

面向城市科技创新评价的移动端 APP^①



杨 岩¹, 刘志辉¹, 姚长青¹, 张均胜¹, 方剑琴², 王 瑞²

¹(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

²(广州都市圈网络科技有限公司, 广州 511400)

通讯作者: 杨 岩, E-mail: yangyan@istic.ac.cn

摘 要: 科技创新是城市乃至区域发展的主要动力. 基于事实数据, 针对某一特定城市进行快速、准确的科技创新评价就显得尤为必要. 本文基于科技创新评价指标体系和可视化工具, 设计了针对城市科技创新评价的移动端 APP 并进行了实际应用. 系统以指标信息为基础, 结合移动端 APP 特点, 实现了指标展示、指标分析、指标评价功能. 同时, 系统结合地理空间信息可以对不同城市指标信息进行浏览和对比分析, 该系统对于推进城市科技创新评价的高效化、精确化实施具有重要的意义.

关键词: 科技创新; 指标评价; 可视化; 地理信息; 移动端

引用格式: 杨岩, 刘志辉, 姚长青, 张均胜, 方剑琴, 王瑞. 面向城市科技创新评价的移动端 APP. 计算机系统应用, 2019, 28(5): 202-207. <http://www.c-s-a.org.cn/1003-3254/6885.html>

Mobile Terminal APP for Scientific and Technological Innovation Evaluation in Cities of China

YANG Yan¹, LIU Zhi-Hui¹, YAO Chang-Qing¹, ZHANG Jun-Sheng¹, FANG Jian-Qin², WANG Rui²

¹(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038, China)

²(Guangzhou Dushiquan Network Technology Co. Ltd., Guangzhou 511400, China)

Abstract: Scientific and technological innovation is the main driving force of urban and regional development. Based on the evidenced data, it is particularly necessary to make a rapid and accurate quantitative evaluation of scientific and technological innovation for a specific city. Based on the evaluation index system and the visual development tools, this study designs a mobile APP for city scientific and technological innovation evaluation and applies it in the practice. The system realizes the functions of index display, index analysis and evaluation in the mobile terminal according to the index data. Moreover, combined with the geospatial information, this APP can browse and contrast the index information of different cities. This is of great significance for promoting the efficiency and accuracy of urban scientific and technological innovation.

Key words: scientific and technological innovation; index evaluation; visualization; geographic information; mobile APP

在创新驱动背景下, 经济区域化特征越来越明显, 同时创新意识不断增强, 科技创新已经成为各个国家、区域、城市核心竞争力之所在^[1]. 创新型城市是以科技创新为经济社会发展的核心驱动力, 拥有丰富的创新资源、充满活力的创新主体、高效的创新服务和

政府治理、良好的创新创业环境, 对建设创新型省份和国家发挥显著支撑引领作用的城市^[2]. 世界主要的科技型创新城市或区域, 如印度班加罗尔、美国硅谷、加拿大渥太华等, 主要出现在 20 世纪末 21 世纪初, 其城市创新发展的战略与内容, 是突出体现科技集成和

① 基金项目: 国家科技管理信息系统建设项目 (GKG2017-06)

Foundation item: Construction Project of National Science and Technology Management Information System (GKG2017-06)

收稿时间: 2018-11-13; 修改时间: 2018-12-03; 采用时间: 2018-12-07; csa 在线出版时间: 2019-05-01

科技创新^[2]。科技创新型城市一般依托国际一流的大学和研究机构,形成雄厚的科技实力、具有较强的创新能力与明显的科技产业优势。这些城市通过大力发展先进科技生产力,在协调推进城市经济、社会、文化、生态发展的同时,为世界各国经济社会发展提供大量的高新技术和高科技产品,成为推动全球科技进步的动力源^[3]。

在我国,随着“互联网+”时代的到来和“大众创业、万众创新”双创格局的形成^[4],科技创新已经成为城市产业调整、优化的重要手段,而创新活动不具有绝对的排他性和竞争性,同时还受地理因素的影响,人们开始越来越多地关注创新的投入产出,及与之相关联的创新要素联系^[5]。

中国城市科技创新评价移动端 APP(以下简称科创评价 APP)基于科技创新驱动发展的大背景,贯通“基础—成绩—分析”这个叙事主线,充分利用指标数据、基于不同开发引擎,对城市创新基础数据进行时间、属性信息多维可视化展示、分析和评价,为数据、指标赋予叙事能力;通过创新指标,展示国家、区域、城市的创新“成绩单”;从而判断城市创新的演变趋势等,检验城市科技创新系统的运行情况,衡量城市科技创新系统的有效性、可持续发展性,有利于决策者及时发现问题,并进行有针对性的政策调控。

