

规模化种猪育种与生产数字化管理体系建设及案例分析(VII): 育种过程数据监控

刘小红^{1*}, 赵云翔¹, 吴细波^{2*}, 陈清森³, 李加琪⁴, 张丛林³, 陈瑶生^{1**}

(1. 中山大学生命科学大学院, 广东省生猪改良繁育工程技术研究开发中心, 广东广州 510475;

2. 广西农垦永新畜牧集团有限公司, 广西横县 530317;

3. 广西扬翔农牧有限责任公司, 广西贵港 537100; 4. 华南农业大学动物科学学院, 广东广州 510642)

摘要: 长期以来, 我国大多数种猪育种企业缺乏对育种过程监控的意识, 在实际种猪选育时主要注重结果, 很少关注到过程变异的控制与管理。本文在简述过程基本原则和方法的基础上, 从育种过程监控步骤与数据分类、控制图判定准则、育种数据监控等方面, 阐述了 SPC 控制图在种猪育种与生产过程数据监控中的应用, 利用多年跟踪部分核心育种场的实际育种数据, 阐释了部分育种相关指标的过程监控分析结果, 可为育种企业提供过程监控的借鉴。建议种猪育种企业高度重视育种过程监控管理, 强化育种工作的计划性, 选择合理适用的监控模式和方法, 全程监控育种过程关键环节, 通过育种流程标准化建设, 实时纠正育种过程偏差, 确保种猪育种工作的持续平稳运行。

关键词: 猪育种; 数据监控; SPC 控制图; 数字化管理体系

中图分类号: S813

文献标识码: A

种猪育种工作是一项长期、艰巨的系统工程, 育种企业需要从高管到一线实操人员都给予高度重视和持续付出, 按照既定的目标严格执行好每一个育

种过程环节, 选育才有可能获得稳定的遗传进展, 这一过程中任何失误或中断都将对整个育种工作造成严重的不良影响。近期 Knox 等^[1]对北美 113 家母猪场管理因素的调查研究指出, 在断奶、培育、怀孕期等关键时期的繁殖管理和人为因素是繁殖性能变异的主要来源。王青来等^[2]总结大型种猪企业育种经验也指出, 要做好育种工作首先要建立专业化的育种技术队伍, 通过高素质育种管理队伍对育种工作进行有效管理, 才能顺利落实育种方案, 实现育种目标。因此, 为保障种猪育种工作持续有效进行, 对育种过程实施全程数字化管理, 通过高效的过程监控

基金项目: 国家现代农业产业技术体系(CARS-36)、广东省现代农业产业技术体系建设专项、国家星火计划(2013GA790001)

* 并列第一作者

作者简介: 刘小红(1970—), 博士, 研究员, 研究方向为动物遗传育种与繁育, Email: liuxh8@mail.sysu.edu.cn; 赵云翔(1981—), 博士生, 研究方向为动物遗传育种与繁育, Email: yunxiangzhao@126.com

** **通讯作者:** 陈瑶生(1962—), 博士, 教授, 研究方向为动物遗传育种与繁育, Email: chyaosh@mail.sysu.edu.cn

及时发现和解决问题,对于种猪育种是至关重要的保障。

然而,在我国种猪育种实践中,即便一些有志于切实开展种猪育种的大型种猪企业,育种者也大多数是更多地关注结果,对育种过程的监控与管理却都相对薄弱,而且在一定程度上也缺乏相应的技术措施,这一问题事实上直接制约了我国种猪育种工作的进程。结果来源于过程,结果优劣是过程管理控制好坏的直接体现,只有过程得到持续、实时的监控和管理,才有可能获得预期结果。种猪育种具有特殊的连贯性和逻辑性,需要合理的组织和安排才能取得较好的成绩,场内育种人员需要具有较高的育种理论和育种软件与生产管理软件操作技巧、并能熟悉育种整个流程^[3]。通过对关键数据的持续跟踪分析,往往可找出其变化规律,判定合理性、有效性,如果出现异常,可及时制订和实施相应措施进行纠正,评估与反馈各种技术措施的有效性,同时通过对过程的监控与管理还可以预防后续过程出现更大的偏差和失误。King等^[4]对使用PigCHAMP猪场管理软件的673家美国猪场,采用8个模型综合分析了生产系统、操作管理及产出间的关系,指出母猪淘汰胎次、淘汰率等管理因素对产出有重要的影响。

通常情况下,用于种猪育种和生产管理的指标包括两类数据^[5]:数量性状和质量性状。数量性状数据是最常见的育种数据,数据量也最为庞大,可以通过度量和计数两种方式获得,前者也称之为计量型数据,如体重、背膘厚、体高等,这类数据通常符合正态分布;后者通常也称之为计数型数据,其观察值只能用整数来表示,如产仔数、乳头数、死胎数等。质量性状数据也称为定性数据,是不能度量而只能观察描述的数据,如性别、头型、毛色、阴囊疝等,这类数据通常符合二项式、泊松分布等,当然这类性状也可以通过赋值、等级评分等方式进行适当量化。针对种猪育种与生产的过程监控与绩效考核,多数核心育种场对一些关键指标的平均值非常关注,却较少关注这些指标的变异情况,实际上任何指标的过度变异,均会对育种和生产带来诸多不利影响,因

