前　言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2010年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标［2010］43号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，修订本规程。

本规程的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 腐蚀控制评价；5. 防腐层；6. 阴极保护；7. 干扰防护；8. 腐蚀控制工程的运行管理等。

本规程修订的主要技术内容是：1. 增加了交流干扰评价、防腐层评价、阴极保护评价三部分内容；2. 删除了二层挤压聚乙烯防腐层、聚乙烯胶带防腐层的内容，增加了双层环氧防腐层的相关内容；3. 调整了章节结构；4. 增加了交流干扰防护的内容；5. 增加了干扰防护系统的检测和维护、管道腐蚀损伤的检测和维护两部分内容。

本规程中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规程由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由北京市燃气集团有限责任公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送北京市燃气集团有限责任公司（地址：北京市朝阳区安华里二区7号楼，邮编：100011）。

本规程主编单位：北京市燃气集团有限责任公司

本规程参编单位：北京市燃气集团研究院
北京市公用事业科学研究所
港华投资有限公司
成都城市燃气有限责任公司

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

天津市燃气热力规划设计院
上海燃气（集团）有限公司
西安秦华天然气有限公司
深圳市燃气集团股份有限公司
中国燃气控股有限公司
沈阳燃气有限公司
钢铁研究总院青岛海洋腐蚀研究所
北京科技大学新材料技术研究院
北京中腐防蚀工程技术有限公司
北京安科管道工程科技有限公司
武汉安耐捷科技工程有限公司
北京松晖管道有限公司
宁波安达防腐材料有限责任公司

本规程主要起草人员：车立新　孙健民　应援农　黄从祥
梁家琪　杨　森　杨印臣　席　丹
丁继峰　陈学政　付山林　杜艳霞
王修云　李美竹　马瑞莉　颜达峰
李英杰　邹　戎　李夏喜　段　蔚
王　学　孙　锐　徐孟锦

本规程主要审查人员：杨　健　高立新　王春起　刘新领
魏秋云　左　禹　曹　备　陈　琴
朱　丹　赵瑞保　薛连民

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

目　　次

1　总则 …… 1
2　术语 …… 2
3　基本规定 …… 5
4　腐蚀控制评价 …… 7
4.1　土壤腐蚀性评价 …… 7
4.2　干扰评价 …… 8
4.3　防腐层评价 …… 9
4.4　阴极保护评价 …… 11
4.5　管道腐蚀损伤评价 …… 12
5　防腐层 …… 14
5.1　一般规定 …… 14
5.2　防腐层涂覆 …… 15
5.3　防腐管的检验、储存和搬运 …… 15
5.4　防腐管的施工和验收 …… 16
6　阴极保护 …… 18
6.1　一般规定 …… 18
6.2　阴极保护系统设计 …… 18
6.3　阴极保护系统施工 …… 20
6.4　阴极保护系统验收 …… 21
7　干扰防护 …… 23
7.1　一般规定 …… 23
7.2　直流干扰的防护 …… 23
7.3　交流干扰的防护 …… 24
8　腐蚀控制工程的运行管理 …… 26
8.1　防腐层的检测和维护 …… 26

住房城乡建设部信息公开浏览专用

8.2 阴极保护系统的运行和维护 …… 27
8.3 干扰防护系统的检测和维护 …… 27
8.4 管道腐蚀损伤的检测和维护 …… 28
本规程用词说明 …… 29
引用标准名录 …… 30

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

Contents

1 General Provisions ····· 1
2 Terms ····· 2
3 Basic Requirement ····· 5
4 Evaluation of corrosion control ····· 7
4.1 Evaluation of Soil Corrosivity ····· 7
4.2 Interference Evaluation ····· 8
4.3 Coating Evaluation ····· 9
4.4 Cathodic Protection Evaluation ····· 11
4.5 Evaluation of Pipe Corrosion and Damage ····· 12
5 Coating ····· 14
5.1 General Requirement ····· 14
5.2 Coating on the Pipe ····· 15
5.3 Inspection, Storage and Handling of Coated Pipe ····· 15
5.4 Construction and Acceptance of Coated Pipe ····· 16
6 Cathodic Protection ····· 18
6.1 General Requirement ····· 18
6.2 Design of Cathodic Protection System ····· 18
6.3 Construction of Cathodic Protection System ····· 20
6.4 Acceptance of Cathodic Protection System ····· 21
7 Interference Protection ····· 23
7.1 General Requirement ····· 23
7.2 Protection of DC Interference ····· 23
7.3 Protection of AC Interference ····· 24
8 Operation and Management of Corrosion Control Engineering ····· 26

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

8.1 Inspection and Maintenance of Coating ····· 26
8.2 Operation and Maintenance of Cathodic Protection System ····· 27
8.3 Inspection and Maintenance of Interference Protection System ····· 27
8.4 Inspection and Maintenance of Pipe Corrosion Damage ····· 28
Explanation of Wording in This Specification ····· 29
List of Quoted Standards ····· 30

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

1 总　　则

1.0.1 为使城镇燃气埋地钢质管道（以下简称管道）腐蚀控制工程统一标准、合理设计、规范施工、科学管理，提高管道的安全性，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于城镇燃气埋地钢质管道外腐蚀控制工程的设计、施工、验收和运行管理。

