



而然科技
创新折射未来

釉锆及其数字化口腔修复 新趋势

-让世界上的每一个人都没有缺失牙

李廷凯

杭州而然科技有限公司
浙江大学材料学院

PDX社区创业论坛
tingkai.li@errantech.com



而然科技
创新折射未来

目录

01 智能制造的进程

02 釉锆与全程数字化

03 CPS与协同式数字化

04 釉锆病例研究

05 结论



而然科技
创新折射未来

01

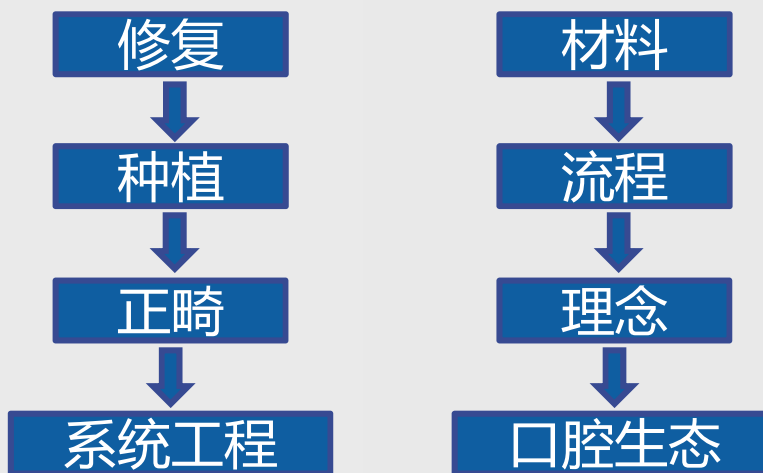
PART 01

第1部分 智能制造的进程



而然科技
创新折射未来

我们的认知轨迹：视野与高度



会当凌绝顶，一览众山小

孔子登东山而小鲁，登泰山而小天下

如果要有宽广视野和绝顶的高度，就不能仅仅站在专业和行业的角度，而是要从全球产业化发展，科技领域的高度来观察和考虑问题。



而然科技
创新折射未来

人类历史上的四次工业（科技）革命

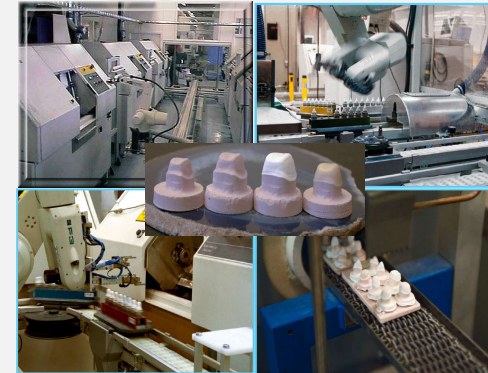
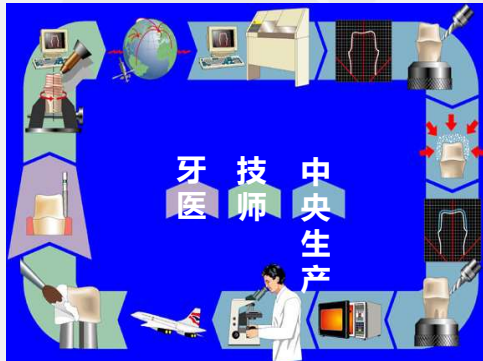
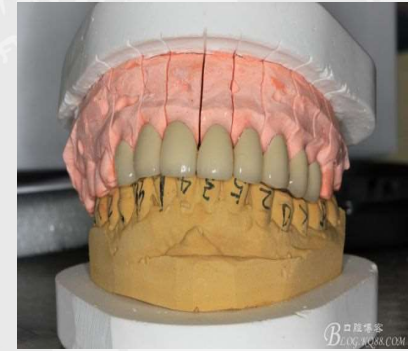
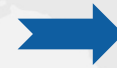
四次工业革命





而然科技
创新折射未来

中国口腔修复体制作现状: 工业1.0?



瑞典瓷基底冠(Procera)中央制造: 工业3.0

瑞士瓷基底冠(Cerec)椅旁制造: 工业3.0

中央生产系统 = 专业化生产, 产业链布局



而然科技
创新折射未来

02

PART 02

第2部分 油钻与全程数字化



而然科技
创新折射未来

技术突破

材料创新

实现个性化多功能仿
生全瓷一体修复

工艺创新

建立全程数字化精准智慧
定制诊疗/产业链



体系创新

组建基于云平台，椅旁工程服
务和智慧制造中心三元协同的
牙科工业4.0信息物理系统
(CPS)



而然科技
创新折射未来

经典叠层结构：材料兼顾美学与力学性能

满足美学要求

Esthetics

满足强度要求

Strength



Biocompatible

满足生物相容
和生物活性要求

Consistent fit

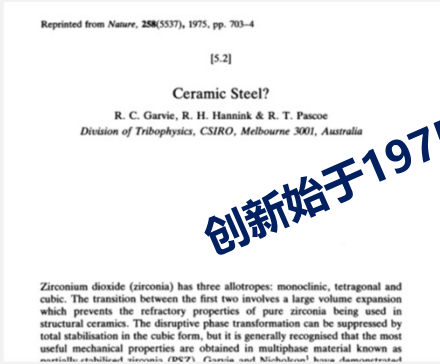
满足精度要求

金属冠 → 金属烤瓷冠 / 陶瓷烤瓷冠 → 玻璃陶瓷冠 → 氧化锆陶瓷冠 → 釉瓷全瓷冠



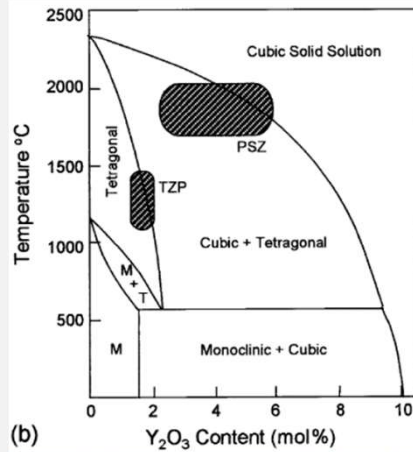
而然科技
创新折射未来

创新结果的发展难以预测

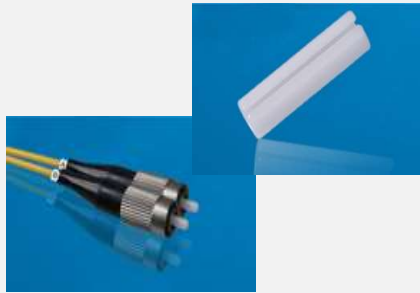


创新始于1975年

TZP, (陶瓷钢?)



Ceramic engine



Ceramic sleeves in optical fiber connector



Ceramic prosthesis



Ceramic bearing



Cosmetic ceramics

It is often not the original idea that turns out to be the end-product that customers demand.

75攻关氧化锆成果



T
g

ght

Cohen

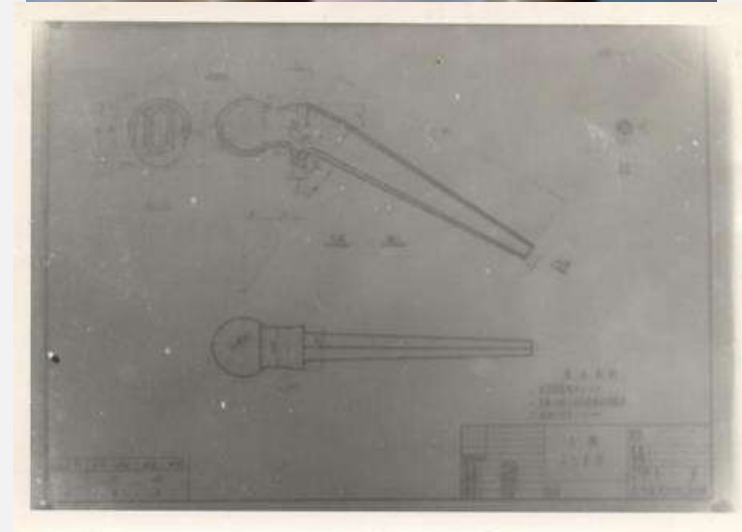


而然科技
创新折射未来

陶瓷髋关节



Hip-joint prosthesis

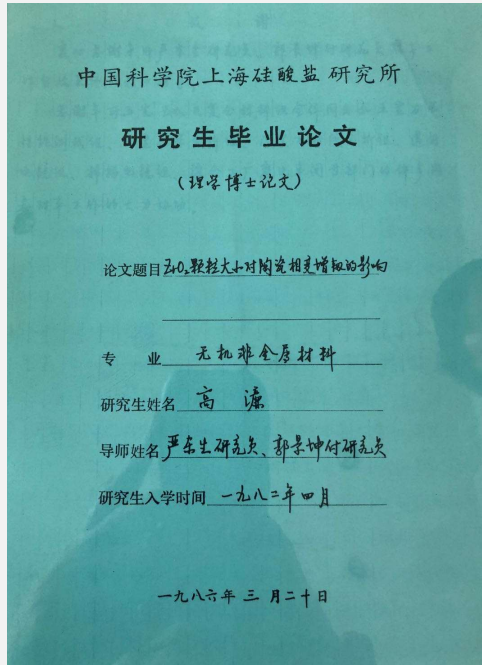


1982年，我的本科毕业论文为“纯刚玉金属复合型人工关节骨研究”，成功地研制了纯刚玉金属人工骨关节制品，並用于临床。此项目已于1983年获得了国家三等发明奖。在校其间曾发表学术论文三篇。



而然科技
创新折射未来

氧化锆材料的研究



高濂：《ZrO₂晶粒大小对陶瓷相变增韧的影响》，上海硅酸盐研究所，1986年3月，第一篇陶瓷理学博士学位论文



李廷凯：《氧化锆增韧陶瓷相变增韧机理及其力学性能》，浙江大学，1987年9月，第一篇陶瓷工学博士学位论文

李廷凯的博士论文“氧化锆增韧陶瓷相变增韧机理及其力学性能”。研发了高强度高韧性的氧化锆. 并提出了新的相变增韧及增强机理. 由中国科学院常务副院长严东生, 清华大学校长张孝文等国内著名学者组成的答辩委员会, 给予了高度的评价: “在理论和实践上都做出了有创造性的成果; 在理论分析的基础上, 作者研制的一类高韧高强ZTC陶瓷, 其性能达到国际先进水平”。其论文至今仍然被广泛引用。



而然科技
创新折射未来

材料创新

釉
锆

1

完全的自
主知识产
权

2

表面光润
保护天然
牙

3

3D胶态成
型：仿生天
然牙梯度结
构

4

智能制造：
完全避免手
工

**“釉锆”，国际上首个、
唯一一个实现完全数字
化个性化全瓷一体多功
能牙科修复体**





而然科技
创新折射未来

釉瓷与传统氧化锆



X?



