工程与管理科学
Engineering and Management Science
第 8 卷◆第 9 期◆版本 1.0◆2026 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2705-0637(P) / 2705-0645(O)

面向国际冰雪赛事的涉外通信与网络容量协同保障方案——以长春大冬会为例

肖彤
中国移动通信集团吉林有限公司长春分公司 130000

DOI：10.32629/ems.v8i9.22153

[摘 要] 2027 年第 33 届世界大学生冬季运动会是北京冬奥会后我国首个国际综合性冬季赛事，也是长春首次承办的最高级别国际冰雪盛会。赛事通信保障面临涉外服务要求高、寒地环境约束强、话务潮汐特征显著三大挑战，传统单一维度的网络扩容方案难以兼顾涉外通信品质与峰值容量承载双重目标。本文结合长春赛区场馆布局与本地移动通信网络基础，基于潮汐话务规律与协同保障机制，从涉外通信服务体系、网络容量动态调度、寒地场景适配三个维度构建协同保障方案，形成一个指挥中枢、两层覆盖网络、三类协同机制的总体架构，通过历史数据对标与仿真测算验证预期效果，为同类寒地城市国际赛事通信保障提供可参考的实践路径。

[关键词] 长春大冬会；冰雪赛事；涉外通信；协同保障

一、引言

作为北京冬奥会后我国举办的首个国际综合性冬季运动会，本届赛事既是展示东北冰雪经济发展成果的重要窗口，也是对寒地城市大型国际活动通信保障能力的全面检验。国际赛事通信保障的核心难点集中在两个维度：一是涉外通信的服务质量与合规性，涉及国际漫游互联互通、境外用户服务体验、媒体转播专属带宽等多重要求；二是超高峰值的网络容量承载,大型赛事呈现显著的时间潮汐与空间聚集特征，短时间内数万用户集中接入极易引发网络拥塞。相较于夏季赛事，冰雪赛事还叠加低温环境对设备性能的影响、雪上场馆信号遮挡、场馆分散导致的资源调度难度大等特殊约束，保障复杂度进一步提升。本文结合中国移动长春公司网络优化条线的实践经验，以长春大冬会为研究场景，将涉外通信服务与网络容量保障纳入统一框架，构建适配寒地特征的协同保障方案，在满足国际赛事服务标准的同时，兼顾现有网络资源的高效利用。

二、长春市大冬会赛事通信保障核心要素与难点分析

长春大冬会是本市首次承办的国际级综合性冬季体育赛事，相较常规大型活动，叠加涉外用户集中接入、隆冬寒地环境、多场馆分散布局等约束，各类风险相互耦合，保障难度显著提升。

一是空间容量错配矛盾突出。赛事各功能区业务特征差异显著，媒体区以上行高清赛事回传为主，观众区以下行短视频分享、社交互动流量为主，指挥区对低时延、高可靠性要求严苛，统一网络配置易造成局部拥塞与资源闲置并存。加之城区冰上场馆与近郊雪上场馆双线布局，站址资源、传输条件差异较大，跨场馆资源统一调度难度远高于单场馆办赛场景。

二是涉外通信接入压力集中。数十个国家和地区的参赛人员、媒体记者集中入境，终端制式与频段支持不一，短时漫游用户激增易冲击核心网信令面与网关链路，引发入网时延拉长、注册失败等问题。境外媒体与国际赛事组织属高优先级群体，需专属资源与差异化 QoS 隔离；涉外故障排查涉及跨国漫游对接，处置链路更长，本市相关保障经验不足，进一步放大保障压力。

三是寒地气候制约网络性能。赛事正值长春隆冬，极端低温可达 －25℃以下，易造成基站电池容量衰减、射频器件参数漂移，室外单元故障率上升；积雪降雪改变信号反射路径、增加散射损耗，对高频 5G 信号影响尤为明显，山地雪场叠加林木遮挡更易形成弱覆盖区域。暴雪结冰大幅拉长现场抢修时长，常规应急运维方案难以适用。

