白皮书

防爆摄像机

安全第一

十一月 2021

AXIS COMMUNICATIONS

目录

1 概述 3

2 引言 4

3 爆炸基础知识 4

3.1 可燃性粉尘和纤维 4

3.2 可燃气体 5

3.3 危险区域 5

3.4 安全区域 5

4 防爆原理 5

5 区域分类 5

6 行业标准和认证 6

6.1 “类/分类”体系（美国采用） 6

6.2 “分区”体系（在除美国之外的其他国家中采用） 10

7 “类/分类”体系与“分区”体系比较 16

1 概述

防爆摄像机配有加强型外壳，此外壳通过了相关认证，可用在可能存在易燃物料（液体、气体、蒸汽或粉尘）的危险区域中。危险区域常见于工业厂区中，比如油气田、化工厂、地下矿井、锯木厂和食品加工厂等，在这些地方，可以使用监控摄像机来显著改善安全性和效率。

危险区域中的电气设备需遵守严格的要求，根据行业标准进行测试，以验证是否符合规定。所有标准都基于相同的标准，主要涉及可能存在的易燃气体和粉尘浓度以及这些浓度的持续时间。在美国，危险区域依据美国国家电气规范 (NEC) 的“类/分类”体系进行分类。其他国家采用包含一系列IECEx认证标准的IEC 60079“分区”体系，或者遵守与这些标准存在一定偏差的国内标准。

经认证可用在危险区域中的产品必须带有相应标签，以显示所采用的防爆型式和等级以及有关认证的详细信息。

2 引言

在危险区域中，必须严格遵守与允许的设备类型有关的规定。防爆摄像机通常用于HSE（健康、安全、环境）应用和过程监控。

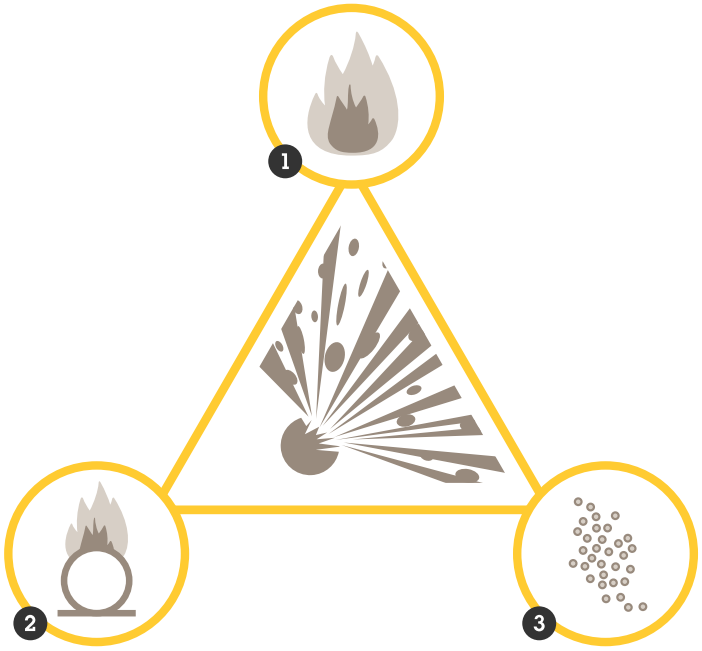
本白皮书介绍了有关爆炸和防爆的基础知识。其中还介绍了与危险环境中的摄像机应用有关的行业标准、认证和产品标志体系。

3 爆炸基础知识

爆炸是一个快速的释能过程，会产生冲击波。要发生爆炸，必须具备三个要素：燃料、氧气和能量。如果缺失其中一个或多个要素，便不会发生爆炸。

易爆环境是指在大气条件下的空气和易燃物质的混合物，其为气体、蒸汽、粉尘或纤维的形式。要点燃可燃混合物，需要有能量，在点燃后，燃烧会蔓延至全部未经燃烧的混合物。

引火源可以是闪电、明火、机械撞击或摩擦火花、电火花、辐射、静电、高温表面或冲击波。存在爆炸风险的区域被称为危险区域。



要发生爆炸，必须具备三个要素：

1 能量
2 氧气
3 燃料

3.1 可燃性粉尘和纤维

物料只能在表面燃烧，因为物料在其表面与氧气发生反应。相较于块体状态，粉尘和纤维的表面积更大，因此粉尘或纤维中的物料比块体形式中的物料更易燃。由于颗粒非常小，因此相比块体物料，它们所需的点火能量要少得多，其原因在于，热传导发生在物料内部，不会丢失能量。煤灰、锯木屑、铝尘、淀粉、花粉、糖粉和面粉就是可燃性粉尘的例

