

ICS 75.010
E 10
备案号：10459—2002

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6233—2002
代替 SY/T 6233—1996

天然气管道试运投产规范

Commissioning and start - up code for gas transmission pipeline

2002 - 05 - 28 发布

2002 - 08 - 01 实施

国家经济贸易委员会 发布

前 言

为规范天然气输送管道试运投产过程，保证天然气管道试运投产顺利完成，特制定本标准。

本标准是对 SY/T 6233—1996《天然气管道试运投产规范》的修订。

本次修订主要依据了近几年我国大规模、长距离高压输气管道的建成投产经验，对原标准的部分章节进行了删减、调整、合并，增加了试运投产安全措施一个独立章节，并增加了试运投产方案的编制要求和管道干燥方法等两个附录。

本标准的附录 A、附录 B 为规范性附录，附录 C 为资料性附录。

本标准从生效之日起，同时代替 SY/T 6233—1996。

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。

本标准主要起草人：张增强、郑承震、高庭禹、张城、李义、李学军。

本标准委托中国石油天然气股份有限公司管道分公司负责解释。

天然气管道试运投产规范

1 范围

本标准规定了商品天然气输送管道的试运投产准备、程序及技术要求。

本标准适用于新建及改造后的商品天然气输气管道的试运投产。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 50251—94 输气管道工程设计规范

SY 0401—98 输油输气管道线路工程施工及验收规范

3 试运投产应具备的条件

3.1 成立由建设、运行、设计、施工及供气、用气等单位组成的试运投产领导机构，明确职责范围，确定现场调度指挥者，统一指挥、协调全线的试运投产工作。

3.2 管道线路工程、站场工艺、电气、仪表、自动化、通信、消防及各项公用工程，按有关施工及验收规范预验收合格。

3.3 由建设单位按附录 A 的要求组织编制试运投产方案，并呈报主管部门审查批准。

3.4 生产管理组织机构健全，各岗人员配齐到位，上岗持证率达 100%；特殊工种操作人员应取得相关部门颁发的操作证书。

3.5 按 HSE 体系要求制定各项生产管理制度、操作规程、报表等；绘制相应的工艺流程图、电气总接线图、线路纵断面图；并按要求对各站场设备、阀门等标号。

3.6 试运投产所用各类器材、物资准备齐全到位。

3.7 试运投产保障及抢修队伍人员到位，机具、材料齐备。

3.8 试运投产现场通信畅通。

3.9 沿线阴保测试桩、里程桩、转角桩等标志物埋设完毕。

3.10 输气管道全线按 GB 50251—94 和 SY 0401—98 进行试压、清管，按附录 C 的规定进行干燥并达到其要求。

3.11 协调供气、用气单位，并签订好相关协议（合同），为投产做好充分准备。

4 试运投产程序

4.1 投用各站水、电、信、消防等公用系统。

4.2 全线阴极保护系统调试运行。

4.3 全线各工艺场站、阀室的设备（装置）、阀门、电气、仪表、自动化、通信系统等单体及分系统试运。

4.4 全线通信、自动化系统投运。

4.5 按附录 B 进行置换。

4.6 压缩机组投运。

4.7 在设计工况下连续运行 72h 后进行系统性能测试，合格后试运投产结束，转入正常生产运行管理。

5 试运投产安全措施

- 5.1 所有投产人员均应服从试运投产领导小组领导，按指令行动，不违章指挥、不违章操作。
- 5.2 试运投产前，对所有参加人员进行有针对性的安全教育和技术交底。
- 5.3 试运投产期间，严禁无关人员进入工艺场站；现场操作人员应穿防静电工作服并佩戴标志。
- 5.4 严禁在场站及警戒区内吸烟，不得将火种带入现场。
- 5.5 除工程车外，其余车辆不准进入场站和警戒区内；工程车辆必须加带防火帽。
- 5.6 临时排放口应远离交通线和居民点，距离不少于 300m。
- 5.7 中压和高压放空立管处应设立直径为 300m 的警戒区。
- 5.8 试运投产前，配齐消防器材、防爆器具及各类安全警示牌，投入使用各可燃气体报警器。
- 5.9 试运投产前应进行一次全面检查，检查项目为：
 - 试运投产组织和人员配备。
 - 试运投产用各类物资及装备。
 - 试运投产的临时工程及补充措施。
 - 场站、线路各类设备、阀门、仪表状态等符合试运投产方案要求。
 - 电气、仪表、自动化、通信系统调试情况。
- 5.10 进入阀室前应有防窒息、防爆炸措施，并至少有两人同时在场。
- 5.11 投产前的全线清管、干燥作业，应对管道的变形及通过能力做出总体评价。
- 5.12 应编制试运投产事故预案。

