

STATISTICAL ANALYSIS OF PATENTS GRANTED TO
THE MEMBERS OF
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

中国科学院院士专利 统计分析与初步评价

俞文华 著



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

STATISTICAL ANALYSIS OF PATENTS GRANTED TO
THE MEMBERS OF
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

中国科学院院士专利 统计分析与初步评价

俞文华 著



知识产权出版社

全国高等院校图书馆出版单位

图书在版编目（CIP）数据

中国科学院院士专利：统计分析与初步评价 / 俞文华著. —北京：知识产权出版社，2016.9

ISBN 978-7-5130-4006-8

I. ①中… II. ①俞… III. ①中国科学院—院士—专利—创造发明—研究 IV. ①K826.1 ②G306.72

中国版本图书馆CIP数据核字（2015）第310325号

责任编辑：刘 爽

责任校对：谷 洋

封面设计：春天书装

责任出版：刘译文

中国科学院院士专利

统计分析与初步评价

俞文华 著

出版发行：知识产权出版社有限责任公司

社 址：北京市海淀区西外太平庄 55 号

责编电话：010-82000860 转 8125

发行电话：010-82000860 转 8101/8102

印 刷：北京中献拓方科技发展有限公司

开 本：720mm × 1000mm 1/16

版 次：2016 年 9 月第 1 版

字 数：500 千字

ISBN 978-7-5130-4006-8

网 址：<http://www.ipph.cn>

邮 编：100081

责编邮箱：13810090880@139.com

发行传真：010-82000893/82005070/82000270

经 销：各大网上书店、新华书店及相关销售网点

印 张：29

印 次：2016 年 9 月第 1 次印刷

定 价：95.00 元

出版版权专有 侵权必究

如有印装质量问题，本社负责调换。

导 言

中国科学院（简称“中科院”）院士是我国科学技术界的杰出代表，是国家的财富、人民的骄傲、民族的光荣。习近平总书记2014年6月9日《在中国科学院第十七次院士大会、中国工程院第十二次院士大会上的讲话》中指出：“只有把核心技术掌握在自己手中，才能真正掌握竞争和发展的主动权，才能从根本上保障国家经济安全、国防安全和其他安全。”中国科学院士（简称“院士”）作为我国科学技术界的杰出代表，为增强我国综合国力、提升国际地位作出了重大贡献。中科院院士专利是中科院院士职业生涯中由其个人、其领导或参与的创新团队作为发明人的在华发明专利申请、授权和有效专利的统称。中科院院士在我国科学技术发展中的重要贡献和巨大的影响力决定了其在我国创新型国家建设中具有特殊的重要性。

中科院院士专利在我国创新型国家建设中具有特殊的重要性，具体地讲主要有以下三个方面：第一，院士专利大多以世界最前沿的科学突破或最新知识为基础，其中有的专利可能成为孕育出新兴产业的源头供给；第二，院士专利相当部分产生自聚焦国家战略需求的国家重大科技计划项目，有些代表着我国高技术产业或战略性新兴产业关键领域核心技术突破；第三，院士专利中有可能出现能够抢占全球科技发展制高点的、具有重要战略价值的知识产权。在当前世界新一轮科技革命和产业变革正在孕育兴起，中国经济发展面临速度变化、结构优化、动力转化的重大调整的大背景下，要在世界科技革命中抢占制高点，发挥科技创新在全面创新中的引领作用，就必须努力将中科院院士及其创新团队的优秀科研成果通过专利机制转化为经济升级的关键驱动力。

基于上述认识,本书认为分析中科院院士专利统计分析具有如下重要意义:

- ①通过院士专利申请和授权的分布情况,可了解我国中科院院士运用专利制度保护科技创新成果的状况,从而揭示院士群体参与专利活动的整体水平及其状况;
- ②基于专利申请文件若干特征(发明人数、国际专利分类号数和专利申请书总页数)分析,可了解我国中科院院士技术创新投入、原创性程度和技术复杂程度的变化,进而揭示中科院院士群体技术创新动态;
- ③通过专利申请和授权的领域和产业分布的统计分析,可了解我国中科院院士技术创新的重点领域和产业分布,进而揭示中科院院士群体参与创新型国家建设的重点领域和产业动态;
- ④通过专利申请授权率、有效专利维持年限分布等分析,可了解我国中科院院士专利质量和运用状况,进而揭示中科院院士群体技术创新效益;
- ⑤通过分析发明专利合作申请及其变化,可了解中科院院士跨机构合作趋势,以揭示院士群体参与产学研合作创新的动态;
- ⑥通过中科院院士专利的上述统计分析,将有助于在一定程度上揭示我国中科院院士运用专利制度和参与创新型国家建设状况,为进一步推进中科院院士及其创新团队运用专利机制将优秀科研成果转化为现实生产力提供研究依据。

本书分以下部分:导言部分对全球科技发展中专利活动的若干特点、中科院院士专利分析的重要意义和分析框架进行了阐述。第一章基于专利制度一般、专利统计的优缺点以及中国专利检索数据基本信息特征回顾,对院士专利的定义和数据挖掘进行了探讨。第二章至第四章基于院士发明专利申请统计,就院士发明专利申请的院士和申请人集中度、学部和申请人类型分布、专利申请文件特征、院士合作申请及其动态、领域和产(行)业分布及其技术比较优势等方面进行了分析。第五章对中科院院士发明专利申请授权率进行了考察。第六章分析中科院院士专利授权的总体状况、分布态势及其比较优势。第七章对中科院院士有效专利的各种分布及其比较优势进行了考察。第八章是结论。

经上述分析,本书得出以下基本结论。

(1)院士科研成果专利保护方面。①723位中科院院士中有一半左右院士运用专利制度将科研成果转化为专利权,从而促进了科研成果通过市场机制向生产力转化。②从院士发明专利申请国内占比、院士发明专利授权国内占比和院士有效专利国内占比来看,中科院院士群体运用专利制度保护其科研成果的能力较高。③2001—2013年当选院士群体运用专利制度来保护其科研创新成果的普遍性或参

与率,要比2001年前当选院士群体更高。④院士队伍中运用专利制度保护科研成果状况发展较不平衡,最为活跃的院士有40名左右;范守善、闵恩泽、何鸣元、江雷、怀进鹏、邱勇和王阳元七位院士又是上述40名左右院士中善于运用专利制度保护其科研成果的杰出代表。

(2) 院士专利质量方面。①从院士发明专利申请的文件特征来看,院士申请的创新投入、技术原创性水平和技术复杂性程度高于或明显高于国内申请,但加入WTO后院士申请的上述领先优势缩小。②中科院院士发明专利申请的平均授权率明显高于国内发明专利申请和国内职务发明专利申请,但加入WTO后院士发明专利申请的领先优势有所缩小。③从有效发明专利的维持年限分布来看,院士有效发明专利中专利权较稳定的高价值专利比率高于清华大学和中科院系统,接近国外有效发明专利水平。④2001年前当选院士群体有效发明专利中的高价值专利比率是2001—2013年当选院士群体的两倍。

(3) 院士专利领域分布方面:①院士技术创新成果主要来自化学、电气工程和工具三大领域。②院士群体在化学领域的技术创新质量总体水平较高。③院士发明专利有一半以上来自科学为基础的子技术领域,从而表现出对科学研究的突出依赖性。④化学始终是院士技术创新的优势领域,在院士申请和授权上具有优势,而电气工程是院士有效专利的优势领域,反过来说,院士群体在电气工程领域上的申请和授权活跃程度低于国内平均水平,但其有效专利在电气工程领域上的占比已高于国内有效专利在该领域的占比。⑤院士技术创新的优势子领域也有一半以上来自科学为基础的子技术领域,从而院士技术创新的优势也主要集中在科学基础型的优势子领域上。

