

精准农业有哪些新闻？



精准农业（PA）可能是农业行业发展最快的领域了。就营业额而言，在过去几年内，精准农业呈指数级递增。仅制导系统年营业额就超过20亿美元，并被美国80%多的农业服务提供者和阿根廷近90%的耕地所使用。这是一个正在发展并充满活力的行业，但也是一盘散沙，特别是在欧洲。此行业的技术发展曾经非常成功，但现在是时候将它们整合起来，开创通用协议和开放式系统，这样不同品牌和用户都能从形成的数据库中获益。欧洲精准农业会议，由西班牙莱里达大学组织，是突出展示新技术和设备的理想之所，同时也是讨论新系统和关键挑战的适合之地，这些挑战包括在这一趋势下的混合园艺，使新技术可供小型农场使用，为未来欧洲精准农业中心创造空间。Patricia Trebilcock, New Ag International 从西班牙加泰罗尼亚发回报道。



获得的信息，这种技术仅需极少的附加数据或技能就可使用。其中杂交种子和GPS自动制导就是这种技术的典型。用户在使用“表征知识”技术时，不需要了解技术背后的科学知识。如果能够发展表征知识技术，精准农业将可在全球范围普及。”

精准农业在全球蓬勃发展，尤其是在美国

尽管很难得到有关精准农业

全球应用的具体数据。不过，目前已有数据显示，精准农业具有极为广阔的发展前景。Lowenberg-DeBoer博士向大家介绍了2013年普渡大学与CropLife共同组织的一项调查的结果。该项调查得出以下主要结论：经销商在采纳精准农业技术或提供精准农业服务时，相关技术或服务的价值或节约的成本越明显（无论是对经销商还是其客户而言），

这和技术或服务就会被采纳的越快，采纳率也越高。除此之外，调查结果还显示，GPS自动制导正成为美国农业的标配工具，美国有82%的农资经销商提供GPS应用服务。还有一个发展趋势就是人二光条制导系统正被自动驾驶制导系统所替代。客户应用的所有材料中，86%是通过GPS制导系统；40%是通过自动驾驶系统。此外，喷雾臂在美国也发展迅速：种植专业喷洒

企业都在采用带GPS制导功能的喷雾臂控制阀及播种机开关装置。在普渡大学与CropLife的这次调查中，还发现使用带局部或喷嘴控制功能的农资经销商的比例已由2011年的3%激增至2013年的53%。调查显示，使用GPS

杆臂控制系统的商人马上就能发现消除了投入重叠带来的成本减少，即刻创造经济价值。

还有一个引

发行业关注的发展趋势就是安装了氮传感器的设备。这一理念的论证可在Yara N Sensor、N-Tech 和Crop Circle等

产品中发现，这些产品目前已经推出第二代，包括Trimble Navigation公司的greenSeeker传感器；Ag Leader公司推出的OptRx传感器；Topcon公司推出的CropSpec传感器；Fritzmeier Umwelttechnik公司推出的Isaria和MiniVeg传感器及FORCE-A公司推出的Multiplex传感器。

调查显示，2013年，美国7%的农资经销商提供作物传感器驱动的施肥喷施服务，而在2011年，该数据仅为4%。不过，采用氮传感器管理的作物面积在美国仍为数不多。

在美国，有70%的经销商提供变量肥料施用设备：在变量技术（VRT）应用中，超过70%的调查对象应用在单营养素肥料施用中。多营养素肥料及石灰VRT技术的应用也非常普遍，有超过60%的调查对象采用这两种技术。与2011

年的调查结果相比，各种喷施用VRT技术都取得了显著的增长，尤其是多营养素领域，数据由42%增长至65%。目前，仅有2%的经销商在提供农药变量喷施技术。但45%的调查对象（经销商）表示将在2016年前提供该技术。

多年的缓慢发展后，美国农资经销商已经质疑他们提供的卫星/航空成像技术。成像技术在田间管理领域的应用仍然不温不火，2011年通过成像技术管理的种植面积占总面积的12.9%。随着军方供应商不断探索新客户，行业对UAV和无人驾驶飞机开始表现出极大的兴趣。

存在普及难题？确实有些

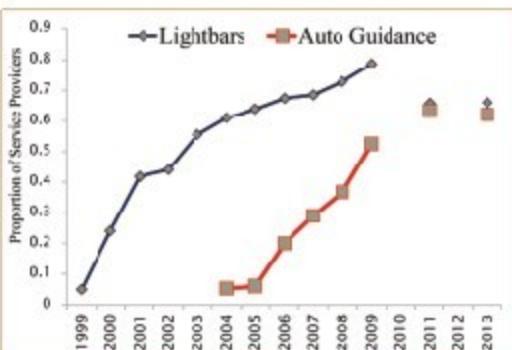
51%的农资经销商认为，精准农业在普及中遇到的最大障碍就是设备变化太快。此外，经销商还面临着难以找到适合的员工提供服务（50%的同意或强烈同意）的难题及收费标准无法保证有利可图地提供服务的挑战（49%同意或强烈同意）。仅30%的调查对象认为，不同设备之间的不相容性是个难题。

