

# 对于城镇燃气管道套管注浆工艺的利弊解析

陈洁

上海煤气第一管线工程有限公司

**摘要：**GB50028-2006《城镇燃气设计及规范》规定了：燃气管道穿越电车轨道或城镇主要主干道时宜敷设在套管或管沟内。而随着我们城市化的不断推进，城市道路交通日益繁忙，城市道路如蛛网般遍布整个城镇之中，燃气管道排管敷设工程也变成了与居民生活安全息息相关的重要组成部分。那如何采取行之有效的施工工艺来全面提升城市燃气过路管套管技术，同时提升工程后期维护检修的效率，这就成了关键点。本篇就这几点做了一些利弊分析，希望能够更好的提高燃气管道施工的安全性及可靠性，进一步提高城市燃气管道建设工程的深入发展。

**关键词：**燃气管道；套管；注浆

## 前言

上海作为一座国际性的大都市，对能源需求量非常巨大，供给是否能顺畅也就成了大家关注的焦点。为了保障上海居民正常生活运行所需的燃气供给，也为了确保上海居民的生命财产安全，地下燃气管网基础建设工程就成了重要一环。过去的几年中，随着不断的拓宽道路，车流量的不断增加，上海的地下管道不能避免的在排设上需要不停的穿过各个城区的各种主干道路、规划道路、地下交通运输线，而过去采用的套管施工工艺从中起到了一定的防护作用。但是从近几年使用情况反馈中获知，使用套管的过路管受到了多方面因素的影响，给运行维护带来了一定的安全隐患，本文就目前我们采取什么措施来解决和保护上海地下燃气管道的套管进行探讨。

## 一、地下基础建设工程对套管的影响

首先，由于上海城市地理位置的特殊性，地处沿海地基较软，土壤含水量较高，对于长期埋设于地下的管线而言，容易受到地下水的侵蚀而导致失效。其次随着城市化的迅猛发展，地下空间大量被占用，包括我们所熟知的地铁交通线路工程建设项目、于人民生活息息相关的地下停车场建设，更重要的是多年建设累积下许多错综复杂的地下管线等等，也为我们现在对燃气管道敷设带来了一定的困难。最后由于新旧管道不同材质，不同环境条件下的管道连接，供电系统散流到地下管网的杂散电流腐蚀着地下管线，也同样威胁着居民们的正常生活。尤其是在经过城市主干行驶道路、规划建设道路或是轨道交通、有轨电车等车流量相对较为集中，路面承重负荷较高的过路道口，地面承受的压力较大。地下存在如此多的不利因素影响，对于过路管道的影响也是比较大的。

## 二、套管施工工艺

上海天然气管网公司对于燃气管道采用了套管防护的措施。在正常敷设的燃气管道外面加上一层套管，一般套管选择直径大于敷设管道2个口径的管子，套管材质一般会选用钢制或混凝土。在套管中一般会使用台车将芯管推入套管内，应用绝缘支架支撑使燃气管道与套管之间保持一定距离，以此来避免管道震动时与套管之间产生摩擦，随后对套管两端做严格的密封处理，防止地下水进入套管中腐蚀管道，同时设置了牺牲阳极块，能行而

有效的隔除杂散电流对燃气管道的侵害，管道外部安装阴极保护测试桩以及套管检查管为后期检查管道安全性提供依据。

## 三、目前燃气套管产生的问题

(一) 使用套管时必须两端对套管与芯管间的空腔部位进行全封闭施工，主要是为了防止地下水的渗入，导致芯管被腐蚀。而之前天然气管网公司采用的是环氧煤沥青材质封口，使用下来效果不佳，渗水明显。后来采用了光固化材质进行封口，效果有明显的提升，但依旧无法彻底解决地下水渗透腐蚀管道的问题。

(二) 由于空腔部位的严密性不牢靠，而天然气管网公司的埋地燃气管道通常是用3PE防腐钢管，接口处采用的向下焊方式，并且使用相隔1米距离架设绝缘支架固定管道，施工时用台车推入套管中，一旦外部产生剧烈震动，局部有支架的部位可以适当避免管道与套管间产生摩擦，稳定性较弱且覆盖面较小。

(三) 对于采用了套管工艺的管线来说无论套管是使用钢制的、混凝土的材料，都会使得套管与芯管之间的空腔部位状况较为复杂，常会屏蔽电流回路使得阴极电流到不了管道上，从而使得阴极保护失效，一旦套管内部进地下水，芯管与套管间产生金属短路，地面上的测试桩就完全处于失控状态，而在管道中加入牺牲阳极虽可以保护芯管，但是使用寿命有限，当牺牲阳极处于失效状态后想要恢复，只有重新开挖道路打开套管方能更换，更换的操作复杂且费用较高。