(4) 院士专利的产(行)业分布方面。①院士技术创新成果主要应用于高技术产业和中高技术产业,特别是高技术产业。②应用于中高技术产业的院士群体技术创新质量平均更高。③院士发明专利有一半以上应用于“创造性累积”行业,从而我国中科院院士创新在应对国外大公司专利垄断上具有重要作用。④高技术产业是院士技术创新的优势产业。

(5) 各学部的地位及其特色方面。①化学部院士群体是中科院院士队伍中运用知识产权制度保护其最新科研成果最为活跃的群体,技术科学部、信息技术科学部、生命科学和医学学部院士群体也较为活跃,数学物理学部和地学部院士群体的科研

产出可能受其学科纯理论性或非技术性特点所限而较难专利化。②化学部院士技术创新的总体质量要高于或略高于其他五个学部。③六学部院士技术创新主要集中在化学、电气工程或工具中的一两个领域，并且各学部的优势领域也为该三大领域的一两个。④六学部院士技术创新主要集中在高技术产业和中高技术产业或其中之一，并且各学部的优势产业也为该两大产业或其中之一。

（6）申请（权利）人分布及其不同类型的地位方面。①院士发明专利主要集中在30多个机构的申请（权利）人手中，其中清华大学和中石化集团公司因集中了最具创造力的院士创新团队而成为院士专利的最大持有者，上述30个机构知识产权管理水平无疑直接关系到中科院院士发明专利在产业发展中发挥的作用。②院士专利主要集中在高校和科研机构，企业持有院士申请、授权和有效量份额从12%上升到近17%、依次增大。③企业持有的院士专利总体质量最高，进而专利技术创新的效益也更加突出。企业持有的院士有效专利中有五成维持年限达到10年或10年以上，个人持有的院士有效专利中该比率为三成多，而高校和科研院所持有的院士有效专利中该比率为不足两成。

（7）合作申请的地位及其重要性方面。①参与合作申请的院士人数不到参与发明专利申请院士人数的一半，但院士合作申请授权和有效专利占比明显高于院士合作申请占比。②院士合作申请及其授权和有效专利高度集中在少量院士手中，院士队伍中开展合作申请的普遍性和活跃度严重不平衡，少数院士的累积优势或路径依赖现象明显。③2001年前当选院士群体合作申请类型主要为企校（院）合作，而2001—2013年当选院士主要为校（院）企合作申请。④化学部和技术科学部是院士合作申请及其授权和有效专利的主要来源，但生命科学和医学部院士群体参与合作申请最为普遍。⑤院士合作申请专利总体质量明显高于院士独立申请，其中，合作申请中企校（院）合作专利总体质量较高；另外，从专利维持年限分布来看，由院士参与而经企业独立申请的有效专利的平均质量也相对突出。⑥院士学术合作申请的申请授权率和有效专利平均维持年限较低。

目 录

绪论 院士专利分析的重要意义和框架.....	001
第一节 当代全球科技发展中专利活动的若干特点.....	004
第二节 中国科学院院士的重要地位和院士学部分布概况.....	021
第三节 中国科学院院士专利在我国创新型国家建设中的重要性.....	023
第四节 中国科学院院士专利统计分析的重要意义.....	028
第五节 本书的基本分析框架：分类和指标体系	035
本章小结.....	042
第一章 院士专利：定义和挖掘.....	045
第一节 专利制度一般和专利统计.....	046
第二节 中国专利检索数据库的基本信息特征.....	049
第三节 院士专利：定义和挖掘	051
本章小结.....	056
第二章 中国科学院院士专利申请分析.....	059
第一节 中国科学院院士发明专利申请：总况	061
第二节 中国科学院院士发明专利申请：动态	098
本章小结.....	133
第三章 中国科学院院士合作申请：院士参与跨机构知识流动分析.....	139
第一节 中国科学院院士合作申请：总况	141

