

序号：\_\_\_\_\_

编码：\_\_\_\_\_

## 第二届大学生节能减排社会实践与科技 竞赛作品申报书

【科技作品类（含实物制作、软件、设计等）】

作品名称： 低能耗变量喷洒喷灌机组研制及节能供水研究

学校全称： 江苏大学

申报者姓名： 刘俊萍

# 说 明

1. 申报者应在认真阅读此说明各项内容后按要求详细填写。
2. 申报者在填写申报作品情况时须完整填写 A、B、C 三类表格。
3. 表内项目填写时一律用钢笔或打印，字迹要端正、清楚。
4. 序号、编码由第二届全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛组委会填写。
5. 科技作品类的作品说明书全文请附于申报书之后，作品说明书格式规范见附件 3.
6. 作品申报书须由一位具有高级专业技术职称的专家提供推荐意见。
7. 作品申报书须按要求由各参赛高校竞赛组织协调机构统一寄送。
8. 其他参赛事宜请向本校竞赛组织协调机构咨询。

寄送地址：华中科技大学能源与动力工程学院

详细地址：

联 系 人：

联系电话：

传 真：

邮政编码：

## A. 作品作者团队情况申报

说明：1. 必须由申报者本人按要求填写，信息填写必须完善无空白否则视为无效；

2. 申报者代表必须是作者中第一作者，其它作者按作品作者排序依次排列；

4. 团队分为本科团队和研究生团队，其中有一位本科以上学历者的团队视为研究生团队。

3. 本表中的学籍管理部门签章视为对申报者情况的确认。

申报者代表情况	姓名	刘俊萍		性别	女	出生年月	1982.5	
	学校	江苏大学		系别、专业、年级	流体机械及工程 博 08			
	学历	研究生		学制	3 年	入学时间	2008.9	
	作品名称		低能耗变量喷洒喷灌机组研制及节能供水研究					
	通讯地址		江苏省镇江市学府路 301 号 江苏大学流体中心			邮政编码	212013	
						移动电话	13914555629	
	常住地 通讯地址		江苏省镇江市学府路 301 号 江苏大学流体中心			邮政编码	212013	
住宅电话						05118780121		
其他作者情况	姓 名	性别	年龄	学历	所在单位			
	骆 寅	男	23	研究生	江苏大学流体中心			
	朱兴业	男	27	研究生	江苏大学流体中心			
	魏洋洋	男	22	研究生	江苏大学流体中心			
	梁 赟	男	23	研究生	江苏大学流体中心			
	王 涛	男	22	研究生	江苏大学流体中心			
资格认定	研究生团队作品认定		作品是否为研究生导师项目 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否					
导师签字：袁 翔 2009 年 5 月 4 日								

	学校学籍管理部门意见	<p>以上作者是否为 2009 年 7 月 31 日前正式注册在校的全日制非成人教育、非在职的高等学校中国籍专科生、本科生、硕士研究生或博士研究生。</p> <p>是 否</p> <p>( 本科生学籍管理部门签名盖章 ) : 年 月 日</p> <p>是 否</p> <p>( 研究生学籍管理部门签名盖章 ) : 年 月 日</p>
	学校教务处或团委意见	<p>本作品是否为课外学术科技或社会实践活动成果。</p> <p>是 否</p> <p>( 签名盖章 ) : 年 月 日</p>

B．申报作品情况（ 科技作品类，含实物制作、软件、设计等 ）

- 说明： 1．必须由申报者本人填写；
- 2．本表必须附有研究报告，并提供图表、曲线、试验数据、原理结构图、外观图（照片）等必要的说明资料；
- 3．本部分中的管理部门签章视为对申报者所填内容的确认。

作品名称	低能耗变量喷洒喷灌机组研制及节能供水研究
作品摘要 ( 500 字以内； 含作品设计、 发明的目的和 基本思路，创 新点，技术关 键和主要技术 指标 )	<p>研究目的：</p> <p>随着经济社会进一步发展， 水资源的战略性地位越来越重要， 水的问题关系到人类的可持续生存。 从我国农业生产发展来看， 农业是用水大户， 20 世纪 50 年代农业用水高达总用水量的 90%, 由于大力发展节水农业，农业用水总量现已下降到 70%。因此，发展节水灌溉是我国缓解水资源紧缺矛盾的必然趋势。 喷灌技术作为一种先进的节水灌溉技术，对世界农业的发展起到了巨大的推动作用。 低能耗喷灌机组实现变量喷洒正符合我国“精确灌溉”和“节能降耗”的要求。目前变量喷洒喷灌机组在运行时存在能源浪费等问题， 因此研制低能耗变量喷洒喷灌机组并对其节能供水进行研究有很重要的意义。</p> <p>基本思路：</p> <p>变量喷洒理论研究及设备研制          机组运行能耗分析          节能供水 及试验研究          应用及效益分析</p> <p>创新点及关键技术：</p> <p>（1） 喷灌机组实现变量喷洒理论研究；</p> <p>（2） 应用水射流技术进行研制性能优越的喷灌设备，降低能耗；</p> <p>（3） 对机组运行能耗分析，首次将变量技术与节能供水相结合，实现节能效果。</p> <p>主要技术指标：</p> <p>喷灌机组流量 15m³/h，扬程为 30m, 自吸时间为 48s，自吸高度为 5m, 效率提高 3%~ 5%; 喷头喷灌均匀系数达到 0.8 以上。</p>

