

当前制作数字化模型可能性一览 (I)

制作数字化牙科模型是数字化工作流程的一个关键部分。只有当数字模型满足了牙科治疗对精度、长期稳定性和尺寸精度的要求时，这种技术才能够得到使用。此外，还要看到数字化加工模型的未来附加值。本文对于制作数字化牙科模型的多种可能性做了全面的概述。本文分为两部分分别刊登在第 9 期和第 10 期。

关键词: 数字化工作流程, 3D 打印, 增材制造, 减材制造, 硅胶 3D 打印, Modelbuilder, Slicing

Josef Schweiger, 牙科技师
慕尼黑大学附属医院修复科
Goethestraße 70
80336 München / 德国
Josef.Schweiger@med.
uni-muenchen.de

Daniel Edelhoff 教授
Oliver Schubert 博士
Kurt-Juergen Erdelt 博士
Johannes Trimpl, 牙科技师
Jan-Frederik Güth 博士
(地址均同上)

引言

在牙科治疗领域，数字化工作流程变得越来越重要。通过三维采集颌结构的数据，可用于义齿和隐形矫治牙套（Aligner）的制作。早在上个世纪 80 年代中期，西诺德（德国）推出了 CEREC 系统，这是第一个实现完整数字化工作流程的系统。它的工作流程本身是封闭的，系统内的扫描数据在牙科临床得到进一步的处理，然后由一个小型的铣削设备制造牙科修复体。⁷ 利用这些所谓的 In-office 系统（office = 临床），可以在纯数字化层面上进行修复体的加工，而无需展示牙颌细节的物理模型的辅助。

随着所谓外部（Out-office）系统的引入，扫描数据被发送到牙科技工室进行加工，因此适用范围得到了扩展，而在修复体制作时物理模型被证明是有用和有意义的。特别是当需要进一步处理修复体时，通常都需要手动操作。因此，将数字模型制作出来就成为了数字化工作流程的关键步骤之一。而只有当模型精确并具备真实尺寸时，才能使后续的手动操作步骤具有意义。^{1, 4-6, 8, 9}

模型类型

在牙科治疗 / 技术领域，可以区分为不同类型的牙科模型。模型的数字化制作通常允许采用各种新方法，这在传统的人工制作流程中难以或者不可能实现。

可由数字化工作流程制作的模型类型包括：

- 代型模型
- 切割模型
- Schweiger GRID 模型
- 种植修复的工作模型
- 带有人工牙龈（义龈）的模型
- 教学模型
- 彩色模型

代型模型

代型模型的特征是：模型具有三维凹槽，因此无需切割，每一个代型都可以从三维凹槽内取出和插入。这些“种植的”代型（也是 Geller 代型）可以被设计成各种形状。通常，将模型上的凹槽设计为圆柱形或略呈圆锥形，可确保代型可以从模型上分离取下并能回复到原位（图 1 至 3）。



图 1

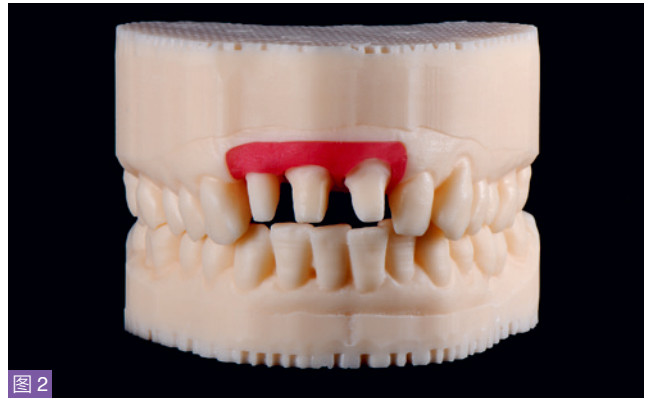


图 2



图 3

图 1: 代型模型是一种非切割模型, 具有三维凹槽, 单个代型可插入其中或者取下。

图 2 和 3: 代型模型也可以被设计成带有义齿的形式。



图 4



图 5

图 4 和 5: 切割模型属于制作冠桥修复体的常规模型。

切割模型

切割模型是用于制作冠、桥的常规模型。通过径向切割将模型分成区段。为了使这些可拆卸的区段能够重新复位对齐, 需要为模型制作一个底座, 它可以使切割分离的代型再

次清晰而准确地复位到原位。为了实现这一目的还要安装复位钉和形成钉孔, 或者在代型所在的模型位置形成一定的几何固位形状。这两种类型都可以通过数字化制造技术来实现(图 4 和 5)。

