科技服务资源数据规范设计

——以检验检测、研发设计为例

李宗俊[1] 范 炜[1] 胡正银[2]

（1.四川大学公共管理学院，四川成都 610064；2.中国科学院成都文献情报中心，四川成都 610041）

摘要：科技服务资源是科技创新的重要保障，科技资源共建共享是其充分利用的前提。针对科技服务资源的共享、集成与利用问题，通过元数据方法开展数据规范设计分析。对科技服务资源中的检验检测和研发设计进行分析，识别科技服务中实体与属性，构建科技服务资源池描述本体。进而设计科技服务资源数据规范，并对数据规范在业务流程中的应用进行分析。本文提出的科技服务资源数据规范设计的通用性有助于共享、集成与利用问题的解决，但与具体专业领域的结合还有待进一步细化与扩展。

关键词：科技服务资源；数据规范；元数据；检验检测；研发设计

中图分类号：G311 **文献标识码：**A **DOI：**10.3772/j.issn.1674-1544.2019.06.002

Design of Scientific and Technical Service Resource Specifications

——Take the Case of Inspection and Testing and R&D as an Example

LI Zongjun[1], FAN Wei[1], HU Zhengyin[2]

(1. School of Public Administration, Chengdu 610064; 2. Chengdu Library of Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041)

Abstract: Scientific and technical service resource is an important guarantee for technological innovation, and co-construction and coordination of scientific and technical resources is a prerequisite for full use. Aiming at the sharing, integration and utilization of technical service resources, the data specification design analysis is carried out using the metadata method. The two types of important service resources in the inspection and testing and R&D design of the technical service resources are analyzed, the entities and attributes in the technical service are identified, and the technical service resource pool is constructed to describe the ontology. Then this paper designs the technical service resource data specification and analyzes the application of the data specification in the business process. The versatility of the technical service resource data specification design proposed in the paper contributes to the solution of sharing, integration and utilization problems, but the combination of specific professional fields needs further refinement and expansion.

Keywords: technical service resources, data standard, metadata, inspection and testing, R&D

作者简介：李宗俊（1993—），男，四川大学公共管理学院情报学硕士研究生，研究方向：信息组织与信息检索；**范炜**（1981—），男，四川大学公共管理学院副教授，研究方向：信息组织与信息检索（通信作者）；**胡正银**（1979—），男，中国科学院成都文献情报中心副研究员，研究方向：科技服务大数据研究与应用。

基金项目：国家重点研发计划“现代服务业共性关键技术研发及应用示范”专项“成渝城市群综合科技服务平台研发与应用示范”课题一“成渝城市群综合科技服务体系架构与平台运营模式研究”（2017YFB1401701）。

收稿时间：2019 年 7 月 1 日。

0 引言

随着社会经济的发展，社会分工越来越细，科技服务的范围和形式发生着快速变化，科技创新活动中科技服务支撑也逐渐成为独立的业态存在。2014 年，国务院印发《国务院关于加快科技服务业发展的若干意见》，明确指出要重点发展研究开发、检验检测认证、知识产权等专业科技服务和综合科技服务，提升科技服务业对科技创新和产业发展的支撑能力。

科技服务已经成为推动科技创新的重要动力，是科技产业和区域经济发展的助推器。科技服务的开展需要强大的科技资源作为支撑与保障。在《科技平台标准化工作指南》中，科技资源被定义为用于科技活动的人力、物力、财力以及组织、管理、信息等要素的总称[1]。科技服务资源是科技资源中可直接用于科技服务的部分，是实现各类科技创新主体之间沟通和合作的桥梁，是科技创新的重要保障[2]。科技服务资源池通过集成大量多源异构科技服务资源，有利于打破资源条块分割，实现资源的有效配置，是科技服务资源开放共享与高效利用的基础。因此，科技服务资源池建设是区域科技创新的重要支撑，推进科技服务资源的开放共享也成为国家创新体系建设的重要内容。

科技服务资源在服务创新活动中发挥着重要作用。我国学者从服务角度对科技资源进行了深入研究。李楠等[3]从科技服务过程的用户需求出发，提出了一种面向复杂资源的按需集成模式。龙玲[4]针对科技服务资源利用率较低的问题，设计了一个整合学术资源、技术资源、专家资源和人才资源等科技服务资源共享平台。李成等[5]从科技服务资源共享的机制入手，借助委托代理理论讨论了共享开放中的委托代理关系和存在的委托代理问题。张根莱等[6]根据产品协同开发原理，针对成渝地区企业经济发展背景，探讨了科技资源服务云平台的产品协同开发策略与技术。

