

福禄克计量助力汽车行业质量把控

从钢板到一辆成品汽车大致需要四个环节：冲压、焊装、涂装和组装。最后，还需要经过多道和严格的测试，一辆汽车才能正式出厂。在生产中，汽车制造的每一步甚至每一个零件都直接影响到整车的质量、性能以及驾驶安全性。因此在每一个制造环节都需要进行严格的控制和测试，福禄克的设备可以确保生产中的一项测试准确性。

目录

1. 冲压	1	4. 总装	8
1.1 福禄克解决方案	1	4.1 福禄克解决方案	8
2. 焊接	1	5. 测试	8
2.1 福禄克解决方案	1	5.1 疲劳耐久性测试	8
3. 涂装	2	5.2 NVH测试	9
3.1 前处理	2	5.3 汽车电子测试	10
3.2 阴极电泳(ED)	3	5.4 发动机及排放测试	12
3.2.1 阴极电泳装置的组成	3	5.5 数据采集系统测试	13
3.2.2 电泳的工序过程	4	5.6 整车性能测试	13
3.2.3 去离子水洗	5	5.7 底盘系统测试	13
3.2.4 电泳底漆烘干	5	5.8 环境测试	13
3.2.5 前处理电泳的生产中 巡检内容	5	5.9 福禄克解决方案	13
3.3 PVC密封和车底UBS	6	6. 福禄克解决方案总结	13
3.4 中间涂层的喷涂(ESTA)	6	6.1 福禄克电学产品在 汽车行业的应用	13
3.5 车身面漆喷涂(ESTA+AIR)	6	6.2 福禄克温度压力产品 在汽车行业的应用	17
3.6 面漆修饰与喷蜡	7		
3.7 福禄克解决方案	7		

1. 冲压



首先, 钢板到达汽车工厂首先是要做的就是通过大型冲压机床将一块块的钢板冲压成形状大小不一的多种部件。

从第一道工序开始就要保证产品的精度和质量, 一般大型的冲压设备都被安排在了精美的房子里, 这样做第一是为了防尘防污染, 第二就是为了保证工人的人身安全。

为了提高产品的精度和工作效率, 大量采用了全自动化机器人进行操作, 机器人将码放整齐的钢板原料逐一抓取到传输皮带上, 然后皮带又将钢板输送到冲压机内。

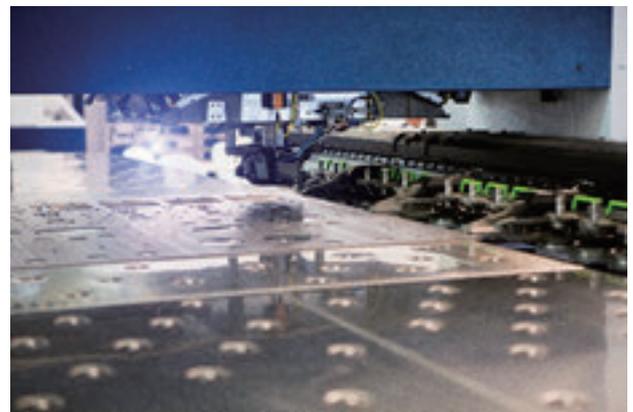
1.1 福禄克解决方案

冲压工艺过程虽然是机械加工过程, 但在这个环节中所使用的电子测试设备多为福禄克



万用表、福禄克台式表、福禄克震动测试仪等维护性测试仪器。这些设备的好坏直接关乎运营结果, 所以这些仪器基本上都会集中到汽车工厂的计量处集中进行校准。

2. 焊接



在汽车制造过程中, 尤其是小的部件, 多数还是使用点焊, 大的部件一般都采用机器人焊接以提高焊接精度和生产效率。

随着技术的进步, 传统的焊接方式不再使用。一般机器人使用的是激光焊接。激光焊接相比传统焊接主要有以下优点, 1、可以降低车身重量并达到省油的目的; 2、提高车身的装配精度, 使车身的刚度提升30%从而提高了车身的安全性; 3、降低汽车车身制造过程中的冲压和装配成本, 减少车身零件的数目并提高车身一体化程度; 4、焊缝均匀细致, 美观。由于激光对人体有伤害, 所以一切程序均在密闭环境中由机器人进行操作。

2.1 福禄克解决方案

焊接过程和冲压过程一样, 属于机械加工过程, 在这个环节中所使用的电子测试设

备多为万用表、台式表等维护性测试仪器。这些设备的好坏直接关乎运营结果,所以这些仪器基本上都会集中到汽车工厂的计量处集中进行校准。

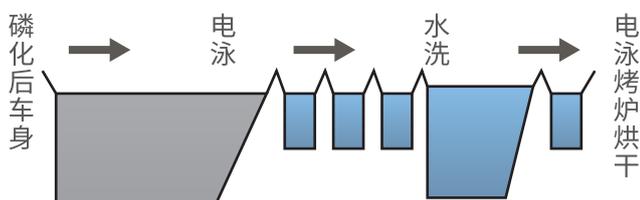
3. 涂装

涂装车间对防尘、湿度、温度的要求极高。

将涂料均匀地涂布在基体表面并使之形成一层连续、致密涂膜的操作工艺称为涂装。

轿车车身涂装工艺流程图如下:

前处理PT→电泳ED→转挂→烘干→强冷→PVC密封→底漆打磨→底漆擦净→擦净→表面中涂→自动机喷漆→晾干→烘干→强冷→钣金→中涂打磨→中涂擦净→擦净→手工喷涂内表面色漆→外表面ESTA+AIR自动机喷漆色漆→手工喷涂内表面清漆→外表面ESTA自动机喷漆清漆→晾干→烘干→强冷→修饰→面漆修饰→交检→喷蜡→上线至总装



主要工序如下:

3.1 前处理

表面处理主要包括清除车辆表面的油污、尘土、锈蚀、以及进行修补作业时旧涂料层的清除等,以改善工件的表面状态,为下一步作业打下基础。其前处理具体包括,根据各

种不同车辆受损情况对车身板件表面进行机械加工和化学处理。如磷化、氧化和钝化处理。

- (1) 有机溶剂除油:用擦布浸200#溶剂、汽油等有机溶剂擦拭车身油污部位。
- (2) 高压水或清洗剂清洗:用高压枪清洗车身内外表面(清洗介质是水或清洗剂)。
- (3) 热风吹:车身进入前线入口处的热风幕,立即自动向车身吹热风(50°C左右)。使温度接近前处理各槽的温度。
- (4) 热水洗:车身进入热水冲洗后,向车身喷50°C的热水,对车身进行热水洗,喷洗压力为1.2~1.5bar。
- (5) 预脱脂:车身进入预脱脂区,喷淋系统向车身喷碱性脱脂液,温度在内45°C~65°C,喷洗压力和喷洗温度同工序4。
- (6) 脱脂:车身进入主脱脂槽,一般均为全浸式的槽,大小是由产量、生产节拍决定的,其它工艺参数同工序5,这里要说明的是热水槽、预、主脱脂槽均装有循环、过滤、除油装置,目的是净化槽液,增强除油效果。
- (7) 水洗:车身经沥水区进入自来水喷洗区,喷淋压力等工艺参数同工序4,温度是室温。水洗槽体积是V=6~8M3左右。

