

改革开放40年力车胎行业的科技进步与发展

王慧敏

(广州橡胶工业制品研究所有限公司, 广东 广州 510280)

摘要:介绍改革开放40年来我国力车胎行业在品种和规格、装备和工艺控制水平、模具加工技术、原材料种类和规格、检测技术方面的科技进步情况,分析我国力车胎行业在产品档次、生产装备、工艺过程控制、创新能力方面存在的差距,指出我国力车胎行业今后应向开发高端产品、配备实验设备和场地、应用仿真技术等方向发展。

关键词:力车胎;自行车轮胎;摩托车轮胎;原材料;装备;模具;检测;仿真技术;科技进步

中图分类号:TQ336

文章编号:2095-5448(2019)09-0485-09

文献标志码:A

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2019.09.0485

改革开放40年来,我国力车胎行业发生了翻天覆地的变化。改革开放之前,力车胎行业是清一色的国有企业,知名企业有广州第一橡胶厂、上海中南橡胶厂、青岛同泰橡胶厂、天津自行车胎厂、北京第一橡胶厂、杭州橡胶总厂等;改革开放后,乡镇企业迅速兴起,到了20世纪80年代后期,台资企业开始进入中国大陆。乡镇企业以优厚待遇招揽人才,以高性价比产品占领市场,台资企业装备与技术先进、产品起点高、管理科学,为力车胎行业带来了一股新风,推动了产业升级、结构调整,同时形成了竞争局面。

随着民营企业如雨后春笋般的兴起,大部分国有企业改制,乡镇企业股份制或私有化,国有企业、民营企业、台资企业的竞争越来越激烈,20世纪末已出现老国有企业倒闭的现象。

随着行业竞争加剧,企业越来越重视技术创新,行业的集中度提升,行业准入门槛越来越高;规模小、没有特色、没有核心竞争力的企业逐渐被淘汰。

本文介绍改革开放40年来我国力车胎行业的

科技进步情况,与国外先进水平的差距,并对今后我国力车胎行业技术发展的方向提出拙见。

1 科技进步情况

改革开放40年来,我国已发展成为力车胎产品生产大国,力车胎行业从企业规模、产品种类和规格、工艺装备水平到检测水平都发生了翻天覆地的变化。随着行业竞争的不断加剧,企业越来越重视技术创新,整个变化过程均伴随着科技进步。以下分别从产品品种、工艺装备、原材料、检测技术等方面阐述改革开放40年来的科技进步情况。

1.1 力车胎产品种类和规格的激增

按传统的用途分类,改革开放前力车胎产品仅有自行车轮胎、手推车轮胎、摩托车轮胎。在改革开放前的计划经济年代,国民经济基础薄弱、运行机制缺乏活力,力车胎产品的花色品种少,规格不全,生产规模小,新产品开发周期长。当时的自行车轮胎只有 $28 \times 11/2$, $26 \times 13/8$, $24 \times 13/8$ 等少数几个规格,手推车轮胎只有 $26 \times 21/2$ 一个规格,摩托车轮胎的产量和规格均很少。改革开放后,随着人民生活水平提高,国内外市场需求增大,产品设计以优质、轻量为指导思想,应用计算机辅助设计(CAD),加快产品的开发进程,产品设计以人体功能为基础,研究不同车型特点对轮胎的不同技术要求,以及花纹结构的适应性,并采用新颖的造型,从而提高美感^[1]。随着电火花技术应用于力

作者简介:王慧敏(1965—),女,河南滑县人,广州橡胶工业制品研究所有限公司总经理、高级工程师,硕士,主要从事力车胎质量监督检验、技术与标准的研究与开发,橡胶制品及其材料的检验等研究与管理工作,发表论文30余篇,获得省部级科技进步奖等奖项。

E-mail:13602823663@139.com



车胎模具加工中,力车胎产品种类和规格日新月异。力车胎产品种类发展到电动车轮胎、多用途车轮胎、儿童车轮胎、全地形车轮胎等。每个种类在产品结构和规格方面都获得了扩展,例如自行车轮胎从普通的充气轮胎发展至非充气轮胎、可折叠自行车轮胎、超薄自行车轮胎、彩色自行车轮胎、反光自行车轮胎等,摩托车轮胎从普通的摩托车斜交轮胎发展到摩托车带束轮胎、摩托车子午线轮胎、摩托车补气保用轮胎等,内胎主体材料从天然橡胶为主发展到以丁基橡胶为主。

1.1.1 自行车轮胎

我国自行车拥有量大,改革开放前期,自行车以实用为主,如上下班代步,轻载短途运输等。自行车轮胎是最主要的力车胎产品,设计指导思想以提高耐磨、耐用等性能为主要目标,包括软边轮胎、硬边轮胎和钩边轮胎等产品。

