

高尔夫喷灌系统设计原理与方法

一、收集基本资料

通过现场调查，收集必要的地形、土壤、水源、气象、能源及动力机械等有关资料。还应准备一张1: 500或更详细的比例尺地形图作为设计底图。这些基本资料是规划设计中不可缺少的。

二、喷头选型与喷点布置

1、选型要点

- 草坪专用喷头类型很多，按压力分为低压喷头、中压喷头、高压喷头；按工作特点分为固定式喷头和旋转式喷头；根据安装特点又可分为地上式喷头和地下埋藏式喷头等。
- 小面积草坪或长条绿化带及一些不规则草地，可选用短射低压小喷头，如1800系列或303AN系列喷头；体育场草坪、高尔夫球场或大型草坪广场主要应用中高压喷头，如TA80、F4、MYZ等系列喷头；目前应用最多的为大小面积均适宜的中压中等射程喷头，如R50系列、Turbo系列或2688及7450系列等。
- 无论选用哪一种型号的喷头，其灌水质量指标均应符合设计要求。特别是喷灌强度一项，应注意考虑其组合后的喷灌强度是否小于等于土壤的入渗强度。另外，一般一个工程多选用一种型号或性能相近的喷头，以便于控制灌溉均匀度和管理。有时为了美观而选用性能相差较大的多种喷头，但其灌溉均匀度往往得不到很好的控制。

2、喷点的组合布置设计

- 喷点的组合布置包括喷点组合形式、支管走向、喷点沿支管间距、支管间距等内容，其设计合理与否直接关系到整个工程的灌水质量。
- 喷点的组合形式是选用矩形还是三角形，或是其特例正方形和正三角形，要根据地块形状、风速等考虑。有时草坪形状不规

则，其总的喷点组合形式算不上哪种具体形状，但在设计时要注意分解为规则的几大块，以便于设计与控制喷灌均匀度。依照经验，草坪喷点布置以正方形最多。

- 支管走向主要依据地形条件，并考虑风向。平地上支管宜与地边平行。而坡地上支管可沿等高线向下或与等高线垂直（斜交）向下顺坡布设，尽量避免逆坡布置，以便利用地形落差来抵消部分水头损失。支管控制阀最好设在路边，以方便灌水操作。特别是当大面积草坪分几个轮灌区时，更应注意这个问题。虽然有时会多用部分管道，但管理起来却极为方便。
- 支管长度取决于支管上喷点数量及喷点间距，并需通过水力计算加以校核确定。确定喷点组合间距的方法很多，目前工程上常用修正几何做图法。该法以喷点为圆点，设计射程为半径绘出的湿润圆彼此相切，以确保湿润面积内任何位置都不发生漏喷，并有较高的均匀度。
- 设计射程 $R_{设}$ ： $R_{设}=KR$
- 式中： R 为喷头的射程，由喷头的性能查出； K 为折减系数，介于0.7~0.9之间，与风的大小有关，风大时取小值，风小时取大值，为保险起见，设计时多取小值。
- 美国雨鸟公司推荐其系列产品的间距取相应射程的0.8~1.3倍。另外，当喷头为全圆喷洒，组合形式为正方形时，其支管间距与喷头间距均为 $1.42R_{设}$ ，其有效控制面积为 $2.0 R_{设}^2$ 。

三、喷灌水力设计

1、初步确定干支管管径

管径选择非常重要，系统投资大小与管径选择密切相关。管径太小，管内流速太大，水头损失也大；管径太大，虽然水头损失较小，但投资太大，很不经济。目前在小型喷灌系统设计中，最优管径一般是根据流量和经济流速确定。粗略估算最优管径可采用下边的公式计算：

经验公式法： $D=11Q$

($Q < 120 \text{ m}^3/\text{h}$)

式中：D为管道直径 (mm)；Q为管道流量 (m^3/h)。

经济流速法： $D = 1.13Q/V$

式中：V为经济流速，依经验而定，一般 $V < 3 \text{ m/s}$ ；D为管径 (m)；Q为流量 (m^3/s)。

进行了喷头选型和喷点布置，又划好了轮灌分区，即可计算支管流量和干管流量。支管流量为支管上同时工作的喷头流量之和，干管流量为灌区全部同时工作的喷头流量之和。知道了流量，好可依照上述化式来粗算管径。

