

张树良,王 辉,张志强,等. 国际地球物理仪器专利技术研发态势分析. 地球物理学进展, 2011, 26(3): 1120~1130, DOI: 10.3969/j. issn. 1004-2903. 2011. 03. 043.

Zhang S L, Wang H, Zhang Z Q, *et al.* Analysis of international proprietary technology development of geophysical instrument. *Progress in Geophys.* (in Chinese), 2011, 26(3): 1120~1130, DOI: 10.3969/j. issn. 1004-2903. 2011. 03. 043.

国际地球物理仪器专利技术研发态势分析

张树良¹, 王 辉², 张志强¹, 刘志辉¹, 安培浚¹

(1. 中国科学院国家科学图书馆兰州分馆/中国科学院资源环境科学信息中心, 兰州 730000;

2. 中国科学院资源环境科学与技术局, 北京 100864)

摘 要 地球物理仪器是支撑地球科学研究及诸多科技领域发展的重要手段和工具. 作为该技术领域国际竞争的制高点, 地球物理仪器专利技术不仅是相关先进技术应用和地球物理仪器发展的风向标, 而且也是地球物理学最新进展的重要反映. 基于 Derwent 专利数据库, 利用 TDA 和 Aureka 分析工具对 1998~2008 年间地球物理仪器技术专利进行分析, 系统揭示近 10 年以来地球物理仪器技术的研发现状与态势、研发热点以及技术分布与格局. 结果显示, 地球物理仪器专利技术研发主要面向地震与声学以及电磁探测设备; 发达国家和该领域传统技术优势国家实力显著; 以跨国公司为代表的企业是地球物理仪器技术研发的主导力量. 中国在该技术领域呈上升态势, 发展潜力巨大.

关键词 地球物理仪器, 地球物理技术, 专利技术, 专利分析, 专利地图, 发展态势

DOI: 10.3969/j. issn. 1004-2903. 2011. 03. 043

中图分类号 P631

文献标识码 A

Analysis of international proprietary technology development of geophysical instrument

ZHANG Shu-liang¹, WANG Hui², ZHANG Zhi-qiang¹, LIU Zhi-hui¹, AN Pei-jun¹

(1. *The Lanzhou Branch of the National Science Library/The Scientific Information Center for Resources and Environment, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China;* 2. *Bureau of Science and technology for Resources and Environment, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100864, China*)

Abstract As important means and tools, geophysical instruments provide technical support for the geoscience research and the development of many other science and technology fields. As the focus of the international competition, patented technology of geophysical instrument is not only reveals the trend of advanced relative technology development but also denotes new progress of the geophysics. Aimed to show the development status, the focus of R & D and the distribution of geophysical instrument technology over the past 10 years (from 1998~2008), the patent analysis of geophysical instrument (the data from DII) are carried out using TDA and Aureka. The result shows that the R & D of geophysical instrument focuses on seismic, acoustic and electromagnetic detecting instrument; the developed countries and the countries which have sustained technical advantage take the dominant position in this area, the international corporations are leading force of the geophysical instrument R & D and China is maintaining progress and has tremendous development potential.

Keywords geophysical instrument, geophysical technology, proprietary technology, patent analysis, patent map, development status

收稿日期 2010-08-15; 修回日期 2010-11-20.

基金项目 中国科学院知识创新工程重要方向项目“资源与海洋、生态与环境创新基地战略研究与科学评价”(KZCX2-YW-501)(40841015)资助.

作者简介 张树良,男,1973年生,河南荥阳人,博士,中国科学院国家科学图书馆/中国科学院资源环境科学信息中心副研究员,主要从事高科技信息分析及战略情报研究工作.(E-mail:zhangsl@llas.ac.cn)

0 引言

地球物理仪器是基于物理学原理和方法设计研制、专门用于地球科学研究的工具、装置、仪器及设备的统称,是集传感器、电子、计算机、数据传输和通讯等多种技术为一体的综合系统^[1]。

按照不同分类方法,可将地球物理仪器划分为相应不同类型,如根据具体用途,地球物理仪器分为地质勘探仪器、水文观测仪器、气象仪器、海洋调查观测仪器等;如按照其所依据的物理学原理划分,地球物理仪器则包括电法仪器、磁法仪器、电磁仪、重力仪、地震仪器以及放射性测量仪器等^[2]。实际上,就地球物理学本身的总体学科性质(地球物理学是一门观测科学)而言,地球物理仪器多为不同用途的观测仪器。

作为地球科学研究的主要手段和工具,地球物理仪器不仅在地质学、大气科学、环境科学、生态学等领域的科学研究中有着广泛而重要的应用,而且是军事与国防、资源探测、环境评估、工程监测以及灾害预防等科技领域发展的关键支撑。而作为该技术领域国际竞争的焦点,地球物理仪器专利技术则代表着相关先进技术的最新应用并反映地球物理学研究的最新进展。

本文旨在通过对 1998~2008 年地球物理仪器技术领域专利数据分析,系统揭示近 10 年以来地球物理仪器技术的研发现状与态势、研发热点以及技术分布与格局。希望通过此分析研究,为明晰目前国际地球物理仪器技术研发走势和我国的发展现状提供有益的参考和启示。

1 数据来源与分析方法

分析数据来源为 ISI WoK(Web of Knowledge) 德温特创新索引数据库(Derwent Innovations Index, DII)。

分析数据提取所依据的检索式为:

检索式 1:

TS=(geophysic * or geolog *) and ((electric * or " induced polarization " or resistivity) or (electromagnetic * or magnetotelluric * or NMR or radar * or electroseismic or radio *) or (magnetic * or magneto * or " hall effect " or geomagnetic) or (gravit * or gravimetr * or gravimeter * or gradometer * or gradiometer *) or (seismic * or seismo * or vibrat * or " seismic tomography ") or (well or

logging) or (airborne or aviat * or avigat *) or (" remote sensing " or telemetr * or telemeter *) or (spectroradiometer * or spectrograph *))

检索式 2:

TS=((geophysic * or geolog *) and (device * or instrument * or apparatus * or system * or detector * or sensor * or locator * or sonde or tool * or equipment * or method * or technique * or infrastructure * or prospect * or explor * or survey *)) or 德温特手工代码=(S03-C OR H01-A01)

分析数据时间范围:1998~2008;

数据量:最终分析数据集由根据检索式 1 和检索式 2 所提取的数据合并构建。共获得符合检索条件的原始记录 5177 项;

数据检索时间:2009 年 7 月 28 日。

分析工具采用汤姆森科技信息集团开发的专利数据分析软件 TDA(Thomson Data Analyzer)专利分析工具和 Aureka 分析平台。专利数据统计基于优先权专利^①。

2 地球物理仪器专利时序分布

1998~2006 年地球物理仪器专利申请总体呈稳定增长态势,该时间段的专利申请峰值年度为 2006 年,专利申请较之 1998 年增长 61.8%。由于从专利申请获到公开直至获得专利授权存在时滞,因此,2007 年和 2008 年实际数据不完整,在此仅供参考(图 1)。

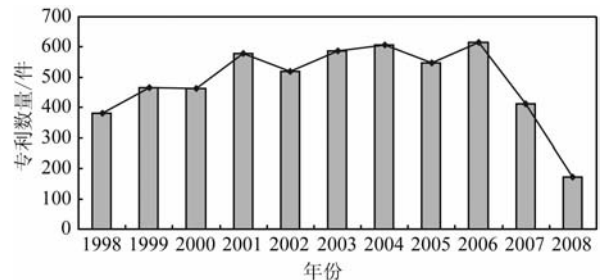


图 1 1998~2008 年地球物理仪器专利申请趋势
Fig.1 The Trend of Geophysical Instrument Patent Application from 1998 to 2008

① 专利优先权:按照《保护工业产权巴黎公约》,在缔约国提出专利申请时,专利申请人有权要求将首次申请日期作为其后同一主题申请专利的日期。首次申请日期称为优先权日。设立优先权日的意义在于为专利新颖性和创造性的判断提供时间基准。

3 地球物理仪器专利国家(地区)分布

3.1 专利数量国家(地区)分布

1998~2008 年地球物理仪器专利申请主要集中于美国、俄罗斯、中国和日本, 四国专利申请总量占全部专利的 76.5%。除上述 4 国外, 专利受理量前 10 位的国家和地区还包括法国、英国、德国、加拿大、澳大利亚和欧洲(欧洲专利局)(如图 2)。其中美国专利占到全部专利的 36%。

3.2 主要国家(地区)专利申请趋势

2000~2006 年, 地球物理仪器专利申请最多的前 10 个国家和地区中, 美国、中国、德国、加拿大、澳大利亚和欧洲的专利申请总体保持稳定增长, 俄罗斯和日本则呈下降趋势, 法国和英国相对平稳。中国和美国的专利申请增速显著, 年均增长率分别为 34.8% 和 10.9%(图 3)。

3.3 主要国家(地区)专利申请活跃程度

在其相应专利申请活跃时间范围内, 考察专利申请前 10 位的国家和地区最近 3 年的专利申请情况。结果显示(表 1), 最近 3 年内, 加拿大的地球物

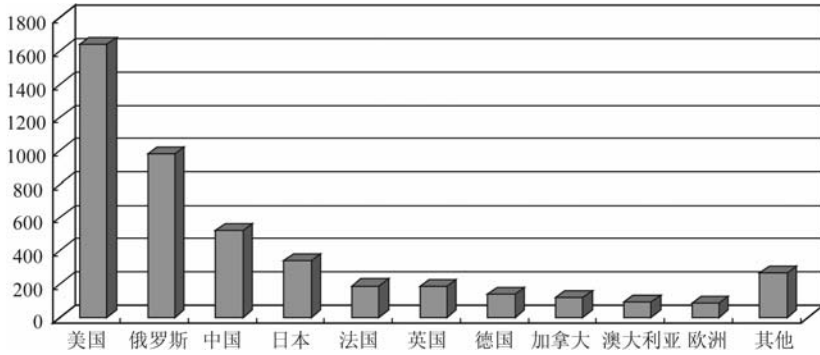


图 2 1998~2008 年地球物理仪器专利国家(地区)分布

Fig. 2 Distribution of Geophysical Instrument Patent Application by Countries/Regions from 1998 to 2008

