

喷滴灌译丛

北京农业机械化学院《喷滴灌译丛》编译组

1 9 8 1

农 业 出 版 社

579

喷 滴 灌 译 丛 (1981)

北京农业机械化学院

《喷滴灌译丛》编译组

农 业 出 版 社

喷滴灌译丛 (1981)

北京农业机械化学院

《喷滴灌译丛》编译组

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

850×1168毫米 32开本 7.375印张 184千字

1982年1月第1版 1982年1月北京第1次印刷

印数 1—1,870册

统一书号 15144·625 定价 0.92元

前 言

喷灌有许多优点。它灌水均匀，能及时恰当地补给作物对水分的需要，可以节省用水，可以不破坏土壤结构、防治发生径流和防止植物养分流失，还可以防霜和同时施用化肥、农药等。过去因为存在一些技术障碍，难以大量推广。自从在喷头、铝合金管道、快速接头、高强度特制橡胶软管等方面有了一系列技术突破，特别是发明了时针式喷灌机以后，近二、三十年来世界上的喷灌事业已有突飞猛进发展。目前在美国、欧洲各国、中东部分国家、澳大利亚、日本等许多地方，喷灌已成为很重要的乃至主要的灌溉方式，成为促成那里农业丰产的重要条件。

我国这几年的喷灌事业的发展也很快。现在我们已有不少自制、仿制和从国外引进的喷灌设备，积累了不少经验。但是总的说来，我国喷灌事业历史较短，已有的喷灌面积占总耕地面积比重不大，技术也还不甚熟练。为了促进我国农业高产稳产，为了实现农业现代化，显然我们还要加紧学习国外先进经验，更快更好地发展我国的喷灌事业。

滴灌是更加新的灌溉方式。滴灌更加省水，更加能长期保持作物生长最适宜的土壤湿度，对保持土壤的良好结构状态更有好处，有时还可以起到改良土壤的作用，也能够同时施用化肥、农药。虽然迄今为止滴灌的成本还比较高，但在特别干旱和供水不足地方，在盐碱土地区和对于象果树蔬菜这样一些群体较小、经济价值较高的作物，却有着特异的效果。而随着滴灌技术的进步，它的适应范围肯定将愈来愈大。

为了促进我国的喷、滴灌事业的发展，我们编译了这套喷、滴灌译丛。译丛的第一辑最近可以出版了。那里主要是作一个尽量全面的介绍，包括喷、滴灌的各种不同方法、各种喷、滴灌机具以及各国的喷、滴灌现状和经验等。

这一本是第二辑。这一辑我们把重点摆在介绍几种对我国参考价值较大的喷灌机上。具体说，这里介绍美国《吉马提克》平移式喷灌机、苏联《弗列加特》水力驱动时针式喷灌机和《沃尔然卡》滚移式喷灌机的详细构造和工作原理。毕竟，要发展喷灌事业总要有大量的喷灌机具。而无论是这些机具的设计还是使用，总要先对机具有个具体、明晰地了解。我们介绍这些内容，而且将之作为重点，目的就在于希望它能有助于我国喷灌技术工作者对喷灌机的构造和工作原理有进一步了解，从而设计出更适合我国国情的喷灌机，更好地使用喷灌机。本辑内另外介绍的关于喷灌机的运用、试验研究和经济分析的材料，也为的是这同一目的。

