

电液技术在危险环境中的基础应用

1 危险环境

“危险环境”是指可燃液体、气体、蒸汽或可燃粉尘的数量足以在存在外部点火源时产生爆炸或火灾的区域。

可燃物质的主要点火源：

- 电气电弧和火花（含电气部件的设备）
- 高温（含或不含电气部件的设备）











潜在爆炸性大气中主要存在的可燃物质：

- 易燃气体和/或蒸气
- 可燃性粉尘和/或纤维、颗粒

石油&天然气，化工，矿井和发电厂都是高度敏感的环境，在这些环境中可能会出现或长期存在潜在的爆炸性环境。在这些环境中，意外的故障或错误的操作都可能导致周围爆炸性环境着火，对人员和货物的安全造成致命的后果，因此在这些环境中运行的所有电液设备都必须适用于危险环境，并且必须按照国际标准进行认证。

本文旨在提供有关适用于危险环境的全球认证和相关分类的一般信息。

典型的危险环境存在以下行业：

存在天然气和蒸汽		存在可燃性粉尘	
	石油&天然气 海上钻井		饲料工业 粮食装卸和储存
	炼油厂 发电厂		化学制品&肥料 药剂制品
	石油&液化天然气船舶		木材&造纸
	航空航天工业		金属加工
	煤矿		回收作业

2 认证

为危险环境设计的电气部件的设备必须由第三方（认证机构）按照国际防爆标准进行认证。

有一些关于爆炸性环境的认证，它们受适用国家的当地法律管辖。

在所有认证中，防爆的基本原则都必须严格遵守要求苛刻的国际防爆标准，如欧洲标准EN60079或北美标准NEC500和505。这些规范对潜在爆炸性区域使用的机械和元件规定了具体的建造标准和保护方法。

ATOS通过的认证
详细信息见第3节



ATEX
欧洲认证



IECEx
国际认证



俄罗斯



北美认证



中国



中国



PESO
印度



TIIS
日本
(按需提供)



加拿大



巴西



韩国

全球认证

下图显示了应用最广泛的相关国家/地区的主要认证。
国际认证IECEx在全世界范围内都是公认的，即使对于存在当地认证的国家也是承认的。



3 Atos防爆型和本质安全型元件的认证

Atos防爆型和本质安全型元件通过主要国际认证，如下所示：

注释：请参阅每个Atos元件详细的技术样本，核实可提供的认证证书

多重认证

多重认证是Atos的一大优势，同一元件可获得以下这些认证：



ATEX指令2014/34/EU，用于潜在爆炸性环境的设备和保护系统

它定义了欧盟范围内，在存在气体或易燃粉尘的潜在爆炸环境中使用的设备的制造标准和安全要求。本指令提供符合EN 60079一致性标准的元件的分类和标记。



IECEx国际电工委员会防爆电气产品认证体系

安装在潜在爆炸性环境中的设备安全的国际方案，需要能在国际市场上使用。IECEx为潜在爆炸性环境中使用的电气设备和机械提供一致性认证，并基于IEC 60079标准。IECEx认证的目的是促进在爆炸性环境中使用的设备的国际贸易。



EAC欧亚认证

适用于俄罗斯、哈萨克斯坦、白俄罗斯、亚美尼亚、吉尔吉斯斯坦等关税同盟地区
指明符合关税同盟地区技术法规TP TC 012/2011 “用于爆炸性环境的设备的安全”，并认可整个ATEX指令2014/34/EU。



PESO石油和爆炸物安全组织（前称为CCoE）

认可产品可在印度领土内的石油或任何具有潜在爆炸性环境的地方使用。它以ATEX和IECEx下的统一规范和国际标准为基础。用于天然气组 II 的Atos多重认证防爆阀也通过了Peso认证。



CCC中国强制认证

这是中华人民共和国对用于潜在爆炸性环境的电气部件设备所要求的认证体系。CCC认证的要求认可IECEx体系下的协调规范和国际标准。



cULus北美认证

此认证在北美（美国和加拿大）得到广泛的认可。
它为安装在因具有易燃气体、可燃粉尘或易燃纤维而存在爆炸或火灾危险的位置的设备和机械提供合格证明。以NEC标准为基础。



