南方海相新区勘探的拓荒者

——记“元坝超深层生物礁大气田高效勘探及关键技术”国家科技进步奖一等奖第一项目完成人郭旭升

郭旭升现任中国石化勘探分公司总经理，教授级高级工程师。长期在一线从事油气勘查工作，主持并参加完成了多项国家和省部级科研攻关及生产项目，在海相气田富集理论和预测技术方面取得重要进展与突破。先后荣获国家科技进步一等奖2项、省部级一等奖4项。享受国务院特殊津贴，入选“新世纪国家百千万人才工程”，获得李四光地质科学奖和首届杰出工程师奖。

随着中浅层领域天然气资源越来越难以满足需求，深层、超深层、页岩气成为寻找大气田的三个重要领域。郭旭升及其团队始终瞄准海相超深层和页岩气两大领域，他用责任、激情和智慧认识南方海相地下资源，披荆斩棘，通过思路转变、一系列的理论及技术创新，发现了我国首个超深层大气田——元坝气田，以及北美以外世界首个商业性页岩气田——涪陵页岩气田。经济、社会效益显著。

强基础，点石成金。郭旭升作为一名勘探工作者，非常重视第一手资料，一天十几个小时趴在工作台上，查资料、看地震剖面、对比测井曲线，没有星期六、星期天是常态；经常深入生产一线，看露头剖面、看钻井岩心。他常说：科研人员一定要注重基础资料的研究，要拿资料来说话，正是由于他这种一丝不苟的研究精神，在元坝、焦石坝等地区突破了传统的认识，使得这两个地区重新焕发青春，为海相超深层、页岩气两大领域的突破奠定了坚实的基础。

元坝构造位于四川盆地北部深凹陷，四周高中间低，像个大锅底，无明显构造背景，同时，认为在二三叠系沉积时期元坝地区地处广旺海槽深水沉积，储层不发育，埋藏又超过7000m，属于天然气勘探中的“禁区”。但随着认知的深入和科技的提升，郭旭升及团队意识到这一地区具有较大的勘探潜力，敢于挑战前人无法攻克的探区，他们风餐露宿，在一个又一个地质剖面上不厌其烦地进行踏勘、测量、观察及采样工作。沥青、油苗、古生物化石和针孔状白云岩储层等一个个发现让他们信心倍增。通过对地质露头的深入分析和对老地质资料仔细研究，他们初步认定元坝地区烃源岩和保存条件优越，发育优质储层，是有利勘探区，进行了矿权登记。并通过晚二叠世等斜缓坡—镶边台地动态沉积演化过程及区域沉积格架恢复，建立了“早滩晚礁、多期叠置、成排成带”的发育模式，突破了前期该区处于广旺海槽深水沉积的认识。这一认识重新燃起了这一地区天然气勘探的希望，使得元坝超深层生物礁大气田的发现变为现实。

涪陵焦石坝地区的油气地质调查工作始于上世纪50年代，2009年之前，以常规天然气为对象开展勘探工作，未获油气发现。郭旭升带领他的科研团队，通过从基础工作做起，实测及观测野外露头剖面100多条，分析各类样品10000多项次，编制各类基础图件4套63幅；在研究美国九大页岩气田特征的基础上，将中国南方页岩与之进行详细的对比研究，并系统分析了国内外页岩气成功与失利的典型案例；认为涪陵地区海相龙马溪组具有较好的页岩气勘探潜力，并优选焦石坝作为首钻目标，实现了涪陵海相页岩气的商业发现。

转思路，柳暗花明。郭旭升常说：思路决定出路；敢于打破条条框框的束缚，不走寻常路，往往由于思路的转变，一个曾经不被看好的地区，柳暗花明又一春。元坝、涪陵大气田的发现正是得益于思路的转变。

四川盆地的海相地层在过去的几亿年经历了多次构造运动，具有多旋回叠加、后期强烈改造的特点，油气的保存条件和油气藏定形定位十分复杂。唯有转变传统思路，科学发展，才能找到以前根本不可能发现的油气资源。无构造背景的元坝地区的勘探研究启示了郭旭升，只有进一步创新思路，才能有出路。他再一次实现创新，提出了针对元坝地区的岩性圈闭勘探思路。大胆假设、小心求证。2007年至2009年，勘探分公司在元坝地区完成了2200平方千米高精度三维地震，给元坝地区做了一次深度的“CT”检查。科研人员通过对高精度三维地震资料进行处理解释，因地制宜提出“相控三步法”技术，对元坝地区7000米深处的每一个礁滩体做了精细描述和刻画，在海相主力储层长兴组发现了19个岩性圈闭，在海相飞仙关组和吴家坪组发现3个大型岩性圈闭。这些新的发现为元坝地区部署海相探井提供了科学依据。