子。一般情况下，可以根据它们是否导电以及颗粒的尺寸来对它们进行分类。棉纤维、人造纤维和麻纤维就是可燃性纤维的例子。

3.2 可燃气体

可燃气体通常只需非常少的能量，便能够与环境中常见的氧气发生反应。这些气体通常是氢和碳的化合物。

3.3 危险区域

危险区域是指易燃液体、蒸汽、气体或可燃性粉尘的存在量足以引起火灾或爆炸的区域。这样的区域包括炼油厂、钻塔和加工厂、输气管路、汽车和飞机加油站、污水处理厂、木材加工厂、以及谷物运输和存储场所。

危险区域的其他名称有Ex区域、分类区域、易爆区域或危险场所，英文缩写为HAZLOC。

3.4 安全区域

防爆摄像机设计用于危险区域。在非危险区域（亦即，安全区域），可以使用标准版本的安讯士产品。这包括为普通和恶劣环境设计的多功能优质摄像机、视频分析应用、物理门禁控制产品和网络音频产品，种类丰富，任您挑选。

4 防爆原理

危险区域中使用的设备必须设计有防爆能力。防爆有三个基本原理：

- 遏制
- 防范
- 隔离

“遏制”是指如果发生爆炸，则会将爆炸限制在明确限定的区域，从而防止波及到周围环境。防火或防爆外壳便采用了这个原理。

“防范”是指在正常运行期间以及发生故障时，将电能和热能限制在安全水平范围内。本安型设备便采用了这个原理。

“隔离”是指以物理方式将电气部件或高热表面与易爆环境隔离。隔离可以通过多种技术手段（如增压和浇封）来实现。

这些原理并不都适合行业标准中所定义的所有分区或分类。

5 区域分类

区域分类用于对可能出现易爆气氛的环境进行分析和分类，以便正确选择、安装和操作要安全地用在此环境中的设备。这种分类还考虑了气体或蒸汽的引燃特性，如引燃能量和引燃温度。它还可用于评估出现易爆粉尘环境的可能性。

辨别可燃性粉尘区域的方法如下：

1. 确认物料是否可燃，并且从评估引火源的角度，判断物料特性。应考虑多种参数，如粒径、含水量、粉尘云和粉层的最低引燃温度、电阻率等。应针对不同的物态划分相应的粉尘组别，可燃性飞絮为IIIA组，非导电性粉尘为IIIB组，导电性粉尘为IIIC组。
2. 找出可能包含易爆粉尘混合物的设备、或者可能存在粉尘释放源的设备。
3. 判断这些粉尘释放源释放粉尘的可能性，并由此判断不同系统组件中存在易爆粉尘环境的可能性。

在完成了上述步骤之后，便可以根据“分区”体系（在下一章中介绍）划分区域并限定区域边界。

在依据北美的“类/分类”体系进行分类的划分时，可采用与这相似的方法。

6 行业标准和认证

危险区域中的电气设备在设备自身以及安装人员的资质方面都要遵守严格的要求。根据多种行业标准对它们进行测试，以验证是否符合规定。

就防爆型设备的分类和认证而言，虽然依据的标准各有不同，但都基于相同的判定标准。它们主要涉及易爆环境将由气体还是由粉尘导致、气体或粉尘的浓度、以及这个浓度的持续时间。

在美国，防爆型电气设备依据美国国家电气规范 (NEC) 第500条所述的“类/分类”体系进行分类。在加拿大，与之相当的标准是加拿大电气规范 (CEC) 第18节。

其他国家采用包含一系列IECEx认证标准的IEC 60079“分区”体系。

请注意，可能需要遵守某些当地标准和特殊规定，比如ATEX、EAC或INMETRO。

6.1 “类/分类”体系（美国采用）

在美国，负责相关法律法规的权威机构是职业安全与健康管理局 (OSHA)。OSHA修订了美国国家电气规范 (NEC) NFPA 70（由美国国家消防协会颁布），或者更具体地讲，订立了NEC的涉及分类规定的第500–506条。OSHA还根据NEC针对危险区域中所安装的电气产品提供了一系列测试标准，并且还提供了国家认证机构 (NCB) 名录。

“类/分类”体系的认证（如NEC第500–503条中所述）可以依据多种测试标准，如FM3600、FM3615和UL1203，而“类/分区”体系的认证（如NEC第505–506条中所述）则可以依据ISA/UL 60079系列标准。

