



2017 年欧洲光通信会议述评

吴冰冰¹, 余冰雁¹, 伍剑², 林金桐²

(1. 中国信息通信研究院技术与标准研究所, 北京 100191;

2. 北京邮电大学, 北京 100876)

摘 要: 介绍了第 43 届欧洲光通信会议的概况, 评述了主题报告、专题研讨、综述指导报告和特邀报告、截后论文和展览会等内容。按照光纤、光纤器件和光纤放大器, 集成光电器件和光处理器, 光通信系统数字技术, 传输子系统和光网络单元, 数据通信和计算机硬件, 点到点传输链路, 核心、城域和数据中心网络, 接入、本地和家庭网络 8 个方向进行探讨。

关键词: 欧洲; 光通信; 主题报告

中图分类号: TN913.7

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2017294

A review of the European Conference on Optical Communication in 2017

WU Bingbing¹, YU Bingyan¹, WU Jian², LIN Jintong²

1. Institute of Technology and Standards, China Academy of Information and Communication Technology, Beijing 100191, China

2. Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China

Abstract: The summary of the 43rd European Conference on Optical Communication (ECOC) was introduced, and plenary presentations, workshops, tutorials, invited papers, post-deadline papers, as well as exhibition were discussed. The conference includes eight technical scopes: fibers, fiber devices and fiber amplifiers, integrated optoelectronic devices and optical processors, digital techniques for optical communication systems, transmission subsystems and optical network elements, datacom and computercom hardware, point-to-point transmission links, core, metro, and data center networks, access, local area and indoor networks.

Key words: European, optical communication, subject report

1 会议概况

第 43 届欧洲光通信会议 (European Conference on Optical Communication, ECOC) 于 2017 年 9 月 17—21 日在瑞典哥德堡举行。ECOC 与美国的光纤通信会议 (Optical Fiber Communication

Conference, OFC) 是全球光通信领域规格最高、规模最大、历史悠久、专业性强的国际盛会, 在光通信领域具有相当高的知名度和影响力, ECOC 包含学术会议和商务展览两大部分, 是光通信学术界及产业界沟通交流、探索未来发展的良好平台。



本次会议共有 1 295 位代表注册参加(未含参加展会代表),相比 2016 年有所增加。本届会议收到来自 40 个国家的论文稿件共 692 篇,比 2016 年增加了 10%左右。其中,来自欧洲的稿件占 42%,来自亚洲的占 41%,来自美洲的占 15%。按国家和地区统计,日本投稿数量最多,有 124 篇;中国居其次,有 114 篇,美国 81 篇,英国 47 篇,接下来依次是德国、瑞典、法国、意大利等国。

本次会议将光通信分为 8 个学术方向,分别是:

- 光纤、光纤器件和光纤放大器;
- 集成光电器件和光处理器;
- 光通信系统数字技术;
- 传输子系统和光网络单元;
- 数据通信和计算机硬件;
- 点到点传输链路;
- 核心、城域和数据中心网络;
- 接入、本地和家庭网络。

会议的技术程序委员会(Technical Program Committee, TPC)有 115 名委员,也按这 8 个学术方向分组,每组有 13~16 名委员。

TPC 对 692 篇稿件进行审核,接受了口头报告 211 篇,接受率为 30%。被会议接受的论文,按照上述 8 个学术方向,共组织了 55 场为时 90 min 的平行分会进行交流,比 2016 年增加了 7 场。8 个方向上,共安排有 44 篇特邀(invited)报告。每个学术方向上还邀请了一位国际知名研究机构的一线研究人员做了 60 min 的综述指导(tutorial)报告。

TPC 还接受了海报张贴 144 篇,接受率为 21%。会议安排了两场海报张贴交流,每场时长为 90 min。会议接受截后论文(post-deadline paper) 18 篇,接受率为 35%,分为 3 个会场,每场时长也是 90 min。此外,TPC 还在每个学术方向中,按照大约 10%的比例评选出一部分高分贡献论文(highly ranked paper)。

2 主题报告

会议开幕式全体会场安排了 4 个主题报告(plenary presentation)。4 位应邀做大会主题报告的业内专家,其中,1 位来自瑞典本土,另外 3 位分别来自美国、澳大利亚和日本。