6 试运投产的有关数据、资料

- 6.1 应按时测取并记录流量、温度、压力等运行参数。
- 6.2 应按时对管输天然气进行组分分析，并填写记录。
- 6.3 应按时测取并记录试运投产的其他数据。
- 6.4 应记录整个投产过程中的重要事件。
- 6.5 应编写试运投产工作总结。
- 6.6 汇总保存的投产资料包括：
 - 试运投产方案；
 - 试运投产有关数据、资料；
 - 试运投产大事记；
 - 试运投产工作总结。
- 6.7 投产资料应在投产后三个月内由生产管理部门归档。

附录 A
(规范性附录)
试运投产方案的编制要求

A.1 制定方案的依据

试运投产方案制定的依据有：

- a) 国家、行业及地方政府有关法规、文件。
- b) 上级有关文件。
- c) 设计文件。
- d) 天然气供、输、销及供电、供水、通信协议（合同）。
- e) 与试运投产有关的其他资料。

A.2 方案的内容

试运投产方案内容应包括：

- a) 管道工程概况简介。
- b) 投产准备及应具备的条件。
- c) 投产组织机构、职责。
- d) 调度指挥工作流程。
- e) 试运投产程序（设备单体及分系统试运、系统联调和置换等）。
- f) 安全措施。
- g) 试运投产事故预案。其中包括：
 - 1) 一般故障；
 - 2) 防天然气大量泄漏、中毒、火灾、爆炸；
 - 3) 输气站场防雷、静电；
 - 4) 防氮气中毒。
- h) 需测取的数据。

A.3 方案的附件

- A.3.1** 各设备单体/分系统试运方案。
- A.3.2** 管道线路纵断面图。
- A.3.3** 管道线路平面走向图。
- A.3.4** 输气站场工艺流程图。
- A.3.5** 试运投产进度计划表。
- A.3.6** 试运投产相关数据的计算结果和主要计算公式。
 - a) 管道内气体平均压力计算式：

$$p_m = \frac{2}{3} \left(p_1 + \frac{p_2^2}{p_1 + p_2} \right)$$

式中：

- p_m ——管道内气体平均压力（绝），MPa；
 p_1 ——管道计算段内起点气体压力（绝），MPa；
 p_2 ——管道计算段内终点气体压力（绝），MPa。

b) 管道内气体平均温度计算式:

$$t = t_0 + \frac{t_1 - t_0}{aL} (1 - e^{-aL})$$

$$a = \frac{K\pi D}{GC_p}$$

式中:

t ——管道计算段内气体平均温度,℃;

t_0 ——管道铺设处的土壤温度,℃;

t_1 ——管道计算段内起点气体温度,℃;

a ——计算常数;

L ——管道计算段的实际长度, m;

K ——管道内气体到土壤的总传热系数, W/(m²·℃);

D ——管道外直径, m;

G ——气体质量流量, kg/s;

C_p ——气体定压比热, J/(kg·℃);

e ——2.718;

π ——3.1416。

c) 管道储气量计算式:

$$Q_{\text{储}} = \frac{VT_0}{p_0 T} (p_{1m} - p_{2m})$$

式中:

$Q_{\text{储}}$ ——管道的储气量, m³;

V ——管道容积, m³;

T ——气体的平均温度, K;

p_{1m} ——管道计算段内气体的最高平均压力, MPa;

p_{2m} ——管道计算段内气体的最低平均压力, MPa;

p_0 ——0.101325MPa;

