

汽车零部件先进在线检测解决方案

■ 埃恩精工无锡有限公司总经理 陈建民

编者按：国际知名品牌的汽车及其公司在在线检测解决方案方面都相对比较成熟，他们都有自己的一套标准。中国汽车零部件企业需要根据自身的质量管理标准、设备能力、企业管理水平等要素选择满足企业自身零部件质量控制的在线检测方案，没有最好的在线检测方案，只有合适自己的才是最好的。



20多年来，中国汽车产业不断高速发展，其中的一个分支——在线检测行业也是不断地高速发展，呈现欣欣向荣的景象，大大小小的检具公司如雨后春笋，国外的检具公司也在中国陆续建厂，这主要得益于中国汽车及其零部件企业不断地在高速发展，对产品质量在线检测的要求不断提高。

国际知名汽车公司由于发展时间比较长，在零部件生产现场尺寸、形位公差的检测方面的工作已经形成了符合自身要求的一套标准。中国汽车企业公司领导决策人员有在国际知名汽车公司工作的经历后，在自己企业的决策实施中也融合欧美或者日韩的在线检测方案。当然，有很多企业还在摸索，还在争论。本人在这二十多年的工

作过程中一直关注在线检测的解决方案。和很多汽车及其零部件公司都一起讨论沟通过，也实施过很多公司的在线检测项目。从汽车零部件企业如何做好在线检测项目这个角度把一些工作体会总结一下，希望对正在做这方面工作的工程师有所帮助，也更希望你们和我联系，大家一起交流讨论，希望能为中国汽车零部件质量的提升做一些贡献。

在线检测基本情况

1. 在线检测工具的发展

汽车零部件的生产现场检测总体概括来讲经历了三个阶段：从最早开始没有检测的阶段很快就发展到通过检测把不合格的零件剔选出来，随后，由于检测手段及统计分析的水平不断提高，现在，有些公司已经发展到在线检测的目的不是把不合格的零件剔选出来，而是通过检测来监控生产过程是否稳定（生产过程控制SPC），从而达到生产100%合格的产品。

汽车及其零部件生产现场使用的检测仪器有很多，本文所交流的是汽车零部件的尺寸、形位公差方面的在线检测，基本经历五个阶段

的发展：

第一阶段：功能性量规、功能性检具、带表量规及带表量检具，该阶段检测精度较低，大多数没有读数，精度基本保持在0.01 mm。

第二阶段：以浮标气动量仪及水柱式量仪为代表，中国在1970年国家建立了中原量仪厂。浮标量仪在尺寸方面的检测重复精度可以达到0.001 mm。

第三阶段：以电感传感器、电子柱量仪为代表，中国在20世纪80年代很多企业就开始研究，主要是中原量仪厂研究所、一汽工具厂及二汽刃量具厂等，不过，当时这些公司研发出的电子柱量仪重复性及稳定性都不太好。国家“八五规划”为汽车行业的现场检测设立了一个项目——从国际上引进电感量仪。当时在无锡完成该项目。无锡爱锡量仪有限公司成立。

第四阶段：电感量仪与计算机技术结合计算机辅助测量系统为代表。该阶段在国际上也是从20世纪70、80年代开始，这一阶段使得形位公差生产现场检测精度达到0.001 mm变成了现实，自从无锡爱锡成立，中国设计制造的生产现场电感量仪产品也慢慢地进入汽车及

其零部件行业。

第五阶段：互联网技术与电感检测技术结合，使得检测数据的管理与应用也逐渐发展，生产过程控制（SPC）中国企业已经开始应用。

2. 中国汽车及其零部件行业在线检测的情况

随着中国汽车工业的发展，中国汽车及其零部件生产现场检测仪器行业也在发展，最近20年的历史，可以分为两个阶段。

第一阶段：2000年以前，中国汽车及其零部件行业在线检测基本上使用功能性检具、带表量具及浮标气动量仪，很多汽车零部件企业的技术人员没有电感量仪的概念。当时，中国的专业检具公司很少，由于对零部件的检测内在动力的需要，大型汽车制造企业如一汽、二汽及北汽等都有自己的工具厂。还有些大专院校的精密仪器专业也做一些检测仪器，如上海交大、天津大学和哈工大等，随后慢慢地退出市场。这一阶段，国际上一些量仪公司如：马波斯、霍梅尔及东京精密等在中国比较活跃，特别是马波斯占据相当高份额的高端量仪市场。20世纪90年代建设的大众、神龙、通用等都选用国外品牌的量仪，当时国外品牌的检测仪器价格非常高，基本上是国内量仪公司产品价格的10倍以上。能买得起国外品牌量仪的汽车及其零部件公司都买国外的，只有一些钱不多的项目选择国内量仪公司或由大专院校研发的电感量仪。

