



进行（喷洒量）量杯测试可以提供喷嘴和喷灌头的性能数据，它涉及到灌溉的均匀一致性

您的灌溉系统 能达到等级要求吗？

帮助评估影响灌溉系统性能的因素的指南。

MIKE HUCK 著

大多数高尔夫球手很快便能辨识出浇灌系统覆盖的糟糕程度，依据便是高尔夫场地潮湿和干燥区域的数目及大小。然而，他们中很少有人了解影响灌溉系统均匀喷洒能力的诸多因素。

首先，正确的设计和安装是至关重要的。液体压力，喷头间距，喷嘴选择，控制能力和气候环境都必须在设计过程中加以考虑。如果任何一个领域有所欠缺，总体性能就会受到影响。如果您已经幸运地拥有一个良好的浇灌系统，那么，进行日常保养便可以维持其

应有的性能表现。水泵、压力控制器的年度调整，低位喷头的调节，以避免周围草皮受到喷洒模式的干扰，更换磨损喷嘴或任何其他损坏的部件必须不断进行。

陈旧的系统会呈现另一组问题，硬件老化导致水泵、控制器、主线及配件的重大故障，可能会造成大面积草皮的损伤。为了应对这些问题，多数球场管理者的日常工作就是发现水迹，修理泄漏，并不断调整控制器 - 有时候某一天

要将它们调高以减少干旱点，下一天则要调低以控制过湿点。大量时间被花费在系统缺陷和低效率的补偿上，使得留给其他职责的时间所剩无几，并且工作人员不断地处在被动“救灾”的过程中。这也难怪，灌溉系统常被昵称为“烦恼系统”！

报告单评测

理解并评估影响灌溉系统性能的因素是改善系统整体性能的第一步。要了解系统的弱点，

并且评估需要做出改进的地方，我们应考虑完成一份灌溉系统的报告单。该报告单可以帮助球场决策者了解影响灌溉系统性能的各种因素，并指导他们制定改进计划。建议的方法：1) 确定能满足您需求的系统，2) 考虑现有系统的历史绩效，3) 评估现有系统的状况，并比照当今最先进的设计，最后 4) 提出行动方案以供讨论，并根据最终的平均绩点数 (GPA) 来决定。

在开始这个过程之前，请成立一个由

3) 使用一个以上的抽水设备或管道系统来服务高尔夫球场的不同部分。

一个平均分可以在遵照每一个步骤后得出，并且实施适当的计划来使系统达到一个可接受的等级，它将满足您的总体需要 (如第一步中所指出的)，然后再做进一步的改进。我们明白—可能无法令每一个方面都得到改善并达到最高的“A”等级，但对于任何特定领域一个或多个字母等级的提高都可以达到改善的目的。

• B 级：场地条件优秀—具有硬度、快速、只是偶尔有些潮湿或干燥的地方。球手们接受果岭、发球台、球道偶尔的局部浇水。

• C 级：良好条件—存在中等数量的湿的或干的斑块。高尔夫球手们能够接受球道，发球台，果岭每天的局部浇水以尽量减少出现问题的地方。

• D 级：普通到较差的条件—喷洒系统工作时造成众多潮湿和干燥区域。很多水管末端的喷头在白天运行以维持可接受的场地条件。

• F 级：极差的条件—有大片的潮湿和干燥区域，需要每天进行手工浇灌。均匀的土壤水分和草皮颜色只有下雨时才能达到。

劳动力和预算：为了弥补系统效率的低下，使用水管和便携喷头进行手工灌溉往往是必要的，这可能显著增加劳动力和资金预算。以下评级标准是根据可用的预算和人工资源来帮助我们确定—在提供可接受的场地条件下，系统的级别：

• A 级：几乎没有额外资源—只能完全依靠灌溉系统。仅仅有时间来修剪和设置打球用球场。

• B 级：有限资源—可以手工浇灌果岭及其边缘地带的干旱点。没有太多的时间去给开球区或球道局部浇水。

• C 级：中等状况—可以根据需要在开球区和球道放置一些移动便携喷头，并手工为果岭及其边缘浇水。

• D 级：资源丰富—可以通过手浇水 and 众多便携式喷头的效果掩盖所有系统效率低下造成的问题。

• F 级：无限可用资源—如有必要我们可以手工浇灌整个场地。

气候条件：我们所需灌溉系统的复杂程度是直接和气候相关的。降雨之间的时间间隔的长度和自然降水的总量，以及每天峰值蒸散量 (ET) 的补偿要求，都必须加以考虑。基于以下气候条件的描述，所需灌溉系统的等级可分为：

