粵瓊兩省天氣原因導致航班延誤的氣候特點分析

陳穗軍　肖海平

廣州市東風東路 577 號 504 房

詳細摘要

隨著飛行量的增加，天氣對航班正常的影響也越來越大，統計結果表明：中南地區天氣原因導致延誤的航班量占總航班架次的比例由 1999 年的 1.326%上升至 2005 年的 2.906%，增加了 1 倍多。本文通過分析粵瓊兩省的廣州、深圳、湛江、梅縣和海口機場的航空氣候志，總結出粵瓊兩省天氣原因導致航班延誤的氣候特點：對於廣州和深圳來說，天氣原因導致航班延誤主要出現在春（2-4 月）、夏（5-8 月）兩季，春季的主因是由於低雲和低能見度，夏季的主因是雷暴；對於湛江機場和海口大英山機場來說，天氣原因導致航班延誤主要出現在冬春夏三季，冬季的主因是由於低雲和低能見度，春季的主因是低雲、低能見度，夏季的主因是雷暴。對於梅縣機場來說，天氣原因導致航班延誤主要出現在冬春夏三季，冬季的主因是由於低雲和低能見度，春季的主因是低能見度，夏季的主因是雷暴。此外，對於廣州白雲、深圳寶安、湛江和海口大英山機場來說，在颱風季節，熱帶氣旋的活動對它們的影響也是明顯的，尤其是有熱帶氣旋正面襲擊時對航班正常的影響尤爲顯著。低雲、低能見度和雷暴都有明顯的日變化，根據這些天氣的日變化特點，可以適當調整航班計劃，趨利避害，提高航班正常率，降低航空公司的運營成本。

關鍵字 天氣 航班延誤 航空氣候志

粵瓊兩省天氣原因導致航班延誤的氣候特點分析

陳穗軍　肖海平
廣州市東風東路 577 號 504 房

摘要

隨著飛行量的增加，天氣對航班正常的影響也越來越大，統計結果表明：中南地區天氣原因導致延誤的航班量占總航班架次的比例由 1999 年的 1.326%上升至 2005 年的 2.906%，增加了 1 倍多。本文通過分析粵瓊兩省的廣州、深圳、湛江、梅縣和海口機場的航空氣候志，總結出粵瓊兩省天氣原因導致航班延誤的氣候特點：對於廣州和深圳來說，天氣原因導致航班延誤主要出現在春（2-4 月）、夏（5-8 月）兩季，春季的主因是由於低雲和低能見度，夏季的主因是雷暴；對於湛江、梅縣以及海口機場來說，天氣原因導致航班延誤主要出現在冬（12-2 月）春（2-4 月）夏（5-8 月）三季，冬春的主因是低雲和低能見度，夏季的主因是雷暴。此外，在颱風季節廣州、深圳、湛江和海口機場都受到熱帶氣旋的影響。低雲、低能見度和雷暴都有明顯的日變化，根據這些天氣的日變化特點，可以適當調整航班計劃，趨利避害，提高航班正常率，降低航空公司的運營成本。

關鍵字 天氣 航班延誤 航空氣候志

1　引言

十五期間中南地區的航班架次由 2001 年的 168282 架次，增加至 2005 年的 334183 架次，增加了 98.6%。同時，天氣對航班正常的影響也越來越大：2001 年中南地區天氣原因導致延誤的航班量爲 9710 架次，占總航班架次的 1.285%；2005 年中南地區天氣原因導致延誤的航班量爲 2162 架次，占總航班架次的 2.906%。增加了 126%。可見天氣對航班正常的影響隨著飛行量的增加越來越大（表 1）。

表 1 中南地區天氣原因導致延誤的航班架次比例

年份	1999	2001	2003	2005
天氣原因導致延誤的架次	1813	2162	3341	9710
總架次	136732	168282	231550	334183
天氣原因導致延誤的比例（%）	1.326	1.285	1.443	2.906

