

公示内容

一、项目名称:奶牛高效性别控制关键技术创新及产业化应用

二、提名者:内蒙古自治区科学技术厅

提名意见:

该项目自主创新了以 XY 精子 DNA 含量差异为基础的奶牛高效性别控制冷冻精液生产新技术、新产品,集成创新了性控冻精生产工艺技术流程,研制了技术与产品 2 项国家标准,建立了全国性的产业化技术服务网络,实现了世界最大规模的奶牛性别控制技术产业化应用,经济社会效益显著。另一方面,根据不同家畜品种特点开发了羊、鹿、猪等性控冷冻精液生产技术并进行了产业化示范,拓展了家畜性别控制技术的应用领域。

该项目 2005-2018 年期间在全国累计推广奶牛性别控制冷冻精液 497.58 万剂,市场占有率超过 60%、连续五年保持全国行业产销第一。累计繁育良种奶牛母犊 166 万头,新增产值 83 亿元、新增纯收益 50 亿元,取得了显著的经济和社会效益。该项目的实施,不仅对于促进我国以奶牛为主的家畜种业与繁育生物技术行业的科技进步、人才培养具有重要作用,同时取得的具有国际先进、领先水平的科技成果,提升了我国在家畜繁育技术领域的国际影响力和产品核心技术竞争力。

该项科技成果极大地推动了我国奶牛养殖产业持续、健康发展与产业转型升级,对我国现代畜牧业发展具有重大产业价值与战略意义。

提名该项目为国家科学技术进步奖二等奖。

三、项目简介

家畜性别控制技术可以根据产业需求人为控制出生后代的性别比例，促进种公畜资源利用、快速扩繁良种家畜、显著提升养殖效益。奶牛性别控制冷冻精液生产技术长期受制于国外技术垄断和制约，同时该技术本身存在生产效率低、产品价格高的瓶颈问题，严重影响了产业化应用推广、良种奶牛快速扩繁需求及乳品加工产业持续发展。本项目在国家科技计划项目、地方科技重大专项等立项支持下，课题组历经 20 余年的攻关，首创了异种精子推流（sperm-flow）辅助受精的奶牛高效性别控制冷冻精液关键新技术，系统研究并创新集成生产工艺与技术体系，实现了世界最大规模的奶牛性控技术产业化应用。主要创新如下：

1. 率先揭示了动物精卵受精识别与胚胎发育阻滞调控要点；研究了牛胚胎性别鉴定、DNA 含量差异的 XY 精子分离及性别控制可行性；首次发现添加 ascorbic acid-2-glucoside 对于猪 XY 分离精子活力及受精能力具有明显提升作用；开发了以 EG+聚蔗糖+蔗糖为基础抗冷保护剂及配子与胚胎玻璃化高效冷冻技术，为牛等家畜流式精子分离机设计与性别控制技术体系建立提供重要理论和技术支撑。

2. 首创了异种精子推流（sperm-flow）辅助受精的奶牛高效性别控制冷冻精液生产关键新技术，突破了生产效率低、成本高的主要技术瓶颈，与国内外同类技术相比生产效率提高 3 倍、成本降低 70%；发明了种公牛原精染色处理新技术，解决了个体差异造成的 XY 精子有效分离受限的技术难题，使种公牛遗传资源利用率从 30%提升到

90%以上。

3. 创新集成奶牛性别控制冷冻精液生产新工艺及技术体系，研制出拓展适配母牛应用范围的“超级性控冻精”；开发了子宫深部输精配套新技术，有效解决了分离精子受损、活力低、存活时间短、受胎率低等应用问题，使人工授精受胎率提升 20%，适配母牛胎次从 1-2 胎拓展到 1-4 胎，性别控制准确率达 94%。

该项目获授权发明专利 12 件、实用新型专利 1 件，发表论文 32 篇，出版专著 3 部，已形成国家标准 2 项，科研投资年均纯收益率 2.36（元/元·年）。2005-2018 年在我国各省、市、自治区 5401 个奶牛养殖牧场累计应用推广奶牛性别控制冷冻精液 497.58 万剂，繁育良种奶牛母犊 166 万头，与常规冷冻精液相比母犊出生率提高 1.9 倍，为养殖单位新增产值 83 亿元、新增纯收益 50 亿元。近五年产销量居全国行业第一，市场占有率超过 60%。其中 1 项发明专利技术有偿许可美国同行业使用。经专家验收、鉴定评价，该成果总体达到国际先进水平，其中异种精子辅助受精的奶牛性别控制冷冻精液生产关键技术居国际领先水平。相关成果于 2007、2014 年分别获得内蒙古科技进步一等奖。

