

草懂成本吗？

不要通过花钱来谋求园艺技能。

作者：斯坦利 J. 索恩泰克、戴夫 A. 奥蒂斯、达林·比瓦德、凯斯·哈普、吉姆·斯科洛斯基、鲍勃·维夫雷克、亚当·穆勒



一个状态良好的高尔夫球场，是每位草坪管理者梦寐以求的。要实现该目标，离不开肥料。挑战在于，如何以更少的资金投入，打造出维护完善的高尔夫球场。

如今，高尔夫球场草坪总监选择草坪草肥料时面临着品类繁多的产品。这是一件好事。竞争会带来更优秀的产品和服务，以及更低的价格。在当今极具挑战性的经济时期，一切能减少和控制成本的做法都是值得称赞的，特别是在不影响草坪健康、外观和可玩性的情况下。毕竟绝大多数高尔夫球手仍然希望并期望在状况良好的高尔夫球场上打球。许多高尔夫球场草坪

总监所面临的挑战，就是如何以更低的成本来实现这种场地条件。

本文将探讨几项或将解决该问题的方案。这是关于肥料的一个基本讨论。如今，草坪管理者面临着五花八门的肥料产品选择，而草是否真的知道这些产品之间的差异？高价的肥料就能带来更优质的草？您是否应该考虑那些使用方便、效果理想、且成本更低的经济型肥料？我们一起来寻找答案吧。

问题

您如何购买肥料？

1. 按包买？
2. 促销？
3. 购买方便？
4. 有使用某种特定肥料的经验？
5. 您喜欢某个经销商或销售员？
6. 包装开封是否方便？
7. 释放速率？（包内是什么？）
8. 肥料分析

（基于土壤测试结果）？

9. 您希望该肥料实现什么目的（迅速返青、休眠养分等）？

10. 您实际需要的营养元素，其每磅费用多少？

您或许已经找到答案。第4、7、8、9和10项才是您购买化肥时应该考虑的要素，而第1、2、3、5和6项对购买决策的影响较小。

草是否知道您所用化肥的差异？我们的团队猜，您的脑海中已经有了这个问题的答案。答案是一可能不知道！您的回答基本正确。大多数营养元素以无机物的形式进入草坪植物体内。因此，所有肥料都必须转化为可供草坪植物利用的形式。大多数商品肥料都是快释、匀释和缓释植物养分的混合物，主要成分是氮素。氮素仍是最重要的肥料成分。氮能促进植物生长，而其他营养元素的作用是维持植物生长。但它们之间是有区别的。

标签上提供了关于肥料实际成分的所有信息。请阅读标签。毕竟，假如您追求的是快速见效，那么氮素就是您要寻找的主要植物养分。其他各种营养元素固然重要，但可能是不必要的，尤其在土壤测试未显示土壤中缺乏该营养元素的情况下。对于草或土壤不需要的营养元素，为什么要使用并为其买单呢？在土壤中添加草不需要的额外营养元素可能纯属浪费金钱，还可能对环境造成不利影响。现在有一种行业趋势，即根据盐基饱和比（BCSR）来推荐土壤肥力方案。研究表明，高于BCSR建议值的肥力并不会使草变得更健康。此外，往草上喷洒可溶性肥料的做法（少量多次）越来越普遍。多么伟大的一项方案！再次，昂贵的液体肥料带来的植物效应优于简单（也更便宜）的尿素吗？同样，您可能知道或已经猜到了答案。

Guaranteed Analysis	
Total Nitrogen (N).....	20.00%
1.56% Ammoniacal Nitrogen	
3.44% Urea Nitrogen	
15.00% Slowly Available Nitrogen*	
Available Phosphate (P ₂ O ₅).....	4.00%
Soluble Potash (K ₂ O).....	10.00%
Iron (Fe).....	1.00%
Derived From: Urea, Dicyandiamide Urea, Ammonium Phosphate, Muriate of Potash, and Iron Sulfate.	
*15.00% Slowly Available Urea Nitrogen from Dicyandiamide	

