

DOI:10.3876/j.issn.1000-1980.2012.06.012

水稻不同生育阶段稻田水位调控 对产量因子及产量的影响

王君^{1,2}, 俞双恩^{1,2}, 丁继辉^{1,2}, 胡哲³, 肖梦华^{1,2}

(1. 河海大学南方地区高效灌排与农业水土环境教育部重点实验室, 江苏 南京 210098;
2. 河海大学水利水电学院, 江苏 南京 210098; 3. 浙江省桐乡市水利局, 浙江 桐乡 314500)

摘要: 以稻田水位作为调控指标, 对水稻分蘖期、拔节孕穗期、抽穗开花期和乳熟期进行受旱试验, 根据试验资料分析水稻不同生育期受旱对产量及其构成因子的影响。研究表明: 水稻分蘖期受旱, 对有效穗数最为不利, 反而复水后会使得穗粒数、结实率有所增加, 对千粒质量影响不大, 如分蘖期严重受旱, 将导致严重减产; 拔节孕穗期对水分很敏感, 受旱对穗粒数和结实率均产生不利影响, 会严重降低产量, 而对千粒质量影响并不显著; 抽穗开花期受旱对穗粒数、结实率和千粒质量均产生不利影响; 乳熟期受旱主要对千粒质量产生不利影响。通过灰色关联度分析, 得出水稻产量构成因子对产量贡献最大的为有效穗数。

关键词: 水稻受旱; 稻田水位; 产量因子; 灰色关联度分析

中图分类号: S511 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-1980(2012)06-0664-06

Effects of paddy field water level control on yield factor and rice yield at different rice growth stages

WANG Jun^{1,2}, YU Shuangen^{1,2}, DING Jihui^{1,2}, HU Zhe³, XIAO Menghua^{1,2}

(1. Key Laboratory of Efficient Irrigation-Drainage and Agricultural Soil-Water Environment in Southern China, Ministry of Education, Hohai University, Nanjing 210098, China;
2. College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;
3. Tongxiang Municipal Bureau of Water Resources, Tongxiang 314500, China)

Abstract: Experiments were conducted to study rice drought during the tillering stage, jointing and booting stage, sprouting and blooming stage, and milky ripe stage, with the water level of the paddy field being the control index. The effects of rice drought during different growth stages on the yield and its component factors of rice were studied based on the test data. The results show that rice drought at the tillering stage is most unfavorable to the effective panicle number, but after re-watering it will make the grain number per spike and seed setting rate increase and have an insignificant effect on 1 000-grain weight; if rice at the tillering stage experiences serious drought, it will cause a sharp decline of yield; rice at the jointing and booting stage is quite sensitive to water, so drought at this stage will seriously cut the yield and have an unfavorable effect on the grain number per spike and seed setting rate and an insignificant effect on 1 000-grain weight; rice drought at the sprouting and blooming stage has an unfavorable effect on the grain number per spike, seed setting rate, and 1 000-grain weight; and rice drought at the milky ripe stage has an unfavorable effect on 1 000-grain weight. Through grey relational grade analysis, it was found that the component factor of rice yield that contributes the most to the yield of rice is the effective panicle number.

Key words: rice drought; water level of paddy field; yield factor; grey relational grade analysis

水稻是我国主要的粮食作物,由于降雨的时空分布不均和水资源的短缺,水稻在不同生育阶段都有可能受到干旱胁迫。水稻受旱对产量的影响一直是我国有关科技工作者关注的热点^[1-6]。由于地理位置、环境、栽培技术、品种的差异,水稻受旱对其生长指标及产量影响的结论也不完全一致。为了进一步研究水稻不同生育阶段受旱对产量及其构成因子的影响,并探讨产量构成因子对产量贡献的大小,本文以稻田水位作为调控指标,对水稻进行受旱试验,研究水稻在不同生育阶段受旱对产量及其构成因子的影响,并通过灰色关联度分析方法^[7]研究水稻产量构成因子对水稻产量贡献的大小。

1 材料与方法

1.1 试验区概况及供试水稻品种

试验于 2009 年 5—10 月在河海大学南方地区高效灌排与农业水土环境教育部重点实验室的试验场内进行。该试验场位于河海大学江宁校区,属于亚热带湿润气候,冬冷夏热,四季分明,年平均降雨量为 1 021.3 mm,年平均蒸发量为 900 mm,年平均气温 15.7 ℃,绝对最高温度 43 ℃,绝对最低温度-14 ℃,最热月平均温度 28.1 ℃,最冷月平均温度-2.1 ℃,最大平均湿度 81%,年无霜期 237 d,年均日照时数 2 212.8 h,日照时数百分率约 50%。