1.0.3 管道腐蚀控制工程应做到技术可靠、经济合理、保护环境，并应满足腐蚀控制要求。

1.0.4 城镇燃气埋地钢质管道腐蚀控制工程除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

2 术　　语

2.0.1　腐蚀　corrosion

金属与环境介质间的物理－化学相互作用，其结果使金属的性能发生变化，并常可导致金属、环境或由它们作为组成部分的技术体系的功能受到损伤。

2.0.2　腐蚀速率　corrosion rate

单位时间内金属遭受腐蚀的质量损耗量或腐蚀深度。

2.0.3　腐蚀控制　corrosion control

人为改变金属的腐蚀体系要素，以降低金属的腐蚀速率和对环境介质的影响，保障管道的服役功能。

2.0.4　腐蚀电位　corrosion potential

金属在给定腐蚀体系中的电极电位。

2.0.5　自腐蚀电位　free corrosion potential

在开路条件下，处于电解质中的腐蚀金属表面相对于参比电极的电位，即没有净电流从金属表面流入或流出时的电极电位，也称为静止电位、开路电位或自然腐蚀电位。

2.0.6　防腐层　coating

涂覆在管道及其附件表面上，使其与腐蚀环境实现物理隔离的绝缘材料层。

2.0.7　防腐层面电阻率　coating resistivity

防腐层电阻和防腐层表面积的乘积。

2.0.8　漏点　holiday

防腐层的不连续处，导致金属表面暴露于环境中。

2.0.9　电绝缘　electrical isolation

管道与相邻的其他金属物或环境物质之间，或在管道的不同管段之间呈电气隔离的状态。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

2.0.10 电连续性 electrical continuity

对指定管道体系的整体电气导通性。

2.0.11 阴极保护 cathodic protection

通过降低腐蚀电位，使管道腐蚀速率显著减小而实现电化学保护的一种方法。

2.0.12 牺牲阳极 sacrificial anode or galvanic anode

与被保护管道偶接而形成电化学电池，并在其中呈低电位的阳极，通过阳极溶解释放电子以对管道实现阴极保护的金属组元。

2.0.13 牺牲阳极阴极保护 cathodic protection with sacrificial anode

通过与作为牺牲阳极的金属组元偶接而对管道提供电子以实现阴极保护的一种电化学保护方法。

2.0.14 强制电流阴极保护 impressed current cathodic protection

通过外部电源对管道提供电子以实现阴极保护的一种电化学保护方法，也称为外加电流阴极保护。

2.0.15 辅助阳极 impressed current anode or auxiliary anode

在强制电流阴极保护系统中，与外部电源正极相连并在阴极保护电回路中起导电作用构成完整电流回路的电极。

2.0.16 参比电极 reference electrode

具有稳定可再现电位的电极，在测量管道电位或其他电极电位值时用于组成测量电池的电化学半电池，作为电极电位测量的参考基准。

2.0.17 汇流点 drain point

阴极电缆与被保护金属管道的连接点，保护电流通过此点流回电源。

2.0.18 测试装置 test station

布设在埋地管道沿线，用于监测与检测管道阴极保护参数的设施。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

2.0.19 极化 polarization

由于金属和电解质之间有净电流流动而导致的电极电位偏离初始电位现象，可表征电极界面上电极过程的阻力作用。

2.0.20 阴极极化电位 cathodic polarized potential

在阴极极化条件下金属/电解质界面的电位，等于自腐蚀电位与阴极极化电位值的和。

2.0.21 阴极剥离 cathodic disbondment

由阴极反应产物造成的覆盖层和涂覆表面粘结性的破坏。

2.0.22 阴极保护电位 cathodic protective potential

为达到阴极保护目的，在阴极保护电流作用下使管道电位从自腐蚀电位负移至某个阴极极化的电位值。

2.0.23 IR降 IR drop

根据欧姆定律，由于电流的流动在参比电极与金属管道之间电解质内产生的电压降。

2.0.24 通电电位 on potential

阴极保护系统持续运行时测量的金属/电解质电位。

2.0.25 断电电位 off potential

断电瞬间测得的金属/电解质电位。

2.0.26 杂散电流 stray current

从规定的正常电路中流失而在非指定回路中流动的电流。

2.0.27 干扰 interference

由于杂散电流作用或感应电流作用等对管道产生的有害影响。

2.0.28 排流保护 electrical drainage protection

用电学的或物理的方法把进入管道的杂散电流导出或阻止杂散电流进入管道，以防止杂散电流腐蚀的保护方法。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

3 基本规定

3.0.1 **城镇燃气埋地钢质管道必须采用防腐层进行外保护。**

3.0.2 新建管道应采用防腐层辅以阴极保护的腐蚀控制系统。

3.0.3 管道外防腐层应保持完好；采用阴极保护时，阴极保护不应间断。

3.0.4 仅有防腐层保护的在役管道宜追加阴极保护系统。

3.0.5 处于强干扰腐蚀地区的管道，应采取防干扰保护措施。

3.0.6 管道腐蚀控制系统应根据土壤环境因素、技术经济因素和环境保护因素确定，并应符合下列规定：

1 土壤环境因素应包括下列内容：

1）土壤环境的腐蚀性；

2）管道钢在土壤中的腐蚀速率；

3）管道相邻的金属构筑物状况及其与管道的相互影响；

4）对管道产生干扰的杂散电流源及其影响程度。

2 技术经济因素应包括下列内容：

1）管道输送介质的性能及运行工况；

2）管道的设计使用年限及维护费用；

3）管道腐蚀泄漏导致的间接费用；

4）用于管道腐蚀控制的费用。

3 环境保护因素应包括下列内容：

1）管道腐蚀控制系统对人体健康和环境的影响；

2）管道埋设的地理位置、交通状况和人口密度；

3）腐蚀控制系统对土壤环境的影响。

3.0.7 在发生管道腐蚀泄漏或发现腐蚀控制系统失效时，应按本规程第4章的规定进行土壤腐蚀性、防腐层、阴极保护、杂散电流干扰和管道腐蚀损伤评价，并应根据评价结果采取相应