爲總結粵瓊兩省天氣原因導致航班延誤的氣候特點，本文通過分析粵瓊兩省的廣州、深圳、汕頭、湛江、梅縣和海口機場的航空氣候志，對於廣州、深圳、汕頭、湛江、梅縣五地來說，天氣原因導致航班延誤主要出現在春夏兩季，春季的主因是由於低雲和低能見度，夏季的主因是雷暴；對於海口來說，天氣原因導致航班延誤主要出現在冬春夏三季，冬春的主因是低雲和低能見度，夏季的主因是雷暴。根據這些天氣的日變化特點，可以適當調整航班計劃，趨利避害，提高航班正常率，降低航空公司的運營成本。

2　六機場的航空氣候志分析

2.1　廣州舊白雲機場（資料年限：1986-1995 年）

2.1.1 氣候概況

廣州舊白雲機場出現雲底高度低於 90m 而雲量大於 4/8 的雲多集中出現在春季，其餘各月僅有臨星記錄。在春季其日變化特點是：下半夜和早上集中出現，其餘時間極少甚至沒有出現過，兩個峰值分別出現在 16 和 22UTC[1]（圖略）。能見度小於 1km 是春季出現最多（表 2），其日變化特點是：峰值在 23UTC，穀值

在 15UTC，12-18UTC 爲谷區，出現的頻率都很低，早上 21UTC 開始上升，直至早上 23UTC 出現峰值後開始下降[1]（圖略）。雷暴集中出現在 4-9 月，以 7 月份最多，8 月次之（表 2）。夏季雷暴的日變化特點是：較集中出現的時間爲 05-13UTC，其中又以 06-10UTC 出現最多，17-02UTC 最少[1] （圖略）。

表 2 累年各月能見度低小於 1KM（雨、大霧）及雷暴的平均日數（單位：天）

月份	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
大霧	0.7	1.6	1.8	2.4	0.6	/	/	/	/	0.2	0.4	1.0
雨	0.3	0.2	0.9	2.4	0.6	1.7	0.7	0.9	0.3	0.2	0.1	/
雷暴	/	1.5	3.6	6.4	9.0	11.0	13.0	11.6	5.9	1.0	0.2	0.1

2.1.2 主要影響系統和極端個例

造成春季低雲低能見度的天氣系統主要是華南准靜止鋒。小於 1KM 的最長持續時間爲 12 小時 29 分，出現在 3 月份，而小於 800m 的最長持續時間爲 6 小時 52 分，也出現在 3 月份。夏季雷暴的主要影響系統是副熱帶高壓，副高的強弱和位置直接決定本場天氣的好壞；當本場處在副高的內部時，下沈增溫的作用使本場持續高溫，此時多爲晴朗的天氣；當本場處在副高的西北側時，由於強勁的西南風把潮濕的海洋氣流輸送到陸地，在動力和熱力的作用下，將產生雷暴天氣；當副高脊線在北緯 30 度以北時，華南沿海地區將在副高南側的熱帶輻合線控制之下，本場易產生雷暴，且持續時間較長，通常在 2-5 小時，連續出現天數多在 3 天以上；如果副高脊線在北緯 30 度以北，700 百帕本場東面有東風波活動時，當東風波自東向西移至本場時就會出現雷暴或雷雨天氣。夏季，又是熱帶風暴的活躍時期，每年都有幾個熱帶風暴在華南沿海地區登陸，影響本區，帶來雷暴、大風、低雲、低能見度等惡劣天氣。10 年中雷暴的最長持續時間爲 11 小時 40 分鐘，出現在 1989 年 5 月 17 日。當時靜止在南嶺山區的靜止鋒逐漸轉爲冷鋒南移至南海北部，廣州受弱冷高脊控制，處於 500 百帕南支槽槽前的不穩定區中，造成了這次長時間、大範圍的強對流天氣[1]。

2.1.3 安全事件重播

1983 年 4 月 4 日，中國南海石油聯合服務總公司民航直升機公司，向法國道達爾中國公司租用的在法國註冊登記的“空中王-200 型”FBVRP 號飛機在廣州機場起飛後爬升過程中墜地，機組 3 人，乘客 5 人全部遇難。造成一等飛行事故。分析造成事故的直接原因是：飛機起飛後，在上升轉彎過程中，低空進入單體積雨雲下，遭遇了下擊暴流和風切變，造成飛機失速而墜毀。

