

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2014.04.008

城市地下燃气钢质管道腐蚀与防护工作面临的问题及对策

□ 昆明城市燃气规划设计院 (650041) 李瑞云 吴建雄

摘 要: 本文介绍了城市地下燃气钢质管道腐蚀的特点、危害及防护(防腐)方法,简述了目前城市地下燃气钢质管道防腐工作存在的主要问题及制约当前防护工作的环境条件,对加强城市地下燃气钢质管道的防护主要措施进行了探讨。

关 键 词: 城市地下燃气钢质管道 腐蚀 防护 问题 对策

1 引言

随着城市现代化建设的发展,城市内地铁、轻轨、高压输电线路,工厂等电气设备、高层建筑防雷接地装置迅速增多,地中杂散电流来源广、干扰强,工业、生活污水排放,地表水污染严重,土壤腐蚀性

普遍较重,使得地下燃气钢质管道腐蚀日趋加重。而且城市各种地下金属管道及设施密集、纵横交错,管道距行道树较近,特别是2000年以前敷设的管道外防腐层主要是石油沥青玻璃布、煤焦油沥青玻璃布,其吸水率高、老化快,容易被树根穿透等造成外防腐层破坏,引起管道腐蚀穿孔,施工质量参差不一等加剧

为另一种阀体经过低温退火处理的黄铜球阀牌号,以消除阀体加工残余应力。

(3) 安装附加应力的控制

黄铜球阀丝扣端为柱螺纹,镀锌钢管端部加工为锥螺纹,锥螺纹旋入柱螺纹时,本身会对阀体产生附加应力。采用螺纹环规量具对镀锌钢管端部锥螺纹进行抽检,确保采用机械套丝机和手工丝板对锥螺纹的加工精度,在规定的旋入螺纹进丝深度要求下,减少锥螺纹尺寸加工偏差造成的额外附加应力。

(4) 对季裂环境的隔离

建议在平时不使用放散阀时,对地下井室内燃气

放散管黄铜球阀采用透明塑料袋进行包裹封扎,一方面可以隔离潮湿环境保护黄铜球阀,另一方面也可以隔离氨气和二氧化硫等介质与黄铜球阀的接触。

6 结语

黄铜球阀阀体裂纹泄漏的现象可能在许多有类似应用的燃气企业都存在,我们将逐步落实相关措施,并跟踪后期的效果,这种问题也提示我们对每一种燃气设备和材料的应用还需要对不同的环境条件适用性进行相应的评估。

管道腐蚀。

燃气既是一种高效、清洁的生活燃料，也是一种易燃、易爆的危险介质，城市地下燃气管道作为向千家万户输送燃气的通道，它的安全运行事关城市人民生命财产安全和生活秩序的正常进行。由于上述自然环境土壤腐蚀性、输送燃气的腐蚀性及某种程度上的人为因素（第三方破坏）及城市地铁、轻轨的快速发展，引起地下杂散电流腐蚀，使城市地下燃气钢质管道经常发生腐蚀穿孔（或断裂）泄漏，甚者引发燃烧、爆炸和中毒等恶性事故。

据中国《腐蚀防护报》报道。我国近 10×10^4 km的城市地下管道寿命有的只有2年~3年，多则20多年，比发达国家平均使用寿命差几倍，在近 4×10^4 km的油气管道中平均每年约有1 000km报废更新，数万处的腐蚀穿孔事故发生^[4]。据90年代京津地区燃气公司统计，70%以上的燃气管道泄漏都是由于防腐层破损致使腐蚀穿孔所造成^[2]。昆明城市煤气管网长度2 300km，从1984年至今全部采用阴极保护措施，经过对埋设试片腐蚀调查分析对比，结果显示：采用阴极保护防腐技术可有效缓解地下煤气管道的腐蚀速度，延长管道寿命1.49倍~1.76倍。到2004年煤气管道投入运行近20年，仅发生一例地下管道外壁腐蚀穿孔事故，随后因人工煤气含水、含硫量高，造成80年代敷设的一期工程中压管道积水段内腐蚀穿孔2次。

