



華東交通大學

EAST CHINA JIAOTONG UNIVERSITY



水果光电检测技术及装备

Present Situation and Future of Fruit Photoelectric Detection
Technology and Equipment

刘燕德 教授

Tel: 13767101726 Email: jxliuyd@163.com

水果智能光电检测技术与装备

国家地方联合工程研究中心

East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China





目录



- 一、研究背景
- 二、技术简介
- 三、国内外研究进展
- 四、推广应用情况
- 五、发展趋势与展望

一、研究背景

开展水果光电检测技术与装备研究：

1. 符合**精准扶贫、乡村振兴**党的十九大战略部署；

2. 符合**中国制造2025**发展纲要着力发展智能装备的战略部署；

3. 符合**食品营养和人类健康**国家稳定和**社会发展**的永恒主题。



一、研究背景

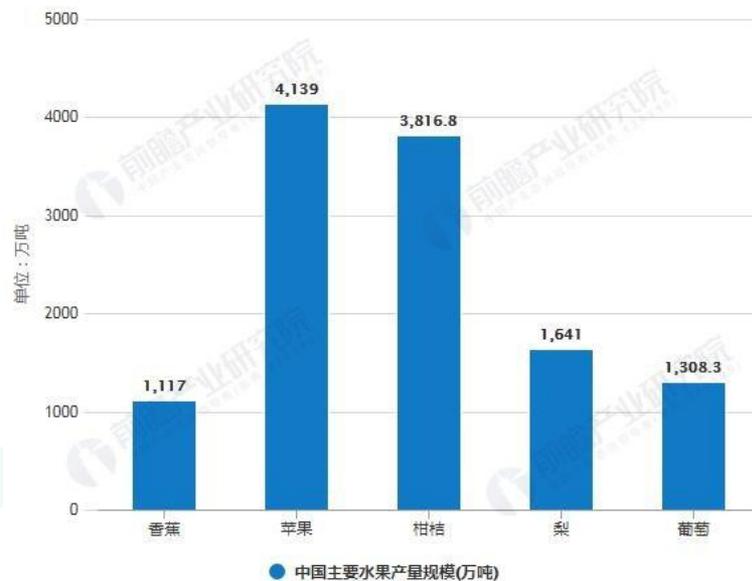
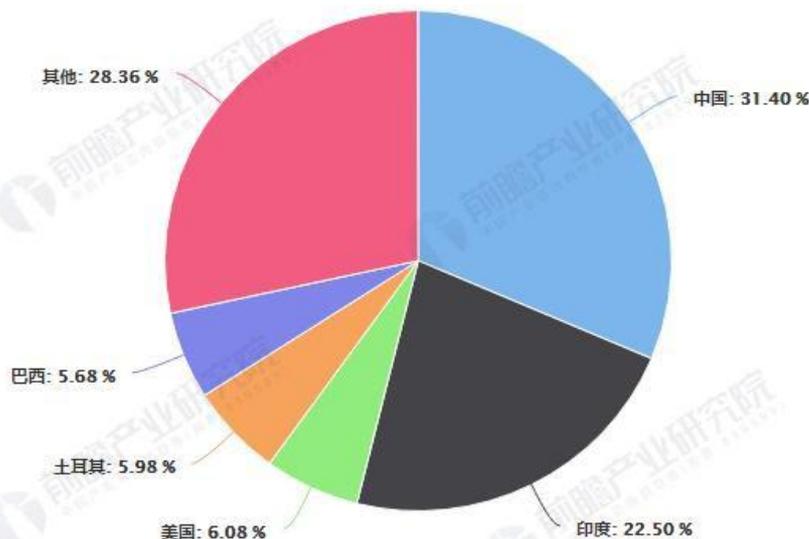
产业需求

- 我国是**水果生产大国**，但不是**水果出口强国**，水果产业面临国际化竞争力弱，水果品质参差不齐，优质、高档果率远低于发达国家水平；
- 我国水果产地商品化处理以**大小、重量和颜色**为主，未考虑**糖酸度、缺陷**等指标，更不用说**安全指标**；
- 我国当前水果产后处理技术水平和应用程度低，水果**高通量检测分级、快速无损分选**等关键技术不成熟，无法满足人民对美好生活的向往。



一、研究背景

我国水果生产情况



@ 前瞻经济学人APP

2017年全国水果总产量约为2.52亿吨，占全球总产量的31.40%，维持**全球第一大水果生产国**的地位。截止至**2018**年全国总产量约2.61亿吨，同比增长3.4%，其中**园林水果产量约1.91亿吨**。

在各类水果中，苹果、香蕉、柑桔、梨、葡萄仍是主要种植及生产品种，**苹果园面积占比为18%，柑桔园面积占比为20%，为规模最大的两类果园；**

一、研究背景

我国水果产业四大特征

产能过剩

我国水果种植面积与产量

树种	面积 (万亩)	产量 (万吨)	人均 (公斤)
苹果	3486	4388 (24.2%)	31.7
柑橘	3841	3765 (20.8%)	27.2
梨	1670	1870 (10.3%)	13.5
桃	1278	1429 (7.9%)	10.3
葡萄	1214	1375 (7.6%)	9.9
香蕉	612	1300 (7.2%)	9.4
总计	19472	18119	131