改革开放中后期,随着我国人民生活水平提高,用于旅游、运动和锻炼身体的自行车数量增大,对自行车轮胎性能提出了更高的要求,同时为了满足高端出口贸易的市场需求,设计指导思想转向以安全、轻快、美观、减小滚动阻力为主要目标,故设计参数也有明显变化,出现了山地自行车轮胎、可折叠自行车轮胎、轻量化自行车轮胎、赛车用自行车轮胎、彩色自行车轮胎、反光自行车轮胎新产品^[1]。由于软边轮胎耗用原材料较多,性能比硬边轮胎差,且装车操作较为费劲,我国的自行车轮胎已经硬化边。

可折叠自行车轮胎是利用芳纶替代钢丝用于胎圈,实现了可折叠。为了美观而出现的彩色自行车轮胎产品主要有各种彩色轮胎、彩线轮胎、两方三块及两方五块彩色轮胎。彩色轮胎和多色轮胎配方技术水平大幅提高,不但有效解决了变色、龟裂等问题,总体质量达到高档轮胎水平。

为了骑行安全而出现的反光自行车轮胎采用全胎边反光带设计,反光区散布在车轮上,与车轮平面呈各种角度,使反光条能反射太阳、街灯或汽车前灯发出的光。

为解决轮胎漏气问题,20世纪80年代中期欧洲和美国已研制出用聚氨酯弹性体浇注而成的防刺扎实心轮胎^[2]。1992年我国深圳大亚塑料有限公司开发出用全新的高分子聚氨酯微孔材料制成

的实心轮胎,陆续又有多家单位开发这种轮胎。免充气轮胎免去了充气的麻烦,克服了充气轮胎容易被坚硬物刺扎的缺点,特别适用于公共使用的自行车。随着共享单车的出现和推广,免充气自行车轮胎的应用越来越广泛^[1]。我国免充气自行车轮胎的专利技术很多,有传统的橡胶模压发泡成型、热塑性弹性体的注射发泡成型、胎体上有孔的传统橡胶模压,特别是热塑性弹性体的注射发泡成型生产效率极高,颠覆了传统的自行车轮胎生产工艺。

1.1.2 摩托车轮胎

改革开放后,随着摩托车的普及,摩托车轮胎的规格品种发展很快,从最初的代号系列摩托车轮胎,发展到小轮径摩托车轮胎,再到公制系列摩托车轮胎。根据摩托车用于短距离运货的市场需求,出现了层级为8PR的摩托车载重轮胎,为了骑行安全,出现了摩托车补气保用轮胎。与普通摩托车斜交轮胎相比,摩托车子午线轮胎具有弹性和耐磨性能好、使用寿命长、滚动阻力小、车辆能耗小、抓着性能好、承载能力大等优点。近年来,摩托车带束轮胎和摩托车子午线轮胎已开始批量生产。摩托车轮胎已从改革开放前数量和规格都极少的产品发展为力车胎行业非常重要的产品,并且成为我国第一批纳入强制性产品认证的产品。

1.1.3 电动自行车轮胎

20世纪90年代,随着电动自行车的市场化,电动自行车日渐风行,城乡很多人都拥有电动自行车,电动自行车的产量也随之扶摇直上。

电动自行车轮胎与传统的自行车轮胎在使用要求上不相同,行驶速度和质量均介于自行车与摩托车之间。作为电动自行车的配套部件,电动自行车轮胎在产品设计和性能指标上既要考虑其与自行车轮胎的共同点,又要着眼于不同点予以区别对待。例如,电动自行车轮胎直径小于且行驶速度大于自行车轮胎,因此电动自行车轮胎的胎体强度高于自行车轮胎;骨架材料规格和层数也不同于自行车轮胎,特别是由于行驶速度快,产品的安全因素更需要重视。

1.1.4 全地形车辆轮胎

全地形车辆轮胎常使用于草地、沙滩、游乐场

以及林地、岩石、沼泽等恶劣的地形条件,为提升驾驶过程中的舒适性,常设计较大的内腔以缓冲吸震,同时为使缓冲吸震性能达到最佳,全地形车辆轮胎通常都采用较低的操作风压。

通过对轮胎的内腔和操作风压的特殊设计使轮胎在恶劣地形下能表现出优良的使用性能。20世纪90年代兴起的小轮径非公路型多用途轮胎,如速度较低的园艺车轮胎和草地车轮胎、速度较高的沙滩车和卡丁车轮胎,初期全部出口欧洲和美国市场。随着人民生活水平提高,我国生产的直径小而断面大的全地形车辆轮胎现已由单一出口欧洲和美国市场逐渐扩大到强劲的国内市场,并发展成为力车胎行业的新兴产品,我国已制定了全地形车辆轮胎国家标准。

1.1.5 儿童车辆轮胎

改革开放后,人民生活水平显著提高,适用不同年龄、不同消费层次的儿童车辆(包括儿童自行车、儿童三轮车、儿童滑板车、婴童推车等)需求旺盛,与之配套的儿童车辆轮胎市场蓬勃发展。儿童车辆轮胎已发展成为一类重要的力车胎产品。

