

行李托盘处理系统在机场管理中的应用研究

康新晨

(民航机场成都电子设计工程有限责任公司北京分公司 北京 100000)

摘要: 机场的庞大旅客规模导致其每天都要处理大量的行李, 如果行李处理效率低下、错误率高, 将会严重制约机场的运行、流转速度。行李托盘处理系统利用先进的自动控制模块以及各种组件自动化地实施行李装载、卸载、安全检查、分拣、临时存储以及自动识别和跟踪, 在很大程度上提高了机场行李的处理速度和准确率, 并且大幅降低了对人工的依赖。本文介绍了行李托盘处理系统的结构以及各个组成部分的功能, 并且研究了这种系统在机场行李处理工作中的具体应用流程, 简单地分析了此类系统设计要点。

关键词: 行李托盘处理系统; 机场行李系统; 应用

0 引言

行李托运是机场管理中非常重要的一项工作, 并且这一工作的效果将直接影响机场的运行效率。目前国内各大机场已经开始广泛使用行李托盘处理系统来提高这一工作的效率和准确度。此类系统利用信息化控制系统来自动化地控制行李安全检查装置、行李装卸装置以及运输传动系统, 并且还能全程跟踪行李的运行轨迹, 具备纠错和补救的功能, 研究这种系统的使用方法对促进机场行李管理效果意义重大。

1 机场行李托盘处理系统整体架构及工作原理

行李托盘处理系统中涵盖了机械运行部件、智能控制单元以及调度管理单元, 具体构成包括以下几个部分。

1.1 托盘

这一装置大多采用质地坚硬、韧性好、抗剪性能优异的塑料制作而成, 由于行李箱大多较为坚硬, 因而托盘要具备足够的耐磨损性能。托盘的主要作用是行李的运输提供暂时的存储空间, 即使行李形成了堆垛, 托盘的承载力和抗冲击力依然要达到足够的水平。行李进入托盘之后要实现准确的识别, 具体的做法是将托盘的ID号与旅客信息绑定在一起, 托盘运行到一定位置之后, 可利用射频识别技术来获取托盘的ID信息, 进而确认行李的位置。托盘的规格并不完全一致, 常见的规格为350mm×1225mm×1680mm、240mm×850mm×1200mm等。

1.2 装盘单元

机场的托盘处理系统在装载行李时采用自动化的系统来实现, 乘机人员将行李放置到特定位置之后, 经由装盘单元将其运输到托盘位置处, 完成自动装载, 装盘

单位的运行位置可在托盘上方或者侧面, 高度略高于托盘, 有利于将行李自动放置进托盘中。行李在进入托运之后会产生一个IATA条码, 当其被放置在某个托盘中后, 托盘的ID号就和行李的IATA条码绑定在一起, 实现行李的实时跟踪和定位。装盘单元装载行李的速度是非常关键的一个考量因素, 顶部装盘单元的速度远远高于侧面装盘单元, 前者可达到每小时1800件。

1.3 输送单元

机场行李托盘处理系统自动化作业模式离不开专业的行李输送装置, 装盘单元、行李输送单元以及托盘单元等共同构成行李运输和分流系统。输送装置的方向并不完全一致, 有些是水平设置的, 有些存在一定的坡度, 还有些要在特定位置实现转弯, 按照方向的差异, 形成对应的输送模块。此类装置输送行李的速度通常控制在0.75~10m/s, 当输送模块带有一定的坡度时, 其输送的速度要适当降低, 控制在1.0m/s之内, 在直线段运输时, 安全性有保障, 速度可适当增加。拐弯处的也要降低输送的速度, 不超过2.5m/s。

1.4 分合流单元

行李在自动处理的过程中会产生分流与合流的需求, 此时就要使用到分/合流单元。这种装置按照分流与合流的方向差异, 分为水平和垂直两种。以水平方向的为例, 既可以用于分流或者合流空托盘, 也可处理已经存放了行李的实托盘, 显然, 后者才是处理的重点。有些托盘位于支线, 通过合流进入主线。有些托盘位于主线, 经过分流进入主线, 借此对行李实现自动化的分拣。水平合流/分流单元和垂直分流/合流单元在运行原理、功能作用方面基本是一致的, 区别仅在于处理的方向不同。另外, 这些合流或者分流装置的处理能力通常可达到每小时1800件行李, 与装盘单元的最大处理速度一致, 否则行李将无法完成处理。但是,

如果水平方向在分流或者合流时存在直角转弯处,处理能力会降低到原来的1/2。

1.5 卸盘单元

托盘是运送行李时的存储物,行李运动到一定位置之后就要和托盘分离,此时要使用到自动化的卸盘单元。其核心组件分为三个部分:一是托架,托盘将行李卸载后将停留在托架上;二是输送装置,作用是将卸载后的空托盘运走;三是翻转装置,作用是当装有行李的托盘进入到预定位置之后,利用翻转装置将行李卸载下去。

