

付怀军,李菁博,周达康,王白冰,许兴,孟昕,樊金龙. 丁香北京瘿蚊的生物学特性研究 [J]. 环境昆虫学报, 2022, 44 (5): 1326-1332.

丁香北京瘿蚊的生物学特性研究

付怀军*,李菁博,周达康,王白冰,许 兴,孟 昕,樊金龙(北京市植物园管理处,北京市花卉园艺工程技术研究中心,城乡生态环境北京实验室,北京100093)

摘要:丁香北京瘿蚊 Pekinomyia syringae Jiao & Kolesik 以幼虫在北京丁香 Syringa reticulata subsp. pekinensis 和暴马丁香 Syringa reticulata subsp. amurensis 叶片内隐蔽为害,为害严重时导致寄主提前落叶。通过林间调查和室内试验,对其生活史、习性研究发现,该瘿蚊在北京 1 a 发生 1 代,以老熟幼虫在表土层结茧越冬。3 月初越冬幼虫开始化蛹,成虫羽化盛期为 3 月底至 4 月初,成虫不需补充营养,有趋黄性,卵孵化期为 4 月上中旬,4 - 10 月幼虫为害,10 月老熟幼虫脱离叶片在表土层结茧越冬。本研究结果为该虫的综合防治提供了防治基础。

关键词: 丁香北京瘿蚊; 北京丁香; 暴马丁香; 生活史; 习性

中图分类号: Q968.1; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2022) 05-1326-07

Research on biological characteristics of *Pekinomyia syringae* (Diptera: Cecidomyiidae)

FU Huai-Jun*, LI Jing-Bo, ZHOU Da-Kang, WANG Bai-Bing, XU Xing, MENG Xin, FAN Jin-Long (Beijing Laboratory of Urban and Rural Ecological Environment, Beijing Floriculture Engineering Technology Research Centre, Beijing Botanical Garden, Beijing 100093, China)

Abstract: Pekinomyia syringae did concealed harm inside leaves of peking lilac (Syringa reticulata subsp. pekinensis) and amur lilac (S. reticulata subsp. amurensis) in larval stages. Severe damage caused by the pest could lead to premature defoliation. Through laboratory observations and forestry investigation, life history and habits of the pest were studied. The results demonstrated that the species of gall midges occured a single generation per year in Beijing. Its mature larva spun cocoons within topsoil to overwinter. In March overwintering larva begun to pupate, and peak of insects eclosion usually occurred in the end of March or early April. The adults had no need to supplement nutrient, but had taxis to yellow. Egg incubation period occurred from early to middle of April. Therefore, larval harming stage lasted from April to October. Mature larva abscised from leaves on October, spun cocoons to overwinter. This study laid a good foundation for integrated control against P. syringae.

Key words: Pekinomyia syringae; peking lilac; amur lilac; life history; habits

丁香北京瘿蚊 Pekinomyia syringae Jiao & Kolesik 隶属双翅目 Diptera 瘿蚊科 Cecidomyiidae 瘿蚊亚科 Cecidomyiinae 毛瘿蚊总族 Lasiopteridi 北京瘿蚊属 Pekinomyia (Jiao et al., 2020)。2005 年在

北京市植物园的北京丁香 Syringa reticulata subsp. pekinensis 叶片上发现为害。2019 年付怀军等首次 报道了该瘿蚊的形态特征、为害特点及其发生与 北京丁香物候期的关系等 (付怀军等, 2019)。瘿

基金项目:北京市植物园科研课题(BZ201701)

^{*}通讯作者 Author for correspondence: 付怀军, 女, 1973 年生, 北京人, 本科, 高级工程师, 研究方向为园林植物有害生物防治, E – mail: 2285060338@qq. com

收稿日期 Received: 2021-06-01; 接受日期 Accepted: 2021-09-15

蚊分类专家焦克龙博士等通过形态学及 COI 和 12S 基因序列比对,于 2020 年明确该瘿蚊隶属于毛瘿 蚊 总 族 Lasiopteridi 一 新 属,既 北 京 瘿 蚊 属 Pekinomyia,将 该 种 命 名 为 丁 香 北 京 瘿 蚊 Pekinomyia syringae Jiao & Kolesik,并详述了其各 虫态的形态特征,模式标本保存于天津农学院昆 虫学实验室(Jiao et al., 2020)。