每日峰值蒸散量 (ET) /

预计补偿量 (英寸) 降水量

• A: > 0.30 干旱沙漠性气候，显著降水事件之间有数月间隔 (年降水量 < 15 英寸)。



这是当前最先进的系统还是年久失修状态的系统？评估您的系统是确定那些地方需要改进，或系统需要升级还是替换的第一步。

高尔夫球场管理者，绿化委员会，总经理和高尔夫专业人士组成的评分团队。评分团队将评估若干具体领域，并以“A”，代表性能卓越，到“F”，代表未通过，列出每个因素的评分，就如同我们都熟悉的学生时代的评分系统。

在大多数情况下，一个对于整个灌溉系统性的评分便可以满足要求，但在某些情况下，球洞到球洞的分步评分也可能是必要的，如果：

1) 影响灌溉系统的修改已经在单个或几个孔洞上实施。

2) 显著的高度改变在整个场地中发生，并影响到运行压力。

第 1 步：确定能满足您需要的灌溉系统的等级规格

灌溉系统的复杂程度随区域而变化并且取决于许多因素，例如：1) 高尔夫球手对草皮质量和球场条件的期望，2) 劳动力和预算资源，3) 气候条件。并不是每一个地方都要求 (或可以达到) “A” 级系统条件，包含所有可用的花哨功能。根据以下因素，我们可以制定出一个平均分来满足您的整体要求。

高尔夫球手的期望：高尔夫球手们期望和所能够接受的手工浇水，潮湿和干燥区域，总体草皮质量和击球场地条件的总结：

• A 级：场地必须看上去和打起来就像最新的电视直播赛事一样：高尔夫球手们只能接受果岭的手工浇水。

- B: 0.20-0.30 内陆平原和河谷，有炎热而干燥的夏季。普通降水事件一般相隔三到四个星期发生（年降水量在 15-25 英寸之间）。
- C: 0.15-0.20 有着高温夏季的过渡地区，预计每一到两周便有降水发生（年降水量在 25-35 英寸之间）。
- D: 0.10-0.15 海岸性气候且多雾，以及温度适中的北温带地区。每周都有降水（年降水量在 35-45 英寸之间）。
- F: 小于 0.10 我们的球场位于热带雨林地区；几乎每天都有降雨（年降水量 > 45 英寸）。

第 2 步：历史表现记录

在确定一个能满足您需要的系统的等级后，为灌溉系统建立在过去五年整体性能的平均评分。问一些这样的问题：以现有的灌溉系统，员工能够做到 a) 总是保持草皮健康，b) 大多数时候保持草皮健康，或 c) 在大部分时间里保持场地结实并有适当的打球功能？是否系统保持稳定可靠而无需大量资金来维护？简而言之，当前的灌溉系统在过去五年里的表现：

- A 级：在任意时刻都能满足或超出预期要求。
- B 级：大部分时间里满足预期要求。
- C 级：有时能够达到预期要求。
- D 级：始终低于预期要求。
- F 级：从来没有达到要求。

第 3 步：确定现有系统的质量

任何灌溉系统的预期结果是可以均匀地喷洒水源，但认为只需要“头对头覆盖”（相邻喷头覆盖区域重叠）便可以达到均匀覆盖却是一个错误的认识。达到均匀覆盖是几方面因素的综合结果，包括：

1. 根据初始设计规划的合理喷头间距。
2. 均匀的安装间距和正确的喷头设置。

3. 喷灌设备和喷嘴性能达到系统设计参数范围内的最佳覆盖（例如：间隔距离，布局 and 系统液压）。
 4. 根据不同场地的要求灵活控制管理水量的能力（植物和草皮品种，土壤类型，遮阴效果，坡度等）。
 5. 将合理数量的喷头分配给控制站。
 6. 合适的水力系统设计（选择正确的管道及水泵型号，工作压力和流量）。
 7. 正确安装的、性能可靠的硬件（控制器，连接配件，止推块，管道承压规格，等等）。
- 总之，一套灌溉系统的工作表现遵循“链条最薄弱环节”理论。如果上述任何一个环节有所缺陷，不良结果通常便会产生。在下面的文章里，上述各领域将对照当今最先进的现行设计标准进行评分。

