

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2017.02.014

波音公司生产性物流运输研究

Research on Productive Logistics Transportation of Boeing

任彬 / REN Bin

(上海飞机制造有限公司, 上海 201324)

(Shanghai Aircraft Manufacturing Co. Ltd., Shanghai 201324, China)

摘要:

“主制造商—供应商”模式下民机研制的全球化程度越来越高,为了完成民机产品的最终总装,波音、空客需要将来自全球各地的零部件运输到相应的部段装配线,完成部段装配后还需将其进一步运送至总装厂。供应网络的全球化加上主制造商自身工厂分布的分散性,使得民机研制过程中零部件的运输工作变得更为复杂和难以控制。通过调研分析波音公司在民机研制过程中的生产性物流运输业务运作模式,总结其物流运输业务的运作经验,以期有所借鉴。

关键词: 民机研制;波音;生产性物流运输;大部段

中图分类号: F252

文献标识码: A

[Abstract] Under the “main manufacturer—suppliers” mode, the globalization degree for civil aircraft manufacturing is getting higher and higher. For the final assembly of civil aircraft products, Boeing and Airbus need transport the parts which come from all over the world to relevant assembly line. After being completely assembled, they will be further transported to the final assembly plant. With the globalization of the supply chain network and the dispersion of the factory distribution, the transportation of the parts during the manufacturing of the civil aircraft has become more complex and difficult to control. Through investigating and analyzing the mode of Boeing’s productive logistics transportation, this paper summarizes the operation experience of logistics transportation business for reference.

[Keywords] the manufacturing of civil aircraft; Boeing; productive logistics transportation; large aircraft segment

0 引言

构建物流服务能力是确保民机研制、生产、服务体系安全运转的根本前提。波音、空客等国际先进民机制造商均建立了完善有效的物流服务体系框架^[1],将民用飞机关键部件/大部件运输保障等相关能力建设列为其构建全球供应链的一项重要工作,这是国际主要民机制造商为管理主要供应商、实施航材支援、控制生产进度、确保交付计划而采取的一项重要举措。

出于风险共担、获取市场、拓展融资渠道等方面的考虑,波音公司将越来越多的型号研制工作外包出去,波音787项目更是达到了民机产业

研制全球化的最高水平,由供应商来完成的工作高达90%。波音需要将来自全球各地的零部件运输到相应的部段装配线,完成部段装配后还需将其进一步运送至总装厂。供应链网络的全球化加上主制造商自身工厂分布的分散性,使得民机研制过程中零部件的运输工作变得更为复杂和难以控制。因此,构建航空制造类企业生产性物流运输网络、选择合理的航材运输方式,是民机主制造商完成生产计划、提升客户服务能力的有效保障^[2]。本文重点研究了波音公司的生产性物流运输实例,希望借以给中国民机产业的生产性物流运输服务体系的优化提供参考和建议。

1 波音的生产性物流组织模式

波音的生产性物流,主要是指服务于其民用飞机生产的物流业务,包括原材料、零部件等的仓储管理、运输管理、配送管理等。

波音公司合理的物流组织架构是波音公司物流业务有序运营的组织保障。波音民机集团的生产性物流活动涉及的物流组织主要有:

- 1) 波音民机集团下的供应链管理和运营部门;
- 2) 波音共用服务集团/企业服务部下属的物流与供应链管理部门;
- 3) 第三方物流公司(包括运营波音 747 梦幻运输机机队^①的航空公司)。

它们在分工和定位上有所不同。其中管理机构包括:(1)波音民机集团下的供应链管理和运营部门、波音共用服务集团下属的物流与供应链管理部门;(2)操作团队涉及第三方物流公司、运营波音 747 梦幻运输机队的航空公司、共用服务集团旗下的物流与供应链管理部门。它们之间的联系和区别如下:

1) 波音民机集团下的供应链管理和运营部门是波音生产性物流的需求部门和管理部门,它不仅负责对波音的生产性物流运作进行设计、规划(波音也会请外部的第四方物流公司为其做物流规划),还负责对生产性物流效率及第三方物流公司的绩效情况进行评价;

2) 共用服务集团旗下的物流与供应链管理部门负责利用自有资源及社会资源完成飞机生产所需原材料、部件等物资的具体的仓储、运输操作的具体工作,包括工厂外部的物流运输仓储和工厂内部的物流仓储和配送;

