

成堆干稻草厂防爆常识

广西僮族自治区煤炭石油工业局编

广西僮族自治区人民出版社

成堆干餾厂防爆常識

广西僮族自治區煤炭石油工業局編

*

广西僮族自治區人民出版社出版
(南寧市國門路)

广西僮族自治區書刊出版業營業許可証第一号

广西僮族自治區新華書店發行
南寧市人民印刷厂印刷

*

開本：787×1092公厘 $\frac{1}{32}$ • $\frac{5}{8}$ 印張 • 11千字

1959年6月第一版

1959年6月第一次印刷

印數：1—400冊

統一書号：15113.41

定 价：(6) 八 分

前 言

小型人造石油厂都是使用煤或頁岩的低溫干餾厂。爐型大都是采用成堆干餾式或方型式。煤和頁岩干餾時，會產生大量的煤氣，各地小型人造石油厂在生產过程中常常發生煤氣爆炸事故，輕的頂開防爆板，重的把管綫設備都炸坏了，使全厂生產陷于停頓，同時还可能引起火災或生命危險。为了保持工厂的正常生產，保障职工的安全，我們必須努力防止爆炸的發生。这本小冊子就是向大家介紹煤氣爆炸的原因和防止的方法。

目 录

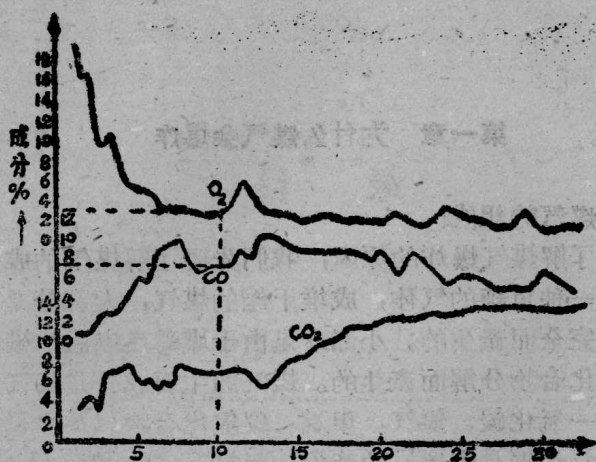
前言

第一章	为什么煤气会爆炸.....	(1)
1.	煤气的組成.....	(1)
2.	煤气爆炸的原因.....	(2)
3.	成堆干餾厂爆炸的原因推断.....	(9)
第二章	怎样防止煤气爆炸.....	(11)
1.	檢查煤气中的含氧量.....	(11)
2.	降低煤气中的含氧量.....	(13)
3.	消灭火源.....	(14)
第三章	怎样減輕爆炸的損害.....	(15)
1.	防爆門.....	(16)
2.	防爆板.....	(16)
3.	安全水封.....	(16)

第一章 为什么煤气会爆炸

1. 煤气的組成:

要了解煤气爆炸的原因，我們先要了解煤气的成分。煤气不是一种單純的气体，成堆干餾的煤气，大部分是由于煤燃燒不完全而產生的；小部分是由于煤受热以后，煤中複雜的有机化合物分解而產生的。煤气的主要成分是氮气、二氧化碳、一氧化碳、氫气，甲烷、碳氢化合物以及少量氧气。其中二氧化碳是燃燒后的產物；氮气是空气燃燒后所剩余的；氧气是空气沒有燃燒完全剩下的，或是由于管綫設備不嚴，从空气中漏進來的；一氧化碳是由于煤和氧气燃燒不完全生成的；氫气、甲烷和别的碳氢化合物主要是煤受热分解的產物。成堆干餾的煤气成分，主要跟操作的不同時期（剛点火或是干餾的中期、末期），負压管綫或爐子是否漏气，火層正常与否，使用什么原料等因素有关。通过气体分析我們可以知道煤气成分的变化（如圖一所示），是一系列不同時間分析結果，圖中曲綫上每一个向下、向左和标尺相交点，即表示相应時間該种气体的含量百分數，如干餾后10小時二氧化碳(CO_2)的含量为百分之七，一氧化碳(CO)的含量为百分之七·五，氧气(O_2)的含量为百分之三。从圖表上可看出干餾開始時氧气的含量高，二氧化碳和一氧化碳的含量低，随着干餾時間的延長氧气逐漸減少，二氧化碳和一氧化碳的含量逐漸增加，它們都随着操作条件的变动時時都在波动。