在行业实践方面，以科学实验为依托的研发设计服务和以计量检测认证为核心的检验检测服务是科技服务资源的重要组成部分，这是科技服务资源池建设的重要领域。研发设计资源是创新创业的科学智库和重要支撑，其通过开发利用智力和科技人才资源，推动科技成果转化，为社会创新创业提供软硬件支撑。提供研发设计资源池的机构往往以重点实验室、工程技术研究中心、企业技术中心、产品检测中心、博士后站点等为代表。实验动物是生命科学研究过程中必不可少的条件资源和重要手段，是一种典型的研发设计科技服务资源，其在探索生物、医学、自然科学等科学研究中，以及在生态环境保护、农牧产品生产、商品检验检测等领域中，发挥着重要的基础支撑作用。我国实验动物资源品种和品系多样，研究并创建了上千种基因修饰动物模型，还自主研发了长爪沙鼠、树鼩、斑马鱼等多物种、多层次的实验动物新资源[7]。研发设计服务资源的种类多样且数量庞大。

“检验检测”按《国民经济行业分类》（GB/T4754−2017），属于行业代码为 745“质检技术服务”的一类[8]，服务主要类型包括检验检测、认证计量和仪器共享等。检验检测服务业的主体是具有检验检测资格的服务机构，行业规模近年来呈现不断扩大的趋势。目前，我国检验检测服务业已经发展为具有一定规模的市场产值高、技术含量高、覆盖范围广的科技产业，因此，检验检测服务对资源的集成和服务方式的创新提出了更高的要求。

针对科技服务资源整体庞杂的现状，为保障服务匹配与利用效率，从资源描述层次制定科技服务资源的数据规范非常重要。研发设计资源是科技创新链的前端，检验检测服务处于创新链的中端，两者的数据实体有相同之处，如仪器设备既是研发设计资源，也是重要的检验检测资源。而元数据描述方案的重点在于整个服务行业的实体和属性揭示。因此，本文选取研发设计、检验检测两类科技服务资源数据进行元数据描述方案的设计，在对该行业的现状进行分析的基础上，识别出其中的实体和属性，进而设计元数据核心元素，进一步扩大科技服务资源的集成程度，为

建设综合的研发设计与检验检测服务资源池提供数据规范。

1　科技服务资源实体及关系分析

1.1　主要实体及属性识别

科技服务资源数据规范设计，可以参照构建“实体—关系”模型的思路，首先需要将实体、属性、实体间关系进行识别和揭示。本文研究的科技服务资源池的重点领域分别是检验检测和研发设计。在这两个领域中，存在共同的实体，同时又具有各自侧重的资源类型，下面通过对这两个领域的调查分析，识别出其中的实体和属性。

1.1.1　科技服务资源一般实体

通过对科技服务资源池的调查，针对检验检测和研发设计，中国（上海）检验检测认证公共服务平台[9]和中国实验动物信息网[10]是目前国内最典型的两个平台。这两个平台分别是自身领域内建设较早、开放程度较高、服务功能较为完备的共享平台，其运行机制相近，覆盖了大部分领域内的资源，因此，通过对信息共享平台的分析可以识别出其中的重要实体和属性。

上述两个信息共享平台除提供行业资讯等信息外，最重要的服务是在线上对需求和服务进行匹配，在线下将资源和产品进行结合，实现整个科技服务过程。其主要服务信息来源是服务供给方。服务供给方需要在平台进行注册和认证，随后将自身的服务和产品在平台发布；平台则对各类服务信息进行分类组织，构建服务导航和检索系统；服务需求方可以在平台搜寻所需要的信息或者发布需求。而且，平台会将已有的信息资源进行整合加工，包括机构信息以及各类知识产品，进而建设成自己的特色资源库，为科技服务资源建设提供保障。具体的运行机制如图1所示。

在对平台的分析研究中，可以得出参与服务的主体是图1中的公共服务平台和服务供给方，主要包括提供服务和产品的机构和专家。继而根据业务类型的分析，例如在检验检测和认证服务中，开展服务的主体是服务提供方，客体是被检验检测和认证的企业产品，在实现服务的过程中需要依靠的技术媒介包括国家及国际标准文献、技术规范、仪器设备等。根据对服务业务现状的分析，将参与检验检测服务的所有实体归纳为3个不同的种类，即组织机构实体、知识出版物实体和产品及技术实体。

