



新中国成立70周年兽医科学研究进展

李慧昕, 刘胜旺*

中国农业科学院哈尔滨兽医研究所, 兽医生物技术国家重点实验室, 哈尔滨 150069

* 联系人, E-mail: liushengwang@caas.cn

收稿日期: 2019-08-26; 接受日期: 2019-10-16; 网络版发表日期: 2019-11-15

摘要 本文从兽医学发展历史沿革, 各时期国家对兽医事业的规划, 国家对兽医科学研究的支持, 兽医科研人员在基础研究, 基础应用和应用研究方面的进展, 取得的重大成果以及在党中央的领导下对动物疾病的综合防控效果等方面, 对我国兽医事业取得的研究进展进行简要总结和回顾, 并对未来兽医工作进行了展望, 以期对兽医领域从业人员提供借鉴和参考。

关键词 新中国成立70周年, 兽医科学, 研究进展

2019年是中华人民共和国成立70周年, 70年披荆斩棘, 70年风雨兼程, 兽医人与兽医科学携手并进走过了与动物疾病不断斗争的70年, 迎来了国泰民安、六畜兴旺的新时代。兽医学是研究预防和治疗动物疾病的科学。自20世纪以来, 世界大多数国家都建立了兽医学学校和兽医机构, 并逐渐发展形成了以研究预防和治疗动物疾病为主的兽医学学科体系。随着人们生活水平不断提高, 兽医学涵盖的内容和服务的范围也随之发生变化, 现代兽医学在保障畜牧业健康发展的基础上, 逐渐开始注重公共卫生安全, 防控人畜共患病, 提高动物性食品的卫生和安全。因此, 现代兽医学与人类健康息息相关。归根结底, 兽医学是一门应用性强、服务于动物健康养殖并最终为人类健康服务的学科。兽医科学的发展水平也成为衡量各国经济社会发展水平和综合科技能力的重要指标之一。

西方兽医学传入中国的时间可追溯到20世纪以前, 以1904年清政府时期在保定成立北洋马医学堂为

正式开端, 从此中国便有了中、西兽医学之分, 这也是中国现代兽医教育的起源。1907年, 北洋马医学堂改为陆军马医学堂, 1912年又改称陆军兽医学校, 1952年组建中国人民解放军兽医大学。1905年创立京师大学堂农科大学, 1914年改名为北京农业专科学校畜牧兽医学科, 几经易名, 至1949年10月由熊大仕创建北京农业大学兽医系。1916年, 湖北省第二高级农业学校开设畜医科, 1952年组建华中农学院畜牧兽医系。1921年创立东南大学畜牧系(含兽医系), 期间经历组建(1952年)和合并(1972年), 至1979年复校后为南京农学院畜牧兽医系。1932年, 程绍迥和蔡无忌创建了上海兽医专科学校。1936年5月创立江西农业院兽医培训班, 于1938年成立江西兽医专科学校^[1]。1938年成立国立广西大学农学院畜牧兽医系。1939年成立的浙江省立英士大学设有畜牧兽医系。1943年成立中山大学和圣约翰大学畜牧兽医系。1946年在兰州设立国立兽医学院, 于1952年合并到西北畜牧兽医学院, 1958年与

引用格式: 李慧昕, 刘胜旺. 新中国成立70周年兽医科学研究进展. 中国科学: 生命科学, 2019, 49: 1441-1456

Li H X, Liu S W. Progress of veterinary medicine during the 70 years since the founding of the People's Republic of China (in Chinese). Sci Sin Vitae, 2019, 49: 1441-1456, doi: 10.1360/SSV-2019-0178

正在筹建的甘肃农学院合并, 组建成立了甘肃农业大学, 保留原兽医系。1948年成立东北行政委员会农林处家畜防疫所, 1957年更名为中国农业科学院哈尔滨兽医研究所。1948年在哈尔滨成立了东北农学院, 设有畜牧兽医系, 1993年更名为东北农业大学动物医学系。上述历史沿革是对新中国成立之前建立的兽医学堂或院校按时间脉络进行简要梳理(网络版附图1)。

新中国成立后, 国家对兽医机构进行重组、改建和合并, 全国从中央到地方建立了系统的兽医行政机构、科研院所、高校兽医院系和企事业单位, 形成了完整的动物疫病防控管理、研究、教学和应用体系。目前, 我国兽医学科分为基础兽医学、临床兽医学和预防兽医学三大学科方向。基础兽医学包括兽医解剖学、兽医生理学、兽医生物化学、兽医药理学、兽医病理学、兽医病理解剖学和动物组织与胚胎学。临床兽医学包括兽医内科学、兽医外科学、中兽医学、兽医产科学等领域。预防兽医学包括兽医免疫学、兽医微生物学、兽医传染病学和兽医寄生虫病学。

1 各时期国家对兽医事业的规划

从可查询的资料来看, 兽医学从国家层面上作为一个单独领域进行规划是从“十五”时期开始的。进入21世纪以来, 从国民经济和社会发展第十个“五年规划”开始至今, 国家对兽医科学和兽医事业有清晰的规划和政策支持, 农业农村部(原农业部)根据各时期国民经济和社会发展纲要, 制定全国兽医卫生事业发展规划, 明确兽医事业发展的指导思想、基本原则、发展目标和重点任务。

“十五”时期(2001~2005年), 国家对兽医领域重视程度增强, 我国兽医事业得到较快发展, 成为促进农业和农村经济发展的重要力量。防控重大动物疫病的能力不断增强, 禽流感、口蹄疫、猪瘟、新城疫等重大动物疫病得到有效控制。国家加大动物防疫体系建设力度, 基本建设投资达38亿元。建立无规定动物疫病示范区、多种国家级实验室和中心, 中央财政投入资金48亿元。原农业部设立兽医局和国家首席兽医官, 逐步完善了兽医法律法规体系。

“十一五”时期(2006~2010年)是我国兽医事业全面发展的关键时期, 全社会对兽医工作的认识发生了根本性转变, 兽医工作已经从单纯的动物疾病诊疗、保

护动物健康提高到保障动物性食品安全、维护人类健康的高度。党中央、国务院对兽医工作十分重视, 2004年和2005年中央1号文件明确了对兽医工作的支持政策。国家累计投入资金83.8亿元, 初步形成了覆盖全国的中央、省、县、乡4级防疫网络。同时, 中央出台动物防疫强制免疫补助、强制扑杀补贴、基层动物防疫工作补助政策, 中央财政累计投入经费154亿元。通过无牛瘟状态国际认可, 顺利推进无牛肺疫认可, 基本消灭马鼻疽、马传贫, 家畜血吸虫病疫情降至新中国成立以来最低, 禽流感疫苗研制达到国际领先水平。

“十二五”时期(2011~2015年), 国务院办公厅发布《国家中长期动物疫病防治规划(2012—2020年)》, 动物防疫工作步入规划引领、科学防治的新阶段。该时期的主要任务是完善兽医管理体制机制、启动实施国家动物疫病防治中长期战略、推进动物卫生监督执法、全面提升兽药监管能力和水平、加快推进新型兽医制度建设、加快兽医科技进步和深化兽医国际交流合作。在此阶段, 动物疫病防控工作取得显著成效, 全国消灭马鼻疽, 基本消灭马传贫; 牛肺疫无疫状态、疯牛病风险可忽略水平通过国际认可。

当前我国兽医事业处于“十三五”规划时期(2016~2020年), 我国经济建设、政治建设、文化建设、社会建设和生态文明建设站在更高的起点上, 兽医卫生工作处于新的发展环境。当前兽医卫生事业发展规划重点任务包括深化兽医管理体制机制改革、加强兽医卫生法治建设、提高动物疫病防治能力、加强动物产品质量安全风险管控、推动兽药产业转型升级、促进生猪屠宰行业健康发展、强化兽医科技创新能力和构建全链条兽医卫生监管服务信息化体系等8个方面。同时“规划”提出4个发展目标: (i) 兽医事业发展保障措施更加有力; (ii) 动物疫病防治能力显著增强; (iii) 从养殖到屠宰全链条兽医卫生监管能力大幅提高; (iv) 兽药行业和畜禽屠宰行业健康发展。兽医学将向着当前的任务和目标继续努力, 做好兽医卫生和疫病防控工作。

2 新中国成立以来国家对兽医科学研究项目的支持

新中国成立以来, 国家级项目在兽医学科探索性

研究和科技创新方面给予了大力支持, 为提高我国兽医科技水平、提高我国兽医学科的国际地位、以科技带动兽医卫生事业发展和提高疫病防控能力起到重要作用. 本文仅从国家自然科学基金、国家高技术研究发展计划(863计划)、“攀登计划”、国际先进农业科学技术计划(948计划)、国家重点基础研究发展计划(973计划)、国家科技支撑计划(“支撑计划”)以及公益性行业(农业)科研专项等重要国家级项目在兽医科学研究方面的投入与支持进行简要总结.

2.1 国家自然科学基金对兽医科学的项目资助

国家自然科学基金设立于20世纪80年代初, 坚持支持基础研究, 逐渐形成和发展了由研究项目、人才项目和环境条件项目三大系列组成的资助格局. 自然科学基金在推动我国兽医科学基础研究的发展和培养兽医科技人才等方面起了重要作用. 从国家自然科学基金委员会系统公开数据来看, 兽医学科受国家自然科学基金资助项目总计1399项, 其中包括创新研究群体科学基金2项(分别在2011和2015年获得资助)、重大项目3项(分别在1998, 2005和2014年获得资助)、重点项目35项、国家杰出青年基金21项、优秀青年科学基金项目13项、面上项目799项、青年科学基金项目526项. 兽医学科在各类项目中每年受资助情况如图1所示, 对兽医学科领域的资助强度随国家对科研经费投入的增加而逐年上升.

