

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2026.03.010

LNG应急调峰保供储备库供销差管理实践探索

梁 栋

甘肃陇投燃气有限责任公司

摘要: 为提升液化天然气(LNG)应急调峰储备库供销差管理水平,保障能源供应安全与经济效益,本文以实践为基础,构建了一套涵盖组织架构、管理机制及关键控制措施的供销差管理体系。通过明确职责分工、优化供销差率计算公式、强化计量设备选型与维护、规范卸车与管网运行流程等措施,系统性降低供销差率。该体系通过多部门协同监管、技术与管理手段结合,可有效减少气量损耗,为同类储备库的供销差管理提供理论参考与实践指导。

关键词: LNG应急调峰; 供销差管理; 储备库; 管理体系; 计量控制

Practice and Exploration on the Management of Supply-Sales Difference in LNG Emergency Peak-Shaving and Supply Guarantee Reserve Storage

LIANG Dong

Gansu Longtou Gas Co., Ltd.

Abstract: To enhance the management level of the supply-sales difference in liquefied natural gas (LNG) emergency peak-shaving reserve storage and ensure energy supply security and economic benefits, this study establishes a practical management system encompassing organizational structure, management mechanisms, and key control measures. By clarifying responsibility divisions, optimizing the calculation formula for the supply-sales difference rate, strengthening the selection and maintenance of metering equipment, and standardizing procedures for tanker unloading and pipeline network operation, the supply-sales difference rate is systematically reduced. Through multi-departmental collaborative supervision and the integration of technical and managerial approaches, this system effectively reduces gas loss, providing theoretical reference and practical guidance for supply-sales difference management in similar reserve facilities.

Keywords: LNG emergency peak-shaving; supply-sales difference management; reserve storage; management system; metering control

1 引言

液化天然气(LNG)应急调峰储备库作为保障国家能源安全、调节天然气供需平衡的关键基础设施,其运行效率直接关系到能源供应稳定性与企业经济效益。在“双碳”目标背景下,我国天然气消费需求持续增长,LNG应急调峰储备库的战略地位日益凸显,而供销差管理作为储备库运营的核心环节,不仅是衡量企业综合管理水平的重要标尺,更

直接影响资源利用率与盈利能力。当前,国内LNG储备库普遍存在供销差率偏高、管理措施碎片化等问题。部分储备库仍沿用传统燃气供销差管理模式,未充分考虑LNG“液态储存-气态外输”的特殊物理属性,导致计量偏差较大;同时,部门间职责交叉或脱节、技术手段与管理机制协同不足等问题,进一步加剧了供销差管控难度。国际燃气联盟(IGU)虽提出通过“技术+管理”双路径控制供销差率,但未针对LNG应急调峰储备库的运营

[第一作者简介] 梁栋, 副总经理, 经济师、工程师, 从事能源企业精益化管理工作。

特点细化实施方案，难以直接指导国内实践。基于此，本文以作者所在单位的管理实践为依托，结合LNG储备库“储存-气化-外输”全流程特点，构建“制度设计-过程控制-绩效评估”全流程供销差管理体系，从计算模型优化、管理机制完善、关键措施落地3个维度提出系统性解决方案，旨在为行业同类储备库的供销差管理提供可复制、可推广的实践路径。

2 供销差率计算模型构建

常规燃气供销差率计算以体积为计量基准(单位: Nm³), 公式为“供销差率=(供应总量-销售总量)/供应总量×100%”。但LNG应急调峰储备库的运营流程中, 储罐内LNG状态(体积、密度)随温度、压力动态变化, 装卸车采用重量计量, 气化外输采用体积计量, 多维度计量方式的差异及气化率波动, 导致常规公式无法精准反映实际供销差情况。

为解决这一问题, 作者所在单位基于现场运营数据与物理特性分析, 构建了适配LNG储备库的供销差率计算模型, 统一计量基准为Nm³, 并明确各参数的计算逻辑, 确保数据溯源性与准确性。

2.1 供销差率核心公式

供销差率 = [(期初库存量 - 期末库存量 + LNG卸车总量 - NG气化外输总量 - BOG外输总量 - LNG装车总量 - 生产自用气量 - 办公自用气量) / (期初库存量 - 期末库存量 + LNG到站总量)] × 100%

2.2 关键参数计算方式

2.2.1 期初/期末库存量

考虑储罐内LNG体积、气化率与密度的动态变化, 计算公式为:

期初库存量 = 期初罐内LNG体积 × 期初罐内LNG气化率 × 期初罐内LNG密度 ÷ 1 000 (单位: Nm³)

期末库存量 = 期末罐内LNG体积 × 期末罐内LNG气化率 × 期末罐内LNG密度 ÷ 1 000 (单位: Nm³)

其中, 罐内LNG体积通过储罐液位计实时采集, 气化率与密度通过取样分析获取, 确保数据与储罐实际工况一致。

2.2.2 LNG卸车总量与到站总量

针对槽车运输的重量计量特性, 引入实测气

化率与随车气质报告数据, 避免因气质差异导致的计量偏差:

LNG卸车总量 = Σ 现场过磅量 × 实测气化率 (单位: Nm³)

LNG到站总量 = Σ 现场过磅量 × 随车气质报告 (单位: Nm³)

现场过磅采用高精度汽车衡(精度≤0.1%), 实测气化率通过车载取样装置与实验室分析同步验证。

2.2.3 自用气量分类计算

将自用气细分为生产自用与办公自用, 明确计量边界与统计范围:

生产自用气量: 包括水浴加热设备用气量、地面火炬燃烧放散量(单位: Nm³), 通过专用流量计实时计量;

办公自用气量: 包括冬季供暖、食堂用气量(单位: Nm³), 采用分区域计量表统计, 避免与生产用气混淆。

3 供销差管理机制建立

供销差管理是一项系统性工程, 需通过清晰的组织架构、量化的目标体系与动态的监控流程, 实现“全员参与、全程管控”。结合运营实际, 构建了“职责明确-目标分解-动态整改”的闭环管理机制, 为供销差管控提供制度保障。

3.1 组织架构与职责分工

基于“横向到边、纵向到底”的原则, 将供销差管理职责嵌入各部门核心职能, 避免职责交叉或遗漏。

生产运维部门: 作为供销差管理的牵头部门, 负责统筹供销差数据分析、计量设备全生命周期管理(选型、安装、维护)及技术改进方案制定, 每月牵头开展供销差率核算;

经营及市场营销管理部门: 负责贸易结算数据核对、气化率现场测试(每车必测)及绩效考核指标制定, 确保贸易数据与计量数据一致;

安全质量环保管理部门: 负责监督计量设备合规性(如检定证书有效性)、安全隐患排查(如管网泄漏), 杜绝因安全违规导致的气量损耗;

财务管理部门: 负责保障计量设备升级、技术改造的资金支持, 同时对供销差相关账务进行审

核，确保成本核算准确；

综合管理部门：负责跨部门协调与管理督办，针对供销差管理中的堵点问题（如部门协作不畅）制定督办清单，限期整改。

3.2 目标分解与绩效考核

遵循“层级化、动态化、差异化”原则，将供销差管理目标转化为可执行、可考核的指标体系，形成“企业-部门-班组-个人”4级目标分解机制。

3.2.1 目标制定

参考行业标杆（如国内先进LNG储备库供销差率 $\leq 0.8\%$ ）与历史数据（近3年平均供销差率 1.2% ），制定年度供销差率总目标为 $\leq 1.0\%$ 。

3.2.2 层级分解

将年度总目标拆解为部门KPI，如生产运维部负责将计量偏差控制在 $\leq 0.3\%$ ，经营管理部负责将气化率测试误差控制在 $\leq 0.2\%$ ；进一步细化至班组（如卸车班组负责减少残液量 $\leq 50\text{kg/车}$ ）与个人（如计量巡检员负责设备故障率 $\leq 1\%$ ）。

3.2.3 绩效考核

建立“奖惩挂钩”的激励机制，将供销差指标完成情况与部门绩效、个人薪酬直接关联。对超额完成目标的部门/个人给予奖金奖励，对未达标者进行约谈问责，并要求制定改进计划；同时，鼓励技术创新，对提出供销差优化方案（如BOG回收工艺改进）并落地见效的团队，额外给予创新奖励。

3.3 动态监控与整改闭环

构建“数据采集-异常识别-根因分析-整改落实-效果验证”的动态监控流程，实现供销差问题的精准定位与快速解决。

3.3.1 多源数据采集

搭建智能化监控平台，实时采集储罐液位、压力、温度，流量计瞬时流量、累计流量，环境温度、湿度等参数，数据采集频率 $\geq 1\text{次/min}$ ，确保数据连续性。

3.3.2 业务台账管理

建立“一车一档”（槽车卸车记录）、“一罐一档”（储罐库存变化）、“一表一档”（流量计运行记录），实现卸车、储存、外输全流程数据可追溯。

3.3.3 异常分析与整改

每月召开供销差专题分析会，若供销差率超

出目标值（如单月达到 1.3% ），通过鱼骨图法分析根因（如计量设备超量程、管网泄漏、卸车残液过多等），明确责任部门与整改时限；整改完成后，跟踪1个-2个周期验证效果，形成闭环管理。例如，针对某月份因流量计超量程导致的计量偏差，生产运维部在15日内完成流量计更换，两个月后该偏差降至 0.1% 以下。

4 供销差关键控制措施

在完善管理机制的基础上，需通过技术手段强化关键环节管控，从计量设备、运行维护、卸车与管网管理3个维度，减少气量损耗，降低供销差率。

4.1 计量设备选型与安装

计量设备的精度直接决定供销差数据的准确性，需根据LNG储备库的运营场景（贸易计量、自用气计量、监测计量）选择适配设备，并规范安装流程。

4.1.1 设备选型

贸易计量（如NG气化外输）优先选用4声道及以上超声波流量计，精度 $\leq 0.5\%$ ，满足大流量、高稳定性需求；普通监测（如生产自用气）选用涡轮流量计或转子流量计，精度 $\leq 1.0\%$ ；避免“大马拉小车”（如大口径流量计用于小流量场景）或“小马拉大车”（如小口径流量计超量程运行）导致的计量偏差。

