

深圳机场自动旅客运输系统规划方案

李珂 刘书琼

(深圳市机场(集团)有限公司,518101,深圳//第一作者,工程师)

摘要 机场轨道交通系统的规划受到机场整体规模、系统功能定位等多方面因素的影响。从功能需求及客流预测上分析了深圳机场自动旅客运输(APM)系统的功能定位,从需求适应性、技术安全可靠、舒适性等方面分析了深圳机场 APM 系统选择胶轮制式的原因。介绍了深圳机场 APM 系统的正常运营模式和备用运营模式,并对近期(2025 年)的运能规划如何与系统的功能定位、车站方案规划、旅客流线组织相匹配进行了分析。

关键词 自动旅客运输;功能定位;制式选择;运营组织;深圳机场

中图分类号 U239.8;U212

DOI:10.16037/j.1007-869x.2019.10.011

Research on Shenzhen Airport APM System Planning

LI Ke, LIU Shuqiong

Abstract Airport APM (automated people mover) is influenced by many factors like the overall airport size, the functional localization of rapid transit system and so on. The functional localization of Shenzhen Airport APM is analyzed from functional demands and passenger flow forecast, the application of rubber wheel rail transit system in Shenzhen Airport APM is explained according to demand adaptability, technical reliability and riding comfort. Then, with an introduction of the normal operation mode and the standby operation mode, the matching between the short-term transit volume (to 2025) with the system functional localization, station plan and passenger flow organization is analyzed.

Key words APM; functional localization; system selection; operational organization; Shenzhen Airport

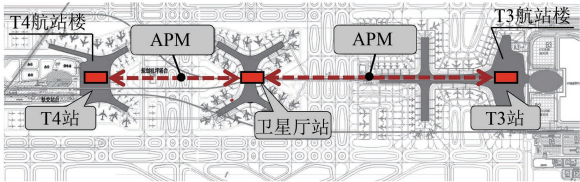
Author's address Shenzhen Airport Group Co. Ltd., 518101, Shenzhen, China

深圳机场 T3 航站楼自 2013 年 11 月正式通航以来,旅客流量稳健增长,2018 年的旅客吞吐量已接近 5 000 万人次。为满足日益增长的旅客吞吐量需求,深圳机场于 2018 年 12 月正式开工建设卫星厅工程,同时配套建设自动旅客运输(APM)系统。

1 深圳机场 APM 系统的功能定位

1.1 功能需求

如图 1 所示,根据《深圳宝安机场总体规划(2014 年版)》,深圳机场在 2018 年底开工建设空侧候机楼卫星厅,并在远期规划(2040 年)新建末端式 T4 航站楼,届时深圳机场片区航站楼数目将达到 3 个。根据规划,未来的 T3 和 T4 航站楼具备安检功能,卫星厅不具备安检功能,因此,前往卫星厅乘机的旅客必须先经 T3 或 T4 航站楼进行安检。据预测,T3、T4 航站楼及卫星厅之间存在较大的旅客运输需求,此外,机场内部的商务交流、工作人员出行等需求也亟待被满足,因此需建设一条高效的空侧中运量交通系统,以高效、便捷联系机场各航站区。另外,由于自 2015 年起深圳机场开始实行全天候昼夜不间断通关服务,故该空侧交通系统还需满足昼夜不间断运营的需求。



注: T3 到卫星厅段长度 1.643 km

图 1 深圳机场 APM 线路示意图

1.2 客流预测

根据《深圳机场 APM 工程可行性研究报告》,深圳机场 APM 近期(2025 年)的客流预测数据为:单向高峰小时的乘客流量为 3 563 人次/h,工作人员乘坐人数为 648 人次/h。因而,APM 近期的高峰小时客流总计为 4 211 人/次。

1.3 功能定位

深圳机场 APM 作为“先进、节能、环保”的区域轨道交通系统,其运量介于中运量等级和低运量等级之间,功能定位为:①作为空侧的交通工具,昼夜不间断地为机场乘客提供“安全、舒适、高效”的交

通运输服务;②满足各航站楼间工作人员的交通需求;③机场的年旅客吞吐量为 2 200 万人次,近期规划中 APM 单向高峰小时客流量为 4 211 人次/h。

2 深圳机场 APM 系统的制式选择

纵观国内外大型机场采用的轨道交通制式,主要有胶轮制式、钢轨制式、缆索制式及低速磁浮制式等,制式选择上目前行业内并无统一的标准。各种制式都有其适用的线路环境,包括需求、技术、经济、管理等多方面因素。

