

1. 电磁兼容基本概念
2. 电磁干扰的电磁耦合及发射机理
3. 印制板的电磁兼容设计
4. 屏蔽设计理论及技术
5. 滤波设计理论及技术
6. 互连电缆
7. 电子设备及系统的接地设计

电磁兼容基本概念

- 电磁兼容大事记
- 电磁兼容案例
- 电磁兼容性的定义及含义
- 系统电磁兼容的研究思路

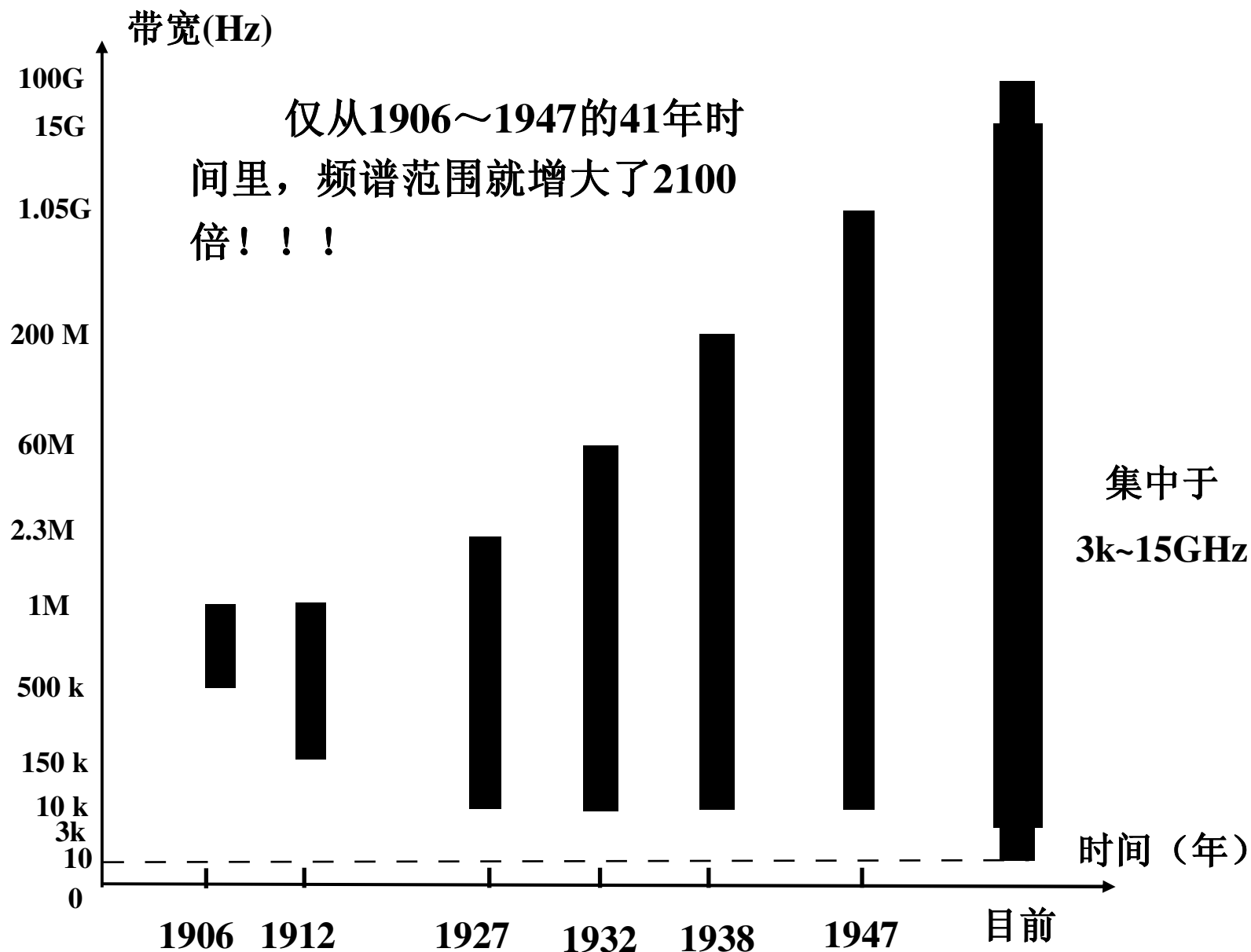
电磁兼容大事记

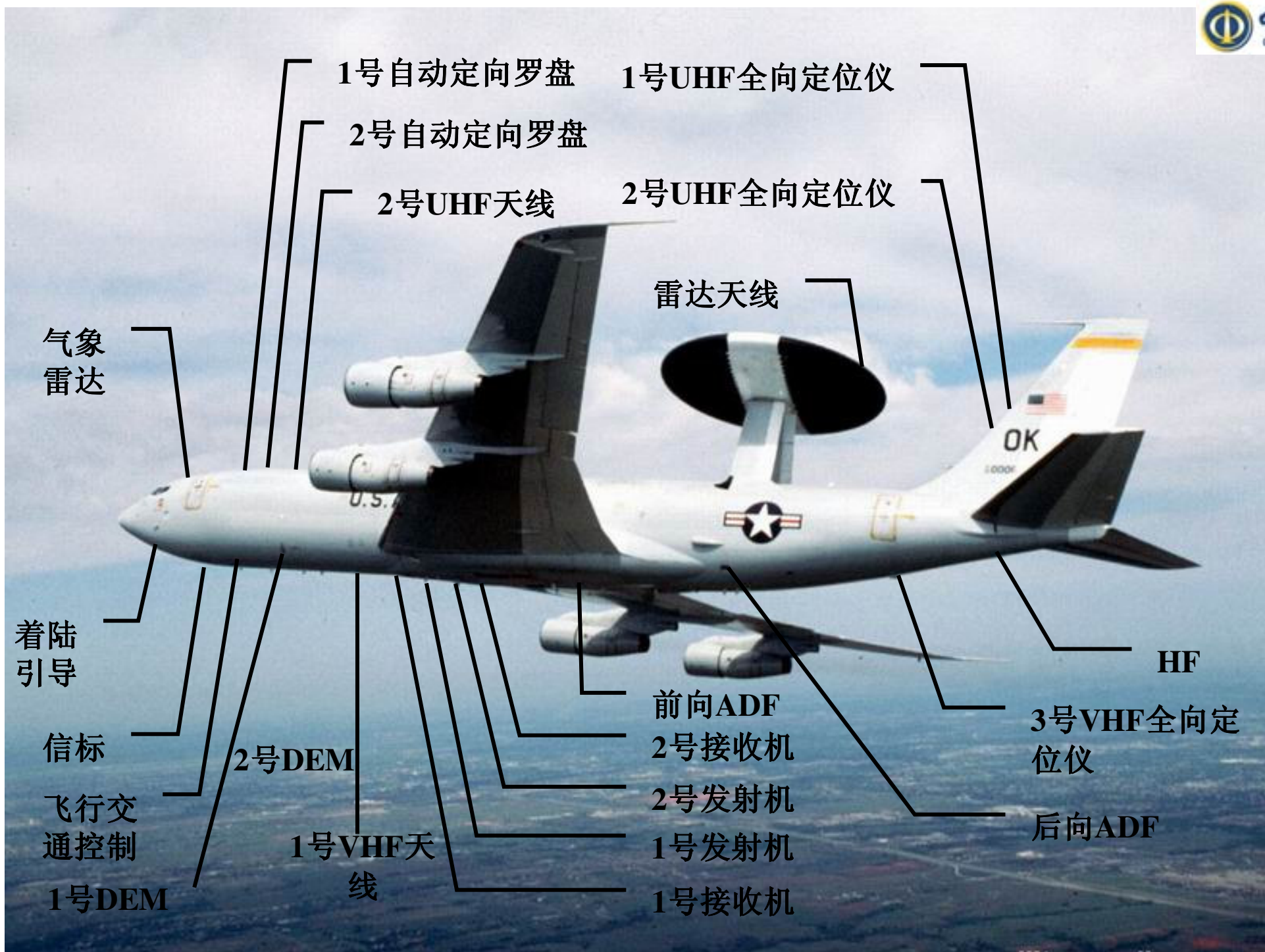
- 1865年，国际电报联盟成立，现改为“国际电信联盟”（ITU）；
- 1881年，第一篇讨论电磁兼容问题的文章：由英国科学家希维塞德撰写的《论干扰》；
- 1887年，第一个研究电磁兼容问题的学会组织：德国柏林电气协会成立的“干扰问题委员会”
- 1936年，第一篇讨论电磁屏蔽的文章：美国Bell实验室的Schelkunoff撰写的《A Theory of Shielding》

电磁兼容大事记（续）

- 1938年，第一篇完整论述电磁屏蔽的文章：Schelkunoff撰写的《The Impedance Concept and its Application to Problems of Reflection, Refraction, shielding and Power Absorption》
- 第一个电磁兼容标准：美国空军的32331—A Suppressor, Electrical Noise, Radio Frequency
- 第一套统一名词术语、极限值、测量方法的标准：MIL-STD-461、—462（1967年）、—463（1966年）、（军用设备和分系统的电磁发射和敏感度要求）
- 第一个电磁兼容分析预测软件：麦道公司于1971年推出的IEMCAP（Intrasystem Electromagnetic Compatibility Analysis Program）

