

李彤霄,杜子璇,田宏伟. 气象因子对黄淮海地区“永优”系列玉米产量的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(10):158-161.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.10.040

# 气象因子对黄淮海地区“永优”系列玉米产量的影响

李彤霄,杜子璇,田宏伟

(中国气象局·河南气象局农业气象保障与应用技术重点开放实验室/河南省气象科学研究所,河南郑州 450003)

**摘要:**选取黄淮海地区“永优”系列玉米品种“浚单 20”2001—2002 年 41 个站、“浚单 29”2008—2009 年 46 个站及这 2 个品种 2014 年 21 个站点的生育期、产量资料和同期各站的气象资料,通过数理统计和积分回归等方法,分析气象因子对永优系列玉米品种产量的影响和不同品种的区域适应性。结果表明,浚单 20 和浚单 29 的产量最高值相当,浚单 29 产量的最低值高于浚单 20;浚单 20 的主要影响因子是气温和日照时数,而浚单 29 的主要影响因子是降水量和日照时数;在高产站点,温度、降水量和日照时数基本能满足玉米生产需要,积温增加成为产量增加的一种限制因素;在中产站点,降水量和和气温基本能满足生产需要,而日照时数和积温略显不足;低产站点降水量和气温不能满足生产需要,而日照时数和积温略好。通过旬气象因子对产量的敏感系数分析发现,各旬降水量对浚单 20 和浚单 29 的影响完全相反,降水量对浚单 20 产量的影响主要为负效应,对浚单 29 产量的影响主要为正效应;各旬日照时数对浚单 20 和浚单 29 的影响都以正效应为主,在生育前期效应相反,而在后期基本相同;各旬平均气温对浚单 20 和浚单 29 的影响基本都为正效应。因此,浚单 20 适合在降水量相对较少、日照时数相对稳定、平均气温相对稳定的地区种植,而浚单 29 则适合在降水量相对较多、日照时数相对较多、平均气温相对较高的地区种植。

**关键词:**气候变化;玉米品种;气象因子;产量;日照时数;气温;降水量

**中图分类号:** S162.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)10-0158-03

黄淮海平原是我国最大的玉米主产区,玉米播种面积约 747 万  $\text{hm}^2$ ,占全国播种面积的 32.7%,总产量超过全国的 1/3。但是,黄淮海地区区域范围广,玉米生育期内的气象条件时空差异性很大,多种气象灾害频发<sup>[1-8]</sup>,给科学指导玉米生产和有效推广玉米新品种带来不便,分析气象因子对玉米品种产量的影响,对更好地服务农业生产、充分利用气候资源有着极其重要的作用。目前,关于气象因子对玉米品种产量影响的研究很多,但多集中在分析区域气候对玉米的影响<sup>[9-15]</sup>,有关气象因子对同一系列玉米品种的差异和不同玉米品种的区域适应性研究很少。“永优”系列玉米品种是黄淮海平原主推的玉米品种,在黄淮海地区广泛种植。本试验选取多年永优系列玉米品种的区试资料,结合黄淮海地区气候特征,分析气象因子对黄淮海地区永优系列玉米产量的影响,以期能够为培育适应气候变化的玉米新品种提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究资料

选取黄淮海地区永优系列玉米品种“浚单 20”2001—2002 年 41 个站、“浚单 29”2008—2009 年 46 个站和以上 2 个品种 2014 年 21 个站的生育期、产量资料以及同期各站的气象资料进行分析。玉米生育期和产量资料来源于河南省鹤壁市农业科学研究所,气象资料来源于国家级气象局资源共享网站和河南省气象局。

### 1.2 产量划分

以产量排名前 10 名的平均值作为高产值,将不同年份各站的产量分为 3 个级别:高产,产量在高产值的 90% 以上;低产,产量在高产值的 70% 以下;中产,产量介于高产与地产之间。同时,设定中产的平均值为该品种的正常产量,则各站点的产量与正常产量的差值为气象产量。