丁香北京瘿蚊虫体微小,前期为害状不明显,秋季出现的黄色微肿起虫瘿也极易和秋季黄叶混淆而被忽视,随着虫口数量的连年积增,受害植株树势逐年衰弱,叶片变小,提前脱落,严重影响园林景观和绿化效果。北京市植物园内调查发现该虫为害北京丁香、暴马丁香 S. reticulata subsp. amurensis 及北京丁香的园艺品种"金园"北京丁香 S. reticulata subsp. pekinensis "Jinyuan"(郭翎等,2008),2017年本课题调查园内寄主植物270株,受害率达90%。2017年10月至2019年10月初步调查北京地区该瘿蚊的分布情况,发现在北京海淀、昌平、延庆、怀柔、密云、房山等区的北京丁香、暴马丁香上均有该虫为害。

2017-2019年,通过对北京市植物园丁香北京瘿蚊各虫态的发生情况进行调查,观测气象条件对其发生的影响,明确了其生活史、习性等生物学特性,为该瘿蚊的综合治理奠定了基础。

1 材料与方法

1.1 调查地概况

北京市植物园地处北京海淀区香山卧佛寺路,位于北纬 39°48′,东经 116°28′,海拔 61.6~584.6 m,属温带大陆性气候(吴菲等,2013)。园内共收集展示植物 10 000 余种(包括变种和品种)150 余万株,其中丁香园收集丁香品种 50 余种(包括变种和品种)1 000 余株(孟昕,2010)。选取丁香园近百株 60 余年树龄且瘿蚊发生严重的北京丁香林作为定点调查样地(53 m×45 m)。

1.2 试验仪器及材料

解剖镜 Olympus SZ61、RXZ 型智能人工气候箱 (宁波东南仪器有限公司)、养虫透明塑料盒 (16 cm×11 cm×7 cm)、40 目实验筛、75%酒精、昆虫针、培养皿 Φ9 cm、黄色粘虫板等。

1.3 寄主及为害调查

在北京市植物园内踏查,记录丁香北京瘿蚊 为害植物种类及为害特点。

1.4 生物学特性观察

通过林间定期观测、室内解剖镜下观察相结合的方法,调查丁香北京瘿蚊生活史和各虫态生活习性,并记录各虫态的发生期(曾岩等,2009;穆希凤等,2010;赵春明等,2011;秦刚等,2012;梁国儒等,2017)。

成虫期每1d观察记录林地成虫的羽化、交尾、产卵等行为活动时间及特点。林间东、西、南、北、中5点设置黄色粘虫板,每1d更换1次并统计粘捕成虫数量,明确成虫发生期。镜检解剖70头未产卵雌虫和70头产卵后死亡雌虫的腹部,记录孕卵量和遗腹卵量,计算平均单雌产卵量。

卵期每1d采集林地东、西、南、北、中5点的有卵嫩叶20片带回室内,镜检观察卵的孵化情况。

幼虫期每7d观察林间幼虫的生长、为害情况及虫瘿形成过程,并采集受害叶室内镜检观察幼虫发育、生活习性。10月幼虫脱落期林地内东、西、南、北、中5点地面铺置1 m²的黑色塑料膜收集脱落幼虫,每1d统计接虫数量,明确老熟幼虫脱落期。

越冬幼虫化蛹发育调查于2月下旬至3月下旬进行。每2d采集1次林地树冠下1cm的土层,用40目实验筛筛取越冬虫茧,每次在解剖镜下用昆虫针剥茧150头,观察越冬茧内虫态和化蛹发育期。

1.5 成虫雌雄性比调查

冬季采集林地越冬虫茧土样 10 cm×10 cm×1 cm 共 15 份,分别装养虫透明塑料盒内放入气候箱 25℃, L: D = 12 h: 12 h, RH 50% 培养,成虫羽化后每 1 d 收集记录雌雄虫数量,室内统计雌雄性比。3 月下旬林间成虫羽化后连续 3 d 每日上午采集成虫并统计雌雄性比。

1.6 数据统计与分析

试验数据采用 Microsoft Excel 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 寄主植物和为害特点

