

基于灰色关联度的农用喷头结构与性能分析

陆静霞, 丁为民 (南京农业大学工学院, 江苏南京 210031)

摘要 应用灰色关联度分析法, 探讨扇形雾喷头的内腔直径、相对切深、V型槽角度对流量、喷雾角性能的影响。该研究为在灌溉中研究高性能喷头、确定喷头的结构参数及科学评价喷头质量提供依据。

关键词 喷头; 结构; 性能; 灰色关联

中图分类号 S220.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)29-14370-02

Analysis of Structure and Performance of Farming Nozzle with Grey Incidence

LU Jing-xia et al (College of Engineering, Nanjing Agriculture University, Nanjing, Jiangsu 210031)

Abstract The effect of lumen diameter, relative cut deep, V slot angle on the performance of flow and spray angle was discussed with grey incidence. It could provide reference for researching high performance nozzle, confirming the structure parameter of nozzle and evaluating nozzle quality correctly.

Key words Nozzle; Structure; Character; Gray incidence

灌溉均匀度、雾化程度、喷灌强度等与喷头构造和性能密切相关。目前, 国内对喷头结构和性能的研究还远远不够。笔者依据标准 JB/T9782-1999, 选用便于组合使用、雾化性能好、结构相对简单、成本相对较低的农用扇形雾喷头, 通过喷头结构对流量、喷雾角等性能的影响试验, 应用灰色关联度分析法, 探讨扇形雾喷头的内腔直径、相对切深、V型槽角度对流量、喷雾角性能的影响, 为研究高性能喷头, 确定喷头的结构参数, 科学地评价喷头质量, 进一步精确控制喷灌过程, 提高灌溉水利用率提供可行的依据。

1 材料与试验方法

1.1 试验条件 喷头性能试验采用不含固体悬浮物的自来水。试验期间, 试液的温度和实验室的气温保持在 20~28℃, 实验室内的相对湿度不低于 50%, 试验台的工作压力变化量不超过试验压力值的 ±2%。

1.2 仪器设备 该试验采用南京农业机械化研究所自行研制的喷头综合性能精密测试试验台^[1]。该试验台采用意大利 Euromag International 生产的 MUT500 传感器和 MC308 转换器测量喷头的流量。压力信号的采集采用 KYT-PI80 型压力变送器, 喷头的雾量分布是通过测量各集雾试管收集的液体重量实现的。喷雾角通过相机、图像采集卡及图像处理技术来获得。采用万能显微镜测量仪测定喷头的切深、切角和内孔直径。

1.3 灰色关联分析方法 灰色关联分析是一种系统分析方法, 在反映系统行为的特征数据序列和影响系统行为的有效因素数据序列中找出关联性, 根据已有的部分信息, 通过一定量的数据处理, 计算其关联度, 确定影响系统行为的主要因素以及各因素对系统行为影响的差异^[2]。按照灰色关联分析的目的, 灰色关联度可分为灰色绝对关联度、灰色相对关联度和灰色综合关联度。对于以确定影响喷头性能的主要因素为目的的灰色关联分析, 采用灰色综合关联度分析方法。其分析步骤如下:

(1) 确定数据序列和生成处理数据序列。在喷头性能

评判中, 影响喷头性能有内腔直径、相对切深、V型槽角度等参数。可以认为, 喷头结构是影响喷头性能的内因, 而流量、喷雾角等输出参数是喷头性能的表现形式。进行灰色关联分析时, 将反映喷头性能优劣的流量、喷雾角等输出参数作为系统特征变量, 记为 $y_i (i=1, 2, 3, \dots, s)$; 相应地将喷头结构参数定义为相关因素变量, 记为 $x_j (j=1, 2, 3, \dots, m)$ 。若有 n 种扇形喷头的试验数据, 那么, 每个系统特征变量和相关因素变量在各种喷头中所测得的数据值就构成相应的系统特征数据序列:

$$Y_i = (y_i(1), y_i(2), y_i(3), \dots, y_i(k), \dots, y_i(n))$$

相关因素数据序列为:

$$X_j = (x_j(1), x_j(2), x_j(3), \dots, x_j(k), \dots, x_j(n))$$

应用灰色关联分析方法, 确定各种因素对喷头性能的影响程度, 就是通过计算系统特征变量数据序列和相关因素变量数据序列之间的灰色关联度, 建立灰色关联矩阵, 利用优势分析原则, 得出各种影响因素的排序, 最终确定各结构参数对喷头性能的影响程度。

