

高尔夫球场水景设施 需要良好管理

合理设计水景并予以基本的管理，可以吸引更多非会员球手来到球场打球。

作者：吉姆·斯科鲁尔斯基

我造访新英格兰地区的球场时，曾见过不同程度的水塘和湖泊，有的很好，有的比较差，有的则是糟透了。优质的水塘外表健康，生机勃勃，除了作为景观补充，也兼具很多功能。质量较差的水塘和湖泊可能也具有功能性，但其水岸区域通常都很破败，存在季节性水藻和野草问题，看上去非常不雅观。难看的湖泊和水塘，通常会让人想起田间养鱼塘（并非贬低养鱼塘，请养鱼塘主见谅）。

如何判断您球场水景的状况级别？这些水景是您球场的资产还是负债？这些水景得到哪种程度的管理？本文将对常规高尔夫球场的水景进行概述，包括水景的评估和管理技术和操作。

水塘生态

水塘是一个复杂的生命系统，包括菌类、藻类、植物、昆虫、两栖类动物、甲壳动物、鱼类和哺乳动物。菌类和藻类是水塘中数量最多的有机物质，也是水塘生态系统中最重要的重要组成部分。菌类担任水生系统清道夫的角色，将有机基质分解成无机物质。大部分菌类都需要氧气才能存活，但厌氧细菌则在无氧气状况下大量繁殖。藻类多为微小的单细胞生物或如植物一样的多细胞有机体，通常会漂在水面或附着在基质上。水塘和湖泊生态系统中，



工人们正在球场水塘岸边拔除芦苇，以减缓入侵草种的蔓延，为本地生挺水植物提供更大的生长空间。



这个浅水塘表面已经长满了蓝绿水藻。增加水塘深度、循环塘水、在水塘四周提供植物缓冲带，这些方法都可以减少水塘藻类的营养供给，让水体保持更美观更自然的外观。



有的水塘设计中配有水过滤系统，可促进水循环，进行水过滤，希望以此减少藻类，让塘水更干净。

会有很多类型的藻类。此外，藻类也是水生系统中生物的主要食物来源。藻类与维管植物一样，都会消耗二氧化碳，产生氧气。在某些特殊的环境条件下，如果水中的氮和磷含量充足，某些藻类就会大量繁殖，这种现象又被称为“藻华”。藻华会导致水体褪色，产生难闻的气味，非常不雅观，还会对水生动物构成威胁。有些类型的蓝绿藻（蓝藻细菌）会产生毒素，伤害甚至杀死动物。即使很小的环境改变，也可能对藻类产生影响。在藻华泛滥期间，任何阳光或温度的改变，都可以导致鱼类快速死亡。此外，如果分解有机物的藻类消耗了水中过多的氧气，藻类大面积的顶梢枯死也会导致鱼类死亡。

水生植物也是水塘系统中的重要组成部分。大多数水生植物都有根系，但也有几种完全漂浮在水面上。植物为小鱼、水生昆虫和其他动物提供了栖息地。植物也会在水中产生氧气，帮助吸附和过滤悬浮

的沉积物。水生植物可以适应多样化的环境条件，在营养丰富的浅水体中能大量繁殖。但如果将入侵性植物引入水塘和湖泊，则可能会造成严重问题，难以进行管理。北美地区的水塘和湖泊生态系统，已经

被很多入侵性植物改变，比如软水生植物、空心莲子草、芦苇、聚藻、荸荠、水葫芦、水蕴草和菹草等。入侵性植物被引入其他生态系统中后，由于缺少其原栖息地的天敌（或完全没有），因此很容易在竞争中胜过本地生植物物种。

水塘或湖泊的生态系统和外观，主要受使用年限、水资源、深度、营养、氧气含量、循环情况和水体更换率等因素的影响。年限较短的水塘和湖泊、天然泉水为水源的水塘、可能还包括一些以井水为水源的灌溉水塘，看起来很纯净，水质很清澈，同时藻类和植物的含量低。年头较长的水塘中，营养物质、藻类和水生植物的含量都很高，因此水体清晰度也较差。根据藻类含量和营养水平，天然水塘通常会被定义为富营养甚至是营养过剩。

