

浅析空管气象保障中双重预防机制的应用

曹敦波

新疆空管局空管中心气象中心, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2026年6月18日; 录用日期: 2026年8月27日; 发布日期: 2026年9月8日

摘 要

文章以双重预防机制为切入点, 阐明双重预防机制在空管气象保障工作中的价值, 分析了双重预防机制建设应用情况, 结合实际提出了双重预防机制下安全管理的优化措施, 旨在助力空管安全水平不断提升。

关键词

危险源, 安全隐患, 风险防控

A Brief Analysis of the Application of the Dual Prevention Mechanism in Air Traffic Control Meteorological Support

Dunbo Cao

Meteorological Center of Air Traffic Control Center, Xinjiang Air Traffic Management Bureau, Urumqi Xinjiang

Received: June 18, 2026; accepted: August 27, 2026; published: September 8, 2026

Abstract

This article takes the dual prevention mechanism as the entry point, clarifies the value of the dual prevention mechanism in air traffic control meteorological support work, analyzes the construction and application of the dual prevention mechanism, and based on the actual situation, proposes optimization measures for safety management under the dual prevention mechanism, aiming to continuously improve the safety level of air traffic control.

Keywords

Hazard Source, Safety Hazard, Risk Prevention and Control



1. 引言

构建双重预防机制是生产经营单位基本的安全生产责任，为单位从源头防范化解安全风险提供了思路和方法。大流量、复杂恶劣天气、外部复杂环境等交织叠加，空管安全运行面临高压态势，各类风险挑战仍然严峻，容不得丝毫麻痹和松懈[1] [2]。空管气象保障单位运用双重预防工作机制对高风险天气、气象关键设施设备、气象情报等气象风险进行精准识别和科学分级管控，实现风险的纵深防御和关口前移，提升安全运行裕度[3] [4]。

通过对运行单位双重预防机制建设应用分析，从实践的角度提出进一步优化建议，以期实现双重预防机制助力运行单位从严压实安全生产主体责任，推动空管整体安全水平不断提升[5]。

2. 双重预防机制工作开展情况

双重预防机制的实际应用

运行单位充分结合安委会、安全形势分析会、风险管理会议等常态化工作定期研判风险隐患，组织开展安全信息培训、中心值班领导培训等安全培训，不断提高各级领导对双重预防工作的认识和能力。不断完善双重预防机制工作流程，规范运行科室、岗位的双重预防工作，岗位人员以随手记方式，记录工作中的安全建议、问题等，各室领导及时反馈并解决，建立动态更新的岗位级问题清单。

前移双重预防安全关口，对不正常事件阶段性“回头看”。专题安委会组织对各类不正常事件开展“回头看”，对照自查案例分析，提前部署准备工作，提出了优化整改建议，明确责任科室及完成时限。定期细致梳理危险源清单和安全隐患清单，其内容主要涉及影响运行的复杂天气、气象关键设施设备、气象情报以及外部安全风险等方面。

预测和把握环境变化对安全运行的影响，及时发布雷雨、颠簸等复杂气象条件，设备设施不正常，时钟翻转事件等影响安全运行的风险通告，提示季节性复杂天气服务，并将设备保障等工作列为重点。收集空管安全信息系统(ASIS)中气象类风险通告、气象专业的危险源、安全隐患，供各岗位学习借鉴。针对应急处置案例汇编的气象服务专业案例以及安全风险通告组织专题案例分析，学习借鉴经验教训，取长补短。同时结合换季期间复杂天气、设备运行、过渡搬迁、人员情况开展风险管理，完善危险源清单和安全隐患清单中核心要素。

(1) 风险识别与管控

风险识别与管控的工作主要包括：系统描述、危险源识别、风险分析和评价分级、风险控制、跟踪监督以及记录。

1) 系统描述

系统描述是可以更清晰地了解众多的内外部交互系统和接口，更好地定位危险源、安全隐患并管控相关风险。

2) 危险源识别

运行单位明确识别危险源的时机、频次和范围，综合使用询问与交谈、类比法、头脑风暴法等被动或主动的方法，通过日常运行、安全评估、安全风险通告等多种途径，识别与运行单位有关、影响安全运行的危险源，描述该危险源可能导致的后果，梳理出危险源与后果之间存在可能性的风险路径。

