



由 (USGA) 发布

USGA[®]



会议记录：

高尔夫 的水资源利用：

一个更加
可持续的高尔夫运动解决方案

TGIF Record Number: 214431

会议记录：

高尔夫中的水资源利用： 更加 可持续的高尔夫运动解决方案

由 (USGA) 发布



希尔顿 DFW 湖区行政会议中心
德克萨斯州，达拉斯市
2012年11月6日到7日

高尔夫球场的水资源利用：为一个更加可持续的高尔夫运动的解决方案。来自政府，企业，学术界和高尔夫界汇聚一堂，共同鉴定并讨论高尔夫用水中最具挑战性的问题。为了保证提供充足的安全饮用水，地方社区正在为之不断努力，因此，对娱乐休闲目所需水源的使用变得极为审慎。高尔夫球场有助于为社区提供绿色空间，带来积极的经济影响，并为高尔夫爱好者提供休闲活动，而与此同时，高尔夫球场的灌溉也是管理中的必要组成部分。确保以前瞻性的思维以及负责任的态度，来使用我们最宝贵的自然资源，是高尔夫运动领导者们的责任。

会议主办方：
Jim Moore
Kimberly Erusha
Kay Moore

论文集编辑：
Ali Harivandi
Paul Brown
Mike Kenna

会议记录来源: "高尔夫的水资源利用: 一个更加可持续的高尔夫运动解决方案"

德克萨斯州, 达拉斯市
2012 年 11 月

©2012 美国高尔夫球协会
版权所有。

在美利坚合众国发行
By USGA Turfgrass and Environmental Research Online
Volume 11, Number 12. December 2012.

ISSN 1541-0277

内容

欢迎

Mike Davis, 执行董事 1

欢迎致辞

Glen Nager, 美国高尔夫球协会主席 2

联邦政府观点－水资源与高尔夫展望

Veronica Blette, 首席代表, 节水产品认证 (WaterSense Branch)科, 美国环保署 5

全国范围的水资源问题

Mary Ann Dickinson, 执行董事, Alliance for Water Efficiency 8

以坦诚的心态开始: 与监管机构和立法机构合作

Mark Esoda, CGCS-高尔夫球场管理者, 亚特兰大乡村俱乐部, 佐治亚州 12

高尔夫球场使用多少水以及它从何而来?

Greg Lyman, 环境项目主任, 美国高尔夫球场管理者协会 14

节水与绿色: 拉斯维加斯高尔夫产业中的水资源利用效率

Doug Bennett, 水资源保护经理, 南内华达州水务局 16

维护注重中间场地: 优质的高尔夫球场与节约用水之间并不冲突

Chris Hartwiger, 果岭部高级农艺师, 美国高尔夫球协会 21

加州水资源利用效率案例

Pat Gross, 西南地区主任, 美国高尔夫球协会果岭部 25

灌溉难题: 寻找高尔夫球场用水水源

Ali Harivandi 博士, 环境园艺师, 加里福利亚大学合作推广部 29

满足高尔夫现在与未来用水需求的研究成果

Mike Kenna 主管, 美国高尔夫球协会果岭研究部 32

利用含毒素水源灌溉

Tim Hiers, 高尔夫球场管理者, 美国佛罗里达州老高力高尔夫俱乐部 38

降低用水策略: 美国西南部地区案例研究

Brian Whitlark, 果岭部农艺师, 美国高尔夫球协会 41

水资源对高尔夫开发与运营的影响

Henry DeLozier, 全球高尔夫顾问

Jim Hinckley, Century Golf 45

为艰难时刻做好艰难的决定: 主动抗旱规划的好处

Karen Guz, 自然保护署署长, 圣安东尼奥水源系统 49

将浇水决定从艺术转换为科学

Dana Lonn, Toro 公司技术中心管理总监, 专业工程师尼 52

从过去寻找我们的未来

Bob Farren, 高尔夫球道及场地管理者, 56

北卡罗莱纳州, 松树丛度假村

设计节水环保的高尔夫球场

Bill Love, 高尔夫球场建筑师 58

附录

会议议程 63

演讲人信息 65

关于美国高尔夫协会 (USGA)

USGA 举办美国公开赛、美国女子公开赛和美国常青公开赛，以及 10 个全国业余锦标赛、国家二级团体锦标赛和国际比赛。美国高尔夫协会与 R&A 一起监督全球的比赛，共同管理和制定高尔夫球规则，业余状态规则，设备标准规则，以及世界业余高尔夫排名的规则。USGA 的工作管辖范围包括美国及其领地，还有墨西哥。

在开发和支持可持续高尔夫球场管理实践的领域，USGA 是全球领导者。它是效力于球赛历史的主力，向“*For the Good of the Game (为了更好的比赛)*”补助项目提供资金。此外，在遍及六大洲的 50 多个国家，都使用USGA的球场难度评级系统和差点系统。

我们的使命

我们是——

热切致力于专业化高尔夫球赛的高尔夫管理机构。

我们服务的对象——

所有热爱和尊重高尔夫运动的人。

我们的承诺是基于对高尔夫运动的共同热爱与尊重，我们保护其过去，促进其未来，为所有喜爱这项运动的人的最高利益服务。

USGA 的环保承诺

***USGA 将努力通过研究，教育以及
对环境保护的不懈追求，令高尔夫运动更加可持续地发展。***

也许，高尔夫比其他任何运动都更依赖于健康的环境。作为高尔夫运动在美国的国家管理机构，美国高尔夫协会 (USGA) 认识到当中的重要性，采取积极措施以尽量减少对环境的影响，并将环境因素纳入我们活动的各个方面。

为进一步重视这个优先重点，作为负责任的公民，USGA 将继续对自然资源和能源消耗、新技术整合以及行为改变进行严格的评估。与环境责任有关活动的任何决定，必须有良好的经济效益，并在现行管理系统与环境可持续发展之间维持一个健康的平衡。对比赛环境负责的技术也应该有健全的财务系统。

为了实现我们对环境的承诺，USGA 将：

- 制定一项全面的环境管理计划，帮助协会积极宣传环境意识和保护行动。
- 培训和教育工作人员的思考方向，将环保概念和做法融入日常的业务决策和运营。
- 积极采用财政健康的环保技术。
- 针对每个事件的特定情况和当地的挑战，在对环境负责的行动中开展竞赛活动。
- 以持续改进为目标，来衡量环境责任。
- 继续支持草坪和环境研究，并重点关注农药和营养物质作用周期，保护水质，节约用水。
- 通过教育和支持，向球手、会员俱乐部、联合协会和供应商宣传并鼓励环保责任。



United States Golf Association
PO Box 708, 77 Liberty Corner Rd., Far Hills, NJ 07931-0708
T 908.234.2300 F 908.234.9687



WELCOME

Welcome to "Golf's Use of Water: Solutions for a More Sustainable Game." On behalf of the United States Golf Association, I would like to thank you for your participation in this summit dealing with one of the most important issues facing the game.

Water is an extraordinarily valuable resource, and the pressures on water supplies are increasing in many areas. The drought conditions experienced by much of the country over the past few years have further heightened the visibility of these conditions.

At the same time, golf course irrigation is a necessity, which means golf courses must use water in the most responsible manner possible. When done so, the game contributes not only to the enjoyment and well-being of participants, but also to the economic and environmental health of local communities.

In addition to helping courses adjust to their area's specific environmental conditions and challenges through the Turf Advisory Service, the USGA has invested in scientific research to develop grasses that require less water. Moving forward, we are committed to continuing to help courses efficiently utilize every drop of water that is available for irrigation.

Part of that mission is this summit, which has convened experts in water resource management, golf course management and scientific research. Working together, we can identify innovative solutions to preserve the game's sustainability.

While this summit hopefully will yield significant results, it is just a starting point. We hope that the cooperative spirit of this meeting will guide the industry to meet the challenges facing the game.

Thank you for participating in this effort, as well as for your support of the USGA as we work toward making the game of golf more sustainable for all.

Sincerely,

A handwritten signature in black ink that reads "Mike Davis".

Mike Davis



For the good of the game®

欢迎致辞

Glen D. Nager, 美国高尔夫协会主席

希尔顿 DFW 湖区行政会议中心

德克萨斯州, 达拉斯市

2012 年 11 月 6 日



我很荣幸地代表 USGA, 欢迎您来到本次峰会, 探讨水在高尔夫球运动中的使用和管理。我们汇聚了来自不同行业的专家, 提出他们对水资源的看法和主张, 在未来几年, 这个主题将在世界各地更具重要性和紧迫性, 不只是在高尔夫运动上, 还关系到全人类。

在过去的两年里, 由于国内许多地区经历了严重的干旱, 水资源管理已经受到了严格的监管。而对于高尔夫产业, 这个危机却提供了一次机会, 得以考察水资源在高尔夫球场的保养和维护中的角色。

作为高尔夫运动在美国的执行机构, 在开发和推广高尔夫球场可持续性, 同时有利于环境的实践中, 美国高尔夫协会一直是领导者。这个任务可以追溯 1920 年, 当我们创建了果岭部的时候。多年以来, 我们已经培育出有效的草坪维护方法, 并指导成百上千的球场执行这些方案。

除了致力于广泛的教育外, 自 1983 年以来, 我们提供了超过 4 千万美元的研究经费, 培育出几十个草品种, 因为它们更耐高温, 需要更少的水或投入, 有助于高尔夫可持续发展的需要。

展望未来, USGA 将继续在科研、教育和环境意识上增加资金投入。在引领行业走向可持续发展方向中, 我们的作用是至关重要的, 而我们对实现这一目标的承诺是绝对不变的。

我们认识到危机和压力比以往任何时候都高, 高尔夫球运动面临着日益复杂和广泛的挑战: 环境和气候的压力, 严峻的经济形势, 参与比赛所需要的时间承诺, 认为高尔夫运动具有威胁性及不受欢迎的观念。

我们正在针对所有这些方向采取行动, 都会对水的使用产生影响。如果没有水资源, 不可能维持高尔夫球场, 高尔夫行业越来越多地认识到, 水是极宝贵的资源, 需要有责任、高效和可持续的管理。

无论是公共的或私有的高尔夫球场, 不再只是提供娱乐与休闲的绿色空间, 并局限于对自身场地范围的运营。高尔夫球场对周边地区所产生的影响范围正在逐渐递增。高尔夫球场, 特别是在水资源消费和管理上, 必须和谐地融入社会生态系统中。

For the good of the game®



在接下来的一天半里，关于高尔夫运动和有限的水资源如何共存的题目，我们将听取演讲嘉宾们的新型范例。除了听取有关水源供应的整体状态（无论是在美国还是世界其它地区，以及高尔夫运动在那里的位置），我渴望了解同行们处理这些挑战的创造性方式。

在我们继续前进的同时 - 无论是在接下来的两天里，还是在未来的几十年 - 还要提醒大家的是，我们在关于可持续发展的最终目标。我们共同努力，使这项运动更好地为像我这样的爱好者们服务。

我不是一个科学家。我不是立法者或监管人。既不是开发商，也不是球场业主。我不是建筑师。我不是球场总监。我是一个高尔夫球爱好者！在世界各地，我们有数以百万计的爱好者享受着高尔夫运动，因为它能提供乐趣，运动，竞争和友爱。当谈到可持续发展时，我们能发出更强大的声音，因为我们可以选择打球的场所。

长久以来，我们选择更长的球道，占用更多的空间，而且，具有代表性的郁郁葱葱的场地条件，需要消费大量的资源，其中包括水资源。这些场地不怎么好玩，要花很长时间，而且成本更高。这个模型根本不能继续下去。

在我们在改进高尔夫球场模型的同时，也必须重新培养业余球手的习惯，使他们接受这些场地，它们更短、更容易维护、更实惠，从而带来更多乐趣。

通过一项正在进行的名为" TEE IT FORWARD (向前发球) " 的动议，我们已经证明，使用一组更短的发球台可以产生更愉悦、更快速、更有价值的高尔夫体验。我们正在着手一项距离成本研究，针对额外的码数和增加的场地面积，研究其对球场建地和维护成本影响的量化结果。

到目前为止，USGA 最大和最有影响力的活动是美国公开赛。而在未来几年的全国冠军锦标赛里，我们将很高兴地证明，距离的增加、更大的尺寸和完美无暇的草皮条件不是一流高尔夫球手的必须要求。

明年，我们将回到费城，那有着悠久历史的 Merion 高尔夫俱乐部。Merion 仅仅占地 120 亩，却是在美国公开赛中发展迅猛的场地。借此机会我们可以证明，如果美国公开赛可以在面积明显较小的场地茁壮发展，美国的大多数高尔夫

For the good of the game®



球场同样可以做到。在 Merion，我们已经做好准备，做出一些调整，比如减少门票的销售。同样，我们应当鼓励球手调整自己的期望值，享受具有可打性的、有挑战性的乐趣，以及更可持续的球场格具。

明年，我们将非常高兴地向世界展示新松树丛 2 号高尔夫球场，它位于北卡罗莱纳州，将连续承办美国公开赛和美国女子公开赛。明天，Bob Farren 将深入探讨 Bill Coore 和 Ben Crenshaw 的系统恢复法，学习如何显著减少灌溉量。而在 2014 年 6 月，各地的高尔夫球手们将有惊喜，他们会看到一个不需要全场尽绿的锦标赛场地。

在 2015 年，我们将在美国太平洋海岸西北第一次举行美国公开赛。华盛顿州钱伯斯湾使用 100% 的细羊茅草皮布局，使用的水与化肥比大多数的场地要少，同时推广了紧密、快速的草坪，我们相信能提供很好的比赛条件。此外，Chambers Bay 的视觉效果 - 伴随绿色和褐色的不同形状 - 将向人们表明，高尔夫运动的重点应该放在高尔夫球场的打球功能，而非其外观。

通过各种活动，如美国公开赛，以及本次峰会，USGA 正在采取实质性步骤，推动高尔夫行业朝着健康、可持续的未来发展。我们懂得水资源的管理和可持续发展是长期问题，前进的道路不容易。

但是在各位讲员和场内所有人的帮助下，我们可以制定一个路线图，来指导我们面对高尔夫运动现在和将来的各种挑战。我希望几年以后，当我们再回头看这次峰会时，将发现这是我们迈向可持续发展的道路上的一个重要里程碑。

对你们所有的工作，我充满了最深的敬意，并为你们在各自的领域里所获得的成就和经验鼓掌喝彩。我希望你们在未来两天会受益匪浅，这次峰会的组织者是美国高尔夫协会果岭部的董事经理 Kimberly Erusha 博士，以及果岭部的教育主任 Jim Moore，我对他们所付出的努力表示衷心感谢！

作为美国高尔夫协会的主席，我为 Kim-berly、Jim 以及我们的农学家和专家们的全心投入而自豪 - 他们当中有些人将会发言，还有我们的员工，为达成高尔夫运动可持续性的核心任务努力工作。

非常感谢您的光临，并谢谢您对高尔夫运动和 USGA 的所有实质性贡献。

For the good of the game®

政府的观点 — 水资源使用以及高尔夫运动

Veronica Blette, 节水产品认证 (WaterSense Branch)科,

美国环保署

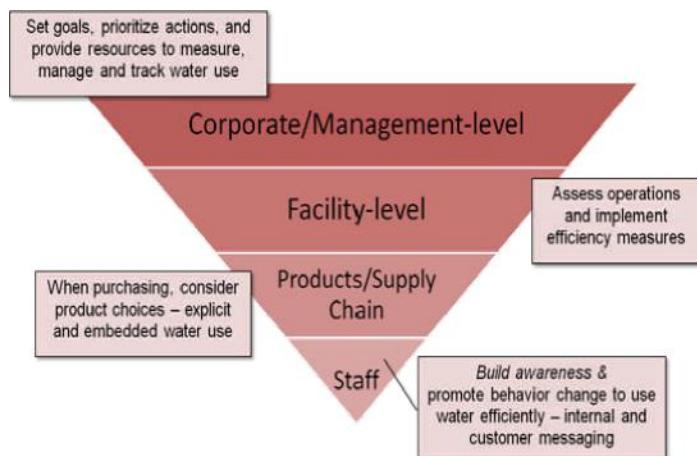
本文总结了环保局, 其他联邦机构以及商业企业, 正在探寻与水资源短缺以及缺乏获取清洁安全的水源供应的相关性潜在风险。我们将会详细说明 WaterSense 项目的进行, 以及为促进更有效用水所作的努力, 还有高尔夫行业如何处理超出其当前职责的挑战。

水能维持生命。它也维持着我们的经济和我们的幸福。这与高尔夫行业有何关系? 缺水会造成球场植被死亡。高尔夫是许多社区的经济驱动器, 在整个供应链的相关行业, 雇佣有数千名员工。虽然没有球手希望打出一个柏忌, 但打高尔夫球总体上有助于增加全国各地选手的幸福感。

但是, 我们获取安全可靠的供水的能力出现了危机。自从 40 年前清洁水法案通过后, 虽然我们的水质有所改善, 但显著的挑战仍然存在于提高和确保水质上。我们的饮用水和污水基础设施老化, 需要数十亿美元的资金来修复和更换。来自不断增长和变化的人口需求的竞争, 供水面临挑战。在这些层面之上是气候变化所带来的挑战。这会导致在一些地区积水过多, 只会加剧雨水管理和洪水问题。在其他地区, 问题则是水资源不足, 在过去两年中, 我们经历了旱情对我国大部分地区的影响。因为水资源是一个跨领域的问题, 水资源短缺可能会影响多个部门, 因此, 我们可以预期城市、农业与能源之间的水资源竞争在某些地区将非常显著。

在过去的几年中, 企业已经更加重视可持续发展, 并将重点放在能源效率上。企业现在也认识到水资源的价值, 并专注于识别和解决与水有关的风险, 因其会影响他们直接业务运营以及供应链。球

图 1 机构中的每一个部分都需要行动起来, 才能更有效地使用水资源。



世界企业持续发展委员会最近发布了第 3 版的水资源与业务 (1), 这是一本指导书, 为企业的水资源管理活动提供了许多工具和举措等有用信息。该文件强调了具有自适应管理计划的重要性, 包括评估当地情况、水资源的使用、识别风险和机遇、监测并沟通性能, 以及定期复查和评估进展以允许改进。

作为一个产业, 高尔夫也必须着眼于如何会受到可靠水源供应情况的影响。球场管理者应该评估自身在水资源短缺方面的脆弱性, 采取措施以尽量减少所面临的风险, 无论是关系到水资源数量、质量或是声誉。这些测量措施

在干旱或其他供应中断导致水资源短缺时，可以帮助企业提升应对的弹性。

在 2011 年，环境质量委员会发布了国家行动计划，讲述了气候变化中的淡水资源管理的优先回应行动。其中一项建议是，扩大水资源的利用效率，例如，分析并分享最佳实践方法。联邦政府正在开展一系列的行动，旨在提高水资源的利用效率。虽然没有明确专注于高尔夫行业，其中的许多活动都将帮助部门的用水效率。美国农业部门在多方面努力，支持改进农业灌溉的研究，以开发用水更少的草种。美国能源部正在关注一项研究，减少与不同的能源来源与区域规划框架相关的用水，以帮助评估潜在的气候变化对发电设施未来选址的影响，对水资源的影响以及对水源需求造成的竞争。

陆军采用了一系列举措来减少水的使用，并使他们的水源“踪迹”最小化，其中一项措施专注于促进能耗为零/废弃物为零/零用水的设施安装上。在水资源平衡系统的安装使用中，他们发现，与饮用水用量相比，高尔夫球场灌溉用水量非常显著。因此，通过更高效的灌溉以及合理利用替代资源，如再生水，可以大量减少灌溉用水。

通过内务部的 WaterSmart 计划 (www.usbr.gov/watersmart)，农垦局为水资源利用效率项目和市政回收和再生工程提供补助资金，其中一部分可以用来支持再生水灌溉项目。美国地质调查局正在开展水利普查，评估水资源利用率和可用性。作为这种尝试的一部分，他们正在支持利用遥感技术获取土地蒸散量的方法评估。

最后一点，美国环保局的 WaterSense 项目开发了高效节水产品的规范，并提供指导和信息，以促进更加有效的水资源利用。在 2011 年，WaterSense 发布了根据天气调节的灌溉控制器的细则标签，可用于高尔夫球场的灌溉应用。该项目还于近日发布了一套最佳管理实践方案，帮助商业和机构部门提高其用水源利用效率。

毫无疑问，水是维持高尔夫球运动比赛场地所必需的。许多高尔夫球场管理者已经专注于测量并减少其用水量，通过改善

图 2 在高尔夫球场的推杆果岭进行手工浇灌，只在需要的区域浇水。



通过技术提高水源利用率，使用更多的节水种植技术，并改变球场保养习惯。应该在整个行业进行推广他们的巨大努力成果。但是，在高尔夫球场中有许多需要用水的地方，管理人员能够而且应当最大限度地提高利用效率 - 从会所浴室，到食品服务领域的厨房设备，乡村俱乐部的泳池维护，以及球道两旁的景观维护或相关住房开发。在球场设施所有部分，通过展示并沟通有效节水实践，管理人员可以证明，在为客户提供优质服务的同时，他们也关心水资源问题，正在尽最大努力提高效率。

高尔夫球场可以是非常美丽的，为野生动物提供栖息地，并提升人们的生活享受。但是其中一个挑战是，当高尔夫球手回家时，他们希望自己院子的草坪也接近高尔夫球道的质量水平 - 在我们国家的许多地区，从面积或质量的角度来看，这都是不可持续的。在 1900 年代初期，USGA 在一次峰会上重点展示了草坪示范，并强调其工作重点是：帮助管理者确定在他们所在地区的品种选择和维护实践。让我惊喜的是，各个球场，无论公共的还是私有的，都可以在今天展现自己的领导力，通过提供示范园地，向客人们以及社区成员们展示他们如何使用原生植被和更少的水源、农药以及化肥来设计和维护景观。高尔夫业内专业人士拥有知识和技能，能与当地自来水公司和园艺团体合作，促进更加可持续的景观维护，这样做还可以表明他们对当地社区健康、经济和福祉的承诺。

参考资料

1. 2012. World Business Council for Sustainable Development. Water for Business: Initiatives guiding sustainable water management in the private sector. Accessed at <http://www.wbcsd.org/waterforbusiness3.aspx>.
2. 2011. Council of Environmental Quality. National Action Plan: Priorities for Managing Freshwater Resources in a Changing Climate. Accessed at <http://www.whitehouse.gov/administration/eop/ceq/initiatives/adaptation>

免责声明

本文表达的观点仅代表作者个人，并不直接反映美国环保局的观点和政策。

从全国来看 水资源的问题

Mary Ann Dickinson, 执行董事,
Alliance for Water Efficiency

水资源已经成为人们不断讨论的话题，但实际中关于水源发生了什么实际上的情况呢？水资源危机真的发生了吗？面对本地社区以及延伸部分，高尔夫球场管理者面临着哪些问题呢？本文将探讨关于水的几个未知问题，以及针对未来的积极行动提供建议。

在这个迫在眉睫的水危机之中，惊人的水资源消费观念仍然存在。首先，许多消费者仍然认为，我们有足够的水资源（毕竟，这不正是自来水公司总是在承诺的吗？它们能提供可靠的服务）。其次，很多消费者误认为自来水不符合安全饮用水标准，因此瓶装水销量在过去的十年里直线上升。（真实的情况与此相反 - 自来水比瓶装水更满足安全的饮用水标准。）第三，消费者经常抱怨水费的增长，因为他们对所提供的可靠供水和污水服务的真实成本知之甚少。最后，消费者不愿意被迫节约，因为他们知道旁边的高尔夫球场使用那么多的水。同样，这群消费者不知道，他们维护自己的花园景观所使用的水资源量，而是把高尔夫球场当作水源短缺的罪魁祸首。这是供水公司以及高尔夫球场管理者在美国不得不面对的政治现实。下面是有关这些水资源秘密的更多细节。

误区 1：什么是水资源短缺？

在 50 多个州中，至少有 40 个州在未来几年将面临水源短缺。大多数消费者并不认为事实如此，每当下雨时，他们便放松对节约用水的要求，并自我感觉良好。如果不干旱，

全国各地的自来水公司抱怨，水销量不足够，造成他们的销售收入下降。相反地，消费者希望水费下降 - 而不是上涨 - 当供应充足时，主要是因为消费者并不将水源供应看作一项服务。从供水企业的角度来看，如果没有干旱危机，水资源保护方案往往被削减。在增加产能和销售的驱动之下，通过节约计划来减少成本的概念被供水企业彻底遗忘了。

误区 2：政府将出资帮助我们进行水利基础设施建设！

在过去的几十年里，社区总能从联邦和州政府的预算里获得水利设施建设资金。球

图 1 在 50 多个州中，至少有 40 个州在未来几年将面临水资源短缺问题。

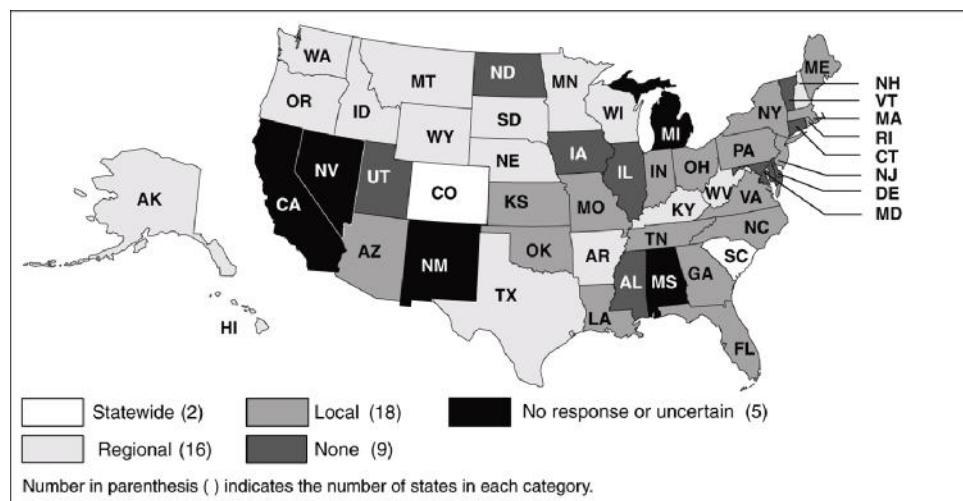
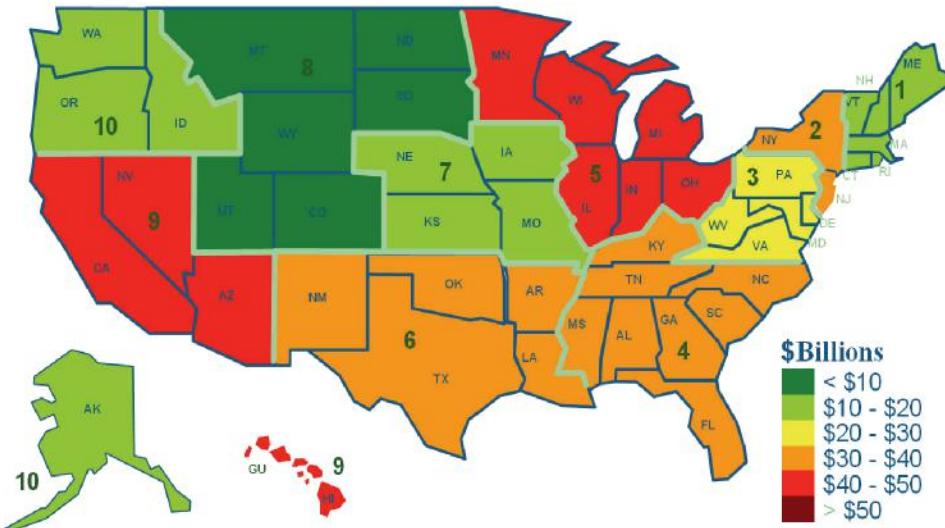


图 2 根据 EPA 区域划分的未来二十年饮用水源，以及清洁水源基础设施资金需求。



据美国环保局估计，在 2020 年，饮用水源和清洁水源的基础设施维护资金将有高达\$ 5330 亿的缺口。总计\$7870 亿美元的经济刺激法案（2009 年美国复苏与再投资法案）只提供了\$60 亿的资金给饮用水基础设施建设，而且很少有其他联邦或州政府的资金可以提供给水资源项目。自来水费的缴纳者们将不得不为升级老旧基础设施和提高系统容量买单，以保证安全的饮用水供应。私营自来水公司一直以来已经习惯于自行支付基础设施的改善和维护；然而，公共水源供应商现在也要在没有政府补偿的情况下，面对真实的成本挑战，有些企业是第一次面对这样的情况。

误区 3：新增长的住宅都是高效的—不是吗？

在 2030 年将会出现房屋还有一半尚未建成，而坏消息是我们不一定会建设高效率的房屋。研究表明，从 1994 年至 2004 年所建成的新住宅，反而比先前存在的住宅多使用了 12% 至 60% 以上的水量。其中主要的原因，即使是在“湿润”的州里，是安装在新建住宅中的未加管理的草坪景观灌溉系统增长。更糟的是，大部分的人口增长一直存在于干旱的州里，从而导致有限水资源供给的更大压力。好的消息是，我们有机会建立使用水资源更有效率的住宅和企业，无论在室内还是

