

# 基于B超图像和深度学习的猪活体背膘厚 快速测定技术研究

**吴平先**

重庆市畜牧科学院

国家生猪技术创新中心

重庆市生猪产业技术体系



# 目录

**一、研究背景**

**二、目的意义与技术路线**

**三、活体背膘厚快速测定**

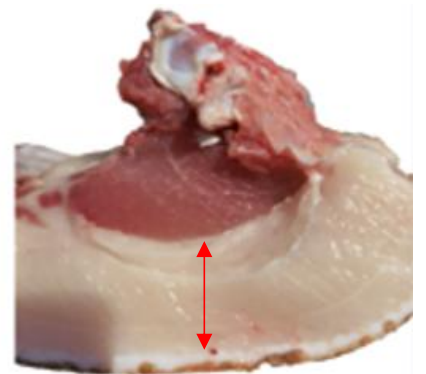
**四、智能性能测定系统研发**

**五、小结与展望**

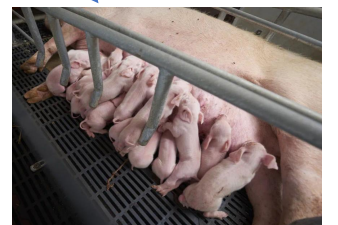
# 研究背景

猪背膘厚是衡量背部脂肪沉积情况的关键指标，是评价种猪选育和性能测定的重要指标之一

- 具有较高的遗传力，选育进展快
- 与眼肌面积与瘦肉率呈显著负相关
- 影响猪只表型体况
- 影响母猪繁殖性能：母猪发情间隔、妊娠率、使用年限及淘汰率
- 与肥育猪胴体瘦肉和屠宰率显著相关，影响综合经济效益



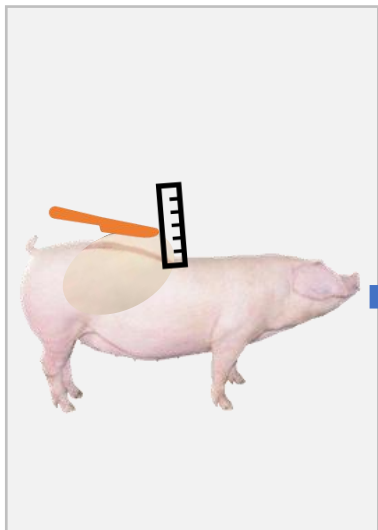
产肉性能



繁殖性能

# 研究背景

探针探查、A型超声扫描、B型超声扫描、计算机断层扫描技术、核磁共振技术等



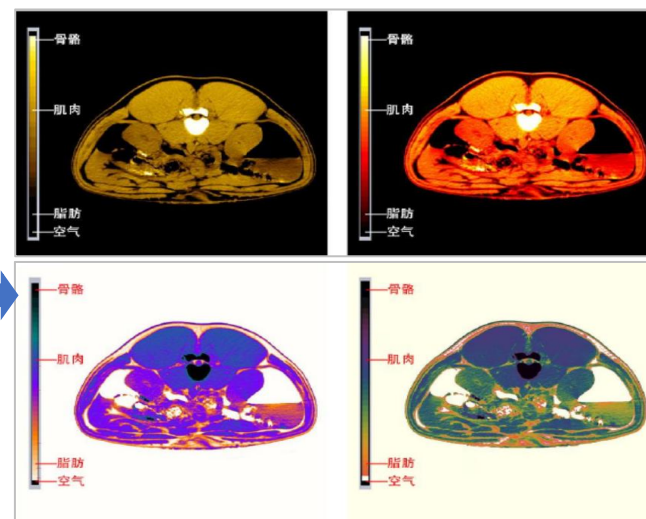
1945年  
探针法活体测膘



A超仪



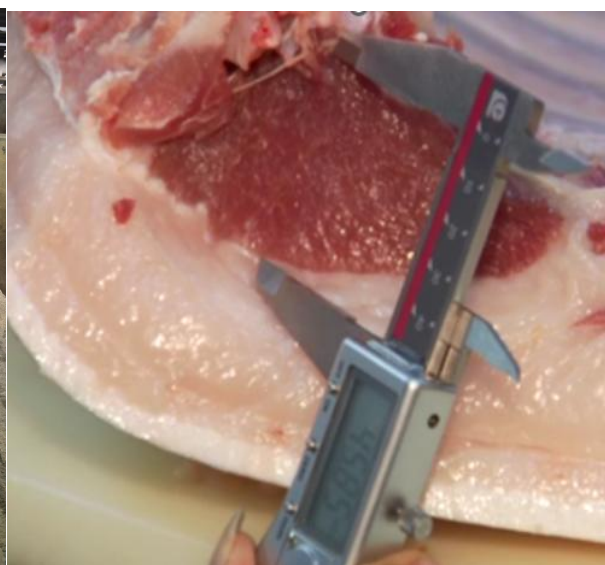
B超仪



CT扫描

# 研究背景

表型测定是育种的基础，常规表型测定技术**费时费力**、测定**精度低**、猪**应激大**，难以实现快速准确的育种大数据采集



# 研究背景

表型组智能测定等关键技术应用总体滞后，要**建立高效智能化种猪性能测定体系**，大幅提升育种数据采集能力，获取全产业链育种大数据，支撑高效精准育

## 农业农村部文件

农种发〔2021〕2号

### 农业农村部关于印发新一轮 全国畜禽遗传改良计划的通知

各省、自治区、直辖市农业农村（农牧）厅（局、委），新疆生产建设兵团农业农村局，全国畜牧总站，有关单位：

畜禽种业是畜牧业发展的根基，是畜牧业核心竞争力的重要体现。为推进畜禽种业发展，2008年以来，我部陆续发布实施了奶牛、生猪、肉牛、蛋鸡、肉鸡和肉羊遗传改良计划，有力推进了我国畜禽种业发展，种源立足国内有保障，风险可管控，为我国畜牧业持续健康发展、丰富百姓“菜篮子”提供了有力支撑。