由于数据序列的样本值单位不统一, 应通过均值化算子 D 的作用生成处理数据序列 Y_i^1 和 X_j^1 , 使得序列样本值无量纲化, 见式(1)和(2)^[3]。

$$Y_i^1 = Y_i D = (y_i^1(1), y_i^1(2), y_i^1(3), \dots, y_i^1(k), \dots, y_i^1(n)) \quad (1)$$

$$X_j^1 = X_j D = (x_j^1(1), x_j^1(2), x_j^1(3), \dots, x_j^1(k), \dots, x_j^1(n)) \quad (2)$$

式中, $y_i^1(k) = y_i(k) / (\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n y_i(k))$, $x_j^1(k) = x_j(k) / (\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_j(k))$ 。

对经过均值化算子作用而得到的系统数据序列 Y_i^1 和相关因素数据序列 X_j^1 , 分别经过始点零化算子 D_0 作用得到相应的零化数据序列。

$$Y_i^0 = Y_i^1 D_0 = (y_i^0(1), y_i^0(2), y_i^0(3), \dots, y_i^0(k), \dots, y_i^0(n)) \quad (3)$$

$$X_j^0 = X_j^1 D_0 = (x_j^0(1), x_j^0(2), x_j^0(3), \dots, x_j^0(k), \dots, x_j^0(n)) \quad (4)$$

式中, $y_i^0(k) = y_i^1(k) - y_i^1(1)$, $x_j^0(k) = x_j^1(k) - x_j^1(1)$, $k=1, 2, 3, \dots, n$ 。

基金项目 国家科技部科研条件项目资助(JG-2003-12)。

作者简介 陆静霞(1971-), 女, 江苏靖江人, 博士, 讲师, 从事植物电信号方面的研究。

收稿日期 2009-06-22

(2)计算灰色关联度矩阵。根据灰色关联度的定义,由式(5)得第 j 个因素变量对第 i 个系统特征变量的灰色绝对关联度 $(\varepsilon_{ij})^{[3]}$ 。

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1 + |y_{s_i}| + |x_{s_j}|}{1 + |y_{s_i}| + |x_{s_j}| + |x_{s_j} - y_{s_i}|} \quad (5)$$

式中, $|y_{s_i}| = |\sum_{k=2}^{n-1} y_i^0(k) + \frac{1}{2} y_i^0(n)|, i = 1, 2, 3, \dots, s; |x_{s_j}| = |\sum_{k=2}^{n-1} x_j^0(k) + \frac{1}{2} x_j^0(n)|, j = 1, 2, 3, \dots, m; |x_{s_j} - y_{s_i}| = |\sum_{k=2}^{n-1} [x_j^0(k) - y_i^0(k)] + \frac{1}{2} [x_j^0(n) - y_i^0(n)]|。$

对于数据序列 Y_i 和 X_j ,其初值像为 $Y_i' = Y_i/y_i(1), X_j' = X_j/x_j(1), Y_i'$ 和 X_j' 的灰色绝对关联度称为 Y_i 和 X_j 的灰色相对关联度,记为 r_{ij} 。 Y_i 与 X_j 的灰色综合关联度为 $\rho_{ij} = \theta \varepsilon_{ij} + (1 - \theta)r_{ij}, \theta \in [0, 1]^{[3]}$ 。

通过灰色综合关联度,计算出每个相关因素变量(结构参数)对每个系统特征变量(性能参数)的灰色综合关联度 (ρ_{ij}) ,便得到灰色综合关联度矩阵 $A_{s \times m}$ 。

$$A_{s \times m} = \begin{bmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} & \rho_{13} & \dots & \rho_{1m} \\ \rho_{21} & \rho_{22} & \rho_{23} & \dots & \rho_{2m} \\ M & M & M & \dots & M \\ \rho_{s1} & \rho_{s2} & \rho_{s3} & \dots & \rho_{sm} \end{bmatrix}$$

