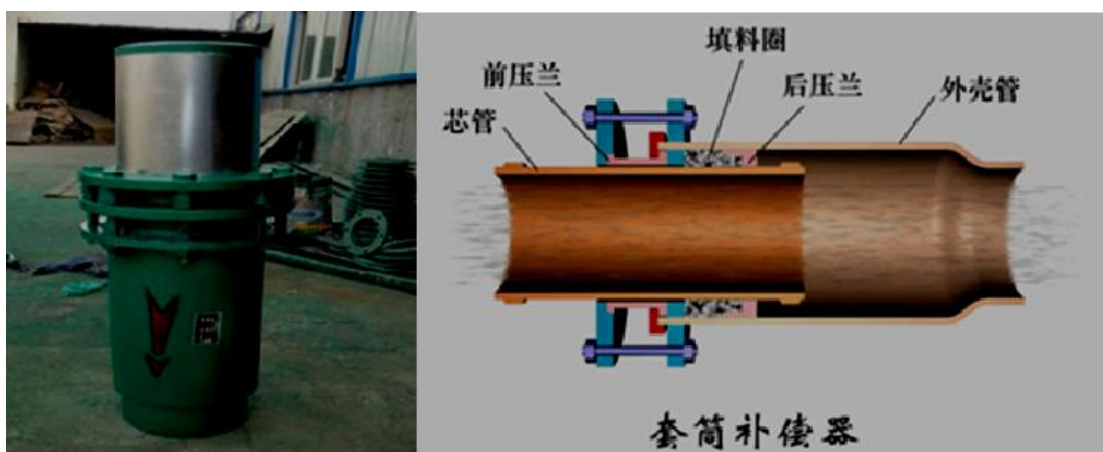


(4) 套筒式补偿器 (填料式补偿器)

套筒式补偿器主要由三部分组成：带底脚的套筒、插管和填料。

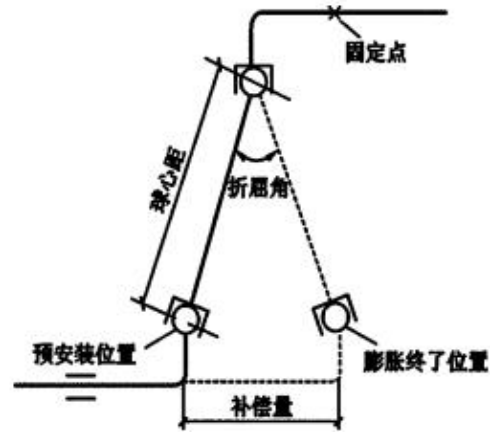
套筒式补偿器安装方便，占地面积小，流体阻力较小，抗失稳性好，补偿能力较大；

缺点是轴向推力较大，易漏水漏气，需经常检修和更换填料，对管道横向变形要求严格。



(5) 球形补偿器

是由外壳、球体、密封圈压紧法兰组成，它是利用球体的角位移来补偿管道的热伸长而消除热应力的，适用于三向位移的热力管道。其优点是占用空间小，节省材料，不产生推力；但易漏水、漏汽，要加强维修。



2.补偿器类型及特点

①自然补偿器、方形补偿器和波形补偿器是利用补偿材料的变形来吸收热伸长的。

②而套筒式补偿器和球形补偿器则是利用管道的位移来吸收热伸长的。

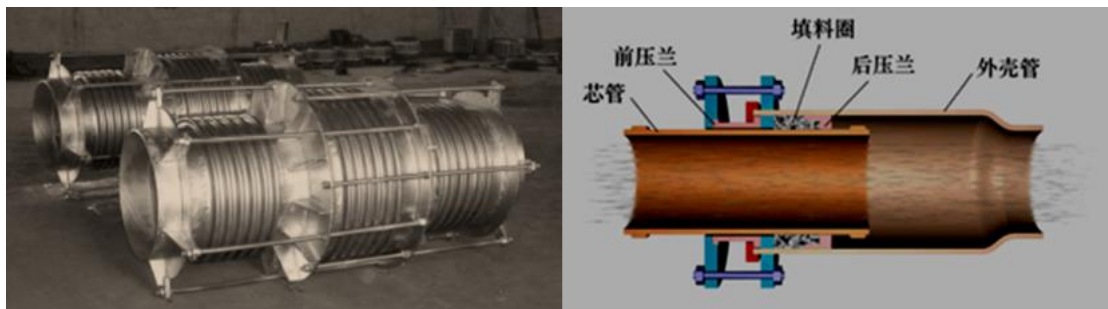
【技巧】

利用管道位移吸收热伸长的补偿器：“球”、“套”；

其余补偿器均为利用补偿材料变形吸收热伸长。

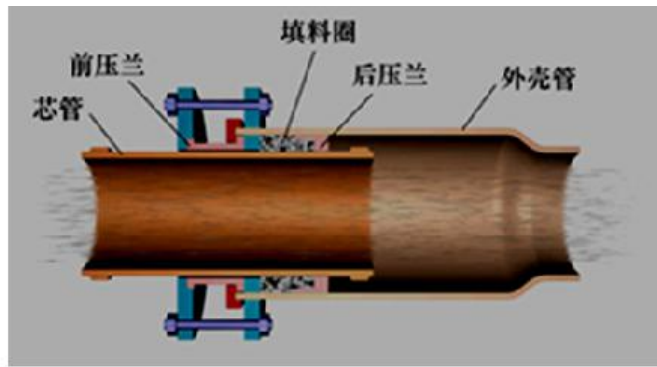
(2) 轴向推力

内压轴向推力大的补偿器：波纹管补偿器、套筒补偿器。



(3) 密封性能

热媒易泄露的补偿器：球形补偿器、套筒补偿器。



【补充】需安装补偿器的管道

- (1) 供热管道；
- (2) 架空燃气管道（仅波纹管补偿器、套筒补偿器）；
- (3) 需进行蒸汽吹扫的燃气管道（仅波纹管补偿器、套筒补偿器）。

3.补偿器安装要点

(1) 有补偿器装置的管段，补偿器安装前，管道和固定支架之间不得进行固定。补偿器的临时固定装置在管道安装、试压、保温完毕后，应将紧固件松开，保证在使用中可自由伸缩。

【技巧】

补偿器安装前，管道和固定支架之间不得进行固定。(√)

补偿器安装前，管道和固定支架之间不得进行焊接。(√)

补偿器安装后，管道和固定支架之间不得进行固定。(×)

补偿器安装后，管道和固定支架之间不得进行焊接。(√)

(2) 在靠近补偿器的两端，应设置导向支架，保证运行时管道沿轴线自由伸缩。

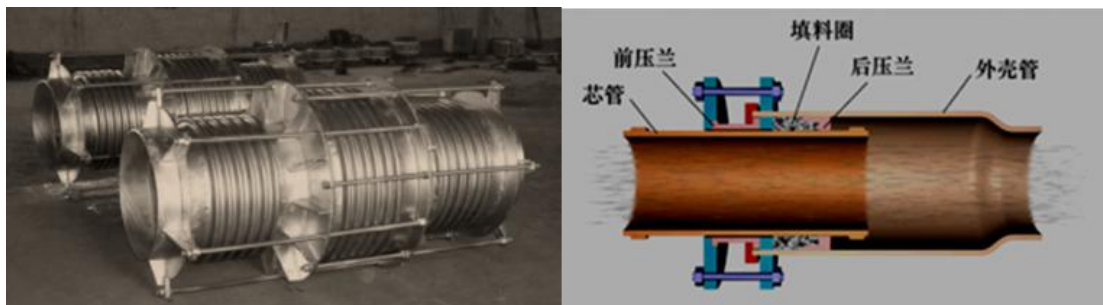
(3) 当安装时的环境温度低于补偿零点（设计的最高温度与最低温度差值的 1/2）时，应对补偿器进行预拉伸，拉伸的具体数值应符合设计文件的规定。经过预拉伸的补偿器，在安装及保温过程中应采取措施保证预拉伸不被释放。

(4) L 形、Z 形、方形补偿器一般在施工现场制作，制作应采用优质碳素钢无缝钢管。方形补偿器水平安装时，平行臂应与管线坡度及坡向相同，垂直臂应呈水平放置。垂直安装时，

不得在弯管上开孔安装放风管和排水管。



(5) 波纹管补偿器或套筒式补偿器安装时，补偿器应与管道保持同轴，不得偏斜，有流向标记（箭头）的补偿器，流向标记与介质流向一致。填料式补偿器芯管的外露长度应大于设计规定的变形量。