- (8) 表面调整: 车身经沥水段进入表调槽。表调和目的是把车身浸入含有钛盐的溶液中, 使磷化膜结晶细腻, 致密、均匀、表调一般采用全浸式, 槽液的PH值一般为8~9.5, 温度为室温。
- (9) 磷化: 车身由表调出槽后经沥水段进入磷化槽, 槽液为含有锌、锰、镍等金属的磷酸盐溶液, 车身进入后的目的是使车身表面形成一层含有锌锰镍等磷酸盐, 能较大幅度的增加漆膜的附着力和耐腐蚀性、耐潮湿性, 以至增强漆膜对被涂物表面的湿润性, 喷-浸或者或浸或喷等形式, 磷化槽一般配有除渣、加热、喷淋等系统, 目的是净化槽液, 使磷化膜结晶均匀、致密, 保证磷化质量。磷化的工艺参数是由磷化的技术标准和磷化方式决定的, 可分为中温、高温和低温磷化。
- (10) 磷化后水洗: 车身出磷化槽后经沥水段后自来水洗两三次, 方式可喷可浸、或喷浸结合。但最后一次冲洗须经新鲜自来水, 循环水系统的喷淋系统同工序4, 温度为室温。
- (11) 钝化: 这主要是为磷化配套的工序, 利用铬酸溶液对磷化膜进行处理, 以提高磷化膜的致密性, 以提高耐腐蚀能力。
- (12) 钝化后水洗: 车身出钝化槽后, 经沥水段后进入水洗工序, 有条件的场合自来水喷洗一次, 再纯水浸洗, 循环纯水、新鲜纯水各喷洗一次。

3.2 阴极电泳(ED)

3.2.1 阴极电泳装置的组成

阴极电泳涂装是油漆车间技术的核心之一。它是把前处理的车身表面泳涂上底漆, 主要是由下列装置组成:

电泳槽——这是电泳的主要设备, 根据车身体积和生产量可做容量不同的规格。其构造可分为主槽、副槽和附属保护设施。其作用主要是盛装电泳底漆和白车身在里面泳涂底漆。

电泳主动脉环系统和过滤系统——是由管路、阀门、泵及过滤系统等附属系统组成。其作用主要防止电泳漆沉淀、变质, 保持电泳漆清洁、均匀, 并除去杂质。

加料装置——由加料泵、管路、阀门(有的场合配有加料罐、搅拌器、过滤器和附属部件)。其作用主要是向电泳槽中补加电泳漆, 即颜料、基料, 以保持槽液中的成份配比稳定。

超滤系统——超滤可以理解成是一种过滤方式, 不过, 这种方式有些特殊, 它只能让小分子(水、溶剂、小分子量物质和杂离子物质)透过, 而大分子(涂料)无法透过。超滤系统由循环管路、阀门、泵、压力表、流量计、超滤膜、过滤器等组成, 还有管路联接件等控制系统。超滤量一般2.0~5.0m³/h。主要作用是净化槽液、回收涂料、为后冲洗提供水。

电泳槽液温度自动控制系统——由于车身

电泳时是放热反应,还有搅拌循环时产生热量,车身进入电泳槽时带入热量,所以电泳槽液的温度会上升,为保持工艺温度在 $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$,故需要制冷系统。制冷系统是由泵、管路循环系统、阀门、换热器、制冷机组、冷热水槽和冷却塔等组成。

阳极液系统——这是由阳极罩、极板、管路循环系统、阀门、泵、流量计、电导仪、电缆、阳极液贮存槽及附属部件组成,分为板式阳极和管式阳极。阳极可以与车身形成高压静电电场,使带电涂料粒子形成定向移动,把工件表面涂上漆,并使小分子杂质(游离酸等)透过阳极膜随阳极液带走,起净化槽液作用,也起调整槽液的PH值和电导的作用。

直流电源——该系统是由供电电源、电缆、阳极板、阳极系统、电控柜、电流表、电压表及附属部件组成。它为电泳提供电场、电流、电压,是电泳的主要设备。工件的通电方式有带电入槽和全浸后通电两种方式,电压和控制有恒电压和变电压两种方式,变电压又分为连续式和分段式,德国一般采用段式电压。

电泳后冲洗系统——该系统是由各类水槽、喷洗系统、泵、喷嘴、过滤器、循环管路、喷槽和浸槽等组成。喷洗方式有两种,一种是UF液,一种是去离子水。两种水洗方式都采用浸喷结合的方式。这两种方式都是由闭合回路组成的,但两液体有明显的区别,主要是在于它们的电导率上,UF的电导率在 $1000\mu\text{s}/\text{cm}$ 左右,而新鲜纯水的电导在 $3\mu\text{s}/\text{cm} \sim 10\mu\text{s}/\text{cm}$ 之间。

电泳底漆烘干系统——烘干系统是由烘干室主体、运输链和附属设备等组成,还有供热系统(加热器等)、热循环系统、电子控制系统、温控系统、废气处理系统。热源有电、天然气、油等。

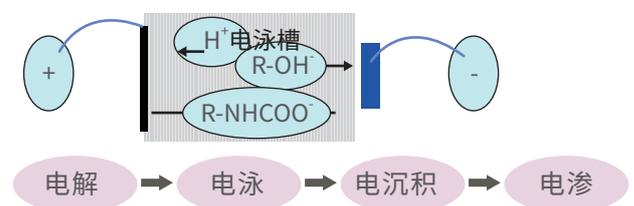
前处理线、电泳线其它设备——前处理线、电泳线的设备除了前面讲过的之外,还有一些其它设备,如整线屏蔽系统,主要是由主体框架、壳体、通风装置、工位照明、人行通道、各段的人行门、梯子及返工件运输链等机械化运输设备组成,作用如下。

3.2.2 电泳的工序过程

车身电泳过程

(1) 车身在经钝化水洗后,进入电泳槽。

一般的,电泳时间在3min左右,车身表面泳涂上一层均匀的电泳漆膜,电泳槽液的工艺参数有二十多个,因各厂家生产线不同,使用的电泳漆不一样,所以参数也不一样。在这里就不做详细介绍。但必须指明的是保持电泳槽液的各种成分的配比不变,是电泳涂装管理的基本内容,如固体分19~20%左右,溶剂含量2.0%,灰分含量22%左右,电泳槽液保持稳定,才能泳出好的漆膜。