此正确分析与解释这些重要指标的变异,是做好育种和生产过程管理的关键^[6]。

连续过程中变异的产生有两类原因:一类是特殊原因引起的变异,由偶然的、间断的因素所致,为不稳定变异,约15%的过程变异属于这类,可在过程中及时予以纠正;另一类为普遍原因引起的变异,由持续的、系统的因素所致,约85%的过程变异属于这类,需要系统地管理措施方可纠正。为了及时、高效地发现并降低育种与生产过程中的变异,可借助统计过程控制(Statistical Process Control, SPC)相关工具进行分析,包括直方图、数据表、帕拉累图、因果表、缺陷图、散点图、过程控制图等,最常用的SPC控制图为休哈特控制图(Shewhart Control),可以有效鉴别过程中的偏差,尤其是对于计划性不强、管理相对不足的企业,借助休哈特控制图可快速诊断出问题。但是,由于休哈特控制图对过程中的小偏差不够灵敏,尤其是对于精细化管理的企业,休哈特图诊断常误判为正常波动。为此,Page提出了累积和控制图(Cumulative Sum Control Charts, CUSUM),采用样本值与目标值的偏差累积和制作控制图。Madsen等^[7]应用CUSUM控制图监控仔猪每日饮水量,可在临床症状出现前1天监测到仔猪下痢的发生,为控制疾病赢得了宝贵时间。1959年Robert又提出指数加权滑动平均控制图(Exponentially Weighted Moving Average, EWMA),同样能够充分利用所有的历史数据,是另一种有效控制过程中小偏移的方法。通常CUSUM和EWMA采用专业软件进行绘制,1998年Hawkins和Olwell开发了CUSUM控制图的控制线计算程序,1989年Crowder演示了EWMA控制图设计要点。

在种猪育种和生产过程中,尽管都清楚需要对种猪的性能进行监控,但常常不清楚从哪里开始,出现变异如何解释,SPC控制图可以提供一种有效跟踪、分析与解释生产过程中变异的有用工具。SPC工具一方面可通过降低不明原因的变异,连续实现性能改进;另一方面是计划内、及计划外的变化可作自然变异过程的快速指引。SPC工具最先应用于工业制

制造业,自20世纪70年代开始在动物生产中应用^[8],多数关于SPC的文献是应用在健康管理方面,旨在采用控制图进行案例研究,但在种猪育种和生产中系统运用尚未见报道^[9]。在实际的种猪育种和生产管理中,如果能够结合不同场间的比对数据,SPC工具将发挥更重要的作用。

自2009年启动《全国生猪遗传改良计划(2009~2020年)》以来,我国种猪育种进入一个全新的阶段,一批有志于打造长期、高效繁育体系的大型养猪企业对种猪育种给予了高度重视,但由于对过程管理的认识尚不系统完善,亟需探索建立适合自身需求的育种数字化管理体系,并且对育种全过程实施有效监控和管理。鉴于此,本文旨在利用华南种猪遗传评估网近年来全程跟踪的部分核心场育种数据进行案例分析,所有育种数据的管理和分析基于Kfnet信息管理系统,重点从育种过程监控步骤与数据分类、控制图判定准则、育种数据监控等方面进行分析,在此基础上提出规模化种猪场种猪育种过程监控的一些合理化建议。

1 种猪育种过程监控方法

完美的育种计划需要严格的过程管理来实现。然而,国内大多数种猪企业疏于对过程的严格监控和管理,导致育种计划流于形式,不能保证育种工作的持续有效进行。实际上,种猪育种过程包括的信息量庞大,系统完整的数据记录包含从配种、出生、哺乳、保育及生长育肥等每个阶段的大量数据采集,通过这些动态数据的实时跟踪和分析,可以实现对整个育种过程的有效监控和管理。为便于理解,本文依据目前国内核心育种场管理实际及数据采集能力,简述种猪育种过程监控的基本流程、数据分类、以及控制图判定准则。

1.1 过程监控基本流程

与制订种猪育种计划类似,首先要明确种猪育种过程监控的目标,主要是为了保证育种核心群按照计划持续平稳运行,正确执行后备种猪更替计划,实现种群性能的稳步提升;其次是尽可能全面地采

集目标相关的过程数据,除了采集目标本身数据外,还要求尽可能全面地采集影响目标的主要因子数据,如品种、配种方式、环境温度、配种次数等都可能影响种母猪的总产仔数,在数据记录时要详细清楚地逐条记录,这样才能够在过程监控中通过影响因素分析,找出导致过程失控的主要原因,及时发现问题,实时采取有效的控制措施;第三是要明确采用哪种类型的控制图,选择控制图的原则是数据采集准确、容易、成本低,并且对各种环境变化是敏感的、可采取标准化措施进行改进等;第四是要确定数据子集大小、频率等,对于种猪生产,通常可以按配种周将数据分组为一个子集,这样各类措施也是以周为单位进行。一些规模相对偏小的种猪场,也可按配种批或月为单位进行。理想的子集要求组内变异尽量小、组间变异可以大一些,子集数应不低于25个,子集时间的间隔越短,发现异常波动的时间也越早,可更及时地制订措施进行纠正;第五是确定实际控制图类型,根据不同指标和数据类型,选择合适的控制图类型。需要说明的是,数据类型是可以转换的,可通过百分比、对数等多种方式进行,如死胎数属于计数型数据,百分比转换成死胎率时,则其数据特征由不连续转变为连续型数据。最后一步是把数据点描绘在坐标图中,并用线连在一起形成控制图,根据控制的判定准则进行分析,如果存在异常波动,还需要对异常波动的原因进行深入分析,以制订有效的控制措施。归纳起来,可简单分为测量、记录、制图、分析及改进等5个步骤。