卸盘单元具备三种不同的工作模式:一种是传输装置不动作,使托盘在静态情况下卸载行李;另一种是传输装置向前运动的同时将行李从托盘上卸下来,按照运行速度不同这种模式又可分为半自动和全自动两种。以上三种模式每小时的卸载速度分别为1200件、1500件(半自动)和1800件(全自动)。

1.6 空托盘码分单元

这一部分的核心构成包括机架、码分装置以及输送装置,托盘处理完行李之后,分布在不同的位置,因而要借助该系统实现码分处理,将控盘均衡地存贮在特定的位置,在功能上分为堆垛和拆垛两种类型。

2 机场行李托盘处理系统的实际应用价值和结构功能

2.1 行李托盘处理系统的实际应用价值

在传统的行李托运管理中利用行李码纸区分不同旅客的行李,但是行李码纸难以配合实现自动化的行李分拣处理。为了提高行李的自动化处理能力,射频识别技术(RFID)被引入到行李自动化识别中。射频识别技术能够和硬件设备相互配合联动。中国机场的旅客吞吐量非常庞大,例如,2021年,上海虹桥机场达到3317万人次,广州白云机场的旅客吞吐量则达到了4023万人次。如此巨大的吞吐量必然会提高行李托运的难度,尤其在分拣工作中,旅客的行李有大有小,小的只有几千克,大的可达到几十千克,如果行李处理速度过慢,会严重影响机场的运行效率。国内目前大部分机场在行李处理中还需二次分拣,不仅效率低下,与之配合的条码纸也容易丢失,造成行李分拣错误。行李自动处理系统在很大程度上解决了这一问题。目前,这种高效率的行李处理系统已经在国内的机场投入使用。

2.2 托盘分拣机

对于托盘处理系统而言,托盘分拣机是核心的组成部分之一,作用是根据行李特点实现自动分拣功能,目前大多采用进口产品。以英国洛根倾翻式托盘自动分拣机为例,其结构组成如下。

(1) 轨道。分拣机的分拣组件要沿着特定的轨道运行,这样可形成稳定的承载力。轨道采用钢质的型材

制作而成,轨道并非整体一次成型,而是由多个节段组成,相邻的轨道以螺栓紧固的方式实现连接,借助轨道的约束作用形成分拣组件的运行线路。这种设计方案具有显著的优势,无论是电缆,还是直线感应电机,其接入位置都可走轨道的下方,形成灵活多变的接入和拆除方式,作业时不会干扰其他设备。

(2) 托架连接组件。行李托架的承载力要达到绝对可靠的水平,托架两两连接在一起,托架相邻的两个端头部位分别设计有U型夹和球型孔眼轴承,这两部分使用双剪式螺栓固定在一起。托架同时和轨道连接在一起,球型孔眼轴承起到将其和轨道固定在一起的作用。

(3) 直线感应电机。该装置的作用是依靠电力能源产生驱动力,行李分拣机的分拣组件要在轨道上不断地运动,其动力来自直线感应电机。通常其产生的驱动力可达到数百牛顿,完全能满足行李分拣组件的运行需求。

(4) 控制系统。分拣机可全自动地实施分拣操作,在这一过程中要实现精准控制,避免错误的操作,因而控制系统是非常关键的组成部分。控制系统的核心是一个单系统的可编程控制器,同时控制和管理过渡输送机 and 分拣机。与此同时,当外部控制器向分拣机发出指令时,信号将由该控制器接收并执行。行李的数据是该系统实现精确分拣的关键依据,行李数据的传输由该PLC控制器来完成。

(5) 托盘跟踪。托盘处理系统要实时跟踪行李托盘的运行路线,同时控制托盘之间的间距。这一功能由设置在托盘上的脉冲和分拣机上的运行脉冲配合完成。要达到精确追踪,就要准确定位托盘的编号,托盘处理系统监测到设置有标记的某个单一托盘,将其编号设定为“1”,后续托盘在其基础上逐个加1,进而实现所有托盘的数字化编号。并且,这些编号与托盘上的实际编号保持一致。

2.3 独立装载系统(ICS)

ICS在设计上与传统的皮带传输装置存在一定的差异。在ICS中,传输系统中设计了一系列独立的运载单元,行李放置在这些运载单元中,并且随着传输线路向目标点汇集,行李和运载单元之间始终保持相对静止的状态。同时,ICS中设计有皮带传输装置,运载单元经由皮带传输向前运行。ICS系统的驱动方式主要分为两种类型:一是独立托盘行李处理系统(Tote System),二是独立行李小车处理系统(Car System)。以下简称Car System的工作原理。这种独立行李小车自动驱动功能,在顶部设置有专门的行李装载器,当行李进入到装载器之后,可自动识别行李的信息,为了保证对行李的位置的实时监控,独立小车的信息会与识

别出来的行李信息绑定在一定。该独立小车上集成了控制计算机，用于接受外部指令，信号经过 Wi-Fi 传输给独立行李小车，其运行速度以及卸载操作都可通过外部的 Wi-Fi 信号控制，当其到达指定的位置之后，由卸载装置完成行李卸载。