电磁频谱带宽变化示意图





1号自动定向罗盘

1号UHF全向定位仪

2号自动定向罗盘

2号UHF全向定位仪

2号UHF天线

雷达天线

气象
雷达

着陆
引导

HF

信标

2号DEM

前向ADF

3号VHF全向定
位仪

飞行交
通控制

1号VHF天
线

2号接收机

2号发射机

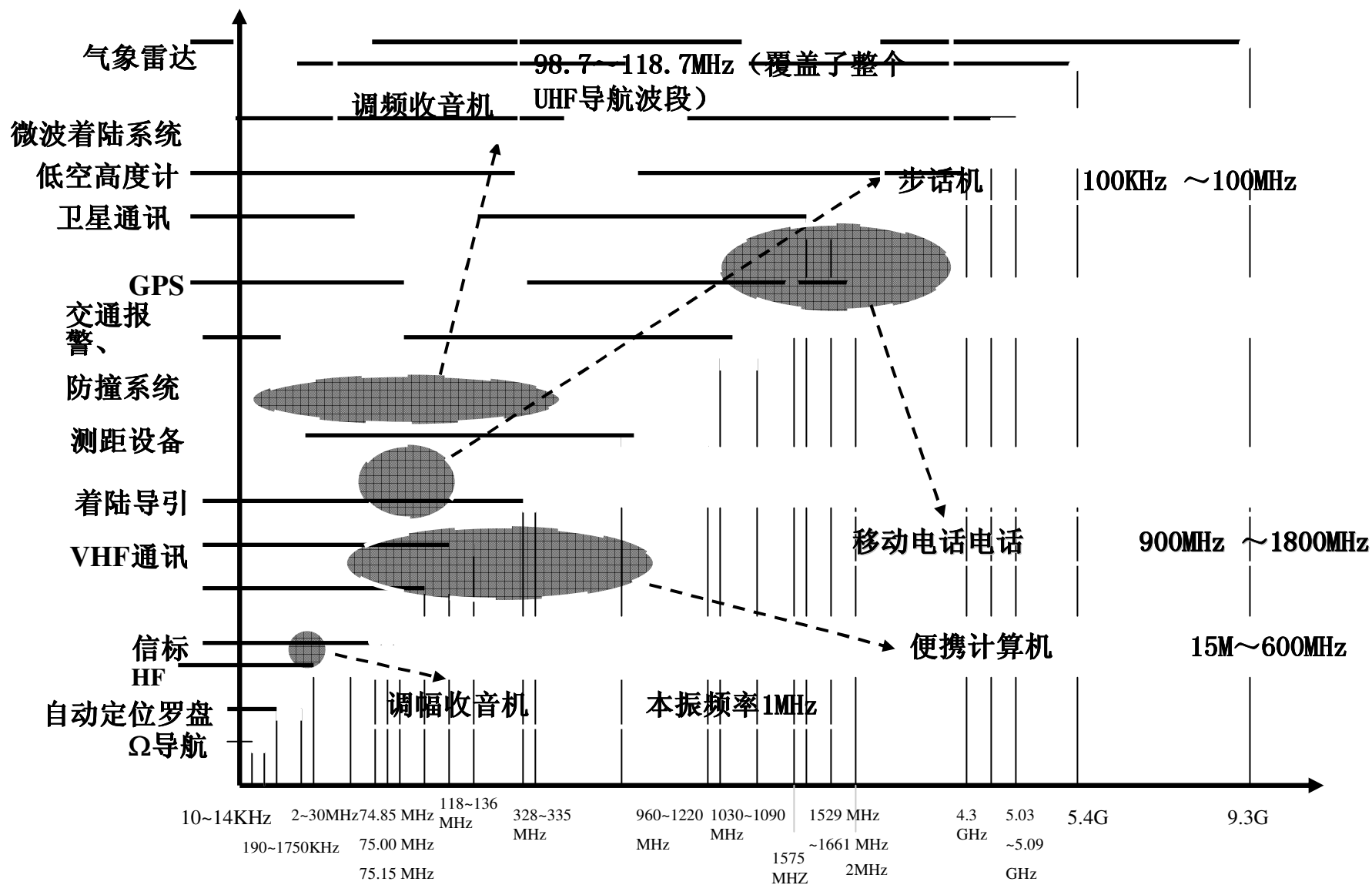
1号发射机

1号接收机

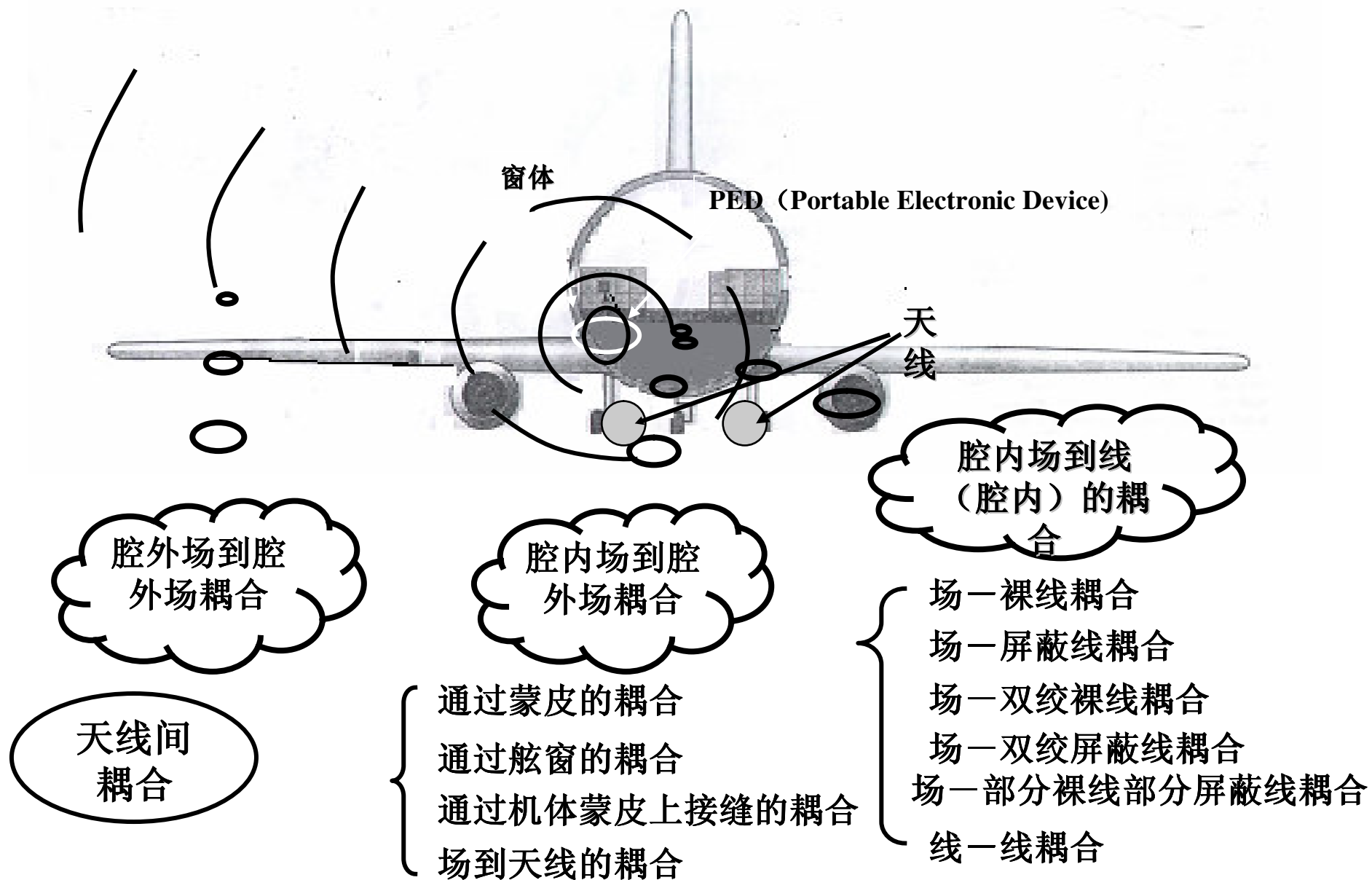
后向ADF

1号DEM

飞机系统的电磁频谱



飞机系统的电磁耦合示意图



耦合途径及最易受到干扰的设备

1. 主要的耦合途径：电缆、天线

因此飞机上的电缆是双绞、双线屏蔽、三线屏蔽、扭绞的，具体情况视设备为数字或模拟而定。

2. 最易受到干扰的是：

- 带有天线的高灵敏设备，因为一般导线均采取了双绞、屏蔽等措施，抗干扰的能力较好，而PED所产生的电磁场会通过飞行舷窗透到飞机外部，对天线
- 时效对于屏蔽电缆接地的影响（接地阻抗应控制 $100\text{m}\Omega$ 之内）