必须由经NCB官方认可的测试实验室依据相应的标准进行测试。国家认可测试实验室 (NRTL) 名录中的实验室包括（比如）FM、UL和CSA。虽然这些实验室也颁布了自己的测试标准，但在获得相关许可的前提下，他们通常也可以根据其他实验室的标准以及他们自己的标准进行测试。

6.1.1 类

类的定义依据的是环境中可能存在的易爆或可燃物质的类型。

表 6.1 “类/分类”体系中的类定义。

级别	存在的物质
I	易燃蒸汽或气体
II	可燃性粉尘
III	可燃性纤维或飞絮

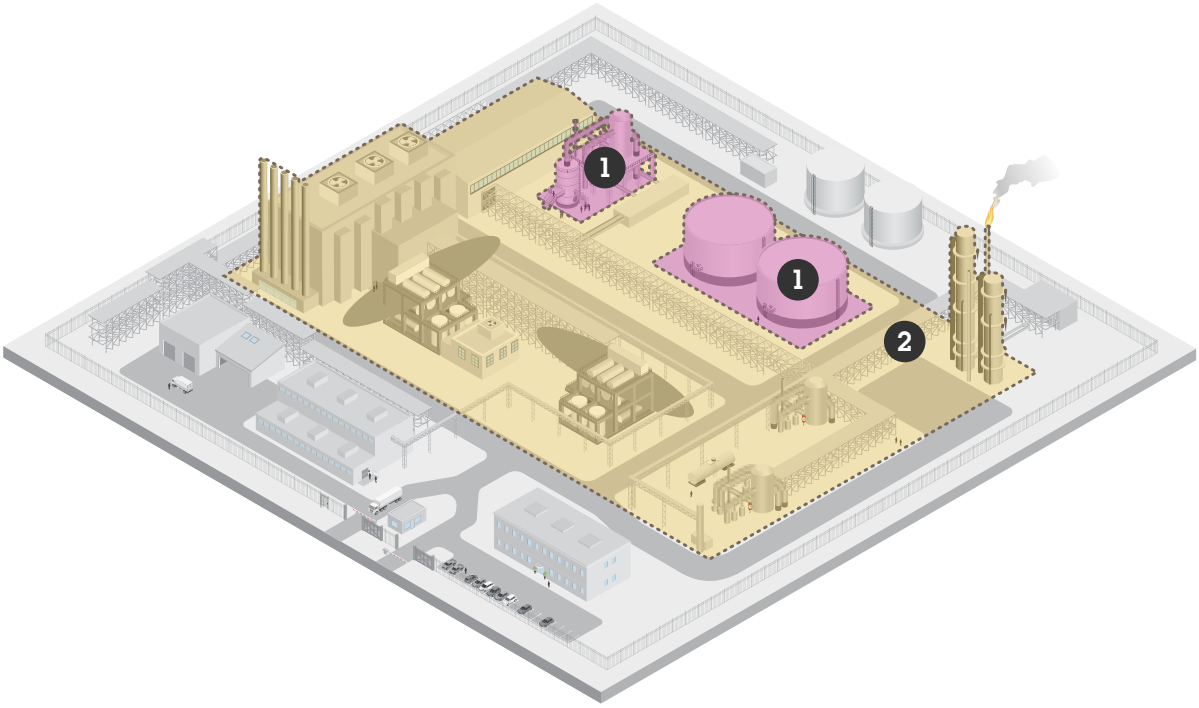
I类场所是可能存在易燃蒸汽和气体的场所。II类场所是可能存在可燃性粉尘的场所。III类场所是因存在易燃纤维或飞絮而具有危险性的场所。

6.1.2 分类

以上三类都可以各自进一步划分为1分类或2分类。这种分类按照以可燃浓度存在的危险物料的概率来定义。通过了1分类认证的设备也可以用在同类的2分类中。

表 6.2 “类/分类”体系中的分类定义。

分类	定义
1	在这个分类中，在正常工况下存在可引燃浓度水平的危险物料，并且/或者因频繁维护或维修或者频繁设备故障而导致存在这样的风险。
2	在这个分类中，对可引燃浓度水平的危险物料进行搬运、处理或使用，但这期间通常使用了封闭式容器或封闭式系统来容装危险物料，只有在这类容器或系统意外破裂或损坏时，危险物料才会逸出。