儿童车辆轮胎的设计和使用特点与其他按成人自行车的代步和运输等行驶功能设计的力车胎明显不同。10年前,市场上不同品牌的轮胎和轮辋经常不能互换,产用双方无法很好沟通,严重阻碍了儿童车辆轮胎配套和替换市场的可持续发展。儿童车辆还增加了有毒有害物质的含量要求,因此我国已专门制定了HG/T 5265—2017《儿童车辆轮胎》,科学合理地提升了我国儿童车辆轮胎产品的质量和技术水平。

1.1.6 内胎

内胎最初是天然橡胶胎管硫化后再定长裁断、打磨接头、冷粘而成,随着内胎接头机的普及,在20世纪90年代已完全淘汰了这种工艺。气密性是内胎的生命,而丁基橡胶内胎能大幅提高内胎的气密性,但丁基橡胶自粘性差,硫化速度慢,加工难度大。从丁基橡胶内胎专业设备的开发、配方设计到生产工艺,行业做了大量的研究工作。自1979年我国生产第1条丁基橡胶内胎以来,丁基橡胶内胎的产量逐渐增大,产品合格率和生产效率均大幅度提高。随着工艺的改进,已形成了流畅的内胎生产线,内胎生产技术已相当成熟,丁基

橡胶内胎配方技术为行业大多数企业掌握,硫化时间可以缩短至140 s,接头疵病、胶垫嘴周边的疵点、喷霜和胎体厚薄不均等质量问题大幅减少,有些企业丁基橡胶内胎合格率达98%以上,使丁基橡胶内胎的应用比例逐渐增大,内胎丁基化率已达到70%以上。目前只有原来建成的天然橡胶内胎生产线还在继续生产,今后不会再建设天然橡胶内胎生产线。十几年前,为了丁基橡胶的再生利用,再生丁基橡胶已用于丁基橡胶内胎,甚至出现了全部使用再生丁基橡胶的加厚丁基橡胶内胎。

1.2 装备和工艺控制水平的提升

改革开放后,力车胎行业进入了一个快速发展时期。1980—1990年国有企业得到很好的发展,掀起了一个更新改造、引进先进设备、创“六好企业”的热潮,如引进GK密炼机、双复合和三复合胎面挤出生产线、自行车轮胎包贴成型机、丁基橡胶内胎生产线、丁基橡胶内胎接头机、外胎硫化机、多色轮胎磨花机、500 t胶囊硫化机等一批先进设备。先进装备的引进促进了工艺的创新,不仅生产效率大幅提高,产品质量也明显提升。在引进的基础上,力车胎行业通过消化吸收、仿制、改进创新,快速地提升了力车胎行业整体的装备水平。如外胎成型由双鼓式分段成型向单鼓式弹簧自动翻包成型工艺发展;外胎硫化向多层硫化、胶囊硫化工艺发展;内胎挤出由单条胎管挤出向双条和多条胎管挤出工艺发展;内胎硫化设备的机械结构由电动型向风动型发展。

2010年以后,力车胎行业又进入了新一轮较高水平的更新改造,机械化、自动化水平和工艺技术水平越来越高。在炼胶工艺装备方面,140 L以上的密炼机基本配备了电子秤自动投料装置,大型企业已经使用270和400 L密炼机组,上辅机采用自动输送和自动称量系统,下辅机采用双螺杆挤出机与冷却胶片机联接,从配料、混炼、压片、冷却、收胶片全部自动化联动作业,不仅降低了劳动强度,还大幅提高了炼胶生产效率和混炼胶质量,同时改善了炼胶环境。

在压延工艺装备方面,前后辅机联动的大四辊压延机组在中等规模以上企业普遍使用,电动机无级变速,有效地保障了压延胶厚度均匀一致,大幅提高了帘布压延质量。

在帘布裁断工艺装备方面,推广卧式裁断机且裁断速度提高,为了提高裁断打卷效率,甚至在帘布打卷时采用一开二方法。

在胎面挤出工艺装备方面,双螺杆复合挤出、冷却、自动卷取联动线已成为胎面压型的主流装备,部分企业采用了三复合挤出机,先进的胎面挤出生产线带有电子称重装置;利用复合胎面可生产出高档彩色自行车轮胎、磨花自行车轮胎;还可以合理调配胎面各部位不同配方的胶料,使轮胎表面耐老化、耐磨、美观,同时又降低了胎面其他部位的材料成本。

在成型工艺装备方面,弹簧自动翻包成型机在普及的基础上越做越精致,胶囊翻包成型机首先应用于摩托车轮胎成型。

在外胎硫化工艺装备方面,外胎多层硫化机已经普及,外胎生产效率提高,但硫化工操作多层风胎硫化机劳动强度大,因此外胎硫化由气囊硫化向隔膜自动定型硫化工艺发展。双向导热隔膜定型硫化机硫化时间短、劳动强度低、生产效率高,因此外胎胶囊硫化机的使用越来越普及,有的企业已使用氮气硫化,胶囊使用寿命延长。

在内胎制造工艺装备方面,混炼-加硫-过滤-供胶-挤出胎管-自动打孔-自动刷胶垫嘴-贴嘴-印标-定长裁断内胎挤出联动线已普及;5层单开内胎硫化机成为多数企业更新设备的首选;内胎自动装嘴芯、自动充气机、自动抽气机、内胎卷胎机等新设备得到推广应用,大幅提高了生产效率,并节省了大批劳动力。