1.2 育种过程监控指标分类

在种猪育种实践中,不能把育种工作独立于生产之外,种猪育种与生产是完全关联的,必须把整个育种过程有机地融入种猪生产过程中管理中。因此,在过程监控时,需要在关注育种指标的同时,密切关注相关的生产指标。根据我国当前育种实际,可将种猪育种过程监控分为种群数量监控、种群动态监控、种群性能监控、育种数据质量监控、育种计划执行监控等5大类,详见表1。

为了种猪育种过程监控与管理的需要,本文重

表1 种猪育种过程监控指标分类

类别	指标	控制图类型
种群数量监控	配种数/头	\bar{X} -S图, CUSUM
	配种分娩率/%	\bar{X} -S图, CUSUM
	分娩窝数/窝	\bar{X} -S图, CUSUM
	窝选留数/头	\bar{X} -S图, CUSUM
	窝测定数/头	\bar{X} -S图, CUSUM
	窝结束测定数/头	\bar{X} -S图, CUSUM
	窝留种数/头	\bar{X} -S图, CUSUM
	测定数量/头	\bar{X} -S图, CUSUM
	测定留种率/%	\bar{X} -S图, CUSUM
种群动态监控	死亡率/%	U图
	窝均死胎数/头	Np图
	窝均死胎率/%	P图
	主动淘汰比例/%	\bar{X} -S图, CUSUM
	被动淘汰比例/%	P图
	选留种猪分娩比例/%	\bar{X} -S图, CUSUM
种群性能监控	总产仔数/头	直方图, \bar{X} -S图
	达100 kg体重日龄/d	直方图, \bar{X} -S图
	100 kg体重背膘厚/mm	直方图, \bar{X} -S图
	测定猪综合指数	\bar{X} -S图, CUSUM
	后备种猪综合指数	\bar{X} -S图, CUSUM
	在群种猪综合指数	\bar{X} -S图, CUSUM
育种数据质量监控	不明原因淘汰比例/%	U图
	产房仔猪存栏异常变动/头	C图
	耳号不清淘汰比例/%	U图
育种计划执行监控	配种计划执行吻合度/%	\bar{X} -S图, CUSUM
	性能测定计划执行吻合度/%	\bar{X} -S图, CUSUM
	选留计划执行吻合度/%	\bar{X} -S图, CUSUM

点介绍 SPC 控制图, 包括 \bar{X} -S 图 (平均值标准差图)、累积图、不良数图 (Np 图)、单位缺点数控制图 (U 图)、不良率图 (P 图) 等, 至于 \bar{X} -R (平均值极差图)、单值与移动极差图、缺点数控制图 (C 图)、EWMA 图等, 由于在种猪育种中使用较少, 这里不作介绍。

1.3 控制图判定准则

过程监控采用控制图方式最重要的是确定中心线和上、下限, 一些育种企业采用设定的目标值或场间比对参数值来设计中心线和上、下限, 通常情况下

这是不适合的, 由于不同企业在区域、工艺流程、设施设备、管理水平等方面固有的差异, 这时很难确定过程失控是由于过程本身引起的, 还是由于参数设计不合理造成的^[10]。因此, 控制图中心线和上、下限的设置必须是来源于过程本身, 采用不同控制图, 中心线和上、下限的计算方法也不同。

在过程监控中, 控制图使用的判定有一定的准则, 目前通常是根据 GB/T 4091-2001 常规控制图第 7 章所规定的判定准则进行判定, 包括 8 大判异准则: (1) 一个点落在上、下控制线外 (含控制线上); (2) 连续 9 个点落在中心线一侧; (3) 连续 6 个点递增或递减; (4) 连续 14 个点中相邻点交替上下; (5) 连续 3 个点中有 2 个点落在中心线同侧 B 区 (2 个标准差区) 外; (6) 连续 5 个点中有 4 个点落在中心线同侧 C 区 (1 个标准差区) 外; (7) 连续 15 个点落在中心线两侧 C 区内; (8) 连续 8 个点落在中心线两侧且无一在 C 区内。此外, 控制图判稳原则有两条: (1) 点子没有超出控制线 (在控制线上的点子按超出处理); (2) 控制界限内的点子排列无缺陷, 反映各环节处于控制状态, 生产过程稳定, 不必采取措施。

当然, 根据控制限来判断也会发生错误, 主要有两类错误: 一类错误是把正常判定为异常, 其概率记为 α , 属于虚发警报, 也称之为徒劳错误; 二类错误是把异常判定为正常, 其概率记为 β , 导致漏发警报。这两类错误是相辅相成的, 不能同时避免, 减少第一类错误 (α), 就会增加第二类错误 (β), 反之亦然。良好的控制图要综合考虑这两类错误的成本, 错误诊断成本是双方面的, 但生产损失同样会产生成本, 需要依据管控过程的性质进行综合平衡, 确定错误的控制概率。

2 种猪育种过程监控分析

种猪育种与生产受生物学过程、环境和管理等多方面复杂因素的影响, 变异是客观存在的, 过程监控的目的就在于尽量早地发现主要问题, 提出干涉措施, 并且对采取干涉措施的有效性进行评估, 下面

