

范亚南,刘洛,戴文举,等. 广东省新增水田潜力研究[J]. 江苏农业科学,2018,46(14):265-270.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.14.064

广东省新增水田潜力研究

范亚南^{1,2}, 刘洛^{1,2}, 戴文举³, 任向宁^{1,2}, 胡月明^{1,2}

(1. 华南农业大学资源环境学院,广东广州 510642; 2. 广东省土地利用与整治重点实验室,广东广州 510642;

3. 广东省土地开发储备局,广东广州 510075)

摘要:耕地是我国最为宝贵的资源,在人地矛盾突出和农用地整治潜力日渐匮乏的双重压力下,“提质改造、补改结合”成为落实耕地占补平衡政策的创新举措。以广东省为例,将德尔菲法、因素成对比较法和地理信息系统(geographic information system,简称GIS)空间分析技术相结合,建立新增水田适宜性评价模型、新增水田潜力系数,按照新增水田的潜力来源,分别构建旱地、可调整地类、宜耕未利用地、现有补充耕地项目将耕地改造为水田的潜力分级模型,对广东省新增水田潜力区进行分析。结果表明,广东省全省新增水田潜力为94 326.16 hm²,其中70%以上来自旱地;从地域上看,粤西北山区新增水田潜力最高,粤西沿海次之,而珠三角平原区和粤东沿海区潜力则较低。

关键词:占补平衡;旱改水;潜力系数;新增水田;广东省

中图分类号: S282;F323.211 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)14-0265-05

目前中国人多地少,人均耕地面积远远落后于世界人均耕地面积水平。改革开放以来,随着人口增长与经济发展,大量耕地因为非农建设占用而流失,对中国粮食安全造成严重威胁^[1-3]。为加强耕地保护,1999年1月1日正式实施的《中华人民共和国土地管理法》中明确了国际实行占用耕地补偿制度,明确要求“非农业建设经批准占用耕地的,按照占多少,垦多少的原则,由占用耕地的单位负责开垦与所占耕地数量和质量相当的耕地”。耕地占补平衡工作初期多着重于耕地总体数量平衡^[4-5],为解决耕地占补平衡工作中存在的“占多补少”“占优补劣”的问题,2004年《国务院关于深化改革严格土地管理的决定》提出了补充耕地按质量等级折算的政策。2016年7月国土资源部出台《关于补足耕地数量与提升耕地质量相结合落实占补平衡的指导意见》,要求规范开展提升现有耕地质量、将旱地改造为水田、以补充耕地和提质改造耕地相结合的方式落实耕地占补平衡工作。近年来,随着各地持续不断地补充耕地,很多地方的地方耕地总量保持不减少甚至略有增多,但优质耕地却在减少^[6],可供开发的后备土地资源越来越少^[7-8],为了满足“占一补一、占优补优、占水田补水田”的要求,需要将农地整治成优质耕地(特别是水田)^[9],这就需要摸清区域新增水田潜力。

在国内外现有的研究中,缺乏对新增水田潜力进行的系统评价。本研究从省级尺度上分析新增水田的潜力来源,构建新增水田的适宜性评价体系,并构建潜力系数模型,得到广东省的新增水田潜力面积,在此基础上,对各地类新增水田潜

力进行分区,以期广东省开展新增水田改造提供科学依据。

1 研究区概况及数据来源

1.1 研究区概况

广东省地处中国大陆最南部,东邻福建,北接江西、湖南,西连广西,南临南海,珠江口东西两侧分别与香港、澳门特别行政区接壤,西南部雷州半岛隔琼州海峡与海南省相望。全境位于20°09′~25°31′N和109°45′~117°20′E之间。全省陆地面积为17.98万km²,约占全国陆地面积的1.87%,其中岛屿面积1 592.7 km²,约占全省陆地面积的0.89%,整体地势北高南低。全省划为珠三角、粤东、粤西和粤北4个区域,下辖21个省辖市、119个县级行政区。地貌类型复杂多样,山多平地少。山地、丘陵、台地、平原面积分别占全省土地总面积的33.7%、24.9%、14.2%、21.7%。全省北部多为山地和高丘陵,南部以珠江三角洲平原区为主。

1.2 数据来源

主要数据来源:2014年TM影像[指美国陆地卫星4~5号专题制图仪(thematic mapper)所获取的多波段扫描影像]数据解译的广东省土地利用现状图,土地利用类型划分为耕地、林地、草地、水域、城乡、工矿、居民用地、未利用地等6个一级土地利用类型,来源于中国科学院资源环境科学数据中心;广东省土地整治规划项目数据;广东省1:50万数字高程模型(digital elevation model,简称DEM)等;社会经济相关统计数据来源于2015年《广东省统计年鉴》;水资源相关统计数据参照2010—2015年各年度水资源年报;广东省农用地分等数据库等。

