

## 口腔修复数字化美学设计流程专家共识

柳忠豪<sup>1</sup> 刘峰<sup>2</sup> 陈江<sup>3</sup> 黄翠<sup>4</sup> 韩向龙<sup>5</sup> 胡文杰<sup>2</sup> 胥春<sup>6</sup> 刘伟才<sup>7</sup> 牛丽娜<sup>8</sup>  
马楚凡<sup>9</sup> 赵一姣<sup>2</sup> 赵克<sup>10</sup> 郑明<sup>3</sup> 陈亚明<sup>11</sup> 黄庆丰<sup>6</sup> 满毅<sup>5</sup> 徐明明<sup>2</sup>  
邓旭亮<sup>2</sup> 周侗<sup>1</sup> 师晓蕊<sup>2</sup>

1. 264001 烟台, 滨州医学院口腔医学院, 烟台市口腔医院, 数字化口腔医学山东省高校特色实验室, 数字化口腔医学技术烟台市工程研究中心; 2. 北京大学口腔医学院·口腔医院, 国家口腔医学中心, 国家口腔疾病临床医学研究中心, 口腔生物材料和数字诊疗装备国家工程研究中心, 国家卫生健康委口腔数字医学重点实验室, 口腔数字医学北京市重点实验室; 3. 福建省口腔疾病研究重点实验室, 福建省口腔生物材料工程技术研究中心, 福建医科大学口腔医学院·附属口腔医院种植科; 4. 口颌系统重建与再生全国重点实验室, 口腔生物医学教育部重点实验室, 口腔医学湖北省重点实验室, 武汉大学口腔医(学)院口腔修复科; 5. 四川大学华西口腔医院, 国家口腔疾病临床医学研究中心; 6. 上海交通大学口腔医学院, 上海交通大学医学院附属第九人民医院, 国家口腔疾病临床医学研究中心; 7. 同济大学口腔医学院和附属口腔医院; 8. 口颌系统重建与再生全国重点实验室, 国家口腔疾病临床医学研究中心, 陕西省口腔医学重点实验室, 空军军医大学第三附属医院; 9. 空军军医大学特色医学中心口腔科; 10. 中山大学附属口腔医院修复科, 中山大学光华口腔医学院, 广东省口腔医学重点实验室; 11. 南京医科大学口腔医学院

**【摘要】** 在口腔美学修复工作中, 数字化美学设计以可视化的效果辅助医生预判治疗效果, 增进医患双方对美学目标认知、理解的一致性, 是实现理想美学修复效果的基础。目前国内外对于数字化美学设计流程尚无明确规范, 很多医师对于如何在诊疗工作中进行数字化美学设计缺少系统认识。为了进一步规范口腔美学诊疗设计流程, 提升治疗结果的均质化, 全国卫生产业企业管理协会数字化口腔产业分会(CSDDI)召集国内相关领域专家编写此项共识。共识对数字化美学资料的采集要点、整合步骤与数字化美学设计流程进行了阐述, 并制定了美学修复宏观决策树及针对不同临床应用场景的相应工作流程, 以供临床医师参考。

**【关键词】** 口腔美学修复; 数字化美学设计; 专家共识

**【中图分类号】** R783, TP391.73 **【文献标志码】** A **【doi】** 10.3969/j.issn.1001-3733.2024.02.002



开放科学(资源服务)  
标识码(OSID)

### Expert consensus on the workflow of digital aesthetic design in prosthodontics

LIU Zhonghao<sup>1</sup>, LIU Feng<sup>2</sup>, CHEN Jiang<sup>3</sup>, HUANG Cui<sup>4</sup>, HAN Xianglong<sup>5</sup>, HU Wenjie<sup>2</sup>, XU Chun<sup>6</sup>, LIU Weicai<sup>7</sup>, NIU Lina<sup>8</sup>, MA Chufan<sup>9</sup>, ZHAO Yijiao<sup>2</sup>, ZHAO Ke<sup>10</sup>, ZHENG Ming<sup>3</sup>, CHEN Yaming<sup>11</sup>, HUANG Qingfeng<sup>6</sup>, MAN Yi<sup>5</sup>, XU Mingming<sup>2</sup>, DENG Xuliang<sup>2</sup>, ZHOU Ti<sup>1</sup>, SHI Xiaorui<sup>2</sup>. 1. 264001, School of Stomatology, Binzhou Medical University & Yantai Stomatological Hospital & Characteristic Laboratories of Colleges and Universities in Shandong Province for Digital Stomatology, Yantai Engineering Research Center for Digital Technology of Stomatology, China; 2. Peking University School and Hospital of Stomatology & National Center for Stomatology & National Clinical Research Center for Oral Diseases & National Engineering Research Center of Oral Biomaterials and Digital Medical Devices & Beijing Key Laboratory of Digital Stomatology & NHC Key Laboratory of Digital Stomatology, Beijing; 3. Fujian Key Laboratory of Oral Diseases & Fujian Provincial Engineering Research Center of Oral Biomaterial, Department of Implantology, School and Hospital of Stomatology, Fujian Medical University, Fuzhou; 4. State Key Laboratory of Oral & Maxillofacial Reconstruction and Regeneration, Key Laboratory of Oral Biomedicine Ministry of Education, Hubei Key Laboratory of Stomatology,

Department of Prosthodontics, School and Hospital of Stomatology, Wuhan University; 5. Sichuan University, West China Hospital of Stomatology, National Clinical Research Center for Oral Diseases, Chengdu; 6. College of Stomatology, Shanghai Jiaotong University; Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiaotong University School of Medicine; National Clinical Research Center for Oral Diseases; 7. Stomatological Hospital and Dental School of Tongji University, Shanghai; 8. State Key Laboratory of Oral & Maxillofacial Reconstruction and Regeneration, National Clinical Research Center for Oral Diseases, Shaanxi Key Laboratory of Stomatology, The Third Affiliated Hospital of Air Force Medical University, Xi'an; 9. Department of Stomatology, Air Force Medical Center, Beijing; 10. Department of Prosthodontics, Hospital of Stomatology, Guanghua School of Stomatology, Sun Yat-sen University & Guangdong Provincial Key Laboratory of Stomatology, Guangzhou; 11. Stomatological College of Nanjing Medical University

