ICS 75.200
E 98
备案号：19095—2006

标准分享网－免费标准下载站
www.bzfxw.com

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

P

SY/T 0088 — 2006

钢质储罐罐底外壁阴极保护技术标准

Standard of external surface cathodic protection for the bottom of steel storage tank

2006－11－01 发布

2007－04－01 实施

国家发展和改革委员会　发布

中华人民共和国石油天然气行业标准

钢质储罐罐底外壁阴极保护技术标准

Standard of external surface cathodic protection
for the bottom of steel storage tank

SY/T 0088—2006

主编单位：西安长庆科技工程有限责任公司
批准部门：国家发展和改革委员会

石 油 工 业 出 版 社

2007 北 京

中华人民共和国国家发展和改革委员会

公　　告

2006 年　第 80 号

国家发展改革委批准《埋地钢质管道直流排流保护技术标准》等 26 项石油天然气行业标准（标准起始实施日期见附件）；批准《SY/T 5819—2002 地面重力勘探技术规程》行业标准修改单，现予公布自公布之日起实施。

以上行业标准由石油工业出版社出版。

附件：一、26 项石油天然气行业标准编号、名称及起始实施日期

二、1 项石油天然气行业标准修改单（略）

中华人民共和国国家发展和改革委员会

2006 年 11 月 3 日

附件一：

26项石油天然气行业标准编号、名称及起始实施日期

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标情况
1	SY/T 0017—2006	埋地钢质管道直流排流保护技术标准	SY/T 0017—1996	
2	SY/T 0087.1—2006	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—1995	NACE RP 0502：2002，NEQ
3	SY/T 0088—2006	钢质储罐罐底外壁阴极保护技术标准	SY/T 0088—1995	API RP 651/ NACE RP 0193：2001/NACE RP 0285：2002，NEQ
4	SY/T 0599—2006	天然气地面设施抗硫化物应力开裂和抗应力腐蚀开裂的金属材料要求	SY/T 0599—1997	NACE MR 0175：1991，NEQ
5	SY/T 5027—2006	石油钻采设备用气动元件	SY/T 5027—1993 SY/T 5043—1993 SY/T 5095—1993 SY/T 5096—1993 SY/T 5148—1999 SY/T 5149—1997 SY/T 5207—1987 SY/T 5283—1991 SY/T 5639—1999 SY/T 5837—1993 SY/T 6112—1994 SY/T 6226.1—1996 SY/T 6226.2—1996	

续表

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标情况
6	SY/T 5029—2006	抽油杆	SY/T 5029—2003 SY/T 6272—1997	API Spec 11B：1998，MOD
7	SY/T 5030—2006	石油天然气工业用柴油机	SY/T 5030—2000 SY/T 5048—1994 SY/T 5142—1995 SY/T 6187—1997	
8	SY/T 5244—2006	钻井液循环管汇	SY/T 5244—1991	
9	SY/T 5313—2006	钻井工程术语	SY/T 5313—1993	
10	SY/T 5336—2006	岩心分析方法	SY/T 5336—1996	API RP 40：1998，IDT
11	SY/T 5550—2006	空心抽油杆	SY/T 5550—1998 SY/T 6104—1994	
12	SY/T 5689—2006	单螺杆抽油泵地面驱动装置	SY/T 5689—1995	
13	SY/T 6295—2006	石油钻采设备可靠性、维修性预计方法	SY/T 6295—1997	BSI BS 5760－12：1993，NEQ
14	SY/T 5720—2006	司钻安全技术考核规则	SY 5720—1995	
15	SY/T 6663—2006	独立井口装置规范		API Spec 11 IW：2000，MOD
16	SY/T 6664—2006	石油钻机用柴油机偶合器机组		
17	SY/T 6665—2006	油田用 V 带规范		API Spec 1B：1995，MOD

续表

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标情况
18	SY/T 6666—2006	石油天然气工业用钢丝绳的选用和维护的推荐作法		API RP 9B：2002，MOD
19	SY/T 6667—2006	分流器系统设备及作业推荐作法		API RP 64：2001，IDT
20	SY/T 6668—2006	游梁式抽油机的安装与润滑		API RP 11G：1994，MOD
21	SY/T 6669—2006	端盖、联结件和旋转接头规范		API Spec 6H：1998，MOD
22	SY/T 6670—2006	油气田消防站建设规范		
23	SY/T 6671—2006	石油设施电气设备安装区域一级、0区、1区和2区区域划分推荐作法		API RP 505：1998，IDT
24	SY/T 6672—2006	天然气处理厂保护环境的推荐作法		API RP 50：1995，MOD
25	SY/T 6673—2006	常压与低压储罐通风的推荐作法		API Std 2000：1998，IDT
26	SY/T 6674—2006	密度测井刻度器校准方法		

前　言

本标准是根据发改办工业［2004］872号文“关于下达《2004年行业标准项目计划》的通知”下达的任务，由西安长庆科技工程有限责任公司主编，中国石油天然气股份有限公司规划设计总院参加，对《钢制储罐罐底外壁阴极保护技术标准》SY/T 0088—1995进行修订而成的。

本次修订参照了《地上石油储罐的阴极保护》API RP 651、《碳钢储罐罐底外壁阴极保护》NACE RP 0193：2001、《地下储罐系统的阴极保护》NACE RP 0285：2002。

本次修订是在广泛征求设计单位和相关单位的意见，并在总结了近十年来的实践经验和技术发展基础上进行的，本次修订版本除保留了原标准行之有效的内容外，还参阅了国外相关技术标准补充了新的内容。本次修订增加了“术语”和“电绝缘”章节，修订了第5章、第6章、第10章。

本标准从生效之日起，同时代替SY/T 0088—1995。

本标准由石油工程建设专业标准化委员会提出并归口。

本标准主编单位：西安长庆科技工程有限责任公司。

本标准参编单位：中国石油天然气股份有限公司规划设计总院。

本标准主要起草人：黄志、罗锋、胡建国、卢绮敏、黄桂柏。

本标准由西安长庆科技工程有限责任公司负责解释。

目　　次

1　总则 …… 1
2　术语 …… 2
3　一般规定 …… 3
4　阴极保护必要性的确定 …… 4
5　阴极保护准则 …… 6
6　阴极保护系统的设计 …… 7
6.1　设计前期资料 …… 7
6.2　阴极保护方式的选择 …… 7
6.3　强制电流系统 …… 8
6.4　牺牲阳极系统 …… 14
6.5　阴极保护的测量 …… 15
7　电绝缘 …… 17
8　阴极保护系统的安装 …… 18
8.1　强制电流系统 …… 18
8.2　牺牲阳极系统 …… 18
8.3　辅助设施的安装 …… 19
9　干扰与防护 …… 21
10　阴极保护系统的管理 …… 22
10.1　一般规定 …… 22
10.2　阴极保护检测 …… 22
10.3　阴极保护记录 …… 23
标准用词和用语说明 …… 25
附件　钢质储罐罐底外壁阴极保护技术标准　条文说明 …… 26

