

28份巴西玉米种质资源在平凉市的生态适应性分析

任步云

(甘肃省西和县西高山乡农业科技服务中心, 甘肃 西和 742100)

摘要: 以我国代表自交系黄早四、掖478、丹340、齐319、黄C、Mo17为对照, 分析了28份巴西玉米材料在甘肃省平凉市的生态适应性。结果表明, 28份外引材料在甘肃省平凉市均能正常成熟, 部分材料的穗长、穗粗、穗行数、行粒数、千粒重、出籽率等产量性状优于国内代表自交系, 可以作为组配亲本直接利用。

关键词: 巴西玉米; 种质资源; 形态特征; 产量性状; 适应性; 平凉

中图分类号: S513 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2014)06-0017-04

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2014.06.006](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2014.06.006)

Analysis of Ecological Adaptability of 28 Brazil Corn Resources in Pingliang

REN Bu-yun

(Xigaoshan Agricultural Science and Technology Service Center in Xihe County, Xihe Gansu 742100, China)

Abstract: With Chinese representative inbred lines of Huangzao 4, Ye 478, Dan 340, Qi 319, Huang C, Mo17 as control, the ecological adaptability of 28 Brazilmaize materials in Pingliang city of Gansu province was analyzed. The results showed that 28 external materials were able to mature normally in Pingliang city of Gansu province, which the yield of part of the material in ear length, ear diameter, rows per ear, kernels per row, 1 000 grain weight were better than the domestic representative inbred lines, it can be used directly as a matching parents.

Key words: Brazil corn; Germplasm resources; Morphological characters; Yield traits; Adaptability; Pingliang

玉米作为我国三大粮食作物之一, 因其具有产量高、增产潜力大、适应性强和营养丰富等特点, 常年播种面积稳定在200万 hm^2 [1]。玉米生产性能的高低主要取决于其种质的遗传基础和环境条件的影响 [2]。与世界上一些玉米生产大国相比, 我国大部分地区玉米产量还处于中低水平。近年来, 随着国际玉米育种水平的提高, 我国大部分生产用玉米自交系及杂交种因对不良环境的抗性、耐性下降等问题逐渐凸显, 特别是国外大型玉米种业公司进入我国后, 这一现象尤为明显 [3-6]。因此, 拓宽内国玉米种质资源, 丰富遗传多样性已

迫在眉睫。由于热带种质大都生长茂盛, 根系发达, 抗倒伏和抗病能力强, 对不良环境均有较好的抗性和耐受性, 许多育种单位将热带种质导入或渐渗入国内玉米育种材料中, 进行种质扩增、创新, 丰富玉米种质的遗传多样性, 并取得了较好的效果 [7-11]。巴西玉米种质资源不仅有热带、亚热带玉米种质资源的特点, 而且还具有高配合力的特点。现阶段我国对热带、亚热带种质资源的利用主要以CMMYT为主, 而对巴西玉米种质资源的利用尚未见报道 [12-13]。甘肃省气候干燥、光照充足, 是天然的“种子生产车间”, 也是全国最

收稿日期: 2013-05-22; 修订日期: 2014-02-20

作者简介: 任步云(1988—), 男, 甘肃西和人, 助理农艺师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)15293972096。

E-mail: 853114441@qq.com

- 业生产体系的思考[J]. 甘肃农业科技, 2013(12): 8-11.
- [6] 张自和. 无声的危机——荒漠化与草原退化[J]. 草业科学, 2000(4): 10-12.
- [7] 许志信, 郭丽珍. 加强草原建设促进畜牧业发展[J]. 内蒙古草业, 2000(3): 1-6.
- [8] 单浩强. 平山湖蒙古族乡志[M]. 张掖: 平山湖蒙古族乡志编纂委员会, 2009: 8.
- [9] 许鹏. 草地调查规划学[M]. 北京: 中国农业出版

社, 1999: 99-106.

- [10] TILLY J M A, R A TERRY. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops [J]. Journal of the British Grassland Society, 1963(8): 104-111.
- [11] 杨博, 吴建平, 杨联, 等. 中国北方草原草畜代谢能平衡分析与对策研究[J]. 草业学报, 2012, 21(2): 187-970.

