

## 如何为恶劣的工作环境选择合适的连接器？

Mouser Electronics 技术营销经理 Mark Patrick

在所有的电子系统中，最薄弱的环节是什么？如果您正在为恶劣环境进行产品设计，那么最薄弱的环节可能是看似简单的连接器。它适用于任何需要坚固组件的应用，无论是工业、采矿、运输还是其他任何行业。在安全性很关键的系统中，任何故障都可能是严重的——并且可能是致命的。

连接器是任何设计的重要组成部分，无论是处理模拟信号、数字数据还是电源。在许多系统中，它必须连接多个传感器和执行器，以及多个子系统。

在本文中，我们将介绍可能导致连接器故障的环境因素，在恶劣条件下生存的不同类型连接器（包括相关的 IP 等级），以及如何为您的应用选择合适的连接器——而不会过度浪费指定的空间和成本。

### 防尘防潮

连接器故障的最大可能原因之一是水分或污染物的进入，例如灰尘或污垢。水可随空气，或者通过软管或其他流动水源进行清洁时进入连接器。清洁还可能导入化学物质或表面活性剂，这些化学物质或表面活性剂会腐蚀电导体，因此至少会降低它们携带电流的能力，并可能导致故障。

潮湿环境中的冷凝也会带来水分，特别是当设备从寒冷的环境移动到温暖的环境时。不可避免地，水和电不能很好地结合在一起，这会导致出现破坏性的短路问题。

进入连接器的污垢或灰尘会随着时间的推移而形成绝缘层，这意味着连接器的连接质量很差。而且灰尘或污垢也会导致过热。

入侵保护或 IP 是由 IEC 的 IP 标准 IEC 60529 进行规定，该标准已被广泛使用。该标准使用两位数字来表示设备对固体物体（第一位数字）和液体（第二位数字）的保护，如表 1 所示。

1 <sup>st</sup> digit	Protection against solid objects	2 <sup>nd</sup> digit	Protection against liquids
0	Not protected	0	Not protected
1	Protected against objects >50 mm	1	Protected against drips
2	Protected against objects >12.5 mm	2	Protected against drips if the housing is bent at an angle of 15°
3	Protected against objects >2.5 mm	3	Protected against spray water
4	Protected against objects >1.0 mm	4	Protected against splash water
5	Dust protected	4 K	Protected against splash water at increased pressure
6	Dust-tight	5	Protected against jet water
		6	Protected against strong jet water
		6 K	Protected against strong jet water at increased pressure
		7	Protected against the effects of temporary submersion in water
		8	Protected against the effects of permanent submersion in water
		9 K	Protected against water during high pressure/steam cleaning

表 1. IEC IP 等级。

例如，IP67 意味着设备完全防尘并且防止暂时浸入水中。这种保护是通过重型密封件和垫圈（通常由硅树脂制成）实现的。多个密封可以提供余量，因此即使一个密封失效也能保持进入保护。

除了 IEC IP 等级外，另一种常用的入口保护系统是美国国家电气制造商协会（NEMA）等级。连接器和机箱的产品数据通常会提供 IP 和 NEMA 等级。

### 其他环境危害

除了灰尘和湿气之外，极端温度可能会损害连接器。例如许多工业工艺中遇到的高温，或者采矿中，地下高环境温度会导致连接器出现极端情况。频繁地将温度从低到高进行循环（这可能在许多应用中发生）也会引发问题。



图 1. Molex LC2 连接器。

在零度以下的温度中，还需要处理冰的问题。当水冻结时，它会膨胀，这会产生很大的力，从而可能会损坏连接器和电缆。冰的额外重量也会对连接器造成压力。指定连接器时，请查找其可扩展的温度范围。例如，对于光纤电缆，Molex 的 LC2 金属光学连接器（图 1）使用的金属机身可以承受高达 150° C 的高温。

连接器也可能受到物理损坏，无论是来自冲击还是来自振动的影响，这可能导致机械故障或电气连接损坏。全金属机身可以提供承受冲击的强度，而热塑性外壳可以抵抗腐蚀，同时具有阻燃和耐化学腐蚀性。

金属结构还可以确保连接器提供足够的保护以防止静电放电（ESD）和电磁干扰（EMI）。应变消除是要考虑的另一个机械设计难题，这可确保施加到电缆或连接器外部的任何力都不能传递到电气连接——许多连接器将应变消除作为标准。



图 2. TE Connectivity 的 CeeLok FAS-T 连接器。

合适的坚固连接器将提供应对振动的能力，而振动由诸如 MIL-STD-202 的标准进行规定。例如，TE Connectivity 的 CeeLok FAS-T 千兆以太网连接器（图 2）可应对高度振动，以及提供 IP67 等级，工作温度范围为-65° C 至+ 175° C。

### 选择正确的连接器

不言而喻，在选择连接器时，第一步是了解目标应用和可能的环境条件。由于要为最坏的情况进行规划，因此您要知道您的连接器可以承受任何被“砸中”的东西。

一旦您知道了您的目标，就应该在连接器的数据表上检查任何必要的认证，例如 IP67，这

也将说明工作温度范围。还要考虑所需的任何其他标准，例如在南非，南非标准局（SABS）已制定了多个与连接器相关的标准。

寻找具有可以承受振动的安全锁定机构的连接器，并确保其接合，具有可听见的噪音或触觉响应。有许多类型的锁定方法，因此请确保选择一个适当的锁定方法——包括规划在其生命周期中断开和连接的频率。而辅助锁（通常称为楔形锁）将确保触点牢固地保持在一起。

采用符合相关标准（如 MIL-STD-202）测试的组件非常重要，以确保它们在整个生命周期内提供所需的稳健性。标准测试使用了诸如“高加速寿命测试”（HALT）等技术来精确模拟真实世界的条件，从而确保产品的可靠性。

另一方面，还要确保不要走偏。有可能出现过度指定连接器的情况，但这可能意味着庞大的部件浪费了不必要的成本和空间。当额定值较低且价格较低时，您可能会受到具有最高 IP 等级的连接器的诱惑。类似地，塑料连接器可能优于更昂贵的金属连接器。

## **结论**

虽然连接器有时在系统设计中的功能和特性变化不大，但它们是必不可少的组件，您需要正确选择它们。当考虑所有可能的排列时，有很多选择，您最好的选择可能是与可以提供专家技术建议的经销商交谈。