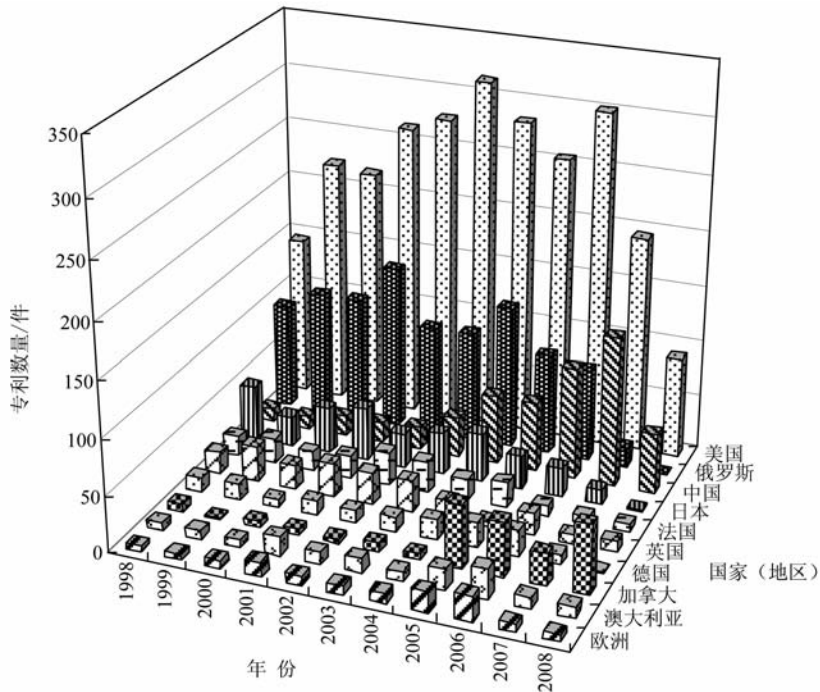


图 3 1998~2008 年主要国家(地区)地球物理仪器专利年度分布

Fig. 3 Distribution of geophysical instrument patent application of main countries/regions by years from 1998 to 2008

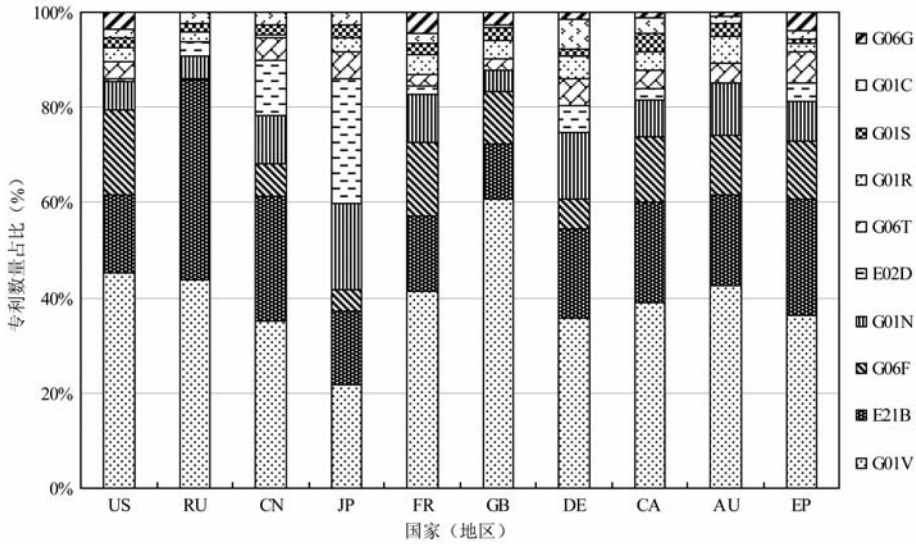


图 4 1998~2008 主要国家和地区地球物理仪器研发布局
(US:美国;RU:俄罗斯;CN:中国;JP:日本;FR:法国;GB:英国;DE:德国;
CA:加拿大;AU:澳大利亚;EP:欧洲(欧专局))

Fig. 4 Allocation of Geophysical Instrument R & D in Main Countries/Regions from 1998 to 2008

理仪器专利申请活动最为频繁,其最近 3 年的专利申请占到专利总量的 68%;其次分别是中国(36%)、澳大利亚(20%)和美国(15%),而专利总量相对领先的日本近 3 年地球物理仪器专利申请活动明显减弱,其最近 3 年专利申请仅占其专利总量的 4%。

表 1 主要国家和地区地球物理仪器
专利申请活跃程度

Table 1 Activeness of Geophysical Instrument Patent Application
in Main Countries/Regions from 1998 to 2008

国家(地区)	专利申请活动时间范围	占其专利总量百分比 (%)
加拿大	1998~2008	68%
中国	1998~2008	36%
澳大利亚	1998~2008	20%
美国	1998~2008	15%
欧洲	1998~2008	14%
英国	1998~2008	9%
法国	1998~2008	7%
德国	1998~2008	7%
韩国	2000~2008	6%
日本	1998~2008	4%

3.4 主要国家(地区)研发布局分析

基于国际专利分类宏观展示 1998~2008 年地球物理仪器相关技术在主要国家和地区分布以揭

示主要国家和地区地球物理仪器研发取向及特点。

1998~2008 年各主要国家和地区在地球物理仪器研发布局方面的特点如下(图 4,专利技术分类代码的中文释义见表 2)。

表 2 1998~2008 主要国家和地区地球物理仪器专利
主要技术类型

Table 2 Main Types of Patented Technology of Geophysical
Instrument in Main Countries/Regions from 1998 to 2008