3) 第三方物流公司主要负责为波音民机集团的飞机生产提供具体的物流操作服务,主要包括生产性仓储、运输、配送服务。(亚特拉斯航空公司目前负责波音 747 梦幻运输机队的运营,该机队主要用来从日本、意大利等地运送 787 半成品到南卡罗来纳州查尔斯顿,再运送到波音在华盛顿州埃弗雷特的工厂进行最终组装)。

2 波音生产性物流运输网络与运输方式

波音公司在数十年的发展历程中将越来越多的业务工作进行外包,从最初外包业务占比不足 2% 的“自行研制阶段”(波音 727 项目),发展到将一些零部件和分系统的生产任务转包给海外国家、外包业务占比约 30% 的“生产全球化阶段”(波音 777 项目),后又逐渐过渡到外包业务占比达 70% 的“全球供应链阶段”(波音 787 项目)。与此同时,其供应商数量也与日俱增,目前,波音的供应商多达 28 000 多家,分布在全球上百个国家和地区^[3]。除了遍布全球的供应商之外,波音民机集团旗下大型制造工厂就有几十个。可以说,层级分明、数量众多的供应商网络和波音内部众多的总装工厂、零部件工厂和研发设计的生产网络,共同形成了波音巨大、复杂的物流运输网络。

鉴于如此巨大的运输网络,波音为协调研制进度,尽可能减少供应链管理不利带来的负面影响,波音一直在努力改进自己的物流和供应链管理。就物流运输方式而言,兼顾运输速度和运输成本,使整体效益最大化。

2.1 水路运输

由于水运相对空运要便宜很多,因此对于飞机部件或者零备件,尤其是大部件或者大量小备件的运输,在时间允许的情况下通常采用的是水路运输方式^②。在波音 787 的制造总装过程中就涉及到大量的水路运输工作,譬如:中航工业哈飞制造的 787 翼身整流罩壁板(需运至加拿大 Winnipeg);中航工业沈飞生产的 787 垂直尾翼前缘(需运至美国 Frederickson);中航工业成飞生产的 787 方向舵(需运至美国埃弗里特);位于美国塔尔萨地区的 Spirit 公司生产的固定机翼前缘(需运至日本名古屋);位于法国图卢兹的 Latecoere 公司生产的前后客舱门(需运至美国查尔斯顿);波音澳大利亚工厂生产的移动机翼后缘和内侧襟翼(需运至美国埃弗里特);大韩航空(Korean Air)生产的尾椎(需运至美国埃弗里特)。

但这种方式耗时长,无法满足紧急的部件需求,且该方式受自然因素的影响较大。

^① 为了快速完成零件全球运输,波音改装了 4 架 747 专门用于空运大型组件,改装之后的 747 飞机被称为 747 梦幻运输机。

^② 来源于知乎网:<https://www.zhihu.com/question/38756256>。

2.2 航空运输

20 世纪末空客公司在借鉴“超级古比鱼”(Super Guppy)运输机的基础上,建造了属于自己的运输机——“大白鲸”A300-600ST,大大改善了其部件运输的物流问题。

为了对抗竞争对手,也为提高自身航空物流的效率,波音公司也专门改装了 4 架波音 747-400 飞机用于大型组件运输。改装后的飞机常被称为波音 747“梦想运输机”(747LCF)。747LCF 于 2007 年底投入运营,其设计目的是用于运送波音 787 的机身半成品,以节省制造时间与成本而开发出来的特殊用途货机。主要负责自日本名古屋与意大利等地运送 787 半成品到南卡罗来纳州查尔斯顿,再运送到波音在华盛顿州埃弗里特的工厂进行最终组装。

相对于海运方式,以波音 747LCF 空运 787 的半成品约可减少 20%~40% 的运输成本,而耗费的时间则由原本的一个多月缩短为不足 1 天。譬如,波音 787 长达 43ft(相当于 13m)的机头部分,需从堪萨斯州威奇托工厂运至波音位于埃弗里特的 787 总装线,此前的运输方式是先经公路运输至俄克拉荷马州的塔尔萨,然后转经船运运输至美国西海岸,然后再运往波音位于埃弗里特的 787 总装线,这一过程历时约 45 天。而现在采用空运,完成同一过程则用时不足 4h^[4]。

对于波音一些急用的小物件或零备件的运输,波音目前也主要采用空运的方式进行。虽然水运由于其经济性而被广泛采用,但对于重量低于 500lb 物品的国际运输,通过空运的方式来运输可能也很合算。

