

真空井与喷灌

杨诚衷 编



——《农村水利技术》丛书——

真空井与喷灌

杨诚衷 编

水利电力出版社

内 容 提 要

本书介绍了在浅层地下水丰富的地区，利用移机式真空井与小型、轻型或微型移动式喷灌机相配套，发展井群喷灌的经验。

书中介绍了移机式真空井的工作原理、构造和施工方法；井群喷灌的规划设计，喷灌机的选择；井群喷灌系统的管理。

本书适合农村乡水利站的技术人员使用，也可供县水利技术人员参考。

《农村水利技术》丛书

真空井与喷灌

杨诚哀 编

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 2.75印张 58千字

1986年11月第一版 1986年11月北京第一次印刷

印数0001—2010册 定价0.53元

书号 15143·6155

序

水是人类生存和社会生产必不可少的物质资源。水利工作的基本任务是除水害、兴水利，开发、利用和保护水资源，为工农业生产和人们的物质、文化生活创造必要的条件。普及水利科学技术知识，让更多的人了解和掌握水利科学技术，也是两个文明建设的内容之一。为此，针对水利战线职工和社会上不同文化程度读者的需要，分层次地编写出版水利科普读物是十分必要的。

为了帮助水利科技人员的知识更新，掌握一些现代科技知识，并使水利科技成果更广泛地得到推广应用，尽快地形成生产力；为了使广大农村水利工作人员掌握一些实用的水利基础知识，并应用于生产实际；为了总结和宣传我国水利建设的伟大成就和悠久历史，介绍水利在四化建设和人民生活等方面的重要作用，激发广大人民群众和青少年热爱祖国江河、关心水利事业，我们组织编写了七套水利科普丛书，包括：《现代科技》丛书、《水利科技成果》丛书、《水利水电施工》丛书、《小水电技术》丛书、《农村水利技术》丛书、《中国水利史》小丛书、《水与人类》丛书。这些科普丛书将由水利电力出版社陆续出版。

编写和审定这些丛书时，力求做到以思想性和科学性为前提，同时注意通俗性、适用性和趣味性。由于我们工作经验不足，书中可能存在某些不妥和错误之处，敬请广大读者给予批评指正。

中国水利学会科普工作委员会

一九八四年七月

1984/6/29

水利科普丛书编审委员会名单

主任委员：史梦熊

副主任委员：董其林

委 员：	丁联臻	王万治	史梦熊
	田 园	李文治	邴凤山
	杨启声	张宏全	张林祥
	沈圻卿	陈祖安	陈春槐
	汪景琦	郑连第	郭之章
	赵珂经	茆 智	陶芳轩
	谈国良	徐曾衍	蒋元骝
	曹述互	曹松润	董其林

颜振元（以姓氏笔划为序）

目 录

序

第一章 移机式真空井	1
第一节 什么是移机式真空井.....	1
第二节 移机式真空井的工作原理.....	4
第三节 移机式真空井的井体构造.....	5
第四节 移机式真空井的井位勘查.....	9
第五节 移机式真空井的施工方法.....	12
第六节 移机式真空井的淤塞处理.....	17
第七节 移机式真空井的出水量.....	25
第八节 移机式真空井的造价.....	27
第二章 井群喷灌系统的建设	28
第一节 井群喷灌的意义.....	28
第二节 井群喷灌系统的规划设计.....	29
第三节 喷灌机的选择.....	48
第三章 井群喷灌系统的管理	56
第一节 组织管理.....	56
第二节 运行管理.....	58
附表 1 系列喷灌自吸泵性能表.....	69
附表 2 微型电泵规格性能表.....	70
附表 3 PY ₁ 系列金属摇臂式喷头规格性能表.....	71
附表 4 PYS系列塑料摇臂式喷头规格性能表.....	74
附表 5 水流自控旋转式全射流喷头规格性能表.....	75

