机电维修规范

# 监控系统的维修

## 一般规定

1. 监控系统的维修设备包括监控中心设备、外场设备、以及隧道与大桥的专用设备等。
2. 对监控系统的工作环境、运行状态和核心性能进行全面检测与故障排查，同时针对发现的问题开展针对性维修，主要有以下内容：
3. 室内监控设备 (如：地图屏、投影显示屏、监视器、计算机等) 和外场监控设备 (如区域控制器、匝道控制器、车辆控制器、可变信息标志、闭路电视、气象监测仪等) 应符合如下维修基准要求:
4. 设备外壳接地故障需及时修复，维修后接地电阻应符合第九章的有关规定；
5. 外场设备出现防尘、防水、防震、防雷、防盗性能失效时，立即开展维修加固，更换损坏部件；
6. 机房防静电活动地板出现破损、松动等问题，及时更换或加固，确保地板结构坚固；
7. 设备电源线和信号线的防雷、避雷装置失效时，立即维修更换，维修后需符合第九章的有关规定；
8. 调制解调器 (MODEM) 数据传输电路误码率超标时，开展电路检修，修复后误码率应小于 1×10⁻⁶；
9. 调制解调器 (MODEM) 点对点发送电平和接收灵敏度不满足传输要求时，及时调试维修，直至达到标准；
10. 光收发器的发送和接收电平异常时，进行设备检修或部件更换，确保满足收发信号要求；
11. 箱体外壳防护性能下降时，按《外壳防护等级的分类》(GB4208) 标准维修，更换损坏的防护部件；
12. 线缆出现松脱、老化、接头锈蚀、接插件故障等情况，立即进行紧固、更换或修复处理；
13. 工作温度异常导致设备故障时，排查散热或保温装置故障并维修：
14. 室内设备：维修后确保工作环境温度维持在 5~35℃；
15. 重庆地区外场设备：高温工况下设备因温度超标故障时，维修散热系统并增设防护措施，高温工作温度控制在所在区域气温绝对值基础上增加 5~15℃范围内；低温故障时，修复保温或加热装置，满足极端低温工作要求 (亚湿热气候低温极值 - 15℃、高温极值 45℃)；
16. 相对湿度引发的设备故障维修：外场设备因湿度异常故障时，修复防潮装置，确保适应不小于 98% 的湿度环境；室内设备维修后，相对湿度控制在 20~80%。
17. 维修测试工作通常包括:
18. 系统功能故障排查与修复测试；
19. 设备性能异常检修与恢复测试；
20. 计算机软件故障修复、漏洞修补及运行测试；
21. 设备接地设施故障维修及接地电阻值复测；
22. 避雷器 (包括电源和信道) 损坏维修及性能达标测试等。
23. 对监控系统设施进行故障排查，同步开展除尘、防锈和保洁等辅助维修工作。维修后室内设备应整洁、无积尘，室外设备内部无积尘、外表无锈蚀，故障修复率达到 100%。

## 监控中心信息显示屏 (地图屏、投影显示屏)

### 监控中心信息显示屏 (包括显示屏及其控制器、驱动器框架及电源等) 维修的主要内容如下:

1. 检测信息显示屏 (地图屏、投影显示屏) 的自检功能，发现自检异常立即排查故障并修复；
2. 检查线缆与接插件，发现松动、接触不良、老化等问题，及时进行紧固、更换或修复。

### 地图屏、投影显示屏的维修

1. 地图屏维修的主要项目和周期见表 1.2.2-1。

表 1.2.2-1 地图屏维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 日期、气象、温度、道路光带显示故障维修 | 次 | 键入命令观察，发现显示异常立即修复 |
| 2 | 设备除尘及故障排查 | 次 | 保洁同时排查显示模糊、闪烁等故障 |
| 3 | 可变限速标志状态显示维修 | 次 | 在地图屏、投影显示屏和 CRT 上观察，故障及时修复 |
| 4 | 亮度、色度和图像清晰度校准维修 | 次 | 观察发现异常，立即调试或更换部件 |
| 5 | 可变信息标志适时信息显示故障维修 | 次 | 在地图屏、投影显示屏和 CRT 上观察，及时修复信息错误、延迟等问题 |
| 6 | 测量检测器交通状态参数检测故障维修 | 次 | 在地图屏、投影显示屏和 CRT 上观察，修复参数不准、无数据等故障 |
| 7 | 线缆与接插件维修 | 次 | 全面检查，对松动、损坏部件进行紧固、更换 |
| 8 | 时间显示误差维修调整 | 次 | 针对误差超标问题进行校准修复 |
| 9 | 自检功能故障维修 | 次 | 键入自检命令观察，修复自检失效问题 |
| 10 | 紧急电话摘挂机信息显示故障维修 | 次 | 试验观察，修复信息显示错误、延迟等故障 |
| 11 | 地图屏其他显示功能故障维修 | 次 | 试验观察，逐一修复失效功能 |
| 12 | 接地电阻异常维修测试 | 次 | 用电阻仪测试，对电阻超标问题进行维修整改 |

1. 投影显示屏维修的主要项目和周期见表 1.2.2-2

表 1.2.2-2 投影显示屏维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 色彩、分辨率、亮度一致性故障维修 | 次 | 观察发现异常，立即调试维修 |
| 2 | 设备清扫除尘及故障排查 | 次 | 保洁同时排查因积尘引发的显示故障 |
| 3 | 线缆与接插件维修 | 次 | 全面检查测试，修复松动、损坏问题 |
| 4 | 经图像拼接器的视频图像故障维修 | 次 | 修复图像断裂、模糊、色差等问题 |
| 5 | 经 RGB 矩阵切换器的 PC 信号质量维修 | 次 | 解决信号中断、失真等故障 |
| 6 | 经网络的 PC 信号质量维修 | 次 | 排查网络传输故障，确保信号清晰稳定 |
| 7 | 对视频矩阵的调用、切换故障维修 | 次 | 修复切换卡顿、失灵等问题 |
| 8 | 摄像机云台、镜头的控制故障维修 | 次 | 解决控制失灵、转动卡顿等问题 |
| 9 | 开关视频、PC 信号窗口故障维修 | 次 | 修复窗口无法开关、卡顿等问题 |
| 10 | 窗口放大、缩小、移动功能维修 | 次 | 修复功能失效、操作卡顿等问题 |
| 11 | 图像参数校准维修 | 次 | 针对参数偏移引发的图像问题进行修复 |
| 12 | 图像预案管理功能维修 | 次 | 修复预案无法调用、执行异常等问题 |
| 13 | 图像源故障维修 | 次 | 排查并修复图像源无信号、信号不稳定等问题 |
| 14 | 自检功能故障维修 | 次 | 全面检修自检系统，确保正常运行 |
| 15 | 接地电阻异常维修测试 | 次 | 用电阻仪测试，修复接地故障 |

### 维修标准

1. 设备电源电压维修后恢复正常，驱动控制器无故障，运行稳定；
2. 屏面图像维修后达到清晰、逼真、色光均匀、具有动感的标准；
3. 日期、温度、气象等显示正确，时间显示误差≤3S / 月；
4. 设备的自检功能维修后恢复正常，可准确检测故障；
5. 可变信息标志复示信息维修后准确无误；
6. 紧急电话摘、挂机信息显示正确，延迟符合要求；
7. 交通状态参数的刷新时间维修后符合系统要求；
8. 道路动态光带显示准确 (畅通为绿色、拥挤为橙色、堵塞为红色)；
9. 经 RGB 矩阵切换器的 PC 信号、经网络的 PC 信号及经图像拼接控制器的视频图像维修后完整、清晰，拼接图像无明显色差；
10. 视频矩阵的调用、切换和控制功能齐全，工作正常。

## 外场设备 (区域控制器、匝道控制器)

### 外场控制设备维修的主要内容如下:

1. 检查外场控制设备的电气特性，发现参数异常立即排查故障并修复；
2. 检查设备电源及信号避雷器，雷雨季节后重点检修，损坏立即更换；
3. 检查外场控制设备的自诊断功能，故障时及时修复；
4. 检查调制解调器发送电平和接受灵敏度，异常时进行调试或更换；
5. 检测光收发器的发送和接受电平，不达标时检修或更换设备；
6. 检查接插件和连接电缆，发现损坏、松动立即修复或更换；
7. 检查加热器和散热器的工作状态，故障时及时维修更换，确保设备温湿度控制正常；
8. 检查外场控制设备箱体，出现破损、锈蚀、密封不良等问题，立即维修加固。

### 外场设备维修的主要项目、周期见表 1.3.2

表 1.3.2 外场设备维修的主要项目、周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 避雷器故障维修检查 | 次 | 春季 (雷雨季节前) 检测，发现损坏立即更换 |
| 2 | 加热器和散热器故障维修 | 次 | 冬季和夏季重点检测，修复失效部件 |
| 3 | 数据采集周期异常维修 | 次 | 用便携机在区域控制器上检测，修复周期超标问题 |
| 4 | 发送控制命令时延故障维修 | 次 | 试验发现时延超标，立即排查修复 |
| 5 | 独立运行功能故障维修 | 次 | 试验验证，修复无法独立运行问题 |
| 6 | 通信功能故障维修 | 次 | 试验排查，解决通信中断、不稳定等问题 |
| 7 | 自检功能故障维修 | 次 | 键入自检命令，修复自检失效问题 |
| 8 | 调制解调器发送电平与接收灵敏度维修测试 | 次 | 测试不达标时，调试或更换设备 |
| 9 | 光收发器发送和接收电平维修测试 | 次 | 用光功率计测试，修复电平异常问题 |
| 10 | 连接线缆和接插件维修 | 次 | 全面检查，修复松动、损坏部件 |
| 11 | 设备清扫除尘及故障排查 | 次 | 保洁同时排查积尘引发的故障 |
| 12 | 紧固件及箱体故障维修 | 次 | 检查并处理松动、破损、锈蚀问题 |
| 13 | 接地电阻异常维修测试 | 次 | 用接地电阻测试仪测试，修复接地故障 |

### 维修标准

1. 数据采集周期维修后符合系统要求；
2. 发送控制命令的时延维修后不大于系统规定时间；
3. 区域控制器、匝道控制器维修后运行功能正常；
4. 与控制中心、相邻区域控制器、匝道控制器的通信维修后恢复正常；
5. 设备自检功能维修后正常可用；
6. 加热器和散热器维修后无损坏，工作正常。

## 环形线圈车辆检测器

### 环形线圈车辆检测器维修主要内容如下:

1. 检查车辆检测器电气特性，发现异常立即检修；
2. 检查车辆检测器柜的加热器工作状态，故障时及时维修更换；
3. 检查车辆检测器的自检功能，修复失效问题；
4. 检查车辆检测器检测线圈的绝缘性能和电感量，不达标时进行修复或更换线圈；
5. 检测调制解调器发送电平和接收灵敏度，异常时调试或更换；
6. 检测车辆检测器的电源及信号避雷器，损坏立即更换；
7. 检查车辆检测器线缆、插头等，出现松动、断裂等情况，立即修复或更换；
8. 检查车辆检测器箱体防雨、防尘、防震动性能，出现故障及时维修加固。

### 车辆检测器维修的主要项目和周期见表 1.4.2

表 1.4.2 车辆检测器维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 加热器故障维修 | 次 | 冬季进行，确保低温环境正常工作 |
| 2 | 避雷器故障维修 | 次 | 春、夏季检查，损坏立即更换 |
| 3 | 调制解调器发送电平维修测试 | 次 | 测试不达标时，调试或更换 |
| 4 | 调制解调器接收灵敏度维修测试 | 次 | 测试并修复异常问题 |
| 5 | 设备清扫除尘及故障排查 | 次 | 保洁同时排查积尘引发的故障 |
| 6 | 车速检测误差故障维修 | 次 | 用便携机与手持式测速仪对照，修复误差超标问题 |
| 7 | 车流量检测精度故障维修 | 次 | 用便携机与人工测试对照，解决精度不达标问题 |
| 8 | 检测线圈绝缘电阻及电感量维修测试 | 次 | 用绝缘电阻仪、电感测试仪测试，修复或更换线圈 |
| 9 | 设备自检功能维修 | 次 | 键入自检命令，修复故障 |
| 10 | 箱体和接插件故障维修 | 次 | 及时处理破损、松动问题 |
| 11 | 电源保险丝检查更换 | 次 | 发现熔断立即更换适配保险丝 |
| 12 | 接地电阻异常维修检查 | 次 | 用接地电阻测试仪测试，修复接地故障 |

### 维修标准

1. 检测线圈电感量维修后满足车辆检测器的技术标准；
2. 检测线圈的绝缘电阻维修后不小于 10M 欧；
3. 车流量检测误差维修后不大于 ±2%；
4. 车速检测误差维修后不大于 ±5%；
5. 加热器工作正常。

## 外场信息显示设备

### 外场信息显示设备 (包括可变情报板、可变限速标志等) 维修的主要内容如下:

1. 检查显示屏的亮度、亮度自动调节功能及各种显示和自检功能，LED 像素管出现暗点影响显示时，立即更换；
2. 检查设备外壳，出现破损、内部积水和灰尘引发故障时，及时维修清理；
3. 检查设备的线缆、插头等，出现松动、老化、断裂等情况，立即修复或更换；
4. 检查箱体防雨、防尘、防振动性能，故障时维修加固；
5. 检查电源和信号避雷器性能，损坏立即更换；
6. 检查设备电源、通信线缆、接插件的连接，出现故障及时修复。

### 维修标准

1. 外场门架式、悬挂式信息显示设备的视认角维修后不小于 30°；其它显示设备不小于 15°；
2. 发光二极管在驱动电流 20mA 时，发光强度维修后不小于 6000cd/m²，视认距离满足过往车辆的需要；
3. 设备维修后可准确接收控制命令，并正确显示；
4. 在控制命令发送端可清晰观察到可变信息表值得复示信息；
5. 自检功能维修后正常可用。

## 气象检测仪

### 维修内容

道路气象检测仪项目包括风速、风向、温度、湿度、降水量、能见度、路面干湿状态等。其主要维修内容如下:

1. 检查和校准传感器，发现精度超标立即维修或更换；
2. 检查和调整检测仪的灵敏度和电气特性，异常时及时修复；
3. 检测调制解调器发送电平和接收灵敏度，不达标时调试或更换；
4. 检查气象仪的电源及信号避雷器，损坏立即更换；
5. 对箱体外壳及防雨、防尘性能检查，出现故障及时维修；
6. 对立柱支架进行涂油、紧固与防锈处理，损坏部位及时修复；
7. 检查与维护气象仪的线缆、接插件，修复松动、损坏问题。

### 气象检测仪维修的主要项目和周期见表 1.6.2

表 1.6.2 气象检测仪维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 避雷器故障维修检查 | 次 | 雷雨季节重点检查，损坏立即更换 |
| 2 | 通信功能故障维修 | 次 | 在监控室 CRT 及地图屏上观察，修复通信异常 |
| 3 | 调制解调器收发电平维修测试 | 次 | 测试并修复电平异常问题 |
| 4 | 电池故障维修测试 | 次 | 测试电池性能，损坏立即更换 |
| 5 | 连接电缆和接插件维修 | 次 | 检查并修复松动、损坏部件 |
| 6 | 设备除尘、保洁及故障排查 | 次 | 保洁同时排查积尘引发的传感器故障 |
| 7 | 道路传感器调校维修 | 次 | 用配套校准仪校准，修复精度问题 |
| 8 | 风速风向标故障维修 | 次 | 目测检查，必要时更换轴承和垫圈 |
| 9 | 接地电阻异常维修检查 | 次 | 用接地电阻测试仪测试，修复接地故障 |
| 10 | 箱体故障维修 | 次 | 及时处理破损、密封不良等问题 |
| 11 | 支架维护维修 | 次 | 涂漆防锈，紧固螺丝，修复松动、锈蚀部位 |