1 总　　则

1.0.1　为有效实施钢质储罐罐底外壁阴极保护，制定本标准。

1.0.2　本标准适用于已建和新建的钢质储罐罐底外壁阴极保护。

1.0.3　钢质储罐罐底外壁的阴极保护，除执行本标准外，尚应符合国家现行有关标准（规范）的规定。

2 术 语

2.0.1 电流需求量测试 current requirement test

从临时地床至被保护构筑物建立直流电流以确定阴极保护所需的电流量。

2.0.2 外部构筑物 foreign structure

阴极保护系统以外的金属构筑物。

2.0.3 防渗膜衬垫层 antipermeation liner

用来控制被储存介质的意外泄漏，紧贴地上储罐罐底外壁的非导电合成材料。

2.0.4 辅助罐底 replacement tank bottoms

因现有储罐罐底腐蚀，在旧罐底上填充填料后安装的新罐底。

3 一般规定

3.0.1 储罐罐底宜采用强制电流系统，在条件许可的情况下可采用牺牲阳极。

3.0.2 在钢质储罐罐底外壁阴极保护系统设计中，阴极保护电流总量宜根据工艺计算留有10%的裕量。

3.0.3 罐底辅助阳极的设计寿命应与被保护储罐的设计寿命相适应。

3.0.4 设计阴极保护系统时，应注意保护系统与外部金属构筑物之间的干扰影响，并按《埋地钢质管道直流排流保护技术标准》SY/T 0017的要求，采取相应的防护措施。

3.0.5 直流电源的最大输出电压与最大输出电流之比应大于阴极保护回路的总电阻。

3.0.6 牺牲阳极可兼作储罐的防雷防静电接地极。同时储罐的接地极不得使用与罐体相同或电极电位较正的铜质材料，宜为锌棒、锌带等材料。

3.0.7 被保护的储罐应根据需要设置绝缘装置。

4 阴极保护必要性的确定

4.0.1 在确定储罐阴极保护必要性之前，应根据需要调查以下条款：

1 储罐设计和制造：

1）储罐基础设计。

2）总平面布置及罐区平面布置。

3）建设日期。

4）地质结构、土壤性质和电阻率。

5）地下水位。

6）罐底防腐层及其类型。

7）维护、检修记录资料。

8）防渗膜或防渗垫层。

9）辅助罐底。

10）附近外部构筑物及直流干扰源。

2 储罐内介质：

1）介质种类。

2）介质温度。

3）介质收发频率。

3 已建储罐的腐蚀状况：

1）腐蚀速率记录。

2）附近储罐的腐蚀状况。

3）类似建造的储罐腐蚀状况。

4）杂散电流腐蚀状况。

5）附近储罐对地电位的分布。

4.0.2 对新建储罐的罐底外壁除经详细调查确认不需阴极保护外，在设计中应采用阴极保护进行控制，并使储罐在使用期间得

到持续保护。

4.0.3 对已建储罐，经调查研究，分析确认腐蚀会影响到储罐的安全或经济运行时，应采取阴极保护措施。

5 阴极保护准则

5.0.1 储罐罐底外壁阴极保护准则可采用以下的一项或多项为判据：

1 在施加阴极保护的情况下，测得罐/地电位为－1200～－850mV（相对饱和铜/硫酸铜参比电极，下同）。

注：在正确解释罐/地电位测量值时，必须考虑测量方法中所含的 *IR* 降误差，通常采用下述方法：

1）测量或计算 *IR* 降。

2）检查阴极保护系统以往的性能。

3）评价罐底及其环境物理性能和电性能。

4）确定是否存在腐蚀的直接证据。

2 相对饱和铜/硫酸铜参比电极的罐/地极化电位为－1200～－850mV（一种常见的极化电位测量方法是采用“瞬时断电”技术）。

3 罐底金属表面与同介质接触的稳定的参比电极之间阴极极化电位最小为100mV，该准则可用于极化的形成或衰减。

6 阴极保护系统的设计

6.1 设计前期资料

6.1.1 基础资料：

1 总平面布置和系统布置。

2 施工日期。

3 储罐设计资料。

4 电绝缘及电跨接。

5 相关电缆走向及敷设方式。

6 防爆区域。

6.1.2 场地状况：

1 已建和新建的阴极保护系统。

2 可能存在的干扰源。

3 特殊环境条件。

4 地质结构和冻土层深度。

5 相邻的埋地金属构筑物及距离。

6 电力的可利用性。

6.1.3 现场调查：

1 土壤电阻率。

2 防腐层的完整性。

3 区域内类似的储罐的泄漏史。

4 其他维护和运行数据。

6.2 阴极保护方式的选择

6.2.1 依据不同的腐蚀环境和条件、被保护储罐具体状况和技术要求，对储罐采取强制电流或牺牲阳极阴极保护，并进行技术经济对比后择优选定。影响阴极保护方式选择的因素：

1　被保护储罐的规格和数量。

2　保护电流量。

3　土壤性质。

4　对临近构筑物的干扰。

5　罐区系统未来的发展和扩建情况。

6　阴极保护系统设备、安装、运行和维护费用。

7　已建或规划的辅助保护系统。

6.2.2　对于土壤电阻率较高、储罐直径较大的环境，宜采用强制电流保护。

6.2.3　对于土壤电阻率较低、储罐直径较小且周围地下金属构筑物布局复杂的环境，宜采用牺牲阳极保护。

6.3　强制电流系统

6.3.1　强制电流设计的计算：

1　保护电流需要量一般采用普遍承认的保护电流密度或现场电流需求量测试的结果来计算。推荐储罐保护电流密度 i_a 为5～10mA/m^2，则保护电流总需要量见式（6.3.1－1）：

$$I_{总} = i_a S_{总} \tag{6.3.1-1}$$

式中　$I_{总}$——阴极保护电流总需要量，A；

i_a——阴极保护电流密度，mA/m^2；

$S_{总}$——被保护面积，m^2。

2　直流电源额定输出电压按式（6.3.1－2）、式（6.3.1－3）计算：

$$V = I(R_a + R_L + R_C) + V_R \tag{6.3.1-2}$$

$$P = IV/\eta \tag{6.3.1-3}$$

式中　V——直流电源额定输出电压，V；

R_a——阳极接地电阻，Ω；

R_L——导线电阻，Ω；

R_C——罐底/大地过渡电阻，Ω；

V_R——阳极地床反电动势（焦炭填料可取 2V），V；

I——保护系统的保护电流（可取 $1.1I_{总}$），A；

P——电源功率，W；

η——电源整流器效率，可取 0.7。

3 辅助阳极需要量按式（6.3.1－4）计算：

$$G = TgI_f/K \qquad (6.3.1-4)$$

式中 G——阳极总重量，kg；

T——阳极有效寿命，年；

g——阳极消耗率，kg/（A·年）；

I_f——阳极工作电流，A；

K——阳极利用系数，取 0.7～0.85。

4 辅助阳极接地电阻应按《埋地钢质管道强制电流阴极保护设计规范》SY/T 0036 的有关规定进行计算。

6.3.2 辅助阳极材料可选用高硅铸铁、石墨、钢铁、镀铂铌、镀铂钛、磁铁、柔性阳极和混合金属氧化物等，阳极的选择应与土壤的物化性质、阳极与环境的适应性为依据；在盐渍土、海滨土壤中，应采用含铬高硅铸铁阳极。