3) 风险分析和风险评价分级

运行单位使用统一方法，统一评价的标准。

4) 风险控制

运行单位将管理层级分为：部门级、科室级、班组/岗位级。风险层级是依据空管系统的统一标准，从高到低分为：不可接受、缓解后可接受、可接受。

(2) 隐患排查与治理

隐患排查与治理包括排查的筹划和落实、整改措施的制定和实施、复查验收和分析总结。明确隐患排查的人员、时间、排查范围和计划排查内容，区分不同情况，对整改措施的实施进行复查验收，以检验隐患排查治理工作的有效性；通过应急演练，从多个角度获得隐患排查治理工作的不同程度反馈，将两个清单中涉及应急的科目，有针对性地纳入《三年全覆盖应急演练计划表》中(表 1)，力主贴近实战，设置多专业、多因素、多环境叠加以及无脚本的演练，重点做好各岗位应急程序的衔接和信息通报；根据演练情况和实际效果，评估、检验、修订岗位应急程序，优化危险源清单和安全隐患清单。

Table 1. Three-year comprehensive emergency drill plan schedule

表 1. 三年全覆盖应急演练计划表

序号	演练科目	对应程序	演练主要内容	计划时间	执行日期	备注
1	强雷雨天气条件下气象重要设备故障	308-17 气象重要设备应急处置程序 3308-14 大面积航班延误应急响应程序 3308-03 不正常信息通报流程图 3308-02 突发事件综合应急预案 3308-53 设备维修室低能见度应急保障程序 3308-54 设备维修室故障信息通报流程图	强雷雨天气下，多普勒天气雷达通信故障。	2026 年 4 月		
2	地震、火灾应急演练	3308-15 火灾事故应急处置程序 3308-11 自然灾害应急响应及处置程序 3308-02 突发事件综合应急预案	乌鲁木齐突发 5.0 级地震，引起机房火灾，应对措施。	2026 年 4 月		
3	针对全场(南北区合并)低能见度运行应急演练	3305-09 低能见度运行程序	3 条跑道同时运行时，低能见度运行启动，应对措施。	2026 年 4 月		
4	低能见度天气条件下 AWOS 故障无法提供数据	3308-17 气象重要设备应急处置程序 3308-14 大面积航班延误应急响应程序 3308-03 不正常信息通报流程图 3308-02 突发事件综合应急预案 3308-53 设备维修室低能见度应急保障程序 3308-54 设备维修室故障信息通报流程图	低能见度天气条件下 AWOS 故障无法提供数据	2027 年 6 月		
5	发生重大食物中毒事件	3308-12 突发公共卫生事件应急响应及处置程序	某日，午餐结束后，气象中心多个岗位人员呕吐、腹泻症状，应对措施。	2027 年 6 月		
6	航空器飞行事故	3308-13 民用航空器飞行事故应急响应及处置程序	航空器飞行事故，气象中心各岗位应对措施。	2028 年 6 月		
7	民航预警预报系统重大网络安全事件	3308-18 网络与信息安全应急处置程序	民航预警预报系统重大网络安全事件。	2028 年 9 月		