### 维修标准

气象检测参数维修后需符合表 1.6.3 “气象检测参数的检测范围和精度推荐表” 要求。

表 1.6.3 气象检测参数的检测范围和精度推荐表

| **序号** | **检测项目** | **监测范围** | **分辨率** | **检测精度** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 空气温度 | -40~+60℃ | 0.1℃ | ±0.2℃ |
| 2 | 相对湿度 | 0~100% | 1% | ±2%(0~90%)；±3%(90~100%) |
| 3 | 风向 | 0~360° | ±2.8° | <±3° |
| 4 | 风速 | 0~60m/S | 0.1m/S | ±0.17m/S |
| 5 | 雨量 | - | 0.1mm | ±0.4㎜(Q<10mm)；±4%(Q>1mm) |
| 6 | 路面温度 | -50℃~+80℃ | 0.1℃ | ±0.3℃ |
| 7 | 能见度 | 10~20000m | - | 正常雾 10%，降水时 ±30% |

### 传感器的保洁与校准维修

1. 使用温和的洗涤剂和柔软的不起毛的布进行清洁，清洁后排查是否因清洁不当引发故障；
2. 清洁时应轻轻擦拭，避免划伤表面，若已造成划伤影响使用，及时维修或更换；
3. 气象检测仪传感器的校准维修方法参见表 1.6.4

表 1.6.4 气象检测仪的校准维修方法

| **序号** | **名称** | **内容** | **方法** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 道路传感器 | 表面水平检查 | 用水平仪检查，传感器表面应水平，确保水能均匀分布，不水平则调整修复 |
|  |  | 表面高度调整 | 1) 传感器高于路表面时，用螺丝刀按住传感器的金属部分向下压，轻轻捶击螺丝刀的把手，使其低于路面 1 - 3mm；2) 使用粗糙度 800 的砂纸和水进行研磨，确保达到光学传感器正常工作位置，禁止研磨金属部分 |
|  |  | 校准维修 | 1) 清洁传感器表面；2) 将配套校准器放在干燥清洁的传感器上，按校准器类型指示对准方向；3) 确保校准器脚与传感器紧密接触，保持在传感器表面范围内；4) 打开维护终端与气象检测器相连，发出校准命令；5) 系统响应后，光学校准参数新值自动存入参数表 |
| 2 | 温度和湿度传感器 | 传感器校准维修 | 1) 通过防辐射罩底盘上的孔，将配套校准仪的传感器元件固定在防辐射罩内；2) 打开电源；3) 选择湿度测量 (% RH)；4) 对比参照表的温度和湿度探头测量值；5) 进行相应调整修复 |
| 3 | 能见度传感器 | 传感校准维修 | 1) 清洁透镜；2) 将小挡板放置在接收测头或发射测头内 30S；3) 打开维护终端与气象检测仪相连，给出校准命令，确保信号值在 ±0.1Hz 之间；4) 终止校准命令并移开小挡板；5) 安装不透明散射器，注意散射器上标注的信号值；6) 将校准的散射器组件安装到变送器横杆中间，允许 5㎜偏差；7) 30s 后再给出校准命令，2min 后读取显示信号，误差小于 3% 为合格；8) 终止校准命令 |

## 闭路电视

1. 监控闭路电视系统由摄像机、机架、云台、光端机、编解码器、显示器、以及监控分中心的控制设备和光纤传输设备组成，维修内容主要包括:
2. 摄像机立柱、机架、爬梯出现倾斜、锈蚀等问题，及时维修加固、除锈涂漆；
3. 摄像机防雷接地故障维修及接地电阻复测；
4. 摄像机防护罩与控制箱的防尘、防雨、防震功能失效时，及时维修更换部件；
5. 摄像机、光端机、云台功能故障排查与修复；
6. 编解码器功能与性能异常检修；
7. 视频矩阵切换器的功能与性能故障维修；
8. 外场摄像机雨刷、除霜及加热功能故障修复；
9. 检查摄像机限位装置和风扇的工作状态，故障时及时维修更换；
10. 检查电源线、视频线有无松动、脱落、外皮破损、老化等情况，立即修复或更换；
11. 检测系统传输质量，修复信号中断、失真等问题。
12. 闭路电视维修的主要项目和周期见表 1.7.2

表 1.7.2 闭路电视维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 监视器画面图像质量 (清晰度、灰度) 故障维修 | 次 | 观察或用综合测试卡进行测试，修复图像模糊、失真等问题 |
| 2 | 录像功能故障维修 | 次 | 试验排查，修复无法录像、录像模糊等问题 |
| 3 | 图像工作站功能故障维修 | 次 | 操作测试，解决运行卡顿、功能失效等问题 |
| 4 | 摄像机视距故障维修 | 次 | 观察检查，修复视距不足、画面不清等问题 |
| 5 | 云台转动功能故障维修 | 次 | 试验修复，解决转动卡顿、无法转动等问题 |
| 6 | 除霜、雨刷、变焦功能故障维修 | 次 | 操作试验，修复功能失效问题 |
| 7 | 视频切换器故障维修 | 次 | 操作试验，解决切换失灵、卡顿等问题 |
| 8 | 防雷接地故障维修测试 | 次 | 用接地电阻测试仪测试，修复接地故障 |
| 9 | 镜头、设备清洁及故障排查 | 次 | 保洁同时排查因积尘引发的故障 |
| 10 | 录像机功能故障维修 | 次 | 操作试验，修复故障 |
| 11 | 视频光端机发送功率及接收灵敏度维修测试 | 次 | 用光功率计测试，修复或更换设备 |
| 12 | 数据光端机传输误码率故障维修 | 次 | 用误码率测试仪测试，修复传输故障 |
| 13 | 编解码器性能故障维修 | 次 | 全面检修，确保性能达标 |
| 14 | 箱体检查、紧固螺丝和接插件维修 | 次 | 及时处理松动、破损问题 |
| 15 | 机架、立杆、爬梯维修 | 次 | 除锈、涂漆维护，修复锈蚀、松动部位 |

1. 维修标准
2. 摄像机视距维修后，良好天气下对小型车不小于 500 米；
3. 图像水平清晰度维修后，黑白电视机不低于 400 线，彩色电视机不低于 270 线；
4. 图像质量的主观评价按五级评定，维修后不低于 4 级；
5. 图像画面的灰度维修后不低于 8 级；
6. 摄像机镜头的变焦时间维修后不大于 6.5 秒；
7. 摄像机云台维修后，水平转角不低于 340°，垂直转角 + 15°~-60°；
8. 视频光端机发送功率与接收灵敏度维修后符合视频信号传输要求；
9. 数据光端机的传输误码率维修后小于 1×10⁻⁹；
10. 摄像机除霜、雨刷、变焦功能维修后正常可用；
11. 视频切换正确，无卡顿、失灵现象；
12. 编解码器工作正常。

## 隧道监控

1. 隧道监控系统的计算机管理、车辆检测、交通信号、闭路电视、紧急电话、广播、火灾报警、环境检测装置、照明控制、通风控制等系统除应按《公路隧道养护技术规范》(JTG H12) 和本规范的规定外，主要维修内容如下:
2. 检查 CO/VI 等环境检测装置及风机控制性能与功能，故障时及时修复；
3. 检查照明系统控制功能，修复开关失灵、亮度调节异常等问题；
4. 检查火灾报警装置的性能及功能，修复报警不及时、误报等故障；
5. 测量检测和交通信号设施的工作状态，修复参数异常、显示错误等问题；
6. 检查设备的防锈、线路与接插件的连接、螺栓的紧固等情况，出现问题立即维修；
7. 检查广播的工作状态，修复音质差、无声音等故障。
8. 计算机、车辆检测器、闭路电视和紧急电话等系统的维修项目和周期按本章的规定执行外，隧道监控系统维修的主要项目和周期见表 1.8.2。

表 1.8.2 隧道监控系统维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 设备工作状态故障维修 | 次 | 在地图屏和工作站上检查，及时修复故障设备 |
| 2 | 电气开关、参数状态的显示故障维修 | 次 | 在地图屏和工作站上检查，修复显示异常 |
| 3 | 机房设备的清洁及故障排查 | 次 | 保洁同时排查设备故障 |
| 4 | 交通信号控制及显示功能故障维修 | 次 | 试验、观察，修复信号错误、控制失灵等问题 |
| 5 | 报表打印功能故障维修 | 次 | 试验、观察，修复无法打印、打印异常等问题 |
| 6 | CO/VI 环境监测装置故障维修 | 次 | 观察检查，修复检测精度不达标、无数据等问题 |
| 7 | 广播通信和控制故障维修 | 次 | 实际操作，修复音质差、控制失灵等问题 |
| 8 | 供配电开关功能故障维修 | 次 | 实际操作，修复开关失灵、接触不良等问题 |
| 9 | 风机控制功能故障维修 | 次 | 实际操作，修复风机不启动、转速异常等问题 |
| 10 | 消防水位检测系统功能故障维修 | 次 | 实际操作，修复检测不准、报警失灵等问题 |
| 11 | 隧道照明与控制功能故障维修 | 次 | 实际操作，修复照明损坏、控制异常等问题 |
| 12 | 设备线缆、接插件维修 | 次 | 检查并修复松动、损坏部件 |
| 13 | 车检器性能故障维修 | 次 | 试验，修复检测误差大、功能失效等问题 |
| 14 | 计算机软件的故障维修测试 | 次 | 全面测试，修复漏洞、功能失效等问题 |
| 15 | 接地电阻异常维修检测 | 次 | 用接地电阻仪实测，修复接地故障 |

1. 维修标准
2. 计算机管理系统的维修按本规范第 4 章的要求执行；
3. 车辆检测器、紧急电话系统和闭路电视系统的维修按本章的规定执行；
4. 交通信号箱体密封良好，信号显示清晰，维修后无破损、密封不良问题；
5. 广播系统维修后应符合以下要求:
6. 广播的功能正常，话音清晰，无杂音；
7. 扩音器开关电路工作正常；
8. 失真度不大于 0.5%(40~16KHz)；
9. 功率放大器频率特性不大于 ±1.5db (20~20KHz)；
10. 配线电缆完整，无老化、损伤；
11. 火灾报警系统维修后应符合以下要求:
12. 能无间歇对隧道内各空间进行自动检测；
13. 能及时发出火灾报警声光信号；
14. 报警信号出现时，计算机能自动记录报警信息；
15. 系统具有故障自诊断能力；
16. 照明控制系统维修后应符合以下要求:
17. 照明设施的日常及维修应按《公路隧道养护技术规范》(JTG H12) 的第 3.3.3 条执行；
18. 照明亮度可根据洞外亮度进行自动调节，也可手动调节控制；
19. 进行除尘、保洁工作；
20. 通风控制系统维修后应符合以下要求:
21. CO/VI 装置保持良好工作状态，风机控制符合《公路隧道养护技术规范》(JTG H12) 的规定；
22. 隧道内出现火灾时，控制设备能及时响应；
23. 风机手动和自动控制功能运行正常。

# 收费系统的维修

## 一般规定

1. 收费系统设备一般由收费车道亭内设备、收费车道亭外 (含外场) 设备、收费站和收费中心设备等组成。

应对收费系统的工作状态和性能进行检查、测试和维修，及时修复故障，主要包括以下内容:

1. 系统的功能故障排查与修复测试；
2. 计算机软件的故障修复、测试和维护；
3. 避雷器 (包括电源和信道) 的性能检测与故障维修；
4. 外场设备防尘、防水、防震、防雷等性能失效时，及时维修加固；
5. 对收费系统的设备进行除尘、保洁和除锈保养，同步排查并修复相关故障。
6. 收费系统的维修应符合如下要求:
7. 栏杆机、费额显示器、车道摄像机、车道通行灯及外场设备等设备:
8. 维修后完善防尘、防水、防溅措施；
9. 外壳表面出现锈蚀时，进行除锈防锈处理；
10. 工作温度引发的故障维修，按本规范第 1 章的有关规定执行；
11. 相对湿度维修后不小于 98%(无结露及水凝)；
12. 工控机、字符叠加器、车道集线器、光端机等收费亭内部设备:
13. 工作温度引发的故障维修，按本规范第 1 章的有关规定执行；
14. 相对湿度维修后控制在 20%~80%(无结露及水凝)；
15. 收费亭做好防尘措施，损坏及时修复；
16. 防静电地板出现破损、接地不良时，及时更换修复，确保平整、表面无破损、接地可靠；
17. 机柜安装松动时，及时紧固维修；
18. 视频数据光端机、视频矩阵、录像系统、监视器、电视墙等 CCTV 系统:
19. 图像维修后清晰、无抖动；
20. 视频矩阵功能维修后恢复正常；
21. 录像清晰，满足运营管理需求；
22. 对讲系统通话功能维修后正常，声音清晰，记录保存正常；
23. 亭内设备维修后无积尘，亭外整洁、设备无锈蚀；
24. 线缆连接维修后良好可靠，无松脱、老化，接头无锈蚀，接插件可靠；
25. 设备外壳均可靠接地，维修后接地电阻符合第 6 章的有关规定。

## 收费车道亭内设备

1. 收费车道亭内包括工控机、IC 卡读写器、票据打印机、亭内摄像机、字符叠加器、车道集线器、光端机、专用键盘、显示器、报警开关及收费操作台等设备，其主要维修内容如下:
2. 检查工控机、亭内摄像机、字符叠加器、车道集线器、光端机、专用键盘、显示器、IC 卡读写器、票据打印机及其缆线、接插件，发现故障及时修复；
3. 做好专用键盘、显示器、IC 卡读写器、票据打印机等桌面设备的防水、防尘故障预防与维修；
4. 对设备进行保洁，同步排查积尘引发的故障；
5. 维护或更换通行券打印机色带，确保打印正常；
6. 检查收费亭的通风、散热和报警装置，故障时及时维修；
7. 进行收费亭的清洁、除尘，排查环境引发的设备故障。
8. 收费车道亭内设备维修的主要项目和周期表见表 2.2.2

表 2.2.2 收费车道亭内设备维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 收费亭及设备除尘及故障排查 | 次 | 保洁同时排查设备故障 |
| 2 | 报警装置故障维修 | 次 | 检查并修复报警失灵、误报等问题 |
| 3 | 摄像机保洁及故障维修 | 次 | 清洁镜头、机身除尘，修复图像模糊等问题 |
| 4 | 工控机故障维修 | 次 | 1) 月：箱内除尘、风扇清洁；2) 季：工控机空气过滤器清洁；3) 年：工控机空气过滤器更换；4) 年：接插件紧固、接口清洁 2 次 |
| 5 | 线路检查、接插件维修 | 次 | 观察、调整，修复松动、接触不良问题 |
| 6 | 数据保存、备份故障维修 | 次 | 对各种存储设备进行检查，修复数据无法备份等问题 |
| 7 | 通风设备故障维修 | 次 | 检查并修复通风不良、风机故障等问题 |
| 8 | 计算机软件功能故障维修测试 | 次 | 测试并修复软件漏洞、功能失效等问题 |
| 9 | 计算机内部清洁及故障排查 | 次 | 保洁同时排查内部部件故障 |
| 10 | 票据打印机故障维修 | 次 | 清洁内部，及时更换色带，修复卡纸、打印不清等问题 |
| 11 | 专用键盘内部触点清洁维修 | 次 | 清洁并修复按键失灵问题 |
| 12 | 外部设备信号传输功能维修测试 | 次 | 测试并修复信号传输异常问题 |
| 13 | 接地电阻异常维修测试 | 次 | 用接地电阻测定仪测试，修复接地故障 |

1. 维修标准
2. 收费亭内设备维修后工作正常；
3. 工控机维修后能独立运行，并能对检测器工作状态进行自动监视；
4. 工控机维修后能及时、准确将收集、分析及储存收费车道的有关数据上传给收费站计算机设备；
5. 车道收费软件功能维修后正常，符合使用要求；
6. 收费车道终端显示器维修后显示清晰、亮度适当、视角合理；
7. 键盘、IC 卡读写器等桌面设备的防水、防尘、防干扰措施维修后齐全有效；
8. 收费亭的报警装置维修后性能可靠；
9. 设备通风、散热维修后良好。

## 收费车道亭外设备

1. 收费车道亭外设备包括环型线圈车辆检测器、电动栏杆、手动栏杆、费额显示器、摄像机、雨棚信号灯、车道通行灯、雾灯、报警器等设备，主要维修内容包括:
2. 电动栏杆的故障排查与维修，修复起落失灵、限位不准等问题；
3. 保持费额显示器显示面板清洁，修复显示错误、模糊等问题；
4. 摄像机的保洁与故障维修，解决图像不清、控制失灵等问题；
5. 手动栏杆的防腐保养与故障维修，修复转动不灵等问题；
6. 检查、维护雨棚信号灯、车道通行灯、雾灯及附属设备，修复损坏、不亮等故障；
7. 检查和维护车辆检测器性能，修复检测精度不达标等问题。
8. 收费车道亭外设备维修的主要项目和周期表见表 2.3.2

