

石油石化安全 实用手册

张建峰 编



石油工业出版社

石油石化安全实用手册

张建峰 编



石油工业出版社

内 容 提 要

本书主要介绍了石油石化企业生产中实用的安全知识,包括防火防爆、道路交通安全、电气安全、有毒有害气体防护、常见职业病及防治、办公区域安全、危险化学品安全、通用工器具使用安全及现场急救等内容。

本书适合石油石化企业员工阅读。

图书在版编目(CIP)数据

石油石化安全实用手册/张建峰编. —北京:石油工业出版社, 2018.8

ISBN 978-7-5183-2802-4

I. ①石… II. ②张… III. ①石油企业-工业企业管理-安全管理-中国-手册 IV. ①F426.22-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 183098 号

出版发行: 石油工业出版社

(北京安定门外安华里2区1号 100011)

网 址: www.petropub.com

编 辑 部: (010) 64269289

图书营销中心: (010) 64523633

经 销: 全国新华书店

印 刷: 北京中石油彩色印刷有限责任公司

2018年8月第1版、2018年8月第1次印刷

710×1000毫米 开本: 1/16 印张: 6.75

字数: 130千字

定价: 25.00元

(如出现印装质量问题, 我社图书营销中心负责调换)

版权所有, 翻印必究

前 言

由于石油天然气具有易燃、易爆，有毒的特性，在石油天然气生产加工过程中，员工操作不规范、使用的设备设施状态不安全、环境不安全及管理不当都会带来安全风险，甚至导致事故发生。因此，石油作业人员需要具备安全意识、安全知识、安全技能。为确保员工安全生产，健康生活，进一步强化安全理念，提高石油石化企业员工的安全操作技能，规范安全操作，增强自我防范意识，有效规避生产过程中的各类风险，预防和纠正习惯性违章，特编写此书。

本书主要内容包括防火防爆安全知识、道路交通安全、电气安全、有毒有害气体防护、职业健康、办公区域安全、危险化学品安全、通用工器具使用安全、现场急救及相关生产事故案例等。

本书在编写过程中，参考了大量的文献书籍、相关的国家标准和制度，在此，谨向有关作者，表示深深的谢意。

限于编者水平，书中难免存在错误和不妥之处，恳请有关专家和广大读者能够提出宝贵意见，以便今后修订完善。

编者

目 录

第一章 防火防爆	1
第二章 道路交通安全	25
第三章 电气安全	41
第四章 有毒有害气体防护	49
第五章 石油石化工业常见职业病及防护	60
第六章 办公区域安全	70
第七章 危险化学品安全	74
第八章 通用工器具使用安全	89
第九章 现场急救	94
参考文献	104

石油石化企业火灾、爆炸事故频繁发生，造成重大人员伤亡和巨大财产损失。特别是石油的开采、成品油加工、油气集输转运场所、加油站和油气井井喷失控以后引发的火灾、爆炸等事故，务必要严加防范。另外，在生活中，火灾爆炸事故也是屡屡发生。因此，必须要培养消防安全意识，时时、处处、事事注意行为安全，有效防止或减少火灾危害。

第一章 防火防爆

一、火灾的本质

1. 燃烧的条件

燃烧必须具备三个条件：（1）有可燃物质存在（固体燃料如煤，液体燃料如汽油，气体燃料如甲烷）；（2）有助燃物质的存在，通常的助燃物质有空气、氢气、氯气、氧气等；（3）有导致燃烧的能源，即点火源，如撞击、摩擦、明火、高温表面、发热自燃、绝热压缩、电火花、光和射线等。因此，可燃物质、助燃物质和点火源称为燃烧的三要素。三者只有同时存在，相互作用燃烧才有可能发生，缺少其中任一要素，燃烧都不能发生（图 1-1）。