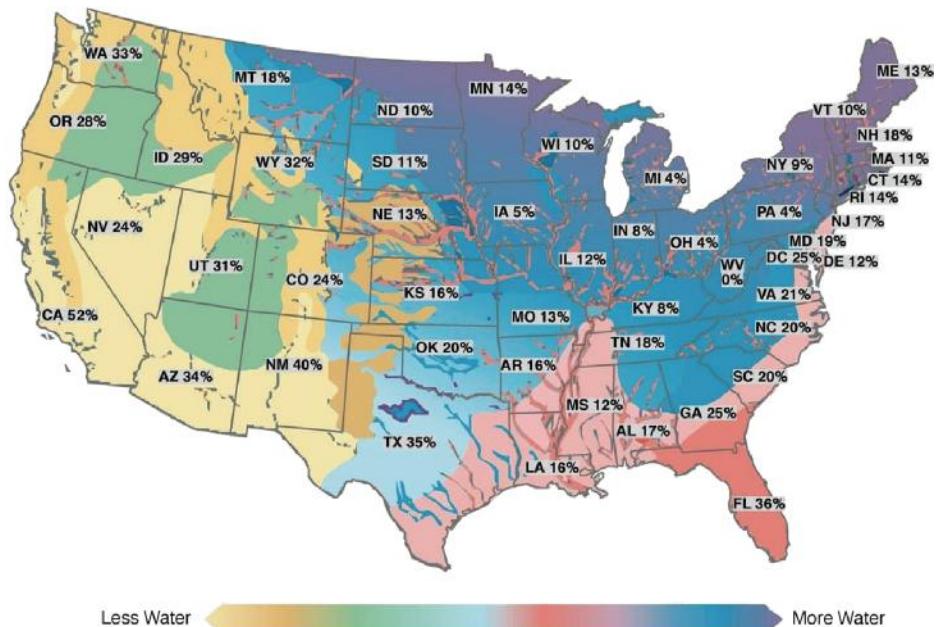
户外。通过自主规范，比如美国EPA的WaterSense新居项目和LEED项目，我们已经取得了一些进展。志愿绿色环保规定

(IAPMO 和 ICC) 已经在美国的很多地区被采用, 而一些地方性的绿色环保规定已在纽约、旧金山、洛杉矶和芝加哥得到落实。新房最近的研究表明提高用水效率, 并新建住宅最终用途的研究正在进行记录, 如果室外景观灌溉越来越大。不同于高尔夫球场产业, 住宅和企业主没有充分认识到在维护自己景观上所耗费的水资源。

误区 4：自动灌溉不需要进行管理：因为是自动的！

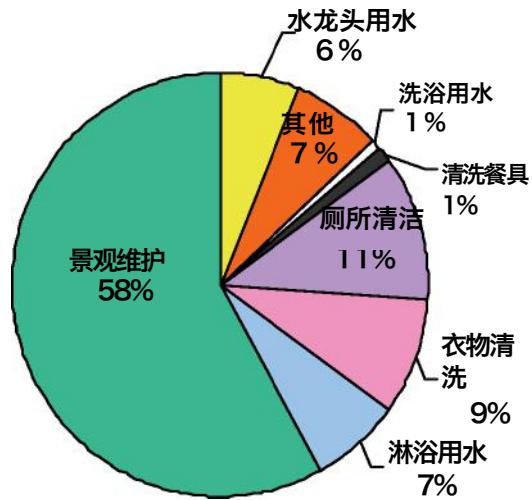
一项美国水务研究基金会于 1999 年进行的研究统计，在北美，30% 至 60% 的城市用水量为户外灌溉。高达 80% 的居民生活用水被消费在国家干旱地区的灌溉上。住宅物业的用水累积量比高尔夫球场使用的水量要大得多。然而，普通住宅中的消费者不会察觉到自己在

图 3 人口的增长往往出现在水资源稀缺的州里。



©2012年 美国高尔夫协会 版权所有。请参阅美国高尔夫球协会草坪管理部出版物转载条例。订阅美国高尔夫球协会草坪管理部文献。

图 4 美国城市用水。来源：AWWRF 住宅终端水资源使用，1999 年。



大量的个人草坪景观用水从而加重了当地的水资源短缺问题。商业资产通常不管理自己的户外灌溉系统，在一定程度上也是事实。这是坏消息。自动灌溉并不意味着自动的高效率。大多数自动灌溉系统的程序编写很差，区域划分糟糕，比实际情况需要次数更多和更长的运行时间，因此浪费了很多水资源。智能灌溉及其他新技术正在成为居民和商业用户可以使用的选项，以帮助室外灌溉变得更加高效。高尔夫球场却是例外，那里的水通常因财政原因或再生水的应用而被妥善管理。然而，任何在草坪景观上使用的自动灌溉系统都有改进的余地。

误区 5：水和能源的利用是分开的问题。

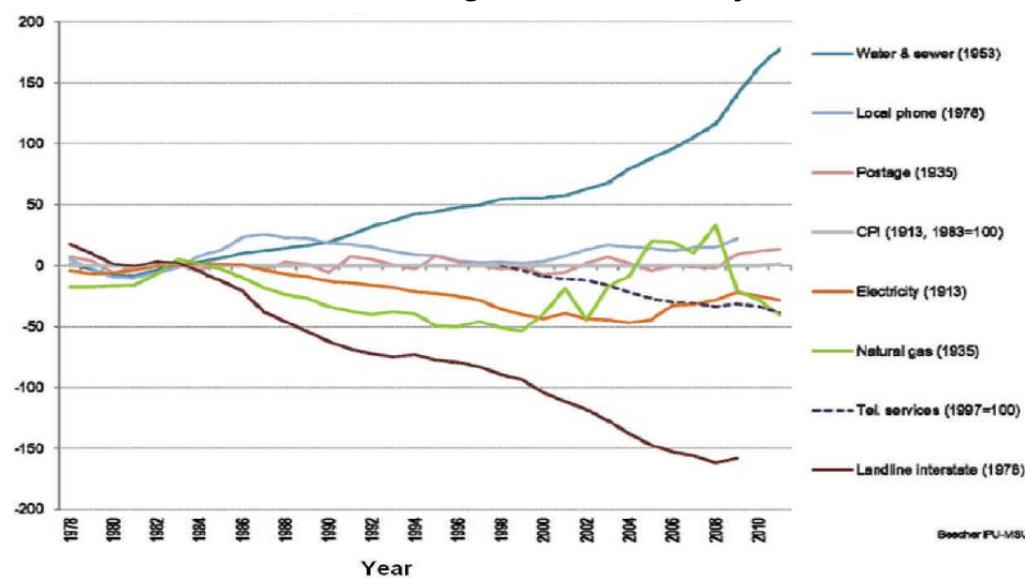
据美国地质调查局 2005 年的估计，在美国 4100 亿加仑的日常取水中，49% 被发电站用来

为设备降温。虽然这些水不会被完全消耗，大部分的冷却水将返回到河流或湖泊中，但是这个降温过程首先会占用大量的水资源供应。它返回环境时对环境造成改变和热力影响。此外，泵取、处理、移动以及加热消费者用水都需要使用电力。在加利福尼亚州，对于每百万加仑的用水，估计使用 2,000 到 20,000 千瓦时的电能；电力消耗量的范围宽度取决于泵送和处理所使用的方法。事实上，加州 19% 的电力负载是用于水的泵送、处理和加热的。总计 32% 的天然气能源负荷与使用天然气加热水有关。全国范围的研究表明，在美国约 13% 的总电能消耗是与供水和污水处理服务相关的。因此，节约用水同时有助于节约能源并减少温室气体的排放。水资源和能源是紧密联系的。

误区 6：节约用水：行不通，成本太高。

值得注意的是，供水公司的经理们普遍继续持有这种看法。在过去的 30 年中，由于许多节水措施的出台，美国许多地方的人均年用水量出现了稳步下降。在西雅图地区，被动和主动的水资源保护方法帮助消费者减少用水量达到每年 1% - 每一年 -

图 5 总体 CPI 与公用事业 CPI 之间的趋势差异（1978 年至 2011 年）。
来源：Jan Beecher, CPU, Michigan State University



从 1980 年至 2010 年。被动的措施包括：通过法规减少水的消耗，从而不增加水资源供应商的负担，同时积极采取措施，包括资助消费者的节水教育，并支付一些回扣以帮助人们改进住宅设施。按照联邦标准来开发高效节能的住房，与以前的低效房屋相比，在普通住宅中每天每家节约了 23 加仑的水。对与新产品同步严格执行的国家法律、法规和条例将继续减少人均用水量。通过节约和减少需求，自来水公司现有供应容量的生命周期得以延续十年以上，并避免修建昂贵的新蓄水池、水井以及污水处理厂。

误区七：我不能参与节水，因为这会增加我的水费！

是的，节水措施可以减少水的销售，因此会影响用水费用。然而，还有其它好几个因素会影响水资源销售量以及供水服务成本。经济衰退导致工业裁员和房屋止赎，从而减少了水的销售量。老化的基础设施必须要修理和更换，从而增加供水成本。仅仅因为单纯的通胀原因，提供固定服务的成本也在不断增加。为满足新客户的需要，可能需要建立额外容量，还可能要寻找新的水源。所有这些问题因素决定了消费者需要负担的水费，而且这些费用的上涨速度都在比电力和天然气行业更快，因为供水系统的许多维护和修理工作已被推迟了很久。所以，尽管有效的节水装置和水源保护方案减少了水的销售，这种减少对系统成长是有益的，因为它有助于抵消新的供应和处理设施的需求。最后，我们必须记住，水价在美国仍然是非常便宜的，即使水费每次增长 30%，对大多数消费者而言，每月只会增加 5 美元的水费。许多地方的水费仍然非常低，每加仑仅为 0.1 美分，而消费者购买 16 盎司瓶装水需要付 1.25 美元，而这相当于每加仑 10 美元。

未来会怎样？

节水联盟或 AWE，将继续注重在以下几个方向。更高效率的规范和标准将继续推动新产品的安装。在保证成本效益的情况下，自来水公司需要设立节约奖励计划，用以激励消费者的节水行为并做出改进。例如，当自来水公司开始供应回收水源时，许多高尔夫球场都非常愿意转用

这种替代水资源。在供水规划“加载顺序”中，效率和节约始终应该是首要的选项考虑。在全美，按人均计算的需求正在降低，但总体需求将随着人口的增长而继续增加。随着人口增长和气候变化的发生，稳定的水资源供应和价格将为社区提供有益的经济环境。最后，也是最重要的，消费者需要接受环保教育。

AWE 成立于 2007 年，在美国和加拿大，它提供有效用水的全国信息交流。AWE 网站上拥有丰富的资源，点击使用量达到了八百多万次，60.6 万人次的访问并提供了超过 50 万的文档信息下载。对众议院和参议院所提出的联邦政策法案，AWE 提供了全面关注。此外，还有一个名为“家庭用水解决方案”的消费者网站，提供用水计算器，帮助人们估算用水量。AWE 还提供水价和用水效率的职位信息。针对国家及州政府政策和方案，一份关于水资源和能源利用的行动蓝图提供了 50 个建议。在另一个 AWE 的项目中，各州的节水规定被用字母顺序。

AWE 还开发了节水跟踪工具，为供应商水提供了一个方法，来分析通过各种节水项目所产生的经济效益。提供图形和图表，以对历年来的用户进行分类说明，如何减少服务区域及其用水需求，以及进行投资回报的成本效益分析。最重要的是，它可以帮助供水企业做分析，明确其财政收入变化要求与节水方案的关系。还有一个能源组成部分，估计从资源保护中节约的电力和减少的温室气体排放量。最后，在 2013 年 3 月，AWE 将发起“永不浪费”公益活动并发放印刷广告，广告牌，票据插入。一种 20 盎司的水瓶也将提供一些“永不浪费”的公益信息。其中有个广告显示，一个不停流水的抽水马桶，其一天的流失水量可以灌满 800 个这种 20 盎司的瓶子。另一则广告显示，一个损坏的喷头可以在 10 分钟里浪费 384 瓶 20 盎司的水。我们希望，有了这样一些信息，消费者能够意识到有多少水被浪费了，他们有义务为社区长期节约用水负责。

参考资料

AWE 网站

<http://www.allianceforwaterefficiency.org>

以坦诚的心态开始： 与监管机构和立法机构合作

Mark Esoda CGCS -高尔夫球场管理者
佐治亚州亚特兰大乡村俱乐部

当与监管机构打交道时，大多数行业总是趋向于达到最低要求以满足合规性问题，然后尝试躲在雷达盲区下。为了解决立法问题，公众往往举行抗议游行或“占领市中心”。监管者希望在执行他们的工作时能得到帮助。在佐治亚州，高尔夫产业人员会问这一个颇有难度的问题：“怎么做才能帮助节约用水，并以此证明我们是优秀的管理者/资源管家呢？”改革是困难的，但高尔夫行业带头使用自我监管 BMP 方案，来证明世人的错误认识，他们加强与各委员会及机构的合作，并引进教育资料。

在佐治亚州，一系列有关高尔夫产业的事情和的看法，导致了一些法规的产生，目的是尝试限制高尔夫用水量。此外在水资源极端有限时，高尔夫球场被限定，只有果岭可以浇水。为了保护企业和高尔夫运动环境，高尔夫行业采取行动来增进理解并改变看法，希望减少这些威胁到企业的各种限制。

80 年代末的旱灾之后，佐治亚州开始了对水资源管理的监管过程。高尔夫球场开始申请用水许可，并且在某些情况下报告使用量。90 年代后期，更多的干旱带来了更多的问题。处于下游位置的州（阿拉巴马州和佛罗里达州）起诉了佐治亚州，以确保佐治亚州北部的拉尼尔湖的水源被释放到下游，而不是被亚特兰大的居民们截留使用。面对几个蓄水盆地的水资源损失，佐治亚州开始致力于制定严格的干旱法规。根据公众意见，这些规则规定，即使在非干旱时节，高尔夫场地也需要执行用水限制，并且规定公共水源供应商承担着最大的节水责任。这两个行业都站出来反对这些规定。高

尔夫产业经历了与监管机构的最困难时期。因为选择与其合作宣传，作为高尔夫行业代言人，“绿色产业”商定了法规内容。当然高尔夫行业再也不能允许其他人代表自己进行谈判了。佐治亚州高尔夫球场管理者协会代表进行了一系列讨价还价之后，用水限定规则终于有所软化，并且双方承诺在未来共同努力。

外界对高尔夫产业的看法，使得它难以从一个公平的竞争环境上开展工作。例如，农业社区认为高尔夫行业用水过多，因此农业部门将不支持该产业。高尔夫球场及农业部门过去在监管问题上共同工作过，例如农药应用的发布。在一次自然资源委员会的会议中，参议院农业委员会主席，参议员约翰·布洛克先生质问道：“你要把水用于提供食物还是娱乐？”这是一个直接否定高尔夫行业节水努力的例子，并使得农业与高尔夫产业保持距离。一开始，州法规的制定人员

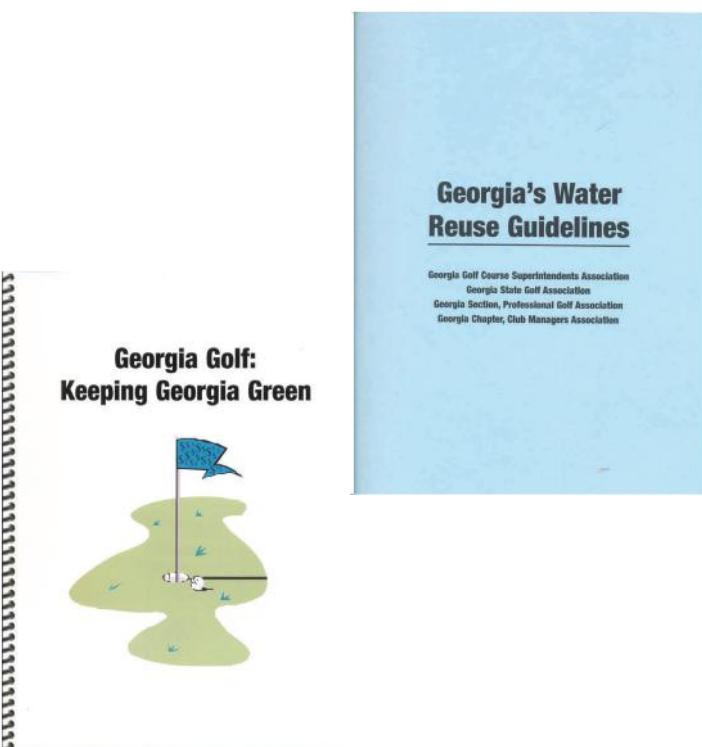
图 1 佐治亚州高尔夫球场管理者协会与州长会面，州长认可他们对减少佐治亚州用水量的努力。



认为高尔夫只使用饮用水和由自来水供应商提供的原水。这是一个不正确的看法，因为只有 1% 的高尔夫球使用饮用水灌溉，多数场地使用地表蓄水或地下水源进行灌溉。最终，立法者们认为高尔夫是一个棘手话题，最好是留在雷达视线之外。宣传教育是唯一的解决方法。

与所有行业合作伙伴形成高尔夫理事会联盟，行动已经开始。这联盟包括俱乐部经理人，PGA 专业人士，联邦高尔夫球协会和球场总监们。与会者一致认为，水是高尔夫行业所必不可少的，并成立了一个工作组。该工作组制作教育信息单张，并奋发给监管者和立法者。高尔夫球场的环境效益，以及其带来的经济影响都被列入这些文件。在佐治亚州，高尔夫产业带来价值三亿美元的经济影响，同时只消耗了 0.5 % 的州水资源总量。工作组雇了一家游说公司以助其参与立法人员工作，因为这不是普通志愿者的强项。作为主题方面的专家 - 高尔夫球场管理者们 - 分别参与到不同的监管委员会中，例如节水委员会和水资源回收委员会。这些球场管理者们利用专业知识打消了人们对高尔夫球场用水的疑问。最后一项帮助教育并改变人们观念的努力是，自然资源部佐治亚环境保护司和佐治亚州高尔夫球场总监协会签署了协议备忘录。

图 2 一支包括高尔夫球场业主、管理人员、专业人士和球场总监们组成的“水务特遣队”成立。若干关于高尔夫和水资源问题的正面性出版物发行。



佐治亚州环保司与 GGCSA 之间的协议备忘录指出，到 2007 年 5 月，佐治亚州高尔夫球场总监协会会员课程中，将有 75% 的内容与节约用水最佳管理措施相关。虽然该协议允许用 3 年的时间来达到这个目标，但是，他们会付出大量的努力以确保目标的实现。佐治亚州高尔夫球场管理者协会 (GGCSA) 开设课程，发送表格与自我回邮的信封，甚至派出专家小组去协助球场完成最佳管理实践文件。到 2007 年 5 月为止，已经 93% 的球场加入了 GGCSA 举办的这一项目，目前这个数字已经被超越。该项目是以坦诚的态度参与，以及自觉的努力执行，来向州政府显示高尔夫球场的有效用水。

佐治亚州的高尔夫球场实行节水最佳管理实践，并不代表就能得到回报，如限制放宽或立法认可等。但是，以坦诚的态度开始这个项目，并明白自己正在帮助所在社区，那么在今后任何有关用水规则的谈判中，BMP 项目应该为我们提供帮助。2007 年的干旱限制达到 4 级，高尔夫球场的浇灌“仅限于果岭”。因为致力于与执法当局的教育与合作，而不是与之对抗，在 2007 年的大旱时期，高尔夫球场得到了环保司主任卡罗尔博士签署的一项行政命令，来放宽对高尔夫球场的用水限制，从而拯救了这个行业。原来的限令几乎要完全禁水，而该行政命令将之改为 35% 的节水要求。此外，当时的州长桑尼·珀杜给了高尔夫行业节水表彰。高尔夫是所有行业中唯一获得认可的。当节水法案于 2010 年在州长桑尼·珀杜任期内通过时，高尔夫行业得以豁免限制。目前，自然资源部环境保护司正在与高尔夫产业合作，编写新的干旱法规，根据科学计算的依据，包括全国各地水站 30 年平均数以及农作物相关系数，以减少水资源消耗。各州正使用 BMP 项目作为其他行业的模板。

以坦诚的心态开始，并努力与监管机构和立法者合作，这并不是在佐治亚州做生意的普遍做法。大多数行业为规则的改变而抗争。高尔夫行业中的改革过程也是很难的。志愿者们负担着许多繁重的工作，项目的成本也达到数万美元。尽管当时并没有成功的保证，但结果相当出色，并且建立了稳固的关系。

高尔夫球场的用水量 以及它们从哪里来？

Gregory T. Lyman, 环境项目主任
美国高尔夫球场管理者协会

由 GCSAA 指导的高尔夫球场环境概况，是一个致力于收集美国与高尔夫球场有关的财产功能，管理办法和投入的数据项目。本文提供关于灌溉用水模式、水源、成本、节约方法和灌溉系统基础设施的信息。对未来的水资源利用趋势和建议也进行了讨论。本项目由高尔夫环境研究所提供资金支持。

USGA 水资源峰会所上发布的信息由 GCSAA 的高尔夫球场环境概况提供，这是一份通过一系列调查在美国各地收集的高尔夫球场数据。该概况报告提供与美国高尔夫球场的属性特点，管理规范和投入有关的洞察和观点。

在美国高尔夫球场中的水资源利用和保护实践是该项目产生的第二份报告。它提供了美国高尔夫球场中准确的水的使用、成本、资源和节约实践。它还为与今后调查数据的对比建立了一个基线，以帮助确定数据随时间的变化。所有的项目报告可在 www.gcsaa.org 上获得。

水源利用和保护调查的目的是为衡量：

- 美国草坪灌溉的亩数和在农艺地区的数量
- 美国的总用水量和在农艺地区的用量
- 美国水资源的平均成本和农艺地区的水源成本
- 用于灌溉的水源
- 美国再生水的利用以及在农艺地区的情况
- 水源质量
- 灌溉系统特性
- 水资源管理和保护实践。美国所有的高尔夫球场总监 (16,797) 应邀参加了调查。共有 2,548

©2012 年 美国高尔夫协会 版权所有。请参阅[美国高尔夫球协会草坪管理部出版物转载条例](#)。订阅[美国高尔夫球协会草坪管理部文献](#)。

©2012 年 美国高尔夫协会 版权所有。请参阅[美国高尔夫球协会草坪管理部出版物转载条例](#)。订阅[美国高尔夫球协会草坪管理部文献](#)。

高尔夫球场参加了调查，占全国球场设施的 15 %。

报告亮点：

在美国，估计有 1504210 英亩被维护的草坪（包括果岭，发球台，球道，高草区）在高尔夫球场中。其中估计有 1198381 英亩或 80% 的被维护草坪接受浇灌。普通 18 洞高尔夫球场 100 英亩被维护的草坪中有大约 80 英亩接受灌溉。从 2001-2005 年，估计总共有 31,877 英亩灌溉草坪被添加到美国现有的高尔夫球场中，最大的净增灌溉面积位于中北部和东北地区，分别有 13,513 和 8,442 英亩的新增灌溉草坪。西南地区有大约 12 英亩的净减少灌溉面积。

表格 1 在美国平均标准的 18 洞高尔夫设施中，灌溉亩数以及高尔夫球场各组成部分灌溉面积占总灌溉亩数的百分比。

Component	Irrigated acres	% total irrigated ac
Greens	3.7	4.6
Tees	3.4	4.2
Fairways	30.7	38.0
Rough	33.8	41.9
Practice area	5.6	6.9
Clubhouse grounds	3.5	4.3
Total	80.7	99.9

从 2003-2005 年, 美国高尔夫球场的平均灌溉用水估计为每年 2,312,701 英亩-英尺。这相当于约 20.8 亿加仑的水用于全美高尔夫球场的灌溉。根据美国地质调查局的报告“2000 年美国使用水量预计”报告, 美国每天抽取约 4,080 亿加仑的水, 高尔夫球场灌溉用水占这一总数的 0.5%。

不同农艺地区的水源使用变化显著。在西南地区的平均 18 洞高尔夫球场设施平均每年在每英亩灌溉中消耗 4 英亩-英尺的水。在东北地区的平均 18 洞的高尔夫球场设施平均每年在每英亩灌溉中消耗 0.8 英亩-英尺的水。

每年的灌溉用水成本也因农艺地区的差异而显著不同。西南地区的高尔夫球场设施具有最高的用水成本 - 约 107,800 美元每年对于平均 18 洞的高尔夫球场。在中北部、东北部和过渡区的高尔夫设施有着最低的用水成本, 每年分别支付 4,700 美元, 6,300 美元和 6,900 美元的费用。

多种水源可以用作灌溉水, 很多高尔夫球场拥有多个水源可用于灌溉。大多数的 18 洞高尔夫球场利用地表水源 (池塘、湖泊) 或现场的灌溉水井。大约有 14 % 的高尔夫球场的用水来自市政公共水源而大约 12 % 使用再生水灌溉。具体的 18 洞高尔夫球场灌溉来源按其参与说明如下:

- 52 % 的灌溉水从池塘或湖泊而来。
- 46% 的用水来自现场的水井。
- 17% 的用水来自河流、小河和小溪。
- 14% 的用水来自市政供水系统。
- 12% 使用再生水进行灌溉。

如前所述, 12 % 的 18 洞球场使用再生水灌溉。有 53% 的受访者指出, 不使用再生水的最常见原因是缺乏供应来源。

总体来说, 灌溉用水的质量在所有的农艺地区中都是可接受的或是更好的, 然而

表 2 灌溉草坪亩数, 水的使用, 农艺地区灌溉平均 18 洞高尔夫球设施的每亩用水。

	Agronomic region ^X						
	NE	NC	Trans	SE	SW	UW/Mtn	Pac
Irrigated turfgrass (acres) ^Y	54f	66e	74d	100b	115a	103b	84c
Water use (acre-feet) ^Y	42.4f	76.7e	78.9e	241.8c	459.0a	300.4b	158.0d
Water use (acre-feet) / irrigated turfgrass acre	0.8	1.2	1.1	2.4	4.0	2.9	1.9
Water use (inches) / irrigated turfgrass acre	9.4	13.9	12.8	29.0	47.9	35.0	22.6

^X Agronomic regions: NE = Northeast; NC = North Central; Trans = Transition; SE = Southeast; SW = Southwest; UW/Mtn = Upper West/Mountain; Pac = Pacific.

^Y Within a row, values followed by the same letter are not significantly different from one another. Letters denote significance at the 90% confidence level.