该项目科技成果极大地推动了我国奶牛养殖产业持续、健康发展与产业转型升级，性别控制技术同时显示了在猪、羊、鹿等其它家畜良种繁育领域的潜在应用前景，对我国现代畜牧业发展具有重大产业价值与战略意义。

四、客观评价

1. 与国内外同类技术创新成果及技术指标的比较

本项目自主研发的奶牛高效性别控制冷冻精液生产关键技术、创新集成生产新工艺等，使种公牛遗传资源利用率、生产效率、产品质量、应用受胎率各项技术指标与国内外同类技术相比明显提升，生产成本显著下降（表4）。同时核心专利技术成果向国外同行（美国）进行了有偿转让应用。

表4、国内外同类技术对比一览表

	高效生产新技术、新产品创新	种公牛遗传资源利用率	年产量 (万支/台)	生产成本 (元/支)	情期受胎率/应用范围	性控准确率
赛科星	异种精子受精推流奶牛高效性别控制冷冻精液生产新技术、超级性控冻精新产品	90%以上	8~9	20~30	50~60%/1-4胎次	94%
国外 (美英)	无	30%左右	2~3	120~150	35~45%/1-2胎次	90%
国内 (2家)	无	30%左右	1~2	60~80	35~45%/1-2胎次	90%

说明：国内外同类技术的主要参数分别来源于中国奶业协会统计数据（2010-2017年度）、美国XY公司（2000-2017年度）与英国Cogent公司网站（2000-2017年度）、科学论文及行业学会及协会公开交流资料等。

2. 科技部认定的第三方评价意见

(1) 中国农学会对于本项目科技创新成果评价意见

2018年12月15日，中国农学会组织行业专家对“奶牛性别控制冷冻精液关键技术创新与应用”进行成果评价，总体评价为：该成果针对限制我国奶牛健康发展的瓶颈-良种奶牛母牛数量严重不足的产业难题，优化了基于X、Y精子DNA含量的奶牛性别控制技术，发明了家畜异种精子辅助受精新方法 with 产业化关键技术体系。实现了奶牛性别控制技术产业化应用，对我国现代奶业发展具有重要意义。成果总体水平达到国际先进，其中异种精子辅助受精技术达到国际领先水平。

(1) 内蒙古科协对于XY精子流式分离工艺技术创新成果评价意见

2018年12月17日，由内蒙古自治区科学技术协会主持邀请行业专家对内蒙古大学等完成的“家畜XY精子流式分离工艺技术创新”成果进行评价，总体评价为：针对家畜XY精子分离性别控制冷冻精液生产存在的效率低、成本高、受胎率低、畜种间差别大等产业应用瓶颈问题，建立了具有自主知识产权的异种精子受精推流的高效生产技术流程等，开发了“超级性控冻精”新产品，扩大了推广应用范围，解决了XY精子流式分离工艺严重受限的关键技术瓶颈问题。

3. 农业部牛冷冻精液质量监督检验测试中心检测报告

2008-2018年间，每年生产的所有种牛性控冻精均进行抽检，主要技术指标均合格，其中解冻后精子活力（0.4~0.73）和存活时间（10~20 小时）两个关键指标均明显高于国内外同类产品水平，并且应用范围从1~2胎拓展到1~4胎，产业价值与经济效益显著。

4. 研究项目内容查新报告

查到本项目单位的主要创新内容包括：以“哺乳动物受精推流”为理论依据研究开发了添加异种动物精子的“奶牛性控冻精生产新技术”，有效地提高精子染色效果和种公牛利用率新技术，通过添加过氧化氢酶(CAT)和维生素E(VE)提升了产品质量活，奶牛性控冻精深部输精技术和开发了配套的新型人工输精枪等。