电解基本过程图

(2) 零次UF液喷洗：车身出电泳槽后，在槽的上方，马上自动对其进行UF液喷淋冲洗，因冲洗后UF液直接流入电泳槽，故称为零次UF液冲洗。它的喷涂压力一般在0.06~0.08MPa左右，各车身通过喷淋段的时间在60~90秒钟，UF流量一般在于2.2m³/h左右。零次冲洗的目的是保持电泳漆膜湿润，回收涂料，节约成本，为后道工序奠定好基础。

(3) 超滤液清洗——车身出电泳槽后，进入超滤液冲洗区域。这道工序是循环超滤液经仿形喷管和喷嘴对车身进行喷洗，喷嘴流量2.2m³/h左右，入口喷洗压力0.04MPa，出口喷洗压力0.08MPa左右，喷洗时间是60~90秒钟每辆车。

循环UF液浸、喷洗：车身经喷洗后进入50m³~100m³左右的浸洗槽。这个工序的清洗方式是浸喷相结合的。在浸槽出口加些仿形管，在车身浸洗出槽后，仿形管上的喷嘴立即自动对车身喷洗，出口压力0.8~1.0Mpa，出口喷洗流量2.2m³/h左右。新鲜UF液喷洗：在循环UF液清洗后，车身进入新鲜超滤液清洗区域进入新鲜超滤液冲洗。入口压力是0.03~0.05MPa左右，出口压力为0.08~0.10MPa，喷嘴流量为2.2m³/h，喷洗时间同链速，新鲜超滤槽容量V=10m³以上。

3.2.3 去离子水洗

循环去离子水浸喷洗：在UF液喷洗后，由

运输链送入55m³左右的循环去水洗浸洗，并在出槽时由浸槽出口上方的仿形管上的喷嘴对车身进行喷洗。喷洗压力为0.08~0.10MPa，喷嘴流2.0.m³/h。

去离子水喷洗：车身经沥水段带入新鲜去离子水喷洗区域，进行喷洗，喷洗压力为0.08~0.10MPa，喷嘴流量2.2m³/h，喷洗时间同链速，新鲜超滤槽容量V=10m³以上。

3.2.4 电泳底漆烘干

车身在电泳底漆最后一道水洗后，由悬链经机动辊床转入地面链，并随可倾辊床进入沥水段，沥净车身内腔的水分。车身沥净水后，由可倾辊床送入升降机，升降机将车身送入烘干室进行烘干。烘干温度：160~180°C，时间：20~30min。车身烘干后，由升降机自动送入强冷室进行冷却至40°C以下，电泳后的车身自动进入下道工序或贮存线。

3.2.5 前处理电泳的生产中巡检内容

(1) 检查运输链等运转设备是否正常运转，是否有异响、“爬行”等不正常现象，如有，立即通知相关人员调整处理。

(2) 检查各浸槽的液面、循环状态、工艺参数是否正常，是否在工艺范围之内，否则，应要调整。

(3) 检查各喷洗槽的压力、流量、温度等喷洗系统状况，使之在工艺规定范围

之内。

- (4) 严格按工艺规定操作规程和检验结果进行槽液调整(加料、搅拌),使之符合工艺规定。

3.3 PVC密封和车底UBS

车身PVC密封工序: 车身各部位的焊缝均需用PVC胶密封, 在车身上按其密封部位, 分为粗密封和细密封。

车底涂料喷涂: PVC涂料喷涂主要是指车身底板大表面和四个轮罩的下表面等部位的喷涂, 要求PVC胶喷涂均匀、严密、无起皱、流挂等缺陷。

3.4 中间涂层的喷涂 (ESTA)

中间涂层喷涂工序简称中涂。其作用是为面漆的装饰性创造优良的条件。

底漆打磨

- (1) 消除表面的毛刺及杂物。
- (2) 消除工件表面颗粒、粗糙和不平整度。
- (3) 增强层的附着力。

擦净

擦净车身表面的灰尘、水渍, 保持车身表面清洁, 力争清洁度100%。

车身中涂

- (1) 手工喷涂: 手工喷涂四门两盖和发动舱等内表面。四门内表面要求两遍, 间隔

时间约3min。这些部位要求均匀、严密、不露底、不流挂。

- (2) 自动喷涂: 自动机喷涂车身外表面。自动喷涂采用高压静电喷涂或高压空气喷涂。喷涂要求不露底、不流挂、厚度均匀、无针孔、无缩孔、桔皮等。
- (3) 人工检查: 人工对车身进行检查, 如有露底, 进行手工补喷, 若有小颗粒等到缺陷, 用1500#的砂纸打磨后, 再用枪修补。

中涂烘干

喷涂好的油漆车身经晾干间后进入面漆烘干炉, 温度为140°C, 时间在30min。

中涂强冷

冷却至大约在40°C。强冷后的车身自动进入下道工序或贮存线。

3.5 车身面漆喷涂 (ESTA+AIR)

车身面漆喷涂, 就是在车身的中涂层上喷涂上优质的面漆涂层。喷面漆工序是涂汽车涂装工艺装车间的关键工序。各涂层的性能基本都在面漆层上体现。故面漆喷涂工序的操作必须严格按工艺规定和操作规程进行。

中涂打磨

同底漆打磨。但不同之处是面漆外观质量要求更高。

中涂擦净

完全同于底漆擦净。

面漆喷涂

根据面漆的种类决定的。

- (1) 色漆手工喷涂:同中涂喷涂。
- (2) 色漆自动喷涂:第一道是高压静电喷涂,用的是旋杯。第二道用的不是旋杯,采用的是非静电的空气喷涂。
- (3) 检查工位:同中涂检查。
- (4) 罩光漆手工喷涂:同中涂手工喷涂。
- (5) 罩光漆自动喷涂:采用自动机喷涂。同中涂自动喷涂。
- (6) 罩光漆手工检查:同中涂手工中涂检查。如果自动机出故障,这个工位可以进行手工喷涂生产。

面漆烘干工序

温度140°C,时间在30min左右。

面漆强冷

冷却至大约在40°C。

3.6 面漆修饰与喷蜡

本工序主要是消除车身的某些缺陷。车身表面难免有些小颗粒、脏点、流痕等缺陷,这些缺陷影响车身的外观质量,本工序就是消除这些缺陷,使车身表面更美观。本工序分为打磨、抛光和点修补三个工位。

车身喷蜡

由车身的内腔形成局部电极较远,电场较弱,电泳不上或电泳涂层很薄,其防腐性能不好,为增强其防腐性能,故在其内部喷上一层防锈蜡,形成憎水层。喷蜡的设备:输蜡泵、蜡桶、喷蜡枪、管路和阀门等部件。

3.7 福禄克解决方案

涂装加工车间对环境的湿度、温度要求极高,因此需要安装监控系统,可以使用Fluke 2638A 全能型数据采集系统配合温湿度传感器可以进行监控,并且可以设置报警。在加工过程中的温度、压力、流量监控也可以使用数据采集器并设置报警,确保加工工艺参数在允许的范围内。



