

苏联工会劳动保护积极分子指南

使用化学物质工作时的 安全技术

K·A·尤 金 著



工人出版社

目 錄

前 言	1
易燃-易爆的物質	3
易燃-易爆物質的主要性質	3
燃燒与爆炸的防御措施	15
冲击力來源之防止	24
用减低含氧量法防止爆炸	33
一些有关易燃液体之貯藏条件、貯器之洗滌 与容器之修补时的补充指示	35
有毒物質	40
氟化物	41
使用甲醇时的工作	47
使用氟化烴类时的工作	49
使用水銀时的工作	51
能引起化学性灼伤的物質	53
腐蝕性物質的主要性質	53
苛性物質之貯藏与使用	57
工作服及防护装备	61
發生灼伤时之急救	62
化驗室工作的安全問題	63
参考書目	66

前 言

蘇維埃國家對勞動保護和安全技術的專門措施的撥款逐年都在增加。在我國，這些措施根據保護勞動者健康的法令是必須施行的。因而在各個五年計劃的年代中，生產中的勞動條件已有了很大的改善。

與進一步研究和採取勞動保護措施同時，使生產機械化與自動化以及經常不斷地改善勞動工具和工藝生產過程，也能給完全消滅生產外傷、職業性中毒以及職業病創造條件。

第十九次黨代表大會關於蘇聯發展第五個五年計劃的指示中指出：必須進一步改善各工業企業的勞動保護。

本書論述在機器製造業中使用化學物質時的安全技術問題。

在許多機器製造企業的製造過程中，廣泛地使用着各種化學物質。其中的某些化學物質由於不會使用或使用不當，就可能構成火災與爆炸的原因。另一些可能引起工人中毒，還有一些可能造成化學灼傷。

化學物質，按其在生產條件中的主要性質，可分為三類：

- 一、易燃與易爆的物質；
- 二、有毒物質；
- 三、能引起化學性灼傷的物質。

这样的分类法是多少帶有一些假定性的，因为，同一种物質的性質，可能并不一定只屬於上述某一类。比如，在易燃物質这一类的典型代表中，像煤油，当吸入其蒸汽或当它侵入消化道中时，就可能引起中毒。硝酸也同样是一种不僅能引起化学灼伤的物質，且其蒸汽也是有毒的。然而，在生產条件中，对于煤油的主要性質來說，还是以它的易燃性为主。至于硝酸，則当它落在皮膚上时就具有化学灼伤的性質了。

本書所研討的安全技術問題是根据各种化学物質的性質而定的，并不是依据某一生產过程。至于有些企業与車間的設備所需論述的一般衛生要求，則均从略，因为关于这类的問題已于專門的書籍①中有了詳尽的論述。

① 这里指A.A.克拉斯諾夫斯基和B.E.荷赫琳娜合著“劳动衛生”，工人出版社1955年版。

易燃-易爆的物質

易燃-易爆物質的主要性質

为了正确地制定出在使用易燃-易爆物質时的安全技术措施,就必须先搞清燃燒和爆炸过程的特性。

凡化合物与氧能迅速進行化学反应,随之而放出热和光者称为燃燒。

燃燒过程具有两种特征:熾热与火焰。根据物質的这些特征,又可分为三类:

第一类——在燃燒时,物質僅呈熾热現象;属于这一类的有由礦物組成的物質(首先是金屬)和用人工方法可以从其中分离出揮發物的有机物質。

第二类——燃燒时發生火焰,并且物体随之而被灼热;属于这类的大多为有机的固体物質。

第三类——僅發出火焰的燃燒;如气体、液体及某些固体物質的燃燒。

因此,在燃燒过程中并不一定發生火焰,而僅当物質燃燒时分解出气体產物才形成火焰。

在可燃性液体的着火危險程度有关的各种指标,如比重、沸点、揮發度、蒸汽擴散速度等中,以閃点对防火要求最为重要。所謂閃点,就是指可燃液体的蒸汽与空气相混合,遇到直接火时,能發出閃火的最低温度。可燃液体蒸汽的

閃點可用專門的儀器進行測定。當測定 50° 以下的閃點時，可用阿培爾-賓斯克(A.П.)氏閃點測定器；當測定 50° 以上的閃點時，可用馬爾登斯-賓斯克(M.П.)氏閃點測定器；而布林金(Б)氏測定法^①則較少採用。在手冊中，以“ $t^{\circ}\text{всп.}$ ”作為閃點的符號，並且在其指數之前注明該項測定時所用的儀器。