釉瓷义齿产品

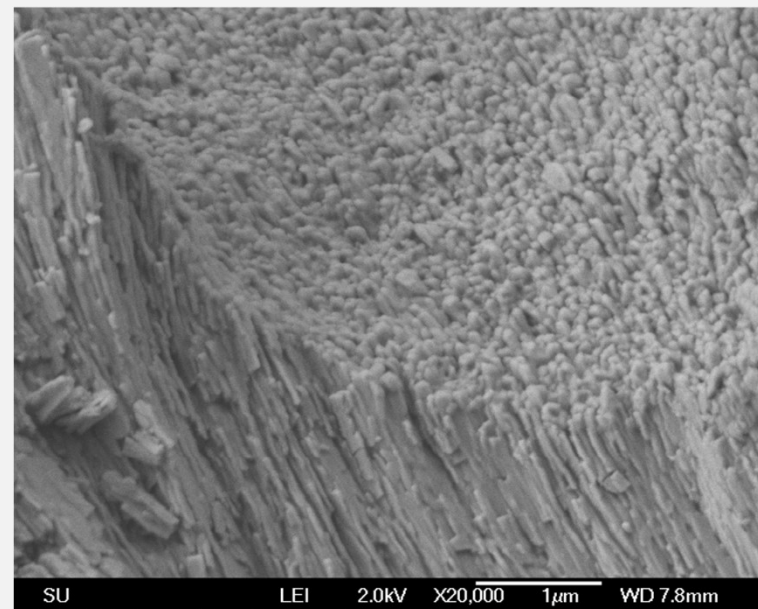
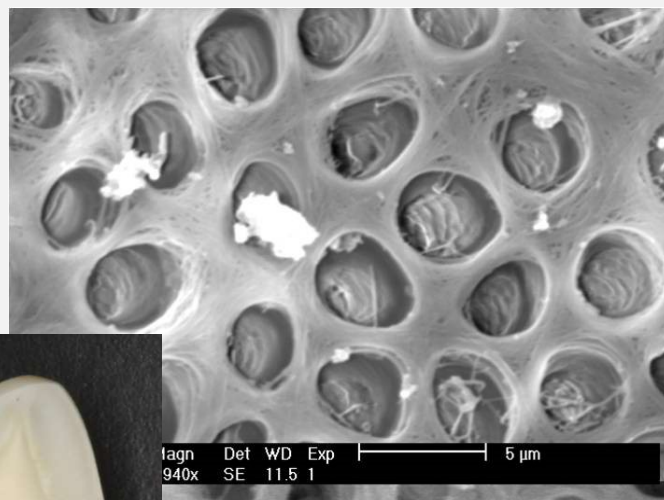


釉瓷: 自带类天然牙釉质表面层的全解剖结构一体氧化锆瓷冠, 不要额外手工饰瓷上釉就能实现仿生天然牙的美学质感。

模仿自然非易事



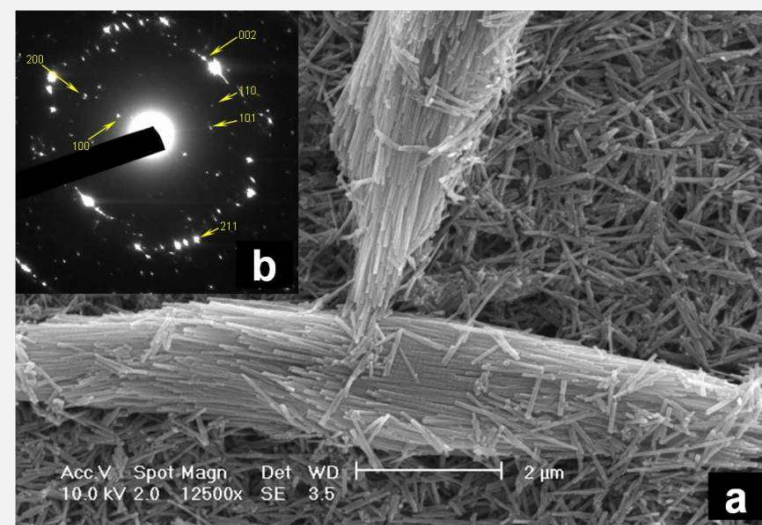
而然科技
创新折射未来



荧光



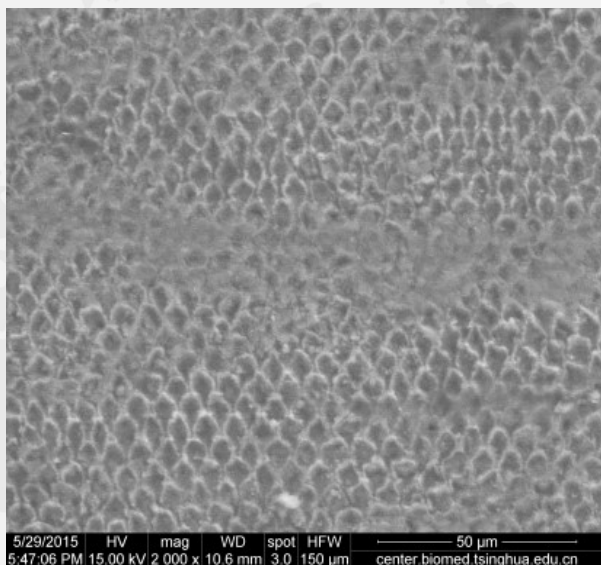
乳光



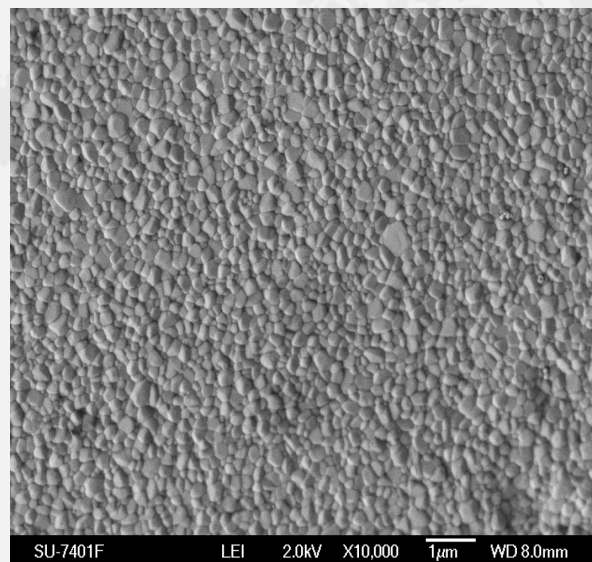


而然科技
创新折射未来

材料创新：釉瓷的仿生牙釉质表面结构



天然牙釉质表面



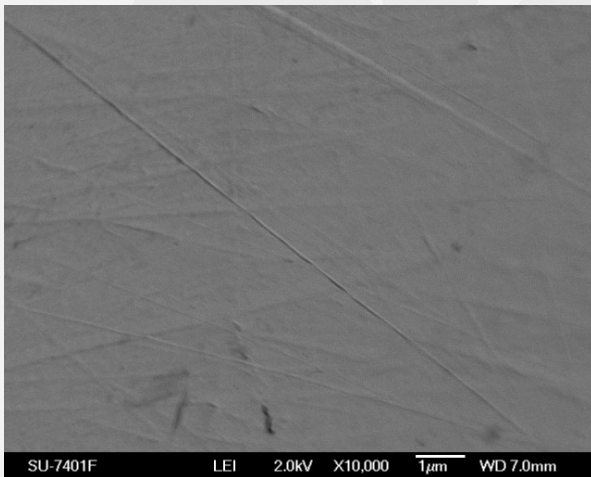
釉瓷表面

釉瓷的仿生牙釉质表面结构成就了釉瓷良好的生物相容性和生物活性，使牙龈与釉瓷牙亲和，避免了牙周菌斑的滋生。

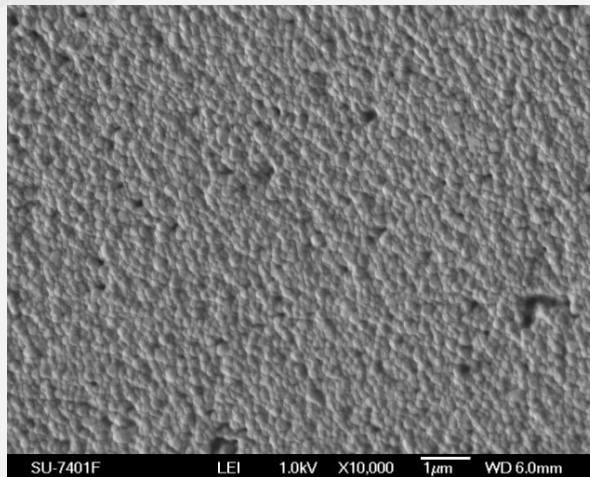


而然科技
创新折射未来

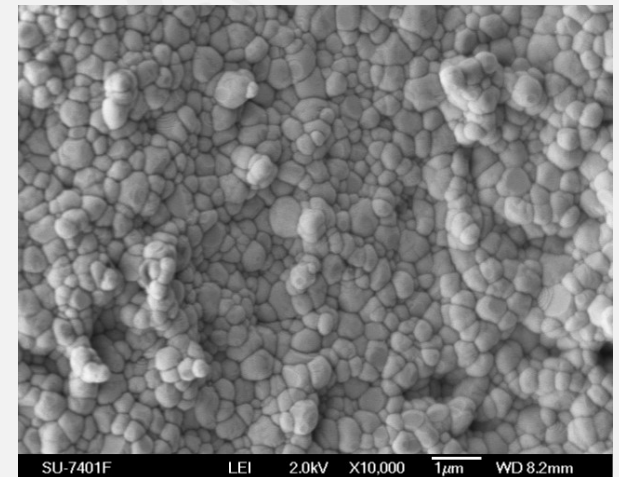
釉锆与抛光氧化锆的比较



抛光面



釉锆表面



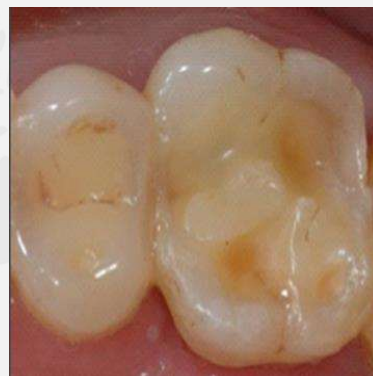
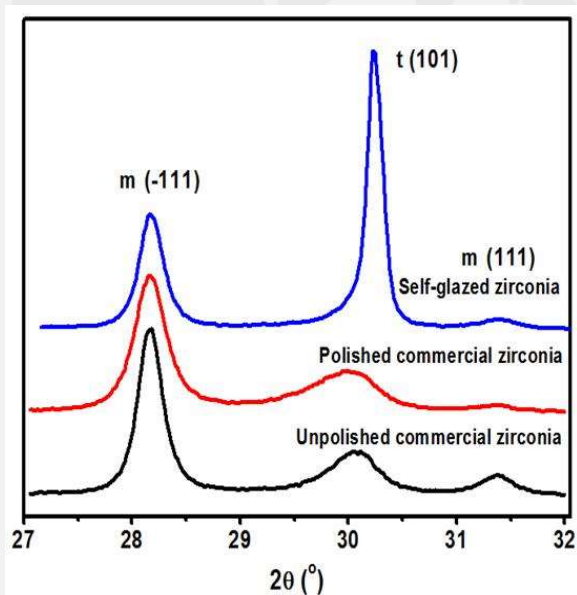
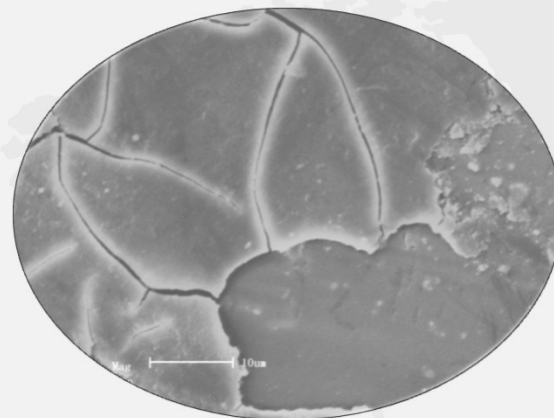
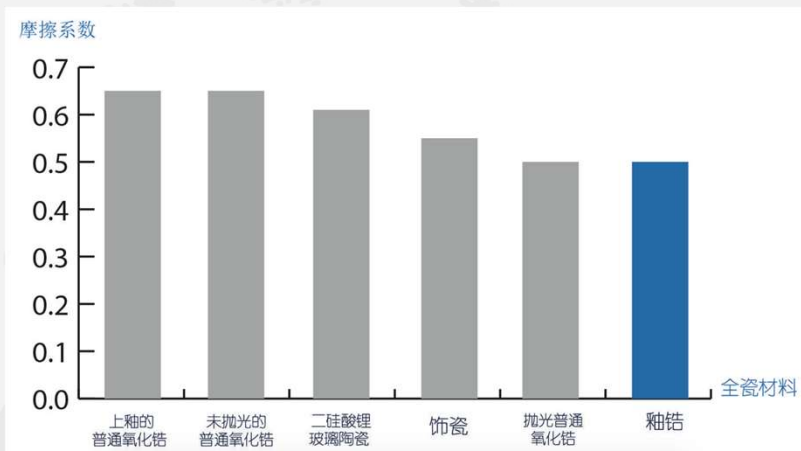
瓷块加工面