(四) 上海地区交通发达对于车流量、地面负荷较重的地点，采用套管敷设工艺较多，而由于套管的特殊性使得检测检修较为困难，如果产生泄漏点，很难检测出来。所以在施工时一般需要加装套管检查管才能了解套管内具体情况，需要定期派工作人员查看是否有泄漏情况存在。

## 四、注浆工艺

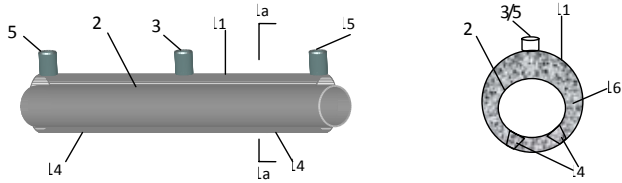
注浆工艺是一种常见的土体加固工艺，通过压送技术把胶液注入松散的土层中，凝结后对岩层中的裂缝做出缝补，可以非常有效的增加地基土壤的强度和硬度，提高整体的承载能力，也可以达到对施工部位的防渗堵漏目的，在上海这种土质柔软的地质条件下，注浆工艺使用较为频繁。

## 五、实际案例

在我公司承接的临港一化工区天然气管道工程2标段工程中，有一段规划路段原设计图纸计划开挖断面，用传统的套管直埋敷设施工方式。采用 $\Phi 1219 \times 14.3$ 钢制过路套管，中间穿芯管为高压管线 $\Phi 813 \times 15.9$ ，L415钢管。由于套管与管道之间的空腔部位存在着如上述所述多处弊端，极其不利于管线的长期使用，且为后期的维护更换带来不便，我们考虑到注浆工艺的诸多优势可以弥补空腔部位的不足，建议改进原有的套管施工方案，同业主方和设计方经过多次反复沟通磋商，多次开会商议后，共同决定将原施工方案改为对套管与穿芯管之间的空腔部位进行灌浆施工。

首先我们先预制 $\Phi 1219 \times 14.3$ 钢制套管72米，在设计规

划路过路段开挖至设计深度，随后套管下沟就位，现阶段该项目中的天然气管网采用Φ813\*15.9螺旋缝埋弧焊接钢管，管长为12米一根，在地面上进行布管和焊接拍片探伤施工，防腐补口等工艺，全部检验合格后，在穿芯管下设置钢制台车，用以帮助推进芯管在套管中前行，等到芯管就位后，于套管的两端用500厚砖墙加砌封堵芯管之间的空隙，为避免砖砌对管道产生摩擦伤害，在管道上再进行一层光固化套的保护，然后在套管的两端及中间各开一个Φ159口子，并焊接3.5米长Φ159管道（详见图1）。



套管下沟灌砂浆和砖砌加砌封堵示意图（图1） 套管与芯管间的剖面图（图a-a）

- 1、Φ1200钢套管 2、Φ800钢管 3、Φ159注浆管道 4、钢制台车 5、排气口 6、砖砌加砌

全部安装就绪后，使用M10水泥砂浆添加缓凝剂，从中间的注浆口注入空腔部位，由于砂浆不断地注入，套管与管道间的空气被不断挤出，从两端的排气口排出，直至排气口中溢出砂浆，表明管道空间被完全注满，即停止注浆，并封堵注浆孔，防止浆液继续流失。等待砂浆自然凝固后，套管注浆施工完毕。

### 六、套管注浆施工的优点

（一）从以上案例可以看出，在套管与芯管间的空腔部位注浆完全凝固后，中间不再存在任何空隙，无论套管两端使用何种密闭措施，无论埋入地下多久，都杜绝了管内地下水渗入的可能性。

（二）由于空腔内全面填入了浆液，大大加强了套管与芯管间的稳定性，比绝缘支架所起的局部支撑作用更为稳定可靠，地基震动或移位的情况下不会影响到管道之间的连接，完全取代了绝缘支架的使用，节省一笔工程开支。

（三）套管屏蔽电流的问题普遍存在，在空腔中注入浆液所以不会有地下水的渗入，则不需要采用牺牲阳极方式来保护芯管不受到腐蚀，也无须担心牺牲阳极块年久失效的需要经常更换的可能，同时无须定期的派工作人员巡视检查，这样大大节省了后期管道的维修维护费用。