（1）组织机构实体：主要包括提供各类服务的机构，比如生物科技企业、认证机构等；提供咨询服务的个人专家和企业；提供共享仪器设备的高校和科研院所等；提供信息共享服务的共享平台和网站。

（2）知识出版物实体：主要包括检验检测服务所依赖的各种文献资源以及成果报告，比如检验服务依托的各类标准文献、认证服务需要的各级规范和服务完成时出具的项目报告等。

（3）产品及技术实体：主要包括各机构承担的项目和所拥有的仪器设备，实验所需要的实验产品和实验耗材等。

1.1.2　检验检测和研发设计的重点实体

检验检测和研发设计服务都是依托于科研仪器的科技活动，这两类科技服务都需要使用仪器设备对产品进行开发和测试。虽然检验检测和研发设计在实体上有重合的部分，但是这两类资源仍旧有各自的侧重点。检验检测服务一般在产品生产阶段进行，对产品是否符合标准进行检验、检测和认证，其中的核心实体是仪器设备；而研发设计服务则在产品研发阶段，是应用实验的方法帮助产品的研发和设计，而在研发设计资源池中最具代表性的是用于科研实验的实验动物。

仪器设备是检验检测和研发设计都不可或缺的重要组成部分，而在目前的仪器设备共享平台和系统中，仪器设备的描述方法不尽一致，在不同的系统中分类存在差异，这在区域内对仪器设备资源的集成造成了一定的阻碍。本文通过对不同平台的仪器设备进行调查，对仪器设备涉及的实体和属性进行归纳，并从仪器设备、生产厂商、分类层级进行描述。通过对仪器设备资源的描述规范的制定，将资源池内的仪器设备按照统一的规范进行描述，仪器设备资源的互通集成程

度增加，资源利用效率提高。关于仪器设备具体的实体属性关系模型如图 2 所示。

研发设计中最具代表性的服务资源是实验动物。实验动物在探索生物、医学、自然科学等科学研究中，以及在生态环境保护、农牧产品生产、商品检验检测等领域中发挥着重要的基础支撑作用。实验动物不仅涉及动物本身，而且涉及关于动物的一系列配套资源，包括动物饲料、笼器具、仪器设备、实验耗材等，但是还需加强对实验动物的规范描述，需要对实验动物资源进行集成规范设计。具体的实验动物实体属性关系如图 3 所示。

1.2 科技服务资源池本体结构

在科技服务资源池中存在多种类型的实体和属性，实体之间存在着关联或者继承等不同关系，比如某个仪器设备应该隶属于某个机构，而检验检测服务机构可以在信息共享平台进行注册，机构提供服务时又需要关联到相关的标准和规范，不同的实体之间会形成一个关联结构。为了更加清晰地揭示科技服务资源池内实体间的关系，图 4 将科技服务资源池中的主要实体及其子类进行列举，对实体之间的关系进行描述，以此构建了一个用以描述科技服务资源的本体。

科技服务资源池本体以科技服务中所需要的资源为主体，涵盖了组织与个人、科研活动、资质证书、基本信息、检验检测业务活动、研发设计业务活动、实验室认可领域、信息资源、实验产品、国家与地区等实体。根据对科技服务资源的实体调查和分析，可以将该本体划分为以下 3 个组成部分：一是机构信息板块，其中包括组织与个人、科研活动、基本信息、资质证书和国家与地区等实体，是以科技服务所依托的现实主体为核心的机构信息，主要用于揭示和描述科技服务资源池中的组织和个人，例如企业和专家的基

