

牙科 CAD/CAM 材料综述

可切削性对于 CAD/CAM 材料至关重要。它们可以通过减材制造方法得到很好的加工，这些材料类型不同，弯曲强度和美观性也不同。本文将全面探讨这些不同类别的材料（如陶瓷、氧化锆、聚合物、复合材料和混合瓷），及其加工方式和美学潜力。最后，通过一个具体病例展示第三代氧化锆冠代替金属烤瓷冠所带来的美学效果。

关键词：CAD/CAM、陶瓷、氧化锆、聚合物、复合材料和混合瓷

Andreas Kurbad 博士
Viersener Straße 15
41751 Viersen / 德国
info@kurbad.de

引言

在口腔领域，CAD/CAM 技术的应用始终与材料问题密切相关。无论临床还是牙科工艺都存在各种协同作用，因此可以想象，特殊材料类型的引入势必会带来相关机械加工技术的出现，例如氧化锆。并且，材料领域的根本变革还尚未结束。

虽然最初人们对整个过程的意义和可靠性存在疑问，但如今 CAD/CAM 技术已经成为牙科领域不可或缺的一部分。其出现以来引发了整个行业彻底的结构改造。不过，这些变化的速度和维度也带来了适用范围和制造问题的不确定性。

最重要的是，无论何种治疗形式都要为患者提供安全性，因为医疗不是高科技产品的试验地。在材料领域，这意味着首先要清楚地了解所有生物学特性。此外，经得起长期考验也是一个根本要素，因为任何被炒作起来的新东西，都会很快被遗忘。哪些基于 CAD/CAM 的治疗形式真正有十年的结果？可以肯定的是，要想取得进步需要一些勇气。

因此，负责任地使用新材料需要对其性能进行可靠的测试，并确切了解由此所产生的要求，例如遵循最小的材料厚度。重要的是，要精确地描述和规范制造过程并遵守这些规则。而这需要在上市前进行全面的临床试验和长期监控的承诺。

集成到不同系统中

在现有的众多材料以及加工系统中，某些标准是必不可少的。封闭系统通过一种加密方式排除了未经验证材料的使用。这在规定的操作范围内为用户提供高度安全性这一点上，封闭系统具有可靠性。制造商和实验上的责任基本被排除在外。然而，在快速发展的过程中，这种系统就显示了局限性。因此，开放系统显然是发展趋势。

首先，这意味着供应商必须将其材料以一种能够适合尽可能多的设备以及被它们所接受的形式提供。这包括设施的规格和类型。对于规格，机械功能和机器尺寸是决定性的。这其中有两个方面：一方面，设备的使用能够尽其所能。例如，在极端情况下，空间条件必须适应设备，因为它可能无法通过人力运输。此外，在成本方面，这些设备作为大型设施多为铣削中心拥有。而对于大多数的中小企业而言，小尺寸、易用、无需额外安装的自主操作设备更为重要。

对于小型机器，适合夹具的安装柄是固定材料的一种简便方法。与柄连接的材料数量非常多（图 1）。修复体大小还是集中在单颗牙上。加工方法也在这里发挥作用。有些类型的材料可以被加工成任何尺寸非常复杂的形态。例如玻璃陶瓷，毫无疑问可以适用于制作大部分的修复体。与安装柄固定的材料通常以块状形式存在。但不幸的是，在该领域还没有为材料柄设立标准。这取决于夹具的要求，而这又在很大程度上取决于系统被使用的广度。例如，

CEREC 系统（登士柏西诺德，奥地利）的材料柄很常见，它具有很高的使用率，这就是为什么配置这种柄的材料数量很高的原因。据作者所知，这种柄的使用不再受专利的限制，可供所有制造商免费使用。

然而，坯料/块 的尺寸局限于材料柄的安装形状，这主要是由于机械原因。其固位面最终不足以允许无限制的材料尺寸。偏离夹持部位的区域发生的振动难以控制。这些材料块的常规尺寸（12x14x18mm - C14）主要满足单冠的制作。此外，40mm 是一种通用标准，也可以满足典型的修复体（三单位固定桥）制作。大的尺寸可达 85mm，但极为罕见。材料块通常在制作完一个修复体后，就废弃了。

第二种经典的牙科 CAD/CAM 材料呈现的形式是 Ronde。从名称可以推断出，材料是圆形或牙弓形，并且适合于配套的材料托。典型类型有 98mm 带有台阶、95mm ZZ 系统（Zirkonzahn，意大利）和 72mm 牙弓形（阿曼吉尔巴赫，奥地利）（图 2）。与块状相比，这种类型固定明显更安全。盘状材料可以制作牙弓内跨度较大的修复体，并且在直径方面根据口腔情况制作所需的修复体。

某些材料类型很难以这种尺寸生产，而有些类型的材料价格又很高。因此，氧化锆和聚合物基材料先以盘状被提供给市场。不言而喻，由于机械原因，用于加工这种材料的机器也会稍大一些。在一个材料盘上，大多数情况下都可以加