### 1.3 统计分析方法

利用数理统计和相关方法分析各品种产量和气象因子的关系,用积分回归方法分析各气象因子对玉米产量的影响。敏感指数  $b_i$  为某地区作物某一气象要素每 1 旬的影响系数,表示在某 1 旬每增加 1 个气象单位的增产量或减产量。根据积分回归原理计算敏感指数的步骤<sup>[16]</sup>为:(1)首先将原自变量  $X$ ,通过正交变换为新自变量  $\Phi$ :

$$\Phi_{t \times j} = X_{t \times i} \cdot P_{i \times j};$$

$$t = 1, 2, \dots, n;$$

$$i = 1, 2, \dots, \tau;$$

$$j = 1, 2, \dots, 6。$$

$\Phi_{t \times j}$  表示正交变换后新自变量的数据矩阵:

$$\Phi_{t \times j} = \begin{pmatrix} \Phi_{11} & \Phi_{12} & \cdots & \Phi_{16} \\ \Phi_{21} & \Phi_{22} & \cdots & \Phi_{26} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \Phi_{n1} & \Phi_{n2} & \cdots & \Phi_{n6} \end{pmatrix};$$

$X_{t \times i}$  为原自变量的数据矩阵:

$$X_{t \times i} = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{16} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{26} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{n\tau} \end{pmatrix};$$

收稿日期:2016-01-13

基金项目:公益性行业(气象)科研专项(编号:GYHY201406026)。

作者简介:李彤霄(1981—),男,河南南阳人,硕士,工程师,从事气象应用研究。E-mail:ltx1981011@163.com。

$P_{i \times j}$  为正交多项式矩阵:

$$P_{i \times j} = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{16} \\ P_{21} & P_{22} & \cdots & P_{26} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ P_{\tau 1} & P_{\tau 2} & \cdots & P_{\tau 6} \end{pmatrix} \circ$$

(2) 根据新的自变量  $\Phi$  和因变量  $y$ , 求得回归方程为:

$$y = a_0 + \sum_{j=1}^j a_j \times \Phi_{ij} \circ$$

(3) 求出原自变量的回归参数, 则敏感指数为:

$$b_i = \sum_{j=1}^j a_j \times P_{ij} \circ$$

式中:  $t$  为站点数, 其中浚单 20 站点数  $n=62$ , 浚单 29 站点数  $n=67$ ;  $i$  为生育期内旬的个数, 本研究夏玉米的全生育期为 6 月中旬至 9 月下旬, 按旬分为 11 个时段,  $\tau=11$ ;  $j$  为正交多项式列数,  $j=6$ ;  $a_0, a_j$  为新自变量的回归参数;  $y$  为气象产量。

表 1 浚单 20 产量与同期气象因子的相关关系

玉米生育期	降水量	日照时数	积温	平均气温	日最高气温	日最低气温
播种一出苗期	0.069	0.292	-0.021	-0.376 *	-0.266	-0.491 **
出苗一抽雄期	-0.184	0.283	-0.221	-0.323 *	-0.251	-0.264
抽雄一成熟期	0.134	0.469 **	0.374 *	-0.159	-0.300	-0.324 *
全生育期	-0.055	0.498 **	0.260	-0.362 *	-0.251	-0.361 *

注: 数据后标注“\*\*”“\*”分别表示在 0.01、0.05 水平上显著相关。下表同。

由表 2 可知, 浚单 29 产量与抽雄一成熟期和全生育期的降水量在 0.05 水平上呈显著负相关; 与播种一出苗期的日最低气温在 0.01 水平上呈显著负相关; 与抽雄一成熟期的日照时数在 0.05 水平上呈显著正相关。总体来说, 降水量和日照时数是浚单 29 产量的主要影响因素。

## 2.3 各生育期气象因子对不同产量站点的影响

2.3.1 各生育期气象因子对高产站点的影响 由表 3 可见, 对高产站点而言, 浚单 20 产量与抽雄一成熟期的平均气温在 0.05 水平上呈显著负相关, 与其他因子没有显著相关性; 浚

表 2 浚单 29 产量与同期气象因子的相关关系

玉米生育期	相关系数					
	降水量	日照时数	积温	平均气温	日最高气温	日最低气温
播种一出苗期	-0.128	0.121	-0.028	-0.285	-0.080	-0.381 **
出苗一抽雄期	-0.213	0.106	-0.006	-0.240	0.011	-0.264
抽雄一成熟期	-0.299 *	0.335 *	0.232	-0.079	-0.083	-0.182
全生育期	-0.297 *	0.264	0.224	-0.257	0.036	-0.174

