

伺服焊钳小型化技术专利分析

专利审查协作北京中心 王荣 赵娟¹ 邓学欣

摘要：本文介绍了伺服焊钳的基本组成和小型化的重要意义，着重统计分析全球相关专利的申请态势、原创国和目标国、以及为了解决小型化技术问题所采用的多种技术手段、技术侧重等内容。

关键词：焊钳 机器人 小型化 专利分析



王荣：2007 年入局，专利审查协作北京中心机械部，助理研究员，通用机械领域。



赵娟：2007 年入局，专利审查协作北京中心电学部，助理研究员，电连接器领域。



邓学欣：2005 年入局，专利审查协作北京中心审业部，副研究员，通用机械领域。

机器人焊钳作为点焊机器人不可缺少的重要组成部分，对点焊机器人的焊点质量、提高生产率及推广应用都具有非常重要的意义。为了解焊钳重点技术在发展过程中的相关专利情况，本文重点研究了伺服焊钳为解决小型化所普遍采用的专利技术。

一、伺服焊钳的基本组成

机器人电动伺服焊钳是一种成熟的技术，它的动力源采用伺服电机驱动，用伺服电机代替原有的气动焊钳中的气缸，伺服电机通过减速带动滚珠丝杠副，机臂被安装在一个直线导轨上，由滚珠丝杠副传递过来的推力推动机臂沿直线导轨移动。同时，焊钳的张开和闭合通过伺服电机驱动码盘反馈，因此焊钳的张开度可以根据实际需要任意选定和设定，而且电极间的压紧力也可以无级调节。

在伺服焊钳机械结构中，滚珠丝杠副是最重要的传动元件，它由丝杠、螺母、滚珠等零件组成。滚珠丝杠在点焊机器人焊钳上的应用使其有了更大的发展空间。滚珠丝杠副具有驱动力矩小、精度高、可实现微进给及高速进给、刚性高、可逆性

¹ 等同第一作者。

强等特点，保证了伺服焊钳功能的实现。同时，伺服焊钳这种工作方式解决了过去气动焊钳开口过大，导致焊接过程时间较长的问题，提高了焊接工作效率，另外，两电极的压紧程度可根据零件的不同厚度来调节，解决了过去因飞溅产生凹坑缩孔、焊点表面质量和内在质量剪切强度降低等质量问题，也避免了过去因提高生产效率使用硬规范，造成零件加热速度快、引起焊核飞溅等缺陷。

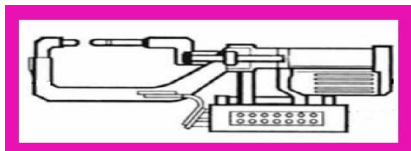


图1 电动伺服焊钳结构

二、伺服焊钳小型化的意义

工业机器人的伺服驱动焊钳高效先进，是机器人焊钳的发展趋势。但伺服焊钳由于结构复杂、不易维护，同时容易造成各部件之间的干涉，影响焊接功能的执行和焊接效果。另一方面，作为机器人的末端执行机构，如果焊钳质量过重，旋转轴的惯性力矩变大，焊点形成时的随动的瞬发力变小，容易导致焊接机的性能下降。如果焊钳整体结构大，也会导致焊钳的制造成本升高，从而背离轻量紧凑的市场需求。因此，为了保证机器人灵活准确操作，降低伺服焊钳的重量和简化结构，也即伺服焊钳结构的小型轻量化，是当前伺服焊钳技术中要解决的一个重要问题。总的来说，解

决伺服焊钳的小型轻量化问题将会产生如下意义：简化结构，便于维护；降低重量，增加灵活性；减少构件，降低成本。

三、伺服焊钳小型化技术专利申请概况

本节围绕伺服焊钳小型化的技术问题，分析相关的全球专利申请，根据各个申请主体的技术侧重、技术手段进行分类，以展示当前针对伺服焊钳小型轻量化的问题，各个公司的技术角度、技术实力以及技术的集中度和热点。