第 1 位是 Vijay Vusirikala,谷歌光网络架构与工程负责人。他的报告题目是《谷歌软件定义网络之十年》。报告回顾了光通信系统发展历程,提出了“在相干技术之后,下一项驱动性技术会是什么?”的问题。报告向听众介绍,谷歌在过去十年中一直在为其全球的云基础设施建立超长距离、超大规模和容量的网络,而软件定义网络(SDN)已成为网络建设的唯一方式。

SDN 的基本设计理念是,网络应被视为大型分布式系统,并与计算和存储系统一样可协同控制。谷歌采取内部(in-house)和与业界伙伴合作两种方式协同推进网络创新,目前网络已遍布美洲、欧洲等全球大部分地区,边缘节点(edge point of presence)超过 100 个,缓存边缘节点(cache edge node)超过 800 个。

网络扩展的关键是什么?报告认为一是分解或解耦,包括发射机与线路、线路系统单元等,从而释放出最佳解决方案,并加速可编程;二是每一层网络的动态可编程,波长可视为与 IP 地址、标签、以太网等类似的另外一种封装,从而实现光层可重构;三是零触摸网络,以实现简化架构、快速配置与缩短周期。SDN 使网络的每一层具备智能、容错、高可靠、可编程控制等特性,从而有利于快速演进与创新。

第 2 位是 Anne L'Huillier,瑞典隆德大学原子物理学教授,瑞典皇家科学院院士,诺贝尔物理学委员会成员。她的报告题目是《50 年光子领域的诺贝尔奖:从 1964 年到 2014 年》,报告回顾了激光器、异质结、光相干性、精密光谱学、蓝色发光二极管(blue LED)、光纤的发现以及用激光

冷却和捕获原子等12项光子学领域的诺贝尔获奖情况,报告不仅是纪念和致谢那些为光通信发展做出突出贡献的研究学者,更是对半个世纪光通信发展历史的回顾和总结。

第3位是 Philip Diamond, SKA (Square Kilometer Array) 总干事及教授。他的报告题目是《SKA 及其与光纤系统的紧密关系》。SKA 中文直译即“平方千米阵列”,是分布式射电天线阵列的代名词,同时也是一个国际合作组织的名称。

报告指出,在射电天文学发展的基础上,天文学家和工程师正在设计地球上最大的科学仪器,SKA 可完成的科学研究几乎能够涵盖整个宇宙历史,项目目前处于详细的设计阶段,将由包括中国在内的至少10个国家构成的国际联盟在澳大利亚和南非建设完成。SKA 的启用需要巨大的数据流量支撑,年流量约300 PB,超过 Facebook 和谷歌数据流量的总和。光纤系统将发挥重要作用,能够提供高速率大容量(Tbit/s)、远距离(百千 km)传输,是实现 SKA 的坚实基础。

第4位是 Kazuo Hagimoto, NTT 电子公司总裁及首席执行官,他的报告题目是《光导纤维:微波之后潜在频率资源的完全利用》。报告指出,当电信从微波脉泽的百兆—吉赫兹(GHz)转向激光器的200太赫兹(THz),人类就找到了一个极其丰富的频率资源。掺铒光纤放大器的发明,提供了5 THz的带宽,可以采用50x100 Gbit/s的波分复用技术,充分利用了光波频率资源。

不能逾越的物理极限包括散弹噪声极限、香农极限、光纤非线性极限、光功率损伤极限等。我们曾经的努力,从电域时分复用(TDM)到光域密集波分复用(DWDM),从强度直接检测(IM-DD)到相位/偏振调制数字相干检测,从普通光纤到多芯光纤空分复用(SDM),都是为了在物理极限的约束下,更好地开发利用光波频率资源。

5G 移动通信即将到来。艾德霍姆(Edholm)定律关于有线以太网、蜂窝网、无线局域网带宽趋同融合的预言将要在5G时代实现。报告人预测的时间是2030年,甚至会更早!