5. 成果鉴定、验收报告

(1) 国家科技计划项目：①项目名称：奶牛性控繁育技术产业

化应用示范（2007-2009）：“累计生产优良奶牛性控冻精 42 万支，产品解冻后平均精子活力 0.45 以上，存活时间 10 小时以上，情期受胎率 60.1%，性控准确率 95.2%，建立示范基地 1186 个，繁育母犊达 20 万头，经济社会效益显著”。②项目名称：高品质性控奶牛胚胎生产及产业化移植（2012-2014）：“建立奶牛性控冻精中试生产线 1 条，累计生产性控冷冻精液 20 万支、高品质性控胚胎 3600 枚、后备种公牛胚胎 260 枚，通过奶牛性控冻精和胚胎移植技术推广为农户繁育良种奶牛 4 万头，新增收益 2 亿元，经济效益和社会效益显著”。

（2）内蒙古自治区科技计划项目：①项目名称：奶牛分离精子的深部输精技术开发（2005-2006）：“采用了 3 种输精器具，确定有效输精部位和输精时间两个技术要点，为推广应用提供了技术保障。”。②项目名称：奶业产业化技术集成示范与产业化开发

（2009-2011）：“建立了全国性的奶牛性控技术业务和技术服务网络，在全国范围内累计推广应用奶牛性控冻精 90 万支，情期受胎率为 56%，性控准确率为 95%，繁育良种奶牛母牛犊 40 余万头，社会效益显著。”。

（3）自选项目：项目名称：奶牛 X/Y 精子分离-性别控制产业化关键技术的研究（1995-2005）：2005 年 9 月以旭日干院士为主任的鉴定委员会认为：“经过多年的应用基础研究和产业化示范试验，确立了具有自主知识产权的奶牛精子分离-性别控制技术。该项成果不仅具有重要的学术意义，而且具有广阔的产业化应用价值”。

6. 重要科技奖励情况

分别获得 2007 年度（获奖名称：奶牛 X/Y 精子分离-性别产业

化关键技术的研究) 内蒙古自治区科学技术进步一等奖、2014 年度 (获奖名称: 以“受精推流”原理为基础的奶牛性控冻精生产新技术开发与产业化应用)。

五、应用情况

家畜性别控制冷冻精液新产品的应用对象主要是奶牛、肉牛、奶山羊等规模化养殖企业、农牧民专业合作社。以奶牛、奶山羊为例, 母犊(羔)价格是公犊(羔)的4-5倍, 因此养殖企业、合作社希望通过人工授精技术能够繁育更多的母犊(羔)。本项目研究开发的畜性别控制冷冻精液满足了这个产业发展的迫切需求。

本项目2005-2018年累计在内蒙古、黑龙江、河北省、山东省、北京、天津、上海等我国所有省市、自治区奶牛主要养殖地区的5401个养殖牧场、合作社推广应用, 累计应用以奶牛为主的性别控制冷冻精液497.58万支用于人工授精, 统计显示情期受胎率范围50-60% (平均52.3%)、性别控制准确率总体达到93-98% (平均93.7%), 已经繁育奶牛母犊166万头, 总产值83亿元, 累计为企业、合作社新增纯收益约50亿元。表5为奶牛性别控制冷冻精液应用地区分布及全国应用统计情况, 有效促进了我国奶牛良种化进程和奶牛养殖业持续发展, 经济和社会效益显著, 积极推动了我国畜牧产业转型升级与产业扶贫政策的有效实施。项目单位以奶牛为主的家畜性别控制冷冻精液市场占有率已经超过60%, 连续五年产销全国行业第一。与此同时, 也开展了羊、鹿、猪、宠物犬的性别控制技术产示范应用, 取得了预期的试验效果并显示了广阔的产业化应用前景。

另一方面，应国外同行业请求，由项目单位开发的核心专利技术成果向美国关联公司进行了有偿转让应用。

表5：奶牛性别控制冷冻精液应用地区统计表

应用地区	累计应用客户数 (牧场、合作社)	应用的起止时间	应用数量 (万支)
内蒙古	1238	2005 至 2018	140.15
黑龙江	946	2005 至 2018	92.5
河北省	728	2005 至 2018	62.32
山东省	535	2006 至 2018	47.17
北京、天津、上海	339	2006 至 2018	63
其它省市	1615	2007 至 2018	92.44
全部应用单位总计	5401	2005 至 2018	497.58 万支

表6为内蒙古、河北省、山东省、北京、天津、上海等我国奶牛主要养殖区域的15家规模化奶牛养殖企业、合作社的性别控制冷冻精液应用情况统计。累计应用奶牛性别控制冷冻精液177.66万支，累计繁育良种奶牛母犊87万头，产业发展迅速、经济效益显著。