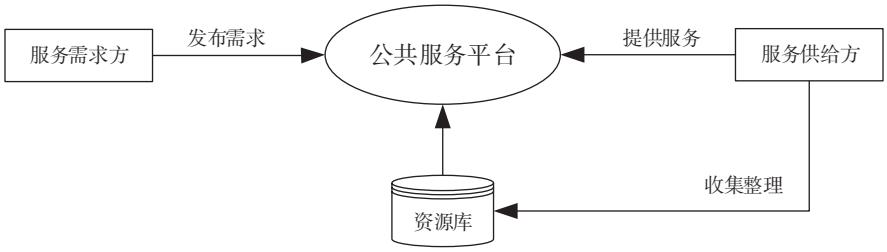
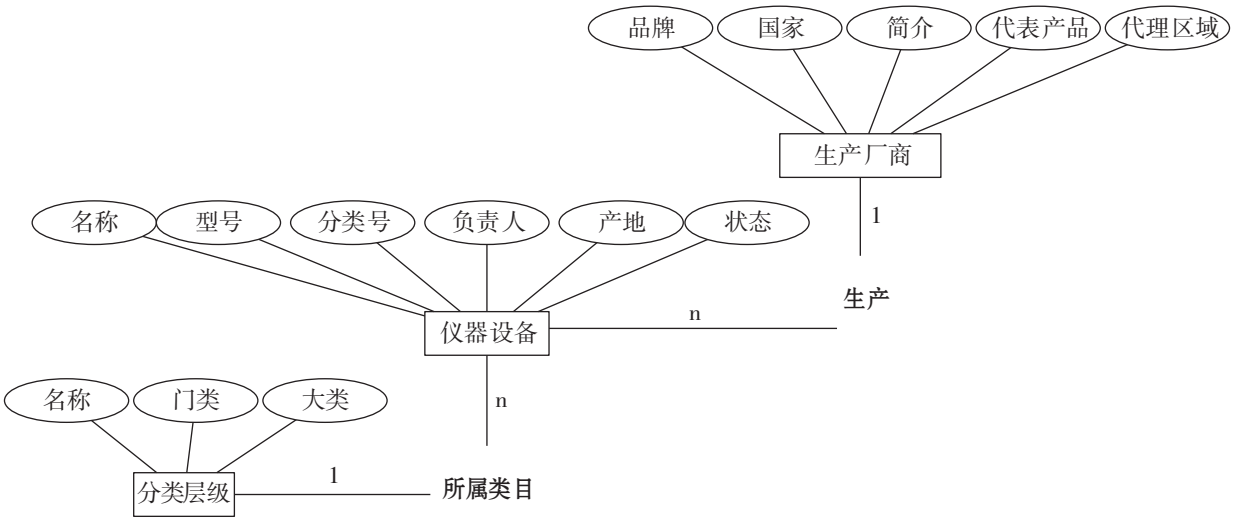
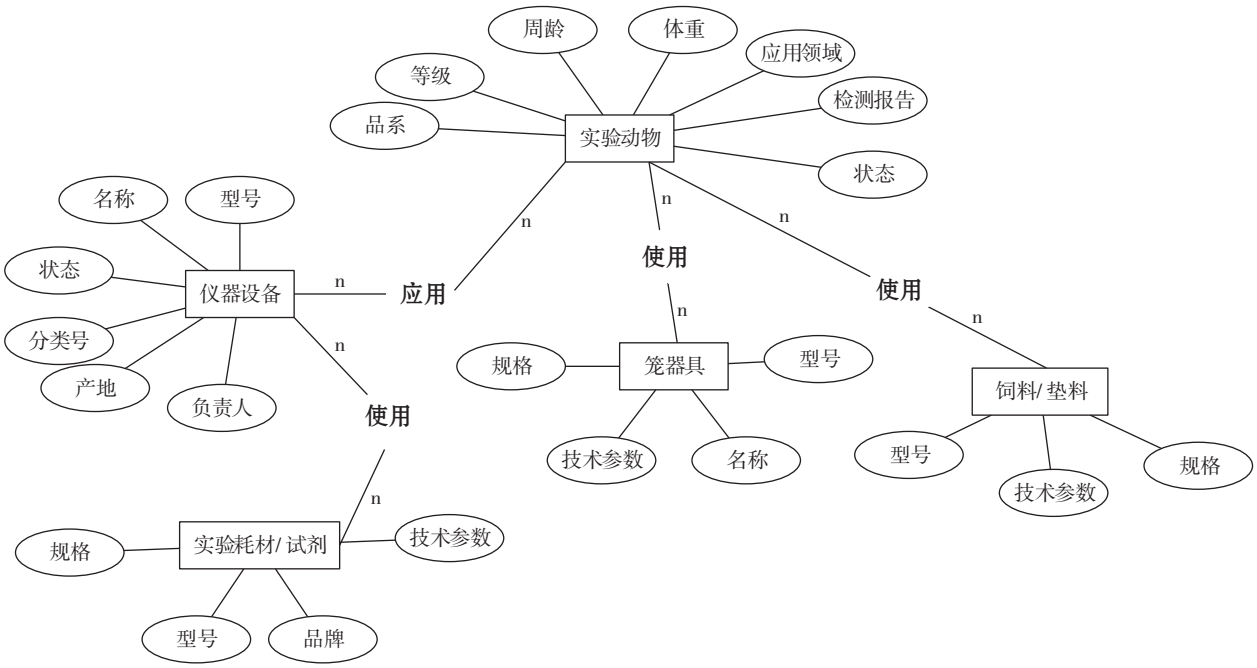