更均匀、更细腻、更光润、更通透、更精简、更可靠



而然科技
创新折射未来

更安全的摩擦性能

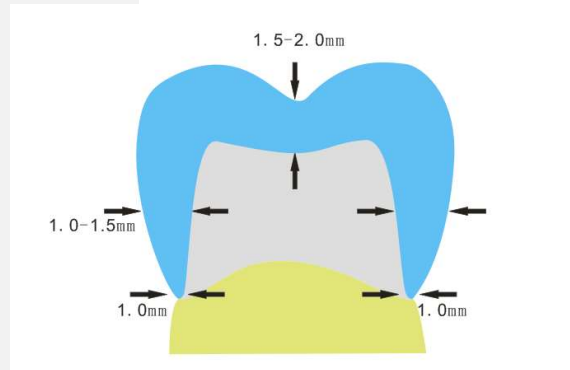
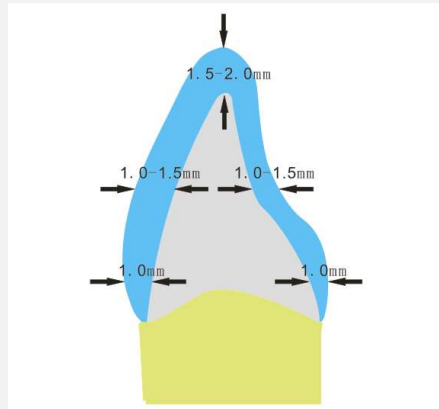


釉锆与普通氧化锆相比,釉锆具有较小的摩擦系数,对合牙磨损小,保护牙齿;并呈现了较多的四方相,较高的断裂强度和断裂韧性高。通过水热釜摄氏135度下100小时的老化试验,证明了釉锆有较长的使用寿命。

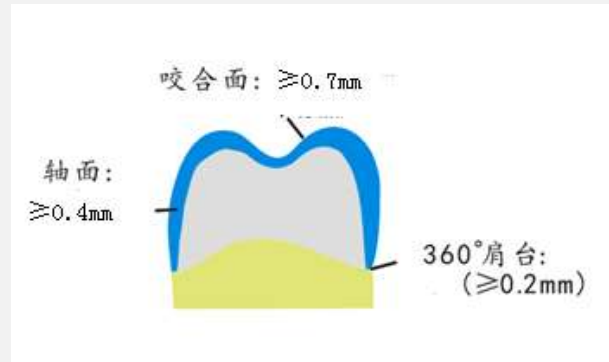
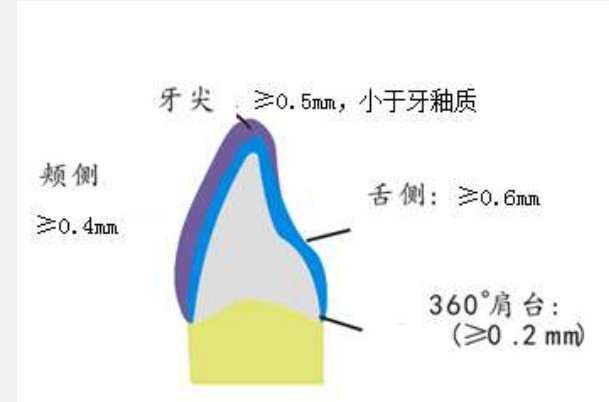


而然科技
创新折射未来

釉瓷减少牙体预备量，实施微创修复



常规氧化锆全瓷牙的牙体预备要求



釉瓷产品的牙体预备要求

***需遮色牙体请至少备牙0.7mm以上。**

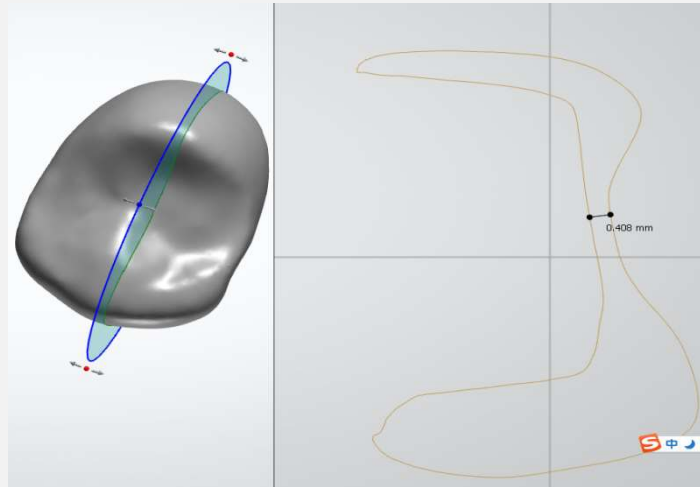
由于釉瓷的高的强度和断裂韧性，可以制成超薄冠，备牙量小，保留活髓牙，实施微创修复。



超薄状态下临床调磨的风险

***0.4mm厚度下禁止调磨，*0.4-0.6mm调磨的风险；**

实际病例：嵇**，市场部反馈“患者釉锆在10月5日时，发现牙冠破裂，只剩下半边”



实物观察：

1. 剩余的半边牙冠，观察牙冠的断面，发现在断裂面处，有一个区域有褶皱区域，且该区域的起源于牙合面，该区域有调磨痕迹；
2. 测量断裂处的厚度，接近0.3mm, 此处薄；
3. 观察STL文件，发现牙合面区域较薄，最薄处测量值为0.41mm；



而然科技
创新折射未来

而然釉锆产品系列



后牙全锆冠



全锆桥



联冠



种植桥



种植冠



高嵌体



嵌体



半解剖饰瓷冠



桩核冠



前牙全锆冠



半解剖饰瓷桥



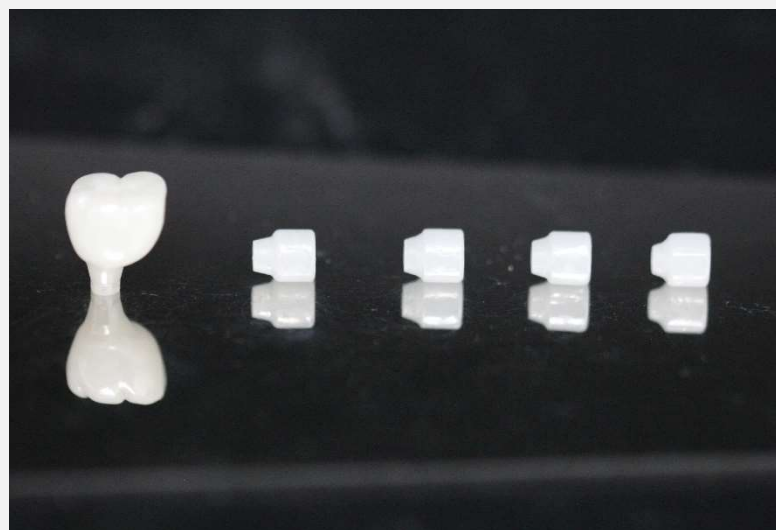
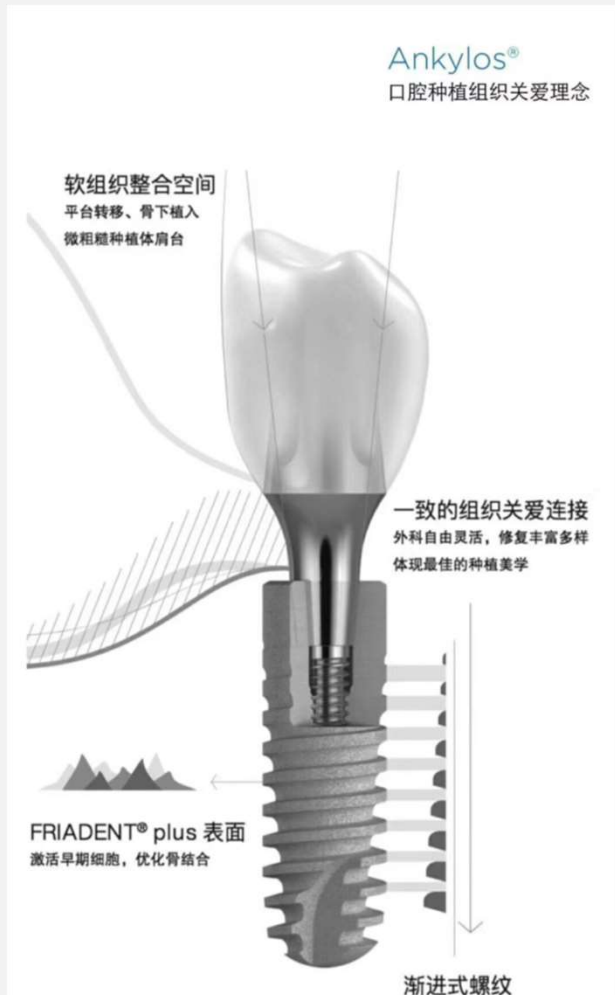
贴面

我们已经通过了中国的CFDA，欧洲的CE和美国的FDA认证。我们已经拥有7个中国专利，三个PCT国际专利，一个欧洲专利和一个美国专利正在进入实质性评审；另外有19个中国专利正在申请之中。



而然科技
创新折射未来

氧化锆种植体与种植上部结构





而然科技
创新折射未来

关于“口腔数字化”？

我用了口扫描仪

.....



我用了CAD软件.....



我用了数控加工设备.....



我用了诊所管理软件/HIS.....





