

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6827—2020

代替 SY/T 6827—2011

油气管道安全预警系统技术规范

Specification for security pre-warning system of oil & gas pipeline

2020—10—23 发布

2021—02—01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般要求	2
5 预警技术选择	2
5.1 选择原则	2
5.2 资料收集	3
5.3 推荐做法	3
6 技术性能及安装要求	4
6.1 管道光纤预警技术	4
6.2 周界预警技术	5
6.3 视频预警技术	6
7 测试与验收	7
7.1 测试指标	7
7.2 工厂验收测试 (FAT)	8
7.3 现场验收测试 (SAT)	8
7.4 稳定性测试	9
7.5 验收内容	9
7.6 资料提交	9
8 维护管理	9
8.1 系统维护	9
8.2 报警管理	9
8.3 变更管理	10
8.4 效果评价	10
8.5 操作培训	10
附录 A (资料性附录) 管道安全预警技术简介	11
附录 B (资料性附录) 管道安全预警系统调查表	12
附录 C (规范性附录) 管道安全预警技术测试方法	14
参考文献	18

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准代替 SY/T 6827—2011《油气管道安全预警系统技术规范》。本标准与 SY/T 6827—2011相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 修改了规范性引用文件（见第2章，2011年版的第2章）；
- 增加了部分术语和定义（见第3章）；
- 修改了管道光纤预警技术的性能要求（见6.1，2011年版的6.1）；
- 删除了管道声波预警和智能防腐层预警（见2011年版的6.2和6.3）；
- 将重点区域预警技术扩充分为周界预警和视频预警技术（见6.2和6.3，2011年版的6.4）；
- 修改了测试和验收方法，将测试分为工厂验收测试和现场验收测试（见7.2和7.3，2011年版的7.1）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由油气储运专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国石油天然气股份有限公司管道分公司、中国石化管道储运有限公司、天津大学、上海波汇通信科技有限公司、中国石油天然气股份有限公司西南管道分公司。

本标准主要起草人：蔡永军、陈朋超、曾周末、白路遥、曹国民、封皓、王庆、周玥、石坚、李明明、孙翼、周琰、刘广贺、余东亮、李大东、李增彬、马云宾、陈建民。

油气管道安全预警系统技术规范

1 范围

本标准规定了油气管道安全预警系统的技术方案选择、安装、测试、验收和维护管理等要求。本标准适用于陆上油气管道遭到第三方损坏风险时的安全预警技术。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 3836 爆炸性环境
- GB/T 7424 光缆总规范
- GB 10408.6 微波和被动红外复合入侵探测器
- GB/T 15972 光纤试验方法规范
- GB/T 20138 电器设备外壳对外界机械碰撞的防护等级（IK 代码）
- GB/T 28181 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求
- GB 32167 油气输送管道完整性管理规范
- GB 50395 视频安防监控系统工程设计规范
- GA 1166 石油天然气管道系统治安风险等级和安全防范要求
- GA/T 1217 光纤振动入侵探测器技术要求
- GA/T 1469 光纤振动入侵探测系统工程技术规范
- SY/T 4108 油气输送管道同沟敷设光缆（硅芯管）设计及施工规范
- SY/T 6064 油气管道线路标识设置技术规范
- SY/T 6671 石油设施电气设备场所 1 级 0 区、1 区和 2 区的分类推荐作法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

