



浙江大学图书馆

ZHEJIANG UNIVERSITY LIBRARY

# 颠覆性技术案例研究： 基于文献、专利计量分析

浙江大学信息资源分析与应用研究中心





## 内容

1 分析方法

2 案例1：高锟文献、专利分析

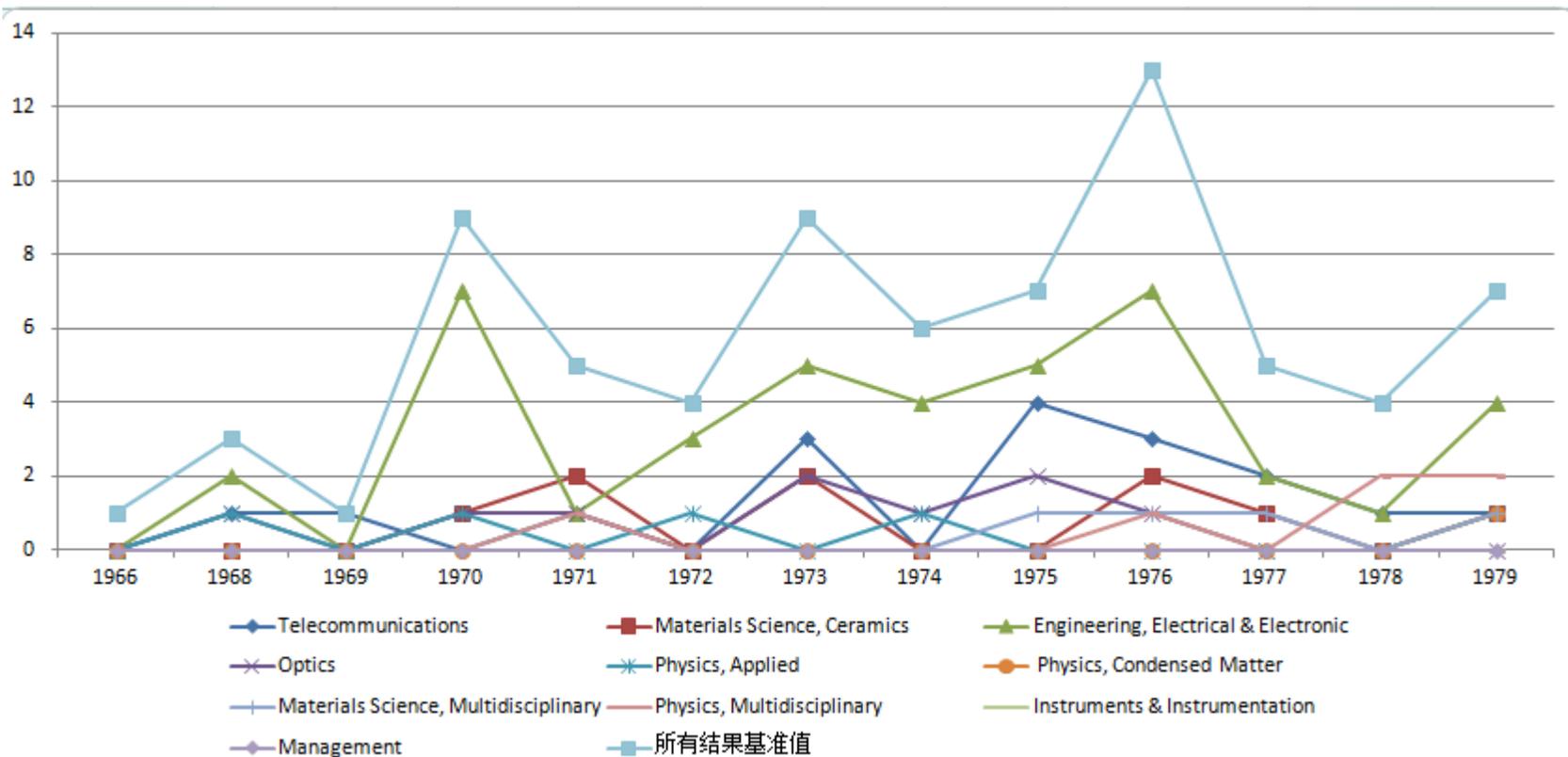
3 案例2：石墨烯技术专利分析

4 后续展望





## 2.2 经典文献分析



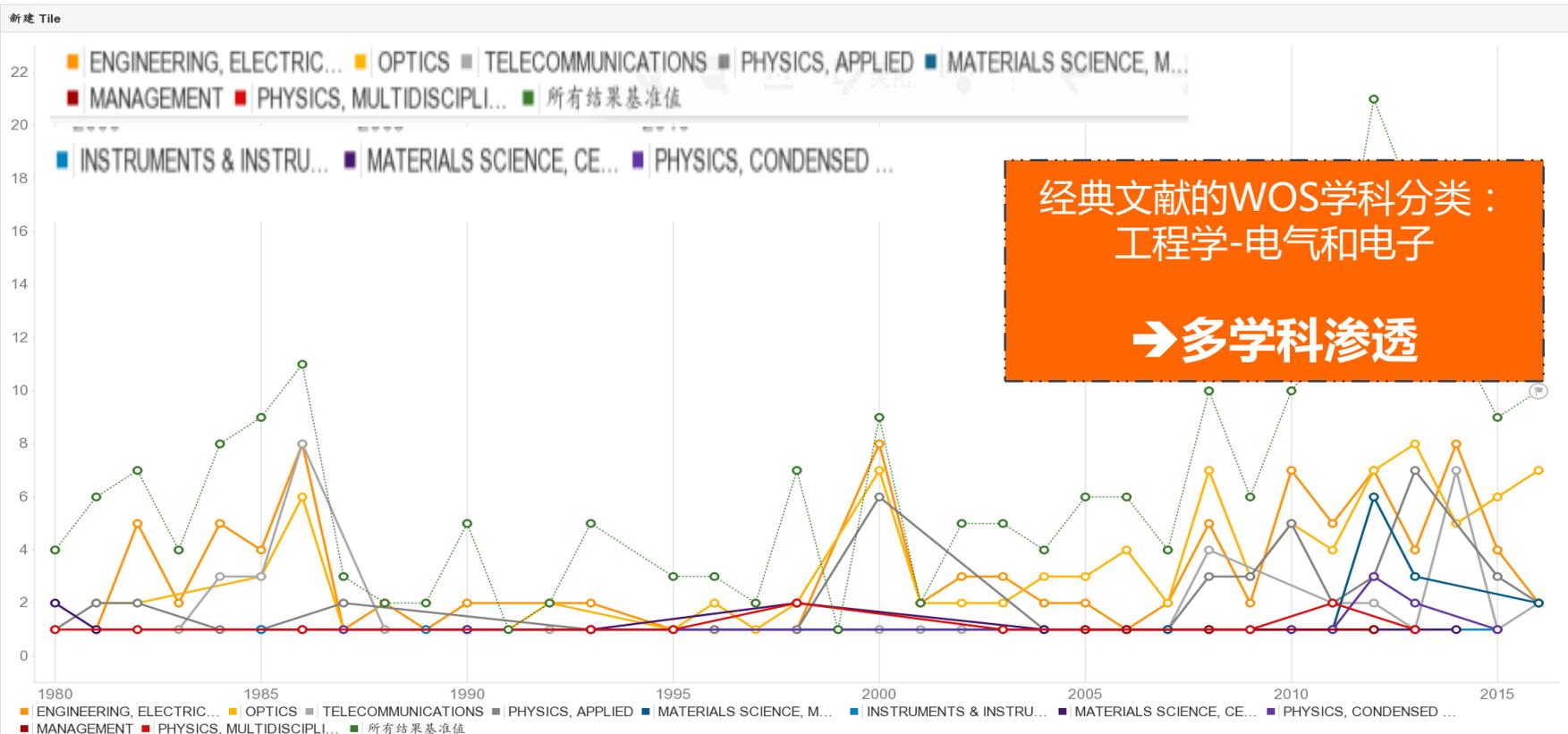
- ◆经典文献的原有学科工程学-电气和电子(ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC)占据引文学科的第一位
- ◆物理学-应用物理学(PHYSICS, APPLIED)、电信 (TELECOMMUNICATIONS)、材料科学-陶瓷 ( MATERIALS SCIENCE, CERAMICS )、光学(OPTICS)等学科引文波动较大,个别年份与工程学-电气和电子的引文数量上已较为接近
- ◆电信学科的引文自1973年起增幅较为明显

经典文献引文WOS学科分布 ( 1966-1979 )





## 2.2 经典文献分析



- ◆ 施引文献的主要发文学科：工程学-电气和电子(ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC)、光学(OPTICS)
- ◆ 电信(TELECOMMUNICATIONS)在1984-1986年亦是发文的重要学科，但在此后20年却归于沉寂，到2008年才重新开始活跃起来
- ◆ 2008年起施引文献的学科分布趋于均衡，除工程学-电气和电子、光学、电信外，物理学-应用物理学(PHYSICS, APPLIED)、材料科学-多学科(MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY)、物理学-凝聚物质(PHYSICS, CONDENSED MATTER)等多个学科均表现不俗

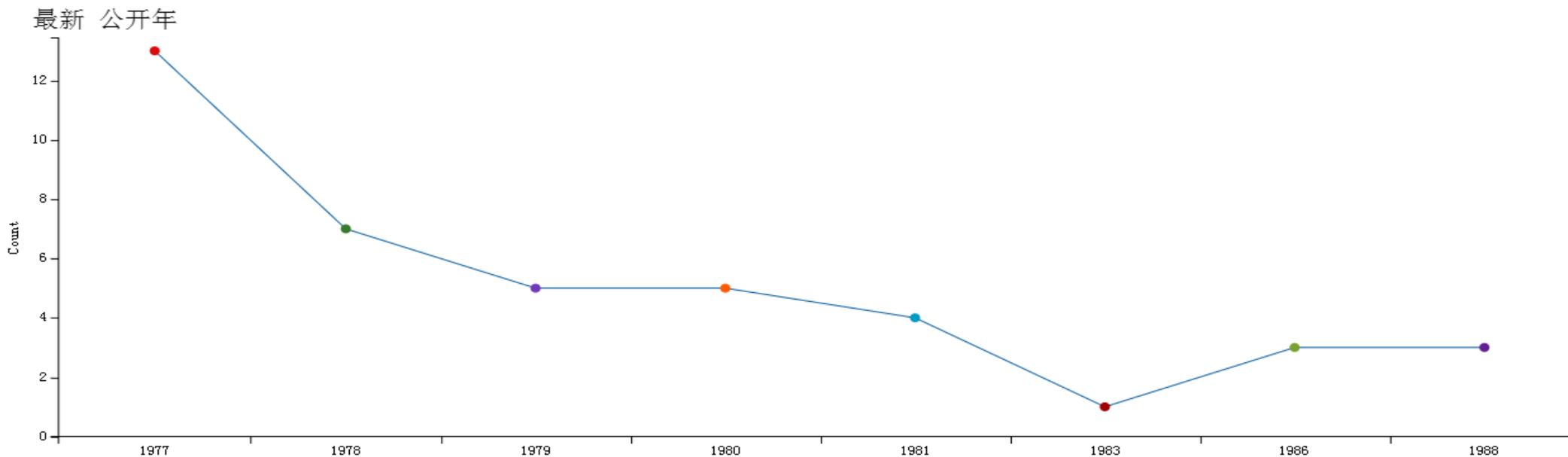
Indicators: Web of Science 论文数, 学科分类体系: Web of Science  
Dataset updated 2017年4月15日. Includes WoS 2017年2月3日. Export Date: 2017年4月20日.

经典文献引文WOS学科分布 (1980-2017)





## 2.3 专利分析



高锟专利年度分布（基于专利公开年）

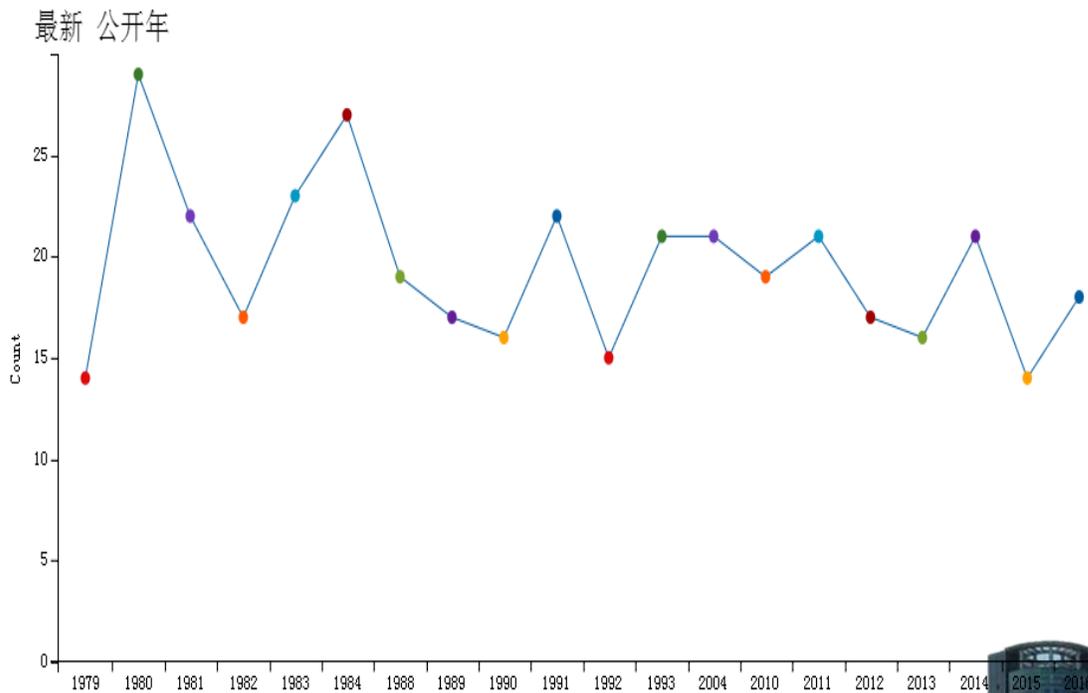
年份	1977	1978	1979	1980	1981	1983	1986	1988	总计
专利数量	13	7	5	5	4	1	3	3	41





## 2.6 专利被引用分析

年份	专利数量	年份	专利数量	年份	专利数量	年份	专利数量
1977	13	1988	19	1999	8	2010	19
1978	13	1989	17	2000	4	<b>2011</b>	<b>21</b>
1979	14	1990	16	2001	8	2012	17
<b>1980</b>	<b>29</b>	<b>1991</b>	<b>22</b>	2002	13	2013	16
1981	22	1992	15	2003	13	<b>2014</b>	<b>21</b>
1982	17	<b>1993</b>	<b>21</b>	<b>2004</b>	<b>21</b>	2015	14
1983	23	1994	11	2005	12	2016	18
<b>1984</b>	<b>27</b>	1995	8	2006	10	2017	6
1985	10	1996	7	2007	6		
1986	13	1997	8	2008	9		
1987	12	1998	10	2009	11		



施引专利年度分布 (基于专利公开年)





浙江大学图书馆

ZHEJIANG UNIVERSITY LIBRARY

# 分析方法

1





## 1.1 整体思路（分析角度）

### ➤ 某研究领域文献/专利分析

◆ 以文献/专利的出版时间/公开时间为**时间主线**，进行基于语义聚类分析的时序与脉络发展分析，挖掘领域研究脉络和重要的时间节点

◆ 分析重点：研究领域文献/专利本身

◆ 案例2：石墨烯技术专利分析





## 1.1 整体思路（分析角度）

### ➤ 以点带面的信息挖掘分析

◆ 基于**关键性支撑文献/专利**等**重要基础文献**为线索的展开分析，以文献/专利的被引时间（即**施引文献**的出版时间和公开时间）为**时间主线**，进行基于语义聚类分析的时序与脉络发展分析，挖掘领域研究脉络和重要的时间节点

◆ 分析重点：基础文献的施引文献

◆ 案例1：高锟文献、专利分析





## 1.2 研究工具

### ➤ 文献分析

◆ 数据来源：WOS、Scopus、EI、CNKI等数据库

◆ 科研分析工具：Incites、Scival等

◆ 可视化软件：CiteSpace等

### ➤ 专利分析

◆ 数据来源：Derwent Innovations Index等数据库

◆ 专利分析工具：Thomson Innovation





浙江大学图书馆

ZHEJIANG UNIVERSITY LIBRARY

# 案例1：高锟文献、专利分析

# 2



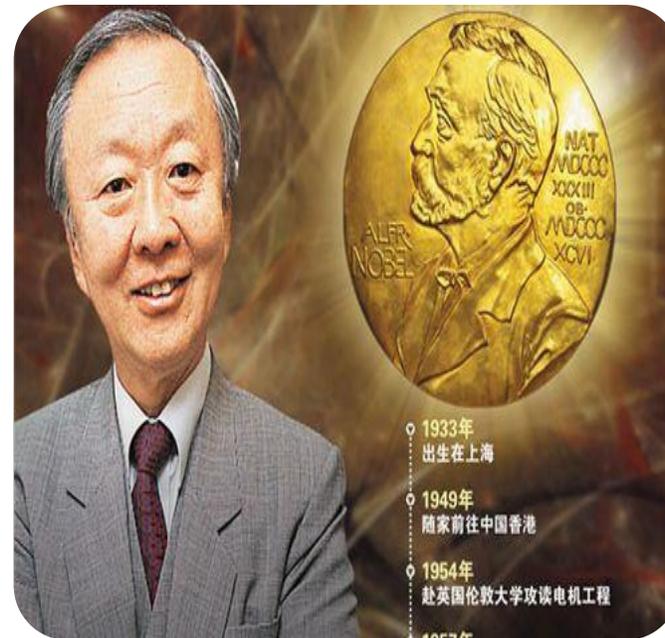


## 2.1 文献分析

- ◆在WOS核心合集\*检索得到高锟论文24篇
- ◆90%以上的被引集中在1966年的论文《Dielectric-Fibre Surface Waveguides for Optical frequencies》（《光频率的介质纤维表面波导》），该文首次提出用玻璃纤维作为光波导用于通讯的理论（**经典文献**）
- ◆在WOS核心合集通过被引参考文献检索，得到经典文献的施引文献321篇（**施引文献**）

\*包含SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI, CCR-EXPANDED, IC

\*\*检索时间：2017年4月17日



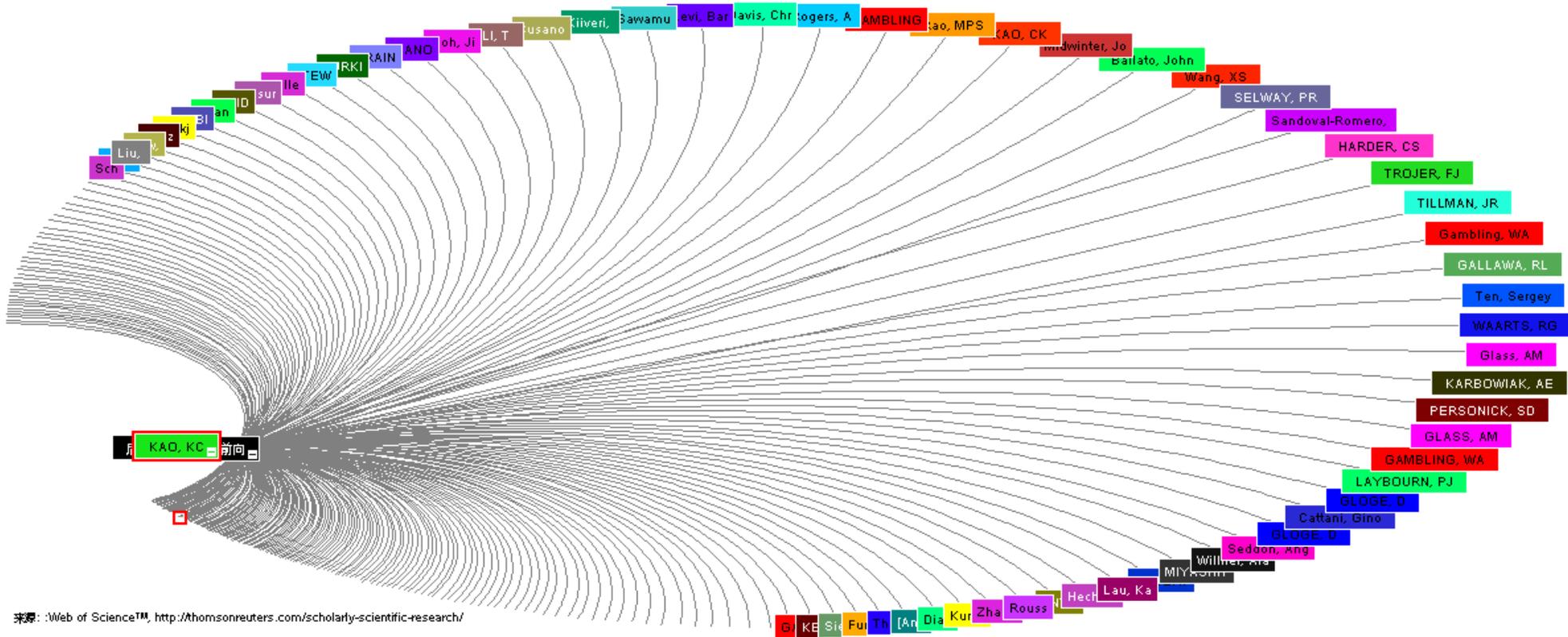
- 1933年  
出生在上海
- 1949年  
随家前往中国香港
- 1954年  
赴英国伦敦大学攻读电机工程
- 1963年  
获英国伦敦大学理学博士学位
- 1982年

