

出國報告（出國類別：進修）

「ARINC424 航空資料庫編碼課程」
出國報告書

服務機關： 民用航空局

姓名職稱： 陳翊崴 技士

派赴國家： 瑞士

出國期間： 107 年 6 月 9 日至 6 月 17 日

報告日期： 107 年 8 月 27 日

摘 要

ARINC 424 航空資料庫編碼利用不同的路徑(Path)和終點(Terminator)組合，將各種儀航程序(離場程序、到場程序、進場程序、航路等)轉換為資料庫中一系列的航段類型。儀航程序設計規範(ICAO PANS-OPS)第 6 版新增有關於發布性能導航(Performance-Based Navigation, PBN)儀航程序時，除提供航圖之外，應同時提供程序各航段的相關導航資料，以輔助導航資料庫編碼作業，惟相關儀航程序設計訓練課程注重於設計相關規範說明，有關航空資料庫編碼內容著墨較少。ARINC 424 航空資料庫編碼課程可增進儀航程序設計人員對飛航管理系統資料庫編碼整體性的了解，掌握儀航程序編碼相關注意事項，連結程序設計與飛航操作實務，有助於性能導航相關業務推動。

目 錄

摘 要	I
一、 目的	1
二、 過程	1
三、 課程內容概述	4
(一) ARINC 424 資料庫編碼沿革	4
(二) ARINC 424 資料庫編碼架構	5
(三) ARINC 424 編碼的路徑及終點(Path and Terminator)組合	8
(四) 命名議題	11
(五) 飛行管理系統(FMS)的相關限制	12
四、 心得	13
五、 建議	14

一、 目的

飛航管理系統(Flight Management System, FMS)用於輔助駕駛員管理導航、飛行計劃及飛行控制等方面的工作，可自動執行各種飛行任務，減少飛行組員的工作量，為現代航空器航空電子設備的基本組成部分。FMS 要能發揮各項飛行輔助功能，必須配合相關的航空導航資料庫 (Navigation database, NDB)，導航資料庫係採用 ARINC 424 編碼格式標準，將各種航空資料(其中包括儀航程序)轉換為供 FMS 使用的導航資料庫。

儀航程序設計規範(ICAO PANS-OPS)第 6 版新增有關於發布性能導航(Performance-Based Navigation, PBN)儀航程序時，除提供航圖之外，應同時提供程序各航段的相關導航資料，以輔助導航資料庫編碼作業，惟相關儀航程序設計訓練課程注重於設計相關部分，有關導航資料庫編碼內容著墨較少。參加 ARINC 424 航空資料庫編碼課程可增進儀航程序設計人員對飛航管理系統導航資料庫編碼整體性的了解，連結程序設計與飛航操作實務，掌握儀航程序編碼相關注意事項，有助於性能導航相關業務推動。

二、 過程

本課程主辦單位為瑞士的飛航訓練中心(Air Navigation Institute, ANI)，為瑞士國家所核准提供航空相關領域訓練的公司，且符合國際民航組織所要求的培訓規定。ANI 公司創辦人為 Beat Zimmermann 君，目前亦擔任國際民航組織儀航程序專家小組(Instrument Flight Procedure Panel/IFPP，負責提出儀航程序設計規範等工作)之主席。除本課程外，ANI 亦提供儀航程序設計訓練、飛測駕駛員訓練、大地測量學、航圖繪製訓練等課程。

ARINC 424 航空資料庫編碼課程期間為 107 年 6 月 11 日至 6 月 15 日，於 6 月 9 至 10 日利用週末休假期間由臺北搭機前往瑞士，課程結束後於 6 月 16 日至 17 日週末休假期間由瑞士搭機返回臺北。



圖 2.1 瑞士飛航訓練中心(Air Navigation Institute, ANI)課程教室

ARINC 424 航空資料庫編碼課程講師為 Jim Terpstra 君，為資深航空專業人員，擁有多年航空相關服務經驗，於 1973 年創建 ARINC 424 資料庫編碼委員會，制定航空資料轉入飛航管理系統(FMS)的標準。職業生涯為 Jeppesen 公司處理航空資料庫超過 30 年時間，從 Jeppesen 公司資深副總裁(Senior Vice President)職位退休，退休後持續擔任 Jeppesen 公司的顧問，亦曾擔任美國 FAA 在 ICAO 儀航程序專家小組的顧問達 18 年，並曾獲得航空安全特殊貢獻獎 (President' s Award For Significant Contributions to the safety of the Aviation Industry)。



