

秋富红苹果冷藏期及货架期生理品质变化

Effects of cold storage and shelf-life on physiology and quality of the ‘Qiu fuhong’ apples

郭 丹 韩英群 郝 义

GUO Dan HAN Ying-qun HAO Yi

(辽宁省果树科学研究所, 辽宁 营口 115009)

(Liaoning Institute of Pomology, Yingkou, Liaoning 115009, China)

摘要:以秋富红苹果为试材,研究冷藏及同期冷藏后室温货架 7 d 果实品质及生理活性的变化。结果表明:秋富红苹果存在呼吸跃变,果实呼吸高峰出现于冷藏期第 98 天,及冷藏 70 d 室温货架 7 d 时;冷藏果实的多酚氧化酶活性较同期冷藏后室温货架 7 d 的低,过氧化物酶活性较同期冷藏后室温货架 7 d 的高,但均推迟活性高峰;冷藏期第 126 天和冷藏 98 d 后室温货架 7 d 的秋富红果实品质快速劣变,失重率急剧上升。综合果实生理品质变化结果,秋富红苹果冷藏适宜贮藏期为 126 d,需室温货架 7 d 的果实适宜冷藏期为 98 d。

关键词:秋富红;冷藏;货架;生理品质

Abstract: Using the ‘Qiu fuhong’ apples as the materials, the changes of fruit quality and physiology activity under cold storage and 7 days shelf-life after cold storage were studied. The result showed that, the ‘Qiu fuhong’ apples had the respiration climacteric, the respiration climacteric of cold storage fruits happened at 98 days and the shelf-life fruits happened after 70 days cold storage, the cold storage fruits had the lower PPO activity and higher POD activity, and the activity peak were all delayed, the quality of ‘Qiu fuhong’ apples became inferior and weight loss ratio enhanced quickly after 126 days cold storage and 98 days cold storage for shelf-life fruits. The best storage time for cold storage fruits was 126 days, and 98 days for shelf-life fruits.

Keywords: ‘Qiu fuhong’; cold storage; shelf-life; physiology and quality

低温贮藏是目前果品贮藏保鲜的主要方式^[1,2]。相对低

的温度不但能减缓果实贮藏期品质的下降,而且对鲜切果品质的保持也有显著的作用^[3]。但由于果品长期处于较低温度下贮藏,生理代谢相对减弱,如果出库后温度条件不合适,果实品质往往急剧下降,严重影响果实的商品性和货架寿命^[4-6]。果品贮藏保鲜研究应同时注重贮藏期及货架期果实品质,明确不同果品及处理方式下的贮藏时间和货架寿命^[7,8]。

本试验选用的秋富红苹果是辽宁省果树科学研究所选育的秋富 1 苹果的短枝型浓红芽变新品种。该品种具有果个大、果色浓红、外观美、风味浓、品质优,贮藏性好,早果,丰产,抗逆性较强等特点,目前在辽宁、甘肃、山东、河北、河南 5 省试栽面积达到 220.7 hm²,具有广阔的发展前景^[9,10]。本试验拟研究冷藏和冷藏后室温货架 7 d 秋富红苹果果实品质及生理活性的变化规律,探讨秋富红苹果低温贮藏及货架存放的适宜贮藏期,丰富、完善配套技术体系,为该品种的快速推广和贮藏技术的深入研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 试验材料

苹果:秋富红,采自辽宁省果树科学研究所苹果示范园。

1.1.2 主要仪器

紫外分光光度计:UV-2550 型,岛津企业管理(中国)有限公司;

离心机:CT 15RT 型,天美(中国)科学仪器有限公司;

数显测糖仪:PAL-1 型,广州市爱宕科学仪器有限公司。

1.2 试验方法

于果实八、九分成熟时,选取树冠中部靠外围的无病虫害和机械损伤、大小均匀、着色程度一致的果实,选果 90 kg, 15 kg/箱,装入内衬 0.04 mm 厚 PE 保鲜膜的塑料箱中,(0±0.5)℃下敞口预冷 24 h,预冷后于(0±0.5)℃、相对湿

基金项目:辽宁省果树产业技术体系项目(编号:LNGSCYTX-13/14-9)

