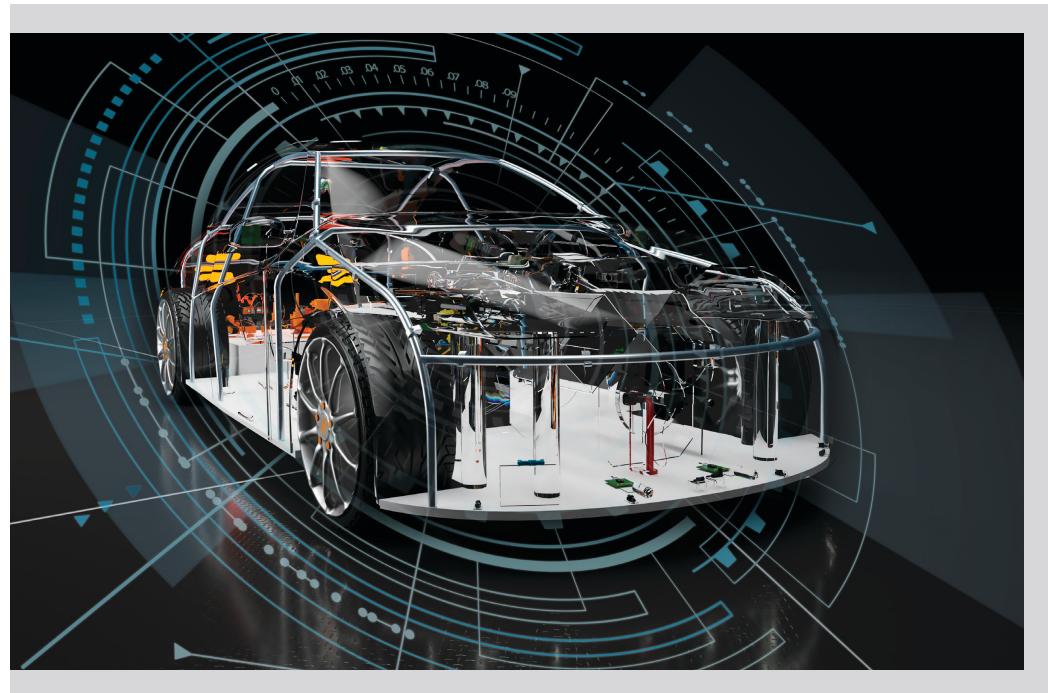




# 小型化汽车连接器策略和解决方案

TE Connectivity 白皮书



## 内容

摘要	3
1   新的 ECU 必须符合更加严格的汽车行业要求	3
2   微型互连平台如何实现创新	4
3   采用 TE 解决方案, 实现微型汽车连接	4
4   NanoMQS 端子与连接器概述: 设计和技术规范	4
5   汽车级微型端子保证性能持续可靠	5
6   NanoMQS 机械防呆结构可防止插入不当	6
7   高级热塑性连接器外壳和插头有两种方案可选	6
- 上锁 (TL) 型	6
- 侧锁 (SL) 型	6
8   NanoMQS 端子如何减少高达 50% 的空间	7
9   NanoMQS 平台件抗振性可高达 4 级	8
10   针对极端严苛的汽车环境采用 MCON 0.50 接触系统	8
- NanoMQS 和 MCON 0.50 系统的尺寸与性能	9
11   工具在自动处理中的作用	9
- 为何线径越小越难压接?	9
- 细线和微型端子的压接工具	9
- OCEAN Applicator 2.0 如何改进细线压接	10
12   防晶须压接引脚电镀	10
- 采用 LITESURF 电镀 — 压接引脚防晶须电镀对环境无害	11
13   为何与 TE 合作?	12
- 与我们共同实现连接创新	12
- 采用战略方案设计节省空间的汽车解决方案	12
- 优化全球端到端价值链	12

## 摘要

汽车制造商生产车辆时加入了越来越多的电子设备，例如动力总成电气化以及日益复杂的驾驶辅助系统，都加快了这一趋势。因此，许多传感器驱动型控制单元配有多个印刷电路板，导致新增电缆长达数千米，并且产生了很多新接头，这些都会占用本就紧凑的汽车结构的空间。同时，现在越来越倾向于使用轻质部件，以便进一步提高燃油效率，并减少汽车对环境的污染。

因此制造商需要寻找更加智能的电子解决方案 — 既能节省空间，又能减轻重量。业界制造商普遍在车辆内采用微型连接器，因为缩小了控制单元内的线径和封装空间。在某些情况下，所谓的“黑匣子”部件包含非汽车用微型连接器。它们在严苛的汽车环境下缺乏稳固性，会导致有些模块出现质量问题，某些情况下还会引起部件故障。

汽车原始设备制造商 (OEM) 们需要确保其采购的子系统模块配有真正汽车级的连接器，此种连接器符合规范和验证要求，例如 LV214 (欧洲) 和 USCAR2 (美国)。

在本白皮书中，我们将研究制造商如何通过具有真正汽车级稳固性的微型连接器实现节省空间的战略目标。具体而言，我们将研究 TE Connectivity 针对汽车应用的两个微型互连平台：NanoMQS 和 MCON 0.50 互连系统 — 研究它们如何满足行业规范、提供关键技术优势以及节省高达 50% 的空间。我们还考虑了有助于微型部件稳固的其他因素，例如细线压接质量，并探讨如何解决因高密度 PCB 引脚接头上金属晶须生长而导致风险增加的问题。