国际专利 分类代码	代码中文释义
G01V	地球物理学;重力测量;探测物质或目标
E21B	陆地或岩石钻探;获取石油/天然气/水/可溶物质/井下矿浆
G06F	电数字数据处理
G01N	原料的化学/物理学特性分析
E02D	地基/挖掘/地下或水下结构
G06T	影像数据处理或生成
G01R	电变量/磁变量测量
G01S	无线电波探测/导航/定位;其他波的类似应用
G01C	水平/距离/方位测量;回转仪;摄影测绘
G06G	模拟计算机

(1)地球物理探测仪器,特别是重力探测仪器为各主要国家和地区普遍所关注;

(2)除上述之外,专利数量最多的前 4 个国家中,美国还集中面向岩石及矿物钻探、信号及数据处

理仪器;俄罗斯为信号及数据处理仪器;中国和日本为信号及数据处理仪器、化学物理学分析仪器、地下及水下工程设施;

(3)其他国家中,法国、加拿大、澳大利亚、欧洲主要集中于岩石及矿物钻探、信号及数据处理仪器和化学物理学分析仪器;英国侧重于岩石及矿物钻探、信号及数据处理仪器;德国为岩石及矿物钻探、化学物理学分析仪器以及地理测绘、摄影测绘等仪器。

此外,美国、法国、欧洲及英国还比较关注与之相关的模拟计算机的开发。

4 地球物理仪器机构专利权人分析

机构专利权人分析旨在从中观层面(专利所属机构)揭示地球物理仪器技术的发展现状和竞争格局。

4.1 机构专利权人分布

1998~2008年地球物理仪器专利申请量排名前3位的机构分别是:美国斯伦贝谢公司、埃克森美孚集团和哈里伯顿公司。在专利申请排名前15的共22家机构中,美国10家、俄罗斯4家、中国3家、法国2家,其余分别来自荷兰(壳牌公司)、日本(鹿岛公司)和挪威(挪威国家石油公司)(表3)。作为全球最大的勘探开发公司,美国斯伦贝谢公司在地球物理仪器专利方面具有垄断优势,其专利总数占前20家机构专利总量的42.8%。

前22家机构中,近80%来自企业,仅有5家为研究机构:法国石油研究院、中国科学院、莫斯科林业大学、美国加州大学和中国地质大学(表3)。

4.2 重要机构技术研发布局

从具体技术分类(德温特分类,分类代码中文释义见表4)角度分析,1998~2008年地球物理仪器专利申请量排名前5位的机构研发主要聚焦于面向石油与天然气开发的地质与地球物理设备、地震及声学探矿设备、数据处理设备、相关专门软件、地震波检测仪器(包括测井仪)、电磁探测仪及钻探设施(图5,专利技术分类代码的中文释义见表4)。

美国斯伦贝谢公司在地球物理仪器研发方面的优势覆盖全部上述技术领域;埃克森美孚集团主要关注石油与天然气勘探开发设备、地震及声学探矿设备以及相关数据处理仪器开发;哈里伯顿公司则倾向于地球物理仪器专业软件开发以及测井仪器和旋转钻井设备制造;法国石油研究院相对专注于石油与天然气勘探开发设备、地震及声学探矿设备及地震波探测仪器的研发;中国石油天然气集团在电

磁探测仪器、测井仪器和地震波探测设备研发方面比较活跃。

表3 1998~2008年地球物理仪器专利申请主要机构
Table 3 Main Assignees of Geophysical Instrument Patent from 1998 to 2008

排名	机构名称	专利申请(件)
1	美国斯伦贝谢公司	461
2	美国埃克森美孚公司	86
3	美国哈里伯顿公司	81
4	法国石油研究院	72
5	中国石油天然气集团公司	68
6	俄罗斯莫斯科林业大学	31
7	美国石油地质服务公司 俄罗斯鞑靼石油公司	27
8	荷兰壳牌石油公司	26
9	法国地球物理公司 美国康菲公司	24
10	俄罗斯托姆斯科理工大学 美国加利福尼亚大学 中国科学院	21
11	美国西方阿特拉斯国际公司	20
12	美国输入/输出公司 日本鹿岛公司	19
13	美国菲利普石油公司	18
14	俄罗斯科学院西伯利亚分院矿业 研究所 挪威国家石油公司 中国地质大学	17
15	美国威德福国际公司	16

表4 1998~2008地球物理仪器专利申请
重要机构主要技术类型(德温特分类)

Table 4 Main types of Geophysical Instrument Patent Application of the Key Assignees from 1998 to 2008 (based on Derwent Classification)

排序	德温特分类 (手工代码)	代码中文释义
1	H01-A01	原油及天然气开发;地质学与地球物理学
2	S03-C01X	地震学,地震/声学探矿(包括地震数据处理)
3	T01-J07A	数据收集/获取
4	T01-S03	专属软件产品
5	S03-C01B	地震信号的探测、传输与记录
6	S03-C02X	电磁探测方法
7	S03-C01C1	水域地震学
8	S03-C01C5	测井地震学
9	H01-B03B2	旋转钻探;测量方法与设备
10	S03-C01A	地震波发生