<p>作品的科学性 先进性（500字 以内；必须说 明与现有技术 相比、该作品 是否具有节能 减排的实质性 技术特点和显 著效果。请提 供技术经济分 析说明。）</p>	<p>变量喷洒喷灌机组有以下技术特点和优势：</p> <p>（1） 变量喷洒喷灌机组设备结构简单、造价低廉、运行可靠、适于推广。通用化程度提高 47%，蒸发漂移损失降低 15%，喷洒均匀系数在 85%以上，机组重量减轻 20%以上；</p> <p>（2） 本设计首次将变量技术与节能供水相结合，使喷灌机组在实现变量喷洒同时，能够降低能耗，达到节水节能的效果；已提出申请国家发明专利 2 项，具有自主知识产权。</p> <p>节能效果：</p> <p>随着喷灌面积的增加，喷灌机组的需求量急剧上升，保守的算法假设不增加全国喷灌用水量，仅将目前的所有喷灌系统换成低能耗变量喷洒喷灌机组及其节能供水：</p> <p>（1） 可以带来平均每年节省 2.55 亿 m<sup>3</sup>灌溉用水的社会效益；</p> <p>（2） 按每年喷灌机组需求以 5%的速度增加，每年可以为国家带来 1800 万元的经济效益；</p> <p>（3） 每年带来 0.27 ~ 0.45 万 kW的能量效益。</p>
--	---

作品推广应用的可行性分析 (200 字以内 )	<p>本产品主要应用于农业节水灌溉方面，另外，大棚种植、城市园林草坪、蔬菜种植园、花卉栽培园等需求场所都是变量喷洒喷灌机组的潜在市场。由于产品采用节能供水策略，将实现变量喷洒同时降低能耗，同时达到节水节能效果，产品的推广可以缓解能源供缺矛盾，这对国家的经济发展是一个巨大的贡献。</p> <p>低能耗变量喷洒喷灌机组适应了我国新农村建设，大力发展节水灌溉，并向节能降耗方向发展的主题，采用节能供水效果明显，应用前景广阔。</p>
作品可展示的 形 式	实物、产品      模型      图纸      磁盘      现场演示 图片      录像      样品
<p>作品的真实性及原创性声明：</p> <p>申请者郑重声明：所呈交的作品是由申请者完成的原创性课外科技成果。除了报告中特别加以标注引用的内容外，本作品不包含任何其他个人或集体创作的成果作品。申请者对申报内容的真实性负责，申请者完全意识到本声明的法律后果由本人承担。</p> <p>申请者（签名）    刘俊萍</p>	
学校管理部门 推荐意见	<div>签字（盖章）</div> <div>年    月    日</div>



### C. 推荐者情况及对作品的说明

说明: 1. 由推荐者本人填写;

2. 推荐者必须具有高级专业技术职称, 并是与申报作品相同或相关领域的专家学者或专业技术人员 (教研组集体推荐亦可);

3. 推荐者填写此部分, 即视为同意推荐;

4. 推荐者所在单位签章仅被视为对推荐者身份的确认。

推荐者 情况	姓 名	袁青其	性别	男	年龄	46	职称	副教授、博导
	工作单位	江苏大学						
	通讯地址	江苏镇江市学府路301号				邮政编码	212013	
	单位电话	0511-88780007				住宅电话	88780955	
推荐者所在 单位签章		<div style="text-align: center;">              (签字盖章) 袁青其 2009年4月22日         </div>						
请对申报者申报 情况的真实性作 出阐述		申报情况属实						
请对作品的意义、 技术水平、适用范 围及推广前景作 出您的评价		低能耗变量喷洒喷灌机组符合我国“精确灌溉”和“节能降耗”的要求, 适应了我国新农村建设、大力发展节水灌溉并向节能降耗方向发展的主题, 采用节能供水效果明显, 创新性强, 应用前景广阔。						
其它说明								



