

台湾地区台中市筏子溪农田林网景观设计研究

Taiwan Taichung Fazi River Farmland Shelterbelt Landscape Design

蒋静慧 叶劲枫 孙卫国*

JIANG Jing-hui, YE Jing-feng, SUN Wei-guo *

摘要: 筏子溪位于我国台湾地区台中市城市与乡镇结合的位置, 有大面积的农田, 常年多风害, 农业生产环境不稳定。通过对农田林网的研究梳理及案例研究, 归纳出林网的布局、林带的构成、树种的选择和作物的种植方式 4 个构建农田林网的要素。对筏子溪流域的农地从树种选择、林网构建、时序设计 3 个方面进行设计实践, 完善农田林网景观的设计体系。最后, 讨论了农田林网的生态效应、经济效益、文化服务 3 种景观服务功能。农田林网景观设计是农业生产应对全球气候变化和可持续发展的有效途径。

关键词: 农田林网; 景观设计; 台中筏子溪; 农业景观

中图分类号: TU986

文献标志码: A

文章编号: 1671-2641(2020)03-0015-07

收稿日期: 2019-11-23

修回日期: 2019-12-31; 2020-01-02;

2020-03-06

Abstract: Fazi River is located in the urban-rural fringe area of Taichung City. It has a large areas of farmland, suffered from wind damage all year round, and agricultural production environment is unstable. Through the study of farmland shelterbelt and case study, this paper summarizes four elements of the construction of farmland shelterbelt, including the layout of forest shelterbelt, the composition of forest belt, the choices of tree species and the planting methods of crops. In order to improve the landscape design system of farmland forest shelterbelt, design practice is carried out in three aspects: tree species selection, forest network construction and timing design. Finally, the ecological effects, economic benefits and cultural services of farmland shelterbelt are discussed. The landscape design of farmland forest shelterbelt is an effective way for agricultural production to respond to global climate change and sustainable development.

Key words: Farmland shelterbelt; Landscape design; Taichung Fazi River; Agricultural landscape

筏子溪是我国台湾地区台中市极具代表性的农业灌溉型河流, 因都市圈的不断扩大, 其中原有农地多被居住区包围。如今的筏子溪处在都市和乡镇空间的交界处, 是离市中心最近的田野, 不仅是农业生产的场所, 也是市民休闲娱乐的空间。有研究表明, 适度的风速会改善农田的生产环境, 但是大于 6 级 (10.8~13.8 m/s) 的风力会对农业生产产生消极影响^[1]。而台中市常年风力较强, 筏子溪的农业生产环境不稳定, 特别是在 5-6 月、10-11 月的水稻抽穗灌浆期, 大风会导致水稻空壳、秕粒, 影响收成。

农田林网是调节农田微气候的基础设施, 由林带按照固定的间隔交叉

排列组成网状, 具有调节风速、保持水土和营造微气候等功能, 能够降低风速, 减小土壤风蚀, 提高土壤肥力, 平缓温湿变化。在解决农田防风问题的同时, 其还可以通过游憩活动的介入“缝合”城乡空间, 满足不同类型的农业生产活动和游憩活动的需求, 加强农田生态系统稳定性和功能性。在筏子河流域构建农田林网, 可以缓解大风对该流域农地的影响, 增加农地的生物多样性。

1 农田林网研究概述

1.1 农田林网概述

农田生态系统的生物多样性较

低, 稳定性较差, 故受气象环境的影响大, 其中风的变化直接影响了农作物的发育与生长^[2]。农田林网的建设能在一定程度上缓解风力过大对于农业生产带来的负面影响, 改善农田小气候, 同时丰富农田生态系统的多样性。农田林网可以加强农田的生态韧性, 使农田生态具有一定的抵抗力, 以及遭遇灾害时的恢复力, 是为了改善农田生态系统功能, 增强其稳定性, 而在农田景观中建立的具有多种功能的绿廊网络系统^[3-4]。同时, 农田林网也是农田生态系统的景观生态屏障, 减少土壤水分蒸发量和作物蒸腾量, 在一定程度上调节了农田局部的小气

