

何 穆,张博伦,陈 猛,等. 屋顶花园中多肉植物景观的设计要点[J]. 江苏农业科学,2017,45(9):117-120.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.09.032

屋顶花园中多肉植物景观的设计要点

何 穆,张博伦,陈 猛,闫永庆

(东北农业大学园艺园林学院,黑龙江哈尔滨 150030)

摘要:针对多肉植物特点,在按色彩、体积、造景特征进行分类的基础上,借鉴屋顶花园中多肉植物景观的成功经验,并以低碳理念为前提,较为系统地提出了屋顶花园中多肉植物景观的营造方法,探索多肉植物景观的设计原则和设计要点,为多肉植物景观的设计提供参考。

关键词:屋顶花园;多肉植物;景观设计

中图分类号: S682.33 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)09-0117-04

近年来,多肉植物因其可爱多样的外形,较小的体积,丰富的颜色,多样搭配的形式,耐旱节水的特性,适合放置于办公室、卧室、阳台、屋顶花园、公共场所等特点,深受人们喜爱^[1]。在厦门市、杭州市、上海市、北京市等城市,多肉植物景观的室外应用较多。由于多肉植物经济节约、低碳环保,可多式组合、丰富主题、创造意境,在园林绿化中得到越来越多的推广应用,尤其适用于屋顶花园绿化。随着城市化进程加速,城市用地日趋紧张,绿化用地更是严重不足,立体绿化势在必行。屋顶面积与其建筑占地面积几乎相当,利用好屋顶等于免费拥有了一块绿化用地,其价值不言而喻^[2]。屋顶环境与地面有很大不同,阳光足、全日照时间长,昼夜温差大,风速大,荷载有限制。土地有保水性,但是屋顶土壤厚度有限制,土壤供给植物水分与地面相比较少,保水层很重要,植物

根系不可穿透,否则会引起漏水等安全隐患。屋顶因为排水与地面不同,不适合常浇水,而多肉植物由于其耐旱习性非常适合在屋顶花园中种植。

国内对屋顶花园建设很重视,“G20”杭州峰会主会场——杭州国际博览中心的屋顶花园是世界最大的屋顶花园。我国在屋顶花园景观设计与应用中,利用多肉植物造景较少,园林设计者对多肉植物景观还只是知其应用形式,从设计使用角度的分类、多肉植物景观设计要点和植物选择应用方面深入系统的研究较少,对于屋顶花园中多肉植物景观的具体应用设计和搭配组合上的原则了解甚少。研究探讨多肉植物景观的设计要点,组合搭配,对创建现代景观特色和低碳环保理念的屋顶绿化非常重要。本研究在对多肉植物按色彩、体积、造景特征进行分类的基础上,借鉴屋顶花园中多肉植物景观的成功经验,并以低碳理念为前提,较为系统地提出了屋顶花园中多肉植物景观的营造方法,探索多肉植物景观的设计原则和设计要点,以为多肉植物景观的设计提供参考。

1 多肉植物的分类

1.1 多肉植物的特点

多肉植物形态奇特,花、茎、叶、根等器官的肉质化特点成

收稿日期:2016-11-03

基金项目:黑龙江省自然科学基金(编号:C201427)。

作者简介:何 穆(1991—),女,辽宁大连人,硕士研究生,主要从事园林规划设计。E-mail:519057507@qq.com。

通信作者:闫永庆,博士,教授,主要从事园林植物应用与风景规划设计。E-mail:yanyongqing1966@163.com。

合须要细致考量和实践摸索。目前在水景中应用湿地净水技术还不够成熟。本研究希望能为实际应用中出现问题提出一些新的看法和思路。

参考文献:

- [1]陈琳,饶利华,孙坚.生态与园林的交融——杭州长溪水生态修复公园的启示[J].中国园林,2011,27(8):1-7.
- [2]刘雯,朱映川,周遗品,等.垂直流-表面流复合人工湿地系统对污水的净化效果研究[J].安徽农业科学,2008,36(24):10577-10579.
- [3]张洪洋,于水利,修春海,等.水平潜流人工湿地系统处理微污染原水的研究[J].环境工程学报,2008,2(11):1447-1450.
- [4]刘晓辉,吕宪国,姜明,等.湿地生态系统服务功能的价值评估[J].生态学报,2008,28(11):5625-5630.
- [5]蒋卫刚.人工湿地技术在景观水处理中等应用案例研究[J].环境污染与防治,2011,33(7):87-89.

