

缩短输气场站调压撬复位时间技术研究分析

张前锋 (中海广东天然气有限责任公司, 广东 珠海 519082)

摘要:天然气管网建设给各种用户输送天然气,分输站、计量站、调压站等均安装有调压设备。输气场站的调压设备,在生产中起到调压、节流功能,是站场关键设备之一,但是部分站场距离下游较近,联络管线较短,下游流量发生变化较大时,由于调压撬不能快速反应,可能会导致出口压力瞬间波动,造成调压撬安全切断阀,发生切断,如不能对其进行快速复位,可能影响下游供气,会导致下游用户停车,造成很大负面影响,还会该公司带来赔偿等经济损失。本文将对缩短调压撬复位时间进行详细的研究和学习。

关键词:天然气;调压阀;快速截断阀;安全阀

中图分类号:TE974 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-5167(2026)003-0116-03

Technical Research and Analysis on Reducing the Reset Time of Gas Transmission Station Pressure Regulation Skids

Zhang Qianfeng (China National Offshore Oil Corporation Guangdong Natural Gas Co., Ltd., Zhuhai Guangdong 519082, China)

Abstract: The construction of natural gas pipeline networks delivers natural gas to various users, with pressure regulation equipment installed at facilities such as pigging stations, metering stations, and pressure regulation stations. The pressure regulation equipment at gas transmission stations plays a crucial role in pressure regulation and throttling during production, serving as one of the key facilities. However, some stations are located close to downstream areas with short connecting pipelines. When downstream flow fluctuates significantly, the inability of the pressure regulation skid to respond promptly may lead to instantaneous outlet pressure fluctuations, triggering the safety shut-off valve of the skid. If the skid cannot be quickly reset, it may disrupt downstream gas supply, causing downstream users to shut down operations. This results in substantial negative impacts and potential financial losses, such as compensation claims for the company. This paper will conduct an in-depth study and analysis on reducing the reset time of pressure regulation skids.

Keywords: natural gas; pressure regulator; quick shut-off valve; safety valve

中海广东天然气有限责任公司成立于2004年12月,主营业务为投资天然气管道管网建设、天然气输送与销售。作为珠江口西岸地区天然气主干管网企业,公司先后投资建设了珠海—中山天然气管道一、二期工程和中山—广州天然气管道项目中山段工程。珠海—中山天然气管道一期工程,干线从珠海市横琴岛到达中山市南朗镇,于2005年1月18日开工,2006年2月12日投产,是广东省首个投产运营的天然气长输管道项目。珠海—中山天然气管道二期工程,于2007年9月29日开工,工程于2009年6月5日投产,主要向珠海市高栏港经济区的工业企业供气。中山—广州天然气管道项目中山段工程于2009年12月17日开工,2011年9月竣工投产公司已建成管道全长297km,管道沿线设20余座站场、调压站,其中20座向下游输气的天然气站场均安装有调压设备用于向用户输送压力恒定的天然气。由于调压撬不能快速反应,导致出口压力瞬间波动,造成调压撬安全切断阀,发生切断情况时有发生。

现状调查:课题确定后,对该课题进行了细致的准备和分析,收集了调压撬各个步骤的平均复位时间。

表1 调压撬复位各个步骤所需时间表

步骤	各个步骤所需时间	占比 (%)
安全切断阀复位	14	70%
调压撬流程操作	4	20%
调压撬调压测试	2	10%

调查结论:从统计表可以看出,安全切断阀复位时间长是调压撬复位时间长的主要问题。

目标设定:制定目标,将调压撬复位时间由20min,缩短至10min。

1 故障原因分析

1.1 切断阀盖子设计不适用

开启过安全切断阀的维修人员,所有人员都反映安全切断阀的盖子设计不合理,切断阀盖子固定螺栓较多,拧开螺栓耗费太多时间,我们对一个人开启不同数目螺栓的时间进行了实验。

表2

螺栓根数	1	2	3	4
开启时间 (s)	60	120	180	240

通过试验,可以看出固定螺栓越多,开启切断阀盖子所用的时间越多。假如安全切断阀盖子进行改造,开盖时间也将大幅缩短。

1.2 安全切断阀切断后未设置报警

通过调查,发现很多站的安全切断阀切断后,没有报警声。这导致发现切断采取应急复位的措施就会滞后。通常发现切断主要是通过观察阀门状态和压力突然降低来进行判断的,由于值班人员无法不间断观察阀门状态,当发现切断阀切断时会严重滞后。通过调查切断阀切断后,不同值班人员发现安全切断阀所用时间来判断未设置报警对应急复位的影响。

