

ICS XX.XX.XX  
J XX

# 团 体 标 准

T/CAMETA XXXXX-20XX

## 科技资源描述方法

Description method of scientific and technological resources

(征求意见稿)

2020-XX-XX发布

2020-XX-XX实施

中 国 机 电 一 体 化 技 术 应 用 协 会 发 布

## 目 次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 目 次.....              | I  |
| 前 言.....              | II |
| 1 范围.....             | 1  |
| 2 规范性引用文件.....        | 1  |
| 3 术语与定义.....          | 1  |
| 4 缩略语.....            | 2  |
| 5 科技资源描述方法的参考模型.....  | 2  |
| 6 科技资源分类体系及实施方法.....  | 2  |
| 7 科技资源元数据模型及实施方法..... | 4  |
| 8 科技资源本体模型及实施方法.....  | 5  |
| 9 科技资源知识元及实施方法.....   | 6  |
| 10 科技资源图谱及实施方法.....   | 6  |
| 参考文献.....             | 9  |

## 前 言

科技创新是我国发展的关键途径，需要科技资源共享和协同创新。科技资源共享是一个系统工程，首先需要建立科技资源的描述模型，对科技资源从不同角度进行规范化，在此基础上进行科技资源集成、评价和分享。科技资源描述方法包括：科技资源分类体系、科技资源元数据模型、科技资源本体模型、科技资源知识元、科技资源图谱等。

科技资源描述模型的建立具有较大难度，本标准提出了科技资源描述模型建立方法的参考模型，其意义是：①通过科技资源描述模型的规范化，有助于不同类型的科技资源的集成分享；②通过科技资源的不同类型的描述模型的集成化，形成科技资源描述模型的体系架构，为进行科技资源的全面系统描述提供整体解决方案，有助于解决科技资源共享难的问题；③利用新一代信息技术依靠大众共建模型，依靠科技资源描述过程的大数据智能分析，建立和优化科技资源描述模型。

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国机电一体化技术应用协会提出。

本标准由中国机电一体化技术应用协会归口。

本标准起草单位：浙江大学、北京机械工业自动化研究所有限公司、宁波市科技信息研究院、中国标准化研究院、西南交通大学、电子科技大学、昆明理工大学、北京万方数据股份有限公司、西北大学、清华大学、北京电子工程总体研究所、青岛海尔科技有限公司、黑龙江省科技资源共享服务中心、中关村四方现代服务产业技术创新战略联盟、杭州爱科科技股份有限公司、宁波浙大联科科技有限公司、浙江月立电器有限公司、奥克斯空调股份有限公司等。

本标准主要起草人：顾复、顾新建、纪杨建、陈茂熙、代风、孙洁香、张国成、魏晨雨、周一行、王志强、杨青海、洪岩，刘守华、吴奇石、廖伟智、阴艳超、甘大广、侯爱琴、乔飞、翟翔、居文军、方云科、陈风华、厉力众、朱代斌、郑范瑛、吴颖文、马步青、张今、刘杨圣彦、王昉、马超童等

# 科技资源描述方法

## 1 范围

本标准规定了科技资源描述方法。

本标准适用于科技资源共享活动。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本文件的引用而成为本文件的条款。下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本文件，然而，鼓励根据本文件达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本文件。