4. 总装

汽车的总装配是整个汽车制造过程的最后阶段,将车身、底盘和内饰等各个部分组装到一起,形成一台完整的车。

4.1 福禄克解决方案

- (1) 自动挡压力变速箱中都有压力传感器,用于控制变换档位。压力传感器的测

量准确度影响着行车安全。315晚会曝光的汽车变速箱问题，就是由于压力传感器没有校准，导致信号错误，无法挂档或高速行驶中摘档。现在的总装车间都需要压力校准装置，用于变速箱内部压力传感器的校准。Fluke E-DWT-H 多功能压力校准器是校准高压传感器的最好仪器。



(2) 总装车间的生产线中，一个环节就是要为整车加入刹车油，而判断是否加好的依据就是看真空压力表的真空压力变化。所以，真空表必须定期检测，否则将直接影响汽车驾驶安全。而2271A/6270A压力控制器是检测真空压力表最好的仪器。

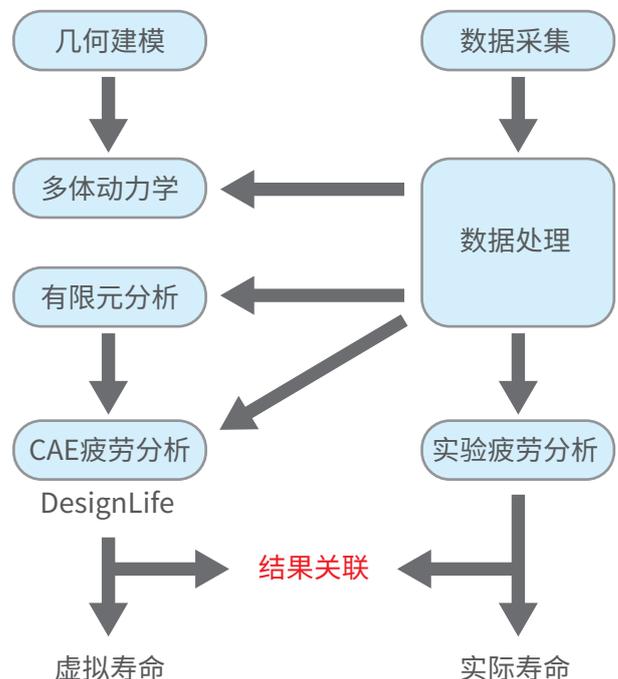


5. 测试

经过上述的工序后，一辆成品车已经形成。但在出厂之前还需要进行大量的测试保证车辆的质量。核心的测试项目有疲劳耐久性测试、NVH测试、汽车电子测试、发动机及排放测试、数据采集系统测试、整车性能测试、底盘系统测试、环境测试等。下面将会依次介绍并介绍其中的解决方案。

5.1 疲劳耐久性测试

汽车耐久性，是指汽车的整车和总成在达到极限磨损数值或不堪使用之前的工作期限。简单地说，就是汽车理论使用寿命，汽车耐久性是汽车的技术完好系数、折旧费、大修费都有直接的影响的一项重要指标。汽车耐久性试验可分为试验场外场试验和室内道路模拟试验。试车场试验着眼于模拟汽车在实际使用中所遇到的最恶劣情况，即那些引起疲劳损伤的主要因素。



测试过程, 在车轮上安装传感器, 采用数据采集收集传感器的返回信号, 记录各分方向上的力值、力矩值、速度和加速度。将获得数据通过计算模拟分析, 得出理论使用寿命。



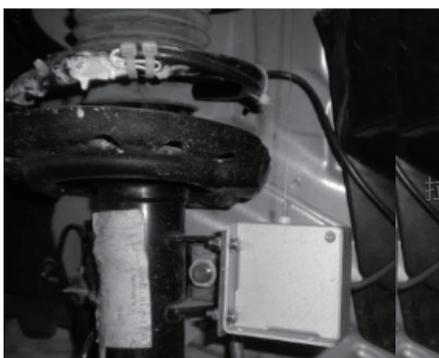
车轮六分力传感器



测力方向盘



三向加速度传感器

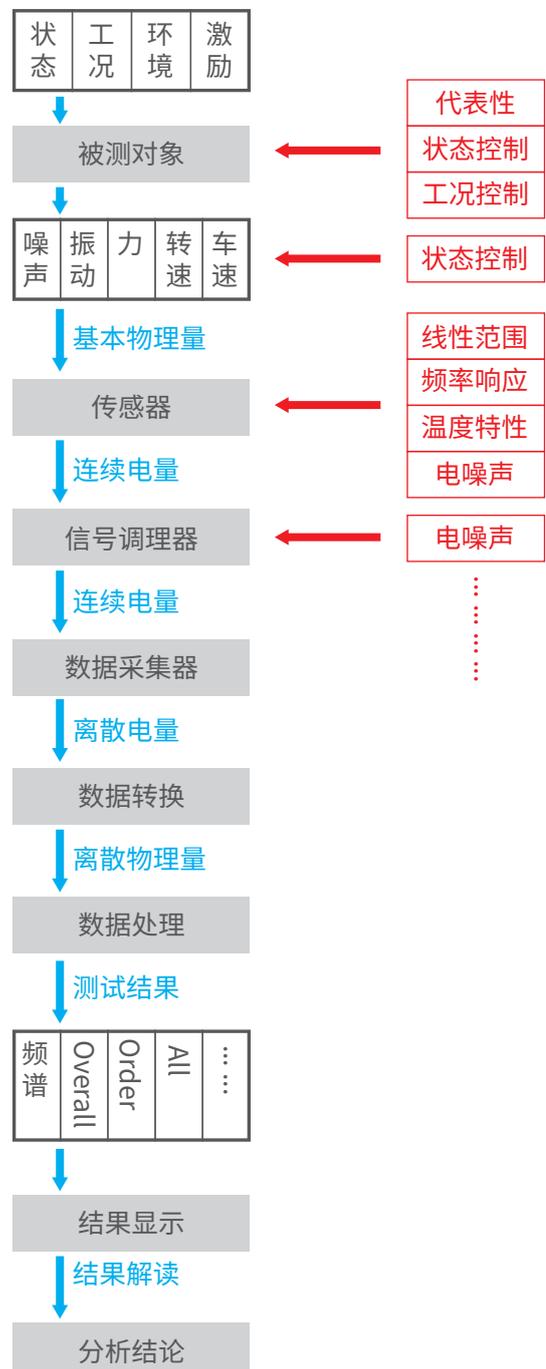


拉线式位移

5.2 NVH测试

NVH测试是噪声(Noise)、振动(Vibration)、声振粗糙度(Harshness)测试。NVH主要测试仪器: 数据采集器和各种物理量(噪声、振动、力、转速、车速、时间、频率等)传感器。

测试过程如下:



5.3 汽车电子测试

汽车是由多达几千个电子零部件组成的复杂产品，特别是随着汽车产业的发展，控制电子部分、娱乐多媒体电子部分、导航及车载通信等等越来越多，使车辆复杂程度不断加大。而这些电子零部件产品可靠性十分重要，直接决定了整车的安全及运行可靠性。特别是严苛的环境(运输过程、存放、工作中、气候等等)，都在考验着汽车电子产品的可靠性。

汽车电子产品测试有ECU控制系统测试、汽车电子产品检测。其中汽车电子产品检测又分为几类进行检测：



产品类型	测试类型
车灯与灯泡	光学、电学与热学测试
车用电子控制、安全保护装置与仪表盘等	功能与电学测试
车载娱乐系统	功能、声学、光学及电学测试
车载电器设备	功能与电学测试
车载定位与导航设备	功能、无线电与电学测试
车载通信设备	功能、无线电与电学测试
车用传感器	功能、电学与热学测试
控制系统网络协议(CAN, TTCAN, LIN)	功能、电学及软件测试
车用电源设备	电学、磁学及化学测试
车用空调器	电学与热学测试
TPMS及其它车用监控报警装置	功能与电学测试

EMC测试：

电磁兼容(EMC)是研究在有限的空间、有限的时间、有限的频谱资源的条件下，各种用电设备可以共存正常工作的一门科学。现代汽车的三大污染(排放、噪声、电磁干扰)其中之一就是电磁干扰。电磁干扰(EMI)是一种不希望存在的信号。它对电子设备或系统的正常工作会造成有害影响。电磁干扰源有多种，有的来自自然界，有的是人为造成的。来自自然界的电磁干扰主要是由雷电产生的大气噪声(频率主要分布在10MHz以上)以及由宇宙射电噪声和太阳辐射(10MHz以上)引起的。人为造成的又分为有意干扰和无意干扰两种。所谓有意干扰是指那些必须发射电磁波的设备，如调幅、调频、电视广播发射机、雷达和导航发射机、高频加热设备和移动无线电通讯机等产生的电磁信号，它对特定的需求方是有用的，而对其它方面则可能成为干扰。所谓无意干扰源包括计算机设备、继电器、开关、电机高压线、照明设备、汽车的点火装置等。随着智能化、安全性的要求日益提高。汽车上的电子设备，特别是半导体逻辑器件装车数量的增加，汽车对内、对外的电磁骚扰要求越发严格。当电磁骚扰发生时，轻则导致受干扰的敏感电子设备功能发生降级，重则导致其功能失效，给汽车的安全行驶造成严重影响。国外对汽车的电磁兼容问题非常重视，目前已经形成了较为完善的汽车电磁兼容性标准体系。

测试类型	测试方法
辐射发射 RE (Radiated Emission) 暗室法 (Anechoic Chamber)	ECE R 10.3 30M-1GHz@1m CISPR 12/GB 14023 30M-1GHz@3m, 10m CISPR 25/GB/T 18655 150K-2.5GHz@1m SAE J551-5/GB/T 18387 9K-30MHz @3m/E 1m/H
传导发射 CE (Conducted Emission)	CISPR 25/GB 18655 150K-88MHz SAE J551-5/GB/T 18387 450kHz-30MHz
传导瞬变发射 CTE (Conducted Transient Emission)	ISO 7637-2 幅度要求 (Amplitude Limit)
辐射抗扰度 RI (Radiated Immunity) 暗室法 (Anechoic Chamber)	ISO 114522-2 80MHz-18GHz(80MHz-3.1GHz) @1m ≥ 25V/m
传导抗扰度 CI (Conducted Emission) BCI法 (Bulk Current Injection)	ISO 11452-4 1MHz-400MHz
传导瞬变抗扰度 CTI (Conducted Transient Immunity)	ISO7637-2/-3 1/2a/2b/3a/3b/4/5a/5b-112/150V
静电放电 ESD (Electrostatic Discharge)	ISO 10605/GB/T19951 ±25kV

其中:

- 辐射发射RE (Radiated Emission):从产品壳体向外辐射出来的电磁干扰。
- 传导发射CE (Conducted Emission):从产品的电源线、信号线和控制线等导线向外传输出来的电磁干扰。

- 辐射抗扰度RI(Radiated Immunity):所能承受的辐射干扰的忍耐性。
- 传导抗扰度CI(Conducted Immunity):所能承受的传导干扰的忍耐性。
- 静电放电抗扰度ESD(Electrostatic Discharge):所能承受的静电放电的忍耐性。

环境与可靠性测试:

测试类型	测试类型
加速寿命测试 (HALT)	高温耐受性测试(High temperature durability)
可靠性测试 (Reliability)	温度测试 (Humidity)
温度冲击测试 (Thermal Shock)	湿热测试 (Humidity thermal)
加速应力测试 (HAST)	湿热循环测试 (Humidity thermal cycle)
低温唤醒测试 (Low temperature wakeup)	凝露测试 (Dew)
防雾/盐雾测试 (Anti-fog/salt spray)	高海拔低气压测试(High aluitude-low pressure)
防水/糖水测试 (Anti-water/sugar water)	密封测试 (Seal)
溅水测试 (Water splash)	振动测试 (Vibration)
防尘测试 (Anti-dust)	挤压测试 (Crush)
跌落测试 (Drop)	机械冲击 (Mechanical shock)
运输测试 (Shipping)	机械寿命测试 (Mechanical life)
温度测试 (Temperature)	接触腐蚀测试 (Fretting corrosion)
失效分析 (Failure Analysis)	筛选 (Screening)

环保与化学测试：

测试类型	测试内容
汽车材料的其他受限制物质化学测试	重金属定量分析
	溴化阻燃剂(PBBS)
	多氯联苯/多氯耐/多氯三联苯/氯化石蜡(PCBS)
	甲醛
	溶剂/臭氧层破坏物
	石棉/偶氮
挥发性有机化合物VOC测试 (Volatile organic compounds)	美国 40 CFR 63 Subpart II
	欧盟2004/42/EC
	车内挥发物有机物和醛酮类物质采样测定方法(HJ/T 400-2007)

5.4 发动机及排放测试

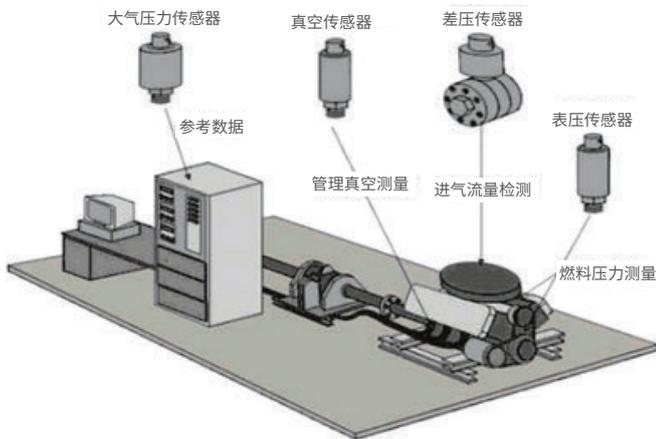
发动机测试是汽车测试的一个重要组成部分,也是最复杂的一个部分。进行发动机测试时,一般都在专用的试验台上进行,称为发动机试验台架,测试时通过一些专用的连接装置将发动机固定到试验台架上并接上所需的电、气、水、油和所需的仪器设备后进行测试。