近些年来, 随着中央财政拨款的逐年增加, 国家大力资助具有创新能力的申请项目, 面上项目和青年基金资助强度在大幅提高, 在兽医学科领域1399项资助项目中, 面上项目和青年科学基金项目占比较大,

分别为57.1%(799/1399)和37.6%(526/1399), 为科研人员在学科领域自由探索提供强有力的支持(图1A和B). 从各年度资助情况可以看出, 自2006年开始, 兽医学科在面上项目和青年科学基金获得的资助强度逐年增加, 这与“十五”以来国家对兽医事业发展的重视和规划政策相吻合. 自1998年以来, 兽医学科获得国家杰出青年基金项目相对稳定(图1C); 2012年以来, 兽医学科中获得优秀青年科学基金项目有小幅增加(图1D); 2010~2018年, 兽医学科受重点项目资助数量有所提升(图1E); 2000年国家自然科学基金委员会设立创新群体项目, 至2018年兽医学科领域总计获得2项资助(表1); 1997~2018年, 兽医学科受重大项目资助3项(表1). 受现有查询方法、学科交叉和跨学科申请项目所限, 上述数据统计结果未能完全展示兽医学科自新中国成立以来受国家自然科学基金资助情况, 但是整体趋势能够体现我国兽医科学研究的快速发展以及国家对兽医科学的重视和在项目经费方面的支持.

2.2 其他重要国家科技计划对兽医科学的项目资助

1994年, “攀登计划”项目开始资助兽医学研究, 中国农业科学院兰州兽医研究所获得资助1项(重大畜禽疫病免疫防制基础研究). 1999~2015年, 兽医学科获得“973计划”资助9项, 内容涉及动物流感病毒等重要病毒跨种间传播及致病分子机制、动物重要病原菌功能基因组抗生素耐药性及传播与控制、猪繁殖与呼吸综合征病毒复制及宿主免疫应答机制、牛羊重要寄生虫致病机制、重要人兽共患胞内寄生菌流行及致病机制、重大畜禽疫病病原大分子结构与功能研究等, 总

表1 兽医学科获得创新研究群体科学基金和重大项目资助情况

Table 1 Projects supported by the National Natural Science Foundation of China for Innovative Research Groups and the Major Program of the National Natural Science Foundation of China

项目类别	依托单位	项目名称	负责人	批准金额(万元)	获批时间
创新研究群体	华中农业大学	动物重要病原分子生物学与致病机理	陈焕春	1200	2012(2014年连续资助)
创新研究群体	中国农业科学院哈尔滨兽医研究所	动物传染病	陈化兰	1050	2015
重大项目	中国人民解放军军需大学	我国畜禽四种主要病原生态学和分子流行病学	涂长春	500	1998
重大项目	中国科学院微生物研究所	禽流感关键基础科学问题	高福	1000	2005
重大项目	河南农业大学	猪繁殖与呼吸综合征病毒致病机理研究	张改平	1500	2014

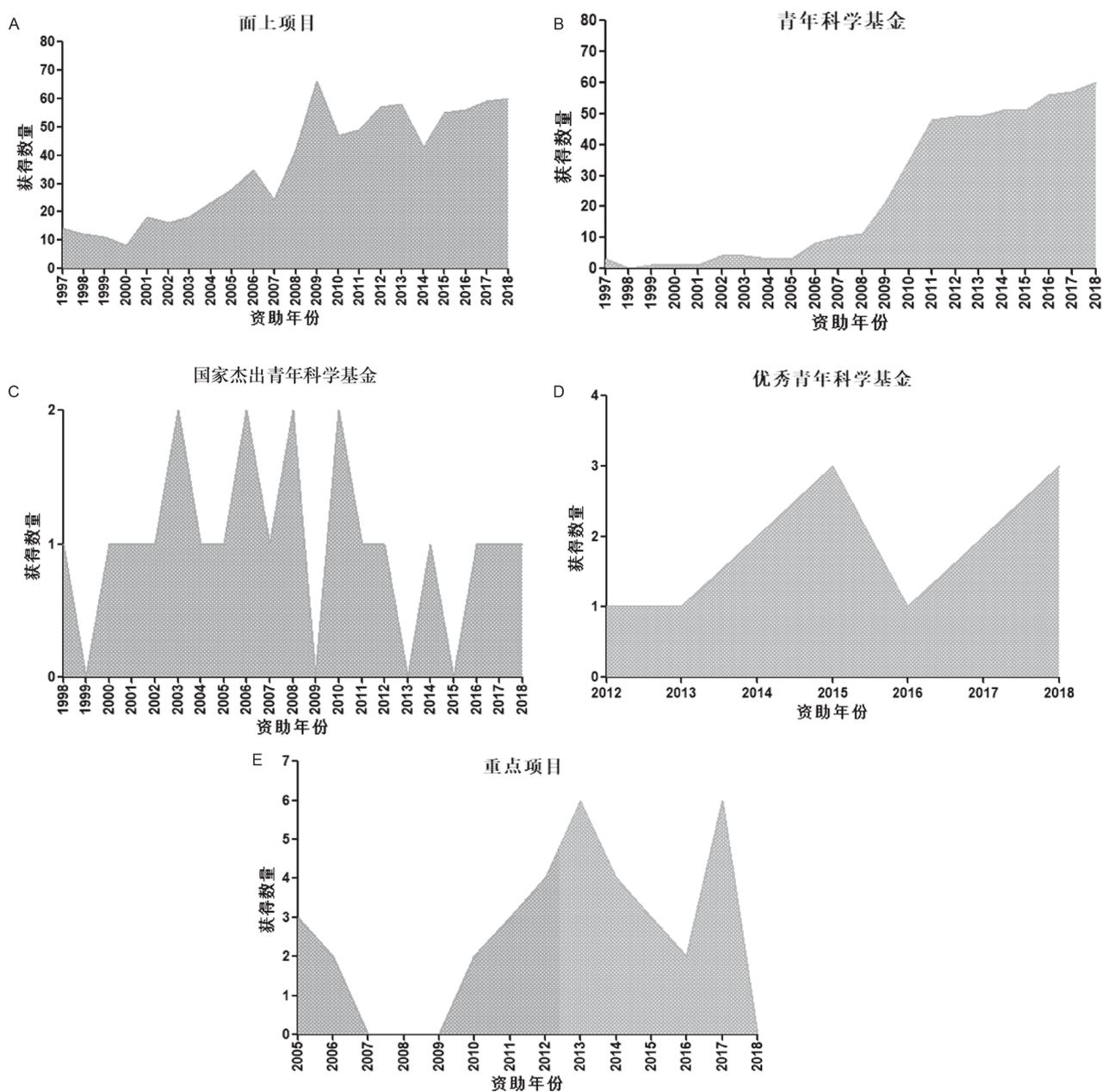


图1 兽医学科获得国家自然科学基金资助情况. A: 面上项目; B: 青年科学基金; C: 国家杰出青年科学基金; D: 优秀青年科学基金; E: 重点项目

Figure 1 Supports by the National Natural Science Foundation of China in the field of veterinary medicine. A: General Program; B: National Science Foundation for Young Scientists of China; C: National Science Foundation for Distinguished Young Scholars of China; D: Outstanding Youth Foundation; E: State Key Program of the National Natural Science of China

经费19934万元。2011~2012年, 兽医学科获得“863计划”资助2项, 内容涉及动物疫病分子诊断技术与产品创制以及农业药物分子设计与产品创制(家畜病毒病基因工程疫苗创制), 总经费5185万元。2011年获得“948计划”资助1项, 涉及重大动物疫病防控技术引

进, 总经费500万元。2011~2015年, 兽医学科获“支撑计划”资助4项, 内容涉及中兽药研究与新药创制、外来与新发动物疫病预警与阻断技术、新型动物药剂创制与产业化关键技术、重大动物疫病防控关键技术等, 总经费12725万元。2008~2013年, 兽医学科获得公

益性行业(农业)科研专项14项, 内容涉及猪流行性乙型脑炎诊断试剂盒和高效疫苗创制以及防控技术、动物疫苗制剂及下游工艺技术、重大动物疫病疫苗临床免疫评价和新型动物疫病诊断技术、鸡新城疫和禽白血病防控与净化技术、兽药残留及动物源病原菌耐药性控制技术、非洲猪瘟等重要外来动物疫病、布鲁氏菌病及牛结核病防控技术、动物源性沙门菌病、猪链球菌病、副猪嗜血杆菌病、猪传染性胸膜肺炎以及重要牛羊虫媒病毒病防控关键技术等, 总计获得国家资助经费23927万元。由于多个项目整合为国家重点研发计划, 2016~2018年, 兽医学科获国家重点研发计划“畜禽重大疫病防控与高效安全养殖综合技术研发”专项资助, 包括40个项目, 内容涉及动物流感病毒遗传变异与致病机理研究、畜禽重要疫病病原学、流行病学、病原组学与网络调控、基因调控及与宿主互作、免疫与致病机制、免疫防控新技术、新发与再发疫病的致病与免疫机制、诊断与检测新技术、共感染与协同致病机制、综合防控与净化、中兽医药、畜禽肠道微生物组、外来动物疫病阻断及防控、潜在入侵疫病监测与预警以及畜禽药物代谢、耐药检测和机制及实验动物开发等, 总经费109046万元(图2)。正是这些国家项目的大力支持, 使得兽医科学无论在基础研究还是应用研究都得到了快速发展。