## 3 术语与定义

下列术语与定义适用于本文件。

### 3.1

科技资源 scientific and technological resources

从事现代科技服务和科技活动所需的资源，包括专业科技资源和业务科技资源。

### 3.2

专业科技资源 Professional science and technology resources

专业科技资源是指开展研究开发、技术转移、检验检测认证、创业孵化、知识产权、科技咨询、科技金融、科学技术普及等专业科技服务所需的资源，如论文、专利、标准等。

### 3.3

业务科技资源 Business science and technology resources

业务科技资源是指开展跨部门、跨行业、跨层级价值链协同、整合等业务活动所需的资源，如业务流程资源、产品使用数据、供应商数据等。

### 3.4

科技资源描述 description of scientific and technological resources

对科技资源的特征进行描述，以便快速、准确找到科技资源，实现科技资源共享。

### 3.5

科技资源分类体系 classification system of scientific and technological resources

采用数字或字母的形式，按照分类编码的一般原则与方法，对科技资源进行统一分类和编码的体系。

### 3.6

科技资源元数据模型 metadata model of science and technology resources

描述数据及其相关信息的数据。

**注：**在《GB/T 36478.3-2019 物联网信息交换和共享第3部分：元数据》和《GB/T 35397-2017 科技人才元数据元素集》基础上的综合。

### 3.7

科技资源本体模型 ontology model of science and technology resources

是对同一科技资源概念的名称及不同名称间的关系的规范描述。

**注：**科技资源本体又称知识本体。

### 3.8

科技资源知识元 knowledge basic unit of scientific and technological resources

在应用需求下，表达科技资源的一个完整事物或概念的不必再分的独立的知识单元。

注：修改自《GB/T 38377-2019 新闻出版知识服务知识资源建设与服务基础术语》。

### 3.9

科技资源图谱 knowledge graph of science and technology resources

描述和显示知识关系的一系列各种不同的图形模型。

### 4 缩略语

无。

### 5 科技资源描述方法的参考模型

图 1 为一种科技资源描述方法的参考模型，包括：科技资源分类体系、科技资源元数据模型、科技资源本体模型、科技资源知识元、科技资源图谱等。这些方法和模型对科技资源从不同角度进行规范化，这是科技资源共享的基础。科技资源包括专业科技资源、业务科技资源等。

科技资源描述是对科技资源的一种“画像”，是对科技资源的分类，是对科技资源的有序化，能够帮助用户快速搜索到所需要的科技资源，快速了解科技资源的主要内容，快速帮助科技资源之间的相互集成，解决数据格式不一致的问题，解决同一概念描述不一致的问题。图 1 为科技资源描述方法的结构框架。图 2 通过一个例子说明各种科技资源描述方法间的关系。

