

机场多跑道自动气象观测数据显示方案设计与应用

杜安妮

民航新疆空中交通管理局气象中心, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2022年8月1日; 录用日期: 2022年9月5日; 发布日期: 2022年9月14日

摘要

以机场多跑道的自动气象观测数据为基础, 设计了区域机场跑道自观数据监视和告警及单个机场多跑道下自观数据风盘显示的解决方案。通过对方案设计的对比分析发现, 以WebGIS展示区域自观数据的方案更适合用户进行区域天气监视和决策分析; 而对单个机场以则有两个较好的选择, 一是按天气影响程度对跑道进行切换, 并对跑道号进行着色显示和tooltip提醒, 在单条跑道上尽可能的多展示要素; 二是将所有跑道风盘进行展示, 但只显示最重要的要素, 并对要素进行着色告警。此设计方案由面到点, 多角度、多层次思考和探究了如何更合理和便捷的为用户提供机场的自观数据, 可为多跑道下自观数据显示软件研发提供一定的参考。

关键词

自观数据, WebGIS, 多跑道

Design and Application of Airport's Multi-Runway Automatic Meteorological Data Display Scheme

Anni Du

Meteorological Center, Xinjiang ATMB, CAAC, Urumqi Xinjiang

Received: Aug. 1st, 2022; accepted: Sep. 5th, 2022; published: Sep. 14th, 2022

Abstract

Based on the automatic meteorological observation data of multiple runways at airports, the solu-

tions of monitoring and alarm of regional airport runway self-observation data and wind panel display of single airport multi-runway self-observation data were designed. Through the comparison and analysis of the scheme design, it is found that the scheme using WebGIS to display the regional self-viewing data is more suitable for users to carry out regional weather monitoring and decision analysis. For a single airport, there are two better choices. One is to switch the runway according to the degree of weather influence, and display the runway number with coloring and tooltip to display as many elements as possible on a single runway. Second, all runway wind panels are displayed, but only the most important elements are displayed, and the elements are colored alarm. This design scheme considers and explores how to provide users with self-viewing data of the airport more reasonably and conveniently from surface to point, from multiple angles and levels, which can provide a certain reference for the development of self-viewing data display software under multiple runways.

Keywords

Automatic Observation Data, WebGIS, Multi-Runway

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着我国航空事业的发展, 飞行流量不断增加, 国内多跑道运行的机场越来越多, 如北京大兴、上海浦东等机场甚至达到了 4 条跑道。多跑道运行给航空气象服务提出了新的挑战, 如何做好多条跑道下航空气象数据服务和预报服务, 都是航空气象从业者需要不断思考、探索和研究的问题。

对多跑道下的航空安全运行, 国内专家学者进行了大量研究。申红喜等[1]以自动观测系统入手系统阐述了多跑道运行下做好航空气象服务的建议; 陈兴[2]提出了多跑道进场排序调度优化策略, 并研发了多跑道下航班进场排序辅助决策系统; 李华融[3]分析各种多跑道构型的运行模式, 以及每种运行模式对跑道容量的影响, 探讨如何增强多跑道的容量及既定容量下的容量利用率; 杨洋[4]基于流量管理提出多跑道运行下的进离场航班排序优化策略来提高机场运行效率。陈政才[5]在技术条件允许的情况下, 可以开发自动化的手段为 AWOS 系统提供 RIU 信息, 减轻管制员和观测员的工作量。对多跑道下提供航空气象服务以及航空气象数据对多跑道运行支撑方面的研究较少。

乌鲁木齐国际机场四期改扩建将新增 2 条平行跑道, 届时将有 3 条跑道同时运行。多跑道枢纽机场运行的启动机制与跑道结构、起降模式以及气象特点息息相关[6]。而长期以来, 乌鲁木齐机场航空气象服务一直致力于单跑道运行的服务, 缺乏多跑道运行下的航空气象服务经验。由于机场土地使用的限制, 我国多跑道机场大多为近平行跑道的布局形式, 导致机场处于高交通密度运行时, 频繁发生着陆飞机穿越起飞跑道的情况。如此一来, 一方面增加了跑道侵入的潜在风险, 增大机场运行安全压力, 另一方面也直接制约了机场运行效率, 降低了跑道容量[7]。因此加强对多跑道各方面运行的研究就显得至关重要, 当然其中也包括对气象服务的探索和研究, 学习和积累相关经验, 以应对将要启用的 3 跑道运行服务, 就具有十分现实的意义。