(二) 阀门

2. 阀门的类型和特点

(1) 闸阀

作全启或全闭操作的阀门（即：无方向性；无法调节流量）。当管径 $DN > 50\text{mm}$ 时宜选用闸阀。



(2) 截止阀

作用：切断介质通路 + 调节流量和压力。

安装时应注意方向性，即低进高出，不得装反。



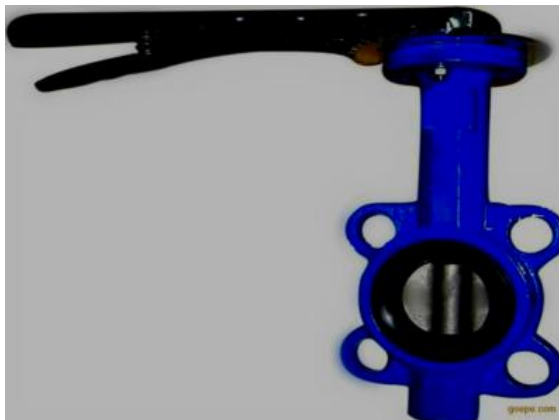
(4) 止回阀

作用：使介质只做一个方向流动，阻止其逆向流动（逆向流动时阀门自动关闭）。止回阀常设在水泵的出口、疏水器的出口管道以及其他不允许流体反向流动的地方。



(5) 蝶阀

蝶阀主要用于低压介质管路或设备上进行全开全闭操作。



(7) 安全阀

介质工作压力超过允许压力数值时，安全阀自动打开向外排放介质；介质压力降低，安全阀重新关闭（即：安全阀的状态与介质压力有关）。

安全阀适用于锅炉房管道以及不同压力级别管道系统中的低压侧。

(8) 减压阀

主要用于蒸汽管路，靠开启阀孔的大小对介质进行节流从而达到减压目的。

(9) 疏水阀

疏水阀安装在蒸汽管道的末端或低处，主要用于自动排放蒸汽管路中的凝结水，阻止蒸汽逸

漏和排除空气等非凝性气体，对保证系统正常工作，防止凝结水对设备的腐蚀以及汽水混合物对系统的水击等均有重要作用。

常用的疏水阀有浮桶式、热动力式及波纹管式等几种。

3.阀门安装要点

（1）阀门吊装搬运时，钢丝绳应拴在法兰处，不得拴在手轮或阀杆上。阀门应清理干净，并严格按指示标记及介质流向确定其安装方向，采用自然连接，严禁强力对口。



（3）当阀门与管道以法兰或螺纹方式连接时，阀门应在关闭状态下安装，以防止异物进入阀门密封座。

当阀门与管道以焊接方式连接时，宜采用氩弧焊打底；焊接时阀门不得关闭，以防止受热变形和因焊接而造成密封面损伤。焊机地线应搭在同侧焊口的钢管上，严禁搭在阀体上。



【补充】氩弧焊打底

第一层焊接，在电弧焊周围通上氩气保护气体，将空气隔离在焊区之外，防止焊区的氧化，用以获得优良的接头质量。



氩弧焊打底和电弧焊盖面：



二、供热站设施及安装要点

1.供热站作用

供热站是供热网路与热用户的连接场所（热源→一级管网→供热站→二级管网→热用户）。

2.供热站设备的安装要点

（1）供热站房设备间的门应向外开。

①热水供热站：站房长度大于 12m 时应设两个出

口，热力网设计水温小于 100℃ 时可只设一个出口。

②蒸汽供热站：不论站房尺寸如何，都应设置两个出口。

（3）管道及设备安装前，土建施工单位、工艺安装单位及监理单位应对①预埋吊点的数量及位置，②设备基础位置、表面质量、几何尺寸、标高及混凝土质量，③预留孔洞的位置、尺寸及标高等共同复核检查，并办理书面交验手续。

【技巧】土建与安装之间的交接

1) 交接三方：施工单位、安装单位、监理单位。

2) 交接对象：

①设备基础、

②预埋吊点、

③预留孔洞。

3) 交接要求：书面交验。

(5) 设备基础地脚螺栓底部锚固环钩的外缘与预留孔壁和孔底的距离不得小于 15mm；拧紧螺母后，螺栓外露长度应为 2~5 倍螺距；灌注地脚螺栓使用的细石混凝土（或水泥砂浆）强度等级应比基础混凝土的强度等级提高一级；拧紧地脚螺栓时，灌注混凝土的强度应不小于设计强度的 75%。



(6) 供热站内管道安装在主要设备安装完成、支吊架以及土建结构完成后进行。管道支吊架位置及数量应满足设计及安装要求。管道安装前，应按施工图和相关建（构）筑物的轴线、边缘线、标高线划定安装的基准线。仔细核对一次水系统供回水管道方向与外网的对应关系，切忌接反。

(10) 蒸汽管道和设备上的安全阀应有通向室外的排汽管，热水管道和设备上的安全阀应有接到安全地点的排水管，并应有足够的截面积和防冻措施确保排放通畅。在排汽管和排水管上不得装设阀门。排放管应固定牢固。

(11) 管道焊接完成，应进行外观质量检查 and 无损检测。合格后按照系统分别进行强度和严密性试验。强度和严密性试验合格后进行除锈、防腐、保温。（案例）

1K415020 城市供热管道工程施工

本目内容：

1K415023 供热管网附件及换热站设施安装要点

1K415024 供热管道功能性试验的规定

近五年考试，本节平均每年考查 6 分。

1K415024 供热管道功能性试验的规定

一、供热管道功能性试验的内容

供热管道和设备安装完成后，应按设计要求进行强度和严密性试验。

供热管道功能性试验顺序：

对口质量检查→对口焊接→焊缝表面质量检查→焊缝内部质量检查→强度试验→接口除锈
→接口防腐→接口保温→严密性试验。



一级管网及二级管网应进行强度试验和严密性试验。

热力站内的开式设备只做满水试验，其余热力站（含中继泵站）内所有系统进行严密性试验。

试验环境温度不宜低于 5℃，低于 5℃时应有防冻措施。

二、强度试验和严密性试验

1. 试验前的准备工作

（1）试验前应编制试验方案，并经监理（建设）、设计等单位审查同意后实施。试验前对有关操作人员进行技术、安全交底。

(2) 强度试验前焊接外观质量和无损检测已合格,管道安装使用的材料设备资料齐全。

【技巧】对口质量检查→对口焊接→焊缝表面质量检查→焊缝内部质量检查→强度试验→接口除锈→接口防腐→接口保温→严密性试验。

2.强度试验的实施要点

(1) 强度试验应在试验段内的管道接口防腐、保温施工及设备安装前进行。

【技巧】对口质量检查→对口焊接→焊缝表面质量检查→焊缝内部质量检查→强度试验→接口除锈→接口防腐→接口保温→严密性试验。

(2) 压力表应安装在试验泵出口和试验系统末端。

(3) 强度试验压力为 1.5 倍设计压力,且不得小于 0.6MPa。充水时(【提示】试验介质:清洁水)应排净系统内的气体,在试验压力下稳压 10min,检查无渗漏、无压降后降至设计压力,在设计压力下稳压 30min,检查无渗漏、无压力降为合格。

(4) 当试验过程中发现渗漏时,严禁带压处理。消除缺陷后,应重新进行试验。

3.严密性试验的实施要点

(1) 严密性试验应在试验范围内的管道、支架、设备全部安装完毕,且固定支架的混凝土已达到设计强度,管道自由端临时加固完成后进行。

(2) 对于供热站内管道和设备的严密性试验,试验前还需确保安全阀、爆破片及仪表组件等已拆除或加盲板隔离,加盲板处有明显的标记并做记录,安全阀全开,填料密实。

(3) 严密性试验所用压力表的精度等级不得低于 1.5 级。压力表的量程应为试验压力的 1.5 - 2 倍,数量不得少于 2 块,应在检定有效期内。压力表应安装在试验泵出口和试验系统末端。

(4) 严密性试验压力为设计压力的 1.25 倍,且不小于 0.6MPa。一级管网和供热站内管道及设备,在试验压力下稳压 1h,前后压降不大于 0.05MPa,检查管道、焊缝、管路

附件及设备无渗漏，固定支架无明显变形，则为合格；二级管网在试验压力下稳压 30min，前后压降不大于 0.05MPa，且管道、焊缝、管路附件及设备无渗漏，固定支架无明显变形的为合格。

三、试运行

试运行在单位工程验收合格，并且热源已具备供热条件后进行。试运行前需要编制试运行方案，并要在建设单位、设计单位认可的条件下连续运行 72h。

试运行中应对管道及设备进行全面检查，特别要重点检查支架的工作状况。

1K415000 城市管道工程

1K415030

城市燃气管道工程施工



1K415030 城市燃气管道工程施工

本目内容：

1K415031 燃气管道的分类

1K415032 燃气管道施工与安装要求

1K415033 燃气管网附属设备安装要点

1K415034 燃气管道功能性试验的规定

近五年考试，本目平均每年考查 5 分。

1K415031 燃气管道的分类

一、燃气分类

城镇燃气是指符合国家规范要求的，供给居民生活、公共建筑和工业企业生产作燃料用的公用性质的燃气。主要有 人工煤气（简称煤气）、天然气和液化石油气。

二、燃气管道分类



（一）根据用途分类

1.长距离输气管道

2.城市燃气管道

（1）分配管道：包括街区和庭院的分配管道。

（2）用户引入管：将燃气从分配管道引到用户室内管道引入入口处的总阀门。

（3）室内燃气管道：通过用户管道引入入口的总阀门将燃气引向室内，并分配到每个燃气用具。

（二）根据敷设方式分类

（1）地下燃气管道

(2) 架空燃气管道

(三) 根据输气压力分类

(1) 城镇燃气管道设计压力分类

(2) 次高压燃气管道，应采用钢管；中压燃气管道，宜采用钢管或铸铁管。低压地下燃气管道采用聚乙烯管材时，应符合有关标准的规定。

(3) 当管道内燃气的压力不同时，对管道材质、安装质量、检验标准和运行管理的要求也不同。

(4) 一般由城市高压 B 燃气管道构成大城市输配管网系统的外环网。高压 B 燃气管道也是给大城市供气的主动脉。高压燃气必须通过调压站才能送入中压管道、高压储气罐以及工艺需要高压燃气的大型工业企业。