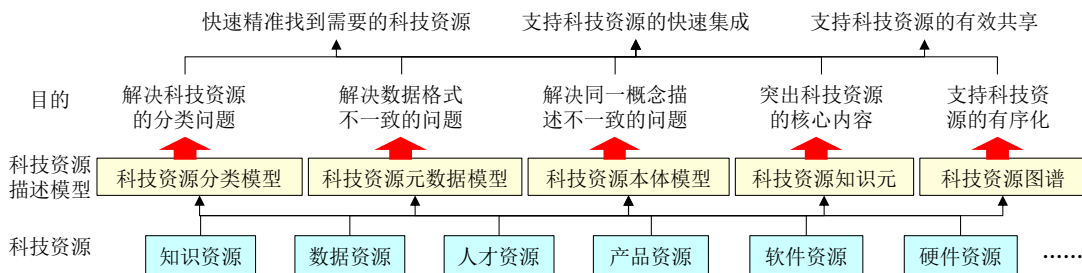


图 1 科技资源描述方法的结构框架

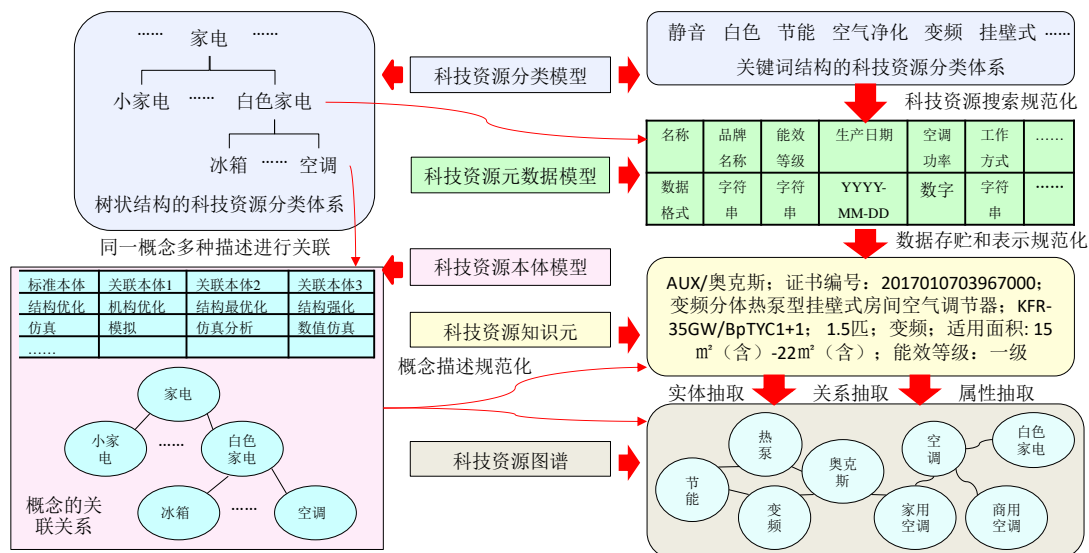


图 2 科技资源描述方法间关系的一个例子

### 6 科技资源分类体系及实施方法

#### (1) 科技资源分类体系的定义

科技资源分类体系可以分为以下两种：

1) 树结构的科技资源分类体系：这是基于系统分解方法，采用数字或字母的形式，按照分类编码的一般原则与方法，对科技资源进行统一分类和编码的方法体系。其目的是描述科技资源的层次性、系统性和可识别性，确定任一科技资源在科技资源体系中的位置与相互关系，通过其属性或特征的分类编码来区别不同类别的科技资源，便于科技资源的搜索和分类，提高科技资源共享的效率。科技资源分类体系一般是一种树结构。科技资源分类体系又称为科技资源分类编码体系、科技资源分类目录、科技资源标识体系等。

与科技资源分类体系相近的分类编码体系有制造业信息化服务平台服务资源分类编码、网络化制造环境下的制造资源分类编码、企业信息分类编码等。不同的科技资源的分类编码标准已经有很多，如参考文献所示。

2) 关键词结构的科技资源分类体系：采用关键词或者标签(tag)等方式进行科技资源的属性或特征的特征和描述。这里的关键词或者标签往往是大众编制，所以又称大众分类法。这类分类体系比较适合互联网中的资源分享。

表 1 为两种科技资源分类体系的比较。

表 1 两种科技资源分类体系的比较

|        | 树结构的科技资源分类体系                                  | 关键词结构的科技资源分类体系                               |
|--------|---|--|
| 主观性的影响 | 很强；难以采用唯一的分类体系描述                              | 较小；通过大数据的分析，减少个人主观性的影响，反映大众的选择               |
| 灵活性    | 较弱，修改难  | 很强，维护难                                       |
| 结构性    | 很强；树结构本身就体现了分类的严谨的结构                          | 较弱；关键词本身没有反映其相互关系，关键词之间的结构需要进行进一步的大数据的分析才能得到 |
| 编制的复杂性 | 编制复杂，要兼顾各种科技资源分类的需要，包括知识、数据、人才、产品、软件、硬件等科技资源。 | 编制简单   |
| 一致性    | 较强，由专家讨论统一确定                                  | 较弱，人们可能采用不同的术语描述相同的概念                        |
| 持续性    | 资源描述具有较长的持续性，可以有效保证其在时间历程上的一致性                | 有时关键词的描述随时间有较大变化，使过去的资源的搜索变得困难               |

## (2) 科技资源分类体系的需求

- 1) 科技资源分类体系是组织科技资源的有效手段，也是实现科技资源共享的必要条件。
- 2) 科技资源分类体系可以帮助建立科技资源分类目录，实现对科技资源的管理、共享和服务。
- 3) 科技资源分类体系可以帮助建立科技资源的分级标准，实现对科技资源的安全有序开放共享。
- 4) 科技资源分类体系要兼顾专业科技资源和业务科技资源的不同需求，包括知识、数据、人才、产品、软件、硬件等科技资源。
- 5) 科技资源分类体系具有规范化和标准化的特性，支持科技资源的供需匹配。
- 6) 通过科技资源分类体系可以快速定位到所需要的科技资源，支持科技资源共享。

## (3) 科技资源分类体系的建立方法

### 1) 树结构的科技资源分类体系的建立方法

本标准主要关注企业、平台的科技资源分类体系。因为国际、国家的科技资源分类体系比较宽泛，难以满足具体企业、平台的具体需求。

可以借助《中国图书馆分类法》《GB/T 32843-2016 科技资源标识》、国际专利分类体系(IPC)等的分类体系,在此基础上进行扩展建立企业或行业平台的科技资源分类体系。《中国图书馆分类法》简称《中图法》是当今国内图书馆使用最广泛的分类法体系。目前国际上主要的专利分类体系有国际专利分类体系(IPC)、日本专利分类体系(FI/F-term)、美国专利分类体系(USPC)、欧洲专利分类体系(ECLA/ICO)以及联合专利分类(CPC)。在知识资源分类方面可以参考《GB/T 23703.7-2014 知识管理 第7部分:知识分类通用要求》。

