

QC 活动成果汇报

降低输气站场调压撬 SSV 故障关断率



发布单位：中油管道投产运行公司

小组名称：川气东送第一 QC 小组

发布时间：2016 年 4 月

发布人：刘伟

目 录

一、课题概况.....	1
二、QC 小组简介.....	3
三、选择课题.....	4
四、现状调查.....	5
五、设定目标.....	8
六、分析原因.....	9
七、确定要因.....	10
八、制定对策.....	23
九、对策实施.....	25
十、检查效果.....	28
十一、巩固措施.....	30
十二、总结和下一步打算.....	31

一、课题概况

输气站场在天然气输送过程中起着调节和控制作用，安全、高效的运行是保证天然气输送的重要环节。



调压撬作为输气站场的压力调节设备，其稳定性是保证输气系统安全运行的关键，是确保向下游用户正常供气的重要因素。



SSV 是调压撬的重要组成部分，一旦发生故障关断就会导致站场停输，严重影响对下游用户供气的稳定性，更有工业用户停产的风险。



名词解释

调压撬：由安全切断阀(SSV)、监控调压阀(PCV)、工作调节阀(PV)按照从上游到下游的顺序依次串联在一起的安全、监控式压力控制撬装设备。



SSV：安全切断阀。川气东送所采用的 OSE 系列安全切断阀是 Emerson 公司旗下 Francel 工厂的重要产品，在压力到达切断阀设定值时自动做紧急切断动作，快速并完全地切断气源，起到安全保护的作用。

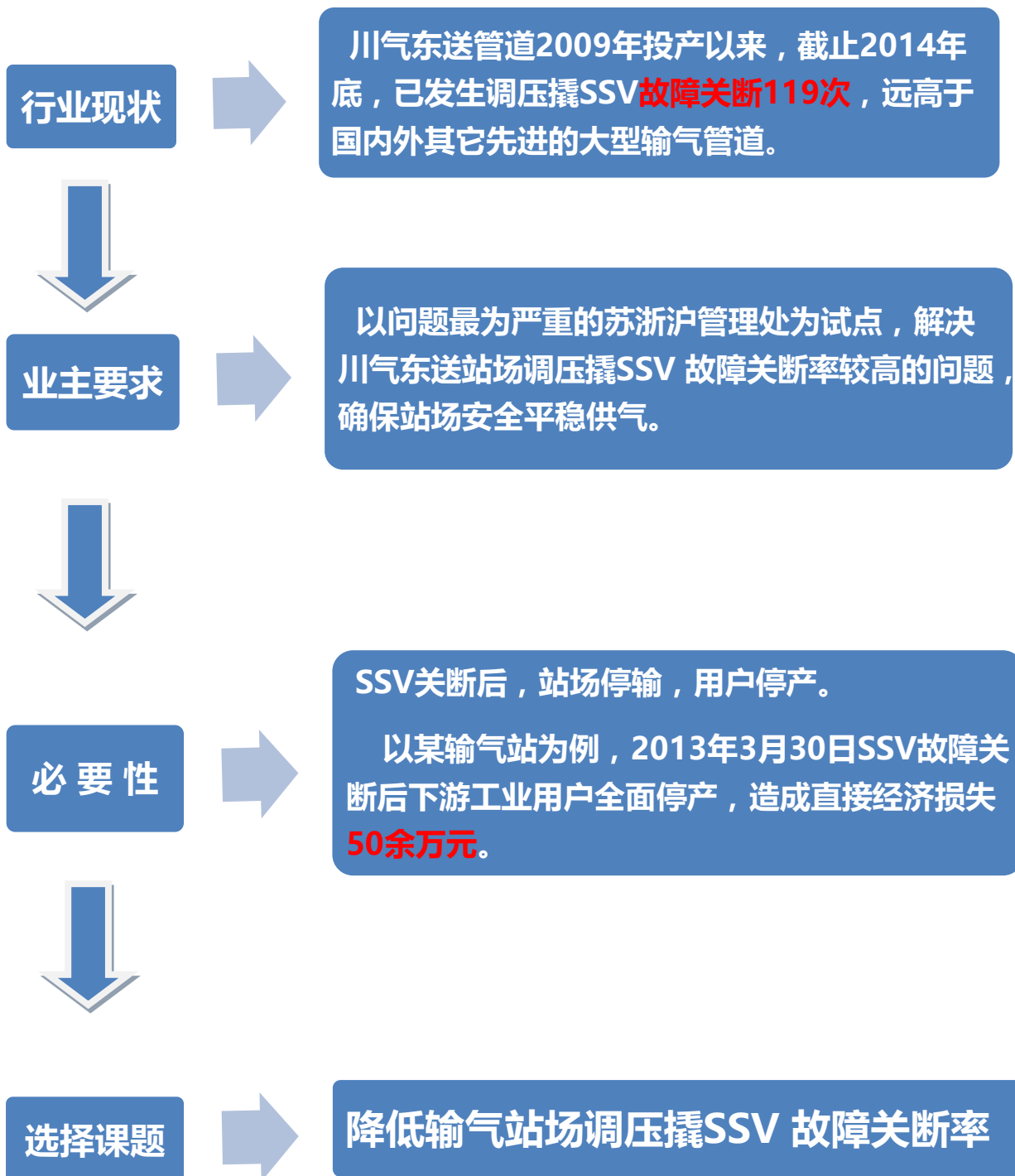


二、QC 小组简介

小 组 概 况					
小组名称	川气东送第一 QC 小组			成立时间	2010 年 3 月
注册编号	TYQC2015-1			注册日期	2015 年 1 月
课题名称	降低输气站场调压撬 SSV 故障关断率			课题类型	现场型
活动时间	2015 年 1 月~2016 年 2 月			活动次数	13 次
QC 培训时间	人均 60 学时			人均出勤率	96.2%
获奖情况	1. 2013 年《缩短柴油泵机组投产时间》获得中国质量协会石油分会一等奖 2. 本课题已获得 2016 年石油工程建设优秀质量管理（QC）小组成果一等奖				
小 组 成 员 情 况					
序号	姓名	年龄	组内职务	职称	小组分工
1	陈树东	57	顾问	高级工程师	技术顾问
2	黄 飞	41	组长	工程师	全面策划、组织实施
3	缴增甫	36	副组长	工程师	现场管理、方案制定
4	任东江	53	技术管理	高级工程师	设计实施、方案制定
5	刘 伟	33	技术管理	助理工程师	资料整理、QC 发布
6	吕新滨	40	资料员	工程师	数据统计、资料收集
7	孔昭斌	35	施工员	助理工程师	操作实施、配合试验
8	谢 辛	38	施工员	工程师	操作实施、配合试验
9	孙茂树	52	安全总监	高级工程师	HSE 管理、风险分析
10	詹春秋	52	QC 诊断师	高级工程师	QC 培训及活动指导