喷头间距设定：物理学原理决定了水被喷洒在较短距离比射出到较远的距离需要更少的能量（压力）。系统在较低的压力下工作可以降低运营成本，减少细小液滴的形成，因为它们较容易受到风力的影响，从而改变浇灌分布模式。这就是为什么新型灌溉系统的设计是使用更近的间隔和在较低压力下运行的喷头。此外，当在较小间距进行喷灌时，

喷洒效果通常更为均匀。确定主要打球场地间距设计的级别，选择如下：

- A: 65 英尺
- B: 66-75 英尺
- C: 76-85 英尺
- D: 86-95 英尺
- F: 96 英尺

间距和分布的一致性：喷头间距应遵循均匀的距离和分布（等边三角形或正方形）。在某个方向减小间距来补偿风力影响的做法通常是不被推荐的，因为风向和风速每天都会有所不同。以下的参考标准可以用来对喷头间隔和均匀性进行评级：

- A: 等边三角形或正方形，在设计间隔的 5% 误差内安装。
- B: 等边三角形或正方形，在设计间隔的 10% 误差内安装。
- C: 统一尺寸，非等边三角形或矩形。
- D: 单列，均匀间隔（球道）。
- F: 间距杂乱完全没有规律可循。

洒水喷头/喷嘴性能：如果喷头和喷嘴性能不能满足安装的间距和分布，均匀喷洒将永远无法实现。为了衡量喷头的喷洒分布性能，我们可以进行喷水量量杯来测试并评估所得数据。基本步骤如下：



维护水平的喷灌是一项基本的洒水系统养护。最终的结果是提高水喷洒的均匀一致性。

1. 对这里所有的喷头进行水平级别测试。
2. 检查辅助头的喷嘴。更换不匹配或磨损严重的喷嘴。
3. 调节压力调节阀 (PRV) 来限定工作压力。
4. 检查喷头旋转速度是否符合厂商规格。(冲击头由松紧适度的回旋弹簧调节控制, 而定子和喷嘴组合则控制齿轮转子。)
5. 将大小一致的接水量杯按照 5 英尺的间隔放置于整个试验区域。
6. 在测量区域中运行每个被测喷头至 15 分钟。
7. 测量并记录每个容器中水的深度。
8. 评估数据。

注意: 数据可手动或利用计算机软件进行评估以确定分布均匀性 (DU) 和/或相关的调度系数 (SC)。如果需要有关这些公式或可用软件的更多信息, 请联系我们位于加州弗雷斯诺市, 弗雷斯诺州立大学的灌溉技术中心 (CIT) 电话: (559) 278-2066。询问查询本文末尾所列出的参考资料或者访问: <http://www.fresnostate.edu/jcas/t/cit/index.html>。

当高 SC 值和低 DU 值的结果出现时, 系统的运行压力, 喷头间隔, 喷

嘴选择, 以及喷嘴的磨损程度都应当被作为潜在问题来检查。而当低 SC 值和高 DU 值结果呈现, 同时伴随系统自动运行时湿斑或干斑的产生, 那么对于控制器编程, 运行压力, 流速, 管道直径, 土壤板结, 以及潜在的影响水质渗透性 (SAR 和 ECW) 的化学问题的进一步检查是非常必要的。以下参照标准可被用于量杯测试结果的评级:

	调度系数 (SC)	分布均匀性 (DU)
A:	1.2	>85%
B:	1.2-1.3	75-85%
C:	1.3-1.5	65-75%
D:	1.5-1.8	55-65%
F:	>1.8	<55%

自动控制系统: 正确编程的控制系统能帮助管理灌溉的水量、时间以及浇灌的区域。他们还可以平衡液压系统, 保持最大的流速, 优化操作窗口的时间框架。以下标准可用于自动控制系统的评级:

- A 级: 计算机中央控制系统—拥有流量管理软件, 固态卫星分控, 现场气象站, 以及手持无线电控制。

- B 级: 计算机中央控制系统—拥有流量管理软件, 机电卫星分控, 并可获取公共气象站数据。
- C 级: 固态中央控制系统—未采用流量管理软件。
- D 级: 采用机电控制中心以及卫星分控。
- F 级: 仅有卫星分控控制系统 (无控制中心)。

