

农业技术干部培训丛书



# 排灌机械

施森宝 编

科学普及出版社

农业技术干部培训丛书

# 排灌机械

施森宝 编

科学普及出版社

3W40 / 17

## 内 容 提 要

本书主要讲述排灌机械的动力机(电动机、柴油机)和农用水泵两大部分的性能及其使用方面的基本道理与关键技术,以帮助读者了解如何正确选择新的排灌机械和合理使用现有的排灌机械,使其发挥更好的经济效果。

本书供农业、农机技术人员,排灌机手以及农业、农机方面的管理干部阅读。

农业技术干部培训丛书

排 灌 机 械

施 森 宝 编

责任编辑:刘庆坤

封面设计:刘玉忠

\*

科学普及出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京妙峰山印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 3<sup>5</sup>/<sub>8</sub> 字数: 74千字

1984年8月第1版 1984年8月第1次印刷

印数: 1—7,200册 定价: 0.42元

统一书号: 16051·1053 本社书号: 0863

# 前 言

排灌机械在抗旱防涝、保证作物生长期间的需水要求以及获得高产稳产方面起着关键的作用。建国以来我国机械排灌的水平一直都在迅速而稳步地发展着，排灌机械的总动力从解放初期的9万马力发展到1981年末的7800万马力。排灌机械遍布全国各地，可得到灌溉的农田约10亿亩，成为农业生产中夺取丰收的不可缺少的手段。现在仍在不断增加。因此，如何管好用好已有的和不断增长的大量排灌机械，使它充分发挥效益，降低使用成本并节约能源（电耗、油耗），具有重大的意义。

编写本书的目的是通过讲述排灌机械的性能以及使用方法，使读者了解如何正确选择新的排灌机械和合理使用现有的排灌机械，从而获得较好的经济效益。

编 者

1983年9月

## 《农业技术干部培训丛书》编委会名单

**主编：**沈其益

**编委** （按姓氏笔划）：

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 王在德 | 王沛有 | 王经武 | 王象坤 | 古希昕 | 兰林旺 |
| 卢宗海 | 甘孟侯 | 陈 仁 | 陈兆良 | 陈兆英 | 苏宝林 |
| 陆子豪 | 郑开文 | 季学禄 | 张淑民 | 金瑞华 | 俞家宝 |
| 胡先庚 | 祖康祺 | 施森宝 | 徐楚年 | 黄汉炎 | 常 城 |
| 解春亭 |     |     |     |     |     |

## 序 言

农业是国民经济的基础，加快农业发展必须依靠政策和科学。提高当前农村的科技人员、领导干部和广大知识青年的农业科学技术知识水平，又是加快发展农业生产，把科学技术转化为生产力的一项重要措施。《农业技术干部培训丛书》就是为了适应这个需要而编写的。

这套丛书包括《小麦》、《玉米》、《棉花》、《北方水稻》、《蔬菜》、《北方果树》、《作物遗传和育种》、《土壤》、《肥料》、《植物病理基础知识》、《农业昆虫基础知识》、《农药基础知识》、《农业试验统计》、《植保机械》、《排灌机械》、《小型拖拉机和农机具》、《畜牧》、《家畜普通病》、《畜禽传染病和寄生虫病》以及《农业经济管理》等20个分册。今后为了适应农业新形势的发展和农村广大科技人员的需要，还将增编其它新的分册。

这套丛书中的《小麦》、《玉米》、《棉花》、《作物遗传和育种》、《土壤》、《肥料》、《昆虫植病基础知识》和《农药基础知识》原是北京农业大学部分教师深入农村，进行农业技术函授教育和总结经验编写的函授教材，曾在我国北方农村试用多年，读者感到深入浅出，既有理论知识，又能联系实际，学了会用，有利于自学提高，受到读者的欢迎。河北省科学技术协会和河北省科学普及创作协会为了满足该省广大读者的需要，邀请北京农业大学组成编写组，对上述教材进行补充修订，并增加《畜牧》、《兽医》和《畜

