



# 划过黑夜的闪亮精灵

——流星余迹通信浅析

西安电子科技大学 李赞

2014年08月28日 宁夏·固原



对于我们而言，流星不仅仅是美丽的景致和祈愿，它可以创造更多的奇迹.....



- 什么是流星余迹通信
- 国内外研究现状与应用
- 野外试验与研究成果



# 什么是流星余迹通信

## 1. 流星——夜空中最闪亮的星



作为在地球上可观测到的太阳系的成员，“**流星**”是宇宙空间存在大量的**物质粒子和尘埃**。它们以最高**72km/s**的速度围绕太阳运动，当它们的轨道与地球相交时，就落入地球大气层。

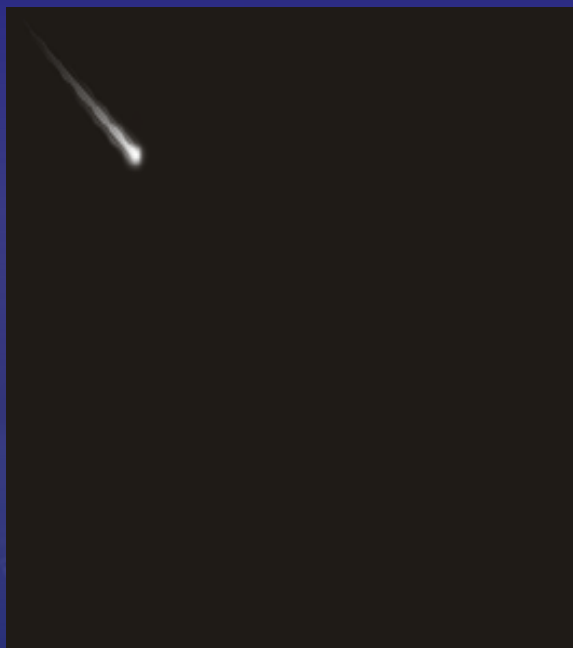


# 什么是流星余迹通信

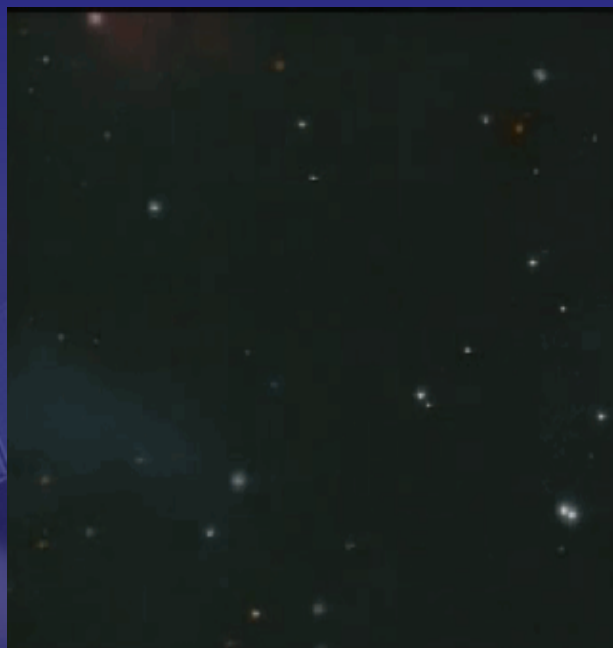
## 1. 流星——夜空中最闪亮的星

根据流星强度和密度的不同，流星包括可分为**偶发流星**、**火流星**和**流星雨**三种。

偶发流星



火流星



流星雨

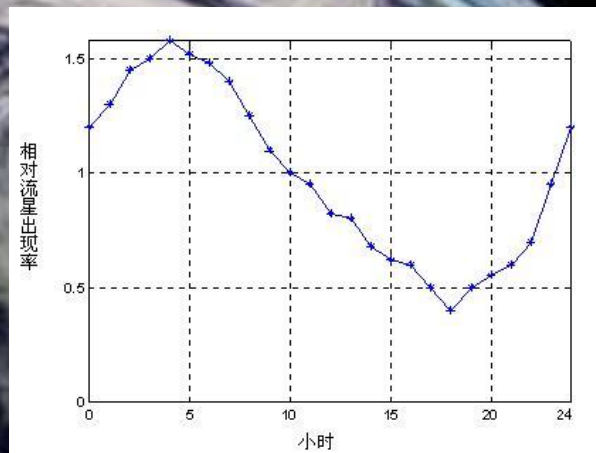
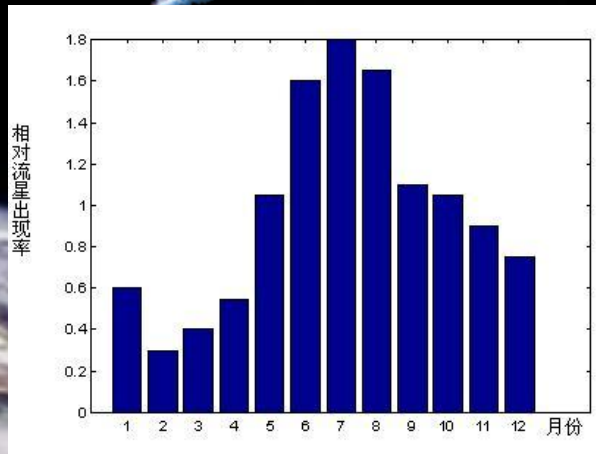


