TECHBANK
Create Your Value

应用先进育种技术，培育健康优质种猪

傅 衍

我国的育种模式

- 联合育种（应对我国育种企业小而多的困境）
  - 全国性
  - 区域性/省 → 效果在我国不理想
  - 中外联合
- 大公司育种（现在我国时机已经成熟）
  - 专业育种公司
  - 一体化大公司

二十多年前在广东中山探讨全国联合育种

20多年前，为遗传评估和
联合育种五教授结为兄弟

老大王爱国/德国慕尼黑工大博士

老二张勤/德国霍恩海姆大学博士

老三傅衍/德国柏林工大博士

老四陈瑶生/英国爱丁堡大学博士后

老五李学伟/德国哥廷根大学博士

联合育种二十年
- 效果不理想

看我们五兄弟：
坚持不懈蹉跎岁月写在脸上，
潜心学问遗传密码藏在心里。

赞我们五兄弟：
当年欧洲回来是破格晋升的新科教授，
今天老当益壮是不服岁月的年轻老人。

亲手种下了同根五分枝的兄弟树

我国的育种模式

- 联合育种（应对我国育种企业小而多的困境）
  - 全国性
  - 区域性/省
  - 中外联合

→ 效果在我国不理想

- 大公司育种（现在我国时机已经成熟）
  - 专业育种公司
  - 一体化大公司

非瘟使我国猪的育种模式转变加快

- 联合育种（应对我国育种企业小而多的困境）
  - 全国性
  - 区域性/省
  - 中外联合
- 大公司育种（现在我国时机已经成熟）
  - 专业育种公司
  - 一体化大公司（价值育种）
- 大量的小育种场（包括大型养殖企业内的核心场）定位为生产核心场