**[Abstract]** In the field of dental aesthetics, digital aesthetic design plays a crucial role in helping dentists to predict treatment outcomes visually, as well as in enhancing the consistency of knowledge and understanding of aesthetic goals between dentists and patients. It serves as the foundation for achieving ideal aesthetic effects. However, there is no clear standard for this digital process currently in China and abroad. Many dentists lack of systematic understanding of how to carry out digital aesthetic design for treatment. To establish standardized processes for dental aesthetic design and to improve the homogeneity of treatment outcomes, Chinese Society of Digital Dental Industry(CSD-DI) convened domestic experts in related field to compile this consensus. This article elaborates on the key aspects of digital aesthetic data collection, integration steps, and the digital aesthetic design process. It also formulates a decision tree for dental aesthetics at macro level and outlines corresponding workflows for various clinical scenarios, serving as a reference for clinicians.

**[Key words]** Dental aesthetics; Digital aesthetic design; Expert consensus

口腔美学修复涉及到颜面部美学、唇齿美学、牙列空间美学、牙齿硬组织美学、牙周软组织美学等诸多方面,术前的美学分析和设计是实现理想美学修复效果的关键<sup>[1-2]</sup>。在美学修复开始前,医生需要对患者进行全面的检查,了解其口腔健康状况、美学需求和个人偏好等情况,对存在的口腔美学问题进行全面分析和正确诊断,制订适合的美学治疗方案。数字化美学设计以可视化的效果辅助医生预判治疗效果,增进医患双方对美学目标认知、理解的一致性<sup>[3]</sup>,是达成理想美学修复效果的基础。由于我国口腔医疗水平存在区域差异和不平衡的问题,很多医师对于数字化美学设计的流程缺少系统认识<sup>[4]</sup>。

为了进一步规范口腔美学诊疗设计流程,提升治疗结果的均质化,全国卫生产业企业管理协会数字化口腔产业分会(Chinese Society of Digital Dental Industry, CSDDI)召集相关专家,共同制定以下口腔修复数字化美学设计流程专家共识,以期帮助广大口腔医师在临床工作中能针对具体病例,进行规范的数字化美学设计。

## 1 数字化美学资料的采集

全面的口腔美学资料是美学分析与数字化美学设计的基础,有利于医、技、患之间的沟通<sup>[5]</sup>。客观资料需要呈现患者在静息、微笑、发音等状态下的面部、唇部、牙齿的美学信息,包括数码照片、视频等二维图像与影音资料<sup>[6]</sup>,牙列三维扫描数据、面部三维扫描数据、CBCT扫描数据<sup>[7]</sup>、颌位数据、下颌运动轨迹数据

等<sup>[8]</sup>。主观资料指邀请患者填写主观问卷,了解患者的性格、气质以及对美观的主观偏好等<sup>[9]</sup>。资料采集的内容需要依据美学治疗的复杂程度进行选择,根据治疗需求对必要的资料进行规范的采集。对于非必要的资料,需要权衡该资料能否在具体病例中辅助提升治疗效果,在具备条件的前提下也可进行采集,使患者信息更加全面,更利于医患沟通。

### 1.1 采集患者主观美学评价资料(必要资料)

在美学修复前,要通过充分的医患沟通了解患者的性格、气质和偏好,可请患者填写主观问卷<sup>[10]</sup>,了解其对于口腔与颜面美学的认知、偏好及治疗需求,使美学设计更贴合患者需求。

### 1.2 采集二维图像资料

1.2.1 拍摄数码照片(必要资料) 数码照片主要拍摄患者口内、口外和面部。拍摄目的、内容、设备、参数建议参考中华口腔医学会口腔美学专业委员会制定的“口腔美学临床摄影专家共识”<sup>[11]</sup>。为满足治疗需求,建议拍摄3张面部照片、4张口唇部照片、4张咬合相关照片、3张前牙列照片以及上下颌牙弓照片。当面部存在明显不对称时,加拍对侧两张侧面部照片。

1.2.2 拍摄视频 (1) 拍摄目的:记录真实、自然的的笑容,发音等情况;(2) 拍摄内容:自然交流状态下的面部正面视频,唇部发音视频;(3) 拍摄要求:拍摄自然交流状态下的面部正面视频时,取景范围包括患者全部的面部和颈部的一部分,拍摄者通过与患者自然交谈,引导患者展露最大的自然笑容。

拍摄唇部发音视频时,取景范围为患者唇部包括口角内的全部范围,应包含人中,不包括鼻子,拍摄者引导患者说出包含汉语拼音“s”、“t”、“f”和“v”的语句<sup>[5]</sup>。为了术前术后对照一致性更佳,可请患者朗读包含相应音节的文字段落。

### 1.3 采集三维扫描数据

1.3.1 采集牙列三维数据(必要资料) (1) 采集设备:口内扫描仪、模型扫描仪(台式光学扫描仪)<sup>[12]</sup>; (2) 采集方式:牙列三维扫描数据主要通过数字化印模技术获得,包括口内直接扫描技术和牙颌印模或模型三维扫描技术<sup>[13]</sup>; (3) 数据格式:目前口扫设备可以输出的通用牙列三维扫描数据格式包括无颜色纹理信息的 STL 格式及带有颜色纹理信息的 PLY、OBJ 格式等<sup>[14]</sup>,上述格式的扫描数据均属于“三角网格模型”,其中 STL 格式和 PLY 格式应用较为广泛; (4) 采集要求:扫描上下颌牙列及牙龈组织(包含全部附着龈),并记录牙尖交错位的咬合状态,部分扫描仪可以记录多个咬合状态,获得具有咬合关系的上下颌牙列三维扫描数据。

