

防误防错技术在涂装车间涂胶质量控制零缺陷中的应用

史方兵

(北京奔驰汽车有限公司,北京 100176)

摘要: 为了达到生产现场精益制造和质量管理的目的,通过运用镜面反射原理直观地查看视野盲区的刷胶状态,彻底避免操作工因视野盲区盲刷胶导致的焊缝覆盖不良而引发的严重漏水事故;其次,借助模具运用掌心力量按压安装胶堵取代拇指按压的不牢靠,明显降低了胶堵脱落的风险;此外,运用相机捕获编码识别达到程序自动监测热熔胶堵安装,从根本上解决了胶堵漏装造成的严重质量缺陷,真正实现涂装车间的质量控制零缺陷。

关键词: 车身密封;质量控制;防误防错;降本增效

中图分类号:TQ639 文献标志码:B 文章编号:1007-9548(2024)05-0064-03

Application of Anti-error Technology to Achieve Zero Defect of PVC Quality in Painting Workshop

SHI Fang-bing

(Beijing Benz Automotive Co., Ltd., Beijing 100176, China)

Abstract: In order to achieve the goal of lean manufacturing and quality controlling on production, this article uses the principle of mirror reflection to visually check the status of brushing glue in the blind area of visual field, and completely avoid serious water leakage accidents caused by poor weld coverage caused by the operator's blind brushing glue in the blind area of visual field. Secondly, with the help of the mold, the palm force is used to press the installation of the glue plug instead of the thumb press, which significantly reduces the risk of the glue plug falling off; In addition, the program can automatically monitor hot melt adhesive plugging installation by using camera capture coding recognition, which fundamentally solves the serious quality defects caused by glue plugging installation and truly realizes zero defects in the quality control of painting workshop.

Key words: body sealing; quality controlling; anti-error; reduce cost and increase efficiency

0 引言

由多个冲压件焊接而成的汽车车身,板材之间存在大量拼接、交叠以及错边的部分,涂装车间将其称之为板材焊缝,板材焊缝的存在会影响整车的密封性,导致车身内部出现漏雨、透风、吹进灰尘和烟雾等问题,进而影响整车的舒适性。此外,长期暴露在大气环境中的金属板材焊缝,由于接触到环境中的空气和水分,容

易发生化学锈蚀,且这种化学锈蚀具有不可逆转性(尤其针对铁制板材),从而破坏车身机械强度,严重时可导致车身报废。因此,在整车制造过程中,为了达到隔音降噪、防水防风、防漏防腐蚀的目的,需要对板材之间的焊缝进行密封^[1-2]。车身焊缝的密封涉及涂胶工(人)的操作习惯、涂胶机器人(机)的写入程序、胶材料(料)的固有性质、涂胶工艺(法)的现场作业指导书、涂胶操作的现场环境(环)等诸多因素,这些因素都会对整车的密封质量以及外观产生不同程度的影响。其中,涂胶工的操作习惯相比于其他影响因素更具有更多的不可控性,由于每一个涂胶工的操作都存在偏差,难以

收稿日期:2023-04-17

作者简介:史方兵(1992—),女,博士,工程师,主要从事汽车涂装工作。E-mail:shifb@bbac.com.cn。

整齐划一,使得质量问题无法完全规避;同时,在作业过程中,涂胶工不时会因遗忘或疏漏而发生操作失误,由此所致的质量缺陷占比很大,显然,这与生产车间追求的精益制造理念相悖。在数字化和自动化程度非常高的二十一世纪,我们希望能够利用数字生产的最新发展,使得零缺陷制造成为一种可行的制造模式。

1 质量“零缺陷”概念

在大规模采用数字化和自动化技术之前,人类承担着核心体力劳动包括重复性工作和繁重的任务^[3]。在包括制造业在内的大多数行业中,人类都一直被认为是薄弱环节,因为手动操作容易出现人为错误,从而导致产生错误和缺陷^[4]。许多人力劳动密集的制造业公司常将总营业额利润的一部分费用用在检验、整修、售后保证、售后服务、退货处理及其他与质量有关的“服务”成本上。如果能够消除缺陷产品,有效地缩短交货时间,以及返工和报废成本,那么浪费在补救工作上的时间、精力和金钱就可以避免。

为了达到生产现场精益制造和质量管理的目的,美国著名质量管理大师 Philip Crosby 在 20 世纪 60 年代曾提出过“零缺陷”(Zero Defects)的理念^[5]，“零缺陷”意味着“第一次就把事情做对”。所谓第一次就做对,是指一次就做到符合质量要求,使产品不仅满足出厂要求并且满足客户的要求。因此,“第一次就做对”的理念掀起了一个时代自上而下的质量零缺陷运动,其基本目标是生产没有缺陷的产品到达客户手中。虽然质量看似免费,但若没有约束方法可循,就无法从根本上实现一次就符合零缺陷制造要求的可能^[6]。

