



“不用电不用油，水往高处流”

光风互补微动力滴灌系统

第一小组：

顾问：李仰斌

组长：张国华

成员：姚寒峰、赵晶晶、袁正阳
李晚滨、王谨谨、汤博
张俊杰、李贝

2012年7月24日



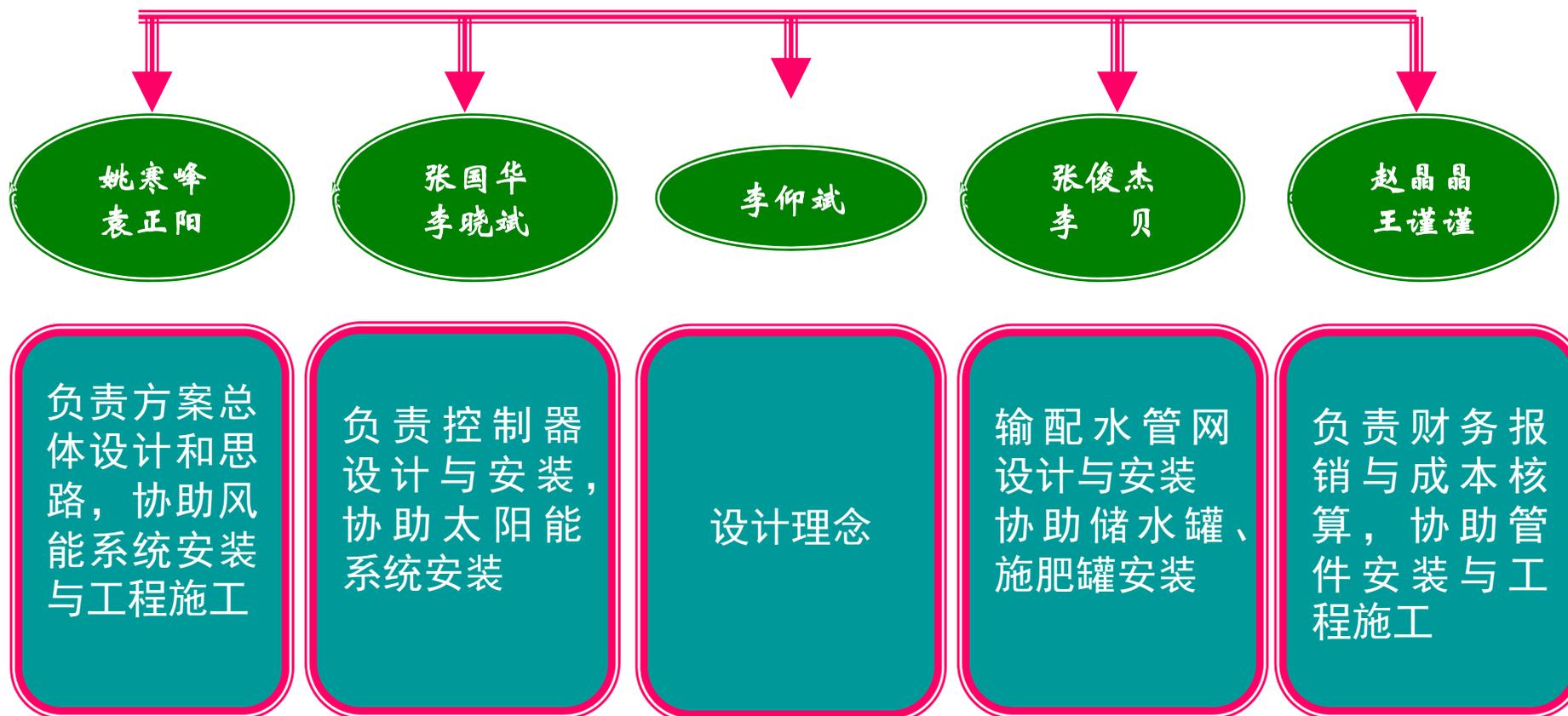
组织实施总体情况

1. 问题提出
2. 系统组成
3. 工作原理
4. 典型设计
5. 工程示范
6. 创新思想
7. 应用前景
8. 工作设想

组织实施总体情况—分工



任务分解



组织实施总体情况—调研



组织实施总体情况—方案



“青年 创新 节水”主题实践活动

第一小组设计方案

光风互补微动力滴灌系统

设计小组：

顾问：李仰斌

组长：张国华

成员：姚寒峰、张俊杰、李贝、王瑾瑾

袁正阳、李晓滨、赵晶晶

按时完成了方案初稿，并经专家咨询后上报给办公室。

组织实施总体情况—施工



翻地



起垄



播种



浇水

组织实施总体情况—长势



长势喜人

组织实施总体情况—宣传



撰写了4篇宣传报道



第一小组“青年 创新 节水”主题实践设计活动正式启动
编辑：管理员 扫描时间：2011-12-12



第一小组积极准备施工前期工作
编辑：管理员 扫描时间：2012-4-11