而然科技
创新折射未来

实现全程数字化需要材料技术突破

技术进步方向



釉锆全瓷一体冠

工业4.0



金属烤瓷冠



陶瓷烤瓷冠

工业1.0 + 工业3.0



金属冠

工业1.0

实现工业4.0需要材料与技术的突破

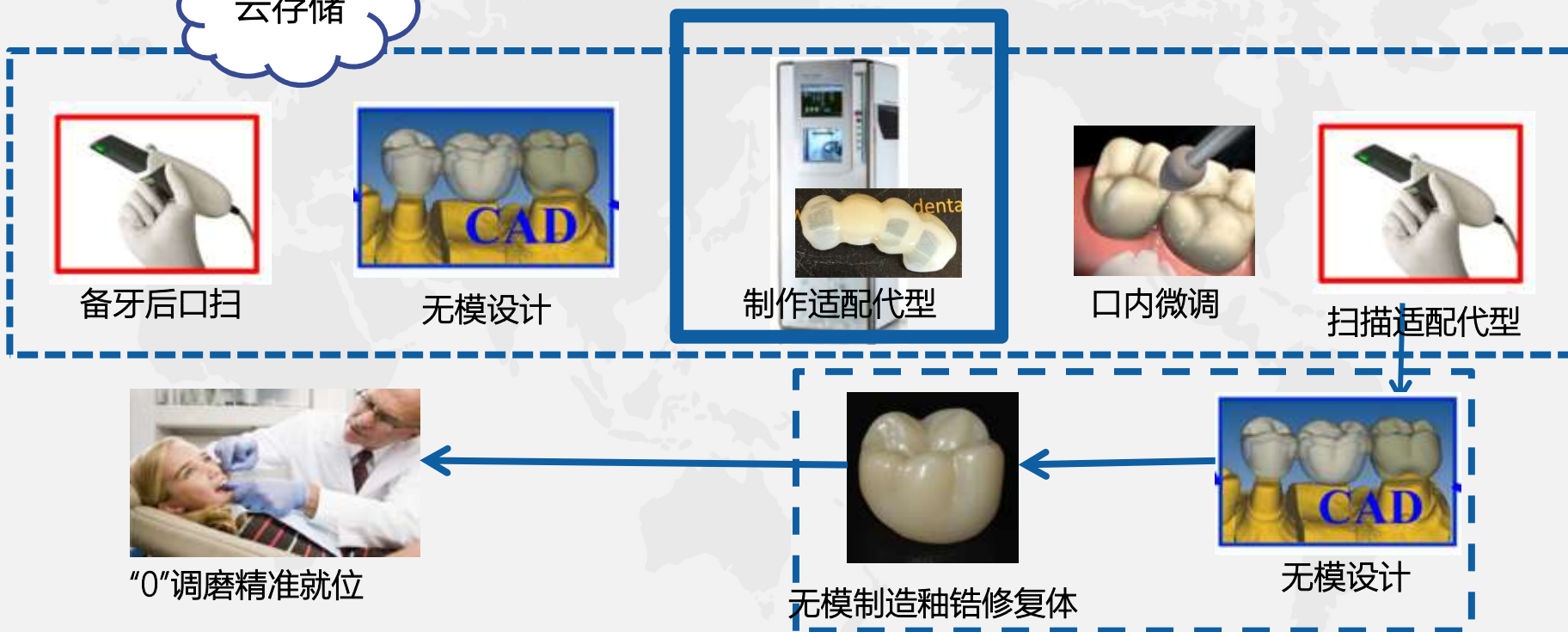
完全数字化修复流程



智能釉锆: 无牙模, 不饰瓷, 零调磨

全程数字化确保最小人为误差

云存储



通过代冠实现精确的咬合和邻接关系



而然科技
创新折射未来

数字化定制种植矫正修复部件



树脂代冠
儿童树脂冠



微晶玻璃单冠



种植导板



可自行摘带
佩戴舒适的
隐形矫治器

正畸矫治器



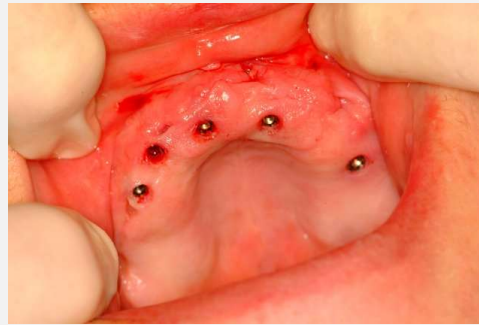
磨牙垫

口腔博客
BLOG: KQ88.COM



而然科技
创新折射未来

数字化种植



Teeth in an hour



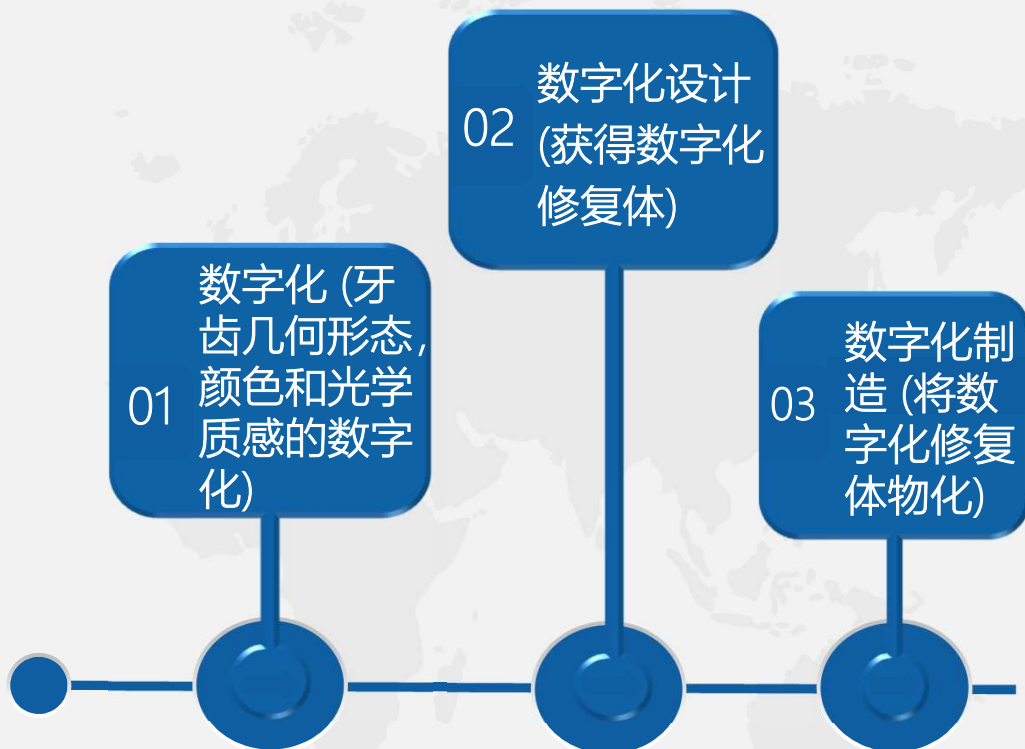
而然科技
创新折射未来

隐形正畸

Invisible orthodontic treatment pre-implantation



全程数字化三部曲

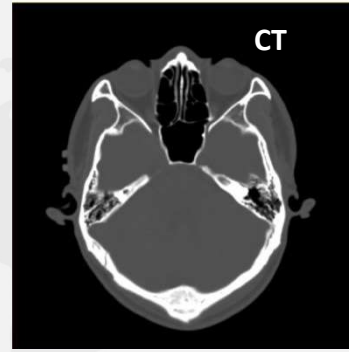
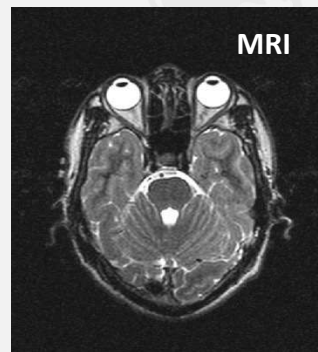
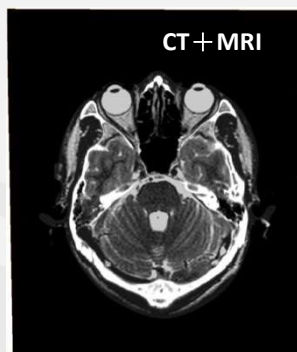
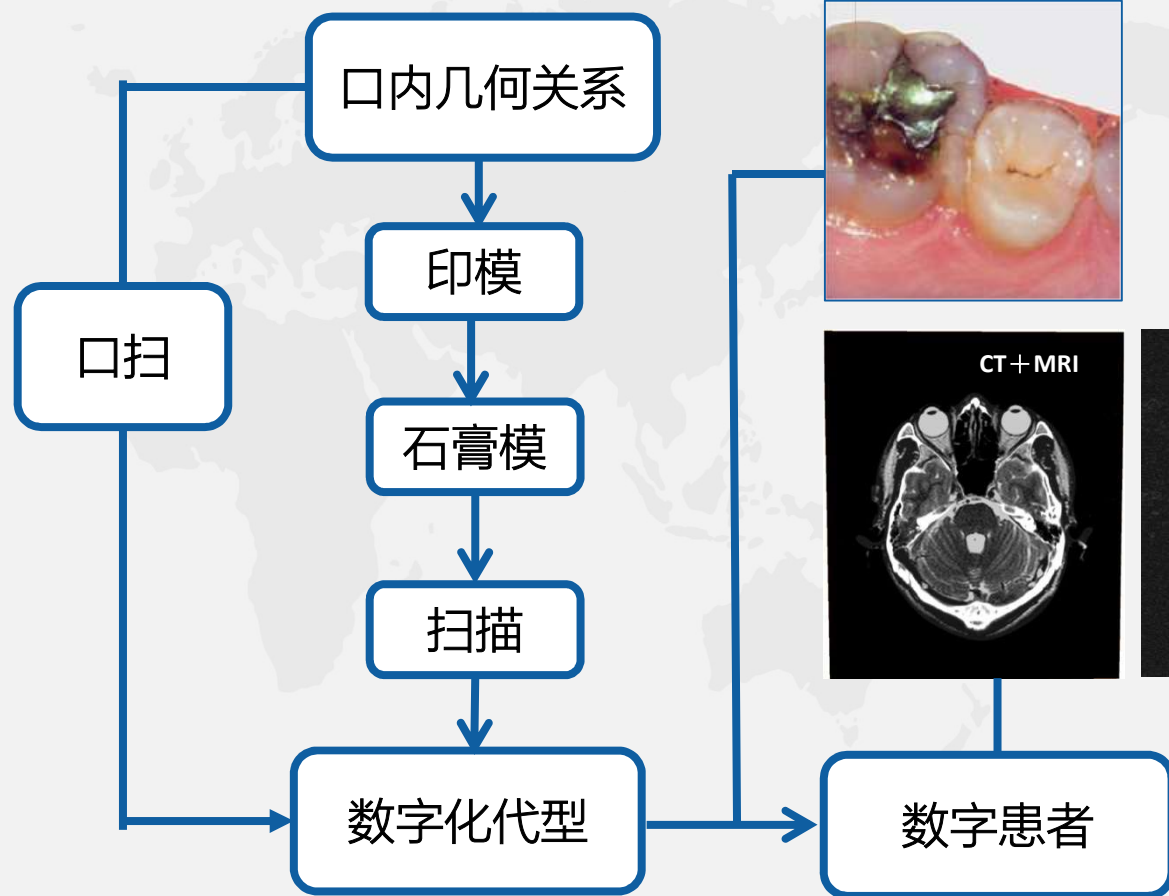


实现全程数字化的基础就是精准原始数据的获得, 包括牙齿几何形态和颜色和光学质感的数字化; 没有它们, 全程数字化就成为了一个伪命题。这就需要医生认真负责的精神和创造性的劳动。