# 什么是流星余迹通信

## 1. 流星——夜空中最闪亮的星

每天数亿颗  
流星出现

- 早晨比傍晚多
- 春夏比秋冬多
- 低纬度比高纬度高



# 什么是流星余迹通信

## 2. 流星余迹——自由之光

流星在掠过空中时会发出大量的光和热，使周围的气体电离，并很快扩散形成以流星轨迹为中心的柱状电离云，这种电离云具有反射无线电波的特性，这就是“流星余迹”。



- ◆ 流星余迹高度: 80-120 km
- ◆ 宽度: 15-40 km
- ◆ 余迹寿命: 几百毫秒至几秒



# 什么是流星余迹通信

## 2. 流星余迹——自由之光



电离层 (D层)

高度60~90公里

电离层 (E层)

高度90~130公里

电离层 ( $F_1$ 层)

高度130~200公里

电离层 ( $F_2$ 层)

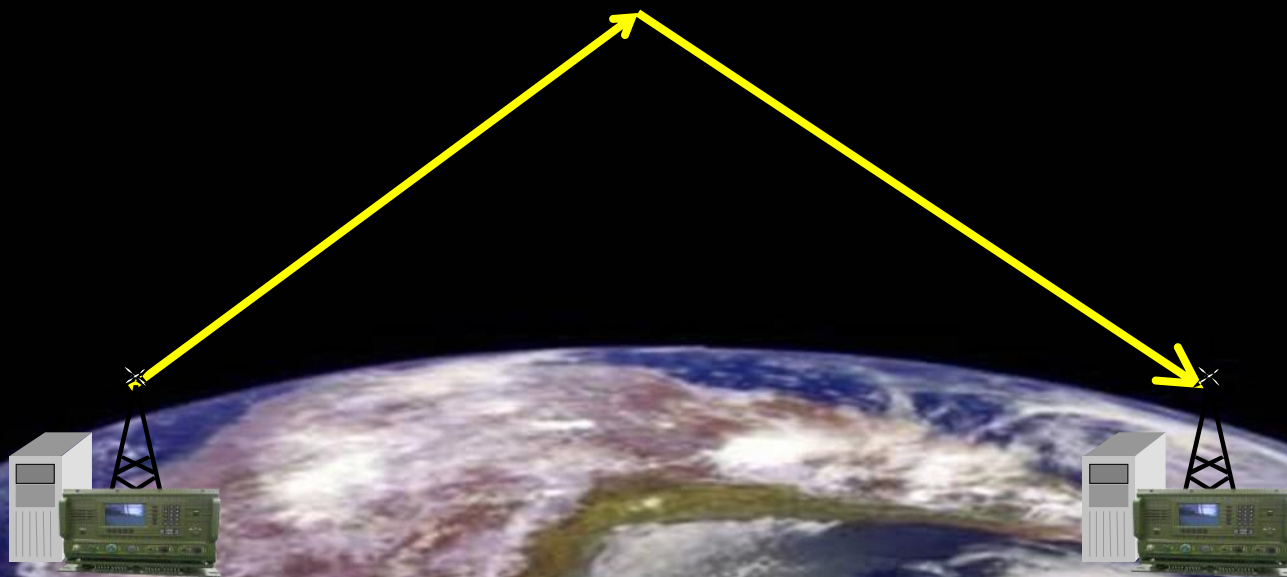
高度 $\geq$ 200公里

流星余迹主要发生在高度为80~120公里的电离层内

# 什么是流星余迹通信

## 3. 流星余迹通信——最后的希望

**流星余迹通信** ( Meteor Burst Communication , MBC ) 是利用流星电离余迹对VHF无线电波的**反射**和**散射**作用来进行通信的一种**突发通信方式**。



# 什么是流星余迹通信

## 3. 流星余迹通信——最后的希望

流星余迹通信特点：