2 研究方法

本研究首先通过德尔菲法,构建新增水田的适宜性评价指标体系,再根据因素成对比较法,确定权重,对新增水田的潜力源进行适宜性评价;根据适宜性评价结果,通过潜力系数法,确定各地类新增水田面积;通过自然间断法,对各地类新

收稿日期:2017-02-13

基金项目:国家自然科学基金(编号:41601082);广东省省级科技计划(编号:2014B020206002);广东省国土资源科技专项(编号:GDGTKJ2016009)。

作者简介:范亚南(1990—),男,江苏连云港人,硕士研究生,主要研究方向为土地利用工程。E-mail:lygfyn@163.com。

通信作者:胡月明,博士,教授,博士生导师,主要从事地理信息系统应用与土地资源管理研究。E-mail:yhmhul63@163.com。

新增水田面积进行分区。新增水田潜力研究流程见图1。

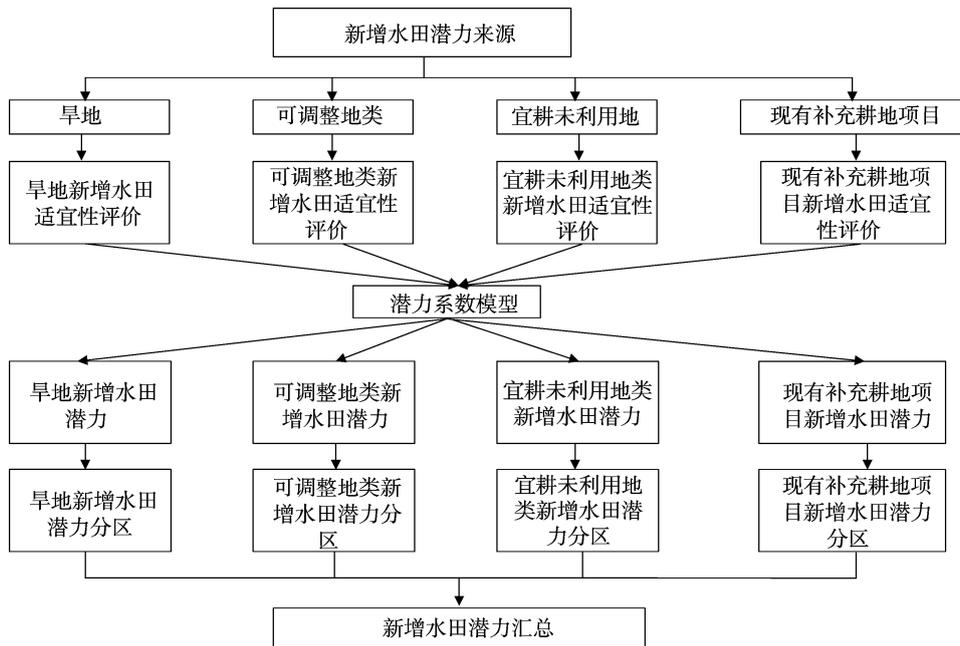


图1 新增水田潜力研究流程

2.1 适宜性评价方法

2.1.1 评价指标体系构建 (1) 评价指标体系的构建。基于稳定性、相关性和综合性指标选取原则^[10], 采用目标法^[11], 即以新增水田适宜性等级划分为目标, 在每个目标下选择若干参评因子, 根据层次分析法理论, 建立评价指标的层次结构, 对所列指标通过两两比较其重要程度进行初步评分, 通过计算矩阵的特征向量来确定各指标对上层指标的贡献程度。最终确定水源距离、坡度、高程、剖面构型、土壤质地、有效土层厚度 6 个评价指标, 从而构成反映广东省水田开发适宜性评价的指标体系, 详见表 1。

(2) 评价指标分级标准及指数的确定。为提高适宜性评价的科学性和可靠性, 针对广东省新增水田实际, 进一步采用德尔菲法对确立的 6 个评价指标构建分级标准并确定其对应的等级指数。具体处理过程如下: 首先, 对 6 个评价指标的分值范围进行初步界定; 其次, 基于初步界定的指标分值范围及相应的等级指数范围, 设计讨论问卷, 询问专家, 请专家对初步的分值范围及等级指数进行讨论; 最后, 对多位专家的意见进行汇总、评论。如此经过多轮反馈循环, 得到较为合理的分级标准及对应的等级指数^[10]。