禽传染病和寄生虫病》3个分册，由河北省科学技术协会在内部发行，以推动农业技术干部培训工作，也受到广大科技人员和各级领导的欢迎。不少省、市科协也对这套丛书给予重视，要求面向全国扩大发行，以满足我国广大农村科技人员、领导干部和农村知识青年的需要。

为此，《农业技术干部培训丛书》编委会决定，除对上述各分册进行补充修订外，再增加9个新的分册，由科学普及出版社正式出版，向全国发行。

我们希望这套丛书经过不断发展、补充和修订，能为我国广大农业科技人员、干部、农村知识青年以及中央农业广播学校学员的学习和进修提供较好的学习参考材料。这套丛书也是业余函授教育的补充和发展，希望《丛书》对青年自学成材，学以致用，推广新的科技成果，发展农业生产起积极的促进作用。

因为我国农业自然条件差别很大，农业生产必须因地制宜，不能生搬硬套。一个专册不可能概括全国各地情况，这套丛书以适应华北为主，并适当照顾其它地区。今后还得按照不同地区和专业需要编写相应的专册。

由于编者知识有限，不当之处请广大读者给予批评指正。

沈 其 益

一九八二年二月

# 目 录

## 第一章 电 动 机

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第一节 三相感应电动机的工作性能 ..... | 1  |
| 一、基本构造 .....           | 1  |
| 二、型号 .....             | 2  |
| 三、转速和转差率 .....         | 4  |
| 四、转矩 .....             | 5  |
| 五、功率因数 .....           | 6  |
| 六、功率和效率 .....          | 7  |
| 七、电动机的接线方法 .....       | 8  |
| 第二节 三相感应电动机的使用 .....   | 9  |
| 一、电动机的铭牌 .....         | 9  |
| 二、电动机的起动 .....         | 10 |
| 三、电动机导线截面的选择 .....     | 16 |
| 四、电动机保险丝的选择 .....      | 17 |
| 五、小型配电盘 .....          | 17 |
| 六、电动机的运行与维护 .....      | 18 |
| 七、安全用电 .....           | 20 |

## 第二章 柴 油 机

|                    |    |
|--------------------|----|
| 第一节 柴油机的基本构造 ..... | 24 |
| 第二节 柴油机的工作性能 ..... | 27 |
| 一、柴油机的种类和型号 .....  | 27 |
| 二、柴油机的性能 .....     | 28 |
| 第三节 柴油机的起动 .....   | 32 |

|                     |    |
|---------------------|----|
| 第四节 柴油机的常见故障 .....  | 35 |
| 一、烧瓦抱轴 .....        | 35 |
| 二、喷油器不喷油 .....      | 35 |
| 三、排气管冒烟 .....       | 35 |
| 四、运转不稳定(俗称游车) ..... | 36 |
| 五、柴油机“飞车” .....     | 37 |
| 第五节 柴油机的技术维护 .....  | 38 |
| 一、技术维护的意义 .....     | 38 |
| 二、零件磨损的规律 .....     | 38 |
| 三、技术维护的内容 .....     | 39 |
| 第六节 柴油机的油料 .....    | 43 |
| 一、柴油 .....          | 44 |
| 二、润滑油(机油) .....     | 44 |
| 三、柴油的净化 .....       | 44 |
| 四、柴油的净化措施 .....     | 45 |
| 五、机油的清洁和更换 .....    | 46 |
| 第七节 柴油机的安全使用 .....  | 47 |