許多易燃液體（其中包括廣泛應用於機器製造工業中的多種溶劑）的閃點，大多數是在生產廠房的溫度範圍以內，然而也常有大大超出其最低標準的。

為了確定倉庫的貯藏條件，將可燃液體分為四級（按全蘇國家標準OCT 90039—39）：

第一級——其蒸汽閃點低於 $+28^{\circ}\text{C}$ 者。

第二級——其蒸汽閃點由 $+28^{\circ}$ 至 $+45^{\circ}\text{C}$ 者。

第三級——其蒸汽閃點由 $+45^{\circ}$ 至 $+120^{\circ}\text{C}$ 者。

第四級——其蒸汽閃點高於 $+120^{\circ}\text{C}$ 者。

第一、二兩級的可燃液體可列為易燃物質；而當應用於生產條件中時，則為易爆性物質。最後兩級的可燃液體，在正常的條件下（ $+20^{\circ}$ 時），尚不至於放出大量的蒸汽而使空氣中達到燃燒的濃度。

茲將最低閃點的數據列舉於第1表中。

① “布林金氏測定法”(Метод Бренкена)是一種開口式閃點測定法。——譯者注。

某些最常用的物質的閃點

第 1 表

序号	物質名稱	分 子 式	閃點 (°C)
第一級, $t^{\circ}\text{BCП.}$ 低于 $+28^{\circ}\text{C}$ 者			
1	丙酮	$\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$	-1.8
2	醋酸戊酯	$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{-OOC-CH}_3$	+25
3	汽油	碳氢化物的混合体	由-50至+28
4	苯	C_6H_6	-15
5	丁醇	$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	+27
6	二氯乙烷	$\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$	+14.4
7	異丙醇	$\text{CH}_3\text{CH(OH)-CH}_3$	+12
8	二甲苯	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	+23
9	醋酸甲酯	$\text{CH}_3\text{COO-CH}_3$	-15
10	甲醇	CH_3OH	-1
11	甲苯	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	+6
12	醋酸乙酯	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OOC-CH}_3$	-5
13	乙醇	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	+9
14	二乙醚(硫醚)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_2\text{H}_5$	-20
第二級, $t^{\circ}\text{BCП.}$ 由 $+28$ 至 $+45^{\circ}\text{C}$ 者			
15	戊醇	$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$	+40
16	煤油	碳氢化物的混合体	由+28至+45
17	松節油	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}$	+34
第三級, $t^{\circ}\text{BCП.}$ 由 $+45$ 至 $+120^{\circ}\text{C}$ 者			
18	重油	碳氢化物的混合体	由+60至+100
19	馬达燃料	—	由+70至+120

第四級， $t^{\circ}\text{acn.}$ 高于 $+120^{\circ}\text{C}$ 者

20	凡士林	碳氫化物的混合体	+150以上
21	二甲基鄰苯二甲酸酯	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOCH}_3)_2$	+132
22	二乙基鄰苯二甲酸酯	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOC}_2\text{H}_5)_2$	+141
23	二丁基鄰苯二甲酸酯	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOC}_4\text{H}_9)_2$	+163
24	礦物油	碳氫化物的混合体	由+135至+330
25	石蜡	碳氫化物的混合体	由+158至+195

可燃液体的閃点是确定防火要求的主要标准，已被訂入組織工藝过程的現行規程中①。

除閃点之外，可燃物質的易燃、易爆的重要性質还有發火点。

發火点就是当可燃物質遇到直接火时，开始燃燒时的最低温度，并且自燃燒开始之后，就一直繼續到可燃液体全部被燒尽。

某些可燃液体的發火点与其閃点相同，这主要是指一些具有低閃点的物質(如硫醚、苯、汽油等)。其他可燃液体的發火点，通常均高于其閃点。

切勿把發火点与自燃点混为一談；自燃点即可燃物質受热至一定的温度时，無需直接火之誘導就能自行燃燒。

茲將某些物質的自燃点列于第 2 表中。

① 見“建築設計标准 ГСН 102—51”，1951年1月23日經蘇聯部長會議批准的“工業企業及居民区建築設計的防火标准”，蘇聯建築書籍出版社1951年版。

某些物質的自燃点

第2表

物 質 名 称	自 燃 点 °C
戊醇	518
丙酮	724
苯	659
己烷	503
甘油	523
二甲苯	618
甲醇	544
硫醚	400
甲苯	633
醋酸	599
醋酸乙酯	610
二氯乙烷	449
苯仿	1500
乙醇	557

