

# 新式牙科综合治疗仪工作原理及故障维修

毕洪峰

胜利油田中心医院 (山东东营 257000)

[关键词] 牙科综合治疗仪; 结构; 工作原理; 故障维修

[中图分类号] R197.39 [文献标识码] B [文章编号] 1002-2376 (2023) 05-0-0

随着人民生活水平的不断提升, 口腔健康问题越发严重。第三次全国口腔健康流行病学调查显示, 年龄 35~44 岁、65~77 岁人群牙周健康率分别为 14.5% 和 14.4%<sup>[1]</sup>, 口腔健康问题成了医师亟待解决的重中之重; 而牙科综合治疗仪是医院口腔科医师为患者进行检查和治疗不可或缺的医疗设备<sup>[2]</sup>, 提高了医师的治疗效率和质量。一旦牙科综合治疗仪功能出现异常, 会给口腔科临床工作的开展造成极大困扰<sup>[3]</sup>。随着牙龈疾病的越发严重, 以及患者对服务质量的要求越来越高, 新式牙科综合治疗仪因其性能稳定、故障率低, 深得临床医师的青睐。但新式牙科综合治疗仪的气路、水路、电路复杂, 如果发生故障, 维修非常困难。本研究将从设备的组成、工作原理及常见故障进行分析, 为工程师提供故障解决方法, 保障牙科综合治疗仪的正常运行。

## 1 设备组成及工作原理

### 1.1 设备组成

新式牙科综合治疗仪主要由患者座椅、痰盂箱、手术灯、观片灯、器械臂、器械盘、高低速手机、三用枪 (共 2 支, 冷三用枪、热三用枪各 1 支)、吸唾管 (共 2 支, 强吸唾管、弱吸唾管各 1 支)、脚踏开关、控制面板等组成。

### 1.2 设备工作原理

新式牙科综合治疗仪的工作原理与旧式有区别, 但工作原理基本包括水路、气路和电路等环节<sup>[4]</sup>, 由液路、正压气路、负压气路和电路一起配合联动实现, 各环节缺一不可。液路为三用枪、痰盂、口杯用水、助手位提供水源, 通过电磁阀的通断实现开关。正压气路分为两路: 一路通过主控阀到达高低速手机和三用枪, 为高低速手机提供动力并为三用枪提供气源; 另一路作为控制气, 连接气控水阀、气控气阀, 实现以气控气、以气控液, 控制治疗仪的总进水和总进气。负压气路为吸唾管提供负压, 旧式牙科综合治疗仪可以通过射流产生负压, 但抽吸量有限, 稳定性差, 而新式牙科综合治疗仪直接

连接负压装置, 流量大、稳定高能, 可有效地解决这一问题。电路为整个牙科综合治疗仪提供电源, 通过电机实现患者座椅的动作, 医师可通过按键板或脚踏开关调节患者靠背和椅架, 将其调整到合适的治疗位置<sup>[5]</sup>, 患者座椅的升降和仰卧主要通过电机带动涡轮蜗杆的传动机构实现, 而涡轮蜗杆机构具有自锁功能, 可以保证患者处于所需要的治疗位置, 而不会在治疗过程中出现位置变动。

牙科综合治疗仪需要的气源、水源、电源、负压源及排污口都是从座椅前端引出的。合适的气源和水源对于整台设备的使用寿命至关重要。新式牙科综合治疗仪需要的气压为 0.5~0.7 MPa, 流量为 80 L/min 左右。负压的压力大小分为两种, 动态压力需要大于 40 mbar, 静态压力为 180 mbar 左右。使用过程中容易出现水管堵塞问题, 所以对水源的要求额外高。水的硬度为 8.5~12 dH, PH 为 7.2~7.8, 水质偏碱性。设备用水需进行过滤, 过滤的杂质尺寸不能超过 80 μm, 水压为 0.2~0.6 MPa, 水流量为 5 L/min。排污口应满足最大排水量为 5 L/min。