### 第三章 农 用 水 泵

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 第一节 农用水泵的种类、主要构造和基本工作原理 ..... | 49 |
| 一、离心泵 .....                   | 49 |
| 二、轴流泵 .....                   | 52 |
| 三、混流泵 .....                   | 53 |
| 四、深井泵 .....                   | 54 |
| 五、潜水电泵 .....                  | 56 |
| 第二节 农用水泵的性能参数 .....           | 58 |
| 一、流量 .....                    | 58 |
| 二、总扬程 .....                   | 58 |
| 三、功率与效率 .....                 | 59 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 四、转速 .....                | 60 |
| 五、比转数 .....               | 61 |
| 六、允许吸上真空高度 .....          | 61 |
| 第三节 水泵的型号认识 .....         | 62 |
| 一、离心泵 .....               | 62 |
| 二、轴流泵 .....               | 63 |
| 三、涡壳式混流泵 .....            | 63 |
| 四、机井用泵 .....              | 64 |
| 五、农用潜水电泵 .....            | 64 |
| 第四节 水泵的工作性能 .....         | 65 |
| 一、水泵的性能曲线 .....           | 65 |
| 二、各类水泵性能曲线的比较 .....       | 67 |
| 三、水泵转速的变化对水泵性能的影响 .....   | 68 |
| 四、水泵叶轮直径的变化对水泵性能的影响 ..... | 70 |
| 第五节 水泵的正确使用 .....         | 70 |
| 一、水泵的正确选型 .....           | 70 |
| 二、水泵在使用中应注意的事项 .....      | 72 |
| 三、水泵的常见故障和排除方法 .....      | 75 |
| 四、离心水泵工作性能的改善措施 .....     | 77 |
| 第六节 水泵的合理配套 .....         | 80 |
| 一、合理配套的指标 .....           | 80 |
| 二、检查方法 .....              | 81 |
| 三、水泵的调节 .....             | 84 |
| 第七节 喷灌 .....              | 86 |
| 一、喷灌系统的组成和分类 .....        | 86 |
| 二、喷头 .....                | 88 |
| 三、喷灌用水泵的选型 .....          | 90 |

# 第一章 电 动 机

用于驱动农用水泵的电动机大多是三相感应电动机，又称三相异步电动机，其中以鼠笼型感应电动机使用较为广泛。这种电动机具有构造简单、坚固耐用、工作可靠、维护方便、价格便宜、使用成本低等许多优点。

## 第一节 三相感应电动机的工作性能

### 一、基本构造

三相鼠笼型感应电动机主要由定子和转子两部分组成(图1-1)。定子是由机座、定子铁芯和定子绕组三部分组成。定子铁芯由厚度为0.5毫米、表面涂有绝缘漆的圆环状硅钢片迭压而成，作导磁用。定子铁芯固定在机座中，在它的内圆上，冲有嵌放定子绕组的线槽。定子绕组是由漆包线构成，对称地嵌放在线槽内。三相绕组的六个线头，用六根引出线连接后，分别接到机座外壳的引线盒中。转子由转轴、转子铁芯和转子绕组三部分组成。转子铁芯由厚度为0.35~0.5毫米的圆形硅钢片迭压而成，作导磁用。转子铁芯固定在转轴上。在其外圆上均匀地冲有嵌放转子绕组的槽。鼠笼型转子的绕组是在每个槽中装一根导条，在伸出铁芯两端的槽口处，用两个端环分别把所有导条的两端都连接起来(图1-2)。

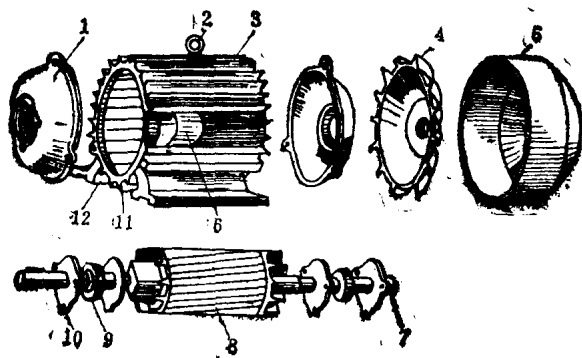


图 1-1 三相鼠笼型感应电动机的构造

1. 端盖；2. 吊环；3. 机座；4. 风扇；5. 风扇罩；  
6. 出线盒；7. 转轴；8. 转子；9. 轴承；10. 轴承盖；  
11. 定子绕组，12. 定子铁芯

