

科研仪器设备采购管理信息系统研究与开发

——以中国计量科学研究院为例

陈 平 杨智君 杨 东 杨 帆 苏 爽 任孝平
(中国计量科学研究院, 北京 100029)

摘要: 提高科研仪器设备采购效率, 是落实国家“放管服”政策, 实施精细化科研管理工作的重点。文章在介绍了中国计量科学研究院科研仪器设备采购管理制度的建设情况的基础上, 进一步对科研仪器设备采购流程进行识别和研究。使用统一建模语言对所识别的过程进行信息化建模, 通过 workflow 技术实现串行、并行和反馈活动。通过分析学院实现效果, 可以看出, 研发的科研设备采购信息管理系统, 保证了科研仪器设备采购的全程公开、透明、可追溯, 保障采购过程质量, 缩短采购周期, 提高采购效率。

关键词: 科研仪器设备; 采购管理; 采购制度; 采购周期; 信息系统

中图分类号: C931

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2019.02.002

Study and Development of Information System for R&D Equipment Procurement and Management

—Take National Institute of Metrology as an Example

CHEN Ping, YANG Zhijun, YANG Dong, YANG Fan, SU Shuang, REN Xiaoping

(National Institute of Metrology, Beijing 100029)

Abstract: Improving the purchasing efficiency of research facilities is vital for policy implementation of administrative management service reform and delicacy R&D management. This article introduces the status of establishing the purchasing system for research facilities of the National Institute of Metrology. Firstly, the purchasing process for research facilities must be identified and studied. Secondly, the identified process should have unified modeling, which utilizes work flow technique to realize serial, parallel and feedback. At last, the purchasing management information system for the research facilities developed by NIM can guarantee an open, transparent and traceable purchasing process for the research facilities, ensure the purchasing quality, reduce cycle time and improve efficiency.

Keywords: research devices and facilities, purchasing management, purchasing system, purchasing cycle time, information system

0 引言

科研仪器设备一般是指用于科学研究、科技创新的仪器设备^[1]。计量作为国家的重要技术基

础, 具有前瞻性、基础性、公益性、法制性和国际性等特性, 是国家核心竞争力的关键要素^[2-3]。计量科研所需的仪器设备具有准确度高、稳定性好、专业性强等特点^[4-5]。近几年来, 国家不断加

作者简介: 陈平 (1987—), 男, 中国计量科学研究院工程师, 研究方向: 科研管理; 杨智君 (1977—), 男, 中国计量科学研究院副研究员, 研究方向: 科研管理 (通讯作者); 杨东 (1987—), 男, 中国计量科学研究院工程师, 研究方向: 科研管理; 杨帆 (1987—), 女, 中国计量科学研究院经济师, 研究方向: 科研管理; 苏爽 (1984—), 女, 中国计量科学研究院工程师, 研究方向: 科研管理; 任孝平 (1984—), 男, 中国计量科学研究院副研究员, 研究方向: 科研管理。

收稿时间: 2018年10月10日。

加大对科研经费的投入,引进科研仪器设备也逐年增多,并趋向大型化、精密化、集成化、自动化发展,先进科学仪器设备极大地改善了科研条件,同时也对科仪器设备管理提出更高的要求^[6-10]。

近年来,国家各部门陆续颁布了多项政策,用以指导中央高校、科研院所科研仪器设备采购管理,见表1。

科研仪器设备采购具有以下几个主要特点:(1)经费比重大:技术指标有具体要求,专用性强,价格昂贵;(2)采购周期长:采购过程涉及采购计划制定、供应商选择、合同签订和设备验收等过程,采购周期长,为保障项目研究进度,应尽量缩短采购周期;(3)参与角色众多:不同的采购方式的必经环节不同,整个采购过程涉及人员众多。采购过程参与的各角色,在缺乏信息交互平台的情况下,势必会出现信息不对称、工作不协调和效率低下的问题,随之将出现种种不可预料、不可控制的风险。因此,须在国家“放管服”指导思想以及相关政策和制度的要求下,制定相关的设备采购管理办法,开展科研仪器设备采购的信息化研究工作,建设由科研人员、管理部门、招标代理机构、外贸代理机构、财务部门、资产管理部门协同工作的信息化平台,保障采购过程质量、提升采购效率,并同步生成科研仪器设备采购各环节的应用数据,为统计决策提供服务,为大数据分析积累数据资源。