3 新中国成立以来重大动物疫病防控进展

《国家中长期动物疫病防治规划(2012—2020年)》提出优先防治和重点防范的动物疫病, 优先防治动物疫病有16种, 其中一类动物疫病5种, 包括口蹄疫(A型、亚洲1型、O型)、高致病性禽流感、高致病性猪蓝耳病、猪瘟和新城疫; 二类动物疫病11种。新中国成立以来, 党中央高度重视动物疫病防控科技事业, 基础科技实力和疫病防控能力有了显著的提高。在强大的科技支撑下, 我国兽医研究人员在重大动物疫病防控方面成绩斐然。近20年来, 禽流感等优先防治的一类动物疫病依靠我国自身科技力量, 得到了有效防控, 为保障我国畜禽养殖业健康平稳发展发挥了关键支撑作用。

禽流感作为人兽共患传染病严重危害公共卫生, 其病原因子最早于1878年被分离, 现已发现的高致病性禽流感病毒均属于H5亚型和H7亚型。1997年, 在香

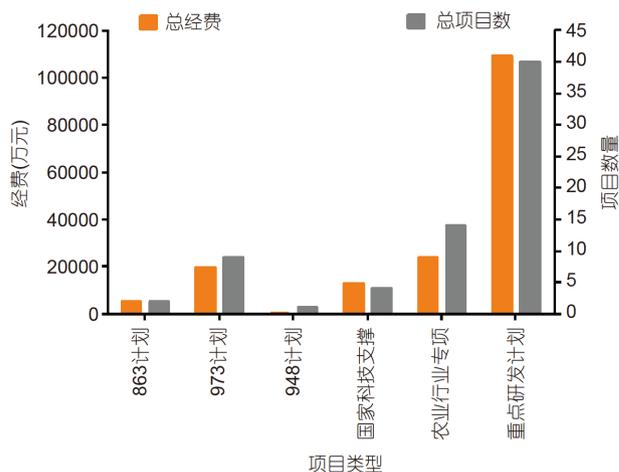


图2 兽医学科受国家级项目资助情况

Figure 2 Supports by the national grant of China in the field of veterinary medicine

港首次发现H5N1亚型禽流感病毒能直接感染人类。2013年, 我国首次发现人感染H7N9流感病毒, 而引起广泛的公共卫生关注。国家禽流感参考实验室对H5N1和H7N9流感病毒的进化、跨种感染、致病力及传播机制进行系统研究, 发现了病毒获得哺乳动物接触传播能力的关键分子机制^[2,3]。在坚实的基础研究支撑下, 基于反向遗传系统建立了疫苗研发平台, 这是国际上首个产业化的反向遗传流感疫苗, 在中国、东南亚国家和非洲国家推广应用2000多亿羽份, 在禽流感H5亚型防控中发挥了重要作用。自H7N9流感病毒在我国发生和流行以来, 国家禽流感参考实验室研制H5/H7二价灭活疫苗并于2017年9月推广应用。监测数据显示, H5/H7二价灭活疫苗免疫有效阻断了H7N9病毒在家禽中流行, 每年为国家挽回了数百亿元的经济损失, 其更大的公共卫生学意义在于对阻断人感染H7N9病毒取得“立竿见影”的效果, 使H7N9感染人病例数由第5波疫情(2016年10月~2017年9月)的766例降为2017年10月以来的3例^[4]。

新城疫是严重危害世界养禽业的传染病, 该病首次报道于20世纪20年代。1946年梁英和马闻天等人首次通过病毒分离证实了新城疫在我国的存在和流行。20世纪80年代, 我国对新城疫实行了全面免疫的策略, 对新城疫的防控起到了关键作用。随着新城疫病毒基因型不断进化, 我国新城疫呈现出新的流行病学特点, 包括非典型性新城疫越来越普遍、感染宿主范围扩

大、多种基因型并存等。1990年以来,非典型新城疫在我国免疫鸡群及家养水禽特别是鹅群大面积暴发流行,90年代中期,我国首次出现了基因VII型新城疫病毒^[5]。2014年,扬州大学利用反向遗传技术研制基因VII型新城疫疫苗——重组新城疫病毒(A-VII株)灭活疫苗。

口蹄疫危害世界畜牧业已逾百年,该病最早于1951~1952年在英国和法国暴发。20世纪50年代,中国农业科学院兰州兽医研究所筹建口蹄疫研究室,开展了口蹄疫疫苗的最初研究。从1956年用结晶紫甘油灭活和福尔马林灭活的口蹄疫疫苗获得成功,相继于1978年研制BEI灭活疫苗、1989年研发猪口蹄疫O型灭活疫苗以及1993年研发的牛口蹄疫O型灭活疫苗,这些对我国口蹄疫的防控具有划时代意义。2000年以来,亚洲1型、O型和A型3种血清型的5种新流行毒株先后传入我国,中国农业科学院兰州兽医研究所历经15年联合攻关,先后创制了牛口蹄疫O型、A型二价灭活疫苗,口蹄疫O型/A型/亚洲1型三价灭活疫苗以及口蹄疫A型灭活疫苗、口蹄疫亚洲1型灭活疫苗、口蹄疫O型/亚洲1型二价灭活疫苗等。2017年,“猪口蹄疫O型病毒3A3B表位缺失灭活疫苗”和首例口蹄疫反向遗传技术疫苗“猪口蹄疫O型、A型二价灭活疫苗”分获国家一类新兽药证书并成功投向市场,标志着我国口蹄疫新型分子疫苗成功实现产业化,开创了世界口蹄疫分子疫苗研究从实验室走向市场的新纪元。成果推广应用以来,我国口蹄疫疫情逐年下降,亚洲1型连续6年监测阴性,实现了免疫无疫。

猪蓝耳病又称猪繁殖与呼吸综合征,是危害养猪业的重要疫病之一,该病由野猪传入,发生感染最早可追溯到1912年。1996年首次报道我国存在该病,此后我国经历了经典蓝耳病、高致病性蓝耳病、类NADC30株蓝耳病3次大面积的流行。我国研制的第一个猪蓝耳病疫苗(灭活疫苗CH-1a株)于2005年获批准,随后经典株疫苗(弱毒疫苗CH-1R株、R98株、灭活疫苗SD株)、高致病性毒株疫苗(JXA1-R株、HuN4-F112株、TJM-F92株和GDr180株)相继获批准。这些疫苗在全国累计应用超过90亿头份,在猪蓝耳病防控方面发挥了巨大的作用。

猪瘟是严重危害养猪业的重要动物疫病之一。研究人员1945年在石家庄分离出石门毒株,1951年用石门毒株成功地研制出了结晶紫甘油灭活疫苗,并在全

国大规模推广使用,迅速控制了猪瘟疫情。1954年,成功地研制出猪瘟兔化弱毒疫苗C株,在全国大规模推广使用。为了避免用同源细胞生产疫苗有污染强毒的危险,1985年全国推广使用犊牛睾丸原代细胞生产猪瘟疫苗,一直使用至今。2004年,用猪睾丸传代细胞系(ST细胞系)生产猪瘟疫苗,有效地解决了传统犊牛睾丸细胞疫苗污染BVDV(bovine virus diarrhoea virus)的问题,减少了原代细胞用动物个体之间的差异。2007年,我国将猪瘟列入强制免疫计划,在实施了近10年的强制免疫、重点监测后,我国猪瘟流行情况趋于稳定,2017年猪瘟退出了国家强制免疫计划。

4 我国新发和再发动物传染病

新发传染病是指近30年来由新发现的新种或新型病原微生物引起的传染病。由于“老病原”变异频繁,“新病原”不断出现,使得我国畜禽养殖面临“老病”多变、“新病”频发的严峻局面,新发和再发动物疫病的出现和可能的流行对我国畜牧养殖和兽医公共卫生构成潜在的威胁。鉴于动物物种较多,其易感的病原及引发疾病各不相同,除去重大动物疫病外,本文仅以猪病和禽病为例,对近年新发和再发的严重影响猪、禽养殖业的部分重要病毒性传染病做一简要的总结和梳理。

4.1 影响中国养猪业的重要新发和再发传染病

目前我国猪群中已有的猪流感病毒有H1N1亚型(2001年)、H5N1亚型(2001年)、H1N2亚型(2004年)、欧亚类禽型H1N1亚型(2005年)和2009/H1N1亚型(2009年)。2005年7月,我国四川首次报道由于猪群发生猪链球菌病导致与病猪接触人群感染该病。从2010年底开始,高毒力的猪流行性腹泻病毒(porcine epidemic diarrhoea virus, PEDV)变异株引起猪场大规模的仔猪腹泻,免疫猪场也未能幸免,经实验室鉴定,该流行毒株为G2群变异毒株。2011年我国出现了猪伪狂犬病病毒(pseudorabies virus, PRV)变异株,该毒株在经典疫苗株Bartha-K61免疫猪群中也有发生。2012年首次在香港报道猪德尔塔冠状病毒(porcine delta coronavirus, PDCoV),2015年中国大陆有PDCoV报道并于2016年首次分离该病毒。2015年3月,我国广东某猪场暴发塞内卡病毒(Seneca Valley virus, SVV)感染,同年从发病病料中分离到了SVV,病毒主要通过感染仔猪

使其鼻镜及蹄冠处出现水疱、溃烂创面从而导致跛足甚至死亡, 目前世界上还没有商品化疫苗. 近年新发的一些猪病病原还包括: 2016年首次报道猪群中检测出猪的圆环病毒3型(*porcine circovirus type 3, PCV3*); 2016年在广东省猪群发现的猪非典型瘟病毒(*atypical porcine pestivirus, APPV*); 2017年首次在广东发现的猪肠道阿尔法冠状病毒(*porcine enteric alphacoronavirus, PEAV*), 于2018年被命名为猪急性腹泻综合征冠状病毒(*swine acute diarrhea syndrome coronavirus, SADS-CoV*). 非洲猪瘟的暴发使我国养猪业遭受严重经济损失. 2018年, 我国报道首例非洲猪瘟疫情并分离鉴定出我国第一株非洲猪瘟病毒, 兽医研究人员快速应对, 在实验室诊断技术基础上研制了快速、敏感的诊断试剂盒, 目前用于预防该病的疫苗正在紧张研制中.

