北京首都機場綜合氣象探測系統

于爲

北京市首都機場南平東里 1 樓 5 單元 501

摘要

隨著中國經濟的騰飛，民用航空運輸業得到了迅猛的發展。2005 年我國航空運輸總周轉量躍居世界第二位，僅次於美國，已經步入世界航空大國的行列。首都機場作爲中國三大樞紐機場之一，國際國內航線最多，每天運行的航班量占全國航班總量的約四分之一，居全國第一，亞洲第一。香港機場算得上是世界繁忙機場之一，可北京機場的平均日起降航班架次比它還要多 300 多架次。06 年，首都機場飛行量屢創新高，據統計，二季度共保障 94787 架次，比上年同期上升 11、1%。日高峰起降達 1124 架次，小時高峰起降達 79 架次。爲迎接奧運，首都機場正在修建第三條跑道，建設第三航站樓，預計 08 年起降將達 45 萬架次。

現在首都機場有六條進出走廊，走廊口距機場 100 公里，一般在該處開始下降飛行高度，進入首都機場進近終端管制區，進行中低空飛行，直到降落在跑道上。（在民航十一、五規劃中，北京終端管制區面積將擴大，包含第二機場。和其他一些小的軍民用機場）這個空間區域就是首都機場航空氣象服務的重點區域。

面對首都機場密集的航班量，複雜天氣的影響日趨加大，據 05 年的統計，因天氣原因造成航班不正常，占不正常航班的 18.3%。例如今年夏季北京地區雷雨頻發，增加了機場、航空公司、地面交通、空中交通管制各方面工作及相互配合的難度，首都機場數次大面積延誤，國內四大航空公司被迫從 7 月 15 日---9 月 25 日在 17：00---20：00 的雷雨易發時段，在首都機場削減了 584 個定期航班。7 月 30 日北京地區暴雨，造成通往機場的高速公路部分地段被淹，當天上午近 300 個航班延誤；04 年 12 月 1、2、3 日連續三天大霧，能見度最低達 50 米，三天共有 400 多個航班延誤、取消。更突出的是，首都機場因天氣原因影響而造成的大面積航班延誤、返航、備降及延誤後飛機的調用，會在全國與北京通航的機場引發多米諾骨牌式的連鎖反應。首都機場的一次大面積延誤，全國的航班運行甚至幾天後才能完全恢復正常。

最大程度的減少複雜天氣對航空運行安全、正常和效益造成的不利影響，已成爲首都機場航空用戶日益增長的需求。而用戶的服務需求是推動航空氣象預報和服務向更高水準發展的內在動力。要想能夠更準確的預見未來的天氣，達到趨利避害，準確、豐富的氣象資料是開展氣象工作的基礎，否則巧婦難爲無米之炊。無論是機場區域的數值預報還是預報員的綜合預報，首先必須盡可能準確的知道機場地區現在的天氣狀況和相關的氣象背景狀況。因此建設和完善機場綜合氣象探測網是必須先行的一步。

在計劃進一步完善首都機場的探測設施，建設綜合探測系統階段，運用多年積累的機場觀測資料和實際的預報經驗，作了基本分析。

一是首都機場主要氣候特徵。首都機場位於中緯度大陸東岸，在華北地區北部，東、北、西三面環山，屬於溫帶半濕潤乾旱季風氣候，冬春季盛行西北大風和低能見度，夏秋季盛行東南風和雷雨天氣。每年 10 月到下年 5 月受西伯利亞冷氣團控制，氣候乾燥，伴有大風、低溫和大霧，每年 6 月至 9 月受太平洋暖濕氣團影響，天氣變化無常，伴有雷雨、大風等天氣。

