

文章编号: 1001-4632 (2008) 05-0134-04

# 采用垂穗披碱草恢复青藏铁路 取土场植被的试验研究

陈桂琛<sup>1</sup>, 周国英<sup>1,2</sup>, 孙菁<sup>1,2</sup>, 陈志国<sup>1</sup>, 卢学峰<sup>1</sup>

(1. 中国科学院 西北高原生物研究所, 青海 西宁 810001; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049)

**摘要:** 为恢复青藏铁路取土场植被, 试验研究垂穗披碱草在青藏铁路取土场植被恢复中的应用。试验结果表明, 垂穗披碱草具有较好的抗寒冷、抗干旱及耐盐碱等特性, 在取土场的自然出苗率可达 60%, 越冬成活率和第 2 年植物群落盖度均达 50% 以上, 群落地上生物量和地下生物量也分别达到  $(195.74 \pm 41.78) \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ,  $(438.56 \pm 160.33) \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 。在种子萌发和植物越冬、植物个体生长发育以及人工植物群落特征等方面, 垂穗披碱草在青藏铁路取土场表现出较好的适应性。采用高原乡土植物垂穗披碱草以及相应的植被恢复技术措施, 实现青藏铁路取土场次生裸地植被的快速恢复是可行而有效的。

**关键词:** 青藏铁路; 取土场; 植被恢复; 垂穗披碱草; 现场试验

**中图分类号:** U21: Q94-331; X173 **文献标识码:** A

青藏铁路格唐段(格尔木—唐古拉山垭口)全长 591.58 km, 跨越长江源多年冻土区的高寒植被生态系统和昆仑山北麓柴达木盆地南缘的荒漠生态系统, 沿线植被与生态具有独特性、原始性和脆弱性等特点<sup>[1]</sup>。为有效保护青藏铁路沿线的脆弱生态和恢复干扰地段的植被, 防止或减少冻土退化以及土地荒漠化, 2002—2005 年在青藏铁路的取土场采用垂穗披碱草进行了植被恢复的试验工作。

## 1 试验场及试验方法

试验场为 2001 年夏季修建青藏铁路试验段时的取土场, 位于青海省格尔木市唐古拉乡。由于取土过程破坏了取土场的原生植被和土壤, 其地表状况和土壤条件明显恶化, 为砾质化次生裸地。

根据试验场的自然概况<sup>[2]</sup>, 2002 年 6 月开始种植垂穗披碱草, 进行植被恢复的野外试验工作, 其种植面积为  $1\,000.5 \text{ m}^2$ 。垂穗披碱草广泛分布于青海全省各地以及西藏、云南、四川、新疆、甘肃、陕西、河北、内蒙古等地区, 为禾本科披碱草属的多年生草本植物, 呈根须状, 秆丛生, 光滑, 植株高 20~75 cm, 主要生长在海拔 2 600~4 900

m 的山坡、草原、林缘、灌丛、田边、路旁、河渠、湖岸等环境中, 是高原地区常见的多年生疏丛牧草, 且分蘖较多, 产草量高, 对土壤适应性广, 具有抗旱、耐寒、抗风沙以及耐盐碱等特性。垂穗披碱草作为高原地区草地主要伴生种及草地退化后的演替先锋植物, 也是青藏高原高寒地区人工草地的主要种植牧草, 具有较高经济价值。

采用垂穗披碱草恢复裸露取土场植被的施工工艺流程为: 地表适度平整 表层翻耕 磨耙开沟 种子播种 磨耙覆土镇压。用小型拖拉机等机械对地表进行适度平整、耕翻处理, 从而形成 10~15 cm 厚的松土层, 并对板结的大土块碎化, 为播种创造条件。播种采用单种条播, 播种量为  $3.5 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ , 播种时种子拌加基肥(尿素和磷酸二铵各  $5 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ ), 播种后及时磨耙镇压处理。垂穗披碱草的种子来自青海同德牧场, 种子千粒重  $(2.37 \pm 0.06) \text{ g}$ 。

种子播种完成后, 在当年 8 月中旬测定植株的出苗数, 计算出苗率, 取样面积为  $25 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$ , 5 个重复; 在次年 7 月中旬植被返青稳定后, 测定植物越冬后的存苗数, 计算越冬率, 取样面积为  $25 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$ , 5 个重复; 在种植当年的 8—9 月,

收稿日期: 2007-08-17; 修订日期: 2008-07-18

基金项目: 中国科学院知识创新工程重大项目(KZCX12SW204); 中国科学院“西部之光”项目(2003年度)

