

第一章	引 言	3
第二章	液化石油气性质及火灾爆炸危险性	4
2.1	液化石油气的理化性质	4
2.2	火灾爆炸危险性	6
第三章	总平面布置	7
3.1	功能分区	7
3.2	耐火等级的确定	7
3.3	选址和布置	7
3.3.1	选址	7
3.3.2	布置	7
3.3.3	防火间距	8
第四章	防爆电器设计	10
4.1	爆炸和火灾危险场所的等级划分	10
4.2	爆炸危险区域的范围确定	12
4.3	爆炸性混合物的分类、分级和分组	13
4.4	防爆电器的选择	15
第五章	LPG 罐区危险性分析	17
5.1	危险性分析	17
5.1.1	LPG 灌区的池火灾危险性	17
5.1.2	LPG 灌区的蒸气云爆炸危险性	17
5.1.3	LPG 灌区的沸腾液体扩展蒸气爆炸危险性	19
5.2	爆炸计算	20
5.2.1	爆炸极限	20
5.2.2	爆炸危险度	21
5.2.3	爆炸温度	21
5.2.4	爆炸压力	22
第六章	灭火器配置设计	24
6.1	灭火器配置场所的火灾种类和危险等级	24
6.1.1	火灾种类	24
6.1.2	危险等级	24
6.2	灭火器的选择	25
6.2.1	一般规定	25
6.2.2	灭火器的类型选择	25
6.3	灭火器的设置	26
6.3.1	一般规定	26
6.3.2	灭火器的最大保护距离	26
6.4	灭火器的配置	27
6.4.1	一般规定	27
6.4.2	灭火器的最低配置基准	27
6.5	灭火器配置设计计算	28
6.5.1	确定各灭火器配置场所的火灾种类和危险等级	28

6.5.2	划分灭火器设置场所计算单元.....	28
6.5.3	计算各计算单元的最小需配灭火级别.....	29
6.5.4	确定各计算单元中的灭火器设置点的位置和数量.....	30
6.5.5	计算每个灭火器设置点的最小需配灭火级别.....	30
6.5.6	确定每个设置点灭火器的类型、规格与数量.....	30
6.5.7	确定每具灭火器的设置方式和要求.....	31
第 7 章	液化气站的安全管理措施.....	32
7.1	安全管理制度.....	32
7.2	防雷措施.....	32
7.3	防静电措施.....	33
7.4	火灾控制措施.....	34
	参考资料.....	35

第一章 引言

设计是工程建设的灵魂，对工程建设起着主导和决定性作用。

防火防爆设计是以系统科学的分析为基础，定性定量地考虑工艺的合理性、装置的危险性，在兼顾技术上先进性、可行性，经济上合理性的前提下，综合分析设计任务要求，确定设计项目的具体方案，并提出保证设计项目正常、安全运行所需要的手段和措施，同时以过去的事故等所提供的教训和资料来考虑更安全有效的措施，以防再次发生类似的事故。

在进行液化石油气灌装加气站的设计时，必须同时进行消防设计。设计中应贯彻“以防为主，以消为辅，消防结合”的消防工作方针，在采取有效的防火设施的同时，根据设计规模、火灾危险性和相邻单位消防协作的可能性，设置相应地先进灭火设施。

随着石油化学工业的发展，液化石油气作为一种化工基本原料和新型燃料，已愈来愈受到人们的重视。在化工生产方面，液化石油气经过分离得到乙烯、丙烯、丁烯、丁二烯等，用来生产合塑料、合成橡胶、合成纤维及生产医药、炸药、染料等产品。用液化石油气作燃料，由于其热值高、无烟尘、无炭渣，操作使用方便，已广泛地进入人们的生活领域。

第二章 液化石油气性质及火灾爆炸危险性

2.1 液化石油气的理化性质

液化石油气 (Liquefied petroleum gas 简称 LPG) 为丙烷、丁烷、丙烯、丁烯等轻烃组成的混合物, 各组分的物理化学性质如下表, 一般前两者为主要组分。常温常压下为无色低毒气体。由炼厂气或天然气 (包括油田伴生气) 加压、降温、液化得到的一种无色、挥发性气体。当临界温度高达 90℃ 以上, 5~10 个大气压下即能使之液化。