在所有地方的农艺区域, 都有一些高尔夫球场由于水质问题而面临显著挑战。

大约有 46% 的 18 洞标准高尔夫球场处理他们的灌溉用水, 或通过灌溉系统传送草坪维护化学产品。通过灌溉系统传输的最常见产品是保湿剂和肥料。

几乎所有的 18 洞高尔夫球场都使用多种灌溉技术来辅助浇灌执行的决策。大多数场地利用直接观察草坪和土壤条件的方式, 为灌溉调度决策提供帮助。有大约 35% 的场地经常利用蒸散量数据辅助灌溉调度决定, 还有约 3% 的场地会使用土壤水分传感器。

18 洞高尔夫球场的球场管理者们使用很多方法来节约用水。排在前三名水源节约方法和在高尔夫球设施中应用的百分比为: 保湿剂 (92%) ; 手浇水 (78%) ; 保持草坪干燥 (69%) 。

据估计有 25% 的 18 洞标准高尔夫球场设施受到经常性的年度用水分配限制。在西南地区

(40%), 上西部地区/山区 (39%) 和东南亚地区 (36%) 的场地最有可能受到每年反复的灌溉用水分配限制。从 2001 年到 2005 年, 美国的 18 洞高尔夫球场中, 有 16% 受到了至少一年的强制性灌溉用水限制, 比一般年度灌溉用水分配更严格。位于东北地区和上西部地区/山区的农艺区域更容易体验到更严格的用水限制。在东北部的农艺区域, 大约有 28% 的 18 洞高尔夫球场有书面的干旱管理计划, 超过任何其他农艺区域。

节水与绿色：用水效率 拉斯维加斯高尔夫产业的水资源 利用效率

Doug Bennett, 水资源保护经理
南内华达州水务局

拉斯维加斯拥有一些全国最优秀的沙漠高尔夫球场。科罗拉多河延续 12 年的干旱，已经对这个快速发展的城市的供水产生严重伤害，要求官员们在水的使用政策上做出巨大调整。自 2003 年以来，该地区的高尔夫球场已根据用水预算政策运营，保证极高效率，同时保持高品质的高尔夫体验。自从干旱开始发生以来，30 个高尔夫球场已经将超过 4 千万平方英尺（918 英亩）的非必要的草坪转化为节水型景观设计。从总体来说，这些转换每年可节省超过 22 亿加仑的水。

高尔夫绿色产业是一个关键的利益关联者，应该被视为节约用水的盟友而不是对手。水源保护传播者们和绿色产业应当共同努力，找到实现节水目标中的共同点来提供一个充满活力的绿色产业。南内华达州水务局（SNWA），与当地的高尔夫球场合作，成功地在内华达州拉斯维加斯地区实现了这个目标。

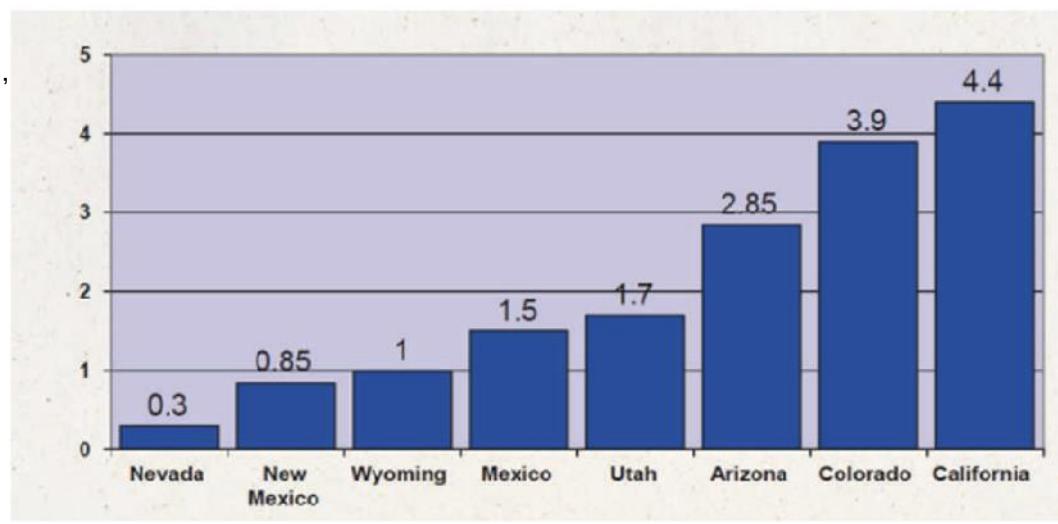
虽然内华达州只使用不足两成科罗拉多河的水量，但其 90% 的供水量依赖于该河流。科罗拉多河是美国西部地区唯一且最重要的河流系统，为美国七个州以及墨西哥超过 3 千万的人口提供水源（参见图 1）。

除了满足西部城市对水的需求，超过三百万亩农田的灌溉都依靠科罗拉多河的河水，农业用水占总量的 70% 以上。不幸的是，这 7 个州和墨西哥在将近一个世纪前所做出的水源分配，将河水的可靠流量高估了近 15%。此外，该流域系统持续十二年的干旱已经消耗了大部分地表流量和水源存储，而且预期的气候变暖会进一步减弱流域未来的降水。

科罗拉多河：面临危机？

由于科罗拉多河占据南内华达州 90% 的水资源，找到节约用水的方法是极为重要的。位于拉斯维加斯的米德湖，是拉斯维加斯汲取水源的一个 256 平方英里的水库。该湖的水位目前已经比 2000 年低了 120 英尺。与十年前的湖泊水位相比，这个湖泊水位的下降数字可转换为约 4.5 万亿加仑水量的减少。这个问题由于干旱而彰显出来，拉斯维加斯地区迅猛的人口增长也对此产生了巨大的影响。在 2000 年年中时，有多达 3 万户的住宅正在建造同时每年有 8 万到 10 万新居民迁入。

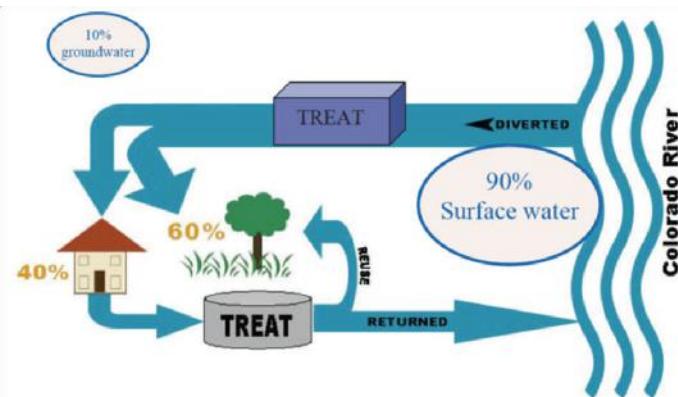
图 1 科罗拉多河是由美国七个州和墨西哥共享。南内华达州每年从中获得 1.8% 的水量或折合约 300,000 英亩-英尺。



每一年。

©2012 年 美国高尔夫协会 版权所有。请参阅美国高尔夫球协会草坪管理部出版物转载条例。订阅美国高尔夫球协会草坪管理部文献。

图 2 在室内使用的所有水源已经通过回收被直接或间接的再生使用。园林景观灌溉，或消费用水，是损失在蒸发作用和环境中的部分。



在内华达南部，水资源保护最大的机会，在于寻找方法来减少消费或一次性的水资源使用。换句话说，消费型用水是任何来自不能回收源头的水源，因为它损失在蒸发作用和环境中。消费型使用的例子包括园林景观灌溉，土壤表面蒸发和工业冷却塔的使用。

目前，大约有 60% 的南内华达州的用水为消耗型使用，园林灌溉耗水量占据绝大部分（见图 2）。占 40% 的建筑物内部用水理解为非消费性的，因为它可以从下水道系统中被回收、处理并被直接或间接地再生使用。目前，内华达州南部回收使用 100% 的废水，或者直接将循环水提供给公园、高尔夫球场和工业用户，亦或是通过处理和过滤，储存在米德湖并再利用。这个“水库存储和恢复技术”说明室内用水几乎不会造成内华达南部的水资源损失。

因为园林景观灌溉是占据主导地位的消费用水，提高户外景观浇灌用水效率，便是减少需求和延长供水最有效的手段。

拉斯维加斯已经直接或间接地回收使用全部来自科罗拉多河系统的水，重申这一点是非常重要的。很多时候，再生水的价值被低估，即使回收用水的基础设施和能源需求有时比饮用水生产更加昂贵。因此，在内华达州南部的城市，正致力在市政规模下回收使用水资源，而不是通过分类、私有系统。同样需要重点注意的是，使用回收水灌溉实际上会增加水的消费需求，因为需要更多量的水通过根区以便浸出盐分。

户外水资源使用

有关水资源利用的公众教育工作，还需要解决的一些误解，这与社区如何用水有关。调查显示，在拉斯维加斯人们普遍认为，社区里大部分的水被度假村和高尔夫球场所使用，这主要是由于这些行业非常显眼。在现实中，拉斯维加斯只有 15% 的水是用于度假村（占 7.2%）和高尔夫球场（占 6.8%）的。居民生活用水占拉斯维加斯所使用总水量的 60% 以上。

要开发高效的用水效率和抗旱的政策，我们需要停止互相指责 - 每一个部门不仅要成为解决方案的一部分，他们也需要知道，在不同类别的用户之间，结局方案应当是公平的。考虑到这一点，南内华达州水资源管理局曾与所有利益相关部门制定水资源管理工具，可划分为以下四类：教育、水价、管理和激励。其中最为有效的措施是于 2003 年开始的新建建筑景观开发代码的实施：

- 禁止在新建住宅前院开发草坪，新建后院的草坪限制在景观面积的 50%。
- 禁止在新建非住宅项目中使用草坪。
- 新建高尔夫球场中，草坪面积最多只能达到 50 亩。
- 每周和每天的浇水时间的限制，应根据四个季节需要而有所不同。

图 3 南内华达州水资源管理局及其成员机构运用的各种途径

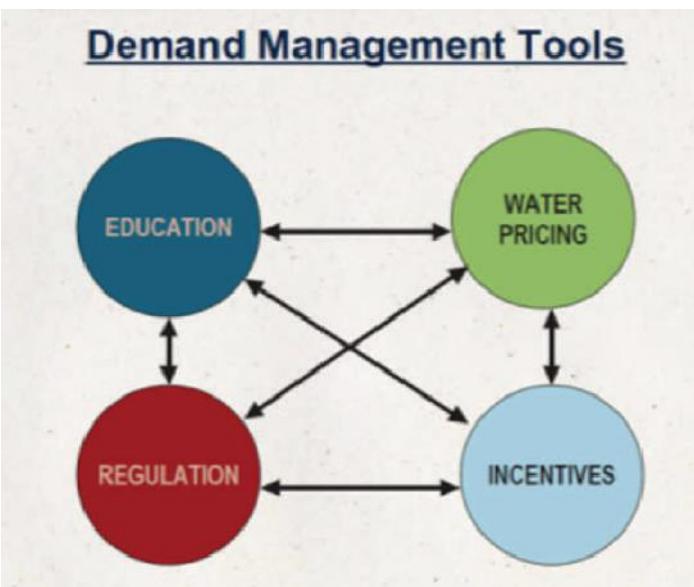
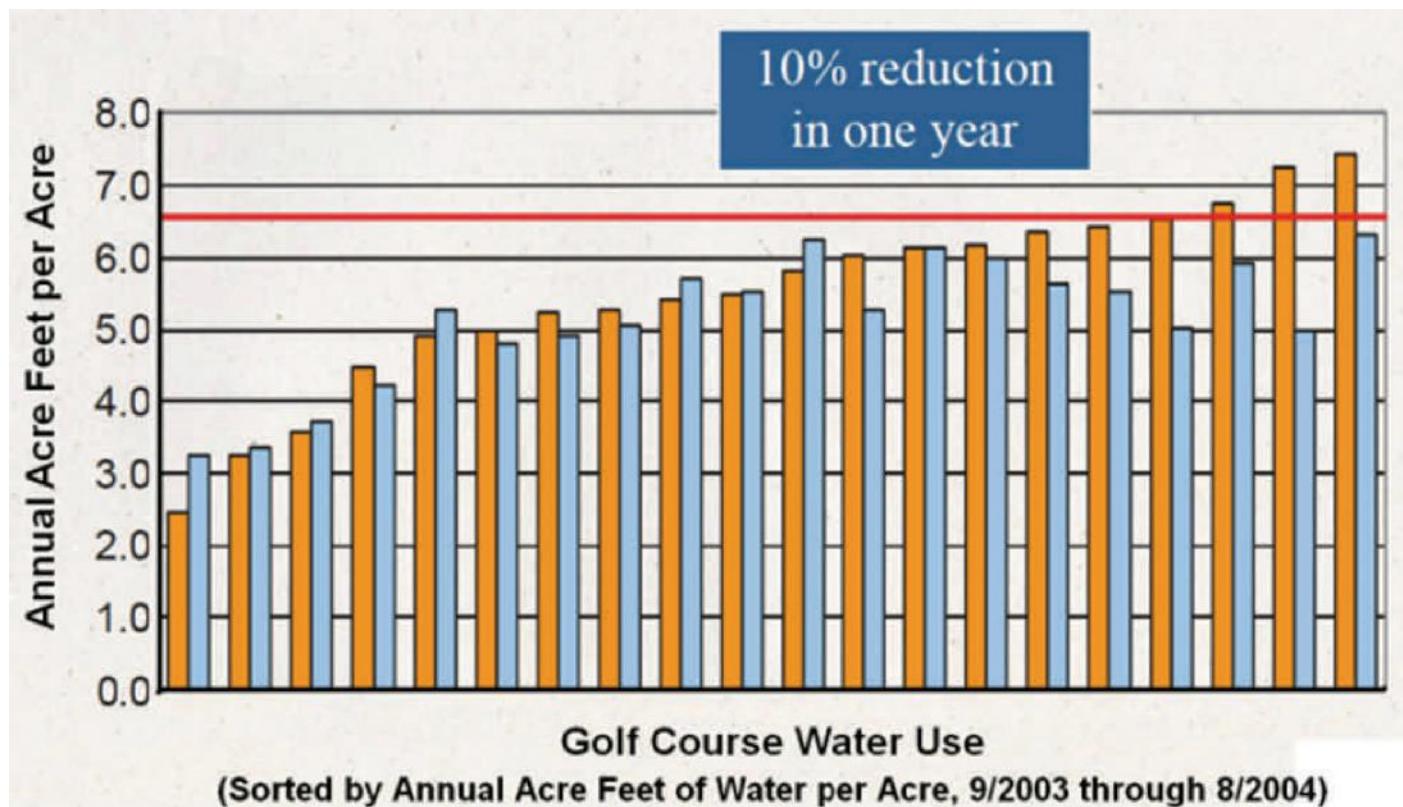


图 4 黄色图例表示，每个高尔夫球场在实施用水预算前的每亩用水量。蓝色图例显示来年的每亩用水量。商定的灌溉预算最初被定位为每英亩 6.5 英亩-英尺（红线）随后逐渐减少至 6.3 英亩-英尺。



- 高尔夫球场的用水预算和定价处罚代替了规定的浇水时间表。

高尔夫中的水资源预算

该地区要求高尔夫球场做出选择，是遵守社区浇水时间表，或是根据需浇灌面积分配的用水预算。行业中的绝大多数选择了用水预算。

南内华达水务管理局提供了一幅高尔夫球场每英亩每年已用灌溉水量图，按照英亩-英尺计量，来说明现存区域的水资源消费差异。（图 3）在采纳了行业意见后，6.5 英亩-英尺被确定为可接受的高尔夫球场草坪每英亩灌溉水量，并且预期可产生节约效果，类似于分配给其它客户类型的强制性浇水时间表。

预计该水资源预算会影响约 30% 的场地，但只是那些有着高耗水量的地方。尽管一些受影响的场地提出反对意见，该行业中的绝大多数已经开始根据水源预算范围运作，并支持这一政策。相对于所有场地

都强制按比例减少水资源费配，而不考虑其目前的用水量而言，用水预算无疑是一个更加公平的做法

- 水务机构同时提供奖励和处罚措施，用于用水预算战略。超出预算量部分的用水，将使用惩罚性价格。如果一个高尔夫球场的水源用量超过了用水预算的 1% 至 20%，该场地必须支付两倍于最高水费的费用（目前价格为 \$ 4.88 每 1000 加仑）。高尔夫球场用水量超过 21 ~ 40% 的预算用水，将需要支付五倍于最高水费的价格，而如果球场用水超过用水预算 40% 或更多，更要支付九倍于最高水费的价格。无论在高尔夫球场使用自来水或再生水进行灌溉，这个惩罚性价格都适用。

通过建立用水预算协议，高尔夫球场的水资源消费在短短一年内减少了 10%。不足为奇的是，大部分的减少量来自于用水最多的场地。

为了应对用水预算，高尔夫球场采用的一个主要的策略是，将草坪从界外区域、房屋周边区域以及练习场中移除。通过由草坪景观到沙漠型景观的转化，我们实现了每平方英尺 34 加仑的节约用水。总共有 30 个高尔夫球场进行了 324 个项目

图 5 作为示范的高尔夫球场，把界外区域、房屋周边区域以及练习场的草坪移除。通过由草坪景观到沙漠型景观的转化，我们实现了每平方英尺 34 加仑的节约用水。



转换，超过 836 英亩的界外区域草坪为节水型景观区域。为支持这些转化，南内华达州水务管理局支付最高为 \$1.00 美元每平方英尺的补贴赞助。从 2004 年起，高尔夫球场收到了 \$3.77 亿的转化完成补助。

结论

1990 年，拉斯维加斯的人均用水量是每天近 350 加仑。经过 20 世纪 90 年代的努力，贯彻执行

适度的水资源节约，到 2003 年，已将人均需求量减少至每天约 324 加仑。由于实施积极的户外水资源使用规定和程序，平均用水量已降至人均每天 221 加仑 (GPCD)。南部内华达州水务管理局有一个既定的节水目标，到 2035 年，实现人均每天 199 加仑用水量。在实行水资源预算指导方针的高尔夫球场，已经实现了平均 14.4% 的用水量减少。总体来说，拉斯维加斯的高尔夫球场总需水量已经减少了 27 亿加仑 (21% 的下降)。而大部分的

减少是由于提高了用水效率，另外一部分的减少则是由于一些球场因不能保持经济上的可行性而自行消亡了。

用水预算被认为是一种非常公平而有效的节约用水机制，令高尔夫球场可以用他们希望的方式来管理水资源，

而不是被限定在特定的日期和时间才可以进行浇灌。通过南内华达州水务管理局和高尔夫行业的综合教育努力，社区了解到，高尔夫球场已就提高水资源利用率作出了积极而有效的回应。

维护注重中间场地： 优质的高尔夫球场和水资源节约并不 相互排斥

Chris Hartwiger, 果岭部高级农艺师
美国高尔夫协会

优质的高尔夫球场与水资源节约之间并不相互排斥。高尔夫运动的乐趣可以为许多人共享，并持续一生。由于社会、环境和经济现实的改变，高尔夫球场的维护方式也会不断进步。对高尔夫球场水资源的感知变化，可以作为催化剂，推动中间段维护质量的提高，反过来会带给我们更愉快和更经济的比赛。

“维护注重中间场地”并不是一个复杂的高尔夫球场管理理念。注重维护高尔夫运动场地的中间地带：发球台，球道和果岭。将注意力从长草区转移出来。高尔夫球员在打高尔夫球时是这样做的。那些参与高尔夫球场管理的人员，在维护球道时这样做也将收到非常好的效果。

本文将为“维护注重中间场地”这一概念提供定义和推广，为现今高尔夫球场的经济现实提供正面影响，并作为减少水资源消耗的推动机制，令高尔夫爱好者们从中受益。

当前在高尔夫中存在的问题：为什么需要改变

高尔夫经济在过去六年趋于黯淡。高尔夫球手的数量在2005年达到了3000万顶峰，然后在2010年底减少到了2610万。事实上，在1990年的高尔夫球手（2740万）也比2010年更多。所有这一切的发生，使在高尔夫球场的数量自1991年以来增加了30%的情况下（Yasuda统计，2012）。其结果是，大多数高尔夫球场在过去数年都目睹了收入的持平或下降，价格也无法提升。

在保养方面，能源密集型的投入，例如化肥、燃油、电力，管道和设备的价格在过去的20年里都有显著的上升。劳动力成本也同样上升。区域性的干旱和用水限制条例增加了挑战的复杂程度。

收入下滑和成本上升的影响是令人深省的。在2011年里，有157个高尔夫球场关门大吉（高尔夫球行业报道，2012年）。展望未来，要么是更多高尔夫球场将倒闭，直到总量符合需求，或者是他们必须想方设法提高球手参与度并降低运营成本。“维护注重中间场地”将之定位于解决后者的问题。

图1 高尔夫球爱好者们打高尔夫球时注意力都集中在中间地带。在维护球道时，高尔夫球场管理人员关注中间地带，也同样收到非常好的效果。



但是，并非所有的消息都是坏的。每年仍有数以百万计的人享受高尔夫运动。高尔夫球场上的草坪质量达到了前所未有的高度，以最少的杆数将高尔夫球从发球区打进洞中，这个挑战仍然和当初一样引人注目。许多全国性的高尔夫组织例如Play Golf America, Tee It Forward和其他组织一起致力于增加高尔夫运动的参与度。当这些举措加上我们“维护注重中间场地”的行动一起，共同帮助球场降低成本和运营投入，使高尔夫运动更加经济可行并节约资源，从球手到高尔夫球场运营商，每个人都将从中受益。

定义“维护注重中间场地”

鉴于以上的统计数据，很显然，有必要在高尔夫球场的维护中实行一个不同的策略。“维护注重中间场地”可以降低运行成本和投入，而不改变高尔夫运动中的享受与传统。节约资源包括水，只是这一战略的副产品，总体目标仍然是提供一个有着高价值的高尔夫体验。

读者们应该熟悉下面一些术语。“维护”指的是高尔夫球场被修整照顾的方式。它包括所有的投入，例如水、劳动力、肥料、杀虫剂、设备以及燃料。“中间场地”是指高尔夫球场中间球手们想要站立的地区，尤其是发球台、球道和果岭区域。长草区的管理则属于“中间”之外，因为其庞大的规模和对资源的大量消耗，而成为我们战略的一个重要组成部分。长草区管理将在下面的文章中进一步被强调。

在考虑高尔夫球场击球区域的分布时，便可以看出此战略的效力。高尔夫球场环境研究所进行一项调查报告，并发表在名为“高尔夫球场环境概况”的文件上。报告指出，平均 18 洞的高尔夫球场，需要维护大约 100 英亩的草坪草。这些需要维护的草坪面积的 36% 为发球台、球道和果岭区域。而其余 58% 则分布在长草区和发球区 (GCSAA, 2007)。

这些统计数据提供了很重要的意义。在许多情况下，长草区或整个高尔夫球场 58% 的区域得到大量的水源、肥料

图 2 “维护提高中间段” 通过减少高草区的投入解决高尔夫球场的经济效益问题。



除草剂、割草人工等。这样的话，我们就有充分的机会来减少不必要区域的维护力度，而不会影响到高尔夫球手们想要使用的那部分区域。当通过一个“维护注重中间场地”概念来审视高尔夫球场时，需要得到高等级维护的区域便大大缩小了。此外，大多数高尔夫球场“中间场所”的整体草坪质量已经非常优秀，不应该需要大量额外的资源来维护。另外，简单地减少在外围区域的投入，还将使中间部分显得更加突出和更有光泽。

为了让“维护注重中间场地”有效发挥作用，必须克服以下六个问题或障碍。

- 它可以解决用水问题吗？
- 它能解决当前的经济问题吗？
- 它能否让打高尔夫的过程更加愉快？
- 决策者会采用这个概念吗？
- 如何实现这个战略？

问题 1：它可以解决用水问题吗？

是的。高尔夫球场的 58% 区域为长草区，长草区是高尔夫球手不想进入的区域。与此相反，他们宁愿待在更加整洁和舒适的球道和果岭地区。如果对长草区草坪质量期望较低，诸如水之类的消耗便可以减少。

问题 2：它能解决当前的经济问题吗？

是的。根据“维护注重中间场地”战略，将有意识的减少水、肥料、除草剂和人工的使用。换言之，高尔夫球场 58% 的区域只需要很少的投入。想象一下这样一个场景，高草区每年只进行六次割草并且从来不浇水和施肥。过于牵强？也许是的，但行业支持的植物育种工作者有充分的理由继续努力工作，以提供解决方案。

问题 3：它能否让打高尔夫的过程更加愉快？

另一种不同角度的提问是“高尔夫球手能够接受投入较少但质量较差，且视觉吸引力较低的长草区吗？这是一个很重要的问题，“维护注重中间场地”能否成功与这个问题的答案直接相关。作为高尔夫比赛多年的观察者，我的倾向是，只要并不影响发挥也不减慢比赛节奏，高尔夫球手会很容易接受一个较低投入的长草区。在发球台、球道和果岭优质草皮的前提下，这种策略可能成为一种流行趋势，并可能成为新的现状。当然，肯定会有一些持反对意见的

高尔夫球手，他们不喜欢任何改变。这必须通过不断的沟通来解决。

问题 4：决策者会采纳这一概念吗？

可能会，但会有一定的要求。首先，决策者在高尔夫球场必须建立一个机制，在其球场内部就策略的变化做有效的沟通，并解释说明为什么从短期和长期角度来看，对于客户都是更好的策略。其次，他们必须能够处理一些抱怨，并懂得几个人的反对不能代表大多数客户的意见。此外，最有效的“维护注重中间场地”计划将使用一个渐进的办法-球手们看到小规模的改变，并且工作人员能够通过一个过程了解什么行之有效，而什么不可行。最后，必须可以衡量经济效果。应当指出的是“维护注重中间场地”策略的一个巨大好处在于，其不仅具有初始的节约收益，而且每年都会收获补偿收益。

问题 5：如何才能落实“维护注重中间场地”策略？

要有效实施“维护注重中间场地”战略，要求我们在地方层面和联邦层面都采取行动。本节将为您提供在这两个层面上都可以采用的步骤。以下步骤并没有包括所有细节，但对该理念的进步有极大的鼓励作用。

在地方层面上实施“维护注重中间场地”策略

初始步骤 第一步，在特定的高尔夫球场中明确每个单元部分的具体花费。一般来说，大多数高尔夫球场的维护预算是基于项目条格式，将费用按不同的类别如劳动力、化肥、农药、燃料等组合统计的，这个信息不能立即可以获得。由于我们的愿望是将投入使用和经济节约进行量化，一个好方法是根据使用和分配的地点，开始跟进投入和支出。邀请您所在地的草坪农艺师，对您的场地做一个审查并提出初始建议。对高尔夫场地可能会发生的状况做好提前沟通，便不会在事情发生时感到吃惊了。

基本方法。 以下一些步骤，没有太多的困难，几乎所有的高尔夫球场都可以实现。

根据长草区管理的预设百分比，减少水和肥料的使用。最好的办法是灌溉之间的时间间隔。这不仅能自然地减少灌溉次数，它还能增加降雨的发生几率，并进一步延伸浇灌间隔。请注意，由于灌溉系统的设计问题，水不能只对长草区喷洒。任何减少喷水的做法都可能会影响球道和发球台的草皮。

适度的方法。 虽然在高尔夫球场有广泛分布的长草区，但对于球手们来说，不是所有的长草区都具有相同的价值。例如，环绕发球台的长草区不是非常必要的，因为高尔夫球手们很少会将球打入这个区域。一个可能的想法是，使用植物生长调节剂以减少修剪频率，从每周一次到每月一次。另一个做法是，在发球区周围种植低成长速度和低投入的草坪草。关于这类型的草坪，在东南部地区，一个很好的例子是百喜草与地毯草的混合。这看上去会有不同吗？是的。它会造成击球感觉的不同吗？基本上不会。工作人员和高尔夫爱好者应当长期观察这些地区的性能表现，并在需要时将之扩大。

大胆的做法。 大胆的做法将涉及从长草区移除灌溉系统，并在发球区周围扩大种植文中提到的草坪草种，因其投入低或无需维护。可以评估这些区域，如果满足要求则可以推广到高尔夫球场的主高草区。如果这些区域被扩展到主要高草区，将需要对现有灌溉系统进行显著的调整。

在地方层面上实施“维护提高中间段”策略

国家层面的举措。 有一些国家层面的举措将对实施“维护注重中间场地”这一策略非常有帮助。植物育种专家努力开发出的低消耗草种，该策略促进其应用。继续在财政上支持草坪草育种专家发掘、开发，并测试草坪草以及一些地表覆盖植被因其很少或根本无需灌溉与施肥。显然，这些方面的需要与可行性会因地域不同而有很大差异。此外，和那些刚刚开始或可能进入高尔夫行业的新手们分享各级高尔夫球场的成功故事，并主动就什么是高效的高尔夫球场管理的话题进行沟通。

结论

过去六年中，虽然高尔夫球场面临了艰难的经济挑战，但得以在管理高尔夫球场的探索中开辟了一个新的领域。以前，预算每年都增加，同时对整个球场的标准不断提高，在可预见的未来，这种情况已经结束了。取而代之的是节约资源的时代，无论是水、燃料或肥料，是人们所期望。“维护注重中间场地”策略是一个长期的过程，其效益将不会在一两个赛季里便达到最佳，那些一直坚持遵守这一原则的人们则会得到丰厚的回报。高尔夫球手们，我们每个人都有机会在节约资源的同时，令高尔夫运动变得更有乐趣。我们每个人都在自己的影响范围里采用这一概念，并努力在本地范围进行实施。

参考文献：

GCSAA, 2007. *Golf Course Environmental Profile: Property Profile and Environmental Stewardship of Golf Courses: Volume I.* 40 p. [\(TGIF Record 144966\)](#)

Golf Course Industry. March 15 2012. NGF: Record 157.5 closures in 2011. [\(TGIF Record 214434\)](#)

Yasuda, Gene. January 27 2012. Golf answers urgent call. *Golfweek* 38(2):33-35. [\(TGIF Record 214440\)](#)

来自加利福尼亚州的水资源节约案例分析

Pat Gross, 西南地区主任,
美国高尔夫协会果岭部

本文以加利福尼亚州的高尔夫球场为例，示范如何实施方案以减少用水。我们将重点介绍三个不同的球场，它们采取了有效的管理方法，但各不相同。具体的例子包括草皮缩减项目，改种对用水需求少的草种，还有自发减少用水，并通过 LADWP 高尔夫水资源管理特别行动组强制减少用水量。

多年以来，加利福尼亚州的高尔夫球场一直都在处理限制用水的问题。严峻的现实是，高尔夫球场必须找到一种方法用水更少的同时，努力保持球手满意度以及经济上的可行性。虽然具有挑战性，许多高尔夫球场已经成功运用各种策略降低水的消耗总量，同时保持可接受的高尔夫比赛质量。本文将着重介绍三个有关案例。

减少草坪 - Pasatiempo 高尔夫俱乐部，加利福尼亚州，圣克鲁斯市

加州众多高尔夫球场，采取减少击球区以外区域的草坪面积，从而达到减少总用水量，Pasatiempo 高尔夫俱乐部是其中一员。截至 2007 年，Pasatiempo 俱乐部保持了 95 英亩的灌溉区域。由于该地区严重缺水，圣克鲁斯市已经宣布，在 2009 年，将开始强制消减 28% 的水量。俱乐部很快意识到，这个节水计划无法满足对整个高尔夫球场的灌溉，于是，他们制定了一份去除非击球区草坪灌溉的计划。在球场 2008 年的初步审查中，他们确定可以去掉五英亩的灌溉区域。非灌溉区主要临近发球区、长草区以及场地的边缘地区。Pasatiempo 俱乐部认识到还有更多的事情要解决，于是邀请了高尔夫场地设计师吉姆·乌尔维纳来帮忙，明确可以移除草皮的地区，但同时保持球场的建筑风格和打球功能性。在此过程中发现，可以多移除 20 英亩草坪。然后制定更新和替换老旧的灌溉系统的计划，

图 1 Pasatiempo 高尔夫俱乐部通过移除非击球区的草坪，如发球区周围的草皮来帮助减少水资源的使用。

同时去除边界区域草坪，并在非灌溉区种植可以在自然降水条件下生存的原生草种。Pasatiempo 俱乐



部如今只需要保持有 70 英亩需要灌溉的草坪，他们在此过程中节省了大量的资金和水资源。在 2009 年，仅仅节约用水一项就节省了 \$369,000，在 2010 年为 \$320,000，在 2011 年为 \$300,000。Pasatiempo 俱乐部项目成功的关键包括：对草皮移除地区进行详细分析，并对灌溉系统进行策略性的改进设计，以帮助适应计划。Pasatiempo 俱乐部的项目整体很复杂，而加州其他很多球场执行更小的阶段计划，也成功地实现了草坪消减目标。引人瞩目的

图 2 Pasatiempo 高尔夫俱乐部的草坪消减计划和草种本地化项目配合了新的灌溉系统的设计，完全移除在非击球区的灌溉设施，原生草种完全使用自然降水。



例子包括 El Caballero 乡村俱乐部（塔扎纳），Woodland 乡村俱乐部（伍德兰希尔斯），Barona Creek 高尔夫球场（湖滨），Porter Valley 乡村俱乐部（北岭）和 Hansen Dam 高尔夫球场（帕科伊玛）。

非充分灌溉 - Friendly Hill 乡村高尔夫俱乐部，加利福尼亚州，惠蒂尔市

面对不断增加的用水成本，Friendly Hill 乡村俱乐部知道，减少用水是关系俱乐部经济生存的关键。绿化委员会和球场管理者 David Michael 制定了一个三步骤的计划，以减少总用水量。主要的重点是减少对发球台、球道和长草区的灌溉，同时提供必要的水，使果岭在任何时候都保持健康。由于该球场混合草皮贯穿整个场地，就是凉爽季节和暖热季节草种的混合。