現在再指出一些能够引起可燃液体燃燒或爆炸的原因。这些原因可以分为两种——直接的和間接的：

可燃液体与火花、火焰、灼热的表面以及与熾热的物質相接触、碰撞、冲击、摩擦等，都是直接的原因。

物質本身在進行某些物理与化学过程时，其温度及內压力的改变，都是燃燒的間接原因。例如，叠氮化鉛結晶的自动分解，就能引起爆炸。

必須分清的是：在一定的時間內，液体本身的易燃性与危險条件的程度。按照液体的各种不同的条件，就可以適当地增减其火灾和爆炸之發生。例如，当傾倒可燃液体时的危險性就要比貯在容器內的等量液体的危險性大

得多。

除了物質的易燃性質外，我們還應當確定同種可燃液體的易爆性指標。

應將爆炸了解為物質的高速化學變化過程（千分之一秒、萬分之一秒），在這個過程中生成大量高溫的氣態產物。這些產物由於劇烈的膨脹，在爆炸處就產生了很高的壓力。

機器製造業的工人應特別注意氣體、蒸汽或塵埃與空氣的混合物可能發生爆炸的一切條件。

易燃氣體、蒸汽、塵埃與空氣的混合物之爆炸，僅在達到了一定濃度時才能發生，其濃度以容積百分數表示，即化學物質占混合物總體積的若干；或用重量單位表示之（每立方公尺空氣中含某物質若干克）。

於空氣中生成爆炸性混合物的易燃物質的最小含量，稱為爆炸低限度（亦即低極限）。於空氣中，生成爆炸性混合物的易燃物質的最大含量，稱為爆炸高限度。當低限度與高限度之間的距離愈大時，則物質愈易爆炸，因之，當使用這種物質時，就更加要求採取安全措施。

現將最常用的一些易燃液體的爆炸限度列舉於下表。在表中，我們可以正確地指出某些氣體的爆炸限度，因為易燃液體的蒸汽與易燃气體的爆炸本質根本是相同的（表3）。

在生產條件中，往往並不只是與某一易燃或易爆物質的蒸汽相接觸，而是與某些物質的蒸汽混合物相接觸。

雖然我們還缺少對於各種混合物的爆炸限度之經驗數據，然而，若已知混合物中所含每一物質的蒸汽的爆炸限度，就可以按照下式求出這些物質的複雜混合物中的蒸汽與空氣的近似爆炸限度。

$$L = \frac{100}{\frac{P_1}{N_1} + \frac{P_2}{N_2} + \frac{P_3}{N_3} + \cdots + \frac{P_n}{N_n}},$$

式中L为复杂混合物的爆炸限度。

$P_1, P_2, P_3, \cdots, P_n$ 为易燃物质组成部分中的相应数量(百分数), 因而 $P_1 + P_2 + P_3 + \cdots + P_n = 100$;

$N_1, N_2, N_3, \cdots, N_n$ 为每一易燃物质在空气中的爆炸限度。

例: 试计算含苯40% (P_1), 甲醇10% (P_2) 及丙酮50% (P_3) 的混合物的爆炸低限度。

解: 苯的低限度为1.41% (容积百分率) (N_1), 甲醇的低限度为6.7% (容积百分率) (N_2), 丙酮的低限度为2.55% (容积百分率) (N_3)。

复杂混合物的爆炸低限度为:

$$L = \frac{100}{\frac{40}{1.41} + \frac{10}{6.7} + \frac{50}{2.55}} \approx 2.03\% \text{ (容积百分率)}.$$

气体——蒸汽混合物的爆炸限度

第3表

序号	物质名称	分子式	低限度 (容积百分率)	高限度 (容积百分率)
1	甲烷	CH_4	5.0	14.9
2	乙烷	C_2H_6	3.22	12.45
3	丙烷	C_3H_8	2.37	9.5
4	乙醚	C_2H_5	2.75	28.6

5	乙炔	C_2H_2	2.5	80.0
6	一氧化碳	CO	12.5	75.0
7	氫	H_2	4.0	75.0
8	氨	NH_3	15.5	27.0
9	水煤气	$H_2 + CO$	12.0	66.0
10	汽油(按己烷計)	C_6H_{14}	1.25	6.9
11	苯	C_6H_6	1.41	6.75
12	甲苯	$C_7H_8CH_3$	1.27	7.75
13	二甲苯	$C_8H_{10}(CH_3)_2$	1.0	6.0
14	松节油	$C_{10}H_{16}$	0.8	—
15	醋酸甲酯	$C_3H_6O_2$	3.15	15.6
16	醋酸乙酯	$C_4H_8O_2$	2.18	11.4
17	醋酸戊酯	$C_7H_{14}O_2$	1.1	—
18	二乙醚(硫醚)	$C_4H_{10}O$	1.85	36.6
19	丙酮	C_3H_6O	2.55	12.8
20	甲醇	CH_3OH	6.7	38.5
21	乙醇	C_2H_5OH	3.28	18.95
22	戊醇	$C_5H_{11}OH$	1.19	—
23	二氯乙烷	$C_2H_4Cl_2$	6.2	15.9*

