浙 江 农 林 大 学 学 报，2014，**31**(5)：812 – 816
Journal of Zhejiang A & F University
doi:10.11833/j.issn.2095-0756.2014.05.024

珍稀濒危植物德保苏铁迁地保护研究

骆文华，唐文秀，黄仕训，梁惠凌，赵　博

（广西壮族自治区·中国科学院 广西植物研究所，广西 桂林 541006）

摘要：德保苏铁 *Cycas debaoensis* 为中国特有种，国家Ⅰ级重点保护野生植物。2002 年由广西德保引种至桂林植物园。对德保苏铁繁殖特性、生长习性、适应性等进行了研究。结果表明：原产于南亚热带石灰岩土壤条件下的德保苏铁在中亚热带酸性土壤条件下生长良好、开花结实，抗寒性较强。在引种地，成龄植株萌叶期为 5–7 月，花期 5–6 月，果熟期 11 月中旬至下旬。德保苏铁茎干生长缓慢，株高平均增长 1.90 cm·a^{-1}，地径平均增长 2.14 cm·a^{-1}。德保苏铁种子具后熟休眠特性，种子储藏方式以常温湿砂储藏较好，种子萌发率为 80 % 左右。图 1 表 2 参 13

关键词：植物学；德保苏铁；迁地保护；繁殖；生长特性

中图分类号：S723　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**2095-0756(2014)05-0812-05

Ex situ conservation of *Cycas debaoensis*: a rare and endangered plant

LUO Wenhua, TANG Wenxiu, HUANG Shixun, LIANG Huiling, ZHAO Bo

(Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuangzu Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin 541006, Guangxi, China)

Abstract: *Cycas debaoensis*, an endemic species in China, is classified as a first grade national, key protected wild plant and was introduced to the Botanical Garden from Debao, Guangxi in 2002. This paper reports the ex situ conservation of *C. debaoensis* in Guilin. In the study area, leaf sprouting of mature plants happened from May to July, flowering occurred from May to June, and fruit maturity was from the middle 10 days to the last 10 days of November. Stem growth was slow with plant height averaging an increase of 1.90 cm a year, and ground-level diameter averaging an increased of 2.14 cm a year. Since *C. debaoensis* seed needed dormancy and could germinate after ripening, wet sand was the preferred storage method, having a seed germination rate of about 80%. Through several year's observation, *C. debaoensis* from calcareous soils in the southern subtropical zone could grow well, bloom, bear fruit, and have strong cold resistance in acidic soils. Ex situ conservation was successfully carried out in Guilin Botanical Garden. [Ch,1 fig. 2 tab. 13 ref.]

Key words: botany; *Cycas debaoensis*; ex situ conservation; propagation; growth characteristic

苏铁类植物是现存最古老的种子植物，被称为植物“活化石”，具有重要的经济、文化、生态和科研价值，中国仅 1 科 1 属，即苏铁科 Cycadaceae 苏铁属 *Cycas*，共 38 种，全属均被列为国家Ⅰ级重点保护野生植物[1]。德保苏铁 *Cycas debaoensis* Y. C. Zhong et C. J. Chen 为中国特有种，产于广西南部，归属于攀枝花苏铁组叉叶苏铁亚组，树冠美丽，叶三回二歧式羽状分裂，极富观赏性，为珍稀园林植物。由于人为干扰及遭盗挖严重，其野生资源量已急剧减少，因而急需采取有效措施加以保护。目前，有关德保苏铁的研究主要集中于资源状况[2-6]、分类[7]、居群特征[8]、核型分析[9]、解剖[10]等方面，而迁地保护

收稿日期：2013-08-29；修回日期：2014-04-24

基金项目：财政部科技支撑计划项目(KSCX2-YW-Z-1009)

作者简介：骆文华，从事保护生物学研究。E-mail: lwh2004@gxib.cn。通信作者：黄仕训，研究员，从事保护生物学研究。 E-mail: hsx@gxib.cn