3 专题研讨

与往届相同,2017年的会议在开幕前举办了专题研讨会(workshop),研讨会选择了8个题目。内容和参与单位介绍如下。

(1) 5G 演进及光在 5G 移动网络中的作用

5G 是当前信息通信领域高度关注的热点技术之一,正在制定的标准将涵盖移动互联网、物联网等多种应用场景,例如增强移动宽带(eMBB)、海量机器类通信(mMTC)、高可靠低时延通信(uRLLC)等,将呈现超大容量、超高性能、多元融合和低成本等特性,并与人工智能、信息中心网络等协同发展。5G 技术的研发推动着光通信支撑技术的发展演进。

本专题研讨会对电信和数据通信网络中5G的关键要求和应用进行了研讨,主要包括:全球5G愿景与路线图、5G关键应用与技术演进、无线与光接入技术整合、5G传输系统、近期5G现网试验成果、面向后5G时代的未来技术等内容。本专题研讨会发言人主要有来自爱立信、诺基亚贝尔实验室、英国电信、华为、NTT、ADVA等研究机构 and 企业的专家学者,为参会人员提供了本专题的深度理解和阐述。

(2) 硅光子技术

硅光子技术结合了CMOS超大规模逻辑、高精度制造特性和光子技术高速率、低功耗的双重优势,一经提出便得到业界的广泛关注,经过近些年的技术积累,不断走向成熟。2017年的硅光子专题依然热度不减,吸引了众多参会者的关注。

专题针对硅光子的技术及产品进展、硅光子在大规模数据中心的应用、III-V族与硅光子异



质混合集成、硅光子在 400 Gbit/s 短距光互连中的应用、硅光子在计算存储领域的应用、单片光电集成、硅光子封装、生产制造模式、生态系统与供应链等热门话题进行了研讨。本专题研讨会发言人主要有来自 MIT、ADVA、Juniper、NTUA、Infinera、美国加州大学—圣塔芭芭拉分校、Luxtera、美国哥伦比亚大学、日本东京大学、Acacia、IMEC、HHI、IBM 等研究机构和企业专家学者。

(3) 数据中心网络：满足容量、成本、能耗和距离的新兴需求

数据中心流量增长迅速，年均增长率高达 25%，在数据中心中部署光子技术可实现更快、更环保的系统实现成本。

专题研讨内容主要包括：数据中心网络架构、光交换器件及技术（如 MEMS、LCOS、PLC 等）、嵌入式光接口、光互连系统、数据中心内部及之间的光模块进展、软件定义控制等。本专题研讨会发言人主要有来自 NTUA、阿里巴巴、Facebook、Infinera、Seagate、Inphi、PETRA、诺基亚贝尔实验室、日本名古屋大学、英国布里斯托大学、华为、Ciena、爱立信、Mellanox、TE Connectivity 等研究机构和企业专家学者。

(4) 单波长 10 Gbit/s 速率之后，无源光网络 (PON) 正确发展途径是哪条？

对于单波长 10 Gbit/s 速率之后 PON 的发展，IEEE 和 ITU-T 分别制定了两种差距较大的标准：100G-EPON 和 NG-PON2。其中，100G-EPON 目标是在 2025 年基于单波长 25、50 甚至 100 Gbit/s 器件实现 100 Gbit/s 容量；NG-PON2 是基于单波长 10 Gbit/s 的可调波长器件制定了 80 Gbit/s 标准。

在这样的背景下，专题对以下问题进行了探讨：通过可调器件实现高容量的方案有哪些优劣势？25 Gbit/s 以上器件有哪些吸引力？两种不同演进路线对于已有产品技术路线是否保持了一贯性？PON 在未来将跟随哪种技术？参与讨论的专

家学者主要来自 Orange、诺基亚、中兴、上海交通大学、HHI、NTT、博通、海信、华为等研究机构和企业。

(5) 星座塑造：克服非线性光纤容限的简单工具？

星座塑造 (constellation shaping) 已成为扩大相干光通信系统传输距离的一种技术。例如，概率整形被证明可在高阶 QAM 系统中发挥重要作用，然而目前该技术仍有许多关键问题需要解决。

专题研讨内容主要包括：星座塑造理论、非线性容忍星座、非线性区域扩展、高维调制格式、概率整形局限性、与现有系统集成、系统性能提高、应用场景等。参与讨论的代表主要有来自德国慕尼黑工业大学、意大利圣安娜高等学校、美国亚利桑那大学、华为、英国阿斯顿大学、英国剑桥大学、富士通、瑞典查尔姆斯理工大学、诺基亚贝尔实验室、谷歌、Facebook 等研究机构和企业专家学者。