衡量发动机动力性和经济性的指标主要有:功率、扭矩、转速、燃油消耗等,在发动机常规性能试验中测量的参数有发动机的功率、扭矩、转速、燃油消耗量和燃油消耗率、燃油温度、润滑油压力和温度、进气压力和温度、排气温度和压力、冷却水的进出口温度等。发动机的各种参数通过各种类型的传感器实时测量,现代高水平的试验室可同时测量上百个参数;有些参数可直接测量得到,有

些参数需根据测量到的参数和公式进行计算得出。现代测试设备一般都提供数据的后处理,可按用户要求提供所需数据的最终处理结果,以表格和曲线等形式出现。

发动机测试中常用设备有测功器、油耗仪,控制发动机油门的执行机构以及各种转速、温度、压力测量的传感器和二次仪表,还有用于各种流体测量的流量计,如空气流量计等。汽车发动机是高速运动的机器,有关参数如缸内温度和压力处于急剧变化的过程之中,因此,要求发动机的测试仪器测量精度高、响应快、工作可靠,位于发动机内部的传感器处于高温、高压、高频震动及腐蚀气体的高速冲刷之中,工作条件恶劣,对其要求就更高。测功器是发动机测试中最基本也是最重要的设备,在发动机试验中测量发动机的扭矩并将发动机发出的动力转换为热能或电能。测量发动机燃油消耗的油耗仪按测试方法有容积法、质量法、流量法等,电控汽油喷射汽油机需用专用的油耗仪,还有可连续测量的动态燃油测量装置。温度和压力的测量一般用热电偶或传感器和二次仪表进行。

发动机测试分生产过程的检测和研发过程的测试。用于生产过程检测的设备要求精度可略低一些,测量的项目也少一些,但要求测试速度快,辅助工时少,一般都采用快速连接装置。而研究开发用的试验台架要求设备精度高、测量项目多、采集的数据量大。



5.5 数据采集系统测试

数据采集是电子控制单元开发的一个基本组成部分。现代车辆中有一系列ECU控制车辆的各种复杂的系统及功能，从舒适性，到车辆性能，到安全。车辆的用户要求车辆能在所有环境条件下正常运行。所以在整个车辆开发过程中，不论是实验台还是恶劣的实际车辆环境，能随时可靠地采集数据是非常重要的。精确可靠地测量外部设备的数据对于决定ECU是否达到设计指标十分关键。因此汽车的数据采集系统需要经过严格的测试。

5.6 整车性能测试

测试项目分为汽车动力性能测试、经济性能测试、制动性能测试、平顺性能测试、操作稳

定性能测试、噪声测试。测试过程中，使用各种类型力、力矩、速度、加速度、流量等传感器和测试装置，收集汽车动力、油耗等信息，测试出汽车的整车性能。

5.7 底盘系统测试

测试项目分成：底盘输出功率测试、传动系统测试、转向系统测试、车轮动平衡测试、制动系统测试等。

5.8 环境测试

模拟汽车在道路上行驶时的各种气候条件(风速、温度、湿度、日照)和汽车运行状态(车速、行驶阻力等)，以测定汽车在一定条件下运行的性能及与汽车工作的相容性。

5.9 福禄克解决方案

在汽车的测试环节，需要使用到大量的温度、压力、流量等传感器和数据采集器，而且在汽车电子测试中需要测量蓄电池电压电流，在EMC测试中还需要频谱分析仪来进行测量，这就需要数表和频谱仪的校准设备等。

6. 福禄克解决方案总结

6.1 福禄克电学产品在汽车行业的应用

总结下来，福禄克的电学产品不管是在实际生产现场，还是在后期维护试验都有应用。

6.1.1 制造过程：冲压、焊接、总装、涂装

应用背景

制造过程中虽然用到的电学测量仪器较少，但依然少不了万用表、台式万用表等

这类的设备维护测试仪器。此类仪器需要进行校准。

福禄克解决方案

校准器:5080A/5502A/5522A系列

测量仪表:8808A

在涂装过程中需要监控温度、湿度、清洗液压力、流量等，除了需要相应的传感器外，还需要数据采集器去收集、监测和管理各传感

器的测量值。由于传感器数量众多，便于管理，可以使用合适的资产管理软件进行资产管理。

福禄克解决方案

2638A 全能型数据采集系统

DAQ 6.0 数采软件和Trend link 趋势绘图软件

MET/TEAM资产管理软件



6.1.2 汽车测试

A、应用背景

汽车测试项目众多，并且繁琐，所记录的数据量也较大。譬如在蓄电池充放电测试时需要记录电压和电流变化情况，在发动机测试时需要记录温度、压力等值。

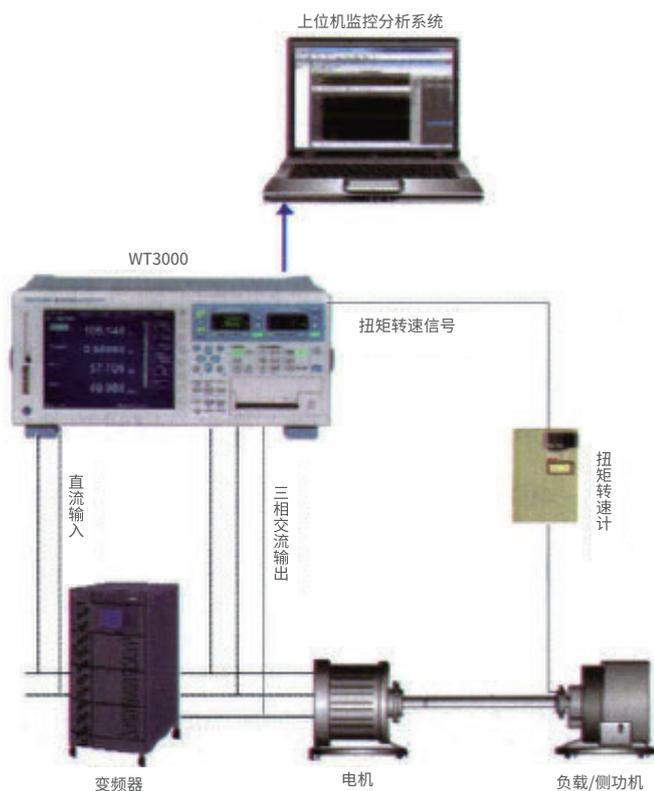
福禄克解决方案

测试仪表:8808A

数据采集器:2638A

B、应用背景

目前新能源汽车越来越受欢迎，与传统汽车相比，新能源汽车用电机代替了原来的发动机。对电机系统的评价一般都需要使用电机测试台架，而其中的核心测试设备就是功率分析仪。在校准功率分析仪时就需要三相电能功率源来进行校准。