高锟（1933.11.4 - ），生于中国上海，华裔物理学家，光纤通讯、电机工程专家，“光纤通讯之父”，2009年获诺贝尔物理学奖。





## 2.2 经典文献分析

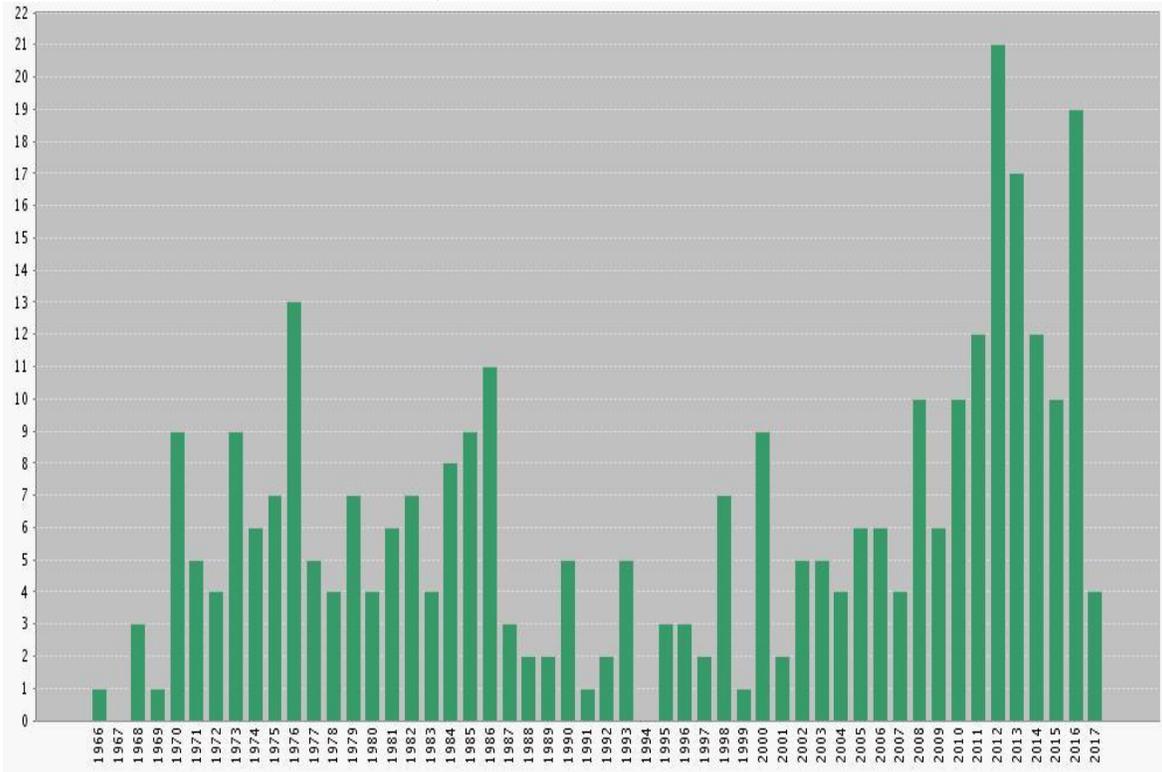


经典文献被引引证关系图





## 2.2 经典文献分析



经典文献引文年代分布图

经典文献共被引321次。1970-1986年是引用较为活跃的区间。高锟获得诺贝尔奖后（2010年起），引用迎来了新的一波高峰

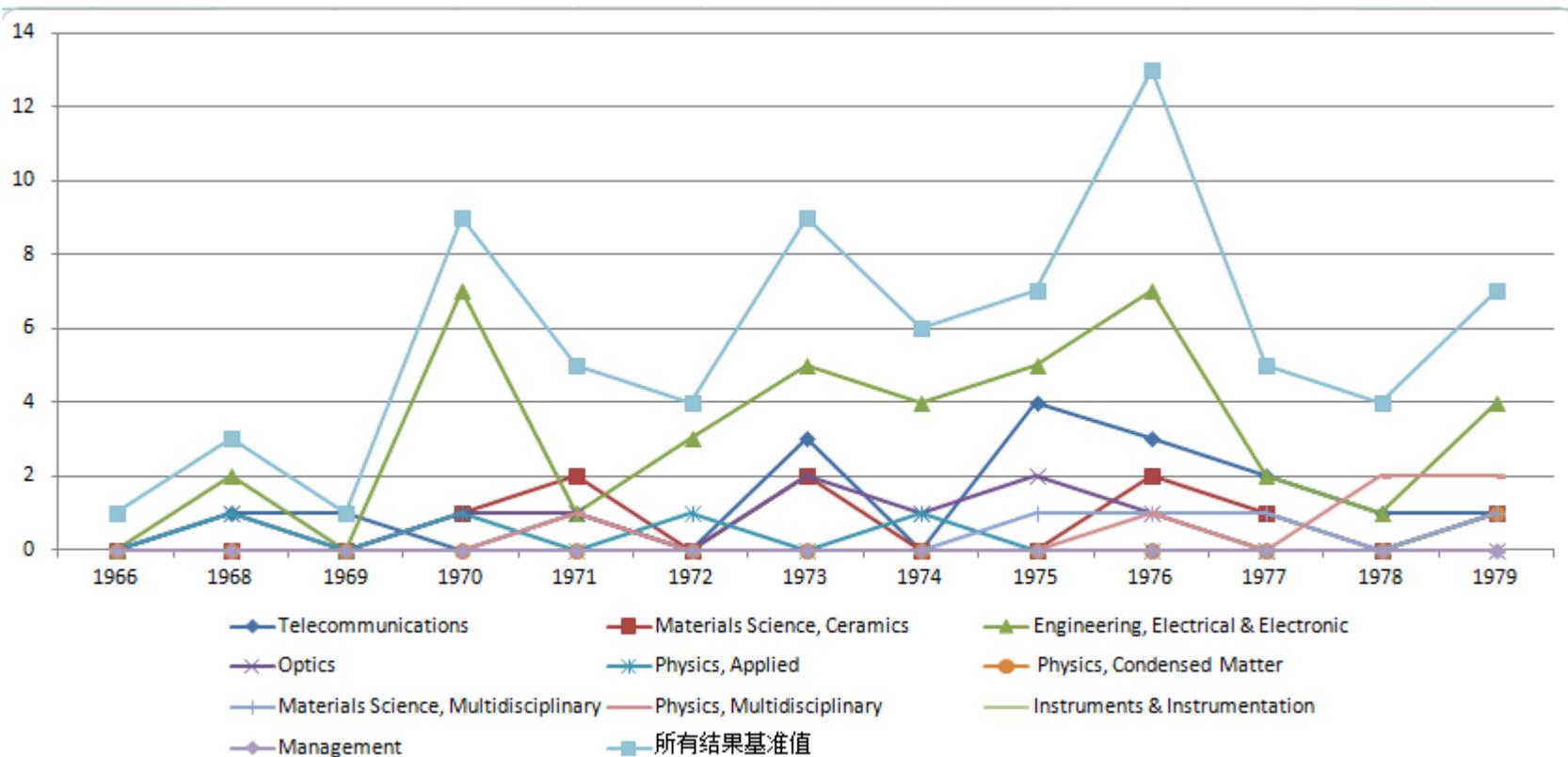
经典文献引文年代分布

年份	论文数	年份	论文数	年份	论文数	年份	论文数
1966	1	1980	4	1993	5	2007	4
1968	3	1981	6	1995	3	2008	10
1969	1	1982	7	1996	3	2009	6
1970	9	1983	4	1997	2	2010	10
1971	5	1984	8	1998	7	2011	12
1972	4	1985	9	1999	1	2012	21
1973	9	1986	11	2000	9	2013	17
1974	6	1987	3	2001	2	2014	12
1975	7	1988	2	2002	5	2015	10
1976	13	1989	2	2003	5	2016	19
1977	5	1990	5	2004	4	2017	4
1978	4	1991	1	2005	6		
1979	7	1992	2	2006	6		





## 2.2 经典文献分析



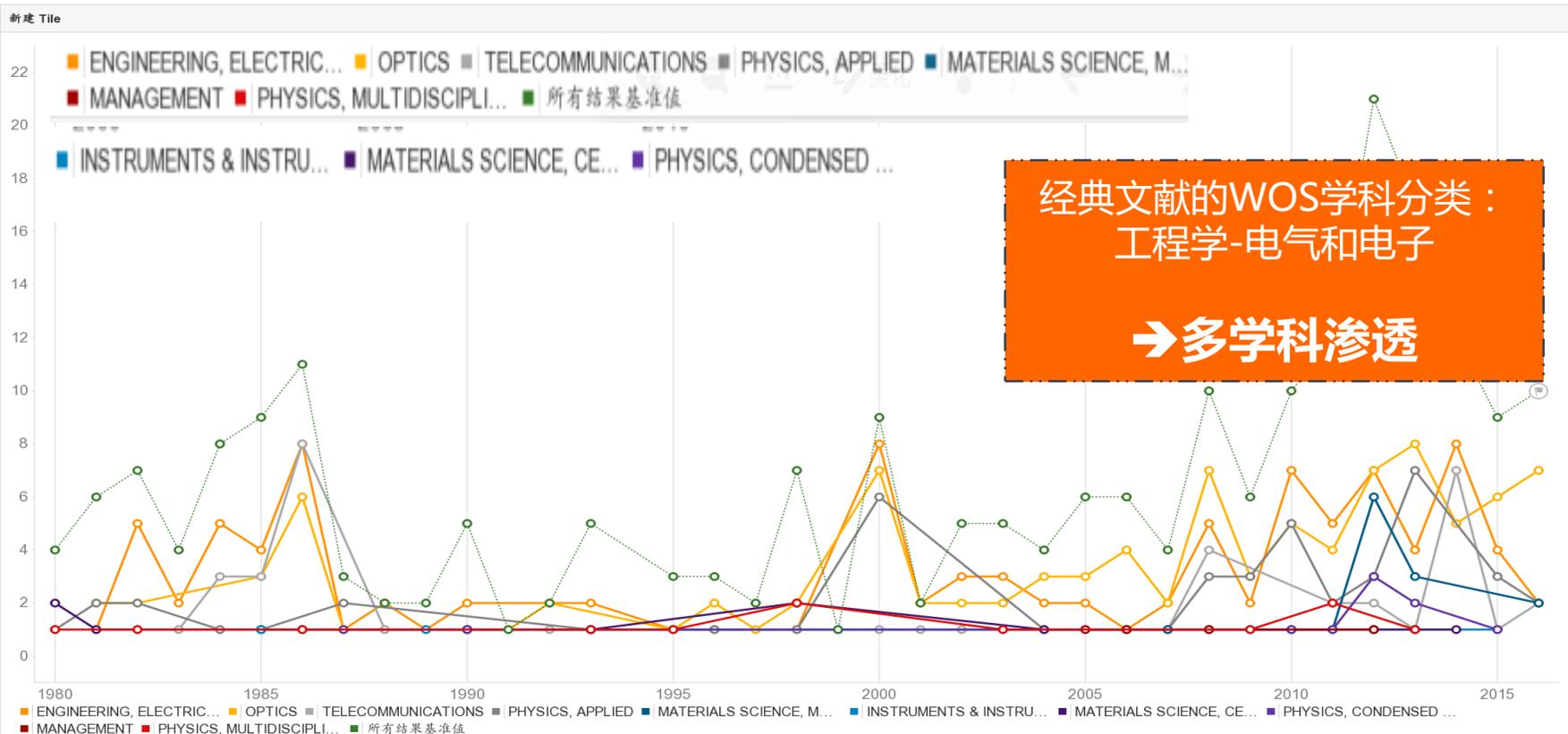
- ◆经典文献的原有学科工程学-电气和电子(ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC)占据引文学科的第一位
- ◆物理学-应用物理学(PHYSICS, APPLIED)、电信 (TELECOMMUNICATIONS)、材料科学-陶瓷 ( MATERIALS SCIENCE, CERAMICS )、光学(OPTICS)等学科引文波动较大,个别年份与工程学-电气和电子的引文数量上已较为接近
- ◆电信学科的引文自1973年起增幅较为明显

经典文献引文WOS学科分布 (1966-1979)





## 2.2 经典文献分析



- ◆施引文献的主要发文学科：工程学-电气和电子(ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC)、光学(OPTICS)
- ◆电信(TELECOMMUNICATIONS)在1984-1986年亦是发文的重要学科，但在此后20年却归于沉寂，到2008年才重新开始活跃起来
- ◆2008年起施引文献的学科分布趋于均衡，除工程学-电气和电子、光学、电信外，物理学-应用物理学(PHYSICS, APPLIED)、材料科学-多学科(MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY)、物理学-凝聚物质(PHYSICS, CONDENSED MATTER)等多个学科均表现不俗

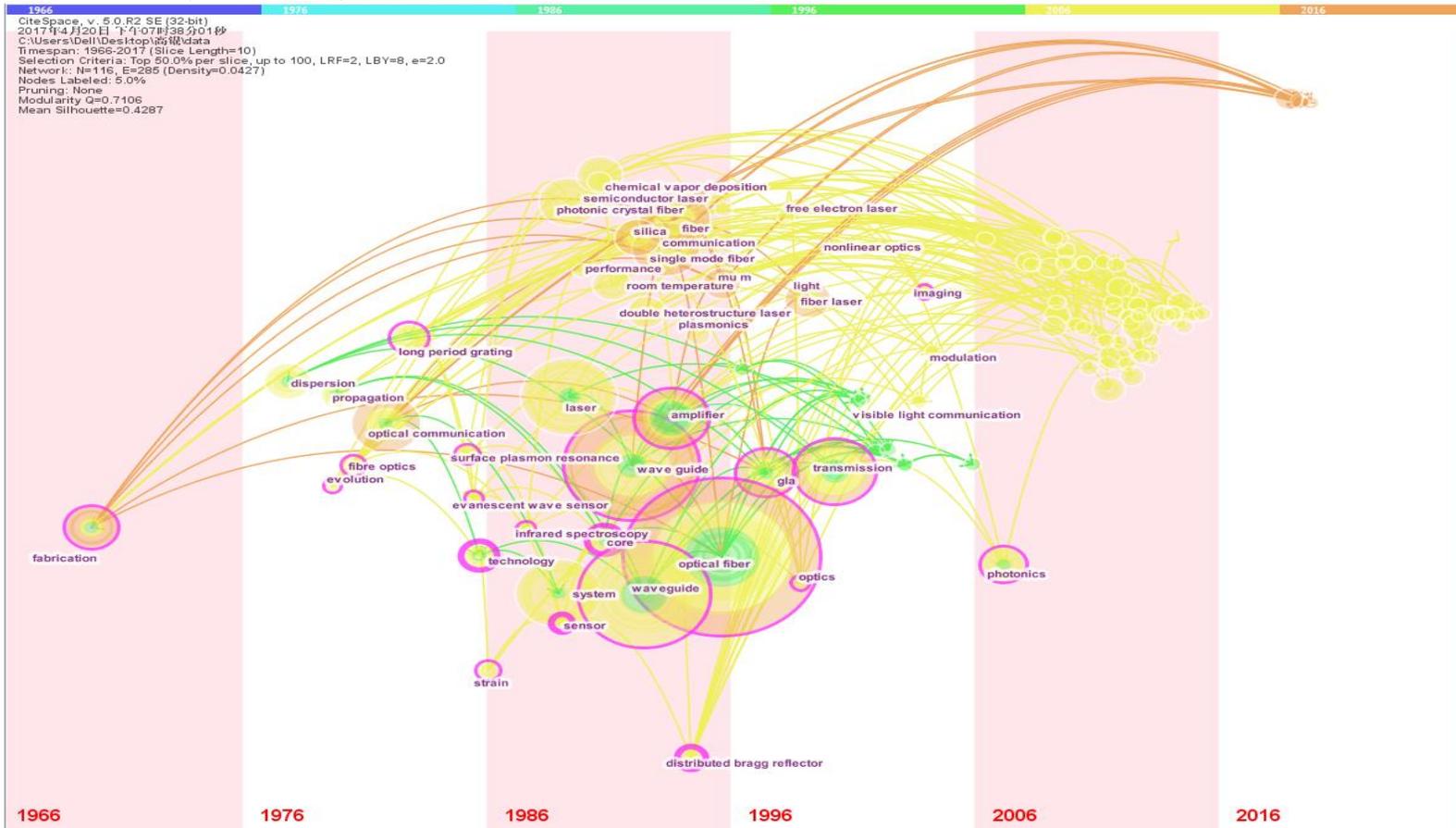
Indicators: Web of Science 论文数, 学科分类体系: Web of Science  
Dataset updated 2017年4月15日. Includes WoS 2017年2月3日. Export Date: 2017年4月20日.

经典文献引文WOS学科分布 (1980-2017)





## 2.2 经典文献分析



◆共词分析：对一组词两两统计他们在同一组文献中出现的次数，以测度他们之间的亲疏关系。

◆关键词共现网络可以探测研究热点与研究趋势

◆时区视图 ( timezone ) 是一种侧重于从时间维度上来表示知识演进的视图

◆关键词共现网络中，每个节点代表一个关键词，节点的大小代表关键词出现频次的多寡

关键词共现网络 ( 时区视图 )





## 2.2 经典文献分析

◆每个节点所在的时区代表该关键词首次被提取出来的时间。提取原则为Top 50% per slice，即提取每十年词频排名前50%的关键词。节点间的线条代表相连关键词存在共现关系。线条的颜色代表相连关键词时间区间内第一次出现共现关系的时间。颜色所代表的年份见图谱顶端的示意

◆高频共现关键词：**波导 ( wave guide\* )**、**光纤 ( optical fiber\* )**、激光 ( laser )、系统 ( system )、**传输 ( transmission\* )**、**放大器 ( amplifier\* )**、光通信 ( optical communication )、通信 ( communication )、单模光纤 ( single mode fiber )、**gla\***、光子晶体光纤 ( photonic crystal fiber )、纤维 ( fiber )、**制备 ( fabrication\* )** 等



## 2.2 经典文献分析

◆中心性 ( centrality ) 是测度节点在网络结构中重要性的指标 , 通常是连接多个节点的关键枢纽。高中心性 ( 中心性0.1及以上 ) 的重要节点在图谱中用紫色外圈标注

◆具有较强中心性的共现关键词:核心 ( core )、传感器 ( sensor )、分布式布拉格反射器 ( distributed bragg reflector )、技术 ( technology )、**光纤 ( optical fiber\* )**、长周期光栅 ( long period grating )、**传输 ( transmission\* )**、**放大器 ( amplifier\* )**、光子学 ( photonics )、表面等离子体共振 ( surface plasmon resonance )、纤维光学 ( fibre optics )、光学 ( optics )、**gla\***、张力 ( strain )、消逝波传感器 ( evanescent wave sensor )、演进 ( evolution )、红外光谱 ( infrared spectroscopy )、**波导 ( wave guide\* )**、**制备 ( fabrication\* )**、化学气相沉积 ( chemical vapor deposition )、**成像 ( imaging )**





## 2.2 经典文献分析

- ◆1986-1995这十年间是关键词共现最为集中的区间，高频共现关键词与经典文献直接相关，如波导（wave guide）、光纤（optical fiber）、传输（transmission）、光通信（optical communication）、通信（communication）、纤维（fiber）等
- ◆标识区域黄色线条密集覆盖的关键词在后续的时间区间内多次共现，可以视为是经典文献的发展延伸，即后期施引文献关注的研究热点，涉及化学气相沉积（chemical vapor deposition）、半导体激光（semiconductor laser）、光子晶体光纤（photonic crystal fiber）、二氧化硅（silica）、单模光纤（single mode fiber）、双异质结激光器（double heterostructure laser）、等离子体（plasmonics）、非线性光学（nonlinear optics）、自由电子激光（free electron laser）等