进入“十四五”，我国开启了全面建设社会主义现代化国家新

## （二）构建全产业链育种数据体系

**1.主攻方向。**建立高效智能化种猪性能测定体系，大幅提升育种数据采集能力。

### 2.主要内容

——完善种猪登记制度和登记技术规范，开展覆盖核心群、扩繁群、生产群及屠宰加工等环节的全产业链关键数据采集。

——支持育种企业采用应用人工智能等技术的新型测定装备，建立精准高效表型组测定技术体系。

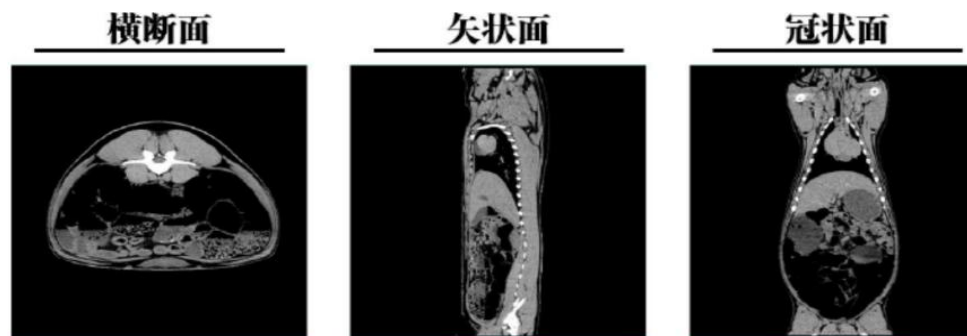
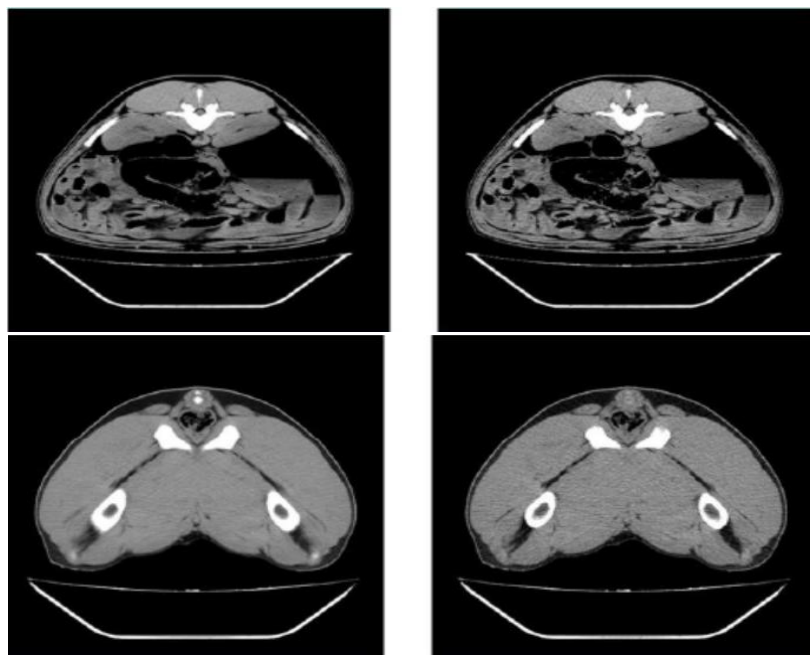
——建立健全种猪性能测定标准体系，在完善生长、繁殖性状的基础上，建立胴体、肉质、健康、行为、使用寿命、体型等目标性状测定标准。

**3.预期目标。**获取全产业链育种大数据，支撑高效精准育种。

# 研究背景

## 基于CT扫描能实现猪肉质性状活体精准测算

通过计算机断层扫描可以对猪全身进行扫描，图像的薄层重建、去噪和增强等预处理可以消除无关信息，改善图像质量，通过伪彩色处理，根据不同颜色区分脂肪、肌肉、骨骼和皮肤等，**评估瘦肉率、脂肪率、骨率和皮率等屠宰肉质指标**



胴体组成 Carcass composition	相关系数 Correlation coefficient	CT 测定 (%) CT measurement (%)	屠宰测定 (%) Slaughter measurement (%)
瘦肉率 Lean percentage	0.912**	61.25±0.74	61.36±0.67
脂肪率 Fat percentage	0.905**	11.41±0.33	11.29±0.39
骨率 Bone percentage	0.894**	19.09±0.52	19.16±0.49
皮率 Skin percentage	0.860**	8.24±0.39	8.19±0.37