（四）与传统的施工工艺相比，注浆工艺增加了套管地面负荷承载能力也增强了稳固性及抗震能力，有效抑制了芯管通气后的自然扰动，这个特性也使得注浆工艺出现非开挖穿越管改造后的稳管作用上，最大限度的保护了管道。套管无空腔就避免了渗水发生腐蚀而产生泄漏的可能，同时避免了土体中沼气等混入空腔新城混合气体，也就无须安装套管检查管，节省工程成本。

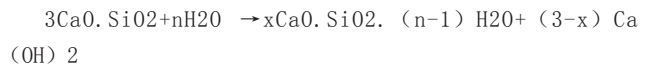
### 七、套管工艺的改革

套管注浆工艺的优点是十分明显的，在这项工程施工中我们也发现了一些不足之处，因为我们原设计方案为钢制套管已经采购完毕无法临时更换，而钢制材料埋入上海地区含水量较高的土壤中，会很快受到地下水的影响导致套管使用寿命的减少。根据这种情况我们会在今后的施工中有改进，将会采用混凝土套管

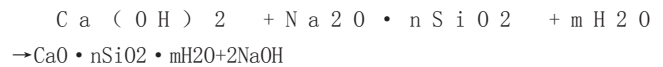
来避免钢制套管被腐蚀的情况发生。

混凝土管同灌注的浆液能更好融合，虽然混凝土套管有不受地下水侵蚀，稳固等特性，但是使用范围较为有限，对于施工作业区域范围较小，施工排管长度不足6米，承插式的接口方式要求管道与管道之间保持在同一个水平面，地下管线较为复杂需要设置弯头绕开的地方均无法采用混凝土套管，遇到这类情况发生时，我们经常采用的还是钢制套管。如经常遇到的繁忙路段过路口施工，经常是夜间施工，地下管线错综复杂无法使用机械开挖，人工挖土一晚上可能不足3米，天亮后为了保证正常的交通运输，就需要覆盖回填。所以应根据现场的实际情况再判定使用何种套管进行施工。

对于在间隙部位充入砂浆过程中发现，砂浆颗粒较大且流动性极差，对于敷设长度较长如顶管管线来说，空腔部位往往尚未充满就已经无法再流动了，无法做到完全的填充，所以对于填充的浆液也应进行适当改进。考虑先注入MU10砂浆添加缓凝剂至空腔约60%，随后注入40%的水泥-水玻璃双浆浆液。以水泥和水玻璃为主剂，流动性较强，按一定比例配比可提高可灌注性，同时提升凝胶时间的可控性。水泥-水玻璃浆液的凝结固化反应包括水泥水化反应、水泥水化反应产物Ca(OH)<sub>2</sub>与水玻璃的反应，即水泥与水拌合成水泥浆液后，由于水解和水化作用，产生活性很强的Ca(OH)<sub>2</sub>：



水玻璃与Ca(OH)<sub>2</sub>起作用，生成具有一定强度的凝胶体-水化硅酸钙：



凝胶体加速了水泥本身的硬化，水泥填充了裂隙、孔隙、孔隙、裂缝等等，从而起到固结、黏合、防渗，提高承载强度和抗变形能力以及传递应力等作用，而水玻璃的较强流动性以及黏合性，大大提升了灌浆的效率，使得在顶管管道中也可以顺利实施注浆工艺，而不会产生空隙。

同时对于浆液中水泥的配比，不同的配比产生的效果也不尽相同，需要在施工中不断探索和改进，改善和控制浆液固化过程中的膨胀。在旧燃气管道穿越管改造填充工艺中

### 结束语

在上海这种低海拔、土质松软、地下空间占用率极高且车流人流量都较大的地区会大量采用这类套管施工工艺，而通过本文的介绍，显示了该套管注浆工艺存在的优势明显。目前天然气管网公司正在大力推行该工艺的使用。这项技术已经取代原有的施工工艺在顶管套管中广泛使用了，相信通过我们不断的研究和试验，该项技术将会不断的改进，对工程提供有力的帮助。

### 参考文献

[1] 张兴华,朱锋. 敷设过路套管在城镇燃气管道的探讨. 中国石油石化, 141  
 [2] 王海伟,张兆民. 城镇燃气管道敷设过路套管的探讨, 2009年第四期河南建材  
 [3] 刘玉祥,柳慧鹏. 水泥-水玻璃双液注浆中的最优参数选择, 2005年12月矿冶第14卷第四期