试验场共有 32 个固定式蒸渗仪(有底 28 个,无底 4 个),分 2 组布置,每组 16 个(每个蒸渗仪的规格长×宽×深为 2.5 m×2 m×2 m),中间设地下廊道及地下设备间,地面设有移动式雨棚。

供试的水稻品种为扬粳 4038,全生育期 150 d 左右,分为苗期、返青期、分蘖期、拔节孕穗期、抽穗扬花期、乳熟期、黄熟期 7 个生育阶段。水稻 5 月 11 日 14:00 泡种,12 日 17:00 开始催芽,5 月 13 日下午育秧,6 月 14 日移栽,移栽时的叶龄为 6 叶期,栽插密度为 25 cm×15 cm,合计 26.7 万穴/hm²,每穴 3 根基本苗。合计基本苗 80 万根/hm²。

1.2 试验方案

以稻田水位作为水分调控指标,分别在分蘖期、拔节孕穗期、抽穗开花期和乳熟期进行水稻不同程度的受旱试验:(a)控水时地下水位按控制标准保持不变,补水时通过与测坑相连的地下连通器补充地下水,避免从地表灌水。(b)控水结束后,灌水至适宜水深上限。(c)根据以往的水稻试验得到水稻的适宜控水下限为-300 mm,上限为 30 mm。为了达到试验效果,受旱控水深度为-400 mm 和-600 mm,受旱控制水位时间为 10 d,每个生育阶段开始时控水(分蘖期水位为-200 mm 和-20 mm,受旱控水深度为-300 mm 和-500 mm),试验处理方案见表 1。分别在 9 个测坑内进行试验,每个测坑隔成面积相等的 3 块,即 1 个测坑 3 个重复。对照试验在无底测坑中进行,控水处理在有底测坑中进行。

表 1 水稻受旱处理设计方案

Table 1 Design scheme of rice drought

控水处理	分蘖期控水深度/mm	拔节孕穗期控水深度/mm	抽穗开花期控水深度/mm	乳熟期控水深度/mm
H1	-300	-300 ~ 30	-300 ~ 30	-300 ~ 30
H2	-500	-300 ~ 30	-300 ~ 30	-300 ~ 30
H3	-200 ~ 20	-400	-300 ~ 30	-300 ~ 30
H4	-200 ~ 20	-600	-300 ~ 30	-300 ~ 30
H5	-200 ~ 20	-300 ~ 30	-400	-300 ~ 30
H6	-200 ~ 20	-300 ~ 30	-600	-300 ~ 30
H7	-200 ~ 20	-300 ~ 30	-300 ~ 30	-400
H8	-200 ~ 20	-300 ~ 30	-300 ~ 30	-600
对照	-200 ~ 20	-300 ~ 30	-300 ~ 30	-300 ~ 30

1.3 观测内容与方法

1.3.1 水位观测

每天上午 9:00 观测农田水位深度。当上午的观测值低于或接近下限值(差值小于等于 10 mm(水层)或 50 mm(地下水))时当天按处理要求灌水至上限。

1.3.2 考种

收割前 4 天,每个测坑随机选取 5 穴,测量其株高、节间距、穗长、穗数和实瘪粒数,计算结实率。用

50 cm×50 cm 的铁框,每个测坑随机取 3 次样,数铁框内穗数。收割后,在每穴中随机选取 1 000 粒实粒,计算千粒质量。

2 结果与分析

2.1 水稻产量构成因子分析

2.1.1 有效穗数

水稻产量与构成因子原始数据见表 2。表 2 中数据为各控水处理和对照处理 3 个重复的平均值,a,b,c 表示同一测定相同项目在 $P_{0.05}$ 水平上的差异显著性。

由表 2 可知,控水处理 H1,H2,H4 与对照相比,有效穗数降幅比较明显,降幅分别为 17.58%,24.85%,16.97%;而其他控水处理与对照相比,降幅在 0.61%~7.58% 之间变化。由此可见,分蘖期受旱对有效穗数的影响最大,因为分蘖期是决定穗数的关键时期^[8]。如果受旱,会减少分蘖,进而影响有效穗数。而拔节孕穗期控水处理 H3、抽穗开花期、乳熟期对有效穗数的影响并不大。拔节孕穗期控水处理 H4 与 H3 相比,可能因为受旱过于严重,才导致有效分蘖显著减少。