住房城乡建设部信息公开 测试专用

措施。

3.0.8 管道腐蚀控制系统的设计、施工单位应具有相应资质，进行施工及管理的技术人员应具有相应专业技术资格，实施操作人员应经过专业培训。

3.0.9 管道腐蚀控制系统的档案管理宜通过数字化信息系统进行。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

4 腐蚀控制评价

4.1 土壤腐蚀性评价

4.1.1 土壤腐蚀性应采用检测管道钢在土壤中的腐蚀电流密度和平均腐蚀速率判定。土壤腐蚀性评价指标应符合表 4.1.1 的规定。

表 4.1.1 土壤腐蚀性评价指标

指　标	级　别				
	极轻	较轻	轻	中	强
腐蚀电流密度($\mu A/cm^2$)	<0.1	0.1～<3	3～<6	6～<9	≥9
平均腐蚀速率[$g/(dm^2 \cdot a)$]	<1	1～<3	3～<5	5～<7	≥7

4.1.2 在土壤层未遭到破坏的地区，可采用土壤电阻率指标判定土壤腐蚀性。土壤电阻率腐蚀性评价指标应符合表 4.1.2 的规定。

表 4.1.2 土壤电阻率腐蚀性评价指标

指　标	级　别		
	轻	中	强
土壤电阻率（Ω·m）	>50	20～50	<20

4.1.3 当存在细菌腐蚀时，应采用土壤氧化还原电位指标判定土壤腐蚀性。土壤细菌腐蚀性评价指标应符合表 4.1.3 的规定。

表 4.1.3 土壤细菌腐蚀性评价指标

指　标	级　别			
	轻	中	较强	强
氧化还原电位（mV）	≥400	200～<400	100～<200	<100

住房城乡建设部信息公开浏览专用

4.2 干 扰 评 价

4.2.1 直流干扰评价应符合下列规定：

1 管道受直流干扰程度应采用管地电位正向偏移指标或土壤电位梯度指标判定；

2 直流干扰程度评价指标应符合表 4.2.1-1 的规定；当管地电位正向偏移值难以测取时，可采用土壤电位梯度指标评价，杂散电流强弱程度的评价指标应符合表 4.2.1-2 的规定；

表 4.2.1-1 直流干扰程度评价指标

指 标	级 别		
	弱	中	强
管地电位正向偏移值（mV）	＜20	20～200	＞200

表 4.2.1-2 杂散电流强弱程度的评价指标

指 标	级 别		
	弱	中	强
土壤电位梯度（mV/m）	＜0.5	0.5～5.0	＞5.0

3 当管道任意点的管地电位较该点自腐蚀电位正向偏移大于 20mV 或管道附近土壤电位梯度大于 0.5mV/m 时，可确认管道受到直流干扰；

4 当管道任意点的管地电位较自腐蚀电位正向偏移大于 100mV 或管道附近土壤电位梯度大于 2.5mV/m 时，应采取防护措施。

4.2.2 当管道上的交流干扰电压高于 4V 时，应采用交流电流密度进行评估，并应符合下列规定：

1 交流电流密度可通过测量获得，其测量方法应符合国家相关标准的规定；

2 交流电流密度也可按下式计算得出：

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

$$J_{AC}=\frac{8V}{\rho\pi d} \tag{4.2.2}$$

式中：J_{AC}——评估的交流电流密度（A/m²）；

V——交流干扰电压有效值的平均值（V）；

ρ——土壤电阻率（Ω·m），ρ 值应取交流干扰电压测试时测试点处与管道埋深相同的土壤电阻率实测值；

d——破损点直径（m），d 值按发生交流腐蚀最严重考虑，取 0.0113。

4.2.3 交流干扰评价应符合下列规定：

1 管道受交流干扰程度判断指标可按表 4.2.3 进行判定。

表 4.2.3 交流干扰程度判断指标

指标	级别		
	弱	中	强
交流电流密度（A/m²）	＜30	30～100	＞100

2 当交流干扰程度判定为“强”时，应采取防护措施；当判定为“中”时，宜采取防护措施；当判定为“弱”时，可不采取防护措施。

4.3 防腐层评价

4.3.1 管道防腐层缺陷的评价可采用交流电位梯度法、直流电位梯度法、交流电流衰减法和密间隔电位法进行，防腐层缺陷评价分级应符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 防腐层缺陷评价分级

