

积放式输送机的检具设计及应用

王人和¹，张玮¹，刘伟伟¹，卫倬诚²，孙守龙²，胡津铭²

1. 北京奔驰汽车有限公司 北京 100176
2. 中国汽车工业工程有限公司 天津 300110

摘要：针对积放式输送机的应用，提出一种专用检具设计解决方案，通过分析设计原理，总结检具的设计难点和关键技术，经过生产线实际使用，提出优化方向和思路，并对检具在汽车生产线中的应用前景进行了分析探讨。

关键词： 检具；积放式；输送机；托盘
DOI:10.16173/j.cnki.ame.2025.08.015

积放式输送机（ACC）是一种应用于汽车生产过程中各个工艺岛之间的输送设备，在汽车车身车间应用广泛，具有车身零件输送和缓存功能，设备可以根据零件尺寸及产线距离进行长度定制，由工人或工业机器人和设备两端进行零件取放。使用积放式输送机可以提高生产线设备开动率，提高生产线柔性，确保生产线状态的稳定及产能输出。

积放式输送悬挂机主要由驱动系统、传动机构及

支撑机构三部分构成。驱动系统为电动机，传动系统为链条，支撑机构为彼此独立的托盘。在链条的带动下，托盘连同零件一起向前输送。每个托盘上带有一个离合器，通过离合实现运动或者停止。积放式输送机在车身车间可以用来输送前地板总成、后地板总成以及车身侧围加强板等较大的零件。应用在北京奔驰某车身车间的积放式输送机部分示意如图1所示^[1]。

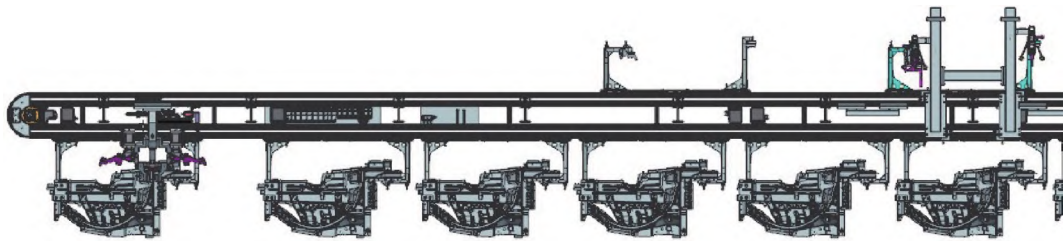


图1 积放式输送机示意

问题与分析

1. 存在的问题

近年来,随着汽车产品的快速迭代,汽车生产线也面临着快速更新和升级的难题和痛点。以车身车间为例,由于生产线工艺设备多,工序复杂,生产线流水线作业的前后工序关联密切,一个工位或工艺的暂停将对多个区域造成影响,在应用了积放式输送机后,可以保证流水线的稳定输出。

由于积放式输送机的驱动装置是由电动机和链条等装置构成,其机械结构的特性,导致其具有链条设备的相关缺陷,如在多次往复运动输送作业后会出现托盘的偏移错位问题。为了提高积放式输送机的作业稳定性,输送机托盘的检具便应运而生,旨在确保积放式输送机维修保养或发生外部受力造成磕碰等特殊情况下,保证积放式输送机能够恢复其正常作业时的运输稳定性和挂、取零件的精确性。

2. 检具的设计难点

汽车生产制造领域的检具,其概念通常如此描述:为了加强对汽车零件制造过程的质量控制,基于车身零件尺寸、角度、薄厚、涂漆以及装配间隙等重要参数,对车身零件进行校验,用于提高零部件的单个质量和整车精度的工装夹具。由于车身零部件本身形状规则不统一,具有多样性,在实际的开发和调试环节中存在很多特殊性情况,需要基于当前模型进行单独分析和设计。具体来说,检具的设计研发主要有以下的难点。

(1) 检具的设计 需要以汽车零件的摆放姿态为出发点进行研发,不同的零件有不同检测点的需求,为了提高检具的精确度,需要明确检具的固定方式、固定面、定位方式以及定位面等。

(2) 检具的定位 布局要合理,每个零件有其自身的定位信息,与其他搭接零件的匹配以及定位信息,选取最合理、最关键同时易操作的检测点是检具设计的一大重要考虑因素。

(3) 检具的结构 考虑检具设计的本体结构是否能够保证检具在长期反复的测验工作中,保证自身的稳定性和精确性,结构要合理。检具多是由于人工检查及测量使用,其结构也应当考虑人机工程学的因

素,方便人员操作。

(4) 公差与后期 考虑检具公差设计及后期维修的事宜。公差在汽车制造行业是个无法避免的话题,无论是车身尺寸的误差,还是装配间隙的误差,或者是材料本体特性导致的偏差都需要在公差设计中作为参考因素进行考虑。所以检具设计时应当采用包容原则,通过尺寸链来判断间隙的增环或是减环。检具的维修则需要将操作流程,注意事项,合理的差值范围等作业数据标注在醒目位置方便作业人员使用,还要配备相应的维修说明,避免检具因长期使用导致磨损及形变,致使检具失效,影响零件精度,进而造成损失。