4.2 影响中国养禽业的重要新发和再发传染病

20世纪30年代发现至今, 传染性支气管炎病毒(*infectious bronchitis coronavirus, IBV*)变异株和新的基因型不断出现, 我国至少存在Mass型、LX4(QX/GI-19)型、LDL/97I(Q1)型、tl/CH/LDT3/03型、4/91型、mTW I、LSC/99I型、GI-28型、Ark型和GI-29型等以及包括个别地区流行的其他多个变异毒株类型在内的19个基因型的病毒. 2008年以来, J-亚群禽白血病病毒(*avian leukosis virus subgroup J, ALV-J*)出现了明显变异, 引起我国蛋鸡群发病, 主要表现为血管瘤, 2012年我国首次报道了ALV-K新亚群的存在. 鸡传染性法氏囊病病毒(*infectious bursal disease virus, IBDV*)是因引种而引入的病原, 我国最早在1979年发现该病, 2019年我国首次报道了IBDV新型变异株, 该变异株能在一定程度上逃逸疫苗的免疫保护. 2010年, 我国鸭群暴发由鸭坦布苏病毒(*duck tembusu virus, DTMUV*)引起的蛋鸭、种鸭产蛋骤然大幅下降, 剖检以出血性卵巢炎为主要病变特征. 2015年我国报道鸡马立克氏病病毒(*Marek's disease virus, MDV*)变异株, CVI988疫苗株不能够提供有效保护, 2018年首次报道我国存在欧亚和北美毒株重组的MDV变异毒株. 2015年我国鸡群暴发肝炎-心包积水综合征, 该病主要由血清4型禽腺病毒引起, 以心包积液和肝炎为主要特征. 2017年我国雏鹅群中发生一种以内脏和关节痛风为主要症状的传染病, 病原为新型鹅星状病毒(*goose astrovirus, GAstV*), 该病主要发生于5~20日龄的雏鹅.

5 兽医科学基础研究

兽医科学基础性研究不仅为动物疾病防控和治疗提供理论依据, 也为人类医学的研究提供借鉴.

5.1 兽医科学在国际顶级杂志发表研究论文

新中国成立以来, 我国兽医科学前沿科研成果逐渐在顶级国际期刊——*Nature*和*Science*等杂志发表. 其中以禽流感相关研究成果较为突出, 研究发现, 2005年我国野鸟中流行的H5N1病毒对鸡和小鼠均有强致死能力, 提出水禽迁徙对禽流感在全球传播是一潜在威胁^[6]. 进而研究人员对H5N1亚型禽流感病毒跨种传播机制进行系统研究, 发现哺乳动物源H1N1和禽源H5N1流感病毒重配后产生的病毒可在哺乳动物间经呼吸道飞沫传播, 这一传播途径是流感大流行的必要前提. 进一步研究发现, H5N1病毒HA基因158~160位糖链缺失突变使H5N1病毒获得了人呼吸道上皮细胞受体结合能力, 与PB2的D701N突变一起, 构成病毒获得哺乳动物接触传播能力的关键分子机制; 同时发现, H5N1病毒与H1N1/09甲流病毒基因重配后, 可形成多种能够在哺乳动物经呼吸道飞沫传播的H5N1病毒, 证明了H5N1病毒引起人流感大流行的可能性^[2].

2013年, 我国首次发现人感染H7N9流感病毒. 研究发现, 禽和人H7N9病毒都获得了结合人呼吸道上皮细胞受体的能力, 这是病毒感染人的生物学基础; 禽源H7N9对鸡、鸭和小鼠均无致病力, 而人源H7N9可引起小鼠严重发病和死亡; 禽源H7N9在感染人后快速发生PB2基因627K或701N的关键突变, 导致人源H7N9对哺乳动物致病力显著增强, 并使部分毒株获得在雪貂间经呼吸道飞沫传播的能力, 具有人传人的极大风险^[3]. 通过持续的病原学监测和研究发现, H7N9低致病力病毒经过在家禽中近4年的进化, 于2017年突变为高致病性禽流感病毒; 该病毒可在哺乳动物体内复制过程中获得适应性突变, 可获得哺乳动物的高度致死能力以及在雪貂间经呼吸道飞沫传播的能力, 对人类蕴藏更大威胁^[7,8]. 相关结果先后发表于*Science*, *Cell Research*和*Cell Host & Microbe*等国际一流学术期刊, 部分成果被评为“2013年中国十大科技进展”. 这些对H7N9病毒的起源、宿主特性、遗传演化和生物学进化的规律及致病风险评估的系统研究发现, 为全面科学认知H7N9禽流感病毒做出了杰出贡献, 为国家

H7N9禽流感防控政策制定提供了重要科学依据。

2016年10月,我国广东一猪场暴发仔猪致死性疾病,5日龄以下的仔猪死亡率高达90%,造成严重经济损失。通过对病猪肠道样本进行高通量测序发现,病毒基因序列与2007年香港大学首次发现的蝙蝠冠状病毒HKU2基因组序列高度相似,经系统研究证实该疾病的病原是一种冠状病毒,并将其命名为猪急性腹泻综合征冠状病毒,简称SADS冠状病毒。进一步对保存的蝙蝠样品进行回顾性检测,大部分阳性样品来自菊头蝠。序列比对发现,其中一株来自发生疫情猪场附近的蝙蝠洞穴样品的冠状病毒与SADS冠状病毒的全基因组序列一致性高达98.48%,从病原学和流行病学角度证实引起此次仔猪腹泻疫情的SADS冠状病毒来源于蝙蝠HKU2相关冠状病毒的跨种传播^[9]。

5.2 在兽医学领域代表性主流国际杂志发表研究论文

为了解新中国成立以来我国兽医研究人员在基础研究领域的研究进展情况,本文选择兽医学科具有代表性的主流国际杂志进行统计,尽量兼顾兽医学科内的各学科方向,涉及微生物学、病毒学、免疫学、寄生虫学、感染与免疫等学科。统计杂志主要包括《病毒学杂志》(*Journal of Virology, J. Virol.*)、《免疫学杂志》(*The Journal of Immunology, J. Immunol.*)、《兽医微生物学》(*Veterinary Microbiology, Vet. Microbiol.*)、《兽医寄生虫学》(*Veterinary Parasitology, Vet. Parasitol.*)、《疫苗杂志》(*Vaccine*)和《兽医研究》(*Veterinary Research, Vet. Res.*)等杂志。

在*J. Virol.*杂志,中国兽医研究人员发表的文章最早检索到2003年。总体上,兽医学科在*J. Virol.*杂志发表的文章数量处于偏低水平。自2011年起有明显的提高,呈逐年升高趋势(图3A)。由于*J. Virol.*杂志收录文章来源及其覆盖学科广,因此兽医学科发表文章在该杂志中仅占少部分比例。2011~2018年是兽医学科基础研究快速上升期,从0.6%(2011年)上升至5.5%(2018年)。在学科范围仅限于兽医学科的杂志如*Vet. Microbiol.*,兽医学科发表文章数量相对较多,我国兽医科研人员最早于1989年在该杂志发表文章,说明我国兽医科研人员在基础研究方面起步较早。我国兽医科研人员在该杂志发表文章数量及占比该杂志当年发表文章总数呈明显逐年上升趋势,2007年是明显的

数据上升拐点,2017年发表文章数量占比当年发表文章总数达21.5%(图3B)。*Vet. Parasitol.*也是相对局限于兽医学科的杂志,可检索到中国兽医学者最早于1987年在该杂志发表文章。从2005年开始,文章发表数量有所提升,尽管如此,我国兽医学者在该杂志发表文章占比当年发表文章总数相对较低,在2018年发表的文章占比当年总发表数量的8.9%,这一比例已是近30年来最高比例(图3C)。*Vet. Res.*杂志不仅限于兽医领域,对涉及动物的包括实验动物和人类疾病感染模型方面研究也在杂志收录范围内。最早可检索到1995年有中国兽医研究人员在该杂志发表文章,1997~2000年之间未有中国兽医研究人员在该杂志发表文章,2001~2018年,我国兽医研究人员在该杂志发表文章数量逐年上升,占比杂志当年发表文章总数从2.5%上升到20.3%(图3D),尽管有明显的上升,但在兽医学科杂志内所占比例仍然偏低。上述3个杂志中,中国兽医研究人员发表文章情况相似,均呈逐年上升趋势,这与“十五”以来我国兽医学科受到国家重视、兽医事业快速发展以及兽医科学研究受国家项目资助增多有明显的相关性。