2 城市地下燃气管道防护技术应用发展及当前存在的问题

2.1 阴极保护技术应用进展及现状

地下燃气钢质管道传统的腐蚀控制防护措施是外壁防腐涂层、内壁防腐涂层，尤其是外壁腐蚀。为了从根本上解决外壁腐蚀造成的危害，美国在上世纪30年代对城市地下金属管道引入阴极保护技术，随后到50年代，比利时、前苏联、英国、德国等都先后采用了阴极保护技术控制埋地或水下管道的腐蚀。美国及其它工业发达国家对城市地下金属管道应用该保护技术进行了大规模普及推广，收到了巨大的经济和社会效益，使管道设备寿命延长了一倍以上。为此，美、日、前苏联、英国等工业发达国家在工业法规中

规定“禁用未加阴极保护而只有防护涂层的地下金属管道使用”。

据“法国煤气”期刊报道，截止1970年，已采用阴极保护技术的管道：德国17 000km、法国20 000km、前苏联60 000km、美国高达640 000km；同时制定了一系列的规范和标准，使阴极保护技术标准化、规范化^[5]。

我国在没有颁布国标《钢质管道外腐蚀控制规范》GB/T21447-2008、《埋地钢质管道阴极保护技术规范》GB/T21448-2008之前，由于不少城市的燃气公司对地下燃气管线腐蚀危害认识不足和在防腐方法理解上存在着较大差别，再加上各单位的经济实力和管线投资经费的差异，因此，有的燃气管线上施加了涂层和阴极保护，有的管线则只施加涂层而未采用阴极保护，城市地下燃气钢质管道的阴极保护也就成了可加可不加的技术措施。

从上世纪80年代初开始，北京、上海、沈阳、昆明等大中城市在地下燃气中、低压干管上都不同程度的推广应用了阴极保护技术。通过近30年各地的使用情况，证明效果是显著的。为了整体提高城市地下燃气钢质管道防腐水平，2003年出台的行业标准《城市燃气埋地钢质管道腐蚀控制技术规程》CJJ95中规定“城镇燃气埋地钢质管道必须采用防腐层进行外保护”、“新建高压、次高压、公称直径大于或等于100mm的中压管道和公称直径大于或等于200mm的低压管道必须采用防腐层辅以阴极保护的腐蚀控制系统。”对我国城镇地下燃气钢质管道防腐提出了基本要求。2008年国家防腐标准《钢质管道外防腐控制规范》GB/T21447-2008和《埋地钢质管道阴极保护技术规范》GB/T21448-2008颁布实施，标准中明确规定：“新建管道应采用防腐层加阴极保护的联合防护措施或其他业已证明有效的防腐蚀控制技术；已建带有防腐层的管道应限期补加阴极保护措施”、“阴极保护工程应与主体工程同时勘察、设计、施工和投运”。使得地下燃气钢质管道采用防腐层外加阴极保护的防护方式标准化、规范化。

2.2 城市地下燃气管道防护工作存在的主要问题

随着国家、行业防腐规范的实施，城市地下燃气钢质管道及设施采用阴极保护与防腐涂层相配合的单位越来越多。但由于设计不合理、施工不严格、日常

管理维护不到位等原因,出现防腐效果不好,投资和
维护费用增加的问题。

2.2.1 设计方面的原因

根据《钢质管道外腐蚀控制规范》GB/T21447-2008、《埋地钢质管道阴极保护技术规范》GB/T21448-2008的规定,要求设计前必需收集燃气管道参数、管道敷设沿线的地形地貌、土壤性能等基础资料,根据施工现场的实际情况进行设计。但受设计时限的影响,设计单位对地下燃气管道的防腐设计,存在着对管道外部环境的腐蚀性了解不多、数据采集不全,不能因地制宜、科学设计,很容易造成在阴极保护工程验收时达不到保护电位要求。

