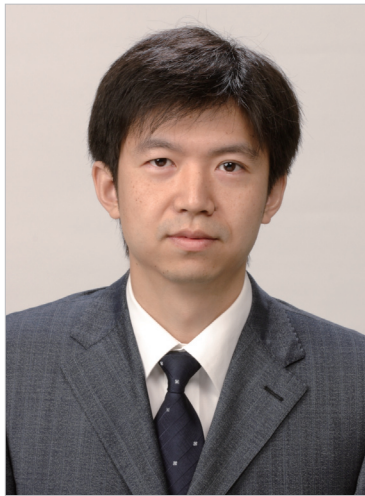


自动仓储技术在附件装试厂房 优化布局中的应用

Application of Automatic Storage Technology in Optimization of Accessory & Testing Workshop Design

中国航空规划建设发展有限公司 朱 宇



朱 宇

中国航空规划建设发展有限公司(原中国航空工业规划设计研究院)第六设计研究院项目总设计师、工艺室主任。主要从事航空工业固定资产投资项目的咨询、设计工作,在航空发动机附件装配试验厂房设计方面具有比较丰富的经验,同时对物流技术具有一定的研究和实际应用,主持设计了多个重大项目。

航空发动机控制附件是发动机的核心,主要包括各种燃滑泵、调节器等。目前我国航空发动机控制附件主要是机械液压式调节器附件。航空发动机控制附件控制规律复杂,性能要求高,产品结构复杂、紧凑,零

随着现代物流科技的发展,自动仓储技术的应用越来越普遍,根据多个附件装配试验厂房的设计经验,结合自动化仓储技术,该技术可以使附件装配试验厂房的工艺流程、布局、生产效率、管理等方面得到有效的改善,因此在此类厂房的设计优化中具有积极的意义。

件数量多,装配技术要求高,试验难度很大,其参数之间相互影响,需要反复调试。由于其工艺需求条件多,厂房建筑、结构、建筑设备专业设计复杂,在众多的边界限制条件下,其内部工艺路线的优化成为一个设计关键点。随着现代物流科技的发展,自动仓储技术的应用越来越普遍,根据多个附件装配试验厂房的设计经验,结合自动化仓储技术,该技术可以使附件装配试验厂房的工艺流程、

布局、生产效率、管理等方面得到有效的改善,因此在此类厂房的设计优化中具有积极的意义。

工艺流程

发动机附件装配试验厂房是航空动力控制附件工厂的重要厂房,主要完成产品装配、清洗、试验等功能。附件装配试验厂房主要工艺流程如图1所示。

生产车间加工好的零件以及外

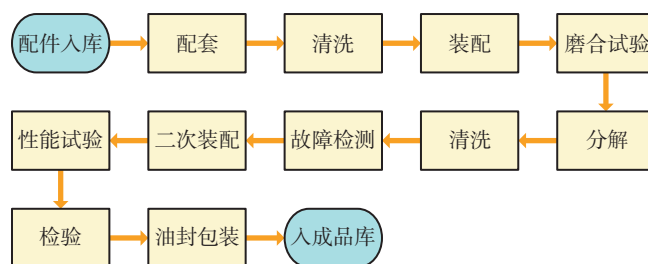


图1 典型航空发动机附件装配试验工艺流程

购件入中央零件库并记录,产品装配前按照配套清单到中央零件库领取配套零件,送入清洗间清洗,清洗后进行产品装配,装配好的产品送入相应的试验间按试验大纲进行磨合试验,之后将产品分解成零件,分解好的零件清洗后进行检查及处理,之后进行二次装配和性能试验,如有问题则反复分解、装配、试验流程,试验合格的产品进行最终检验、油封包装并入库,等待发送。

附件装试厂房设计特点分析

1 主要设计特点

燃油附件装配试验厂房要完成从零件进入到装配调试合格产品的过程,具有比较明显的工艺流程特点。一台产品在厂房内所经过的路线较长,这就需要梳理好工艺流程之间的关系和实际操作过程,合理进行厂房工艺区划,使厂房内工艺流程尽量短。但由于燃油装配试验厂房各专业设计比较复杂,边界约束条件多,还需要结合各专业设计特点进行系统化设计。

