

# 浅析平地高尔夫球场灌溉用泵站

管玉章

**摘 要：**本文分析目前高尔夫球场灌溉泵站选型、使用中存在的诸多问题，着眼于喷灌系统的源头，把握好泵站性能参数的选择，以及后期灌溉程序的合理设定，使高尔夫球场灌溉泵站在高效平稳的工况下运行，以达到降低能耗和运行费用的目的。

**关键词：**高尔夫灌溉；泵站；扬程；流量；节能；灌溉评估

随着我国经济的蓬勃发展，高尔夫运动也越来越受到人们的喜爱。据统计，我国现有运营的高尔夫球场近 600 个，喷灌系统作为高尔夫球场草坪不可或缺的养护设施，喷头及控制设备均是从美国进口，管材及管件是通用设备，可选性则相对较多，而且性能和质量被普遍关注。唯独作为喷灌系统的核心部分——泵站，无论是国产还是进口，反而关注度不够，尤其对于泵站的后期运行的考量基本是空白；从实际情况来看，由于市场容量较小，国内专业的高尔夫喷灌系统设计公司可谓凤毛麟角，国外的专业设计公司由于对国内的情况不熟悉，也鞭长莫及，致使高尔夫喷灌泵站机组的设计选型和后期使用存在诸多问题，如泵站性能参数确定不合理、设定灌溉程序不科学等。

## 一、泵站机组扬程

### 1、存在的问题

目前国内标准 18 洞高尔夫球场喷灌用泵站机组，基本结构是选用 3 台主泵和 1 台辅泵的组合形式。主泵绝大多数选用立式长轴深井泵，辅泵选用井用潜水泵，主泵采用变频控制。大多数厂家提供的泵站机组的扬程在 90m 左右，实际上大多数平地高尔夫球场泵站运行设定的工作压力在 6.0-7.0kg/cm<sup>2</sup> 之间。因此，造成泵站在低扬程、大流量、大功率的工况下运行，不仅效率低，而且能耗也大，易发生气蚀和振动，会对电机、水泵造成不必要的损坏。

### 2、问题分析

通常情况下，为了满足景观、喷灌和排水的设计要求，高尔夫球场内都会有丰富的水系，作为喷灌水源的湖面都足够大，能储存至少满足 15 天以上的喷灌用水量。多数球场甚至依水库、河流的边缘而建，以满足高尔夫球场草坪对水的需求。因此，一般情况下喷灌湖水面的动水位不会很大，也就 2-3m，低到一定程度会及时补充；泵房地面到水面的高程差通常也不超过 3m。大部分高尔夫球场喷灌设计会选择带电磁阀的电动喷头，其出厂设定好的工作压力为 70PSI (4.9kg/cm<sup>2</sup>) 或 80PSI (5.5kg/cm<sup>2</sup>)；如选择非电动喷头，会配套选用管路电

磁阀，需加装压力调节器，设定喷头工作压力也在  $4.5\text{--}5.5\text{kg/cm}^2$  之间；如此设定，主要是考虑每个喷头的工作压力基本一致，从而保证灌溉均匀度。这就是说，即使泵站扬程为 90m，喷头的工作压力都维持在 70PSI ( $4.9\text{kg/cm}^2$ ) 或 80PSI ( $5.5\text{kg/cm}^2$ )，输水管网的水头损失虽然会降低一部分压力，但还有多余的压力是被喷头里的压力调节器消耗掉了。

这里分析一下现实情况。通常泵站含过滤器的首部水头损失为 5m，高尔夫球场的管路通常是环形管网设计，最不利区域的沿程摩擦损失为 10m，局部损失为 3m，喷头工作压力以 80PSI ( $5.5\text{kg/cm}^2$ ) 计。对平地高尔夫球场来讲，水泵的扬程 H 应为：

$$H = H_{\text{动水位}} + H_{\text{高程差}} + H_{\text{首}} + H_{\text{工作压力}} + H_{\text{沿}} + H_{\text{局}} = 3 + 3 + 5 + 55 + 10 + 3 = 79\text{m}$$

如此看来，理论上平地高尔夫球场的泵站扬程为 79m 就足够了。在泵站压力控制的设定中，因压力传感器安装在过滤器和主闸阀之间，即首部的最下游，因此，对于平地高尔夫球场，泵站机组的运行控制压力为 68m ( $6.8\text{kg/cm}^2$ ) 就足够了。如果喷头工作压力为 70PSI ( $4.9\text{kg/cm}^2$ )，那么泵站的扬程 73m，泵站机组的运行控制压力为 62m ( $6.2\text{kg/cm}^2$ )。

### 3、结论

通过上述计算分析可以看出，平地高尔夫球场泵站的扬程 80m 就完全可以满足灌溉要求，现在多数球场的泵站扬程是 90m，明显存在不合理性，应该引起重视，在以后新球场的建设中，适当降低泵站的扬程，让泵在高效区运行，提高机组的运行效率，从而节省能耗、节约运行成本。另外，扬程降低了，流量不变的情况下，泵站机组的配套功率也会降低，也会降低泵站机组的投资费用。

对现已投入运行的高扬程泵站机组，如何让其高效运转，需要专业的灌溉人员进行“泵站评估”，测量出泵的实际流量扬程性能曲线，通过减去一级叶轮或相似换算，切削叶轮外径来达到理想的工作状态。