2. 燃烧的分类

按可燃物质着火方式，燃烧主要可以分为下列四种类型。

1) 闪燃

在一定温度下，易燃、可燃液体（也包括能蒸发出蒸气的少量固体，如石蜡、樟脑、萘等）表面上产生的蒸气，当与空气混合后，一遇着火源，就

会发生一闪即灭的火苗或火光，这种现象称为闪燃。闪燃是一种瞬间燃烧现象，往往是着火的先兆。在规定的试验条件下（采用闭杯法测定），液体挥发的蒸气与空气形成的混合物，遇火源能够闪燃的液体最低温度称为闪点（又称闪火点）。

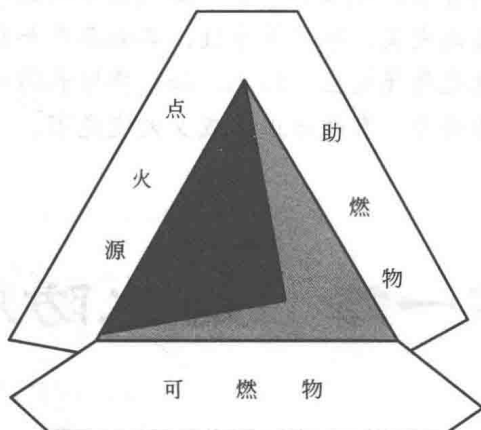


图 1-1 燃烧的条件

闪点是评价液体火灾危险性大小的主要依据。闪点不高于 45°C 的液体叫作易燃液体。闪点高于 45°C 的液体叫作可燃液体。根据液体的闪点，将可燃液体火灾危险性分为三类：

甲类：是指闪点在 28°C 以下的液体，如汽油、苯、乙醇（即酒精）等；

乙类：是指闪点为 $28\sim 60^{\circ}\text{C}$ 的液体，如煤油、松节油等；

丙类：是指闪点在 60°C 以上的液体，如柴油、桐油、润滑油等。

在实际工作中，要根据不同液体的闪点，采取相应的防火安全措施，并根据液体闪点选用灭火剂和确定泡沫供给强度等。

2) 着火

可燃物质在空气中与火源接触，达到某一温度时，开始产生有火焰的燃烧，并在火源移去后仍能持续燃烧的现象，称为着火。可燃物质开始发生持续燃烧所需要的最低温度，称为燃点（也称火点）。物质的燃点越低，越容易着火，火灾危险性就越大（表 1-1）。

表 1-1 常见可燃物的燃点

物质名称	燃点, °C	物质名称	燃点, °C
黄磷	34~60	布匹	200
松节油	53	麦草	200
樟脑	70	硫	207
灯油	86	棉花	210
赛璐珞	100	豆油	220
橡胶	120	烟叶	228
纸张	130	松木	250
漆布	165	胶布	325
蜡烛	190	洗涤纤维	390

3) 自燃

可燃物质在没有外部火花、火焰等热源的作用下, 因受热或自身发热积热不散引起的燃烧, 统称为自燃。根据热的来源不同, 物质的自燃可分为两种: 一是本身自燃, 二是受热自燃。本身自燃, 就是由于物质内部自行发热而发生的燃烧现象。受热自燃就是物质被加热到一定温度时发生的燃烧现象。

在规定的条件下, 物质发生自燃的最低温度, 称为自燃点。在不低于这一温度时, 物质与空气(氧气)接触, 不需要明火的作用, 就能发生燃烧。物质的自燃点越低, 发生火灾的危险性就越大。

4) 爆炸

(1) 爆炸及爆炸极限的概念。

常见的爆炸有两种: 一是物理性爆炸, 二是化学性爆炸。

物理性爆炸是由于气体或蒸气迅速膨胀, 压力急剧增加, 并大大超过容器所能承受的极限压力, 而造成容器爆裂。例如, 气体钢瓶、液化气钢瓶和锅炉等爆炸就是物理性爆炸。

化学性爆炸是爆炸物本身发生了化学变化, 产生大量的气体和很高的温度而形成爆炸。

可燃气体、蒸气或粉尘与空气(氧气)的混合物, 必须在一定的浓度范围内, 遇引火源才能发生爆炸, 这个浓度范围称为爆炸浓度极限(简称爆炸极限)。遇火源能够发生爆炸的最低浓度, 称为爆炸浓度下限(简称爆炸下限),