（一）申请态势

为解决焊钳小型化的技术问题，全球各申请主体的申请量一共为64项，主要采取的技术手段包括三个方面：（1）驱动机构、传动机构、焊臂的紧凑布置；（2）传动结构简化；（3）电机结构简化。其中电机结构简化的申请量为30件，占总申请量的47%；传动结构简化的申请量为15件，占总申请量的23%；结构紧凑布置的申请量为19件，占总申请量的30%。从上述数据可以看出，通过简化电机结构是实现焊钳小型化的主要技术手段，这得益于空心电机的发明和使用。

从小型化专利申请的时间分布来看，伺服焊钳的小型化技术起源于20世纪60年代末期，兴盛于90年代，自2000年以来，专利申请量急剧增加，这与汽车工业的发展趋势紧密联系。90年代正是汽车行业蓬勃发展的时期，汽车行业需要大量使用点焊，伺服焊钳是点焊的重要部件，是提高焊接质量和焊接效率的重要结构。随着未

来大量工业机器人在汽车产业的应用，伺服焊钳小型轻量化技术将进一步发展，随之产生大量新专利。

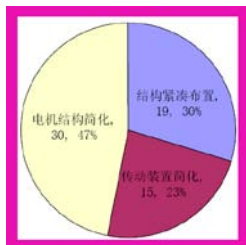


图2 小型化技术手段构成

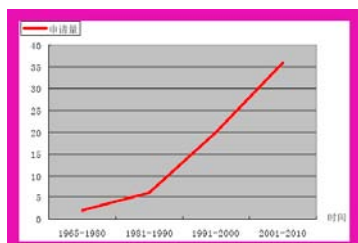


图3 申请趋势

(二) 原创国和目标国分析^[1]

日本、美国、法国是焊钳小型化专利申请量最多的国家，申请量之和占总申请量的76%以上，是该领域的主要技术力量。具体而言，日本作为世界上主要的汽车生产国和工业机器人制造大国，在伺服焊钳研发应用方面占据重要地位，原创专利申请量达31项，几乎占小型轻量化技术专利申请量的一半，是当之无愧的最重要的原创技术国。虽然焊钳技术只是工业机器人的一个小技术，但对于善于“细节研发”的日本公司来说，焊钳技术仍是可以挖掘大量技术和专利的，尤以小原为代表的专业焊钳开发公司，在此方面做出了大量的研究和专利申请。此外，现代汽车制造领域需要大量使用焊接技术，尤其是点焊机器人，这也促使日本许多汽车企业纷纷加入焊钳的研究队伍，主要代表是本田公司，作为汽车制造企业和重要机器人开发公司，本田并不只专注本业，它的研发触角已经延伸到机器人的上游产业——伺服焊钳。美国和法国也都是汽车和机器人大国，具有雄厚的汽车工业基础，美国

的通用公司以及法国的雷诺公司在很早时期即已经在焊钳小型化方面展开研究。

作为汽车制造的后起之秀，中国的汽车研发技术虽与世界强国还有较大差距，但2000年以来随着国内汽车市场的开放和需求增强、建设创新型国家的理念深入，中国企业已经在焊钳的小型化方面投入研究，不过目前的专利申请量还比较小，只有三项且均为实用新型。这表明中国在伺服焊钳领域的研究还处于起步阶段，面对欧美等强国的技术壁垒，中国企业应加强自主研发能力，提高知识产权意识。