采用实际数据进行阐述。

2.1 种群数量监控

育种核心群的种群数量监控是涉及面最广、最重要的监控手段,旨在通过配种、测定等数量动态监控基础上,确保养殖空间和性能测定设施得到充分、合理地使用,按育种计划实现种猪测定留种率等关键指标。图1为华南区某核心育种场从2013年5月13日至2014年9月16日共68周(下同)的配种母猪数过程监控图。图1(a)为 \bar{x} -S图,图中CL为中心线(均值),UCL、LCL为上、下控制线(下同),中心线参数值设为全期的总均值,上、下线为加、减3个标准差(3σ)。根据8大判异准则,图中结果反映出该场配种母猪数处于稳定状态,未现异常。图1(b)为累积和图,根据8大判异准则,该场在68周内出现了4次异常波动,分别为第6~15周、15~26周、28~41周、63~68周等出现连续下降、上升现象,这样会

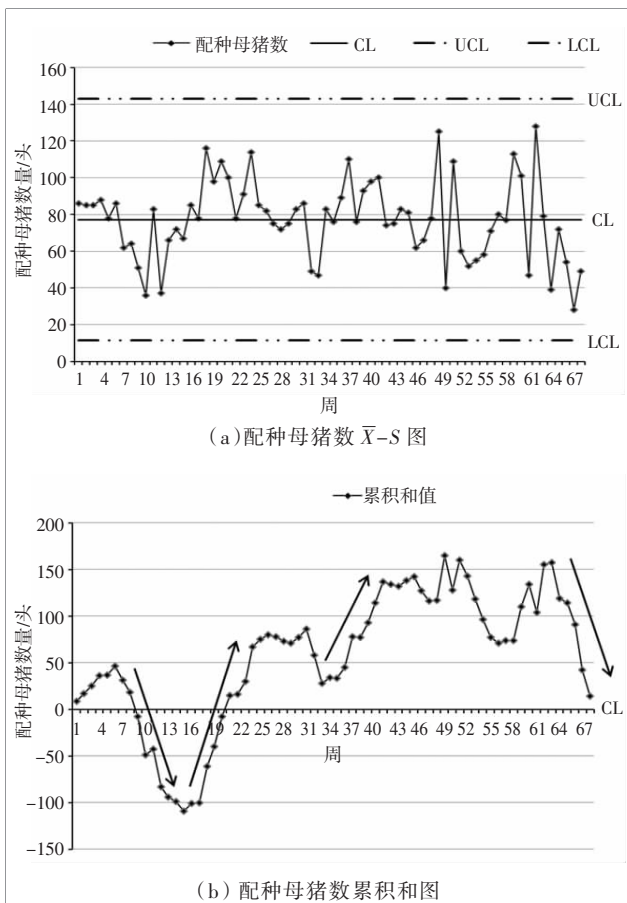


图1 华南区某核心育种场68周配种母猪数的过程监控图

直接导致测定设施出现不足或冗余浪费,并且直接影响测定留种率等目标的实现。这里对 \bar{x} -S图采用 3σ 范围进行分析,如果用 $0.5\sim 2\sigma$ 范围进行控制,累积和图会更敏感。需要说明的是,这里采用的 σ 为组间(子集)标准差,因此主要用于不同子集间的变异控制,如果需要进一步了解子集内个体的变异情况,则可采用单值-标准差控制图进行分析。

对于配种分娩率这一重要指标的监控,根据控制图原理,通常是对配种未分娩率进行跟踪管理。图2为华南区某核心育种场68周配种未分娩率过程监控图,该监控图采用P图,其子集间样本容量可以不等。由图可知,该场在第53周时出现界外点,为异常波动。28~29连续2周处于B区内,也为异常波动。在过程监控中,一旦出现这类异常,应立即采取措施进行干涉,调整过程尽快进入正常波动范围。

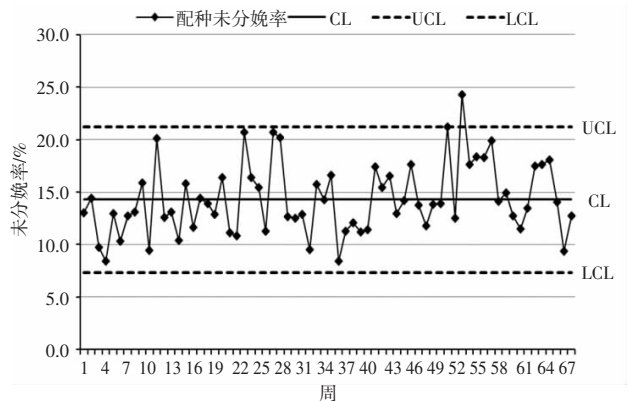


图2 华南区某核心育种场68周配种未分娩率的过程监控图

测定留种率也是育种过程监控的重要指标之一,是决定种猪遗传改良速度的关键指标,对它的监控通常也是采用 \bar{x} -S图。图3为华南区某核心育种场68周测定留种率的过程监控图,可见该场在监控的68周内,主要存在以下4个问题:(1)出现了5个周次没有有效测定个体供选择,导致控制图被中断;(2)不均衡留种,测定留种率变异大,导致正负3个标准差均超出正常范围,只能在图中UCL、LCL取正常最大值100%、最小值0%;(3)测定留种率均值为

38.73%,整体偏大;(4)有两个点(第40、50周)落在UCL线上,属于异常波动。针对这种情况,最主要的改善措施是做到核心群配种的均衡性,加大种猪的有效测定数量,并持续、均衡进行测定。当然,种猪健康管理等保障措施也必须实施到位,才能确保测定留种率按照育种计划落到实处。