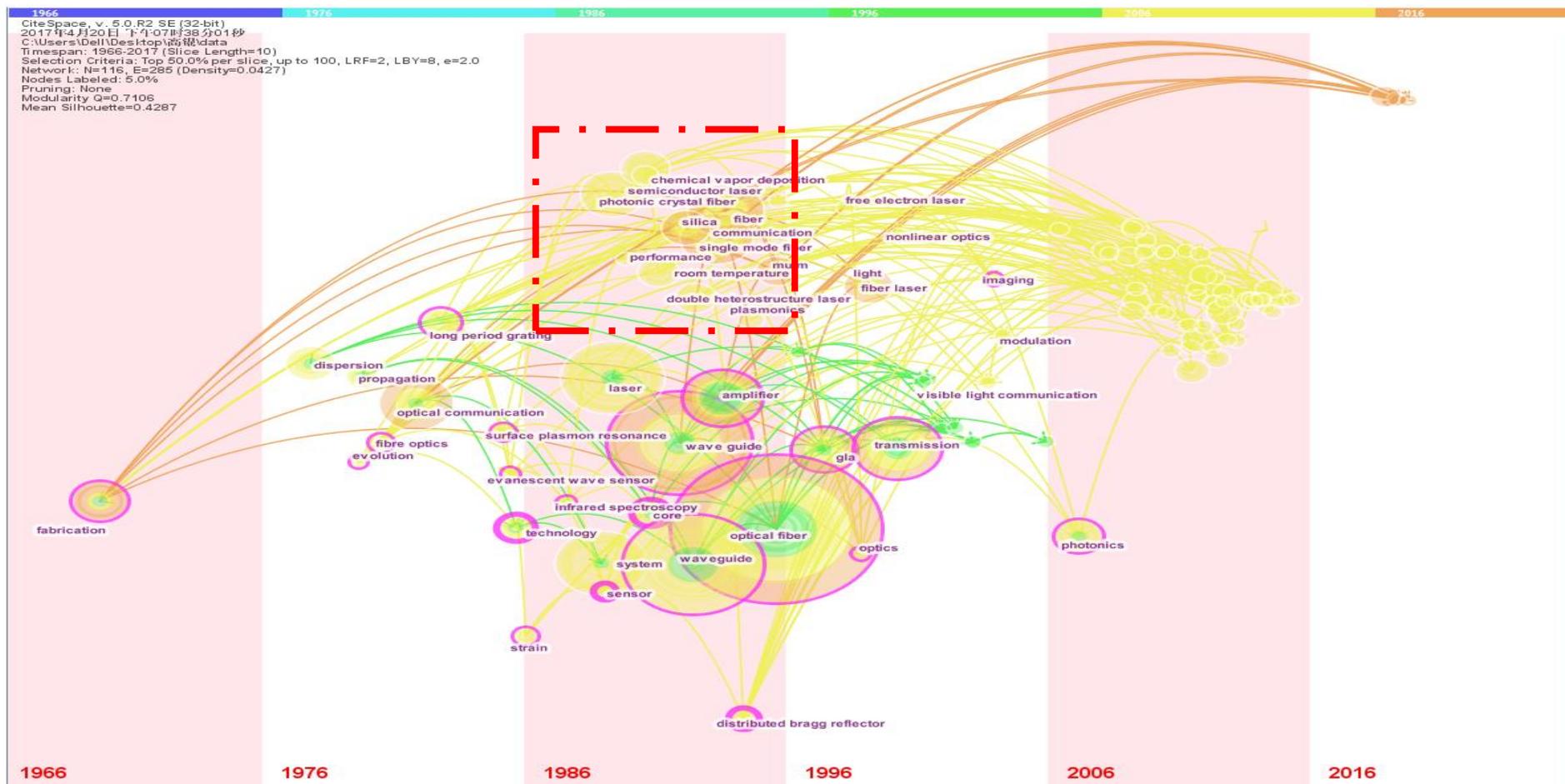


图 关键词共现网络（时区视图）



## 2.3 专利分析

- ◆检索得到以高锟（Kao Charles Kuen）为发明人的专利记录41条，使用DWPI同族专利归并后，得到18个专利家族\*（**专利家族**）
- ◆被引频次最高的专利为US4243298A（公开年1981）（**目标专利**），被88条专利引用（**施引专利**）
- ◆高锟的41条专利记录共有施引专利598条（**施引专利**），使用DWPI同族专利归并后，得到423个专利家族\*（**专利家族**）

\*专利家族/同族专利：把具有共同优先权\*\*的在不同国家公布或批准的内容相同或基本相同的一组专利文献

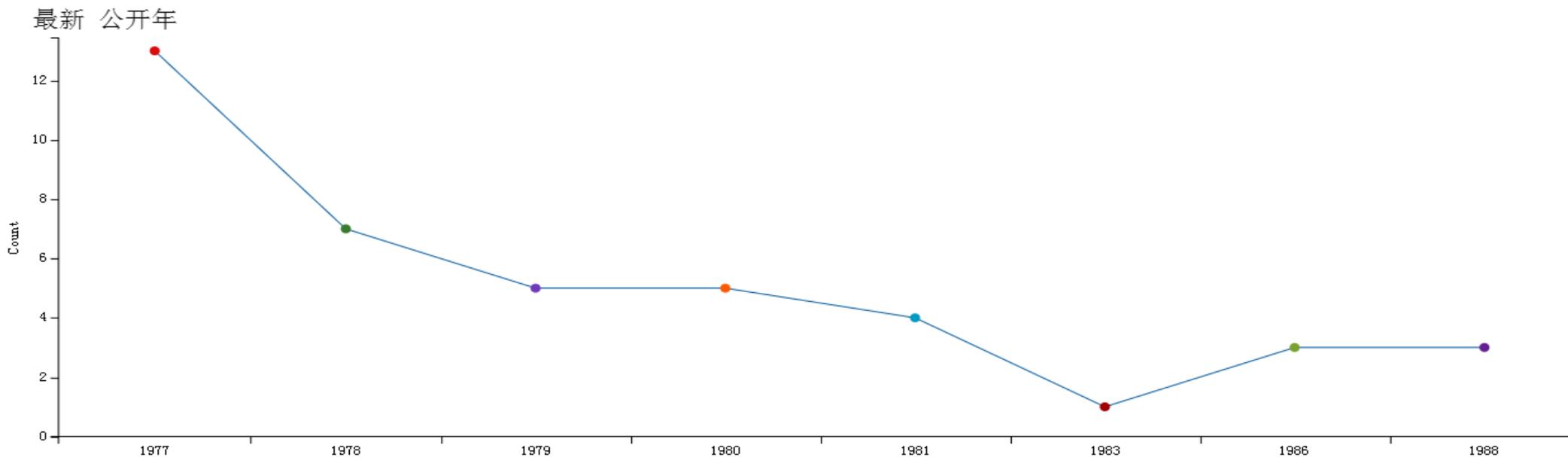
\*\*优先权：专利申请人就其发明创造第一次在某国提出专利申请后，在法定期限内，又就相同主题的发明创造提出专利申请的，根据有关法律规定，其在后申请以第一次专利申请的日期作为其申请日，专利申请人依法享有的这种权利

\*\*\*检索时间：2017年4月17日





## 2.3 专利分析



高锟专利年度分布 (基于专利公开年)

年份	1977	1978	1979	1980	1981	1983	1986	1988	总计
专利数量	13	7	5	5	4	1	3	3	41

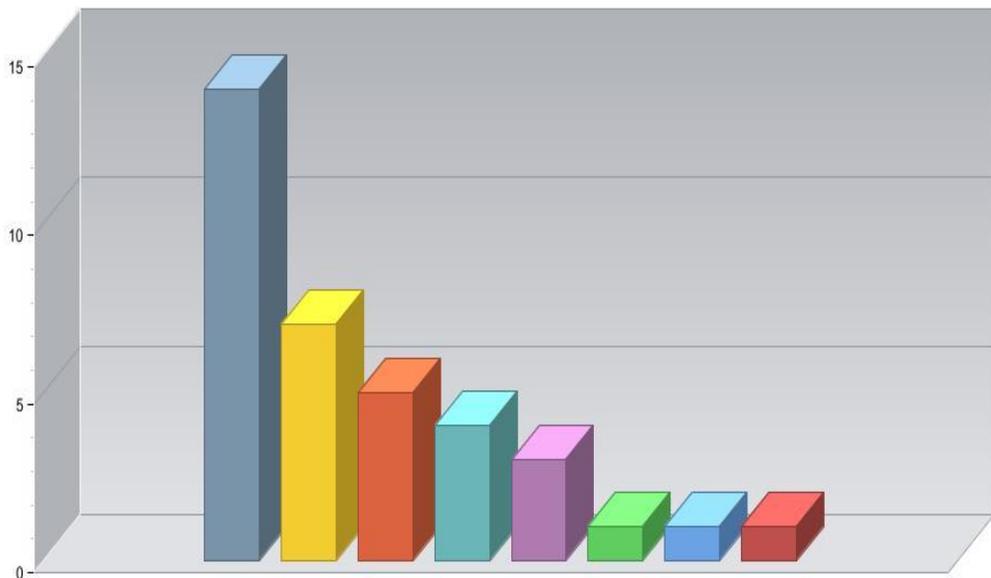




## 2.4 专利技术领域布局分析

◆ 为避免重复计数，本部分研究对象为高锟专利经DWPI同族专利归并后得到的18个专利家族。

IPC 排名



■ G02B ■ H04B ■ C03C ■ C03B ■ H04J ■ G01B ■ G01M ■ H04L

来源: Thomson Innovation®, www.thomsoninnovation.com

专利技术领域布局 (IPC分类-4位)

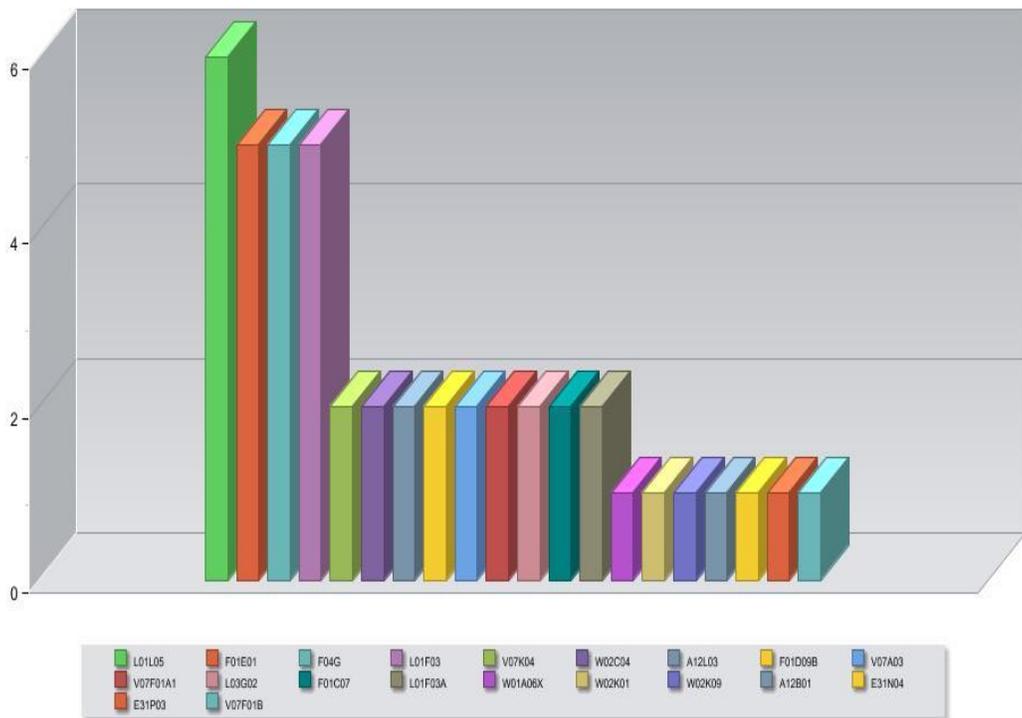
IPC分类 (4位)	专利数量	百分比	技术领域
<b>IPC分类偏向于功能</b>			光学元件、系统或仪器
H04B	7	39%	电信技术：传输
C03C	5	28%	玻璃、釉或搪瓷釉的化学成分；玻璃的表面处理；由玻璃、矿物或矿渣制成的纤维或细丝的表面处理；玻璃与玻璃或其他材料的接合
C03B	4	22%	玻璃、矿物或渣棉的制造、成型；玻璃、矿物或渣棉的制造或成型的辅助工艺
H04J	3	17%	电信技术：多路复用通信
G01B	1	6%	长度、厚度或类似线性尺寸的计量；角度的计量；面积的计量；不规则的表面或轮廓的计量
G01M	1	6%	机器或结构部件的静或动平衡的测试；结构部件或设备的测试
H04L	1	6%	电信技术：数字信息的传输，如电报





## 2.4 专利技术领域布局分析

DWPI 手工代码排名



来源: Thomson Innovation®, www.thomsoninnovation.com

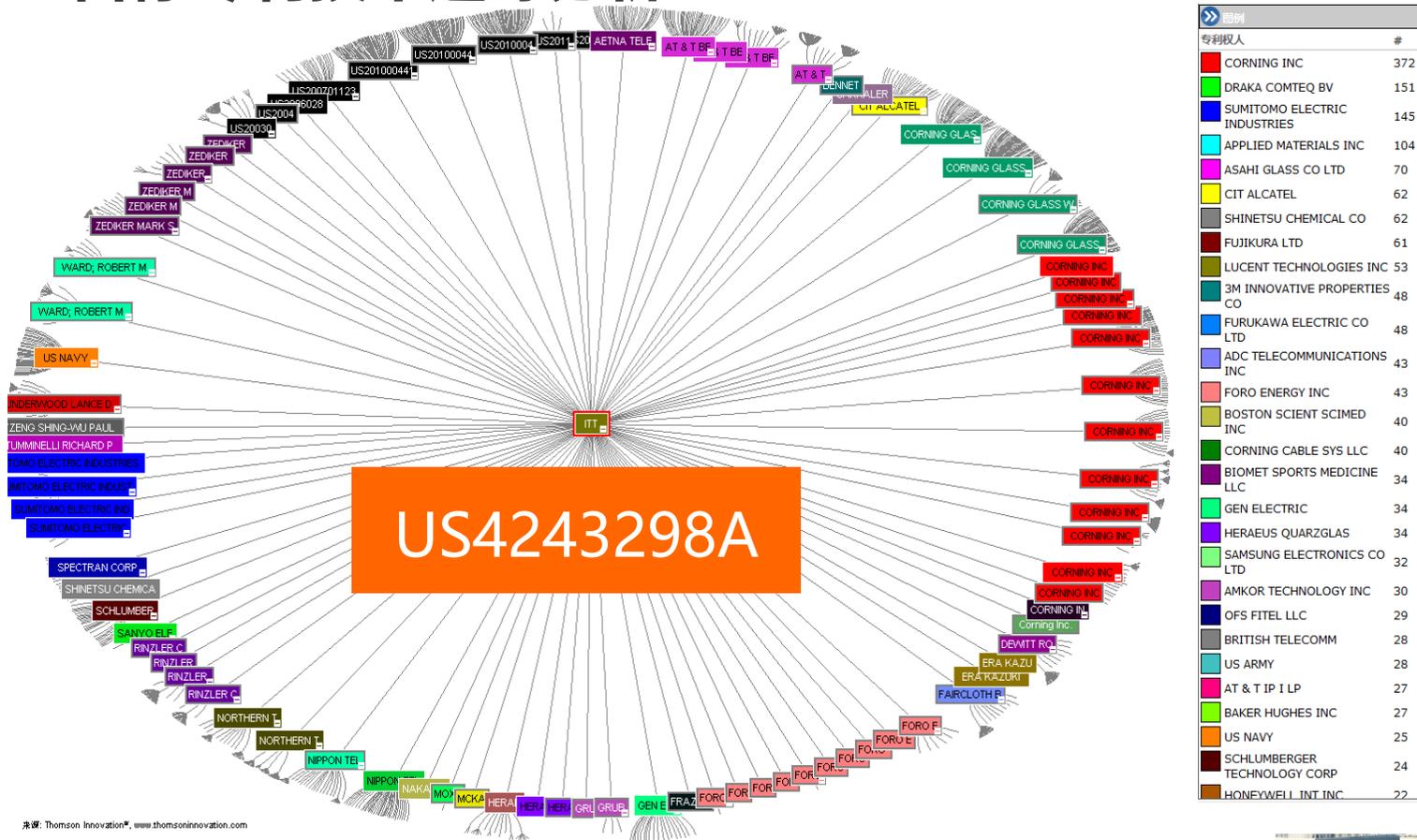
专利技术领域布局 (DWPI手工代码)

德温特手工代码	专利数量	百分比	技术领域
<b>德温特手工代码偏向技术</b>			玻璃在光学中的应用
F04G	5	28%	共轭纤维的物理特性
L01F03	5	28%	纤维织物以外的纤维制品
V07K04	2	11%	玻璃纤维制造过程
W02C04	2	11%	光纤与光控制 (频率、颜色)
A12L03	2	11%	光与红外线路传输系统
F01D09B	2	11%	聚合物应用: 其他光学用途
V07A03	2	11%	玻璃纤维的化学特征
V07F01A1	2	11%	光纤与光控制
L03G02	2	11%	纤维光学: 光纤导引结构
F01C07	2	11%	其他基本的电子元件和材料: 波导
L01F03A	2	11%	制造纤维的机械方法与设备
W01A06X	1	6%	玻璃纤维的表面处理
W02K01	1	6%	交换机; 交换机(包括局域网)之间的联系
W02K09	1	6%	频分多路复用系统
A12B01	1	6%	多路复用
E31N04	1	6%	涂料和油漆
E31P03	1	6%	碳的使用
V07F01B	1	6%	硅的使用





## 2.5 目标专利技术追踪分析



◆US4243298A (公开年1981), 被88条专利引用

◆施引专利专利权人分布：康宁 (corning) 公司、荷兰德拉克 (Draka Comteq)、住友 (sumitomo) 电工、应用材料 (applied materials) 公司等

\*专利权人 (Assignee) 对专利具有独占、使用、处置权的法人、自然人

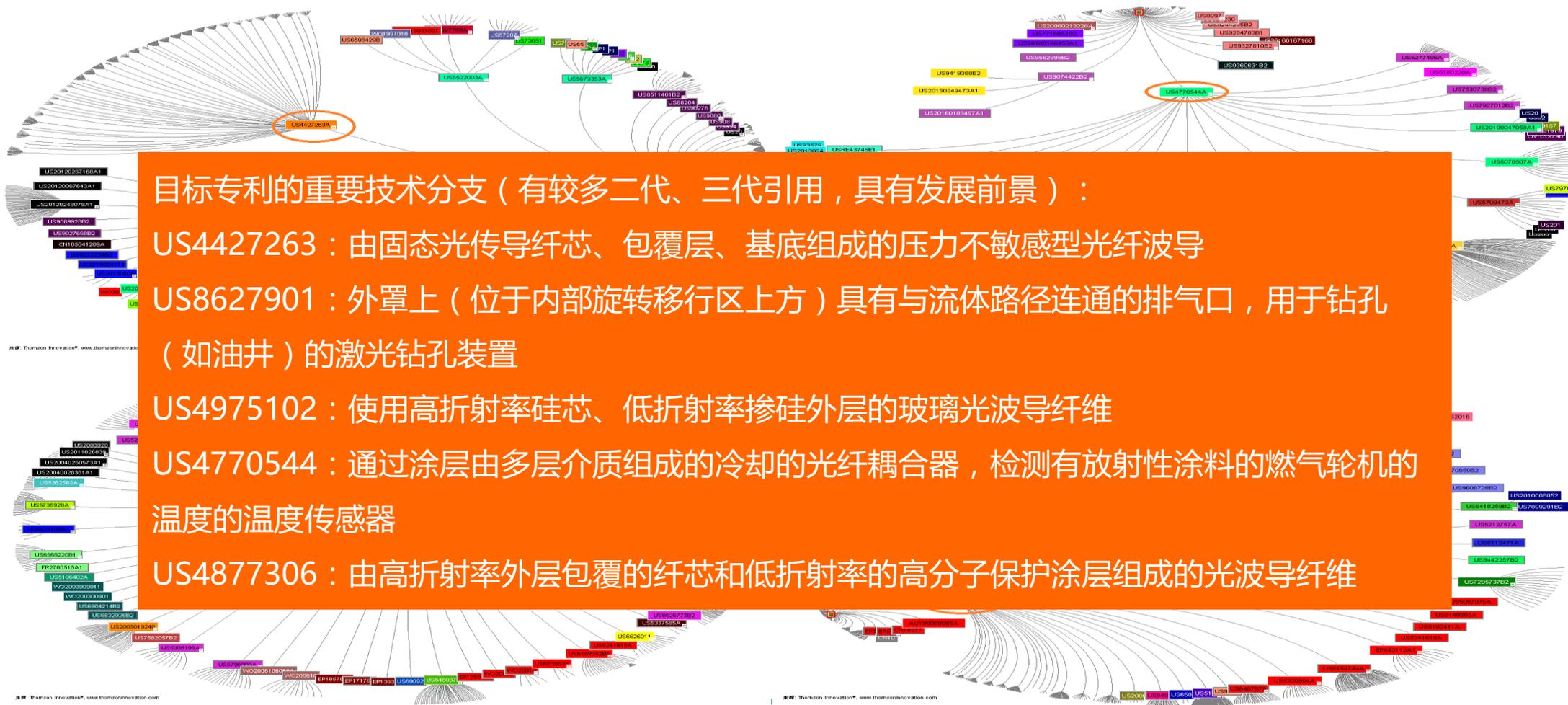
目标专利的被引用情况 (基于专利权人\*)