由于缆索制式及低速磁浮制式在机场轨道交通中的应用案例较少,深圳机场 APM 系统在规划阶段,主要在胶轮制式及钢轮制式之间进行了比选。在综合比较了需求适应性、技术安全可靠、舒适性、经济性、运营可靠性,以及项目对预留设施改造难度等因素(见表 1)后,深圳机场 APM 系统最终选择了胶轮制式,车辆采用 PBTS 胶轮路轨 APM 车辆。

表 1 深圳机场 APM 系统的制式比选因素评价						
制式类别	需求适应性	技术安全可靠	舒适性	对 T3 预留设施改造	经济性	运营保障可靠性
胶轮制式	★★★	★★	★★★★	★★★★	★★	★★
钢轮制式	★★	★★★★	★★★★	★	★	★★★★

注:满分为★★★★

- 胶轮制式的 APM 系统具有以下优点:
- 1) 车辆编组更为灵活,可实现 1 节至 6 节车厢的灵活编组和全自动重联运营,适应机场客流的潮汐特征,在满足运量的同时可最大限度地减少列车空跑所产生的运能浪费。
 - 2) 车辆转弯半径较小,折返所需空间较小,可有效节约工程用地,减少项目投资。
 - 3) 噪声较低、振动较小,对航站楼和隧道的冲击较小。
 - 4) 无人驾驶技术已在全球多个机场的轨道交通项目中得以成功应用,适用于机场 APM 对无人驾驶的需求。
 - 5) 深圳机场在建设 T3 航站楼时预留了轨道交通系统相关结构工程。经比较,APM 系统采用胶轮制式,与既有的预留工程兼容性更好。

3 深圳机场 APM 系统的运营组织规划

3.1 运营模式

深圳机场 APM 系统规划的运营模式主要分为

正常运营模式和备用运营模式 2 种。

3.1.1 正常运营模式

1) 近期(2025 年):如图 2 所示,近期 APM 系统的运营模式为循环折返模式,上线列车数为 4 列。列车在 T3 站与卫星厅站之间往返运行,在 T3 站、卫星厅站均采用站后折返方式。

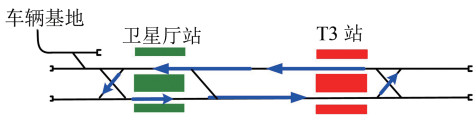


图 2 深圳机场 APM 系统近期运营模式示意图

2) 远期(2040 年):如图 3 所示,远期 APM 系统的运营模式为循环折返模式,上线列车数为 5 列。列车在 T3 站、卫星厅站和 T4 站之间往返运行,在 T3 站、T4 站进行站后折返。

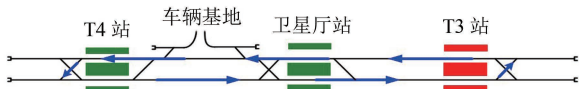


图 3 深圳机场 APM 系统远期运营模式示意图

3.1.2 备用运营模式

由于深圳机场 APM 系统需满足全天候昼夜不间断运营,因而在夜间维护或非正常情况时,系统将从正常运营模式切换至备用运营模式。深圳机场 APM 系统规划的备用模式为单线拉风箱模式,即列车仅在上行或下行轨道上往返运行。

1) 近期:备用模式为列车在 T3 站与卫星厅站之间拉风箱运行,如图 4 所示。

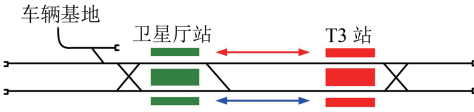


图 4 深圳机场 APM 系统近期备用模式示意图

2) 远期:备用模式为列车在 T3 站与 T4 站之间拉风箱运行,可细分为 3 种方式。

(1) 上线 2 列车,分别在卫星厅站—T4 站上行线路和卫星厅站—T3 站下行线路拉风箱运行,如图 5 a)所示;

(2) 上线 2 列车,分别在 T4 站—卫星厅站下行线路和 T3 站—卫星厅站上行线路拉风箱运行,如图 5 b)所示;