航空发动机附件试验介质为燃油,多工序的清洗使用燃油或汽油,因此,试验间、清洗间按防爆房间设计,考虑泄压面积,其厂房试验、清洗区域的一般火灾危险性要求为乙类;而装配间、中央零件库火灾危险性要求相对较低,可以与试验、清洗区以防火墙分隔,按不同的防火分区设计。

燃油附件产品重量较轻,从节省土地资源的角度出发,装配试验厂房可以考虑多层设计,由于防爆泄压、产品流线等因素,一般设计为两层厂房。产品大型试验器通常布置在第一层,中央零件库采用货架存放也布置在第一层;第二层主要布置元件试验器、小产品试验器、清洗间和装配间。

燃油附件试验厂房内工艺专业

需求多,排水、通风空调、电气、动力等专业设计比较复杂。厂房不同的试验器需要多种温度的冷却水,高、中、低压压缩空气,较多的空调房间等,因此,发动机燃油附件装配试验厂房设计是一个以完成内部工艺需求为目的、综合各专业设计的系统性工程。

2 厂房区划及工艺流程

以某厂燃油附件装配试验厂房为例,该厂房为两层,装配区、中央零件库与试验区、清洗区按不同火灾危险性分区设置,试验区、清洗区由天井在每层划分为两个区域,以便于通风、采光和泄压。上下两层通过两部电梯进行物流联系。

图2为某产品在厂房内的典型工艺流程图。

其中红色表示从零件入库到产品分解的流线,蓝色表示从分解到最后产品交付的流线。可以看出零件及产品在厂房的一、二层各功能区之间要进行多次流转,如果试验有问题,分解、装配、试验之间还可能进行多次反复的过程。

3 目前各环节的操作模式

(1)零件入库交接。由加工车间送来的零件以及外购成件进入一层

中央零件库,交接时由工人录入零件信息到计算机作为记录,零件由工人搬运送入货架,记录位置。存储采用三层固定货架,人工存取。

(2)零件出库、配套。装配工段的工人根据产品零件配套单到一层中央零件库领取零件,由配套人员根据所需零件种类、数量和之前记录的零件入库信息分别到货架查找取出,齐套好后与装配人员进行清点、交接、记录。

(3)清洗。工人用手推车,通过厂房的两部电梯将零件送入二层,进相应清洗间进行清洗。

(4)装配。清洗完毕的零件,送至二层装配区进行装配。

(5)试验。装配好的产品送至不同的试验间进行磨合试验,由于试验间分布在一、二层,需到一层进行试验的产品由工人用手推车,通过电梯送入一层相应试验间,装配工与试验工进行交接确认。