第二阶段：从本世纪开始，受国外知名品牌汽车公司的影响及对生产过程质量控制的要求不断提

高，中国汽车及其零部件企业开始使用电感量仪，越来越多的汽车企业在零部件生产过程进行在线检测整线规划。市场的需求刺激中国量仪公司的发展，也使得国外检具公司的产品价格在中国不断走低。以马波斯为例，在这十几年中，其价格同国内检具公司的价格比从10倍以上到现在的两倍不到，有少数竞标项目的价格甚至比国内检具公司的还低，国外很多知名品牌量仪公司在中国建厂以降低成本。量仪检具价格的降低也让更多的汽车公司在零部件生产过程中使用检测仪器，越来越多的汽车企业在零部件生产过程中开始探索适合自身要求的在线检测解决方案。

在线检测项目的解决方案（整线规划）

一、在线检测的时间计划（项目管理）

国际知名品牌汽车公司及零部件制造商在建零部件生产线的过程中，对其零部件生产过程的尺寸、形位公差的质量控制都会进行整线规划，一般在建生产线的初期就会把在线检测纳入其计划之中。越来越多的中国汽车公司和零部件也开始这样做。

这一环节非常重要，我经常看到有些企业生产线的机床已经调试完毕即将开始小批生产的时候才发现没有合适的检测手段，再开始讨论在线检测问题，由于时间原因，检测规划做得不够仔细、检测方案考虑不周、检具制作问题等问题造成工人使用不方便、测量不合理。给高层管理者的影响就是在线检测不适用，推迟了整个公司在线检测

工作的开展。

二、在线检测整线规划的重要性及考虑因素

1. 整线规划的重要性体现

（1）根据产品加工工艺对需要检测的参数制定合理的检测方案，保证产品质量控制的完整性。

（2）制定与产能、节拍相适应的检测方案，避免因检测速度跟不上生产速度，而被迫减低产能或者二次规划。

（3）整线规划的检测线对生产线的刀具调整起到指导作用，并能对设备的加工能力进行验收。

（4）能够根据厂房及生产线的情况，定制管理量检具，以达到5S管理要求，合理布置检测工作台，减少工人工作强度。

2. 在线检测整线规划的考虑因素

（1）被测零件的产品图样。

（2）该生产线规划的年产量、加工或测量节拍。

（3）被测零件的加工工艺或控制计划。

（4）检测方案的配备原则。

（5）设备能力及其平面布置图等。

每个企业都会根据自身的情况来考虑制定适合自身企业的检测方案的配备原则，在欧美系的汽车企业和日韩系的汽车企业都有不同的配备原则。

三、在线检测方案的配备原则

1. 在线检测方案配备基本原则

（1）分工序全参数检测。

（2）各工序配备工作台，同

一工序量检具统一摆放、统一管理。

(3) IT8以上公差尺寸采用通止类量检具。

(4) IT8以下公差尺寸采用带表类、电子类或气电类等量检具。

(5) 个别重点工序(关键特性)采用SPC过程统计分析。

(6) 形位公差采用功能性、带表或电子的检具检测。

欧美系和日韩系的汽车企业(包含其零部件生产企业)在零部件生产过程的检测方案配备原则上对分工序检测是共同的,他们会对各工序的尺寸参数进行分析,根据这些参数的产品特性、公差大小和设备能力分别用不同的检测手段进行控制。

2. 欧美系的在线检测方案

图1是非常典型的欧美系在工序的检测工位,其公差在0.13 mm以上的用功能性量规,公差在0.05~0.13 mm用带表量规来检测,公差小于0.05 mm用电子量规来检测,关键特性输入计算机辅助测量系统进行SPC控制。

对特别重要的关键特性参数需要进行100%测量的采用全自动测量机方案。有些欧美公司对关键特性参数进行生产过程控制,如图2所示,其达到的功能基本概述为:

(1) 所有测量点数据必须全

部实时记录,并实时存入数据库。

(2) 系统具备SPC统计分析功能,能够生成各种符合ISO标准的图表。

(3) 系统能够自动判断过程是否失控,失控后自动报警。

(4) 整个系统具备一个中控台。

(5) 当出现超差、失控等报警状态时,系统应在中控台和相关测量点处同时报警,并能够将报警情况生成报告,通过E-mail发给相关人员。

欧美系汽车企业对零部件的生产过程的大部分形位公差(位置度)基本采用在线三坐标来监控,这和日韩系的汽车企业有着根本的不同。

3. 日本、韩国系的在线检测方案

日本、韩国系汽车企业对其零部件在工序间的检测工位,同样对尺寸公差根据其公差的大小选择用功能性量规、带表量规及电子量规来检测,工序过程中的形位公差(位置度)采用检具方案在生产现场进行检测。真正实现全参数在生产现场进行检测。而对关键特性参数进行生产过程控制(SPC)不采用计算机辅助测量系统进行,而是采用人工记录的方式进行。

上述在线检测方案的配备原则是一个总的原则,各个企业之间的在线检测方案的配备根据自身情况的不同而不同,即使同一个公司先后建的生产线由于制造工艺、年产量、管理水平等要素的变化,其在线检测方案也有所不同,同属欧美系的通用和大众,或同属日本、韩国系的丰田和本田,他们在其生产线的检测方案也是不同的。

中国汽车及其零部件企业在线检测的发展

中国汽车零部件企业对质量的要求越来越高,在这20几年的发展过程中,越来越多的企业在零部件生产现场检测不再是用上面所描述的第一、二代阶段检测手段,也像国外企业一样进行整线规划。我分析这部分企业主要有两种情况。

被强制改变的企业:这类汽车零部件企业往往是成为国际知名汽车公司的零部件供应商,这些国际知名汽车公司对零部件的在线检测有一套特别规范的、要求比较高的在线检测解决方案的要求。特别是如果想要成为上海通用的零部件

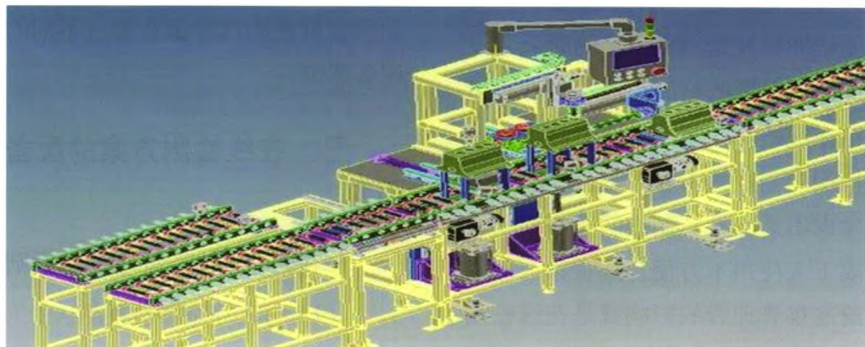


图 1

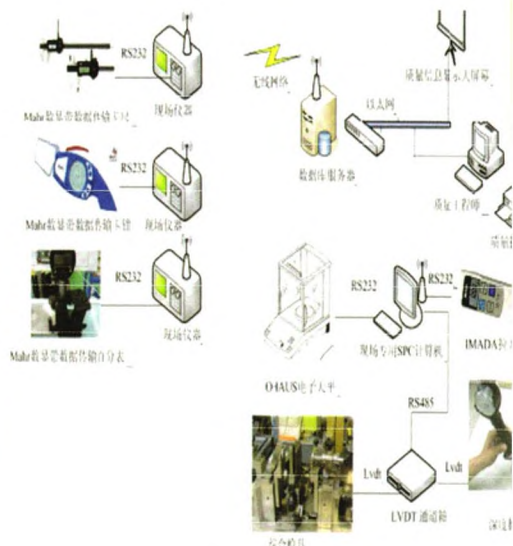


图 2

供应商，那就必须按照上海通用标准进行零件的生产过程控制，否则很难通过SGM的PPAP。如果刚开始不是太懂，上海通用还有一支队伍会来进行帮助。这类企业在其在线检测方面的工作有很多成功的经验，很多企业在与SGM的合作过程中也感受到在线检测规划的重要性，并逐渐在其他不是SGM的零件上也开始在线检测规划，并在影响着相关的汽车及零部件企业。