# 背景

## ◆ 为何选择基于B超图像开展自动快速测定技术研究？

### 应用现状

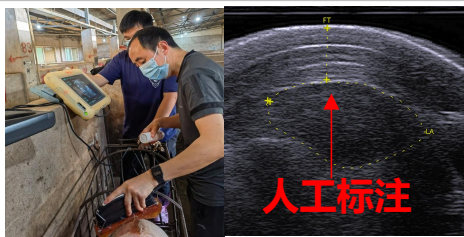


外种猪



地方猪

### B超仪测定



- ✓ 费时费力
- ✓ 专业依赖高
- ✓ 人工测量偏差大、精度低、效率低

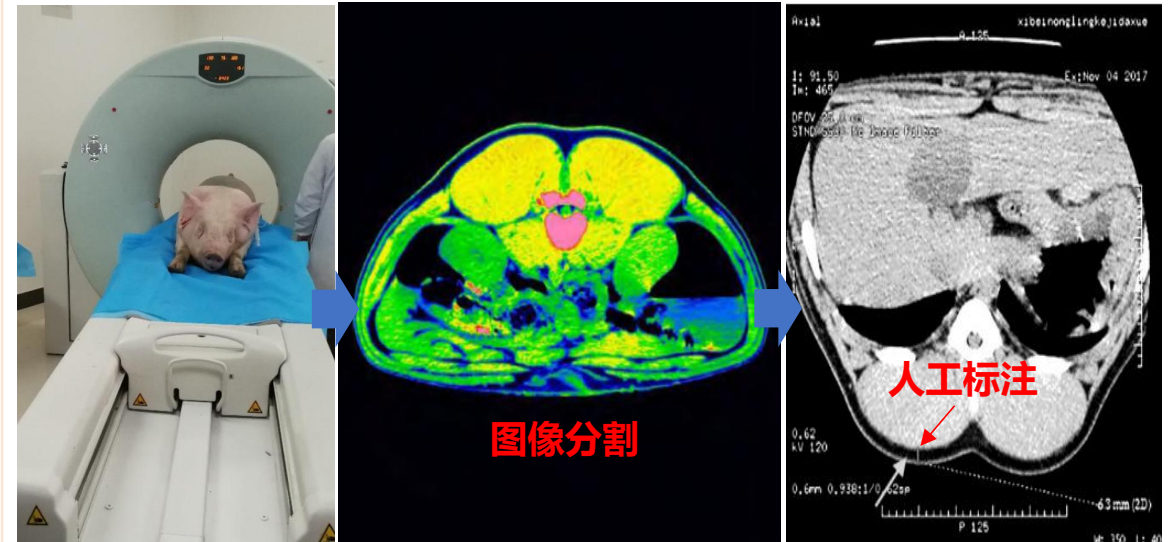
### 屠宰测定



- ✓ 不能活体测量，后备猪不适用
- ✓ 专业依赖高
- ✓ 人工测量偏差大、精度低、效率低

人工依赖程度高、人工偏差大、难以实现大规模快速精准测定

### 新技术



- 可实现猪肌肉、脂肪等胴体肉性状活体精准测定
- 设备体型大 (>10吨)
- 辐射大
- 依赖人工标注
- 测定工作量大，难以实现大规模快速精准测定

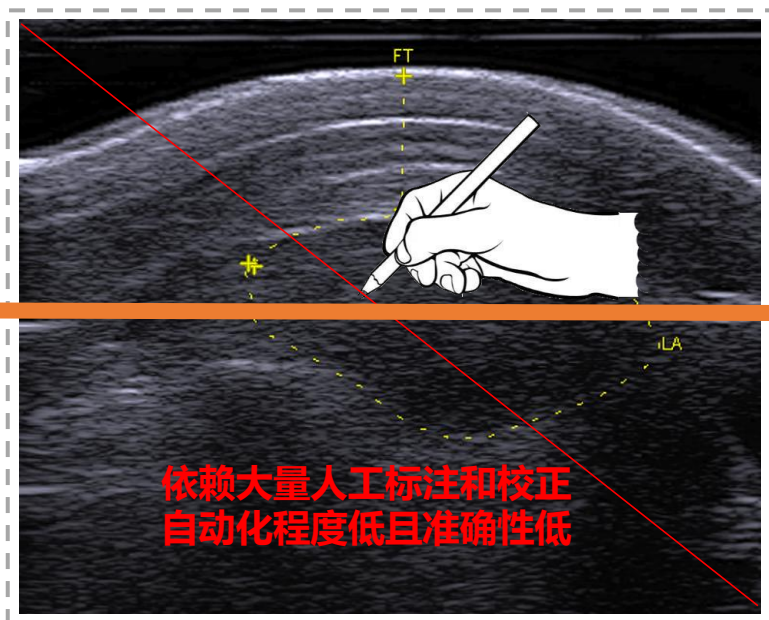
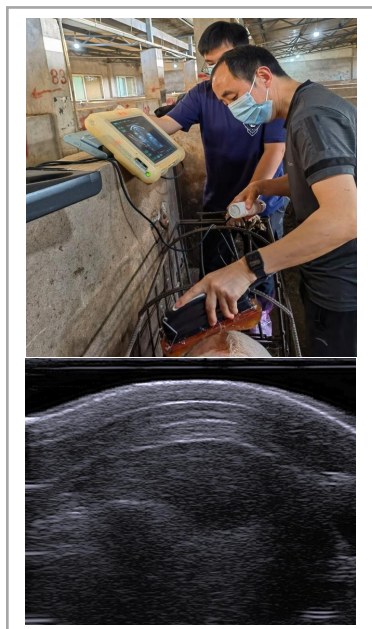


二

# 目的意义与技术路线

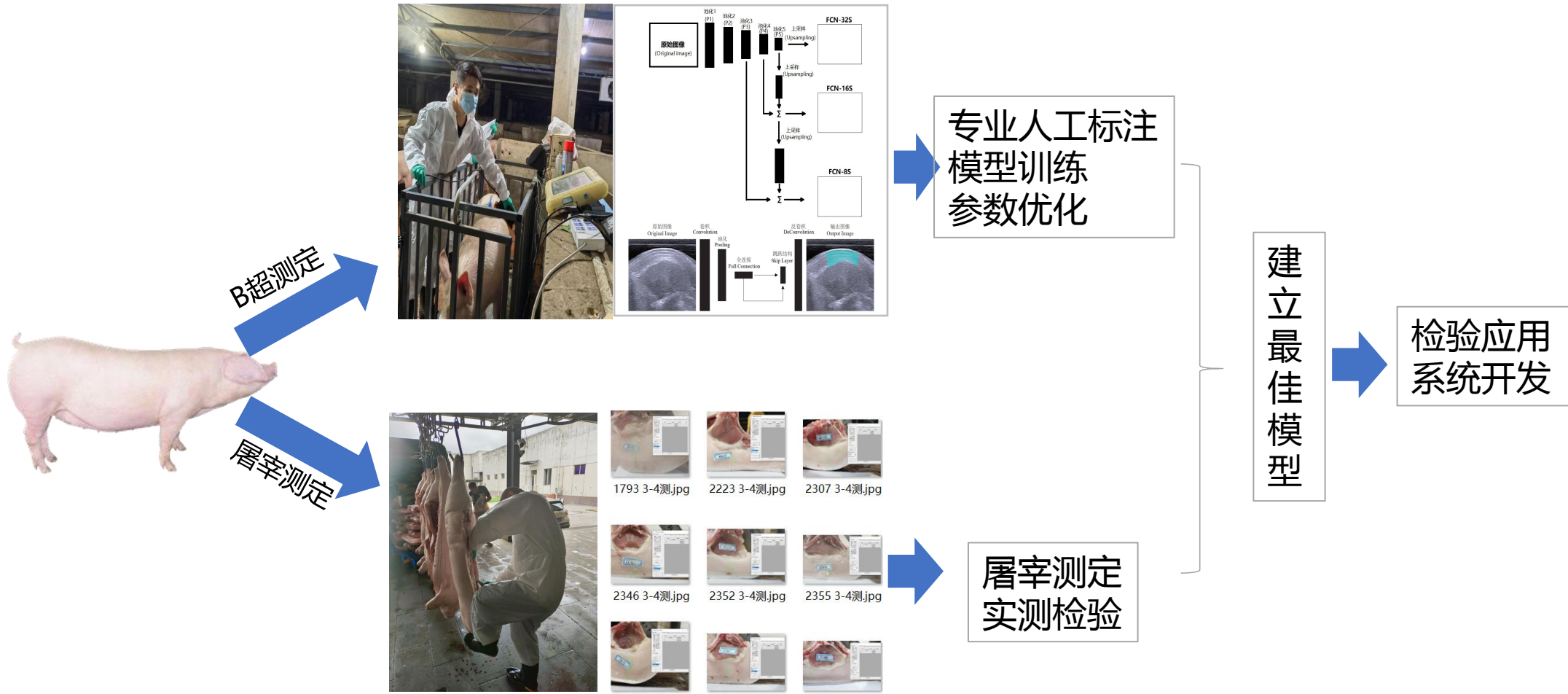
# 目的意义

- 创新育种技术是提升育种效率的关键，**性能测定**是重要的基础要素
- 建立自动、高效的测算系统，实现背膘等数据的**自动、快速**测算，极大提高测定效率
- 减少对专业人员的依赖，减少人工偏差，大幅提升测定效率和精准度
- **高通量、自动化、活体快速精准测定**



批次名称	文件名	背膘 (mm)
dt20190704	dt3379_20180718172159_1720540.bmp	1.19
csq20190704	dtp136713_zd_20180203114444_1144130.bmp	0.94
csq20190704	dtp136702_zd_20180203113515_1135120.bmp	1.16
csq20190704	dtp136702_zd_20180203113515_1135010.bmp	1.16
csq20190704	dtp136501_zd_20180203110525_1105220.bmp	1.3
csq20190704	dtp136306_zd_20180203105520_1054540.bmp	1.22
csq20190704	dtp136501_zd_20180203110525_1105080.bmp	1.3