候, 维持生态景观安全格局, 对人类生存环境质量的提高有重要意义^[5]。此外, 林带与生态斑块连接形成的生态廊道, 有利于生态环境的稳定和物种多样性的提高^[6]。

目前关于农田林网的研究主要有以下几个方面: 农林专业角度主要探讨林网的生态服务功能和增产效益^[7]; 景观生态学角度利用 GIS 探究农田的景观格局^[8], 通过遥感数据监测农田林网的建设^[9]等, 以及用 SBE 美景度评价方法探究林网的树木种植搭配^[10]等。从这些研究中可以得到, 农田林网的构建使农田生态系统更为稳定, 能完善农田生产环境, 并丰富农田景观的层次。

1.2 案例研究

目前国内外对农田林网有很多实践, 形成了许多独特的农业景观(表 1)。北美大平原防风林(图 1)于 1942 年初步建成, 其功能已由保持水土、调节气候、保证农牧业稳产, 逐渐发展到保护环境、招引野生动物、维持生态平衡^[11]。在日本北海道的十胜地区根钶台地(图 2), 从高空可见的棋盘状的林网最初是为了防止冬天雪堆积在农田中, 使融雪加速, 提早农作开始时间^[12]; 渐成规模之后吸引了很多观光者, 成为北海道的一道风景, 而此处的农产品也大受欢迎。荷兰的乡村景观中防风林可以界定土地范围, 并将



图 1 大平原防风林

不同类型的景观元素分离, 形成丰富的农田景观变化^[13]。我国台湾地区的澎湖列岛土地稀缺, 海风侵蚀严重, 导致可耕种土地稀少, 城西海岸防风林网(图 3)的建设提高了有限耕地的产量, 还使其成为环境教育基地。这些林网建设最直接的作用就是减轻自然灾害对农业生产的影响, 另外可形成独特的农业景观, 或成为自然教育基地等。

2 农田林网的构建

2.1 农田林网的布局

农田林网由大大小小的林带组成, 林带的高度决定了农田的有效防护范围, 在林带高度 5~20 倍的范

围内, 林带对农田的防风作用最明显^[14](图 4)。农田林网由主林带、副林带组成, 根据风害的强度与方向, 主林带必须与风向垂直, 而副林带要与主林带垂直, 主林带间距和副林带间距均以不超过 500 m 为宜^[15]。在构建农田林网过程中, 首先要明确场地中的水系和道路等一些天然或人工已经形成的廊道, 以这些廊道为基准, 并结合场地肌理, 确定主林带和副林带的框架脉络, 还要连接基地内的绿色斑块(包括但不限于天然林地、人工绿地、果园), 最后根据林带的有效防风范围完善林网布局(图 5)。

2.2 林带构成形式

树木由于形态不同, 对于风场有



图 2 根钶台地



图 3 城西海岸防风林

表1 各地农田防风林案例

| 名称 | 区位 | 主要作用 |
|----------|-----------|-----------------------------|
| 大平原防风林 | 美国, 北美洲中部 | 控制风蚀; 抵挡暴雪; 野鸟的迁徙廊道 |
| 根钶台地棋盘林网 | 日本北海道十胜地区 | 防止雪堆积、加速雪融化; 观光景点 |
| 乡村防风林 | 荷兰弗里斯 | 界定土地范围; 分离景观元素; 形成农田景观类型的变化 |
| 城西海岸防风林 | 中国台湾澎湖列岛 | 抵挡海风侵蚀; 野生动物的活动通道; 自然教育基地 |