包含不同分类的工业厂区。
1 1分类区域

2 2分类区域

在2分类区域中，在正常条件下存在易爆环境，这种环境的存在时长为每年1至10小时。

在1分类区域中，将持续或间歇地定期存在易爆环境，这种环境的存在时长为每年10小时以上。这种区域常见于装有易燃液体的储罐内部、以及阀门旁边。

6.1.3 分组

I类和II类还进一步划分了危险物料组别。这些分组与物质的易燃等级相关，这些易燃等级主要基于最大爆炸压力来划分。下表显示了每组的典型易燃物料。这些物料涉及特定引燃能量，在不超过这个能量的情况下，设备是安全的。

表 6.3 “类/分类”体系中的易燃物质组别。

组别	**易燃物料（示例）**
A	乙炔
B	氢气
C	乙烯
D	丙烷
E	金属粉尘
F	碳质粉尘
G	可燃性粉尘

6.1.4 温度组别

温度组别指定了设备表面的最高允许温度。这个温度不应超过周围环境的引燃温度。引燃温度是在标准大气压力下，在不存在火花或火焰的情况下，着火或引起自维持燃烧（与加热或受热元素无关）所需的最低温度。

I类温度标志所涉及的温度不应超过NEC第500–5(d)节中针对将要遭遇的特定气体或蒸汽所规定的引燃温度。

表 6.4 “类/分类”体系中的温度组别。

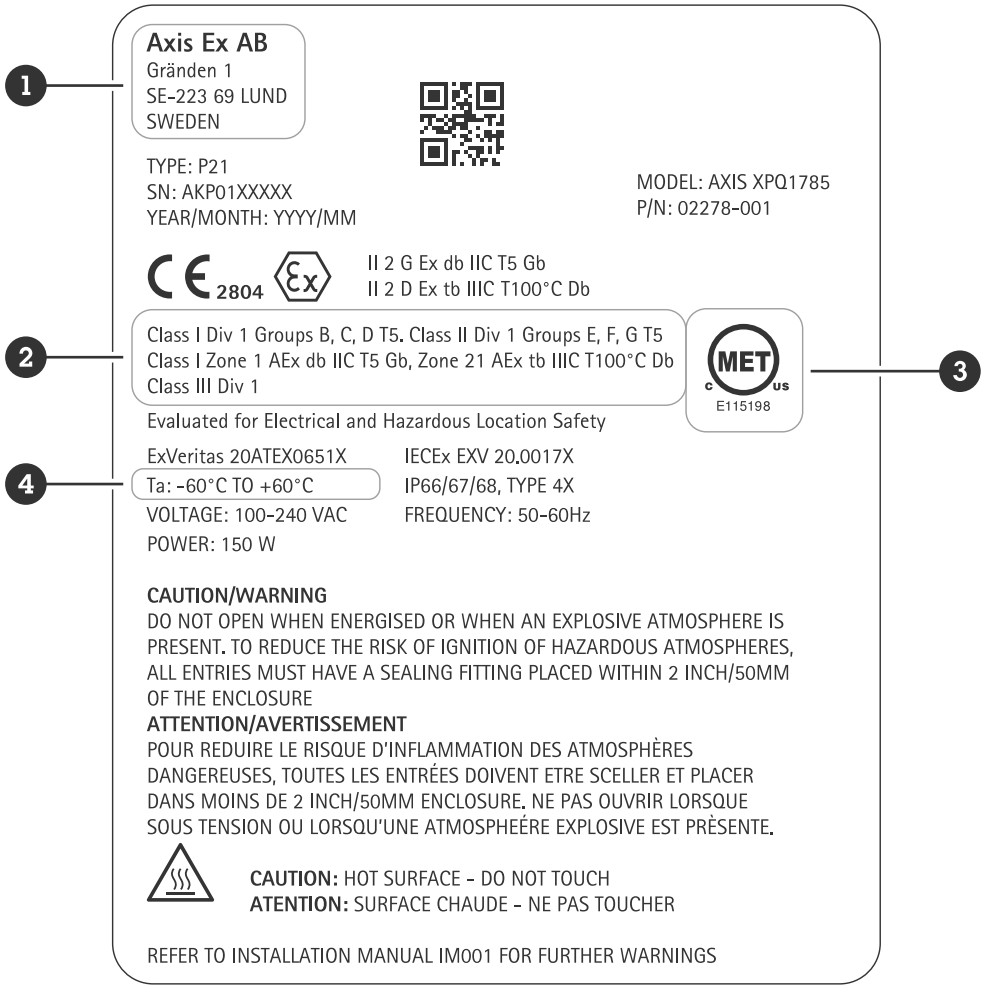
温度组别	**电气设备的允许表面温度**	
	° C	**° F**
T1	450	842
T2	300	572
T2A	280	536
T2B	260	500
T2C	230	446
T2D	215	419
T3	200	392
T3A	180	356