表 2 水稻产量与构成因子原始数据
Table 2 Original data of rice yield and component factors

控水处理	有效穗数/ (万穗·h m ⁻²)	穗粒数/ (粒·穗 ⁻¹)	结实率/%	千粒质量/g	产量/ (kg·hm ⁻²)
H1	272	124.56	91.74 a	26.28	8 168.43 bc
H2	248	125.34	92.51 a	25.68	7 384.96 c
H3	328	119.58	90.46 ab	25.59	9 079.27 ab
H4	274	118.65	88.51 bc	25.34	7 291.80 c
H5	318	121.51	88.23 c	25.29	8 763.82 ab
H6	305	118.85	87.91 c	25.03	7 969.34 bc
H7	318	123.59	90.48 ab	25.15	8 943.37 ab
H8	324	124.05	87.88 c	24.98	8 822.68 ab
对照	330	122.84	90.97 a	26.13	9 636.30 a

2.1.2 穗粒数

由表 2 可知,分蘖期控水处理 H1,H2 与对照相比,穗粒数分别增加 1.40% 和 2.04%;而拔节孕穗期、抽穗开花期控水处理 H3,H4,H5,H6 与对照相比,穗粒数降幅在 1.08%~3.41% 之间;乳熟期控水处理 H7,H8 与对照相比,穗粒数增幅为 0.61% 和 0.99%,基本上没有变化。由此可见,拔节孕穗期和抽穗开花期受旱对穗粒数的增加不利;而分蘖期可能因为受旱致使穗数减少,降低了穗数之间的竞争程度,复水后的补偿效应^[9-10]使得穗粒数增加。

2.1.3 结实率

由表 2 可知,控水处理 H1 和 H2 与对照相比,结实率增幅 0.85% 和 1.69%,但是没有显著性差异,原因可能是分蘖期受旱、复水后的补偿效应。而控水处理 H4,H5,H6,H8 与对照相比,结实率减幅在 2.70%~3.40% 之间,达到 $P_{0.05}$ 显著水平。由此可知,拔节孕穗期控水处理 H4、抽穗开花期控水处理 H6 和乳熟期控水处理 H8 都会导致水稻空秕提高,结实率显著下降,而拔节孕穗期控水处理 H3 和乳熟期控水处理 H7 对结实率并没有显著性影响。对于抽穗开花期和乳熟期而言,控制水位越深(即受旱越严重),结实率越低。综上所述可知,抽穗开花期是水稻结实率最敏感时期。

2.1.4 千粒质量

从表 2 可以看出:(a)除了控水处理 H1 以外,其他控水处理与对照相比,千粒质量均降低了,降幅在 1.72%~4.40% 之间;控水处理 H1 千粒质量增幅 0.57%,基本上与对照没有差别。(b)同一生育阶段,由于控水深度不一样,千粒质量降幅也不一样,控水深度越深(即受旱越严重),千粒质量降幅越大。(c)降幅最大的控水处理是 H6 和 H8,降幅分别达到 4.21% 和 4.40%。由此可知抽穗开花期和乳熟期受旱对水稻千粒质量最为不利。因为抽穗开花后是水稻生殖生长期,主要以开花、授粉、结实、灌浆为主,对穗粒数和千粒质量影响较大。

2.2 产量

由表 2 可知,各个控水处理与对照相比,产量降幅为 5.78%~24.33%。比较控水处理 H2,H4,H6,H8

和对照可知:(a) 拔节孕穗期受旱对产量的影响最严重,产量降幅达 24.33%,经方差分析达 $P_{0.05}$ 显著水平,此阶段为缺水敏感期,这与武兰春^[11]的研究相似。(b) 分蘖期,产量降幅为 23.36%,经方差分析达到 $P_{0.05}$ 显著水平。分蘖期是决定穗数的关键时期,如果分蘖期严重受旱,势必会影响水稻的穗数,进而影响产量。(c) 抽穗开花期,产量降幅为 17.30%,也达到 $P_{0.05}$ 显著水平。(d) 乳熟期产量降幅只有 8.44%,在 $P_{0.05}$ 水平没有显著性差异。另外,从表 2 还可以知道,同一生育阶段,控制地下水位越深(即受旱越严重),水稻减产也越严重。