因此本文以每条跑道必须配备的自动气象观测系统(即 AWOS, 以下简称自观)数据服务作为切入点, 探讨在多跑道条件下为用户提供自观数据的解决方案, 期望能够找到一种简单、便捷且合理的方式向用

户展示多条跑道自观的要素数据,为乌鲁木齐机场多跑道运行自观数据接入提供有效的参考。

2. 自观数据介绍

按民用航空气象行业标准中机场设备配备要求,机场每条跑道应配备自动气象观测系统一套,包括:跑道视程仪三套、风向风速仪三套、云高仪两套、温、压、湿和降水传感器两套、天气现象传感器一套、跑道道面状况传感器两套等。自动气象观测系统探测的要素主要包括风向、风速、光学能见度、跑道视程、云高、温度、露点、湿度、气压、降水量、天气现象、道面温度、道面状态等数据,通过这些基础数据计算如2分钟平均、10分钟平均、最大值、最小值等,并将探测和计算的数据实时提供给航空运行的各个部门使用。特别是多跑道机场出现复杂天气时针对相应的管制指挥策略,构建一套较为科学、完整的预警和应急机制,便于用户参考就显得尤为重要[8]。

自观数据中,风向、风速、跑道视程、气压、温度、云高等数据对航空安全运行至关重要,风向风速、跑道视程、云高等对航空器起降、跑道方向选择及变更、飞机载重、飞行高度等均有影响,因此以合理的方式将这些数据提供给航空运行部门十分重要。

3. 自观数据显示设计方案

自观数据要素种类多,对不同的使用用户而言需要查看的数据不同。本文对自观数据展示的设计所涉及的用户主要为空管管制部门、流量管理部门、运管部门、机场现场指挥部门、航空公司签派等,这些部门主要关注的要素为风向、风速、跑道视程、气压、温度、云高等,因此在本文设计中也主要针对这些要素数据进行设计。方案设计分为两个方面,一是区域机场自观数据展示设计,该设计将在地图上或表格上展示一个区域或全国各机场的自观数据,使使用者能够监视区域各个机场实时气象条件;二是机场单站自观数据展示设计,该设计将为数据使用者提供详细的多跑道要素风盘数据,并提供这些要素在过去几小时的变化趋势。以区域展示和机场站点展示两种方式从面到点为用户提供全方位的自观数据服务。

3.1. 区域数据显示设计

区域自观的展示有两个方案,一是以表格方式展示区域机场各个跑道的数据,二是在 WebGIS 上展示区域机场的自观要素。

以表格方式展示区域机场各个跑道的数据是通过区域选择,对自观要素数据进行检索后,将机场每条跑道最新的自观数据展示给用户,这样用户通过查看表格即可得知每条跑道的自观数据,通过对风速、跑道视程、温度、云高等设置阈值,将达到一定阈值的数据进行着色显示,能达到监视告警的目的,如图1所示。

采用 WebGIS 方式,通过检索给定区域机场自观要素,以站点填图方式在地图上展示给用户。在进行站点填图时,填图的要素主要为温度、露点、跑道视程、修正海平面气压、风向风速、云底高度等,通过检索机场各个跑道的自观数据,计算,填图的要素中风速、温度、跑道视程、云底高度等按给定阈值进行着色展示。在机场站点上以红橙绿方式显示该机场的自观要素对机场的影响程度,具体阈值为:

- 1) 自观要素中,跑道视程(即 RVR) < 550 m、风速 ≥ 12 m/s、云高 < 60 m、温度 $\geq 38^\circ\text{C}$,以红色站点显示,表示天气对运行可能产生严重影响;
- 2) 自观要素中,550 m \leq 跑道视程(即 RVR) < 800 m、10 m/s \leq 风速 < 12 m/s、60 m \leq 云高 < 90 m、35 $^\circ\text{C}$ \leq 温度 < 38 $^\circ\text{C}$,以橙色站点显示,表示天气对运行可能产生中度影响;
- 3) 若自观要素中无上述 1)、2)两种情况,则表明天气对该机场运行无影响,以绿色站点显示。