#### D. 竞赛组织委员会秘书处资格和形式审查意见

## 组委会秘书处资格审查意见

审查人（签名） \_\_\_\_\_

年 月 日

## 组委会秘书处形式审查意见

审查人（签名） \_\_\_\_\_

年      月      日

## 组委会议秘书处审查结果

合格

不合格

负责人（签名） \_\_\_\_\_  
年      月      日

## E. 竞赛专家委员会预审意见

目 录

1 研究背景及意义 ..... 1

2 关键设备研制 ..... 1

3 节能供水研究 ..... 2

    3.1 机组运行能耗分析 ..... 2

    3.2 参数关系仿真 ..... 3

    3.3 节能供水试验 ..... 3

    3.4 试验结果分析 ..... 4

4 创新点及应用 ..... 5

5 节能效益分析 ..... 5

    5.1 社会效益 ..... 5

    5.2 经济效益 ..... 5

    5.3 能量效益 ..... 5

6 结论..... 6

参考文献 ..... 6

# 低能耗变量喷洒喷灌机组研制及节能供水研究设计说明书

设计者：刘俊萍 骆寅 朱兴业 魏洋洋 梁赞 王涛

指导教师：袁寿其

（江苏大学流体机械工程技术研究中心，江苏，镇江， 212013）

## 作品内容简介

设计了一种低能耗变量喷洒喷灌机组，主要包括变量喷洒喷头和喷灌泵。对机组运行进行能耗分析，提出确定泵特性曲线与管路特性曲线，由理论分析得出任意形状喷洒时，在喷头相应旋转角度下，其射程与所需流量、工作压力之间的关系，根据管路特性曲线，确定泵运行于工况点时所需供给的流量、扬程。通过变频调速实现泵的要求，达到任意形状变量喷洒，同时起到节能的效果。并对机组 LabView 仿真试验，得到采用变频调速方式可以使喷灌系统实现正方形的变量喷洒。对变量喷洒喷灌机组进行节能效益分析，假设不增加全国喷灌用水量，仅将目前的所有喷灌系统换成低能耗变量喷洒喷灌机组及其节能供水策略，可以带来平均每年节省 2.55 亿  $\text{m}^3$  灌溉用水的社会效益。按每年喷灌机组需求以 5% 的速度增加，每年可以为国家带来 1800 万元的经济效益，和每年带来 0.27 ~ 0.45 万 kW 的能量效益。本设计首次将变量技术与节能供水策略相结合，使喷灌机组在实现变量喷洒同时，能够降低能耗，达到节水节能的效果。

（联系人：刘俊萍 联系电话：13914555629 EMAIL：liujunping401@163.com）

## 1 研究背景及意义

喷灌机组正朝着低压喷洒、降低能耗，综合利用、多种用途、系列成套、性能可靠、自动化高的方向稳步发展。轻小型喷灌机组主要包括手提式、手抬式、手推车式、小型拖拉机悬挂式、小型绞盘式喷灌机。代表当代世界先进技术水平的公司是澳大利亚的 Southern Cross 公司、奥地利的 Bauer 公司。我国轻小型喷灌机组目前全国保有量达 60 多万台套，机组喷灌面积占全国喷灌面积的 70% 左右。其机型 20 多年来没有多大变化，急需更新换代。

因此，研究适用于不规则地形喷灌需要并且灌水均匀、能量消耗低的变量喷洒设备，有利于提高灌溉效率，降低灌溉系统工作压力及造价，减少灌溉系统能量消耗和工程投入，为实现精确高效节水灌溉提供理论支撑和关键技术与设备，且机组运行时降低能耗的研究有很重要的理论意义及实用价值。

## 2 关键设备研制



图 1 变量喷洒全射流喷头

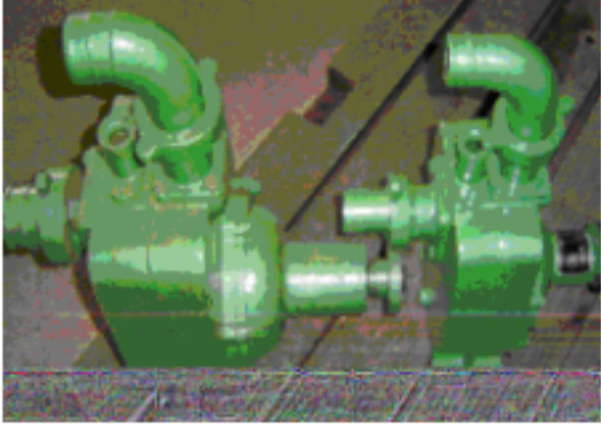


图 2 自吸喷灌泵

变量喷洒全射流喷头主要通过具有自主知识产权的全射流喷头转体处增设压力流量调节装置实现。压力流量调节装置由相对运动改变进口截面积的动静片组成。静片通过连接套与转体连接座固定，动片与空心轴压配，喷体与空心轴连接，喷管与喷体连

接。旋转密封机构位于喷体内部，起到防止喷头漏水的效果。换向机构位于喷体中部，经反向塑料管与反向补气嘴相连，限位环位于换向机构两侧，起到控制换向机构旋转角度的效果。静片和动片的相对运动改变喷头进口截流面积，改变进口压力，在喷头转动的同时改变射程，达到变量喷洒的效果。

射流式自吸喷灌泵在以电动机为动力的离心泵的基础上增设了自循环射流器，实现普通离心泵的自吸启动。该泵自吸时间短，效率高，结构简单，体积小，重量轻，操作方便，在水泵流量和灌溉控制面积相同的情况下，由于新研制机组的配套动力减小，水泵重量减轻，整机重量可降低 35%以上。

3 节能供水研究

3.1 机组运行能耗分析

喷灌系统中，提出由变频器控制泵转速从而控制喷头射程，实现任意形状变量喷洒。基本思路：确定泵特性曲线与管路特性曲线，由理论分析得出任意形状喷洒时，在喷头相应旋转角度下，其射程与所需流量、工作压力之间的关系，根据管路特性曲线，即可确定泵运行于工况点时所需供给的流量、扬程。通过变频调速实现泵的要求，达到任意形状变量喷洒，同时起到节能的效果。

