



# 可见光通信成果转化合作需求



陈雄斌

[chenxiongbin@semi.ac.cn](mailto:chenxiongbin@semi.ac.cn)

中国科学院半导体研究所 集成光电子学国家重点实验室

中国科学院大学 电子电气与通信工程学院

# 提 纲



1

研究价值

2

团队简介

3

支撑能力

4

合作需求

# 一、可见光通信的研究价值

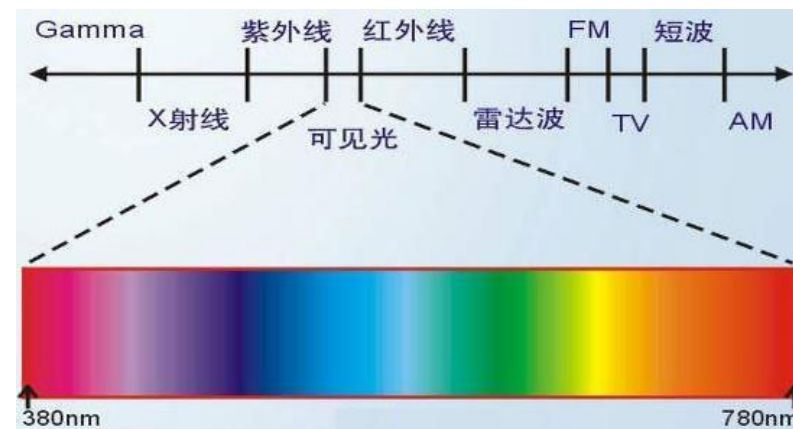
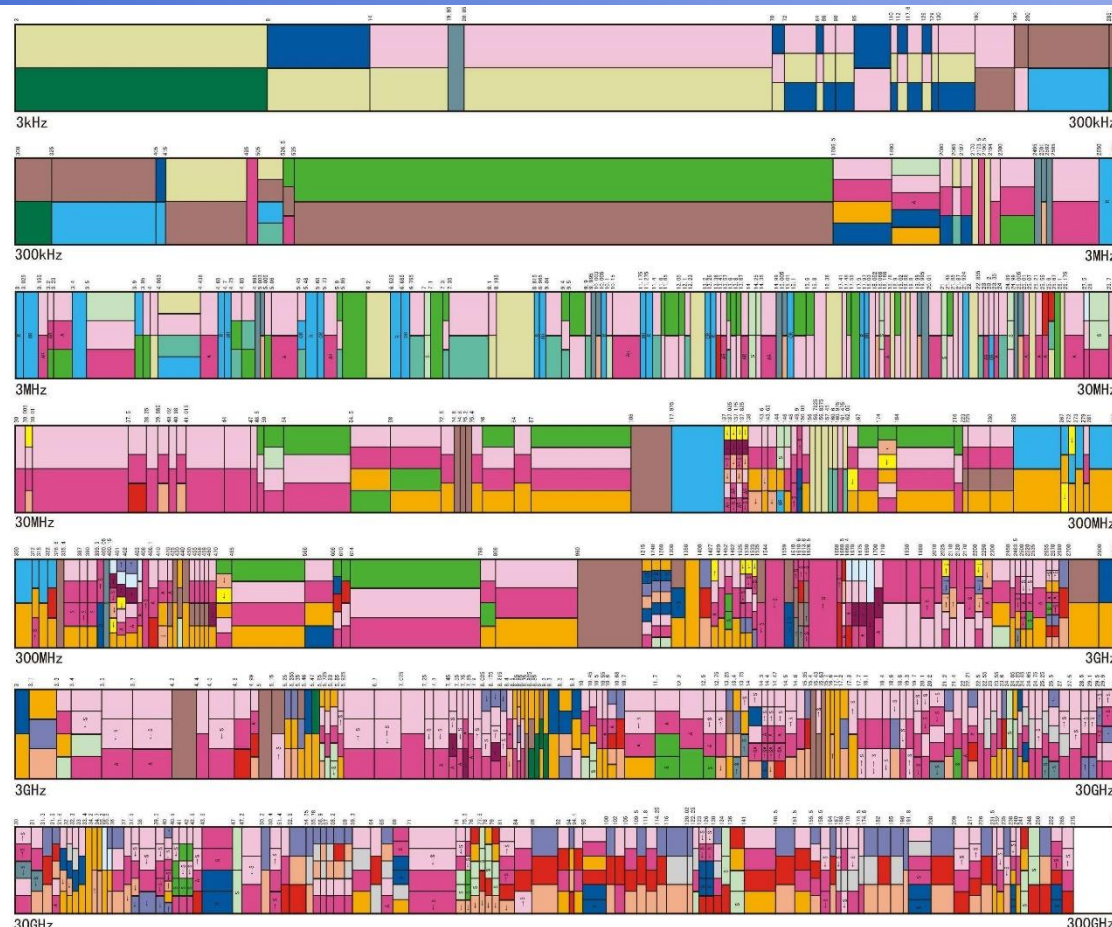
中华人民共和国