(6)分解。磨合试验后的产品需要分解成零件,进行检查,产品在一层分解间进行分解。

(7)清洗。分解之后的零件由工人送入二层装配区清洗间进行清洗。

(8)检查、二次装配。清洗完毕

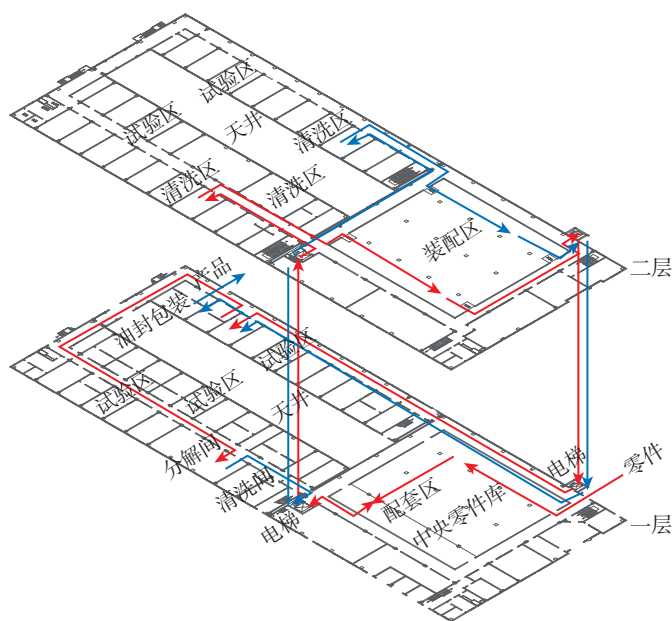


图2 某厂燃油附件装配试验厂房工艺流程图

的零件在二层装配区进行检查,合格后进行二次装配。

(9) 试验。二次装配好的产品再次由工人送到一层相应试验间进行性能试验调试。

(10) 检验。调试合格的产品进行最终检验。

(11) 油封包装。检验合格产品进行油封包装。

(12) 交付。可交付产品送至工厂成品库,进行人工登记和交接。

4 可以优化的环节

上述燃油附件装配试验厂房是根据习惯的操作方式和成熟的设计经验设计的,随着现代物流科技发展,自动化仓储技术的应用成本不断降低,应用越来越普遍,对于航空发动机生产系统更应该充分应用先进的技术手段来优化流程,从设计上要拓宽思路,改变观念,从提高效率、降低成本、提高安全性、改进管理等方面进行优化。

需要优化的主要环节为:

(1) 按上述厂房内产品工艺路线,一个产品要经过反复多次人工运输,在一、二层之间流转,距离长,路线不是最优。

(2) 工艺流程上多次交接是以人对人方式签字交接,人为因素大,可追溯性不强。没有对产品的生产过程跟踪、集中控制。

(3) 中央零件库占用面积大,零件检索距离长,查找时间长,配套工序效率相对较低。

(4) 仓库管理是以人工加计算机辅助方式为主,准确性、自动化性、系统性、可拓展性不强,没有实现仓储的信息化管理。

相关的自动化仓储技术应用及案例分析

为了保持竞争力,企业都在寻求新的方法来优化操作过程、减少浪费,物流管理是企业的一个重要环节,贯穿于整个生产流程,并连接在

流程各环节的接合部。自动化仓储管理就是某个物流过程的整合,在某种情况下仓储系统模式对生产车间的工艺路线有着重要的影响,是现代生产方式、现代经营管理方式、现代信息技术相结合在物流领域的体现。

对于像装配试验厂房这样具有流程相对独立、工艺路线长、零件存储集散、多层作业特点的生产车间,可以更多地考虑自动化仓储技术的应用。通过作业过程设备和自动化的设施可以实现装配试验生产流程的进一步优化,包括运输、装卸、检索、识别、交接等作业过程(如自动识别系统、自动检测系统、自动存取系统、自动跟踪系统等)。通过仓储自动化可以方便产品零件信息的实时采集与追踪,提高整个仓储系统的管理和监控水平。

从货架到立体仓库,再到立体货柜,仓储的空间利用率、存取速度、存储安全性、存储条件等逐步提高,自动化立体货柜就是这种发展的典型体现和产物。自动化立体货柜包括垂直升降库(图3)、水平旋转库、垂直旋转库等。由于发动机附件产品尺

寸较小、重量较轻,对于附件装配试验厂房的产品特点和生产特点自动垂直升降库具有较高的实际应用价值。

垂直升降库纵向分为3部分,前后两部分为物料区,中间为提取器,提取器可在中间巷道内做垂直升降运动,用户可直接输入物料代码或输入物料所在的托盘号,按照用户的指令,提取器将所需托盘放在存取口或由存取口送回柜内。

货柜最高可达40m,最大载重量达120t。单个托盘最大载重可达500kg。全模块化设计,高度模块“即插即用”,根据厂房高度的变化,可简单地增减货柜的高度。针对不同的托盘可设置不同的提取速度,由出厂设置值的10%~100%可调。提取器的高速运行保证了高效提取,最快达2.2m/s。

结合发动机附件装配试验厂房的应用,垂直升降库主要可以解决以下几个方面的问题。

1 节省占地面积

充分利用高度空间,节省85%的占地面积,最大载重量达66t。单个

托盘最大载重可达550kg。土地资源越来越宝贵,厂房内节省出来的仓储面积可以用于生产面积,提高产能。使用通过路径拿取技术,可以利用建筑外部空间安装设备,增加现有的存储能力。