以 WebGIS 方式展示区域自观数据，可以让使用部门实时监视整个区域机场的天气状况。当机场出现重要天气时，填图的要素和站点均以不同的颜色进行告警，鼠标停靠在站点上时，展示具体的要素值，当点击机场站点时，展示风速、跑道视程、温度、露点、云高、气压等过去 6 小时的要素变化趋势。以 WebGIS 方式展示数据，不仅提供了数据监视告警功能，要素详细展示和历史数据趋势也可辅助用户进行天气分析，进而更好做决策，如图 2 所示。

四字代码	机场名称	跑道号	跑道方向	时间UTC	风向2'	风速2'	风向10'	风速10'	阵风风速	跑道视程1'	跑道视程10'	光学视程 10'	云底高度	海平面气压	场压	温度	露点
ZWWW	乌鲁木齐	01	MID	23日07:53:00	331	6.5	333	5.3	8.5	P2000	P2000	30000		1012.4	937.0	28	7.5
				23日07:53:00	327	4.4	324	4.0	7.3	P2000	P2000	10000					
		25		23日07:53:00	336	3.8	332	4.8	9.0	P2000	P2000	6000	6050	1012.4	937.0	27.8	8.4
		27		23日07:53:00	89	6.6	77	5.2	9.2	P2000	P2000	10000		1007.8	875.6	29.4	0.4
ZWAK	阿克苏	01	MID	23日07:53:00	70	5.3	69	4.6	7.0	P2000	P2000	10000					
		09		23日07:53:00	63	4.9	60	4.2	6.8	P2000	P2000	10000	4160	1007.8	876.0	28.7	3.8
		31		23日07:53:00	191	4.5	205	4.0	5.8	P2000	P2000	9000		1009.6	977.2	30.4	9.6
ZWKM	克拉玛依	01	MID	23日07:53:00	199	4.3	199	3.8	5.5	P2000	P2000	10000					
		13		23日07:53:00	219	3.3	214	3.6	6.0	P2000	P2000	10000		1009.8	977.4	29.7	9.6
		09		23日07:53:00	182	5.2	202	4.9	8.2	P2000	P2000	10000		1000.4	967.3	37.5	1.2
ZWTL	吐鲁番	01	MID	23日07:53:00	209	5.6	209	5.1	6.9	P2000	P2000	10000					
		27		23日07:53:00	209	4.2	212	4.5	6.7	P2000	P2000	10000		1000.4	968.1		
		27		23日07:53:00	267	0.5	271	2.2	6.1	P2000	P2000	40000		1011.8	951.2	28.2	8.3
ZWHZ	石河子	01	MID	23日07:53:00	254	4.3	272	2.6	6.1	P2000	P2000	40000					
		09		23日07:53:00	275	3.1	299	4.0	7.5	P2000	P2000	50000		1011.8	951.6	28.5	8.5
		30		23日07:53:00	266	7.6	263	7.1	9.1	P2000	P2000	10000		1011.1	923.8	27.8	8.9
ZWAT	阿勒泰	01	MID	23日07:53:00	278	6.8	281	7.4	10.6	P2000	P2000	10000					
		12		23日07:53:00	269	6.1	270	6.7	9.8	P2000	P2000	10000		1011.1	923.4		
		06		23日07:53:00	295	1.7	299	1.9	5.0	P2000	P2000	10000		1016.7	939.2	16.8	8.6
ZWYN	伊宁	01	MID	23日07:53:00	301	2.0	312	2.6	4.0	P2000	P2000	9000					
		24		23日07:53:00	284	1.9	285	2.1	4.3	P2000	P2000	10000		1016.7	937.0	16.8	8.6

Figure 1. Schematic diagram of self observation element data display in tabular form
图 1. 表格方式自观要素数据展示示意图



Figure 2. Schematic diagram of regional self observation data provided by WebGIS
图 2. WebGIS 方式提供区域自观数据展示示意图

上述两种区域自观数据方案设计各有优劣，表格方式可以一目了然的查看到具体的自观要素，但由于屏幕可视化区域有限，若监视的机场过多时，部分机场必须通过滚动方式才能查看，而 WebGIS 方式虽然展示的要害有限，但提供了可视化的区域机场辅助告警和具体要素的填图功能，还提供了要素的趋势分析等功能，更适合用户进行区域天气监视和决策分析。