1.3 力车胎模具加工技术的提升

摩托车轮胎和自行车轮胎模具的传统加工方法是采用普通车床车削轮廓,对操作技能要求高,花纹用普通钻铣床粗加工,手工雕刻精加工。受制造工艺和加工技术制约,加工精度和加工效率受到很大限制,难以适应力车胎品种不断增多和产品外观质量不断提高的要求,电火花和合金块拼花等新技术已广泛应用于力车胎模具加工^[1]。

力车轮胎模具花纹形状复杂、款式多样,模具型腔尺寸直接决定了产品的外形尺寸、花纹形状和表面质量,模具多为两片模或多片模。

模具花纹块内部有很多尖角,棱角边铣床加工难以到达的型面应用电火花加工最为合适,花

纹块有一定的深度,而在刀具长径比高的型腔位置,采用铣床加工刀具较容易断刀或切削不稳定,影响质量,而采用电火花加工就可以保证加工质量^[1]。

电火花加工是将电极形状复制到工件上,因此电火花加工必须先加工与产品形状相似的电极,电火花成型加工首先要进行电极设计、制造。

目前,力车胎模具制造企业已广泛应用加工中心来加工各种型面复杂的电极,加工中心有自动换刀机构,比传统的铣削加工速度快,自动化程度高,重复生产的精度高,可加工形状较复杂的产品。近年来,四轴以上高速加工中心出现,可以胜任形状更复杂的车胎花纹电极的制造,为车胎模具制造电极和工具提供了完美的技术解决方案。采用快速装夹定位系统来制造电极是电火花成型加工的一种先进方法,将电极坯料装夹在加工机床的装夹系统上制造,完成制造后,可直接将电极装夹到电火花机床的快速装夹系统上进行电火花加工,给加工操作带来了很大的方便,提高了电极的制造效率,确保了电极的装夹、定位精度。采用电火花加工工艺进行力车胎模具加工,大幅提高了力车胎模具的加工质量和加工效率,已发展成为力车胎模具制造的主流工艺^[3-4]。

1.4 原材料种类和规格的发展

力车胎的品种、样式、规格的日新月异离不开原材料种类和规格的发展。1978年成功用锦纶帘布代替棉帘布,大幅提高了力车胎的性能,力车胎骨架材料从棉帘布向锦纶帘布、低纤度高密度锦纶帘布、芳纶帘布的方向发展,为生产轻质而高强度的力车胎产品提供了基础;断裂强度高和初始模量大的芳纶代替钢丝用于胎圈,是制造折叠式自行车轮胎的基础材料;反光带已广泛应用于反光自行车轮胎,是制造反光自行车轮胎的基础材料;丁基橡胶广泛应用于内胎,大幅提高了内胎的气密性;浅色非污染型橡胶(如溶聚丁苯橡胶等)和耐臭氧老化的三元乙丙橡胶用于胎面胶生产高质量彩色轮胎;为满足循环经济需要,再生胶乳、浅色再生胶、黑色再生胶成功应用于力车胎产品,甚至应用丁基再生橡胶成功生产满足要求的全丁基再生橡胶内胎;为满足各种环保法规要求,环保型软化剂、促进剂、防老剂等广泛应用于力车

胎产品。

1.5 力车胎检测技术的提升

改革开放40年来,力车胎检测技术随着力车胎产品的发展而提升。改革开放初期,力车胎产品主要为自行车轮胎、手推车轮胎和少量的摩托车轮胎,主要检测轮胎解剖后胎面胶的拉伸性能、耐磨性能、耐热空气老化性能、层与层之间的粘合性能、骨架材料的拉伸性能。目前力车胎检测以实验室模拟试验为主。实验室模拟试验是模拟力车胎使用条件下的室内试验,比物理性能检测更接近实际使用条件,因此实验室模拟试验项目越来越多,例如,静负荷试验、高速性能试验、耐久性性能试验、轮胎强度试验、脱圈阻力试验、动静平衡试验、均匀性试验、滚动阻力试验、爆破压力试验等。每种实验室模拟试验都需要专门的试验设备,从20世纪80年代末开始,我国力车胎行业引进美国孟山都或日本的里程试验机、美国孟山都的门尼粘度试验机和硫化仪、日本或英国的臭氧老化箱等。这些设备价格较高,只有个别企业配备得起。国内企业消化吸收后,部分测试仪器逐渐实现了国产化,例如轮胎强度试验机、高速/耐久性性能试验机、动静平衡试验机、滚动阻力试验机、X光试验机等,高性价比的国产试验机促进了企业检测水平的提升。

虽然实验室模拟试验比物理性能检测更接近实际使用条件,但实验室模拟试验条件与实际使用条件仍存在一定差异,因此出现了专业的试验场,特别是配套产品,整车厂商会进行装车后的整车实验室试验和场地试验。