附表 6	微型喷头规格性能表.....	76
附表 7	维纶锦纶塑料软管规格、单价表.....	76
附表 8	太原TPL102-65型喷灌铝管规格、单价表.....	77
附表 9	哈尔滨L-YGP-30型喷灌合金铝管规格、单价 表.....	78
附表 10	沈阳高压聚乙烯塑料管（滴灌管）规格、单价 表.....	79
附表 11	各种可做真空井井管材料规格、重量、单价表.....	80
编后记		81

第一章 移机式真空井

移机式真空井是开采浅层地下水（潜水）的一种较好的井型。它具有井体浅（7~10m）、口径小（25~125mm）、占地少（仅一棵玉米位置）、成井快（1h左右）和花钱少（每眼井仅花40~100元）等特点。利用移机式真空井发展井群灌溉（或喷灌）是浅层地下水丰富的地区建设旱涝保收、高产稳产田的一种新途径。

第一节 什么是移机式真空井

移机式真空井就是将全部可移动的自吸式水泵的短进水管与真空井之井口，直接用快速接头紧密相连，开动动力机，便可抽水，1~3min就能把地下水抽上来，这种抽水方式的井，称为移机式真空井。因为此种抽水方式的井，均采用自吸离心泵或附带有自吸装置的普通离心泵实现自吸抽水，所以人们又称它为自吸真空井（如图1-1）。

移机式真空井不盖井房，水泵不固定在一眼井上，使用时只用一个快速接



图 1-1 移机式真空井露出地面部分

头将水泵短进水管（如图1-2）与井口连接，不用时卸下接头，戴上井帽，这样与一般真空井相比，使用更为简便，地面设备更加简单，免去了多个连接密封部件和设备，如弯头（或三通）、闸阀、手压泵等，使工作更为可靠。又由于机泵移动方便，便于综合利用，提高了机泵的利用率，因此，移机式真空井有省工、省料、降低造价等多项优点。



图 1-2 带有快速接头的自吸泵短吸水管

移机式真空井是由真空井发展和改进而来的。早在二十世纪四十年代，黑龙江省就有了人力手压泵真空井，群众称其为“小管压水井”。至今，这种井在我国东北，华北等一些地方，已成为农村和小城镇广大居民常年生活用水的重要水源。由于它制做简单，施工容易，维修费用低，使用方便，故深受人们的欢迎。

五十年代末及六十年代初，经过大量的实践，又将人力手压泵真空井，改用动力机械带动离心泵抽水，以增大出水量；在露出地面的井管上安装弯头（或三通）、闸阀、手压泵等，使水泵吸水口和弯头（或三通）直接对口连接。抽水时，首先用手压泵将井管内的空气排除，引出地下水直至

充满泵壳,然后开动机泵,使地下水源源不断地流出地面,这就是人们所说的“对口抽”,有的地方称为简易真空井,细管真空井,真空插管井(无井底滤水管,从井管底端管口进水)等等,但较普遍的叫真空对口抽井,简称“对口抽”。与手压泵真空井比较起来,“对口抽”有以下几点提高和改进:(1)井管管径由不到50mm扩大到80~150mm;(2)由人力压水改为用动力机械带动离心泵抽水;(3)由小流量解决居民饮用水发展成较大流量的农田灌溉。目前,在我国北方农村中又出现了将微型电泵安装在手压井上抽水(如图1-3)的装置,这种微型电泵可利用低压(220V)普通照明线作电源,功率500W左右,结构简单,小巧灵便,不仅能解决生活用水、牲畜饮水,而且还能广泛用于家庭小田园、温室、塑料大棚、苗圃、果园及木耳园等多种作物的灌溉。



图 1-3 在手压水井上安装单相微型电泵

移机式真空井可以一机管多井，打破了井井机泵配套的常规，使用机动灵活，便于维修管理，充分发挥设备效能，在浅层地下水比较丰富的地区，采用这种灌溉措施，能够加快水利化建设的步伐。

第二节 移机式真空井的工作原理

排除了空气的空间称为真空。当然在一般情况下所谓真空并不是真正全无空气，“真空”一词只是用来描述一种稀薄气体状态或低于普通大气压力和质量密度的状态环境的术语。当气体分子密度低于 2.5×10^{10} 个/cm³时，就属于真空状态了。