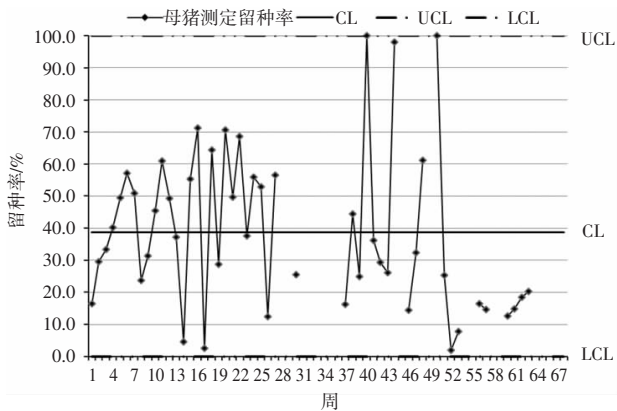


图3 华南区某核心育种场68周测定留种率的过程监控图

2.2 种群动态监控

核心育种群的种群动态变化主要与死亡、淘汰率密切相关,从仔猪出生到种猪培育成功,每个阶段均会出现死亡、淘汰情况,从数量上监控可采用不良数监控图,如果从比例进行监控可采用不良率监控图。图4为华南区某核心育种场68周窝均死胎数监控图,采用 N_p 控制图对窝均死胎数进行监控,由于LCL计算为负值,取0为低限值。 N_p 控制图要求子集内样本容量相等,因此子集间样本容量差异至少

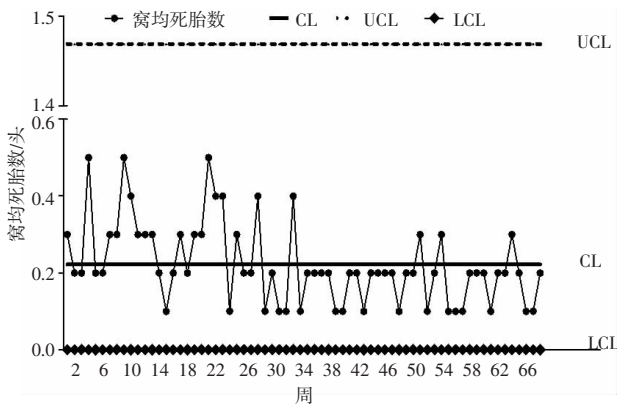


图4 华南区某核心育种场68周窝均死胎数的过程监控图

应控制在25%以内。由图4可知,该核心场窝均死胎数总体上控制较好,监控期内未出现界外点。但34~50周连续17周处于CL的一侧,属于异常波动。对于这类异常波动应追溯数据错误等原因,但同时需要考虑CL的设置是否合适。

2.3 种群性能监控

核心种群猪性能向着预期目标变化是育种的根本目的,对主要性能指标的动态过程进行监控,综合分析实时变化是否处于合理范围,及时纠正潜在的系统偏差,确保目标的平稳实现,种群性能监控包括2部分:一是单项性能指标的监控,旨在对总产仔数、产活仔数、达100 kg体重日龄等单项性能指标进行持续监控,发现异常波动;二是综合性能的监控,旨在通过对不同群体的综合性能,如:综合指数等,进行持续监控。单项性能指标的监控可借助直方图进行实时监控,如果以时间序列制作连续直方图,还可跟踪不同性能指标的运行轨迹,可更清晰地反映该性能指标的变化趋势。图5(a)反映了华南区某核心育种场68周总产仔数的过程监控图,首先确定数据的极差为2.6,取组数为9,计算组距为0.289约等于0.3,按照周平均总产仔均值从10.0~12.7间隔0.3划分不同的组,统计各组频数,图中: \bar{x} 为总仔数平均值、 M 为公差、 N 为样本数、 S 为样本标准差。可见,该场在受监控的68周内直方图属于正常型(备注:直方图类型包括正常型、偏向型、双峰型、孤岛型、平顶型、锯齿型等,限于篇幅,本文不作介绍),均值线与公差重叠,均值线两侧基本对称,两侧还保持一定的余量,形状接近正态分布。由于总产仔数属于向上改进性能,因此对于核心育种群而言,期望目标是随着均值线往右移动,整体图形往右偏移是最理想的。

直方图起到正态性检验的作用,在制作时要注意样本数不应少于50个,组数、组距的确定要合理,标注尽量齐全。图5(b)为该场断奶仔数的过程监控图,极差为3.4,取组数为12,计算组距为0.3,划分不同组,统计各组频数。该图公差中心与平均值不一致,属于偏向型,且向低性能方向偏向。通过图5

总产仔数、断奶仔数过程监控分析,表明该场可能在死胎、木乃伊、哺乳期成活率等性能指标存在异常波动。或者是由于寄养等过程管理的异常波动,导致断奶仔数出现偏向,应该重点排查上述原因,制订合理的控制措施。这也表明,通过相关性较强的性能指标的监控,可以更清晰地反映引起异常波动的原因。