TECHBANK Create Your Value

非瘟要求封群生产，减少种猪及运输风险

10%的大白猪/闭群生产
10%（500头），既用于纯繁替换大白猪群，又用于生产二元母猪

5000头的母猪场中，的500头大白母猪

每周分娩23窝
配种26头母猪
每周断奶：
23x10.5=240

持续的遗传改良通过优秀的公猪精液实现

120头♀可作为后备母猪培育

第1周　2　3

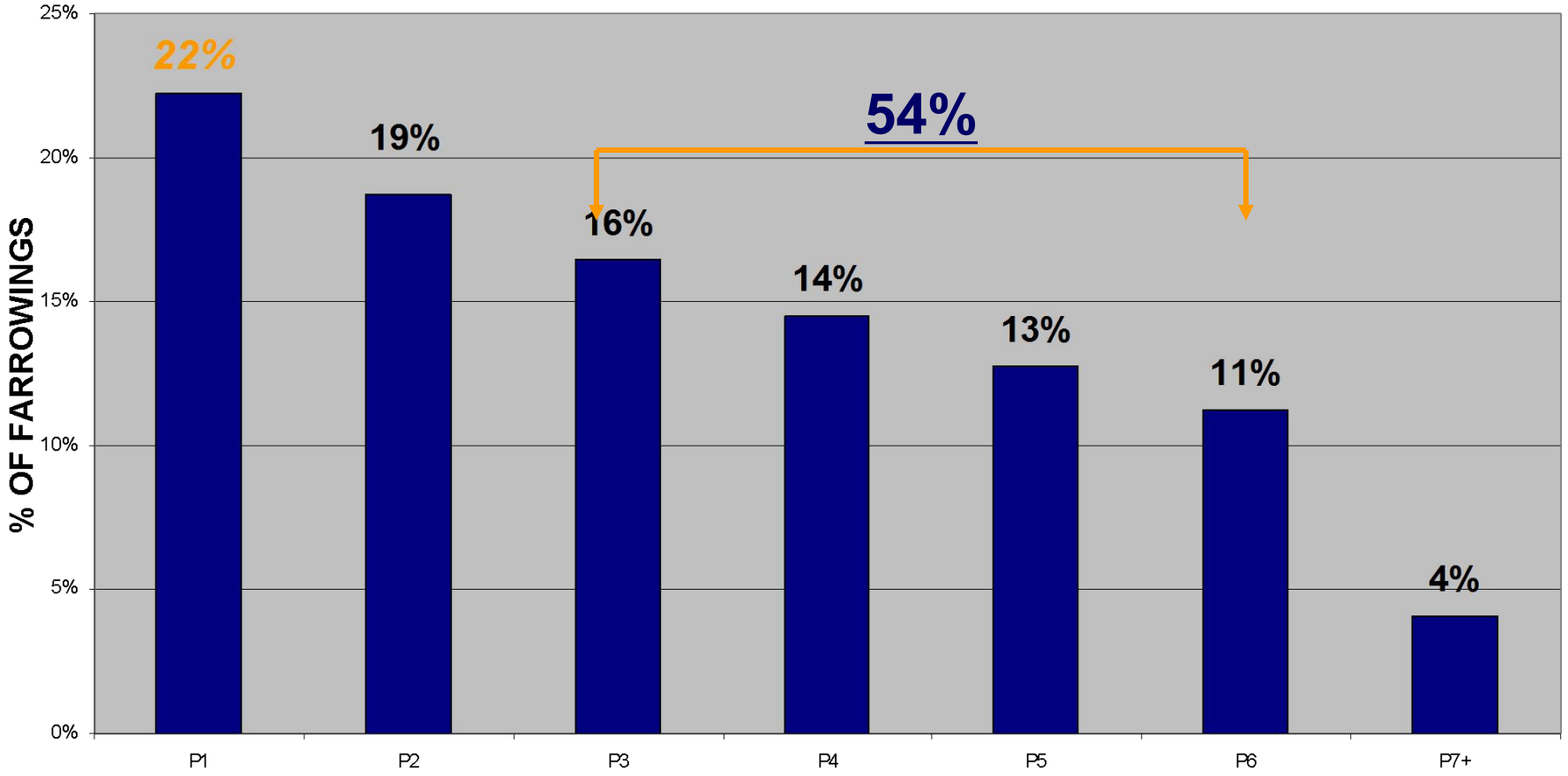
240　240　240　……

1　2　3

年替换率50% 时，全年需后备猪2500头，每周需要后备母猪入群：2500/52 = 约50头（指分娩数），实际每周需后备母猪：
50 x 120% = 60

理想的胎次结构是稳定的高性能的前提

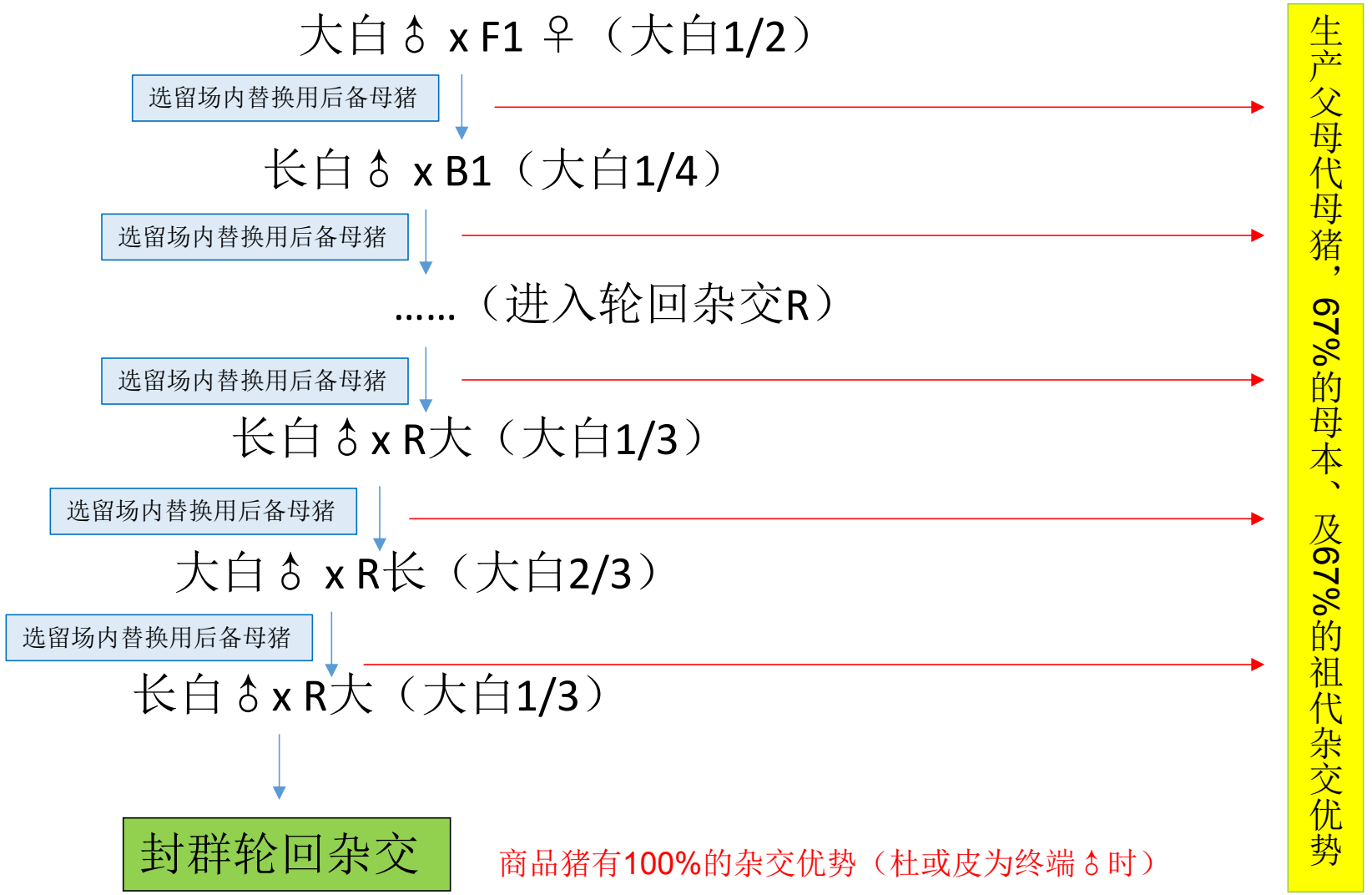
封群生产时，后备可以均匀入群，有利于保证理想的胎次结构



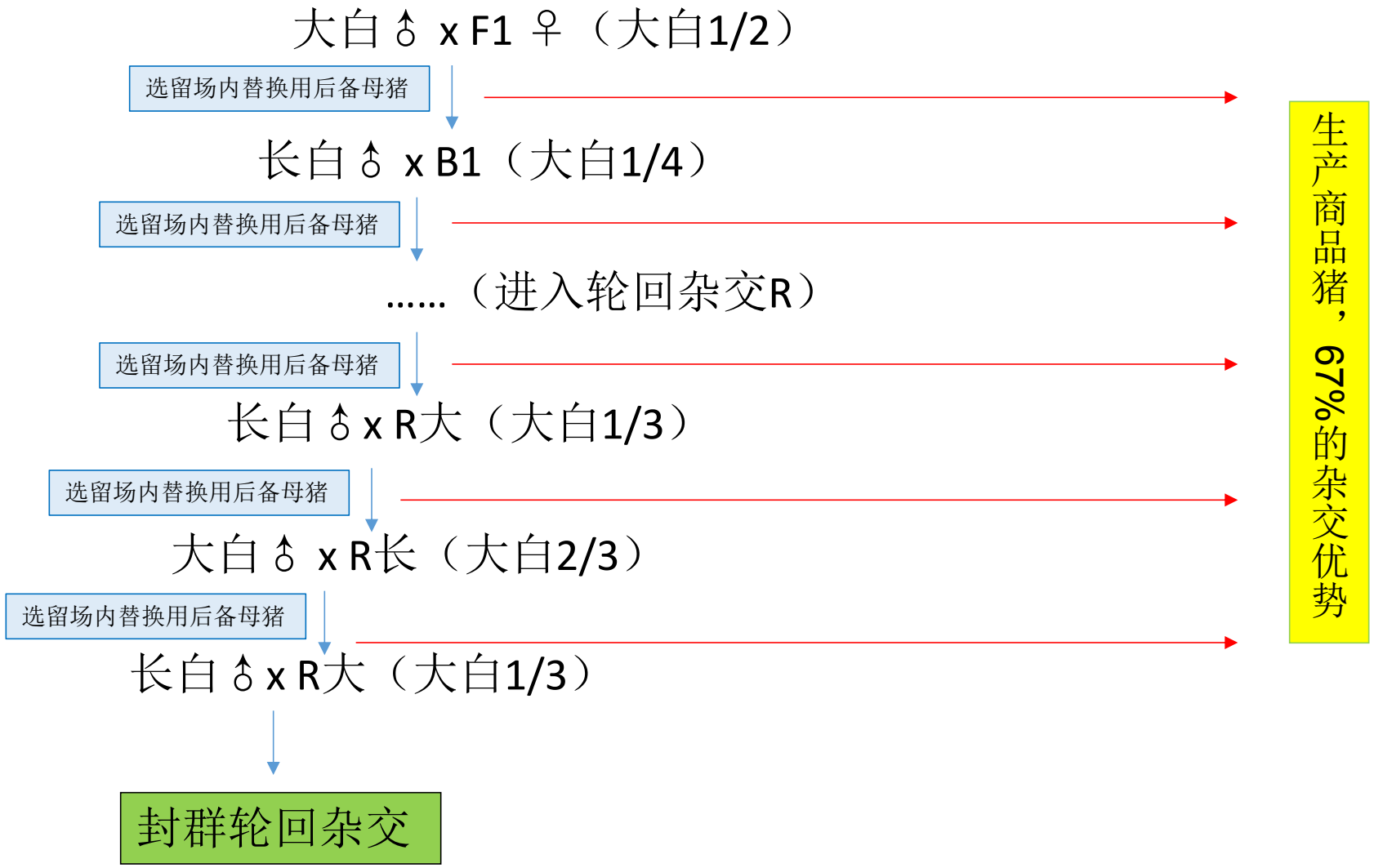
希望母猪场有54%的分娩母猪是在第3-6胎之间（性能最高的阶段）
希望后备猪占22%，这是维持母猪群长期稳定和高的生产力的基础

每季度要查1、2胎的%

父母代母猪场转为封闭式扩繁场



或轮回杂交商品母猪场


大白♂ x F1 ♀（大白1/2）
选留场内替换用后备母猪
长白♂ x B1（大白1/4）
选留场内替换用后备母猪
……（进入轮回杂交R）
选留场内替换用后备母猪
长白♂x R大（大白1/3）
选留场内替换用后备母猪
大白♂ x R长（大白2/3）
选留场内替换用后备母猪
长白♂x R大（大白1/3）
封群轮回杂交
生产商品猪，67%的杂交优势

二元、回交及商品母猪的产仔数推算

活产仔数	二元母猪	回交母猪	杜长大母猪	皮长大母猪
杂交优势 5%	14.19	13.85	12.03	12.40
杂交优势 8%	14.59	14.05	12.37	12.75
杂交优势 10%	14.86	14.19	12.60	12.99

1）根据天邦史记贵港核心场的窝产活仔数计算所得
2）贵港场窝产活仔数：大白13.83、长白13.19、杜洛克9.4、皮特兰10.1
3）如天邦广西某母猪场2018年1-12月三元母猪性能为（1-5胎，共6904窝）：平均总产仔12.98，产活仔12.32，与理论推算很接近

商品猪作为母猪使用，只要管理到位，还是有不错的产仔数

硬件是基础

池州核心场（1500头规模）

2013年8月22日从美国引种 996头

96套自动喂料器，一台 CT 测定仪

贵港核心场（3000头规模）

贵港公猪站（600头）

贵港公猪站（600头）

新技术的应用

- 大数据育种
- 从EBV到CBV
- 基因组评估技术
- 抗病及肉质育种
- CT测定技术
- 基因组编辑技术
- 多组学的分析

新技术的应用

- 大数据育种
- 从EBV到CBV
- 基因组评估技术
- 抗病及肉质育种
- CT测定技术
- 基因组编辑技术
- 多组学的分析

数据的数量和质量是育种的关键

数据来自于信息记录、性能测定、基因组分析

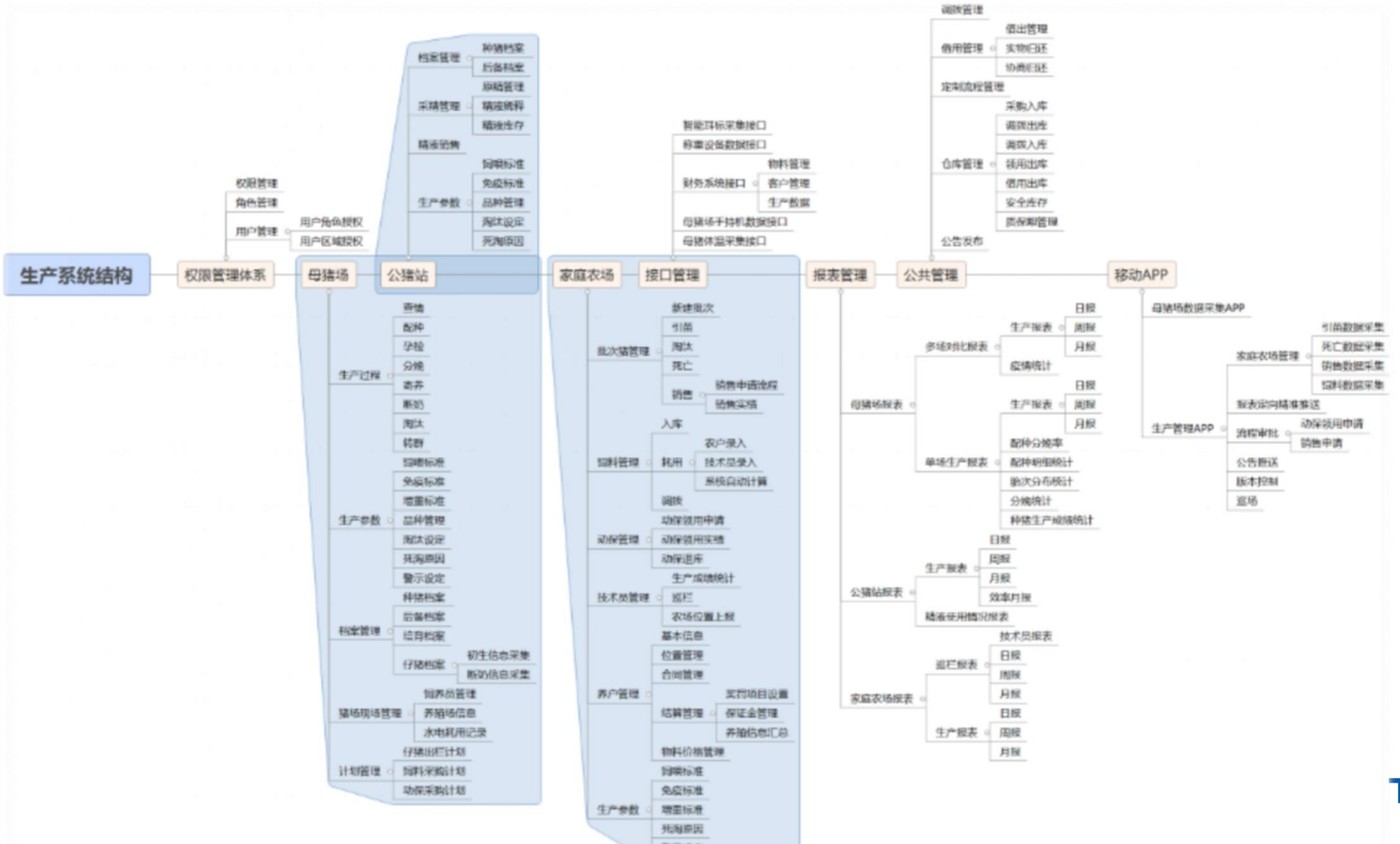
- 个体测定的数据
- 亲缘个体的数据
- 环境影响的数据（不同猪场、年份、季节等）
- 杂交后代的数据
- 屠宰场的胴体、肉质数据
- 分子标记的数据（50K的芯片）
- CT扫描的数据（每头猪 2-3 G）