无线电频率划分图

THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA  
FREQUENCY ALLOCATIONS  
THE RADIO SPECTRUM



中华人民共和国工业和信息化部



789 THz

385 THz

$$f \times \lambda = C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

1. 可见光的频率很高;
2. 可见光的频谱很宽。

通信技术的演进方向



- 有线传输 —— 无线传输
- 电的通信 —— 光的通信

# 6G潜在关键技术——可见光通信



## 6G总体愿景与潜在关键技术 白皮书



IMT-2030 (6G) 推进组  
2021年6月

2021年6月6日，IMT-2030（6G）推进组正式发布。

智能全息无线电基于微波光子天线阵列的相干光上变频，可实现信号的超高相干性和高并行性，有利于信号直接在光域进行处理和计算，解决智能全息无线电系统的功耗和时延挑战。

智能全息无线电在射频全息成像和感知等领域已有一定程度的研究，但在无线通信领域的应用仍面临许多挑战和难点，主要包括智能全息无线电通信理论和模型的建立；基于微波光子技术的连续孔径有源天线阵与高性能光计算之间的高效协同、透明融合和无缝集成等硬件及物理层设计等相关问题。

### (四) 太赫兹与可见光通信技术

#### 1. 太赫兹通信技术

太赫兹频段（0.1~10THz）位于微波与光波之间，频谱资源极为丰富，具有传输速率高、抗干扰能力强和易于实现通信探测一体化等特点，重点满足Tbps量级大容量、超高传输速率的系统需求。

太赫兹通信可作为现有空口传输方式的有益补充，将主要应用在全息通信、微小尺寸通信（片间通信及纳米通信）、超大容量数据回传、短距超高速传输等潜在应用场景。同时，借助太赫兹通信信号进行高精度定位和高分辨率感知也是重要应用方向。

太赫兹通信需要解决的关键核心技术及难点主要包括以下几个方面。收发架构设计方面，目前太赫兹通信系统有三类典型的收发架构，包括基于全固态混频调

制的太赫兹系统、基于直接调制的太赫兹系统和基于光电结合的太赫兹系统，小型化、低成本、高效率的太赫兹收发架构是亟待解决的技术问题。射频器件方面，太赫兹通信系统中的主要射频器件包括太赫兹变频电路、太赫兹混频器、太赫兹倍频器和太赫兹放大器等。当前太赫兹器件的工作频点和输出功率仍然难以满足低功耗、高效率、长寿命等商用需求，需要探索基于锗化硅、磷化铟等新型半导体材料的射频器件。基带信号处理方面，太赫兹通信系统需要实时处理Tbps量级的传输速率，突破低复杂度、低功耗的先进高速基带信号处理技术是太赫兹商用的前提。太赫兹天线方面，目前高增益天线主要采用大尺寸的反射面天线，需要突破小型化和阵列化的太赫兹超大规模天线技术。此外，为了实现信道表征和度量，还需要针对太赫兹通信不同场景进行信道测量与建模，建立精确实用化的信道模型。