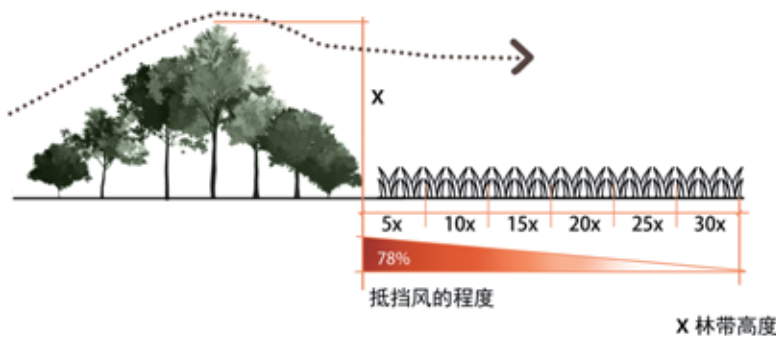


图4 林带高度与有效防护范围



图5 农田林网的布局

遮蔽、过滤、偏向及导引等影响^[15], 所以林带横断面的形状会影响防风效果。树木可根据生长高度和植物茎形态分为大乔木、中乔木、小乔木和灌木等类型, 不同类型树木组合而成的林带横断面可防护的范围也不同。最简单的形式由灌木、小乔木组成, 其较为简易, 适合林网建设的初期, 但由于其高度有限, 防护范围较小, 林带间隔不宜超过 200 m^[16]。而风害较为严重的地区可根据实际情况适当增加林带宽度及高度, 使用屋脊形断面的林带可使有效防风范围最大^[17]。总之, 林带的构成形式可根据风害强

度、林网构建阶段、作物的抗风能力等来选择。

2.3 树种选择原则

1) 树种的抗风性能: 一般在林带的迎风面优先种植生长速度快且能抗强风的大乔木, 背风面可种植耐风能力一般的树木。2) 能适应地域及环境特点: 以乡土树种为佳, 因其能较快适应当地的水土及气候。3) 对防护对象安全: 树木生长过程中不能有影响农作物生长的物质产生, 例如柠檬桉的根部会分泌有毒物质抑制周围的植物生长, 就不宜种植在农地周边。4) 最好有附加价

值: 例如蜜源植物、诱鸟植物等能为动物提供食物来源或栖息空间, 因而具有其他生态价值; 有些树种可作为加工原料或能提供果实, 是可选的经济树种。

2.4 作物种植模式

树木生长需要一定的时间, 所以农田林网的建设是一个长期过程, 建成至少需要 10 年^[18]。为了把农田作物受风害影响降到最低, 保证农民的收入, 在农田林网建设的不同时期, 对林网内种植的作物有不同的建议: 在林网建设的初期 (0~5 年), 由于林带的高度有限, 所以防护的范围较小, 应尽量选择植株矮小或茎秆强壮的农作物, 如甘薯 *Dioscorea esculenta*、花生 *Arachis hypogaea*、马铃薯 (土豆) *Solanum tuberosum*、甘蓝 *Brassica oleracea* 等; 在林网建设的中期 (5~10 年), 可以种植南瓜 *Cucurbita moschata*、洋葱 *Allium cepa*、辣椒 *Capsicum annum* 等较为耐风的农作物; 等到林网建设完成 (10 年以上), 可在林网内种植水稻 *Oryza sativa*、甘蔗 *Saccharum sinense*、番木瓜 *Carica papaya* 等茎秆细长且重心较高的作物。

3 台中筏子溪农田林网的设计

筏子溪位于台湾地区台中市西南部, 主流发源于台中市大雅区横山水圳排水, 是当地主要的灌溉河流。流域周边土地多属农业区, 农作物以水稻为主, 蔬菜次之, 其他作物有甘薯、玉米、花生, 冬季以油麻菜为主^[19]。当前沿线丰富的生态景观已使筏子溪成为市民休闲娱乐的重要去处。