干餾時間: 小時

圖一: 成堆干餾煤氣成分变化情况

表一是兩個成堆干餾煤氣的全分析數據。上面一排數字是表示一個煤氣樣品中各種氣體含量百分數，下面一排是另一個煤氣樣品中各種氣體的含量百分數。

表一

成 份	二氧化碳 CO ₂	氧氣 O ₂	一氧化碳 CO	氫氣 H ₂	甲烷 CH ₄	氮氣 N ₂
分 積 %	5.0	2.5	19.0	8.0	13.7	51.8
	7.9	3.0	9.8	13.6	12.1	54.6

2. 煤氣爆炸的原因:

上面所說的煤氣成分，除了氮氣和二氧化碳不能燃燒外，一氧化碳、氫氣、甲烷等氣體都能和氧氣作用發生燃燒，燃燒時能發出火光和熱量。但發出的熱量比較緩慢，如果這

些气体和氧气在極短時間內就起了氧化作用，那就会發生爆炸。爆炸時热能剧烈地在極短的時間內發散，產生很大的冲击力，形成很大的破坏力量。在什么情况下这些气体和氧气便能很快作用發生爆炸呢？这是一个值得注意的問題。每一种可燃气体如果和空气混合，但空气中含这种可燃气体很少時，这种混合气体不会爆炸，含很多時也不会爆炸，但是点火就能發生爆炸。这个能夠發生爆炸的含量范围，我們称为这种气体的爆炸范围，它的最低數字称为爆炸低限，它的最高數字称为爆炸高限。例如：一氧化碳在空气中的爆炸低限是12.8%，爆炸高限为75.5%。这就是說空气中如果含有12.8—75.5%的一氧化碳气体時，这种混合气体就有爆炸的可能。如果空气中一氧化碳的含量不到12.8%，或者超过75.5%，都不会爆炸。在爆炸范围内的混合气体我們就叫它爆炸性气体。凡是气体成了爆炸性气体，便隱藏着爆炸的危險。上面所說的爆炸極限是指空气中含有可燃气体的体積百分比來說的。同样，我們也可以用可燃气体中含多少氧气來表示（空气中氮气对爆炸是沒有作用的，因此只要用氧气含量來表示就行了）。那末，我們將一氧化碳的爆炸極限換算成含氧量便是5—17.4%，也就是說在一氧化碳气体內混入空气，如果这混合气体的含氧量不到5%，或者超过17.4%，这种混合气体都不会爆炸。如果气体中含氧量在5%和17.4%之間，这种气体便有爆炸的可能。

各种可燃性气体的爆炸極限是不一样的，这已經由多次的試驗而确定了，數字見表二。

表二

各种气体的爆炸极限

气体与液体名称	与空气混合时的爆炸极限		蒸汽比重 (以空气为1)
	低 限 %	高 限 %	
甲 烷	5.0	15.0	0.55
乙 烷	3.12	15.0	1.03
丙 烷	2.9	9.5	1.52
丁 烷	1.9	6.5	1.95
异 丁 烷	1.6	8.4	
戊 烷	1.4	8.0	2.48
己 烷	1.6	6.4	2.97
乙 烯	3.0	34.0	0.97
丙 烯	2.0	11.0	1.45
丁 烯	1.7	9.0	
乙 炔	2.6	80.0	0.90
苯	1.5	9.5	2.77
甲 苯	1.23	7.0	
丙 酮	2.9	13.0	2.00
天 然 气	5.0	16.0	
硫 化 氢	4.3	45.5	1.17
一 氧 化 碳	12.8	75.0	0.97
汽 油	1.0	6.0	3.4

煤 油	1.4	7.5	4.8
輕 油	1.4	6.0	
氫	15.0	27	0.59
發生爐煤氣	35	74	
二 硫 化 碳	1.25	50	2.64
乙 醇	3.3	19.0	1.59
乙 醚	1.85	48	2.56
氫 氣	4.1	80	0.069
甲 醇	6.72	36.5	1.11
石 油 醚	1.4	5.9	2.5
水 煤 氣	6	70	

表二的爆炸極限，是以某種可燃氣體在空氣中的濃度來表示的。也可以換算成另一種表示方法，就是用習慣上使用的含氧量數字來表示。當空氣混入於某種可燃氣體內，使這種混合氣體中的含氧量達到了一定的程度，就可能發生爆炸，這個範圍的上下限，就是以含氧量來表示的爆炸限。這些數字見表三。

