

机场远程塔台的应用及发展前景研究

马龙帅

民航机场建设集团华北有限公司 北京市 100000

【摘要】远程塔台管制模式主要致力于通过远程的手段，代替机场本场塔台进行空中及地面的指挥。通过远程管制手段，可以有效改善中小型运输机场及通用机场运营成本高、管制人员难招聘、难留任、难培养、人力资源利用率低等问题。同时解决大型运输机场中塔台选址难、建设成本高、与飞行程序相互制约，多塔台运行复杂等问题。

【关键词】远程塔台；未来发展；机场；塔台；空中交通管制

Research on the application and development prospect of the airport remote tower

Ma Longshuai

Civil Aviation Airport Construction Group North China Co., LTD., Beijing 100000

【Abstract】 The remote tower control mode is mainly committed to replace the airport tower for air and ground command through the remote means. Through remote control means, it can effectively improve the high operation cost of small and medium-sized transport airports and general airports, difficult recruitment of control personnel, retention, training and low utilization rate of human resources. At the same time, it can solve the problems of difficult site selection, high construction cost, mutual restriction with flight procedures, and complex operation of multiple towers in large transportation airports.

【Key words】 remote tower; future development; airport; tower; air traffic control

引言

目前在中国，大部分通用机场均存在地处偏远，航班量少的特点，从而出现运营人员难招聘、难留任、人力资源利用率低的问题。同时针对大型机场，由于机场场面结构较为复杂，塔台的选址极为困难。远程塔台技术应运而生，它借助先进的通信、视频监控和自动化系统，将塔台管制功能从物理塔台转移到远程管制中心，管制员可通过高清摄像头和实时数据传输，远程监控机场场面动态并实施管制指挥。这一创新模式打破了物理空间束缚，为机场运行管理带来了新的变革机遇，对其应用及发展前景的研究具有重要的现实意义。本文主要通过研究远程塔台技术，探索远程塔台管制模式的应用及发展前景。

1 远程塔台技术背景

1.1 远程塔台发展历史

远程塔台的管制理念由来已久，早在90年代，欧美国家便开始了关于远程塔台管制模式的探索及研究，并陆续在瑞典恩舍尔兹维克机场及伦敦城市机场等机场开展了远程塔台工作。

随着远程塔台管制模式的不断探索及应用，民航局在2020年发布了关于推进远程塔台试点工作的通知，推动中国机场远程塔台试点的建设。

民航局推动远程塔台工作试点以来，广州白云机场、新疆机场集团、云南泸沽湖机场、贵州龙洞堡机场、哈尔滨太平机场、吉林长白山机场、浙江千岛湖机场等远程塔台试点

单位工作稳步推进，基本已完成设施设备配置及系统建设，进入关键的运行验证阶段。

同时天津滨海、杭州萧山、重庆江北、西安咸阳等远程机坪塔台及乌拉盖中旗、鄂托克前旗等通用机场远程塔台试点项目建设也正在稳步推进中。

1.2 远程塔台技术体系

远程塔台技术通过全景视频拼接、数据传输、核心数据处理等手段，为空中交通管制运行提供了数字化、智能化的解决方案。

远程塔台系统的总体框架分为远端机场的前端设备、中间信号的传输设备和远程管制中心的核心处理及显示设备三部分组成。

(1) 远端机场的前端设备

通过在远端机场布置多路高清摄像机，以全景的监视视角，多角度部署，全方位捕捉机场场面图像，对机场飞行区跑道，滑行道，机坪等区域180度以上的全景无缝监控覆盖，实现对远端管制机场管制区域的全覆盖。

(2) 中间信号的传输设备

中间信号传输设备不仅要满足远程塔台光学系统的信号传输，还需满足远端机场各业务系统数据传输。

传输设备主要选择PCM及多业务光端机的模式，满足多通道数据及语音的数据传输工作。传输链路主要选择地面有线光纤链路，满足数据传输的高可靠性及低延迟性。

(3) 远程管制中心的核心处理及显示设备

远程管制中心需配备远程塔台光学系统的核心处理设备，主要用于实现全景视频拼接与视觉增强、目标识别与跟踪、多系统信息集成等功能。

同时远程管制中心还需配置相应全景拼接大屏、人机交互

互终端，满足管制员操作需求。

2 远程塔台应用场景及发展前景

在中国，远程塔台的试点主要涵盖通用机场远程塔台、中小型运输机场远程塔台、远程机坪塔台等应用场景。

2.1 通用机场远程塔台

2.1.1 行业痛点

近年来，我国密集出台促进通用航空发展的政策措施，通用航空发展已上升为国家发展战略。

随着中国通用航空的不断发展，建成的通用机场越来越多。截止至2025年2月，国内已取证的通用机场有111个，已备案的通用机场有366个，正在备案的通用机场有11个。