数字化技术进步催生数字患者的概念

口内几何关系的直接数字化

口内多源信息的数字化





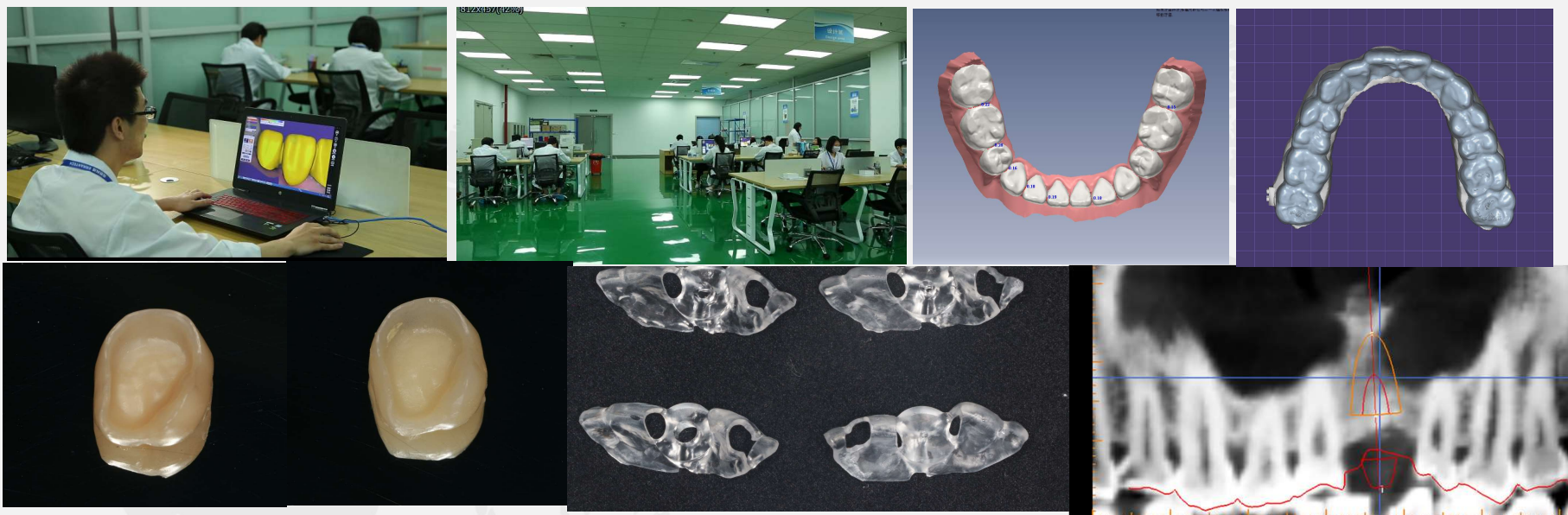
而然科技
创新折射未来

03

PART 03

第3部分 CPS与协同式数字化

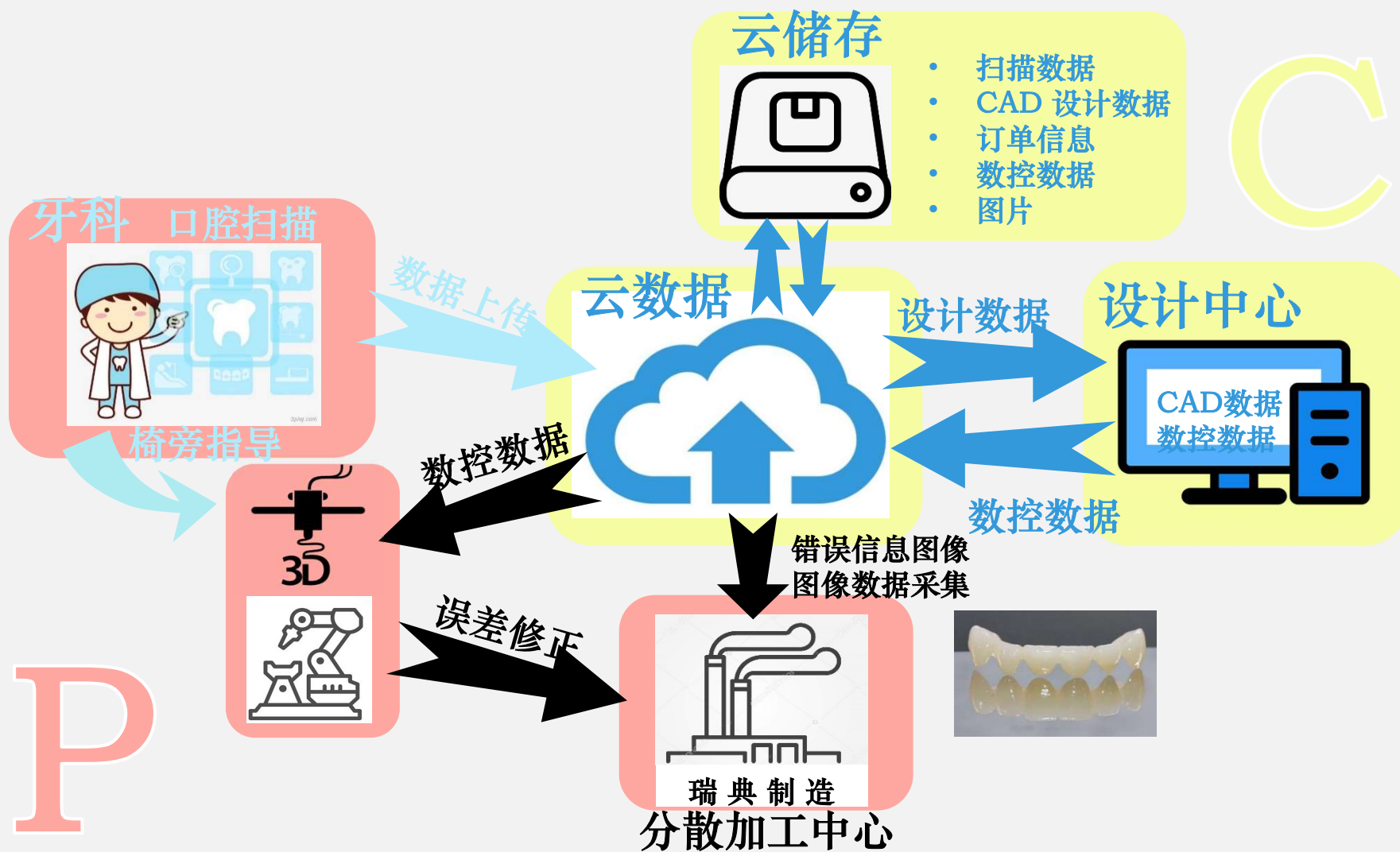
信息物理系统与协同式数字化



通过云平台，整合全球的优质资源，开展开放式创新为每个客户服务，实现规模化生态效应。

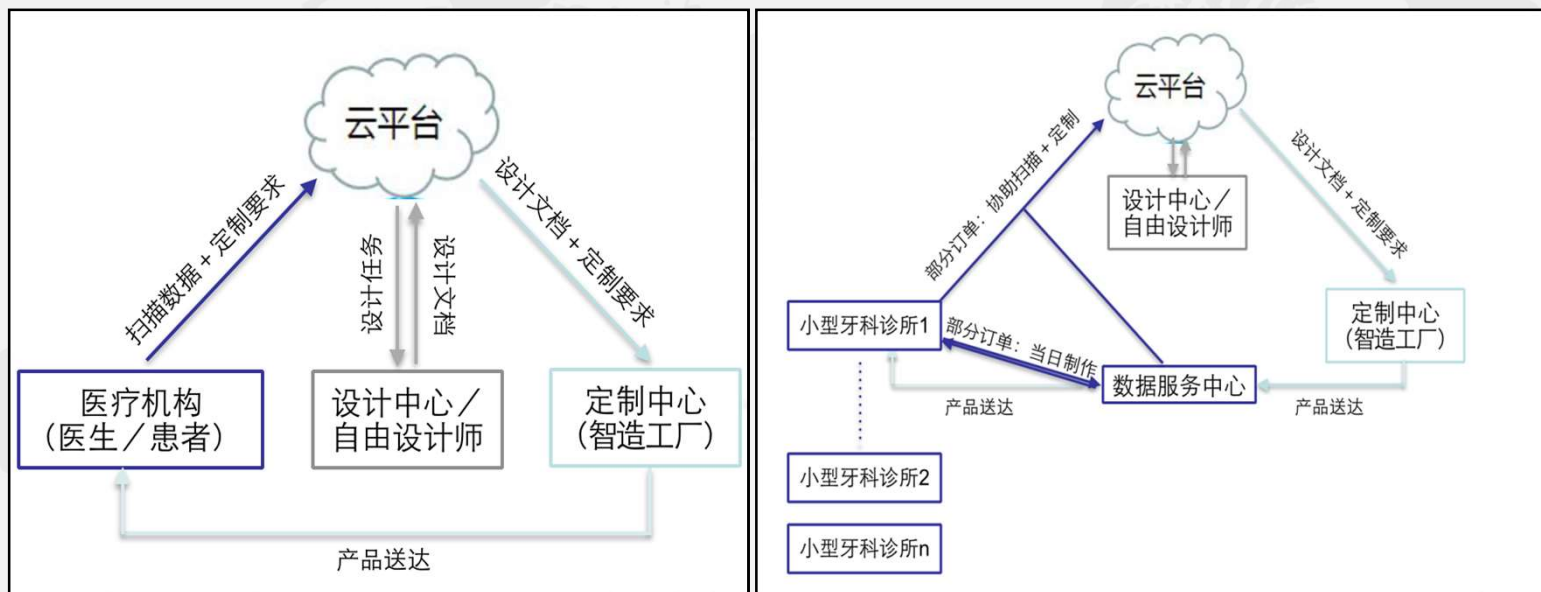
韩愈的《师说》：“闻道有先后，术业有专攻，如是而已”，我们通过信息物理系统，真正做到专业人员做专业的事，实现协同式创新。

信息物理系统 CPS



基于云平台的协同式数字化生态体系

三位一体、优势集成、整合全球资源

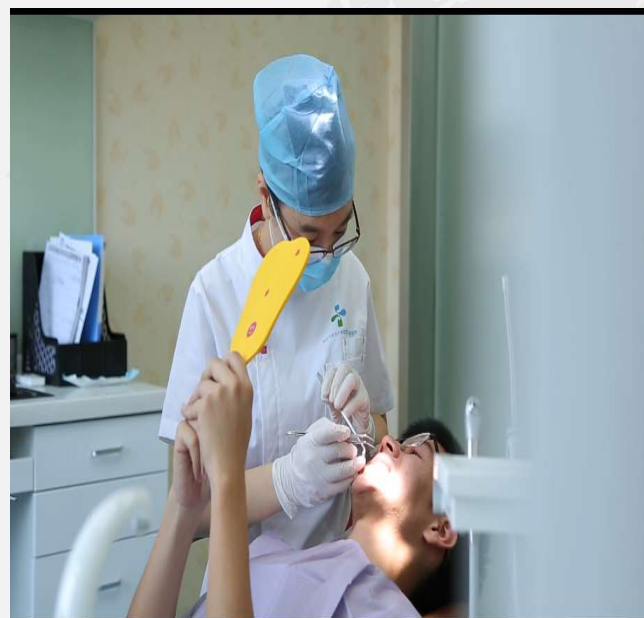


1. 椅旁方案与中央生产布局相结合，协助医生创新，提高效率，并且改善患者体验；
2. 技术与服务并举，实现个性化产品标准化服务；
3. 以材料与技术创新为核心，促进修复生态变革；

医生的职责

1. 制定诊疗方案，
2. 提供精准的原始数据包括牙齿几何形态，咬合和邻接关系以及颜色和光学质感的数字化数据；
3. 审核设计中心提供的设计方案
4. 完成临床修复，正琦和种植等工作；
5. 临床跟踪和评价和创新及改进。

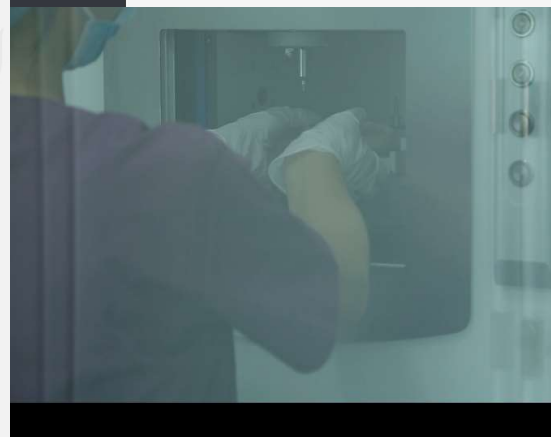
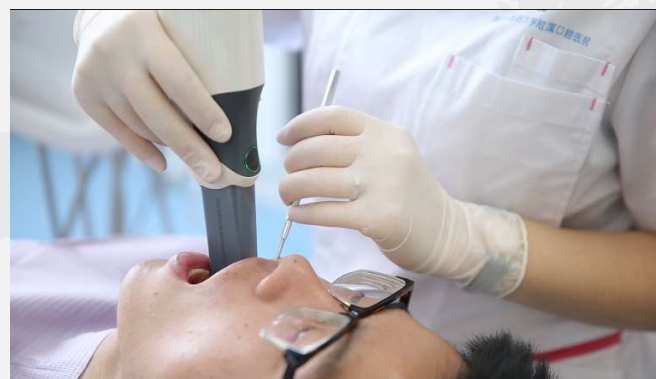
协同数字化和智能化的到来为医生提供了一个创新和研究的平台，医生将会积极参与医工协同数字化和智能化的创新和研究；