第一步的重点是在球道和长草区均匀一致地种植隐花狼尾草，因其以较少灌溉便能生存；第二步的计划重点在与球手们的沟通，让他们知道球场维护的标准重点，就是提供坚实和快速的球道草皮和长草区条件，并且使用较少

表格 1 让我们来看一看用七月，八月和九月的用水记录，Friendly Hill 乡村高尔夫俱乐部的灌溉节约计划与参考蒸散数据相比成功地减少水源消耗从 26% 至 35% 不等。

水资源。第三部包括对现场气象站的使用，仔细监测数据并依此结合蒸散量 (ET) 的百分比，逐步减少灌溉水量。加州大学河滨分校的研究指出，隐花狼尾草能够在 ET 的 75% 灌溉条件下保持良好的颜色，健康生长。在 2008 赛季，灌溉下降到 ET 的 65%，2009 年降至 ET 的 60%。高尔夫球手们反应很好，于是俱乐部决定在 2010 年和 2011 年以 ET 的 55% 标准进行灌溉。而事实证明，这个级别的灌溉不利于草皮生长，所以在 2012 年决定以 ET 的 60% 水平浇灌。

我们看看七月，八月和九月（需水量最高的几个月份）的一系列数据，Friendly Hills 乡村高尔夫俱乐部非常有效地降低了总体用水量（表 1）。在 2010 年，夏季用水平均被削减 35%，总共节约了 44.36 英亩-英尺的水。2011 年夏天与 7 月至 8 月的用水量类似，平均削减量为 35%，节约了 45.01 英亩-英尺的水。该计划在 2012 年夏季有所回调，平均用水量只减少了 ET 的 26%，总共节省了 34.93 英亩-英尺的水。

该方案有两个主要方面，是成功的关键所在：1) 微调草坪方案有利于暖季型草，俱乐部使用更少的水 2) 绿化委员会支持更少用水的决定，也喜欢坚实快速的球场条件。从本质上讲，该委员会同意球场管理者使用较少的水的。无论此过程是否会影响草坪的外观。

正如 2011 年夏天后所指出的，俱乐部通过测试高尔夫球手对场地条件的容忍程度，发现在使用 ET 的 55% 水平灌溉时，不利于场地条件，并且超过了保持草皮坚实快速条件的限度。最终，Friendly Hills 的节水政策满足了其显著减少用水和节省资金的目标。

Friendly Hills Country Club Water Use (AF)

	2010			2011			2012		
	Jul	Aug	Sep	Jul	Aug	Sep	Jul	Aug	Sep
Eto	43.00	47.75	36.16	48.50	47.00	32.50	47.83	48.08	37.66
Water use	28.50	31.59	22.46	31.87	30.35	20.77	34.55	36.20	27.89
Water saved	14.50	16.16	13.70	16.63	16.65	11.73	13.28	11.88	9.77
% reduction	33%	35%	38%	34%	35%	36%	27%	25%	26%

图 3 Friendly Hills 乡村高尔夫俱乐部节水计划的第一阶段是，在整个球道和高草区重新种植统一标准的隐花狼尾草，因其在减少浇灌时仍然生长良好。



图 4 Friendly hills 乡村俱乐部的灌溉量被逐步减少至 ET 的 60%，来帮助形成坚实快速的击球草皮条件，而在某些区域则需要容忍一些草皮颜色的偏差。果岭绿色委员会支持更少用水的决定。



当地的水源供应商恳求高尔夫俱乐部使用更多的水，因为他们的收入下降了 - 这恰恰是成功的最终标志。

监管合规性 - LADWP 高尔夫水务工作组

有一个鼓励对话与合作的有趣方式，用以实行新的用水规定。一个案例是，洛杉矶市和洛杉矶水电管理局 (LADWP) 在 2009 年通过了一项新的景观用水条例，影响了服务区域内的 35 个高尔夫球场。由于多年低于平均值的降雨量，以及州长和州政府立法机关制定的宏伟目标，就是到 2020 年在加利福尼亚州减少用水量 20%，于是导致了该条例的产生。

从 2009 年 6 月开始，LADWP 出台了减少 15% 景观浇灌水量的法令。灌溉仅限于周一，周三，周五进行；灌溉时间被限定为每个阀门 10 分钟；并且在上午 10:00 到下午 4:00 间不能进行浇灌。事实证明，这是一个从农业和商业的角度来看都不可行的高尔夫球场模型。

南加州高尔夫协会的，Craig Kessler 代表该地区的高尔夫球场，联系了 LADWP 的水源保护协调人 Penny Falcon 女士并安排会议。Penny Falcon 女士的开场白奠定了会议的基调。“我有一些好消息和一些坏消息。

好消息是，我们的记录显示，高尔夫行业在我们的服务区域内是最高效的水资源用户。坏消息是我们将需要削减你们 15% 的供水量，同时提高你们的用水费率。我们今天在这里就是为了商讨如何能保持您的业务正常进行，并仍然实现用水量减少 15% 的合作方案。”从最初的会议所产生的结果便是高尔夫球界和 LADWP 之间新的伙伴关系，高尔夫水务工作组的成立。

出席会议的高尔夫球场管理者们没有对减少 15% 的用水量提出争议，但希望保持自己对水源应用管理的灵活性，不被新条例限制束缚。商议妥协的结果是，建立一个“替代性合规方案”来去除水资源使用管理上的限制，但高尔夫球场要减少 20% 的用水量。接下来的问题是，20% 是以什么做标准？LADWP 与管球场总监们共享了历史用水记录，工作组同意使用 2006/2007 年度的用水量作为基准，使用卡尔波利圣路易斯·奥比斯波开发的景观用水管理经理软件程序，建立水资源预算模型。

高尔夫水务工作组的活动在过去两年已经有所扩展，包括定期举行会议，检查用水数据和保护计划的进展，举办高尔夫球场灌溉的培训课程，并正在努力建立一个水资源管理责任计划。

自从高尔夫水务工作组成立以来，已经取得了很多积极的成果：

- 在 2011 年，所有 35 个高尔夫球场都超越了节水 20% 的目标，并有望在 2012 年继续保持这一状态。
- 持续对每月实际用水数据进行讨论。这进一步令 LADWP 确认，高尔夫行业在尽最大努力有效地用水。
- 新的条例及特别工作组增加了责任感这一元素。高尔夫球场管理者们更仔细地监测水的使用记录，并对比参考标准，以满足每年 20% 的节水目标。
- 在该地区的高尔夫球场还采取进一步的行动，如进行更好的系统维护，更换洒水喷头和执行草坪消减项目，提高水的利用效率。

结论

这些案例研究向我们展示了高尔夫球场的案例，他们采取有力措施，以不同的方法减少水资源消耗。Pasatiempo 高尔夫俱乐部集中力量在草皮消减，并结合精心设计的灌溉系统。Friendly Hills 乡村俱乐部使用了在整个场地中均匀减少水源用量的方法，并向球手们推广坚实而快速的草皮条件。LADWP 高尔夫水务工作组的建立，为我们提供了一个很好的合作对话的例子，最终达成切实可行的解决方案，并使高尔夫行业满足用水法规。在以上每一个例子中，因为这些节水策略的执行，高尔夫球场的条件都得以保持甚至提高了。

灌溉难题： 寻找高尔夫球场的用水来源

Ali Harivandi 博士，环境园艺师，
加里福利亚大学合作推广部

高尔夫行业在全球面临的最重要问题是水，或水资源缺乏！人口的增加和干旱造成高尔夫球场的用水的转变，从饮用水被成功地转换为再生利用水。高尔夫行业通过优秀的教育推广，已经克服了人们头脑中对再生水灌溉的负面印象。因此，高尔夫球场越来越多地倾向于使用再生水资源灌溉。主要的问题已经不再是要不要转换到再生水灌溉，或如何管理这个新的灌溉水源，而是每个独立的高尔夫球场如何才能尽快获取再生水源。

水在地球上的分布控制了人类活动的发展和蔓延的整个历史过程。包括古老的水井、沟渠、暗渠和水库，这些可以证明人们处理水资源问题的想法，有些在千百年以后仍然在为人们服务。今天，我们比以往任何时候都使用更多的水：人口的不断增加，个人需求的增长，尤其是在工业发达的社会，大大增加了我们的供水压力。而且，虽然地球表面的四分之三都被水覆盖，只有极微小的一部分是容易获取并达到人类使用质量要求的，其中包括了农作物和园林植物的灌溉使用。这一小部分的地球水资源包括存储在湖泊、水库和含水层中的雨水和融雪，以及河流中的水。然而，所有新鲜地表水和地下水源正在迅速被工业和农业应用以及人类的直接消费耗尽。此外，世界上的高尔夫球场大多位于城市中心，因此直接与人们竞争高品质的水资源。

干旱对高尔夫场地的影响

在世界许多地区干旱加剧了水资源的竞争。在美国过去的二十年里，显著的连年干旱已经影响到较大的地区，特别是在那些“沙漠”州。然而，在此期间，美国人却大量迁移到干旱地区，那里住房的发展，以及随之而来的景观场所（尤其是高尔夫球场）显著增加了对水源的需求。因此，干旱时节对草坪和景观灌溉的严格限制就极为普遍，其中包括

图 1 干旱加剧了水资源的竞争，特别是在那些人们大量移居的“沙漠”州地区。



家庭草坪、高尔夫球场或公园灌溉系统的彻底关闭。2012年，严重的干旱影响了超过美国一半的地区。高尔夫环境研究所（美国高尔夫球场总监协会的慈善机构）最近进行的一项全国性调查，指出了美国高尔夫球场的灌溉水来源（表1）。大部分的灌溉水来自地表水源（池塘、湖泊、水库、河流、溪流、沟渠等等）。另一个大量灌溉用水的来源是地下水（井）。出人意料的是，在美国的某些地区，很大比例的高尔夫球场仍然使用市政饮用水这一奢侈的灌溉水源。在干燥的西南部，31%的高尔夫球场使用自己的水源灌溉；但是，在全国范围内，这个数字下降到只有14%。后者几乎等于全国使用再生水进行灌溉的数量（12%）。再生水（亦称回收水、流出物水、再利用水或废水）是指

水源已经被（人们）使用了一个周期，然后在污水处理中心进行大量处理来满足各中重新使用的目的，包括草坪草的灌溉。使用再生水进行灌溉的高尔夫球场分散在全国各地，根据报道，与在潮湿的东北部地区，各州只有3%的高尔夫球场使用再生水，与此相比，在干燥的西南部地区这一比率达到37%。

高尔夫的低级水源

由于没有国家水源政策，预测未来高尔夫球场的可利用灌溉水源是非常困难的。

表 1 在美国每个农艺区域高尔夫球场所使用的各种类型灌溉水源的比率分布。

水源类型	农艺区域*							
	US	NE	NC	Trans	SE	SW	UW/Mtn	Pac
水资源 (湖泊, 池塘)	52	64	55	74	62	8	24	17
水井	46	41	62	32	45	46	37	49
河流、溪流 小溪	17	22	16	16	12	4	28	15
市政供水 供应	14	16	7	18	8	31	13	25
回收水 (污水 , 再生水)	12	3	3	4	24	37	17	17
运河	4	2	1	1	3	9	18	6
微咸水	<1	<1	0	<1	<1	0	0	1
现场 脱盐工厂	<1	0	0	0	<1	0	0	0
其他	3	2	3	2	2	3	7	5

*农艺地区划分：US，美国全境；NE，东北区；NC，中北区；Trans，过渡区；SE，东南区；SW，西南区；UW/Mtn，上西部/山区；Pac，太平洋区。

资料来源：匿名。2009. 美国高尔夫球场的水资源利用与保护措施。高尔夫环境概况 - 第2卷。高尔夫环境学院。美国高尔夫球场总监协会。堪萨斯州，劳伦斯市。

图 2 高尔夫球场和景观灌溉用的再生水，因其可靠性和使用成本，将继续被鼓励使用；然而，再生水的任何成本/效益分析，必须包括额外的盐化应对措施所造成的草坪管理成本。



和对草坪覆盖的广泛区域的现场观察（主要是高尔夫球场）表明，使用回收水（或在某些情况下使用苦咸水）灌溉是应对干旱、水资源短缺和/或饮用水的成本上升的一种可行手段。

再生水的可靠性（可用性）以及成本也对再生水灌溉的普及起到了重要作用。再生水即使在干旱发生时也是可用的，而使用自来水甚至水井时，用水可能会受到限制。再生水也往往比自来水更便宜，在某些情况下甚至可能是免费的。然而，使用再生水的任何成本/收益分析必须包括扣除水价本身外的管理成本。如果再生水的质量很低（即含有过量的盐，富营养物等），管理这些杂质以防止植物损伤或湖泊污染的成本，可能会超过使用普通淡水的成本。高尔夫球场用于灌溉的回收水，其主要价值在于，当其他来源变得不可求时，它仍具有可用性和可靠性。

除了一些微咸水之外，灌溉用的再生水几乎总是有最高水平的

溶解盐。因此，使用再生水必须经过彻底的评估以开发适当的对策。再生灌溉水的质影响土壤的化学和物理性质，并因此影响土壤-水-草坪三者间的关系。这种相互关系必须通过经常性的化学分析来监控和管理。

结论

总之，目前在全球高尔夫行业中所面临的最重要问题是水，或水资源缺乏！人口的增加和干旱意味着这个行业更有可能成功地使用再生水，而不是争夺饮用水源。通过极佳的教育推广，高尔夫行业已经克服了负面想法，将再生水资源作为灌溉用水。因此，高尔夫球场越来越多地转为使用再生水。主要的问题已经不再是要不要转换到再生水灌溉，或如何管理这个新的灌溉水源，而是每独立的高尔夫球场如何才能尽快获取再生水源。

满足高尔夫的现在与未来用水需求的研究成果

Michael P. Kenna 主管
美国高尔夫球协会果岭研究部

三十年前，美国高尔夫协会成立了草坪研究委员会，其主要目标是开发草坪草品种，新品种能够节约用水、耐受极端温度、盐度和害虫、只需要最低限度维护。新品种相继被推出，水源利用效率得到提高，新的灌溉技术也被开发出来。更重要的是，这一计划为大学的研究重新定向，使之集中在节约用水方面，同时提升高尔夫球场草坪草的适应性和管理技术。

从 1921 年以来，美国高尔夫协会果岭部与各个大学以及美国农业部门合作，以改进我们在高尔夫球场中使用的主要草皮草种。最近，开发的重点放在能够耐受高温、严寒、干旱或较差水质的草皮品种。在过去的 30 年中，美国高尔夫协会通过帮助高尔夫球场提高草坪用水和适应性、土壤管理、灌溉方案制定等措施取得了显著的节水成效。USGA 所支持研究的最终目标是：提供优质的高尔夫球运动草皮条件，同时节约和保护我们的水资源。

图 1 在 70 年代末的干旱使得这一场景越来越普遍地出现在全国各地的高尔夫球场中。



应对紧急需求

在 19 世纪 70 年代，一系列的干旱席卷整个美国。在高尔夫球场施行严格的用水限制，直接影响了草坪外观和打球功能。长草区和球道上棕色、休眠或死亡的草皮，以及干涸的灌溉池塘，在全国各地高尔夫球场变得越来越普遍。

在西南部地区，利用再生水用于景观灌溉取得了进展。美国高尔夫球协会及其联盟高尔夫组织，在 1978 年举办了一场再生水使用的专题讨论会，并公布了整个过程。然而，美国各地的干旱，以及未来水资源短缺问题急待处理，种种因素促使美国高尔夫球协会于 1982 年 1 月成立草坪研究委员会。一年后，一份直接针对目标的蓝图计划出炉，促使美国高尔夫协会和全国各地高尔夫球场为多所大学草坪草的研究计划提供资金（见表 1）。早期的研究工作主要集中在两个普遍问题：1) 高尔夫球场草坪草使用多少水？以及，2) 高尔夫球场使用的主要草种如何应对高温、低温、干旱和土壤盐度？

草坪草水分利用的早期研究工作

在 19 世纪 80 年代，通过一系列的实验室和温室实验，测量草坪草的用水，以及草坪植物如何应对干旱。在温室和田间进行同步实验，以评估草坪根系生长、叶片变枯黄前的生长期，休眠或死亡的发生，这些都是普遍的实验手段。

在 80 和 90 年代期间, 用于预测蒸散量或 Eto 的 Penman-Montieth 方程, 为草坪草而做了校准。该方程估计水从土壤中的蒸发量, 加上草皮草蒸腾作用的损失或所使用的量。该方程所需要的关键天气数据包括太阳辐射量、气温、风速和湿度。估算 Eto 的这种方法已在世界范围内被接受, 不仅是对于草坪草, 而是对所有农作物。

一些草坪用水的实际实验测量数据 (见表 2)。称重渗透测量计通常被用来估算实际蒸散量, 或 Eta。渗透测量机就是简单的封闭的桶, 或大或小, 在灌溉进行后称重, 然后在干燥过程中每天称重并记录。Eta 和 Eto 的比例被用来计算作物系数, 或 KC 值。Kc 值的使用或 Eto 估值的某个分数值, 是开发灌溉补偿项目的基石 (见表 3)。

Eto 预测值和 KC 值提供了一个草坪用水需求的基准; 然而, 实地试验表明, 草皮甚至可以在用水更少的情况下仍然保持绿色。一些烧叶或枯黄现象在水源更加缺乏时出现, 但当降雨或灌溉发生后, 草皮恢复得很快。我们对一些新品种进行了田间试验测试, 以确定它们怎样在减少用水的同时, 其草皮条件仍然符合要求。通过美国高尔夫球协会果岭部工作人员提供的教育支持, 高尔夫球场管理者们借助该信息来决定灌溉的时间和区域, 以节约用水。

美国高尔夫协会的领导力和指导方向, 帮助草坪草育种者对草坪草在高温、严寒、干旱和盐碱状况下的生存能力进行评估。美国高尔夫协会同时也

表 2 草坪草的夏季日平均蒸散量 (ET) 总计。

草坪草种类 ¹		夏季平均 ET 值 ²	相对排名
冷季草	暖季草	毫米每日	
	野牛草	5.0 - 7.0	非常低
	杂交狗牙根草	3.1 - 7.0	低
	假俭草	3.8 - 9.0	
	狗牙根草	3.0 - 9.0	
	结缕草	3.5 - 8.0	
硬羊茅		7.0 - 8.5	中等
硬羊茅		7.0 - 8.5	
紫羊茅		7.0 - 8.5	
	百喜草	6.0 - 8.5	
	海滨雀稗	6.0 - 8.5	
	圣奥古斯丁草	3.3 - 6.9	
多年生黑麦草		6.6 - 11.2	高
	地毯草	8.8 - 10.0	
	隐花狼尾草	8.5 - 10.0	
高羊茅		3.6 - 12.6	
匍匐翦股颖		5.0 - 10.0	
一年生早熟禾			> 10.0
肯塔基蓝草		4.0	> 10.0
多花黑麦草			> 10.0

¹ 基于各个物种的最广泛使用的品种

² 基于多次研究得出的平均水资源利用率

表 3 在不同景观设置中可接受的草坪外观的 ET 分数值 (Kc_值)。

可能的使用	所需的最低可以接受外观	*可接受外观下的 ET 分数值 (+/- 0.05)	
		冷季	暖季
工业、路边等。	低	0.60	0.40
房主协会、普通草坪、市政府等。	传统的	0.70	0.60
公园及运动场、商业设施等。	高规格的	0.80	0.70

¹ 基于各个物种的最广泛使用的品种

² 基于多次研究得出的平均水资源利用率

有助于为草坪管理提供研究资金，以及邀请生物学专家为该育种计划所取得的进展情况做评估。美国高尔夫协会提供资金，用以开发原产于北美洲草坪草种，同时与美国农业部合作，草种培育者得以采集到世界各地的草种。美国高尔夫协会草坪研究委员会高瞻远瞩，所起的作用是相当显著的，如果没有这些集中组织的早期研究工作努力，我们今天会在哪里起步呢？

新的草坪草种问世

从 80 年代后期起，贯穿整个 90 年代，直到今天，草坪供应行业开始出现新的暖季与冷季草种。自从 1983 年以来，超过 30 个品种被开发出来，并已经为 USGA 的研究计划带来 400 万美元的返还收益。暖季型草，特别是新的狗牙根草和结缕草品种，是高尔夫球场球道在夏季用水的重要解决方案，减少用水量多达一半。一些品种如翦股颖和多年生黑麦草，增加了冷季型草的耐高温特性，证实了提高暑期性能及持久性的育种计划的价值。一些高度适应美国西部较低降雨量的原生草被开发出来（见表 4）。

在与同盟高尔夫球协会的合作中，美国高尔夫球协会的新书-高尔夫球场灌溉中的污水回用，大大提高了球场管理决策者使用再生水灌溉的信心。当灌溉用水的唯一来源是质量差的高盐度水时，耐盐性牧草，如海滨雀稗和内陆盐草，可为您提供选择。国家地理杂志水资源问题特刊这样描写海滨雀稗：“一种不起眼的草坪草（它）赢得了高尔夫的三连胜，赢得外行人士、绿色卫士以及环保主义者的欢呼。”海滨雀稗并不是完美的草坪草，但它是处理美国南部较差水质的一个积极手段。高尔夫球场使用的所有草种的耐盐性已被评估（见表 5）。在提高几个冷季型品种的耐盐性上，如多年生黑麦草和草地早熟禾，仍需做进一步的研究。

生物技术和分子生物学方法

在过去的 20 年中，美国高尔夫球协会已经支持使用细胞和分子水平的植物生物技术，以更好地了解草坪草基因，并作为一项工具，辅助传统的植物培

育工作。虽然在传统的农业作物，如玉米、小麦和大豆上已经取得显著效果，但在改善草坪草环境的耐耐性上，分子技术的效果还不够明显。部分原因是由于多年生草坪草遗传系统的复杂性，还有，与其他农作物的资源投入相比较，其差别也对草坪草的改善工作有影响，因而在这一领域还没有达到成功。

生物技术是一项基础性的长期研究，执行费用昂贵。美国高尔夫协会起到了一个重要的作用，提供种子资金以助项目的启动。几位美国高尔夫球协会赞助的科学家，已经开始收到来自美国国家科学基金会和美国农业部（USDA）的研究经费了。要想在草坪草生物技术领域取得显著进步，科学家们要通过竞争，以获取价值数百万美元的联邦研究计划经费。

关于草坪草生物技术，一个有趣的例子是：评估匍匐翦股颖草种的耐热性。这些“草的表兄妹”茁壮成长在黄石国家公园的热力土壤上。这里的土壤温度高达 113 华氏度，我们对此进行了分子学研究，以确定黄石公园草种的天然耐热性是受哪些基因影响的。

未来的研究和伙伴关系

今天，我们在做草坪在干旱和非充分灌溉条件下的研究时，还在使用 25 年前开发的实验技术。现在，更多的重点是在评估草坪草品种间的差异上。例如，对若干狗牙根草的品种做了测试，观察其在停止浇水达 99 天状态下的反应。本实验的初步分析发现，在被测试的 16 个品种中，有少数几种明显具有更好的耐受性。类似的研究也已在早熟禾和匍匐翦股颖上进行，将确定用水量明显更少的品种。

由美国高尔夫球协会支持的大学育种计划，获得两项美国农业部作物专业研究倡议（SCRI）的基金赞助，金额超过 \$500 万美元。佛罗里达、佐治亚、北卡罗来纳、俄克拉荷马和德克萨斯州立大学里的草坪科学家们收到了 380 万美元，用于开发抗旱耐盐性更强的暖季型草。针对俄克拉荷马州和德克萨斯州的严重干旱，美国高尔夫球协会/美国农业部资助的研究项目已经根据缺水条件下的生存能力，评估了数百个狗牙根、结缕草和海滨雀稗的选择。明尼苏达、新泽西和威斯康星州的高校得到了同类型的 SCRI 津贴奖励达 210 万美元，用于改良高尔夫球道和草坪中的细羊茅草。

表 4 美国高尔夫球协会所资助的高校草坪草品种开发综述。

草坪草	大学	品种或变种
匍匐翦股颖 <i>Agrostis stolonifera var. palustris</i>	Texas A&M University University of Rhode Island Pennsylvania State University Rutgers University	'Crenshaw' , 'Cato' , 'Mariner' , 'Century' , 'Imperial' , and 'Backspin' . 'Providence' 'Pennlinks' 耐热和抗钱/币斑病的亲本品系正在开发中。
细弱剪股颖 <i>Agrostis tenuis</i>	DSIR-New Zealand and University of Rhode Island	BR-1518
狗牙根草 <i>Cynodon dactylon</i> <i>C. dactylon X C. transvaalensis</i>	New Mexico State University Oklahoma State University University of Georgia	'NuMex Sahara' , 'Sonesta' , 'Primavera' , and 'Princess' . 两个种子类型, 'Yukon' and 'Riviera' ,三个植物品种, 'Patriot' , 'Northbridge' , and 'Latitude 36' . 'Tifton 10' , 'Tifsport' , 'Tifeagle' , and 'Tifgrand' .
野牛草 <i>Buchloe dactyloides</i>	University of Nebraska	五个植物变种 'Legacy' , 'Prestige' , 609,315, and 378; 三个 'Cody' , 'Tatanka' , and 'Bowie' . Vegetative NE95-55 正在被评估。
碱茅草 <i>Puccinellia sp.</i>	Colorado State University	十大改进品种被开发。
格兰马草 <i>Bouteloua gracilis</i>	Colorado State University	Elite, Nice, Plus 以及 Narrow 等品种被开发。
球道麦穗草 <i>cristatum</i>	Colorado State University	被开发出来。
卷曲牧豆草 <i>Hilaria belangeri</i>	University of Arizona	'Fine' 及 'Roa-dside' 品种被开发出来, 并可以用作进一步改进。
早熟禾 (一年生蓝草) <i>Poa annua var. reptans</i>	University of Minnesota Pennsylvania State University	DW-184 (MN#184). 几个试种产品, 但还没有发放种植用种子。
结缕草 <i>Zoysia japonica and Z. matrella</i>	Texas A&M University	'Diamond' , 'Cavalier' , 'Crowne' 以及 'Palisades' 等品种
内陆盐草 <i>Distichlis spicata</i>	Colorado State University University of Arizona	A-49, A-50 和 A-138 等植株种类被考虑销售 不同种子品种正在被开发。
海滨雀稗 <i>Paspalum vaginatum</i>	University of Georgia	植株品种 'Seaside 2000' , 'Seaside I' , 'Seaside Supreme' , 以及种子品种 'Seaspray' . 很快就要开始销售更多的种子和植株。

表 5 在美国常用的几种草坪草的相对抗盐性。

冷季	暖季	排名
碱草 海滨雀稗		非常优秀
	狗牙根草	
	杂交狗牙根草	良好
	圣奥古斯丁草	
匍匐 结缕草		
翦股颖		
高羊茅 百喜草	中等	
多年生 假俭草		
黑麦草		
细羊茅 地毯草	较差	
肯塔基野牛草		
早熟禾		

*基于每个类别中最常用的品种。

大学中的科学家们还与美国农业部在犹他州和马里兰州的农业研究服务实验室合作，收集和评估新的和现有的草坪草的抗旱和耐盐性。

在一场特殊的研讨会，是关于“草坪草在城市景观应用的水质和水量问题”，美国高尔夫球协会与农业科技理事会（或称 CAST）密切合作。目前，在在美国华盛顿特区的国家植物园，美国高尔夫球协会正在与国家草坪协会和美国农业部的工作人员一起，举行名为“草根”的草坪草展览。在 USGA 支持草坪用水研究和引进优良草坪品种的长久历史中，草坪管理部和美国农业与生物工程师协会联手，对景观用水的发展要求提供咨询，以及提供可持续网站倡议，还有 EPA WaterSense 的合规检查与评估。

草坪信息文件

草坪研究委员会于 1984 年设立的一个重要目标是建立一个“草坪草研究计算机数据库。”这个数据库被命名为草坪信息文件，或 TGIF，并由位于密歇根州立大学图书馆草坪信息中心管理。随着互联网的发展，草坪科学家和管理人员可以更容易地使用这一数据库的强大功能了。为了鼓励

这一重要工具的发展与可持续性，美国高尔夫协会提供了一百万美元的捐赠，并在随后，高尔夫联盟协会和企业匹配注资。TGIF 现在拥有超过 20 万的档案记录，以及每年超过 130 万的点击搜索。

草坪信息中心收藏有以前的老草坪科学家们所著的重要文献，如 O.J. Noer, James Beard, 以及 Fred Grau 的文章。TGIF 也是果岭部档案的主页，每天被访问次数超过 3000 次。USGA 草坪与环境研究在线或称 TERO, 以及其他一些数字化的草坪出版物，可通过密歇根州立大学草坪信息中心获取。50%以上的档案都与全文链接，可以从互联网上阅读或者下载。有十个组织（其中包括高尔夫球场总监协会、运动草坪管理者协会和草坪生产者国际）的成员拥有广泛的准入协议。全球有超过 60 所大学的用户为教师和学生提供 TGIF 的访问。

结论

三十年前，美国高尔夫球协会成立了草坪研究委员会，“主要目的为开发需要最少维护的草坪”，这类草坪能节约用水；在高温、严寒、干旱条件下生存，或忍受低等级灌溉用水。美国高尔夫球协会通过对草坪草育种、生理和管理大学课程的支持，已经成为草坪用水研究领域的领导者。美国高尔夫协会的研究提供了关于草坪用水率，最少用水需求，以及草坪干旱时期生存能力的有价值信息。

通过使用改良草，例如非常节约用水的百慕达草、结缕草等，一些高尔夫球场的耗水量减少到 30 年前的一半。一些原生草，像野牛草和细羊茅，可以被用于高尔夫球场的长草区以帮助减少用水。在增加了耐高温性的草种，如翦股颖和多年生黑麦草，提高了草坪草在夏季的性能与持久性。

美国高尔夫球协会工作人员可以帮助球场管理者们做出更好的决定，何时供水以及如何使用技术手段，以提高灌溉精度，从而达到节约用水的目标。同时，根据天气条件，配搭草坪草用水信息，可以制定水源补偿方案。由于美国高尔夫球协会的教育努力，球场决策者们的信心得到提高，今天，高尔夫球场的浇灌有更多的再生水可用，比以往任何时候都多。当质量差的高盐度水是灌溉用水的唯一来源时，耐盐性牧草，如海滨雀稗和内陆盐草，可为您提供选择。

美国高尔夫球协会一直是最有价值的合作伙伴与联盟

协会, 政府机构和行业携手, 提供有关过去 30 年中进行的水资源研究的总结和教育。美国高尔夫球协会通过互联网分享其所有的研究和教育资料, 免费为公众访问提供提供链接, 而且, 在支持密歇根州立大学图书馆的草坪信息中心草坪信息文件或 TGIF 建设的项目中, 也是主导者。

高尔夫行业已经取得了显著的进步; 然而, 仍然有很多可以实现节约用水的做法, 如通过草坪用水和适应性的持续改善、土壤管理、充分灌溉项目, 以及改良灌溉控制系统、喷头均匀性以及使用传感器技术。最终的目标是: 在提供优质的高尔夫球草皮条件的同时, 节约和保护我们的水资源。

图 6 在全国各地发生的干旱, 以及未来处理水资源短缺问题的计划需求, 促使美国高尔夫协会于 1982 年 1 月成立草坪研究委员会。



The USGA Research Committee (left to right): Stephen J. Horrell, Charles W. Smith, W. H. Bengeyfield, Harry W. Easterly, Jr., Dr. Paul Rieke, James B. Moncrief, H. E. Neale, Dr. James R. Watson. Dr. Marvin H. Ferguson is not present.