池州核心场：96套自动喂料器
贵港核心场：200套
2013 07 07

核心场活体测定背膘和眼肌厚度

测定数据直接上传

生产管理系统Saas结构



移动端覆盖全部链条

手持机采集生产现场数据

生产环节覆盖
养殖数据沉淀

育肥阶段管理

小程序平台
持续扩充

生产环节的智能化和数字化，提供了大量的信息

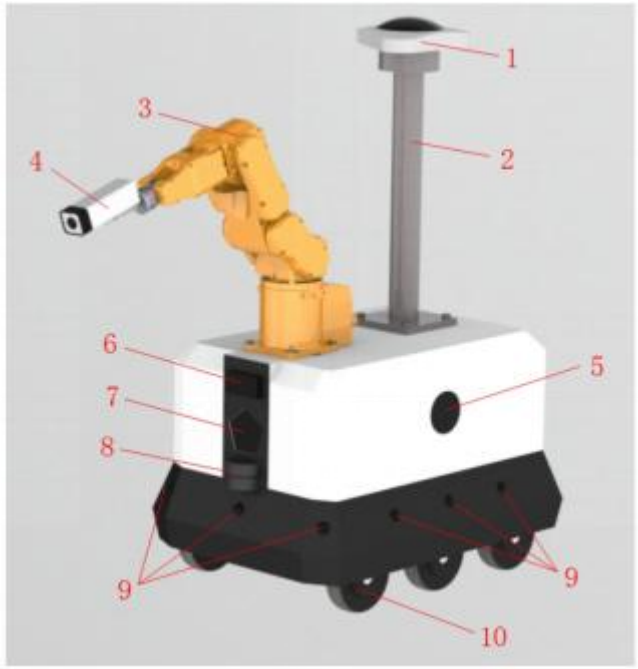
称量精度高，工作状态稳定；

内置数据模型，自动计算猪只活动时动态重量；

具备WIFI、蓝牙、4G等无线传输功能；

与耳标系统数据打通，耳标号码和猪只单猪匹配记录；

猪场生产无人巡检、数据采集（研发中）

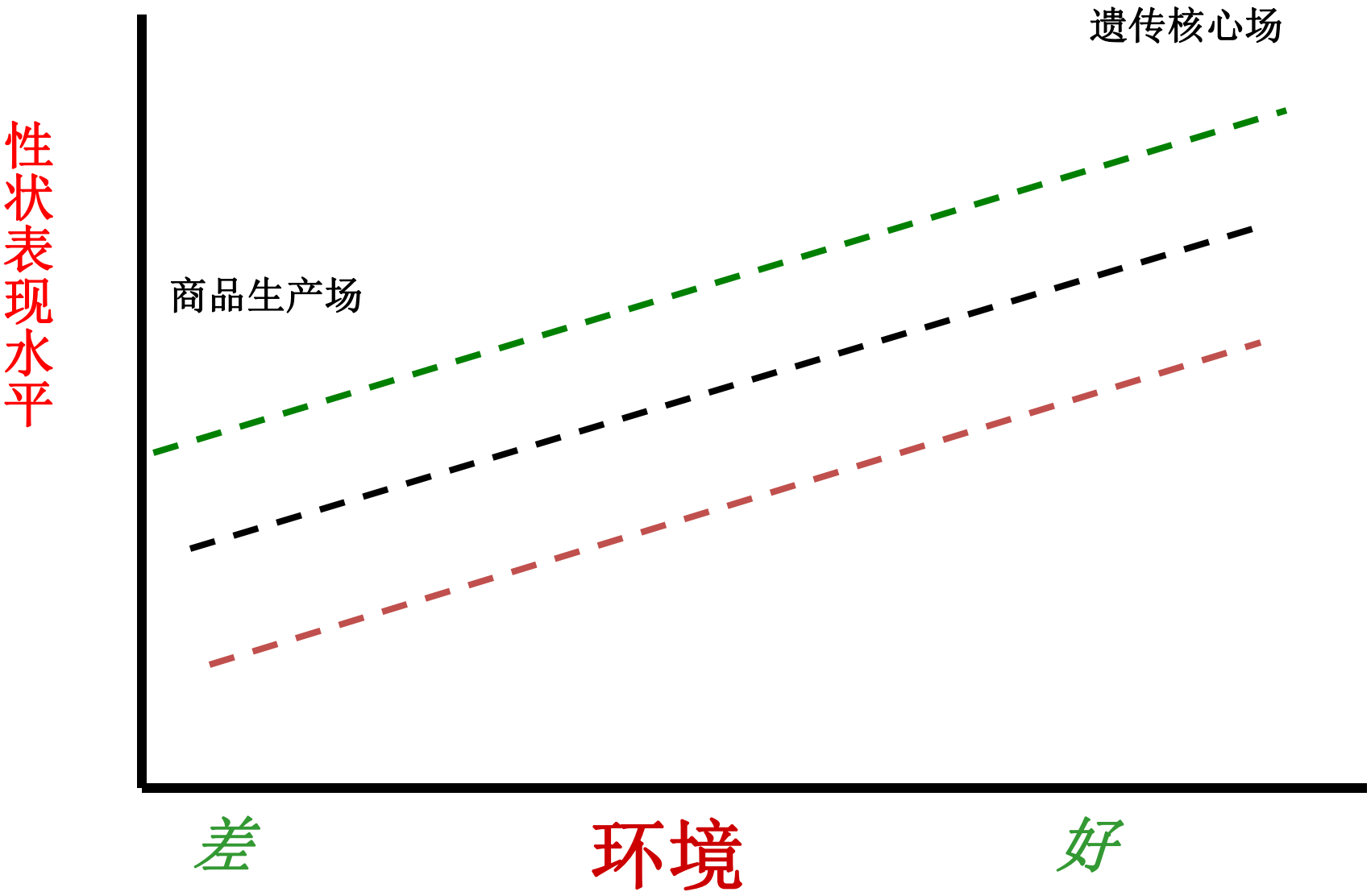


1.全景相机
2.相机固定支架
3.六轴机械臂
4.枪机摄像头
5.立体声音箱
6.双目视觉传感器
7.温度、湿度、CO2浓度和氨气浓度环境参数感知传感器
8.激光雷达
9.超声波雷达
10.轮独立悬架全地形底盘