(5) 高压 A 输气管通常是贯穿省、地区或连接城市的长输管线，它有时构成了大型城市输配管网系统的外环网。

【技巧】

①贯穿省、地区或连接城市的长输管线：高压 A 输气管道。

②大城市输配管网系统的外环网：一般用高压 B 燃气管道；有时用高压 A 输气管。

③大城市供气的主动脉：高压 B 燃气管道。

④输气压力高的管道向输气压力低的管道供气：用调压站。

1K415030 城市燃气管道工程施工

本目内容：

1K415032 燃气管道施工与安装要求

1K415033 燃气管网附属设备安装要点

1K415034 燃气管道功能性试验的规定

近五年考试，本目平均每年考查 5 分。

1K415032 燃气管道施工与安装要求

一、工程基本规定

(1) 燃气管道对接安装引起的误差不得大于 3° ，否则应设置弯管。

【技巧】对比供热管道对接的要求：平直度。

(2) 管道与建筑物、构筑物、基础或相邻管道之间的水平和垂直净距

1) 燃气管道与建筑物、构筑物、基础或相邻管道之间的水平和垂直净距，不应小于规定。

当要求不一致时，应满足要求严格的。

2) 无法满足上述安全距离时，应将管道设于管道沟或刚性套管的保护设施中，套管两端应用柔性密封材料封堵。

3) 保护设施两端应伸出障碍物且与被跨越障碍物间的距离不应小于 0.5m。对有伸缩要求的管道，保护套管或地沟不得妨碍管道伸缩且不得损坏绝热层外部的保护壳。

(3) 管道埋设的最小覆土厚度：

①机动车不能到达的地方（即：庭院下）： $\geq 0.3\text{m}$ ；

②非机动车道下： $\geq 0.6\text{m}$ ；

③车行道下： $\geq 0.9\text{m}$ ；

④水田下： $\geq 0.8\text{m}$ 。

【口诀】车非庭水：9638

【补充】

①燃气管道架空敷设：车行道上： $\geq 4.5\text{m}$ ；人行道上： $\geq 2.2\text{m}$ 。

②燃气管道河底敷设：不通航河流： $\geq 0.5\text{m}$ ；通航河流： $\geq 1\text{m}$ 。

二、燃气管道穿越构筑物

(1) 不得穿越的规定

1) 地下燃气管道不得从建筑物和大型构筑物的下面穿越。

2) 地下燃气管道不得在堆积易燃、易爆材料和具有腐蚀性液体的场地下面穿越。

(2) 地下燃气管道穿过排水管、热力管沟、综合管廊、隧道及其他各种用途沟槽时，应将燃气管道敷设于套管内。套管两端的密封材料应采用柔性的防腐、防水材料密封。

(3) 燃气管道穿越铁路、高速公路、电车轨道和城镇主要干道时应符合下列要求

1) 穿越铁路和高速公路的燃气管道，其外应加套管，并提高绝缘、防腐等措施。

2) 穿越铁路的燃气管道的套管，应符合下列要求：

①套管埋设的深度：套管顶部距铁路路肩不得小于 1.7m，并应符合铁路管理部门的要求。

②套管宜采用钢管或钢筋混凝土管。

③套管内径应比燃气管道外径大 100mm 以上。

④套管两端与燃气管的间隙应采用柔性的防腐、防水材料密封，其一端应装设检漏管。

⑤套管端部距路堤坡脚外距离不应小于 2.0m。



2) 穿越铁路的燃气管道的套管，应符合下列要求：

⑤套管端部距路堤坡脚外距离不应小于 2.0m。

3) 燃气管道穿越电车轨道和城镇主要干道时宜敷设在套管或地沟内；

穿越高速公路的燃气管道的套管、穿越电车轨道和城镇主要干道的燃气管道的套管或地沟，应符合下列要求：

①套管内径应比燃气管道外径大 100mm 以上，套管或地沟两端应密封，在重要地段的套管或地沟端部宜安装检漏管。

②套管端部距电车边轨不应小于 2.0m；距道路边缘不应小于 1.0m。

③燃气管道宜垂直穿越铁路、高速公路、电车轨道和城镇主要干道。

三、燃气管道通过河流

【技巧】燃气管道的过河方式：

(1) 利用道路、桥梁跨越；

(2) 管桥跨越；

(3) 穿越河底。



(1) 当条件允许时，可利用道路、桥梁跨越河流，并应符合下列要求：

1) 利用道路、桥梁跨越河流的燃气管道，其管道的输送压力不应大于 0.4MPa (即：仅可中压管、低压管)。



3)燃气管道随桥梁敷设，宜采取如下安全防护措施：

①敷设于桥梁上的燃气管道应采用加厚的无缝钢管或焊接钢管，尽量减少焊缝，对焊缝进行100%超声检测和100%射线检测。

④管道应设置必要的补偿和减振措施。

⑥对管道应做较高等级的防腐保护。对于采用阴极保护的埋地钢管与随桥管道之间应设置绝缘装置。

(2)燃气管道穿越河底



(2)燃气管道穿越河底时，应符合下列要求：

2)燃气管道宜采用钢管。

3)燃气管道至规划河底的覆土厚度，应根据水流冲刷条件确定，对不通航河流不应小于

0.5m；对通航的河流不应小于 1.0m，还应考虑疏浚和投锚深度。

4) 稳管措施应根据计算确定。

5) 在埋设燃气管道位置的河流两岸上、下游应设立标志。

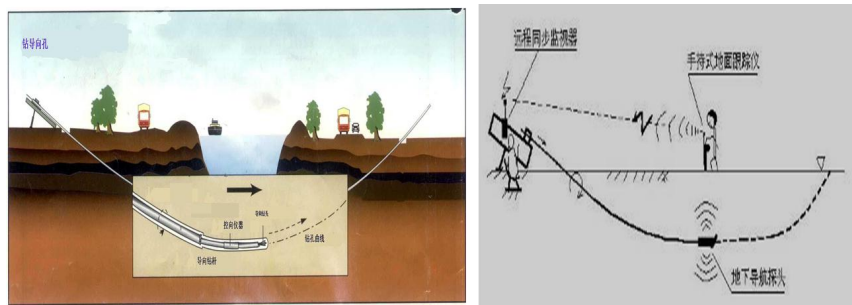
四、燃气管道非开挖铺设施工要点

常用的非开挖管道敷设方法有水平定向钻施工、顶管和夯管等。

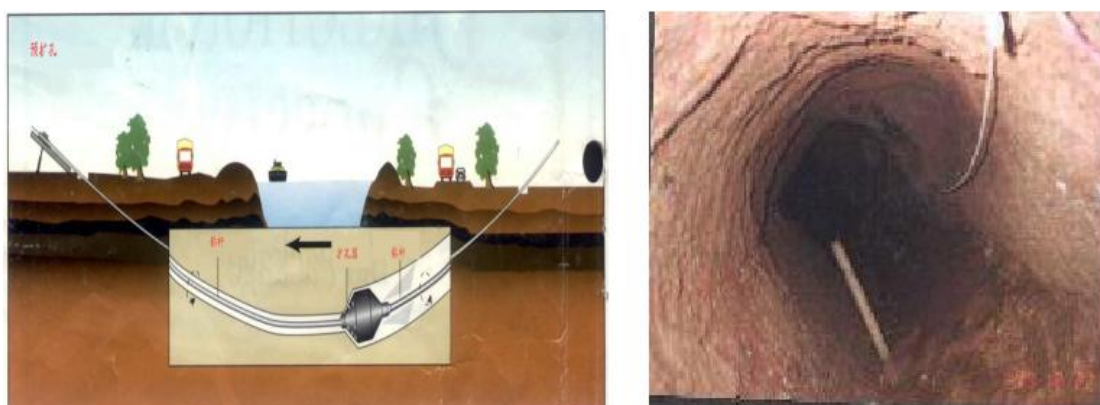
(一) 水平定向钻进铺管技术要点

水平定向钻进铺管技术是指使用水平定向钻机、控向仪器等设备，按预先设计的轨迹进行导向孔钻进、扩孔和拉管，完成地下管道铺设的施工方法。

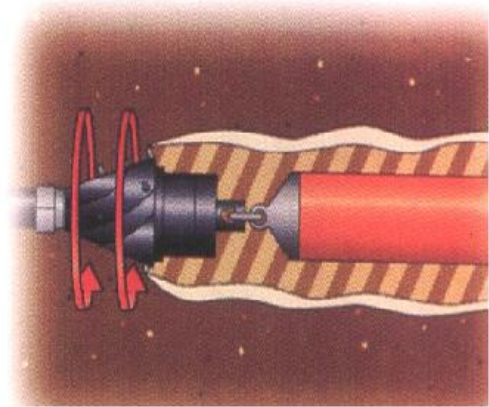
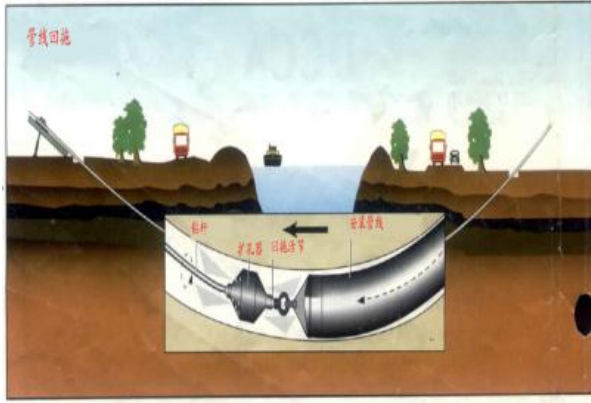
(一) 水平定向钻进铺管技术要点（导向钻进）



(一) 水平定向钻进铺管技术要点（扩孔）



(一) 水平定向钻进铺管技术要点（管道回拖）



(一) 水平定向钻进铺管技术要点

1.一般要求

- (1) 施工前，应勘察施工现场，掌握施工地层的类别和厚度，地下水分布和现场周边的建(构)筑物与地下管线的位置以及交通状况等。
 - (2) 施工单位应根据设计人员的现场交底和工程设计图纸，对设计管线穿越段进行探测，核实施工现场既有地下管线或设施的埋深和位置，并编制该工程的施工组织设计，专项方案
 - (3) 施工设备应在标定的检验期内
 - (4) 施工铺设的管材焊接或熔接应按设计要求执行，并经检测、检查验收合格。
- 1) 螺旋钢管焊接对接时，螺旋焊缝的中心距离不应小于 100mm。钢管焊接后应进行外观检验和射线检测，并进行防腐处理。



2) PE 管热熔焊接时禁止将 SDR 不同的管材进行焊接，PE 管热熔焊接翻边宽度值不应超过平均值的 $\pm 2\text{mm}$ 。PE 管焊接后应进行外观检验。