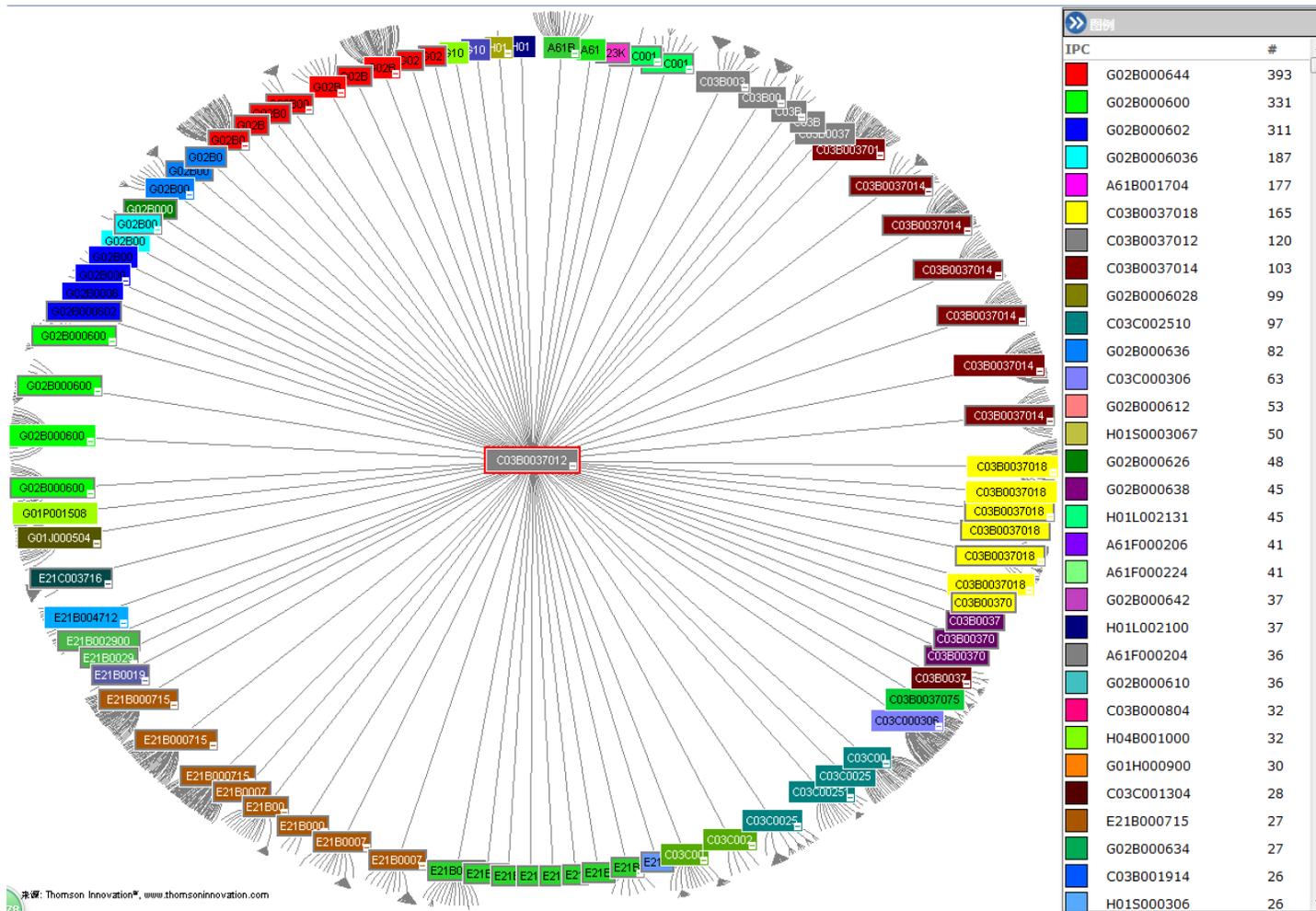


## 2.5 目标专利技术追踪分析



目标专利的重要技术分支（有较多二代、三代引用，具有发展前景）：

- US4427263：由固态光传导纤芯、包覆层、基底组成的压力不敏感型光纤波导
- US8627901：外罩上（位于内部旋转移行区上方）具有与流体路径连通的排气口，用于钻孔（如油井）的激光钻孔装置
- US4975102：使用高折射率硅芯、低折射率掺硅外层的玻璃光波导纤维
- US4770544：通过涂层由多层介质组成的冷却的光纤耦合器，检测有放射性涂料的燃气轮机的温度的温度传感器
- US4877306：由高折射率外层包覆的纤芯和低折射率的高分子保护涂层组成的光波导纤维



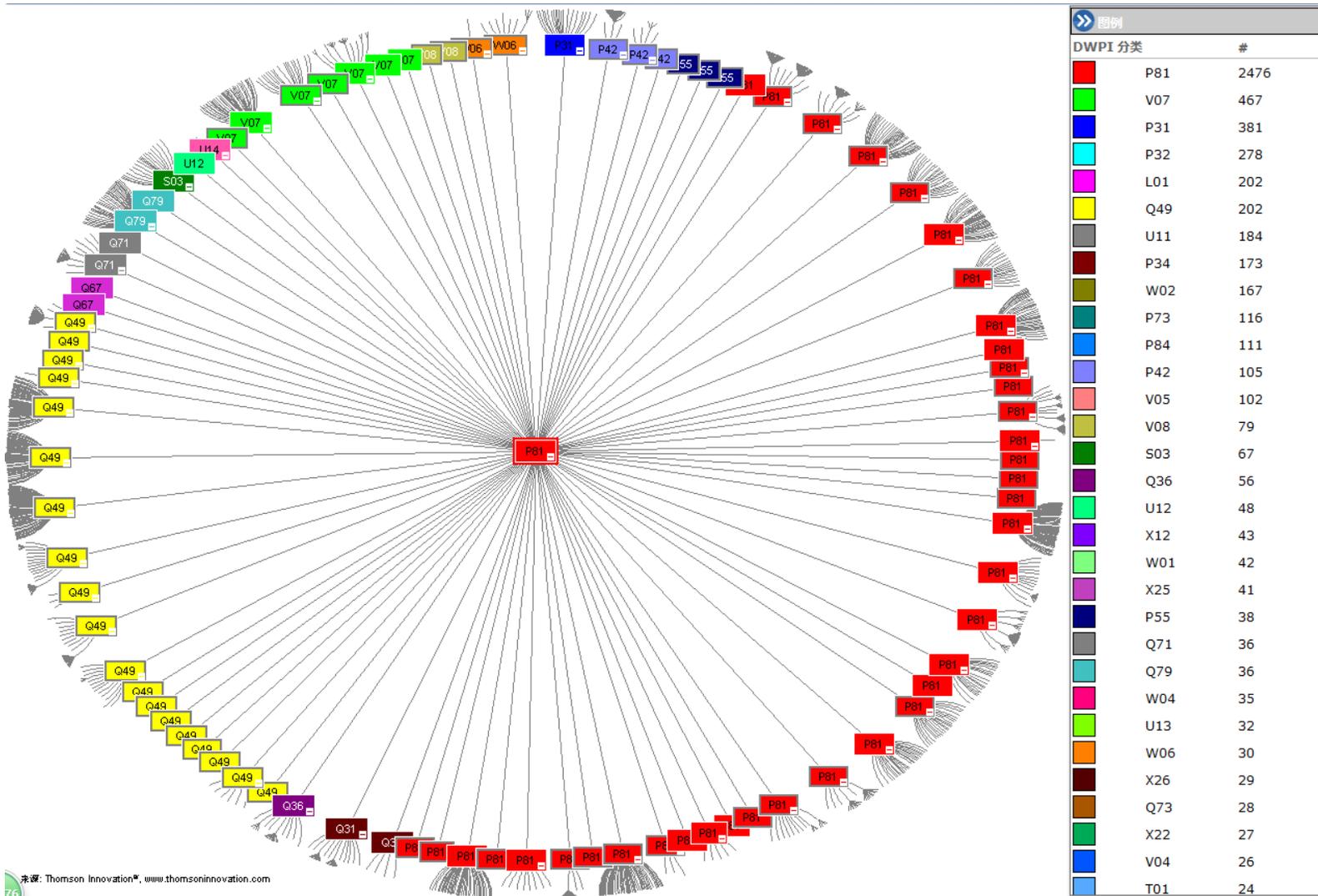
目标专利的引证关系图（基于IPC分类）：

◆目标专利IPC分类：C03B（玻璃、矿物或渣棉的制造、成型；玻璃、矿物或渣棉的制造或成型的辅助工艺）

◆除C03B外，目标专利的施引专利还集中在G02B（光学元件、系统或仪器）、A61B（诊断；外科；鉴定）、C03C（玻璃、釉或搪瓷釉的化学成分；玻璃的表面处理；由玻璃、矿物或矿渣制成的纤维或细丝的表面处理；玻璃与玻璃或与其他材料的接合）、H01S利用受激发射的器件等

目标专利的被引用情况（IPC分类）





目标专利的引证关系图（基于DWPI分类）：

- ◆目标专利DWPI分类：P81（光学），也是施引专利最主要的DWPI分类
- ◆此外，目标专利的施引专利集中在V07（光纤和灯光控制）、P31（诊断、手术）、P32（牙科,绷带,兽医,假肢）、L01（玻璃）、Q49（采矿）等

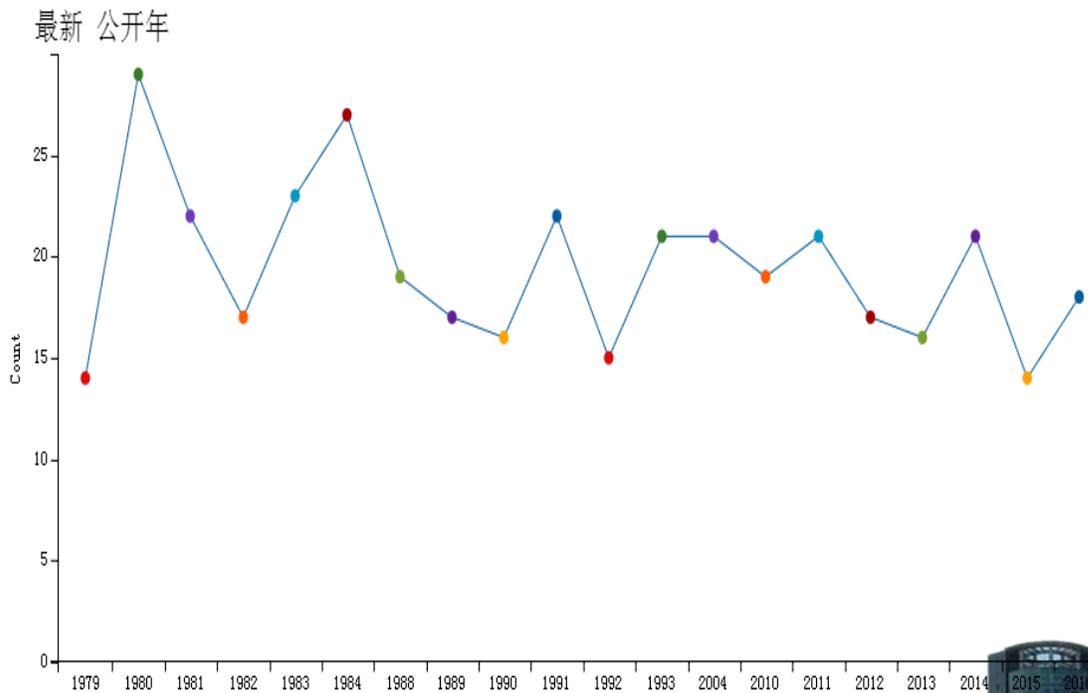
目标专利的被引用情况（DWPI分类）





## 2.6 施引专利分析

年份	专利数量	年份	专利数量	年份	专利数量	年份	专利数量
1977	13	1988	19	1999	8	2010	19
1978	13	1989	17	2000	4	<b>2011</b>	<b>21</b>
1979	14	1990	16	2001	8	2012	17
<b>1980</b>	<b>29</b>	<b>1991</b>	<b>22</b>	2002	13	2013	16
1981	22	1992	15	2003	13	<b>2014</b>	<b>21</b>
1982	17	<b>1993</b>	<b>21</b>	<b>2004</b>	<b>21</b>	2015	14
1983	23	1994	11	2005	12	2016	18
<b>1984</b>	<b>27</b>	1995	8	2006	10	2017	6
1985	10	1996	7	2007	6		
1986	13	1997	8	2008	9		
1987	12	1998	10	2009	11		

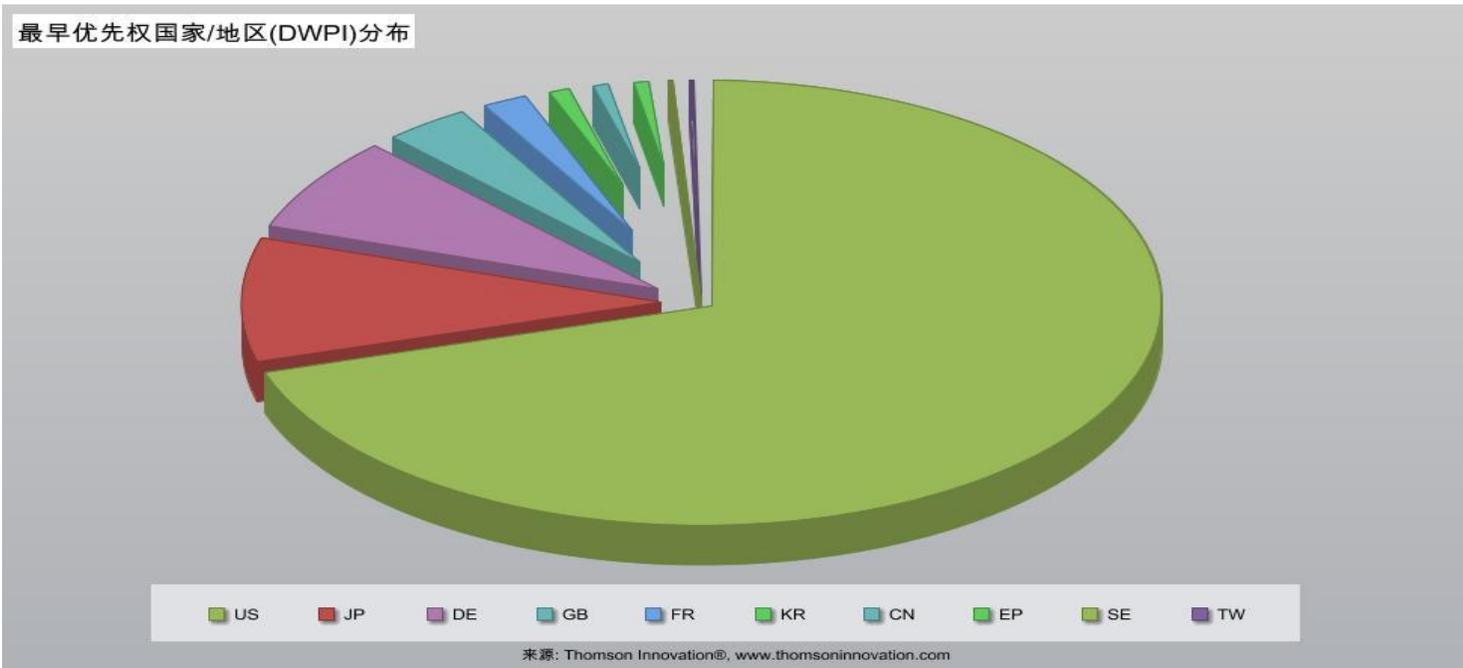


施引专利年度分布（基于专利公开年）





## 2.6 施引专利分析



- ◆最早优先权国：专利申请人就其发明创造第一次（最早）提出专利申请的国家
- ◆通过最早优先权国的分析，可以了解专利技术的原创国
- ◆美国占据绝对优势，日本、德国位居第二、三

施引专利最早优先权国家分布

最早优先权国家/地区 (DWPI)	美国 US	日本 JP	德国 DE	英国 GB	法国 FR	韩国 KR	中国 CN	欧洲专利局 EP	瑞典 SE	台湾 (地区) TW
专利计数	400	56	44	22	14	9	8	8	4	4

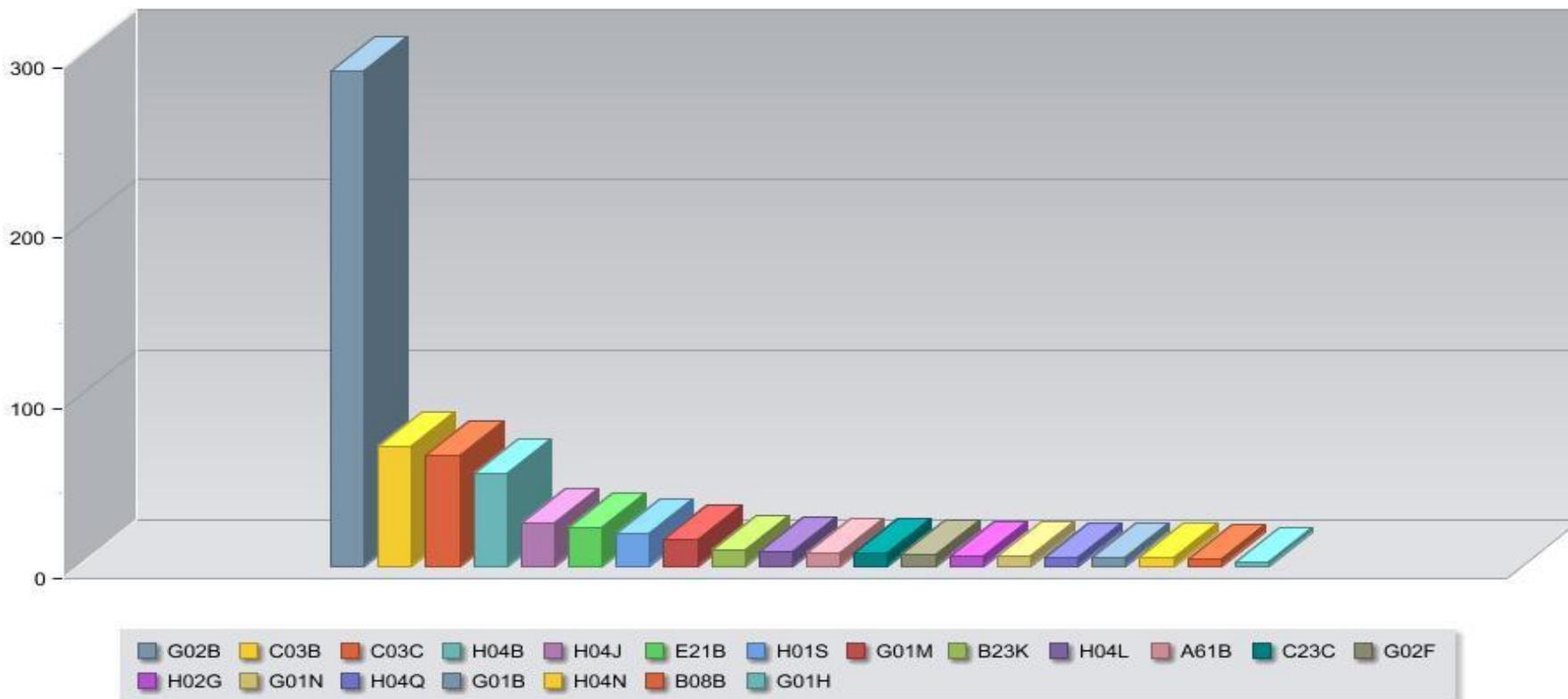




## 2.7 施引专利技术领域布局分析

IPC 排名

施引专利技术领域布局 (IPC分类-4位)



来源: Thomson Innovation®, www.thomsoninnovation.com

◆为避免重复计数，本部分研究对象为施引专利经DWPI同族专利归并后得到的423个专利家族。





IPC分类 (4位)	专利数量	百分比	技术领域
G02B	291	69%	光学元件、系统或仪器
C03B	71	17%	玻璃、矿物或渣棉的制造、成型；玻璃、矿物或渣棉的制造或成型的辅助工艺
C03C	65	15%	玻璃、釉或搪瓷釉的化学成分；玻璃的表面处理；由玻璃、矿物或矿渣制成的纤维或细丝的表面处理；玻璃与玻璃或与其他材料的接合
H04B	55	13%	电信技术：传输
H04J	26	6%	电信技术：多路复用通信
E21B	23	5%	土层或岩石的钻进
H01S	19	4%	激光发生、放大、辐射、传输、接收、调制、控制、应用
G01M	16	4%	借助于测定材料的化学或物理性质来测试或分析材料
B23K	10	2%	钎焊或
H04L	9	2%	电通信技术：选择
A61B	8	2%	金属材料表面处理；
C23C	8	2%	对金属材料
G02F	7	2%	光学：用于
H02G	6	1%	电通信技术：选择
G01N	6	1%	长度、厚度或类似线性尺寸的计量；角度的计量；面积的计量；不规则的表面或轮廓的计量
H04Q	5	1%	电信技术：图像通信
G01B	5	1%	长度、厚度或类似线性尺寸的计量；角度的计量；面积的计量；不规则的表面或轮廓的计量
H04N	5	1%	电信技术：图像通信
B08B	4	1%	一般清洁，一般污垢的防除（刷子）
G01H	3	1%	机械振动或超声波、声波或次声波的测量

◆对比施引专利与原专利的技术领域，G02B仍是主要的IPC分类，比例略有下降，TOP2-5的领域范围保持不变，C03B名次上升幅度较大

◆红色标注为施引专利新增的技术领域，领域分布较广→多学科渗透

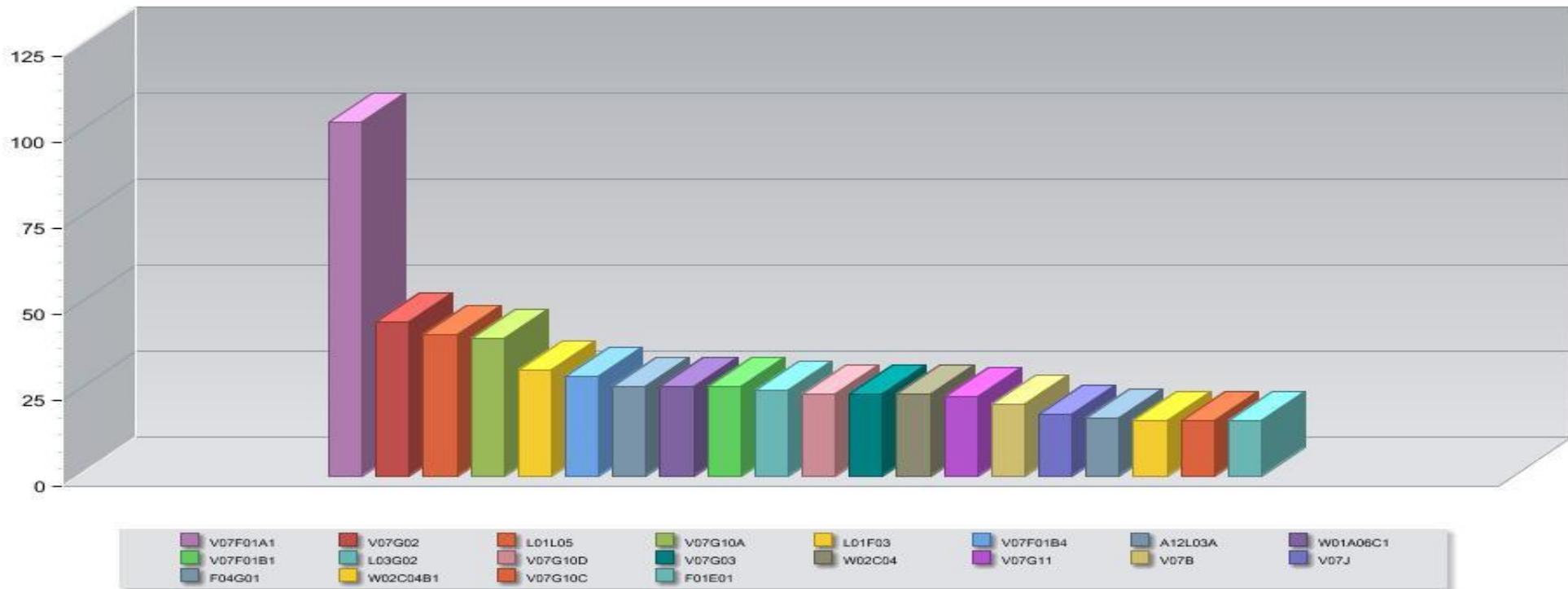




## 2.7 施引专利技术领域布局分析

施引专利技术领域布局 (DWPI手工代码)