6.3.3 辅助阳极的布置通常可选择罐周直立式（如图 6.3.3－1 所示）、罐旁深井式（如图 6.3.3－2 所示）、罐底斜角式（如图 6.3.3－3 所示）和罐底水平式（如图 6.3.3－4 所示）。当采用罐底斜角式时，应尽量靠近罐底中心；当保护对象为几个罐时，可将几个罐作为一个联合体共同保护，其辅助阳极布置如图 6.3.3－5 所示，同时可采用深井式和浅埋式阳极相结合的措施。

6.3.4 带防渗膜衬垫层的罐底阴极保护的阳极必须安置在防渗层和罐底之间，同时宜采用网状阳极或带状阳极（如图 6.3.4 所示）。

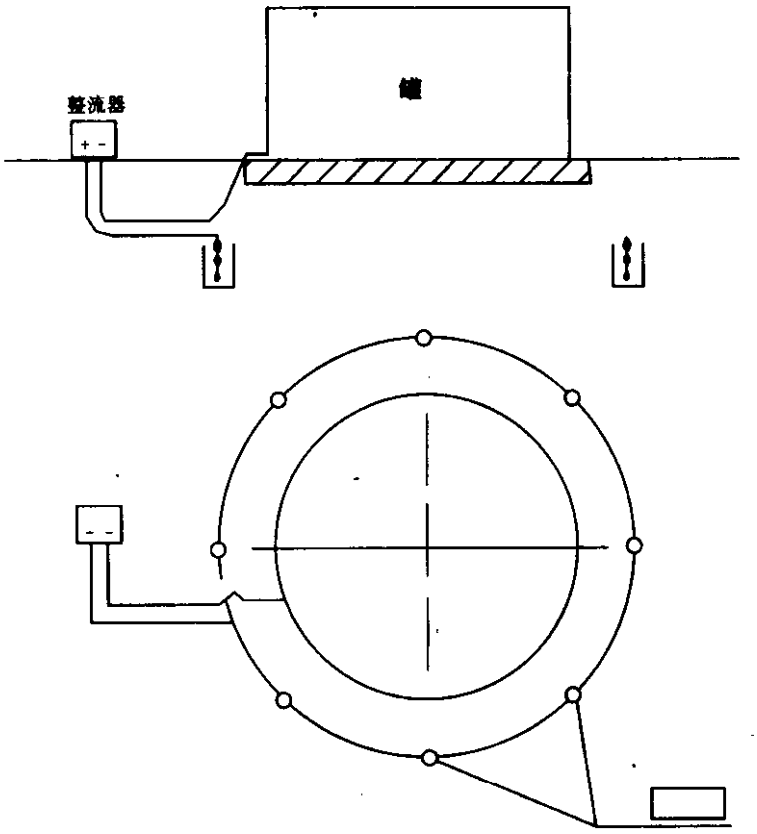

图 6.3.3－1　罐周直立式阳极

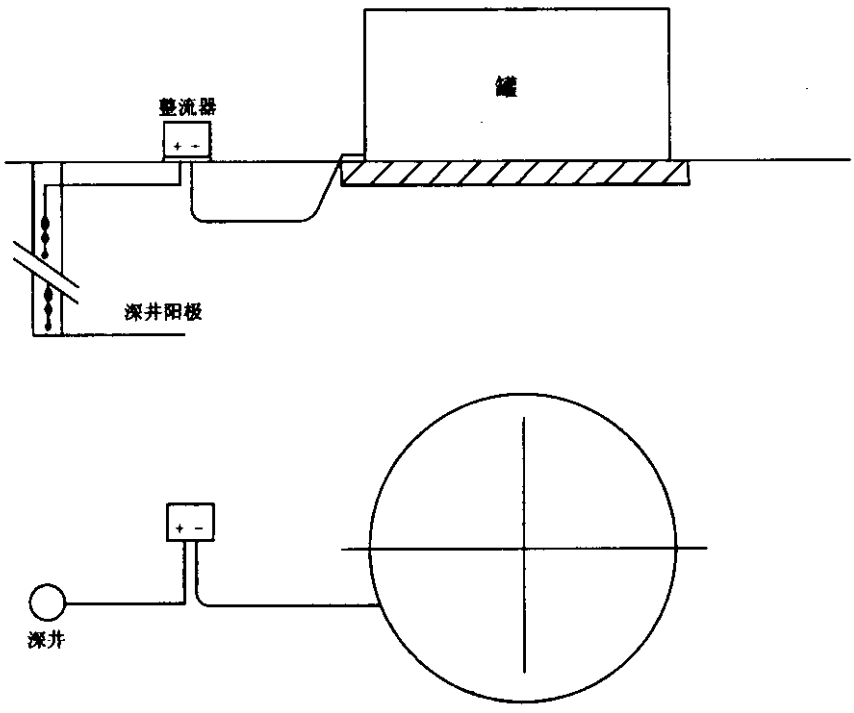