## 2 常见故障维修

### 2.1 故障一

#### 2.1.1 故障现象

使用吸唾管时, 吸唾管无负压。

#### 2.1.2 故障分析

负压泵可为整个牙科综合治疗仪提供负压吸引, 如果负压泵停止工作, 则会导致整个负压系统没有负压, 吸唾管肯定也无负压; 负压启动信号由强吸挂架和弱吸挂架上的开关决定, 当将吸唾管从吸挂架上拿起来使用时, 开关闭合, 电路导通, 电磁阀得电, 吸唾管整个气路联通, 吸唾管有负压。当将吸唾管挂放在吸挂架上时, 电路断开, 电磁阀失电, 吸唾管整个气路截止, 吸唾管无负压。吸唾触发开关具有紧急停止吸唾管的功能, 可在关键时刻起到安全保护作用。如果被触发, 同样会使电路断开, 电磁阀失电, 吸唾管整个气路截止, 吸唾管无负压。负压选位阀出现卡阀也是一种常见现象,

收稿日期: 2022-12-22

卡阀导致负压选位阀即使在通电情况下也不工作，整个负压气路截止，导致吸唾管无负压。

### 2.1.3 故障维修

首先需要检查负压泵能否正常工作，为降低噪声对工作产生影响，负压泵一般被置于地下室或远离工作的区域。如果负压泵处于停止状态，其常见故障有电机缺相运行、泵长时间未用导致锈蚀、电机供电电压不足、电机过热导致热保护启动、泵内吸入杂物导致卡泵等，需要分析具体原因，对负压泵进行针对性维修。如果负压泵是正常的，说明整个负压系统供气是没问题的，下一步需对负压启动信号进行检查，可以用万用表的“通断挡”测量吸挂架上的开关是否正常，如果取下吸唾管，万用表发出鸣声，说明吸挂架开关正常，如果万用表不发出鸣声，说明吸挂架上的开关异常，对吸挂架进行维修即可恢复负压。如果负压启动信号是正常的，下一步需要检查吸唾触发开关是否处于停止状态，若不小心碰到了触发开关，电路是断开的，电磁阀处于截止状态，吸唾管无负压，将触发开关打开即可。如果触发开关是正常的，下一步需要对负压选位阀进行检查，首先用万用表的“直流电压挡”检查输入负压选位阀两端的电压，如果供电异常，需要对电路板进行维修，维修完成即可恢复使用负压。如果负压选位阀供电正常，说明可能是负压选位阀本身出现了问题，最常见的问题是杂质太多导致卡阀现象或者线圈烧坏，无法产生磁力以吸引阀块移动。通过判断，可根据阀体的损坏程度，对选位阀进行维修或更换新选位阀。通过整个流程对故障进行一一判断，即可解决吸唾管无负压问题，消除故障。

## 2.2 故障二

### 2.2.1 故障现象

使用手术器械时，手术器械无响应。

### 2.2.2 故障分析

常用的手术器械包括高低速手机和三用枪。高低速手枪的旋转是通过气压驱动气动马达实现的，三用枪的气、水、雾 3 种状态是通过三用枪手柄上的开关实现的。当只打开气路的电磁阀时，三用枪产生气；当只打开液路的电磁阀，三用枪产生水；当气路和液路的电磁阀同时打开时，三用枪产生雾。如果高低速手枪的进气端无气体进入，则没有动力驱动气动马达转动，高低速手枪无法工作；三用枪通过电磁阀的得电和失电实现气、水、雾 3 种模式的转换，电磁阀不工作会导致三用枪无法工作；高低速手机和三用枪的搁架开关决定了电路的通断，当手术器械放在搁架上时，电路断开，高低速手机和三用枪无法工作；当手术器械从搁架上拿起时，电路导通，高低速手机和三用枪工作，所以搁架故