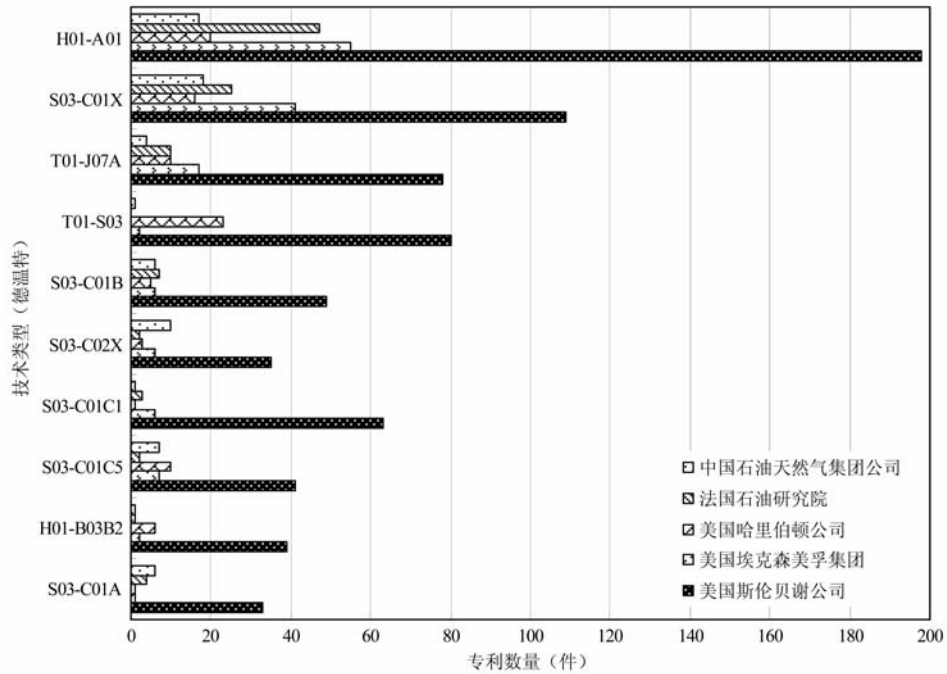


图 5 1998~2008 年地球物理仪器专利申请重要机构技术研发布局(德温特分类)

Fig. 5 Allocation of Geophysical Instrument R & D of the Key Assignees from 1998 to 2008 (based on Derwent Classification)

4.3 中国机构专利权人分析

4.3.1 机构专利权人分布

整体而言,中国研发主体在地球物理仪器研发方面优势不甚明显,且极为分散(专利申请较多的机构如表 5 所列). 申请专利较多的 8 所机构中,除位列专利申请国际排名前 15 位的中国石油天然气集团、中国科学院和中国地质大学 3 所机构以外,其余机构的专利申请均不足 10 件. 中国石油天然气集团在地球物理仪器技术领域引领全国,同时也反映出在该领域我国技术应用主要面向油气开发的显著特点.

表 5 1998~2008 年中国地球物理仪器专利申请主要机构
Table 5 Main Assignees of Geophysical Instrument Patent in China from 1998 to 2008

排序	机构名称	专利申请 (件)
1	中国石油天然气集团公司	68
2	中国科学院	21
3	中国地质大学	17
4	中国石油化工股份有限公司	9
5	中国中铁股份有限公司	9
6	中国海洋石油总公司	5
7	中国科技大学	4
8	中国矿业大学	3

从机构性质来看,我国在地球物理仪器领域的研发主体主要为企业和科研单位. 其中企业主要来自国有大型企业;科研单位则以国立研究机构和公共研究机构为主.

4.3.2 重要机构技术研发布局

专利申请最多的前 5 所机构(中国石油天然气集团公司、中国科学院、中国地质大学、中国石油化工股份有限公司和中国中铁股份有限公司)其技术优势和所关注的研发方向差异显著. 其中中国石油天然气集团公司研发范围最广,在如图 6 所示的 10 个主要技术方向(专利技术分类代码的中文释义见表 6)均有涉及,并且在地震/声学探矿、油气地球物理开发、电磁探测、地震测井、相关数据收集及建模等方法 and 设备开发方面优势突出;中国科学院主要面向油气地球物理开发、地震信号处理及电磁探测等方向;中国地质大学集中于三维成像技术和相关数学建模;中国石油化工股份有限公司所关注的技术研发范围也较广且与中国石油天然气集团相近;中国中铁股份有限公司则侧重于电磁探测技术.

同时,相比而言,中国上述重要机构所关注的相关数学建模和三维成像技术不在国际重要机构的关注之列;而中国上述机构在相关自主知识产权专业软件开发以及水域地球物理探测和旋转钻探技术研发方面明显欠缺.