在页岩气方面，受北美页岩气成功经验和快速发展的启示，国家高度重视页岩气资源战略调查和勘探开发工作，三大石油公司将页岩气勘探开发列为非常规油气资源的首位，在2010年前后，我国页岩气勘探形成第一个热潮，有关单位在南方地区先后部署一批

页岩气井，但未取得商业发现，页岩气勘探开始进入低谷。

2009年，郭旭升领导的科研团队以页岩气勘探突破、发现具有商业价值页岩气田为目标，系统全面开展南方海相页岩气基础研究和勘探实践。通过大量野外地质调查、老井复查、二、三维地震资料处理解释和整体评价，确立了“立足四川盆地盆内、突破四川盆地周缘、准备外围地区”三个层次的勘探思路，通过理论和技术创新，优选涪陵焦石坝为页岩气有利勘探目标，部署实施焦页1HF井，发现了涪陵页岩气田。

求创新，硕果累累。针对元坝超深、目标识别难；页岩气“甜点”预测，水平井钻完井、分段压裂等方面都需要理论和技术上的创新，可以说没有创新就没有元坝、涪陵大气田的发现。

元坝气田的勘探到底有多难?郭旭升说，集埋藏超深，目标识别难度大、成藏机理复杂、压力系统复杂，以及施工难度大于一身的元坝气田，在高效勘探上有“四难”，必须开展针对性的攻关研究，破解四大难关。

第一难，前人认为埋深超过5500米，储层致密，物性差；元坝生物礁气藏埋深在7000米左右，能否形成优质储层，需要开展超深层优质储层发育机理、分布规律的攻关研究。面对这一难题，郭旭升带领他的团队从储层的发育机理入手开展深入研究分析，认为尽管生物礁储层埋藏深，但后期成岩作用形成了优质储层，由此提出了“孔缝耦合”的超深层生物礁优质储层发育机理新认识，第一道难关被成功攻克。

第二难，超深层时代老、地质过程复杂，位于盆地低部位，能否形成大气田，需要开展成藏富集机理攻关研究。要成藏，首先要解决油源的问题。通过一系列的采样和化验分析，他们提出了吴家坪组—大隆组深水陆棚相烃源岩是川北地区主力烃源岩、元坝地区紧邻生烃中心的新认识，解决了元坝超深层气藏的起源问题。针对富集，必须要有好的通道，且能够保存下来。郭旭升带领团队潜心研究，认真分析第一手资料，发现地层中微裂缝和层理缝非常发育，且富集大量的沥青，提出了微断层、微裂缝及层间缝是油气运移的主要通道的新认识，建立了“三微疏导、近源富集、持续保存”的成藏模式。从源、通道、保存三个方面形成了超深层生物礁成藏富集机理新认识，第二道难关顺利攻克。

第三难，复杂山地超深层地震信号弱、信噪比与分辨率低，目标识别难度大，需要系统开展地震资料采集、处理和预测技术攻关。为了攻克超深层、弱信号地震勘探难题，郭旭升及团队开展了面向超深层生物礁储层的地震采集、处理一体化攻关。在地震采集方面，以获得波场齐全的宽频原始地震信息为目标，成功进行了地震采集技术方法攻关。在观测系统方面，建立了超深层生物礁储层地质模型，通过模型正演论证设计了大排列、高覆盖、宽方位三维地震观测系统；在激发方面，通过反复对比试验，确立了“单深井、大药量”激发方案；在接收方面，通过改造检波器串并联方式，有效改善了高频反射信号接收效果。地震采集技术改进后，元坝超深目的层地震反射能量提高了70%，反射信号清晰。在地震处理上，按照“先静校后补偿、先补偿后去噪、由低到高、逐步逼近”的思路建立了复杂山地高保真三维地震数据处理流程，成功解决了信噪比低、分辨率低、信号弱的超深层地震勘探难题。资料品质得到有效改善后，实时开展超深层生物礁高产富集带的分布预测技术攻关。突破传统的一元孔隙—速度模型，创新形成了“基于非均质孔缝双元结构模型”的孔构参数反演技术。该技术不仅可以预测常规的均匀孔隙储层，而且可以准确识别低孔高渗和裂缝性储层，对元坝地区7000米深处的每一个礁滩体做了精细描述和刻画，实钻与预测厚度误差小于7%、孔隙度误差小于10%，探井钻遇储层成功率100%。其中10口井获得日产天然气超百万立方米，打出了国内天然气勘探罕见的高产气井群。第三道难关攻克。