图 6.3.3－2　罐旁深井式阳极

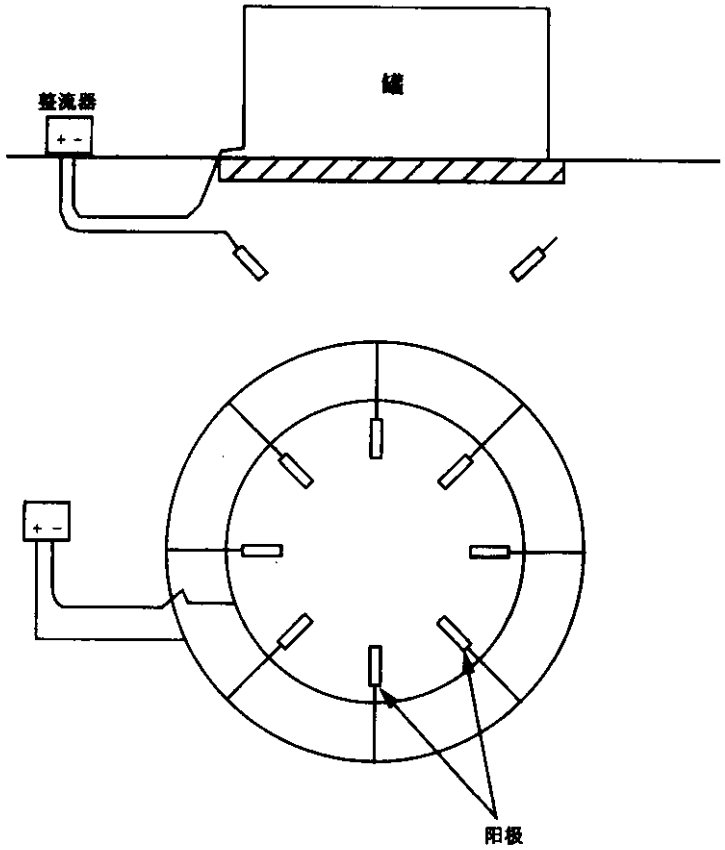

图 6.3.3－3　罐底斜角式阳极

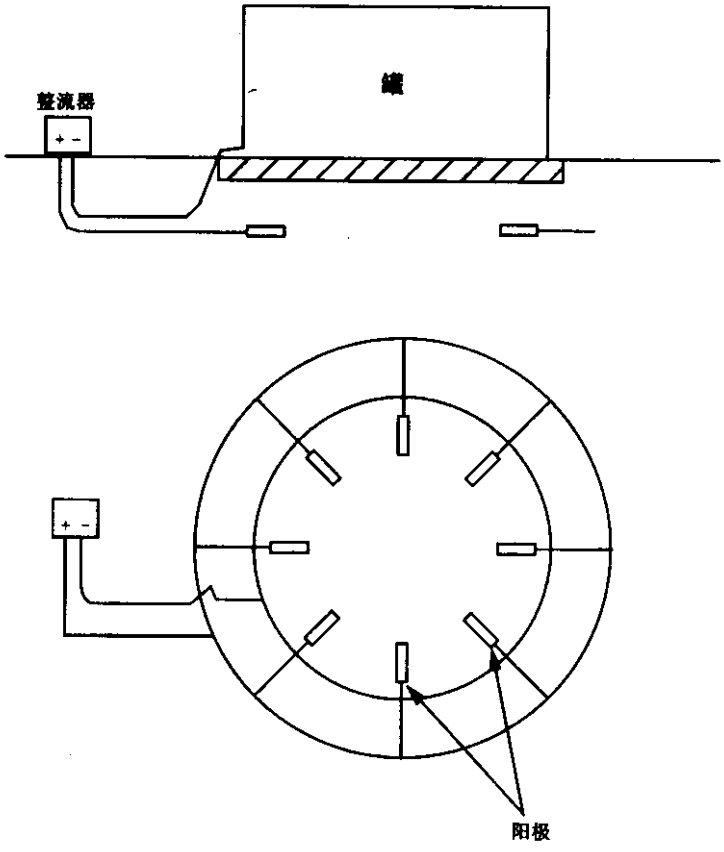

图 6.3.3－4　罐底水平式阳极

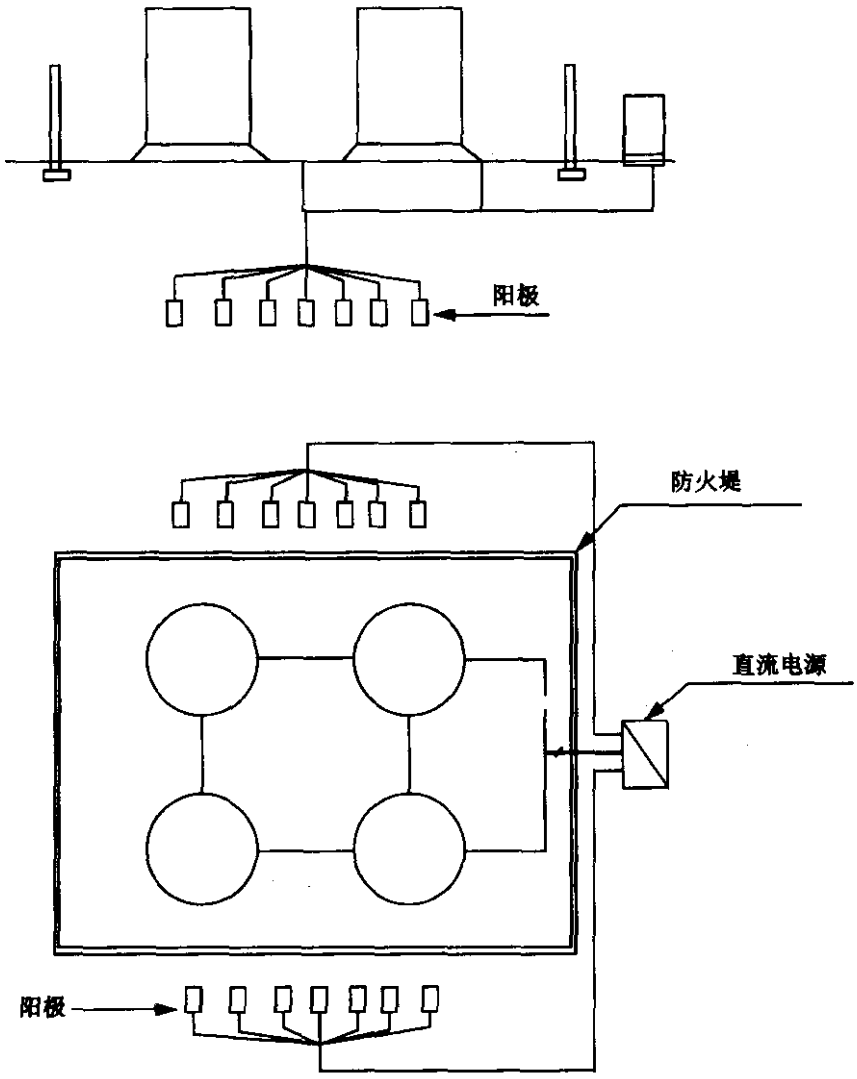

图 6.3.3－5　罐群阳极的分布

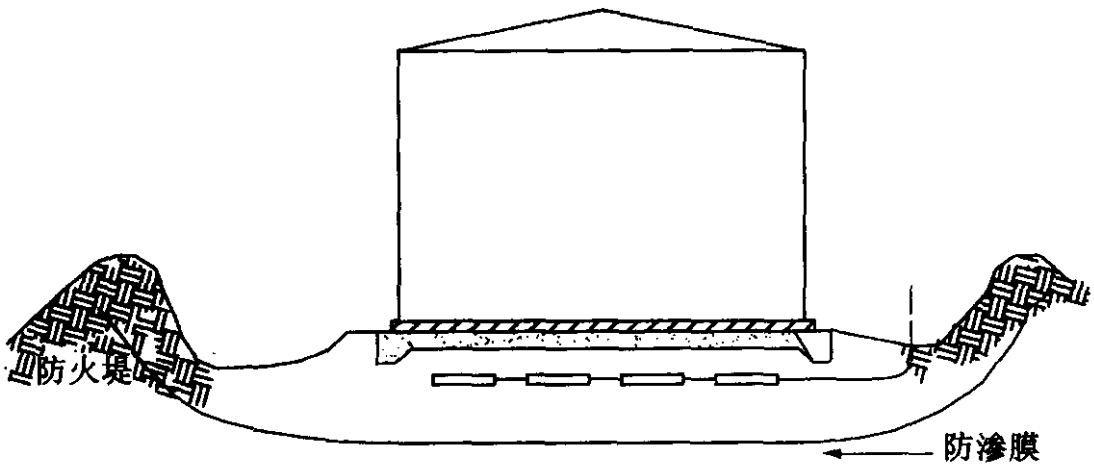

图 6.3.4　带防渗膜衬垫层的罐底阳极安装

6.3.5 新建罐设计时，宜在罐底适当位置安装长效参比电极（如图 6.3.5－1 所示），罐壁四周的电位分布可通过在罐壁四周埋设参比电极来监测（如图 6.3.5－2 所示）。