澳洲和阿根廷的大市场

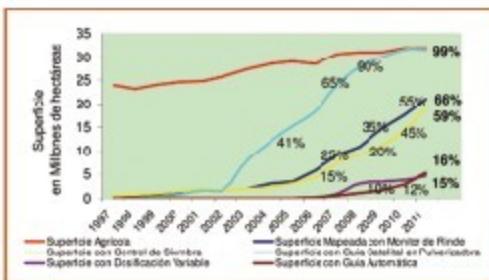
精准农业在澳大利亚同样发

展强劲。受经济和环境因素的推动，精准农业在糖类作物中的应用尤其普遍。此外，就在葡萄酒加工中应用精准农业技术也在进行积极的探索。GPS制导在澳洲发展迅猛。Lowenberg-DeBoer讲到，“澳洲是使用GPS制导技术的领先地区，该技术在土壤夯实和交通管制中的应用，部分推动了该技术在农业中的应用。”

通过Mario Braghini（来自阿根廷INTA Menfredi）发表的一篇论文中，我们可以看到，精准农业在“潘帕斯”的强劲发展。在该地区，所有的喷施设备都已安装了卫星光带，9%的粮食种植面积（300万公顷）已采用该技术，而且所采用的设备30%由当地制造。2011年，该地区共有播种控制装置15,101套（100%当地制造）。产量监测器也开始广泛应用（2011年，共有8415套），覆盖60%的粮食种植面积。此外，GPS和自动驾驶也开始逐渐普及，2011年该地区在用设备2710套。变量控制技术尽管最近刚刚应用，但也非常广泛，至少已有500万公顷的田地采用了该技术。



美国地面农业服务提供商所采用的光带和自动制导系统的数量



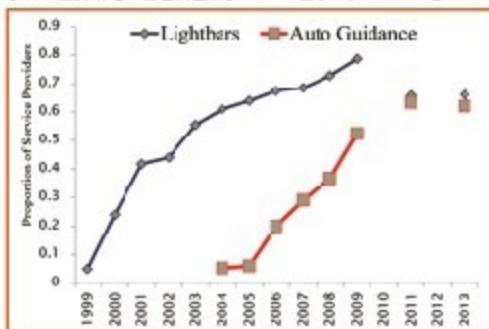
阿根廷精准农业技术覆盖面积的发展曲线及所占面积百分比

巴西：在甘蔗种植行业的发展强劲

本次会议上，由巴西Nove de Julho大学和圣保罗大学的研究人员组成的研究小组（成员包括C. B. S. Girani, M. A. C. U. de Moraes及J. P. Molin）为大家带来了一篇名为《精准农业技术在巴西甘蔗种植行业中的应用》的论文。巴西是世界上最大的甘蔗生产国，甘蔗在巴西广泛种植，尤其在圣保罗州的产量最高，占巴西总产量的60%，并有205家甘蔗加工厂。超过50%的企业已经采用了某些精准农业技术，其中，卫星成像技术普及率最高，达到76%。就普及率而言，以下技术也都值得一提。

自动驾驶技术(3%)、地学编研土质采样技术(31%)及变量化肥和土壤改良剂(石灰)施用技术(2%)。该小组在此次研究中提到以下主要结论：在巴西圣保罗州，Luhweling-DeBoer博士曾在非洲地区积极开展研究工作。

在非洲，Luhweling-DeBoer



提供卫星/航空成像服务的农资经销商所占的百分比

现场演示：FORCE A



本次会议专门留出一天用于现场演示。演示点共有三个（葡萄精确定位、大田作物与遥感及冠层特性测量和变流量喷施），分别设在距离莱茵河约15公里的Rainau镇的葡萄园及农场内。FORCE-A（法国康尔塞）公司展示了用于精确葡萄栽培的传感器。“Multiplex”系列传感器是一种便携式光谱计，能够以无损的方式进行实时测量。该系列传感器可在实验室和野外使用。使用时，可手持或安装在拖拉机上。该传感器带有用于绘图的GPS和定位模块。此外，它还有一个大容量的数据记录器，可采集和存储数据。这款光学传感器有多种用途，尤其适用于生理生态学领域。它不仅可以监测果实的成熟度及叶片和果实的多酚抗氧化剂含量，还可以测量叶绿素和花青素含量。

用于霜霉病早期监测的新产品

在本次会议中，由B. Latouche带领的一支法国研究小组（Paris-Sud大学）宣读了一篇有关采用一种新型便携式传感器（Multiplex® 3D传感器，同样是FORCE A公司产品），早期监测叶片霜霉病的研究论文，下面摘录了该论文的部分内容：

霜霉病是由葡萄霜霉菌（PLASVI）导致的一种严重的葡萄疾病。为了实现最佳的治疗效果及降低发病率，人们一直在寻找一种能够早监测这种病害的方法，而且最好是适用于精准农业的无损监测方法。葡萄霜霉病是葡萄的一种主要植物抗真菌，健康叶片中不存在葡萄霜，仅当葡萄感染PLASVI时，才会合成和积累该成份。葡萄霜霉病带荧光的酚醛化合物，会发出蓝紫色的荧光（VBF）。因此，我们可通过监测该荧光信号的方式，以无损的方式监测霜霉病。研究小组采用了Mx-330传感器来监测葡萄霜霉菌的VBF。该传感器由FORCE-A公司根据野外用荧光传感器Multiplex® 330开发而成。本研究的目的是验证这种新传感器能否用于在葡萄园中监测霜霉病。FORCE A演示了首款用于野外活体无损监测真菌疾病的传感器。结果显示，PLASVI诱发的葡萄霜霉病VBF为霜霉菌的监测提供了一个重要信号。由于葡萄同时存在于叶片的近轴侧，因此，可通过车载近端探测装置进行监测。通过采用Mx-330 (VBF, GF_B) 和Multiplex 330 (叶绿素相关指标) 提供的综合信息，可增加诊断的可能性，以区分霜霉病和其他生物或非生物胁迫。