制表：刘伟 时间：2015 年 1 月 10 日

三、选择课题



四、现状调查

现状调查一：川气东送管道苏浙沪管理处调压撬分布情况

站场	DN250	DN200	DN150	DN100	DN50	调压撬 数量
上海输气站	2			2		4
嘉兴输气站	3			1		4
金坛输气站	1	3	3		2	9
南京输气站					2	2
扬子输气站					2	2
共计	6	3	3	3	6	21

制表：刘伟 时间：2015 年 1 月 18 日

现状调查二：21 座调压撬近 4 年来故障关断情况

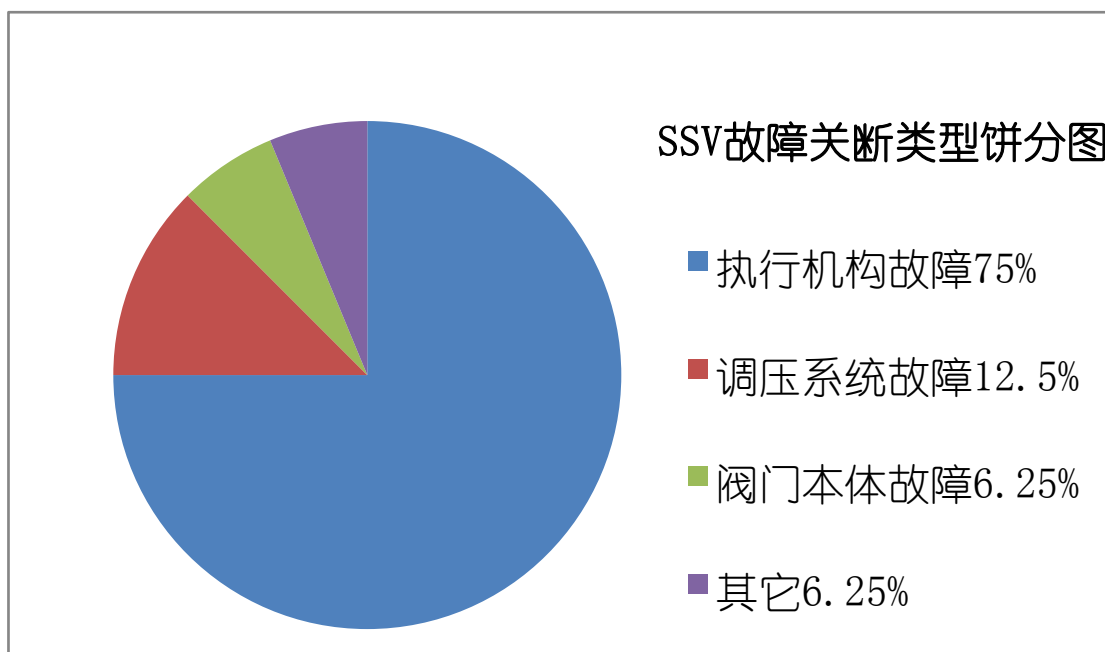
关断次数 年份	SSV 故障 关断次数	PCV 故障 关断次数	PV 故障 关断次数	其他原因 关断次数	调压撬总故 障关断次数	SSV 故 障关断率
2011 年	6	3	2	2	13	46.2%
2012 年	8	4	2	1	15	53.3%
2013 年	9	2	1	0	12	75.0%
2014 年	9	1	1	1	12	75.0%
总计	32	10	5	5	52	61.5%

制表：刘伟 时间：2015 年 1 月 20 日

现状调查三：SSV 故障关断类型

QC 小组成员对 32 次 SSV 故障关断事件进行分类 统计结果如下表:

序号	故障关断类型	发生频数	频 率	累计百分比
1	执行机构故障	24	75%	75%
2	调压系统故障	4	12.5%	87.5%
3	阀门本体故障	2	6.25%	93.75%
4	其它	2	6.25%	100%
5	总计	32	100%	



制表、绘图：刘伟

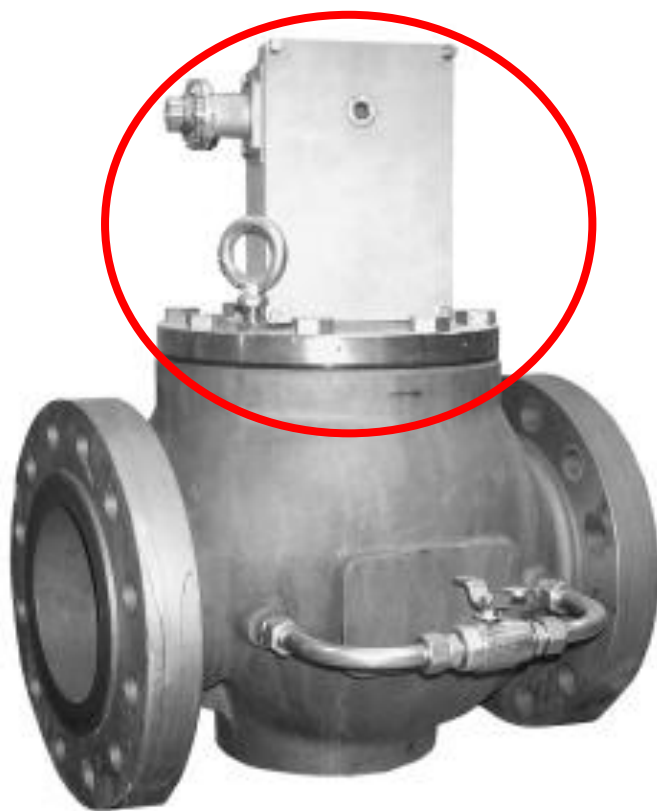
时间：2015 年 1 月 28 日

调查结论

从现状调查看来，苏浙沪管理处中的 5 座输气站场 21 座调压撬在 2011 年-2014 年中共出现 SSV 故障关断 32 次，占调压撬故障关断总次数（52 次）的 61.5%；其中 SSV 的执行机构故障造成关断为 24 次，占 SSV 故障关断次数的 75%。

