

变速器装配线过程能力及质量管理提升

代逍遥

陕西法士特汽车传动集团有限责任公司

摘要：变速器匹配的主机厂数量增多，对产品的需求也越来越多元化，不再是以前那种较为单一产品的生产模式，一条装配线已有几十种不同结构的箱型，客户订单种类达千余种。产品的复杂性也对工艺规划的合理性、产线设备的稳定性、防错手段的有效性、流程管理的规范性以及操作人员的技能水平带来了更高的要求。

关键词：变速器；装配线；质量提升；管理提升

0 前言

面对公司产品种类和产量的激增，产线也暴露出来各种问题，直接影响产品售后质量和企业品牌形象，因此现场改善及管理提升迫在眉睫，本文主要从工艺优化、设备改善、防错有效性提升和现场人员及流程管理四个方面做阐述，包含行业和企业固有经验及个人独有思考，旨在提升产品质量，优化现场管理水平，力争产品在售后市场无质量问题发生。

1 工艺规划的合理性提升

对于工艺人员而言，面对诸多产品结构和装配工位，正确制定并传递变速器在现场各个工位零件装配明细和装配方法显得尤为重要。针对该问题，现场通过专用软件将设计人员下发的产品零件明细进行细分，按照前期制定的转换规则，将零件名称和数量拆分至对应的装配工位，员工可在其工位显示屏上查看。同时工艺人员会将各个工位需要操作的内容以工步的形式罗列出来，并下发至对应工位的显示屏上，员工可通过工步指引完成本工位的装配操作，工步也与产线的 PLC 控制系统进行绑定，若工步未执行完整或者员工未按工步要求进行操作，变速器在该工位就不会放行，直至规范地完成所有工步后，才会放行。同时也会将更为详细的作业指导书以电子版的形式推送到对应工位，设计人员针对每个订单也会下发对应的用户技术要求，产线员工可参照上述电子文档进行装配作业。

产品结构不同，所需要员工检验的项目也会有所差异，针对该问题，我们会在专用软件中编制并下发

协议号工艺，产线配置的检验系统会根据不同协议号为每个检验工位匹配其当前适用的检验计划，员工可根据工艺要求，将自己本工位的测量值输入到对应的系统中，后台也可监控员工填写数据的真实性和及时性，解决了纸质版检验易出现的造假问题，做到了更为环保的无纸化办公。

针对产品复杂性中的新结构问题目前的解决方法为，工艺技术人员会提前 2 ~ 3 天接到制造部门的排产计划，根据里面的产品明细对新结构进行梳理，做到提前识别，对需要特殊强调的装配方案，会及时更新对应的装配工艺文件，并将文件提前传递至对应工位，在装配期间也会有技术人员和检验人员全程跟踪，确保新结构可正确在现场执行。

2 设备稳定性提升

与大多数装配产线类似，本线体所使用的设备工具主要集中在压机、拧紧机器人和电动拧紧枪，其中大多数为自动设备，因此对设备参数准确性和运行状态的稳定性要求更高。

本产线主要用到的拧紧设备是阿特拉斯 PM4000 系列拧紧轴设备和 PF6000 系列拧紧枪，部分工位的拧紧程序为产线设备调试阶段设定的标准程序，仅能满足常规的拧紧要求，与工位的实际应用场景不匹配，导致设备经常报警，影响现场生产效率，会存在螺栓漏拧紧的质量风险。同时拧紧程序通过控制扭矩值来监测螺栓是否安装到位，无角度监控，存在螺栓拧紧不到位的质量风险。针对上述问题，首先对现场拧紧程序进行集中梳理，制定标准的拧紧策略，采用三步法拧紧，规范每一步的

转速等参数，也增加了拧紧不合格时的二次复拧紧步骤，可实现程序自动在线返修，运用 Toolsnet 分析平台，采集历史拧紧数据，制定合理的拧紧角度监控区间，同时针对不同的工况，螺栓认帽部分的程序参数也要做出相应的调整，制定出一套既保证参数统一，又符合各工位实际工况的拧紧程序。