1 系统总体设计

在当下移动端应用蓬勃发展的大环境下,科创评价 APP 的开发显得尤为重要。一方面科创评价 APP 增加了科技创新指标对用户的可见性,另一方面科创评价 APP 成为数字化媒体,使得随时随地展示已有建设成果,推进中国城市科技创新的步伐。针对 APP 的开发设计,主要包括主体设计、功能设计和界面设计^[6,7]。

1.1 系统总体设计

本系统采用 SOA 架构,具体结构如图 1 所示,主要包括数据层、模型层、引擎层和应用层。

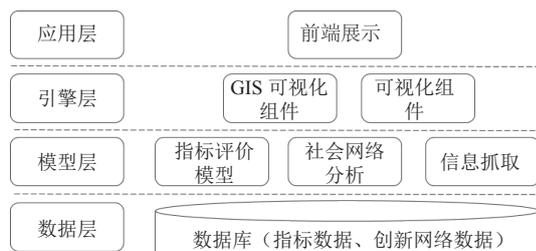


图 1 系统总体设计图

(1) 数据层:通过获取基础资源数据,然后经过清洗、转换、规范、标注、抽取、整合一系列数据加工,形成科技创新指标数据库。指标数据库主要包括全国 289 个主要城市的创新指标数据。

(2) 模型层:通过指标评价体系方法、社会网络分析等业务模型,对数据进行分析计算,将处理结果转化为标准结构,供引擎层和应用层调用。该部分是系统功能的核心。

(3) 引擎层:是衔接数据层和展示层之间的纽带,是提供上层展示应用功能与信息的中间件的统称,本平台主要基于 Echarts、MapV、MapBox GL,以及其他第三方 API 等技术。

(4) 应用层:展示科技创新基础、科技创新评价、科技创新分析的各类现状指标、分析图表和详细数据信息和对对比结果。通过多类型 GIS 空间地图、统计图表以及地图和图表的联动,展现科技创新指标现状。

1.2 系统功能

系统共计包含 5 个主要功能模块,其结构如图 2。

(1) 科新指标:包括创新基础,创新投入,创新产出,创新绩效四大模块。四部分指标分别从四个维度对特定城市的创新进行指标分类,在四个一级指标下有若干二级指标,用户可以对上述指标进行权重设置,同时,计算综合评价结果。



图 2 系统功能结构图

(2) 创新画像:包括基础人才集聚、成果辐射、产业驱动力、总览四个模块。

(3) 新闻资讯:包括新闻推送,新闻分享收藏两大模块。这要是针对科技领域新闻,利用爬虫技术进行抓取分省份和城市进行入库。

(4) 个人中心:用户个人管理功能,在本功能模块中用户可以修改自己的登录和个人信息,同时管理个人新闻。

(5) 后台管理:包括数据管理、用户管理、新闻爬

虫设置功能,主要用于系统管理员.

1.3 APP 软件界面设计

系统界面设计遵循简洁、美观的原则.在界面设计上,充分考虑用户的使用习惯将地理空间所展示的城市、区域信息做为主要的系统查询入口,当用户进入界面之后,通过放大缩小操作以及点选操作,选定城市进行某一个城市的信息查询和指标评价分析.



图3 系统入口界面设计

当用户进入某一城市界面之后,可以依据计算好的创新指标,对各指标进行单项展示或多城市对比分析,该部分功能的界面设计同样采用简洁和格和浅色配色,力求使数据信息更为突出,以期在较小的展示尺寸上合理显示信息.

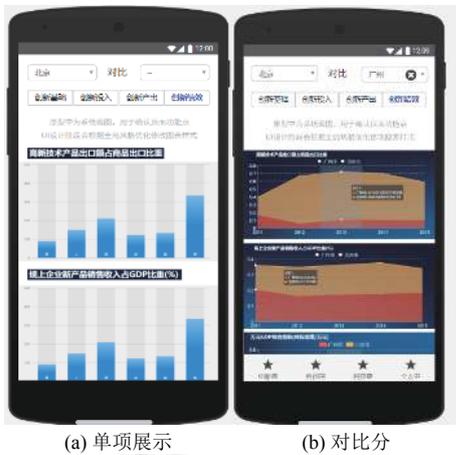


图4 创新指标界面设计

新闻展示界面的设计如图5所示.该模块界面采用了最新新闻与其他新闻区别显示的方式,将后抓取的新闻在页面上方进行重点展示,同时当用户点开之后可以进行新闻细节的浏览,并进行分享和收藏.

