

我国典型城市生活垃圾卫生 填埋场生态修复优势植物

WOGUO DIANXING CHENGSHI SHENGHUO LAJI WEISHENG



TIANMAICHANG SHENGTAI XIUFU YOUSHI ZHIWU TUCE

张立秋 尹淑霞 主编

中国环境科学出版社

我国典型城市生活垃圾卫生填埋场 生态修复优势植物图册

张立秋 尹淑霞 主编
洪 喻 梁英梅 王 辉 王 震 副主编

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

我国典型城市生活垃圾卫生填埋场生态修复优势植物图册/张立秋, 尹淑霞主编. —北京: 中国环境科学出版社, 2011.11
ISBN 978-7-5111-0718-3

I. ①我… II. ①张…②尹… III. ①植被—中国—图集
IV. ①Q948.52-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 189987 号

责任编辑 付江平
责任校对 扣志红
装帧设计 马 晓

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2011 年 11 月第 1 版
印 次 2011 年 11 月第 1 次印刷
开 本 889×1194 1/16
印 张 14.25
字 数 300 千字
定 价 68.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 违者必究】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

编著委员会人员名单

顾 问 吴晓青

组 长 赵英民

副组长 刘志全

成 员 禹 军 王泽林 刘海波 陈 胜

主 编 张立秋 尹淑霞

副主编 洪 喻 梁英梅 王 辉 王 震

编 委 (按拼音顺序)

封 莉 洪 喻 吉崇喆 贾 真 梁英梅 刘 波

刘 威 刘学建 骆 宾 王 辉 王 震 温 馨

杨 洋 尹淑霞 张立秋 张盼月 赵长伟

随着我国人民生活水平的提高和城市化进程的加快,大量城市生活垃圾应运而生。资料显示,目前我国平均年产城市生活垃圾量约 1.46 亿 t,占世界垃圾总产生量的 25%,是世界上生活垃圾包袱最重的国家。卫生填埋是现阶段城市生活垃圾处理的主要方式,然而,城市生活垃圾卫生填埋场多建在城市周边的城乡接合部,随着填埋场占地面积的日益增加,出现了“垃圾包围城市”的严峻形势,全国已有超过 2/3 的城市处于生活垃圾的包围之中。目前,城市生活垃圾卫生填埋场已成为对城市周边生态环境影响最大的综合性污染源之一;此外,垃圾填埋场占用大量的土地资源,封场后如何实现快速恢复与再利用,也日渐成为人们广泛关注的重要环境问题之一。因此,如何改善垃圾填埋场周边的生态环境并实现快速修复与利用,已成为我国城市化进程中一个不可避免的问题。

资料调查显示,发达国家的城市生活垃圾卫生填埋场封场后主要用于建设绿地、城市公园、高尔夫球场、苗圃、植物园、农场、林地、自然保护区等,而在我国仍较多地采用种植草坪的方式进行封场后处置,不仅管护成本高,而且一旦养护不善,极易造成草坪死亡及后续水土流失等环境问题。在我国的《生活垃圾填埋场污染物控制标准》(GB 16889—2008)和《生活垃圾卫生填埋技术规范》(CJJ 17—2004)中均提出了“生活垃圾卫生填埋场封场后应进行生态修复”的要求,但是如何对封场后的垃圾填埋场进行生态修复却缺乏具体的技术指导,也无可供参考的相关技术规范。我国主要是从 20 世纪 90 年代开始加强对城市生活垃圾卫生填埋场的建设工作,按照其使用年限,目前正逐渐进入封场期,因此迫切需要建立适宜于我国城市生活垃圾卫生填埋场生态修复的技术方法和规范,最大限度地恢复并合理利用我国有限的土地资源,以满足我国城市可持续发展的紧迫需求。

2008 年,在环保部公益性行业科研专项的资助下,项目组率先在我国开展了“城市生活垃圾卫生填埋场生态修复功能性植被体系构建方法”的研究。项目组通过前期对国内外 7 个城市生活垃圾卫生填埋场的现场调研与考察,发现利用当地乡土植物类型进行垃圾填埋场的生态修复可以在较小投资、较短时间内获得较好的生态修复效果。但是,