第四难，超深层具有“四超一高”的特点，造成工程事故多、周期长、成本高、效率低，需要系统开展超深井安全高效钻井、测试技术攻关。在钻井测试技术方面，一是改变传统井身结构，自主创新特种井身结构、非常规井身结构及气体钻、复合钻等新技术、新工艺，突破了超深层钻井瓶颈，超深井钻探能力与钻井时效得到大幅提高；二是通过系统开展超深层储层改造工艺适应性研究，创新形成“四高一超”气田压力控制测试及储层酸压改造技术体系，为气井真实产能的体现奠定了基础。在勘探分公司的强大攻势之下，第四道难关再次被攻克，元坝战场旌旗飘扬。

2009年以来，元坝突破后，郭旭升又马不停蹄的带领其团队着眼于南方海相页岩气的攻关研究，在海相页岩气富集理论和预测技术方面取得突破性进展。一是，发现了深水陆棚相优质页岩关键参数正相关耦合规律，高TOC，为页岩气形成提供了良好的生烃基础，有利于页岩气的大量生成，同时也是有机孔发育的基础；高硅质含量，是页岩可压性良好的基础，有利于后期的压裂改造。明确了五峰组—龙马溪组深水陆棚相优质页岩是南方页岩气勘探的首选层系。二是，发现南方复杂构造区页岩气的富集规律，首次提出了南方复杂构造区高演化海相页岩气“二元富集”理论，即深水陆棚相优质页岩发育是海相页岩气富集的基础，保存条件是海相页岩气富集高产的关键因素。其中，高压、超高压是良好保存条件的表征，也是含气性好尤其是游离气含量高的重要保障。三是，形成了南方复杂构造区页岩气选区评价体系与标准。建立了以页岩品质为基础、以保存条件为关键、以经济性为目的的三大类18项参数页岩气评价体系，确定了18项参数的赋值标准，为定量评价优选有利区带和目标提供了科学方法。四是，创新形成南方复杂构造区地球物理“甜点”预测技术，建立了有机碳含量、可压性、压力系数等六种预测模型，创新形成了以有机碳含量叠前地震定量预测技术和脆性指数叠前预测技术为核心的页岩气“甜点”综合预测技术体系。创新形成了基于先验趋势约束的层速度场建模技术，建立了矿物组成脆性指数与弹性参数之间的多元计算模型，提出新的脆性指数计算方法。在这些方法技术的指引下，实现了涪陵页岩气的大突破。

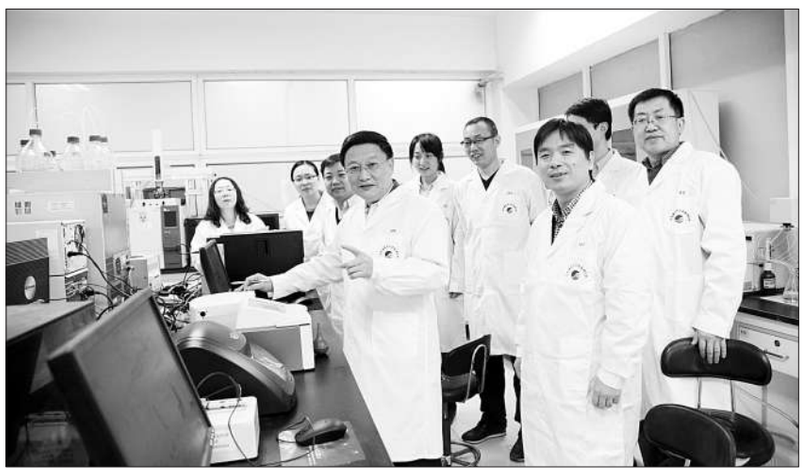
目前，元坝气田已探明天然气地质储量2194亿方，三级储量合计1.14万亿方。该气田是我国首个超深层大气田，也是目前规模最大、埋藏最深的生物礁大气田。涪陵页岩气田已探明地质储量1067.5亿方，三级储量合计2504.51亿方，为建成100亿方产能奠定了扎实的资源基础。