“青年 创新 节水”第一组完成设备安装 土豆长势喜人
编辑：管理员 扫描时间：2012-5-24

灌溉中心“青年 创新 节水”实践活动第一小组顺利完成了组织机构建立、活动实施方案设计、活动的启动、资料收集与调研、设计大赛的创意和布置、土地平整、土豆种植、拔草等一系列工作，目前已完成了设备安装与调试工作，土豆长势喜人，有望获得丰收。

第一小组设计的系统风光互补微动力灌溉系统，适合保护地、干旱缺水地区，特别是远农村庄和供电线路的偏僻田块上发展灌溉。在水资源、能源和环境问题日益受到关注和重视的今天，作为清洁可再生能源的太阳能和风能，以其独特优势应用于灌溉系统，为推进高效节水灌溉规模化发展提供强大动力支持，具有广泛的应用前景。小组的活动得到了顾问李印斌主任的指导和活动办公室的大力支持。



一、问题提出



➤ 1.1 引言



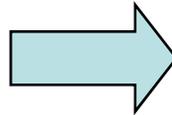
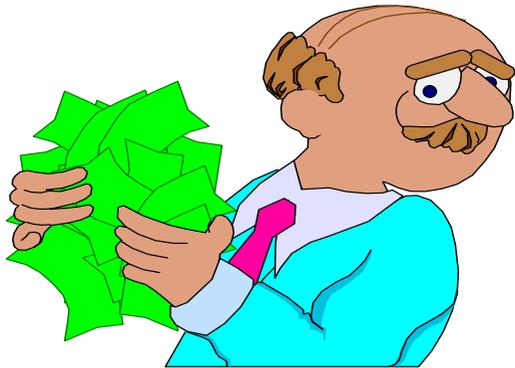
- 中国已经成为世界第二大能源消费国，能源供应与经济发展之间的矛盾缺口十分明显。
- 传统能源的大量使用，造成了日益严重的环境问题。
- 滴灌不同于喷灌微喷灌，所需工作压力较小，灌水定额小，灌水周期较短，轮灌频繁，人工操作控制工作强度大。

