



驾驭危险场所：

如何针对危险场所选择经 ATEX 和 UL 认证的电机：
全面合规指南

含有易燃气体、蒸汽或可燃粉尘的工业环境需要采用专门的设备。部署在此类危险场所的电机必须既可防止产生点火源，又能够具备现代自动化所需的精度和性能。

对于许多工程团队而言，挑战并非在于理解安全的重要性。关键在于理清相互重叠的监管体系、协调全球不同的认证标准并选择一台足以满足性能目标而又免于增加尺寸、成本或复杂性的电机。

本文提供了一个实用框架，指导您如何在易爆的环境中选用并部署伺服电机技术。文章阐述了分级体系，概述了基本的防护概念，并针对 UL、ATEX 和 IECEx 环境提出了一套结构化的电机选型方法。通过将安全要求与实际环境风险相匹配，企业可以在保持高性能和成本效益的同时，确保人员与基础设施的安全。



危险场所挑战

危险场所是指可能存在易燃气体、蒸汽、可燃粉尘或可燃纤维并且其含量足以引发爆炸或火灾的区域。在此类环境中，电机和其他电气设备因电弧、火花或热输出而天然存在着火风险。

在过去，这造成了电机在性能上的差距。工程师必须在危险场所合规性所需的安全性与先进自动化所需的精密运动控制之间做出取舍。防爆结构也往往意味着更大的框架、更重的外壳和有限的动态特性。

如今，这一差距正在不断缩小。得益于设计、材料、热管理和反馈系统方面的进步，电机能够提供严苛场景所需的转矩密度、动态响应和精度。但随着这些进步的出现，挑战也从技术性能转向了规格的确切性。

各企业现在必须应对有关危险场所环境的不同监管标准、分级体系以及运动控制要求。在许多情况下，不确定性常常会导致用户超规格选型，如选择高于实际环境要求的防护等级，以确保安全性和性能。尽管初衷是好的，但这会导致增加不必要的成本、重量和集成复杂性。

凭借正确的理解和框架，企业可以优化电机选型，以实现工业自动化中的安全性与生产效率。



了解法规环境

区域标准规定了设计、测试和认证危险场所设备的具体要求。北美和欧洲以往一直拥有不同的体系，但随着经济全球化的发展，两者正通过 IECEx 体系朝着协调统一的方向迈进。让我们来详细了解一下当前的法规环境。



北美标准 (UL 和 CSA)

在美国,《国家电气规范》(NEC)对危险场所进行了定义,主要载于第 500 至 505 条。加拿大则遵循《加拿大电气规范》(CEC)。美国保险商实验室 (UL) 和加拿大标准协会 (CSA) 等认证机构通过严格的测试和认证来执行这些标准。



欧洲指令 (ATEX)

在欧盟地区,用于危险环境的设备受 ATEX 框架管辖。该框架采用设备组别和类别体系进行分类,并由两大主要指令组成:

- **指令 2014/34/EU:** 适用于专门用于潜在爆炸性环境的设备和防护系统。
- **指令 1999/92/EC:** 规定了最低要求,以改善可能面临爆炸性环境风险的工人的安全与健康保护。



全球认证 (IECEx)

全球制造商面临的主要挑战是设计出同时满足 UL 和 ATEX 要求的设备。这正是国际电工委员会爆炸性环境用设备标准认证体系 (IECEx 体系) 变得至关重要的原因。