障会导致高低速手机和三用枪无法工作。微动开关可调节气路或液路流量的大小，当微动开关关闭太紧时，相当于气路或液路处于截止状态，高低速手机和三用枪也无法工作。

### 2.2.3 故障维修

首先需要对高低速手机供气端的气源进行检查，如果没有气源，会直接导致高低速手机无法工作，需要对进气端的气源进行维修。对于三用枪同样需要进行供气端和供水端气源、水源的检查，没有气源和水源，三用枪便无法工作，需要对进气端的气源和水源进行维修；还需检查三用枪电磁阀的电压是否因杂质太多而卡阀，如果电磁阀线圈两端无电压，只需对开关电源进行维修，保障电磁阀两端电压，如果卡阀，只需清除阀内杂质或更换新的电磁阀。如果进气端的气路、液路和电磁阀正常，则需要确认搁架的开关是否处于导通状态，可以用万用表的“通断挡”测量搁架上的开关是否正常，如果手术器械从搁架上拿起时，万用表发出鸣声，说明开关正常，如果万用表不发出鸣声，说明搁架上的开关异常，需要更换搁架开关。如果搁架开关正常，则推测微动开关调得太紧，导致整个气路和液路处于截止状态，只需对微动开关进行调节，调到适当位置即可。通过整个流程对故障进行一一判断，即可解决手术器械无响应问题，消除故障。

## 2.3 故障三

### 2.3.1 故障现象

当打开冲洗痰盂的开关时，冲洗痰盂的水流太大，并从痰盂中溢出。

### 2.3.2 故障分析

冲洗痰盂开关的前方安装了节流阀，节流阀是整个冲洗痰盂管路系统必不可少的一部分，节流阀开启的大小可以影响出水量的大小。整个牙科综合治疗仪液路部分的水源都是由医院供水经一系列过滤系统和净化系统提供的，所以医院供水系统中如果出现气泡，也可能导致出水量变大。调水阀可控制整个液路系统水量的大小，其中膜片的完好程度决定了水量的大小，如果膜片破损导致密封不严，也可能导致出水量变大。

### 2.3.3 故障维修

首先需要调节控制水量的节流阀，判断一下水量是否可以减少。如果水量可以减少，说明节流阀的开关开得太大，将节流阀调小即可，如果现象未消除，则进行下一步判断。对医院供水系统进行检查，如果有气泡出现，可以判断是院方供水问题，需要联系医院后勤部门，对供水问题进行处理。如果供水系统无气泡，应该是调水阀膜片的问题，需要打开调水阀，对膜片进行检查，如果膜片无法重

新恢复, 只需更换新的膜片即可。通过整个流程对故障进行一一判断, 即可解决冲洗痰盂水流大并溢出的问题, 消除故障。

## 2.4 故障四

### 2.4.1 故障现象

通过按键面板控制患者座椅, 患者座椅无法实现升降、仰卧功能。

### 2.4.2 故障分析

按键面板下方设有一个安全开关, 安全开关具有紧急停止患者座椅功能, 在关键时刻起到安全保护作用。如果安全开关被触发, 导致按键面板无电, 按键面板则无法实现患者座椅的升降、仰卧功能。按键面板上的按键是控制座椅升降、仰卧的直接开关, 如果接触不良, 会导致信号指令传达不到位, 无法实现患者座椅的升降、仰卧指令。升降电机、仰卧电机是座椅升降和仰卧的直接执行元件, 直接影响着座椅的升降、仰卧功能, 如果出现损坏, 会直接导致患者座椅的升降、仰卧功能失灵。

### 2.4.3 故障维修

首先需要检查安全开关是否被误操作。如果安全开关不小心被触发, 整个按键面板的电路系统无电, 只需解除安全开关触发。如果安全开关未被触发, 下一步需要对按键面板进行检查, 按键面板常出现的问题是按键接触不良, 只需将按键面板取下, 用橡皮擦拭或棉棒蘸乙醇擦拭, 对按键进行除灰、除尘处理, 清理完成后重新装上控制面板。如果患者座椅还是无法升降、仰卧, 判断可能是按键面板故障, 更换新的按键面板即可。如果更换按键面板后患者座椅还是无法工作, 并排除了其他导致患者座椅无法工作的因素, 可以考虑电机损坏。电机分为有刷电机和无刷电机, 有刷电机经常出现的故障是碳刷接触不良、碳刷不在刷握内、绕组不在中性位内。无刷电机经常出现霍尔元件脱焊或老化腐蚀、电机主相线烧断线和圈绕组短路或断路。最后需要根据电机的损坏程度, 对电机进行维修, 或者更换新电机。通过整个流程对故障进行一一判断, 即可解决患者座椅无法升降、仰卧问题, 消除故障。