2.1.4 新舊機場對比

新舊機場雖同屬華南氣候，但地理環境有所不同，其天氣特點也略有所不同。本文利用廣州舊白雲機場 2003 年 8 月至 2004 年 8 月和新機場 2004 年 8 月至 2005 年 8 月的氣象觀測即時資料和天氣雷達資料，結合舊白雲機場 1986 年—1995 年的氣候志資料，進行了對比和初步分析。結果表明，新機場出現低雲的次數多於舊機場，低雲的高度也明顯低於舊機場；新機場出現大霧的天數比舊機場以及氣候資料的多一倍；新機場的降水日數比舊機場多，降水強度和全年總降水量也比舊機場大得多；新機場出現的強對流天氣的日數明顯比同時期在舊機場出現的要多，並容易產生強雷暴、冰雹、大風等強對流天氣[2]。

2.1.5 小結

對於廣州舊白雲機場來說，天氣原因導致航班延誤主要出現在春夏兩季，春季的主因是由於低雲和低能見度，夏季的主因是雷暴。根據低雲、低能見度和雷暴的日變化特點，春季午後和上半夜及夏季上午和下半夜的天氣較好，對飛行正

常影響較小。新機場 2004 年 8 月至 2005 年 8 月的氣象觀測資料來看，新白雲機場的天氣更爲複雜、惡劣，但要從氣候尺度分析還需積累更多的資料。

2.2　深圳寶安機場（資料年限：1992-1997 年）

2.2.1 氣候概況

春季是全年出現低雲最多的季節，出現低於 90 米的低雲只在上午的 00、01 時和下午的 05 時及傍晚的 11 時出現，其頻率分別只有 0.6%，其餘季節未出現低於 90 米的低雲[2]（圖略）。能見度小於 0.8km 是春季出現最多（表 3），其日變化特點是：峰值出現在下午的 06 和 10UTC，平均頻率爲 1.7%，最小值分別出現在上午的 01、03、04 時和下午的 08、12 時，其平均頻率分別爲 0.6%[2]（圖略）。寶安機場一年之中，雷暴主要集中在夏季，出現的雷暴日數占全年雷暴日數的 55．1%，6、7、8 月份的平均日數分別是 6.7、7、7.5 天（表 3），雷暴出現的時間有明顯的日變化特點，並隨不同的季節出現一定程度的差異，在夏季的峰值出現在下午的 05UTC，較集中出現在 03-10UTC，其中又以 04-08UTC 出現最多[3]（圖略）。

表 3 累年各月能見度低小於 1KM（雨、大霧）及雷暴的平均日數（單位：天）

月份	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
大霧	0.3	0.3	2.2	1.3	/	/	/	/	/	0.2	0.3	1.2
雨	/	0.3	0.2	1.2	0.3	1.2	1.2	1.5	0.5	/	/	0.2
雷暴	0.2	0.3	1.8	4.2	4.8	6.7	7.0	7.5	5.2	0.8	0.0	0.0

2.2.2 主要影響系統和極端個例

造成春季低雲低能見度的天氣系統主要是華南准靜止鋒。寶安機場能見度小於 1 公里的持續時間及平均次數各季節不同，春季出現的平均次數最多，而且持續時間最長，如 1995 年 04 月 06 日出現了長達七小時三十分鐘低於 1 公里的最長持續時間，出現小於 0.8km 的最長持續時間也達七小時十五分。本機場出現的雷暴多由低壓槽、副高、熱帶氣旋、東風波等系統的活動而引起。夏季還表現爲熱力性及局地性。寶安機場出現的雷暴，其活動持續時間絕大多數都在 2 小時以內，最長持續時間以可達到 12 小時以上(如 1997 年 07 月 03 日)。[3]

2.2.3 安全事件重播

1997 年 5 月 8 日，中國南方(集團)航空公司深圳分公司 B737-2925 號飛機在執行重慶至深圳 3456 航班，飛機於 19：45 在重慶起飛，航線飛行正常，飛機在 21：16 與深圳塔臺建立聯繫。由於受高空槽前暖濕氣流及地面鋒前不穩定區的影響，當時機場陣雨，能見度 1500 米。飛機下降到 6．50 米轉彎，過近台姿態正常，飛機接地三次跳躍後複飛，過五分鐘左右，機組報告有緊急情況請求其他飛機避讓，塔臺即時通知各部門做好應急準備。機組做了反向落地，機身尾部和右發動機擦地，機身斷爲三部分，隨即起火燃燒。機上載有 74 人(其中機組 9 人)，共有 35 人遇難。[3]