- [6]翟旭,吴树彪,侯保朝,等.人工湿地植物净化效果研究[J].安徽农业科学,2009,37(31):15368-15370.
- [7]李科德,胡正嘉.人工模拟芦苇床系统处理污水的效能[J].华中农业大学学报,1994,13(5):511-517.
- [8]徐德福,李映雪,方华,等.4种湿地植物的生理性状对人工湿地床设计的影响[J].农业环境科学学报,2009,28(3):587-591.
- [9]成水平,吴振斌,况琪军.人工湿地植物研究[J].湖泊科学,2002,14(2):179-184.
- [10]成水平,夏宜.香蒲、灯芯草人工湿地的研究——Ⅲ.净化污水的机理[J].湖泊科学,1998,10(2):66-71.
- [11]陈永华,吴晓芙,郝君,等.人工湿地植物应用现状与问题分析[J].中国农学通报,2011,27(31):88-92.
- [12]赵可新,钱萍.水生、湿生植物在湖西综合保护工程中的应用[J].中国园林,2005,21(7):73-75.
- [13]成水平,吴振斌,况琪军.人工湿地植物研究[J].湖泊科学,2002,14(2):179-183.

为其受观赏和喜爱的主要原因,同时也是辨别品种的主要依据^[3]。植株个体矮小,生长速度较慢,根系不深并且相对薄弱呈水平分布。多肉植物具有顽强旺盛的生命力,可以适应干旱、高温、贫瘠,甚至在一些池沟边相对潮湿的岩石、沙砾、屋檐等恶劣环境都可以生存。多肉植物颜色丰富多彩,受光照、湿度的影响会产生色彩变化。

1.2 多肉植物的分类

多肉植物多以变态肉质器官部位或植物形态分类^[4]。本研究从多肉植物景观设计的角度将其从颜色、体量、习性、造景功能等 4 个方面进行分类。

1.2.1 颜色分类 根据心理感受,把颜色分为暖色调(红、橙)、冷色调(蓝、绿)、中性色调(紫、黄、黑、灰、白),暖色调给人以亲密、温暖之感;冷色调给人距离、凉爽之感。表 1 是多肉植物颜色分类。

表 1 多肉植物颜色分类	
颜色	多肉植物品种
红色	火祭、红糖、赤鬼城、小球玫瑰、因地卡
橙色	夕映、铭月、黄金花月
蓝色	子持莲华、皮氏石莲、蓝松
绿色	马齿苋、珍珠吊兰、瓦松、玉露、琉璃殿、子宝
黄色	黄金万年草、黄丽、春萌
紫色	姬星美人、紫珍珠、紫米粒、晚霞
粉色	菲欧娜、奥普琳娜、姬秋丽
黑色	黑王子、黑法师、滇石莲、黑助
白色	特玉莲、福娘、霜之朝、白凤菊、福兔耳

注:以常见的不同叶形多肉植物为例,方便园林设计工作者使用。

1.2.2 体积分类 多肉植物按体积可以分为高大型、中等

型、低矮型。大多数多肉植物生长缓慢,小巧精致,中等型多肉植物居多,高大型、低矮型多肉植物品种较少。

常见株高 40 cm 以上的高大型多肉植物以大戟科大戟属、夹竹桃科鸡蛋花属、龙舌兰科虎尾兰属、百合科龙血树属等居多。株高 5 cm 以下的低矮型多肉植物以番杏科植物为主。

中等型多肉植物种类最多,株高为 5 ~ 40 cm,以生长形态分为单株型、丛生型、垂吊型 3 类。单株型包括景天科大多数石莲花属和拟石莲花属、百合科玉露、芦荟等。丛生型包括马齿苋科,景天科子持莲华、地被景天,薄雪万年草,黄金万年草,丸叶万年草,佛甲草等。垂吊型多肉植物是指利用植株高度演绎细腻感的植物,可悬挂种植作为前景和背景,使枝条下垂的高格调品种,如萝藦科吊灯花属爱之蔓、球兰等,菊科紫玄月、珍珠吊兰、情人泪等,景天科玉缀、大卫、雪松、覆轮万年草、垂盆草等^[5]。