遇火源能发生爆炸的最高浓度，称为爆炸浓度上限（简称爆炸上限）。可燃气体、蒸气的爆炸极限通常用体积分数（%）表示，可燃粉尘用 g/m^3 来表示其爆炸极限（表 1-2）。当爆炸性混合物的浓度低于爆炸下限时，既不爆炸，也不燃烧。

可燃气体的爆炸极限，与空气中的含氧量有关系。含氧量高，爆炸浓度范围扩大；含氧量低，爆炸浓度范围缩小。如果掺入惰性气体，发生爆炸的危险就会减少，甚至不发生爆炸。

表 1-2 常见可燃气体的爆炸极限

物质名称	在空气中，%		在氧气中，%	
	下限	上限	下限	上限
氢气	4.0	75.0	4.7	94.0
乙炔	2.5	82.0	2.8	93.0
甲烷	5.0	15.0	5.4	60.0
乙烷	3.0	12.5	3.0	66.0
氨	15.0	28.0	13.5	79.0

爆炸极限在消防管理中可用于评定气体（蒸气）或粉尘的火灾危险性大小。爆炸下限越低、爆炸浓度范围越大，发生火灾爆炸的危险性就越大。

许多可燃固体在粉碎、研磨、过筛等过程中产生颗粒度很小的粉尘，例如面粉、煤粉、糖粉和镁、铝等金属粉末（表 1-3）。这些可燃粉尘都能与空气混合形成爆炸混合物，当达到爆炸极限时，遇火源即可发生爆炸。

表 1-3 常见粉尘的爆炸极限

粉尘名称	爆炸下限， g/m^3	粉尘名称	爆炸下限， g/m^3
镁粉	20	锌粉	420
铝粉	25	硫粉	12.9
铝镁合金粉	50	煤粉	30
木粉	12.6	玉米粉	22.7
糖粉	8.9	黄豆粉	35
奶粉	7.6	面粉	9.7

(2) 易燃、易爆气体检测仪。

可燃气体发生爆炸必须具备一定的条件：一定浓度的可燃气体，一定量的氧气以及足够热量点燃它们的火源，也是爆炸三要素，缺一不可，也就是说，缺少其中任何一个条件都不会发生火灾和爆炸。

当可燃气体浓度低于 LEL（最低爆炸限度）时（可燃气体浓度不足）和其浓度高于 UEL（最高爆炸限度）时（氧气不足）都不会发生爆炸。不同的可燃气体的 LEL 和 UEL 都各不相同。为安全起见，一般应当在可燃气体浓度在 LEL 的 10% 和 20% 时发出警报，10%LEL 称为警告警报，而 20%LEL 称为危险警报。这也就是又将可燃气体检测仪称为 LEL 检测仪的原因。需要说明的是，LEL 检测仪上显示的 100% 不是可燃气体的浓度达到气体体积分数的 100%，而是达到了 LEL 的 100%，即相当于可燃气体的爆炸下限，如果是甲烷，则 100%LEL 等于 5% 甲烷的体积分数。

3. 石油及石油产品的火灾危险性

石油又称原油，一般为深褐色的液体，是以烃类为主的混合物。主要成分：碳 83%~87%；氢 11%~14%；氮、硫、氧 1%~3%；还有微量的磷、钒、钾、镍、硅、钙、铁、镁等元素。我国原油密度大多在 $0.86\sim0.91\text{g/cm}^3$ 之间，其蒸气的密度为空气的 2.5~3 倍。石油的闪点视产地而异，例如大庆原油的闪点为 28°C ，大港原油的闪点为 23.5°C ，任丘原油的闪点为 37°C ，盘锦原油的闪点为 10°C ，胜利原油的闪点为 45°C 。石油受热能自燃，自燃点一般为 $380\sim530^{\circ}\text{C}$ 。石油蒸气与空气混合，遇火能爆炸，爆炸极限为 1.1%~6.4%。石油的热值较大，一般为 $7000\sim10000\text{kJ/kg}$ ，燃烧时火焰温度可达 1100°C 。石油电阻大，为不良导体，在管道、设备、容器中流动、搅拌时能产生静电，当静电压超过 300V 时会放电，其放电火花会导致石油气与空气混合物的燃烧或爆炸。