我国兽医领域科研人员在*J. Immunol.*杂志发表文章最早可检索到2002年。由于该杂志涉及学科领域范围广,兽医学科在该杂志发表文章数量相对较少,每年最多发表6篇,国内兽医学科发表文章数量占比当年杂志发表文章总数较低,提示我国兽医学科在兽医免疫学基础研究方面相对薄弱(图3E)。与疫苗免疫研究相关的*Vaccine*杂志也是兽医学科关注的重要杂志之一。我国兽医科研人员最早于1998年在该杂志发表文章,历时20年,兽医学科发表文章占比当年杂志发表文章总数的0.2%~2.8%,比重相对较低。时间趋势上,2005年是个明显的时间拐点,发表文章数量和占比总数比重呈现明显上升趋势,其中2009年在发表数量和占比上均为高峰,随后略有下降并保持相对稳定,侧面反映出我国目前兽医领域在新型疫苗研发的相关研究上相对持续和稳定(图3F)。

6 兽医科学应用研究进展

兽医科学以国家科技平台为硬件支撑、以基础研究技术理论为软件支撑,研制完全具有自主知识产权的动物用生物制品,体现了我国在动物疫病防控方面

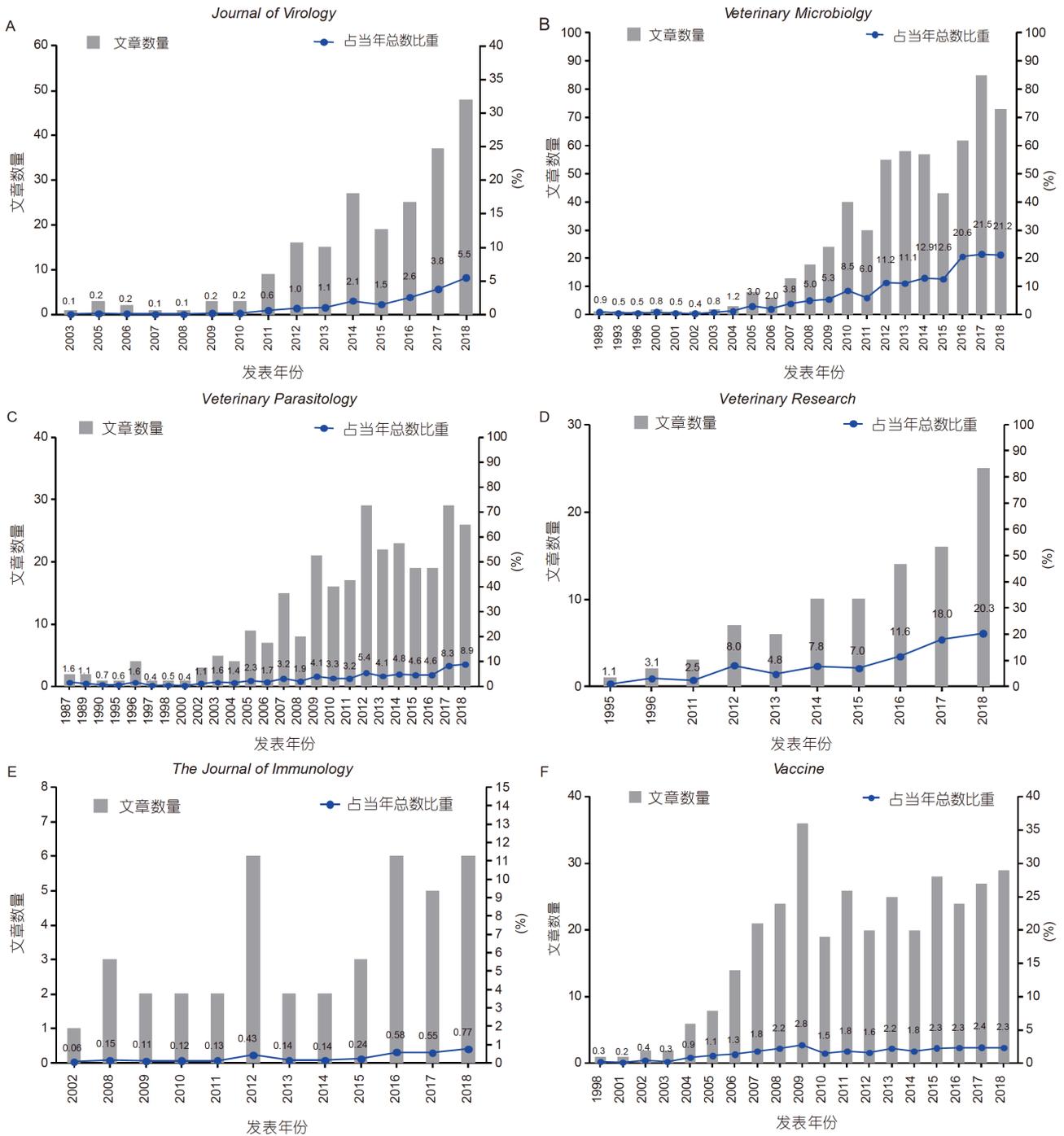


图3 我国兽医学科发表文章情况。A: 《病毒学杂志》; B: 《兽医微生物学杂志》; C: 《兽医寄生虫学杂志》; D: 《兽医研究杂志》; E: 《免疫学杂志》; F: 《疫苗杂志》

Figure 3 Articles published in the major international magazine in the field of veterinary medicine. A: *Journal of Virology*; B: *Veterinary Microbiology*; C: *Veterinary Parasitology*; D: *Veterinary Research*; E: *The Journal of Immunology*; F: *Vaccine*

的强大实力。本文对新中国成立以来我国动物用生物制品的研制情况、国家对动物疫病诊断技术标准的制

定、获得专利情况以及国家级实验室平台的建设做一简要回顾。

6.1 动物用生物制品的研制

研制具有自主知识产权的用于预防、治疗及诊断的兽用生物制品, 对我国畜牧产业的健康发展起到了极其重要的作用。从中国兽医药品监察所国家兽药基础数据库检索结果来看, 2003~2018年, 我国总计批准新兽药539项, 包括预防用兽用生物制品、治疗用兽用生物制品(化学药品、中兽药、天然药物)、兽医诊断制品及兽用消毒剂, 其中一类新兽药22项(占比总数4.1%)、二类新兽药122项(占比总数22.6%)、三类新兽药304项(占比总数56.4%)、四类新兽药45项(占比总数8.4%)、五类新兽药46项(占比总数8.5%)(图4)。从上述数据可见, 三类新兽药占主要比例, 说明对国内已有新兽药的改良和新型的更新占新兽药研发的主要部分; 一类新兽药比例最低, 侧面反映出我国绝大多数现有动物疫病有相关疫苗, 也体现了我国兽用疫苗研发的水平 and 能力。

结合中国兽医药品监察所国家兽药基础数据库和兽药质量标准(2017年版, 生物制品卷)^[10]数据, 统计我国新兽药中的疫苗和诊断制剂(此部分数据不包括兽用消毒剂和 治疗制剂)研制情况, 时间范围为1989~2018年底, 我国获批新兽药证书的疫苗和诊断制剂总计427项(因未查清新兽药获批年度, 统计数据中未包括1992年修订的12项和2000年修订的2项新兽药), 每年获批的新兽药情况如图5所示。2003年是疫苗和诊断制剂类新兽药数量升高的时间拐点, 总体上, 2003~2018年呈锯齿状上升趋势, 其中2006年获批疫苗和诊断试剂类新兽药数量最多, 从2007~2016年处于动态上升, 2017和2018年稍有下降, 这与我国进一步健全兽医药品监察工作体系的规划和政策相吻合。

6.2 兽医领域制定国家标准、农业行业标准

据不完全统计, 从1996~2018年底, 我国兽医领域现行国家标准141项; 从2001~2018年底, 我国兽医领域制定农业行业标准128项(图6)。2002~2018年, 兽医领域制定的国家标准和农业行业标准数量明显增加。国家标准化委员会标准公开信息数据显示, 我国强制性国家标准总计5120项, 其中现行标准2095项, 当前兽医领域有未有强制性国家标准。我国推荐性国家标准总计40314项, 其中现行标准34424项, 当前兽医领域推荐性现行国家标准141项, 占比现行推荐性国

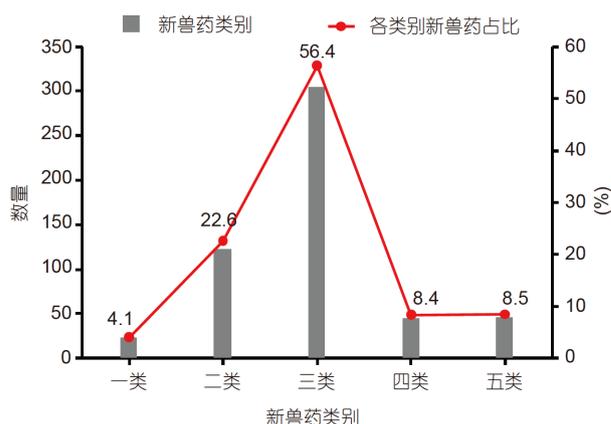


图4 我国获批新兽药类别及占比情况

Figure 4 Numbers and percentages of different classes of new veterinary drugs in the total veterinary biologics until 2018