列强入侵

特色优势水果发展不充分，不能满足多样化的消费需求，致使进口不断增长。

西部崛起

西部的气候和独特的地理位置造就了一大批优势水果产区，未来的果业，必然是优势产区淘汰非优势产区。天时、地利、人和

诸侯争霸



02

一、研究背景

水果检测行业背景



品质





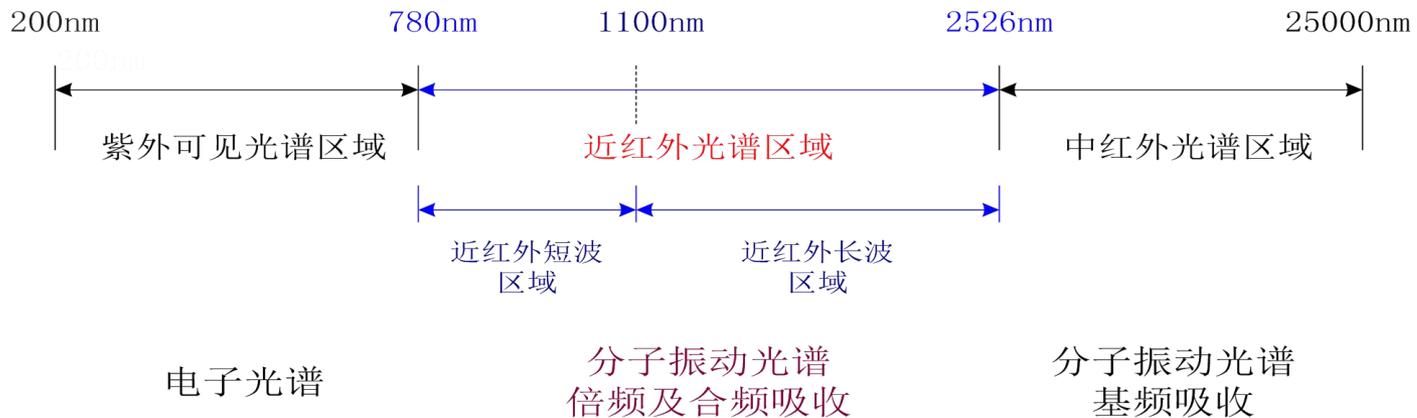
二、技术简介

技术名称		波段范围	特点	应用领域
红外光谱	近红外	0.75~3 μm	反映C-H、O-H、N-H、S-H等化学键的信息。	农副产品检测、生物制药、临床医学、石油化工等。
	中红外	3~30 μm	反映原子振动能级的跃迁。	药物分析、化学分析、食品分析等。
	远红外	30~1000 μm	反映分子纯转动能级跃迁及晶体的晶格振动。	半导体、超导体、天体物理研究、医疗保健等。
拉曼光谱		2.5-250 μm	散射光谱，研究分子和光相互作用的散射光的频率，检测分子骨架。	化学研究、高分子材料、农产品表面残留、生物学、考古等。
机器视觉		380~780nm (可见光)	用计算机模拟人的视觉功能，非接触性、实时性、灵活性。	工业制造、农产品检测、智慧交通、智能安防等。
X射线		0.001~10nm	穿透能力强。	分子、材料科学、生物学、化学、农副产品检测等。



二、技术简介

近红外检测原理

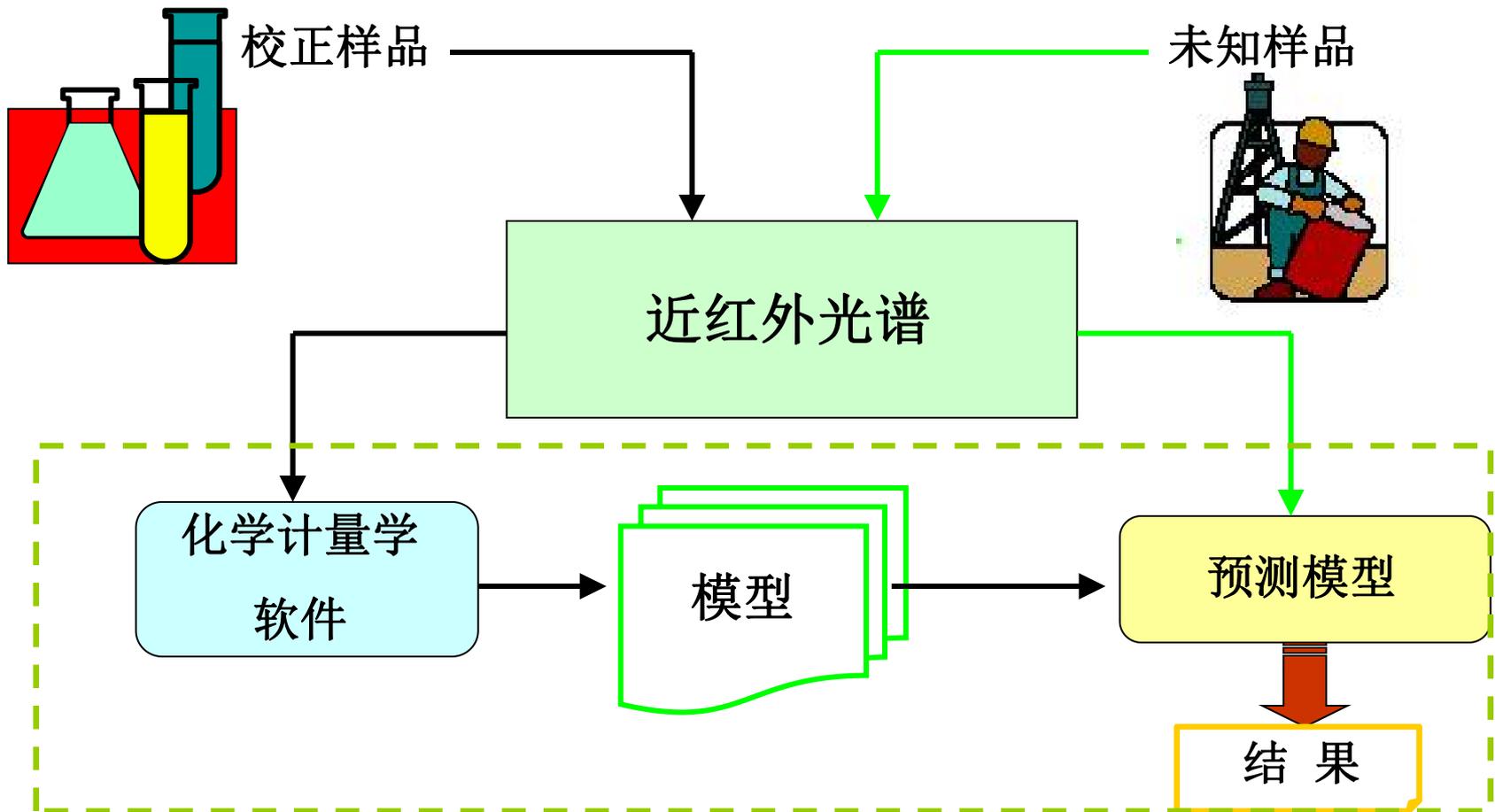


成分	近 红 外 光 吸 收 波 长 (nm)										
糖度	838	888	913	978	1005	1380	1437	1687	2080	2202	2275