表 3 高产站点各生育期气象因子与产量的相关关系

玉米生育期	相关系数							
	浚单 20				浚单 29			
	降水量	日照时数	积温	平均气温	降水量	日照时数	积温	平均气温
播种一出苗期	0.462	-0.809	-0.339	-0.504	-0.066	0.159	-0.263	0.259
出苗一抽雄期	0.809	-0.680	-0.507	0.109	-0.078	-0.198	-0.198	-0.351
抽雄一成熟期	-0.289	0.456	-0.135	-0.841 *	0.348	0.230	-0.339	0.186
全生育期	0.566	-0.166	-0.551	-0.582	0.101	0.033	-0.624	-0.054

2.3.3 各生育期气象因子对低产站点的影响 由表 5 可见, 对低产站点而言, 浚单 20 和浚单 29 的产量与气象因子没有显著的相关性, 总体而言, 产量与平均气温呈正相关, 与日照时数和积温呈负相关。在低产站点, 降水量和气温基本不能满足生产需要, 而日照时数和积温略好。

## 2 结果与分析

### 2.1 产量分析

试验结果表明, 浚单 20 的平均产量为 9 862.0 kg/hm<sup>2</sup>, 最大为 13 806.0 kg/hm<sup>2</sup>, 最小为 5 130.8 kg/hm<sup>2</sup>; 浚单 29 的平均产量为 10 632.0 kg/hm<sup>2</sup>, 最大为 13 825.5 kg/hm<sup>2</sup>, 最小为 7 158.0 kg/hm<sup>2</sup>, 2 个玉米品种的产量最高值相当。总体来说, 浚单 29 的产量相对较高。

### 2.2 气象因子与产量的关系分析

由表 1 可知, 浚单 20 产量与播种一出苗期和出苗一抽雄期的平均气温、抽雄一成熟期和全生育期的日最低气温在 0.05 水平上呈显著负相关; 与播种一出苗期的日最低气温在 0.01 水平上呈显著负相关; 与抽雄一成熟期和全生育期的日照时数在 0.01 水平上呈显著正相关。总体来说, 气温和日照时数是浚单 20 产量的主要影响因素。

单 20 和浚单 29 产量与积温都呈负相关, 与平均气温也有一定的负相关性。在高产站点, 温度是一种限制因素。

2.3.2 各生育期气象因子对中产站点的影响 由表 4 可见, 对中产站点而言, 浚单 29 产量与抽雄一成熟期和全生育期的降水量在 0.01 水平上呈负相关, 与抽雄一成熟期的日照时数在 0.05 水平上呈正相关; 浚单 20 产量与播种一出苗期的日照时数在 0.05 水平上呈正相关; 产量总体与降水量、平均气温呈负相关, 与日照时数和积温呈正相关。在中产站点, 降水量和气温基本能满足生产需要, 日照时数和积温略显不足。

### 2.4 旬气象因子对产量的敏感系数分析

2.4.1 降水量 由图 1 可见, 降水量对不同品种的敏感系数影响不同, 各旬降水量对浚单 20 和浚单 29 的影响效应完全相反; 降水量对浚单 20 产量的影响主要为负效应, 以 9 月中旬的影响较大, 敏感系数为 -21.16 kg/(hm<sup>2</sup> · mm), 这说明

表 4 中产站点各生育期气象因子与产量的相关关系

玉米生育期	相关系数							
	浚单 20				浚单 29			
	降水量	日照时数	积温	平均气温	降水量	日照时数	积温	平均气温
播种—出苗期	-0.197	0.426 *	0.092	0.02	-0.346	0.25	0.065	-0.254
出苗—抽雄期	-0.283	0.172	-0.029	-0.184	-0.397	0.084	-0.186	-0.207
抽雄—成熟期	0.158	0.049	0.108	-0.16	-0.532 **	0.414 *	0.150	-0.063
全生育期	-0.167	0.183	0.135	-0.192	-0.529 **	0.337	0.036	-0.297