8	预报室所有发报平台故障或未收到回报	3308-31 预报室岗位应急程序	预报室发报平台故障无法正常发布机场预报、重要气象情报、低空气象情报,或未收到回报时, 预报应对措施。	2026 年 4 月
9	民航通信网线路不正常	3308-31 预报室岗位应急程序	民航通信网线路不正常导致无法获取图形文字预报产品时, 预报应对措施。	2026 年 9 月
10	三期数据库异常导致低空预告图或其它图形文字产品无法制作发布	3308-31 预报室岗位应急程序	三期数据库异常无法正常制作发布低空预告图或其它图形文字产品时, 预报应对措施。	2027 年
11	当区管气象设备故障或区管通信线路异常, 无法获取气象资料的应急处置	3308-31 预报室岗位应急程序	当区管气象设备故障或区管通信线路异常, 无法获取气象资料的应急处置时, 预报应对措施。	2027 年
12	预报室 STS 配电柜出现故障	3308-31 预报室岗位应急程序	预报室 STS 配电柜出现故障, 导致预报工作平台停电时, 预报应对措施。	2028 年
13	预报室 AWOS 终端数据中断	3308-31 预报室岗位应急程序	当预报室 AWOS 终端数据中断时, 预报应对措施。	2028 年
14	AFTN 发报线路不能正常使用	3308-41 观测岗位应急程序	自动观测系统、自动站因 AFTN 故障, 不能正常发出报文时, 应对措施。	2026 年 4 月
15	自动观测系统传输中断	3308-41 观测岗位应急程序	自观系统三端因传输故障, 导致三条跑道自观无数据时, 观测应对措施。	2026 年 9 月
16	报文发出后未入数据库	3308-41 观测岗位应急程序	机场天气报告日期错误导致进入数据库错报区时, 观测应对措施。	2027 年
17	报文中的修正海压数据采集异常	3308-42 气象关键数据异常应急程序	修正海压数据采集异常时, 观测应对措施。	2027 年
18	观测室停电	3308-41 观测岗位应急程序	观测是停电后, 便携设备的搭建、数据读取及代发报的应急处置措施	2028 年
19	三跑道跑道视程数据终端	3308-42 气象关键数据异常应急程序	某一条在用端的跑道视程数据采集异常时, 观测应对措施。	2028 年
20	乌鲁木齐多普勒天气雷达站供电中断, 柴油发电机无法自行启动条件下的应急处置。	3308-52 多普勒天气雷达应急程序	乌鲁木齐多普勒天气雷达站供电中断, 柴油发电机无法自行启动条件下的应急处置。	2026 年 4 月
21	AWOS 系统核心交换机故障时的应急处置。	3308-51 自动气象观测系统应急程序	AWOS 系统核心交换机故障时的应急处置。	2026 年 10 月
22	低能见度条件下发生跑道侵入时的应急处置。	3342-11 设备维修室跑道侵入应急处置办法	低能见度条件下发生跑道侵入时的应急处置。	2026 年 11 月
23	哈密多普勒天气雷达数据无法回传至乌鲁木齐	3308-55 无人值守天气雷达台站应急程序	哈密多普勒天气雷达数据无法回传至乌鲁木齐时的	2027 年 4 月

	时的应急处置。	应急处置。	
24	航气楼气象探测机房供电故障时的应急处置。	航气楼气象探测机房供电故障时的应急处置。	2027 年 10 月
25	低能见度条件下 26L 无 RVR 数据时的应急处置。	3308-51 自动气象观测系统应急程序 3308-53 设备维修室低能见度应急保障程序	2028 年 4 月
26	气象信息共享与服务系统线路中断故障	3308-61 信息室数据库应急程序	2026 年、2027、2028 年 4 月
27	民航通信网线路故障	3308-61 信息室数据库应急程序	2026 年、2027、2028 年 6 月
28	核心区防病毒集群、信管区综合集群、信管区刀箱大数据平台 Mysql 数据库故障	3308-61 信息室数据库应急程序	2026 年、2027、2028 年 9 月
29	核心区情报交换通信子系统双机集群故障、信管区综合集群统一认证 Nginx 集群故障	3308-61 信息室数据库应急程序	2026 年、2027、2028 年 10 月

3. 航空气象保障工作中各类风险的防控管理

3.1. 气象关键设备运行风险防控

单跑道运行的气象自动观测系统(AWOS)各组件进入老旧故障阶段，出现备件无法采购，老款风传感器无加热组件造成冬季冻结，大气透射仪、云高仪、风传感器老化故障，以及环网传输中断，数据传输链路单节点等情况。面对设备老化、外部环境影响等风险，运用双重预防工具，将上述问题列入危险源清单进行管控，新增数据采集器、建设无线通信网络以及调配周边自动站硬件等针对性极强的管控措施，降低和消除 AWOS 老旧、传输中断等风险，正常运行直到老旧 AWOS 报废停用。