2.2.4 小結

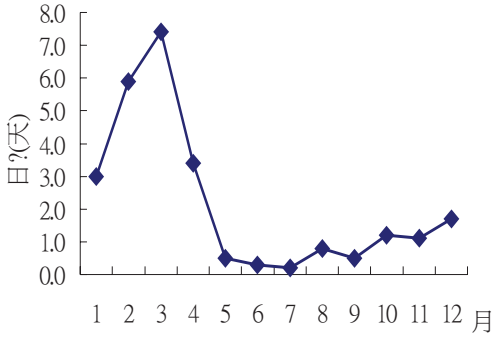
對於深圳寶安機場來說，天氣原因導致航班延誤主要出現在春夏兩季，春季的主因是由於低雲和低能見度，夏季的主因是雷暴。根據低雲、低能見度和雷暴的日變化特點，春季及夏季上午的天氣較好，對飛行正常影響較小。

2.3　湛江機場（資料年限：1986-1995 年）

2.3.1 氣候概況

春季出現 90 米以下以下的雲最多，冬季次之，兩季出現 60 米以下的低雲都不少，低雲的日變化特點是在上午頻率最大，中午減弱，

晚上增加。出現 90 米以下雲高的頻率在春季各時段都有可能出現，主要原因是這段時期內多平流大霧天氣，有時影響連續幾天；冬季只有早上和晚上出現 90 米以下低雲（圖略）。湛江機場冬季和春季是出現能見度小於 1KM 的主要季節，這個時期容易出現大霧，造成低雲低能見度天氣，平均每月有 5.4 天出現能見度小於 1KM，占全年的 80%以上，最多爲三月份的 7.4 天（圖 1、表 4））。低能見度的日變化明顯，在冬春季節通常是在早上生成大霧後，到 03UTC 左右消散（圖 2）。湛江機場 11 月至次年的 1 月期間內沒有雷暴出現，從 2 月開始出現雷暴天氣，但 2～4 月雷暴出現的日數很少，合起來只有 5.6 天，5～9 月是湛江機場雷暴日數最多的月份，合計有 49.5 天，占全年的 88.7%。其中 5 月出現雷暴的日數最多，有 12 天，5～8 月平均雷暴日數均接近或超過 10 天，每月中有 1/3 的天數有雷暴影響，爲全年的雷暴活躍期。夏季出現的雷暴卻具有明顯的日變化特徵。06～11UTC 是出現雷暴的高峰期。雷暴出現次數最少的時段爲 00～03UTC[5]（圖表略）。



? 1累年能? 度小于1KM日? 年? 化?

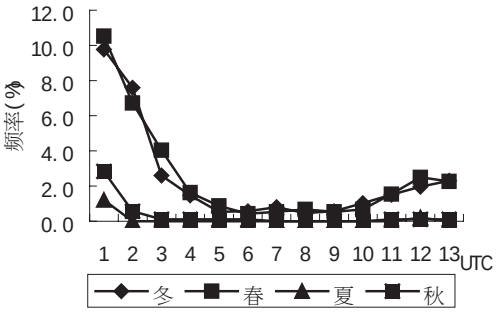


图2　累年能见度小于1KM频率日变化

表 4 累年各月能見度低小於 1KM（雨、大霧）及雷暴的平均日數（單位：天）

月份	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
大霧	2.6	5.2	7	3.2	0.4	0.2	0.2	0.7	0.4	1.2	1.1	1.5
雨	1.1	3.4	3.3	1.5	0.3	0.2	0.1	0.5	0.2	0.1	0.2	0.3
雷暴	/	1.1	0.9	3.6	12.0	11.5	10.4	9.5	6.1	0.7	/	/