DWPI 手工代码排名



来源: Thomson Innovation®, www.thomsoninnovation.com





德温特手工代码	专利数量	百分比	技术领域
V07F01A1	103	24%	纤维光学：光纤导引结构
<b>V07G02</b>	45	11%	耦合光导:调整纤维或光源
<b>L01L05</b>	41	10%	玻璃在光学中的应用
<b>V07G10A</b>			
L01F03			
<b>V07F01B4</b>			
A12L03A			
<b>W01A06C1</b>			
V07F01B1			
L03G02			
<b>V07G10D</b>			
<b>V07G03</b>			
W02C04			
<b>V07G11</b>			
<b>V07B</b>			
<b>V07J</b>	18	4%	光学元件参数测量
<b>F04G01</b>	17	4%	纤维织物以外的纤维制品：光纤，电缆
W02C04B1	16	4%	光与红外线路光纤传输系统
<b>V07G10C</b>	16	4%	耦合光导2端口连接：联结器导件终端至放射源/检测器
<b>F01E01</b>	16	4%	共轭纤维的物理特性

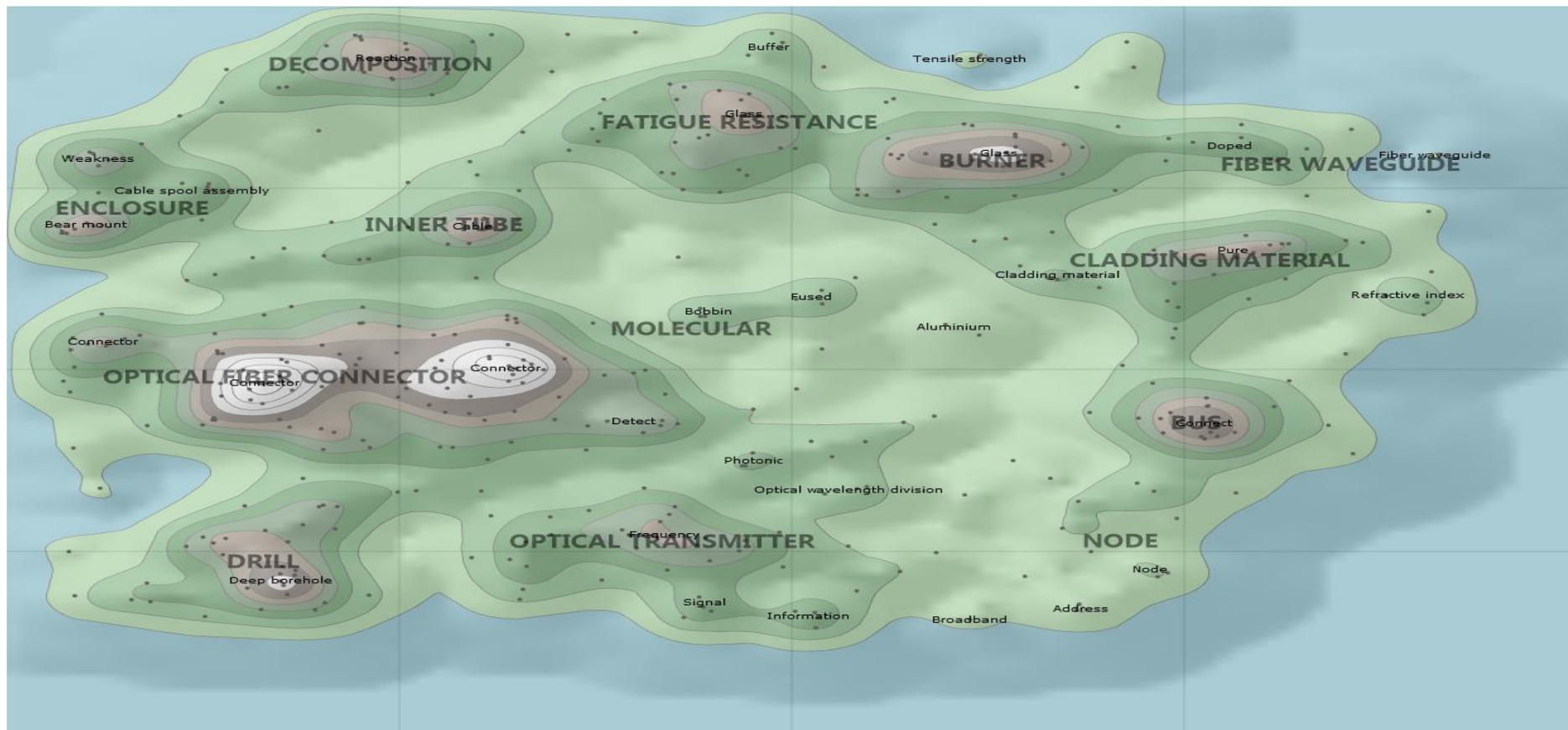
施引专利与原专利布局显著不同

- ◆原专利位居前三的L01L05、F01E01、F04G现处于第三、第二十、第十七位
- ◆V07F01A1由原专利的第十跃居为施引专利第一
- ◆新增专利布局（红色标注）主要集中在V07（电子元件：光纤与光控）：V07G（耦合光导）、V07F（光学元件）、V07B（光纤与光控）、V07J（光学元件参数测量）





## 2.7 施引专利技术领域布局分析



- ◆利用专利地图功能，从专利文献的标题与摘要提取技术主题
- ◆山峰表征某一特定技术主题中聚集的相应专利群

施引专利布局（基于专利地图）





## 2.7 施引专利技术领域布局分析



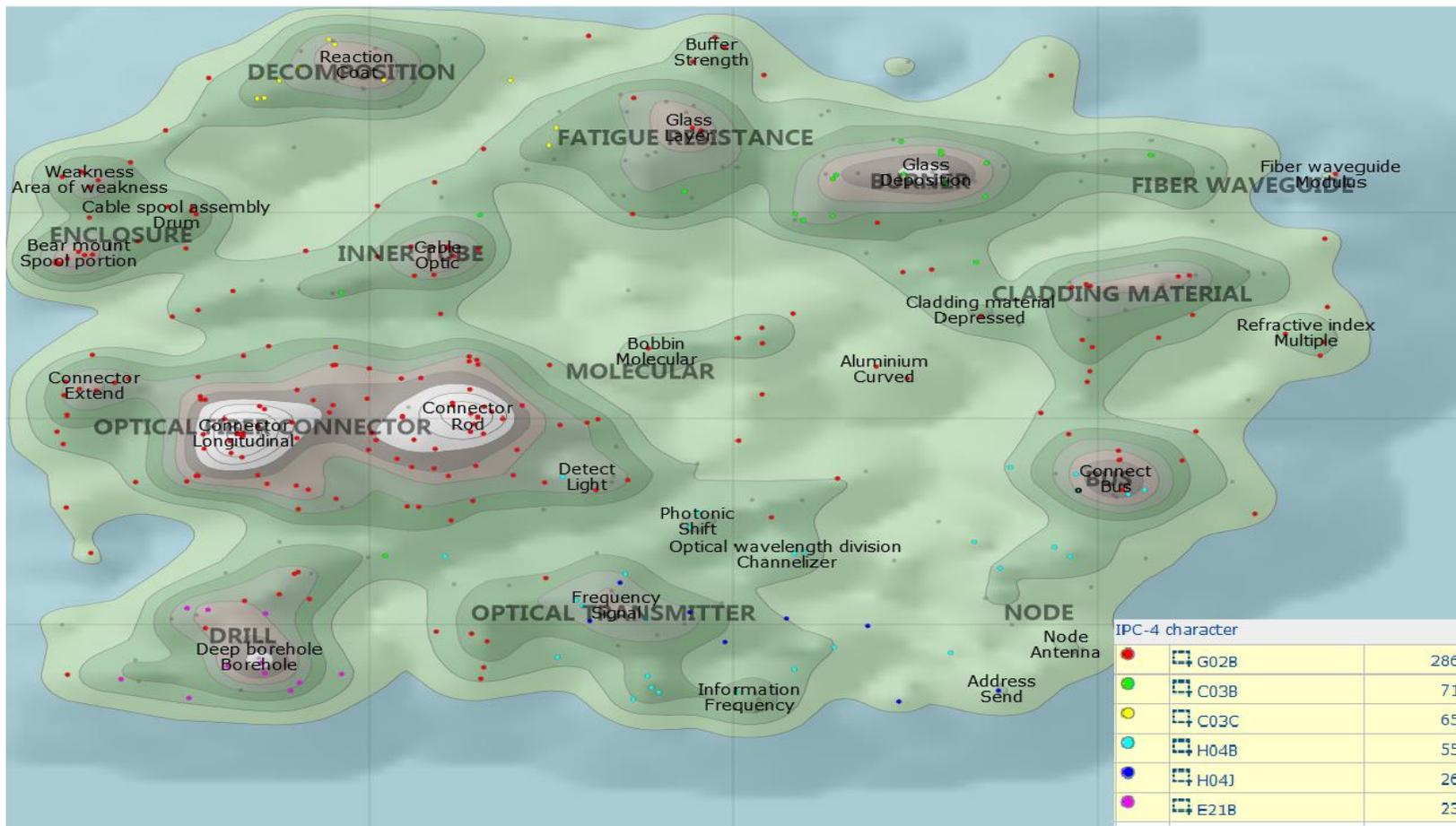
- ◆ 技术主题的中文释义
- ◆ 白色等高线的位置是专利最集中的研究热点→光纤连接器、连接器
- ◆ 对专利地图进行IPC分类、时间切片分析

施引专利布局（基于专利地图）





## 2.7 施引专利技术领域布局分析



IPC分类布局图：

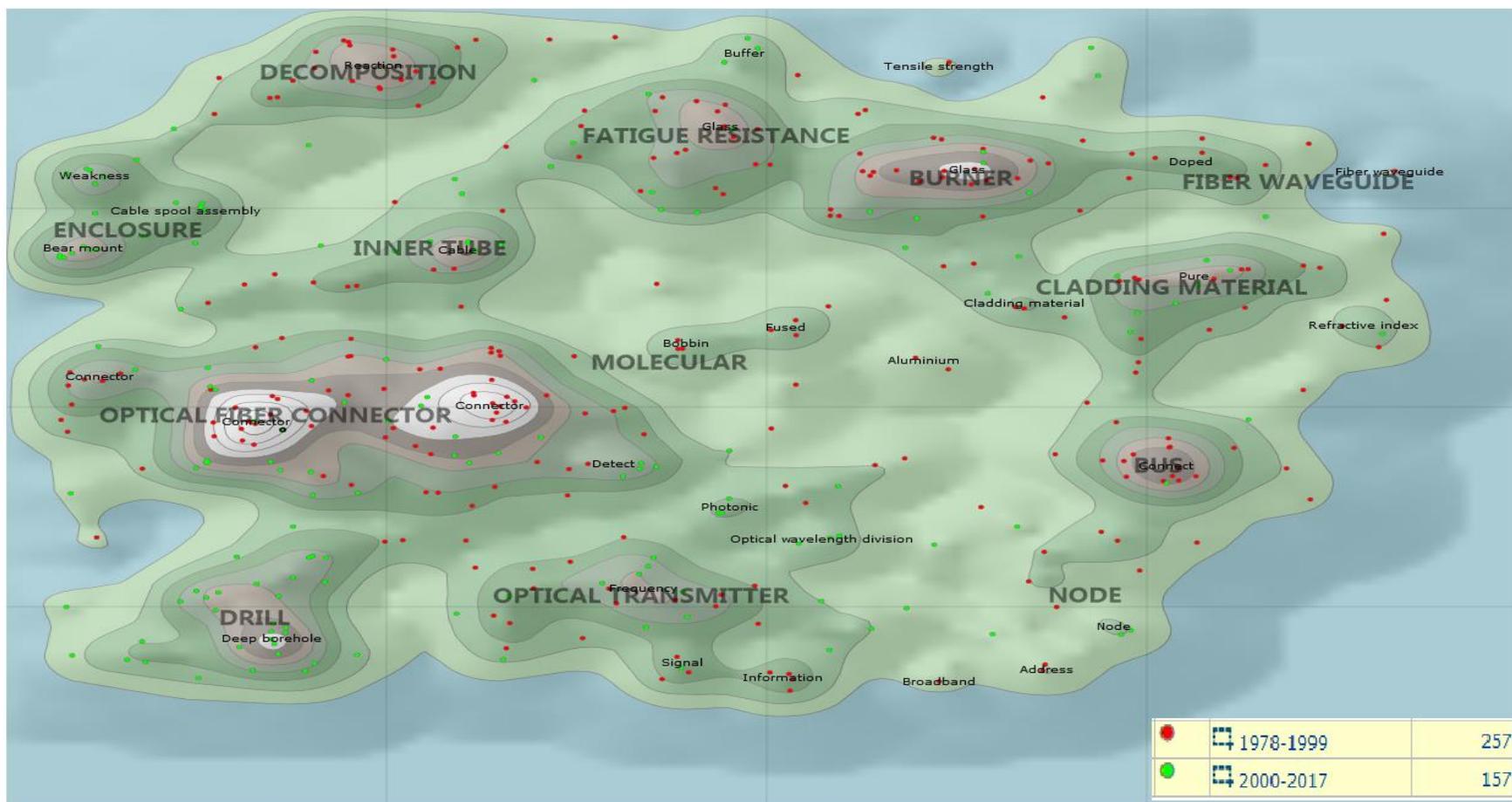
- ◆G02B（光学元件、系统或仪器）横跨多个主题，在光纤连接器、外壳、覆层材料等主题上布局最为集中
- ◆C03B（玻璃、矿物或渣棉的制造、成型；及辅助工艺）在燃烧器、玻璃主题有较多分布
- ◆C03C（玻璃、釉或搪瓷釉的化学成分；玻璃的表面处理；由玻璃、矿物或矿渣制成的纤维或细丝的表面处理；玻璃与玻璃或与其他材料的接合）集中在分解、反应主题
- ◆H04B（电通信技术：传输）、H04J（多路复用通信）集中在光发射机主题
- ◆E21B（土层或岩石的钻进；从井中开采油、气、水、可溶解或可融化物质或矿物泥浆）集中在钻孔、深孔主题

施引专利IPC分类布局





## 2.7 施引专利技术领域布局分析



施引专利布局（时间切片）





## 2.7 施引专利技术领域布局分析

持续热点

2000年前的热点

2000年后的热点



通过专利地图时间切片的分析可以了解不同时间段技术的演变，专利布局的改变

- ◆2000年前的热点：光纤波导、掺杂的；总线连接；分子的、线轴的、熔融的；分解
- ◆2000年后的热点：外壳、电缆线轴组件；钻孔、深孔
- ◆持续的热点：光纤连接器、探测；光发射机；抗疲劳性；燃烧器

施引专利布局（时间切片）





## 案例2：石墨烯技术专利分析

3





## 3.1 引言

- ◆采用原汤森路透集团的德温特创新索引（DII）专利数据库作为检索来源（DII收录来自世界40多个专利机构的1千多万件基本发明专利，数据可回溯至1963年，并且所有的专利文献都以专利家族为单位进行组织）使用TDA、Aureka、Thomson Innovation和Excel等分析工具
- ◆通过对专利技术的分析，以期客观展现全球石墨烯技术的整体发展态势、研发格局、技术分布和热点、重点技术发展脉络等，为专家的定性判断提供科学数据和支撑依据





## 3.2 背景综述

- ◆ 石墨烯的理论研究始于1947年，迄今已有60多年的历史。但真正能够独立存在的二维石墨烯晶体则是出现在**2004年**：英国曼彻斯特大学天文物理学教授Andre K. Geim领导的研究小组利用微机械剥离方法首次证实了石墨烯的单独存在，并共同获得了**2010年**诺贝尔物理学奖。
- ◆ 自2004年发现以来，石墨烯不仅在理论科学上受到了极大关注，并且由于其特殊的结构和性能而在电子学、光学、磁学、生物医学、催化、储能和传感器等诸多领域展现出巨大的应用潜能，引起了科学界和产业界的高度关注。世界各国纷纷将石墨烯及其应用技术作为长期战略发展方向，以期在由石墨烯引发的新一轮产业革命中占据主动和先机。





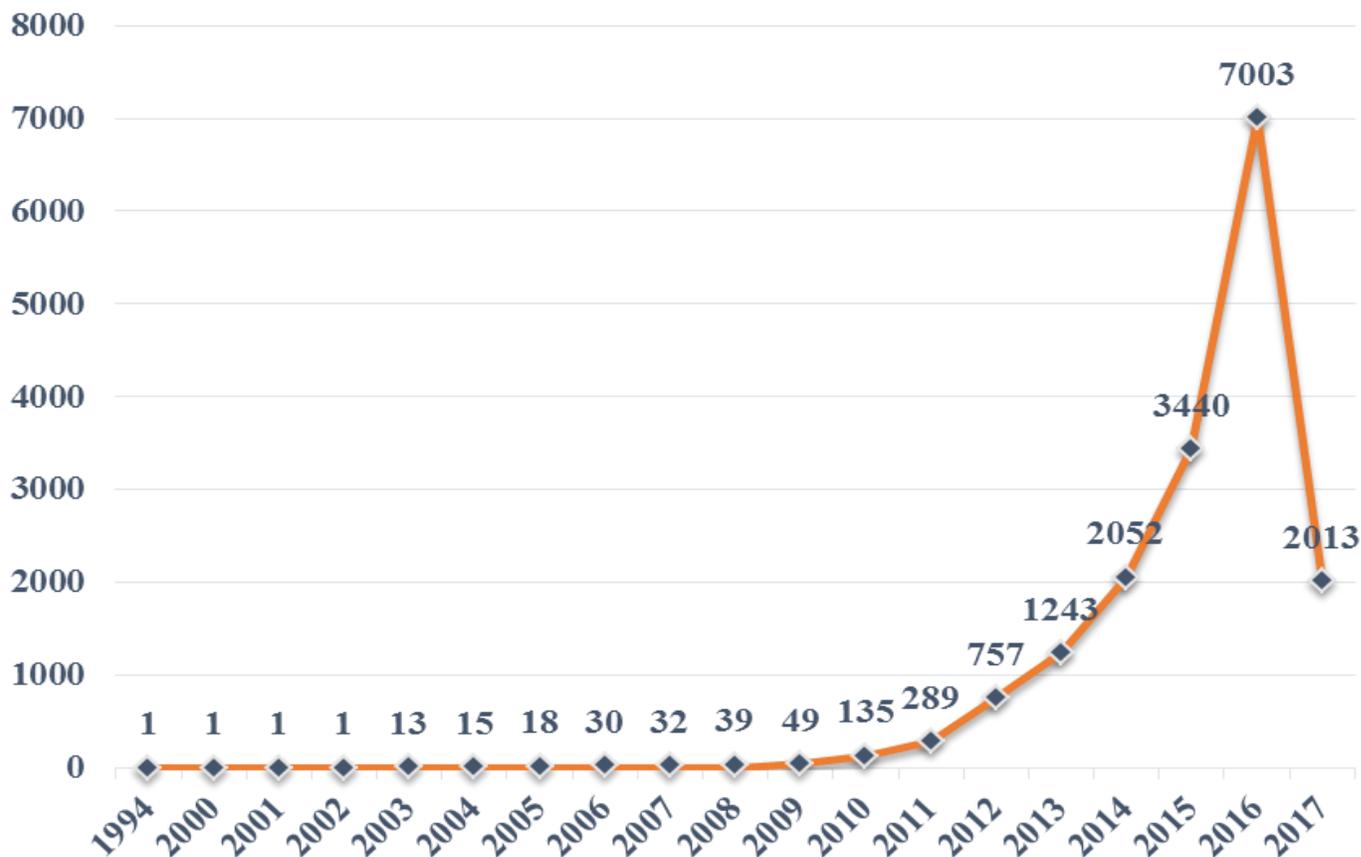
### 3.3 石墨烯技术国际专利申请态势

- ◆ 石墨烯相关专利的申请在上世纪末就已出现，但随后发展较为缓慢。直到**2008年后，专利申请数量才开始出现实质性的大幅增长**。特别是在安德烈·海姆和康斯坦丁·诺沃肖洛夫因对石墨烯的研究共同获得2010年诺贝尔物理学奖以后，全球石墨烯专利申请数量开始急剧增长。
- ◆ 从石墨烯专利技术发明人及相关技术条目的年度变化情况来看，该领域每年都有大量新增发明人和新技术条目出现。这也进一步证实石墨烯正处于快速发展阶段。通过TI专利数据库进行检索，共检索到石墨烯相关专利（族）17132件（检索时间2017年4月18日）。