The Green Section's New Turfgrass Research Committee

©2012 年 美国高尔夫协会 版权所有。请参阅美国高尔夫球协会草坪管理部出版物转载条例。订阅美国高尔夫球协会草坪管理部文献。

利用含毒素水源灌溉

Tim Hiers, 高尔夫球场管理者
佛罗里达州 Old Collier 高尔夫俱乐部

水的质量和数量都是佛罗里达州高尔夫球场所面临的重大挑战。在 Old Collier, 我们采取独特的方法将老的草坪草置换为新草皮品种—可以使用以前认为不适用于灌溉的水源进行浇灌。然而, 使用这种水必须克服许多由之而来的新挑战, 使之成为一个可行的、长期的高尔夫行业的解决方案。

关于水资源的挑战, 不在总量上, 而在于其在地球上的分布。从农场到城市, 或从高尔夫球场到家庭住宅, 每个人对水资源的看法都有所不同。水量过少或过多, 都使人不舒服, 还有干旱或洪水的危险。人类使用水的方法有很多种, 而且, 随着人类想象力的不断增长, 我们创造出更多水的新用途, 如利用冷水注入法, 在加勒比地区生产能源。水是一种宝贵的资源, 发生干旱时, 水不仅影响农民、城市居民, 或高尔夫球场; 它对鱼类、野生动物以及原生植物都产生很多负面影响。

苦咸水在高尔夫球场灌溉中的使用

即使佛罗里达州经常降雨, 1%de 地面降水中, 仅有半能被收集。工业部门、电力部门、农业、畜牧业, 国内以及景观行业之间在进行一场水的拔河比赛。如果必须在用水淋浴与高尔夫球场灌溉之间做出选择, 我们知道, 球场将不得不使用更少的灌溉用水。为了高尔夫运动的生存, 我们需要探索, 并使用替代水资源。

Old Collier 高尔夫俱乐部占地约 270 英亩, 位于号称"佛罗里达州杰出航道"的 Cocohatchee 河旁边。如果你在这样一条河旁边, 你会经历更严格的住宅开发和高尔夫球场限制。例如, 在 24 小时内, 只有半英寸的降水可以从地表流入河里。为了减轻这种限制, 航道被升高。此外, 高尔夫球场使用高含盐的苦咸水灌溉, 因此, 草皮的生长需要有海拔高度、排水性能

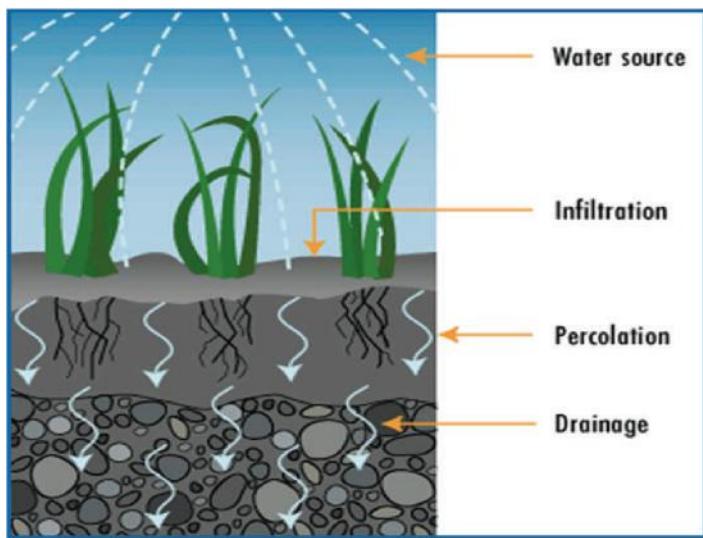
图 1 土壤中累积的盐分会损伤高尔夫球场的草坪草。请注意排水管上面的健康草皮。



以及粗粒土壤。对于这个球场来说, 除了使用苦咸水浇灌以外, 别无选择; 要么使用海滨雀稗或者不建立高尔夫球场。事实上, 如果没有美国高尔夫协会支持的海滨雀稗开发与研究, Old Collier 高尔夫俱乐部也就不可能存在。

苦咸水在几个方面是比较难处理的。从喷头电磁阀到泵站, 金属部件的腐蚀问题要求行业重新设计产品, 以应对水中的高盐分。然而, 为 Old Collier 球场特殊设计的设备, 现在已经在世界各地的高含盐灌溉水站点使用。

图 2 盐必须通过土壤剖面继续向下移动。



管理灌溉水中的含盐量

盐度管理需要认真注意土壤的管理，以便最大限度地减少有毒性盐的积累。灌溉水质和盐度参数，对草坪草的可持续生长具有显著的短期和长期影响。除非有频繁而且充足的降雨以稀释土壤盐浓度，否则，土壤中积聚的有毒离子浓度会高于灌溉到土壤中的用水浓度。土壤含盐部分浓度比灌溉水中盐浓度高二至五倍，这并不是少见的现象。

以下情况甚至会增加上层土壤结构中盐分的积累：

- 高蒸发量 (ET) 条件，如长时间刮风以及阳光非常充足
- 极端气候条件，包括高温、干旱、严寒和过多的雨水
- 土壤剖面纹理（砂 / 淤泥 / 粘土组合物），土壤颗粒大小以及无机或有机改良剂的使用。

栽培和灌溉调度成为减少盐积累中最重要的管理策略。场地特殊性的多样化需要我们对草坪管理方案进行灵活调整。

盐碱化问题是最为复杂的环境压力问题，并会影响多年生草坪的生态系统。在使用苦咸水灌溉时，高度耐盐草坪草能为草坪管理经理提供什么呢？根据特定场地的基础状况进行管理方案调整的时间。当堆积在土壤中的盐浓度过高，超过植物中固有的、经遗传控制的耐受机制水平时，任何高度耐盐植物也会受到刺激。

低质量的水具有较高的总

溶解盐含量或 TDS (> 1250 ppm)，钠盐 (> 1250 ppm 或 5.43meq/升)，氯化物 (> 350ppm)，硫酸盐 (> 180ppm)，并间接产生碳酸氢盐 (高于 120 ppm 或 2.00meq/升)。使用苦咸水灌溉还可能附带造成园林植物、土壤和设备的损害。冲洗成为必须的责任，因为其会使盐分积聚在土壤表层区域。浸出率达到要求后，才能使盐通过土壤剖面向下移动到排水管。高 ET 率会导致盐通过毛细作用向上迁移，因此，有必要提供足够的水以浸出盐分，使其流入排水管。这是另一个需要管理渗透率的原因，如不如此，就需要大量额外的水来帮助盐分通过土壤层面。

高尔夫球场管理苦咸水灌溉的基础就是精确的灌溉系统，其使用低水压 (65psi 在现场) 以减少雾化，以及低角度喷头 (22° 以内) 以减少风力漂移。脉冲灌溉周期可以有效地将盐分冲洗通过土壤剖面。脉冲灌溉是水的渗透与土壤渗透速率的和谐运作。这样就基本消除了水的流失，同时能将盐分冲洗到远低于根区的地方。通常，这取决于灌溉系统的效率，果岭的有效脉冲灌溉，需要 10 至 12 小时完成 18 个果岭的浇灌任务。除非是特定的场地位置，否则，在整个球道或长草区进行脉冲灌溉是不实际的。土壤结构，如易于浸透的沙质土壤，具有一定的高度变化，以及一个很好的排水系统，都是盐分管理取得成功的关键因素。脉冲灌溉是将土壤中盐分冲洗或浸洗向下通过土壤剖面的唯一有效途径。

任何在球道区或附近的植物，都会受到盐分转移或灌溉的影响，必须具有耐盐性，以容忍高盐分的损伤。类似的例子包括海滨盐地鼠尾草 (*Sporobolus virginicus*) 和海滨法兰西菊 (*Borrichia arborescens*)。过多的盐分可降低

图 3 南腊香桃木被灌溉系统喷雾漂移的水中盐分所损伤。



高尔夫中的水资源利用：一个更加可持续的高尔夫运动解决方案，美国高尔夫球协会草坪与环境研究在线，第 11 卷，第 12 号。2012 年 12

图 4 固定式湿度计能够协助我们执行适当的灌溉应用。



草坪草植物免疫力，使它们更容易遭受到以下影响：疾病、虫害、湿病，高尔夫球车碾压以及其他我们不想看到的问题。如果碳酸氢盐含量超过 120ppm，碳酸氢盐化合物会使土壤表面密封，阻碍水分渗透到土壤中。在使用苦咸水或盐水灌溉的草坪中，土壤中的微生物种群可能会有所改变，但他们在有氧条件下仍然可以提供有效的土壤有机质分解，以及其他养分释放功能。

盐是一种生长抑制剂。盐的含量越高，越会抑制或减慢植物的生长。大多数高尔夫球场，包括老高力高尔夫俱乐部，使用 PGRs (植物生长调节剂)。使用植物生长调节剂与苦咸水灌溉还是一个未知领域，取决于草坪的种类和种植的栽培植物。在糟糕的气象条件下，如严重干旱、高温或异常寒冷的天气，会破坏土壤并导致随后的草坪损伤结果。如果一个高尔夫球场使用苦咸水灌溉，必须及时地添加适量的钙、钾和其它微量元素的肥料养分。在干旱条件下，将有必要使用各种渗透润湿剂，以帮助水分通过土壤层面而向下移动。如果碳酸氢盐含量较高，酸化肥料的使用可能是必要的，以减轻土壤结合碳酸氢盐的性质。对于非常高的碳酸氢盐浓度，很有必要对灌溉水进行酸化处理。

由于盐是一种生长抑制剂，在新建高尔夫球场，使用高苦咸水灌溉可能不是明智的做法。任何含有超过 1500TDS (总溶解盐) 的水源是不建议用于种植狗牙根草或翦股颖的。对于海滨雀稗，超过 3000TDS 的灌溉用水会减慢草坪的生长以及养分。

如果苦咸水是唯一的灌溉来源，较高的年降雨量将有助于减少盐类的积累。任何无法获得至少 30 到 40 英寸年降雨量的地区，都可能会遇到极端的盐分积累。最重要的是，只有通过降雨或灌溉提供足够的水，才能将盐分通过土壤层面浸出。监管机构和公众会提出的一个问题是：这些盐最终将流向哪里？如果高尔夫球场位于或靠近饮用水水井，就不太可能使用苦咸水浇灌。

海滨雀稗是一种耐盐性草但不是完全抗盐。盐可能是非常有害的。例如，只要 8 茶匙食盐就能杀死一半体重为 150 磅男性。在管理苦咸水灌溉的海滨雀稗时，您首先必须管理好土壤，然后是水，最后才是草坪。海滨雀稗与其他草坪有所不同，而且，如果你使用的是苦咸水，管理方法可能非常困难，需要深入到现场的具体问题。

结论

在总体上看，管理球场中的整个集水区时，必须谨慎和精确。适当的土壤检测、水质检测、湿体实验室组织分析，以及其他主动监测学科，都是成功的集水区管理中不可或缺的。如果使用微咸水灌溉是您未来的方向，请考虑以下建议。愿意寻求帮助，更重要的是知道什么时候寻求帮助。请务必做好准备，并研究如何最好地管理你所处的独特气候和土壤条件。最后一点，选择最合适的、最能适应和耐受场地盐分的植株。

表格 1 当几千加仑的水被用于高尔夫球场灌溉时，土壤的盐负载会非常高。

Salt Load in Water

Salinity level ppm	lbs Salt /100 gals	lbs Salt		
		500,000 g	750,000 g	900,000 g
500	0.415	2075	3113	3735
1000	0.83	4150	6225	7470
1500	1.245	6225	9338	11,205
2000	1.66	8300	12,450	14,940
3000	2.49	12,450	18,675	22,410
4000	3.32	16,600	24,900	29,880
5000	4.15	20,750	31,125	37,350
10,000	8.3	41,500	62,250	70,008
15,000	12.45	62,250	93,375	112,050
20,000	16.6	83,000	124,500	149,400
34,500	28.635	143,175	214,763	257,715

Publication: Duncan and Carrow. 2005. Just a grain of salt. Golfdom 61(7):70-75 (Turfgrass Trends, July)



高尔夫中的水资源利用：一个更加可持续的高尔夫运动解决方案，
美国高尔夫球协会草坪与环境研究在线，第 11 卷，第 12 号。

2012 年 12 月

节约用水策略： 西南部地区案例研究 美国

Brian Whitlark, 美国西南地区, 农艺师
美国高尔夫协会草坪管理部

本文着重介绍了美国西南部草坪管理者所使用的节水战略。具体的例子包括灌溉系统的重新设计和喷嘴技术的升级, 改进灌溉程序, 改善土壤物理性质, 利用新的土壤湿度传感技术, 并转为使用再生水灌溉。

包括高尔夫球场在内的小企业的经济增长和生存, 都被水资源的供应所限制。在全国没有其他地区比西南部的沙漠区域面临更加紧迫的挑战。由于具有全美最高的蒸发量, 西南部的高尔夫球场每英亩比任何其它农艺区域都使用更多水量(每英亩 4.0 英亩-英尺) (5)。相比之下, 在东北地区的高尔夫球场, 每年平均只消耗每亩 0.8 英亩-英尺的水资源。高用水量在西南地区是有代价的。在全国范围内, 高尔夫球场花费大约每年每英亩 243 美元在水费上。这个数字在西南部翻了将近四倍, 达到 937 美元每英亩, 这里的球场平均每年支付 107,800 美元的水费。在内华达州南部, 球场每年的水费支出超过 100 万并不是罕见的情况。自 2001 年以来, 西南部地区的用水成本上升了 30%, 今天仍然保持这个攀升趋势。西南地区沙漠中的高尔夫球场管理者们必须有效地管理水资源, 否则企业在大多数情况下是不能持续的。以下讨论的是在为客户提供优质打球条件草坪的同时, 西南地区的草坪管理人员是怎样高效使用水资源的 5 个例子:

灌溉系统再设计

随着经济慢慢地走出衰退, 需要资本投入的改善项目如灌溉系统再设计/更新开始逐渐被考虑。重新设计过时的系统能带来许多的好处, 比如节约用水, 节能减排, 提高草坪质量和覆盖范围, 以及对劳动力和设备的节省。在某些情况下, 重新设计一个低效率的系统可以帮助球场避免被当地的水资源管理机构征收罚款。这个例子发生在位于亚利桑

图 1 一个小小的(mini)三角测量系统被发明, 以保护在该领域的每个洒水喷头的真实位置。



那州天堂谷市的天堂谷乡村俱乐部, 那里的灌溉系统再设计项目开始于 2007 年 (1)。

在 2006 年, 该设施使用了 626 英亩-英尺的水在 122 英亩的草皮上, 或平均每英亩使用 5.1 英亩-英尺的水。这个总量超过水源分配标准约 40 英亩-英寸 (13,034,040 加仑)。旧的系统运行在 62% 的分布均匀性 (DU) 上。灌溉系统设计师、安装人员和供应商聚集在一起制定了保证 80% 的最小运行效率的方案, 这是前所未有的。

通过对喷头布局的精心的工程设计, 让整个高尔夫球场达到了最佳间距。通过使用勘查测绘仪器, 每个喷头都被调整到亚厘米级的精度。一个小小的迷你

图 2 通过简单的提高和调平行动



的三角测量系统被发明出来以保护在该领域的每个洒水喷头的真实位置。其结果是，DU 大于 80% 被经常性的实现。501 英亩-英寸（重新设计之前为 626 英亩-英尺）的灌溉水量打破了俱乐部设定的水资源利用的目标。随着用水成本的上升，该项目的成本节约是显著的，更重要的是，他们能够在低于水源分配指标限制的同时维持优质的草坪质量。

灌溉喷头升级

只通过升级灌溉喷嘴虽然无法弥补糟糕的设计和压力不足，但它们仍然可以让 DU 得到显著改善。2006 年，位于加州弗雷斯诺市的灌溉技术中心（CIT）（8）进行了一项研究，评估了 5 个加利福尼亚州的高尔夫球场喷嘴升级前一年和升级完成一年之后的用水量对比。结果显示，在所有的 5 个球场每年有约 100 英亩-英尺的水被节约。每个球场节约用水量约为 6%。在对整个西南地区的访问中，许多因喷洒分布均匀性差而挣扎的球场已经升级到了性能更好的喷嘴。最近，亚利桑那州 QueenCreek 高尔夫俱乐部草坪管理总监在谈话中透露，他已经在过去的两年里升级了大约 70% 的球道喷嘴。他指出，最显著的 DU 改进可以从空中拍摄的照片或比较谷歌 Earth® 几年来的图片中清楚地看到。在进行了喷嘴升级的地方，草皮的“甜甜圈”（灌溉头周围的褐色、干燥区）已经被消除。

改善土壤性质

改善土壤的物理和化学性质，以鼓励水的渗入

（水进入土壤表面）与渗透（水通过土壤剖面向下移动）和节约用水的关系看起来可能有点太抽象，但是已采用土壤策略的高尔夫俱乐部的经验揭示了它对节水的可行性。土壤水分入渗率可以通过机械与化学方法加以改进：

机械方法

使用实心或空心齿进行土壤打孔通气 - 一项关于在亚利桑那州凤凰城四个高尔夫球场各种农艺策略的评估显示，每年 4 次的土壤通气有助于增强钠盐的浸出以及草坪质量的提高。（7）虽然土壤水分渗透性的增加在这项研究中没有被量化，我们可以假设水力传导系数在经过通气处理后由于钠盐从表层土壤剖面被浸出而改善。在 Auburn University, Elizabeth Guertal 研究了土壤板结和饱和导水率 (KSAT) 在经过 1、2 或 4 次固体齿通气后的影响。KSAT 值经过每年 4 次的通气处理后有所增加，其中一个测试站点的草坪质量也有所提高。这两项研究表明当土壤水分渗透性改善时，草皮的质量和土壤浸出盐的能力也同时得到提高。

球道表层追沙 - 在坚硬、岩石质的土壤表面，地表径流会导致水分流失，所以草坪管理人员往往使用更频繁但轻量的浇水方法来应对。积极的表层追沙（每年 0.5 - 1 英寸）对于面临挑战的土壤将起到提高草坪质量，提升盐分浸出，并可降低水消耗的作用。此外，研究表明，表层追沙可提高地面排水能力并减少地表径流（4）。几个实施积极追沙的高尔夫球场的实验性工作已经证明，盐度水平的减少可以超过 50%，由此改善了地表水的渗

图 3 利用土壤改良方法如深齿曝气，可以减少地表径流并改善土壤水分渗入。



图 4 球道追沙的实施将改善草皮条件和地面排水，同时减少径流的形成潜力。



的土壤能够接受水分并提供浸出盐分的能力。

化学方法

减轻钠盐的危害 - 升高的钠会影响土壤的物理性质如分散粘土和有机物质。在由于钠含量高所造成问题的土壤中添加钙、镁将会改善土壤絮凝板结和水的渗透性能。在受钠盐影响的土壤中，草皮质量和钠浸出状况在每年 4 次的通气和以 3 个月为周期，80 磅/1000 平方英尺的石膏 (7) 添加后得到了改善。据认为，草坪质量的改善是土壤在接受通气和石膏组合处理后的结果，土壤强度降低并且土壤区域含水量增加。

润湿剂 - 特别是在沙质土壤使用超过 18 个月的润湿剂后可以改善土壤中水的渗透并增加土壤水分含量 (3)。然而，在细腻土壤中润湿剂的使用好处的数据则没有那么令人信服。在加利福尼亚州中部的研究表明，使用润湿剂的土壤与未经润湿剂处理的土壤相比保持了较高的土壤水分 (6)。佐治亚大学教授 Keith Karnok 博士观察到，

入功能。对他们水源的历史消耗的回顾揭示了一个有趣的发展情况 - 实施表层追沙前，球道处于缺乏浇灌状态，这意味着水源的投入低于蒸散率 (ET)。这种灌溉政策并不是出于草坪的需要。等于或高于 ET 值的灌溉量会导致草皮潮湿，无法击球的表面以及径流的发生。然而，在高蒸发需求期间草坪质量会受到损害。并且盐度和钠含量会攀升到有害水平。

一旦土壤渗入率提高，水分增加将提高草坪质量条件而不牺牲其可玩性。此外，这种性能更好的土壤能够接受水分并提供浸出盐分的能力。

土壤水分有所增加 - 在狗牙根草大量生长的使用了润湿剂的细质土壤中。然而，Karnok 博士承认，虽然结果是令人鼓舞的，但关于润湿剂对细腻土壤的好处，“最终结果尚未通过陪审团裁决”（个人交流信息）。

使用土壤湿度和盐分的测量传感技术

在亚利桑那州斯科茨代尔市的 Desert Mountain 产业区域，有 6 个高尔夫球场存在。Shawn Emerson 先生，农学系主任和他的农艺团队已经开始综合利用地面土壤湿度计、盐分传感器和手持式水分测定仪，以减少水和能源的使用。鉴于所有六个球场都使用再生水灌溉，高盐度便成为一个真正的问题。

为了降低盐度，以前，每个场地每年需要大约二十次浸洗，每次在所有 6 个场地上要使用约 450,000 加仑的水。一旦安装好了盐度传感器，浸出操作的频率已经降低到每年仅 6 次，每年节约 630 万加仑的水。此外，减少浸洗次数令营养元素，如钾、氮和钙的施加频率大大减少，因为它们不会从草坪草根区被浸出。

Desert Mountain 最近使用的 IBM 智能运行中心软件 Smarter Cities[®]使农艺人员能够管理输入和输出的水量，监视系统泄漏并实时分析水资源在某具体位置的使用趋势。最近一次在十月份的降雨触发了操作中心机制，关闭了所有 6 个球场的灌溉系统，在一个晚上的时间里节省了数百万加仑的水。在利用所述传感器和安装 IBM 系统之前，每个球场中每英亩的面积一年要使用大约 5.5 英亩-英尺的水，几乎近 10 亿加仑的水。这些球场现在每英亩使用大约 4.9 - 5.0 英亩-英尺的水，每个高尔夫球场每年节约超过 1 千万加仑的水。

图 5 利用土壤湿度和盐分传感技术在用于整个球场时有节约大量用水的潜力。



图 6 许多球场将省略 30 至 50 英亩高草区的草籽播种。据估计,这种做法的结果是每年可以节约每英亩 1-2 英亩-英尺的水。



消除过量播种

许多在西南部沙漠地区的球场都减少了过量草籽播种的面积。虽然很难量化由该策略产生的水资源节约,但据估计,每个球场每年可能在每英亩土地上节省 1-2 英亩-英尺的水。许多球场将省略 30 至 50 英亩高草区的草籽播种,这种做法得到美国高尔夫球协会草坪管理部的大力推荐。其结果对水资源的节约以及劳动力成本和能源成本的降低作用相当大。

结论

在西南地区,水资源成本,高尔夫球场泵水的电力成本以及维护系统需求的劳动力成本要求高尔夫球场总监们必须有效地管理水资源。上述五个策略正在为许多西南地区的球场总监们使用,并希望能够鼓励其他地区的草坪管理经理们将类似的理念融入到其农艺计划当中。许多实施这些策略的球场已经向我们证明,节约水源和维护高质量的打球草坪条件是可以同时达到的。高尔夫产业中成功的水资源管理责任实例需要与县、州、甚至联邦政府的官员分享。

资料来源:

1. Collins, Rob; Harvey, Brent; Wright, Jim; Brown, Paul. 2010. Irrigation Performance Guarantee: The irrigation brain trust broke the mold with a performance guarantee at Paradise Valley Country Club. *USGA Green Section Record*. November 19. 48(24): p. 1-4. (TGIF Record 172076)
2. Guertal, E. A.; Derrick, C. L.; Shaw, J. N. 2003. Deep tine aerification in compacted soil: deep-tine aeration can provide relief on some heavily compacted soils. *Golf Course Management*. December. 71(12): p. 87-90. (TGIF Record 92269)
3. Karnok, Keith; Tucker, Kevin. 2008. Using wetting agents to improve irrigation efficiency: Greens with a water-repellent root zone require less water when treated with a wetting agent. *Golf Course Management*. June. 76(6): p. 109-111. (TGIF Record 136496)
4. Kowalewski, A. R., Crum, J. R., Rogers, J. N. III, and Dunne, J. C. 2011. Improving native soil athletic fields with intercept drain tile installation and subsequent sand topdressing applications. *Soil Sci.* 176(3):1-7. (TGIF Record 184478)
5. Throssell, Clark S.; 莱曼, 格雷戈里吨; Johnson, Mark E.; Stacey, Greg A.; Brown, Clark D. 2009. *Golf Course Environmental Profile Measures Water Use, Source, Cost, Quality and Management and Conservation Strategies*. *Applied Turfgrass Science*. January 29 2009. p. 1-20. (TGIF Record 144850)
6. Mitra, Sowmya; Suphantharita, Paitawee; Fam, Magdy; Plumb, Russell. 2006. Impact on water conservation and turf performance from systematic use of surfactants in soils with only slight evidence of water repellency. *Abstracts: 2006 International Annual Meetings [ASA/CSSA/SSSA]*. p. [8]. ([TGIF Record 120275](#))
7. Umehara, Kai; Whitlark, Brian. 2009. Comparison of Cultivation Techniques in Turfgrass. *2009 USGA Turfgrass and Environmental Research Summary*. P. 62 (TGIF Record 159907)
8. Zoldoske, David F. 2003. Improving golf course irrigation uniformity: A California case study. Fresno, California: California Agricultural Technology Institute. iv, 17 pp. (TGIF Record 115735)

水资源对高尔夫的影响 -开发与运营

Jim Hinckley,
Century Golf Partners

Henry DeLozier,
Global Golf Advisors

从经营权利和许可到直接运营的费用，水以多种方式影响经济发展和高尔夫球设施的运营。具体而言，本文涉及球场设施建设和运营中被水资源所影响的主要财务指标及最佳管理实践方法。你会听到一个简短的报告涉及高尔夫设施中水资源的使用以及滥用的新的趋势。

包含高尔夫球场的度假村和住宅区域开发流程和周期必须要考虑水资源的可用性和成本。从长远来看，水会影响到高尔夫球场在被开发土地上的日常运作。展望未来，请看一下几个高尔夫球场处理关于水资源问题以及其他重要经济问题的开发和管理趋势。

开发过程和周期

有一些因素在一个开发项目的一开始就需要被考虑，其中包括将高尔夫球场作为美化环境的设施。开发人员知道高尔夫运动是生活方式的一种体现，他们的目标人口是年龄大于 45 岁以及平均家庭年收入超过 74,000 美元的群体。有五到七个细分市场以高尔夫球运动作为生活方式的体现，这五到七个细分市场因家庭净资产，家庭净收入，购买时年龄段，地理分布以及子女和孙辈的位置分布而有所不同。当开发人员启动一个项目时，他们关注自己的细分市场，以及如何能够吸引购房者们。无论是开发度假村或居住的社区，还有两个至关重要的因素需要考虑：时间和时机。换句话说，项目开始运作所需“时间”，以及您如何能够快速消化您的产品并把它卖给别人，“时机”涉及到您借贷资本的成本问题。

从 1995 年到 2010 年，所交付的高尔夫球场的 83% 属于一个总体规划社区中的一部分，11% 为独立的高尔夫球场，其余 6% 为政府或市政工程。在下一个住宅开发的周期里，一个需要考虑的重要事实是购房决策 91% 是由家庭中的女性做出的。女性做决定的一个重要特点是，她们更深思熟虑和谨慎

图 1 从 1995 年到 2010 年，所交付高尔夫球场的 83% 属于一个总体规划社区中的一部分。



。此外，开发商已经开始认识到，女性更注重环保并希望生活在安全、合理利用水、定期做对保护地球环境正确的事的社区中。对于那些在 57 至 62 岁年龄组的人们，许多人认为这将是他们最后一次购买房屋。他们往往观察想要购买的房屋 10 到 12 次，相比而言，普通购房者访问房屋三到五次便能作出购买与否的决定。