表 6.4. “类/分类”体系中的温度组别。(续)

T3B	165	329
T3C	160	320
T4	135	275
T4A	120	248
T5	100	212
T6	85	185

6.1.5 产品标志

在北美市场，防爆型产品必须带有相应的标志标签，其中标注了制造商、证书颁发机构、证书编号、以及NFPA 70 (NEC 500–506) 和CSA C22.1认证标志。



产品标志标签

1 *设备制造商*
2 *NFPA 70和CSA C22.1认证标志*
3 *证书颁发机构和证书编号*
4 *安全工作温度*

下表简要介绍了美国市场的产品标志。

表 6.5 根据“类/分类”体系（如NEC第500条中所述）的产品标志说明——以标有“I类，1分类，B、C、D组，T5”的产品为例。

易爆环境	区域分类	气体/粉尘组别	温度组别代码
I类：气体/蒸汽 II类：粉尘 III类：飞絮	**1分类** 2分类	A：乙炔 **B：氢气** **C：乙烯** **D：丙烷** E：金属粉尘 F：碳质粉尘 G：可燃性粉尘	T1–T6 **T5：100 °C** （设备的最高表面温度）

表 6.6 根据美国“分区”体系（如NEC第505条中所述）的产品标志说明——以标有“I类，1区，IIC，T5”的产品为例。

易爆环境	区域分类	气体/粉尘组别	温度组别代码
I类：气体/蒸汽 （对于粉尘环境，标志中不应提及危险分类（II类）。）	0区（气体） **1区（气体）** 2区（气体） 20区（粉尘） 21区（粉尘） 22区（粉尘）	IIA：丙烷 IIB：乙烯 **IIC：乙炔** IIIA：可燃性飞絮 IIIB：非导电性粉尘 IIIC：导电性粉尘	气体：T1–T6 **T5：100 °C** （设备的最高表面温度）

6.2 “分区”体系（在除美国之外的其他国家中采用）

国际电工技术协会 (IEC) 颁布了IEC 60079标准，其中就易爆环境中的电气设备制定了一系列标准。不同国家或地区可能基于这些标准施行了各自的国内标准。

在欧盟，设备必须符合欧盟指令2014/34/EU的基本要求，这一指令又称为“ATEX指令”，其中规定了在涉及易爆环境的区域中所允许的设备和工作环境。

“IECEx设备认证计划”是一项自愿的认证计划，有助于用于易爆环境中的设备在全球其他主要国家/地区顺利获得认可。IECEx是IEC认证体系，依据与用于易爆环境中的设备相关的标准来进行认证。