液体或气体总是由压力大的地方流向压力小的地方，因此造成局部真空可促使液（气）体按照一定的方向流动。其实，在日常生活中，我们自觉或不自觉地应用着这个原理，例如用管子吮吸汽水，自来水笔吸墨水，医生用注射器抽血等等。科学家们利用真空技术创造了许多造福人类的产品，水泵就是其中之一。

普通离心式水泵在启动前，要先把泵壳和进水管灌满水，将空气排尽。启动后，叶轮在动力机的带动下旋转，泵壳里的水也跟着旋转，并在离心力的作用下被甩入出水管中。水被甩出后，叶轮进口处便形成了真空状态，即该处压力小于大气压力，因此水源的水就通过进水管流进叶轮。叶轮不断地旋转，水不断地被甩出去，水源的水就不断地被抽上来，形成连续的扬水过程。

自吸式离心泵依靠其特殊的泵体结构，使停机后泵内始终保持一部分水，再次启动时，旋转的叶轮所产生的离心力

将进水管的空气吸入和泵体内的存水掺混成气水混合物，又经气水分离室将气从水中分离而逸出，水则流回泵内再与空气混合，这样经几次反复循环，就将进水管及泵壳内空气排完，水泵开始正常工作。因此，使用自吸泵或附带有自吸装置的离心泵在启动前不必向泵壳和进水管内灌水，因而可取消进水管的底阀。

移机式真空井是将自吸泵或带有自吸装置的离心泵的短进水管直接与井口对接，井管也就成了水泵进水管的一部分。自吸泵或自吸装置排除空气使井管内形成真空状态，于是井外的地下水在压差的作用下源源不断地进入井管，并由水泵抽上来。

大家知道，一个标准大气压相当于10.33m水柱所形成的压力。也就是说在一根密封的水管里，如果把管内的空气抽净，下面的水在大气压力作用下能沿着水管升高10.33m。水泵限于构造原因，叶轮将流道里的水甩出后，只是在流道里形成一个低压区，并不能造成完全的真空，所以水泵吸水高度也达不到10m，一般只有5~8m，有的还更低一些。而且，水泵铭牌上标明的这一允许吸上真空高度是指标准大气压下输送常温（20℃）清水而言，若使用地点海拔越高（大气压越低）和水温越高，则泵的允许吸上真空高度就越低，为此在使用中还要打个七折或八折，即真空井内的动水位与水泵的距离在这个数值之内才有把握抽上水来。

第三节 移机式真空井的井体构造

移机式真空井由井口、井管、井底三部分组成，现分述如下：

一、井口

井口是与地面自吸泵短进水管(1~2m长,见图1-2)唯一的连接密封之处,为此,井口上应镶有橡胶密封圈(如图1-4)。为了防止地面雨水、泥砂及其它杂物进入井内从而导致井水污染或淤塞井底,井口一般要高于地面15~20cm。井口用厚壁钢管加工成螺丝扣,其规格和水泵进水管



图 1-4 井口、井帽和橡胶密封胶圈

的快速接头、井帽、洗井器以及拔管器的规格一致。如果井管和井口规格不同,可变径焊接,但井管直径只能大于和等于井口内径,切不能小于井口内径。不抽水时井口上要罩上井帽,并加锁锁住,以防止井帽被扭掉和往井管里投入杂物。在井帽外面要再包扎一层塑料布以防止雨水锈蚀铁锁。

为实现一机管多井,所有井口、井帽和水泵进水管快速接头的螺丝扣,都要做到规格统一,以便通用互换,使用方便。

二、井管

井管是井的主体。当采用每小时出水量100t以下的小流量水泵时,一般用直径50~100mm井管即可。井管直径可以大于或等于但不可小于所安装的水泵口径。一般井管长度(包括滤水管)7~10m左右,井管管材可以是钢、铸铁、

