

ICS 75.200

E 98

**SY**

中华人民共和国石油天然气行业标准

**P**

**SY/T 6536—2020**

代替 SY/T 0047—2012, SY/T 6536—2012

---

# 钢质储罐、容器内壁阴极保护技术规范

**Specification for cathodic protection of  
internal surfaces of steel tanks and vessels**

**2020—10—23 发布**

**2021—02—01 实施**

---

**国家能源局 发布**

中华人民共和国石油天然气行业标准

# 钢质储罐、容器内壁阴极保护技术规范

Specification for cathodic protection of  
internal surfaces of steel tanks and vessels

**SY/T 6536—2020**

主编部门：中国石油天然气集团有限公司

批准部门：国家能源局

石油工业出版社

2020 北 京

# 国家能源局 公告

2020 年 第 5 号

国家能源局批准《水电工程生态流量实时监测系统技术规范》等 502 项能源行业标准（附件 1）、《Series Parameters for Horizontal Hydraulic Hoist (Cylinder)》等 35 项能源行业标准英文版（附件 2），现予以发布。

附件：1. 行业标准目录（节选）  
2. 行业标准英文版目录（略）

国家能源局  
2020 年 10 月 23 日

# 附件

## 行业标准目录（节选）

| 序号  | 标准编号             | 标准名称                             | 代替标准             | 采标号 | 出版机构    | 批准日期       | 实施日期       |
|-----|------------------|----------------------------------|------------------|-----|---------|------------|------------|
| 126 | SY/T 0033—2020   | 油气田变配电设计规范                       | SY/T 0033—2009   |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 127 | SY/T 0043—2020   | 石油天然气工程管道和设备涂色规范                 | SY/T 0043—2006   |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 128 | SY/T 0086—2020   | 阴极保护管道的电绝缘标准                     | SY/T 0086—2012   |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 129 | SY/T 0087.2—2020 | 钢质管道及储罐腐蚀评价标准 第2部分：埋地钢质管道内腐蚀直接评价 | SY/T 0087.2—2012 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 130 | SY/T 0604—2020   | 工厂焊接液体储罐规范                       | SY/T 0604—2005   |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 131 | SY/T 4089—2020   | 滩海石油工程电气设计规范                     | SY/T 4089—1995   |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 132 | SY/T 4109—2020   | 石油天然气钢质管道无损检测                    | SY/T 4109—2013   |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |



| 序号  | 标准编号             | 标准名称                        | 代替标准                             | 采标号 | 出版机构    | 批准日期       | 实施日期       |
|-----|------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----|---------|------------|------------|
| 133 | SY/T 4113.7—2020 | 管道防腐层性能试验方法<br>第7部分：厚度测试    | SY/T 0066—1999<br>SY/T 4107—2005 |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 134 | SY/T 4113.8—2020 | 管道防腐层性能试验方法<br>第8部分：耐磨性能测试  | SY/T 0065—2000                   |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 135 | SY/T 4113.9—2020 | 管道防腐层性能试验方法<br>第9部分：耐液体介质浸泡 | SY/T 0039—2013                   |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 136 | SY/T 4122—2020   | 油田注水工程施工技术规范                | SY/T 4122—2012                   |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 137 | SY/T 4124—2020   | 油气输送管道工程竣工验收规范              | SY/T 4124—2013                   |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 138 | SY/T 5030—2020   | 石油天然气钻采设备 柴油机               | SY/T 5030—2013                   |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 139 | SY/T 5053.2—2020 | 石油天然气钻采设备 钻井井口控制设备及分流设备控制系统 | SY/T 5053.2—2007                 |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 140 | SY/T 5061—2020   | 钻井液用石灰石粉                    | SY/T 5061—1993                   |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |

| 序号  | 标准编号           | 标准名称                | 代替标准           | 采标号 | 出版机构    | 批准日期       | 实施日期       |
|-----|----------------|---------------------|----------------|-----|---------|------------|------------|
| 141 | SY/T 5066—2020 | 石油天然气钻采设备 地层测试器     | SY/T 5066—2008 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 142 | SY/T 5139—2020 | 石油天然气钻采设备 立放井架车     | SY/T 5139—2008 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 143 | SY/T 5158—2020 | 石油勘探成像测井系统 通用技术条件   | SY/T 5158—2008 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 144 | SY/T 5166—2020 | 石油抽油机井测试仪           | SY/T 5166—2007 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 145 | SY/T 5171—2020 | 陆上石油物探测量规范          | SY/T 5171—2011 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 146 | SY/T 5198—1920 | 钻具螺纹脂               | SY/T 5198—1996 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 147 | SY/T 5226—2020 | 石油天然气钻采设备 抽油机节能拖动装置 | SY/T 5226—2014 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 148 | SY/T 5340—2020 | 砾石充填防砂方法            | SY/T 5340—2012 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 149 | SY/T 5360—2020 | 裸眼井单井测井数据处<br>理流程   | SY/T 5360—2004 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |

| 序号  | 标准编号           | 标准名称                                | 代替标准           | 采标号 | 出版机构    | 批准日期       | 实施日期       |
|-----|----------------|-------------------------------------|----------------|-----|---------|------------|------------|
| 150 | SY/T 5363—2020 | 含油气层系划分                             | SY/T 5363—1997 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 151 | SY/T 5373—2020 | 钻井井下工具与作业用<br>图形符号                  | SY/T 5373—2009 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 152 | SY/T 5525—2020 | 石油天然气钻采设备<br>旋转钻井设备 上部和<br>下部方钻杆旋塞阀 | SY/T 5525—2009 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 153 | SY/T 5660—2020 | 钻井液用包被絮凝剂<br>聚丙烯酰胺类                 | SY/T 5660—1995 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 154 | SY/T 5673—2020 | 油田用防垢剂通用技术<br>条件                    | SY/T 5673—1993 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 155 | SY/T 5727—2020 | 井下作业安全规程                            | SY 5727—2014   |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 156 | SY/T 5748—2020 | 岩石气体突破压力测定<br>方法                    | SY/T 5748—2013 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 157 | SY/T 5796—2020 | 油田用絮凝剂评价方法                          | SY/T 5796—1993 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 158 | SY/T 5820—2020 | 天然源电磁法采集技术<br>规程                    | SY/T 5820—2014 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |

| 序号  | 标准编号           | 标准名称                    | 代替标准           | 采标号 | 出版机构    | 批准日期       | 实施日期       |
|-----|----------------|-------------------------|----------------|-----|---------|------------|------------|
| 159 | SY/T 5846—2020 | 套管补贴工艺作法                | SY/T 5846—2011 |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 160 | SY/T 5862—2020 | 驱油用聚合物技术要求              | SY/T 5862—2008 |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 161 | SY/T 5974—2020 | 钻井井场设备作业安全技术规程          | SY 5974—2014   |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 162 | SY/T 5980—2020 | 探井试油设计规范                | SY/T 5980—2009 |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 163 | SY/T 5984—2020 | 油(气)田容器、管道和装卸设施接地装置安全规范 | SY 5984—2014   |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 164 | SY/T 5985—2020 | 液化石油气充装厂(站)安全规程         | SY 5985—2014   |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 165 | SY/T 6028—2020 | 探井地质实验分析项目及取样要求         | SY/T 6028—1994 |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 166 | SY/T 6069—2020 | 油气管道仪表及自动化系统运行技术规范      | SY/T 6069—2011 |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 167 | SY/T 6106—2020 | 气田开发方案编制技术要求            | SY/T 6106—2014 |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |

| 序号  | 标准编号           | 标准名称                       | 代替标准           | 采标号 | 出版机构    | 批准日期       | 实施日期       |
|-----|----------------|----------------------------|----------------|-----|---------|------------|------------|
| 168 | SY/T 6107—2020 | 油藏热物性参数的测定方法               | SY/T 6107—2010 |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 169 | SY/T 6177—2020 | 气田开发方案及调整方案经济评价技术要求        | SY/T 6177—2009 |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 170 | SY/T 6186—2020 | 石油天然气管道安全规范                | SY 6186—2007   |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 171 | SY/T 6306—2020 | 钢质原油储罐运行安全规范               | SY 6306—2014   |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 172 | SY/T 6367—2020 | 石油天然气钻采设备钻井设备的检验、维护、修理和再制造 | SY/T 6367—2009 |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 173 | SY/T 6415—2020 | 油气井录井资料质量评定规范              | SY/T 6415—2010 |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 174 | SY/T 6450—2020 | 气举阀测试、调定和修理推荐作法            | SY/T 6450—2012 |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 175 | SY/T 6489—2020 | 水平井测井资料处理与解释规范             | SY/T 6489—2000 |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |

| 序号  | 标准编号             | 标准名称                                  | 代替标准                               | 采标号 | 出版机构    | 批准日期       | 实施日期       |
|-----|------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-----|---------|------------|------------|
| 176 | SY/T 6492—2020   | 声速测井仪核实技术规范                           | SY/T 6492—2000<br>SY/T 5880.4—1995 |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 177 | SY/T 6536—2020   | 钢质储罐、容器内壁阴极保护技术规范                     | SY/T 6536—2012<br>SY/T 0047—2012   |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 178 | SY/T 6586—2020   | 石油天然气钻采设备钻机现场安装及检验                    | SY/T 6586—2014                     |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 179 | SY/T 6600—2020   | 石油天然气钻采设备 承<br>荷探测电缆                  | SY/T 6600—2004                     |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 180 | SY/T 6608—2020   | 海洋石油作业人员安全<br>培训要求                    | SY 6608—2013                       |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 181 | SY/T 6662.2—2020 | 石油天然气工业用非金<br>属复合管 第2部分：<br>柔性复合高压输送管 | SY/T 6662.2—2012                   |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 182 | SY/T 6714—2020   | 油气管道基于风险的检<br>测方法                     | SY/T 6714—2008                     |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 183 | SY/T 6727—2020   | 石油天然气钻采设备<br>液压盘式刹车                   | SY/T 6727—2014                     |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |
| 184 | SY/T 6732—2020   | 陆上多波多分量地震资<br>料处理技术规范                 | SY/T 6732—2014                     |     | 石油工业出版社 | 2020—10—23 | 2021—02—01 |

| 序号  | 标准编号           | 标准名称                           | 代替标准                             | 采标号 | 出版机构    | 批准日期       | 实施日期       |
|-----|----------------|--------------------------------|----------------------------------|-----|---------|------------|------------|
| 185 | SY/T 6773—2020 | 海上结构热机械控制轧 (TMCP) 钢板规范         | SY/T 6773—2010                   |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 186 | SY/T 6788—2020 | 水溶性油田化学剂环境保护技术评价方法             | SY/T 6788—2010                   |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 187 | SY/T 6797—2020 | 注水井分层流量实时测试调仪                  | SY/T 6797—2010                   |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 188 | SY/T 6827—2020 | 油气管道安全预警系统技术规范                 | SY/T 6827—2011                   |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 189 | SY/T 6852—2020 | 油田采出水生物处理工程设计规范                | SY/T 6852—2012                   |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 190 | SY/T 6859—2020 | 油气输送管道风险评价导则                   | SY/T 6859—2012                   |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 191 | SY/T 6864—2020 | 钻井液黏度计校准方法                     | SY/T 6978—2014<br>SY/T 6864—2012 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 192 | SY/T 6871—2020 | 石油天然气钻采设备 钻井液固相控制设备安装、使用、维护和保养 | SY/T 6871—2012                   |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 193 | SY/T 6885—2020 | 油气田及管道工程雷电防护设计规范               | SY/T 6885—2012                   |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |

| 序号  | 标准编号             | 标准名称                                                  | 代替标准             | 采标号                             | 出版机构    | 批准日期       | 实施日期       |
|-----|------------------|-------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------|---------|------------|------------|
| 194 | SY/T 6890—2020   | 流量计运行维护规程                                             | SY/T 6890.1—2012 |                                 | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 195 | SY/T 6891.2—2020 | 油气管道风险评价方法<br>第2部分：定量评价法                              |                  |                                 | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 196 | SY/T 6900—2020   | Sercel 400 系列地震数据<br>采集系统检验项目及技<br>术指标                | SY/T 6900—2012   |                                 | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 197 | SY/T 6915.4—2020 | 石油天然气钻采设备 偏<br>心工作筒流量控制系<br>统 第4部分：偏心工作<br>筒及相关设备操作规程 |                  | ISO<br>17078-4:<br>2010,<br>MOD | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 198 | SY/T 6919—2020   | 石油天然气钻采设备<br>钻机和修井机涂装规范                               | SY/T 6919—2012   |                                 | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 199 | SY/T 6940—2020   | 页岩含气量测定方法                                             | SY/T 6940—2013   |                                 | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 200 | SY/T 6954—2020   | 原油氧化动力学参数测<br>定方法                                     | SY/T 6954—2013   |                                 | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 201 | SY/T 6994—2020   | 页岩气测井资料处理与<br>解释规范                                    | SY/T 6994—2014   |                                 | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |



| 序号  | 标准编号             | 标准名称                           | 代替标准           | 采标号 | 出版机构    | 批准日期       | 实施日期       |
|-----|------------------|--------------------------------|----------------|-----|---------|------------|------------|
| 202 | SY/T 7002—2020   | 储层地球物理预测技术规范                   | SY/T 7002—2014 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 203 | SY/T 7015—2020   | 石油天然气钻采设备固井压裂柱塞泵               | SY/T 7015—2014 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 204 | SY/T 7410.2—2020 | 岩石三维孔隙结构测定方法 第2部分:聚焦离子束切片法     |                |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 205 | SY/T 7464—2020   | 耐腐蚀合金双金属复合管焊接及无损检测技术标准         |                |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 206 | SY/T 7465—2020   | 陆上石油开采区土壤环境调查技术指南              |                |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 207 | SY/T 7466—2020   | 陆上石油天然气开采水基钻井废弃物处理处置及资源化利用技术规范 |                |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 208 | SY/T 7467—2020   | 钻井液环保性能评价技术规范                  |                |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 209 | SY/T 7468—2020   | 油气生产物联网系统技术规范                  |                |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |

| 序号  | 标准编号           | 标准名称                         | 代替标准 | 采标号 | 出版机构    | 批准日期       | 实施日期       |
|-----|----------------|------------------------------|------|-----|---------|------------|------------|
| 210 | SY/T 7469—2020 | 砂岩溶蚀模拟实验方法                   |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 211 | SY/T 7470—2020 | 原油中金刚烷类化合物的定量分析方法            |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 212 | SY/T 7471—2020 | 近地表油气指示微生物检测方法               |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 213 | SY/T 7472—2020 | 油气管道完整性管理等级评估规范              |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 214 | SY/T 7473—2020 | 油气输送管道通信系统设计规范               |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 215 | SY/T 7474—2020 | 油气田空氮站设计规范                   |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 216 | SY/T 7475—2020 | 石油天然气建设工程施工质量验收规范 地下密封石洞油库工程 |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 217 | SY/T 7476—2020 | 油气输送管道地质灾害防治工程施工规范           |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 218 | SY/T 7477—2020 | 埋地钢质管道机械化补口技术规范              |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |

| 序号  | 标准编号           | 标准名称                 | 代替标准 | 采标号 | 出版机构    | 批准日期       | 实施日期       |
|-----|----------------|----------------------|------|-----|---------|------------|------------|
| 219 | SY/T 7479—2020 | 石油工程监督劳动定额           |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 220 | SY/T 7480—2020 | 对船加注液化天然气作业安全检查      |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 221 | SY/T 7481—2020 | 非常规油气开采含油污泥处理处置技术规范  |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 222 | SY/T 7482—2020 | 非常规油气开采污染控制技术规范      |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 223 | SY/T 7483—2020 | 用在线气相色谱法测定天然气中硫化物含量  |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 224 | SY/T 7484—2020 | 天然气 烃露点的测定 冷却镜面自动检测法 |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 225 | SY/T 7485—2020 | 岩石物理频谱激电测试技术规程       |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 226 | SY/T 7486—2020 | 地下水封洞库工程物探规程         |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 227 | SY/T 7487—2020 | 海洋高温高压井钻井作业要求        |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |

| 序号  | 标准编号             | 标准名称                    | 代替标准 | 采标号 | 出版机构    | 批准日期       | 实施日期       |
|-----|------------------|-------------------------|------|-----|---------|------------|------------|
| 228 | SY/T 7488—2020   | 海洋丛式井组防碰及碰后处理要求         |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 229 | SY/T 7489—2020   | 连通井钻井技术要求               |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 230 | SY/T 7490—2020   | 平行水平井钻井作业规程             |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 231 | SY/T 7491.1—2020 | 油气藏岩石力学性质测试技术规范 第1部分：砾岩 |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 232 | SY/T 7492—2020   | 抽油机井示功图法产液量计算技术规范       |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 233 | SY/T 7493—2020   | 浅海油井压裂设计、施工规范           |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 234 | SY/T 7494—2020   | 油气田用起泡剂实验评价方法           |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 235 | SY/T 7495—2020   | 连续油管的维护与检测              |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 236 | SY/T 7496—2020   | 套管磨损试验方法                |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |

| 序号  | 标准编号             | 标准名称                  | 代替标准 | 采标号 | 出版机构    | 批准日期       | 实施日期       |
|-----|------------------|-----------------------|------|-----|---------|------------|------------|
| 237 | SY/T 7497—2020   | OBNEM 海洋电磁采集站         |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 238 | SY/T 7498—2020   | 随钻测控井下仪器一体化平台技术规范     |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 239 | SY/T 7499—2020   | 海上离心泵在线监测系统设计与安装推荐作法  |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 240 | SY/T 7552—2020   | 天然气贸易计量用流量计选用指南       |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 241 | SY/T 7600—2020   | 外浮顶油罐雷电流分流分路安全技术规范    |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 242 | SY/T 7601.1—2020 | 石油天然气工业能源审计 第1部分：油气生产 |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 243 | SY/T 7602—2020   | 液化天然气码头卸料臂检修规程        |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 244 | SY/T 7603—2020   | 石油天然气钻采设备井口安全控制系统     |      |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |

| 序号  | 标准编号           | 标准名称                                | 代替标准 | 采标号 | 出版机构        | 批准日期       | 实施日期       |
|-----|----------------|-------------------------------------|------|-----|-------------|------------|------------|
| 245 | SY/T 7604—2020 | 石油天然气钻采设备<br>井设备使用及维护               |      |     | 石油工业<br>出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 246 | SY/T 7605—2020 | 石油天然气钻采设备 海<br>洋立管全尺寸疲劳试验<br>方法     |      |     | 石油工业<br>出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 247 | SY/T 7606—2020 | 石油天然气钻采设备 碳<br>钢和合金钢螺栓连接            |      |     | 石油工业<br>出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 248 | SY/T 7607—2020 | 带微型热导的气相色谱<br>法快速测定天然气中硫<br>化氢、四氢噻吩 |      |     | 石油工业<br>出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 249 | SY/T 7608—2020 | 地下水封洞库水幕给水<br>技术规范                  |      |     | 石油工业<br>出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 250 | SY/T 7609—2020 | 砂岩油藏化学复合驱开<br>发方案设计技术规范             |      |     | 石油工业<br>出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 251 | SY/T 7610—2020 | 石油天然气钻采设备 高<br>压管汇的在线检测与监<br>测技术规范  |      |     | 石油工业<br>出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |

| 序号  | 标准编号              | 标准名称                                         | 代替标准              | 采标号 | 出版机构    | 批准日期       | 实施日期       |
|-----|-------------------|----------------------------------------------|-------------------|-----|---------|------------|------------|
| 252 | SY/T 7611—2020    | 海底管道管土相互作用的推荐作法                              |                   |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 253 | SY/T 7612—2020    | 水下设备性能鉴定 标准化流程文件推荐做法                         |                   |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 254 | SY/T 10010—2020   | 非分类区域和Ⅰ级Ⅰ类及Ⅱ类区域的固定及浮式海上石油设施的电气系统设计、安装与维护推荐作法 | SY/T 10010—2012   |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 255 | SY/T 10023.1—2020 | 海上油（气）田开发项目经济评价方法 第1部分：自营油（气）田               | SY/T 10023.1—2012 |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |
| 256 | SY/T 10034—2020   | 敞开式海上生产平台防火与消防的推荐作法                          | SY/T 10034—2000   |     | 石油工业出版社 | 2020-10-23 | 2021-02-01 |

# 前 言

本规范是根据《国家能源局综合司关于下达 2019 年能源领域行业标准制（修）订计划及英文版翻译出版计划的通知》（国能综通科技〔2019〕58 号），由中国石油工程建设有限公司华北分公司会同相关单位对《油气处理容器内壁牺牲阳极阴极保护技术规范》（SY/T 0047—2012）和《钢质水罐内壁阴极保护技术规范》（SY/T 6536—2012）进行修订。

在本规范修订过程中，编写组进行了广泛调研，总结了多年来储罐、容器内壁阴极保护应用的实践经验，在分析研究、试验验证的基础上，参考了国外相关标准，并在广泛征求意见的基础上，形成本规范。

本规范共分为 5 章，主要技术内容包括：总则，基本规定，阴极保护设计，安装与施工，检测、维护和记录。与 SY/T 0047—2012 和 SY/T 6536—2012 相比，本次修订的主要内容为：

- 调整了适用范围；
- 增加了对设计、施工和维护的要求；
- 增加了强制电流阴极保护设计计算并细化安装要求；
- 增加了恒电位仪选型计算、辅助阳极计算；
- 增加了长效参比电极选型；
- 增加了测试箱及阳极接线箱安装要求；
- 对牺牲阳极选用的介质电阻率、温度参数进行了调整；
- 增加了强制电流阴极保护维护要求。

本规范由国家能源局负责管理，由石油工程建设专业标准化委员会负责日常管理，由中国石油工程建设有限公司华北分公司负责具体技术内容解释。执行过程中如有意见或建议，请将意见和建议寄到中国石油工程建设有限公司华北分公司技术