2.3.2 主要影響系統和極端個例

造成低能見度的主要天氣系統中春季是華南准靜止鋒，冬季是冷高壓或變性冷高壓。冬春低能見度出現的頻率高，並且持續的時間長，往往對航班的正常飛行造成很大的影響，特別是會有持續一日或數日的低能見度天氣出現，如 1992 年 1 月 3 日和 1988 年 4 月 1 日，因能見度差和雲底高很低，全天不適航，爲了確保飛行安全，機場不得不處於關閉狀態，嚴重地干擾航班的正常飛行。造成湛江機場雷暴頻繁的天氣系統主要有鋒面、空中槽和切變線、副熱帶高壓、西南渦、颱風槽等。持續時間 0～2 小時的雷暴占全年的 78.2%，出現持續時間 2～4 小時的雷暴也較多，占全年的 19.3%。持續時間超過 4 小時

以上的雷暴就比較少,僅占全年平均總數的 2.6%，而出現持續時間 6 小時的雷暴只有 5 月和 8 月出現過。從十年的統計資料來看,持續時間最長的雷暴爲 6.3 小時，出現在 1995 年 8 月 3 日[5]。

2.3.3 安全事件重播

歷史上沒有出現過重大災害性天氣和與氣象有關的等級飛行事故。

2.3.4 小結

對於湛江機場來說，天氣原因導致航班延誤主要出現在冬春夏三季，冬季的主因是由於低雲和低能見度，春季的主因是低雲、低能見度，夏季的主因是雷暴。根據低雲、低能見度和雷暴的日變化特點，冬春午後和夏季上午的天氣較好，對飛行正常影響較小。

2.4　梅縣機場（資料年限：1988-1997 年）

2.4.1 氣候概況

低於 90 米的低雲在冬季出現的最多。基本只在 00-03UTC 出現。能見度小於 1 公里的平均日數全年爲 16.8 天，以 12 月份最多有 4.4 天,1 月份 3.4 天,次之,6 月份最少，僅出現 0.3 天。歸納起來，能見度小於 1 公里的情況主要在冬春季出現，冬季有 9.6 天，占全年總日數的 57.1%。其次是春季 4.1 天，占全年的 24.4%（表 5）。 冬春兩季大霧基本只在 00-03UTC 出現（圖 3、4）。全年出現雷暴次數特點是以夏半年 5—8 月爲最多（表 4），雷暴出現的時間有明顯的日變化特點，06 時—12 時爲雷暴出現最多時段，此時段的雷暴占雷暴總數的 82.9%，其中 07—10 時爲高峰期[5]。

表 5 累年各月能見度低小於 1KM（雨、大霧）及雷暴的平均日數（單位：天）

月份	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
大霧	3.3	1.7	1.8	1.5	0.4	0.2	0.2	0.3	0.6	0.4	0.9	4.3
雨	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	0.2	/	/	/	0.3	1.5
雷暴	0.1	0.3	3.4	5.6	5.7	8.8	9.7	9.5	5	0.8	0.2	0.1

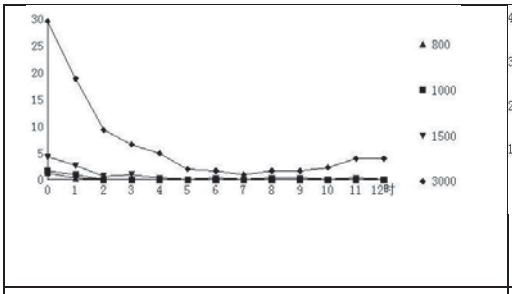


圖 3 累年冬季逐時能見度低於規定值的頻率

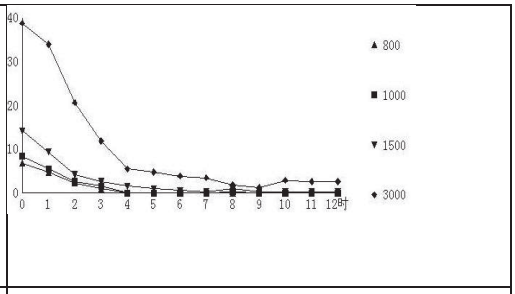


圖 4 累年春季逐時能見度低於規定值的頻率

2.4.2 主要影響系統和極端個例

當本場受華南靜止鋒控制時，出現低溫連陰雨天氣。這種綿綿細雨有時持續一個多月，造成低雲、低能見度天氣，影響航空飛行。春季小於 800 米最長持續時間近 2 小時（1 小時 59 分），小於 1000 米爲 2 小時 04 分。冬季小於 800 米最長持續時間 4 小時 29 分，小於 1000 米 4 小時 34 分。夏季影響的主要天氣系統有華南靜止鋒、切變線和南支槽，以及熱帶系統的輻合帶、東風波、颱風等。雷暴出現的