故，影响站场调压撬 SSV 故障关断率较高的主要问题是：

SSV 执行机构故障



五、设定目标

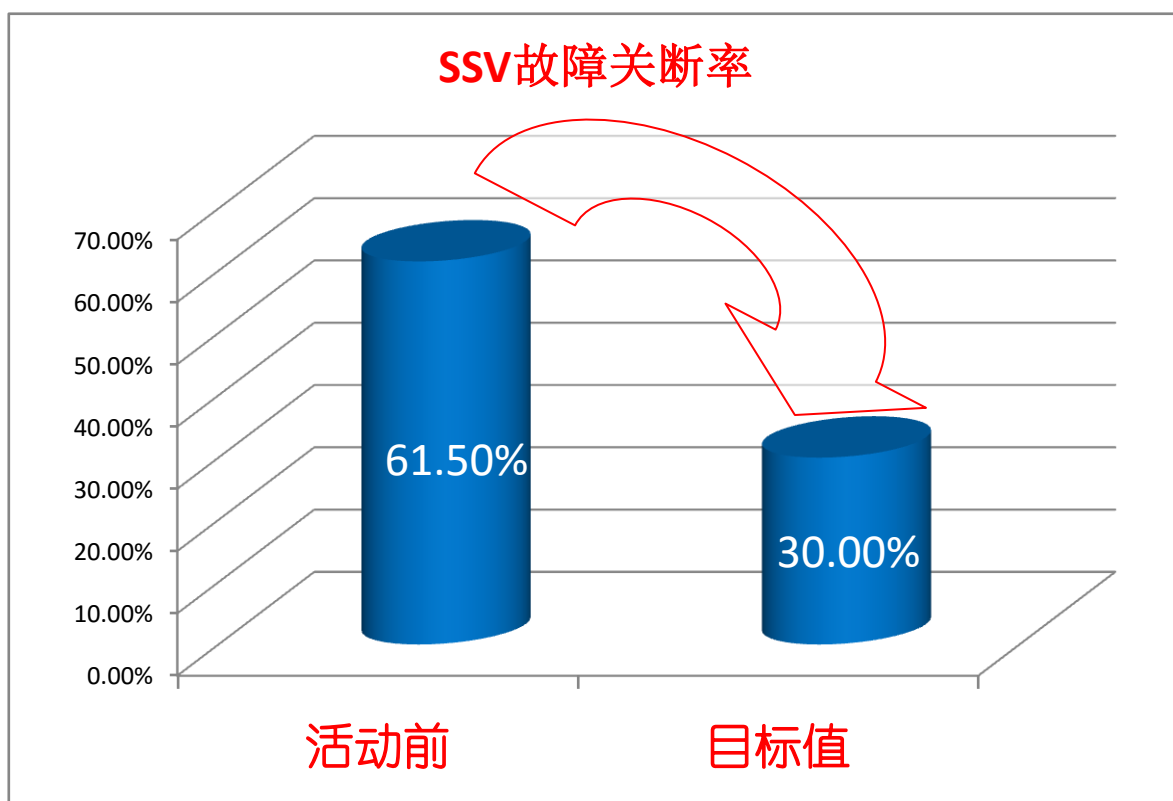
通过对同行业的调研得知：国内大型天然气长输管道（例如西气东输一、二线和陕京一、二线等）同类型的调压撬 SSV 故障关断率在 30%左右。

QC 小组根据自身的基础条件，从人员素质、技术水平、设备设施、环境依托等方面，进行了详细的评估。如果针对执行机构故障开展活动，我们 QC 小组通过自身能力可以将其故障发生频率在原有基础上降低 80%，那么活动后：