质量部（地址：河北省任丘市建设路华北石油设计院，邮编：062552）。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主编单位：中国石油工程建设有限公司华北分公司

参编单位：中国石油集团工程技术有限公司

中国石油工程建设有限公司北京设计分公司

中石化江汉石油工程设计有限公司

主要起草人：赵常英 陈珏伶 周 冰 张盈盈

池 恒 谷 丰 秦海燕 潘 晨

刘发安 杜明俊 朱加祥 秦玉新

付立欣 滕 彧

主要审查人：欧 莉 罗 锋 王国丽 郭 峰

李威力 曹静斌 刘海禄 王 鹏

罗慧娟 许 敬 姚 华

# 目 次

|     |                       |    |
|-----|-----------------------|----|
| 1   | 总则 .....              | 1  |
| 2   | 基本规定 .....            | 2  |
| 3   | 阴极保护设计 .....          | 3  |
| 3.1 | 设计基础资料 .....          | 3  |
| 3.2 | 阴极保护方式选择与电流密度确定 ..... | 3  |
| 3.3 | 强制电流阴极保护系统设计 .....    | 4  |
| 3.4 | 牺牲阳极阴极保护系统设计 .....    | 5  |
| 3.5 | 参比电极、接线及测试箱设计 .....   | 7  |
| 4   | 安装与施工 .....           | 8  |
| 4.1 | 一般规定 .....            | 8  |
| 4.2 | 强制电流阴极保护系统 .....      | 8  |
| 4.3 | 牺牲阳极阴极保护系统 .....      | 8  |
| 4.4 | 参比电极、接线及测试箱安装 .....   | 9  |
| 5   | 检测、维护和记录 .....        | 10 |
| 5.1 | 检测 .....              | 10 |
| 5.2 | 维护 .....              | 10 |
| 5.3 | 记录 .....              | 11 |
|     | 标准用词和用语说明 .....       | 12 |
|     | 引用标准名录 .....          | 13 |
|     | 附：条文说明 .....          | 14 |

# Contents

|     |                                                                                   |    |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | General provisions .....                                                          | 1  |
| 2   | Basic requirements .....                                                          | 2  |
| 3   | Design of cathodic protection .....                                               | 3  |
| 3.1 | Basic information of design .....                                                 | 3  |
| 3.2 | Choice of cathodic protection current & determination of<br>current density ..... | 3  |
| 3.3 | Design of impressed-current cathodic protection system .....                      | 4  |
| 3.4 | Design of galvanic anode cathodic protection system .....                         | 5  |
| 3.5 | Design of reference electrode, cable & test box .....                             | 7  |
| 4   | Installation & construction .....                                                 | 8  |
| 4.1 | Basic requirement .....                                                           | 8  |
| 4.2 | Impressed-current cathodic protection system .....                                | 8  |
| 4.3 | Galvanic anode protection system .....                                            | 8  |
| 4.4 | Reference electrode, cable & test box .....                                       | 9  |
| 5   | Detection, maintenance and record .....                                           | 10 |
| 5.1 | Detection .....                                                                   | 10 |
| 5.2 | Maintenance .....                                                                 | 10 |
| 5.3 | Record .....                                                                      | 11 |
|     | Explanation of wording in this code .....                                         | 12 |
|     | List of quoted standards .....                                                    | 13 |
|     | Addition : Explanation of provisions .....                                        | 14 |

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范钢质储罐、容器内壁阴极保护系统的设计、施工、检测、维护，制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于油气田生产用油罐、水罐、油气处理容器内壁阴极保护系统，不适用于介质为饮用水的储罐、容器。

**1.0.3** 钢质储罐内壁阴极保护技术规定除执行本规范外，尚应符合国家现行有关标准（规范）的规定。

## 2 基本规定

**2.0.1** 储罐、容器设计寿命大于 5 年或平均腐蚀速率不小于 0.025mm/a 或点蚀速率不小于 0.13mm/a 时，宜采用阴极保护与防腐层联合保护。

**2.0.2** 储罐、容器内浸水表面阴极保护准则应符合下列要求：

1 介质温度低于 60℃ 时，消除了 IR 降影响的保护电位应达到 -850mV（相对铜 / 饱和硫酸铜参比电极，以下简称 CSE）。

2 介质中 H<sub>2</sub>S 含量不小于 50ppm 时，消除了 IR 降影响的保护电位应达到 -950mV（相对 CSE）。

3 介质温度高于 60℃ 时，消除了 IR 降影响的保护电位（以下简称保护电位）应达到 -950mV（相对 CSE）。

**2.0.3** 有内涂层的储罐、容器，应根据涂层的阴极剥离性能确定最负的阴极保护电位，消除了 IR 降影响的保护电位不宜超过 -1100mV（相对 CSE）。

**2.0.4** 每一批次的阳极材料应提供产品说明书及检测报告等相关证明文件，牺牲阳极材料检测报告应包括化学成分、电化学性能、阳极与钢芯的接触电阻等。辅助阳极材料检测报告应包括化学成分、阳极与电缆的连接强度、电缆接头的密封性、阳极与电缆的连接电阻等。

**2.0.5** 储罐、容器阴极保护系统安装与施工、检测及维护应采取有效防护措施，符合安全环保的要求。

## 3 阴极保护设计

### 3.1 设计基础资料

#### 3.1.1 储罐、容器宜收集以下资料：

- 1 储罐、容器本体及内部附件材质、开口位置及尺寸、内部结构及构件、材质等。
- 2 连续或间歇浸水表面积（包括挡板、支架等内部件）。
- 3 防腐层的类型、现状和预期的状况。
- 4 设计寿命。
- 5 最高液位、最低液位。
- 6 排空和进液的频率及速度。

**3.1.2** 宜收集介质的温度、组分、腐蚀性、pH 值、电导率等。并应收集介质的含水率、 $\text{Cl}^-$ 、溶解氧、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  含量、细菌等信息。

### 3.2 阴极保护方式选择与电流密度确定

**3.2.1** 储罐、容器应根据所需电流量、结构、介质情况、维护条件及安全性等要求，通过技术经济比选，确定采用强制电流阴极保护或牺牲阳极阴极保护。

**3.2.2** 当储罐、容器介质电阻率大于  $10000\ \Omega \cdot \text{cm}$  时，不宜采用牺牲阳极阴极保护。

**3.2.3** 储罐、容器内部阴极保护电流密度的选取应符合下列规定：

- 1 储罐、容器内部涂装防腐蚀涂层时，阴极保护电流密度宜选取  $10\text{mA}/\text{m}^2 \sim 30\text{mA}/\text{m}^2$ 。
- 2 储罐、容器内部无防腐蚀涂层时，阴极保护电流密度宜

选取  $50\text{mA/m}^2 \sim 450\text{mA/m}^2$ 。

3 含有  $\text{H}_2\text{S}$  和  $\text{O}_2$  等去极化剂，或是在高温或高流速下运行的储罐、容器，应选取较高的电流密度。