由于筏子溪流域中上游区域的农地面积较小且分散, 本文选取了下游段农地较多的区域为对象 (图 6), 以解决风害为目标对筏子溪流域的农地进行设计。

3.1 常用抗风树种

台中市区是亚热带季风气候,

风害主要是季风，次为台风。有统计结果表明，台中市的风力一年内绝大部分都是6级以上，这对于当地农作物生长有很大的影响，且风向以北风或南风为主^①。

筏子溪沿线农地大多属于已开发或定期受干扰的植被环境。对台中市范围内常用的防风树种进行实地调研，按照树木高度、抗风能力，以及树木的附加作用进行了梳理（表2），其中附加作用主要从植物本身的经济价值或生态效益2个方面去考量。

3.2 农田林网构建

筏子溪下游区域农地较为集中，农地上散落着部分林地，高速铁路及城市道路穿行而过，除了农地中的散村，两岸还分布着一些居住密度较大的住宅小区（图7）。由于场地要素的限制和使用者的需求导向，不同区域的防风林带将针对区域需求增加不同的附加功能（图8）。功能分区规划完成后，再根据农田林网的构建步骤，确定筏子溪农田林网的具体位置和附加功能类型（图9）。

3.3 林带类型设计

有针对性组合不同附加作用的抗风植物，可以使得防风林带有附加的服务功能。本文根据植物的附加作用，将筏子溪农田防风林带的植物配置分为生态型、经济型、游憩型3种组合形式（表3），每种功能的林带有3种营造参考模式（图10）。

1) 生态型林带

可分为河流廊道、生态通道和生态廊道3种。筏子溪水面较宽，河滩周边会有一些草地，河流廊道与水岸的草地相结合，可稳定河流的生态系统，丰富生物栖息地。故有较宽水面的水系和原生绿地处可作为河流廊道。生态廊道是可供小型哺乳动物通行的林带类型，常存在于生态斑块较为密集的区域。而生态通道由于宽度的限制，主要

为昆虫类提供基本生存环境^[12]。3种“道”是根据宽度大小和生态斑块多寡来确定的。

2) 经济型林带

根据不同的林下经济分为林下养蜂、生态种植、段木栽培3种。段木栽培是将适宜菌菇类生长的枝干截成段，置于适宜菌菇生长的环

境集中进行管理。林下可种植金线兰 *Anoetochilus roxburghii*、巢蕨（山苏） *Asplenium nidus*、台湾百合 *Lilium formosanum* 等具有较高的经济价值且能适应台中筏子溪周边环境的物种。