表三 各種氣體的爆炸極限

氣體與液體名稱	與空氣混合以含氧量來表示的爆炸極限	
	高 限 %	低 限 %
甲 烷	20.00	17.88

乙 烷	20.36	17.88	戊 烷
丙 烷	20.38	19.00	己 烷
丁 烷	20.61	19.62	庚 烷
異 丁 烷	20.68	19.28	辛 烷
戊 烷	20.73	19.30	壬 烷
己 烷	20.68	19.65	癸 烷
乙 烯	20.39	13.85	甲 烯
丙 烯	20.60	18.79	乙 烯
丁 烯	20.40	19.10	丙 烯
乙 炔	20.41	4.20	丁 烯
苯	20.60	19.00	戊 烯
甲 苯	20.70	20.7	己 烯
丙 酮	20.38	18.28	庚 烯
天 然 气	19.91	17.64	辛 烯
硫 化 氫	20.11	11.43	壬 烯
一 氧 化 碳	18.30	5.25	癸 烯
汽 油	20.80	19.71	甲 烯
煤 油	20.73	19.40	乙 烯
輕 油	20.73	19.70	丙 烯
氨	17.90	15.34	丁 烯
發生爐煤气	13.63	5.20	戊 烯

二 硫 化 碳	20.70	10.5
乙 醇	20.25	17.00
乙 醚	20.61	10.9
氢 气	20.13	4.20
甲 醇	19.60	13.32
石 油 醚	20.73	19.68
水 煤 气	19.70	6.30

当各种不同的可燃气体（如一氧化碳和氢气）混合时，混合气的爆炸极限，随着两种气体混合的比例而变化。它可以通过计算或实际测定而求出。

多成分气体的爆炸极限计算公式如下：

$$\text{混合气爆炸极限} = \frac{100}{\frac{a_1}{A_1} + \frac{a_2}{A_2} + \dots + \frac{a_n}{A_n}}$$

式中： $a_1 a_2 \dots a_n$ 为各气体在混合气中所占的体积百分数。

$A_1 A_2 \dots A_n$ 为各气体在混合气中的爆炸极限。

例如：已知某成堆干馏气体的全分析为：

CO ₂	O ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂
7.9	3.0	9.8	12.1	13.6	54.6

求它的爆炸上下限？

解：此煤气可燃组，只有一氧化碳、氢气及甲烷，由表查出：

甲烷在空气中的爆炸低限为5.0，高限为15.0；

一氧化碳在空气中的爆炸低限为12.8，高限为75；

氢气在空气中的爆炸低温为4.1，高限为80。因此：

$$\text{混合气爆炸低限} = \frac{100}{\frac{9.8}{12.8} + \frac{12.1}{4.1} + \frac{13.6}{5}} = 15.3\%$$

$$\text{混合气爆炸高限} = \frac{100}{\frac{9.8}{75} + \frac{12.1}{80} + \frac{13.6}{15}} = 39.5\%$$

也就是說空气中混入了这种煤气，而煤气的体積占空气加煤气的总体積的15.3%—39.5%時，就有可能發生爆炸。

在習慣上，常用煤气中的含氧量來表示爆炸限。已知空气中氧占21%，我們可以把上述的爆炸限換算成含氧量來表示。

爆炸上限（以含氧量表示）：

$$(100 - 15.3) \times \frac{21}{100} = 17.6\%$$

爆炸下限（以含氧量表示）：

$$(100 - 39.5) \times 0.21 = 12.6\%$$

也就是說，当空气混入这种煤气內，以至含氧量增高至12.6%，就成为可爆性气体。而含氧量超过17.6%，則不会發生爆炸。

成堆干餾煤气的爆炸范围，一般从10%—18%。

小方爐煤气的爆炸限，据中國科学院煤炭研究室計算結果，含氧量为5.6—18.5%。这是由于它的組成不同于成堆干餾煤气的緣故。

各种气体的爆炸極限，还随着温度和压力的变化而有所变化。温度及压力的升高，均会使爆炸范围变得更寬。表四表示压力对甲烷在空气中爆炸高限的影响。

表四 压力对甲烷在空气中爆炸高限的影响

压力 (大气压)	1	10	50	125
甲 烷 %	15.0	17.0	29.5	45.4

成了爆炸性气体，便蕴藏着爆炸的可能。但是没有火引它爆炸，它是不会爆炸的。正如火药能爆炸，但一定要点上药线才能爆炸。使含有氧气的煤气爆炸，并不需要很大的火种，往往有一个小火星就足够了。这个火星可能是从堆里带出来的，也可能是从高速转动的铁质鼓风机里碰出来的，也可能是从外部引进煤气管线里去的。总之，只要有很小的一点火星进入爆炸性气体里，威力很大的爆炸就会发生。