如何选取抗逆性较强的乡土先锋植物种类,以及如何构建具有抑制填埋气、防风防尘、减少水土流失且具有一定景观效果的功能性植被体系还缺乏具体的技术指导。针对上述问题,项目组根据不同的地理位置和气候条件,在我国3个典型城市中选择了4处生活垃圾卫生填埋场开展了现场调查与监测研究,4处生活垃圾卫生填埋场分别为:北京市阿苏卫垃圾填埋场、辽宁省沈阳市老虎冲垃圾填埋场、辽宁省沈阳市赵家沟垃圾填埋场和湖南省常德市桃树岗垃圾填埋场。

项目组采用全面踏查法,详细调查了上述4处垃圾填埋场在不同季节的优势植物种类;对填埋场优势植物的抗逆性生理生化指标进行了较全面的现场监测、现场采样、实验室分析;同时开展了填埋场的生态环境监测工作,包括填埋气与空气质量、不同植物根围甲烷氧化菌数量与活性等。通过以上调查和监测数据,筛选得到了3个典型城市生活垃圾填埋场进行生态修复的优势植物清单,进而编制形成本图册,旨在为我国今后开展城市生活垃圾卫生填埋场生态修复工作中的植物筛选提供科学的依据和参考。

本项目在北京、沈阳、常德3个城市4处生活垃圾卫生填埋场开展了大量的调查和监测工作,经过与多位专家反复讨论,以及项目组全体成员的不断修改与完善,最终整理成了《我国典型城市生活垃圾卫生填埋场生态修复优势植物图册》。在本图册中列出了北京、沈阳、常德3个城市4处生活垃圾卫生填埋场调研中所发现的植物种类,详细介绍了各植物的科属、形态特征、生态习性、分布、重要值和抗逆性指标值等信息,并配以彩图供读者查阅。本图册可供大、中专院校教学参考,也可供从事生态修复的工程技术人员、环境管理等部门的相关人员阅读和参考。

本图册是集体智慧的结晶,凝聚了项目组成员的辛勤劳动和心血。同时,本项目在实施过程中得到了北京市阿苏卫垃圾填埋场、沈阳市环境卫生工程设计研究院、湖南省常德市环境卫生管理处的大力支持和帮助,中国科学院植物研究所林秦文先生为本图册提供了部分图片,在此一并表示感谢。然而由于时间有限,本图册中可能还存有疏漏,不足之处在所难免,敬请读者及有关人士批评指正。

编 者

2011年5月于北京

沈阳地区垃圾填埋场优势植物清单

狗尾草.....	3	大蓟.....	30
鸡眼草.....	4	苦苣菜.....	31
稗.....	5	苘麻.....	32
野大豆.....	6	紫穗槐.....	33
大籽蒿.....	7	抱茎小苦荬.....	34
地肤.....	8	刺儿菜.....	35
红蓼.....	9	水棘针.....	36
三裂叶豚草.....	10	马齿苋.....	37
野艾蒿.....	11	沼生蔊菜.....	38
马唐.....	12	朝天委陵菜.....	39
无芒稗.....	13	泽漆.....	40
全叶马兰.....	14	青绿苔草.....	41
篇蓄.....	15	鸭跖草.....	42
合萌.....	16	益母草.....	43
绵毛酸模叶蓼.....	17	龙葵.....	44
鼠掌老鹳草.....	18	虎尾草.....	45
猪毛蒿.....	19	苍耳.....	46
藜.....	20	平车前.....	47
酸模叶蓼.....	21	羊蹄.....	48
小藜.....	22	独行菜.....	49
小蓬草.....	23	芦苇.....	50
萝藦.....	24	苔草.....	51
翅果菊.....	25	苣荬菜.....	52
律草.....	26	豚草.....	53
茵陈蒿.....	27	长萼鸡眼草.....	54
藤长苗.....	28	向日葵.....	55
泥胡菜.....	29	打碗花.....	56

荠菜·····	57	龙柏·····	66
红皮云杉·····	58	扶芳藤·····	67
西府海棠·····	59	金叶女贞·····	68
白杜·····	60	紫叶小檗·····	69
栾树·····	61	紫丁香·····	70
雪松·····	62	枸杞·····	71
圆柏·····	63	锦带花·····	72
黄栌·····	64	月季·····	73
碧桃·····	65	红瑞木·····	74