T_0 ——293.15K。

附 录 B
(规范性附录)
置 换

- B.1 置换包括输气管道和站场。
- B.2 置换过程应使用隔离介质，隔离介质宜使用氮气。
- B.3 向管道内注氮气的温度不应低于 5℃。
- B.4 置换过程应保持连续平稳，天然气流速不应超过 5m/s。
- B.5 置换过程中应在下游或管道末端放空。
- B.6 置换过程中的混合气体应排至放空系统。
- B.7 置换过程中的混合气体排放到火炬时，应保证火炬处于熄火，环境温度状态。
- B.8 置换过程中检测管道内混合气体中的含氧量较大气中含氧量下降时，应关闭中间放空。
- B.9 在管道末端取样分析，达到气质要求为置换合格，也可以火炬点燃标志置换过程结束。

附 录 C
(资料性附录)
管道干燥方法

C.1 概述

按照 GB 50251—94 的要求,输气管道在投入使用前应进行干燥清管。在进行管道干燥之前,应进行充分的管道清扫作业,保证管道清洁度和管道中不存在大量自由水。管道干燥合格后,应有防止湿气重新进入管道的措施,如用 0.02MPa~0.05MPa 的干燥空气充入管道等。对于长距离、大口径管道只有采用分段干燥的方法才能有显著效果。清管器的密封性对干燥效果是至关重要的。清管列车的运行速度一般为 0.5m/s~1m/s。可以采用的管道干燥方法有以下几种。根据不同管道特点和输送工艺的要求,可以采用其中一种或几种方法。

C.2 干空气干燥法(干空气加清管器组成清管干燥列车)

C.2.1 第一步:利用干空气推动清管干燥列车沿管道运行,当清管干燥列车的最后一个清管器达到干燥管段的终端后,将管道中压力降低到一定值。

C.2.2 第二步:利用干空气进行低压吹扫干燥,直到达到所需标准,即管道末端的空气露点等于管道起点从干燥系统进入的空气露点时,干燥过程结束。

C.3 真空干燥法

C.3.1 第一步:降压(抽空)阶段。将压力从管道的初始压力降低到管壁温度下水蒸气的饱和压力。理论抽真空时间按下式计算

$$t = \frac{V}{Q} \ln \frac{p_0}{p}$$

式中:

t ——理论抽真空时间, h;

V ——干燥管段的管容, m^3 ;

Q ——真空泵排量, m^3/h ;

p_0 ——抽真空前管道内压力, kPa;

p ——抽真空结束管道内压力, kPa。

C.3.2 第二步:沸腾(蒸发)阶段。重复抽真空和隔离过程,保持管道内压力为降压阶段末的压力值。理论蒸发时间按下式计算

$$T = \frac{(W/\rho)}{Q}$$

式中:

T ——理论蒸发时间, h;

W ——干燥管段的含水量, kg;

ρ ——管壁温度和蒸发压力下水蒸气的饱和密度, kg/m^3 ;

Q ——真空泵排量, m^3/h 。

C.3.3 第三步:干燥阶段。用真空泵将管道内压力降低到与所需露点(干燥指标通常为 $-20^\circ C$) 相对应的水蒸气饱和压力。将管道密封隔离,检测管道内压力。重复此过程,直到检测压力没有明显上升为止。

- C.3.4 可在真空条件下直接引入天然气，实现管道的投产。
- C.3.5 干燥所需时间取决于抽真空时间和蒸发过程所需时间。

C.4 氮气干燥法

- C.4.1 氮气干燥法与干燥空气脱水干燥法方法相同。由于氮气露点更低，故干燥效果更好。
- C.4.2 氮气干燥后可免去置换作业，实现管道的直接投产。
- C.4.3 大型管道干燥用氮气量很大，应对制备氮气的经济性进行分析。

C.5 脱水清管列车干燥法

- C.5.1 用天然气驱动甲醇（或乙二醇，空气）脱水清管列车实现。
- C.5.2 一次实现清管、脱水、干燥、置换、投产作业，缩短了管道投产时间。
- C.5.3 凝胶结合脱水清管列车法，可减轻清管器磨损，防止密封性能不佳，收集管壁铁锈等机械杂质。