喷灌站点分配: 降低每个卫星分控系统所控制的喷头总数有助于增加分布在发球台、球道、长草区喷头的独立操作的灵活性, 包括果岭中的双向喷头 (一组喷头冲着推杆区表面, 另一组喷头冲着周围果岭区), 更多的有限水源管理功能在新设计中已经很常见了。以下标准可用于喷灌站点分配的评级:

- A 级: 独立可控制的喷头—在整个果岭、发球区、球道和高草区, 并且果岭周围有双向喷头。
- B 级: 所有喷头都采用独立布线。在果岭、发球台是独立控制的喷头, 果岭周围有双向喷头。球道和高草区中每站不超过三个喷头, 控制柜中采用单独线路控制以方便站点的重新编组。
- C 级: 在果岭是单头控制系统, 发球台每站不超过两个喷头, 球道和高草区每站不超过四个喷头。站点所分配线路在地下被永久分隔, 需要开挖坑槽才能改变站点的分配。球道和高草区的站点作业平行于击球方向。
- D 级: 果岭上每个站点有两个喷头, 发球台、球道或高草区每个站点不超过五个喷头。发球台, 球道, 以及高草区喷头作业方向平行于击球方向。
- F 级: 果岭上每站超过两个喷头, 或者球道喷头垂直方向作业 (从树线到树线), 而不是平行于球道的任何一种控制系统。

系统液压, 流速和“操作窗口”: 为了保证最佳的运行压力, 效率, 和避免水锤现象的发生, 适当的液压必须从一开始就设计到系统当中。水力设计和管道直径选择应当根据 1) 灌溉亩数, 2) 高峰时水源补偿量需求,



一圈如茵绿草配着周围的褐色草皮是一个糟糕灌溉系统的典型标志。缺乏一个好的灌溉系统通常导致工作人员需要花费很多的时间来弥补系统的缺陷。

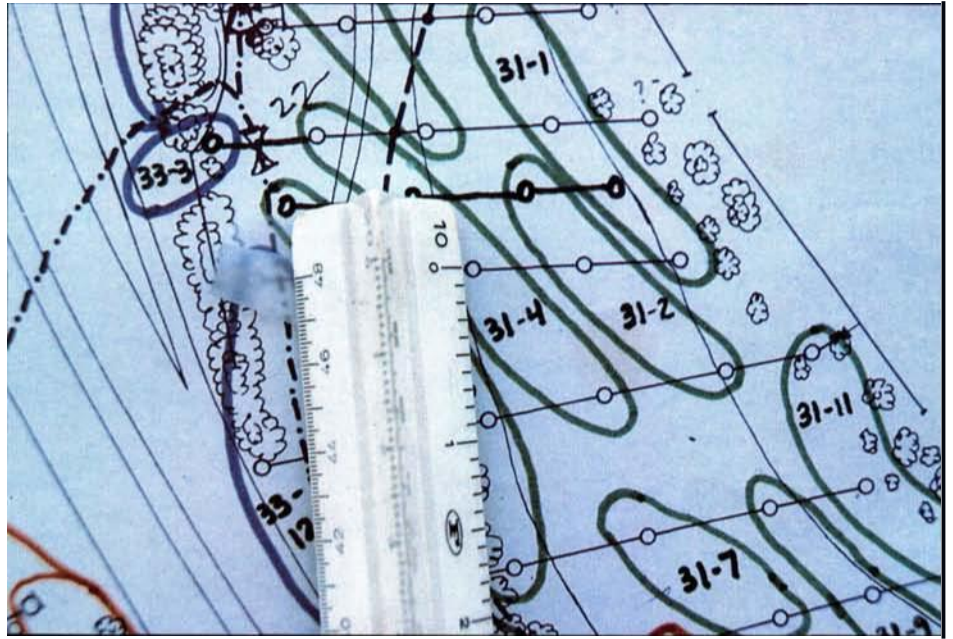
以及 3) 在进行高峰水源补偿时, 完成一个灌溉周期所需的小时数。

随着系统缺陷逐步被发现或者球手对场地条件期望的上升, 在原设计基础上增加喷头数量的做法是非常普遍的。这样可能会导致水力系统的过载或令浇灌工作延迟至白天, 从而导致对打球和日间维护的干扰。水力系统过载必须尽量避免, 因为它类似于在一条电路上同时运行过多的电器。最终, 某个器件会被烧坏! 过载的电力系统会因为电阻产生热量从而熔断保险丝。过载的灌溉系统中会因为过分的流体速度导致水锤现象的产生。水锤现象最终会导致管道疲劳和破裂。过度的流体速率同时还会造成压力损失从而降低浇灌覆盖面, 这就需要延长作业时间窗口才能保持适当的运行效果。