图 3 为变域喷洒机组简图，对于某特定管路，通过如图所示关启阀门 a，试验测量  $p_1, p_2, p_3, p_4, Q$  可以绘制管路 1-3 段管道损失特性曲线。图 4 为绘制出的水泵工作曲线与变速调节流量示意图，图中曲线  $n_1$  为水泵在额定转速下的  $H-Q$  曲线， $S_1$  为阀门全开时管阻特性曲线， $S_2, S_3$  为调节阀门 2 开度后的管阻特性曲线。

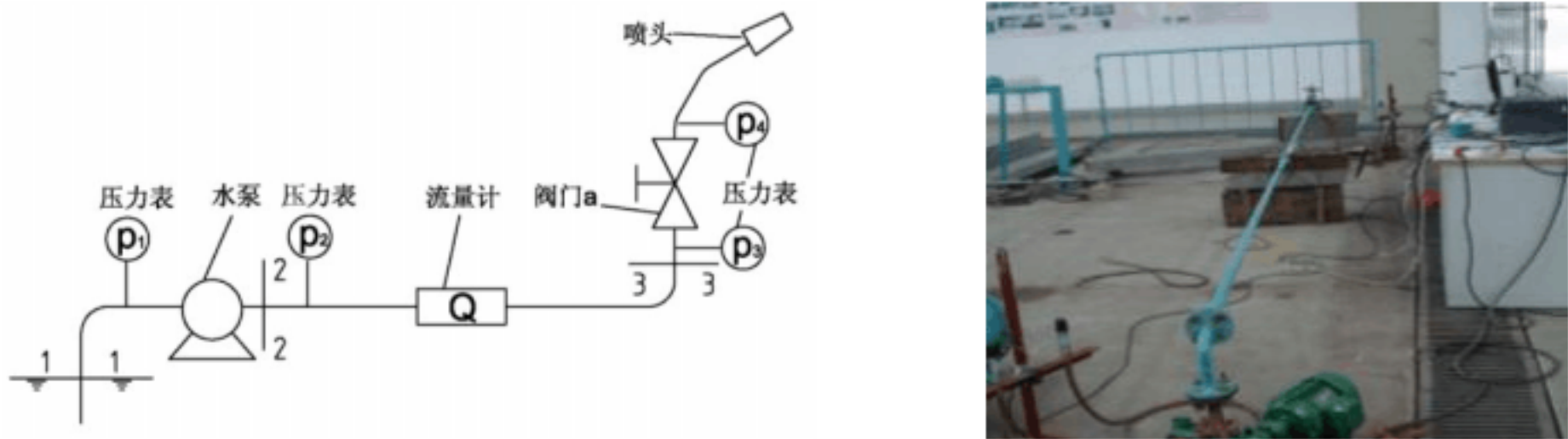


图 3 变域喷洒机组

目前的变域喷洒喷头在水泵额定转速  $n_1$  下，水泵特性曲线上点 A 为其最大射程时的工作点，所需流量为  $Q_1$ ，扬程为  $H_A$ 。当射程减小时，可以看成是通过关闭阀门 2 的开度使流量从  $Q_1$  降至  $Q_2$ ，管阻特性曲线由  $S_1$  变为  $S_2$ ，其工作点为点 B，由管路中阻抗特性  $S_1$  可知，管路要求水流的扬程为  $H_C$ ，而水泵实际供应的扬程为  $H_B$ ，造成如图所示区域 1 中电能的浪费。在喷头旋转过程中，水泵在 A、B、D……点周而复始耗能情况下运行。