设计思路：新能源应用于滴灌系统

一、问题提出

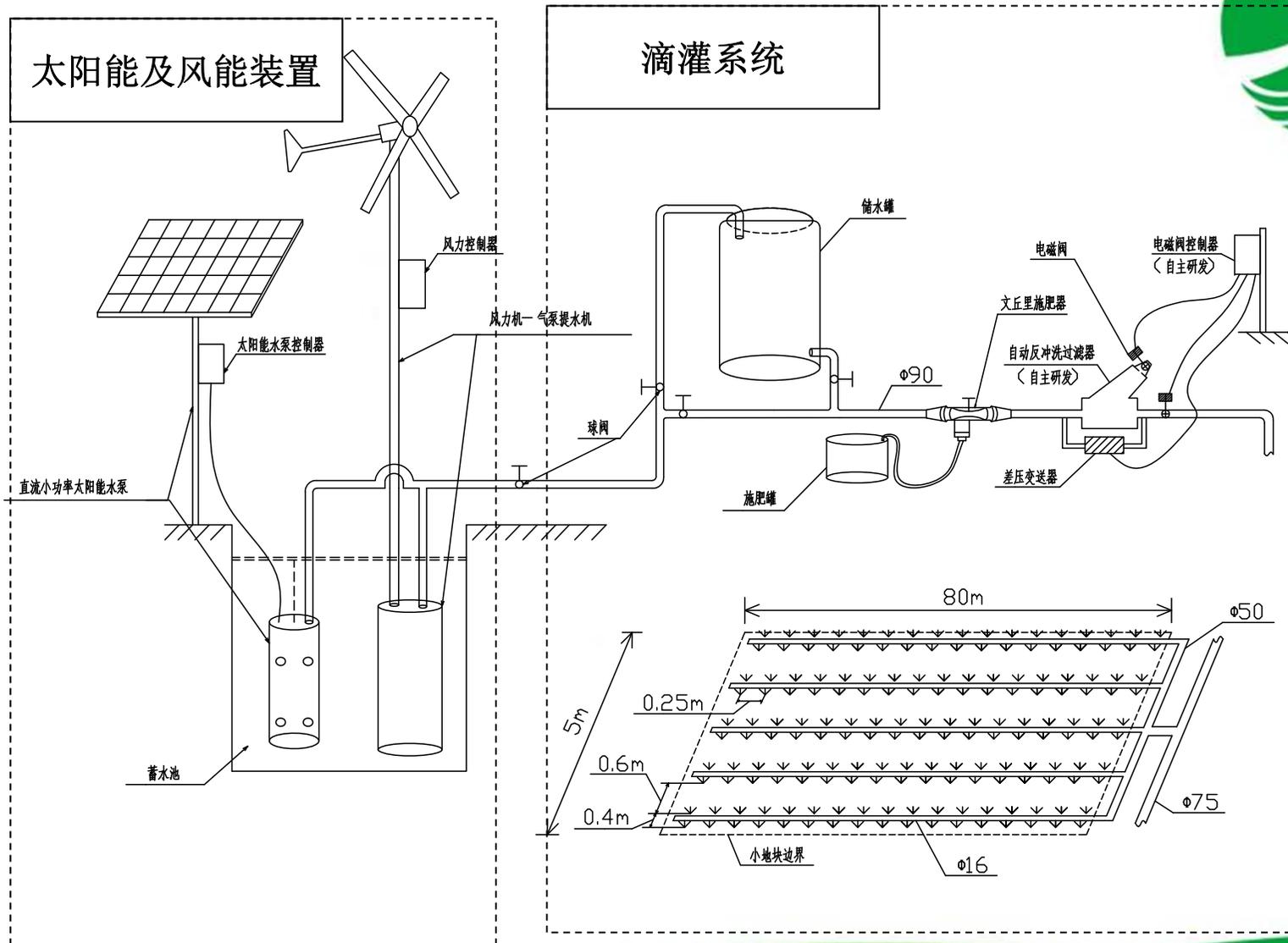


➤ 1.2 问题



- 太阳能的不足之处：太阳能动力与天气的阴晴有关，具有不稳定性。
- 风能的不足之处：与太阳能的特点相似，风能的主要缺点也是具有不稳定性，地区差异性较大。
- 光能和风能互补驱动：可克服单独采用太阳能或单独采用风能驱动稳定性差的缺点，明显提高系统运行的可靠性；

二、系统组成



二、系统组成



- 太阳能及风能驱动装置：主要由太阳能电池阵列、叶轮、传动轴、齿轮变速箱、直流电动机/直流发电机、免维护铅酸蓄电池等。
- 滴灌系统：水源、水泵、压力表、过滤器、施肥器、储水罐、干支管、滴灌带等。