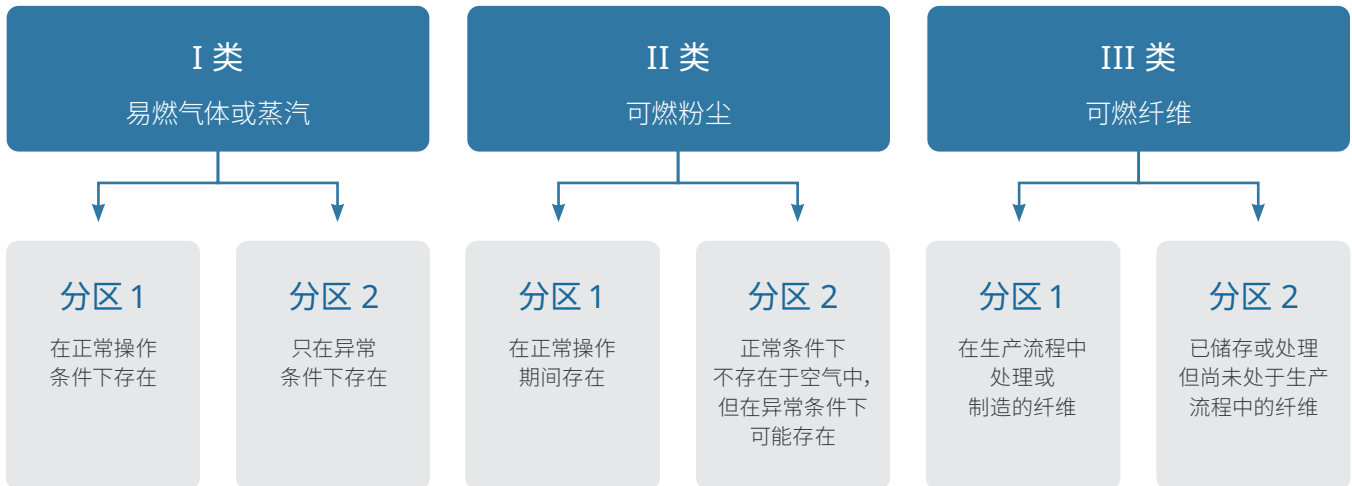
IECEx 本身并非一种标准,而是一种国际认证计划,旨在促进用于爆炸性环境的设备的国际贸易。其目标是构建一种全球认可的统一测试和认证框架。对于制造商而言,这意味着一条更加精简、成本更低的全球市场准入路径。对于最终用户来说,它可证明设备符合全球公认的安全基准。



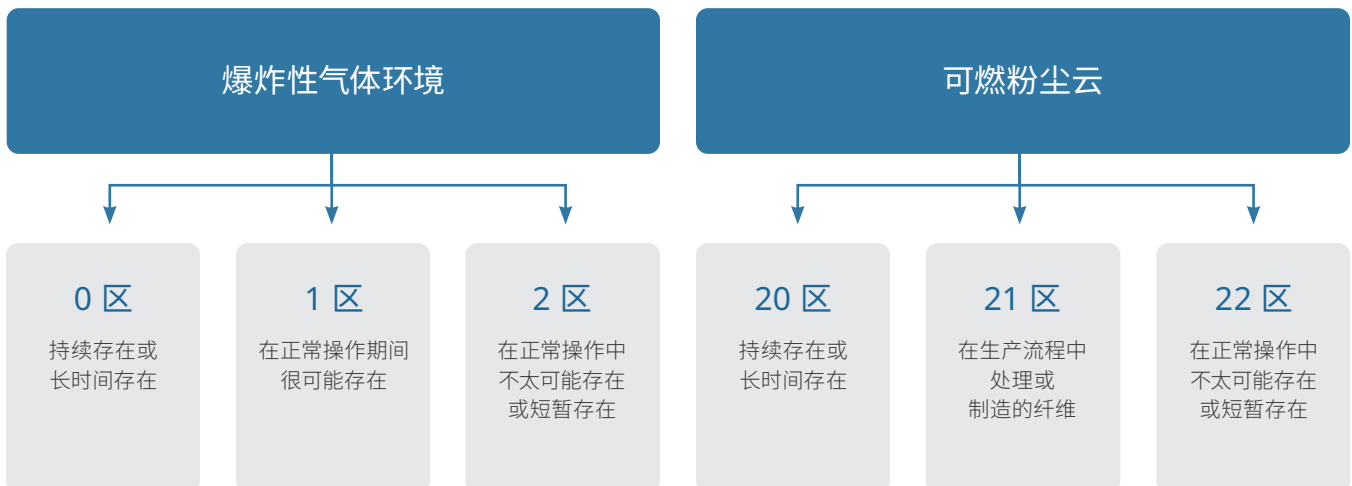
环境风险分类

电机选型应以环境分类为前提。当防护等级超出实际环境需求时，便会导致多余的尺寸、成本和复杂性。而另一方面，规格不足会造成真实的风险。根据区域标准，共有两种主要分类体系用于规定和传达环境风险：分类/分区体系和区域体系。