石油开采过程中还有伴生气，其主要成分为：甲烷 77%~93%；乙烷 3%~9%；丙烷 2%~5%；还有少量的氮气、氢气和二氧化碳。石油气是一种易燃、易爆的气体，其爆炸极限为 1.9%~11%。石油钻探、采油、运输和储存过程中，需要大量的设备、机械和建筑物、构筑物，火灾危险性各不相同，根据油田生产的火灾危险程度，将油田生产的火灾危险分为五类，见表 1-4。

油田内有大量易燃、可燃的原油和石油气，在开采过程中应采取相应的防火措施。

表 1-4 油田生产火灾危险性分类

类别	特 征	举 例
甲	1. 闪点 $<28^{\circ}\text{C}$ 的原油、液化石油气、轻质油; 2. 爆炸下限 $<10\%$ 的可燃气体	采油井口装置、计量站、转油站、接转站、联合站、集中处理站、首站、油库等站库的集油集气、输油输气、油气分离、原油初加工、油气储存及油气加热设备, 火车及汽车装卸原油设施
乙	$28^{\circ}\text{C}\leq\text{闪点}<60^{\circ}\text{C}$ 的易燃、可燃液体	采油井口装置、计量站、转油站、接转站、联合站、集中处理站、首站、油库等站、库的集油集气、输油输气、油气分离、原油初加工、油气储存、含油污水处理及油气加热设备, 火车及汽车装卸原油设施
丙	闪点 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ 的可燃液体和可燃固体	柴油、润滑油、渣油泵房和储罐, 沥青、石蜡、焦炭、煤等库房和堆场, 柴油发电房、木材加工车间、货栈和混合仓库、沥青加工车间、变电所、配电室(每台装油量 $>60\text{kg}$ 的设备)
丁	1. 对非燃烧物质进行加工, 并在高热或熔化状态下经常产生辐射热、火花或火焰的生产; 2. 利用气体、液体、固体作为燃料或将气体、液体进行燃烧作其他用的各种生产; 3. 常温下使用或加工难燃烧物质的生产	内燃机水泵房、管子站、锅炉房、各种维修间、汽车库、电修间、金属加工车间、热处理间、锻工间、铸工间、电镀间、配酸站、配电室(每台装油量 $<60\text{kg}$ 的设备)
戊	常温下使用或加工非燃烧物质的生产	水源井, 水泵房, 配水间, 注水井, 净化水处理站, 凉水塔, 空气和其他不燃气体的压缩机车间, 金属冷轧、冷加工车间

二、火灾的分类

《火灾分类》(GB/T 4968—2008) 根据可燃物的类型和燃烧特性将火灾分为六类:

A 类火灾: 固体物质火灾。这种物质通常具有有机物性质, 一般在燃烧时能产生灼热的余烬。

B 类火灾: 液体或可熔化的固体物质火灾。

C 类火灾: 气体火灾。

D 类火灾: 金属火灾。

E 类火灾: 带电火灾。物体带电燃烧的火灾。

F 类火灾: 烹饪器具内的烹饪物(如动植物油脂)火灾。

三、灭火方法

1. 冷却法

冷却灭火法，是根据可燃物发生燃烧时必须达到一定的温度这个条件，将灭火剂直接喷洒在燃烧着的物体上，使可燃物的温度降到燃点以下，从而使燃烧停止。用水进行冷却灭火，这是扑救火灾的常用方法（图 1-2）。二氧化碳的冷却灭火效果很好，二氧化碳灭火器喷出 -78°C 的雪花状固体二氧化碳，在迅速气化时吸取大量的热，从而降低燃烧区的温度，使燃烧停止。