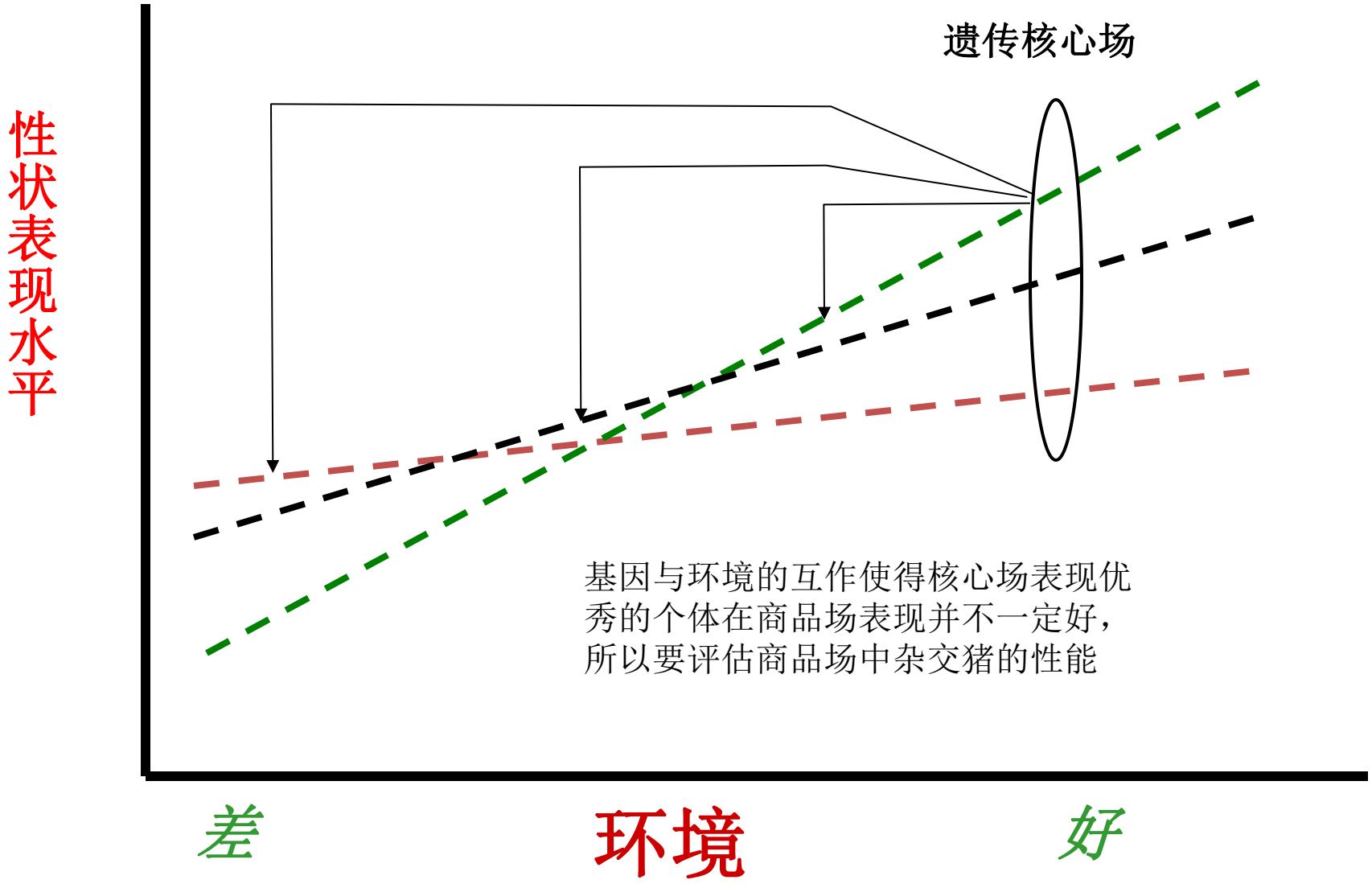
新技术的应用

- 大数据育种
- 从EBV到CBV
- 基因组评估技术
- 抗病及肉质育种
- CT测定技术
- 克隆技术
- 基因组编辑技术
- 多组学的分析

要做商品场的性能测定



基因与环境的互作


遗传核心场
性状表现水平
基因与环境的互作使得核心场表现优秀的个体在商品场表现并不一定好，所以要评估商品场中杂交猪的性能
差
环境
好

育种值估计中考虑基因与环境的互作

现象: 商品场的遗传改进与核心场的遗传进展不一致

纯种估计的育种值 EBV

到

纯种+杂种估计的育种值 CBV

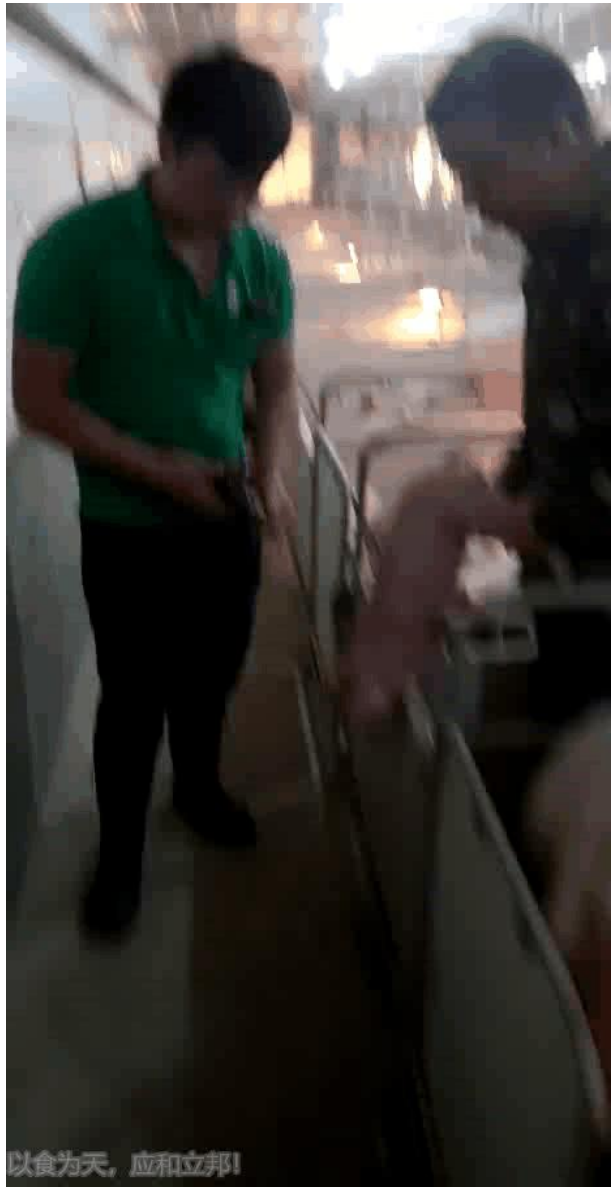
关键：商品猪性能的获得、系谱的跟踪

- 超高频芯片应用

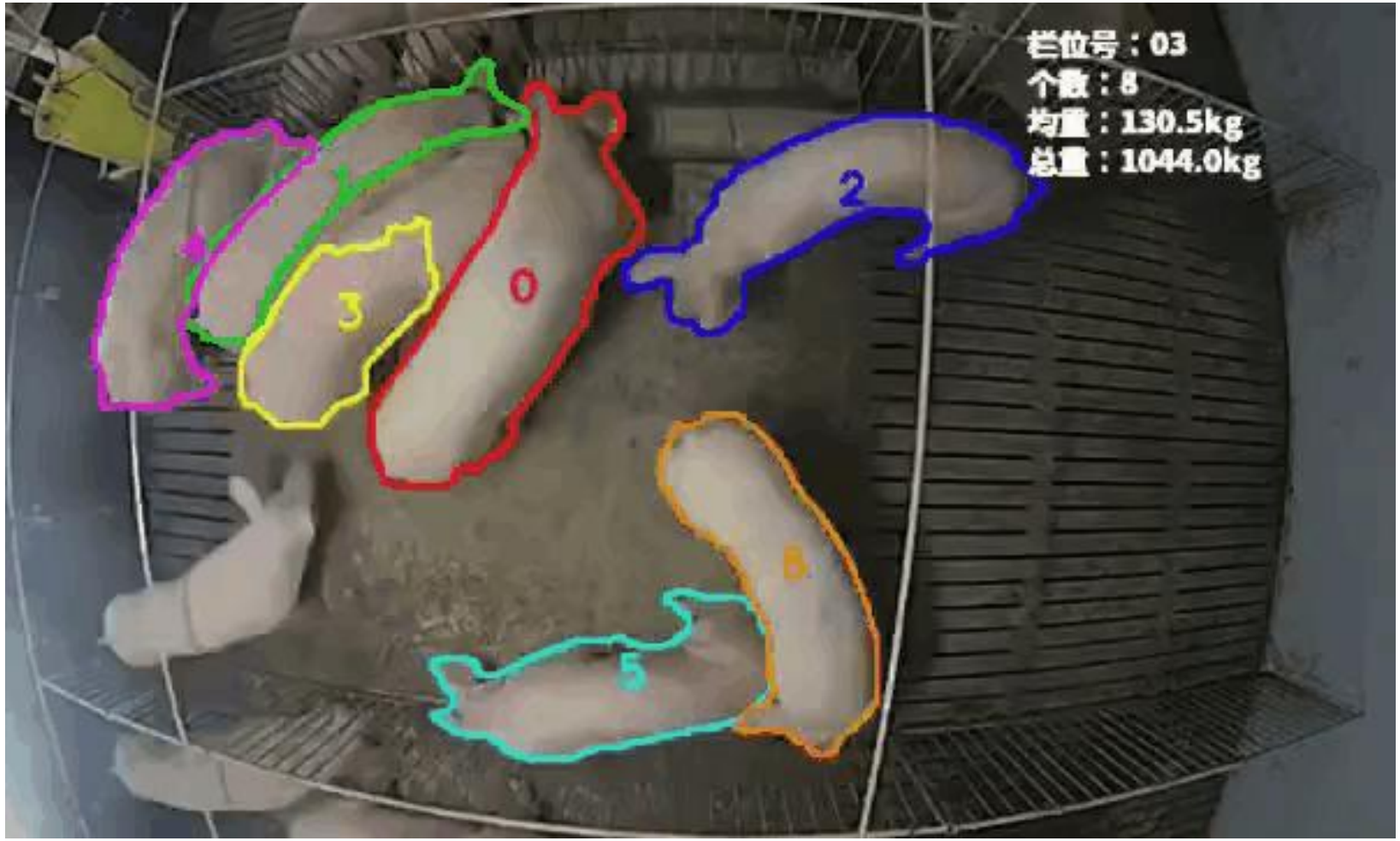
芯片标识个体，跟踪商品猪的系谱和性能

具有八项专利；打耳标省力、省时、效率高；打耳标时耳标号码自动上传

准确记录仔猪耳标号，同时关联母猪ID、猪场ID、家庭农场ID与生产系统数据打通



视频点数估重



山东黄徐庄场测试数据			
序号	仔猪数量	读取数量	**识别率**
1	250	250	**100%**
2	100	100	**100%**
3	99	99	**100%**

猪只健康的关注

自动获取体温

适应性、抗病力的选择

新技术的应用

- 大数据育种
- 从EBV到CBV
- **基因组评估技术**
- 抗病及肉质育种
- CT测定技术
- 基因组编辑技术
- 多组学的分析

应用基因组选择的前提

1. 分布于基因组的大量的 SNPs

   人类 >90m; 牛 >5m; 猪 >1m

2. 先进的统计遗传方法和计算方法

   高校和大公司一直在研究和开发中

3. 价格可接受的基因分型技术

   猪 80k，50k; 牛 6k, 50k 及 800k

4. 高性能的计算机

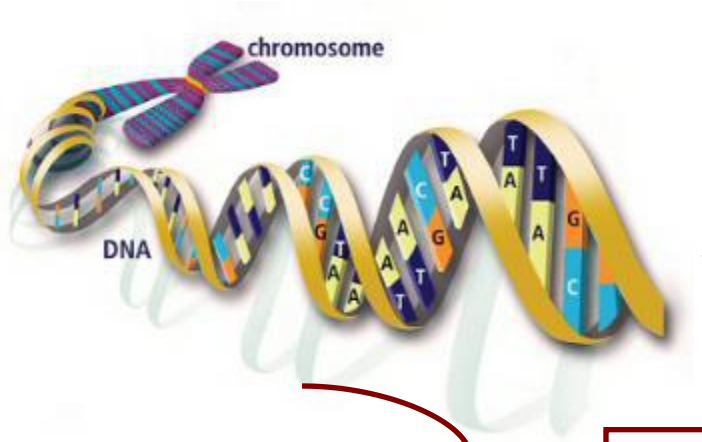
   硬件已经不断满足计算上的需要

5. 大量的带表型的、有系谱联系的DNA样品

   大公司的优势：表型+组织/DNA样本

基因组估计育种值

芯片信息（DNA信息）的利用途径：



方法1 - 遗传标记: 估计每个标记（5万个标记）对每个性状的效应（间接法）.