治安风险等级 **public security risk level**

管道系统可能受盗窃、抢劫、人为破坏等安全威胁，以及遭受侵害后危害公共安全、造成人员伤亡、财产损失和产生社会影响的程度。

3.2

安全防范级别 **level of security protection**

根据管道系统治安风险等级采取安全防范措施的水平。

3.3

第三方损坏 **third party damage (TPD)**

管道运营方、服务方之外的第三方对管道进行的蓄意或无意的损坏行为，如管道上方的挖掘活动、打孔盗油（气）、针对管道的恐怖袭击等。

3.4

安全预警 security pre-warning

在油气管道遭到外部入侵或损坏之前进行报警和定位。

3.5

监控中心 monitoring center

接收处理安全预警系统信息、处置报警事件、管理控制系统设备的控制室。

3.6

重点区域 important zone

站场、库区、阀室、穿跨越管段、隧道等。

3.7

周界 perimeter

保护对象的区域边界。

3.8

防区 zone

在防护区域内，可以探测到入侵的区域。

3.9

简单环境 simple background

管道周围环境单一、人为活动少、背景噪声简单的区域。

3.10

复杂环境 complex background

管道与公路、铁路伴行或者交叉，管道周围社会环境复杂，各种人为活动频繁，背景噪声复杂的环境。

4 一般要求

4.1 安全预警技术的选择应满足国家法律法规及强制性标准规定的要求，安全预警技术应满足特殊时期安全防范的要求。

4.2 油气管道系统的安全预警系统应根据 GA 1166 进行管道治安风险等级评估，根据评估结果确定管道的安全防范级别和对应的安全预警措施。

4.3 新建管道需要安装管道安全预警系统的宜与管道同步设计、同步施工，保证管道投产时安全预警技术能够同时投入使用。

4.4 应按照 SY/T 6671 的规定进行防爆区域和等级划分，位于防爆区域的设备应符合 GB 3836 的防爆等级要求。

4.5 安全预警系统的时间应定期校准。

4.6 系统应具备入侵预警、事件定位、故障报警、报警统计、登录管理、日志管理等功能。

5 预警技术选择

5.1 选择原则

5.1.1 管道安全预警技术和系统的选择应以管道风险评价为基础，风险评价应综合考虑管道失效可能

性和失效后果。

5.1.2 管道安全预警技术的选择应充分利用管道的站场、阀室、电力、通信等现有条件。

5.1.3 每种管道安全预警技术都有其特定的预警能力和适用范围，应根据不同的管道环境条件选择合适的技术，常见管道安全预警技术参见附录 A。

5.1.4 管道线路应实现均衡防护与纵深防护相结合，相同风险的区域采用均衡防护，重点区域进行纵深防护。

5.1.5 应按照 GB 32167 进行高后果区识别，对不同类型的高后果区选择安装相应的安全预警技术和技术组合。对于人口密集区、敏感环境的Ⅲ级高后果区，以及特定场所等重点地段宜采用多种技术防护措施复合预警，应通过技术组合实现纵深防护。

5.1.6 管道运营企业应建立安全防护机制，统筹配置人防、物防和安全预警技术的应用。

5.2 资料收集

在选择安全预警技术时，可参照附录 B 进行问卷调查，应至少收集以下方面的相关资料：

- a) 管道及其沿线危险因素的种类及风险等级。
- b) 管道沿线社会稳定性评价结果。
- c) 管道投产运行以来的事故、事件。
- d) 管道沿线风险评价及高后果区的分布。
- e) 管道 SCADA 系统的通信方式。
- f) 管道沿线的无线通信覆盖率。
- g) 管道同沟敷设光缆情况。
- h) 管道沿线的土壤地质条件。
- i) 管道沿线的土地利用情况。
- j) 管道与道路的交叉和伴行。
- k) 管道与河流的穿跨越点。
- l) 重点区域周边环境。

5.3 推荐做法

5.3.1 管道线路安全预警技术

5.3.1.1 具有同沟敷设光缆的管道宜采用管道光纤安全预警技术；对于无同沟敷设通信光缆管道或对预警有特殊需要的，可敷设专用光缆进行安全预警。

5.3.1.2 打孔盗油易发区、第三方损坏高风险段和高后果区可采用智能视频。

5.3.1.3 对高后果区可进行纵深防护，综合利用不同原理的管道安全预警技术进行复合预警。

5.3.2 重点区域预警技术

5.3.2.1 对管道站场、库区、阀室等区域的围墙、周界，可使用振动光缆、振动电缆等周界预警技术；对于风险等级高的管道站场、库区、阀室，可复合视频、微波等安全预警技术。

5.3.2.2 出入口宜使用微波对射、激光对射、红外对射等安全预警技术。

5.3.2.3 对于隧道、穿跨越段等管道第三方损坏的重点管段，可使用视频预警技术。

6 技术性能及安装要求

6.1 管道光纤预警技术

6.1.1 一般要求

- 6.1.1.1 管道设计阶段考虑安装光纤安全预警系统时，光纤芯数应达到 1 用 2 备。
- 6.1.1.2 光纤安全预警系统使用专用光缆的宜直埋敷设，特殊管段可以采用卡箍固定在管道上。
- 6.1.1.3 采用多根光纤感知的安全预警技术，宜使用不同光纤束管中的光纤进行传感。
- 6.1.1.4 光纤安全预警系统选择敷设特种光缆和光纤的技术指标应符合 GB/T 7424 和 GB/T 15972 的相关规定。