2 结果与分析

该试验所用喷头为自加工铜质喷头。喷头性能试验采用不含固体悬浮物的自来水,室温为 25 °C 左右,实验室内的相对湿度不低于 50%,喷头高度为 350 mm,压力稳定在 0.3 MPa。此时,测得喷头结构参数、流量及喷雾角参数。

根据表 1 中各参数的具体值,形成由流量、喷雾角组成的系统特征数据序列 (Y_i) 和由内腔直径、V 型槽角度及相对切深组成的相关因素数据序列 (X_j) 。

$$Y_i = (y_i(1), y_i(2), y_i(3), y_i(4), y_i(5), y_i(6), y_i(7), y_i(8)) (i = 1, 2)$$

$$X_j = (x_j(1), x_j(2), x_j(3), x_j(4), x_j(5), x_j(6), x_j(7), x_j(8)) (j = 1, 2, 3)$$

由表 1 得到的灰色综合关联度矩阵为:

$$A_{2 \times 3} = \begin{bmatrix} 0.575\ 979 & 0.520\ 395 & 0.518\ 234 \\ 0.519\ 804 & 0.522\ 253 & 0.679\ 187 \end{bmatrix}$$

表 1 压力不变时扇形雾喷头结构与性能试验参数

Table 1 Experiment parameters of structure and character of fan nozzle at invariable pressure

序号 No.	y_1 (流量) ml/min Flow	y_2 (喷雾角) /° Spray angle	x_1 (内腔直径) //mm Intracavity diameter	x_2 (V 型槽角度) //° V-groove angle	x_3 (相对切深) Relative chopping depth
1	2 698	107.80	2.443	27.72	1.510
2	5 170	112.00	3.357	27.97	1.416
3	386	80.00	1.141	42.79	0.926
4	1 564	80.00	2.072	61.95	0.719
5	1 681	76.50	1.857	44.19	1.303
6	3 148	110.00	2.862	29.22	1.290
7	1 212	79.20	1.555	48.33	1.135
8	2 401	110.00	2.313	30.92	1.316

从关联性分析结果可以看出,在压力恒定时的喷头结构

参数内腔直径、V 型槽角度、相对切深对流量、喷雾角的综合关联度都达到 0.5 以上,说明以上 3 个结构参数与喷头的流量、喷雾角 2 个性能参数密切相关。压力恒定时的结构参数与流量关联度依次为 $\rho_{流量-内腔直径} > \rho_{流量-V型槽角度} > \rho_{流量-相对切深}$,而结构参数与喷雾角的关联度依次为 $\rho_{喷雾角-相对切深} > \rho_{喷雾角-V型槽角度} > \rho_{喷雾角-内腔直径}$ 。相对切深对喷雾角的关联度达到 0.679 187,说明该参数对喷雾角性能作用最强烈,应作为主要参考指标。

保持实验室内的室温为 25 °C 左右,相对湿度不低于 50%,喷头高度为 350 mm,改变压力值,测得扇形雾喷头结构与性能试验参数。

根据表 2 中各参数的具体值,形成由流量、喷雾角组成的系统特征数据序列 (Y_i) 和由内腔直径、V 型槽角度、相对切深及压力组成的相关因素数据序列 (X_j) 。

$$Y_i = (y_i(1), y_i(2), y_i(3), y_i(4), y_i(5), y_i(6), y_i(7), y_i(8)) (i = 1, 2)$$

$$X_j = (x_j(1), x_j(2), x_j(3), x_j(4), x_j(5), x_j(6), x_j(7), x_j(8)) (j = 1, 2, 3, 4)$$

由表 2 得到的灰色综合关联度矩阵为:

$$A_{2 \times 3} = \begin{bmatrix} 0.594\ 765 & 0.541\ 695 & 0.530\ 576 & 0.647\ 197 \\ 0.525\ 179 & 0.542\ 610 & 0.533\ 830 & 0.651\ 483 \end{bmatrix}$$

分析压力变化时的喷头结构参数与流量、喷雾角的关联性结果可得:

$$\rho_{流量-压力} > \rho_{流量-内腔直径} > \rho_{流量-V型槽角度} > \rho_{流量-相对切深}$$

$$\rho_{喷雾角-压力} > \rho_{喷雾角-V型槽角度} > \rho_{喷雾角-内腔直径} > \rho_{喷雾角-相对切深}$$

表 2 压力改变时扇形雾喷头结构与性能试验参数

Table 2 Experiment parameters of structure and character of fan nozzle at variable pressure