检测方法	级别		
	轻	中	重
交流电位梯度法（ACVG）	低电压降	中等电压降	高电压降

住房城乡建设部信息公开 试读专用

续表 4.3.1

检测方法	级　别		
	轻	中	重
直流电位梯度法（DCVG）	电位梯度 IR% 较小，CP 在通/断电时处于阴极状态	电位梯度 IR% 中等，CP 在断电时处于中性状态	电位梯度 IR% 较大，CP 在通/断电时处于阳极状态
交流电流衰减法	单位长度衰减量小	单位长度衰减量中等	单位长度衰减量较大
密间隔电位法（CIPS）	通/断电电位轻微负于阴极保护电位准则	通/断电电位中等偏离并正于阴极保护电位准则	通/断电电位大幅偏离并正于阴极保护电位准则
评价结果	具有钝化或较低的腐蚀活性可能性	具有一般腐蚀活性	具有高腐蚀活性可能性
处理建议	可不开挖检测	计划开挖检测	立即开挖检测

4.3.2　防腐层绝缘性能评价应符合下列规定：

1　对环氧类、聚乙烯等高性能防腐层的绝缘性能可采用电流－电位法或交流电流衰减法进行定性评价；

2　石油沥青防腐层绝缘性能评价指标应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2　石油沥青防腐层绝缘性能评价指标

检测方法及建议	防腐层等级				
	Ⅰ（优）	Ⅱ（良）	Ⅲ（可）	Ⅳ（差）	Ⅴ（劣）
电流－电位法测面电阻率 R_g（Ω·m²）	≥5000	2500≤R_g<5000	1500≤R_g<2500	500≤R_g<1500	<500
变频－选频法测面电阻率 R_g（Ω·m²）	≥10000	6000≤R_g<10000	3000≤R_g<6000	1000≤R_g<3000	<1000

住房城乡建设部信息公开浏览专用

续表 4.3.2

检测方法及建议	防腐层等级				
	Ⅰ（优）	Ⅱ（良）	Ⅲ（可）	Ⅳ（差）	Ⅴ（劣）
老化程度及表现	基本无老化	老化轻微，无剥离和损伤	老化较轻，基本完整，沥青发脆	老化较严重，有剥离和较严重的吸水现象	老化和剥离严重，轻剥即掉
处理建议	暂不维修和补漏	计划检漏和修补作业	近期检漏和修补	加密测点进行小区段测试，对加密点测出的小于1000Ω·m^2的防腐层进行维修	大修

4.4 阴极保护评价

4.4.1 阴极保护状况可采用管道极化电位进行评价。

4.4.2 正常情况下，施加阴极保护后，使用铜/饱和硫酸铜参比电极（以下简称 CSE）测得的管道极化电位应达到或负于−850mV。测量电位时，应考虑 IR 降的影响。

4.4.3 存在细菌腐蚀时，管道极化电位值相对于 CSE 应小于或等于−950mV。

4.4.4 在土壤电阻率为 100Ω·m～1000Ω·m 的环境中，管道极化电位值相对于 CSE 应小于或等于−750mV；当土壤电阻率大于 1000Ω·m 时，管道极化电位值相对于 CSE 应小于或等于−650mV。

4.4.5 当阴极极化电位难以达到−850mV 时，可采用阴极极化或去极化电位差大于 100mV 的判据。

4.4.6 阴极保护的管道极化电位不应使被保护管道析氢或防腐层产生阴极剥离。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

4.5 管道腐蚀损伤评价

4.5.1 管道腐蚀损伤评价的方法应符合现行行业标准《钢制管道及储罐腐蚀评价标准 埋地钢质管道外腐蚀直接评价》SY/T 0087.1 的有关规定。当采用剩余壁厚、危险截面和剩余强度三个层次逐级评价时，管道腐蚀损伤评价指标应符合表 4.5.1 的规定。

表 4.5.1 管道腐蚀损伤评价指标

评价方法		评价等级						
		Ⅰ	ⅡA	ⅡB	Ⅲ	ⅣA	ⅣB	Ⅴ
1	剩余壁厚评价	$T_{mm}>0.9T_0$	$0.2<T_{mm}/T_0\leqslant 0.9$					$T_{mm}\leqslant 0.2T_0$ 或 $T_{mm}\leqslant 2mm$
2	危险截面评价	—	$T_{mm}>T_{min}$	—			$T_{mm}\leqslant 0.5T_{min}$ 或危险截面超标	—
3	剩余强度评价	—	—	$RSF\geqslant 0.9$	$0.5\leqslant RSF<0.9$	$RSF<0.5$	—	—
评价结果		腐蚀很轻	腐蚀不严重		腐蚀较严重	腐蚀严重		腐蚀很严重
处理建议		继续使用	监控		降压使用	计划维修		立即维修

注：T_{mm} 为管道最小剩余壁厚（mm）；T_0 为管道壁厚（mm）；T_{min} 为管道最小安全壁厚（mm）；RSF 为管道剩余强度因子。

4.5.2 管道腐蚀速率应采用最大点蚀速率指标进行评价。管道腐蚀性评价指标应符合表 4.5.2 的规定。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