(1) 信道稳定，不受核爆、太阳黑子扰动影响

(2) 隐蔽性好、保密性好、抗干扰能力强

(3) 通信距离远、支持全时域、全天候工作

(4) 适用于准实时、低限度信息传输

流星余迹通信（MBC）是在核爆炸、自然灾害、硬摧毁等导致常规通信手段全部中断的条件下，仍然能够提供可靠信息传输的最低限度应急通信手段。

- 什么是流星余迹通信
- 国内外研究现状与应用
- 野外试验与研究成果



# 国内外研究现状与应用

## 1. 流星余迹通信的研究意义



(1) 未来战争中，军事通信随时受到被干扰和被摧毁的“**双重**”打击。不具备应急通信保障能力的军事通信系统将无法保障最终的指挥通信。

# 国内外研究现状与应用

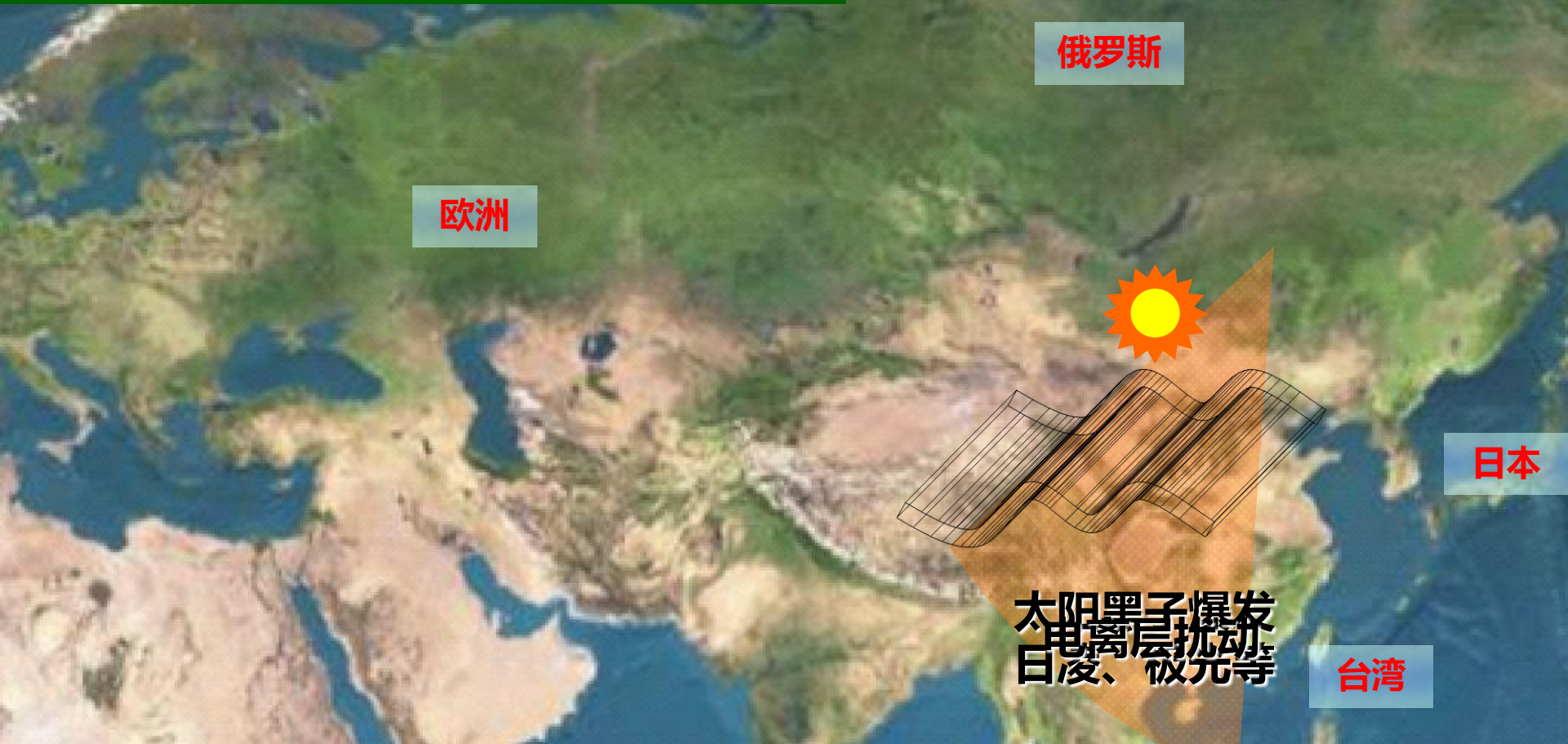
## 1. 流星余迹通信的研究意义



(2) 世界上核威胁依然存在。我国虽已具备核威慑力，但在制信息权方面仍然与美国等核大国有差距。

# 国内外研究现状与应用

## 1. 流星余迹通信的研究意义

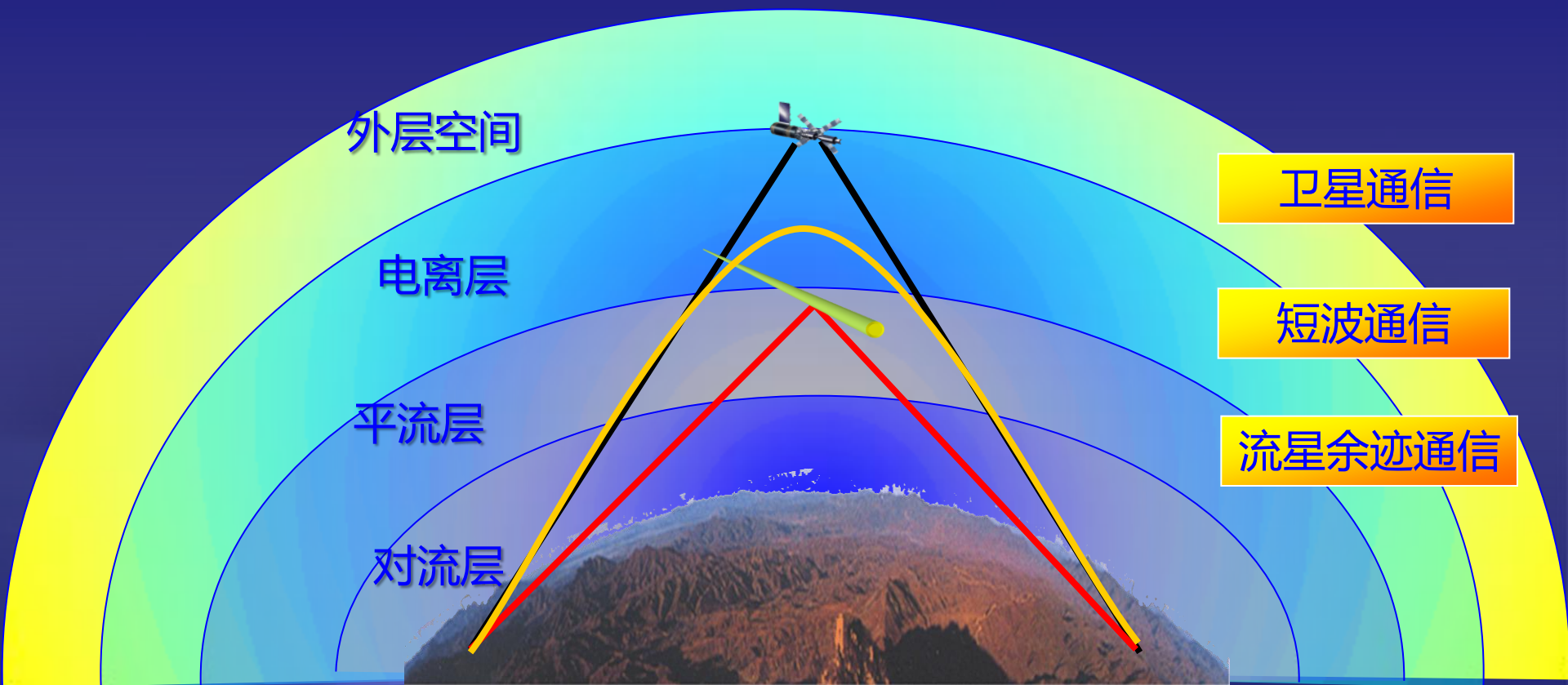