# 技术路线



同一头猪同时多点采集B超背膘值和屠宰实测值

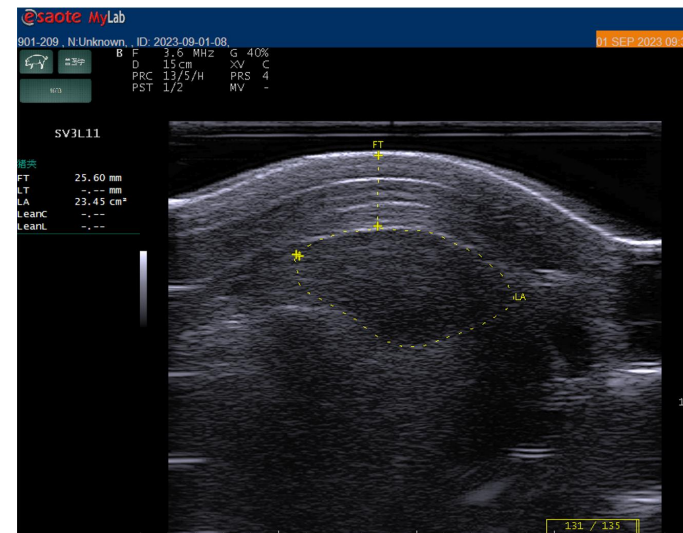
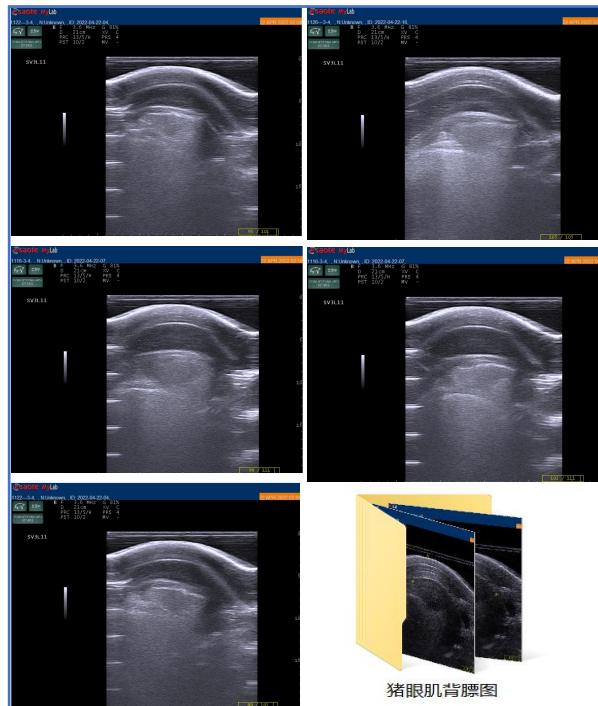
三