3.2. 机场数据显示设计

区域监视虽然提供了对区域机场天气的监视和告警,但对用户而言,还需要对单个机场的各个跑道上具体要素进行实时的查看,并提供这些具体要素的趋势分析。对于单跑道运行,一般包括跑道两端、中间等 3 套自观设备,提供服务时能够同时提供三套自观数据完整的数据,如图 3 所示为乌鲁木齐机场的单跑道自观数据。

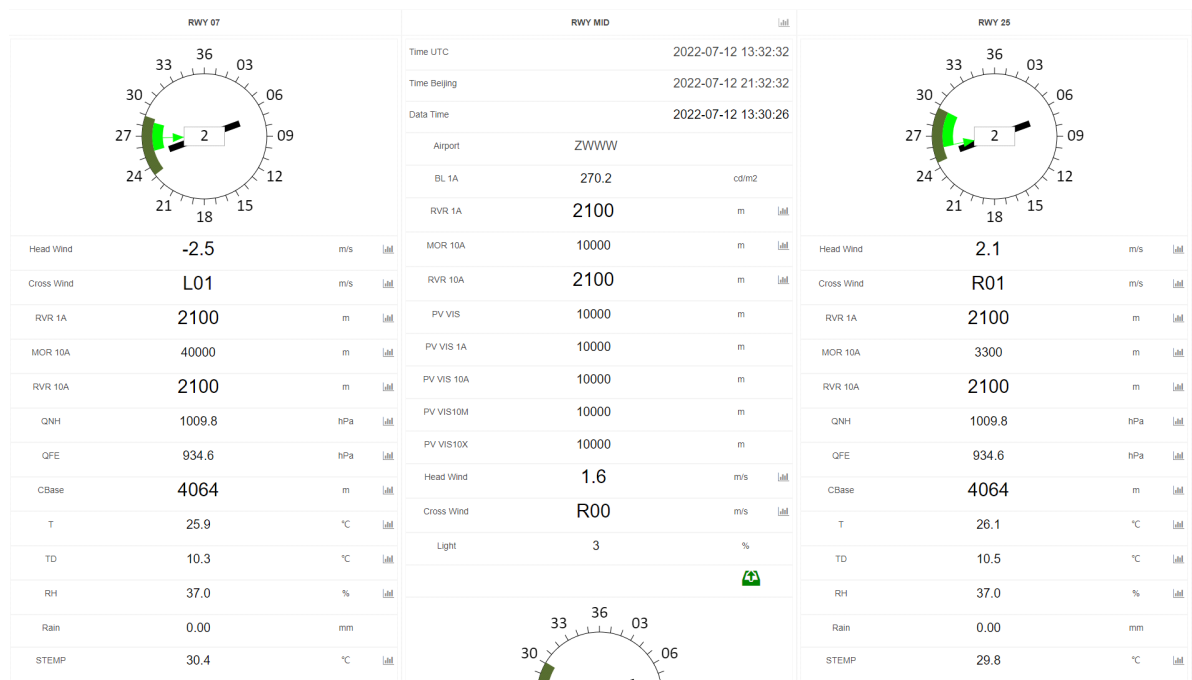


Figure 3. Schematic diagram of self observation wind disk under single runway
图 3. 单跑道下自观风盘示意图

根据历年故障统计,传输线路故障是自动气象观测系统故障的主要原因之一。因此建设备份传输方案对于自观系统来说尤为重要[9]。而对于多跑道(至少 2 条跑道)而言,由于存在至少 3 套以上的自观设备,在为用户提供自观数据服务时需要有所取舍,一是同时只看一条跑道,但可切换多条跑道;二是同时查看多条跑道,但只能展示重要要素,不能展示全部要素。下面针对这两种不同的取舍,设计不同的方案进行探讨。

3.2.1. 同时只看一条跑道的 3 套自观数据

此方案展示给用户的数据是一条跑道的 3 套自观数据,但当机场存在多条跑道时,以切换跑道方式为用户提供多条跑道的数据查看,以这种方式尽可能多的为用户显示出自观的要素。以北京首都机场为例,其 3 条跑道 01、02、03 号分别编号为 18R-36L、18L-36R、19-01,数据展示如图 4 所示。