三、工作原理



- **光风互补驱动原理：**在晴朗、无风天气情况下，由太阳能驱动水泵为系统提供有压水流；在阴天或夜间有风条件下，可利用风能驱动水泵为系统提供有压水流。光风互补可大大提高系统的稳定性，保证作物的正常灌溉需要。
- **蓄水池水位自动控制原理：**设计水力自动调节控制机构，在非灌溉期间，充分利用太阳能或风能调蓄水量。当水位低于设计调蓄低水位时，系统自动开机，为调蓄水池补充水量；当水位达到调蓄高水位时，系统自动关机。
- **自动反冲洗过滤器原理：**过滤器两端压差达到某一高值时，说明过滤器发生堵塞，需要反冲洗。包括一个压差传感器、两个电磁阀、一个单片机自动控制器。当过滤器压差达到某一规定值时，启动过滤器自动反冲洗；利用反冲洗水流，完成规定时间的反冲洗后，系统自动恢复正常灌溉。

四、典型设计



➤ 4.1 基本概况

- 规模：20亩，地块尺寸260m×51m
- 作物：土豆
- 水源：渠道水
- 水源工程：修建一处蓄水池，容积：50m³
- 系统组成：风光互补提水系统、施肥罐和过滤器、输水管道、滴管带等
- 田间工程：划分3排小地块，每排10个小地块（80m×5m）。
- 种植方式：行距0.4m，株距0.25m，每隔一行布置一条宽为0.6m的田间道
- 滴灌带布置：每两行土豆中间布置一条滴灌带，则每个小地块上布置5条

四、典型设计



➤ 4.2 设计参数

(1) 灌溉设计保证率

依据《节水灌溉工程技术规范》GB/T50363-2006，《滴灌工程技术规范》GB/T50485-2009，确定设计灌溉保证率为90%。

(2) 基本资料

项目区土壤主要为砂壤土，土壤干容重为 $r=1.2\text{g/cm}^3$ ，田间持水率20%，地形坡度平均为0.3%，灌溉水利用系数为0.9，项目区主要种植土豆。

(3) 有关技术规范与技术标准依据

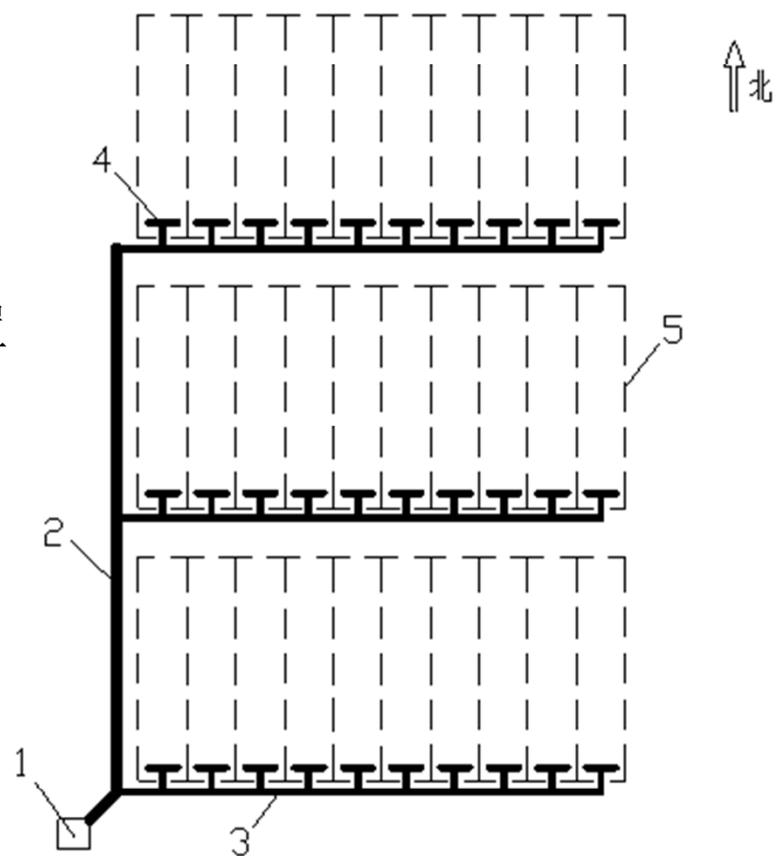
- 1) 《节水灌溉工程技术规范》（GB/T50363-2006）；
- 2) 《微灌工程技术规范》（GB/T50485-2009）；
- 3) 《喷灌与微灌技术管理规程》（SL236-1999）；
- 4) 《农田灌溉水质标准》GB5084-2005。