1.2.3 季相分类 按照多肉植物的生长习性分为夏型种、冬型种、春秋型种 3 类。夏型种在冬季温度低的环境下植物体休眠,夏季生长,常见品种有爱之蔓、火祭、唐印、雷神等。冬型种在夏季温度高的环境下植物体休眠,冬季生长,常见品种有玉露、虹之玉、护盆草类、龙鳞等。春秋型种在冬季、夏季环境温度过高或过低都进行休眠或半休眠,春秋两季生长,景天科大部分品种是此类型,这 2 个季节也是最适合多肉植物进行叶插、分株以及盆栽换土换盆的季节^[6]。了解多肉植物的习性分类,可以为季相景观营造提供参考。

1.2.4 造景特征分类 在多肉植物造景中,以植物造景特征分类的特点和代表植物见表 2。

表 2 多肉植物造景使用分类		
分类	特点	代表植物品种
主角植物	叶片颜色、苗木大小、姿态与外形等特殊性质	火祭、秋丽、姬胧月、大玉缀、青云之舞、特玉莲、五色万代锦、多明戈、丽娜莲、皮氏石莲等
配角植物	作为主角的陪衬,其自身也十分出众有观赏性,且方便使用,在色彩叶形上衬托主角	醉斜阳、月兔耳、黄丽、星王子、银箭、雪锦星、胧月等
高株植物	打造层次高低差时,用于后方或中心位置的植物,注意在大小上保持平衡	仙人之舞、方仙女之舞、黑法师、艳姿、碧雷鼓、青锁龙、义经之舞等
大叶植物	以大叶为特征要点,适用于大体量景观或主角使用	晚霞、轮回、旭日、莫纳罗亚、霜之鹤等
小叶植物	小叶片演绎出可爱之感,还能起到统括整体的作用	小玉、玉吊钟、天竺、小米星、普诺莎、小人祭、绒毛景天、白花小松等

2 屋顶花园中多肉植物景观设计原则

2.1 尊重习性,合理配置

在屋顶花园设计中选择多肉植物材料时,一定要根据多肉植物的生长季习性合理组合搭配。夏型种、冬型种、春秋型种分类组合。耐旱型、耐阴型多肉植物不要在一起种植,避免干扰。屋顶种植介质要疏松透气,利于排水,质量轻的蛭石、水苔以及营养成分少的粗砂岩石颗粒等适合多肉植物的生长。根据种植介质深度选择适合的多肉植物。十二卷类、玉露类适合土层相对较深的种植区。

2.2 设置主次,层次分明

花园式屋顶花园中,创造多肉植物景观时,主景要有强烈的视觉艺术感,高低错落,层次递进,主角植物与中矮型多肉

植物进行层次搭配,植株大小、粗细灵活组合,植物品种不同时分清主次,不要因颜色和形态而喧宾夺主,也可色彩突出,或植物本身奇特群体配置,凸显个性。配景配合主景可选择同种植物大小不同或同品种的多肉植物。

2.3 多样变化,疏密有致

景观设计时要力求变化,但又不要杂乱。首先可以通过地形起伏制造意境,控制好中心区种植的品种形态,周围要围绕中心区展开。空间变化做到疏密有致、留白手段的处理。不同品种多肉植物种植,颜色形态各异,景观丰富合理变化。