塑料、石棉水泥等（参见附表10）。井管要尽量采用整根的，如果是短管，连接后应密封。金属管连接尽量采用焊接法，塑料管可采取加温套插的方法。各类井管均必须符合不透水、不漏气，能承受一定压力以及内壁较为光滑等要求。

三、井底

井底又叫做滤水管或花管。它起着护壁、拦砂、进水等作用。一般井底和井管为一体，即把整根井管的一端做成滤水管。如果井管是钢管，须把滤水管底端打成尖头，或另外焊上一个钢尖以便将井管夯入地下。钢尖的形状对于一般土壤可做成圆锥形，砂卵石较多时宜做成四棱锥形（如图1-5）。滤水管长度以1 m左右为宜。滤水孔有钻孔和割缝两种做法（如图1-6）。常用的是钻孔法。滤水孔径以3~7 mm为

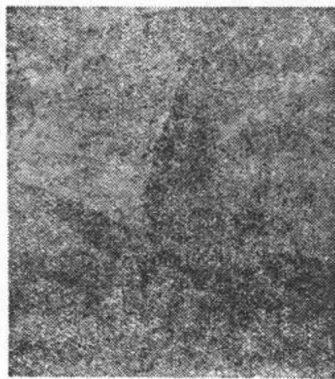


图 1-5 四棱锥形井尖头

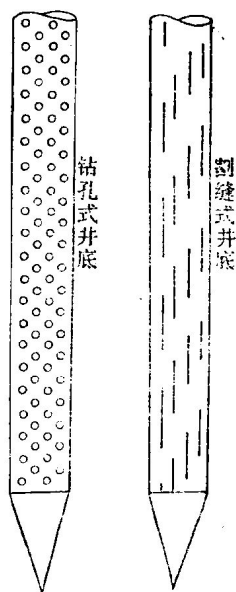


图 1-6 管式井底滤水孔形式

宜。钻孔数量应使滤水孔之面积总和达到水泵进水口面积的1~3倍,或者更大一些(参见表1-1),这是因为滤水管埋在地下直接接触泥砂、卵石,所以滤水孔面积不可能全部有效。为了尽可能采集浅层水和缩短滤水管长度,可制做比井管粗几倍的各种形式的井底(如图1-7)。若含水层均为粉砂、细砂时,井底可以不钻滤水孔,而以井管底端管口进水,但这只有在水泵叶轮绝不会受到泥砂损害的前提下才可这样做。无论采用哪一种井底,都必须使最上部滤水孔下到枯水