MA矿用产品安全认证

中国煤矿产品工作认证权威机构。
认可ATEX和IECEx下的统一规范和国际标准。

以下各章节根据Atos元件的可用认证详述了与危险环境相关的各种分类。
分类标记在每个通过认证的元件的铭牌上，说明其符合特定的危险环境和爆炸性环境。

关于ATEX, IECEx, EAC, PESO, CCC的分类在第4节



关于cULus的分类在第5节





4 ATEX,IECEX,EAC,PESO,CCC认证分类

以下章节中报道的分类是由与ATEX和IECEX相关的EN和IEC标准确定的分类。
EAC、PESO和CCC认证认可ATEX和IECEX相同的分类系统。
元件铭牌上的分类示例如下所示：

环境				大气		环境
II	2 G	Ex	db	IIC	T6/T5/T4	Gb
组别 见4.1节	类别 见4.3节	防爆 标记	保护模式 见4.7节	气体组别 见4.4节	温度等级 见4.6节	环境保护 级别(EPL) 见4.3节

一旦用户对元件拟放置的区域进行分类，它将能够定义元件的保护等级。

风险评估以及设备所需的保护级别通过两个主要分类进行评估：

A- 环境：分类是指产品拟放置的位置
环境又按**组别**和**分区**进行了进一步分类。

B- 大气：分类是指大气中存在的爆炸性物质的类型
大气又分为**气体类**、**粉尘类**和**温度类**。

A - 环境

4.1 组别分类

爆炸性环境分为：地下矿井**组 I** 或与矿井相连的地面设备
地面工厂**组 II**

4.2 区域分类 - 元件铭牌上不显示区域分类

根据爆炸性物质存在的时间和频率，将爆炸性环境划分为区域0、1、2(天然气)和20、21、22(粉尘)：区域2和22的危险性低于0、1或20、21。
通过分区0(或20)认证的元件也可以在分区1、2(或21、22)中使用。

4.3 要求的安全等级：类别和EPL

区域与所需的安全级别直接相关；风险较高的区域需要更高的安全级别。这里有两种不同的分类：**种类**和**EPL**

种类：ATEX将安全要求等级分为1、2、3类，气体用字母G，粉尘用字母D：1G（或1D）比2G、3G（或2D、3D）安全。

认证为1类的元件也可用于需要2类或3类的地方。

对于组 I，分类为M1或M2类，M1比M2安全。

EPL：IECEX将所需的安全级别分类为**设备保护级别(EPL)a、b、c**，字母G表示气体，字母D表示粉尘，具体取决于所需的安全级别：Ga类(或Da类)比Gb、Gc(或Db、Dc)类更安全。

通过EPL Ga(或Da)认证的元件也可用于需要EPL Gb、Gc(或Db、Dc)的地方。

环境分类

爆炸性环境	组 见4.1节	区 见4.2节	要求的安全等级 见4.3		描述	Atos元件
			种类	EPL		
天然气/粉尘 (矿井)	I	-	M1	Ma	设备需要在爆炸性环境中运行	③
	I	-	M2	Mb	设备不需要在爆炸性环境中运行	①
天然气 (地面工厂)	II	0	1G	Ga	频繁或持续存在爆炸性环境	④
		1	2G	Gb	偶尔存在爆炸性环境	② ⑤ ⑥
		2	3G	Gc	爆炸性环境罕见或不太可能存在	② ⑤ ⑥
粉尘 (地面工厂)	II	20	1D	Da	频繁或持续存在爆炸性环境	
	II	21	2D	Db	偶尔存在爆炸性环境	② ⑤ ⑥
		22	3D	Dc	爆炸性环境罕见或不太可能存在	② ⑤ ⑥



① Atos防爆类(矿井用) ② Atos防爆类(天然气&粉尘) ③ Atos本质安全类(矿井用) ④ Atos本质安全类(天然气)

⑤ 泵和油缸 ⑥ Atos不锈钢防爆类



4.4 天然气组分类

该分类基于可能安装元件的爆炸环境的最小燃点。
根据物质的危险程度，天然气组分为IIA、IIB、IIC：IIA组的危险性低于IIB组和IIC组。经天然气IIC组认证的元件也可用于危险性较低的IIB和IIA组