## 2.5 故障五

### 2.5.1 故障现象

医师单元的显示器无显示、按键无响应。

### 2.5.2 故障分析

为医师单元显示器提供电压的是交流电, 电压为 24 V, 如果交流电的输出电压为零, 则会导致显示器黑屏, 无显示。显示器的电路板是显示器的主要控制板, 直接控制显示器能否正常显示, 如果电路板损毁, 则会导致显示器无显示。医师单元按键的接线接触不良会导致按键无反应。

### 2.5.3 故障维修

首先需要检查显示器的供电端是否有 24 V 交流电, 可以通过万用表的“交流电压挡”测量, 如果交流电输出电压为零, 需要对供电端进行检查, 判断是接触不良还是断路。如果供电端有电压, 说明供电端没问题, 下一步需要对 CPU 进行检查, 如果 CPU 的指示灯是亮的, 也需要对接线进行检查。如果 CPU 的指示灯不亮, 说明电路板损坏, 需要更换电路板。当医师单元的按键无响应时, 需要检查按键的连线, 如果连线松动的话, 将连线插紧即可; 如果接线连接牢靠, 需要对按键进行测试, 通过测试最终判断问题所在。通过整个流程对故障进行一一判断, 即可解决显示器无显示、按键无响应问题, 消除故障。

## 3 小结

本研究对新式牙科综合治疗仪的组成、工作原理及常见故障进行全方位的分析, 使医院工作人员对该设备有一个全面的了解和认识, 在使用和维修时更方便, 并将设备的功效最大化地发挥出来, 更好地为患者提供优质服务。作为一名工程师, 在该设备出现故障时, 要从水路、电路、气路方面进行综合分析, 要思路清晰、循序渐进地分析故障原因。另外, 还要加强设备的维护保养, 保证临床工作的有效开展<sup>[6]</sup>。维护保养包括日常保养和易损件的定期更换。日常保养可以延长设备的使用期限, 减少故障; 易损件的更换与设备的维护无关, 不管如何维护, 易损件的磨损都是难以避免的, 因为使用过程中总是伴有摩擦、老化和变形等问题。牙科综合治疗仪的易损件有空气滤芯、回油管的海绵、负压过滤网、痰盂过滤网及管线的橡胶密封圈等。定期更换这些易损件, 可以防止因零件老化而导致的管路堵塞、管线漏水漏气等问题, 降低牙科综合治疗仪的故障率。

### [参考文献]

- [1] 曾启新, 雍翔志. 牙周治疗中的(牙合)治疗[J]. 广西医科大学学报, 2018, 35(2): 276-278.
- [2] 杨升富. A-dec 牙科综合治疗椅故障分析与维修[J]. 医疗卫生装备, 2012, 33(3): 145-146.
- [3] 符华垒, 蔡钰太. 基于 555 多谐振荡电路的牙科综合治疗机吸唾系统改进[J]. 中国医学装备, 2014, 11(8): 65-67.
- [4] 马海新, 朱俊, 张蒙, 等. 基于口腔综合治疗台常见故障分析的维修优化管理方法探讨[J]. 中国医学装备, 2019, 16(3): 132-135.
- [5] 牛玉婷, 路潜, 李秀娥, 等. 牙科综合治疗台水路污染现状及原因[J]. 中国感染控制杂志, 2018, 17(9): 843-847.
- [6] 杨新广, 张洪志. MAXPERT 牙科综合治疗椅故障分析与处理[J]. 医疗卫生装备, 2014, 35(12): 162.