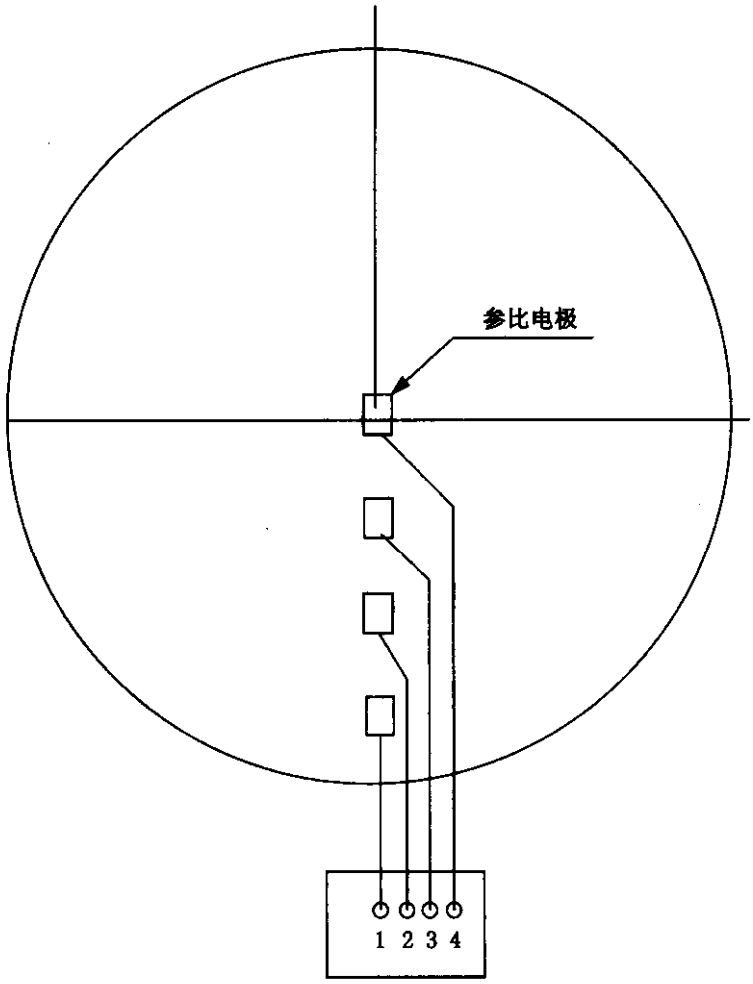

图 6.3.5－1 罐底参比电极的分布

6.3.6 辅助罐底阴极保护的阳极、参比电极必须放置于两层罐底的电解质中（如图 6.3.6 所示）。

6.3.7 强制电流系统直流电源设备可选用整流器或恒电位仪。当罐/地电位或回路电阻经常有较大变化时，应使用恒电位仪。

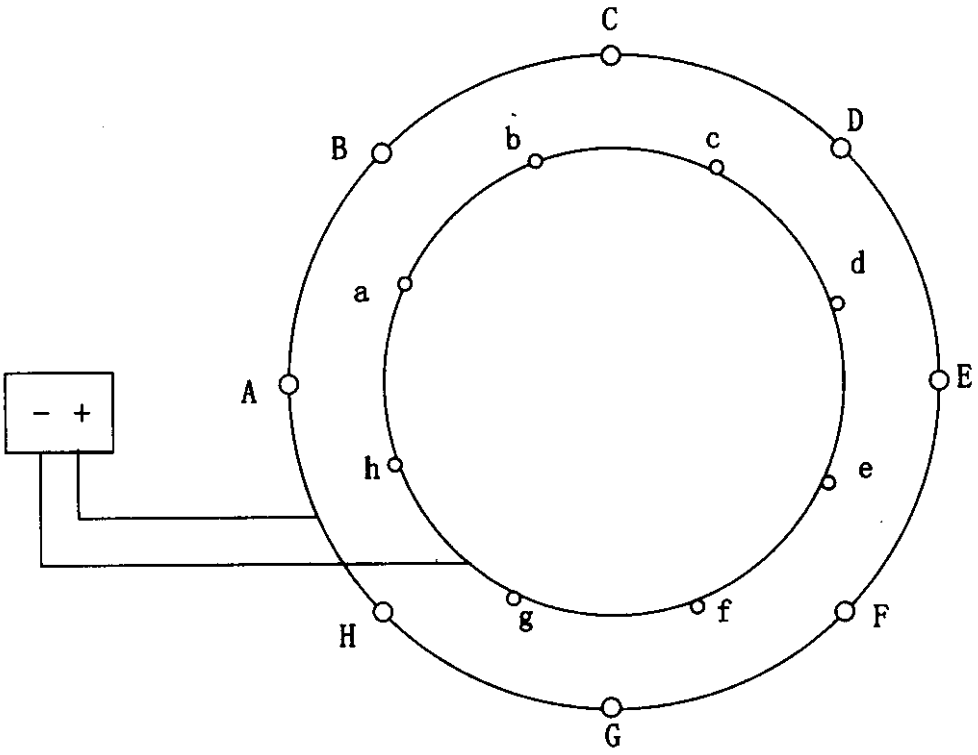

图 6.3.5－2　罐周监测点的分布

A，B，C，D，E，F，G，H—辅助阳极；

a，b，c，d，e，f，g，h—罐周监测点

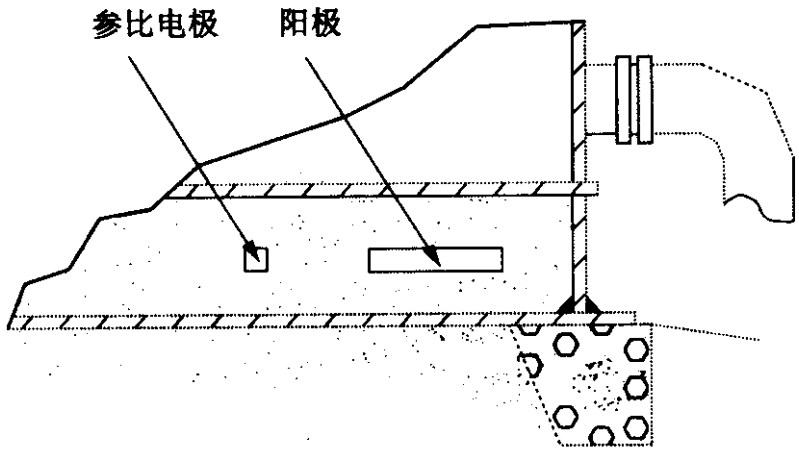

图 6.3.6　辅助罐底的阳极安装

6.4　牺牲阳极系统

6.4.1　牺牲阳极常用镁基或锌基牺牲阳极。使用时，应根据环

境条件和保护要求选用，宜用填料包装后埋设。

6.4.2 牺牲阳极设计计算：

1 保护电流按6.3.1计算。

2 阳极输出电流按欧姆定律计算［见式（6.4.2-1）］：

$$I_a = \Delta E / R \qquad (6.4.2-1)$$

式中 I_a——单支阳极输出电流，A；

ΔE——驱动电压，V；

R——电路电阻，Ω。

3 牺牲阳极数量取决于保护电流和预期的单支阳极在土壤中的输出电流，可用式（6.4.2-2）计算：

$$N = \frac{I_A \cdot K}{I_a} = \frac{1.1 i_a \cdot S_{总} \cdot K}{I_a} \qquad (6.4.2-2)$$