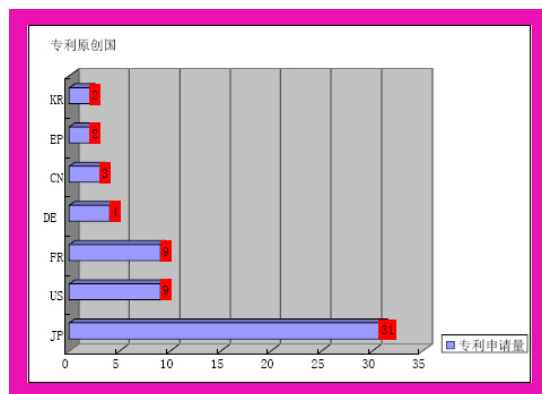


图4 原创国分布

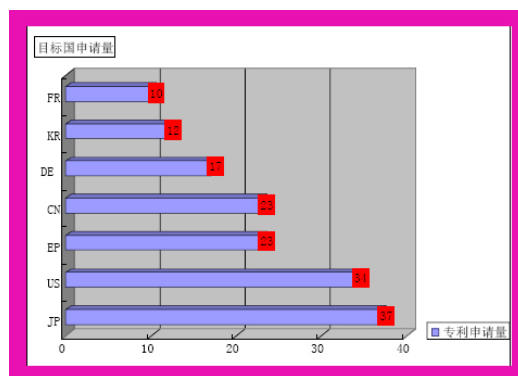


图5 目标国分布

日本、美国、欧洲、中国、韩国是各个企业专利布局的重要市场。日本、美国、欧洲是世界主要汽车和机器人产地，

也是主要的汽车消费市场，因此是各大企业竞争和角逐的主要地区。作为汽车新兴市场，中国一直致力于汽车产业的发展和扶持，汽车产销量在 2009 年跃居世界第一，吸引了世界各大汽车企业在中国抢滩布局，从中国的伺服焊钳小型化专利申请绝大部分来自国外申请也可见一斑。

(三) 小型化典型手段专利分析

表 1 各国各时段申请量

时间	1965-1980 年		
来源国	结构紧凑	传动装置简化	电机结构简化
US		1	
EP			1
时间	1981-1990 年		
FR		1	1
DE		1	3
时间	1991-2000 年		
JP	5	4	4
US		1	
FR	2		
DE			4
时间	2001-2010 年		
JP	4	1	13
US	2	1	4
FR	1	1	3
EP	1		
CN	3		
KR		2	

电机结构简化是伺服焊钳小型化的主要研究方向，申请量最大。日本是掌握小型化专利最多的国家，且在上述三个技术方面均有专利申请，尤以电机结构简化的专利申请量大，表明日本对焊钳小型化技术掌握最全面，且掌握了小型化最前沿的技术。其次是美国和法国，专利申请量虽不如日本，但技术覆盖也很全面，自 2001 年以来，技术侧重点主要集中在电机结构简化方面。德国的研究策略有所不同，从 80 年代以来，技术手段主要都集中在电机

结构简化方面，一共申请了 7 项专利。

1. 结构紧凑布置

由于伺服电机输出的是旋转运动，而电极通常只作直线移动，因而需要将驱动电机的旋转运动转化为直线运动。在伺服焊钳机械结构中，滚珠丝杠副以及齿轮减速器是重要的传动元件，上述结构的组成往往导致机械结构变大。对于此类伺服焊钳，小型轻量化的最直接办法就是将驱动部件和传动部件紧凑化布置，以减小空间。

使伺服焊钳结构紧凑主要采用四种技术手段：有 / 无独立的导向装置、电机分离式布置、多电机多电极布置。其中有 10 项申请设置了专门的导向装置以用于支撑和引导螺母丝杠中的螺母或推力轴运动，导向的主要方式为导轨导槽或滑套（如 JP2000158144A）。无导向装置的焊钳相对于有独立导向装置的焊钳简化了部分装置（如 CN202271094U），采用该技术手段的专利申请有 6 项，此类伺服焊钳一般用于电极活动空间较小的情况。川崎重工公司于 1999 申请的专利（JP3233619B2）采用电机电极分离式布置方式，用柔性轴连接传动装置来驱动电极，而伺服电机设置在机器人的其他部位，同时传动装置与推力轴之间紧凑布置。丰田自动车株式会社于 1996 年提出同一电机驱动多个活动电极的伺服焊钳模式（CN1182002A），提高了焊钳整体结构布局的紧凑性。