## 1 | 新的 ECU (电控单元) 必须符合更加严格的汽车行业要求

在我们的生活中，联网汽车不断地发展变化。汽车行业的发展迅速，动力总成电气化和高级驾驶辅助系统 (ADAS) 的发展提高了舒适度与安全性，综合性车联网 (V2X) 技术也越来越精密而强大。所有这些新的子系统全部配备硬件、传感器和软件。然而，必须通过一系列联网的 ECU 或者完全冗余的新计算系统方法将它们以物理方式集成至车辆内。

随着自动驾驶车辆功能快速发展，汽车结构成为了空间有限的环境。制造商希望合作伙伴能够提供轻质的微型部件，能够节省越来越多的电子控制单元 (ECU) 内电线接头所需的大量空间。

一般的豪华车包含多达 80 个 ECU，每个的复杂程度越来越高。每个 ECU 至少含有一个印刷电路板 (PCB) 和一个板端连接器 (安装在 PCB 上)。

一个 ECU 可容纳多达数百个电线接头，这些接头包含在复杂的线束系统内。此外，现有应用越来越复杂，在车辆内加入了更多功能和 ADAS。例如，新的 LED 大灯装置可包含多达 60 条电路、15 个连接器和 120 个端子。

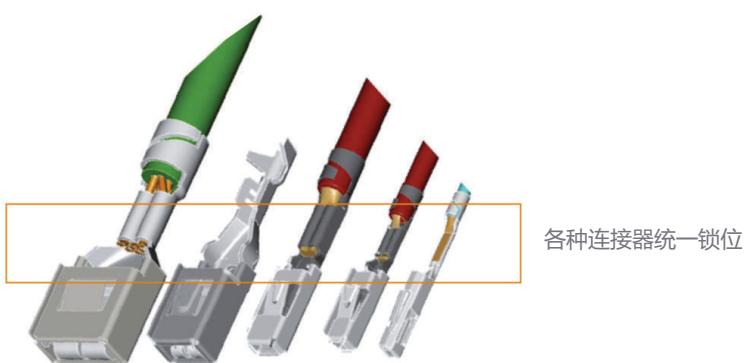
汽车制造商面临将所有 ECU 或模块 与车辆接线系统连接的技术挑战。他们必须确保 ECU 或模块保持连接并且正常运转，能够承受不利条件，如振动、进液、车辆线束或各种子系统模块出现极端温度，这些会妨碍安全持续运行。

### 2 | 微型互连平台如何实现创新

由于存在这些行业和技术趋势，因此必须研发新一代微型互连平台，以节省空间、保持燃油效率并确保性能。为保证汽车级稳固性，所有连接器和部件必须符合全球 OEM 规范，例如 LV214 和 USCAR2。幸运的是，这种解决方案已经面市。

本白皮书研究 TE Connectivity (TE) 有关节省车辆电气接线结构空间的解决方案，重点介绍 NanoMQS 端子和连接器，这是非常成功的 MQS 系列和 MCON 0.50 连接器的缩小版，即“Clean Body”版。此外，本白皮书还研究细线的特定压接挑战和要求，以及高密度 PCB 引脚接头上金属晶须生长带来的挑战。

### 3 | 采用 TE 解决方案，实现微型汽车连接



TE 的初始 MQS 互连系统早在 20 多年前就已推出。现已成为业界最成功的汽车互连解决方案之一，因为它的间距只有 2.54 mm，却可实现高密度封装和高稳固的汽车级设计，并具有两个锁位。几乎每个欧洲车辆制造商都使用该系统，全球还有许多其他制造商也在使用。

多年来，随着 Micro-power Quadlok (MpQ) 和 power Quadlok (pQ) 系列的推出，MQS 平台不断扩大，可承载更高的电流（见图 1）。

图1.MQS 产品系列

### 4 | NanoMQS 端子与连接器概述：设计和技术规范

根据 MQS 端子设计，推出了 NanoMQS 互连系统，以满足制造商对微型电子部件（如 ECU 和 PCB）的需求。NanoMQS 互连系统采用微型端子（接点）、连接器和插头以容纳高密度车辆电子设备。

该设计可使 PCB 占用空间减少约 50%，同时提供高达 3A 的额定电流容量。此外，NanoMQS 互连系统可容纳截面小至 0.13 mm<sup>2</sup> 的细线，有助于制造商减轻线束重量（如需要）。密封型 NanoMQS 系统还具有超高的抗振性，最高可达正弦 400g。