序号 No.	流量 ml/min Flow	喷雾角 /° Spray angle	内腔直径 mm Intracavity diameter	V 型槽角度 /° V-groove angle	相对切深 Relative chopping depth	压力 MPa Pressure
1	3 940	53.0	3.042	57.58	0.763	0.15
2	5 170	103.9	2.918	27.57	0.127	0.15
3	4 544	56.0	3.042	57.58	0.763	0.20
4	2 942	106.2	2.918	27.57	0.127	0.20
5	5 055	58.9	3.042	57.58	0.763	0.25
6	3 255	110.2	2.918	27.57	0.127	0.25
7	5 530	61.1	3.042	57.58	0.763	0.30
8	3 563	112.0	2.918	27.57	0.127	0.30

这说明动态参数压力对流量、喷雾角参数的影响比结构参数要明显,压力恒定和变化时 3 个结构参数对流量的关联度强弱顺序一致,说明压力改变喷头的各个结构参数对流量的影响程度不变。当评价喷雾角性能时,要考虑压力的变化情况,因为此时的关联度强弱顺序发生了变化。

3 结论

喷头的性能不仅受内腔直径、V 型槽角度及相对切深结构参数的影响,而且受到孔口边缘的光滑程度、切口表面的不平度和表面粗糙度、喷孔和轴线的不同轴度、喷孔和切口的不对称程度等诸多因素的影响,因此是一个具有许多不确定因素的灰色系统。当采用白化系统的分析方法进行分析时,往往只能得出某一性能随某个结构参数的变化关系。由

(下转第 14404 页)

等。当前,改革需要触及的矛盾越来越复杂、需要调整的利益关系越来越深刻,克服障碍的难度也越来越大。改革能否取得突破性的进展,将在很大程度上取决于各类改革能否取得具有实质意义的突破。社会主义新农村建设在本质上是社会主义现代化建设的一个内在构成部分,也是社会主义现代化建设不可超越的环节。按照现代民主、公平原则和社会主义和谐社会目标,农村居民应该和城市居民享有同等的权利。根据发展中国家现代化由政府主导的一般规律,新农村建设成功与否,主要取决于政府的投入和行政能力。

1.4 新农村建设的内涵决定了政府必须发挥实施主体作用 从根本上看,建设社会主义新农村是对严重失衡的城乡利益关系的合理调整,是对农村和农民长期欠账的合理补偿,是要通过农村生产力的发展、生产关系的优化和生产方式的演进,促进农村、农业和农民的现代化,缩小由不合理的体制、政策安排、生产力布局 and 自然环境等造成的城市与乡村、农业与非农产业以及农村居民与城市居民之间存在的生存和发展的差距,实现它们的协调发展,最终使广大农村居民的利益得到维护和体现。只有正确认识和把握新农村建设的本质,才能确保当前新农村建设保持正确的发展方向,使之真正成为惠及广大农民的世纪工程,而不会变相为一种政治运动或政绩工程。此外,我国政治体系的结构特征也决定了政府在新农村建设中的重要性。我国议行合一的政体结构形式、单一制的国家结构形式以及集权式的层级制政府形式使得政府具有较强的权能,能够通过其强大的组织网络进行资源配置,为新农村建设提供所需的公共产品与服务。

1.5 新农村建设的复杂性要求政府发挥实施主体作用 新农村建设是一项复杂的系统工程,包括“生产发展、生活宽裕、乡风文明、村容整洁、管理民主”等各个方面的内容。这就要求政府提供农村建设所必需的公共产品与公共服务,不仅要大力加强农田水利、交通通讯等乡村基础设施建设,而且需要加快发展农村义务教育与社会事业,大规模开展农村劳动力技能培训,积极发展农村卫生事业,逐步建立农村社会保障制度等。这些都非一村一庄、几个部门的分散力量所能完成的;有些问题还需要将深化农村改革与深化宏观改革并重,从而实现城乡改革的协调联动。因而,新农村建设必须依靠政府的力量,发挥政府的主体作用。