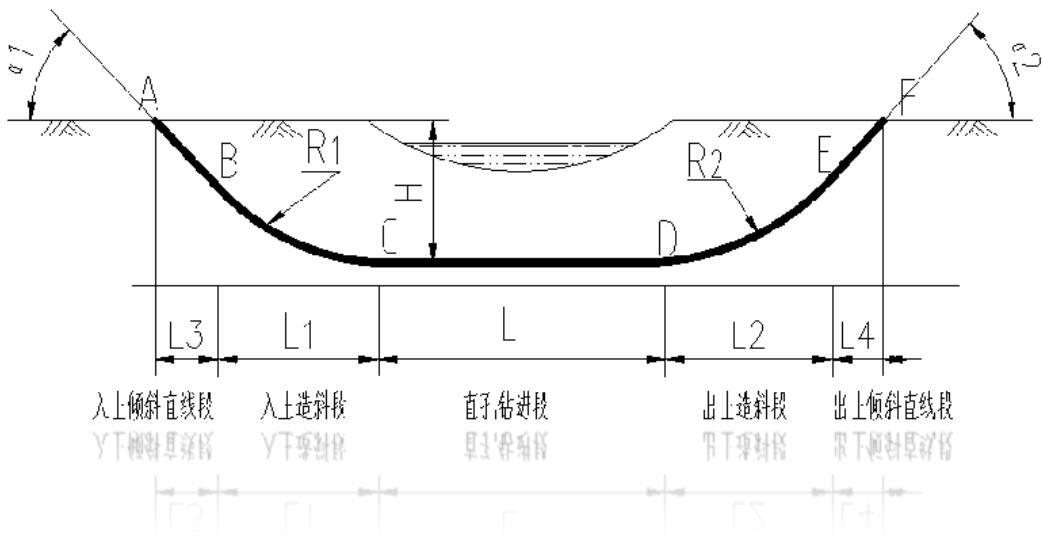


1) 螺旋钢管焊接对缝时，螺旋焊缝的中心距离不应小于 100mm。钢管焊接后应进行外观检验和射线检测，并进行防腐处理。

(5) 应根据土层条件和环境要求选择适宜的施工方法和技术措施，不宜选择在砾石层铺管。

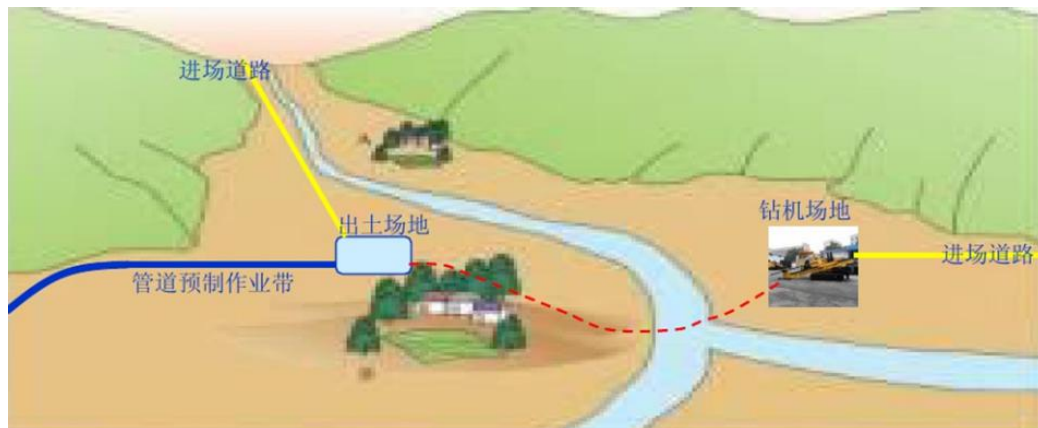
2.导向孔钻进轨迹的施工设计

在理想状态下的轨迹为“斜直线段——曲线段——水平直线段——曲线段——斜直线段”组合。



(1) 轨迹设计包含以下内容：轨迹分段形式、出土与入土点、直线段最大深度、曲线段的

曲率半径、出土角与入土点角、直线段与曲线段长度等。



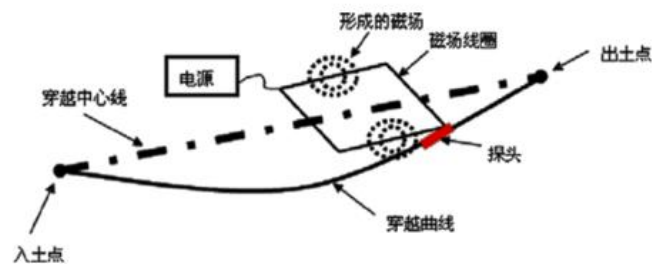
(7) 钻机的选择应以回拉力估算值小于或等于 70% 的钻机额定的回拉力为依据，结合施工工艺及现场条件等具体确定。



3. 钻进施工要点

(1) 导向孔钻进施工要点

导向孔施工是工程的重要阶段，它决定管道铺设的最终位置，其重要的施工环节是钻孔轨迹的监测和控制。



钻机必须先进行试运转，确定各部分运转正常后方可钻进；钻孔时应匀速钻进，并严格控制钻进给进力和钻进方向。钻进应保持钻头正确姿态，发生偏差应及时纠正，且采用小角度逐步纠偏；钻孔的轨迹偏差不得大于终孔直径，超出误差允许范围直退回进行纠偏。



第一根钻杆入土钻进时，应采取轻压慢转的方式，稳定钻进导入位置和保证入土角；且入土段和出土段应为直线钻进，其直线长度直控制在 20m 左右。每进一根钻杆应进行钻进距离、深度、侧向位移等的导向探测，曲线段和有相邻管线段应加密探测。



(2) 扩孔、清孔施工要点

2) 终孔孔径直控制在回拖管节外径的 1.2 ~ 1.5 倍。

3) 管线铺设之前应作一次或多次清孔，清除扩孔后孔内残留的泥渣，避免导致施工失败。

(3) 管线铺设施工要点

扩孔孔径达到终孔要求、清孔完成后应及时进行回拖管道施工。



回拖应从出土点向入土点连续进行，应采用匀速慢拉的方法，严禁硬拉硬拖，严格控制钻机回拖力、扭矩、泥浆流量、回拖速率等技术参数。回拖过程中应有发送装置，避免管段与地面直接接触和减小摩擦力。管道进入设计位置后，钻孔与管道之间的空隙宜进行填充。



（4）定向钻施工的泥浆（液）配制要点

导向钻进、扩孔及回拖时，及时向孔内注入泥浆（液）。泥浆（液）的材料、配合比和技术性能指标应满足施工要求，并可根据地层条件、钻头技术要求、施工步骤进行调整。泥浆（液）的压力和流量应按施工步骤分别进行控制。

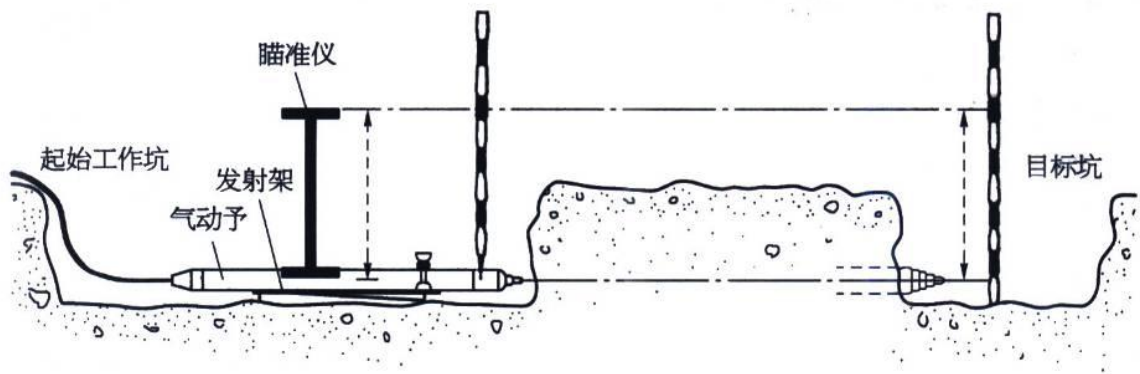


(5) 出现下列情况时，必须停止作业，待问题解决后方可继续作业：

- 1) 设备无法正常运行或损坏，钻机导轨、工作井变形；
- 2) 钻进轨迹发生突变、钻杆发生过度弯曲；
- 3) 回转扭矩、回拖力等突变，钻杆扭曲过大或拉断；
- 4) 坍孔、缩孔；
- 5) 待回拖管表面及钢管外防腐层损伤；
- 6) 遇到未预见的障碍物或意外的地质变化；
- 7) 地层、邻近建（构）筑物、管线等周围环境的变形量超出控制允许值。

(二) 夯管铺管技术要点

夯进的管道应为钢管，在燃气管道铺设中，夯进管道一般作为钢套管使用。夯管长度一般不超过 80m。在卵石层、杂填土层中夯进，地层中最大卵砾石粒径或最大块状物的尺寸不得超过 0.5 倍的夯进管外径。



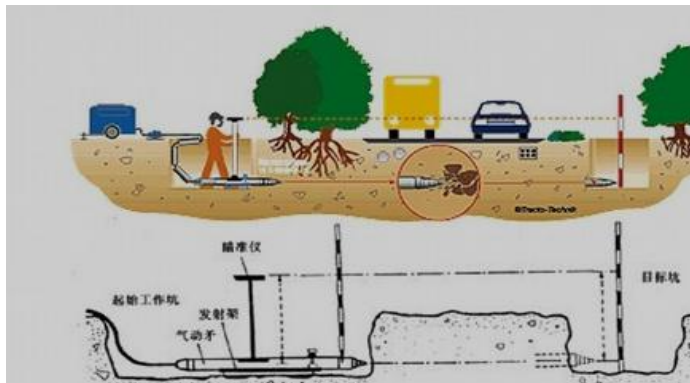
1.一般要求

(2) 穿越城市道路时，夯管覆土不小于 2 倍管径，且不得小于 1.0m。夯入钢管的壁厚应符合设计要求，夯管锤应根据管径、夯管长度、地质条件等选择夯管锤外径。



3.夯进施工要点

(1) 开始夯进时应先进行试夯，试夯长度宜为 3~5m，试夯时应控制供气量慢速夯进，正常夯进时可增加供气量。首节管宜设置管靴。管靴后宜设置减阻泥浆注浆孔。夯进中，一般采取在管外壁注润滑液或涂抹润滑脂等减阻措施。正常夯进前应测量管道（线）中心线的偏差，夯进结束后应进行贯通测量。



(2) 第一节管夯至规定位置后，将连接器与第一节管分离，吊入第二节管进行与第一节管接口焊接；后续管节每次夯进前，应待已夯入管与吊入管的管节接口焊接完成，按设计要求进行焊缝质量检验和外防腐层补口施工后，方可与连接器及穿孔机连接夯进施工。

(3) 管节夯进过程中应严格控制气动压力、夯进速率。

(4) 夯管完成后进行排土作业，排土方式采用人工结合机械方式排土；小口径管道可采用气压、水压方法；排土完成后应进行余土、残土的清理。

(5) 出现下列情况时，必须停止作业，待问题解决后方可继续作业：

- 1) 设备无法正常运行或损坏，导轨、工作井变形；
- 2) 气动压力超出规定值；
- 3) 穿孔机在正常的工作气压、频率、冲击功等条件下，管节无法夯入或变形、开裂；
- 4) 钢管夯入速率突变；
- 5) 连接器损伤、管节接口破坏；
- 6) 遇到未预见的障碍物或意外的地质变化；