3) 游憩型林带

包括观光步道、运动跑道和滨河步道3种。筏子溪生态环境保护



图6 筏子溪土地利用图

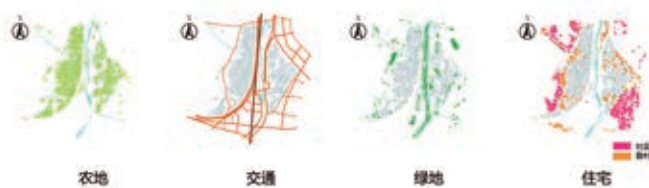


图7 筏子溪下游场地元素



图8 筏子溪农田林网规划图

①数据来自 Weatherspark 网站 (<https://weatherspark.com/>)。

表2 台中市抗风植物种类及附加作用

| 序号 | 名称 | 可达高度 (m) | 抗风强度 | 附加作用 |
|----|---|-------------|------|----------------------------|
| 1 | 白千层 <i>Melaleuca cajuputi</i> subsp. <i>cumingiana</i> | 20 | 强 | 蜜源植物 |
| 2 | 南紫薇 <i>Lagerstroemia subcostata</i> | 20 | 强 | 昆虫食物；蜜源植物 |
| 3 | 盾柱木 <i>Peltophorum pterocarpum</i> | 20 | 强 | 工业原料 |
| 4 | 异色柿 <i>Diospyros philippensis</i> | 20 | 强 | 木材植物 |
| 5 | 榕树 <i>Ficus microcarpa</i> | 20 | 强 | 诱鸟植物；昆虫栖息；木材植物 |
| 6 | 黄连木 <i>Pistacia chinensis</i> | 20 | 强 | 诱鸟植物；昆虫食物；木材植物 |
| 7 | * 楝 <i>Melia azedarach</i> | 20 | 强 | 蜜源植物；工业用途 |
| 8 | 柠檬桉 <i>Eucalyptus citriodora</i> | 20 | 中等 | 工业用途；木材植物 |
| 9 | * 红厚壳 <i>Calophyllum inophyllum</i> | 18 | 强 | 蜜源植物；木材植物 |
| 10 | * 黄葛树 <i>Ficus virens</i> | 18 | 中等 | 诱鸟植物 |
| 11 | 台湾栾 <i>Koelreuteria elegans</i> subsp. <i>formosana</i> | 15 | 强 | 工业原料；木材植物 |
| 12 | 牛蹄豆 <i>Pithecellobium dulce</i> | 15 | 强 | 木材植物；工业原料 |
| 13 | * 无患子 <i>Sapindus saponaria</i> | 15 | 强 | 蜜源植物；诱鸟植物；工业原料 |
| 14 | * 构树 <i>Broussonetia papyrifera</i> | 15 | 强 | 诱鸟植物；昆虫食物；松鼠、鹿食物；工业原料；木材植物 |
| 15 | 棱果榕 <i>Ficus septica</i> | 15 | 强 | 可食植物 |
| 16 | * 台湾相思 <i>Acacia confusa</i> | 15 | 中等 | 蜜源植物；根可固碳改善土壤；木材植物 |
| 17 | * 榔榆 <i>Ulmus parvifolia</i> | 15 | 中等 | 木材植物；工业原料 |
| 18 | 乌桕 <i>Triadica sebifera</i> | 15 | 中等 | 诱鸟植物；蜜源植物；木材植物；工业原料 |
| 19 | 杧果 <i>Mangifera indica</i> | 15 | 一般 | 可食植物 |
| 20 | 多枝紫金牛 <i>Ardisia sieboldii</i> | 13 | 中等 | 木材植物；诱鸟植物；小型哺乳动物食物 |
| 21 | 刺桐 <i>Erythrina variegata</i> | 13 | 强 | 蜜源植物 |
| 22 | 青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i> | 12 | 强 | 松鼠、台湾黑熊的食物；蜜源植物；工业原料；木材植物 |
| 23 | 黄槿 <i>Hibiscus tiliaceus</i> | 10 | 强 | 诱鸟植物；蜜源植物 |
| 24 | 银叶树 <i>Heritiera littoralis</i> | 10 | 强 | 木材植物 |
| 25 | 伞序臭黄荆 <i>Premna serratifolia</i> | 10 | 强 | 木材植物 |
| 26 | 水黄皮 <i>Pongamia pinnata</i> | 12 | 强 | 蜜源植物；工业原料 |
| 27 | * 海杧果 <i>Cerbera manghas</i> | 8 | 中等 | 诱鸟植物 |
| 28 | 林投 <i>Pandanus odoratissimus</i> | 5 | 强 | 蜜源植物；可食植物；工业原料 |
| 29 | 五蕊海桐 <i>Pittosporum pentandrum</i> | 5 | 强 | 诱鸟植物；蜜源植物；工业原料；可食植物 |
| 30 | * 菲岛福木 <i>Garcinia subelliptica</i> | 5 | 强 | 工业原料 |
| 31 | 象牙树 <i>Diospyros ferrea</i> | 5 | 强 | 诱鸟植物；小型哺乳动物食物；木材植物 |
| 32 | 芦苇 <i>Phragmites australis</i> | 4 | 强 | 可食植物；工艺原料 |
| 33 | * 东方紫金牛 <i>Ardisia elliptica</i> | 4 | 一般 | 诱鸟植物 |
| 34 | 草木樨 <i>Melilotus officinalis</i> | 1.5 | 强 | 绿肥植物 |
| 35 | 苦郎树 <i>Clerodendrum inerme</i> | 1.5 | 强 | 药用植物 |
| 36 | 九里香 <i>Murraya paniculata</i> | 1.5 | 强 | 蜜源植物；可食植物 |
| 37 | 裂叶月见草 <i>Oenothera laciniata</i> | 0.2 | 强 | 工业原料 |

