

工厂自动化

多相机系统检查发动机环

制造商已经开发出了一套多相机系统，用于检测金属合金发动机环的表面缺陷。

作者：Russ Butchart, Puffin Automation公司总裁

汽车零部件第三方供应商必须确保其产品 在发货给客户进行组装前，都经过精心检查。通常，这些供应商生产大量零件，并且具有许多种类变化。例如在生产金属合金发动机环时，一家制造商最近需要升级现有的成像系统，以满足更高的吞吐量和越来越多的产品类型需求。为了满足所要求的质量控制标准，必须检查每一个发动机组件所有表面上的小缺陷，同时提供精确和可重复的测量方法。

为了应对这些挑战，Puffin Automation 公司的任务是建立一套系统，要求该系统检查发动机环上所有四个面上小至 0.008 英寸的缺陷，转换时间不到 1 分钟，能够检测直径 1~3 英寸、高度 0.125~0.75 英寸的 1500 种单独零件，并且要求易于操作(见图 1)。对于如此多的零件变化，材料处理和转换也可能是昂贵和复杂的，设计一个处理零件大量变化的系统，并仍然检查所有四个表面面临严峻的挑战。

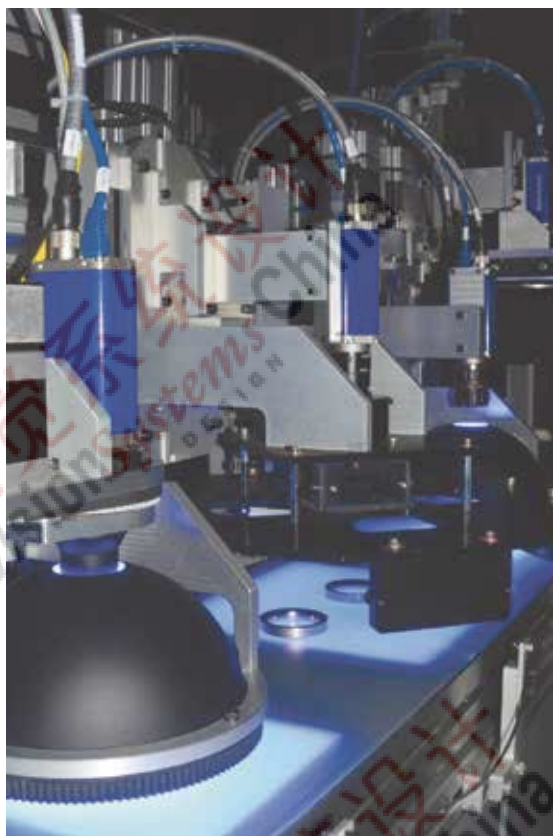
过去，客户已经使用线扫描相机来检查零件的内表面和外表面。为了做到这一点，使用大型旋转拨盘和工装将每个零件在线扫描相机前旋转，建立和维护费用高昂。为了成像零件，还需要采用复杂的照明技术，这也

使得从材料处理的角度来看，系统非常复杂。

六个工作站

由 Puffin Automation 公司开发的这套系统，包括两台具有半透明皮带的传送带，以及它们之间的翻转装置。在每台传送带的起点处，采用一个简单的零件对准装置，来适当地对中工作站中的零件，工作站中采用了配备面阵智能相机的多个检查和照明设备。

为了执行检查零件的任务，六个检查站采用了意大利 Datalogic 公司的两种 M 系列工业处理器和六种 M 系列相机(见图 2)。当零件沿第一条半透明传送带前进时，它们通过用于检查零件内表面、外表面、顶面和同心度的四个检查站。零件被翻转后，在第二条半透明传送带上检查内表面和底面的下部区域。为了补偿零件尺寸的变化，所有的相机和照明安装在线性平台或旋转驱动器上，以允许运动到不同位置。这些是通过 Rockwell Automation 公司的



ControlLogix PLC 管理的集成运动和中央工艺流程控制系统控制的。

由于零件的反射性质，圆顶照明被广泛用于由英国 Gardasoft 公司的 LED 照明控制器所控制系统的设计中。用于检查环的内表面的第一个检查站，采用了蓝光 LED 顶灯和美国 CCS America 公司的平板蓝光背光，提供最佳照明效果。为了对环的



图1: Puffin Automation公司已经开发出了一套自动化视觉系统, 包括六个视觉检查站, 检查发动机环的所有四个面上小到0.008英寸的缺陷。

内表面成像, 采用了 Datalogic 公司的 M 系列相机和 Opto Engineering 公司的 PCHI023 孔洞检查镜头。该镜头的视角约为 82° , 能够对环的内表面成像, 检查铸造缺陷。

