

五、项目名称：遥感反演地表重要参数的机理和方法

提名者：福建省

提名意见：地球表面覆盖的变化对全球的生态环境造成了重要影响，而遥感对地观测技术是监测和研究地球表面变化的关键技术。该项目对地表重要参数遥感反演的机理和方法进行了系统研究，形成了3个重要科学发现：1. 通过深入研究不同水体及其它地表覆盖物的光谱响应机理，发现了它们之间的光谱响应差异，创建了国际公认的水体遥感指数。2. 首次提出了以复合指数构建新遥感指数的原理与方法，并创建了建筑与不透水面遥感指数。3. 针对城市热岛强度无法科学定义和度量的问题，率先提出了以城市热岛面积比例确定城市热岛强度的科学思想，并创建了城市热岛比例指数。该项目所提出的机理和方法已在全球得到广泛应用，系列研究成果被世界许多权威杂志、国内外院士和著名教授应用和正面评价，其中水体遥感指数被国际权威遥感软件采用，城市热岛比例指数被国家标准和导则采纳，服务于国内外与生态环境相关的重要项目，项目研究获得的重要发现推动了遥感科学相关领域的发展。该项目的8篇代表作被他引2637次，其中单篇最高他引1694次，并进入ESI高引论文前1%；1篇论文入选“中国百篇最具影响国内学术论文”。

提名该项目为2020年国家自然科学奖二等奖。

项目简介：

地表水体和建筑不透水面是两个重要的地表参数，其变化已给全球的生态环境带来了显著的负面影响。因此项目组针对这两个重要参数及其变化产生的热岛效应进行了系列研究，通过机理分析和方法创新，取得了重要的突破和发现，相关理论和技术已在全球广泛应用，推动了遥感科学相关领域的发展。

科学发现1：深入揭示水体光谱响应机理，创建国际高度认可的水体遥感指数。1996年McFeeters创建了全球第一个水体遥感指数，但是该指数无法提取浊水和区分建筑用地信息。为此，项目组深入研究了清水、浊水和建筑物的光谱响应机理，发现了它们在不同光谱波段之间的反射和吸收规律，创建了MNDWI指数，精度可比原有方法提高一倍以上，因此已成为世界上应用最多的水体指数，为全球水体研究做出了突出贡献。该指数被Science、Nature的论文应用，被国际著名遥感软件ENVI采用，证明了它在水体遥感指数上的领先地位。

科学发现2：首次提出新的指数构建原理与方法，开创性地采用复合指数构建了建筑不透水面遥感指数，发现了不透水面与地表温度等关键参数的新关系。

(1) 遥感指数长期以来都是简单地采用多光谱波段来构建，以致遇到复杂地物(如建筑用地)，这种构建方法就难以处理。而项目组摒弃多光谱波段，首次提出基于面向对象机理、采用复合指数的指数构建原理与方法，并据此采用三个专题指数创建了IBI建筑指数，显著提高了精度。这一指数的构建原理和方法已被广为借鉴。(2) 发现不透水面在热红外和多光谱波段的光谱响应特征，创建了第一个不透水面指数NDISI，解决了已有不透水面算法计算繁琐、与沙土混淆等难题，被美国摄影测量与遥感学会前主席Jensen称为创新技术。NDISI指数的又一贡

献是使项目组发现不透水面与地表温度呈指数函数关系，而且不透水面对地表温度的贡献大于水体和植被，这一发现对改善城市热环境具有重要的指导意义。

科学发现 3: 率先提出以热岛面积比例确定城市热岛强度的科学思想，创建城市热岛比例指数 URI。大量不透水面的存在诱发了严重的城市热岛效应。为了解决热岛效应难以度量的问题，率先提出了以热岛面积比例确定热岛强度的科学思想，并创建城市热岛比例指数 URI，使得原先难以度量和对比的城市热岛效应得以科学的度量和对比，其科学思想的提出比国外类似的思想早了 8 年。URI 现已被国家环保标准、国家住建部导则作为衡量城市热环境的唯一指标。

8 篇代表论文被他引 2637 次，单篇最高他引 1694 次，获谷歌学术 2017 年全球 10 年经典论文遥感领域第 1 名和我国遥感论文 SCI 引用第 1 名。中文论文获得中国百篇最具影响国内学术论文。成果被国家生态环境部、国家住建部采用，服务于国家生态文明建设。几个创新指数的提出引领了相关指数学科的发展，被李德仁、Gorelicka 等 7 位中外院士正面评价，被 Nature、Science 等顶级期刊的论文应用，被国际权威遥感软件采用。成果已在全球水体分布制图、洪涝灾害监测、城市热环境研究、疾病源地分析、雄安新区规划效应预测、叙利亚难民危机和巴格达难民营分析等国际和国内项目中发挥重要作用。