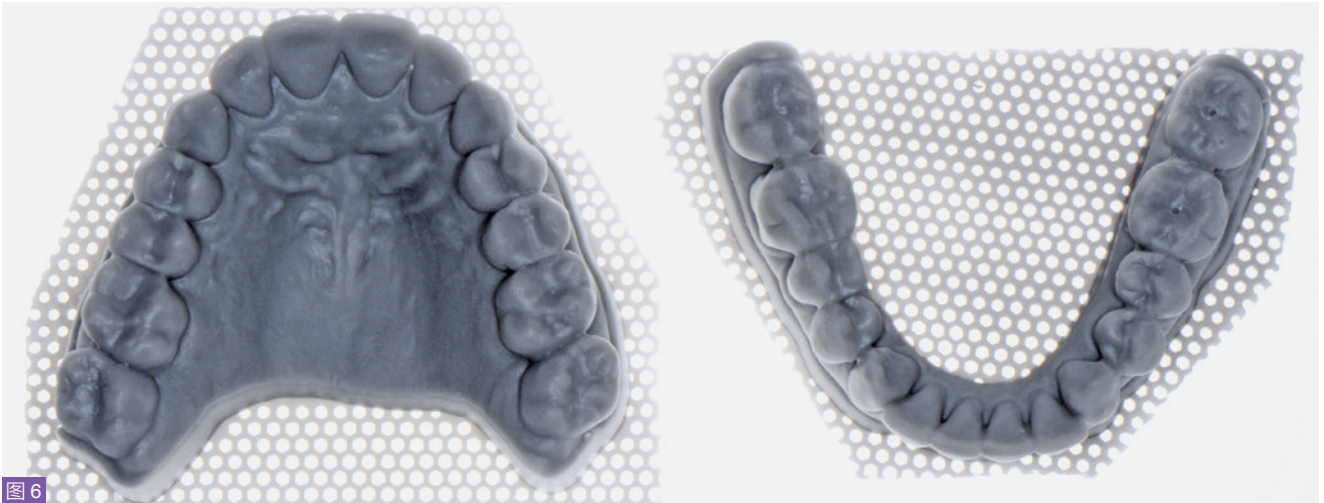


图 6

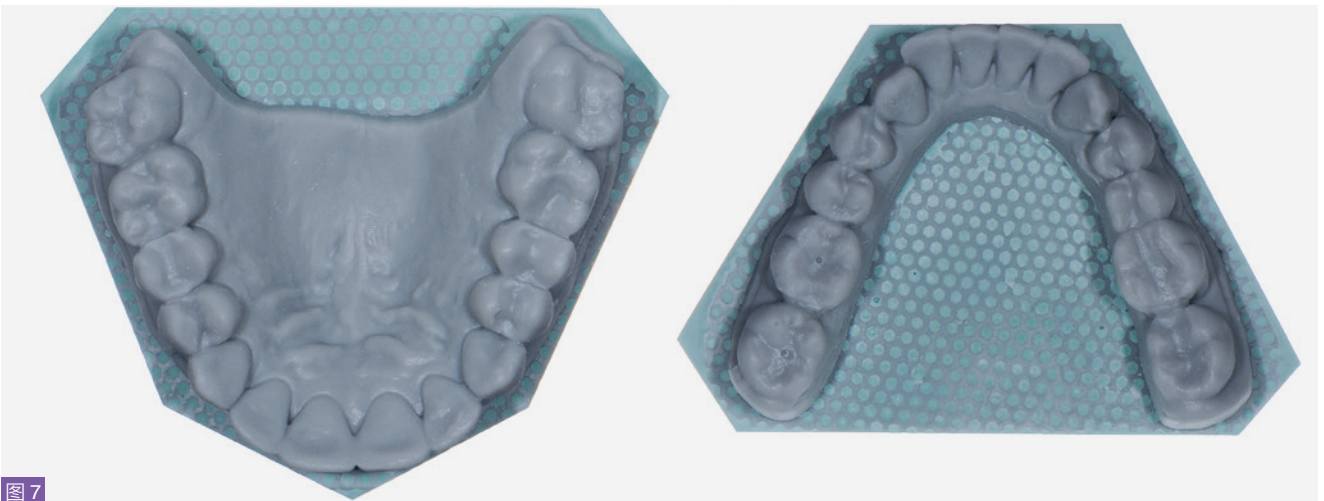


图 7

Schweiger GRID 模型

这是一种新的模型类型：首先基于 3D 口内扫描仪采集的表面数据数字化制作模型，然后以传统技术制作一个可分离的石膏底座，再将带有底座的模型人工上殆架。为了使模型与石膏底座之间紧密且锁结式地连接，首先在 3D 打印机的打印平台上打印带有穿孔的固位网（GRID）。模型直接打印连接到 GRID 上。打印后，将带有固位网的模型从平台升起，并以模型底座的形式修整固位网部分。

在下一步，用流动性的底座石膏灌制完整的模型底座，并完成分离底座。GRID 模型是将模型的 3D 打印与传统制作步骤相结合，因此可以继续传统技术和现有的工具和材料。除了制作过程理想可控外，数字化工作流程中的成本也会大大降低（图 6 至 8）。

种植修复的工作模型

对于种植模型来说，在未切割的工作模型上通过种植体



图 8

图 6 至 8：Schweiger GRID 模型在模型制作过程中结合了数字化和传统步骤。

替代体（技工室用）正确地再现种植体植入位置至关重要。

这在数字模型加工中，想要达到精确的垂直对齐是一个特殊挑战。在增材制造（Additive Manufacturing）过程中，由于系统的原因，建模方向上形成的每一层之间都或多或少地存在差别，因此种植体替代体需要具有特殊的几何形状，以确

保它们能够准确地垂直对位（图 9 至 11）。

带有弹性牙龈（义龈）的模型

在代型模型、切割模型和种植工作模型上使用义龈的目的是——在同时考虑牙龈状况的前提下，尽可能地优化修复



图 9



图 10

图 9：带有相应的种植体替代体的工作模型。
图 10：DIM 种植体替代体（数字种植模型的替代体；nt-trading 公司，德国）是一种二段式可复位替代体，在模型的数字化制作过程中可以精确定位。



图 11

图 11：切削的硅酸锂修复体就位种植工作模型上。