4.5 粉尘组分类

分类依据的是颗粒的标称尺寸和电阻率。
根据物质的危险程度，粉尘组分为IIIA、IIIB和IIIC：IIIC组含有比IIIB和IIIA组更小、电阻性更低的物质。经粉尘组IIIC认证的元件也可用于危险性较低的IIIB和IIIA组。

4.6 温度等级

根据元件的最高表面温度，将其分为天然气温度等级T1至T6级，而粉尘的最高表面温度直接以℃表示。元件的最高表面温度必须低于周围爆炸性环境的燃点温度。
经温度等级T6认证的元件也可用于较低的T5至T1等级

大气和温度等级

天然气组	气体类型					
IIC	氢	乙炔				二硫化碳
IIB	城市燃气 丙烯酸 丁腈	乙烯	乙二醇 碳氢化合物	乙醚		
IIA	氨 甲烷 乙烷 丙烷	乙醇 正丁烷	汽油 柴油 燃料油 正己烷	乙醛		
温度等级	T1 < 450°C	T2 < 300°C	T3 < 200°C	T4 < 135°C	T5 < 100°C	T6 < 85°C



注：温度等级可能会根据安装元件的最高环境温度而变化。在这种情况下，元件铭牌上会显示两个或三个不同的T(即T6/T5/T4)。有关温度等级，请参阅每个ATOS元件详细的技术样本。

粉尘组	粉尘类型
IIIC	导电性粉尘
IIIB	非导电性粉尘
IIIA	易燃纤维



对于防尘防爆，直接显示最高表面温度(例如T85°C)

4.7 保护措施



对元件采取适当的保护措施，可以防止周围爆炸性环境的着火。
保护方法与元件的设计和制造特性直接相关。
下表列出了与保护方法相关的**编码**以及相关的**应用区域**。

更高级别防护

更高级别防护

保护原则	保护方法	编码		区						Atos 元件
				气体			粉尘			
				0	1	2	20	21	22	
防止爆炸向外传播	隔爆外壳	Ex	da	X	X	X				① ② ⑥
			db		X	X				
			dc			X				
防尘防爆	通过外壳进行保护	Ex	ta				X	X	X	② ⑥
			tb					X	X	
			tc						X	
低电流/低电压电源	本质安全型	Ex	ia	X	X	X				③ ④
			ib		X	X				
			ic			X				
非电的	施工安全 火源控制 浸液保护	Ex	c b k		X	X		X	X	⑤

- ① Atos防爆类(矿井用)
- ② Atos防爆类(天然气&粉尘)
- ③ Atos本质安全类(矿井用)
- ④ Atos本质安全类(天然气)
- ⑤ 泵和油缸
- ⑥ Atos不锈钢防爆类

4.8 涂漆

根据EN60079-0，阀可采用非金属材料（即涂漆）进行涂层，最大厚度如下：

- 组 IIC < 0.2 mm max
- 组 IIB < 2 mm max
- 组 IIA < 2 mm max

5 cULus 认证分类



cULus认证中爆炸环境的分类由NEC标准（国家电气规范）规定，并以NEC 500和NEC 505条款为基础。

NEC 500涵盖了I、II、III级和区1、2分类系统的要求。

NEC 505涵盖了区域（0区、1区和2区）的分类系统要求，可替代NEC 500。

元件铭牌上的分类示例如下所示：

NEC 500

I 级	I 类	组 C&D	T6/T5
见5.1节	见5.3节	天然气组 见5.2节	温度等级 见5.5节

NEC 505

I 级	I 区	组 IIA & IIB	T6/T5
见5.1节	见5.4节	天然气组 见5.2节	温度等级 见5.5节

5.1 等级分类 - NEC 500和NEC 505

按大气中存在爆炸性物质的位置分为：

I级 可能存在易燃蒸汽和气体

II级和III级 可能存在可燃粉尘和易燃纤维

5.2 组别分类

NEC 500：根据燃点温度和爆炸压力，NEC 500将气体和粉尘分成不同组，将气体分为A、B、C、D组，将粉尘分为E、F、G组。D组（或G组）比A、B、C（或E、F）组危险性小。