表 4.5.2　管道腐蚀性评价指标

指 标	级　别			
	轻	中	重	严重
最大点蚀速率（mm/a）	＜0.305	0.305～＜0.611	0.611～＜2.438	≥2.438

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

5 防 腐 层

5.1 一 般 规 定

5.1.1 管道防腐层主要性能应符合下列规定：

1 应有良好的电绝缘能力；

2 应有足够的抗阴极剥离能力；

3 与管道应有良好的粘结性；

4 应有良好的耐水、汽渗透性；

5 应具有良好的机械性能；

6 应有良好的耐化学介质性能；

7 应有良好的耐环境老化性能；

8 应易于修复；

9 工作温度应为－30℃～70℃。

5.1.2 防腐层应根据下列因素选择：

1 土壤环境和地形地貌；

2 管道运行工况；

3 管道系统设计使用年限；

4 管道施工环境和施工条件；

5 现场补口、补伤条件；

6 防腐层及其与阴极保护相配合的经济合理性；

7 防腐层涂覆过程中不应危害人体健康和污染环境；

8 防腐层的材料和施工工艺不应对母材的性能产生不利影响。

5.1.3 管道防腐层宜采用挤压聚乙烯防腐层、熔结环氧粉末防腐层、双层环氧防腐层等，普通级和加强级的防腐层基本结构应符合表5.1.3的规定。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

表 5.1.3　防腐层基本结构

防腐层	基本结构	
	普通级	加强级
挤压聚乙烯防腐层	≥120μm 环氧粉末 +≥170μm 胶粘剂 +1.8mm～3.0mm 聚乙烯	≥120μm 环氧粉末 +≥170μm 胶粘剂 +2.5mm～3.7mm 聚乙烯
熔结环氧粉末防腐层	≥300μm 环氧粉末	≥400μm 环氧粉末
双层环氧防腐层	≥250μm 环氧粉末+ ≥370μm 改性环氧	≥300μm 环氧粉末 +≥500μm 改性环氧

5.1.4　下列情况应按本规程表 5.1.3 采用加强级防腐层结构：

1　高压、次高压、中压管道和公称直径大于或等于 200mm 的低压管道；

2　穿越河流、公路、铁路的管道；

3　有杂散电流干扰及存在细菌腐蚀的管道；

4　需要特殊防护的管道。

5.1.5　管道附件的防腐层等级不应低于管道防腐层等级。

5.2　防腐层涂覆

5.2.1　防腐层涂覆前应进行管道表面预处理，预处理方法和检验标准应符合国家现行相关标准的规定，合格后方可涂覆。

5.2.2　管道防腐层涂覆应在工厂进行，防腐层涂覆应完整、连续及与管道粘结牢固，涂覆及质量应符合相应防腐层标准的要求。

5.2.3　管道预留的裸露表面应涂刷防锈可焊涂料。

5.3　防腐管的检验、储存和搬运

5.3.1　防腐管现场质量检验指标应符合下列规定：

1　外观：防腐层表面不得出现气泡、破损、裂纹、剥离等缺陷；

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

2 厚度：防腐层厚度不得低于本规程表 5.1.3 的最低厚度要求；

3 粘结力：防腐层与管道的粘结力不得低于相应防腐层技术标准要求；

4 连续性：防腐层中暴露金属的漏点数量应符合相应防腐层技术标准要求。

5.3.2 防腐管现场质量检验及处理方法应符合下列规定：

1 外观：应逐根检验，对发现的缺陷应修补处理直至复检合格；

2 厚度：每根管应检测两端和中部共 3 个圆截面，每个圆截面测量上、下、左、右共 4 个点，以最薄点为准。每 20 根抽检 1 根（不足 20 根按 20 根计），如不合格应加倍抽检，加倍抽检仍不合格，则应逐根检验，不合格者不得使用；

3 粘结力：采用剥离法，取距防腐层边界大于 10mm 的任一点进行测量。每 100 根抽检 1 根（不足 100 根按 100 根计），如不合格应加倍抽检，加倍抽检仍不合格，则应逐根检验，不合格者不得使用；

4 连续性：应采用电火花检漏仪逐根检验。挤压聚乙烯防腐层的检漏电压为 25000V；熔结环氧粉末防腐层、双层环氧防腐层的检漏电压为 5V/μm。对发现的缺陷应进行修补处理至复检合格。

5.3.3 防腐管露天存放时，应避光保存，存放时间不宜超过 6 个月。

5.3.4 防腐管在装卸、堆放、移动和运输过程中必须采取保护防腐层不受损伤的措施，应使用专用衬垫及吊带，严禁钢丝绳直接接触防腐层。

5.4 防腐管的施工和验收

5.4.1 防腐管的施工应符合下列规定：

1 管沟底土方段应平整且无石块，石方段应有不小于

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

300mm 厚的细软垫层，沟底不得出现损伤防腐层或造成电屏蔽的物体；

2 防腐管下沟前应对防腐层进行外观检查，并应采用电火花检漏仪进行检漏；检漏范围包括补口处，检漏电压应符合本规程第 5.3.2 条的规定；

3 防腐管下沟时应采取措施保护防腐层不受损伤；

4 防腐管下沟后应对防腐层外观再次进行检查，发现防腐层缺陷应及时修复；

5 防腐管的回填应符合现行行业标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ 33 的有关规定。

5.4.2 防腐管的补口和补伤应使用与原防腐层相容的材料，补口和补伤材料理论使用寿命不得低于管道系统设计使用年限，施工、验收应符合国家现行有关标准规定。当补口材料为热收缩套时，补口处检漏电压应为 15000V。