博士和他的研究小组开发了一种豇豆保存袋，他们极为重视供应链的开发。目前，共有六家工厂生产这种保存袋，总销售量已超过250万个。这种三层的保存袋可用于盛放各种粮食，为非洲的小户种植者提供了很大帮助。

欧洲精准农业：合作是关键

欧洲的精准农业应用研究主要是以传统精准农业为重点。精准农业在欧洲的普及度较低，其中德国的普及率最高。随着氮肥及粮食价格的不断升高、限制氮肥使用的环保法规的推出及部分国家和政府对氮传感器的支持，使用施肥管理的活动式感应技术欧洲可能在全球范围内比例最高。GPS制导系统已经开始在欧洲引起关注，尤其是在农场面积较大的一些地区，如德国

用于土壤绘图的新型传感器

Gebbers说到，“在欧洲，常规使用的土壤绘图传感器仅有少数几种，根据特性不同，土壤绘图传感器可分为机械式、化学式、光学式、电子式、放射式、声学式和气动式几种。最近三年，我们组织了一场有关近端土壤探测（PSS）的全球研讨会。会议中，土壤光谱和EC是两个最受关注的主题。有超过50%的论文与这两种传感器有关。而其中，最受关注和讨论的最多的当属伽玛光谱。此外，我们还讨论到了传感器的融合与校准问题。通过讨论我们了解到，传感器需要每年校准一次。”此外，一些新型的传感器受到关注：其中包括试验室用传感器：THz和声波传感器；及两种用于野外的传感器：Geophilus和Capacitance传感器（由Geocarta公司生产）。

Robin Gebbers
Geocarta公司生产的MPG传感器）。Geophilus是由德国制造的一款电耦合电容式传感器。该传感器可以测量5种深度，具有不同的频率并包含一个微处理器。Isara（Fitzmeier）传感器，5段，有源式（激光式）。CropSpec（TOPCON）传感器，2波段，有源式（激光式）。Miraveg（Fritzmeier）传感器，荧光类，有源式（激光式）。Isara（Fitzmeier）传感器，5波段，有源式。

Cropnetter（Claas, agrocom）传感器，机械无源式传感器。

Multiplex（Force A）传感器，诱导荧光类（I），有源式（LED）。



远程耕种：操作员与田间机器人

Osnabrück应用科学大学通过与Robert Bosch和Amazon-Werke公司合作，研制了Coala的田间机器人。这个机器人被取名为“Bonirob”。Gebbers说到，“在田间机器人设计领域，这可能是最成熟的一个项目。”人们可在办公室，远程操纵这个机器人，进行“人工”清理杂草。这个机器人是由是由麦尼传感器系



统和定位装置组成。堪称是远程耕种的起点。



本次ECPA会议主席

来自莱里达大学的Alexandre Escolà博士访谈录



Alex Escolà

请问参加本次会议的主要来宾都有哪些?

本次会议共吸引了301位来宾参加,这一数据让我们非常兴奋。会议共包括100场现场演讲,所有这些内容都将收录成册。我们共将56篇论文刻录成光盘。通过光盘,大家可以查阅各篇论文的摘要及其完整的内容。本次会议网站的访客超过1200万人,这些访客来自全球各地。我们认为,本次会议取得了重大成功。

精准农业是一个非常专业的领域,本次会议能够吸收

如此多专业人士的参加,确实很惊人。

是的,精准农业确实非常专业,但同时,精准农业又属于一个横向学科。参加本次会议的科研人员有的从事土壤学、卫星或机器人研究,还有的是果实专家、灌溉专家及精准农业经济学专家等,来自多个行业。我们共有9场不同的会议。参加会议的不仅有偏向技术“理论”研究的科研人员,还有一些每天与种植者打交道的农业咨询人员。您要知道,国际精准农业协会创立才仅三年,是一家新生机构。

哪些精准农业技术发展势头强劲?

有些技术正成为农业生产中不可或缺的组成部分。例如,那些用于测量土壤导电率的传感器。人们可以根据这些传感器提供的数据,估算土壤湿度。而根据机载NIR图像来估算作物水份状态的技术,也在蓬勃发展。现在,我们可以通过光谱、多谱和高光谱摄像头,以极点精确的方式测量作物反射的辐射量。这些技术为我们带来多

今天做的一切,都将成为常规的这种方式。到最后,精准农业可能成为一个特殊的学科逐渐消失,而这正是精准农业成功实施的标志。

在本次会议中,您认为最大的亮点是什么?

在本次会议中,有三个主题的会场持续饱满,这些主题都与精准农业的根基,也就是与用于土壤和作物评估的各种传感器有关。这些传感器有远红外式,也有本地式。不过,人们最关注的还是如何开发出能够可靠、快速测量数据的传感器。

哪些精准农业技术发展势头强劲?