(3) 评价因子权重的确定。适宜性评价因子权重的确定过程如下: 通过专家咨询, 对评价体系中所列指标的重要程度进行两两比较, 并逐层进行评分, 进而构建其判断矩阵; 对矩阵进行归一化处理, 求解该判断矩阵的特征向量和最大特征值, 依据所求特征向量对其进行层次总排序和层次单排序; 对结果进行一致性检验, 利用同一层中所有层次单排序的结果, 计算针对上一层次而言的本层次中所有因子的重要性权值, 在该过程中, 一致性检验尤为重要, 因为通常由于影响因子本身的复杂性和计算过程的理想化, 导致在运用层次分析法进行权值计算时往往存在一定的误差, 如果不进行一致性检验, 则得到因子的权重可能超出合理的范围甚至产生谬误。因此

表 1 广东省新增水田适宜性评价指标体系及权重

评价因子	分级标准	分值	权重
水源距离(m)	< 2 000	(2 000 - x)/20	0.253
	≥ 2 000	0	
坡度(°)	< 2	100	0.218
	[2, 5)	90	
	[5, 8)	80	
	[8, 15)	60	
	[15, 25]	30	
高程(m)	< 300	(300 - x)/3	0.109
	≥ 300	0	
剖面构型	通体壤、壤—沙—壤	100	0.134
	壤—黏—壤	90	
	沙—黏—黏、壤—黏—黏	80	
	黏—沙—黏、通体黏	70	
	沙—黏—沙、壤—沙—沙	60	
	黏—沙—沙	50	
	通体沙、通体砾	40	
土壤质地	壤土	100	0.149
	黏土	80	
	沙土	70	
	砾质土	50	
有效土层厚度(cm)	≥ 100	100	0.137
	[60, 100)	90	
	[30, 60)	60	
	< 30	30	

注: x 表示各分值对应的评价因子的具体数值。

需要判断矩阵进行一致性和随机性检验, 检验公式如下:

$$Q = (U_{\max} - N) / [D(N - 1)]。 \quad (1)$$

式中: Q 为判断矩阵的随机一致性比率; U_{\max} 为判断矩阵的最大特征根; N 为判断矩阵的阶数; $U_{\max} - N$ 为判断矩阵的一致性指标; D 为判断矩阵的平均随机一致性指标。当 $Q < 0.1$ 时, 认为判断矩阵具有满意的一致性, 说明权数分配合理。广

广东省新增水田适宜性评价指标体系及权重见表1。

2.1.2 评价模型的构建 根据以上确定的各参评因子权重及各因子分级的等级指数,建立新增水田适宜性评价综合得分的数学计算模型:

$$C_j = \sum_{i=1}^n A_{ji} B_i (i=1,2,3,\dots,n; j=1,2,3,\dots,t)。 (2)$$

式中: C_j 为第 j 个评价单元的综合得分; A_{ji} 为第 j 个评价单元第 i 个因子的等级指数; B_i 为第 i 个评价因子的权重; n 为评价因子的总数; t 为评价单元的总数。

2.2 新增水田潜力分级

本研究将新增水田适宜性评价结果中最适宜与中等适宜的图斑与新增水田潜力系数的乘积作为新增水田潜力,依据各地域单元的潜力进行潜力等级划分。潜力系数的计算公式如下:

$$K_s = \sum_{y=1}^m H_{xy} / H_z; \\ E = K_s \times \sum_{y=1}^r F_y。 (3)$$

式中: K_s 为第 s 个地域单元的潜力系数; y 为适宜性等级; m 为适宜性等级数量,本研究取最适宜、中等适宜、勉强适宜3个; r 为地域单元内某地类作为新增水田理论潜力的适宜性等级数量,此处取最适宜、中等适宜2个; H_{xy} 为地域单元内某地类 y 等级的开发水田潜力; H_z 为地域单元内某地类开发水

田潜力的总和; F_y 为某地类 y 等级的开发水田潜力; E 为地域单元实际的开发潜力。

3 结果与分析

根据上述评价模型,利用自然间断法,将各地类新增水田开发适宜性等级划分为4级:最适宜、中等适宜、勉强适宜、不适宜。其中对于最适宜(综合评分 >88.86)评价区域,由于该区域距水源相对较近,地面坡度较小,有效土层相对较厚,该区域稍经整治便会具有较好的农业生产条件。对于中等适宜($80.01 < \text{综合评分} \leq 88.86$)评价区域,该区域地面坡度主要分布在 $2^\circ \sim 5^\circ$,有一定灌溉条件,该区域经整治可变为水田。对于同样勉强适宜($71.81 < \text{综合评分} \leq 80.01$)评价区域,由于该区域在水源距离、地形坡度、土壤质地、有效土层厚度等方面均存在不同程度的限制,开发水田有难度。对于不适宜(综合评分 ≤ 71.81)评价区域,由于该区域通常坡度在 15° 以上,土层相对较薄,距水源较远,因此不宜补充为水田。依据该等级界限划分标准,最终将各评价单元补充水田适宜性评价结果汇总到其所在区域。