7) 地层、邻近建(构)筑物、管线等周围环境的变形量超出控制值。

1K415030 城市燃气管道工程施工

本目内容：

1K415033 燃气管网附属设备安装要点

1K415034 燃气管道功能性试验的规定

近五年考试，本目平均每年考查 5 分。

1K415033 燃气管网附属设备安装要点

附属设备：阀门、补偿器、凝水缸、放散管等。

一、阀门

(一) 阀门特性

(3) 阀体上通常有标志，箭头所指方向即介质的流向，必须特别注意，不得装反。

(4) 要求介质单向流通的阀门：安全阀、减压阀、止回阀等。

(5) 要求介质由下而上通过阀座的阀门：截止阀。

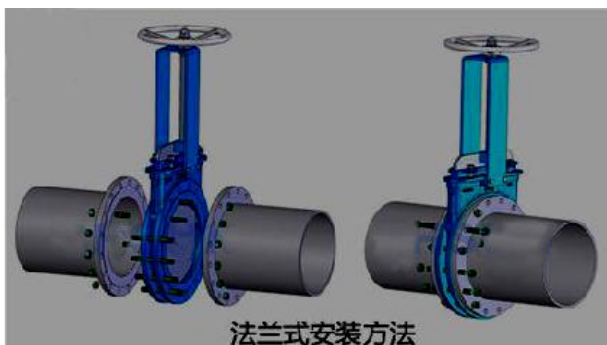
(二) 阀门安装要求

(3) 阀门手轮不得向下；落地阀门手轮朝上，不得歪斜；在工艺允许的前提下，阀门手轮宜位于齐胸高，以便于启阀；明杆闸阀不要安装在地下，以防腐蚀。



(4) 安装位置有特殊要求的阀门，如减压阀要求直立地安装在水平管道上，不得倾斜。

(5) 安装时，与阀门连接的法兰应保持平行，其偏差不应大于法兰外径的 1.5‰，且不得大于 2mm。(即：阀门法兰盘应与管道法兰盘平行)



【技巧】对比

GB50268《给水排水管道工程施工及验收规范》： $\geq 1.5‰$ 、且 $\geq 2\text{mm}$ 。

CJJ28《城镇供热管网工程施工及验收规范》： $\geq 1.5‰$ 、且 $\geq 2\text{mm}$ 。

CJJ33《城镇燃气输配工程施工及验收规范》： $\geq 1.5‰$ 、且 $\geq 2\text{mm}$ 。

(6) 严禁强力组装，安装过程中应保证受力均匀，阀门下部应根据设计要求设置承重支撑。

(7) 安装前阀门应做严密性试验，合格后方可安装。



二、补偿器

（一）补偿器特性

（1）补偿器作用是消除管段的胀缩应力，可分为波纹补偿器和填料补偿器。

（2）通常安装在架空管道上。



（二）安装要求

（1）补偿器常安装在阀门的下侧（按气流方向），利用其伸缩性能，方便阀门的拆卸和检修。

（2）安装应与管道同轴，不得偏斜；不得用补偿器变形调整管位的安装误差。

三、凝水缸与放散管



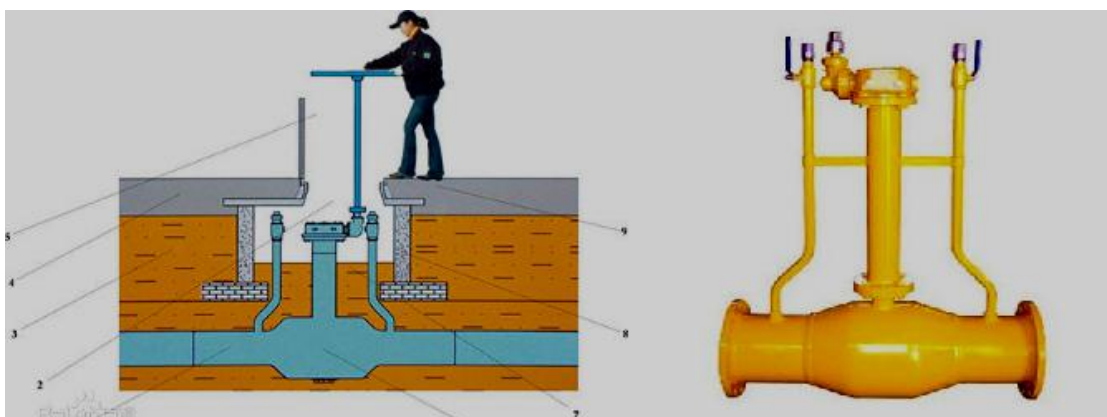
(一) 凝水缸 (又名凝水器、排水器)

(1) 凝水缸作用：排除燃气管道中的冷凝水和石油伴生气管道中的轻质油。

(2) 在低处设凝水缸。

(二) 放散管

(1) 放散管作用：排放管道内部的空气或燃气。



1K415030 城市燃气管道工程施工

本目内容：

1K415034 燃气管道功能性试验的规定

近五年考试，本目平均每年考查 5 分。

燃气管道在安装过程中和投入使用前应进行管道功能性试验，应进行管道吹扫、强度试验和严密性试验。

【技巧】燃气管道功能性试验的顺序：

管道吹扫→部分回填（埋地管道先回填至管顶以上 0.5m），留出焊口→强度试验→焊口回填 0.2m→严密性试验→全部回填。

四、阀门井

为保证管网的安全与操作方便，燃气管道的地下阀门宜设置阀门井。阀门井应坚固耐久，有良好的防水性能，并保证检修时有必要的空间。井筒结构可采用砌筑、现浇混凝土、预制混凝土等结构形式。

一、管道吹扫

管道及其附件组装完成并在试压前，应按设计要求进行气体吹扫或清管球清扫。



1.气体吹扫(适用：球墨铸铁管道、聚乙烯管道、钢骨架聚乙烯复合管道、公称直径 $< 100\text{mm}$ 或长度 $< 100\text{m}$ 的钢制管道)

气体吹扫每次吹扫管道长度不宜超过 500m，管道超过 500m 时宜分段吹扫。

吹扫结果可用贴有纸或白漆的木靶板置于吹扫口检查，5min

内靶上无铁锈脏物则认为合格。



吹扫球应按介质流动方向进行，以避免补偿器内套筒被破坏。



二、强度试验

(一) 试验前应具备条件

(2) 编制的试验方案已获批准，有可靠的通信系统和安全保障措施，已进行了技术交底。

1) 强度试验压力和介质

强度试验压力和介质

表1K415034-1

管道类型	设计压力 PN (MPa)	试验介质	试验压力 (MPa)
钢管	$PN > 0.8$	清洁水	$1.5PN$
	$PN \leq 0.8$	压缩空气	$1.5PN$ 且不小于0.4
球墨铸铁管	PN		$1.5PN$ 且不小于0.4

管道类型	设计压力 PN (MPa)	试验介质	试验压力 (MPa)
钢骨架聚乙烯复合管	PN	压缩空气	$1.5PN$ 且不小于0.4
聚乙烯管	PN (SDR11)		$1.5PN$ 且不小于0.4
	PN (SDR17.6)		$1.5PN$ 且不小于0.2

管道试压分段最大长度		表 1K415034-2
设计压力 PN (MPa)	试验管道最大长度 (m)	
$PN \leq 0.4$	1000	
$0.4 < PN \leq 1.6$	5000	
$1.6 < PN \leq 4.0$	10000	

(3) 管道焊接检验、清扫合格。

(4) 埋地管道回填土宜回填至管上方 0.5m 以上。

【技巧】燃气管道功能性试验的顺序：

管道吹扫→部分回填（埋地管道先回填至管顶以上 0.5m）→强度试验→焊口回填→严密性试验→全部回填。

(二) 气压试验

当管道设计压力小于或等于 0.8MPa 时，试验介质宜为空气。试验压力应为设计压力的 1.5 倍，但不得低于 0.4MPa。当压力达到规定值后，应稳压 1h，然后用肥皂水对管道接口进行检查，全部接口均无漏气为合格。

(三) 水压试验

(1) 当管道设计压力大于 0.8MPa 时，试验介质应为清洁水，试验压力不得低于 1.5 倍设计压力。试压宜在环境温度 5℃以上进行，否则应采取防冻措施。



(2) 试验压力应逐步缓升，首先升至试验压力的 50%，应进行初检，如无泄漏、异常，继续升压至试验压力，然后宜稳压 1h 后，观察压力计不应少于 30min，无压力降为合格。