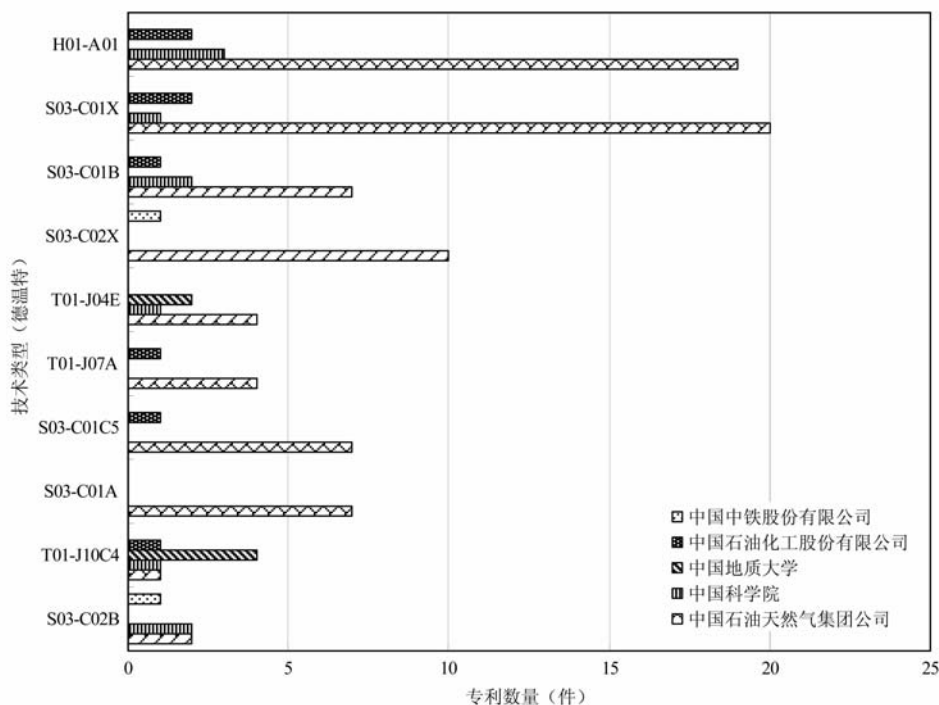


图 6 1998~2008 年地球物理仪器专利申请中国重要机构技术研发布局(德温特分类)

Fig. 6 Allocation of Geophysical Instrument R & D of the Key Assignees in China from 1998 to 2008 (based on Derwent Classification)

表 6 1998~2008 地球物理仪器专利申请中国重要机构主要技术类型(德温特分类)

Table 6 Main types of Geophysical Instrument Patent Application of the Key Assignees in China from 1998 to 2008 (based on Derwent Classification)

排序	德温特分类 (手工代码)	代码中文释义
1	H01-A01	原油及天然气开发;地质学与地球物理学
2	S03-C01X	地震学,地震/声学探矿(包括地震数据处理)
3	S03-C01B	地震信号的探测、传输与记录
4	S03-C02X	电磁探测方法
5	T01-J04E	数学建模
6	T01-J07A	数据收集/获取
7	S03-C01C5	测井地震学
8	S03-C01A	地震波发生
9	T01-J10C4	三维成像
10	S03-C02B	磁/电场效应

表 7 1998~2008 地球物理仪器专利申请重要机构主要技术类型(国际专利分类)

Table 7 Main Types of Patented Technology of Important Assignees from 1998 to 2008 (based on IPC)

排序	国际专利 分类代码	代码中文释义
1	G01V	地球物理学;重力测量;探测物质或目标
2	E21B	陆地或岩石钻探;获取石油/天然气/水/可溶物质/井下矿浆
3	G06F	电数字数据处理
4	G01N	原料的化学/物理学特性分析
5	E02D	地基/挖掘/地下或水下结构
6	G06T	影像数据处理或生成
7	G01R	电变量/磁变量测量
8	G01S	无线电波探测/导航/定位;其他波的类似应用
9	G01C	水平/距离/方位测量;回转仪;摄影测绘
10	G06G	模拟计算机
11	E21C	采矿或采石
12	G06K	数据识别/数据显示;数据介质/数据介质处理
13	E21D	隧道;大型地下洞室
14	G01B	测量(长度/厚度/角度/面积/不规则表面或轮廓)
15	C09K	原料专门多重利用

5 地球物理仪器专利技术方向分析

从多角度并更微观的对地球物理仪器研发现状、技术布局、技术热点及其发展方向进行深入分析。

5.1 专利技术领域分布

按照专利技术国际分类,1998~2008 年地球物理仪器专利所涉及的主要技术方向的具体分布如图

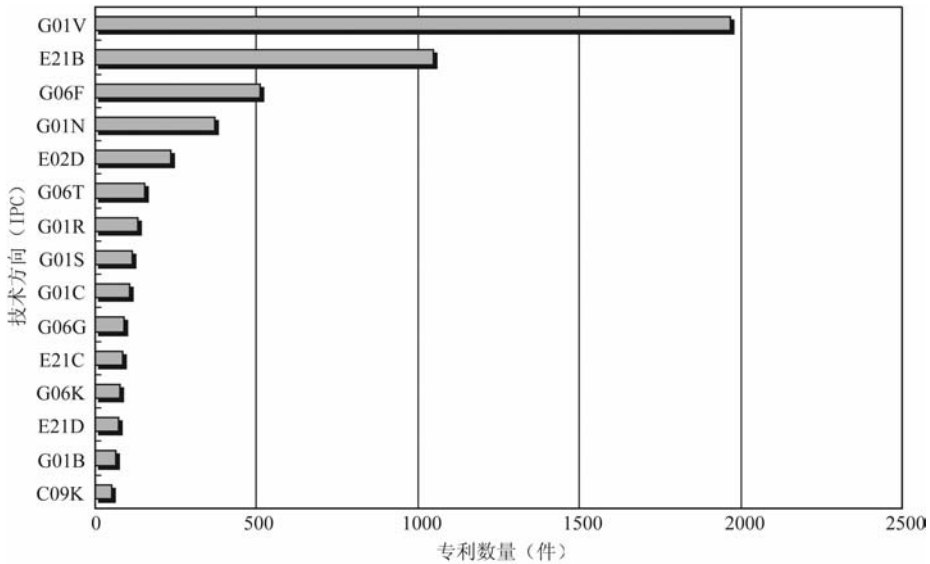


图 7 1998~2008 年地球物理仪器专利技术类型分布(基于国际专利分类)