方法2 – 基因组亲缘关系矩阵: 估计后裔中一致的基因片段（直接法）

两种方法可以导向相同的遗传评估统计模型

企业：测定表型、采集组织样本、提取DNA；芯片测定

一步法基因组评估（直接法）

$$\begin{bmatrix} X'R^{-1}X & X'R^{-1}Z \\ Z'R^{-1}X & Z'R^{-1}Z + H^{-1} \otimes G_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'R^{-1}y \\ Z'R^{-1}y \end{bmatrix}$$

Same (co)variance components

Not genotyped

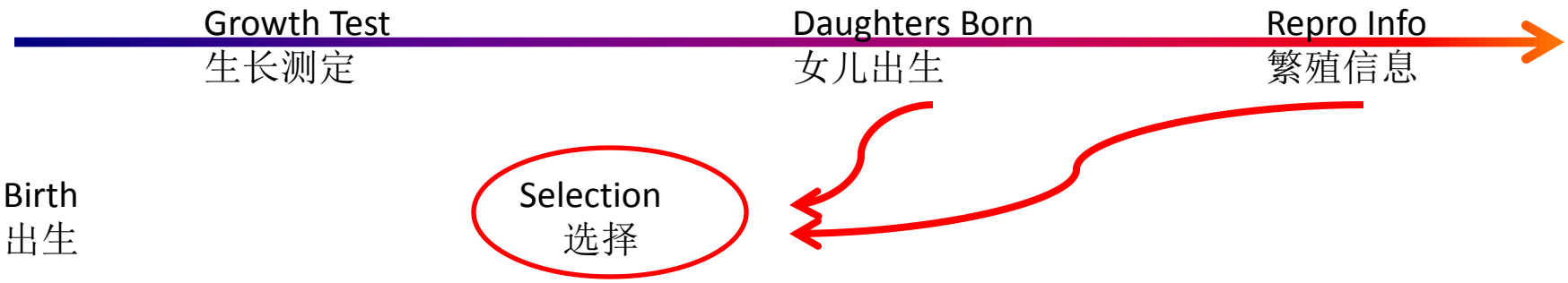
Relationships are defined with respect to a base population

Genotyped

Allele frequencies in the base population??

$$G = \frac{(M - P)(M - P)'}{2\sum p_i(1 - p_i)}$$

基因组选择在母系品种公猪选择上的应用



Data coming too late!

数据太迟！

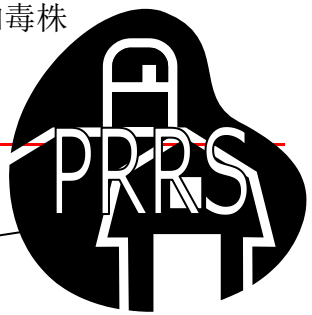
产仔数、产活仔数、泌乳能力、母猪使用年限……

新技术的应用

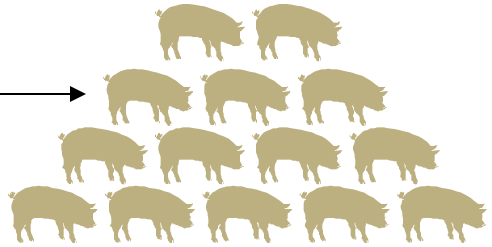
- 大数据育种
- 从EBV到CBV
- 基因组评估技术
- **抗病及肉质育种**
- CT测定技术
- 基因组编辑技术
- 多组学的分析

基因组技术-抗病（CG）

已知毒株



PRRS-free
断奶猪



EBX 和 GX

- 存活率
- 发病率
- 生长
- 病毒复制
- 免疫反应

高密度标记基因分型
64000 标记

关联分析

能让猪对付病菌攻击的基因

最大的攻毒头数 ~1100头

Greatest amount of statistical power to detect significant marker-phenotype associations

汉世伟 HanoWine

屠宰测定（与浙大合作）

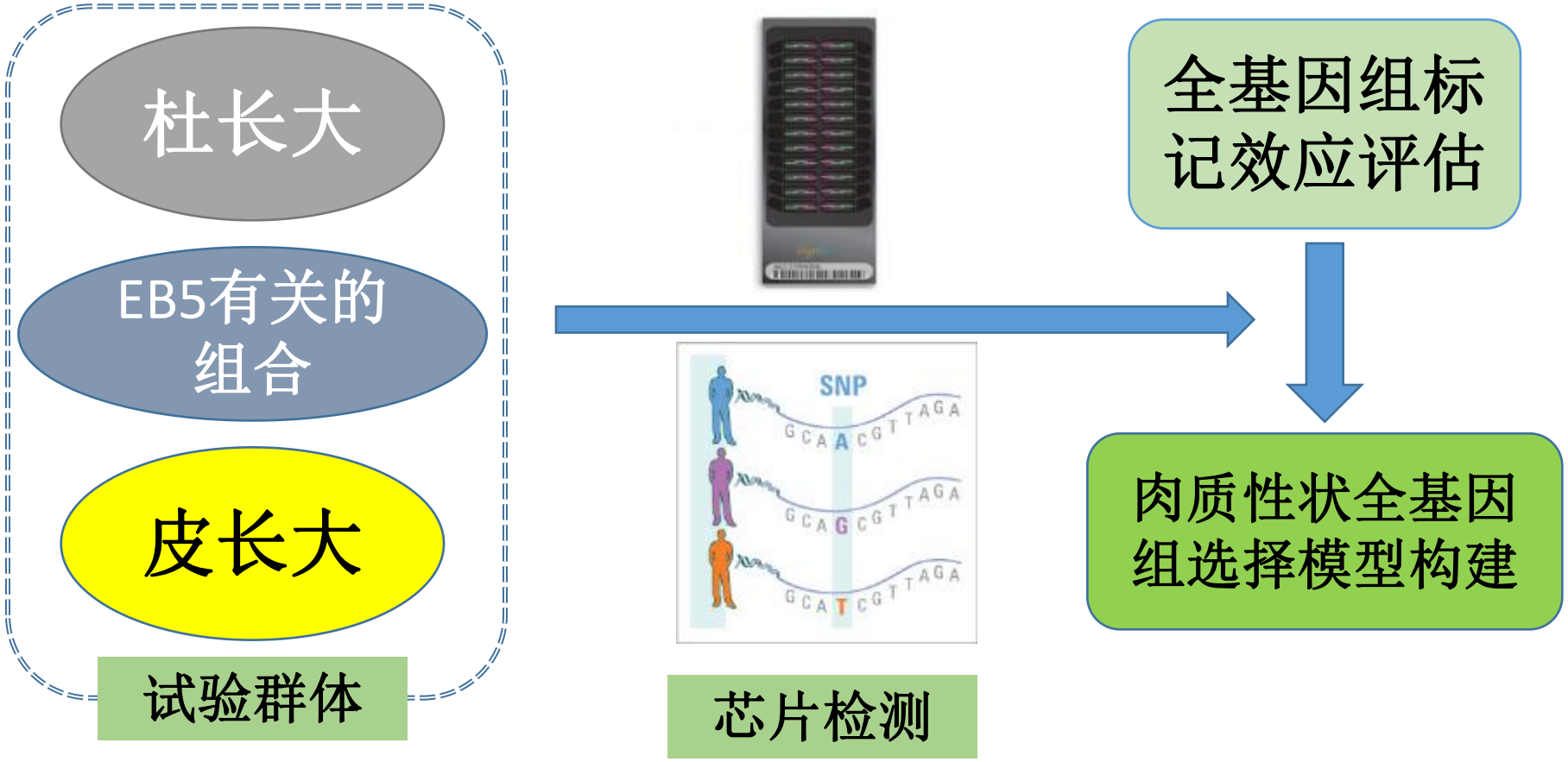
浙江大学饲料科学研究所
Feed Science Institute of Zhejiang University

对1256头猪做屠宰测定（ 与华中农大合作）

对1256头猪做屠宰测定/基因组关联分析

性状分类	具体测定指标	意义
胴体性状	屠宰重、皮条重	反映屠宰率
	胴体直长、斜长、三点膘厚	反映胴体品质
	眼肌面积	反映瘦肉率
肉质性状	肉色	影响消费者选择
	屠宰45分钟背最长肌pH值	反映肌肉“酸化”速度
	屠宰24小时背最长肌pH值	反映肌肉最终“酸度”
	背最长肌24小时滴水损失	反映肌肉保水能力
	背最长肌48小时滴水损失	反映肌肉保水能力
	肌内脂肪含量	决定风味和口感
	肌纤维特性	影响肌肉嫩度