经A组(或E组)认证的元件也可用于危险性较低的B组至D组(或F组至G组)。

NEC 505：根据IECEX，气体组具有相同的分类，如下表所示，以便与NEC 500进行比较。

爆炸性环境	典型危险物质	等级	组别		Atos元件
			NEC 500	NEC 505	
气体, 蒸汽和液体	乙炔	组 I	A	IIC	①
	氢气、丁二烯、环氧乙烷、环氧丙烷	组 I	B	IIC 或 IIB+H2	
	乙烯、甲醛、环丙烷、乙醚等	组 I	C	IIB	
	甲烷、丁烷、汽油、天然气、丙烷、汽油	组 I	D	IIA	
粉尘	金属粉尘（导电和爆炸）	组 II	E	IIIC	①
	煤尘(有些是导电的，全是爆炸性的)	组 II	F	IIIC	
	粮食粉尘	组 II	G	IIIB	
固体可燃物, 纤维和颗粒	纺织产品、木材、纸张、棉花加工（易燃烧，但不存在爆炸风险）	组 II	-	IIIA	①



① Atos防爆类和不锈钢防爆类通过/UL认证

5.3 分区分类 - 仅适用于NEC 500标准

第5.1节中所述的三个级别又进一步细分为两个分类：

1类 包括持续、间歇或周期性存在于大气中的爆炸性物质。
上述物质的可燃浓度在正常情况下存在，或由频繁维修或设备故障引起。

2类 包括在“异常”情况下存在的爆炸性物质。
上述物质通常装在密封容器或封闭系统中，只有在容器意外破裂或故障时才能从中逸出。

1类的安装和要求比2类更严格。
当需要2类时，也可以使用经1类认证的元件。

5.4 区域分类 - 仅适用于NEC 505标准

NEC 505标准引入了区域分类：

0区 定义了正常运行期间爆炸性气体连续或长时间存在的位置。

1区 定义了正常运行或频繁维护或设备故障引起的情况下存在可燃气体浓度的位置。

2区 定义了爆炸性气体不可能发生或只是短时间存在的区域。

当需要1区时，可以使用通过0区认证的元件。

下表对NEC 500和NEC 505标准的分区分类进行了对比

	持续性危险	间歇性危险	异常情况下的危险
NEC 500	第1类 ①		第2类
NEC 505	0区 (区 20 粉尘)	1区 (区 21 粉尘) ①	2区 (区 22 粉尘)

① Atos防爆类和不锈钢防爆类通过/UL认证

5.5 温度等级

温度等级规定了设备表面的最高工作温度，不得超过周围大气的燃点。
温度等级标记在元件铭牌上。

通过温度等级T6认证的产品也可用于较低等级的T5至T1

编码	最高表面温度		Atos元件
	[°C]	[°F]	
T6	85	185	①
T5	100	212	②
T4A	120	248	
T4	135	275	③
T3C	160	320	
T3B	165	329	
T3A	180	356	
T3	200	392	④ ⑤
T2D	215	419	
T2C	230	446	
T2B	260	500	
T2A	280	536	
T2	300	572	
T1	450	842	



更高级别防护

注释：
温度等级可能会根据元件安装位置的最高环境温度而变化。在这种情况下，元件铭牌上显示两个不同的T（即T6/T5）。
温度等级见各详细的Atos元件技术样本。

① Atos防爆型开关阀 - 环境温度可达+55°C
Atos不锈钢型带防爆电磁铁型号OAX,OAXS

③ Atos防爆型比例阀 - 环境温度可达+55°C

② Atos防爆型开关阀 - 环境温度从+55°C至+70°C
Atos不锈钢型带防爆电磁铁型号OAX,OAXS

④ Atos防爆型比例阀 - 环境温度从+55°C至+70°C

⑤ Atos不锈钢型带防爆电磁铁型号OAKX,OAKXS

6 ATEX 对 cULus(NEC)

下表显示了ATEX和cULus（NEC）分类系统之间的比较。

注：由于Atex和cULus系统的性质不同，直接进行比较并不完全适用。
这个比较只是作为从一个系统过渡到另一个系统的一般参考。

6.1 因存在气体或粉尘的危险环境分类的比较

气体

ATEX	0区	1区	2区
cULus (NEC 505)	0区	1区	2区
cULus (NEC 500)	I 级, 1类		I 级, 2类

粉尘

ATEX	20区	21区	22区
cULus (NEC 505)	20区	21区	22区
cULus (NEC 500)	II 级, 1类		II 级, 2类

6.2 关于气体组分类的比较

	气体类型			
	丙烷	乙烯	氢气	乙炔
ATEX	IIA	IIB	IIC	IIC
cULus (NEC 505)	IIA	IIB	IIC	IIC
cULus (NEC 500)	D	C	B	A