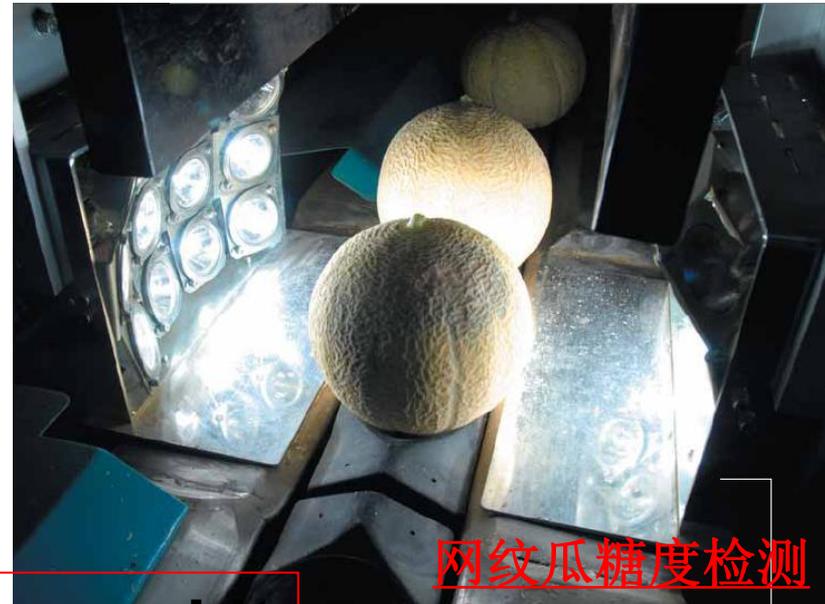
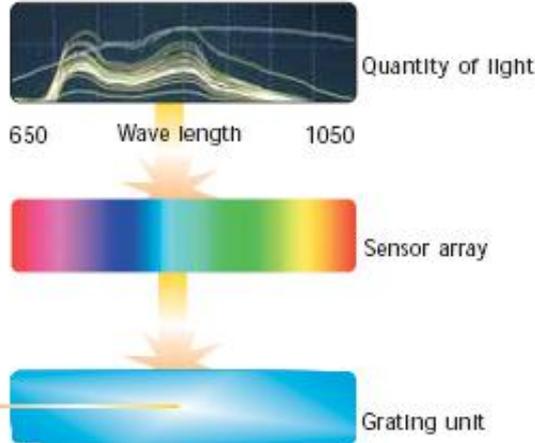
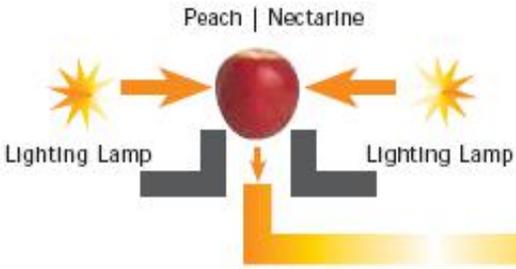
二、技术简介

NIR光谱检测过程



三、国内外研究进展

Italy



<http://www.sacmi.it>

三、国内外研究进展

New Zealand



TasteMark™
Retailers



TasteMark™
Testimonials



<http://www.taste-technologies.com>

三、国内外研究进展

Japan



<http://www.mitsui-kinzoku.co.jp/>

三、国内外研究进展

Holland



▶ FRUIT

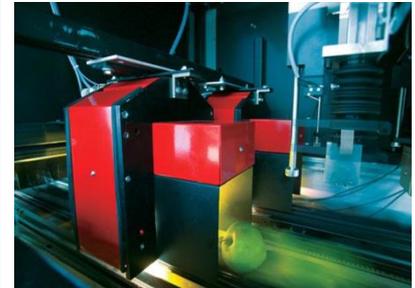
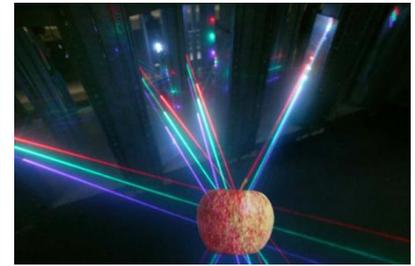


