

通过灌溉管道施肥的常用方法

华南农业大学资源环境学院作物营养与施肥研究室 张承林

一、施肥罐

通过灌溉系统施肥需要一定的施肥设备，常用的施肥设备主要有施肥罐、文丘里施肥器、施肥泵、施肥机等。下面对施肥罐的工作原理和用法作一介绍。

施肥罐是田间应用较广泛的施肥设备。在发达国家的果园中随处可见，我国在大棚蔬菜生产中也广泛应用。施肥罐也称为压差式施肥罐，由两根细管（旁通管）与主管道相连接，在主管道上两条细管接点之间设置一个节制阀（球阀或闸阀）以产生一个较小的压力差（1~2m 水压），使一部分水流流入施肥罐，进水管直达罐底，水溶解罐中肥料后，肥料溶液由另一根细管进入主管道，将肥料带到作物根区（图 1，图 2，图 3）。

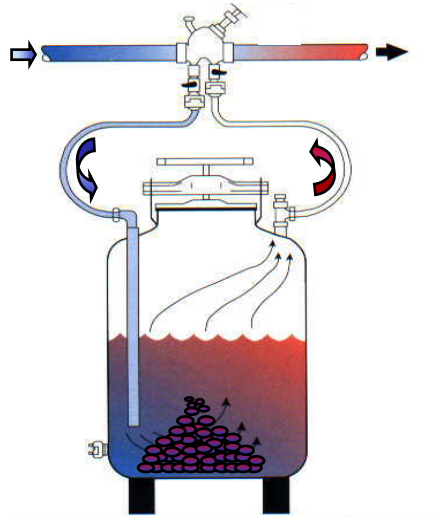


图 1 旁通施肥罐示意图



图 2 田间应用的金属施肥罐（卧式、220 升）



图 3 大棚应用的塑料低压施肥罐（立式，25 升）

旁通施肥罐是按数量施肥方式，开始施肥时流出的肥料浓度高，随着施肥进行，罐中肥料越来越少，浓度越来越稀。罐内养分浓度的变化存在一定的规律、即在相当于 4

倍罐容积的水流过罐体后，90%的肥料已进入灌溉系统（但肥料应在一开始就完全溶解），流入罐内的水量可用罐入口处的流量表来测量。灌溉施肥的时间取决于肥料罐的容积及其流出速率。

因为施肥罐的容积是固定的，当需要加快施肥速度时，必须使旁通管的流量增大。此时要把节制阀关得更紧一些。在田间情况下很多时候用固体肥料（肥料量不超过罐体的1/3），此时肥料被缓慢溶解，但不会影响施肥的速度。在流量压力肥料用量相同的情况下，不管是直接用固体肥料，还是将其溶解后放入施肥罐，施肥的时间基本一致。由于施肥的快慢与经过施肥罐的流量有关，当需要快速施肥时，可以增大施肥罐两端的压差，反之，减小压差。

二、文丘里施肥器

同施肥罐一样，文丘里施肥器在灌溉施肥中也得到广泛的应用。文丘里施肥器可以做到按比例施肥，在灌溉过程中可以保持恒定的养分浓度。

水流通过一个由大渐小然后由小渐大的管道时（文丘里管喉部），水流经狭窄部分时流速加大，压力下降，使前后形成压力差，当喉部有一更小管径的入口时，形成负压，将肥料溶液从一敞口肥料罐通过小管径细管吸取上来。文丘里施肥器即根据这一原理制成（图4）。