LPG 各组分的物理化学性质

项 目		甲烷	乙烷	丙烷	正丁烷	异丁烷
分 子 式		CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	n- C ₄ H ₁₀	i- C ₄ H ₁₀
相 对 分 子 量		16.04	30.07	44.004	58.124	58.12
蒸 气 压/Mpa	0℃	-----	2.43	0.476	0.104	0.107
	20℃	-----	3.75	0.8104	0.203	0.299
气 体 密 度 /(kg/m ³)	0℃	0.7168	1.3562	2.020	2.5985	2.6726
	15.5℃	0.677	1.269	1.860	2.452	2.452
沸点 (0.1013Mpa) /℃		-161.5	-88.63	-42.07	-0.5	-11.73
汽化潜热 (沸点及 0.1013Mpa 下) / (kJ/kg)		569.4	489.9	427.1	386.0	367.6
临 界 压 力/Mpa		4.64	4.88	4.25	3.80	3.66
临 界 密 度/(kg/L)		0.162	0.203	0.236	0.227	0.233
临 界 温 度		-82.5	32.3	96.8	152.0	134.9
低热值 (0, 1013MPa, 15.6℃) (kJ/kg)	液 态	-----	-----	46099	45358	45375
	气 态	34207	60753	88388	115561	115268
气态比热容 (0, 1013 Mpa, 15.6℃)	定 压 比热容	2.21	1.72	1.63	1.66	1.62

[(kJ/kg·k)]						
	定 容 比热容	1.68	1.44	1.44	1.52	1.47
爆炸极限（体积分 数）/%	上 限	5.3	3.2	2.37	1.86	1.80
	下 限	14.0	12.5	9.50	8.41	8.44

当空气中含量达到一定浓度范围时，LPG 遇明火即爆炸。故具有易燃易爆、低温、腐蚀等特性，添加恶臭剂后，有特殊臭味，低温或加压时为棕黄色液体。

（一）比重

LPG 是混合物，其比重随组成的变化而变化，气态时比重比空气大 1.5-2.0 倍，在大气中扩散较慢，易向低洼处流动。

（二）饱和蒸汽压

LPG 的饱和蒸汽压是指在一定的温度下，混合物气、液相平衡时的蒸汽压力也就是蒸汽分子的蒸发速度同凝聚速度相等时的压力。受温度、组成变化的影响，常温下约为 1.3-2.0MPa。

（三）体积膨胀系数

LPG 液态时和其他液体一样，受热膨胀，体积增大；温度越高，体积越大，同温下约为水的 11-17 倍。

（四）溶解度

溶解度是指液态时 LPG 的含水率。LPG 微溶于水。

（五）爆炸极限窄，点火能量低，燃烧热值高

LPG 爆炸极限较窄，约为 2-10%，而且爆炸下限比其他燃气低。着火温度约为 430--460℃，比其他燃气低燃烧热值高，约为 22000-29000 Kcal/m³。燃烧所需要的空气量大，约需 23-30 倍的空气量，而一般城市煤气只需 3-5 倍的空气量。

（六）电阻率

LPG 的电阻率为 10-10Ω•cm，LPG 从容器、设备、管道中喷出时产生的静电压达到 9000V。

2.2 火灾爆炸危险性

(1) 易燃性。液化石油气, 属甲类火灾危险物质。它只需极小的能量(0.2—0.3mJ)即可引燃, 并能在空气中迅猛燃烧。

(2) 易爆性。液化石油气在空气中的爆炸极限是 2%—12%, 爆炸的上下限范围比较宽, 1m³ 的液化石油气(液态)气化后与空气混合后浓度达到 2%时, 可以形成 1.2 万 m³ 的爆炸性混合物, 遇火即可发生化学性爆炸。

(3) 易积性。液化石油气在气化后, 密度比空气要大 1.5—2 倍, 极易在厂房和房屋不通风或地面的坑、沟、下水道低洼处聚积, 不易挥发飘散而形成爆炸性混合物, 一遇明火很易燃烧。

(4) 易挥发性。LPG 是由多种低碳数的烃类组分组成的, 其中有些轻组分物质的密度小于或接近空气。在空气中扩散的范围和空间极大, 引燃一点即可造成大面积的化学性爆炸。

(5) 易产生静电。LPG 在机泵管线中输送、充装和移动的过程中, 极易与输送管道、充装设备、LPG 钢瓶因摩擦产生高位静电。特别是 LPG 中含有其它因窒息造成死亡。