表6 主要应用单位情况表

序号	单位名称	应用的技术	应用对象 及规模(品种/性控 冻精数量/支)	应用的起止 时间	应用单位联 系人/电话
1	内蒙古自治区畜牧工 作站	奶牛性控 繁育技术	奶牛/867800	2005 至 2018	红海 18686025231
2	黑龙江农垦九三管理 局畜牧兽医局	奶牛性控 繁育技术	奶牛/92000	2005 至 2018	尹相明 18945166007
3	现代牧业(集团)有 限公司	奶牛性控 繁育技术	奶牛/90778	2006 至 2018	双喜 13948414437
4	内蒙古优然牧业有限 责任公司	奶牛性控 繁育技术	奶牛/47950	2006 至 2018	常岁 18104864321
5	宁夏回族自治区吴忠 市利通区畜牧局	奶牛性控 繁育技术	奶牛/115000	2007 至 2018	孙文华 18609536966
6	青岛市畜牧兽医局	奶牛性控 繁育技术	奶牛/61000	2011 至 2018	曲甫 05328506520
7	天津嘉立荷牧业有限 公司	奶牛性控 繁育技术	奶牛/42720	2007 至 2018	周娟娟 13920152642
8	山西省畜牧遗传育种 中心	奶牛性控 繁育技术	奶牛/131028	2010 至 2018	贾建刚 13834211101

9	内蒙古图科农牧科技有限公司	奶牛性控繁育技术	奶牛/250000	2016至2018	李斯琴 15848901019
10	内蒙古圣牧高科牧业有限公司	奶牛性控繁育技术	奶牛/6848	2016至2018	武超 13739985292
11	河北旗帜婴儿乳品股份有限公司	奶牛性控繁育技术	奶牛/6000	2017至2018	杨栋 15175157966
12	通辽市农牧业局	奶牛性控繁育技术	奶牛/4000	2011至2018	钱松晋 18504711010
13	北京海华云都生态农业有限公司	奶牛性控繁育技术	奶牛/15790	2008至2018	许飞 18686056421
14	河北犇放牧业有限公司	奶牛性控繁育技术	奶牛/20000	2012至2018	黄雷 17730536230
15	上海奶牛育种中心有限公司	奶牛性控繁育技术	奶牛/25726	2006至2018	赵晓铎 18221607545
合计			1776640	/	/

六、主要知识产权和标准规范等目录

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态
发明专利	一种低剂量家畜精液及生产方法和应用	中国	ZL20061014916	2009.10.21	第561345号	李喜和、周文忠、张国富	李喜和、周文忠、张国富、钱松晋、王建国	有效
发明专利	一种制备奶牛性别控制精子的方法	中国	ZL201110059938.7	2013.05.08	第1193080号	中国农业大学	田见晖、夏春梅、杨升、吴中红、安磊	有效
发明专利	以精子分离、胚胎性别鉴定为基础的家畜性别控制方法	中国	03109426	2005.12.21	第241409号	内蒙古赛科星繁育生物技术（集团）股份有限公司	李喜和	有效
发明专利	一种用于奶牛精子分离的荧光染色方法	中国	ZL201010146370.8	2011.09.28	第846792号	内蒙古赛科星繁育生物技术（集团）股份有限公司	周文忠、李喜和、王建国、钱松晋	有效
发明专利	一种卵黄稀释液的配制新方法	中国	ZL201010299290.6	2012.11.07	第1075706号	内蒙古赛科星繁育生物技术（集团）股份有限公司	周文忠、王丽霞、胡树香、李喜和	有效
发明专利	混合奶牛性控冻精产品鉴定和检测方法	中国	ZL201010554665.9	2012.05.23	第950887号	内蒙古赛科星繁育生物技术（集团）股份有限公司	李喜和、孙伟、胡树香、刘宁、周文忠、郭继彤	有效