表 2.3.2 收费车道亭外设备维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 车道附属设备清洁及故障排查 | 次 | 保洁、除尘同时排查故障 |
| 2 | 收费车道清洁、除尘及环境故障排查 | 次 | 保洁同时排查环境引发的设备故障 |
| 3 | 电动栏杆限位精度校准维修 | 次 | 观察、校准，修复限位不准问题 |
| 4 | 摄像机故障维修 | 次 | 机身保洁、角度调整、镜头清洁，修复图像问题 |
| 5 | 设备 (费额显示器、雾灯等) 保洁及故障维修 | 次 | 保洁同时修复显示、照明故障 |
| 6 | 线路检查、接插件维修 | 次 | 观察、调整，修复松动、损坏部件 |
| 7 | 电动栏杆故障维修 | 次 | 紧固、加润滑油，修复起落失灵等问题 |
| 8 | 手动栏杆故障维修 | 次 | 加润滑油，修复转动不灵问题 |
| 9 | 雨棚信号灯清洁维修 | 次 | 清洁并修复灯光不亮、闪烁等问题 |
| 10 | 环型线圈车辆检测器故障维修 | 次 | 测试线圈电感量、绝缘电阻，修复功能故障 |
| 11 | 设备接地检测维修 | 次 | 用接地电阻测定仪测试，修复接地故障 |
| 12 | 外场附属设备防腐维修 | 次 | 防腐、涂漆，修复锈蚀部位 |

1. 维修标准
2. 费额显示器维修后清洁且显示内容正确；
3. 报警器维修后声音清晰、洪亮、不失真；
4. 雾灯维修后由开关控制正常，亮度满足使用要求；
5. 电动栏杆维修后起落正常，反光膜清晰；
6. 雨棚信号灯和车道通行灯维修后显示正常、清晰可辨；
7. 环型线圈车辆检测器的技术参数维修后符合有关规定；
8. 车辆检测器记数误差维修后不大于 1‰；
9. 栏杆、箱体外壳维修后无锈蚀，防护符合《外壳防护等级的分类》(GB4208) 的有关规定。

## 收费站和收费中心设备

1. 收费站和收费中心设备一般由 CCTV 系统、有线对讲系统、计算机网络硬件和软件系统组成。其主要维修内容如下:
2. 对设备的工作状态和性能进行检查、测试，发现故障及时修复；
3. 软件的故障修复、测试和维护；
4. 做好各类数据的存储备份工作，修复数据备份故障；
5. 对设备进行清扫、除尘，同步排查故障；
6. 进行设备间的清洁、除尘，排查环境引发的故障；
7. 检查通风、散热设备的性能，故障时及时维修；
8. 检查设备的接地情况，修复接地故障；
9. 避雷器的性能检测与故障维修；
10. 计算机网络硬件和软件系统的维护见本规范第 4 章的有关规定。
11. 收费站和收费中心维修的主要项目和周期见表 2.4.2

表 2.4.2 收费站和收费中心维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 机房及设备除尘及故障排查 | 次 | 保洁同时排查设备故障 |
| 2 | 视频矩阵工作状态故障维修 | 次 | 检查并修复切换失灵等问题 |
| 3 | 对讲系统工作状态故障维修 | 次 | 检查并修复通话不良等问题 |
| 4 | 录像机的工作状态故障维修 | 次 | 检查并修复录像故障 |
| 5 | 录音、录像数据备份故障维修 | 次 | 检查、备份，修复备份失效问题 |
| 6 | 系统性能故障维修 | 次 | 试验、测试、调整，修复性能不达标问题 |
| 7 | 线路检查、接插件维修 | 次 | 观察、调整，修复松动、损坏部件 |
| 8 | 通风设备故障维修 | 次 | 检查并修复通风故障 |

1. 维修标准
2. 图像维修后清晰、无抖动；
3. 视频矩阵切换、控制功能维修后正常；
4. 录像存储空间维修后满足要求；
5. 有线对讲系统话音频宽维修后达到 0.3~3.4kHz；
6. 有线对讲系统主机和分机的声强级维修后为 65db；
7. 通话时话音清晰、无杂音；
8. 监听、群呼、组呼、录音功能维修后正常。

# 通信系统的维修

## 一般规定

1. 公路通信系统由光电缆传输线路、数字传输系统 (包括准同步数字系列 PDH、同步数字系列 SDH)、数字程控交换机、紧急电话系统和通信电源系统组成。
2. 通信系统维修的一般要求如下:
3. 应由专业培训、熟练掌握系统组成和基本维修技能的专门人员负责维修工作，并建立完整的维修测试和维修记录；
4. 应对通信设备的电气特性进行检测，发现异常及时维修；
5. 运行时的维修应按通信设备的有关规定进行，维修时不应随意变动其软件设置、插拔机盘、接插件和按钮开关，需要插拔时应佩带防静电护环；
6. 应对通信设备进行除尘保洁，通信机房应整洁、无积尘，同步排查积尘引发的故障；
7. 维修人员应熟悉管区内光、电缆的种类，布放路径、接头位置、接地地点、人井位置和编号等情况，便于快速排查维修；
8. 光、电缆及光电缆的接头盒应排放整齐、绑扎牢固，出现浸泡在水中等情况，及时处理维修；
9. 电缆出现缺陷、故障等，按故障测寻、故障检查、原因分析、故障修理和修理后的试验等步骤，及时消除故障；
10. 焊接时，不应使用有腐蚀性的焊剂，维修后确保焊接牢固；
11. 人员上下人孔应注意安全严禁踩踏光、电缆，发现井盖丢失或破损应及时补齐修复。
12. 通信设施的防雷和接地设施应可靠，维修后符合第 6 章的有关规定。

## 数字传输系统

### 数字传输系统主要维修内容如下:

1. 检测数字传输设备的工作状态，发现故障及时修复；
2. 准同步数字系列 (PDH) 传输系统的日常故障维修检测；
3. 同步数字系列 (SDH) 传输系统的日常故障维修检测；
4. 传输设备系统的日常保养与故障部件更换；
5. 辅助系统和网管系统的日常故障维修；
6. 障碍处理与故障修复；
7. 检查系统设备的防雷和接地，修复接地故障。

### 数字传输设备维修的主要项目和周期见表 3.2.2

表 3.2.2 数字传输设备维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 机房温湿度检查及环境故障排查 | 次 | 每天交接班时检查记录，排查温湿度引发的故障 |
| 2 | 电源和设备状态显示故障维修 | 次 | 每天交接班时检查记录，修复显示异常 |
| 3 | PDH 传输系统误码性能监测及故障维修 | 次 | 监测误码秒 (ES)、严重误码秒 (SES) 等，修复误码超标问题 |
| 4 | PDH 传输系统各类告警记录及故障维修 | 次 | 根据告警记录排查修复故障 |
| 5 | SDH 传输系统误码性能监测及故障维修 | 次 | 监测误码秒 (ES)、严重误码秒 (SES) 等，修复误码超标问题 |
| 6 | SDH 传输系统各类告警记录及故障维修 | 次 | 根据告警记录排查修复故障 |
| 7 | 机房与设备保洁及故障排查 | 次 | 设备表面清洁除尘，同步排查故障 |
| 8 | 公务联络系统呼叫故障维修 | 次 | 试验并修复呼叫失灵等问题 |
| 9 | 网管数据备份故障维修 | 次 | 数据修改后和网管系统升级前及时做好数据备份，修复备份故障 |
| 10 | 滤尘网清扫或更换 | 次 | 清洁并更换损坏滤网，确保散热正常 |
| 11 | 主、备用 (或保护) 倒换故障维修试验 | 次 | 试验并修复倒换失灵问题 |
| 12 | 发送和接收光功率维修测试 | 次 | 网管无此功能可不测，测试并修复功率异常问题 |
| 13 | 机顶、走线架、配线架及机框内部清洁维修 | 次 | 清洁并排查内部部件故障 |
| 14 | VC - 12 通道误码性能维修测试 | 次 | 每个 STM - 1 抽测一个 VC - 12 通道，在线测试 1 天，修复误码问题 |
| 15 | VC - 4 通道误码性能维修测试 | 次 | 每个 STM - 1 抽测一个 VC - 4 通道，在线测试 1 天，修复误码问题 |
| 16 | 防雷和接地故障维修检查 | 次 | 用接地电阻测定仪测试，修复防雷接地故障 |

### 维修标准

1. 通路特性主要指标维修后参照《数字复用设备安装工程及验收技术规范》(YD5014) 的有关规定执行；
2. 同步数字系列 (SDH) 传输设备系统性能测试和功能检查维修后参照《同步数字体系 (SDH) 光缆线路系统进网要求》(GB15941) 的有关规定执行；
3. 数字传输系统网管功能的检查维修后符合《同步数字系统 (SDH) 光缆传输设备安装工程验收暂行规定》(YD5044) 的要求。

### 维修方法

1. 工作状态检查、日常保养和数据备份应按照设备操作和维护手册进行；
2. 可利用网管系统、设备监控系统和其他测试仪表对数字传输系统进行功能试验和性能测试，定位故障并修复；
3. 障碍处理
4. 在发生告警或有故障时，应根据告警指示、网管和设备监控系统的信息显示等判断障碍性质和障碍区段，按障碍诊断或维护规定进行故障处理和故障恢复；
5. 故障不能迅速修复时，应根据应急处理预案所规定的电路调度原则进行调度，恢复重要通道和电路的通信；
6. 在处理低次群设备时，不宜影响和中断高次群电路。在处理复接和分接设备故障时，不宜影响和中断线路传输系统；
7. 障碍无法处理时，应及时由技术部门处理，缩短障碍延时，并速报主管部门。

## 线路传输

### 维修内容

1. 加强光、电缆线路巡查，发现异常及时处理。主要内容如下:
2. 注意在通信线路路由附近有无施工、动土等危及通信线路安全的异常情况，及时处理线路损坏问题；
3. 对道路沉降或路面损坏较严重的区段，检查管道是否错位、堵塞或破损，必要时进行试通检查和修复；
4. 检查路线标桩或标准牌是否完好，损坏及时修复更换；
5. 检查人孔及井盖是否完好，标号是否清晰，破损及时更换；
6. 检查光、电缆是否外露或受损，及时修复或加固；
7. 对尾纤 (缆)、终端盒、配线架等外观检查，发现破损及时处理；
8. 对光、电缆的电气特性进行测试，出现异常及时维修，保证可靠运行；
9. 检查光、电缆防雷接地设施，确保接地可靠，修复接地故障；
10. 清除人孔中的积水与杂物，修复排水故障；
11. 检查防止淤泥进入空闲管道和子管堵头脱落，出现问题及时处理；
12. 检查人孔内的托架、托板是否完好，光、电缆的固定是否可靠，修复松动、损坏部件；
13. 检查光、电缆是否张拉过紧，修复外护层变形或受损问题。

### 光、电缆传输线路维修的主要项目和周期应符合表 3.3.2 的规定

表 3.3.2 光、电缆传输线路维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 光电缆线路巡查检查及故障维修 | 次 | 全面巡查，及时修复发现的故障 |
| 2 | 尾纤 (缆)、终端盒、配线架外观检查及故障维修 | 次 | 检查并修复破损、松动等问题 |
| 3 | 光纤通道后向散射信号曲线测试检查及故障维修 | 次 | 用 OTDR 测试，修复曲线异常问题 |
| 4 | 电缆绝缘电阻测试及故障维修 | 次 | 用绝缘电阻测试仪抽测 10% 芯线，修复绝缘不良问题 |
| 5 | 光、电缆防雷接地设施故障维修 | 次 | 检查并修复接地故障 |
| 6 | 人孔内检查及故障维修 | 次 | 清理积水、垃圾，修复托架、托板等部件故障 |

### 维修标准

1. 光纤通道后向散射信号曲线维修后:
2. 变动量≤竣工值 + 0.1dB/km；
3. 最大变动量≤5.0db；
4. 光缆中继段衰耗维修后不大于光缆线路全程衰耗计算值；
5. 电缆 a，b 芯间及芯线与地间的绝缘电阻维修后不小于 3000MΩ/km。

## 数字程控交换机

1. 加强程控交换机的管理、监控和维修。观察系统提供的各种输出信息和话务量等工作情况，及时修复故障，使系统经常处于最佳运用状态，其主要维修内容如下:
2. 检查机房环境和数字程控交换机工作状态，修复环境引发的故障；
3. 数字程控交换机的日常保养和数据备份故障维修；
4. 检查数字程控交换机功能，修复功能失效问题；
5. 测试数字程控交换机性能，修复性能不达标问题；
6. 障碍处理与故障修复；
7. 进行检测程控交换机的接地地阻，修复接地故障。
8. 数字程控交换系统维修的主要项目和周期见表 3.4.2。

表 3.4.2 数字程控交换机维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 机房温湿度检查及环境故障排查 | 次 | 每天交接班时检查记录，排查温湿度引发的故障 |
| 2 | 中继闭塞状态检查及故障维修 | 次 | 每天交接班时检查记录，修复闭塞故障 |
| 3 | 设备告警显示状态检查及故障维修 | 次 | 每天交接班时检查记录，根据告警修复故障 |
| 4 | 计费状态观察、记录及故障维修 | 次 | 每天交接班时检查记录，修复计费异常问题 |
| 5 | 主机及外围设备运行情况检查及故障维修 | 次 | 每天交接班时检查记录，修复运行故障 |
| 6 | 设备和电路变更情况检查及故障维修 | 次 | 每天交接班时检查记录，修复变更引发的故障 |
| 7 | 交换机工作电压检查及故障维修 | 次 | 检查并修复电压异常问题 |
| 8 | 话务量、服务质量观察及统计分析和故障维修 | 次 | 分析并修复服务质量不达标问题 |
| 9 | 防尘滤网除尘或更换 | 次 | 清洁并更换损坏滤网，确保散热正常 |
| 10 | 磁带机清洁及故障维修 | 次 | 清洁并修复磁带机运行故障 |
| 11 | 系统时间核准维修 | 次 | 校准并修复时间误差问题 |
| 12 | 系统后备磁带 (光盘) 制作故障维修 | 次 | 修复备份介质故障 |
| 13 | 计费磁带 (光盘) 制作故障维修 | 次 | 修复计费数据存储故障 |
| 14 | 告警记录统计分析及故障维修 | 次 | 分析并修复频繁告警问题 |
| 15 | 告警性能测试检查及故障维修 | 次 | 测试并修复告警系统故障 |
| 16 | 设备表面和机房环境清洁及故障排查 | 次 | 保洁同时排查环境引发的故障 |
| 17 | 中继线电路测试及故障维修 | 次 | 测试并修复中继线故障 |
| 18 | 迂回路由测试及故障维修 | 次 | 测试并修复路由故障 |
| 19 | I/O 设备诊断测试及故障维修 | 次 | 测试并修复 I/O 设备故障 |
| 20 | 话务限制功能故障维修 | 次 | 修复话务限制功能异常问题 |
| 21 | 障碍自动诊断功能故障维修 | 次 | 修复诊断功能失效问题 |
| 22 | 业务功能故障维修 | 次 | 参照各机型的有关规定进行，修复业务功能问题 |
| 23 | 局数据核对检查及故障维修 | 次 | 核对并修复数据错误问题 |
| 24 | 计费差错率检查及故障维修 | 次 | 用大话务量测试仪测试，修复计费差错问题 |
| 25 | 信号音电平测试及故障维修 | 次 | 测试并修复电平异常问题 |
| 26 | 散热风扇故障维修 | 次 | 修复或更换故障风扇 |
| 27 | 接地电阻故障维修检查 | 次 | 修复接地故障 |