因此，我们可以说：一定的氧含量和火种是煤气爆炸的两个条件，只有两个条件都具备了，才有可能发生爆炸。但是我们却千万不能麻痹，因为只要具备了任何一个条件，爆炸的危机便埋伏着了。

3. 成堆干馏厂爆炸的原因推断：

现在我们来看看成堆干馏工厂爆炸的几种原因，是不是符合上述两个条件。在目前我们的小型成堆干馏工厂，在于馏过程中的煤气大多是含氧量很高的。氧气的来源有三：①是炉墙和管线不严密，有裂缝，空气从裂缝中漏进去；②是装堆装得不好，堆的四周和炉墙接触处的煤块度太大，空气容易沿墙进入；③是火层掌握不好，有的部位火层薄，甚至没有火，有的地方有空洞，这样，进入堆中的空气中的氧气就不能在火层中燃烧完，煤气中的含氧量就会过高。

当煤气的含氧量在爆炸范围内时，在堆内、集总管、管线、冷却塔、排送机均有可能发生爆炸。它们的原因如下：

在堆內發生爆炸，往往是因為在生產過程中排送機臨時停止運轉，煤氣上竄，進入火層，而煤氣的含氧量在爆炸範圍內。由於堆頂是敞開的，爆炸所形成的高壓力易於向空中散開，所以一般現象只是從堆頂或堆牆噴出一股煙就完了，不過較嚴重的也可以使堆牆破裂。

在集合管發生爆炸的情況是較多的。當堆底卵石層太薄，或者在卵石層的局部地方有空洞時，火花易於穿過卵石層而從誘導管抽出。如果集合管沒有水封，或者水位太淺，不足以封住每一個誘導管，則火花可能進入集合管。當集合管中的煤氣的氧含量在爆炸範圍以內，則爆炸就會發生。

在集合管中的爆炸多發生在干餾的後期，因為那時火層快到底了。在卵石層之上就是燃燒着的煤層。火花被抽下來的可能性最大。

但也可能在干餾的前期發生，那是因為熄焦及出焦工作做得不徹底，卵石層內夾有上一次干餾所遺留下來的熱半焦。一抽風，它又燃着了，火星也就很容易抽入集合管中。

如果火層控制得很不好，傾斜得很厲害，某些部分先到底，也易於在堆底或集合管發生爆炸。

如果集合管安有防爆板，發生爆炸後它首先被沖開，集合管是不会有太大損害的。但如果沒有防爆板或它們安裝得太結實，爆也爆不開時，集合管就會被炸散或炸裂。

排送機發生爆炸，火星是在排送機內碰擊而產生的。

管綫和冷卻塔的爆炸，都是別的地方發生爆炸後，火焰沿着管綫傳過去的第二次爆炸，因為冷卻塔和管綫，都不可能發生火源。第一次爆炸的地方可能是集合管，也可能是排送機。

當排送機送出的煤氣正在用於燃燒，排送機突然停止，火焰沿着煤氣管綫倒燒回去，而煤氣的含氧量在爆炸範圍

內，也可以引起爆炸而使管綫破裂。

上面所說的几种情形，在广西各个成堆干餾厂中，都會發生过。如我區××煉油厂有一次發生爆炸，將一个十米高的磚砌烟囱底座炸毀了，原因是煤气中含氧量大，煤气的管道上沒有安設防爆裝置，当煤气机轉速变慢時，煤气压力小，造成回火，發生爆炸。又如××煉油厂，最初堆底集合管沒有使用水封，有一次当煤气机發生故障停車時，因堆上回火的引力，將原來管道中的爆炸性气体引回堆內火層，造成爆炸，將缸瓦管做的煤气管都炸毀了。又如××煉油厂在一次干餾時，由于堆牆裂縫嚴重，空气大量漏入，煤气中含氧量达到百分之十三之多，發生爆炸，集合管的防爆板被冲開，幸而沒有遭受嚴重損失。我們應該記取这些教訓。