2.3 陆路运输

波音的不少生产工厂都在美国本土及与美国接壤的国家加拿大,对于这些地区的工厂生产的大

部件及零组件,波音通常会采用相对经济的铁路方式来运输。位于美国为威奇托地区的 Spirit 公司生产的 737 机身以及 787、777、747 飞机部件/组件、波音位于加拿大温尼伯的工厂生产的主起落架舱门及后部吊架整流罩等都会通过铁路运输运送至华盛顿,而更近距离的运输(如从波音 Frederickson 工厂到波音埃弗里特工厂的运输)及进入总装/组装工厂前的“最后一公里”路程,通常由多功能运输车以公路运输的方式完成。

3 波音生产性物流运输实务——以波音 787 项目为例

波音 787 项目采用“全球供应链”模式,飞机 90% 的部分由供应商完成,其中更有高达 70% 的部分由国外供应商制造。波音只负责少数零部件研制生产和总装任务,是有史以来波音承担研制生产任务最少的一次。波音 787 的主要供应商分布在美国、日本、英国、意大利等国,他们在设计、研发和制造方面比以往承担了更多的责任。日本企业承担了约 35% 的机体研制工作,负责重要的外翼盒、中央翼等关键部件的研制。意大利阿莱尼亚公司承担结构部分的约 14% 的研制工作,负责中机身、水平安定面的研制^[5]。

波音 787 主要的零部件制造工厂分布在全球数十个国家和地区,这些工厂制造出来的零部件还需选择合适的运输方式和路线运往大件组装地进行装配(如图 1 所示),然后将装配好的大部件运往 787 总装线,并最终完成飞机的总装。如图 2 所示。这其中涉及一系列复杂的运输工作,需要进行精心设计。波音 787 主要组件的运输方式和运输路径见表 1。

表 1 波音 787 主要组件的运输方式和运输路径

组件名称	供应商名称	供应商工厂所在地	至中转装配地运输方式	中转装配所在地 - 装配任务 - 装配主体名称	最终目的地	至最终目的地运输方式
机头(41 段)	Spirit 公司	美国, Wichita	—	美国, Wichita—机头装配—Spirit(美国)	埃弗里特	空运
前货舱门	Saab Aerostructures	瑞典, Linkoping	—	美国, Wichita—机头装配—Spirit(美国)	埃弗里特	空运
前起落架	Messier-Dowty 公司	加拿大, Montreal	—	—	埃弗里特	空运

续表 1

组件名称	供应商名称	供应商工厂所在地	至中转装配地运输方式	中转装配所在地-装配任务-装配主体名称	最终目的地	至最终目的地运输方式
中机身(43段)	川崎重工(KHI)	日本,Nagoya	空运	美国,Charleston—中机身装配—Global Aeronautica	埃弗里特	空运
中央翼盒(11段)	富士重工(FHI)	日本,Nagoya	空运	美国,Charleston—中机身装配—Global Aeronautica	埃弗里特	空运
主起落架舱(45段)	川崎重工(KHI)	日本,Nagoya	空运	美国,Charleston—中机身装配—Global Aeronautica	埃弗里特	空运
中机身(44,46段)	阿莱尼亚(Alenia)	意大利,Grottaglie	空运	美国,Charleston—中机身装配—Global Aeronautica	埃弗里特	空运
后货舱门	Saab Aerostructures	瑞典 Linkoping, 先通过水路运输至意大利 Grottaglie, 进行初步组装	空运	美国,Charleston—中机身装配—Global Aeronautica	埃弗里特	空运
翼身整流罩	波音加拿大公司	加拿大,Winnipeg	铁路运输	美国,Charleston—中机身装配—Global Aeronautica	埃弗里特	空运
翼身整流罩壁板	中航工业哈飞	中国哈尔滨, 先通过水路运输至加拿大 Winnipeg, 进行初步组装	铁路运输	美国,Charleston—中机身装配—Global Aeronautica	埃弗里特	空运
前客舱门	Latecoere	法国,Toulouse	水路运输	美国,Charleston—中机身装配—Global Aeronautica	埃弗里特	空运
主起落架舱门	波音加拿大公司	加拿大,Winnipeg	—	—	埃弗里特	铁路运输
主起落架	Messier-Dowty 公司	加拿大, Montreal	—	—	埃弗里特	空运
发动机吊挂	Spirit 公司	美国,Wichita	—	—	埃弗里特	铁路运输
后机身(47段和48段)	沃特公司(Vought)	美国,Charleston	拖至	美国,Charleston—后机身装配—Global Aeronautica	埃弗里特	空运
后客舱门	Latecoere	法国,Toulouse	水路运输	美国,Charleston—后机身装配—Global Aeronautica	埃弗里特	空运
机翼	三菱重工(MHI)	日本,Nagoya	—	日本,Nagoya—机翼装配—三菱重工(MHI)	埃弗里特	空运
固定机翼后缘	川崎重工	日本,Nagoya	—	日本,Nagoya—机翼装配—三菱重工(MHI)	埃弗里特	空运