开发商对高尔夫球场供过于求的现状无动于衷

并始终坚持将高尔夫球场包括在总体规划中，因为它有助于地产的销售。他们的重点在于服务股东利益，这是由建立使房屋以更高的价格和更快的速度销售的设施来实现的。房屋销售是受到迷人景色驱动的。例如，拥有水边或海岸生活景观的地方要比水面延伸数英里的景观更受欢迎。此外，绵延的景致有助于房屋销售，因此，如果您正在沿落基山脉构建房屋，你并不需要新建一个高尔夫球场，如果山景已经存在。最后，女性倾向于购买能提供生活社交平台的地产。她们关注“四个 F” - 娱乐 (Fun)、朋友 (Friend)、家庭 (Family) 以及健身 (Fitness)。

与水有关的开发问题

在与水有关的问题中，必须由开发项目所解决的问题是获得水的成本，或您如何去获得水？其次，什么是提供安全水源的成本？这些都是在开发商购买土地前进行的宏观计算。如果水不能被获得并确保高尔夫球场的使用，或者所需费用非常昂贵并胜过土地成本，那么这个项目就无法进展。第三个考虑因素是水利基础设施的成本，换句话说，水可用但需要花费多少成本才能将它从源头输送到开发项目呢？

第四，什么是输送水源的持续和经常性资本成本？输送水的距离越远，输送水的成本费就越高，这个成本最终将以业主协会费用的形式被收取以保持社区的生活。其次，进入公摊成本池的花费是按照什么方法分配的？常见的公摊成本分配到开发项目的每一块面积上，设计成本也会计入需要公摊的总成本之中。

为了使项目的长期规划能够成功，开发商必须要知道谁是拥有或控制水资源供应的机构。安全的水源供应能持续多久？什么是可用的备用水资源？如何选择水资源供应？在接下来的开发过程中，会有很多关于水资源供应选择的问题。

水资源对运营的影响

高尔夫球场经营者通常以三个观点分析水资源，它们包括可用性、成本和质量。美国近年来的天气模式已经影响了水的供应。全国约 65% 的地区遭遇干旱，21% 的地区处于极端干旱之中。这种大范围的干旱已经促使城市和市政供水公司开始重新考虑如何管理水资源。限水变得非常常见，高尔夫运营商预料限制将成为强制性的，特别是在西南地区。

图 2 高尔夫球场有助于楼盘销售，开发商对高尔夫球场供过于求的现状无动于衷。



此外，在干旱灾区高尔夫球场从井里提取水资源量的严格限制管理条例正在实施。

从水成本的角度来看，各城市面临的财务问题已迫使他们提高水费价格。在过去的几年里，供水价格已上涨 25% 到 50%，许多高尔夫球场不能再承担像过去那样使用水资源了。在一些地区，再生水达到和自来水相同的价格。在内华达州、亚利桑那州和加利福尼亚州的一些高尔夫球场每年花费百万美元在灌溉用水上。当水源成本的增速超过球场收入的增速，严重的财务问题便开始产生。从水质角度看，46% 的高尔夫球场从自有土地中的水井里抽取灌溉用水。当含水层的水源渐渐枯竭，水质便有下降的倾向。例如，在德克萨斯州的干旱导致需要额外的花费处理井水，以及更换可以忍耐较高的盐和碳酸氢盐水平的草坪草所需花费。

在过去的几年里，经济衰退也给高尔夫球场业主施加了很多财政压力。花费 1,000 万美元建设高尔夫球场本身并不经济，因此，大多数的高尔夫球场仍然是作为促进不动产出售的一个设施，或者由市政部门作为当地纳税人的公园和公共休闲场所。高尔夫是一个劳动和资本密集型产业，有着相对较低的运营利润率。高尔夫运营具有很高的固定成本每天设置好打球球道。无论球道被使用一轮或是 300 轮，草坪总监们每天必须花同样的时间和精力来准备球道。

在经济衰退之中，高尔夫球场的运营经济压力导致了好几个球场的关闭。然而，高尔夫产业的收入下降仍然小于酒店、零售或其他以消费者为导向的行业。有关高尔夫行业的正面故事是，在未来它们仍会存在，因为这么多的高尔夫球场在经济衰退的艰难经济条件下生存了下来。

由于经济衰退的影响，成功的高尔夫球场运营不得不重新考虑或重新设置他们是如何运作的。高尔夫球场总监们不得不面对大部分的预算削减，在大多数高尔夫设施中，运营成本是最大部分的预算。一些高尔夫球场业主战略性的降低了运营成本；然而，其他一些没有这样做，他们也因此为这个错误付出了代价。缓慢复苏正在进行，做出良好战略决策的球场在抵御了经济衰退后，正在从做出糟糕决策的球场那里获取更多市场份额。水的可用性、成本和质量相结合，对于高尔夫球场在干旱和经济衰退中的运营和生存起到了深刻的影响。

高尔夫球场业主必须作出反应

高尔夫球场已通过改变高尔夫球场管理方式的行动对旱灾和经济衰退作出反应。首先，很多球场都减少了需要维护和灌溉的草皮亩数。高草区和界外区的草坪被天然或低维护要求的植被所替换。自然植被区域的建立，如果做法正确，有助于给高尔夫球场更多的个性。由于所需维护草皮的减少，在农药和化肥上的花费也就更少。其次，大家更加注意对高尔夫球场的灌溉方法。灌溉审计指出有多少水被浪费了在球场上的某一些地区，新的高科技含量喷头让灌溉水源更精确的分布于击球区域。土壤传感器已经向高尔夫球场总监们证明它们能帮助减少水资源使用达 20% 并仍然保持高尔夫草坪草的健康。除了减少水的使用量，很多球场都开始改用再生水浇灌。

球场总监们和高尔夫球手们都接受了关于保持高尔夫球场草皮结实而快速条件优势的教育。潮湿和湿软的条件可能产生郁郁葱葱的绿色草坪；但这一草皮条件并不是好的高尔夫打球条件。传统农艺正在被实施，以提高草坪在干旱、高温和湿度过大周期里的生存能力。糟糕的农艺实践会导致草皮健康受损，使高尔夫球场更容易受到恶劣气候的影响。高尔夫球场的预算现在被分为农艺和细化预算类别。尽管预算比较紧张，高尔夫球场绝不能削减生产健康草皮的农艺措施。

预算调整必须针对高尔夫球场上的细节进行。

不同的草坪草正在被评估—它们在高尔夫球场上的使用状况。例如，在大西洋沿岸中部地区，翦股颖草铺设的球道是人们所偏爱的；然而由于夏季的高温和高湿度，很多球场都转向使用结缕草或狗牙根草铺设的球道。海滨雀稗已经在南部不得不使用劣质水灌溉的干旱灾区被使用。大多数高尔夫球场业主觉得技术、草种和农艺措施可帮助就如何减少高尔夫球场用水做出更好的决策。高尔夫球场运营面对的最大障碍是高尔夫球手关于球道外围草坪条件的看法。在美国，球员们认为高尔夫球场当然应该像奥古斯塔那样而不是圣安德鲁斯那样的。我们不再能够负担得起常年保持边界到边界，郁郁葱葱，绿草如茵的高尔夫球场了。在干旱地区，球手们开始接受维护良好的果岭、发球台和球道以及不进行灌溉的粗草和高草区。当涉及到水资源管理问题时，住在高尔夫球场附近的业主们代表了一个更大的障碍。

更大的障碍是住在高尔夫球场旁边的业主们。当高尔夫球场决定减少高草区浇灌或建立原生植被时，业主们常常抱怨和甚至有时威胁提出诉讼。

哪里需要帮助

高尔夫球场运营商需要高尔夫球协会的帮助以教育高尔夫球手们—什么是合适的草皮条件。换言之，高尔夫球场应该提供优质的果岭、发球台和球道草皮，但在这些地区意外使用更自然的景观是可以接受的。业主和业主协会有必要被教育并使他们认识到自然景色更加节约资源并且对环境负责。针对高尔夫球场总监们关于保持结实快速健康草皮的最佳实践，继续教育是非常必要的。此外，有必要在地方、州和联邦各级与立法机构人员进行沟通，以维持一个公平竞争的高尔夫业务环境。

高尔夫发展与管理的前瞻性趋势

总之，有六大与水有关的趋势高尔夫运动的发展和管理在未来将不得不面对。首先，供水将慢慢变得更加难以保证。在西南部地区尤其如此，人口增长率已经超过了可利用的水资源。其次，保存水的

储存成本在未来将继续增加。水库库容的增加转化为项目开发过程中更大面积的需要或更多土方的移动。第三，开发商必须另觅交易结构和资金来源以启动和完成项目。在开工建设以前，广泛参与的投资者将可能要求有关高尔夫设施的退出策略。开发商和投资者并不愿意长期补贴高尔夫球场的运营。

第四个趋势是高尔夫球场设计和特征需要改变以应对维护成本的不断增加和资源恐慌。新高尔夫球场的设计更好，但旧球场需要进行改造以减少草坪面积，降低灌溉区域，使用更多的自然植被，以及减少场地沙坑或其他高维护项目的数目。需要帮助来确定使界外地区更好看的植被选择，它们应当是低维护成本的，并且能够为高尔夫球手和业主所接受的。第五个趋势是，全国范围内最容易出现人口

增长的地区（佛罗里达州、内华达州、亚利桑那州、加利福尼亚州和俄勒冈州）因为水资稀缺而不适于高尔夫运动市场发展。然而，人们退休后的一个新的动态是他们倾向于住在接近子孙的地方。非常可能的是未来的人口增长可能将集中在水资源更丰富的地区。

最后，“棕色”是新的“绿色”吗？在过去，开发商承诺仙境一般的绿色草坪；然而，人们能否接受棕色风格的景观将取决于市场、消费者以及终端用户正在寻求的目标。开发商可以如实地指出一个事实，即所开发的项目是一个梦幻般的自然胜地并节约了稀缺的资源，这样将有更佳效果。高尔夫产业需要改变球手和业主们关于什么是美丽与自然的高尔夫球场的观念。

在艰难时刻到来前做好艰难的决定： 主动抗旱规划的好处

Karen Guz, 水资源保护署署长
圣安东尼奥水利系统

德克萨斯州在近几年经历了极端天气条件，一些地区在过去四年中的三年里执行了干旱限制措施。现在，这个话题让你有机会对每年如何管理并节约用水来尽量减少干旱的影响进行现实的讨论。我们所面临的挑战在于平衡人类安全和健康对水资源的需要、管理水资源成本的需要、以及依赖水资源作为他们经济保障的一部分的行业的需要。深思熟虑的规划和积极的措施都是非常必要的，而且能避免不良抗旱规划造成的消极后果。

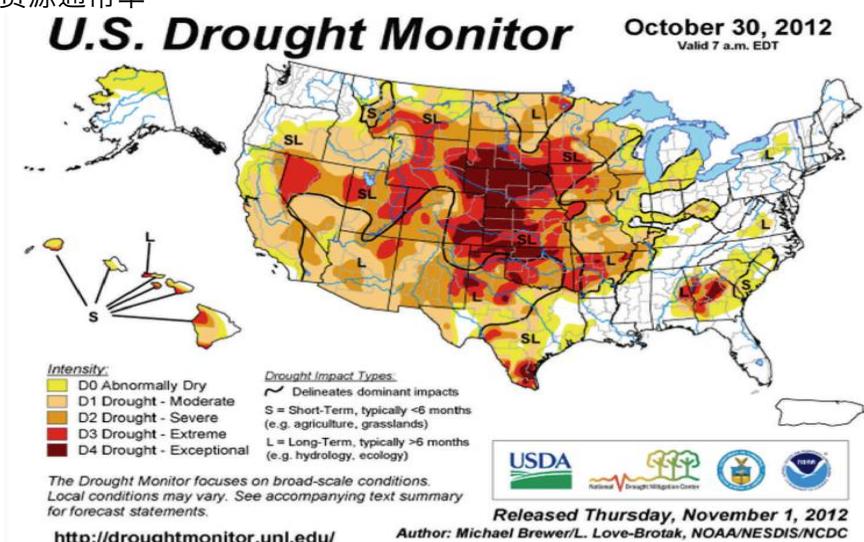
干旱已成为美国生活中一个不幸的事实。不断增加的人口，未知的天气模式以及大量消耗水资源的技术合在一起，加剧了干旱期间的痛苦。看似巨大的水源供给在降水减弱且气温升高时，正以惊人的速度下降。在缺乏有序规划时，在这些条件下产生的结果是不愉快的或是低效的。如果决策是在酷热和干旱发生时进行的，它们不太可能是基于数据与健全的规划原则。在艰难的时刻选择以有限的水源来做事总是会充满矛盾，但如果各方在停止下雨之前来一起商讨出一份可行的计划，那么其可行性会更好。

对于那些依赖于一个固定的供水系统的人们，否认存在严重的供水问题的可能性是很有诱惑力的。最近在加利福尼亚州中西部以及东南部所发生的干旱已经证明，这个想法是不明智的。水显然不仅仅是一个西南地区的问题。应对间歇性干旱所面临的挑战实际上是比管理一个持续干燥的地方更难。当水资源通常丰富可用时，似乎没有必要学习怎样事半功倍地管理它。所以，一些地区的干旱管理计划被尘埃覆盖便是可以理解的了，直到

最近干旱发生，如果这个干旱所带来的教训被白白浪费，那将是一种耻辱。

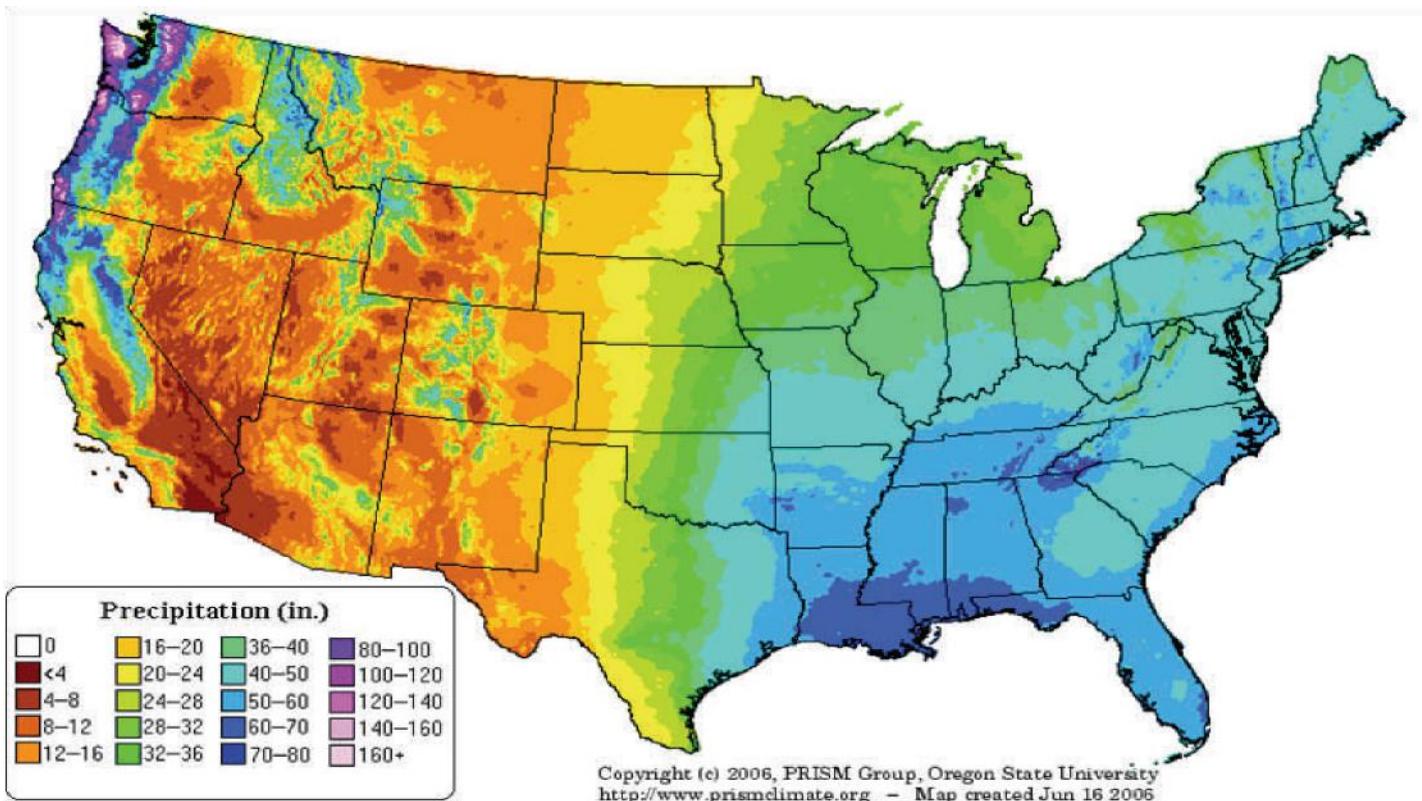
“期望最好的情况，但计划最坏的情况”这个口头禅是应该包含在每个社区水资源管理计划中的一个主题。询问情况到底有多糟以及发展速度有多快是困难的，但却是必要的。之前的干旱历史能够为我们提供深入了解。以规划为目的，设置一个“干旱历史记录”的情况分析，包括分析干旱周期以前持续的时

图 1 干旱已成为美国日益严重的问



高尔夫中的水资源利用：一个更加可持续的高尔夫运动解决方案，
美国高尔夫球协会草坪与环境研究在线，第 11 卷，第 12 号。
2012 年 12 月

图 2 降水（降雨）模式和干旱记录有助于以规划为目的分析干旱周期此前持续的时间长度以及它们的严重程度。这些记录应该比照当前的水资源消费模式建立模型，它可能会揭示如果仍然没有水资源管理战略被制定，未来的水资源供应将会以多快的速度缩减的惊人预测。



间长度和它们的严重程度。这些记录应该比照当前的水资源消耗模式来建立模型，它可能会做出惊人的预测—如果仍然不制定水资源管理战略，未来的水资源供应将会以多快的速度缩减。可以考虑实施一套综合的行动措施，以改善旱情造成的结果。这些措施可能包括获取额外的水供应资源，通过效率提高的措施来减少消耗，并在一定情况下实行用水的限制规定。每一个水资源用户都是这些策略中的一分子，因为他们和产值成本、技术该变或限制用水的成本有着关联。

科学数据、公众舆论和人的行为都会影响抗旱计划的制定和执行。除了考虑做怎样的改变能够减少对水的需求并延长水源供给这样简单的问题，还有更多的因素需要考虑，实现合规性和在干旱时期维护社会和谐的能力，也取决于平衡公众对公平性的感觉和对科学数据的分析。快速浏览一下干旱文章下的注释部分—说明了决定公众在干旱中做出牺牲的愿望的前提是看他们是否感觉到大家都在分享同一个痛苦。

个别房主可能在很大程度上对水资源消耗企业，如高尔夫球场、游泳池行业和洗车业是很同情的，这些行业被认为是为了迎合富人的需求而存在的。如果干旱计划中已经包含了有关让所有水源用户共同牺牲来解决当前情况的沟通交流，这种挑战是可以被克服的。

让社区成员以优先的方式来用水是具有挑战性的。维持人的健康和安全的用水是最容易达成一致意见的。评估超出基本需求的水的使用价值是困难的。提出问题的一种方式是询问那一种关于水的用途是可以暂时中断，并对社区长期的经济只造成最小程度的损失。包括家庭游泳池、洗车业务、装饰水景、景观灌溉和高尔夫球场等在内的设施对水资源的使用都是可以斟酌的，这些使用都不是日常基本生活中必不可少的需求。但是在可能的情况下，避免旱灾对经济的长期伤害是一个符合逻辑的社会目标。抗旱原则的重点应该放在如何减少对经济造成干扰和长期危害的所有水资源的自由支配使用，同时实现干旱各个阶段的用

水削减。最终实现用水量的减少是优先考虑的，但我们有办法来设计和实施干旱阶段计划以降低对水资源依赖行业的危害。

一些指导抗旱规划的一般性原则：

1) 分析所需的每项削减措施的影响。

这似乎是显而易见的，但它往往不被考虑。有些规定可能是象征性的，如关闭装饰性水景作为对干旱严重阶段的一个视觉提示。对于特定阶段所需减少用水的百分比，可以考虑其他的一些改变。例如，如果景观灌溉占夏季水源总需求的 40-60%，对此类使用的一个小的限制可能对干旱期间供水的延续产生显著的影响。

2) 奖励抗旱规划的有效执行

简单地告诉用户比"以前的平均用量减少 20%" 的规定不能鼓励人们长期提高效率。在任何可能的情况下与行业合作设定合理的用水基准。奖励总是能有效利用水资源的站点，在干旱的早期阶段不应执行过度严格的用水限制。其中一个做法是通过自愿认证计划使他们有机会执行更灵活的干旱处理措施。这对于可能招致负面关注的水资源依赖行业显得尤为重要。高尔夫球场、洗车业、游泳池和景观的运作都可以通过第三方验证来展示其积极的水源使用效率而从中受益。严格的水资源保护计划可以由这些用户提交，带有基准记录以验证任何时候用水的减少量，并增加干旱期间的节约量。

3) 计划削减措施的实施。

通盘思考干旱计划将如何实施与编写这些规则是同等重要的。可以允许有任何差异吗？谁将会提供给他们资金，以及在什么情况下？在天气条件恶劣时，持续一致性和效率是至关重要的。利益相关行业，如高尔夫、洗车以及景观行业可以有一些自救的措施—通过对某些特定的项目建议有适度的变

动量，在有限制的情况下并且提出将如何管理该情况。在没有经过对总体节约目标以及遵守节约规定进行谨慎思考时，这样的变更可以会破坏干旱期间公众的支持，所以了解公众的看法是非常重要的。成功的抗旱策略施行的一部分是合规政策的透明性。

4) 在干旱时期规划好公众的教育。

与公众和利益相关者的沟通是实现合规所必需的。在干旱政策执行之前与供水企业以及利益相关机构建立良好的关系将会非常有帮助。

5) 早期抗旱规则和应急措施之间的区分

早期抗旱措施应该落实到位，在需要执行严格的措施前使用现有设备使情况得到可能的缓解。不幸的是，一些地区的干旱计划被忽略或未被认真执行直至紧急情况发生。一旦社区认识到他们的供水已经减少到只有惊人的六至十个月的供应量时，他们将不会给予工业用水需要任何同情。为最坏的情况做好准备是指—不会冒险希望早期旱情将随及时的降雨而结束。

摘要：

毫无疑问，近年来的干旱给高尔夫行业造成了很多困难。场地被缺水所折磨，一些球场周围的树已经死亡。气候专家不能保证所发生的极端气候条件在未来十年内不会重复。对于高尔夫的利益相关者，没有简单的答案，因为法规和水源供应在每个地区都是独特的。抗击干旱危机的最佳方法是让高尔夫球专家们获取有关供水困难和当地水资源管理计划方面尽可能多的知识，从而制定农艺和打球方面的策略。

将灌溉决定 从艺术转换为科学

Dana R. Lonn, 专业工程师, 管理总监
先进草坪技术中心
Toro 公司

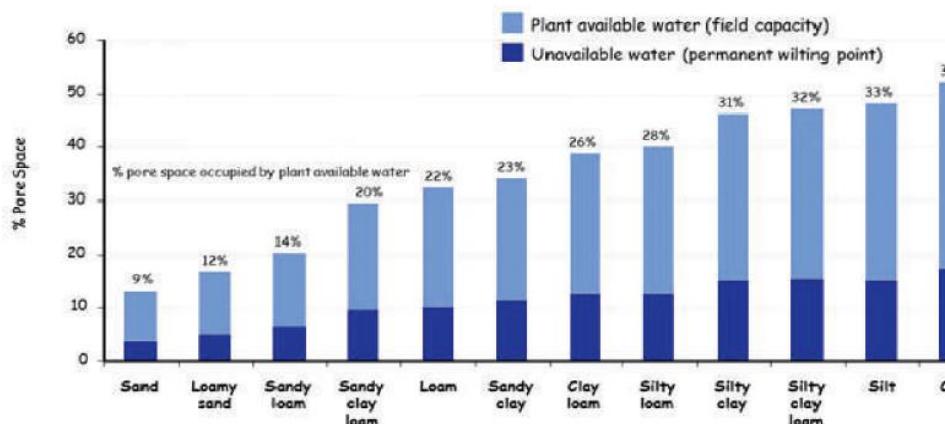
有效地使用水是一个棘手的问题。我们正在试图以人工的灌溉系统来取代天然的降雨。随着水资源的有限供应, 我们必须清楚地了解, 我们的水用在哪里, 何时使用以及用量是多少。对这一目标的实现促使我们利用科学和技术。我们需要更多的控制和反馈, 以帮助人们做出优化性能和最大限度减少投入的决策。

草坪像其他植物一样需要水分、阳光和养分才能茁壮成长。大自然就像一个优质的灌溉系统, 通过降雨提供高质量水源的均匀灌溉 (根据地方)。然而, 降雨在某些季节和/或位置是不可靠的, 可能不足以支持植物群落的生长。在这种情况下, 需要人工干预的灌溉形式来维持植被生长。降雨是非常具有挑战性的过程, 并且难以复制, 因为我们使用灌溉系统来补充自然界未能供给的水, 所以我们需要对提高用水效率给予很多考虑。

植物通过它们的根部从土壤中吸取水分。土壤是一种颗粒状的基质, 为水、气体如氧气、二氧化碳和植物营养素的储存提供介质。土壤具有有限的可供植物所吸收水的存储容量。水可以被储存且不因深层渗漏而损失的“满点”或最大量被称为田间持水量 (满)。当植物从土壤中吸水并使供应量下降时, 结合水与土壤基质的表面张力开始限制土壤中水

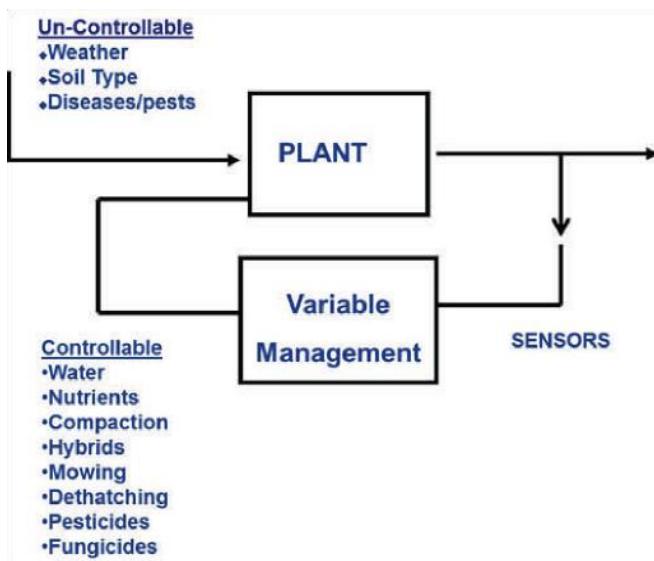
对于植物的可获取性。最终, 达到某一程度时植物不能再从土壤基质中吸收水了 (空)。这一点被称为永久枯竭点。田间容量和永久枯竭点之间的土壤湿度差被称为土壤的保水能力, 它取决于土壤的质地结构。质地是土壤颗粒的尺寸的另一种描述方式。灌溉人员的工作是确保土壤的水分含量保持在空点 (枯竭点) 和满点 (田间储水量) 之间的适当水平, 使品质合格的植物能生长。

图 1 水箱容积有多大? 换句话说, 土壤储水的能力取决于土壤类型或质地机构。



Derived from: <http://weather.nmsu.edu/models/irnch/soiltype.html>

图 2 示意图说明为了植物的健康，土壤水分管理的可控与不可控方面。土壤水分传感器提供更多信息帮助做出更好的水资源管理决定。



确保水资源的有效利用有两个关键方面。首先，我们必须保证通过灌溉所使用的水实际到达了土壤这个储水器。轻度的浇灌和低施用率可以导致通过叶片的显著蒸发效应，降低了水到达土壤的总量。如果水被施加太快则会流失因为它不能有效的被土壤吸收。如果太多的水被施加，土壤湿度增加到高于田间储水量（满）点和过量的水将通过深层渗透流失而不能不提供给植物。当我们确保植物有充足的水分生长，水不会由于流失或深层渗漏而浪费，而且我们保持土壤的储水水平在可以增强自然降水的吸收水平时，我们便能够节约水资源。这需要精度、控制、反馈以及更多的分配点。

