

丰田专利开放清单解读

□ 中国汽车技术研究中心有限公司/王军雷 王亮亮 吕惠 郭少杰 王灿灿

2019年4月3日，丰田宣布开放其电动化技术相关专利，共涉及专利约23 740件，上述车辆电动化技术是丰田经过20多年油电混合动力车型研发得以实现高性能、小型化、低成本的先进技术，可广泛应用于油电混合动力(HEV)、外插电式混合动力(PHEV)、纯电动(EV)以及燃料电池(FCEV)等多种电动车。

2019年4月12日，丰田知识产权部长饭田阳介一行到访中汽中心，与中汽中心就专利开放和技术支持等相关议题展开了深入交流。会后，丰田公司将本次专利开放的清单向中汽中心开放，本文将围绕丰田此次专利开放清单进行分析和解读。

全球化布局战略

通过对丰田在电动化汽车领域的开放专利清单进

行分析，在地域分布上，日本国内申请占比最高，为44%；日本以外专利占丰田专利总量的56%，显示其高度全球化的专利战略（见表1）。

其中以美国、中国和欧洲为主要专利目标国家和地区，且占比较为接近，分别为美国16%、中国15%和欧洲14%，其他地区占比11%，显示出丰田扎根日本、美中欧均衡布局的全球化专利布局战略。

表1 丰田专利开放清单技术领域和地区布局 (单位：件)

	电动机	PCU	控制系统	发动机·驱动桥	充电器	燃料电池
日本	1 210	1 050	3 370	540	870	3 270
美国	390	290	1 330	220	390	1 240
欧洲	290	180	1 060	170	320	1 280
中国	390	280	1 120	200	390	1 190
其他	310	220	670	190	230	1 080
合计	2 590	2 020	7 550	1 320	2 200	8 060

开放专利技术领域分析

根据丰田的专利公开信息，本次公开的汽车电动化技术相关专利分为6大类，分别是：电动机、PCU、系统控制、发动机·驱动桥、充电器以及燃料电池，每个大类又有细分的二级技术领域（见表2）。

1.电动机

电动机领域共开放专利约2 590件，专利分布趋势与整体专利分布占比相似，在地域分布上，日本国内最多，为47%，其次为中国（15%）、美国（15%）和欧洲（11%），其他地区占比12%。

电动机领域的专利主要分为电动机控制、振动控制、绕组、冷却回路、电器电路等二级技术领域。对其中在中国申请的已公开专利进行标引分类统计，结果如下：电动机控制专利占比最高为52%，其次为电器控制，占比28%，其他各二级技术领域分布如图1所示。

电动机领域主要涉及驱动电动机控制以及发动机起动电动机控制两部分内容，其中90%以上为驱动电动机控制的相关专利。

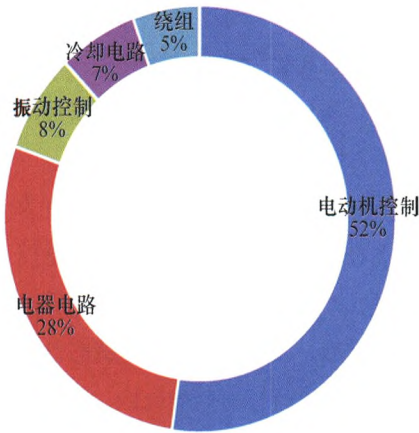


图1 电动机领域二级技术领域分布

驱动电动机控制相关专利主要涵盖发动机、变速装置、驱动电动机、动力电池之间的配合策略，以及与车辆运行状况结合的电动机控制策略；驱动电动机控制相关的技术效果主要涉及降低油耗以及降低NVH两部分内容。在电器电路领域，丰田公司重点关注对定子结构的改进，其次是对转子结构的改进，还有部分涉及对绝缘系统的改进。在振动控制主要应用在车辆发动机和电动机工作状态切换、车辆起动、路面颠簸这三种情况下来进行的振动控制方面的改进。在冷却回路领域，丰田公司此次公开的专利均为涉及使用制冷剂（液冷）技术的相关专利，并未涉及风冷相关的冷却技术，并且其中绝大多数为对电动机冷却结构的改进。

2.PCU

PCU领域共开放专利约2 020件，在地域分布上，依然是日本国内最多，为52%，其次为美国（14%）、中国（14%）和欧洲（9%），其他地区占比11%。

PCU领域的专利主要分为转换控制、DC/DC转换器控制、转换器、升压电路、冷却回路等二级技术领域。对其中在中国申请的已公开专利进行标引分类统计，结果如下：冷却回路专利占比最高为34%，其次为转换器（29%）和转换控制（24%），其他各二级技术领域分布如图2所示。