# 活体背膘厚快速自动测定技术

# 3.1

## 图像采集与人工标注

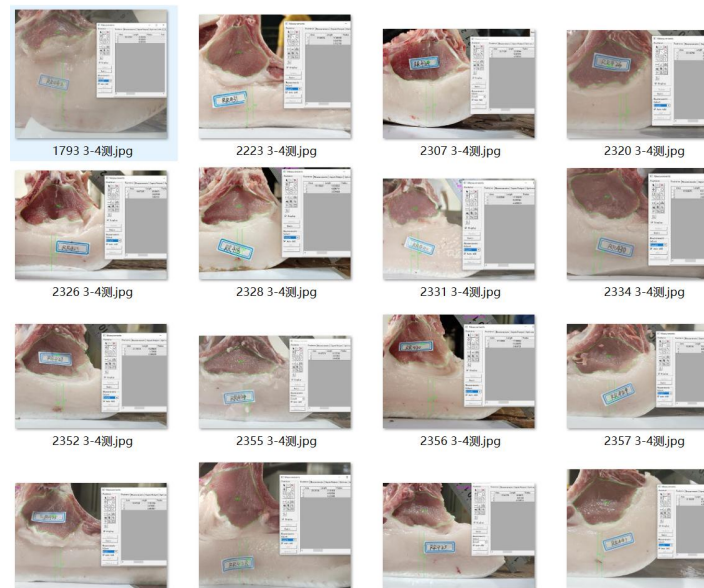
通过B超仪对同一头猪不同部位进行B超图像采集，获得6000余张猪B超图像



# 3.1

# 图像采集与人工标注

对具有B超图像的猪只进行屠宰测定，获得不同测定部位的真实背膘值

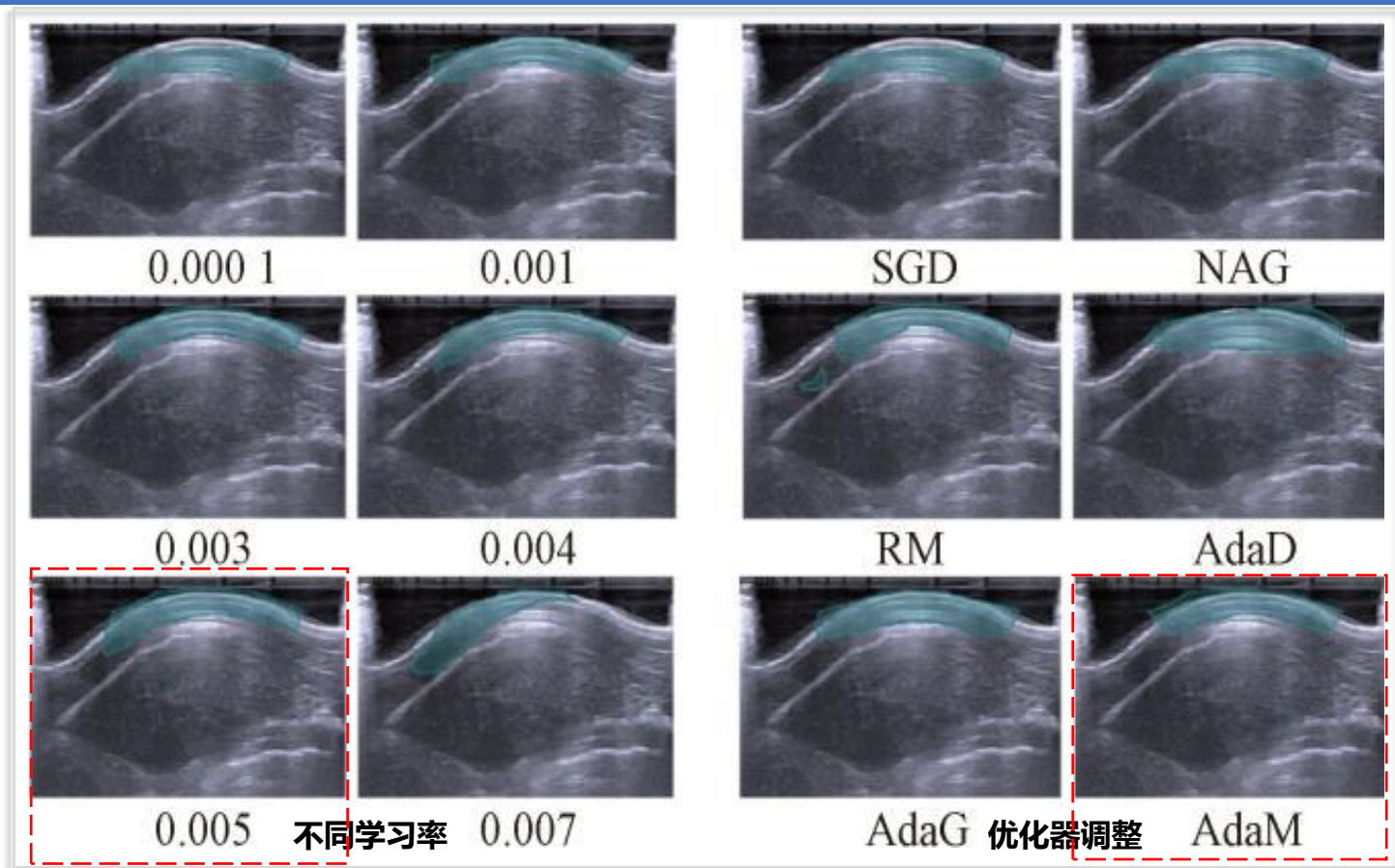


与B超图像一一对应

# 3.2

## 模型构建与图像处理

模型参数设置在批次大小为 32、学习率为 0.005、优化器为 Adam 时，FCN 对测试集背膘的分割效果较好

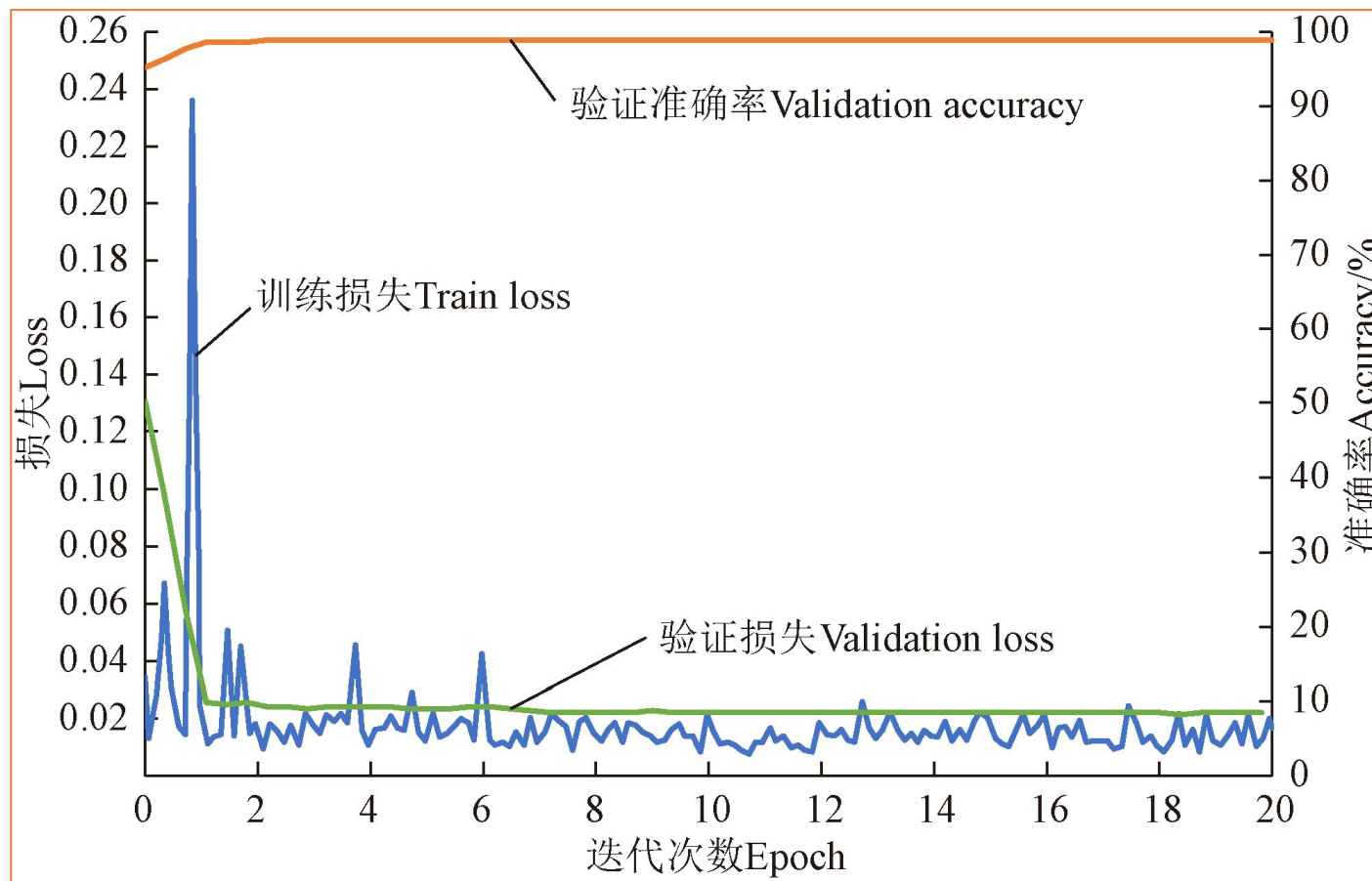


18000张图像的扩展数据集模型训练

# 3.2

## 模型构建与图像处理

模型通过20次迭代时，FCN对测试集背膘的分割效果较好，损失最小，准确性最高

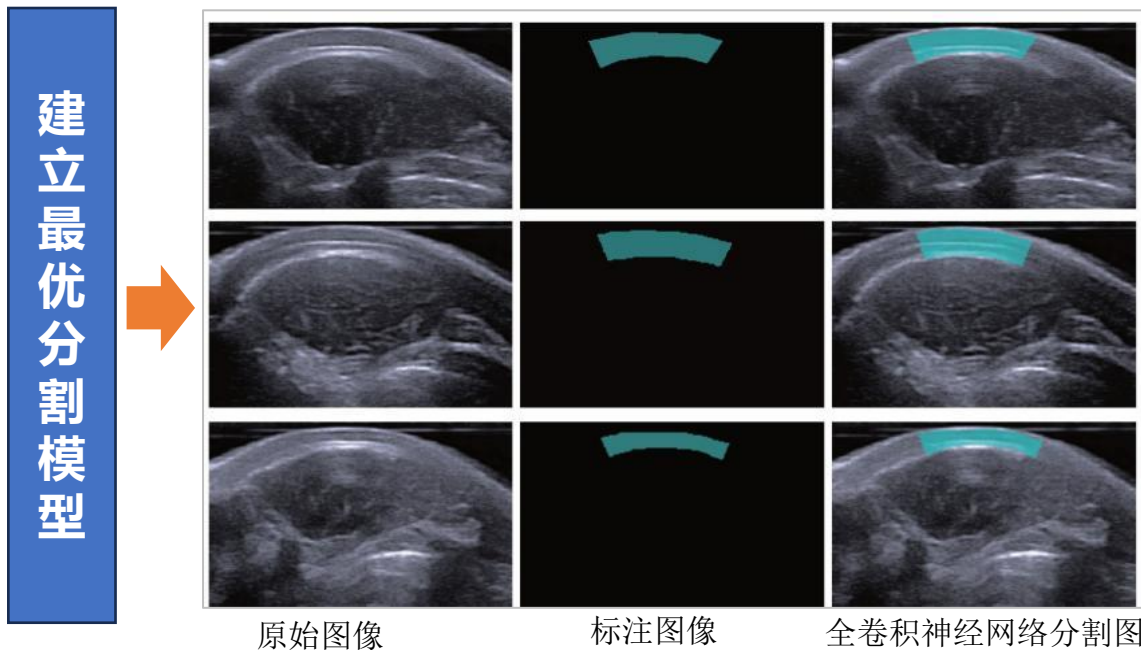




# 3.3

## FCN最优模型应用效果

模建立最优FCN分割模型，背膘界线分割准确，标注背膘厚与FCN背膘厚测定结果差异不显著，实际应用效果良好



指标 Index	平均值 Mean value	标准差 Standard deviation	最小值 Min value	最大值 Max value
标注背膘厚 Labelled BF	10.24	3.92	4.09	21.86
FCN 背膘厚 FCN BF	10.44	3.85	4.00	21.70

