

基于冷却系统所致的磁共振故障分析及维修策略探究

王喆

葫芦岛市中心医院磁共振

DOI:10.32629/bmtr.v2i3.1668

[摘要] 磁共振是一项重要的成像技术。本文从冷却系统的角度分析了磁共振故障的原因,介绍了磁共振设备中冷却系统的配置和运行过程,冷却系统日常运行中常见故障的实例和解决方案。

[关键词] 冷却系统; 磁共振; 故障分析; 维修

中图分类号: O482.53+2 **文献标识码:** A

Analysis of Magnetic Resonance Faults Caused by Cooling System and Research on Maintenance Strategy

Zhe Wang

Huludao Central Hospital

[Abstract] Magnetic resonance is an important imaging technique. This article analyzes the cause of magnetic resonance faults from the perspective of the cooling system, introduces the configuration and operation process of the cooling system in the magnetic resonance equipment, and puts forward examples and solutions of common failures in the daily operation of the cooling system.

[Key words] cooling system; magnetic resonance; fault analysis; maintenance

引言

医学磁共振成像(MRI)系统是非常先进的医学数字成像设备。在应用过程中,磁场射频脉冲用于在患者体内诱发氢核振动,然后显示射频信号以进行诊断。磁共振制冷系统主要由两部分组成,一个是精密空调,另一个是冷却器。精密空调负责计算机室和磁体室(某些医院还覆盖手术室)的环境温度和干燥湿度。

冷却器是用高磁共振热量冷却大功率设备的最终设备。这些大功率设备包括梯度放大器,梯度线圈,氦气压缩机和射频放大器。

1 冷却系统在磁共振中的组成以及工作方式

1.1 组成

目前,就磁共振而言,水冷,氦冷和冷头三级串联冷却设计是主流。冷头的

工作原理是,在氦压缩机的帮助下,根据热力学第二定律,电磁线圈的超导冷却用于沿电磁线圈外部的冷壁散热。水冷系统不同于其他设备。运作方式如下:

(1)可以有效地处理电磁线圈冷却产生的热量,起到冷却作用。

(2)有效地传递梯度线圈在运行过程中产生的热量。

1.2 工作

组通过加强药学管理措施的实施,在产房不合格率方面仅为3.75%,明显低于对照组的27.33%;并且,观察组处方盘点平均时间、取药等待平均时间均明显短于对照组,药学服务质量评分则明显高于对照组;从中可知,加强药学管理措施的实施价值颇高;这与相关学者的研究成果较为相似,近年来,国内有学者表示,加强药学管理对提高全程化药学服务质量的作用及意义显著,能够降低处方药不合格率,缩短处方药物盘点时间及取药等待时间,促进药学服务质量评分

的提高^[6]。

综上所述:在临床药学服务工作开展过程中,通过加强药学管理,可提高全程化药学服务质量;因此,值得采纳及应用。

[参考文献]

[1]舒彦松.加强药学管理对提高全程化药学服务质量的作用效果评价[J].中国卫生产业,2020,17(06):72-73.

[2]郑金聪.加强药学管理提高全程化药学服务质量[J].临床合理用药杂志,2019,12(14):153-154.

[3]宋艳.加强药学管理对提高全程化药学服务质量的作用及意义[J].中国卫生产业,2019,16(14):48-49.

[4]艾莉.加强药学管理对提高全程化药学服务质量的作用及意义[J].中国卫生产业,2018,15(04):12-13.

[5]苏庆玲.加强药学管理对提高全程化药学服务质量的作用及意义探讨[J].中国卫生产业,2017,14(21):6-7.

[6]胡新玲.加强药学管理对提高全程化药学服务质量的作用及意义[J].临床合理用药杂志,2016,9(23):61-62.

冷冻机的制冷操作可以分为两种情况。各种MRI制造商的早期产品都是第一种方法。换句话说，冷却器为每个高功率单元直接冷却并交换热量。但是，大多数现代产品使用图1所示的模型。冷却器仅与中间热交换器进行热交换，而热交换器则分别接入不同的冷却设备。在此过程中，冷却器与大功率设备没有直接关系。