▶ VEGETABLES



▶ ROSES

WORLD OF SORTING TECHNOLOGY



<http://www.aweta.nl/>

三、国内外研究进展

Holland



<http://www.greefa.nl>

三、国内外研究进展

Australia

CVS漫反射检测装置，工作前先采集暗背景和参比光谱。
检测苹果、梨、桃子等。



<http://www.cvs.com.au>

三、国内外研究进展

France MAF RODA

设计生产新鲜果蔬分选，包装、清洗、打袋以及堆垛等设备



2019 亚洲果蔬博览会现场照片

三、国内外研究进展

浙江大学开发了自由托盘输送的易损水果内外部品质同步检测分级线、类球形水果多通道内外部品质同步检测分级生产线、四通道脐橙外观品质检测分级线。



三、国内外研究进展

江西绿萌水果分选设备实现了对水果的重量、颜色、形状、大小、表面瑕疵指标的分选。



三、国内外研究进展

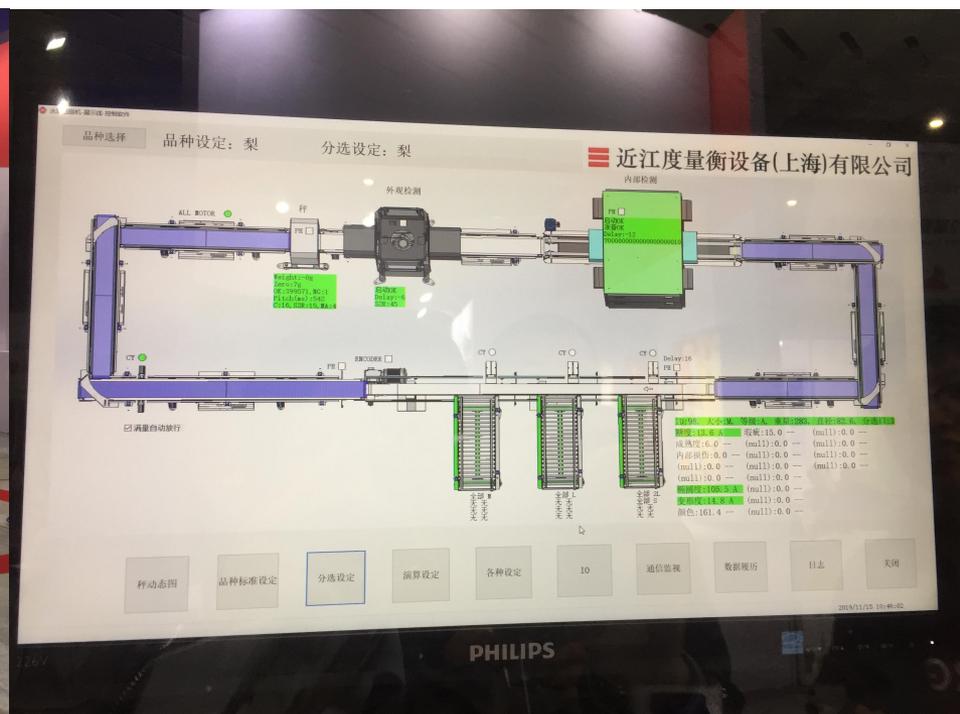
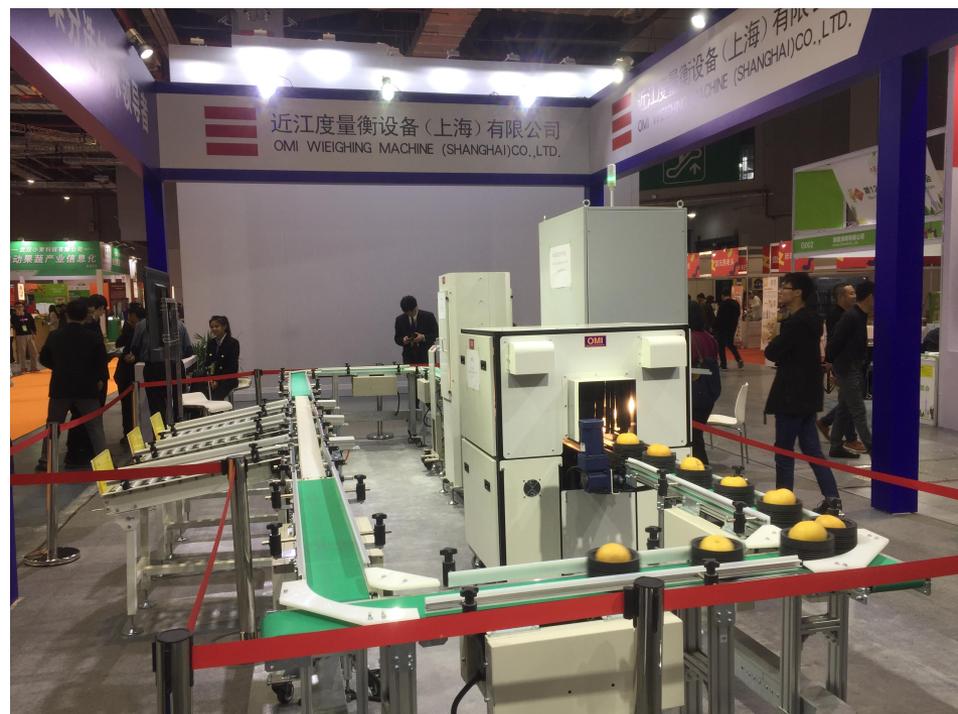
无锡迅杰光远研发的新产品IAS-F100-L1 水果在线分选系统。针对大、中、小等不同尺寸水果样品进行实时快速的分析、分选。平均检测时间可达到大果1-2个每秒，小果5-10个每秒。