北京市阿苏卫垃圾填埋场优势植物清单

狗尾草·····	76	蒲公英·····	100
紫苜蓿·····	77	益母草·····	101
地肤·····	78	苍耳·····	102
打碗花·····	79	鬼针草·····	103
凹头苋·····	80	翅果菊·····	104
全叶马兰·····	81	野大豆·····	105
草木犀·····	82	小藜·····	106
藜·····	83	尖头叶藜·····	107
蒙古蒿·····	84	马齿苋·····	108
葎草·····	85	枸杞·····	109
芦苇·····	86	马唐·····	110
鹅绒藤·····	87	茜草·····	111
稗·····	88	油松·····	112
中华小苦荬·····	89	臭椿·····	113
茵陈蒿·····	90	白皮松·····	114
刺儿菜·····	91	红叶李·····	115
猫眼草·····	92	龙爪槐·····	116
旋覆花·····	93	侧柏·····	117
两栖蓼·····	94	金银木·····	118
圆叶牵牛·····	95	元宝槭·····	119
苘麻·····	96	榆叶梅·····	120
黄花蒿·····	97	刺槐·····	121
萝藦·····	98	叉子圆柏·····	122
藤长苗·····	99	紫穗槐·····	123

金叶女贞.....	124	矮紫杉.....	127
紫叶小檗.....	125	冬青卫矛.....	128
黄刺玫.....	126	胡枝子.....	129

常德市桃树岗垃圾填埋场优势植物清单

狗牙根.....	131	紫花地丁.....	161
钻形紫菀.....	132	马齿苋.....	162
稗.....	133	看麦娘.....	163
狗尾草.....	134	繁缕.....	164
小蓬草.....	135	草木犀.....	165
积雪草.....	136	畦畔莎草.....	166
佛甲草.....	137	一年蓬.....	167
蟋蟀草.....	138	臭芥.....	168
天蓝苜蓿.....	139	灯心草.....	169
野老鹳草.....	140	桃叶蓼.....	170
小苜蓿.....	141	乌桕.....	171
喜旱莲子草.....	142	杠板归.....	172
鸡眼草.....	143	马兰.....	173
雪见草.....	144	龙葵.....	174
酢浆草.....	145	酸模叶蓼.....	175
香附子.....	146	窃衣.....	176
野艾蒿.....	147	茅莓.....	177
铁苋菜.....	148	菝葜.....	178
蒙古蒿.....	149	苔草.....	179
棒头草.....	150	母草.....	180
红蓼.....	151	皱果苋.....	181
鸢尾.....	152	土荆芥.....	182
马唐.....	153	野菊.....	183
苍耳.....	154	沼生蔺菜.....	184
齿果酸模.....	155	过路黄.....	185
水莎草.....	156	皱叶酸模.....	186
苦味叶下珠.....	157	鹅观草.....	187
假高粱.....	158	萝藦.....	188
黄鹌菜.....	159	蔺草.....	189
美洲商陆.....	160	大狼把草.....	190

金银花·····	191	桃·····	204
山麦冬·····	192	桑·····	205
细风轮菜·····	193	杜英·····	206
多花蔷薇·····	194	四季桂·····	207
石芥苎·····	195	冬青卫矛·····	208
大花马齿苋·····	196	六月雪·····	209
长芒稗·····	197	杜鹃·····	210
合欢·····	198	红花檵木·····	211
金银木·····	199	梔子·····	212
紫荆·····	200	金边大叶黄杨·····	213
山樱花·····	201	火棘·····	214
雪松·····	202	海桐·····	215
龙柏·····	203		
主要参考文献·····	216		

沈阳地区垃圾填埋场优势植物清单

老虎冲垃圾填埋场

老虎冲垃圾填埋场位于沈阳市苏家屯区奉集堡塔山畜牧场内，距沈阳市中心 28km，2003 年正式投入使用，总占地面积为 97.25hm^2 ，垃圾填埋量为 $1\,500\text{t/d}$ ，覆土层约厚 2m。由填埋区、污水处理区和综合管理区三部分组成。夏季主导风向为东南风。填埋场二期于 2007 年封场，目前植被恢复状况良好。一期仍在填埋作业。