用户同时只能看到 01 号、02 号或者 03 号跑道,但用户需要查看不同的跑道时,需要手动切换至需要的跑道上,如图 4 中的红框处。这种手动切换的方式作为数据查询时是可行的,但无法对多条跑道进行重要要素的监控和告警,对用户来所体验不好。因此需要对这种方案进行改进,改进方案有以下几种:

1) 当跑道上出现重要天气时,按照重要要素如风速、跑道视程、云高设置相应的阈值,按风速、跑道视程、云高的影响严重程度,显示界面自动切换到影响最严重的跑道上,让用户及时关注到该跑道受影响的要素数据,当需要查看其它跑道时手动切换,从而达到自动告警的目的。

2) 当跑道上出现重要天气时, 通过设定重要天气的阈值, 将受影响的跑道标号着色, 并将重要要素的信息列表在鼠标移入着色的跑道上时, 以 tooltip 的方式展示给用户查看, 从而达到监控和告警的目的。这种方式下用户能够实时掌控受影响的跑道。如图 5 所示为库车机场大风情况下的自观数据展示, 多跑道时展示方式也是一致的。

3) 将上述 1) 和 2) 相结合, 既对跑道进行着色告警和 tooltip 提示, 又按照天气对跑道的影晌程度进行跑道数据的自动切换, 既可提高用户监视天气的效率, 还可提升服务的质量。

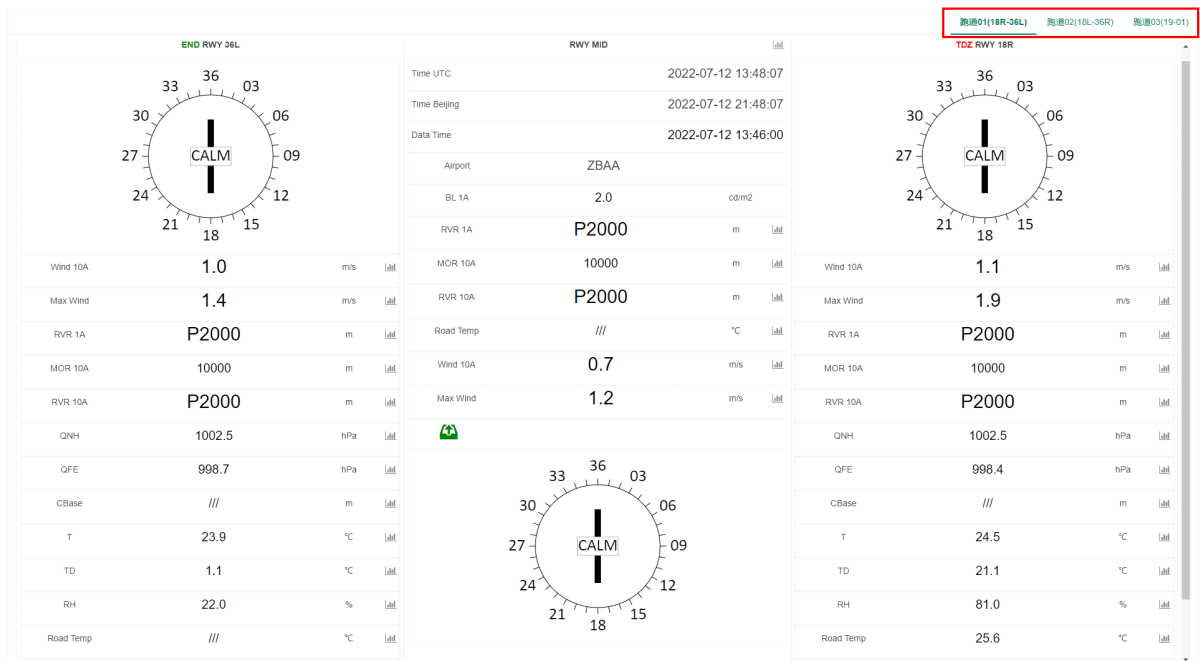


Figure 4. Schematic diagram of self observation display under multiple runways
图 4. 多跑道下自观展示示意图