图 1　当前科技服务资源共享平台运行机制



注：“1”表示两个元素是一一对应关系，“n”表示两个元素是一对多的对应关系。

图 2　仪器设备实体属性关系



注："n"表示两个元素是一对多的对应关系。

图 3　实验动物实体属性关系

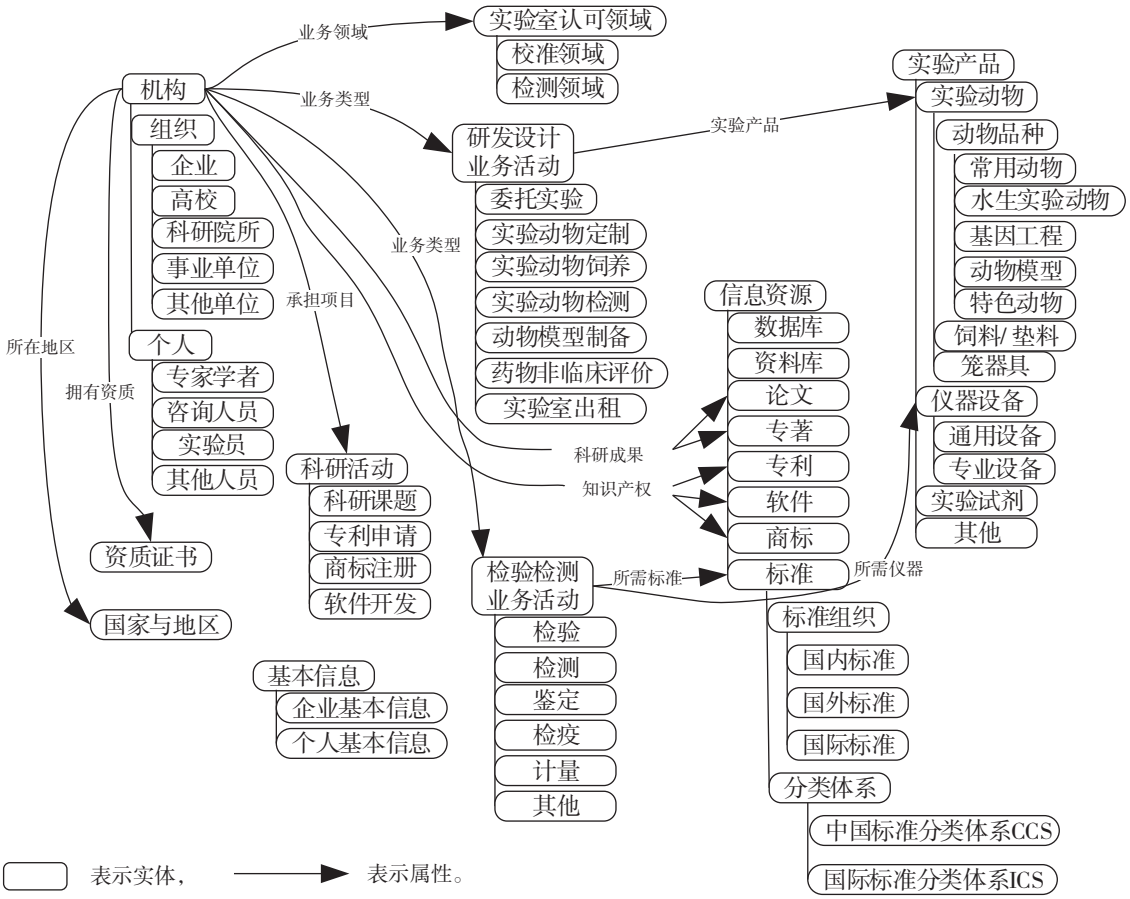


图 4　科技服务资源池本体

本信息、企业开展服务的资质信息、企业和个人承担或已经完成的科研活动等；二是科技服务信息板块，涵盖的实体分别是检验检测业务活动、研发设计业务活动和实验室认可领域，以科技服务中的客体为核心，用于描述两类科技服务的主要业务活动和业务领域，其中实验室认可领域是复用了中国合格评定国家认可委员会于2015年发布的《实验室认可领域分类》（CNAS-AL06：2015），该分类对检验检测和认证计量服务进行了详细的领域划分；三是资源与产品信息板块，主要包括信息资源和实验产品两个实体，分别代表了在进行科技服务时所需要和依托的信息和设备，其中仪器设备的分类体系参照了国家标准GB/T32847-2016《科技平台 大型科学仪器设备分类与代码》。通过本体中3个部分可以全面揭示科技服务资源池的资源实体，并通过对资源实体及其属性的描述设计科技服务资源池数据规范。