调查表明丁香北京瘿蚊仅为害木犀科 Oleaceae 丁香属 Syringa L. 短花冠管组 Sect. Ligustrina 网脉 丁香 S. reticulata 的 2 个亚种,既北京丁香、暴马 丁香及北京丁香的园艺品种'金园'北京丁香, 未发现为害网脉丁香原亚种 S. reticulata subsp. reticulata 及其它丁香属植物。

4月丁香北京瘿蚊初孵幼虫自卵壳底部潜入幼嫩的叶片组织内吸食植物汁液(图1~图3)。初孵幼虫虫量大时被害嫩叶叶面略显凹凸不平,随着叶片生长,受害处无明显症状。夏季风雨或干旱天气,受害严重植株落叶明显增多。9月幼虫为害处的叶面出现约1 mm 浅黄色微突起的虫瘿

(图4),每头幼虫形成1个虫瘿。10月叶面形成圆形直径约2~3 mm 的黄色肿起虫瘿(图5~图6),叶背受害处的表皮浅黄绿色不增厚,幼虫老熟后咬破叶背表皮落地(图7)。衰弱树受害叶片只有叶色变黄而无明显肿起的虫瘿。为害后期有的虫瘿处变为褐色或黑褐色,叶片局部枯死,受害严重叶提前脱落,削弱树势。



图 1 初孵幼虫潜叶

Fig. 1 Invasion of newly hatched larvae into mesophyll



图 2 幼虫侵入后叶背残留的卵痕

Fig. 2 Remained egg marks on the back of leaf after larval invasion









图 3 卵,叶肉内的初孵幼虫,中龄幼虫和脱落后的老熟幼虫

Fig. 3 Eggs, newly hatched larvae, middle-aged larvae and mature larvae after shedding



图 4 9 月叶面虫瘿初显 Fig. 4 Initial appearance of leaf gall in September



图 5 10 月叶片受害严重 Fig. 5 Severe blade damage in October



图 6 10 月叶面肿起的黄色虫瘿 Fig. 6 Yellow galls with swollen leaf surface in October

2.2 生活习性

成虫喜欢在温暖晴朗无风的白天活动,阴天、降温、降雨、大风等天气羽化活动少或不羽化。7:30 左右初羽化成虫在地表爬行活动,此时多数为雄虫。随着太阳的升起,阳光照射到地面,成虫羽化量增加。8:30 后雌虫明显增多。成虫羽化后未见补充营养,羽化当天即可交尾产卵。雄虫极活跃,在地表迅速爬行寻找雌虫交尾。每次交尾时间一般30 s~3 min 不等,在无干扰的情况下,有的交尾时间长达10~15 min。9:00-11:00 成虫交尾高峰,交尾后不久雌虫即向上空飞行寻找寄主,10:00-13:00 林间可见大量雌虫空中飞舞。10:30 嫩叶上产卵的雌虫陆续增多。雌虫只在受害的林地及其边缘飞翔活动。雄虫大多数一直在地



图 7 叶背为害状和脱叶老熟幼虫 Fig. 7 Damage of leaf back and defoliation mature larvae

表活动。16:00 后地表雄虫和嫩叶上产卵的雌虫逐渐消失不见。调查样地丁香北京瘿蚊雌雄性比约为1:1.3 (表2)。林间观察成虫一般存活1~2 d。

卵散产,雌虫产卵时附腺的分泌物将卵一端粘立于叶表,卵粒多均匀分布叶背,叶正面极少。雌虫选定产卵位置后,腹部末端向胸部下方弯曲,产卵管贴于叶表静止3~5 s,提起产卵管,1粒卵产出。11:00-15:00 为产卵高峰,16:00 后嫩叶上的雌虫极少,17:00 雌虫产卵结束。解剖未产卵雌虫,平均每雌孕卵量为153.4粒,解剖产卵后死亡雌虫,平均每雌遗腹卵量为4.4粒,平均单雌产卵量为149粒(表3)。1 片嫩叶可被多头雌虫产卵,卵量多达845粒。林间调查卵的发育历期约为7~10 d,卵的孵化率在95%以上。

表 1 北京市植物园内丁香北京瘿蚊生活史
Table 1 Life history of *Pekinomyia syringae* in Beijing Botanical Garden