紧盯多跑道 AWOS 运行风险，多方协同研判，注重风险防控技防措施，有效管控设备保障的安全风险。一是在塔台机房部署一台 AWOS 服务器，采用无线传输数据源，与气象机房 AWOS 服务器互为热备份。当气象机房断电，通过新增服务器和无线传输的数据源，仍可保障塔台 AWOS 实时数据显示。二是 AWOS 设备存在 UPS 断电导致设备信号中断的风险。识别出危险源“单路 UPS 供电的外场 AWOS 设备”，制定了在通信箱内为无线传输设备加装电源、电池和采购备用电池的管控措施。组织完成供电技术改造，有效降低因电源故障导致的系统中断风险。三是通信箱内光纤有破损，检查原因为老鼠咬破光纤外皮，AWOS 信号有中断风险。利用跑道关闭时段，完成破损光纤更换工作，并对 AWOS 外场通信箱进行排查，封堵管口，消除了因动物入侵机箱内部引发的设备安全隐患。四是为保障 RVR 数据不中断，利用备件对跑道 AWOS 三端加装前向散射仪作为热备。五是为避免 AWOS 设备周围杂草过高影响气象探测数据准确性，关注气象探测环境，及时与机场相关部门联系清除设备周围杂草，确保设备处于稳定的测量环境中。

3.2. 外部安全风险防控管理

利用外部安全风险信息是危险源识别和隐患排查的重要途径。应加强对外部安全风险的防范意识和安全敏感度，充分利用安全信息，开展安全风险通告中事件的比对分析，识别给运行带来的风险，采取预防性的管控措施，做到有备无患，促进双重预防机制应用到位。

(1) 针对供电问题突出的复杂情况,持续开展供电安全隐患排查整治,发现并跟踪整改供电安全问题,消除供电安全隐患。

1) 机房监控室主要用于气象信息系统、AWOS、风廓线雷达、天气雷达、数值预报等系统的运维监控工作,排查梳理发现当出现 UPS 单路中断情况,会出现监控终端整体业务中断。积极协调机房监控室增加了 2 台 STS 供电设备,确保监控终端供电正常。

2) 针对机房动环监控系统单电的问题,发现问题积极上报,了解到协调解决周期较长且近期计划停电较多的情况后,不等不靠,调配现有 STS 设备资源,自行加装 STS 设备,消除动环设备单电的隐患。

(2) 紧盯过渡运行风险,确保核心系统不中断,对外服务不降级。

1) 积极推进民航气象信息共享与服务系统最小化运行平台建设。民航气象信息共享与服务系统承担着与全国民航气象数据的实时收集、处理和交换重任。为保障系统在搬迁期间不中断,提前研判搬迁难点,多次研讨切换方案,制定周密详尽的技术方案,将切换步骤细化到个人,精确规划各时间节点。经过两地值班人员保障双系统运行、硬件搬迁、线路敷设、系统调试、影子运行,顺利完成系统整体搬迁及过渡运行工作。

2) 进一步提升信息系统整体网络安全冗余配置。将气象数据库网络按照不同安全级别进行分区部署,实现对各区域流量的精细化管理,提高核心数据库系统安全性。充分利用现有设备资源,通过增加双路冗余设备及动态双链路聚合技术,实现故障自动切换,提高网络稳定性,增强预报发报、对外服务以及数据传输的可靠性。

3) 迁移、整合虚拟化服务资源,确保搬迁期间气象对外服务不降级。针对原有 VMware 虚拟化平台部署的气象综合信息服务系统、气象资料解码系统、航迹融合显示系统、绩效管理系统、历史资料管理系统等 20 个在用自研业务系统,逐个迁移至北区的国产虚拟化平台上,资源整合、优化各系统性能,进一步提升系统稳定性。

3.3. 复杂天气的风险防控管理

将“自动化综合航迹与气象信息融合系统”接入管制综显系统,推送至区域、终端、流量等管制用户使用。该系统叠加航空器运行航迹、航班动态、气象雷达数据,可实现闪电定位数据的综合显示。同时,增加雷雨是否覆盖跑道一边、五边以及受影响的航路、导航点的预报结论;在征求用户需求的基础上,预警产品新增了扇区界线,融合区域扇区划分显示重要天气对扇区影响的预警内容。以上措施在一定程度上缓解了管制指挥雷雨绕飞的压力,也为管制预案和扇区流控方案的制定提供了技术支持,降低了航空运行风险。