近期，郭旭升与团队应用上述理论技术创新，在扩大涪陵、元坝气田的同时，又新发现丁山、屏边、南天湖和广西宜山等7个千亿方级的页岩气勘探目标。在深层超深层领域，相继取得川西海相、建南等多个新突破。

思路、理论、技术的创新，带来新领域的突破。郭旭升在上述领域取得的成果，拓展了找气空间，开辟了我国超深层及页岩气天然气勘探领域。从普光到元坝，再到涪陵焦石坝，一个个勘探重大突破，大家都说他是一位名副其实的南方海相新区勘探的拓荒者。

（刘中戎 谢红斌）

西安建筑科技大学发明造粒混凝技术获2014年度国家科技进步二等奖



改革开发以来，我国水污染严峻，目前我国十大流域中的黄河流域、松花江流域、淮河流域和辽河流域总体为轻度污染，海河流域总体为重度污染。对此，我国已将环境保护作为基本国策，而控制水体污染，强化水和废水处理对于可持续发展战略具有重大意义。水和废水处理工艺众多，包括生物、物化、化学以及相互组合等工艺。不管采取哪种处理工艺，都包含污染物转化及其在固相中的富集，最终通过固液分离得以去除，但作为关键环节的固液分离效率往往受制于固形物的密度与沉速。一般而言，固液分离是通过化学混凝来实现，这一过程生成的固形物通常呈絮状（絮凝体），结构松散，含水率高，密度小，沉速低，因而分离效率低，处理设施庞大。但是，对于高浓度悬浊质处理，排泥的大量耗水和污泥处置的困难更是处理效率提高的制约因素。因此，如何改变絮凝体的形成模式，促成其致密化，一直是本领域的挑战性难题。

针对上述问题，西安建筑科技大学王晓昌教授带领的团队历时十余年，通过絮凝体形态学研究，发现基于胶体微元脱稳和随机碰撞形成的絮凝体具有分形构造特征，其有效密度（水中的密度）随粒径增大呈幂函数关系降低。项目组建立了絮凝体分步成长模型，通过控制化学和流场的剪切动力学条件在每一成长步骤中缩小微粒间孔隙率或限制絮凝体成长步骤，从而在根本上改变絮凝体构造，促使初始微粒向“母体”（已成长的颗粒）表面有规则的附着，使絮凝体密度不随其粒径增大而降低，实现絮凝体的致密化。王晓昌教授将致密型絮凝体的形成过程定义为“造粒混凝”。

据介绍，项目组针对水和废水中有机物、无机悬浊质以及二者共存的不同体系，完成了絮凝体形成理论的原始创新和造粒混凝的系列技术发明。针对高浓度悬浊液体系，将造粒混凝和澄清技术融合，通过机械搅拌或水力旋流作用，利用致密型团粒的集团沉降速度与上升流速的动态平衡实现造粒，发明了流化床造粒和水力旋流造粒两类造粒混凝技术，为高浓度悬浊液的高效固液分离奠定了工艺技术基础；针对有机物共存体系的造粒混凝，以创造成核条件为目的，以有机物性质转化和强化凝聚为侧重点，发明了有机物性质转化和核晶凝聚强化造粒技术，为有机废水强化处理与分离奠定了工艺技术基础；通过流化床造粒和好氧颗粒污泥培养技术的组合，集物化、生化处理于一体，发明了生物造粒流化床等污水强化再生处理技术，通过混凝等物化强化措施，大幅度提高了污水的化学、生物处理效率。与常规技术相比，项目组研发的技术分离污泥减量5倍以上，能耗降低达25%，设施占地面积减少70%以上。