耦合途径及最易受到干扰的设备

3. 飞机舷窗的影响:

- $f < \text{VHF}$ 导航波段, 舷窗的作用相当于天线的相位阵列, PED在不同座位上所产生的场变化非常大;
- $f > \text{VHF}$ 导航波段, 舷窗的衰减作用几乎为零。

总之, PED对飞机导航、通讯的影响非常大, 尤其是在飞机起飞、着陆的时候。

EMC的定义与含义

定义:

设备在共同的电磁环境中能一起执行各自功能的共存状态。

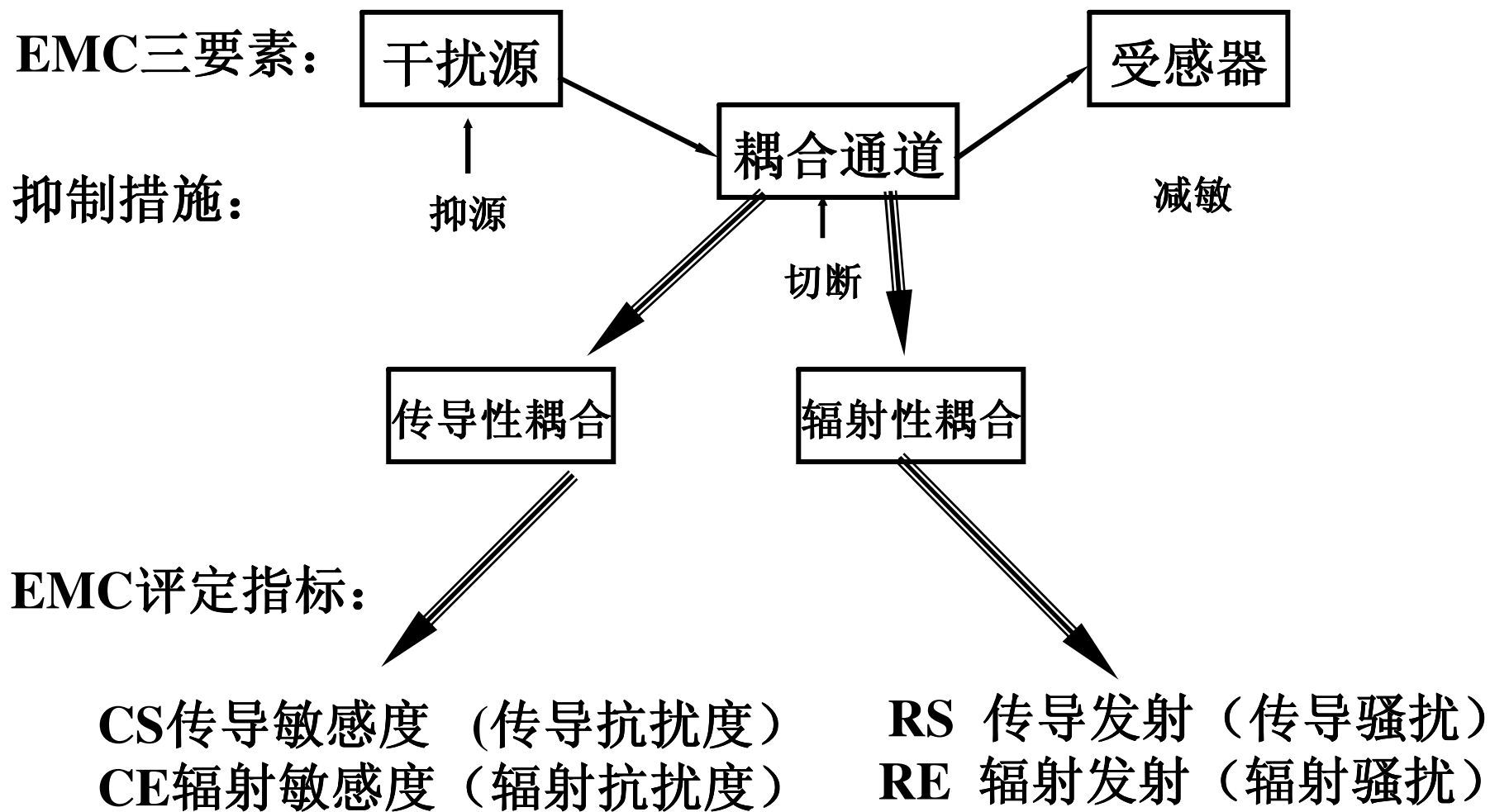
EMC (Electromagnetic Compatibility)

$$EMC = EMS + EMI$$

含义: **EMS (Electromagnetic Susceptibility)**

EMI (Electromagnetic Interference)