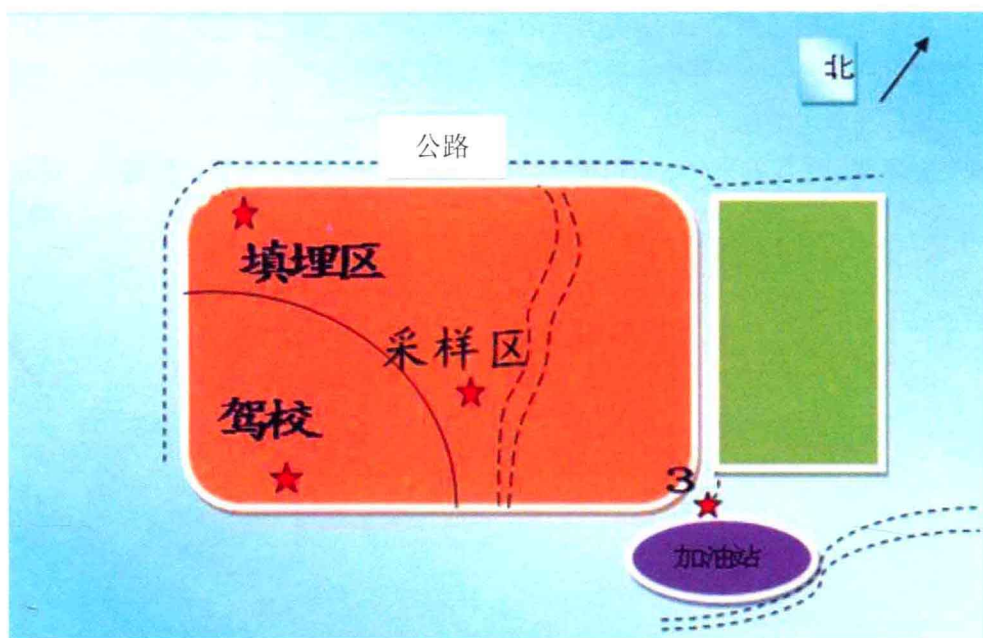
调研人员将填埋二区作为采样区进行植物调研。采样区植物种类丰富，数量多，覆盖度很大。



老虎冲垃圾填埋场示意图

赵家沟垃圾填埋场

赵家沟生活垃圾卫生填埋场位于沈阳市东陵区英达乡南赵家沟村北，沈阳正大饲料厂的西侧，东侧为市交通警察支队汽车考场及部分农田，南邻沈铁公路，北邻毛望公路，距市府广场 15km。该垃圾填埋场于 1997 年初开始设计，4 月施工建设，年底竣工，接纳和日处理生活垃圾 1 000t。1998 年开始正式填埋，占地面积达 21.7hm²，日接纳 2 000~3 000t 市内生活垃圾。该场于 2003 年 10 月封场，封场覆盖土厚度达 80cm，目前填埋区植被恢复状况良好，并在填埋区的西北侧修建了沈阳祥和驾驶员培训学校考试场，使垃圾填埋场得到了再利用。



赵家沟垃圾填埋场示意图

狗尾草

- 【学名】*Setaria viridis* (L.) Beauv.
- 【别名】绿狗尾草、谷莠子、莠、狗尾巴草、光明草、阿罗汉草
- 【科属】禾本科 Gramineae、狗尾草属 *Setaria* Beauv.
- 【形态特征】一年生草本，通常具支柱根。秆粗壮而高大，直立或基部膝曲，高 50~120cm，径达 6mm，光滑无毛。叶片线状披针形，长 10~40cm，宽 5~20mm，边缘为细锯齿；叶鞘松弛，边缘具细纤毛，部分基部叶鞘边缘膜质无毛；叶舌具密集的长 1~2mm 的纤毛。圆锥花序紧缩成圆柱状，长 5~24cm，宽 6~13mm（芒除外），下垂；小穗椭圆形，长约 3mm，下有 1~3 枚较粗而直的刚毛，刚毛通常绿色，粗糙，长 5~15mm。颖果椭圆形。花果期 7~10 月。种子繁殖。
- 【生态习性】种子发芽适生性强，耐旱耐贫瘠，酸性或碱性土壤均可生长。
- 【分布】广布全国各地，以北方最普遍。生于农田、路边、荒地，为田间常见的杂草。
- 【重要值】0.8~34.9（老虎冲）；2.4~78.0（赵家沟）。
- 【抗逆性指标值】最大荧光 0.67~0.71，实时荧光 0.447~0.545，叶绿素 0.93~1.38mg/g 叶片，叶绿素 a/b 1.3~4.56，蛋白 8.97~38.08mg/g 叶片，SOD 76.91~229.31U/mgprot^①，CAT 8.85~18.08U/mgprot，脯氨酸 0.19~1.85mg/g 叶片，抗坏血酸 1.07~3.58mg/g 叶片，还原型抗坏血酸/脱氢抗坏血酸 0.39~0.55，MDA 0.66~4.6nmol/mgprot，H₂O₂ 0.09~0.19mg/g 叶片；甲烷通量 4.18~5.54mg/（m²·h）；植物根围甲烷氧化菌数量 3.24×10⁷cfu/g。



（2009 年 8 月摄于沈阳）

① prot，即 protein，蛋白质。

鸡眼草

【学名】*Kummerowia striata* (Thunb.) Schindl.