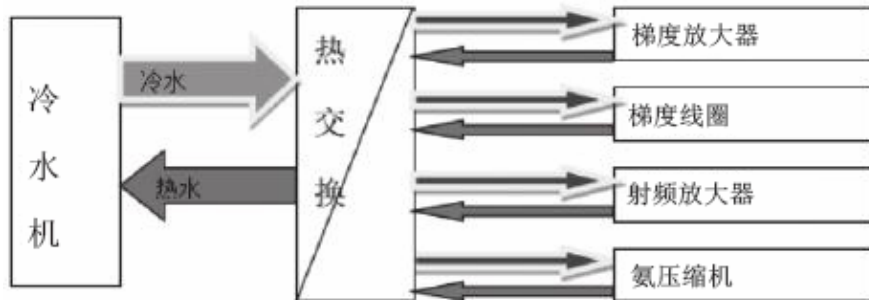


图1 冷水机制冷过程

(1)冷头冷却。连接需要3个闭环，该连接通过热交换器实现。在运行过程中，氦气压缩机和冷头连续工作24小时，以输出在电磁线圈冷却过程中产生的热量。相应的热交换器可以通过冷水循环系统有效地输出氦气循环系统产生的热量，以冷却氦气压缩机并减少液氦的进一步蒸发。氟利昂循环系统通过热交换器传递冷水循环系统产生的热量，并通过冷凝器将其输出到外部，最终起到冷却水冷却系统的作用。

(2)梯度线圈冷却。在一个特定的工作循环中需要三个闭环，并且连接由热交换器完成。在梯度线圈的某些工作循环中，纯水循环系统可以输出所产生的热能。在纯水循环系统中产生的热量通过热交换器。

(3)从冷水循环系统中获得，从而提高了纯水系统的冷却效率。氟利昂循环系统通过热效率交换器将冷水循环系统产生的热量输出，然后通过冷凝器将其输出到室外。

2 常见故障原因

实际上，冷却系统设备警报的原因如下：

(1)缺乏循环水。在完成核磁机器安装之前，水循环管道中存在非空气泡。连续运行后，容易出现循环水不足的问题，管道中分配的水压在一定程度上显著下降，导致循环水系统泵停机。

(2)灰尘和碎屑的影响。水冷却器的一些室外单元会积聚灰尘和异物，而未及时清洁，会影响水冷却机构的冷却效果并停止冷头运行。

(3)由于室内温度和湿度不合适而导致的电路故障。室温在短时间内波动很大。电磁体和机柜的内面板上会形成

一层冷凝物，这会大大增加故障率。室内湿度也应控制在35%至80%的合理范围内。如果湿度长时间保持较高水平，则某些零件被腐蚀的风险会增加。保持室内湿度低会导致静电积聚。当累积量达到一定水平并且确保了适合放电的环境和条件时，某些电路会由于高压电涌或静电电涌而损坏，从而导致严重故障。

(4)短暂的停电。冷却器无法启动。

(5)缺少氦气。在冷头和氦发生器之间的连接处，完成了分布在闭环管线中的高纯氦的热交换。如果冷头和氦气压缩机的循环氦气压力不足以支撑，则会大大降低冷头的制冷效率，并且磁体的液氦损失也会大大增加。因此，有必要详细记录和观察氦气压力值。当显示压力值时，显示压力约为16至17bar时，冷头的冷却效率会大大降低，并且需要添加高纯度氦气。

3 冷却系统所致的常见故障示例及维修途径

3.1 常见故障

(1)故障1。机器型号：佳能a1as-x1. 5TMRI。

错误现象：磁共振磁体之间出现不规则的2Hz“pupu”声音，冷头不起作用。因此，磁性室中的液氦压力持续增加，并且制冷剂液氮被缓慢地消耗或排出过多。

错误分析和故障排除：根据错误现象分析，错误原因如下：

- ①冷头故障；②氦气压缩机故障；
- ③冷水机组故障。

要检查问题是否归因于冷头本身，请打开主压缩机电源开关，关闭驱动器开关，然后再打开冷头驱动器开关。这是冷头的正常操作，并排除了冷头本身的原因。

确保氦压缩机的三相输入电源38V，保险丝和温度传感器都正常，并事先排除氦压缩机本身的问题。重新启动氦气压缩机后，压缩机开始工作，供应压力为2.1MPa，回压为0.5MPa，经过一段时间的运行后它将自动停止。同时，过热指示灯点亮。用手触摸压缩机进气管的温度，以进一步检查水温传感器是否正常，并且冷却器可能严重损坏，然后检查冷却器，错误为h(冷却器压缩机高压警报)。检查表明，冷却器的冷凝器散热片脏了，清洗冷凝器并拆下冷却器后散热不畅，冷头工作正常。