表 5 低产站点各生育期气象因子与产量的相关关系

玉米生育期	相关系数							
	浚单 20				浚单 29			
	降水量	日照时数	积温	平均气温	降水量	日照时数	积温	平均气温
播种—出苗期	0.128	0.549	0.672	0.399	0.550	-0.081	0.236	-0.495
出苗—抽雄期	-0.396	0.622	-0.153	-0.143	0.396	0.140	0.262	0.142
抽雄—成熟期	0.328	-0.456	-0.665	0.392	0.108	-0.239	-0.434	0.343
全生育期	-0.268	-0.094	-0.729	0.448	0.409	-0.035	-0.165	0.356

浚单 20 的产量对降水量的需求不大,对降水量的增加比较敏感;降水量对浚单 29 产量的影响主要为正效应,以 9 月中旬的影响较大,敏感系数为 8.38 kg/(hm<sup>2</sup>·mm),这说明浚单 29 的产量对降水量的需求较大,对降水量的减少比较敏感。因此,浚单 20 适合在降水量相对较少的地区种植,而浚单 29 则适合在降水量相对较多的地区种植。

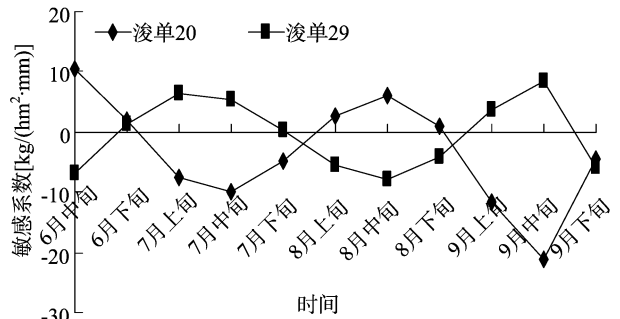


图1 降水量对产量的敏感系数分析

2.4.2 日照时数 由图 2 可见,日照时数对不同品种的敏感系数影响稍有不同,各旬日照时数对浚单 20 和浚单 29 的影响都以正效应为主,但在生育前期效应相反,而在后期效应基本相同;日照时数对浚单 20 产量的影响主要在生育期后期,以 8 月下旬的影响相对最大,敏感系数为 28.60 kg/(hm<sup>2</sup>·h),这说明浚单 20 在产量形成阶段对日照时数的需求较大,对日照时数比较敏感;日照时数对浚单 29 产量的正效应影响主要在产量形成期初期,以 8 月上旬的影响相对较大,敏感系数为 18.02 kg/(hm<sup>2</sup>·h),这说明日照时数对浚单 29 产量的影响较大,对日照时数的变化比较敏感。因此,浚单 20 适合在日照时数相对稳定的地区种植,而浚单 29 则适合在日照时数相对较多的地区种植。

2.4.3 平均气温 由图 3 可见,各旬平均气温对浚单 20 和浚单 29 的影响效应基本相同;平均气温对浚单 20 产量的影响主要在生育期后期,以 8 月下旬的影响相对最大,敏感系数为 378.72 kg/(hm<sup>2</sup>·℃),这说明浚单 20 在产量形成阶段对平均气温的需求较大,对平均气温比较敏感;平均气温对浚单 29 产量的正效应影响主要在产量形成期初期,以 8 月中旬的影响相对较大,敏感系数为 711.94 kg/(hm<sup>2</sup>·℃),这说明平均气温对浚单 29 产量的影响较大,对平均气温的变化比较敏感。因此,浚单 20 适合在平均气温相对稳定的地区种植,而

