

F-C-01-01：WCS 与 PLC ping 不通

典型现象

- 从 WCS 服务器执行 ping PLC_IP 命令，返回“请求超时”或“目标主机不可达”。
- WCS 无法与 PLC 建立通讯，设备状态显示离线。
- 其他设备与 PLC 通讯正常，仅 WCS 异常。

可能原因

- IP 地址配置错误**：WCS 或 PLC 的 IP 地址、子网掩码、网关设置不正确。
- 物理连接问题**：网线断裂、水晶头松动、交换机端口故障、中间设备断电。
- 防火墙拦截**：WCS 服务器防火墙或交换机 ACL 规则阻止了 ICMP 或所需端口。
- VLAN 隔离**：WCS 与 PLC 处于不同的 VLAN，且三层路由未配置。

排查思路

- 确认 IP 信息**：在 WCS 服务器执行 ipconfig (Windows) 或 ifconfig (Linux)，在 PLC 编程软件中查看其 IP 地址。确保两者在同一网段，子网掩码一致。
- 测试物理链路**：
 - 检查网线是否破损，尝试更换网线。
 - 查看交换机端口指示灯是否正常闪烁。尝试更换端口。
 - 使用线缆测试仪检测网线通断。
- 检查防火墙**：临时关闭 WCS 服务器的防火墙进行测试。若恢复，添加允许 ICMP 和业务端口的规则。
- 检查 VLAN 配置**：登录交换机查看端口所属 VLAN，确认 WCS 和 PLC 端口是否在同一 VLAN 或已配置路由。
- 使用 tracert 命令**：执行 tracert PLC_IP 观察路由跳数，判断阻塞在哪一跳。

保养提示

- 建立 IP 地址分配表，所有设备 IP 统一登记，避免冲突和错误。
- 定期检查交换机端口状态，标记重要设备端口并监控 up/down 事件。
- 部署网络监控系统（如 Zabbix）对关键设备 IP 进行自动 ping 监测，超时告警。

F-C-01-02：工业以太网频繁断线

典型现象

- WCS 与 PLC 之间的通讯时断时续，任务偶发性失败。
- 交换机端口指示灯间歇性熄灭又亮起。
- 网络恢复后业务可自动恢复，但影响生产节拍。

可能原因

- 物理接触不良**：水晶头弹片松动、配线架虚接、模块未卡紧。
- 电磁干扰**：网线与动力电缆同槽敷设、变频器或大电机启停产生干扰。
- 端口协商问题**：两端设备自协商失败，导致频繁协商速率和双工模式。
- 交换机电源不稳**：工业交换机电源模块老化，电压波动导致重启。

排查思路

- 检查物理连接**：重新拔插网线，按压水晶头确认弹片到位。更换已知正常的网线测试。
- 查看交换机日志**：登录交换机（Web/Telnet），查看端口 up/down 记录及错误计数（CRC 错帧、碰撞）。
- 检查电磁干扰**：
 - 观察断线是否与大功率设备启停同步。若是，重新规划网线走向，远离动力线。
 - 使用屏蔽网线（STP）并确保屏蔽层单端接地。
- 固定端口速率**：将 WCS 和 PLC 的端口速率及双工模式强制设为 100Mbps 全双工，关闭自协商。
- 替换交换机**：若怀疑电源问题，更换备用电源或交换机测试。

保养提示

- 每季度检查交换机供电电压，清洁机柜灰尘，确保散热良好。
- 重要通讯链路使用光纤替代铜缆，抗干扰能力更强。
- 部署网络设备监控，对端口频繁 down/up 事件及时告警。

F-C-01-03：网络丢包严重

典型现象

- 执行 `ping -n 100 PLC_IP` 发现丢包率超过 1%。
- 偶发任务超时或数据包错误。
- 网络时延高，通讯反应慢。

可能原因

- 带宽拥塞**：网络中同时存在大量视频流、文件传输或广播包，挤占工业通讯带宽。
- 双工不匹配**：一端设置为全双工，另一端为半双工，导致冲突和丢包。
- 硬件故障**：交换机背板带宽不足、网卡故障、端口损坏。
- 链路质量差**：网线过长（超过 100 米）、线径不合格、接触电阻大。

排查思路

- 分段 ping 测试**：
 - 从 WCS ping 网关 IP，从 PLC ping 网关 IP，判断丢包在哪一段。
 - 将笔记本电脑直连交换机，替换 WCS 测试，判断是否服务器网卡问题。
- 检查端口错误计数**：登录交换机查看端口的 CRC 错误、碰撞、丢包计数器。若 CRC 错帧多，检查网线或更换端口。
- 检查双工模式**：确认两端网卡均为“自动协商”或均强制为相同速率/双工。避免一端自协商一端强制导致的半双工。
- 监控带宽使用率**：使用 `iperf` 或交换机自带监控，查看端口流量是否超过带宽的 70%。若拥塞，划分 VLAN 或升级千兆。
- 检查广播包比例**：使用 Wireshark 抓包，若广播包占比 > 5%，可能存在环路或异常设备。