(6) 易冻伤。LPG 的沸点在一6.3℃ ~一47.70℃之间, 在气化过程中, 需要大量吸收热量造成局部温度骤降, 特别是在事故状态下, 容易造成人员冻伤。

(7) 易膨胀性。LPG 的饱和蒸汽压随温度升高而急剧增加, 其膨胀系数也比较大。一般为水的 10 倍以上, 气化后体积可急剧膨胀 250~300 倍左右。

(8) 破坏性大。LPG 爆燃的速度可达 2000~3000 以上, 其火焰的燃烧温度达 2000℃以上。在标准情况下, 1 LPG 完全燃烧其发热量高达 25000 。

第三章 总平面布置

3.1 功能分区

液化气站是一个接受储存和分配液化石油气的基地，是城镇或燃气企业把液化石油气从生产厂家转往用户的中间场所。根据功能，可将其分为：

储罐区：（共 2 个 50 m³ /罐，和 1 个 5 m³ /罐的卧式储罐。）

生产区：（卸车点，泵房，灌瓶车间，气瓶间）

辅助区：（消防泵房，空港瓶库，配电室，发电室，办公室，寝室，卫生间）

3.2 耐火等级的确定

根据《厂房（仓库）的耐火等级与构件的耐火极限》查得：生产区为一级耐火等级，辅助区为三级耐火等级。

3.3 选址和布置

3.3.1 选址

液化石油气供应基地的布局应符合城市总体规划的要求，且就远离城市居住区、村镇、学校、剧院、体育馆等人员集中的地区和工业区。液化石油气供应基地的站址宜选择在所在地区全年最小频率风向的上风侧，且应是地势平开阔、不易积存液化石油气的地段。同时，应避开地震带、地基沉陷和废弃矿井等地区。

3.3.2 布置

（1）液化石油气供应基地的生产区和生产区与辅助区之间设置高度不低于2m 的不燃烧体实体围墙。辅助区设置不燃烧体非实体围墙。

（2）液化石油气供应基地的生产区设置环形消防车道。消防车通道宽度不小于4m。

储罐总容积小于500m³ 时，设置尽头式消防车通道和面积不小于12m×12m 的回车场。

(3) 液化石油气供应基地的生产区和辅助区至少各设置1 个对外出入口。对外出入口宽度不小于4m。

(4) 液化石油气供应基地的生产区内严禁设置地下和半地下建、构筑物（地下储罐和寒冷地区的地下式消火栓和储罐区的排水管、沟除外）。生产区内的地下管（缆）沟必须填满砂子。

(5) 全压力式液化石油气罐不应少于2 台（残液罐除外），地上储罐之间的净距不小于相邻较大罐的直径；

(6) 地上储罐（卧式储罐组）设置联合钢梯平台。

(7) 储罐区四周应设置不燃烧体防火堤，防火堤内侧基脚线至卧式储罐的水平距离不小于3.0m,防火堤外坡基础脚线至消防车道的间距为5m,至其他建筑物不小于10m;防火堤的设计高度比计算高度高出0.2m，其高度应为1.0~2.2m，并在防火堤的适当位置设置灭火时便于消防队员进出防火堤的踏步。

(8) 液化石油气泵设置在储罐区泵房内，其外墙与储罐的间距不小于15m。当泵房面向储罐一侧的外墙采用无门、窗洞口的防火墙时，其间距可减少至6m。液态液化石油气泵的安装高度保证不使其发生气蚀，并采取防止振动的措施。

(9) 灌瓶间和瓶库内的气瓶应按实瓶区、空瓶区分组布置。

3.3.3 防火间距

根据《城镇燃气设计规范GB50028-2006》、《汽车加油加气站设计与施工规范》查得

(1) 储罐与周围设施的防火间距：

储罐与围墙的防火间距要求15m，取16m；

储罐与办公室、寝室的防火间距要求45m，取55m；

储罐与灌瓶车间的防火间距要求20m，取23m；

储罐与气瓶间的防火间距要求20m，取26m；

储罐与卸车点的防火间距要求20m，取26m；

储罐与泵房的防火间距要求20m，取24m；

储罐与配、发电间防火间距要求20m，取40m；

储罐与消防泵房的防火间距要求40m，取48m；

(2) 建(构)筑物之间的防火间距:

泵房与消防泵房的防火间距要求 8m, 取 27m;

泵房与配、发电间的防火间距要求 7m, 取 21m;

灌瓶车间与办公室、寝室的防火间距要求 20m, 取 25m;