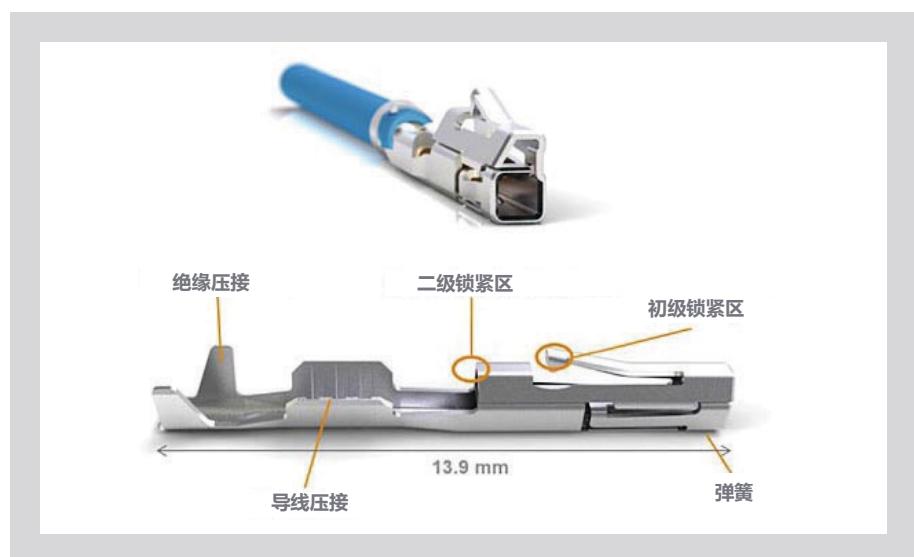


图2.NanoMQS 端子

### 5 | 汽车级微型端子保证性能持续可靠

NanoMQS 互连平台的核心是整体式压接端子（见图 2）。

标准版插座接点由镀锡铜制成。线截面为  $0.13 \text{ mm}^2$  至  $0.17 \text{ mm}^2$  和  $0.22 \text{ mm}^2$  至  $0.35 \text{ mm}^2$ 。插座接点是为  $0.5 \times 0.4$  毫米的触片设计。

- 带有镀锡端子的版本适用于环境温度  $40^\circ\text{C}$  至  $130^\circ\text{C}$ 。
- 带有镀银端子的版本可用于温度高达  $170^\circ\text{C}$  的情况，因此适用于发动机舱区域内的应用。
- 带有镀金端子的版本可使配对循环次数增加多达 100 次。它还能显著减少金属腐蚀的情况，延长接点寿命，并且可用于更多安全应用，例如安全气囊系统。

NanoMQS 端子和连接器的标称载流容量高达 3A。但是它也能承受高达标称限制 5 倍的短路电流峰值。配对后，插座接点通过稳固的 L 形弹簧与相应的触片建立两个电接触点，该弹簧可施加高正向力。

NanoMQS 插座接点具有密封盒式设计接触室，该接触室壳体上带有相当大的引入槽，用于确保顺利引导插入。这样可防止相互“对配”期间触片与插座接点碰撞，否则会因插入不当而使接触片变形和损坏。

端子顶部有一个锁紧片，当端子完全插入时，可通过声音和触摸判断其是否锁到塑料壳体上。锁紧片为两级保持系统提供初级锁紧机制。剪断后可以看见锁孔，这有助于制造商确认正确地插入锁紧片（见图3和图3A）。初级锁紧设备的最大插入力为 5 N，最小保持力为 25 N。另一个独立的二级锁紧设备锁在壳体的底边，其保持力大于 50 N。

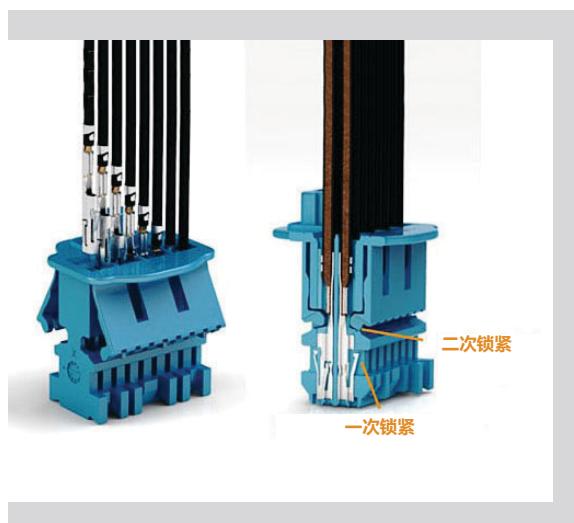


图3: NanoMQS 锁紧结构

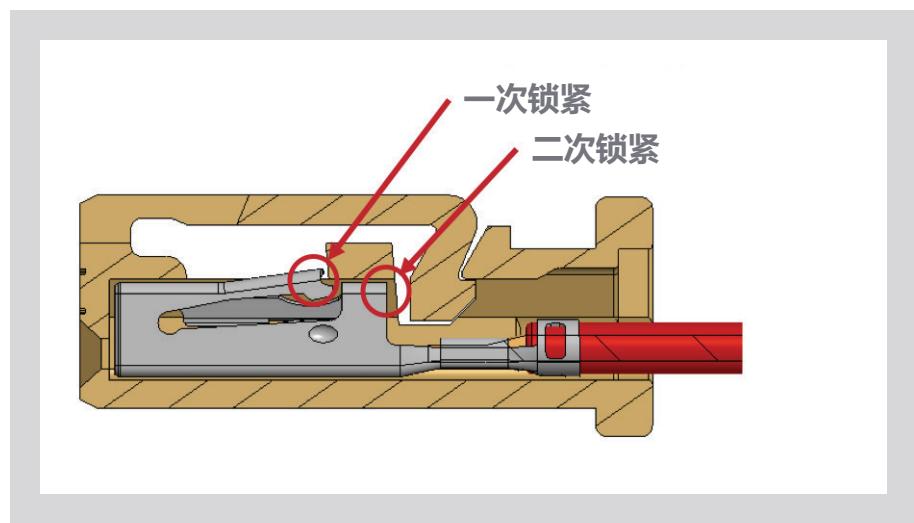
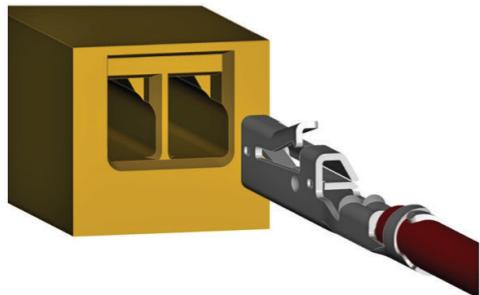