【别名】掐不齐

【科属】豆科 Leguminosae、鸡眼草属 *Kummerowia* Schindl.

【形态特征】一年生草本，高 10~30cm。茎直立、斜升或平卧，基部多分枝，茎及枝上疏被向下倒生的毛。三出掌状复叶，互生，有短柄；小叶倒卵形或长椭圆形，长 2~8cm，宽 3~7mm，先端圆形，其中脉延伸呈小刺尖，基部楔形；托叶被长缘毛。花蝶形，1~2 朵，腋生；花梗无毛；花萼深紫色，钟状，长 2.5~3mm，5 裂，裂片阔卵形；花冠浅玫瑰色，较萼长 2~3 倍。荚果卵状圆形，长 3.5~5mm，顶部稍急尖，荚果较宿存花萼稍长或长达 1 倍。种子 1 粒，黑色，具不规则的褐色斑点。花期 7~9 月，果期 9~10 月。

【生态习性】生命力较强，繁殖能力强，较耐践踏。喜湿润环境，也较耐旱。

【分布】分布于东北及河北、江苏、福建、广东、湖南、湖北、贵州、四川、云南等地。生于向阳山坡的荒地、路边、林缘、农田及水边。

【重要值】73（老虎冲）；23.2~23.5（赵家沟）。

【抗逆性指标值】最大荧光 0.713~0.783，实时荧光 0.54~0.56，叶绿素 1.64~2.79mg/g 叶片，叶绿素 a/b 1.8~3.43，蛋白 10.41~85.81mg/g 叶片，SOD 16.50~297.58U/mgprot，CAT 1.65~44.15U/mgprot，脯氨酸 0.16~0.64mg/g 叶片，抗坏血酸 0.65~2.15mg/g 叶片，还原型抗坏血酸/脱氢抗坏血酸 0.18~0.63，MDA 0.25~2.24nmol/mgprot，H₂O₂ 0.19~0.21mg/g 叶片；甲烷通量 5.38~9.44mg/（m²·h）；植物根围甲烷氧化菌数量 6.7×10^7 cfu/g。



（2009 年 8 月摄于沈阳）



（2010 年 5 月摄于沈阳）

稗

- 【学名】*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.
- 【别名】稗草、稗子
- 【科属】禾本科 Gramineae、稗属 *Echinochloa* Beauv.
- 【形态特征】一年生草本。秆直立或基部倾斜，有时膝曲，光滑无毛，通常丛生，高 50~130cm，须根庞大。叶鞘疏松裹茎，光滑无毛；无叶舌及叶耳；叶片线形，长 20~50cm，宽 0.5~2cm，中脉宽而色白。圆锥花序，疏松，带紫色，长 9~20cm；穗轴粗糙，基部有硬刺疣毛；小穗密集于穗轴一侧，近于无柄。颖果椭圆形，白色或棕色，有光泽，坚硬。花果期 7~9 月。种子繁殖。
- 【生态习性】晚春型杂草，适应性强。喜温暖湿润环境，既能生长在浅水中而又较耐旱，并耐酸碱。繁殖力强，一株结籽可达 1 万粒左右。
- 【分布】广布全国各地。生于宅旁杂草地、耕地或稻田及水湿处。
- 【重要值】23.5~68.3 (老虎冲)；8.4~29.2 (赵家沟)。
- 【抗逆性指标值】最大荧光 0.636~0.74，实时荧光 0.447~0.695，叶绿素 1.43~4.13mg/g 叶片，叶绿素 a/b 1.25~3.85，蛋白 11.78~23.29mg/g 叶片，SOD 87.59~293.85U/mgprot，CAT 1.88~12.36U/mgprot，脯氨酸 0.11~0.52mg/g 叶片，抗坏血酸 0.79~10.44mg/g 叶片，还原型抗坏血酸/脱氢抗坏血酸 0.2~0.89，MDA 0.14~3.88nmol/mgprot，H₂O₂ 0.08~0.2mg/g 叶片；甲烷通量 4.35~5.26mg/ (m²·h)；植物根围甲烷氧化菌数量 3.81×10^7 cfu/g。



(2010 年 5 月摄于沈阳)

野大豆

【学名】 *Glycine soja* Sieb. et Zucc.