6.1.2 布防要求

- 6.1.2.1 报警显示设备应安装在有人值守的监控中心。
- 6.1.2.2 现场监控单元应根据站间距安装在有稳定电源供应的地点。
- 6.1.2.3 监测光缆中增加的埋地装置宜采用无源免维护技术，可以长期埋地使用，在地面增加标识桩，记录 GPS 坐标，标识应符合 SY/T 6064 的要求。
- 6.1.2.4 管道光纤预警技术应用中的光缆的设计施工应按 SY/T 4108 的相关规定执行。
- 6.1.2.5 光缆敷设时应在沿线所有阀室内预留光缆抽头，进行分歧接续。
- 6.1.2.6 应按照一定间距结合地面标识进行光缆长度的地面标定，可以采用地面激励方式进行，测试桩、隧道和穿跨越处应进行光缆长度标定，标定间隔不宜大于 500m。
- 6.1.2.7 管道光纤预警系统宜使用跳线与干线光缆连接；在温度变化大、湿度高等应用场景中，可采用熔接取代光纤接头，保证可靠连接。

6.1.3 功能和测试

- 6.1.3.1 系统应具有多事件同时入侵识别和判断能力。
- 6.1.3.2 系统应具有断纤报警功能，且区别于普通报警。
- 6.1.3.3 系统应进行抗噪声环境测试，能够对车辆通过等事件进行自动识别。
- 6.1.3.4 系统单套设备所能监测的最大监测距离应大于一个阀室间距，不宜小于 40km。
- 6.1.3.5 按照附录 C 进行 3 次试验应全部报警的最大距离记为系统最大监测距离。
- 6.1.3.6 系统灵敏度室内验收测试应按照 C.3.1 或 C.3.2 的要求进行 10 次测试，6 次报警即为通过。系统灵敏度现场验收测试应按照 C.4.2 或 C.4.5 的要求进行测试，硬质土中机械挖掘径向灵敏度应大于 15m，软质土中的灵敏度可适当降低。

6.1.4 技术指标

光纤预警技术的核心技术指标如下：

- a) 应具有人工作业和机械作业的识别能力，识别率在简单环境应达到 90%。
- b) 应具有定位功能，定位偏差应小于 100m。
- c) 报警率在硬质土中应达到 90%，软质土可适当降低。
- d) 误报警率在简单环境验收测试应小于 10%，运行中应小于 10 条 / (月 · 千米)；复杂环境误报警率可适当降低，但应满足业主要求。