1. 维修标准
2. 程控交换机的标准工作电压维修后为 - 48V±5V (DC)；
3. 程控交换机的局内和局间呼叫接续维修后正常；
4. 程控交换机的用户新业务、特种服务等各项业务功能维修后正常、完好；
5. 交流电源线的芯线间和芯线对地的绝缘电阻维修后不小于 1MΩ；
6. 直流馈电线的正负芯线间和负线对地间的绝缘电阻维修后不小于 1MΩ；
7. 程控交换机的障碍率维修后不大于 10⁻⁴；
8. 计费维修后准确，差错率不大于 10⁻⁴。

## 紧急电话系统

### 公路紧急电话系统由紧急电话总机和紧急电话分机组成。主要维修内容如下:

1. 进行紧急电话总机和分机的日常保洁，同步排查积尘引发的故障；
2. 检查紧急电话总机和分机的供电电源，修复供电故障；
3. 紧急电话总机和分机的外观检查和维修:
4. 检查总机和分机箱体有无破损和锈蚀，若有破损及时修补并作防护处理；
5. 检查紧急电话分机安装紧固螺丝及接续端子有无松动或锈蚀，及时修复；
6. 分机上的反光标志应清晰并完好无损，发现脱落或破损时应及时更换；
7. 检查紧急电话分机箱体的防水 (雨淋) 性能，修复密封不良问题；
8. 检查紧急电话总机和分机的功能，修复功能失效问题:
9. 分机摘、挂机状态的显示和记录功能；
10. 分机与总机之间的呼叫、通话和自动录音功能；
11. 总机对分机工作状态的自检功能；
12. 历史呼叫的记录存储、统计分析、显示和打印输出功能；
13. 与交通监控中心 (分中心) 计算机系统进行数据通信的功能；
14. 紧急电话总机和分机的接地电阻测试与故障维修。

### 紧急电话维修的主要项目和周期见表 3.5.2。

表 3.5.2 紧急电话维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 总机清扫除尘及故障排查 | 次 | 保洁同时排查故障 |
| 2 | 总机和分机外观检查、维修 | 次 | 修复破损、锈蚀等问题 |
| 3 | 总机和分机功能故障维修 | 次 | 修复呼叫、通话等功能问题 |
| 4 | 总机和分机供电电源故障维修 | 次 | 测量工作电压，修复供电异常 |
| 5 | 分机清扫除尘及故障排查 | 次 | 可根据环境条件调整周期，保洁同时排查故障 |
| 6 | 总机与分机的接地电阻故障维修测试 | 次 | 用接地电阻测定仪测试，修复接地故障 |

### 维修标准

1. 保持紧急电话设备的清洁以及工作电压的正常。独立供电的紧急电话分机，加强太阳能电池板的保洁以及蓄电池工作电压的检测，发现污损和异常应及时清扫、维修或更换；
2. 紧急电话设备维修后完好无损，工作正常；
3. 紧急电话的各项功能维修后完备正常；
4. 紧急电话的通话音量维修后满足需要，话音清晰；
5. 紧急电话呼叫状态在交通监控系统中的显示和报警维修后正确。

## 通信电源系统

### 通信电源系统包括直流电源系统和蓄电池。主要维修内容如下:

1. 观察直流电源模块的工作状态，修复模块故障；
2. 观察直流电源系统的工作及报警记录，根据记录排查修复故障；
3. 观察直流电源系统工作指示灯及防雷指示灯的状态，修复指示灯异常问题；
4. 检查风扇系统的工作状态，修复或更换故障风扇；
5. 检查蓄电池外观及电池温度，修复鼓包、漏液等问题；
6. 检查系统能否由交流正常切换至蓄电池，修复切换故障；
7. 设备除尘，同步排查积尘引发的故障；
8. 系统接地保护检测与故障维修。

### 通信电源系统维修的主要项目和周期表见表 3.6.2

表 3.6.2 通信电源系统维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 直流模块工作状态故障维修 | 次 | 根据相关生产厂家设备手册观察，修复模块故障 |
| 2 | 系统工作指示灯及防雷指示灯状态故障维修 | 次 | 根据相关生产厂家设备手册观察，修复指示灯故障 |
| 3 | 系统的工作及报警记录分析与故障维修 | 次 | 根据相关生产厂家设备手册观察，排查修复故障 |
| 4 | 风扇系统的工作状态故障维修 | 次 | 观察并修复或更换故障风扇 |
| 5 | 蓄电池外观及电池温度检查与故障维修 | 次 | 检查、测量，修复蓄电池故障 |
| 6 | 交 / 直流切换故障维修试验 | 次 | 试验并修复切换失灵问题 |
| 7 | 设备除尘及故障排查 | 次 | 根据相关生产厂家设备手册，保洁同时排查故障 |
| 8 | 电缆接头 (蓄电池端头) 连接故障维修 | 次 | 检查并修复松动、腐蚀等问题 |
| 9 | 系统接地保护故障维修测试 | 次 | 根据相关生产厂家设备手册测试，修复接地故障 |

### 维修标准

1. 直流模块工作显示维修后正常 (输入、输出、充电电压电流等)；
2. 系统指示灯状态维修后正常，防雷功能正常；
3. 风扇正常工作，设备温度正常；
4. 蓄电池外观清洁、间距正常。电池外壳无破损、无渗漏、无变形，极柱、安全阀周围无酸雾逸出。充电电压、电流正常。蓄电池温度正常；
5. 电缆连接安全、无老化，连接点无腐蚀；
6. 设备清洁，防尘网无积灰。

## IP 网络设备

### IP 网络设备的维修主要包括如下内容:

1. 机房环境、设备工作状态和工作条件检查和记录，排查环境引发的故障；
2. 设备配置和软件检查和记录，修复配置错误、软件故障；
3. 网络系统运行可靠性、稳定性和安全性检查和记录，修复运行故障、安全漏洞；
4. IP 网络设备的日常保养和数据备份故障维修；
5. IP 网络的性能测试及故障维修；
6. IP 网络设备功能试验及故障修复；
7. IP 地址管理、设备配置管理和网络安全管理相关故障维修；
8. 故障处理与修复。

### IP 网络设备维修的主要项目和周期表见表 3.7.2

表 3.7.2 IP 网络设备维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 机房温湿度检查及环境故障排查 | 次 | 排查温湿度引发的设备故障 |
| 2 | 网络设备工作电压检查及故障维修 | 次 | 每天交接班时检查记录，修复电压异常问题 |
| 3 | 设备运行情况和网络运行数据检查及故障维修 | 次 | 每天交接班时检查记录，修复运行故障 |
| 4 | 网络设备告警显示检查及故障维修 | 次 | 每天交接班时检查记录，根据告警修复故障 |
| 5 | 网络安全管理日志检查及故障维修 | 次 | 每天交接班时检查记录，修复安全隐患 |
| 6 | 路由器的路由表和端口流量检查及故障维修 | 次 | 每天交接班时检查记录，修复路由、流量异常问题 |
| 7 | 交换机的 vlan 表和端口流量检查及故障维修 | 次 | 每天交接班时检查记录，修复 vlan、流量异常问题 |
| 8 | 网络安全状态分析处理及故障维修 | 次 | 在发现遭到非法攻击时必须及时采取措施 |
| 9 | 磁带机或其他数据记录设备清洁及故障维修 | 次 | 清洁并修复设备运行故障 |
| 10 | 系统和用户数据备份故障维修 | 次 | 数据修改后和网管系统升级前及时做好数据备份，修复备份故障 |
| 11 | 告警记录和网络运行数据统计分析及故障维修 | 次 | 分析并修复频繁故障问题 |
| 12 | 设备防尘滤网除尘或更换 | 次 | 清洁并更换损坏滤网 |
| 13 | 散热风扇故障维修 | 次 | 修复或更换故障风扇 |
| 14 | 设备表面和机房环境清洁及故障排查 | 次 | 保洁同时排查故障 |
| 15 | 告警性能测试检查及故障维修 | 次 | 测试并修复告警系统故障 |
| 16 | 接地电阻故障维修检查 | 次 | 修复接地故障 |

### 维修标准

1. IP 网络设备维修后工作正常；
2. IP 网络设备的性能及各项业务功能维修后正常、完好；
3. IP 网络的安全管理维修后符合本规范第 4 章的有关规定。

### 维修方法

1. IP 网络设备的日常维护和数据备份应由具有处理网络和设备故障以及防范网络病毒和非法入侵能力的网管人员按设备操作和维护手册进行维护；
2. 在告警或故障时，应根据告警指示、网管系统的信息显示等判断故障性质和范围，并按规定的操作流程和方法进行处理；
3. 远程接入维护的权限为只读方式。必要时可临时开放，维护完成后应立即收回权限，并应提供所有操作过程和修改内容；
4. 网络升级和软件修改应按本规范第 4 章的有关规定执行。

# 工控机与网络设备的维修

## 一般规定

### 工控机与网络由硬件装置和软件系统组成。

硬件包括：服务器、工作站、网络交换机、网络路由器、网络布线、打印机及各类存储设备、磁盘阵列等设备。

软件系统由系统软件和应用软件组成。

### 工控机与网络系统的维修应符合下列要求:

1. 工控机系统的功能维修后满足交通监控系统、收费系统的要求；
2. 网络与网络设备维修后符合公路机电系统的技术条件；
3. 维修工程技术文档应详尽、完整；
4. 维修时，应保持全网计算机系统时钟的统一，且满足监控、收费和通信的需要；
5. 设备和线路的防雷、接地装置维修后可靠，符合本规范第 6 章的有关规定。

## 硬件维修

### 工控机硬件系统包括服务器、磁盘阵列、工作站及网络设备。主要维修内容如下:

1. 检查硬件系统设备，并作运行记录，发现故障及时修复；
2. 测试计算机系统的功能，修复功能失效问题；
3. 检查线缆、接插件，保证接触良好，修复松动、损坏部件；
4. 及时做好数据备份和保存工作，修复数据存储故障；
5. 进行计算机设备的保洁、除尘，同步排查积尘引发的故障；
6. 监测各种设备的避雷器和接地装置，修复故障。

### 工控机设备维修的主要项目和周期见表 4.2.2

表 4.2.2 工控机设备维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 硬件设备运行状况检查及故障维修，记录存档 | 次 | 每班检查、记录，及时修复故障 |
| 2 | 机房设备的除尘、清扫及故障排查 | 次 | 保洁同时排查设备故障 |
| 3 | 系统时钟校准维修 | 次 | 检查并校准时钟误差 |
| 4 | 设备功能与工作状态故障维修 | 次 | 观察并修复功能异常问题 |
| 5 | 数据保存、备份设备整理及故障维修 | 次 | 清理、更换磁 (带) 盘，修复备份故障 |
| 6 | 线路检查、紧固接插件维修 | 次 | 检查调整，修复松动部件 |
| 7 | 计算机、打印机、存储设备等设备保养维修 | 次 | 打印测试、机件润滑，修复机械故障 |
| 8 | 设备的避雷器性能与接地电阻故障检测维修 | 次 | 测试并修复避雷器、接地故障 |

### 维修标准

#### 服务器

1. 硬件维修后具有充足的容量，保持 30% 以上可用空间，作碎片整理工作；
2. 具有一定的容错功能，宜采用镜像、阵列、双机、群集等容错技术；
3. 配备硬盘等备品备件；
4. 数据备份设备维修后安全可靠；
5. 线缆连接良好、无松脱，接插件可靠；

#### 工作站

1. 计算机维修后性能良好、工作可靠；
2. 确保工作站冗余运行正常；
3. 线缆连接良好，接插件可靠；

#### 网络布线、网络设备

1. 网络布线维修后完好，通信畅通；
2. 确保网络系统冗余运行正常；
3. 数据传输误码率：电缆传输小于 10⁻⁶，无线传输小于 10⁻⁵，光缆传输达标；
4. 网络运行记录完整；
5. 网络升级或改扩建时，网络布线可参照《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》(CECS 89) 有关规定执行；

#### 数据存储设备

1. 备份数据的存储维修后采用只读方式；
2. 具备操作系统和数据库备份；
3. 收费计算机硬盘数据存储空间维修后保证可存储大于 1 个月的数据量，磁带机 (光盘) 等能保存历年所有数据。监控计算机的数据存储空间满足使用要求；
4. 电源中断后，不间断电源 (备用电源) 的工作时间符合本规范第 5 章的有关规定，确保数据及时存储；
5. 计算机系统时钟检查间隔不大于 24h；
6. 打印机色带 (墨盒) 及时更换，确保使用。

### 维修方法

1. 计算机设备应按系统需求和使用年限的规定进行选型、购置、登记、保养、维修、报废等，并应建立维修档案；
2. 可用操作系统的专用工具或专门软件工具检查存储设备的可用空间及碎片空间，及时清理优化；
3. 可用操作系统的专用工具或专门软件工具检查通信端口工作状态，修复端口故障；
4. 可用操作系统的专用工具或专门软件工具检查数据存储设备、备份和恢复数据；
5. 可用专用计算机网络测试仪器，检查网络布线和设备的数据传输质量 (传输速率和误码率)，修复传输故障。

## 软件维修

### 软件维修包括完善性维修、适应性维修和改正性维修，主要内容如下:

1. 系统软件及时升级与补丁修复；
2. 数据库系统软件状态的分析与故障修复；
3. 杀毒软件及时升级，修复病毒查杀故障；
4. 软件的维修、升级满足管理和使用的需求，应用软件升级、功能扩充时采用模块化结构；
5. 及时做好数据备份和保存工作，修复数据备份故障；
6. 查看应用软件的日志，根据日志排查修复故障。

### 计算机系统软件维修的主要项目和周期见表 4.3.2

表 4.3.2 计算机系统软件维修的主要项目和周期

| **序号** | **维修项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 数据备份故障维修 | 次 | 进行增量备份，修复备份失效问题 |
| 2 | 计算机软件功能故障维修测试 | 次 | 试验并修复功能异常问题 |
| 3 | 日志检查及故障维修 | 次 | 根据日志排查修复软件故障 |
| 4 | 数据库故障维修检查 | 次 | 修复数据库运行异常问题 |
| 5 | 异常情况处理、系统优化与调整 | 次 | 及时处理突发故障，优化系统性能 |
| 6 | 系统软件升级维修 | 次 | 进行系统升级、补丁修复 |
| 7 | 防病毒软件升级维修 | 次 | 升级病毒库，修复杀毒软件故障 |

### 维修标准

#### 系统软件

1. 使用正版软件，禁止盗版（如 Windows 盗版激活）、破解版（如 Oracle 破解补丁），避免法律风险与漏洞隐患；
2. 维修后具备完整安全功能：
3. 身份验证：支持 “密码 + Ukey” 双因素认证，密码需满足复杂度（长度≥8 位、含大小写 + 数字 + 特殊字符），（90 天）更换；
4. 访问控制：按 “最小权限” 分配角色（如收费员仅可操作收费界面，无参数修改权限），禁止越权访问；
5. 故障恢复：系统崩溃（如断电）后，可通过备份恢复，数据丢失≤1min，恢复时间≤30min；
6. 安全保护：数据传输采用 SSL/TLS 加密（传输加密强度≥TLS 1.2），存储采用 AES-256 加密（如收费密码加密存储）；
7. 安全审计：记录用户登录（时间、IP、账号）、操作（如修改收费费率、删除数据），日志保存≥6 个月，可追溯；
8. 分权制约：操作员（如收费员）与管理员（如系统管理员）权限分离，无权限重叠；
9. 安全审计留痕功能启用，审计日志不可篡改（如写入只读分区）；
10. 数据库维修后无数据不一致（如收费金额与票据金额匹配）、死锁（死锁率＜0.1%），具备 “增量备份 + 全量备份” 机制，恢复点目标（RPO）≤1h；
11. 系统软件安全级别达 C2 级以上，符合《计算机信息系统安全保护等级划分准则》（GB17859），支持访问控制、审计、对象重用保护。