注意该完全肥料包装上“源自”一行的内容。主要氮素成分是尿素和尿素衍生物。人们常常不会阅读标签上的这部分信息，但其实这里列出了一袋肥料中有哪些成分。

阅读标签

每个肥料包装袋上都会有标签显示袋中的内容物。标签最重要的部分位于其底部：“源自”。这里列出了袋中内容物的实际成分。请注意，排在首位的营养物质是尿素，这是大多数商品肥料中的主要植物养分。尿素肥效快（草坪管理者喜欢看到立竿见影的效果），引起灼伤的可能性低——尤其是与缓释的氮肥混合使用时；而且价格也相对便宜。这引发了一个问题：“假如您的目标是植物效应，那么是否需要施用氮素外的其他肥料？当然，因为这涉及将低速率的可溶性氮产品少量多次地喷洒在草上，所以答案可能无疑是否定的。

显然，每种情况各有不同。作为为高尔夫球场制定肥料种类和施肥方案的草坪管理者，您是唯一能做出这些决策的人。作为美国高尔夫球协会（USGA）的实地农艺学家，我们发现各个高尔夫球场有不同的肥料方案。有些方案以科学（土壤测试）为基础，而其他肥料应用相关决策则是基于果岭维护的艺术——草坪管理者对草皮、土壤及每个高尔夫球场上不同生长环境的经验。深思熟虑的高尔夫球场草坪总监，则将草坪管理的科学与艺

术相结合，从而做出最有利于高尔夫球场的决策，同时还会关注预算并考虑如何节省成本——在不影响高尔夫球场外观或可玩性的前提下。即便如此，每次购买肥料时仍有一些基本要素需要考虑。

进行数学运算

为实现本文目的，我们会将尿素（46-0-0）与极为普遍且相对便宜的完全肥料进行对比。注释：完全肥料含有磷和钾，而尿素不含这些元素。然而，假如您草坪所需的植物效应唯有氮素才能提供，那么其他的营养要素就是没有必要的。谨慎的草坪管理者应该对草坪所施用的任何肥料进行数学运算。最后的发现可能会让人大吃一惊。以下是一些简单的肥料对比。第一种是大面积施用方案，第二种是可溶肥料的少量多次方案。

- 尿素（46-0-0）的成本是每包50磅约20美元。
- 每包50磅的尿素中含有23磅氮素（50磅×0.46）。
- 每磅氮素的费用约为0.87美元（每袋20美元/23磅）。
- 在1英亩的面积上每施用1磅氮素/1000平方英尺，成本约为38.00美元（43.56×0.87美元）。

- 供参考：在 1 英亩的面积上按照 1 磅氮素/1000 平方英尺的用量，需要 20-4-10 肥料，成本约为 70.00 美元。

如上所述，在最简单的情况下，若要使每单位营养元素的成本最低，则购买化肥时应基于特定产品中氮素含量的单位成本或每英亩成本（或每 1000 平方英尺成本）。再次，在所有肥料营养元素中，高尔夫球场最需要的是氮素。

少量多次

- 按照 $\frac{1}{8}$ 磅氮素/1000 平方英尺的用量，尿素的成本是 4.75 美元/英亩（ $\frac{1}{8}$ 磅 \times 43.56 \times 0.87 美元/磅）。

- 供参考：同样按照 $\frac{1}{8}$ 磅氮素/1000 平方英尺的用量，使用 20-20-20 的肥料，成本是 51.00 美元/英亩。

- 对于 3 英亩的果岭，施用同等数量氮素，价格差异达到 138.75 美元！

这意味着什么？首先，氮是植物生长最重要的影响因素。虽然其他常量和微量营养元素也至关重要，但氮素是植物效应的动力，而我们为高尔夫球场购买肥料或供应商向我们出售肥料时，却似乎忽略了这一点。基础肥料可以节省资金，仅仅是因为它含有更多植物最需要的营养元素——氮。其价钱也更低。

为了帮助计算实际的肥料成本，普渡大学制作了以下草坪肥料计算器网站。这是一种计算每磅肥料成本的简单方法。草坪肥料计算器，乔纳森·哈德贝克，普渡大学——<http://www.agry.purdue.edu/turf/fertcalc/fertilization%20calc.html>。