根据适宜性评价结果,考虑到开发难度及投入产出效益,仅将最适宜与中等适宜的面积作为新增水田的理论潜力。广东省各地类新增水田理论潜力见表2。

表2 广东省新增水田理论潜力

区域	各地类的面积(hm ²)			
	旱地	可调整地类	宜耕未利用地	现有补充耕地项目
珠三角平原区	10 940.32	13 572.47	377.20	1 623.35
粤东沿海区	11 483.92	9 355.74	114.43	1 248.36
粤西沿海区	53 371.22	12 590.27	404.81	454.15
粤西北山区	23 009.77	2 791.08	647.57	1 279.84
合计	98 805.23	38 309.56	1 544.01	4 605.70

3.1 旱地开发水田潜力

通过对广东省全省的旱地进行旱改水适宜性评价,将旱地新增水田理论潜力乘以相应新增水田潜系数[式(3)]得到实际潜力,对实际潜力以县(市、区)为单位进行汇总并分级。由表2可以看出,广东省全省2014年旱地开发为水田理论潜力为98 805.23 hm²,新增水田的实际潜力为68 834.48 hm²,占全省“十二五”期间补充耕地面积的75.76%,占全省旱地面积的8.17%。其中以粤西沿海区的雷州市、徐闻县、遂溪县、阳西县以及粤西北山区的英德市、翁源县等县(市)的旱地改水田潜力较大,均超过2 000 hm²。全省共有17个县(市、区)被划为I级潜力区,总规模为52 283.58 hm²,占全省旱地开发水田总潜力的75.96%,范围为1 022.57 ~ 96 79.41 hm²;II级潜力区有乐昌市、博罗县、阳东县等27个县(市、区),潜力值介于292.12 ~ 922.24 hm²之间,主要分布在珠三角平原区、粤西沿海区和粤西北山区;惠阳区、东源县、兴宁市、佛冈县、惠东县、仁化县、武江区等潜力范围为113.06 ~ 241.17 hm²的20个县(市、区)被划为III级潜力区,其余县(市、区)全部被划为IV级潜力区,作为无潜力区。

从图2可以看出,I级潜力区主要分布在粤东沿海区、粤西北山区和粤西沿海区,珠三角平原区仅有台山市为I级潜力区。这与实际情况相符,珠三角平原区河流水网密布,灌溉

条件优越,水田占据较大比例,开发水田的潜力已经基本用尽。其中,粤东沿海区和粤西北山区分别有4个I级潜力区,粤西沿海区有7个I级潜力区,粤西沿海区的I级潜力区又多集中在雷州半岛。广东省旱地和望天田主要分布在湛江、清远、阳江、韶关和茂名等地,以湛江最多,55%的耕地为旱地和望天田。这些地区由于灌溉设施的破坏、水资源分布的不均衡,旱地改水田的潜力空间较大。II、III级区主要分布在粤西北山区和珠三角平原区,这些地区的旱地较多,但受水源和微地貌的约束,开发水田的潜力总量不大,改造有一定困难。其他县(市、区)由于旱地总量小、改造工程量、成本高或生态脆弱等原因,被划入无潜力区,暂不考虑其旱地改水田的潜力。

3.2 可调整地类开发水田潜力

在国家宏观调控的基础上,政府允许部分自然条特殊的地区或城市郊区在不破坏耕地耕作层或能迅速恢复耕种的前提下,进行农业结构的内部调整。农业结构内部调整实际上并没有减少耕地,而是储备了耕地。通过对广东省可调整地类进行开发水田适宜性评价,将可调整地类新增水田理论潜力乘以相应新增水田潜系数[式(3)],将结果以县(市、区)为单位进行汇总并分级,结果见图3。剔除坡度在 25° 以上的区域,广东省可调整地类开发为水田的理论潜力共计38 309.56 hm²,新增水田实际潜力为19 569.441 2 hm²,占广