分类/分区体系 (北美)



区域体系 (ATEX/IECEX)



2 区和 22 区环境在自动化环境中越来越普遍。然而，许多制造商仍然倾向于选用专为 1 区或分区 1 环境而设计的防爆电机。[科尔摩根的 AKME 系列](#)经过专门设计和 ATEX 认证，适用于在正常操作期间不太可能存在危险的此类爆炸性环境，从而提供了一个理想解决方案，避免了过度选型或选型不足的情况。

分类对比方式

气体/蒸汽环境

风险级别	分类/分区体系 (北美)	区域体系 (ATEX/IECEX)	示例
持续存在	I类, 分区 1	0 区	储罐内部、封闭蒸汽空间
在正常操作时很可能存在	I类, 分区 1	1 区	泵房、喷漆室、 精炼厂工艺区域
在正常操作时不太可能存在	I类, 分区 2	2 区	密封处理系统的邻近区域、 通风良好的外壳内

可燃粉尘环境

风险级别	分类/分区体系 (北美)	区域体系 (ATEX/IECEX)	示例
持续存在粉尘云	I类, 分区	20 区	谷物筒仓或集尘器内部
在正常操作期间很可能存在	I类, 分区 1	21 区	谷物装卸、面粉输送系统
仅限异常条件	I类, 分区 2	22 区	包装区域、封闭式传送带系统



将风险转化为电机设计

完成环境分类后，接下来便是理解危险场所电机如何在保证性能的同时防止起火。事实上，危险场所电机设计需要外壳结构、火焰管控、发热控制和系统集成措施共同作用来降低起火风险。

防爆和防火结构 (Ex d)

防爆电机的设计旨在将任何起火事件遏制在其内部，防止火焰蔓延到外部环境。外壳必须能够承受内部压力，防止点燃周围气体。这种防护概念通常用于 1 区 (或 I 类、分区 1) 环境。

粉尘点燃防护 (Ex t)

在可燃粉尘环境中，首要的关注点从火焰隔离转向粉尘侵入和表面温度控制。壳体必须经过密封，以防止粉尘进入电机壳体。经过认证的电缆入口和带密封垫的接口对于维持 II 类或 20-22 区的区域合规性至关重要。

许多防尘或需要冲洗的环境都需要诸如 IP67 或 IP69K 这样的高级侵入防护等级。虽然 IP 防护等级无法替代危险场所认证，但它们通过防止可能损害安全性和性能的粉尘积聚和湿气侵入，为长期可靠性提供了保障。

火焰通路和机械公差

它们是电机结构中经过精密加工的间隙和接合面 (例如，在电机外壳和端盖之间)。如果内部发生爆炸，高温气体会被迫通过这些长而窄的通路。该通路会在气体被排出之前，将其冷却至低于外部危险环境自燃点的温度。

温度等级 (T 代码)

电机在运行期间可达到的最高表面温度是一项重要的安全参数。温度等级 (T1-T6) 对这些限值做出了规定。例如，T3 级别电机不得超过 200°C。所选电机的 T 代码必须低于环境中存在的特定气体或粉尘的自燃温度。

电缆和反馈装置

危险场所电机必须能够安全地同时管理高压电源和低压反馈信号。使用屏蔽或铠装电缆、经认证的接头以及合适的导体分离，可降低电弧或火花感应的风险。此外，旋转变压器因其耐用性和抗扰度而常用于恶劣环境中，而编码器在经过适当保护和认证后同样可能是合适的选择。

在 2 区和 22 区应用中，简化的单电缆配置可减少连接点并精简安装，同时保持合规性。



安装和调试的理想做法

正确的安装与电机设计同等重要。如果安装不当，即使是经过正确认证的电机也可能会失去合规性。想要让电机在危险场所发挥性能，就必须保持其外壳完整性、接地连续性并确保经过认证的系统配置。

