# A320系列飞机真空马桶吸力不足故障分析

晋志浩 吉帅

深圳航空有限责任公司，中国·广东 深圳 518128

**摘要：**真空马桶系统依靠座舱与污水箱之间的压差排污，航前、过站作业时间短，一旦判断失误，可能造成飞机升空后三个厕所同时不可用。本文结合一起过站发现三个厕所吸力偏小、空中亦不正常的排故实例，依据空客 38 章培训手册与 TSM TASK 38-31-00-810-854-A，梳理地面真空泵抽吸与空中座舱压差两种排污工况、1.6/1.7/4 秒冲洗时序以及单向活门、水分离器、冲洗活门的作用，按影响范围与空地差异建立六类故障源的判别矩阵，提出以“逐厕注水静置看水位、按压他厕看联动”检验冲洗活门密封性为核心的快速判断方法，并总结综合故障叠加、保留条件与放行沟通要点，为避免空中厕所全部失效提供参考。

**关键词：**A320；真空马桶；吸力不足；冲洗活门；单向活门

## Analysis and Rapid Diagnosis on Insufficient Suction of the Vacuum Toilet System of A320 Family Aircraft

**Jin Zhihao, Ji Shuai**

Shenzhen Airlines Co., Ltd., China Guangdong Shenzhen 518128

**Abstract:** The vacuum toilet system removes waste by the differential pressure between the cabin and the waste holding tank. The short turnaround time of pre-flight and transit checks makes accurate diagnosis critical: a wrong judgement may cause all three toilets to become inoperative in flight. Based on a case in which all three toilets had insufficient suction both on ground and in flight, and referring to the Airbus chapter 38 training manual and TSM TASK 38-31-00-810-854-A, this paper describes the two operating conditions (vacuum generator on ground and cabin differential pressure in flight), the 1.6/1.7/4-second flush sequence, and the functions of the check valve, water separator and flush valve. A discrimination matrix of six possible fault sources is established according to the affected scope and the ground/flight difference. A rapid diagnostic method is proposed, in which the sealing of each flush valve is checked by pouring a measured quantity of water into the toilet bowl and observing whether the level drops, with the flush switch of another toilet pressed to check for cross-leakage. The superposition of faults, the conditions for a hold item and the communication with the crew are also summarized to prevent the loss of all toilets in flight.

**Keywords:** A320; Vacuum toilet; Insufficient suction; Flush valve; Check valve

## 0 引言

A320 系列飞机的厕所采用真空马桶系统，利用压差将污物从马桶盆抽吸至地板下的污水箱。该系统在航前、过站阶段故障率不低，而留给排故的时间往往只有几十分钟。吸力不足涉及真空泵、单向活门、冲洗活门、水分离器、排放管路等多个环节，若判断失误，轻则重复排故、航班延误，重则带着隐患起飞，造成空中三个厕所同时不可用。本文结合一起过站三个厕所吸力小的排故实例，依据空客 38 章培训手册与 TSM 相关任务，分析系统原理与故障机理，总结一套适合短停的快速判断方法[1]。

## 1 故障现象与排故经过

（1）故障现象

某 A320 飞机过站检查发现三个洗手间马桶吸力均偏小，马桶尚可冲水但抽吸无力。因过站时间有限，参考 AMM 38-31-00 检查后办理 FC 保留放行。过站期间机组反馈空中巡航阶段吸力同样偏小，跟机人员在空中共测试三个马桶，吸力均小；落地后检查，前洗手间出现轻微堵塞、不下水，怀疑吸力不足导致污物在管路中堆积。

（2）排故经过

航后地面分别按压三个厕所的冲洗电门，观察真空泵运转正常、排气正常，但三个马桶吸力仍小。脱开真空泵出口单向活门检查，发现活门无弹性、密封不严，依据 AMM 38-31-65 更换单向活门；再次按压冲洗电门测试，吸力仍无明显改善。检查水分离器，未见堵塞但有污物附着，依据 AMM 38-31-67 冲洗水分离器。随后逐厕检查冲洗活门，发现 L2 厕所冲洗活门无法关闭，依据 AMM

38-31-57 更换该活门。全部工作完成后测试，三个厕所吸力恢复正常，后续航班未再反馈。

## 2 真空马桶系统工作原理

（1）压差排污与两种工况

系统利用座舱压力与污水箱压力之差排污。空中高度较高时，座舱与外界压差已足以将污物从马桶盆抽入污水箱，真空泵被抑制；地面及低高度时，真空泵运转抽吸污水箱空气，在箱内和管路中建立负压。培训手册给出的真空泵启动条件为：地面；爬升阶段座舱压差小于 246mbar；下降阶段压差小于 203mbar。每次按压冲洗电门，真空泵约运行 15 秒。整个过程中，污水箱经单向活门与外界大气相通，冲洗活门关闭时箱内负压得以保持，这是压差能否建立的关键（图 1）。