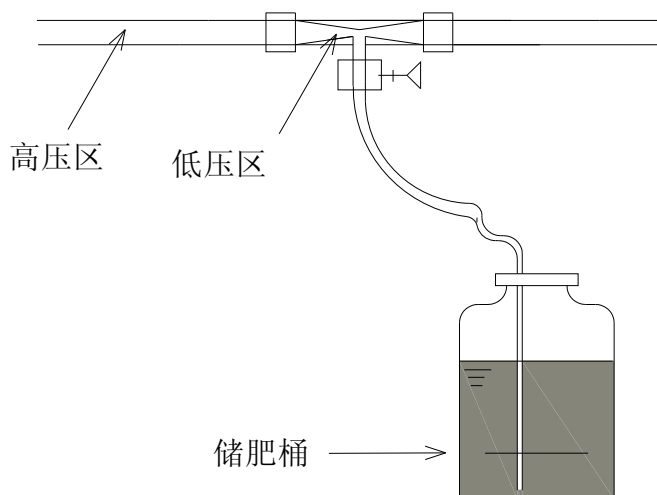


图4 文丘里施肥器示意图



图5 文丘里施肥器（蓬莱奇宝肥业公司）



图6 文丘里施肥器（耐特菲姆公司）

文丘里施肥器用抗腐蚀材料制作，如铜、塑料和不锈钢。现绝大部分为塑料制造。文丘里施肥器的注入速度取决于产生负压的大小（即所损耗的压力）。损耗的压力受施肥器类型和操作条件的影响，损耗量为原始压力的10~75%。选购时要尽量购买压力损耗小的施肥器。由于制造工艺的差异，同样产品不同厂家的压力损耗值相差很大。由于文丘里施肥器会造成较大的压力损耗，通常安装时加装一个小型增压泵。一般厂家均会告知产品的压力损耗，设计时根据相关参数配制增压泵或不加泵。

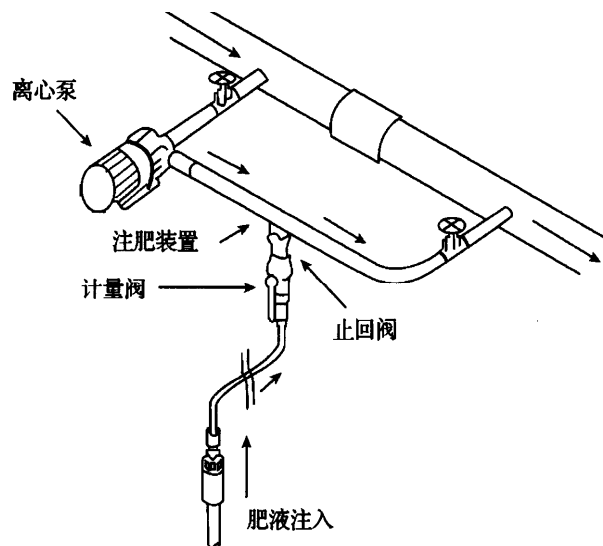


图7 配制增压泵的文丘里施肥器示意图

吸肥量受入口压力、压力损耗和吸管直径影响，可通过控制阀和调节器来调整。文丘里施肥器可安装于主管路上（串连安装）或者作为管路的旁通件安装（并联安装）。

在温室里，作为旁通件安装的施肥器其水流由一个辅助水泵加压。

文丘里施肥器具有显著优点，不需要外部能源，从敞口肥料罐吸取肥料的花费少，吸肥量范围大，操作简单，磨损率低，安装简易，方便移动，适于自动化，养分浓度均匀且抗腐蚀性强。不足之处为压力损失大，吸肥量受压力波动的影响。

虽然文丘里施肥器可以按比例施肥，在整个施肥过程中保持恒定浓度供应，但在制定施肥计划时仍然按施肥数量计算。比如一个轮灌区需要多少肥料要事先计算好。如用液体肥料，则将所需体积的液体肥料加到贮肥罐（或桶）中。如用固体肥料，则先将肥料溶解配成母液，再加入贮肥罐。或直接在贮肥罐中配制母液。当一个轮灌区施完肥后，再安排下一个轮灌区。

三、重力自压式施肥法

在应用重力滴灌或微喷灌的场合，可以采用重力自压式施肥法。在南方丘陵山地果园或茶园，通常引用高处的山泉水或将山脚水源泵至高处的蓄水池。通常在水池旁边高于水池液面处建立一个敞口式混肥池，池大小在 0.5~2.0 立方米，可以是方形或圆形，方便搅拌溶解肥料即可。池底安装肥液流出的管道，出口处安装 PVC 球阀，此管道与蓄水池出水管连接。池内用 20~30 厘米长大管径管（如 75mm 或 90mm PVC 管），管入口用 100~120 目尼龙网包扎。施肥时先计算好每轮灌区需要的肥料总量，倒入混肥池，加水溶解，或溶解好直接倒入。打开主管道的阀门，开始灌溉。然后打开混肥池的管道，肥液即被主管道的水流稀释带入灌溉系统。通过调节球阀的开关位置，可以控制施肥速度。当蓄水池的液位变化不大时（南方许多情况下一边滴灌一般抽水至水池），施肥的速度可以相当稳定，保持一恒定养分浓度。施肥结束时，需继续灌溉一段时间，冲洗管道。通常混肥池用水泥建造坚固耐用，造价低。也可直接用塑料桶作混肥池用。有些用户直接将肥料倒入蓄水池，灌溉时将整池水放干净。由于蓄水池通常体积很大，要彻底放干水很不容易，会残留一些肥液在池中。加上池壁清洗困难，也有养分附着。当重新蓄水时，极易滋生藻类青苔等低等植物，堵塞过滤设备。应用重力自压式灌溉施肥，一定要将混肥池和蓄水池分开，二者不可共用。