#### 应用软件

1. 维修后与硬件（如打印机、摄像机）、系统软件（如操作系统版本）兼容，无驱动冲突、版本不匹配问题；
2. 维修后功能达标：
3. 操作记录：自动记录所有操作（如收费员交接班、监控镜头转动），日志包含 “操作人 - 时间 - 内容 - 结果”，无缺失；
4. 状态监控：提供设备在线率（≥99%）、数据传输成功率（≥99.9%）、软件报错次数（≤1 次 / 天）等监控模块，实时预警；
5. 信息查询：响应时间≤3s，支持多条件筛选（如按 “车牌号” 查询收费记录）、导出（Excel/PDF 格式）；
6. 监控系统软件：
7. 控制命令下发延迟≤5s，命令执行成功率 100%（如可变情报板显示正确）；
8. 主工作站可控制云台转动（水平 340°、垂直 ±60°）、镜头变焦（变焦时间≤6.5s），图像无卡顿、花屏；
9. 动态交通信息（车流量、车速）刷新间隔≤30s，查询数据与现场一致；
10. 设备自检覆盖率 100%，故障记录（发生时间、故障类型）完整，恢复时间≤2h；
11. 实时打印（如报警单据）无缺项、错字，打印速度≤5s / 页；
12. 收费系统软件：
13. 业务数据传输加密（如 MD5 校验），不明码存储（如银行卡号脱敏显示）；
14. 界面无直接数据库操作入口，需通过预设 API 访问，防止 SQL 注入；
15. 系统中断（断电、断网）后，重启需重新登录（账号 + 密码验证），无非法绕过机制；
16. 可查询≥1 年运行记录（交易流水、设备故障），记录完整（字段无缺失）；
17. 提供标准数据接口（如 JSON/XML），满足监控系统调取收费数据（如车流量统计）；
18. 信息查询、分析结果与原始数据一致（误差≤0.1%），打印报表格式规范。

#### 软件管理

1. 明确软件使用范围（如收费软件仅限收费亭电脑使用）、权限边界（如管理员可修改参数，操作员不可），形成《软件权限清单》；
2. 软件使用人员需经培训（培训时长≥8h），掌握基础操作（如正常收费、软件重启）、故障处理（如软件闪退重启），培训后考核合格方可上岗；
3. 建立软件文档管理（需求文档、操作手册、版本日志）、版本管理（版本号规则：主版本。次版本。修订号，如 V2.1.0）、分发制度（统一通过运维平台推送，禁止 U 盘拷贝），避免版本混乱。

#### 业务数据管理

1. 制定《业务数据管理制度》，明确存储（本地硬盘 + 异地备份）、备份（每日增量、每月全量）、销毁（过期数据粉碎删除）流程；
2. 数据库专人管理（DBA），每日核对数据真实性（如收费金额与现金对账，误差≤0.1%），发现篡改（如交易金额异常）立即追溯；
3. 交易数据保存≥1 年，历史数据（≥1 年）归档至磁带 / 光盘，归档前校验完整性；
4. 每日核对业务数据（如收费流水与票据张数），差异≤0.01%，超差时排查数据录入错误、传输丢包；
5. 异地备份介质（磁带 / 硬盘）专人保管，建立《备份介质台账》，每月测试恢复功能（恢复成功率 100%）；
6. 数据使用需填写《数据访问申请表》，经审批（部门负责人签字）后方可获取，存取方式仅限 “只读 / 导出”，禁止 “修改 / 删除”。

#### 系统数据管理

1. 制定《系统数据管理制度》，明确数据字典（字段定义、类型）、权限设置（谁可修改）、修改流程（申请 - 审批 - 执行 - 备份）；
2. 系统数据修改需记录 “修改人 - 时间 - 原因 - 原始值 - 新值 - 审批人”，并存档原始数据（修改前备份）；
3. 每月全量备份系统数据（如权限配置、网络地址），备份文件与业务数据分开存储（如业务数据存本地，系统数据存云盘），避免同时损坏。

### 维修方法

#### 系统软件

1. 用系统自带工具（Windows 事件查看器、Linux top）或第三方工具（SolarWinds、Zabbix）监控运行状态，通过错误代码（如 0x0000007B 蓝屏代码）定位故障（如硬盘分区表损坏）；
2. 系统升级前备份系统镜像（用 Ghost、Veeam），升级后测试核心功能（如数据库启动、用户登录），出现兼容性问题（如软件无法启动）时回滚至原版本；
3. 数据库故障修复：用 MySQL mysqlcheck 修复表损坏，Oracle RMAN 恢复数据文件，SQL Server DBCC 修复索引，无法修复时通过全量备份 + 增量备份恢复。

#### 应用软件

1. 根据《软件操作手册》测试核心功能，对比正常输出结果（如收费金额计算：车长 5m→收费 10 元）定位故障（如计算公式错误）；
2. 用调试工具（Visual Studio Debug、Java JDB）排查软件特征问题（如接口响应慢：定位 SQL 查询耗时超 5s）；
3. 通过日志（如 Java Log4j 日志）分析运行状况，排查漏洞（如内存泄漏：监控进程内存增长趋势）；
4. 应用软件升级采用 “灰度发布”：先在测试环境验证（测试时长≥24h），再在 1 台生产设备试点（试点时长≥48h），无故障后全量推送，升级后监控 24h，出现问题立即回滚。

#### 软件管理

1. 结合维修开展培训：每季度组织 1 次软件操作、故障处理培训，培训内容含新版本功能（如监控软件新增 “AI 车流统计”）、常见故障处理（如软件闪退重启），培训后考核（合格率≥90%）；
2. 软件文档实时更新：操作手册、版本日志随软件升级同步更新（更新延迟≤24h），软件分发通过运维平台（如 Jenkins、企业微信推送），记录分发记录（设备 IP、版本号、安装时间）。

#### 数据管理

1. 每月测试备份恢复：将备份文件恢复至测试环境，验证数据完整性（如收费流水条数与备份前一致）、可用性（如可正常查询、统计）；
2. 每季度清理冗余数据：删除 1 年以上非核心日志（如软件调试日志）、重复备份文件，释放存储空间（释放比例≥20%）；
3. 每月检查数据安全：用漏洞扫描工具（Nessus、OpenVAS）排查数据泄露风险（如数据库弱密码、明文传输），发现问题立即修复（如修改密码、启用 SSL 加密）。

## 机房设施维修

### 应对计算机机房进行维修，及时修复设施故障，保障机房环境稳定，主要内容如下：

1. 环境设施维修：修复温湿度计（如精度偏差＞±1℃）、空调（如制冷不足、漏水）、除湿机（如除湿量下降）故障，确保机房温湿度符合要求；
2. 供电设施维修：排查 UPS（如电池鼓包、逆变器故障）、配电柜（如开关跳闸、接线过热）、备用电源（如柴油发电机无法启动）故障，修复供电波动（电压偏差＞±5%）、断电隐患；
3. 接地与防雷维修：测试接地电阻（工作接地≤4Ω）、避雷器性能（如残压≤1.8kV），修复接地引线松动、防雷模块失效问题；
4. 消防系统维修：检查火灾报警器（如烟感报警器误报）、灭火器（如压力不足）、气体灭火系统（如七氟丙烷泄漏），修复报警失灵、灭火装置故障。

### 计算机机房维修的主要项目和周期见表 4.4.2

表 4.4.2 计算机机房维修的主要项目和周期

| **序号** | **维修项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 机房除尘、清扫及故障排查 | 次 | 清洁地面、机柜表面，排查因积尘导致的空调滤网堵塞、设备散热不良 |
| 2 | 温湿度检查及故障维修 | 次 | 用温湿度计测量（每 2h1 次），温度超 25℃或湿度超 65% 时，修复空调、除湿机故障（如空调缺氟、除湿机滤网堵塞） |
| 3 | 供电系统的检查及故障维修 | 次 | 测试 UPS 输出电压（380V±5%）、配电柜开关温度（≤70℃），修复电压波动（如加装稳压器）、开关跳闸（如更换过载空开） |
| 4 | 火灾报警器检测及故障维修 | 次 | 触发试验按钮，测试报警响应（≤10s），修复误报（如清洁烟感探头）、不报（如更换传感器） |
| 5 | 空调系统的维修 | 次 | 清洗空调滤网、蒸发器、冷凝器，添加制冷剂（如 R32），润滑风机轴承，修复漏水（如更换密封圈）、制冷不足 |
| 6 | 防雷设施和接地电阻检测维修 | 次 | 用防雷元件测试仪检测避雷器（漏电流≤20μA），接地电阻测定仪测试接地电阻，不达标时更换防雷模块或补打接地极 |
| 7 | 噪声测量及故障维修 | 次 | 用声级计测量机房噪声（≤65dB），超标时修复风扇（如加隔音棉）、空调（如更换静音风机）故障 |
| 8 | 电磁场场强测试及故障维修 | 次 | 用电磁场测试仪测量（≤500V/m），超标时修复设备接地（如加强屏蔽）、调整设备布局（远离变压器） |

### 维修标准

#### 1.机房温湿度：

1. 24 小时运行主机房（监控 / 收费中心）：夏季 23±2℃、冬季 20±2℃，相对湿度 45%~65%；
2. 终端 / 通信 / 介质库机房：温度 19℃~28℃，相对湿度 40%~70%；

维修后温湿度波动≤±1℃/h、±5% RH/h。

#### 1.供电系统：

1. 专用供电线路无老化（绝缘层无开裂）、破损，配电柜开关接触良好（接触电阻＜100μΩ），无发热（≤70℃）、跳闸（月跳闸次数≤1 次）；
2. UPS 续航时间≥30min（满载），电池容量≥标称值的 80%，切换时间≤10ms；
3. 备用电源（柴油发电机）启动时间≤30s，输出电压 380V±5%，可支撑机房满负荷运行≥4h。

#### 1.空调系统：

1. 维修后制冷量≥设计值的 90%，制热效率≥设计值的 85%，无漏水（24h 漏水≤10mL）、异响（噪声≤55dB）；
2. 滤网清洁度≥90%（无明显积尘），蒸发器、冷凝器无油污（清洁后换热效率提升≥10%）。

#### 1.安全设施：

1. 防火：灭火器压力正常（指针在绿区），气体灭火系统触发后 30s 内喷放完毕，灭火浓度达标（七氟丙烷浓度 8~10%）；
2. 防潮：地面无积水，墙面 / 天花板无渗水（雨季检查无水印）；
3. 防尘：门窗密封良好（缝隙≤0.1mm），设备表面日积尘量≤5mg/m²；
4. 防盗：门禁记录完整（保存≥30 天），监控覆盖所有出入口（录像清晰度≥1080P）；
5. 防磁：磁带库、磁盘阵列与强磁源（变压器、电机）距离≥1m，磁场强度≤500nT；
6. 防小动物：门口挡鼠板高度≥60cm，电缆沟封堵严密（缝隙≤0.5cm），无鼠粪、咬痕。

#### 1.消防与应急：

1. 火灾报警器报警准确率≥99%，误报率≤1 次 / 月；
2. 应急照明断电后自动点亮，照度≥50lux，持续时间≥90min；
3. 消防通道宽度≥1.2m，无堆积物，安全出口标识清晰（夜间可见距离≥5m）。

#### 1.门禁系统：

•维修后开关灵敏（响应≤1s），支持权限管理（如分时段授权），记录保存≥30 天，无非法开门记录（月≤0 次）。

### 维修方法

#### 1.强电磁干扰处理：

1. 安装屏蔽网（如铜网，屏蔽效能≥60dB）、接地屏蔽层（接地电阻≤1Ω），隔离外部干扰；
2. 调整设备布局：将服务器、磁盘阵列远离变压器、变频器等强磁设备（距离≥2m）；
3. 线缆采用屏蔽线（如 STP 屏蔽网线），屏蔽层单端接地（接地电阻≤4Ω）。

#### 1.空调系统维护：

1. 日常清洁：每季度清洗滤网（用清水冲洗后晾干），每月清理空调外机散热片（用压缩空气吹净）；
2. 年度保养：拆卸蒸发器、冷凝器，用专用清洗剂（如空调翅片清洗剂）清洗，添加制冷剂（按厂家规定量，如 1.5P 空调加氟 0.8kg），润滑风机轴承（加锂基润滑脂）；
3. 故障修复：漏水时更换接水盘密封圈，制冷不足时查漏补氟，风机异响时更换轴承。

#### 1.消防安全管理：

1. 材料选用：机房装修用防火材料（如阻燃地板、防火涂料），电缆用阻燃型（如 ZR-VV 电缆）；
2. 灭火系统：大中型机房采用七氟丙烷自动灭火系统，分区设计（如主机房、配电室单独分区），触发逻辑为 “烟感 + 温感” 双触发；
3. 制度执行：制定《机房防火制度》，禁止吸烟、使用明火，每季度开展 1 次消防演练（含灭火操作、人员疏散）。

#### 1.静电消除：

1. 地面：使用防静电地板（接地电阻 1~10Ω），地板支架接地（每个支架均需接地）；
2. 设备：磁带 / 磁盘柜、工作台表面贴防静电膜（表面电阻 10⁶~10⁹Ω）；
3. 人员：维修时佩戴防静电环（接地电阻 1~100Ω），穿防静电服、鞋；
4. 环境：用静电消除器（如离子风机）降低静电电压（≤100V），用静电电压表检测（每月 1 次）。

## 安全管理

1. 公路机电系统的计算机系统安全管理包括计算机网络、主机系统、数据库系统安全和病毒防范。安全管理的维修除按《网络安全法》《数据安全法》执行外，主要内容为：
2. 网络安全维修：扫描网络漏洞（用 Nessus、绿盟远程安全评估系统），修复开放不必要端口（如关闭 22、3389 端口）、弱密码（如 admin/admin）、配置错误（如防火墙策略放行所有 IP），每周查看网络流量日志，定位异常流量（如 DDOS 攻击、端口扫描）并阻断；
3. 主机系统安全维修：检查进程（如 Windows 任务管理器、Linux ps 命令），清理非法进程（如挖矿程序、后门进程），每月检查用户账号（删除无归属账号、锁定过期账号），修复权限配置错误（如普通用户有管理员权限）；
4. 数据库安全维修：扫描数据库漏洞（用 AppScan、SQL 注入工具），修复弱密码（如 sa 空密码）、SQL 注入漏洞（如参数化查询），每月审计数据库权限（回收越权权限，如普通用户有 DBA 权限），加密敏感数据（如身份证号、银行卡号）；
5. 病毒防范维修：实时监控病毒告警（通过防病毒控制台），定位感染终端（如勒索病毒感染的收费亭电脑）并隔离，清除病毒（如用专杀工具），每周升级病毒库、引擎，每月测试杀毒效果（用病毒样本测试，检测率≥99%）；
6. 预案完善与演练：完善《网络中断应急预案》《病毒入侵应急预案》，明确故障响应流程（如中断后 30min 内启动备用链路）、责任人，每季度开展 1 次演练，优化预案（如缩短故障恢复时间）。
7. 公路机电系统计算机系统安全管理维修的主要项目和周期
8. 计算机网络安全维修的主要项目和周期见表 4.5.2-1。