事实上,任何一种高效又环保的农业都可以叫做精准农业。有人曾经说过,农民不会每天早上醒来后对自己说,“嗯,今天我要实行精准农业”。但他会潜意识地以最有效的方式耕种土地。因此,如果我们能够让农业采用各种精准农业技术,以及整个行业保持高效、可持续性发展,有一天,可能我们

● GreenSeeker N Tech, Trimble)
传感器,2波段,有源式。

● P3 (Agri Con)传感器,超声学,有源式。(德国拜耳的一种新型产品)

Gebbers介绍到,“去年,我们在德国组织了一次会议,在德国很多种植者都在使用这些传感器。这些种植户调整到一个阶段,由于气候变化,他们每年都要提

早施肥用氮肥。这就敦促我们尽快将在线测量数据(传感器提供的数据)与土壤图等一些辅助数据结合起来使用。在德国,很多研究都转向这个方向。”产量分



现场演示: FIELDCOPTER

无人驾驶系统(UAS)是一种正在兴起的技术,为农户提供精准农业应用所需的最近的感官信息,如水胁迫监测、营养缺乏症判断和作物疾病诊断等。欧盟出资开展的FieldCopter项目提供UAS上多影像相机的最新技术。来自比利时、西班牙和荷兰的两家研究所和四家公司参与了该项目。项目目的是形成研究结果并有可能创建由比技术衍生出的公司。飞机上的照相机有哪些优势?它们可以更加本地化,即使多云情况也可操作因为高度很低,提供高像素成像。价格方面,仍旧比机载系统高很多,估计全套服务价每公顷为50欧元。

现场演示: AGROPIXEL



来自西班牙的Agropixel公司通过航拍图像,提高了葡萄园的管理水平。首先,他们采用了航拍多谱图像来确定葡萄园的空间差异性。然后,确定了用于田间采样的“智能点”。基于这些信息,他们对葡萄园的田间特性进行了表征,并将其分成了不同的管理区。研究人员通过分析数据,开展了多项活动,其中包括:差分管理、重新设计灌溉分区以及更为重要的是,实施了精确收获。“在西班牙,B级葡萄的售价是800元每吨,而C级仅为500元每吨,因此,确定哪块的葡萄最好,然后以不同的方式收获,可以极大地提高收益。不过,由于葡萄每年的长势都不一样,而且不同地块的葡萄也各不相同,因此,我们很难对葡萄进行分级。Agropixel表示,通过采用热成像技术,他们正在推出一项有关灌溉管理的新服务。

方法结合起来使用。

研究人员应帮助种植者区分诸如缺氮、缺水及害虫等各种胁迫因素。在农业防护中,我们仍在期待杂草、病害和害虫监测传感器的出现。还有,不要忘记产量分布图,这个技术非常直接地为我们研究和应用。

CELLULAR手机: 发展前沿?

CELLULAR手机的功能可谓五花八门。手机上带有陀螺仪、加速计、GPS、无线串接收器等多种传感器。而且,还有多种现成的应用程序可以使用。Yara(挪威)公司应推出YARA ImageTapp,该程序用于在春季确定油菜籽的氮需求情况。农民拍摄一张作物的照片,然后发送到中央服务器,接着就可得到有关该作物所在地块的氮需求建议,例如:“您油菜田目前的氮吸收量为30公斤/公顷。新鲜绿色物质量约为每公顷5.4吨。Yara建议您按照每公顷

电池问题,而且,欧洲一些新法规的推出可能会限制UAV的使用。

决策:从精准农业到智能耕作

在2011年的汉诺威农机展会上,“智能耕作”成为新的热门话题。与精准农业相比,这种理念令决策流程更具自动化。所谓智能耕作就是建立一个固定位置的服务网络,为农民发送有关耕作的建议及实现信息共享。

i-Green是由德国研究人员历经四年时间(2009-2013年)开展的一项非常有趣的研究项目。整个项目耗资达1400万欧元。该项目的目标是构建一个固定位置的服务和知识网络,依托语义技术(输入数据集,然后软件可识别要执行的命令),将各种公共和私有信息来源进行整合。同时,通过移动决策支持系统来推出合作化生产流程。共有24家合作伙伴参与了该项目,其中包括Bayer、John Deere、CLAAS、Krone和Amazonen-Werke等企业。

截至目前,该项目的研究成果包括:用于促进不同品牌设备之间通信的设备连接器;及用于为农业服务提供商提供地理数据的GeoBox&MapChat。人们对智能服务的需求在不断增长,在德国,种植者需要各种智能服务,其中包括基于web的服务和移动应用服务。各大公司都在不断推出各种新产品,以满足这些需求。不过,该技术在发展中遇到了诸多挑战,其中包括如何集成和发展精准农业以支持各种算法,以及缺乏用于将数据和算法相匹配的农艺知识。还有一个挑战就是将这种全部自动化及信息全面的智能系统与田间研究相结合。最后但同样重要的还有,注意保护数据的隐私性及数据所有权的归属问题。

向欧洲精准农业中心迈进?