方面的研究尚未见报道，本研究进行了德保苏铁在桂林植物园的迁地保护研究，以期为德保苏铁的保护性利用提供科学依据。

1　原产地与迁地保护区自然条件

德保苏铁原产地位于距广西德保县城约 30 km 的扶平乡扶平村上平屯附近的石灰岩坡地，23°30′N，106°14′E，海拔为 793~980 m。分布区属南亚热带季风气候，年均气温为 19.5 ℃，极端低温-2.6 ℃，极端高温 37.0 ℃。年降水量为 1 461.0 mm ，集中于夏、秋两季，冬春季为旱季。分布区的土壤为石灰岩风化发育而成的石灰土，呈中性至弱碱性。由于邻近村民对林地的放牧砍柴，目前植被以次生石山矮灌丛为主，德保苏铁为优势种之一。其伴生植物多为旱生的灌木及禾草类，乔木种类极少，主要有圆叶乌桕 *Sapium rotundifolium*，黑面神 *Breynia fruticosa* ，红背山麻杆 *Alchornea trewioides*，灰毛浆果楝 *Cipadessa cinerascens*，毛桐 *Mallotus barbatus*，五月茶 *Antidesma bunius*，地果 *Ficus tikoua*，中越杜茎山 *Maesa balansae*，大叶紫珠 *Callicarpa macrophylla*，岗柃 *Eurya groffii*，野漆 *Toxicodendron succedaneum*，粗叶悬钩子 *Rubus alceaefolius*，荩草 *Arthraxon hispidu*，大白茅 *Imperata cylindrica* var. *major*，细毛鸭嘴草 *Ischaemum indicum* 等。

迁地保护区设在桂林植物园内。该园地处桂林市南郊雁山镇， 25°01′N，110°17′E，海拔为 140~160 m。属中亚热带季风气候区，年平均气温为 19.2 ℃，最冷月(1 月)平均气温 8.4 ℃，最热月(7 月)平均气温 28.4 ℃，极端最高气温 40.0 ℃，极端最低气温-6.0 ℃，≥10.0 ℃年积温 5 955.3 ℃。年平均降水量 1 865.7 mm，多集中于春夏。通常情况下，年最低温在-1.0 ℃以上，偶有霜冻。土壤为酸性红壤，pH 4.7~5.6。

2　材料与方法

2002 年 10 月，于广西德保县扶平乡上平屯的野生德保苏铁居群中采集到种子 200 余粒，经繁育后获苗木 160 多株，并栽植于桂林植物园引种保育区。2010 年少量植株始花，经人工授粉共获试验用种子 1 000 余粒。德保苏铁茎干或基部受损后常萌生少量蘖芽，蘖芽生长一定时期后开展分蘖苗繁殖。

种子繁殖：2010 年 11 月 25 日采集种子，选择饱满、发育良好的种子，去除外种皮，使用质量分数为 5%高锰酸钾溶液消毒，清水洗净后进行不同储藏方法(干藏、5 ℃冷藏、湿砂藏)种子发芽率对比试验。单因素试验设计，随机区组排列。各处理后的种子均播于遮光度为 70 %的大棚内苗床上，基质为洁净的河砂，3 个重复，30 粒·重复$^{-1}$。应用 DPS v3.01 统计分析软件整理数据和进行检验分析。

分蘖苗繁殖：2011 年 9 月 12 日，选择 2~3 年生(球径 2.0~4.0 ㎝)的蘖芽，用锋利的小刀将其从与母株连接的基部切割下来，创口用多菌灵消毒杀菌，待切口晾干后植于已消毒的砂床中，植入深度为蘖芽高度的 1/2。 试验用蘖芽 30 个，常规管理。

生物学特性观测：自 2003 年开始，选择 10 株植株逐年观测年生长量，观察到首花后开始进行物候观察。

3　结果与分析

3.1　种子繁殖

种子繁殖是德保苏铁的主要繁殖方式。德保苏铁种子成熟时外种皮呈浅黄色，球形或卵球形，长 2.5~3.5 cm，直径 2.0~3.0 cm，去外种皮种子平均千粒质量约为 5 600 g。德保苏铁种子成熟采收时胚未完全发育，后熟现象明显，具休眠特性，休眠期长达 6 个月左右[11]，故采后常使用一定方式对种子进行储藏。

对比常温储藏(干藏)、低温储藏和湿砂储藏等 3 种储藏方式处理的发芽率，结果表明：①种子在常温储藏条件下，储藏时间 90 d 以内，其播种发芽率与对照相比，在 1%和 5%的水平上不存在显著差异；储藏时间 120 d 以上，在 1%和 5%的水平上与对照及前 3 批种子的发芽率相比，均存在显著差异，其播种发芽率降至 50 %左右。②种子在低温储藏条件下，储藏时间 90 d 以内，其播种发芽率与对照相比，在 1%和 5%的水平上不存在显著差异；低温储藏 120 d 以上，则存在显著差异，其发芽率降至 60%左