1.3.2 采集面部三维数据 (1) 采集设备 三维面部扫描仪按设备特点,可分为固定式及便携式<sup>[15]</sup>; (2) 采集方式:通过三维面部扫描技术获取,原理包括光栅扫描技术、立体摄影测量技术; (3) 数据格式:通用的面部三维扫描数据格式包括 STL、OBJ 及 PLY 等,其中 OBJ 和 PLY 格式带有颜色纹理信息,在美学设计中更有优势,应用较为广泛; (4) 采集要求:①在合适的环境光条件下,采集静息状态及最大自然笑容状态下的面部三维扫描数据,在采集过程中患者需要维持稳定的表情状态,如设备性能允许,可采集面部动态三维信息;②采集能够成为面部三维扫描数据与牙列三维扫描数据之间配准媒介的数据信息,如牵拉口唇暴露前牙的三维面部扫描数据<sup>[16]</sup>,或佩戴配准中介物的三维面部扫描数据<sup>[17]</sup>。配准中介物可为面叉或托盘,口内端可稳定地固定于上颌牙列上,记录清晰的牙列 面形态;口外端有稳定的、带有立体特征点的配准块,佩戴该中介物进行三维面部扫描时,该配准块的特征能够清晰地展示<sup>[18]</sup>。

### 1.4 采集 CBCT 扫描数据

1.4.1 采集指征 当患者存在以下情况时,需要通过 CBCT 扫描获取颌骨组织三维影像: (1) 需要对颌位或下颌运动行诊断评估,评价颞下颌关节位置及状况; (2) 存在错 畸形或颌面部比例不和谐,需要行正畸或正颌正颌治疗; (3) 牙列缺损或牙列缺失,需要对拟植入种植体的位置进行三维设计; (4) 存在牙槽骨

相关的牙周软组织美学缺陷,需要对牙槽骨进行修整。

1.4.2 采集设备标准及参数设定 (1) 视野:视野范围应遵循可合理达到的尽量低(as low as reasonably achievable, ALARA)原则,即在满足临床诊疗的需求下尽量减小扫描视野<sup>[19]</sup>。小视野:<8 cm,适用于牙槽骨、颞下颌关节、单侧颌骨的观察。中视野:8~15 cm,适用于上下颌骨的观察,向上可延伸至鼻根;大视野:15~21 cm,适用于颅颌面部观察<sup>[20]</sup>; (2) 空间分辨率:通常为 0.062 5~0.5 mm 之间<sup>[21]</sup>。根据品牌、机型自动设置曝光参数,或手工设置管电压和管电流。手工调节曝光参数需遵循 ALARA 原则<sup>[19]</sup>; (3) 图像重建:层距、层厚为 0.3~0.5 mm<sup>[19]</sup>。

1.4.3 数据格式 CBCT 的通用数据格式为医学数字影像和通讯(digital imaging and communications in medicine, DICOM)格式<sup>[22]</sup>,为有序排列的体层数据。

### 1.5 采集下颌运动轨迹数据

涉及大范围前牙修复或咬合重建修复时,有条件时建议采集。

1.5.1 采集指征 (1) 患者口颌系统功能良好,修复不需改变咬合关系及运动引导。留存修复前原始运动路径数据,在最终修复体的制作中实现复制; (2) 患者口颌系统功能良好,不需改变静态咬合关系,但因美学、功能需求,需要改变前伸、侧方等运动引导。在修复前留存原始运动路径数据,指导最终修复体的制作,避免新建立的引导对口颌系统功能状态造成不良影响; (3) 若患者口颌系统功能状态不佳,需要对咬合关系进行调整,可通过下颌运动轨迹数据辅助完善功能评估;此时需先稳定功能状态,必要时进行多学科联合治疗,再进入数字化美学设计流程; (4) 若已进入修复阶段,完成诊断性临时修复后,记录佩戴临时修复体时的下颌运动轨迹数据,对下颌运动进行评估,若已获得良好的口颌系统功能,则在最终修复体的制作中实现复制。

1.5.2 采集方式 根据诊疗需求对患者下颌边缘运动及功能运动数据进行采集。传统方式通过物理模型面弓转移上 架,结合咬合记录完成切导盘及髁导设置;如果具备条件,推荐使用数字化下颌运动轨迹描记仪完成。相关采集技术包括电子接触描记、磁电转换描记、超声感应描记、图像采集描记及光学描记技术<sup>[20]</sup>。

1.5.3 采集方法 安装设备后,根据诊疗需求嘱患者进行特定边缘及功能运动,并记录相应的运动轨迹。相应数据可以导入口腔 CAD(computer aided design)软件中,可与牙列三维扫描数据匹配整合,也可用于完成虚拟 架设定,辅助完成修复体设计<sup>[23]</sup>。



## 2 数字化美学资料的整合

### 2.1 二维图像资料与牙列三维数据的整合

拍摄患者在最大自然笑容状态下的正面部照片,及牵拉口唇暴露上颌全部前牙和前磨牙的上牙列正面照片<sup>[24]</sup>。拍摄时,需保证上颌牙列与镜头之间的俯仰角一致。最大自然笑容状态的图像也可从动态影像资料中截取,更容易捕捉到患者自然的状态<sup>[25]</sup>。

以2个以上的牙齿特征点为标志点,将两张照片进行缩放、对齐,使照片中牙列部分完全重合。

在CAD软件中,选择上颌牙列三维数据和上颌牙列照片上一一对应的牙齿特征点,实现上颌牙列三维数据在某一视角的投影平面内与上颌牙列照片的“重叠”。标志点需要为3个以上,距离尽量远且不在同一直线上。