细分类别的科技资源可以参考一些已有的分类标准。

科技资源的树结构分类体系由本领域的专家编制,对科技资源信息的属性或特征进行综合分析,将科技资源归入对应的子类,检索时可按树结构一层一层地找到所需要的科技资源。

科技资源的树结构分类体系的建立应遵循科学性、系统性、可延性和兼容性的规则,要邀请领域专家参与。

科技资源的内容和概念在不断变化,科技资源分类体系需要与时俱进。当科技资源分类体系变化后,需要对已经应用科技资源分类体系的科技资源编码进行维护,或者在编码搜索系统中建立对应修改表,实现在不同时期的科技资源分类体系的统一搜索,这样可以解决传统的科技资源分类体系修改难、灵活性差等问题。所以需要基于互联网的科技资源分类体系建立、维护和应用平台的支持。

## 2) 关键词结构的科技资源分类体系的建立方法

主要采用大众分类法,即关键词或标签是由大众自己选择。

(a) 关键词的定义:出现在文献的标题、摘要以及正文中,能够表达文献主题内容、在该文献中出现频率较高的自然语言词汇。

(b) 标签的定义:不依赖于固定分类,通过用户针对内容特点添加的简短描述,以方便搜索的分类。

关键词或标签最大的挑战是随意性较大、规范性较弱,显著增加了搜索或匹配科技资源的难度。但在互联网环境中,随着关键词或标签用户数的增加,这种随意性将会显著减少,因为如果科技资源发布者所采用的关键词或标签太随意、不规范,就会使其发布的科技资源难以被人搜索和利用,达不到其发布分享的目的;同样,如果科技资源搜索者所采用的关键词或标签不规范,就会使其难以搜索到想要的科技资源。最终对于同一科技资源,大家就会趋向于采用同样的关键词或标签。这是一种自组织优化的模式。互联网平台要为促进关键词或标签的自组织优化提供良好的环境,例如,当用户输入关键词或标签时,平台提示该关键词或标签是否是常用的关键词或标签。

## 7 科技资源元数据模型及建立方法

### (1) 科技资源元数据模型的定义

科技资源元数据规范了科技资源描述空间的维度,是描述数据及其相关信息的数据,用于描述科技资源(包括实物资源和信息资源)的内容、覆盖范围、质量、管理方式、数据的所有者以及提供方式等有关信息的数据。

科技资源的元数据包括:科技资源名称、类型、发布者、发布时间、存放地点、关键词等。对不同的科技资源,如知识、数据、人才、产品、软件、硬件等,有相应的元数据模型。有些已经有标准,需要考虑尽可能采用。

例:图书元数据包括:书名、作者、出版发行机构、出版日期、出版书号等。

### (2) 科技资源元数据模型的需求

不同的组织和对科技资源描述空间的维度往往有不同的定义,这就导致了科技资源集成难和搜索难。科技资源元数据通过对科技资源对象进行统一规范描述,有助于对科技资源的组织、集成、检索、发现和管理。

### (3) 科技资源元数据模型的建立方法

1) 参考已有的科技资源元数据模型，调查搜集尽可能多的科技资源元数据，建立科技资源元数据参考模型库。

2) 从科技资源元数据参考模型库中，根据需要选择合适的科技资源元数据。如果元数据数量太多，使用不便；元数据数量太少，则描述不完整。需要进行元数据的相关性分析，去掉相关性较大的两个元数据中的一个；需要进行元数据的重要性评价，把对科技资源描述价值相对较小的元数据去掉；元数据的数量最终要考虑科技资源描述的完整性、可分类性、特征可识别性等；元数据的数量还与科技资源的其它具体描述需求有关；元数据选择与元数据建立和管理的信息化水平有关，当信息化水平较高时，元数据的数量可以多些。

3) 科技资源元数据类型可以由专家协商确定，也可以通过对科技资源大数据分析得到，或者由专家协商和大数据分析共同得到。

4) 协同建立科技资源元数据模型的标准。该类标准涉及面广、用户多，因此可以采用维基（Wiki）模式，组织广大用户参与，协同提出和修改科技资源元数据模型的标准。

5) 重点关注科技资源核心元数据，其定义是：描述科技资源最基本信息的元数据最小集合，包括：科技资源中文名称和英文名称、科技资源发布者、科技资源发布时间（最近提交日期）、科技资源存放地点（信息链接地址）、科技资源知识元、科技资源关键词（或标签）、科技资源标识编码、科技资源标准本体和同义本体。