2 充分利用空间

发动机附件零件类型很多,尺寸各异,存取口的货物高度检测装置可以侦测记录货物升降库的高度,监控每一只货盘,并自动安排最合适的存放位置,从

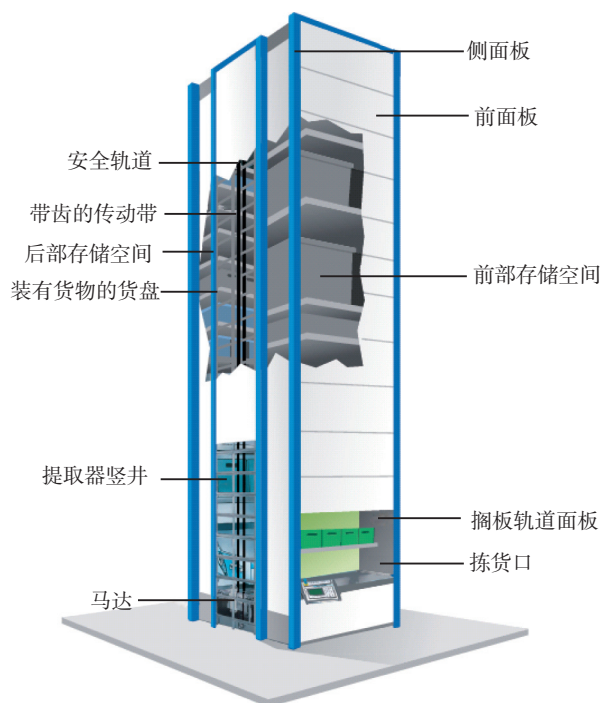


图3 典型自动垂直升降库结构

而充分利用库内空间。

3 减少人工检索距离和查找时间, 提高效率

相对于普通货架的人工查找搬运模式,采用垂直升降库可以实现货物到人的原则,缩短查找时间,节省人工,生产力提高 66%。同时也提高了查找的准确性。

4 分层存取, 适合多层厂房工艺流程之间衔接

垂直升降库可以对厂房多个作业层开存取货口,通过相应的权限控制,垂直升降库不仅起到仓储的功能,还可以作为联系厂房各层之间的交通核,起到工艺流程衔接的功能(图 4)。

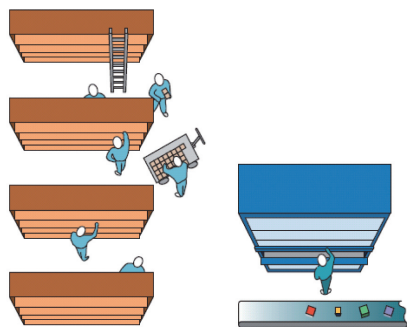


图4 改善操作模式示意图

5 库存物品的安全保护

每一个托盘都可以设计存储权限、提高货物安全性、内置重量管理系统,使得存储更加安全。通过超低噪声、超小振动技术可以存放贵重的敏感元器件。库内可以实现温湿度控制防止灰尘、静电,还可以通过铰接门等提供快速紧急维修入口。

6 减轻劳动强度

符合人体工程学设计,取货高度适宜,减少了工人的劳动强度和工伤风险。通过连续保护光幕提供、物料倾倒检测、安全电动门等措施保证操作安全。

7 提升信息化管理水平

所有的出入库工作都在货柜存取口处完成管理、存取自动化。每台升降库在机械上都是独立的,既可

单机使用,也可联机使用,还可与公司现有的 ERP、SAP 以及 MRP 网络联机,管理人员在办公室就能通过电脑来对货柜进行管理,下达指令和订单。

例如,诺基亚西门子通信有限公司配置 20 台垂直升降式自动货柜,这些设备放在生产线旁边配合 SMT 生产线使用,主用于 SMT 生产线上生产所需的 SMD 盘料的存放。货柜通过仓库管理软件来管理,生产线上缺料时,生产线上的操作工人会将空的 SMD 料盘拿给自动货柜操作人员,操作人员用扫描枪直接扫描空料盘上的物料条码信息,控制系统会自动选择所需物料的库位,并驱动相应的设备,操作人员根据设备屏幕上的零件及库位提示信息提取零件,这样大大缩短了零件的提取时间,提高了公司的生产效率。

