

静电防护技术在双离合变速器生产过程的应用

杨荣鹤¹ 周宏² 于平¹ 王建平¹ 沈洪洋¹ 杨新义¹

1. 中国第一汽车股份有限公司 2. 一汽铸造有限公司

摘要: 本文首先介绍了静电对电子元器件的危害, 然后阐述了静电的产生原理、静电损伤元器件的原理以及静电的防护方法, 最后将静电防护技术应用在双离合变速器的生产中, 为今后含有电子元器件的变速器生产过程中的静电防护提供参考。

关键词: 静电; 防护; 双离合; 变速器

0 前言

静电会对电子产品造成严重危害, 如放电过程中直接击穿电子元器件, 多次静电伤害导致电子元器件失效, 吸附灰尘影响清洁度和散热, 产生电磁波对电子设备产生干扰等。静电放电损伤元器件导致元器件的失效可能是即时失效, 也可能是延时失效, 而延时失效是出厂前检测不出来的, 使用一段时间才会完全失效, 因此对变速器的电子元器件做静电防护十分重要, 避免不必要的故障分析时间、后期处理附加成本和极端情况下的召回状况。

1 静电防护技术

1.1 静电产生原理

静电的产生可分为接触起电、感应起电、压电效应起电、剥离起电、断裂起电、非对称摩擦起电、热电效应起电、附着起电和极化起电等。

1.1.1 接触起电

材料由原子组成, 原子由质子、中子、电子组成, 由于不同原子得失电子的能力不同, 当不同材料接触产生摩擦时, 电子就会从一种材料转移到另一种材料, 材料表面就会产生电荷, 即接触起电。

1.1.2 感应起电

当带电物体靠近导体或者低电阻物体时, 导体或者低电阻物体内的电子由于受到电场力的作用(同性电荷相斥, 异性电荷相吸), 会从一端转移到另一端, 导致导体或低电阻物体带上电荷, 即感应起电。

1.2 静电损伤元器件的原理

当带电的人或物体与电子元器件接触或带电电子元器件与导体接触, 静电会导致金属元器件产生了金属镀层熔融, 电弧发生放电, 产生热二次击穿, 介质表面等被击穿以及体积击穿。

1.3 静电防护方法

静电防护主要有控制静电的产生和消除已经产生的静电两种方式。

控制静电的产生需要从基础设施建设、控制环境温度、工艺改进以及材料选用等方面进行控制, 相对较难实现。消除已产生的静电主要从带电物体接地和静电中和的方法实现, 本文中双离合变速器采取静电消除的方式进行静电防护。

2 静电防护技术在双离合变速器生产过程中的应用

2.1 ESDS(静电敏感零件)的识别

双离合变速器上静电敏感零件有3种, 如图1所示, 分别为传感器总成、阀体总成和控制单元总成(TCU)。

2.2 静电防护场景

针对内制过程静电敏感零件移动轨迹, 识别静电



图1 传感器、阀体和TCU

防护的8个场景：零件包装、零件仓储、入口检测、物料配送、线边缓存、生产制造、返工以及产品审核。

2.3 静电防护措施的实施

2.3.1 零件包装静电防护

(1) 静电防护检测

经检测，传感器和阀体内包装电阻 $> 1 \times 10^{11} \Omega$ ，不满足静电防护要求，其余包装电阻合格。

(2) 静电防护措施

将传感器和阀体内包装更换为防静电材料。

2.3.2 零件仓储场景静电防护

(1) 静电防护检测

零件仓储场景相关电阻检测结果合格。

(2) 静电防护措施

静电敏感零件分区存放、划定 EPA (ESD 保护区域) 并粘贴静电防护警示标识。

2.3.3 入口检测场景静电防护

(1) 静电防护检测：静电敏感件电压、人体电压、人鞋系统电阻和工作服电阻满足要求，地面电阻、转运小车电阻及工作台电阻不满足要求。

(2) 静电防护措施：在地面铺设防静电地垫，防静电地垫通过导线连接到接地端，划定 EPA 并粘贴相应警示标识。转运车台面铺设防静电垫，防静电垫通过导线连接到铁链上，铁链连接地面。工作台面铺防静电垫，防静电垫通过导线连接到接地端，划定 EPA 并粘贴警示标识。

2.3.4 物料配送场景静电防护

(1) 静电防护检测：物料配送采用原包装上线，不打开零件包装。经检测工作服电阻满足要求，人体电压、人鞋系统电阻、转运车电阻和转运托盘电阻不满足要求。

(2) 静电防护措施：配送员工更换静电防护劳保鞋，改造1台转运车用于静电敏感零件，去除表面原漆，喷防静电专用漆，用铁链连接车体和地面。改造10个物料转运托盘用于静电敏感零件，去除表面原漆，喷防静电专用漆，使其满足静电防护要求。

2.3.5 线边缓存场景静电防护

(1) 静电防护检测：传感器和TCU料架电阻不满足防静电要求。

(2) 静电防护措施：料架流利条更改为防静电流利条，地轮更改为防静电地轮。料架通过导线接地，导线一端接在料架上，另一端接在线体上（线体已接地）。划定 EPA，将涉及静电敏感件装配的区域用防静电警

示胶带划分，粘贴警示标识。

2.3.6 装配过程静电防护

(1) 静电防护检测：阀体电压不满足要求，3种静电敏感件的地面都不满足要求。

(2) 静电防护措施：阀体工位安装离子风机，3种静电敏感件工位铺设防静电地垫，防静电地垫接地。

3种静电敏感件工位划定 EPA，设置静电防护标识。

2.3.7 返工过程静电防护

(1) 静电防护检测：地面电阻不满足要求。

(2) 静电防护措施：返修区域铺设防静电地垫，人体静电可通过地垫、导线导出，防止对敏感件产生伤害。

为更好地保护静电敏感零件，返修间配备离子风枪，操作者手拿取静电敏感零件前，先用离子风枪对工件及待放置盒吹拂，中和工件和料盒可能存在的电荷，离子风枪可自由移动，便于多处部位的静电消除。划定 EPA，并粘贴静电防护警示标识。

2.3.8 产品审核场景静电防护

(1) 静电防护检测：地面电阻不满足要求。

(2) 静电防护措施：产品审核区域铺设防静电地垫，同返工过程，产品审核区域配备离子风枪。划定 EPA，并粘贴静电防护警示标识。

2.4 静电防护措施的符合性验证

措施实施后，对上述检测项（各 ESD 控制项目）进行检测，检测结果均符合静电防护要求。

3 结语

文章介绍了静电的危害、静电防护的基本定义，分析了静电产生的原理和静电损伤元器件的原理，阐述了静电防护的方法，最后重点介绍了双离合变速器生产全过程（8个场景）的静电防护措施，为今后含有电子元器件的变速器生产过程中的静电防护提供参考。

参考文献

- [1] 何冰. 元器件抗静电工程技术研究[J]. 电子制作, 2020(13):84-87.
- [2] 王冰成. 静电及其对电子装置的危害[J]. 设备管理与维修实践和探索, 2005(S1):514-519.
- [3] 华奎旭. 浅析电子产品生产中防静电技术的应用[J]. 科技展望, 2015,42(30):111-112.
- [4] 邱彦博. 电子产品制造对防静电的要求[J]. 日用电器, 2020(3):53-56.