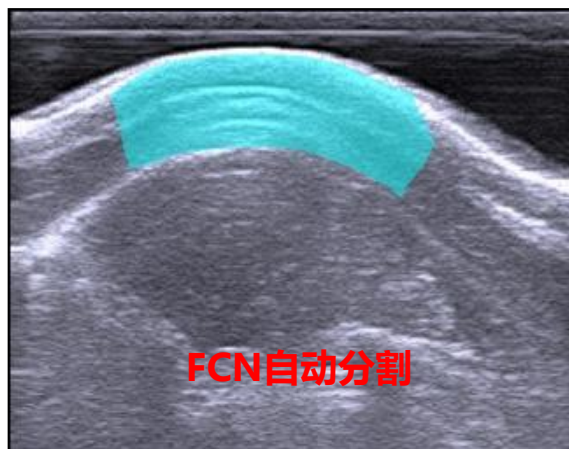
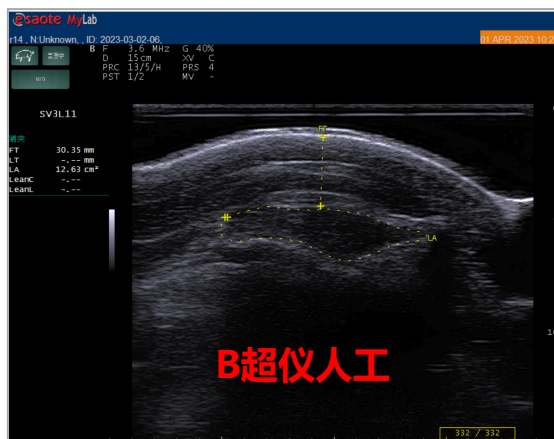
# 3.4

## 屠宰验证FCN分割的有效性

胴体测定、B超标准测定、FCN分割测定的结果不同，但差异均不显著

指标 ( mm )	平均值	标准差	最小值	最大值
胴体背膘厚	16.99	5.36	7.92	30.63
B超标准背膘厚	16.44	5.61	7.80	29.22
FCN分割背膘厚	15.31	4.97	7.30	26.90

不同方法测定结果差异均不显著  
( P>0.05 )



# 3.5

## 屠宰验证FCN分割的有效性

胴体测定、B超标准测定、FCN分割测定的结果相关性都较高

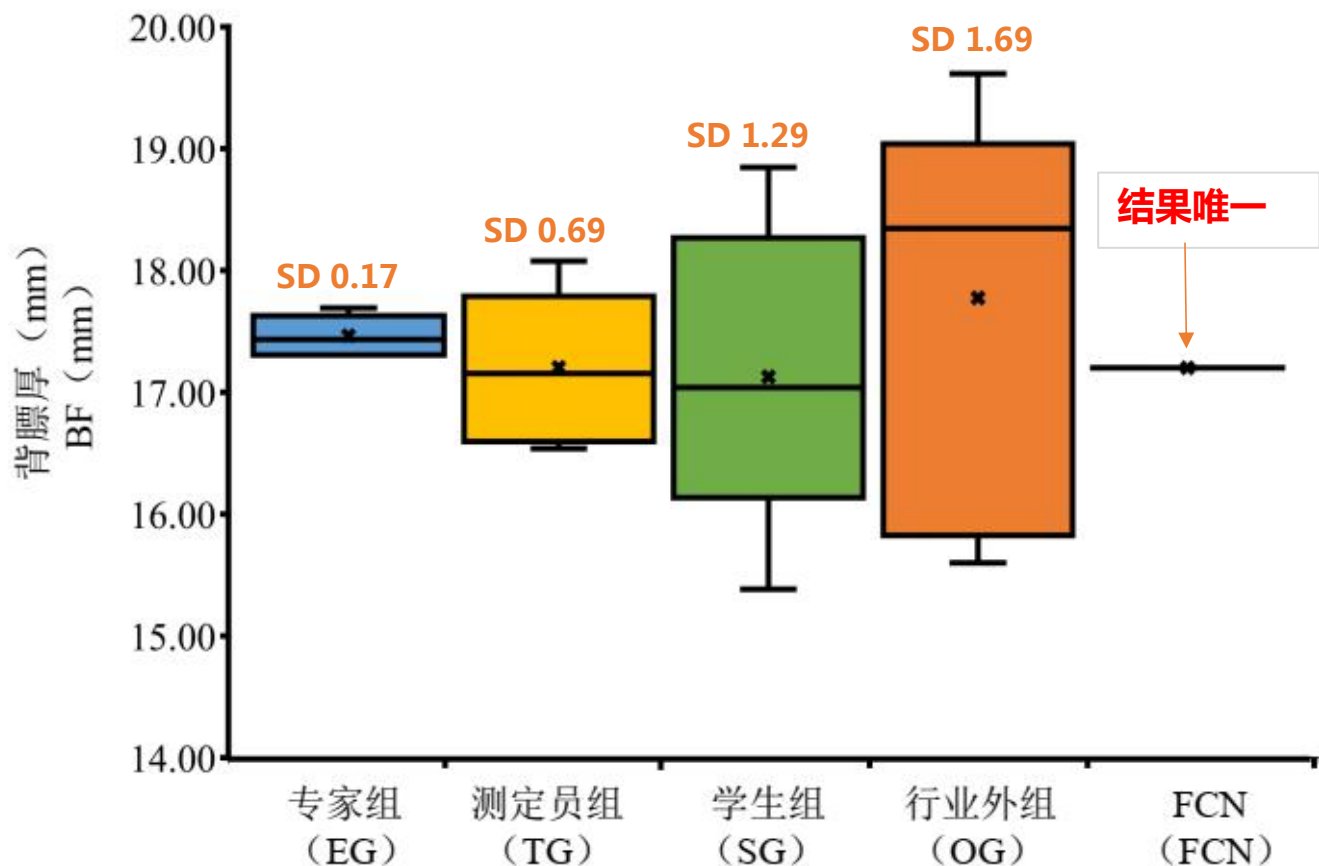
指标	胴体测定	B超标准测定	FCN测定
胴体测定	1		
B超标准测定	0.92**	1	
FCN测定	0.92**	0.97**	1