(3) 上线 2 列车,分别在 T4 站—卫星厅站—T3 站的上行或下行线路拉风箱运行,如图 5 c)所示。

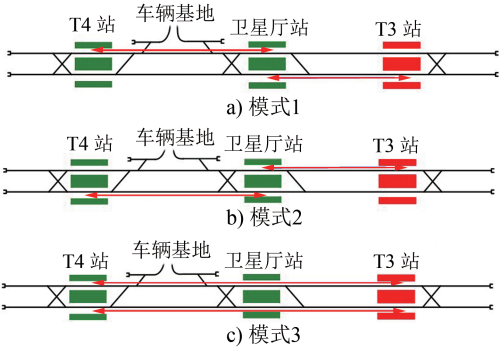


图 5 深圳机场 APM 系统远期备用模式示意图

3.2 运能规划

运能规划是指合理设计运能,使之与高峰小时客流需求相匹配。轨道交通在运能规划时大多在“小间隔发车+小编组列车”或“大间隔发车+大编组列车”间选择。在进行运能规划时需平衡发车间隔与列车编组数的关系,不同运输方案下二者的组合关系不同,由此而产生的运行成本也不同。

对于机场轨道交通系统而言,其发车间隔较为均衡,只在航班极少的某些夜间时段才有可能延长发车间隔。深圳机场 APM 近期运能规划如表 2 所示。在正常运营模式下,上线 4 列 3 节编组列车,备用列车及检修车各 1 列,平均发车间隔约为 3 min 10 s。经估算,近期规划的运输能力为 4 674 人次/h,满足近期最大单向高峰客流 4 211 人次/h 的需求,且留有适当的余量。

表 2 深圳机场 APM 线近期运能规划

项目	指标
线路长度/km	1.643
车辆编组/节	3
定员/人	246
最大断面客流/(人次/h)	4 211
最小行车间隔/min	3.16
高峰小时开行列车/对	19
运输能力/人次	4 674
系统富裕能力/%	9.9
旅行速度/(km/h)	40
上线运用车数/列	4
备用车数/列	1
检修车数/列	1

3.3 车站方案规划与旅客流线

不同于一般轨道交通线路的车站,机场轨道交通的车站方案规划需综合考虑车站上、下客流线与机场旅客到、离港流线的衔接关系。深圳机场 APM 系统规划的站台形式均为一岛两侧式,其

优点为:可有效分离离港旅客和到港旅客;解决轨道交通系统故障降级为单线穿梭运行时,能连通卫星厅与 T3 航站楼,且单线运行时的旅客流线与双线运行的旅客流线一致,不会对机场的正常运行秩序产生影响。

如图 6 所示,深圳机场 APM 系统 T3 站的岛式站台②规划为离港站台,供离港旅客使用;侧式站台①和③为到港站台,供到港旅客使用;卫星厅站的岛式站台⑤规划为到港站台,供到港旅客使用;侧式站台④和⑥为离港站台,供离港旅客使用。

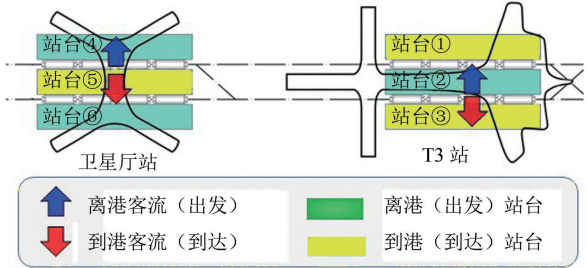


图 6 深圳机场 APM 系统近期旅客流线示意图

4 结语

对于机场内部轨道交通线路的规划,需综合考虑其使用需求、运行环境、运营效率、经济性等多方面因素,选择与之相匹配的系统制式及车辆型式。本文从 APM 系统的功能定位、制式选择及运营组织规划等 3 方面深入分析了深圳机场 APM 系统的方案规划,可为国内其他大型机场规划空侧轨道交通系统提供借鉴。

参考文献

[1] 深圳市市政设计研究院有限公司. 深圳机场 APM 工程可行性研究报告[R]. 深圳市机场(集团)有限公司,2016.

[2] 麦福荣. 深圳机场旅客捷运系统车辆选型与运营模式研究[J]. 铁路技术创新,2018(2):89.

[3] 王家乐. 西安咸阳国际机场旅客捷运系统制式比选[J]. 应用技术,2019(1):115.

[4] 李文沛,刘武君. 机场旅客捷运系统规划[M]. 上海:上海科学技术出版社,2015:31.

[5] 万元,朱忠隆,林晨,等. 机场旅客捷运系统规划方法研究[M]//吴念祖:上海空港(第5辑).上海:上海科学技术出版社,2007:35.

[6] 蒋风伟. APM 系统在大型枢纽机场中的应用研究[D]. 天津:中国民航大学,2007.

(收稿日期:2019-05-08)