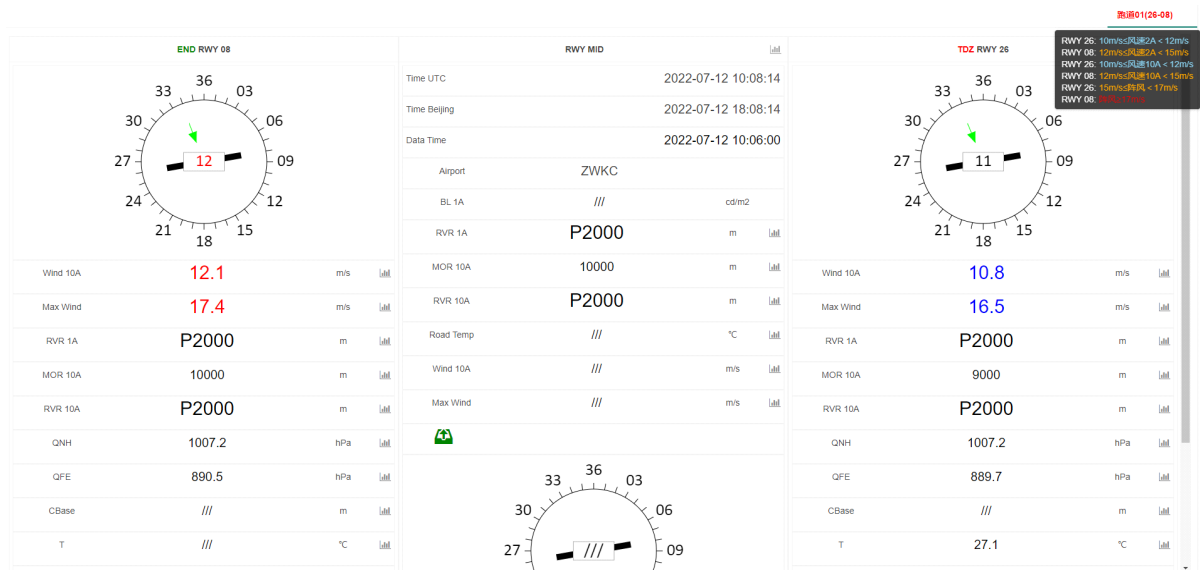


Figure 5. Coloring and tooltip diagram of affected runway
图 5. 受影响跑道着色及 tooltip 示意图

3.2.2. 同时展示多条跑道的自观数据

充分利用自动观测系统的功能,更好地保障飞行安全,通过充分挖掘自动观测系统的功能并利用系统输出的实时数据进行专门应用软件开发等方法[10]。由于自观数据要素多,同时展示多条跑道时无法展示出每套自观的所有要素,即需要对数据进行筛选,有选择的展示重要的要素。同时展示多条跑道有以下方案可选择:

1) 获取多条跑道的主降方向,展示主降方向的自观数据。这种展示方式需要对数据进行灵活处理,如对于单条跑道,可直接展示跑道的3个方向的自观数据;对于双跑道可展示两条跑道的主降端的数据,且可尽量多展示要素;对于三条或四条跑道,则展示主降端的数据,但对要素需要进行有选择筛选。

2) 将跑道数据按跑道顺序在页面上从上往下排列成列表,每行展示跑道三个方向的数据,由于横向和纵向展示空间有限,因此按对运行有重要影响的数据进行筛选,主要包括2分钟平均风的风盘数据、最大风速、10分钟平均风速、1分钟平均跑道视程、10分钟平均跑道视程、修正海压、温度等数据。由于展示的数据较多,需要对这要素达到一定阈值时进行着色展示,让受影响的要素一目了然。如图6所示。