本辑内还选用一篇介绍用石膏塞和张力计监测土壤湿度和编制用水计划的文章，另外还有四篇滴灌方面论文，也可供参考。

目 录

前言

美国《吉马提克》平移式喷灌机的结构和工作原理·····	(1)
DM型《弗列加特》水力驱动时针式喷灌机的结构及其 工作原理·····〔苏〕B.M.克拉考维茨 C.H.尼库宁	(23)
苏联《沃尔然卡》滚移式喷灌机·····	
·····〔苏〕B.M.克拉考维茨 C.H.尼库宁	(70)
《多支点喷灌机》一书选译·····	
·····〔苏〕C.X.古谢—扎捷等	(89)
一、多支点喷灌机的原理与装置·····	(89)
二、喷灌机供水方式的选择·····	(107)
三、压力灌溉网参数的确定·····	(113)
四、多支点喷灌机灌水质量性能参数的选择·····	(119)
五、多支点喷灌机的电气化问题与传动装置的选择·····	(123)
六、多支点喷灌机行走轮合理尺寸的确定·····	(127)
七、多支点喷灌机的试验结果及其分析·····	(139)
八、多支点喷灌机经济效益的分析方法·····	(168)
用电阻塞法和张力计法测量土壤湿度与编制喷灌计划···	(176)
滴灌支管的设计·····〔美〕吴义伯等	(195)
滴头对毛管水头损失的影响·····〔苏〕B.B.舒马科夫	(209)
滴灌均匀度——引论·····〔美〕肯·索洛芒	(213)
滴水装置的评价标准·····〔美〕肯·索洛芒	(222)

美国《吉马提克》平移式喷灌机的

结构和工作原理

《吉马提克》(Zimmatic) 307 型电力驱动平移自走式喷灌机是美国林赛 (Lindsay) 公司 1978 年正式销售的产品。它可以灌溉矩形地块, 土地利用率达到 98%, 机械性能与灌水质量比时针式喷灌机好, 更能节省劳力, 结构也较简单, 因此, 问世不久, 就受到了国内外用户的欢迎。

《吉马提克》平移式喷灌机系从明渠取水。明渠位于喷灌机跨架的中央 (或一侧), 整个喷灌机垂直分布于渠道两侧而按渠道中心线运行。柴油机、水泵、发电机、控制和导向设备等都悬挂在中央跨上 (渠道水位的上方)。在中央跨的两边是标准的 307 型时针式喷灌机的跨架, 并组成对称结构 (图 1—1)。

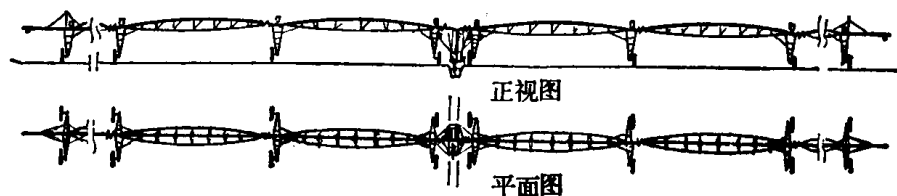


图 1—1 307 型平移式喷灌机正视图和平面示意图

一、中央跨结构

中央跨是 307 型平移式喷灌机的首脑部位, 也是与时针式喷灌机在结构上最大的不同处。

中央跨长 6.1 米（指中央塔车两个轮子中心线间距），总装结构示意图如图 2。它是由两个塔车、两个长接头管、两个特长接头管、焊接三通管、水泵出水管、动力机组及吊架、吸水管及其拦污栅、控制箱组、油箱等部分组成，现分述如下：