灌瓶车间与配、发电间的防火间距要求 15m, 取 26m;

灌瓶车间与消防泵房的防火间距要求 25m, 取 31m;

寝室与空钢瓶库防火间距要求 8m, 取 10m。

消防泵房与办公室、寝室防火间距要求 8m, 取 17m。

(3) 储罐之间的防火间距: (液化石油气液化时属于甲类液体, 储罐属于卧式储罐)

50m³储罐与50m³储罐防火间距要求不小于0.8m, 取3m;

50m³储罐与5m³参残液罐的防火间距要求不0.8m, 取3m。

第四章 防爆电器设计

4.1 爆炸和火灾危险场所的等级划分

爆炸和火灾危险场所的等级，按其物质状态的不同和发生事故的可能性及危险程度划分为三类八级。根据发生事故的可能性和后果及危险程度，在《电力装置设计规范》中，将爆炸火灾危险场所划分三类八级，见表 4.1-1。

表 4.1-1 爆炸火灾危险场所等级划分

类别	分类场所	级别	分级场所
第一类	气体或蒸汽爆炸性混合物的场所	0-1级	在正常情况下能形成爆炸性混合物场所
		0-2级	正常情况下不能形成，仅在不正常情况下才能形成爆炸性混合物场所
		Q-3级	在不正常情况下整个空间形成爆炸性混合物的可能性较小，爆炸后果较轻的场所
第二类	粉尘或纤维爆炸性混合物的场所	G-1级	正常情况下能形成爆炸性混合物(如镁粉、铝粉、煤粉等与空气的混合物)的场所
		G-2级	正常情况下不能形成，仅在不正常情况下能形成爆炸性混合物的场所
第三类	火灾危险场所	H-1级	在生产过程中产生，使用、加工储存或转运闪点高于场所环境温度的可燃物体，而它们的数量和配置能引起火灾危险的场所
		H-2级	在生产过程中出现的悬浮状、堆积可燃粉尘或可燃纤维，它们虽然不会形成爆炸性混合物，但在数量上与配置上能

			引起火灾危险的场所
--	--	--	-----------

		H-3 级	有固体可燃物质，在数量上和配置上 能引起火灾危险的场所
--	--	----------	--------------------------------

液化石油气站属于第一类，即可燃气体、易燃或可燃液体的蒸汽与空气形成的爆炸性混合物场所。

(1) Q-1 级场所

在正常情况下，爆炸性混合气体连续地、短时间频繁地出现或长期存在的场所。

在液化石油气站 Q-1 级场所原则上是不存在的。只有 Q-2 级场所中比地面低洼，易积存液化石油气的部位，可视为 Q-1 级场所。

(2) Q-2 级场所

在正常情况下，爆炸性混合气体可能出现的场所。

① 封闭式的灌瓶间及附属瓶库、压缩机室、烃泵房、汽车槽车库、储罐室气化间、混气间、调压室。瓶装供应站的瓶库、瓶组间等建筑物的内部空间。

② 敞开式或半敞开式灌瓶间的内部空间，以及敞开面向外水平距离 15m 以内和敞开面高度以下的空间。

③ 敞开式或半敞开式的灌瓶间附属瓶库、压缩机室、烃泵房汽车槽车库、储罐室、气化间、混气间、调压室、瓶装供应站的瓶库、瓶组间等内部空间，以及敞开面向外水平距离 7.5m 以内和敞开面高度以下的空间。