应用自动化仓储技术的 厂房设计优化

将自动垂直升降库系统融入附件装配试验生产厂房,可在多方面获得改进。图 5 为应用垂直升降库优化的燃油附件装配试验厂房工艺流程

线图。在厂房中部设置了由多台贯通一、二层的垂直升降库组成的集成模块,原电梯只作为备用的垂直运输通道。一层原中央零件库的面积可以节省出来作为装配面积。

其中红色的是从零件入库到产品分解的流线,蓝色的是从分解到最后产品交付的流线,绿色的是垂直升降库内零件的垂直流线。

优化后的各环节操作模式如下。

(1) 零件入库。生产车间交来的零件可以结合条码扫描并放到相应的货盘货位,自动采集信息并录入。这一过程只需在货柜存取窗口完成,不需工人往返搬运至货架。

(2) 零件出库、配套。可以由总体计划调度编制产品配套表,信息自动输入垂直升降库,配套人员在二层存取窗口调用某个产品配套表,自动输出一个产品的配套零件,交给装配工,甚至可以取消配套人员,直接由装配工按权限根据任务分配来自取配套零件。所有出库零件信息均会自动记录生成文件。这一过程不用工人从货架上查找搬运,只需在货柜存取窗口取货即可。

(3) 清洗。从二层垂直升降库存

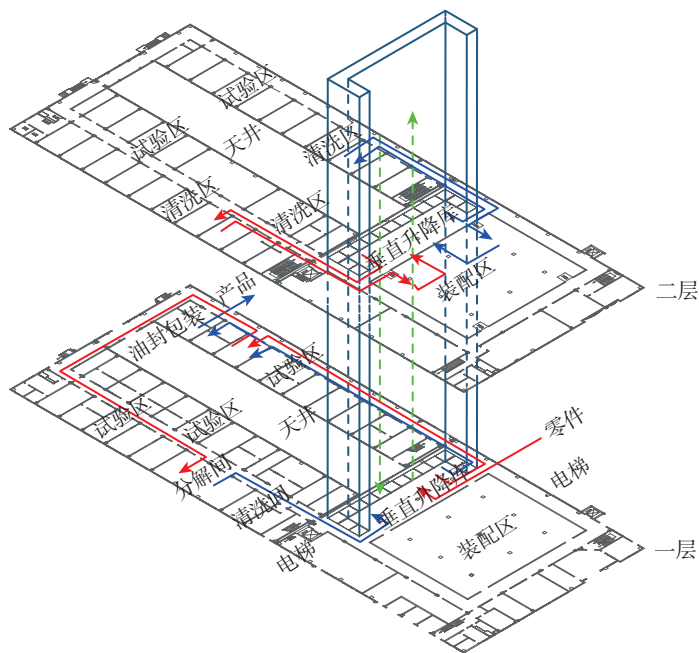


图5 优化后燃油附件装配试验厂房工艺流程线图

取窗口取出的配套零件由工人送入二层清洗间清洗。

(4) 装配。清洗完毕的零件,送至二层装配区进行装配;需送入一层装配区的零件可以存入垂直升降库作为清洗工序的完毕交接,一层装配区工人从一层存取窗口按程序调度取出清洗好的零件进入装配区装配。装配好的产品送入同层的货柜存取窗口,录入产品信息,完成装配工序的结束交接。

(5) 试验。试验工根据任务分配信息和其权限,从同层货柜存取口取出需试验的产品,分别到各试验间进行磨合试验。

(6) 分解。磨合试验后产品在一层分解间进行分解。分解后的产品在一层垂直升降库存取口存入货柜并录入信息,完成分解工序的结束交接。

(7) 清洗。工人从二层货柜存取口按程序取出需清洗的零件,送入清洗间进行清洗。

(8) 检查、二次装配。清洗完毕的零件在二层装配区进行检查,合格后进行二次装配。送入一层装配区的零件可以存入垂直升降库作为清洗工序的完成交接,一层装配区工人从一层存取窗口按程序调度取出清洗好的零件进入装配区二次装配。装配好的产品送入同层的货柜存取窗口,录入产品信息,完成二次装配工序的结束交接。