【别名】 野黑豆

【科属】 豆科 Leguminosae、大豆属 *Glycine* L.

【形态特征】 一年生草本。茎缠绕、细弱，疏生黄褐色长硬毛。叶为羽状复叶，具3小叶；小叶卵圆形、卵状椭圆形或卵状披针形，长3.5~6cm，宽1.5~2.5cm，先端锐尖至钝圆，基部近圆形，两面被毛。总状花序腋生；花蝶形，长约5mm，淡紫红色；苞片披针形；萼钟状，密生黄色长硬毛，5齿裂，裂片三角状披针形，先端锐尖；花柱短而向一侧弯曲。荚果狭长圆形或镰刀形，两侧稍扁，长7~23mm，宽4~5mm，密被黄色长硬毛；种子间缢缩，含3粒种子。种子长圆形、椭圆形或近球形或稍扁，褐色、黑褐色、黄色、绿色或呈黄黑双色。花期6~8月，果期7~9月。

【生态习性】 喜水耐湿，山地、丘陵、平原及沿海滩涂或岛屿可见其缠绕他物生长。抗寒性强，耐盐碱，在土壤pH 9.18~9.23的盐碱地上可良好生长。

【分布】 分布于东北及河北、山东、甘肃、陕西、四川、安徽、湖南、湖北等地。常见于河滩、沟渠、路旁、果园和林地。

【重要值】 49.6 (赵家沟)。

【抗逆性指标值】 最大荧光 0.68~0.716，实时荧光 0.5~0.638，叶绿素 1.55~1.7mg/g 叶片，叶绿素 a/b 3.01~14.83，蛋白 21.51~51.35mg/g 叶片，SOD 45.25~152.31U/mgprot，CAT 1.9~14.23U/mgprot，脯氨酸 0.12~0.97mg/g 叶片，抗坏血酸 2.14~3.71mg/g 叶片，还原型抗坏血酸/脱氢抗坏血酸 0.26~1.12，MDA 0.68~5.1nmol/mgprot，H₂O₂ 0.11~0.21mg/g 叶片；甲烷通量 8.90mg/(m²·h)；植物根围甲烷氧化菌数量 2.83×10^7 cfu/g。



(2010年5月摄于沈阳)

大籽蒿

【学名】*Artemisia sieversiana* Willd.

【别名】白蒿、山艾、大白蒿

【科属】菊科 Compositae、蒿属 *Artemisia* L.

【形态特征】一年生或二年生草本。主根较粗。茎直立，较粗，具纵沟棱，被白色短柔毛，高 20~100cm。基生叶早枯；茎中、下部叶具柄，叶片宽卵形或宽三角形，二至三回羽状深裂，侧裂片 2~3 对，小裂片条形或条状披针形，先端渐尖或钝，两面被伏柔毛和腺点；上部叶渐变小，羽状全裂；最顶端的叶不裂而为条形或条状披针形。头状花序半球形，直径 4~7mm，有梗，下垂；总苞片 3~4 层，被白色伏柔毛或无毛；花托凸起，密被毛；边缘小花雌性，中央小花为两性。瘦果卵形或椭圆形，长约 1mm，褐色。花期 7~8 月，果期 8~9 月。

【生态习性】生命力旺盛，适应性强，抗性强，很容易形成优势群落。

【分布】除华南外，广布各地。常见于山坡、河岸或农田。

【重要值】小于 1（老虎冲）；14~38.1（赵家沟）。

【抗性指标值】最大荧光 0.68~0.78，实时荧光 0.609~0.483，叶绿素 0.81~2.37mg/g 叶片，叶绿素 a/b 2.16~6.69，蛋白 33.7~95.89mg/g 叶片，SOD 30.9~95.4U/mgprot，CAT 3.23~7.79U/mgprot，脯氨酸 0.26~0.95mg/g 叶片，抗坏血酸 2~9.83mg/g 叶片，还原型抗坏血酸/脱氢抗坏血酸 0.45~0.72，MDA 0.41~1.8nmol/mgprot，H₂O₂ 0.16~0.27mg/g 叶片；甲烷通量 6.19mg/（m²·h）；植物根围甲烷氧化菌数量 3.06×10^7 cfu/g。



（2009 年 8 月摄于沈阳）



（2010 年 5 月摄于沈阳）