执行机构故障率降为： $75\% \times (1 - 80\%) = 15\%$

SSV 故障率降为： $61.5\% \times (25\% + 15\%) = 24.6\%$

通过以上综合考虑，我们将调压撬 SSV 的故障关断率的目标值设定为 30%。

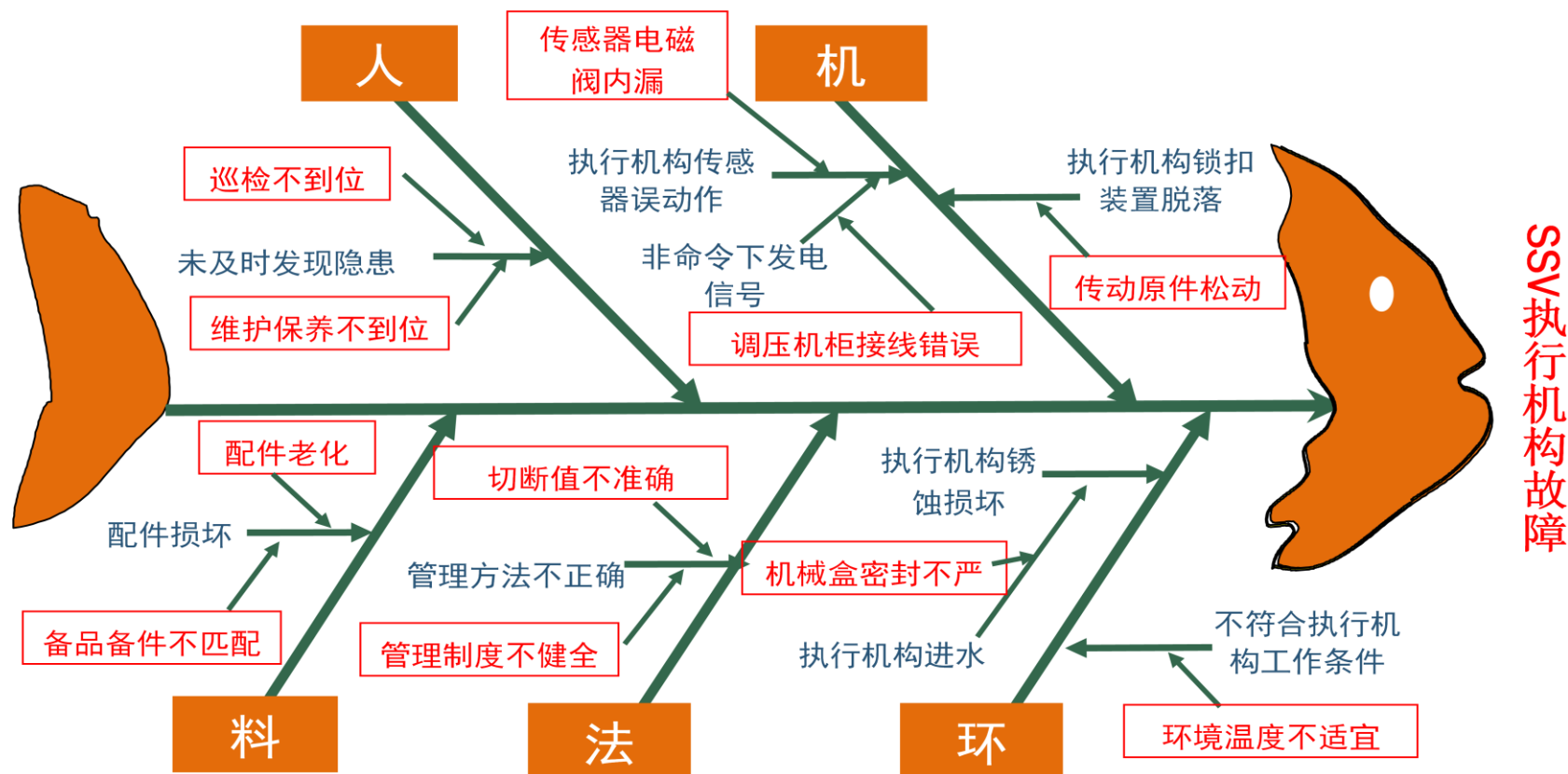


绘图：刘伟

时间：2015 年 2 月 5 日

六、分析原因

针对症结，小组成员运用头脑风暴法从“人、机、料、法、环”五方面进行讨论分析，绘制出鱼刺图：



制图：刘伟 时间：2015年2月10日

七、确定要因

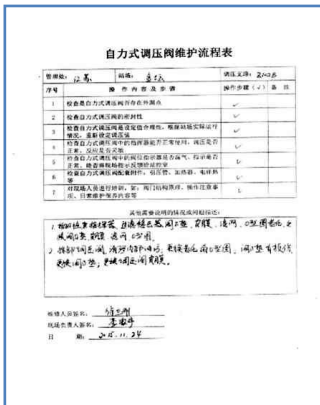
序号	末端因素	确认内容	确认方法	确认标准	确认人	完成时间
1	巡检不到位	1、检查各输气站场《巡检记录本》，确认巡线内容； 2、抽查巡检到位率。	现场调查	1、站场《巡检记录本》有对调压撬详细的巡检内容； 2、巡检到位率 $\geq 98\%$ 。	缴增甫	2015. 2. 13
2	维护保养不到位	1、确认设备是否按期进行保养，保养是否全面； 2、保养后设备故障率	现场调查	1、每半年对调压撬进行一次全面的维护保养； 2、调压撬设备故障率 $\leq 2\%$ 。	刘 伟	2015. 2. 15
3	传动原件松动	进行切断试验，逐一检查传动原件紧固情况。	现场试验	少于两台 SSV 执行机构有传动原件松动的现象。	谢 辛	2015. 2. 16
4	调压机柜接线错误	按照接线图，检查调压机柜线路是否正确。	现场调查	调压机柜布线清晰，接线正确率 100%。	孔昭斌	2015. 2. 18
5	传感器电磁阀内漏	1、电磁阀内漏对执行机构故障的影响程度； 2、电磁阀内漏情况。	现场试验 现场调查	1、电磁阀内漏对执行机构故障的影响程度较小； 2、电磁阀年内漏率 $\leq 5\%$	黄 飞	2015. 2. 21
6	配件老化	对 21 台 SSV 执行机构的配件进行逐一检查	现场调查	21 台 SSV 执行机构的配件均在有效期内	刘 伟	2015. 2. 23
7	备品备件不匹配	确认是否为原厂备件，型号是否一致	现场调查	原厂配件且匹配度 100%	任东江	2015. 2. 23
8	切断值设置不准确	对 SSV 的切断值进行现场测量	现场测量	测量实际切断值与调压系统的设置参数是否一致，误差率小于 1%	吕新滨	2015. 2. 25
9	管理制度不完善	1、查找有关调压设备的制度 2、确认相关制度可行性	现场调查	1、相关制度全面 2、制度可行	黄 飞	2015. 2. 27
10	环境温度不适宜	测量环境温度	现场测量	环境温度在 SSV 工作环境温度范围以内（ -30°C -60°C ）	吕新滨	2015. 2. 27
11	机械盒密封不严	检查机械盒的密封性	现场调查	机械盒内部干燥，无锈蚀	谢 辛	2015. 2. 28

制表：刘伟 统计时间：2015 年 2 月 12 日

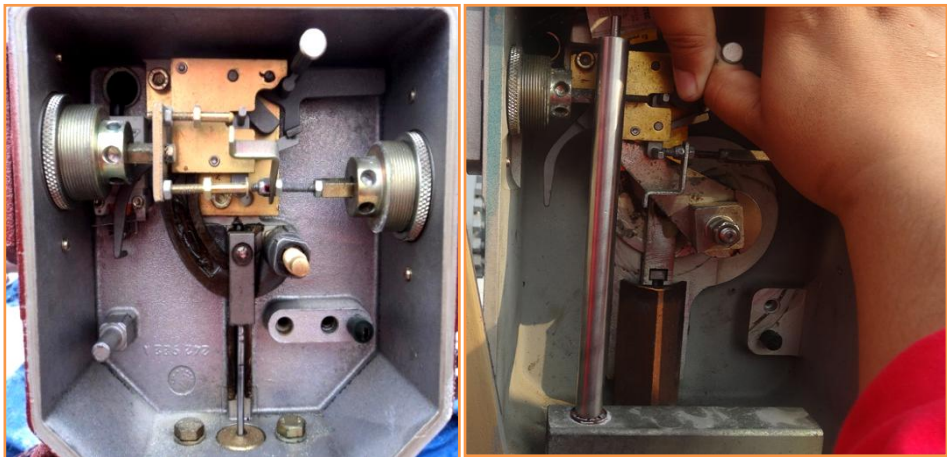
要因确认一：巡检不到位

确认方法	现场调查：查看巡检记录，确认巡线内容，抽查巡检到位率		
确认标准	1、站场《巡回检查管理规定》中有对调压撬详细的巡检内容。 2、巡检到位率 $\geq 98\%$		
确认人	缴增甫	确认时间	2015.02.13
确认内容	1、5 座站场的《巡回检查管理规定》中均有对调压撬巡检的具体要求和详细的步骤。 2、小组成员分别对 5 座站场近两年的《巡检记录本》进行了抽查，对硬盘录像机里近一个月的存档录像进行抽查。各抽查巡检点样本 50 个，全部合格，巡检到位率$\geq 98\%$  		
确认结论	非要因		