Gebbers认为,欧洲的精准农业研究人员和专家应当共同努力,以通过加强合作,提高研究水平。

德国就是行业合作的一个典

例。德国在2008年成立了农业产业电子基金会(AEF)。目前,该基金会已有140个成员。基金会的目的是针对电子和电气系统在农业中应用的增加,为农业提供各种资源和专业知识。基金会首先启动了ISOBUS标准化流程。

ISOBUS是一种电子通信通用协议,可用于各种设备、拖拉机及计算机之间的通信。AEF在奥斯纳布吕克大学成立了一个ISOBUS试验中心。除此之外,AEF还在实施农业应用程序标准化流程,其中包括农场管理信息系统、电动式摄像头系统等。2009年,亚马逊、格里莫、克朗、库恩、雷肯和莫克公司成立了AEF的衍生机构“ISOBUS产能中心”。该产能中心正在合作开发ISOBUS组成部件。例如,ISOBUSTerminal CCI 100/200就是一种通用设备,这些设备品牌虽然不同,但功能大多一样。该中心还为服务提供商、经销商和学生提供有关ISOBUS的信息。

2010年,在德国凯撒劳森成立的John Deere欧洲技术创新中心是另一项引人注目的计划,该中心目前共有90位研究人员,计划扩招至200人。其研究项目主要包括各种智能解决方案,在拖拉机和收割机上集成各种电子元件及能够改善自动化设备运行水平、减少田间作业人员疲劳和提高设备生产率的技术。John Deere最近已成为德国人工智能研究中心的股东。“John Deere正在打造面积未央的智能耕作技术。”

不过,就合作而言,最具典范意义的还是德国的GOALA中心,该中心是奥斯纳布吕克大学的

一个外展中心，坐落在位于德国中心的“农业技术之谷”，德国几乎各大农机公司都设在这里。这里研究人员全面地示范了“合作”的效果！COALA中心将各大研究机构、大学院校、新入行企业、成熟企业及基金组织聚集在一起，开展各种新型解决方案的研究。Bonirob机器人就是其中的一项成果。而另一项成果是KOMOBAR应用程序，这是一款面向移动式机械的决策支持和通信架构。此外，该中心还打造了名为“Breed Vision”的表型系统，这款系统可对各种室外作物进行监测，是这种育种计划的理想支持工具。

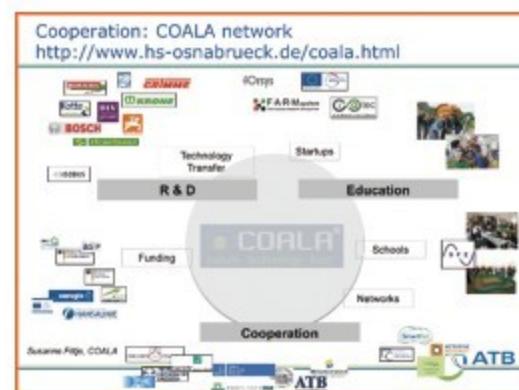
要人力和物力等各种适宜条件，不过，这项事业极有意义。”未来将会证实一切。“精准农业要成功，必要在易于使用”这可能是本次会议中最为点睛的一句话。

这一想法由Lowenberg-DeBoer提出。他认为，20世纪应用广泛的农业技术是具体化知识技术。确实如此。当前应用最为广泛的精准农业技术就是采用了具体化知识，例如，GPS制导技术。技术越易于使用，越具有短期和可见效益，则普及的就越快。很多被广泛采用的技术通常最初就是为了满足某些特定的局部需求。例如在阿根廷，产量监

成功的关键：更易于使
用

合作可促进精准农业的发展，由于欧洲各项资源都非常分散，因此，合作在欧洲尤为重要。合作的机遇无处不在，即使是竞争对手之间，也可能实现合作。Gebbers总结到，“我之所以为大家介绍德国的这些示例，因为，这些都是些领先的成功案例，我们要发展欧洲精准农业中心，就要从这些例子中学习经验。尽管取得成功需要一定的时间，且需

取得成功需要一定的时间，且需



精准农业领域合作研究的案例—Coagula网站

现场演示：AGCO推出FUSE技术



来自美国的AGCO公司是一家农业设备制造商和经销商，该公司旗下有Challenger、Fendt、MazzeY Ferguson、Valtra等多种知名品牌。该公司在本次EPCA会议上，启动了一项全球合作计划。该计划覆盖精确耕作技术的各个领域，以帮助种植者通过采用AGCO公司的产品和新服务，优化其农作流程。这就是Fuse™技术融合战略。该战略将为种植者提供无缝的集成和连接服务，覆盖其农场各个品牌的资产。AGCO公司全球收割和先进技术解决方案部门的高级副总裁Eric Hansotia先生向New Ag International的记者介绍到，“Fuse™技术战略共有三大支柱：第一是优化现有设备的使用。帮助我们的客户充分发挥其当前所使用的各项技术的潜力。不管是计算机系统、拖拉机还是二者的组合。通过判断客户的设备是否已发挥出最大的能力，可发现巨大的改进空间，并可帮助客户确保其设备永远不会发生故障。第二就是优化系统，让各种设备能够协作运行。优化设备的后勤管理，确保设备能够在农场范围内相互通信，让设备能够高效工作。第三就是从播种、耕种、种植到喷洒，确保在整个循环中，合理地使用数据。” AGCO公司产品管理、ATS和电子功能集团副总裁Matt Rushing先生介绍到，“在Fuse™技术项目投资中，我们将把25%资金用于客户的能力培养及为客户提供支持，另外75%用于基建设计和工程规划。我们新招了50名专业人员，专门参加本项目。精准农业的普及速度正在呈指数级增长，智能手机在农业中的应用也是如此。在北美，几乎所有200马力以上的拖拉机都配备有精准农业制导功能，不管是星光条制导还是自动制导（二者精度不同）。我们拥有一无二的机遇来实现我们的目标。如果我们想一下就会发现，客户更重视的是硬件能够干嘛，而非硬件本身。而这正是我们所追求的。” AGCO所有品牌的产品都将采用Fuse™新技术，其将成为一种开放式的技术态度，有助于推进不同品牌设备之间的数据交换。Hansotia总结到，“精准农业领域拥有多种出色的技术。现在我们要做的就是把这些技术整合在一起”。