(本文责编: 王建连)

大的杂交玉米种子生产基地^[14]。因此, 加强对外来热带种质资源特别是巴西玉米种质资源生物学特性的分析和对环境条件适应性的鉴定, 对加快培育适应甘肃复杂生态条件下的高产、稳产、优质玉米品种具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

参试材料编号为 YJ001452、YJ001504、YJ001528、YJ001531、YJ001532、YJ001533、YJ001536、YJ001537、YJ001538、YJ001539、YJ001540、YJ001541、YJ001542、YJ001543、YJ001544、YJ001545、YJ001546、YJ001547、YJ001548、YJ001549、YJ001550、YJ001551、YJ001552、YJ001553、YJ001554、YJ001555、YJ001556、YJ001557, 共 28 个巴西玉米种质; 对照为国内代表自交系黄早四(CK1)、掖 478 (CK2)、丹 340 (CK3)、齐 319 (CK4)、黄 C (CK5)、Mo17 (CK6), 均由中国农业科学院提供。

1.2 试验地概况

试验设在甘肃省平凉市崆峒区白水镇甘肃农业大学玉米育种试验站。海拔 1 170 m, $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的有效积温 2 862.8 $^{\circ}\text{C}$, 年平均温度 8.6 $^{\circ}\text{C}$, 年日照时数 2 454 h, 年降水量 530 mm, 无霜期 199 d, 属半湿润灌溉农业区, 前茬为玉米。秋末结合秸秆还田基施普通过磷酸钙 600 kg/hm²、碳酸氢铵 750 kg/hm²、硫酸锌 30 kg/hm²。

1.3 试验方法

试验随机设计, 2010 年 5 月 1 日将参试的 28 份玉米种质及 6 个对照自交系同期露地点播, 每份材料种植 2 行, 行长 5 m, 行距 60.0 cm, 株距 26.6 cm, 种植密度 75 000 株/hm²。播种前春灌 1 次, 生长期中耕、除草 2 次, 群体内混合授粉, 田间精细管理。生长期内观察记载物候期及生育期, 苗期观察记载幼苗性状, 授粉后每份材料连续选取长势一致的 10 株观察测定成株主要性状。9 月中下旬成熟后分别采收, 每份材料随机选取 20 株考种。

2 结果与分析

2.1 生育期

由表 1 可见, 28 份外引材料的生育期为 135 ~ 147 d, 其中以 YJ001531 最短, 为 135 d, 较 CK5 缩短 6 d, 较 CK3、CK4、CK6、CK2、CK1 分别延长 1、3、4、6、18 d; YJ001544、YJ001545、YJ001546、YJ001551、YJ001552 的生育期最长, 均为 147 d, 较 CK1 ~ CK6 均延长 6 ~ 30 d。

从各生育时期来看, 播种至出苗期 YJ001545 最长, 为 12 d, 较 CK1 ~ CK6 均延长 3 ~ 4 d; 其次

是 YJ001537、YJ001538、YJ001539、YJ001540、YJ001541、YJ001542、YJ001543、YJ001546、YJ001547、YJ001548、YJ001549、YJ001550、YJ001554、YJ001555、YJ001556、YJ001557, 为 11 ~ 10 d, 较 CK1 ~ CK6 延长 1 ~ 2 d; 其余与 CK1 ~ CK6 相同, 为 8 ~ 9 d。出苗至抽雄期 YJ001531 最短, 为 67 d, 较 CK4、CK5 缩短 1 ~ 6 d, 较 CK1、CK2、CK3、CK6 延长 3 ~ 10 d; 其次是 YJ001543, 与 CK5 相同, 而较 CK1、CK2、CK3、CK4、CK6 延长 5 ~ 16 d; 其余材料均较 CK1 ~ CK6 延长, 以 YJ001552 最长, 为 88 d, 较 CK1 ~ CK6 均延长 15 ~ 31 d。抽雄至开花散粉期外引材料与对照差别不大, 均在 0 ~ 5 d, YJ001542、YJ001549、YJ001557 相对较长, 均为 4 d。开花散粉至吐丝期外引材料与对照差别不大, 均在 0 ~ 4 d, YJ001532、YJ001533、YJ001547 相对较长, 均为 3 d。吐丝至成熟期 YJ001542 最短, 为 45 d, 较 CK1 ~ CK6 缩短 5 ~ 15 d; YJ001504、YJ001543 较长, 为 58 d, 较 CK2 缩短 2 d, 较 CK1、CK3、CK4、CK5、CK6 延长 2 ~ 8 d。