## 3.3 石墨烯技术国际专利申请态势



石墨烯专利公开数量的年度分布

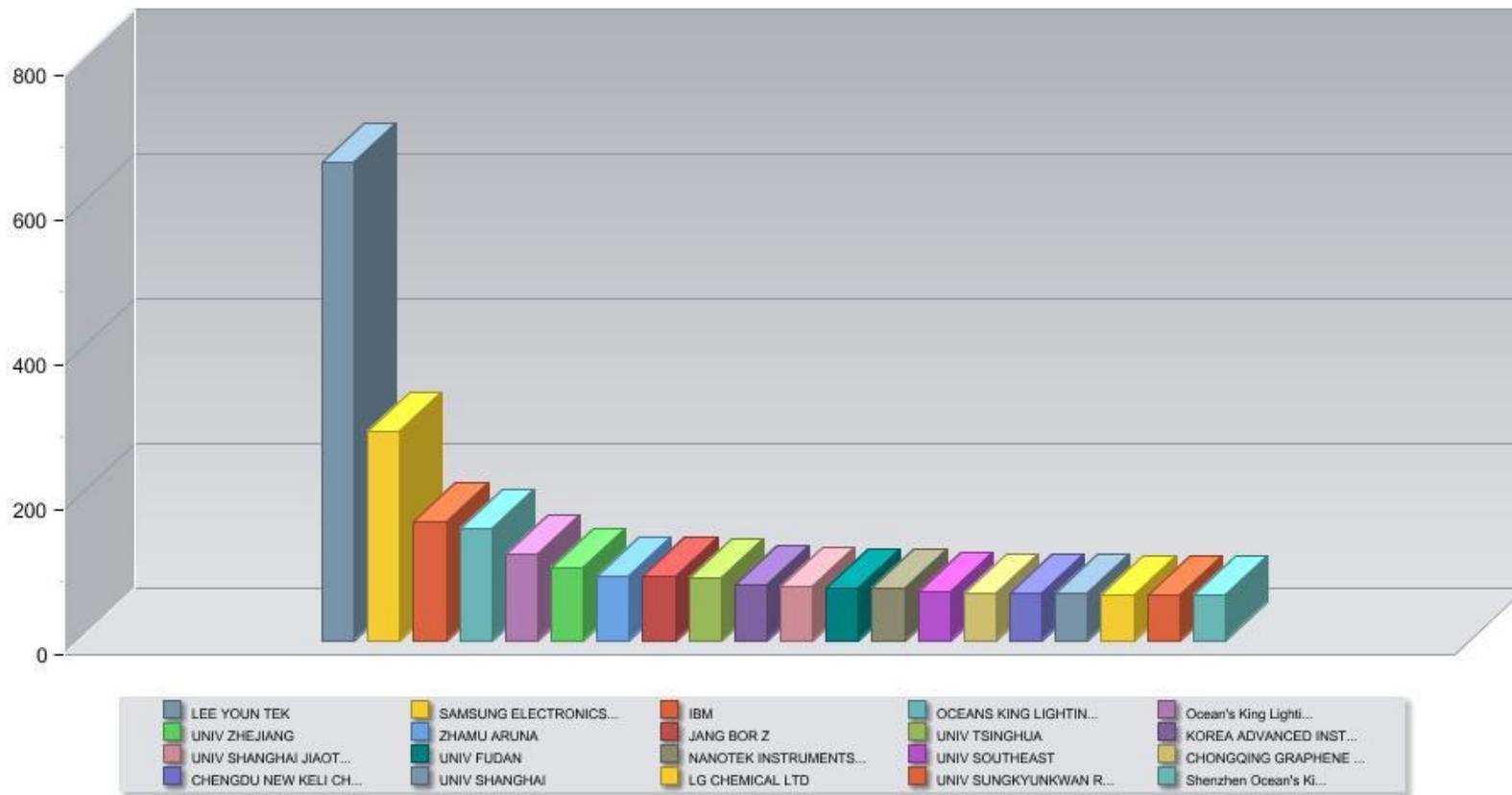
2009年后，专利公开数量才开始出现实质性的大幅增长。2010年诺贝尔奖后，表明石墨烯相关专利技术进入快速发展轨道。





### 3.4 石墨烯专利权人（申请人）分布TOP20

专利权人(申请人)排名

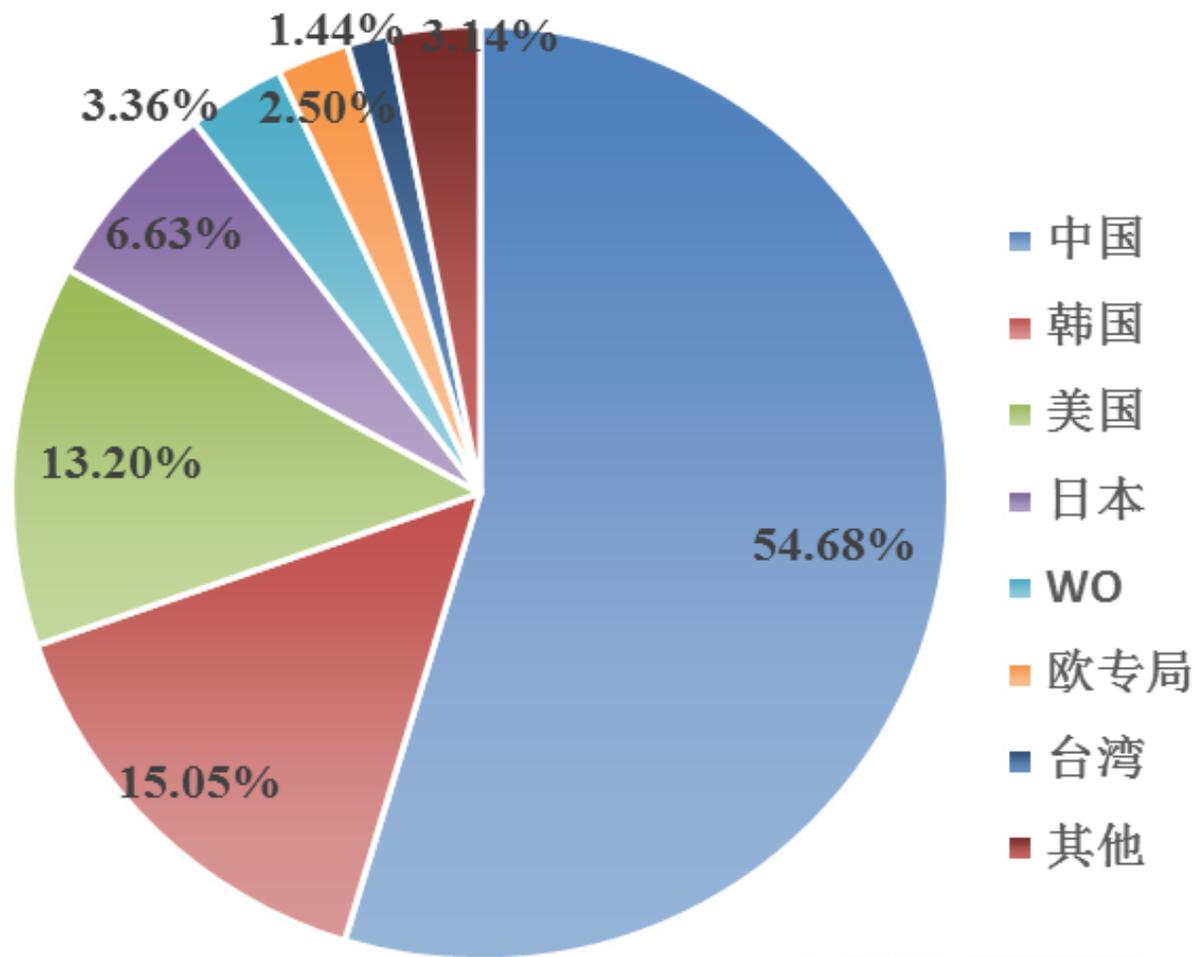


来源: Thomson Innovation®, www.thomsoninnovation.com





### 3.5 石墨烯专利优先权国家分布





### 3.5 石墨烯专利优先权国家分布

- ◆ 通过最早优先权国的分析，可以了解石墨烯专利技术的原创国。
- ◆ 图中是对石墨烯技术专利文献的最早优先权国进行统计分析发现，**中国处于技术原创国的首位**，其专利受理数量大幅领先于随后其他国家/地区，占据了54.68%的份额；**韩国、美国、日本紧随其后**，也是该项技术的主要技术原创国。
- ◆ 但是，韩国、美国和日本等的专利申请数量与中国有较大的差距。这是因为该领域目前处于产业化前夕，需要政府的大力支持，中国政府在石墨烯技术领域的诸多专项支持极大推动了该国在石墨烯技术领域的研发速度，为未来在行业内领先地位奠定了坚实的基础。

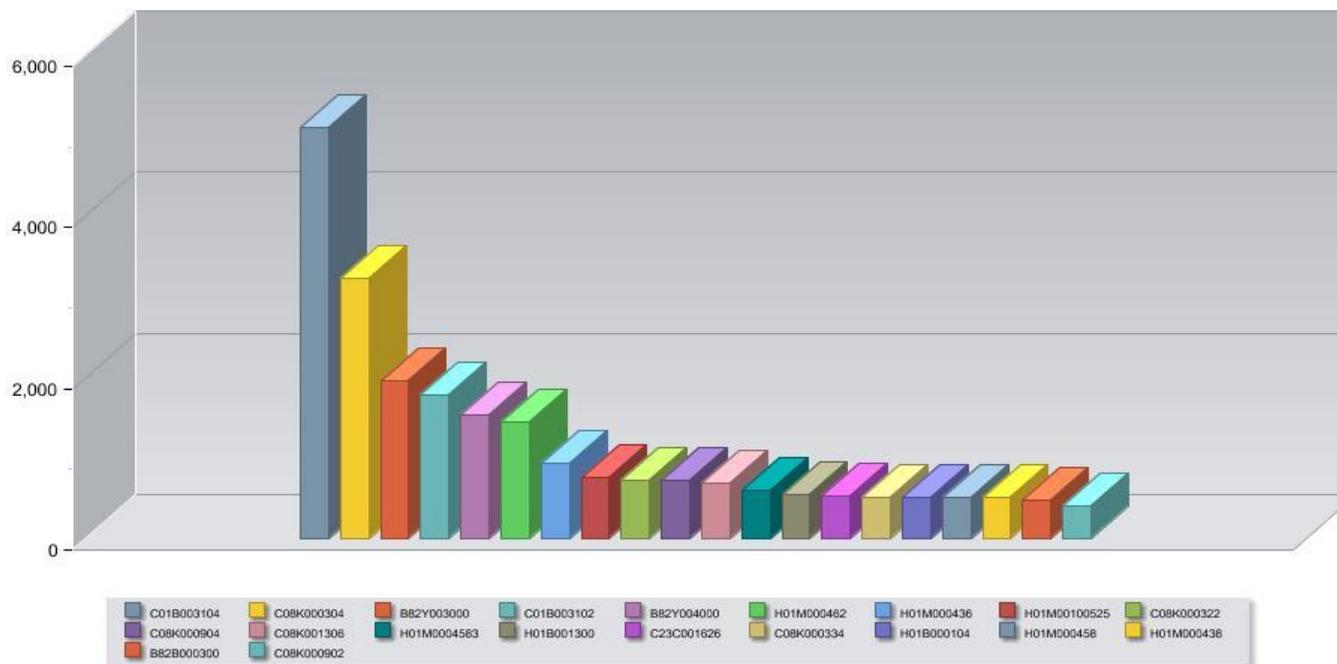




## 3.6 石墨烯技术国际专利申请的技术布局

- 国际专利分类号（IPC）包含了专利的技术信息，通过对石墨烯相关专利进行基于IPC的统计分析，可以了解、分析石墨烯专利主要涉及的技术领域和技术重点等。

IPC 排名



来源: Thomson Innovation®, www.thomsoninnovation.com





### 3.6 石墨烯技术国际专利申请的技术布局（篇幅有限，选取TOP8）

IPC分类号	IPC类目含义	文献计数	百分比
C01B 31/04	石墨	5098	12.83%
C08K 3/04	碳	3237	8.15%
B82Y 30/00	用于材料或表面科学的纳米技术，例如 纳米复合材料	1962	4.94%
C01B 31/02	碳的制备（使用超高压，如用于金刚石的生成入 B01J3/06；用晶体生长法入C30B）；纯化	1777	4.47%
B82Y 40/00	制造或处理纳米结构	1530	3.85%
H01M 4/62	在活性物质中非活性材料成分的选择，例如胶合剂、填料	1444	3.63%
H01M 4/36	作为活性物质、活性体、活性液体的材料的选择	930	2.34%
H01M 10/0525	摇椅式电池，即其两个电极均插入或嵌入有锂的电池；锂离子电池	763	1.92%



## 3.6 石墨烯专利的DWPI分类号布局

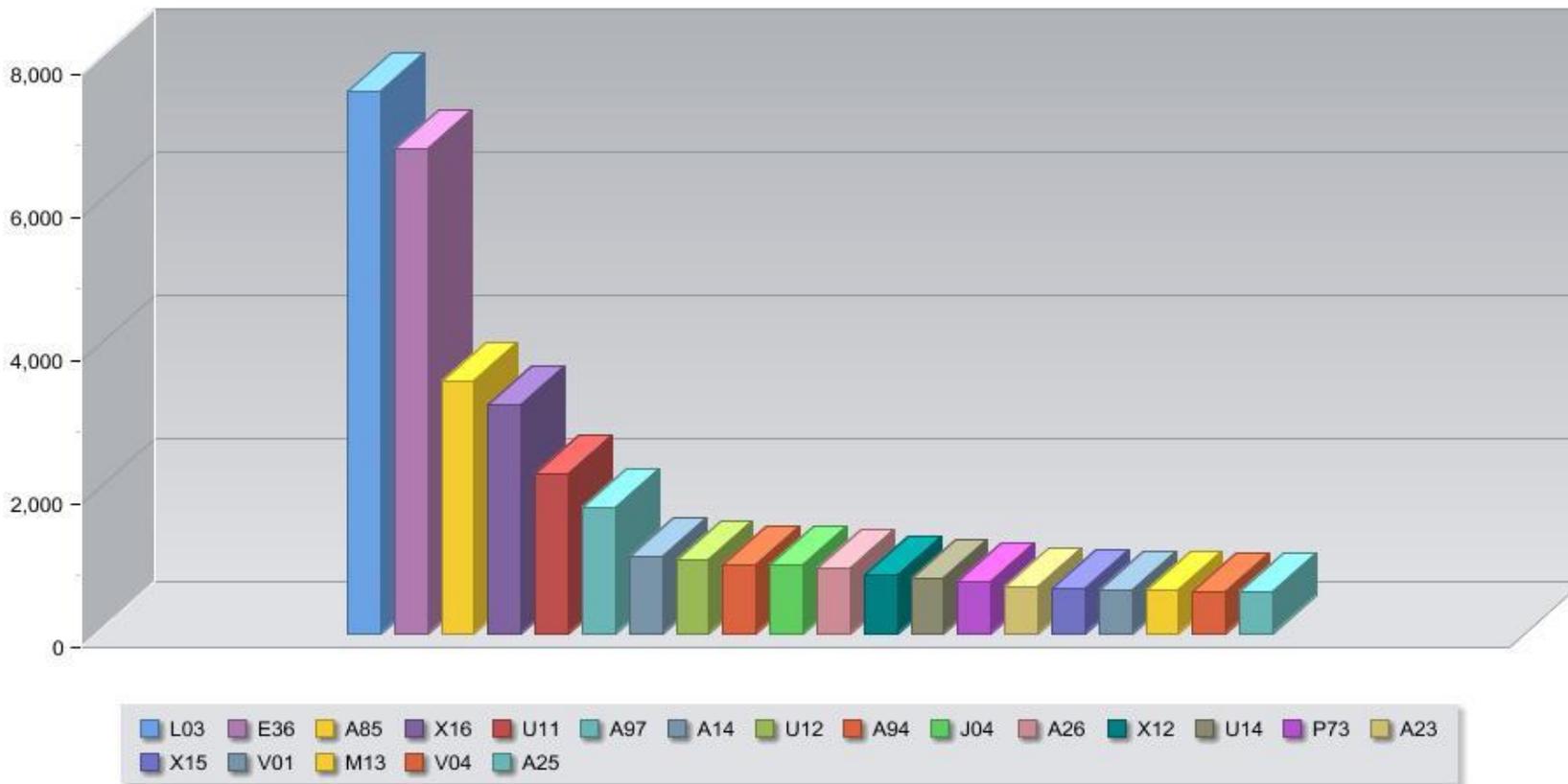
- 德温特分类是从应用性角度编制的，它将所有的技术领域分为三个大类，分别是：化学（Chemical）、工程（Engineering）、电子电气（Electronic and Electrical）。
- 大类之下又分为部（section），总共有33个部，其中A-M为化学，P1-Q7工程，S-X电子电气。
- 本报告涉及的主要有B部（作业；运输）、C部（化学；冶金）H部（电学）。





### 3.6 石墨烯专利的DWPI分类号布局

DWPI 大类排名



来源: Thomson Innovation®, www.thomsoninnovation.com



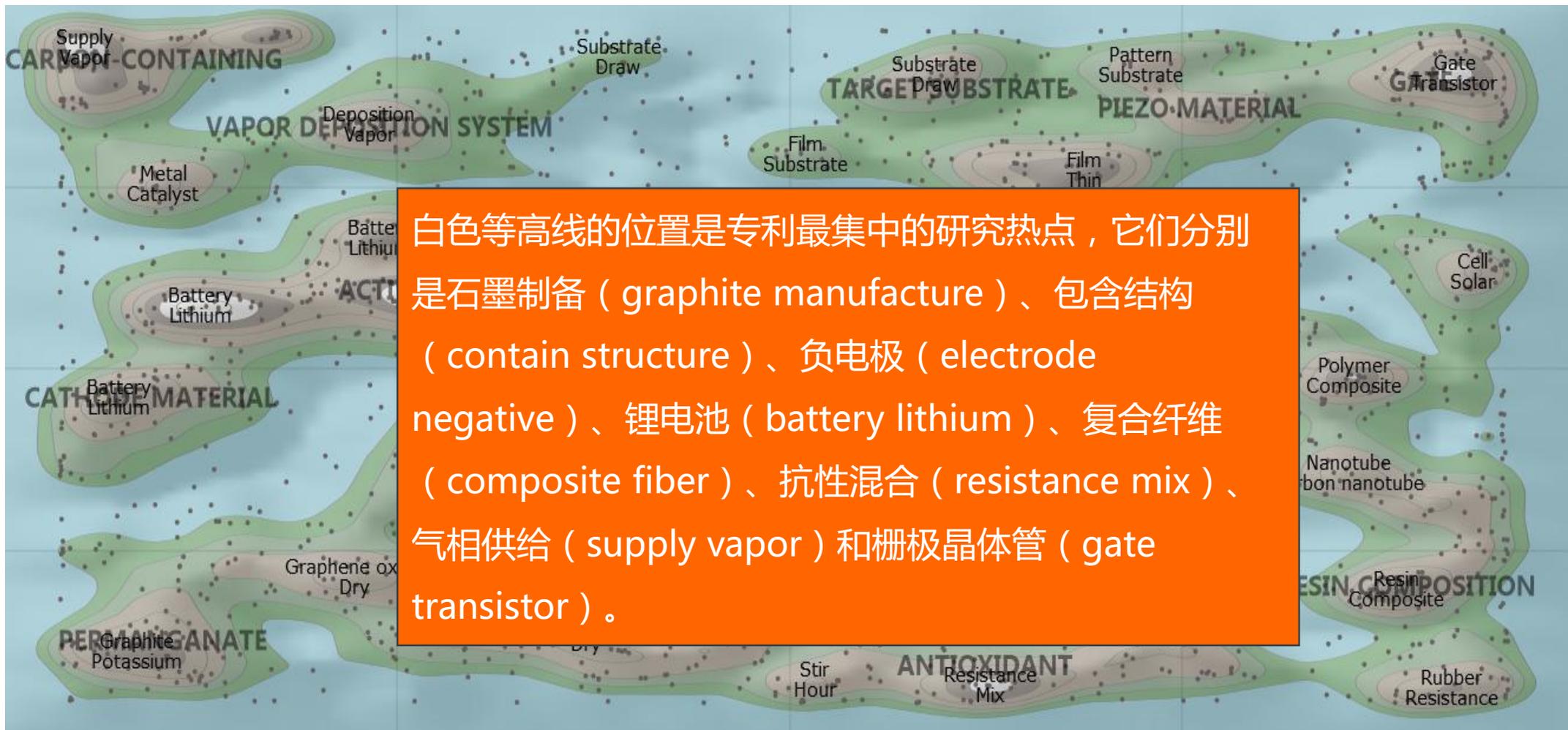


### 3.6 石墨烯专利的DWPI分类号布局（篇幅有限，选取TOP7）

DWPI分类	DWPI类目含义	文献计数	百分比
L03	电导体，电阻器，磁体，电容器和开关，放电灯，半导体和其他材料，电池，蓄电池和热电器件的有机化学特征，包括燃料电池，磁记录介质，辐射发射装置，液晶和基本电气元件。	7575	15.25%
E36	非金属元素，半金属（Se，Te，B，Si）及其化合物（E35除外）	6776	13.64%
A85	电气应用	3526	7.10%
X16	电化学储存（H01M）。	3195	6.43%
U11	半导体材料与工艺（C30B H01L）。	2247	4.52%
A97	杂项商品无其他规定包括造纸、唱片、洗涤剂、食品和石油井的应用。	1767	3.56%
A14	其他取代的单烯烃聚合物，包括聚氯乙烯，聚四氟乙烯	1089	2.19%