注：*为台中市乡土植物

较好，溪畔常有人进行垂钓、散步、观鸟等游憩活动。3种模式的林带可分别与不同类型的都市休闲步道相接，丰富筏子溪流域的游憩设施和活动类型。

3.4 农田林网构建时序设计

林网建设不是短时间内可以完成的，需要分阶段进行规划与设计，不同附加功能的林带在每一个阶段都有不同的侧重点（图11）。比如经济型林带种植的经济作物种类会根据林带的遮蔽率来调整；而游憩型林带会在不同的时间段开展不一样的游憩活动。在林网建设的初期，防风植物生长年限较短，植株和冠幅较小，遮蔽率相对低，林下有一定的种植空间。此时3种类型的林带均可利用林下空间进行种植、养殖，而农田里的作物也建议种植茎秆矮的抗风作物。在林带建造中期，不同类型的林带可增加具有相对应附加作用的防风植物，如生态型林带可增加诱鸟蜜源植物的数量，经济型则需根据林下经济所需求的遮蔽率选择合适防风植物。此阶段的农作物可以种植有一定抗风性的作物。在林网建造后期，则需根据林带类型完善植物种类、生产设施、游憩设施，农地里也可种植一些不耐风的作物。

4 讨论

农田林网增加了地表的粗糙程度，可以有效地减缓农地风速，在一定范围内形成特殊的小气候，保障农田生产环境的稳定。此外，其作为一种复合型的农业景观，具有多种服务功能。

4.1 生态效应

林网除了基础的防风作用以外，还产生水文调节、土壤改良、生物防治等生态效应。在降雨时林带的上冠层会滞留雨水，由于林网的作用，近地层风速减慢，地表的湿度增加，有利于农作物的生长。林带

植物根系进行有机物的分解，对土壤微生物群的组成和活动产生积极影响，提高土壤肥力^[20]。对于农田而言，原有的生物种类单一，林网提升了其物种多样性，有利于农田生态系统的稳定，减少有害生物繁殖过量造成的灾害。

4.2 经济效益

农田林网对农作物有很明显的增产效果，且林带自身可以提供很多林业产品。建造林网时可广泛利用当地适宜的树种资源，发展经济林、用材林及果树。林下空间也可

以通过种养经济作物获得经济效益。林下种植或养殖活动与田间种植作物相互配合，比如栽培食用菌采摘后的废料及饲养家禽的粪便可作为农田的有机肥料等。

4.3 文化服务

农田林网作为农业景观元素的一种，还能提供文化服务。可在城郊或者是滨水的林带之间加入景观设施，提供游憩空间。农田林带与城市的休闲绿道相结合，可作为日常活动场所，促进居民的身心健康。不同地域的林网与农田在不同的季