### 3.3 强制电流阴极保护系统设计

**3.3.1** 阴极保护电源宜采用多路恒电位仪，应具备通、断电功能，并显示各路通断保护电位。恒电位仪应满足现行国家标准《埋地钢质管道阴极保护技术规范》GB/T 21448 的要求。恒电位仪宜室内安装。电源设备功率应按照公式 (3.3.1-1) 及公式 (3.3.1-2) 计算。

$$P = \frac{IV}{\eta} \quad (3.3.1-1)$$

$$V = I(R_a + R_l + R_c) + V_a \quad (3.3.1-2)$$

式中  $P$ ——电源功率，单位为瓦 (W)；  
 $I$ ——保护电流，单位为安 (A)；  
 $V$ ——电源设备的输出电压，单位为伏 (V)；  
 $\eta$ ——电源设备效率，一般取 0.7；  
 $R_a$ ——辅助阳极组接水电阻，单位为欧 ( $\Omega$ )；  
 $R_l$ ——导线电阻，单位为欧 ( $\Omega$ )；  
 $R_c$ ——阴极过渡电阻，单位为欧 ( $\Omega$ )；  
 $V_a$ ——辅助阳极地床的反电动势，单位为伏 (V)。

**3.3.2** 辅助阳极宜选用高硅铸铁阳极、导电聚合物阳极、混合金属氧化物阳极、镀铂钛 (铌) 等，阳极寿命应不低于 10 年且与罐体寿命相匹配。高硅铸铁、导电聚合物阳极性能要求应按现行国家标准《埋地钢质管道阴极保护技术规范》GB/T 21448 执行。镀铂铌阳极应按国家现行标准《阴极保护用铂 / 铌复合阳极丝》YS/T 642 执行。

**3.3.3** 辅助阳极应合理布置，并应防止与储罐、容器内表面及内部附件短路。辅助阳极宜采用悬挂或支架安装方式。采用悬

挂安装时，应在储罐顶部设置阳极检修孔并采取防止阳极摆动措施，每组辅助阳极宜单独接线。阳极安装应牢固，避免在储罐、容器进排水或维修时损坏。高硅铸铁阳极质量及数量按照公式 (3.3.3-1) 及公式 (3.3.3-2) 计算。

$$W_a = \frac{T_a \omega_a I}{K} \quad (3.3.3-1)$$

式中  $W_a$ ——辅助阳极总质量，单位为千克 (kg)；  
 $T_a$ ——辅助阳极设计寿命，单位为年 (a)；  
 $\omega_a$ ——辅助阳极的消耗率，单位为千克每安年 [kg/(A·a)]；  
 $I$ ——保护电流，单位为安 (A)；  
 $K$ ——辅助阳极利用系数，取 0.7 ~ 0.85。

$$N_a = \frac{W_{at}}{W_a} \quad (3.3.3-2)$$

式中  $N_a$ ——辅助阳极的支数，单位为支；  
 $W_{at}$ ——辅助阳极的总质量，单位为千克 (kg)；  
 $W_a$ ——单支辅助阳极的质量，单位为千克 (kg)。

### 3.4 牺牲阳极阴极保护系统设计

**3.4.1** 牺牲阳极应根据介质的电阻率、温度选择阳极材料，并应考虑介质的化学组分对牺牲阳极的影响，宜选用铝合金阳极、镁合金阳极及锌合金阳极。

**3.4.2** 介质中含  $Cl^-$  且电阻率低于  $100 \Omega \cdot cm$  宜选用铝合金阳极，铝合金阳极化学成分及电化学性能应符合现行国家标准《铝—锌—镉系合金牺牲阳极》GB/T 4948 的规定。温度高于  $49^\circ C$  应选用高温型铝合金阳极。

**3.4.3** 介质电阻率低于  $100 \Omega \cdot cm$  且介质温度低于  $54^\circ C$  宜选用锌合金阳极，锌合金阳极化学成分及电化学性能应符合现行国家标准《锌—铝—镉合金牺牲阳极》GB/T 4950 的规定。介质



温度高于 54℃ 应选用高温型锌合金阳极。

**3.4.4** 介质电阻率高于  $100\Omega \cdot \text{cm}$  宜选用镁合金阳极，镁合金阳极化学成分及电化学性能应符合现行国家标准《镁合金牺牲阳极》GB/T 17731 的规定。镁合金阳极不应用于油（气）采出液介质中。在低电阻率介质中使用镁合金阳极时，应设置有电阻器调节的外加电路。

**3.4.5** 应根据被保护表面积、所需的电流密度、阳极输出电流、储罐及容器的结构、牺牲阳极的设计寿命等因素确定所需牺牲阳极的规格和数量。

**3.4.6** 按照储罐、容器的维护周期选取阳极寿命，牺牲阳极设计寿命不宜小于 10 年，并根据公式 (3.4.1-1) 计算牺牲阳极总质量，根据公式 (3.4.1-2) 计算牺牲阳极数量。

$$W_{\text{gt}} = n \frac{T_g I \omega_g}{K} \quad (3.4.1-1)$$

式中  $W_{\text{gt}}$ ——牺牲阳极总质量，单位为千克 (kg)；  
 $T_g$ ——牺牲阳极工作寿命，单位为年 (a)；  
 $I$ ——所需保护电流，单位为安 (A)；  
 $\omega_g$ ——牺牲阳极消耗率，单位为千克每安年 [ $\text{kg}/(\text{A} \cdot \text{a})$ ]；  
 $K$ ——牺牲阳极利用系数，取 0.85；  
 $n$ ——阳极备用系数，取 1.1 ~ 1.3。

$$N_g = \frac{W_{\text{gt}}}{W_g} \quad (3.4.1-2)$$

式中  $N_g$ ——牺牲阳极数量，支；  
 $W_{\text{gt}}$ ——牺牲阳极总质量，千克 (kg)；  
 $W_g$ ——单支牺牲阳极质量，千克 (kg)。

**3.4.7** 牺牲阳极布置应根据牺牲阳极用量及储罐、容器的结构确定。在有分隔室的容器或有挡板、加热管、支撑等的储罐、容器中，每个与电解液接触的分隔室内至少应安装一支阳极。

### 3.5 参比电极、接线及测试箱设计

#### 3.5.1 长效参比电极设计执行下列规定：

1 长效参比电极宜选用 Ag/AgCl 参比电极、Zn 参比电极、Cu/CuSO<sub>4</sub> 参比电极。长效参比电极性能及校验应符合《船用参比电极技术条件》GB/T 7387 的规定。储罐内长效参比电极寿命应与阴极保护设计寿命相匹配，并应满足储罐设计寿命或清罐周期的要求，且应考虑防污措施。

2 储罐内长效参比电极设置不应少于 2 支，并具备可更换性。长效参比电极宜采用支架式或固定式安装。与恒电位仪相连的控制参比电极应安装在阴极保护薄弱处，检测用参比电极应安装在离阳极最远的罐壁处；当有分隔仓时，每个分隔仓内应设置长效参比电极。长效参比电极的引线均应接至测试箱内。

3.5.2 在距离长效参比电极 50mm ~ 150mm 处宜设置测试片。测试片的材料应与储罐材料一致，整个测试片应使用环氧密封，裸露面积宜根据测试需求确定。

3.5.3 测试箱应设于防爆区以外，防护等级宜为 IP65。测试箱内应设置阴极、长效参比电极接线端子。

3.5.4 阳极接线箱内宜设有分流器及可调电阻。气体密封储罐顶部用的阳极接线箱，应采用防爆型，防爆等级宜为 EXd II BT3 或 EXd II BT4，防护等级应为 IP65。

3.5.5 储罐内电缆应根据介质成分及工况选择电缆类型，宜采用 PVDF/HMWPE 电缆。阴极保护电缆宜通过罐壁、取样口或顶部通气孔引出至阳极接线箱、测试箱。进、出罐顶阳极接线箱的电缆应采用格兰头连接。