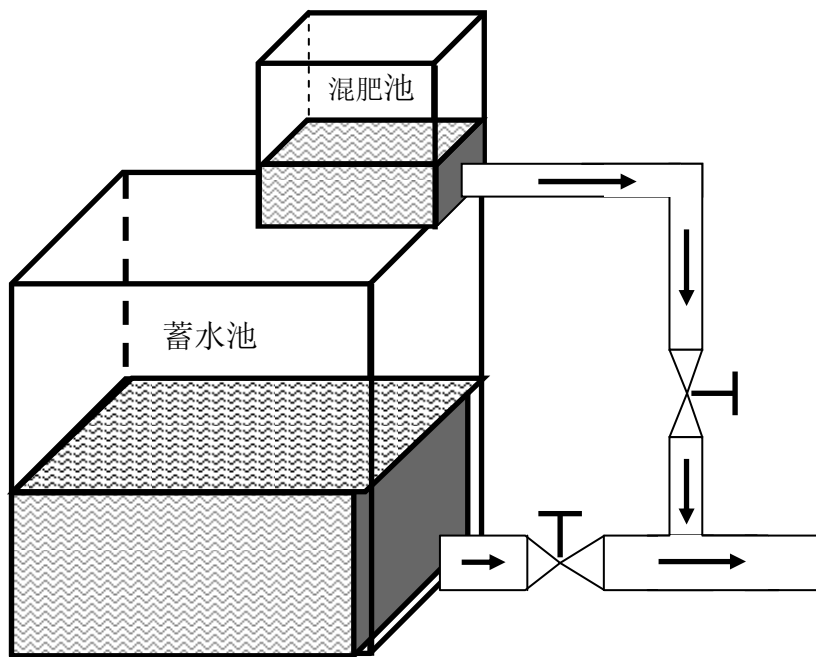


图 8 自压灌溉施肥示意图

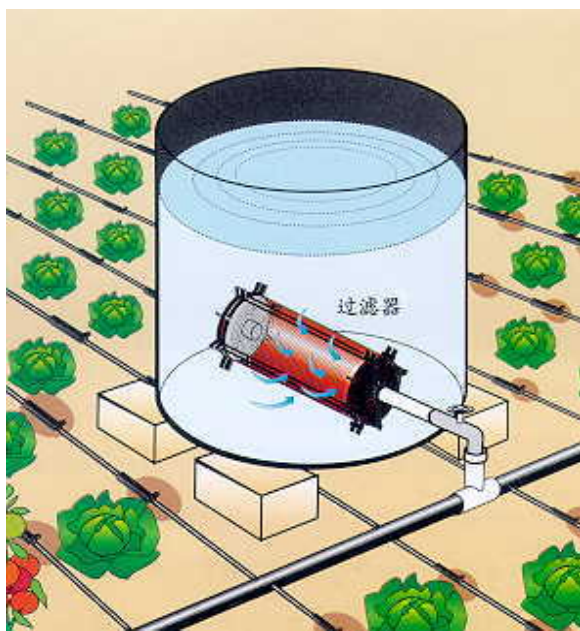


图 9 温室大棚微重力滴灌施肥示意图

静水微重力自压施肥法曾被国外某些公司在我国农村提倡推广，其做法是在棚中心部位将贮水罐架高 80~100 厘米，将肥料放入开敞的贮水罐中溶解，肥液经过罐中的叠片过滤器过滤后靠水的重力滴入土壤。由于部分推广者用筛网过滤器连接在贮水罐的出水口以替代价格较高的叠片过滤器，过滤器产生的阻力使水重力更加减小，致使灌水器无法正常出水。在山东省中部蔬菜栽培区，某些农户利用在棚内山墙一侧修建水池替代