* 温度为100° 时。

所有的蒸气态与气态混合物的爆炸限度并不是永恒不变的,而是根据压力、温度及初冲力而定。初冲力 (Начальный импульс)这一名词应了解为一种作用力(激动力),它是在感受性强、处于不稳定平衡状态下的系统中产生爆炸所必需的(例如,由于直接火、火花、灼热物体等的影响,或由于碰撞、冲击以及在一定的动能限度内的摩擦)。随着压力之降低,混合物的爆炸限度也就逐渐缩小而接近于零,换言之,也就是每一混合物都具有其所谓的临界压力,并且当压力低于其临界压力时,这类混合物所特有的易燃性和爆炸性即归于消灭。

随着气态爆炸性混合物的温度之升高,燃烧的临界压

力即將顯著地下降，亦即这种混合物会变得更加危險。

最危險和最易燃燒的混合物并不是依据化学方程式而進行完全燃燒的混合物，而是具有若干过剩的易燃蒸汽或易燃气体的混合物。例如，为了使一份甲烷(CH_4)完全燃燒时，就必需要有四份氧气；然而，假定混合物中并不是含有四份氧，而是三份氧的話，那末該混合物中就剩余有过量的易燃气体(甲烷)，此即更为危險的混合物。

应当注意的是，如向易燃性混合物內添加任何一种对燃燒來說是惰性的气体(二氧化碳气，氮气及其他)时，就能大大地减低混合物的易爆性。

易爆性混合物不僅在空气中存在有易燃气体与蒸汽时能够生成，同样当空气中存在有易燃的塵埃时也能生成。在許多制造过程中，如粉碎、篩料、粉末狀物質之攪拌、塵狀物的輸送，以及各种材料的机械加工等都能產生塵狀可燃性混合物。而塵狀可燃性混合物就是存在于气体中的微粒，亦即膠状的气分散系。

塵埃混合物之燃燒和爆炸也和易燃蒸汽与易燃气体的可燃性混合物一样，需視空气中塵埃的濃度而定。

塵埃混合物同样也有爆炸低限度和爆炸高限度。但塵埃混合物的不稳定性(塵埃下降)，和微粒表面積大小对沉降的加速作用，是塵埃混合物与气体——蒸汽混合物不同之处。塵埃混合物的稳定性是物質粉碎程度的函数。当物質的粉碎(压碎)程度愈大时，則塵埃浮悬物質愈益稳定，同时其易燃性和易爆性也愈大。

由于塵埃微粒具有不均性(多分散性)，因之若用實驗法來測定塵埃混合物的爆炸率时，就異常煩雜了。茲將某些塵埃的近似数据列举于第4表中。

某些塵埃的爆炸低限度①

第4表

塵 埃 类 別	濃 度 克/立方公尺(空氣)		
	灼紅了的物体	电 弧	由感应电流所發出的火花
礮	7.0	13.7	13.7
鋁	7.0	7.0	13.7
淀粉	7.0	10.3	13.7
面粉	10.3	10.3	不發生应有的擴散
糖	10.3	17.2	31.4
煤	17.2	24.1	不燃燒

空气中塵埃浮懸物之燃燒和爆炸，是依塵埃的濃度，物質的分散度，塵埃的化学性質，大气的成分，温度，以及初冲力的性質与其作用時間而定。

塵埃受热至一定的温度，是其燃燒的必要条件。当空气介質具有高温，以及具有大量貯备热的热源时，对于燃燒之發生也同样是一种有利的因素。

当气态和蒸汽态的易燃物質与空气相混合时，对于塵埃之燃燒和爆炸的可能性起重大作用的就是混合物中的含氧量。当然，各种塵埃在爆炸时所需的含氧量也各有不同。但如果混合物中的含氧量低于6%时，莫說是爆炸，即連燃燒也是不可能發生的。

当面粉塵埃的含氧量低于14%时，虽然温度高达500°也不可能發生爆炸。

① 見M.C. 罗依金“防止工業中的灰塵、气体及蒸汽的爆炸”，苏联国家化学出版社1939年版，第29頁。

由此可得一結論，于塵埃与空气的混合物內，以及在气态与蒸汽态的混合物中，当具有大量的惰性气体时，則对于生产中的爆炸之防止，就可起到很大的作用。

塵埃与空气混合物的發火点，是判定其是否易于燃着的重要标志。这对于防御措施之施行是極為重要的，因为若知道了發火点和塵埃的易爆濃度之后，我們就可以在这些方面掌握其因素，以使爆炸的消灭有可能实现。

