



Never
Stop
Improving

PIC® 公猪站管理手册



Male Reproductive Resource Center

公猪繁殖资源中心

公猪站管理

快捷查询

手册第一章

公猪精液收集

快捷查询

手册第二章

精液产品生产

快捷查询

手册第三章

质量保障及控制

快捷查询

手册第四章

精液产品处理

快捷查询

手册第五章

遗传

快捷查询

手册第六章

词汇与缩写释义

AC

AC 表示人造子宫颈，它可以在自动采精系统中固定阴茎并施加压力以产生刺激。

准确度

测量准确度定义为一个因素的测量结果与来自可信外部源的可接受值之间的差异，或者两个值的差异百分比。

顶体

顶体是动物精子头部覆盖的细胞器，含有能够消化卵细胞表层的酶，从而使精子得以进入卵子。

AI

人工授精。

雄性学

雄性学是处理雄性健康问题，特别是雄性生殖系统相关问题的医学专业。

生物膜

生物膜是一种微生物薄层（如细菌），通常具有耐受性，在各种表面上形成并将其覆盖（如水管）。

校准

校准是将被测装置提供的测量值与已知准确度的校准标准物品的测量值进行比较的过程。

康贝尔

康贝尔指 PIC L02（长白猪）和 PIC L03（大白猪）杂交产生的 PIC 父母代母猪。

CASA

CASA 表示计算机辅助精液分析，是使用特殊软件和硬件自动估算精子活力和形态等不同精液参数的系统。

CFM

CFM 表示立方英尺每分钟，表示流经通风系统或其它空间的空气体积。

CFU

CFU 表示菌落形成单位，是衡量细菌污染的指标，通常表示为每毫升或立方厘米。

大肠菌群

大肠菌群是一种细菌，通常用作食物或水的卫生质量指标。粪大肠菌群是通常生长于温血动物肠道中的细菌。

置信水平

置信水平是一个衡量结果可靠性的指标。95% 或 0.95 的置信水平意味着至少有 95% 的可能性该结果是可靠的。

污染（微生物）

污染是指意外引入的传染性物质，如细菌或其毒素和副产品。

偏差水平

偏差水平是用于量化一组数值的变化量或离散量的指标。

消毒

消毒是指使用专门的清洁技术消灭能够传染的生物体或阻止其生长的消毒措施。

EPA

EPA 表示美国环境保护局。

附睾

附睾是睾丸后表面上的细长器官，储存成熟的精子。

流式细胞仪

流式细胞仪是一种基于激光或阻抗的技术，通过将细胞悬浮在液流中并使其通过电子检测仪器，用于细胞计数或细胞分选等领域。流式细胞仪可实现多参数同步分析，每秒可分析多达数千个颗粒的物理和化学特性。

甲醛

甲醛是一种化学物质，可用于保存精子细胞以便评估。不得与福尔马林（一种甲醛溶液）混淆。

FPM

FPM 表示英尺每分钟，表示空气在通风系统或其他空间中流动的速度。

GGP 父本

曾祖父父本，指用于生产纯系后代的公猪。

GP 父本

祖父父本，指用于生产父母代母猪的公猪。

HACCP

HACCP 表示危害分析和关键控制点，是用于识别和控制相关健康危害的监控系统，源自食品工业。其目的在于防止污染，而非用于终端产品的评估。

血细胞计数器

血细胞计数器是一种用于人工计数血液和精子细胞的装置，由统一深度的计数室组成，计数室由带网格的盖玻片覆盖，使每个方格下面的区域都包含已知体积的稀释样本。

干预水平

特定的性能表现水平，当达到这一水平时应按照既定程序采取行动，以打破该趋势或改进相应性能表现。

等温

等温指的是某一事项是在相同温度下发生的。对于精液保存而言，这指的是将精液样本与稀释剂混合时确保两者温度相同。

性欲

性欲指性欲望。对于人工授精公猪，性欲指的是爬跨采精假母台的意愿。

Mcal/ME

Mcal/ME 表示兆卡代谢能，是衡量（食物）能量价值的单位。

微米

微米是一种长度单位，等于百万分之一米。符号为 μm 。

活力（精子）

活力是精子移动的整体能力，通常用精子总数的百分比表示。

NaCl

NaCl 表示氯化钠。

OBL

OBL 表示最佳公猪使用年限，是 PIC 遗传服务用于提供公猪站淘汰建议的工具。

油浸（显微镜）

在光学显微镜中，油浸是一种用来增加显微镜分辨能力的技术。其方式是将物镜和盖玻片浸入高折射率的透明油中，从而增加物镜的数值孔径。

PCR

PCR 表示聚合酶链式反应，是一种测试方法，可以对传染病快速进行高度特异性的诊断。

永存性系带

永存性系带是阴茎头和阴茎体之间的组织薄膜，通常是在出生之前形成。

精度

精度是同一样本的一组给定测量值与其平均值的一致程度。不应与准确度混淆。

包皮

包皮是围绕和保护阴茎头的皮肤，也称为阴茎鞘。

包皮积液

包皮积液是包皮中积存的受细菌污染的液体，含有尿液和其他阴部分泌物。

原发性精子缺陷

原发性精子缺陷是源自生精（精子生成）障碍的精子缺陷，例如头部变形、顶体中断、尾部高度卷曲。

前向运动力（精子）

前向运动力是精子向前运动的能力，通常用精子总数的百分比表示。

蓝耳

蓝耳表示猪繁殖与呼吸综合征，是一种可以通过精液传播的疾病，并且还可能导致母猪繁殖失败等多个症状。

QA – 质量保障

QA 是防止产品制造中出现错误或缺陷，着重确保质量要求得到满足的一种方法。

QC – 质量控制

QC 是一个或一组程序，旨在控制制造出的产品符合一系列既定的质量标准。

RO – 反渗透

RO 是一种水净化技术，利用半透膜从水中去除离子、分子和更大的颗粒。

继发性精子缺陷

继发性精子缺陷是通过附睾时发生的精子缺陷，例如细胞质原生质滴。

灵敏度

灵敏度是可以通过测量检测到的最小绝对变化量。

保质期

在人工授精方面，保质期指的是精液产品可用于授精的时间。

（分光）光度计

分光光度计是测量光线强度的装置。这种装置可以通过测量光线通过精液样本前后的强度来测量原精的浓度。

无菌

无菌是指不含细菌或其他活微生物。

终端父本

终端父本指用于生产肉用商品猪的公猪。

容差

容差指测量中总的允许误差。

紫外线灭菌

紫外线灭菌是通过暴露于紫外线对材料进行灭菌的过程。

预热栏

预热栏是采精之前事先将公猪转入的栏位。通过接触另一头接受采精的公猪，预热栏的公猪会受到性刺激，这样可以加快它进入采精栏后爬跨假母台的速度。

[快捷查询](#)[更多信息](#)**生产目标**[公猪管理（饲养）程序](#)

性状	目标	干预水平
开始调教 4 周后， 调教成功的公猪比例	> 95%	< 80%
未调教成功的公猪	≤ 3%	> 10%
首次生产出可用精液的日龄	≥ 220 天 - < 300 天	< 200 天 - > 300 天
每名采精人员每小时 采集公猪头数 ¹	≥ 5	≤ 3
每头公猪每周平均精液产量 ²	≥ 900 亿个细胞	< 750 亿个细胞
非生产公猪（跛行、患病、 精液质量问题等） ³	≤ 5%	> 10%
原精质量不良 ⁴	6-10%	> 12%
公猪年死亡率	< 5%	> 5%
公猪留存率 ⁵	> 85%	≤ 80%

1. 具体取决于猪舍设置：采精区到栏 / 舍的步行距离，传递窗口与采精区的距离远近等。半自动采精系统可以将每名采精人员每小时采集公猪头数提升至 10 头。
2. 具体取决于品种和公猪日龄。表中数字考虑的是仅有终端公猪且替换率为 70% 的公猪站。
3. 数字为一整年的平均水平，具体取决于地理位置以及猪舍温度。夏季非生产公猪数量可能最高会增加 10% 以上。
4. 质量不良的定义是原精的活力 < 70% 或异常细胞数 > 30%。给出的值是一整年的平均水平。夏季的每月精液丢弃率可能更高。
5. 终端公猪在到场 180 天后依旧留在场内的比例。

快捷查询

更多信息

饲养要求

- 猪舍温度 <20°C (<68 °F)
- 湿度 > 40% - < 70%
- 通风
 - 最小值（低温）：14 CFM
 - 最大值：150 CFM
- 空气流速
 - 400-800 FPM
- 保持公猪可以有视觉接触
(头对头放置)
- 保持地面干燥清洁
- 尽可能减少注射治疗
- 每天巡视猪舍监测公猪状态

饲喂

- 保持料槽清洁，每天饲喂 1-2 次
- 根据日粮的规格和能量需求，使用最佳公猪饲喂工具生成饲喂程序，来调控公猪的生长，确保日粮能满足最低营养要求
- 始终保持清洁新鲜的饮水供给
- 清洁水槽时检测乳头式饮水器
- 最低流速需达到 2L/min - 每月检查

快捷查询

更多信息

公猪使用寿命 / 跛腿的预防

- 应用三步法（预防 - 识别 - 治疗）
- 每周检查公猪体况，调控生长
- 每天检查所有公猪是否有跛腿迹象
- 尽快对表现出迹象的公猪采取治疗
- 在完全恢复之后间隔一周再进行采精

健康

- 尽可能减少注射治疗
- 相对于注射，应优先采用口服给药
- 切勿在采精栏中进行注射
- 保留所有治疗记录
- 到场后 3 天内不应接种疫苗



第一章

公猪管理



这部分首先会介绍优秀公猪站运营的特点和目标。此外，有助于实现这些目标的做法，包括常规管理建议、生物安全考虑等。

公猪性能评估

要确保人工授精公猪的性能，需要做好公猪管理，其中包括适当的公猪隔离和调教、高水平的营养标准以及优秀的卫生和采精管理。表 1.1 明确了优秀公猪站管理需要实现的目标。

表 1.1：公猪站管理需要实现的目标

性状	目标	干预水平
开始调教 4 周后， 调教成功的公猪比例	> 95%	< 80%
未调教成功的公猪	≤ 3%	> 10%
首次生产出可用精液的日龄	≥ 220 天 - < 300 天	< 200 天 - > 300 天
每名采精人员每小时 采集公猪头数 ¹	≥ 5	≤ 3

性状	目标	干预水平
每头公猪每周平均精液产量 ²	≥ 900 亿个细胞	< 750 亿个细胞
非生产公猪（跛行、患病、精液质量问题等） ³	≤ 5%	> 10%
原精质量不良 ⁴	6-10%	> 12%
公猪年死亡率	< 5%	> 5%
公猪留存率 ⁵	> 85%	≤ 80%

1. 具体取决于猪舍设置：采精区到栏 / 舍的步行距离，传递窗口与采精区的距离远近等。半自动采精系统可以将每名采精人员每小时采集公猪头数提升至 10 头。
2. 具体取决于品种和公猪日龄。表中数字考虑的是仅有终端公猪且替换率为 70% 的公猪站。
3. 数字为一整年的平均水平，具体取决于地理位置以及猪舍温度。夏季非生产公猪数量可能最高会增加 10% 以上。
4. 质量不良的定义是原精的活力 < 70% 或异常细胞数 > 30%。给出的值是一整年的平均水平。夏季的每月精液丢弃率可能更高。
5. 终端公猪在到场 180 天后依旧留在场内的比例。

生物安全

多数公猪站都会为大量母猪 / 农场提供精液，如果疾病（如蓝耳、猪瘟）通过精液发生传播会造成巨大的经济损失。因此，保护猪群的健康状况至关重要。适当的选址、隔离检疫和猪舍管理有助于降低将病原体引入公猪站和客户母猪场的风险。表 1.2 总结了最佳生物安全措施。其他指导原则和措施应在当地兽医的帮助下形成书面文件并实施。

表 1.2：生物安全建议

方面	生物安全管理良好的公猪站有什么特点
设施选址	• 建立公猪站时尽可能远离其他养猪场、主干道等； • 防止不速之客进入公猪站（通过上锁、建立围栏等）； • PIC 使用千点评分系统进行选址打分，其中考虑了各类风险因素如养猪密度、地形等；相关细节请联系当地 PIC 健康保障工作人员。
工作人员	• 从事养猪或屠宰工作的家庭人员不能留在农场工作； • 根据 PIC 生物安全的隔离要求，在接触猪只后应至少间隔 48 小时以上； • 对鞋子进行消毒或穿戴鞋套； • 进场前淋浴，彻底更换衣物和鞋子； • 从隔离舍进入至生产舍前隔离一晚。
访客	• 只允许必要的访客进场（维修人员等）； • 遵循与猪舍工作人员相同的规定； • 必须乘坐消毒干净的车辆进到场区； • 登记访客记录簿（姓名、来访原因、上次接触猪只的时间 / 地点、物资确认生物安全规定）； • 站内确保常用（维修）工具有足够的库存； • 对所有需要进入公猪站的工具 / 用品进行清洁并消毒。
物资	• 进入之前对所有物资进行清洁消毒；用消毒剂进行雾化消毒； • 考虑在场外设置交货地点，以减少外部车流进入公猪站； • 拆除运输包装（如外层纸箱），以加强消毒效果； • 将物资单层摆放，确保物资与消毒液能够充分接触。
车辆 / 拖车	• 在接近生产舍之前（运猪之前）完成清洁、消毒和干燥； • 设定适当标准，确保转运车辆在两次运输公猪之间有充分的静置隔离时间（如清洗 - 消毒 - 烘干）。

方面	生物安全管理良好的公猪站有什么特点
其他	• 制定防鼠防害程序； • 在猪舍安装正压空气过滤； • 将所有后备公猪单独隔离后再并入场内公猪群体。

有关生物安全策略的更多信息，请查看 PIC 生物安全护盾手册或咨询 PIC 健康保障部。

常规管理建议

这部分的常规管理建议应同样适用于隔离舍和生产舍。主要内容见表 1.3。

免责声明：在任何情况下，企业都应遵守当地的畜牧管理和饲养法律，即使这些法律与本指南提出的建议有所差异。

表 1.3：公猪站管理的常规建议

方面	隔离检疫	生产舍
饲养		
栏舍温度 ¹	≤ 20°C (< 68 °F)	
湿度	> 40%- < 70%	
气体（每 m ³ 空气的最大 ppm）	• 氨：20 ppm • 二氧化碳：3000 ppm • 硫化氢：5 ppm	
通风（单位：每头猪 每分钟立方英尺数（CFM））	• 最小值（低温）：14 CFM • 最大值：150 CFM	
空气流速（单位：每分钟英尺数（FPM））	400-800 FPM	
饲养 ²	• 公猪应单栏饲养 • 确保能看到其他猪或与其他猪有直接接触 • 将相同日龄 / 品种的公猪集中饲养，以便观察比较	

方面	隔离检疫	生产舍
地板 ²	• 实心地面：倾斜以避免粪便、液体积聚； • 躺卧区域应保暖； • 漏缝地板：保持干燥清洁； • 稻草：至少每周更换一次。建议定期进行霉菌毒素检测，确保来源安全（无猪粪）； • 锯末：每年更换 1-3 次（具体取决于湿度）；尽可能保持躺卧区域干燥，没有粪便。	
健康		
治疗	• 兽医应遵循当地法规； • 尽可能减少注射治疗以减少对精液质量的不良影响； • 相对于注射治疗，应尽可能优先采用口服给药。药品通常溶于溶剂或无菌水中，而溶剂的组成成分可能会对精液生产和精液质量产生不良影响。一般不会检测药品是否会对精液产生影响； • 不得在采精栏内进行注射治疗工作； • 所有治疗措施都应做好记录。	
诊断检测 ³	• 部分疫苗会对精液质量有不良影响。这些疫苗应尽早免疫完成，以便在开始采精之前公猪有足够的时间恢复。治疗之后，可能在长达 8 周的时间内都能够看到负面影响； • 按照兽医指导和当地法规，选用合适的检测方法进行疾病诊断； • 采样时尽量轻柔。可考虑唾液检测、尾部或耳部采血、在采精期间从腿部（跗静脉）采血，不采用颈静脉采血； • 如需详细说明，请联系兽医。	• 群体免疫时，应分成几组在不同的时间进行，以减轻可能对精液质量造成的不良影响； • 最大限度减少免疫次数。

方面	隔离检疫	生产舍
诊断检测 ³	- 在公猪到达后七天内对其进行初步检测； - 隔离期结束后对猪群进行全体检测。	对常见的精液传播类疾病和强制检测疾病进行定期检测。
临床检查	- 每天巡视猪舍检查公猪，找出没有吃完饲料或有发病迹象的猪； - 对每头疑似患病的公猪做好体温检测和记录； - 如果发烧（> 39°C），请立即联系兽医，并取消这头公猪当天的采精。检查临近公猪的体温，建议对血液样本进行诊断检查，包括做蓝耳的 PCR 检测； - 每天饲喂时让公猪起身，观察有无跛行等腿部问题； - 如有疑问，请联系兽医； - 做过检测或食欲废绝的公猪应做好记录。	
病猪的采精管理	- 止痛药治疗结束后，在跛行公猪完全康复之前不要对其进行采精； - 如果公猪精液中带血，应停止采精 2 周。如果休息期后仍带血，应按照兽医指导进行医学检查和适当治疗； - 如果公猪整体精神不振，应停止采精，直到恢复。	

1. 我们知道在某些地区或夏季期间，猪舍温度很难保持低于 20°C。但研究证明，这是对精液生产造成负面影响的临界温度。
2. 对于人工授精公猪的栏舍和垫料要求，任何时候都应遵循当地法规。
3. 应与兽医一同确定。

饲喂管理与体况

饲喂是公猪保持良好精液产量的重要环节，饲喂过程中需要考虑的主要因素有饮水、日粮和饲喂策略。

饮水

- 始终保持清洁的饮水供给；
- 使用乳头水嘴（离地 80-90 cm）或水槽；
- 每日需求约为每头公猪每天 17 L；
- 最低流速 2 L/min，每月进行检测；
- 清洁料槽时检查水嘴情况；
- 水质要求见附录 B（一年完成两次检查）。

日粮

- 针对不同日龄 / 体重，按照要求做好体况管理。公猪站可使用 PIC 最佳公猪饲喂工具，基于环境、管理、生长速度和饲料能量，生成饲喂指南。这个工具可以按照公猪体重调整饲喂量。对于不进行公猪称重的农场，可使用腹围卷尺进一步确定公猪体重。公猪站可通过 PIC 网站获取本工具。具体规格和能量需求见附件 C。欲获取更多信息，请访问 PIC 营养服务；
- 谷物平均粒度：750-900 微米；
- 避免使用可能含有大量霉菌毒素的副产品，公猪饲料应该使用经过检测的原料生产；
- 使用霉菌毒素吸附剂可能有益；
- 定期检查霉菌毒素污染情况；
- 添加抗氧化剂可能会带来帮助。