流程与措施

1. 数字化建模

三维设计软件是广泛应用在工业设计领域的手段和工具。大多车身零部件都是基于CATIA、UG等设计软件研发出来的,可以使用相同的设计软件进行检具的研发,能够更好地适配车身零件,同时三维模型还具有详细的尺寸信息、外观概念、设计理念以及操作显示,方便设计人员和作业人员进行交互,完善设计等优点。

2. 明确重要参数

车身零部件本身具有复杂的外表面、多样的角度设计、与连接零件的工艺需求等多种设计因素。设计人需要将零件质量、工艺质量及装配质量等诸多参数,作为检具研发的中心问题,通过收集车身零部件尺寸数据,前后装配工艺的间隙数据,零件本体的制造公差分布等信息来综合评估。通过调整参数来实现快速生成合理有效的检具方案,从而减少冗杂的工作,提供效率,缩短检具的研发周期。

3. 仿真环境的模拟校验

为了确保检具在加工后具有实用性、稳定性及功能性,合理的仿真模拟是非常有必要的。将车身零部件和检具共同搭建在仿真环境中,根据实际的使用流程和零件整体的工艺信息,进行分布模拟验证。验证内容包括:检具对零件的定位过程模拟、检具对零件

的固定夹紧过程模拟、检测点的校验过程模拟、若出现偏差后的复检修正过程模拟以及检具和零件复位过程模拟等。

通过多种仿真模拟情景，对当前设计模型进行定位精确性评估，操作便捷合理性评估，与相邻设备干涉性评估及检具检验稳定性评估等。

实例与应用

由于积放式输送机通常都安装在较大的钢结构上，它的传输精度需要对输送机的托盘进行检测和校准，检测时需要登高作业，传统的三坐标关节臂或激光跟踪仪不方便。为此，工程技术人员研发设计了安装在积放式输送机主体框架上的检具，现场人员只需要携带塞尺到达指定位置，即可以对托盘的每个型块和定位销进行检测和校准。

检具的基本原理如图2所示，在托盘的停止位设置可翻转的检测块，当托盘停靠在停止位时，手动将这些检测块翻转下来，检测块的检测面理论上距托盘的型面或者定位销面有5mm的间隙。现场人员用塞尺测量检测块的检测面与托盘的型面或者定位销面的实际间隙是不是5mm，即可评估托盘的型面或者定位销面是否有偏离。

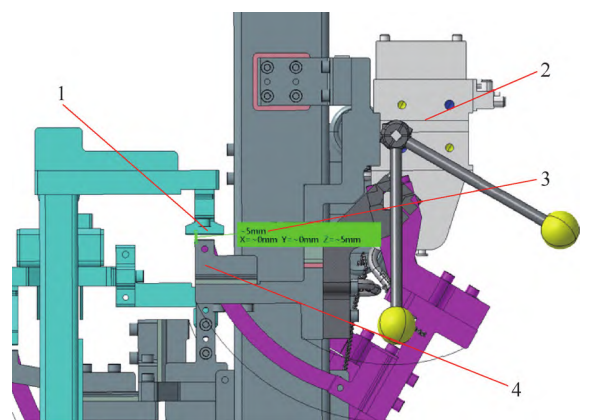


图2 积放式输送机检具原理示意

1—ACC托盘上型块 2—手动翻转缸
3—检测面和型面之间的5mm间隙 4—ACC检具上翻转检测块

检具的完整的3D设计（见图3），检具安装在积放式输送机主体框架上，检测位置在托盘的停止位上方。

积放式输送机检具设计过程中，需要关注以下几个内容。

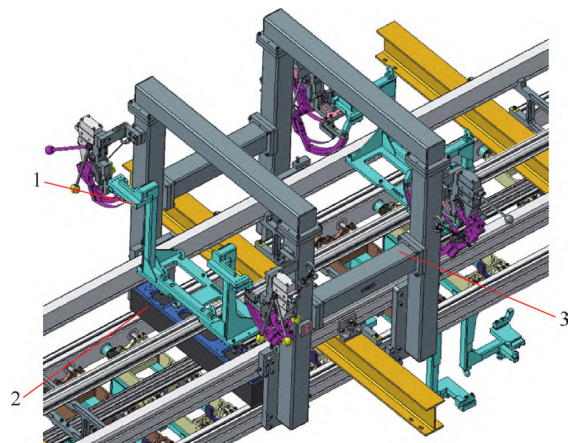


图3 积放式输送机检具3D设计

1—ACC托盘 2—ACC停止位 3—ACC检具

1) 如果使用手动气缸翻转检测型块，气缸本身不具备打开自锁功能，气缸压臂会在重力作用下回落，可能导致气缸与托盘干涉，解决办法是使用链条和挂钩，将打开的气缸压臂固定在检具主体框架上，防止回落。

2) 检具的整体框架，根据安装条件的不同可以安装在输送机主体的型材或其他钢结构上。为了保证安装后检具的使用精度和稳定性，在安装位置增加了L型调节和顶丝的调节机构，如图4所示。