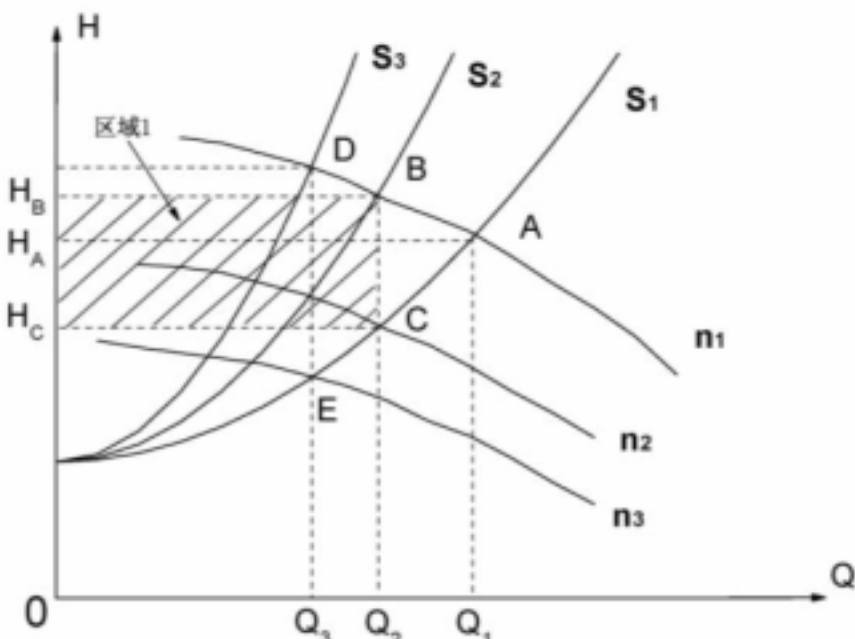


图 4 水泵工作曲线与变速调节流量



对于变域喷洒机组引进变频调速节能原理，依靠改变水泵的转速达到调节流量的目的。不调节阀门 2 的开度，在管路特性不变（管阻始终为  $S_1$ ）的情况下，根据不同转速下的特性曲线求得当需要流量为  $Q_2$  时，水泵叶轮转速为  $n_2$ 。通过变频调速调节水泵转速，使水泵出现流量为  $Q_2$  时的工作点 C，其扬程为  $H_C$ ，很显然此时可以节约区域 1 内的电耗量，达到节能的效果。变域喷洒机组中，变频调速水泵随着水泵的转速由  $n_1$  降到  $n_2$ 、 $n_3$ ……，水泵的 H-Q 特性曲线也相应的变化，如图中  $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ ……所代表的曲线。

这一变化的规律是：

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{n_2}{n_1} \quad \frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 \quad \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3 \quad (1)$$

式中： $n_1$ 、 $Q_1$ 、 $H_1$ 、 $P_1$  分别为水泵的额定转速、流量、扬程、轴功率， $n_2$ 、 $Q_2$ 、 $H_2$ 、 $P_2$  分别为水泵的实际转速、流量、扬程、轴功率。由上式看出，当射程要求较短，水量、水压需求较低时，适当降低水泵转速，就可以较大的减少水泵的轴功率，达到节约电能的目的。在变频调速供水过程中，水泵工作点沿 A、C、E……运行。

通过以上分析，变频调速实现变量喷洒关键在于确定喷头旋转角度与变频器供给频率的关系。在建立射程与旋转角度关系的基础上，确定射程与流量的关系，得到喷头旋转角度所需提供的流量，再由公式 1 求得泵所需转速，从而确定喷洒角度变频器所需供给的频率。因此，对于变域喷洒系统，喷洒角度、射程以及流量、射程关系为变频调速的基础。

### 3.2 参数关系仿真

通过 MATLAB 语言编程得到直角坐标下正方形的射程变化曲线。由射程与流量关系式  $Q_1/Q_2 = R_1^2/R_2^2$ ，得到在正方形射程下对应的流量变化曲线，图 5 为理论流量曲线回归结果。

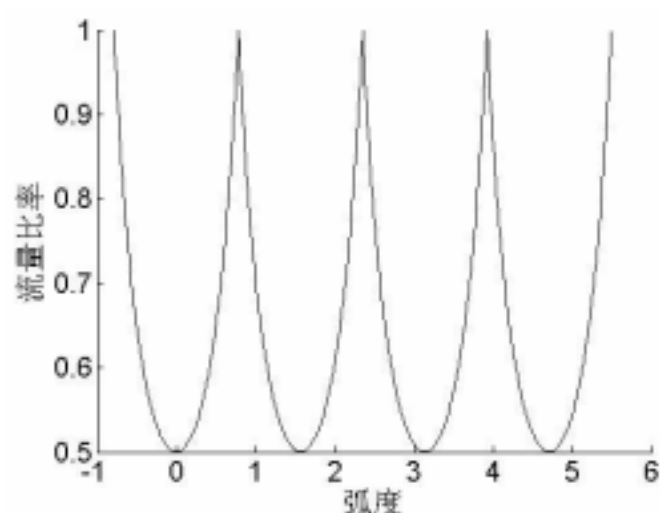


图5 理论流量变化曲线

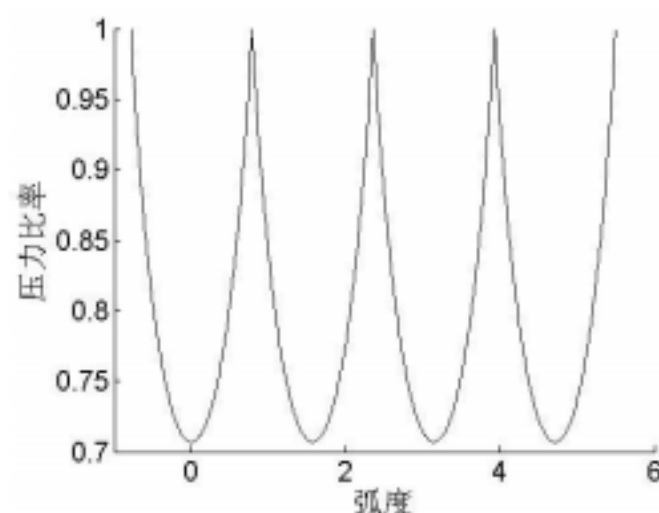


图6 旋转角度与压力关系

由图 5 与 3 泵工作点为 A、C、E……运行，可以回归绘制出旋转角度与水泵扬程即压力之间关系图。从图 6 中可以看出，管道压力对喷洒角度近似为正弦变化，喷头每隔一定的时间转过相同的角度，那么喷洒角度和时间成线性关系，管道压力对时间也为正弦变化。假设系统的输入信号为正弦信号，对供水节能策略进行模拟仿真。