随着力车胎种类增多,各企业都制定了产品的企业标准。改革开放40年来,我国除了对力车胎国家标准和摩托车轮胎国家标准进行多次修订外,对力车胎新产品,如电动自行车轮胎、全地形车辆轮胎、儿童车辆轮胎、反光自行车轮胎等,也制定了国家标准。

以电动自行车轮胎为例,2015年国家发布了电动自行车轮胎的整套标准,包括内外胎产品标准GB/T 31546—2015《电动自行车轮胎》和GB/T 31547—2015《电动自行车内胎》、轮胎和轮辋的规格系列标准GB/T 31548—2015《电动自行车轮胎系列》和GB/T 31580—2015《电动自行车轮辋

系列》、试验方法标准GB/T 31549—2015《电动自行车轮胎性能试验方法》。

定性定量分析方面也发生了很大变化。早期的定性定量分析主要是配方分析和原材料分析,以化学分析为主,现已发展为仪器分析为主,仪器分析的权重越来越大。随着各国环保法规的出台,对有害物质的测试大幅度增加。RoHS指令、REACH法规均快速推动了橡胶制品的定性定量分析测试,例如对橡胶油和橡胶制品中多环芳烃(PAHs)的定量分析。经欧盟毒性、生态毒性及环境科学委员会(CSTEE)证实,很多PAHs都具有强烈的致癌性和生殖毒性,可导致有机体突变,一些国家和地区出台了相应的法律或法令对PAHs进行了明确的限制,如德国GS认证、SMLFGVB认证、欧盟76/769/EEC、美国EPA认证等。不过,各个国家和地区所限制的PAHs物质种类和含量不尽相同^[5]。我国对橡胶制品中有害物质测定方法和限量要求也出台了一系列的标准。

同时,力车胎生产线上的在线检测数量增加且精度也不断提高^[6]。通过直接安装在生产线上的监测设备,利用软测量技术实时检测和反馈,提高了工艺过程控制水平。随着生产装备的改进,对关键生产工序的工艺参数和半成品质量参数都进行了在线监控,如胎面胶压出速度和压出厚度、帘布压延速度和压延厚度、硫化温度和压力等。

2 我国力车胎行业存在的差距

改革开放40年来,力车胎从供小于求的紧俏商品变成供大于求、同质化、产能严重过剩的商品。随着行业恶性竞争的加剧以及人们对产品质量要求的不断提高,行业近10多年来从粗制滥造、只讲量不求质、低端产品市场占比大的状况转向了加大硬件投入、加强企业管理、低端产品市场占比明显减小的现状,但我国力车胎行业整体水平与国际先进水平相比仍存在很大差距。

2.1 产品档次的差距

我国的力车胎高端产品,如反光自行车轮胎、折叠自行车轮胎、超薄型自行车轮胎、摩托车子午线轮胎等产品已批量生产,并已逐步走向国际高端市场,但世界顶尖相关产品几乎都来自欧洲、美国和日本。

欧洲是自行车与自行车轮胎的发源地,自行车轮胎生产技术基础雄厚、历史悠久。100多年前,意大利倍耐力公司就曾为一些著名车手制造过自行车轮胎。20世纪中期,由于汽车工业迅速发展,各国自行车轮胎工业出现萧条局面,然而自20世纪70年代开始,随着石油危机所引起的自行车热以及工业发达国家自行车功能向旅游、运动、竞赛的转变,自行车轮胎工业又呈现出一派生机^[3]。法国米其林公司、德国大陆公司、意大利倍耐力公司等几家世界轮胎巨头虽然主营业务早已转向了汽车轮胎,但从未放弃高端自行车轮胎或摩托车轮胎的研发与生产。意大利维多利亚公司、法国哈奇森公司、德国世文公司等都专业研发制造用于竞赛和运动的高端自行车轮胎。这些厂商中,有的生产基地仍留在本土,有的已转移到泰国、印度尼西亚等东南亚国家。现今,在世界顶级自行车、摩托车赛事中现身的以及与高档运动娱乐车型配套的自行车轮胎或摩托车轮胎中,上述品牌占据了很大一部分。这些企业的工艺装备与技术在国际上处于领先地位,他们能及时针对车辆使用功能的变化,生产为数不多、档次高、功能各异的力车轮胎^[3-4]。例如,用低线密度帘布生产的26×1.95自行车超薄外胎质量仅为275 g,超薄型丁基橡胶内胎的胎管管壁厚度仅为0.4 mm左右。

欧洲和美国公司还有非常超前的创新,以下举几个例子。

(1)意大利维多利亚公司非常看好新材料石墨烯,并对其进行了深度研发,主要有两个方向:石墨烯混入碳纤维制作石墨烯复合碳纤维轮圈;石墨烯混入橡胶制作石墨烯复合橡胶轮胎。

(2)可拉链式轮胎胎面系统reTire为自行车提供了多种的工作方式。一个简单的拉链设计为自行车轮胎添加了二级或更坚韧的胎面,无论是光滑沥青路面还是崎岖地形,都可以搭配合适的胎面。reTire配有包裹在轮胎上的各类拉链封口胎面,使自行车轮胎不仅在沥青路面上运行良好,还可以搭配各类胎面在泥泞、砂石、山地畅行,甚至在雪地中也能保持较好的抓着力,不使用时胎面可以取下并轻松折叠装入背包。