饲喂策略

- 每天饲喂 1-2 次；
- 饲喂前清洁水槽；
- 如果使用自动料槽，请每 2 周进行一次称重和调整以检查准确度；
- 对齐料盒，确保落下的饲料量保持一致；
- 隔离期间，为帮助公猪适应新的饲料和新的环境，前 2-3 天进行减量饲喂（正常饲喂量的 2/3）。前 2-3 天结束后，按照体况进行饲喂，确保公猪体况保持在 2 分；
- 如果进场体重约 160kg，正常情况下可每天提供约 2.5kg 的 7.9 兆卡 / 代谢能饲料；
- 基于眼观体况评分，调整个体饲喂水平。目标是 > 95% 的公猪处于正常体况。

通过上述营养策略和附件 B、C 所述内容，能够将公猪保持在良好体况范围。PIC 体况评分见图 1.1。下图展示的内容并没有考虑不同品系之间的差异。在正常体况（评分 2）下，用手掌用力按压可以触及脊椎，但是目视看不到（特别是尾巴附近）。

记住，必须根据当地日粮的具体营养特点，为每一头公猪调整饲料量。使用自动饲喂系统能够提升饲喂量的一致性。为了一致性起见，理想情况下每次都应由同一个人执行体况评分程序。

图 1.1



偏瘦



理想



偏胖

处理精液质量有问题的公猪

正确处理精液质量不良的公猪有助于它们及时恢复生产。请注意，睾丸永久性损伤的公猪不会恢复。

- 如果连续两次射精均低于最低质量标准，应对该头公猪做好标记。即“暂停生产”，等待进一步检查；
- 指数非常低的公猪或表现出精液质量不良的待替换公猪应予以淘汰；
- 检查公猪是否表现出可能引发精液质量问题的迹象，如：
 - 跛腿 / 疼痛
 - 体况问题
 - 睾丸异常 / 附睾异常（明显不对称、炎症、病变、萎缩等）
- 酌情治疗；
- 热应激、疫苗接种、霉菌毒素等因素会对精液质量产生不良影响。

针对已标记公猪的方案：

1. 采精前测量公猪体温。体温升高可能是引发精液质量不良的因素。
2. 查看该头公猪的健康和治疗记录，是否已列出可能的原因。特别注意 3-4 周前的记录。
3. 将该头公猪从常规采精计划中剔除，但继续进行放精：
 - <12 月龄：严格按照每周 1 次
 - > 12 月龄：最低每周 1 次
 - 有健康问题 / 跛行 / 精液带血的公猪除外。在生产压力较小的日期完成已标记公猪的采精，以便有充足时间检查精液。
4. 评估每份精液的活力和形态以跟踪恢复情况。在高放大倍数下进行详细的形态评估，以确认每种精子缺陷的比例。如果公猪有原精浓度低的问题，则还应检查精子密度。
5. 如有必要，将精液样本送至第三方实验室进行微生物检测。
6. 如果连续两次采得的精液质量良好，可让公猪恢复正常精液生产。
7. 在解决质量下降原因的大约 6-8 周后，观察精液质量是否恢复正常。

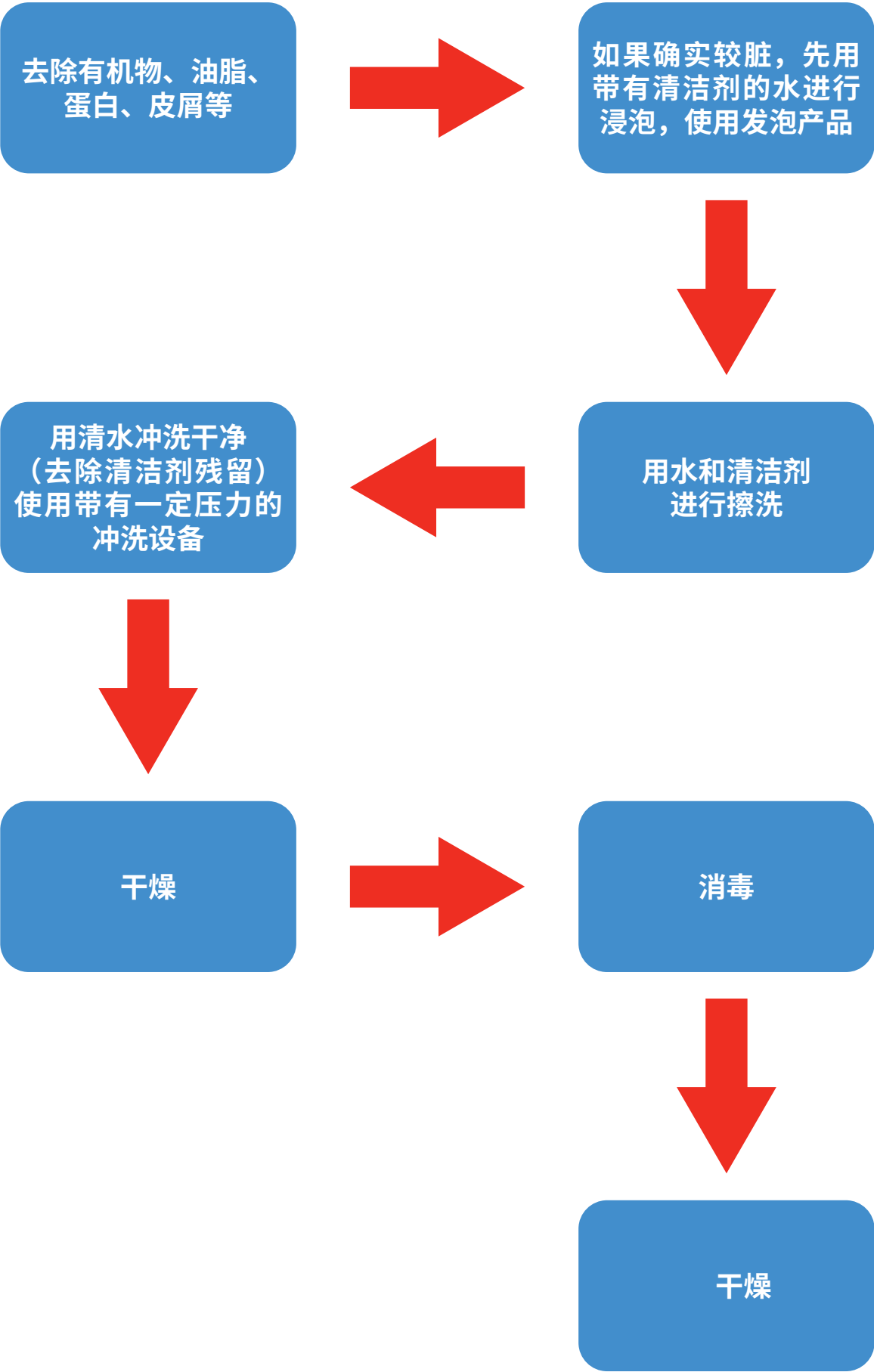
卫生

精液受到细菌污染会对精液质量和精液产品的保质期产生不良影响。尽管在商业条件下很难采集到无菌精液，但采精过程中应尽可能减少原精的细菌污染。表 1.5 列出了尽可能提高卫生程度应关注的关键方面。

表 1.5：卫生采精的一般推荐

方面	推荐
公猪饲养	• 确保公猪躺卧区域干燥清洁； • 定期更换垫料； • 定期对整个猪舍进行彻底清洁和消毒。具体频率取决于垫料材质和湿度等因素。最少每年 1 次。
公猪	• 在公猪进入时，采精区应没有粪便、垫料等； • 如有需要，清洁并擦干公猪腹部 / 身下； • 定期修剪包皮毛。
采精区 / 假母台	• 尽可能与饲养区分开； • 每个生产日结束后清洁、消毒并干燥（高压水枪、清洁剂和消毒剂）； • 重点清理假母台下侧（如有可能应翻转假母台清洁）； • 更换表面划痕较深的假母台。使用表面平整无死角且易于清洁的材料。
用具 (采精杯、手套等)	• 将所有物资存储在采精区附近的密闭柜子中，以便尽量减少污染； • 在干净的环境中准备采精杯（聚乙烯手套、纸巾、滤纸）； • 如果采精袋上自带滤纸，使用的可重复使用的采精杯，可考虑在猪舍中进行准备工作； • 不得用手触碰采精滤纸或采精杯 / 采精袋的内侧； • 使用保温箱放置采精杯 / 袋。
采精技术	请参考这部分前面的“采精”段落。
恒温干燥箱	• 每个生产日结束后清洁、消毒并干燥（清洁剂 - 干燥 - 酒精）。
保温采精杯	• 每个生产日结束后清洁、消毒并干燥（清洁剂 - 干燥 - 酒精）。

图 1.1: 采精区清洗和消毒操作流程



公猪使用寿命

公猪跛腿是限制公猪使用寿命的其中一个主要原因。跛腿的预防和正确治疗是公猪站必要的日常活动。三步法有助于在公猪因跛腿问题掉队时明确行动方案。

第一步预防 - 减少环境和管理导致的风险

第二步识别 - 注意识别跛腿早期迹象

第三步治疗 - 对跛腿猪尽早采取正确的治疗方案

预防

- 保证体况良好，基于本节营养推荐设计日粮
- 进行蹄部药浴或药物喷洒，改善肢蹄健康
- 完成所有限位栏（隔离舍 / 猪舍）的检查
- 漏缝地板情况需特别注意
- 避免假母台上有凸出的螺钉或锐利的边缘
- 确保地板有良好的摩擦力，尤其是采精区（使用橡胶垫）
- 发现有打滑的风险时及时清洁地板
- 调整假母台，让公猪的体态轻微向上倾斜
- 新的水泥漏缝地板会对猪蹄产生损伤
- 进一步打磨漏缝地板将决定公猪能否良好站立
- 漏缝地板质量不佳可引起破损并对公猪产生损伤
- 保持漏缝地板的干燥和清洁

识别

常见的跛腿迹象

- 找出单腿站立的公猪
- 查看有开放性伤口的关节处是否有肿胀
- 公猪是否不愿意站立饮食
- 发热
- 公猪四条腿受力不均匀
- 在限位栏内站姿异常，如靠在单侧围栏上
- 反复交换双腿站立
- 走路跛行

抵达隔离舍 / 进入生产公猪舍时

- 查看卸猪台，确保状态良好
- 将公猪卸下卡车并放入栏位时观察公猪步态

- 查看腿部 / 关节肿胀情况
- 评估肢蹄和蹄甲完整度
- 如果公猪出现轻微症状，第二天时重新检查
- 对标记出的公猪采取干预措施
- 向 PIC 客户经理作出反馈

饲喂期间

- 在公猪后方巡栏检查
- 查看跛腿迹象（尤其能否站立，是否出现反复交替站立等）
- 每头公猪至少花费 5 秒
- 查看是否有锐利物体，限位栏是否需要维修
- 也是体况评估的好时机

公猪进入到采精区时

- 站在公猪身后，观察步态
- 公猪前进时不要催促
- 注意观察
- 确保公猪四条腿受力均匀
- 查看地板上是否有血液或脓液
- 公猪在假母台上时，检查前蹄

治疗

公猪的治疗应遵循农场兽医建议，尽快开始。

其他考虑事项：

- 可能的话，将公猪转到病猪栏
- 使用防滑垫
- 完全恢复后等待一周再进行采精
- 持续检查潜在风险，以改进预防措施

除了三步法之外，按照本章建议建立良好的整体饲养管理环境也有助于提升公猪使用寿命。

问题排查

本节中介绍的是公猪站最常见的挑战以及一些干预策略。请注意，这一清单可能并不全面，有关其他问题的建议或详细意见，请联系 PIC 客户经理或 PIC 技术服务部。

问题：异常细胞数量增加

公猪精液异常细胞数量增加的原因有很多。表 1.7 列出了一系列潜在原因和干预策略。很多情况下可能是由于多重原因共同造成的，因此无法单独确定单一成因。特别是在夏季，由于季节和温度的影响，整体精液质量会下降。请注意，对这些应激源的反应强度可能因遗传品系和个体而异。

表 1.7：精液异常细胞数量增加时的检查要点和干预措施。

可能的原因	干预
猪舍环境温度高于 22°C /72° F	• 用水帘或其它设备降低温度； • 提高通风率以改善热对流； • 让较为敏感的公猪 / 品种靠近水帘方向； • 在较为凉爽的早晨时段进行公猪的采精、调教和喂食工作； • 可以考虑减少每次饲喂量，增加饲喂次数； • 检查供水； • 不要在盛夏时节接种疫苗； • 如有可能，避免在盛夏时节运输公猪（也可在清晨 / 夜间运输）。
体温升高（发烧）	• 接种疫苗时将公猪分组，组与组之间隔 4-6 周接种； • 如果直肠深部体温超过 39°C /102° F，应施用退烧药（采集诊断样本以排除蓝耳病毒感染）； • 如果同时有疾病 / 跛行，应按照兽医的建议采取治疗。
治疗 / 接种疫苗	• 请参考“体温升高”一栏。
公猪日龄	• 220 日龄以下公猪的精细胞生产功能仍在发育当中，因此正常细胞的百分比可能较低； • 虽然仍可以对它们进行调教 / 采精，但建议在公猪达到大约 220 日龄之前，不要使用这部分精液； • 3 岁以上公猪的异常细胞数通常略有增加。



可能的原因	干预
霉菌毒素	• 检查饲料有无霉菌毒素； • 饲喂之前清洁料槽（避免发霉）； • 在饲料中加入霉菌毒素吸附剂； • 如需了解更多干预措施，请咨询营养师。
采精频率问题	• 成年公猪的每周采精次数不宜少于 1 次或超过 2 次； • 12 月龄以下公猪的每周采精次数不宜超过 1 次； • 至少每 7 天对公猪采精 1 次。
跛腿 / 疾病	• 按照兽医指导进行治疗，恢复之前不要对公猪进行采精。
睪丸问题（损伤、病变、严重不对称、炎症等）	• 咨询兽医以了解正确的治疗方案。如果损伤持续存在且精液质量没有恢复，应淘汰该头公猪。

快捷查询

更多信息

生产目标

内容	目标	干预水平
4 周后成功调教公猪的比例	> 95%	<80%
未成功调教的公猪	≤ 3%	> 10%
首次生产出可用精液的日龄	≥ 220 天 - < 300 天	<200 天 - > 300 天
每名采精人员每小时采集公猪头数 ¹	≥ 5	≤ 3
每头公猪每周平均精液产量 ²	≥ 900 亿个细胞	< 750 亿个细胞
非生产公猪（跛行、患病、精液质量等） ³	≤ 5%	> 10%
原精质量不良 ⁴	6-10%	> 12%

1. 具体取决于猪舍设置：采精区到栏 / 舍的步行距离，传递窗口与采精区的接近程度等；半自动采精系统可以将每名采精人员每小时采集公猪头数增加至 10 头。

2. 取决于公猪品种和日龄。表中数字考虑的是仅有终端公猪且替换率为 70% 的公猪站。

3. 数字为年度平均值，具体取决于地理位置以及猪舍温度。夏季非生产公猪数量可能会增加至 10% 以上。

4. 质量不良的定义是射出精液的活力 <70% 或异常细胞数 > 30%。给出的值为全年平均值。夏季每月丢弃率可能更高。



快捷查询

更多信息

调教

- 保留详细准确记录
- 移除采精区任何会分散公猪注意力的因素
- 在采精区侧面或后方放置热身栏
- 使用橡胶垫加强摩擦力
- 按照公猪大小，调整假母台高度（后退和腹部呈 120 度角）
- 采精过程中观察公猪是否有解剖学问题（如阴茎疲软、永存性系带）
- 一旦采精完成，连续 2 天重复采精过程以强化爬跨记忆
- 调教成功完成后，每 7 天对公猪进行一次采精，直到其满 12 月龄
- 跛腿公猪在完全恢复之前不进行采精操作
- 大于 180 日龄后开始进行调教
- 调教需要连着持续两天，休息一天，按照这个节奏重复进行

卫生

- 确保公猪躺卧区域干燥清洁
- 定期更换垫料
- 定期剪除包皮毛发
- 采精区应在每天生产完后进行清洁，并且最少每周消毒一次
- 清洁假母台，特别关注假母台底部
- 在干净的环境中准备采精杯
- 不要用手触摸采精滤纸和杯子 / 袋子的内部
- 滤纸留在猪舍，确保不要挤压滤纸

快捷查询**更多信息****精液质量**

- 标记出的问题公猪应进行单独采精，以检查精液质量
- 检查公猪是否表现出可能导致精液质量问题的迹象，如
 - 跛腿 / 疼痛
 - 公猪自身体况问题
 - 睾丸异常（炎症、病变、萎缩等）
- 酌情采取治疗
- 热应激、疫苗接种、霉菌毒素等因素会对精液质量产生不良影响



第二章

公猪采精



本节主要关注公猪精液生产涉及的任务事项。包括正确的采精技术、采精的主要方面以及采精卫生。

表 2.1 公猪站管理方案目标

内容	目标	干预水平
4 周后成功调教公猪的比例	> 95%	< 80%
未成功调教的公猪	≤ 3%	> 10%
首次生产出可用精液的日龄	≥ 220 天 - < 300 天	< 200 天 - > 300 天
每名采精人员每小时采集公猪头数 ¹	≥ 5	≤ 3
每头公猪每周平均精液产量 ²	≥ 900 亿个细胞	<750 亿个细胞
非生产公猪（跛行、患病、精液质量等） ³	≤ 5%	> 10%
原精质量不良 ⁴	6-10%	> 12%

1. 具体取决于猪舍设置：采精区到栏 / 舍的步行距离，传递窗口与采精区的接近程度等；半自动采精系统可以将每名采精人员每小时采集公猪头数增加至 10 头。
2. 取决于公猪品种和日龄。表中数字考虑的是仅有终端公猪且替换率为 70% 的公猪站。
3. 数字为年度平均值，具体取决于地理位置以及猪舍温度。夏季非生产公猪数量可能会增加至 10% 以上。
4. 质量不良的定义是射出精液的活力 <70% 或异常细胞数 > 30%。给出的值为全年平均值。夏季每月丢弃率可能更高。

成功的公猪调教

人工授精公猪的良好准备工作是保持公猪站生产力的基础。采精训练过程中的错误可能会对公猪的“爬跨质量”产生持续性不良影响，或导致公猪完全无法采精。公猪应在进场的 5-7 天后开始进行调教工作，从而有足够的时间休息和适应新环境。成功公猪调教的关键因素如下。

准备

- 使用记录系统跟踪每头公猪的调教进展。
- 移除采精区任何会分散公猪注意力的来源。
- 在采精区侧面或后方放置热身栏。
- 在地板上放置橡胶垫或其他材料加强摩擦力。
- 确保工作人员安全。确保公猪对于与人相处感到舒适。
- 调教人员需有充分经验、足够耐心。
- 调整假母台的高度以适应公猪的体型。
- 准备好调教所需材料：调教日志、钟表 / 计时器、前列腺素（在兽医批准、当地能买到的情况下）、注射器、16 号针（或 2.8cm 以上）。