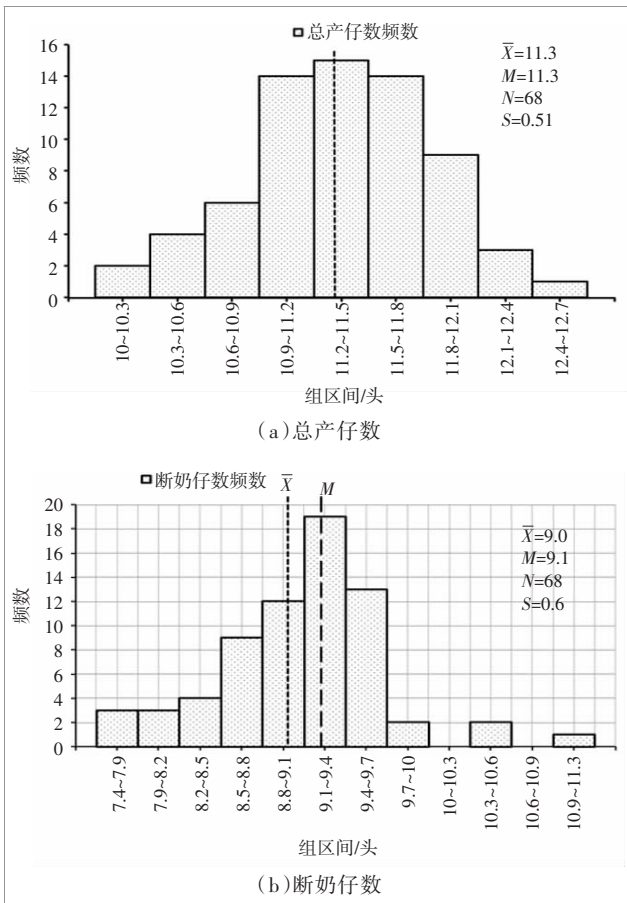


图5 华南区某核心育种场68周总产仔数分组频数的过程监控图

育种目的旨在获得遗传进展,对不同品种综合指数的过程监控是非常重要的。图6为华南区某核心育种场杜洛克15批选留种猪的父系指数过程监控图(\bar{x} -S图,为深入分析变化原因,在图中各批次内标准差绘在同一控制图上),可见各批次选留种猪的父系指数平均值并未出现明显异常波动现象,但是通过变异来源分析,这15批留种猪的组内变异为

组间变异的3倍以上,从而在一定程度上掩盖了组间变异的波动,导致对组间变异监控时表现为正常波动。然而,由于在育种过程中对种猪选留通常要设置最低指数要求,分析这一过程组内变异偏大的具体原因,可看出该场在种猪选留时仍出现低于目标指数值、甚至低于100的个体被选留为种猪。当然,如果要进一步追查相关原因,可采用单值-标准差(或极差)控制图进行全面的分析。

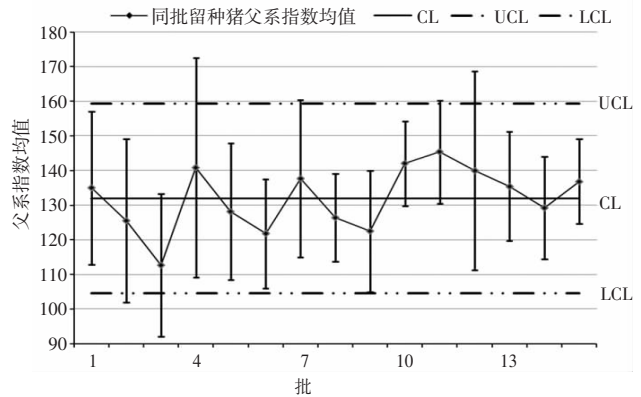


图6 华南区某核心育种场杜洛克15批次选留种猪的父系指数均值的过程监控图

2.4 育种数据质量监控

我国种猪企业对数据采集的认识有了极大的提高^[1],育种数据质量是育种过程监控最重要的任务,数据质量是整个育种体系正常运转的基石,在日常育种基础性工作中最艰巨、量大、繁杂,同时也是最容易出现问题、且不易及时发现和纠正,因此育种管理人员和一线技术人员应给予高度重视。对育种数据质量的监控一方面是监控数据本身的异常性,如总产仔数、终测体重、膘厚等单项性能数据是否超出正常范围,这类监控可通过最大值、最小值等控制性统计量即可发现,在多数育种数据管理软件设计时均将这类异常数据监控列入自动报警,一旦出现异常,数据无法录入或提醒核准。另一类数据质量监控属于育种执行过程中,由于一些细微的偏差出现异常波动,这类数据质量监控需要借助控制图进行跟踪报警。

图7为华南区某核心育种场68周不明原因淘

汰数占被动淘汰数比例(u)的过程监控图, $u=c/n$, c 为当周不明原因淘汰数, n 为当周被动淘汰总数,该项指标的监控可以采用U图控制图,CL为每周单位不明原因淘汰比例的均值,UCL为上限值($\bar{u}+3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$),LCL计算结果为负数,因此取0为下限值。由图可知,该核心场不明原因淘汰比例在第4周、第19周出现异常,应追查具体原因并纠正。从后期运行结果分析表明,该核心场19周后连续表现正常,应重新从20周开始制作U图控制图,直至该指标运行正常至可控范围。需要说明的一点,尽管U图不受样本容量的限制,但组间样本数的差异最好控制在正负25%以内,否则UCL和LCL的计算比较复杂,并呈锯齿形。

育种数据质量监控理应包括诊断数据可能存在造假的现象,但事实上这种人为因素短期内仅通过数据监控是很难及时发现的。然而,由于种猪生长发育的生物学特性,各种性能指标在正常范围内波动是必然的,如果存在多项性能数据的变异非常小,或者在时间跨度更大的范围内进行综合分析,特别是通过跨场间的对比分析,若存在明显不合逻辑的分析结果,应该考虑是否存在数据造假的现象。