个人中心的界面如图6所示.该模块的界面保持简洁风格,用户可以通过本模块的按钮对系统主题进行配置,同时,也可以对个人信息和登录密码进行添加、修改等操作.此外,该模块也提供用户对新闻数据

的收藏管理功能,用户可以对收藏的新闻进行删除.



图5 新闻资讯界面设计



图6 个人中心界面设计

在前端APP基础之上,本系统也设计了后台的数据管理、用户管理和爬虫界面.界面提供了必要的操作按钮,方便系统管理人员对用户、数据及新闻爬虫进行增、删、改等管理操作.

2 关键算法实现

2.1 科技创新评价指标设计与计算

首先,城市创新指标的确定需要统计分析国际创新评价指标体系的特点及应用情况,运用统计的方法确定核心指标.本文通过对GII全球创新指数、欧盟创新记分牌指数等国际创新评价指标体系的分析,确定R&D投入、人力资源、专利产出及高技术产业等相关指标做为评价创新的核心指标^[8].同时,参照了国家统计局及各地区、各行业的创新评价体系,确定相

应的分析指标. 主要对科技部《创新型城市建设监测评价指标》进行剖析^[9], 借鉴杭州市^[10]、合肥市^[11]、深圳市^[12]地方创新指标, 综合整理确定相关指标. 科创评

价 APP 从创新基础、创新投入、创新产出、创新绩效和创新合作五个方面, 提出了一套综合城市创新指数监测指标体系, 具体指标如表 1 所列.

表 1 城市创新图指标体系

一级指标	二级指标	一级指标	二级指标
创新基础	普通高校学生数	创新产出	万人发明专利拥有量(件/万人)
	人均 GDP(万元/人)		万人核心期刊论文发文量(篇/万人)
	万人互联网用户数(户/万人)		技术交易成交额占 GDP 比重(%)
	高等院校数量(家)		万人发明专利申请量(件/万人)
	高新技术企业数量(家)		高技术产品出口额占商品出口比重(%)
创新投入	科研机构数量(家)	创新绩效	规上企业新产品销售收入占 GDP 比重(%)
	R&D 占 GDP 比重(%)		万元 GDP 综合能耗(吨标准煤/万元)
	规上企业 R&D 投入占主营收入比重(%)		服务业占 GDP 比重(%)
	每万名就业人员中 R&D 人员全时当量(人年/万人)		论文合著(篇)
	地方科技支出占财政支出比重(%)		专利转移(件)
		创新合作	

对于创新基础指标而言, 其着重考虑的是一个城市创新活动所存的主要物质基础和人力基础, 例如, 表 1 中所列指标中, 包括了“普通高校在校学生人数”, 这一指标往往代表了当地潜在的智力资源基础, 而“GDP”则可表征城市的经济基础. 此外, 创新基础指标中还包括高等院校, 高新技术企业等表征创新主体的数量评价指标.

对于创新投入指标而言, 指标体系中采用的是与科技创新直接投入相关的指标, 包括人员投入, 财政投入以及企业主体投入. 例如, “R&D 占 GDP 比重”这一指标代表了财政对于科技投入的强度, “万名就业人员中 R&D 人员全时当量”这一指标则代表了人员投入的强度.

对于创新产出指标而言, 这里指的是由创新基础和创新投入直接产生的科技创新成果, 包括了多种类型的产出, 如“技术交易成交额占 GDP 比重”代表科创技术对经济的产出贡献, 而“万人发明专利申请量”则代表了科技创新在知识产权方面的产出.

创新绩效则代表由科技创新所带来的间接指标, 如“高技术产品出口额占商品出口比重”这一指标代表了科技创新对于商品结构的改变, 与之类似“服务业占 GDP 比重”则代表了科技创新对于经济结构产生的变化.

同时, 在本文也考虑到了科技创新的网络性, 充分利用已有数据进行城市科技创新结点网络性的评价, 将其作为重要指标纳入到评价体系中, 以论文合著和

专利转移为评价依据, 通过 2.2 节介绍的社会网络分析方法, 体现城市创新合作网络的中心性.