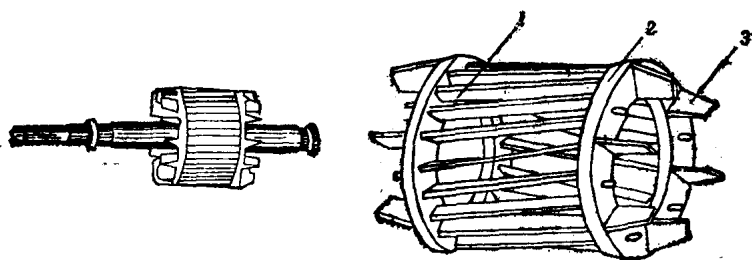
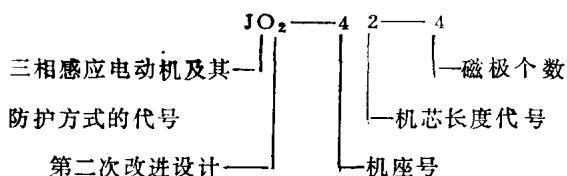


图 1-2 鼠笼型转子绕组

1. 导条；2. 端环；3. 内风扇

## 二、型 号

电动机的型号用以下符号表示：



农业上常用感应电动机的型号有J型、JO型、JR型、JRO型、JLB型、JQS型等，其各自代表的意义是：

- J型——防护式三相鼠笼型感应电动机；
- JO型——封闭式三相鼠笼型感应电动机；
- JR型——防滴式三相绕线型感应电动机；
- JRO型——封闭式三相绕线型感应电动机；
- JLB型——用于深井水泵的感应电动机；
- JQS型——井用潜水感应电动机。

“防滴式”电动机（图1-3）的定子和转子都是敞露的，通风良好，能防止水滴、铁屑或其它物体与垂直方向成45°以内掉入电动机内部。适用于环境清洁、工作人员不常接近的场所。

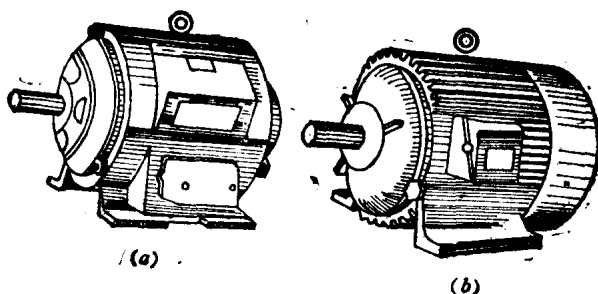


图 1-3 三相感应电动机的外形  
(a)防护式；(b)封闭式

“封闭式”电动机（图1-3）的定子和转子封闭严密，能防止灰尘或其它飞扬物件侵入电动机内部。适用于潮湿和多尘等工作条件较差的场合。

驱动水泵用的电动机，除了深井泵和潜水电泵等有特殊要求的电动机以外，大多采用JO<sub>2</sub>型电动机。

### 三、转 速 和 转 差 率

感应电动机的转速分同步转速和转子转速。同步转速就是电动机的定子绕组中通入三相交流电后产生旋转磁场的转速。同步转速与电动机定子绕组的磁极对数有关，可由下式表示：

$$\text{同步转速 } n_1 = \frac{60 \cdot f}{p} \text{ (转/分)}$$

式中 $f$ 为交流电源的频率，我国交流电源频率 $f = 50$ 周/秒。

$p$ 为定子绕组旋转磁场的磁极对数。

排灌机械中的电动机常用的同步转速为3000转/分、1500转/分、1000转/分、750转/分。感应电动机的转子转速也就是电动机轴驱动水泵工作的转速，它由旋转磁场的转速而产生，但小于旋转磁场的转速（所以又称为异步电动机）。同步转速与转子转速二者之差与同步转速之比称为感应电动机的转差率，用 $S$ 表示。

$$S = \frac{n_0 - n}{n_0}$$

式中 $n_0$ 为同步转速； $n$ 为转子转速。

感应电动机的转子转速随负载的增加而降低，即负载越大，转差率也越大，空载时转差率最小。常用的感应电动机在额定负载时，其转差率约为2—5%，我们所说的电动机

**转速**就是指电动机在额定负载时的转子转速，即**额定转速**。不同型号和不同功率的电动机其额定转速不完全相同，功率大的电动机转差率较小，额定转速高一些；功率小的电动机转差率较大，额定转速低一些。不同的同步转速的电动机在额定负载时相应的转子转速范围为：

| 同步转速    | 额定转速         |
|---------|--------------|
| 3000转/分 | 2810~2960转/分 |
| 1500转/分 | 1380~1470转/分 |
| 1000转/分 | 930~980转/分   |
| 750转/分  | 710~735转/分   |