正如系统中使用的其他相机和照明单元一样, 相机和顶灯安装在单独的线性平台上, 使得能够检测不同尺寸和高度的零件。然而, 为了对环的内表面成像, 相机系统需要额外聚焦, 以确保内表面将被适当地对焦。由于 PCHI023 孔镜检查镜头只具有手动对焦能力, 因此用户开发了皮带驱动的聚焦装置, 以针对每种零件尺寸旋进或旋出相机主体。

外表面

在每个环的内表面图像被捕获之后, 图像传输到第二个工作站, 对外表面进行检查。虽然可以用多台相机来完成此任务, 但采用 Light Works 的四分路器光学系统是更具成本效益的方式, 用于捕获零件外表面的四个重叠图像。在这里, 再一次使用 CCS America 公司的蓝光背光来照明零件。然后使用 Datalogic 公司的 IMPACT 软件将这些图像合成在一起, 并检查所得到的图像。

在第三个检查站再次采用蓝光顶灯来捕获和分析每个环顶面的图像。在此阶段, 由于只有环表面需要照明, 未采用背光。在第四个检查站, 没有使用传统的半球形多云天照明器, 而是采用 Advanced illumination 公司的平面漫射侧顶灯来照明零件。这为捕获足够信息用于计算零件的几何形状和同心度提供了所需的照明。

在完成内表面、外表面、顶面测量和同心度测量后, 零件从第一条传送带移动到第二条传送带, 对环的内表面和底面进行检查。为了实现这一目标, 零件在离开第一条传送带时自动翻转。然后发动机环进入第五个检查站, 像第一个检查站一样, 第五个检查站设计用于检查环的内表面。由于内表面的几何变化, 因此这一环节是必要的。最后, 环的底面用相机/照明组合检查, 采用与第三个顶面检查站相同的设计。

零件在所有六个工作站进行检查后, 如果有缺陷它们便从第二条传送带移出, 并基于缺陷类型进行分类。这是通过使用集成的运动和定制伺服驱动皮带来实现的, 根据探测到的缺陷类型, 将不合格零件扫入四个箱子中的一个

