



# 第四章 RNP导航规范及应用

中国民航飞行学院飞行技术学院

张光明 副教授

2009年12月29日

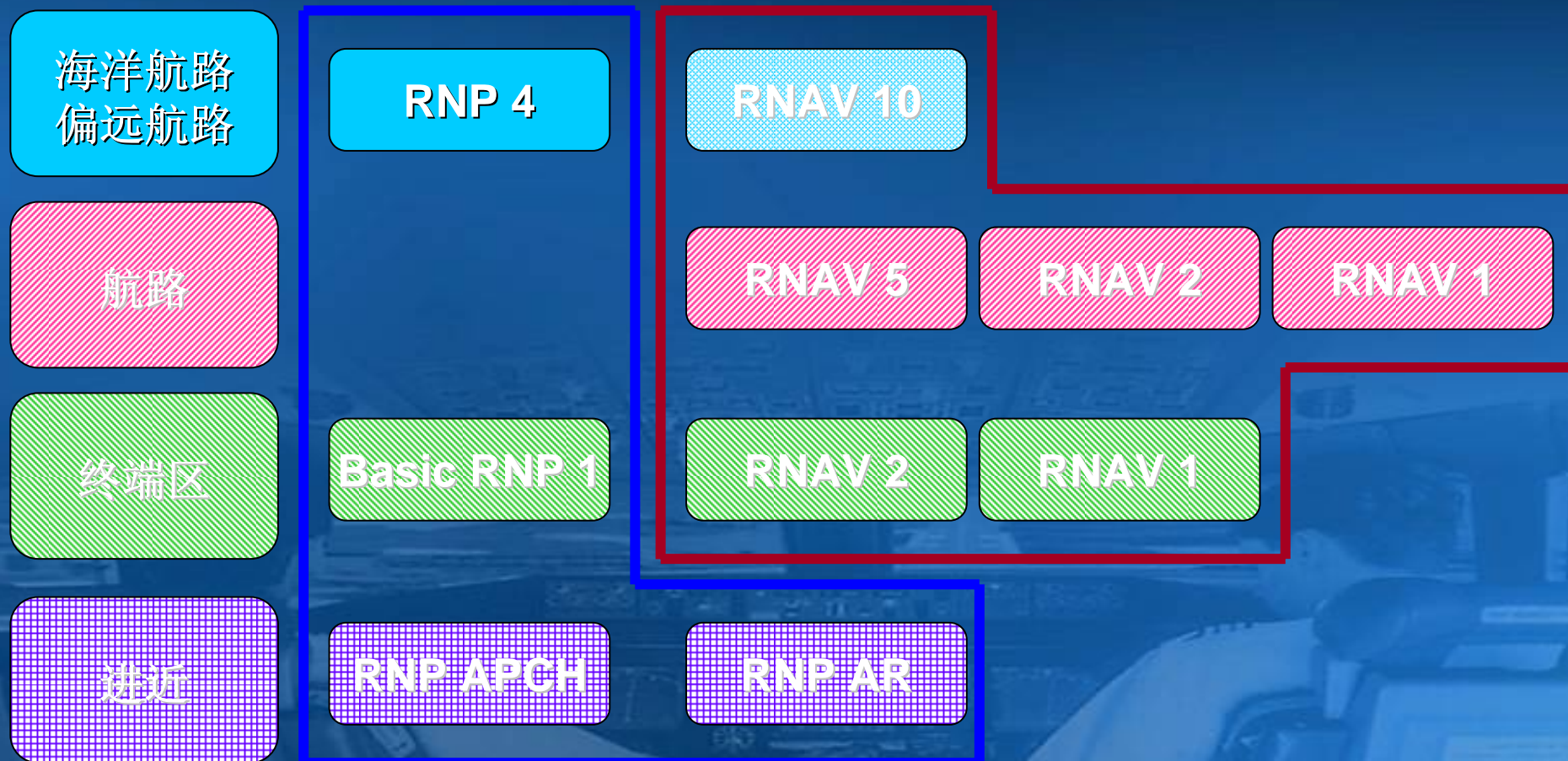
2009-12-29

1/23

CHINA CIVIL AVIATION FLIGHT COLLEGE

中国民航飞行学院

# 海洋航路或偏远航路: RNP 4



# RNP 4运行区域：海洋或偏远航路

PBN应用			RNP 4	
导航应用	导航设施		GNSS	
	导航规范	机载设备	OPMA	
		性能	TES≤4nm	
		航段类型	CF-DF TF	
		功能	偏航 旁切转弯	
监视			无雷达	
通信			话音	管制员飞行员数据链通信（CPDLC）和自动相关监视协议（ADSC）
ATM	最小间隔		50nm	30nm
	公布		RNP 4	