### 3.3 节能供水试验

图 3 为搭建的变域喷洒实验机组简图和实物图，实验装置测控硬件部分包括压力传感器、涡轮流量计、变频器、 $250\Omega$  的电阻和采集板卡等。如实物图 7 和 8 所示，在泵进出口和管路末端阀门进出口处，分别安装精度为  $\pm 0.2\%$  输出 4-20mA 标准电流信号的共 4 只 WT1151GP 智能压力变送器。流量测量采用涡轮流量计，精度为  $\pm 0.3\%$  输出 0-5V 标准电压信号。由于采集板卡只能采集电压信号，压力传感器产生的 4-20mA 标准电流

信号与一个  $250\Omega$  的电阻串联，将电流信号转化为  $1\sim5\text{V}$  电压，再将产生的电压信号传输到数据采集卡中。图 7 为采集板卡实物图，采集板卡使用的是 National Instrument 公司生产的插卡式数据采集卡 PXI-6253，该卡采用 PXI 总线，有 16 个模拟信号输入端，最大采样率为  $2\text{M/s}$ ，输入电压范围为  $\pm 10\text{V}$ 。在 LabView 软件中，有专门的函数库可对该卡进行驱动，其硬件设置完全由软件实现，无需用户对硬件连接做任何改动。

图 10 为 LabView 测试平台实物图。测试软件主要是使用 LabView 编写，LabView 是虚拟仪器领域中最具代表性的图形化编程开发平台，是目前国际上首推并应用最广的数据采集和控制开发环境之一，主要应用于仪器控制、数据采集、数据分析、数据显示等领域，具有强大的数据可视化分析和仪器控制能力。



图 7 泵进出口压力测量装置



图 8 阀门进出口压力测量装置

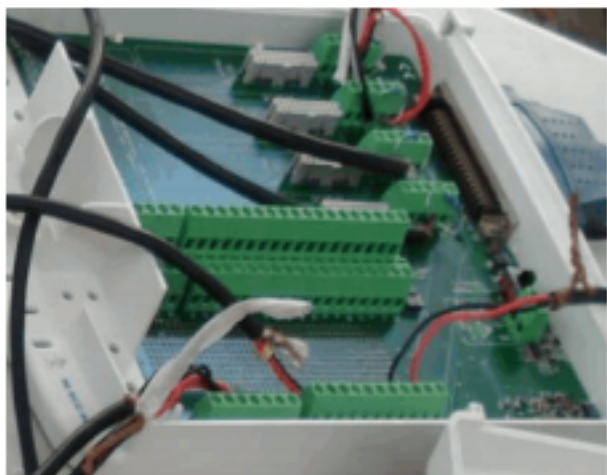


图 9 采集板卡图

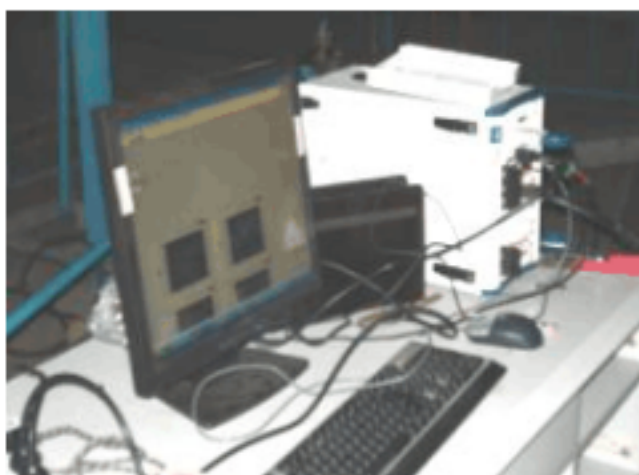


图 10 LabView 测试平台

3.4 试验结果分析

图 11 分别为极坐标和直角坐标下圆周方向内射程变化曲线，卡瓦扎经验公式计算结果和试验测试结果。从图中可以看出，试验测试的射程变化曲线与根据卡瓦扎公式计算的结果非常接近。平均偏差是试验测试结果与经验公式计算结果的绝对差值，除以经验公式计算结果后得到的百分数的平均值。经过计算可以得出经验公式计算与试验测试结果的平均偏差为  $2.7\%$ ，小于  $5\%$ ，这说明采用变频调速方式可以使喷灌系统实现正方形的变量喷洒。