随着科学仪器设备采购工作的发展,工作流程对管理的要求在不断改变,对管理的规范化、信息集约化和资源共享的要求不断提高,现有系统制约了管理服务的进一步提升^[14]。鉴于上述原因,本文通过研究国家颁布的有关科研仪器设备管理

办法,以中国计量科学研究院(以下简称“国家计量院”)为例,在对仪器设备采购过程的分析和识别的基础上,提出了科研仪器设备采购四过程模型,并开发了科研仪器设备信息管理系统。

1 采购制度与采购过程

科学仪器设备采购过程包括经费预算、计划制定、市场调研、招投标、合同签订、设备验收、支付及审核、归档等过程^[15-16]。

针对科研仪器设备采购管理,国家计量院制定了“购前有计划、过程痕迹化、责任具体化、管理持续化”的管理目标。为了实现该目标,根据国家及原质检总局相关政府采购政策,结合仪器设备采购的实际情况,国家计量院制订并发布了《院仪器设备采购管理办法》,以规范院仪器设备的政府采购和非政府采购工作。通过建章建制,为实现管理目标、做好设备采购过程中的“放管服落”工作,提供了规范、有效的制度层面保障。

在充分放权的同时,需要进一步加强放权后的过程管理,结合高校设置科研财务助理的创新服务模式^[17],国家计量院对科研管理人员角色的进一步细分,明确提出并设立了“采购专人”角色。胜任该角色的人员不仅需要熟悉科研管理工作,尤其是科研项目管理,而且需要站在专业的高度,精通科研仪器设备的采购管理业务,能充分地服务好本专业科研人员,完成设备采购活动。

在建章建制的基础上,需要对科研仪器设备采购进行过程化管理。过程管理是现代管理科学的重要理论之一,不仅被许多标准所采纳,而

表1 国家各部门颁布的政策^[11-13]

序号	部门	年份	要点
1	中共中央办公厅 国务院办公厅	2016	(1)坚持“放管服”结合,进一步简政放权、放管结合、优化服务,扩大高校、科研院所在科研仪器设备采购等方面的管理权限;(2)完善中央高校、科研院所科研仪器设备采购管理,优化进口仪器设备采购服务,实现进口仪器设备备案制管理
2	财政部	2016	完善中央高校、科研院所科研仪器设备采购管理,加强对科研仪器设备采购的内部控制管理,做到科研仪器设备采购的全程公开、透明、可追溯
3	财政部	2016	(1)明晰事权,依法履职尽责;(2)合理设岗,强化权责对应;(3)分级授权,推动科学决策;(4)优化流程,实现重点监控;(5)完善技术保障 ^[13]

且广泛地应用于许多组织的管理实践中，并取得了非常理想的应用效果。过程管理是指对一组将输入转化为输出的相互关联或相互作用的活动（ISO 9000:2000）过程内各活动形成流程进行控制和监督，对过程质量采取保障措施，并为参与各活动的角色提供业务指导、培训、协调以及其他服务^[18-20]，如图1所示。

仪器设备采购工作涉及采购计划、招投标、比质比价、公示公告、内贸合同、外贸合同、设备验收等工作。按照采购流程，将科研仪器设备采购过程分为：采购计划过程、供应商选择过程、合同签订过程和验收过程，被称为采购四过程，采购工作的各活动被纳入这4个过程。采购四过程及每个过程所包含的活动见表2。采购四过程以规章制度为基础；质量保障贯穿始终；流程控制与监督以及业务指导、培训和协调等服务，支持于每个过程；各过程产生的结果或数据可被采集，并被用于统计、分析和决策。

2 信息化系统设计

科研仪器设备采购的信息化工作是在相关规章制度建设和过程管理研究的基础上，实现以下目标的技术过程：（1）对采购过程进行充分的研究和识别，使得采购活动过程化、流程化和标准化；（2）对各标准化过程进行信息建模；（3）对流程化的活动采用 workflow 技术进行实现；（4）研究并开发相关支撑性模块或技术，包括组织架构、权限管理、文档在线编辑和生成、专家管理等，目的是形成一套科研人员、管理部门、招标代理机构、外贸代理机构、财务人员、资产管理人等协同工作的、科学的、完备的科研仪器设备采购系统。