## **4 安装与施工**

### **4.1 一般规定**

**4.1.1** 长效参比电极应提供产品说明书及检测报告，在安装前应进行校准，电位误差范围应为  $\pm 10\text{mV}$ 。

**4.1.2** 需要热处理的容器，应在热处理前焊接参比电极及阳极的安装附件，长效参比电极及阳极应在热处理完成后安装。

**4.1.3** 施工时，应采取保护措施避免阳极表面污染。

**4.1.4** 施工安装完成后，应对强制电流阴极保护系统和牺牲阳极系统的完好性和接线的准确性进行检查、调试。

### **4.2 强制电流阴极保护系统**

**4.2.1** 恒电位仪的阴极接线、阳极接线、参比电极、零位接阴接线应正确无误，标记清楚，机壳进行有效接地。恒电位仪安装位置应便于操作、维修及保养。

**4.2.2** 垂直悬挂的辅助阳极系统的阳极检修孔应安装防护罩。宜借助绳索固定阳极，绳索可从储罐的顶部通过罐顶阳极接线箱与储罐底部固定。每间隔 500mm 应采用绑扎带将阳极与绳索固定一次。

### **4.3 牺牲阳极阴极保护系统**

**4.3.1** 牺牲阳极安装宜采用焊接或螺栓连接。牺牲阳极安装焊接点与储罐、容器壁焊缝距离应不小于 100mm，牺牲阳极表面与储罐、容器的距离不宜小于 150mm，靠近被保护体的牺牲阳极表面应有防腐层。

**4.3.2** 牺牲阳极安装采用焊接连接时，焊点的连接电阻应小于

0.001  $\Omega$ 。

#### **4.4 参比电极、接线及测试箱安装**

**4.4.1** 长效参比电极和测试片宜通过电缆连接到测试箱内。参比电极的安装应便于更换和储罐容器的后期检修及维护，密封性满足储罐、容器的要求。参比电极应安装牢固，避免参比电极污染和损坏。

**4.4.2** 测试箱内应分别对参比、测试片、阴极电缆的接线端子进行标识。

**4.4.3** 阳极接线箱内应对阳极电缆接线端子进行编号标识。罐顶阳极接线箱的安装位置应与储罐预留口位置对应，并利于安全操作。

**4.4.4** 安装前应检查电缆的完整性。阴极电缆及测试电缆的连接应通过连接片与储罐连接，连接片应焊接在储罐的边缘板或储罐的侧壁上。储罐顶部和侧壁的电缆应采用镀锌钢管作为保护管，金属保护管应进行电气接地。

## **5 检测、维护和记录**

### **5.1 检 测**

**5.1.1** 强制电流阴极保护系统正式运行前，宜测试储罐、容器内壁对介质的电位。

**5.1.2** 每日记录一次恒电位仪的运行状况。每月进行一次恒电位仪的检查，并测量一次保护电位，做好记录。运行条件变化时，宜增加检查次数。

**5.1.3** 宜采用经校验的便携式参比电极定期对罐内长效参比电极进行校验。

**5.1.4** 每年应对所有阴极保护设施进行全面检测，检测对象包括恒电位仪、接线箱及测试箱等。出现异常时，应查明原因并做相应调整。

**5.1.5** 清罐期应检查阳极消耗情况、电缆完整性、罐内防腐层及参比电极状况，确认罐壁阴极保护系统能否满足使用寿命的要求。

### **5.2 维 护**

**5.2.1** 牺牲阳极阴极保护系统，当保护电位不达标或牺牲阳极消耗接近 85% 时，应进行更换。

**5.2.2** 强制电流阴极保护系统，发现阴极保护电位异常后，应立即开展调查，查明原因，排除故障，并采取整改措施。

**5.2.3** 液位低于设计低位时，应及时关停阴极保护系统。

**5.2.4** 强制电流阴极保护系统在恒电位仪的运行中不得进行电缆的拆接和阳极的更换。

## 5.3 记 录

### 5.3.1 原始资料记录应包括以下内容：

- 1 储罐、容器的规格尺寸、建造及投产日期、防腐层类别及厚度。
- 2 水质分析报告、水腐蚀性测试报告、水处理药剂使用情况、液位及变化情况、进排水情况等。

### 5.3.2 应收集整理设计及安装资料的记录。阴极保护系统施工图、竣工图、变更单及安装、调试资料，宜包括以下内容：

- 1 恒电位仪的输出电压、输出电流。
- 2 辅助阳极材料、规格、数量及设计寿命。
- 3 牺牲阳极材料、规格、数量及设计寿命。
- 4 长效参比电极的类型、规格、安装位置。
- 5 电缆和阳极悬挂装置。
- 6 阴极保护系统接线示意图。
- 7 接线箱及测试箱结构、型号。
- 8 通电日期、初始电流、电压设定及保护电位。

### 5.3.3 运行维护记录应包括以下内容：

- 1 恒电位仪输出电压、输出电流及保护电位的测量记录表，并应记录测量时的液面高度。
- 2 日检、月检报告以及清罐分析报告。
- 3 防腐层及阴极保护系统的所有维修及改造记录。
- 4 储罐、容器的运行记录。

## 标准用词和用语说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示严格，在正常情况下均应这样做的词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

2) 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”。

3) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

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

## 引用标准名录

- 《铝—锌—铟系合金牺牲阳极》 GB/T 4948
- 《锌—铝—镉合金牺牲阳极》 GB/T 4950
- 《船用参比电极技术条件》 GB/T 7387
- 《镁合金牺牲阳极》 GB/T 17731
- 《埋地钢质管道阴极保护技术规范》 GB/T 21448
- 《爆炸危险环境电力装置设计规范》 GB 50058
- 《阴极保护用铂 / 铌复合阳极丝》 YS/T 642



中华人民共和国石油天然气行业标准

# 钢质储罐、容器内壁阴极保护 技术规范

**SY/T 6536—2020**

条 文 说 明

## 修 订 说 明

《钢质储罐、容器内壁阴极保护技术规范》(SY/T 6536—2020)，经国家能源局 2020 年 10 月 23 日以第 5 号公告批准发布，2021 年 2 月 1 日实施。

在本规范修订过程中，编写组进行了广泛调研，总结了多年来储罐、容器内壁阴极保护应用的实践经验，在分析研究、试验验证的基础上，参考国外相关标准，并在广泛征求意见的基础上，形成本规范。

为了便于广大设计、施工等有关人员在使用本规范时能够正确理解和执行条文规定，本规范编写组按正文的章、节、条顺序编制了本条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。本条文说明不具备与正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握相关规定的参考。

## 目 次

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 1 总则 .....                | 17 |
| 2 基本规定 .....              | 18 |
| 3 阴极保护设计 .....            | 19 |
| 3.2 阴极保护方式选择与电流密度确定 ..... | 19 |
| 3.3 强制电流阴极保护系统设计 .....    | 19 |
| 3.4 牺牲阳极阴极保护系统设计 .....    | 22 |
| 3.5 参比电极、接线及测试箱设计 .....   | 22 |
| 5 检测、维护和记录 .....          | 24 |
| 5.1 检测 .....              | 24 |
| 5.2 维护 .....              | 25 |
| 5.3 记录 .....              | 25 |