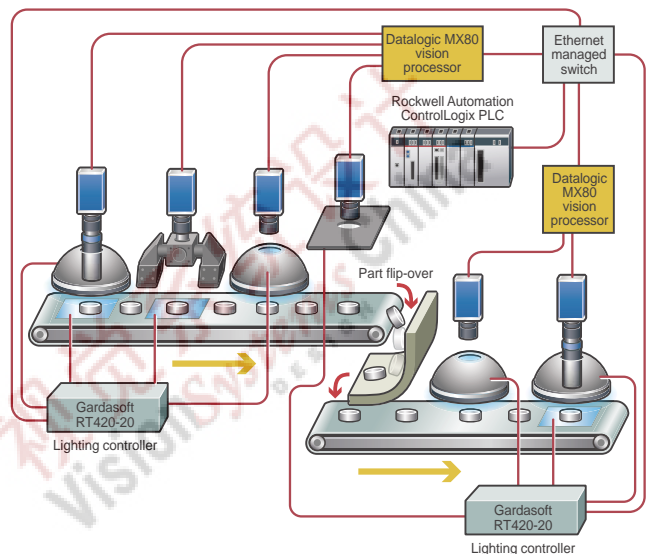


图2: 当零件沿传送带前进时, 它们通过用于检查零件内表面、外表面、顶面和同心度的四个检查站。零件被翻转后, 内表面和底面被再次检验。

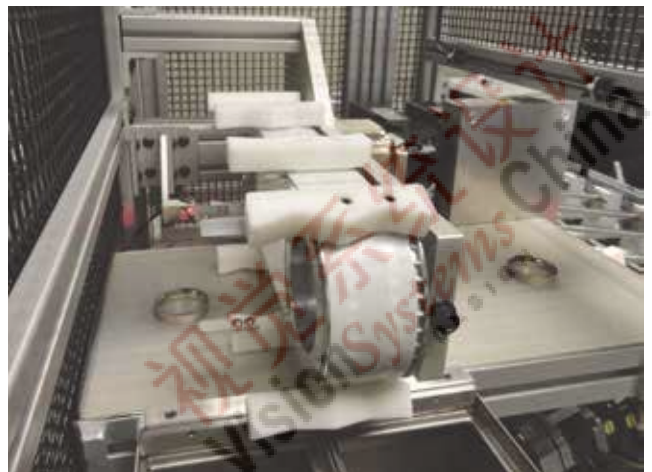


图3: 零件在所有六个工作站被检查后, 如果有缺陷它们便从第二条传送带移出, 并基于缺陷类型进行分类。

TCM ITEM - CURRENTLY RUNNING			TCM 100719			CUSTOMER PART NUMBER - CURRENTLY RUNNING			A4710530931		
TCM ITEM - SELECTED RECIPE			TCM 100719			CUSTOMER PART NUMBER - SELECTED RECIPE			A4710530931		
Description	Active Data	Recipe Data	Description	Active Data	Recipe Data	Description	Active Data	Recipe Data	Description	Active Data	Recipe Data
Setup - Part CO	1.854		OD - Back LI Intensity	250		TF - Camera Position	0.497		RF - Tertiary ROI D	0	
Setup - Part ID	1.425		OD - Back LI Duration	0.50		TF - Light Position	0.748		RF - Tertiary ROI ID	0	
Setup - Part Height	3.225		OD - Cam Shutter Speed	350		TF - Dome LI Intensity %	250		RF - Tertiary ROI Thresh	0	
Setup -	0.0		OD - Enable Second ROI	1		TF - Dome LI Duration	0.50		RF - Enable Flch Detect	0	
Setup -	0.0		OD - Enable Flch Detect	1		TF - Cam Shutter Speed	450		RF - Flch Thresh Offset	0	
Setup -	0.0		OD - Quadrant Threshold	60		TF - Enable Second ROI	0		RF - Flch Lower Saturation	0	
Setup -	0.0		OD - Locate Outlier Distance	70		TF - Enable Tertiary ROI	0		RF - Flch Upper Saturation	0	
Setup -	0.0		OD - Locate Edge Threshold	65		TF - Primary ROI D	1150		RF - Flch Char Height Min	0	
Setup -	0.0		OD - Locate Noise Level	0		TF - Primary ROI ID	957		RF - Flch Char Height Max	0	
Setup -	0.0		OD - Sitch ROI Height	170		TF - Primary ROI Thresh	15		RF - Flch Min Char Count	0	
ID #1 - Camera Position	1.191		OD - Sitch ROI Offset	30		TF - Secondary ROI D	0		RF -	0.0	
ID #1 - Light Position	0.040		OD - Top Edge Threshold	15		TF - Secondary ROI ID	0		RF -	0.0	
ID #1 - Focus Position	0.1		OD - Top Noise Level	0		TF - Secondary ROI Thresh	0		RF -	0.0	
ID #1 - Dome LI Intensity %	345		OD - Post Sampling %	20		TF - Tertiary ROI D	0		RF -	0.0	
ID #1 - Dome LI Duration	0.60		OD - Post Offset Distance	3		TF - Tertiary ROI ID	0		ID #2 - Camera Position	0.114	
ID #1 - Back LI Intensity %	120		OD - Primary ROI Offset	1		TF - Tertiary ROI Thresh	0		ID #2 - Light Position	0.200	
ID #1 - Back LI Duration	0.50		OD - Primary ROI Height	80		TF - Enable Flch Detect	0		ID #2 - Active Position	130.4	
ID #1 - Cam Shutter Speed	500		OD - Primary ROI Threshold	10		TF - Flch Thresh Offset	0		ID #2 - Dome LI Intensity %	300	
ID #1 - Enable Second ROI	1		OD - Secondary ROI Offset	-3		TF - Flch Lower Saturation	0		ID #2 - Dome LI Duration	0.70	
ID #1 - Enable Tertiary ROI	1		OD - Secondary ROI Height	18		TF - Flch Upper Saturation	0		ID #2 - Back LI Intensity %	75	
ID #1 - Primary ROI D	1430		OD - Secondary ROI Thresh	30		TF - Flch Char Height Min	0		ID #2 - Back LI Duration	0.70	
ID #1 - Primary ROI ID	1300		OD - Flch Thresh Offset	12		TF - Flch Char Height Max	0		ID #2 - Cam Shutter Speed	450	
ID #1 - Primary ROI Thresh	8		OD - Flch Lower Saturation	10		TF - Flch Min Char Count	0		ID #2 - Enable Second ROI	1	
ID #1 - Secondary ROI D	1330		OD - Flch Upper Saturation	60		TF -	0.0		ID #2 - Enable Tertiary ROI	1	
ID #1 - Secondary ROI ID	1155		OD - Flch Char Height Min	25		TF -	0.0		ID #2 - Primary ROI D	1270	
ID #1 - Secondary ROI Thresh	15		OD - Flch Char Height Max	60		TF -	0.0		ID #2 - Primary ROI ID	1210	
ID #1 - Tertiary ROI D	1670		OD - Flch Min Char Count	5		TF -	0.0		ID #2 - Primary ROI Thresh	3	
ID #1 - Tertiary ROI ID	1540		OD -	0.0		RF - Camera Position	0.815		ID #2 - Secondary ROI D	1552	
ID #1 - Tertiary ROI Thresh	10		OD -	0.0		RF - Light Position	0.195		ID #2 - Secondary ROI ID	1290	
ID #1 -	0.0		OD -	0.0		RF - Dome LI Intensity %	250		ID #2 - Secondary ROI Thresh	0	
ID #1 -	0.0		Conc - Camera Position	1.442		RF - Dome LI Duration	0.50		ID #2 - Tertiary ROI D	1410	
ID #1 -	0.0		Conc - Part Dome LI Intensity	250		RF - Cam Shutter Speed	450		ID #2 - Tertiary ROI ID	1345	
ID #1 -	0.0		Conc - Back LI Duration	0.50		RF - Enable Second ROI	0		ID #2 - Tertiary ROI Thresh	0	
ID #1 -	0.0		Conc - Cam Shutter Speed	350		RF - Enable Tertiary ROI	0		ID #2 -	0.0	
ID #1 -	0.0		Conc - Flch Detect	0		RF - Primary ROI D	1150		ID #2 -	0.0	
ID #1 -	0.0		Conc - Edge Sensitivity	-3		RF - Primary ROI ID	1015		ID #2 -	0.0	
ID #1 -	0.0		Conc - Noise Level	-2		RF - Primary ROI Thresh	25		ID #2 -	0.0	
ID #1 -	0.0		Conc - Defect Threshold	5		RF - Secondary ROI D	0		ID #2 -	0.0	
ID #1 -	0.0		Conc - Edge Offset	0		RF - Secondary ROI ID	0		ID #2 -	0.0	
ID #1 -	0.0		Conc -	0.0		RF - Secondary ROI Thresh	0		ID #2 -	0.0	