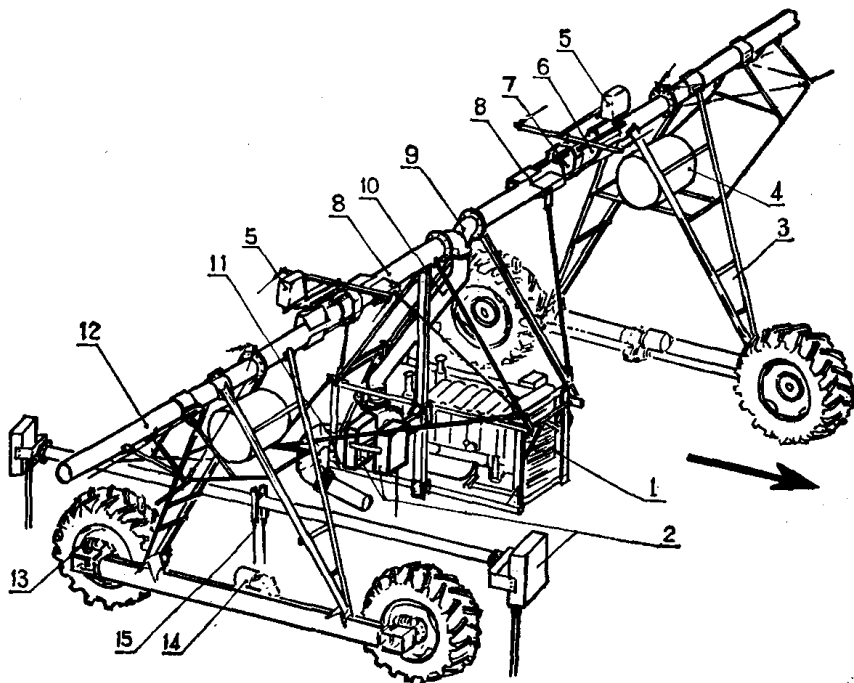


图 1—2 中央跨总装示意图

1. 动力机组及吊架 2. 控制箱组 3. 塔车 4. 油箱 5. 塔车控制箱
6. 长接头管 7. 柔性接头 8. 特长接头管 9. 焊接三通管 10. 水泵出水管
11. 水泵吸水管 12. 喷灌管道及腹架 13. 二级减速箱及轮子 14. 驱动电动机和一级减速箱 15. 导向安全微动开关触杆

（一）中央塔车

两台中央塔车左右对称分立在渠道两旁，它们的结构基本和标准塔车相同，只是底梁管壁较厚一点。塔车的角钢立柱与管道的联接方式，两根是用螺栓螺母与长接头管的固定焊耳联接，另

两根则是在塔车的自由端加了对接的（用螺栓联接）活动抱箍，再用螺栓螺母联接。

（二）长、短接头管

中央跨采用两节特长接头管，下方焊有一个固定联接耳，用以悬挂主、副控制箱。其它长、短接头管都采用林赛公司的标准构件。

（三）焊接三通管

这是专为平移式喷灌机焊接的、带有法兰盘的变径三通管，入口管径为 8 英寸，两个出口管径为 $6\frac{5}{8}$ 英寸。

（四）水泵出水管

三通管下方联接水泵出水管，它包括两个 150° 左右的焊接弯头、带有量水表的直管、联接活动套箍及蝴蝶阀等（图1—3）。管直径为 8 英寸。焊接弯头管与直管对中，两者之间留有一定的间隙，采用紧口橡胶内套及金属活动外套箍，再用若干螺栓将其固定在两管口上。直管的量水表是一个蜗轮流量计，用以测量入机流量。8 英寸蝴蝶阀紧联在水泵出口，有操纵手柄可调节阀门开度，以控制流量。

（五）动力机组及吊架（图1—3）

动力机组包括柴油机、离心泵、发电机及启动电瓶等，水泵和柴油机用花键式橡胶套盘直联，发电机和柴油机用三条三角皮带联接。单级离心泵安在柴油机的后方，用减震橡胶垫固定在吊架上；发电机支托在柴油机的左前侧，用可调螺杆支撑，可以改变它与柴油机的距离，以调节三角皮带的松紧度。吊架是型钢焊接、螺栓联接的组合件，一般在工厂将它和动力机组组装好，安装时，直接将它们用四根悬吊角钢和 8 根稳定支撑杆固定在管道上，为了排除积水，吊架的前端比后端应高出 0.5—1 英寸。