### 2.2 面部三维数据与牙列三维数据的整合

2.2.1 以连接面部和牙列的配准中介物为媒介进行配准 (1)使用模型扫描仪获得配准中介物的三维扫描数据,能够清晰显示上牙列 面信息、配准块的立体特征点;(2)以较为稳定的面中上部区域为共同区域,对佩戴配准中介物的面部三维扫描数据,及静息状态下、最大自然笑容状态下的面部三维扫描数据进行配准;(3)以配准中介物中配准块上的特征点为标志点,对佩戴配准中介物的面部三维扫描数据和配准中介物的三维扫描数据进行对齐;(4)选取上牙列三维扫描数据上的牙齿 面特征点,及相对应的配准中介物上的牙列阴模中的牙齿 面特征点,对牙列三维扫描数据和配准中介物的三维扫描数据进行对齐;(5)将配准中介物的三维扫描数据、佩戴配准中介物的面部三维扫描数据隐藏,获得牙列、面部三维扫描数据坐标系的统一。

2.2.2 以暴露前牙的三维面部扫描数据为媒介进行配准 (1)以较为稳定的面中上部区域为共同区域,将牵拉口唇暴露前牙的面部三维扫描数据与静息状态的面部三维扫描数据、最大自然笑容状态的面部三维扫描数据进行配准;(2)以前牙列的特征点为标志点,对牵拉口唇暴露前牙的面部三维扫描数据与牙列三维扫描数据进行对齐;(3)将牵拉口唇暴露前牙的面部三维扫描数据隐藏,获得牙列、面部三维扫描数据坐标系的统一;(4)该方法无需单独建立配准中介物,操作相对简便,但对面部扫描的精度要求高。若面部扫描的精度较低,暴露前牙的面部三维扫描数据中牙列变形或者不清晰,将会影响配准精度。

### 2.3 CBCT与牙列三维数据的整合

(1)在患者表情自然、嘴唇放松状态下进行CBCT

扫描,范围包括上下颌骨及全牙列,以DICOM格式导出;(2)通过在三维重建软件中综合参考牙冠和骨组织阈值,构建“颌骨牙列”模型;(3)以牙齿特征点为标志点,将牙列三维扫描数据与CBCT三维重建数据进行对齐;(4)对齐完成后,隐藏CBCT牙釉质三维重建数据,获得牙列三维扫描数据与骨组织CBCT三维重建数据的坐标系统一。

### 2.4 下颌运动轨迹数据与牙列三维数据的整合

(1)使用数字化下颌运动轨迹描记仪记录患者的颌位关系和下颌运动轨迹。在受试者头部佩戴并固定面弓,使用硅橡胶记录上颌牙列在上 叉上的 面印迹;将下 叉固定于下牙列唇颊面,记录下颌运动轨迹及位置。在软件中导出下颌运动轨迹数据文件,格式为XML;(2)扫描上 叉,获得包含上牙列 面信息的上 叉三维扫描数据,保存为STL格式;(3)在口腔CAD软件中导入上 叉三维扫描数据与牙列三维扫描数据。通过选取 面共同特征点,将上牙列三维扫描数据与上 叉的牙列 面印迹进行配准;将上 叉与软件中内置的标准上 叉数据进行配准,从而获得上牙列三维扫描数据与软件内标准上 叉的坐标系统一;(4)在软件中导入下颌运动轨迹数据文件,完成牙列三维扫描数据与下颌运动轨迹数据的整合。

### 2.5 多源数字化数据整合,建立口腔虚拟患者

对于需要整合多源数字化数据的复杂病例,可合理规划数据整合顺序,通过上述流程对数据逐一进行配准,从而获得一个包含面部轮廓、牙龈软组织特征和牙列形态、颌骨锥形束CT影像、颌位关系及下颌运动轨迹等多模态数据的口腔虚拟患者。

## 3 数字化美学设计流程

### 3.1 设计软件

二维数字化美学设计软件包括二维图像处理软件(如Photoshop)、演示文稿软件(如Keynote)及专用的数字化口腔美学设计软件<sup>[26]</sup>。

三维数字化美学设计软件包括专业的口腔CAD软件或通用的三维设计软件。口腔CAD软件(如3shape dental system、Exocad)通常会内置牙齿形态数据库,设计流程易于掌握,但也存在一些功能局限性。通用的三维设计软件包括逆向工程软件(Geomagic)、开源三维图形图像软件(blender、Meshmixer)等,需要术者自行准备牙齿形态数据库并导入软件中。

### 3.2 设计分类

3.2.1 二维数字化美学设计 二维数字化美学设计是基于二维数码照片进行设计,设计图可用于医患沟

通并提供给技师作为参考,但不能准确转移至最终修复体,且设计角度较为局限。

3.2.2 三维数字化美学设计 三维数字化美学设计是基于牙列三维扫描数据进行设计,将其与患者面部数码照片或三维面部扫描数据对齐后,可实现数字化诊断蜡型设计,设计结果能够转移至最终修复体,在临床中应用较为广泛。

3.2.3 四维数字化美学设计 四维数字化美学设计是在三维数字化美学设计的基础上增加时间维度,通过引入动态的面部扫描数据或下颌运动轨迹描记数据,实现动态模拟<sup>[27]</sup>。

3.3 设计顺序

3.3.1 美学修复宏观决策 (1)功能分析:在美学分析中,口颌系统功能评估是不可或缺的一部分,直接影响修复预后。美学设计前需保证患者口颌系统功能状态的稳定,若功能状态不佳,需要对咬合关系进行改变,则建议先稳定功能状态,必要时进行多学科联合治疗,随后再进入美学设计流程;(2)面部分析:面部美学参数包括面部垂直比例<sup>[28-29]</sup>、对称性<sup>[30]</sup>等正面美学参数,及颌骨突度<sup>[31]</sup>、Ricketts 审美平面<sup>[32]</sup>、GALL线<sup>[33]</sup>等侧面美学参数。正、侧面各项面部美学参数如果均在正常参考范围内,可以直接进入数字化美学修