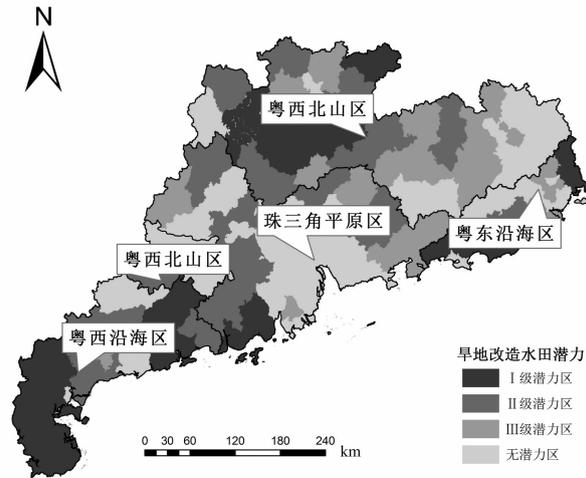


图2 广东省旱地改造水田的潜力

东省“十二五”期间补充耕地面积的21.54%，占广东省可调整地类面积的3.57%。其中开平市、雷州市、阳东县、阳西县、陆丰市、鹤山市、普宁、增城、徐闻、阳春、朝阳11个县(市、区)潜力较大，潜力范围介于559.07~1763.12 hm²之间，被划为I级潜力区，占广东省可调整地类开发水田总潜力的56.29%；潮南区、台山市、惠东县、廉江市、花都区、英德市等潜力范围在292.52~476.56 hm²之间的13个县(市、区)潜力次之，被划为II级潜力区，占广东省可调整地类开发水田总潜力的24.78%；化州市、江城区、翁源县、茂南区、遂溪县等14个县(市、区)潜力值介于90.98~265.32 hm²之间，被划为III级潜力区，占可调整地类开发水田总潜力的11.87%；其余县(市、区)全部被划为IV级潜力区，作为无潜力区。

从图3可以看出，I级潜力区主要分布在粤东沿海区、珠三角平原区和粤西沿海区，其中粤东沿海区、珠三角平原区各有3个I级潜力区，粤西沿海区有5个I级潜力区，I级潜力区以果园和养殖水面为主，灌溉条件便利，宜开发水田面积相对连片，开发难度较小。II、III级潜力区在珠三角平原区和粤东沿海区、粤西沿海区分布相对集中，在粤西北山区的英德市、翁源县、兴宁市等也有分布，这类潜力区以果园和坑塘水面为主，间以少量茶园和有林地，连片度较低，坡度有起伏，开发为水田有一定难度。

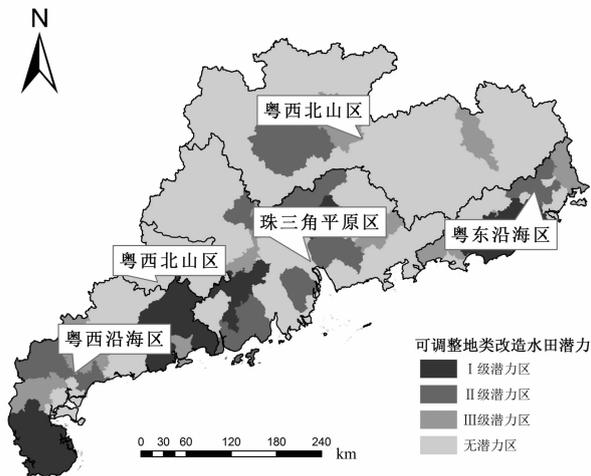


图3 广东省可调整地类开发水田的潜力

3.3 宜耕未利用地开发水田潜力

通过对广东省宜耕未利用地进行开发水田适宜性评价，将宜耕未利用地开发水田理论潜力乘以相应新增水田潜系数[式(3)]，将结果以县(市、区)为单位进行汇总并分级，结果见图4。剔除坡度在25°以上的区域，广东省宜耕未利用地开发为水田的理论潜力共计1544.01 hm²，新增水田实际潜力为2387.34 hm²，占广东省“十二五”期间补充耕地的2.63%，占广东省宜耕未利用地面积的25.62%。基于系统聚类法，将宜开发为水田的未利用地潜力划分为I、II、III、IV 4个潜力级区。英德市、茂南区、阳山县、江城区、龙川县的潜力值介于142.77~427.03 hm²之间，被划为I级潜力区，潜力总规模为1322.25 hm²，占广东省宜耕未利用地开发水田潜力的55.39%；海丰县、曲江区、鹤山市、惠东县和惠城区潜力值介于61.76~97.99 hm²之间，被划为II级潜力区，潜力总规模为407.29 hm²，占广东省宜耕未利用地开发水田潜力的17.06%；高要市、徐闻县等18个县(市、区)的潜力值介于14.49~52.73 hm²之间，被划为III级潜力区，潜力总规模为497.13 hm²，占广东省宜耕未利用地开发水田潜力的20.82%；其余县(市、区)被划为IV级潜力区。

从图4可以看出，I级潜力区主要分布在粤西沿海区和粤西北山区，灌溉条件便利，分布集中，连片度高，开发成水田的潜力大；II级潜力区主要分布在粤东沿海区、粤西北山区和珠三角平原区，灌溉条件相对便利，分布较为集中，适宜开发为水田的宜耕未利用地相对连片，经过一定的工程措施可以开发为水田；相对来说，III、IV级潜力区适宜开发为水田的宜耕未利用地面积较小，分布多样，开发难度大并且开发成本也较高，主要由于广东省宜耕未利用地总量小，项目点分散。