椅旁技师的职责

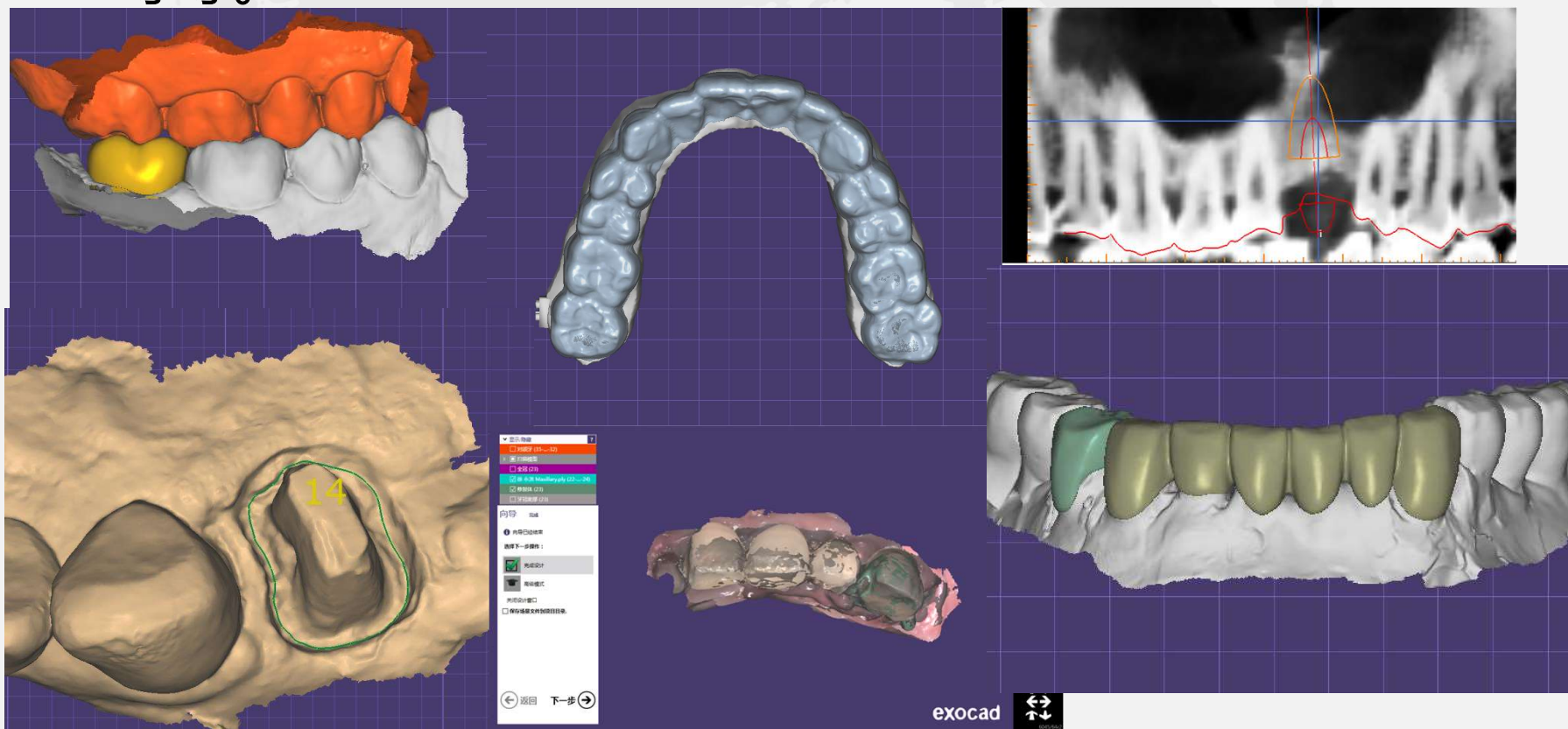
1. 口扫;
2. 代冠的设计和加工;
3. 配合医生进行代冠的调试和检查;
4. 信息的传递;
5. 椅旁机器操作以及维护

技师转型成为协同数字化和智能化方面的技师;



设计中心的职责

提供最佳的设计方案涉及代冠和釉赅义齿的设计，包括牙齿形态，密合度，咬合和邻接关系以及与邻牙的匹配等等。





而然科技
创新折射未来

制造中心的职责

精确地将设计还原成实物，制备出高强和高韧性具有良好生物相容性和生物活性，满足美学要求的仿生结构釉锆义齿。





而然科技
创新折射未来

瑞典斯德哥尔摩已建成的一个 数字设计中心



智能化和机器人离临床已不远

协同数字化和智能化的到来为医生提供了一个创新和研究的平台，医生将会积极参与医工协同数字化和智能化的创新和研究；

01 技师转型成为协同数字化和智能化方面的技师；

02 技师参与医生的协同数字化和智能化的创新和研究工作；

03 我们如何面对协同数字化和智能化的到来

备牙

数字化设计

种植手术

需要进一步去手工的步骤

机器人备牙

智能设计

机器人种植



而然科技
创新折射未来

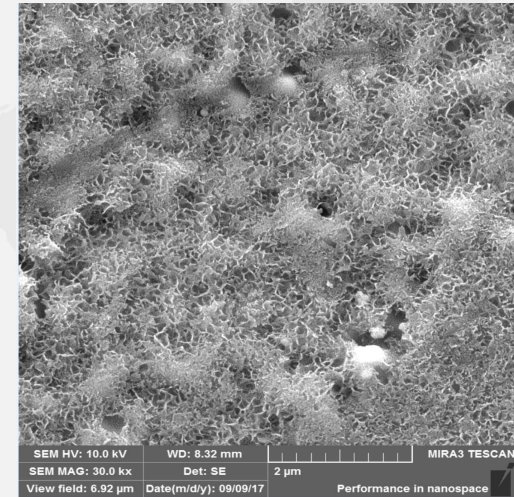
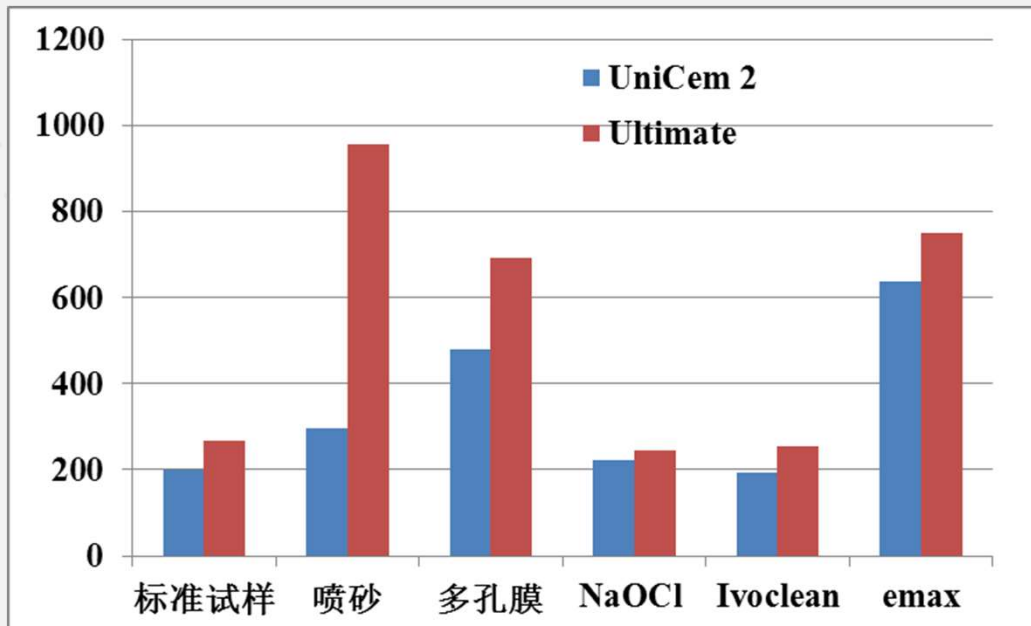
开方式创新解决4个临床瓶颈问题



数据库，标准化，私人定制和智能制造关系的建立



釉锆粘结问题的研究



0.03mm网格+纳米粗糙的微观表面

- 1.对于氧化锆材料的粘接，采用3M Ultimate的粘接剂的粘接强度远高于采用UniCem 2的粘接强度。
- 2.采用3M Ultimate的粘接剂和具有多孔氧化锆层的表面和微纳米加工的表面，由于增加了粘接面积和物理连接，无论采用哪种粘接剂，都使粘接强度明显地得到提高；达到了emax粘接强度。
- 3.通过表面微纳米粗化和多孔膜层可以使氧化锆的粘接强度超过emax粘接强度。
- 4.采用3M Ultimate的粘接剂和喷砂的样品实验结果得到了最高的粘接强度。超过了emax的粘接强度。
- 5.通过表面微纳米粗化，多孔膜层和新型喷砂处理可以使氧化锆的粘接强度达到最高，可以远超过emax粘接强度。

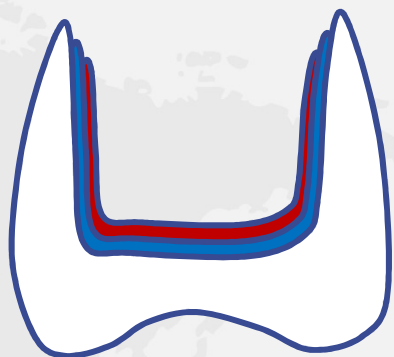


而然科技
创新折射未来

釉瓷遮色问题的研究



A



B

- 具有微-纳米梯度结构釉瓷义齿
- 染色层遮色薄膜结构
- 梯度遮色层薄膜结构



釉瓷前牙镀层遮色

—浙江省中医药大学口腔医院

浙江省中医药口腔医院院长郑园娜医生说的“釉瓷，带来了氧化锆牙冠的变革”