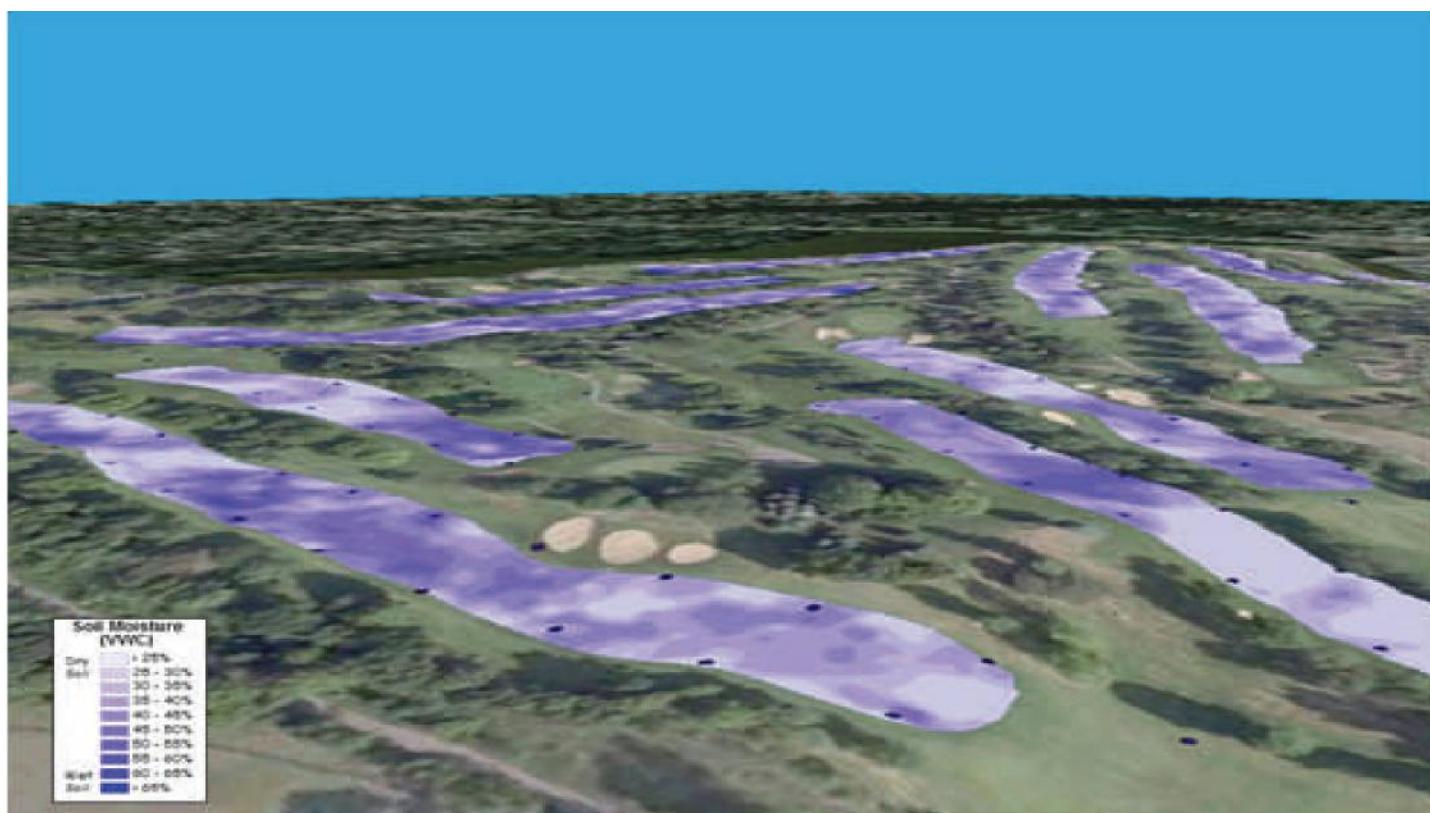
使用科技手段协助灌溉管理是比较新的领域，并始于 1948 年当霍华德·彭曼发表了一个从开放的水面估算水的蒸发量的方程式。这一技术通过约翰·蒙蒂斯在 1965 年被进一步增强，并导致了用于估算植被蒸发量的彭曼-蒙蒂斯公式的形成。随着由 Allen 等人在 1998 年出版的粮农组织论文 56 “作物蒸散量-计算作物需水量的准则”，国际社会已经接受了彭曼-蒙特斯方程式为蒸散量 (ET) 估计的最佳手段。蒸散量 (ET)，使用对

温度、风力、湿度和太阳辐射的测量，是作出更好的浇灌决定的正确的第一步。然而，如果我们回忆一下之前的水箱类比，仅使用 ET 制定灌溉决策类似于基于您使用了多少燃油量来加注您的汽车油箱。它比没有任何信息要好；但是，如果您不知道当您开始旅程时油箱有多满或者是油箱容积有多大，您就会面临多次去加油站的风险或者更糟的是，存在中途燃料耗尽的危险。今天，我们将在灌溉管理上向前迈出一大步，由根据 (ET) 估算用水量到测量土壤中水分的可用性。

未来的灌溉决策将根据土壤湿度状态的精确知识来制定。我们将能够通过适当安放的传感器来测量土壤水分含量。湿度传感器是一个在过去没能有效使用的老想法。为什么现在可以呢？有两个原因造成了湿度传感器广泛应用的困难和延迟。其中一个是传感器的可靠性，该问题已经被解决。电子产品在尺寸、功耗要求、容量和可靠性上取得的令人难以置信的进步，令许多在五年前很困难或者不可能实现的事在今天变得简单和相对便宜。第二个土壤水分传感器被接受缓慢的原因是，人们普遍认为土壤变化的多样性令我们不可能安装足够多的传感器来表征整个球场。毫无疑问，更多的传感器和比较少的传感器效果更好。更高像素的相机比那些较低像素的相机能生成更高质量的图像。然而，在这里没有必要使用一个高像素图像，如果预期的用途只是为查看电子邮件。同样的，当我们在草坪安装设置湿度传感器时，我们需要转变我们的思维—从如何描述场地中所有的变化到懂得场地的基本需求。我们采取行动的能力依赖于灌溉“像素”的密度，它便是灌溉区或者是单独控制情况下的喷头。我们还需要改变我们的思维—从有多少变化到我们如何发现可靠的水需求的指标。

在今天的市场上有很多高质量的湿度传感器。湿度传感器可从主要的灌溉设备供应商如 Toro 和 Rain-bird 那里获得，它们也可从仪器供应商如 Spectrum Technology, Stevens 以及 Decagon 购买。这些新的传感器非常容易重复使用，并且可以准确地测出能够供植物使用的土壤水分湿度。市场上有一些关于测量仪器绝对精度和相对精度（重复性）的讨论。我认为测量的重复性是至关重要的。关系到植物重要的测量是土壤相对于满点和空点的湿度状态。这需要知道体积含水量和土壤质地。准确

图 3 这是第一次，新技术为我们提供了更大草坪面积中的土壤湿度空间变化信息。这使得土壤水分传感器可以被战略性的布置，以帮助更有效地管理灌溉用水。



地表征土壤质地并不是简单的，然而通过安装传感器来了解土壤蓄水的满空状态是非常简单的。饱和（满）状态在一次显著降雨事件（或灌溉事件）之后可以被发现。1至1.5英寸的降雨事件将使大部分土壤的草皮根区达到满点田间持水量。空点是通过理想的水分消耗，可以由通过现场干燥直到植物开始发蔫而找到。您现在已经建立了目标浇灌区。知道体积含水量或土壤质地的绝对尺度是没有必要的。

在 Toro 公司，通过与大学中科学家们的合作，我们已经研究了存在于高尔夫球场以及运动场所草坪中的可变性。我们首先对紧邻一两米间隔的土壤样品进行了手工测量。它们之间的差异性的确很大，但并没有达到令人头痛的程度。然而它确实提供了有关底层土壤条件的重要信息。进行有效灌溉需要了解土壤湿度相对于满点和空点的状况。拥有较重土壤的区域具有较大的持水能力，需要较低频率的灌溉，并且必须在保证水源被完全吸收而不产生径流的速率下进行。轻质的土壤能够保留的水分较少，它要求水以较小量被更频繁的使用。优化灌溉要求根据农艺结构上

相似的区域进行浇灌，而不是由球洞到球洞。我们希望仅在植物需要补充所缺的水分时浇水。我们也希望确保我们的土壤“储水库”做好接受雨水的准备，通过使土壤湿度低于田间持水量满点以加强渗透并减少进入河流和地表水体的径流。节约用水的最好的办法是，当快要下雨时土壤刚好相对比较干燥。这也有助于减少进入地表水体的径流。

结论

水源利用效率是 21 世纪最重要的环境问题之一。这不是要求我们完全停止用水，而是考虑对水的优先需求，然后确保以最佳方式利用水来达到预期目的。水是培育支持高尔夫以及其他休闲活动的高质量草皮所经常需要的资源。但是，我们需要确保高尔夫球场及其他运动场地仅使用能维持合理草皮表面质量所需要的水。要想使用更少的水关键是要掌握适用的技术。控制点（喷头）数量和传感器的妥善安置可以优化灌溉的效率，在达到合理状态的打球草皮表面

的同时，尽量减少水的使用。它是一个关于优化、控制和测量的过程。未来的灌溉系统将使用搭配适当的喷头组合（数量，间隔和类型）并巧妙地

将土壤传感器与天气预报系统相结合以预测用水需求。因为每一个场地都是独特的，这些被用于节约用水的新技术方法需要因地制宜地使用，以达到所期望的结果。

揭示过去 发现未来

Bob Farren, 主管

2010 年 3 月, 松林 (Pinehurst) 高尔夫俱乐部开始了一项也许是有史以来最大胆的高尔夫球场修整项目。经过大量的研究, 他们发现很明显, “松林 2 号” 大多数的球场设计改变和策略的原因是为了支持众多亩数的草皮灌溉的系统扩展。该项目的最终结果是, 草坪总灌溉亩数从 90 英亩减少到 50 英亩。灌溉喷头的总数由 1150 个减少到了 450 个。而“老套”的球道中心线灌溉系统现在决定了球场的战略线。当你越接近广阔的球道中心线时, 草坪质量和回弹性变得更加可以预见。

在 2010 年三月, 松林高尔夫俱乐部启动了一项也许是有史以来最大胆的高尔夫球场修整项目。松林 2 号球场, 很多全国冠军赛的举办场地, 经过了一个完整的改造来恢复过去几十年里远近闻名的天然古典景色。

松林 2 号场地一直受到许多赛场名人的最高崇敬。高尔夫界传奇人物杰克·尼克劳斯和阿诺·帕尔默一直表现出对 2 号场地的极大欣赏, 许多人都认为它是唐纳德·罗斯最伟大的杰作。然而, 往往在他们的赞美中, 他们都会提及这个球场 (我引述) “它曾经的样子”。

一个多世纪以来, 松林 2 号一直是举办冠军赛的一大热门地点, 最近的赛事包括 1999 年和 2005 年美国公开赛冠军赛。然而, 许多高尔夫行业中的人, 包括松林球场的老板 Bob Dedman 和总裁 Don Padgett II 都曾经担心多年来的变化过程已掩盖了球场大部分的个性特征以及为其赢得了高尔夫世界声誉的“罗斯特征”。

在 2008 年松林球场举办的美国男子业余赛中, 恢复 2 号场地天然沙滩与狗尾草特征的想法第一次被提出。Mike Davis, USGA 锦标赛总监的脑海里产生一些具体的、有很多优点的想法。当最初的设想进一步

发展, 事情开始变得明朗, 通过对球场的全面恢复, 我们将有机会为高尔夫产业做出一个显著的申明。Bill Coore 和 Ben Crenshaw 的设计团队被选择负责该项目。

松林球场当时已被选定为 2014 年美国公开赛场地, 所以修复工程没有立即启动。相反, 保护和恢复的项目被启动以确保未来的成功商业模式。

松林俱乐部, 加上 USGA 以及 Coore 和 Crenshaw 的团队幸运地获得了 2 号球场在 1943 年圣诞节其间拍摄的图像和航拍照片。这些照片提供了一个对在现代化的灌溉和植草方案出现之前的高尔夫世界的窥探。Coore 和 Crenshaw 提供了一组极有才华的人来实现他们认为最重要的改造, 以便让自然风貌回到 2 号场地。

这项重大的改造将为未来的冠军赛的搭建一个精彩的舞台,



但也在高尔夫球场维护的可持续发展方面留下了的深刻印记。虽然它不是专门针对环境保护来设想或实施的项目，该项目一直被作为将可持续发展的理念引入高尔夫世界的一个完美的展示平台。

有三个以 P 为简称的主要的可持续性发展因素。它们分别代表人类 (people)、地球 (planet) 和利润 (Profit)。2 号球场的恢复工程在所有这三个方面都取得了成功。

该恢复原貌工程在许多方面对“人”产生了影响。任何一个球场为承办重大冠军赛而做出显著改变是非常常见的。2 号球场在准备 1999 年和 2005 年美国公开赛时，经历了大量发球台增加，球道宽度调整，高草区高度修整等改变。这些变化对球场度假酒店每天的客户或俱乐部成员有着轻微的长期影响。然而，自 2010 年开始实施的改变已经影响了该球场所有的高尔夫玩家。

超过 40 英亩的狗牙根草皮已被移除。球道几乎是典型的美国公开赛球道的两倍宽并基本上没有高草区。传统的狗牙根高草区已被删除，并以沙区和原生植被取代。灌溉面积已由原来的大约 85 英亩缩减到 45 英亩。该场地曾经拥有超过 1,100 个灌溉喷头，现在只有 450 个，其中的一半覆盖果岭和发球台区域。

我们的另一个保护节约措施是消除了冬季的草籽过量播撒。在恢复工程结束后，我们已经停止冬季的草籽过量播撒做法。黑麦草的去除极大地改善了平整水平并显著减少水的使用。我们将继续向北卡罗莱纳州水资源管理处报告年度总取水量。供水规划分局的 Harold Brady 报告称尽管 2011 年比 2010 年的降水减少了 12.3%，松林 2 号场地比在 2010 年同一报告期减少了 26.1% 的用水量。

该恢复原貌工程也吸引了农业科学界其他学科的研究兴趣。Danesha Seth Carley 博士，

北卡罗莱纳州立大学 CALS 可持续发展项目协调员，对该项目设计理念在生态方面的影响进行了深入的研究。

卡利博士写道以下内容：

这一面向可持续性发展的行动正在给高尔夫球场的管理创造新的挑战。经济状况、水资源短缺和环保意识正在导致高尔夫球场行业的全面改革。广泛的工作正在进行，旨在减少资源投入和与其相关的成本，以及促进高尔夫球场与周围自然环境的融合。

将管理维护的草坪系统与自然环境相融合要求人们掌握周围原生生态以及如何控制它的知识。所有的本地植被都是不能接受的，即使是在界外区。而且很多地方都受到构成生态威胁的外来入侵物种的持续压力。对于松林 2 号球场，入侵性植被从未被系统归类，也没有人知道能够选择性控制不良杂草的合理的综合管理战略。

在这个项目中，随着最近的恢复性修整，我们在松林 2 号场地中对原生植被，理想的改良品种以及入侵杂草进行分类。借助于 2012 年的研究数据，我们现在开始探索利用生物综合治理 (IPM) 策略来实现合理的杂草控制以及针对具体种类的除草剂。这一详细的生态分析可以作为高尔夫球场管理者如何成功地实施可持续性管理的一个模型。

我们让松林 2 号不断发展，并成长为一个具有独特挑战和外观以及更自然的状态。球手们已经接受了它，高尔夫建筑设计师界普遍赞美它的设计，它的积极商业模式和环境效益将随时间而更加体现出其优越性。我们在松林高尔夫俱乐部期待着全世界和世界上最伟大的高尔夫球手们在 2014 年的冠军锦标赛期间和我们一起感受松林 2 号场地。

设计节水环保的高尔夫球场

Bill Love, 高尔夫球场建筑师
WR Love 公司 /Love&Dodson 有限责任公司

如何才能使高尔夫球场的设计更具有可持续性并使用更少的水呢？本文对影响高尔夫球场设计和水资源管理中的问题进行了讨论。关于高尔夫球场水资源保护，首先应解决新的高尔夫球场和现有设施改造的整个设计过程中涉及的资源管理和保护问题。

世界上第一个高尔夫球场出现在沿不列颠群岛的苏格兰和爱尔兰的海岸线旁。在这些海岸线旁，在河流与海洋发生汇合的某些位置，由于自然力量的长时间作用形成了一个非常独特的景观称为"海边沙丘地带"。海边沙丘地带的这种物理特性为打高尔夫球提供了一个理想的环境，于是第一个高尔夫球场在当地人探讨这些景观时便简单地被发现。高尔夫球作为海边沙丘地带上的运动，代表了高尔夫运动和环境之间的基本关系，在现有的景观上打球并与周围的环境因素为伴。

在海边沙丘地带发现高尔夫球洞是一个选择的过程，并代表了高尔夫球场设计的最早形式。通过这一选择过程，从较大规模的景观到较小规模的高尔夫球洞，再到更小规模的发球台和果岭区域，第一个"球场设计师"完全依赖于现有景观特征和其他已有的场地条件。在这个设计过程中，环境决定了这些高尔夫球场的发现和创建。没有人想过尝试

人为改造景观，也没有一个理由去那样做。你在打球的过程中发现你的球道。

随着高尔夫球运动持续拓展到新的地区，球场开始在有较大差异的各种景观背景上被创建，但环境继续被作为所有设计的基础。拥有丰富自然特征的景观仍然提供了营造一个完全融入周围环境并激发人们想象力的高尔夫球场的最好机会。这些自然景观创造了吸引人的高尔夫球场，因为它们有着得天独厚的优势。通过选择这些的景观，早期的设计者发现无与伦比的工作已经在他们眼前完成。毕竟，自然是，而且将永远是最终的"设计师"。她所创造的景观是完美的艺术作品，同时具有内在的和外在的美。

图 1 Ballybunion 高尔夫俱乐部，爱尔兰 - 早期的海边沙丘地带高尔夫球场的



图 2 Prairie Dunes 乡村俱乐部, 堪萨斯州 - 美国早期的高尔夫球场



它们总能正常工作, 因为它们的存在本身就是大自然美妙设计的结果, 许多更小的生态系统演变组合成一个更大的兼容并高效运转的环境。

设计师们探索这些景观目的是了解气候、地形、土壤和植被怎样成为一个共同运作的系统。他们认识到, 通过努力融入现有的景观, 而不是对抗它, 设计师可以轻松地在土地上铺设球场并创造体现该地区特征的、与环境不可分割的引人入胜的高尔夫体验。虽然保护自然资源在过去并不总是一个压倒一切的关注点, 今天对我们自然资源的保护和节约是比其他任何议题都更为重要的问题。它不是简单的“走向绿色”的问题, 而是涉及可持续发展, 为高质量的发展和资源管理创造可持续的、经济健全的解决方案, 改善社会状况并提高

环境保护的管理责任意识。对于高尔夫球场最重要的资源是水资源。通常情况下设计中的首要问题便是灌溉用水的来源和可获取性。这个问题已经随着对水资源保护的重视与监管而变得更为重要。不管供水状况如何, 设计过程中都应该将建立水和其他资源的保护作为首要设计目标, 同时创造一个有吸引力和趣味性的高尔夫球场。

如今, 设计师必须回到传统方式, 对场地进行全面的勘察与分析, 以彻底了解一个场地的现有条件。一块场地的各种物理方面的特性, 连同气候条件将推动从设计过程开始的各项决定。对于球场所在的区域也必须进行调查以全面了解该场地, 并确定它在更大的系统中如何发挥其功能。流域的影响、野生动物的迁徙栖息地的连通和基础设施的需求问题必须

作为设计和许可过程的一部分加以考虑。除了更广泛的背景问题，为了创造一个可持续的设计解决方案，一个场地的以下特性也必须彻底检查：

气候信息，如太阳的方向、温度范围、盛行风的方向和年降雨量在高尔夫球场的设计和维护中都必须予以考虑。高尔夫球洞以及它们的功能，如将发球台和果岭综合区设置在可以利用风向优势的地点，而不是受太阳方向不利影响的区域。年降雨量将决定供水是否充足，灌溉系统设计以及水资源保护的机会。

水资源的可获取性和质量必须在设计过程的开始就确定。即便有节水措施，灌溉仍需求有充足的优质供水。地下水，现有池塘或溪流可以经常被调节或限制作为所需要的水的补充来源。现场蓄水设施，或水的替代来源—例如循环水常常需要利用，以避免对任何类型的公共供水的依赖。

地形和场地自然特征需要被深入研究，目的是找到建立高尔夫球场的最有利的地点。通过适当利用地形，高尔夫球场可以根据现有的景观来形成其固有的特点和打球策略。通过与地表排水模式的协调，将高尔夫球洞合理放置，以达到节水的目的，并且需要避免过度或定向不佳的斜坡。此外，通过利用现有场地的条件，高尔夫球场可以更经济地被建造。

排水模式和水景特征，如现有的溪流和池塘，应当和地形结构一起加以研究。以现有的排水模式为参考来设计一个高尔夫球场是水资源保护、节约和有效维护的基础。通过分析在何处以及地表径流将会如何在场地中流动，场地特征和地下的排水系统可以被设计成高尔夫球场的一部分来收集和储存雨水，以用作灌溉水或水源补充供应，从而减少主要供水来源上的水资源消耗。为了实现高品质的打球功能和有效的维护，高尔夫球场必须有适当的排水系统。在理想的情况下，水景可以结合到高尔夫球场的设计中来作为储水之用，但它同时也为高尔夫球洞提供了打球策略及美观价值。

土壤的组成是场地分析的一个重要组成部分。土壤中的气孔、有机质含量、化学组成以及表土含量都会影响场地如何支持植物，特别是草坪草的生长。土壤的物理构成，甚至在某些场地中，深入到基岩层都会对灌溉需求产生影响而且必须加以考虑。

植被—对由乔木、下层植物、灌木和草所组成的植被进行仔细检查，找出场地中所包含的本地植物群落和野生动物栖息地。现有的植被区域可以被保存，并融入新球场的设计之中。它们不需要灌溉并能促进节约用水，同时还可以作为球场设计中美观的基础，并对设计的策略有所贡献。

环境敏感区、如湿地、植被脆弱区和受保护的野生动物栖息地需要被仔细研究，以确定它们对高尔夫球场设计效果和使用的影响。敏感区域通常不需要被浇灌或进行其他维护，并经常可以使高尔夫场地具有鲜明的特点，成为高尔夫球场和谐的一部分。

基于对这些基本问题的分析，以及区域范围内的任何其他具体问题，可持续发展的设计和节约用水的制约因素及机会可以被识别。之后，节约用水的进一步加强可以在高尔夫球场细节设计中的以下几个方面加以考虑。

高尔夫球场球洞的路径布局不仅影响节水能力，对球场的打球功能，日常维护和成功运作也有关系。由路径决定的球洞选址需要充分利用所在地的地形和现有特性来创造一个独特而自然的高尔夫球场。基于各种局限条件和可能性的路径分析，同时对土地地形做更多的勘察，能让高尔夫球场和谐地融入环境，使维护更有效，并减少灌溉需求。路径还必须确保球场理想的打球功能和美观性，实现对高尔夫球场的可持续经营。

水的可获取性和供应量是高尔夫球场设计中的一个重要决定因素，并且影响灌溉。在天然供水有限或几乎没有的场地，其他替代水源例如再生水或循环水可以用作灌溉水，如果可以获得并在经济上可行。在

图 3 劳雷尔山高尔夫俱乐部，弗吉尼亚州 – 资源节约和水质



水源充足地区，天然降水可以被收集并储存在高尔夫球场所设计的蓄水池里，作为水池并提供灌溉用水。为了减少对地下水或者外来水的使用，这些池塘可以尽可能收集暴雨后从场地径流而来的水和从高尔夫球场排出的水。

高尔夫球场的特点 – 比如发球区域，果岭综合带，沙坑以及水景，都旨在给每一个球洞创造理想的策略、挑战和美观性。不管这些特点是严峻还是平缓，都必须设计成和现有的条件相融合，以此降低建造的成本，维护的需求并提供节水的机会。

减少高尔夫球场上的高维护区域是一种有效的节水办法。减少高维护成本草坪区域的设计必须考虑到高尔夫球场的打球功能和打球节奏。一个球场要经营成功，至少发球台、球道、果岭和一个主要长草区应被经常灌溉，以达到必要的打球条件。一旦确认了高差点球手和资深球手打球的模式，这些区域可进一步减少。次要长草区的草坪草可以只限于在大量打球的区域。

草坪草的选择和使用当地植物也有助于减少球场的用水和维护成本。设计必须要考虑使用的草坪草品种，以及它们创造必要的打球条件的能力。选择最适应当地微气候、并且持续抗旱抗能力特别强的草坪草，可以使一套高效灌溉系统达到最佳运行，并在普通或极端气候条件下节约高尔夫球场灌溉用水量。正确选择的草坪草的优点还可以体现在球场的管理需求上，在保证球场良好的打球条件的前提下减少对化学品的使用。本地草可以用在次要长草区和非打球区域，以减少或取消对灌溉的需求。然而，这些草可能在干旱，炎热或冬季休眠的情况下变黄褪色，而且必须被设计为与当地现有景观相协调，并增加美观度提升环境品质。通常一定程度的培训努力是必要的，才能避免对颜色不佳草的误解，并了解当地环境优势的信息。

保护区 – 将那些生长原生草、适应环境的草或者其他原有本土植物的保护区或其他非打球区域，都融合为高尔夫球场的一部分，从而减少灌溉和维护要求，

并且对野生栖息地的保护和动植物的多样性也会改善环境。许多高尔夫球场使用自然的区域来获得独特的外观和优美的视觉感受，从而提升自己的特色。除了进一步减少灌溉需求之外，使用或保留原生草或其他本地植物，会反映现有的环境特征，并为当地野生动植物提供稳定的栖息地。

灌溉系统可以通过有效的控制和应用来减少用水以促进水的保护。这种系统能够编程，提供精确的供水，供水地点和供水量都可设置。使用不同的灌溉喷头，以便让水只灌溉到指定区域，土壤湿度感应器以及气象监测站也包括在这个系统里，它们通过反馈土壤湿度，气温，风和降水来帮助调整供水量和频率。另外，灌溉系统可以被设计在每个球洞维护区域的覆盖区，这允许在干旱时期，让高草区、发球区和一部分球道的灌溉覆盖降低。进入每年干旱时期，供水补给降至最少，覆盖区域可以允许灌溉量降低 50% 至 70%，以延长供水。

结论

所有上述设计方法单独使用时都可以促进高尔夫球场用水的减少。然而，最成功的设计会采用所有这些方法，以综合考虑应用的方式来保护水资源。另外，高尔夫球场管理者往往可以通过有效的管理来增加现有节水设计的效果，从而进一步地节约水资源。

从某种程度上来说，高尔夫球场的设计过程及其与环境的关系又回到了当初在海边沙丘地带发现球场的时候。今天，创新和可持续的高尔夫球场设计结合了艺术、科技、工程和常识。为了了解环境与景观融合的问题，我们在创造优质球场和环境制约管理可能性的方向上进行探索。专注于这些可能性，设计师可以

“发现”这样的球场——不偏重“景观”而是拥有独特的、固有的特质。与此同时，在尊重环境限制的前提下，我们要创造可持续性的高尔夫球场，融合到现有的自然体系中，并促进未来的资源节约。

图 4 猎鹰高尔夫球俱乐部，弗吉尼亚州 - 节水



附录 - 会议日程

星期二, 2012年11月6日

		报告题目	主题内容
早上 8:00 - 早上 8:15	Glen Nager, 美国高尔夫球协会总裁		
早上 8:15-早上 8:45	Veronica Blette, 首席代表, 节水产品认证 (WaterSense) 科, 美国环保署	联邦政府观点 -对于水和高尔夫	环保署如何看待未来水资源及高尔夫球场用水?
早上 8:45-早上 9:45	Mary Ann Dickinson, 执行董事, 联盟节水	从全国的角度 来看待水资源问题	高尔夫怎样才能更有效使用水?
早上 9:15-早上 9:30	休息		
早上 9:30 - 早上 10:00	Mark Esoda, CGCS - 高尔夫球场管理者, 亚特兰大乡村俱乐部, 佐治亚州	带着坦诚的心态开始: 与监管部门 和立法部门一起合作	高尔夫怎样更好地与立法和监管机构 合作?
早上 10:00-早上 10:30	Greg Lyman, 环境项目主任, 美国高尔夫球场管理者协会	高尔夫球场使用多少水以及 它从何而来?	关于高尔夫球场耗水量和来源的研 究。
早上 10:30-早上 11:00	Doug Bennett, 水资源养护经理, 南内华达州水务局	斜坡和果岭: 拉斯维加斯高 尔夫球产业的用水效率	讨论沙漠地区水资源管理的挑战, 以 及高尔夫如何与之适应。
早上 11:00 - 中午 12:00	小组讨论/问答第一场 (由 Kimberly Erusha 主持)		
中午 12:00 - 下午 1:00	午餐		
下午 1:00 - 下午 1:30	Chris Hartwiger, 美国高尔夫球协会	维护注重中间场地 大型高尔夫球场水资源节约 并不相互排斥	关注于球场中的维护, 以节约 水并且顺便节约大笔资金
下午 1:30-下午 1:45	Pat Gross, 美国高尔夫球协会	加州水资源利用效率的案例研究	特殊水问题球场的案例研究
下午 1:45-下午 2:15	Ali Harivandi 博士, 环境园艺学家, 加州大学 - 戴维斯分校	灌溉谜题: 高尔夫球场水源	高尔夫球场利用循环水, 回收水 或排放水的趋势
下午 2:15-下午 2:30	休息		
下午 2:30 - 下午 3:00	Mike Kenna 博士, 美国高尔夫球协会	满足高尔夫现在与未来用水需求的 研究成果	草坪研究为这一挑战做了什么准备 , 以及未来需要做什么?
下午 3:00 - 下午 3:15	Tim Hiers, 高尔夫球场管理者, 老高力 高尔夫球俱乐部, 佛罗里达州	利用含毒素水源灌溉	一个案例研究: 海滨雀稗以及使用微 碱水进行灌溉
下午 3:15-下午 3:30	Brian Whitlark, 美国高尔夫球协会	减少用水的策略: 美国西南部 案例研究	特殊水问题球场的案例研究
下午 4:00 - 下午 5:00	小组讨论/问答第二场 (由 Kimberly Erusha 主持)		
下午 5:30-下午 6:30	招待会		

高尔夫用水

成为更持续运动的解决方案

星期三, 2012年11月7日

		报告题目	主题内容
早上 8: 00 - 早上 8:45	Henry DeLozier, 全球高尔夫顾问 以及 Jim Hinckley, 世纪高尔夫	水对高尔夫发展与运作的影响	围绕水对高尔夫球场发展和运作影响的经济问题讨论
早上 8:45-早上 9:45	Karen Guz, 自然护理署署长, 圣安东尼奥水资源系统	艰难时刻做出艰难决定: 提前做好抗旱规划的好处	2011 年干旱如何影响当年和今后的监管决策?
早上 9:15-早上 9:45	Dana Lonn, 管理总监, 技术中心, Toro 公司	将浇水决定从艺术转换为科学	提高高尔夫球场灌溉效率的技术
早上 9:45 - 早上 10:00	休息		
早上 10:00-早上 10:15	Bob Farren, 松林球场	揭示过去, 寻找未来	一个案例研究: 松林球场 2 号场地的改造以及它如何影响灌溉用水
早上 10:15-早上 11:00	Rick Robbins 及 Bill Love, 高尔夫球场建筑师	Robbins — 高尔夫球场用水 — 国际视野; Love -设计节水的高尔夫球场	怎样才能将高尔夫球场设计得更节水呢?
早上 11:00 - 中午 12:00	小组讨论/问答第三场 (由 Paul Brown 主持)		