2 Poka-Yoke 防错机制

然而仅靠传统的“数次培训和苛扣绩效”约束方法难以达到如此精益的“零缺陷”质量标准。日本汽车工程师 Shigeo Shingo 通过长期现场经验总结,提出了一套用于杜绝失误的现场管理方法——Poka-Yoke 防误防错^[7]。Poka-Yoke 主要指防止缺陷的一种手段,也是精益生产的重要组成部分。Poka-Yoke 广泛应用于产品制造中,它可以采用消除、简化、替代、检测和减少等各种技术手段来控制不同工艺过程中半成品的质量,能显著消除或减少制造和管理过程中的主观和客观误差。Poka-Yoke 的防错一般分为不产生缺陷的防错、不传递缺陷的防错和不接受缺陷的防错。防错技术最理想的状态是不制造不良产品,可能损坏的产品数量为零。Widjajantos 等^[8]讨论了与“工业 4.0”或“智能制造”相关的防错技术,证明 Poka-Yoke 结合最新的前沿技术,大大提高了工业制造的防错效率,避免了不良品的形成。因此,Poka-Yoke 在制造业的运行中是至关重要的,这种防错技术是能够预测和预防误差的最主

动、最经济的控制技术。但它需要进一步优化,并与先进技术相结合。如果能够用 Poka-Yoke 防错机制使操作工在作业时可以直接发现明显缺陷或使操作失误后不产生缺陷,从而防止显而易见的失误发生,那么操作工的作业效率和交付质量将会大幅提高。在此意义下,有以下作用:1)防止显而易见的失误,进而提高产品质量;2)可以节省繁琐的返修工作,减少工时的浪费,从而提高生产效率;3)提高产品质量,进而提高客户对产品的满意度。

3 应用防误防错技术实现涂装车间涂胶生产的质量控制零缺陷

涂装车间的流水线式生产过程中,一些问题或缺陷发生后并不能及时且有效地反馈给操作工,如若不设置防误防错技术,则会增加返工工时和材料成本的浪费,造成产品质量波动,不合格率上升,同时需要依赖后续检测和复检工作来发现缺陷车身,一旦后续缺陷车身流出,严重影响交付到客户手中的产品质量。Poka-Yoke 对潜在可能发生的错误操作,通过有效的设计,来实现错误操作“不可能”发生。涂装车间的密封胶工段涉及 BEMI 线预涂胶、车身机器人、车身手工、车底机器人、车底手工等工序,车身和车底由机器人完成粗密封后,在车顶、流水槽、四门两盖、机舱以及车底主板和轮罩等区域的刷胶点均由操作工手工细密封,劳动密集且工作量大,容易产生缺陷。

3.1 利用反射原理实现手工刷胶防误防错

对涂装车间的涂胶工来说,有一些车身板材结构是相对隐蔽的,刷胶过程中无法直接目视检查到,这会导致涂胶工刷胶过程中出现一些刷胶不良诸如胶孔、沙眼、露青等严重的漏水风险,并且这些相对隐蔽的区域,操作工刷胶完成后无法完成自检,这会严重降低车身的密封质量,随之引发操作工的返工作业会导致时间和资源浪费。为此,采用 Poka-Yoke 防误防错,利用简单的工具——镜子,操作工可以通过镜面反射原理直观地查看自己的刷胶状态,确保可以做到刷胶饱满完全覆盖焊缝,利用镜子检查后可以避免操作工因刷胶不饱满导致的焊缝覆盖不良引发的严重漏水事故;同时,在小镜子的后面配备了一个印章,操作工刷胶以及检查刷胶状态的工作完成后需要进行盖章确认,这一操作可以避免操作工漏刷该区域,并且在修胶工位要求操作工复检刷胶操作工是否盖章,从而达到复检的目的,这样可以在涂装车间内完全杜绝该隐蔽区域漏刷的质量问题发生。

3.2 利用小工具实现胶堵安装防误防错

密封胶工段除了承担刷胶的工作负荷外,一些零部件的安装也会在密封胶工段完成,同样会因为操作工的

不当操作造成一些质量缺陷,当电泳车身进入密封胶工段前会经由 BEMI 线更换撑杆支具,同时,车身轮眉以及边梁位置安装的胶堵也在进入密封胶工段前完成,胶堵安装主要通过操作工徒手按压至车身工艺孔,由于手指受力面积小,安装胶堵会随劳动负荷增加而产生拇指疲劳,进而导致胶堵按压不牢靠,随时会有脱落的风险,从而造成严重的质量问题。采用与胶堵凹槽相匹配的模具,操作工在取用胶堵时可以将胶堵安装在模具上,然后再用掌心的力量按压在车身工艺孔上,由于掌心力度大,所以胶堵安装更加稳固,这可以明显降低胶堵凸起脱落的风险,同时由于掌心受力面积大,胶堵的安装也可以一定程度上降低操作工的劳动负荷。