在火场上，除用冷却法直接扑灭火灾外，还经常使用水冷却尚未燃烧的可燃物质，防止其达到燃点而着火，也可用水冷却建筑构件、生产装置或容器等，以防止它们受热后变形或爆炸。



图 1-2 冷却法灭火

2. 窒息法

窒息灭火法，是根据可燃物质燃烧需要足够的空气（氧气）这个条件，采取适当措施来阻止空气流入燃烧区，或用惰性气体稀释空气，使燃烧物质缺乏或断绝氧气而熄灭，适用于扑救封闭的房间和生产设备装置内的火灾（图 1-3）。

在火场上运用窒息灭火法扑救火灾时，可以采用石棉布、湿棉被、湿帆布等不燃或难燃材料覆盖燃烧物或封闭孔阀，用水蒸气、惰性气体（如二氧化碳，氮气等）充入燃烧区内，利用建筑物上原有的门、窗以及生产储运设备上的部件封闭燃烧区，阻止新鲜空气流入。此外，在无法采取其他扑救方法而条件又允许的情况下，可采用水淹没的方法进行扑救。



图 1-3 窒息法灭火

3. 隔离法

隔离灭火法，是根据发生燃烧必须具备可燃物质这个条件，将燃烧物体与附近的可燃物隔离或疏散开，使燃烧停止，适用于扑救各种固体、液体和气体的火灾。采用隔离灭火法的具体措施很多，例如，将火源附近的可燃、易燃、易爆物质从燃烧区转移到安全地点，可以实现隔离；关闭阀门阻止可燃气体、液体流入燃烧区；用水流封闭的方法，扑救油（气）井井喷火灾等。

4. 抑制法

抑制灭火法，就是使灭火剂参与燃烧的连锁反应，使燃烧过程中产生的游离基消灭，形成稳定分子或低活性的游离基，从而使燃烧反应停止。这种方法常使用“1211”（二氟一氯一溴甲烷）等灭火剂。灭火时，一定要将足够数量的灭火剂准确地喷射在燃烧区内，使灭火剂参与和中断燃烧反应，同时要采取必要的冷却降温措施，以防止复燃。

四、灭火材料

1. 水

水既可扑救一般建筑和可燃物火灾，也可用于冷却降温，防止火势蔓延。但它不适宜扑救易燃液体火灾和未切断电源的电气设备火灾。

2. 消防砂

灭火用砂子一般采用细河砂，放置于油品作业场所适当的地点，配备必要的铁锹、铁锨、斧头、水桶等消防工具。发生火灾时用铁锹或水桶将砂子散开，覆盖火焰，使其熄灭。适用于扑灭漏洒在地面的油品着火，也可用于掩埋地面管线的初期小火灾。

3. 石棉被

石棉是不燃物，将石棉被覆盖在着火物上，火焰会因窒息而熄灭。适用于扑灭各种储油容器的罐口、桶口、油罐车口、管线裂缝的火焰以及地面小面积的初期火焰。

4. 泡沫

泡沫灭火机的灭火液由硫酸铝、碳酸氢钠和甘草精组成。灭火时，将泡沫灭火机机身倒置，泡沫即可喷出，覆盖着火物而达到灭火目的。适用于扑灭桶装油品、管线、地面的火灾。不宜用于电气设备和精密金属制品的火灾。

5. 二氧化碳

二氧化碳是一种不导电的气体，密度较空气大，在钢瓶内的高压下为液态。灭火时只需扳动开关，二氧化碳即以气流状态喷射到着火物上，隔绝空气，使火焰熄灭。适用于精密仪器、电气设备以及油品化验室等场所的小面积火灾。二氧化碳由液态变为气态时，大量吸热，温度极低（可达到 -80°C ），因此，在使用时要避免冻伤。