三、严密性试验

强度试验合格且后，管线全线回填后，即可进行严密性试验。

(一) 试验压力应满足下列要求

1) 设计压力小于 5kPa 时，试验压力应为 20kPa。

2) 设计压力大于或等于 5kPa 时，试验压应为设计压力的 1.15 倍，且不得小于 0.1MPa。

(二) 试验

(1) 【技巧】试验介质：空气。

(3) 稳压的持续时间应为 24h，每小时记录不应少于 1 次，采用水银压力计时修正压降不超过 133Pa 为合格。

1K415000 城市管道工程

1K415040

城市综合管廊



1K415040 城市综合管廊

本目内容：

1K415041 综合管廊工程结构类型和特点

1K415042 综合管廊工程施工方法选择

1K415043 综合管廊工程施工技术

近五年考试，本目平均每年考查 0 分。

1K415041 综合管廊工程结构类型和特点

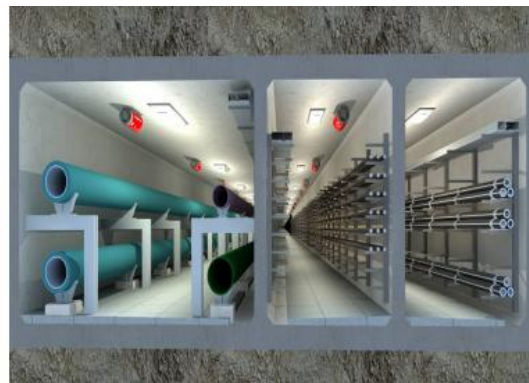
一、综合管廊定义与断面布置

（一）综合管廊定义

建于城市地下用于容纳两类及以上城市工程管线的构筑物及附属设施。

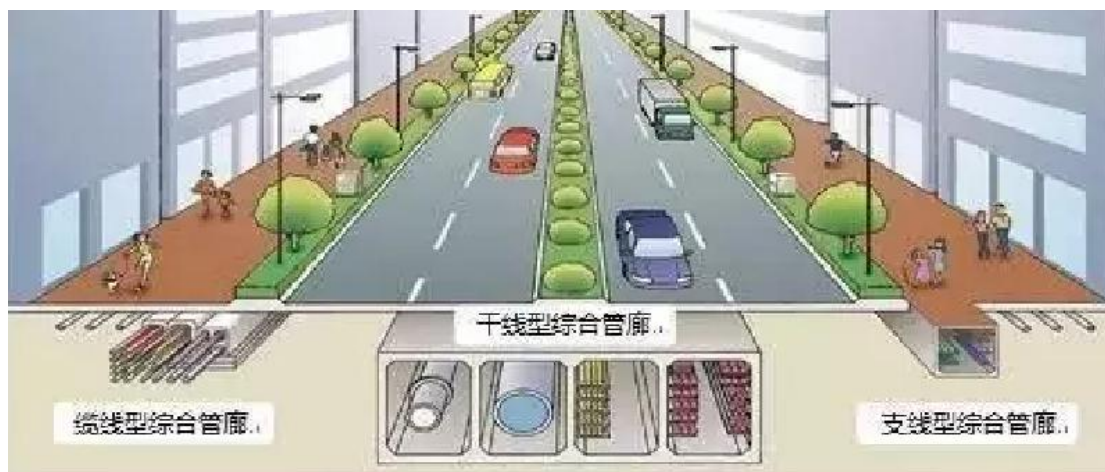


综合管廊工程建设应以综合管廊工程规划为依据，遵循“规划先行、适度超前、因地制宜、统筹兼顾”的原则。



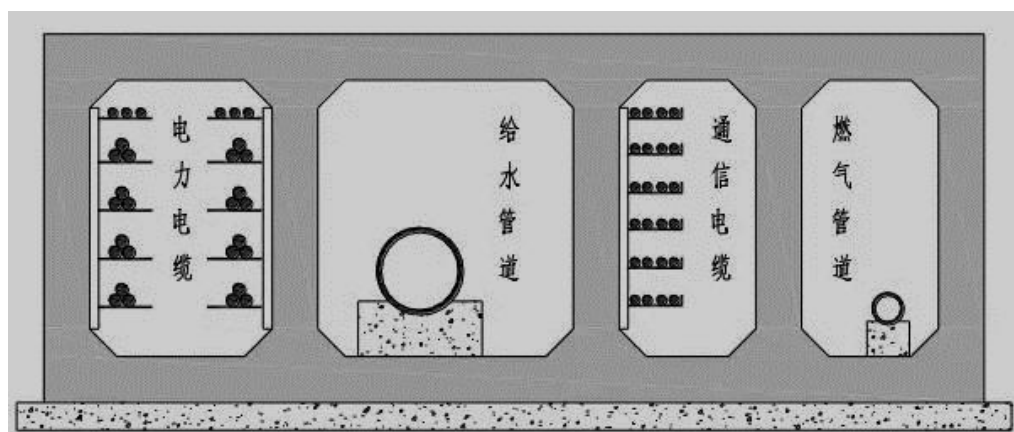
（二）综合管廊分类

（2）综合管廊一般分为干线综合管廊、支线综合管廊、缆线综合管廊三种。



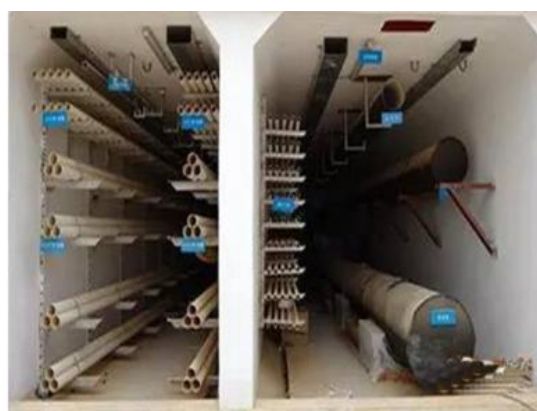
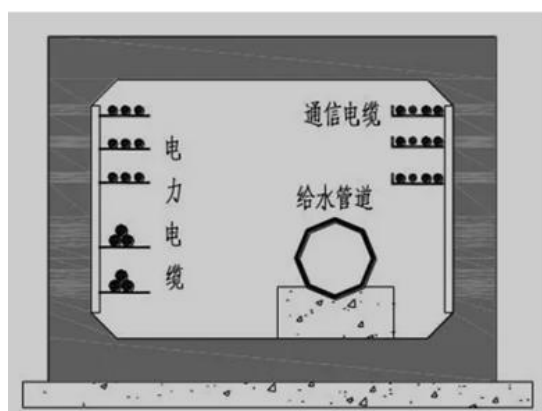
干线综合管廊用于容纳城市主干工程管线，采用独立分舱方式建设的综合管廊。

干线综合管廊宜设置在机动车道、道路绿化带下面。



支线综合管廊用于容纳城市配给工程管线，采用单舱或双舱方式建设的综合管廊。

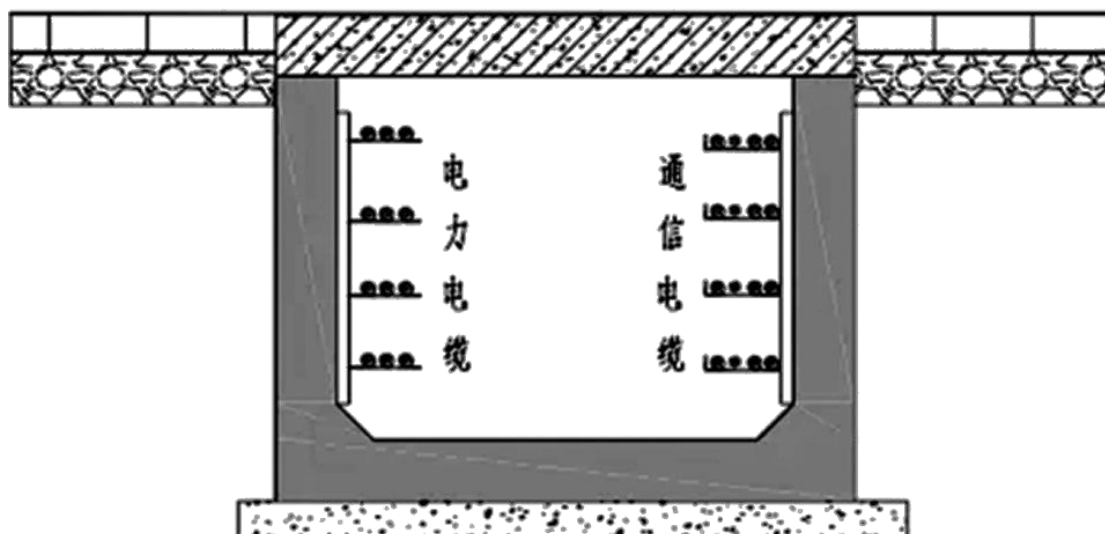
支线综合管廊宜设置在道路绿化带、人行道或非机动车道下



缆线综合管廊采用浅埋沟道方式建设，设有可开启盖板但其内部空间不能满足人员正常通行要求，用于容纳电力电缆和通信线缆的管廊。

人行道

缆线管廊盖板



干线综合管廊宜设置在机动车道、道路绿化带下面。

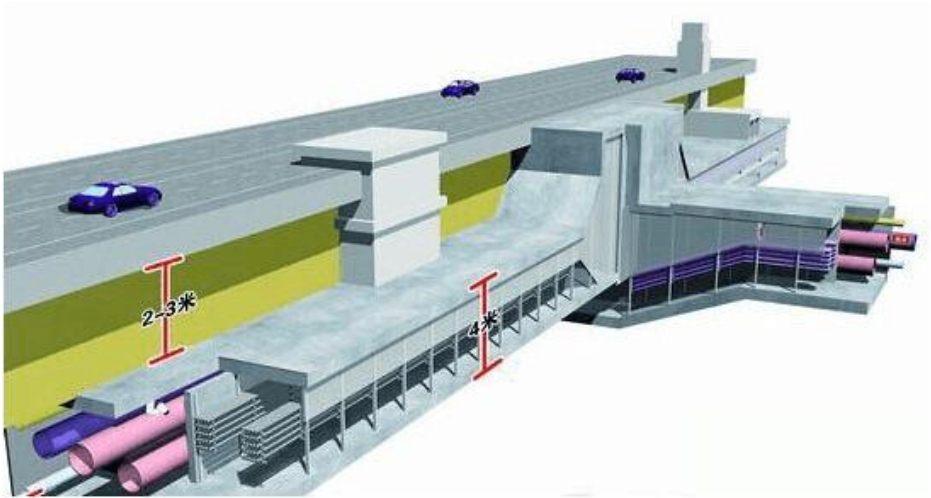
支线综合管廊宜设置在道路绿化带、人行道或非机动车道下。

缆线综合管廊宜设置在人行道下。



综合管廊覆土深度应根据地下设施竖向综合规划、行车荷载、绿化种植及当地的冰冻深度等

因素综合确定。



(三) 综合管廊断面布置

- (1) 天然气管道应在独立舱室内敷设。
- (2) 热力管道采用蒸汽介质时应在独立舱室内敷设。
- (3) 热力管道不应与电力电缆同仓敷设。
- (4) 110KV 及以上电力电缆不应与通信电缆同侧布置。
- (5) 给水管道与热力管道同侧布置时，给水管道宜布置在热力管道下方。
- (6) 进入综合管廊的排水管道应分流制，雨水纳入综合管廊可利用结构本体或采用管道方式；污水应采用管道排水方式，宜设置在综合管廊底部。

补充：综合管廊断面布置



二、综合管廊结构类型

(1) 综合管廊的结构设计使用年限为 100 年，结构安全等级为一级。

(2) 综合管廊结构类型分现浇混凝土综合管廊和预制拼装综合管廊结构两种。



三、综合管廊特点

(4) 综合管廊建设采用整体规划，可实现规模化、网络化，并使城市功能更加完善，地下空间有序管理。

(5) 与管廊同步建设的地下空间设施如交通等将强化统筹，城市抗风险能力大大提高。

1K415040 城市综合管廊

本目内容：

1K415042 综合管廊工程施工方法选择

1K415043 综合管廊工程施工技术

近五年考试，本目平均每年考查 0 分。

1K415042 综合管廊工程施工方法选择

综合管廊主要施工方法主要有明挖法、盖挖法、盾构法和锚喷暗挖法等。

(1) 新城区一般采用明挖法施工；

(2) 城市老（旧）城区综合管廊建设宜结合地下空间开发、旧城改造、道路改造、地下主要管线改造等项目同步进行，宜采用明挖法和盖挖法施工；

(3) 当场地条件或周边环境条件受限时可采用盾构法、锚喷暗挖法等方法施工。

1K415040 城市综合管廊

本目内容：

1K415042 综合管廊工程施工方法选择

1K415043 综合管廊工程施工技术

近五年考试，本目平均每年考查 0 分。

1K415043 综合管廊工程施工技术

一、施工准备

(1) 施工前应熟悉和审查施工图纸，图纸会审。

(2) 施工前应根据工程需要进行下列调查：

1) 现场地形、地貌、地下管线、地下构筑物、其他设施和障碍物情况。

5) 地表水水文资料，在寒冷地区施工时尚应掌握地表水的冻结资料和土层冰冻资料。

(3) 材料：

2) 主要材料宜采用高性能混凝土、高强度钢筋。当地基承载力良好、地下水位在综合管廊底板以下时，可采用砌体材料。

①钢筋混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 C30。预应力混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 C40。地下工程部分宜采用自防水混凝土。