对于压装工位，主要是进行轴承安装，前期设定的压装过程评估窗口中压力、位移范围值较大，会误判压装结果，会存在轴承压装不到位，或者轴承孔尺寸过大，压装后轴承松动或掉落的问题，若员工不及时发现会造成一定的质量隐患。目前已通过分析历史压装曲线，对所有压装工位的压力范围及位移范围进行调整，制订了较为合理的压力和位移范围，并固化到工艺文件中，压装数据不合格设备会及时报警，确保压装过程可控，无质量隐患。

3 防错有效性提升

本产线建立初期，共规划了将近 600 处防错点，但在产线的实际运行过程中，会暴露出来设计端的诸多问题，也发现存在设计缺项的问题，这也直接导致了售后质量问题的发生。

针对已经暴露出来的明显防错点不合理的问题，重新制定防错方案。例如出现的变速器一轴转动卡滞的问题，我们在下线工位增加旋转一轴操作的工步，使用电动拧紧枪将一轴旋转 3 圈，代替原有的人工手动转动一轴的操作，同时可在后台记录拧紧枪历史数据，实现数据可追溯。还有出现过的里程表转子错装的问题，现场安装的里程表转子齿数与实际要求的不相符，造成质量问题，我们在专用软件上将设计者对当前生产的变速器所需里程表转子齿数推送至对应的装配工位的显示屏上，方便员工进行比对，同时也将该齿数推送至试车检测工位，比对 DID 齿数与实际齿数，实现有效防错；再有由于变速器的特殊结构，有些部位的螺栓无法使用电动拧紧枪来拧紧，需人工使用定值式扭力扳手来拧紧，该操作无法与上文说的工步指引绑定，会出现漏拧紧的问题，我们重新选型引用了一款带有拧紧转数管理的专用扳手，可与线体的 PLC 系统进行通信，进而与本工位工步进行连接，最终实现工步指引，解决了普通定值式扳手无法通信的问题。

对于暂时未暴露出来的防错点设计缺陷，现场开展全员防错验证，按照防错作业指导书中要求，对员

工进行专项培训，提升全体员工的防错意识，打破传统的依赖设备保证产品质量的思维意识，要求员工定期对本工位的防错点进行有效性验证，既要用合格零件或者规范动作验证防错手段的有效性，也要用错误零件和错误动作验证防错手段的拦截能力，也通过该方法识别出来了一些防错失效的设备，我们也及时对其进行了修复。同时我们还加大了现场检查力度，扭转员工只靠人工检查的固有思维，也要杜绝员工私自屏蔽防错设备。

4 现场综合管理提升

我们首先按照作业难度对产线上的各个工位进行分级，并对员工进行理论测试和实操考核，根据员工技能水平对其进行工位胜任能力匹配，方可进行正式装配作业。与大多数企业类似，我们现场也在大力开展全员质量活动，确保所有人员都参与其中，同时制定完善的自检、互检和巡检要求，真正做到对问题零件不接收、不制造、不流出。同时制定逐渐完善的流程管理制度，保证现场质量，严格落实 4M 变更管理和监控其实施落地，以突出问题为切点导入，制定对应工位的 IPV 检查表并实施落地。我们也将装配问题前移，拉动机加工产线和物流环节，力争将问题零件杜绝在装配产线之外。制定新产品下线前评审流程，由设计人员、质量人员和工艺人员等相关人员联合评审后，再进行打包发货，确保新产品在现场的正确执行。

5 结语

本文主要介绍了我公司其中一条变速器装配线的运行及现场整改提升情况，在整个工作过程中也借鉴了行业内外的成熟经验，目前产线平稳有序运行，各项指标均明显改善，其中生产现场变速器零件错漏装数量同比下降 55%，变速器总成售后零公里故障 PPM 同比下降 71%，公司万元产值内废损失同比下降 48.8%。但是面对越来越复杂的市场挑战，产线也要继续优化提升，往数字化、智能化、精益化的方向逐步发展，同时做好提质增效。

参考文献

- [1] 龚益鸣, 蔡乐仪. 质量管理学 [M]. 上海: 复旦大学出版社, 2020.
- [2] 胡冠山, 潘为刚, 韩耀振. 电气控制与 PLC 程序设计 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2019.