表 4.5.2-1 计算机网络安全维修的主要项目和周期

| 1 |检查网络管理平台及故障维修 | 次 | 用网管软件（华为 eSight、H3C iMC）监控网络拓扑（设备在线率≥99%）、端口流量（无拥塞，利用率≤70%），修复平台离线（如重启网管服务）、数据采集失败（如 SNMP 配置错误） |

| 2 | 检查入侵检测及故障维修 | 次 | 查看 IDS/IPS 告警（如 SQL 注入、XSS 攻击），定位攻击源 IP 并加入黑名单，修复检测规则失效（如更新规则库）、误报（添加白名单） |

| 3 | 检查防火墙日志及故障维修 | 次 | 分析防火墙访问日志，识别非法访问（如外部 IP 访问内网数据库），修复策略配置错误（如放行所有端口）、策略冗余（删除过期策略） |

| 4 | IP 地址管理及故障维修 | 次 | 用 IP 管理系统（如 SolarWinds IPAM）检测 IP 冲突（冲突次数≤0 次 / 日）、非法 IP（如私设 192.168.1.100），修复地址池耗尽（扩容地址池） |

| 5 | 检查重要服务器安全审计及故障维修 | 次 | 查看服务器登录日志（如 Linux /var/log/secure），追溯违规操作（如删除数据），修复审计日志缺失（如日志服务未启动）、日志篡改（启用日志校验） |

| 6 | 检查中心路由器日志及故障维修 | 次 | 分析路由器日志（如华为 display logbuffer），定位网络瓶颈（如端口丢包率＞1%），修复路由配置错误（如静态路由指向错误）、端口故障（如更换光模块） |

| 7 | 检查网络访问策略及故障维修 | 次 | 审核防火墙、交换机策略，删除冗余策略（如过期 IP 允许规则）、冲突策略（如同一 IP 既放行又阻断），策略命中率≥80% |

| 8 | 远程访问报告及故障维修 | 次 | 统计 VPN 访问记录（如访问 IP、时长），识别未授权访问（如非工作时间访问），修复 VPN 认证失败（如证书过期）、连接中断（如调整 VPN 超时时间） |

| 9 | 对外访问保管及故障维修 | 次 | 监控互联网访问（如访问高危网站），阻断违规访问（如禁用 P2P 下载），修复访问控制失效（如代理绕过）、日志缺失（如开启上网行为管理日志） |

| 10 | 网络安全评估及故障维修 | 次 | 用漏洞扫描工具扫描服务器、工作站，修复高危漏洞（如 CVSS 评分≥9.0），中危漏洞修复率≥90%，低危漏洞修复率≥80% |

| 11 | 年度报告 | 次 | 汇总全年网络安全事件（攻击次数、漏洞数量）、维修记录，制定下一年优化计划（如升级防火墙、增加 IDS 节点） |

1. 主机系统维修的主要项目和周期见表 4.5.2-2。

表 4.5.2-2 主机系统维修的主要项目和周期

| 1 | 服务器物理运行状况及故障维修 | 次 | 观察服务器指示灯（无红灯告警）、风扇转速（≥2000rpm）、硬盘状态（无坏道），修复硬件故障（如更换故障电源模块） |

| 2 | 服务器系统日志检查及故障维修 | 次 | 用 Windows 事件查看器、Linux dmesg 查看日志，修复系统错误（如蓝屏 0x0000007B、内核恐慌）、服务崩溃（如 MySQL 服务自动停止） |

| 3 | 应用系统运行状况及故障维修 | 次 | 测试应用（监控软件、收费软件）核心功能，修复应用崩溃（如 Java OutOfMemoryError）、接口报错（如 API 返回 503） |

| 4 | 网络连接状况及故障维修 | 次 | 测试服务器网络连通性（ping 网关丢包率≤0%）、端口可用性（telnet 80 端口通），修复网卡故障（如更换网卡）、IP 配置错误（如网关错误） |

| 5 | 服务器后台服务启动情况及故障维修 | 次 | 查看后台服务（如数据库服务、Web 服务）状态（均为 “运行中”），修复服务无法启动（如依赖服务未启动）、自动停止（如设置为 “自动启动”） |

| 6 | 服务器用户账号、权限检查及故障维修 | 次 | 清理非法账号（如 test 账号）、过期账号（如离职员工账号），回收越权权限（如普通用户有 Administrator 权限），账号密码复杂度达标率 100% |

| 7 | 系统运行状况报告及故障维修 | 次 | 汇总 CPU（峰值≤85%）、内存（峰值≤80%）、磁盘（使用率≤80%）使用率，定位性能瓶颈（如内存泄漏），优化参数（如调整 JVM 堆内存） |

| 8 | 操作系统补丁升级维修 | 次 | 推送安全补丁（如 Windows KB 补丁、Linux yum 更新），升级前备份系统，修复补丁安装失败（如依赖缺失）、兼容性问题（如补丁导致软件闪退） |

| 9 | 服务器口令更改及故障维修 | 次 | 按策略更改管理员口令（长度≥12 位、含大小写 + 数字 + 特殊字符），修复口令重置失败（如忘记密码用 PE 工具重置）、口令泄露（如更换泄露账号密码） |

| 10 | 服务器外设查看及故障维修 | 次 | 检查光驱、USB 接口（禁用不必要接口）、外接存储，修复外设无法识别（如安装驱动）、接口损坏（如更换 USB 接口板） |

| 11 | 主机系统扫描及故障维修 | 次 | 用安全扫描工具（OpenVAS、Qualys）扫描，修复高危漏洞（如远程代码执行）、配置缺陷（如文件权限过宽） |

| 12 | 年度报告 | 次 | 汇总全年主机故障（硬件故障次数、软件崩溃次数）、维修记录，制定硬件更新（如服务器使用超 5 年计划更换）、软件升级计划 |

1. 数据库安全维修的主要项目和周期见表 4.5.2-3。

表 4.5.2-3 数据库安全维修的主要项目和周期

| 1 | 检查数据库服务器物理运行状况及故障维修 | 次 | 观察服务器 CPU 温度（≤75℃）、磁盘 IO（使用率≤70%），修复硬件故障（如更换故障硬盘） |

| 2 | 服务器日志检查及故障维修 | 次 | 查看数据库服务器系统日志，修复操作系统死机（如内存不足）、磁盘满（如清理日志） |

| 3 | 数据库日志检查及故障维修 | 次 | 分析数据库错误日志（如 Oracle alert.log）、事务日志，修复事务回滚失败（如重启数据库）、锁等待（杀死阻塞进程） |

| 4 | 服务器后台服务开启状况及故障维修 | 次 | 检查数据库服务（MySQL、Oracle）状态（“运行中”），修复服务无法启动（如端口占用）、异常停止（如设置自动重启） |

| 5 | 用户账号、权限检查及故障维修 | 次 | 清理冗余账号（如无权限账号）、回收越权权限（如普通用户有 DROP 权限），账号锁定策略（登录失败 5 次锁定）启用率 100% |

| 6 | 用户口令更改及故障维修 | 次 | 按策略更改数据库用户口令（90 天更换 1 次），修复口令复杂度不达标（如纯数字口令）、重置失败（如通过数据库管理工具重置） |

| 7 | 增量备份及故障维修 | 次 | 执行数据库增量备份，检查备份完整性（如验证备份集），修复备份失败（如存储路径错误）、备份文件损坏（如重新备份） |

| 8 | 应用系统运行状况报表及故障维修 | 次 | 分析应用访问数据库性能（如 SQL 查询耗时＞3s），优化 SQL 语句（如添加索引）、调整数据库参数（如增大缓存） |

| 9 | 数据库系统检测及故障维修 | 次| 检查数据库配置（如连接数、日志大小），修复连接数超限（如扩容连接池）、日志溢出（如设置日志自动清理），推送数据库补丁（如 Oracle PSU） |

| 10 | 全备份及故障维修 | 次 | 执行数据库全备份，测试恢复功能（恢复至测试环境），修复备份文件损坏（如重新备份）、恢复失败（如检查备份集完整性） |

| 11 | 系统全备份及故障维修 | 次 | 对数据库服务器做系统全备份（操作系统 + 数据库），修复备份镜像损坏（如重新制作镜像）、恢复失败（如检查镜像校验值） |

| 12 | 年度报告 | 次 | 汇总全年数据库故障（数据损坏次数、性能瓶颈次数）、维修记录，制定数据库优化（如分表分库）、升级（如 MySQL 5.7 升 8.0）计划 |

1. 病毒防范系统维修的主要项目和周期见表 4.5.2-4。

表 4.5.2-4 病毒防范系统维修的主要项目和周期

| 1 | 桌面、服务器及控制台病毒报警检查及故障维修 | 次 | 查看防病毒控制台告警，定位感染终端（如勒索病毒感染电脑）并隔离，用专杀工具清除病毒，修复报警延迟（如同步告警规则） |

| 2 | 桌面病毒代码日期显示检查及故障维修 | 次 | 查看终端病毒库更新日期（≤24h），修复更新失败（如检查网络、代理设置）、病毒库过期（手动推送病毒库） |

| 3 | 日志查看及故障维修 | 次 | 分析查杀日志（如查杀病毒类型、数量），追溯病毒传播源（如 U 盘中毒），修复日志缺失（如开启日志记录）、记录错误（如日志乱码） |

| 4 | 病毒服务器运行情况及故障维修 | 次 | 观察病毒服务器（病毒库更新服务器、管理控制台）CPU（≤80%）、内存（≤80%），修复服务器离线（如重启服务）、服务崩溃（如重装服务） |

| 5 | 查看病毒公告及故障维修 | 次 | 浏览安全厂商（奇安信、启明星辰）公告，推送高危病毒（如新型勒索病毒）预警，修复公告同步延迟（如开启自动推送） |

| 6 | 内部病毒公告提示及故障维修 | 次 | 向用户发送病毒预警邮件（含防范措施），修复邮件发送失败（如检查邮件服务器）、内容错误（如更新病毒名称） |

| 7 | 抽查桌面机器病毒状况及故障维修 | 次 | 随机抽查 10% 终端（工作站、收费亭电脑），执行全盘扫描，清除遗漏病毒（如潜伏病毒），修复终端防护未启用（如启用实时监控） |

| 8 | 每周报表统计及故障维修 | 次 | 统计病毒感染次数（≤1 次 / 周）、查杀成功率（≥99%），分析病毒趋势（如 U 盘传播占比），修复报表生成失败（如修复报表模板） |

| 9 | 查看相关安全系统日志及故障维修 |次 | 结合防火墙、IDS 日志分析病毒入侵路径（如通过端口 445 入侵），修复安全系统联动失效（如防火墙未阻断病毒 IP） |

| 10 | 月度报告 | 次 | 汇总病毒感染类型、查杀情况、漏洞修复率，制定下月防护计划（如增加终端扫描频次） |

| 11 | 病毒重点用户培训及故障维修 | 次 | 对收费员、系统管理员开展培训（含病毒识别、应急处理），修复培训材料过时（如更新病毒样本图片）、内容错误（如修正防范措施） |

| 12 | 防病毒软件引擎升级维修 | 次 | 升级防病毒引擎（如 360 引擎升 V2.0），测试兼容性（与操作系统、应用软件无冲突），修复引擎升级失败（如卸载旧引擎） |

| 13 | 年度报告 | 次 | 汇总全年病毒事件（感染次数、病毒类型）、维修记录，评估防护效果（如检测率、清除率），制定下一年策略（如部署 EDR 终端防护） |

1. 维修标准
2. 计算机网络
3. 公路专用网与公共通信网物理隔断（无直接网线连接），如需访问互联网，需通过隔离网闸（单向传输），禁止直接连通；
4. 路网用户仅可通过防火墙访问指定端口（如监控系统仅开放 8080 端口），端口开放遵循 “最小必要” 原则，未使用端口关闭率 100%；
5. IDS/IPS 维修后实时阻断攻击（响应时间≤1s），告警准确率≥95%，误报率≤5%，攻击拦截率≥99%；
6. 网络冗余链路切换时间≤30s，主链路故障时，备用链路可承载 100% 流量，无丢包、延迟增加（≤10ms）。
7. 主机系统
8. 维修后无非法进程（如挖矿程序、后门）、异常服务（如未授权远程桌面），进程 CPU 占用峰值≤85%，内存占用峰值≤80%；
9. 访问控制按 “最小权限” 设置：普通用户无系统配置（如修改 IP）、文件修改（如删除系统文件）权限，管理员权限账号≤3 个；
10. 默认设置符合安全策略：禁用默认账号（admin、guest）或修改密码，关闭不必要端口（22、23、3389），开启审计（记录用户登录、操作）；
11. 安全扫描系统（漏洞扫描、入侵检测）每周升级 1 次，可检测最新漏洞（如近 3 个月发布的高危漏洞），漏洞修复率：高危 100%、中危≥90%、低危≥80%；
12. 默认网络共享（如 Administrator$）关闭率 100%，服务端口限制为 “仅允许内网 IP 访问”，外部 IP 访问拒绝率 100%；
13. 远程访问权限临时开放后，24h 内收回，操作记录（如修改配置）完整归档，可追溯；
14. 安全扫描时 CPU 使用率≤50%，内存使用率≤60%，不影响业务运行（如收费交易、监控指令下发）；
15. 安全扫描记录保存≥6 个月，包含扫描时间、设备 IP、漏洞名称、修复状态，可导出审计报告；
16. 系统垃圾（临时文件、过期日志）每周清理 1 次，病毒程序、恶意代码清除率 100%，无残留；
17. 系统关键文件（如 Windows system32、Linux /bin）完整性校验（如用 Tripwire），篡改检测率 100%，修复时间≤1h。
18. 数据库系统
19. 安全配置符合需求：禁用不必要功能（如 Oracle XML DB），隐藏数据库版本（如修改 HTTP 响应头），数据库端口（1521、3306）仅允许应用服务器访问；
20. 默认设置符合安全策略：删除默认账号（scott、sysman），修改默认密码（如 sys 密码复杂度达标），关闭默认存储过程（如 xp\_cmdshell）；
21. 权限分配按 “最小必要”：查询用户仅有 SELECT 权限，录入用户仅有 INSERT/UPDATE 权限，DBA 权限账号≤2 个；
22. 口令鉴别机制达标：口令有效期≤90 天，登录失败 5 次锁定，口令复杂度（长度≥8 位、含大小写 + 数字 + 特殊字符），无弱密码（如 123456）；
23. 审计与追踪启用：记录用户登录（IP、时间）、SQL 操作（SELECT/INSERT/DELETE），日志保存≥6 个月，可追溯违规操作（如删除数据）；
24. 安全漏洞修复及时：高危漏洞（CVSS≥9.0）24h 内修复，中危漏洞（CVSS 7.0~8.9）72h 内修复，修复后验证（如重新扫描）；
25. 软件版本升级时，同步调整安全策略：如 MySQL 5.7 升 8.0 后，启用新安全特性（如 caching\_sha2\_password 认证），关闭旧漏洞（如查询缓存漏洞）。
26. 病毒防范
27. 安装经公安部认证的病毒防治软件（如 360 企业版、卡巴斯基安全软件），未认证软件使用率 0%；
28. 病毒特征库每日升级≥1 次（更新延迟≤24h），引擎每季度升级≥1 次，升级成功率 100%；
29. 病毒日志记录完整：包含查杀时间、终端 IP、病毒名称、处理结果（清除 / 隔离），保存≥6 个月，可追溯病毒事件；
30. 病毒入侵途径控制措施齐全：
31. 可移动介质（U 盘、移动硬盘）使用前查杀率 100%，非授权介质禁用率 100%；
32. 网络接口（USB、HDMI）按权限禁用：收费亭电脑禁用 USB 接口，服务器禁用 HDMI 接口；
33. 邮件附件、文件传输（FTP、微信）接收前查杀率 100%，禁止接收.exe、.bat 等高危文件；
34. 软件、数据使用前病毒检测率≥99%，误报率≤0.1%（误报文件≤1 个 / 1000 个文件），检测时间≤30s/GB。

# 供配电照明通风电气设施的维修

## 一般规定

1. 公路沿线的供变配电照明通风电气设施由供电设施、配电设施、照明通风电气设施和其它附属设施所组成。
2. 公路供配电照明通风电气设施应由专人管理、巡查和维修，维修人员的技术水平和数量需符合国家电力部门有关规定，确保具备故障诊断、部件更换、参数测试等维修能力。
3. 本章所规定的供配电照明通风电气设施维修主要项目、周期若与国家电力部门有关规程、规定不符，按电力部门有关规程、规定执行；若存在冲突，优先采用更严格的维修标准。
4. 公路专用的供配电设施若维修管理确有困难，在条件许可时，可委托供电企业代为维修管理，并签订代维修协议，明确双方的责、权、利（如故障响应时间、维修质量标准），保障供电可靠性。
5. 供配电设施在运行一段时间后，为保障设备的安全运行，应按规范开展试验工作（如耐压试验、继电保护定值整定）；维修单位应配备必要的试验人员和仪器，若试验专业性强，可委托供电企业进行。试验项目和标准参照《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》（GB50150-91）和《电力设备预防性试验规程》（DL/T596-1996）执行，试验不合格的设备需立即维修或更换。
6. 在供配电照明通风电气设施的维修工作中，必须严格执行国家电力部门制定的运行规范、检修规范和电力安全工作规程（DL408-1991、DL409-1991），并采取双重保障措施（如双电源切换、备用设备）保障一级负荷（如监控中心、收费系统）供电。若维修涉及当地供电企业，需按双方签定的合同及调度协议执行，禁止擅自停电维修。
7. 由于供配电照明通风电气设备的制造厂家多、品种规格繁杂，本规范虽力求覆盖各类设备，但无法完全适配所有设备的特殊要求。各单位在执行时，需结合所管辖设备的原厂说明书，制定详细的专项维修规定（如特定型号变压器的维修流程）。
8. 本章公路配电设施中高低压配电装置的划分按整体装置执行，而电力部门维修规程按元件划分。因此，装置中主要设备（如断路器、互感器）的维修内容和周期需参照电力部门规定结合本规范执行；维修标准仅列出主要设备的试验标准，其它设备（如指示灯、接线端子）按相关规定执行。
9. 高低压成套配电装置的日常清洁维修需注意：设备表面保洁时，不可触及带电设备，需根据设备电压等级保持安全距离（如 10KV 设备安全距离不小于 0.7 米）；内部清洁维修必须在完全停电状态下进行，且需挂 “禁止合闸，有人工作” 标识，防止误送电。
10. 维修工作中使用的电气测试仪器（如接地电阻测定仪、绝缘电阻测试仪）均应经法定计量检定单位检定合格，且在有效使用期内；电气绝缘安全用具（如绝缘手套、绝缘靴）必须送有关部门检验，合格后方可使用，避免因工具失效引发安全事故。
11. 维修工作中应认真做好维修记录，包括故障现象、维修方案、更换部件型号、测试数据等；维修后需出具维修试验报告，报告应归档保存，便于后续追溯故障原因、分析设备寿命周期。