二是爲機場地區服務所需的主要氣象資料有：1、本場和區域聯網的機場自

動觀測系統資料 2、終端區低空風切變告警資料;3、空中積冰和顛簸告資訊；4、機場測風即時資料，尤其是機場跑道及起降地帶即時的立體風場資料；5、機場天氣雷達資料；6、機場有限區域內高密度的高空風高空溫度預報及客觀分析資料 7、明語形式的機場警報資訊 8、重要氣象情報、相關的颱風警報；9 三維衛星雲圖資料；10、本區內高質量的具有客觀分析依據的機場天氣預報，11、飛機上的探測資料下傳等等。

這些探測資料不光直接面向航空用戶，也更是專業氣象人員製作高品質預報產品所依賴的基礎。

規劃綜合氣象探測網建設的考慮是：針對首都機場地區的地理、天氣、氣候特點，採用遙感、遙測等多種手段、技術，重點選擇功能強大、應用成熟的系統，優化配置，合理佈局，發揮各自的特長，優勢互補，不追求單一技術，單一設備探測獲取資料的完美性。在首都機場完善和建設接近國際水準的立體氣象探測網。探測網的資料應能基本滿足預報業務資料要求。綜合考慮探測網中各個分系統的介面標準，資料格式等環節，爲探測網的資料資料整編進入氣象資料庫、進行同化處理打下基礎，最終達到探測資料應能發揮的綜合整體作用。考慮經濟適用和可行性，通過引接共用，獲取國家氣象局已有的氣象探測資料，作爲背景支援。探測設備運行方式要求盡可能無人職守、自動連續、長期穩定。

探測網的基本組成：

1、終端區多譜勒天氣雷達一部；
2、邊界層風廓線儀一部；
3、自動氣象觀測系統一套；
4、雷射雷達一部；
5、氣象衛星接收系統；
6、閃電定位資訊引接

一、天氣雷達：

根據北方的氣候特徵和機場預報員多年的經驗積累，考慮建設 C 波段的終端多普勒天氣雷達爲宜，擬建站址在機場東南約 12 公里處，天線塔高約 40 米，在探測機場方向範圍內基本無遮擋物，要求雷達能夠即時獲取機場半徑 150 公里尤其是本場終端區低空區域天氣現象的強度速度譜寬的基礎資料，並作定量分析。在半徑 300 公里範圍內即時監視管區內航路上的天氣狀況。雷達採用全相參多普勒體制，除了要求自動連續穩定運行故障定位外，探測性能方面還要求支援在線標校，強的地物抑制功能和一定的晴空探測能力，在獲取有較高的解析度和精度的資料的基礎上，通過對風場的反演，具備較爲精細、快速的定量分析功能，可以較好的分辨降水天氣時的小尺度切變，自動識別雷雨、大風、風切變、微下擊暴流等影響飛行安全的強對流天氣現象，並對其發展趨勢等進行跟蹤分析預報，以資訊、圖像、警報、臨近預報等多種方式向本場的航空用戶發佈。這部雷達的資料以民航標準格式進入民航資料庫。在民航資料庫的支援下，民航氣象部門將搭建天氣雷達資料共用平臺，引接、應用國家天氣雷達網和區域網的資料，作爲重要的背景支援。

二、邊界層風廓線儀：

首都機場在 96 年前通過釋放升空氣球，獲取本場上空的測風資料。後取消。現在，首都機場擬建一部以大氣湍流爲探測目標，具有一定晴空探測能力的邊界

層風廓線雷達（RASS）。採用目前國際上流行的相控陣天線、固態發射機、相位編碼脈衝壓縮技術。站址初定在機場主降跑道附近。基本符合設備要求和行業規範，在處理軟體方面，要求有嚴格的資料品質控制和對非天氣信號的識別技術，來保證資料的連續性、精度和可信度。6—10 分鐘一條廓線的資料密度，能較及時詳細提供機場中小尺度大氣中的垂直風場結構和一定高度的大氣虛溫。有助於機場附近地區低空空域大氣活動的監測，大霧天氣的發生與消散，低空回流降雪形勢的形成與解除，鋒面有關的判斷，有助於低空垂直風切變的存在及可能造成的顛簸的預測等，當北京氣象局規劃中的京津冀地區對流層風廓線儀觀測網建成後，將相互交換共用資料。