# ADS-B, ADS-C

- **ADS-B:** 自动相关监视广播模式，在航空器上定时广播其状态信息（包括水平和垂直位置、水平和垂直加速度）和其它信息。
- **ADS-C:** 自动相关监视协议，它与**ADS-B**类似，但它的数据传输是基于地面系统和航空器之间的协议，因此其通信需要建立链接。



# 管制员飞行员数据链通信CPDLC

- 允许飞行员和管制员相互传递信息。
- 信息是预先格式化和标准化的。
- 现代空中交通管理的数据链传递包括：
  - 机场信息
  - 离场超障
  - 海洋越障
  - 直线航路
  - 卫星导航系统航路（**NSSR**）代码
  - 管制区之间的航空器移交。



# RNP 4: 航空器要求

- 合格审定基准 (AC20-138A和AC 20-130A)



# 关键因素

- **RNP 4已发布在:**
  - Doc 9613 (1999) 和正式信函的附件 13/33.70486 (2004)
  - 修订版PBN并不影响航空器或营运人遵循相关规章。
- **30×30nm间隔**
  - **RNP 4+CPDLC+ADS-C**





# 终端区: Basic RNP 1

海洋航路  
偏远航路

RNP 4

航路

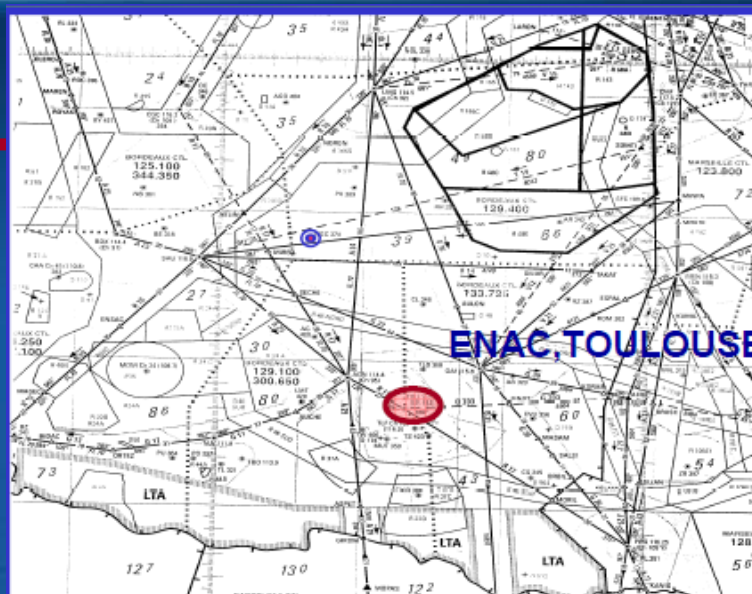
终端区

Basic RNP 1

进近

RNP APCH

RNP AR



RNAV 1

RNAV 2

RNAV 1





# 运行区域：终端区

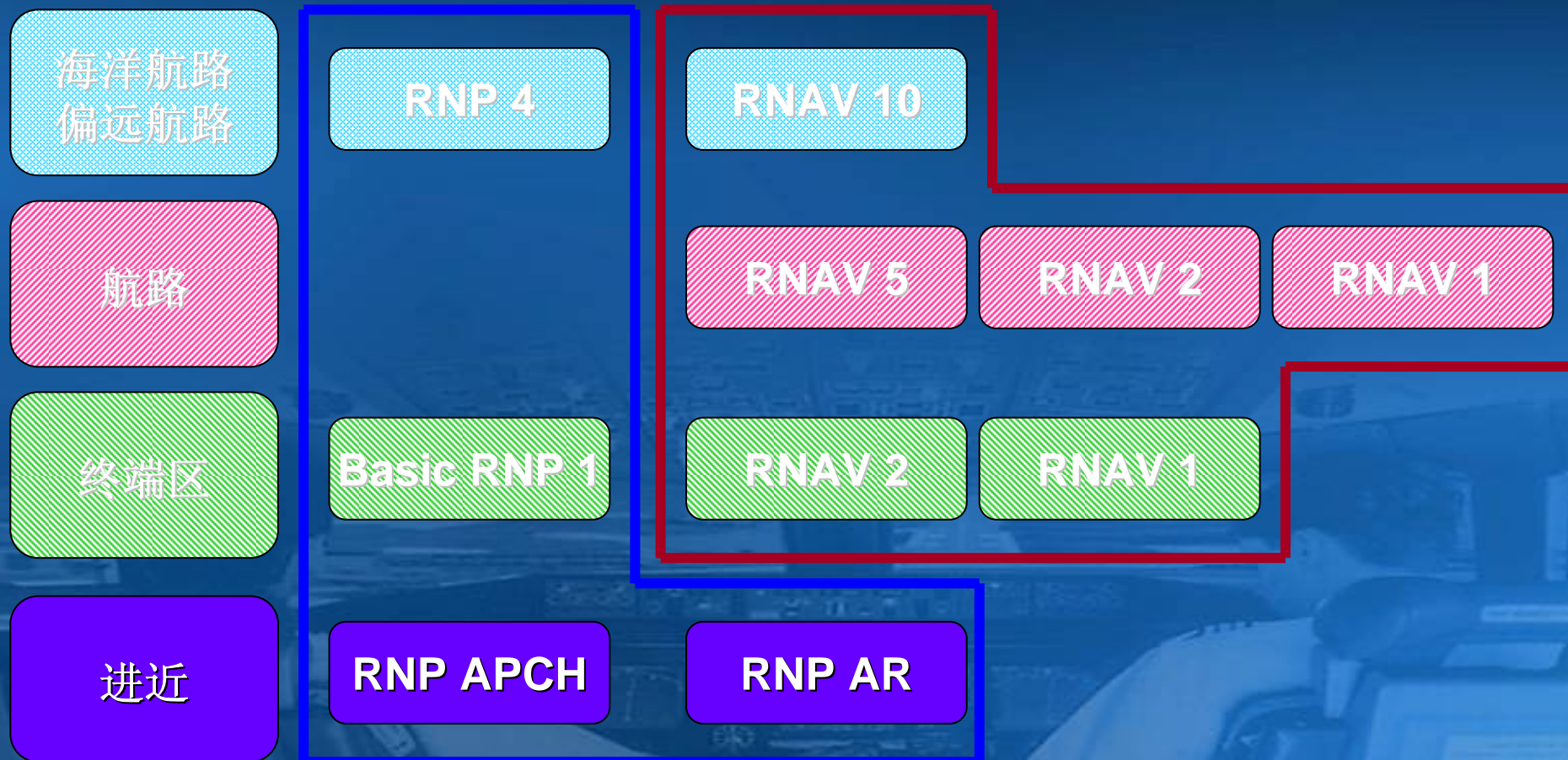
PBN应用		Basic RNP 1
导航设施		<b>GNSS</b>