发明专利	一种牛胚胎玻璃化冷冻甩管解冻和直接移植方法	中国	ZL20151015346.3	2016.08.24	第 2208153 号	中国农业大学	朱士恩、傅祥伟、周艳华、张有文	有效
发明专利	智能型奶牛/肉牛多功能输精枪	中国	ZL201410152603.3	2015.11.18	第 1842562 号	内蒙古赛科星繁育生物技术(集团)股份有限公司	李喜和、王建国、赵高平	有效
国家标准	牛性控冷冻精液生产技术规程	中国	GB/T 31581-2015	2015.05.15	中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会	农业部牛冷冻精液质量监督检验测试中心(北京)、内蒙古赛科星繁育生物技术(集团)股份有限公司、北京奶牛中心、中国农业大学、全国畜牧总站、农业部牛冷冻精液质量监督检验测试中心(南京)	张晓霞、李喜和、周文忠、刘海良、孙飞舟、张胜利、陆汉希、杨清峰、武玉波、钱松晋、张海涛、刘玉、赵鹏、王建国、胡树香、张勇、胡志刚	有效
国家标准	牛性控冷冻精液	中国	GB/T 31582-2015	2015.05.15	中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会	农业部牛冷冻精液质量监督检验测试中心(北京)、内蒙古赛科星繁育生物技术(集团)股份有限公司、北京奶牛中心、中国农业大学、全国畜牧总站、农业部牛冷冻精液质量监督检验测试中心(南京)	张晓霞、李喜和、周文忠、刘海良、孙飞舟、张胜利、张海涛、刘玉、赵小丽、赵鹏、陆汉希、王建国、胡树香、施亮、张勇、钱松晋	有效

七、主要完成人情况（姓名、排名、行政职务、技术职称、工作单位、完成单位、对本项目贡献）、

1、姓名：李喜和，排名：1，行政职务：无，技术职称：研究员，工作单位：内蒙古大学，完成单位：内蒙古大学，对本项目贡献：①作为第一完成人，负责本项目的总体设计与组织实施，研究牛胚胎性别鉴定、DNA 含量差异的 XY 精子分离及性别控制可行性，为奶牛性

别控制技术体系建立提供重要理论和技术支撑（科技创新点一）。②率先提出异种精子推流（sperm-flow）辅助受精作用，创新了奶牛高效性别控制冷冻精液生产关键新技术，共同解决了个体差异造成的XY精子分离受限技术难题（科技创新点二）。③组织奶牛性别控制冷冻精液生产新工艺及技术体系创新集成，共同开发了子宫深部输精配套新技术，负责研制国家标准，实现了产业化应用（科技创新点三）。本项目相关成果包括发表论文28篇，授权专利11项，出版专著1部，研制2项国家标准，2007、2014年分别获得内蒙古自治区科技进步一等奖。

2、姓名：田见晖，排名：2，行政职务：无，技术职称：教授，工作单位：中国农业大学，完成单位：中国农业大学，对本项目贡献：①首次证明 ascorbic acid-2-glucoside(AA-2G)可大幅提高奶牛、猪XY分离精子存活时间及受精能力，解决了奶牛、猪分离精子存活时间短的技术瓶颈，为奶牛等家畜性别控制技术体系建立提供重要技术支撑（科技创新点一）。②参加了奶牛性别控制冷冻精液生产新工艺及技术体系创新集成，共同研制出拓展适配母牛应用范围的“超级性控冻精”，辅助推广应用与技术人员培训（科技创新点三）。本项目相关成果包括发表论文4篇，授权专利1项，出版专著1部，2007、2014年分别获得内蒙古自治区科技进步一等奖。

3、姓名：周文忠，排名：3，行政职务：无，技术职称：教授，工作单位：中国农业大学，完成单位：中国农业大学，对本项目贡献：①共同提出异种精子推流（sperm-flow）辅助受精的奶牛高效性别控

制冷冻精液生产关键新技术，组织制定奶牛 XY 精子分离基础技术流程（科技创新点二）。②发现了奶牛精浆干扰精子 DNA 染色的关键问题，发明了种公牛原精染色处理新技术，解决了个体差异造成的 XY 精子有效分离受限的技术难题（科技创新点二）。③参加了奶牛性别控制冷冻精液生产新工艺及技术体系创新集成，共同研制出拓展适配母牛应用范围的“超级性控冻精”，辅助推广应用与技术人员培训（科技创新点三）。本项目相关成果包括发表论文 7 篇，授权专利 5 项，参加 2 项国家标准研制，出版专著 1 部，2007、2014 年分别获得内蒙古自治区科技进步一等奖。