- 各方法之间的相关系数均高达**0.92**
- B超测定和FCN测定背膘厚的相关系数高达**0.97**

# 3.6

## 人工 vs FCN测定稳定性验证

FCN分割猪 B 超图背膘厚具有较高的准确性和稳定性



人工测定的稳定性受  
专业背景和操作经验  
的影响很大

# 3.6

## 人工 vs FCN测定稳定性验证

结合深度学习（FCN）的测算策略，实现猪背膘厚性状高通量、自动化、活体精准测定

### FCN测算优势

- 猪B超背膘分割稳定性更高
- 降低对专业人员的依赖
- 降低测定人员培训成本
- 减少工作人员工作量
- 保证测定的准确性
- 提高测定的速度

四

# 智能测算系统研发

# 4.1

## 种猪性能快速测定系统

建立了基于FCN模型和B超图像的猪背膘厚自动识别、测算及数据管理系统

智能种猪性能测定系统

系统登录 A<sup>2</sup>

账号

密码

登录

A<sup>2</sup>

上传 列表 批次 反馈

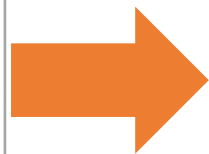
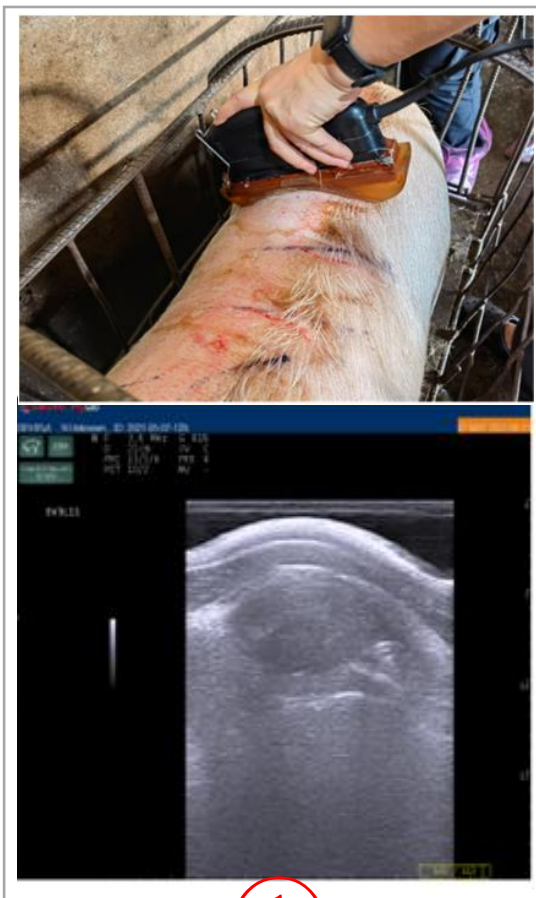
批次号	批次名称	文件数	创建人	创建时间	操作
暂无数据					

帮助

# 4.2

## 图像数据上传模块

实现“两步式”准确、快速、自动测定猪只背膘厚，减少人工依赖





# 4.3

# 数据实时分析与预警

实现了数据在线预览，异常图片或数据预警

批次ID	批次名称	文件名	背膘 (mm)	眼肌 (cm²)	操作
1	dt20190704	dt3379_20180718172159_1720540.bmp	1.19	36.84	<a href="#">回查看</a> <a href="#">导出</a>
1	csq20190704	dtp136713_zd_20180203114444_1144130.bmp	0.94	30.31	<a href="#">回查看</a> <a href="#">导出</a>
1	csq20190704	dtp136702_zd_20180203113515_1135120.bmp	1.16	32.8	<a href="#">回查看</a> <a href="#">导出</a>
1	csq20190704	dtp136702_zd_20180203113515_1135010.bmp	1.16	32.8	<a href="#">回查看</a> <a href="#">导出</a>
1	csq20190704	dtp136501_zd_20180203110525_1105220.bmp	1.3	25.13	<a href="#">回查看</a> <a href="#">导出</a>
1	csq20190704	dtp136306_zd_20180203105520_1054540.bmp	1.22	27.76	<a href="#">回查看</a> <a href="#">导出</a>
1	csq20190704	dtp136501_zd_20180203110525_1105060.bmp	1.3	25.13	<a href="#">回查看</a> <a href="#">导出</a>

查看

任务: Test 文件: pascal-debrunner-b-zyMn\_e\_R4-unsplash.jpg

加载失败 加载失败

背膘(mm) 眼肌(cm²)

识别问题反馈

有问题  其他反馈

上一张 下一张

五

小结与展望

- 构建了基于全卷积神经网络（FCN）模型的猪B超图像的背膘厚快速测定新方法
- 研发了智能测定系统，实现了“两步式”准确、快速、自动测定
- 确保猪B超背膘厚测定结果准确的同时，减少猪场对测定人员专业性的依赖，降低测定人员培训成本，减少工作人员工作量
- 智能测定模型工程化，形成成熟的软件产品

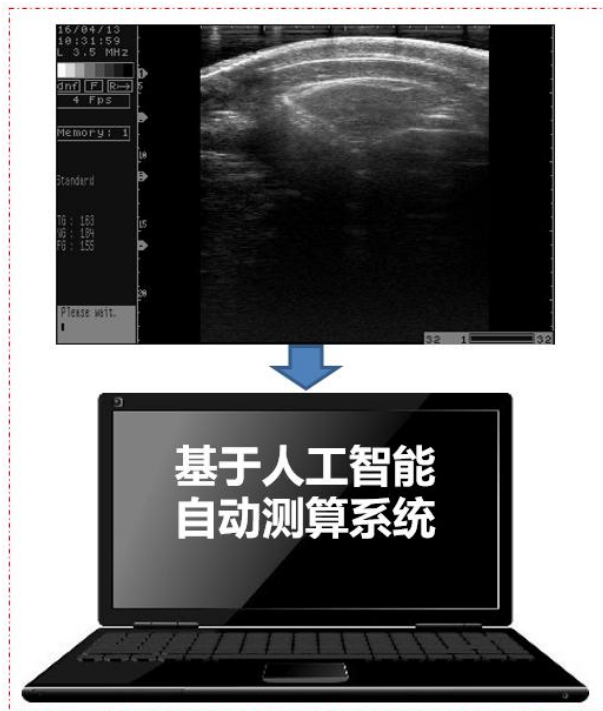
# 5.2

# 展望

## 嵌入猪B超测定系统，实现“一步式”性能测定数据的获取与分析



需要专业技术人员  
速度慢  
不同人员之间有误差



无需专业技术人员  
计算机自动识别图像  
准确度不断提升

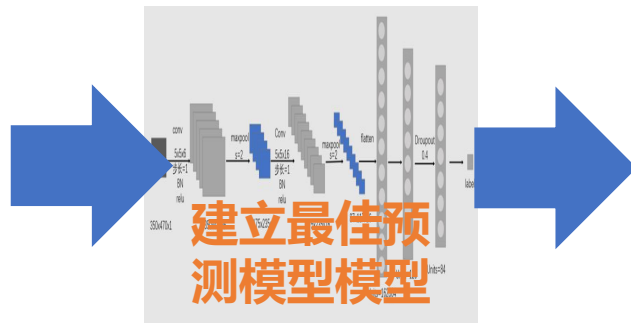
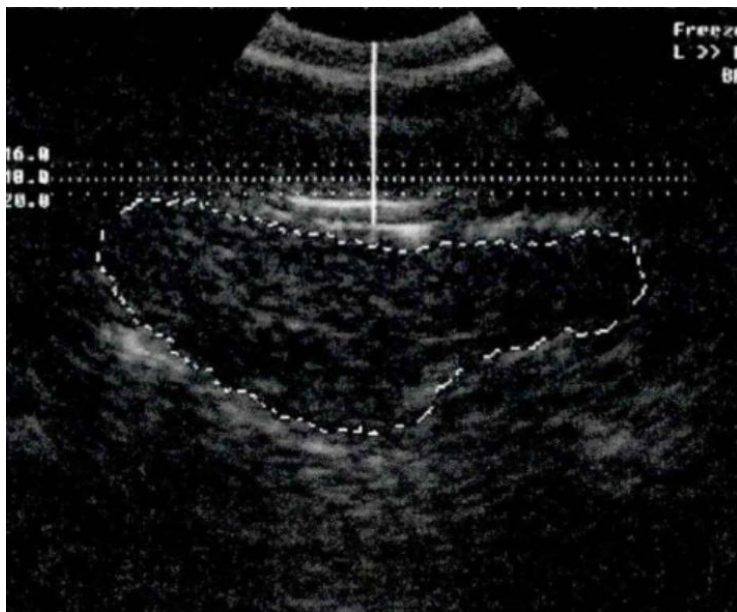