5.4.3 防腐管切、接线处的表面处理应使用电动或气动工具。

5.4.4 防腐管切、接线所用防腐材料应紧密包覆在所有裸露钢材表面，切、接线处防腐层厚度不宜小于管道防腐层厚度，并应进行电火花检漏。

5.4.5 防腐管回填后必须对防腐层完整性进行检查。

5.4.6 完整性检查发现的防腐层缺陷应进行修补至复检合格。

5.4.7 定向钻施工的管段应进行防腐层面电阻率检测，以评价防腐层的质量，可根据评价结果采取相应的措施。

5.4.8 防腐管施工后，应提供下列竣工资料：

1 防腐管按本规程第 5.3.1 条和第 5.3.2 条进行的检测验收记录；

2 防腐管现场施工补口、补伤的检测记录；

3 隐蔽工程记录；

4 防腐层原材料、防腐管的出厂合格证及质量检验报告；

5 补口、补伤材料的出厂合格证及质量检验报告；

6 防腐管完整性检验记录。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

6 阴极保护

6.1 一般规定

6.1.1 管道阴极保护可采用牺牲阳极法、强制电流法或两种方法的结合，设计时应根据工程规模、土壤环境、管道防腐层质量等因素，经济合理地选用。

6.1.2 管道阴极保护不应对相邻埋地管道或构筑物造成干扰。

6.1.3 新建管道阴极保护的勘察、设计、施工应与管道的勘察、设计、施工同时进行，并应同时投入使用。

6.1.4 在管道埋地6个月内，正常阴极保护系统不能投入运行时，应采取临时性阴极保护措施。在强腐蚀性土壤中，管道在埋入地下时应施加临时阴极保护措施，直至正常阴极保护投产。对于受到杂散电流干扰影响的管道，阴极保护应在3个月之内投入运行。