作者简介:郭丹(1984—),女,辽宁省果树科学研究所助理研究员,硕士。E-mail:guodan0407@163.com

通讯作者:郝义

收稿日期:2015-05-08

度 90%~95%冷库内贮藏。冷藏期间每 14 d 测定 1 次,每次随机取果 20 个,其中 10 个直接进行相关指标分析测定,另外 10 个果实于室内阴凉处(15~20 ℃)存放 7 d 再进行测定,以上处理重复 3 次。

1.3 测定项目及方法

- 1.3.1 果实呼吸强度 采用静置法测定^[11]。
- 1.3.2 多酚氧化酶(PPO)活性 采用邻苯二酚比色法^[11]。
- 1.3.3 过氧化物酶(POD)活性 采用愈创木酚比色法^[11]。
- 1.3.4 果实硬度 采用 GY-1 型手持硬度计测定。
- 1.3.5 可溶性固形物(TSS)含量 采用 PAL-1 型数显测糖仪测定。
- 1.3.6 可滴定酸(TA)含量 采用 NaOH 滴定法,以苹果酸计^[12]。
- 1.3.7 Vc 含量 采用 2,6-二氯酚法^[12]。
- 1.3.8 果实失重率 按式(1)计算:

$$\text{失重率} = \frac{\text{贮藏时果实重量} - \text{测定时果实重量}}{\text{贮藏时果实重量}} \times 100\%$$

(1)

- 1.3.9 固酸比 按式(2)计算:

$$\text{固酸比} = \frac{\text{可溶性固形物含量}}{\text{可滴定酸含量}} \times 100\%$$

(2)

1.4 数据处理

所有数据采用 Microsoft Excel 2003 处理,差异显著性分析采用 DPS 7.05 软件。

2 结果与分析

2.1 呼吸强度的变化

苹果属于呼吸跃变型果实,在成熟和后熟期间,呼吸速率增高。由图 1 可知,冷藏的秋富红苹果第 98 天时出现呼吸高峰,呼吸强度为 9.04 U/(min·g);冷藏后室温货架的秋富红苹果呼吸高峰提前且峰值升高,在冷藏 70 d 室温货架 7 d 后呼吸强度达到峰值,为 11.26 U/(min·g)。果实的呼吸速率直接受温度的影响,低温对苹果的呼吸有明显地抑制作用,可能是持续的低温冷藏环境减缓了果实营养物质的降解,推迟果实呼吸高峰的到来,使果实保持前期较低及后期平稳的代谢速率,需室温货架的果实由于贮藏条件发生了不利变化,其呼吸强度加强,生理代谢更加旺盛,呼吸高峰后

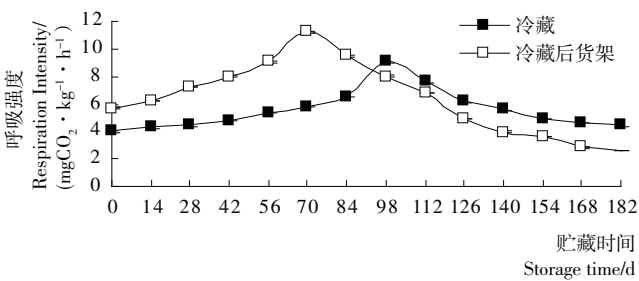


图 1 秋富红果实呼吸强度的变化
Figure 1 Changes in Respiration Intensity of ‘Qiu fuhong’ apples

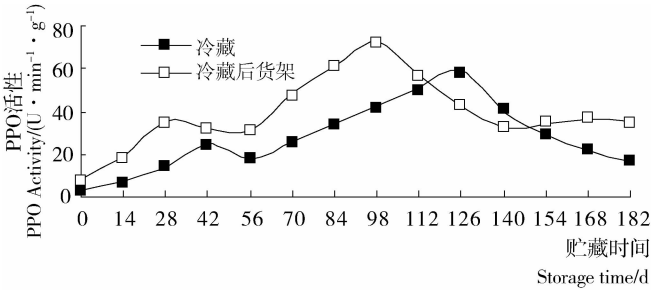
果实品质和贮藏性急速下降,因而呼吸强度较同期冷藏果实更低,且贮藏后期果实呼吸速率变化相对平稳。这与唐海波^[13]和高华^[14]的研究结果相似。