对于某一个城市, 系统需要计算其与其他城市的比较值, 因此对于同类型指标, 首先根据指标数据进行标准化处理 (Min-Max Normalization 标准化方法), 其计算方法如式 (1) 所示:

$$I_{std(i,j)} = \frac{I_{i,j} - I_{j,Min}}{I_{j,Max} - I_{j,Min}} \quad (1)$$

式中 $I_{i,j}$ 代表第 i 个城市的第 j 项指标原始值, $I_{j,Max}$ 代表指标最大值, $I_{j,Min}$ 代表指标最小值, $I_{std(i,j)}$ 代表标准化后的指标值.

基于标准化后的指标值, 利用用户设定的权重值, 与标准化后的权重进行乘积运算, 得到该项指标的得分. 其计算方法如式 (2) 所示:

$$ST_i^j = W_j * I_{std(i,j)} \quad (2)$$

式中, ST_i^j 代表某个城市 i 第 j 项指标最后得到评价分值, 而 W_j 则代表其权重值.

对于一个城市将其所有指标进行标准化和权重计算的指标进行加和, 则可以得到某一城市最终的评价得分. 如式 (3) 所示, 最终求和项即为某一城市的科技创新评价得分.

$$ST_i = \sum_{j=1}^{j=n} ST_i^j \quad (3)$$

系统设置了纠错功能, 要求用户一二级指标设置权重之和必须为 100 分, 以保证指标评价的一致性和

完整性。

2.2 论文与专利社会网络计算方法

本研究采用社会网络分析方法^[13]对论文和专利的合作情况进行分析计算。其中论文为无向网络,专利转移由于可能发生在多个不同城市间,且不同城市间分为转入和转出两种状态,因此专利转移为有向转移网络,下述分析方法说明以论文为例。

区域内的论文行为是由两个城市之间的科研作者利用其社会网络关系,针对共同感兴趣的研究领域进行的科研合作。不同城市间两者之间论文合著,就形成了一定的科研合作网络。例如,在特定研究对象下,包括10个城市,那么这10个城市两两之间的合作矩阵就可以如下表示:

$$Q = \begin{bmatrix} q_{1,1} & q_{1,2} & \dots & q_{1,10} \\ q_{2,1} & \dots & \dots & q_{2,10} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{10,1} & q_{10,2} & \dots & q_{10,10} \end{bmatrix} \quad (4)$$

在Q矩阵中, $q_{i,j}$ 代表城市*i*与城市*j*的论文合作数量; $q_{j,i}$ 代表城市*j*与城市*i*的论文合作数量。由于论文的合作具有无向性,因此该矩阵为对称阵。此外,论文合著有可能是在城市内部完成的,但是其无法表征网络辐射性,因此各城市自身的论文合作数量不予展示,令 $q_{i,i}$ 为0。

通过节点度中心性(Degree centrality)算法^[14,15],对上式中结点的合作次数进行统计则可以得到一个城市的论文网络合作强度。其计算方法如式(4)所示:

$$Q_i = \sum_{j=1}^{j=n} q_{i,j} \quad (5)$$

式中, $q_{i,j}$ 表示第*i*个城市与第*j*个城市的合作次数,而 Q_i 则表示第*i*个城市的度中心度。

2.3 地理空间信息展示

本系统中,使用了Mapbox做为地图展示与分析平台,Mapbox平台为iOS,Android和Web开发者提供了导航、定位等功能丰富的API^[15],对于科创评价APP而言,主要利用其前端展示功能和图形自定义功能对地图的空间分布渲染进行表达,系统在地图展示过程中同时采用了矢量地衅(vector)和栅格地图(raster),结合GeoJSON数据进行了地理空间点、线、面的定制化展示。

程序设计时采用了标准化计算方法结合指标阈值,

对一级二级指标采用分层调色展示方式,满足了区域和城市不同的地图展示需求。

3 系统应用

本文中所涉及的开发功能首先应用于中国科学技术信息研究所承担的国家科技创新评价分析,采用了全国289有个主要城市2011-2015年的创新评价指标,利用该APP进行了快速评价与分析对比。以2015年度数据为例,指标综合排名如表2所示,从中可以看出综合指标较强的城市,其关联性不一定强,以京津冀城市群核心城市北京为例,其综合排名为第一,但其专利转移量则相对靠后,而长三角城市和珠三角城市在专利转移应用方面,则体现了较强的优势,如深圳、上海、广州苏州等城市。