第二节 中国科学院院士合作申请：动态	159
本章小结	173
第四章 中国科学院院士发明专利申请：比较优势及其动态	177
第一节 六学部院士专利申请：比较优势及动态	179
第二节 中国科学院院士专利申请：五大领域的比较优势及动态	197
第三节 中国科学院院士专利申请：各产（行）业比较优势及动态	204
本章小结	211
第五章 中国科学院院士发明专利申请授权率分析	215
第一节 中国科学院院士发明专利申请授权率：总况与动态	217
第二节 中国科学院院士发明专利申请未授权状况：总况和动态	234
本章小结	250
第六章 中国科学院院士发明专利授权分析	255
第一节 中国科学院院士发明专利授权及其动态	257
第二节 中国科学院院士合作申请授权及其动态	280
第三节 中国科学院院士发明专利授权比较优势	302
本章小结	327
第七章 中国科学院院士有效发明专利分析	335
第一节 中国科学院院士专利申请后法律状态	338
第二节 中国科学院院士有效发明专利分布	341
第三节 中国科学院院士合作申请有效专利量分布	366
第四节 中国科学院院士有效发明专利维持年限分布：比较的角度	386
第五节 中国科学院院士有效发明专利的技术比较优势	406
本章小结	428
第八章 结 论	435
参考文献	447
后 记	452

绪论

院士专利分析的重要意义和框架

习近平总书记 2014 年 6 月 9 日《在中国科学院第十七次院士大会、中国工程院第十二次院士大会上的讲话》中指出：“进入 21 世纪以来，新一轮科技革命和产业变革正在孕育兴起，全球科技创新呈现出新的发展态势和特征。学科交叉融合加速，新兴学科不断涌现，前沿领域不断延伸，物质结构、宇宙演化、生命起源、意识本质等基础科学领域正在或有望取得重大突破性进展。信息技术、生物技术、新材料技术、新能源技术广泛渗透，带动几乎所有领域发生了以绿色、智能、泛在为特征的群体性技术革命。传统意义上的基础研究、应用研究、技术开发和产业化的边界日趋模糊，科技创新链条更加灵巧，技术更新和成果转化更加快捷，产业更新换代不断加快。科技创新活动不断突破地域、组织、技术的界限，演化为创新体系的竞争，创新战略竞争在综合国力竞争中的地位日趋重要。面对科技创新发展新趋势，世界主要国家都在寻找科技创新的突破口，抢占未来经济科技发展的先机。”[●]在当前全球知识产权保护日趋强化的背景下，抢占世界未来经济科技发展先机的竞争，就是抢占世界最新科技创新成果的知识产权的竞争。

中国科学院院士是我国科学技术界的杰出代表，中国科学院成立 60 年以来，中科院各学部聚焦国家战略需求，几代院士胸怀强国富民之志，淡泊名利，刻苦钻研，创造了一项又一项世界领先的科技成果，为增强我国综合国力、提升国际地位作出了重大贡献。中科院院士专利通常是指中国科学院院士作为发明人或发明人之一在华发明专利申请、授权和有效专利，即中科院院士职业生涯中由其个人或其领导、参与的创新团队作为发明人的在华发明专利申请、授权和有效专利的统称。这些专利申请、授权和有效专利均是我国中科院院士聚焦国家战略需求，勇攀科学技术高峰，为提高我国自主创新能力、增强我国综合国力所做出的重要创新成果。这些创新成果一方面大多以世界最前沿的科学突破或最新知识为基础，并有可能成为孕育出新兴产业的源头供给，另一方面有相当部分来自聚焦国家战略需求的国家重大科技计划项目实施，并代表着我国国家战略性新兴产业关键领域核心技术突破，因而，院士专利中有相当部分对于我国抢占世界未来经济科技发展的先机、夺取技