国家计量院组织机构由职能管理部门、专业研究所、服务保障部门组成，仅专业所就有10余个，通过采用包括用户调查表、用户访谈、小型座谈会、引导式会议以及正式会议等方式来确定调研的部门、调研的人员、调研的范围，识别出信息系统的可能参与角色^[21]。

基于前文讨论的采购过程研究成果，分析并得出了粗粒度和细粒度的各过程用例图，图2是采购计划过程的粗粒度用例图。

以用例为驱动，本质上就是以需求为核心，以期最大限度地控制设计与实现阶段产生的偏差。在需求分析阶段，还使用了顺序图和协作图对应用场景进行刻画。

在系统分析过程中，主要使用了顺序图、协作图、活动图等对单位分散采购流程、比选采购流程以及直接采购等流程进行描述，识别并刻画了对象模型中的实体以及它们之间的相互关系，定义了对象模型中实体的行为，验证了对象模型的一致性、完整性和正确性，生成了类图、系统子系统图以及子系统类图。

本文采用静态结构化建模和动态建模对系统进行设计^[22-23]。使用类图对每个类进行详细的设计，对类与类之间的相互关系进行进一步明确和设计，同时对科研项目管理系统、财务系统等接口进行了详细的设计。图3是单位分散采购流程的活动图。

系统设计时，在类分析的基础上，完成了数据库结构的设计。充分利用Java的成熟框架，使用分层的结构对数据访问对象层（DAO Layer）、实体层（Entity Layer）、服务层（Service Layer）和展示层（Web Layer）做了详细的设计。本文结合面向服务的架构（SOA）思想，对服务层进

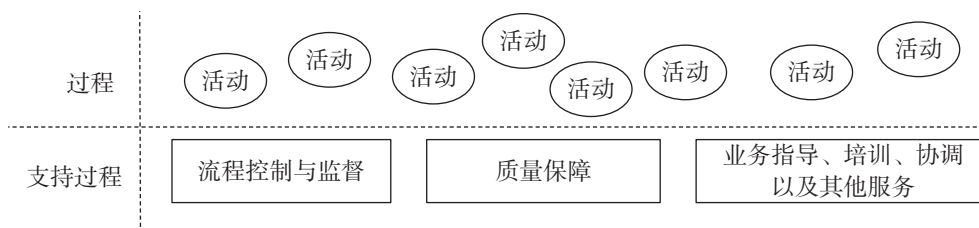


图1 过程管理示意图

表 2 采购四过程及每个过程所包含的活动

1	采购计划过程	计划来源	处理不同来源的科研仪器设备信息，主要的计划来源是科研项目的仪器设备预算列表，还需要管理其他来源的设备信息			(1) 中央集中采购计划列表 (2) 总局集中采购计划列表 (3) 单位分散采购计划列表 (4) 比选采购计划列表 (5) 直接采购计划列表
		采购方式分类	政府采购	中央集中采购		
				部门集中采购		
				单位分散采购		
			非政府采购	比选采购		
				直接采购		
		付款类别	确定根据仪器设备的预算大	直接支付		
		授权支付				
	计划下达	将分类和确定付款类别的计划列表交由各项目负责人及部门审核并确认的流程，流程完毕并被所有环节确认后，则生成采购计划列表				
2	供应商选择过程	中央集中采购	主要是信息类产品和家具			(1) 技术说明文件
		部门集中采购	主要是向上级主管报送采购申请，处理部门集中采购事务和招标结果确认			(2) 中央集中采购结果
		单位分散采购	采购专人、采购人、采购部门以及招标代理机构共同协作参与的流程			(3) 总局集中采购结果
		比选采购	采购专人、采购人、采购部门等共同协作参与的流程			(4) 内贸会商/进口论证资料
		直接采购	采购人、采购部门共同协作参与的流程			(5) 招标文件
		公示公告和异议处理	招标或者比选结果产生后，需要进行公示。在公示过程中，如有异议，则需要对异议处理并反馈处理结果			(6) 比质比价论证资料 (7) 公示 (8) 异议处理结果
3	合同签订过程	内贸合同签订	采购人、采购部门以及管理部门共同协作参与的流程			(1) 内贸合同
		外贸合同签订	外贸代理机构、采购人、采购部门以及管理部门共同协作参与的流程			(2) 外贸合同 (3) 内贸、外贸采购列表（抄送财务）
4	验收过程	仪器设备验收	根据仪器属性、技术说明文档等，由管理部门、采购人、采购部门共同协作参与的流程			(1) 验收结果
		归档	在验收通过后，首先校验资料的完整性，然后在保证各环节资料完整的基础上，将所有资料归档			(2) 完整的采购资料 (3) 归档结果