2019 亚洲果蔬博览会现场照片

三、国内外研究进展

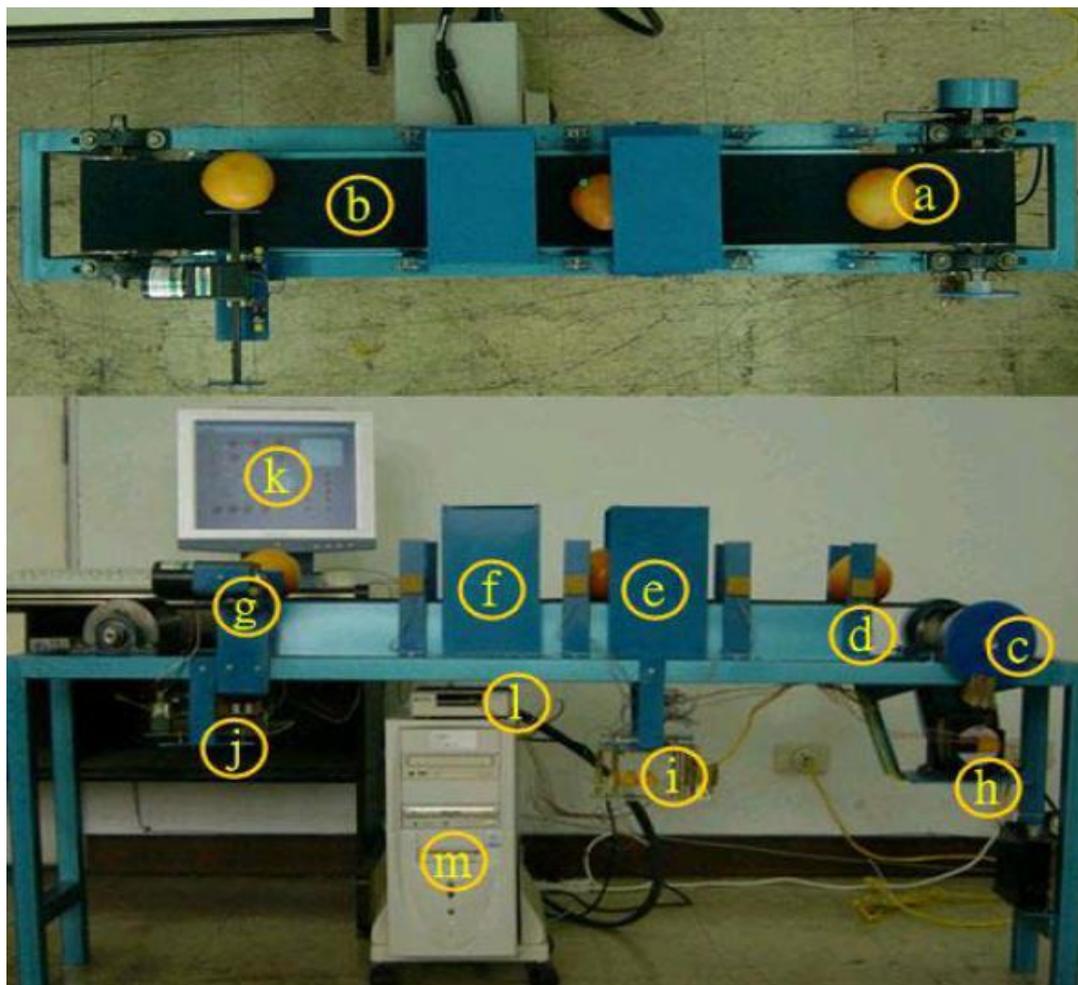
近江度量衡设备（上海）有限公司：日本近江度量衡株式会社在中国投资设立的全资企业，主要为国内外果品分级行业提供自动化计量系统



2019亚洲果蔬博览会现场照片

三、国内外研究进展

台湾陈世铭课题组研发的果品分选装置，针对水果内外品质分选，效率每秒2-3个。



圖例說明

a	物料
b	輸送帶
c	光編碼器
d	Sensor
e	光學檢測室一
f	光學檢測室二
g	出料機構
h	馬達與驅動器
i	Sensor 電路
j	出料電路
k	監控螢幕
l	DAQ 外接盒
m	檢測電腦

三、国内外研究进展

华东交通大学光机电技术及应用研究所历经近十年科研攻关，实现了对水果重量，糖度，酸度，内部缺陷进行分选，其分选精度超90%，高于国标，打破国外市场垄断，降低设备价格。