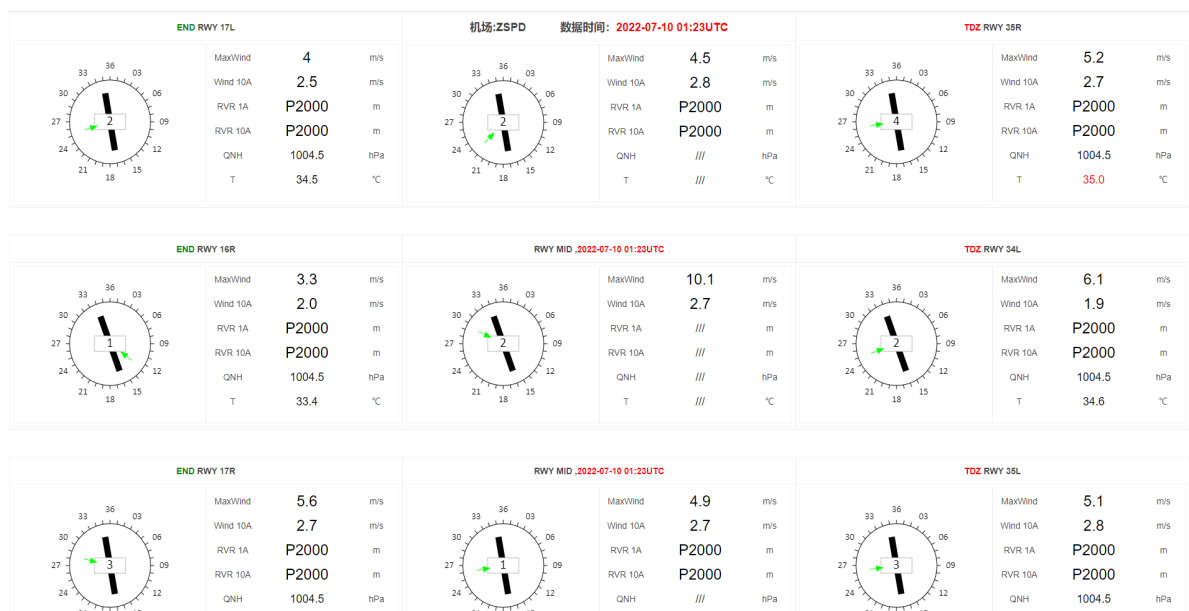


Figure 6. Schematic diagram of simultaneous display of self-observation data of multiple runway

图 6. 多条跑道自观数据同时展示的示意图

通过以上单个机场多跑道自观数据展示设计可见,对于多跑道下自观数据展示方案有多种,无论哪种方案均有其各自的特点,其中同时 3.2.1 的 3) 方案和 3.2.2 的 1) 方案较其它方案无论在研发上还是显示上都更具有操作性。在实际进行多跑道下自观系统数据展示的研发时,可根据具体需求灵活进行选择。

4. 结束语

本文以机场多跑道自观数据为基础,设计了区域机场跑道自观数据监视和告警及单个机场多跑道下自观数据风盘显示的解决方案。通过对方案设计的对比分析发现,以 WebGIS 展示区域自观数据的方案更适合用户进行区域天气监视和决策分析;而对单个机场以则有两个较好的选择,一是按天气影响程度对跑道进行切换,并对跑道号进行着色显示和 tooltip 提醒,在单条跑道上尽可能的多展示要素;二是将

所有跑道风盘进行展示,但只显示最重要的要素,并对要素进行着色告警。设计方案由面到点,多角度、多层次思考和探究了如何更合理和便捷的为用户提供机场的自观数据,可为多跑道下自观数据显示软件研发提供一定的参考。

参考文献

- [1] 申红喜,沈宏彬,刘丽霞.我国多跑道运行下的航空气象服务[J].中国民航飞行学院学报,2014,25(2):50-52+56.
- [2] 陈兴.多跑道进场优化排序研究[D]:[硕士学位论文].南京:南京航空航天大学,2013.
- [3] 李华融.多跑道机场容量研究[D]:[硕士学位论文].南京:南京航空航天大学,2013.
- [4] 杨洋.基于流量管理的多跑道运行下进离场航班排序优化策略研究[J].无线互联科技,2020,17(11):5-6.
- [5] 陈政才.广州白云机场第三跑道自动观测系统建设中疑难问题的分析与解决[J].民航管理,2015(8):62-67.
- [6] 麻金海.多跑道枢纽机场低能见度启动机制管理浅析[J].民航管理,2020(12):90-92.
- [7] 张慧敏.多跑道机场绕行滑行道应用研究[J].中国民用航空飞行学报,2020(12):11-15.
- [8] 王立方.复杂天气自观数据可信度分析及管制指挥策略[J].长江信息通信,2022(3):182-184.
- [9] 王丽,戴求淼,李大海.深圳机场二跑道自动观测系统无线传输方案[J].科技创新与应用,2016(36):10-11.
- [10] 王健治,陈声明,等.自动气象观测系统的使用与探索[J].科技与创新,2021(22):40-41.