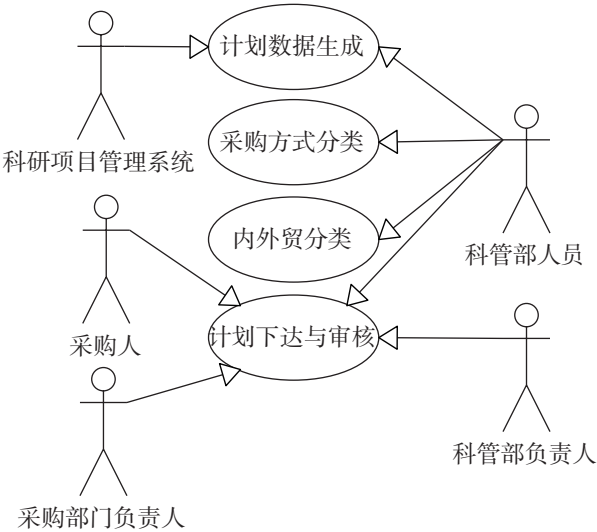


图 2 采购计划过程用例图

行了重点分析和设计。不同粒度的服务，构成了整个系统的核心。

3 系统实现效果

系统经过分析、设计、研发、测试、部署等过程，在培训后上线运行。运行以来取得了预期的应用效果。图 4 为上线后的系统运行图。

3.1 采购过程标准化

依据采购工作流程，系统提供标准的采购过程管理。采购过程涉及不同专业所的相关科研人员，各自负责流程的一个或几个业务，业务相互之间联系紧密，相互依存又相互制约。系统提供灵活的、多用户的过程管理机制，让不同的用户进入系统后，处理用户自己相关业务，而不能越界处理其他业务。