● 习近平，在中国科学院第十七次院士大会、中国工程院第十二次院士大会上的讲话（2014 年 6 月 9 日）。

术和市场的制高点、掌握竞争和发展的主动权具有重要战略价值。李克强总理 2015 年 7 月 27 日出席中国科学院举行的国家科技战略座谈会时曾强调指出：“当前，我国进入升级发展的关键阶段，要在世界科技革命中抢占制高点，破解资源环境等约束，实现新旧动能转换，关键是要做强科技这个第一生产力，用好创新这把‘金钥匙’，实现科技与经济深度融合，促进经济保持中高速增长、迈向中高端水平。”^①国际经验表明，专利不仅是科技创新的重要产出，也是联系科技活动和市场的重要桥梁，在促进科技与经济深度融合中发挥着重要作用。

但是，随着近年来我国超越美国成为世界第一发明专利申请大国，国内外对我国国内发明专利质量，特别是其涵盖的发明技术是否具有原创性或突破性方面的关注成为关注的热点。创新驱动发展的关键在于依靠原始创新的引领和后续创新流的快速跟进。仅依靠改进型的技术创新难以抓住新兴产业发展的先机，也难以形成经济增长的持续动力。重大创新往往基于那些与已有知识完全不同的全新科学和技术原理。这些完全不同的全新科学和技术原理往往代表着科学领域的最新突破。中科院院士在科学技术领域取得的突破，代表着我国科学技术界的最高水平。基于这些成果形成的发明专利很可能就会产生以与已有知识完全不同的全新科学和技术原理为基础的新技术突破。^②因此，分析我国中科院院士发明专利的申请、授权和有效专利状况，有利于我国了解杰出科学家群体创造的知识产权数量、质量和运用状况，进而有利于我国更好地激励杰出的科学家群体投入到创新型国家建设，为综合国力提升作出更大的贡献。

① 李克强：促进科技与大众创业万众创新深度融合以改革创新培育我国经济社会发展新动能。

② 比如，以中科院院士潘建伟为代表的中国科学家，在量子通信领域做出了一系列开创性工作，2012 年入选《自然》年度十大科技亮点，2013 年被美国物理学会评为年度国际物理学重大事件。以此科研成果为基础，潘建伟院士创建了安徽量子通信技术有限公司，并申请了多件发明专利。

第一节

当代全球科技发展中专利活动的若干特点

2005 年美国国家科学院、美国国家工程院和美国国家医学院在其共同提交给美国国会的关于 21 世纪全球经济前景和美国竞争力的咨询报告《在集结的风暴中奋起：为更光明的经济前景强化和开发美国》[●]中指出：自工业革命以来，世界经济体的增长很大程度上是由追求科学理解、工程解决方案的应用和持续的技术创新所驱动的。未来经济及其相伴的工作创造的首要驱动力是创新，而创新主要来自于科学和工程领域的进步。研究的力量并不仅表现为单一的创新，而是能够创造出整个新产业；其中一些新产业往往成为国家最强大的经济驱动力。美国经济增长和生活水平完全取决于在科学、技术和创新上的领先地位。

一、综合国力竞争首要在于国家吸收、利用最新科技成果能力的竞争

历史上的电力发展，给人类社会所带来的巨大经济收益，而这要追溯到 Michael

● 该报告（*Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future*）也有翻译为《超越风暴：力保美国经济有一个光明的未来》的。这里引用的观点见该报告第 42 页至 50 页的内容。该报告是由美国不同学科的 20 名杰出的学者（其中三位是诺贝尔奖获得者）为了回答美国国会向美国国家科学院、国家工程院和国家医学院提出的“联邦决策者需要优先采取哪十大行动来促进科技事业，以确保美国在 21 世纪全球社会中能够成功竞争、繁荣和安全？应采取哪些策略与具体步骤来实施这些行为？”而出版的，其重要性在于，其构成美国布什总统在 2006 年 1 月 31 日《国情咨文》中宣布的《美国竞争力计划》（*American Competitiveness Initiative*）和 21 世纪美国创新战略的主要基础。见 The National Academy of Science, The National Academy of Engineering and The Institute of Medicine of the National Academies. *Rising Above The Gathering Storm : Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future*.