4、姓名：王建国，排名：4，行政职务：无，技术职称：研究员，工作单位：内蒙古大学，完成单位：内蒙古大学，对本项目贡献：①共同提出异种精子推流（sperm-flow）辅助受精的奶牛高效性别控制冷冻精液生产关键新技术，参与了奶牛 XY 精子基础生产流程建立、产品质量鉴定相关工作（科技创新点二）。②共同参与创新集成奶牛性别控制冷冻精液生产新工艺及技术体系（科技创新点三）。③主持开发了奶牛性别控制冷冻精液子宫深部输精配套新技术，负责产业化应用技术人员培训及服务团队建设，实现了产业化应用（科技创新点三）。本项目相关成果包括发表论文 6 篇，授权专利 5 项，参加 2 项国家标准研制，出版专著 1 部，2007、2014 年分别获得内蒙古自治区科技进步一等奖。

5、姓名：张胜利，排名：5，行政职务：无，技术职称：教授，工作单位：中国农业大学，完成单位：中国农业大学，对本项目贡献：

①共同参与了奶牛 XY 精子基础生产流程建立、产品质量鉴定相关工作（科技创新点二）。②参加性控冻精生产的种公牛遗传评定和选育技术研究，共同参与创新集成奶牛性别控制冷冻精液生产新工艺及技术体系（科技创新点三）。③负责性控冻精受精试验和胚胎生产试验，参与 2 项性控冻精国家标准的制定及产业化应用技术人员培训，实现了产业化应用（科技创新点三）。本项目相关成果包括发表论文 2 篇，参加 2 项国家标准研制，出版专著 1 部，2014 年获得内蒙古自治区科技进步一等奖。

6、姓名：丁瑞，排名：6，行政职务：生产中心主任，技术职称：中级畜牧师，工作单位：内蒙古赛科星繁育生物技术（集团）股份有限公司，完成单位：内蒙古赛科星繁育生物技术（集团）股份有限公司，对本项目贡献：①参与制定奶牛 XY 精子分离基础技术流程（科技创新点二）。②参加了奶牛性别控制冷冻精液生产新工艺及技术体系创新集成，共同研制出拓展适配母牛应用范围的“超级性控冻精”，辅助推广应用与技术人员培训（科技创新点三）。本项目相关成果包括发表论文 1 篇，授权专利 1 项，2014 年获得内蒙古自治区科技进步一等奖。

7、姓名：孙伟，排名：7，行政职务：育种中心主任，技术职称：中级畜牧师，工作单位：内蒙古赛科星繁育生物技术（集团）股份有限公司，完成单位：内蒙古赛科星繁育生物技术（集团）股份有限公司，对本项目贡献：①共同参与了奶牛 XY 精子基础生产流程建立、产品质量鉴定相关工作（科技创新点二）。②参加性控冻精生产的种

公牛遗传评定和选育技术研究，共同参与创新集成奶牛性别控制冷冻精液生产新工艺及技术体系（科技创新点三）。③参加性控冻精受精试验和胚胎生产试验，实现了产业化应用（科技创新点三）。本项目相关成果包括发表论文 4 篇，授权专利 3 项，出版专著 1 部。

8、姓名：秦应和，排名：8，行政职务：无，技术职称：教授，工作单位：中国农业大学，完成单位：中国农业大学，对本项目贡献：①参与了奶牛 XY 精子基础生产流程建立、产品质量鉴定相关工作（科技创新点二）。②共同参与创新集成奶牛性别控制冷冻精液生产新工艺及技术体系（科技创新点三）。本项目相关成果包括发表论文 6 篇，出版专著 1 部，2007 年获得内蒙古自治区科技进步一等奖。

9、姓名：朱士恩，排名：9，行政职务：无，技术职称：教授，工作单位：内蒙古大学，完成单位：中国农业大学，对本项目贡献：①开发了以 EG+聚蔗糖+蔗糖为基础抗冷保护剂及配子与胚胎玻璃化高效冷冻技术，为牛等家畜流式精子分离机设计与性别控制技术体系建立提供重要理论和技术支撑（科技创新点一）。②参加了奶牛性别控制冷冻精液生产新工艺及技术体系创新集成，共同研制出拓展适配母牛应用范围的“超级性控冻精”，辅助推广应用与技术人员培训（科技创新点三）。本项目相关成果包括发表论文 5 篇，授权专利 1 项，出版专著 2 部。