天邦试验群体肉质性状全基因组分子标记鉴定



新技术的应用

- 大数据育种
- 从EBV到CBV
- 基因组评估技术
- 抗病及肉质育种
- **CT测定技术**
- 基因组编辑技术
- 多组学的分析

计算机断层扫描（CT）- 池州核心场

形态学图像算法分割

↓

区域生长的图像分割

↓

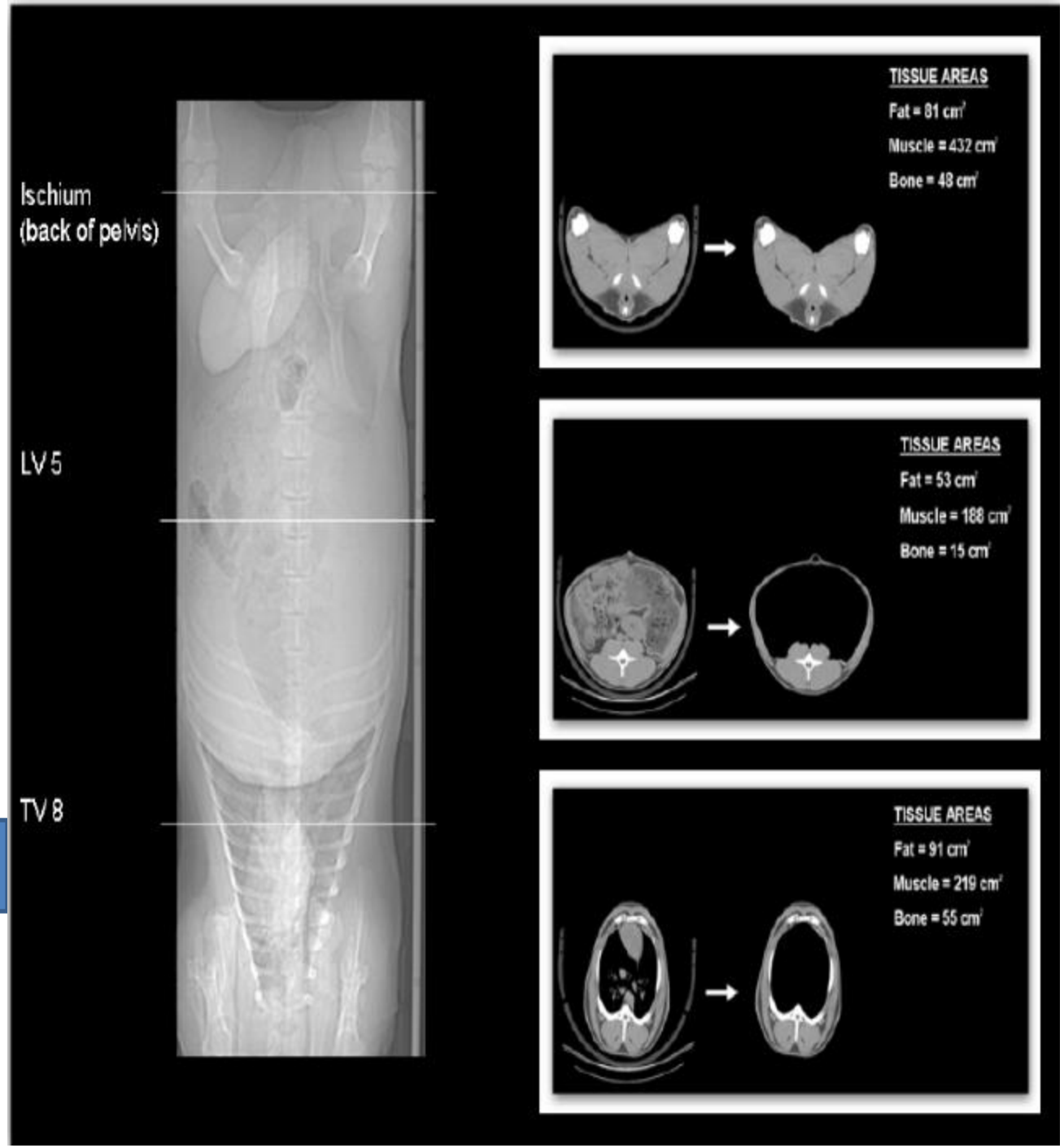
活动轮廓图像分割算法

↓

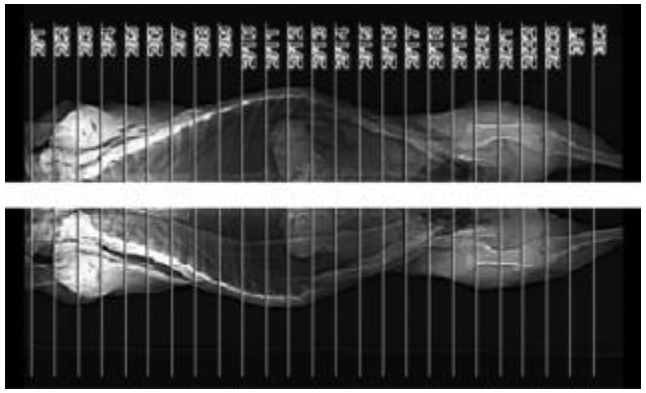
保存上述剔除后的CT影像

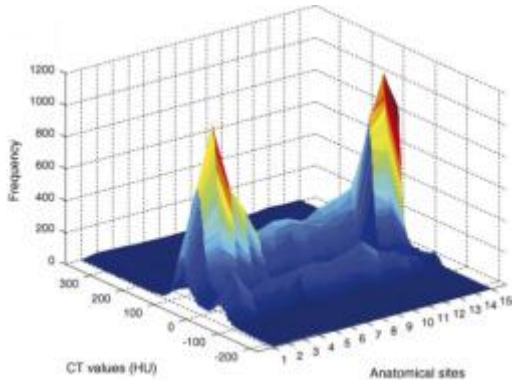
开发CT测定的相应软件

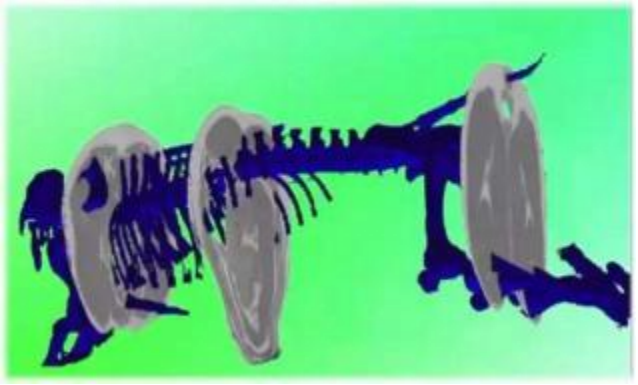
(分析软件是CT活体胴体测定的难点）

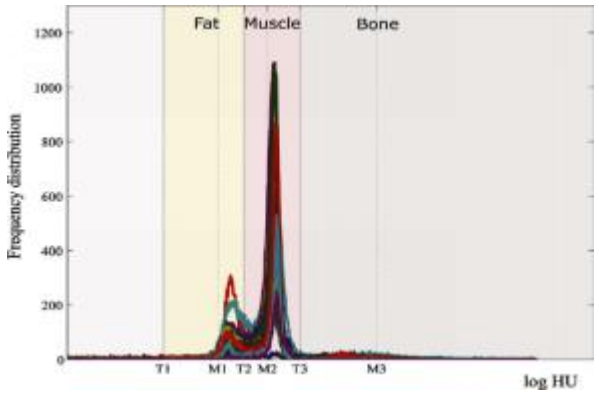


自主开发了CT测定的相应软件







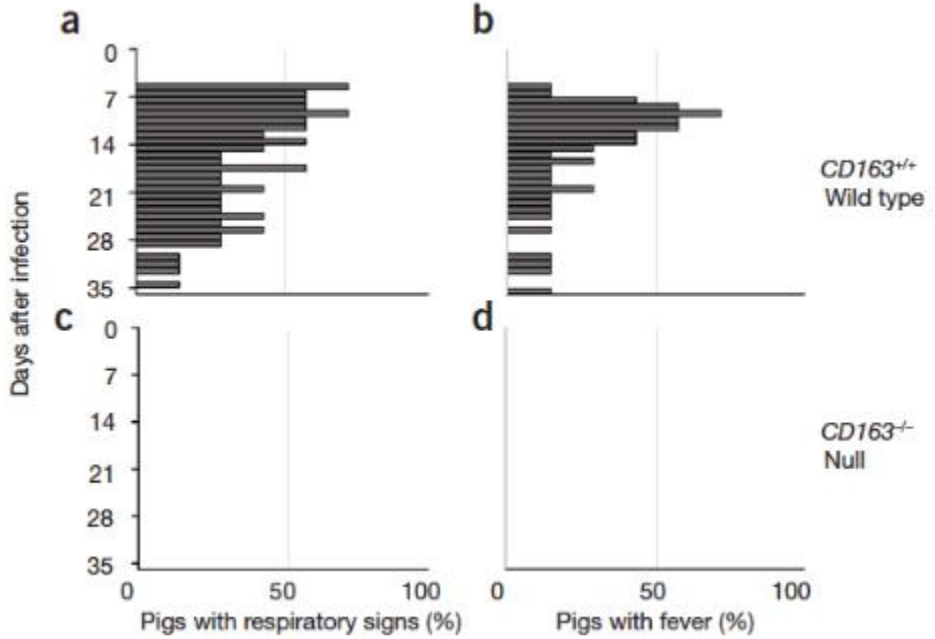


新技术的应用

- 大数据育种
- 从EBV到CBV
- 基因组评估技术
- 抗病及肉质育种
- CT测定技术
- **基因组编辑技术**
- 多组学的分析

基因编辑培育抗蓝耳病猪

2014年，密苏里大学Prather课题组与Genus公司合作，利用CRISPR/Cas9技术获得了敲除猪*CD163*基因的基因编辑猪，攻毒实验证明基因编辑猪能够正常存活并且能够抵抗PRRS病毒的感染。