我们从技术层面来看

肥料中的主要元素——氮磷钾——以什么形式被草坪植物吸收？

氮：“氮（N）主要以无机硝酸根离子（ NO_3^- ）的形式被植物吸收。硝酸根离子是可溶物，能通过蒸腾流被动地进入草坪植物体内，但植物能在氮素还原酶的帮助下迅速将硝酸盐转化为氨基（ NH_2 ）化合物。然后，通过碳水化合物与氮代谢的联系，该氨基化合物与六碳单糖——光合作用的终产物相结合（ $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2$ ）。”随着草的生长，这种氨基化合物会固定空气中的碳元素，维持植物生长。“最终会形成碱性氨基酸，再通过大量的置换反应，产生生长所必需的蛋白质和催化大量必要代谢反应所需的酶。”（宾夕法尼亚州立大学名誉教授托马斯·沃奇科博士）



少量多次施肥，即频繁施用低速率的肥料。通过这种方法，草坪管理者在单次施用时应更严密地控制到达植物体内的营养元素。

磷：“可供植物利用的磷酸盐离子 (H_2PO_4^- 和 HPO_4^{2-}) 通常存在于土壤水分中，并被根部吸收以供应植物的生长需求。（宾夕法尼亚州立大学教授彼得·兰德斯绍特博士）

钾：“钾 (K) 存在于矿物质中，通过天气作用，可分解为 K^+ 离子”。（马里兰大学教授彼得·德诺登博士）

因此，草坪植物的主要常量营养元素氮磷钾 (N-P-K) 以无机离子的形式被吸收并进入植物体内。各种肥料之间有差别吗？从最基本的分子层面来讲，没有。唯一的区别在于不同肥料的灼伤潜力——盐分指标。附图是氮素和钾素最常见的形式及其盐分指标。该图按降序排列。也就是说，从上到下依次是灼伤潜力最低的肥料到灼伤潜力最高的肥料（硝酸钠）。

氮素/钾素来源	盐分指标*
天然有机物（氮含量 6%）	0.70
硫酸钾	0.85
磷酸氢二铵	1.61
尿素	1.62
氯化钾	1.94
磷酸一铵	2.45
硝酸铵	2.99
硫酸铵	3.25
硝酸钾	5.34
硝酸钠	6.06

*基于同等氮素施用量的盐分指标

微量营养元素：很多肥料含有其他成分，通常称为微量营养元素。微量营养元素缺乏症较为罕见。最常见的微量营养元素缺乏是铁元素，这是最容易获得且最便宜的一种微量营养元素。肥料中的其他成分，如腐殖酸、润湿剂、海藻提取物和生物刺激素等，都具有不同的功能。草坪管理者需要确定草

坪草是否需要促使该产品价格高于氮素的添加剂。那么又引发一个问题，土壤中多余的肥料营养元素会使草更健康吗？要回答这个问题，我们来看看以下美国土壤科学协会 (SSSA) 的摘要。

著名引述

盐基饱和比与“理想”土壤的使用评估（澳大利亚昆士兰大学土地与食品科学学院，彼得 M. 科比蒂科博士和尼尔·孟席斯博士）：我们对许多研究进行数据调查后发现，在土壤中普遍存在的含量范围内，化学、物理和生物肥力通常不受钙、镁和钾比例的影响。该数据与农艺学和园艺学中“BCSR 及 BCSR 的持续推广将使资源利用更低效”的说法不符。

显然，额外的肥料营养元素只会增加您的肥料方案成本，而对草坪几乎没有益处。使用简单的土壤测试仍是监测土壤 pH 值和营养水平的最有效方式。综合土壤测试用于沙质土壤是最理想的，但对于矿物土壤的适用性相对较低。

练习果岭匍匐翦股颖通过叶面吸收氮素来利用带氮素标记的无机和有机源。（阿肯色大学，克里斯·施泰格勒、迈克·理查德森、道格·卡歇尔、亚伦·巴顿）：该研究评估了带氮素标记无机源（尿素、硫酸铵、硝酸钾）和有机源（三种氨基酸）的叶面吸收潜力。该研究发现，施用 0.10 磅标准立方米的液态氮素 8 小时后，仅 40 - 50% 的氮素被叶面吸收。除了硝酸钾的叶面吸收率较低外，其他所有营养源都相差无几。总之，若施用 0.10 磅标准立方米，则仅 0.05 磅标准立方米通过叶面吸收。为什么要为“特殊配方”产品支付溢价以促进叶面吸