#### 2. 可见光通信技术

可见光通信指利用从400THz到800THz的超宽频谱的高速通信方式，具有无需授权、高保密、绿色和无电磁辐射的特点。

可见光通信比较适合于室内的应用场景，可作为室内网络覆盖的有效补充，此外，也可应用于水下通信、空间通信等特殊场景以及医院、加油站、地下矿场等电磁敏感场景。

当前大部分无线通信中的调制编码方式、复用方式、信号处理技术等都可应用

于可见光通信来提升系统性能，可见光通信的主要难点在于研发高带宽的LED器件和材料，虽然可见光频段有极其丰富的频谱资源，但受限于光电、电光器件的响应性能，实际可用的带宽很小，如何提高发射、接收器件的响应频率和带宽是实现高速可见光通信必须解决的难题。此外，上行链路也是可见光通信面临的重要挑战，通过与其他通信方式的异构融合组网是解决可见光通信上行链路的一种方案。

### (五) 通信感知一体化

通信感知一体化是6G潜在关键技术研究热点之一，其设计理念是要让无线通信和无线感知两个独立的功能在同一系统中实现且互惠互利。一方面，通信系统可以利用相同的频谱甚至复用硬件或信号处理模块完成不同类型的感知服务。另一方面，感知结果可用于辅助通信接入或管理，提高服务质量和通信效率。

在未来通信系统中，更高的频段（毫米波、太赫兹甚至可见光）、更宽的频带带宽，以及更大的天线孔径将成为可能，这些将为在通信系统中集成无线感知能力提供可能。通过收集和分析经过散射、反射的通信信号获得环境物体的形态、材质、远近和移动性等基本特性，利用经典算法或AI算法，实现定位、成像等不同功能。

虽然天线等系统部件可以实现共用，但由于通信和感知的目的不同，通信与感知一体化

设计还有很多技术挑战，主要包括通感一体化信号波形设计、信号及数据处理算法、定位和感知联合设计，以及感知辅助通信等。此外，可集成的便携式通感一体终端设计也是一个重要方向。

### (六) 分布式自治网络架构

6G网络将是具有巨大规模、提供极致网络体验和支持多样化场景接入，实现面向全场景的泛在网络。为此，需开展包括接入网和核心网在内的6G网络体系架构研究。对于接入网，应设计旨在减少处理延迟的至简架构和按需能力的柔性架构，研究需求驱动的智能化管理控制机制及无线资源管理，引入软件化、服务化的设计理念。对于核心网，需要研究分布式、去中心化、自治化的网络机制来实现灵活、普适的组网。

分布式自治的网络架构涉及多方面的关键技术，包括：去中心化和以用户为中心的控制和管理；深度边缘节点及组网技术；需求驱动的轻量化接入网架构设计、智能化控制机制及无线资源管理；网络运营与业务运营解耦；网络、计算和存储等网络资源的动态共享和部署；支持任务为中心的智能连接，具备自生长、自适应能力的智能内生架构；支持具有隐私保护、可靠、高吞吐量区块链的架构设计；可信的数据治理等。

网络的自治和自动化能力的提升将有

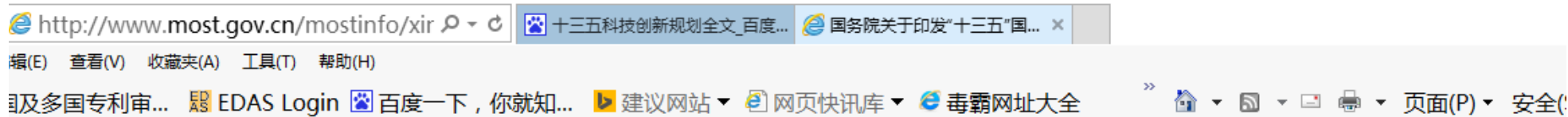
## 借力100亿个灯泡来做移动通信基地的节能意义

	耗电 (亿度)	电费 (亿元)	利润 (亿元)	电费与利润 的关系
2018年 4G基站	270	240	1492.57	电费占利润的16%
5G网络 (2019年后)	2430	2160		必须增加利润
2017年照明	7963.3			可见光通信有意义