6.1.5 对在役管道追加阴极保护前，应对防腐层绝缘性能进行检测，并应实际测量阴极保护所需电流及保护范围。

6.2 阴极保护系统设计

6.2.1 市区或地下管道及构筑物相对密集的区域宜采用牺牲阳极阴极保护。具备条件时，可采用柔性阳极阴极保护。

6.2.2 在有条件实施区域性阴极保护的场合，可采用深井阳极地床的阴极保护。

6.2.3 采用阴极保护的管道应设置电绝缘装置，电绝缘装置包括绝缘接头、绝缘法兰、绝缘短管、套管内绝缘支撑、管桥上的绝缘支架等，并应符合下列规定：

1 高压、次高压、中压管道宜使用整体埋地型绝缘接头；

2 电绝缘装置应采取防止超过其绝缘能力的高电压电涌冲

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

击的保护措施；

3 在爆炸危险区，应采用防爆电绝缘装置。

6.2.4 下列部位应安装电绝缘装置：

1 被保护管道的两端及保护与未保护的设施之间；

2 套管与输送管之间；

3 管道同支撑构筑物之间；

4 储配站、门站、调压站（箱）的进口与出口处。

6.2.5 下列部位宜安装电绝缘装置：

1 不同电解质环境的管段间；

2 支线管道连接处及引入管末端；

3 不同防腐层的管段间；

4 交、直流干扰影响的管段上；

5 有接地的阀门处。

6.2.6 被保护管道应具有良好的电连续性，并应符合下列规定：

1 非焊接连接的管道及管道设施应设置跨接电缆或其他有效的电连接方式；

2 穿跨越管道安装绝缘装置的部位应设置跨接电缆。

6.2.7 与阴极保护管道相连接的接地装置应采用电极电位较管道为负的材料，宜采用锌合金。

6.2.8 阴极保护系统应设置测试装置，并应符合下列规定：

1 测试装置的功能应分别满足电位测试、电流测试和组合功能测试的要求；

2 对不同沟敷设的多条平行管道，每条管道应单独设置测试装置或单独接线至共用测试装置；

3 测试装置应沿管道走向设置，可设置在地上或地下，市区可采用地下测试井方式。相邻测试装置间隔不应大于 1km，杂散电流干扰影响区域内可适当加密。

6.2.9 下列区域应设置阴极保护测试装置：

1 杂散电流干扰区；

2 套管端头处；

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

3 绝缘法兰和绝缘接头处；

4 强制电流阴极保护的汇流点；

5 辅助试片或极化探头处；

6 强制电流阴极保护的末端。

6.2.10 阴极保护测试装置宜设置在下列位置：

1 牺牲阳极埋设点；

2 两组牺牲阳极的中间处；

3 与外部金属构筑物相邻处；

4 穿跨越管道两端；

5 接地装置连接处；

6 与其他管道或设施连接处和交叉处。

6.3 阴极保护系统施工

6.3.1 阴极保护电绝缘装置的安装及测试应符合现行行业标准《阴极保护管道的电绝缘标准》SY/T 0086 的有关规定。

6.3.2 棒状牺牲阳极的安装应符合下列规定：

1 阳极可采用水平式或立式安装；

2 牺牲阳极距管道外壁宜为 0.5m～3.0m。成组布置时，阳极间距宜为 2.0m～3.0m；

3 牺牲阳极与管道间不得有其他地下金属设施；

4 牺牲阳极应埋设在土壤冰冻线以下；

5 测试装置处，牺牲阳极引出的电缆应通过测试装置连接到管道上。

6.3.3 阴极保护测试装置应坚固耐用、方便测试，装置上应注明编号，并应在运行期间保持完好状态。接线端子和测试柱均应采用铜制品并应封闭在测试盒内。

6.3.4 测试装置的安装应符合下列规定：

1 每个装置中应至少有 2 根电缆或双芯电缆与管道连接，电缆应采用颜色或其他标记法区分，全线应统一；

2 采用地下测试井安装方式时，应在井盖上注明标记。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

6.3.5 电缆安装应符合下列规定：

1 阴极保护电缆应采用铜芯电缆；

2 测试电缆的截面积不宜小于 $4mm^2$；

3 用于牺牲阳极的电缆截面积不宜小于 $4mm^2$，用于强制电流阴极保护中阴、阳极的电缆截面积不宜小于 $16mm^2$；

4 电缆与管道连接宜采用铝热焊方式，并应连接牢固、电气导通，且在连接处应进行防腐绝缘处理；

5 测试电缆回填时应保持松弛。

6.4 阴极保护系统验收

6.4.1 阴极保护参数的测试方法应符合现行国家标准《埋地钢质管道阴极保护参数测量方法》GB/T 21246 的有关规定，阴极保护电位应采用消除 IR 降的方法进行测试。

6.4.2 阴极保护系统竣工后，应进行下列参数的测试：

1 强制电流阴极保护系统测试应包括下列参数：

1）管道沿线土壤电阻率；

2）管道自腐蚀电位；

3）辅助阳极接地电阻；

4）辅助阳极埋设点的土壤电阻率；

5）绝缘装置的绝缘性能；

6）管道极化电位；

7）管道保护电流；

8）电源输出电流、电压。

2 牺牲阳极阴极保护系统测试应包括下列参数：

1）阳极开路电位；

2）阳极闭路电位；

3）管道自腐蚀电位；

4）管道极化电位；

5）单支阳极输出电流；

6）组合阳极联合输出电流；

住房城乡建设部信息公开浏览专用

7）单支阳极接地电阻；

8）组合阳极接地电阻；

9）阳极埋设点的土壤电阻率；

10）绝缘装置的绝缘性能。

6.4.3 阴极保护系统竣工后，应提供下列竣工资料：

1 竣工图应包括下列内容：

1）平面布置图；

2）阳极地床结构图；

3）测试装置接线图；

4）电缆连接和敷设图。

2 设计变更；

3 产品制造厂家提供的说明书、产品合格证、检验证明、安装图纸等技术文件；

4 安装技术记录；

5 调试试验记录；

6 隐蔽工程记录；

7 本规程第 6.4.2 条规定的各项参数测试数据记录。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

7 干扰防护

7.1 一般规定

7.1.1 当管道和电力输配系统、电气化轨道交通系统、其他阴极保护系统或其他干扰源接近时，应进行实地调查，判断干扰的主要类型和影响程度。

7.1.2 干扰防护应按以排流保护为主，综合治理、共同防护的原则进行。

7.1.3 受干扰管道采取防护措施后，应在后期运行维护中做好监测、检测工作。

7.2 直流干扰的防护

7.2.1 管道直流干扰的调查、测试、防护、效果评定、运行及管理应符合现行行业标准《埋地钢质管道直流排流保护技术标准》SY/T 0017 的有关规定。

7.2.2 直流干扰防护工程实施前，应对直流干扰的方向、强度及直流干扰源与管道位置的关系进行实测，并根据测试结果采取直接排流、极性排流、强制排流、接地排流等一种或多种排流保护方式。

7.2.3 排流保护效果应符合下列规定：

1 受干扰影响的管道上任意点的管地电位应达到或接近未受干扰前的状态或达到阴极保护电位标准；

2 受干扰影响的管道的管地电位的负向偏移不宜超过管道防腐层的阴极剥离电位；

3 对排流保护系统以外的埋地管道或地下金属构筑物的干扰影响小；

4 当排流效果达不到上列 3 款要求时，可采用正电位平均

住房城乡建设部信息公开浏览专用

值比指标进行评定。排流保护效果评定结果应满足表 7.2.3 指标要求。

表 7.2.3　排流保护效果评定

排流类型	干扰时管地电位（V）	正电位平均值比（%）
直接向干扰源排流（直接排流、极性排流、强制排流方式）	＞10	＞95
	10～5	＞90
	＜5	＞85
间接向干扰源排流（接地排流方式）	＞10	＞90
	10～5	＞85
	＜5	＞80

7.2.4　管道采取排流保护措施后，效果经评定未达标的，应进行排流保护的调整。对于经调整仍达不到相关要求或不宜采取常规排流方式的局部管段可采取其他辅助措施。调整完成后，应按本规程第 7.2.3 条的规定重新进行排流保护效果评定。

7.3　交流干扰的防护

7.3.1　管道交流干扰的调查、测试、防护、效果评定、运行及管理应符合现行国家标准《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》GB/T 50698 的有关规定。

7.3.2　交流干扰防护工程实施前，应进行干扰状况调查测试。测试数据不得少于 1 个干扰周期。

7.3.3　对同一条或同一系统中的管道，可根据实际情况采用直接接地、负电位接地、固态去耦合器接地等一种或多种防护措施。但所有干扰防护措施均不得对管道阴极保护的有效性造成不利影响。

7.3.4　管道实施干扰防护应达到下列规定：

1　在土壤电阻率不大于 25Ω·m 的地方，管道交流干扰电压应小于 4V；在土壤电阻率大于 25Ω·m 的地方，交流电流密

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

度应小于 60A/m²；

2 在安装阴极保护电源设备、电位远传设备及测试桩位置处，管道上的持续干扰电压和瞬间干扰电压应小于相应设备所能承受的抗工频干扰电压和抗电强度指标，并应满足安全接触电压的要求。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