(3) 恶劣自然环境对远程无线通信手段影响严重。目前，我国还不完全具备应对上述情况的应急通信手段。

# 国内外研究现状与应用

## 1. 流星余迹通信的研究意义

(4) 流星余迹通信是卫星通信、短波通信等远程通信的有效补充。



# 国内外研究现状与应用

## 2. 应用方向

**应用方向2：**流星余迹通信覆盖范围广，一跳就可以实现从北京至东南沿海地区的通信，作为一种非常规通信手段，补充加强反“台独”应急作战及连锁反应地区的通信保障能力。

通信保障作战指挥

**应用方向3：**作为一种有效的、经济的手段，用于边防海岛通信以及突破第一岛链后远洋作战通信支援；同时也可作为移动目标如远洋舰船位置和遥测的数据传输方式。



# 国内外研究现状与应用

## 3. 国外发展情况

### ➤ 技术发展

- 六十年代初期研制出了第一代流星余迹通信系统，采用PM或AM的模拟体制，可以传输电传报、等幅报等业务；
- 六十年代中后期和七十年代初期，由于卫星通信的发展研究工作一度中断；
- 七十年代后期，通过对流星余迹传播特性的深入研究，以其显著优点再度受到各国，特别是军事部门的高度重视；
- 七十年代末期至九十年代，美国、苏联和欧洲先后研制出了实用的流星余迹通信系统……