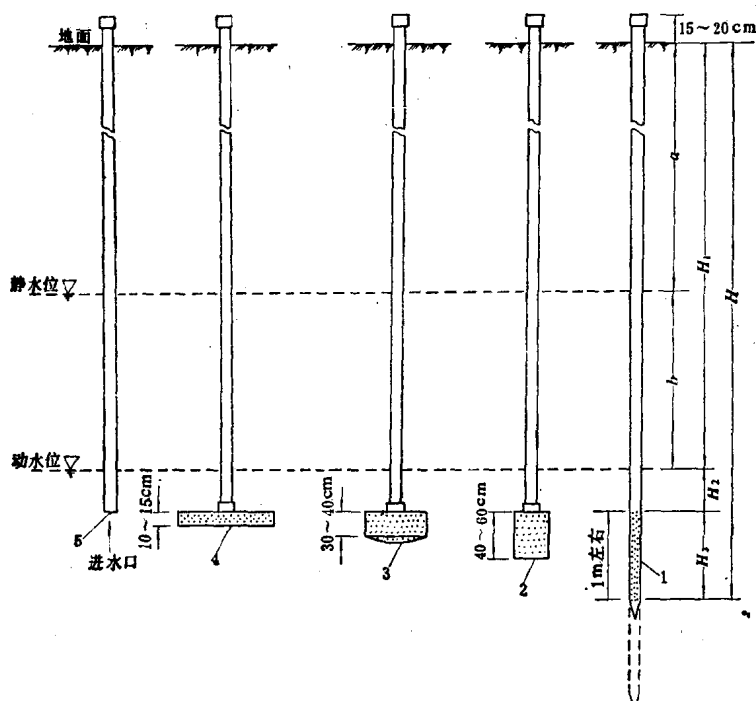


图 1-7 各种形状井底示意图

1—管式井底; 2—暖水瓶式井底; 3—磨盘式井底; 4—横卧管式井底;
5—插管管口式井底

表 1-1

管式井底经验长度及滤水孔规格数量

井管内径 (mm)	滤水管 长 度 (cm)	3~7 mm直径滤水孔钻孔数量(个)				
		3 mm钻头	4 mm钻头	5 mm钻头	6 mm钻头	7 mm钻头
25	50~60	138~277	78~156			
40	60~70	356~711	200~400	128~256		
50	70~80	556~1111	313~625	200~400	139~278	
60	80~90	1089~2178	613~1225	392~784	272~544	200~400
80	90~100	1422~2844	800~1600	512~1024	356~711	261~522
100	100~120	2222~4444	1250~2500	800~1600	556~1111	408~816
125	120~150	3472~6944	1953~3906	1250~2500	868~1736	638~1276

期动水位以下 0.5m 左右，以防止大旱之年水位下降露出滤水孔，破坏井内真空而抽不上水来。

所以井体长度可按公式 (1-1) 计算：

$$H = H_1 + H_2 + H_3, \quad (1-1)$$

式中 H ——井体总长度 (m)；

H_1 ——动水位至地面高度 (m)， $H_1 = a + b$ ， a 为静水位至地面高度 (m)， b 为动水位至静水位高度 (m)；

H_2 ——动水位至最上部滤水孔高度 (m)；

H_3 ——井底高度 (m)。

第四节 移机式真空井的井位勘查

井位勘查的目的主要是摸清当地的地下水情况，其主要内容包括地形条件，地质构造和岩石情况，地下水的补给，消耗，含水层的厚度、结构、导水性能的强弱等。由于影响真空井出水量的主要因素是补给情况，故勘查的内容中以探

明补给条件最重要。

移机式真空井主要是开采浅层地下水，即埋藏在地表以下第一个隔水层以上的含水层中的重力水。由于绝大多数情况下，浅层水具有自由水面，是无压水，只能在重力作用下由潜水位较高处向潜水位较低处流动。潜水的补给来源主要是大气降水，雨季水位上升，旱季则下降。潜水与地表水相互补给，在河水处于低水位时，潜水补给河水，而当河道水位较高时，则河水补给潜水（如图 1-8）。也有在河流的一侧受潜水补给，而在另一侧却是河水补给潜水。

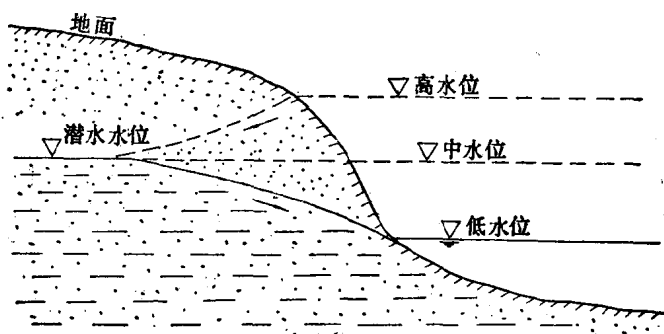


图 1-8 河水与潜水互相补给示意图

在寻找浅层地下水时，一般可以通过观察地貌形态、植物分布、动物活动及其它一些自然现象来判断有无地下水。根据实践经验，有下列几种情况可考虑打移机式真空井。

一、河流两岸冲积平原、一级阶地以及两山间的沟川地

这些地方的地层主要是由经常性的流水所形成的沉积物。上层常见有各种壤土、粘土、亚粘土、亚砂土覆盖；下层多砂、砂砾石、河卵石等组成。这里的浅层地下水(潜水)受大气降水和河水大量补给，水量丰富。耕地往往顺河流走