阴极保护设计作为燃气管道设计的辅助专业,一般在工艺设计完成后进行。由于前期工艺设计人员对阴极保护技术缺乏了解,在燃气工艺管道的选线、埋设处的覆土厚度、管道与设备的连接等设计时常常忽略阴极保护系统的相关要求,给随后进行阴极保护设计造成很大的障碍,甚至形成安全隐患。例如燃气埋地管道沿地铁、轻轨或高压输电线路水平敷设时,工艺人员一般比较关注燃气管道与上述电气设施的基础或轨道之间的间距是否满足《城镇燃气设计规范》GB50028-2006中表6.3.3-1的要求,而较少关注钢质燃气管道与上述电气设施接地体的间距是否满足国家防腐规范GB/T21447-2008的相关要求。当钢质燃气管道长期受较强交流电干扰,不仅会影响牺牲阳极保护效果,甚至会导致管道阴极保护设施失效,据国内有关报道,严重时几个月可造成管道腐蚀穿孔。

2.2.2 施工方面的原因

在施工质量管理、竣工验收过程中,城市地下燃气管道受地形条件限制、工期紧影响,往往只注重管道严密性而忽视防腐及其它问题,管道回填质量差,很难满足防腐质量要求。有的单位在管道施工中不重视防腐质量的检测,仅仅是在管道下沟以前进行有限的防腐层检查,对管道埋入地下后一般不做复测,还有单位根本不做防腐层的检测。实际上,对一个建设工程来说,投产前的竣工整体验收测试才是必要的。目前很多城市地下管道应用阴极保护,牺牲阳极保护距离过短或达不到设计要求,其普遍原因就是管道在回填过程中,造成防腐层破损而又未能及时修复,使

阴极保护电流对地大量泄漏所致;其后果不仅降低了保护长度,还增加了阴极保护投资。

2.2.3 日常维护管理不到位

城市地下燃气钢质管道阴极保护系统投入运行后,管道正常情况下可有效运行数十年。

但一些单位忽视日常管理维护工作,部分维护人员不能很好的辨别故障类型、来源和及时排除故障,自然损坏的牺牲阳极和设置在户外的阴极保护系统装置在受到人为破坏后得不到及时更换和维修,使得阴极保护系统受损严重,甚至失效,造成燃气管道达不到应有的保护。

3 加强城市地下燃气钢质管道防护的主要措施

虽然我国的防腐技术逐年提高,但与发达国家还存在着一定的差距。为了缩小差距,现阶段加强城市地下燃气钢质管道的防护工作是势在必行,其主要防护措施如下:

3.1 设计严格执行国标、行标,完善与其他专业的沟通

设计工作是龙头,防腐设计人员除严格按国家和行业的有关防腐标准、规范进行设计外,还应与工艺管道设计密切协作、同步设计、同步施工,才可能做到保护设施布局合理、保护电流均匀分布,技术可靠。这对消除管道上附属设施部位的保护电流的流失尤为重要。

3.2 燃气钢质管道的防护措施

3.2.1 管道外壁防护

城市地下燃气钢质管道的外壁防护包括外防腐涂层和阴极保护两部分。

对于外防腐涂层,国内上世纪至80年代主要采用石油沥青、煤焦油沥青防腐层,90年代环氧煤沥青防腐层、聚乙烯胶粘带,2000年开始推广采用聚乙烯(PE)三层结构防腐层技术。

牺牲阳极法施工简单、管理方便、不需外部电流、对邻近金属干扰小,对管道还起到接地排流的保护作用。国内城市今后一段时期对地下燃气钢质管道仍以采用3PE外防腐涂层外加牺牲阳极法的防腐措施为主。

深井式外加电流法,国外城市地下管道应用较为成熟,该法干扰影响小、施工、管理复杂,需要电

源,不受土壤电阻率的限制,装置寿命长,在某些场合应用得好可能是最佳选择。国内有的城市在地下燃气管道上对深井式外加电流法进行了尝试,对新建管道防腐层,如果质量优异是可行的。但是,单独采用此法不可行,某些杂散电流和静电在管道上的影响还是无法排除。