和湖泊中的水温，对水系统生态也有水塘作用，并且会最终影响水体的外观。较深的水塘和湖泊在夏季会出现分层现象，表层水较为温暖，漂浮在温度较低水的上方。温



这个高尔夫球场水塘的湖棚从水塘边缘向外延伸，为挺水植物提供了生长环境，从而形成一个缓冲区，既可作为水生有机物的栖息地，又可减少岸边水土流失的现象。

度分层现象会影响水体中的营养循环和氧气分配，从而影响水生有机物质群落和水塘管理方法。但在较浅的水塘中，温度分层的影响会很小，甚至完全不存在这种现象。因为这种水塘的水温通常更高，因此也更容易产生较多的水藻和植物。

设计影响管理

水景的设计和目的将影响其管理方法。如果水塘的主要功能是灌溉，则通常会设计为具有最大限度的蓄水能力，水岸通常会更陡峭、外观也更一致。用来储存灌溉用水的水塘，水更换率通常也更高。多用途水塘可用于储存雨水，作为第二储水系统和球场中的水障碍，同时也为生物提供栖息地。多用途水塘通常深度各不相同，可能还包括水塘岸向外延伸的湖棚部分。湖棚部分以外的水塘深度，最少应为 6 英尺，最好是 8 英尺。过深会遮蔽这些区域的挺水植物。此外，较深的区域也会发生温度分层现象，对于抑制藻类很有帮助。

拥有井水或泉水等活水源的水景，通常会比静止水体更清澈，营养含量也更低。回灌水体中虽然也有藻类，但很少出现藻华现象。但是，如果雨水径流回灌水塘，则可能会出现营养和沉积物含量过高的问题，需要进行更多的管理。此外，通过在溪流上修建水坝而打造的水景，经常会存在淤泥堆积的现象，需要进行更频繁的清淤工作。此外用来储存废水的水塘，营养物质和盐分往往都很高，可能出现藻华现象。

水塘管理通常都要根据具体情况制定管理方案。因此，要有效地评估水景，制定恰当的管理计划。首次评估工作可能非常简单，包括确定水塘的面积、深度、水源、使

用方式、水浑浊度以及存在哪些藻类和水生植物。需对池水进行溶解氧和叶绿素等指标的检测，如有必要，可能还需要检测藻类生物量。如果球场决定自行管理水塘，就必须掌握水塘生态学基本知识，能够识别常见水生植物、入侵植物和藻类等物种。如将水塘交由专业人士管理，管理人员会对水塘中的植物和藻类情况进行更广泛而深入的调查。水塘评估所提供的信息，可用于制定水体的整体管理方案。后续评估也是一项重要工作，有助于判断所进行的管理方案和处理方法是否成功。

管理藻类

藻类是淡水和海水系统中的主要构成部分。平时都处于难以被察觉的状态，而一旦大量繁殖或出现藻华现象，就会构成非常严重的问题。水塘中常见的水藻类型包括：微小的单细胞浮游水藻（比如浮游植物）、条形丝状水藻（比如水绵）

以及外观接近植物的水藻（比如轮藻或丽藻）。蓝绿藻或蓝藻细菌，其实是一种细菌，但有着类似藻类的功能。不同类型的藻类对生长条件的要求也不同，但只有在同时具备氮、磷和阳光的情况下，才有可能大量繁殖。管理工作的一个重要目标就是减少水体中的营养，从而降低出现藻类大量繁殖的情况。表 1 中列出了营养减少和失活方法。

为了更好地管理藻类，保持良好水体质量，水循环扮演着重要的角色。喷泉头会将水塘底部较凉的水向上翻动，与表面氧气含量更高的水层混合在一起。循环过程会将氧气更均匀地分散到整个水体中。氧气含量高，有助于将更多的磷分解成藻类无法使用的形式。经常对水塘进行通气，对需氧细菌、鱼和其他水生有机物都有好处。喷泉头和水循环泵是促进水体流动和补氧的好办法，但位于水体上方的喷泉却无法实现这一点。喷泉更多地是一