# 国内外研究现状与应用

## 3. 国外发展情况

### ➤ 技术发展

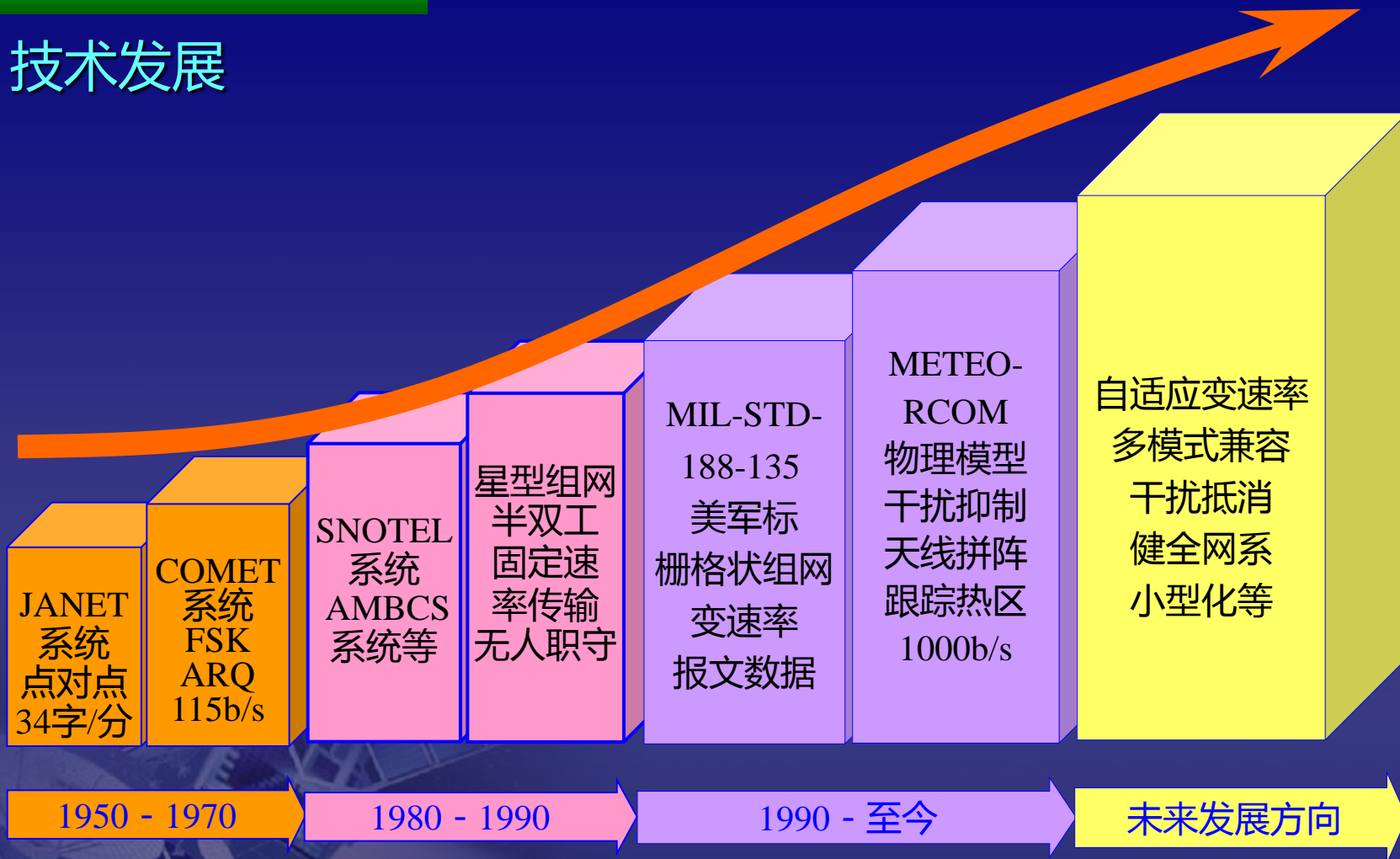
- ◆ 1953年美国建立了第一条流星余迹测试链路，研究流星特性测试试验规律，证实了其可以作为一种新的通信手段；
- ◆ 60年代加拿大和西欧建立了“COMET”测试系统，通过荷兰与法国南部之间1000公里实验，证实了利用短持续期突发信道的可用性；
- ◆ 90年代以来美国DARPA（国防部高级研究计划局）在纽约州的维罗纳和南卡罗莱纳州的查尔斯顿之间建立了一个现代流星通信技术示范系统，证实了夏季是流星余迹通信的最佳时间。



# 国内外研究现状与应用

## 3. 国外发展情况

### ➤ 技术发展



# 国内外研究现状与应用

## 3. 国外发展情况

### ➤ 技术发展

七十至九十年代，美国、荷兰、前苏联和日本相继研制出了实用的设备和系统，其主要代表产品为美国MCC公司系列设备。



MCC 8309  
MCC 54050

工作频率: 40~50MHz  
工作频率: 40~50MHz  
工作方式: 全双工  
工作方式: 半双工  
发射功率: 500W, 1000W  
发射功率: 1000W  
调制制度: BPSK, PSK  
调制制度: BPSK  
突发速率: 4kb/s, 8kb/s  
突发速率: 4kb/s, 8kb/s  
信息最大长度: 1250字符  
信息最大长度: 3512字符