2.4 丰富感观,色彩搭配

充分利用多肉植物的色彩,如可以利用多肉植物开花颜色进行色块组合。叶色、花色、叶片上粉或明亮或艳丽。注意量的控制、对比色的搭配,以起到渲染气氛、烘托景观的效果。

3 屋顶花园中多肉植物景观的设计程序和设计要点

国内外屋顶花园的类型繁多,根据使用功能、使用需求、楼层高度、屋顶四周环境、屋顶形状、设计风格、种植形式、绿化分布等,可以进行不同分类^[7]。2005 年北京市出台的《屋顶绿化规范》对屋顶绿化的类别进行界定,将屋顶花园分为花园式屋顶花园和简单式屋顶花园 2 类。花园式屋顶花园有一定的浏览活动休憩空间,建筑静荷载 $> 250 \text{ kg/m}^2$,构造层厚度 $25 \sim 100 \text{ cm}$,排水坡度 $< 10\%$ 。简单式屋顶花园没有活动休憩空间,用于科研、科普绿化,建筑静荷载 $< 250 \text{ kg/m}^2$,构造层厚度 $25 \sim 40 \text{ cm}$,排水坡度 $< 10\%$ ^[8]。屋顶花园中的土壤选择可以借鉴日本人工轻量土技术,配制适于多肉植被的弱酸或中性(pH 值 $5.5 \sim 7.5$)的土壤^[9]。屋顶现状不同,景观设计时考虑也不一样。

3.1 屋顶花园中多肉植物景观的设计程序

通过现场调研,了解屋顶花园的类型和功能,拟建多肉景观的立地条件,包括气象因素、种植尺度、排水位置、水源等情况,以便确定在该地域营建景观的形式和所需要的适应性多肉植物。

首先,根据功能使用与环境现状,确定整体的风格和形式(自然式或规则式)。同时,根据场地风向和建筑物方向,设计屋顶花园,选择适合主题风格的多肉植物、介质、岩石、容器等。其次,遵照屋顶排水系统进行综合规划,不应封堵、隔绝原排水口或改变坡度。排水口可能不足以排掉每个分区的水分,这就需要在屋顶花园周边设置排水沟,在绿化种植区与排水沟之间预留多个排水口,根据高程找屋定坡面或设计地形,坡向排水口,保证在大雨情况下种植池内不积水。

植被的选择,要预先对其性质、习性、分类进行了解,掌握生长后的形状、大小等,避免将性质相反的植物搭配在一起。简单式屋顶花园选择覆盖率强、生长速度快的品种,花园式屋顶花园选择生长速度慢的品种。排水不好的地方选择耐涝的三七景天、八宝景天,耐涝较弱的地方佛甲草、垂盆草不适用。

3.2 屋顶花园中多肉植物景观的设计要点

3.2.1 屋顶花园中多肉植物景观平面设计 首先要确定屋顶花园的类型用途,其次把握好尺度,然后明确多肉植物的种植形式。

3.2.1.1 简单式屋顶花园 简单式屋顶花园以地毯式种植形式居多,可以用团块的组合方式,可选择飘带形组合、自由斑块形组合、半围合形组合、拟三角形组合等^[10]。不同组合方式所形成的景观风格也有所不同。一般根据多肉形态的特点、大小,形成大小不等的植物团块,构成图案、图形或模纹等,或团块组合清晰、节奏感强的几何形组合、飘带型组合、半围合形组合等。一般可选用几种多肉植物组成间断性的交错布置,体现其节奏韵律感较强的布局模式。可用地被小叶型垂盆草等中、低矮型景天属植物,或选用国外较流行的“景天瓷砖”,像草皮块一样铺设在屋顶上^[11]。大尺度的屋顶线长面广,灌溉困难,这类屋顶宜选择生长快、扩展能力强、根系发达、固土能力强的地被小叶丛生型多肉植物,如一年种植、多年观赏的佛甲草、八宝景天适应性极强,全国各地都可栽培,耐寒力极强,弥补了草坪草不耐旱、养护费用高、四季景观无变化的缺点,备受喜爱^[12]。

3.2.1.2 花园式屋顶花园 花园式屋顶花园种植形式可以是屋面、花坛、可移动花器等。平面表达可以选择飘带型组合、半围合形组合或规则式花丛、花带、花镜、花篱等。此类组合形式流动感、神秘感、整体感较强,色彩上相互聚集、延伸,创造景观丰富,利用前面有优势的植物来掩盖后面植物的茎根部,达到群体美的效果。种植设计中采用乔、灌、草多层次搭配的植物群落,丰富空间体验,满足观赏价值。

营造精致小景观时,平面设计上要力求空间平衡。根据花器大小,控制植株数量,充分利用空间,强调个体多肉的姿态。同种植株,留出间隙,灵活布局。不同品种时,分散苗木,确定主体,陪衬植物相辅^[13]。