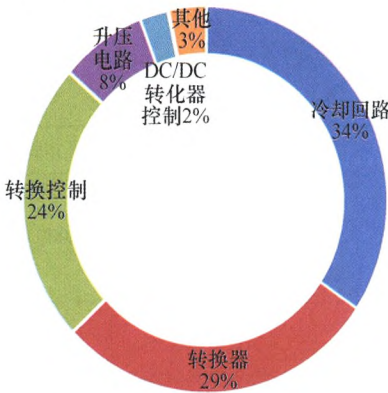


图2 PCU领域二级技术领域分布

由于PCU发热量巨大且影响车辆性能，PCU的冷却回路设计也是车辆电动化领域中的关键技术之一。丰田公司在PCU冷却中重点关注冷却结构的设计，仅有少部分专

表2 丰田开放专利分类及对应的二级技术领域

电动机（2 590件）	电动机控制、振动控制、绕组、冷却电路、电器电路
动力控制单元PCU（2 220件）	转换控制、DC/DC转换器控制、转换器、升压电路、冷却回路
系统控制（7 550件）	驾驶控制、发动机控制、变速控制、制动回收、故障诊断
发动机·驱动桥（1 320件）	动力分配机构、变速器、减速器、THS
充电器（2 200件）	车载充电器、外部充电器/充电系统、非接触充电器、充电控制系统
燃料电池（8 060件）	燃料电池堆、高压氢气罐、燃料电池系统控制、加氢站（基础设施）

利涉及冷却控制策略。而在PCU冷却结构设计中，丰田公司的公开专利较多地采用了液冷技术对PCU单元进行冷却，并且包括一些通过车辆整体冷却回路实现对PCU冷却的回路设计。转换器相关专利涉及电力转换电路设计以及转换器安装结构，并包括部分转换器的零部件设计及加工方法；转换器控制主要涉及对转换器工作情况进行控制以及根据需要对转换器工作状态的专利。

3.系统控制

系统控制领域共开放专利约7 550件，约占开放专利总量的

1/3。其中，日本专利占比最多，为45%，其次为美国（17%）、中国（15%）和欧洲（14%），其他地区占比为9%。

系统控制领域的专利主要分为驾驶控制、发动机控制、变速控制、回收控制、故障控制等二级技术领域，对其中在中国申请的已公开专利进行标引分类统计，结果如下，其中驾驶控制和发动机控制专利占比最高，均占到总量的28%，其次为变速控制（23%），其他各二级技术领域分布如图3所示。

混动汽车的一大优势是可以根据工况选择工作模式，因此控制策略就显得尤为重要，在发动机控制

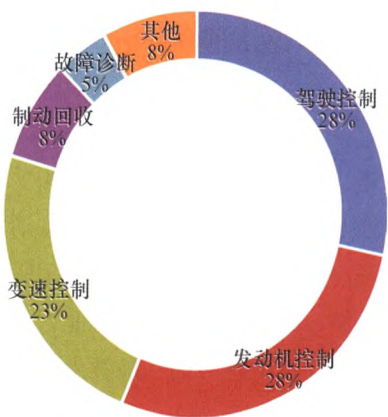


图3 系统控制领域二级技术领域分布
领域可以实现对发动机工作模式的切换，且工作模式切换中的发动机起动控制是发动机控制的技术重点。在丰田此次公开的专利清单中，包括多项发动机起动控制相关专利，部分重要专利见表3。