# 国内外研究现状与应用

## 3. 国外发展情况

### ➤ 技术发展

四十至六十年代技术研究和试验，**美国、苏联和加拿大**等国开展了大规模流星余迹通信技术研究和试验。

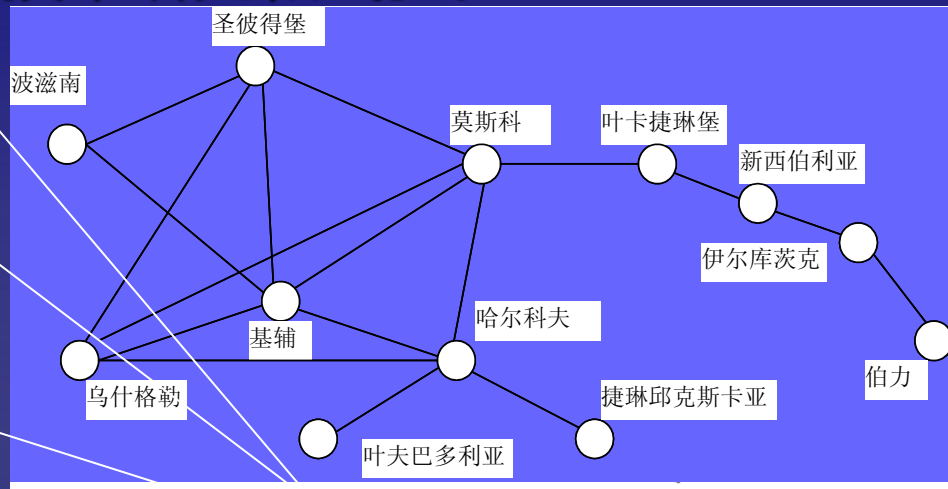
美国积雪探测系统 (SNOTEL系统)

北美防空联合司令部通讯网

空军阿拉斯加空中指挥MBC系统

北约欧洲盟军司令部COMET系统

苏联多位置流星无线电标准比较系统



西安电子科技大学

# 国内外研究现状与应用

## 3. 国外发展情况

### ➤ 国外应用



### ★ 民用方面

- 北约欧盟国家看警统的指挥系统指分捌附按器国；
- 日本也装备海拳台型部队通和指
- 前苏联的流星通
- 信系统连通基辅
- 值空通空覆盖
- 术发捌迎信设辅助手段；



# 国内外研究现状与应用

## 4. 国内发展情况

### ➤ 先期发展

自六十年代起，西安电子科技大学研制出完全自主的我国第一代**HX - 101A至HX - 101E**五个型号流星余迹通信设备。



#### HX101E

- 整体系统采用国产小规模集成电路器件；
- 功放发射功率1000瓦瓦通信距离100公里里；
- 采用双层单元木天线线天线增益13dBdB；
- 固定数据传输速率满足全年平均100汉字/分；
- 低时延的数据速率要求射通信相结合模式分；
- 采用具有基本的差错控制和改进的ARQ功能。



# 国内外研究现状与应用

## 4. 国内发展情况

### ➤ 先期发展

1963年，在**北京—西安**线路上对流星余迹散射传播进行了连续一年的测试，得到了**流星余迹散射信道特性**的第一手资料；

1976年，HX - 101C和HX - 101D系统参加了我国最后一次**低空核效应试验**，证明流星余迹通信不受电离层骚动和核爆炸的影响。

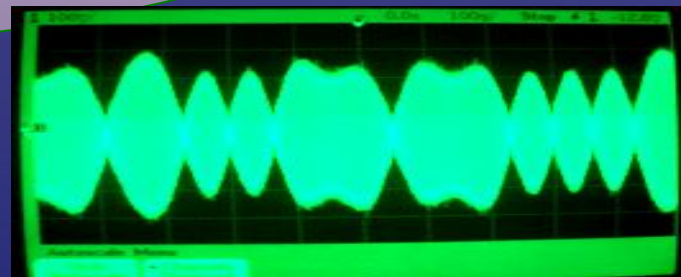


# 国内外研究现状与应用

## 4. 国内发展情况

### ➤ 先期发展

- 1978年, 西安电子科技大学研制的 HX - 101D 流星余迹通信系统获得**全国科学大会奖**。
- 1983年, 西安电子科技大学研制的HX - 101C 流星余迹通信系统获得**电子工业部科技成果二等奖**。



# 国内外研究现状与应用

## 4. 国内发展情况

### ➤ 设备引进



MCC-520B



MCC-525



MCC-550C



MCC-545A



MCC-6560

上世纪八十年代和九十年代，总参和二炮部队分别引进了美国MCC公司流星余迹通信设备。但在技术上和性能上不够先进，且存在**保密性、安全性**等隐患，我军急需国产化设备装备部队。