精准灌溉： 从叶面到机载平台

测定作物的水分状态对于制订合理的灌溉计划至关重要。研究人员在田间采用 Schollander Chamber (斯科兰德试验箱) 人工测定作物的水分状态，然后将这些结果与位于0200米高空的NASA飞机上安装的传感器所测得的结果相关联，将灌溉带入一个新时代。欢迎阅读最近在西班牙举行的“欧洲精准农业会议”上由多名研究员为您带来的有关精准灌溉的报道。

UC DAVIS-NASA：通过机载平台测定葡萄的水分状态

美国UC Davis一组研究人员，在M. M. Alsinia的引领下，研究了采用机载光谱反射率来测定作物冠层水分状态的可行性，并探索了将该方法用于鲜食葡萄精准灌溉管理的潜力。在“欧洲精准农业会议”上，Davis Smart博士代表该研究小组汇报了此项研究成果。该小组于2011和2012年期间，在美国加州德拉诺市的一家鲜食葡萄园进行了试验。研究小组制订了两套亏缺灌溉计划，并在两年间分别进行了实施，然后与种植者的常规灌溉计划进行了对比。2011年春季和夏季及2012年夏季，搭载有NASA MODIS/ASTER机载模拟器（MASTER）传感器的机载平台通过

飞越该葡萄园，进行了试验测量。在飞机测量的同时，研究人员在地面田间对叶片水势、叶片含水量及叶片面积指比进行了同步测量，并求取表面更新法。测量了作物的蒸腾量。Smart 博士介绍到，“我们的试验结果显示，当亏缺灌溉引起葡萄园水分状态变化时，我们不仅可通过日间测得该变化，还可以通过机载平台监测到这种变化。因此，两种方法都具备为制订灌溉计划提供所需数据的潜力。”

遥感技术可通过快速、大面积地监测作物状态，提高用水管理效果。遥感技术一般采用多光谱成像中的波段比值指数，估算植物叶面和冠层特性（包括冠层水分）。有多项研究证明，归一化红外指数能够很好地反映冠层

的水分状态。

研究小组分别于2011和2012年，在美国加州德拉诺市的一处麦瑞森无核葡萄园进行了试验，该葡萄园占地面积约22公顷。研究小组在两年内，对完全灌溉和亏缺灌溉两种灌溉计划进行了对比。研究了两种灌溉的不同之处。所谓完全灌溉是指葡萄园采用的普遍灌溉方法。2011年，在每次进行空中测定前，葡萄园都预先停止灌溉十天（F-10灌溉）。2012年，则将灌溉量降低至完全灌溉的一半（F×0.5）。

2011年5月20日和6月30日及2012年6月27日，搭载有NASAMASTER传感器的机载平台每天分别于上午10点和下午2点飞过进行试验的葡萄园，并测量了叶面水势（LWP）、冠层水分（CWF）和作物

蒸腾（ET₀）量。该测量时间也是地面上每日瓜果采集的时间。

从8200米的高空处测量

2011年5月20日，MASTER仪器被安装于NASA的一架 ER-2飞机上，然后该飞机以B200米的高度飞过试验葡萄园。6月30日，该仪器又被安装到NASA的一架 DC-8飞机上，此次该飞机以4,180米的高度飞行试验葡萄园。仪器通过50条信道，采集了反射率(0.4-2.5 μm)和温度(3.0-13 μm)数据。试验中，仪器在85.92°的总视野和2.5 mrad的瞬时视场内，以与航向成交叉的方向，按照每扫描行内采样716像素的方式，进行了测量。叶面水势采用了Schollander Chamber测量。据Smart博士介绍，通过高空测得的遥感数据，可清楚地看出由于灌溉不足导致的葡

萄水胁迫状况。机载仪器成功监测到与地面测量相同的作物含水量和水分状态变化趋势。因此，MASTER MDII可成功地用作葡萄园的水分状态指标，成为灌水灌溉决策工具。

西班牙：应用机载热成像技术

来自西班牙的研究小组汇报了在J. Bellver (IRTA, Lleida) 的指导下，采用热成像技术，为酿酒葡萄园制订灌溉计划的研究成果。该小组采用了作物水分胁迫指数 (CWSI) 作为工具，绘制了葡萄园需水量空间变异性图像。通过测量冠层温度得出的作物水分胁迫指数 (CWSI) 能够很好地反映出作物的水分状态。该方法的基本假设是，水分胁迫导致植物气孔闭合，蒸腾作用降低，因此，叶面温度升高。最近几年，随着使用高分辨率遥感技术测量冠层温度成为可能，人们才按照田间情况调节灌溉策略的研究兴趣开始升温。最近有几项研究已经成功地将葡萄园的CWSI与叶面水势相关联。不过结果显示，不同品种及不同物种阶段，这种关联存在一定的差异性。

2009年至2011年，研究人员通过采用红外测温传感器和高分辨率机载热成像技术，得出了“黑诺皮”、“夏敦埃”、“丹琳”和“摩拉”几个葡萄品种的CWSI季节性计算公式，并采用叶面水势 (LWP) 测量值对所提出的办法进行了验证。2012年，研究人员依据遥感测得的LWP值，在整个生长季，为一块面积为16公顷的“夏敦埃”葡萄园制定了灌溉计划。