3.2.2 屋顶花园中多肉植物景观立面设计 屋顶风速大,在立面设计上避免植株过高,造景需要过高植株时,要做好固定措施。简单式屋顶花园管理少,灌溉以雨水为主,纵向尽量选择高度统一的低矮多肉植被^[14]。花园式屋顶花园通过水平线条植物、竖线条植物和独特姿态植物的穿插种植,达到立面上丰富的景观效果。利用植物本身高低差,打造景观动感,使景观获得平衡感。矮株且枝条下垂的品种因受到高株植物的影响而要在纵向上进行调节,使其垂种在前景或侧边。这样可以制造层次感,产生一体感,演绎出悦动感与华丽感,适合放置在显眼位置。可以选择高、矮植株的组合,也可以高、中、矮 3 种植株的组合,这种组合要仔细观察所选择品种的姿态,合理摆放。

在坡面和垂直面种植时,小面积屋顶可用水苔为介质,大面积屋顶可网格或小盆组合进行种植,以便固定植被。常选择景天科石莲花属的植物,拼组文字图形或风景画卷,颜色丰富,品种繁多。屋顶建筑背阴面的立面空间,由于光照不足,选择耐旱不喜水的多肉植物会出现徒长现象,使设计效果大打折扣,要选择耐阴、相对喜水的百合科、景天科小叶地被、萝藦科垂吊类的多肉植物。

3.2.3 屋顶花园中多肉植物景观色彩设计 多肉植物色彩丰富,多彩的组合带来一种热烈而时尚的气氛。屋顶花园空间有限,如果色彩运用过度,则容易给人带来杂乱无章之感,因此色彩搭配设计也是制造多肉植物景观的要点。多肉景观色彩设计要依据景观体量的大小有所不同。对于较小的体量,对比配色、冷暖色搭配是绝佳的选择。对比色是色彩轮上处于相对的颜色,如黄色和紫色等。可以设计“撞色”效果的景观,这种配色可以增强色彩的饱和度,反差性的色彩对比强烈,给人以鲜艳之感。颜色使用的比例也有所要求。首先确定主色调,也就是基础主色,所占整体色彩体量比例为 $2/3$,剩余 $1/3$ 体量为对比色,搭配在一起有良好的景观效果,无论选用冷色调或暖色调,这样设计既使主色不单调,又使对比色跳跃出来,成点睛之笔。可以构成辅色关系的颜色是红与绿、紫与黄、蓝与橙的组合,常选用红与绿的组合。利用深色或红色系植物作为主角,辅色的绿色系植物起到对比作用,映衬主角,添加黄色系植物使红、绿色系的强烈色彩对比变得柔和,再配以银色系植物作为点缀。多色进行对比,相互映衬。

对于大体量带状景观,色彩渐变和同一色调则是比较适合的配色方法。由于带状景观长度过长,如果没有规律地搭配植物的色彩,整体上看会显得杂乱无章。因此可以按照色彩轮上色彩的排列方式,循序渐进地改变色彩,而不是突然地切

换色彩,如由红色、橘色、黄色、蓝色至紫色不跨色调;或同一色调临近色调的色彩互相搭配,如利用粉色到红色的同色系植物设计种植,统一感强,茂密富有观赏性。常用多肉植物有姬秋丽、姬胧月、虹之玉、火祭、秋丽、晚霞、赫丽、因地卡等。

3.2.4 屋顶花园中多肉植物景观季相设计 多肉景观持久性与其季相类型有着直接关联,夏型种和冬型种的合理设计能保证多肉景观从初春到秋冬都有景可观。制造多季丰富景观,延长观赏期。设计时一般将春秋种植物散乱种植在景观中间位置,因其在春秋季生长旺盛,叶、茎观赏价值高,再将夏型种的多肉植物穿插其中,同时着重种植在前景和主景部位。这样夏型种多肉植物可以掩盖冬型种夏季休眠后不良的景观。同时,按照观赏期的前后排布,保证各种植物的观赏期相互衔接,使景观繁花似锦,视觉美感连绵不断,再穿插秋季开粉花的八宝景天、黄花的地被景天、多种花色的长寿花等景天科植物在其中,与夏季观叶植物交叠。北方地区屋顶花园也适用该方法。当生长期的植物妨碍休眠期植物时,要对植物进行修剪。