自动改变型的企业：也有很多汽车及零部件企业为了提高产品质量，在建新的生产线的时候开始做在线检测规划，有些企业决策人员有欧美公司的工作经历，则该企业在生产线规划中往往是欧美模式，有些企业决策人员有日韩公司的工作经历，则该企业在生产线规划中往往是日本、韩国模式。当然，不管是欧美模式还是日韩模式的企业，他们会根据自身企业情况变化也有所改变，有成功的经验，也有失败的教训。我看到有些企业花了很多资金和资源，订了国外顶级量仪公司的测量仪，但是，这些测量仪有很多没在使用。笔者也看到有些企业根据自身质量控制的要求，选择合适的质量控制理念，所规划实施的在线检测手段真正地在用。

最近几年，笔者在参与中国自主品牌汽车及零部件企业在线检测规划的项目中，越来越感受到中国企业对这方面工作的重视，图3是2013年策划的一条缸体生产线的在线检测规划示意图：①这条生产线分工序全参数检测。②每个工序中的关键特性测量数据通过二维码打包储存进行SPC。③形位公差（位置度）也在生产现场用检具的方式

进行检测。④考虑到缸体比较重，在策划这条线的检测的时候还考虑检测物流，方便工人的使用。⑤工序间的检测工位进行5S管理，并考虑检测清洗工位。

当然，在线检测方案的策划没有技术上的先进，只有最合适的是最好的。因为再先进的测量仪器和策划方案，如果不用也对其零部件质量控制不仅没有用处，还给生产上造成很大的浪费。

这20多年来和很多汽车及零部件企业在零件生产现场质量控制方面一起策划并实施，也一起探讨很多在线检测手段工人不用的经验和教训。总结在这方面工作做得比较成功的企业，除了要了解上述阐述的一些观点之外，还有另外一些共同特点：

首先，公司领导决策层的重视是首要的，零部件在线检测牵涉到的部门太多，而且需要资金上的

投入。

其次，公司都配备专业的量具规划人员，具体人数根据公司规模的大小、规划的生产线及所使用的量检具的数量来定，而不是像有些企业那样让工艺人员或质量部人员来做这方面的工作。

再次，应用在线检测比较成功的公司决策层一般都有比较懂行的专业人员来策划实施这方面工作，但是并不是每个公司领导都懂行，而这类公司的领导会讨论形成一个在线检测工作规范让量具规划人员来实施。并给量具规划人员充分的权责，根据量具使用数量配备维护人员。

专业的量具规划人员需要很强的专业性，这样的人才很难找，但是，只要公司决策层目标明确，经过几个项目的规划和实施，很快会形成适合自身情况的在线检测解决方案。

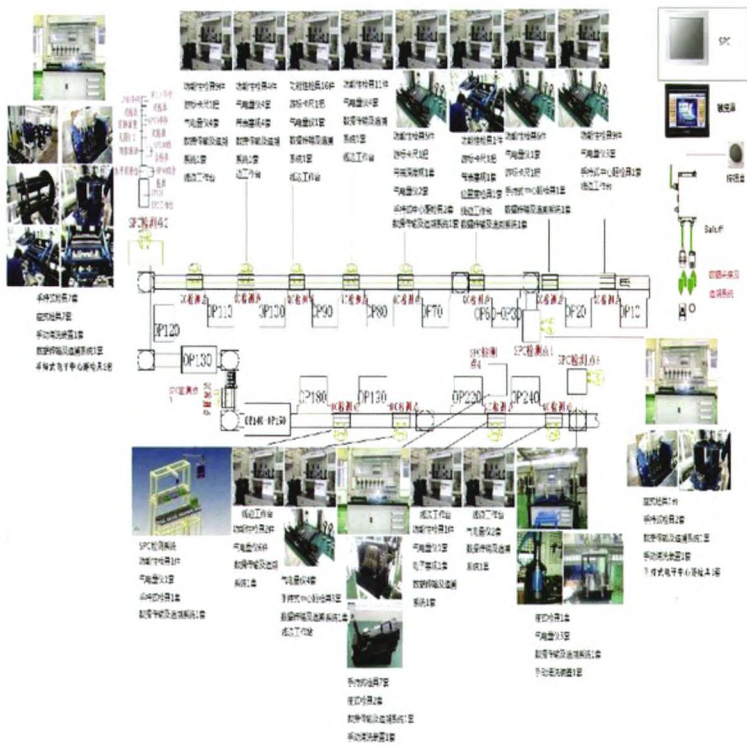


图 3

MW (收稿日期: 20141108)