式中 N——牺牲阳极数量，支；

I_A——储罐的保护电流，A；

K——设计系数（一般取2～3）。

6.4.3 牺牲阳极的埋设应有利于保护电流的均匀分布，宜在罐周或罐底均匀布置阳极。

6.4.4 牺牲阳极系统电位监测点的设置可参考6.5，但应注意监测点的位置不能在阳极汇流点上。

6.4.5 带防渗膜衬垫层的罐底和辅助罐底的牺牲阳极位置可参照6.3.6执行。

6.5 阴极保护的测量

6.5.1 阴极保护电位、阴极极化的测定方法应按《埋地钢质管道阴极保护参数测试方法》SY/T 0023—1997的规定执行。

6.5.2 监测点的数量及分布应能保证罐底的任何部位腐蚀控制均能达到5.0.1的规定，且罐底的电位分布尽可能均匀一致，它应满足以下要求：

1 分布在罐周边的监测点一般不应少于四处；当罐底直径

较大时，应适当加密。

2　罐底中心部位应设监测点，其他部位视罐底面积大小可适当加设。

3　当在罐底中心部位监测有困难时，推荐罐底周边的保护电位保持在－1.1～－1.15V（相对饱和铜/硫酸铜参比电极）。

6.5.3　参比电极宜为长效饱和铜/硫酸铜参比电极和标准锌参比电极的双参比电极。

7 电 绝 缘

7.0.1 阴极保护的设计应考虑电绝缘，同时电绝缘装置必须适应接地要求，并符合规范和安全要求。

7.0.2 对于系统需要电绝缘的地方，应安装绝缘法兰、绝缘接头或其他专门设计的绝缘装置，这些装置应按工艺温度、压力和管道参数来设计和选用，并与输送介质相适应。在防爆区域内不应安装绝缘法兰。

7.0.3 对绝缘装置上可能出现的雷击、过电流等异常情况，应使用极化电池、避雷器或接地电池等提供保护。

8 阴极保护系统的安装

8.1 强制电流系统

8.1.1 辅助阳极的位置和结构应使储罐的电位分布均匀合理，并应满足下列要求：

1 辅助阳极可用浅埋（立式、水平式、倾斜式）或深埋等形式埋设。

2 辅助阳极可采用填包料，其厚度一般为100mm；当采用焦炭粉作填包料时，焦炭最大粒径宜小于15mm，含炭量大于85%。

3 辅助阳极接地电阻应与所用设备匹配。

4 辅助阳极地电场的电位梯度不应大于5mV/m，设有防护栏时不受此限制。

8.1.2 强制电流电源设备的安装：

1 应按设计和产品说明书的要求进行。

2 电缆与电源设备的连接可靠，电源通电前后，检查并确认电源设备的正负极连接正确。

8.1.3 在防爆区域均应选用防爆接线箱。

8.2 牺牲阳极系统

8.2.1 牺牲阳极在储罐四周或罐底分布，同组阳极宜选用同一批号或开路电位相近的阳极。

8.2.2 牺牲阳极埋设有立式和水平式两种，在罐周埋设时，阳极距储罐一般不小于3m，埋深不宜小于1m。

8.2.3 牺牲阳极应配有专用的化学填包料，填包料的配制应参照《埋地钢质管道牺牲阳极阴极保护设计规范》SY/T 0019的规定执行。

8.2.4 牺牲阳极的安装应符合下列要求：

1 牺牲阳极应按设计要求和技术规定进行安装，安装必须确保阳极不能与任何管道和储罐发生直接接触。

2 如果牺牲阳极和填包料是预包装的，应在不破坏预包装完整性的条件下测试阳极和导线的电连续性，预包装袋不应是化纤织品。

3 如果牺牲阳极和填包料是分别提供的，牺牲阳极应位于专用填包料的中心，填包料应填充实，回填土可浇水湿润。

4 双层罐底之间的带状阳极必须安装在导电的介质中而无需专用的填包料，介质必须足够致密，以防备新罐底下沉。

8.2.5 电缆与储罐、电缆与电缆、电缆与阳极钢芯均应采用焊接连接，焊接后必须采取绝缘防腐措施。

8.2.6 牺牲阳极连接电缆的埋设深度不宜小于0.7m。敷设时应留有一定裕量。

8.3 辅助设施的安装

8.3.1 测试桩的安装应符合下列要求：

1 测试桩的设置应满足阴极保护的测试要求。

2 测试桩应做明确标志，安装位置应考虑防爆要求。

3 测试导线都应埋地敷设，埋深不小于0.7m，同时在直埋电缆上方设警示标志。

4 测试桩高出地面不应小于0.5m。

5 测试桩的结构应考虑防水防潮。

8.3.2 测试电缆及连接点在回填前应仔细检查，电缆长度应留有足够的裕量。回填土中应去掉尖锐石块或其他损伤导线绝缘的材料。

8.3.3 参比电极的安装：

1 电缆与参比电极的连接点应完全绝缘。

2 长效参比电极应安装在填充料里。

3 参比电极与罐底的距离应保持一致，并尽量靠近罐底，

但应确保不因罐底变形损坏参比电极。

8.3.4 绝缘装置的安装：

1 安装绝缘装置时应确保电绝缘达到设计要求，并使装置性能不会随时间增加而加速退化。

2 应充分保护安装的绝缘装置不受直流杂散电流或感应交流电压的影响。

3 为测试导线提供适当的位置，以方便现场测试和维修。

9 干扰与防护

9.0.1 当保护系统内埋地金属构筑物的对地电位较稳定的自然电位偏移 20mV 时，应怀疑存在干扰影响，可进行检测。当电位正向偏移 100mV，应采取防护措施。

9.0.2 鉴别干扰或干扰源的类别：

1 当电位偏移相对平稳、具有持续性时，则表现为阴极保护系统干扰，其干扰源为强制电流保护系统的阳极地床和已投运阴极保护的构筑物。

2 当电位偏移波动较大，呈正负交变，或具有断续性，则表现为直流杂散电流干扰，其干扰源为直流电气化铁路、直流输电系统、直流电力设施或设备，如电解、电镀设备，直流电焊设备等。