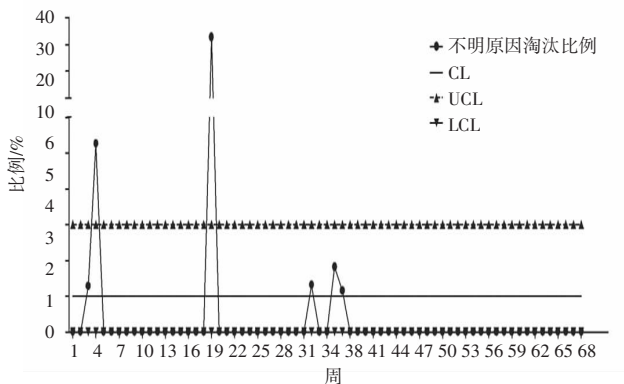


图7 华南区某核心育种场68周不明原因淘汰比例的过程监控图

2.5 育种计划执行监控

育种计划执行监控是育种工作落到实处的重要保障,然而育种计划涉及到育种管理的各个环节,需

要抓住关键环节进行有效监控,对在这些关键环节的计划执行吻合度监控分析是考察计划执行效率的有效手段。但是,计划执行吻合度评估价值与计划制订是否科学、合理密切相关,需要针对不同企业特点编制适合自身的育种计划和监控指标。在育种过程中,选配计划、性能测定计划、以及种猪选留计划是3个主要的关键环节,而且彼此间是紧密关联的。刘小红等^[12]介绍了选配计划吻合度的监控方法,这里仅以性能测定计划监控为例进行说明。

图8为华南区某核心育种场50周大白母猪性能测定计划执行吻合度的过程监控图。整体上,该场完成了全年测定3000头大白母猪的目标。但从性能测定计划执行过程看,存在不同周测定数量极不平衡,运行过程存在异常波动等问题,如第35周,实际性能测定完成率大大超出上控制线。通过追踪测定后留种情况,实际上有9周测定批次种猪并未留种,直接影响了测定留种率指标。而且,有些周的性能测定数量仅几头、甚至只有1头,这类周单位测定数量极少的数据,事实上只能用于补充总测定数而已,对育种贡献的价值有限。

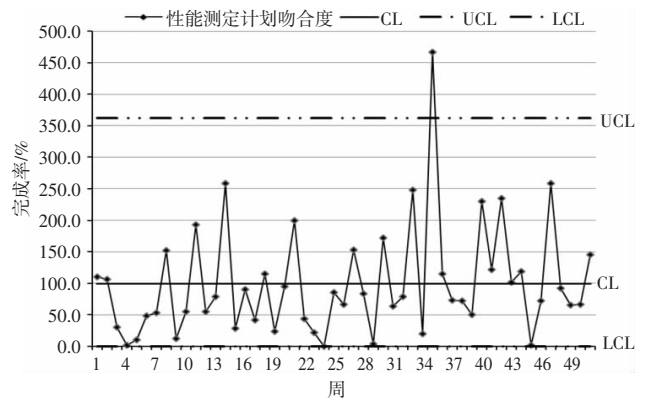


图8 华南区某核心育种场50周大白母猪性能测定计划执行吻合度的过程监控图

3 结论与建议

种猪育种与生产过程包含大量的数据信息,通过对育种过程数据进行监控,及时发现异常波动,并制订相应干涉措施,是保证育种目标最终得以实现

的关键。通过上述较为详细地阐述育种过程数据监控的方法与判定准则,结合对大量实际育种数据的分析,探讨育种过程监控的主要方法,并简单阐述了导致异常波动的原因,提出以下几点建议。

3.1 高度重视育种过程监控管理,保障种猪育种持续有效实施

良好的种猪育种计划需要完善的过程监控与管理来支撑,多年来我国大多数种猪企业都制定了指导性的种猪育种方案、以及操作程序,但普遍缺乏相应的过程数字化监控管理体系,育种工作很大程度上寄希望于育种主管等个人的能力和责任,这些技术人员一旦离职即导致育种工作出现大的波动。针对这一状况,为了保证育种工作的长期持续有效运转,育种企业首先应在制定适合自身的育种方案基础上,系统制定标准化的操作程序,并且高度重视建立完善的过程数字化管理体系,可能的情况下尽量引入独立于自身考核体系之外的第三方进行过程监控、并承担相应的数据分析和技术支持。育种企业要加强基础数据的采集、管理与分析,目前多数育种场在数据采集时,往往重视主要生产与育种指标数据的采集,但忽视了影响这些重要指标相关因素的数据采集,例如膘厚测定,常常未记录测定地点、测定设备、测定人员等信息,一旦出现数据异常波动时,就很难找出引起异常波动的真正原因。通过对一些相关性较强的性能指标同时进行联合监控分析,可更清晰地追踪出现异常波动的原因,从而有针对性地制订出合理的调控措施。

3.2 强化育种工作的计划性,实时监控育种过程关键环节

种猪育种是一个持续运行的过程,需要在宏观育种方案基础上制定实操性强的育种工作计划,减少育种工作的盲目性,在育种管理上需要在强调目标考核的同时,高度关注过程管理。目前,多数育种场重视各项育种指标的均值变化,却极少关注过程,在实际育种过程中常见到实现了多数育种指标的年度目标,但由于执行过程变异太大,导致最终的效果并不理想。例如,很多育种场均能实现年度性能测

定数量的要求,但分解到周却非常不均衡,导致选留时的候选群体大小差异大,种猪测定留种率的变异也很大。因此,为了确保计划的持续平稳运行,需要针对关键过程进行实时监控,及时进行过程纠偏。