10、姓名：胡树香，排名：10，行政职务：技术总监，技术职称：高级畜牧师，工作单位：内蒙古赛科星繁育生物技术（集团）股份有限公司，完成单位：内蒙古赛科星繁育生物技术（集团）股份有限公

司，对本项目贡献：①参与制定奶牛 XY 精子分离基础技术流程（科技创新点二）。②参与种公牛原精染色处理新技术，解决了个体差异造成的 XY 精子有效分离受限的技术难题（科技创新点二）。③参加了奶牛性别控制冷冻精液生产新工艺及技术体系创新集成，共同研制出拓展适配母牛应用范围的“超级性控冻精”，辅助推广应用与技术人员培训（科技创新点三）。本项目相关成果包括发表论文 3 篇，授权专利 5 项，参加 2 项国家标准研制，出版专著 1 部，2007、2014 年分别获得内蒙古自治区科技进步一等奖。

八. 主要完成单位及创新推广贡献

1、内蒙古大学：

内蒙古大学作为第一完成单位，主持、组织并参加了科技创新 1-3 项的主要工作。

内蒙古大学是国家一流学科建设高校，2018 年成为教育部和内蒙古自治区合建高校。内蒙古大学所属的第一完成人及其他 2 名主要完成人所在生命科学学院拥有“省部共建草原家畜生殖调控与繁育国家重点实验室”、“哺乳动物生殖生物学及生物技术教育部重点实验室”、“蒙古高原动物遗传资源研究中心”等重要科技研发创新平台，先后承担和完成了国家科技支撑计划、国家 863 科技计划、国家科技成果转化、内蒙古自治区科技重大与重点项目 30 余项，围绕生命科学基础研究、家畜育种繁殖应用技术开发取得了多项具有重大科技价值的基础理论成果以及产业应用前景的实用技术，特别是牛羊试管技术、动物克隆技术、性别控制技术已经成功进行成果转化与产业化应

用。

具体科技创新和应用推广情况的贡献包括：

①负责本项目的总体设计与组织实施，研究牛胚胎性别鉴定、DNA含量差异的XY精子分离及性别控制可行性，为奶牛性别控制技术体系建立提供重要理论和技术支撑。②首创了异种精子推流（sperm-flow）辅助受精的奶牛高效性别控制冷冻精液生产关键新技术，解决了个体差异造成的XY精子有效分离受限的技术难题。③创新集成奶牛性别控制冷冻精液生产新工艺及技术体系，开发了子宫深部输精配套新技术，实现了产业化应用。

本项目相关成果包括发表论文20篇，出版专著1部，2007、2014年分别获得内蒙古自治区科技进步一等奖。

2、中国农业大学

中国农业大学作为第二完成单位，参加了科技创新1-3项的主要工作。

中国农业大学是教育部直属的国家双一流建设高校，设有16个学院，拥有3个国家级重点实验室、4个国家级研究中心等科技创新平台。学校现有1600余位专职教师，其中中国科学院院士5人、中国工程院院士5人。中国农业大学所属的第二完成人及其他3名主要完成人所在的动物科技学院与动物医学学院在家畜育种、繁殖技术开发以及疾病防控相关领域积累了多项基础理论与应用技术成果，为本项目的实施提供了重要的理论与技术支撑。

具体科技创新和应用推广情况的贡献包括：

①首次证明 ascorbic acid-2-glucoside(AA-2G) 可大幅提高奶牛、猪 XY 分离精子存活时间及受精能力，解决了奶牛、猪分离精子存活时间短的技术瓶颈，为奶牛等家畜性别控制技术体系建立提供重要技术支撑。②共同提出异种精子推流（sperm-flow）辅助受精的奶牛高效性别控制冷冻精液生产关键新技术，发明了种公牛原精染色处理新技术，解决了个体差异造成的 XY 精子有效分离受限的技术难题。③参加了奶牛性别控制冷冻精液生产新工艺及技术体系创新集成，共同研制出拓展适配母牛应用范围的“超级性控冻精”，辅助推广与应用与技术人员培训。