采精

- 挤压包皮以刺激公猪，尽一切努力让公猪注意假母台。
- 一旦公猪跨上假母台，应固定阴茎并采集射出液。
- 在此过程中，应观察公猪任何可能的解剖学问题（如阴茎疲软、永存性系带），并向公猪供种单位反应。

工作流程

- 第一天应首先选择更有经验或性欲更高的公猪进行采精。第二天时先采集第一天爬跨的公猪，然后采集性欲表现较好的公猪。
- 工作人员对第一头公猪进行采精时，应将下一头公猪放入热身栏准备。
- 如果公猪在大约 15 分钟后仍未爬跨上假母台，应停止调教，第二天再继续。
- 或者考虑使用前列腺素（前提是当地法规允许；并需遵循兽医意见）。
- 避免在采精栏中进行任何类型的操作（接种疫苗、剪牙等）。
- 公猪调教成功后，应连续 2 天重复此过程，以强化爬跨记忆。
- 成功完成调教后，每 7 天对公猪进行一次采精，直到其满 12 月龄。



自动采精系统的调教

这种调教需要的方法略有不同，详情如下文所述。

- 自动采精系统包括人造子宫颈（AC）、滑动臂、AC 支架和假母台。
- AC 可以模仿母猪的子宫颈，产生压力刺激公猪。
- 采精过程中滑动臂可以自由来回移动。
- 第一天的采精应遵循人工采精步骤（如上所述）。
- 第二天用左手人工采集刚开始的一部分原精，持续大约 1 分钟。
- 1 分钟后，将阴茎固定到自动采精系统，让公猪自行完成采集。
- 调教第三天休息一天，之后重复此调教过程。
- 每头公猪都会按照自己的节奏适应系统。并不是每头公猪都能接受自动采精。如果公猪 4 周后还不能适应系统，应考虑人工采精。

常规采精

采精区设计 - 恰当的采精区设计有助于更快速、更安全、更卫生、更高效地采精。与饲养区采精相比，这种方式在卫生方面具有显著优势。

下面列出了有效采精区的关键要素：

- 与饲养区分开。
- 面积尽可能小。
- 易于清洁（表面 / 墙壁 / 地面 / 假母台）。
- 地板摩擦力良好。
- 从外部对公猪进行采精，或者设置工作人员脱险通道。
- 从采精坑对公猪进行采精，以减轻技术人员的肌肉劳损以及膝盖和背部问题。
- 假母台应方便清理（易于掀起），高度可调。
- （半）自动采精系统，以减轻技术人员重复性劳损。
- 结合“热身栏”使用。
- 对当前公猪进行采精时，通过视觉 / 听觉 / 嗅觉刺激下一头公猪。

表 2.2：公猪调教与采精时机

方面	隔离舍	生产舍
开始采精时间 ¹	- 不应在 180 日龄前和 270 日龄后开始进行调教； - 到场至少 5 天之内不得开始采精调教。	- 公猪在 220 日龄之前，采集精液不进行人工授精使用； - 在公猪精液用于生产之前，需有连续两次原精达到最低标准（如第二次检测合格的原精也可以使用）。
采精频率	- 采精调教 2 天后休息 1 天，重复调教流程直到公猪连续两次调教都能成功采精； - 成功调教之后，每 7 天采精一次。	12 月龄以下的公猪每周采精一次； 12 月龄以上的公猪至少每周采精一次，最多每 3 天采精一次； - 采精频率对公猪的影响可能因公猪而异。
采精计划	采精期间，优先采集有高性欲的公猪，然后采集相对困难的公猪。	- 通过主动的规划和日程安排管理采精计划； - 放精公猪留到生产日最后的时间，等到常规采精完成后再进行采集。放精公猪的精液问题可能源于细菌污染，放到最后采集可以避免与好的精液产生交叉污染； - 按照指数和公猪状况采精（优先采集休息天数足够且精液质量良好的高指数公猪）。

1. 在隔离舍调教的公猪和在公猪站调教的公猪可能存在不同。

采精程序 - 采精程序是生产高质量精液的关键因素之一。如果这个过程得到正确执行，可以大大减少原精的细菌污染。

最佳采精操作见表 2.3。

表 2.3：采精推荐

方面	推荐
采精前	- 了解有关采精频率 / 计划的信息； - 将手套、采精杯、袋子等所有必要用品存放在干净密闭的柜子里； - 使用保温（预热至 37°C /100° F）采精杯放置精液袋； - 用滤纸（纱布、乳品滤纸、市售产品）覆盖杯子以便分离原精中的尿道球腺分泌物（凝胶）； - 为保持卫生，不要将采精杯放在地面或其他存在污染的表面上； - 为了更好地刺激，建议使用热身栏。进入热身栏的公猪会通过嗅觉、听觉和视觉受到另一头采精公猪的刺激； - 让公猪在进入采精区后 5 分钟内爬跨上假母台。
采精期间	- 固定阴茎之前，取下外层手套。另一只非采精的手使用纸巾擦拭阴茎表面。纸巾可以吸收阴茎尖端的尿液和包皮积液。然后将阴茎转到脱去外层手套采精的手上进行精液采集； - 用一只手固定阴茎，漏出阴茎螺旋体 1-1.5cm； - 保持阴茎头部高于公猪腹部高度，避免包皮液流下落入采精杯； - 不要用手触碰滤纸或阴茎头； - 一开始射出的透明部分不予采集，将这部分丢弃在地上。这样可以去除原精中大部分潜在污染物； - 继续采精，直到公猪完成射精并收回阴茎。
采精后	- 采精后的首要任务是准备将原精送往实验室； - 不要尝试通过挤压滤纸，从凝胶部分进一步挤出液体。滤纸可能会受到污染，还可能损坏，挤压会导致凝胶颗粒进入精液，对精液质量产生不良影响； - 转入实验室之前，采精袋应保持闭合。

卫生

精液受到细菌污染会对精液质量和精液产品的保质期产生不良影响。尽管在商业条件下很难采集到完全无菌的精液，但采精过程中应优先尽可能减少原精的细菌污染。表 2.4 列出了提高卫生程度应关注的关键方面。

表 2.4. 猪舍和采精区的卫生推荐

方面	推荐
公猪饲养	• 确保公猪躺卧区域干燥清洁； • 定期更换垫料； • 定期对整个猪舍进行彻底清洁和消毒，清洁频率取决于垫料材质和湿度等因素，最少每年 1 次。
公猪	• 在公猪进入采精区时应不携带粪便、垫料等； • 如有需要，清洁并擦干公猪腹部 / 身下； • 定期剪除包皮上的毛发。
采精区 / 假母台	• 尽可能与饲养区分开； • 每个生产日结束后清洁、消毒并干燥（高压水枪、清洁剂、消毒剂）； • 重点清理假母台下侧（如有可能应翻转假母台清洁）； • 更换表面划痕较深的假母台。假母台建议采用表面平整无死角且易于清洁的材料。避免使用有花纹或橡胶面的假母台。
用具（采精杯、手套等）	• 将所有物资存储在采精区附近的密闭柜子中，以便尽量减少污染； • 在干净的环境中准备采精杯（聚苯乙烯泡沫塑料和纱布 / 滤纸）； • 如果采精袋上自带滤纸，使用的是非一次性采精杯，可考虑在猪舍中进行准备工作； • 不得用手触碰采精滤纸或采精杯 / 采精袋的内侧； • 使用温暖的隔热瓶盛放采精杯 / 袋。
采精技术	• 请参考这部分前面的“采精”段落。
保温柜	• 每个生产日结束后清洁、消毒并干燥（清洁剂 - 干燥 - 酒精）。
隔热瓶	• 每个生产日结束后清洁、消毒并干燥（清洁剂 - 干燥 - 酒精）。



问题：大量公猪无法调教成功

表 2.5 中提供了 4 周后成功调教的公猪不到 80% 或无法调教的公猪达到 5% 以上时的干预策略。请注意，不同遗传品系之间可能存在差异。

表 2.5：有大量公猪无法调教时的检查要点和干预措施。

可能的原因	干预措施
缺乏刺激	• 让性欲高的公猪先爬跨假母台，在假母台上留下气味； • 让公猪在自己采精之前能看到其他公猪采精； • 可移动假猪台可能有助于更好地“模仿母猪”并与公猪互动； • 公猪可以转到采精栏附近的栏位，从而让这头公猪能更频繁地看到其他公猪的采精过程。
缺乏舒适度	• 将假猪台调整至适当高度（腿部 - 腹部约成 120°角）； • 假猪台应放置在摩擦力良好的地面上，防止滑动； • 假母台应能为公猪创造安全的位置（安置双腿）。
调教计划	• 第一周应进行多次调教。尝试连续调教 2 天，然后休息 1 天，再调教 2 天。
干扰	• 调教过程中不要进行其他活动（如喂食、水枪冲洗等）。
负面刺激	• 不要在采精栏中治疗公猪，避免地板 / 假猪台打滑或产生其他应激源。
采精年龄	• 在 6.5 月龄时开始调教的公猪效果最佳； • 约 9 月龄之后训练难度可能上升。

问题：原精细菌污染严重

如果精液产品的微生物检测显示污染可能产生于猪舍，请按照表 2.6 进行彻底检查。

表 2.6 精液细菌污染的原因和干预措施

可能的原因	干预措施
由于饲养区脏污导致公猪体表细菌负荷高	• 增加垫料更换频率，尽可能保持公猪饲养区干燥清洁，增加地表空气流量，调整乳头式饮水器，避免水洒到地板上； • 增加饲养区清洁频率； • 采精前用干纸巾清洁公猪腹部 / 包皮区域； • 采精前一天对公猪进行清洁 / 清洗，尤其对于实心地板。
采精区细菌污染程度高	• 每个生产日结束后清洁并消毒假猪台和采精区，尤其是假猪台下侧； • 设置热身栏，供公猪进入采精区前大小便； • 在热身栏排出包皮积液； • 在采精间隔，用铲子清除采精区的粪便。
采精物资污染	• 采精手套、杯子和滤纸的存放应保持清洁干燥； • 不要将采精杯放在地板上； • 不要用手触碰采精滤纸 / 采精袋内侧。
不正确的采精手法导致的精液污染	• 参考本节的“采精”和“卫生”说明； • 如果精液产品的污染程度较为严重，可考虑使用三层手套法。第一层手套将用于包皮区的清洁，净空包皮并刺激公猪。在公猪开始向前拱时，移除第一层手套，此时阴茎伸出。在第二层手套垫上干净的纸巾将阴茎拉出，然后利用手法将第二层手套脱下，使用第三层干净的手套直接抓握固定阴茎。
清洁剂 / 消毒剂选择错误或使用错误	• 确保药剂对疑似细菌菌群有效； • 按照制造商的说明正确使用药剂。



问题：原精中形态异常细胞数量较高

表 2.7：精液异常细胞数量增加时的检查要点和干预措施。

可能的原因	干预措施
猪舍环境温度高于 22°C /72° F	• 用水帘或其它设备降低温度； • 提高通风率以改善热对流； • 让较为敏感的公猪 / 品种靠近水帘方向； • 在较为凉爽的早晨时段进行公猪的采精、调教和喂食工作； • 少量多喂； • 检查供水； • 不要在盛夏时节接种疫苗； • 如有可能，避免在盛夏时节运输公猪（也可在清晨 / 夜间运输）； • 夏季到来之前，确保通风系统运作正常。可以编制一份夏季问题检查清单，以便于更快找出问题成因。
体温升高（发烧）	• 接种疫苗时将公猪分组，组与组之间隔 4-6 周接种； • 如果核心体温超过 39°C /102° F，应施用退烧药（采集诊断样本以排除蓝耳病毒感染）； • 如果同时有疾病 / 跛行，应按照兽医的建议采取治疗； • 检查相邻公猪的体温（左侧或右侧、以及前后两侧最多 3 头）。
治疗 / 免疫	• 参考“体温升高”。
公猪日龄	• 220 日龄以下公猪的精细胞生产功能仍在发育当中，因此正常细胞的百分比可能较低。虽然仍可以对它们进行调教 / 采精，但建议在公猪达到大约 220 日龄之前，不要使用这部分精液； • 3 岁以上公猪的异常细胞数通常略有增加。
霉菌毒素	• 检查饲料有无霉菌毒素； • 饲喂之前清洁料槽（避免发霉）； • 定期清洁料盒，避免霉菌累积； • 在饲料中加入霉菌毒素吸附剂； • 如需了解更多干预措施，请咨询营养师。

可能的原因	干预措施
采精频率问题	- 成年公猪的每周采精次数不宜少于 1 次或超过 2 次； 12 月龄以下公猪的每周采精次数不宜超过 1 次； - 至少每 7 天对公猪采精 1 次。
跛腿 / 疾病	按照兽医指导进行治疗，恢复之前不要对公猪进行采精。
睾丸问题（损伤、病变、严重不对称、炎症等）	咨询兽医以了解正确的治疗方案。如果损伤持续存在且精液质量没有恢复，应淘汰该头公猪。

处理精液质量有问题的公猪

正确处理精液质量不良的公猪有助于它们及时恢复生产。请注意，睾丸永久性损伤的公猪不会恢复。

- 如果连续两次射精均低于最低质量标准，应对该头公猪做好标记。即“暂停生产”，等待进一步检查；
- 对已标记公猪采取单独的方案，如下表所述；
- 指数非常低的公猪或表现出精液质量不良的待替换公猪应予以淘汰；
- 检查公猪是否表现出可能引发精液质量问题的迹象，如：
 - 跛腿 / 疼痛
 - 体况问题
 - 睾丸异常 / 附睾异常（明显不对称、炎症、病变、萎缩等）
- 酌情采取治疗；
- 热应激、疫苗接种、霉菌毒素等因素会对精液质量产生不良影响。



标记公猪的流程

1. 采精前测量公猪体温。体温升高可能是引发精液质量不良的因素。
2. 查看该头公猪的健康和治疗记录，是否已列出可能的原因。特别注意 3-4 周前的记录。
3. 将该头公猪从常规采精计划中剔除，但继续进行放精：
 - a. <12 月龄：严格按照每周 1 次
 - b. > 12 月龄：最低每周 1 次有健康问题 / 跛行 / 精液带血的公猪除外。在生产压力较小的日期完成已标记公猪的采精，以便有充足时间检查精液。
4. 评估每份精液的活力和形态以跟踪恢复情况。在高放大倍数下进行详细的形态评估，以确认每种精子缺陷的比例。如果公猪有原精浓度低的问题，则还应检查精子密度。
5. 如有必要，将精液样本送至第三方实验室进行微生物检测。
6. 如果连续两次采得的精液质量良好，可让公猪恢复正常精液生产。
7. 在解决质量下降原因的大约 6-8 周后，观察精液质量是否恢复正常。

快捷查询

[更多信息](#)

性状	目标	干预水平
精液产品中的总精子数	$\leq \pm 8\%$	$\geq 15\%$
精液体积的一致性	偏离目标水平 $\leq \pm 2 \text{ ml}$	偏离目标水平 $\geq \pm 3 \text{ ml}$
精液产品质保期内最低总活力 ¹	$\geq 70\%$	$< 60\%$
精液产品中的异常细胞数 (原发性和继发性缺陷)	$\leq 30\%$	$> 30\%$
精液产品中的原生质滴精子比例	$\leq 20\%$	$> 20\%$
精液产品中的细菌污染 ²	$< 30 \text{ CFU/ ml}$	$> 100 \text{ CFU/ ml}$

1. 由于不同 CASA 系统对前向运动力的计算方法不同，系统的设置也会造成影响，因此在本手册中我们并没有提供前向运动力的指标。

2. 精液产品中的细菌含量一旦超出阈值则需要展开调查。具体采取哪种措施取决于由哪种细菌引起的污染（对精子的毒性程度），有多少样品受到了污染，以及精子凝集或稀释后活力等其他指标的情况。为了能够定期追踪质量指标，建议做好数据记录。如果没有特定软件可以使用，也可以使用 Excel 表。

实验室卫生

- 必须更衣（实验服、裤子和鞋子、发套）后才能进入实验室
- 进入实验室之前必须洗手并消毒
- 其他操作结束，重新开始精液加工时需要重新洗手并消毒
- 如果使用精液传递窗口，切勿同时打开两侧
- 除精液（装在精液袋中）外，猪舍的任何物品都不得进入实验室
- 不要用手触摸会与精液 / 稀释剂直接接触的任何物品
- 采精杯内放置一次性采精塑料袋。
- 立即用纸巾擦去洒到桌面上的精液 / 稀释剂，并用酒精擦拭消毒
- 生产后的废弃精液和残留稀释剂应丢弃在厕所、生产实验室外的其他丢弃场所或打扫卫生用的水槽（这个水槽不能用于生产）

清洗与消毒

所有洗消程序都有一套简单但又重要的步骤需要遵循：

1. 去除有机物
2. 使用清洁剂（浸泡）
3. 用刷子、海绵或一次性抹布擦洗，以去除有机物并溶解生物膜
4. 冲洗掉清洁剂、油脂和蛋白质。
5. 干燥
6. 消毒或杀菌以杀灭参与微生物
7. 刷子、海绵、一次性抹布等在使用后应清洁 / 消毒或换新

精液评估

如需快捷查询精液评估建议，请参考表 3.9（53 页）和表 3.10（54 页）

精液加工

- 采精后 15 分钟内完成第一次原精稀释
- 确保在相同温度下完成第一次稀释（与原精温差不超过 0-2℃）
- 在干净、大小合适的容器中完成稀释液和原精的混合
- 一步法稀释
 - 采精后 15 分钟内在相同温度下使用稀释剂完成精液稀释
 - 及时完成精液灌装
 - 冷却到储藏温度（16-18℃）
- 两步稀释
 - 用相同温度的稀释剂对原始精液进行预稀释。
 - 等待 15-20 分钟以接近室温
 - 在室温下进行最终稀释（20℃）
 - 及时完成精液灌装
 - 冷却到储藏温度（16-18℃）



第三章

精液生产



这部分不只概述了确保精液加工质量的管理策略，同时详细描述了实验室的最佳操作方案和卫生管理措施。下表罗列了发送给客户的精液需要达到的质量要求。考虑到精液产品的分析和加工会出现误差，部分目标可能与原精的分析目标存在出入。使用第三方精液质量控制实验室进行精液分析时也可参考本表。

表 3.1：实验室管理的预期结果

性状	目标	干预水平
精液产品中的总精子数	$\leq 8\%$	$\geq 15\%$
精液体积的一致性	偏离目标水平 $\leq \pm 2\text{ ml}$	偏离目标水平 $\geq \pm 3\text{ml}$
精液产品质保期内最低总活力 ¹	$\geq 70\%$	$< 60\%$
精液产品中的异常细胞数 (原发性和继发性缺陷)	$\leq 30\%$	$> 30\%$
精液产品中的原生质滴精子比例	$\leq 20\%$	$> 20\%$
精液产品中的细菌污染 ²	$< 30\text{ CFU/ ml}$	$> 100\text{ CFU/ ml}$