(9) 试验。试验工根据任务分配信息和其权限,从同层货柜存取口取出需试验的产品,分别到各试验间进行性能试验。

(10) 检验。调试合格的产品进行最终检验。

(11) 油封包装。检验合格产品进行油封包装。

(12) 交付。可交付产品送至工厂成品库,设置信息录入点或者由工人手持终端进行信息录入,进入厂房仓库管理系统。

可以看出,厂方采用自动垂直升降库后,在以下几个方面得到了优化。

(1) 优化工艺流程线。

原清洗、装配、试验、分解等反复流程中,产品需要由工人在厂房一、二层之间多次运输交接。在厂房中部设置垂直升降库后,在一层、二层分别设置多个存取窗口,垂直升降库起到了存储、输送、交接的集成功能,每个工艺流程起点与终点均与中央的垂直升降库联系,其成为一个流程连接的枢纽站。这样大大缩短了工人运输距离,优化了工艺路线,提高了效率,规范了工序交接和自动记录。

(2) 改善出库配套操作。

原操作模式是采用多层货架,人工在货架中查找存取,采用垂直升降库可以实现货物到人,根据计划生成的零件配套信息从库内将零件自动送至存取窗口,节省了时间和人员,提高了准确性。

(3) 节省仓储面积,增加生产面积。

相对于普通3层货架,垂直升降库可以大大节约中央零件库的占地面积,通过自动检测零件大小来优选存储位,充分利用空间,节省出面积用于装配生产。

(4) 提高存储安全性。

通过高度检测、重量管理、振动控制技术,保证货物存储安全;通过防爆等特殊环境控制可以保证存储环境需求;快速紧急维修入口保证故障状态下货物能取出;通过权限控制使得不同岗位工人只能接触到其流程环节上的零件和产品,提高安全管理,在垂直升降库的每个工序操作首先输入操作人员信息,其操作的过程自动记录,更及时、准确和规范,可追溯性强。

(5) 改进信息化管理。

通过仓库管理系统实现条码出入库管理,实现中央零件库信息实时

共享查询、联机统一管理、分权限操作及终端查询功,具备最小库存预警管理功能。其具备以下基本功能:基本数据管理,货物的录入,保存,浏览,修改,入库管理,出库管理,作业修改,在线,离线作业,历史记录管理,盘库,账目管理,低限管理,统计报表,权限设置,系统初始化,数据导入、导出,出错处理模块,打印设置,用户设置,更改密码和帮助系统。

此外,仓库管理系统可以与企业ERP系统实现信息实时互通。操作人员可以在电脑上直接输入零件号和数量进行入库和出库操作,操作完成后,软件将所执行的操作的记录与ERP管理系统同步,使得仓库管理系统和ERP系统的库存保持一致。ERP系统也可以发送定单到仓库管理系统,操作人员可以在仓库管理系统中操作该定单并控制设备运行,定单完成后的记录也会以文本文件的形式传回。

通过全过程的信息化管理系统使得装配试验过程得到规范有效的控制和调度,实时监控生产运行状态,并及时调配资源和作业,使装配试验厂房内部形成一个顺畅、有序的良好循环。

结束语

在航空发动机附件装配试验厂房方案阶段,综合考虑使用自动化立体仓储技术进行设计,可以更合理地进行工艺区划和优化流线,更加节省面积。通过进一步的自动化仓储集成技术将垂直升降模块、拣选指示灯技术、传送带、货架、机器人控制界面、ASRS系统、微量负载系统、AGVs(自动导引车)、条形码扫描器、电子秤等硬件系统,以及库存管理、仓库控制系统、企业资源计划(ERP)、RFID、语音识别等软件系统综合应用,将会提高生产效率、减少差错率、节约成本、改善管理等方面给企业生产带来更多有益的改进。(责编 小颖)