家标准0.41%。标准的制定说明兽医领域对疫病的诊断技术和微生物监测技术有明显提高, 且具有规范性和常规实验室可操作性。

6.3 兽医领域获得国家发明专利

据不完全统计, 我国兽医领域自1990~2018年底由国家授权的发明专利总计3439项。从2011年开始, 兽医领域获得国家发明专利数量激增, 2013和2014年获得国家发明专利数量最多, 均超过400项(图7), 占比当前统计总数的12.33%和12.47%。专利的申请和审批体现了我国兽医科研工作者对知识产权的保护意识增强, 同时也显示我国基础性研究的科技成果具有转化为生产力的能力。

6.4 新中国成立以来我国兽医科技平台的建设

新中国成立以来, 我国的动物疫病防控相关实验室平台从无到有, 从弱到强, 发生了翻天覆地的变化。国家重点实验室、国家参考实验室、国际参考实验室、高级别生物安全实验室以及国家工程中心等多种形式的实验室平台为支撑兽医行业科技创新、凝集和培养高层次人才队伍、促进国际合作与交流 and 保障现代化兽医科技事业持续健康发展发挥了关键作用。

20世纪80年代开始, 我国筹建了2个动物疫病防控相关国家重点实验室。兽医生物技术国家重点实验室始建于1986年初, 依托中国农业科学院哈尔滨兽医研究所, 是兽医领域最早建设的国家重点实验室。2005



图5 新中国成立以来获批疫苗和诊断制剂情况

Figure 5 Veterinary vaccines and diagnostic preparations approved since the founding of the People's Republic of China

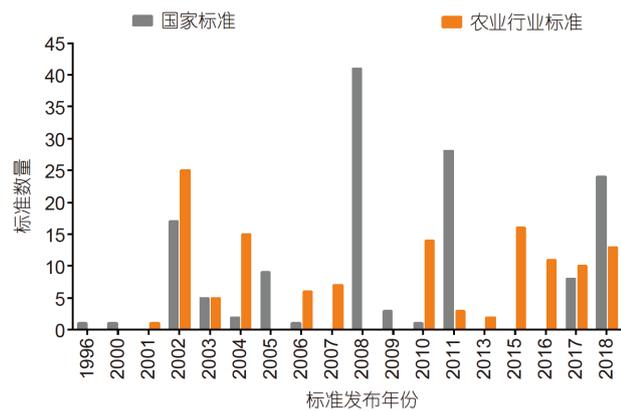


图6 兽医领域制定国家标准和农业行业标准情况

Figure 6 National standards and agricultural standards in the field of veterinary medicine

年, 依托中国农业科学院兰州兽医研究所成立了家畜疫病病原生物学国家重点实验室。2002~2018年, 我国先后成立了15种疫苗的国家兽医参考实验室, 包括禽流感、口蹄疫、牛海绵状脑病、新城疫、猪瘟、牛瘟、牛传染性胸膜肺炎、猪繁殖与呼吸综合征、布鲁氏菌病、动物包虫病、动物狂犬病、动物血吸虫病、动物结核病、马传贫和马鼻疽。同时成立了国家外来

动物疫病诊断实验室、国家牛海绵状脑病检测实验室和9家兽医专业实验室。2019年, 设立了国家非洲猪瘟参考实验室、1家专业实验室和3家区域性实验室。近20年来, 国家兽医参考实验室在我国禽流感、口蹄疫、猪瘟、非洲猪瘟等重大疫病的诊断、流行病学调查和防控技术研究等方面做出了重要贡献。目前, 在动物疫病防控领域已有8个生物安全三级实验室和1个生物安全四级实验室投入使用, 用于新发外来动物疫病及人兽共患病的研究。目前, 我国兽医领域唯一生物安全四级实验室是由我国自主设计建设, 可用于大动物疫病研究, 也是全球4个运行的大动物生物安全四级实验室之一, 坐落于中国农业科学院哈尔滨兽医研究所。

随着我国动物疫病防控水平的不断提高和国际化, 建立了包括联合国粮农组织(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)参考中心和世界动物卫生组织(Office International Des Epizooties, OIE)参考实验室总计22个。2008年, 国家禽流感参考实验室成为我国第一个OIE参考实验室, 2013年该实验室又成为FAO动物流感参考中心(中国唯一的FAO参考中心), 进一步提升了我国在动物流感研究领域的

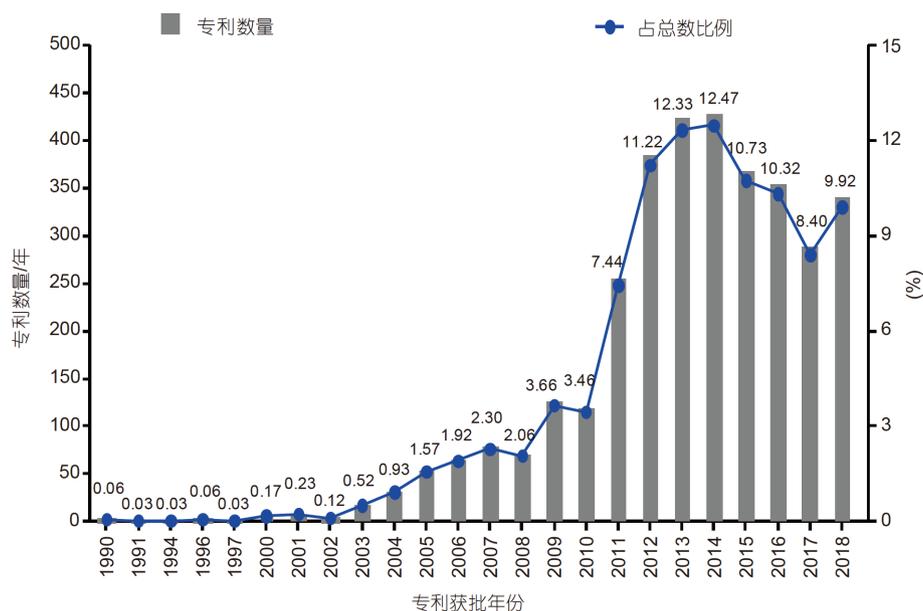


图7 兽医领域获批国家发明专利情况

Figure 7 China national invention patents in the field of veterinary medicine

国际地位。同时, 由于我国在马传贫、口蹄疫和猪瘟等传染病的领先研究水平, 相关实验室相继认定了一系列OIE参考实验室或协作中心。截至2019年6月, 我国共有18个动物传染病国际参考实验室/中心、1个OIE Twinning实验室、3个OIE协作中心(网络版附表1)。上述国际参考实验室/协作中心的认定, 标志着我国在多种动物传染病研究中的实验室技术能力已达到国际先进水平, 并得到国际社会的广泛认可。

根据国家科技发展和行业需要, 我国分别成立了国家工程技术研究中心和国家工程研究中心。经过20年的建设与发展, 国家工程中心总数达到129个, 其中动物用生物制品行业工程研究中心1个; 国家工程技术研究中心总数达到346个, 其中兽医领域有3个工程技术中心(表2)。上述实验室平台和基地的建立为我国动物疫病防控和公共卫生安全提供了关键的平台支撑。

7 新中国成立以来兽医科学取得的重大科技成果

新中国成立以来, 我国已消灭了牛瘟和牛肺疫, 成功控制了禽流感、口蹄疫、猪蓝耳病、马传贫、猪瘟等重要疫病的流行, 为实现动物健康养殖、保障公共

卫生安全及食品安全做出了卓越贡献。

7.1 兽医科学领域20世纪“四大科技成就”

我国兽医科学领域20世纪“四大科技成就”——消灭牛瘟和牛肺疫、根除马传贫、有效防控猪瘟。新中国成立70年以来, 以消灭牛瘟、牛肺疫和控制马传贫所取得的成就最为突出。新中国成立前牛瘟流行几乎遍及全国, 新中国成立初期牛瘟疫情仍然十分严重。陈凌风、袁庆志等带领科研人员自主研制的牛瘟兔化弱毒、牛瘟山羊化兔化弱毒和牛瘟绵羊化兔化弱毒疫苗对我国牛瘟的防控起到了关键的作用, 到1956年全国已不再有牛瘟发生。在不到7年(1949~1956年)的时间里, 全中国消灭了存在数千年的“牛瘟”, 这是在共产党的领导下, 我国畜牧兽医工作取得的一项伟大成就^[11~13]。FAO和OIE分别于2010年10月和2011年5月宣布全球消灭牛瘟。

牛肺疫曾使我国养牛业遭受巨大经济损失。1958年吴庭训等人研制成功牛肺疫兔化弱毒疫苗, 1959年又研制成功牛肺疫兔化绵羊适应疫苗。牛肺疫疫苗的使用, 使我国于1996年宣布彻底消灭牛肺疫, 这是我国动物疾病防控工作的又一个重要里程碑, 于1978年获全国科学大会成果奖2项、1999年获国家技术发明

表2 国家工程研究中心和国家工程技术研究中心

Table 2 National Engineering Research Centers and National Engineering Technology Research Centers established in China