### 3.7 石墨烯专利技术的专利地图





### 3.7 石墨烯专利技术的专利地图

涉及的关键词有：**锂电池 (battery lithium)**、太阳能电池 (cell solar)、**复合纤维 (composite fiber)**、连接产物 (connect production)、**包含结构 (contain structure)**、气相沉积 (deposition vapor)、电极制造 (electrode manufacture)、**负电极 (electrode negative)**、膜基板 (film substrate)、薄膜 (film thin)、**栅极晶体管 (gate transistor)**、氧化石墨烯干燥 (graphene oxide dry)、**石墨制备 (graphite manufacture)**、石墨钾 (graphite potassium)、导热 (heat thermal)、干燥时间 (hour dry)、金属催化剂 (metal catalyst)、混合暴露 (mix disclose)、碳纳米管 (nanotube carbon nanotube)、图案化基板 (pattern substrate)、聚合物复合材料 (polymer composite)、量子点 (quantum dot)、树脂复合材料 (resin composite)、**抗性混合 (resistance mix)**、橡胶性能 (rubber resistance)、搅拌时间 (stir hour)、基板 (substrate draw)、**气相供给 (supply vapor)**。





## 3.7 石墨烯专利技术的专利地图

可以看出，石墨烯专利的热点技术领域主要包括以下几个方面：

- (1) 石墨烯制备，例如液相剥离、化学氧化和化学气相沉积；
- (2) 石墨烯用作锂离子电池电极材料、超级电容器材料、太阳能电池电极材料等；
- (3) 石墨烯用于制备薄膜晶体管、光电器件、透明导电薄膜等半导体器件；
- (4) 石墨烯用于复合材料材料，例如导电/导热材料、复合纤维/碳纤维等；
- (5) 石墨烯功能薄膜等。



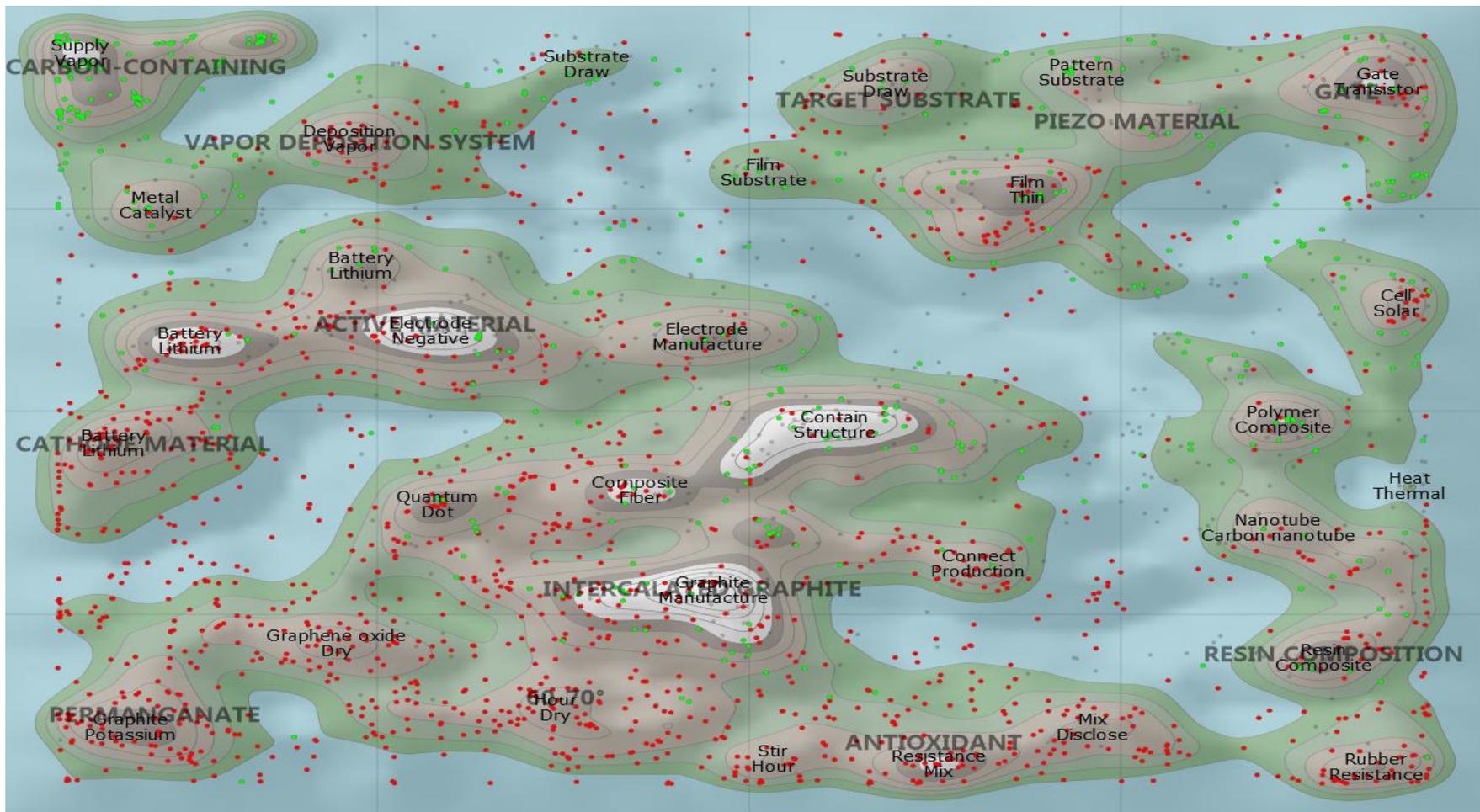


## 石墨烯专利技术2013-2015年和2016年至今的分布图





## 石墨烯专利技术总体研发布局的主要国家对比图



▼ Countries			
<input checked="" type="checkbox"/>	<span style="color: red;">●</span>	China	8,838
<input checked="" type="checkbox"/>	<span style="color: green;">●</span>	Korea, Republic Of	2,582





## 石墨烯专利技术总体研发布局的主要国家对比图

- 红点是中国的研究热点，绿点是韩国的研究热点。
- 分析可得，**中国**的研究热点非常广泛，除了气相供给（supply vapor）之外，**几乎遍布了石墨烯的所有研究热点。**
- 而**韩国**的研究热点主要是**气相供给（supply vapor）、包含结构（contain structure）、石墨制备（graphite manufacture）和太阳能电池（cell solar）。**





# 石墨烯专利基于专利地图的IPC (4个字符) 分类布局图



IPC-4 character		
<span style="color: red;">●</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">C01B</span>	7,013
<span style="color: green;">●</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">C08K</span>	3,045
<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">H01M</span>	2,669
<span style="color: cyan;">●</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">B82Y</span>	2,612
<span style="color: blue;">●</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">C08L</span>	2,604





## 石墨烯专利基于专利地图的IPC（4个字符）分类布局图

- **红色的点代表C01B（非金属元素；其化合物），**在主题词：气相供给（supply vapor）、气相沉积（deposition vapor）、金属催化剂（metal catalyst）、石墨制备（graphite manufacture）和石墨钾（graphite potassium）中涉及较多。
- **绿色的点代表C08K（使用无机物或非高分子有机物作为配料），**在主题词：干燥时间（hour dry）、聚合物复合材料（polymer composite）、抗性混合（resistance mix）、树脂复合材料（resin composite）和橡胶性能（rubber resistance）中涉及较多。
- **黄色的点代表H01M（用于直接转变化学能为电能的方法或装置，例如电池组），**在主题词：锂电池（battery lithium）和负电极（electrode negative）中涉及较多。





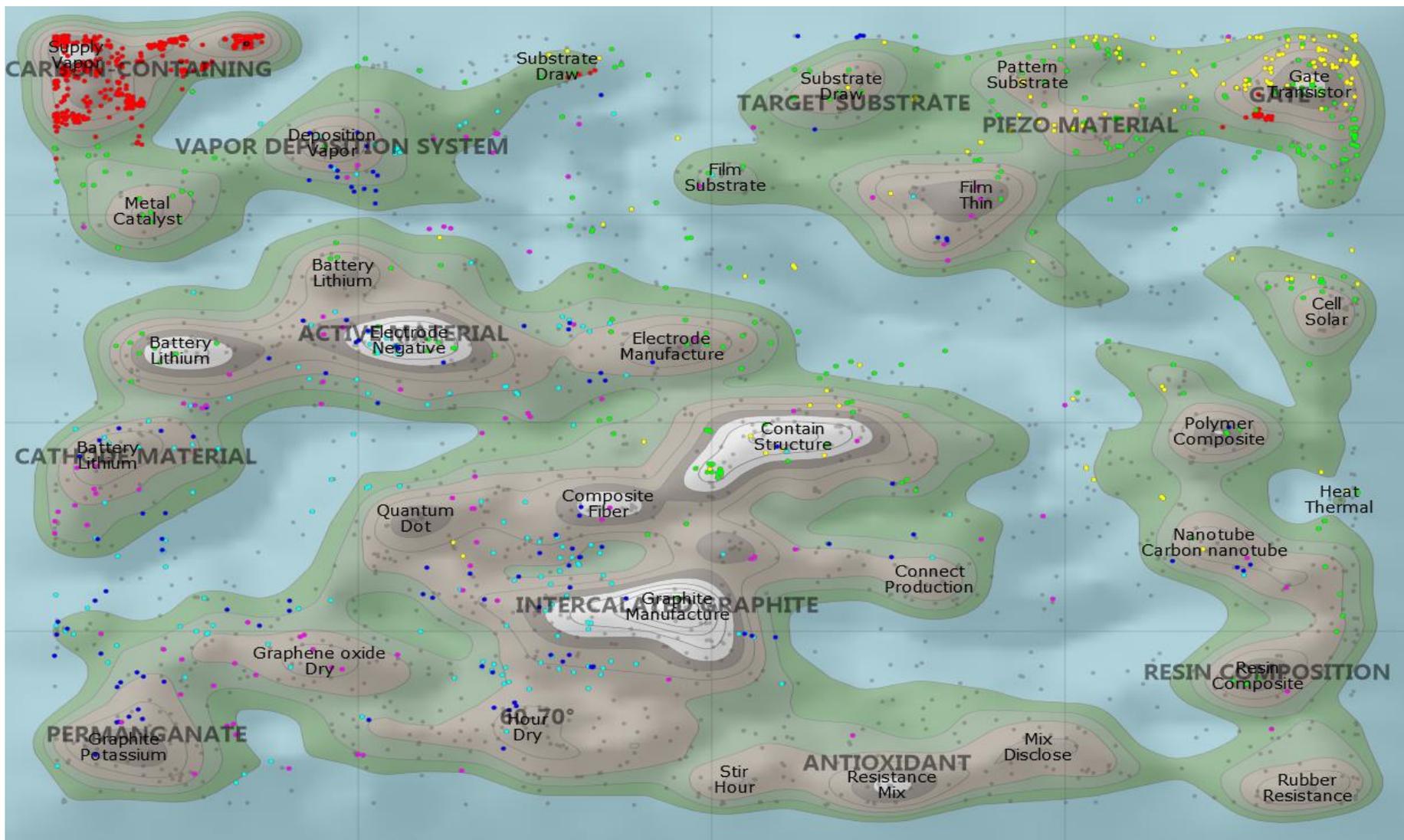
## 石墨烯专利基于专利地图的IPC（4个字符）分类布局图

- **湖蓝色的点代表B82Y（具体使用或应用纳米结构；纳米结构的测量或分析；纳米结构的制造或处理）**，在主题词：电极制造（electrode manufacture）、包含结构（contain structure）和氧化石墨烯干燥（graphene oxide dry）中涉及较多。
- **深蓝色的点代表C08L（高分子化合物的组合物）**，在主题词：聚合物复合材料（polymer composite）、抗性混合（resistance mix）、树脂复合材料（resin composite）和橡胶性能（rubber resistance）中涉及较多。
- 而白色的点表示以上5个IPC（4个字符）分类之间两两及以上所共有的。





石墨烯专利技术主要专利权人TOP6布局图



Assignee/Applicant		
●	LEE YOUN TEK	662
■	[Unspecified]	336
●	SAMSUNG ELECTRON...	290
●	IBM	165
●	OCEANS KING LIGHT...	156
●	Ocean's King Lightin...	119
●	UNIV ZHEJIANG	100





## 石墨烯专利技术主要专利权人TOP6布局图

- 从专利权人看，排在前面的专利权人不仅专利数量大，而且研究具有持续性，在某个热点都形成了一定规模。
- **Lee Youn Tek**的专利热点主要集中在气相供给（supply vapor）；
- **韩国三星公司和IBM公司**的专利热点主要集中在栅极晶体管（gate transistor）、图案化基板（pattern substrate）；
- **OCEANS KING LIGHTING SCIENCE公司**的专利热点主要集中在石墨制备（graphite manufacture）、氧化石墨烯干燥（graphene oxide dry）、和负电极（electrode negative）；
- **浙江大学的专利热点主要集中在锂电池（battery lithium）。**





### 3.8 石墨烯重点专利技术追踪分析

通过对从TI数据库中检索到的17132件专利的统计分析，综合考虑被引次数、申请保护区域、是否为PCT申请或三方专利以及对标题和摘要信息的判读，从中选取了一件专利技术，利用Thomson Innovation的引证分析功能，对它们进行技术追踪分析，揭示它们的技术发展脉络和演进方向（基于Thomson Innovation的数据，检索时间为2017年4月18日）。





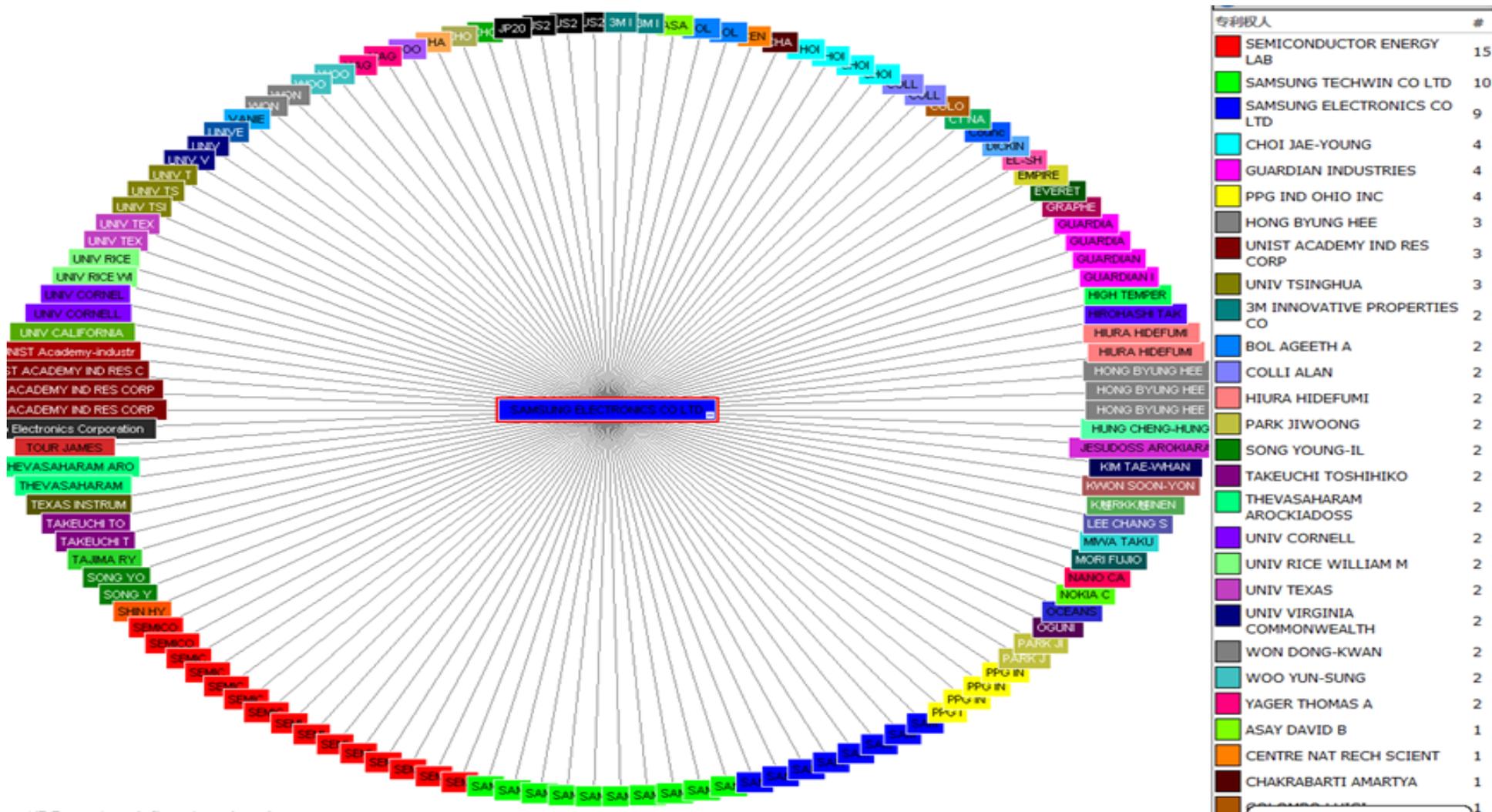
### 3.8 石墨烯重点专利技术追踪分析

- US2009110627-A1 ( Graphene sheet and method of preparing the same ) 是韩国三星公司于2008年7月8日申请的一件专利，已于2011年8月2日取得USPTO的授权 ( US7988941-B2 )。该专利还在中国 ( CN101423209-A )。韩国 ( KR2009043418-A )、日本 ( JP2009107921-A )、德国 ( EP2055673-A1 ) 申请了保护。
- 该专利技术主要是关于**化学气象沉积 ( CVD ) 制备大尺寸石墨烯的方法**。该专利技术方案如下：首先将沉积一层催化剂金属膜 ( 镍、铜、钴、铁等 ) 的硅基底放置在一个腔室中，然后通入一氧化碳、乙烯或乙炔等气体，在热处理条件下催化剂表面会生长石墨烯片，自然冷却后，将该基板在盐酸中浸渍除去催化剂膜从而将石墨烯片与基片分离开。





US2009110627-A1的被引用情况（基于专利申请人）





## US2009110627-A1的被引用情况（基于专利申请人）

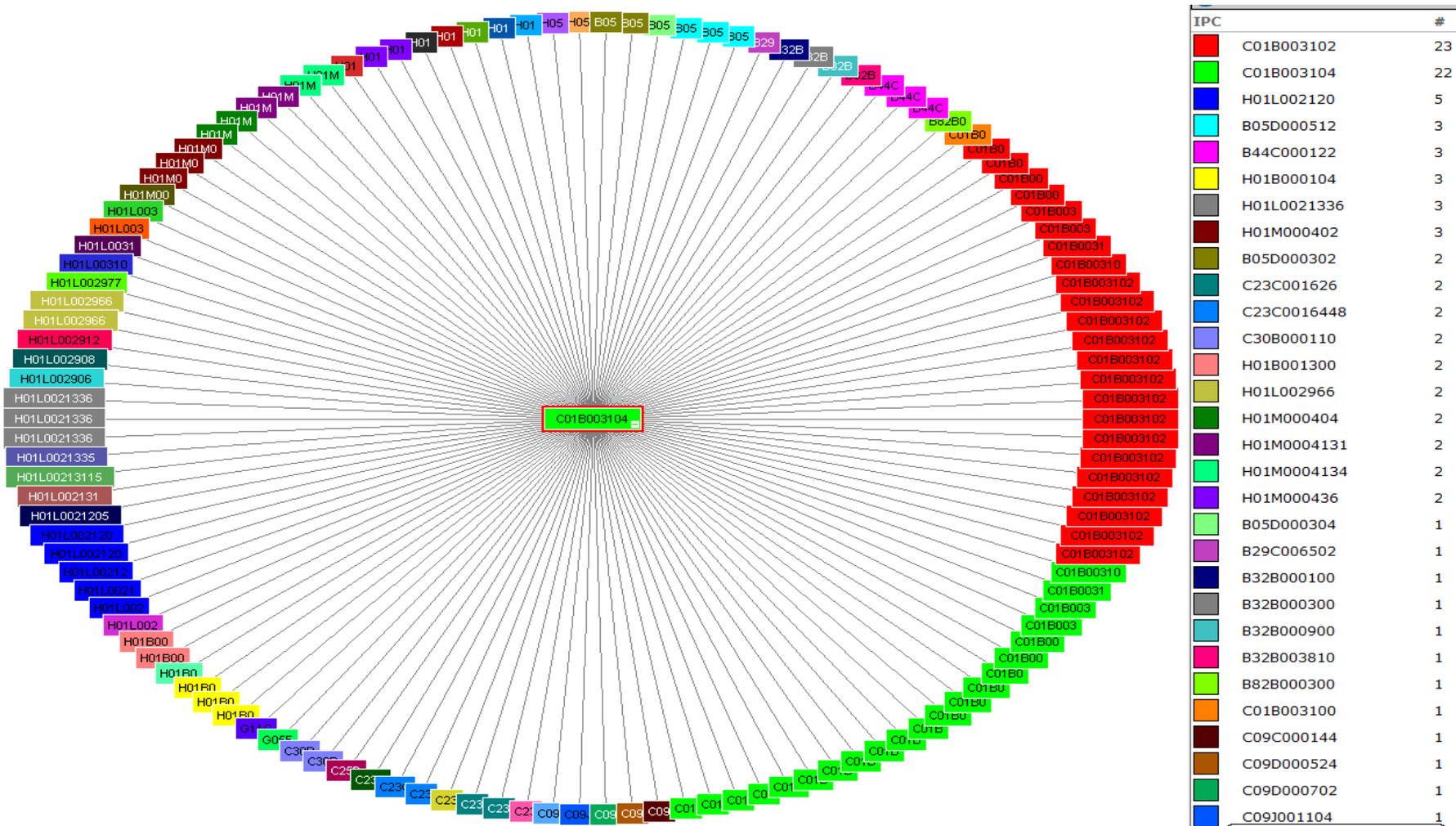
### ➤ US2009110627-A1的被引用情况（基于专利申请人）

可以看出，该专利引用了加利福尼亚大学、佳能公司等机构的7件在先专利，同时被日本半导体能源实验室、三星公司、庆熙大学、成均馆大学、德克萨斯大学、加利福尼亚大学等机构的126件专利引用。