图3A: NanoMQS 锁紧结构放大图

### 6 | NanoMQS 极化锁紧机制可防止插入不当

尽管尺寸较小，但端子带有接触孔，可形成极化截面。这种设计可有效地避免插入不当，并且可以安全方便地处理 NanoMQS 系统。NanoMQS 平台设计可实现 20 次配对循环，这与 MQS 平台相似。关于将端子插入塑料连接器壳体内的方法，客户可以选择手动组装或全自动插入。

- 孔的设计可防止端子以错误方向插入
- 塑胶孔和端子针对手动和自动组装进行了优化
- 双孔设计易于装配



偏孔设计有利于端子在孔内定位



图4: NanoMQS 接点极化

### 7 | 高级热塑性连接器外壳和插头有两种方案可选

NanoMQS 壳体部件（插头和连接器）由高级热塑性材料制成。有两种版本 — 上锁 (TL) 型和侧锁 (SL) 型，这两个版本都既可与 PCB 垂直，也可与之平行。两个版本的显著差异是 TL 型的锁紧设备位置处于壳体顶部中央（见图 4）。

#### NanoMQS 壳体 — 上锁 (TL) 型

TL 型的锁紧设备位于中央，使得连接器更容易并排安装，从而提高封装的灵活性。例如，在开发新模型期间，可初步并排安装三个通用连接器，形成多达 96 个引脚的高位互连。然后制造商可以更换某个客户特有的部件，而无需改变技术。

在 TL 型上，可针对 2 - 32 位采用筋条，从而加强壳体牢固性。筋条的主要作用是为有 20 及以上个位置的版本提供更多锁紧方案。

#### NanoMQS 壳体 — 侧锁 (SL) 型

对于略微紧凑的 SL 型，锁紧设备位于壳体侧面（见图 5）。通过 SL 型，可将设备锁在多达 20 位，无需加强筋。此外，塑料锁扣和锁销配置的几何结构较为紧凑。例如，连接器与插头尖端之间的搭接头呈楔形，可确保在连接器配对期间顺利地导入两边。完全配对后，两个楔形使得搭接头形成牢固的连接，从而彼此固定。

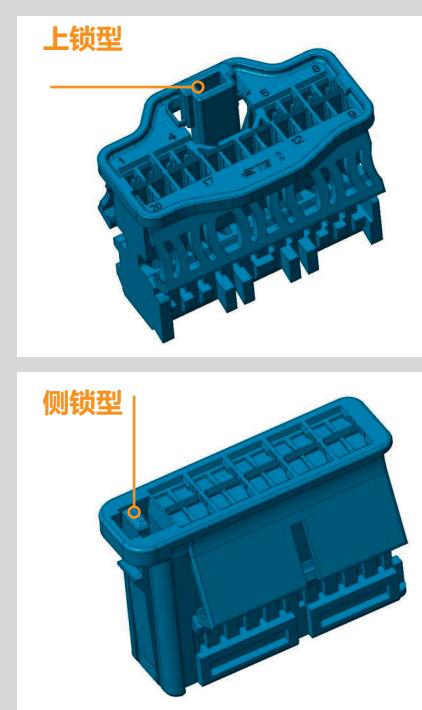


图5.NanoMQS 壳体：上锁型和侧锁型

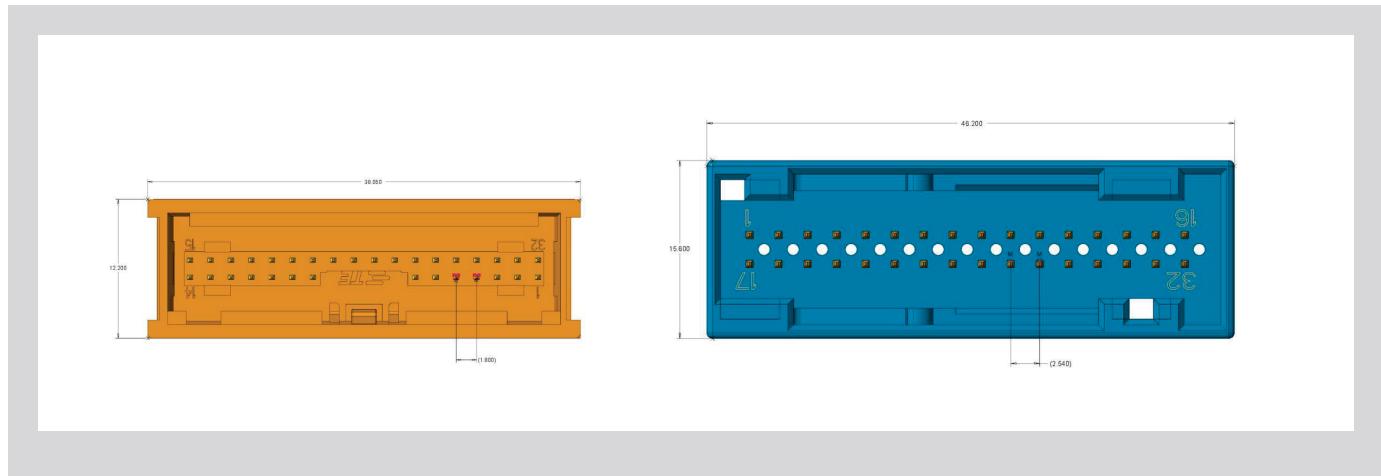


图6: NanoMQS 插头 (左图) 与 MQS 插头比较。

### 8 | NanoMQS 端子如何减少高达 50% 的空间

NanoMQS 系列端子设计的标称间距与连接 1.8mm PCB 的引脚之间的距离相对应。因此,对于相同的位置数, NanoMQS 插头在 PCB 上所需的空间只有 MQS 插头的一半 (见图 6)。