因此, 评估运行时间窗口长短往往可以反映潜在的液压问题, 系统在这方面如果表现糟糕, 通常需要向灌溉系统设计专家咨询。为了评估系统液压的整体状况, 完成一个高峰需求自动循环并保持液体流速不超过每秒 5 英尺的运行时间窗口评级如下:

- A 级: 5-7 小时
- B 级: 7-8 小时
- C 级: 8-10 小时
- D 级: 10-12 小时
- F 级: 12 小时或更多

系统可靠性: 无论系统如何调配水源, 它还必须是可靠的。侧线或主线索材, 管件, 水泵或控制系统的长期故障可能是劣质产品, 错误的安装, 和/或老化元件需要更换的标志。除非系统年龄超过 20 年, 正常的磨损故障不应该成为一个问题。过早出现的经常性管道故障表明使用了不正确压力等级的管道和接头, 或由于管道尺寸选择的不正确造成水流经常突破最大流量。此外, 如果使用环氧树脂涂覆的钢材或者 PVC 主干线接头, 慢性故障的发生可能会在系统寿命中更早出现。建议使用更持久和更耐用的球墨铸铁零部件来更换它们。系统的可靠性可以



一个设计良好的水力系统加上间隔均匀和布局合理的喷头系统是实现灌溉系统向“A”级评分迈出的第一步。

按照每季中发生主要故障的次数来评级:

- A 级: 0-1 次
- B 级: 2-4 次
- C 级: 5-7 次
- D 级: 8-10 次
- F 级: 11 次或以上

其他影响评级的因素: 有些场地可能需要特定地点的评价因素, 并由评价小组进行审议。可能包括以下内容:

- 水泵输出
- 水井输出
- 湖水库存
- 不同的土壤条件
- 土壤板结状况
- 树木影响
- 涉及渗透性的水源化学性质

第 4 步: 实施改造或寻求更多帮助

改进以提高系统性能, 如调整压力调节阀, 提升和调平低位喷头, 更换喷头上喷嘴或控制系统, 都可以提供合理的改善。当发现系统存在较严重问题时, 邀请灌溉系统设计顾问来进行一次更全面的分析是有必要的。最后, 我们应该知道灌溉的升级通常需要大量的资本支出才能取得比较显著的改善效果。基于第 3 步各种因素, 平均评分所得出的结论如下:

最终的 GPA

- A: 优秀的系统—正确的保养应该能保持该系统正常运作很多年。
- B: 良好的系统—可能会逐渐表现出一定的老化, 但适当的保养应延长其使用寿命, 保持效率, 并提供可能的改善措施。
- C: 该系统需要维修, 改进是可能实现的, 但取决于存在的具体问题。灌溉系统设计专家的咨询可能会有所帮助。
- D: 必须寻求灌溉系统设计专家的整改建议。
- F: 雇佣好的灌溉系统设计专家, 并准备好您的支票簿; 执行不折不扣的完整的系统更换才可以解决问题。

参考文献

- Solomon, K. H. 1988. A New Way to View Sprinkler Patterns. *Center For Irrigation Technology Irrigation Notes*, August. Publication No. 880802.
- Zoldoske, D. E., K. H. Solomon, and E. M. Norum. 1994. Uniformity Measurements for '1Urgrass: What's Best? *Center For Irrigation Technology Irrigation Notes*, November. Publication No. 941102.
- Wilson, T. P., and Zoldoske, D. F. 1997. Evaluating Sprinkler Irrigation Uniformity. *Center for Irrigation Technology Irrigation Notes*, July. Publication No. 970703.

MIKE HUCK 是美国西南部地区的农学专家, 在这些地区水分利用效率是极其重要的, 因为干旱的气候很快就会让评级不及格的灌溉系统显现出来。