1. 由于不同 CASA 系统对前向运动力的计算方法不同，系统的设置也会造成影响，因此在本手册中我们并没有提供前向运动力的指标。

2. 精液产品中的细菌含量一旦超出阈值则需要展开调查。具体采取哪种措施取决于由哪种细菌引起的污染（对精子的毒性程度），有多少样品受到了污染，以及精子凝集或稀释后活力等其他指标的情况。为了能够定期追踪质量指标，建议做好数据记录。如果没有特定软件可以使用，也可以使用 Excel 表。

实验室设计

如表 3.2 所述，良好的实验室设计是高质量、高效率精液生产的基础。实验室设计会影响生产卫生和工作效率。实验室设计的具体细节需要根据每个公猪站的实际情况（空间、人员配置等）具体分析。

表 3.2：实验室设计的主要原则和目标

原则	解读
应将生产实验室与下列区域分离： • 清洁区（湿区） • 物料储藏室 • 精液储藏（冷却）室 • 办公室 • 休息室 • 卫生间 • 水电室（水、电、压缩机等）	• 生产实验室只用于精液的评估和加工； • 房间的布局设置应保证易于清洁和消毒； • 为防止加工的精液受到污染，进行其他所有活动的房间都需要与生产实验室分开。
实验室中只放置生产必须的物品 / 机器	物品或设备越少，实验室清洁起来越容易。
各个工作区域不宜太远	提高加工速度。
线性工作流程	从“脏区”（原精传递、评估）到“净区”（稀释、灌装）区的工作路线不要交叉，避免交叉污染。
定期更换空调过滤器	减少污垢 / 细菌通过空气散布的机会。
实验室使用可移动设备桌椅（带轮子）	以便于清扫器材下方的地面。
避免将储物柜放在生产实验室 工作时使用手推车转运日常耗材	储物柜需要定期进行清洁。
所有表面（天花板、墙壁、地板、台面、家具） 均选择易于清洁消毒的材质和设计	便于做好清洁和消毒。
在电线 / 管道和墙壁 / 地板之间 留出距离	便于清洁。

原则	解读
地板和墙壁之间不要有直角	便于清洁。
地板处不能有接缝和排水口	方便清洁，不会积聚污垢和细菌。
电源插座设置在设备区上方	地板或墙上或水平表面上没有电线，方便清洁。
灌装好的精液和实验室用品应分别储存在单独的房间内	便于清洁。

实验室的微环境

公猪站实验室需要控制好小环境，并做好每日维护。小环境会影响检测设备的精度、精液产品的冷却速度，延长精液稀释前允许的等待时间。

设备越精确，就越需要关注实验室微环境。具体参数请参照不同设备的用户手册。工作场所的搭建也需要遵循国家法规。

一般要求

- 没有大的气流
- 没有阳光直射，安装遮光帘
- 室温应保持在 20-25℃，避免波动
- 如果有专门的冷却分装室，该房间温度应保持在 17-18℃
- 考虑正压通风，从而防止开门时空气进入实验室
- 相对湿度应控制在 40-60%，避免波动

精液加工卫生

除了上述实验室设计原则之外，还有很多做法有助于减少精液加工过程中的细菌累积和交叉污染：

- 必须更衣（实验服、裤子和鞋子、发套）后才能进入实验室
- 进入实验室之前必须洗手并消毒（图 3.1）
- 禁止食物或饮料带到实验室（可在休息室饮食）
- 饭后、用完洗手间后应洗手消毒
- 如果使用精液传递窗口，切勿同时打开两侧

- 不要将不必要的东西存储在传递窗口中
- 除原精（装在精液袋中）外，猪舍的任何物品都不得进入实验室
- 如果员工必须要在实验室和猪舍来回工作，必须沐浴更换衣服（不推荐）
- 尽可能减少包装材料进入实验室
- 不要用手触摸任何会与精液 / 稀释剂直接接触的物品
- 精液及稀释液垫一层塑料袋。这样可以降低交叉污染的风险并减少清洁工作
- 立即用纸巾或一次性抹布擦去洒到桌面上的精液 / 稀释剂，并用酒精擦拭消毒
- 使用的气动传输、空压机等气体进入实验室时，需要将空气进行过滤
- 生产后的废弃精液和残留稀释剂应丢弃在厕所、生产实验室外的其他丢弃场所或打扫卫生用的水槽（这个水槽不能用于生产）
- 不同批次精液加工和手部有污染可能时，均需要对双手进行清洁消毒
- 按照下页说明，定期做好实验室清洁

图 3.1：正确的洗手步骤



清洗与消毒

清洗与消毒计划应包括洗消方法和洗消频率。猪舍、实验室（包括天花板、墙面、地板、台面和柜子）以及栏位有一些常规洗消程序可以遵循。猪舍内的采精栏和假母台，以及实验室的材料和设备可以遵循特定的洗消方式。

所有洗消程序都有一套简单但又重要的步骤需要遵循：

1. 去除有机物
2. 使用清洁剂（浸泡）
3. 用刷子、海绵或抹布擦洗，以去除有机物并溶解生物膜
4. 冲洗掉清洁剂、油脂和蛋白质
5. 干燥
6. 消毒或杀菌以杀灭参与微生物
7. 刷子、海绵、抹布等在使用后应清洁 / 消毒或换或者使用一次性用品

上述流程中，正确的清洗是其中最重要的部分。物体表面如果没有得到正确清洗，残留的有机物会对微生物产生保护作用，哪怕用消毒剂进行消毒也无法杀灭。清洁剂和消毒剂都需要有合适的浓度、水温 and 作用时间。严格遵循生产商说明，将残留清洁剂漂洗干净。另外，使用对该细菌有效的消毒剂非常重要。记住，随着消毒剂的使用，细菌可能会产生耐药性，因此需要购买市面上的多个有效产品进行轮换使用。

物料的清洗消毒并没有想象中那么容易。如果操作有误可能导致材料污染，也可能导致清洁剂 / 消毒剂残留。如果材料带有残留的药剂，与精液发生直接接触，精液质量将受到影响。这一点至关重要，需要持续关注。这也是为什么很多公猪站会选择使用一次性材料而不进行物料的重复使用。

如“实验室设计”的第五节所述，清洗消毒应尽可能简化，因此对于以下设施都要选择正确的设计和材料：

- 墙面
- 天花板
- 台面

具体内容如下：

- 墙壁、地板和台面应使用光滑、坚固和不会腐蚀的材料（如浇注环氧树脂 / 树脂地板、不锈钢桌、坚固的石油基复合材料）
- 每日清洁生产实验室、采精区和假母台

- 实验室应只包含精液生产必要的物料
 - 多余的耗材应保存在储藏间，从而减少实验室柜子的安装需要
 - 在单独的办公间进行书面工作
 - 用手推车，将当天生产所需数量的耗材转移到实验室
 - 生产实验室应使用带轮子的不锈钢桌，以便于灵活移动，在需要全面清洁墙面和地板时也可以移走

清洁剂 - 可供选择的消毒剂有很多。清洁剂必须：

- 能有效移除有机物
- 在漂洗后不会有残留
- 必须无毒

安全的清洁剂产品包括实验室用清洁剂、食品用清洁剂、或者洗盘子用的手洗清洁剂也可以使用。

迪康 90 是较出名的实验用和表面用清洁剂。使用清洁剂后，确保所有表面和材料都冲洗干净。对于天花板、墙壁和地板，可使用重型清洁剂，如 Simple Green®。请遵守标签上的说明。不要使用喷壶喷洒清洁剂，因为水汽很容易扩散到无法进行冲洗的地方。我们建议制备一份清洁溶液，用于通过海绵或抹布进行表面擦拭。

消毒剂 - 如果不能对可重复使用的材料进行灭菌，则需要使用消毒剂。同时，在每个生产日结束时，设备和工作台必须在清洁后进行消毒。表 3.3 列出了消毒剂的有效成分。

表 3.3：选定液体消毒剂的活性水平

程序 / 产品	液体浓度	活性水平
消毒剂		
戊二醛	不定	中高
邻苯二甲醛（OPA）	0.50%	高
过氧化氢	3-6%	中高
甲醛	1-8%	高到低
二氧化氯	不定	高
过氧乙酸	不定	高
含氯化合物	500 至 5,000 毫升 / 升 游离有效氯	中
酚类化合物	0.5-3%	中低
碘化合物	0.1-0.2% 的 30-50 毫克 / 升游离碘 – 10,000 毫克 / 升有效碘	中低
季铵化合物（QUADS）	≥ 70%	低

来源：疾病控制与预防中心（CDC）

有几种消毒剂对精液实验室很有效：

- 70% 异丙醇（首选）
- 杀菌漂白剂

精液产品生产过程中使用的所有设备，在使用后都要进行清洁和消毒。这包括 CASA 系统、电脑、键盘、灌装机、显微镜、电话、传真机、移液管等。每次生产后，也要对距离 35cm 以内的墙壁区域进行清洁消毒。尽可能拆卸设备并清洁所有部件。在购买设备时，易于清洁应该是一个重要的购买标准。

清洁表面时，应使用一次清洁材料，从高处向地处清洁。我们建议在实验室使用小推车，因为小推车为耗材提供了一个相对隔离的移动平台，可以在上面放置水桶。这样可以避免将水桶直接放在实验室工作台上，因为污染可能会通过水桶底部从脏区扩散到净区。此外，小推车及其所载物品在清洁后可以完全从实验室移走。

考虑轮换公猪舍的消毒用品，以防止细菌对个别消毒液产生抗药性。下表 3.4 举例说明了公猪舍可以使用的消毒液轮换计划。

表 3.4: 公猪舍消毒剂轮换表

月份	消毒剂
1-4 月	卫可
5-8 月	联合使用（季铵盐 / 戊二醛）
9-12 月	干预（高效过氧化氢）

制定每日、每周和每月清洁计划。表 3.5 提供了一个类似计划示例。考虑雇用专业清洁工清洁公共房间，例如淋浴室、休息室、走廊、洗手间、办公室和其他公共区域，这样公猪站工作人员就可以专心进行生产区域的清洁和消毒。

表 3.4: 公猪舍消毒剂轮换表

Where	What	Daily	2x weekly	Weekly	Monthly	Quarterly	Procedure no.	Product	who
Laboratory	Floor-sweep p-mop			X					professional
Laboratory	Antifatiguc mats			X					professional
Laboratory	Ceiling-Walls rotational (1 part every week)-vents - door				X				professional
Laboratory	Pass through windows: ceiling walls bottom and windows(except barn side)			X					professional
Laboratory	Reception window		X						Barn staff
Laboratory	Countertops + aisle		X						lab staff
Laboratory	Cabinet doors and drawer fronts			X					professional
Laboratory	Cabinets inside					X			Lab-staff
Laboratory	Specific lab equipment-machines-materials		X						Lab staff
	- Autodiluter		X						Lab staff
	- Microscope		X						Lab staff
	- Scales		X						Lab staff
	- Autodispensers		X						Lab staff
	- SPS-11		X						Lab staff
	- Conductivity meter		X						Lab staff
	- Heat sterilizer				X				Lab staff
	- 100 liter extender vats		X						Lab staff
	- Extender vat scales/underneath					2X			Lab staff
	- Manual Sealer		X						Lab staff
	- Dish washer				X				Lab staff
	- MOFA storage cabinet				X				Lab staff
	- Refrigerator				X				Lab staff
Laboratory	Undemeath equipment and machines (describe in procedure)				X				Lab staff
Laboratory	Office type equipment-machines (computer/keyboard/telephone/copier)			X					professional
Laboratory	Stools/chairs			X					professional
Laboratory	Glass and plastic ware / pitchers / lids (non disposables)		X						lab staff
Laboratory	Sinks		X						Lab staff
Laboratory	Trash cans (small)		X	X					Lab staff
Laboratory	Clean and disinfect racks			X		X			Lab staff
Laboratory	Clean and disinfect carts				X	X			professional
Other rooms	Cool room			X					professional
Other rooms	Shipping room			X					professional
Other rooms	RO-water production system-room (floor and whatever is realistic to clean)			X					professional
Other rooms	Hallway from lab towards the break room			X					professional
Other rooms	Showers				X				professional
Other rooms	Rest rooms				X				professional
Other rooms	Break room				3X				professional
Other rooms	Entry hall-bench (dirty side)					X			staff
Other rooms	Clean Break room Refrigerator					X			staff
Other rooms	RO-water production system					X			Water professional

务必为各个房间、设备和装置制定具体的清洁和消毒 / 灭菌程序。查看制造商说明，了解可以使用哪些清洁剂和消毒剂。

如果需要对与精液直接接触的物品（如包装机软管）进行消毒，我们建议使用高压灭菌锅或高温干燥箱。市面上有专门的指示带或指示条，用于检查灭菌锅是否达到了杀死微生物的适当温度和持续时间。

表 3.6：灭菌设备、温度和暴露时间示例

灭菌设备类型	温度	暴露时间	干燥时间
重力置换蒸汽灭菌器	121°C (250°F)	30 分钟	15-30 分钟
重力置换蒸汽灭菌器	132°C (270°F)	30 分钟	15-30 分钟
预真空压力蒸汽灭菌器	132°C (270°F)		15-30 分钟
蒸汽冲洗压力脉冲灭菌器	132°C (270°F)		15-30 分钟
干热灭菌器	170°C (340°F)	60 分钟	
干热灭菌器	160°C (320°F)	120 分钟	
干热灭菌器	150°C (300°F)	150 分钟	
放入水中煮沸	100°C (212°F)	20 分钟	15-30 分钟

如需了解清洁和消毒方法、清洁剂和消毒剂的详细信息，可以访问疾病预防控制中心（CDC）的网站：
<https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/Disinfection/index.html> 。

精液评估

精液生产的基础是原精中精细胞的数量以及对两个关键质量参数（精液活力和细胞形态）的评估。只有当原精符合表 3.7 中的最低标准时才会得到加工。

表 3.7：精液评估最低标准

精液参数	正常值	最低阈值
外观	呈乳状或乳脂状	
颜色	颜色为灰白色到白色	
体积	100-500ml	> 50ml
精子细胞总数	200 亿到 1200 亿	> 150 亿
活力精子数（原精） ¹	呈乳状或乳脂状	过期日当天依旧能达到要求的活力标准
凝集	0-10%	< 30%
异常精细胞总数（原发性和继发性缺陷）	10-15%	< 30%
原生质滴（作为异常精细胞的一部分）	5-10%	< 25%
有效精子比例	≥ 70%	≥ 60%

1. 由于不同 CASA 系统对前向运动力的计算方法不同，系统的设置也会造成影响，因此在本手册中我们并没有提供前向运动力的指标。

使用 CASA 系统的实验室建议监测保质期内每 24 小时活力的损失情况。一天损失比率超过 3% 的可能是在卫生、储藏或制备过程中存在问题，影响了生产结果。

宏观评估

宏观评估相对简单但也很重要，进行宏观评估目的是在进入分析和加工流程之前丢弃问题精液，尤其是污染的精液。

表 3.8 列出了评估因素。

表 3.8：宏观精液评估

要素	正常	异常
颜色	白色、灰白、黄白	红色或褐色（及其他类似颜色）
粘稠度	乳脂状、乳状	水状、碎片状
杂质 ¹	无	血液、脓液、尿液、粪便等
气味	中性	尿液、粪便和腐烂味

1. 精液部分杂质并不会影响精子的受孕能力，但会降低原精浓度检测的准确性。最后可能导致每头份精子细胞数出现误差。

精子密度 / 总细胞数测量

精子密度有多种不同的检测方式。不同设备要产生准确的测量结果需要满足的要求见表 3.9。密度乘以精液量可得精液中的细胞总数。获取精液量最方便的方法是使用天平（000.0g），上文中的精液“量”实际指的是精液的重量。

公猪站中最常用的浓度测量设备是计算机辅助精液分析（CASA）和光度计（比如分光光度计）。测量对象通常是原精，或者也可能是预稀释的精液（具体取决于实验室方案和设备）。



表 3.9：使用 CASA 和光度计获取精确测量的要求

光度计	CASA
样品制备	
原精没有颜色异常。	
采样前正确充分混合精液。	
精确吸取样品。也可使用自动移液系统替代。	
根据具体系统，测量之前需要稀释原精样品。这一步的准确度和精度对测量结果有很大影响。	
将比色皿轻轻翻转 5 次，混合样品（用盖子或石蜡膜盖住比色皿，不要用手指，避免污染）。	• 标准计数室的加样（按照加工商说明）； • 避免加样过少 / 过多。
测量	
每个测量流程开始时均应对装置进行零位校准（参照制造商说明。通常使用 0.90% NaCl 溶液）。	• 正确设置软件（物种、样品稀释率、计数室类型、活力临界值等）； • 使用前确认所有设置。
避免接触比色皿 / 计数室的测量区域 / 视野	
	检查光线的调整和对比度的设置是否恰当。
样本制备完成后立刻进行测量	
考虑因素	
样品中有气泡或比色皿有脏污 / 划痕可能会影响测量结果。	计数室应没有灰尘、碎屑、水分和霉菌。
避免光度计光路堵塞。	
光度计的光吸收曲线通常呈 S 形。仅曲线线性部分的测量结果可靠。	至少要计数 400-600 个细胞（取决于计数室和 CASA 制造商）。
定期用标准品校准装置（至少每年 2 次）。（参照制造商说明）	由专业技术员进行定期维护（至少每年 1 次）。
0.9% 的 NaCl 溶液或稀释液需要换新。NaCl 应每周更换避免颜色变化、浑浊。稀释液需要每天更换。	

精子活力的评估

要控制原精的整体质量，精子活力的评估是一个很重要的步骤。
良好活力检测的要求见表 3.10. 只有最低总活力达到 70% 及以上的原精才推荐进行后续加工。活力评估在带有相差或明视场，以及加热（38℃）载物台的显微镜上进行。评估可通过手动估算或借助 CASA 系统自动完成。

表 3.10：良好活力检测的要求

技术员估测	CASA 系统测量
样品制备	
• 将所有设备（载玻片、显微镜载物台等）加热至 38℃； • 所有耗材（载玻片、盖玻片、枪头、计数室等）都应该是全新未使用的； 不得清洁后重复使用。	
制备样品前正确混合原精。精液袋轻轻按压混合 5 秒钟。	
使用经过预热的载玻片和盖玻片。	使用经过预热的计数室 / 显微镜载玻片。
• 5-15 μL 原精样品； • 如果浓度过高（每毫升大于 5 亿个精子细胞），可滴入一滴等温的稀释液或 0.9% NaCl 进行稀释。	• 用加热后的稀释液预先稀释样品以获得最佳细胞浓度进行测量（参考 CASA 制造商手册）； • 在经过预热的样品试管中进行预稀释。制备好的样品在分析前应再次混合（涡旋振荡）。
• 混匀后的原精往往会有泡沫，很难从采精杯 / 袋中直接取 5-15 微升的样本。为了提高样品质量，改善测量的可重复性，首先从原精中取 1-5 毫升放入预热的试管中。然后再次混匀，从试管中取 5-15 微升。	• 使用带尖头的微量移液器装载计数室； • 加样量应比计数室实际容量多约 0.5 微升。计数室容量取决于加工商。