# 国内外研究现状与应用

## 4. 国内发展情况

### ➤ 我们的设备

在国家相关重点课题支撑下，研制出我国**独立自主**的新一代流星余迹应急通信系统。



监控与显示分机



传输分机



滤波器分机

功放分机

电源分机



# 国内外研究现状与应用

## 4. 国内发展情况

### ➤ 我们的设备



天馈分机外观



自动伺服系统



手动伺服系统

- 什么是流星余迹通信
- 国内外研究现状与应用
- 野外试验与研究成果



# 野外试验与研究成果

## 1. 南极实验

连续 4 年组织博士赴南极，参加“HF / VHF 频段极区通信性能”测试，采集了极地特殊环境下的宝贵数据。

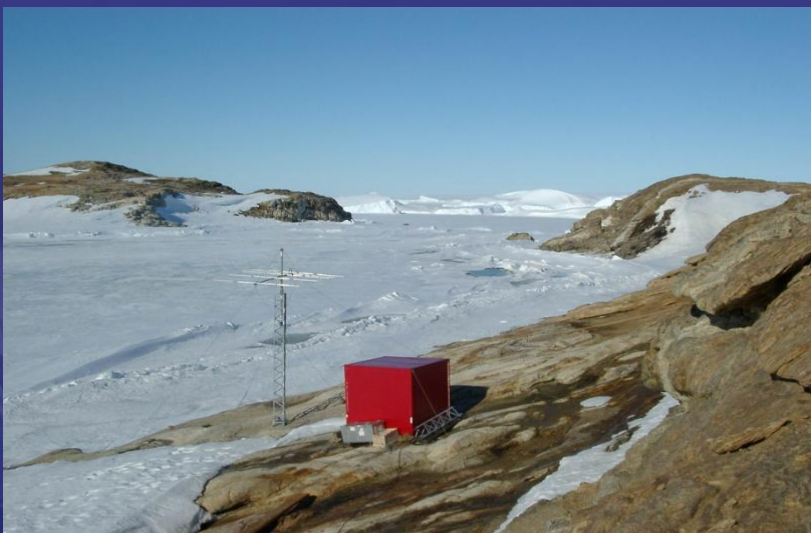


中国中山站—日本昭和站



# 野外试验与研究成果

## 1. 南极实验



# 野外试验与研究成果

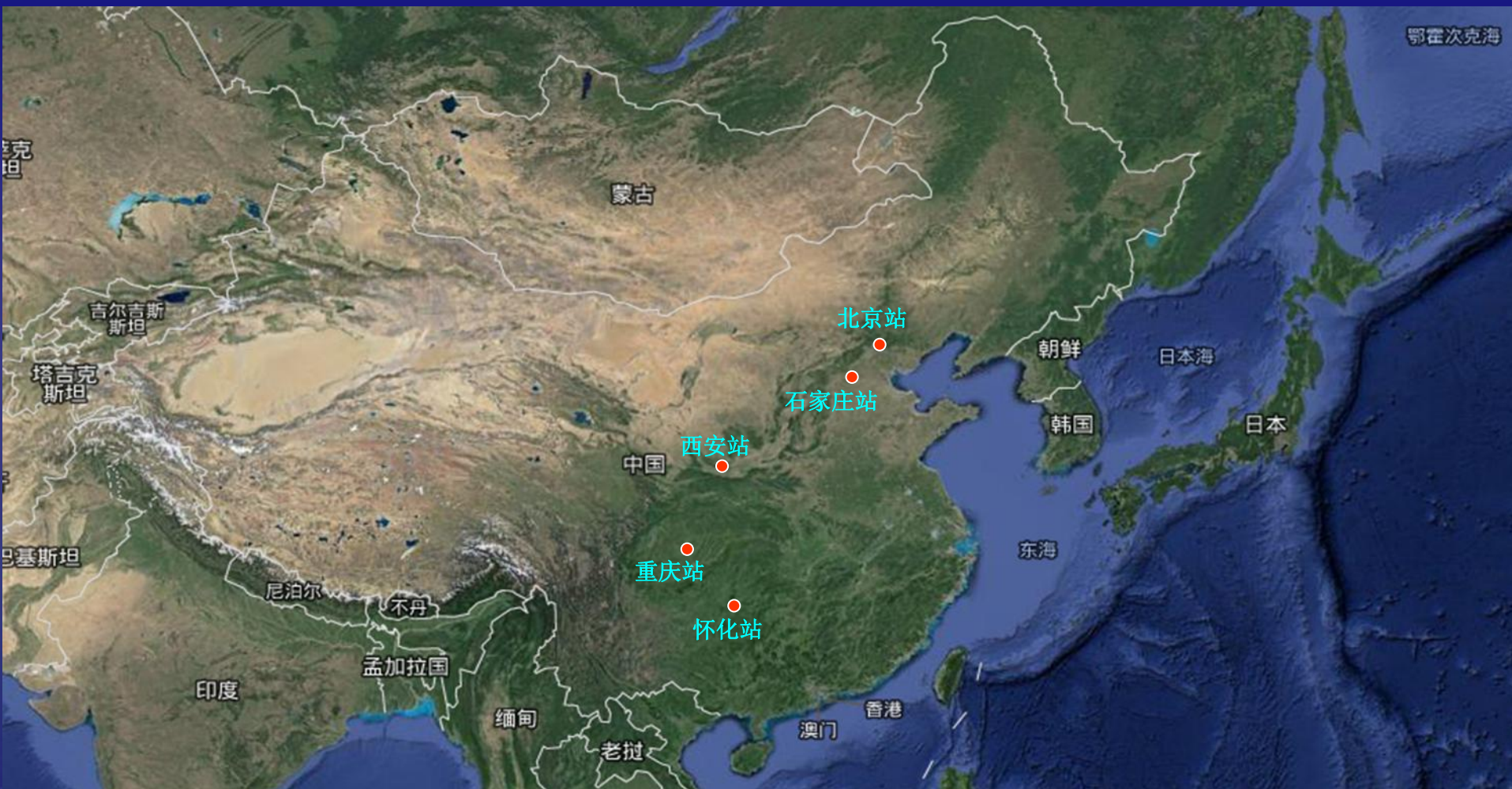
## 1. 南极实验



# 野外试验与研究成果

## 2. 远距离线路实验

组织开展了为期5年的我国典型时间、典型地域远距离600~1250km野外试验，积累了我国典型HF/VHF信道特性数据。



# 野外试验与研究成果

## 2. 远距离线路实验

- ◆ 2006年开展了西安~重庆方向的600公里远距离线路实验
- ◆ 2007年开展了石家庄~西安的900公里远距离线路实验



# 野外试验与研究成果

## 2. 远距离线路实验

- ◆ 2009年开展了北京~湖南怀化的1500公里远距离线路实验
- ◆ 2010年开展了石家庄~湖南怀化的1250公里远距离线路实验



# 野外试验与研究成果

## 3. 研究成果

### (1) 发表论文

本项目在 *IEEE Trans.*, *IEEE Communications Letters*, *IEEE ICC* 等期刊和会议上发表论文 **150** 余篇, SCI、EI、ISTP 检索超过 **100** 篇次。

### (2) 专利申请与授权

- 相关成果获得专利授权 **20** 项