研究人员通过LWL地图成功实施了灌溉计划的编制。图2所示为LWL地图的示例。该图为7月4日（第二阶段）通过高分辨率热成像得出的LWL地图，其中用于表征葡萄园水分状态空间变异性的LWL测量值分别在-0.5至-1.6 MPa之间。从图中可以看出，灌溉段3 (LWL = -1.4 MPa) 和4 (LWL = -1.6 MPa) 的LWL平均值较其他地段更低（负值）。因此在当前，与其他灌溉块相比，加入了这两个地块的灌溉量。反过来，LWL值较高的地块（如 5号、8号和10号地块）则在当前未进行灌溉。

在该生长季，不同灌溉地块的灌溉水量各不相同，分别在150至300mm之间。但不同灌溉地块的

产量、葡萄串数及鲜果重量未见显著差异。结果显示，这种方法可对调亏灌溉进行有效调节。在部分灌溉地块可实现50%的节水，而不会影响产量。此项研究证实了采用高分辨率热成像技术创建LWL地图的可能性。研究人员针对各种葡萄品种，成功确定了CWSI与LWL之间的关系，而且还发现，不同物种阶段，这种关系会有所变化。这意味着，葡萄园的水分状态与葡萄品种和物种阶段有关，需针对不同情况，应用合适的CWSI公式。目前，这个研究小组还正与一家名为Godorniu的当地葡萄酒公司合作，开展一项名为“IMPACTO”的研发项目。该项目为期三年，到2014年12月结束。项目的目标包括：i) 开发CWSI公式，以绘制葡萄、桃子、油桃、橄榄和杏果树的水分胁迫图；ii) 开发一种能够将热成像信息转化为LWL地图的自动程序；iii) 针对各种作物，优化航拍平台及确定最佳飞行高度及所需的热成像分辨率；iv) 确定LWL与CWSI之间的季节性关系；v) 为农民提供商业化的咨询服务，以能够编辑高效的灌溉计划。

多光谱图像：灌水变化可否导致灌溉差异？

来自法国农机及灌溉森林研究中心 (Gemagref) 和蒙彼利埃田际高等农学研究中心的B. Tisserre和A. Ducanchez在会议中为大家介绍了一项非常有意思的研究。最近有研究表明，大片田地中滴灌在田间的变化性可引起葡萄活力的显著差异。该问题让人们开始质疑多光谱成像的合理性。事实上，遥感方法测得的变化性根源存在不确定性，这些根源可能是由于稳定的环境参数或不均匀灌溉导致的。事实上，很多种植者在看了厂家的产品资料后，都认为灌溉极为均匀。Hornbuckle等人 (2012) 的结果显示，在南澳大利亚的大片田

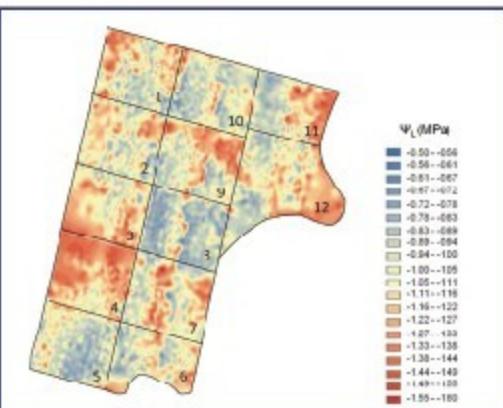


图1. 16公顷“夏敦埃”葡萄园的叶面水热图，通过高分辨率热成像得出。在第二阶段，通过CWSI与LWL之间的关系，估算了LWL值。

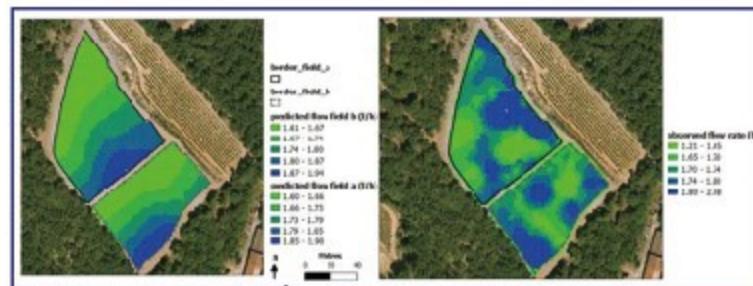


图2. 预计流量（a）与实测流量图。

地中，田间灌溉在空间上存在变化。灌溉的不均匀性可导致不同地块葡萄的活力不同，并可极大地影响葡萄产量和质量的田间差异性。

该问题的存在，对采用多光谱成像技术确定田间管理分区的可行性提出了质疑。事实上，无论所观测到的变化性的根源是什么，在水量有限的地区，遥感测得的葡萄活力分区主要是将各分区的情况归因于供水限制（Aevedo等人，2008年）。然而，由于这种变化性的根源存在不确定性，即可能与稳定的环境参数（土壤中水分的可用性）有关，也可能与不均

匀灌溉有关。从长期看，根据所遇到情况的不同，为了控制（降低）这种变化性而采取的措施可能会有显著不同。事实上，若观测到的变化性是由于供水差异导致的，则纠正措施应重点放在改进灌溉系统上。而反过来，若观测到的变化性是由稳定的环境因素导致的，则可能要采用与之做法有关的纠正措施（植株调节、修剪调节、灌溉调节等）。