(3)日本普利司通公司开发了一种环境友好型非充气自行车轮胎,这种轮胎沿内侧有一种由

热塑性树脂制成的能支撑轮胎质量的可伸缩支撑装置,且使用的材料可100%回收。

2.2 生产装备的差距

我国力车胎生产装备的自动化程度和精度与国际先进水平仍存在较大差距。在炼胶工艺装备方面,虽然我国中等规模以上的力车胎企业都采用较大容量的密炼机,上辅机、下辅机与胶片冷却装置联动,自动配料,电脑控制的密炼机组炼胶,但智能化程度、工艺精确度和生产效率都有待提高。

在帘布压延工艺装备方面,虽然很多企业已更新为四辊驱动、冷喂料挤出供胶、自动调节张力、自动定中、自动卷取的压延机组,但精度略差,压延薄帘布较困难。

在帘布裁断工艺装备方面,虽然大多数企业采用卧式裁剪、卷取联动的卧式裁布机,但精度与效率也略低。

在胎面胶压出成型工艺装备方面,压出的胎面半成品尺寸还不够稳定,生产效率也不及先进国家。

在外胎胎坯成型工艺装备方面,自行车外胎多数采用弹簧翻包成型机,但自动化程度、工艺精度、生产效率都不及先进国家的设备。摩托车外胎有弹簧翻包成型机、胶囊翻包成型机,但国产的胶囊翻包成型机属仿制机型,尚在改进过程中,国产摩托车子午线轮胎成型机才刚刚投产,尚需在实践中改进。

外胎硫化主要采用多层液压硫化机,丁基橡胶风胎为芯模,单向传热方式,硫化时间较长,劳动强度也大。近年开始采用充氮气保压力的双向传热胶囊硫化机,可以降低劳动强度,缩短硫化时间,节能效果显著,但很多问题仍有待改进。

内胎压出、冷却、打孔贴嘴、裁断联动线基本普及,但生产超薄型内胎、提高内胎接头机效率还在摸索中。

内胎硫化仍以液压双层硫化机为主,新研制了“五层单开内胎硫化机”,也有部分企业采用单层气动内胎硫化机,但依然以手工作业为主。内胎硫化后的整理设备,近年研发了气门嘴自动上芯机、内胎自动抽气机、内胎弯嘴机等装备,但依然未从根本上改变力车胎行业劳动密集的状况。

2.3 工艺过程控制的差距

力车胎的工艺装备技术水平决定了工艺过程控制的精度,智能化的先进装备减少了生产过程中的不可控因素。智能化炼胶将工艺参数,如炼胶温度、投料顺序、混炼时间都输入微机,然后由微机自动调节、自动控制炼胶的全过程。

先进的外胎胎面压出工序不但调温和调速自动化程度高,工艺要求也十分严格,所压出的胎面半成品的断面尺寸和单位质量都很精准,冷却效果和粘性控制也很好。

先进的胶帘布压延是冷喂料连续供胶、自动控制辊温、自动测厚、自动定中,所压出的胶帘布质量均匀、厚薄精准。

先进的外胎成型机精度高,胎面和帘布采用自动定长和自动裁断,成型宽度和偏歪值控制准确,胎坯压实工艺严格,生产的同规格成品不但外观均一而且每条轮胎的质量也十分相近。

除了工艺装备技术水平外,管理意识和管理水平也存在较大的差异。欧洲、美国和日本公司已经把说到做到打造为一种习惯。例如,对于同一种原材料,为了减小不同批次、不同厂家原材料质量差异带来的影响,在生产混炼胶时,可以把不同批次、不同厂家的原材料按比例并用。我国力车胎行业虽然也像国外企业一样,按相同的管理标准开展了ISO 9000和ISO 1400等认证工作,但执行效果尚需提高。例如,相当一部分企业还是人工控制炼胶作业,很多时候不太遵守炼胶温度、投料顺序、混炼时间等工艺要求;对混炼胶的质量控制,很多企业只简单检测可塑性、硬度、密度等快检项目,并没有像国外先进企业那样测试硫化曲线以及拉伸强度、拉断伸长率、分散度等项目;很多企业胎面半成品尺寸和质量超标,帘布的厚度不一;多半企业外胎胎坯半成品帘线搭头达不到标准要求。不少企业对仪器设备检定校准工作的重要性认识不足,认为拿到检定校准证书就行。企业拿到检定校准证书后对检定校准参数的测量点和测量结果是否满足企业日常检测需要不进行确认,甚至委托不具备资质的技术机构进行检定校准,仅依据价格选择检定校准机构。行业里有不少企业企图降低锦纶帘布密度来降低产品成本,甚至采用二次回收的锦纶帘布,导致大批量产