6.2.1 分区

危险区域可划分为不同分区。分区按照周围环境中以可燃浓度存在的危险物料的概率来定义。

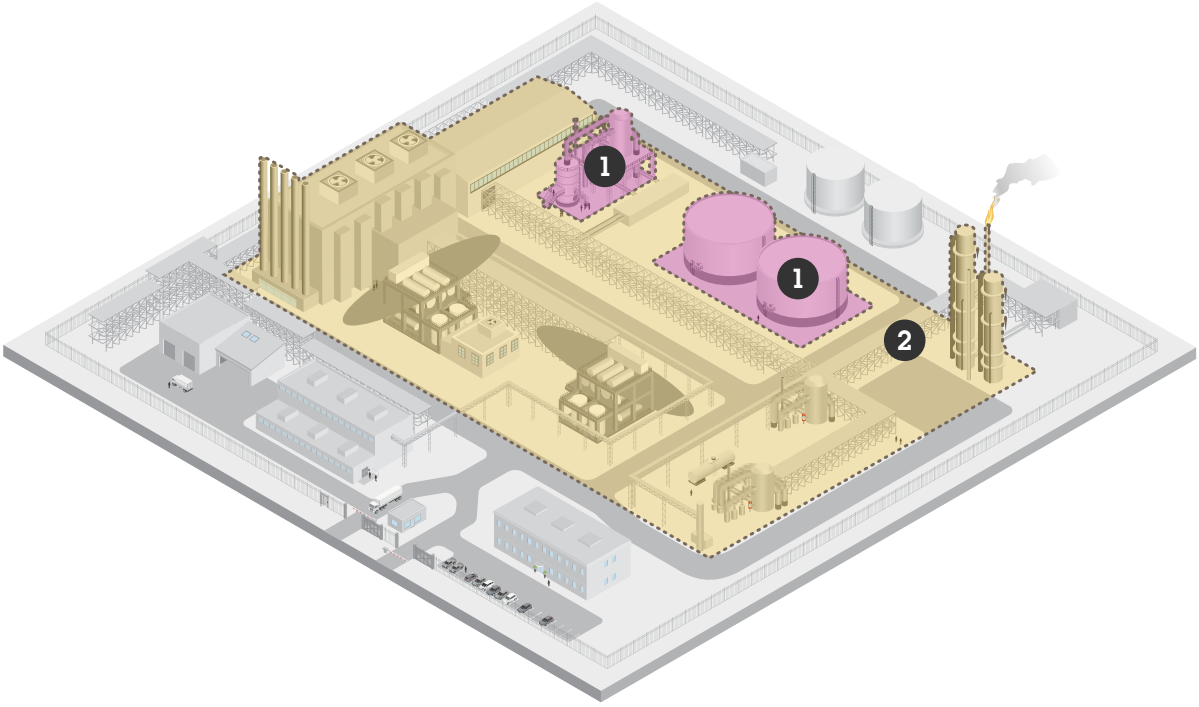
表 6.7 危险区域分区。

分区		易燃气体与空气的混合物或者粉尘云每年存在的时长
气体	灰尘	
0	20	≥1000小时/年 (10%)
1	21	10 < 且 < 1000小时/年 (0.1% – 10%)
2	22	1 < 且 < 10小时/年 (0.01% – 0.1%)

就气体环境而言，0区是易爆气体与空气的混合物持续或频繁存在或者存在较长时间的区域。1区是在正常运行期间可能短时间存在易爆气体与空气的混合物的区域。在2区中，不太可能出现易爆气体与空气的混合物。如果出现，这是因异常条件所致，并且存在时间将非常短。

对于可燃或导电性粉尘云，相对应的分区为20、21和22区。

1区和2区（或者21区和22区（对于粉尘环境））是较常见的分类，0区（或者20区(对于粉尘环境））仅限于难以触及的小区域或者技术设备内部的区域。通过了0 (20) 区认证的产品可以用在0、1和2区（20、21和22区）中。通过了1 (21) 区认证的产品可以用在1和2区（21和22区）中。



包含不同分区的工业厂区。
1 0区或1区区域
2 2区区域

6.2.2 防爆型式

可以通过多种方式对危险区域中使用的电气设备进行防爆保护。下表列出了可在不同分区中使用的防爆型式。

表 6.8 防爆型式。

标识	防爆型式	分区
Ex d	防火（防爆）外壳	1, 2
Ex e	增安	1, 2
Ex I	本安	0, 1, 2, 20, 21, 22
Ex o	油浸	1, 2
Ex p	增压（充气）装置	1, 2, 21, 22

表 6.8. 防爆型式。(续)

标识	防爆型式	分区
Ex q	充粉（砂）	1, 2
Ex m	浇封	0, 1, 2, 20, 21, 22
Ex n	不易燃和/或通常无火花的电路	2
Ex t	外壳	20, 21, 22

安讯士防爆摄像机属于Ex d或Ex t防爆类别，但某些附件属于Ex e类别。对于标注有Ex d的设备，防爆外壳应能够防止内部爆炸波及至周围的气体混合物。在Ex t防爆方式中，外壳能够限制表面温度，将可燃性粉尘与电子部件隔离开。Ex e（即，增安型）防爆方式能够保证无弧闪、火花或高温表面的气体环境。

6.2.3 设备组别

在进行防爆认证时，将各类设备划分为三组。I组涉及矿区中使用的设备，II组和III组涉及所有其他应用。

表 6.9 依据“分区”体系的设备组别。

应用	组别	子组	所涉及的应用可能因以下物质而引发险情
采矿	I		甲烷
易爆气体	II	A	丙烷、甲烷及类似气体
		B	乙烯及其他此类工业气体
		C	乙炔、氢气及其他易燃气体
可燃性粉尘	III	A	易燃颗粒
		B	非导电性粉尘
		C	导电性粉尘

IIC是气体环境的最高组别，通过了IIC认证的产品也可以用在要求IIB或IIA设备的环境中。同样，IIB产品可以用在要求IIA设备的环境中。粉尘环境的情况与之相似，其最高组别为IIIC。

6.2.4 温度组别

空气与危险气体的混合物在接触高热表面时可能被引燃。引燃的发生取决于表面区域的温度以及气体的浓度。引燃温度（又称为自动引燃温度 (AIT)）是物质（无论是固态、液态，还是气态）发生自维持燃烧的最低温度。无论是在正常工作期间，还是在工作异常期间，危险区域中使用的设备的表面温度都不得超过AIT。

