

Wirobond 合金及其升级材料 C+ 兼顾传统铸造与 3D 打印技术

牙科合金在牙科领域的使用已有 100 多年的历史。铸造工艺是制作金属可摘义齿支架 / 冠桥基底架最常用的技术。可通过基础金属成分，来区分几种可用的合金类型：贵金属基合金由金、钯或银基组成；非贵金属合金则是以钴、镍为主，极少数为铁基合金；纯钛和钛基合金比较难浇铸。

除了铸造技术，牙科工艺中还建立了一些诸如减材（如铣削）和增材（如选择性激光熔融（SLM））制造技术。下面将介绍用 SLM 技术对钴基牙科合金 Wirobond C+ 的加工。

关键词：增材制造，激光熔融技术，局部义齿，BEGO

J. Fasel
R. Strietzel
德国 BEGO 公司
roland.strietzel@bego.com

BEGO 公司钴基合金的发展史

图 2 展示了由 BEGO 公司开发、生产和销售的钴基合金的发展历史。1953 年，名为“Wironit”的合金进入市场，这是一种用于制作局部义齿的钨铬钴（Stellite）合金，这种合金在此后的七十余年间都没作改变，并且在市场上大获成功。另一个里程碑式的合金产品则是“WIRONIUM”，它在氮参与下合金化。这确保了合金具有很高的弹性和韧性，特别适合于制作卡环。在 BEGO 世界里，用于制作局部义齿支架的钴基合金被整合到 Wironit 和 WIRONIUM 产品系列中。

第一个钴基合金“Wirobond”于 1982 年推出，Wirobond 型合金至今已有 40 年历史。2002 年，Wirobond C+ 问世，是世界上第一款用于 SLM 技术的牙科合金，可以被视为该类合金的典范和非常成功的代表。

2002 年，随着 Wirobond C+——这种特别适用于 SLM 技术的牙科合金——问世，SLM 技术被引入到牙科领域¹。这是 SLM 技术首次应用于牙科修复体的制作，也是世界上第一次使用 SLM 进行系列化的义齿加工。从那时起，这项技术进入了牙科世界，并且逐渐发展成为一项成熟的技术（WET）。2007 年，通过铣削钴基合金块（Wirobond MI）制作基台，使得这类合金在牙科种植领域也确立了一席之地。2010 年和 2017 年，BEGO 公司分别上市了用于制作冠、桥、基台等的铣削材料块和柱。现在，Wirobond 合金不仅保留在传统加工领域，还被应用于数字化 CAD/CAM 技术中——增材制造（SLM）和减材制造（铣削）。