**注：**元数据建立方法可以参考《GB/T 30522-2014 科技平台 元数据标准化基本原则与方法》《GB/T 26499.3-2011 机械 科学数据 第3部分：元数据》。

## 8 科技资源本体模型及建立方法

### （1）科技资源本体模型的定义

科技资源本体模型规范了同一科技资源概念的名称及不同名称间的关系。科技资源本体又称知识本体。

### （2）科技资源本体模型的需求

不同的组织和人对科技资源概念往往有不同的术语及术语的关系，这就导致了科技资源集成难和搜索难。科技资源本体模型通过对科技资源对象进行统一规范的描述，有助于提高科技资源的组织、集成、检索、发现和管理的效率。

本体是用于帮助解决同一概念的名称多样化问题和概念结构混乱带来的问题。名称多样化问题会导致科技资源共享和利用中出现如下问题：①搜索到的科技资源信息不完整；②搜索到的科技资源信息不准确；③科技资源信息集成难。概念结构混乱会带来科技资源分类混乱、资源集成难和搜索难的问题。

### （3）科技资源本体模型的建立方法

科技资源本体模型包括标准本体和同义本体，其概念如图3所示。

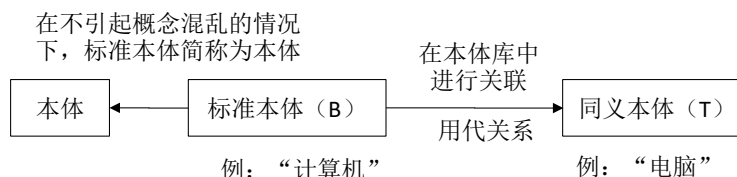


图3 本体、标准本体和同义本体的关系

科技资源本体模型的主要建立方法包括：

1) 了解企业的业务组织及工作内容，确定企业所需要共享的科技资源范围；确定科技资源本体的需求。

2) 初选科技资源本体，试用和选择科技资源本体，包括标准本体和同义本体。



3) 依靠广大科技人员协同建立科技资源本体，并通过对大家使用科技资源的行为的跟踪、统计和分析，不断优化科技资源本体。

标准本体与术语概念类似，可以参考《GB/T 10112-2019 术语工作 原则与方法》《GB/T 13725-2019 建立术语数据库的一般原则与方法》，其中同义词、近义词相当于同义本体。

目前已经有术语相关的国家标准 1172 个，行业标准 840、地方标准 932。绝大多数是各种产品、技术的术语标准，以便大家采用标准的术语。这些术语可以作为科技资源标准本体，但其数量还比较少，需要适当增加。

同义本体在提高科技资源的搜准率和搜全率方面很重要，需要建立同义本体库。

## 9 科技资源知识元及建立方法

### (1) 科技资源知识元的定义

知识元是在应用需求下，表达一个完整事物或概念的不必再分的独立的知识单元。

注：引自 GB/T 38377-2019 新闻出版知识服务知识资源建设与服务基础术语

科技资源知识元是从科技资源中进一步提炼而成的科技资源中的最核心和最精炼的知识，往往是以摘要、简要介绍等方式展示。

### (2) 科技资源知识元模型的需求

科技资源知识元模型可以让用户快速地了解有关科技资源的主要特点和内容。

科技资源知识元模型可以与其它科技资源的知识集成，支持快速组成上层的科技资源知识图谱。

### (3) 科技资源知识元的建立方法

科技资源知识元模型的内容主要是：

- 1) 简要说明科技资源的需求（为什么，Why）。
- 2) 简要说明科技资源的内容（是什么，What）。
- 3) 简要说明科技资源的应用方法（怎么用，How）。

为了提高科技资源的搜索和利用效率，需要按照科技资源元数据模型，采用标准本体描述科技资源。

## 10 科技资源图谱及建立方法

### (1) 科技资源图谱的定义

科技资源图谱是显示科技资源发展进程与结构关系的一系列各种不同的图形模型，采用可视化技术描述科技资源及其载体，挖掘、分析、构建、绘制和显示科技资源及它们之间的相互联系，是对科技资源的全方位关联关系的描述。