9.0.3 对于阴极保护干扰，可采用下列防护措施：

1 正确选择强制电流阴极保护辅助阳极地床和构筑物的位置，避免互相干扰，通常情况下通过上述避让措施就可以解决或较大地减缓互相的干扰影响。

2 采用一点或多点均压跨接（包括短路跨接或带调节电阻的跨接），使被干扰体地对地电位恢复到自然电位水平。

3 采用牺牲阳极将干扰电流排除。

9.0.4 对于直流杂散电流干扰，应按现行石油天然气行业标准《埋地钢质管道直流排流保护技术标准》SY/T 0017 的规定采取相应的防护措施。

9.0.5 干扰和被干扰双方，共同提高储罐系统对地绝缘水平，通常对干扰腐蚀控制和提高排流保护效果有利。

10 阴极保护系统的管理

10.1 一般规定

10.1.1 新建的阴极保护系统在启动之前，应对储罐进行初始自然电位的测量。

10.1.2 阴极保护系统投产运行极化稳定后，应及时进行阴极保护参数测量和检验，以验证是否满足设计要求。

10.1.3 检测罐底对地电位时，宜在罐底与基础最大程度接触的罐内液位下进行。

10.1.4 储罐维修后，阴极保护系统应尽快重新启动。

10.2 阴极保护检测

10.2.1 阴极保护投产极化稳定后应进行初始的检测，以验证系统是否满足保护准则，以后应每年检测一次。检测包括下列测量内容中的一项或多项：

1 储罐保护电位。

2 阳极电流。

3 相邻构筑物对地电位。

4 系统的电绝缘性能。

5 输出电压、电流和输出电流分配。

10.2.2 阴极保护正常运行后的检测与维护：

1 定期监测保护电位。

2 电源应每隔两个月检查一次。

3 应对所有阴极保护设施进行年检，检测对象包括测试桩、电绝缘、跨接、地下接头、仪表以及回路电阻。

4 在检修和改建储罐或在储罐的定期检查时，应进行罐底的腐蚀性检查。

5　检测结果不能满足保护准则时，可采取以下补救措施：

1）阴极保护系统部件的修理、更换或调整。

2）必要时增设辅助阴极保护。

3）修理、更换或调整均压跨接或干扰跨接。

4）消除意外的金属接触。

5）修理有缺陷的绝缘装置。

6）排除干扰电流。

10.3　阴极保护记录

10.3.1　腐蚀控制记录应以清晰、简洁、可操作的方式，把与设计、安装、运行、维护及保护效果等有关的数据编制成文件。

10.3.2　应记录设计时的原始资料：

1　绝缘装置、测试导线及其他测试设施的设计和位置，以及采取的其他特殊的腐蚀控制措施的详况。

2　保护电流需要量的测试结果、测试地点和方法。

3　施加电流前，罐对地的自然电位。

4　现场土壤电阻率测试结果、测试地点和方法。

5　测试人姓名。

10.3.3　安装阴极保护时，应记录以下内容：

1　强制电流系统：

1）投入运行的位置和日期。

2）阳极的数量、类型、尺寸、深度、填料和间距。

3）电源设备的技术要求。

4）干扰测试和解决干扰问题的有关内容。

2　牺牲阳极系统：

1）投入运行的位置和日期。

2）阳极的数量、类型、尺寸、深度、填料和间距。

10.3.4　检测记录应保存，以证明阴极保护已满足适用的规范。

10.3.5　维护阴极保护设施时，应记录以下内容：

1　直流电源设备的检修情况。

2　阳极、接头和电缆的修理和更换。

3　防腐层、绝缘装置、测试导线和其他测试设施的维护、修理和更换。

10.3.6　有关阴极保护效果的记录，应作长久保留，一般不宜低于5年。

标准用词和用语说明

对执行标准严格程度的用词，应采用下列写法：

一、表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

二、表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

三、表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的要求或规定”或“应按……执行”。非必须按所指定的标准、规范或其他规定执行的写法为“可参照……”。

附件

钢质储罐罐底外壁阴极保护技术标准

条 文 说 明

修 订 说 明

本标准是根据中国石油天然气集团公司下达的任务，由西安长庆科技工程有限责任公司主编，中国石油天然气股份公司规划设计总院参加，对《钢制储罐罐底外壁阴极保护技术标准》SY/T 0088—1995 进行修订而成的。

修订过程中，依据近十年来国内外钢制储罐阴极保护技术的实践和发展，参照了国外最新技术标准，并广泛征求了各石油企业设计和管理单位对原标准的修改意见。本次修订增加了“术语”和“电绝缘”章节，修订了阴极保护准则及测量技术、阴极保护系统的设计等章节，从而对原标准进行了充实和提高。

为便于广大设计、施工、科研等有关人员在使用本标准时能够正确理解和执行本标准条文的规定，本标准修订组根据国家有关编制标准、规范条文说明的统一规定，按正文的章节条款顺序编制了条文说明，供本标准使用者参考。

在执行本标准的过程中，希望各应用单位结合工程实践，总结经验，如发现需要修改和补充之处，请将意见和有关资料函寄西安长庆科技工程有限责任公司技术质量部（地址：陕西省西安市未央区长庆兴隆园小区，邮编：710021）。

西安长庆科技工程有限责任公司

2004 年 12 月

目　　次

1　总则…… 29
2　术语…… 30
3　一般规定…… 31
4　阴极保护必要性的确定…… 32
5　阴极保护准则…… 33
6　阴极保护系统的设计…… 34
6.1　设计前期资料 …… 34
6.2　阴极保护方式的选择…… 34
6.3　强制电流系统 …… 34
6.5　阴极保护的测量 …… 35
7　电绝缘…… 37
10　阴极保护系统的管理 …… 38
10.1　一般规定 …… 38

1 总　　则

1.0.1　本条为制定本标准的目的。

1.0.2　本条指明本标准的适用范围，但是本标准不适用于 LNG 储罐

1.0.3　交待了本标准和其他标准规范的关系。在石油行业已颁发的现行标准、规范中，有些已到修订期，进行了修订。故在执行中应以新修订的标准、规范为准。

2 术　　语

已在《埋地钢质管道及储罐防腐蚀工程基本术语》SYJ 30—87 或其他标准中定义的，本章不再解释。本标准中重要的术语又在其他标准中未作明确解释的，列入本章。

3 一般规定

3.0.1 本条是对保护方式的限制，也是从牺牲阳极的经济因素上考虑的。德国标准严格规定，储罐牺牲阳极输出电流大于1A严禁使用；同时牺牲阳极必须埋设于地下水位以下，但其消耗极快，在国内成功应用例子较少。

3.0.2 在储罐阴极保护系统的设计中，阴极保护电流总量是关键参数，实践证明选取10%的裕量是合适的。

3.0.3 阳极的寿命是阴极保护系统的关键，某种意义上讲决定了系统的寿命。根据目前的技术水平，只要选材合理，设计正确，基本都能满足设计寿命。

3.0.4 强制电流阴极保护电流是以大地为回路的，它的流动不可避免地要对附近地下金属构筑物造成干扰影响。由于干扰的因素甚多，很难在设计阶段摸清，故仅定性地提出来，并提供了处理问题的标准。

3.0.5 根据电子仪器的特点，其最佳工作状态应是额定值的80%。直流电源在制造时就对输出电压、输出电流确定了一个最佳比值，如不匹配，其功率因素将不理想。在如今“难溶阳极时代”，国内生产的阴极保护设备一般为高电压/电流比。

3.0.6 储罐的接地极是为了防止雷击和静电而设置的重要安全设施，而钢质接地极必然造成保护电流的大量流失。为解决这一矛盾，推荐采用锌材料作为储罐接地极。由于锌在土壤中的开路电位和储罐要求的外加保护电位基本相等，因此使用锌接地极既可保证保护电流不会从这里流失，同时又由于锌接地极比钢质接地极的导电能力强，故可保证储罐有良好可靠的接地保护。

3.0.7 对于储罐的阴极保护，电绝缘一是防止保护电流流失；二是避免相互间的干扰影响。

4 阴极保护必要性的确定

4.0.1 所有储罐阴极保护必要性必须加以确定。在确定之前，应首先对储罐史、基础、土壤腐蚀状况、罐底替换和辅助保护层情况进行详细调查。

5 阴极保护准则

5.0.1 有关阴极保护准则，世界各国的认识基本一致，自1992年NACE RP 0169修订后，*IR*降的成分基本不允许含在其内，所以现在所提的电位准则均应认为是不含*IR*降成分的，通电电位的值已没有实际意义。－100mV的准则通常是用在裸金属表面，耗电量大，自然电位低的条件下。关于阴极保护的测试方法，NACE出台了针对储罐的阴极保护的测试方法的标准NACE TM 0101。本条修订来源于NACE RP 0169的最新版本。