表 1
营养减少和失活

减少营养的外部来源

减少进入水塘的营养外部来源

在水塘和流水旁设立植物缓冲带
合理地在 水体周围使用肥料
限制从 降雨管直接排水
防止草屑进入水系统
管理水鸟

营养失活

添加剂

明矾与磷结合后形成固体，可沉淀到水底基质中。
使用磷锁剂（产品名称 PhosLock®），让植物无法吸收水中的磷。

水循环

喷泉头可用于循环水，为水体通气，还可以让磷元素氧化成沉淀物。
为需氧细菌创造环境，使其吸收水塘中的营养，分解有机物。



即使是水塘边缘一个面积很小的自然草区，也会起到有效的缓冲作用，防止径流水进入水塘。这种缓冲区可减少水体中供藻类和水生植物使用的营养。



喷泉头可循环塘水并为水体充氧。这两种方式都可以减少水藻可使用的磷元素含量，改善水质，更有利于鱼和其他有机物的生长。

种装饰，在促进水循环方面效果有限。

另外一种可用于抑制藻类的方法，就是使用美国环保局注册的染料。这种染料加入水塘后，可以减少水体透光度，从而控制因吸收光线而繁殖的藻类。如果在藻类大量繁殖的季节前使用这种染料，会收效显著。对于难看的浮游水藻水面藻膜，如果是较小的水塘，可以简单地地工人耙除。但在手工清除的过程中，通常都会需要风的助力，而且效果都很短暂。目前尚不知哪种生物可以减少高尔夫球场水塘的藻类。罗非鱼是目前已知唯一直接以藻类为食鱼类，但这种鱼类目前尚无法在公共场合中饲养。尽管很多食草动物会以水生植物为食，比如草鱼或草鲤，但它们并不直接食用藻类。此外，使用大麦秆作为控制手段，效果也并不稳定。目前市场中有很多细菌和酶类产品，可以消除营养物质的活性，分解有机物质，但鲜有研究支持其效果。

如果出现水藻过度繁殖的现象，则可能需要使用除藻剂。铜基除草剂是水塘管理方案中常见的产品。硫酸铜和螯合铜产品可选择性地对藻类进行控制。铜在水中会很快消散，因为铜元素会与水塘底部基质中的有机物结合。近期还出现了各种过氧化氢产品，也可用于处理水藻问题。这种过氧化氢类产品也选择性地对其接触的水藻进行清除，而且处理后不会留下残留物。较浅和营养丰富的水体都很容易出现藻华，可能需要持续采用整体性的管理方法，以减少这种现象的发生。

管理水生植物

水生植物也是大部分浅水塘和湖泊的主要组成部分。水生植物的生长要求与陆地生物相同，都需要阳

光、水、二氧化碳、氧气和营养物质。沉水植物可在清澈水下 30 英尺甚至更深处生长。挺水植物则只生长在湖棚区和岸边。此外，还有生长在水面上的漂浮植物。植物通常在营养丰富的浅水塘中生长更为繁茂。这种环境中限制植物生长的主要因素就是阳光。在水系统中引入侵入性植物，会对水塘和湖泊带来更多管理问题。侵入性植物可以快速长满整个湖泊和水塘，将其他植物团团围住，严重影响鱼、鸟和其他有机物质的生存。遗憾的是，与水塘、湖泊和湿地相关的侵入性植物和其他有机物质的名单非常庞大，而且还在不断增加。