Faraday、James Clerk Maxwell 的基础研究与 Thomas Edison、George Westinghouse 的应用。而今天的半导体集成电路来自晶体管和集成电路的发展，但后者则又始于 Paul A.M.Dirac、Wolfgang Pauli、Werner K.Heisenberg、Erwin Schrödinger 关于基本原子结构和量子力学发展的基础研究，并由 Robert Noyce、Jack Kilby 的应用研究得以实现。DNA 分子机制方面的基础研究已经产生了分子生物学、DNA 重组技术、基因剪接等新的领域；这反过来又导致了新的健康治疗和生物技术产业的巨大发展。而今天这些发展给健康和医疗领域带来的巨大潜在影响才刚刚开始显现。光与原子相互作用的研究产生了预测相干辐射的受激发射。这一发现与寻求高频微波设备的努力一起，共同促进了激光的发展，而今激光已被广泛应用于手术、精密加工、核聚变、下水道对齐、激光指针、CD 和 DVD 播放器等领域。

美国著名学者 Nathan Rosenberg 在探讨“西方奇迹”时也指出：西方奇迹之所以发生主要可归因于西方自由市场经济具有吸收和利用科学知识的能力；科学知识的增长与技术的兴起二者紧密结合，导致西方市场经济国家取得了前所未有的经济繁荣。[●]因而，综合国力竞争是国家间利用和吸收最新科技成果能力的竞争。专利是现代市场经济促进科技技术转化为生产力的重要法律工具。作为人类制度设计的产物，它通过联系科技活动和市场的桥梁，不仅将人类智力创造成果转化为市场上可交易的产权和竞争的武器，而且也为现代社会运用市场机制加速吸收和利用最新科技发展提供不竭的动力。

二、“二战”后全球科技发展重要特征：发明和发现互相促进乃至互相交织

随着科学和技术的联系愈加紧密、界限渐趋模糊，以及科学研究成果商业化和战略需求导向更加突出，科学研究实践中日益呈现出“发明”和“发现”互相促进（Cross-pollination）、互相交织（Intertwined）甚至“孪生”（Twin Process）的特征。发明是为生产出能够实现特定目的的新工具、设备或工艺而进行的知识积累和创造过程；发现是“有关世界的新知识和事实的生产”过程。重大科学发现往往伴随重

● Nathan Rosenberg & L. E. Birdzell, Jr. Science, Technology and the Western Miracle[J]. *Scientific American*, 1990 (263): 42-54. Mansfield, E. (1991). Academic Research and Industrial Innovation. *Research Policy*, 20 (1): 1-12. Mansfield, E. (1998). Academic Research and Industrial Innovation: An Update of Empirical Findings. *Research Policy*, 26 (7-8), 773-776.

大发明的出现。而这种重大发明往往也会促成重大科学发现。[●]从当今信息时代的发展来看，基于信息技术重大突破的诺贝尔物理学奖的发展史，可以说就是发现和发明相伴而生、并行发展的历史。[●]

当前信息时代的诞生可以追溯到晶体管的发明。1956年诺贝尔物理学奖授予 William Shockley、John Bardeen、Walter Brattain 对半导体的研究和发现晶体管效应。以他们为首的贝尔实验室半导体研究小组，基于早期对电场对金属半导体结效应方面的工作，成功地造出了第一个双极点接触型晶体管，清楚地演示了晶体管的效果。这项工作和后来的连续改进促成了一代比一代更小、更有效、更复杂的集成电路的发展。William Shockley、John Bardeen、Walter Brattain 被授予诺贝尔奖是因为发现了晶体管（电流放大）效应，而要证明这种效应就必须发明双极点接触型晶体管，他们对于晶体管效应的研究具有发现和发明双重性。晶体管效应的发现，催生了半导体物理学的进一步研究，增进了关于这一极其重要现象的知识。双极点接触型晶体管发明就是典型的重大创新（Radical Innovation），它不仅产生了能够有效取代真空管的新设备，而且也有力地促进了新型半导体器件的研究。