2. 传动装置简化

传动装置是将电机的旋转运动转换为推杆的直线运动，通常的焊钳传动装置包括齿轮、滚珠丝杠等。传动装置简化的

主要手段是省去齿轮传动，直接将电机的旋转运动连接到丝杠上，再由丝杠螺母推动推力轴。即简化传动装置的技术手段主要有：1) 丝杠与推力轴串联；2) 丝杠驱动连杆传功；3) 电机平行布置在丝杠上。简化传动装置的专利申请目前有15项，美国的Taylor Winfield最早在1968年提出申请(US4458131 A)，通过丝杠驱动连杆的方式来驱动电极的移动，目前该专利已处于失效状态。LORIOT公司则提出将电机平行布置在丝杠的技术手段(AU2002241007A1)，该专利目前处于美国授权状态。

3. 电机结构简化

电机是驱动焊钳活动焊臂移动的驱动装置，随着空心电机的发明和应用，将空心电机应用于焊钳驱动装置，使其与丝杠螺母一体集成使用，缩小了驱动装置的空间，成为焊钳小型化的重要手段。电机结构简化是伺服焊钳小型化的研究热点和重点，技术细分最多，专利集中度高，参与研究的专利原创国也最多，这也提醒中国企业在这方面开发研究时，应注意相关专利风险规避。

A. 空心电机

小原公司于2007年提出一种驱动单元为空心电机的伺服焊钳(CN101298113A)：电机(12)与压力施加驱动主体(8)连同压力施加轴(9)的一部分相结合，电子枪变得紧凑、并且与工件和夹具不会彼此影响。电机的转轴(13)为中空轴，螺杆轴(14)固定于转轴内部，与螺杆轴螺纹连接在一起的螺母(16)设置在压力施加轴

内，容纳螺杆轴端侧的中空部件(17)被形成在压力施加轴内，压力施加驱动主体可在压力施加轴的移动方向上被制造得较短(参见图6)。

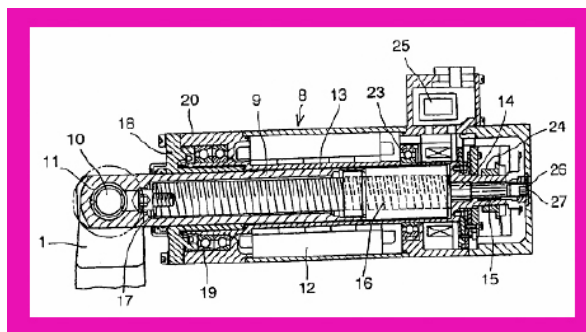


图 6

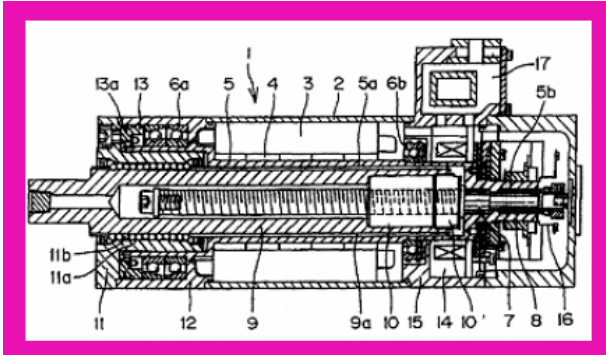


图 7

在此基础上，小原公司又提交一份专利(CN101337302A)针对焊钳驱动单元作进一步改进：加压轴为滚珠花键轴，将配对滚珠花键轴承(11)的一部分或全部收纳在旋转轴内，使焊接装置的整体长度变短，电动机旋转轴的孔径不增大(参见图7)。

B. 压力轴

小原公司于1999年开发了一种焊钳结构(US6223971B1)：焊钳驱动单元部分的丝杠螺母外径小于或等于电极驱动装置压力轴(9)，使螺母(11)与压力轴之间连接更加简单，压力轴的长度也变短。电