本项目相关成果包括发表论文 16 篇，授权专利 2 项，出版专著 2 部，2007、2014 年分别获得内蒙古自治区科技进步一等奖。

3、内蒙古赛科星繁育生物技术（集团）股份有限公司

内蒙古赛科星繁育生物技术（集团）股份有限公司作为第三完成单位，参加了 1-3 项科技创新工作，主要科技创新和应用推广贡献内容包括奶牛性控冷冻精液生产工艺流程的建立、产品生产与检测、产业化应用推广技术服务体系的建立。

赛科星集团公司注册资金 9.186 亿元，是一家以奶牛为主的家畜种业与繁育生物技术开发应用、规模化奶牛养殖为主营业务的科技型企业。累计主持和参加国家和地方科技项目 19 项，获得发明专利 18 项、发表论文 65 篇、出版专著 3 部、制定 6 项国家和地方相关技术标准。2010-2018 年分别获批内蒙古自治区科技厅“家畜性别控制技术工程研究中心”、国家发改委“家畜性别控制技术联合工程实验室”

和国家人社部“博士后科研工作站”。

具体科技创新和推广应用情况的贡献包括：

①早期研究涉及牛、羊受精生物学与胚胎发育调控，并重点开展了精子冷冻保存形态变化、活力提升、存活时间延长的基本机制，为奶牛性别控制技术体系建立提供重要理论和技术支撑。②组织建立了以奶牛为主的家畜性别控制技术平台，建立科技创新团队，研制了牛性控冷冻精液基础生产技术体系，创新添加异种精子的高效奶牛性别控制冷冻精液产业化关键技术。③组织奶牛性别控制冷冻精液生产新工艺与人工授精新技术开发，建立全国性的技术服务网络，推进奶牛性别控制冷冻精液的产业化应用。

本项目相关成果包括发表论文 15 篇，授权专利 11 项，出版专著 1 部，2007、2014 年分别获得内蒙古自治区科技进步一等奖。

九. 完成人合作关系说明

本项目第一完成人与其他主要完成人田见晖、王建国、朱士恩从 1990 年开始进行动物受精生物学、配子冷冻保存、胚胎发育阻滞相关理论与技术开发，同时研究牛、马、猪胚胎性别鉴定、XY 精子分离基本技术及控制后代性别可行性，为后期的奶牛性控技术创新积累了大量科技成果支撑。2005-2015 年期间主要开展异种动物精子辅助受精的奶牛高效性别控制关键技术创新与生产流程集成创新，解决奶牛种公牛遗传资源利用受限瓶颈问题并开发人工授精配套技术，实现了奶牛性别控制技术的大规模产业化应用推广。

本项目内容区分为基础理论与技术研究、产业化关键技术创新、

工艺流程集成创新及成果推广应用四个部分。第一完成人李喜和早期主要研究内容包括羊、牛、马受精生物学、胚胎发育阻滞、胚胎性别鉴定、DNA含量差异的XY精子分离与受精可行性、精子分离基本技术工艺流程设计等。项目完成人田见晖、朱士恩、王建国早期主要研究内容涉及实验动物、牛、羊、猪的受精生物学、胚胎与精子冷冻保存技术、提升XY分离精子受精能力的理论研究与技术开发。从2005年开始，内蒙古大学牵头以“产、学、研”相结合模式联合中国农业大学、内蒙古赛科星家畜繁育生物技术（集团）股份有限公司，组建了奶牛性别控制冷冻精液技术创新团队，建立了以奶牛为主的家畜XY精子分离-性别控制冷冻精液生产技术平台。2006-2015年期间，项目所有完成人分工合作进行奶牛性别控制冷冻精液生产技术创新、生产工艺集成创新、以及种公牛遗传资源利用与人工授精配套技术开发、产业化示范应用。具体分工是第一完成人李喜和负责项目总体策划与组织实施，李喜和、田见晖、周文忠、王建国、张胜利共同负责XY精子分离关键技术流程设计、技术创新、产品定型，丁瑞、孙伟、胡树香负责XY精子分离操作、分离精子冷冻保存与产品质量鉴定；李喜和、王建国、张胜利、秦应和、丁瑞、孙伟、朱士恩、胡树香共同负责奶牛种公牛遗传筛选、原精采集、性别控制冷冻精液人工授精、基层技术培训、产业化示范应用。

在本项目完成人合作中，产出成果主要包括代表性论文32篇、发明专利12项、专著3部、内蒙古自治区科技进步奖一等奖获奖2项、国家标准2项、项目鉴定验收材料5份。