科技资源图谱的内容如图 4 所示。

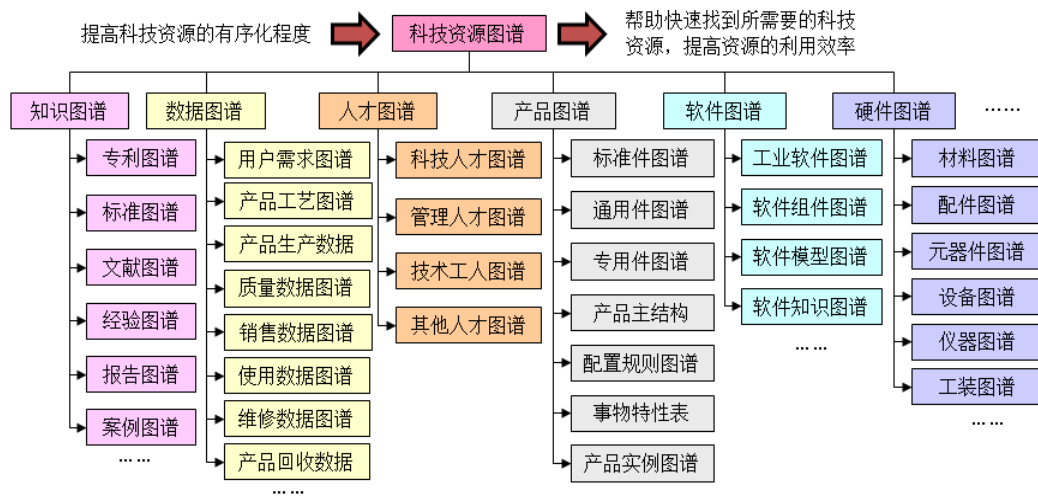


图4 科技资源图谱的内容

1) 知识图谱：以知识分类体系或关键词为核心，建立知识之间的各种关系，如关联关系、层次关系、衍生关系、相似关系等，集聚知识的属性。

2) 数据图谱：说明数据之间的关系，例如，面向某机床的加工质量的原因分析的数据，包括：机床振动数据、机床热变形数据、刀具加工声发射数据、刀具磨损视觉监控数据、工件加工表面质量数据等，由数据图谱集成，目的是便于数据的管理和利用。数据图谱还关联获取这些数据的人、传感器、软件等，关联相应的机床、刀具、工件等参数。其目的是使这些数据能够被其他研究者共享重用，提高数据的生命力和价值。

3) 人才图谱：以知识分类体系或关键词为核心，建立人才之间的各种关系，如师生关系、合作伙伴关系、竞争对手关系、专业相似关系、专业互补关系等，并集聚人才的各种成果。

4) 产品图谱：以产品分类体系或关键词为核心，建立产品之间的各种关系，如层次关系、相似关系、成套关系、变型关系、配置关系等，并集聚产品的各种信息。

5) 软件图谱：建立软件之间的各种关系，如可组合关系、可变型关系、可置换关系等，并集聚软件的各种信息。

6) 硬件图谱：建立硬件之间的各种关系，如层次关系、相似关系、成套关系等，并集聚硬件的各种信息。硬件种类很多，差别很大，所以首先需要对硬件分类。

## (2) 科技资源图谱的需求

科技资源之间具有一定的关联性，可以采用科技资源图谱进行描述。例如，数据之间的关系通过数据图谱可以完整获得。

科技资源可以通过科技资源图谱有序化集成和全方位的描述，使其可以方便在不同组织和人之间共享。利用科技资源图谱可以帮助快速搜索到系统化的科技资源，提高科技资源的利用效率。

## (3) 科技资源图谱的建立方法

科技资源描述的难点是科技资源描述的工作量很大，并会因人而异，需要采用透明公平的方法激励大家参与科技资源描述及描述的规范化，需要采用大数据和群体智能的方法提高科技资源描述的自动化水平和准确性。

不同的专家由于自己所擅长的细分领域的不同、科技水平和素养的不同，在科技资源图谱建立中需要给予不同的权重。

知识图谱的建立方法分为自顶向下和自底向上两种。自顶向下指首先定义本体库和数据模式，再向知识库中添加一系列事实，即先模式层后数据层。自底向上指先提取文本分析数据，再由数据驱动，设计知识库的模式层，即先数据层后模式层。一般的知识图谱是自底向上构建的。然而，