如图所示, MQS 平台的插头占用空间为  $840 \text{ mm}^2$ , 而 NanoMQS 系统只有  $411 \text{ mm}^2$ 。很显然, 对于新一代高封装密度的汽车结构, 高位互连的需求很大。在发动机 ECU 中, NanoMQS 端子可节省 60% 的空间。

当前 NanoMQS 端子版本可容纳多达 320 位。这使得 NanoMQS 平台非常适合混合连接器, 因为 MQS 系列的每个接点都能集成至网格内, 以便未来扩容 (见图 7)。在所有壳体上, 二次锁紧设备处于同一水平, 这使得上述能力得以实现。

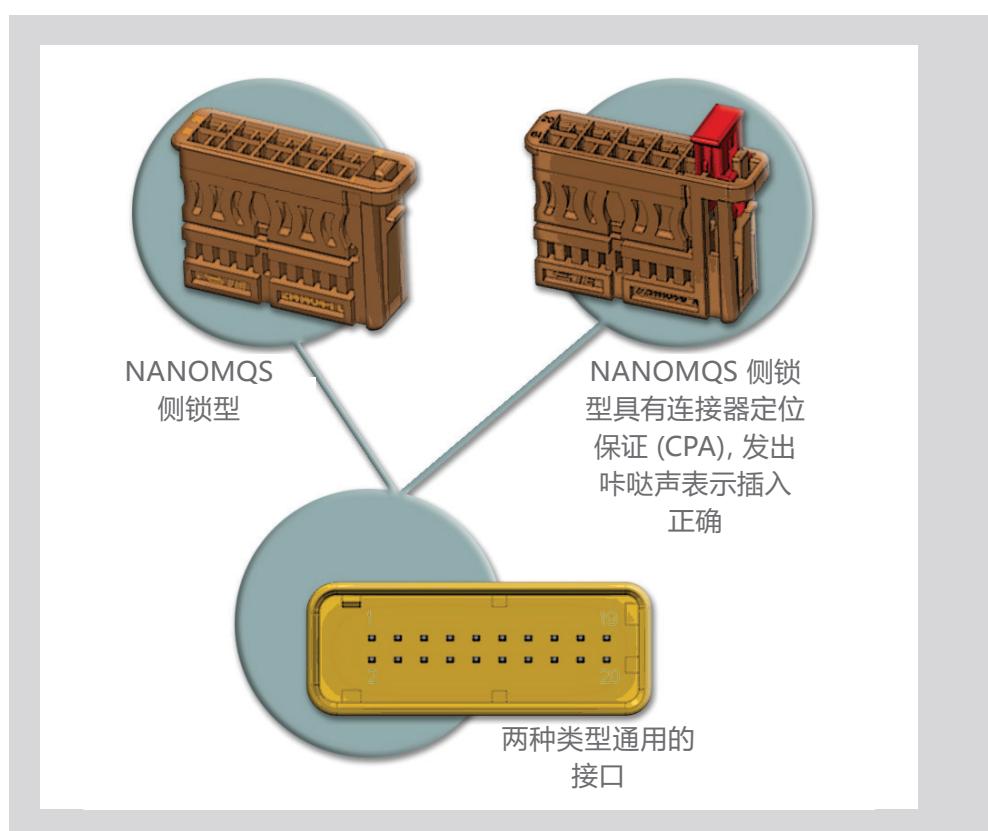


图7: 带有通用接口的 NanoMQS 连接器版本

### 9 | NanoMQS 平台抗振性高达 4 级

车内的电接头必须抗振且耐冲击。NanoMQS 互连系统等微型部件通常部署在子系统模块内，即“黑匣子”，然后放在空间极其有限的地方，难以触及。

在欧洲，主要的德国车辆制造商在 LV 214 等规范中界定了振动试验等级。

NanoMQS 系列的标准非封闭版本符合 LV214 4 级（镀银接点），其有效加速度约为  $181 \text{ m/s}^2$ 。

这显而易见，因为 NanoMQS 系统符合密封连接器的要求。由于 NanoMQS 系统的接触法向力较高，因此采用额外密封的连接器可达到 3 级抗振（贴近安装）和 4 级抗振（直接发动机安装）（见图 8）。

