

不要去猜测——应核实数据！

铺沙和打孔通气时，通过活生生的数字消除凭空猜测。

作者：鲍勃·布拉姆

高

尔夫草坪专业人士了解果岭铺沙和打孔通气操作的重要性，但缺乏与高尔夫设施管理相结合的信息，这一情况可能会损害实际完成的工作。通常，球场设施的领导层会低估通气和铺沙计划的重要性。由于这些计划对于果岭性能是至关重要，因此，草坪总监需要很好地传达对这些破坏性公认措施的需求。土壤物理测试可以为不断培育根系层土壤这一需求提供科学证据，并提供方法衡量这些计划长期影响。

虽然物理土壤测试能提供大量复杂信息，但草坪总监可以利用孔隙度这一数据向外行解释耕作需求。土壤剖面由硬粒和硬粒间的空隙（即孔隙）组成。理想情况下，这两种类型应该差不多均匀分布——硬粒和孔隙空间各占 50%。

硬粒由粘土、淤泥、沙子、砾石和有机物组合而成。孔隙空间则充满空气或水分。大孔隙是水、氧和根自由移动的地方。小孔隙，通常被称为毛细孔，可保持水分。根系层土壤具有约 25% 的填充空气孔隙和 25% 的填充水分孔隙，为草坪草植物提供良好的生长环境。每个类别的实际成分保留在根系层土壤，并将直接影响水的流通。这反过来又对果岭的健康和质量产生了巨大影响。为了量化果岭中的硬粒和孔隙空间，只需将土壤剖面的原状土柱提交给经认证的土壤物理测试实验室进行物理分析。在[美国实验室认可协会](#)网站上可以找到



上层根系层土壤中的土壤分层表明，铺沙与果岭老化和草坪生长不同步。用打孔通气方法穿透土壤层，并用沙子将孔回填，有助于增加空气填充孔隙的百分比。

经认证的土壤物理测试实验室的完整名单。

为方便理解，举个例子，有一个果岭，其顶部两英寸总孔隙率为 47.2%。尽管总孔隙度是可以接受的，但分析表明只有 1.3% 是填充空气的孔隙空间，而 45.9% 是毛细孔（或填充水分）孔

隙空间。很明显，在这种情况下绝大多数孔隙都充满了水分。这意味着根系层土壤上部会长时间处于过度湿润状态。此外，由于毛细孔中的水分保持非常紧密，因此即使广泛的地下排水系统也无力阻止上部根系层土壤的长时间饱和。最终结果是导致生根能力差，以及植



当使用优质打孔机并采用铺沙方法完全回填孔洞，随后可玩性会转好，剖面修整效果也将得以优化。

物萎焉。增加任何额外的压力，如炎热天气（或更糟糕的湿热天气）、剪草过低、交通流量过大、树荫或有限的空气循环乃至湿润的上部根系层土壤，都会导致草坪质量下降、击球条件差。

幸运的是，通过通气和铺沙可以改善表面附近含水过量的根系层土壤。通过打孔和用沙子回填孔中，可以增加空气填充孔隙的百分比——至少对通气叉齿刺入的那部分根系层土壤来说是如此。虽然单纯铺沙并没有深入

到足以纠正现有多余有机物累积的问题，但这种措施能有效防止其他有机物累积。因此，最有效的方案是将通气打孔、沙子回填通气孔以及常规的轻度铺沙方案等措施相结合。



与分层进一步劣化相比，剖面顶部沙子均匀性的改善，确认了铺沙方案方向的正确性。将物理分析纳入到肉眼观测中，将加强今后关于打孔通气和通气时间间隔内表面铺沙的决策过程。

样本编号:		2011年3月21日	2008年5月11日	
混合物		# 11- G (0 - 2 英寸)	# 11- G (0 - 2 英寸)	USGA 指南
黏土	< 0.002 毫米	0.70	0.92	<=3%
淤泥	0.002 - 0.05 毫米	6.60	6.71	<=5%
沙子	0.05 - 2.00 毫米	92.50	92.02	
砾石	> 2.00 毫米	0.20	0.35	<=3%
有机物质		3.60	4.51	
沙子粒级				USGA 指南
细沙	2.00 毫米	0.20	0.35	<=3%
极粗砂	1.00 毫米	3.30	3.09	<=10%
粗砂	0.5 毫米	24.40	21.49	>=60%
中砂	0.25 毫米	47.20	45.87	
细砂	0.15 毫米	13.40	16.01	<=20%
极细沙	0.106 毫米	3.10	4.22	<=5%
极细沙	0.053 毫米	1.10	1.34	
土壤水分测量				
饱和导水率英寸/小时		< 1	< 1	>6
30 厘米保水性能		29.70	33.90	
土壤孔隙空间				USGA 指南
空气填充		2.60	1.30	15 - 30%
毛细孔		42.30	45.90	15 - 25%
总孔隙空间		44.90	47.20	35 - 55%
土壤密度				
体积密度		1.43	1.36	
颗粒密度		2.58	2.56	

土壤物理测试实验室的典型报告。注意果岭根系层土壤上部 2 英寸处的填充空气和毛细孔（填充水分）孔隙度之间的失衡。这样的根系层土壤将在推杆面附近容纳过多水分，导致更高的疾病发生率、草根的短化以及湿热天气下草坪的衰败。

根系层土壤的物理分析应每两年进行一次。最初原状剖面分析可作为今后打孔通气和通气时间间隔内铺沙的调整基准。建议至少每两年重新采样一次，以记录进展情况并提供必要的洞察力，以适当调整耕作计划。如果正在纠正严重的根系层土壤问题，则应更加频繁地采样。

为了提高物理分析的准确性，请务必使用同一个经认证物理分析实验室对所有提交的材料进行分析，每年同一时间从同一地点收集原状剖面样本，并且仅提交一个或两个代表性资料。在该示例中，重采样显示，空气填充的孔隙空间

从 1.3% 增加到 2.6%，而毛细管孔隙空间从 45.9% 下降到 42.3%。这表明打孔通气和/或表面铺沙等调整措施改善了物理结构，但改善程度还不够。打孔通气和铺沙的进一步扩展，应纳入正在进行的维护工作中。

示例数据也说明了现有铺沙试验的价值。确保用于上述措施中适当的沙粒尺寸是非常重要的。例如，使用过细的沙粒，实际上会使孔隙率失衡恶化，而非更优化。铺沙用沙子样本可以与原状上层剖面代表性样本一并提交至经认证的物理分析实验室以确定兼容性。

监测根系层土壤物理构成的重要性也在帕特·奥布赖恩和克里斯·哈特威格编写的果岭部记录文章 [《21 世纪的通气和铺沙》](#) 中进行了讨论。推杆面的健康程度、可靠性和可玩性对于预测——核实数据来说太重要。

[鲍勃·布拉姆](#) 于 1990 年 5 月加入 USGA 果岭部。每次进行草坪咨询服务访问时，他都会核查并讨论果岭的打孔通气和铺沙计划，重点是核对数据。