圖 2.2 ARINC 424 航空資料庫編碼課程講師 Jim Terpstra 君

本次課程共有 11 位學員參訓，分別來自法國、瑞士、南非、土耳其及加拿大等地，服務於各不同航空領域，包含民航局、航管中心、航空公司、軍方及顧問公司等，顯示本課程對不同領域都具重要性。課程內容主要說明 ARINC 424 航空資料庫編碼方式及限制，課程內容以簡報講授教材為主，輔以課堂討論及編碼實作演練。



圖 2.3 ARINC 424 航空資料庫編碼課程

三、 課程內容概述

(一) ARINC 424 資料庫編碼沿革

在 1970 年代，伴隨第一代飛航管理系统(FMS)的開發，出現對機載航空導航資料庫的需求。1973 年 8 月，Jeppesen 公司倡議進行導航資料庫的標準化，同年 9 月，第 1 次 ARINC 424 討論會議在美國華盛頓特區舉辦。ARINC 424 編碼規格為航空電子工程委員會(Airlines Electronics Engineering Committee, AEEC)所研商制定的業界標準，並非由國際民航組織 ICAO 或是美國 FAA 所制定的規範。ARINC 424 並不是航空資料庫本身，而是用來編碼和傳遞交換資料的格式。最初版本 ARINC 424 灰皮書於 1975 年 5 月發布，1976 年 7 月第 1 次修訂。配合新的導航技術、功能或程序，ARINC 424 不斷進行調整。ARINC 424 編碼中很重要的一個項目為以路徑及終點(Path and Terminator)定義的航段類型，Path-Terminator 在 1983 年 ARINC 424 編碼第 3 次修訂時加入，持續沿用至今。ARINC 424 目前最新版本為 2016 年 7 月發布的第 21 版修訂，第 22 版修訂預計於 2018 年正式發布，朝向使用 XML 語言作為編碼基礎。

以 Jeppesen 公司為例，目前導航資料庫的資料來源超過 220 個國家及地區，透過 ARINC 424 編碼，將這些資料轉為供具備飛航管理系統的航空器或是模擬機使用。相關資料收集至 Jeppesen 公司的 JAD 資料庫後轉換為航圖或是 ARINC 424 編碼的流程如圖 3.1。