名称	依托单位	隶属部门	获批时间
动物用生物制品国家工程研究中心(哈尔滨国生生物科技股份有限公司)	中国农业科学院哈尔滨兽医研究所	国家发展和改革委员会	2008年
国家兽用生物制品工程技术研究中心	江苏省农业科学院和南京天邦生物有限公司	科学技术部	2007年
国家兽用药品工程技术研究中心	普莱柯生物工程股份有限公司	科学技术部	2009年
国家动物用保健品工程技术研究中心	青岛蔚蓝生物股份有限公司	科学技术部	2011年

奖三等奖, 2011年5月获得了OIE颁发的国际牛肺疫无疫认证证书。

经过20余年坚持不懈, 研究人员于1975年成功创制了世界第一个慢病毒疫苗——马传贫驴白细胞弱毒疫苗。从1976年起, 使用该疫苗共免疫注射七千万余马匹, 有效控制了马传贫在我国的流行。根据原农业部1992年统计, 10年内减少经济损失65.236亿元。该疫苗于1983年获国家技术发明一等奖, 其主要研制者沈荣显院士于1990年和1996年分别获得陈嘉庚科学奖和何梁何利生命科学奖。我国马传贫相关研究分别于1978年获得全国科学大会成果奖2项、1995年获得国家科学技术进步奖1项。2001年, 该疫苗成功入选“我国二十世纪重大工程技术成就”。

新中国成立初期, 猪瘟对我国养猪业危害最大, 1945年在石家庄分离出猪瘟石门毒株, 1951年用石门毒株成功地研制出了结晶紫甘油灭活疫苗, 迅速控制了疫情。1954年, 我国成功地研制出“54-III系”也称猪瘟兔化弱毒疫苗C株, 在全国大规模推广使用。1958年, C株疫苗被引入匈牙利, 相继被朝鲜、苏联、罗马尼亚、保加利亚、越南等国引入。后来又流传到西欧和拉美各国。因为C株安全有效, 从创制至今被世界各国广泛应用。1976年, 联合国粮农组织和欧洲经济共同体召开的专家会议上, 一致认为中国猪瘟兔化弱毒株为消灭和控制欧洲国家猪瘟做出了重大贡献。1983年, 猪瘟兔化弱毒疫苗C株获国家发明一等奖。

7.2 新中国成立以来兽医科学获得的其他重要成果

新中国成立以来, 党和政府十分重视科学技术奖励工作, 我国兽医科学取得许多重要成果, 获得多项国家级奖励, 包括全国科学大会成果奖、国家自然科

学奖、国家科学技术进步奖和国家技术发明奖。

(1) 全国科学大会成果奖。1978年3月18日~31日, 中共中央在北京召开了全国科学大会。我国兽医工作者的多项科研成果获得了该项奖励, 据不完全统计, 有18项兽医相关科研成果获得全国科学大会成果奖, 获奖成果有牛肺疫兔化弱毒疫苗和兔化绵羊适应菌苗、羊痘鸡胚化弱毒疫苗、家畜布氏杆菌病羊种五号弱毒菌苗和气雾免疫法、猪丹毒GC42系弱毒菌苗的培育、甘肃省兽医研究所七室原虫病组、口蹄疫鼠化弱毒疫苗、猪水泡病疫苗、牛环形泰勒焦虫病裂殖体胶冻细胞苗、牛肺疫兔化藏系绵羊化弱毒冻干菌苗、羊厌气菌多联苗、家畜一号病疫苗、猪瘟/猪丹毒/猪肺疫三联弱毒冻干苗、马传贫病毒特异性诊断的研究、耳针治疗马结症、马神经毒中毒的防治研究、马脑脊髓丝虫病病原学调查及免疫学研究、马副伤寒性流产弱毒菌苗的研究和应用马白细胞分离马传贫病毒的研究等18项。分别由5家单位(以第一完成单位统计)完成, 其中中国农业科学院兰州兽医研究所获得6项, 原军事医学科学院获得6项, 中国农业科学院哈尔滨兽医研究所获得4项, 中国兽药监察所获得1项, 上海市农业科学院畜牧兽医研究所获得1项, 详见网络版附表2。

(2) 国家自然科学奖。自1997年在香港首次发生人感染H5N1亚型禽流感病毒引起发病死亡以来, 世界各地不断出现禽流感病毒威胁公共卫生安全的报道。中国农业科学院哈尔滨兽医研究所国家禽流感参考实验室针对我国禽流感疫情开展了详尽的流行病学和病原学研究, 揭示了病原的变异演化规律, 评估了多种基因型病毒感染和致死哺乳动物的能力, 证明了H5N1病毒引起人流感大流行的可能性, 并阐明了禽流感病毒通过呼吸道飞沫传播感染哺乳动物、拮抗哺乳动物宿主

天然免疫应答及致病的分子基础, 为解答禽流感病毒如何跨越禽类宿主屏障感染和致死人类以及是否能引起“人禽流感大流行”等重大科学问题及全球公共卫生重大关注方面做出了卓越的贡献。“禽流感病毒进化、跨种感染及致病力分子机制研究”于2013年获国家自然科学二等奖, 由中国农业科学院哈尔滨兽医研究所完成, 这是我国兽医领域获得的首个国家自然科学奖。

(3) 国家科学技术进步奖. 根据国家科学技术奖励工作办公室的资料和其他可查询的资料, 1985~2018年, 兽医学科总计获得国家科学技术进步奖46项, 其中一等奖3项、二等奖31项、三等奖12项, 详见网络版附表3. 2005年, 中国农业科学院哈尔滨兽医研究所牵头完成的科研成果“H5亚型禽流感灭活疫苗的研制及应用”获得国家科学技术进步一等奖, 该成果中的禽流感灭活疫苗(H5N2亚型, N28株)是我国第一个研制成功并应用于H5亚型高致病性禽流感防治的疫苗, 重组禽流感灭活疫苗(H5N1亚型, Re-1株)首次突破了高致病性禽流感疫苗研发的重大技术瓶颈, 成功解决了水禽缺乏有效禽流感疫苗这一世界难题, 是国际上首次研制成功并大规模应用的流感病毒反向基因操作疫苗, 该成果在我国禽流感防控中发挥了巨大的作用. 由中国农业科学院兰州畜牧与兽药研究所牵头完成的成果——新兽药“喹烯酮”的研制与产业化, 是首例国家一类新兽药进入产业化生产, 具有抗菌促生长、高效无毒无残留无“三致”(致畸、致癌、致突变)、无抗药性、无配伍禁忌的新兽药, 于2009年获得国家科学技术进步一等奖. 2012年, 由原中国人民解放军军事医学科学院军事兽医研究所牵头完成的成果“重要动物病毒病防控关键技术研究与应用”获得国家科学技术进步一等奖. 此研究成果包括: (i) 分离鉴定了18种畜禽、特种经济动物和野生动物病毒; (ii) 在国际上首次发现了高致病性禽流感病毒跨种感染虎和狐狸、犬瘟热病毒跨种感染大熊猫和猕猴; (iii) 在我国率先启动了动物病毒分子流行病学研究; (iv) 建立了针对动物病毒的15种检测方法. 此研究在重要动物病毒病的病原确认、溯源、跨种传播和感染与致病机制等方面取得重大突破.

(4) 国家技术发明奖. 根据国家科学技术奖励工作办公室的资料和其他可查询的资料, 自1983~2018年, 我国兽医学科研究人员总计获得国家技术发明奖18项, 包括一等奖2项、二等奖12项、三等奖3项、四等

奖1项, 详见网络版附表4. 其中1项一等奖获奖成果“马传染性贫血病弱毒疫苗”由中国农业科学院哈尔滨兽医研究所完成, 创制的世界第一个慢病毒疫苗——马传贫驴白细胞弱毒疫苗, 有效控制了马传贫在我国的流行, 该成果于1983年获国家技术发明奖一等奖(详见5.1). 另1项一等奖获奖成果“猪瘟兔化弱毒疫苗”, 由中国兽医药品监察所、农牧渔业部兽医局和中国农业科学院哈尔滨兽医研究所3家单位共同完成, 1954年中国首创猪瘟兔化弱毒疫苗(详见5.1), 该成果于1983年获国家发明一等奖. 经历了60多年的实践检验和洗礼, 猪瘟兔化弱毒疫苗(C株)的地位和价值至今无可动摇.