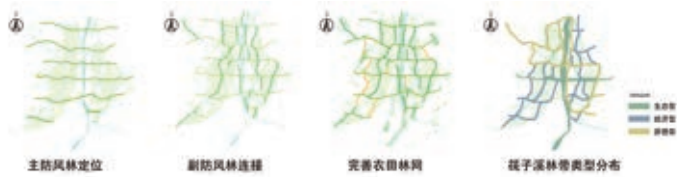


图9 筏子溪农田林网的构建

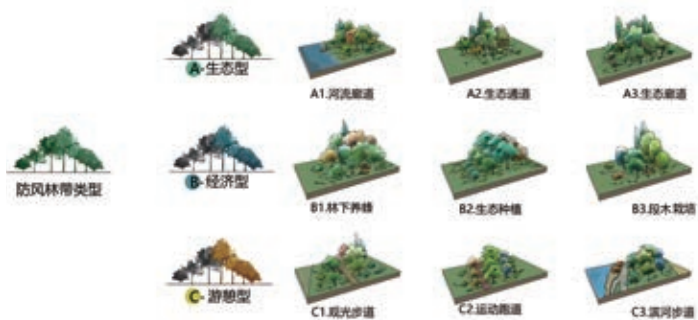


图10 筏子溪防风林带类型

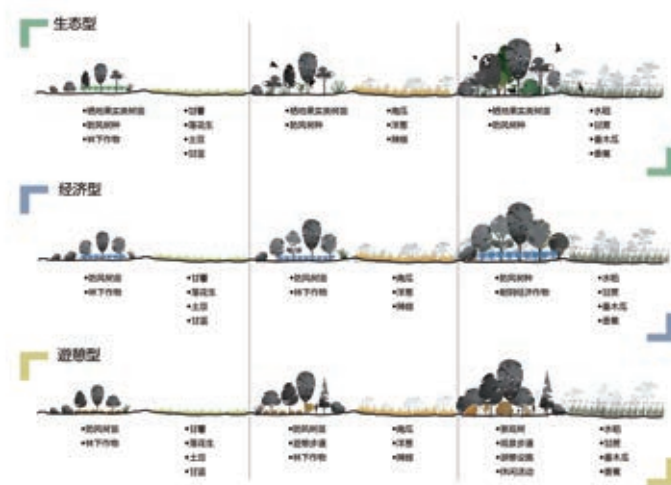


图11 筏子溪农田林网时序设计

表3 筏子溪农田林网植物配置

| | 生态型 | 经济型 | 游憩型 |
|--------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 大乔木 | 南紫薇、白千层、*红厚壳、*构树、乌桕、棱果榕、*无患子 | 黄连木、异色柿、盾柱木、牛蹄豆、*楝、台湾栾、*台湾相思 | *红厚壳、白千层、盾柱木、*楝、*构树、*台湾相思 |
| 中乔木 | 黄槿、青冈、水黄皮、伞序臭黄荆 | 多枝紫金牛、青冈、伞序臭黄荆、银叶树、*榔榆 | 伞序臭黄荆、刺桐、水黄皮、银叶树、*海杧果 |
| 小乔木及灌木 | 九里香、*东方紫金牛、林投 | *菲岛福木、草木樨、五蕊海桐 | 五蕊海桐、苦郎树、*菲岛福木 |

注：*为台中市原生植物。

节会呈现出不同的农业景观，可以丰富人们的审美体验。另外，农田林网优良的生态环境也是天然的教育基地，随处可见的自然素材能激发广大青少年的好奇心和探索大自然的兴趣，为以后的个人发展提供更多可能。

5 总结与展望

农田林网的建设是一个关乎人类福祉的工程，本文从农业景观的角度出发，在筏子溪周边的农地进行了农田林网的设计，旨在减少农业生产中因风害产生的影响，希望可以对未来的农田林网构建以及农业土地的合理分配有参考作用。本研究不足之处在于对农田林网的经济、生态、社会等效益未能量化分析，另外，林网景观还需要针对具体季节及不同农作物种类进行更详细的探讨。

注：图1来自https://kmweb.coa.gov.tw/theme_data.php?theme=news&sub_theme=attention&id=50092；图2来自<https://www.hokkaidoisan.org/nakashibetsu-bohucin.html>；图3来自https://www.kdais.gov.tw/theme_data.php?theme=news&sub_theme=announcement&id=7526；图6来自<https://maps.nlsc.gov.tw/>；其余图片为作者自绘。

参考文献：

[1] 涂仁忠. 浅析温度、水份、风等气象

因素对农业生产的影响[J]. 科技资讯, 2010(33): 141.

[2] 曹宝顺, 张春利. 浅谈风对农业生产的影响[J]. 民营科技, 2013(2): 106.

[3] 曹新孙. 农田防护林学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1983.

[4] RYSZKOWSKI L, KĘDZIORA A. Modification of Water Flows and Nitrogen Fluxes by Shelterbelts[J]. Ecological Engineering, 2007, 29(4): 388-400.