续表 1

组件名称	供应商名称	供应商工厂所在地	至中转装配地运输方式	中转装配所在地—装配任务—装配主体名称	最终目的地	至最终目的地运输方式
固定机翼前缘	Spirit 公司	美国, Tulsa	水路运输	日本, Nagoya—机翼装配—三菱重工 (MHI)	埃弗里特	空运
翼梢小翼	大韩航空 (Korean Air)	韩国	水路运输	日本, Nagoya—机翼装配—三菱重工 (MHI)	埃弗里特	空运
可伸缩机翼前缘	Spirit 公司	美国, Tulsa	—	—	埃弗里特	铁路运输
可伸缩机翼后缘	波音澳大利亚工厂	澳大利亚	—	—	埃弗里特	水路运输
内侧襟翼	波音澳大利亚工厂	澳大利亚	—	—	埃弗里特	水路运输
尾椎	大韩航空 (Korean Air)	韩国	—	—	埃弗里特	水路运输
垂尾	波音 Frederickson 工厂	美国, Frederickson	—	垂尾装配—美国, Frederickson—波音 Frederickson 工厂	埃弗里特	公路运输
垂直尾翼前缘	中航工业沈飞	中国, 沈阳	水路运输	垂尾装配—美国, Frederickson—波音 Frederickson 工厂	埃弗里特	公路运输
水平安定面	阿莱尼亚 (Alenia)	意大利, Foggia	—	—	埃弗里特	空运
方向舵	中航工业成飞	中国, 成都	—	—	埃弗里特	水路运输
后部塔整流罩	波音加拿大公司	加拿大, Winnipeg	—	—	埃弗里特	铁路运输

如图 1 和表 1 所示,很多 787 飞机的组件是直接由供应商所在地运至波音公司位于埃弗里特的工厂再进行进一步对接或总装的,譬如波音澳大利亚 Hawker de Havilland 工厂制造的可移动后缘装置和内侧襟翼(水路运输)、Spirit 公司 Wichita 工厂制造的发动机吊挂(铁路运输)、Spirit 公司 Tulsa 工厂制造的可移动前缘(铁路运输)、Messier-Dowty 公司加拿大 Montreal 工厂制造的主起落架(空运)和波音加拿大 winnipeg 工厂制造的主起落架舱门(铁路运输)、Spirit 公司 Wichita 工厂制造的发动机吊挂(铁路运输)、阿莱尼亚公司研制(位于意大利 Foggia)的水平安定面(空运)、波音加拿大 winnipeg 工厂制造的后部吊架整流罩(铁路运输)韩国大韩航空制造的尾椎(水路运输)、中航工业成飞(位于中国成都)制

造的方向舵(水路运输)等都是直接运至波音埃弗里特工厂。

而有些组件供应商完成制造后,在运往波音总装工厂之前还需运往中转装配地进行初步组装后才能运至波音埃弗里特工厂开展最终对接,譬如:

(1)前机身:来自瑞典 Saab 公司的前货舱门和 Messier-Dowty 公司英国工厂制造的前起落架被运往美国维基塔,与 Spirit 公司生产的机鼻及驾驶舱组装在一起,形成前机身(41 段)。

(2)中机身:如图 3 所示,意大利的阿莱尼亚公司 (Alenia)研制的机身 44,46 段(装配了瑞典 Saab 公司提供的尾部货舱门)、日本富士重工 (FHI)研制的机翼翼盒 12 段、川崎重工 (KHI)研制的主起落架舱 45 段和机身 43 段,被空运至查尔斯顿。波音公司加拿