表3 发动机起动控制领域部分重要专利

序号	申请号	申请日	主要技术内容
1	CN00108964.1	2000.05.24	如果在预定的时间内完成起动，确定供入内燃机的燃油是轻质燃油，反之，则可确定供入的燃油是重质燃油。于是，经过预定的时间后，就进行重质燃油起动控制而代替正常起动控制以便快速完成内燃机的起动
2	CN200510066196.5	2005.04.21	当发动机被起动时ECU通过控制逆变器来使所述电动发电机通电。ECU使得在特定气缸中发生点火，所述特定气缸在发动机停机状态中容纳有空气燃油混合气并且处于膨胀冲程。曲轴转角传感器间接检测所述电动发电机的转速。在产生点火后，ECU禁止所述电动发电机通电，直到检测到的转速达到或者超过预定值
3	CN201080065992.6	2010.03.30	混合动力车辆的发动机起动控制装置具备动力分配机构，动力分配机构能变更太阳轮的旋转速度除以第一盘状件的旋转速度而得的旋转比，在要将第一电动发电机的旋转传递至输出轴而进行发动机起动时的曲柄起动时，在共线图上以使太阳轮的旋转速度变高的方式控制上述旋转比
4	CN201280076774.1	2012.11.01	在对初始燃烧膨胀气缸即第一气缸实施直接喷射式发动机的点火起动时，根据在该点火起动之前所实施的点火起动时的基于离子电流的点火正时，而设定与该点火起动之前所实施的点火起动时相比较少的点火次数
5	CN201380075916.7	2013.04.26	该起动控制装置具备：曲轴角传感器，其设置于输出轴，伴随该输出轴的旋转而输出信号；旋转变压器，其设置于旋转轴，检测作为该旋转轴的角度位置的转子角；以及控制单元，其在通过电动机旋输出轴而使内燃机起动时，从内燃机的起动开始时起到作为输出轴的角度位置的曲轴角被确定为止，基于临时曲轴角来执行关于内燃机的起动控制
6	CN201580039920.7	2015.07.29	一种用于车辆的控制装置包括电子控制单元，所述电子控制单元在对已在膨胀行程中停止的目标气缸执行燃料喷射和点火的着火起动时伴随着离合器的接合而执行由电动机实行的发动机曲轴的旋转的电动辅助。所述电子控制单元基于转矩指示值的取得值和推定值之间的关系与着火延迟时间的取得值和推定值之间的关系而修正在着火起动时最初要在所述目标气缸中进行的点火的开始时刻和要用于着火起动的电动辅助转矩中的至少其一。

4.发动机·驱动桥：重点布局动力分配机构

发动机·驱动桥领域共开放专利约1 320件，其中，日本专利占比最多，为41%，其次为美国（17%）、中国（15%）和欧洲（13%），其他地区占比为14%。

发动机·驱动桥领域的专利主要分为动力分配机构、变速器、减速器、THS等二级技术领域。对其中在中国申请的已公开专利进行标引分类统计，结果如下：动力分配机构占比最高为60%，其次为THS（占比18%），其他各二级技术领域分布如图4所示。

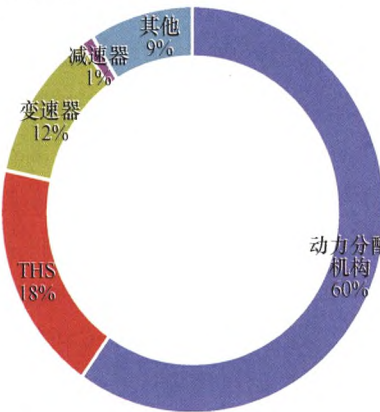


图4 发动机·驱动桥领域二级技术领域分布

丰田THS动力系统最早被用于1997年10月发布的第一代普锐斯（Puris）上，至今已经22年的时间，此间THS系统历经一代技术到2003年推出THS II 二代技术，二代技术应用的车型最广泛此后在普锐斯、卡罗拉、凯美瑞、雷凌等混动车型上得到广泛应用。THS系统最为关键的技术为E-CVT混合动力变速器，匹配阿特金森循环发动机。目前，丰田混动系统已经发展到了第4代产品。

5.充电器：重点布局无线充电

丰田的动力电池相关专利并不

在本次专利开放范围内，而是公开了充电器领域的专利，充电器控制领域共开放专利约2 200件。其中专利地域分布，日本专利占比最多，为40%，其次为美国（18%）和中国（18%），再次为欧洲（14%），其他地区占比为10%。

充电器领域的专利主要分为车载充电器、外部充电器/充电系统、非接触充电器、充电控制系统等二级技术领域。对其中在中国申请的已公开专利进行标引分类统计，结果如下：非接触充电器（即无线充电）占比最高为35%，其次为充电控制系统（占比32%），其他各二级技术领域分布如图5所示。

根据公开报道，丰田公司从2014年开始就已经对无线充电相关技术进行测试与验证，在专利布局上时间则更早，2008年开始便在华开始有专利布局。无线充电主要通过电磁感应或电磁共振的方式实现无线充电，通过磁共振线圈之间产生磁场强度的变化为车辆充电，专利技术主要涉及用于无线充电的车载充电装置、外部充电以及供电系统等专利，同时涉及部分无线充电过程中车辆定位和配对等专利。同时部分技术改进需要与自动泊车系

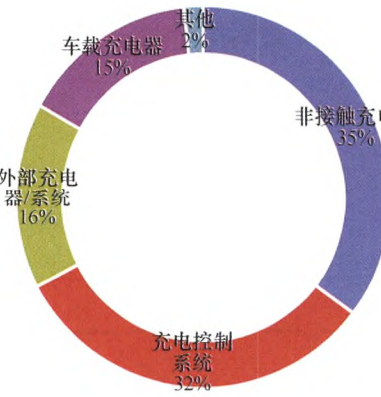


图5 充电器领域二级技术领域分布

统优化相互配合，当车辆停稳后系统会自动检测车辆充电接收器是否与地面的充电线圈对准，如果没有对准的话，系统将自动调整车辆位置。丰田开发的无线系统可以应用于插电式混合动力汽车和纯电动汽车。