(2)故障2。机器型号：型号为Siemens Avanto1. 5T磁共振。

错误现象：由于水循环系统缺水而导致水泵停止。

故障分析和故障排除：如果水循环不足，设备将发出警报声，并对所有组件进行严格检查。在水质较差的情况下，三级过滤器的第一过滤器元件变为深褐色，而第二级过滤器的元件变为褐色。批准基于封锁。停止机器排水，更换新的滤芯并重新注水。重新启动完成后，如循环数不足，打开排气阀，直到水流出。执行关闭过程，继续补充水，并成功清除错误。

(3)故障3。机器型号：GEHDXT3. 0T磁共振。

错误现象：扫描被禁止，患者舒适度传感器报告患者舒适度高于正常水平。

错误分析和故障排除：MRI系统停止扫描，患者检查磁腔温度高于正常温度的环境。此外，这些磁共振图像属于冰箱直接冷却大功率设备的方式。根据故障性能分析，故障原因如下：

- ①RCMP2000精密空调故障，②梯度

线圈本身的冷却故障, ③冷却器故障, ④患者换气扇故障。

遵循从简单到复杂的维护原则, 首先检查精密空调的显示面板, 没有发现任何警报。温度为22℃, 湿度为55%。由于使用精密空调, 因此会发生故障排除。其次检查患者的换气扇是否正常运行。再次检查冷却器。此MRI具有氦气压缩机和两个用于梯度线圈冷却的分体式冷却器。斜率放大器由大功率风扇冷却。由氦气压缩机冷却的Arcan冷却器正常显示。用梯度线圈冷却的Arcan冷却器显示错误代码E02, E02是水箱中的缺水。泵密封件已损坏, 已发现泄漏。更换水泵, 水冷却器正常, 磁共振正常。

(4)故障4。机器型号: E750W3.0T 磁共振。

错误现象: 热交换器检测到梯度线圈冷却液流量太低, 并停止扫描此信息。

错误分析和故障排除: MRI没有停止扫描, 但是在常规MRI维护期间发现了这些错误消息。在该磁共振图像中, 冰箱不直接冷却每个大功率设备, 而是冰箱与HEC进行热交换, 然后HEC与大功率设备进行磁共振热交换。根据故障分析, 可能的原因有:

①冷却器的流量低, ②HEC的PE流量低。

水压和泵降低流量。因此, 请确保冷却器和HEC的PE水压和水泵正常。在命令窗口中键入cuscp, 然后输入hastatus。进入后, 磁孔的温度状态和倾斜温度状态正常。因此怀疑流程有问题, 并且在替换流程后, 错误已得到纠正。

3.2 维修途径

基于上述设备实例的故障分析, 可在设备日常操作和运转中注意以下几个方面:

(1) 记录设备日常运行过程中的关键数据, 包括核磁水循环系统的进出口压力值、残余液氦含量、氦压缩机的压力值、设备之间磁室的温度和湿度, 并详细说明每个周期的发生记录。

(2) 详细登记有关错误和警报的信息, 如果发生相应的故障或警报, 它将记录故障前后的症状, 如何解决问题以及故障的特征并绘制图表, 通过图像分析得出结论, 为后续的故障提供参考资料。

(3) 定期检查并清洁水冷却器和其他室外机组件, 以确保散热器没有严重堵塞。如果堵塞超过20%, 用水或压缩空气清洁, 以保持良好的散热, 以防止停机

和警告, 在严重的情况下, 冷却头可能会关闭。

4 讨论

本文认为, 大部分由磁共振制冷设备错误引起的故障。原因基本是由于冷却器作为超导磁共振的关键辅助设备, 冷却器必须24小时工作所致。而在这个过程中MRI辅助设备的维护必须做好。同时, 有必要联系技术人员、工程师和制造商定期对其进行三级维护, 以提前预防和避免故障的发生。

[参考文献]

[1]邱赫, 王俊淇. 磁共振成像系统软硬件故障维修两例[J]. 中国医疗设备, 2020, 35(08): 181-184.

[2]刘海博, 柳随义, 张煜, 等. 联影uMR560超导MRI冷却系统的故障维修及日常维护保养[J]. 医疗装备, 2020, 33(14): 130-131.

[3]张晓斌. 磁共振成像设备的常见故障及维护策略[J]. 医疗装备, 2019, 32(18): 148-149.

[4]宗士伟, 杜蒙蒙. 水冷机组在大型医用设备应用中的故障分析[J]. 科技经济导刊, 2019, 27(21): 44+33.