2 科技服务资源池元数据设计

科技服务资源池要达到关联、集成与共享，需要对科技及其服务资源进行数据规范方面的考虑和设计。元数据是信息资源组织通用的数据规范方法。以下采用元数据的设计方法对科技服务资源池中的科技服务资源对象进行分析。

2.1 科技服务资源池数据核心元素描述

将科技服务资源池中的实体转化为数据规范中的“类”进行处理，通过对类的描述和定义实现对科技服务资源池资源实体的规范。通过对资源描述本体的归纳和总结，可将实体转化为以下9个类：组织及个人、基本信息、科研活动、国家地区、业务活动、资质证书、领域分类、实验产品和信息资源。具体情况参照表1。

在科技服务资源池中，将实体转化为类后，根据不同的使用途径和实体本身的特征，本文将实体的属性转化为管理元数据、服务元数据、技术元数据三个大类。其中，管理元数据用于科技服务资源池的管理和维护，包括统计服务机构信息和资源数目，管理资源池内的仪器设备等资产；服务元数据用于面向需求方提供科技服务，将科技服务的类型和方式进行规范描述；技术元数据用于描述资源池中的科技服务所需要的各类文献资源、仪器设备、标准规范、实验器具、实验动物等资源，为科技服务资源池提供关于技术资源描述的规范。

在设计科技服务资源数据规范方案时，可以参考已有的、成熟的元数据标准，复用其元素和词汇，比如广泛用于描述数据资源的DC元数据方案[11]，可以描述检验检测服务中的标准等文献和报告，包括标准名称、标准关键字、分类号、标准号、组织类别等元素；FOAF是描述机构和人物的基本信息元数据标准[12]，可以复用FOAF中的元素对组织及个人实体的基本信息进行描述。详细的词汇信息和复用情况可以参照表2。

2.2 科技服务资源池数据规范定义

在设计科技服务资源池数据规范的类和属性后，需要对数据规范进行定义。本文将使用RDFS对数据规范进行描述。RDFS（RDF Schema）为RDF提供一个数据模型的词汇表[13]，

表1 科技服务资源池实体

类	元素	复用元素	已有标准
组织及个人	Agent	foaf:Agent	FOAF元数据
基本信息	Info		
科研活动	RD		
国家地区	Countries		
业务活动	Service		
资质证书	Qualification		
领域分类	Feild		
实验产品	Products		
信息资源	InformationResource		

表 2　科技服务资源池数据规范核心元素

类型	属性名称	元素	复用元素	已有标准
管理元数据	名称	Name	foaf:Name	FOAF元数据
	地址	Address		
	等级注册类型	RegistrationType		
	联系方式	Contact	foaf:Nhone	FOAF元数据
	所在平台	InthePlatform		
	行业协会组织	Memberof		
	学历	EducationBackground		
	职称	Position		
	学科领域	Major		
	科研成果	Achievement		
	知识产权	IntellectualProperty		
服务元数据	业务领域	ServiceFeild		
	业务类型	ServiceType		
	业务方式	ServiceMethod		
	服务客户	Customers		
	资质证书	Certificate		
	服务区域	ServiceArea		
	平台注册数	RegistrationNumber		
	订单价格	Price		
	订单数	Orders		
技术元数据	设备品牌	Brand		
	分类	Class		
	产地	ProductOrigin		
	状态	State		
	题名	Title	dc:Title	DC元数据
	标准号	Identifier	dc:Identifier	DC元数据
	类型	Type	dc:Type	DC元数据
	关键字	Keywords	dc:Subject	DC元数据
	状态	States	dc:Description	DC元数据
	基本信息	Introduction		
	动物品种	Species		
	动物类型	AnimalType		
	实验室类型	LabType		
	生产	Manufacture		
	使用	Use		

它主要是由描述RDF的基本概念和抽象语法的一些配套文档组成。简单地说，RDFS就是RDF的语义扩展，它可以用于描述资源类型以及资源之间的关系。

本方案中主要的核心元素包括类和属性，按照RDFS的规则，首先定义数据方案中的类（Class）和子类（subClass），例如数据规范中的类包括组织机构，以其子类组织、个人，具体的类在表1中列举。通过RDFS对Class的定义之后，需要对属性（Property）和子属性（subProperty）进行定义，例如对属性“服务领域”进行定义，它的定义域（domain）为“机构”及其子类，值域是“分类领域”及其子类。