4.1.2 安装规范

上游直管段长度 $\geq 20D$ （ D 为管径），下游 $\geq 10D$ ，若空间受限无法满足，加装流动调整器（如多孔板），确保流体流态稳定；安装支架采用阻尼减震结构，距泵、阀等振动源距离 $\geq 5D$ ，减少振动对流量计精度的影响；信号线采用双层屏蔽电缆，与变频器、大功率电机保持 3m 以上距离，必要时加装磁环滤波器，避免电磁干扰。

4.1.3 辅助设备安装

温度变送器安装于流量计下游 $3D$ 处，插入深度为管道内径的 $1/3$ ，轴向与流体流向垂直，确保温度测量精准；压力变送器取压口位于管道水平中线，避免液滴或杂质积聚影响压力检测，同时安装排污阀定期清理。

4.2 运行维护与数据校准

建立计量设备“全生命周期”维护体系，通过定期检定、动态调整与日常巡检，确保设备长期稳定运行。

4.2.1 定期检定

贸易级超声波流量计执行2年/周期的离线实流标定（送至国家认可的计量检定机构），其他流量计（如涡轮流量计）按国家标准执行1年/周期的检定；检定不合格的设备立即停用，更换备用设备，避免“带病运行”。

4.2.2 参数动态调整

根据天然气组分分析结果（每季度1次全组分分析），实时修正流量计气质参数（如压缩因子、热值），避免因气质变化导致的计量偏差；例如，当天然气中甲烷含量从96%降至94%时，及时调整压缩因子，确保计量误差 $\leq 0.2\%$ 。

4.2.3 日常巡检与维护

制定计量设备巡检清单，每日检查流量计运行状态（如有无异响、泄漏）、过滤器差压（差压 $\geq 0.1\text{MPa}$ 时及时排污）、仪表显示是否正常；每周对流量计进行零点校准，每月清理一次仪表柜灰尘，防止设备故障导致的数据缺失。

4.3 卸车与管网管理优化

卸车环节与管网运行是气量损耗的主要来源，需通过工艺优化与智能监测，减少残液与泄漏损耗。

4.3.1 卸车过程控制

严格核查槽车参数（如车牌号、气质报告、过磅重量），杜绝“错装错卸”；优化BOG回收工艺，采用“增压卸车+真空抽吸”组合方式，将槽车残液量控制在 $\leq 30\text{kg/车}$ （传统卸车方式残液量约 80kg/车 ）；卸车后对鹤管进行氮气吹扫，避免管内残留LNG气化损耗。

4.3.2 管网泄漏防控

采用激光检漏仪与手持检漏仪结合的方式，每月对管网进行一次全面泄漏检测，重点排查阀门、法兰等薄弱环节；推广不停气施工工艺（如带压开孔），减少管网维修导致的放散量；对老旧管网（运行 ≥ 10 年）进行更换，降低泄漏风险。

4.3.3 气质管理

在LNG卸车口、气化外输管道入口安装高效过

滤器（过滤精度 $\leq 5\mu\text{m}$ ），定期排污（每周1次），避免杂质堵塞流量计或影响计量精度；控制LNG含水量（ $\leq 100\text{mg/m}^3$ ），防止低温结冰损坏设备或影响气化效率。

5 结论

本文针对国内LNG应急调峰储备库供销差管理中存在的“计算模型不适配、管理机制碎片化、控制措施单一”等问题，基于实践经验，构建了“计算模型-管理机制-关键措施”三位一体的供销差管理体系，主要结论如下。

（1）构建适配LNG储备库特性的供销差率计算模型，通过统一计量基准（ Nm^3 ）、细化参数计算逻辑（如期初/期末库存量、卸车总量），解决了多维度计量方式导致的偏差问题，为供销差率核算提供了精准的数据基础。

（2）建立“职责明确-目标分解-动态整改”的管理机制，通过跨部门协同、层级化目标体系与闭环监控流程，实现了供销差管理的全员参与与全程管控，有效提升了管理执行力。

（3）制定计量设备精准化、运行维护标准化、卸车管网精细化的关键控制措施，从技术层面减少了气量损耗，使作者所在单位的供销差率从实施前的1.2%降至实施后的0.9%，经济效益显著。

本研究弥补了现有LNG供销差管理研究中“重技术轻管理”“重单一环节轻系统协同”的不足，为同类LNG应急调峰储备库提供了可复制的实践方案。未来可进一步探索数字化技术（如AI流量预测、数字孪生储罐）在供销差管理中的应用，推动供销差管控向“智能化、预判式”升级。

参考文献

- [1]国家能源局.液化天然气（LNG）接收站运营管理规范[S].2020.
- [2]王磊,等. LNG储气库供销差控制技术[J]. 天然气工业, 2022, 42(03): 56-62.
- [3]国际标准化组织. 天然气计量系统技术要求（ISO 10723）[S]. 2019.