对照组

CD163基因编辑猪

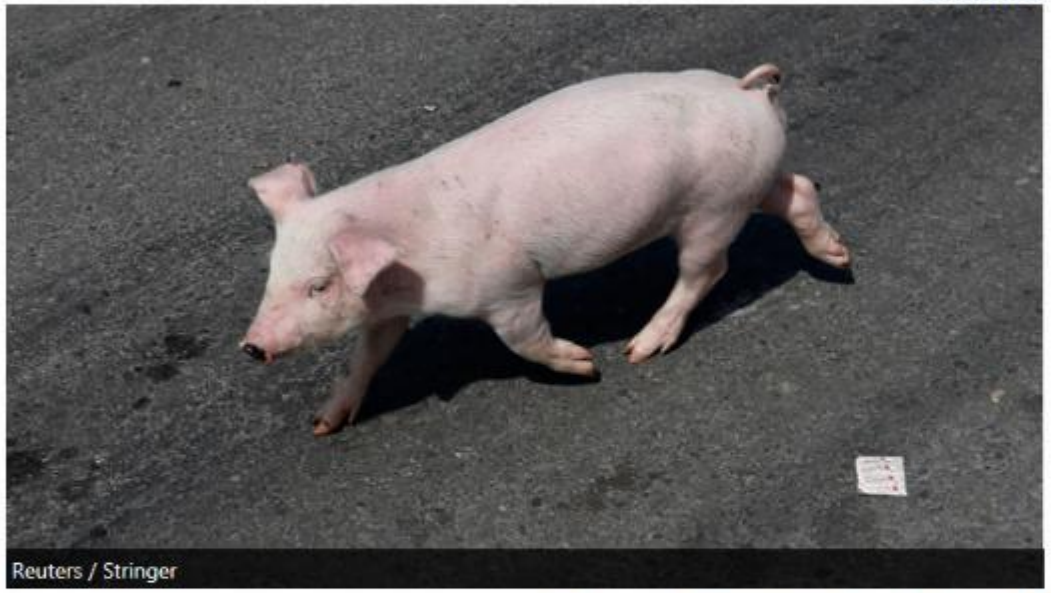
BREAKING NEWS | 36 KILLED IN PSYCHIATRIC HOSPITAL FIRE NEAR MOSCOW

Home / News /

British 'Pig 26' in drive to create disease-resistant GM animals

Published time: April 15, 2013 23:39

Get short URL



Reuters / Stringer

Tweet submit +1 4

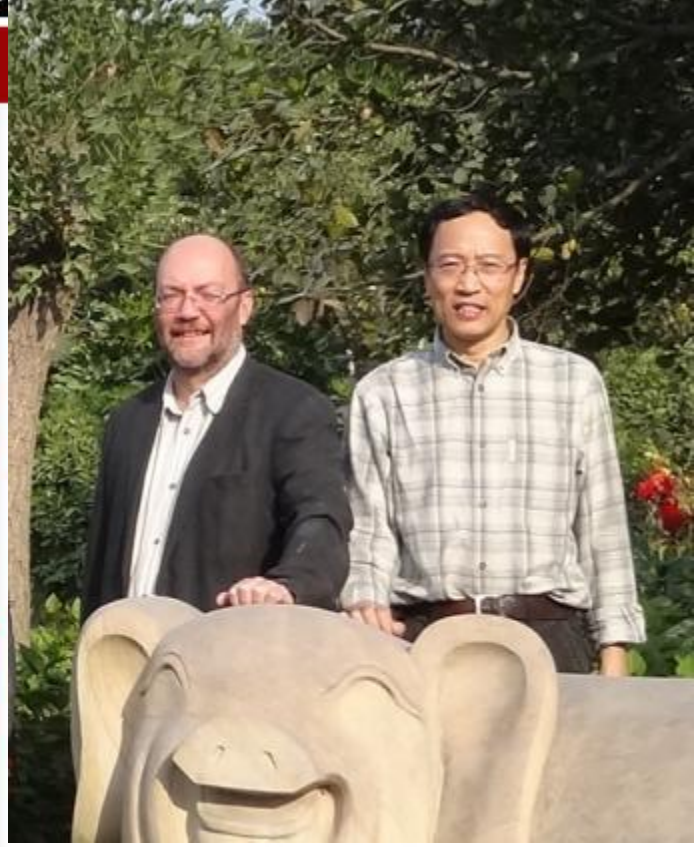
Scientists at the Roslin Institute, the birthplace of Dolly the cloned sheep, have announced a milestone in a project to produce animals resistant to infections - they created the first genetically modified pig using a new technique of "gene editing".

Tags
Agriculture, Food, Innovation, Politics, SciTech, Science, UK, USA

The gene editing technique is at least 100 times more precise and efficient than existing GM technology, the researches said, and does not make use of heavily criticized antibiotic resistant genes.

Pig 26 was born last August and has been genetically engineered with *"the smallest of DNA mutations"*.

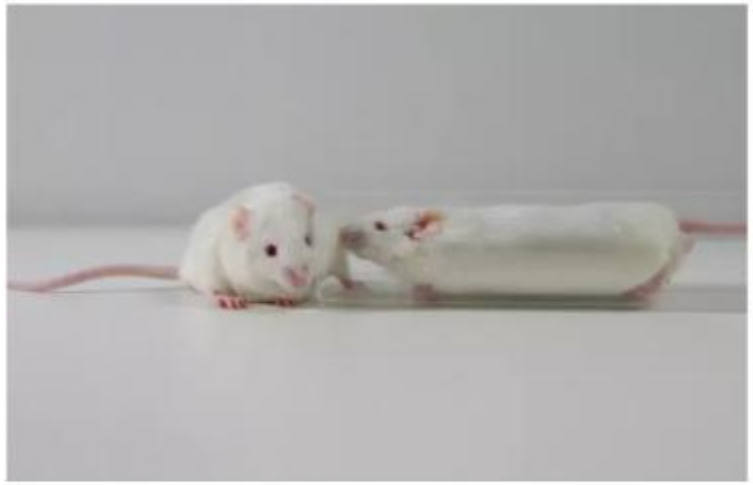
"Out of its 3 billion bases, we have removed one exactly from where we wanted it to be removed. It's extremely easy to do," Professor Bruce Whitelaw of the Roslin Institute in Edinburgh told the Independent on Monday.



基因编辑
抗非洲猪瘟？

罗斯林研究所Whitelaw教授（曾访问中国）领导的团队

浙江大学2017年度十大学术进展



“胜利者效应”的神经环路机制

负责人：胡海岚

首次破解哺乳动物大脑中“胜利者效应”的脑科学机制，报导了重复的胜利经历能够选择性地增强中缝背侧丘脑—前额叶皮层这一神经环路的突触连接，促使动物在之后的竞争中更具优势。