技术员估测	CASA 系统测量
测量	
精确吸取样品，也可使用自动移液系统替代。	
在 200-400 倍放大倍数和相差下评估至少 5 个不同视野。	正确设置软件（物种、样品稀释率、计数室类型等）。
在盖玻片的中心位置进行评估。	检查光线调整和对比度是否适当。
如果不同视野表现出的活力水平变化很大，重新取样做评估。	计数室应没有灰尘、碎屑和水分。
• 评估结果以 0-100% 表示； • 只评估总活力，不要用肉眼进行前向运动力的评估。	如果手动选择测量视野，所选视野应位于计数室中央。

凝集情况评估

凝集评估可以在活力 / 形态评估的同时进行。大多数公猪站实验室可使用表 3.11 提供的分级，评分为 3 的原精不建议进行加工。稀释评估样本可能有助于减少凝集。如果凝集程度较高，可进行等温稀释，再重复检测过程。

表 3.11：原精凝集评分

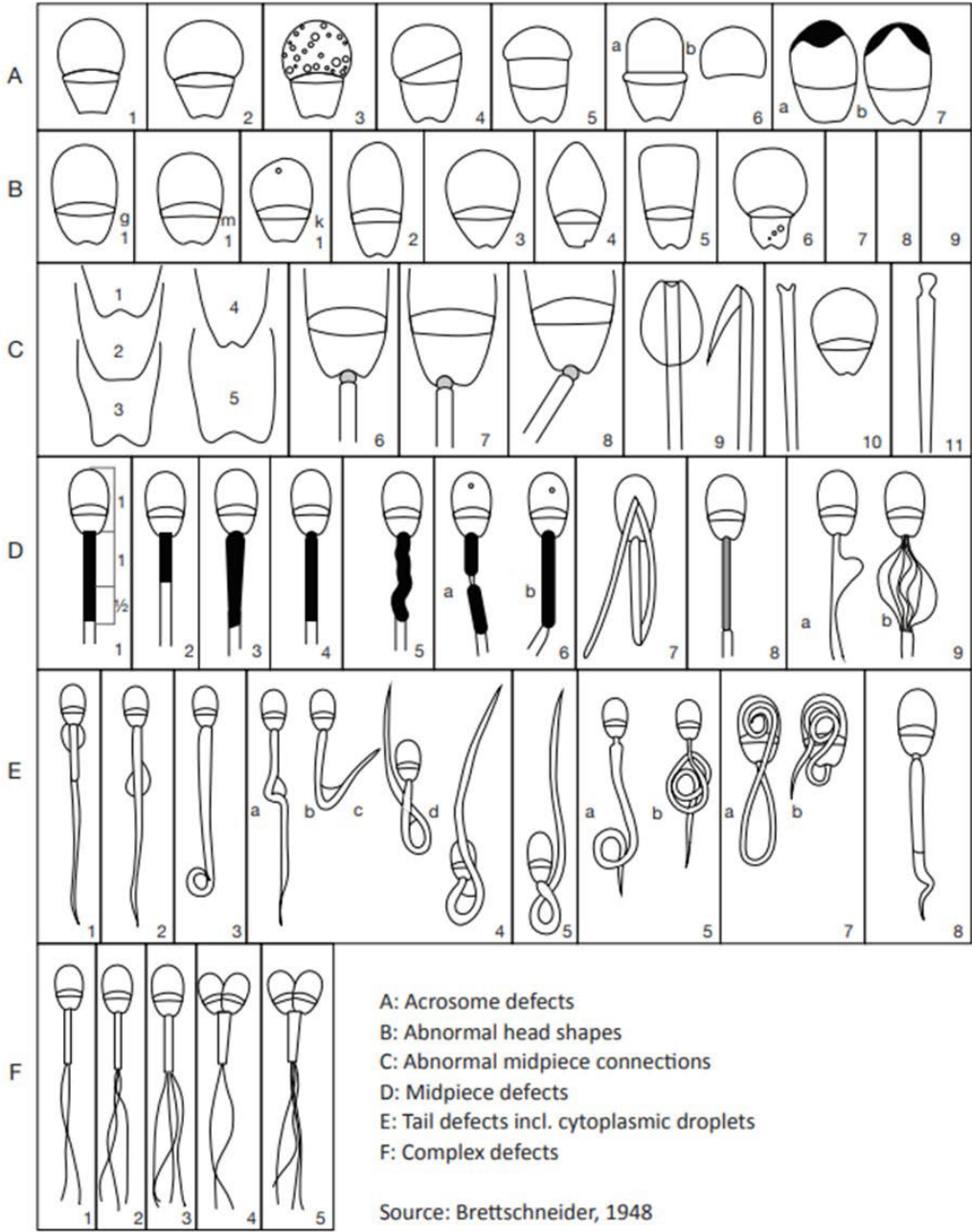
分数	描述（百分比表示视野内的凝集细胞）
0	无
1	轻度（<10%）
2	中度（10-30%）
3	重度（> 30%）

精子形态评估

可以通过使用具有自动形态评估功能的 CASA 系统或通过人工的方法用显微镜评估精子形态。结果的准确度取决于分析的细胞数量。要获得最可靠的结果，建议计数 200 个细胞。如果样本量较小，或原精的少精现象很严重，或最终稀释后样本浓度很低（1500-1700 万个细胞 / 毫升），在公猪站站长批准的情况下可最少检测 100 个细胞。评估的细胞数不到 100 个时，丢弃该分析结果。

需要注意：CASA 系统的自动形态评估取决于具体设置和仪器本身能否识别出不同类型的精子异常。大部分 CASA 系统能够识别出原生质滴，折尾 / 卷尾，但顶体缺陷或头部形状异常是无法识别的。图 3.2 描述了不同类型的精子异常。

图 3.2：不同类型的精子细胞异常



普通公猪站不需要区分上表中提到的所有异常情况。为了简化，可以使用表 3.12 来记录原精的人工评估结果。对于与 PIC 有常规数据传输的公猪站，这一文件与 PICTraq 上的相关报告类似。

表 3.12：常规形态检测表

形态	计数	占总数的比例 %
正常细胞		
头部缺陷		
原生质滴（近端和远端）		
尾部缺陷		
其他缺陷（如 DMR、头部顶体问题等）		

出于员工培训，或保证员工常规操作稳定性的需要，或 CASA 系统本身能够检测头部和顶体，也可以填写一份更为详细的表格：

1. 正常

2. 顶体异常

3. 头部形状异常

4. 头部脱落

5. 尾部异常（卷尾、弯尾、折尾、粗大、双尾等）

6.DMR（远中段折叠）

7. 近端原生质滴

8. 远端原生质滴
- 通过更详细计数方式，技术人员可以进一步了解形态问题的可能原因。例如，冷冲击往往会引起精子折尾，而 DMR 则更多地与精子细胞在附睾的转移过程中睾酮水平降低有关。此外，近端原生质滴可能会随着精子在附睾的时间的推移迁移到更远端。

•当员工之间对于检测结果存在分歧时，更详细的检测也有助于找出分歧的成因。

•对于采用详细形态检测，并且定期向第三方实验室发送精液的实验室，建议在详细形态检测时采用与第三方检测相同或相似的指标。

可通过下方链接下载 Excel 格式的精液形态记录表 https://gnsplc.sharepoint.com/:x:/s/GlobalMaleReproductionTeam/EYauuGUoVBlGoOCfUZx6A8gBoMHtnTH_zT8Lsxe8OX3YiQ?e=oxW36e

制备固定 / 染色样品

异常细胞评估样品有两种制备方法：未染色湿样和染色干样。两种技术各有优缺点，如下表 3.13 所述

表 3.13：未染色湿样和染色干涂片的对比

未染色湿样	染色干涂片
快速 / 易于制备样本，但头部和顶体缺陷的评估对显微镜放大倍数 / 物镜有很高的要求。	需要有良好的对比度，以识别出细胞异常。
细胞浮动 - >区分是否是“真正的”原生质滴，还是游离的质滴。	样本制备相对复杂 / 费时，不同的染料可能对染色方法有不同的要求。
细胞移动 - >增加评估难度。	细胞已经完成固定，因此易于评估。
固定后的玻片不能存放。	固定样品可以存放。
有时候细胞会在运动过程中发生固定，在看过了同一份样本的湿样后，需要花一点时间才能适应精子尾部因运动产生的轻微弯曲现象。	固定后的精液样本可以在样品架存放。

未染色湿样

未染色湿样制备技术适用于相差或微分干涉对比显微镜的检测。可以在任何透明介质中对精子细胞进行检查。向 1 mL（原精）精子悬浮液（稀释精液仅需使用 500 μ L）中添加 10 μ L 1.5%-2% 甲醛¹，可以使精子停止运动。在载玻片上放一小滴（5 -7 μ L），然后用大盖玻片（如 22x22 mm）小心覆盖。形成单细胞薄层后，精子将处于相同的焦平面内。相对于较厚的样本层，此时精子移动得更少。如果使用油浸，对焦时会有一些压力通过油转移到盖玻片上。如果精子悬液层较厚，精子会被推离视野。

1.5% 甲醛配比方式：用 37% 的水溶液，然后用等渗溶液（如 1x 磷酸盐缓冲盐水（PBS）、0.9% 生理盐水或稀释液）稀释 10 倍。不要使用水或酒精。注意：福尔马林溶液的甲醛浓度为 37-40%。制备湿样时应选择磷酸盐溶液进行缓冲。5% 的福尔马林相当于甲醛浓度 1.7-2%，适合湿样制备。如果有 10% 的福尔马林，使用前用 0.9% 的生理盐水按 1:1 的比例稀释。

1. 使用甲醛的人员必须是兽医，或接受过有关化学品处理培训，了解应遵守的健康和安全规则。

染色样的制备

实际采用的染色方法染料而异。下面描述的方法非常适合市场上一系列即用型伊红 - 苯胺黑染料，例如 MS Schippers Morpho-check 染色剂、Magapor 伊红 - 苯胺黑、Hancock 染料。

染色样制备时只使用普通载玻片。载玻片和染色剂应处于室温。在载玻片上滴一滴原液和一滴染色剂。用另一张载玻片的边缘将液滴缓缓混匀。使用载玻片的边缘或尖角，将少量固定染色的精液转移到干净的载玻片上，靠近载玻片的一端放置，留下部分空间用于标记。

使用另一块新的显微镜载玻片（推片），将其短边放在载玻片上液滴的“下游”。保持整个边缘与载玻片接触，向回拉动载玻片，直到接触到染色的精液滴。等待精液扩散覆盖载玻片的整个宽度，然后沿着载玻片以 45°角推动推片，形成涂片。涂片不应太薄（与血涂片不同）或太厚（可能难以鉴别染色）。

首先在涂片干燥后立即用低倍物镜检查。如果精子数量过多或过少，或对比度不足或过高，则应重新制备。涂片的外观应均匀。每个低倍视野内都应有一定数量的精子。低倍视野中没有精子或只有一两个精子，意味着在油浸下很难在玻片上找到精子。另一方面，精子密度不能太高，以至于精子相互重叠，这样就很难清楚地检查单个精子。点击链接，获取准备染色涂片的短视频示范：https://gnsplc.sharepoint.com/sites/GlobalMaleReproductionTeam/_layouts/15/stream.aspx?id=%2Fsites%2FGlobalMaleReproductionTeam%2FShared%20Documents%2FPro%20Connect%20GTC%2FMorph%20smear%20prep%2Emov&ga=1。

涂片的制备和评估需要练习。一块好的涂片有以下特征：

- 每个视野的细胞数量足够（放大 1000 倍时最低为 5 个）
- 细胞不重叠
- 对比度足够，能够看到所有细胞细节
- 容易对焦（只有一层细胞）

人工样品评估

人工样品评估应使用光学显微镜，在 1000 倍放大倍数和油浸条件下使用可移动载物台进行。需要练习才能在这个放大倍数下“找到”细胞。先在 100 倍或 200 倍放大倍数下对焦精子细胞。从低倍数变为 1000 倍时，只需要一些微小调整即可完成细胞对焦。为评估精液中异常细胞的百分比，需要评估 200 个细胞才能得到最为可靠的结果。在涂片上找到一个细胞没有相互重叠的位置作为起点。从视野左上角开始，沿着一条假想的直线向右移动，评估线上的每个细胞。然后向下移一行，从右到左评估，沿“之”字形完成整个视野评估。然后移到下一个视野，继续此过程，直到评估的细胞达到目标数量。如果一个细胞显示出一项以上异常，只计入较为严重的异常。顶体异常优先级最高，其次是头部、尾部、DMR、近端原生质滴，最后是远端原生质滴。

在精液生产中进行形态评估时，时效性非常重要。在这种情况下，在不浸油的情况下放大 650 倍就足够了。如需进一步加快计数速度，可使用特殊的多通道实验室用计数仪或血细胞计数仪。图示见链接：细胞计数仪示例 <https://gnsplc.sharepoint.com/:w:/s/GlobalMaleReproductionTeam/EUeRdLIYlTtEr4onfRn1mHwBRnS-8yuERSEjyLkMLzEl5A?e=lQh6Hx>。

使用 CASA 自动形态评估系统的注意事项

不同 CASA 系统能检测到的精子异常类型有所不同。大多数都能识别细胞原生质滴（近端和远端）和折尾 / 卷尾。一般不能识别顶体缺陷和头部形状异常。在设置异常精子最大允许百分比阈值时，应考虑到这一点。有关自动形态评估功能的更多信息，请联系 CASA 供应商。自动形态评估的一大优势是可以在更短时间内检查更多的细胞，计算出的估计值也更加准确。

需要注意的是，不同 CASA 系统可能使用不同的算法，这就带来了各种各样不同的系统设置方式。

精液保存

原精采集后的保存期限非常短，因此需要通过添加稀释剂来保存它们对卵母细胞的授精能力。通常稀释剂可以将采集后的精液保存最多 3-7 天。原精的稀释率（生产的精液头份数）取决于每头份的目标精子数。精液稀释剂可视为精液产品的主要成分，需要细心制备。

用于制备稀释剂的水应经过净化（ASMA I 型水或其他同级别水，除非稀释粉生产商有特别指明）且不含细菌。可以利用场内水净化系统生产，也可以从可靠供应商处采购。最低水质要求参见第 3 部分的表 4.18。ASTM 水质规格可访 <https://www.astm.org/d1193-99e01.html> 查询。每个生产日都应使用不锈钢稀释桶制备当天所需稀释剂，可以为稀释桶配备一次性塑料内衬以降低卫生风险。

制备稀释剂的基本步骤有：

1. 向稀释桶中加入所需体积的纯水。
2. 当水达到合适的温度时（参照制造商说明；通常在 35°C 左右），将所需量的稀释粉加入水中，充分混合。通过人工搅拌或水循环可以帮助粉末溶解。
3. 不同稀释剂产品需要的制备时间不同（请参考制造商说明）。
4. 使用前确保所有稀释剂粉末均已溶解在水中。
5. 使用稀释剂之前，使用电导率仪或 TDS 仪或折光仪检查水与稀释剂的比例是否正确。
6. 使用 pH 计进一步检查稀释剂的完成程度。具体要求参考制造商的规格说明。
7. 稀释当天第一批精液之后，检查精子活力是否在正常范围内。稀释后 2 小时重复此步骤，以进一步复查稀释剂质量。
8. 确保每次生产结束后都清洗所有接触到稀释液的桶、试管和导液管。更多详情请参见 " 清洗与消毒 "。
9. 不要将不同稀释粉混合使用（例如长效和短效稀释粉，或不同生产商生产的稀释粉），可能会带来无法预估的结果，例如在保存期限内未预料到的渗透压降低，对细胞膜的保护作用减弱等。
10. 尽可能一个稀释桶用掉一整包稀释粉。例如，如果该稀释桶的最大体积是 20 升，不要采购一个包装内有 50 升稀释粉的产品，选用更小规格的包装。对于小规模生产，考虑使用 1 升和 5 升的包装。
11. 严格遵守生产商的储存建议。注意，对于未用完的稀释剂，不同产品可能需要不同的储存温度。例如，有的产品可以储存在 2-8°C，有的需要储存在 10-15°C。
12. 每个生产日的稀释液都需要当天制备，除非制造商表明没有必要。

每头份的细胞要求有两种计算方式：

不同公猪站每头份使用的细胞数有所不同，受到多种因素影响，因而本指南无法给出统一建议。全球最常用的是每头份 30-100 毫升，细胞数 15 至 30 亿。每头份细胞浓度不应超过每毫升约 6000 万个细胞，否则可能导致保质期缩短。注意：每毫升的最低和最高细胞数可能受到稀释粉成分的影响。确保按照生产商指示调整生产目标。

每头份的细胞要求有两种计算方式：

1. 每头份总精子数

细胞总数不会随时间变化，因此计算每头份细胞总数，或是生产几天后重新检查这一指标都是很容易的。固定总细胞数的情况下，一份原精可以生产的精液产品份数计算方法如下：

$$\begin{aligned} & \text{原精体积 (mL)} \times \text{精子细胞浓度 (百万 / mL)} \\ & \text{每头份目标细胞数 (百万)} \\ & \text{原精需添加的稀释液用量 (mL) 可按以下方式计算：} \\ & (\text{生产份数 (见上文)} \times \text{每份体积 (mL)}) - \text{原精体积 (mL)} \end{aligned}$$

2. 每头份活性¹ 精子细胞数

- 每头份有活性的精子细胞数指的是每头份中形态正常且有活力的精子细胞数量。不运动细胞与形态有缺陷的细胞之间通常存在重叠。通过计算出一个综合评分，我们可以很好地确定“无活性”细胞的数量（参见下文公式）。只有运动的正常细胞才能使卵母细胞受精，这一指标比每头份总精子细胞更有意义。然而，活力会随着时间的推移而下降，因此很难控制每头份有足够的活细胞数。生产后越晚检测样品，有活性的细胞数量越少。无法在一开始就明确一份精液中是否有特定数量的活性细胞。若固定活性细胞数，一份原精可以生产的精液产品份数计算方式如下：
- 综合评分 = 活力细胞 (%) * 形态正常细胞 (%)
- 活性细胞 (百万) = 综合评分 * 体积 (mL) * 浓度 (M/mL)
- 生产头份数和稀释剂用量的计算与上面提到的总细胞数计算相同

1. 注：“活性细胞”的原有 / 科学定义不同于上述公猪站常用语中的定义。科学语境中的活性细胞指完整细胞（顶体和质膜完整）。

精液稀释流程

最常用的精液稀释方式有**一步稀释**和**两步稀释**。它们的不同之处在于稀释剂加入原精时的温度。两种流程的第一个步骤完全相同：

- 尽可能早地对原精进行第一次稀释，最晚在采精完成后 15 分钟。
- 确保第一次稀释在等温条件下进行；原精和稀释剂的温度应当相同（相差 0-2℃）
- 在干净合适的容器中混合稀释剂和精液。最好使用带有一次性塑料内衬的专用精液稀释桶。