第一代

研制时间：2010年
功能特点：重量，糖度分选



第二代

研制时间：2015年
功能特点：重量，糖酸度、内部缺陷同时分选且分选等级可调，准确性、稳定性、重复性提高。



第三代

研制时间：2016年
功能特点：在二代基础上增加自动上料，自动包装环节，拓展了厚皮水果检测对象。

三、国内外研究进展

华东交通大学针对果品现场快速无损检测问题研制了1-4代水果品质无损检测仪。外形逐渐美观、简单化

主要技术参数

- 糖酸度、成熟度、缺陷等多项品质指标同时检测；
- 检测对象包括苹果、梨、脐橙等皮薄果；
- 连续使用时间1小时以上；
- 检测精度90%以上。



四、推广应用情况

华东交通大学研制的脐橙、蜜柚、苹果、梨等水果内部品质在线检测与分选装备，在江西、山东、重庆、广西、河北、广东等水果主产区推广应用。

上饶市广丰区马家柚在线检测装备应用



打造了晶心高糖**苹果**，赣南**脐橙**、梅州**金柚**等水果品牌，带动了当地果农增收**25%**左右。

赣州市定南县南方山地果园示范基地



吉安市万安县千里山脐橙示范基地

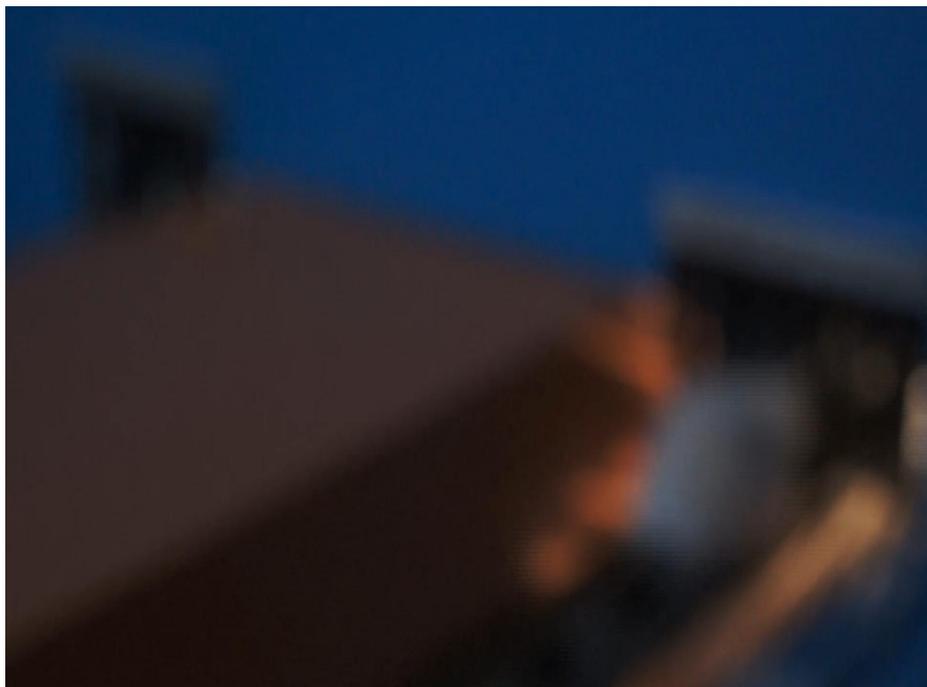


吉安市井冈山农业科技园



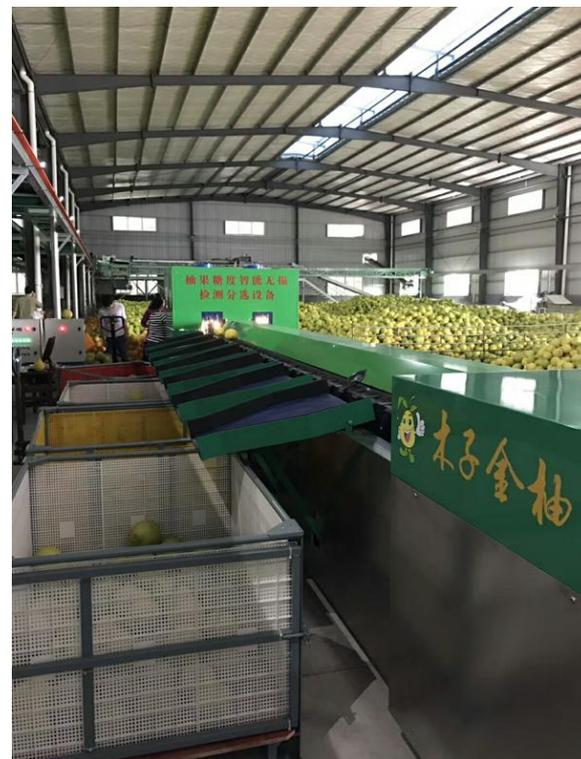
四、推广应用情况

- **鸭梨分选装备**：针对梨等**易损失、黑心**等问题，研发了基于漫透射原理的鸭梨糖度、内部缺陷分选机。(10吨/小时)
- 应用地点：**河北泊头**
- 速度5-8个/秒，检测精度90%，检测指标：糖度、重量、黑心。
- 从重量达标的优质果中选择糖度12度以上的高档果。



四、推广应用情况

- 蜜柚分选装备：针对大型果尺寸效应突出、透光性差等问题，研发了柚果糖度分选机。速度2-3个/秒，检测精度90%以上。
- 应用地点：广东梅州木子金柚 （单线12吨/小时左右）
- “12度以上才叫木子金柚，好吃才是木子金柚的唯一标准”。



四、推广应用情况

井冈蜜柚分选装备

○速度3个/秒，检测精度90%以上 (16吨/小时)

○应用地点：井冈山国家科技园

○自动单列化上料

○热缩膜包装

○检测精度 $\pm 1^{\circ}$ Brix



四、推广应用情况

上饶马家柚分选装备

○速度3个/秒，检测精度90%以上 (16吨/小时)

○应用地点：江西省东篱柚业科技有限公司

○热缩膜包装

○检测精度 $\pm 1^{\circ}$ Brix



四、推广应用情况

广东梅州沙田柚分选装备（2019年）

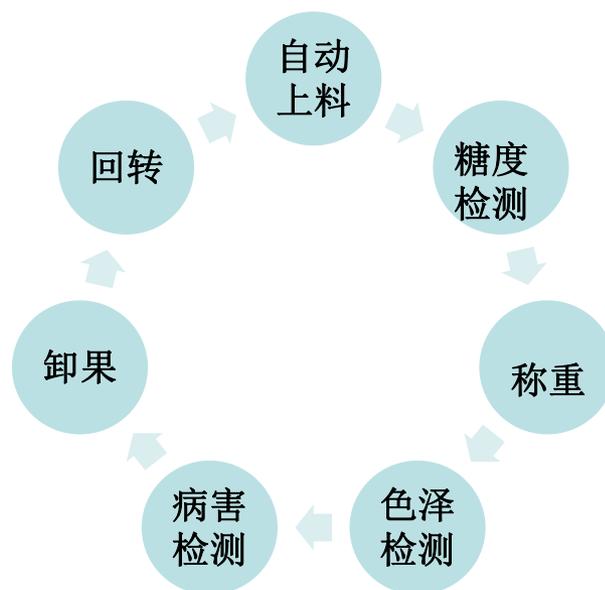
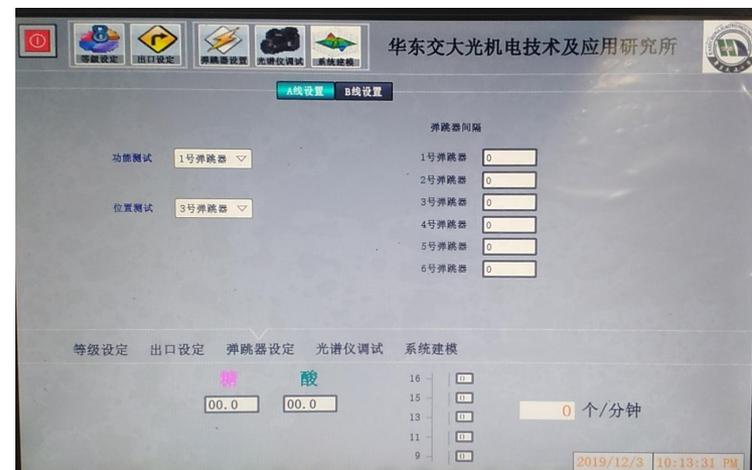
- 速度4个/秒，检测精度90%以上
- 应用地点：梅州市绿色创新中心
- 双通道14个分选出口
- 自动化上料