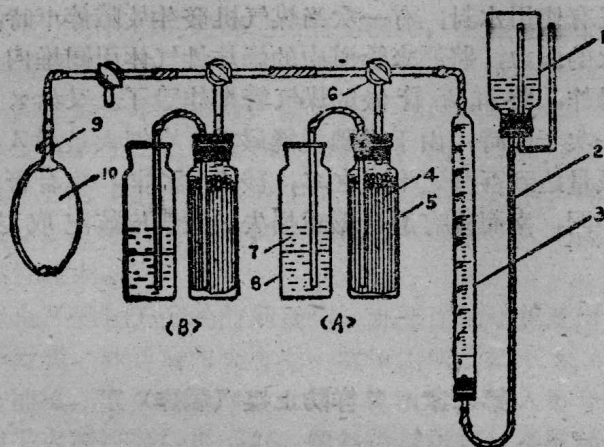
第二章 怎样防止煤气爆炸

我們已經知道形成爆炸的兩個因素，那末我們要避免爆炸，也要从這兩方面着手。就是說要控制煤气中的含氧量，使它低于爆炸極限；嚴格的消滅火源。

1. 檢查煤气中的含氧量：

要保證煤气的含氧量經常低于爆炸極限，在操作時必須隨時分析煤气的組成。以便知道它的含氧量。分析煤气的成分要使用气体分析器，气体分析器有好几种，有的能將煤气中的各种成分，如二氧化碳、氧气、一氧化碳、氫气、甲烷，以及其他碳氢化合物和氮气等等的含量都分析出來，这是全分析。有的只能分析其中的几种气体，市上比較容易

買到的奧氏氣體分析器，只能分析二氧化碳、一氧化碳、氧氣三種。在我們成堆干餾煉油廠，能夠測定全分析當然最好，沒有條件那就單測定含氧量，作為安全的標誌，奧氏氣體分析器便完全夠用了。但是很多地方連奧氏氣體分析器也是不易買到的，我們可以想法自己裝配一個簡易的氣體分析器，如圖二：



圖二：簡易氣體分析器

- | | | | |
|---------|---------|---------|-------------|
| 1. 水准瓶 | 2. 橡皮管 | 3. 鹼性滴管 | 4. 玻璃管(作填料) |
| 5. 吸收瓶 | 6. 三通活塞 | 7. 煤油 | 8. 承受瓶 |
| 9. 螺旋夾子 | 10. 取氣囊 | | |

它由兩組吸收瓶組成。第一組用氫氧化鉀溶液來吸收煤氣中的二氧化碳，第二組用焦性沒食子酸的鹼溶液來吸收氧氣。必需把二氧化碳吸收完全，然後才能吸收氧氣，否則剩余的二氧化碳也會溶解在焦性沒食子酸的鹼溶液內，而引起測出的含氧量數字偏高。根據所取樣品體積的縮小數，便可計算出氣體中二氧化碳和氧氣的含量。如果連這樣簡易的氣體

分析器也难以装配起来，我們还可采用一种最粗糙的办法，即直接取小量煤气來点火試驗，試驗的方法是用一个敞口瓶盛滿了水，用玻璃板盖住后，將瓶口倒放入水，然后用膠管將煤气通入瓶中，把水替換出來（圖三）。待瓶中的水全部被煤气替換時，再用玻璃板盖住瓶口，將瓶从水中取出，移開玻璃板并在瓶口点火，如果是爆炸性气体，就会在瓶口發出小爆炸声，如果不是爆炸性气体，就在瓶口着火燃燒。这个办法是任何地方都能試的。虽然它不能告訴我們实际含氧量是多少，如果不爆炸也不能告訴我們含氧量的高低，但是它終究还可以供作我們一些参考。



圖三：排水取气

1. 广口瓶 2. 水桶
3. 玻璃管 4. 膠管
5. 球胆

注：如取煤气样品50毫升分析，經氢氧化鉀吸收后，剩余体積为47毫升，減少3毫升，二氧化碳含量占原分析样品的五十分之三，亦即百分之六，剩余气体再經焦性沒食子酸溶液吸收，剩余体積为45毫升，又減少2毫升，氧气的含量占原分析样品的五十分之二，亦即百分之四。

2. 降低煤气中的含氧量：

我們如果从煤气分析中知道含氧量高，或者从取样点火試驗中，知道煤气是爆炸性气体，就必需立刻設法降低含氧量。氧气是从空气中來的，也就是說要立刻檢查那里進了过多的空气。我們可以从两个方面去檢查，首先檢查爐牆和負压管路是否有不嚴密的地方，如裂縫，開口等等。找到这种漏進空气的地方，便立即堵塞。在干餾期間，應該經常有人用黃泥堵塞堆牆和管路的接縫处漏气的地方，这样可以保證沒有空气漏入煤气系統中去。其次我們要檢查堆，如果在裝