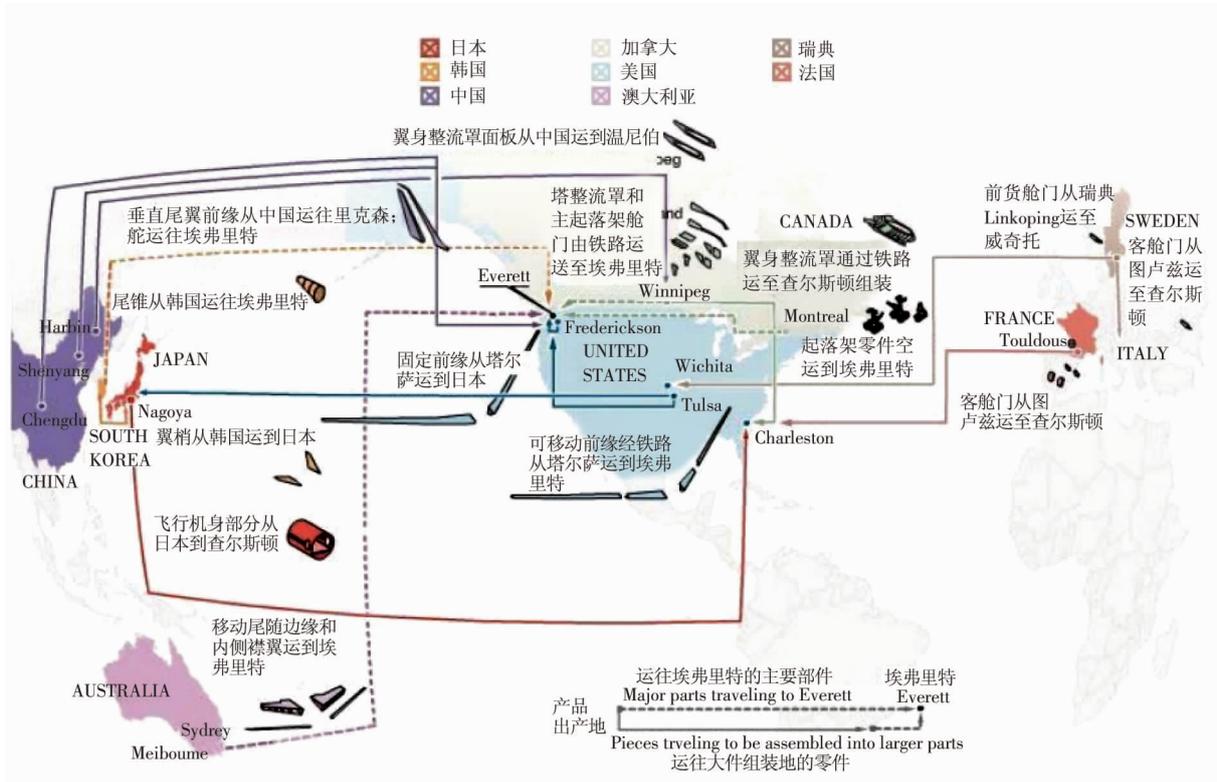


图1 波音787各主要零部件运输方案

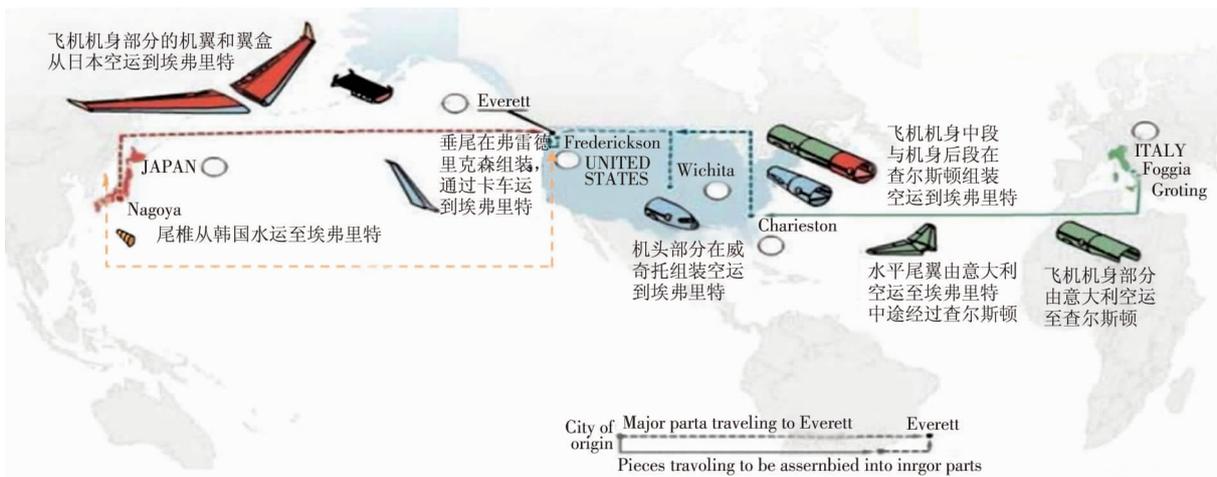


图2 波音787各大部段的运输方案

大 winnipeg 工厂制造的翼身整流罩(装配了从中国哈尔滨通过水路运输运来的翼身整流罩壁板)和法国 Latecoere 公司生产的前客舱门也被分别通过铁路和水路运输至 Charleston。由 Global Aeronautica 公司(波音公司的子公司)负责将这些部段装配在一起,形成中机身段。

(3)后机身:美国沃特(Vought)公司负责研制完成的机身47、48段(装配了通过海运从法国 Latecoere 运来的后客舱门),被拖至邻近的 Global Aero-

nautica 公司(位于查尔斯顿)的工厂内,由其负责将两节机身连接在一起。

(4)左、右机翼: Spirit 公司 Tulsa 工厂生产的固定机翼前缘首先通过水路被运输至日本 Nagoya,在这里与日本三菱重工(MHI)生产的机翼和川崎重工生产的固定机翼后缘实现对接(对接工作由三菱重工负责),形成机翼主体部分。大韩航空(Korean Air)研制的翼梢小翼也通过水路被运输到这里。

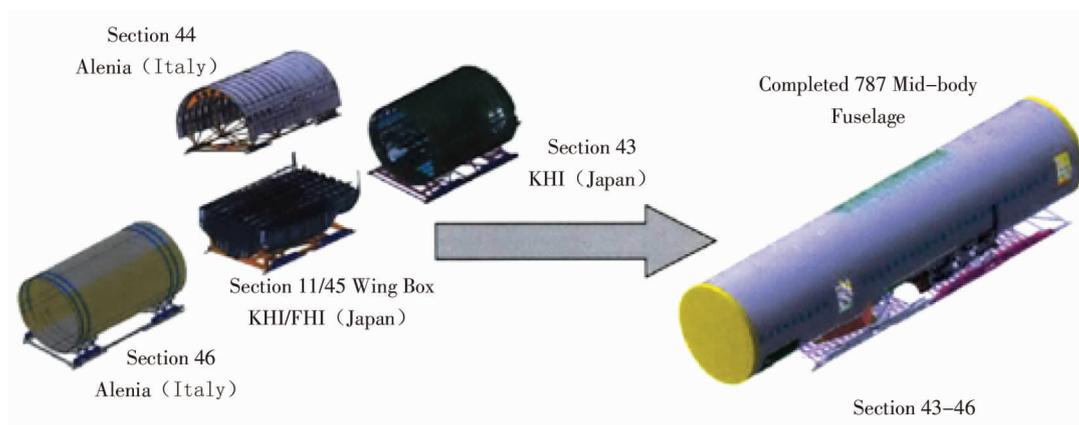