2.2 PPO 和 POD 活性的变化

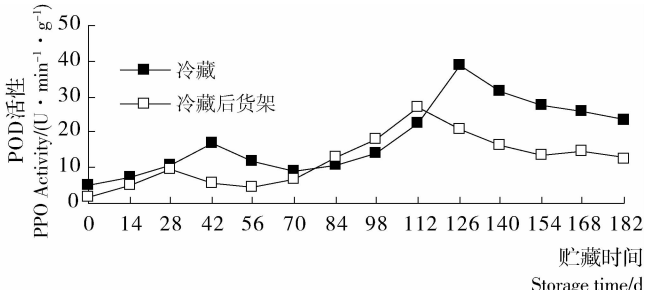
秋富红苹果果肉易发生褐变,而 PPO 是催化果实酶促褐变的主要酶类,其变化受果实贮藏过程中外界因素(不同温度、保鲜处理等)影响严重。由图 2(a)可知,冷藏及冷藏后室温货架 7 d 的秋富红苹果 PPO 酶在贮藏期内均出现 2 次活性高峰。冷藏果实 PPO 活性高峰分别出现在第 42 天和第 126 天,活性分别为 24.5,59.0 U/(min·g);冷藏后室温货架 7 d 的果实 PPO 活性较冷藏果实高,且活性高峰提前出现在冷藏 28 d 和 98 d 后室温货架 7 d 时,其活性分别为 35.5,73.2 U/(min·g)。试验结果表明,一定的低温环境有利于抑制 PPO 酶活性。随着贮藏期的延长,酚类物质的积累和 PPO 酶活性提高造成细胞组织结构和内膜系统的破坏,从而促使酶促氧化反应进行而导致组织褐变^[15],使果实

在贮藏后期逐渐失去商品价值。

POD 是植物体内主要的活性氧酶促清除系统,具有维持活性氧代谢平衡、保护膜结构的功能。由图 2(b)可知,冷藏及冷藏后室温货架 7 d 的秋富红苹果 POD 酶随贮藏期的延长也出现 2 次活性高峰,冷藏果实较冷藏后室温货架果实的 POD 活性高,但活性高峰延后。冷藏果实第 42 天时 POD 出现第一次活性高峰,第 126 天时再次出现活性高峰且达到最大,活性峰值分别为 17.1,39.0 U/(min·g);冷藏后室温货架的 POD 活性高峰出现在冷藏 28 d 和 112 d 货架 7 d 时,



(a) PPO



(b) POD

图 2 秋富红果实 PPO 和 POD 活性的变化

Figure 2 Changes in PPO and POD activity of ‘Qiu fuhong’ apples

活性峰值分别为 9.4、25.5 U/(min·g)。本试验表明与冷藏后室温货架 7 d 相比,低温可延缓 POD 活性高峰的到来,并使酶活性维持在较高的水平。POD 酶活性的提高,可以降低 H₂O₂、O²⁻ 等活性氧的积累,减缓 O²⁻ 等活性氧自由基累积引起的膜脂过氧化,保护了膜结构的完整性,减轻了膜伤害,从而延缓了果实的衰老,因此低温对于延缓衰老延长果实贮藏期起到积极作用。贮藏后期,随着 POD 酶活性的下降,果实内膜系统遭到破坏,营养物质降解加快,逐渐失去商品性。这与陈小利等^[16]和牛敏锐等^[17]的研究结果相似。

2.3 硬度、TSS、TA、固酸比及 Vc 含量的变化

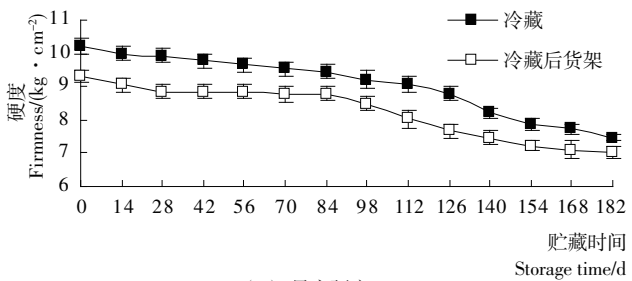
由图 3(a)可知,随着贮藏时间的延长,秋富红苹果硬度不断下降。采摘时果实硬度为 10.2 kg/cm²,室温存放 7 d 后下降了 8.5%,冷藏 140 d 后果实硬度显著下降,第 182 天时果实硬度下降了 26.8%;冷藏后室温货架的果实硬度更低,冷藏 112 d 后室温货架 7 d 时果实硬度开始显著下降,经冷藏和室温货架后果实硬度较采收时下降了 24.9%。