右。③种子在湿砂储藏条件下，储藏时间 150 d 的播种发芽率与对照及前 4 批种子的发芽率相比，在 1%和 5%的水平上不存在显著差异，且各批种子的发芽率均为 80%左右。比较 3 种储藏方式的种子发芽率结果，在德保苏铁种子储藏方式的选择上，润砂储藏优于其余 2 种方法(表 1)。

表 1 不同储藏方法、时间对种子萌发的影响

Table 1 Effect of different storage methods and storage time on seed germination

储藏时间/d	常温储藏发芽率/%	低温储藏发芽率/%	湿砂储藏发芽率/%
0(ck)	80.00 ± 3.30 Aa	80.00 ± 3.30 Aa	80.00 ± 3.30 Aa
30	80.03 ± 5.77 Aa	80.03 ± 5.77 Aa	80.03 ± 5.77 Aa
60	80.00 ± 3.30 Aa	78.90 ± 1.91 Aa	81.00 ± 3.81 Aa
90	74.47 ± 3.87 ABa	77.83 ± 1.91 Aa	82.20 ± 1.91 Aa
120	50.00 ± 3.30 Bb	66.67 ± 3.35 BCb	81.00 ± 3.81 Aa
150	45.53 ± 3.87 Bb	60.00 ± 3.30 Cb	80.03 ± 5.77 Aa

3.2 分蘖苗繁殖

在 25~30 ℃的气温条件下，德保苏铁分蘖苗 20~30 d 生根，生根率为 90%。不同球径的蘖芽其生根数量差异明显：球径 2.0~3.0 cm 的蘖芽，平均生根数量为 2.25 根；球径 3.1~4.0 cm 的蘖芽，平均生根数量为4.67 根。

3.3 植株生长特性

德保苏铁植株生长缓慢，野外调查发现，生长数十年的植株，其茎干高度均不达 50.0 cm。经观测，迁地保护区栽培的 8 年生植株茎干平均高 15.2 cm，平均地径 17.2 cm，干高年均生长量为 1.9 cm，地径年均生长量为 2.1 cm。生长曲线(图 1A)表明：株高、地径生长量有 1 个明显的高峰期，为第 4~6 年，峰值分别达 3.0 cm·a^{-1} 和 3.8 cm·a^{-1}，之后生长趋缓。

A. 株高和地径生长曲线 B. 叶生长曲线 C. 小叶生长曲线

图 1 德保苏铁生长曲线

Figure 1 Growth curve of *Cycas debaoensis*

德保苏铁叶型奇特，三回二歧式羽状分裂，幼叶拳卷。据观测，8 年生植株平均单株抽主叶 8 枚，主叶平均长为 302.6 cm，小叶平均长 26.3 cm，平均宽 1.5 cm。主叶生长历时 37 d，有 2 个生长高峰期，第 1 个为第 14~19 天，峰值为 17.7 cm·d^{-1}，第 2 个高峰期为第 24~28 天，峰值为 17.0 cm·d^{-1}；小叶展开的始期为第 30 天，于第 37 天结束，历时 7 d，其展叶顺序自主叶基部往先端依次进行，平均展小叶 740 片。从主叶和小叶的生长过程还可知，小叶展叶开始，主叶的长度生长即大幅下降，并很快趋于停止。而小叶的长度及宽度生长停止较迟，在展叶完后 2 d(第 39 天)其长度生长才大幅下降，于第 43 天趋于停止(图 1B，图 1C)。

3.4 物候期

根据多年观察，引种至桂林植物园的德保苏铁萌叶期一般为 5–6 月，稀 7 月，每枝叶从叶芽萌发至叶片完全展开停止生长，需时约 40 d 左右，植株偶有二次抽叶现象(9 月)；8 龄植株首花、结实，雌、雄球花期 5–6 月，但雄球花成熟期较雌球花提前 5~10 d；果熟期为 11 月中下旬，成熟时外果皮由青绿色转变为浅黄色。比较德保苏铁在桂林与原产地的物候期，除抽叶期相近外，花期与果熟期均有差异，

花期推迟 1~2 个月，果熟期推迟 1 个月(表 2)。

表 2　德保苏铁成龄植株物候期比较

Table 2　Comparison of phenological phases of *Cycas debaoensis* mature plants between Debao and Guilin