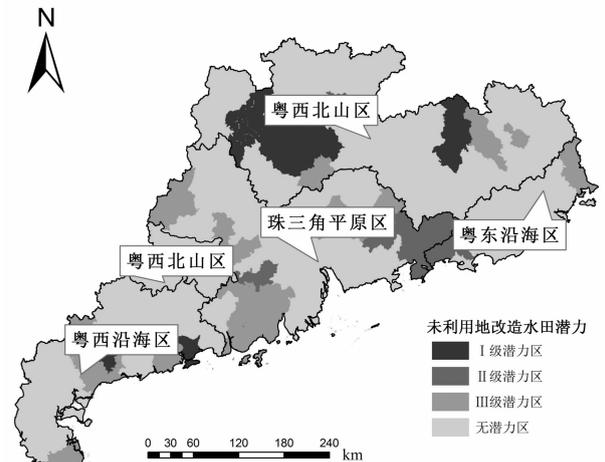


图4 广东省宜耕未利用地开发水田的潜力

3.4 现有补充耕地项目开发水田潜力

通过对广东省现有补充耕地项目进行开发水田适宜性评价，将现有补充耕地项目开发水田理论潜力乘以相应新增水田潜系数[式(3)]，将结果以县(市、区)为单位进行汇总并分级，结果见图5。广东省现有补充耕地开发水田理论潜力共计4605.7 hm²，新增水田实际潜力为3551.23 hm²，占广东省“十二五”期间补充耕地面积的3.91%，占广东省现有补充耕地面积的35.79%。基于系统聚类法，将宜开发为水田的未利用地潜力划分为I、II、III、IV 4个潜力级区。阳山

县、陆丰市、新会区、顺德区和阳春市潜力值介于 183.89 ~ 491.39 hm² 之间,被划为 I 级潜力区,潜力总规模为 1 858.40 hm²,占广东省宜耕未利用地开发水田潜力的 52.33%;海丰县、金湾区、潮阳区、平远县、开平市、高要市和连南瑶族自治县的潜力值介于 81.57 ~ 155.29 hm² 之间,被划为 II 级潜力区,潜力总规模为 840.28 hm²,占广东省宜耕未利用地开发水田潜力的 23.66%;五华县、惠东县等 15 个县(市、区)的潜力值介于 22.58 ~ 63.58 hm² 之间,被划为 III 级潜力区,潜力总规模为 634.11 hm²,占广东省宜耕未利用地开发水田潜力的 17.86%;其余县(市、区)被划为 IV 级潜力区。

从图 5 可以看出, I 级潜力区在各区域均有分布,区域灌溉条件便利,分布集中,连片度高,开发成水田的潜力大; II 级潜力区主要分布在粤东沿海区、粤西北山区和珠三角平原区,灌溉条件相对便利,分布较为集中,适宜开发为水田的补充耕地项目相对连片,经过一定的工程措施便可以开发为水田;相对来说, III、IV 级潜力区适宜开发为水田的补充耕地项目面积较小,分布多样,开发难度大并且开发成本也较高,主要由于这部分补充耕地的土层较薄,质量不高,不适合开发为水田。

3.5 新增水田潜力

在广东省省级尺度上综合考虑新增水田潜力,将各县(市、区)的旱地、可调整地类、未利用地及现有补充耕地项目的开发水田潜力进行空间叠置,计算出各市的新增水田实际潜力。

由表 3 可以看出,广东省新增水田实际潜力为 94 326.16 hm²,其中湛江市为 33 434.07 hm²,占广东省新增

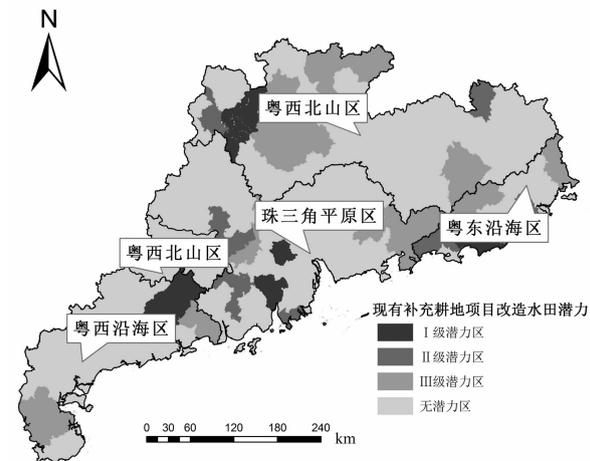


图5 广东省现有补充耕地项目开发水田的潜力

水田实际潜力的 35%,远远高于其他各市,稳居广东省第一,而其中 90.32% 的潜力来自旱地。阳江市、清远市的改造潜力也较高,均在 7 000 hm² 以上。总体来看,粤西北山区新增水田实际潜力最高,粤西沿海区次之,珠三角平原区和粤东沿海区潜力则较低,这与广东省的实际情况相吻合。从新增水田潜力来源看,旱地潜力最大,占总潜力的 70% 以上,其他地类潜力较小,这是由于旱地基数大,并且土壤条件较好,有一定的灌溉排水设施,而其他地类基数小,受水源、微地形条件的影响,潜力总量不高。