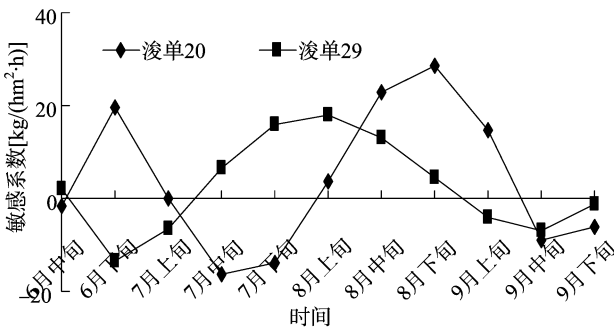


图2 日照时数对产量的敏感系数分析

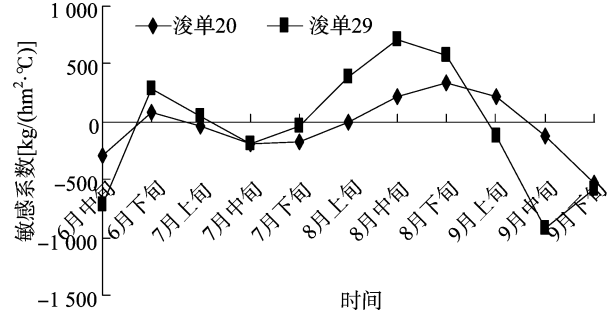


图3 平均气温对产量的敏感系数分析

浚单 29 则适合在平均气温相对较高的地区种植。

3 结论

在调查的所有站点中,浚单 20、浚单 29 玉米的产量最高值较为相当,其平均产量分别为 9 862.0、10 632.0 kg/hm<sup>2</sup>,而浚单 29 产量的最低值高于浚单 20。分析气象因子与产量的关系可知,浚单 20 的主要影响因子是气温和日照时数,其中,最低气温的影响较大,相关性较为显著,而浚单 29 的主要影响因子是降水量和日照时数;在高产站点,温度、降水量和日照时数能基本满足玉米的生产需求,产量与积温多呈现负相关,说明积温增加可能会成为产量增加的一种限制因素;在中产站点,降水量和和气温基本能满足生产需要,而日照时数和积温略显不足;在低产站点,降水量和气温不能满足生产需要,而日照时数和积温略好。

通过旬气象因子对产量的敏感系数分析发现,各旬降水量对浚单 20 和浚单 29 的影响效应完全相反,降水量对浚单 20 产量的影响主要为负效应,对浚单 29 产量的影响主要为

朱 凯,张 飞,柯福来,等. 机械化高粱芽苗形态建成及生理特性对保水剂的响应[J]. 江苏农业科学,2016,44(10):161-164.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.10.041

# 机械化高粱芽苗形态建成及生理特性对保水剂的响应

朱 凯,张 飞,柯福来,王艳秋,李志华,邹剑秋

(辽宁省农业科学院创新中心,辽宁沈阳 110161)

**摘要:**选取机械化高粱品种辽杂 35 号为试验材料,采用保水剂(SAP)和对照(NT)2 种种子处理方式,在正常供水(100%)、75%供水、50%供水 3 种模式下对种子的萌发出苗情况、幼苗形态建成、保护酶(SOD、POD、MDA 和 CAT)活性、根系活力等生理指标进行了比较与分析。结果表明:(1)保水剂(SAP)可以显著提高萌发率、出苗率和种子活力,缩短出苗时间;出苗率在正常供水(100%供水)、75%供水和 50%供水下分别比未处理(NT)高出 3.50%、26.50% 和 80.19%;(2)土壤水分(SWC)胁迫下,SAP 促使根系伸长明显;(3)水分胁迫 13 d 至 26 d 这一阶段对叶绿素、根系活力及叶片和根系相对含水量的作用效果明显,随着胁迫时间的延长 SAP 的作用效果逐渐减弱而 SWC 作用效果逐渐增强;(4)SAP 处理下 MDA 变化最为活跃( $F=182.31^{**}$ ),按 CAT、SOD、POD 顺序依次减弱,而在不同水分亏缺(SWC)条件下,CAT 变化最为活跃( $F=103.24^{**}$ )。

**关键词:**保水剂;机械化;高粱;芽苗期;形态建成;生理

**中图分类号:** S514.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)10-0161-04

干旱是制约我国农业持续发展的重要因素,随着全球气

候条件的不断变化,发展抗旱节水农业生产已成为我国面向未来持续发展的必然趋势<sup>[1-2]</sup>。发展节水农业,应用保水剂是近年来发展迅速的化学节水技术,保水剂又称土壤保墒剂、抗蒸腾剂、贮肥蓄药剂或微型水库,是一种独具三维网状结构的有机高分子聚合物。将其施入土壤后,不仅会改善土壤的团粒结构,还可以快速吸收土壤中多余的水分并贮存起来,缓慢释放,满足农作物生长过程中的需要。保水剂不仅有优良的保肥性能,而且施用后对改良土壤及农作物的生长十分有益,现已广泛用于干旱、半干旱地区的农业生产中<sup>[3-5]</sup>。