- 申请专利 **40** 项



数据库	SCI-Expanded (网络版)	检索时间线	2003-2006
被引篇数	3	被引次数	15
备注	引文数据库序列表“*”者为自引记录		
检索机构	西安电子科技大学图书馆 (10)	检索日期	2009-9-27
机构地址	西安电子科技大学图书馆	邮政编码	710011

委托人声明: 本人已对本证明所列论文篇目核对, 确认无误, 如有不实, 由委托人承担全部责任。  
委托人签字: 李斌  
2009年05月27日

数据库	SCI-Expanded (网络版)	检索时间线	2003-2006
被引篇数	3	被引次数	15
备注	引文数据库序列表“*”者为自引记录		
检索机构	西安电子科技大学图书馆 (10)	检索日期	2009-9-27
机构地址	西安电子科技大学图书馆	邮政编码	710011

委托人声明: 本人已对本证明所列论文篇目核对, 确认无误, 如有不实, 由委托人承担全部责任。  
委托人签字: 李斌  
2009年05月27日





# 野外试验与研究成果

## 5. 成果鉴定及获奖



《新一代流星余迹应急通信系统》科技成果鉴定会上，鉴定委员会一致认为：“研制出我国新一代流星余迹应急通信系统，填补了相关领域的空白，解决了最低限度应急通信的急需。该项目整体技术国内领先，可作为应急通信的杀手铜装备”。

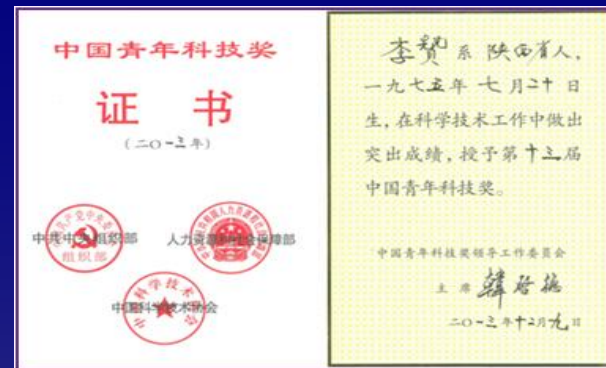
创新性成果分别获得国防科学技术进步二等奖和中国电子科技集团公司科技进步一等奖，实现了理论成果向经济、社会效益的转化。



# 野外试验与研究成果

## 6. 人才计划和称号

- 2013年 获第十三届 “**中国青年科技奖**”
- 2011年 获 “**全国五一巾帼标兵**” 称号
- 2007年 入选教育部 “**新世纪优秀人才计划**”
- 2006年 获第十届 “**霍英东教育基金会青年教师基金**” .....



《凤凰卫视》的专访节目 (2011年10月)



西安电子科技大学

生命虽然短暂，

愿若流星辉煌灿烂……