最近研究表明，将原精倒入稀释液或是将稀释液倒入原精不会造成差异。查询 Schulze et al, 2017 的研究可获取详细信息。

1. 一步稀释

- 采精后 15 分钟内在相同温度下使用稀释剂完成精液稀释；
- 如果无法在 15 分钟内完成，替代方法如下：用相同温度的稀释剂（最常用的精液 - 稀释剂比率为 1:1 至 1:3）快速对原精进行预稀释，并尽快在相同温度下进行最终稀释；
- 及时包装精液；
- 冷却至储存温度（16-18℃）。

2. 两步稀释

- 用相同温度的稀释剂（最常用的精液 - 稀释剂比率为 1:1 至 1:3）对原精进行预稀释；
- 等待 15-20 分钟，以接近室温；
- 用稀释剂进行最终稀释，不要低于室温（20℃）；
- 及时包装精液；
- 冷却至储存温度（16-18℃）。

研究（SCHULZE et al., 2013）表明，用一步等温法稀释的精液具有微小的质量优势。不过，Schulze 等研究使用的是短效稀释剂。温度发生梯度变化时，精子膜似乎容易受到影响。如果您希望采用多步稀释方法，请考虑使用对细胞膜有更好保护作用的稀释剂。

希望上面描述的各方法优势可以帮助大家选择最适合自己的实验室的稀释方法。

1. 一步稀释

- 步骤少，更容易，犯错的情况更少
- 精液质量有轻微改善
- 不需要选用更高级的、具有细胞膜保护作用的稀释剂

2. 两步稀释

- 预稀释原精浓度的变异系数（CV）更低（= 更好）
- 有更多时间决定是否将该原精用于生产
- 在生产繁忙的情况下，当一名实验室技术人员需要处理多个采精栏提供的精液时，两步稀释可以提供更多的回旋余地
- 进行多头公猪混精使用时，两步法更加便利
- 温度可以更快地达到储存温度

精液灌装

大多数情况下会借助灌装机将稀释后的精液“灌装”到精液管或精液袋中。考虑到自动灌装机成本较高而公猪站日常产量并不多，小型公猪站通常采用人工方式灌装精液。

每头份体积通常在 30 至 90 毫升之间，具体取决于人工输精类型。对于传统输精，每头份体积建议至少为 70 毫升。表 3.14 总结了灌装精液时最重要的方面。

表 3.14：精液灌装的关键方面

卫生
• 软管 / 精液袋在使用前要存放在清洁干燥的位置； • 确保一切接触到稀释精液的物品都满足以下条件： • 清洁（一次性或经消毒） • 不用手触碰（除非是消毒） • 对精子没有毒性 用于稀释后精液灌装的软管、搅拌磁铁和针头应清洁无菌，并在灌装完一组原精 / 一个精液批次后更换。为软管、搅拌磁铁和针头制定适当的消毒和灭菌规程。
均匀性
• 灌装前应充分混合稀释后的精液（至少 5 秒）； • 如果灌装过程超过 3-5 分钟。中途多混匀一次，避免精液沉降，这会导致每头份精子细胞数量发生变化。
灌装体积
• 灌装过程中应检查每头份是否达到要求的体积，以确保准确； • 若差异 > 2-3 ml，应立即对灌装机进行校准 / 维护。
维护
• 每个生产日结束后，应对灌装机进行清洁和消毒； • 遵循制造商规定的维护频率。

快捷查询

设备的维护和校准

- 为设备检查、清洁、维护和校准制定时间表
- 每个生产日都需要对所有用于精液分析 / 加工的设备进行检查和清洁
- 正确的移液操作是提高检测准确度的关键
- 采用第三方质量控制有助于找出潜在的改进点

精液参数	最低标准
体积	偏离目标 < ± 2 ml
每头份精子细胞数	偏离目标 < $\pm 8\%$
细胞活力	> 70%
每 24 小时的活力损失	< 3%
凝集	< 30%
异常精子细胞（包括原生质滴）	< 30%
仅原生质滴	$\leq 20\%$
细菌污染	< 30CFU/ml





这部分介绍了如何使用、校准和维护测量设备，达到其目标精度。以及，相关的清洁和消毒程序，和第三方质量控制方案的设计。

设备和装置的维护 and 校准

公猪站会用到许多技术设备。设备故障可能会推迟当天的生产完成时间，还可能影响产品质量，因为其中许多设备对于确定精液质量非常重要。

例如，当使用移液器或分液器稀释精液样品以测量精子细胞浓度时，如果分配的体积不准确，会导致稀释不准确，浓度测量结果会过高或过低。这可能导致每份含有的精子细胞数目不足以达到最佳受胎效果。

我们越依赖设备，就越需要通过检查清单做好不同设备的每日、每周或每月检查，并制定校准和维护计划。此外，在设备出现故障时备好替代方案非常重要。表 4.1 给出了一个关键实验室设备的检查、清洁、维护和校准时间表示例。如需做好质量保障，应对每台设备 / 装置如何进行检查、清洁、维护以及校准时间和执行方式提供具体说明，并与上述时间表结合使用。

表 4.1：设备检查、清洁、维护和校准时间表

服务 / 校准时间表	检查	清洁 ¹	内部维护 ²	服务 ³	校准 ⁴	备注
秤	每日	每日		每年一次	每年一次	使用标准砝码
手动移液器和分液器	每日	每日	每月	每年两次	每年两次	
自动分液器	每日	每日	每周	每年一次	每年一次	按照制造商说明
分光光度计	每日	每日	每季度	每年两次		
带加热台的显微镜	每日	秤				需要经过校准的温度计
加热板	每日	每日	每月			
稀释剂桶加热装置	每日	秤	每月			
干式加热器	每日	每日	每月			
干热灭菌器	每日	秤	每周			按照制造商说明
冰箱及精液储存单元	每日	每月	每年四次			最高最低温度计
温度计	每日	每日	每月	替换		
TDS 电导率仪	每日	每日	每月	每年两次		
pH 计	每日	每日	每月	每年两次		
显微镜 (CASA)	每日	每日	每周	每年一次		
空调	每日	每月	每年四次	每年两次		每月更换过滤器

1. 最低清洁频率。
2、3. 遵循制造商说明，同时考虑实际使用强度。
4. 最低校准频率；设备偏离目标水平时需要另行校准。

秤

秤的准确度形容的是，秤能否持续稳定地给出接近于实际值的结果。大多数公猪站都有多台秤，各自有不同的规格和称重范围。使用哪种规格取决于需要称重的对象以及需要达到的精确程度。表 4.2 列出了几种实验室最常用的秤。

表 4.2：各种秤一览

检测对象	称重范围	灵敏度
移液器 / 分液器的准确度和技术人员操作的可重复性	0-50 g (分析天平 / 精密天平) ¹	0.0001 g/ 0.1 mg
稀释粉重量	0-5,000 g	1 g/ 1,000 mg
原精体积	0-1,000 g	1 g
向原精中加入稀释剂	0-5,000 g	1 g/ 1,000 mg
精液管 / 精液袋体积	0-100 g	0.1 g/ 100 mg
包装重量	0-20 kg/ 0-20,000 g	0.1 kg/ 100 g

1 这种秤用于检查移液器 / 分液器的准确度和可重复性。

每个生产日均应在使用前使用标准砝码检查所有秤。将一个或多个重量等于秤的负载（量程）的标准砝码放在秤上，读取读数并从秤上取下砝码。检查准确度。在将该秤用于生产之前，应重复上述操作几次。秤开启并“预热”之后，可重复性会更好。虽然即使没有被使用过也会非常准确，但“预热”过程可以让秤达到更好的效果。准确度可以通过测量 5-10 次并取平均值来计算。平均值和标准重量之间的相对（%）差异就是准确度。

分析天平 / 精密天平的准确度计算示例如下：

准确度 (%) = 100x ((平均重量 - 目标重量) / 目标重量))
标准重量 = 2.00 g
平均重量 = 2.02 g
准确度 (%) = 100x ((2.02-2.00) /2.00)) (%) = 100x ((0.02) /2.00)) (%) = 100x ((0.01))
(%) = 1%

表 4.3 所示为标准砝码的容差（重量读数与标准砝码的最大容许偏差）。如果平均值超出容许偏差范围，则秤需要校准。在示例中，秤偏离目标 1%，而（最大）容差是 0.06%。因此这台秤需要重新校准。

虽然如此，是否需要重新校准取决于不准确性对最终产品的实际影响程度。比如，当质量上偏差 0.6g，虽然超出了容差范围，但相对而言并不会影响最终产品的精子密度。

表 4.3：标准砝码测量值的容差

重量	容差	容差 (%)	重量	容差	容差 (%)
5 kg	0.5 g	0.01%	2 g	1.1 mg	0.06%
3 kg	0.3 g	0.01%	1 g	0.9 mg	0.09%
5 kg	0.2 g	0.01%	500 mg	0.72 mg	0.14%
1 kg	0.1 g	0.01%	300 mg	0.61 mg	0.20%
500 g	70 mg	0.01%	200 mg	0.54 mg	0.27%
300 g	60 mg	0.02%	100 mg	0.43 mg	0.43%
200 g	40 mg	0.02%	50 mg	0.35 mg	0.70%
100 g	20 mg	0.02%	30 mg	0.3 mg	1.00%
50 g	10 mg	0.02%	20 mg	0.26 mg	1.30%
30 g	6 mg	0.02%	10 mg	0.21 mg	2.10%
20 g	4 mg	0.02%	5 mg	0.17 mg	3.40%
10 g	2 mg	0.02%	30 m	0.14 mg	4.67%
5 g	1.5 mg	0.03%	2 mg	0.12 mg	6.00%
3 g	1.3 mg	0.04%	1 mg	0.1 mg	10.00%

来源：国家标准与技术研究院（NIST）；NIST 手册 2003 105-8。

校准

校准是将秤或天平的输出值与标准值进行比较。校准需要使用标准砝码，并且要将天平设置为“校准模式”。按照秤的类型，您可以自行校准（遵循手册中的说明）也可以请专业公司校准（更推荐）。

移液的准确性

大多数情况下，在测量浓度或分析活力和形态之前，必须对原精进行稀释。稀释误差可能对每头份细胞数量产生深远影响。

无论您使用的是自动分液器、瓶口分液器还是移液器，都需要在每天生产前检查设备的准确度，检查每位技术人员操作的可重复性，并且经常测试不同技术人员之间的可重复性（建议至少每月 1 次）。下面是测试分液准确度和可重复性的要点：

- 使用精密天平 / 分析天平（用标准砝码检查），并在实际开始操作前进行 5-10 次测量；
- 每次吸取液体之前，分配所需的体积（水）10 次，中途更换一次枪头（如适用），以检查准确性；
- 结果记录在电子表格内；
- 计算 10 次测量的平均值和标准偏差；
 - 准确度（系统误差 %）= $100 \times \left(\frac{\text{平均重量} - \text{目标重量}}{\text{目标重量}} \right)$
 - 变异（随机误差）表示为变异系数（CV %）= $100 \times \left(\frac{\text{标准偏差测量值}}{\text{平均测量值}} \right)$
- 解读结果时请牢记以下几点：
 - 分配量越小，发生系统误差和随机误差的可能性越大；
 - 可联系 PIC 获取计算使用的模板；
 - 准确度取决于移液器 / 分液器的质量、用法正确性和合理维护；
 - 可重复性取决于移液技术，移液器 / 分液器的质量以及移液器吸头（如适用）。表 4.4 所示为准确度（系统误差）和可重复性（随机误差）的最大允许误差。

表 4.4：分液器和移液器允许的系统 and 随机误差

最大允许值		系统误差		随机误差	
体积 (ul)	体积 (ml)	±%	±ul	±%	±ul
1	0.001	0.01%	2 g	1.1 mg	0.06%
2	0.002	0.01%	1 g	0.9 mg	0.09%
5	0.005	0.01%	500 mg	0.72 mg	0.14%
10	0.01	0.01%	300 mg	0.61 mg	0.20%
20	0.02	0.01%	200 mg	0.54 mg	0.27%
50	0.05	0.02%	100 mg	0.43 mg	0.43%
100	0.1	0.02%	50 mg	0.35 mg	0.70%
200	0.2	0.02%	30 mg	0.3 mg	1.00%
500	0.5	0.02%	20 mg	0.26 mg	1.30%
1,000	1	0.02%	10 mg	0.21 mg	2.10%
2,000	2	0.02%	5 mg	0.17 mg	3.40%
5,000	5	0.02%	30 m	0.14 mg	4.67%
10,000	10	0.04%	1 mg	0.1 mg	10.00%

来源：ISO8655:2002

分光光度计

许多公猪站使用分光光度计测量精液的精子密度。根据精液透光量与精液吸光度计算浓度。这是一种间接测量方法，因此应参照精度经过检验且在允许范围内的参考设备 / 样品，对光度计的准确性进行验证。通常会使用不同浓度的样本（样本浓度的准确性已经通过参考设备和方法完成验证）对分光光度计进行校准。

分光光度计通常会显示 S 形曲线，只有曲线线性部分的测量值是可靠的。需要知道该分光光度计能够可靠测量的浓度最小值和最大值。

如果需要日常检查分光光度计工作情况，使用福尔马林¹ 固定的样品（低密度和高密度）作为参考。在 4°C / 40° F（冰箱温度）下，福尔马林固定¹ 精液（1:1 稀释）中的精子密度在 0.1 M/mL 至 100 M/mL 浓度下可保持稳定至少 5 周。

从低密度和高密度福尔马林 1 固定的精液样品中取样，用分光光度计测量浓度，并判断分光光度计是否仍然准确。

每天清洁分光光度计，至少每周检测一次（最好每天一次）。参照制造商的建议进行维护，至少每年保养 2 次（最好每季度一次）。我们建议每月找一所第三方实验室对多份精液样品的浓度进行检测，以确保分光光度计的准确性。

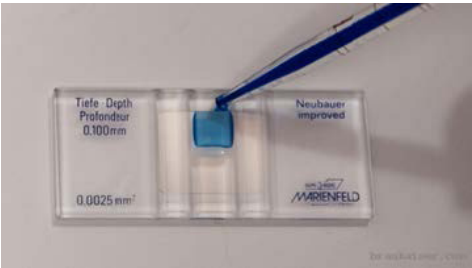
第三方实验室通常会使用以下四种方法检查使用分光光度计（或其他设备）制备的样品浓度：

1. 使用血细胞计数器进行细胞计数

将样品装入细胞计数室。室内的每个网格都代表一定体积。对标准数量网格中的细胞进行计数，然后计算每毫升的细胞数。

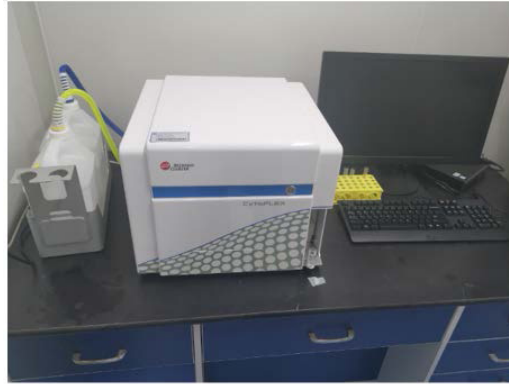
例如，如果将样品以 1:10 稀释（11 倍；1 份样品 + 10 份稀释剂），5 个方格中细胞计数为 325 个，则每毫升总细胞计数的计算方式为：

每毫升总细胞计数 = (325 x 11 x 10,000) / 5= 每毫升 715 万个。



2. 使用流式细胞仪

使用结合公猪精液 DNA 的荧光标记 DNA 探针孵育样品。探针结合的 DNA 在流经机器并被测量到时，细胞会发出荧光信号。基于总信号强度，计算样品中的细胞数量。然后通过制备流式细胞术样品时使用的相应稀释倍数计算原始样品浓度。这种方法通常非常准确，因为它是一种直接测量法，可以计数许多细胞（> 50000）。流式细胞仪并非实验室的基本设备，但可以在专业的第三方精液检测中心找到。



3. 使用 Nucleocounter®

Nucleocounter® 与流式细胞仪的原理相同。Nucleocounter® 计数的细胞较少（2000-5000），因而不如流式细胞仪准确。然而，由于 Nucleocounter® 的成本远低于流式细胞仪，因此很多公猪站都有这种机器，用作每头份精液密度的“内部”参考。



4. 使用 CASA 和计数室

第三方实验室经常备有计数室和 CASA 系统，用于确定公猪站提供的精液的浓度。



加热装置和温度计

精液生产中使用的许多装置需要保温或加热。这可以通过设备中的电加热元件实现，例如显微镜载物台、稀释桶和加热平台 / 加热器。加热元件会设定为一定温度，但并不能保证设定后实际温度与目标温度一致。如果表面较大，热量会流失到环境中，因此可能需要调高温度设定以补偿这部分损失。与此同时，设备的温度设定可能不准确。因此，需要每天使用经校准的温度计检查实际温度。

许多公猪站使用红外（即激光）温度计，因为与需要直接接触被测物体或被测液体的传统棒式温度计相比，红外温度计快捷、实用并且可以降低污染风险。但是，与接触式或浸入式温度计等传统方法相比，红外线的准确度可能较低，可重复性也较差。红外线的准确度和可重复性取决于设备的使用方式、与物体 / 液体的距离、使用角度和周围环境温度。使用红外线温度计的公猪站应遵循标准操作程序中所述的操作方法，并通过校准后的传统温度计检测它的准确性。

电导率 / 总溶解固体（TDS）测量仪

用于制备稀释剂的水必须经过纯化（I 型水）。作为公猪站质量保障程序必不可少的组成部分，必须在每个生产日开始之前测量电导率或 TDS，以检测稀释粉和水的比例是否正确。加入稀释粉之前，先对水进行检测。然后，充分混合并检测制得的稀释剂。由于电导率受温度影响，大多数测量仪都会自动修正该变量。但是，仍然建议在实际检测水和稀释剂样品之前，用标准溶液检查测量仪功能是否正常。

电导率 /TDS 测量仪的校准：

1. 确保标准校准溶液的温度与待测溶液的温度相同，从而最大限度地减少温度影响造成的误差。
2. 将足量（ ≥ 2.5 cm 水平线）标准校准溶液倒入清洁干燥的容器中。
3. 取下测量仪的保护端盖，露出不锈钢电极。
4. 打开测量仪，将电极浸入标准校准溶液中，使其完全浸没。电极周围不要留有任何气泡，以避免测量错误。
5. 将电极留在标准校准溶液中，直到读数稳定。
6. 调整校准按钮，让数字显示屏显示与标准校准溶液相同的值。
7. 用一定量待测液体冲洗测量仪电极。不要将冲洗部分用作测试样品，以尽量减少校准溶液的残留污染。通过这个过程，我们不需要干燥测量仪电极。实际情况不允许时，可用蒸馏水冲洗电极，然后用干净的抹布吸干。