6. 干粉

干粉主要是由碳酸氢钠、滑石粉、云母粉和硬脂酸组成，钢瓶内装有干

粉并充有二氧化碳。使用时将灭火机的提环提起，干粉剂在二氧化碳气体作用下喷出，覆盖在着火物上，使火焰熄灭。适用于扑灭油罐区、库房、油泵房、发油间等场所的火灾，不宜用于精密电气设备的火灾。

7. 1211

1211 可以阻断游离基反应而灭火。它是在氮气压力下以液态灌装在钢瓶里，使用时拔掉安全销，用力紧握压把开启阀门，1211 即可喷出，射向火焰，使火焰熄灭。广泛用于扑救各种场合下的油品、有机溶剂、可燃气体、电气设备、精密仪器等火灾。鉴于 1211 等游离基抑制剂会破坏臭氧层，目前逐渐被淘汰。

五、灭火器

1. 灭火器分类

1) 按充装的灭火剂分类

(1) 干粉类的灭火器，充装的灭火剂主要有两种，即碳酸氢钠和磷酸铵盐灭火剂；

(2) 二氧化碳灭火器；

(3) 泡沫型灭火器；

(4) 水型灭火器；

(5) 卤代烷型灭火器（俗称“1211”灭火器和“1301”灭火器）。

2) 按驱动灭火器的压力形式分类

(1) 储气式灭火器，灭火剂由灭火器上的储气瓶释放的压缩气体或液化气体的压力驱动的灭火器。

(2) 储压式灭火器，灭火剂由灭火器同一容器内的压缩气体或灭火蒸气的压力驱动的灭火器。

(3) 化学反应式灭火器，灭火剂由灭火器内化学反应产生的气体压力驱动的灭火器。

2. 灭火器型号

我国灭火器的型号按照《消防产品型号编制方法》的规定编制。它由类、

组、特征代号及主要参数几部分组成。类、组、特征代号用大写汉语拼音字母表示；主要参数代表灭火器的充装量，用阿拉伯字母表示。阿拉伯数字代表灭火剂质量或容积，一般单位为 kg 或 L。

一般灭火器本身的代号编在型号首位，通常用“M”表示。

灭火剂代号编在型号第二位：P—泡沫灭火剂，酸碱灭火剂；F—干粉灭火剂；T—二氧化碳灭火剂；Y—1211 灭火剂；SQ—清水灭火剂。

形式编在型号中的第三位，是各类灭火器结构特征的代号。目前我国灭火器的结构特征有手提式（包括手轮式）（图 1-4）、推车式（图 1-5）、鸭嘴式、舟车式、背负式五种，其型号分别用 S、T、Y、Z、B 表示。