图4: 当工作站选择进行创建新工艺流程或编辑当前文件时, 可以自动导航到工作站的个人设置屏幕, 这样可以使用Rockwell的 Recipe ActiveX Control和CSV文件格式输入工艺流程参数。

(见图3)。白色塑料夹板向左或向右移动一个扫描长度, 并具有V形口袋, 这样不合格零件将被引导到传送带任意一侧的箱内。

跟踪数据

为了跟踪每个单独零件的数据, Rockwell Automation公司的PLC运行工艺流程管理程序, 用来存储1500件零件的信息。所有来自线性平台、视觉处理器和其他零件特定参数的数据被存储在PLC中的工艺流程中。当一项工艺流程由操作人员经PanelView Plus6工作站下载时, PLC能通过以太网/IP将工艺流程数据发送到系统中的所有组件。这使得不同零件类型之间的转换时间大约为30秒, 而不是之前所需要的45分钟。

尽管其他视觉系统使用这种相同

的数据管理理念, 工艺流程通常由诸如智能相机之类的视觉装置存储和处理。由于工艺流程的数量被智能相机的内存所限制, 这也有其局限性, 并且如果视觉程序文件过大的话, 载入和卸载文件也可能会耗时。

为了克服这一缺陷, 相机、照明和运动控制设置都存储在PLC中。当需要检查不同的零件时, 下载视觉、照明和运动控制设置, 使得视觉相机和外设不用存储多个程序。如果操作人员与视觉人机界面之一进行交互, 并改变参数, 视觉设备本身将覆盖该数据。该数据被发送到PLC并可以由操作人员保存。

尽管检查系统有三个人机界面, 主系统人机界面显示在Rockwell PanelView Plus 6工作站上。从该工作站进行所有其他交互, 包括系统的

两个其他视觉人机界面的导航, 显示位于两条传送带上的成像系统的机器视觉运行状态。这样, 操作人员只需要一个密码登录, 一个设置按钮和单个运行按钮。

当工作站选择进行创建新工艺流程或编辑当前文件时, 可以自动导航到工作站的个人设置屏幕, 这样可以输入工艺流程参数。工艺流程屏幕画面图像显示与零件相关的所有参数(见图4)。这个工艺流程

包含相机和照明的位置、光强、相机快门速度和ROI尺寸, 并根据需要存储和调用。当按下“移动工艺流程数据至活动数据”按钮时, 该数据传递到视觉处理器, 然后照明控制器和线性平台移动到专门编程过的位置。④

本文涉及的公司

Advanced illumination
www.advancedillumination.com
 CCS America
www.ccsamerica.com
 Datalogic
www.datalogic.com
 Gardasoft Vision
www.gardasoft.com
 Light Works
<http://lw4u.com>
 Opto Engineering
www.opto-engineering.com
 Puffin Automation
www.puffinautomation.com
 Rockwell Automation
<http://ab.rockwellautomation.com>