NanoMQS 端子和连接器采用稳固设计，还满足正弦 400g 超高抗振性要求，这是针对喷射阀或其他直接发动机安装的应用所做的规定。

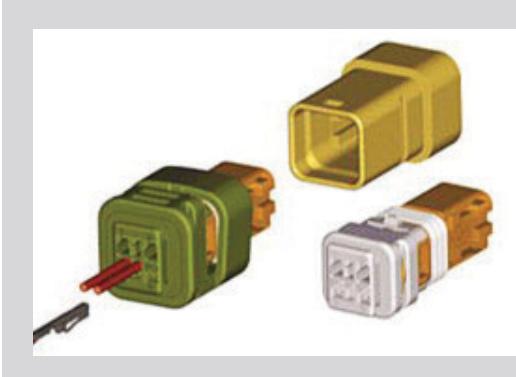


图8.NanoMQS 系统，密封版壳体

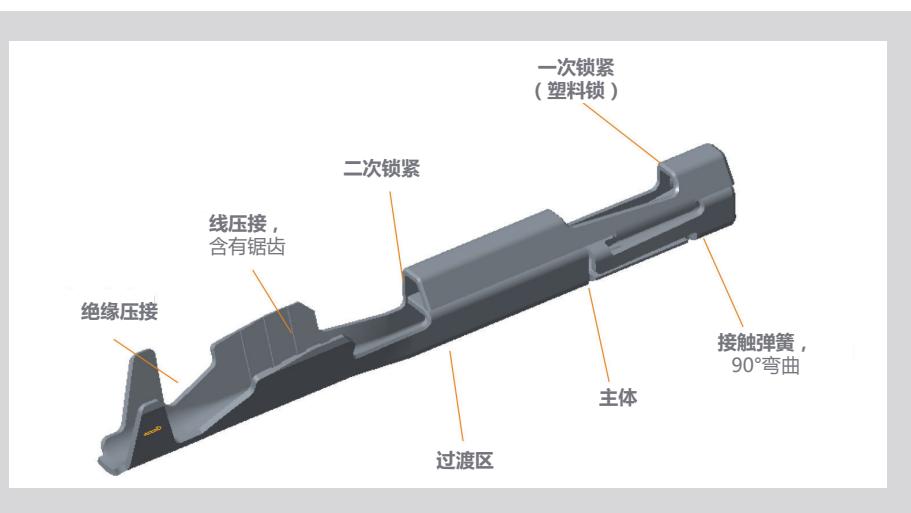


图9.MCON 0.50 系统“Clean Body”设计

### 10 | 针对极端严苛的汽车环境采用 MCON 0.50 互连系统

MCON 0.50 互连系统属于 TE 的 MCON 互连产品系列，经设计可在非常严苛的汽车环境中使用。它是一种密封系统，带有特殊设计的硅胶密封条。这些密封条可防止液体和水气进入电接点区域，而发动机舱区域的应用正需要此种密封条。

MCON 0.50 端子和连接器符合 LV214 3 级要求（对于贴近安装）和 4 级要求（对于直接发动机安装）。还可实现 IP9 防水等级。

MCON 0.50 端子与 NanoMQS 互连系统及 MCON 系列其他产品不同，并没有设计一次锁紧，采用所谓的“Clean Body”设计（见图 9）。

这表明连接器中没有凸出的凸缘将其锁到壳体内，因而属于“Clean Body”配置。这种设计旨在最大限度减少连接器壳体内的磨损与磨耗，避免损坏防湿密封条。密封版本具有超高的防水和防湿性。MCON 0.50 系统可浸入数米深的水中，并承受 IPX 蒸汽喷头产生的 80 bar 的力。

## NanoMQS 和 MCON 0.50 平台的尺寸与性能

尺寸		性能	
引脚间距	1.8 mm	电流容量	3A (90°C)
导线线径	0.13 mm 至 0.35 mm <sup>2</sup>	最高温度	170°C (Ag)
触片尺寸	0.5 x 0.4 mm	抗振性	SG4 (Ag)
		是否符合 LV214	是
		位置精度	初级和二级锁紧

## 11 | 工具在自动处理中的作用

采用微型汽车级部件所面临的挑战主要是电线端接和压接过程。要确保在细线端接时实现高性能连接和真正的汽车抗振，压接工具非常重要。

## 为何线径越小越难压接？

本质上，微型端子由较薄的材料制成，这意味着它们在压接过程中更容易变形或损坏。还意味着更容易出现断裂或突出形式的压接变形，因为它占据整个端子剖面更大的比例。这是一大问题，因为断裂会妨碍插入，或者损坏连接器壳体，尤其是密封部件。细线压接通常要求工具间隙较小，以避免产生明显的断裂。工具间隙是指压钳与砧座处于压接高度时两者之间的防断裂空间。例如，对于压接宽度为 1.00 mm 的端子，小至 0.05 mm 的工具间隙都能产生明显的断裂。这一尺寸越小，压接过程中将线精确定位于端子内的挑战越大。小规格的线刚度较小，使其易于下垂或弯曲，妨碍插入端子。同样，也更难将端子对齐压接工具内的砧座。

压接不对称是低质量压接的另一个特点，可能导致电气和机械性能下降。端子未准确地放到砧座上，是产生不对称和断裂的主要原因。放置不准确可能是由设置不当或馈线机制不合格引起。通常，高质量气动馈线压接机的结果比机械或低质量气动馈线压接机准确。

## 细线和微型端子的压接工具

TE 的细线压接机采用高精密气动或伺服馈线机制。这些机制使用户能够轻松地设置初始端子对齐，并在使用压接机时保持一致的对齐。

在开发阶段早期，TE 与合作伙伴联合开发综合部件和工具解决方案，以满足独特的应用需求。TE 根据汽车行业标准对这些部件和工具解决方案进行预测试，以便向最终用户提供完全可以信赖的综合认证解决方案。