## 供电设施

1. 供电设施主要由高压供电线路、备用电源（柴油发电机）所组成，两类设备的维修需分别执行专项流程，确保供电无中断风险。
2. 高压供电线路
3. 高压供电线路主要指 35KV、10KV 高压架空线路，其它电压等级的架空线路或电缆供电可参照本条款执行。
4. 高压供电线路维修的主要项目和周期见表 5.2.2.2

表 5.2.2.2 高压供电线路维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 高压供电线路的特殊性巡视和维修 | 次 | 在气候恶劣（如台风、暴雨、覆冰）、河水泛滥、火灾等情况下，对线路部分或全部进行巡视，发现杆塔倾斜、导线断股等问题立即维修，维修内容按 5.2.2.3.1 条款执行 |
| 2 | 高压供电线路的巡查和日常维修 | 次 | 全面巡查线路状态，修复 minor 故障（如绝缘子脏污、杆塔螺栓松动），维修内容按 5.2.2.3.1 条款执行 |
| 3 | 高压供电线路的维修（小修） | 次 | 对线路进行局部检修，更换老化部件（如锈蚀金具、破损绝缘子），维修内容按 5.2.2.3.2 条款执行 |
| 4 | 高压供电线路的维修（大修） | 次 | 对线路进行全面检修，包括导线更换、杆塔加固、基础修复等，维修内容按 5.2.2.3.2 条款执行 |

1. 高压供电线路维修的主要内容
2. 高压供电线路的巡查和维修
3. 杆塔维修：若发现杆塔倾斜（倾斜度超 15/1000），需采用拉线矫正或更换杆塔；铁构件变形、锈蚀时，需除锈涂漆或更换；混凝土杆出现裂纹、酥松、钢筋外露，需修补或更换；木杆腐朽、烧焦时，需更换并重新固定绑桩；清除杆塔周围杂草、鸟巢、风筝等杂物，修复损坏的基础。
4. 横担及金具维修：木横担腐朽、烧损时需更换；铁横担及金具锈蚀、变形时，需除锈涂漆或更换，松动螺栓需重新紧固。
5. 绝缘子及避雷器维修：瓷件脏污、损伤、裂纹或有闪络痕迹时，需清洁或更换；间隙及距离不符合规定的，需调整；接地不良或接地装置锈断时，需重新接地并测试接地电阻（≤10Ω）。
6. 导线维修：导线出现断股、损伤、烧伤痕迹时，需补修或更换；导线对地、导线间距离不符合规定的，需调整；导线接头接触不良、氧化、腐蚀或断脱时，需重新压接或焊接。
7. 沿线情况处理：清除沿线易燃、易爆、强腐蚀性液体隐患；修剪导线与树木、竹林间的超标距离（如 10KV 线路与树木最小距离不小于 1.5 米）；清除导线上的抛扔物。
8. 巡查发现的所有问题需及时停电处理（一级负荷需先切换备用电源），并详细记录维修过程。
9. 高压供电线路的检修
10. 高压供电线路的检修分为小修（局部修复）和大修（全面改造），检修内容需根据电力部门有关规定执行，也可委托供电企业进行；检修前需制定详细方案（如停电范围、安全措施），避免影响正常供电。
11. 高压供电线路检修后必须进行交接验收，验收标准按《架空配电线路及设备运行规程》（SD292-88）及《电气装置安装工程及验收规范》（GBJ232-82）执行，线路验收需邀请供电企业有关人员参加，验收合格后方可恢复供电。
12. 高压供电线路维修标准
13. 杆塔偏离线路中心线不应大于 0.1m；
14. 木杆与混凝土杆倾斜度：转角杆、直线杆不应大于 15/1000，转角杆不应向内角倾斜，终端杆不应向导线侧倾斜，向拉线侧倾斜应小于 200mm；
15. 铁塔倾斜度：50m 以下铁塔不应大于 10/1000，50m 及以上铁塔不应大于 5/1000；
16. 混凝土杆不应有严重裂纹、流铁锈水现象，保护层不应脱落、酥松、钢筋外露，无纵向裂纹，横向裂纹不超过 1/3 周长且宽度不大于 0.5mm；
17. 木杆不应严重腐蚀，铁塔不应严重锈蚀，主材弯曲度不超过 5/1000；
18. 横担与金具无严重锈蚀、变形、腐朽，横担上下倾斜、左右偏歪不大于横担长度的 2%；
19. 导线通过的最大电流不超过其允许电流，导线、地线接头无变色和严重腐蚀，连接线夹、螺栓紧固，导线、地线、拉线无断股，导线间距离符合规定；
20. 绝缘子、瓷横担无裂纹，避雷器性能达标（如 10KV 避雷器工频放电电压为 26~31KV）。
21. 备用电源（柴油发电机组）
22. 柴油发电机组是保障一级负荷停电时供电的关键设备，需执行日常维修和专项维修，确保应急时可正常启动。
23. 柴油发电机组日常和专项维修的主要项目和周期见表 5.2.3.2

表 5.2.3.2 柴油发电机组维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 日常维修 | 次 | 维修内容见 5.2.3.3，侧重故障排查和基础保养 |
| 2 | 日常维修（月） | 次 | 维修内容见 5.2.3.4（累计工作 100h 或 1 个月），侧重部件检查和功能测试 |
| 3 | 专项维修（半年） | 次 | 维修内容见 5.2.3.5（累计工作 600h 或半年），侧重性能校准和部件维护 |
| 4 | 专项维修（年） | 次 | 维修内容见 5.2.3.6（累计工作 1200h 或 1 年），侧重深度检修和系统测试 |

1. 柴油发电机组日常维修的主要内容为：
2. 检查燃油箱的燃油量，不足时添足，同时检查燃油是否变质（如浑浊、含水），变质需更换；
3. 检查油底壳中机油平面，油面需达到机油标尺刻线，不足时添加同型号机油，若机油乳化、变黑需更换；
4. 检查喷油泵调速器机油平面，油面需达到机油标尺刻线，不足时添加，机油变质需更换；
5. 检查并修复水、油、气三漏问题：清除油、水管路接头密封面的漏油、漏水，修复进排气管、汽缸盖垫片处及涡轮增压器的漏气；
6. 检查柴油机各附件安装稳固性：紧固地脚螺钉及与工作机械连接的螺栓，修复松动部件；
7. 检查各仪表（如转速表、油压表）读数是否正常，异常时维修或更换仪表；
8. 检查喷油泵传动连接盘：若连接螺钉松动，需重新校准喷油提前角并拧紧螺钉；
9. 清洁柴油机及附属设备表面：用干布或浸柴油的抹布擦拭机身、涡轮增压器等表面的油垢、水和尘埃，用压缩空气吹净充电发电机、散热器、风扇表面的尘埃。
10. 柴油发电机组每月维修的主要内容为：
11. 检查蓄电池和电解液：用比重计测量电解液相对密度（标准值 1.24~1.28g/cm³），不足时加蒸馏水，蓄电池桩头氧化时需除锈并涂抹凡士林；
12. 检查三角橡胶带张紧程度：用手指按压带中部，挠度应为 10~15mm，不符合时调整，橡胶带开裂、老化需更换；
13. 清洗机油泵吸油粗滤网：拆开机体大窗口盖板，扳开粗滤网弹簧锁片，拆下滤网在柴油中清洗并吹干，重新安装；
14. 清洗空气滤清器：惯性油浴式滤清器清洗钢丝绒滤芯并更换机油，盆式滤清器清除集尘盘灰尘，滤芯堵塞需更换；
15. 清洗通气管内滤芯：取出机体门盖板加油管中的滤网，在柴油或汽油中清洗吹干，浸机油后 reinstall；
16. 清洗燃油滤清器：拆下滤芯和壳体，在柴油或煤油中清洗，清除水分和沉积物，滤芯破损需更换；
17. 清洗机油滤清器：拆解滤清器，清洗滤芯（纸质滤芯堵塞需更换），清除壳体内部杂质；
18. 清洗涡轮增压器的机油滤清器及进油管：在柴油或煤油中清洗滤芯及管子，吹干后 reinstall，防止灰尘污染；
19. 更换油底壳机油：根据机油使用情况，每隔 200~300 小时更换一次，同时更换机油滤清器；
20. 加注润滑油或润滑脂：对所有注油嘴及机械式转速表接头加注符合规定的润滑脂或机油；
21. 清洗冷却水散热器：通入清洁水清除内部沉淀物，直至出水清澈，散热器漏水需修补或更换。
22. 柴油发电机组半年维修的主要内容为：
23. 检查并维修喷油器：测试喷油压力（符合厂家规定，如 18~20MPa），观察喷雾情况（雾化均匀、无滴漏），必要时清洗或更换喷嘴；
24. 检查并维修喷油泵：测试供油压力和供油均匀性，必要时重新调整供油提前角或更换柱塞偶件；
25. 检查并调整气门间隙、喷油提前角：气门间隙不符合厂家规定（如进气门 0.3mm、排气门 0.4mm）时调整，喷油提前角偏差需校准；
26. 检查进、排气门密封情况：拆下汽缸盖，观察配合锥面密封状态，若有磨损、凹陷需研磨修复，气门弹簧弹力不足需更换；
27. 检查并维修水泵：若溢水口滴水成流，需更换封水圈，水泵轴承异响需更换轴承；
28. 检查汽缸套封水圈：拆下机体大窗口盖板，检查汽缸套下端有无漏水，漏水需拆下汽缸套并更换橡胶封水圈；
29. 检查传动机构盖板上的喷油塞：拆下前盖板，清理堵塞的喷孔，确保喷油通畅；
30. 检查并维修散热器和机油冷却器：修补漏水、漏油部位，更换老化密封圈；
31. 紧固主要零部件：按规定扭矩重新拧紧连杆螺钉、曲轴螺母、汽缸盖螺母（如汽缸盖螺母扭矩为 300N・m），防止松动；
32. 检查并维修电气设备：紧固电线接头，更换烧损的接线端子，测试启动电机、充电发电机输出性能；
33. 清洗油、燃油系统管路：清洗油底壳、机油管道、机油冷却器、燃油箱及管路，清除污物并吹干；
34. 清洗冷却系统水管道：用除垢剂清除水垢，冲洗干净后重新加注冷却液；
35. 清洗涡轮增压器：清理导风轮、压气机叶轮、涡轮及涡轮壳的油污和积碳，修复叶轮磨损、轴承松动问题。
36. 柴油发电机组年维修的主要内容为：
37. 检查并维修汽缸盖组件：检查气门、气门座、气门导管、气门弹簧、推杆和摇臂配合面的磨损情况，磨损超限时修磨或更换，气门座圈松动需重新镶装；
38. 检查并维修活塞连杆组件：检查活塞环（开口间隙、侧隙超限时更换）、汽缸套（磨损超差需搪缸或更换）、连杆小头衬套及连杆轴瓦（间隙过大需更换）；
39. 检查并维修曲轴组件：检查推力轴承、推力板的磨损情况，滚动主轴承内外圈有周向游动时更换，曲轴弯曲需校直；
40. 检查并维修传动机构和配气相位：观察传动齿轮磨损情况（齿面磨损超限时更换），调整配气相位至厂家规定值；
41. 检查并维修喷油器：重新测试喷雾情况，喷嘴磨损严重时研磨或更换；
42. 检查并维修喷油泵：检查柱塞偶件密封性（加压后 10 秒内压力下降不超过 0.5MPa）和飞铁销磨损情况，不合格需更换；
43. 检查并维修涡轮增压器：测量叶轮和壳体的间隙（超限时更换），检查滚动轴承、涡轮转子轴及气封、油封磨损，必要时维修或更换；
44. 检查并维修机油泵、淡水泵：拆解后测量易损零件（如齿轮、叶轮）尺寸，超差时更换，调整泵的工作压力至标准值；
45. 更换汽缸盖和进、排气管垫片：对已损坏或失去密封作用的垫片进行更换，安装时涂抹密封胶确保密封；
46. 检查并维修充电发电机和启动电机：清洗各机件、轴承，加注新润滑脂，检查启动电机齿轮磨损情况及传动机构灵活性，磨损超限时更换；
47. 禁止私自改动计量装置：供配电设施中的计量装置是电力企业收费依据，维修时不得打开电力企业铅封、改动计量回路，发现计量异常需通知电力企业处理；
48. 检查并测试柴油发电机和市电切换装置：做切换试验（切换时间不大于 15 秒），试验时需采取可靠措施（如断开市电进线开关）严禁并列运行，试验需邀请供电企业人员参加。

## 配电设施

1. 配电设施由高压配电装置、低压配电装置、电力变压器、电缆、箱式变电站、配电其它设施所组成，各类设备的维修需遵循 “先停电、后检修，先测试、后送电” 的原则。
2. 高压配电装置
3. 高压配电装置（如 10KV 开关柜、断路器柜）是配电系统的核心设备，需执行日常维修和专项维修，确保无漏电、短路风险。
4. 高压配电装置日常维修和专项维修内容和周期的主要项目和周期见表 5.3.2.2：

表 5.3.2.2 高压配电装置维修内容和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 日常维修 | 次 | 维修内容见 5.3.2.3，侧重运行状态监控和 minor 故障修复 |
| 2 | 专项维修（小修） | 次 | 维修内容见 5.3.2.4，侧重部件检查和功能校准 |
| 3 | 专项维修（大修） | 次 | 维修内容见 5.3.2.5，侧重深度检修和系统试验 |