3.2 提高设备采购效率

系统使得采购效率得到极大提高，尤其体现在在线审批、在线确认和在线草签等环节。不仅

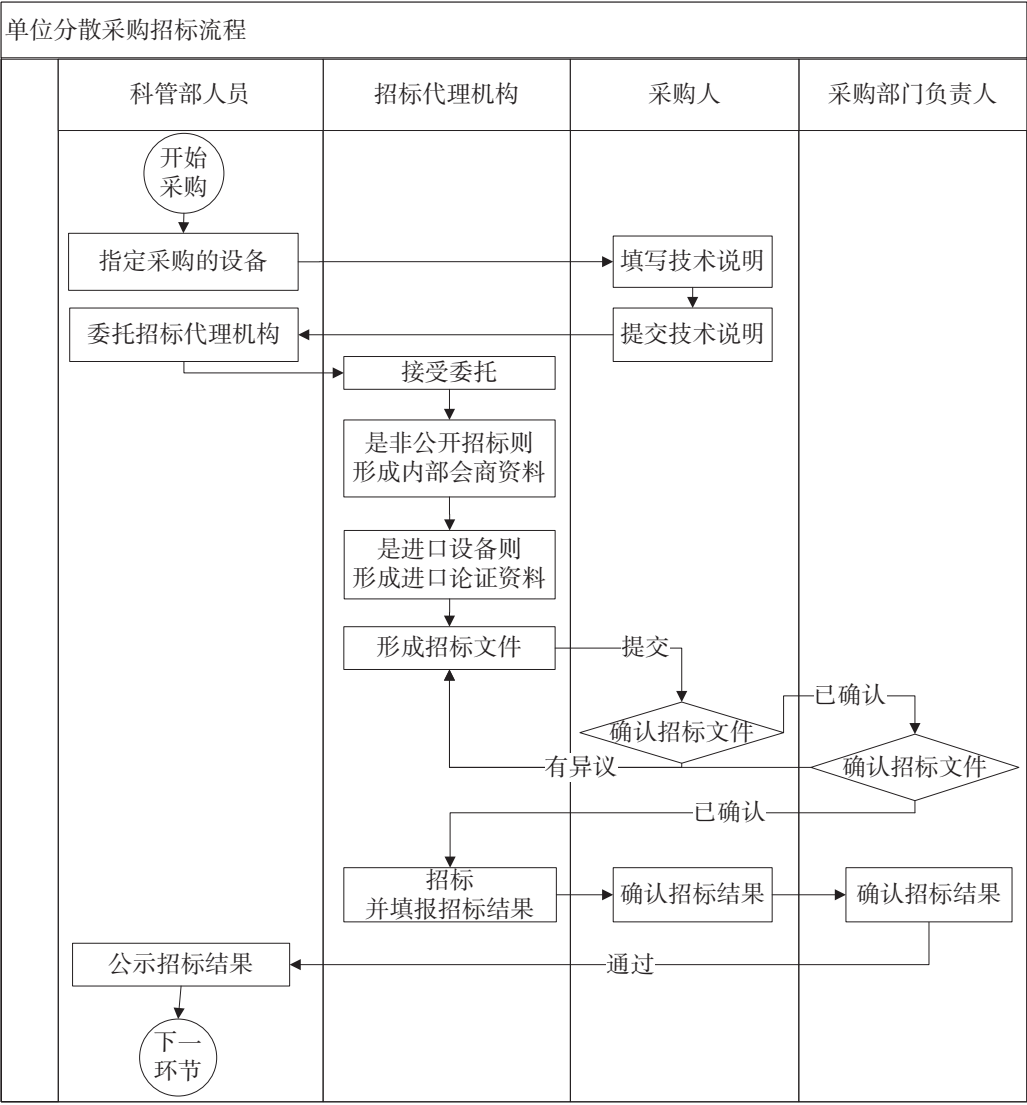


图 3 单位分散采购活动图

科研管理系统

首页 设备管理模块 设备采购模块 科技评审模块 成果管理模块

科管部首页 退出

采购计划管理 设备采购计划下达 采购公告 统计查询

采购中设备列表 采购完成设备列表 中央集中设备列表

Q 条件搜索

项目编号: 项目负责人: 归属部门: 采购类别: 设备名称: 拟购年度: 2019 数据来源: 科研项目 非科研项目 流程阶段: Q 查询 重置

No.	项目编号/名称	所属部门	项目负责人	设备名称	拟购型号	年份	数量	总金额	生产厂家	采购类别	节点状态	操作
1	ANL1824	纳米所	蒋志远	宽带数字示波器	WavePro 60 ...	2019	1 (台)	410000.00	LeCory	比选采购	公示中 4:8:30	Q
2	ANL1824	纳米所	蒋志远	微波信号源	MG3695C	2019	1 (台)	470000.00	Anristu	比选采购	公示中 4:8:30	Q
3	AKYZD1908-1	电镜所	王坤	微相放大器	SR830	2019	1 (台)	50000.00	斯绍福	直接采购	待项目负责人填报或文确认单	Q
4	AKYZD1908-1	电镜所	王坤	N信号处理转换设备	GPB-ENET7 ...	2019	1 (套)	100000.00	NI	直接采购	待项目负责人填报或文确认单	Q
5	AKYZD1908-1	电镜所	王坤	粒子束扫描电镜室	Stingray	2019	1 (套)	200000.00	IBA	比选采购	待项目负责人填报或文确认单	Q
6	院内部评价工作设备	工程所	李明	电动振动台	IPA30JLS2 ...	2019	1 (套)	460000.00	中航环试测试技术 (北 ...	比选采购	待项目负责人填报或文确认单	Q
7	AKY1936	能源环境所	刘玲玲	气体分离器	SGD-710C	2019	1 (台)	180000.00	HORIBA	直接采购	【采购计划审批】项目负责人	Q
8	ANL1831	时频所	庄伟	数据采集系统	PXIe	2019	1 (套)	150000.00	NI	直接采购	内审合同审批中	Q
9	ANL1831	时频所	庄伟	数字示波器	DS1104B	2019	10 (台)	80000.00	Rigol	直接采购	内审合同审批中	Q
10	ANL1831	时频所	庄伟	射频信号发生器	DG4162	2019	10 (台)	100000.00	Rigol	直接采购	内审合同审批中	Q

« 上一页 1 2 3 4 5 6 7 8 ... 31 下一页 » 当前显示 10 条, 共 304 条

图 4 上线后系统运行图

减轻了所有参与者的负担,特别是减轻了科研工作者的负担,缩短了各环节的工作周期。据国家计量院财政预算执行情况通报的数据显示,系统上线后,中央财政修购专项的设备购置预算执行率高于序时进度约9个百分点,设备采购预算执行率明显加快。