2.3 水稻产量及其构成因子间的灰色关联度分析

为了探讨不同生育阶段受旱情况下水稻产量与其构成因子之间的关联,本文采用灰色关联度分析法进行分析^[7]。该方法与数理统计学的相关分析不同,主要基于灰色系统的灰色过程,进行因素间时间序列的比较,不要求数据太多,主要研究动态过程。

2.3.1 原始数据的均值化变换

先分别求出表 2 中各个序列的平均值,再用平均值除以对应序列中的各个原始数据,便得到新的数据,即为均值化序列。均值化序列的特点是量纲为 1,其值大于 0,并且大部分接近于 1(见表 3)。

2.3.2 计算绝对差值

根据表 3 数据求出水稻产量与其构成因子对应点的绝对差值,见表 4。

2.3.3 计算关联系数

关联系数的计算公式为

$$\eta_{oi}(k) = \frac{\delta_{\min} + \rho\delta_{\max}}{\delta_{oi}(k) + \rho\delta_{\max}} \quad (1)$$

式中: $\eta_{oi}(k)$ ——关联系数; $\delta_{\min}$ ——绝对差中最小值; $\delta_{\max}$ ——绝对差中最大值; $\delta_{oi}(k)$ ——两比较序列的绝对差; ρ ——分辨系数,其意义是削弱最大绝对差值太大引起的失真,提高关联系数之间的差异显著性,在 0~1 之间,一般情况下可取 0.1~0.5,本文取 0.5。将表 4 中的绝对差代入式(1),得关联系数表(表 5)。

2.3.4 求关联度

关联度的计算公式为

$$r_{oi} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \eta_{oi}(k) \quad (2)$$

式中: r_{oi} ——子序列 i 与母序列 O 的关联度; N ——比较序列的长度(即数据个数)。把表 5 的数据代入式(2),可得水稻产量与各因素的关联度,见表 6。

在本文的灰色关联度分析中,关联度是用来表示水稻产量各构成因子对产量贡献的大小,关联度越大,说明该因子对产量的贡献越大^[12]。通过

表 3 水稻产量与构成因子均值化转化结果

Table 3 Mean transformation of rice yield and component factors					
控水处理	有效穗数	穗粒数	结实率	千粒质量	产量
H1	0.9010	1.0200	1.0210	1.0307	0.9666
H2	0.8215	1.0265	1.0296	1.0072	0.8738
H3	1.0865	0.9793	1.0067	1.0037	1.0743
H4	0.9076	0.9717	0.9850	0.9939	0.8628
H5	1.0534	0.9951	0.9819	0.9919	1.0370
H6	1.0103	0.9733	0.9784	0.9817	0.9430
H7	1.0534	1.0121	1.0070	0.9864	1.0582
H8	1.0732	1.0159	0.9780	0.9797	1.0440
对照	1.0931	1.0060	1.0124	1.0248	1.1402

表 4 水稻产量与构成因子的绝对差值

Table 4 Absolute difference of rice yield and component factors					
控水控水处理	有效穗数	穗粒数	结实率	千粒质量	
H1	0.0656	0.0534	0.0544	0.0641	
H2	0.0523	0.1527	0.1558	0.1334	
H3	0.0122	0.0950	0.0676	0.0706	
H4	0.0448	0.1089	0.1222	0.1311	
H5	0.0164	0.0419	0.0551	0.0451	
H6	0.0673	0.0303	0.0354	0.0387	
H7	0.0048	0.0461	0.0512	0.0718	
H8	0.0292	0.0281	0.0660	0.0643	
对照	0.0471	0.1342	0.1278	0.1154	

表 5 水稻产量与各因素的关联系数

Table 5 Correlation coefficients of rice yield and component factors					
生育期	处理	有效穗数	穗粒数	结实率	千粒质量
分蘖期	H1	0.871	0.952	0.945	0.880
	H2	0.960	0.542	0.535	0.592
	对照	1.000	0.589	0.608	0.647
拔节孕穗期	H3	1.000	0.489	0.589	0.576
	H4	0.709	0.451	0.419	0.400
	对照	0.694	0.394	0.407	0.435
抽穗开花期	H5	1.000	0.766	0.683	0.744
	H6	0.621	0.857	0.815	0.789
	对照	0.731	0.415	0.428	0.458
乳熟期	H7	1.000	0.635	0.608	0.518
	H8	0.747	0.755	0.540	0.547
	对照	0.630	0.357	0.369	0.394