3.2.5 屋顶花园中多肉景观小品设计 在花园式屋顶花园中,造景以精致为主,可以制造多肉雕塑,用水苔为介质,设计各种造型,在国外应用发展比较成熟。其表现形式多样,如多肉景墙、垂吊景观、花台、与喷泉水景结合、动植物共生的小生态圈微景观。花器也多种多样,如破碎的陶盆、玻璃器皿、竹筒、篮筐、枯枝树桩、废弃物(易拉罐、雨鞋、旧书),小到贝壳、海螺,大到轮胎组合、花箱、桌椅,组合后的风格也不尽相同,各有千秋^[15]。有花器的景观,根据土层厚度和风速遮挡,可以适当选择高大型的多肉植被,风大时保障其安全性即可。多肉植物与声、光、电的结合展示增加了吸引力,将高科技引入多肉植物景观中,作为创造景观的一部分,是当今发展趋势。

4 结语

随着人们环保意识的加强,拓展城市绿化空间,改善城市环境质量,更加被大众关注^[16-17]。屋顶花园已经成为增加城市绿化率,缓解绿化用地紧张,丰富城市绿化空间,改善生态环境的重要途径之一。屋顶花园中的多肉植物景观具有生态、经济、社会效益,成为绿化园林景观向低碳、可持续、多元化方向发展的重要体现。本研究对多肉植物在屋顶花园绿化中营造景观的设计方法和合理配植进行分析,力求通过设计解决景观可持续、植被合理生长、视觉艺术美感、景观特色化的问题。以设计为前提的景观体积、颜色、造景特征等分类,

可以帮助设计者在造景时合理选择多肉植物。无论从景观设计还是植物选择上都会受到所在地自然、地理以及人文因素的影响,因而要因地制宜,选择合理、经济、美观的多肉植物;因时而变,掌握多肉植物习性,使景观类型多样化;因题而变,考虑设计风格,使主题文化丰富和色彩基调多元元素融合。要不断研究探讨,不可拘泥于固定的模式,才能最大限度地发挥多肉景观的地域性、生态性、美观性、可持续性。

参考文献:

- [1] 骆会欣. 细数“肉肉”世界的精彩[J]. 园林, 2014(1): 32-35.
- [2] 付国良, 王艳丽. 佛甲草用于屋顶绿化——绿色建筑新技术[J]. 中国园林, 2005(5): 67-70.
- [3] 胡莹冰, 沈守云. 多肉植物的景观应用及发展趋势[J]. 亚热带植物科学, 2013(12): 46-48.
- [4] 何启平, 苏伟祺. 多肉植物的种类及应用价值探析[J]. 园艺与种苗, 2016(1): 8-9.
- [5] 谢维荪. 多肉植物栽培原理与品种鉴赏[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2011: 38-42.
- [6] 二木. 和二木一起玩多肉[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2015.
- [7] 马月萍, 白淑媛. 屋顶绿化设计与建造[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010: 24.
- [8] 史晓松, 钮科彦. 屋顶花园与垂直绿化[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011: 26-29.
- [9] 肖敏, 张国强. 国内外屋顶的绿化设计[J]. 工业建筑, 2015, 45(1): 184-188.
- [10] 张扬, 许文超, 史洁婷, 等. 园林花镜的设计要点与植物材料的选择[J]. 生态经济, 2015, 31(3): 193.
- [11] 卢洁, 李晓花, 梁同军, 等. 十二种多肉植物越夏适应性及其应用研究[J]. 北方园艺, 2015(19): 87-90.
- [12] 陈嘉翔, 冯迎春, 王佳穗, 等. 多肉植物的发展应用现状探讨[J]. 绿色科技, 2016(9): 151-153.
- [13] 黑田健太郎. 微花园: 黑田健太郎的 365 日多肉混搭[M]. 北京: 电子工业出版社, 2015: 95-98.
- [14] 洗丽萍, 鲍海泳, 陈红跃, 等. 屋顶绿化研究进展[J]. 世界林业研究, 2013, 26(2): 36-42.
- [15] 花草游戏编辑部. 种多肉、玩多肉一次搞定[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2012: 107-115.
- [16] 何伟. 从栖息地理论看风水与现代环境科学[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(10): 455-457.
- [17] 刘文良. 困惑与超越: 走出城市绿地规划的误区[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(5): 4-6.