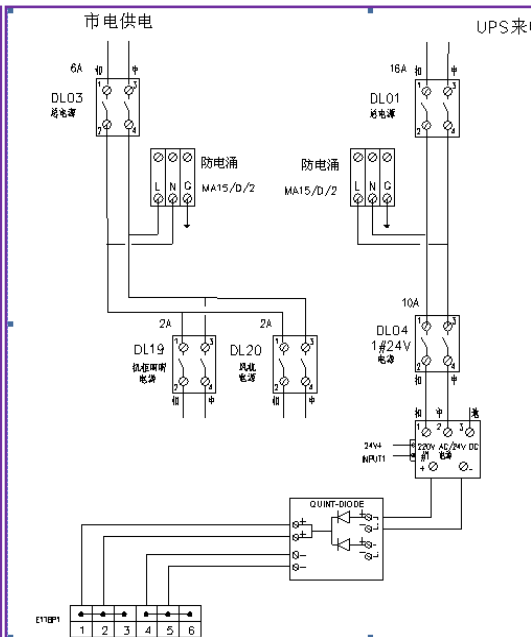
要因确认二：维护保养不到位

确认方法	现场调查：确认设备是否按期进行保养，保养是否全面；保养后设备故障率		
确认标准	1、每半年对调压撬进行一次全面的维护保养 2、调压撬设备故障率 $\leq 2\%$		
确认人	刘伟	确认时间	2015.02.15
确认内容	1、2010年起，川气东送管道分公司便与调压撬厂家签订维护保养合同，每半年（春秋检时）对调压撬进行一次全面的维护保养，并对调压设备故障进行处理。 2、查阅5座站场的《设备技术档案》，统计了调压撬设备故障率为0.6%，小于2%。  		
确认结论	非要因		

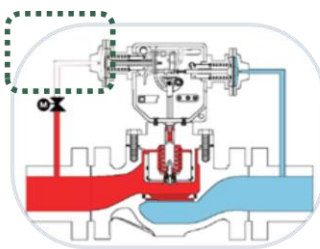
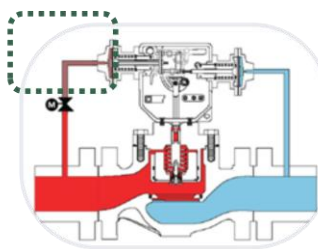
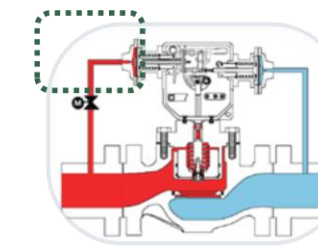
要因确认三：传动原件松动

确认方法	现场试验：进行切断试验，逐一检查传动原件紧固情况		
确认标准	少于两台 SSV 执行机构有传动原件松动的现象		
确认人	谢 辛	确认时间	2015.02.16
确认内容	小组成员对 5 座站场的 21 台 SSV 执行机构逐一进行检查，并进行切断试验，均未发现传动原件松动的现象。  		
确认结论	非要因		

要因确认四：调压机柜接线错误

确认方法	现场调查：按照接线图，检查调压机柜线路是否正确		
确认标准	调压机柜布线清晰，接线正确率 100%		
确认人	孔昭斌	确认时间	2015.02.18
确认内容	QC 小组成员对 5 座站场的 9 台调压机柜进行检查，按照《调压机柜接线图》对 SSV 执行机构控制电路进行逐一核对，并确认接线端子牢固可靠。检查结果：接线正确率 100%。  		
确认结论	非要因		

要因确认五：传感器电磁阀内漏

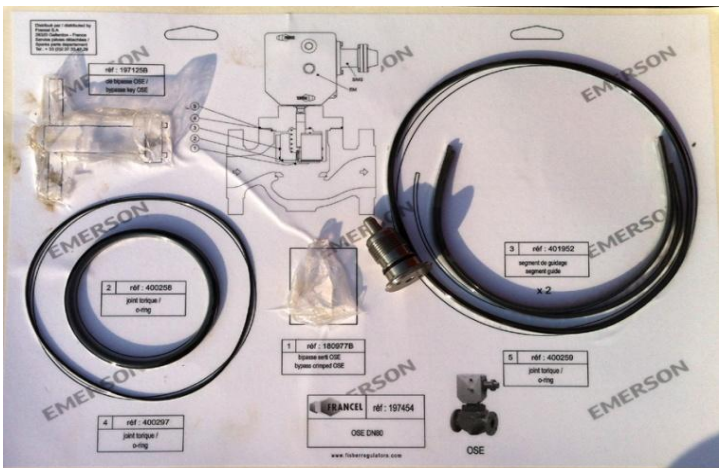
确认方法一	现场试验：对传感器电磁阀进行内漏试验测试		
确认标准一	电磁阀内漏对执行机构故障的影响程度较小		
确认人	黄 飞	确认时间	2015.02.21
确认内容	1、试验推理：调压撬 SSV 的关断功能是通过电磁阀动作来导通气路，再由气路推动机械元件实现 SSV 阀切断的，即“电信号—>气信号—>机械信号”的过程。由于电磁阀内漏，导致了虽然没有电信号下发时，却有电磁阀内漏的气信号下发，直至产生机械信号，造成 SSV 执行机构故障。  电磁阀失电常关，传感器不带压，SSV处于开位  电磁阀轻微内漏，传感器前慢慢聚集天然气  当内漏的天然气达到一定压力时，传感器触发切断装置，SSV故障关断 2、试验测试：经过试验测试，当 SSV 电磁阀存在内漏，且又经过一定的时间，当内漏的天然气达到一定压力时，SSV 传感器就会触发执行机构关断装置，触发 SSV 故障关断。 试验结果：传感器电磁阀内漏后会 100%导致执行机构故障。		