而然科技
创新折射未来

釉瓷比色问题的研究



釉瓷比色板的光学质感更接近于天然牙，因此可以获得更为准确的比色效果。另外，我们与浙江大学光仪系合作，正在研发计算机比色仪。

VITA比色板

牙科数字化修复实例



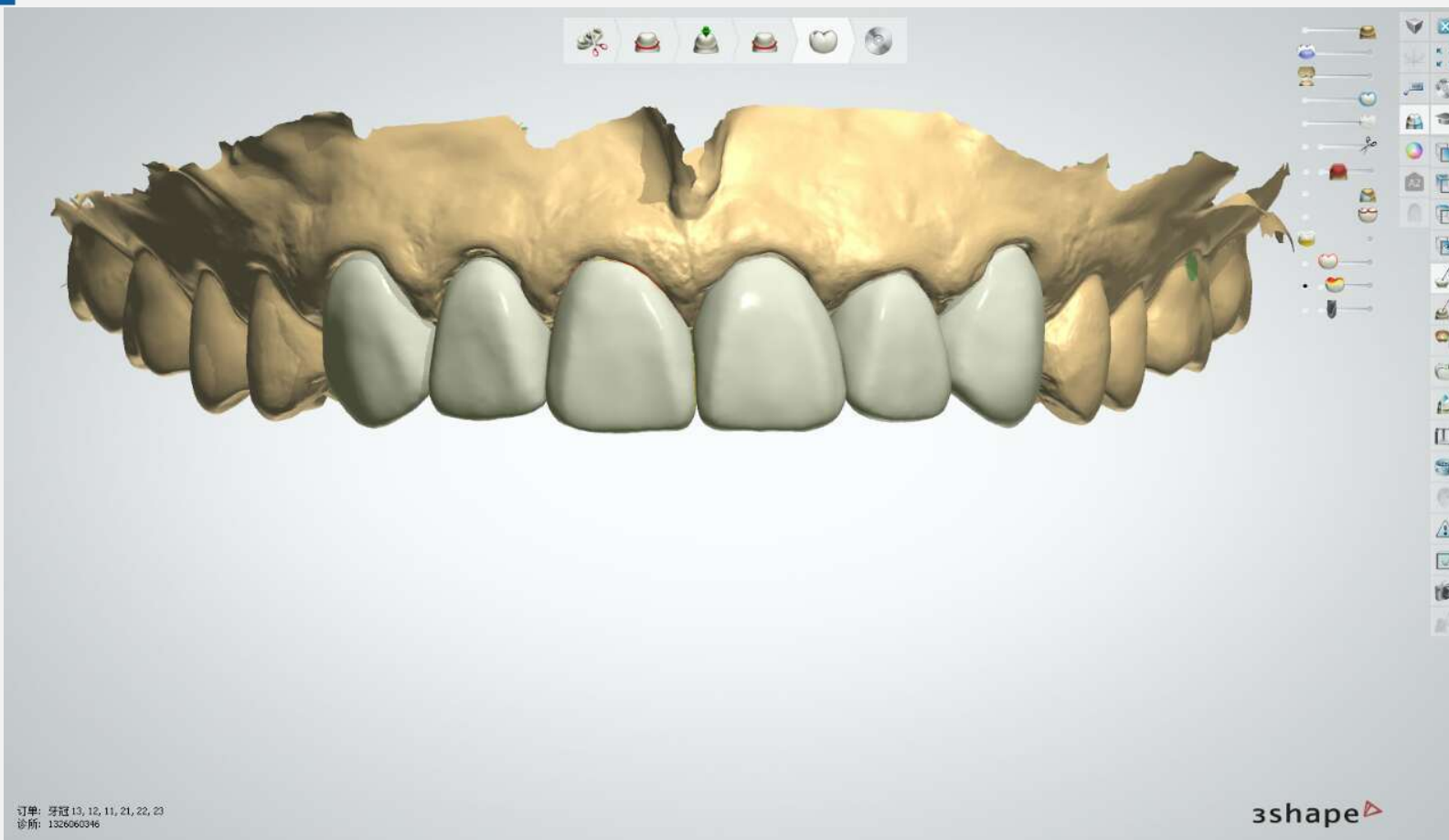
Before



After preparation



而然科技
创新折射未来





而然科技
创新折射未来



Provisional PMMA crowns



After one week





而然科技
创新折射未来

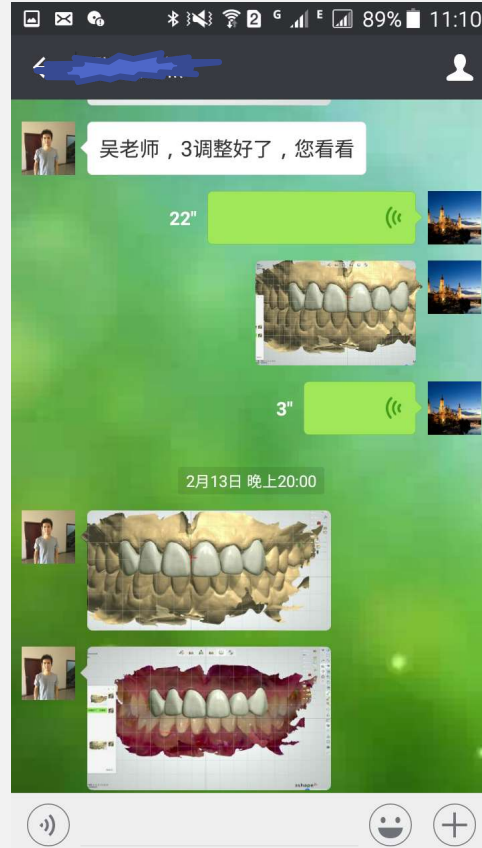


Second scanning



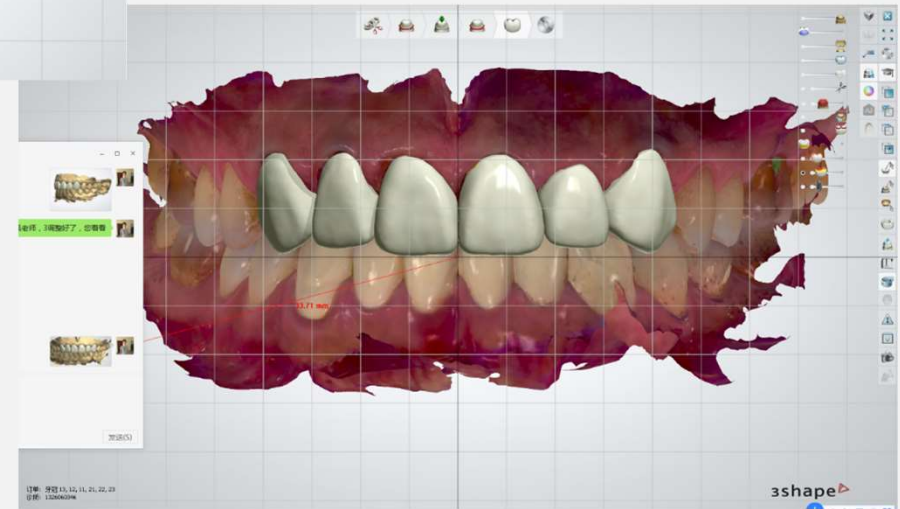
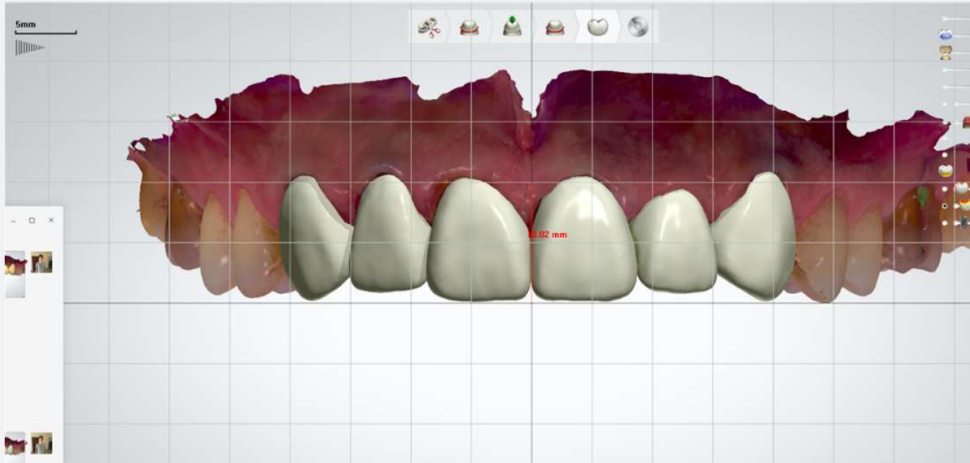
而然科技
创新折射未来

医技患数字化沟通





而然科技
创新折射未来



**Final design determined by adjusting
the provisional crowns**



而然科技
创新折射未来



Self-glazed zirconia crowns prepared

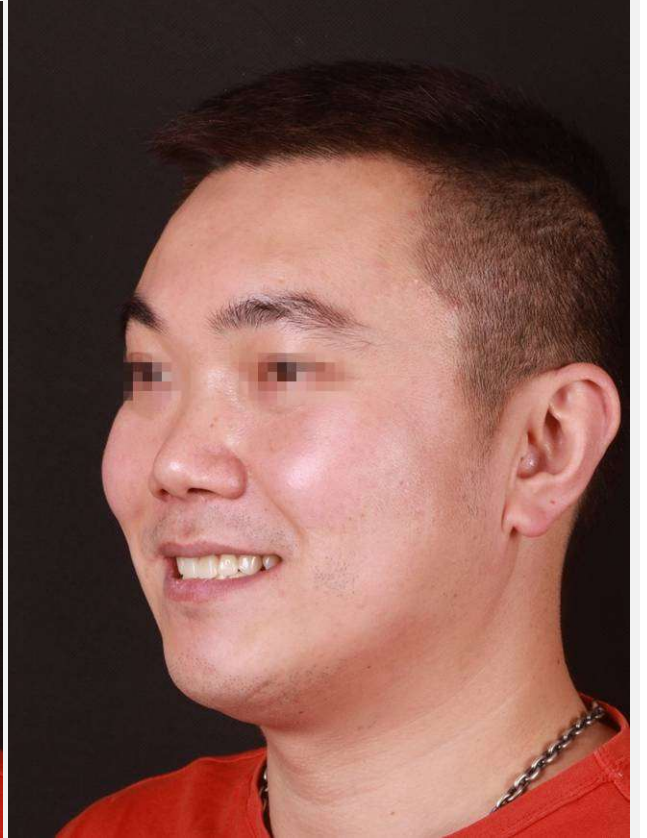


而然科技
创新折射未来





而然科技
创新折射未来





而然科技
创新折射未来

04

PART 04

第4部分 釉锆病例研究

釉瓷临床修复实例



无模贴面全瓷个性化釉瓷 - 广州医科大学附属口腔医院



广州医科大学附属口腔修复科主任吴哲医生说：“釉瓷，带来了惊喜，使不调磨牙冠变成可能，把不饰瓷的前牙变为实物”



修复后



而然科技
创新折射未来

釉瓷临床修复实例

无模前牙全瓷个性化釉瓷 - 广州医科大学附属口腔医院



摘要:

中年男性，患者5年前金属烤瓷修复，出现崩瓷情况且患者觉得颜色过于死白，和自己的余留牙不匹配。现患者选择上颌釉瓷重新修复，且颜色形态都十分满意；患者主动要求将下颌也换成釉瓷。



备牙后



修复后



修复后

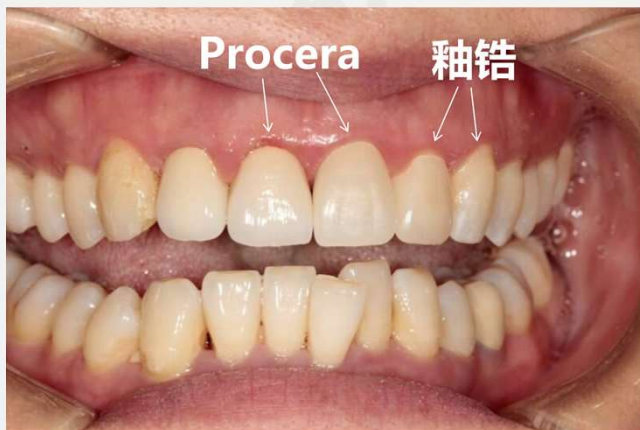
釉瓷临床修复实例



今年5月北京大学口腔医学院做了几例把而然“梯度结构牙科仿生全瓷修复体”与国际著名品牌德国wieland义齿进行了医患选用的对比试验：医生和患者无一例外地选择了我们的修复体。



今年10月，在上海瑞尔世纪大道口腔医院对我们的修复和国际著名品牌Procera的义齿进行了同一试验，医生和患者也无一例外地选择了我们的产品并给予了高度评价。



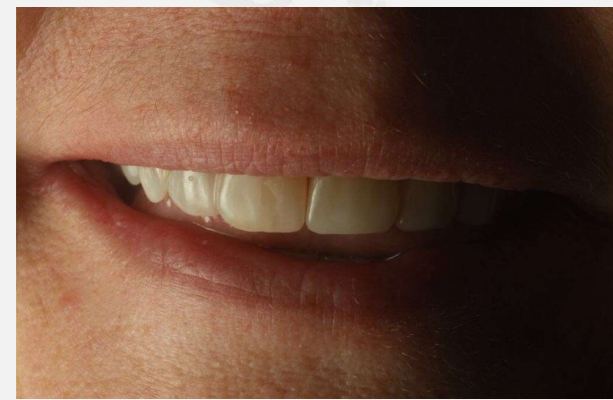
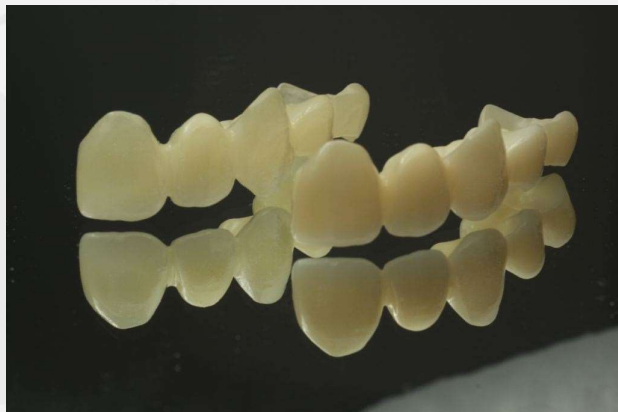