持續時間大部分在 4 小時以內，占 96.3%，絕大部分出現在 2 小時以內，占總數的 84.3%。最長持續時間 8 小時 10 分鐘，出現在 1990 年 4 月 19 日[5]。

2.4.3 安全事件重播

梅縣機場開航以來，連續保持了安全飛行，未出現等級飛行事故。表 3-2 列舉的是民航史上與天氣有關的等級飛行事故史料。

2.4.4 小結

對於梅縣機場來說，天氣原因導致航班延誤主要出現在冬春夏三季，冬季的主因是由於低雲和低能見度，春季的主因是低能見度，夏季的主因是雷暴。根據低雲、低能見度和雷暴的日變化特點，冬春午後和夏季上午的天氣較好，對飛行正常影響較小。

2.5　海口大英山機場（資料年限：1986-1995 年）

2.5.1 氣候概況

雲高低于 90 米雲高的頻率主要出現在冬季、春季；秋季、夏季不曾出現低於 90 米的雲。雲高低于 90 米出現的頻率峰值在 00UTC，波谷在 06UTC（圖略）。能見度低於 1km 的天氣主要出現在冬、春季節，占總數的 89%（表 6），冬季能見度低於 1KM 米的峰值是 00UTC，低能見度主要出現在 00-02UTC，春季的低能見度日變化基本連續、緩慢，早晨、傍晚出現多，白天減少，變化平穩（圖 7、8）。一年中，雷暴主要發生在夏半年，5-8 月的雷暴日數之和占全年總數的 77.4%，按季節劃分，平均雷暴日數夏季最多（表 6）。夏季雷暴的出現時間有明顯的日變化，早晨至中午（00-04 ）這段時間出現最少，較集中出現的時間爲 07-12 時[6]（圖表略）。

表 6 累年各月能見度低小於 1KM 及雷暴的平均日數（單位：天）

月份	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
大霧	3.7	3.5	3.6	2.3	/	/	/	0.1	/	0.5	0.3	1.3
雨	0.7	1.1	0.9	1.0	0.4	0.9	0.1	0.1	0.2	/	0.1	0.6
雷暴	0.1	0.9	1.3	4.2	13.0	14.3	11.6	10.1	6.0	2.5	0.1	0.0

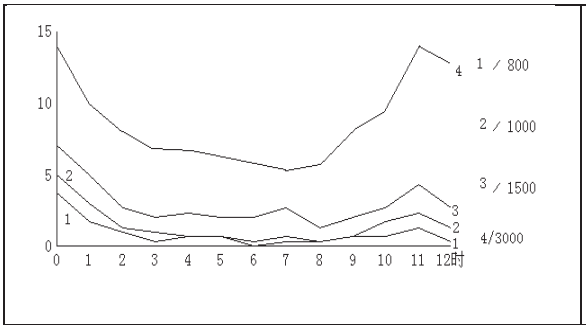


圖 7 累年冬季逐時能見度低於規定值的頻率

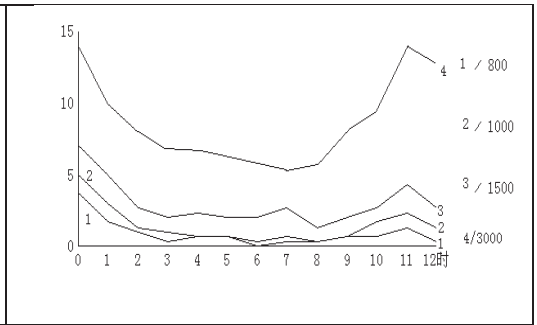


圖 6 累年春季逐時能見度低於規定值的頻率

2.6.2 主要影響系統和極端個例

冬春季的鋒面活動產生的低雲、低能見度天氣。春季低能見度持續時間在 0—1 小時的最多，月平均次數爲 1.5 次；其次是持續時間在 2—4 小時的次數爲 1.2 次；持續時間在 6—12 小時的次數僅爲 0.1 次；最長持續時間爲 6 小時 44 分，出現在 1988 年 4 月 1 日。冬季低能見度持續時間在 1—2 小時的最多，月平均次數爲 2.0 次；其次是持續時間在 0—1 小時的次數爲 1.3 次；持續時間在 6—12