针对机场周边气象局站点稀疏、缺乏能见度探测数据、监测范围有限的问题,克服以往建站周期长、投资高的困难,创新采用视频监控、太阳能供电、4G 无线传输等手段布点建设。结合低云雾生成源地和生消发展的新特点,周边安装共计 43 个摄像头用于监测天气,完善机场周边气象监测网络体系,切实提升了低云、低能见度等危险天气的监测能力、精准度与时效性,为预警预报工作提供更加全面直观的数据支撑。

4. 双重预防工作机制优化建议

4.1. 信息整合与动态管理

收集、分析典型案例、风险通告、不正常事件等信息,多维度梳理比对,研判安全检查、安全评估、违章信息中发现的问题,对已关闭的风险开展“回头看”,将适用的方案及时纳入危险源清单、安全隐患清单进行管理;通过应急演练、数据分析等监测、验证危险源清单、安全隐患清单的运行效果,动态

管理, 持续提高风险评价分级、风险控制措施、隐患整改措施等核心要素的质量, 确保管控和整改措施执行到位, 切实做到全链条、精细化动态风险管理。

4.2. 技术支持与系统优化

充分发挥技术防范的作用, 依托自主开发的系统、软件, 通过自动程序、系统提示、确认提醒、自动日志留底等, 尽可能降低人的不安全行为因素, 解决安全运行中的实际问题。

4.3. 协同合作与联合演练

协同联动落实双重预防机制工作, 当出现外部环境影响或其他单位出现与本单位相关的输出风险隐患信息时, 联合开展风险管理, 提出安全建议, 制定管控措施, 并通过联合应急演练检验、优化风险管控和过程管理的有效性。

4.4. 广泛参与激励机制

一线员工是对风险隐患感知最敏感的群体, 引导全员积极参与双重预防工作的意识和主动性, 研究探讨利用绩效和激励奖励机制, 鼓励一线员工主动发现、及时上报运行风险, 集思广益提出安全建议, 充分收集一线安全运行信息, 营造良好的安全文化氛围。

4.5. 风险意识培养与能力建设

提升科室领导、岗位检查员的风险意识和风险管理能力。他们处于贴近运行、岗位管理的最前沿, 通过培训交流丰富风险管理经验、提升与实践融合的水平, 是对落实双重预防机制工作最有效、最直接的途径, 可以有效防范“执行两层皮”的形式主义。

4.6. 安全资料累积与分析

重视安全资料的留存整理, 通过资料积累进行系统性、周期性、全面性地分析, 总结不足和亮点, 提炼经验成果。

5. 结语

本文分析了双重预防工作机制在空管气象保障工作中的应用, 通过安全风险分级管控和隐患排查治理, 推进航空气象安全管理的科学化、系统化发展。该机制有效增强了运行单位对影响运行的复杂天气、气象关键设施设备、气象情报以及外部安全风险等方面的管控和应对能力。此外, 新技术的应用与多方协作进一步提升了管理效能和防范应对能力。这种集管理、技术和人力于一体的综合性安全管理策略, 为航空气象安全保障工作提供了可靠的支持, 形成了良好的安全文化氛围。未来, 安全工作的持续总结和优化将进一步提升该机制的应用成效。

参考文献

- [1] 杜元正, 李峰, 刘畅. 面向风险全过程管理的隐患排查治理体系浅析[J]. 综合运输, 2022, 44(2): 57-61.
- [2] 吴强, 刘志钢, 钟晓, 等. 上海地铁运营安全双重预防机制建设的思考[J]. 中国安全生产科学技术, 2020, 16(S1): 54-59.
- [3] 张鹏, 原亮明. 铁路运营安全风险和隐患双重预防模型[J]. 中国安全科学学报, 2019, 29(S1): 163-167.
- [4] 王永刚, 张秀艳, 刘玲莉, 等. 国内外民航 SMS 的建设发展[J]. 中国民用航空, 2009, 98(2): 31-33.
- [5] DOC 9859. ICAO 安全管理手册 SMM-中文版[S]. 北京: 中国民航局, 2007.