3.3 提供完整的采购过程数据

系统形成的科研仪器设备采购信息,成为国家计量院宝贵的数据资产,可以为研究、决策部门提供可靠依据,为优化管理、过程改进提供直接的数据,为将来大数据技术时代的到来打下坚实的基础。科研仪器设备采购信息化数据已经成为《院科技年报》的重要内容,为各类统计决策分析起到了支撑性作用。

总之,系统把科研仪器设备采购过程管理信息化,为参与的所有角色提供了统一的工作平台,不仅实现了信息对称,而且所有环节都能够用信息表示,为每个设备形成了完整的采购信息记录,为科研仪器设备采购提供了坚实可靠的技术保障。

4 结论

国家计量院建立科研仪器设备采购制度和研发信息化系统,是管理过程信息化的实践,为贯彻国家有关科研仪器设备的规章和指导意见、为“放管服”提供了有效的技术保障。此外,系统形成的数据资产不仅为分析决策提供依据,而且为管理过程进一步优化提供数据支持。在此过程中,主要取得了以下3个方面的经验。

(1) 规章制度是管理的依据,一切管理活动都必须以制定的规章制度为基础。根据国家有关政策法规,制定适合本单位的规章制度是仪器采购系统建设重要的基础性工作。

(2) 在科研仪器设备采购管理系统的实践中运用过程管理的理论知识,将使得仪器采购管理过程科学、透明和可改进。

(3) 信息化是管理的重要手段,信息化过程应以管理为需求出发点,采用用例驱动,这样可以有效控制系统的分析、设计和实现各个环

节带来的偏差,以保障研制出符合需求的系统。

参考文献

- [1] 赖宇明,徐文超,贺诗淇.重大科研仪器设备研制专项的管理[J].实验技术与管理,2017,34(11):263-267.
- [2] 杨帆,陈平,车薇娜,等.2009-2016年国家自然科学基金项目申请与资助情况分析[J].科技成果管理与研究,2017(12):18-21.
- [3] 科技部,发展改革委,财政部.关于印发《国家重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享管理办法》的通知[EB/OL]. [2018-08-18]. http://www.gov.cn/xinwen/2017-09/23/content_5227060.htm.
- [4] 方向.保持国家最高测量能力[J].中国标准化,2014(10):16.
- [5] 陈平,杨帆,杨东,等.关于做好“中央级科学事业单位修缮购置专项”管理的探讨[J].中国计量,2017(10):84-86.
- [6] 吕维莉,黄诚梅,魏源文,等.科研单位大型仪器设备管理探讨[J].实验室研究与探索,2015,34(4):252-254.
- [7] 胡芳,徐浩.论高校大型精密仪器设备共享平台的建设[J].实验室研究与探索,2008,27(12):149-152.
- [8] 刘贵镇,陈建荣,桑惠兰.大型仪器设备科学管理机制探究[J].实验室研究与探索,2012,31(10):426-441.
- [9] 赖芸.充分发挥大型仪器设备资源优势的几点思考[J].实验室研究与探索,2006,25(1):134-135.
- [10] 黄凌云.关于科研单位仪器设备购置和共享的几点探讨[J].会计之友,2012(4):32-33.
- [11] 中共中央办公厅,国务院办公厅.关于印发《关于进一步完善中央财政科研项目资金管理等政策的若干意见》[EB/OL]. [2018-08-18]. http://www.gov.cn/xinwen/2016-07/31/content_5096421.htm.
- [12] 财政部.关于完善中央单位政府采购预算管理和中央高校、科研院所科研仪器设备采购管理有关事项的通知[EB/OL]. [2018-08-18]. http://gks.mof.gov.cn/zhengfuxinxi/guizhangzhidu/201611/t20161116_2459924.html.
- [13] 财政部.关于加强政府采购活动内部控制管理的指导意见[EB/OL]. [2018-08-18]. http://www.ccgp.gov.cn/zcfg/mof/201607/t20160704_6992030.htm.
- [14] 陈靖,董达,贾丽娟,等.推进高校设备采购的信息化建设[J].实验室研究与探索,2017(36):275-278.