（六）吸水管及拦污栅

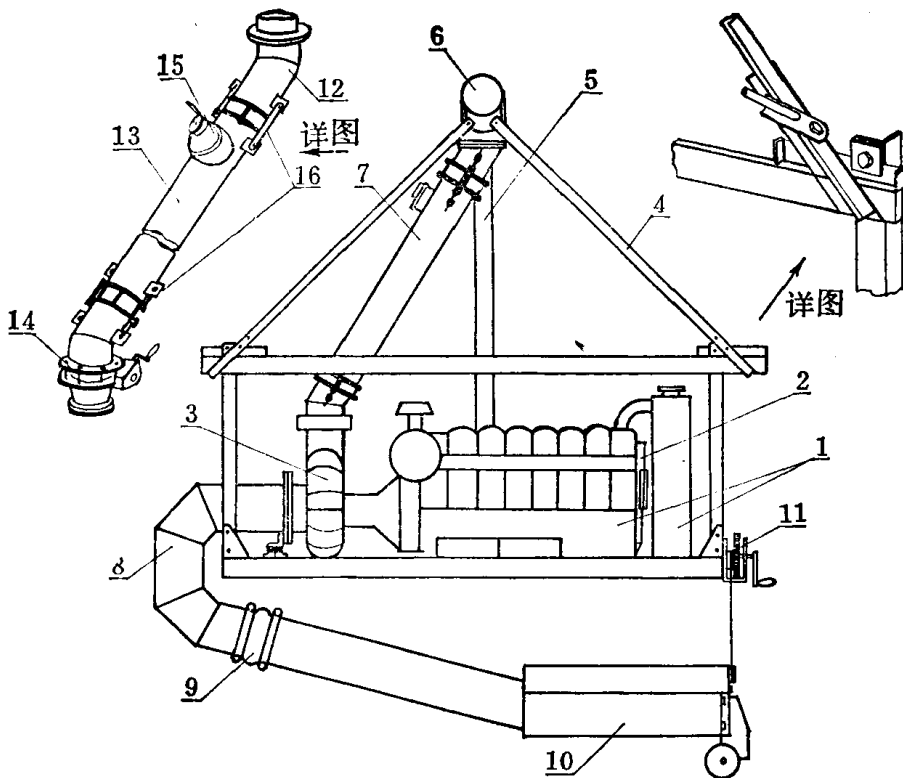


图 1—3 动力机组及吊架

1. 柴油机 2. 发电机 3. 水泵 4. 吊架 5. 主控制箱吊杆 6. 焊接三通
7. 出水管 8. 吸水管 9. 柔性接头 10. 拦污栅 11. 手动钢索绞盘 12.
弯头 13. 直管 14. 蝴蝶阀 15. 量水表 16. 活动套箍

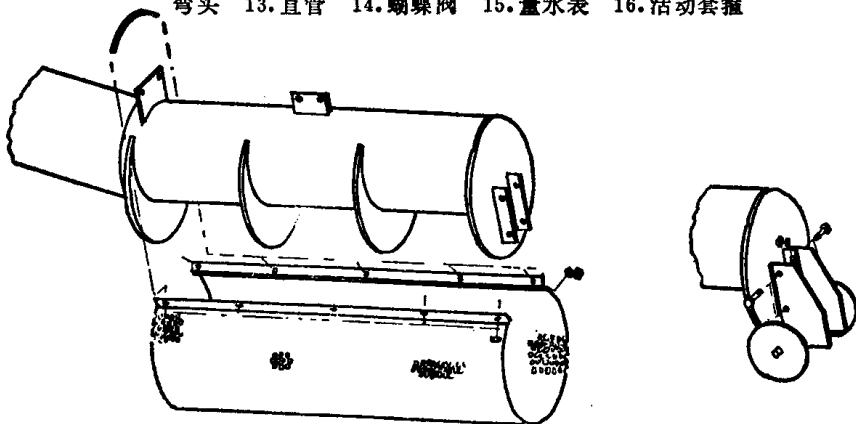


图 1—4 拦污栅及支承小车

水泵吸水侧用法兰盘联接一个焊接弯头，然后用一段橡胶柔性接头和直管相联，直管和拦污栅焊接在一起。这部分的重量在作业时，靠装在拦污栅下的双轮小车支承在渠底上，沿渠底滚动；在运输时，则用安在吊架与拦污栅上的钢索手动绞盘装置悬吊在吊架上。其结构见图 1—3、图 1—4。