6 阴极保护系统的设计

6.1 设计前期资料

6.1.1～6.1.3 设计前期资料是进行阴极保护系统设计时必须考虑的因素。

6.2 阴极保护方式的选择

6.2.1～6.2.3 牺牲阳极输出电流受到系统对阳极驱动电压和电路电阻的限制，适用于所需保护电流小、构筑物涂层较好、土壤电阻率低的环境。

强制电流由于可利用的驱动电位大、电流输出大且可调，适用于所需保护电流大的大型构筑物、土壤电阻率高的环境。

6.3 强制电流系统

6.3.1 阴极保护电流密度的选取是设计成败的关键，国外对沥青砂垫层罐底的保护电流密度的规定也不统一。根据我国的实际工程经验，对于有防腐层的罐底外壁的保护电流密度一般取1～10mA/m^2；对于裸钢底板，保护电流密度一般取10～20mA/m^2。目前，国内的罐底外壁均采用了防腐涂层，所以选取保护电流密度5～10mA/m^{2}是比较适宜的。另外，也可根据现场情况，采用现场电流需要测试试验来计算电流密度。具体做法是：采用一个临时阳极地床、一个合适的直流电源和被保护储罐建立一个临时保护站，通电后沿罐周围和中心测量其保护电位来判断。此测试可提供储罐所需的电流近似值，然后根据实际的输出电流和保护面积计算出电流密度。进行现场电流需要测试时，罐内应有足够的液位使罐底最大程度地与垫层材料接触。在设计中，直流电源额定输出电压的计算对于导线电阻和过渡电阻一般

忽略不予考虑。对于已在国内应用了十年以上的网状阳极，由于国内尚没有一个完善的产品标准，现场运行后的有关参数不齐全，目前正在进行有关参数的修正。中国石油化工集团公司系统也在着手编制网状阳极的企业标准。

6.3.2 同样的阳极结构和数量，在低电阻率地区易获得较小的接地电阻，从而节省电力；在相同接地电阻的情况下，低电阻率地区可减少阳极消耗，降低成本。其中石墨、高硅铸铁和混合金属氧化物阳极一般安装在土壤中较好；镀铂铌阳极和聚合物阳极不应在碳氢化合物污染的环境中使用；作为阳极填充料的焦炭和阳极不能与储罐表面接触。

6.3.3 储罐罐底外壁阴极保护阳极的布置原则应是保护电流分布均匀，互相干扰影响小。对于罐区的保护，单独采用一种阳极形式，可能很难奏效，因此在局部还要增加一些分布式阳极补充。在国内保护成功的案例中，如仪征罐内和东营首站等，均采用了深井阳极和周边阳极，实践证明两者结合较为理想。

6.3.4 本条为带防渗膜衬垫层的罐底阴极保护的阳极的位置要求，以使保护电流流向需要保护的表面而不被屏蔽；同时推荐采用网状阳极或带状阳极栅。

6.3.5 新建罐在罐底安装永久性参比电极是为了监测除罐底四周的其他位置的保护电位，从而确保储罐罐底获得充分保护。

6.3.6 阳极、参比电极或由绝缘材料制成的插入式参比电极若未置于两层罐底的电解质中，旧罐底就会屏蔽流过土壤的阴极保护电流并阻碍新罐底的阴极保护。

在储罐原罐底上面安装防渗膜衬垫层能够排除原罐底和新罐底之间的自然电位，从而减轻新罐底的腐蚀，减少阴极保护电流。

6.5 阴极保护的测量

6.5.1 沿罐周围进行测量时，即使参比电极置于非常靠近储罐处也常常需要校正土壤中的 IR 降；如果阳极靠近储罐分布，由

于沿罐周围都可在阳极电场梯度内，这一点就尤为正确。

IR 降可采用“瞬间断电”技术（断电法）来确定和消除，*IR* 降一经确定，以后就可用于同一现场条件类似的测试中。

6.5.2 对于大型储罐，因直径太大，电流分布不会太均匀，在储罐周围测得的罐/地电位数据并不代表储罐中心的实际保护水平，一般要求罐周边要有多处，罐中心点位置必须要有一处，只有这样才能对保护电流的分布有个大致的认识。该条提供了一个检测罐底中心处的电位的方法。对于已建储罐，应使用水平钻孔设备将参比电极带孔塑料管安装在罐底砂层下面，水平钻孔设备应具备制导和方向控制功能，避免伤害罐底，确保安放带孔塑料管的准确性，同时带孔塑料管的施工不应对罐基础造成威胁。

6.5.3 为了准确测量罐底的保护电位，参比电极必须具备稳定性好、重现性好的特点。实际工程中发现 $Cu/CuSO_4$ 参比电极在不同季节电极电位偏差较大，$Cu/CuSO_4$ 参比电极中的 $CuSO_4$ 电解液外渗，还会导致使用寿命大大减少。同时，由于罐底的参比电极埋设是一次性的，在电极埋完后罐基础还要施工，这也易造成参比电极的破坏。所以，应采用双电极体系。同时，由于锌参比电极的寿命也比较长，故它是理想的参比电极。目前，国内已在部分储罐的阴极保护中使用双参比电极，有效保证了参比电极的测量精度和使用寿命。

7 电 绝 缘

7.0.1 电绝缘对于阴极保护的重要性不言而喻，储罐阴极保护也不例外。目前国内有一种说法，即采用网状金属氧化物（MMO）阳极的罐底阴极保护可以不需要电绝缘，这是值得怀疑的。因为这要分析其具体条件：在美国，网状阳极通常用在双层罐底或带有防渗隔离层的罐底，电流流动范围很小，在此条件下不需要电绝缘，上电绝缘反而多余；在国内，由于大部分储罐和管道是联合接地的，这使得电绝缘变得没有必要。

7.0.2 规定了选择绝缘装置的技术和安全条件。绝缘装置所分离的两部分金属，由于带电程度不同，一般会有 0.5V 左右的电位差。由于金属偶然短接会产生火花，所以在有可燃气体的密闭场所不应设置。

7.0.3 绝缘装置的两侧为两个系统，当一侧受到雷电影响或过大电流影响，会击穿绝缘材料，因此，应根据实际情况设置保护措施。

10 阴极保护系统的管理

10.1 一 般 规 定

10.1.3 当检测罐底的保护电位时，应注意罐内液位对测试结果的影响。在罐内液位最高的情况下，罐底与其垫层紧密接触，阴极表面积会增加，可能会造成罐底阴极保护不够充分。相反，在罐内液位较低时，阴极表面积减小，测试结果会显示达到保护。

10.1.4 阴极保护系统投入运行后，难免有停电的时候，为了不间断保护，停电时间不宜过长，但本标准又无法强制规定一个时间，只好定性要求。

中华人民共和国
石油天然气行业标准
钢质储罐罐底外壁阴极保护技术标准
SY/T 0088—2006
*
石油工业出版社出版
（北京安定门外安华里二区一号楼）
石油工业出版社印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行
*
850×1168 毫米 32 开本 1½印张 39 千字 印 1—3000
2007 年 5 月北京第 1 版　2007 年 5 月北京第 1 次印刷
书号：155021·6029　定价：12.00 元
版权专有　不得翻印