8 我国兽医科学研究的国际地位

新中国成立以来, 我国兽医研究取得显著成绩, 部分研究成果处于国际领先地位. (i) 我国在一些疫病防控成绩方面处于国际领先. 1956年我国率先宣布消灭牛瘟, 为全球消灭牛瘟提供了借鉴; 1964年, 我国研制的猪瘟兔化弱毒疫苗结束了猪瘟在中国长期大规模肆虐的历史, 并且对周边国家提供疫苗援助; 1975年成功创制马传贫疫苗, 不仅突破了慢病毒不可免疫的理论, 更是迄今为止国际慢病毒免疫理论和实践的唯一成功范例; 1996年中国向世界宣布消灭了牛肺疫; 2004年创制的重组禽流感灭活疫苗(H5N1亚型, Re-1株)突破了高致病性禽流感疫苗研发的重大技术瓶颈, 是国际上首次研制成功并大规模应用的流感病毒反向基因操作疫苗; 2017年禽流感H5/H7二价灭活疫苗的推广使得人H7N9亚型流感的流行得到了有效控制, 为从动物源头控制人畜共患病提供重要启示. (ii) 兽用生物制品从“引进来”向“走出去”转变. 改革开放以来, 我国兽医科技水平和疫病综合防控能力逐步提升, 随着加入世界贸易组织和“一带一路”倡议的提出, 我国兽医诊断技术和动物用生物制品从“引进来”向“走出去”转变. 2003年以来, 中国研制的禽流感灭活疫苗广泛用于H5和H7亚型禽流感的防控, 相关疫苗产品同时出口到“一带一路”沿线国家, 在埃及和伊朗广泛应用, 为当地禽流感的有效防控发挥了重要作用. (iii) 兽医研究的国际地位得到提升. 新中国成立以来, 建立了22个国际参考实验室或参考中心, 中国与OIE交流合作日益增多. 我国前任国家首席兽医师张仲秋曾担任OIE亚太区委员会主席, 中国农业科学院哈尔滨兽医

研究所陈化兰院士担任OIE生物标准委员会副主席。这些都彰显我国兽医领域的国际地位。(iv) 建立国际一流的高级别生物安全实验室。我国自主设计建设国家动物疫病防控高级别生物安全实验室, 其中一个位于中国农业科学院哈尔滨兽医研究所的高级别生物安全实验室是我国唯一、全球4个运行的大动物生物安全四级实验室之一, 彰显了我国已经具备动物疫病以及人畜共患病高水平研究平台和硬件设施。

9 未来兽医工作重点及展望

回顾新中国成立以来我国兽医工作取得的成就和发展历程, 这是兽医人的骄傲; 立足当前, 解决重大动物疫病防控问题, 这是兽医人的职责。尽管我国兽医工作在某些方面取得了举世瞩目的成就, 但与发达国家相比还有一定差距。当前我国兽医工作面临很多困难, 基础研究水平不低于世界先进国家, 但是仍然无法控制当前动物疫病新发、再发以及多种疫病混合感染的复杂情况; 现有疫苗种类复杂, 某些疫病有多型疫苗存在, 如何针对当前畜禽饲养管理和当前疫病流行特点、因地制宜地合理使用疫苗是现地兽医操作和执行时面临的困难; 新型疫苗更新换代速度慢, 不能满足由新型流行毒株造成疫病发生的应急需求等。如何解决高水平基础研究及疫病防控困难的矛盾、疫苗株多且免疫密度大与疫病频发的矛盾以及疫病紧急发生与疫苗储备和应用滞后的矛盾, 是困扰兽医工作的难题。

近年来, 我国畜禽养殖产业结构不断完善, 养殖业向高效集约化方式快速转型, 并呈北移西转趋势, 动物

疫病防控和公共卫生安全呈现出新的需求态势。根据《国家中长期动物疫病防治规划(2012—2020年)》相关要求, 针对当前动物疫病防控新需求, 需不断提升我国动物疫病防控科技创新能力, 促进畜牧业健康发展, 为国家公共卫生安全和生物安全提供更加坚实的保障。当前多种重要动物疫病和人兽共患病对畜禽养殖业平稳健康发展和公共卫生安全构成严重威胁, 新发外来动物疫病防控形势严峻。建立重大动物疫病智能化预警侦测、外来病生物安全防御技术储备、重要动物疫病的净化以及动物源性产品安全监管、兽医科技创新和高新技术的集成与应用等将是兽医学发展的必然趋势, 也是解决动物疫病防控关键技术的重要途径。

兽医工作诞生于民族危难之时, 服务“三农”是兽医工作者的初心。兽医工作者将秉持习近平总书记提出的“三个面向”理念, 面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求。要更加重视兽医科技人才的培养, 重视本科生和研究生临床教学, 增强对兽医工作本质的认识, 培养既有坚实理论基础又有解决临床疫病防控问题能力的复合型兽医人才。同时, 加大临床兽医的培训力度, 重点培养和培训临床经验丰富、工作在疫病防控第一线的兽医人员, 结合科技理论指导现地防疫工作。此外, 应加强动物疫病防控科普宣传教育, 重点对养殖场尤其小型养殖户和散养户等开展疫病防控知识普及, 提高养殖人员生物安全意识。通过加快兽医科技创新, 促进我国畜牧业健康发展、为人民生命安全保驾护航, 不遗余力地为实现“两个一百年”奋斗目标、实现中华民族伟大复兴的中国梦而奋斗。

致谢 在本文撰写过程中, 得到很多同行的帮助, 感谢中国农业科学院哈尔滨兽医研究所陈化兰院士提供禽流感研究相关材料; 感谢中国农业科学院兰州兽医研究所郑海学研究员提供口蹄疫研究相关材料; 感谢中国农业科学院哈尔滨兽医研究所安同庆研究员提供猪蓝耳病相关材料; 感谢中国农业科学院哈尔滨兽医研究所科研处任宪刚博士和张晶博士提供国家级项目、标准、专利、国家奖和新兽药等资料; 感谢中国农业科学院哈尔滨兽医研究所禽呼吸道病团队刘诚刚博士、马天馨、任梦婷、李雪峰和宋文平等人查询杂志发表文章情况; 感谢高玉龙研究员、陈建飞研究员和张跃灵副研究员提供禽、猪新发疫病相关材料; 由于时间跨度大, 内容庞杂, 文中凡有疏漏和不详尽之处请各位读者给予批评指正。

参考文献

- 1 Tang J H, Wei Y. Origin and reference of Jiangxi veterinary technical college (in Chinese). *J Agro-Forest Eco Manage*, 2009, 8: 11 [汤建华, 魏

- 毅. 江西兽医专科学校考略. 农林经济管理学报, 2009, 8: 11]
- 2 Zhang Y, Zhang Q, Kong H, et al. H5N1 hybrid viruses bearing 2009/H1N1 virus genes transmit in guinea pigs by respiratory droplet. *Science*, 2013, 340: 1459–1463
 - 3 Zhang Q, Shi J, Deng G, et al. H7N9 influenza viruses are transmissible in ferrets by respiratory droplet. *Science*, 2013, 341: 410–414
 - 4 Zeng X, Tian G, Shi J, et al. Vaccination of poultry successfully eliminated human infection with H7N9 virus in China. *Sci China Life Sci*, 2018, 61: 1465–1473
 - 5 Liu H L, Wang Z L. The history and current status of Newcastle disease (in Chinese). *China Ani Health Inspect*, 2015, 32: 1–4 [刘华雷, 王志亮. 新城疫的流行历史与现状. *中国动物检疫*, 2015, 32: 1–4]
 - 6 Liu J, Xiao H, Lei F, et al. Highly pathogenic H5N1 influenza virus infection in migratory birds. *Science*, 2005, 309: 1206
 - 7 Shi J, Deng G, Kong H, et al. H7N9 virulent mutants detected in chickens in China pose an increased threat to humans. *Cell Res*, 2017, 27: 1409–1421
 - 8 Shi J, Deng G, Ma S, et al. Rapid evolution of H7N9 highly pathogenic viruses that emerged in China in 2017. *Cell Host Microbe*, 2017, 24: 558–568.e7
 - 9 Zhou P, Fan H, Lan T, et al. Fatal swine acute diarrhoea syndrome caused by an HKU2-related coronavirus of bat origin. *Nature*, 2018, 556: 255–258
 - 10 Standard requirements of veterinary drugs. Commission of Chinese Veterinary Pharmacopoeia (in Chinese). Beijing: China agriculture press, 2017 [中国兽药典委员会. 兽药质量标准. 2017年版. 北京: 中国农业出版社, 2017]
 - 11 Xiong X T. Celebration of achievement, main achievements, Inspire future generations—The 50th anniversary forum for the elimination of Rinderpest (in Chinese). *Jiangxi J Ani Husbandry Vet Med*, 2006, 6: 2 [熊显庭. 庆成就 缅功绩 激励后人 勇攀科学高峰——纪念中国消灭牛瘟50周年座谈会. *江西畜牧兽医杂志*, 2006, 6: 2]
 - 12 A monument to eternity—The 50th anniversary forum for the elimination of Rinderpest (in Chinese). *Chin J Ani Sci* 2006, 42: 11–13 [永恒的丰碑——纪念中国消灭牛瘟50周年座谈会(纪实). *中国畜牧杂志*, 2006, 42: 11–13]
 - 13 Gao Y J, Ye Z G, Fan X. The 50th anniversary forum for the elimination of Rinderpest (in Chinese). *Ani Health*, 2006, 111: 9–12 [高集云, 叶志刚, 范旭. 中国消灭牛瘟50周年纪念座谈会. *动物保健*, 2006, 111: 9–12]

Progress of veterinary medicine during the 70 years since the founding of the People's Republic of China

LI HuiXin & LIU ShengWang

State Key Laboratory of Veterinary Biotechnology, Harbin Veterinary Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150069, China

On the occasion of the 70th Anniversary of the founding of the People's Republic of China, we review progress in veterinary medicine in China, focusing on significant achievements in both basic and applied research and the comprehensive control of animal diseases, with a background of the research history, the national veterinary plans, and supports from national foundations. In addition, we provide a prospect on the development of veterinary medicine in the future. We hope this review may provide some references for the veterinarians.

70th anniversary of the founding of the People's Republic of China, veterinary medicine, research progress

doi: [10.1360/SSV-2019-0178](https://doi.org/10.1360/SSV-2019-0178)