1964年诺贝尔物理学奖一半授予 Charles Townes，另一半授予 Nicolay Basov 和 Aleksandr Prokhorov。他们的工作对现代通信时代来讲具有奠基性的意义。大部分全球通信流都是由利用光作为载波信号的、横贯大陆的光纤网络来传输。Townes 在微波辐射受激发射方面的工作为他赢得了诺贝尔奖。这个实验表明，可以造出低噪声的、能够自行发射微波并几乎完美放大的放大振荡器。在他的实验中观察到微波激射器效应，即“辐射受激发射微波放大”。之后，Basov、Prokhorov 和 Townes 共同延长了微波激射并将之应用到可见光谱后发明了激光。由于激光可以以非常高的

● 科学发现是指科学家在科学探索中获得的、自然界固有的、前所未有的科学事实和科学理论，表现为发现新事物、新现象、新特性，得出新概念、新关系、新原理、新定律，提出新假说、新理论，形成新学科。技术发明是指发明人以知识驱动、科技推力、需求拉力为导引，对技术要素进行思维整合和实体运作，首创或创制出自然界和社会前所未有的新产品、新工艺、新流程、新方法。技术发明本质上是以把自然科学的成果转化为直接生产力为宗旨。科学必须经过发明才能成为技术，技术发明是有价值和使用价值的成果；专利把发明的商品属性以法律形式确定下来，使之成为具有排他性能力的无形财产，通过保护发明者的利益，来激励发明和进一步的技术创新。和科学研究相比，技术的综合性要高得多；一项重大的技术创新需要组合多个专业技术和学科领域的知识才能实现。

● 参见：Venkatesh Narayanamurti, Tolu Odumosu and Lee Vinsel. The Discovery-Invention Cycle :Bridging the Basic/Applied Dichotomy (Discussion Paper 2013-02, Science, Technology, and Public Policy Program.

频率传输非常高能的光脉冲，对现代高速通信系统是至关重要的。这个诺贝尔奖同时承认微波激射器效应的发现与微波激射器和激光的发明，微波激射器和激光的发明极大推动了始于晶体管发明的固态电子革命，从而对促成信息和通信时代的到来起到至关重要的作用。

Von Klitzing 因量子霍尔效应方面的工作而被授予 1985 年诺贝尔奖。20 世纪 80 年代，由于半导体行业发展导致金属氧化物硅场效应晶体管（MOSFET）等新型器件的出现，为在更低维度研究导电提供了便利途径。Von Klitzing 研究半导体二维系统特殊情形下的霍尔效应（当电流垂直于外磁场方向通过导体时，在垂直于磁场和电流方向的导体的两个端面之间出现电势差的现象）时，发现他获得的经验测算恰好与预测值大致相同。Klitzing 发现在给定二维系统（如高度精制的晶体管）中，在强大的磁场和极低的温度下，霍尔效应是量子化的。因观测值非常紧密、准确并且还可以表示为两个整数倍数的基本常数来定义阻力，Klitzing 的该发现对于建立电气标准是极其有用的。量子化霍尔效应被视为一个会有许多有用应用的重要发现。