四、典型设计



➤ 4.3 管网布置

- 总干管：从水源和首部枢纽起向北布置
- 分干管：沿总干管向东布置3条
- 支管：沿每条分干管北侧布置
- 滴灌带：沿两行土豆中间



1.首部 2.总干管 3.分干管 4.支管 5.小地块

图2 田块滴灌系统管网布置示意图

四、典型设计



➤ 4.4 灌溉制度设计

1) 灌水定额计算

灌水定额采用适宜水量法确定，采用公式：

$$m_{\max} = 0.001 \gamma p (\theta_{\max} - \theta_{\min})$$

式中： m_{\max} 为最大净灌水定额 (mm)； γ 为土壤容重 (g/cm^3)； z 为土壤计划湿润土层深度 (cm)； p 为设计土壤湿润比 (%)； θ_{\max} 为适宜土壤含水率上限 (重量百分比) (%)； θ_{\min} 为适宜土壤含水率下限 (重量百分比) (%)。

采用浅浇勤灌，灌水定额取 8mm。

2) 设计灌水周期的确定

$$T = \frac{m}{ET_d} = 2.67 \text{ (天)}, T \text{ 取 } 2 \text{ 天}$$

式中： T —设计灌水周期，d； ET_d —蔬菜日蒸发蒸腾量，取设计代表年灌水高峰期平均值，取 3mm/d。

3) 一次灌水延续时间

$$t = \frac{m' S_i S_j}{q_i} = \frac{8 \times 0.25 \times 1}{2.5} = 0.8 \text{ (h)}$$

4) 工作制度

30 个小地块分 2 组轮灌，每组工作的小地块数为 15 个，每天工作时间为 6h。

四、典型设计



➤ 4.5 工程设计

(1) 首部枢纽设计

根据项目区水中固体砂颗粒含量很少的情况，过滤设备采用 1"离心+网式过滤器，过流量 $3\text{m}^3/\text{h}$ 。本系统选用容积为 13 升的施肥罐。

(2) 滴灌带选择

典型地块灌水器选择壁厚 0.2mm 的内镶式滴灌带，滴头工作压力为 100KPa，滴头间距 S_1 为 0.25m，毛管布置间距 S_2 为 1m，滴水流量 $2.5\text{L}/\text{h}$ 。

(3) 管网设计

根据当地类似工程实践经验，干管和分干管选择 UPVC 管材，支管和毛管采用 PE 管材，管网的干、分干、支、毛各级管道管径按经验公式计算，计算管径和选取管径见下表。

各级管道设计管径计算表

管道	流量 (m^3/h)	计算管径内径 (mm)	壁厚 (mm)	设计管径 (mm)
干管 (UPVC 管)	8	48.5	4.4	75
分干管 (UPVC 管)	8	48.5	4.4	75
支管 (PE 管)	4	34.3	4	50
滴灌带	0.11	5.7	0.4	16

(4) 水泵的选型

① 总扬程计算

经计算，毛管水头损失 3.214m，干管水头损失 0.582m，总干管水头损失 0.283m，整个系统的局部水头损失按沿程损失的 0.15 倍计，首部过滤按 0.5m 损失计，施肥罐损失按 0.5m，闸阀损失 0.5m，滴头设计工作压力 10m，水面至地面高差 1m，总水头为：

$$H = 1.15 \times (3.214 + 0.582 + 0.283) + 10 + 0.5 + 0.5 + 0.5 + 1 = 17.19(\text{m})$$

② 水泵的选型

故选用型号为 LKPS150C 的太阳能水泵，流量为 $8\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程为 20m；与型号为 FS4.4-QZY-L 的风力水泵，流量为 $8\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程为 20m。

