

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2015.08.007

管道燃气用户户内燃气设施泄漏事故浅析

□ 温州市燃气有限公司 (325000) 陈晓明

摘 要: 户内燃气爆炸事故危害着百姓生命及财产安全,为查找泄漏原因,通过理论计算及实际试验确定泄漏因素,有助于对后期预防措施的制定,以此尽可能减少燃气泄漏及爆炸事故的发生。

关 键 词: 户内燃气泄漏 泄漏量测试 漏因素确定 爆炸事故

1 引言

燃气安全是燃气行业发展的重要影响因素之一,它不仅仅关乎燃气企业的安全发展,更是关系到人民群众的生命财产的安全。然而近年来,燃气事故频发,事故现场往往一片狼藉,包括十分关键的灶具、胶管等证物基本被烧毁,难以判断事故原因,使得后期预防措施不能够“对症下药”。比如近日,某管道燃气用户家中发生燃气泄漏引发爆炸事故,事故发生后,经现场勘查该户户内物品几乎全部被火烧毁。

本文以该户作为此类事故现象的典型,对管道燃气用户因户内燃气设施泄漏而引发爆炸的事故进行分析。

2 事故现场及用户基本情况调查

2.1 事故现场情况概况

发生燃气爆炸的用户燃气表及表前燃气设施均在户外,只有一段长度约15cm的镀锌管和一个表后管道控制阀门在户内厨房间。事故现场燃气表读数为349.5m³。据现场勘查,该户表后管道控制阀门处于半开启状态(阀门手柄呈45°)。现场用肥皂水检测,该阀门存在冒泡现象,疑似泄漏。事故现场见图1、图2。



图1 某居民用户燃气爆炸事故现场



图2 用户表后管道控制阀门

该户户内灶具基本被火烧毁,根据残留的开关阀杆方向判断,事发时灶具阀门处于开启状态。事后调查了解该灶具无自动熄火保护装置。

2.2 用户基本情况调查

根据用户档案显示,该户于2002年报装燃气管

道，并于2006年开通点火用气，使用至今未申请管道改装等业务。该户最近一次入户安检时间为2014年6月，当时安检人员发现该户连接灶具用胶管有老化现象且灶具无熄火保护装置，所以派发隐患告知书，要求用户尽快自行更换胶管及灶具，而用户至事发前并未按要求更换。

查阅抄表档案，显示该户最近一次抄表时间为2015年4月3日，读数为339m³，而该户的用气量数据如下：

表1 该用户的用气量数据 (单位: m³)

抄表时间	2014.2.6	2014.4.2	2014.6.6	2014.8.7
消费量	8	10	10.5	9
抄表时间	2014.10.5	2014.12.3	2015.2.4	2015.4.3
消费量	8	11.5	12	10

3 事故原因分析

3.1 事故原因初步分析

根据用户基本资料，结合事故现场，可以做出以下推测分析：

(1) 该户用气量较为稳定：从2014年至今，平均每月5m³；而2015年的月均用气量为5.5m³。根据该户2015年4月3日时气表读数为339m³，可推断出至5月5日用气表正常读数约在344.5m³左右。但事发当天气表读数为349.5m³，所以应该大约有5m³左右燃气是非正常使用，即泄漏。

(2) 据用户口述，事发前一天晚上9点左右有使用过管道燃气，当时未发现异常现象。所以至事发当天清晨7点，即一夜之间泄漏5m³左右的燃气，说明泄漏点较大，而管道丝扣或者阀门阀杆泄漏一般是不可能几个小时内泄漏到如此当量。

(3) 对该户表后管道进行气密性试压时，试压不合格，肥皂水检查发现该户户内表后阀门阀杆处有泄漏。初步推测，阀杆泄漏有可能是因为阀杆内的橡胶密封垫片受热，导致材质发生变化，密封性能下降；也有可能是由于长年累月的使用使得阀门密封垫圈失效。

(4) 事发现场，用户表后阀门处于半开启状态。残留的灶具阀杆显示，事发时灶具阀门处于开启

状态。所以，有可能用户未关闭表后阀门和灶具阀门，且灶具无熄火保护装置，导致燃气泄漏，造成事故。

综上所述，此事故是由燃气泄漏引起火灾，燃气泄漏的原因则可能是胶管问题或阀门未关闭等，但缺乏证据支持，还不能完全判定燃气泄漏原因。

3.2 事故原因深度剖析

(1) 技术分析

按爆炸极限浓度估算，该户建筑面积约70m²，按75%实际面积计算，实际面积52.5m²，计层高2.7m，空间体积142m³。液化石油气在空气中的爆炸极限浓度范围为2%~10%。根据现场受损状况分析，爆炸造成各房间的损害及威力基本相当，说明爆炸前室内每个房间基本均已充满达到爆炸极限浓度范围的混合气体，遇明火后几乎同时爆炸。因此，该室爆炸时室内燃气泄漏量可按下面估算：