	Table 1 Elic listory of Texatomyta syringue in Beijing Botaineai Garden																						
	1月			2月			3月			4月		4	5-9 月			10 月			11 月			12 月	İ
	Jan.			Feb.			Mar.			Apr.		Ma	ySe	pt.		Oct.			Nov.			Dec.	
上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L
_	_	_	_	_	_	_	_	_															
					0	0	0	0	0	0													
								+	+	+													
									~	~	~	~	~	~	~	~	~						

注: —, 越冬幼虫; ○, 蛹; +, 成虫; ··, 卵; ~, 幼虫。Note: —, Overwintering larva; ○, Pupa; +, Adult; ··, Egg; ~, Larvae.

表 2	2018 年丁香园丁香北京瘿蚊种群雌雄成虫性比调查	

Table 2 Sex ratio for adults of Pekinomyia syringae in the Lilacs Garden in 2018

调查方法 Methods	雌成虫数(头) Number of female adults	雄成虫数(头) Number of male adults	雌雄性比 Sex ratio (Female: Male)	
采冬茧室内饲养 Cocoons collected in winter indoor breeding	1 871	2 480	1:1.34	
林地采成虫 Adults collected in forest	1 608	2 076	1:1.29	

表 3 丁香北京瘿蚊单雌产卵量调查 (2018年4月)

Table 3 Egg-laying amount for single female Pekinomyia syringae (April 2018)

项目 Item	解剖雌虫数量(头) Dissected female amount	总卵数(粒) Egg amount	平均单雌腹内卵数量 (粒) Average egg amount in abdomen for single female	卵粒数范围(粒) Number range of eggs		
孕卵量 Pregnant egg amount	70	10 736	153. 4 ± 40. 8	75 ~ 300		
遗腹卵量 Remant egg amount in abdomen	70	308	4.4 ± 6.8	0 ~ 30		

2.3 生物学特性

2.3.1 生活史

丁香北京瘿蚊在北京1a发生1代(见表1),以老熟幼虫在树冠下1cm 疏松表土层内结茧越冬。2月底3月初越冬幼虫开始化蛹,3月中旬为化蛹盛期,至3月下旬老熟幼虫全部化蛹。蛹经14~26d羽化成虫。成虫期在3月下旬至4月上中旬,成虫羽化盛期集中在3月底至4月初的5~7d,与北京丁香嫩芽展叶期物候吻合。卵期在3月底至4月中旬,卵经7~10d孵化幼虫,4月上中旬孵化盛期。初孵幼虫自卵底部潜入叶组织内隐蔽为害,幼虫为害期为4月至10月。10月老熟幼虫陆续咬破叶背表皮脱落入土结茧越冬,幼虫脱叶盛期在10月中下旬,霜降前后大多数老熟幼虫均已脱叶结茧越冬。

室内养虫笼饲养观察见雌虫多聚集到光亮处活动,可见雌虫趋光性比雄虫更强。林间悬挂黄色粘虫板诱捕大量成虫,表明成虫具有趋黄性。

2.3.2 幼虫习性及虫瘿的形成

幼虫无足不活泼,在叶内形成的虫室中吸食植物汁液为害长达6~7个月。4月初孵幼虫(体长约0.15 mm)从粘附于叶背一端的卵壳底部潜入叶内,即在卵壳底部附近的叶肉组织中固定生活,叶表无明显异常。5、6月随着幼虫的发育,

虫体所在处的叶肉组织受刺激形成内壁光滑的虫室,低龄幼虫为害叶背处比正常叶背颜色略浅。7、8月叶面隐约可见淡黄色斑驳失绿,无肿起虫瘿。9月受害组织局部增生,叶面开始出现约1 mm 的淡黄色突起。10月大龄幼虫取食量明显增加,刺激叶面形成近圆形的黄色肿起虫瘿,叶背受害处为浅黄色但表皮不增厚。叶面单个虫瘿直径为2~3 mm,虫口密度大时黄色虫瘿连片,幼虫老熟后咬破叶背表皮落地,依靠胸部的剑骨片爬行或跳跃,迅速向土壤或落叶下等阴暗处移动,可见幼虫有避光性。霜降后老熟幼虫(体长1.5~2 mm)全部落地,在地表枯草覆盖物下1 cm 疏松表土层内吐丝结茧越冬。