Fig. 7 Distribution of Types of Patented Technology of Geophysical Instrument from 1998 to 2008 (based on IPC)

7 所示(技术类型的中文释义见表 7). 大致可将其分为 5 大类即探测技术(包括重力、电法、磁法和无线电探测以及导航)、岩石和矿物勘探开采技术(包括地下/水下及隧道工程)、信号及数据处理技术、测绘及测量技术以及模拟计算机技术;根据仪器的物理特性,1998~2008 年地球物理仪器专利技术主要集中于地震学与声学以及电磁勘探技术。

5.2 技术研发热点及布局

基于专利题名和摘要关键词绘制不同时间段的专利地图^②以直观展示 1998 至 2008 年地球物理仪器相关技术的研发热点及布局特点。

5.2.1 总体情况

图 8 展示了 1998~2008 年地球物理仪器专利技术研发热点及布局的总体情况。

总体上,1998~2008 年地球物理仪器专利技术研发主要分布于地震勘探、油气及流体探测、测井及地质勘探与建模 4 大领域共 18 个技术主题. 其中涉及最多的技术主题如下:

技术主题 1 (Velocity、Processing、Migration): 主要涉及地震数据处理,包括基于地震数据的计算、预测等。

技术主题 2 (Image、Image Processing、Frequency):

主要涉及基于地震数据的图像处理技术与设备,如图像处理器、图像增强技术、图像对正技术等。

技术主题 3 (Well、Fluid、Pressure): 主要涉及与油井开发,特别是流体抽取相关的方法与设备,如流体的抽取装置、循环电泵等。

技术主题 4 (Electromagnetic、Receiver、Antenna): 主要涉及电磁勘探方面的专利,包括勘探的方法和相关设备等。

技术主题 5 (Sensor、Receiver、Signal): 主要涉及与传感器相关的专利,包括传感器的校准,传感器的布置方法等。

技术主题 6 (Logging、Tool、Formation): 主要涉及测井仪器类专利,如随钻测量技术、定标方法、电磁测井等。

技术主题 7 (Formation、Current、Measurement Electrodes): 主要涉及基于电测井技术的专利,包括电阻率测量、电测井方法与设备等。

5.2.2 研发重点走向分析

对近 3 年(2006~2008)和 2001 年以前(1998~2000)地球物理仪器专利技术研发热点与布局对比分析,揭示地球物理仪器专利技术研发重点转移趋势。

结果显示,2001 以前(1998~2000)地球物理仪器专利技术研发主要聚焦于以下 5 个方向(图 9):

(1)测井相关技术,如井管周围电阻率的测量设备、核磁共振测井技术与设备、测井中的导波技术、基于雷达的电磁波检测技术等。

②专利地图以等高线原理绘制,山峰表示相应主题类出现频率高的主题词或关键词;黑点代表专利文献簇;实体(如山峰、黑点等)间的距离代表不同技术主题间的关联性,距离越近,表示其关联越密切。



图 8 1998~2008 年地球物理仪器专利地图

Fig. 8 Geophysical Instrument Patent Map from 1998 to 2008



图 9 1998~2000 年地球物理仪器专利技术重点

Fig. 9 Focuses of patented technology of geophysical instrument from 1998 to 2000

(2) 设备操作及测量技术,如高温或低空气密度情况下的燃气机动力装置的操作方法、干涉仪及空气折射率和光程效应的测量技术等。

(3) 成像技术,如沉积物渗透性及流体含量结构成像技术、集成光学测量仪、基于红外成像的导流介质中流体的分析技术等。

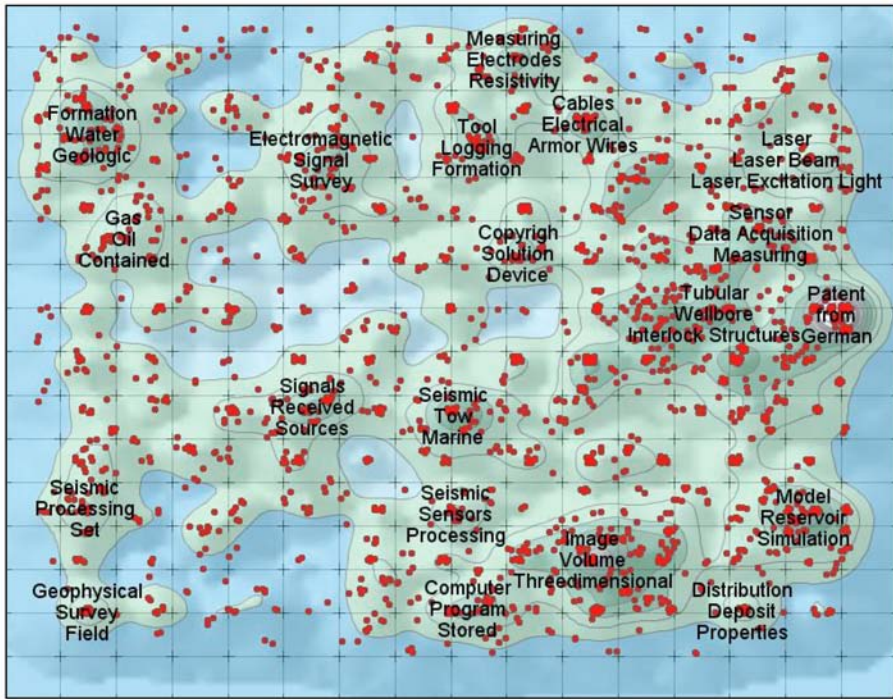


图 10 2006~2008 年地球物理仪器专利技术重点

Fig. 10 Focuses of Patented Technology of Geophysical Instrument from 2006 to 2008