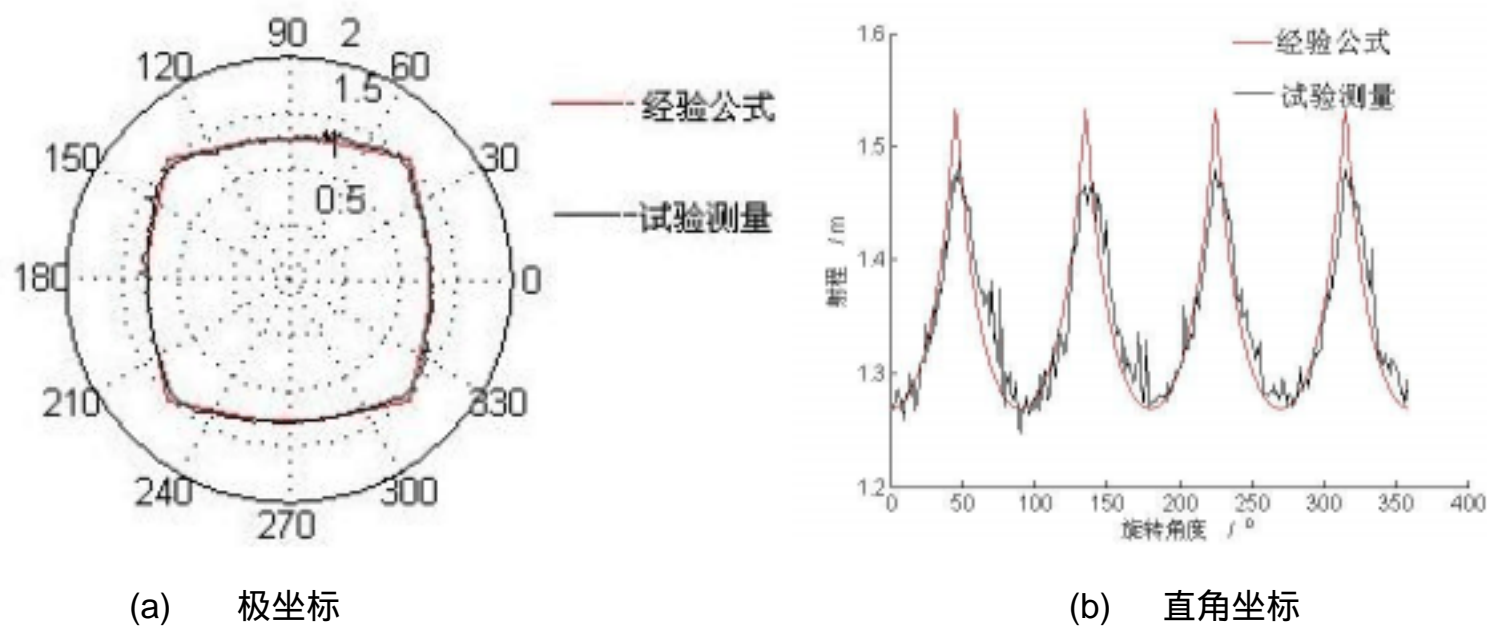


图 11 射程变化曲线



#### 4 创新点及应用

变量喷洒喷灌机组设备结构简单、造价低廉、运行可靠、适于推广，通用化程度提高 47%，蒸发漂移损失降低 15%，喷洒均匀系数在 85%以上，机组重量减轻 20%以上。本设计首次将变量技术与节能供水相结合，使喷灌机组在实现变量喷洒同时，能够降低能耗，达到节水节能的效果。

本产品主要应用于农业节水灌溉方面，另外，大棚种植、城市园林草坪、蔬菜种植园、花卉栽培园等需求场所都是变量喷洒喷灌机组的潜在市场。由于产品采用节能供水策略，将实现变量喷洒同时降低能耗，同时达到节水节能效果，产品的推广可以缓解能源供缺矛盾，这对国家的经济发展是一个巨大的贡献。低能耗变量喷洒喷灌机组适应了我国新农村建设，大力发展节水灌溉，并向节能降耗方向发展的主题，采用节能供水效果明显，应用前景广阔。

#### 5 节能效益分析

##### 5.1 社会效益

低能耗变量喷洒喷灌机组适应了中国喷灌行业的发展趋势，本产品的销售对象主要是农作物种植企业、经济作物种植企业、蔬菜种植园、花卉栽培园等。在我国以目前每年平均灌溉用水总量为 3400 亿  $m^3$ ，农田灌溉用水大约占全国总灌溉用水量的 60%计算，农田灌溉用水属于喷灌用水量大约占 1%，目前喷灌系统的喷灌均匀系数平均为 70%，引入低能耗变量喷洒喷灌机组及其节能供水后，喷灌均匀系数可以增加至 80%以上，保守的算法假设不增加全国喷灌用水量以提高水利用效率，而仅将目前的所有喷灌系统换成低能耗变量喷洒喷灌机组，则每年平均节约用水量可通过下面公式进行计算：

$$P = 3400 \times 60\% \times 1\% = 20.4 \text{ 亿 } m^3$$

$$20.4 \times 70\% = x \times 80\% \quad x = 17.85 \text{ 亿 } m^3$$

$$J = P - x = 20.4 - 17.85 = 2.55 \text{ 亿 } m^3$$

式中：P - 每年喷灌用水量； x - 引入低能耗变量喷洒喷灌机组后喷灌需要用水量；  
J - 节约用水量

从上式可以看出，在假设不增加全国喷灌用水量的情况下，本作品可以为国家平均每年节省 2.55 亿  $m^3$  灌溉用水，可很大限度的缓解水资源紧缺问题。

##### 5.2 经济效益

随着喷灌面积的增加，喷灌机组的需求量急剧上升，而国内此类产品的研究很少，只停留在仿制国外产品的水平上，国外引入的喷灌机组产品质量较好，但价格相对高。目前，全国保有量达 60 多万台套，按每年喷灌机组需求以 5%的速度增加计算，即每年需要各类喷灌机组大约为 3 万台，以目前市场上平均每台喷灌机组 3000 元计算，本作品开发完成后，技术上可以填补国内的空白，成本比同类产品降低 20%，则每年为国家带来的经济效益可通过下面公式进行计算：