2.4 控制系统

行李自动处理系统除了以上这些关键的机械操作装置和传动装置外，还要设计出自动化、智能化操作的控制系统，目前这些控制系统在设计时基本都采用了模块化的理念。根据系统的功能区分，形成层级式的关系，这种设计思路的优点在于各模块相互关联又相对独立，如果要对某一个模块实施升级和改造，只需在对应模块内操作即可，相互之间不会产生过大的制约。例如，典型的模块划分方法是托盘单元模块、装载和卸载人工编码模块、分合流模块、高速输送模块、存储模块，每一个模块下又根据功能细分成不同的单元。例如，在存储模块中就分为空托盘存储单元和早到行李存储单元。这些控制模块要实现良好的自动化运行，就必须使用到各种先进的探测装置和传感器。例如，当行李进入系统时要判断其是否超标（如重量和体积），可通过扫描方式自动判断其几何尺寸，在行李安全检查中可通过专业的扫描设备判断其内部存储的物品，进而排除安全违禁。可编程控制器在此类系统中应用非常广泛。例如，在装载和卸载的人工编码模块中可利用 PLC 控制器为工程技术人员提供编码的接口和渠道。

3 行李托盘处理系统在机场行李管理系统中的应用

3.1 整体架构

国内某重要航空枢纽城市的行李托盘处理系统主要包括早到行李存储系统和高速行李处理系统两个部分。其中，高速行李处理系统基于行李托盘而设计，包括2个顶部装载站、2台位置检测装置、2个人工补码站，以及1个位置纠错装置，分拣滑槽数量达到了45个。用于存储空托盘的位置不少于300个。顶部行李装载单元的处理能力达到了每小时1500件，与其配套的卸载装置的处理速度也达到了每小时1500件，传输装置运送行李和托盘的最高速度为10m/s。

3.2 核心功能设计

第一，机场高速行李处理系统的核心功能。该系统设计有窄皮带输送机，行李经过皮带输送机进入到高速行李系统中，这一过程中依靠设计在顶部的装载单元将行李自动移动到托盘中，RFID 读码站自动完成扫描识别工作，将行李和托盘信息绑定在一起，进入该系统的行李以航班信息为依据，在系统中完成自动分拣，

最后再进入到滑槽，每一滑槽对应一个航班。

在装载行李的过程中有可能会出现问题，但是系统设计有位置纠正站，当发现某件行李的位置出现错误时，会先将其收集过来，判断依据为 RFID 读码器是否能准确识别行李信息。这些出错位置的行李将被送往补码站，再次对其实施贴码处理。

第二，早到行李存储系统设计要点。早到行李存储系统采用了空间利用率高、可维护性强的立库模式，每一件行李都可单独存取，不受顺序的制约。除了接收早到行李的存储，系统还能存储空盘。系统早到行李存储流程为：值机行李输送→行李经由装载机进入高速行李处理系统→行李在高速系统中完成输送→早到存储系统完成最终分拣→人工行李装箱。

第三，控制系统设计要点。行李托盘处理系统的控制单元从上到下分为信息控制层、本地控制层、现场控制层以及现场设备层。在通信系统设计方面采用了分布式的 I/O 控制功能，并且大量使用 PLC 装置完成各种设备的可编程控制，其中 PLC 在应用中实现分组控制，在每一个控制组中至少设置了一个专门的 PLC 控制器。

4 结语

机场行李托盘处理系统可自动实现行李的装载、运输、安全检查、分拣以及卸载等，每小时可处理近2000件行李，并对人工管理依赖性非常低。这种系统的核心组成部分是控制系统、通信系统以及机械组件（托盘、装载单元、卸载单元等），目前已经应用于机场的运营中，大幅改善了行李处理工作的效率。

参考文献：

- [1] 张子豪，张旭，汪雪刚. 机场行李自动分拣系统设计与开发[J]. 机械设计与制造工程, 2020, 49(01): 47-51.
- [2] 曹海红. 机场行李自动运输处理系统设计与实现[J]. 机械设计与制造工程, 2016, 45(08): 54-56.
- [3] 盛慧春. 独立装载系统 ICS 在机场行李处理系统的应用[J]. 物流技术与应用, 2020(04): 117-119.
- [4] 李洪杰. 机场行李处理系统的技术设计与应用浅析[J]. 通讯世界, 2021, 28(02): 315-316.
- [5] 谢洪. 西门子分布式控制技术在机场行李处理系统中的应用研究[J]. 电子测试, 2020(11): 103-107.
- [6] 霍正烜. 浅析机场行李系统管理中一体化运维系统的应用[J]. 中国设备工程, 2021(12): 59-60.
- [7] 谢洪, 陈灏波. 高速独立行李载盘系统的应用与研究[J]. 物流技术与应用, 2020, 25(09): 117-121.
- [8] 刘晓晨. 试谈风险管理体系在机场行李系统中的应用[J]. 华东科技(综合), 2020(05): 0480.