[5] 范志平, 曾德慧, 朱教君, 等. 农田防护林生态作用特征研究[J]. 水土保持学报, 2002(4): 130-133+140.

[6] 穆少杰, 周可新, 方颖, 等. 构建大尺度绿色廊道, 保护区域生物多样性[J]. 生物多样性, 2014, 22(2): 242-249.

[7] 孙浩, 刘丽娟, 李小玉, 等. 干旱区绿洲防护林网格局对农田蒸散量的影响——以新疆三河流域绿洲为例[J]. 生态学杂志, 2018, 37(8): 2436-2444.

[8] 杨书雅, 杨会中, 刘丽娟, 等. 玛纳斯河流域绿洲农田防护林景观格局评价[J]. 生态学杂志, 2017, 36(6): 1690-1698.

[9] 吕雅慧, 张超, 郎文聚, 等. 高分辨率遥感影像农田林网自动识别[J]. 农业机械学报, 2018, 49(1): 157-163.

[10] 万欣, 王磊, 江浩, 等. 基于SBE法的徐淮平原农田林网美景度评价[J]. 江苏林业科技, 2018, 45(6): 16-18+43.

[11] 朱教君. 美国大平原防护林概况[J]. 世界林业研究, 1993(3): 80-85.

[12] 朱强, 俞孔坚, 李迪华. 景观规划中的生态廊道宽度[J]. 生态学报, 2005(9):

2406-2412.

[13] 张晋石. 荷兰土地整理与乡村景观规划[J]. 中国园林, 2006, 22(5): 66-71.

[14] 北海道立林业试验场. 防风林的多面的機能と造成管理のための解説書[EB/OL]. (2007-04-16) [2019-10-13]. <https://www.hro.or.jp/list/forest/research/fri/kanko/fukyu/bofurin/bofurin.pdf>.

[15] 何育贤. 植栽树型及配置对环境风场之影响[D]. 台北: 中国文化大学建筑及都市计划研究所, 2009.

[16] 刘文平, 宇振荣, 郎文聚, 等. 土地整治过程中农田防护林的生态景观设计[J]. 农业工程学报, 2012, 28(18): 233-240.

[17] 文俊. 水土保持学[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2010: 107-108.

[18] 李世东, 翟洪波. 世界林业生态工程对比研究[J]. 生态学报, 2002(11): 1976-1982.

[19] 台湾“经济部水利署第三河川局”. 乌系水系支流筏子溪环境营造检讨及生态栖地改善正式报告书[EB/OL]. (2016) [2019-10-13]. https://marketing.geo.com.tw/105wra/download/03.%E6%B0%B4%E8%88%87%E7%92%B0%E5%A2%83_01_%E7%83%8F%E6%BA%AA%E6%B0%B4%E7%B3%BB%E6%94%AF%E6%B5%81%E7%AD%8F%E5%AD%90%E6%BA%AA%E7%92%B0%E5%A2%83%E7%87%9F%E9%80%A0%E6%AA%A2%E8%A8%8E%E5%8F%8A%E7%94%9F%E6%85%8B%E6%A3%B2%E5%9C%B0%E6%94%B9%E5%96%84.pdf.

[20] 何俊, 李妍红. 宁夏平原农田防护林小气候效应及对玉米产量的影响[J]. 广东农业科学, 2019, 46(7): 1-7.

作者简介：

蒋静慧/1995年生/女/安徽宣城人/华南理工大学(广州510640)/硕士研究生/专业方向为风景园林规划与设计

叶劲枫/1976年生/男/广东广州人/本科/广州普邦园林股份有限公司/(广州510600)/高级工程师/专业方向为景观规划设计

(*通信作者)孙卫国/1971年生/男/海南三亚人/博士/华南理工大学(广州510640)/讲师/研究方向为岭南地域性乡土景观保护与设计/E-mail: wgsun@scut.edu.cn