目前有几种技术可以管理水生植物。包括大量的耕垦操作、机械收割、生物控制方法和除草剂。这些技术方法列于表 2。

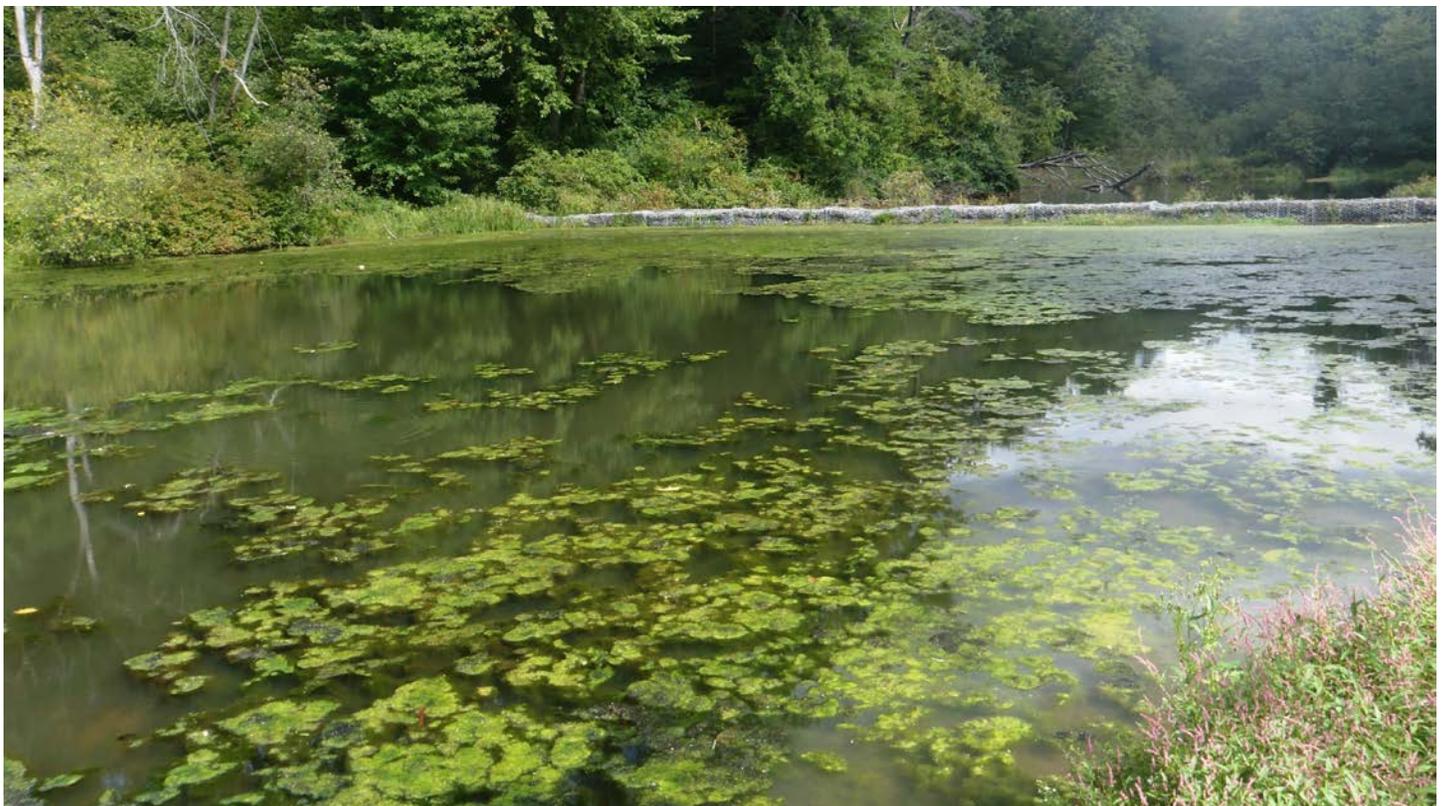
采用手拉、抽吸和耙拔等方式进行物理清楚，可有效处理浅水区和水塘岸边地区的挺水植物和沉水植

表 2 水生植物管理	
耕作管理方法	手拔，抽吸 清淤 过滤，遮蔽 降低水位 循环和通气 减少营养
机械清除	机械收割
生物控制方法	草鱼（草鲤）：大部分植物 昆虫方法：空心莲子草 聚藻 紫色马鞭草
化学方法	全面接触性除草剂 国家注册的水塘染料

物。这种方法是否成功，取决于所侧重的植物。水生植物就像其他多年生植物一样，必须拔出整个植物和根系才能彻底清除，而且很可能必须重复清除才行。如果是较深较大的水塘，以物理方式清除野草只