(七) 控制箱组

中央跨共有五个控制箱，另外还有三个安全运行触杆(图1—5)。

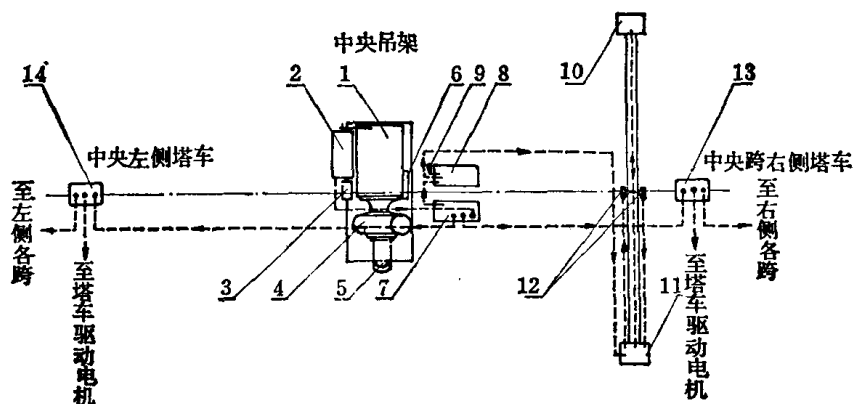


图 1—5 中央跨控制箱组及输电缆接线布置

1. 柴油机 2. 发电机 3. 电瓶 4. 水泵 5. 吸水管 6. 柴油机控制箱 7. 主控制箱 8. 辅助控制箱 9. 中央跨运行终端安全微动开关触杆 10. 向前导向控制箱 11. 向后导向控制箱 12. 导向安全微动开关触杆 13. 塔车控制箱

(八) 油箱

两个圆筒形金属油箱，安放在中央跨左右塔车的三级梯架上。油管、回油管为塑料软管，穿置在金属管内，两油箱中的油路左右串通。油箱中的柴油经油管到柴油机的油水分离器，将油中的水分、气泡析离出，并将水积存在底部（定期排出），然后柴油进入柴油机的油路，多余的柴油由回油管重新回到油箱。