注：由于ATEX和cULus之间的分类标准始终不同，因此无法直接比较粉尘组

6.3 关于气体组 II 温度等级的比较

ATEX	cULus (NEC 505)	cULus (NEC 500)	最高表面温度 [°C]	最高表面温度 [°F]
T6	T6	T6	85	185
T5	T5	T5	100	212
		T4A	120	248
T4	T4	T4	135	275
		T3C	160	320
		T3B	165	329
		T3A	180	356
T3	T3	T3	200	392
		T2D	215	419
		T2C	230	446
		T2B	260	500
		T2A	280	536
T2	T2	T2	300	572
T1	T1	T1	450	842

7 获豁免认证和标志的ATOS元件

由于ATOS液压元件的功能不会对爆炸性环境造成危险，因此仅由机械零件制成且不具备电气功能的ATOS液压元件可免于认证。

通过以下分析，证明了这些元件在危险环境中可安全应用：

- 元件的所有内部零件通过耐压密封件与外部环境隔离。
内部容积由液压介质填充，因此没有可被外部爆炸性环境饱和的容积。
- 机械部件的操作不会产生爆炸性气体混合物的潜在火源。
- 机械部件的功能不会产生可能导致周围环境爆炸的过热条件。

此范围包括以下元件：

- 开关型压力控制阀（不带电磁先导阀）CART-*、ARE、ARAM、AGAM、AGIR、AGIS、AGIU、REM
- 流量控制阀 QV、AQFR
- 单向阀 DB、DR、ADR、ADRL、AGRL、AGRLE
- 叠加阀 HMP、HM、KM、HS、KS、HG、KG、JPG、HC、KC、JPC、HQ、KQ、JPQ、HR、KR、JPR
(叠加型快速/慢速流量控制阀DHQ和压力开关MAP，不能用于潜在爆炸性环境)
- 开关型机械类阀、液控、气控阀
- 开关型ISO标准插装阀，SC-LI型和ISO功能盖板，不带电磁先导阀。

8 进入防护 (IP)

“进入防护”表示IEC标准60529中定义的设备的环境保护。

IP分类系统通过两个数字来指定设备提供的防止灰尘和水进入的保护程度。

第1个数	对固体的防护程度	第2个数	对水介质的防护程度	Atos元件
0	不受保护	0	不受保护	
1	防止直径大于50mm的固体物	1	防止垂直滴水，如冷凝水	
2	防止直径大于12mm的固体物	2	倾斜至15° 时可防止滴水	
3	防止直径大于2.5mm的固体物	3	防止角度至60° 时喷水	
4	防止直径大于1.0mm的固体物	4	防止来自任何方向的水飞溅	
5	防尘。防止足以造成伤害的灰尘进入	5	防止从任何方向喷出的水柱	
6	防尘。无灰尘进入	6	防止巨浪或强大的水柱	① ② ③
		7	当浸入深度在150 mm至1 m之间时，防止有害水进入	① ③
		8	防止浸没。适合在水中连续浸泡	

① Atos防爆型多重认证类（矿井/地面）= IP66/67

② Atos本质安全类 = IP66

③ Atos不锈钢防爆类 = IP66/67

cULus认证元件的进入防护为“防雨外壳，UL认证”

8.1 IEC和NEMA标准的比较

根据NEMA标准，对美国市场的外壳防护等级进行了等效分类。

注：由于IEC和NEMA之间的分类标准始终不同，因此无法进行直接比较。

这种比较只是作为从一个系统过渡到另一个系统的一般参考。

NEMA	1	2	3	3X	3R	3RX	3S	3SX	4	4X	5	6	6P	12	12K	13
IEC (IP)	20	22	55		24		55		66		53	67	68	54		