品出现严重质量问题。

2.4 创新能力的差距

欧洲、美国和日本等先进工业国家当前依然引领着世界力车胎技术的发展,这些国家除了力车胎的历史较长,有经验和技术的积淀外,都很重视新材料、新工艺、新设备、新产品的研发。规模较大的企业都设有研发中心,较小的企业也配有专职研发人员从事新材料、新工艺、新设备、新产品的开发。研发仪器设备齐全且先进,重视通过力车胎使用状态的模拟试验和实际道路试验验证新产品。

据介绍,欧洲、美国和日本等先进工业国家的企业,每年投入创新研究的费用都在销售额的3%以上。这些创新产品的售价也很高,例如,意大利维多利亚公司的带有夜光反射条和防故障保护层且质量轻的ADVENTURE城市自行车轮胎37-622(质量为690 g)和40-622(质量为720 g)市场售价为13.75欧元;配有“120-TPI”骨架材料和3层防故障保护层且质量超轻的RANDONNEUR HYPER自行车轮胎32-622(质量为350 g)、37-622(质量为390 g)和40-622(质量为440 g)市场售价为37.5欧元。公司获利后继续投入,形成了良性循环。

我国力车胎大型企业较少,小型企业较多,规模较大的企业真正设有研发中心的并不多;中小企业的技术人员少,更少有专职的研发人员。企业希望投入少、见效快,乐于仿造,不愿意高价添置精度高的装备,更不愿意投资回报周期长的产品研发和新装备、新工艺、新材料的开发,造成技术实力雄厚的设备厂家不愿意制造力车胎装备,原材料厂家不愿意开发高端力车胎需要的原材料(如低线密度帘布),因而形成恶性循环。力车胎行业的研发基本上处于被动地跟着客户要求走,而不是主动超前研发。新产品验证试验以常规试验为主,较少根据产品使用状况自行设计试验项目,装车后由专业车手进行的实际场地验证试验就更少。

3 力车胎行业技术发展方向

力车胎行业从简陋的装备、简单的工艺起步,在优胜劣汰的市场推动下,管理水平提升,装备更新,产品改进,技术进步。随着经济的发展和

社会的进步,人力资源等生产要素价值不断提升,知识产权保护日趋严格,依法诚信经营要求和节能环保要求更严格,企业要生存和发展,唯有不断变革和发展,在技术方面的创新是未来发展的必然趋势。

3.1 改变观念

思想观念是推动一切工作的总阀门。企业应认清形势,改变观念,顺势而为,实实在在地实施精细管理,加大创新研发经费的投入,提升企业的核心竞争力。

3.2 开发高端力车胎产品

随着人们生活水平的提高,人们对质轻、安全、舒适、个性化的高质量力车胎产品的需求必然增加。力车胎行业应以精益求精的态度生产出精品,打破世界上顶尖产品几乎都出自欧洲、美国和日本公司的局面。

行业提出的“十三五”质量技术目标为:超薄自行车轮胎合格率达到98%, 26×1.95 自行车外胎总质量不超260 g;超薄型丁基橡胶内胎胎壁厚达到0.4 mm左右;摩托车子午线轮胎合格率达到98%,并开发高宽比小且断面宽度大的高速度级别摩托车子午线轮胎;开发非充气自行车轮胎、平衡车轮胎等高质量的新型力车胎产品。

3.3 配备研发用试验设备和场地试验设施

我国供配方研究、半成品检测、成品性能测试的仪器设备已较齐全,但用于研发试验验证的试验设备较少。目前企业对成品使用性能的模拟试验检测项目较少,多数企业只做耐久性能、强度试验,很少做静负荷试验。未来企业要开发高端力车胎产品,不仅需做试车场试验、滚动阻力试验、转弯状况试验、碰撞试验、气门嘴前后左右摆动试验等,还需要做符合个性化产品使用场景的实际场地试验,这是最能证明产品质量技术水平的试验验证。因此,行业龙头企业需率先配备研发用试验设备和场地试验设施。

3.4 仿真技术设计

在竞争激烈的市场环境下,不仅要求不断开发力车胎新品种、新花式、新规格,而且要求新产品开发周期短。力车胎设计虽然通过CAD加快了产品的开发进程,但我国力车胎产品的设计开发主要依托试验进行验证,导致产品的设计周期长、

开发费用高。在项目开发早期,通过模拟仿真的方法可以有效预测产品性能,并且节省大量试验费用,缩短开发周期。

3.5 新材料的开发与应用

新材料的开发与应用是一个无止境的课题。例如与相关企业合作,开发中低线密度、高强度、高密度帘布,为生产无胎侧、高强度、超薄、质量轻的自行车外胎提供基础。芳纶具有断裂强度高和初始模量大的特点,几乎接近钢丝的强度,且质量仅为钢丝的1/5。芳纶可以作为力车胎的防刺层材料或代替钢丝用于折叠式力车胎胎圈;石墨烯比传统材料更坚固,开发适用于力车胎的石墨烯/橡胶复合材料,可以使轮胎更难被刺穿。