通过对完整的类和属性的定义与描述，元数据中的元素得以规范，元数据方案可以在数据网络中得到更为广泛的应用。

2.3 数据规范应用分析

在一个完整的业务流程中，不同的业务阶段会对应产生和使用不同的数据规范，为更加直观地认识科技服务数据规范在科技服务中的应用和管理，以检验检测信息共享平台的业务为例，将数据规范的3个层次与业务流程结合，简要说明在不同的业务阶段需要的服务资源数据，如图5所示。

从图5可以看到，检验检测服务信息共享平台的业务流程大致可以划分为4个阶段。

（1）平台注册：在此阶段，提供检验检测服务和管理咨询服务的机构和专家应在平台进行注册认证。在此阶段将会产生机构、专家等组织的基本信息，包括机构基本情况（名称、地址、联系方式等）、机构资源状况（人力资源、设备资源等）、机构研究成果、专家个人信息、专家科研信息等，同时对于服务共享平台将会产生机构注册数等信息。

（2）发布信息：提供检验检测服务的机构和个人需要发布自身提供的服务产品信息，包括服务类型、服务方式、目标用户、资质证明等信息。

（3）达成匹配：服务需求方在平台中查找到需要的信息，达成了需求与供给的匹配，将会产生订单管理信息，包括订单号、订单状态、订单数量等。

（4）服务实现：这一阶段是检验检测服务真正开展的阶段，涉及开展检验检测需要的仪器设备、参考的各类标准等信息资源和实验产品的相关信息。

3 结语

规范设计科技服务资源池数据，打通科技服务资源数据层面是科技服务资源池建设的重要基础性工作，为区域内科技服务资源的整合提供一个数据规范框架，有效促进科技服务资源的匹配与利用效果，为科技创新助力。另外，一致性描述的数据规范重要性毋庸置疑，但在实际情况中，由于诸多因素，并不能很好地落地推进。在数据规范的通用框架下保证一定的复用性，然后根据具体科技服务领域可做进一步细化、扩展与修订。

参考文献

[1] 国家质量监督检验检疫总局,国家标准化管理委员会.科技平台标准化工作指南: GB/Z30525−2014 [S]. 北京:中国国家标准出版社,2014.

（下转第73页）

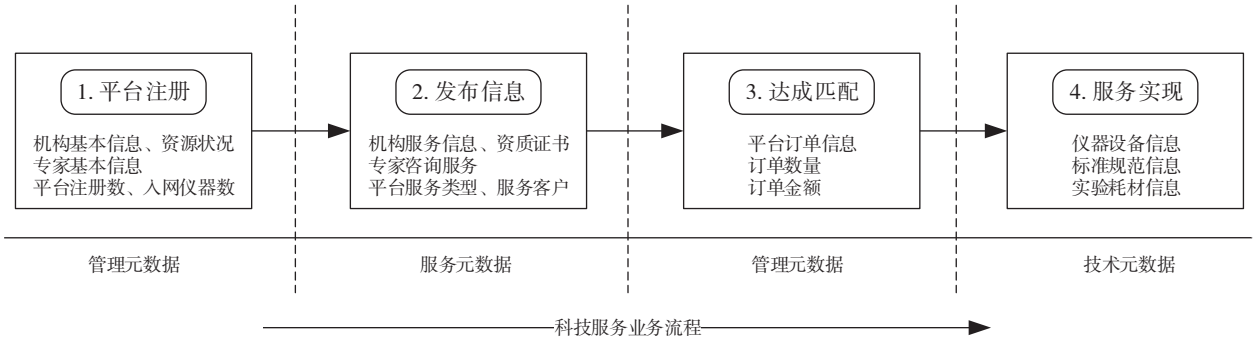


图5 检验检测服务平台业务与元数据层次

器补贴、科研平台认定考评等相关政策体系中，明确对服务机构跨区域科技资源服务的认可和鼓励措施，基于服务实效给予适当比例的奖补并用于实验人员和管理人员绩效激励，提高其参与开放共享的主观积极性。建立健全三地科技、财政、工商等部门联动的诚信监督体系，对虚报瞒报、套取资金、降低服务标准等企业和服务机构的违规行为，一经发现线索，及时通告三地，联合跟进查处，避免因政策风险导致对正常的区域互联互通和资源开放共享产生影响。

参考文献

[1] 郭铁成.创新券政策理念探讨[J].中国科技资源导刊, 2018, 50(5): 1−6. DOI: 10.3772/j.issn.1674−1544.2018.05.001.