结合城市地下杂散电流来源广、管道上的杂散电流、静电需要排除及防雷的特性。在具体工程时应综合考虑土壤状况及周围环境、轻轨、地铁等的影响,费用和日常管理等进行选择阴极保护方法。

因管道建设日期不同防腐层性能不一,特别需要注意的是采用阴极保护应区分新建管道和已建管道,进行绝缘分片保护,并且根据防腐层的绝缘性能不同采取不同的保护措施,才能有效提高阴极保护效果。

根据现在国内城市应用阴极保护技术的水平和效果。笔者认为:现阶段对新建管道阴极保护以牺牲阳极法为主、或牺牲阳极法与深井式外加电流法联合保护共存。对已运行多年的在役管道通过腐蚀调查,并经过对防腐层的破损修补及管道对地的绝缘改造,采取针对措施进行保护。

3.2.2 管道内壁防腐

从各地输送燃气的管道来看,输送湿燃气的管道内壁积液段腐蚀普遍大于管道外壁,由于湿燃气中不但含有水分,同时也含有具有腐蚀性的杂质。为提高耐蚀能力,从根本上减缓内壁腐蚀造成的危害,应在燃气进入管道前脱除水分,加强净化,使腐蚀介质含量达到或小于国家标准。对脱水和净化达不到要求的燃气,从长远经济合理的角度考虑,在管道内壁喷涂内涂层,既可提高输送效率,减缓内壁腐蚀,又可采用薄壁管,降低工程造价。对输送含腐蚀介质的燃气管道,在内壁长期积水段采用内防腐涂层加阴极保护。

3.4 施工质量管理

为了提高地下燃气钢质管道防护效果,必须严格施工质量管理、检验、验收制度,加强现场的监理工作,同时抓好现场施工人员和工程管理人员的质量监督工作。确保防腐层通过有关规范要求的电火花检测标准;管道下沟前、覆土后应进行严格的检查,发现防腐层破损要及时返工修补至合格;其它附属设施阀

门井、排水器及现场补口等应由施工工艺确保工程质量,以减少保护电流在上述设施部位的对地泄漏;牺牲阳极的规格、数量、安装位置,焊点的绝缘处理等严格按设计要求进行。

3.5 日常管理

优化的设计、优质的施工质量是防止金属管道腐蚀的基础,而科学的管理是确保地下燃气钢质管道及设备安全运行防护的必要手段。定期进行必要的测试、维护、管理工作,提高生产管理人员的技术水平、质量观念和公益意识,采用新技术、新材料,才能有效管理维护金属管道设备的安全运行。健全工程建设中各个环节的各项规程,按规程制度进行有效管理,才能创造一流的工程,一流的管理,最大限度的延长管道设备的使用寿命。

4 结束语

虽然国家和行业防腐标准、规范的实施,对城市地下燃气钢质管道安全、可靠、有效长期服役运行提供了有力的保障,但我国阴极保护应用的深度、广度距国外还有一定差距,只有在管道工程的设计、施工和管理过程中严格执行标准规范并加强防护意识,不断实践和总结,才能提高城市地下管道的防腐水平,确保地下管道的运行安全、可靠。

参考文献

- 1 GB/T21447-2008 钢质管道外防腐控制规范, GB/T21448-2008埋地钢质管道阴极保护技术规范, CJJ95-2003城市燃气埋地钢质管道腐蚀控制技术规程, GB50028-2006城镇燃气设计规范
- 2 赵秀云, 米琪. 埋地煤气管道防腐层破损的探测. 煤气与热力, 1995; 3: 31
- 3 中国腐蚀与防护学会编. 97' 全国城市地下管线防腐蚀工程技术交流会论文集. 1997: 5
- 4 何荣. 阴极保护在城市地下煤气管道上的应用及前景. 中国科学技术文库·建筑工程, 1997; 10: 1592
- 5 胡士信. 阴极保护工程手册. 化学工业出版社, 1999: 1