3.3 利用程序识别实现热熔胶堵安装防误防错

此外,由于生产线上多个车型的混线密封,一些需要在车底安装热熔胶堵的车型会随机出现在密封胶工段,仅靠操作工肉眼识别车型来安装胶堵容易出现全车底的热熔胶堵漏装,从而造成严重的质量问题。另一方面,胶堵在车底刷胶区域手工安装,操作工安装后不再有车底举升工位,漏装后无法再次检查。一旦胶堵漏装,在交验工段注入的发泡胶会溢出,车身进入总装车间由于发泡胶的溢出,会影响总装装配,并需要总装车间拆卸后桥和油箱,涂装车间装堵后,总装车间装油箱、装后桥、电检、过测试线,每台问题车返修工时需要 4.5 h×2 人,返修涉及两个车间,费时费力。起初为了解决操作工漏装问题,曾现场培训操作工手动安装胶堵后需要用记号笔标记安装的胶堵,同时要求车底后续工位进行复检,但是漏装问题仍然无法通过人工复检的方法完全杜绝,为了控制车底胶堵漏装导致的一系列质量问题,我们尝试在密封胶车底机器人站出口处放置一个便捷的相机,通过程序编码,来捕获并识别过车胶堵安装与否,一旦胶堵漏装,借助相机和程序编码 100% 检查识别出胶堵漏装,识别器报警,车身运行停止,操作工检查并安装漏装胶堵后,手动放车进入运行中的生产线上。由相机和程序编码组成的胶堵识别器既可以 100% 避免胶堵漏装的情况发生,同时也节省了繁琐的人工检查和大量的返修工作。此项工作从根本上解决了胶堵漏装造成的严重质量缺陷,同时把原来靠人工检查的不确定性变成了由程序自动监测的准确性,显著提高了涂装车间的作业效率和生产质量。

4 推广及应用

上述胶堵识别器项目的实施完成后,成功取代了原来的人工监测带来的质量不稳定隐患,同时将操作工的注意力主要集中在刷胶这一项劳动负荷上,并且节约了大量返修成本,真正达到了降本增效的目的。

由于密封胶的固有特性,涂覆在车顶的密封胶具

有较大的流动性,遮蔽纸胶带是为了防止车顶涂覆的密封胶在运行过程中滴落在车身主底板的工艺孔附近,造成总装装配不良从而引发一些高风险质量问题,纸胶带的撕除工作是在涂装车间的最后一道工序注蜡出口完成,由于生产线多个车型混线生产,会有遮蔽纸胶带漏撕的情况发生,因此可以将由相机和程序编码组成的识别器运用在监测遮蔽纸胶带的撕除工作上,预计会节约大量返修成本,达到降本增效的目的。

5 结语

本文通过运用镜面反射原理,利于直观地查看视野盲区的刷胶状态,可以做到刷胶饱满完全覆盖焊缝的工艺要求,彻底避免操作工因视野盲区盲刷胶导致的焊缝覆盖不良而引发的严重漏水事故;其次,利用与胶堵凹槽相匹配的小模具用掌心力量按压安装胶堵,取代拇指按压的不牢靠,可以明显降低胶堵凸起脱落的风险,同时掌心受力也可以随产量增加大幅度降低操作工的劳动负荷;此外,运用相机捕获编码识别把原来靠人工检查车底热熔胶堵安装的不确定性变成了由程序自动监测的准确性,不但可以节省繁琐的人工检查和大量的返修工作,并且可以从根本上解决了胶堵漏装造成的严重质量缺陷,真正实现涂装车间涂胶生产的质量控制零缺陷。

参考文献:

- [1] 王锡春.汽车涂装工艺技术[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [2] 彭文.汽车涂装过程中 PVC 涂料施工工艺简介[J].上海涂料,2010(3):10-12.
- [3] Bejarano R, Ferrer B R, Mohammed W M, et al. Implementing a human-robot collaborative assembly workstation [C].17th International Conference on Industrial Informatics (INDIN). 2019:557-564.
- [4] Welfare K S, Hallowell M R, Shah J A, et al. Consider the human work experience when Integrating robotics in the workplace [C].14th ACM/IEEE International Conference on Human-robot Interaction (HRI),2019:75-84.
- [5] Crosby P B. Z is for zero-defects [J]. Industrial Quality Control, 1964:182-185.
- [6] Crosby P B. Quality is free-if you understand it [J]. Winter Park Public Library History and Archive Collection,1979,4:1-4.
- [7] Shingo S. Zero quality control: source inspection and the poka-yoke system [M].CRC Press,1986.
- [8] Widjajanto S, Purba H H, Jaqin S C. Novel Poka-Yoke approaching toward industry -4.0: A literature review [J]. Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications,2020(3):65-83. ◆