地点	抽叶期	花期	果熟期
广西德保	5–7 月	3–4 月	10 月中旬–下旬
广西桂林	5–7 月	5–6 月	11 月中旬–下旬

3.5　适应性

德保苏铁适宜湿润的环境，但耐旱性强，在干旱的石灰岩环境条件下也能生长良好。其对土壤有较强的适应性，引种到桂林植物园酸性土壤环境下能正常生长，开花结实，且长势、叶片色泽度等方面均优于原产地。德保苏铁抗寒性较好，幼苗在连续 3 日出现–3.0~–1.0 ℃的低温条件下未受明显冻害。根据多年观察，德保苏铁在桂林未发生大的病虫害，虫害主要以苏铁白盾蚧 *Aulacaspis yasumatsui*，苏铁小灰蝶 *Chilades pandava peripatria* 为害叶片最为常见，可在孵化期喷石硫合剂、敌百虫等药剂防治；病害通常为因虫害发生而引发的霉烟病，可用 50%多菌灵 400 倍液防治。

4　结论与讨论

德保苏铁由南亚热带石灰岩土壤环境条件下引种至桂林中亚热带酸性土壤环境条件下，长势良好，能正常开花结实。2002 年 10 月野外采种→2003 年 3 月播种育苗→2009 年引种繁育出的植株开花结实→2010 年 3 月播种并育出子代，完成了种子→种子的过程，因而迁地保护获得成功。德保苏铁在迁地保护区表现出其花期、种子成熟期均较原产地延期的现象，可能与两地的积温差异有关。此外，德保苏铁由于具有较强的抗寒能力，因而引种范围可适当北移。

德保苏铁雄花成熟期较雌花提前 5~10 d，因而为有效提高植株的结实率，可采用人工授粉方式提高德保苏铁结实量：雄花成熟时将花粉采集装于保鲜袋中，置于(5±1) ℃的恒温冰箱内储存；雌花成熟时(用手轻微触压大孢子叶球时有松软感)，将储存的雄花花粉取出，在室温下放置十多分钟，而后用毛笔蘸上花粉轻抹于胚珠的珠孔处。经测试，经人工授粉，德保苏铁单株结种子量平均可达 250 余粒，较野生植株结实量提高 40%以上。

德保苏铁种子具有后熟休眠特性，种子随采随播或湿沙储藏的效果较好，发芽率达 80%左右。试验中还观察到，3 月中旬前播种的经不同储藏方式处理的几批种子，其萌发及出苗的时间基本一致，5 月上旬胚根萌发，6 月中旬幼叶出土，因而生产上播种宜选择在 3 月中旬前。

德保苏铁小叶形似竹叶，树型秀美，具有优良的观赏特性。但成龄植株在开花结实过程中，因消耗了大量养分，老叶冬季易枯萎，影响其观赏效果，因而在引种栽培过程中，应加强对成龄植株的水肥管理，以延缓叶片的衰老。据观察，通过良好的水肥管理，成龄德保苏铁叶片的生命周期可延长 1~2 a。

物种的遗传多样性是维持其繁殖活力、抗病虫害能力和适应环境变化的基础[12]，维持和保存植物的遗传多样性是珍稀濒危植物迁地保护不同于传统上植物引种驯化的重要之处。因此，在采集种子等繁殖材料时，应用“多基因采样法”(multiple genepool sampling)混合采种，以确保所采到的繁殖材料能代表该物种居群所含的遗传多样性[13]。当年，在对德保苏铁开展迁地保护引种时，由于该居群结实母株数量少，仅采到 4 株母树的种子，因而这批种子培育出的苗木能否较完整地保存居群的遗传多样性，尚有待进行遗传多样性检测。

参考文献：

[1]　傅美招，徐正会，黄忠强. 中国苏铁科植物已知病虫害及其防治研究概况[J]. 西南林学院学报，2005，**25**(2)：44 – 49.

FU Meizhao, XU Zhenghui, HUANG Zhongqiang. Summary of the known diseases and insect pests of Cycadaceae in China and their control [J]. *J Southwest For Coll*, 2005, **25**(2): 44 – 49.

[2]　黎德丘. 广西野生苏铁资源现状与保护对策[J]. 中南林业调查规划，2004，**23**(3)：33 – 36.