确认方法二	现场调查：调查电磁阀内漏情况		
确认标准二	电磁阀年内漏率 $\leq 5\%$		
确认人	黄 飞	确认时间	2015.02.20
确认内容	QC 小组查阅 2014 年的《设备技术档案》，21 个 SSV 电磁阀中共计出现了 8 次内漏情况，电磁阀年内漏率高达 38%。 小组成员对内漏的电磁阀进行拆解清洗，仍然有重复内漏的情况出现；公司每年对内漏的电磁阀进行更换，但任然无法彻底解决内漏问题。  对内漏的电磁阀进行拆解和清洗  更换后的电磁阀仍然存在内漏现象		
确认结论	要因		

要因确认六：配件老化

确认方法	现场调查：对 21 台 SSV 执行机构的配件进行逐一检查。		
确认标准	21 台 SSV 执行机构的配件均在有效期内。		
确认人	刘 伟	确认时间	2015.02.23
确认内容	QC 小组成员对 SSV 进行了全面检查，对执行机构进行检验，所有配件均在有效期内，无老化现象		
确认结论	非要因		

要因确认七：备品备件不匹配

确认方法	现场调查：确认是否为原厂备件，型号是否一致		
确认标准	原厂配件且匹配度 100%		
确认人	任东江	确认时间	2015.02.23
确认内容	 正规的物质采购平台  原厂 SSV 执行机构备品备件		
确认结论	非要因		

要因确认八：切断值设置不准确

确认方法	现场测量：对 SSV 的切断值进行现场测量		
确认标准	测量实际切断值与调压系统的设置参数是否一致，误差率小于 1% 。		
确认人	吕新滨	确认时间	2015.02.25
确认内容	小组成员对苏浙沪管理处 5 座站场中具备测试条件的调压撬进行 SSV 切断测试，并与站控机设置参数进行比对，测试值均与设置参数一致，误差率为 0% 。 		
确认结论	非要因		

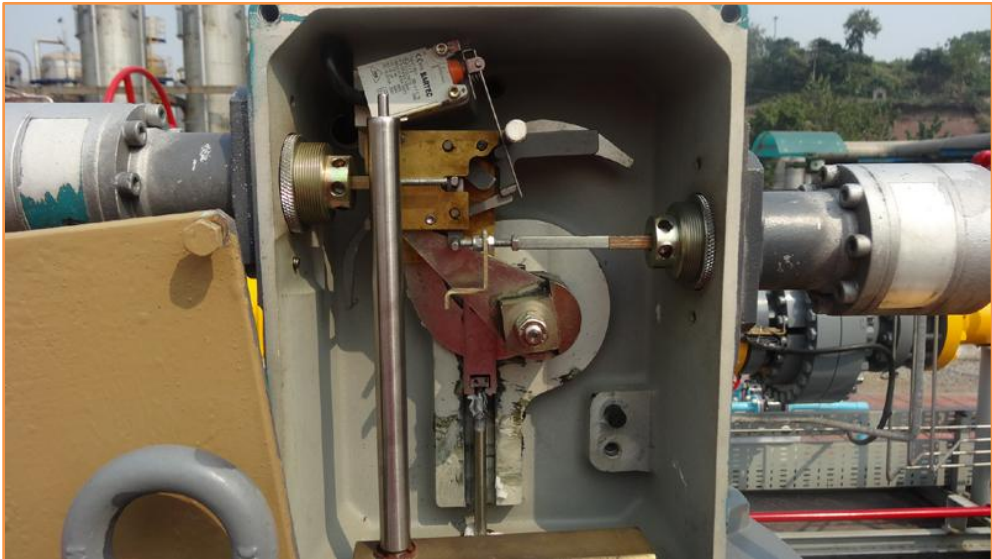
要因确认九：管理制度不完善

确认方法	现场调查：1、查找有关调压设备的制度 2、确认相关制度可行性		
确认标准	1、相关管理制度全面；2、制度可行		
确认人	黄 飞	确认时间	2015.02.27
确认内容	经调查，公司涉及到调压撬设备的管理制度有： 《天然气川气东送管道分公司设备管理办法》 《天然气川气东送管道分公司设备缺陷、故障、事故管理规定》 《天然气川气东送管道分公司设备维护保养管理规定》 《天然气川气东送管道分公司设备状态监测管理规定》 《天然气川气东送管道分公司特种设备管理规定》 《天然气川气东送管道分公司巡回检查管理规定》 以上制度均按照中石化相关设备管理制度进行制定，制度可行。		
确认结论	非要因		

要因确认十：环境温度不适宜

确认方法	现场测量：测量调压撬环境温度		
确认标准	环境温度应在设备工作温度范围以内		
确认人	吕新滨	确认时间	2015.02.27
确认内容	小组成员对当地温度进行调查，根据江苏环境气象局提供的数据看，江苏地区年平均气温 15.3 °C，最低月平均气温 2.3 °C，最高月平均气温 27.9 °C，记录以来最高气温 43°C，最低气温-12.0 °C，而执行机构工作温度范围为“-30-71 °C，传感器工作温度”-55-60 °C，环境温度均在设备工作温度范围以内。 		
确认结论	非要因		

要因确认十一：机械盒密封不严

确认方法	现场调查：检查执行机构机械盒的密封性		
确认标准	机械盒内部干燥，无锈蚀		
确认人	谢 辛	确认时间	2015.02.28
确认内容	打开 21 台执行机构机械盒，逐一进行检查，机械盒内部均干燥，无锈蚀。 		
确认结论	非要因		