福禄克解决方案

6100B 电能功率校准器

C、应用背景

EMC测试

汽车电子产品的电磁兼容性的测量手段主要由测试场地和测试仪器组成。

EMC兼容性测试包括电磁干扰EMI(含RE及CE)测试、电磁耐受性EMS测试(含RI及CI测试)和静电放电抗扰度ESD测试。

EMI测试所需的仪器有：

- (1) EMI自动测试控制系统(计算机及其界面单元)；
- (2) EMI测试接收机(或频谱分析仪)；
- (3) 各式天线(主动、被动棒状天线、大小形状环路天线、功率双锥天线、对数螺旋天线、喇叭天线)及天线控制单元等；
- (4) 电流注入感应器(Current Probe)、电压感应器、隔离变压器；
- (5) 电源阻抗模拟网路(Line Impedance Stabilization Network, LISN) 贯穿电容, 储存式示波器, 各型滤波器、定向耦合器等。

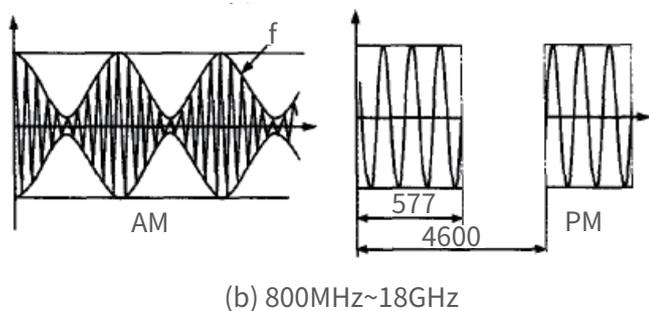
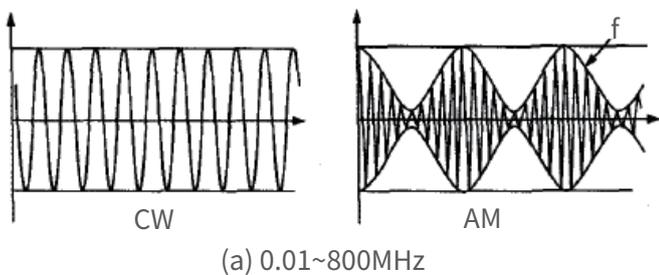
电磁耐受性EMS(含RS及CS)测试仪器：

- (1) EMS自动测试控制系统(计算机及其界面单元)；

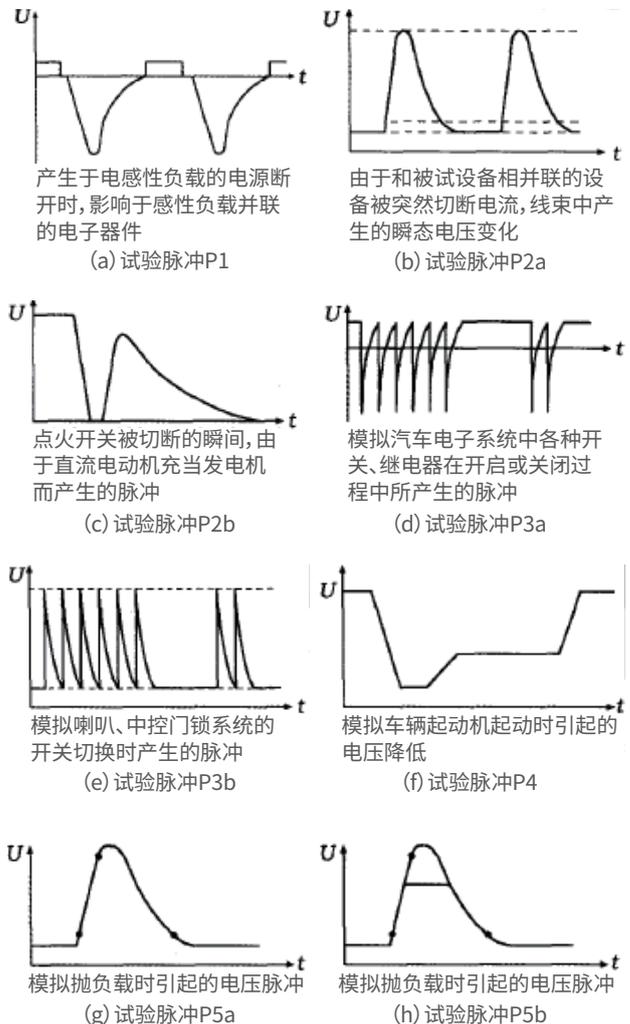
- (2) EMS测试接收机(或频谱分析仪);
- (3) 各式发射、接收天线;
- (4) 信号发生器、功率放大器、场强监视系统;
- (5) 储存式示波器, 注入隔离变压器, 各型滤波器、定向耦合器;
- (6) 电源阻抗模拟网路, 射频抑制滤波器, 光纤数据传输系统。

要求

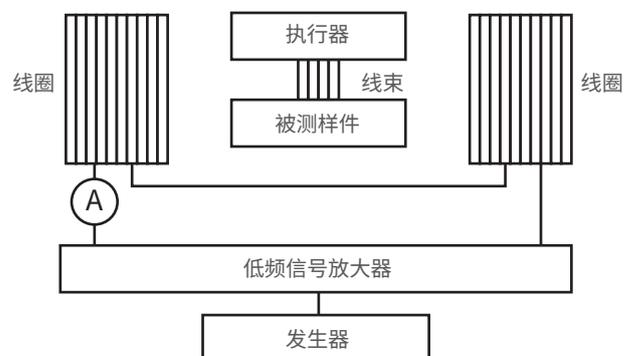
在EMI测试中需要信号发生器产生出CW波(未调制波)、幅值调制AM波和脉宽调制PM波模拟干扰源, 再用测试接收机进行测量。



电磁耐受性测试中, 则需要模拟出各种供电电源电压和电流脉冲干扰对电子设备的影响。



电磁抗干扰测试则是采用赫尔姆霍茨线圈法。



电磁兼容性试验对测试设备的测试精度要求, 必须保证测试设备的精确性, 这样才能保证测试结果的可信度。因此在测试前必须准确的对测试仪器进行校准。

福禄克解决方案

EMS测试接收机(或频谱分析仪): 96270A

射频参考标准

存储示波器校准: 9500B

信号发生器: 200系列任意波形发生器

电磁抗干扰试验可以使用5080A代替发生器和电流表, 5080A在电流输出时具有强大的驱动能力。如果电流需要较大, 可以使用5522A+52120A产生较大电流。

6.2 福禄克温度压力产品在汽车行业的应用

汽车行业属于传统制造行业, 把汽车行业进行细分, 也就是说, 有哪些部门可能会用到福禄克温度和压力的设备呢?