保养提示

- 为工业控制网络划分独立 VLAN，与办公网、监控网隔离，减少广播干扰。
- 每半年使用线缆认证仪检测关键链路衰减和串扰。
- 部署 SNMP 监控，持续跟踪端口丢包率，超过阈值告警。

F-C-01-04：交换机端口频繁 up_down

典型现象

- 交换机日志或指示灯显示某个端口反复“up”和“down”。
- 所连接的设备（PLC、WCS）通讯时断时续。
- 更换端口后暂时正常，但一段时间后再次出现。

可能原因

- 网线接触不良**：水晶头弹片失效、线缆内部断裂。
- 交换机端口损坏**：雷击或静电导致端口物理层故障。
- 供电不足**：远端设备（如 IP 摄像机、无线 AP）通过 PoE 供电，功率不足导致重启。
- 自协商失败**：两端协商导致端口不断重置。

排查思路

- 更换网线测试**：使用一条已知正常的短网线直连，观察端口是否仍频繁up/down。
- 更换交换机端口**：将网线插入同一交换机其他端口测试。若正常，则原端口损坏。
- 检查供电**：若是 PoE 端口，确认供电功率是否符合设备要求。尝试使用外置电源供电。
- 抓取协商过程**：在交换机上开启 debug 观察端口协商细节。若不正常，固定端口速率双工。
- 检查网卡驱动**：连接终端（如 WCS 服务器）时，更新网卡驱动或更换网卡。

保养提示

- 交换机端口应做好防雷和防静电措施（使用防雷网线、机柜可靠接地）。
- 定期（每半年）清洁交换机端口，避免灰尘氧化物积累。
- 对重要设备的端口配置 link-flap protection（部分交换机支持）防止频繁 up/down 导致网络不稳定。

F-C-01-05: IP 地址冲突

典型现象

- WCS 或 PLC 弹出 IP 冲突警告（Windows 提示“IP 地址冲突”）。
- 设备通讯间歇性中断，有时能通有时不通。
- 通过 `arp -a` 查看同一 IP 对应多个 MAC 地址。

可能原因

- 静态 IP 重复分配**：运维人员为两台设备手动设置了相同的 IP 地址。
- DHCP 池与静态 IP 重叠**：DHCP 服务器分配的地址与某静态地址相同。
- 设备克隆**：虚拟机或测试设备复制时未更改 IP。

排查思路

- 查看冲突报告**：在 WCS 服务器执行 `arp -a | findstr "冲突IP"`，记录出现的 MAC 地址。
- 隔离测试**：拔掉怀疑的网线，用 `ping` 检测该 IP 是否仍响应。若无，则拔掉的设备为冲突源。
- 扫描网络**：使用 `nmap` 或 Advanced IP Scanner 扫描整个网段，找出重复 IP 的设备。
- 检查 DHCP 服务器**：登录路由器或 DHCP 服务器，查看地址池范围，避免与静态地址重叠。
- 修改 IP**：为冲突的设备重新分配唯一 IP，并在 IP 地址表中记录。

保养提示

- 建立 IP 地址管理（IPAM）系统，统一记录所有静态 IP 分配。
- 在 DHCP 中设置“静态绑定”为主机保留固定 IP，避免冲突。
- 定期（每季度）执行网络扫描，检测 IP 冲突情况。

F-C-01-06: 广播风暴

典型现象

- 网络突然变得极慢，甚至完全瘫痪。
- 交换机所有端口指示灯快速同步闪烁。
- CPU 使用率飙升，业务大面积中断。

可能原因

- 网络环路**：交换机之间或交换机与设备之间形成物理环路，且未开启 STP（生成树协议）。
- 异常网卡**：某设备网卡故障，持续发送广播帧。
- 恶意软件**：网络中病毒或攻击程序大量发送广播包。

排查思路

- 观察现象**：拔掉疑似环路的网线，观察风暴是否立即停止。依次拔线定位故障点。
- 检查 STP 状态**：登录交换机，执行 `show spanning-tree` 确认是否启用 STP。若未启用，则打开。
- 抓包分析**：使用 Wireshark 抓取广播包，查看源 MAC 地址，定位发送广播的设备。
- 分割网络**：将网络分段（拔掉部分交换机上联），逐步缩小风暴范围。
- 检查网卡**：若定位到某台设备，更新网卡驱动或更换网卡测试。

保养提示

- 所有交换机必须开启 STP（或 RSTP、MSTP），并验证根桥位置合理。
- 禁止在两个交换机之间同时连接两根网线（除非配置链路聚合）。
- 部署广播流量监控，当广播包占比超过 10% 时告警。