机端盖(12)的导向部分做成凹进部分,与电机空心转子内径基本相等,相比于嵌入转子内部的导向结构,在保证具有相同尺寸的压力轴的基础上,该结构具有更小的径向尺寸(参见图8)。

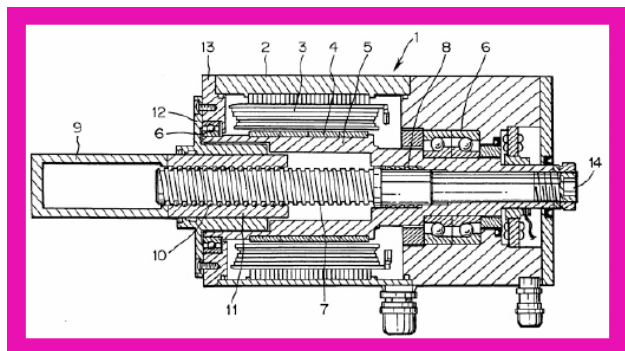


图 8

2000 年,小原公司提出一项针对伺服焊钳驱动装置简化的专利申请(JP4371532B2):压力轴部分位于中空转子轴(5)内,丝杠螺母(10)位于压力轴(9)内并与之嵌合,将电机旋转力矩传递给压力轴,其中的压力轴采用齿盘式防转装置,安装于转子轴内(参见图9)。

小原公司于2007年提交了一个针对丝杠螺母结构进行改造的伺服焊钳结构(US2009100950A1):在丝杠轴连接中空转子的端部通过中空套筒形式的固定部件固定在中空转子上,从而在纵向上缩短驱动单元(参见图10)。

2002 年, HARTMANN R、SCHMITT-WALTER S、SWAC ELECTRONIC GMBH 公司联合提出一项专利申请(W003066269A2):对压力轴(16)进行简化,压力轴仅保留较小的尺寸与焊臂连接,使焊钳的纵向尺寸大大减小(参见

图11)。

本田技研工业株式会社于2009年提出一种具有空心电机的焊钳(CN102101214A):包括进给丝杠机构(40)、中空伺服电机(10),进给丝杠机构与伺服电机连接,进给丝杠机构具有利用伺服电机提供的旋转力沿规定方向往复移动的杆(43),可动电极与杆的前端部连接,可动电极利用杆的往复移动相对于固定电极片进行开闭动作(参见图12)。