Wirobond C+ 是一种特殊材料，因为它同时也被注册用于制作局部义齿。而这通常是

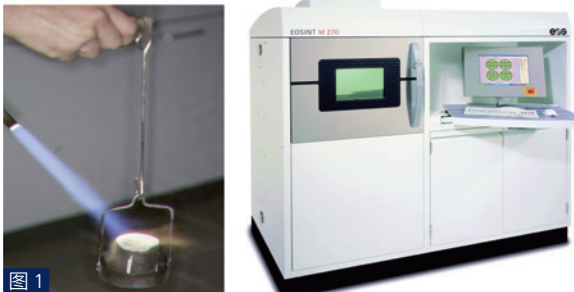


图 1：有许多（成功的）方法来制作金属支架 / 基底架。

Wironit 或 WIRONIUM 铸造合金系列的应用领域。Wirobond C+ 在“局部义齿”制作方面的应用，填补了传统与数字化世界之间的空白。

鉴于几十年来在市场上的长盛不衰，我们有理由认为，上述用于加工冠、桥和局部义齿的钴基合金在国际牙科市场上已被广泛接受，并且取得了极大成功。

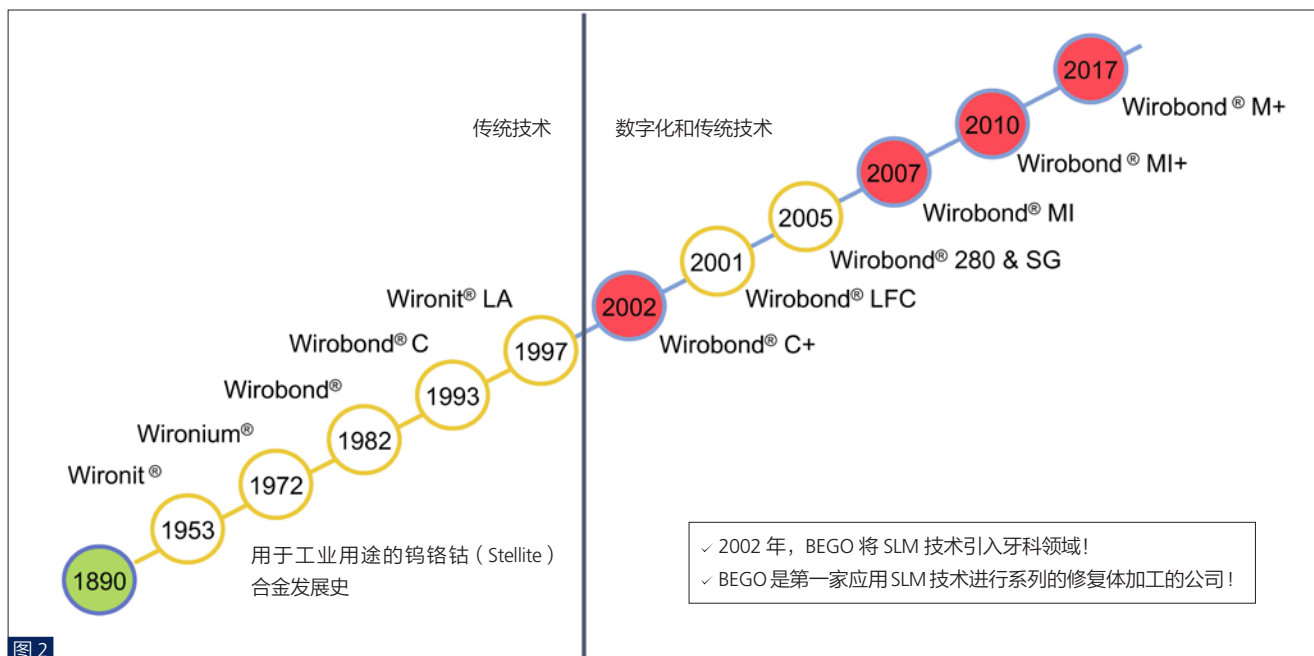


图 2: BEGO 公司的钴基合金发展史 (白色圈: 传统铸造合金; 红色圈: SLM, 各种铣削合金; 绿色圈: 非 BEGO 产品)。

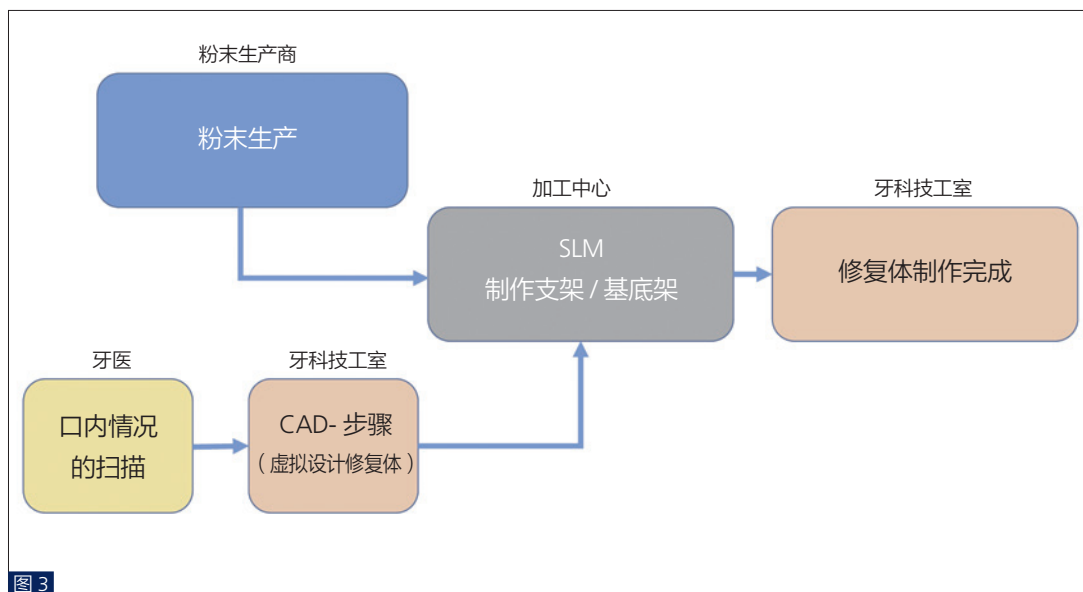


图 3: SLM 加工过程示意图, 从金属粉末生产开始, 到最终修复体的制作完成。

采用 SLM 技术制作修复体基底架 / 支架

SLM 工艺是一种使用金属材料的、基于 CAD/CAM 技术的增材制造方法。它被嵌入到常规的牙科 CAD/CAM 工作流程中, 生产出来的 SLM 粉末被运送到加工中心。这些加工中心接收来自牙科技工室的数据, 将口内或口外扫描的数字模型数据导入 CAD 软件内, 进行修复体基底架 / 支架的虚拟设计。设计好的数据再被传输到 SLM 设备上, 完成制作。然后, 这些合金基底架 / 支架又被送回到牙科技工室, 由技工室完成义齿最后的制作, 如饰瓷、抛光、排牙等等。

合金粉末的生产和质量控制

针对 SLM 工艺, 需要特殊的粉末。它们必须显示出一定的粒度和粒度分布。颗粒上没有任何小的卫星颗粒的球形尺寸 (高圆度) 是最优的。必须确保粉末在加工平台上应用时具有高流动性, 且每一层也必须是高密度的。否则, 在制作的修复体结构内就可能会出现孔隙, 这也会导致修复体变形。

第一步是熔化 SLM 合金以使合金成分均质化 (图 4)。合金液化后, 坩埚被打开。熔融物流经一个喷嘴。这里要使用保护气体, 例如氮气, 熔融的金属束被分离成微小的液滴。