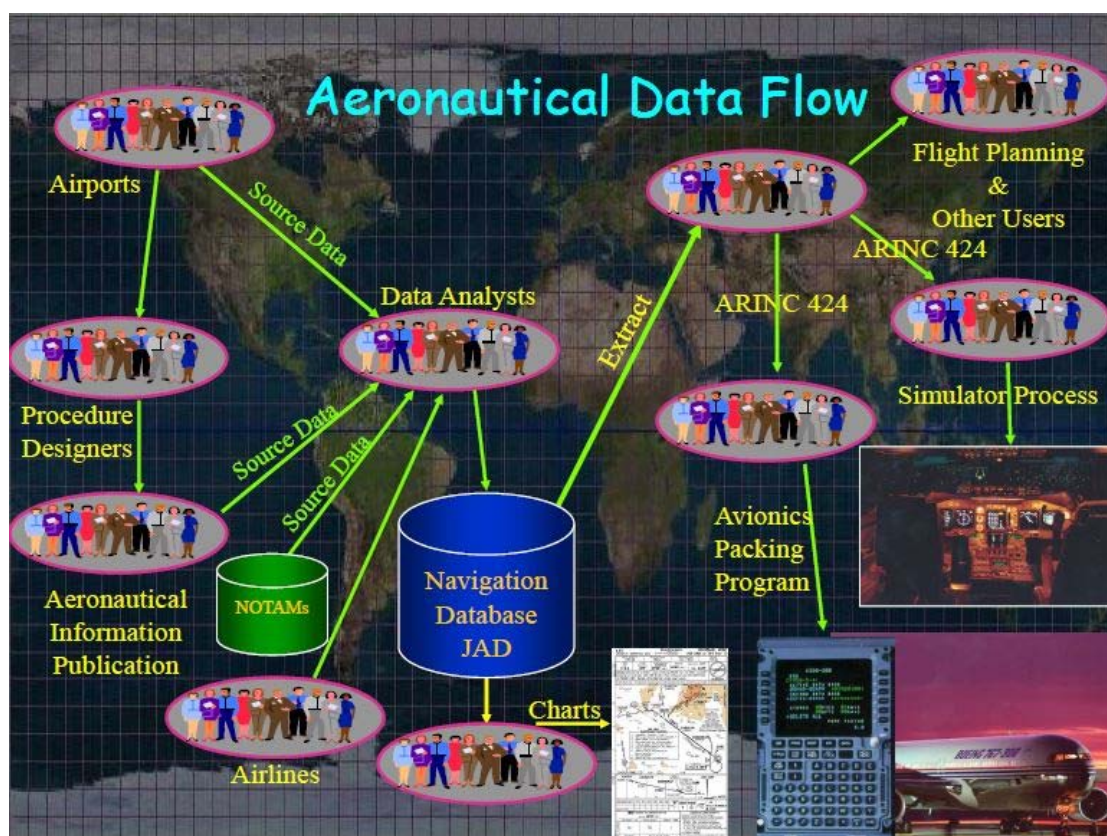


圖 3.1 Jeppesen 公司的 JAD 資料收集及轉換流程。(摘錄自課程講義)

(二) ARINC 424 資料庫編碼架構

ARINC 424 航空資料庫編碼文件必須付費取得，文件共分為 7 章，分別為緒言(Introduction)、專業術語(Glossary of Terms)、導航數據(Navigation Data)、記錄規範(Specification of Records)、領域定義(Specifications of Fields)、編碼標準(Encoding Standards)及命名規則(Naming Conventions)。

資料庫編碼公司在收集全球的航空出版資料後，首先將資料分為標準或是客製化編碼所需資料。標準資料依所在區域分類，而客製化資料則依航空

公司分類。不同類型的資料，均再分為主章節及次章節，相關資料分類流程如圖 3.2 所示。

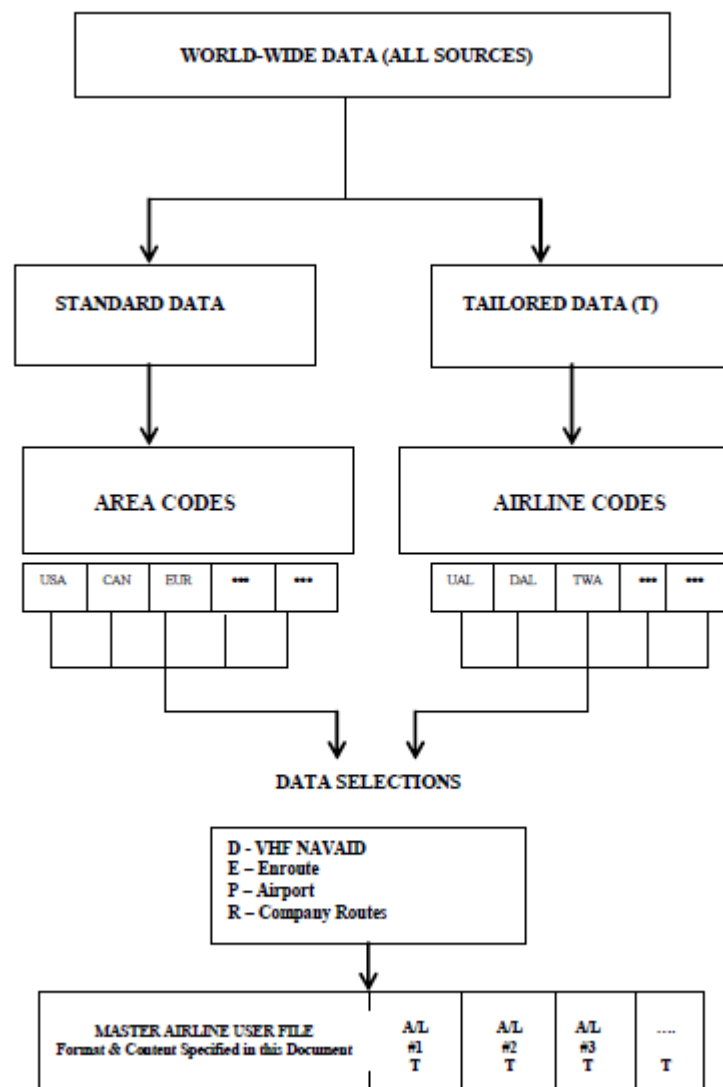


圖 3.2 ARINC 424 航空資料庫編碼架構(摘錄自 ARINC 424 說明文件)