3.6 提升工艺装备的精度和自动化水平

目前我国力车胎行业的生产效率偏低,以中低档产品为主,提升生产工艺装备的精度和自动化水平是提高生产效率、提高产品档次并应对人力资源成本不断上升的有效途径。例如,超薄型无胎侧外胎用高精度外胎成型机和压延机,超薄内胎用胎管挤出机、接头机和硫化机,摩托车子午线轮胎用高精度成型机,都是力车胎行业需要的高精度装备。

全行业正在更新设备、采用先进工艺,首先应实现生产设备单机自动化,逐步实现自行车轮胎、摩托车轮胎、丁基橡胶内胎全自动生产,再向智能化工厂迈进。

在环保政策的高压下,生产工艺装备必须采用清洁能源为动力。设备密闭性能要好,尤其对排放尾气的设备,需优化设计以提高工作效率,并在尾气排放口处搭配辅助设备对尾气进行清洁处理。

3.7 提升力车胎模具制造水平

随着力车胎的品种多样化和个性化需求的增加,力车胎模具将越来越复杂,越来越多样化,力车胎模具加工必将向着高效、高质量的方向发展。随着数控电火花加工在控制技术向自动化、智能化高层次发展,力车胎模具电火花加工将向专机化方向发展^[7]。在今后的力车胎模具加工过程中,力车胎模具电火花加工技术将在提高加工质量和加工效率、降低加工成本等方面发挥重要作用。

3.8 制定个性化的产品标准

随着个性化产品的增加,对个性化产品标准的需求也日益迫切,而目前非常欠缺个性化产品标准。例如,自行车轮胎标准只有GB/T 1702—2017《力车轮胎》和HG/T 4400—2012《自行车反光轮胎》,可折叠自行车轮胎、超薄自行车轮胎、山地自行车轮胎、赛道型竞赛自行车轮胎、非赛道型竞赛自行车轮胎、免充气自行车轮胎、平衡车轮胎等均无相应国家标准。

3.9 积极参加国际标准化活动

我国力车胎行业对口的国际标准化组织为ISO/TC31/SC10。其自1974年6月在法国巴黎召开首次ISO/TC31/SC10会议以来,34年来总共召开了34次ISO/TC31/SC10分技术委员会会议或ISO/TC31/SC10/WG工作组会议。2017年在西雅图召开的第25次ISO/TC31/SC10分技术委员会会议和第9次ISO/TC31/SC10/WG工作组会议,我国力车胎行业首次参会。目前我国未加入ISO/TC31/SC10下属的两个工作组WG16和WG17。我国作为力车胎产品生产和出口大国,参与对口的国际标准活动太少,在对口的ISO标准中话语权太小,与力车胎生产和出口大国的地位极不相称。积极参加国际标准化活动,无疑是我国力车胎行业放眼全球、对接国际的重要手段。

3.10 应用信息技术加强企业管理

应用信息技术加强企业管理,企业在产品设

计、工艺设计、生产管理、生产制造、采购管理、销售管理、财务管理、质量和计量、能源和环保、安全管理、项目管理、设备管理、人力资源管理、办公管理等各个业务环节中均应用信息技术,逐步实现按订单生产、原材料零库存、产品零库存。

4 结语

经过改革开放40年的高速发展,我国力车胎行业已进入一个新的发展时期,正向着产业结构更加合理、生产效率大幅提高、产品更高端的力车胎强国目标迈进!

参考文献:

- [1] 肖世奎. 21世纪自行车轮胎展望[J]. 轮胎工业, 1996, 16(3): 173-176.
- [2] 君轩. 力车胎家族的新成员——电动车胎[J]. 世界橡胶工业, 2011, 38(8): 49.
- [3] 潘景洪. 车胎模具制造数控加工技术的应用[J]. 橡塑技术与装备, 2016, 42(11): 25-29.
- [4] 张弘毅. 自行车轮胎生产发展趋势[J]. 橡胶工业, 1996, 23(7): 429-432.
- [5] 刘国文. 欧盟推出新一波环保指令、法规及政策[J]. 印刷技术, 2013(4): 41-44.
- [6] 高红娜, 李文斌. 在线检测技术在五轴龙门加工中心上的应用[J]. 装备制造技术, 2014(11): 215-216.
- [7] 李金花, 朱建平, 高艳云. 电火花加工在轮胎模具中的应用[J]. 中国新技术新产品, 2009(23): 163.

收稿日期: 2019-04-16

Technical Development of Cycle Tire Industry in the Past 40 Years of Reform and Opening-up

WANG Huimin

(Guangzhou Rubber Industry Products Research Institute Co., Ltd., Guangzhou 510280, China)

Abstract: The progress of science and technology in the variety and specification, equipment and process control level, mold processing technology, raw material types and testing technology in China's cycle tire industry in the past 40 years of reform and opening-up was introduced. The gap in product grade, production equipment, process control and innovation ability was analyzed. The future directions of China's cycle tire industry were development of high-end products, development of testing equipment and sites, and application of simulation technology.

Key words: cycle tire; bicycle tire; motorcycle tire; raw material; equipment; mold; testing; simulation technology; scientific and technological progress