总结下来, 福禄克的温度和压力校准产品在四个部门有应用的需求, 分别是: 研发部门、发动机测试部门、计量保证部门、整车测试部门。

6.2.1 研发部门: 不同公司的研发能力和项目不同, 需要具体项目具体分析, 这里先不做讨论

6.2.2 发动机测试部门

应用背景

发动机测试时, 需要使用发动机测试台架, 对发动机的各项性能指标进行测试。发动机本身和测试台架上有很多温度、压力传感器及变送器, 这些传感器测量的准确度对发动机性能有重要的影响, 因此, 很多时候需要进行现场校准。

发动机本身需要校准的传感器一般有三个:

- (1) 进气压力传感器: 硅电容, 绝压传感器, 探测进气压力, 它被安装在进气管上, 也可安装在进气管附近;
- (2) 进气温度传感器: 安装在进气管上, 一般为热敏电阻;
- (3) 冷却液温度传感器: 装在发动机冷却液出水管上, 由此测出发动机温度, 一般也是热敏电阻。

发动机测试台架, 有多个温度、压力传感器, 一些传感器带有变送功能, 下图是发动机测试台架监控的数据, 其中: 机油压力, 机油温度, 燃油压力, 燃油温度, 进气压力, 进气温度, 进水压力, 都需要用到传感器进行测量。

(1) 温度传感器



(2) 压力传感器



福禄克解决方案

(1) 温度解决方案, 如下, 该方案可在现场校准温度传感器 (铂电阻、热电偶、热敏电阻), 以及温度变送器。

a) 现场计量炉914X或917X

b) 四通道测温仪1529

c) 二等标准铂电阻5609

d) 热工多产品校准器7526A

(2) 压力方案

对于气体介质部分, 有三种方案可供选择:

a) 手动方案

i. 气体比较测试泵P5510

ii. 高精度数字式压力计2700G

iii. 热工多产品校准器7526A

b) 半自动方案

i. 气体压力校准器3130

ii. 热工多产品校准器7526A

c) 全自动方案

i. 压力控制器2271A/6270A

ii. 热工多产品校准器7526A

6.2.3 计量保证部门

一般汽车企业都有自己的计量部门, 和绝大多数的企业计量基本相同。现场的很多设备要定期送到计量部门进行检定或校准。下面我们总结一下, 汽车行业需要校准的被测设备。

首先是一些常见的被测设备:

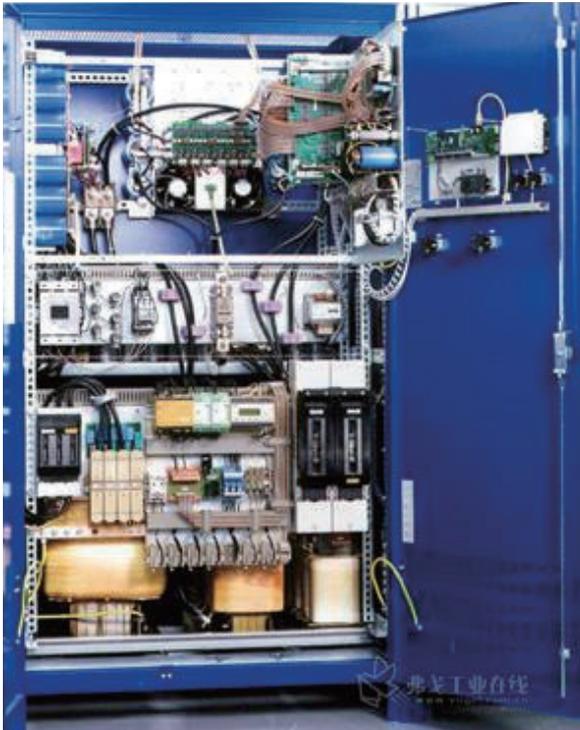
(1) 生产流水线上的铂电阻、热电偶、热敏电阻、双金属温度计等温度被校设备。像发动机壳体铸造, 电泳涂装等工艺, 温度都是非常重要的参量, 需要严格控制, 因此, 流水线上有很多测温探头, 这些探头往往需要定期校准。除了温度探头以外, 像生产车间的中控室, 还会有很多温度二次仪表, 这些仪表也需要定期校准。

福禄克解决方案

温度检定系统CPTB系列, 小型水三相点系统CPRB2560, 热工多产品校准器7526A。



热工多产品校准器7526A



(2) 生产流水线上同样有很多指针压力表、压力传感器、压力变送器等, 这些压力设备也需要定期检定。

福禄克解决方案

方案一: 压力控制器2271A/6270A+数字式压力校准器EDWT

方案二: 压力控制器2271A/6270A+液体活塞P3124

其次, 是一些特殊应用的被测设备:

(1) 用于测量负压的压力传感器: 燃油进入油箱是通过在管路内产生一定程度的负压, 利用负压将燃油吸入发动机的, 这个传感器需要定期校准。

福禄克解决方案

压力控制器2271A/6270A或7250

(2) 刹车油系统的压力传感器: 由于汽车在制动时, 制动力主要有液压刹车油产生, 这个压力很大, 可以到几百兆帕。

福禄克解决方案

高压液体活塞P3840

(3) 手持式质量流量测试仪: 这些质量流量测试仪作为工具, 去校准产线上的一些质量流量计。而这些质量流量测试仪需要定期在试验室进行校准。

福禄克解决方案

质量流量校准系统Molbox+Molbloc

(4) 气体减压器: 车体在焊接过程中, 需要用到氧气、乙炔气等焊接气体, 这些气体通常由气瓶供应, 而气瓶出口的减压器也需要校准。

(5) 表面温度传感器, 生产流程中, 需要测量发动机外壳等表面的温度, 这时需要用到表面温度传感器, 这些传感器也需要定期检定。

福禄克解决方案

表面温度校准器3125

(6) 红外点温仪, 生产流程中, 对那些不容易接触的场所, 往往利用红外点温仪去测温, 这些点温仪也需要定期检定。

福禄克解决方案

红外面源4180、4181

6.2.4 整车测试部门

应用背景

整车组装完成后,需要进行整车的性能测试,例如:疲劳耐久测试、车内电子产品测试、NVH测试等。这些测试往往需要采集多种信号的数据,进行分析,从而判断车辆的整体性能是否能够满足相应的要求。

福禄克解决方案

多通道数据采集器2638A或1586A

福禄克公司 计量校准部

中文网址: cn.flukecal.com

英文网址: www.flukecal.com

福禄克中国客户服务中心热线: 400-810-3435

福禄克中国维修客服中心热线: 400-921-0835



Fluke Calibration. Precision, performance, confidence.™

Electrical	RF	Temperature	Humidity	Pressure	Flow	Software
------------	----	-------------	----------	----------	------	----------

由于产品会不断改进,因此此处的技术指标如有更改,恕不另行通知。
本文中介绍的产品受美国和国际专利法的保护。