复设计流程。如果不在参考范围内,需要视情况决定先行正畸或正畸正颌联合治疗后再行修复,或可以接受妥协的美学效果、直接进入修复流程;(3)唇齿分析:静态唇齿美学参数包括上唇长度<sup>[34]</sup>、静息时上中切牙的唇下暴露量<sup>[35]</sup>等,动态唇齿美学参数包括笑线<sup>[36]</sup>、上唇动度<sup>[37]</sup>、颊廊<sup>[38-39]</sup>、上前牙切缘连线与下唇上缘曲线的关系<sup>[40]</sup>等。如果唇齿关系良好,可以直接进入数字化美学修复设计流程。如果唇齿关系不佳,需分析美学问题主要在于唇部,还是在于牙齿、牙龈。如果问题主要归因于上唇长度、动度异常等唇部美学问题,建议优先通过微笑训练或注射美容方式改善唇部外观;如果唇部无明显异常,牙齿、牙龈存在美学问题,则直接进入数字化美学修复设计流程;(4)牙齿、牙龈分析:牙齿美学要素包括上中切牙牙冠的宽长比<sup>[41]</sup>、上前牙正面观的宽度比<sup>[42]</sup>,牙齿颜色、形态等。牙龈美学要素包括龈缘位置<sup>[43-44]</sup>、最大自然笑容时牙龈显露量、双侧牙龈线对称性、牙龈轮廓等<sup>[45]</sup>。通过对牙齿、牙龈进行综合分析,确定美学治疗的目标是单纯改善牙齿硬组织美学问题,还是需要进行牙周手术以改善牙周软组织美学问题,或者需要牙周与修复联合治疗,以及是否需要通过正畸、种植改善牙列空间整体美学问题<sup>[46-47]</sup>(图1)。

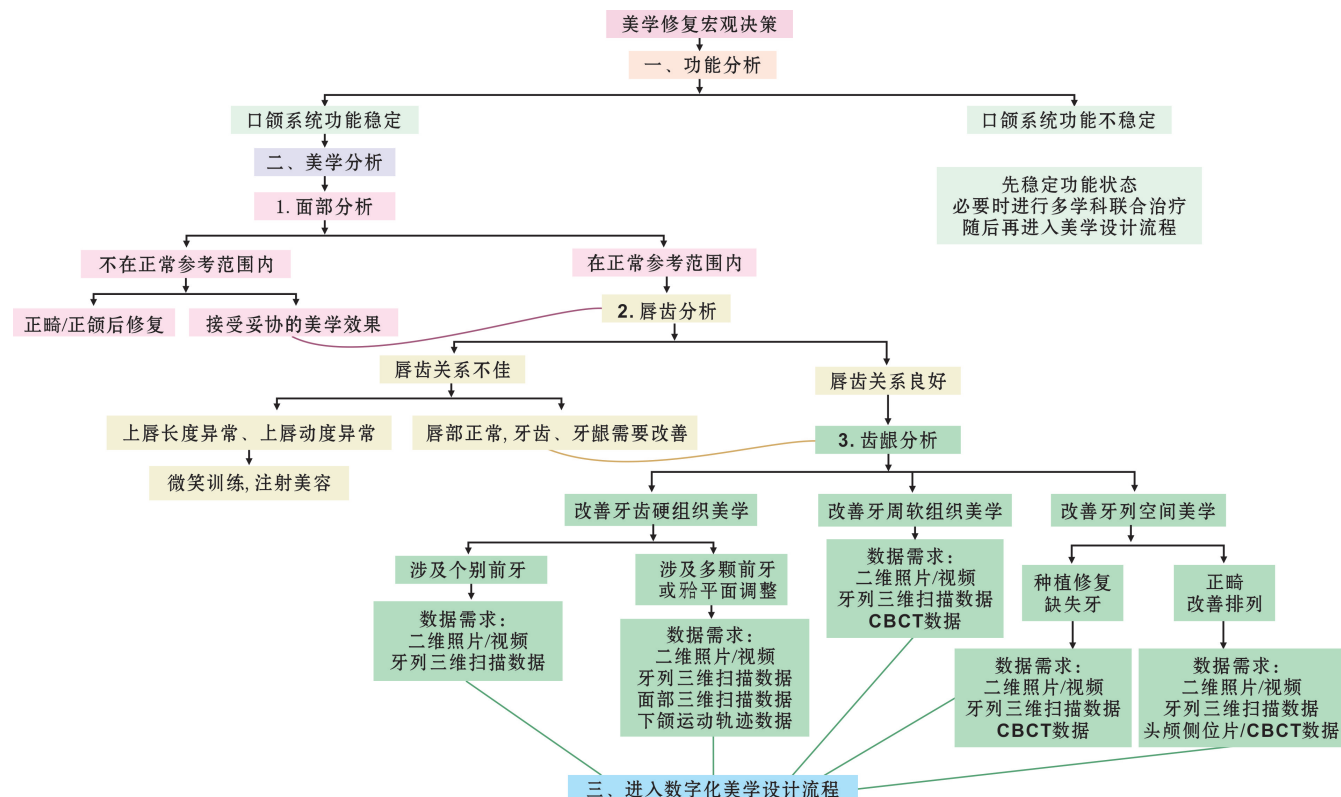


图1 美学修复宏观决策

3.3.2 美学修复基本设计顺序 (1) 确定上颌牙列中线: 根据面部中线确定上颌牙列中线, 使二者尽量一致。当原始牙列中线与面部中线偏差 $<2\text{ mm}$  时<sup>[48]</sup>, 可根据牙齿整体排列情况, 并结合患者的意愿确定是否调整中线(图 2); (2) 确定上中切牙切缘位置: 切龈向位置: 首先判断静息时上唇长度是否在正常范围内, 如果上唇长度正常, 则依据患者的年龄、性别等因素, 将上中切牙切缘的切龈向位置定位于上唇唇下 $2\sim 4\text{ mm}$ <sup>[35]</sup>(图 2)。唇舌向位置: 发“f”音时切缘位置应位于下唇干湿交界处<sup>[49]</sup>或稍偏内侧处; (3) 确定上前牙近远中位置分配: 根据 Preston 比例<sup>[41]</sup>或 RED 比例<sup>[42]</sup>确定上前牙宽度比, 从而确认上颌中切牙、侧切牙、尖牙的正面观宽度, 确定上前牙近远中位置分配(图 2); (4) 确定美学区其他上牙的切缘位置: 根据微笑时下唇上缘曲线确定美学区其他上牙的切缘位