对控水条件下水稻产量4个构成因子进行分析,得出不同生育期受旱各产量构成因子与水稻产量之间的关联顺序按从大到小排列为:(a)分蘖期,有效穗数,千粒质量,结实率,穗粒数;(b)拔节孕穗期,有效穗数,结实率,千粒质量,穗粒数;(c)抽穗开花期,有效穗数,穗粒数,千粒质量,结实率;(d)乳熟期,有效穗数,穗粒数,结实率,千粒质量。说明在不同生育阶段控水条件下,有效穗数对水稻产量的贡献最大,应尽可能提高水稻的有效穗数。由于水稻产量的构成因子与产量及其各因子间存在相关性^[13-14],应协调好这些因子之间的相互影响和制约作用,尽量防止在提高某一因素的同时使其他因素产生负面影响。

3 结 论

a. 水稻不同生育阶段受旱均会造成减产。控水深度在-400 mm时,各个生育阶段受旱,水稻产量降幅为分蘖期(-300 mm) 15.23%,拔节孕穗期 5.78%,抽穗开花期 9.05%,乳熟期 7.19%;控水深度在-600 mm时,各个生育阶段受旱,水稻产量降幅为分蘖期(-500 mm) 23.36%,拔节孕穗期 24.33%,抽穗开花期 17.30%,乳熟期 8.44%;且受旱越严重,减产越厉害,其中受旱最为敏感的是拔节孕穗期。分蘖期受旱对有效穗数最为不利,反而复水后会使得穗粒数、结实率有所增加,对千粒质量影响不大;拔节孕穗期受旱对穗粒数和结实率均会产生不利影响,而对千粒质量影响并不显著;抽穗开花期受旱对穗粒数、结实率和千粒质量均产生不利影响;乳熟期受旱主要对千粒质量产生不利影响。

b. 通过对水稻产量与产量构成因子间的灰色关联度分析,得出受旱各因子与水稻产量之间的关联顺序按从大到小排列为:分蘖期,有效穗数,千粒质量,结实率,穗粒数;拔节孕穗期,有效穗数,结实率,千粒质量,穗粒数;抽穗开花期,有效穗数,穗粒数,千粒质量,结实率;乳熟期,有效穗数,穗粒数,结实率,千粒质量。

参考文献:

[1] 郭相平,袁静,郭枫,等. 旱涝快速转换对分蘖后期水稻生理特性的影响[J]. 河海大学学报:自然科学版,2008,36(4): 516-519. (GUO Xiangping, YUAN Jing, GUO Feng, et al. Effects of rapid shift from drought to waterlogging stress on physiological characteristics of rice in late tillering stage[J]. Journal of Hohai University: Natural Sciences, 2008, 36(4): 516-519. (in Chinese))

[2] 俞双恩,彭世彰,王士恒,等. 控制灌溉条件下水稻的群体特征[J]. 灌溉排水,1997,19(2):20-23. (YU Shuangen, PENG Shizhang, WANG Shiheng, et al. The colony characteristics of rice under control irrigation condition[J]. Irrigation and Drainage, 1997, 19(2): 20-23. (in Chinese))

[3] 姜心禄,郑家国,袁勇. 水稻本田期不同生育阶段受旱对产量的影响[J]. 西南农业学报,2004,17(4):435-438. (JIANG Xinlu, ZHENG Jiaguo, YUAN Yong. Effects of water stresses on grain yield at different rice growth stage[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2004, 17(4): 435-438. (in Chinese))

[4] 季飞,付强,王克全,等. 不同水分条件对水稻需水量及产量影响[J]. 灌溉排水学报,2007,26(5):82-85. (JI Fei, FU Qiang, WANG Kequan, et al. Effects of different water supply on water demand and yield of rice[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2007, 26(5): 82-85. (in Chinese))

[5] 刘凤丽,彭世彰,徐俊增,等. 控制灌溉模式下水稻群体结构试验研究[J]. 沈阳农业大学学报,2004(增刊1):417-419. (LIU Fengli, PENG Shizhang, XU Junzeng, et al. Characteristics of rice population under controlled irrigation condition[J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 2004(Sup1): 417-419. (in Chinese))

[6] 俞双恩,缪子梅,邢文刚,等. 以农田水位作为水稻灌排指标的研究进展[J]. 灌溉排水学报,2010,29(2):134-136. (YU Shuangen, MIAO Zimei, XING Wengang, et al. Research advance on irrigation-drainage for rice by using field water level as regulation index[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2010, 29(2): 134-136. (in Chinese))

[7] 唐启义,冯明光. 实用统计分析及其计算机处理平台[M]. 北京:中国农业出版社,1997:381-388.