3 结论与讨论

丁香北京瘿蚊仅为害北京丁香、暴马丁香和'金园'北京丁香。在北京1a发生1代,以老熟幼虫在表土层结茧越冬。2月底至3月下旬化蛹。3月下旬至4月上中旬成虫羽化产卵,4月上中旬卵孵化盛期,4月至10月以幼虫潜入寄主叶片组织内吸食汁液,秋季受害叶片正面多形成黄色微肿起的虫瘿,10月老熟幼虫入土结茧越冬。成虫为日出性昆虫,不需补充营养,有趋黄性。幼虫

有避光性。本研究明确了丁香北京瘿蚊生活史及 习性,为该虫综合防治措施的制定提供参考依据。

丁香北京瘿蚊幼虫微小蛆状, 镜检观察虫室 内未见明显的排泄物及蜕皮痕迹, 测定幼虫龄期 和发育历期难度大。且在6至8月期间,幼虫体未 见明显生长变化,疑似此期幼虫有越夏滞育现象。 研究表明有些瘿蚊类害虫通过越夏滞育度过不利 的生存环境,如小麦吸浆虫 Sitodiplosis mosellana (侯娟娟等, 2006)、杞柳瘿蚊 Rhbdophaga sp. (张 玉美等, 2020) 等幼虫有越夏滞育的习性。对瘿蚊 类幼虫龄期划分方法的研究较少,已报道有壮铁 普瘿蚊 Procontarinia robusta (林振基等, 2006)、 杞柳瘿蚊 Rhbdophaga sp. (俞艳栋等, 2010) 等瘿 蚊幼虫, 可通过蜕皮次数和各龄幼虫形态、大小 差异划分幼虫龄期。针对丁香北京瘿蚊幼虫是否 有越夏滞育习性以及龄期划分、天敌寄生蜂对幼 虫龄期的寄生选择等问题,有待继续寻找适宜的 方法深入研究。

大多数瘿蚊寄主范围狭窄,仅取食 1 种或几种近缘植物(Gagne, 1989)。丁香北京瘿蚊成虫期和网脉丁香、北京丁香、暴马丁香的展叶期吻合。丁香北京瘿蚊成虫多产卵于嫩叶叶背,只为害网脉丁香的 2 亚种即暴马丁香和北京丁香的叶片,对网脉丁香原亚种未见产卵为害。初步判断因北京丁香和暴马丁香的叶背无毛且气孔密度大,有利于丁香瘿蚊成虫产卵和初孵幼虫潜入叶片组织,而此网脉丁香嫩叶叶背腺毛密集,阻碍了丁香北京瘿蚊雌虫的叶背产卵行为。本课题组曾用其它种丁香属植物幼苗引诱丁香北京瘿蚊成虫产卵观察,未见成虫在其上产卵为害。关于丁香北京瘿蚊对寄主植物选择的机理是什么?与叶片的物理结构相关性如何?究竟是什么原因导致其寄主专化性如此之强还需要进一步研究。

致谢:感谢中国农业科学院植物保护研究所 王广君副研究员对本研究工作的悉心指导。

参考文献 (References)

Fu HJ, Li JB, Zhou DK, et al. A new insect pest of clove gall mosquito against Syringa reticulate subsp. pekinensis in Beijing [J]. China Plant Protection, 2019, 39 (12): 37-42. [付怀军,李菁博,周达康,等.为害北京丁香的新害虫——丁香瘿蚊[J].中国