置, 使上前牙切缘连线与下唇上缘曲线平行、和谐<sup>[40]</sup>(图 2); (5) 确定上中切牙长度: 上中切牙长度需根据两方面因素确定。首先, 理想的上中切牙宽长比应在 $75\%\sim 85\%$  范围内<sup>[41]</sup>, 以 $78\%$  为最佳<sup>[50]</sup>; 其次, 根据微笑时牙龈暴露量确定上中切牙龈缘位置, 若患者存在露龈笑, 需结合上唇长度、上唇动度确定是否需要对上唇进行干预治疗。若上唇长度、上唇动度正常, 可将上中切牙龈缘定位于微笑时上唇下缘冠方 $3\text{ mm}$  内<sup>[2]</sup>, 进而确定上中切牙长度(图 2); (6) 确定美学区其他牙的龈缘位置: 根据侧切牙龈缘与尖牙和中切牙的龈缘连线(牙龈线)的位置关系, 确定美学区其他牙的龈缘水平(图 2)。如果初始龈缘水平与理想龈缘水平之间差距较大, 必要时需要结合 CBCT 检查牙槽嵴顶水平及附着龈宽度, 从而确定牙周手术或种植手术的术式<sup>[51]</sup>。

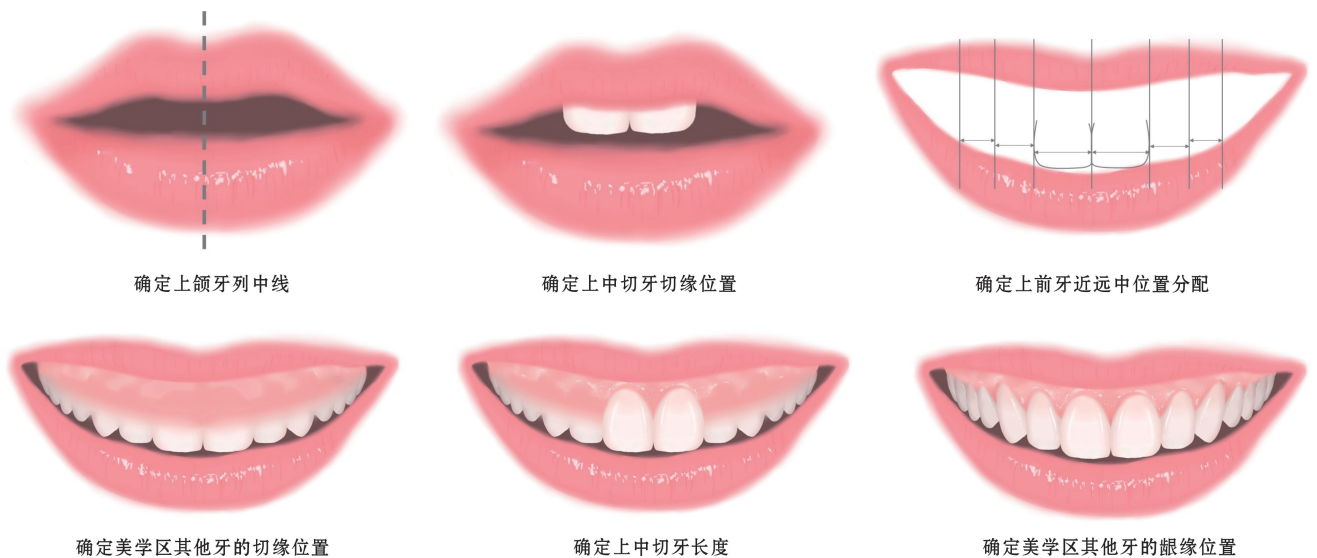


图 2 美学设计顺序

### 3.4 设计步骤

该部分主要对基于牙列三维扫描数据, 并使用口腔 CAD 软件的数字化美学设计步骤进行阐述。

3.4.1 基于牙列三维扫描数据和数码照片, 涉及个别前牙的数字化美学设计 (1) 在口腔 CAD 软件中导入面部微笑照片及牵拉口唇的面部照片/上前牙的口内照片; (2) 通过在两张照片中选取共同标志点, 完成两张照片的对齐, 通过调节图片透明度, 确认前牙区域完全重合; (3) 根据美学分析中对面部、唇齿、牙龈的分析结果, 在软件中选择适合患者的牙型库外形轮廓线条, 并按照美学设计顺序, 将线条调整至理想的形态和位置; (4) 将牙型库外形轮廓线条与牙齿图片数据库进行关联, 并精细调整牙齿与牙龈交界处的过渡效

果, 选择合适的牙齿颜色, 完成图片渲染, 生成术前/设计对比图片; (5) 完成二维设计后, 将牙列三维扫描数据导入软件中; (6) 通过选择照片和牙列三维扫描数据中的牙齿共同标志点, 完成照片和牙列三维扫描数据的对齐; (7) 以二维美学设计的外形为指导, 在软件中选择适合患者的三维牙型库, 在牙列三维扫描数据上完成数字化诊断蜡型的设计与精修; (8) 将完成的数字化诊断模型输出为 STL 文件, 进行三维打印, 用于后续的诊断饰面或诊断性临时修复体制作。

3.4.2 基于牙列三维扫描数据和面部扫描数据, 涉及多颗前牙或前牙平面调整的数字化美学设计 (1) 在口腔 CAD 软件中导入三维面部扫描数据、三维牙列扫描数据及配准所需的媒介数据, 使用前文中的虚拟