由以上可见，几吨重的动力机组及吊架重量，全部由喷灌管

道承受，经两个柔性接头分别传至两个塔车上。吊架和两边塔车靠一个半自由的悬吊结构联接，这样有助于减少左右侧扭转位移的积累（参看图1—2）。

二、标准跨架及末端悬臂

标准跨架是组成喷灌机的基本单元，根据需要可将标准跨架拼、拆成不同喷灌机长度。

标准跨架是由桁架和塔车两部分组成的，桁架为腹架式微拱

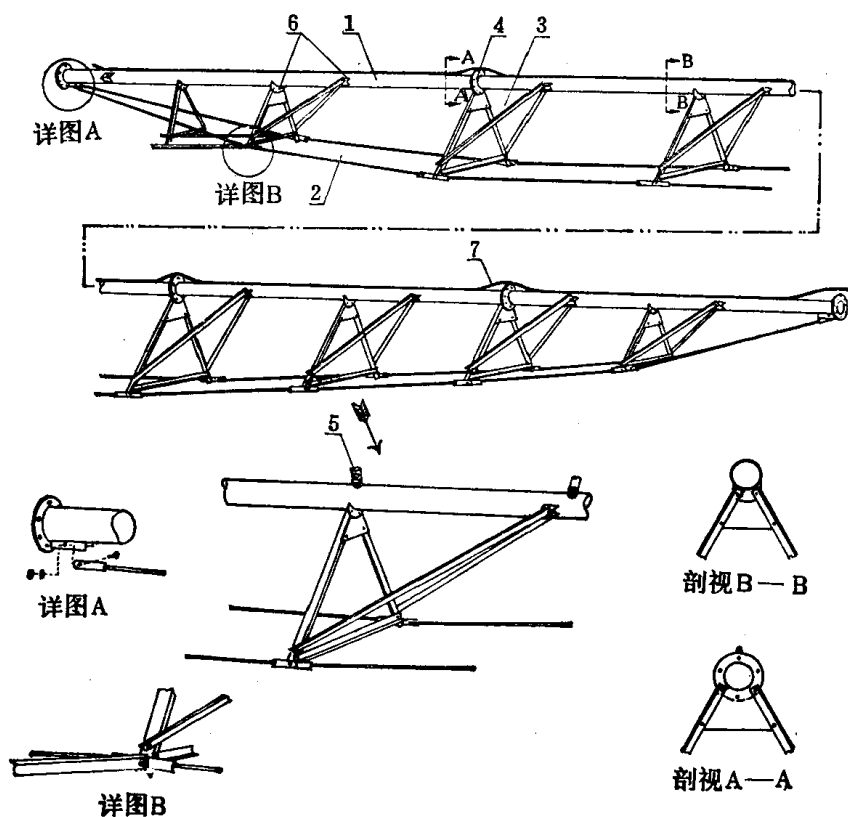


图 1—6 307 型标准桁架结构

1. 喷灌管 2. 拉杆 3. 三角形悬架 4. 法兰盘 5. 喷雾型喷头 6. 固定耳 7. 电缆

形空间结构。上拱由四节长 13 米、外径 $6\frac{5}{8}$ 英寸 (168.8 毫米) 的热浸镀锌薄壁钢管组成, 管节间用法兰盘螺丝螺母联接, 并加塑料密封垫。下弦为拉杆, 采用 16 根等长的直径 20 毫米的钢筋, 两边焊固定板, 每跨中间有七个直角三角形悬架, 采用等边角钢用螺栓联接成。另外还有组成柔性接头的长短接头管、八角环等。塔车包括角钢及钢管底梁组成的等腰三角形和两个橡胶充气轮, 两轮间距为 4.27 米。标准桁架结构见图 1—6, 标准塔车结构见图 1—7。

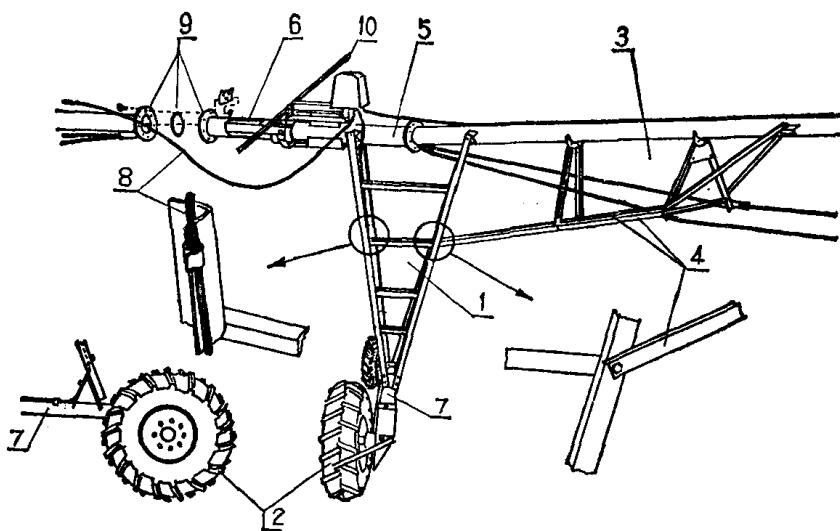


图 1—7 标准塔车结构

1. 塔车 2. 胶轮 3. 腹架 4. 斜撑稳定杆 5. 长接头管 6. 短接头管
7. 底梁管 8. 电缆 9. 法兰盘及垫圈 10. 对直丁字臂

307 型《吉马提克》标准跨长为 54.13 米, 属长跨型, 在平移式喷灌机上共有 14 跨, 除两个第一跨 (最靠里的) 的两端是固定的以外, 其它各跨都是一端固定、一端在柔性接头处形成铰接。柔性接头安装在朝向中央跨的一端, 它和万向节类似, 可以

前、后、上、下转动。这种柔性接头是林赛公司专利生产的，它的特点是完全在管道外面、不伸缩、寿命长、可承受扭曲变形、修理更换时很简便、不需要吊车和叉架，而且还起安全保护作用（见后文）。它的结构见图 1—11，图 1—12。接头分两层：内层是两边带有 U 形止水圈而中间很薄的耐腐蚀橡胶套筒，外层是两个半圆拼合起来的铝合金铸造套箍。当橡胶套筒的两端套在喷灌管道上后，随将两个半圆铝合金箍用若干小螺丝螺母拧紧，这样就紧套在管上了。但两个管端由于有突缘嵌在橡胶套筒内，所以它可以在橡胶套筒内有一定的转动余地。全跨的重量由长、短接头管的伸出臂和八角环承载，其承重能力很强，甚至可以允许塔车悬空。