由图 3(b)可知,冷藏及冷藏后室温货架 7 d 秋富红苹果的 TSS 含量变化趋势均为先上升后下降,可能是在贮藏前期果实中仍有部分淀粉转化为糖,使 TSS 含量上升,而贮藏后期因呼吸作用糖被消耗,引起 TSS 含量的下降。冷藏的秋富红苹果贮藏 70 d 时果实的 TSS 含量出现峰值,为 15.0%,贮藏结束时含量降为 13.53%;冷藏后室温货架的果实冷藏 56 d 后室温货架 7 d 时 TSS 含量最大,为 15.24%,贮藏结束含量降为 12.8%。贮藏前期冷藏的秋富红苹果 TSS 含量低于冷藏后室温货架的,可能是室温处理有利于淀粉转化为糖;而低温冷藏降低了呼吸作用减少了糖的消耗,所以贮藏后期冷藏的果实的 TSS 含量维持在较高的水平。

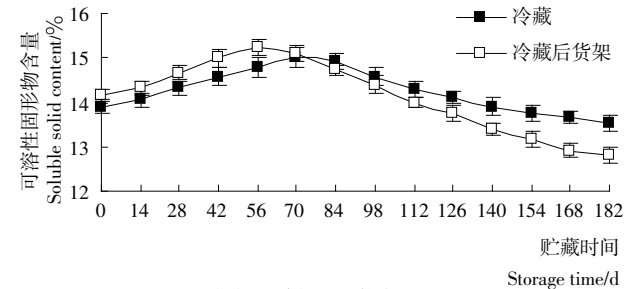
由图 3(c)可知,随着贮藏时间的延长,冷藏及冷藏后室温货架 7 d 秋富红苹果的 TA 含量均逐渐降低,冷藏后室温货架 7 d 果实的 TA 含量较同期冷藏的更低,下降也更快。采收时秋富红苹果 TA 含量为 0.51%,冷藏至 126 d 后果实 TA 含量快速降低,贮藏结束时降低了 47.3%;冷藏后室温货架 7 d 的果实 TA 含量由 0.46% 降至 0.21%,降低了 54.1%。

由图 3(d)可知,在贮藏期间,冷藏及冷藏后室温货架 7 d 秋富红苹果的固酸比呈现出一直升高的趋势,说明酸下降的幅度大于糖下降的幅度,这可能是造成贮藏后期果实风味变淡的主要原因。采摘时秋富红苹果固酸比为 27.55%,室温货架 7 d 后为 30.80%。贮藏结束时,冷藏及冷藏后室温货架 7 d 的果实固酸比分别为 50.89%,60.71%,分别上升 84.72%,97.11%。

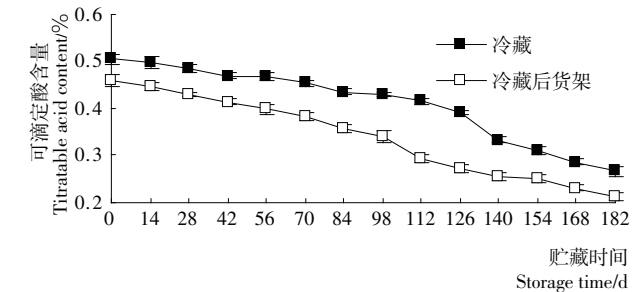
由图 3(e)可知,随着贮藏时间的延长,冷藏及冷藏后室温货架 7 d 秋富红苹果的 Vc 含量均逐渐降低。贮藏结束时冷藏的秋富红苹果 Vc 含量由 3.06 mg/100 g 降至 1.78 mg/100 g,降幅 41.83%;冷藏后室温货架 7 d 的 Vc 含量由 2.98 mg/100 g 降至 1.39 mg/100 g,降幅 53.36%。