附录 - 发言人简介



Veronica Blette | WaterSense 分部负责人 | 美国环境保护署

Veronica Blette 在美国环境保护署的废水分管理办公室 管理 WaterSense 计划。在她担任目前职务之前，她担任过数年的地下水和饮用水管理办公室主任的特别助理，并同时担任“州立饮用水周转基金”的负责人。在 1997 年加入美国环保署之前，她曾在学术研究机构和环境咨询领域的项目中研究大气沉降对陆地生态系统和水质的影响。Veronica 拥有史密斯学院的地质学士学位和马萨诸塞州大学的地质硕士学位。

联邦政府对水资源与高尔夫运动的看法

该报告将提供环保局、其他联邦机构以及企业正在探寻与水资源短缺以及缺乏获取清洁和安全的水源供应所相关的潜在风险的总结。

Veronica 将介绍 WaterSense 是如何促进更有效地利用水资源，以及高尔夫行业如何能解决超出其目前努力的这一挑战。



Mary Ann Dickinson | 总裁兼 CEO | Alliance For Water Efficiency 机构

Mary Ann 是节水联盟的总裁兼首席执行官，它是一个致力于促进美国和加拿大高效和可持续的水资源利用的非盈利组织。在芝加哥的总部，该联盟与超过 365 个水利设施、水源保护专业人员和规划者、监管者以及与消费者共同协作。在 2007 年 7 月加入该联盟以前，Mary Ann 是加州城市水资源保护委员会的执行董事，这是一个由城市供水机构组织、环保团体及在加利福尼亚州的管理节约用水的其他单位组成的非盈利性组织。这个小组负责实施了全国第一套最佳管理实践方法。

Mary Ann 拥有超过 35 年的工作经验，在南加州大都会水管理机构、康涅狄格州南部地方水务局和康涅狄格环保局等部门工作过。毕业于康涅狄格大学并主修环境规划，Mary Ann 已经撰写了大量关于节约用水、土地利用规划、自然资源管理的许多出版物，以及两部已在公共电视台和社区有线电视上播出的纪录片。Mary Ann 是高效城市水资源管理专家小组国际水协会的主席，美国水源工程协会全国水土保持分部前主席，任职于德克萨斯水资源基金会和河网的董事会，并参与加利福尼亚州大学水利政策措施咨询委员会的工作。玛丽安在美国和加拿大地区以及在国际范围内演讲过许多有关节约用水的文章。

全国范围关于水资源的问题

水资源已经成为人们不断讨论的话题，但关于水源到底发生了什么情况呢？水资源危机真的发生了吗？面对本地社区以及更大的范围，高尔夫球场管理者面临着哪些问题呢？本报告将探讨几个关于水的神秘问题并针对未来的积极行动提供建议。



Mark Esoda | 专业认证的高尔夫球场管理者，CGCS | 亚特兰大乡村俱乐部

Mark 担任亚特兰大俱乐部高尔夫球场总监已经 23 年了。他获得了无数的奖项，其中包括：被选入佐治亚高尔夫名人堂，GCSAA 卓越的政府关系奖，PGA 佐治亚地区杰出服务奖，以及 GGCSA 杰出服务奖/主席表彰。Mark 也是佐治亚州高尔夫球场管理者协会的前任会长，佐治亚州高尔夫协会基金会现任会长和佐治亚州高尔夫协会执行委员会成员。

以坦诚布公的态度：与监管机构和立法机构合作

当与监管机构打交道时，大多数行业总是趋向于达到最低要求以满足合规性问题，然后试图躲在雷达盲区下。为了解决立法问题，公众往往举行抗议游行或“占领市中心”。但有不同的可能更好的方法来影响政策。

监管者希望在执行他们的工作时能得到帮助。高尔夫也有一个公众看法的问题。在佐治亚州，高尔夫产业人员会问这样一个颇有难度的问题：“我们怎样做才能帮助节约用水，以此来此证明我们是优秀的管理者/资源管家？”改革是困难的，但高尔夫行业带头使用自我监管的 BMP 方案，来证明世人的错误认识，他们加强与各委员会及机构的合作，并引进教育资源，其结果是增加积极的认识，并提高节约用水。



Karen Guz | 自然保护署主任 | 圣安东尼奥供水系统

Karen Guz 是圣安东尼奥供水系统自然保护署的主任。她的部门负责与客户合作，通过积极主动的节水教育和激励计划，每年达到节省十亿加仑的水成绩。她在多个州和国家水资源领导委员会，包括水源保护咨询理事会和灌溉设备咨询委员会担任职务。Karen 还持有灌溉师和高级园丁的证书。

Karen 拥有密歇根大学的科学学士学位和北卡罗莱纳州的夏洛特大学的公共管理硕士学位。

在艰难时刻到来前做好艰难的决定：主动抗旱规划的好处

德克萨斯州在近几年经历了极端的天气条件，一些地区在过去四年中的三年里执行了干旱限制措施。在从未使用过干旱管理计划的地区，2011 的大旱迫使他们重新给予节水计划一个现实的审视检查。现在，这个话题让你有机会对每年如何管理并节约用水来尽量减少干旱的影响，以及如何管理可能发生的极端干旱进行现实的讨论。我们所面临的挑战在于平衡人类安全和健康对水资源的需要、管理水资源成本的需要、以及依赖水资源作为他们经济保障的一部分的行业的需要。深思熟虑的规划和积极的措施都是非常必要的，而且能避免不良抗旱规划造成的消极后果。



Doug Bennett | 资源保护经理 | 南内华达州水务局

Doug Bennett 拥有超过 24 年的水资源管理专业经验。作为南内华达州水务局在拉斯维加斯的资源保护经理，他负责一项美国最全面的水资源保护项目。

自 2008 年以来，Doug 担任过 WaterSmart 创新大会项目委员会主席，它是全球最大的致力于提高城市供水效率的专业盛会。在过去的两年中，他曾作为美国绿色建筑委员会的用水效率的技术顾问。Bennett 拥有新墨西哥州立大学的农业学士学位以及商业与人事管理硕士学位。

少量与绿色：拉斯维加斯高尔夫产业中的水资源利用效率

拉斯维加斯拥有一些全国最优秀的沙漠高尔夫球场。科罗拉多河延续 12 年的干旱已经对这个快速发展的城市的供水产生了严重伤害，要求官员们在水的使用政策上做出巨大调整。自 2003 年以来，该地区的高尔夫球场在保持高品质高尔夫打球体验的情况下，对水资源的预算进行更高效地利用。自从干旱开始发生以来，30 个高尔夫球场已经将超过 4 千万平方英尺（918 英亩）的“非必要”的草坪转化为节水型的景观设计。总的来说，这些节水方案每年节约超过 22 亿加仑的水。



Greg Lyman | 环境项目主任 | 美国高尔夫球场管理者协会

Greg Lyman 先生因为他在提高高尔夫球运动与环境关系方面的工作而受到了国际社会的尊重。他的职业生涯将他从球场带到教室，以及他现在在高尔夫行业内推进环境管理和可持续发展的努力。

自 2003 年起，Lyman 就开始担任美国高尔夫球场管理者协会的环境项目主任。他与高尔夫行业的利益相关者、科学家和环保团体一同工作，成为高尔夫行业环境进步的积极倡导者。他受邀发表演讲，作为专家讨论小组成员以及担任媒体、立法和监管机构的发言人。

在 GCSAA，Lyman 的主要项目之一是一项综合性的全国高尔夫球场调查，以确定环境规划；土地利用特点；农药和营养物质的使用；以及水的利用和保护。这是始于 2004 年的一项重大工作，“高尔夫球场环境概况”项目：它一直在全国范围内收集有关高尔夫球场的维护措施、投入、管理工作努力和高尔夫场地上自然资源保护的信息。此数据已被高尔夫行业内部和外部的众多人士使用来定义该行业的自然特性。

在加盟 GCSAA 以前，他是密歇根州立大学的草坪环境教育专家。在密歇根州立大学，他曾与密歇根州环境质量部门和农业部制定了密歇根州的草坪环境研究计划。在 2001 年，GCSAA 授予该项目环境管理总统奖。

Lyman 拥有密歇根州立大学园艺学学士和宾夕法尼亚州立大学园艺科学硕士学位。

高尔夫球场使用多少水以及它从何而来？

由 GCSAA 指导的“高尔夫球场环境概况”项目致力于收集与美国高尔夫球场有关的场地功能、管理办法和投入的数据。本报告提供关于灌溉用水模式、水源、成本、节约方法和灌溉系统基础设施的信息。未来水资源利用的发展趋势和建议也将被讨论。本项目由高尔夫环境研究所提供资金支持。



Pat Gross | 西南地区主任 | 美国高尔夫协会草坪管理部

Gross 是 USGA 西南地区主任，在南加州的办公室工作。他于 1991 年 12 月加入草坪管理部。他的主要职责是在加利福尼亚州和墨西哥通过草坪咨询服务共享高尔夫球场维护问题的实用信息。Gross 在草坪管理部文献发表过很多文章并经常发表演讲和为高尔夫行业会议和刊物供稿。

在加入美国高尔夫球协会之前，他在洛杉矶地区的一个高尔夫球场担任了 5 年总监。在那里，他获得了高尔夫球场管理各个方面的实践经验，包括使用溢出水浇灌和建在垃圾填埋场之上的高尔夫球场的管理。

Gross 是美国加州州立理工大学波莫纳分校的毕业生，具有在观赏园艺学草坪管理专业学士学位。他是几个高尔夫球产业群中一位活跃的志愿者包括加州草坪和园林基金会，LADWP 高尔夫水源特遣队，以及 SCGA 政府事务委员会。

Gross 是出生并成长在南加州一个狂热的高尔夫爱好者。他和他的妻子 Mary Ellen 住在加利福尼亚州的富勒顿市，他们有四个孩子。

节约用水量案例研究

此演示文稿提供了加利福尼亚州的高尔夫球场如何施方案以减少水资源使用实际例子。三块场地被突出显示，他们采取了有效但不同的方法。具体的例子包括草皮缩减项目，改种对水源需求少的草种并自发减少水的使用，并通过 LADWP 高尔夫水资源管理特别行动组强制减少水资源使用量。



Ali Harivandi | 环境园艺师 | 加州大学-戴维斯分校

Ali Harivandi 博士是草坪、土壤和水资源问题的区域专业顾问，于 1980 年加入加利福利亚大学在旧金山湾区的合作推广部。他拥有科罗拉多州立大学草坪管理科学硕士和博士学位。他曾担任高尔夫球场管理者协会技术/资源咨询委员会成员，目前服务于美国高尔夫协会草坪与环境研究委员会。Harivandi 博士是国际知名的草坪、土壤以及灌溉水含盐量和再生水灌溉的专家。

灌溉谜题：高尔夫球场水源

高尔夫行业在全球面临的最重要的问题是水或水资源缺乏！人口的增加和干旱的发生使得高尔夫球场的用水成功地从饮用水转换为再生水利用。高尔夫行业通过优秀的教育推广已经克服了人们脑海中对再生水灌溉的负面印象。因此，高尔夫球场越来越多地倾向于使用再生水资源灌溉。主要的问题已经不再是是否切换到再生水灌溉，甚至如何管理这个新的灌溉水源，而是具体的高尔夫球场如何才能尽快获取一个再生水源。



Mike Kenna | 草坪管理研究部主任 | 美国高尔夫球协会

Michael P. Kenna 博士自 1990 年 2 月以来一直担任美国高尔夫球协会草坪管理部研究部主任。他负责的 USGA 的草皮和环境研究活动，包括征集和评估有关的研究建议，划拨款项，与政府和商业渠道建立合作资金。Kenna 博士访问了大量地区的草坪与环境研究场地，在各种会议上就 USGA 的研究计划发言，并担任顾问委员会和研究基金会的职务。他曾与美国农业部门在涉及到高尔夫球场节水节能的研究项目中密切合作。Kenna 博士曾担任关于草坪草生物技术、环境问题和水资源保护再利用的很多书籍的主编。

Kenna 博士在加州州立理工大学波莫纳分校获得观赏园艺学士学位。并在俄克拉何马州立大学获得了农学硕士学位以及作物科学博士学位。他的研究生学习涉及草坪和牧草育种、数量遗传学、植物生理学和草坪管理。在 1985 年，Kenna 博士留校任教，在俄克拉何马州立大学担任助理教授，负责草坪草的研究活动和全州推广计划。他于 1988 年被选为美国高尔夫球协会研究委员会的青年科学家，是 2003 年加州州立理工大学农业学院杰出校友。

满足高尔夫现在与未来用水需求的研究成果

三十年前，美国高尔夫球协会成立了草坪研究委员会，其主要目标是为了研究开发用水少、耐受极端温度、盐度和害虫且只需要最低限度维护的草坪草品种。随着美国高尔夫球协会提供超过 3,000 万美元的高校财政支持，新品种相继被推出，水源利用效率得到提高，新的灌溉技术也被开发出来。更重要的是，这一计划重新定向大学的研究方向—集中在节约用水方面，同时提高高尔夫球场使用的草坪草的适应性和管理技术。



Tim Hiers | 高尔夫球场管理者 | Old Collier 高尔夫俱乐部

William T. "Tim" Hiers，认证的高尔夫球场管理者，自 1976 年以来一直是高尔夫球场的经理。目前，他是 Old Collier 高尔夫俱乐部的农学主任和高级农艺师，同时担任 Turf Dynamics 有限责任公司副总裁。他的成就包括协助 Old Collier 乡村俱乐部成为第一个“奥杜邦国际协同保护区”的高尔夫球场。2000 年，Tim 加盟老高力高尔夫俱乐部，并带领大家努力实现了成为第一个“奥杜邦国际黄金级协同保护区”的认证指定高尔夫球场。该项目是美国大陆第一个在整个高尔夫球场使用较新的雀稗草品种和世界上第一个只用苦咸水浇灌的球场。Tim 已经在众多 GCSAA、PGA 和公会会议和研讨会上发表演讲。他是一位经验丰富的高尔夫球场、私人俱乐部和度假产业的顾问，还是众多大学农学课程的特邀讲师。Tim 还担任过佛罗里达州的高尔夫球场管理者协会主席，目前是佛罗里达草坪协会的董事会董事和佛罗里达州草坪协会肥料研究基金会主席。在他的职业生涯中，Tim 已获得了无数的奖项认证，包括：佛罗里达州高尔夫球场管理者协会杰出服务奖 - 1986 年；东南地区环境管家奖 - 1993 年；1994 年获得第一个约翰·詹姆斯·奥杜邦环境管家奖；1994 年 GCSAA 全国环境管家奖获得者；1995 年 GCSAA 主席环境领导奖；1998 年佛罗里达州的草坪草奖草协会花环奖；2009 年 GCSAA 卓越的政府关系奖。

利用含毒素的水源灌溉

水的质量和数量都是佛罗里达州高尔夫球场所面临的重大挑战。在 Old Collier，我们采取独特的方法将老的草坪草置换为新草皮品种—可以使用以前认为不适用于灌溉的水源进行浇灌。然而，使用这种水必须克服许多由之而来的新挑战，使之成为一个可行的、长期的高尔夫行业的解决方案。



Brian Whitlark | 西南地区农艺师 | 美国高尔夫球协会草坪管理部

Whitlark 于 2008 年作为农艺师加入草坪管理部，在亚利桑那州、内华达州、加利福尼亚州和新墨西哥州与区域总监 Pat Gross 一起提供草坪咨询访问服务。

Whitlark 是经过认证的土壤专业科学家，并与面临水-土状况挑战的高尔夫球场开展了广泛合作。自从加入草坪管理部以来，Whitlark 已经进行了各种领域的应用研究，包括球道培育的方法，超短型狗牙根草果岭的深度剪割对有机物和茅草减少的作用，最近的研究是，使用草坪着色剂的利与弊。他撰写了大量文章并为土壤、水和土壤测试结果解释方面的工作人员提供演示。

Whitlark 就读于亚利桑那大学图森分校的土壤、水与环境学系，获得了学士和硕士学位，以草坪科学为专业重点。他在湾区长大，喜爱高尔夫、足球和橄榄球运动，并且已经完成了七项马拉松赛事。他和妻子 Vanessa 以及两个女儿 Lily 和 Lauren 居住在亚利桑那州的吉尔伯特市。

水源利用效率案例研究

本文着重介绍了美国西南部草坪管理者所使用的节水战略。具体的例子包括灌溉系统的重新设计和喷嘴技术的升级，改进灌溉程序，改善土壤物理性质，利用新的土壤湿度传感技术，并转为使用再生水灌溉。



Paul Brown | 推广专家和研究科学家 | 亚利桑那大学

主持人

Paul Brown 博士在亚利桑那大学的水源与环境学系担任推广专家和土壤研究科学家。他创建了亚利桑那气象网 (AZMET) 并且目前担任该网的管理者，这是一个为农业和园艺作物生产者提供天气相关的信息及操作的自动气象站网络。与草坪相关的研究和项目包括：1) 为低沙漠草皮系统创立了作物系数，2) 公布了亚利桑那州主要城市地区的草坪消耗曲线/表，3) 州对草坪设施的水税征收的评估（对地下水的使用限制），4) 利用电磁感应评估高尔夫球场的土壤盐度水平，5) 定量分析从草坪灌溉系统蒸发的水量。



Henry DeLozier | 负责人 | 全球高尔夫顾问公司 (GGA)

Henry DeLozier 是全球高尔夫顾问公司，一个服务于投资银行、地产开发商以及高尔夫球场资产拥有者和经营业务领域的国际咨询公司的负责人。

在 Golf of Pulte Homes 担任了九年的副总裁后，Henry 先生加盟了 GGA。在效力于 Pulte 时，他在 10 个州开发了 27 个新的高尔夫球场，使 Pulte 成为美国高尔夫社区和球场的最大的开发商，在高尔夫资产开发的投资超过了 5 亿美元。

他连续 10 年成为 Golf Inc. 杂志公认的“高尔夫行业最具影响力人物”之一。他是 NGCOA 的前任总裁。他因为对高尔夫球场和住宅物业的不凡理解而被认可。他是一个严肃的利润生产者，创新营销专家以及出色的客户服务的倡导者。

他也是商业周刊、CNBC-论谈、金融时报、高尔夫人、高尔夫文摘和高尔夫商务杂志、纽约时报、华尔街日报和华盛顿邮报的专家顾问。

DeLozier 先生毕业于俄克拉荷马州立大学，曾经是学校的全美高尔夫球手。

水资源对高尔夫开发与运营的影响

从经营权利和许可到直接运营的费用，水以多种方式影响经济发展和高尔夫球设施的运营。具体来说，Jim 和 Henry 将回答有关水对主要财务指标的影响以及用于设施建设和运营的最佳管理实践。你会听到一个简短的前瞻性报告涉及到水在高尔夫设施中的使用和滥用的新的趋势。



Jim Hinckley | 总裁兼首席执行官 | Century Golf Partners

在创立 Century Golf Partners 之前，Hinckley 先生拥有 32 年的职业生涯服务于 ClubCorp 公司，并在过去的七年中担任总裁。2005 年，Jim 收购了 WMC，建立了 Century Golf Partners，并与他的合作伙伴一起收购了两家高尔夫球场的投资组合，它们拥有总量达 40 家高尔夫球场，并获得了 Arnold Palmer 高尔夫管理品牌。Jim 服务于许多行业委员会，其中包括全美高尔夫球场业主协会，美国国际青年高尔夫球协会，职业高尔夫球协会 (PGA) 美国教育和雇主理事会，并且是 PGA 的前成员。Jim 是世界总裁组织 (WPO) 的成员，并担任 St. Paul 医院医学基金会和儿童自尊中心的董事会成员。

高尔夫球场使用多少水以及它从何而来？

从经营权利和许可到直接运营的费用，水以多种方式影响经济发展和高尔夫球设施的运营。具体来说，Jim 和 Henry 将回答有关水对主要财务指标的影响以及用于设施建设和运营的最佳管理实践。你会听到一个简短的前瞻性报告涉及到水在高尔夫设施中的使用和滥用的新的趋势。



Chris Hartwiger | 美国东南地区高级农艺师 | 美国高尔夫球协会草坪管理部成员

Chris Hartwiger 位于阿拉巴马州伯明翰市，并与 Patrick O'Brien 一起在美国东南部地区的 USGA 草坪管理部工作。他的大部分访问地点集中在阿拉巴马州、佛罗里达州、密西西比州和田纳西州，目的是帮助球场管理者根据他们所在位置制定最佳的管理方案。在球场访问间隙，他喜欢为行业相关的团体发表讲座，并为各种与草坪草相关的出版物撰写文章。

在加盟我们之前，Hartwiger 先生在威廉与玛丽学院获得了学士学位并在北卡罗来纳州立大学取得硕士学位。在北卡罗来纳州立大学，他在 Joseph DiPadua 和 Charles Peacock 教授的指导下，完成了对“轻型压路机在翦股颖果岭上的使用”的论文。

他出生在弗吉尼亚州约克镇，他对草坪业的兴趣始于幼年时期，帮助父亲经营一个小型的草坪护理业务。他很快就被高尔夫球场所吸引，开始了他长年累月地在高尔夫球场上工作和打球的生涯。

维护注重中间场地：高品质的高尔夫球场与水资源节约之间并不相互排斥

高尔夫运动给许多人带来的乐趣可以持续一生。由于社会、环境和经济现实的改变，高尔夫球场的维护方式也会不断进步。改变对高尔夫球场水资源的认识可以作为催化剂来推动中间段维护质量的提高，反过来会使这项运动更令人愉快和更经济。



Dana Lonn | 高级草坪技术中心管理总监 | Toro 公司

Dana 于 1974 年加盟 Toro 公司并成为在产品工程、计算机辅助工程方面不可多得的人才，并担任高级工程经理。在目前担任高级草坪技术中心管理总监这一职务中，Dana 负责领导公司的研发团队致力于下一代产品和技术的开发以及如何将其应用到市场。

高级草坪技术中心 (CATT) 团队成立于 1998 年，为客户开发专业草坪市场的创新解决方案，以及包括高尔夫球场、运动场、场地和景观维护中的环境友好型技术。该集团的使命是与客户，学科带头人和行业专家共同开发解决方案以及可能的突破性产品。CATT 在以下领域产生积极影响：水源管理、替代燃料和劳动生产率。Dana 曾参与了 Toro 商业、住宅和灌溉等各种各样的产品的开发工作。Dana 拥有 10 项美国专利。

Dana 求学于明尼苏达大学 - 双城校区，在那里他获得机械工程学士学位并以优异的成绩毕业。他在明尼苏达大学作为科技公司研究员继续了他的研究生的工作，并获得机械工程理学硕士学位，以优异成绩毕业。Dana 活跃在他的职业和行业中，包括机械工程师，汽车工程师协会，美国农业与生物工程师协会以及美国高尔夫球场管理者协会。

将浇水决策从艺术转换为科学

有效地使用水是一个棘手的问题。我们正在试图用完整的人工灌溉系统来取代自然降雨。随着水资源的有限供应，我们必须清楚地了解，我们的水用在哪里，何时使用以及用量是多少。对这一目标的实现促使我们利用科学和技术。我们需要更多的控制和反馈，以帮助人们做出优化性能和最大限度减少投入的决策。



Bob Farren | 高尔夫球场与地面管理总监 | Pinehurst, LLC

1979 年马歇尔大学休闲与旅游业学士；自 1978 以来美国高尔夫球管理者协会的成员；1985 年美国高尔夫球管理者协会认证主管；自 1982 年开始在松林球场 4 号球场以主管助理的身份供职；自 2001 年以来担任高尔夫球场与地面管理总监；供职于卡罗莱纳监管委员会并于 1995 年担任主席；在多个美国高尔夫球管理人协会委员会中任职；参与高尔夫球与环境问题研究多年；2007 年环境管理主席大奖获得者；美国高尔夫球协会草坪管理部委员会成员。

揭示过去，决定未来

2010 年 3 月，松树球场 (Pinehurst) 高尔夫俱乐部开始了也许是是有史以来最大胆的高尔夫球场修整项目之一。Coore/Crenshaw 公司接到的挑战 – 恢复或者去掉松林二号的原貌，使之成为了 Donald Ross 最伟大的设计。经过大量的研究表明，大多数的球场变更设计和策略可以归结为：通过某种方式使得灌溉系统自动化和扩大化以供应大规模的草地。该项目的最终结果是草坪总灌溉亩数从 90 亩减少到 50 亩。灌溉喷头的总数由 1150 个减少到了 450 个。而“老套”的球道中心线灌溉系统现在决定了球场的战略线。当你越接近广阔的球道中心线时，草坪质量和回弹性变得更加可以预见。



Rick Robbins | 公司总裁 | Robbins and Associates International

想要真正了解高尔夫球世界对于 Rick Robbins 的深刻影响，你必须纵观跨越多个时代的罗宾斯家族所拥有的血统、经验和激情。他的祖父是一名苗木培养工人，在他手里，罗宾斯家族的旅游景区从 Blowing Rock 这一个岩石奇观发展成了一个镇的名字。Robbins 在高尔夫社区中长大，周围有着全国最具影响力的高尔夫人。作为 Pine Needles Lodge & Club 公司的经理，接手他父亲与 Peggy Kirk Bell 和 Warren "Bullet" Bell 的工作，并作为 Hound Ears 乡村俱乐部（由他父亲与叔叔开发的）的一员，他的才华被 Robert Von Hagge（前著名建筑师 Dick Wilson 和澳大利亚 PGA 高尔夫巡回赛球手 Bruce Devlin 联合运营的公司）所发现也就一点都不奇怪了。Robbins 后来跳槽到了 Nicklaus/Sierra 发展公司，帮助了许多 Jack Nicklaus 社区的发展。此后他又转移到了金熊设计公司，成为了该公司香港办事处的高级设计师。他那用来设计高尔夫球场的与生俱来的天赋并不单单令人愉悦，更能让人领体会到他所接触的每一寸土地的自然魅力。

自 1991 年起，Robbins 就开始与他自己的罗宾斯联合国际公司一起设计球场。公司总部位于北卡罗来纳州的卡里，一个 Robbins 所熟悉的地方，包括了他的母校北卡罗来纳州立大学设计学院，以及罗宾斯家族经营多年的众多有趣的历史名胜和旅游景点。这其中包括了 Tweetsie 铁路、Hound Ears 俱乐部、The Elk River 俱乐部和 Beech Mountain 高尔夫及滑雪度假村。

高尔夫球场用水 - 国际视野

Rick 将展示有关中国高尔夫球场发展与水资源利用关系的信息。这是一个影响到中国社会和政治文化许多方面的主题。过去水资源利用和水源质量对高尔夫发展的影响以及今后这两种关系如何改善将成为讨论的议题。



Bill Love | 总裁 | WR Love Inc.

Bill Love 拥有超过三十年的高尔夫球场建设、娱乐设施和开放空间的规划经验，以及高尔夫球相关土地规划经验。他曾参与超过两百个项目，包括新建高尔夫球场和高尔夫社区的设计和开发，加强和改造现有的高尔夫球设施。这些项目包含了各种类型预类型以及遍布北美地区的公共与私人客户，以及一些选择性的外国客户。Bill 是 WR Love 公司的总裁，该公司提供土地规划与高尔夫球场设计，他同时还是 Love&Dodson 有限责任公司的负责人，该公司提供可持续发展的规划和咨询服务。他的公司是世界上唯一的一个 ISC 可持续发展型设计公司。多年来，他的设计项目凭借创新设计与环境管理获得了广泛的认可和褒奖。

是美国高尔夫建设协会的前任主席和长期成员，该协会为北美地区领头的专业设计师组织。Bill 还曾担任该协会环保委员会主席长达 20 年，积极地参与了有关高尔夫球场的可持续发展和环境问题。除了是一名合格的高尔夫球场设计师之外，比尔还是一名注册景观设计师。在高尔夫球这个环境敏感运动的发展上，他的专业性使得他参与了许多组织，如国际可持续发展委员会、国家高尔夫与环境倡议、Audubon 合作保护区咨询委员会、美国高尔夫球协会环境委员会；美国高尔夫球协会野生动植物咨询委员会；美国高尔夫球管理高尔夫球场管理者协会建设咨询委员会和 EIFG 选址与设计委员会。他为 ASGCA 撰写了三版“环境方针与高尔夫球场发展”，并参与出版了例如“美国高尔夫球场环境原则”和 EPA 的“高尔夫设施回收超级基金”等各种出版物。他还持续担当高尔夫球场和环境、高尔夫球场开发规划和改造、大学高尔夫球场的设计和更新等课题的讲师。Bill 也对 The First Tee（青年高尔夫球培训基地）提供了多方位的协助，同时还服务于华盛顿地区的 The First Tee 董事会和执行委员会，在青少年层面促进协会的价值和设施发展。

设计节水环保的高尔夫球场

如何才能使高尔夫球场设计得更具有可持续性并使用更少的水呢？此报告包含了对于影响高尔夫球场设计和水资源管理的一系列问题的审查。关于高尔夫球场水资源保护首先应解决新的高尔夫球场和现有设施改造的整个设计过程中涉及的资源管理和保护问题。



在推特上关注我: twitter.com/usga



在脸书上关注我们: facebook.com/usga

登陆我们的官网: www.usga.org

美国高尔夫球协会 P.O. Box 708, 77 Liberty Corner Rd., Far Hills, NJ 07931-0708
T 908.234.2300 F 908.234.9687