此时测量仪已完成校准，可以测量水和稀释剂样品的 TDS。不同测量仪的操作方法可能略有不同。使用测量仪之前，请仔细阅读制造商的说明手册。

pH 计

每种稀释剂都有其可接受的 pH 范围。应使用经过校准的 pH 计检测稀释剂的混合情况和质量。pH 计的校准通常需要测量一系列具有不同温度下已知准确值的参考标准品（即 pH 缓冲液）。可按照以下方式检测：

校准前：

校准前应妥善清洁电极。如果存放过电极，请确保电极干净并且按照制造商建议处于可以直接取用的状态。

一般 pH 校准程序的主要步骤如下：

1. 打开 pH 计，留出足够的时间预热（请查看操作手册）。
2. 选择两种 pH 值与待测样品接近的 pH 缓冲液（公猪精液稀释液的 pH 范围为 6.8 到 7.2）。第一种缓冲液的 pH 值应为 7.00（用于零点调整）。第二种缓冲液应为 pH4.0。
3. 确保传感器和缓冲液处于相同温度。如果不是，请等待温度达到平衡。
4. 将所需量的缓冲液倒入单独的玻璃瓶或烧杯中。缓冲液会在玻璃烧杯中保持稳定最多 2 小时。为了尽量减少污染，不要直接在储存缓冲液的容器中校准电极。保持缓冲液容器密闭，避免吸收二氧化碳。不要将用过的缓冲液倒回存储瓶中。
5. 将电极放入第一种缓冲液中。读数稳定后，将 pH 计设置为所测温度下第一种缓冲液的 pH 值。大多数现代 pH 计具有“自动读数”功能，可以更早检测到稳定读数。
6. 在更换缓冲液的间隔，用蒸馏水冲洗电极，然后再用第二种缓冲液冲洗。或者用蒸馏水冲洗电极，然后用无绒布轻轻擦干。避免揉搓电极灯泡。
7. 对第二种缓冲溶液重复步骤 5。
8. 完成 pH 计校准后，用样品液冲洗电极，然后将电极放入样品中进行 pH 值测量。

提示

- 在使用的间隔，将 pH 电极存放在存储溶液中；按照参考手册的说明将 TDS 和电导率探头存放在安全的包装材料中。
- 使用技术设备自带的说明手册作为参考资料。
- 关键设备的最重要元件应准备好备份。
- 对于关键设备和程序，每月应练习一次备用方法，以便在意外发生时有备用程序可用。



水质

精液稀释剂生产需要 I A 型（ASTM 标准）水质。表 3.5 显示了 I A 型水的化学和微生物学要求。

表 4.5：配制稀释剂的水质要求

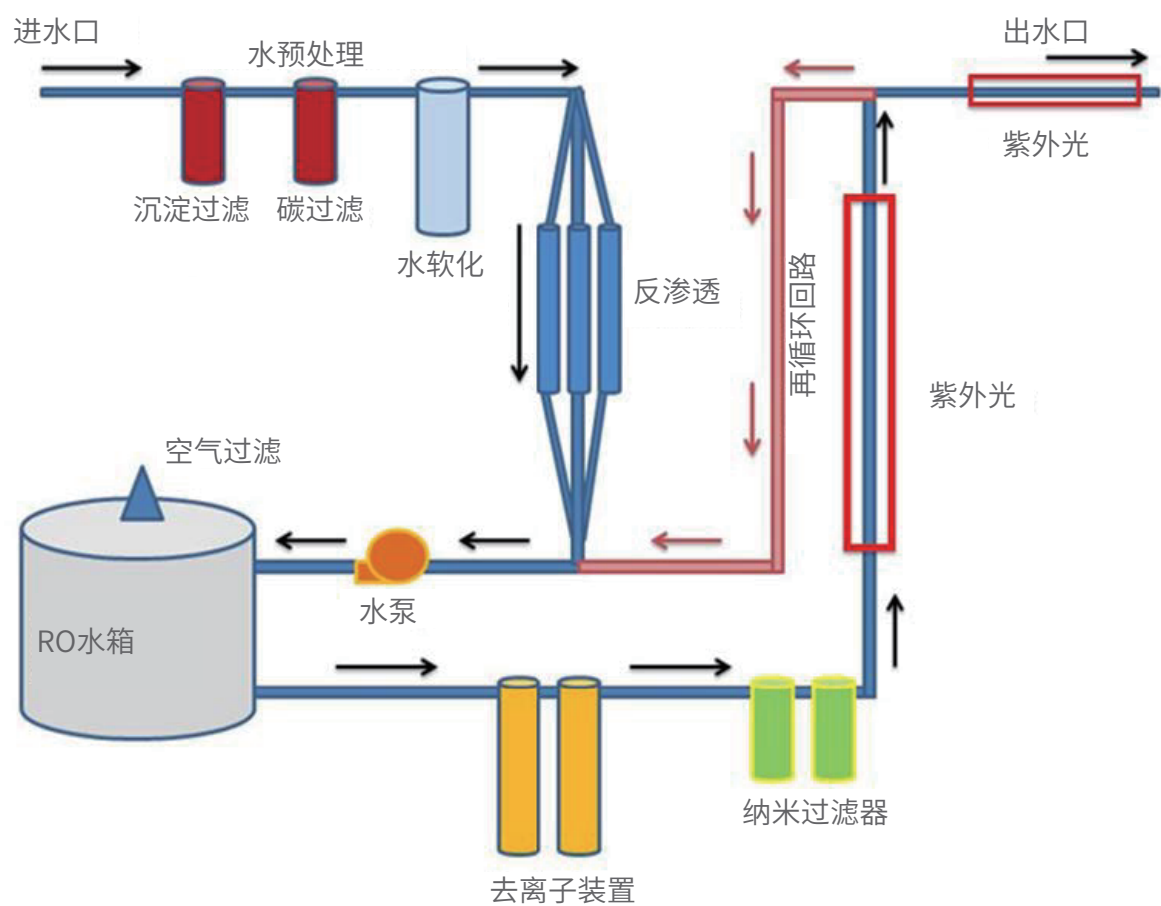
服务 / 校准时间表	I 型
25° C 下的电阻率 (MΩ -cm)	> 18
电导率 (μS/cm)	< 0.056
总有机碳 (ppb)	< 50
钠 (ppb)	< 1
氯 (ppb)	< 1
总二氧化硅	< 3
微生物学要求	A 型
异样细菌计数 (CFU/mL)	< 1
内毒素 (每毫升单位数)	< 0.03

净水系统

净水系统的选择通常基于投资回报、当地水质、风险评估、当地是否有供应商以及日常保养 / 维修等因素。一般而言，应根据系统质量、当地可用服务、所需容量（以每小时生成的水升数）和易用性（包括便于消毒）作出选择。安装净水系统时应遵循以下几个原则：

- 防止生物膜形成：
 - 避免死角。安装循环回路以保持水流运动
 - 使用柔性软管 / 管道减少转角数量
 - 减少接头和阀门的数量
 - 安装锥形储水罐
- 尽可能缩短系统与水龙头之间的距离
- 在储罐前后尽可能接近水龙头处设置紫外线灭菌和 0.2 微米（尽可能使用 0.1 微米）过滤器（用于消除微生物生长）
- 在再循环回路内安装专门的再循环水龙头（市面有售）
- 使用易于清洁的锥形储水罐
- 遵循适当的清洁和消毒程序
 - 清洁和消毒频率通常视微生物状况而定，但至少每年应进行 4 次（包括储水罐和反渗透膜）
 - 与制造商或供应商合作，制定整个系统的消毒程序，或由当地专家执行
 - 使用专门的反渗透膜清洗和消毒产品（产品应兼容反渗透膜）
 - 在系统上连接进料罐，以便安全地加入清洁和消毒产品
 - 在消毒后冲洗系统以防止残留物，并使用检测条确保程序有效
- 通过独立的第三方实验室进行微生物监测
- 消毒后更换过滤器
- 消毒后更换去离子树脂
- 如果水龙头处需要使用软管，请选择用后便于消毒的硅胶软管
- 在往稀释剂桶加液之前，将水龙头打开一段时间，以冲掉水龙头中可能存留的细菌

图 4.1：循环净水系统设计原则



备用水或应急用水

公猪站应有备用 IA 型水源，以防主要系统发生故障。管理人员应确定备用水量，需要考虑到生产量、每周生产天数（即周末与工作日和连续生产天数）、当地能否购买到供水系统部件和服务的获取、主要系统长期故障时快速补充应急用水的能力、主要系统在修复之前可能“停机”的预计时间长度（即“最坏情况”）。备用水可以从外部购买并存放在现场，到期时予以更换。另一种方法是在现场保有两个独立的水系统，每个系统都用于生产相同质量的水。即使次要水系统的产出（每小时升数）可能较低，但在需要的时候也可以在几个生产日内用它替代主系统。

水源水质

水源水也称为“原料水”（用于生产纯水的水），其水质是决定您是否需要购买水或安装现场净水系统的另一个重要因素。建议经常检测以确定和监测水源水质。尽管许多矿物质和化学物质都可以从水中过滤掉，但水源水质差可能会危及生产用水，从而影响稀释剂的质量。这会对精液质量产生不良影响。如果水源水符合饮用水质量要求，即可用于公猪站净水系统。在互联网上可以找到现行饮用水规定，包括详细的参数表和最大允许污染物。通常供应商给出的是公共饮用水的检测结果，但如果用水井作为水源，需要经常检测水质。

水源水有三个主要质量指标：

- 总大肠菌群计数。
如果总大肠菌群计数较高，在水中可能也会发现有害的病毒、细菌和寄生虫。
- 粪大肠菌群或大肠杆菌存在情况。
粪大肠菌群是总大肠菌群的一个特定种类。人类和温血动物的粪便和消化系统含有数以百万计的粪大肠菌群。大肠杆菌是粪大肠菌群的一部分，可单独检测。粪大肠菌群和大肠杆菌通常是无害的。但若检测结果阳性，可能表明粪便和有害细菌已经进入水系统。
- pH 值。
pH 值描述了水的酸性或碱性程度。水的 pH 值可能影响水的外观和口感。如果 pH 值太低或太高，可能会损坏管道或导致铅等重金属从管道泄漏到水中。

表 4.6 列出了水质要求（EPA- 环境保护局）的示例。请咨询您当地的健康 / 环境部门以了解要检测的污染物。

表 4.6：美国国家二级饮用水管理条例

无机物	含量
铝	< 0.05 to 0.2 mg/L
氯化物	< 250 mg/L
颜色	< 15 （色度单位）
铜	< 1.0 mg/L
腐蚀性	无腐蚀性
氟	< 2.0 mg/L
发泡剂	< 0.5 mg/L
铁	< 0.3 mg/L
锰	< 0.05 mg/L

无机物	含量
气味	< 3 气味阈值
pH	< 6.5-8.5
银	< 0.10 mg/L
硫酸盐	< 250 mg/L
总溶解固体	< 500 mg/L
锌	< 5 mg/L
有机物（消毒副产物 / 农药污染）	
三卤甲烷 TTHM - 总量	< 80 mg/L
卤代乙酸 HHA5 - 总量	< 60 mg/L
氯乙酸	< 1 mg/L
溴乙酸	< 0.01 mg/L

来源：美国环保局

内部质量保障和质量控制

为了确保高水平的公猪精液生产标准，QC 监控至关重要。应按照预定时间表，持续监测精液头份（最终产品）的精子细胞数量、后期活力和温度。实验室在生产流程中复检对精液产品和质量控制监测计划都很重要。其中包括，在当天的加工工作开始时，对制备的稀释剂进行精液稀释后活力测试。内部或外部监测的目标都是最终产品的测试样品有 95% 或以上符合精液产品的质量标准。

稀释剂质量控制

每种（制备）稀释剂都有 pH 值和电导率规格。如前所述，这两个参数都可以使用测量装置检测，以确保稀释剂制备正确。这些测量应在制成的稀释剂充分混合并稳定后进行。不同稀释剂需要的稳定时间不同。每次仪器校准和测量结果都应保持记录以便参考。

稀释后活力评估

应在每桶稀释剂稀释后（取 2-3 份样品）立即进行稀释后活力评估，并在 2 小时后对相同样品进行稀释后活力评估。如果稀释剂存在质量问题，就可以及早发现这些问题，并且制备新的稀释剂，避免产量大幅降低。如果使用的稀释剂超过一桶时，应在生产开始时对每桶稀释剂进行检测。及早发现问题可以留出足够时间制备新的稀释剂以便后面使用。

生产后活力评估

后期活力评估可评估生产后几天的精子活力。每 24 小时的活力下降幅度可以清楚地显示精液生产的执行是否正确。它还可以显示出精子细胞质量在有效期日前是否能维持足够的水平。总活力的目标是，在稀释粉达到有效期日时，依旧能保持在总精子细胞数 70% 以上。

有精液质量问题的公猪应在稀释前找出（如丢弃该份原精；如果问题持续存在，则暂停使用该公猪精液或进行公猪淘汰），或通过对个别精液（如有长期活力问题记录的精液）进行更加频繁的稀释后活力评估。应根据风险情况评估确定个体公猪的检测频率。为了发现生产后活力问题，每头公猪至少需要每四份原精检测一次。

要检测的样品数量取决于一个生产日生产的头份总数（参见表 3.10）。样本检测的数量需要有代表性，以监测生产流程的质量供内部参考，并使用评估结果来发现和解决问题，以防止以后继续出现。最后，企业必须确保生产的精液产品在有效期日时仍能达到最低活力水平。



表 4.7：不同置信度和错误率对应的样本数量

每周精液份数	95%	99%	95%	99%	95%	99%	← 置信水平
	10.0%	10.0%	5.0%	5.0%	2.0%	2.0%	← 偏差水平
100	25	35	44	59	77	90	
150	26	38	48	67	94	94	
200	27	39	51	72	105	117	
250	27	40	52	75	112	149	
300	27	41	53	77	117	159	
400	27	41	54	80	124	174	
500	28	42	55	82	128	183	
750	28	42	56	85	134	194	
1,000	28	43	57	86	138	204	
1,500	28	43	57	87	142	212	
2,000	28	43	58	88	143	215	
3,000	28	43	58	88	145	219	
4,000	28	44	58	89	146	222	
5,000	28	44	58	89	146	224	
6,000	28	44	58	89	146	224	
8,000	28	44	58	89	147	225	
10,000	28	44	58	89	147	225	

监测程序

- 每个批次或每次单父本采精都保留代表性数量的样本，存放入 5 毫升的样品试管（每个检测日制备一个试管）。此外，将一份样品保存在试管中（该批次 / 原精的最后一份）或包装袋中。
- 根据稀释剂制造商提供的说明重新复苏样品以便评估。重新激活步骤如下：
- 振荡（一半转速振荡 2-3 秒）或倒置精液样品管直到重新悬浮。
- 在 38°C / 100° F 的加热器中孵育样品，至少 15 分钟。
- 请注意，孵育时间取决于稀释剂的类型，具体请参照稀释剂标签 / 说明或供应商指示。应至少在到期日以及到期之前某一天完成生产后活力检查。最常见的做法是在生产后的第一天进行该检查。
- 如果检测当天显示，活力评分达不到合格标准，重新进行样品检查，核实结果。
- 如果此次检测结果与上次检测（一般是第 0 天或第 1 天）结果之间的活力差异超过每 24 小时 3%，应重新分析样品以确认结果。

表 4.8 中列出了最低标准。

监测每头份精子细胞数

为了确保达到最低阈值并确定不同头份之间的差异，需要监测精子细胞的数量。样品数量应具有代表性。最好使用 Nucleocounter® 或流式细胞仪等精确设备，这种设备价格昂贵，在商业公猪站实验室中并不普及。如果没有设备，可将检测外包给专业第三方机构。如前所述，另一种准确的方案是使用计数室（血细胞计数器）和显微镜。但是，这种流程较为耗时，需要技术熟练且经验丰富的技术人员。

温度管理

一些稀释剂可以防止温度波动导致的精子损伤。但是，采集、评估、加工、储存和运输过程中的温度管理仍然非常重要。应尽可能减小精液头份生产、储存和运输过程中的温差损伤。精液生产过程的温度管理包括以下关键：

- 记录原精到实验室的温度，从到达实验室到稀释的过程中检测精液不同位置的温度。这可以让我们更清楚材料和稀释剂需要加热到多少温度。
- 请注意，不同季节和公猪站精液抵达时的温度可能有所不同。因此需要经常测量以便调整材料和稀释剂的温度。
- 精液与精液接触材料之间最大允许温差为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ （即等温）。
- 温度计在使用前要校准或使用校准过的另一个温度计进行核查，以确保读数准确。
- 检查加热装置的温度设置（如果有这个功能）。请注意，温度设置并不一定准确，应定期用温度计检查。
- 评估活力的显微镜应该配备可加热载物台，载物台的温度应设定为 38°C（确认是否达到该温度），以使精液表现出最大活力。稀释后，应在运输前将精液逐渐冷却至 $17 \pm 2^{\circ}\text{C}$ / $63 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$ 。虽然可以买到抵御温度波动的商用稀释剂，但我们仍建议在储存和运输过程中保持该温度，除非有足够的科学证据证明不需要采取这一做法。



微生物检测

微生物检测通常由外部专业实验室进行，但也可以在内部进行。对精液产品使用的水、稀释剂和环境（如假母台以及台面和水槽 / 排水管）进行采样。

外部质量控制

出于多种原因考虑，需要对最终产品（精液）进行外部质量控制。这样一方面可以确保设备校准正确，也可以保障精液质量（密度、体积、形态、微生物和活力）在可接受的范围内。

在经过认证的独立精液实验室对以上五个精液指标进行常规外部监测是质量控制的一大要素。此类实验室的好处是会使用 CASA 系统进行活力评估，并使用精确且经过验证的方法来确定浓度，例如 Nucleocounter® 或流式细胞仪。形态评分最好是用固定湿样或染色的精子细胞，在 1000 倍放大倍率下人工评估，记录所有具体的异常分类。

表 4.8：精液到期时应达到的最低标准

精液参数	最低标准
体积	偏离目标 < +/- 2 ml
每头份精子细胞数	偏离目标 < +/- 8%
细胞活力	> 70%
每 24 小时的活力损失	< 3%
凝集	< 30%
异常精子细胞（包括原生质滴）	< 30%
仅原生质滴	≤ 20%
细菌污染	< 30CFU/ml

* 在 37°C 有氧培养 48 小时后测量

微生物检测

精液产品中的细菌可能会降低精液质量。精液稀释剂含有抗生素，可以灭活精液中的细菌。但如果污染较为严重，抗生素浓度可能不足以灭活所有细菌。细菌对抗菌素的耐药性是精液细菌污染的另一个原因。通过对精液进行微生物学检测，可以深入了解精液生产的卫生水平。必须定期检测水和稀释剂。精液中发现的大多数细菌源自动物、人员或环境，并且在有氧条件和 20°C 到 45°C 之间的中等温度下生长最为旺盛。因此，微生物检测可以在 37°C 和有氧条件下进行。