三、　雷射雷達：

應用於氣象領域內的雷射雷達通過發射紅外光光束，接收來自空氣中懸浮粒子反射的紅外光，以計算懸浮粒子的移動速度，得出風場的分佈情況，能十分有效地在晴空狀態下探測風場及其變化。香港機場經過幾年的建設、使用、研究，積累了不少的經驗和成果，我們去香港天文臺和香港機場考察學習過。香港同行們給了我們很多幫助，提出了很好的建議。作爲綜合探測系統的重要設備之一，我們已規劃建設一部與香港機場類似的雷射雷達，選擇安裝在首都機場一個原航管雷達塔上，能基本無遮擋的覆蓋三條跑道頭及其爬升地帶，連續掃描獲取跑道周圍 8---10 公里低層空間三維風場資料，這個區域如發生低空風切變最易釀成災難，是特別需要重點防範的。雷射雷達獲取空間資料密度大，解析度高，尤其在晴空天氣條件下，可發揮其獨特優勢，與多普勒雷達和風廓線儀配合使用，可在任何天氣狀況下對風切變、湍流現象進行監測預警。

另外，根據 FAA 的研究，雷射雷達還可以用於研究飛機起飛時產生的尾渦流和相關湍流的特性，對合理調配航班起飛降落的分離間隔，提高繁忙機場的吞吐量有益。

四、氣象自動觀測系統：

首都機場已經建設了第三條跑道，現計劃在這條跑道上新配備一套自觀設施。同時，更新改造現有兩條跑道的自觀設施，最終整合成完整的一套系統。根據 ICAO 和中國民航的標準要求，對三條跑道周圍影響飛機起飛和著陸的各種氣象要素，溫、風、壓、濕、跑道視程、天氣現象作即時地採集分析處理和傳輸顯示。另外，系統計劃在六個跑道頭增加視頻觀測設備，替代氣象觀測員人工觀測，作爲低能見度天氣起飛降落地帶能見度探測備份資料。系統還計劃給在跑道上的感測器備份無線傳輸裝置。確保資料傳輸萬無一失。十一、五期間華北地區四個省級、直轄市級機場的氣象自動觀測系統和北京終端區內的各軍民機場氣象觀測資訊都將聯網，傳輸至北京氣象中心，提供給航空用戶。

除了在首都機場新建和改造上述四套探測系統外，我們還將引接國家氣象局衛星雲圖和閃電定位資訊：

氣象衛星資料應用系統：

由氣象衛星獲取的雲圖和多種天氣資料是航空氣象監測和預報重要天氣不可缺少的資料之一，衛星有多光譜通道資料，範圍廣，解析度高，可靠性強，產品豐富，資料密度較高等特點，在航空氣象中得到了廣泛的應用。如作爲可能出現的颱風，大範圍濃霧、降水、降雪的探測和預報的背景資料，航路上飛機飛機飛行高度上的風溫探測和預警等等。

國家氣象局衛星氣象中心成功研發了天地一體化的衛星遙感資料應用共用平臺，向用戶廣播靜止衛星（風雲二號、日本氣象廳的等）、覆蓋全國範圍的極軌衛星和美國環境衛星資料。其整體技術成熟先進，系統集成度高。

首都機場有計劃建設一套氣象衛星數位視頻廣播（DVB—S）業務應用系統。通過通訊衛星，獲取國家氣象局優質全面的專業衛星遙感資料和長期可靠的應用服務。今後，衛星資料源的變更，用戶端應用系統不需要改動，不會影響用戶的應用。衛星資料還將進入民航氣象資料庫，實現在本情報責任區域的分發。