在短接头管的底部有一个约 25 毫米直径的圆孔，以便安装自动泄水阀，它的结构很简单（见图 1—12），为一个带一圈小孔的蘑菇形橡胶塞，当有水压力时，“蘑菇”的伞顶往下压，使一圈排水小孔被管壁压严堵塞；当水压减小时，橡胶伞自动顶起，使管中积水从小孔中排出。

外端悬臂仍采用外径为 $6\frac{5}{8}$ 英寸的薄壁钢管，用四根钢索悬吊在外端塔车上，在管道的末端安装有可冲除泥沙污物的快速联接堵头，喷灌时堵塞，需冲洗管道泥沙时打开。

三、驱动系统

驱动系统是实现喷灌机自走的部分，它包括电动机、减速箱、传动方轴、轮子等。喷灌机的驱动过程是：中央跨主控制箱输出电流电压为 380 伏，用电缆送入各塔车控制箱，经接触器到驱动电动机，经过一级变速后，由万向节、方轴传至二级变速箱，然后直接驱动轮子。

（一）驱动电动机

喷灌机各塔车的电动机除外端两个塔车外，其余塔车都采用同一种型号的电动机，即林赛公司为喷灌机专门设计的自制高转矩卧式电动机（定子线包和转子从其它公司的电机厂购买）。在电动机的输出轴上，装有平面圆柱齿轮减速箱，它和电机外壳组装成一体。电动机的功率为 $3/4$ 马力、380 伏电压、3 相、50 赫兹、电流 1.8 安、转速 1725 转/分，可允许满负荷时连续工作，最高温度允许达 40°C ，电机顶端有热继电器保护。圆柱齿轮减速箱减速比为 $40:1$ ，输出轴转速 33.3 转/分，传动效率 82%。齿轮用粉末冶金铸造，扭矩大，并用全密封油浸润滑。齿轮箱上有塑料制润滑油膨胀盒，其内部有橡胶隔膜，当油温升高膨胀时，可顶起隔膜，不致使润滑油外溢（图 1—8）。

外端塔车电动机因为驱动力要求较大，所以采用美国电机公司的立式电动机。它在电动机壳内也包括一级蜗轮蜗杆减速箱。电动机功率为 1 马力、380 伏电压、3 相、50 赫兹、电流 2.3 安、1,750 转/分，电机顶端有热继电器保护。减速箱的减速比为 $58:1$ ，输出轴转速为 25 转/分，传动效率 40—50%。

驱动电动机都安装在塔车底梁中间的电机座上。

（二）二级减速箱

电动机经一级减速箱输出轴向两边联接万向接头和方轴（为了安全，方轴外有塑料套筒），将动力传至二级减速箱。

二级减速箱用螺栓固定在减速箱支座上，再用一个直径 25 毫米的销钉联在底梁的端头（图 1—8），使减速箱可以自由转动 90 度。然后，在底梁的另一处（下面）将减速箱支座用可调螺钉固定在工作位置。

二级减速为蜗轮蜗杆传动。蜗杆是高强度钢的，经过淬火，抗拉强度很高。蜗轮是高强度铸铁的，它用键和输出轴联接，输出轴直径为 50 毫米，经磨光加工。轴穿过外壳处，用一层双唇密封、一层单唇密封及轴承联接。输出轴端部为联接胶轮的大法

兰盘。蜗轮蜗杆在密封油箱（即减速箱）内运转，以减少磨损，延长寿命。用螺纹管把内部装有橡胶隔膜的塑料储油盒固定在减速箱上（在蜗杆处），以适应减速箱内润滑油油位因温度而生的变幅（图 1—8 参看图 1—7）。