表 1 参试玉米种质资源的主要生育时期及生育期 d

种质	播种至 出苗期	出苗至 抽雄期	抽雄 至开花 散粉期	开花 散粉至 吐丝期	吐丝至 成熟期	生育期
YJ001452	9	82	2	1	51	145
YJ001504	8	75	0	2	58	143
YJ001528	8	78	1	1	57	145
YJ001531	8	67	2	1	57	135
YJ001532	8	75	2	3	57	145
YJ001533	8	77	2	3	56	146
YJ001536	9	74	3	2	57	145
YJ001537	10	76	1	1	57	145
YJ001538	11	78	2	2	52	145
YJ001539	10	81	3	2	49	145
YJ001540	11	75	1	1	57	145
YJ001541	10	75	2	2	56	145
YJ001542	11	84	4	1	45	145
YJ001543	11	73	2	1	58	145
YJ001544	9	86	1	1	50	147
YJ001545	12	83	1	1	50	147
YJ001546	11	85	2	1	48	147
YJ001547	11	76	3	3	53	146
YJ001548	10	76	1	1	57	145
YJ001549	11	78	4	2	50	145
YJ001550	10	81	3	2	49	145
YJ001551	9	86	2	1	49	147
YJ001552	8	88	1	1	49	147
YJ001553	9	77	2	1	56	145
YJ001554	10	75	2	2	56	145
YJ001555	11	84	0	2	48	145
YJ001556	11	80	3	1	50	145
YJ001557	10	81	4	1	49	145
黄早四(CK1)	8	57	2	0	50	117
掖478(CK2)	8	60	0	1	60	129
丹340(CK3)	9	64	4	2	55	134
齐319(CK4)	8	68	4	0	52	132
黄C(CK5)	9	73	2	3	54	141
Mo17(CK6)	9	59	5	2	56	131

2.2 幼苗性状

由表2可见, 28份外引材料幼苗叶色除YJ001541、YJ001544、YJ001550表现为浅绿色外, 其余均表现为绿色。芽鞘均为绿色。长势均表现强。株型YJ001528、YJ001532、YJ001533、YJ001540、YJ001541、YJ001542、YJ001543、YJ001545、YJ001547、YJ001549、YJ001553、YJ001554为紧凑型, YJ001504、YJ001538、YJ001555为披散型, 其余均表现为中间型。

表2 参试玉米资源的幼苗性状表现

种质	叶色	芽鞘色	长势	株型
YJ001452	绿色	绿色	强	中间型
YJ001504	绿色	绿色	强	披散型
YJ001528	绿色	绿色	强	紧凑型
YJ001531	绿色	绿色	强	中间型
YJ001532	绿色	绿色	强	紧凑型
YJ001533	绿色	绿色	强	紧凑型
YJ001536	绿色	绿色	强	中间型
YJ001537	绿色	绿色	强	中间型
YJ001538	绿色	绿色	强	披散型
YJ001539	绿色	绿色	强	中间型
YJ001540	绿色	绿色	强	紧凑型
YJ001541	浅绿色	绿色	强	紧凑型
YJ001542	绿色	绿色	强	紧凑型
YJ001543	绿色	绿色	强	紧凑型
YJ001544	浅绿色	绿色	强	中间型
YJ001545	绿色	绿色	强	紧凑型
YJ001546	绿色	绿色	强	中间型
YJ001547	绿色	绿色	强	紧凑型
YJ001548	绿色	绿色	强	中间型
YJ001549	绿色	绿色	强	紧凑型
YJ001550	浅绿色	绿色	强	中间型
YJ001551	绿色	绿色	强	中间型
YJ001552	绿色	绿色	强	中间型
YJ001553	绿色	绿色	强	紧凑型
YJ001554	绿色	绿色	强	紧凑型
YJ001555	绿色	绿色	强	披散型
YJ001556	绿色	绿色	强	中间型
YJ001557	绿色	绿色	强	中间型