3.3 遵循种猪育种特点,选择合理适用的监控模式和方法

目前我国大多数种猪育种企业对育种过程监控关注不够,相应的方法和措施尚不系统完善,本文采用的SPC控制图在种猪育种中的应用还不是很普遍,建议各种猪企业的育种技术人员发挥各自智慧,积累SPC控制图在育种实践中应用的经验,共同推进我国种猪育种事业的发展。过程监控的主要目的是监控贯穿于时间序列下某项活动的运行状况,旨在发现异常波动,对于育种过程的监控就需要充分考虑种猪育种的特点,例如在绘制种猪育种数据监控图时,设置CL、UCL、LCL参数的计算数据源一定要来自监控数据本身,不能用目标数据、或者简单借用其他企业的参数来代替。此外,对管理子集的划分要科学合理、且适合于生产管理节律,为使育种工作与生产同步,大型种猪企业以一周为单位来划分育种过程各项指标的子集是可行的,部分控制图尽管不受子集样本容量的影响,但不同子集样本容量的差异也应控制在25%以内,要使数据质量达到上述要求,均衡生产、测定、选留是关键保障。

3.4 加强育种流程标准化建设,实时响应育种过程监控

育种过程监控只是对发生的动态变异提供有效的诊断系统,要使过程监控达到预期目的,必须要有严格的标准化流程操作程序作为保障。因此,育种企业需要结合自身特点制定科学合理的育种流程标准化管理体系,并且建立配套的合理绩效考核制度,确保各个岗位人员严格按照流程开展育种工作。在本案例分析中发生的一些问题,例如连续5个周次没有有效测定个体供选择,第35周实际性能测定完成率大大超出上控制线,有些周的性能测定数量仅几头、甚至只有1头,种猪不明原因淘汰比例在第19周异常过高等等,此类变异的出现多数是与实操

人员未能严格按照流程标准操作导致的,过程偏差的实时纠正依赖于标准化的育种流程体系。▲

有关系列论文 I、II、III、IV、V、VI 参见本刊 2014 年第 8、10、12、14、16、18 期。

参考文献

- [1] Knox R V, Rodriguez Zas S L, Slotter N L, *et al.* An analysis of survey data by size of the breeding herd for the reproductive management practices of North American sow farms[J]. *J Anim Sci*, 2013, 91:433-445.
- [2] 王青来, 吴珍芳, 刘敬顺, 等. 原种猪场如何做好现场育种[J]. *养猪*, 2011, (2):53-56.
- [3] 沈林园, 张顺华, 吴泽辉, 等. 有关猪场常规育种工作的几点建议[J]. *猪业科学*, 2013(5): 108-109.
- [4] King V L, Koketsu Y, Reeves D, *et al.* Management factors associated with swine breeding-herd productivity in the United States [J]. *Preventive Veterinary Medicine*, 1998, 35:255-264.
- [5] 盛志廉, 陈瑶生. 数量遗传学[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 4.
- [6] Satoh M. Improving management for higher reproduction accelerates genetic improvement in closed herd of swine[J]. *Animal Science J*, 2004, 75:499-502.
- [7] Madsen T N, Kristensen A R. A model for monitoring the condition of young pigs by their drinking behavior[J]. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2005, 48:138-154.
- [8] De Vries A, Reneau J K. Application of statistical process control charts to monitor changes in animal production systems[J]. *J Anim Sci*, 2010, 88(Suppl.):11-24.
- [9] Thor J, Lundberg J, Ask J, *et al.* Application of statistical process control in healthcare and improvement: A systematic review [J]. *Qual Saf Health Care*, 2007, 16:387-399.
- [10] Quesenberry C P. SPC methods for quality improvement[M]. New York: John Wiley and Sons, 1997.
- [11] 周贞兵, 李植明, 黄全奎. 规模化猪场数据收集检查与种猪管理[J]. *畜牧与饲料科学*, 2009, 30(5): 68-69.
- [12] 刘小红, 覃玉凤, 李加琪, 等. 规模化种猪育种与生产数字化管理体系建设及案例分析(III): 选配计划制订与监控[J]. *中国畜牧杂志*, 2014, 50(12): 60-69.

Digitize Management System and Case Analysis for Large-scale Pig Breeding and Production(VII) : Data Monitoring Management of Breeding Press

LIU Xiao-hong¹, ZHAO Yun-xiang¹, WU Xi-bo², CHEN Qing-sen³, LI Jia-qi⁴, ZHANG Cong-lin³, CHEN Yao-sheng¹
 (1. State Key Laboratory of Biocontrol, Guangdong Provincial Pig Improvement and Breeding Engineering Technological Research and Development Center, School of Life Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou Guangdong 510475, China;
 2. Yongxin Animal Husbandry Co. Ltd. of Guangxi Agricultural Reclamation, Hengxian Guangxi 5303173, China;
 3. Guangxi Yangxiang, Guigang Guangxi 537100, China;
 4. College of Animal Science, South China Agricultural University, Guangzhou Guangdong 510642, China)

Abstract: In china, most the pig breeding farms lack the consciousness of breeding process monitoring management for a long time, actually, they focus on breeding results and ignore monitoring management process during breeding improvement. In this study, the application of SPC control chart in pig breeding and production monitoring was described with focus on process of monitoring pig breeding and data classification, judgment criteria of control chart, and breeding data monitoring. Based on the breeding data from some nuclear breeding farm in recent years, it was demonstrated the result of process monitoring with some relative breeding indexes, this example was valuable to breeding farms for breeding process control. Finally, it was suggested that breeding farms should pay high attention to monitoring procedure of breeding, strengthen planning of breeding works, choose adaptable monitoring model and method, monitor whole process of breeding. Through standardizing the breeding procedure, pig breeding can be successfully implemented with real-time correction of breeding process.

Key words: Pig Breeding; Data Monitoring Management; Statistical Process Control; Digitize Management System