ARINC 424 資料庫編碼將各種航空資料(例如導航及通信)，個別編寫成包含 132 個字元的文字碼。ARINC 424 資料庫編碼文件的第 4 章 (Specification of Records)及第 5 章(Specifications of Fields)詳細說明完成 ARINC 424 資料庫編碼所用到的字元及其意義。以助導航設施為例，

ARINC 424 資料庫 132 個字元所記錄的項目如圖 3.3 所示。

Column	Field Name (Length)	Reference
1	Record Type (1)	5.2
2 thru 4	Customer/Area Code (3)	5.3
5	Section Code (1)	5.4
6	Subsection Code (1)	5.5
7 thru 10	Airport ICAO Identifier (4)	5.6
11 thru 12	ICAO Code (2)	5.14
13	Blank (Spacing) (1)	
14 thru 17	VOR Identifier (4)	5.33
18 thru 19	Blank (Spacing) (2)	
20 thru 21	ICAO Code (2)	5.14
22	Continuation Record No. (1)	5.16
23 thru 27	VOR Frequency (5)	5.34
28 thru 32	NAVAID Class (5)	5.35
33 thru 41	VOR Latitude (9)	5.36
42 thru 51	VOR Longitude (10)	5.37
52 thru 55	DME Ident (4)	5.38
56 thru 64	DME Latitude (9)	5.36
65 thru 74	DME Longitude (10)	5.37
75 thru 79	Station Declination (5)	5.66
80 thru 84	DME Elevation (5)	5.40
85	Figure of Merit (1)	5.149
86 thru 87	ILS/DME Bias (2)	5.90
88 thru 90	Frequency Protection (3)	5.150
91 thru 93	Datum Code (3)	5.197
94 thru 118	VOR Name (25)	5.71
119 thru 121	Blank (Spacing) (3)	
122	Route Inappropriate DME (1)	5.297
123	DME Operational Service Volume (1)	5.277
124 thru 128	File Record No. (5)	5.31
129 thru 132	Cycle Date (4)	5.32

圖 3.3 助導航設施 ARINC 424 編碼欄位(摘錄自課程簡報)

航空資料透過 ARINC 424 航空資料庫編碼轉入導航資料庫中，但並非所有的資訊都能夠被加入。ARINC 424 資料庫編碼不包括地形或是障礙物資料、海岸線、國界、儀航程序操作限度、機場燈光、滑行道資訊、航圖上的附註內容等等，都沒有透過資料庫編碼轉換至導航資料庫中。

(三) ARINC 424 編碼的路徑及終點(Path and Terminator)組合

ARINC 424 編碼利用不同的路徑(Path)和終點(Terminator)組合，將各儀航程序(離場程序、到場程序、進場程序、航路等)轉換為導航資料庫中一系列的航段類型。路徑是指到達某個位置的方式(例如保持某個 Heading 或是 Course 等)，終點是這個航段完成的方式(例如攔截某個助導航設施的輻向)。將儀航程序一系列的航段編碼放入飛航管理系統中，駕駛員依照飛行計畫選定所需的儀航程序，飛航管理系統就會依照各航段執行各項的操作，例如保持某個航向到某個距離位置，達到自動駕駛的目的。

ARINC 424 編碼以 2 個英文字母組合表示不同的路徑及終點航段類型，第 1 個字母代表所使用的路徑，第 2 個字母代表所使用的航段完成方式(終點)。ARINC 424 編碼中所包含的路徑及終點如下表：

路徑的字母代字	路徑方式	終點的字母代字	終點(航段完成)方式
V	Heading	A	Altitude
C	Course or track	D	DME distance
F	Course from a fix	I	Intercept (next leg)
H	Hold	R	Radial
D	Direct	F	To fix/ at fix
P	Procedure turn	M	Manual Termination
T	Track	C	Distance from fix
I	Initial		
A	Arc		
R	Radius		