$$M = (60 \times 5\%) \times (3000 \times 20\%) = 1800 \text{ 万元}$$

式中：M - 每年为国家带来的经济效益

从上式可以看出，本作品每年可以为国家带来 1800 万元的经济效益，具有良好的社会效益和经济效益。

##### 5.3 能量效益

低能耗变量喷洒机组中喷灌泵创新地将泵的结构设计成涡壳与导叶组合式流道，通过对回流孔自动关闭蝶阀（自动堵塞回流孔）的结构及蝶阀材料的研究，使自吸喷灌泵完成自吸工作后射流器系统自动关闭，泵的效率提高 3%~5%。应用水射流技术，对射

流系统及喷嘴结构进行设计，使泵的自吸时间在国家标准基础上缩短 10%~15%，提高汽蚀性能。以平均每台喷灌机组的功率为 3kW 计算，则每年为国家节省的能源总量可通过下面公式进行计算：

$$N = (60 \times 5\%) \times (3 \times 3 \sim 5\%) = 0.27 \sim 0.45 \text{ 万 kW}$$

式中：N - 每年为国家节约的能量

从上式可以看出，本作品每年可以为国家带来 0.27~0.45 万 kW 的能量效益，起到了很好的节能效果。

## 6 结论

本设计首次将变量技术与节能供水相结合，使喷灌机组在实现变量喷洒同时，能够降低能耗，达到节水节能的效果。通过计算，仅将目前的所有喷灌系统换成低能耗变量喷洒喷灌机组及其节能供水，可以带来平均每年节省 2.55 亿 m<sup>3</sup> 灌溉用水的社会效益。按每年喷灌机组需求以 5% 的速度增加，每年可以为国家带来 1800 万元的经济效益，和每年带来 0.27~0.45 万 kW 的能量效益。

### 参考文献

- [1] William M.J., James P.B. LEPA-low Energy Precision Application[J]. Irrigation journal, 1991, (4): 18 ~ 24
- [2] John R.E., Gerald B. Venturing into Precision Agriculture[J]. Irrigation journal, 2000, (3): 15 ~ 17
- [3] 陈勇, 郑加强, 周宏平等. 精确农业管理系统可变量技术研究现状与发展 [J]. 农业机械学报, 2003, 34(6): 156 ~ 159
- [4] 陈羽白, 张杰, 赖荣光等. 喷灌量与喷灌形状的精确控制方法及技术 [J]. 农业机械学报, 2004, 35(2): 84 ~ 87
- [5] Zhu H.P., Sorensen R.B., Butts C.L., et al. A Pressure Regulating System for Variable Irrigation Flow Controls [J]. Applied Engineering in Agriculture, 2002, 18(5): 533 ~ 540
- [6] King B.A., Wall R.W. Digital Power Line Carrier Control System for Optimum Operation of Variable Speed Pumping Plants with Center Pivots[J]. Transactions of the ASAE, 1997, 17(2): 10 ~ 14
- [7] King B.A., Wall R.W. Distributed Instrumentation for Optimum Control of Variable Speed Electric Pumping Plants with Center Pivots[J]. Transactions of the ASAE, 2000, 16(1): 45 ~ 50
- [8] King B.A., Wall R.W., Kincaid D.C., et al. Field Testing of a Variable Rate Sprinkler and Control System for Site-specific Water and Nutrient Application[J]. Transactions of the ASAE, 2005, 21(5): 847 ~ 853
- [9] Fraisse C.W., Duke H.R., Heermann D.F. Laboratory Evaluation of Variable Water Application with Pulse Irrigation [J]. Transactions of the ASAE, 1995, 38(5): 1363 ~ 1369
- [10] Sadler E.J., Evans R.G., Stone K.C., et al. Opportunities for Conservation with Precision Irrigation[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2005, 60(6): 371 ~ 379
- [11] Thompson A.L., Martin D.L., Norman J.M., et al. Testing of a Water Loss Distribution Model for Moving Sprinkler Systems[J]. Transactions of the ASAE, 1997, 40(1): 81 ~ 88
- [12] 赖荣光, 洪添胜, 陈羽白等. 喷灌的精确控制方法及技术 [J]. 农业机械学报, 2004, 35(3): 86 ~ 90
- [13] Dukes N.D., Perry C. Uniformity Testing of Variable-rate Center Pivot Irrigation Control Systems[J]. Precision Agriculture, 2006, 7(3): 205 ~ 218
- [14] Merriam J.L., Styles S.W., Freeman B.J. Flexible Irrigation Systems: Concept, Design, and Application[J]. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 2007, 133(1): 2 ~ 11
- [15] Camp C.R., Sadler E.J., Evans D.E. Variable-rate, Digitally Controlled Metering Device[J]. Transactions of the ASAE, 2000, 16(1): 39 ~ 44
- [16] 武林鹏, 张向东. 节水灌溉系统变频控制的节能研究与应用 [J]. 农业工程学报, 2002, 18(4): 22 ~ 25

# 附 件

附件一	申报专利情况.....	1
附件二	发表的相关论文.....	5