密封和接头

电缆入口是危险安装环境中常见的故障点。经过认证的电缆接头和导管密封件必须与电机的防护概念及环境分类保持一致。密封不当的入口可能会导致火焰蔓延或粉尘进入，从而影响合规性。请务必根据制造商规定的转矩和啮合规格安装所有密封部件。

接地和搭接

等电位搭接的基本规程可防止静电积聚，提供明确的故障电流路径。搭接导体必须牢固、连续且符合当地电气规范。接地不良会增加点火风险，并有可能影响信号完整性。

热管理

经过认证的温度限值基于规定的运行条件。驱动器参数必须确保电机在峰值负载或异常条件下不会超过其额定 T 代码。在调试期间，应配置并验证热敏传感器、电流限值 and 过载保护。最后，还需根据实际安装条件来验证环境温度设定的设定是否合理。

驱动器匹配

伺服驱动器通常会安装在危险区域之外或者经过认证的吹扫式或加压外壳内部。驱动器和电机之间的布线必须符合隔离与屏蔽要求。驱动器放置不当会引入意外的点火源。

选择合适的电机技术

危险场所合规性只是电机选型的一方面。应用场景中的电机性能要求同样需要考虑。

性能与防护

评估所选电机是否可提供与标准工业平台相当的控制特性。防爆伺服电机、专用步进电机和同步电机可在维持所需防护等级的同时提供同等的响应效果。目标在于确保运动控制解决方案可同时提供安全性与所需性能。

认证核实

请务必检查电机铭牌上的认证标志。UL 认证将包含一个档案编号以及区域分类，而 ATEX 认证则包含表明其适用于某些特定区域的具体标识。IECEX 证书可提供额外的全球合规性保障。

对于服务国际市场的原始设备制造商而言，针对 UL、ATEX 和 IECEX 环境分别配置不同的电机会增加复杂性。多个零件号意味着更大的库存、更久的交货周期以及更重的档案负担。在可能的情况下，应优先考虑具有多种标准认证的电机。

应用重点

危险场所应用具有各种各样的运动要求。虽然防爆伺服电机以其合规性和高度动态的性能而广泛应用，但它们并非唯一的选择。其他可选的电机技术还包括同步电机、步进电机和永磁直流电机。

科尔摩根提供**非常丰富的危险场所电机产品组合**，这些电机已通过 UL、ATEX 和 IECEx 标准认证。凭借丰富的框架尺寸和协同工程设计能力，我们的运动控制专家可帮助您驾驭复杂的认证流程，优化系统性能以满足北美分类/分区体系以及全球替代性区域体系环境的要求。

在选择用于危险环境的电机时，需评估：

- 经过确认的分类/分区或区域分类
- 所需温度等级 (T 代码)
- 转矩和转速要求
- 占空比和过载工况
- 所需反馈类型 (旋转变压器和编码器)
- 电源和母线电压
- IP 防护等级要求
- 电缆和接头认证
- 全球认证需求 (UL、ATEX、IECEx、CSA)
- 物理空间和安装限制

如今的危险场所设施日益依赖于自动化技术来保证产出、一致性和质量。在这些环境中运行的电机必须具有此类严苛环境所要求的精度、可靠性与性能。利用结构化的分类、防护概念和技术选型方法，制造商能够设计出既可实现高性能自动化又能保护人员安全的系统。

安全是基石。性能是目标。科尔摩根可以帮助您二者兼得，无需做出任何妥协。



准备好向前迈进了吗？

[联系科尔摩根](#)，与科尔摩根的专家讨论您在危险场所应用方面的需求和目标。

关于科尔摩根

作为 Regal Rexnord 旗下品牌，科尔摩根在运动控制领域拥有 100 多年的经验，致力于提供高性能且可靠的电机、驱动器、AGV 控制解决方案和自动化平台，享誉业界。我们提供的突破性解决方案在性能、可靠性和易用性方面更胜一筹，为机器制造商提供无可争议的市场优势。