能通过潜水的方式进行，但在有些地方可能不被允许。

通常还需要进行清淤工作，以清除营养丰富的沉积物，增加水体的深度。清淤工作也是从浅水区清除挺水植物的有效方法。此外，清淤



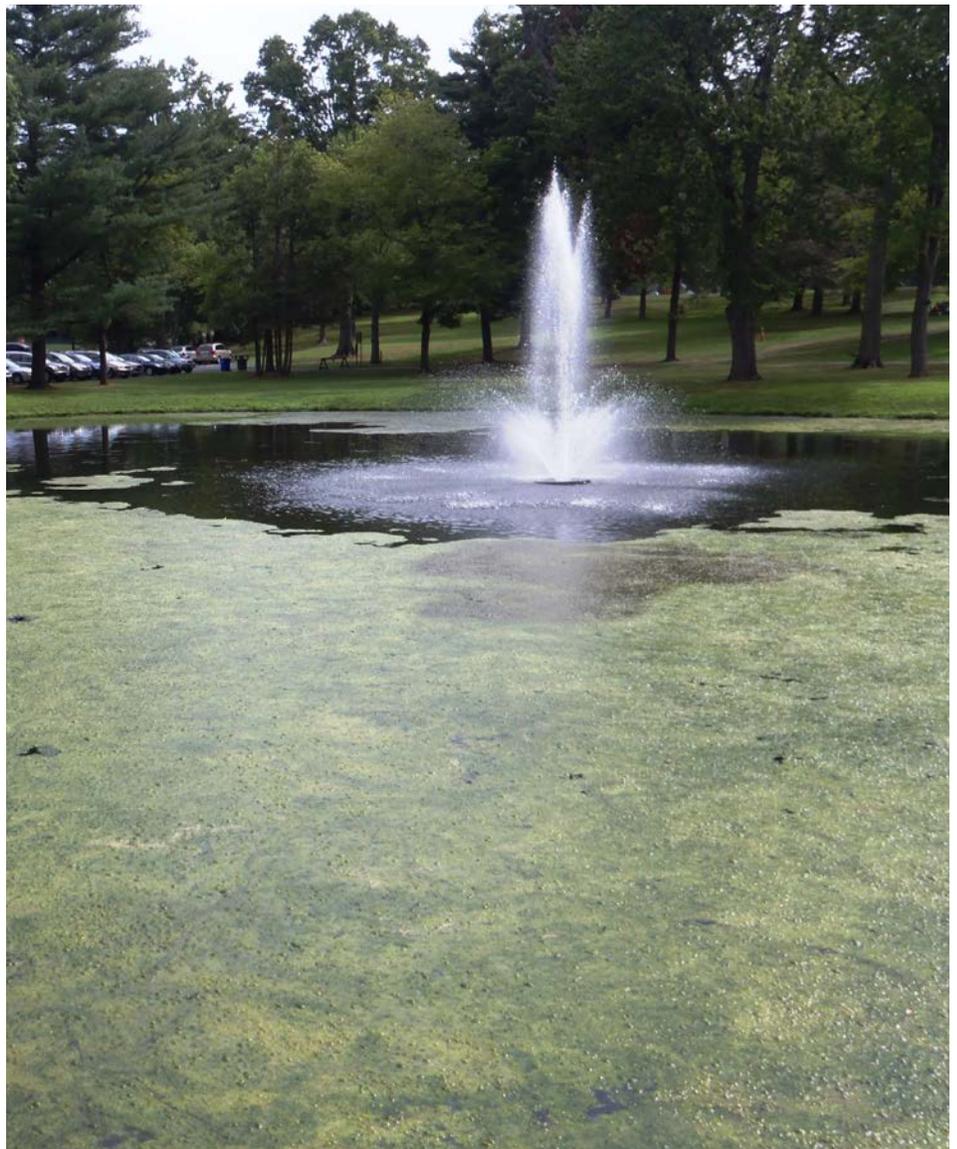
丝状藻蔓延，让水体褪色，并产生难看的漂浮藻膜。

还有减少水下植物数量以及增加水储藏能力的好处。但是这项工作成本高昂，而且如何处置清出的淤泥也是一个难题。在北部地区，水塘水位可人工控制，所以降低水塘水位，是另一种耕作方式。降低水位的具体操作为：在冬天到来之前降低水位，将浅根植物暴露在寒冷干燥的环境中。降低水位这一方法对某些植物很奏效，但水塘底部植物外露时间必须持续 6 - 8 个星期。

用专业的电动设备进行机械收割也是一种方式，对于大型水体尤为实用。具体操作是用大型收割设备切断并收集需要清理的植物。机械收割费用很高，而且收割的植物如何处置也是一个问题。但是，在无法通过化学方法控制水生植物的情况下，机械收割可以让整个季节都免除这个烦恼。

有的水生生物也可抑制部分水生植物的生长。一种可控制水生植物的水生物就是草鱼或草鲤，它们几乎对所有水生植物都来者不拒。但是，草鱼并不喜欢丝状藻、香蒲、水莲、锯齿草等大型植物。如果允许，在水塘中使用经消毒的草鱼会收效显著。但是草鱼无选择的进食方法，也会影响小水塘的生态环境，并不适合所有情况。有些州严禁在水塘中使用消毒后的草鱼，因此请咨询您所在州的环境保护部门，了解具体规定。