(6) 部署空分复用系统的最佳光纤？

空分复用 (SDM) 技术，即利用光纤的多芯或多模资源，基于新的复用维度来提升单纤容量，目前是光通信领域的热门话题之一。近年来，SDM 的研究也取得显著进展。光纤核芯数、模式复用模数、传输距离等不断增加。但目前仍有许多关键技术需要解决，如串扰、配套器件及处理算法等。

本专题主要围绕 SDM 应用场景、新型光纤等内容进行了研讨，具体包括：海底网络中的新型光纤、多芯/多模/少模光纤技术进展、SDM 光纤制造、SDM 传输实验、SDM 交换、光纤连接器、放大器等内容。参与讨论的专家学者主要来自诺基亚贝尔实验室、TE Subcom、Sumitomo、Prysmian、NTT、康宁、NICT、日本大阪大学、NEC、英国南安普敦大学等。

(7) 光无线通信

随着 5G 和物联网兴起以及智慧城市、智能建

筑、工业 4.0、机器人、智能交通、智能电网等行业应用的高速发展,泛在数据通信容量呈指数上升态势。无线光通信是指携带信息的光波以无线的形式进行通信。它覆盖了自由空间光通信、可见光通信、光成像通信等技术,可充分利用红外光谱、可见光谱和紫外光谱资源,具有免频谱许可、无电磁干扰、可空分复用、保密性强等优势,为即将到来的 5G 业务,包括室内高速接入、室外数据回传、水下通信等场景提供补充性的解决方案。

本专题中各位专家学者针对可见光高速通信、紫外散射通信、自由空间光通信等领域,从技术、应用、产品等角度开展了深入讨论。参与讨论的主要有来自中国科技大学、土耳其安兹耶因大学、英国爱丁堡大学、西班牙拉斯帕尔马省大加那利岛大学、美国纽约州立大学奥尔巴尼分校、捷克理工大学、澳大利亚墨尔本大学等高校的专家学者。

(8) 光通信中机器学习的机遇:从器件特性、系统设计到网络优化

机器学习目前被用来尝试解决各领域内大量观测数据结合复杂模型的问题,核心方法是利用大量已知数据构建和训练系统模型及参数,进而用获得模型对未知解决问题进行预测。近年来,机器学习方法已经开始被用于包括量子光学、纳米光子学、光器件设计、光通信系统以及光网络参数设计等光通信领域。正确地选择机器学习算法和应用范围非常重要。

本专题中各位专家针对光学、光通信领域中能与机器学习联系在一起的研究方向进行了讨论,包括如何利用机器学习技术设计更好的激光器、搭建智能测试设备及平台、预测和监测光信号性能、优化数据中心等内容。参与讨论的专家学者主要来自丹麦理工大学、瑞典乌普萨拉大学、瑞典查尔默斯理工大学、香港理工大学、德国汉堡联邦国防军大学、英国剑桥大学、Keysight、MLytico、ADVA、

Inphi、Facebook、爱立信、Zenuty 等研究机构和企业。

4 综述指导报告和特邀报告

会议以 90 min 为一个分会议单元,共组织了 55 场分会议,每场分会议有自己的会议标题,如集成和光交换、新型 III-V 族发射接收器、空分复用、高容量量子系统、5G 传输、光纤特性与传感、高密度集成与封装、收发器与数据网络、光子集成与信号处理、节点与网络架构、集成硅光子、非线性补偿、数据中心互连、多波长光无源网络、短距数字信号处理等,以便于参会者安排时间挑选会场,工作在光通信每个领域的教授、工程师、学生,都可以找到适合自己的、感兴趣的多个分会场。除主题研讨外,本次会议共计进行了 425 场报告会。在 8 个学术方向上,共有 8 个综述指导报告和 44 个特邀报告,绝大部分的分会议都有至少一个综述指导报告或特邀报告。

8 个学术方向上,综述指导报告的报告人和题目分别是:

- David Richardson, 英国南安普敦大学,空分复用系统光放大器;
- Christopher R Doerr, 美国 Acacia 公司,集成硅光子;
- Erik Agrell, 瑞典查尔姆斯大学,光通信容量限制;
- Nicolas K Fontaine, 美国诺基亚贝尔实验室,空分复用器件;
- Benjamin Lee, 美国 IBM,硅光交换:技术与架构;
- Sergei K Turitsyn, 英国阿斯顿大学,基于非线性傅里叶变换的传输;
- Ramon Casellas, 西班牙 CTTC,光网络的控制、管理和编排:介绍、挑战与趋势;
- Ton Koonen, 荷兰埃因霍温科技大学,光无线系统:技术、趋势与应用。