並非各路徑皆可搭配任何一個終點， ARINC 424 編碼所允許路徑與終點組合的航段類型共有 23 種。ARINC 424 編碼並非由 ICAO 或美國 FAA 所提出的規範，也不是針對性能導航作業所設計，ARINC 424 編碼可用的路徑終點航段類型，有部分未被 ICAO 性能導航程序採用，在 ICAO 儀航程序設計規範 PANS-OPS 所列的可用項目及所允許的路徑終點類型也不是全部的 ARINC 424 編碼類型。ARINC 424 所允許路徑與終點組合的航段類型整理如下表，並列出是否為 ICAO RNAV 或 RNP 所使用。

航段類型	航段描述	ICAO RNAV	RNP
AF	Arc to a Fix (radius around DME)		
CA	Course to an Altitude	Y	
CD	Course to a DME distance		
CF	Course to a Fix	Y	Y
CI	Course to Intercept next leg		
CR	Course to a Radial termination		
DF	Direct to a Fix	Y	Y
FA	Course From a Fix to an Altitude	Y	
FC	Course From a Fix to a distance		
FD	Course From a Fix to a DME distance		
FM	Course From a Fix with Manual	Y	
HA	Climb in Holding pattern to Altitude	Y	Y
HF	Hold and terminate when crossing Fix second time	Y	Y
HM	Hold with Manual termination	Y	Y
IF	Initial Fix	Y	Y
PI	Procedure Turn to Intercept inbound leg		
RF	Radius to a Fix (with center not DME)	Y	Y

TF	Track to Fix/Track between two Fixes	Y	Y
VA	Heading to an Altitude	Y	Y
VD	Heading to a DME distance		
VI	Heading to Intercept next leg	Y	
VM	Heading with Manual termination	Y	
VR	Heading to a Radial termination		

依據 ARINC 424 編碼標準，各類儀航程序航段編碼的路徑與終點組合可由下列表格中選擇。

Procedure	Beginning Leg	Ending Leg
SID Runway Transition Route Type 0, 1, 4, F and T	CA, CD, CF, CI, CR, DF, FA, FC, FD FM, IF, VA, VD, VI, VM, VR	AF, CF, DF, FM, HA, HM ² , RF, TF, VM,
SID Route Type 2, 5, or M	CA ³ , CD ³ , CF ³ , CI ³ , CR ³ , DF ³ , FA, FC, FD, FM, IF ⁴ , VA ³ , VD ³ , VI ³ , VM ⁸ , VR ³ .	AF, CF, DF, FM, HA, IF ⁴ , RF, RF, VM
SID Enroute Transition Route Type 3, 6, S or V	FA, FC, FD, IF	AF, CF, DF, HA, RF, TF,
STAR Enroute Transition Route Type 1, 4, 7 or F	FC, FD, IF	AF, CF, DF, HM, RF, TF
STAR Route Type 2, 5, 8 or M	FC, FD, IF	AF, CF, DF, FM, IF ⁴ , RF, TF, VM
STAR Runway Transition Route Type 3, 6, 9 or S	FC, FD, HF, IF	AF, CF, FM, HF, HM, RF, TF, VM
Approach Transition Route Type A	FC, FD, HF, IF, PI	AF, CF, CI ⁶ , HF, HM, PI, RF, TF, VI ⁵
Approach Route Types in Section 5.7	IF	CF, RF, TF ⁶ ,
Missed Approach Route Type Z	AF ⁷ , CA, CD, CF, CI, CR ⁷ DF, FA, FC, FD, FM, HA, HM, RF ⁷ , TF, VA, VD, VI, VM, VR	AF, CA, CF, DF, FM, HM, RF, TF, VA, VM,

Explanation of Notes in Table

- ¹ When followed by a CF or DF leg or when Route Type is "T," Vector SID.
- ² When Route Type is "0," Engine Out SID.
- ³ When SID Procedure has NO Runway Transitions
- ⁴ When "IF" leg is the one and only record in the SID/STAR route.
- ⁵ When Approach Transition is localizer based.
- ⁶ When Final Approach is GPS or some types of MLS Approach or other specific cases where it has been determined that a "TF" is more satisfactory than a "CF."
- ⁷ When "AF" or "RF" are published to begin at the published Missed Approach Point.
- ⁸ When preceded by runway coded as an IF leg for SID runway transition.