④ 铁路槽车和汽车槽车装卸口以外水平距离 15m 和装卸口 2m 以下的空间。

⑤ 储罐和容器安全阀口和排污阀口以外以 3m 为半径的空间。

⑥ 储罐、容器和管道上阀门 1m 以内的空间。

⑦ Q-2 级场所中比地面低洼，易积聚液化石油气的部位。

(3) Q-3 级场所

在正常情况下，爆炸性混合气体不能出现，仅在不正常情况下偶尔短时间出现的场所。

①2 第①项所列封闭式建筑物以厂房为界，在自然通风良好的条件下，通风室外的门、窗开口垂直高度和水平距离 1m 内的空间。

② 2 第②项建筑物 Q-2 级场所以外，水平距离 7.5m 以内敞开面高度以下的空间。

③ 2 第③项所列建筑物 Q-2 级场所以外，水平距离 7.5m 和敞开高度以下的空间。

④ 铁路槽车和汽车槽车装卸口 Q-2 级场所以外，水平距离 3m 以内和装卸口高度 2m 以下的空间。

⑤ 露天设置的储罐，容器和设备自外壁以外水平距离和垂直距离 3m 以内的空间。当设有防护墙时，还包括防护墙高度以内的空间。

⑥ 储罐和容器安全阀阀口和排污阀阀口 Q-2 级场所以外，以 3m 为半径的空间。

⑦ 第⑥项 Q-2 级场所以外，3m 以内的空间。

综上可知：

Q-2 级场所：储罐区、生产区。

Q-3 级场所：辅助区。

4.2 爆炸危险区域的范围确定

对于易燃物质重于空气的贮罐，其爆炸危险区域的范围划分，应符合下列规定：

(1) 固定式贮罐，在罐体内部未充惰性气体的液体表面以上的空间划为Q-1区，浮顶式贮罐在浮顶移动范围内的空间划为Q-2区；

(2) 以放空口为中心，半径为1.5m的空间和爆炸危险区域内地坪下的坑、沟划为Q-2区；

(3) 距离贮罐的外壁和顶部3m的范围内划为Q-3区；

(4) 当贮罐周围设围堤时，贮罐外壁至围堤，其高度为堤顶高度的范围内划为Q-3区。

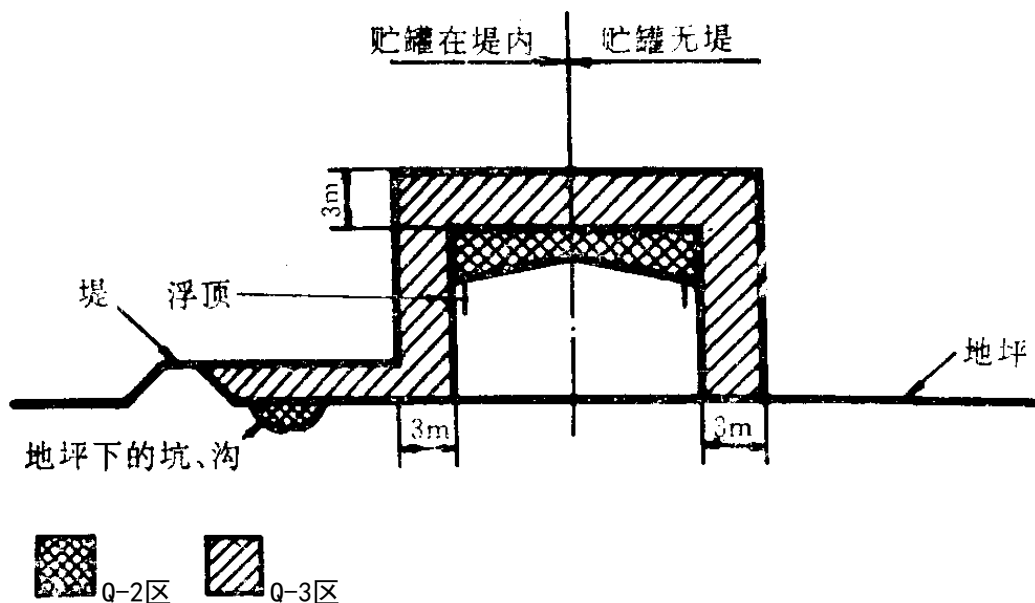


图4.2-1 易燃物质重于空气、设在户外地坪上的固定式贮罐

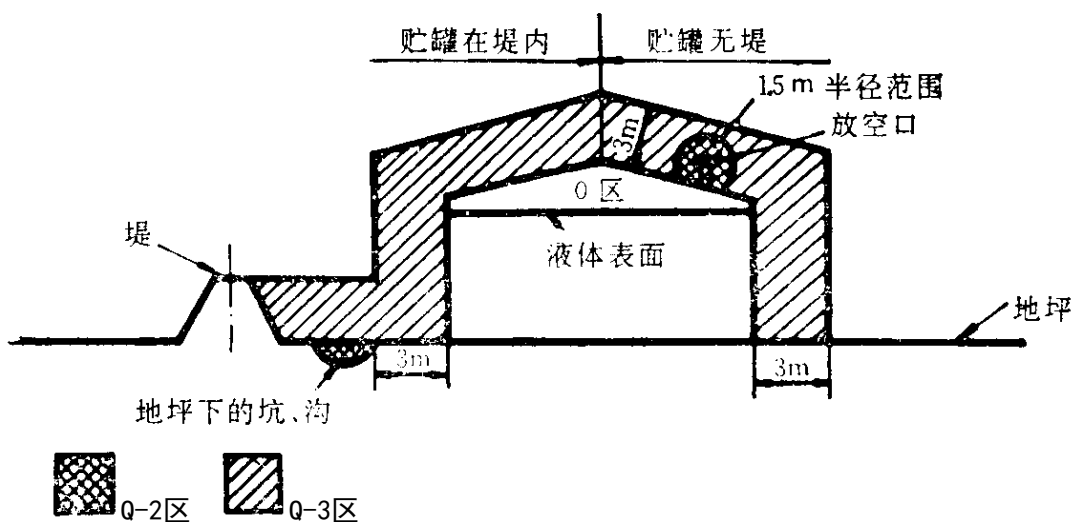


图4.2-2 易燃物质重于空气、设在户外地坪上的浮顶式贮罐

4.3 爆炸性混合物的分类、分级和分组

液化石油气是炼油厂在进行原油催化裂解与热裂解时所得到的副产品。催化裂解气的主要成份如下(%)：氢气5~6，甲烷10，乙烷3~5，乙烯3，丙烷16~20，丙烯6~11，丁烷42~46，丁烯5~6等。主要成分是丙烷，

(1) 分类：爆炸性混合物的危险性，是由它的爆炸极限、传爆能力、引燃温度和最小点燃电流

决定的。根据爆炸性混合物的危险性并考虑实际生产过程的特点，一般是将爆炸混合物分为三类：

I 类——矿井甲烷；

II 类——工业气体（如工厂爆炸性气体、蒸气、薄雾）；