[8] 徐俊增,彭世彰,魏征. 分蘖期水分调控对覆膜旱作水稻茎蘖动态影响分析[J]. 河海大学学报:自然科学版,2010,38(5): 511-515. (XU Junzeng, PENG Shizhang, WEI Zheng. Effect of soil moisture regulation during tillering period on shoot

表6 水稻产量与各因素的关联度

Table 6 Correlation of rice yield and component factors

生育期	r_{oi}			
	有效穗数	穗粒数	结实率	千粒质量
分蘖期	0.944	0.694	0.696	0.706
拔节孕穗期	0.801	0.445	0.472	0.470
抽穗开花期	0.784	0.679	0.642	0.664
乳熟期	0.792	0.582	0.506	0.486

dynamics of rice cultivated in plastic film mulched dryland and its simulation[J]. Journal of Hohai University:Natural Sciences, 2010,38(5):511-515. in Chinese))

[9] 郝树荣,郭相平,王文娟. 旱后复水对水稻生长的后效影响 [J]. 农业机械学报,2010,41(7): 76-79. (HAO Shurong, GUO Xiangping,WANG Wenjuan. After effects of rewatering after water stress on the rice growth[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery,2010,41(7): 76-79. (in Chinese))

[10]魏征,彭世彰,孔伟丽,等. 生育中期水分亏缺复水对水稻根冠及水肥利用效率的补偿影响[J]. 河海大学学报:自然科学版,2010,38(3):322-326. (WEI Zheng,PENG Shizhang,KONG Weili,et al. Compensation effects of roots and shoots of rice and water and fertilizer utilization efficiency owing to rewatering of water deficit during intermediate period of bearing[J]. Journal of Hohai University:Natural Sciences,2010,38(3):322-326. (in Chinese))

[11]武兰春. 水分胁迫对水稻产量结构及产量的影响[J]. 河北水利科技,1996,17(3):8-12. (WU Lanchun. Water stress on rice production structure and the influence of the production[J]. Hebei Water Science and Technology,1996,17(3): 8-12. (in Chinese))

[12]袁伟玲,曹凑贵,程建平. 水稻产量及构成因素的灰色关联度分析[J]. 湖北农业科学,2005(2):24-25. (YUAN Weiling, CAO Cougui,CHENG Jianping. Gray correlation analysis of rice yield and its compositions[J]. Hubei Agricultural Sciences,2005 (2):24-25. (in Chinese))

[13]高良艳,周鸿飞. 水稻产量构成因素与产量的分析[J]. 辽宁农业科学,2007(1):26-28. (GAO Liangyan,ZHOU Hongfei. Relationship between yield component factors and yield in rice[J]. Liaoning Agricultural Sciences,2007(1):26-28.)

[14]邢文刚,陈立娜,邵光成,等. 控制排水条件下水稻产量影响指标敏感性的通径分析[J]. 灌溉排水学报,2010,29(3):41-45. (XING Wengang,CHEN Lina,SHAO Guangcheng,et al. Path analysis on sensibility of rice yield impact indicators under controlled drainage[J]. Journal of Irrigation and Drainage,2010,29(3):41-45. (in Chinese))

.....

《水利水电科技进展》征订启事

(邮发代号:28-244, CN32-1439/TV, ISSN1006-7647, 双月刊,A4 开本)

《水利水电科技进展》由河海大学主办,是中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊,全国中文核心期刊,中国科技核心期刊,RCCSE 核心期刊,全国水利系统优秀期刊,华东地区优秀期刊,江苏省优秀期刊。主要刊登水科学、水工程、水资源、水环境、水管理方面的科技论文,主要栏目有水问题论坛、研究探讨、工程技术、水管理、专题综述、国外动态等,适合水科学、水工程、水资源、水环境领域的科研、工程、管理人员以及大专院校师生阅读。

《水利水电科技进展》由邮局发行,邮发代号:28-244,2013 年每期定价 12 元,全年 6 期共计 72 元。可
在全国各地邮局订阅,也可直接向编辑部订阅。

编辑部地址:南京市西康路 1 号 河海大学《水利水电科技进展》编辑部
邮政编码:210098
电话/传真:025-83786335
E-mail:jz@hhu.edu.cn
http://kkb.hhu.edu.cn/web/indexjz.asp?d_id=5