储水罐，肥料溶于池中，池的下端设有出水口，利用水重力法灌溉施肥，这种方法水压很小，仅适合于面积小于 300 平方米、且纵向长度小于 40 米的大棚采用。

利用自重力施肥由于水压很小（通常在 3 米以内），用常规的过滤方式（如叠片过滤器或筛网过滤器）由于过滤器的堵水作用，往往使灌溉施肥过程无法进行。作者在重力滴灌系统中用下面的方法解决过滤问题。在蓄水池内出水口处连接一段 1~1.5 米长的 PVC 管，管径为 90mm 或 110mm。在管上钻直径 30~40mm 的圆孔，圆孔数量越多越好，将 120 目的尼龙网缝制成管大小的形状，一端开口，直接套在管上，开口端扎紧。用此方法大大地增加了进水面积，虽然尼龙网也照样堵水，但由于进水面积增加，总的出流量也增加。混肥池内也用同样方法解决过滤问题。当尼龙网变脏时，更换一个新网或洗净后再用。经几年的生产应用，效果很好。由于尼龙网成本低廉，容易购买，用户容易接受和采用。

作者在多个果园应用重力施肥法，用户普遍反映操作简单，施肥速度快且施肥均匀，节省人工。当蓄水池水源充足时，可以实现按比例施肥。施肥罐等设备安装在田间地头，容易被偷盗，而重力施肥法用的是水泥池，没有偷盗风险，且经久耐用。不足之处为施肥装置建在果园或茶园地形最高处，运送肥料稍有不便。

四、 泵吸施肥法

泵吸施肥法是利用离心泵将肥料溶液吸入管道系统，适合于任何面积的施肥。为防止肥料溶液倒流入水池而污染水源，可在吸水管后面安装逆止阀。通常在吸肥管的入口包上 100~120 目滤网（不锈钢或尼龙），防止杂质进入管道。该法的优点是不需外加动力，结构简单，操作方便，可用敞口容器盛肥料溶液。施肥时通过调节肥液管上阀门，可以控制施肥速度。缺点是要求水源水位不能低于泵入口 10 米。施肥时要有人照看，当肥液快完时立即关闭吸肥管上的阀门，否则会吸入空气，影响泵的运行。

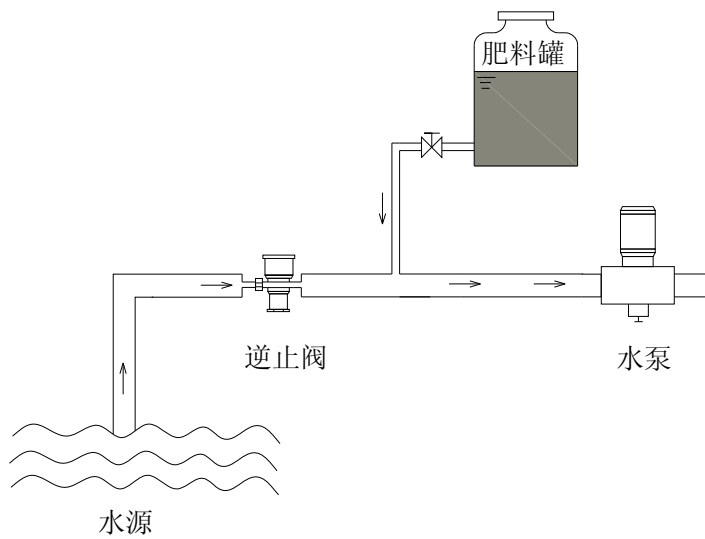


图 10 泵吸施肥法示意图



图 11 果园中应用泵吸施肥法

用该方法施肥操作简单，速度快，设备简易。当水压恒定时，可做到按比例施肥。

五、泵注肥法

在有压力管道中施肥（如采用潜水泵无法用泵吸施肥，或用自来水等压力水源）要采用泵注入法。打农药常用的柱塞泵或一般水泵均可使用。注入口可以在管道上任何位置。要求注入肥料溶液的压力要大于管道内水流压力。该法注肥速度容易调节，方法简单，操作方便。



图 12 柱塞泵施肥，将肥液注入管道

六、移动施肥机

在没有电源的情况下，可以用柴油机水泵或汽油机水泵加压进行管道灌溉。将施肥桶与水泵组装在一起，成为可移动的施肥设备。该设备可负责几亩至上百亩的施肥任务。



图 13 可移动的灌溉施肥机