III 类——工业粉尘（如爆炸性粉尘、易燃纤维）。

即，液化石油气属于 II 类气体。

（2）分级：在分类的基础上，各种爆炸性混合物是按最大试验安全间隙和最小点燃电流分级，见表 4.3-2：

最大试验安全间隙（MESG）或最小点燃电流（MICR）分级

表 4.3-2

级 别	最大试验安全间隙(MESG)(mm)	最小点燃电流比(MICR)
II A	≥ 0.9	> 0.8
II B	$0.5 < \text{MESG} < 0.9$	$0.45 \leq \text{MICR} \leq 0.8$
II C	≤ 0.5	< 0.45

注：①分级的级别应符合现行国家标准《爆炸性环境用防爆电气设备通用要求》。

②最小点燃电流比(MICR)为各种易燃物质按照它们最小点燃电流值与实验室的甲烷的最小电流值之比。

查《气体和蒸汽分级表》得，丙烷需按（MESG）和（MICR）分级，查得，丙烷的（MESG）为 0.92，（MICR）值 > 0.8 。即选 II A 级别。

（3）分组：按引燃温度分组，主要是为了配置相应的电气设备，以达到安全生产的目的。见表 4.3-3：

表 4.3-3 引燃温度分组

组 别	引燃温度 t (°C)
T1	$450 < t$
T2	$300 < t \leq 450$
T3	$200 < t \leq 300$
T4	$135 < t \leq 200$
T5	$100 < t \leq 135$
T6	$85 < t \leq 100$

注：气体或蒸气爆炸性混合物分级分组举例应符合附录三的规定。

查《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范(GB50058-92)》附录三，丙烷属于T1组别，引燃温度为大于450°C。

4.4 防爆电器的选择

防爆电气设备可分六种类型，与其相应的标志如表 4.4-4 所示。爆炸性混合物在标准试验条件下，按其传爆能力可分 4 级(只适用于隔爆型)，如表 4.4-5 所示。所谓传爆能力是指爆炸性混合物对爆炸的传播能力，通常用使它们不能连续传爆的最大狭窄间隙的尺寸来表示。这与燃烧过程火焰传播时，在孔口出流孔径小于极限值的情况下，火焰就不能再继续传播的意义相仿。

表 4.4-4 防爆电气设备新旧类型标志对照表

类型		标志		类型		标志	
旧	新	旧	新	—	充砂型	—	q
防爆安全型	增安型	A	e	—	无火花型	—	n
隔爆型	隔爆型	B	d	安全火花型	本质安全型	H	i
防爆充油型	充油型	C	o	防爆特殊型	特殊型	T	s
		F	p				

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/557124105043006115>