②砌体结构所用的石材强度等级不应低于 MU40，并应质地坚实，无风化削层和裂纹；

砌筑砂浆强度等级应符合设计要求，且不应低于 M10。

补充：现浇混凝土综合管廊结构为采用现场整体浇筑混凝土的综合管廊。



二、现浇钢筋混凝土结构

(1) 模板及支撑的强度、刚度及稳定性应满足受力要求。

(2) 混凝土的浇筑应在模板和支架检验合格后进行。入模时应防止离析。连续浇筑时，每层浇筑高度应满足振捣密实的要求。

现浇混凝土综合管廊施工(1):



现浇混凝土综合管廊施工(2):



现浇混凝土综合管廊施工(3):



基坑开挖



基坑开挖

现浇混凝土综合管廊施工 (4):



现浇混凝土综合管廊施工 (5):



混凝土垫层施工



防水层施工

现浇混凝土综合管廊施工 (6):



管廊钢筋绑扎



现浇混凝土综合管廊施工 (7):



钢筋安装



内侧墙模板支设

现浇混凝土综合管廊施工 (8):



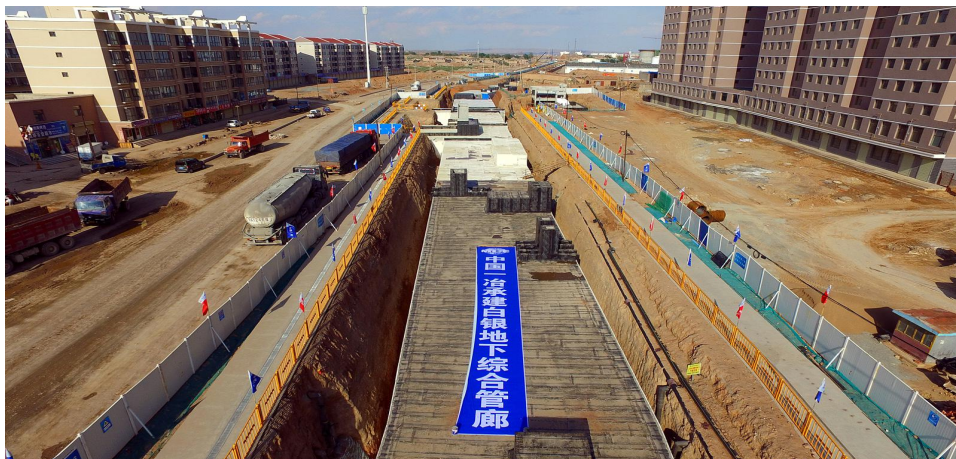
浇筑前观感



混凝土浇筑



现浇混凝土综合管廊施工 (9):



现浇混凝土综合管廊施工 (10):



基坑回填



碾压夯实

补充 :预制拼装综合管廊结构为工厂内分节段浇筑成型 ,现场采用拼装工艺施工成为整体的综合管廊。



补充：预制拼装综合管廊结构为工厂内分节段浇筑成型，现场采用拼装工艺施工成为整体的综合管廊。



三.预制拼装钢筋混凝土结构

- (1) 预制构件制作单位应具备相应的生产工艺设备，并应有完善的质量管理体系和必要的试验检测手段。
- (2) 构件堆放的场地应平整夯实，应具有良好的排水措施。
- (3) 构件的标识应朝向外侧

(5) 预制构件安装前应对其外观，裂缝等情况进行检验

(6) 预制构件安装前，应复验合格。当构件上有裂缝且宽度超 0.2mm 时，应进行鉴定

四.砌体结构

(1) 砌体结构中的预埋管、预留洞口结构应采取加强措施，并应采取防渗措施。



五.基坑回填

(1) 基坑回填应在综合管廊结构及防水工程验收合格后进行。

(2) 综合管廊两侧回填应对称，分层，均匀。管廊顶板上部 1000mm 范围内回填材料不得使用重型及振动压实机械碾压。

1K420132 城市燃气、供热管道施工质量检查验收

本目内容：

1K420132 城市燃气、供热管道施工质量检查验收

1K420133 柔性管道回填施工质量检查与验收

1K420134 城市管廊施工质量检查与验收

1K420135 城市非开挖营造施工质量检查与验收

1K420132 城市燃气、供热管道施工质量检查验收

(教材 394 页)

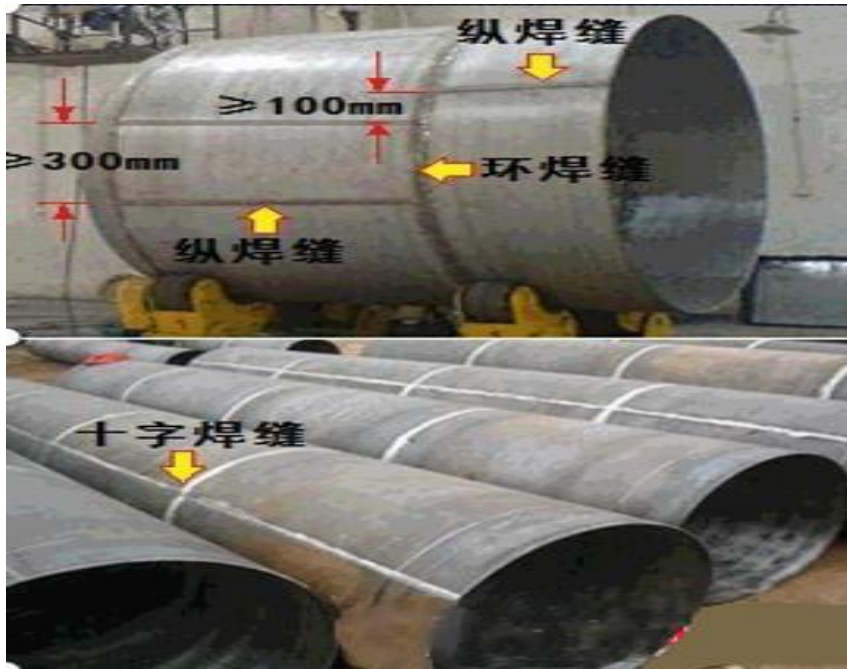
一、金属管道安装质量要求

(1) 管道安装是管道工程施工的重要工序，主要包括下管、组对、连接等。管道安装应按

“先大管、后小管，先主管、后支管，先下部管、后上部管”的原则，有计划、分步骤地进

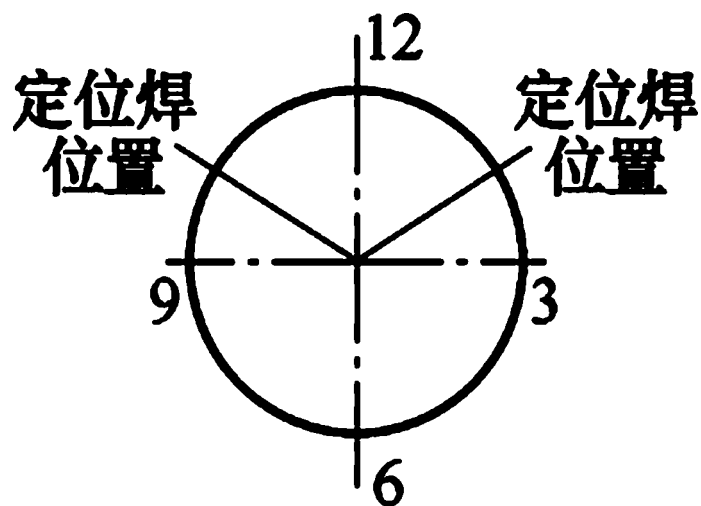
行。

(3) 两相邻管道连接时，纵向焊缝或螺旋焊缝之间的相互错开距离不应小于 100mm，不得有十字形焊缝；同一管道上两条纵向焊缝之间的距离不应小于 300mm。



(5) 管道环焊缝不得置于建筑物、闸井（或检查室）的墙壁或其他构筑物的结构中。管道支架处不得有环形焊缝。设在套管或保护性地沟中的管道环焊缝，应进行 100%的无损探伤检测。

(6) 严禁采用在焊口两侧加热延伸管道长度、螺栓强力拉紧、夹焊金属填充物和使补偿器变形等方法强行对口焊接。



二、管道焊接质量控制

（一）焊接前质量控制

（3）首次使用的管材、焊材以及焊接方法应在施焊前进行焊接工艺评定，制定焊接工艺指导书；焊接作业必须按焊接工艺指导书的要求进行。

（4）施焊前应检查定位焊缝质量，如有裂纹、气孔、夹渣等缺陷均应清除。在焊件纵向焊缝的端部（包括螺旋管焊缝）不得进行定位焊。为减少变形，定位焊应对称进行。

（二）焊接过程控制重点

1.焊接环境

当存在下列任一情况且未采取有效的防护措施时，严禁进行焊接作业：

①焊条电弧焊时风速大于 8m/s（相当于 5 级风）；

②气体保护焊时风速大于 2m/s（相当于 2 级风）；

③相对湿度大于 90%；

④雨、雪环境。

【技巧】管道焊接怕“风湿”。

（二）焊接过程控制重点

3.焊接顺序

施焊的顺序和方向，应符合焊接工艺指导书的规定。除工艺有特殊要求外，每道焊缝均应一次连续焊完，相邻两焊缝起点位置应错开。

三、管道法兰连接质量控制

(二) 组装连接

(1) 法兰与管道组装时，法兰连接的平行偏差不应大于法兰外径的 1.5‰，且不大于 2mm。

不得使用加偏垫、多层垫或用强紧螺栓的方法消除歪斜。法兰连接应在自然状态下进行，严禁强行扭曲组装。

四、聚乙烯 (PE) 管道连接质量控制

聚乙烯管道连接的方法有热熔连接和电熔连接。

(一) 热熔连接

(2) 在固定连接件时，连接件的连接端伸出夹具，伸出的自由长度不应小于公称外径的 10%。

(4) 待连接件端面要求加热、规定时间内完全接触，并保持规定的热熔对接压力

四、聚乙烯 (PE) 管道连接质量控制

(6) 热熔对接连接完成后，对接头进行 100%卷边对称性和接头对正性检验，应对开挖敷设不少于 15% 的接头进行卷边切除检验，水平定向钻非开挖施工进行 100%接头卷边切除检验。