通过分析验证，我们确定了导致 SSV 执行机构故障的主要因素是：

传感器电磁阀内漏

八、制定对策

对策分析表

要因	对策	评估比选					综合评价	选定对策
		有效性	可实施性	经济性	可靠性	时间性		
传感器电磁阀内漏	1、更换电驱机械型传感器，取代气动传感器	新型传感器取消电磁阀设计，彻底消除内漏隐患	拆除原传感器和电磁阀，直接更换为机械性传感器，施工较容易	800 元/台	工作稳定,无需维护	5 天	优	√
	2、更换成 GSR 电磁阀	GSR 电磁阀密封性能略好，能减少内漏内漏频次	拆除原电磁阀及引压管，加装 GSR 电磁阀及配套引压管，施工较为容易	5360 元/台	需定期进行排空检查,仍存在内漏风险	10 天	一般	×

制表：刘伟 日期：2015 年 4 月 18 日

QC 小组根据 5W1H 原则列出了对策实施表：

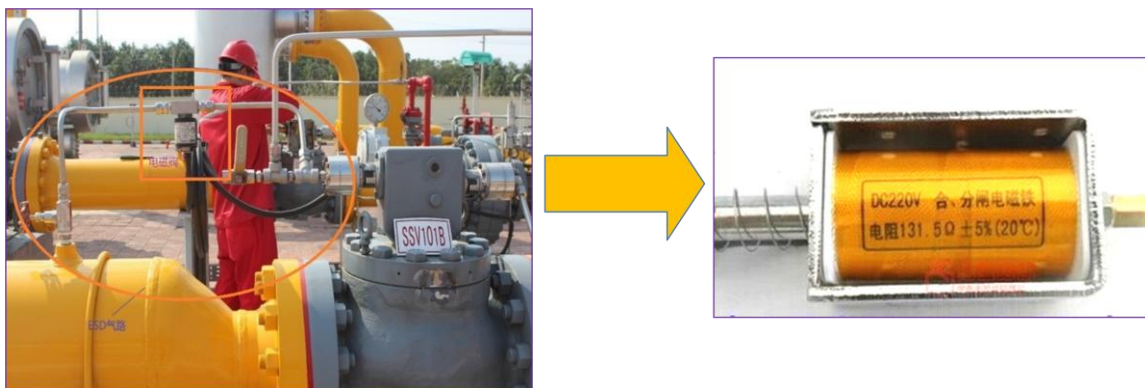
要因	对策	目标	对策措施	地点	时间	责任人
传感器电磁阀内漏	更换电驱机械型传感器，取代气动传感器	电磁阀年内漏率 $\leq 5\%$	1、设计新型机械型传感器替代气动传感器，取消电磁阀。 2、拆除原有气动传感器及其附件，安装新型机械型传感器，并进行调整。 3、测试新型传感器有效性和稳定性。	金坛输气站	2015 年 4 月	黄 飞 缴曾甫 孔昭斌 刘 伟

制表：刘伟 日期：2015 年 4 月 20 日

九、对策实施

实施一：设计新型传感器替代电磁阀

QC 小组经过分析讨论后决定，通过选用一个推拉式电磁铁替代原有的气信号，即直接使用“电信号—>机械信号”方式，来实现了 SSV 的切断功能。



电磁铁的推力能否满足传感器动作是选取不同型号电磁铁的关键。针对该情况，我们选取不固定负载时比较合适推力的电磁铁，电磁铁的推力是由功率决定的，功率越大的电磁铁推力越大。

选型时 12V、24V 的需要较大的电流，12V 正常需要 8A，24V 需要 6A，此类电磁铁推力大，但同时电流值大，不适合目前的电源，因此选取 220V 的电磁铁，在不固定负载撞击时，撞击力远超 2KG,满足撞击切断要求。

实施二：安装新型电磁铁传感器

首先拆除原有的气动传感器，及其配套的手动球阀，先导式电磁阀、引压管等部件。



然后按照撞击的距离、位置及机械盒的连接方式对电磁铁进行改造，满足安装要求。

最后将电磁铁安装到 SSV 阀机械盒部分时，对撞针的长度、位置及电磁铁与机械盒的固定方式进行调整。



实施三：测试新型传感器有效性和稳定性

安装完毕后对其切断功能进行测试,试验次数 100 次,成功切断 100 次。



以上为测试视频（视频见附件） 测试人：孔昭斌 测试时间：2015 年 5 月 16 日

通过对新型机械型传感器的设计、安装和测试，小组解决了传感器电磁阀内漏导致执行机构故障的难题。由于新型传感器取消了电磁阀的设计，所以对策实施后的电磁阀年内漏率为 0%，小于 5% 的目标，对策实施成功！

十、检查效果

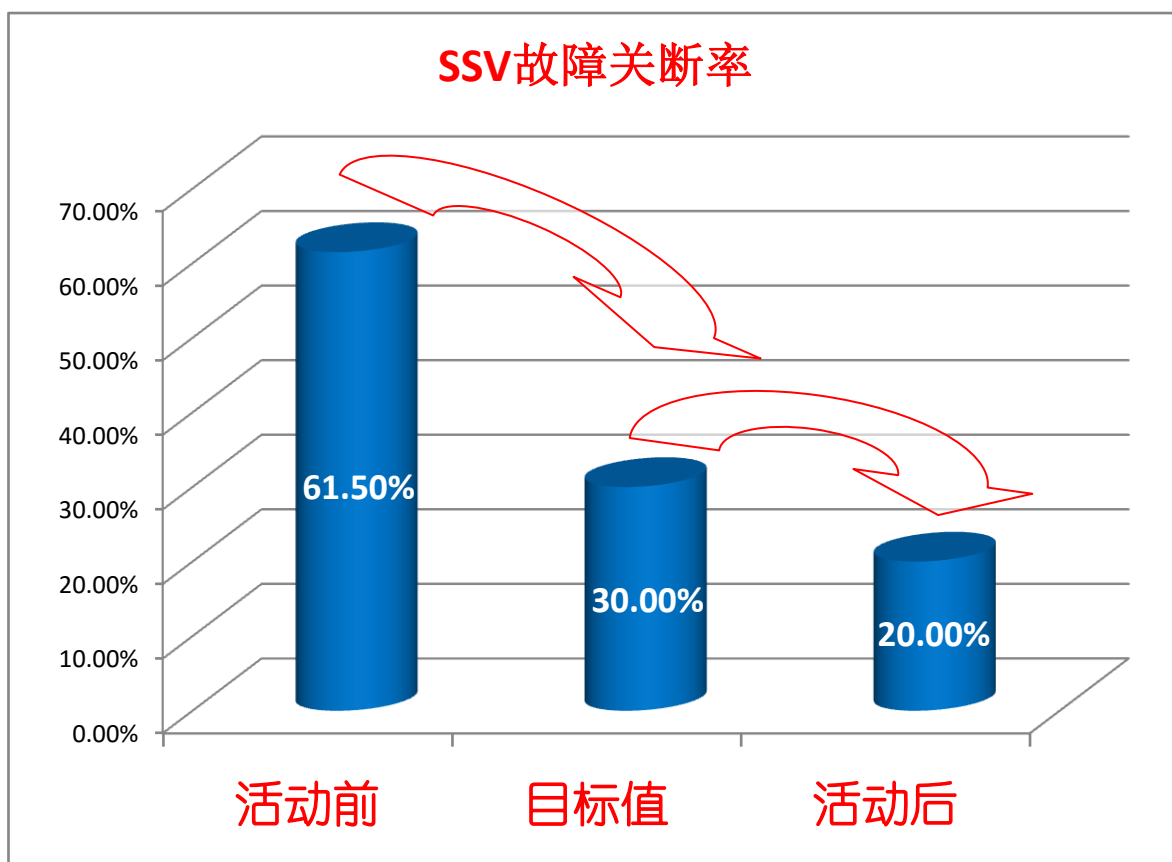
2015 年 6 月 QC 小组完成了苏浙沪管理处 5 座站场 21 台调压撬 SSV 执行机构的改造，2016 年 1 月，小组统计了调压撬故障关断情况：