## 二、泵站机组运行费用对比

对标准 18 洞高尔夫球场来讲，如为非灯光高尔夫球场，喷灌设计灌溉时间一般为 8 小时。泵站机组设计总流量为  $300\text{m}^3/\text{h}$  就能满足灌溉要求，选择 3 台主泵 1 台辅泵组合。单台水泵的流量为  $100\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程为 80m，配套电机功率约为 37Kw。

实际上，对平地高尔夫球场来讲，无论是进口泵站还是国产泵站，绝大部分水泵扬程都选 90m(130PSI)左右，单台水泵配套电机功率约为 45Kw。有的单台主泵流量选用很大，那其配套的电机功率会为 55Kw，这些都会增加了泵站的前期投入和后期运行费用。

以北京为例，泵站机组每年满负荷运行 200 天，每天运行 8 小时，合理选用泵站机组的

扬程, 配套电机功率从原来配套功率 45Kw 降低到 37Kw 来计算, 那么, 泵站机组每年节省的用电量 P 为

$$P=(45-37)*8*200*3=38,400 \text{ 度}$$

北京地区一般工业用电, 电压在 1—10 千伏的为 0.784 元/度, 每年可节约电费 M:

$$M=38,400*0.784=30,105.60 \text{ (元)}$$

如泵站机组的寿命按 15 年来计算, 累计可节省电费  $M_{\text{Total}}$ :

$$M_{\text{Total}}=M*15=30105.6*15=451,584.00 \text{ (元)}$$

另外, 扬程过高会引起水泵机组震动损坏, 管路破裂的几率也会增加; 泵站功率大, 电机、控制设备的前期投入也会相应增大。可以想象, 每年管路维修、草坪修复及泵站维护等费用都会增加不少。由此可以看出, 泵站扬程选用过大百害而无一利, 会明显增加高尔夫球场后期的运行、维修费用。

以上只是对高尔夫球场泵站选用存在问题的一个思考, 具体到每个球场应根据实际情况确定。但是, 总体原则应该在保证喷头正常工作情况下, 尽量降低泵站和管网的压力, 以减少系统的运行维护费用。

有的泵站的设计流量选择偏大, 这需要加大管网的口径, 增加管路投资。而在实际运营中, 白天大部分时间用水量很少, 又会引起水泵的频繁启动, 极易对电机造成损坏。

其实就单泵来讲, 其最大流量可以是 1.2—1.3 倍的设计流量, 见离心泵性能曲线(图 1)。因此, 泵站流量在一定范围内可以满足临时性大水量的要求, 如草坪未成坪之前、二十年一遇的干旱等特殊情况。

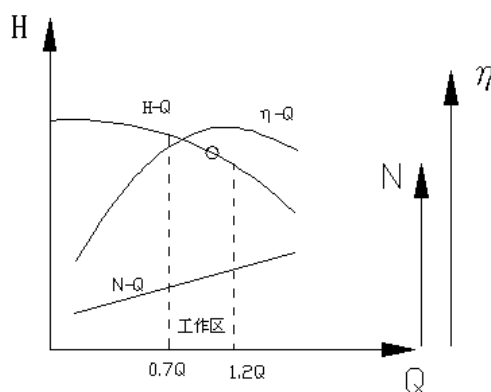


图 1 离心泵的性能曲线

### 三、泵站后期使用要求

对后期草坪养护如何合理使用水泵,应根据泵站的性能参数设定工作压力,合理设定灌溉程序,让泵站在额定流量和扬程下运行,这时机组的效率高、能耗低。因此,对使用分控箱系统控制的高尔夫球场喷灌管理人员来讲,如何设定灌溉程序的确是个挑战,一方面需要在非运营时间内完成球场灌溉,另一方面需要让喷头开的总数量对应的流量与泵站总流量相匹配,而且还要根据管径大小确定每个管路允许打开的喷头数以降低管路的压力损失。这不仅需要对球场的管网分布十分了解,也需要懂得一些灌溉专业知识才能胜任此项工作。如果灌溉程序设计不合理,会出现管网压力波动大或局部喷头因管路压力损失大而达不到正常工作状态。

对于计算机控制的喷灌系统来说,设定灌溉程序,软件中的流量管理自动计算分配各个区域喷头启动时间及启动顺序,完成灌溉中需要解决的上述分控箱控制面临问题。因此,泵站不会频繁调节水泵运行频率,管网中的压力波动很小,对管网的损伤也最小,但是要求高尔夫球场喷灌管理人员具有一定的计算机基础知识。

对运行数年的泵站机组,除了常规的日常电机水泵保养外,由于水泵叶轮磨损,水泵流量和扬程有不同程度的降低。另外,由于喷头喷嘴的磨损、水垢和其他残留物在管网内低点沉淀等因素的影响,整个系统状态发生变化,这时需要专业人员对泵站机组、喷头和管网系统进行“灌溉评估”,测试泵站机组的流量、扬程变化情况,调整喷灌系统的设定工作压力和同时运行的喷头数量(流量),以使高尔夫球场灌溉系统能继续高效运转。

### 参考文献

- [1] 关醒凡编著《泵的理论与设计》,北京机械工业出版社
- [2] 李炜主编《水力计算手册》(第二版),中国水利水电出版社
- [3] 《建筑给水排水设计规范》 GB50015-03
- [4] 《室外给水设计规范》 GB50013-2006