- 植保导刊, 2019, 39 (12): 37-42]
- Gagne RJ. The Plant Feeding Gall Midges of North America [M]. New York: Comell University Press, 1989.
- Guo L, Sun Y, Cui JR. A new cultivar of *Syringa* 'Jinyuan' [J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2008, 44 (1): 170. [郭翎, 孙宜, 崔纪如. 北京丁香新品种'金园'[J]. 林业科学, 2008, 44 (1): 170]
- Hou JJ, Wu JX, Wang HL. Studies on diapauses of *Sitodiplosis mosellana* (Gehin) by RAPD [J]. *Acta Agriculturae Boreali Occidentalis Sinica*, 2006, 4: 10 13. [侯娟娟, 仵均祥, 王洪亮. 小麦吸浆虫不同滯育虫态的 RAPD 研究 [J]. 西北农业学报, 2006, 4: 10 13]
- Jiao KL, Zhou XY, Wang H, et al. A new genus and species of gall midge (Diptera: Cecidomyiidae) inducing leafgalls on Peking lilac, Syringa reticulata subsp. pekinensis (Oleaceae), in China [J]. Zootaxa, 2020, 4742 (1): 194 – 200.
- Liang GR, Hu YH, Zhao BW, et al. Ecological features and population dynamics of Dasinura corylifalva [J]. Journal of Liaoning Forestry Science and Technology, 2017, 2: 25 27. [梁国儒, 胡跃华, 赵博文, 等. 榛黄达瘿蚊生物生态学特性与种群动态研究 [J]. 辽宁林业科技, 2017, 2: 25 27]
- Lin ZJ, Sun XC, Wang HY, et al. Morphology and biology of Procontarinia robusta [J]. Entomological Journal of East China, 2006, 4: 258 262. [林振基, 孙先昌, 王宏毅, 等. 壮铗普瘿蚊的形态学与生物学习性[J]. 华东昆虫学报, 2006, 4: 258 262]
- Meng X. Germplasm resource collection and landscape application of *Syringa* in Beijing. In: Beijing Society of Landscape Architecture, eds. 2010 New Start of Beijing Landscape Architecture [C]. Beijing: China Forestry Press, 2011: 206 213. [孟昕.北京地区丁香属种质资源收集以及园林应用.见:北京园林学会主编.2010北京园林绿化新起点[C].北京:中国林业出版社, 2011: 206 213]
- Mu XF, Sun JS, Lu WF, et al. Bionomics and control of Obolodiplosis robiniae in Beijing [J]. Forest Pest and Disease, 2010, 29 (5): 15-18. [穆希凤, 孙静双, 卢文锋, 等. 北京地区刺槐叶瘿蚊生物学特性及防治 [J]. 中国森林病虫, 2010, 29 (5): 15-18]
- Qin G, Wu QL, Wang Y. Preliminary study on the leaf gall on Cinnamomum chekiangense [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2012, 51 (7): 1360 – 1363. [秦刚, 吴庆丽, 王媛. 天竺桂叶瘿蚊的 危害与防治初报 [J]. 湖北农业科学, 2012, 51 (7): 1360 – 1363]
- Wu F, Wang GY, Zhao SW, et al. Research on comprehensive evaluation and landscape application of pinaceae plants in Beijing Botanical Garden [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2013, 29 (1): 213-220. [吴菲,王广勇,赵世伟,等.北京植物园松科植物综合评价及园林应用研究[J].中国农学通报,2013,

- 29 (1): 213 220]
- Yu YD, Lin HF, Zhang MY, et al. Bionomics of Rhabdophaga salicis Schrank [J]. Forest Pest and Disease, 2010, 29 (6): 9-11. [俞艳栋, 林华峰, 张玉美, 等. 杞柳瘿蚊的生物学研究 [J]. 中国森林病虫, 2010, 29 (6): 9-11]
- Zeng Y, Hu BB, Li HH, et al. Morphological and biological study of Procystipphora sp. [J]. Forest Pest and Disease, 2009, 28 (3): 1-4. [曾岩, 胡冰冰, 李后魂, 等. 刚竹瘿蚊形态及生物学研究[J]. 中国森林病虫, 2009, 28 (3): 1-4]
- Zhang YM, Li JY, Dai XG, et al. Annual life cycle of Rhbdophaga sp. [J]. Anhui Agri. Sci. Bull., 2020, 26 (9): 95 96. [张玉美,李金叶,代旭光,等. 杞柳瘿蚊年生活史研究 [J]. 安徽农学通报, 2020, 26 (9): 95 96]
- Zhao CM, Gao SH, Xue HP. et al. Biological features of Obolodiplosis robiniae (Haldeman) adults [J]. Journal of Hebei Normal University of Science & Technology, 2011, 25 (2): 61-64. [赵春明,高素红,薛海平,等. 刺槐叶瘿蚁成虫的生物学特性[J]. 河北科技师范学院学报, 2011, 25 (2): 61-64]