四、典型设计



➤ 4.6 投资估算

- 总投资10.2万元，亩投资5100元
- 风光互补驱动系统占总投资60%
- 普通滴灌亩均投资1500元，每年支付电费按150元/亩计算，社会折现率取8%，15年后本系统效益将优于普通滴灌系统。
- 若普通滴灌系统需要架设电缆等配电系统，那么采用本系统所获得的经济效益更显著。

编号	工程及费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)	备注
□	第一部分建筑工程	□	□	□	8299.72	□
一	水源工程	□	□	□	5000	□
1	蓄水池	m ³	50	100	5000	□
二	节水灌溉工程	□	□	□	3299.72	□
1	管道工程	□	□	□	899.72	□
□	土方开挖	m ³	166	2.99	496.34	□
□	土方回填	m ³	166	2.43	403.38	□
2	管道附属建筑物	□	□	□	2400	□
□	排水井 φ1.2m	座	3	800	2400	□
□	第二部分机电设备及安装	□	□	□	66000	□
一	机电设备	□	□	□	60000	□
1	LKPS150C型太阳能水泵	台	1	40000	40000	1KW
2	FS4.4-QZY-L型风车水泵	台	1	20000	20000	□
二	安装费	%	10	60000	6000	□
□	第三部分金属结构及安装	□	□	□	17474.6	□
一	金属结构	□	□	□	15886	□
1	进排气阀	套	1	120	120	□
2	截止阀	套	1	320	320	□
3	压力表(0.6MPa)	块	1	80	80	□
4	水表(dn50)	块	1	360	360	□
5	过滤器	套	1	2000	2000	□
6	施肥罐(13L)	个	1	2000	2000	□
7	UPVC管 dn75(0.6MPa)	m	333	15	4995	□
8	地埋干管三通 dn75	个	2	10	20	□
9	地埋分干管三通(×50)	个	30	8	240	□
10	地埋干管弯头 dn75	个	1	5	5	□
11	出地埋管 dn63(0.6MPa)	m	30	10	300	□
12	地面弯头(dn63)	个	30	2	60	□
13	阳螺丝直插(dn63)	个	30	2	60	□
14	闸阀(dn50)	套	30	15	450	□
15	PE管 dn50	m	153	5	765	□
16	滴灌带 dn16(0.2mm)	m	12000	0.28	3360	□
17	泄水阀(dn50)	套	3	50	150	□
18	堵头(dn50)	个	3	5	15	□
19	扳手三通(dn16)	个	150	1.24	186	□
20	打孔器	个	4	50	200	□
21	镀锌管	把	4	50	200	□
二	安装费	%	10	15886	1588.6	□
□	第四部分临时工程	□	□	□	476.65	□
□	临时工程	%	3	15888.32	476.65	建安工程的3%
□	第五部分独立费用	□	□	□	4889.30	□
1	项目建设管理费	%	1.3	92250.97	1199.26	一至四部分的1.3%
2	监理费	%	1	92250.97	922.51	一至四部分的1%
3	勘测设计费	%	3	92250.97	2767.53	一至四部分的3%
□	基本预备费	%	5	97140.271	4857.01	一至五部分的5%
□	总投资	□	□	□	101997.28	□
□	亩投资	□	□	□	5099.86	20亩

五、工程示范



第一小组：太阳能重力式滴灌系统

- 地点：北京顺义
- 规模：200m²
- 作物：土豆
- 投资：5000元
- 效益：6000元
- 功率：140w
- 扬程：10m
- 流量：2.7m³/h
- 管径：Φ50
- 滴灌带：Φ16

六、创新点



- ①基于作物耗水规律，以需定供，实现供水与耗水的统一，有利于作物高产优质，减小了输水管径和建设成本，体现需水管理思想。
- ②以太阳能和风能互补驱动作为滴灌系统动力，有效克服了单一使用太阳能和风能的不稳定性，保证了滴灌系统的正常运行。
- ③以作物实际耗水量为灌水定额，采用小流量续灌作物为设计理念，避免了常规滴灌系统设计灌水定额大和轮灌工作制度可能造成的水分损耗大和系统投资偏高的不足。