表3 广东省各市新增水田潜力

行政区	各地类新增水田潜力(hm ²)				新增水田总潜力(hm ²)
	旱地	可调整地类	宜耕未利用地	现有补充耕地项目	
广州市	370.93	1 615.65	18.40	10.03	2 015.00
珠海市	231.56	33.13	0.00	148.73	413.41
佛山市	420.39	299.95	0.00	369.67	1 090.01
韶关市	6 119.42	431.92	138.09	197.76	6 887.19
汕头市	540.42	1 123.51	33.81	160.57	1 858.31
江门市	3 183.07	3 239.31	169.01	537.21	7 128.61
茂名市	1 427.20	434.63	335.65	11.65	2 209.13
梅州市	769.30	252.32	75.61	186.60	1 283.82
清远市	6 952.80	572.52	712.92	636.82	8 875.06
汕尾市	3 561.83	1 147.60	98.00	665.05	5 472.48
揭阳市	2 182.10	1 935.34	39.34	28.09	4 184.87
中山市	20.19	337.31	0.00	0.00	357.51
惠州市	1 793.84	305.91	172.07	110.75	2 382.58
肇庆市	1 211.51	476.50	89.82	110.99	1 888.81
河源市	1 507.98	18.25	154.38	43.63	1 724.24
湛江市	30 198.16	3 073.94	74.89	87.08	33 434.07
东莞市	10.25	400.48	0.00	0.00	410.73
阳江市	5 902.22	3 217.01	244.48	218.04	9 581.75
潮州市	2 029.02	576.94	27.53	28.56	2 662.05
云浮市	385.96	77.22	3.34	0.00	466.52
合计	68 818.15	19 569.44	2 387.34	3 551.23	94 326.16

4 结论与讨论

本研究对广东省旱地、可调整地类、宜耕未利用地和现有补充耕地项目改造水田的适宜性评价与潜力分区进行了研究,主要结论如下:(1)采用德尔菲法构建省级新增水田适宜性评价指标体系。关于广东省省级新增水田的评价尚未有系

统论述,借助德尔菲法确定影响因子、因素成对比较法确定权重,有利于综合专家经验与客观实际建立评价指标体系。(2)根据各评价单元综合分值频数直方图,将研究区旱地、可调整地类、宜耕未利用地和现有补充耕地项目耕地中新增水田适宜性划分为 4 个等级:最适宜、中等适宜、勉强适宜和不适宜。(3)根据适宜性评价结果,采用新增水田潜力测算模

常慧萍,夏铁骑,付瑞敏,等. 小麦根际解磷细菌的筛选鉴定及其促生效果[J]. 江苏农业科学,2018,46(14):270-273.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.14.065

小麦根际解磷细菌的筛选鉴定及其促生效果

常慧萍¹,夏铁骑²,付瑞敏¹,杨雪¹,邢文会¹,韩鸿鹏¹,张红¹

(1. 河南教育学院生命科学系,河南郑州 450046; 2. 濮阳职业技术学院,河南濮阳 457000)

摘要:分离小麦根际具有促生、抗病作用的解磷菌并评价其促生效果,为解磷菌肥料的开发提供高效的菌种资源。根据菌株的溶磷能力和产 IAA、NH₃、HCN 或者产铁载体的能力,并测定其对 3 种病原菌小麦赤霉病菌、小麦纹枯病菌、水稻纹枯病菌的拮抗作用,从小麦根际筛选到 1 株细菌 HP1218。通过菌株的形态特征及生理生化特性,结合菌株的 16S rDNA 序列分析,初步确定 HP1218 属于假单胞菌属 (*Pseudomonas* sp.) 细菌。将菌株 HP1218 浸种接种小麦种子,小麦种子萌发 5、6 条根的比例较对照分别增加 31.6%、9.4%;小麦幼苗平均根长较对照增加 20.4%,平均株高较对照增加 13.2%。说明菌株 HP1218 能显著促进小麦的生根和生长,具有较大的开发应用潜力。

关键词:小麦;解磷细菌;假单胞菌;溶磷能力;形态特征;生理生化特性;鉴定;促生效果;微生物肥料

中图分类号: S154.39;S182 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)14-0270-04