收？此外，尿素的作用效果与其他产品不相上下。因此，您的氮素总预算中似乎只有一小部分可以被叶面吸收。

在氮肥方案中加入铁元素以调控 Penn A 系列匍匐翦股颖的肥水需求。（宾州州立大学，戴静、马克思·斯克斯伯格、阿尔·特金）：该研究发现，铁对颜色的影响作用与氮相当。这意味着假如您在每月 0.10 磅标准立方米叶面喷洒方案中加入铁，则可以将氮素比例降低一半，并得到相同的颜色效应。关键信息：铁的使用对于美学而言是极好的；硫酸铁的效果似乎不错，因而无需购买昂贵的铁制剂。您可以维持美观的颜色，但实现较少的生长量。

细胞分裂素植物提取物生物刺激素、铁和氮产品对匍匐翦股颖夏季质量的影响评估（芝加哥地区高尔夫球协会，德里克·赛特尔博士；马里兰大学，彼得 H. 德诺登博士）：计算伊利诺伊州和马里兰州的季节数据平均值，发现单独的尿素和含尿素的施肥方案通常能带来最优的夏季质量。然而，在两地施用单独的尿素、IronRoots + 尿素、根浓缩物 + 尿素或 PanaSea + 尿素，没有发现显著差异。

该研究还比较了归一化植被指数 (NDVI) 颜色等级。在伊利诺伊州（2007 年和 2008 年）和马里兰州（2008 年），施用尿素、IronRoots + 尿素、根浓缩物 + 尿素或 PanaSea + 尿素的土地上，该等级始终保持高位。然而，施用各种含尿素的肥料并没有带来显著的 NDVI 等级差异。

施用尿素的價值

该研究中的一条微妙信息得到了印证。具体而言，是指施用 46-0-0



尿素仍然是最有效且成本效益最高的氮素形式。当草需要氮素效应时，您可以选择尿素和硫酸铵。

的尿素的值。尿素是 100% 溶于水，施用 $\frac{1}{2}$ - 1 磅标准立方米的低速率颗粒氮是不错的选择。尿素的灼伤潜力低于另一种常用的可溶性肥料硫酸铵 (21-0-0)。尿素在温水中极易溶解，因而在少量多次的草坪喷洒施肥方案中是一种理想的肥料。也可以使用尿素颗粒。注释：尿素颗粒有不同尺寸。大多数草坪管理者都使用尺寸较小的饲料级尿素。这种尿素更方便干施，能带来更佳的覆盖率，也更容易溶解（若通过喷雾器施用）。尿素也是可供草坪管理者使用的最便宜的氮源。

免责声明

每位高尔夫球场草坪总监都比其他人更了解自己的球场以及球场上的草。经验是无可替代的。除非

有充分的理由，否则不要改变一项成功的方案。另外，也别忘了“盐分指标”等因素以及各种肥料的灼伤潜力。

最后，为了环境利益，我们还需要对有机副产品（天然有机物）进行循环利用。最终结果是获得草坪需求、预算和环境之间的平衡。

总结

鉴于如今紧张预算，也许是时候重新考虑您的化肥采购工作了。采购目标——根据土壤测试结果，尽可能有效且高效地为草坪提供必要养分，而不要过度施用必要的营养元素或草坪植物不需要的营养元素。

记住，土壤中多余的营养元素不会使草坪更健康。多余的钾不会使草坪植物对夏季胁迫的耐受能力变强，也不会带来更强的冬季耐寒

性。事实上，过多的肥料会造成浪费（预算方面），还会增加径流和地下水污染的风险（对环境不利）。在一年中不恰当的时机，营养水平过高甚至可能灼伤草皮。并非总是越多越好。

如今，高尔夫球场草坪总监在购买肥料时，的确面临着非常广泛的选择。本文旨在将草坪管理者打造为更优秀的消费者。

斯坦利 J. 索恩泰克是中大西洋地区总监，他与农艺师达林·比瓦德和凯斯·哈普一起合作。戴夫·奥蒂斯、吉姆·斯科洛斯基、亚当·穆勒在东北地区负责草坪咨询服务访问工作。鲍勃·维夫雷克是中北部地区的农艺师。