项目完成单位西安建筑科技大学、中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司、绿地集团西安置业有限公司、甘肃金桥给水排水设计与工程有限公司针对西北缺水地区有限水资源的高效利用和环境改善，完成了一系列工程技术的集成创新：应用流化床和水力旋流造粒专利技术，实现了泥沙量高达50kg/m³的高浊度水直接处理和工业、生活利用，开创了黄河中游高浊度水规模化直接利用的先例；应用脱水收缩造粒发明专利技术，通过药剂投加和延时搅拌造粒操作，实现了钻井泥浆的就地浓缩减量和重金属固定，分离水提供井场环境用水，浓缩污泥用于土地还原；应用于长庆油田5个采油区的压裂废水处理与钻井回用，解决了制约采油作业效率的瓶颈问题，单井新水耗量成倍削减，开创了国内外低耗水压裂采油的先例；应用生物造粒流化床物化—生化组合，臭氧气浮一体化化学—物化组合等专利技术，实现了处理设施小型化，缓解了缺水城镇商住开发中雨污水资源化建设用地的制约。

本项目授权国家发明专利10项，公开发明专利申请6项，制定企业与地方技术标准（条例）3项，发表相关SCI论文45篇，建设了教育部西北城镇水资源再生利用与水质安全保障创新团队、陕西省污水处理与资源化重点科技创新团队、陕西省污水处理与资源化工程技术研究中心。技术成果应用于西北五省区和内蒙30个城镇与工业区，解决了极度缺水地区工业发展的瓶颈问题，缓解了城镇发展的供水矛盾，促进了污染治理和环境改善。与此同时带来了企业生产规模的扩大和产值的提升。项目成果先后获得2003年和2012年陕西省科学技术一等奖，实施的一项污水再生利用工程于2012年获得国际水协会全球项目创新奖。

据悉，项目已在陕、甘、宁、蒙等四省区得到了大力推广与应用，完成了造粒混凝技术的工程装备化，取得了显著的社会与环境效益。项目研究成果丰富了混凝理论，对水和废水中污染物的强化处理与固液分离具有重大而深远的影响。

（金鹏康 陈荣 赵阿峰）

专注创新 迈向新峰

江苏豪森药业再获国家科技进步二等奖

1月9日，“2014年度国家科学技术奖励大会”在北京人民大会堂举行。江苏豪森药业继泽菲（通用名：注射用盐酸吉西他滨）项目后，再获国家科技进步二等奖，今年的获奖项目是“抗精神病新药奥氮平及其制剂的研制和应用”。

江苏豪森医药集团有限公司，成立于1995年，经过19年的持续稳健的发展，已成为集化学、生物药物研究，医药中间体、原料药合成，制剂生产和产品销售于一体的现代化创新型医药集团。豪森连续多年位居“全国医药工业百强”前30强，“中国医药研发产品线最佳工业企业”前5强，“中国创新力十强医药企业”前3强。

公司秉持“服务社会、营造健康”的企业宗旨，以“做优民族医药、做强中国创造、做响豪森品牌”为目标，“专心、专注、专业，致力于成为中国创新药物的领跑者”为企业愿景，打造国内一流、世界知名的医药企业。

随着社会压力越来越大，精神疾病的患病率持续上升。精神分裂症属于重型精神疾病，全球成人精神分裂症患病率高达7‰，国内精神分裂症患者已超过780万、全球患病人数约2400万，而且日趋增多。精神病患者病症的特殊性，给家庭和社会带来沉重负担，已纳入国家大病医保。

据统计，精神分裂患者精神分裂症患者的嗜杀行为高于普通人10倍，严重威胁到他人的生命财产安全，造成了严重的社会负担。

传统治疗药物如氯丙嗪、氟哌啶醇等，有效率仅55%左右，而奥氮平的有效率提高到约80%，且锥体外系副反应小、迟发型运动障碍发生率低。在2007版《精神分裂症防治指南》中，奥氮平被推荐为一线治疗药物。但进口药物价格高，治疗费用昂贵，影响了患者的可及性，因此实现该药的国产化是亟待解决的课题。本课题的实施将显著降低精神分裂症患者的家庭负担和社会负担，产生深远的社会效益。

在奥氮平已有研究中主要存在以下技术难点：生产过程中反应条件苛刻，不利于工业化；礼来公司晶型专利封锁，难以国产化；使用易燃易爆物料，生产危险性高等。江苏豪森药业与上海医工院、中国药科大学进行产学研合作，成功解决以上难题，实现奥氮平的国产化。主要科技创新如下：