6.2 周界预警技术

6.2.1 一般要求

6.2.1.1 管道站场、阀室或大型跨越、隧道进行周界防护预警技术方案应进行风险评价，且满足 GA 1166 的要求。

6.2.1.2 油气管道站场周界宜使用本质安全防爆的周界预警技术，不应使用高压电类周界预警技术。

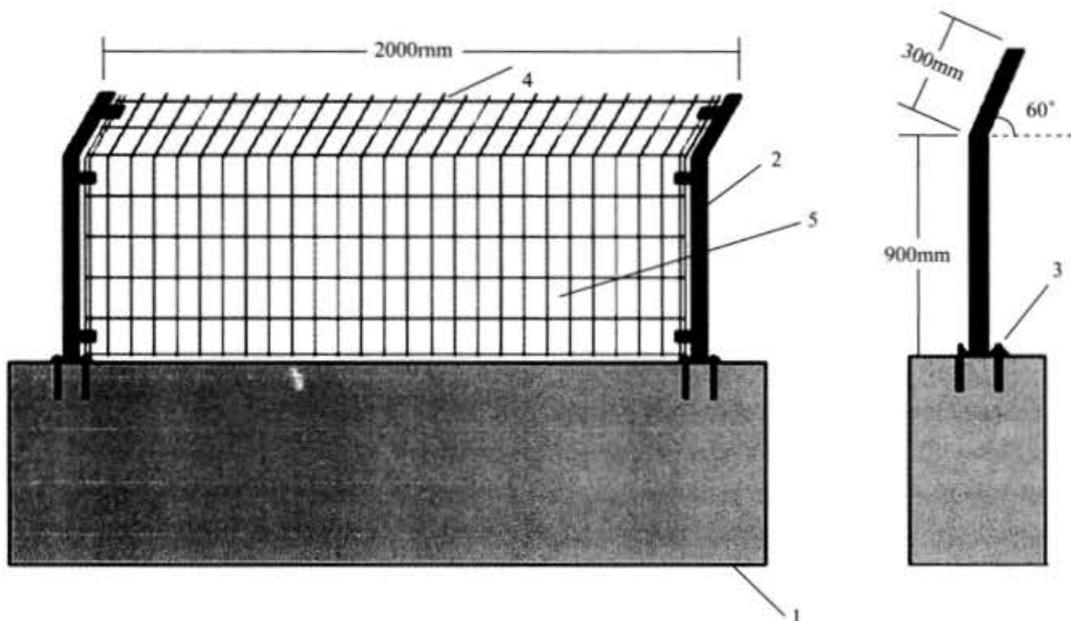
6.2.1.3 风险等级高的重要站场应进行纵深防护，使用多种技术进行复合预警。

6.2.2 布防要求

6.2.2.1 激光对射、微波对射等对射类设备不宜安装在多雾环境，多风环境应适当降低防区长度。

6.2.2.2 红外、微波等反射类周界预警技术可安装在敞开环境、出入口。

6.2.2.3 振动光缆、振动电缆等振动类周界预警技术可应用于多雨、多雾环境，宜安装在铁丝网上，铁丝网规格如图 1 所示。



说明：

- 1—围墙；
- 2—立柱：规格 50mm × 50mm × 2mm；
- 3—涨栓；
- 4—网丝：4mm；
- 5—网孔：75mm × 150mm。

图 1 铁丝网规格

6.2.2.4 振动光缆的安装按照 GA/T 1469 的规定执行。

6.2.2.5 周界防护系统划分防区的，根据安装现场实际情况，防区划分应符合以下要求：

- a) 便于快速定位及现场复核。
- b) 弯折多的不规则区域，应适当增加防区数量。
- c) 不同安装载体、不同方位及探测灵敏度要求不同的区域，不应划分在同一防区内。
- d) 区域型系统各防区的探测报警参数应独立配置；单个防区发生故障时，不应对其他防区造成

影响。

e) 周界单防区长度不宜超过 200m, 对射类防区长度不宜大于 50m。

6.2.3 功能和测试

6.2.3.1 红外、激光、微波等周界预警系统应具有抗自然光干扰功能。

6.2.3.2 周界预警技术应具有报警信息传输与联动功能。

6.2.3.3 周界预警系统应支持多种周界防护技术混合组网。

6.2.3.4 周界预警系统应具有入侵识别和定位功能。

6.2.3.5 周界预警系统的抗风干扰等级按照 GA/T 1217 的要求进行抗风测试, 在严酷等级一级以下应不出现误报。

6.2.3.6 周界预警系统采用振动类技术的按照 C.4.6 进行测试。

6.2.3.7 人员进入按照 GB 10408.6 中有关人员步行的探测方法进行测试。

6.2.4 技术指标

6.2.4.1 振动光纤技术应满足以下技术指标:

- 前端设备的工作温度: $-40^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$, 相对湿度: $10\% \sim 90\%$;
- 连续免维护时间: $\geq 360\text{d}$;
- 报警率: 不应出现漏报;
- 误报警率: 不超过 1 次 / (月·防区);
- 单防区防护范围: $5\text{m} \sim 200\text{m}$ 范围内可调;
- 定位精度: $\leq 5\text{m}$ (分布式)。

6.2.4.2 振动电缆技术应满足以下技术指标:

- 前端设备的工作温度: $-40^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$, 相对湿度: $10\% \sim 90\%$;
- 系统的连续免维护时间: $\geq 360\text{d}$;
- 报警率: 不应出现漏报;
- 误报警率: 不超过 1 次 / 周;
- 探测距离: $\geq 400\text{m}$;
- 定位精度: $\leq 5\text{m}$ (分布式)。