导航规范	机载设备	<b>OPMA</b>
	<b>TSE</b>	<b>&lt;1nm</b>
	航段类型	<b>IF CF TF DF VA VM VI CA FA FM</b>
	功能	数据库 旁切（ <b>FB</b> ）转弯
监视		程序管制
通信		话音
<b>ATM</b>	最小间隔	<b>变化值</b> <b>Cf Doc 4444</b>
	公布	<b>RNP 1</b>

# Basic RNP 1: 航空器要求

- 合格审定基准: (**AMC20-16和AC90-100**)
- **GPS**应符合具有接收机自主完好性检测 (**RAIM**) (或由综合监控器代替) 功能的 **TSO C129, C 145, C 146**文件要求。



# 进近





# 运行区域：进近

- 进近（Approach）是指从FAF（FAP）开始到MDA/DA的**最后进近**，而起始进近和中间进近包含在终端区（Terminal）中；
- **没有RNAV进近，只有RNP进近。**
- **基于GNSS的进近。**
- **RNP APCH=当前RNAV（GNSS）**



**A-1A**  
06 AUG 09  
EFF: 27 AUG 09

**A319-115**

**LINZHI, CHINA**  
**RNAV (RNP) RWY 05**

**MISSED APPROACH:** ✧---✧  
Climb to **20100'** via the RNAV (RNP) Missed Approach track to **NZ514** and hold as published. Do not exceed **225 KIAS** until **NZ512**.