下述列表展示的是进行微生物检测需要考虑的因素：

- 微生物检测应在稀释剂稀释后至少 24 小时进行，让抗生素有充足的时间可以灭活细菌
- 竞争导致某些细菌繁殖速度较慢，只能在其他细菌失活的情况下繁殖。因此，即使新鲜样品中未观察到生长，对存放时间较长的样品取一部分检查也可能观察到细菌生长
- 如果经常发现细菌：
- 有必要鉴别出污染来源
- 使用一组抗生素（含稀释粉所添加的抗生素）分别检测细菌敏感性，以了解是否有耐药性问题

HACCP

HACCP 表示危害分析及关键控制点，HACCP 是食品生产中使用的系统的预防方法，用于从生物、化学和物理角度确保食品安全。它可以分析生产过程中可能导致成品不安全的危险因素，并设计测量方案以降低风险水平。这种方法非常适合于精液生产。HACCP 的七大原则如下：

1. 进行危害分析：找出会导致精液质量不合格的危险因素，如：

- 冷冲击
- 细菌污染
- 稀释剂制备错误
- 水质
- 交叉污染
- 温度变化
- 有毒物质等

2. 确定关键控制点

分析从采精到精液包装、储存和运输每一个步骤以及所有用过的材料。精液生产的关键点包括：

- 水质（化学和微生物）
- 稀释剂质量（pH 值和电导率）
- 抗生素有效性
- 污染点
- 接触精液的材料中存在毒性物质，如如乳胶或含粉手套、漂白棉纱布、软管中的清洁剂残留物等

3. 确定控制水平

每个控制点都需要设定控制水平，如：

- a) 微生物状态：
 - i. 精液产品：30CFU/ml
 - ii. 清洁后台面：<3 CFU/cm²
 - iii. 稀释粉：<1 CFU/ml
 - iv. 纯水（用于稀释剂制备）<1 CFU/ml
 - v. 水源：大肠杆菌 <1 CFU/100 ml
 - vi. 清洁后的假母台表面：<10 CFU/cm²
- b) 温度：
 - i. 显微镜盖玻片、载玻片和样品试管的加热板和加热器：38°C ± 1°C
 - ii. 显微镜加热载物台：38°C ± 1°C
 - iii. 塑料内衬、软管和袋子：如果从储存点取出，应确保加热时间足够，使温度至少达到室温（20°C）且不高于稀释后的原精温度
 - iv. 稀释剂：稀释前原精温度 ± 2°C
 - v. 冷藏室：17°C ± 2°C

4. 监测关键控制点

确定 CCP 并确定关键控制水平之后，获取代表性数量的样品并进行相关检测

- a. 对于用于制备稀释剂的水，应测量电导率，对于稀释剂，应测量电导率和 pH 值
- b. 精液到达实验室时测量温度并检查稀释剂的温度
- c. 经常（每季度一次）分析水源（入口处）有无重金属和有机物
- d. 检测水、稀释剂和精液产品有无微生物污染
- e. 检测清洁后表面的污染情况，以检查消毒程序的有效性
- f. 使用实验室的秤之前，先用标准砝码检测
- g. 每次生产前，应检测加热装置的温度

5. 确定纠正措施：

如果与规定的水平不符，需要采取纠正措施。

纠正措施的一个重要目的是避免将影响受孕率的不合格精液产品销售出去。纠正措施应包括以下要素：

- 找出并纠正不合规的原因
- 确定不合规产品的处置方式
- 记录已采取的纠正措施

示例：

- 被细菌污染的净水
- 对净水系统进行消毒

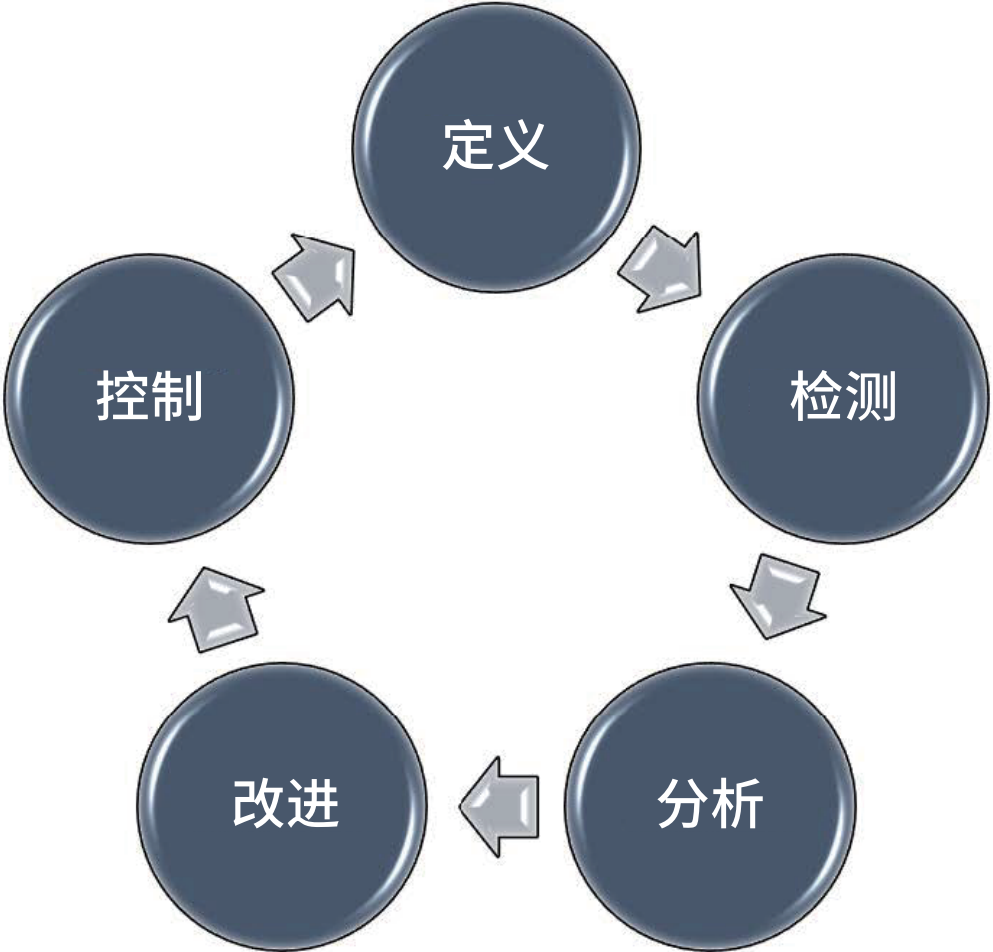
- 更换树脂 / 过滤器
 - 清理储水箱
 - 检查 UV 过滤器并根据需要更换
 - 外购净水生产稀释剂，或将水煮沸（具体取决于所需体积）
 - 如果还有污染，您可能需要考虑重新设计净水系统，方法包括水再循环、更换储水箱或更换 / 升级紫外线灯能力
- 完成更改后，将偏差、纠正措施和测试结果记录在日志中

6. 制定程序以验证 HACCP 方法能够发挥预期的作用：验证方案可包括诸如审核 HACCP 计划、CCP 记录、关键控制水平（基于监测结果）、微生物检测样品数量和检测频率等活动。

7. 保存记录

记录非常重要。应记录检测结果，对结果进行分析，利用得出的信息改进程序。重新设定最低标准，以改善对生产流程的控制，降低风险。

图 4.2: HACCP 原则



快捷查询

更多信息

冷却

- 原精抵达温度为 32-37°C
- 第一步稀释应确保等温
- 最后稀释温度应不低于室温
- 冷却至 16-18°C
- 减缓冷却速度有助于延长精液有效期

包装与运输

- 需要单独的泡沫盒用于精液运输
- 用冰袋或暖手宝有助于在寒冷 / 炎热天气下保持温度稳定
- 包装方式应有助于提升生物安全
- 监测运输温度，提升质量控制

到达农场后的处理

- 将精液保存在 16-18°C
- 事先安装良好的储存设备（温度控制、规格、常规维护）
- 常规检查储存温度是否达标
- 到场精液尽可能在 3 天内用完



第五章

精液到场处理



精液处理对于精液质量的维持，确保农场有良好的受胎率至关重要。这一章节将关注生产后的精液冷却，精液运输和场内精液处理。

精液冷却

考虑到原精和室温之间的差异，精液的冷却工作应从原精采集完开始。温度管理的流程应专注于原精的逐步冷却，从而在及时达到合适的运输温度的同时，尽可能减轻低温对精子细胞的负面影响。下表列出了不同阶段的温度管理流程和最佳操作方式。注意：使用高级稀释粉可能可以轻微加快冷却速度（参考稀释粉生产商意见）。加快冷却速度一般会导致保存 3 天后的精液的使用寿命受到影响，尤其当受到其他因素的共同影响时。

表 5.1 精液采集后不同阶段精液温度和最佳实践参数

阶段	说明	标准
采精到抵达实验室	维持温度	原精到达实验室时温度为 32-37°C
第一次稀释 (一般按照 1:1 预稀释)	等温 - 原精和稀释粉在同一温度	温差不超过 ±2°C
最后一次稀释		
方案 1	加入 30°C的稀释剂	温差不超过 ±2°C

阶段	说明	标准
方案 2	在第一次稀释后，等待精液降温到室温	至少等待 15 分钟的降温时间
方案 3	加入不低于室温的稀释剂	最低 20°C
稀释后	将稀释后精液置于室温进一步等待降温有利于精液质量	在约 20°C 放置 1.5-2 小时
运输前主动降温	降温到 16-18°C	冷却曲线应为 0.07-0.1°C /min

发货前使用冷藏室储存和冷却精液。保持温度在 16-18°C，使用换气扇保证空气流通。使用自动记录设备记录冷室内的每日高温和低温。

使用金属搁架或手推车搬运、储存和冷却精液。这些设备的设计可以提供最佳的冷空气流量，让稀释后的每份精液更均匀地冷却到保存温度。

冷却系统加上冷室内充分的空气循环，是及时将每份精液温度降低至所需范围的关键。

精液包装和运输

精液包装的目的是在运输和交付过程中保护每份精液免受冷暖环境温度影响，以及物理损伤，日晒等。在农场使用之前，持续保持每份精液温度在 17°C，温度波动不超过 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

如果精液是由公猪站自己的配送员配送，最好的选择是为运载工具配备车载冷暖箱。冷暖箱应该能够兼具冷却和加温功能，并且具有外部显示屏，以便定期检查内部温度。内置换气扇有助于循环空气，保持整个箱内温度相同。装箱时，内部应留出足够空气流通的空间。使用这种冷暖箱运输的精液不需要聚苯乙烯泡沫塑料盒等特殊隔热包装材料，只需使用双层塑料袋或纸袋（卸货前取下外层包装袋）就足够了。

如果精液通过快递服务（邮政、顺丰等）或航空件运送，通常没有温控车辆，并且包裹可能需要承受极端温度波动。以下因素可以减少运输温度波动，从而保护精液：

- 确保精液在包装前维持在最终储存温度。
- 使用单层加厚或双层聚苯乙烯泡沫塑料盒包装精液。
- 用铝箔包裹内层泡沫盒（双层泡沫盒体系），或直接包裹泡沫盒（单层泡沫盒体系）。铝箔也可以用作内层包装，直接包裹精液。
- 使用凝胶袋保持精液周围的运输环境稳定，一方面可以填充空余体积另一方面也可以调节温度，帮助减轻波动。温袋（17°C）应直接与精液接触。

- 如果用的是两层泡沫箱，在两层泡沫箱的间隙添加冰袋也可以缓解环境高温的影响。相反地，如果运输过程中环境温度较低，可在空隙中放置加热凝胶袋。
- 将外层泡沫箱装入纸板箱以增强保护。
- 加装小型电子温度记录设备来跟踪运输过程中的内部温度，这有助于找出包装和装运程序中的问题。
- 尽可能缩短精液运输时间。

精液包装的目的不只是保护精液，也有助于改善生物安全，尤其对于非瘟疫区。因此，建议包装三层（例如，增加额外的塑料袋），以便在抵达母猪场之前，每经过一个运输节点能够取下一层包装。

到场精液处理

理想情况下，精液货件应由快递员或商业快递卸放在农场之外的地点，从而保持农场和公猪站的生物安全水平。卸货点可以设置一个 17°C 的存储设备，由司机将货箱放在该设备中。农场工作人员应了解卸货时间，以便在货物完成消毒后及时取货并转移到存储间（见表 1.2 第 I 节）。

场内精液存储关键点见下方：

- 除非使用了特殊的低温储存介质，精液应在 16-18°C 间储存。储存温度超出这一范围的精液应避免使用。
- 使用带浪涌保护器和风扇的冷柜。需兼具加热和冷却功能。
- 精液冷柜应距离墙面至少 2.5cm，以确保工作效果。
- 冷柜架应有充足空间确保空气流转充分。
- 在放入冷柜之前，精液应拆除包装。
- 将精液横向宽松放置。
- 冷柜不要放置过密：与生产商核实对应型号的最高存放量。如果生产商没有提供标准，则按照每份常规精液 0.6 L 的密度放置。
- 每日记录冷柜的温度，以及库存检查人的姓名。
- 使用多个带有外部显示器的数字温度计。在冷柜的不同位置放置传感器（靠近冷却 / 加热元件、靠近门，以及冷柜中部）。
- 尽可能在生产后三天内使用精液，并根据当前库存量订购新的精液。
- 将精液放在隔热容器中送至配种舍，使用 17°C 凝胶袋保持温度。
- 带到配种舍的精液都应在 1 小时内使用。

快捷查询

更多信息

遗传

- 每头公猪都能影响到 5 万头商品猪的生产性能（曾祖代公猪）
- 遗传潜力能够提高盈利能力
- 父系公猪的每个指数点能够为每头后代提升 0.098 美元元的利润潜力
- 按照最佳替换率，积极地进行公猪订单安排
- 按照遗传价值，积极管理公猪淘汰（优先进行必要的生产问题淘汰）
- 通过减少公猪掉队，积极地进行公猪留存管理
- 目标替换率应为：
 - 曾祖代公猪 130%
 - 祖代公猪 100%
 - CBV+/ Profit+、Max 公猪（群体内现有最高指数的终端公猪）约为 95%
 - 标准人工授精终端公猪为 70%



第六章

遗传



这部分将概述遗传管理的重要性，提出一些建议，并介绍 PIC 为公猪站管理人员的决策而开发的一些工具。

遗传管理的重要性

公猪站发出的每一份精液都会对后代的生产性能（进而对利润）产生极大影响。假设平均每次采精产出 30 头份，影响到的商品猪数量可能高达约 50000 头（表 4.1）。

表 6.1：每份精液可能影响到的商品猪数量

终端公猪	196 头商品猪
祖代公猪	每窝 4 头康贝尔母猪选种成功 - > 每头康贝尔母猪终身生产 60 头商品猪 - > 3,360 商品猪 - 每份原精
曾祖代公猪	每窝 4 头纯系后备母猪选种成功 - > 每头纯系后备母猪终身生产 15 头康贝尔后备母猪 - > 每头康贝尔母猪终身生产 60 头商品猪 - > 50,400 头商品猪 - 每份原精

来源：美国环保局

PIC 公猪的选育是依据其后代在商业生产中的性能潜力。选育计划的重点在于最大限度地提高 PIC 猪在客户场的盈利能力，因为 PIC 指数参照的是猪在所有利润点上的遗传潜力。PIC 指数值显示，终端父系指数每提高一分，都相当于每头子代 0.098 美元的利润增长潜力。对于母系，指数每提高一分相当于每头子代 0.052 美元的利润增长潜力。这使得遗传指数成为公猪站库存管理的重要考虑因素。

管理猪群遗传潜力

公猪站的遗传潜力会随着时间的推移而增加，公猪所产生商品猪的价值也随之增加。在实际中，这是通过引入高指数公猪来替代低指数公猪来实现的。有三种策略可以优化公猪站对生产体系的贡献：

1. 积极地按照最佳替换率进行公猪订单安排
2. 按照遗传价值，积极管理公猪淘汰（优先进行必要的生产问题淘汰）
3. 通过减少公猪掉队，积极地进行公猪留存管理

尽管遗传潜力是公猪站影响猪肉生产经济效益的主要因素，但公猪站的运营成本也是一个重要的考虑因素。年轻公猪遗传价值的提升能够为商品猪成绩带来提升，而公猪随着生产年龄增长每头份精液的对应成本将会降低，我们推荐的替换率旨在在两者间取得平衡。通常情况下，替换率目标约为：

- 曾祖代公猪 130%
- 祖代公猪 100%
- CBV+/ Profit+、Max 公猪（群体内现有最高指数的终端公猪）约为 95%
- 标准人工授精终端公猪为 70%

最佳公猪使用年限（OBL）

PIC 的 OBL 工具可以帮助公猪站管理人员根据每头终端公猪对生产系统的贡献，安排淘汰的优先顺序。这一计算主要由公猪当前的遗传优势及其年龄（用于评估剩余生产年限和预期精液产量）决定。一头公猪在公猪站的一生中，总利润贡献是这两个因素的组合，然而随着公猪年龄的增长，这两个因素在整个体系盈利能力上的相对比重会发生变化：

- 刚开始生产精液时：
 - 遗传优势：相对于公猪站年龄较大的公猪，年轻的高指数公猪对于生产体系意味着较新 / 较高的遗传潜力，由其精液头份生产出的商品猪在生长 / 育肥的过程中性能潜力较高。这是年轻高指数公猪的主要价值驱动因素。
 - 精液产量：公猪在进入公猪站的初期，精液产出水平最低，此时每份精液的成本最高。
- 在公猪站几个月之后：
 - 遗传优势：公猪指数开始降低。由于生产公猪的遗传优势会被与 PIC 遗传农场中用于替换的小公猪进行比较，相对于年老公猪，新公猪进群将能够带来更高的生产成绩。
 - 精液产量：公猪达到其精液生产曲线的顶峰，生产体系的每头份成本降低。在这个阶段，公猪站的成本优势平衡了公猪遗传价值的降低。
- 在最佳使用寿命结束时：
 - 遗传优势：公猪指数继续降低，意味着使用更年轻的公猪能够为商品场层面的生产潜力带来持续提升。
 - 精液产出：公猪的精液生产曲线达到稳定期。这头年长公猪较低的每头份生产成本，不再能够抵消新公猪带来的遗传潜力差距。此时，生产体系可以通过用高指数年轻公猪代替老公猪来获得更多价值。

使用最佳公猪使用年限可以确保 PIC 遗传农场实现稳健的遗传改良，从而实现商品猪出栏成绩的差异化。



其他工具

PIC 在不断寻找机会，使用最好的信息进一步改良公猪站的服务和产品。我们将为不同公猪站客户定期提供的精液质量数据纳入整体指数计算，力求不断提高公猪精液质量。PICtraq® 还为公猪站提供了其他不同分析工具。如需了解更多信息，请联系 PIC 遗传服务代表。



PIC 中国

地址：上海市闵行区申长路 1588 号虹桥平安财富 1 号楼 805 室

邮编：200233

电话：862134612020

网址：<https://cn.pic.com>

 Never Stop Improving

PIC® 2024