表3 不同值班人员发现安全切断阀切断所需时间表

不同员工	A	B	C	D	E	F
发现所需时间 (min)	2	2.5	1	2	3	4

可以看得出不同员工在值班过程中发现切断阀所需时间都较长。再考虑进去判断确认是安全切断阀造成站场监控数据出现异常所用时间。分析得出切断阀切断后未设置报警对应急复位的影响很大。

验证结果:要因。

1.3 下游压力降低时未设置报警

通过调查,安全切断阀切断后需要先对安全阀前后端压力进行平衡才能完成复位。切断后,下游压力未设置报警,就会导致发现压力降低滞后,采取复位的反应更滞后,而下游压力越有可能降的很低,下游压力降的越低,对安全切断阀前后端的平衡所需时间越长。通过试验上游压力为6MPa定值,下游压力不同值时,平衡前后端压力所用时间来判断。

表4 平衡安全阀前后端压力所需时间表

下游压力 (MPa)	6	5.5	5	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5
平衡所需时间 (min)	0	0.2	0.5	1	2	4	6	8	11	15

可以看得出下游压力越低,平衡所需时间越久。下游压力未设置报警值对应急复位的时间影响很大。

验证结果:要因。

1.4 复位流程不熟悉

人员的技能水平往往影响应急处置的成败,为了更好地研究人员技能对安全切断阀复位时间的影响。我们小组找到6名同样工龄的员工,分别编号A、B、C、D、E、F,其中A、B工作技能优秀,C、D工作技能良好,E、F工作技能一般,通过试验:

表5 技能水平不同的员工的复位所需时间

员工	A	B	C	D	E	F
技能水平	优秀	优秀	良好	良好	一般	一般
复位时间 (min)	12	13	15	16	20	21

验证结果:要因。

1.5 工具选用不适宜

通过调查,对不同人员选用工具所需时间进行了统计:

表6 不同人员选用工具所用时间表

试验次数	A	B	C	D	E	F
选用工具时间 (s)	15	16	15	14	15	16

通过统计发现不同人员选用工具所需时间差别不大。

验证结果:非要因。

1.6 刚刚复位时压力不稳定

由于在实际生产中,发生过刚复位的安全切断阀由于下游压力不稳定而导致的切断阀再次切断的实例,小组成员在没有供气的场站通过不同放空量来模拟实际生产中产生的压力波动来试验切断阀再次切断的可能性,每组试验5次。

表7 放空量不同造成的压力波动对切断阀切断次数的记录表

放空阀开启圈数	2	4	6	8	10	12	14	16
压力波动值 (MPa)	0	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0	0
切断次数	0	0	0	0	0	0	0	0

通过试验,看出流量大小,对压力影响不大。

验证结果:非要因。

1.7 现场空间狭小

对现场调查发现调压橇空间比较狭小,应急人员在进行复位操作时,造成无法有效应急的情况,耗时耗力。我们对四个不同大小空间的调压橇安全阀切断阀进行复位来试验空间对复位时间的影响。

表8 空间大小对复位应急处置时间调查表

不同站场	甲	乙	丙	丁
复位时间 (min)	13	14	14	14

验证结果:非要因。

1.8 现场输气噪声大

由于管道在输送流量较大的天然气时会产生噪音,随着流量越大,噪音越大。高栏港站调压橇噪音较大,为进一步判断噪音对安全切断阀复位的影响,我们在输气量较大的时间段里和输气量小的时间段里进行了调查比较。

表9 不同流量情况下的复位时间调查表

日期	4月2日	4月5日	4月15日	4月16日	4月20日	4月25日
流量 (万方/h)	15	20	15	20	30	35
噪音 (分贝)	15	20	15	25	30	40
时间 (分钟)	14	14	13	14	14	15

可以看出,噪音对切断阀复位有一定影响,但影响较小。

验证结果:非要因。

1.9 压力高时加速指挥器泄放噪音大

当管线压力较高时,调压阀加速指挥器会泄放压力,产生较大噪音。为了验证噪音对复位时间的影响,我们对不同压力时,指挥器不同的噪音对切断阀复位的影响调查表:

表10 不同压力下指挥器产生的泄放噪音的复位时间

调压橇压力值 (兆帕)	7.2	6.5	5.9	4
噪音 (分贝)	55	40	30	20
时间 (分钟)	15	14	14	14

验证结果:非要因。

1.10 人员分工不明确

通过对应急现场的观察发现应急成员会出现分工

不明确的情况，互相影响，降低了应急处置效率。通过分成四个小组来试验不同程度的分工对应急效率的影响，A、B小组明确分工，C、D小组应急处置前部分工，如调查表：

表 11 分工明确与不分工小组的复位时间

小组	A	B	C	D
复位时间 (min)	14	15	14	14

验证结果：非要因。

2 对策实施小组成员针对四项要因进行了分析、研究，制定出对策表

针对对策表中制定的各项对策措施，我们逐项进行了实施。

实施一：安全切断阀盖子设计不适用的问题，对安全切断阀盖子进行改造将原来四个螺丝改为一个。

实施时间：2023年5月10日至8月15日。

实施人：张前锋。

安全切断阀盖子设计不适用，拆卸过程中花费时间较长，造成复位时间较长，小组成员经过讨论决定对安全切断阀盖子进行改造，减少拆卸盖子所需时间。

实施二：安全阀切断未设置报警问题，对安全切断阀加装切断报警点。

实施时间：2023年7月1日至8月11日。

实施人：张前锋。

安全切断阀切断后没有设置报警，导致切断后不能及时发现，不能及时对其进行复位，小组成员经过讨论决定对安全切断阀加装切断报警点。

实施三：出口压变未设置报警，导致调压撬出现故障时不容易发现，小组成员对调压撬出口压变增加了报警功能发生故障时，能够及时发现。

实施时间：2023年9月10日至9月30日。

实施人：张前锋。

出口压变未设置报警，下游压力降低是不易被发现，不能及时对其进行复位，经过讨论决定对调压撬出口压变设置报警，当安全切断阀切断下游压力降低时，能够及时发现。

实施四：操作人员对复位流程不熟练导致不能快速对切断阀进行复位，复位时间。针对复位流程不熟练问题对站场工作人员进行了技能培训和定期应急演练。

活动效果检查：对活动后调压撬的复位时间进行

表 12 对策表

序号	要因	对策	措施	目标	地点	完成时间	负责人
1	切断阀盖子设计不合理	更改螺栓数量	将四个原来四个螺栓更改为一个螺栓	复位时能够迅速打开安全切断阀的盖子	输气站场	2022.8	张前锋
2	安全阀切断未设置报警	增加报警	在安全切断阀增加开关量报警	设置报警功能切断后能够及时发现	输气站场	2022.8	张前锋
3	下游压力低时未设置报警	增设报警	在调压撬出口压变处设置高压和低压报警	出口压力不正常时能够及时发现	输气站场	2022.9	张前锋
4	流程不熟悉	培训	加强培训学习及应急演练	发生故障时人员能够迅速处置	输气站场	2022.8	张前锋

的模拟测试，从效果柱状图中可以看出，5个站场的平均调压撬复位时间已经明显降低，由之前的20min降低到9min，低于目标值10min，实现了预期目标。

2.1 创造经济效益

减少因调压撬复位时间长放空浪费的天然气；

调压撬因复位放空次数20次，天然气损失1000m³/次，由原来的20min降低到9min，放空量减少500m³/次，天然气价格约2.75元/方，可减少的损失=500m³/次×20次×2.75元/方=2.75万元。

2.2 社会效益

①通过本次研究分析，降低了调压撬复位时间，保证了天然气的安全运行，为增产增效奠定了坚实的基础；②避免因复位时间过长造成下游电厂停车，避免局部停电现象，保障了广大居民和企业的正常用电。

制定巩固措施，为了巩固效果，我们制定了如下巩固措：①增加报警装置，并重新编制技术说明书；②每月对站内员工进行调压撬复位操作及考评；③对调压撬复位操作流程进行修改，并写入操作规程；④编制调压撬复位应急处置方案，并印发。

3 结束语

通过以上研究分析及对策实施，调压撬复位时间有了明显降低，满足了长输天然气管道行业安全平稳运行的要求，调压设备用于向用户输送压力恒定的天然气，对管道的安全运行起到了决定性的作用。输气站场的调压设备，在生产中起到调压、节流功能，是站场关键设备之一，在全国各大输气站场、调压站得到了广泛应用。

参考文献：

- [1] 倪鸿雁. 浅谈“调压撬”在输气管道工程设计中的应用[J]. 江汉石油科技, 2017.
- [2] 史卫华, 芦海静. 浅谈输气场站调压撬的优缺点[J]. 全文版: 工程技术, 2016.
- [3] 朱福忠. 浅谈输气场站调压撬设备的管理与维护维修[J]. 数字化用户, 2020.
- [4] 魏星. 浅谈调压撬在天然气分输场站中的应用[J]. 上海煤气, 2018.
- [5] 纳学礼. 调压撬在天然气配输站中的应用分析[J]. 中小企业管理与科技, 2010.