作者简介: 陈桂琛(1961—), 男, 福建诏安人, 研究员, 博士生导师。

测定植株的高度、根长、分蘖数和叶片数，每月 1 次，以后每年的 6—9 月中旬对垂穗披碱草这些生长指标进行观测，每次取样为 20 株；每月测定群落盖度，取样面积为 1 m × 1 m，10 个重复；每年 9 月中旬测定群落地上、地下生物量，地上生物量采用齐地面剪割，取样面积为 25 cm × 25 cm，5 个重复；地下生物量的测定采用挖土柱法。

## 2 试验结果与分析

### 2.1 植物出苗率和越冬率

2002 年 6 月垂穗披碱草播种后，在当年 8 月中旬测定的植株出苗率和次年（2003 年）7 月中旬越冬返青稳定后测定的存苗数与梭罗草<sup>[2]</sup>比较，见表 1。

表 1 出苗率和越冬率

物种	出苗数 /(个·m <sup>-2</sup> )	出苗率 /%	越冬数 /(个·m <sup>-2</sup> )	越冬率 /%
垂穗披碱草	1 760 ± 547.99	63.23	899.2 ± 197.39	50.18
梭罗草	448 ± 68.82	49.11	352 ± 75.05	78.57

与梭罗草相比，垂穗披碱草的出苗数远高于梭罗草，垂穗披碱草的出苗率达到 63.23%，是梭罗草出苗率的 1.29 倍；但是，垂穗披碱草的越冬率低于梭罗草，梭罗草的越冬率是垂穗披碱草的 1.57 倍。总体来看，垂穗披碱草的出苗率在 60% 以上，其越冬率也超过 50%，可见垂穗披碱草的出苗和越冬状况较好。

### 2.2 生长发育及变化

#### 2.2.1 植株高度及变化

垂穗披碱草植株高度的变化如图 1 所示。2002—2005 年年际之间植株高度变化的总体表现为逐年增大，但 2005 和 2004 年相比，植株高度的差异很小，这说明植株高度在第 3 年已经达到生长的高限，种子能够正常发育成熟。月际之间除 2002 年植株高度变化不明显外，其余年份均呈单峰增长曲线，即出现 6 月低—7 月高—8 月最高—9 月略有下降的趋势。在 6 月份，植物返青时间不长，植株低矮并开始加速生长；进入 7 月份，热量和水分逐渐增加，植株高度也迅速增加；到 9 月份，植株高度达到最高值；9 月底，种子结实脱落对植株高度有所影响。

#### 2.2.2 植株根长及变化

在恢复取土场植被中，垂穗披碱草植株根长的变化如图 2 所示，种子萌发当年植株的根长就达到

10 cm 左右，年际之间植株根长变化缓慢，第 2、第 3 年略有增加，第 4 年基本与第 3 年持平；月际之间植株根长从 6 月到 9 月缓慢增长，幅度很小，这可能与取土场裸地质量状况较差有关。植株根长主要在 0~16 cm 之间。

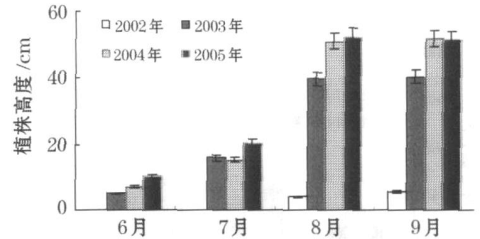


图 1 垂穗披碱草植株高度的年际和月际变化比较

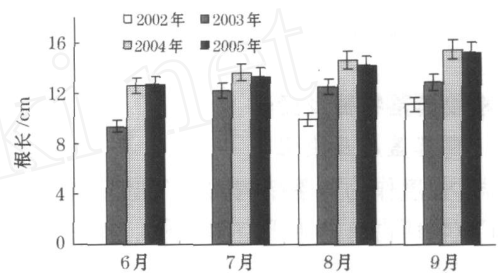


图 2 垂穗披碱草植株根长的年际和月际变化比较

#### 2.2.3 植株分蘖数及变化

分蘖是禾本科植物的重要特征。分蘖加速植株个体的发育，能促进植物有效利用地下土层中的营养物质，有效地增强植物的抗逆性和适应性。试验区垂穗披碱草植株分蘖数的变化如图 3 所示，前 3 年分蘖数不断增加，第 4 年分蘖数较第 3 年有所下降；从分蘖数月际变化可以看出：2002 年 9 月的分蘖数明显多于 8 月份；其他年份随季节变化分蘖数也有逐步增加趋势。