室内燃气泄漏量下限： $2\% \times 142\text{m}^3 = 2.84\text{m}^3$

室内燃气泄漏量上限： $10\% \times 142\text{m}^3 = 14.20\text{m}^3$

爆炸时，室内燃气泄漏量范围约在2.84m³~14.20m³。

(2) 对存在微漏的阀门进行测试：

① 阀门全关闭状态测试15min，燃气表读数无变化，阀杆处检漏，有少量气泡冒出。

② 阀门开启角度约45°状态测试15min，燃气表读数无变化，阀杆处检漏，有少量气泡冒出。

③ 阀门全开状态测试15min，燃气表读数无变化，阀杆处检漏，有少量气泡冒出。

通过3次测试，证明灶前阀阀杆处燃气泄漏量有限，系O型圈过火后影响密封性能。测试结论为灶前阀阀杆不会出现大量燃气泄漏。

(3) 表后阀门燃气泄漏量测试。

① 阀门开启约45°状况下，直接对大气排气，第一次模拟68s，折算小时流量0.40m³/h；第二次模拟180s，折算小时流量0.33m³/h，平均值0.36m³/h。

② 阀门全开启状况下，直接对大气排气，第一次模拟60s，折算小时流量2.68m³/h；第二次模拟60s，折算小时流量2.72m³/h，平均值2.70m³/h。

根据表后阀流量测试结果，结合前日用气结束时间到发生爆炸时间共计10h推断，则灶前阀应处于半开（约45°）状态。按照测试数据平均值计，10h泄漏量约3.69m³。

考虑到用户月用气量可能存在变动，爆炸后又持

续过一段燃烧时间,爆炸前燃气泄漏量应在 $3.69\text{m}^3\sim 5.00\text{m}^3$ 。该数值在爆炸极限范围内。

(4)对无熄火保护装置的灶具泄漏量进行实际试验:家用液化气灶具(3.8kW),灶具单眼,时间1min。实验数据见表2。

表2

正常燃烧情况下	灶阀半开	0.0020 m^3	0.0015 m^3	0.0015 m^3	0.0015 m^3	0.0017 m^3
	灶阀全开	0.0025 m^3	0.0025 m^3	0.0025 m^3	0.0025 m^3	0.0025 m^3
不燃烧情况下	灶阀半开	0.0011 m^3	0.0015 m^3	0.0020 m^3	0.0015 m^3	0.0017 m^3
	灶阀全开	0.0025 m^3	0.0025 m^3	0.0025 m^3	0.0025 m^3	0.0025 m^3

由以上实验可估知,无论灶具是否处于燃烧状态,燃气泄漏量大约一致:灶阀全开流量约 $0.15\text{m}^3/\text{h}$,灶阀半开流量约 $0.09\text{m}^3/\text{h}$ 。

$\text{LPG热值}=(1.368\times 10^7\text{J/h})\div 0.15\text{m}^3/\text{h}=91.20\text{MJ}/\text{m}^3$

灶具双眼液化气流量为: $2\times 0.15\text{m}^3/\text{h}=0.30\text{m}^3/\text{h}$

根据灶具实际试验结果,结合前日用气结束时间到发生爆炸时间共计10h推断,按照测试数据平均值计,10h泄漏量约 3m^3 。

考虑到用户月用气量可能存在变动,爆炸后又持续过一段燃烧时间,爆炸前燃气泄漏量应在 $3\text{m}^3\sim 5\text{m}^3$ 。该数值在爆炸极限范围内。

4 事故原因判定

根据以上分析,得出结论:该室用户燃气泄漏存在两种原因。

(1)事故前日使用好灶具后,表后阀门未关死,处于半开启状态(约 45°),连接灶具用胶管松动脱落,造成燃气长时间泄漏;

(2)事故前日使用好灶具后,表后阀门未关死,处于半开启状态(约 45°),用气后燃气灶阀门未关闭,而灶具无熄火保护装置起保护作用,不会自行切断供气,造成燃气长时间大量泄漏。

泄漏的燃气在室内积聚并形成可燃混合气体,

遇火源(灶具点火或电器开关电火花等),产生爆炸,爆炸引燃可燃物造成后继火灾。

5 结束语

在这起燃气爆炸事故中发现,燃气用户针对归属自己整改的表后隐患未引起重视,比如连接灶具用橡胶软管老化,灶具问题等。经燃气公司提醒后仍置之不理,而且管道燃气使用完毕没有养成关闭阀门的习惯,由此埋下隐患。

户内燃气安全不仅关乎用户的生命财产安全,更有可能威胁到公共安全,影响恶劣,所以燃气事故预防与户内隐患整治是一项刻不容缓的系统工程。只有百姓真正意识到“居安思危”的思想,将表后隐患自行及时整改并养成良好的使用习惯,使用完毕即可关闭管道阀门,才有可能让户内燃气隐患彻底根治。

工程信息

内蒙满洲里进口 液化石油气储运基地项目

2015年7月10日,据悉,满洲里进口液化石油气储运基地项目由满洲里远东气体有限公司投资,占地 30万m^2 ,计划总投资5.5亿元。该项目将建设铁路专用线、铁路装卸栈桥、汽车装车台、液化石油气球罐、丙烯球罐、消防水罐、生产调度楼等设施,规划年进口俄罗斯液化石油气、丙烯等石化产品180万t,远期超过300万t,年进口总额超过100亿元。

该项目现场负责人介绍,2015年,满洲里进口液化石油气储运基地项目计划投资1.73亿元,将主要完成铁路专用线及场区设施建设,争取年底前具备运营条件。目前,项目环评、土地和立项手续已经完成。截至6月底,已累计完成总投资4.9亿元。

(本刊通讯员供稿)