但是目前国内大部分通用机场均存在航班量少、地处偏远、管制人员紧缺的共同特点。导致出现管制人员难招聘、难留任、难培养、运营成本高等问题。

同时针对航空赛事、应急救援等临时性通用机场活动中，由于搭建传统塔台时间长、成本高，难以对临时通用航空活动进行有效的管控工作。

2.1.2 应用场景及发展前景

目前国内远程塔台处于试点阶段，采用一对一的远程管制模式。

将远程管制中心设置在运输机场，依托运输机场的人员及培训体系，一对一远程对通用机场进行管制指挥。

未来，随着远程塔台相关规范、标准、建设及运行方式的完善，远程塔台可作为通用机场标准配置，并逐步开展一对多的管制方式，满足不同规模通用机场运行需求。实现一个管制中心，远程管制多个通用机场的场景。促进通用航空产业规模化、集约化发展。

同时可结合集中气象中心、集中情报中心、低空飞行服务站的发展，构建一体化通航飞行服务体系，在未来实现一个中心远程提供管制指挥、气象预报及航行情报等服务。切实改善通用航空发展的困局，促进通用航空市场的迅猛发展。

针对航空赛事、应急救援等临时通用航空活动，未来随着远程塔台技术、规范及通信手段的不断发展，只需在临时通用航空活动区域，临时部署摄像头及通信等设备，即可快速建立管制服务，活动结束后设备可回收再利用，提高资源利用率。

2.1.3 实施方案

参照通用机场航管设备配置，通用机场主要配置有VHF地空通信系统、数字语音记录仪系统、无线对讲系统、ADS-B系统、GPS时钟系统等设施设备。

远程塔台建设模式可将远程塔台管制中心设置在运输机场，通过建设远程塔台光学系统，将视频数据传输至远程塔台管制中心，用于代替人眼进行观测。同时将通用机场的VHF、ADS-B等系统数据引接至远程塔台管制中心，使远程塔台管制中心具备远程通信及监视的功能。

2.2 中小型运输机场远程塔台

2.2.1 行业痛点

目前国内大部分中小型支线机场普遍存在航班业务量小，运营成本高的问题，大部分中小型支线机场仍处于亏损的状态。

同时中小型支线机场作为民用运输机场，对于空管保障能力的要求较高。但是大部分中小型机场的业务培训能力仍尚有不足。

2.2.2 应用场景及发展前景

远程管制中小型运输机场与远程管制通用机场的应用和发展前景较为类似。

依据现阶段试点要求，可将远程管制中心设置在机场集团或枢纽机场，采用一对一的模式，远程对中小型运输机场执行空中交通管制指挥。

未来，随着远程塔台相关规范、标准、建设及运行方式的完善，逐步开展一对多的管制方式。同时也可结合集中气象中心、集中情报中心的发展，未来在一个中心，远程提供管制指挥、气象预报及航行情报服务。

依托机场集团或枢纽机场完备的管理培训制度及设施设备，可以切实提升中小型机场空管保障能力。同时，可以充分利用人力资源，节能增效。切实改善中小型机场运行成本高及空管保障能力不足等痛点。

2.2.3 实施方案

目前国内中小型运输机场通常配备有完善的航管、导航、气象设备，部分机场还建设有航管雷达等监视设备。

远程塔台建设模式可在机场集团或枢纽机场建设远程塔台管制中心。通过建设远程塔台光学系统，将视频数据传输至远程塔台管制中心，用于代替人眼进行观测。

同时根据机场实际设备配置情况，将管制所需的航管、监视、导航、气象、灯光控制等系统数据传输至远程塔台管制中心。使远程塔台管制中心具备远程通信、监视及控制的功能。

2.3 远程机坪塔台

2.3.1 行业痛点

随着民航运输市场的不断发展，大型机场的规模越发庞大，机场场面构型越发复杂，地面交通流量及密度越来越高，空管塔台代管机坪管制的矛盾和问题不断突出。在此背景下，民航局积极推进将机坪管制移交给机场管理的工作。

但是由于机场构型较为复杂，机坪塔台普遍存在选址难、造价高、塔台与飞行程序相互制约等问题。且传统塔台因物理限制，仍难以目视全部管制区域。

2.3.2 应用场景及发展前景

基于远程塔台技术不受地理限制的特点，远程机坪塔台可以建设在任意办公场所，有效解决传统物理塔台视线盲区多、难以选址等缺点。

同时针对此类机场，空管塔台也存在同样的问题。随着远程塔台相关规范、标准、建设及运行方式的完善，未来也可根据局方指导意见，适时将远程塔台技术，应用于大型民用运输机场的空管塔台。解决大型运输机场塔台选址难、建设成本高、多塔台运行复杂等问题。

2.3.3 实施方案

远程机坪塔台可以建设在任意办公场所。通过建设远程

塔台光学系统,实现管制范围全覆盖。基于增强型全景视频技术,改善雨、雪、雾等能见度不足问题,提供优于传统塔台的视觉效果。

同时根据机场及空管系统建设规模,相应引接及建设机坪管制所需业务系统,并对远程塔台光学系统进行定制开发,深度融合应用空管自动化、场监雷达、多点定位、自动转报、AWOS等系统数据,提供入侵告警、航空器挂牌、一点即视、场面态势显示等功能。