(4) 电缆及插接件,如防水物探接插件、插针和插座式电子联接设备、海洋地震电缆、低温防水式物探接插件等。

(5) 水下地震释放装置、地震参数的实时可视化方法、高分辨率地震数据收集设备、水下勘探设备、水下地震勘探监测设备、沉积岩中油气特征的解释方法等。

最近 3 年(2006~2008)地球物理仪器专利技术研发则向以下方向转移(图 10):

(1) 保压岩心的保存设备、数据处理中的三维可视化方法、水浸探头、应急能源系统等。

(2) 燃、油气开发,如利用流体包裹体分析沉积盆的油气远景、碳氢化合物地质沉积中生物燃料气体的生成方法、不饱和煤层气藏的评估方法、热强化式烃资源回收方法、油基钻井液的再利用设备等。

(3) 地震数据处理,如多分量地震数据的处理方法、利用 RADON 转换的去噪方法、对角地震道插值法等。

(4) 基于电信号的各种测量方法与技术,如多瞬态直流电阻率测量、倾角传感器、井中信息接收与传输方法、静电传感器、用于随钻测井的电阻率传感器、地层成像技术。

(5) 地质建模与模拟,如古河谷或地质古结构模

拟方法、基于绝对渗透性尺度变换的流体模拟模型、储层地质模型不确定性的估计方法等。

(6) 油气生产,如稠油开采中的热采技术、钻井泥浆气体的抽取设备、油气管道制造技术、气体同位素的光学测量方法等。

总体上,1998~2008 年地球物理仪器专利技术研发呈现由单一基本探测设备和方法向多用途综合开发设备和方法发展的趋势。

6 结 论

基于对 1998~2008 年地球物理仪器专利分析,可以得出有关该技术领域发展状况的主要结论如下:

(1) 地球物理仪器专利技术主要集中于地质勘探技术强国(美国、俄罗斯、日本、德国、法国等)和资源大国(美国、中国、加拿大和澳大利亚);

(2) 企业特别是知名跨国公司在地球物理仪器技术研发中占据主导地位,美国企业在地球物理仪器专利技术开发方面优势明显;

(3) 地球物理仪器研发主要面向地震勘探、油气及流体探测、测井及地质勘探与建模领域,以地震与声学及电磁探测设备为主;

(4) 地球物理仪器技术研发的发展和转移趋势

是由单一基本探测设备和方法向多用途综合开发设备和方法拓展,呈现出技术多元化和应用综合化的特点;

(5)我国在专利申请总量方面具有一定的优势并且保持较快增长,但从国际比较来看,我国在该领域的研发力量较为分散,研发主体之间研发活力差异明显.同时,技术开发领域也相对单一,主要集中于油气勘测方面.在研发主体的性质上,我国表现出与国际分布(以企业为主)不同的以企业和研究机构为主的特点.

现代科学的进步从来就离不开研究手段即科学仪器的发展,特别是随着人类知识域的不断拓展,新的科学知识生产愈发表现出对科学仪器的强烈依赖.作为观测科学的地球物理学尤其如此,可以说谁占领了地球物理仪器技术的制高点谁就掌握了引领地球物理学研究前沿的主动权^[3].分析结果表明,当前发达国家统领地球物理仪器技术研发的格局没有发生根本变化,与国际水平相比,我国在该领域的发展仍然较为滞后.今后,特别是在十二五期间,我国

如果要想在地球物理学领域取得突破必须首先在地球物理仪器技术创新方面取得实质性进展,同时,这也是未来我国在关键领域拥有创新自主权的必由之路.

参 考 文 献 (References):

- [1] 王华平. ARM 系统在地球物理仪器中的应用基础研究[D]. 武汉:武汉大学,2007.
Wang H P. Research of ARM system in application of geophysical instrument[D]. Wuhan:Wuhan University,2007.
- [2] 陆其鹄,吴天彪,林君. 地球物理仪器学科发展研究报告[J]. 地球物理学进展,2009,24(2):750~758.
Lu Q H, Wu T B, Li n J. A Research Report on Development of Instrument Science for Geophysics [J]. Progress in Geophysic (in Chinese), 2009, 24(2): 750~758.
- [3] 滕吉文. 关于设立“张衡计划”的建议——为中国地球物理仪器研发和产业化[J]. 地球物理学进展,2009,24(4):1155~1166.
Teng J W. Specific proposals with regard to set up a “Zang Heng Project”: for research development and industrialization of Geophysical instruments of China[J]. Progress in Geophysic (in Chinese), 2009, 24(4): 1155~1166.