(上表摘錄自 ARINC 424 文件)

ARINC 424 編碼將儀航程序轉換為一系列的航段組合，ARINC 424 編碼的各種航段類型，航段與航段的連接並不是任意組合的方式都可使用，可用的連接順序如下表所列：

		N E X T L E G																							
C U R R E N T L E G		AF	CA	CD	CF	CI	CR	DF	FA	FC	FD	FM	HA	HF	HM	IF	PI	RF	TF	VA	VD	VI	VM	VR	
	AF																								
	CA																								
	CD																								
	CF																								
	CI																								
	CR																								
	DF																								
	FA																								
	FC																								
	FD																								
	FM																								
	HA																								
	HF																								
	HM																								
	IF																								
	PI																								
	RF																								
	TF																								
	VA																								
	VD																								
	VI																								
	VM																								
	VR																								

* = The IF leg is coded only when the altitude constraints at each end of the "FX," "HX" or "PI" leg are different.

& = A CF/DF, DF/DF, TF/DF, or FC/DF sequence should only be used when the termination of the first leg must be overflown, otherwise alternative coding should be used. See Rule 3.1 in this attachment.

(上表摘錄自 ARINC 424 文件)

(四)命名議題

美國航空 965 班機 1995 年 12 月的失事事件之後，航圖、導航資料庫及航電設備的一致性開始受到重視。當年在哥倫比亞的 BOGOTA 機場 Romeo 電臺及美國航空 965 班機目的地 CALI 機場 ROZO 電臺，在進場程序圖中都使用 R 作為識別碼，但在資料庫中，BOGOTA 的 Romeo 電臺命名為 R，而 CALI 機

場 ROZO 電臺則命名為 ROZO，造成駕駛員誤選了非目的地機場使用的助導航設施。在駕駛艙中，若發現有航圖與 FMS 中的導航資料庫不一致時，應該以航圖為依據。

關於程序的名稱，ARINC 424 或 FMS 只能處理 6 個字母，依照 ICAO 的 SID 或是 STAR 命名原則，程序名稱為五個字母的航點名稱，後面接著程序的有效版本號碼，後面再接著是路徑(跑道)指示碼。例如某到場程序最後的航點是 SQUAK，程序修訂版本為第 5 次修訂，跑道的指示代碼為 D，則此到場程序應命名為 SQUAK5D；但因在 ARINC 424 資料庫編碼中，只能處理 6 個字元，因此前述程序在資料庫中的名稱為 SQUA5D，航點名稱的第 5 個字母將被略過。為避免造成混淆，在程序命名時，航點名字的前 4 個字母應避免相同，例如應避免同時使用 SQUAK、SQUAN 來命名程序。

ARINC 424 資料庫編碼的命名原則綜整如下表

名稱種類	名稱字母數量	識別碼字母數量	名稱與識別碼是否相同
Waypoint or fix	5	5	相同
VOR	6 個以上，或使用 2 個名稱	3	不同
NDB	6 個以上，或使用 2 個名稱	2 或 3	不同
Localizer	無名稱	3 或 4	
機場	任何數量	4	不同

(五)飛行管理系統(FMS)的相關限制

ARINC 424 為導航資料庫的標準，但使用導航資料庫的機載飛航管理系統(FMS)則沒有統一的規格或是標準，不同公司出產的 FMS 功能及規格不同，同一家公司生產的 FMS 可能有多種版本在市面上。FMS 具有一些使用上的限

制，有很大比例的 FMS 在飛機高度未達到 1000 呎無法處理導航訊號。有些 Honeywell 的 FMS 系統，會將 CA、CD、CI 等類型的航段，轉換為 VA、VD 及 VI。如果在離場程序中，某航段沒有高度限制的話，Honeywell 的 FMS 將無法處理速度限制。有些較舊的系統無法處理 AF 類型的航段。