3 优势与挑战

远程塔台技术,通过数字化手段替代传统目视管制,以其显著的优势为航空运输业的发展带来了新的契机,但是目前远程机坪塔台技术尚未成熟应用,仍存在较多的挑战。

3.1 优势

(1) 灵活配置塔台,减少建设成本

塔台作为机场标志性建筑物之一,建设成本较高。目前通用机场塔台高度,通常在15米左右,建设成本通常在100万左右。中小型运输机场塔台高度,通常在40米左右,建设成本通常在800万左右。大型运输机场塔台高度,通常在70米左右,建设成本通常在4000万左右。(具体金额仍需以实际建设方案为准)

针对通用机场及中小型运输机场,未来可以通过一个管制中心,远程管制多个机场的场景,极大减少塔台土建建设成本。

针对中小型运输机场和大型运输机场,也可将远程塔台管制中心设置在任意办公场所,从而极大减少塔台土建建设成本。

(2) 优化资源配置,减少运行成本

针对通用机场及中小型运输机场,未来可以利用远程塔台技术,将管制功能集中到远程管制中心,通过业务时段调配,实现多机场共用一套远程塔台系统及管制员团队,减少人力、物力和财力投入,极大降低运行成本。

(3) 提高运行效率,增强安全保障

相比传统目视管制方式,数字化远程塔台技术,在视觉增强、视线覆盖、智能化应用等方面,均具备较为显著的优势。

例如可通过图像视频处理技术,提升能见度、增强细节感知等,使管制人员获取更优于目视的体验。

通过多点位布置前端摄像机,可以实现管制范围全覆盖。

通过叠加智能化应用,实现多传感器数据融合与识别,为管制人员提供丰富的集成信息。同时也可以对远端机场场面所有活动目标的高精度监视定位、识别和跟踪,实现航空

器挂牌、自动追踪等功能。极大提高运行效率,增强安全保障

3.2 挑战

(1) 技术可靠性:相比人眼目视,远程塔台系统涉及通信、监控、数据处理等多领域技术,任何环节故障都可能影响运行。需从系统建设方案及系统配置等方面,不断优化,提高技术稳定性和可靠性。

(2) 数据传输质量及可靠性:远程塔台技术,需传输大量高清视频、音频和数据,对数据传输的时效性和稳定性要求极高。一旦出现数据延迟、丢包等问题,将极大影响管制员对场面的实时判断和指挥。数据传输的建设方案中,应充分考虑冗余备份手段。

(3) 人因工效:远程塔台管制方式与传统目视管制方式,在实际工作中存在较大差异。管制人员从目视观察调整为数字感知,需进行大量情景意识训练,用于适应管制方式改变带来的差异。

(4) 规范标准:远程塔台作为一项新技术,相关建设及运行的规范标准尚不完善,随着国内远程塔台技术的不断应用与发展,相关远程塔台技术规范标准将不断被完善。

(5) 网络安全:远程塔台系统需收集和传输大量机场敏感信息,一旦遭到恶意攻击或数据泄露,将对民航系统造成极大安全风险。系统建设方案中,需充分考虑网络等保设施设备配置,加强网络安全防护。

4 结语

远程塔台技术以其独特优势,在通用机场、中小型运输机场和远程机坪塔台等领域展现出丰富应用场景和广阔发展前景。

未来有望实现一个远程管制中心管制若干中小型运输机场及通用机场的场景,通过人员统一调配、统一管理、统一培训等手段,提升管制安全及效率、降低建设及运行成本,且更有利于未来的新建机场及改扩建机场的管制扩容。

同时针对大型运输机场,未来也不必拘泥于塔台选址难、建设成本高、多塔台协作复杂等困难,通过远程塔台技术手段,塔台管制室可以建设在任意办公地点,一个远程管制中心即可实现全场管制。极大的减少塔台的建设成本。

尽管目前远程塔台技术在标准规范、可靠性等方面仍需完善,但是目前国内已经开展了大量的远程塔台试点,通过试点项目的建设及运行,实现技术进步和经验积累,探索和拓展更智慧的空中交通管制及机坪管制模式。

在不远的未来,远程塔台技术必将在民航及通航发展中,发挥核心作用,成为构建智慧机场的关键支撑技术,助力民航及通航高质量发展。

参考文献

- [1]张建平,项悦,张平,等.欧洲远程塔台运行概念及技术要求对我国的启示[J].航空计算技术.2018,(4).
- [2]张建平,田小强.远程塔台运行研究与应用综述[J].科学技术与工程.2020,(5).
- [3]张永丽,余正宁.远程塔台应用发展分析[J].民航学报.2022,(2).