5 海报张贴

会议共接受了 144 篇海报张贴报告, 数量相比 2016 年略有减少, 共安排了两个 90 min 的海报张贴会场, 内容极其丰富。海报张贴位置仍按照 8 个学术方向来分类, 参会人员可以很方便地找到感兴趣的领域阅读海报, 并与作者进行仔细的询问和交流, 有效利用会议时间。

6 截后论文

“截后论文”为会议截止投稿日之后到会议开幕之前这段时间内的最新科技成果, 提供了通报和交流机会, 每年均受到参会者的高度关注。本次大会 TPC 共录用了 18 篇截后论文, 分为 3 个分会场同时举行, 时长 90 min。

第一会场, 在大容量、长距离光传输方面, 录用了 1 篇由日本 KDDI、Sumitomo 与大阪大学联合完成的《6 模 19 芯光纤 C+L 频带 10.16 Pbit/s 密集空分复用/波分复用传输》; 第 2 篇, 由美国 TE SubCom 完成的《基于单模光纤和非线性补偿的 C+L 频带 51.5 Tbit/s 17 107 km 传输》; 第 3 篇, 由法国 Paris-Saclay、III-V Lab、Kyria、Egide、Telecom SudParis 和美国诺基亚贝尔实验室联合作完成的《基于新型超宽带半导体光放大器的 100 nm 连续波段 100 km 115 Tbit/s WDM 传输》; 由诺基亚贝尔实验室等完成的《基于分级折射率 6 模光纤的 650 km 138 Tbit/s 传输》等论文。

第二会场, 报道了德国 Lorenzstrasse 和 Tektronix 完成的《8x256 Gbit/s 虚拟载波辅助的 WDM 直接探测 200 km 单跨段传输》; Infinera 完成的《基于星座成形的 66GBd DP-1024QAM 光收发器 400 km 标准单模光纤传输》; 日本国家通信与信息技术研究所完成的《基于时分空间超级信道和高速联合交换系统的 53 Tbit/s 相干空分复用—时分复用上路/下路/直通光网络实验演示》; 英国布里斯托大学、

香港理工大学完成的《机器学习辅助和基于 SDN 的光网络规划与网络规模监控数据库的现场试验》等论文。

第三会场, 是有关器件和模块的内容。德国 Karlsruher 等实现了《基于通过光子线接合和硅有机混合调制器的四通道 784 Gbit/s 发送器模块》; 诺基亚贝尔实验室和 III-V Lab 联合完成的《直接反射调制激光器》; Infinera 完成的《基于混合集成 SiGe 电子元器件的 100GBd 32QAM 多通道 InP 相干光子集成芯片》; 硅光子和 PAM-4 相关的几篇论文。

7 展览会

本届会议在开幕后第二天, 即 18—20 日, 举办了 3 天展会。与往年一样, 全球光通信器件模块、芯片、设备、纤缆、仪表等各领域的众多企业, 纷纷展示最新产品, 并与业界交流分享、探讨市场趋势。参展的企业共 325 家, 数量超过 2016 年。其中, “市场聚焦 (market focus)” 版块已拥有 10 年历史, 本次展会该版块进行了涵盖光纤接入、数据中心、智能光网络和分组光传输等领域的 27 场报告。“FTTx 中心” 版块包含组件、连接、测试与测量等 11 个区域, 介绍 FTTx 最新产品, 并进行现场演示。

从具体领域来看, 器件模块商 Finisar、Lumentum、富士通、新飞通、Oclaro、NTT、索尔思、旭创、光迅、易飞扬等展出了 10/25/50/100/200/400/600 Gbit/s 的多种光模块、调制器、相干发射器和接收器以及 EDFA、OTDR 等产品。

硅光方面, Mellanox 展示了 100/200/400 Gbit/s 平台; Intel 展示了 100 Gbit/s PSM4/CWDM4 QSFP28 光模块; Acacia 推出基于双波长的 AC1200 相干光模块, 每波长可达 600 Gbit/s; SiFotonics 展示了 100/200 Gbit/s Micro-ICR 产品。