6.燃料电池：全产业链专利布局

丰田公司本次公开燃料电池领域专利约8 070件，为所有领域中专利数量最多的，超过总量的1/3。同时该专利数量比丰田公司在2015年初公开的5 680件燃料电池专利在数量上有了大幅增加，显示出丰田公司对于燃料电池领域的研发投入和专利产出均很大。

从专利分布地域分析，日本专利占比最多，为41%，其次为欧洲（16%），美国和中国均为15%，其他地区占比为13%。燃料电池是本次专利开放的技术领域中唯一一个欧洲的专利布局量在日本以外排名第一的领域，显示了丰田在燃料电池领域对欧洲市场的重视以及前景的看重。

燃料电池领域的专利主要分为燃料电池堆、高压氢气罐、燃料电池系统控制、加氢站（基础设施）等二级技术领域（见图6）。根据丰田的公开资料，在全部已经公开的燃料电池专利中，其中占比最高的为燃料电池系统控制（52%），其次为燃料电池堆（39%）。

丰田以Mirai为主的燃料电池汽车已经实现量产，其车型所采用的核心零部件如催化剂、氢气罐、双极板、密封圈等都是来自丰田的下属企业或者控股公司，包括电装、

丰田纺织、科特拉、爱信精机等，显示了丰田十分完整的燃料电池企业产业布局 and 较为封闭的供应链体系。反映到其专利布局上，丰田在燃料电池汽车几乎全产业链均进行了专利布局，其中燃料电池控制系统和电堆是丰田专利布局的重点（见图7）。

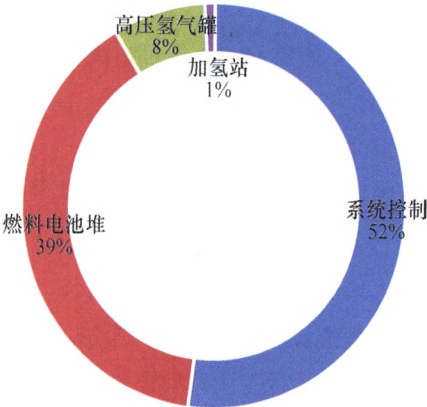


图6 燃料电池领域二级技术领域分布

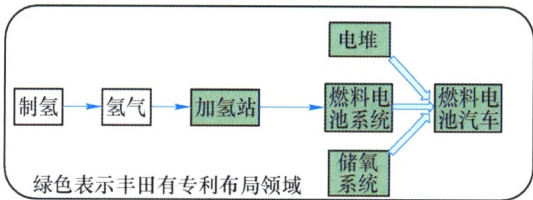


图7 燃料电池汽车产业链及丰田专利布局

注：其中重点二级技术领域除燃料电池外，其他均由在华已公开专利分析得到，指代公开专利数量占比最高的技术领域。

结语

（1）丰田本次开放的约23 740件六大领域专利中，其中燃料电池以及

系统控制两个领域的专利数据最多，占比分别为34%和32%，基本各占专利公开总量的约1/3（见表3）。可见在混合动力领域的系统控制以及面向未来的燃料电池汽车，是丰田技术积累和专利布局最深厚的领域，也是丰田最想推动和普及的领域。

（2）专利布局地域来看，都是日本本土最多，海外主要以美国、中国和欧洲为主要目标国家或地区，且多数领域都是美国和中国的专利布局数量稍多，欧洲的略少，仅在燃料电池领域出现了例外。

（3）对开放专利清单中各个领域的专利进行统计分析，涉及细分领域的控制类专利仍然占据主要地位，包括电路控制、驾驶控制、发动机控制、变速控制、燃料电池系统控制和充电控制等，这类专利所需的研发投入和周期较长，也是丰田的优势和强项所在，同时也可作为国内企业在相关领域的专利布局和研发规划提供相应的借鉴和参考。

表3 丰田专利开放清单总结

技术领域	数量占比	第一专利目标国	重点二级技术领域
电动机	10.9%	美、中	电动机控制（52%）
PCU	8.5%	美国	冷却回路（34%）
系统控制	31.8%	美国	驾驶控制、发动机控制（28%）
发动机·驱动桥	5.6%	美国	动力分配机构（60%）
充电器	9.3%	美、中	非接触充电器（35%）
燃料电池	34.0%	欧洲	燃料电池系统控制（52%）