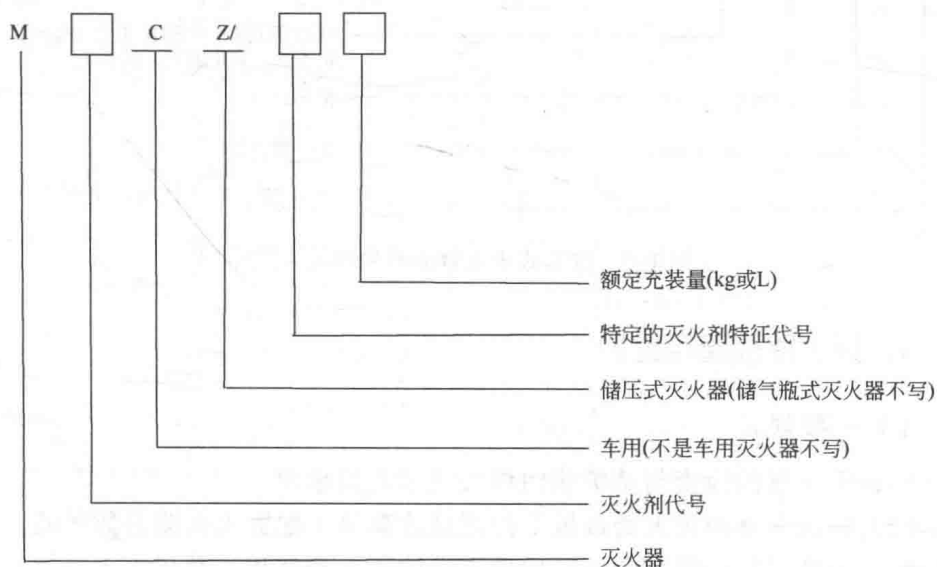


图 1-4 手提式灭火器的型号编制方法

3. 灭火器规格

按照《手提式灭火器第 1 部分：性能和结构要求》（GB 4351.1—2005）规定分类，灭火器分为水基型灭火器、干粉型灭火器、二氧化碳灭火器和洁净气体灭火器。

灭火器的规格，按其充装的灭火剂量来划分：

- (1) 水基型灭火器为 2L、3L、6L、9L；
- (2) 干粉灭火器为 1kg、2kg、3kg、4kg、5kg、6kg、8kg、9kg、12kg；
- (3) 二氧化碳灭火器为 2kg、3kg、5kg、7kg；

(4) 洁净气体灭火器为 1kg、2kg、4kg、6kg。

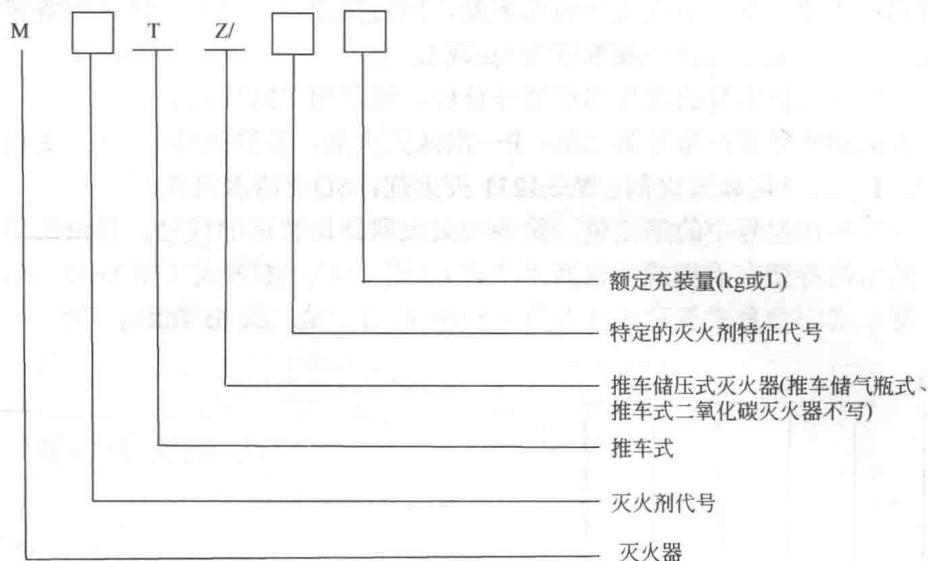


图 1-5 推车式灭火器的型号编制方法

4. 灭火器检查与维护

1) 一般规定

- (1) 灭火器的检查与维护应由相关技术人员承担。
- (2) 每次送修的灭火器数量不得超过计算单元配置灭火器总数的 1/4。超出时，应选择相同类型和相同操作方法的灭火器替代，替代灭火器的灭火级别不应小于原配置灭火器的灭火级别。
- (3) 检查或维修后的灭火器均应按原设置点位置摆放。
- (4) 需维修、报废的灭火器应由灭火器生产企业或专业维修单位进行。

2) 检查

- (1) 一般场所的灭火器的配置、外观等应按《建筑灭火器配置验收及检查规范》(GB 50444—2008) 要求每月进行一次检查。
- (2) 下列场所配置的灭火器，应每半月进行一次检查。
 - ① 候车(机、船)室、歌舞娱乐放映游艺等人员密集的公共场所；
 - ② 堆场、罐区、石油化工装置区、加油站、锅炉房、地下室等场所。
- (3) 日常巡检发现灭火器被挪动，缺少零部件或灭火器配置场所的使用