芯片商 Inphi 展示了多款适用于 100/200/400/600 Gbit/s 相干系统的 TIA/VGA 芯片、驱动芯

片、DSP 芯片和多种速率的 PAM4 芯片。Semtech 和 MultiPhy 共同展示了包含 PAM4 DSP 在内的全套单波长 100GE PHY/PMD 芯片组。

设备商华为 2017 年颇为关注硅光子技术，展示了基于硅光子混合集成可调激光器的紧凑型相干模块理念，将光模块更靠近 ASIC 芯片，小尺寸、低功耗特性可大幅提升端口密度和降低成本，适用于城域网领域；并提出基于硅光子的波长可调 T-OADM，配合可调激光器可实现无色（colorless）上下路。德国的 HHI 展出了他们研发的可见光通信系统。

光纤光缆商长飞展示了 FBG 高功率光纤激光器、小型色散补偿光纤模块等产品。

此外，EXFO、Viavi、Keysight、Santech 等多家仪表商展示了 400 Gbit/s 相干检测平台、可调光源、光谱分析仪等产品。

8 中国参会情况

会议方面，本届 ECOC 中国投稿 114 篇，被接受为口头报告的 11 篇，海报张贴 13 篇。来自北京邮电大学、上海交通大学、中山大学、华中科技大学、诺基亚上海贝尔、华为等高校和企业

的 9 篇论文在会上作了口头报告。与 2016 年相比，投稿数和录用数均略有下降。笔者以为，在中国举办亚太通信会议的规模逐年增大的背景下，一部分论文被分流也属正常。另一方面，来自中国企业设立在国外研究院的论文数为 5 篇左右，反映了中国企业走向国际的潮流对于学术论文分布的影响。

纵观本次会议的统计数据，中国稿件的录用率仍然偏低，综合指导报告、特邀报告和截后论文仍为空白。

展会方面，中国华为、长飞、光迅、旭创、易飞扬等众多大中小型企业参加了展会，并推出了像 100/200/400 Gbit/s 光模块、100/200 Gbit/s ICR 硅光器件、EDFA、OPM 等高端及自主研发产品，展现了中国光通信产业的实力，而在高速核心光电芯片方面中国企业还需进一步努力。

9 2018 年的欧洲光通信会议

9 月 21 日下午，本届会议闭幕之后，管委会（EMC）和国际咨询委员会（IAC）举行会议，总结本届会议，讨论下届会议。第 44 届欧洲光通信会议于 2018 年 9 月 23—27 日在意大利罗马举行。



参加 ECOC'17 的部分华裔学者合影



TPC 主席将由意大利圣安娜高等学校的 Antonella Bogoni 教授、拉奎拉大学的 Antonio Mecozzi 教授和爱立信 Roberto Sabella 共同担任。

[作者简介]



吴冰冰（1984-），女，博士，中国信息通信研究院技术与标准研究所高级工程师，主要研究方向为光器件模块、高速光传输网络等。



余冰雁（1989-），男，博士，中国信息通信研究院技术与标准研究所工程师，主要研究方向为可见光、光接入网络等。



伍剑（1971-），男，博士，北京邮电大学教授，IEEE/IET 会员，中国通信学会高级会员，北京通信学会第九届理事会理事，《China Communications》客座编辑。1999 年于清华大学获“物理电子学”工学博士，1999—2001 年于北京邮电大学从事博士后研究工作，2001 年至今于北京邮电大学从事光传输、光交换与光网络和光信号处理科研工作。



林金桐（1946-），男，博士，北京邮电大学教授，《电信科学》杂志顾问，ECOC 国际咨询委员会委员。从事光纤通信研究 39 年，迄今已发表学术论文 600 多篇，拥有专利 24 项。14 次出任国际学术会议主席。留英 8 年期间，参与光纤放大器/激光器早期发明研究，这项发明被公认为“通信技术的一场革命”。北京邮电大学第 6 任校长，中国通信学会第 5 届、第 6 届副理事长；北京通信信息协会第 3 届、第 4 届理事长。获得的荣誉称号包括：英国 IET 学会会士、南安普敦大学荣誉科学博士、伦敦大学玛丽女王学院荣誉院士。