8 腐蚀控制工程的运行管理

8.1 防腐层的检测和维护

8.1.1 管道防腐层的检测周期应符合下列规定：

1 高压、次高压管道每3年不得少于1次；

2 中压管道每5年不得少于1次；

3 低压管道每8年不得少于1次；

4 再次检测的周期可依据上一次的检测结果和维护情况适当缩短。

8.1.2 管道防腐层的检测方法与内容应符合下列规定：

1 管道防腐层检测评价应符合现行行业标准《钢制管道及储罐腐蚀评价标准 埋地钢质管道外腐蚀直接评价》SY/T 0087.1的有关规定；

2 管道防腐层的绝缘性能可用电流-电位法定量检测或交流电流衰减法定性检测；

3 管道防腐层的缺陷可采用直流电位梯度法、交流电位梯度法、交流电流衰减法、密间隔电位法等进行检测。对一种检测方法检出和评价为“重”的点应采用另一种检测方法进行再检，加以校验；

4 可采用开挖探坑或在检测孔处通过外观检测、粘结力检测及电火花检测评价管道防腐层状况；

5 已实施阴极保护的管道，可采用检测阴极保护的保护电流、保护电位、保护电位分布评价管道防腐层状况。出现下列情况应检查管道防腐层：

1）运行保护电流大于正常保护电流范围；

2）运行保护电位超出正常保护电位范围；

3）保护电位分布出现异常。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

8.1.3 管道防腐层发生损伤时应修补或更换，进行修补或更换的防腐层应与原防腐层具有良好的相容性，且应符合相应国家现行有关标准的规定。

8.1.4 当管道出现泄漏、腐蚀深度大于或等于50%壁厚时，应先进行管道补焊、补伤或更换，再实施防腐层的修补或更换。

8.2 阴极保护系统的运行和维护

8.2.1 阴极保护系统的检测周期和检测内容应符合下列规定：

1 牺牲阳极阴极保护系统检测每6个月不得少于1次；

2 外加电流阴极保护系统检测每6个月不得少于1次；

3 电绝缘装置检测每年不得少于1次；

4 阴极保护电源检测每2个月不得少于1次；

5 阴极保护电源输出电流、电压检测每日不得少于1次；

6 检测内容应符合本规程第6.4.2条的规定。

8.2.2 阴极保护系统的检测数据应记录在案，并应依此绘出电位分布曲线图和电流分布曲线图。

8.2.3 对阴极保护失效区域应进行重点检测，出现下列故障时应及时排除：

1 管道与其他金属构筑物搭接；

2 绝缘失效；

3 阳极地床故障；

4 管道防腐层漏点；

5 套管绝缘失效。

8.2.4 阴极保护系统的保护率应为100%，强制电流阴极保护系统的运行率应大于或等于98%。

8.2.5 阴极保护系统的保护率和运行率应每年进行1次考核。

8.2.6 阴极保护系统可采用遥测技术实时监测。

8.3 干扰防护系统的检测和维护

8.3.1 干扰防护系统的检测周期和检测内容应符合下列规定：

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

1 直流干扰防护系统应每月检测 **1** 次，检测内容应包括管地电位、排流电流（最大、最小、平均值）；

2 交流干扰防护系统应每月检测 1 次，检测内容应包括管道交流干扰电压、管道交流电流密度、防护系统交流排流量。

8.3.2 当干扰环境发生较大改变时，应及时对干扰源和被干扰管道进行调查测试，对干扰防护系统进行调整或改进防护措施。

8.3.3 干扰防护系统的维护应每年进行 1 次，两次维护之间的时间间隔不应超过 18 个月，维护应包括下列内容：

1 检查各主要元器件的性能，更换失效的元器件；

2 检查各电气连接点的接触情况和连接紧实程度，确保其接触良好牢固；

3 检查各指示仪表的灵敏度和准确性，维修和更换失效的仪表；

4 检查接地排流装置的接地电阻，如接地电阻过大应及时采取降阻措施。

8.3.4 当干扰防护系统主要元件进行维修或更换后，应进行 24h 的连续测试。直流干扰防护系统应测试排流点管地电位和排流电流，交流干扰防护系统应测试接地点管道交流干扰电压。

8.4 管道腐蚀损伤的检测和维护

8.4.1 开挖检测的顺序和数量应根据防腐层检测的评价结果确定。开挖检测应包括下列内容：

1 管道金属表面的外观检查；

2 记录腐蚀形状和位置；

3 测量管壁腐蚀坑深和腐蚀面积；

4 初步鉴定腐蚀产物的成分。

8.4.2 管道腐蚀损伤的维护处理应符合本规程第 4.5.1 条的规定。当采用更换局部管段的方式维修时，管材应选择与原管道同牌号或同级别的材料，并应选择合适的焊接、无损检测工艺。

住房城乡建设部信息公开 测试专用

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

引用标准名录

1 《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》GB/T 50698

2 《埋地钢质管道阴极保护参数测量方法》GB/T 21246

3 《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ 33

4 《埋地钢质管道直流排流保护技术标准》SY/T 0017

5 《阴极保护管道的电绝缘标准》SY/T 0086

6 《钢制管道及储罐腐蚀评价标准 埋地钢质管道外腐蚀直接评价》SY/T 0087.1

住房城乡建设部信息公开
浏览专用