代表性论文（专著）目录：

序号	论文（专著）名称/刊名/作者	年卷页码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	发表时间 (年 月 日)	通讯作者 (含共同)	第一作者 (含共同)	国内作者	他引总次数	检索数据库	论文署名单位是否包含国外单位
1	Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery/ Internation	2006 年 27 卷 3025-3033 页	2006 年 7 月 20 日	Xu, Hanqiu	Xu, Hanqiu	徐涵秋	1694	Google 学术	否

2	A new index for delineating built-up land features in satellite imagery/ International Journal of Remote Sensing	2008年 29卷 4269-4276页	2008年7月20日	Xu, Hanqiu	Xu, Hanqiu	徐涵秋	279	Google学术	否
3	Extraction of urban built-up land features from Landsat imagery using a thematic-oriented index combination technique /Photogrammetric Engineering and Remote Sensing	2007年 73卷 1381-1391页	2007年12月1日	Xu, Hanqiu	Xu, Hanqiu	徐涵秋	184	Google学术	否
4	Analysis of impervious surface and its impact on urban heat environment using the normalized difference impervious surface index (NDISI) /Photogrammetric Engineering and Remote Sensing	2010年 76卷 557-565页	2010年5月1日	Xu, Hanqiu	Xu, Hanqiu	徐涵秋	149	Google学术	否

5	The impact of impervious surface development on land surface temperature in a subtropical city: Xiamen, China/International Journal of	2013年 33卷 1873-1883页	2013年 6月1日	Xu, Hanqiu	Xu, Hanqiu	徐涵秋、林冬凤、唐菲	45	Google学术	否
6	Remote sensing of the urban heat island and its changes in Xiamen City of SE China/ Journal of Environmental	2004年 16卷 276-281页	2004年 3月1日	Xu, Hanqiu	Xu, Hanqiu	徐涵秋、陈本清	113	Google学术	否
7	Urban expansion and heat island dynamics in the Quanzhou region, China/ IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote	2009年 2卷 74-79页	2009年 6月1日	Xu, Hanqiu	Xu, Hanqiu	徐涵秋、丁凤、温小乐	43	Google学术	否

8	新型 Landsat 8 卫星影像的反射率和地表温度反演/地球物理学报/ 徐涵秋	2015 年 58 卷 741-747 页	2015 年 3 月 15 日	徐涵秋	徐涵秋	徐涵秋	130	Google 学术、中国知网期刊库 (已排除重复)	否
合 计							2637		

补充说明 (视情填写):

早期的 IEEE 杂志没有标注通讯作者, 因此代表性论文 7 中没有标注通讯作者, 但第一作者为实际通讯作者。

项目的检索报告中也同时提供了 Web of Science 核心数据库的检索证明。

主要完成人 (完成单位) 情况:

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	对本项目贡献
徐涵秋	1	无	教授	福州大学	项目组负责人, 从 2000 年开始本项目的研究, 是三个科学发现和创新思想的提出者和四个创新遥感指数——MNDWI、IBI、NDISI、URI 的发明人, 是代表性论文 1-8 的第一作者和通讯作者, 是该项目代表性论文入选 ESI 高引论文的贡献者。在项目的研究中, 投入了大量的时间和精力, 工作量占本人科研工作总量的 85%。
温小乐	2	无	副教授	福州大学	从 2005 年开始参加本项目的研究, 参与创新点 2 的工作, 是代表性论文 7 的作者之一, 在项目的研究中, 主要负责开展 URI 城市热岛比例指数和 IBI 建筑指数的测试及其与地表温度和植被的定量关系分析。在项目的研究中投入了大量的时间和精力, 工作量占本人科研工作总量的 70%。

林冬凤	3	无	讲师	福州大学	从 2008 年开始参加本项目的研究,是代表性论文 5 的第二作者,在项目的研究中,投入了大量的时间和精力,开展了大量不透水面信息反演及其与其它地表重要参数的定量关系分析,工作量占本人科研工作总量的 70%。
陈本清	4	研究室副主任	副研究员	自然资源部第三海洋研究所	从 2000 年开始参加本项目的研究,在项目的研究中,投入了大量的时间和精力,是代表性论文 6 的第二作者,参与了第 3 创新点的工作,开展了大量城市热岛比例指数的测算和应用工作,工作量占本人科研工作总量的 60%。
唐菲	5	无	副研究员	自然资源部海岛研究中心	从 2011 年开始参加本项目的研究,是代表性论文 5 的作者之一,在项目的研究中,主要负责开展不透水面指数 NDISI 在诸多城市的测试工作,以及不透水面信息与地表温度的定量关系分析。在项目的研究中投入了大量的时间和精力,工作量占本人科研工作总量的 70%。