四是话务潮汐波动与多主体协同难度大。进场、观赛、散场三阶段用户规模短时间内急剧升降，呈典型潮汐特征，静态满配扩容易造成资源闲置，扩容不足则易在高峰节点出现拥塞。同时保障需对接多个外部单位、联动内部多专业条线，临时站点进场部署需多方协调，信息同步不及时易导致建设滞后、调度失序。

综上，长春大冬会通信保障需兼顾大众容量、涉外体验、专属业务、寒地可靠性与多主体协同多重目标，不能直接套用普通城市大型活动保障经验，必须结合本地网络基础、场馆布局与冬季气候特征，构建适配本地场景的一体化协同保障方案。

三、长春大冬会通信需求与网络现状分析

（一）赛事基本情况与空间布局

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

从赛事整体空间格局来看，本届大冬会采用长春主赛区与吉林分赛区协同的双城办赛模式，长春主赛区承办全部冰上项目及部分雪上项目，共设 8 个竞赛场馆，分布在城区、净月开发区、莲花山度假区三个区域。其中吉林省速滑馆、长春五环体育馆等冰上场馆集中在城区核心地带，周边市政配套成熟，现有网络条件较好；净月潭滑雪场、莲花山滑雪场位于城市近郊，地形以山地林地为主，网络基础设施部署条件受限，基础相对薄弱。从赛事规模来看，预计参赛运动员及随队官员约 3000 人，注册媒体记者约 800 人，赛会工作人员约 5000 人，叠加观赛观众流量后，核心区域单日峰值人流预计突破 8 万人次。赛事期间恰逢长春冬季旅游旺季，机场、火车站、涉外酒店等重点区域的通信需求也将同步提升，保障范围覆盖赛事关联的全部重点片区。

（二）涉外通信需求特征分析

相较于本土大型活动，本届赛事的涉外用户群体规模更大、需求层级更丰富，呈现出明显的差异化特征。来自 60 余个国家和地区的参赛人员集中入境，将产生语音通话、即时通讯、社交分享等大量基础通信需求，同时境外用户终端制式、支持频段存在差异，对本地网络的兼容性与适配能力提出更高要求。在此基础上，境外媒体机构的赛事直播、素材回传业务将带来集中的上行带宽压力，单路高清直播上行带宽需求可达 50Mbps 以上，且业务高峰与比赛时段高度重合，上行容量承载压力显著高于普通观赛场景。而赛会组委会与国际大体联官员的指挥调度通信，因涉及跨场馆、跨城市的协同调度，对网络运行连续性与传输时延均有严格标准，需保障全程无中断。

（三）长春移动现有网络基础与短板

近年来长春移动持续推进 5G 网络深度覆盖，截至 2026 年，主城区 5G 基站密度达到每平方公里 8.2 个，核心商圈、交通枢纽、重点景区实现 5G 连续覆盖。在大型活动保障方面，已积累长春冰雪节、东北超足球联赛等多类活动的保障经验，形成了赛前预测、赛中监控、应急调度的标准化流程，具备 5G-A 三载波聚合、应急通信车快速部署等技术能力。

但对标国际赛事的保障标准，现有网络与服务体系仍存在三处明显短板。首先是雪上场馆覆盖深度不足，净月潭、莲花山滑雪场现有基站以室外宏站为主，雪道、索道等区域存在部分覆盖盲区，且冬季积雪遮挡会导致信号强度进一步下降 3-5dB，难以满足赛事期间的高质量通信需求。其次是涉外通信服务能力有待提升，日常网络中国际漫游用户规模较小，针对集中入境的漫游用户的信令优化、服务保障机制不完善，缺乏多语种专属服务通道，与国际赛事的服务标准存在差距。最后是多场馆协同调度能力不足，赛事场馆分散在城区与近郊不同区域，现有保障体系以单场馆独立保障为主，跨区域资源动态调度的效率不高，难以应对多点同时出现的流量高峰。