注：2017年，中国LED灯在用数量约为**93.6亿只**。

可见光通信可以利用照明、显示LED来复用实现通信功能，近似于“**零能耗**”通信。呼吁：**借力灯泡，少建铁塔！**

# 《“十三五”国家科技创新规划》中“发展新一代信息技术”



## 二、发展新一代信息技术

大力发展泛在融合、绿色宽带、安全智能的新一代信息技术，研发新一代互联网技术，保障网络空间安全，促进信息技术向各行业广泛渗透与深度融合。发展先进计算技术，重点加强E级（百亿亿次级）计算、云计算、量子计算、人本计算、异构计算、智能计算、机器学习等技术研发及应用；发展网络与通信技术，重点加强一体化融合网络、软件定义网络/网络功能虚拟化、超高速超大容量超长距离光通信、无线移动通信、太赫兹通信、**可见光通信**等技术研发及应用；发展自然人机交互技术，重点是智能感知与认知、虚实融合与自然交互、语义理解和智慧决策、云端融合交互和可穿戴等技术研发及应用。发展微电子和光电子技术，重点加强极低功耗芯片、新型传感器、第三代半导体芯片和硅基光电子、混合光电子、微波光电子等技术与器件的研发。

专栏5 新一代信息技术

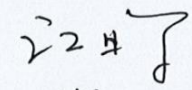
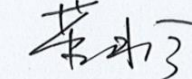
**可见光通信技术做为“新一代信息技术”已写入“十三五”国家科技创新规划。**



## 二、项目负责人陈雄斌基本情况

- ❖ 博士、研究员，国家重点研发计划“**可见光通信关键技术及系统研发**”项目负责人。
- ❖ **2008年**受科学院院长路甬祥院士批示，开始用**白光LED**做可见光通信。**（最早吗？）**
- ❖ **2009年**参加第**11届**中国**国际工业博览会**展示，**2010年**参加**上海世博会**展示。**2011年**，获科技部的世博科技先进集体表彰。**2012年**为**CCTV2**的“**创新科技环球新锐榜**”节目提供展品并作“**光怪路由**”技术讲解和演示。
- ❖ **2016年12月**，“**基于荧光型白光LED实现610Mbps单路实时传输**”的研究成果被光通信行业门户网站OFweek光通讯网收录入“**2016光通信十大技术**”（国际）。**2020年，1.2Gbps。**

在国内外已公开发表的文献和专利中，除本查新项目负责人及其指导的学生发表的文献和发明的专利外，未见有采用混合模拟预加重后端均衡和收发电路集成化等技术，研发 3-dB 带宽>500MHz、OOK-NRZ 数据传输速率>1Gbps 的荧光型高速可见光通信系统的报道。

查新员（签字）： 查新员职称：副研  
审核员（签字）： 审核员职称：副研



备注：可见光通信技术**13年**研究积累；保持了大功率荧光型LED单路OOK实时传输**国际最高速率**。

### 三、学科建设及科普

中国科学院继续教育网  
www.casmooc.cn

可见光通信

学习资源 (2)



(2012年12月31日, 中央电视台)



(2017年8月11日, 北京电视台)



**可见光通信技术 (1)**  
 讲师: 陈雄斌 评分: 4.0  
 发布单位: 计算机网络信息中心  
 主要内容: 可见光通信



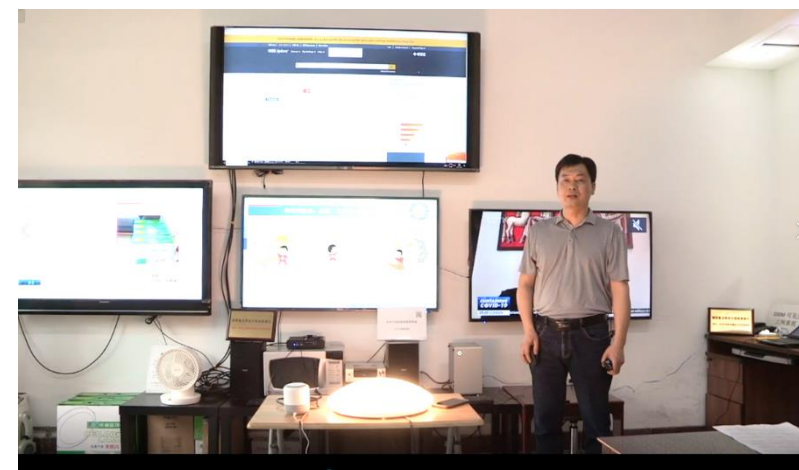
**可见光通信**  
 讲师: 陈雄斌  
 发布单位: 计算机网络信息中心  
 主要内容: 可见光通信