有些昆虫也被用来控制植物生长。目前在这方面已获得成功的昆虫包括：空心莲子草跳甲虫、紫马鞭草虫和蓍草象鼻虫。这些昆虫通常都被列为本地生植物的害虫，但对于控制没有天敌的入侵植物而言，却非常适用。遗憾的是，想要安全释放昆虫来控制入侵植物，这个过程非常漫长，而且成功几率也不高。您所在地区之前使用的昆虫，可能



尽管喷泉可以循环水体，但并不如喷泉头那般有效，更多的只是起到装饰作用。

已经在当地存活并繁衍；您所在州的自然保护部门或商业实验室中，可能也有这种功能的昆虫。如果您水塘中的入侵植物，可能会通过上述某种昆虫得到控制，请咨询您所在州的自然保护部门或水塘管理方面的专家。

生物控制方法、减少营养、耕作方式和机械清除，都是有效的水塘管理工具。但是如果水塘中植物数量过多，或者入侵植物已经开始严重蔓延，就需要使用除草剂。除草剂可快速控制目标植物，通常也是一种更经济实惠的方法。很多水

生植物用除草剂都与草坪用除草剂相同，常见的包括草甘膦、唑草酮、2.4 - D、双草醚、草多索、敌草快和三氯吡氧乙酸，还有有一些专用于水生环境的化学制剂。

除草剂的选择和使用非常复杂，要根据需要控制的植物、水塘面积、使用目的、水体流速、下游用户以及具体的条件和规定，来制定使用方案。获得使用除草剂的许可并不容易，而且非常耗时，通常需要申请一份水生除草剂使用许可证。因此，更切合实际的方法是与水塘管理公司合作进行这项工作。作为专



合理增加水生植物，可以让水塘生态系统更健康。但是必须要对水生植物量加以控制，比如睡莲、西洋耆草以及上图所示的水盾草。

业人士，他们可以全面评估水塘，决定哪些方式可作为最佳方案，还可以具有相关施药许可证。水塘管理公司还配备了专业的施药设备和方法，通过其他耕作和机械操作方法，有效地管理水塘。

成本

水塘系统并不能进行自我管理。换言之，即使是最自然的生态系统，也需要一定程度的人工维护和管理，以在整个季节保持可以接受的外观状况。还有一些方法可以让水塘实现更好的功能和外观，比如增加水塘深度（至少 6 - 8 英尺）、对水塘底部的渗透性土壤加衬或密封、安装水循环/通气设备，增加绿植缓冲带等。如果水塘中的藻类和水生植物数量过多，可能就需要采用化学干预方法，直到利于藻类和问题植物生长的环境得以改变。很多高尔夫球场向水塘管理公司按年支付费用，由其负责管理球场内的水体。水塘管理公司会对池塘进行

评估，根据具体条件和需要对水塘进行治疗。水塘维护外包成本大约每年 200 - 2000 美元/英亩，具体价钱取决于维护频率和处理方法。

总结

希望通过本文，至少能敦促高尔夫球场对水景投入更多关注。水景是复杂的生命系统，受到诸多因素影响，有些因素很难通过简单的方法加以控制。您对水塘生态学、水生植物、藻类以及光线、温度和营养的影响了解越多，就越能以可持续方式管理水塘。

感谢 Lycott Environmental 的威廉·斯蒂文森为本文提供的技术知识和图片。

补充阅读

Gettys, L. A., W. T. Haller and D. G. Petty (eds). 2014. *Biology and Control of Aquatic Plants: A Best Management Practices Handbook*, 3rd Edition. Aquatic Ecosystem Restoration Foundation.

USEFUL POND/LAKE MANAGEMENT SITES

Aquatic Ecosystem Restoration Foundation <http://www.aquatics.org/>

National Invasive Species Information Center <http://www.invasivespeciesinfo.gov/aquatics/main.shtml>

North American Lake Management Society <http://www.nalms.org/>

吉姆·斯科鲁尔斯基是一位非常熟悉水生态系统的高级农学家，现在新英格兰州和加拿大东部工作。