七、应用前景



- 系统以太阳能和风能为动力，适合保护地、干旱缺水地区，特别是远离村庄和供电线路的偏僻田块上发展滴灌。
- 单独采用太阳能驱动的滴灌系统投资较高，单独采用太阳能或风能驱动的滴灌系统稳定性较差，采用光风互补驱动能有效降低工程投资，明显提高系统运行的稳定性，因而具有更好的推广应用前景。
- 在水资源、能源和环境问题日益受到关注和重视的今天，作为清洁可再生能源的太阳能和风能，以其独特优势应用于滴灌系统，为推进高效节水灌溉规模化发展提供强大动力支持，具有广泛的应用前景。

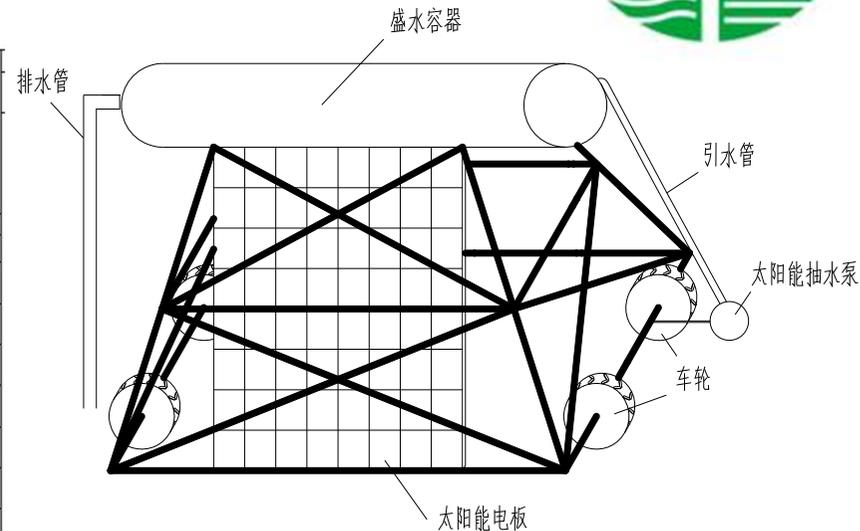
八、工作设想



不同规模太阳能滴灌模式投资概算表... 单位: 元

规模 (亩)	投资								备注	
	常规 滴灌 系统	太阳能滴灌系统						合计		
		太阳能电 板	太阳能水泵及控制器		逆变器	其他 (安装 费、常 规滴灌 系统)	总投资	亩均投 资		
流量-扬程-功率 (m ³ /h-m-W)	投资	投资								
1	543	1200	2.7-10-120	1030	—	793	3030	3030		
5	543	1200	2.7-10-120	1030	—	2965	5195	1039		
10	543	1200×2	2.7×2-10-120×2	1030×2	—	5930	10390	1039	采用2套太阳 能提水系统	
50	543	17600	(0.6~20)-(11~190) -2200	9080	9200	28944	64824	1296		
100	543	17600×2	(0.6~20)×2- (11~190)-2200×2	38192×2	9200×2	57888	129648	1296	采用2套太阳 能提水系统	
150	543	17600×3	(0.6~20)×3- (11~190)-2200×3	38192×3	9200×3	86832	194472	1296	采用3套太阳 能提水系统	
200	543	17600×4	(0.6~20)×4- (11~190)-2200×4	38192×4	9200×4	115776	259296	1296	采用4套太阳 能提水系统	
250	543	480000	(32~100)- (90~300)-60000	68150	221340	174224	943714	3775		
500	543	480000× 2	(32~100)×2- (90~300)-60000×2	68150×2	221340×2	348448	1887428	3775		

注: 太阳能滴灌模式适宜 200 亩以下地块使用。



- 在基地进行较大规模的示范，并将系统进行集成，最终形成一个可以移动的太阳能滴灌系统。



谢谢大家

请各位专家批评指正!