无需专业技术人员、边缘计算、数据自动传输、准确度不断提升

# 5.2

# 展望

利用深度学习模型，探索基于B超图像的眼肌面积、肌内脂肪含量测定，实现**无损、快速**眼肌面积与肌内脂肪含量**活体**估计

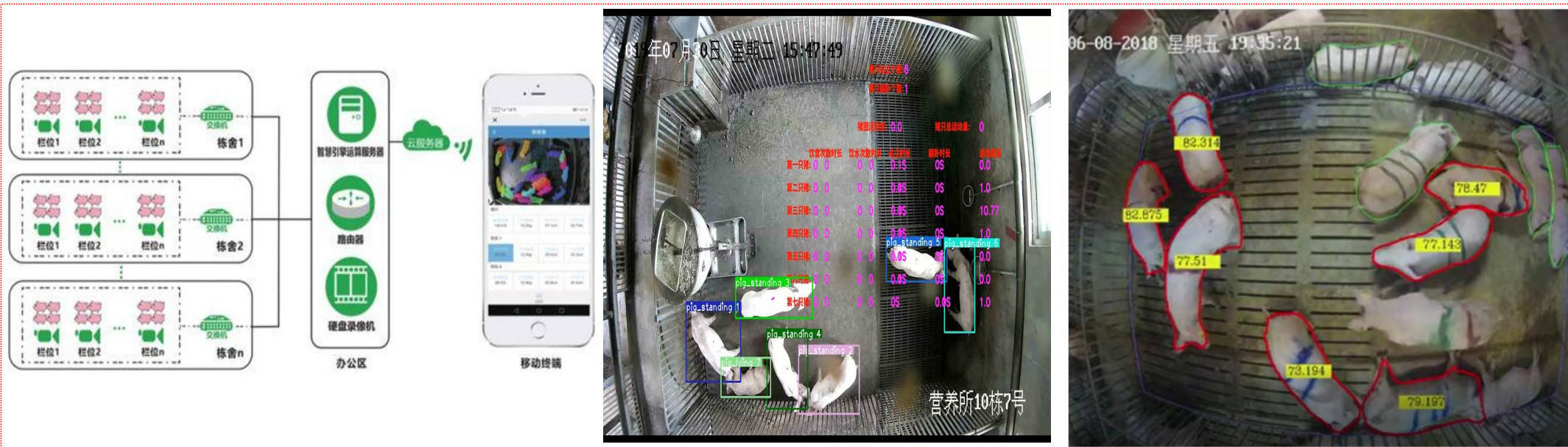


眼肌面积  
肌内脂肪含量

# 5.2

# 展望

基于视频图像，开展猪体尺、行为等性状精准快速测算，实现**无接触、无应激、高通量、高频率**

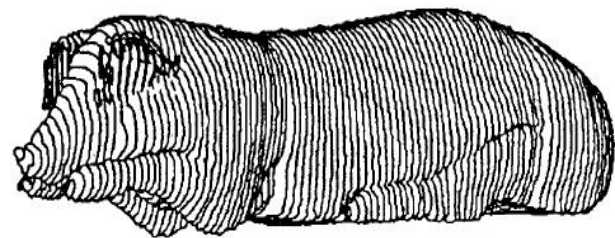
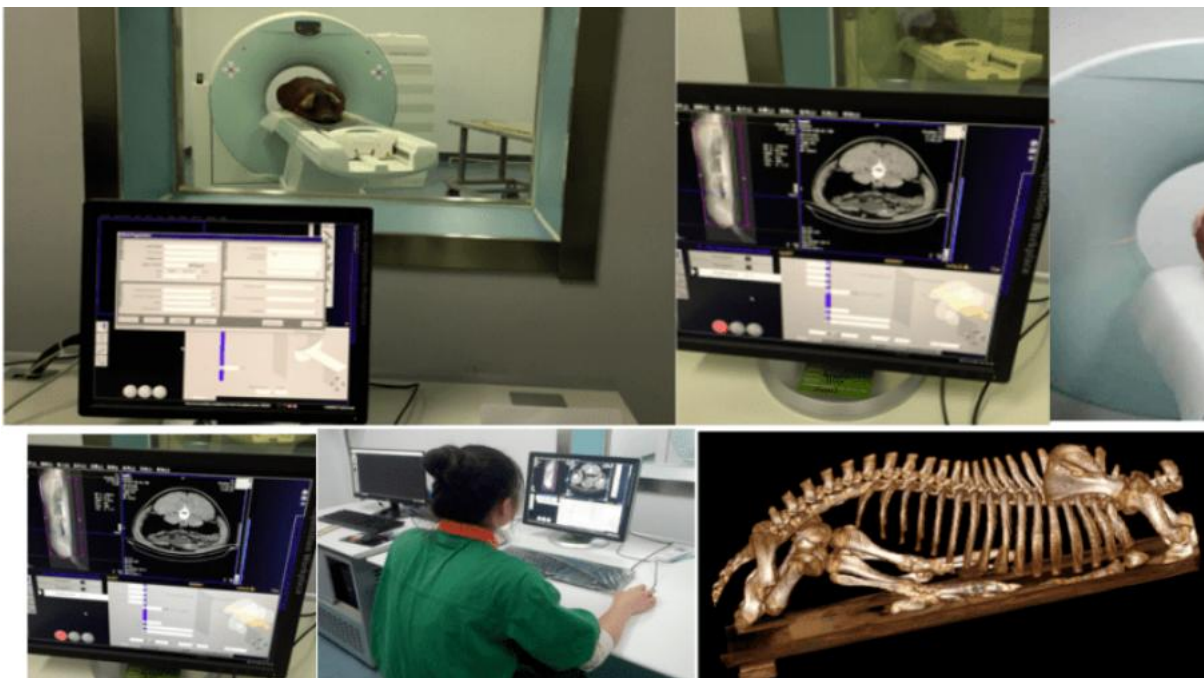


系统由摄像头、交换机、硬盘录像机、智慧引擎运算服务器和手机APP软件组成，系统通过安装在猪舍栏位上方的摄像头实时采集猪只影像，利用光纤传输到硬盘录像机并上传至运算服务器，服务器对接收到的影像进行智能分析和处理，实现对猪只**体重、体尺、行为性状**的估计。

# 5.2

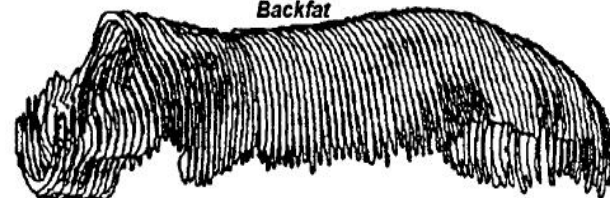
# 展望

结合CT和深度学习技术，实现猪不同部位肉质性状的**活体、高通量、自动化、精准测定**，实现肉质性状的直接选择



Total body

Backfat



Jowl

Fat regions

**谢谢，敬请批评指正！**