(培训及专著)



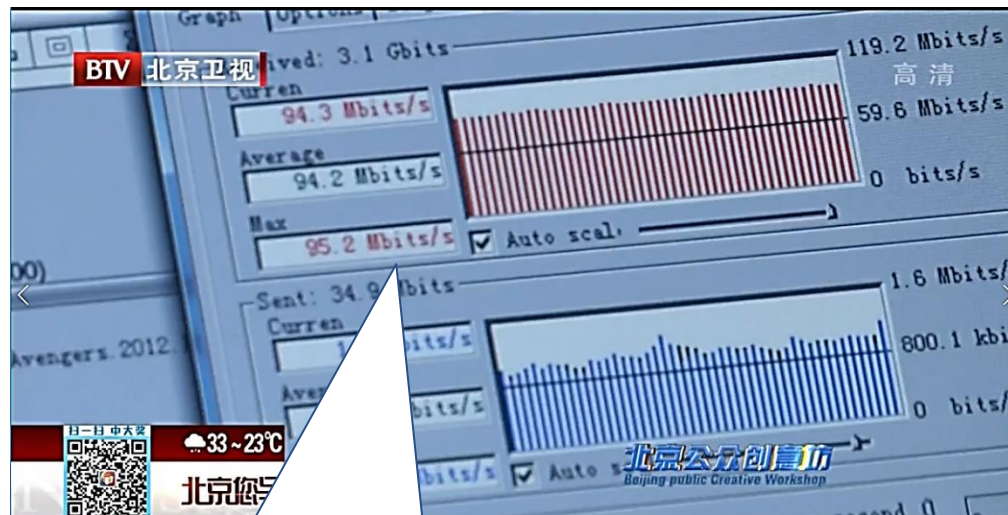
(2019年1月9日, 新华社)



(2020年5月, 科学院网络中心)



# 四、合作需求



2017年8月北京电视台采访

2018年7月，率先杯大赛最高奖  
 （军委科技委、科学院联合颁发）



可见光上网系统——能解决特殊环境的无线通信刚需。

# 四、合作需求

## 可见光智能家居系统——装一盏灯就能全屋智能（样板工程征集）

灯光照度**20lx**就可以实现对物联网执行机构（电视、机器人、音响、空调）的遥控。

信息产业专用材料质量监督检验中心

Center of Material Characterization

检验报告 Test Report

报告编号(Report No.): KY360122-901/04

共 3 页 第 3 页 (Page 3of 3)

检测项目 Test Scope	标准指标 Standard Value	检验结果 Test Results	备注 Remarks
电视机传感器	频道转换准确率	--	操作次数: 10次
	音量增减准确率	100%	
机器人传感器	前后移动准确率	--	
	音量增减准确率	100%	
音响传感器	音量增减准确率	--	
空调传感器	温度增减准确率	100%	

以下空白 Following blank.



中国科学院大学（2019年9月10日）

## 《建筑照明设计标准 GB50034-2013》

房间或场所	参考平面及其高度	照度标准值 (lx)	R <sub>a</sub>
起居室	一般活动	100	80
	书写、阅读	300*	
卧室	一般活动	75	80
	床头、阅读	150*	
餐厅	0.75m水平面	150	80
厨房	一般活动	100	80
	操作台	150*	
卫生间	0.75m水平面	100	80
电梯前厅	地面	75	60
走道、楼梯间	地面	50	60
车库	地面	30	60

广州市国际会展中心  
(2019年6月21日-23日)

<https://www.bilibili.com/video/av67426633/>



## 四、合作需求

**可见光通信特点：照明网络就是通信网络。**

- ❖ 在智能家居系统中嵌入可见光通信技术，推出以灯具为中控的智能家居新形态。
- ❖ 基于中科院半导体所提供的专用信号接收头，研发光控工业机器人，实现灯光对家电和机器人等专用设备的统一控制。
- ❖ 基于核电站等射频敏感区或者强电磁干扰环境的刚需，筹建可见光通信产业研究院！