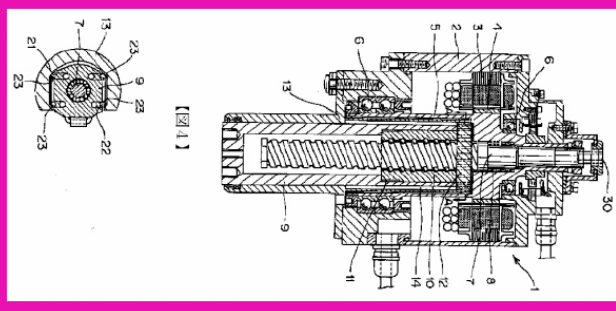


图 9

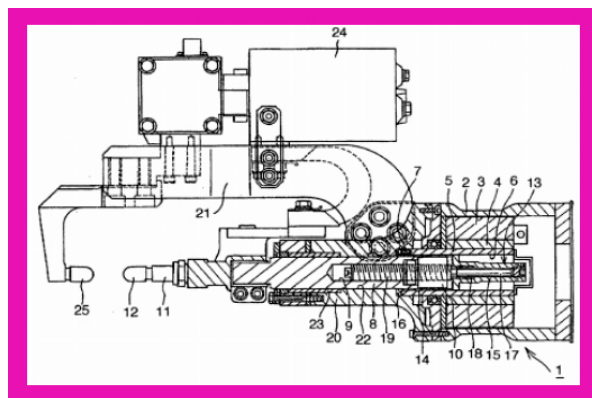


图 10

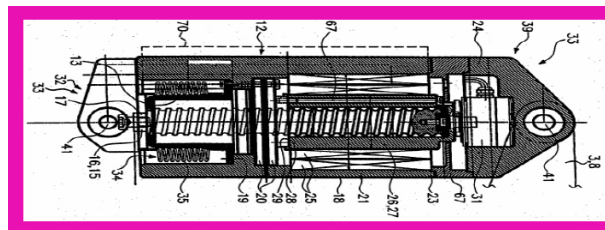


图 11

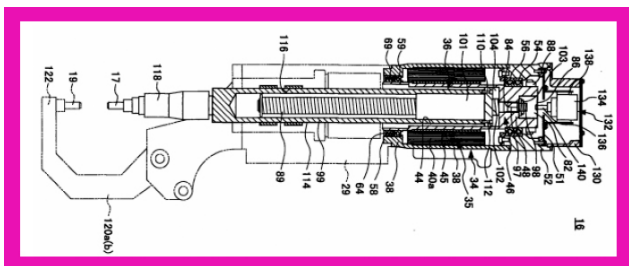


图 12

此后，本田技研工业株式会社于 2008 年提出一种与上述专利相似的中空驱动单元焊钳 (DE102009036219A1)：驱动单元中丝杠螺母与压力轴做成一体，使压力轴包括中空部分和螺母部分，既能防止压力轴转动，又在轴向缩小了传动距离 (参见图 13)。

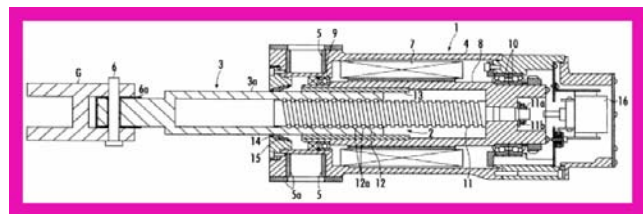
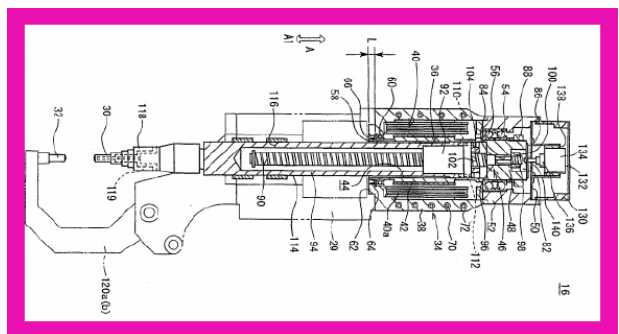


图 13

C. 减速器

2002 年，本田技研工业株式会社提出一项专利申请 (CN102145431A)，通过设置行星减速器以简化驱动单元的结构：焊钳以中空电动机 (10) 为驱动源，包括加压轴 (43)、滚珠螺母 (42)、滚珠螺杆 (41)，加压轴使电极片 (62) 进退，滚珠螺母与加压轴连结，滚珠螺杆与滚珠螺母螺合 (参见图 14)。



螺母（21）与压力轴一体成型。当中空转子带动螺母丝杠旋转时，活动焊臂与电机同时沿着螺母和压力轴作往复运动，与传统的焊钳两个焊臂均不动、仅压力轴活动的结构相比，该结构缩短了焊钳的长度（参见图 16）。

四、小结

焊钳小型化是伺服焊钳领域的典型技术问题，当今世界各国主要通过紧凑布置驱动机构、传动机构、焊臂或简化传动结构或简化电机结构来实现，其中又以简化电机结构最为常见，包括设计空心电机、压力轴、减速器、编码器、焊臂等技术手

段。随着工业机器人产业及汽车行业的蓬勃发展，点焊技术的广泛应用，相信机器人焊钳的小型轻量化技术将进一步发展和更新。

参考文献

- [1] 《专利分析实务手册》，知识产权出版社，第 180-188 页，2012 年 10 月

（专利审查协作北京中心 范玉霞 审校）