该APP在系统分析过程中充分利用了系统自设指标权重的功能,结合专家知识,不断对指标进行调适分析,以期保证指标评价体系与实际应用情况相符,同时,该系统具备了快速响应功能,能够在用户更新数据库表之后自动进行计算,使得用户统计和分析更具有时效性。

表2 2015年指标评价结果

城市	总排名	得分 ^(*)	专利转移排名	专利转移数量
北京	1	76.2	9	216
深圳	2	61.2	1	5936
上海	3	52.3	2	4496
西安	4	52.1	8	793
南京	5	50.0	7	829
苏州	6	48.0	4	2256
广州	7	46.4	3	2323
杭州	8	46.2	5	1619
武汉	9	45.7	6	1309
天津	10	44.4	10	110

(*该得分为用户自设权重,不代表正式评价结果)

4 结论与展望

科技创新评价旨在对科技创新发展过程及成果进行控制,从而针对科技创新进行科学决策与合理布局。城市做为社会经济主体,也是科技创新的核心单元,对其进行合理、有效、快速的评估对于促进城市乃至区域发展均有重要的意义。面向城市的中国科技创新评价APP已在中国城市科技创新管理与决策方面做了初步的研究与应用,是以科技大数据为基础,以可视化手段,直观显示城市科技创新现状,辅助城

市科技创新对比、优劣势分析与趋势分析,支撑城市科技创新管理与决策.今后的移动端研究与应用将进一步深入挖掘决策场景,从宏观、中观和微观上挖掘个性化需求,结合新的科技管理与决策场景研发可视化分析功能,挖掘发现科技大数据的价值所在,为不同层面的科技创新管理与决策需求提供有针对性、个性化的支撑服务.

参考文献

- 1 石忆邵,卜海燕.创新型城市评价指标体系及其比较分析.中国科技论坛,2008,(1):22-26.[doi:10.3969/j.issn.1002-6711.2008.01.009]
- 2 谢科范,张诗雨,刘骅.重点城市创新能力比较分析.管理世界,2009,(1):176-177.
- 3 杨岩,姚长青,张均胜,等.长江中游城市群科研人才空间集聚分析.地理空间信息,2018,16(9):5-10.[doi:10.3969/j.issn.1672-4623.2018.09.002]
- 4 徐峰,姚长青.新时期我国科技创新情报需求转变的分析与思考.情报工程,2016,2(3):8-13.
- 5 华晔,周元,郁健.高校专利基金政策实施现状分析.研究与发展管理,2010,22(2):114-117.
- 6 赵会敏,雒江涛.数据共享平台的数据访问及其在Android终端的呈现.计算机系统应用,2016,25(3):247-250.
- 7 孙贻宝,王伟,陈泽强,等.基于天地图的智慧公交移动APP设计与实现.计算机系统应用,2017,26(3):244-248.
- 8 朱礼军,段黎萍,赵婧.面向创新战略的情报工程理论方法与挑战.情报工程,2016,2(2):26-33.
- 9 马黎明.国家创新战略的实施与创新型城市建设.山东社会科学,2015,(9):154-160.[doi:10.3969/j.issn.1003-4145.2015.09.025]
- 10 许海云,张娴,张志强,等.从全球创新指数(GII)报告看中国创新崛起态势.世界科技研究与发展,2017,39(5):391-400.
- 11 陈敬全.欧洲创新体系的测度与评估——基于欧洲创新记分牌的指标、方法和应用情况的分析.全球科技经济瞭望,2010,25(12):5-18.[doi:10.3772/j.issn.1009-8623.2010.12.001]
- 12 毕亮亮,潘锡辉.关于我国创新型城市建设的思考.中国科技论坛,2010,(12):30-35.[doi:10.3969/j.issn.1002-6711.2010.12.006]
- 13 侯赞慧,刘志彪,岳中刚.长三角区域经济一体化进程的社会网络分析.中国软科学,2009,(12):90-101.[doi:10.3969/j.issn.1002-9753.2009.12.012]
- 14 Fliervoet JM, Geerling GW, Mostert E, *et al.* Analyzing collaborative governance through social network analysis: A case study of river management along the Waal River in The Netherlands. Environmental Management, 2016, 57(2):355-367.[doi:10.1007/s00267-015-0606-x]
- 15 陈举平,丁建勋.矢量瓦片地图关键技术研究.地理空间信息,2017,15(8):44-47.[doi:10.3969/j.issn.1672-4623.2017.08.013]