设备的最高温度必须始终低于其周围气体、蒸汽或空气混合物的AIT。由认证机构对经认证的设备进行最高温度测试。接受过测试的设备会获得一个温度组别代码，指示最高表面温度。

表 6.10 依据“分区”体系的温度组别代码。

温度组别代码	最高表面温度	
	° C	° F
T1	450	842
T2	300	572
T3	200	392
T4	135	275
T5	100	212
T6	85	185

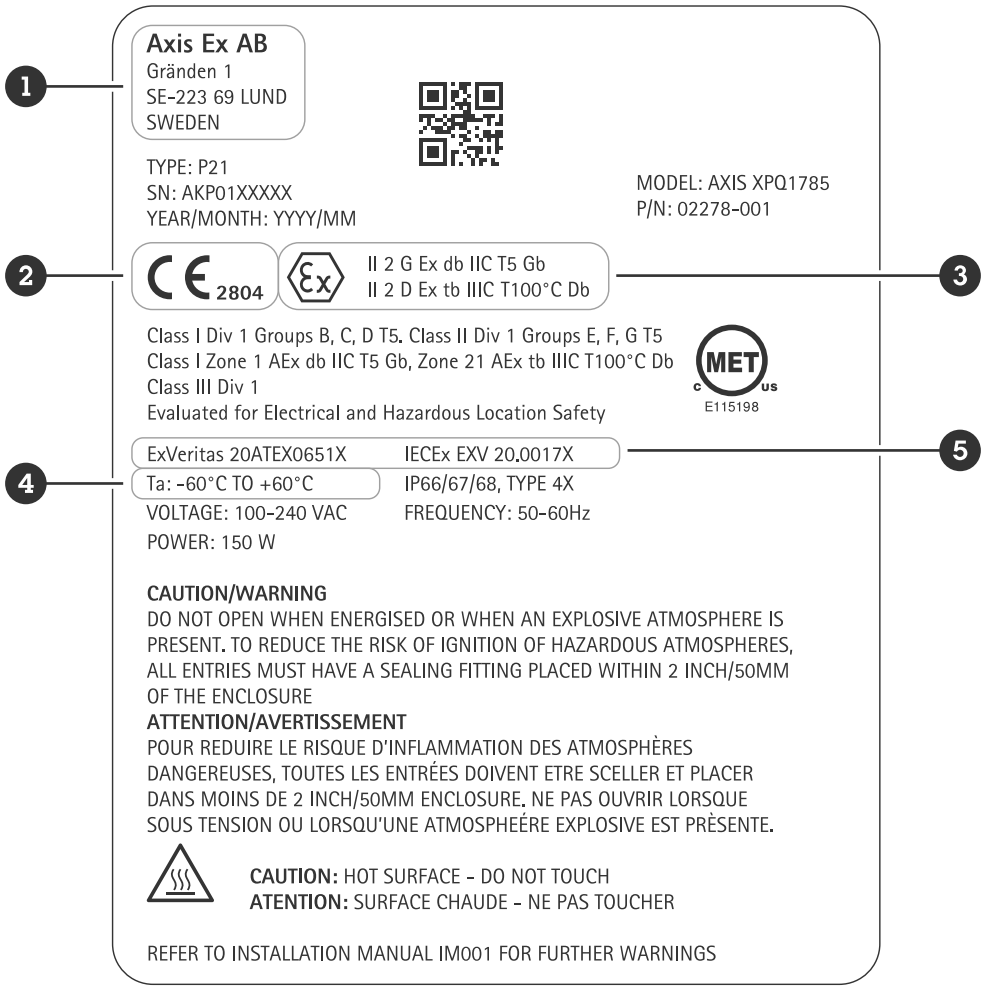
请注意，环境温度也会影响温度组别。例如，如果产品自身温度为10 ° C（或者，例如为10 ° F），但其周围环境温度最高可达80 ° C（或180 ° F），那么最高表面温度将为90 ° C（或190 ° F），该产品的温度组别代码必须为T5。T6组别的产品可用在要求T5设备的区域中，而T5设备则不得用在要求T6设备的区域中。

6.2.5 产品标志

经认证可用在危险区域中的所有电气设备必须带有相应标签，以显示所采用的防爆型式和等级。

在欧洲，标签必须显式CE标志以及对制造商质量体系进行监控的认证机构的代码。除了CE标志外，还要提供ATEX Ex标志，后接组别、类别信息，如果为II组设备，还会附带与气体