电动机的转速应与被驱动水泵所要求的转速相一致。

功率相同的电动机，其重量和价格随转速的增加而减少，因转速愈高构造愈简单，成本也较低。所以在一般情况下，宜选用转速较高的电动机。

#### 四、转 矩

**转矩**是电动机轴在驱动水泵工作时转动的力矩。感应电动机的转矩与转差率有关，当起动时，转差率最大，转矩则较小；随着转速迅速增加，转差率随之减小，电动机的转矩也随着加大，与负载相适应，其最大的转矩可达到额定转矩的1.0~2.7倍。所以感应电动机克服短时间的过载能力是高的，但其起动转矩较小，因此，在驱动作业机械时一定要使作业机械处于无负载或很轻的负载下起动，不然就起不来。

## 五、功率因数

感应电动机工作时，一般都必须从电路中占用比它实际所需用的功率大一些的功率，多占的那部分功率并没有真正消耗掉，而是被虚占着。仅在电动机产生磁场和消失磁场的过程中，电动机与发电厂之间进行周期性的能量交换。当电动机建立磁场时，由发电厂供给电能；当磁场消失时，电动机则又把这部分磁能转变成电能还给发电厂，对外并不做功，但却增加了发电厂的负担。

电动机在电路中占用的功率称为视在功率，电动机实际需用的功率称为有功功率，被虚占着的功率称为无功功率。这三个功率之间的关系是向量的几何关系，可用直角三角形（即功率三角形）表示，如图1-4。图中，直角三角形的斜边为视在功率，邻边为有功功率。

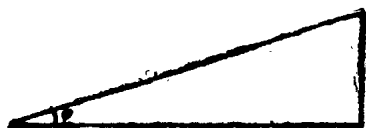


图 1-4 功率三角形

功率因数是有功功率与视在功率之比。

$$\text{即功率因数} = \frac{\text{有功功率}}{\text{视在功率}}$$

在功率三角形中， $\cos\phi = \frac{\text{有功功率}}{\text{视在功率}}$ ，所以功率因数亦可用 $\cos\phi$ 表示。

功率因数高的电动机，意味着减轻了发电厂在这方面的负担，亦即提高了发电与供电设备的利用率。功率因数对每

台电动机来说并不是一个不变的数值，而是随着电动机功率的利用情况而变化的（表1-1）。因每台电动机被占用做为能量交换的这部分无功功率的大小基本是不变的，而有功功率则随着负载的增加而加大。所以当电动机的负载达到额定功率时，功率因数最大；电动机空转或轻载运行时，功率因数很低。因此选用的电动机应尽量使其接近额定负载工作。

电动机的功率因数随负载变化情况 表 1-1

| 负载情况                  | 空 载  | 1/4负载 | 1/2负载 | 3/4负载 | 满 载  |
|-----------------------|------|-------|-------|-------|------|
| 功率因数<br>$\cos\varphi$ | 0.20 | 0.50  | 0.77  | 0.85  | 0.89 |

## 六、功率和效率

功率是表示电动机输出的机械功率。电动机的额定功率是在规定条件下（电压、电流）所输出的机械功率，也是电动机长时间所能作功的能力。电动机功率的单位以千瓦表示。

三相感应电动机的功率可由下式计算：

$$\text{功率} = \frac{1.73 \times \text{线电压(伏)} \times \text{线电流(安)} \times \cos\phi \times \text{效率}}{1000} \text{千瓦}$$

式中效率是电动机的输出功率与输入功率之比，为百分数。由于电动机在工作时，因电流流动而产生的热量、涡流以及机械磨擦等损失都要消耗一部分能量，所以电动机的输出功率比输入功率小一些。不同的电动机因其电气性能、制造质量等的差别，其效率也不相同，一般为80~90%。同时，效率也随电动机功率的利用情况而变化，当使用的功率