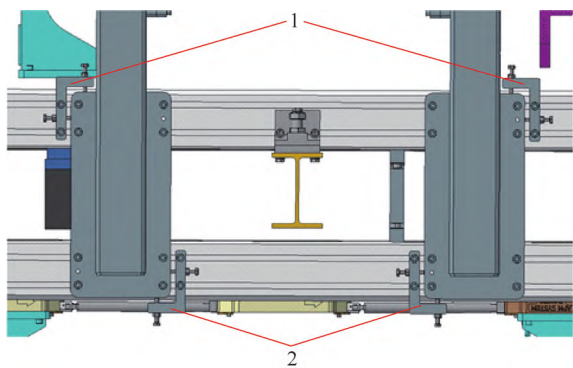


图4 积放式输送机检具顶丝调节机构

1—L块+顶丝调节机构 2—L块+顶丝调节机构

3) 为了提高人员在使用检具时的便捷性和安全性，可以在检具安装的钢结构或型材框架上，设置过线踏台和防护围栏。

4) 使用检具定位车身零件时，可以选择零件的轮廓型面或销孔为基准。销定位通常采用主副销定位原则，主销采用圆柱销（各厂由于产品设计不同可以有不同选择），副销采用菱形销。轮廓定位则是根据托

盘支撑块的外轮廓面进行对称的仿形设计，通过型块间隙进行检测。

效果与评估

通过使用积放式输送机检具，在生产线实际运行过程中会提高输送机的效率。提高零件搭接尺寸精度，通过检具周期性校准，可以确保托盘的支撑块及定位销的准确性，在积放链多次往复使用的过程中确保零件悬挂的精确性和稳定性，保证工业机器人抓手的取件轨迹和放件轨迹一致性，从而确保零件在后续工位上的定位精度，保证焊接质量及焊接精度，从而提升整车质量。

通过积放式输送机检具的实际使用，综合评估检具使用效果，在加工设计及调试检具的过程中要注意以下事项。

(1) 加工精度 检具的型块在机加工过程中会有加工偏差，致使检具和零件的匹配间隙与设计间隙不符，特别是定位销的精度对检具的校验结果会有影响。

(2) 型块材料使用 型块的制作材料通常采用Q235钢或42CrMo4等硬质材料，确保材料耐久性和耐腐蚀性良好，对于特殊零件也可以使用PA66等尼龙材质进行制作，厂区不同季节及环境温度会对材料的膨胀率有影响。

(3) 装配精度要求 由于检具装配为人工装配，在装配过程中难免存在人为装配误差。为降低该误差在实际使用过程中的风险，可以使用0.1~1mm厚度不等的垫片进行精调，从而恢复设计间隙，满足精度要求。

(4) 检具的调整频次 生产线节拍和产能变化，不同批次的车身零件，都会对积放式输送机的定位精度产生影响，因此检具的调整工作要通过多轮测试，调整工作具有复杂性和长期性。

应用及展望

近年来，积放式输送机不仅在车身车间，而且在其他工艺车间也有应用。通过检具检测，可以提高涂装涂膜工艺的成膜涂布率（DOK）从96.6%提升至98.4%^[2]。当然，积放式输送机检具因各个厂商的标准规范不同，存在差异性，精度要求也存在区别。随着

检具的使用效果逐渐被市场认可，该领域的设计工作也将越来越专业化和规范化。积放式输送机的检具在未来发展可能会有以下几个方面的可能。

(1) 更加细化的系统架构 设计人员可以从系统架构出发，将设计工作分为数据层、设计层及应用层等层级，明确设计内容和要求。例如，数据层整合检具的零件数据、工艺数据、设计数据及校验等；设计层可包含三维软件设计、仿真模拟、人机工程评估、智能算法及AI处理等；应用层面向实际操作人员，建立标准的操作指南、人性化的交互界面等，提高检具系统的有效性和精确性。

(2) 更加完善的数据库 随着检具设计内容的增多，可以整合产品设计数据库，分析特定零件检具之间的设计元素和设计理念，优化设计，节省设计周期，在后续的设计工作中作为参考，提高设计效率并降低后续的试错成本。

(3) 更加合理的仿真模拟 通过仿真模拟评估机械设计的缺陷点，更直观地评估检具在实际操作中的步骤、与零件匹配的过程、作业人员的人机工程等内容，提高检具设计的合理性。

结语

汽车零部件检具的设计对于提升整车质量，提高生产效率具有十分重要的意义。而积放式输送机的检具同样能够提升生产线设备开动率，使用三维设计软件、系统的开发流程、精准的仿真模拟能够实现检具的高精度、高效率和高质量研发流程，将会推动汽车制造业向着高质量高水平的方向进一步发展。

参考文献：

- [1] 李鲁辉，潘晓刚，武扬，等.浅谈积放式ACC输送设备在北京奔驰的应用[J].中国设备工程，2023（8）：266-268.
- [2] 杨海波，卢顺，黎海萍.涂装车间积放式悬挂输送机吊具入销检测方式的探讨[J].现代涂料与涂装，2019，22（10）：53-55. **AUTO1950**