2 政府在新农村建设中的动力机制

作为惠及亿万农民的世纪工程,新农村建设受到了广大农民的欢迎和社会各方面的高度评价。要使这个工程真正取得成效,还必须形成一个强有力的各级政府投身新农村建设的动力机制。

政府在新农村建设中的动力机制是指在新农村建设过

程中,政府能够推进新农村建设进程的各种力量及其之间相互关系的发展。在影响新农村建设进程的各种力量中,农村落后的实际和由此造成的缩小社会差距的要求、人民政府的性质和责任以及现代化的要求是新农村建设的推动力量。但这种力量在新农村建设的动力机制中并不是决定性的。具有决定性力量的是政府投身新农村建设的内在动力,而这也正是目前缺少的。表现在中央政府层面,就是缺乏对新农村建设的规划、投资过少。地方政府层面的行为并不一定完全符合社会公共利益,对新农村建设“讲的多,做的少”;分利化改革中,中央与地方关系缺乏制度化建构,没有通过立法如《中央与地方关系法》等来确定中央与地方的制度化关系,政策执行的效率低、效果差。

上述问题的根本原因在于政府公共性的缺失。一是政府的自利性。经济学认为,人是自利的,追求私利是每个人的理性行为。政府是由人组成的,政府行为必然取决于政府官员个人的行为。这种自利行为使政府偏离公共性的目标,形成了对新农村建设的张力。二是政府受社会强势群体的支配并主要代表其利益,从而使弱势群体的利益得不到保障。正如世界银行人类发展报告所指出的:“在几乎所有的社会中,有钱有势者的需要和偏好在官方的目标和优先考虑中得到充分体现。但对于那些为使权力中心听到其呼声而奋斗的穷人和处于社会边缘的人们而言,这种情况却十分罕见。因此,这类人和其他影响力弱小的集团并没有从公共政策和服务中受益,即便那些最应当从中受益的人也是如此^[5]”。

3 结语

解决政府公共性缺失的问题,需要一个合理的制度安排,即应建立对政府官员的激励—约束机制。“激励机制的安排,不仅要考虑到人的物质要求,还要考虑到人们获得声望、尊敬、友谊以及其他社会和心理目标^[6]。”最关键之处在于,充分利用政府的自利性,建立一个科学有效的政府绩效考核指标体系及考评机制,把新农村建设指标纳入官员的政绩考核指标中,从而规范各级领导干部和政府的行为。同时,实施政府公共权力的广泛社会化监督。

参考文献

- [1] 席恒,张晓宁.新农村建设的主体、指标及其实现路径——基于合作收益的分析框架[J].江海学刊,2007(3):112-116.
- [2] 林毅夫.关于社会主义新农村建设的几点思考[J].中国国情国力,2006(4):4-9.
- [3] 韩俊.“两个趋向”的论断是解决“三农”问题的重大理论创新[J].理论动态,2005(1663).
- [4] 蓝光喜,聂爱云.社会主义新农村建设视角下的政府责任[J].中国行政管理,2007(7):51-54.
- [5] 世界银行.1997年人类发展报告:变革世界中的政府[M].北京:中国财政经济出版社,1997:110.
- [6] 奥尔森.集体行动的逻辑[M].上海:上海三联书店,1995:77.

(上接第14371页)

于喷头的性能是一个综合性状,采用关联分析的方法,计算出各结构因素与性能间的关联度,可客观地反映出各结构因素对影响喷头性能的相关密切程度。采用灰色关联性的分析方法,比较喷头的内腔直径、V型槽角度及相对切深对流量、喷雾角的综合关联度,得出在压力恒定和压力变化时各结构因素对喷头流量、喷雾角的关联程度,为正确评价扇形

雾喷头的性能提供可行依据。该文仅对喷头结构与流量、喷雾角两大性能进行了分析,表征喷头性能的雾量分布变异系数与喷头结构的关联性,有待进一步探讨。

参考文献

- [1] 柳平增,丁为民,薛新宇,等.喷头综合性能精密测试试验台的研制[J].江苏大学学报:自然科学版,2006,27(5):388-391.
- [2] 邓聚龙.灰理论基础[M].武汉:华中科技大学出版社,2002.
- [3] 刘思峰,党耀国,方志耕,等.灰色系统理论及其在应用[M].北京:科学出版社,2004.