四、面向长春大冬会的涉外通信与网络容量协同保障方案

（一）总体架构设计

为保障长春大冬会通信服务平稳有序，实现涉外通信品质与网络容量承载的协同适配，赛事通信保障采用“一个指挥中枢、两层覆盖网络、三类协同机制”的组织架构。设立大冬会通信保障指挥中心，依托长春移动智慧运维平台整合网络监控、客流预测、应急调度功能，对所有场馆及重点保障区域实行统一指挥调度。构建基础覆盖与容量增强双层网络，基础覆盖层依托现有宏基站、室内分布系统保障全域连续接入，容量增强层通过临时微站、应急通信车、毫米波基站针对高负荷区域精准扩容。配套建立三类协同机制，从业务、空间、环境三个维度发力，系统性破解赛事通信保障的核心难点。

（二）分层级涉外通信服务保障体系

针对不同类型的涉外用户需求，构建基础保障、专属保障、应急保障三级服务体系，实现网络资源与服务等级的精准匹配。

1.基础漫游服务优化

赛前协同省公司国际业务条线，梳理欧洲、东亚及俄罗斯、韩国等主要参赛国家和地区的运营商漫游协议，定向优化漫游信令参数，开通国际漫游信令快速通道，压缩境外用户入网注册时延。在长春龙嘉国际机场、长春站等主要入境枢纽部署漫游欢迎推送系统，境外用户入网第一时间推送中英文赛事通信服务指引。协同核心网单元配置漫游用户专属 QoS 策略，优先保障语音通话与基础数据业务，确保赛事期间漫游用户网络接通率不低于 99.5%。

2.重点人群专属保障

针对参赛代表团、境外媒体、国际大体联及赛事组委会官员三类核心保障群体，制定专属网络保障方案。在运动员村、主媒体中心、赛事组委会驻地部署专属基站与室内分布系统，配置独立载波资源，与公众网络逻辑隔离，避免普通用户拥塞影响核心业务。针对赛事转播需求，在各竞赛场馆媒体工作区定向开通 5G-A 毫米波专属频段，单点位上行峰值速率可达 1Gbps，可同时支撑多路 8K 高清赛事素材回传。为赛事指挥调度人员配置专属终端与最高业务优先级，确保极端网络拥塞场景下指挥通信稳定畅通。

3.涉外服务支撑体系

在长春龙嘉机场、运动员村、主媒体中心设置移动服务专台，配备具备英语、俄语、韩语交流能力的服务人员，提供终端参数设置、业务办理、故障排查一站式服务。建立涉

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

外故障快速响应机制，境外用户网络故障纳入全市运维优先级队列，优先派单、优先处置，将平均故障处理时长压缩至 30 分钟以内。联合赛事组委会编制多语言通信服务手册，赛前发放至各参赛代表团,提前告知网络使用方式与服务渠道。

（三）基于潮汐预测的网络容量动态协同机制

结合长春大冬会赛程排布与场馆空间分布特征，构建预测调度均衡闭环容量协同机制，实现网络资源随人流潮汐动态调整。

1.多维度潮汐流量预测

依托长春移动梧桐大数据平台，融合本地历年冰雪活动话务数据、本届赛事赛程安排、门票销售数据、公共交通客流等多维度信息，训练赛事专属流量预测模型。按照日、时段、场馆、区域四级颗粒度，预测每日进场、观赛、散场三个关键节点的话务峰值，精准定位高拥塞风险区域。针对花样滑冰决赛等热门赛事，可提前预判观众席、出入口、周边商圈的流量变化趋势，提前 72 小时生成针对性容量优化方案。

2.分层立体容量组网

采用宏站、微站、室内分布系统、应急通信车四层组网模式，针对不同区域的容量需求差异化部署。场馆观众席区域，在原有室内分布系统基础上新增微站补点，采用 4.9G 窄波束天线实现精准覆盖，将单区域容量提升 40%以上；场馆出入口、外围广场等开阔区域，部署应急通信车与便携基站，作为高峰时段的容量补充，散场结束后可灵活调度至其他场馆；场馆周边道路与交通枢纽，优化周边宏站的天线倾角与发射功率，收缩覆盖范围聚焦核心人流路径，提升单位面积的容量密度。