2、管道水力损失计算方法

- 水在管道中流动产生的机械能损失，称作管道水头损失，可分为沿程水头损失 H_f 和局部水头损失 H_j 两大类。沿程水头损失为水流内部磨擦引起的；局部水头损失为水流经过各种管件阀门水压力等引起流态变化而产生的。总的管道损失为二者之和。
- 目前常用计算沿程水头损失的公式为：
- $H_f = f$
- 式中：L、Q、d分别为管长 (m)、流量 (m^3/h) 和管道内径 (mm)；f、m、b分别为与沿程有关的摩阻系数、流量指数和管径指数，依不同管材选取 (表8.2)。
- 关于局部损失的计算，也有公式可循：
- $H_j = \varepsilon$
- 式中： ε 为局部阻力系数，g为重力加速度 (m/s^2)。
- 但在实际设计工作中一般不用公式计算 H_j ，而是先计算 H_f ，然后取 H_f 10%~20%作为 H_j 的估计值，可依管件的多少来确定所取的百分率。

3、支管的水力设计

喷洒支管直接与安装喷头的竖管相连，是喷灌系统最末级的工作单元，其水力设计主要依据均匀喷洒的原则。即使同一支管上任意两个喷点的

喷头工作压力之差不超过喷头工作压力的20%，这样任两个喷头出水量之差才小于10%。

若设喷头工作压力、支管上最大和最小的喷头工作压力分别为 $H_{设}$ 、 H_{max} 、 H_{min} ，则支管管径选择的控制条件为：

$$H_{max}-H_{min}\leq 0.2H_{设}$$

若地形不平，有坡度还应考虑落差（ Z ）的影响，其控制条件变为：

上坡支管： $H_{max}-H_{min}\leq 0.2H_{设}-Z$ （缓坡，水头损失大于地形落差）

下坡支管： $H_{max}-H_{min}\geq Z-0.2H_{设}$ （陡坡，水头损失小于地形落差）

这样，就可以根据流量、管长和管径中的任两个已知条件及上述约束条件来确定另一个未知条件。

另外，支管的流量一般随流程按规律递减，对这种等间距、等流量分流的多孔出流管道，其沿程损失 H_f 要小，实际沿程损失 H_f 为：

$$H_f=F\times H_j$$

式中： F 为全等距等量出流系数，与孔口数、首孔位置及管材流量指数有关的折减系数，可查表或用公式计算，依经验，一般取0.4—0.5。

当然，实际应用时，支管上的喷头不一定是等间距或等流量的，这就需要分段按不同流量计算，相对更为复杂一些。所以在初步设计时，尽量首先有规则地安排，以使设计简化和施工方便。

总结支管水力设计，可按如下流程进行：喷头选型→确定布点及管长→确定支管流量→初设管径→计算水力损失→校核（ $H_f\leq 0.2H_{设}$ ）→调整管径、管长重复计算→确定管径、管长

4、干管水力计算

干管水力计算同支管的计算差不多，对其总的要求是支管分流处的压力应满足支管的压力需求。

四、水泵的选择

根据喷头工作压力、干管 H_f 和 H_j 、支管的 H_f 和 H_j 、竖管的 H_f 、动水位平均高程与喷头高程之差，以及整个系统流量（即系统内同时工作的喷头流量之和），确定合适的水泵。

水泵的流量Q为： $Q=\sum N\text{喷头}q$

水泵的扬程H为： $H=H\text{喷头}+\sum H_f+\sum H_j+\Delta$

式中：N喷头为同时工作的喷头数；q为单喷头的流量；H喷头为喷头设计工作压力（m）； Δ 为典型喷头高程与水源水面的高差（m），典型喷头一般是离泵站最远、位置最高的喷头； $\sum H_f$ 为水泵到典型喷头之间管路沿程水头损失之和（m）； $\sum H_j$ 为水泵到典型喷头之间各种局部水头损失之和（m）。

具体选择时，一般应考虑水泵的设计流量和扬程应大于系统流量和所需压力的10%~20%，以避免实际运行时流量和扬程达不到设计要求。