于表 5 中列举了一些最常見的塵埃空气混合物的發火点。

必須指出：爆炸不僅是当室內充滿有易爆性混合物时才能發生，同时在局部的地区內充滿有这种混合物时也是能發生的。气体和蒸汽的密度与空气的密度是顯然不同的，很可能它們在長時間內不能彼此混合，尤其是当气流缺少对流，或是不能使空气產生流动的时候，極大多數的有机液体的蒸汽比空气重要得多，因此，假若这类液体一旦被傾潑出來时，則永远是在該地区局部地產生易爆性的混合物（尤其是在不采暖的倉庫內）。

各种塵埃与空气的混合物在瞬間
受热时的最低發火点

第 5 表

序号	塵 埃 类 別	發 火 点 (°C)
1	糊精	540
2	糖	540
3	木粉	610
4	軟木粉	620
5	木屑	635
6	淀粉	640

7	角粉	670
8	木炭	760
9	人造絲	780
10	煤	830

当观察气流中的气相悬浮物 (Аэрозоль) 之燃烧过程时(例如,当使气相悬浮物通过透明的石英管时,在管内造成加热区),就可以看出,当热作用于气相悬浮物上时,就随之产生复杂的物理——化学过程,而尘埃并不立即就进行燃烧。

这一过程在进行时的外征如下:当管内受热区的温度为300—400°时,就发现有火花,同时部分尘埃微粒被灼红,并且与较冷的微粒混合而留下发光的迹象。此后,增高其温度至500—700°时,则发光体被增强而变成闪光,并且在整个充满尘埃的空间内呈现出瞬息即灭的火焰。最后,当将管内的温度增至更高时,则可看出满布尘埃的气相悬浮物的燃烧。这就是所谓的自燃区。此时所观察出的最低温度就称为发火点。

除了在悬浮状态中的尘埃能发生燃烧外,沉降的尘埃也可能着火(燃烧)。

凡在空气的气流中自燃点能达250°的都是属于易着火的尘埃。例如,烟草尘埃的自燃点为205°。沉降的煤屑(高分散性的)的自燃点为260°,木屑的自燃点为275°①。

① 这一数字是录自M·Г·郭傑諾著“工業塵埃之爆炸及其防衛”,苏俄、城市公用事業部出版社1952年版。

燃燒与爆炸的防御措施

現在，我們來談談使用易燃物質工作时的安全問題。首先应当指出的是，对于生產厂房的建築和設備都必須嚴格遵守防火規程的基本要求。这些要求已詳載于經苏联部長會議于1952年1月23日批准的“工業企業及居民区建築設計的防火标准”(建築設計标准HCΠ102—51)中。

根据生產类别(第6表)規定了建築物的容許層数和所要求的耐火程度，同时也規定了防火牆間的最大容許面積。

按火險程度所分的生產类别

第6表

生產类别	制造过程中的火險特性	生產名称
A	凡使用能与水或与空气中的氧起作用而發生燃燒或爆炸的物質时的生產；使用蒸汽閃点为 28° 或低于 28° 的易燃液体时的生產；膠片制造厂的主要車間，醋酸纖維制使用爆炸低限度小于空气容積10%的易燃气体的生產；当使用该類液体或气体时，其使用量可能与空气生成易爆性混合物的生產。	金屬鈉与金屬鉀的加工及使用車間，人造絲工厂的硫化室，合成橡膠聚合压軸車間，氫及乙炔的發生站，电影膠片制造厂的主要車間，醋酸纖維制工厂的化学車間，汽油的精油車間，氫化車間，人造液体燃料之蒸馏与气体分溜的生產，蒸汽閃点为 28° 及低于 28° 的有机溶剂之热回收和精留，以及其他生產。
B	使用蒸汽閃点为 $28-120^{\circ}$ 的液体与爆炸低限度为空气容積10%以上的易燃气体的生產；使用该類气体和液体时，其使用量可能与空气生成易爆性混合物的生產。	煤粉与木粉的制备輸送車間，洗油槽車与其他容器中的重油及蒸汽閃点为 $28-120^{\circ}$ 的各种液体的蒸洗站，碎分与粉磨車間，合成橡膠的加工車間，易燃电影膠片的發熱車間及倉庫，以及制粉車間等。
B	固态易燃物質及物料之加工	鋸木車間，木加工車間，木工車