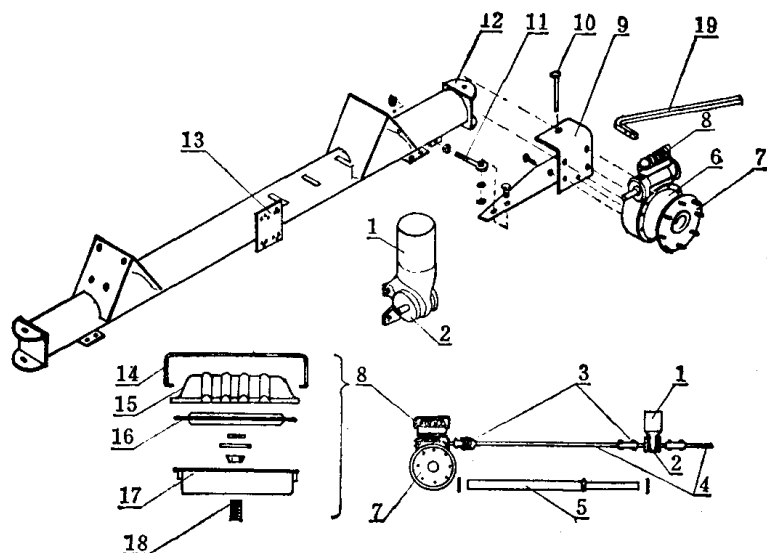


图 1—8 驱动系统

1. 电动机 2. 一级减速箱 3. 万向节 4. 方轴 5. 塑料护套 6. 二级减速箱 7. 大法兰盘 8. 润滑油储油盒 9. 减速箱支座 10. 销钉 11. 可调螺钉 12. 底梁端头 13. 电机座 14. 压紧钢丝 15. 塑料盒盖 16. 橡胶隔膜 17. 塑料盒 18. 螺纹管 19. 分禾器

（三）行走轮

采用 14.9×24 英寸高浮动式橡胶轮。轮的外径为 1,250 毫米，轮宽 378.5 毫米，轮毂直径 600 毫米。充气压力为低压，不应大于 2.46 公斤/厘米²，一般为 1.12—1.26 公斤/厘米²。胶轮上有人字形花纹，在同一个塔车上，当工作状态时，人字花纹对于底梁中点是相反的；当运输状态时，轮子转 90 度，人字花纹则变成同方向。高浮动式轮接地面积宽，对土壤的压力小，低压轮胎对土壤富有弹性，便于牵引，适于粘性土。

四、喷头及其布局

《吉马提克》307型 平移式喷灌机为了具有低压、灌水均匀、雨滴小等特性，采用“雨鸟”公司生产的折射式喷头（图1—9）。

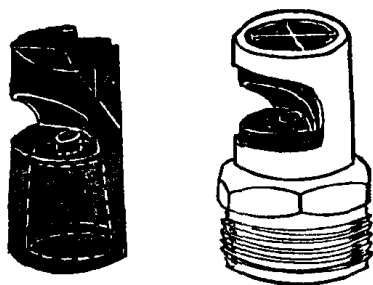


图 1—9 折射式喷头

喷头外面为开口圆柱形铜套，外径约 22 毫米，高约 45 毫米，内面压入孔径不同的硬橡胶喷体，反射面和水平面的夹角为 15° 。喷头下部有螺纹与管道的短竖管联接。喷头过水通道采用硬橡胶的优点是：耐腐蚀、易于制造、便于更换、不易堵塞等。喷孔直径约为 5.5—7.5 毫米，工作压力 1.6—1.8 公斤/厘米²，流量 0.5—0.6 升/秒。

从理论上说，平移式喷灌机使用的喷头布置方式本应是同一类型的喷头、等距离布置。但由于通过塔车处受到布置位置的限制和压力愈往末端愈小的缘故，所以实际上在喷孔直径、喷头间距及采用减压器的孔径等方面都有微小差别。喷头在每一跨管道上布置 20 个，悬臂上 5 个，共 292 个，平均 2.7 米布置一个，但在塔车处间距稍有变化。末端也采用折射式喷头，折射面向上。布置喷头时，折射面一前一后，并对管道有一定向下倾斜角的相间布置。这样，喷出的水雾不向上抛射，而呈圆弧面包住喷灌机，使喷洒更均匀，受风的影响也减小。为了减小喷灌强度，可以在管道的短竖管上接一定长度的水平管，然后再安装喷头。

五、控制系统

控制系统是保证平移式喷灌机运行可靠的关键设备，它包括速度控制、同步（对直）控制及导向控制三大部分，三者虽有独立结构，但也互相影响。

（一）速度控制