1. 研究出高效的合成工艺，生产出高品质产品。取代反应采用哌嗪代替N-甲基哌嗪为原料，不易产生氧化杂质（0.5%减少到0.05%）；加入吸水剂，避免水解杂质的产生（0.8%减少到0.02%）；收率从32.7%提高到64%。

2. 研制出新晶型及配套制剂技术。本项目采用晶型筛选技术，通过系列研究，研制出新的醇醚混合溶剂结晶体系，制备出奥氮平新晶型，新晶型流动性和稳定性良好；开创了配套的处方工艺，保证了产品在制备和储存过程中的稳定性。体内外数据证明项目产品与进口药生物等效。产品质量达到并超过欧美发达国家的药典标准，已申报美国DMF（申报号24480）。

3. 革除了高危试剂，安全环保。缩合反应中使用安全性高的新缚酸剂，溶媒使用量从70倍减少到10倍，生产周期从4天减少到2天，同时收率从50.7%提高到66.7%。新工艺安全可控且绿色环保，产品纯度高。

欧兰宁（通用名：奥氮平片）是治疗精神抑郁、分裂症的新型治疗药物，临床结果显示其有效率高达80%以上，早已成为精神治疗领域的一线药物。

奥氮平于1996年由国外跨国医药企业研制上市，一直处于全球垄断地位，价格昂贵。国内精神抑郁、分裂症患者，无法承担巨额诊疗费用而长期处于不稳定状态。豪森响应国家号召，积极投身于提升人民健康水平的建设中，就此展开了欧兰宁的科技攻关，成功研究出欧兰宁，实现了该药国产化。欧兰宁自上市以来，已应用于近3000家医院，价格不到进口药物的一半，实现了惠民的初衷。2012年，国内市场占有率高达70%，经济社会效益显著。

欧兰宁的成功研制和上市，是豪森科技战略的重要体现。研发团队设计了大量工业路线，并不断进行优化，成功突破了原研公司的专利壁垒。欧兰宁的制备方法获得多项发明专利，并被科技部评为“国家重点新产品”，后续研究列入国家科技重大专项。2013年，该产品荣获“中华全国工商业联合会科技进步奖”一等奖。

豪森以做“中国创新药物领跑者”为愿景，经过十余年坚持不懈的努力，已经成为中国创新药物的领军企业之一，名列2014年度中国医药企业创新力前3强，承担了包括“国家重大新药创制专项”“863计划”“国家创新基金”在内的多个重大课题。豪森在连云港本部建有国内一流的研究院，总建筑面积35000平方米，拥有国家级博士后科研工作站、省院士工作站、生物药物高技术研究实验室等多个技术平台。公司分别在美国、上海建立研发中心，从事新靶点、新机理和新路径的探索性研究。一大批国家1.1类新药已进入临床各个阶段。

目前，公司在抗肿瘤、心血管、精神、糖尿病、消化道及抗生素等六大领域有20多个品种进入市场销售。抗肿瘤药物“泽菲”、“普来乐”、“盖诺”，精神类药物“欧兰宁”，糖尿病药物“孚来迪”，消化道药物“瑞琪”、“瑞波特”等品种，市场份额居同类产品市场前列。

未来，豪森药业将更加专注于新药创新，以“做优民族医药、做强中国创造、做响豪森品牌”为目标，抢抓发展机遇，加快自主创新和国际化步伐，不断实现集团发展的新跨越和新突破，为中国医药事业的发展做出新贡献。

（李慧 唐训瑞）

法国利佳薄荷水进入内地市场

科技日报讯（记者**张凤莎**）想要选购法国进口的百年居家名品——法国利佳薄荷水，如今中国内地消费者除了从港澳地区代购回来之外，有了更多正规渠道的选择。

2014年5月进入内地市场后的法国利佳薄荷水，选择提升品牌形象：强化两个天使形象。而在中国内地所售的法国利佳薄荷水，采用100%原装法国进口，其成份、产品规格、分析方法、生产过程、稳定性、包装、用法用量都与中国香港所售产品完全相同，并同时受到法国相关机构的批准与监管。

法国利佳薄荷水产品在中国内地是以“非特殊用途化妆品类别”进行申报。同时，法国利佳薄荷水也已在中国合法取得商标注册和外包装专利和版权。