3.智能载波调度与负荷均衡

启用 5G 载波智能调度功能，建立跨场馆的载波资源池，根据各区域实时负荷动态调整小区载波配置。当某场馆比赛结束进入散场阶段时，自动将场馆内的闲置载波资源调度至周边道路与交通站点，匹配散场人流的流量转移。同时开启站间负荷均衡算法，实现同覆盖区域内 2.6G、4.9G、700 兆赫多频段的负载分担，避免单频段过载拥塞。针对上行流量集中的媒体工作区，动态调整时隙配比，提升上行带宽占比，充分满足赛事直播回传需求。

（四）寒地场景适配的网络优化措施

结合长春冬季低温多雪的气候特征，从设备可靠性、覆盖稳定性、运维时效性三个维度制定寒地适配方案，保障极端天气下网络运行性能稳定。

1.设备低温性能加固

赛前对所有赛事场馆周边基站开展低温专项巡检，更换老旧电池与射频模块，对室外单元加装保温防护装置，确保基站在零下 30℃环境下稳定运行。对雪上场馆的山顶基站配置太阳能和柴油发电机双备份电源，防范极端暴雪天气引发的供电中断。同步开展低温压力测试，验证极端低温下网络容量与接通率的衰减幅度，提前预留性能冗余。

2.积雪遮挡覆盖补偿

根据冬季积雪厚度对天线遮挡的影响规律，提前优化雪上场馆基站的天线倾角与挂高，补偿积雪导致的信号损耗。针对雪道两侧的林木遮挡问题，采用高增益天线与波束赋形技术，定向增强雪道区域的信号覆盖。赛前结合气象预报建立降雪量与覆盖衰减的对应模型，中到大雪天气时自动提升基站发射功率，保障雪天网络信号强度稳定。

3.寒地应急运维保障

建立场馆驻点和区域机动两级运维体系，每个核心场馆安排 2 名技术人员 7×24 小时驻场值守，周边区域部署 3 支应急抢修队伍，配备雪地抢修车辆与专业除雪设备。制定暴雪天气专项应急预案，出现基站积雪结冰故障时，优先采用无人机巡检快速定位故障点，再通过人工除冰与设备替换完成故障修复。同时与场馆物业建立联动机制，提前预留基站维护通道，确保降雪天气下抢修人员能够快速抵达现场。

五、结论与展望

本文结合长春大冬会赛事特征与寒地环境约束，构建涉外通信与网络容量协同保障方案，破解了传统保障模式中涉外服务与容量保障分离、环境适配与业务运行脱节的局限。方案核心创新体现在三方面：将涉外通信服务纳入网络优化整体框架，实现服务等级与网络资源精准匹配；建立多维度潮汐预测与动态调度机制，有效提升资源利用效率；形成系统化寒地赛事保障措施，适配低温积雪等特殊环境。

[参考文献]

[1]高俊杰. A 电信运营商开门红重大通信保障项目风险管理研究[D]. 北京邮电大学, 2024.

[2]曾鸿孟, 郝廷安, 张超, 岑曙炜. 杭州亚运会 AGIS 专网建设及运维保障实践[J]. 广播电视信息, 2023, (S1): 122-125.

[3]张一伟. 西安国际马拉松赛事后勤管理水平的提升研究[D]. 西安建筑科技大学, 2023.

[4]马颖, 邓安达, 林菁, 张书豪, 李浩. 大型活动 5G 无线通信保障方案分析[J]. 通信世界, 2022, (4): 35-37.

[5]魏华书, 刘永方. 通信保障实战案例分析——以桂林公路自行车赛事通信保障为例[J]. 警察技术, 2020, (4): 36-39.

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.