# US2009110627-A1的被引用情况（基于IPC分类）





## US2009110627-A1的被引用情况（基于IPC分类）

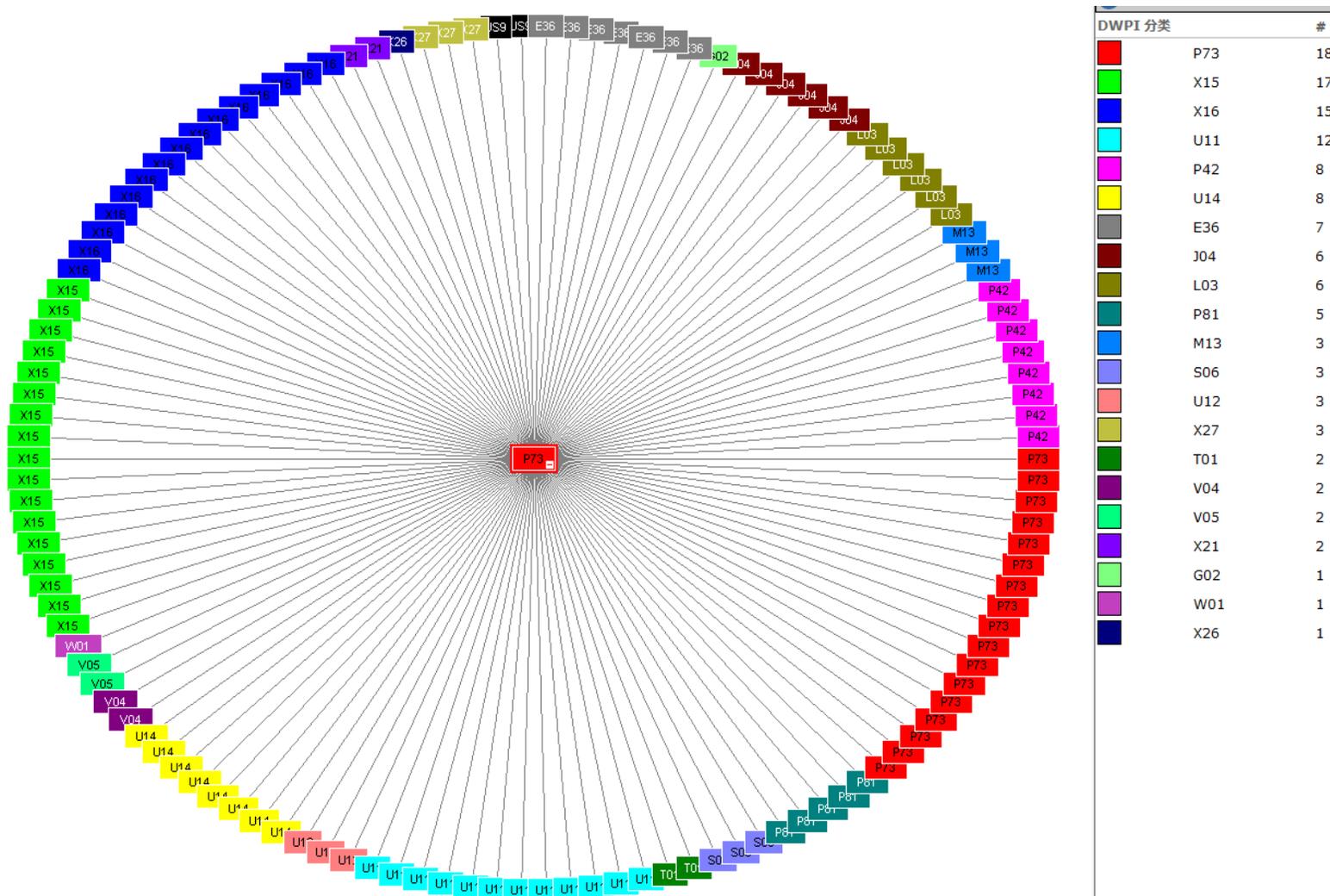
### ➤ US2009110627-A1的被引用情况（基于IPC分类）

可以看出该专利除了在本身的IPC分类C01B 31/02（碳的制备（使用超高压，如用于金刚石的生成入 B01J3/06；用晶体生长法入C30B）；纯化）有较高的被引之外，在C01B 31/04（石墨）、H01L 21/02（半导体器件或其部件的制造或处理）等也有较高引用。





# US2009110627-A1的被引用情况（基于DWPI分类）





## US2009110627-A1的被引用情况（基于DWPI分类）

### ➤ US2009110627-A1的被引用情况（基于DWPI分类）

可以看出该专利出来在本身的DWPI分类P73（分层产品）有较高的被引之外，在X15（非化石燃料发电系统）、X16（电化学储存）和U11（半导体材料与工艺）等也有较高引用





### 3.9 技术演进分析

- 上文是对该专利的**技术追踪分析**，提到三星、庆熙大学等机构围绕该专利进行了大量的外围专利申请，技术方案主要涉及化学气相沉积制备石墨烯、太阳能电池、导电薄膜、光电子器件、晶体管等。
- 下面对该专利的三代被引进行**技术演进的分析**图22是US2009110627-A1的三代前引情况（基于专利申请号）。







## US2009110627-A1的三代被引用情况情况（基于专利申请人）

### ➤ US2009110627-A1的三代前引情况（基于专利申请号）

可以看出，在这三代被引情况，除了一代前引的被引：日本半导体能源实验室、三星公司、庆熙大学、成均馆大学、德克萨斯大学、加利福尼亚大学等机构之外，引用情况更加扩大，被**IBM公司、京东方科技集团、清华大学和东南大学等机构间接引用。**







## US2009110627-A1的三代被引用情况（基于IPC分类）

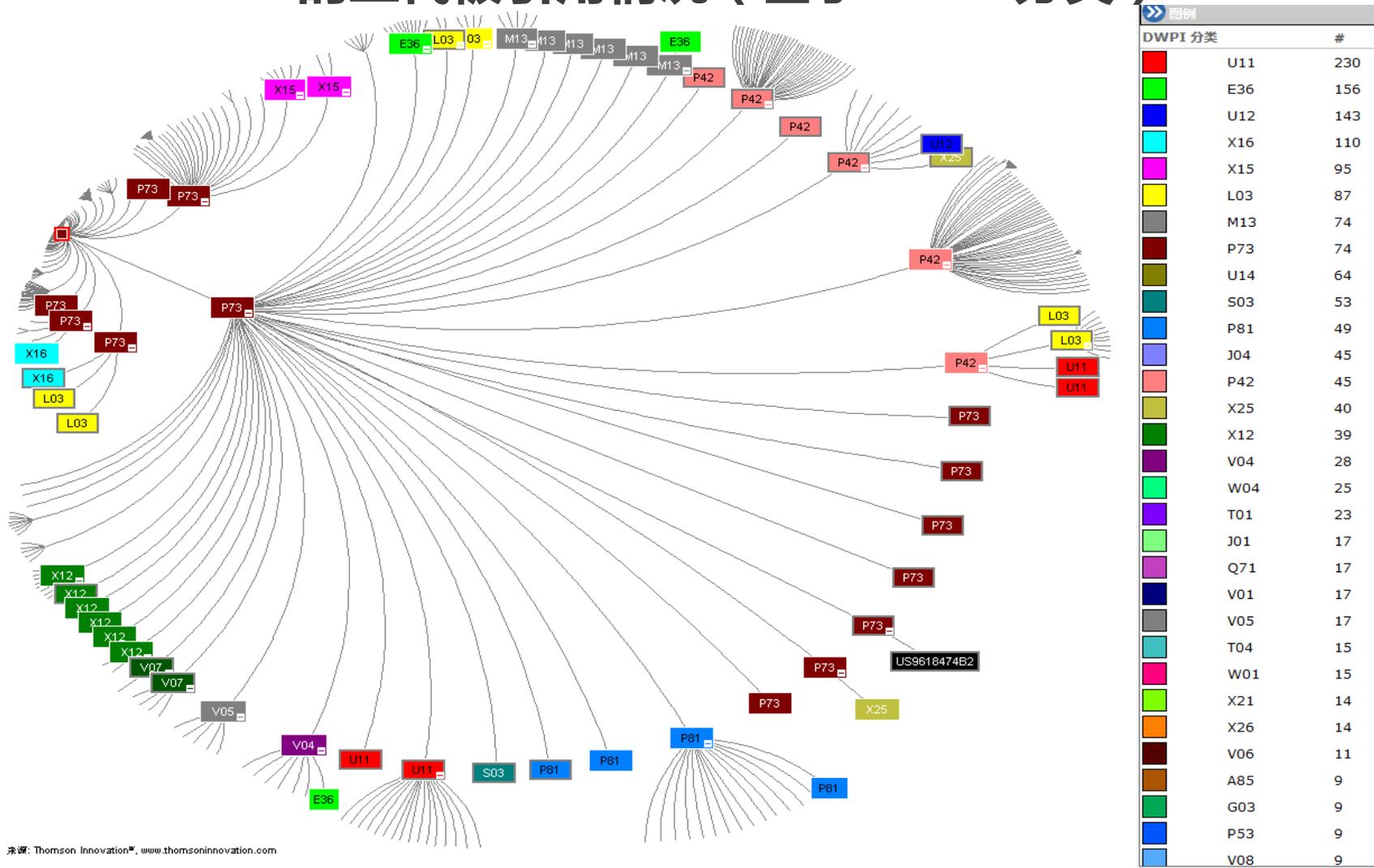
### ➤ US2009110627-A1的三代被引用情况（基于IPC分类）

可以看出该专利出来在本身的IPC分类C01B 31/04（石墨）的被引占比显著提高，同时在**被引范围也进一步扩大**，在C23C 16/26（仅沉积碳）、H01L 19/26（除掺杂材料或其他杂质外，只包括以游离态存在的周期系中第IV族元素的）和H01L 29/786（薄膜晶体管）等也有较高引用。





# US2009110627-A1的三代被引用情况（基于DWPI分类）





## US2009110627-A1的三代被引用情况（基于DWPI分类）

- 可以看出该专利出来在本身的DWPI分类P73（分层产品）被引并不突出，**但却衍生出更多研究分支**，特别在U11（半导体材料与工艺）、E36（非金属元素，半金属（Se, Te, B, Si）及其化合物（E35除外））、U12（分立器件）、X16（电化学储存）、X15（非化石燃料发电系统）、L03（电导体，电阻器，磁体，电容器和开关，放电灯，半导体和其他材料，电池，蓄电池和热电器件的有机化学特征，包括燃料电池，磁记录介质，辐射发射装置，液晶和基本电气元件。）和M13（与金属、扩散过程的涂料、搪瓷和玻璃涂层包括金属液或溶液、喷涂、胶结、阴极溅射、上釉和无油润滑涂层，但涂层的半导体生产）等有较高引用。





## 小结

- 基于DII专利数据，对石墨烯技术整体专利态势进行了分析。可以看出：石墨烯相关专利的申请在上世纪末就已出现，但随后发展较为缓慢。直到2008年后，专利申请数量才开始出现实质性的大幅增长。特别是在2010年诺贝尔物理学奖以后，全球石墨烯专利公开数量开始急剧增长。从石墨烯专利技术发明人及相关技术条目的年度变化情况来看，该领域每年都有大量新增发明人和新技术条目出现。这也进一步证实石墨烯正在处于快速发展阶段。





## 小结

- 从基于国际专利分类号和文本聚类的分析来看，目前石墨烯专利技术的热点主要集中在：
  - (1) 石墨烯制备，例如液相剥离、化学氧化和化学气相沉积；
  - (2) 石墨烯用作锂离子电池电极材料、超级电容器材料、太阳能电池电极材料等；
  - (3) 石墨烯用于制备薄膜晶体管、光电器件、透明导电薄膜等半导体器件；
  - (4) 石墨烯用于复合材料材料，例如导电/导热材料、复合纤维/碳纤维等；
  - (5) 石墨烯功能薄膜等。





## 小结

- 通过选取了一件专利技术（US2009110627-A1），利用Thomson Innovation的引证分析功能，对它们进行技术追踪分析，揭示它们的技术发展脉络和演进方向。
- 在**技术追踪分析**中，发现该专利被日本半导体能源实验室、三星公司、庆熙大学、成均馆大学、德克萨斯大学、加利福尼亚大学等机构的126件专利引用，并在IPC分类：C01B 31/02、C01B 31/04和H01L 21/02等有较高引用，同时在DWPI分类：P73、X15、X16和U1等也有较高引用。





## 小结

- **在技术演进分析中，该专利衍生的间接引用范围更加扩大。**在三代被引情况中，除了原先的被引，还被IBM公司、京东方科技集团、清华大学和东南大学等机构间接引用，并在IPC分类：C23C 16/26、H01L 19/26和H01L 29/786等也有较高引用，同时在DWPI分类：U11、E36、U12、L03和M13等有较高引用。





浙江大学图书馆

ZHEJIANG UNIVERSITY LIBRARY

后续展望

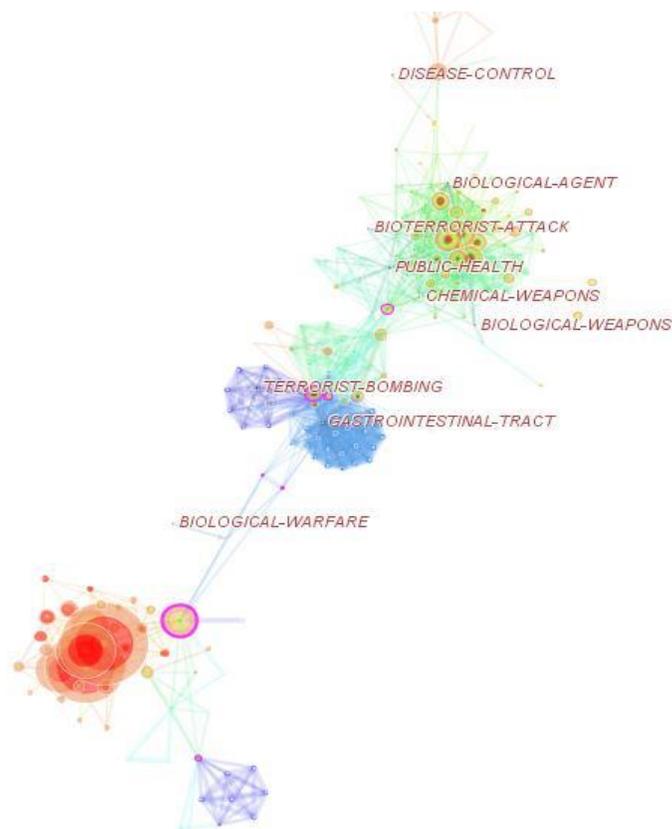
4





## 4.1 突变词的分析

Burst detection 突变词检测，即一个变量的值在短期内有很大变化。可选择施引文献单词或短语的频次作为研究变量



Top 25 Keywords with Strongest Citation Bursts

Keywords	Year	Strength	Begin	End	2008 - 2014
数学模型	2008	1.7525	2008	2009	
重大事故	2008	1.6303	2008	2009	
重大危险源	2008	1.9139	2008	2009	
安全工程	2008	3.3266	2008	2010	
应急预案	2008	2.3245	2008	2009	
网络安全	2008	1.6303	2008	2009	
模糊综合评价	2008	4.2208	2009	2010	
隶属函数	2008	1.5899	2009	2010	
危险有害因素	2008	1.6918	2009	2010	
数值分析	2008	1.4892	2010	2012	
火焰加速	2008	1.6046	2010	2011	
系统动力学	2008	1.714	2010	2011	
职业危害	2008	1.5306	2010	2011	
结构方程	2008	1.6046	2010	2011	
主成分分析(pca)	2008	1.6771	2011	2014	
演化博弈	2008	1.7191	2011	2012	
计划行为理论(tpb)	2008	1.5242	2011	2012	
关联度	2008	1.5198	2012	2014	
有限元分析	2008	1.5198	2012	2014	
冲击地压	2008	1.7984	2012	2014	
动态风险评价	2008	1.6609	2012	2014	
复杂网络	2008	2.6312	2012	2014	
驾驶人	2008	1.4853	2012	2014	
瓦斯涌出量	2008	1.6342	2012	2014	
油气管道	2008	1.4853	2012	2014	





## 4.2基于引文编年图的技术发展脉络分析

HistCite是2003年由Garfiel博士开发的引文历史可视化分析工具，它通过把文献间的引用关系按年代顺序生成引文编年图表的方式，来实现知识领域的分析功能。系统的数据要求来自Web of Knowledge，主要以时序网络以及图表的形式显示作者、期刊、主题词等之间的内部关联，并完成各类结果的统计功能



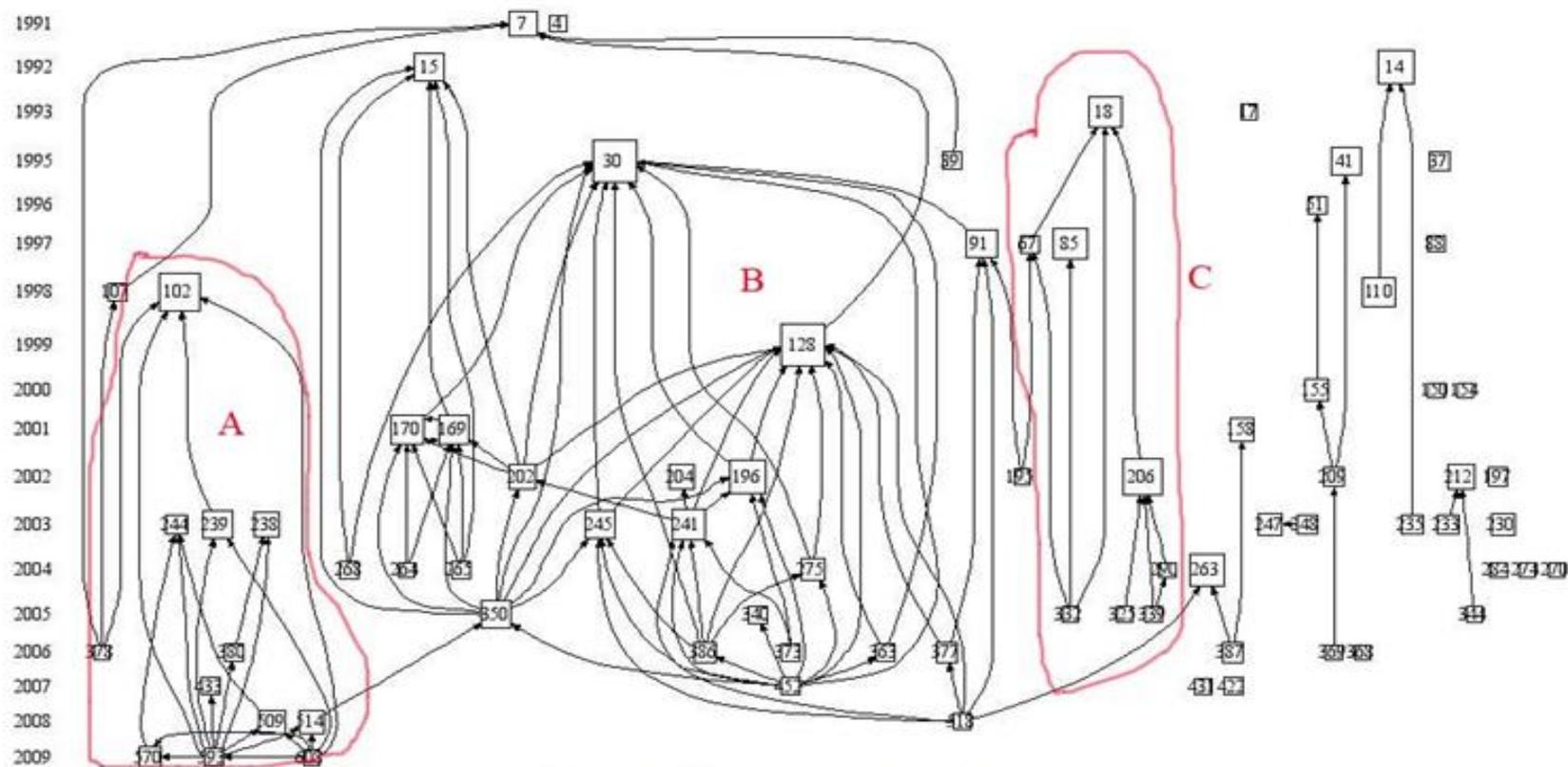


图 2 LCS 值 3 及以上的文献的 HistCite 引文网络时序图。

- ◆选择LCS（本地引用数，即数据集中文献间的相互引用次数）值大于3次的文献作引文时序图
- ◆文献通过相互引用的关系，形成了复杂的引文网络。网络节点的大小代表了文献本地引用数LCS的大小
- ◆形成了较为系统的网络，包含3个局部网络（图中标记为A、B、C），代表了相关领域的三个主要研究方向，引文网络所反映的研究主体的研究脉络发展



感谢倾听，请批评指正！