# 1 总 则

**1.0.2** 本条规定了标准适用对象。由于阳极溶解会对介质造成一定程度的污染，所以不适用于储存介质为饮用水的水罐。

## 2 基本规定

**2.0.1** 现行国家标准《钢质石油储罐防腐蚀工程技术规范》GB/T 50393—2017 中介质腐蚀性评价指标规定平均腐蚀速率小于 0.025mm/a 及点蚀速率小于 0.130mm/a，腐蚀性均为“低”，因此在水质腐蚀性低时，可单独采用防腐层，不采用阴极保护。

腐蚀速率评估方法可参考如下标准进行：

《金属材料实验室均匀腐蚀全浸试验方法》(JB/T 7901—2001)

《金属和合金的腐蚀电化学试验方法恒电位和动电位极化测量导则》(GB/T 24196—2009)

其中 JB/T 7901—2001 属于全面腐蚀测试，需要时间稍长；GB/T 24196—2009 属于快速评价方法，所需时间较短。可根据实际需要和试验条件选择合适的方法。

若已安装腐蚀监测装置的储罐或容器，可直接采用监测数据作为评判依据。

## 3 阴极保护设计

### 3.2 阴极保护方式选择与电流密度确定

**3.2.1** 储罐可根据介质考虑使用外加电流阴极保护和牺牲阳极阴极保护。油气田中的容器通常具有烃类或者使用燃料气密封，外加电流具有爆炸的风险，此情况下建议采用牺牲阳极阴极保护。

当储罐储存有含烃化合物时，油田生产污水往往具有较高的氯离子，外加电流阴极保护时阳极会产生氯气，氯气会加速阳极连接电缆老化。一旦电缆的绝缘失效，可能产生电火花，当有烃类存在时有爆炸的风险。

当储罐中介质为清水或消防水时，由于介质电阻率高，牺牲阳极电流输出受限，采用外加电流阴极保护可获得较好的阴极保护效果。

当介质温度超过  $60^{\circ}\text{C}$ ，牺牲阳极输出电流大大降低，在有外部电源及符合安全性要求的条件下，推荐优先采用外加电流阴极保护。

**3.2.3** 储罐、容器内部阴极保护电流密度的选取应符合下列规定：

储罐、容器内部无防腐蚀涂层时，当缺乏电流密度数据时，设计宜选取  $110\text{mA}/\text{m}^2$ 。阴极保护设计前，如有条件可进行现场腐蚀评价，包括水的电导率、腐蚀速率、电流密度等设计勘测，也可通过调查现有的储存相同水质的其他水罐获得相关参数。

### 3.3 强制电流阴极保护系统设计

**3.3.1** 阴极保护电源宜采用多路恒电位仪，每组辅助阳极宜单独接线，以便调节其输出电流。为监测消除 IR 降的保护电位，

可采用瞬间断电或断试片法，测试数据可反馈到恒电位仪，恒电位仪具备显示电位功能，从而减少现场测试工作。

阴极保护电源设备选取是依据所需最大保护电流、回路电压，并至少取 25% 余量。回路电阻包括导线电阻和寿命期内最大阳极接水电阻。

1 对于圆形罐中的柱状阳极，单支阳极接水电阻计算见公式 (1)。

$$R = \frac{0.366\rho}{L} \ln \left( \frac{d_T}{d_a} \right) \quad (1)$$

式中  $R$ ——阳极接水电阻，单位为欧 ( $\Omega$ )；

$\rho$ ——介质 (水) 电阻率，单位为欧厘米 ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )；