2.3 成株性状

由表3可见, 28份外引材料中, 株高以YJ001541最高, 为282.1 cm, 较CK1~CK6高76.1~115.1 cm; YJ001536最低, 为132.2 cm, 较CK1~CK6低34.8~73.8 cm。穗位高以YJ001549最高, 为196.5 cm, 较CK1~CK6高72.5~132.5 cm; YJ001536最低, 为55.7 cm, 较CK1~CK6低8.3~68.3 cm。主茎叶数以YJ001546最多, 为18.8叶, 较CK4、CK5分别少0.4、0.5叶, 较CK2、CK3、CK6、CK1分别多0.3、1.2、1.6、2.1叶; 以YJ001549最少, 为8.8叶, 较CK1~CK6少8.8~10.5叶。支持根发达程度YJ001452、YJ001504、YJ001528、YJ001538、YJ001539、YJ001540、YJ001541、YJ001542、YJ001543、YJ001544、YJ001548为弱, 其余材料均为强。植株整齐度

YJ001555为不整齐, 其余均为整齐, YJ001547、YJ001548空秆率均为5%, 其余材料均未出现空秆现象。YJ001540、YJ001542、YJ001544抗倒伏性较差, 倒伏率均为50%; 其次是YJ001550和YJ001541, 倒伏率分别为31%和25%; 其余材料的倒伏率均在12%以下, 其中编号YJ001452、YJ001533、YJ001537、YJ001539、YJ001547、YJ001548、YJ001552、YJ001557抗倒伏性较好, 倒伏率均为0。

表3 参试玉米种质资源的成株主要性状表现

种质	株高 (cm)	穗位高 (cm)	主茎叶数 (叶)	支持根发达程度	植株整齐度	空秆率 (%)	倒伏率 (%)
YJ001452	148.2	75.7	12.6	弱	整齐	0	0
YJ001504	200.3	90.6	11.6	弱	整齐	0	8
YJ001528	262.1	91.3	13.2	弱	整齐	0	0
YJ001531	156.8	96.3	16.6	强	整齐	0	11
YJ001532	138.6	76.4	17.2	强	整齐	0	11
YJ001533	165.4	95.5	18.0	强	整齐	0	0
YJ001536	132.2	55.7	17.8	强	整齐	0	11
YJ001537	242.3	112.7	15.0	强	整齐	0	0
YJ001538	258.7	171.2	16.4	弱	整齐	0	10
YJ001539	274.6	165.2	13.1	弱	整齐	0	0
YJ001540	222.7	146.8	10.2	弱	整齐	0	50
YJ001541	282.1	181.2	12.3	弱	整齐	0	25
YJ001542	196.8	112.3	14.9	弱	整齐	0	50
YJ001543	265.6	92.1	15.4	弱	整齐	0	11
YJ001544	267.9	135.5	14.8	弱	整齐	0	50
YJ001545	224.6	142.6	15.2	强	整齐	0	11
YJ001546	216.8	98.9	18.8	强	整齐	0	6
YJ001547	158.3	101.3	11.7	强	整齐	5	0
YJ001548	213.7	162.3	11.6	弱	整齐	5	0
YJ001549	232.4	196.5	8.8	强	整齐	0	5
YJ001550	198.8	157.3	11.3	强	整齐	0	31
YJ001551	243.4	151.1	11.7	强	整齐	0	8
YJ001552	264.3	173.3	11.8	强	整齐	0	0
YJ001553	236.8	168.9	14.6	强	整齐	0	7
YJ001554	196.1	138.7	16.8	强	整齐	0	6
YJ001555	213.2	112.4	17.3	强	不整齐	0	6
YJ001556	200.4	109.7	18.5	强	整齐	0	5
YJ001557	176.3	118.6	15.4	强	整齐	0	0
黄早四(CK1)	167.0	64.0	16.7	强	整齐	0	0
掖478(CK2)	175.0	72.0	18.5	强	整齐	0	0
丹340(CK3)	193.0	91.0	17.6	强	整齐	0	0
齐319(CK4)	206.0	124.0	19.2	强	整齐	0	0
黄C(CK5)	191.0	88.0	19.3	强	整齐	0	0
Mo17(CK6)	187.0	80.0	17.2	强	整齐	0	0