**ENGINE OUT MISSED APPROACH:** ✧//////✧  
If unable to cross **NZ514** at **20100**, advise ATC and continue climb via the **RWY 05 RNAV (RNP) ENGINE FAIL TRACK**.

**APPROACH:**  
- Verify EPE does not exceed RNP  
- Alt Set: **hPa**  
- Approach not authorized when airport temperature below **-12 degrees C**  
- Approach not authorized using remote altimeter setting

**REQUIRED EQUIPMENT:**  
(2) FMGC  
(2) MCDU

**AIRBUS**

**A319-115**

**19-1**  
18 JUL 07  
EFF: 23 AUG 07

**中国 拉萨**  
**RNAV (RNP) Z RWY 09**

权)  
1' 过渡高度层  
1' **ATC通知**

**复飞:** ✧---✧  
沿 RNAV (RNP) 复飞航迹至 **LS900**, 爬升到 **FL236** 加入公布的等待程序, 最大等待速度 **230 kts**.

**一发失效复飞:** ✧//////✧  
如果过 **LS900** 低于 **FL236**, 通知ATC, 沿 **RWY 09 RNAV (RNP)**  
一发失效航迹爬升, 在 **LS900** 等待。参见 (10-3K-EF)  
一发失效 **TO/GA** 推力使用 **10 分钟**.

**进近:**  
- 证实 EPE 不大于 RNP  
- 高度表设置: **QNH**  
- 如果机场温度低于 **-14°C**, 不允许实施进近  
- 不允许使用远程 **QNH** 实施进近

**所需设备:**  
(2) FMGC  
(2) MCDU

**23600'**  
(7200m)  
MSA ARR

**INSTRUMENT APPROACH**  
**CAT. C**  
**ALT AD : 449, THR : 420 (15 hPa)**

**24 APR 09**

**HUANG SHAN / TUNXI**  
**AD2 ZSTX IAC-2**  
**RNAV RNP SAAAR-APPROACH RWY 31-Z**

**SPECIAL AIRCRAFT & AIRCREW**  
**AUTHORIZATION REQUIRED**

**TWR: TUNXI Tower 118.6 (130.0)**

**VAR**  
**5° W**  
**(08)**

**Corresponding table ft / m** **Minimum Sector Altitude**

**168-OPS/611** **SAAAR-Requirements** **RBUS - © 2009**

2009-12-29

13/23

CHINA CIVIL AVIATION FLIGHT COLLEGE

中国民航飞行学院



# 运行区域：进近

- “基本RNP”称为RNP APCH（比如T型或Y型进近）
  - 基于RNAV（GNSS）进近的概念
  - 独立系统（比如TSO C129a class A1）和组合导航系统（比如FMS）的发展

KARB/ARB ANN ARBOR MUN		JEPPESEN 29 DEC 06 (12-1)		ANN ARBOR, MICH RNAV (GPS) Rwy 6	
ATIS (ASOS when Twp inop)	DETROIT Approach (R)	*ANN ARBOR Tower CTAF 120.3		*Ground 121.6	
134.55	118.95				
WAAZ Ch 77601 W-06A	Final Appch Crs 059°	Minimum Alt VUZJU 2500' (768')	LPV DA(H) (CONDITIONAL) 1109' (278')	Apt Elev 839'	TDZE 831'
MISSED APCH: Climb to 3000' direct VAQOL and hold.					
Alt Set: INCHES Trans level: EI 180 Trans alt: 18000'					
1. Use local altimeter settings; if not received, use Willow Run altimeter setting. 2. VGS1 and RNAV glidepath not coincident. 3. Bare-VNAV not authorized when using Willow Run altimeter setting. 4. For uncompensated Bare-VNAV systems, LNAV/VNAV not authorized below -15°C (4°F) or above 47°C (117°F). 5. DME/DME RNP-0.3 not authorized. 6. Pilot controlled lighting 120.3.					