图 3 波音 787 中机身段对接

在维奇塔、查尔斯顿、Nagoya (日本) 等地完成初步装配的 787 大部段 (前机身、中机身、后机身、机翼主体等) 还需进一步被运往波音 787 总装基地, 以进行下一步的对接和总装。

4 波音的生产性物流经验总结

4.1 生产性物流与服务性物流业务分开, 由不同部门负责管理。

在物流组织设置上, 波音将生产性物流与服务性物流业务分开, 并由不同的部门负责管理。波音设立供应链管理与运营团队对所有生产性物流职能 (配送、仓储及运输业务) 进行管理, 而航材服务团队则负责服务性物流的运作与管理。这样的设置使机构职责清晰, 便于提升专业化能力。

4.2 专注核心业务, 生产性物流业务外包。

波音越来越聚焦其核心制造业务, 而把大部分生产性物流业务的具体操作外包给第三方物流公司, 波音内部设立的生产性物流组织主要负责对其物流活动进行规划、管理、监督和控制。波音选择了 Ryder 公司、New Breed Logistics 公司、TMX Aerospace 公司等多个公司为其提供物流服务, 服务范围不仅涉及原材料、零部件的仓储、运输、配送等比较基础的物流活动, 还包括物流系统集成及运输服务改进方案等相对综合的供应链解决方案。波音甚至通过收购等方式, 加强自身服务性物流能力的建设。