2000 年诺贝尔物理学奖共同授予了 Zhores Ivanovich、Herbert Kroemer 与 Jack Kilby。Zhores Ivanovich、Herbert Kroemer 因提出了异层结构理论，并开发了异层结构的快速晶体管、激光二极管而被授予一半诺贝尔奖金，而 Jack Kilby 因发明集成电路而获得奖金的另一半。因而 2000 年的诺贝尔物理学奖主要是奖励发明。异层结构理论研究带来了一种可用于高速电路和光电的新半导体器件，Ivanovich 和 Kroemer 发现，在一层薄薄的半导体上创建一个双结壳允许空穴和电子更加集中，进而加快转换速度并使得激光在常温下进行操作。他们的发明带来了激光和发光二极管的切实改善。他们异层结构理论方面的工作也推动了光纤通信系统中所使用的在室温下连续工作的激光的出现。这些工作实际上是在 20 世纪五六十年代完成的，他们的这项发明最终导致一种新型物质的发现。Kilby 1958 年在德州仪器公司成功地实现了把电子器件集成在一块半导体材料并研制出了世界上第一块集成电路。他们的这项发明促成了电子器件生产的规模经济快速提升和相关工艺技术的研究，并在短短的几年里使芯片上包含数十亿晶体管成为可能。而上述两项发明都可认为是 Shockley、Bardeen 和 Brattain 的发明工作的继续。

在 Ivanovich 和 Kroemer 工作的影响下，由于晶体生长技术的进步（分子束外延增长使得分层的异层结构可达到原子的精度），Horst Störmer 与其合作者发明了调

制掺杂（电荷载体物理上与其母供体原子分离）的概念。这就使得二维电子层与大于金属氧化物硅场效应晶体管中的流体一起进行制备。Störmer 和崔琦对这些结构的不同寻常行为表现的二维电传导特性进行了研究。他们将异质结晶体管冷却到绝对零度略高的温度并使之暴露在很强的磁场中，发现了一种只有以前认为不可分割电子三分之一电荷的新粒子。Robert Laughlin 通过计算认为他们观察到的是一种新量子流体，量子流体中数十亿电子间相互作用导致流体漩涡并表现出像有部分电子电荷的粒子。这一重要发现受到了以前具有重要的实际应用发明（如高频晶体管手机）的影响。由于他们的上述工作，三人被授予 1998 年诺贝尔物理学奖。

2009 年诺贝尔物理学奖一半授予高锟有关“光在纤维中的传输以用于光学通信方面”取得的突破性成就，另一半授予 Willard Boyle、George Smith 的发明——电荷耦合器件（CCD）图像传感器”。该奖直接受到这个领域以前发明和发现的影响。高锟主要关注的是构建一个微光用于通信系统的可行的波导。他的研究因预测某些纯度的玻璃纤维将允许长距离激光通信，而导致玻璃生产工艺过程得到惊人的改进。对室温激光来讲，异层结构对光纤通信技术的装配是至关重要的。高锟不仅建立了测量玻璃纯度新工艺，而且也积极鼓励各种制造商在这方面进一步改进工艺。由于室温下激光的异层结构对光纤通信技术组合是至关重要的，因此，高锟的工作建立在 Ivanovich 和 Kroemer 贡献的基础之上，并为信息时代基础设施发展打下基础。Willard Boyle 和 George Smith 的电荷耦合器件图像传感器——能制作出数字图像和视频的半导体电路，为 Shockly 等人的晶体管工作提供一个新的转机。高锟的工作显然旨在发现玻璃纤维中光传导的理想条件，但却引导了新光纤设备的进一步的发明和发展。

双极晶体管的发明和晶体管效应的发现，导致处理器和芯片从计算机到汽车无处不在；集成电路的发明不仅极大地提升了现代计算机数据处理能力，也使得其生产成本大大下降乃至社会普及。光纤的发明建立在异层结构理论的基础之上，不仅为全球通信网络提供了基础设施，也使之速度大大加快。而改善异层结构导电性的努力，带来了意想不到的二维系统分数量子化和新量子流体的发现。

上述六大诺贝尔奖突出强调了各种在信息和通信技术创新中发挥重要作用的重要知识和发明，同时也在很大程度上揭示了科学研究实践中日益呈现出“发明”和“发现”互相促进甚至“孪生”的特征：重大发现可能导致重大发明，而重大发明也可以导致重大发现。正是“发明”和“发现”的互相促进，极大地推动了全球高