而然科技
创新折射未来

釉瓷临床修复实例



澳洲一个患者五连桥
病例，即使是国外认为最透的氧化锆材料
也没有釉瓷的透光性好。



釉瓷临床修复实例

全口咬合重建病例



摘要:

患者，中年女性，重度四环素牙 + 牙列缺损 + 过度磨耗要求修复。咬合功能欠佳，垂直距离明显降低。常规全瓷修复遮色效果不佳，牙体预备量较大。



修复前



修复后



而然科技
创新折射未来

釉瓷临床修复实例

前牙修复病例



摘要:

前牙 (3-3) 修复以后, 发现釉瓷前牙具有自清洁功能。



釉锆临床修复实例



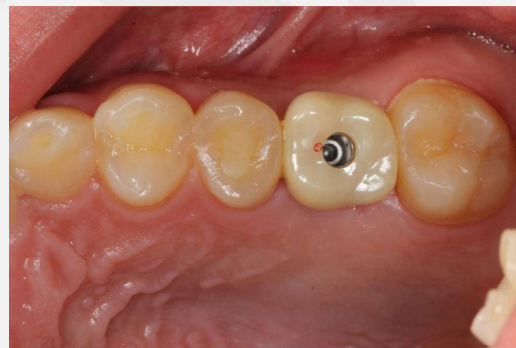
摘要:

年轻男性，上后牙缺失种植术后要求修复，完全数字化设计与制作，精度高达10微米，减少种植修复失败概率。

佰思康口腔医院院长的彭东医生说：“釉锆，给种植冠的咬合功能及精准就位，提供了质的飞跃”



修复前



修复后



修复后

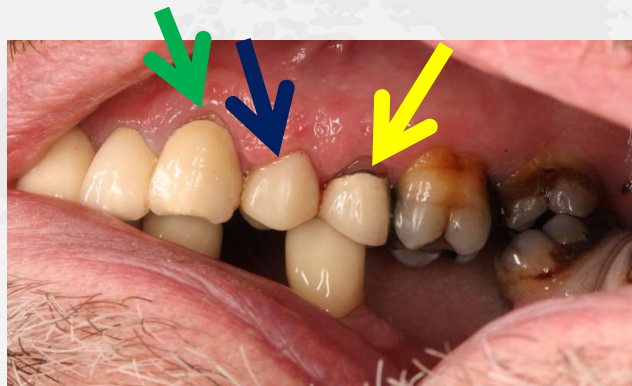
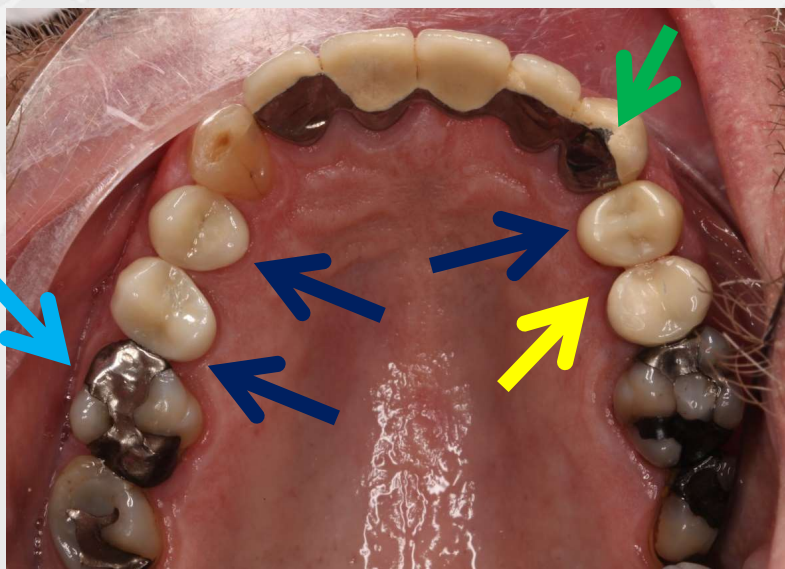


修复后

以发展的眼光看问题



瑞典釉瓷病例一年跟踪回访



- 银汞合金充填; 金属烤瓷桥, 崩瓷, 牙龈萎缩;
氧化锆饰瓷, 调合, 边缘密合差; 釉瓷, 边缘密合, 牙龈健康, 零调磨



而然科技
创新折射未来

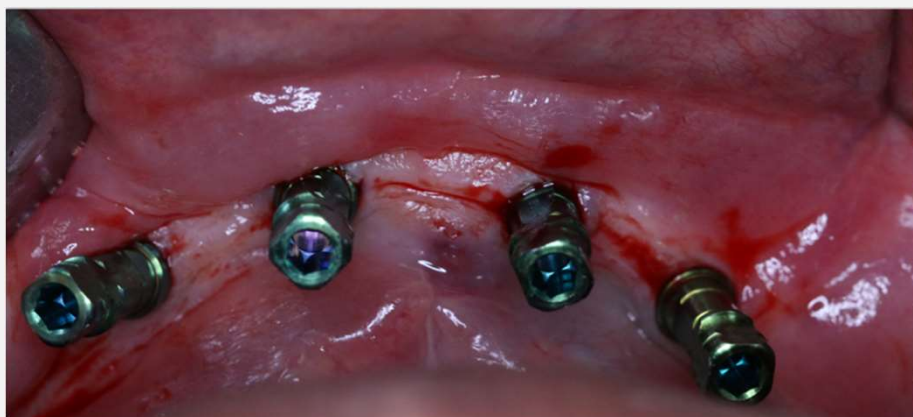
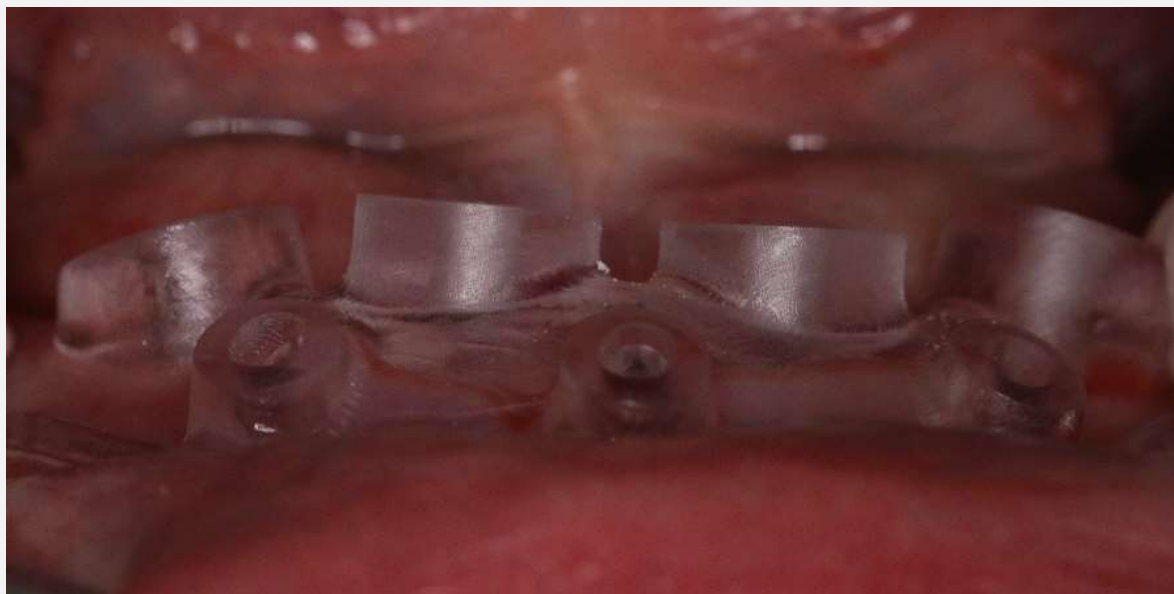
数字正畸矫治牙套





而然科技
创新折射未来

数字种植导板





而然科技
创新折射未来

国际化跨界交流与合作

The 3rd International Workshop on Advanced Ceramics
and Technologies for Dentistry (ACT4D 2019)

会议主题

Materializing Digital Solutions for D
entistry

会议以“物化数字化方案”为主
题，激发合作、融合和协同活力，
期待一届跨界、跨学科交流盛会！

Advanced Ceramics for Dentistry

Editors:
James Zhijun Shen
and Tomad Kozmat



BH



而然科技
创新折射未来

05

PART 05

第5部分 结论



而然科技
创新折射未来

结论

临床实践证明仿生纳米
梯度结构的釉瓷呈现了
极好的生物相容性和生
物活性，是最好的牙科
固定修复体。

数字化是工具，数字
化激发一线医生创新为
活力，促使医生成成为
临床创新的主体，专注
规划、审核，医疗
和科学评价。

数字化是纽带，协同
带，数字化体系工
数催生全新模式。
程服务模式。

数字化是
智能化的
前奏。

口腔诊疗离不开工程技
术服务，过去依赖个体
和手工技艺，数字化时
代突显了计算机，智能
制造和信息平台的重要
性。

数字化是媒介，数字
化极大地推动医工融
合的深度和广度，真正
做到了专业人员做医
疗的事，提高了医
疗的效率和水平。

数字化是熔炉，
数字化有利于，
发挥合众优势，
一个数字化平
台可以支撑口
腔工程服务需
求的全局。



而然科技
创新折射未来

合作客户

ARRAIL 瑞尔



北京清华长庚医院
Beijing Tsinghua Changgung Hospital



杭州牙科医院
HANGZHOU DENTAL HOSPITAL
杭州师范大学医学院附属口腔医院



浙江中医药大学
附属口腔医院



艾维齿科



瑞尔立齿科
REALYDENTAL



Best Care
Dental
佰斯康口腔



广州医科大学附属口腔医院
STOMATOLOGY/AFFILIATED STOMATOLOGY HOSPITAL
广州医科大学 口腔医学院



浙江大学医学院附属口腔医院
STOMATOLOGY HOSPITAL AFFILIATED TO ZHEJIANG UNIVERSITY OF MEDICINE
浙江省口腔医院
ZHEJIANG STOMATOLOGY HOSPITAL



Umeå University

雅康口腔



LeleJia
Dental Lab Beijing China



北京优颐口腔医院
Beijing Youyi Stomatology Hospital



深圳市人民医院
SHENZHEN PEOPLE'S HOSPITAL
暨南大学第二临床医学院
2nd Clinical Medical College of Jinan University



瑞泰口腔
RYTIME DENTAL



Dental Hospital
上扬口腔医院

义乌优嘉口腔

杭州青立口腔



而然科技
创新折射未来

开展临床合作



复旦大学附属华东医院
HUADONG HOSPITAL AFFILIATED TO FUDAN UNIVERSITY



江苏省中医院
Jiangsu Province Hospital of TCM



广西医科大学第一附属医院
THE FIRST AFFILIATED HOSPITAL OF
GUANGXI MEDICAL UNIVERSITY




北京大学口腔医院
PEKING UNIVERSITY HOSPITAL OF STOMATOLOGY



华中科技大学
同济医学院附属
协和医院
UNION HOSPITAL TONGJI MEDICAL COLLEGE HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



上海交通大学医学院附属第九人民医院
Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai JiaoTong University School of Medicine



空军军医大学(第四军医大学)
口腔医学院



[美]华盛顿大学 University of Washington



ALBERT-LUDWIGS-
UNIVERSITÄT FREIBURG



谢

聆

谢

听

**协同式数字化智能制造已如一轮红日出现在东方的地平线上，它的
如日中天，指日可待。**

—— 杭州而然科技有限公司 ——