2.4 主要经济性状

由表4可见, 28份外引材料中, 穗长以YJ001546最长, 为22.0 cm, 较CK1~CK6长3.6~7.4 cm; YJ001539最短, 为7.0 cm, 较CK1~CK6短7.6~11.4 cm。穗粗YJ001533最粗, 为4.30 cm, 较CK4、CK1、CK6分别粗0.10、0.40、0.90 cm; YJ001531最细, 为2.78 cm, 较CK1~CK6细0.06~2.32 cm。穗行数YJ001532最多, 为16.0行, 较CK1、CK2、CK4、CK6均多2.0行; YJ001538最

少, 为 8.8 行, 较 CK1 ~ CK6 少 7.2 ~ 9.2 行。行粒数 YJ001540 最多, 为 38.4 粒, 较 CK1 ~ CK6 多 1.4 ~ 10.4 粒; YJ001539 最少, 为 11.1 粒, 较 CK1 ~ CK6 少 16.9 ~ 25.9 粒。28 份外引材料穗粒重均低于 CK1 ~ CK6, 其中 YJ001549 最高, 为 93.00 g, 较 CK1 ~ CK6 少 10.00 ~ 40.20 g; YJ001539 最低, 为 7.50 g, 较 CK1 ~ CK6 少 95.50 ~ 125.70 g。千粒重 YJ001538 最高, 为 312.4 g, 较 CK1 ~ CK6 高 19.4 ~ 74.4 g; YJ001532 最低, 为 58.0 g, 较 CK1 ~ CK6 低 180.0 ~ 235.0 g。出籽率 YJ001538 最高, 为 89.47%, 较 CK1 ~ CK6 高 4.27 ~ 8.47 个百分点; YJ001532、YJ001539 最低, 均为 60.00%, 较 CK1 ~ CK6 低 21.00 ~ 25.20 百分点。

表 4 参试玉米种质资源的主要经济性状

种质	穗长 (cm)	穗粗 (cm)	穗行数 (行)	行粒数 (粒)	穗粒重 (g)	千粒重 (g)	出籽率 (%)
YJ001452	16.5	4.02	12.4	24.3	71.25	239.5	78.08
YJ001504	16.5	3.30	12.1	29.8	42.50	146.6	80.95
YJ001528	15.4	3.55	12.4	21.3	45.00	122.4	75.00
YJ001531	13.0	2.78	12.3	25.2	25.00	80.4	76.92
YJ001532	14.0	3.00	16.0	24.0	15.00	58.0	60.00
YJ001533	14.0	4.30	14.0	32.0	90.00	224.0	78.26
YJ001536	17.0	3.97	13.6	36.5	71.67	121.4	74.14
YJ001537	17.5	3.25	13.8	28.9	56.67	143.2	77.27
YJ001538	12.5	3.55	8.8	26.7	85.00	312.4	89.47
YJ001539	7.0	3.46	11.2	11.1	7.50	200.2	60.00
YJ001540	19.5	2.98	11.4	38.4	37.50	133.4	65.22
YJ001541	16.0	3.50	11.6	32.2	43.33	132.5	72.22
YJ001542	12.0	3.95	10.9	18.7	50.00	222.4	73.17
YJ001543	11.5	3.30	11.3	20.2	35.00	246.3	80.77
YJ001544	19.0	3.20	11.9	36.2	47.50	112.3	69.09
YJ001545	18.5	4.04	12.8	36.8	75.00	164.3	73.77
YJ001546	22.0	3.70	13.4	32.8	71.67	132.2	71.67
YJ001547	16.5	3.80	14.0	34.1	88.33	223.9	77.94
YJ001548	11.0	3.20	12.8	23.2	21.67	140.4	65.00
YJ001549	18.0	4.25	14.6	36.9	93.00	226.2	78.81
YJ001550	15.5	3.10	13.2	25.1	33.33	116.4	71.43
YJ001551	21.0	3.31	15.2	31.3	37.50	111.8	69.77
YJ001552	11.7	3.29	14.7	32.4	55.00	142.3	76.52
YJ001553	17.8	3.52	11.8	28.3	55.00	221.7	76.74
YJ001554	17.0	3.62	12.8	26.1	80.00	198.6	82.76
YJ001555	15.0	2.84	15.1	22.3	38.33	67.8	69.70
YJ001556	11.0	3.70	14.0	20.0	45.00	168.0	81.82
YJ001557	13.4	3.12	13.3	22.8	53.33	100.2	82.05
黄早四(CK1)	15.7	3.90	14.0	35.0	103.00	238.0	83.00
掖 478(CK2)	14.6	5.10	14.0	32.0	118.30	293.0	81.20
丹 340(CK3)	16.9	4.90	18.0	28.0	116.90	266.0	81.40
齐 319(CK4)	18.4	4.20	14.0	37.0	107.60	289.0	81.00
黄 C(CK5)	17.2	4.30	16.0	31.0	133.20	286.0	85.20
Mo17(CK6)	16.3	3.40	14.0	31.0	107.60	275.0	85.10