(二) 电熔连接

(3) 管材插入端需整圆后施工，管材或插口管件的插入端插入电熔管件承口内至标记位置，校直使其在同一轴线上，使用专用夹具固定后通电焊接。

(5) 接头采用自然冷却，在冷却期间，不得拆开夹具，不得移动连接件或在连接件上施加任何外力。

五、管道防腐保温质量控制

（二）管道保温

1.材料控制

保温材料进场，应具备出厂合格证书或检验报告，并应按标准规定在现场进行抽样检测，检测材料的导热系数是否符合设计要求。

2.保温层施工

保温层厚度超过 100mm 时，应分两层或多层逐层施工，各层的厚度应接近，非水平管道的保温施工应自下而上进行，防潮层和保护层的搭接应上压下，搭接宽度不小于 30mm。同层的预制管壳应错缝，内、外层应压缝，搭接长度应大于 100mm，拼缝应严密，外层的水平接缝应在侧面。



预制管壳缝隙不得大于 5mm，缝隙内应采用胶泥填充密实。每个预制管壳最少应有两道镀锌铁丝或箍带予以固定，不得采用螺旋式缠绕捆扎方式。



4.防潮层和保护层施工

管沟内的管道保温应设防潮层，防潮层应在干燥的保温层上进行。



六、管道安装质量检验标准

（二）焊缝内部质量检查标准

（1）焊缝内部质量检查的方法主要有射线检测和超声波检测。

（2）焊缝无损探伤检验必须由有资质的检验单位完成。

（3）对检验不合格的焊缝必须返修至合格，但同一部位焊缝的返修次数不得超过两次，返修的焊缝长度不得小于 50mm，返修后的焊缝应修磨成与原焊缝基本一致；

除对不合格焊缝进行返修外，还应对形成该不合格焊缝的焊工所焊的其他焊缝（对燃气管道为“同批焊缝”）按规定的检验比例、检验方法和检验标准加倍抽检，仍有不合格时，对该焊工所焊的全部焊缝（对燃气管道为“同批焊缝”）进行无损探伤检验。

七、防腐、保温工程质量检验

（三）保温层

（1）①保温材料的品种、规格强度、容重（容重是规范原文用词，此处指表观密度）、导热系数、耐热性、含水率等性能指标应符合设计要求和规范的相关规定；②直埋保温管聚乙烯外护管的力学性能应符合设计要求。

本目内容：

1K420133 柔性管道回填施工质量检查与验收

1K420134 城市管廊施工质量检查与验收

1K420135 城市非开挖营造施工质量检查与验收

1K420133 柔性管道回填施工质量检查与验收

柔性管道：在结构设计上需考虑管节和管周土体弹性抗力共同承担荷载的管道，在市政公用工程中通常指采用钢管、球墨铸铁管、化工建材（塑料）管等管材敷设的管道。

刚性管道：混凝土类管道。

一、回填前的准备工作

（一）管道检查

回填前，检查管道有无损伤及变形，有损伤管道应修复或更换；管内径大于 800mm 的柔性管道，回填施工中应在管内设竖向支撑。中小管道应采取防止管道移动措施。

（二）现场试验段

长度应为一个井段或不少于 50m。

二、回填作业

（一）回填



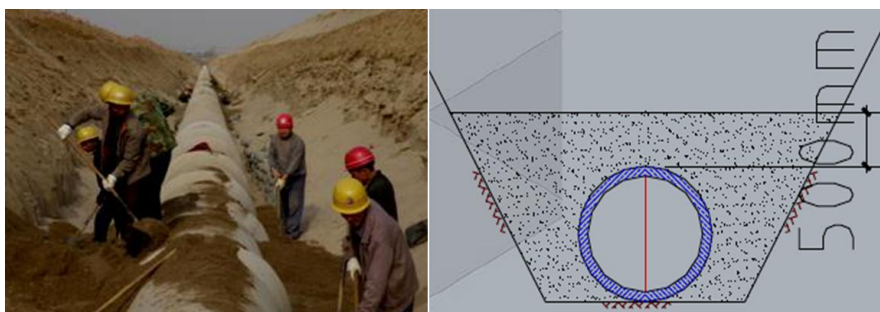
(2) 管道两侧和管顶以上 500mm 范围内的回填材料，应由沟槽两侧对称运入槽内，不得直接扔在管道上；回填其他部位时，应均匀运入槽内，不得集中推入。

(4) 管基有效支承角范围应采用中粗砂填充密实，与管壁紧密接触，不得用土或其他材料填充。

(5) 管道半径以下回填时应采取防止管道上浮、位移的措施；回填作业每层的压实遍数，按压实度要求、压实工具、虚铺厚度和土的含水率，经现场试验确定。

(6) 管道回填时间宜在一昼夜中气温最低时段，从管道两侧同时回填，同时夯实。(∵气温最低时槽最宽，可填密实)

7) 沟槽回填从管底基础部位开始到管顶以上 500mm 范围内，必须采用人工回填；管顶 500mm 以上部位，可用机械从管道轴线两侧同时夯实；每层回填高度应不大于 200mm。



(二) 压实

(1) 压实时，管道两侧应对称进行，且不得使管道产生位移或损伤；

(2) 同一沟槽中有双排或多排管道的基础底面位于同一高程时，管道之间的回填压实应与

管道与槽壁之间的回填压实对称进行。



(3) 同一沟槽中有双排或多排管道但基础底面的高程不同时，应先回填基础较低的沟槽；

当回填至较高基础底面高程后，再按上一款规定回填；

(4) 分段回填压实时，相邻段的接槎应呈台阶形，且不得漏夯。



四、变形检测与超标处理

(一) 变形检测

柔性管道回填至设计高程时应在 12 ~ 24h 内测量并记录管道变形率。

【例如】柔性管道直径 1000mm，回填后竖向直径 970mm，则管道变形率=

$(1000\text{mm} - 970\text{mm}) / 1000\text{mm} \times 100\% = 3\%$ 。

(二) 变形超标的处理措施

变形率应符合设计要求，设计无要求时：

(1) 钢管或球墨铸铁管道变形率超过 2%、但不超过 3%时，化学建材管道变形率超过 3%、但不超过 5%时：

- 1) 挖出回填材料至露出管径 85%处，管道周围应人工挖掘以避免损伤管壁；
- 2) 挖出管节局部有损伤时，应进行修复或更换；
- 3) 重新夯实管道底部的回填材料；
- 4) 选用适合回填材料按规定重新回填施工，直至设计高程；
- 5) 按规定重新检测管道的变形率。

(2) 钢管或球墨铸铁管道的变形率超过 3%时，化学建材管道变形率超过 5%时，应挖出管道，并会同设计研究处理。

本目内容：

1K420133 柔性管道回填施工质量检查与验收

1K420134 城市管廊施工质量检查与验收

1K420135 城市非开挖营造施工质量检查与验收

1K420134 城市管廊施工质量检查与验收

二、基础工程

(二) 基坑开挖及支护

(6) 沟槽(基坑)回填应符合下列规定：

- 1) 基坑回填应在综合管廊结构及防水工程验收合格后及时进行。
- 2) 综合管廊两侧回填应对称、分层、均匀。管廊顶板上部 1000mm 范围内回填材料应采用人工分层夯实，禁止大型碾压机直接在管廊顶板上部施工。

三、现浇钢筋混凝土结构

（一）模板工程

（二）钢筋工程

（2）受力钢筋的连接方式应符合设计要求，当设计无要求时，应优先选择机械连接、焊接。

不具备机械连接、焊接连接条件时，可采用绑扎搭接连接，但受拉构件中的主钢筋不得采用绑扎连接。

（三）混凝土工程

（1）混凝土浇筑入模时应防止离析，连续浇筑时每层浇筑高度应满足振捣密实的要求。浇筑预留孔、预埋管、预埋件及止水带等周边混凝土时，应辅助人工插捣。

（2）混凝土底板和顶板，应连续浇筑不得留置施工缝；设计有变形缝时，应按变形缝分仓浇筑。

四、预制拼装钢筋混凝土结构

（3）构件运输及吊装时的混凝土强度应符合设计要求。当设计无要求时，不应低于设计强度的75%。

（5）预制构件承受内力的接头和拼缝，当其混凝土强度未达到设计要求时，不得吊装上一层结构构件；当设计无具体要求时，应在混凝土强度不小于10MPa或具有足够的支撑时方可吊装上一层结构构件。已完成的装配式管廊结构应在混凝土强度达到设计要求后，方可承受全部设计荷载。

本目内容：

1K420133 柔性管道回填施工质量检查与验收

1K420135 城市非开挖营造施工质量检查与验收

1K420135 城市非开挖管道施工质量检查与验收

一、顶管施工质量控制

（六）顶管管道质量检验标准

- （1）管节及附件等工程材料的产品质量应符合国家有关标准的规定和设计要求；
- （2）接口橡胶圈安装位置正确，无位移、脱落现象；钢管的接口焊接质量应符合相关规定，焊缝无损探伤检验符合设计要求；
- （3）无压管道的管底坡度无明显反坡现象；曲线顶管的实际曲率半径符合设计要求；
- （4）管道接口端部应无破损、顶裂现象，接口处无滴漏；
- （5）管道内应线形平顺、无突变、变形现象；一般缺陷部位，应修补密实、表面光洁；管道无明显渗水和水珠现象；
- （6）管道与工作井出、进洞口的间隙连接牢固，洞口无渗漏水；
- （7）钢管防腐层及焊缝处的外防腐层及内防腐层质量验收合格；
- （8）有内防腐层的钢筋混凝土管道，防腐层应完整、附着紧密；
- （9）管道内应清洁，无杂物、油污；
- （10）顶管施工贯通后管道的允许偏差应符合规定。

二、定向钻施工质量控制

（二）定向钻施工管道质量检验标准

- （1）管节、防腐层等工程材料的产品质量应符合国家相关标准的规定和设计要求；
- （2）管节组对拼接、钢管外防腐层（包括焊口补口）的质量经检验（验收）合格；
- （3）钢管接口焊接、聚乙烯管、聚丙烯管接口熔焊检验符合设计要求，管道水压试验合格；
- （4）管段回拖后的线形应平顺、无突变、变形现象，实际曲率半径符合设计要求；
- （5）导向孔钻进、扩孔、管段回拖及钻进泥浆（液）等符合施工方案要求；
- （6）管段回拖力、扭矩、回拖速度等应符合施工方案要求，回拖力无突升或突降现象；
- （7）布管和发送管段时，钢管防腐层无损伤，管段无变形；回拖后拉出暴露的管段防腐层

结构应完整、附着紧密；

(8) 定向钻施工管道的允许偏差应符合规定。