EMC三要素及抑制方法

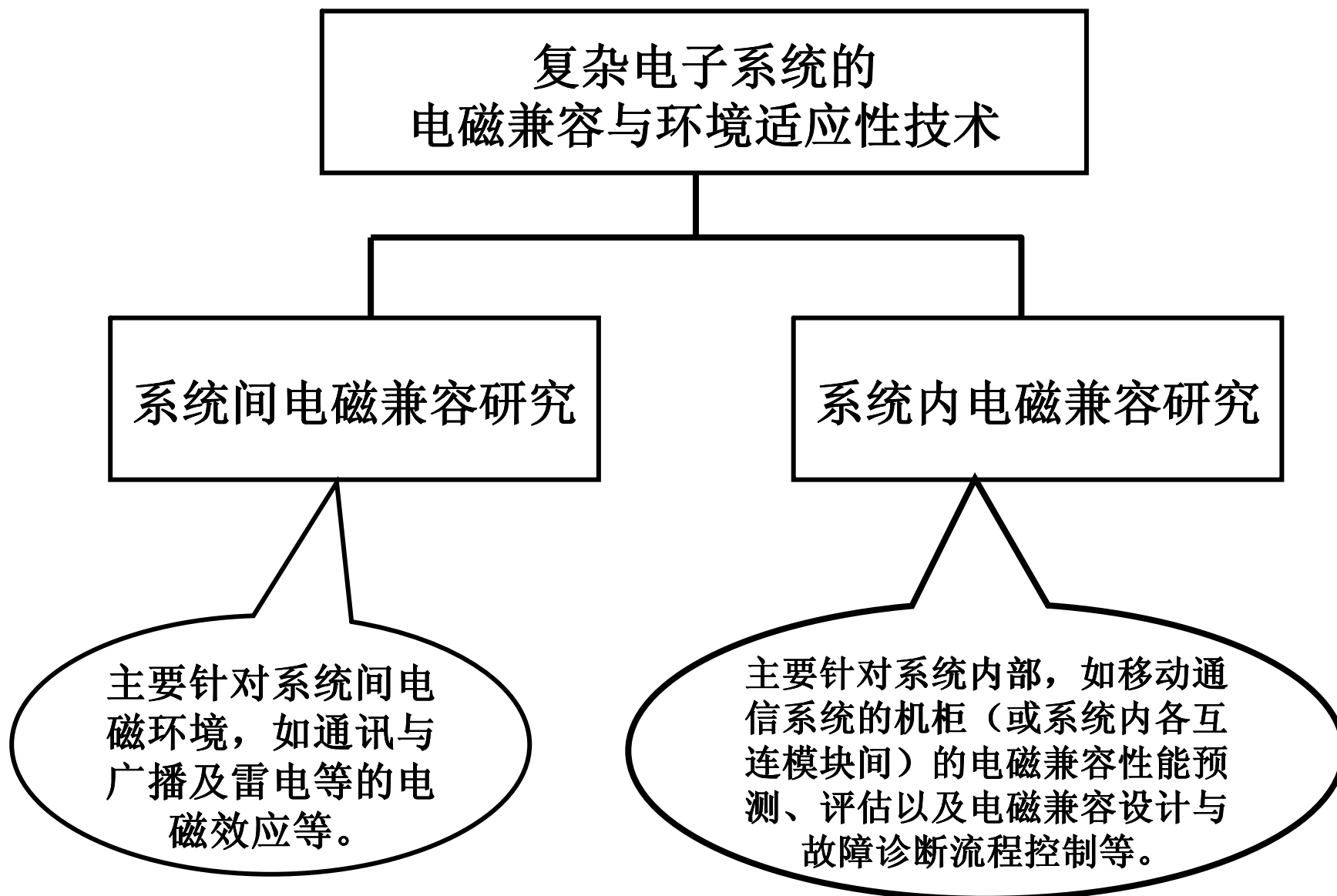


电磁兼容对设备和部件的突出影响

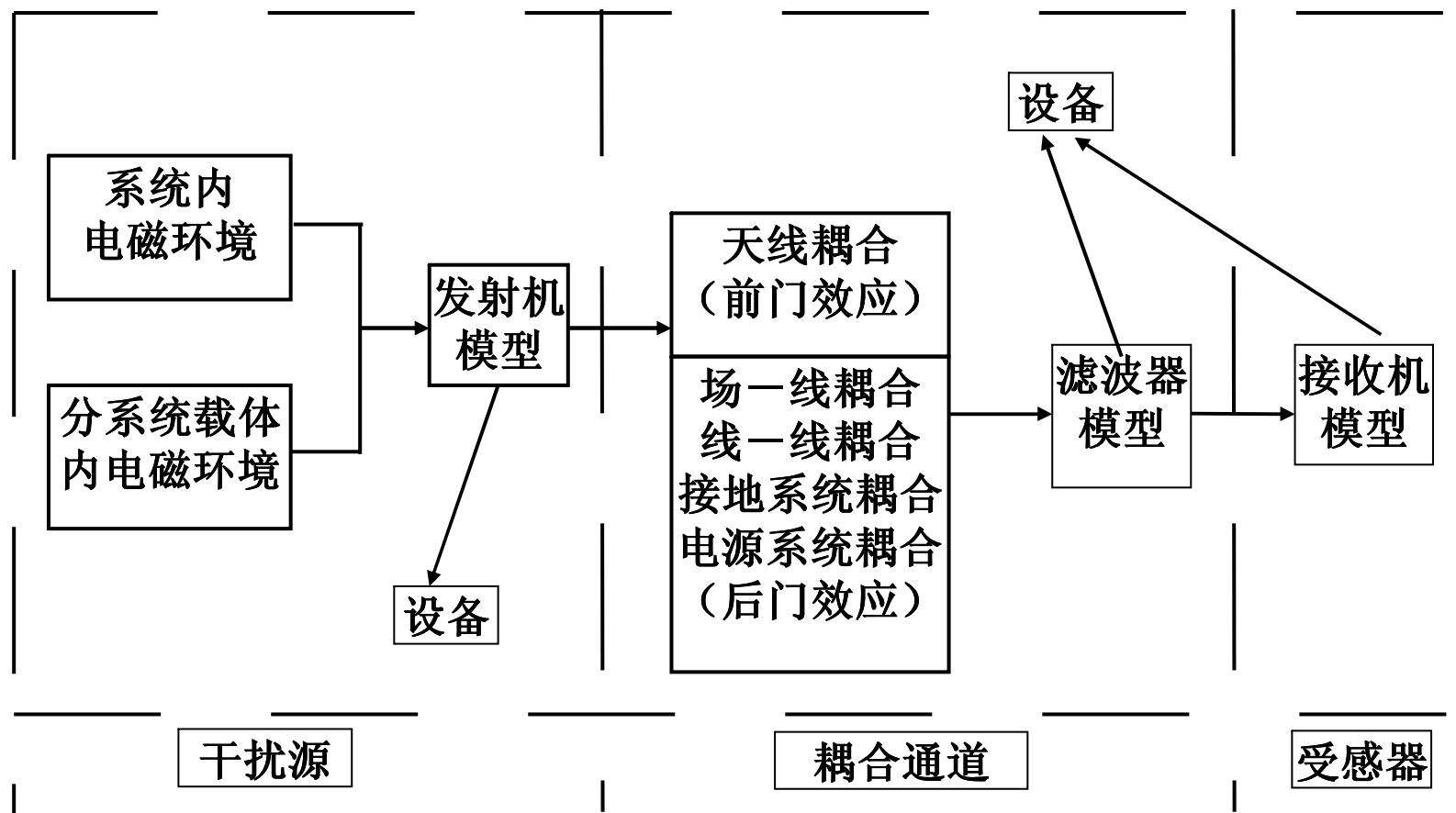
对于民用设备及系统而言，EMC性能的突出影响表现为：

- 系统性能的降低或失效，造成不能完成预定任务
- 引起失效模式，降低设备可靠性
- 影响装备或元器件的工作寿命
- 影响效/费比，增加产品的成本
- 影响设备或人员的生存性和安全性
- 延误生产和使用