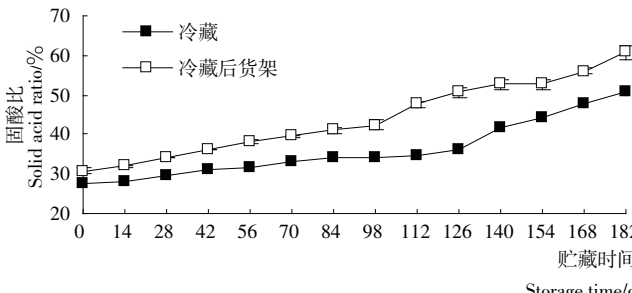
(a) 果实硬度



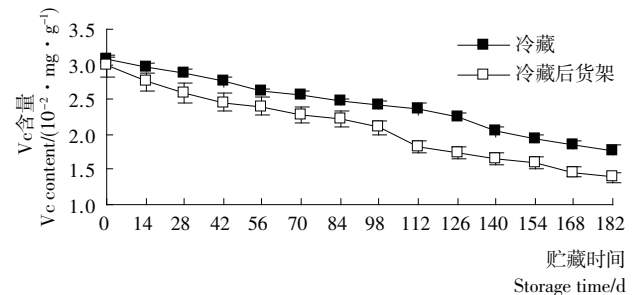
(b) 可溶性固形物含量



(c) 可滴定酸含量



(d) 固酸比



(e) Vc 含量

图 3 秋富红果实硬度、TSS、TA、固酸比及 Vc 的变化

Figure 3 Changes in firmness, total soluble solid, titratable acid content and solid acid ratio of ‘Qiu fuhong’ apples

2.4 失重率的变化

果实在贮藏过程中由于蒸腾作用和呼吸作用,造成果实在贮藏过程中失重,其中蒸腾失水起主要作用。由图 4 可知,冷藏后室温货架 7 d 的秋富红苹果失重较冷藏的明显。冷藏果实第 126 天后失重率明显上升,贮藏结束时果实失重率为 1.07%;冷藏 98 d 后室温货架 7 d 的果实失重率显著上升,贮藏结束时果实失重 1.43%。

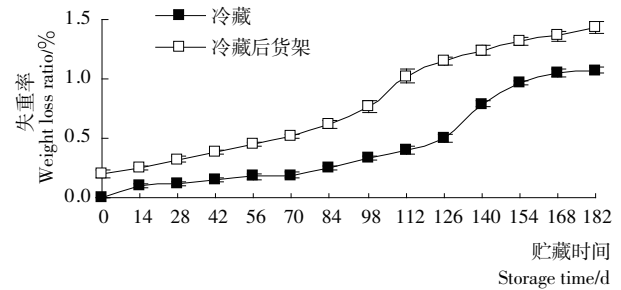


图 4 冷藏及冷藏后室温货架期秋富红果实失重率的变化
Figure 4 Changes in weight loss ratio of ‘Qiu fuhong’ under cold storage and shelf life

3 结论

温度是影响果蔬呼吸速率的最重要因素,决定着果蔬贮运保鲜和货架期保鲜效果^[18,19]。在果品采后贮藏研究中,货架期的研究是果实经低温贮藏后最后一个环节,也是最关键的一环^[5]。本试验通过对秋富红苹果冷藏及同期冷藏后室温货架 7 d 果实品质及生理活性变化进行研究,结果显示:秋富红苹果存在呼吸跃变,果实呼吸高峰出现于冷藏期第 98 天,及冷藏 70 d 后室温货架 7 d 时;呼吸高峰过后,果实 PPO 和 POD 活性达到高峰,与同期冷藏后室温货架果实相比,冷藏果实的 PPO 活性低、POD 活性高,有利于减缓果实品质的下降;呼吸和 PPO、POD 活性高峰过后,冷藏和冷藏后室温货架存放 7 d 果实品质迅速下降,固酸比和失重率急剧上升。因此,秋富红苹果冷藏适宜贮期为 126 d,需室温货架存放 7 d 的果实冷藏贮期不宜超过 98 d。秋富红苹果属于苹果新品种,对其贮藏期生理品质的研究填补了其采后保鲜研究的空白,但本试验只对其冷藏及同期室温货架期果实品质变化规律进行研究,为深入研究秋富红苹果贮藏特性及保鲜措施,今后重点和切入点是探讨贮期果实乙烯释放量及相关酶活性的变化规律,并与保鲜剂种类筛选、处理浓度及处理时间等结合应用的研究。

参考文献

1 罗桂杰. 中小型苹果采后贮藏生理特性的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2008.