四、推广应用情况

新装备研发

- 采用机械手上料方式，同时抓取6个
- 传输带传输方式代替链传动。
- 人机交互界面操作系统
- 热多指标同时在线检测：色泽、病害、糖度、重量

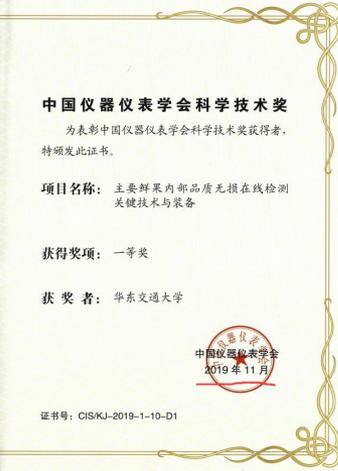




四、推广应用情况

获奖情况

序号	名称	获奖类别	序号	名称	获奖类别
1	水果糖酸度及重量快速无损检测技术与分选装备	江西省科技进步一等奖	5	基于计算机视觉的水果品质智能化实时检测分级技术与装备研究	教育部技术发明一等奖
2	主要鲜果内部品质无损在线检测关键技术与装备（2019）	中国仪器仪表协会科学技术一等奖	6	基于计算机视觉的水果智能化实时检测及分级生产线	农业部中华农业科技奖二等奖
3	果品品质光电子智能探测技术与分选装备	江西省技术发明二等奖	7	水果品质光电检测技术与分选装备	陆婉珍近红外光谱科技奖
4	禽蛋水果和种子品质无损检测机理及应用研究	江西省自然科学二等奖	8	农产品无损检测技术与装备	雷沃杯中国农业机械学会第三届青年科技奖



五、发展趋势与展望

六大趋势

高精度

检测精度向纳米、亚纳米级精度方向发展。

智能化

检测系统融合微处理器、PC技术向智能化方向发展。

数字化

检测结果数字化，实现光电测量与光电控制一体化方向发展。



多元化

光电检测仪器的检测功能向综合性、多参数、多维测量等多元化方向发展。

网络化

智能检测设备网络化，实现数据共享，数据互传。

微型化

光电检测系统朝着小型、快速的微型光、机、电检测系统发展。

五、发展趋势与展望

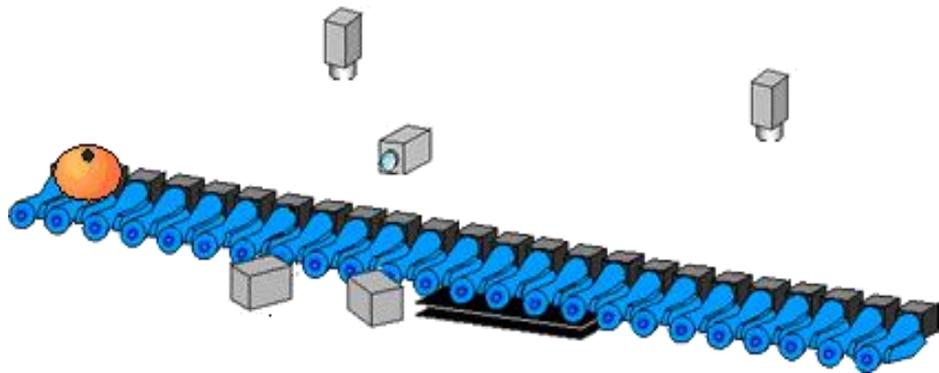
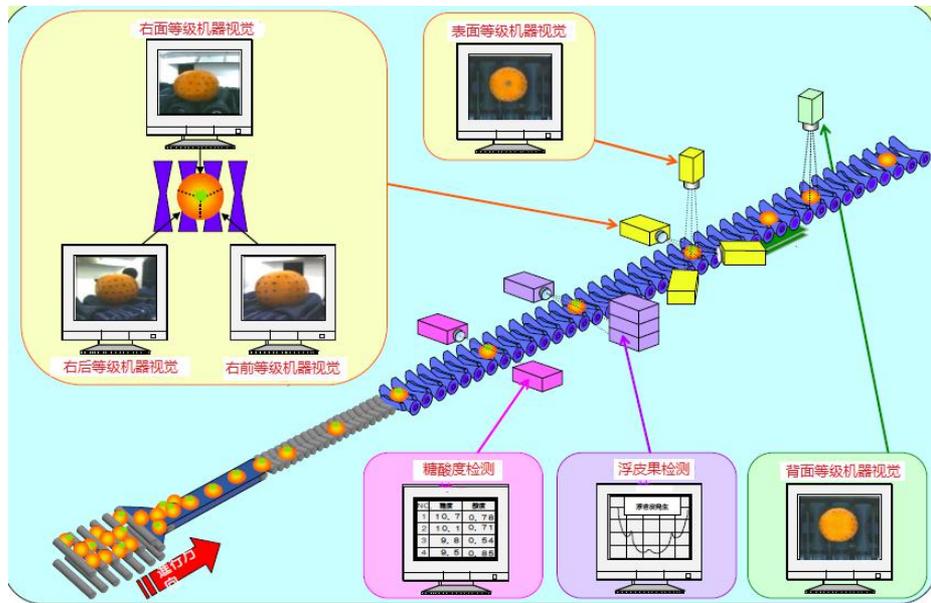
新老设备融合发展

- 大型水果流通商购买分选装备主要依靠政府农机补贴。
- 现有大量拖盘/滚子式的称重分选线，仅在赣南地区就有近百条水果称重分选线。
- 在原有的分选线基础上，嫁接光电系统/或延长一段新线，实现糖度检测，有可能成为分选装备发展的新增长点。