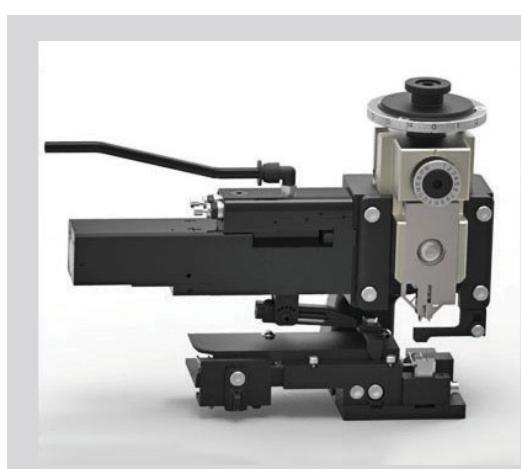


图10.TE 的 OCEAN 2.0 压接机

### OCEAN APPLICATOR 2.0 如何改进细线压接

OCEAN Applicator 2.0 是 TE 压接机系列的最新产品，经过几次升级，可改进细线压接（小于  $0.35 \text{ mm}^2$  的细线）。总体设计优势包括：优化了砧座几何形状；采用引脚底板防止砧座不对齐；采用全新黑色氮化处理表面，可显著提高耐磨性（见图 10）。

TE 针对细线压接开发了一些功能，包括更简易的馈线调整和导线锁改进。除了全新优化的砧座几何结构外，OCEAN Applicator 2.0 还采用全新 System 3 端子压紧机制，以便确保精确且稳定的端子定位。还具有稳固的压接高度调整功能以及锁紧机制。

制造商可以通过标准压接监控系统对自动压接过程进行质量控制和验证，该系统也适用于细线。此外，合作伙伴还可利用 TE CrimpData 应用程序对自动压接过程进行有效的无线监控，包括监控循环次数设置报警，以进行维护和更换备件。

TE 的手动压接工具与自动电线端接具有完全相同的压接质量。另外，手动工具采用良好的人机工程学设计，使其可在狭窄空间内使用。

### 12 | 防晶须压接引脚电镀

随着小型化部件的应用，汽车行业对防止金属晶须形成的解决方案的需求也日益增加。车辆中的电子设备在不断增加，使得部件制造商利用压接技术进行印刷电路板（PCB）的连接，这能够可靠地替代焊接解决方案。对压接引脚进行电镀，以便润滑并防止因氧化和其他原因造成表面损坏。如今，电镀解决方案主要为镀锡（Sn）。

但是，锡很容易生长晶须。当锡膜受到应力时（例如插入 PCB 时），锡晶须会从根部自发生长，类似头发。由于锡须是金属，因此会导电，并且会长得足够长以与其他金属部件桥接。在极端情况下，它们会使电子工作短路。过去，通过在锡中加入铅来解决这一问题。

但铅对环境有害，因此已从生产过程中淘汰。由于汽车制造商正在缩小引脚间距，并主要采用镀锡引脚解决方案，他们在寻找新的替代方案，以降低锡须形成的风险。

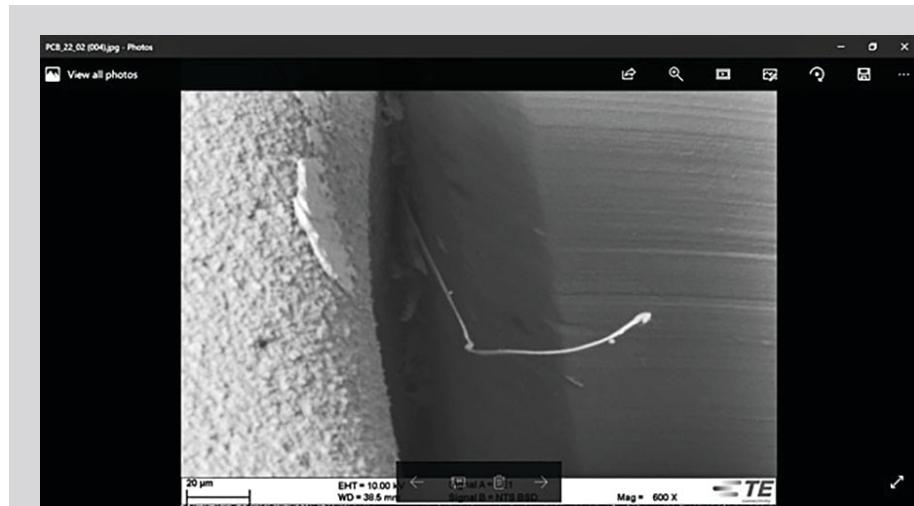


图11.压接引脚的锡须生长

### 采用 LITESURF 电镀 — 压接引脚防晶须电镀对环境无害

TE 的 LITESURF 电镀技术是一种专用于压接的防晶须电镀法。它为汽车电子设备制造商提供了锡的替代方案，几乎没有晶须生长的风险。它基于铋（Bi），具有环境可持续性且完全无害。