4.3 专门改装飞机、轮船、火车等运输工具, 用于大型组件运输。

波音公司专门改装了 4 架波音 747-400 飞机, 即波音 747 梦幻运输机用于大型组件运输 (主要用

来运 787 的大部件)。波音以招投标的方式, 将这四架飞机委托给合适的航空公司来运营。而 737、747、767、777 等机型大部段则主要是由 BNSF Railway 公司利用经过特殊改装的火车来运输。

4.4 专注于运输流程前端的规划和后端的监督管理工作。

波音虽然很少参与实际运输工作, 但充分参与到运输路线的设计、运输设备的选取等工作, 波音还严格把控着运输前期论证工作。此外, 波音还具有对关键物流设施、设备和场所的控制、使用、保障能力。波音为完成部件的运输而搭建 (自建、租赁或政府提供) 港口、码头、铁路、公路等方面的配套设施。可以说, 波音从繁琐的运输操作事务中解脱出来, 专注于物流流程前端的运输规划和后端的监督管理工作。

4.5 综合权衡, 制定并选择合适的运输方案。

在运输线路设计方面, 波音希望能采用最经济、最安全的路线来运输其产品。但当这种最优方案得不到当地政府或市民的支持时, 他们会选择次优方案, 以确保运输工作的有序开展。在运输工作的实际开展中, 波音还会采用适度集结原则, 将在相同城市或相近城市之间的货物集中起来, 一同运输。目前, 波音的长距离运输以水路运输和航空运输为主, 在美国本土生产的部分大部段的长距离运输主要采用铁路运输, 而距离生产工厂“最后一公里”的短距离运输则是采用公路运输方式。从成本上来看, 海运运输成本低, 但是耗时久; 空运运输时效快, 但是成本高昂。波音一直采用多式联运的方式, 兼顾运输速度和运输成本, 使整体效益最大化。

5 对我国民机主制造商的启示

在当今世界经济一体化的发展进程中,民机制造业物流在未来所发挥的作用将是与时俱进的,其意义不可估量。对中国民机产业而言,产业的建设与发展离不开物流运输,建设满足大型民用客机批产所需要的物流运输能力迫在眉睫^[6]。

(1) 构建协同的运输组织结构。在物流运输组织结构上,一定要有专门明确的管理部门,明确管理职责,实现主制造商如采购、制造、物流间的最佳协同,降低内耗,提高运作效率。(2) 与第三方及运输公司开展广泛的合作,并将部分运输业务适当外包。主制造商将运输业务适当外包,制造能力和物流运输能力合作联动发展,这样可使合作的双方都能致力于自己擅长的业务领域,使核心竞争力不断加强,相互之间取长补短。(3) 加强对运输业务的管控能力。主制造商可以不去参与过多的实际运输工作,但主制造商要具有对关键物流设施、设备和场所的控制、使用、保障能力,要能严格把控运输的前期论证和后期监督管理的工作。最后,制定、选择合适的运输方案。兼顾进度与成本,设计最最经济、最安全的运输线路、运输

方式与运输工具,可利用地理信息系统、全球定位系统、计算机智能化技术等先进技术的应用,有效提升运输方案的设计与决策能力,实现综合效益的最大化。

参考文献:

- [1] 王孝琨,李睿. 国产民机差异化服务模式探讨[J]. 航空维修与工程,2015(7):96-98.
- [2] 胡桂新,张进文. 风险合作模式对我国民机制造业供应链管理的启示[J]. 空运商务,2011(9):44-48.
- [3] 王乾. 客机协同研制的供应商网络型管理模式研究[D]. 南京:南京航空航天大学,2014.
- [4] 范玉青. “波音787:全球制造”下的总装革新[J]. 大飞机,2014(1):40-43.
- [5] 杨慧娟. 民机制造中的大部段运输[J]. 大飞机,2015(6).
- [6] 王晶. 开拓两大型号的市场成功之路[J]. 大飞机,2013(2):62-65.

作者简介

任彬 男,本科,高级经济师。主要研究方向:企业管理(物流运输管理,人力资源管理,行政后勤管理); E-mail: renbin1@comac.cc