LI Deqiu. Status quo & protection countermeasure on Guangxi wild sago plam resources [J]. *Cent South For Inv Plan*, 2004, **23**(3): 33 – 36.

[3] 张国革，黎德丘，罗保，等. 广西百色市野生苏铁植物资源及其保育[J]. 广西农业生物科学，2008，**27**(3)：230 – 234.
ZHANG Guoge, LI Deqiu, LUO Bao, *et al*. Plant resource and it's conservational countermeasure of wild *Cycas* in Baise City of Guangxi [J]. *J Guangxi Agric Biol Sci*, 2008, **27**(3): 230 – 234.

[4] 韦丽君，吕平，苏文潘，等. 中国苏铁属植物保护现状与展望[J]. 热带农业科技，2006，**29**(1)：24 – 26.
WEI Lijun, LÜ Ping, SU Wenpan, *et al*. Protection status and perspective of *Cycas* in China [J]. *Trop Agric Sci & Technol*, 2006, **29**(1): 24 – 26.

[5] 马勇，李楠，苏俊霞，等. 中国苏铁属植物的分类学研究现状与展望[J]. 山西师范大学学报：自然科学版，2005，**19**(2)：73 – 77.
MA Yong, LI Nan, SU Junxia, *et al*. Taxonomy of *Cycas* in China: current sta tus and perspective [J]. *J Shanxi Teach Univ Nat Sci Ed*, 2005, **19**(2): 73 – 77.

[6] 雷朝云，代正福. 中国野生苏铁观赏植物种质资源[J]. 中山大学学报：自然科学版，2004，**43**(增刊)：111–115.
LEI Chaoyun, DAI Zhengfu. Germplasm resources and ornamental plants in wild cycadcae in China [J]. *Acta Sci Nat Univ Sunyatseni*, 2004, **43**(supp): 111 – 115.

[7] 钟业聪，陈家瑞. 德保苏铁——中国苏铁一新种[J]. 植物分类学报，1997，**35**(6)：571.
ZHONG Yecong, CHEN Jiarui. *Cycas debaoensis* Y. C. Zhong et C. J. Chen: a new cycad from China [J]. *Acta Phytotaxon Sin*, 1997, **35**(6): 571.

[8] 马晓燕，简曙光，吴梅，等. 德保苏铁居群特征及保护措施[J]. 广西植物，2003，**23**(2)：123 – 126.
MA Xiaoyan, JIAN Shuguang, WU Mei, *et al*. The population characters and conservation of *Cycas debaoensis* Y. C. Zhong et C. J. Chen [J]. *Guihaia*, 2003, **23**(2): 123 – 126.

[9] 黄向旭，吴梅，宋娟娟，等. 德保苏铁的核型分析[J]. 热带亚热带植物学报，2003，**11**(3)：260 – 262.
HUANG Xiangxu, WU Mei, SONG Juanjuan, *et al*. Karyotype analysis of *Cycas debaoensis* [J]. *J Trop Subtrop Bot*, 2003, **11**(3): 260 – 262.

[10] 文祥凤，和太平，徐峰. 德保苏铁茎的解剖学研究[J]. 广西植物，2005，**25**(4)：335 – 337.
WEN Xiangfeng, HE Taiping, XU Feng. Research on anatomy of the stem of *Cycas debaoensis* [J]. *Guihaia*, 2005, **25**(4): 335 – 337.

[11] 骆文华，邓涛，赵博，等. 濒危植物德保苏铁种子休眠与萌发[J]. 种子，2013，**32**(1)：72 – 74.
LUO Wenhua, DENG Tao, ZHAO Bo, *et al*. Seed dormancy and germination of endangered species *Cycas debaoensis* [J]. *Seed*, 2013, **32**(1): 72 – 74.

[12] COATES D J. Defining conservation units in a rich and fragmented flora: implications for the management of genetic resources and evolutionary processes in south-west Australian plants [J]. *Aust J Bot*, 2000, **48**(3): 329 – 339.

[13] 许再富，黄加元，胡华斌，等. 我国近 30 年来植物迁地保护及其研究的综述[J]. 广西植物，2008，**28**(6)：764 – 774.
XU Zaifu, HUANG Jiayuan, HU Huabin, *et al*. A commentary on plant ex situ conservation and its researches in China nearly thirty years [J]. *Guihaia*, 2008, **28**(6): 764 – 774.