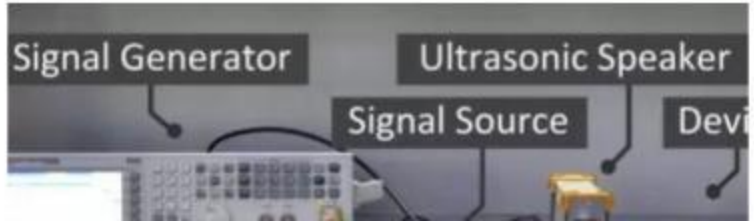
学生+助手牛冬的基因编辑成果获选浙大十大学术进展

首批用于异种器官移植的安全猪研发

主要完成人：牛冬

猪因诸多原因适合作为人类器官移植的供体。牛冬与合作者研发出世界首批内源逆转录病毒灭活猪，解决了异种移植存在的安全问题，为开展安全有效的异种移植提供了新希望。

牛冬的这一成果在世界顶级杂志Science上发表论文2篇，一篇为第一作者，另一篇为共同第一作者



新技术的应用

- 大数据育种
- 从EBV到CBV
- 基因组评估技术
- 抗病及肉质育种
- CT测定技术
- 基因组编辑技术
- **多组学的分析**

整体基因组

猪基因组

微生物组

D_H

D_L

揭示形成机制

- 在 Hologenome中的基因、通路、网络→IMF

D_H ↔ D_L，主基因

- Hologenome →IMF的途径

Holo-Omics

基因组 ↔ 微生物组

全息基因组

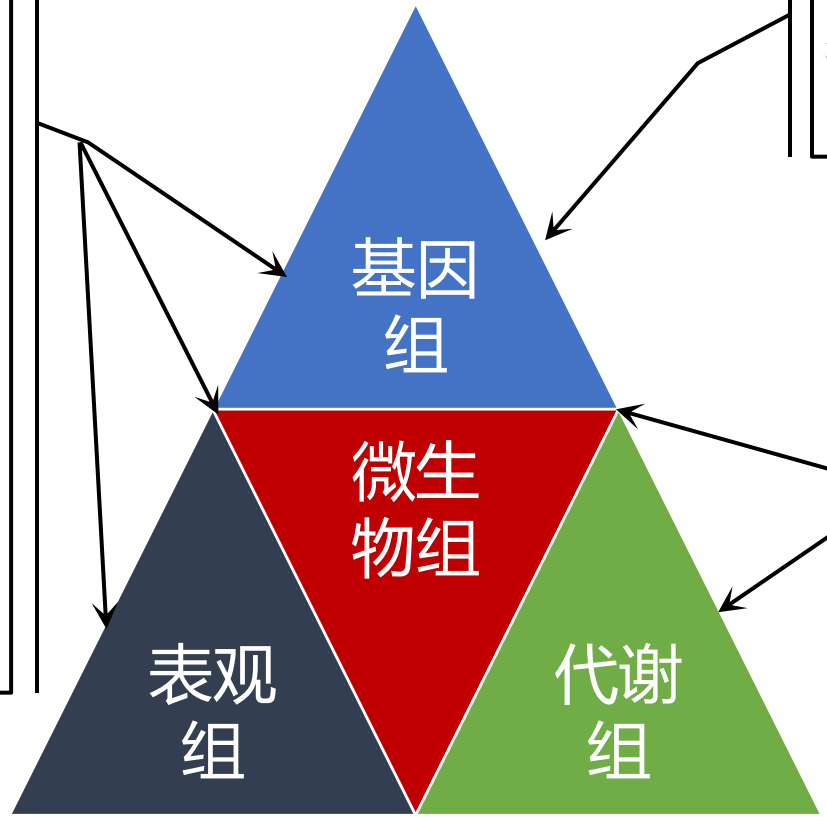
整体基因组选择（HS）

营养调控

多组学分析

基因组、微生物组间的关系（互作）

- D_H、D_L基因组差异位点确定
- 宿主基因组→微生物组的影响（差异位点与微生物组分布的关联）
- 微生物组→宿主基因组的表观修饰作用



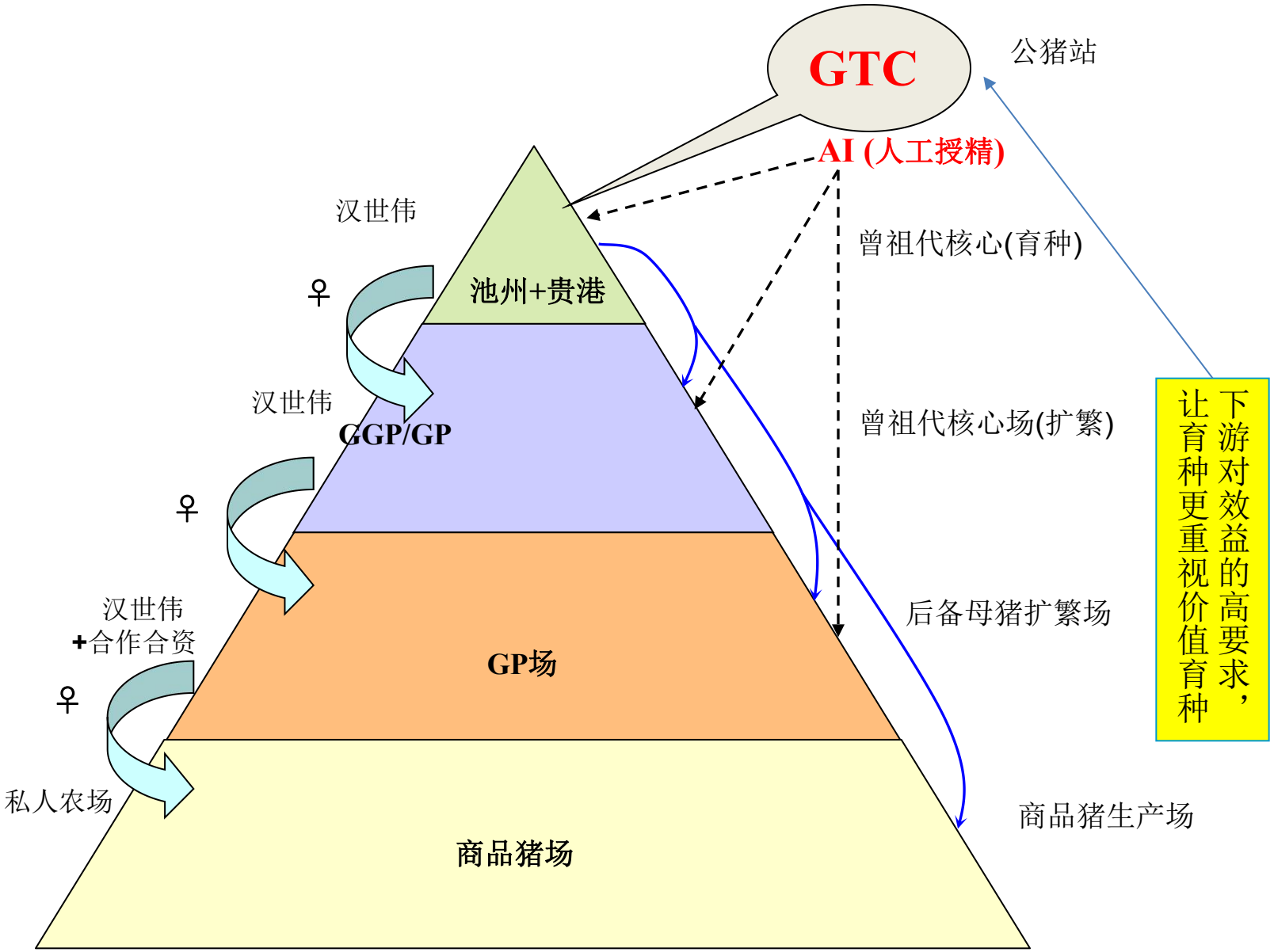
两个品系、5个时空点对微生物组分布的影响

D_H、D_L两个品系21日龄粪便微生物组与代谢组关系分析

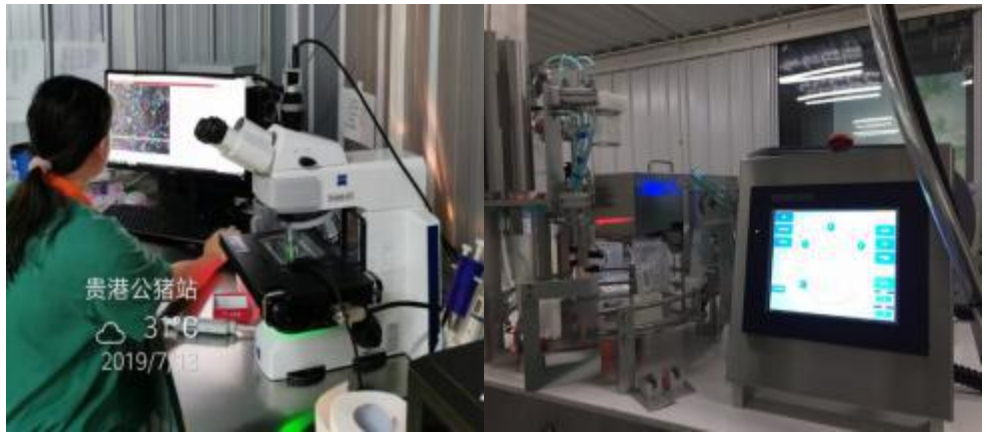
- 代谢标志物筛选→早期选择

D_H、D_L两个品系各30头猪的组学数据

通过繁育体系快速传递遗传进展

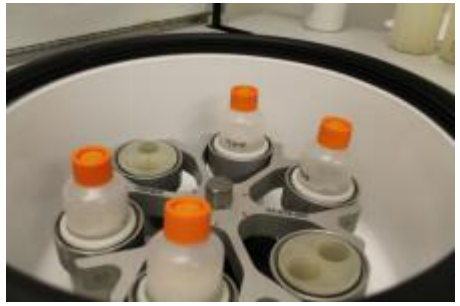


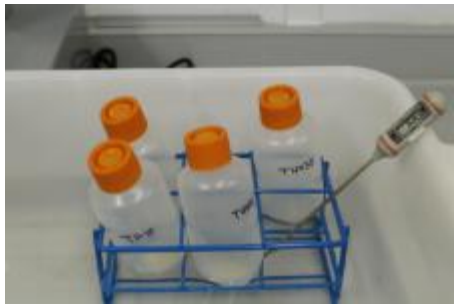
通过深部输精、冻精技术等提高优秀公猪的使用效率



公猪站	区域	公猪存栏	备注
浠水公猪站	湖北	600	已投产
观音寺公猪站	江苏	600	已投产
贵港公猪站	广西	600	已投产
大化公猪站	广西	200	已投产
天意公猪站	安徽	250	已投产
肥城公猪站	山东	1200	建设中
合计		3450	

冷冻精液生产





优秀公猪：生产冷冻精液、克隆

克隆胚胎手术法移植

杜洛克（ 207979 ）17-24周龄期间FCR为1.35

耳号	出生日期	品种	结测日期	始重	末重	平均日增重	FCR	校正日龄	校正背膘
207979	16/9/26	DD	17/3/18	88	137	910	1.35	139	8.9
314813	14/12/24	LL	15/6/8	61	113	1080	1.67	153	12.5
400327	14/5/17	PP	14/10/27	76	131	1110	1.52	137	10.8
100361	14/3/22	YY	14/8/31	63	109	970	1.43	153	12.5

TECHBANK Create Your Value

来自生产一线的数据

养户名	结算时间	首次领苗日期	上市数	上市均重	成活率	料肉比	上市日龄	日增重/g
苏老板	2020年4月	2019年10月	1441	148.05	97.23%	2.71	170	809.07
麦老板	2020年3月	2019年8月	1301	136.11	93.40%	2.75	174	740.06
万老板	2020年2月	2019年9月	971	132.94	97.49%	2.56	146	850.22
陆老板	2020年3月	2019年9月	973	148.06	97.30%	2.67	159	861.82
黄老板	2020年3月	2019年9月	473	133.26	95.75%	2.55	163	773.14

来自生产一线的数据

时 间	区 域	进苗头数	出栏头数	上市率(%)	出栏均重(kg)	平均日增重(g/d)	料肉比
2020年3月	广 西	11,614	11,223	96.63	149	**848**	**2.74**

降低断奶仔猪成本，提高商品猪效益（生长快、料比低）

农户代养的父母代母猪

选择母猪是也要考虑生长速度和料肉比（对育肥猪贡献一半），优秀父母代母猪的生长速度和料肉比举例：

养户情况	区 域	进猪时间	进猪头数	进猪均重(kg)	回收时间	头数	回收均重(kg)
岑溪许老板	广西	2019/11.11-13	823	6.57	2020/3.12-14	821	104.99

死亡头数	上市率(%)	平均日增重(g/d)	料肉比	养户饲养时间(天)	头均代养利润(元)
2	99.76	794	2.24	**124**	**574.04**

TECHBANK
Create Your Value
浙江大学
ZheJiang University
谢 谢！