小時的次數僅爲 0.1 次；最長持續時間爲 10 小時 50 分，出現在 1992 年 1 月 3 日。夏季的熱力性雷暴持續時間較短。華南切變線、東風波、鋒面等天氣系統引起的雷暴，則持續時間長，強度大，範圍廣，常有反復。飛機起降及航行時遇到這種天氣要慎重。夏季還是受熱帶氣旋影響最多的季節，東北到陽江，南到三亞登陸的熱帶氣旋都對本場產生影響，在登陸前後，本場常出現大風和暴雨。持續時間在 0-1 小時的雷暴最多，平均次數爲 31.6 次，約占累年平均雷暴次數的 43.1%；其次是持續時間在 1-2 小時的雷暴，平均次數爲 23.6，約占總數的 32.2%；2-4 小時的雷暴排第三，平均次數爲 15.9，約占總次數的 21.7%；4-6 小時的雷暴很少，僅爲 2.0 次; 6 小時以上的雷暴很少出現, 僅占總次數的 0.7%。海口大英山機場大部分雷暴持續時間在 4 小時以內[6]。

2.6.3 安全事件重播

本機場沒有出現過等級飛行事故。

2.6.4 小結

對於海口大英山機場來說，天氣原因導致航班延誤主要出現在冬春夏三季，冬季的主因是由於低雲和低能見度，春季的主因是低雲、低能見度，夏季的主因是雷暴。根據低雲、低能見度和雷暴的日變化特點，冬季午後和春夏上午的天氣較好，對飛行正常影響較小。

3　結論

3.1 天氣對航班正常的影響隨著飛行量的增加越來越大。

3.2 對於廣州白雲和深圳寶安機場來說，天氣原因導致航班延誤主要出現在春夏兩季，春季的主因是由於低雲和低能見度，夏季的主因是雷暴。

3.3 對於汕頭外砂機場、湛江機場和海口大英山機場來說，天氣原因導致航班延誤主要出現在冬春夏三季，冬季的主因是由於低雲和低能見度，春季的主因是低雲、低能見度，夏季的主因是雷暴。

3.4 對於梅縣機場來說，天氣原因導致航班延誤主要出現在冬春夏三季，冬季的主因是由於低雲和低能見度，春季的主因是低能見度，夏季的主因是雷暴。

3.5 對於廣州白雲、深圳寶安、汕頭外砂、湛江和海口大英山機場來說，在颱風季節，熱帶氣旋的活動對它們的影響也是明顯的，尤其是有熱帶氣旋正面襲擊時對航班正常的影響尤爲顯著。

3.6 低雲、低能見度和雷暴都有明顯的日變化，根據這些天氣的日變化特點，可以適當調整航班計劃，趨利避害，提高航班正常率，降低航空公司的運營成本。

參考文獻

[1] 張美平，鄧文珍等.廣州白雲機場航空氣候志.民航中南地區 11 機場航空氣候志彙編.廣州：內部資料，2003：7-20。

[2] 楊建宇.深圳寶安機場航空氣候志.民航中南地區 11 機場航空氣候志彙編.廣州：內部資料，2003：63-80。

[3] 邱俊喜，林浩川等.汕頭外砂機場航空氣候志.民航中南地區 11 機場航空氣候志彙編.廣州：內部資料，2003：462-487。

[4] 陳海平，賴建茂，張永華等.湛江機場航空氣候志.民航中南地區 11 機場航空氣候志彙編.廣州：內部資料，2003：513-527。

[5] 林燕紅，萬山等.梅縣機場航空氣候志.民航中南地區 11 機場航空氣候志彙編.廣州：內部資料，2003：660-690。

[6] 王虹麗，蔣文毅等.海口機場航空氣候志.民航中南地區 11 機場航空氣候志彙編.廣州：內部資料，2003：584-603。