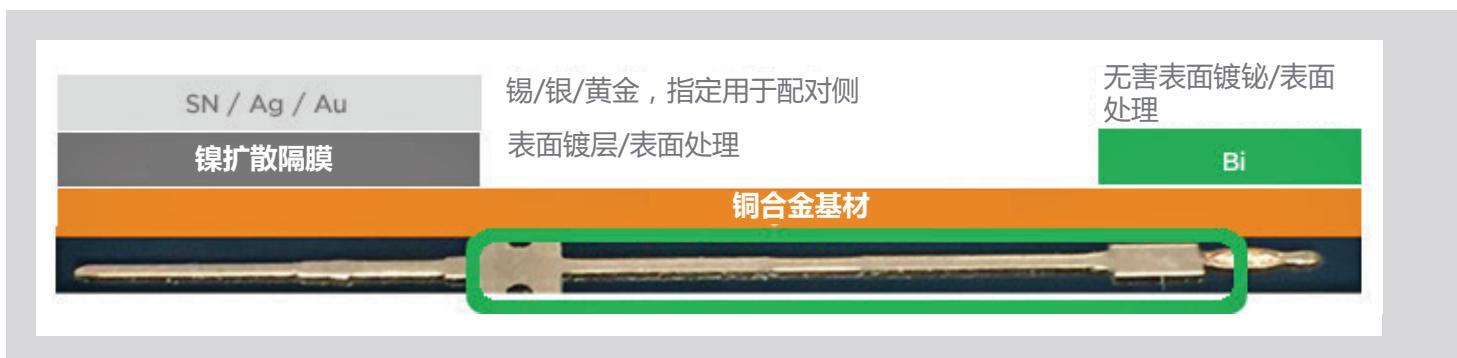


图12.LITESURF 防晶须电镀成分

LITESURF 电镀技术是经过多年研究和开发的成果，旨在研究无锡电镀，降低晶须引发故障的风险，适用于压接引脚接头的高应力情况。LITESURF 电镀旨在满足制造商对于逐步小型化、缩小引脚间距以及减小 PCB 上连接器占用空间的需求。

随着 TE 开发 LITESURF 电镀技术，研究了超过 12 种不同的沉积物组成，调查晶须的形成以及其他影响生产过程的行为特点（如熔化温度）。TE 专家创建了所有方案的详细矩阵。TE 研究得出结论 — 电镀的最佳沉积物是电镀铋基涂层。使用铋还有其他好处：制造商可以按照典型电镀生产线程序实施电镀工艺，这一程序在标准锡浴范围内。基于铋的 LITESURF 电镀可以在现有的电镀生产线中实施，无需任何额外的工艺变更。

TE 对 5,600 多个多弹簧和触点引脚以及三种不同的 PCB 技术执行了大量的 LITESURF 电镀试验。根据检测到的颗粒的数量和大小，结合铋的试验结果电导率较低（比锡的电导率低 90%），表明 LITESURF 电镀可以使晶须形成率降低 1,600 倍以上。

### 13 | 为何与 TE 合作?

#### 与我们共同实现连接创新

自发明压接以来, TE 一直与汽车制造商合作, 共同创建领先的连接解决方案, 树立行业创新和性能标准。如今, 随着汽车中电子设备数量快速增长, 以及对小型化技术的需求, 新的挑战不断出现, 因此需要技术更加先进的解决方案和真正的汽车级稳固性。TE继续在开发的早期阶段与客户密切协作, 共同制定解决方案, 让未来车辆变得更加智能和安全。

#### 采用战略方案设计节省空间的汽车解决方案

汽车电子设备节省功能战略需要组合方法。TE 能够为端子、连接器、插头和压接技术以及联合开发的压接工具提供连接解决方案。这些解决方案可以将部件的 PCB 占用空间减少高达 50%, 同时作为系统的一部分与预验证接口进行无缝互操作。此外, TE 的微型互连系统专门针对严苛环境应用而设计, 符合 LV214 抗振和IP9 级防水要求。

#### 优化全球端到端价值链

TE 能够支持内部产品开发的所有方面。TE 全面控制所有制造阶段, 从产品设计和验证到开发, 包括冲压、模塑、电镀和组装, 以及试验、质量保证、应用和客户支持。这意味着我们可以提供更大的产量灵活性, 在关键过程的每个阶段提供高质量保证, 并保证更快、更可控的交货时间。

为您的汽车应用提供汽车级小型化解决方案。

[马上与 TE 取得联系吧!](#)



## 关于 TE CONNECTIVITY

TE Connectivity (纽约证交所代码: TEL) 是全球技术和制造领导者, 年销售额达 140 亿美元, 致力于创造更安全、可持续、高效和互连的未来。

75余年以来, TE 的连接和传感解决方案经受严苛环境的验证, 持续推动着交通、工业应用、医疗技术、能源、数据通信和家居的发展。TE在全球拥有约80,000名员工, 其中8,000多名为工程师, 合作的客户遍及全球近140个国家。TE相信“无限连动, 尽在其中”。更多信息, 请访问[www.te.com.cn](http://www.te.com.cn) 或关注我们的 [LinkedIn](#)、[Facebook](#)、[微信](#)及 [Twitter](#) 账号。

### TE Connectivity 中国

古美路 1528 号 A5 幢  
中国 | 上海 | 徐汇

[www.te.com.cn](http://www.te.com.cn)

© 2018 TE Connectivity.保留所有权利。

LITESURF、MCON、MQS、NanoMQS、OCEAN、EVERY CONNECTION COUNTS、TE、TE Connectivity 和 TE connectivity (标识) 皆为商标。

USCAR 是商标。

其它标识、产品和公司名称可能是其各自所有者的商标。

**免责声明** 本文信息反映了 TE Connectivity (TE) 最先进的工作成果。本产品手册中的信息据信为准确的信息, 但 TE 不保证本文信息不会出现任何纰漏, 亦不对信息的准确性、正确性、最新性、可靠性及可用性亦作出任何担保。TE 的义务只在TE的标准销售条款和条件中规定, 且在任何情况下, TE 均不对偶然的、间接性的或结果性的损失承担赔偿责任。TE 产品的使用者应自行评估确定每种产品是否适用于特定用途。文件信息如有变更, 恕不另行通知。有关最新尺寸和设计规格请咨询 TE。