患者建立方法,完成数据的配准;(2)根据美学分析中对面部、唇齿、牙龈的分析结果,在软件中选择适合患者的三维牙型库,进行数字化诊断蜡型设计,按照美学设计顺序,将蜡型调整至理想的形态和位置;(3)对三维牙型库的颜色进行渲染,使其呈现与三维面部图像自然匹配的美学效果;(4)如三维美学设计涉及到咬合功能设计,可在软件中导入下颌运动轨迹数据,调整诊断蜡型的咬合关系并完成精修;(5)将最终完成的数字化诊断模型输出为 STL 文件,进行三维打印,用于后续的诊断饰面或诊断性临时修复体制作。

### 3.4.3 基于牙列三维扫描数据和 CBCT 数据,需结合牙周手术/种植手术等外科手术的数字化美学设计

(1)在口腔 CAD 软件中导入三维牙列扫描数据、CBCT 的 DICOM 数据,通过调整 CBCT 阈值,使釉质部分清晰显示,通过选取牙齿共同标志点,完成三维牙列扫描数据与 CBCT 数据的对齐;(2)根据前述美学设计,结合 CBCT 中的牙槽骨量、骨嵴顶水平,设计牙周冠延长术的术式或种植体位置、角度;(3)根据手术设计,规划牙周冠延长手术导板/种植手术导板,或其他手术相关的数字化设计导板。

### 3.4.4 基于牙列三维扫描数据和 CBCT 数据,需正畸联合治疗的数字化美学设计

(1)结合患者的主诉,对患者术前二维数码照片、视频,牙列三维扫描数据、面部三维扫描数据,头颅侧位片/CBCT 数据进行综合分析,确定整体治疗方案;(2)根据患者的面部与唇齿美学分析、牙龈暴露量、咬合关系等结果,设计前牙的理想位置;(3)将牙列三维扫描数据导入数字化正畸设计软件,根据美学设计目标,以未来修复后的牙齿位置为目标完成虚拟排牙,并为后续修复治疗设计咬合空间规划、留出修复空间;(4)将虚拟排牙后的上下颌模型文件导入口腔 CAD 软件中,设计诊断蜡型,并对正畸虚拟排牙的位置进行验证。如设计中发现正畸虚拟排牙位置与修复目标偏差太大,可回到上一步对虚拟排牙进行调整;(5)完成正畸、修复联合治疗设计后,进行系统性数字化正畸诊疗设计。

## 参考文献

[1] 刘峰. 口腔美学修复临床实战[M]. 北京:人民卫生出版社, 2007: 4-31.

[2] 谭建国, 李德利. 一步一步做好前牙美学设计[J]. 中华口腔医学杂志, 2020, 55(10): 799-802.

[3] 周明德, 仇碧莹, 余昊翰, 等. 浅谈数字化引导的前牙美学修复[J]. 实用口腔医学杂志, 2022, 38(3): 405-412.

[4] 梁珊珊, 叶曦玥, 彭舟, 等. 口腔规培学员对口腔美学修复临床实践技能认知的调查[J]. 卫生职业教育, 2021, 39(12): 148-150.

[5] 黄翠. 口腔美学修复的资料收集与病例积累[J]. 中华口腔医学杂志, 2019, 54(6): 382-386.

[6] COACHMAN C, CALAMITA M A, SESMA N. Dynamic documentation of the smile and the 2D/3D digital smile design process [J]. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2017, 37(2): 183-193.

[7] COACHMAN C, CALAMITA M A, COACHMAN F G, et al. Facially generated and cephalometric guided 3D digital design for complete mouth implant rehabilitation: A clinical report[J]. *J Prosthet Dent*, 2017, 117(5): 577-586.

[8] LI Q, BI M, YANG K, et al. The creation of a virtual dental patient with dynamic occlusion and its application in esthetic dentistry[J]. *J Prosthet Dent*, 2021, 126(1): 14-18.

[9] WONG A H, CHEUNG C S, MCGRATH C. Developing a short form of oral health impact profile (OHIP) for dental aesthetics: OHIP-aesthetic[J]. *Community Dent Oral Epidemiol*, 2007, 35(1): 64-72.

[10] RONALD E G. Change your smile[M]. 4th ed. Batavia, USA: Quintessence Publishing Company, 2009: 1-26.

[11] 中华口腔医学会口腔美学专业委员会. 口腔美学临床摄影专家共识[J]. 中华口腔医学杂志, 2017, 52(5): 265-269.

[12] GAO H, LIU X, LIU M, et al. Accuracy of three digital scanning methods for complete-arch tooth preparation: An *in vitro* comparison [J]. *J Prosthet Dent*, 2022, 128(5): 1001-1008.

[13] 曹悦, 陈俊锴, 赵一姣, 等. 口内三维扫描技术临床应用精度的研究进展[J]. 中华口腔医学杂志, 2020, 55(3): 201-205.

[14] 黄翠, 刘峰, 满毅, 等. 口内数字印模技术[J]. 实用口腔医学杂志, 2023, 39(6): 689-695.

[15] 温奥楠, 刘微, 柳大为, 等. 5种椅旁三维颌面扫描技术正确度的初步评价[J]. 北京大学学报(医学版), 2023, 55(2): 343-350.

[16] PARK J M, OH K C, SHIM J S. Integration of intraoral digital scans with a 3D facial scan for anterior tooth rehabilitation[J]. *J Prosthet Dent*, 2019, 121(3): 394-397.

[17] PÉREZ-GIUGOVAZ M G, PARK S H, REVILLA-LEÓN M. Three-dimensional virtual representation by superimposing facial and intraoral digital scans with an additively manufactured intraoral scan body[J]. *J Prosthet Dent*, 2021, 126(4): 459-463.