四、心得

(一)掌握 ARINC 424 編碼方式，了解 ARINC 424 編碼及飛航管理系統的限制

透過本次訓練課程，學習如何將儀航程序經由 ARINC 424 編碼標準轉換為供飛航管理系統使用的資料庫，除了掌握 ARINC 424 編碼方式及可處理的項目，對於了解 ARINC 424 編碼的限制及不包含的項目也同等重要。儀航程序設計人員進程序設計時，應避免使用符合儀航程序設計規範，但無法直接以 ARINC 424 編碼標準轉換的設計方式，俾將程序內容正確建置於飛航管理系統中。

不同航空公司使用不同廠牌及不同規格的 FMS 產品，各 FMS 存在不同的資料庫使用限制條件，這些不同規格的 FMS 可處理的 ARINC 424 編碼版本亦不相同，雖然最新的 ARINC 424 修訂版本為第 21 版，仍有很多 FMS 是使用舊的版本，編碼公司須提供各種版本編碼的資料庫，FMS 製造商再將其轉換為特定型號規格 FMS 可用的格式。不同的 FMS 執行同一個儀航程序，可能會有些微的差異。

(二)確保儀航程序設計成果與發布的資訊一致

飛航管理系統所使用的導航資料庫，係由資料庫編碼公司人員將航圖上的資訊轉換為 ARINC 424 編碼格式，再提供給飛航管理系統使用。編碼人員依照航圖上面的資訊進行編碼的工作，雖然編碼人員會檢查航圖資料的合理性，若有相關疑問也會向原始資料提供者(儀航程序設計人員)詢問，但航圖上的資料如果有誤，除非是很明顯不合理的數據，否則編碼人員無法自行判斷資料是否正確，因此應確保儀航程序設計成果以航圖及飛航資料傳遞給使

用者過程中，皆維持資料一致性及正確性。

(三)依航空情報定期發布制度(AIRAC)辦理航空資料公告事宜

飛航管理系統只會載入現行週期的航空資料，如果航空資料比規定的時程晚發布，編碼公司及飛航管理系統製造商可能無法即時於生效日前完成資料更新，可能發生FMS中的導航資料與實際有效的不同，造成駕駛員的困擾，甚至有飛安的疑慮。目前臺北飛航情報區的航空資料(包括儀航程序)皆依航空情報定期發布制度(Aeronautical Information Regulation and Control)的發布日及生效日週期辦理相關作業。為確保使用者可獲得最正確且即時的資料，未來仍應持續確保本區的航空資料依照 ARINC 週期準時發布。

(四)依 ARINC 424 航空資料庫編碼精神檢核現有傳統程序設計架構

ICAO 並未規定傳統儀航程序須發布 ARINC 424 航空資料庫編碼資訊，惟實務上，無論性能導航或傳統程序，皆須將程序內容以 ARINC 424 編碼建置於飛航管理系統中，過去本局部分之儀航程序會有「複合條件」之設計(例如要求通過某航點並離開特定高度後轉彎)，此類設計雖似符合「邏輯」，惟並非 ARINC 424 資料庫編碼可達成之任務；本局於 106 年底建置之新儀航程序設計輔助系統，已可接受傳統儀航程序之 ARINC 424 航空資料庫編碼類型，運用新設計系統相關編碼能力，以檢核現有傳統程序設計與 ARINC 424 資料庫編碼之協調性，俾確保本局所設計之儀航程序能精準、正確地轉換為航空資料庫編碼。

五、 建議

(一)持續掌握航空資料庫編碼相關改變以及資料庫編碼實務作業方式

ARINC 424 資料庫編碼的架構仍持續因應導航技術、飛航管理系統功能及實務需求更新，儀航程序設計人員應持續掌握 ARINC 424 航空資料庫編碼相關改變以及資料庫編碼的實務作業方式，使本區儀航程序設計成品更能適

切地以 ARINC 424 資料庫編碼呈現。

(二) 持續派員參加航空資料庫編碼相關課程

ICAO 儀航程序設計規範中要求性能導航程序於發布時應搭配相關導航資料之細節(如程序航點資料及各航段的編碼建議)，以輔助資料庫編碼作業。儀航程序之 ARINC 424 航空資料庫編碼，有助於將程序內容正確地建置於航空器機載之飛航管理系統中，實為程序設計與飛航操作實務連結之重要關鍵之一，建議宜持續派員參加相關課程，俾利本局相關業務推動。