2 徐玉娟,温靖,肖更生,等. 荔枝果汁贮藏过程中理化指标和营养成分的变化[J]. 食品与机械,2011,27(4):123~125,145.

3 庞坤,胡文忠,姜爱丽,等. 鲜切苹果贮藏期间生理生化变化的影响[J]. 食品与机械,2008,24(1):50~54

4 李鹏霞,胡花丽,梁丽松,等. 不同贮藏时期李果实货架期品质的变化[J]. 江苏农业学报,2009,25(1):169~173.

5 王志华,姜云斌,王文辉. 低温贮藏后出库温度对货架期酥梨果实品质及生理指标的影响[J]. 果树学报,2014,31(6):1147~

1153.

6 武杰,张引成,李梅玲,等. 3 种处理方式对冬枣货架期品质的影响[J]. 食品科学,2012,33(6):278~282.

7 王文生. 国外果品贮藏保鲜概况[J]. 保鲜与加工,2002(1):3~5.

8 何全光,苏伟强,任惠. 影响果蔬货架寿命的若干因素[J]. 保鲜与加工,2008(6):1~4.

9 徐贵轩,温树英,何明莉,等. 苹果新品种—秋富红的选育[J]. 果树学报,2012,29(1):143~144.

10 何明莉. ‘秋富红’苹果新品种通过备案审定[J]. 北方果树,2010(11):6.

11 曹建康,姜微波,赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京:中国轻工业出版社,2007:46~49,101~105.

12 郝建军,刘延吉. 植物生理学实验技术[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,2001:101~103.

13 唐海波,韩明玉. 不同贮藏温度对“红香脆”与“新世界”苹果呼吸、乙烯产生及贮藏品质的影响[J]. 陕西农业科学,2007(6):98~99,215.

14 高华,鲁玉妙,王雷存,等. 不同贮藏温度对秦阳苹果采后生理的影响[J]. 华北农学报,2010,25(增刊):154~156.

15 鞠志国,朱产廉,曹宗与,等. 气调贮藏条件下 CO₂对莱阳茌梨果肉褐变的影响[J]. 园艺学报,1988,15(4):229~232.

16 陈小利,任小林,蒲飞,等. 蜂胶涂膜对红富士苹果贮藏品质和生理活性的影响[J]. 食品与发酵工业,2011,37(7):230~234.

17 牛敏锐,陈雀民,于蓉,等. 臭氧处理对红富士苹果生理变化及贮藏品质的影响[J]. 安徽农业科学,2009,37(8):3749~3751,3797.

18 Susana C F, Fernanda A R O, Jesus M F, et al. Modeling respiration rate of shredded Galena kale for development of modified atmosphere packaging[J]. Journal of Food Engineering, 2002, 54(4):299~307.

19 王鹏跃,陈忠秀,庞林江. 气调包装对椪柑贮藏及保鲜效果的影响[J]. 食品与机械,2014,30(6):124~127

(上接第 102 页)

机,该机械的实现能有效降低传统玉米脱粒机造成的玉米籽粒损伤率、脱粒损失率等。该设备实现了自动化上料操作,大大减少了人力投入,但仍存在籽粒破碎、效率低的缺点,这将是该机械后续的研究方向。

参考文献

1 李华. 玉米生产现状及高产栽培技术体系探讨[J]. 吉林农业,2014(20):36.

2 李清龙. 打击式玉米脱粒机脱粒过程试验研究及仿真分析[D]. 长春:吉林大学,2014.

3 张明. 步进电机的基本原理[J]. 科技信息,2007(9):83.

4 董桂菊. 步进电机控制系统的研究[J]. 农机化研究,2002,24(3):57~59.

5 柳建安,李伟杰. 螺旋挤搓式玉米脱粒机的设计[J]. 农机化研究,2010,32(8):82~85.

6 彭刚,徐庆江,张崇金,等. 基于 STM32 单片机的 RS485 总线分布式数据采集系统设计[J]. 伺服控制,2011(2):64~67,84.

7 李涛. 基于 STM32 的 GPS 车载终端的设计[D]. 兰州:兰州交通大学,2013.