閃電定位系統：

北京市氣象局已經建成了閃電定位探測系統，其覆蓋範圍達 150 公里，包括了首都機場終端區域。可探測到雲間閃和雲地閃的方位、距離、強度、極性，通過處理後，形成閃電位置圖和資料，對外發佈。我們將通過北京市氣象局引接該圖，時時獲取機場終端區及附近航路上發生閃電的第一手資料，推斷閃電的動向，雷暴的活動。

航空器資料下傳是國際民航組織和國際氣象組織聯合推動，利用飛行中航空器，在其飛行軌迹上實施氣象探測，通過自動相關監視系統下傳自動天氣報告。在民航總局和中國氣象局的共同努力下，2005 年已經基本覆蓋全國航路，從開始的每天獲取高空風、高空溫度等天氣報告僅 100 多份，到目前每天有 6000 多份。在首都機場終端區的空域中，飛機密度大，下傳資料的時空密度也大，作爲綜合探測網的重要補充，對於機場複雜天氣的預警，預報的驗證，及時訂正，都是十分有利的。

從以上綜合探測網系統性規劃佈局和功能的探討中可以預計，當探測網建成後，發揮各個探測系統獨立的探測功能以及其相互間的補充和加強，基本能夠對首都機場終端區域中小尺度範圍天氣進行多要素立體連續探測，從而即時獲取高時空解析度和高探測精度的各種天氣現象分佈資訊和大氣結構、運動特徵，全天候監測影響飛行的重要天氣現象和過程。朝著更准、更細、更豐富的提供氣象資料資料的目的邁進了一大步。

當然，在更加豐富的氣象資料這個重要基礎上，需要航空氣象人員不斷的從中提取和挖掘資訊，加強對探測資料的綜合分析應用，完善對天氣演變規律的認識。進一步研究開發氣象資訊資料收集、同化處理系統，高解析度區域精細航空氣象數值預報系統，重要天氣短時臨近預警系統和氣象資訊綜合顯示、服務系統。提高定量預報能力和整體氣象預報的科技含量。

---氣象資訊資料收集、處理系統：集成機場近進終端管制區各種常規和非常規氣象觀測、探測資料，運用變分同化技術進行分析處理，生成各種基礎資料和同化資料，供各氣象業務應用系統使用，同時爲其他航空用戶的應用系統提供資料介面，資料共用。

----高解析度區域精細航空氣象數值預報模式系統。研究建立高解析度區域數值模式預報及釋用系統，將同化資料運用於模式中，爲區域天氣預測預警提供高質量的背景場。

---重要天氣預警系統。在數值預報產品支援、探測資料分析的基礎上，對航空安全影響嚴重的天氣現象建立航空重要天氣預警、警報系統，設想包括：

1、 風切變警報系統；如類似香港機場的風切變警報系統。
2、 雷雨警報與預警系統；
3、 低能見度預警系統；
4、 航空器空中積冰與顛簸警報系統。

----**資訊綜合顯示、服務**：建立資訊綜合顯示服務平臺，集合觀測、預警和預報的資訊，爲空中交通管制、飛行機組、機場運行、航務簽派等不同用戶分別定制和提供更加有針對性的個性化精細氣象服務。

終端區管制人員可以利用機場終端區的氣象預警、警報資訊提醒飛行員及時避開風切變等飛行危險區域。區域管制人員可以利用區域內的氣象資訊，進行合理的流量管理。機組在進行飛行前準備時，可以通過氣象自動講解系統終端，方便查詢和提取氣象資訊，以人機交互的形式進行諮詢。在飛行中，利用上傳的氣象資料圖像，更清楚的瞭解航路上和降落機場的天氣變化。航空公司的飛行簽派人員通過獲取航路及終端區氣象資訊，掌握天氣形勢與變化趨勢，更好的調配航班。飛行計劃人員可以通過獲取精度更高的高空風、溫資料，選擇飛行航線，製作飛行計劃等等，總之，航空用戶能夠更多的利用我們的氣象資訊資料和服務，趨利避害，保證安全，獲取更大的經濟和社會效益。