$d_T$ ——罐体直径，单位为米 (m)；

$d_a$ ——阳极直径，单位为米 (m)；

$L$ ——单支阳极的长度，单位为厘米 (cm)。

2 阳极串阵列半径计算见公式 (2)。

$$r = \frac{dN}{2(\pi + N)} \quad (2)$$

式中  $r$ ——阳极串阵列半径，单位为米 (m)；

$d$ ——罐体直径，单位为米 (m)；

$N$ ——阳极列数。

3 阳极列数超过 3 列，阳极接水电阻计算见公式 (3)。

$$R_z = \frac{0.366\rho}{L} \ln \left( \frac{d_T}{a} \right) \quad (3)$$

$$a = f_c d_s$$

式中  $R_z$ ——阳极组接水电阻，单位为欧 ( $\Omega$ )；

$f_c$ ——图 1 中给出的系数；

$d_s$ ——阳极阵列直径，单位为米 (m)。

$\rho$ 、 $L$  和  $d_T$  与公式 (1) 中的含义和尺寸相同。

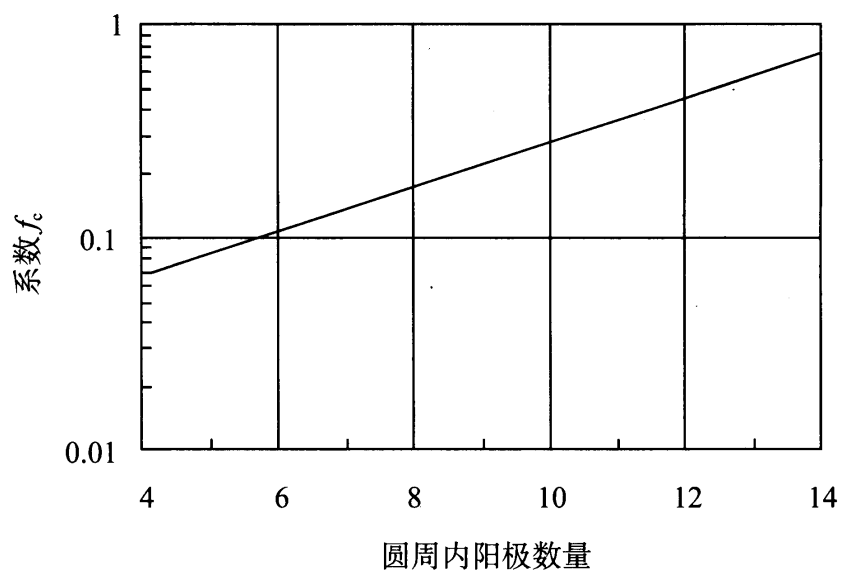


图 1 阳极数量修正系数

当阳极长度和阳极直径之比  $L/d_a < 100$  时，可按图 2 的修正系数修正。

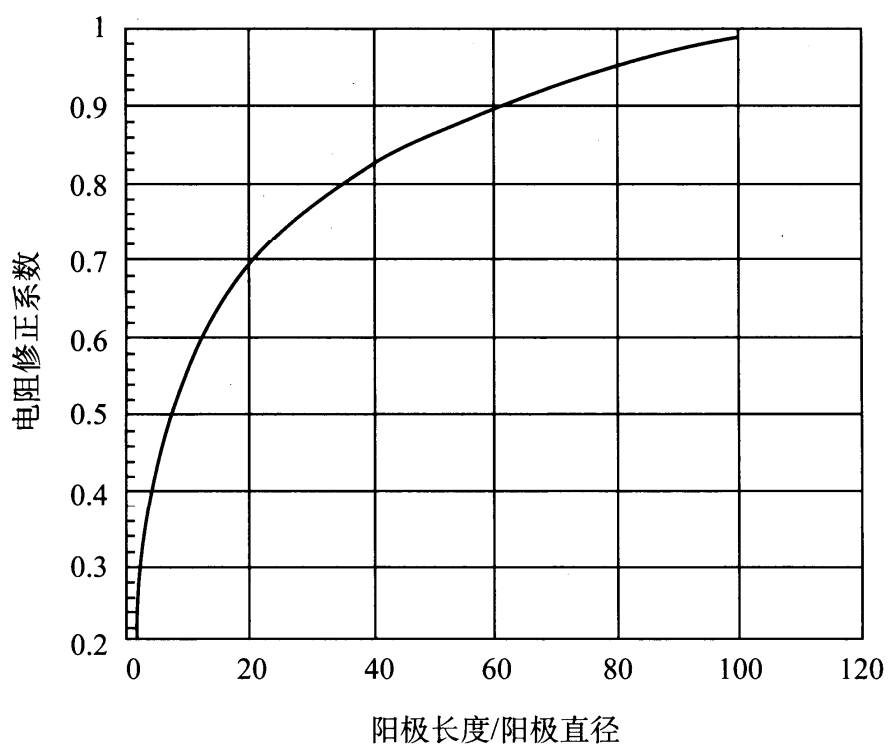


图 2 电阻修正系数



### 3.4 牺牲阳极阴极保护系统设计

**3.4.1** 介质的化学组分对牺牲阳极的影响包括：溶解  $\text{CO}_2$  或  $\text{H}_2\text{S}$ ，其他杂质例如胺组分、胶状液，甚至很小数量的汞，多种油田处理化学药剂及油井维修液可能添加的反乳化剂、防垢剂、腐蚀抑制剂、钻井液等。

铝合金阳极与镁合金阳极相比具有较低的驱动电压、较低的电流输出和较长的寿命。与铝合金阳极相比，镁合金阳极具有较高的驱动电压、较高的电流输出和较短的寿命。

**3.4.2** 铝合金阳极的电化学性能（输出电位、电流的能力）取决于合金、电解液的成分和电解液的温度。电解液温度超过  $49^\circ\text{C}$  时，会降低现行国家标准《铝—锌—铟系合金牺牲阳极》GB/T 4948 中规定的铝合金阳极的电化性能。

**3.4.3** 现行国家标准《锌—铝—镉合金牺牲阳极》GB/T 4950 规定的锌合金阳极，其极性逆转电位为  $54^\circ\text{C}$ ，因此超过  $54^\circ\text{C}$  不可采用锌合金阳极，但经过鉴定的新型耐高温锌合金阳极也可在其适用温度范围内使用。

介质温度在  $60^\circ\text{C} \sim 80^\circ\text{C}$  时，可采用高温锌合金阳极，其电化学性能见表 1。

表 1 高温锌合金阳极电化学性能（原油污水中）

| 温度<br>( $^\circ\text{C}$ ) | 开路电位<br>(V) (SCE) | 工作电位<br>(V) (SCE) | 阳极电容量<br>( $\text{A} \cdot \text{h}/\text{kg}$ ) | 电流效率<br>(%) | 溶解情况           |
|----------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------------------------|-------------|----------------|
| 0                          | -1.05             | -0.95             | 790                                              | $\geq 95$   | 产物易脱落，<br>溶解均匀 |
| 70                         | -1.05             | -0.95             | 780                                              | $\geq 95$   |                |
| 80                         | -1.05             | -0.95             | 750                                              | $\geq 90$   |                |

### 3.5 参比电极、接线及测试箱设计

**3.5.1** 长效参比电极设计执行下列规定：

当介质温度小于 60℃ 时，介质中  $\text{Cl}^-$  浓度大于 500ppm，宜选用 Ag/AgCl 参比电极； $\text{Cl}^-$  浓度不大于 500ppm，宜选用 Cu/CuSO<sub>4</sub> 参比电极或 Zn 参比电极（介质温度小于 54℃ 时）。

当介质温度不大于 60℃ 时，应采用经过实验室验证热稳定性好的长效参比电极。

储罐内的参比电极应考虑介质的温度对参比电极的影响，当温度高于 60℃ 时，不宜采用硫酸铜参比电极，应考虑采用热稳定性好的贵金属或固体电极。

当采用贵金属或固体电极时应进行衰减测试，通过衰减测试的方式确定储罐的保护电流和保护状态。

**3.5.2** 储罐内的参比电极可与测试片一起使用，通过测试片测试模拟储罐的涂层破损状况，测量储罐内的阴极保护状况。测试片与参比电极一同接入测试箱中，可采用弹簧开关装置把测试片与储罐连接，便于测量断电瞬间的电位。

**3.5.5** 阳极电缆应考虑耐水、耐油、耐氯离子和温度影响，通常可以选用 Kynar 或 Halar/HMWPE 电缆。参比和测试电缆由于可以更换，可采用 XLPE/PVC 电缆。测试片的电缆可采用双芯的 XLPE/PVC 电缆。

## 5 检测、维护和记录

### 5.1 检 测

**5.1.1** 强制电流阴极保护系统的完好性和接线的准确性包括但不限于以下内容：

1 强制电流阴极保护系统通电前，应对设备及装置进行检测：

1) 恒电位仪：

——对地绝缘电阻（在 30℃ 下，500V 兆欧表最小 10MΩ）；

——安全接地电阻应小于 10Ω。

2) 油冷式供电设备：

——油位；

——油的绝缘性能。

3) 测试及监控装置：

——电缆与接线端子的标记；

——电缆接头端的松紧程度；

——接线是否正确。

2 阴极保护系统通电后，应逐步调节输出电流，待电位稳定一段时间后，测试汇流点处电位，若电位欠保护，逐步增大输出电流，反复调节，直至汇流点的电位达到极限电位。

3 牺牲阳极保护系统应对以下内容进行检查，包括但不限于：

1) 参比电极安装是否牢固，电缆与接线端子的标记是否正确；

2) 检查阳极焊接是否牢固，阳极与罐壁导电是否良好，

阳极表面是否有污损。

**5.1.3** 对于牺牲阳极保护系统，装入介质稳定一段时间后（24h ~ 48h）测试罐内保护电位，评估罐内保护程度。

## **5.2 维 护**

**5.2.2** 采用牺牲阳极保护时，只能通过牺牲阳极工作电位、罐壁或容器内壁保护电位来判断保护是否有效，且阳极均与内壁有电连接，罐内少量阳极损坏或余量不足时，不能及时发现，因此在清罐期间，应对罐内或容器内阳极使用情况进行认真检查，发现异常，及时进行更换和补充。

**5.2.3** 储罐内液位经常出现波动，为防止辅助阳极损坏，其安装位置应高于液位最低设计高度。当液位低于辅助阳极的安装位置后，建议关停阴极保护系统。

## **5.3 记 录**

**5.3.2** 阴极保护系统的设计由初步设计、施工图设计及安装程序等一整套程序构成，所有程序步骤都应由相关文件构成，设计文件不应局限于本条中所列，但至少应包括其内容，作为阴极保护系统试运行后形成的系统文件，最终收录成册。检测和运行维护应达到有规程、体系及相应的程序，收集并管理工程竣工文件。

**5.3.3** 阴极保护系统长期运行中，登记所维修的记录，以备将来查用。

中华人民共和国  
石油天然气行业标准  
**钢质储罐、容器内壁阴极保护技术规范**  
SY/T 6536—2020

\*

石油工业出版社出版  
(北京安定门外安华里二区一号楼)  
北京中石油彩色印刷有限责任公司排版印刷  
新华书店北京发行所发行

\*

850×1168 毫米 32 开本 1.625 印张 38 千字 印 1—800  
2020 年 12 月北京第 1 版 2020 年 12 月北京第 1 次印刷  
书号 : 155021 · 8132 定价 : 35.00 元  
**版权专有 不得翻印**