或粉尘有关的标志（G或D）。这些标志进一步注明了防爆型式、装置组别、温度组别以及设备防爆等级。



产品标志标签

1 *设备制造商*
2 *CE标志以及审查质量体系的认证机构*
3 *ATEX和IECEx标志*
4 *安全工作温度*
5 *ATEX和IECEx证书*

下表简要介绍了依据ATEX标准的产品标志。

表 6.11 相对于气体环境而言的根据“分区”体系（如ATEX标准中所述）的产品标志说明——以标有“II 2 G Ex db IIC T5 Gb”的产品为例。

设备组别	设备类别	周围环境	防爆
I：矿区 **II：表面加工行业**	1：0（或20）区 **2：1（或21）区** 3：2（或22）区	**G：气体** D：粉尘	Ex
防爆型式	**气体组别**	**温度组别代码**	**设备防爆等级**
d：防火外壳 **b：1区**	IIA：甲烷 IIB：乙烯 **IIC：氢气**	**气体：T1–T6** **T5：100 °C**	**G：气体** **b：1区**

表 6.12 相对于粉尘环境而言的根据“分区”体系（如ATEX标准中所述）的产品标志说明——以标有“II 2 D Ex tb IIIC T100° C Db”的产品为例。

易爆环境	设备类别	周围环境	防爆
I：矿区 **II：表面加工行业**	1：0（或20）区 **2：1（或21）区** 3：2（或22）区	G：气体 **D：粉尘**	Ex
防爆型式	**粉尘组别**	**最高表面温度**	**设备防爆等级**
t：通过外壳防爆 **b：21区**	IIIA：可燃性飞絮 IIIB：非导电性粉尘 **IIIC：导电性粉尘**	**100 °C**	**D：粉尘** **b：21区**

7 “类/分类”体系与“分区”体系比较

本节以表格形式简单比较了这两种体系。

表 7.1 I类区域分类比较。

0区	1区	2区
在这里，在正常工况下，持续或长时间存在可燃浓度水平的易燃气体、蒸汽或液体。	在这里，可燃浓度水平的易燃气体、蒸汽或液体： – 在正常工况下有可能存在 – 可能因维修维护操作或泄漏而频繁存在	在这里，可燃浓度水平的易燃气体、蒸汽或液体： – 在正常工况下不太可能存在 – 存在时间较短 – 只有在发生事故或者某些异常工况时，才会引发险情
1分类		**2分类**
在这里，可燃浓度水平的易燃气体、蒸汽或液体： – 在正常工况下有可能存在 – 因维护/维修作业或频繁设备故障而频繁存在		在这里，可燃浓度水平的易燃气体、蒸汽或液体： – 在正常工况下不太可能存在 – 通常使用封闭式容器来容装，这样，只有在这类容器意外破裂或损坏时或者在设备工作异常的情况下，这些危险物料才会逸出

表 7.2 I类组别比较。

分区	类/分类
IIC – 乙炔和氢气	A – 乙炔
	B – 氢气
IIB – 乙烯	C – 乙烯
IIA – 丙烷	D – 丙烷

表 7.3 I类温度组别比较。

0、1和2区	1和2分类	最高温度
T1	T2	450° C (842° F)
T2	T2	300° C (572° F)
	T2A	280° C (536° F)
	T2B	260° C (500° F)
	T2C	230° C (446° F)
	T2D	215° C (419° F)

表 7.3. I类温度组别比较。(续)

0、1和2区	1和2分类	最高温度
T3	T2	200° C (392° F)
	T3A	180° C (356° F)
	T3B	165° C (329° F)
	T3C	160° C (320° F)
T4	T4	135° C (275° F)
	T4A	120° C (248° F)
T5	T5	100° C (212° F)
T6	T6	85° C (185° F)

T10171706/zh/M1.13/2111

关于 Axis Communications

Axis 通过打造网络解决方案，不断提供改善 安防技术的独特见解并引入创新业务模式，旨在创造一个更加 智能、安全的世界。 作为网络视频行业的领导者，Axis 致力于 推出视频监控和分析应用、访问 控制、内通系统以及音频系统的相关产品和服务。 Axis 在全球 50 多 个国家和地区设有办事机构，拥有超过 3800 名专职员工，并与 遍布世界各地的合作伙伴携手并进，为客户带来高价值的解决方案。 Axis 创立于 1984 年 总部位于瑞典隆德。

有关 Axis 的更多信息，请访问我们的网站 *axis.com*.

©2021 Axis Communications AB。AXIS COMMUNICATIONS、AXIS、ARTPEC 和 VAPIX 是 Axis AB 在各个辖区的注册商标。 其他全部商标均为其各自所有者的财产。我们 保留在未预先通知的情况下提出修改的权利。