关断次数 月份	SSV 故障 关断次数	PCV 故障 关断次数	PV 故障关 断次数	其他原因关 断次数	调压撬总关 断次数	SSV 故障 关断率
2015 年 6 月		1			1	0%
2015 年 7 月					0	0%
2015 年 8 月					0	0%
2015 年 9 月	1			1	2	50%
2015 年 10 月		1			1	0%
2015 年 11 月					0	0%
2015 年 12 月			1		1	0%
总计	1	2	1	1	5	20%

制表：刘伟

时间：2016 年 1 月 2 日

调压撬 SSV 故障切断频率大幅度降低



制表：刘伟

时间：2016 年 1 月 5 日

1、直接经济效益：

苏浙沪管理处 5 个分输站场共计 21 台 SSV，更换 SSV 电磁阀的单价为 5360 元/台，而改造成本仅需 800 元/台。在成本上共节约了：
 $(5360 - 800) \times 21 = 9.576$ 万元。

2、社会效益：

提高了川气东管道对用户供气的稳定性，降低了工业用户停气、停产的风险。

十一、巩固措施

巩固措施一：修订了完善了《川气东送管道分公司设备维护保养管理规定》

巩固措施二：制定了《OSE 安全切断阀（SSV）操作维护规程》

巩固措施三：编制了《调压撬维护作业指导书》



十二、总结和下一步打算

1、活动总结

效果总结：

通过本次活动，川气东送 QC 小组成功解决了川气东送站场安全切断阀 SSV 故障关断频率过高的问题，有效降低了设备维护成本，减少了设备故障关断对用户造成的损失，实现了 QC 小组的预期目标。

小组总结：

①专业技术方面：QC 活动小组通过本次活动开展和推广，使小组成员在调压撬相关知识、QC 基础知识等方面的能力有了大幅度的提升。

②管理水平方面：在 QC 活动中，小组成员学习了全面的质量管理知识，通过 PDCA 循环，以事实和数据说话，具有较强的逻辑性，运用逻辑推理方法，找出问题的症结，并能按 5W1H 的原则制定对策，加强过程控制，全面提高了小组成员分析问题和解决问题的能力。

③小组综合素质：通过本次 QC 小组活动，增强了 QC 小组成员的质量意识，提高了管理水平、与活动前对比“质量改进意识”有了很大的提高，同时还在“QC 工具运用技巧”上取得了不错的成绩。

2、下一步打算

① QC 小组将对调压撬 SSV 执行机构新型传感器的改造进行全线推广。

② 对其它影响调压撬关断的问题，进行逐一整改，减少站场停输的频次，保证对用户供气的稳定性。

③ 2016 年川气东送第一 QC 小组上报的课题为《**手动阀室天然气泄漏远程报警系统的研制**》。针对手动阀室泄漏后发现时间较长的问题开展课题研究，在没有光缆通信设施的情况下，研制一套可燃气体报警系统，以最短的时间将泄漏信息发送至巡线工，以便及时处理泄漏险情，保证线路阀室的安全运行。

中油管道投产运行公司

川气东送第一 QC 小组

2016 年 4 月



一、总体评价

小组针对川气东输管道输气站场调压撬 SSV 故障关断率高的问题，按照 PDCA 循环开展 QC 小组活动，课题类型为现场型。小组成员通过现状调查，设定了定量的目标，经过成员的努力，有效将调压撬 SSV 故障关断率从 61.5%降低到 20%，提高了川气东管道对用户供气的稳定性，降低了工业用户停气、停产的风险，确保工程质量。小组基本上遵循了问题解决性课题的活动程序，工具运用朴实、恰当，先后运用了饼状图、鱼刺图、柱状图等统计工具。成果程序基本正确，目标明确，原因分析比较全面，解决问题的思路比较清晰，对策实施有效，效果明显。活动后进行了总结并形成作业指导书。

二、不足之处

1、QC 小组在课题选定后应进行课题注册，本成果注册号未注明是小组注册编号还是课题注册号。

2、目标设定中，目标设定依据只进行量化分析，相对单一，缺乏有效说服力。

3、原因分析中，部分原因分析不透彻，因果关系较牵强，如：“切断值不准确”推出“管理方法不正确”，“配件损坏”可否分析到具体配件类别。

4、要因确认表部分末端因素缺少必要的量化标准。要因确认过程中，确认表内的确认方法与计划表中的确认方法不一致，整个确认过程缺少对数据进行统计，整理分析。要因个数偏少，是否原因分析不透彻。

5、整个实施过程多为语言的描述和图片，缺少数据的说明，统计工具的运用等，对策实施后的目标效果检查数据未体现统计经过。

6、经济效益缺企业财务部门证明材料影印件，建议补充。

7、巩固措施未交代是将对策表中的措施进行总结转化完善《调压撬维护作业指导书》，技术效益依据不充分。