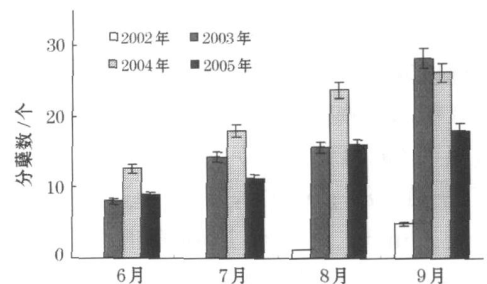


图 3 垂穗披碱草植株分蘖数的年际和月际变化比较

#### 2.2.4 植株叶片数及变化

垂穗披碱草植株叶片数量的变化如图 4 所示。从图中可以看出，前 3 年的叶片数量持续增加，第 4 年较第 3 年叶片数量有所下降。这是因为随着生长年限的增加，群落盖度不断增大，种内竞争加

剧, 导致第4年叶片数量较第3年有所下降。月际之间叶片数量在第1、第2年的生长季节持续增加; 第3和第4年的生长季节前期叶片数量增加。到9月中下旬, 随着枯黄期的到来, 部分年份叶片数量下降。叶片数量的变化与植株分蘖数的变化有较一致的表现。

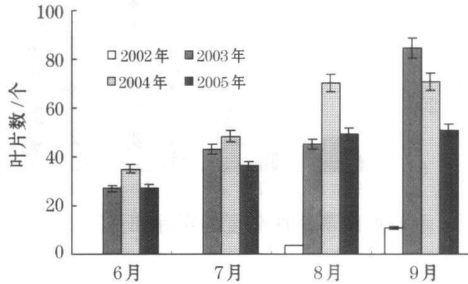


图4 垂穗披碱草植株叶片数量的年际和月际变化比较

## 2.3 植物群落特征及变化

### 2.3.1 群落盖度及变化

群落盖度作为群落结构的1个重要指标, 不仅标志了植物所占有的水平空间面积, 也在一定程度上反映了植物同化面积的大小。试验场垂穗披碱草人工植物群落盖度的年际和月际变化如表2所示。

表2 垂穗披碱草人工植物群落盖度的年际和月际变化

年份	6月	7月	8月	9月
2002				32.00 ±9.189
2003	21.00 ±7.75	38.00 ±11.11	46.50 ±6.69	55.50 ±12.12
2004	34.00 ±11.01	49.50 ±8.32	54.00 ±6.58	65.50 ±7.76
2005	34.50 ±8.32	65.00 ±10.54	89.30 ±5.98	92.50 ±5.40

由表2可见, 随着生长年限的增加, 植被盖度增大。恢复第2年即超过原生植被盖度水平; 月际之间群落盖度逐步增加, 在生长季末可达到最高。

### 2.3.2 群落地上生物量及变化

垂穗披碱草人工植物群落地上生物量的年际变化如表3所示, 垂穗披碱草在种植当年地上生物量的干重只有(9.54 ±3.53) g·m<sup>-2</sup>, 第2年达到(195.74 ±41.78) g·m<sup>-2</sup>, 第3年达到(279.85 ±58.77) g·m<sup>-2</sup>, 第4年达到峰值为(327.87 ±156.08) g·m<sup>-2</sup>。该地区的原生高寒草原植被地上生物量为(63.12 ±54.96) g·m<sup>-2</sup>。由此可见人工群落从第2年开始地上生物量已经超过原生草原植

被。年际之间人工植物群落地上生物量的干重持续增加, 但是鲜重以第3年最高, 第4年有所下降。该结果尚不能证明草地有退化的趋势, 期待作进一步的观察。

表3 垂穗披碱草人工植物群落地上生物量 g·m<sup>-2</sup>

年份	鲜重	干重
2002	28.00 ±10.62	9.54 ±3.53
2003	372.51 ±99.08	195.74 ±41.78
2004	536.95 ±135.52	279.85 ±58.77
2005	415.10 ±222.15	327.87 ±156.08
原生草原	74.55 ±58.36	63.12 ±54.96

### 2.3.3 群落地下生物量及变化

垂穗披碱草人工植物群落地下生物量的变化见表4。随着生长年限的增加, 地下生物量积累逐年增多; 第4年地下生物量干重累计达到(631.78 ±163.89) g·m<sup>-2</sup>, 增长迅速, 但仍然未超过原生植被(790.82 ±309.47) g·m<sup>-2</sup>的水平。

表4 垂穗披碱草人工植物群落地下生物量 g·m<sup>-2</sup>

年份	鲜重	干重
2003	986.66 ±343.70	438.56 ±160.33
2004	1 022.69 ±288.42	536.95 ±135.52
2005	1 047.01 ±265.30	631.78 ±163.89
原生草原		790.82 ±309.47