3 小结与讨论

1) 28 份外引种质资源生育期为 135 ~ 147 d, 在甘肃省平凉市均能正常成熟, 且部分材料的抗性、品质、产量性状等均优于国内代表自交系。其中 YJ001531 的材料表现出苗快、抽雄早、生育期短, 具有较高的应用价值; YJ001541、YJ001546 的材

料具有生物产量高的特点, 可作为饲用玉米利用; 编号 YJ001546、YJ001533、YJ001532、YJ001540、YJ001538 等材料分别在穗长、穗粗、穗行数、行粒数、千粒重、出籽率等产量性状方面优于国内代表自交系, 可以作为组配亲本直接利用。

2) 巴西玉米种质资源属于热带种质, 长期处于低纬度地区, 对光照和温度表现极敏感, 一些材料引到温带地区后表现出一定的不适应性, 甚至不能利用。对具有优良性状、且能正常成熟的外引材料, 可以作为组配亲本直接利用来丰富我国现有玉米品种的遗传多样性, 并进一步利用国内代表杂交优势群的品种测配, 鉴定其配合力; 对于具有优良农艺性状但不能按时成熟的外引材料, 可采用杂交、回交的混合选择的方式来改变其生态适应性, 使热带种质能够真正在生产上的利用。

参考文献:

- [1] 王国忠. 墨西哥玉米材料在贵定的生态适应性[J]. 2005, 8: 95-98.
- [2] 刘纪麟. 玉米育种的策略[J]. 2002, 22: 55-56.
- [3] 宁家林, 于兵, 高洪敏, 等. 玉米自交系选育的现状与对策[J]. 杂粮作物, 2000, 20(5): 4-7.
- [4] 王象坤. 玉米发展现状研究简报[J]. 玉米科学, 2010(5): 1-9.
- [5] 曾三省. 中国玉米杂交种的种质基础[J]. 中国农业科学, 1990, 23(4): 1-9.
- [6] 刘治先. 山东省玉米杂交种的种质基础[J]. 作物品种资源, 1994, 47(1): 4-6.
- [7] 刘治先. 热带、亚热带玉米种质的导入和改良创新研究[J]. 作物品种资源, 1999, 67(1): 5-7.
- [8] 翻兴明, 谭静. 热带、亚热带玉米种质的利用[J]. 西南农业学报, 2000, 13(1): 107-111.
- [9] 潘家驹. 作物育种学总论[M]. 中国农业出版社, 1994.
- [10] 张世煌, 石德权. 对两个亚热带优质蛋白玉米群体的适应性混合选择研究[J]. 作物学报, 1995, 21(5): 513-518.
- [11] 吴景峰. 我国主要玉米杂交种植基础评述[J]. 中国农业科学, 1983, 16(2): 1-7.
- [12] VASAL SK, SRINIVASAN G, CROSSA J, *et al.* Heterosis and Combining Ability of CIMMYT' s Subtropical and Temperate Early-Daturic-Ty Maize Germ plasm [J]. Crop Science, 1992, 32(4): 884-890.
- [13] BECK D K, SRINIVASAN G, CROSSA J, *et al.* Heterosis and Combining Ability of CIMMYT' s Subtropical and Temperate Intermediate-Maturity Maize Germ plasm [J]. Crop Science, 1991, 31(1): 68-73.
- [14] 柴宗文, 刘健, 李福, 等. 甘肃省玉米产业的发展现状及对策[J]. 甘肃农业科技, 2008(6): 43-45.

(本文责编: 王建连)