氮、磷、钾是植物生长发育过程中必需的 3 种矿质元素,被称作“肥料三要素”。提高土壤磷素和磷肥的利用效率、开发磷肥资源潜能是节约磷肥的重要措施,对我国农业可持续发展具有重要意义。土壤中含量丰富的磷元素 95% 以上与土壤中的 Fe³⁺、Ca²⁺、Al³⁺ 等结合,以难溶性的磷酸钙盐形式存在而丧失其有效性,导致我国 2/3 的耕地缺磷^[1-2]。为解决土壤缺磷问题,提高作物产量,每年须向土壤中施入大量可溶性化学磷肥,但长期过量使用带来了环境污染、土壤板结、地力衰退、生

态恶化和农产品品质下降等问题^[3]。生产实践证明,微生物肥料在提升耕地土壤肥力、维持耕地土壤结构、保持耕地土壤健康、降低耕地土壤污染、提高耕地农产品品质上效果显著,在国家耕地质量提升的需求中具有广阔的应用前景^[4]。

解磷微生物是能将土壤中难溶性化合态磷转化为植物能够吸收利用的可溶性磷的特殊微生物功能类群,在转化土壤难溶性磷、提高土壤中有效磷含量、磷肥利用率及促进作物生长等方面具有显著作用^[5-6]。某些植物根际促生细菌 (plant growth-promoting rhizobacteria, PGPR) 可分泌有机酸溶解难溶性无机磷酸盐,或分泌胞外磷酸酶将难溶性的磷酸脂等有机磷消解,释放出生物有效磷,提高土壤中可溶性磷的含量,促进植物生长^[1]。史发超等筛选了 1 株可溶解难溶性磷的菌株 P83 斜卧青霉菌 (*Penicillium decumbens*),能显著增加土壤有效磷水平,对玉米生长和增产具有显著作用^[6];姜瑛等分离了 1 株贪噬菌属 (*Variovorax* sp.) 的固氮解磷菌 JX14,显著促进了花生的生长及其全氮、全磷、全钾含量的提高^[8];张云

收稿日期:2017-09-22

基金项目:河南省基础与前沿技术研究项目(编号:152300410092);

河南省科技攻关项目(编号:172102110183)。

作者简介:常慧萍(1970—),女,河南原阳人,博士,副教授,主要从事微生物资源开发与应用研究。Tel: (0371) 69303780; E-mail: shengwuchp@126.com。

通信作者:张红,博士,教授,主要从事分子生物学与免疫学研究。

E-mail: angela9922@sina.com。

型对研究区旱地、可调整地类、宜耕未利用地和现有补充耕地项目耕地开发水田潜力进行测算。利用 ArcGIS 地统计分析功能与相关统计分析软件,以县为单位进行潜力分级。结果表明,广东省新增水田潜力为 94 326.16 hm²,从空间分布来看,粤西北山区和粤西沿海区潜力较大。从新增水田潜力来源来看,广东省主要新增水田潜力来源于旱地,占广东省新增水田潜力总规模的 70% 以上。

参考文献:

- [1] 李萍,邵景安,张贞,等. 重庆市耕地占补平衡体系构建[J]. 自然资源学报,2011(6):919-931.
- [2] 许丽丽,李宝林,袁焯城,等. 2000—2010 年中国耕地变化与耕地占补平衡政策效果分析[J]. 资源科学,2015,37(8):1543-1551.
- [3] 赵其国,周生路,吴绍华,等. 中国耕地资源变化及其可持续利用与保护对策[J]. 土壤学报,2006,43(4):662-672.

- [4] 孙蕊,孙萍,吴金希,等. 中国耕地占补平衡政策的成效与局限[J]. 中国人口·资源与环境,2014,24(3):41-46.
- [5] 徐艳,张凤荣,颜国强,等. 关于建立耕地占补平衡考核体系的思考[J]. 中国土地科学,2005,19(1):44-48.
- [6] 陈印军,肖碧林,陈京香. 我国耕地“占补平衡”与土地开发整理效果分析与建议[J]. 中国农业资源与区划,2010,31(1):1-6.
- [7] 张琳,张凤荣,薛永森,等. 中国各省耕地数量占补平衡趋势预测[J]. 资源科学,2007,29(6):114-119.
- [8] 邵挺,崔凡,范英,等. 土地利用效率、省际差异与异地占补平衡[J]. 经济学(季刊),2011,10(3):358-375.
- [9] 万平,王军. 农用地“旱改水”整治工程技术综述[J]. 安徽农业科学,2015,20(20):186-187.
- [10] 袁磊,赵俊三,李红波,等. 云南山区宜耕未利用地开发适宜性评价与潜力分区[J]. 农业工程学报,2013,29(16):229-237.
- [11] 胡月明,肖莉,江华,等. 层次分析法在中山市土地利用对策研究中的应用[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2001,29(3):57-60.