[2] 张大瑞, 庞怡, 姜媛, 等.山东省大型科学仪器开放共享中科技创新券的应用实践[J]. 中国科技资源导刊, 2018, 50(1): 31−36. DOI: 10.3772/j.issn.1674−1544.2018. 01.006.

[3] 范治成, 赫运涛, 高鲁鹏, 等.我国创新券政策推动科技资源开放共享的探索与实践[J].中国科技资源导刊, 2017, 49(1): 1−7, 13. DOI: 10.3772/j.issn.1674−1544.2017. 01.001.

[4] 郭铁成."互联网+创新券" 带动上海创新资源辐射[J].科技中国, 2017(8): 37−39.

[5] 王德利.首都科技引领京津冀协同发展存在的问题及对策建议[J].科技管理研究, 2018(14): 81−86.

[6] 李峰, 张贵, 李洪敏.京津冀科技资源共享的现状、问题及对策[J].科技进步与对策, 2018, 28(19): 48−51.

[7] 毕娟.论京津冀协同创新中的科技资源协同[J].中国市场, 2015(31): 87−91.

[8] 科技部.京津冀签订创新券合作协议[EB/OL].(2018−08−03)[2019−08−08].http: //www.most.gov.cn/dfkj/tj/zxdt/201808/t20180802_141015.htm.

[9] 北京市财政局, 北京市科委.首都科技创新券资金管理办法[EB/OL].[2019−08−08].https: //www.cxq−bj.cn/index.php?r=page/page1.

[10] 天津市科技局.天津市科技创新券管理办法[EB/OL].(2019−07−25)[2019−08−08].http: //i.tten.cn/zffw/cxq/zcwj/201907/t20190722_145406.html.

[11] 河北省科技厅.河北省科技创新券实施细则(试行)[EB/OL]. [2019−08−08].http: //cxq.hebstd.gov.cn/Home/VouchersPolicy.

[12] 毛振芹, 李岭, 刘亚东.基于创新券制度的京津冀科技资源共享模式研究[J].中国市场, 2017(25): 47−49.

[13] 佟林杰.京津冀区域科技创新协同机制构建研究[J].河北地质大学学报, 2017(4): 95−99.

[14] 北京市技术市场管理办公室. 2016年北京技术市场统计年报[EB/OL]. (2017−09−22)[2019−08−08]. http: //kw.beijing.gov.cn/art/2017/9/22/art_1176_62915.html.

[15] 北京市技术市场管理办公室. 2017年北京技术市场统计年报[EB/OL]. (2018−09−25)[2019−08−08]. http: //kw.beijing.gov.cn/art/2018/9/25/art_1176_74032.html.

（上接第13页）

[2] 张玉强. 中小微企业科技服务资源整合的模式与创新研究[J]. 科技管理研究,2016,32(3):8−13.

[3] 李楠,康健.科技服务系统中资源按需集成策略研究[J].情报理论与实践,2009,32(3):47−49,46.

[4] 龙玲.科技服务资源共享平台的设计[J].现代信息科技,2019,3(13):93−97.

[5] 李成,王火红,董文鸳,等.区域科技服务资源共享机制探究[J].实验室研究与探索,2016,35(8):262−266.

[6] 张根莱,赵秀粉,谢正旺,等.基于成渝地区科技资源服务云平台的产品协同开发策略与技术[J].数字技术与应用,2019,37(5):143−146, 148.

[7] 程苹,王锡乐,卢凡,等.关于我国实验动物资源建设与发展的思考[J].中国科技资源导刊,2018,50(5):50−54,76.DOI:10.3772/j.issn.1674−1544.2018.05.008.

[8] 国民经济行业分类:GB/T 4754−2017[S/OL]. [2019−08−20].http://www.stats.gov.cn/tjsj/tjbz/hyflbz/201710/t20171012_1541679.html.

[9] 中国（上海）检验检测认证公共服务平台[EB/OL].[2019−08−20].http://sh.testrust.com/.

[10] 国家实验动物数据资源中心[EB/OL].[2019−08−20].https://www.lascn.net/.

[11] Dublin Core Metadata Element Set [EB/OL].[2019−08−20]. https://www.dublincore.org/specifications/dublin−core/dces/.

[12] Friend of a Friend (FOAF)[EB/OL].[2019−08−20].http://www.foaf−project.org/.

[13] RDF Schema 1.1[EB/OL].[2019−08−20].https://www.w3.org/TR/rdf−schema/.