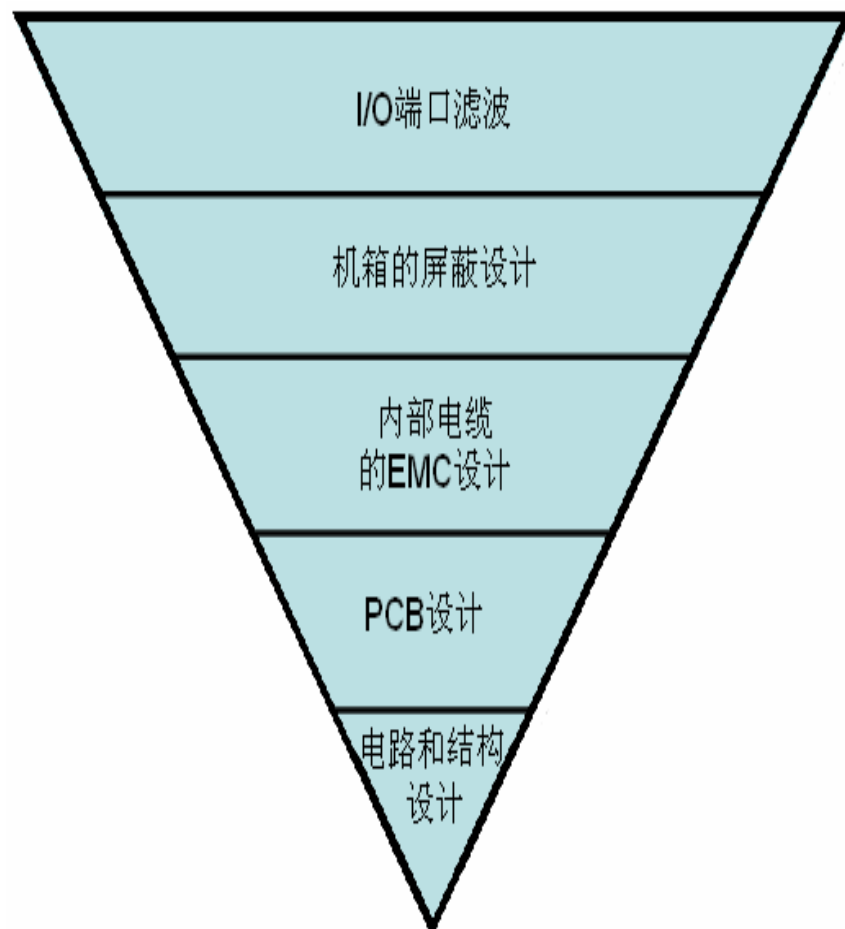
研究范畴



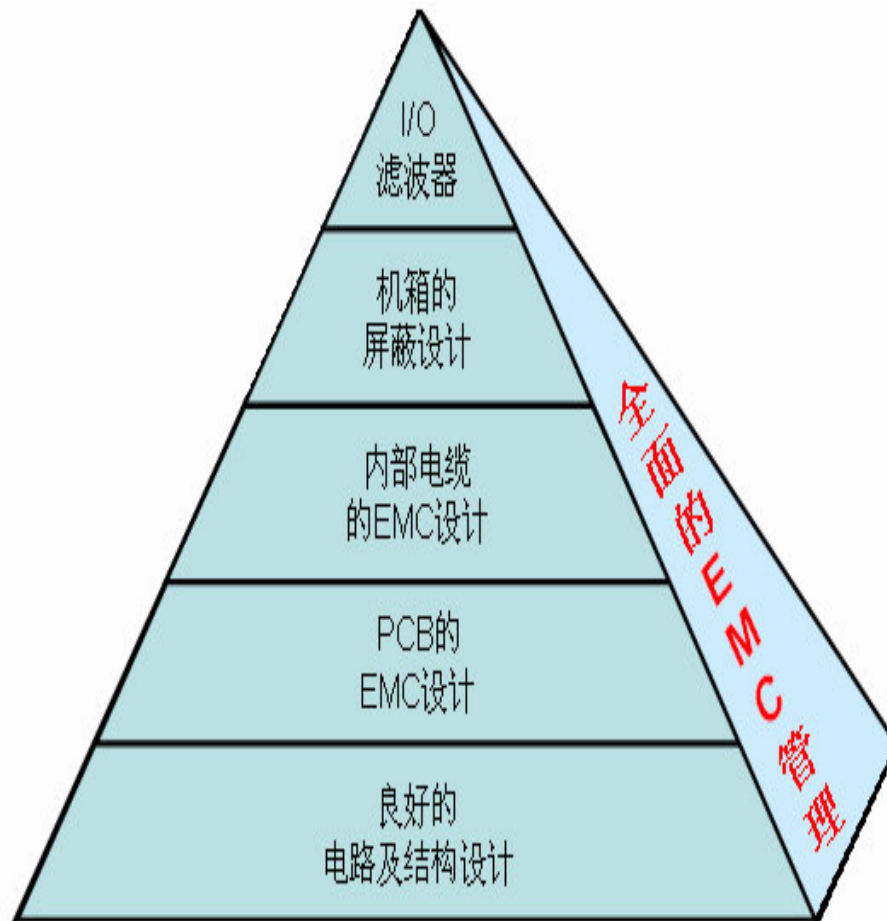
电磁干扰耦合方式与研究思路



EMC对策新理念



传统对策



新对策

电磁兼容设计的层次及主要工作