五、发展趋势与展望

内外品质同步分选



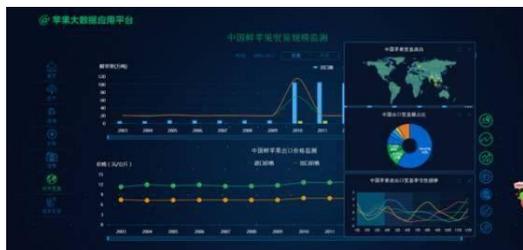
自动化包装



通过自动化技术实现**自动套袋、包膜及装箱**等后续包装工作。

五、发展趋势与展望

迈入大数据时代



果业2.0

以农业机械为生产手段和工具的机械化果业阶段。



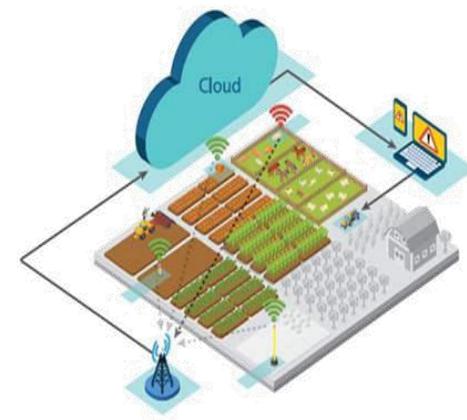
果业3.0

以自动化和计算机技术为核心，机械装备数字化的果业阶段。



果业4.0

以信息为生产要素，互联网、物联网、大数据、云计算、自动化、智能机器人应用为特征的智慧果业阶段。



果业1.0

以人力和畜力为主要生产手段的传统果业阶段。



五、发展趋势与展望

智慧水果店—拍照测肤推荐水果



通过在门店部署魔镜+光谱检测仪，实现个性化的果品推荐服务：通过配置在水果门店的智能魔镜、体脂称等智能化设备，获取消费者的皮肤及健康数据，如：肤质、肤色、黑头、暗纹、痘痘、体脂、体重、亚健康筛查数据等，获取用户的体脂、体重、体质、疾病等健康数据，同时，依据当前的季节、气候、温度、湿度、疫情等环境数据以及客人的喜好等数据，结合无损光谱仪检测出的水果的糖度、酸度等成分数据信息，依托交大光机电研究所大数据计算服务平台现有的水果知识图谱，进行分析计算，从而向每位消费者提供个性化、健康的饮食服务。



水果光电检测团队介绍—华东交通大学

多学科协调发展

教学研究型大学

江西省双一流学科

华东交通大学

上海铁道学院

同济大学铁道工程专业

上海交通大学机车车辆系

国务院、中央军委

September 22, 1971

江西省重点加强建设
高校

博士学位授权单位

小211工程——中西
部高校基础能力建设
工程单位



水果光电检测团队介绍—华东交通大学

华东交通大学

◆ 3个一级学科博士点，21个一级学科硕士点，9个专业学位类别授权点，为硕士学位研究生推免工作单位。

◆ 18个学院，63个本科专业，涵盖工、经、管、文、理、法、教育、艺术等8个学科门类，其中4个国家特色专业、3个国家级卓越工程师试点专业。

全省唯一一家获得“全国高校创新创业50强”、教育部深化创新创业教育改革示范高校、全国高校实践育人创新创业基地3项殊荣的高校。

学校坐落在“军旗升起的地方”江西南昌。校园临江怀湖、依山傍水，校内百鸟齐鸣、百花争艳、百树竞发，是宜教、宜学、宜居的山水学园。



水果光电检测团队介绍—机电学院

机电与车辆工程学院

制造工程系

机电工程系

精密仪器系

轨道车辆工程系

汽车工程系

机械设计基础部

- ◆ 1个省级实验教学中心
- ◆ 1个省级工程训练中心
- ◆ 5个校级研究所和研究院
- ◆ 2个卓越工程师专业
- ◆ 1个教育部重点实验室
- ◆ 2个省级重点实验室
- ◆ 2个江西省高校重点学科
- ◆ 在校学生2080人，在读硕士200人，教职工118人，专任教师100人



水果光电检测团队介绍—研究所

华东交通大学光机电技术及应用研究所 (OMETA)

针对水果产业重大关键性、共性技术问题，进行系统化和工程化研究开发。

- 国家863计划项目
- 国家科技支撑计划项目
- 国家自然科学基金
- 农业科技成果转化资金

机械工程省重点学科、
控制科学与工程博士
点授权学科

现有20人，教授6人，
副教授7人，博士讲师
6人。

水果智能光电检测技术与装备
国家地方联合工程研究中心

2018

科技部重点领域科技创新团队
水果光电检测技术与装备

2017

江西省优势科技创新团队

2015

江西省发改委工程实验室

2015

江西省2011协同创新中心

2014

省光电检测工程技术研究中心

2010-2013

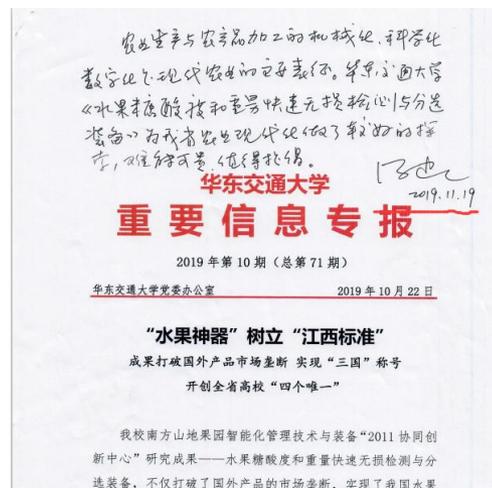
光机电技术及应用研究所

2009



水果光电检测团队介绍—最新成果

团队研发的水果光电检测装备在2019年10、11月份连续获得“中国仪器仪表学会科学技术一等奖”和省领导批示。





水果光电检测团队介绍—负责人



刘燕德，博士、教授、博导，国家万人计划领军人才
主持国家863计划、科技部支撑计划、国家基金、科技部农转基金等省部级以上项目40余项。发表SCI/EI论文80余篇，授权发明专利12项，获省科技进步一等奖等奖励8项。

- 新世纪百千万国家级入选
- 教育部新世纪优秀人才
- 国务院特殊津贴获得者
- 全国百篇优秀博士论文提名奖
- “赣鄱英才555工程”领军人才
- 江西省优秀研究生指导教师
- 重点领域创新团队负责人
- 2011协同创新中心主任
- 省光电检测工程中心主任
- 省发改委工程实验室主任
- 省主要学科学术带头人
- 省机械工程学科学科联盟负责人



华东交通大学光机电技术及应用研究所



勤于思考 敢于创新 甘于寂寞 乐于奉献