## 3 结论

高寒地区取土过程破坏了原生植被以及正常的土层结构, 致使植被恢复难度进一步增加, 严重干扰地段植被的自然恢复<sup>[3,4]</sup>。2002—2005年进行垂穗披碱草种植试验表明: 其生长状况良好, 植株高度、根长从植物开始返青到枯黄, 不断增大, 植株高度在2005年平均达到50 cm以上; 植株分蘖数也在持续增加, 平均可达到25个/株以上, 群落盖度季节动态变化明显, 已超过原生高寒草原45%的盖度水平, 自然状态下出苗率可达60%以上, 越冬率达50%, 说明垂穗披碱草在海拔4 560 m的高寒草原取土场可以正常萌发并安全越冬。

综上所述, 采用垂穗披碱草以及地表适度平整、表层翻耕、磨耙开沟、种子播种、磨耙覆土镇压等植被恢复工艺措施, 对快速恢复青藏铁路取土场次生裸地的植被是有效和可行的。

## 参 考 文 献

- [1] 陈桂琛, 王顺忠, 孟延山, 等. 青藏铁路格唐段生态系统特征及其保护对策 [C] // 李佩成. 中国西部环境问题

- 与可持续发展国际学术研讨会论文集. 北京: 中国环境科学出版社, 2004: 229-233.
- [2] 陈桂琛, 周国英, 孙 菁, 等. 梭罗草在青藏铁路取土场植被恢复中的应用研究 [J]. 冰川冻土, 2006, 28 (4): 506-511.  
(CHEN Guichen, ZHOU Guoying, SUN Jing, et al. Application of *Kengyilia Thoroldiana* to Vegetation Restoration in Gravel-Soil-Taken Field along the Qinghai-Tibet Railway [J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2006, 28 (4): 506-511. in Chinese)
- [3] 马世震, 陈桂琛, 彭 敏, 等. 青藏公路取土场高寒草原植被的恢复进程 [J]. 中国环境科学, 2004, 24 (2): 188-191.  
(MA Shizhen, CHEN Guichen, PENG Min, et al. The Alpine Steppe Vegetation Restoration Process of Fountainhead Region of Yangtze River [J]. China Environmental Science, 2004, 24 (2): 188-191. in Chinese)
- [4] 周国英, 陈桂琛, 陈志国, 等. 青藏铁路沿线高寒草甸植物群落特征对人为干扰梯度的响应——以风火山高山嵩草草甸为例 [J]. 冰川冻土, 2006, 28 (2): 240-248.  
(ZHOU Guoying, CHEN Guichen, CHEN Zhiguo, et al. Response of the Characteristics of Alpine Meadow Plant Community to Disturbance Gradient of Human along Qinghai-Tibet Railway: A Case Study in the Alpine Meadow in Fenghuoshan Area [J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2006, 28 (2): 240-248. in Chinese)
- [5] 魏建方. 青藏铁路建设中高寒草原植被恢复与再造技术的研究 [J]. 冰川冻土, 2003, 25 (增刊): 195-198.  
(WEI Jianfang. Study of Vegetation Restoration and Revegetation during the Constructing of the Qinghai-Tibet Railway [J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2003, 25 (Supplement): 195-198. in Chinese)

## Test Study on the Application of *Elymus Nutans* to the Vegetation Restoration in the Gravel-Soil-Taken Field along Qinghai-Tibet Rail way

CHEN Guichen<sup>1</sup>, ZHOU Guoying<sup>1,2</sup>, SUN Jing<sup>1,2</sup>,  
CHEN Zhiguo<sup>1</sup>, LU Xuefeng<sup>1</sup>

(1. Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining Qinghai 810001, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract :** In order to restore the vegetation in the gravel-soil-taken field along Qinghai-Tibet Railway, experiments and analyses have been carried out on the application of *Elymus nutans* to the vegetation restoration in the gravel-soil-taken field along Qinghai-Tibet Railway. Results indicate that *Elymus nutans* is a perennial native plant in drought area of the Qinghai-Tibet Plateau and possesses various characteristics, such as bearing cold and drought, resisting sandstorm and salinity, etc. Budding ratio of *Elymus nutans* was close to 60% in the gravel-soil-taken field and, Overwintering ratio of *Elymus nutans* exceeded 50%. Coverage, overground biomass and underground biomass of plant community got 50%, (195.74 ±41.78) g·m<sup>-2</sup> and (438.56 ±160.33) g·m<sup>-2</sup> at the second year in the process of restoration. It is obvious that whether for the seeds germination and seeds living through the winter, or for individual development and artificial plant community characteristics, this species all presents better adaptation for gravel-soil-taken field along Qinghai-Tibet Railway. As long as the corresponding plateau native plant species and technical measures are taken for vegetation restoration, it is feasible that the rapid restoration of vegetation in the secondary bare area of the gravel-soil-taken field along the Qinghai-Tibet Railway could be achieved.

**Key words :** Qinghai-Tibet Railway; Gravel-soil-taken field; Vegetation restoration; *Elymus nutans*; Field test

(责任编辑 阳建鸣)