灌溉差异性与地势密切相关

Tysseire先生说到，“考虑到法国南部地区地形的多样化，

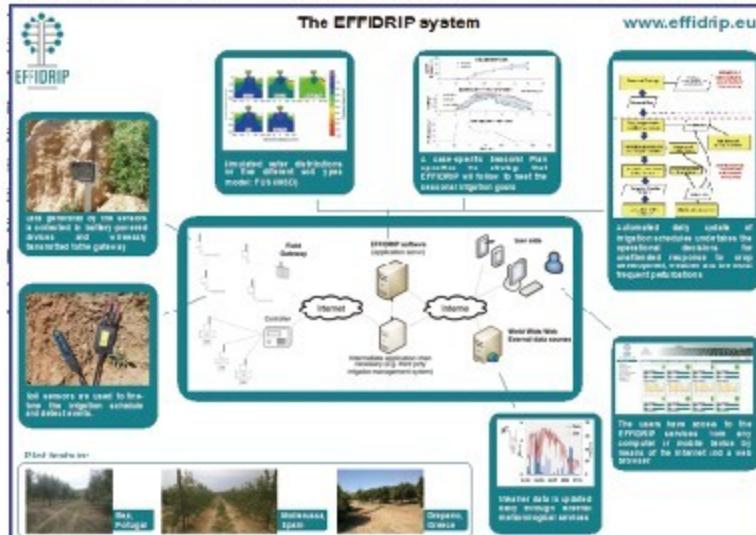


图3：EFFIDRIP系统

EFFIDRIP：自动化灌溉计划程序

来自西班牙CRIC的A. Torres先生为我们介绍了名为Effidrip的欧洲项目（www.effidrip.eu）。EFFIDRIP是由欧盟FP7-SMFI计划资助的一项研发项目。该项目的总体目标是提供一种经济高效的工具，让最终用户（种植者或技术人员）易于进行灌溉和施肥管理，及轻松、可靠地监视灌溉系统的状态。EFFIDRIP旨在将种植者从数据采集、灌溉计划调整、重新编制计划及监视灌溉效率的大部分任务中解脱出来。EFFIDRIP项目的研究活动包括实施和验证一套基于ICT的平台，该平台由田间无线传感器网络及服务器软件和nfc接口组成，所建模法显示，灌溉差异性可能主要取决于地势情况。我们的研究结果显示，通过将空间信息（如在地中海条件下，受水分可用性影响较大的植物生长）与地势相结合，可在确定潜在的灌溉差异性问题时，提供一种决策支持。

EFFIDRIP系统通过将现有的灌溉和施肥控制设备整合到基于ICT的更高一层系统中，对这类设备的功能进行了补充。灌溉控制器仍是执行灌溉和施肥计划的关键组成部分。真正的不同之处在于，新平台将每天针对各灌溉分块，对这些灌溉计划进行远程更新。针对各项后续应用，将根据传感器测得的气候条件、土壤和作物水分状态及种植者的生产和环境目标，估算作物的水、肥准确需求量。目前，该研究小组正在葡萄牙、希腊和西班牙的三个试验点，对该系统的性能进行评估。

PIVOTS：一种新型土壤湿度传感器系统

来自美国格鲁吉亚州立大学的D. Vellidis介绍了种基于土壤湿度传感器的变流量灌溉（VFI）控制系统。该控制系统由无线土壤湿度传感器阵列（由高密度的传感器节点组成）、具有VFI功能的中枢灌溉系统及基于web的用户

界面（带一体式灌溉计划编制决策支持系统）组成。

格鲁吉亚大学的智能传感器阵列（UGA SSA）由智能传感器节点和网关组成。所谓“智能传感器节点”是指安装于田间各位置的电子元器件和传感器的组合。UGA SSA 节点由尾板，射频（RF）发送器、土壤湿度传感器和温度传感器组成。每个传感器节点最多安装有3个 Watermark=土壤湿度传感器和两个用于测量湿度热电偶。RF发送器有带宽大小，是一种低成本、低功耗的智能射频模块，频率为 2.4 GHz，能够采集、分析和发送传感器数据。各节点发送的数据被转发给位于中心位置的“网关节点”，每五分钟发送一次。在该网关上，数据被保存在一台由太阳能供电的联网笔记本电脑上，然后按每小时

一次的频率，通过蜂窝调制解调器，发送给FTP服务器。

UGA SSA有一个独特的特点，就是灌溉传感器节点之间可通过无线网络通信。若网络中的任何节点停止发送或接收信息，或是信号通道出现阻塞，运行软件将重新配置信号路径，以保持通过网络采集数据。

我们的系统还有一个重要特点，就是成本经济，一套12节点的系统一次性安装成本仅为5200美元。

在研究本系统的同时，研究人员还在开发一款基于web的灌溉计划编制工具，该工具被取名为“Flint灌溉计划安排工具（FIST）”，通过该工具，种植者不仅可远程查看田间的土壤湿度，还可提供有关灌溉计划安排的建议。■

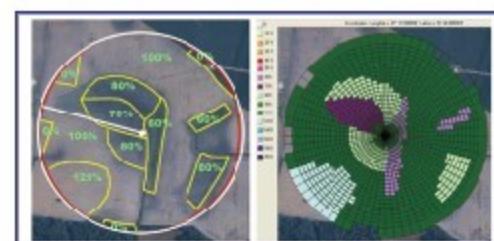


图4. 在覆盖48公顷的中枢灌溉系统中，不同区域的灌溉流量（左）及用于实施变流量灌溉的灌溉流量图（右）