6.3 视频预警技术

6.3.1 一般要求

6.3.1.1 视频预警系统的工程设计应符合 GB 50395 的要求。

6.3.1.2 视频预警系统应有效地采集、显示、记录与回放现场图像, 视频格式应符合 GB 28181 的要求。

6.3.1.3 视频预警具有智能识别功能的参照 GB/T 30147 的相关技术要求, 系统应具备行为识别、目标识别、场景分析、入侵、徘徊等报警功能。

6.3.1.4 智能视频系统的通信和供电系统应满足 24h 使用需求, 宜具备红外成像或星光成像能力。

6.3.1.5 站场智能视频宜与周界预警系统联动。

6.3.2 布防要求

6.3.2.1 站场视频预警宜监视场站周界入侵、站内装置区及关键道路情况。

6.3.2.2 阀室宜部署高清红外摄像机, 监视出入口和工艺装置。

6.3.2.3 油气管线高后果区、穿跨越段应结合供电情况配置低功耗设备，监控管线周边人员活动情况。

6.3.3 设备要求

视频预警技术的设备选择应考虑监视目标所处的环境照度、气候情况、安装条件、传输、控制和安全管理要求。具体要求如下：

- a) 监视环境处于低环境照度、尘雾、雨雪、逆光等光照度变化范围大等情况时，采集的视频应能分清目标的外观特征、人员的体貌特征、机动车号牌等信息，采集视频不宜有晕光。
- b) 监视目标的照度变化范围大或必须逆光摄像时，应采用宽动态摄像机，必要时采取补光措施。视频采集设备的灵敏度和动态范围应满足现场图像采集的要求。
- c) 监控范围应有效覆盖防护区域、防护部位或防护目标，监视效果应满足场景和目标特征识别的需求。
- d) 采用图像增强和红外热成像技术时，输出的图像应能识别目标的属性轮廓，在抖动场景下宜能保持图像稳定。
- e) 安装于野外无人值守区域的设备，其外壳对外界机械碰撞的防护等级不低于 GB/T 20138 规定的 IK08 级别。

6.3.4 功能和测试

6.3.4.1 系统应支持视频的显示、缩放、抓拍和录像。

6.3.4.2 系统带云台设备的应支持云台的旋转和自动扫描、镜头的变焦、预置点的设置和调用、巡航路径的设定和调用、轨迹的录制和调用。

6.3.4.3 系统应支持按照指定设备、通道、时间、报警信息等要素检索联网设备历史图像资料并回放和下载。

6.3.4.4 系统具备行为分析功能的宜支持分析穿越警戒面、进入区域、离开区域、区域入侵、人员聚集、人员徘徊、人员快速移动、非法停车、物品遗留、物品拾取、图像遮挡、安全帽佩戴、工程车入侵等行为并产生报警。

6.3.4.5 系统具备人脸侦测功能的应支持按时间、监控点、人员信息等组合条件检索历史结果。

6.3.4.6 系统具备车辆侦测功能的应支持车辆属性检测分析，包括按车牌号码、车牌颜色、车辆型号、车身颜色识别。

6.3.4.7 人员进入按照 GB 10408.6 中有关人员步行的探测方法进行测试。

7 测试与验收

7.1 测试指标

7.1.1 灵敏度

灵敏度应区分不同行为模式和使用环境，按照附录 C 进行测试，以连续 3 次测试均能响应的最优测试结果为灵敏度。

7.1.2 定位精度

定位精度应按照附录 C 测试不同事件的定位精度，记录 3 次测试的均值与真实值的差为定位精度。对不能获得真实位置的，可采用多次定位的方差作为定位精度。

7.1.3 报警率

报警率为测试过程中的报警次数与测试次数的比值，计算见公式 (C.1)。

7.1.4 响应时间

响应时间为现场激励发出到监控中心系统报警的时间，单位为秒 (s)。

7.1.5 误报警率

误报警率应区分测试状态和运行状态，采用不同的计算和表达。测试过程中的误报警率为误报次数与测试次数的比值，误报警率用百分数表示。运行过程中的误报警率为单位时间的误报警次数，单位为次/月或次/年。

7.2 工厂验收测试 (FAT)

7.2.1 测试范围

FAT 应对系统的外观、功能、性能进行全面地试验、测试和系统联调，使整个系统尽可能地完善。

7.2.2 测试方法

FAT 应按照 C.3 测试方法进行，根据不同特征选择不同的测试方法。

7.2.3 测试地点

FAT 宜为室内测试，可选择在供货商的系统集成地或业主指定的地方进行。

7.2.4 测试计划

供货商应提出 FAT 的详细计划和工作内容。对多套系统应至少抽查 20%，但不少于 1 套。测试点一般应包括首端、末端、背景噪声最强和最弱的点。

7.2.5 测试报告

所有试验和测试项均应有书面报告，并经签署视为有效。FAT 完成后，供货商应提供详细的 FAT 报告后，系统才能出厂和装箱发货。

7.3 现场验收测试 (SAT)

7.3.1 测试范围

SAT 应包括但不局限于下列内容：

- a) 技术规格书提及的所有软件和硬件功能。
- b) 系统稳定性。
- c) 人机接口的功能。
- d) 通信功能。

7.3.2 测试方法

SAT 应按照 C.4 测试方法进行，根据不同参数选择相应的测试方法。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/568050104141006031>