2009-12-29



# 运行区域：进近

- “先进的RNP”称为**RNP AR**（比如**US RNP SAAAR**）
  - 概念的灵活性可解决繁忙区域或复杂环境面临的问题。
  - 精度的提高和概念的灵活性可解决具有挑战性的进近问题。
  - 发展高度集成机载系统：具有惯性导航和近地告警的双套**GNSS/FMS**系统。
  - 机组人员培训和应急程序，是安全层面的关键问题。
  - 要求特殊授权



# 运行区域：进近

PBN应用		RNP APCH	RNP AR
导航设施		<b>GNSS</b>	<b>GNSS</b>
导航规范	机载设备	<b>OPMA</b>	<b>OPMA</b>
	<b>TSE</b>	<b>最小到0.3nm</b>	<b>从0.3到0.1nm</b>
	航段类型	<b>IF TF DF (VA CA FA)</b>	<b>IF CF TF DF VA VM VI CA FA FM RF</b>
	功能	数据库 (LOA) 旁切 (FB) 转弯	数据库 (LOA) 旁切 (FB) 转弯 <b>V-NAV</b>
监视		<b>ATS</b> 或程序管制	<b>ATS</b> 或程序管制
通信		话音	话音
<b>AT M</b>	最小间隔	<b>Doc 4444</b>	<b>Doc 4444</b>
	公布	<b>RNP APCH RNAV (GNSS)</b>	<b>RNP AR RNAV (RNP)</b>

2009-12-29

16/23

CHINA CIVIL AVIATION FLIGHT COLLEGE

中国民航飞行学院





# 认证

- 定义适航和运行标准（比如AC 20-138A ,AMC 20-XX）
- 基于GNSS的RNAV系统
- 机载RNAV/GNSS应该：
  - 一个独立的GPS系统，应符合TSO C129a/ ETSO C129a class A1或TSO C 164A（星基增强系统SBAS接收机）要求。
  - 具有GNSS传感器的多传感器系统，应符合TSO C129()/ ETSO C129() class B1/B3,C1 or C3或TSO C 145A的要求。
    - 推荐采用最新标准的TSO C 129()系统的故障检测与排除（FDE）功能。

2009-12-29

17723

CHINA CIVIL AVIATION FLIGHT COLLEGE

中国民航飞行学院



# 水平导航 (LNAV)

- 水平导航 (LNAV)

- 从更新后的**导航数据库**中提取信息制定飞行计划。
- 显示必要的导航参数，以便更安全地进近。
- **OPMA**
- 精度：
  - 起始进近、中间进近、复飞阶段
    - $TSE \leq 1nm$
  - 最后进近阶段
    - **$TSE \leq 0.3nm$**
- 复飞阶段是基于传统导航设施或**RNAV**。
  - 如果采用**RNAV**，应急程序应该评估（**RNAV性能失效**）



# 垂直导航 (VNAV)

- 垂直导航 (VNAV)
  - 不要求
  - 程序应该在以一般平均值（基本测高系统）上飞行，比如升降速度 (V/S) 或飞行航迹角。
  - 如果RNAV系统的性能参数和程序能在导航数据库中编码，程序应该使用Baro VNAV作为参考。但是所有的高度参数（比如下降至定位点）和之后的MDA应被考虑到机组程序 (CDFA) 中。
- 如果已发布了Baro-VNAV APV程序，航空器也取得认证，则可以按照该程序运行。





# RNP AR

- **RNP值: 0.3nm-0.1nm**
- 概念灵活
- 进近举例
  - 直线进近航段0.25nm
  - 接着是沿着曲线的中间进近航段0.18nm
  - 然后是沿着曲线的最后进近航段0.2nm
  - 最后是复飞航段0.3nm
- 特殊功能
  - 基于垂直误差积累（VEB）的VNAV概念
  - 最后进近使用RF航段





# RNP AR

- 机载设备的设计，应符合所需精度、完好性、连续性和可用性的要求。
- 要求授权，主要是评估进近运行能力。
  - 类似II类精密进近。
- 要求具备机载性能监测和告警能力



# 关键因素

- 无RNAV进近，只有RNP进近
- 基于GNSS导航
- RNP APCH，通常情况下
  - RNP APCH=当前RNAV（GNSS）
  - RNP 1：中间进近（含）之前和复飞阶段
  - RNP 0.3：最后进近航段
  - 无需重复设计和重复认证
  - 公布：RNAV（GNSS）
- RNP AR=专门认证
  - 专门的航空器（RNP0.3-0.1）
  - 专门培训
  - 只用于特殊情况
  - 只用于RNP APCH不能满足的一些特殊需求。



# 谢谢!

2009-12-29

23/23

CHINA CIVIL AVIATION FLIGHT COLLEGE

中國民航飛行學院