（2）冲洗时序与控制逻辑

每个厕所配一台冲洗控制组件（FCU）。按压冲洗电门后，真空泵先启动，1.6 秒后水阀打开 1.7 秒冲洗马桶盆，随后冲洗活门开启 4 秒，在压差作用下将污物排入污水箱。FCU 经 DEU B 与 CIDS 的真空系统控制功能（VSC）通信，CIDS 依据座舱压力控制器（CPC）经 SDAC 提供的高度与压差数据决定真空泵启停，并向 CFDS 报告故障、在 FAP 上显示厕所状态。污水箱满位（液位传感器 / 变送器）或污水勤务面板打开（临近电门）时，系统自动抑制冲水。

（3）关键部件

污水箱容积 170L，装有水分离器、液位变送器、液位传感器、排污活门和两个冲洗接口。水分离器为钢丝滤网

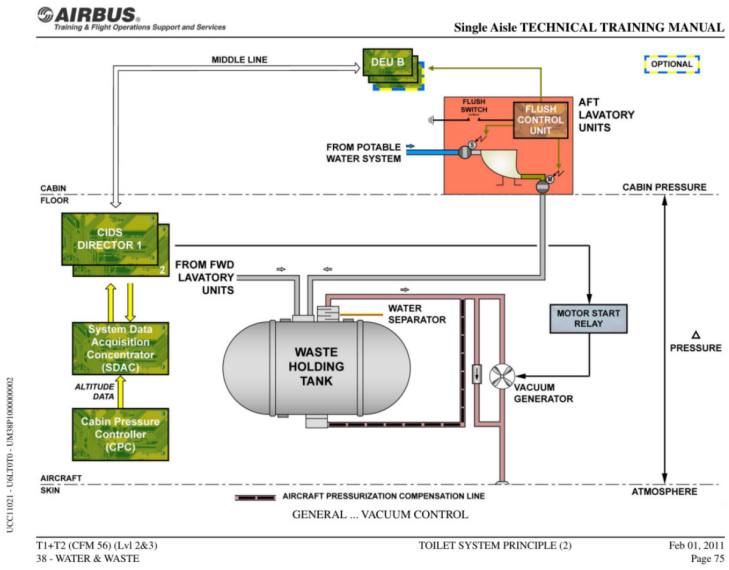



图1 真空马桶系统真空控制原理（资料来源：AIRBUS Single Aisle TTM 38-WATER & WASTE P75）

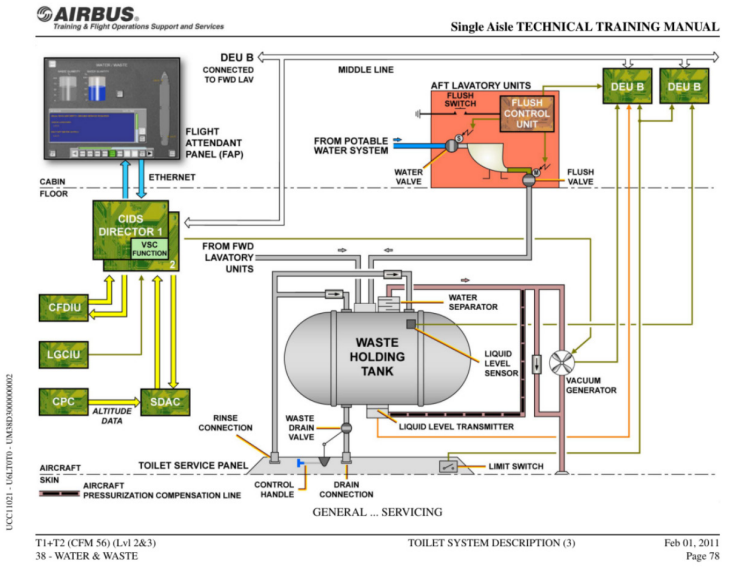



图2 真空马桶系统组成与部件位置（资料来源：AIRBUS Single Aisle TTM 38-WATER & WASTE P78）

结构，防止污物进入真空泵及下游管路；单向活门装在真空泵出口，防止停机后空气倒灌、维持箱内负压；冲洗活门是马桶盆与污水箱之间的通断件，关闭不严即形成持续漏气（图 2）。三者中任一失效，都会破坏压差的建立[2]。

## 3 故障机理分析

三个厕所同时吸力小，可能原因按影响范围与空地表现可归为六类，见表 1。

**表1 真空马桶吸力不足故障源判别矩阵**

| 故障源 | 地面表现 | 空中表现 | 影响范围 |
|---|---|---|---|
| 真空泵故障或间歇工作 | 吸力小 | 正常（泵被抑制） | 全部厕所 |
| 冲洗活门关闭不严 | 吸力小 | 吸力小 | 全部厕所 |
| 单向活门失效 | 吸力小 | 正常 | 全部厕所（前舱明显） |
| 水分离器或下游堵塞 | 吸力小 | 吸力小 | 全部厕所 |
| 单厕排放管路堵塞 | 单个偏小 | 单个偏小 | 单个厕所 |
| 冲水接口密封不良 | 吸力小 | 吸力小 | 全部或局部 |

（1）真空泵故障或间歇工作。地面真空泵不启动或时转时停，形成不了足够负压；空中真空泵被抑制，吸力恢复正常。可通过听运转声音、感受排气口出气量判断，本例泵工作正常，首先排除。