工不止一个修复体，因此这就要求进行一定的合理安排。

与块状的情况一样，接收这种形状的机器也存在不同的系统，但其数量有限。然而，有一致的标准还是可取的。有一些令人感兴趣的方法可以优化盘状材料的安装。例如通过环或者底座，与氧化锆之类的材料相比，夹紧时不容易破裂；另一方面出于合理安排的目的也能够更好地被使用（材料名称，内部块码）（图 3）。

材料类型和特性

一般性考虑

CAD/CAM 材料的决定性特点在于其可加工性。不过，在未来，随着 3D 打印的建立，这种要求将会发生改变。由于目前铣削加工方法仍然占主要地位，因此下面探讨的将是与这种技术相关的材料。其中涉及的一个问题是，是否能够以合理的方式加工所需材料。对于一些材料类型，例如氧化锆和钴铬合金，采用了一种权变措施，也就是首先以一种较软的状态被切削，然后经过进一步的处理使它们获得最终的强度。但是，这可能也会伴随不利的现象，例如烧结收缩。另外，这种直接切削出来的修复体无法用于试戴。

加工过程中的供能造成的损坏取决于材料脆性。主要的影响表现在薄弱区域的崩裂，例如修复体边缘，这势必会造



图 1: 材料块安装柄示例。



图 2: Ronde（盘状）材料块的典型形状。



图 3: 边缘区域的创新改进改善了操作性和材料安排。



图 4: 用于湿加工模式的金刚石磨头的典型示例。

成密度受损。在这种情况下必须减少供能，因此就引发了对另一个问题的思考：加工时间。由于只能制作一个修复体件，而在此期间机器不能他用。因此，就应尽可能地缩短加工时间。

关于材料特性，还有另一个非常重要的方面：加工类型。在铣削模式下，对于非常坚硬的材料加工需要使用金刚砂工具（图4）。而且还需要在湿加工模式下，进行加工件的冷却和去除多余部分。相反，前述的权益方法通常可以采用干加工方式（图5）。相应地，硬质合金刀具则是必需的，它可以吸掉过剩的碳化物。为了覆盖这两种技术，需要两种不同的铣削设备或者一种组合设备。在组合设备方面也需要折衷方案，以减少不同模式之间转换所带来的干扰。

除了纯粹的物理特性外，光学效果也是要考虑的一个因素，因此材料的选择很重要。特别是在CAD/CAM加工的材料中，单层材料结构的修复体的制作越来越多，其一方面减少了人工操作；另一方面，在许多情况下可以确保更高的稳定性。因此，今天对于材料而言很重要的一点是，具有足够光学性能的材料可以用于制作单层结构修复体（图6）。³

基于这一考虑，玻璃陶瓷材料理所当然地成为首选材料。总的来说，到目前为止我们将最重要的陶瓷材料主要区分为两大类——玻璃陶瓷和氧化物陶瓷。虽然玻璃陶瓷还被进一步地分为经典型（长石）和增强型（白榴石/硅酸锂和二硅酸锂）玻璃陶瓷，但氧化锆在氧化物陶瓷组中仍占主导地位。



图5：硬质合金刀具用于加工硬度较低的工件。

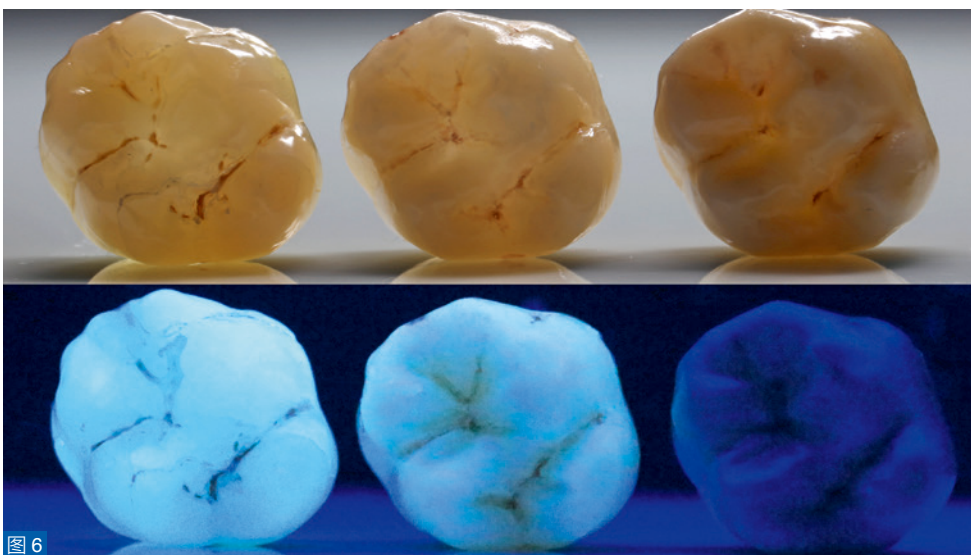


图6：不同材料类别（透明度和荧光）之间以及与天然牙齿（左侧）的光学特性对比。