[18] 周永胜, 叶红强. 口腔修复中虚拟患者的构建和应用

- [J]. 中华口腔医学杂志, 2022, 57(10): 997-1002.
- [19] 傅开元, 胡敏, 余强, 等. 颞下颌关节紊乱病锥形束 CT 检查规范及诊断标准的专家共识[J]. 中华口腔医学杂志, 2020, 55(9): 613-616.
- [20] 刘峰, 满毅, 陈亚明. 中国口腔数字化——从临床技术到病例精选[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2023: 30-31.
- [21] STUART C W, MICHAEL J P. Oral radiology [M]. 6th ed. St. Louis, Missouri, USA: Elsevier, 2009: 227-228.
- [22] 陶勇浩, 缪兢陶. 影像存档及通讯系统方案中医学数字成像及通讯标准遵从性的设计[J]. 中华放射学杂志, 2000, 34(1): 66-67.
- [23] 刘峰, 师晓蕊. 面弓 架应用基本技术[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2018: 145-148.
- [24] COACHMAN C, CALAMITA M. Digital smile design: A tool for treatment planning and communication in esthetic dentistry [J]. Quintessence Dent Technol, 2012, 35: 103111.
- [25] 张艳玲, 张豪, 胡文杰, 等. 自然微笑分析方法的建立及其初步应用研究[J]. 中华口腔医学杂志, 2012, 47(3): 169-172.
- [26] OMAR D, DUARTE C. The application of parameters for comprehensive smile esthetics by digital smile design programs: A review of literature[J]. Saudi Dent J, 2018, 30(1): 7-12.
- [27] 王思维, 叶嘉慧, 刘云松, 等. 数字化虚拟仿真设计在口腔美学修复中的应用和研究进展[J]. 中华口腔医学杂志, 2022, 57(1): 101-106.
- [28] 于海洋, 胡荣党. 口腔医学美学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2021: 6-7.
- [29] 白丁, 赵志河. 口腔正畸策略、控制与技巧[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2015: 35-36.
- [30] 王兴, 张震康. 中国美貌人群颜面水平断面对称性的研究[J]. 现代口腔医学杂志, 1989, 3(4): 203-206.
- [31] 赵志河, 周彦恒, 白玉兴. 口腔正畸学[M]. 7版. 北京: 人民卫生出版社, 2020: 76-77.
- [32] 王兴, 张震康, 王洪君, 等. 中国美貌人群的侧貌软组织 X 线头影测量研究[J]. 口腔医学纵横, 1991, 7(2): 86-90.
- [33] 苑迎娇, 陈亮, 胡通. GALL 线评价 Twin-Block 治疗安氏 II 类 1 分类的侧貌变化[J]. 实用口腔医学杂志, 2021, 37(6): 845-848.
- [34] IBLHER N, KLOPPER J, PENNA V, et al. Changes in the aging upper lip—A photomorphometric and MRI-based study (on a quest to find the right rejuvenation approach) [J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2008, 61(10): 1170-1176.
- [35] AL WAZZAN K A. The visible portion of anterior teeth at rest[J]. J Contemp Dent Pract, 2004, 5(1): 53-62.
- [36] TJAN A H, MILLER G D, THE J G. Some esthetic factors in a smile[J]. J Prosthet Dent, 1984, 51(1): 24-28.
- [37] ROBBINS J W, ROUSE J S. Global diagnosis A new vision of dental diagnosis and treatment planning [M]. Batavia, USA: Quintessence Publishing Company, 2016: 11-13.
- [38] FRUSH J P, FISHER R D. The dynesthetic interpretation of the dentogenic concept[J]. J Prosthet Dent, 1958, 8(4): 558-581.
- [39] SPRINGER N C, CHANG C, FIELDS H W, et al. Smile esthetics from the layperson's perspective[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2011, 139(1): e91-e101.
- [40] AL-JOHANY S S, ALQAHTANI A S, ALQAHTANI F Y, et al. Evaluation of different esthetic smile criteria[J]. Int J Prosthodont, 2011, 24(1): 64-70.
- [41] WOLFART S, THORMANN H, FREITAG S, et al. Assessment of dental appearance following changes in incisor proportions[J]. Eur J Oral Sci, 2005, 113(2): 159-165.
- [42] WARD D H. Proportional smile design using the recurring esthetic dental (red) proportion[J]. Dent Clin North Am, 2001, 45(1): 143-154.
- [43] MACHADO A W. 10 commandments of smile esthetics[J]. Dent Press J Orthod, 2014, 19(4): 136-157.
- [44] CHU S J, TAN J H, STAPPERT C F J, et al. Gingival zenith positions and levels of the maxillary anterior dentition [J]. J Esthet Restor Dent, 2009, 21(2): 113-120.
- [45] 余念, 俞青, 胡勤刚, 等. 口腔微笑美学的常用评估指标和方法[J]. 中国实用口腔科杂志, 2017, 10(1): 15-19.
- [46] LIANG L Z, HU W J, ZHANG Y L, et al. Analysis of dynamic smile and upper lip curvature in young Chinese [J]. Int J Oral Sci, 2013, 5(1): 49-53.
- [47] ZHANG Y L, LE D, HU W J, et al. Assessment of dynamic smile and gingival contour in young Chinese people [J]. Int Dent J, 2015, 65(4): 182-187.
- [48] FERREIRA J B, SILVA L E, CAETANO M T, et al. Perception of midline deviations in smile esthetics by laypersons [J]. Dental Press J Orthod, 2016, 21(6): 51-57.
- [49] CHOU J C, NELSON A, KATWAL D, et al. Effect of smile index and incisal edge position on perception of attractiveness in different age groups[J]. J Oral Rehabil, 2016, 43(11): 855-862.
- [50] MAGNE P, GALLUCCI G O, BELSER U C. Anatomic crown width/length ratios of unworn and worn maxillary teeth in white subjects[J]. J Prosthet Dent, 2003, 89(5): 453-461.
- [51] WANG C, HU W J, LIANG L Z, et al. Esthetics and smile-related characteristics assessed by laypersons [J]. J Esthet Restor Dent, 2018, 30(2): 136-145.