（2）冲洗活门关闭不严。冲洗活门保持开位相当于系统持续漏气，真空泵的抽吸量被漏气量抵消，压差建立不起来；空中虽不依赖真空泵，但活门开位使座舱压力直接泄漏到污水箱，压差同样被破坏。这是唯一能同时解释“空地均小”的部件级原因，也是本例的核心故障。

（3）单向活门失效。仅地面吸力小、空中恢复正常。地面真空泵工作时单向活门承担密封作用，失效后泵的抽吸被大气短路、负压建立不足；空中泵被抑制，活门失去作用，故吸力恢复。距离真空泵较远的前洗手间表现最明显。

（4）水分离器或下游管路堵塞。地面和空中均吸力小，影响全部厕所，与冲洗活门故障表现相似，需拆检水分离器区分：拆下检查无堵塞，可进一步判断下游至真空泵管路通畅。

（5）单厕排放管路堵塞。多为纸巾等异物，仅单个厕所吸力小，与全局故障容易区分。

（6）冲水接口密封不良。从系统图分析，接口未关好或密封不好同样会造成漏气，但出现概率很低，排故中一般不作首要考虑。

## 4 航前过站快速判断方法

（1）冲洗活门密封性检验

向每个厕所马桶盆注入一定量清水并记录液面，静置一段时间后观察液面是否下降；同时按压其他厕所的冲洗电门，观察该马桶液面是否随抽吸下降。液面不降，说明该冲洗活门关闭严密；液面自行下降，或按压他厕时明显下降，说明该活门漏气。此法不用专用设备，几分钟即可完成，既能定位单个活门漏气，又能通过“按压他厕看联动”判断漏气对全局压差的影响。

（2）真空泵工作状态

地面按压冲洗电门，听真空泵运转声音、感受排气口出气量，判断泵能否正常启动、是否间歇工作。泵不工作时先查供电与马达启动继电器。

（3）影响范围判断

三个厕所同时偏小，指向真空泵、单向活门、水分离器、冲洗活门等全局环节；仅一个厕所吸力偏小，优先查该厕所排放管路及冲洗活门。前洗手间明显更小，往往提示单向活门泄漏（距离真空泵最远、沿程压差损失最大）。

（4）空地差异判断

空中恢复正常，指向只在地面起作用的部件，即单向活门或真空泵；空中仍然偏小，指向冲洗活门、水分离器或管路。机组反馈的空中表现是判断故障源最直接的依据，过站问询时应重点确认。

（5）先易后难顺序

先查 FAP 有无厕所失效、满位信息及勤务面板是否关好，再做逐厕注水检验与真空泵状态检查，最后才考虑拆检水分离器、更换活门。按此顺序，多数故障可在十分钟内收敛到部件级[3]。

## 5 排故经验与放行建议

（1）警惕综合故障的叠加效应。本例地面吸力小由单向活门无弹性与 L2 厕所冲洗活门关不严共同造成，更换单向活门后吸力无改善才暴露冲洗活门问题；空中吸力小则完全由 L2 冲洗活门漏气造成。若换单向活门后即放行，空中仍会出现三个厕所吸力小。因此换件后症状不消失，应视为存在第二个故障源的信号。

（2）严格掌握保留条件。38 章无对应的 MEL 保留项目，办理 FC 保留前必须确认污水箱已排空（满位会抑制冲水）、真空泵工作、冲洗活门能正常关闭，并与机组充分沟通；L1 厕所失效机组通常不接受，空中三个厕所同时不可用更会影响客舱服务与旅客体验。

（3）短停排故宁慢勿错。空中三个厕所同时失效的后果远大于一次航班延误。过站宁可多花十分钟完成注水检验与泵状态确认，也不要凭“地面能冲水”就仓促放行。

## 6 结语

真空马桶吸力不足的根源是压差建立失败。地面靠真空泵形成负压，空中靠座舱压差，单向活门只在地面起作用，冲洗活门则在两种工况下都影响全局，这一差异是快速定位的基础。以逐厕注水静置看水位、按压他厕看联动检验冲洗活门密封性，结合真空泵状态、影响范围与空地差异，可在短停时间内把故障源收敛到部件级。本例单向活门与冲洗活门叠加故障说明，换件后症状不消失必须继续追查，避免带着第二个故障源放行，造成空中三个厕所同时不可用。

**参考文献：**

[1] AIRBUS. A318/A319/A320/A321 Technical Training Manual, 38 — Water & Waste (T1+T2, Lvl 2&3)[Z]. 2011.

[2] AIRBUS. A318/A319/A320/A321 Troubleshooting Manual, TASK 38-31-00-810-854-A, Vacuum Pressure of the Vacuum System Is Too Low[Z]. 2026.

[3] AIRBUS. A318/A319/A320/A321 Aircraft Maintenance Manual, 38-31-00 Vacuum Toilet System[Z].

作者简介：晋志浩（1995.01-），男，汉族，山西运城人，本科，工程师，研究方向：从事飞机维修工程研究。