高粱作为抗旱性较强的作物经常被种植在干旱、半干旱

收稿日期:2015-12-31

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2014BAD07B02);辽宁省创新团队项目(编号:2014201008);辽宁省农业青年科技人才培养计划(编号:2015022);农业部现代农业产业技术体系项目(编号:CARS-06)。

作者简介:朱 凯(1972—),男,辽宁葫芦岛人,硕士,研究员,主要从事高粱遗传育种研究。E-mail:zhukai72@163.com。

通信作者:邹剑秋,博士,研究员,主要从事高粱遗传育种研究。Tel:(024)31023997;E-mail:jianqiuzou@126.com。

正效应;各旬日照时数对浚单 20 和浚单 29 的影响都以正效应为主,在生育前期效应相反,而在后期效应基本相同;各旬平均气温对浚单 20 和浚单 29 的影响效应基本都为正效应。因此,浚单 20 适合在降水量相对较少、日照时数相对稳定、平均气温相对稳定的地区种植,而浚单 29 则适合在降水量相对较多、日照时数相对较多、平均气温相对较高的地区种植。

## 参考文献:

- [1]王春乙. 重大农业气象灾害研究进展[M]. 北京:气象出版社,2007:263-280.
- [2]李苗苗,张艳玲. 夏玉米开花至灌浆期连阴雨天气对植株性状及产量结构的影响[J]. 气象与环境科学,2014,37(1):88-92.
- [3]刘 玲,沙奕卓,白月明. 中国主要农业气象灾害区域分布与减灾对策[J]. 自然灾害学报,2003,12(2):92-97.
- [4]吴春艳,李慧君,叶彩华. 北京地区玉米风灾损失定量评估模型研究[J]. 气象与环境科学,2015,38(1):114-118.
- [5]余卫东,张 弘,刘伟昌. 我国农业气象灾害评估研究现状和发展方向[J]. 气象与环境科学,2009,32(3):73-77.
- [6]魏瑞江,姚树然,王云秀. 河北省主要农作物农业气象灾害灾损评估方法[J]. 中国农业气象,2000,21(1):27-31.
- [7]成 林,张广周,陈怀亮. 华北冬小麦—夏玉米两熟区干旱特征

分析[J]. 气象与环境科学,2014,37(4):8-16.

- [8]郑冬晓,杨晓光. ENSO 对全球及中国农业气象灾害和粮食产量影响研究进展[J]. 气象与环境科学,2014,37(4):90-101.
- [9]王晓群,杨彦龙,张 宇,等. 不同生育阶段气象因子对玉米产量及构成要素的影响分析[J]. 中国农学通报,2015,31(30):68-73.
- [10]丁变红,张小伟,吴新明,等. 气象因子与五家渠地区玉米产量的关联分析[J]. 新疆农垦科技,2014(10):49-51.
- [11]房稳静,林文全. 豫南豫北夏玉米高产稳产气象因子影响的差异性分析[J]. 河南科学,2014(2):182-185.
- [12]段鹏飞,刘天学,赵春玲,等. 气象因子对河南省夏玉米产量与品质的影响[J]. 核农学报,2011,25(2):353-357,396.
- [13]任丽伟,李喜平. 播期对浚单 20 夏玉米生长状况及产量影响分析[J]. 气象与环境科学,2013,36(3):28-33.
- [14]乔江方,刘京宝,夏来坤,等. 2001—2012 年河南省夏玉米产量变化及生长季气象因子分析[J]. 中国农学通报,2014,30(36):85-90.
- [15]张睿昊,刘海军. 气象因子和土壤水分变化对河北省夏玉米产量的影响[J]. 南水北调与水利科技,2012,10(4):133-136,146.
- [16]刘小雪. 河南省夏玉米干旱灾损评估与减损措施研究[D]. 南京:南京消息工程大学,2014.