(下转第27页)

用。以国家级科技企业孵化器为主体，组建孵化器产业联盟，建立“国家级—省级—市级”伙伴孵化器发展关系，进一步共享资源、挖掘资源，整合各孵化器相关的产业链、创业导师、投资机构以及公共研发平台等，整合各类创新资源，进一步面向全市创客进行开放共享，以此促进新动能挖掘，促进创业企业的快速发展，加速吸引一批对创新创业企业有帮助的中介机构、投资公司等优质资源来进一步丰富联盟内涵，发挥集群带动作用。

(4) 提升孵化服务理念，构建全链条孵化模式。提升孵化服务理念，进一步规范各类载体创新联盟、协会等行业组织，促进各类载体之间的经验交流和资源共享，推动不同服务模式的众创空间、孵化器、加速器等开展深层次合作；通过建立载体间的信息共享、风险共担、利益分成机制及加速器对孵化器的反哺机制，明确载体功能定位，实现苗圃指导、创业孵化及产业培育三大服务功能有序承接和发展，形成孵化服务闭环；探索建立毕业企业反哺在孵企业的有效机制，提升载体再孵化功能，打造全链条科创孵化示范基地，促进全链条孵化可持续发展。

参考文献

[1] 徐宏毅, 石茜. 国家级科技企业孵化器运行效率及地

区差异性研究[J]. 财会月刊, 2018(4): 43-48.

- [2] 孙东, 周怡君. 科技企业孵化器现状及发展对策研究: 基于南京市孵化器建设与运转情况专项审计调查[J]. 科技进步与对策, 2013(18): 120-123.
- [3] 黄虹, 许跃辉. 我国科技企业孵化器运行绩效与区域差异研究: 基于对260家国家级科技企业孵化器的实证分析[J]. 经济问题探索, 2013(7): 144-151.
- [4] 杨凯, 熊枫, 杨礼琼. 大众创业、万众创新背景下的科技企业孵化器建设专项支出绩效评价与创新发展之路: 以G省C市为例[J]. 科技管理研究, 2015(18): 37-42.
- [5] 吴文清, 付明霞, 赵黎明. 科技企业孵化器规模对孵化绩效的影响: 基于国家级孵化器的实证研究[J]. 科技进步与对策, 2015(19): 1-6, 7.
- [6] 陶志梅. 基于主成分分析和DEA方法的企业孵化器可持续发展能力评价研究[J]. 科技管理研究, 2016(2): 89-94.
- [7] 张建清, 孙梦暄, 范斐. 基于DEA方法的湖北省科技企业孵化器运行效率评价[J]. 科技管理研究, 2017(4): 83-88.
- [8] 张娇, 殷群. 我国企业孵化器运行效率差异研究: 基于DEA及聚类分析方法[J]. 科学学与科学技术管理, 2010(5): 171-177.
- [9] 翁莉, 殷媛. 长三角地区科技企业孵化器运行效率分析: 以上海、杭州和南京为例[J]. 科学学与科学技术管理, 2016(3): 106-115.
- [10] 宋清, 金桂荣, 赵辰. 科技企业孵化器绩效的影响因素实证研究[J]. 中国科技论坛, 2014(10): 120-125.

(上接第14页)

- [15] 贾延江, 温光浩, 刘慧兵, 等. 设备购置论证与采购管理研究[J]. 实验技术与管理, 2009, 26(5): 15-17.
- [16] 杨春明. 高校仪器设备采购过程管理系统开发[J]. 实验室研究与探索, 2010, 29(6): 187-190.
- [17] 蒋莉平. 高校科研财务助理管理模式初探[J]. 会计之友, 2017(17): 118-120.
- [18] 何桢, 周善忠. 面向持续质量改进的过程管理方法研究[J]. 工业工程, 2005, 8(5): 38-41.
- [19] 范玉顺. workflow管理技术基础: 实现企业业务过程重组过程管理与过程自动化的核心技术[M]. 北京: 清

华大学出版社, 施普林格出版社, 2001.

- [20] 陈国权. 学习型组织的过程模型、本质特征和设计原则[J]. 中国管理科学, 2002, 10(4): 86-94.
- [21] 赫宜. 高校教学科研仪器设备管理信息系统的设计与实现[D]. 天津: 天津大学, 2007.
- [22] LEN Bass, PAUL Clements, RICK Kazman. Software Architecture in Practice [M]. 3rd ed. USA: Addison-Wesley Professional, 2003.
- [23] 李思广, 林子禹. 基于UML的软件建模方法研究[J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(6): 76-78.