对于垂直领域知识图谱，在处理复杂和不稳定的业务需求时，需要特定于行业的专业知识和高质量的数据，将更倾向于采用自顶向下的方法。

## 参考文献

- [1]董明涛、孙研、王斌. 科技资源及其分类体系研究[J]. 合作经济与科技. 2014(10):28-30.
- [2]GB/T 20529.1-2006 企业信息分类编码导则第1部分:原则与方法[S].
- [3]GB/T 34045-2017 制造业信息化服务平台服务资源分类规范[S].
- [4]GB/T 25111-2010 网络化制造环境下的制造资源分类[S].
- [5]GB/T 20529.2-2010 企业信息分类编码导则第2部分:分类编码体系[S].
- [6]GB/T 22124.2-2010 面向装备制造业产品全生命周期工艺知识第2部分:通用制造工艺分类编码规范[S].
- [7]DB61/T 1224-2018 基于成组技术的零件分类编码要求[S].
- [8]涂勇, 龚雪媚, 赵辉. 科技资源管理标准体系的研究[J]. 中国科技资源导刊, 2012(6):41-44
- [9]GB/T 32843-2016 科技资源标识[S].
- [10]王志强, 杨青海. 科技资源开放共享标准体系研究[J]. 中国科技资源导刊. 2016, 48(4):19-23.
- [11]孙凯. 科技资源共享可行性分析及对策建议[J]. 西北大学学报(哲学社会科学版), 2005, 35(3):109-112.
- [12]王雪. 区域科技共享平台服务模式与运行机制研究[J]. 黑龙江:哈尔滨理工大学[D]. 2015.
- [13]董明涛、孙研、王斌. 科技资源及其分类体系研究[J]. 合作经济与科技. 2014(10):28-30.
- [14]GB/T 30523-2014 科技平台资源核心元数据[S].
- [15]刘玲利. 科技资源要素的内涵——分类及特征研究[J]. 情报杂志. 2008(8):125-126.
- [16]GB/T 32843-2016 科技资源标识[S].
- [17]顾复, 陈茂熙. 一种基于标签的产品和零部件网页的自组织分类编码方法[J]. 成组技术与生产现代化. 2007, 24(2):57-60.
- [18]GB/T 38377-2019 新闻出版知识服务知识资源建设与服务基础术语[S].
- [19]GB/T 35430-2017 信息与文献期刊描述型元数据元素集[S].
- [20]GB/T 18391-2009 信息技术元数据注册系统(MDR) [S].
- [21]GB/T 5271.17-2010 信息技术词汇第17部分:数据库[S].
- [22]GB/T 33745-2017 物联网术语[S].
- [23]GB/T 36478.3-2019 物联网信息交换和共享第3部分:元数据[S].
- [24]GB/T 35397-2017 科技人才元数据元素集[S].
- [25]GB/T 30535-2014 科技报告元数据规范[S].
- [26]刘春燕, 安小米. 基于生命周期的科技信息资源共享元数据研究[J]. 情报理论与实践. 2018, 41(5):39-43.
- [27]GB/T 30523-2014 科技平台资源核心元数据[S].
- [28]GB/T 31073-2014 科技平台服务核心元数据[S].
- [29]赵启阳, 张辉, 王志强. 科技资源元数据标准研究的现状分析与新的视角[J]. 标准科学. 2019(3):12-17
- [30]GB/T 35295-2017 信息技术大数据术语[S].
- [31]GB/T 38377-2019 新闻出版知识服务知识资源建设与服务基础术语[S].
- [32]GB/T 37965-2019 信息与文献文化遗产信息交换的参考本体[S].
- [33]GB/T 32395-2015 信息技术互操作性元模型框架(MFI)第3部分:本体注册元模型[S].
- [34]GB/T 20606-2006 智能运输系统 数据字典要求[S].
- [35]GB/T 38381-2019 新闻出版 知识服务 知识元描述[S].
- [36]GB/T20258.1-2019 基础地理信息要素数据字典 第1部分:1:500 1:1000 1:2000 比例尺[S].
- [37]顾新建, 马步青, 代凤. 基于大数据的知识共享方法研究[J]. 知识管理论坛. 2016(1):30-38.
- [38]毕经元. 基于Web2.0的知识元链接网络系统[D]. 浙江:浙江大学. 2010.
- [39]GB/T 38377-2019 新闻出版知识服务知识资源建设与服务基础术语[S].
- [40]AMITS. Introducing the knowledge graph[R]. America:Official Blog of Google, 2012.
- [41]杜鹏程; 吴婷; 王成城. 科技人力资源研究领域的知识图谱分析[J]. 中国科技论坛. 2013(8):83-89.
- [42]马亚宁. 《上海人工智能公共研发资源图谱》[N]. 新民晚报. 2019-08-30(1).