1. 高压配电装置日常维修的主要内容为：
2. 检查母线和各接点温度：观察示温蜡片是否融化（融化温度符合规定，如 60℃蜡片），用红外测温仪检测接点温度（不超过 70℃），过热时需紧固或更换接头；
3. 检查油浸设备油位和油色：油位需在油标刻度 1/4~3/4 之间，油色若由透明变为深褐色需更换绝缘油，有渗漏油时需修补密封面；
4. 检查设备运行声音和气味：开关柜内电气元件（如断路器、互感器）无异常气味（如焦糊味）和声响（如滋滋放电声），异常时立即停电检查；
5. 检查仪表、信号、指示灯：指示应正确（如电压表显示 10±0.5KV），继电保护压板位置符合运行要求，错误时调整或维修；
6. 检查继电器及直流设备：继电器无卡涩，直流屏输出电压正常（如 220V），充电模块工作正常，异常时维修；
7. 检查接地和接零装置：连接线无松脱、断线，接地标识清晰，松动时紧固；
8. 检查高低压配电室环境设施：通风、照明及安全防火装置（如灭火器、烟感报警器）正常，异常时修复。
9. 高压配电装置专项维修（小修）的主要内容为：
10. 柜内清洁与部件检查：清除柜内积尘，绝缘子无裂纹、缺损和瓷釉损坏，破损时更换；
11. 真空断路器维修：真空灭弧室绝缘外壳洁净、无裂纹，排气管完好无锈蚀，灭弧室内无残余物、无松动，若灭弧室真空度下降（如工频耐压不合格）需更换；
12. 传动机构维修：高压断路器传动机构无销轴脱落、传动杆裂纹，操动机构、控制电源、合闸电源及熔断器无异常，操作灵活，分合闸回路完好，机械卡涩时添加润滑油；
13. 一次设备小修：高压断路器、高压负荷开关、高压互感器、高压避雷器等按有关规定和厂家说明书进行检查，修复 minor 故障（如互感器接线松动）；
14. 二次回路维修：控制、保护、测量回路接线牢固正确，继电保护定值准确（如过流保护定值为 1.2 倍额定电流），做断路器跳、合闸试验（分合闸时间符合规定），电压、电流显示正确；
15. 移动式开关柜维修：一次、二次隔离触头接触良好（接触电阻不大于 100μΩ），接触不良时清洁或更换触头；
16. 处理日常巡查问题：对日常发现的隐患（如母线过热、指示灯故障）进行彻底修复。
17. 高压配电装置专项维修（大修）的主要内容为：
18. 停电准备：全段母线停电，挂 “禁止合闸” 标识，验电接地后开展维修；
19. 柜内深度清洁：清除高压配电装置内部灰尘、异物、油污，重点清洁母线、绝缘子、断路器表面；
20. 一次设备大修：高压母排、高压断路器、高压负荷开关、高压互感器、高压避雷器等按有关规定和厂家说明书进行全面检修，更换老化部件（如避雷器密封垫）；
21. 传动机构大修：高压断路器传动机构无销轴脱落、传动杆裂纹，操动机构、控制电源、合闸电源及熔断器无异常，操作灵活，分合闸回路完好，机械摩擦部分按规定涂润滑油（如锂基润滑脂）；
22. 二次回路大修：控制、保护、测量回路接线牢固正确，继电保护定值重新校验（用继电保护测试仪），做断路器跳、合闸试验（分合闸同期性符合规定），电压、电流显示准确；
23. 故障设备处理：对日常巡查中发现的故障设备（如损坏的互感器、断路器）进行检修或更换；
24. 大修后试验：高压配电装置大修投入运行前必须进行试验，主要项目包括：高压一次回路及设备的工频耐压试验（10KV 设备试验电压 27KV，1 分钟）、二次回路的绝缘检查（绝缘电阻不小于 1MΩ）及继电保护定值校验、断路器的分合闸试验、移动式开关柜一次二次隔离触头接触电阻测量（不大于 100μΩ），试验标准参照《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》（GB50150-91）执行，试验合格后方可送电。
25. 高压配电装置高压真空断路器试验标准
26. 测量绝缘拉杆的绝缘电阻：额定电压 3~15KV 时，绝缘电阻值不低于 1200MΩ；额定电压 20~35KV 时，不低于 3000MΩ（用 2500V 兆欧表测量）；
27. 测量每相导电回路的电阻：符合厂家技术条件的规定（如不大于 50μΩ），用直流电阻测试仪测量；
28. 交流耐压试验：应在合闸及分闸状态下分别进行：
29. 合闸状态：额定电压 10KV 时，试验电压 27KV，时间 1 分钟；额定电压 35KV 时，试验电压 72KV，时间 1 分钟；
30. 分闸状态：断口间的试验电压按产品技术条件规定，试验中不应发生贯穿性放电；
31. 测量断路器的分、合闸时间：在额定操作电压及液压下进行，数值符合产品技术条件规定（如分闸时间不大于 0.08 秒）；
32. 测量断路器主触头分、合闸的同期性：符合产品技术条件规定（如同期差不大于 2ms）；
33. 测量断路器合闸时触头的弹跳时间：合闸过程中触头接触后的弹跳时间不大于 2ms；
34. 断路器电容器的试验：tgδ 值按产品技术条件规定（如不大于 0.5%），电容值的偏差在 ±5% 范围内；
35. 测量分、合闸线圈及合闸接触器线圈的绝缘电阻和直流电阻：绝缘电阻不低于 10MΩ（用 500V 兆欧表），直流电阻值与产品出厂试验值相比无明显差别（偏差不大于 5%）；
36. 断路器操动机构的试验：操作电压在 85%~110% Un（交、直流）时，操动机构应可靠动作，无拒动、误动。
37. 低压配电装置
38. 低压配电装置（如 0.4KV 开关柜、配电箱）是低压负荷供电的关键设备，需执行日常维修和专项维修，防止过载、短路故障。
39. 低压配电装置日常维修和专项维修内容和周期的主要项目和周期见表 5.3.3.2：

表 5.3.3.2 低压配电装置维修内容和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 日常维修 | 次 | 维修内容见 5.3.3.3，侧重运行状态监控 |
| 2 | 专项维修（小修） | 次 | 维修内容见 5.3.3.4，侧重部件检查和功能测试 |
| 3 | 专项维修（大修） | 次 | 维修内容见 5.3.3.5，侧重深度检修和系统试验 |

1. 低压配电装置日常维修的主要内容为：
2. 检查绝缘瓷瓶：无破损及放电痕迹，脏污时清洁，破损时更换；
3. 检查母线及接头温度：用手触摸或红外测温仪检测，温度不超过 70℃，过热时紧固或更换接头；
4. 检查电缆及终端头：无漏油、破损、老化现象，终端头发热时修复，电缆绝缘破损时包扎或更换；
5. 检查熔断器：熔体无熔断、变形，熔管无破损和放电痕迹，熔断时更换同规格熔体；
6. 检查低压配电室环境设施：通风、照明及安全防火装置无异常，及时处理故障（如通风扇不转）；
7. 检查配电装置周围：无不安全堆积物（如易燃物品），及时清理，确保操作空间充足。
8. 低压配电装置专项维修（小修）的主要内容为：
9. 柜内清洁与部件检查：柜内清洁无积尘，绝缘子无裂纹、缺损和瓷釉损坏，破损时更换；
10. 低压母排及接线维修：母排接触牢固，无过热氧化，接线松动时紧固；低压断路器等一次设备操作灵活，分合闸可靠，卡涩时维修；
11. 设备检修与更换：更换已损坏的器件（如接触器触点、继电器），消除设备隐患（如断路器脱扣器失灵）；
12. 接地装置维修：用接地电阻测定仪测试接地电阻（≤4Ω），电阻超标时补打接地极或添加降阻剂；
13. 二次系统维修：检查二次系统设备（如仪表、继电器）工作状况，校验继电保护定值（如过载保护定值为 1.1 倍额定电流），做操作试验（如接触器吸合、断开试验）。
14. 低压配电装置专项维修（大修）的主要内容为：
15. 停电准备：全段母线停电，挂 “禁止合闸” 标识，验电后开展维修；
16. 柜内深度清洁：清除低压配电装置内部灰尘、异物、油污，重点清洁母排、接触器、断路器表面；
17. 一次设备大修：低压母排、低压断路器、刀开关、熔断器、交流接触器、热继电器等按有关规定和厂家说明书进行全面检修，更换老化部件（如接触器触点、热继电器双金属片）；
18. 操作机构维修：操作机构完好，动作灵活，机械摩擦部分按规定涂润滑油（如钙基润滑脂）；
19. 二次回路大修：一、二次回路接线牢固正确，保护定值准确，电压、电流显示正确，修复接线错误、仪表故障；
20. 故障设备处理：对日常巡查中发现的故障设备（如损坏的断路器、接触器）进行检修或更换；
21. 大修后试验：低压配电装置大修投入运行前必须进行检查和试验，确保无故障后送电。
22. 低压配电装置（含馈电线路）维修试验标准
23. 测量绝缘电阻：
24. 配电装置及馈电线路的绝缘电阻值不应小于 0.5MΩ（用 500V 兆欧表测量）；
25. 测量馈电线路的绝缘电阻时，应将断路器、用电设备、电器和仪表等断开，避免影响测量结果；
26. 交流耐压试验：动力配电装置的试验电压为 1KV，当回路绝缘电阻在 10MΩ 以上时，可采用 2500V 兆欧表代替，试验持续时间 1 分钟，无击穿、闪络现象；
27. 相位检查：配电装置内不同电源间的馈线间或馈线两侧的相位应一致，用相位表测量，相位错误时调整。
28. 电力变压器
29. 电力变压器（油浸式、干式）是变配电系统的核心设备，需执行日常维修和专项维修，防止绝缘老化、过热故障。
30. 变压器日常维修和专项维修内容和周期的主要项目和周期见表 5.3.4.2：

表 5.3.4.2 变压器维修内容和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 日常巡查维修 | 次 | 维修内容见 5.3.4.3，侧重运行状态监控和 minor 故障修复 |
| 2 | 专项维修（小修） | 次 | 维修内容见 5.3.4.4，侧重清洁和绝缘检查 |
| 3 | 专项维修（大修） | 次 | 维修内容见 5.3.4.5（干式变压器维修周期可延长至 5 年），侧重深度检修和预防性试验 |

1. 变压器日常巡查维修的主要内容为：
2. 检查油浸式变压器油枕油面：油面高度在油表刻度 1/4~2/4 以内，油面过低时补加油（同型号绝缘油），封闭处有渗油时修补密封面；
3. 检查油浸式变压器上层油温：用专用温度计测量，一般不超过 85~90℃；小型变压器无专用温度计的，用水银温度计贴油箱外壳测量，允许温度 75~80℃，油温过高时检查冷却系统；
4. 检查变压器声响：正常为均匀 “嗡嗡” 声，若有 “滋滋” 放电声、“噼啪” 爆裂声，需停电检查；
5. 检查绝缘套管：清洁无破损、裂纹、碰伤及放电烧伤痕迹，脏污时清洁，破损时更换；
6. 检查通风冷却装置：油浸式变压器散热器、干式变压器风扇工作正常，风扇不转时维修或更换；
7. 检查一、二次母线：母线不过紧，接头接触良好、不过热（温度不超过 70℃），松动时紧固；
8. 检查油浸式变压器呼吸器：呼吸器畅通，硅胶吸潮未饱和（蓝色变粉色不超过 1/3），饱和时更换硅胶；
9. 检查瓦斯继电器：800KVA 以上油浸式变压器的瓦斯继电器无动作（无轻瓦斯报警、重瓦斯跳闸），动作时排查故障；
10. 检查外壳接地：接地良好，接地线无松脱，接地电阻超标时维修；
11. 检查负荷和输出：通过电压表、电流表观察，负荷不超过额定值，输出电压在允许范围（如 10KV±5%），异常时调整。
12. 变压器专项维修（小修）的主要内容为：

除正常巡视检查外，需停电清扫，主要内容有：

1. 清扫瓷套管及附属设备：清除表面灰尘、油污，修复 minor 破损；
2. 检查母线及接线端子：紧固松动的连接点，清除接头氧化层，更换过热损坏的端子；
3. 摇测绝缘电阻：用 2500V 兆欧表测量绕组绝缘电阻（不低于出厂值的 70%），用接地电阻测试仪测量接地电阻（≤4Ω），不合格时干燥处理或维修接地装置。
4. 变压器专项维修（大修）的主要内容为：

变压器需做彻底检查，除小修项目外，需做预防性试验；若油浸式变压器出现下列异常情况，应停电处理或吊芯检查，处理后再试验；配电变压器若长期正常负荷运行，大修周期可适当延长（油浸式不超过 5 年，干式不超过 10 年）：

1. 变压器声音异常（如 “滋滋” 放电声）；
2. 正常负荷和冷却方式下，油温持续升高；
3. 油色显著变化（如变黑、浑浊），油枕或防爆管喷油；
4. 三相电压不平衡（偏差超过 5%）；
5. 继电保护动作（如过流跳闸、瓦斯动作）；
6. 绝缘瓷套管闪络和爆炸；
7. 分接开关故障（如调压后电压无变化）。
8. 变压器维修试验标准
9. 测量绕组连同套管的直流电阻（各分接头所有位置）：
10. 1600KVA 及以下三相变压器：各相测得值相互差值小于平均值的 4%，线间测得值相互差值小于平均值的 2%；
11. 1600KVA 以上三相变压器：各相测得值相互差值小于平均值的 2%，线间测得值相互差值小于平均值的 1%；
12. 与同温下厂家实测值相比，相应变化不大于 2%（用直流电阻测试仪测量）；
13. 检查所有分接头的变压比：与制造厂铭牌数据相比无明显差别（偏差不超过 ±0.5%），用变比测试仪测量；
14. 检查变压器的三相接线组别：与设计相符，用相位表或接线组别测试仪验证；
15. 测量绕组连同套管的绝缘电阻：绝缘电阻值不低于出厂值的 70%（用 2500V 兆欧表测量）；
16. 绕组连同套管的交流耐压试验：
17. 额定电压 10KV：油浸式试验电压 30KV，干式 24KV，时间 1 分钟；
18. 额定电压 35KV：油浸式试验电压 72KV，干式 60KV，时间 1 分钟；

试验无击穿、闪络现象；

1. 测量与铁芯绝缘的各紧固件对外壳的绝缘电阻：

进行器身检查的变压器，测量可接触的穿芯螺杆、轭铁夹件及绑扎钢带对铁轭、铁芯、油箱及绕组压环的绝缘电阻，采用 2500V 兆欧表测量，持续 1 分钟，无闪络及击穿现象；

1. 绝缘油试验（油浸式变压器）：
2. 使用于 15KV 及以下者，击穿电压不低于 25KV；
3. 使用于 20~35KV 者，击穿电压不低于 35KV（用绝缘油击穿电压测试仪测量）。
4. 电缆
5. 电缆包括电力电缆和控制电缆，是配电系统的重要组成部分，需执行日常检查和专项检查，发现问题及时维修；处理后的高压电缆必须做试验，合格后方可送电。
6. 电缆日常和专项检查的主要项目和周期见表 5.3.5.2

表 5.3.5.2 电缆维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 日常巡查维修 | 次 | 维修内容见 5.3.5.3，侧重运行状态监控 |
| 2 | 电缆专项维修 | 次 | 维修内容见 5.3.5.4，侧重线路和终端检查 |
| 3 | 电缆预防性试验 | 次 | 试验项目和标准参照《电力设备预防性试验规程》（DL/T596-1996）执行，不合格需维修 |

1. 电缆的日常巡查维修的主要内容为：
2. 检查负载电流和电压：三相负载电流平衡（偏差不超过 10%），电压在允许范围，过载时调整负荷，电压异常时检查供电；
3. 检查电缆终端头：完整无破损，引出线接点无发热（温度不超过 70℃）、打火、放电及异味，异常时维修；
4. 检查电缆标牌：齐全清晰，缺失或模糊时补做；
5. 检查电缆铅包 / 外护套：无龟裂、漏油、机械损伤，破损时包扎或更换，终端外皮接地牢固，松动时紧固。
6. 电缆的专项巡查维修的主要内容为：
7. 直埋电缆维修：
8. 检查线路标桩：完整无缺，缺失或损坏时补设；
9. 检查路径地面：无挖掘痕迹，有挖掘时制止并保护电缆；
10. 清除路径隐患：地面无堆放重物、建筑材料及临时建筑，无腐蚀性物质，及时清理；
11. 检查保护设施：室外露出地面电缆的保护管无移位、锈蚀，固定可靠，损坏时更换；
12. 检查建筑物进出处：无渗漏水现象，漏水时修补；
13. 沟道、隧道及管道内电缆维修：
14. 检查盖板：沟道、人孔及手孔的盖板完整无缺，缺失时补装；
15. 检查人孔 / 手孔：无积水、裂缝或渗漏水，积水时抽排，裂缝时修补；
16. 检查支架：沟内支架牢固无锈蚀，松动时紧固，锈蚀时除锈涂漆；
17. 清理沟道 / 隧道：无积水或杂物，及时清理，确保通风良好；
18. 检查电缆：管口和挂钩处的电缆无损坏，衬垫无失落，破损时包扎；
19. 检查建筑物进出处：无渗漏水现象，漏水时修补；
20. 检查电缆外皮：无锈蚀、腐蚀、鼠咬现象，损坏时修复或更换；
21. 电缆终端头维修：
22. 检查绝缘套管：完整清洁，无闪络放电痕迹，脏污时清洁，破损时更换；
23. 检查连接点：接触良好无发热，过热时紧固或重新压接；
24. 检查距离：芯线、引线的相间及对地距离符合规定（如 10KV 电缆相间距离不小于 100mm），不足时调整；
25. 检查接地：接地线良好，接地电阻≤4Ω，不合格时维修。
26. 电力电缆交接和预防性试验标准（塑料绝缘电缆）
27. 测量绝缘电阻：测量各电缆线芯对地或金属屏蔽层间和各线芯间的绝缘电阻，用 2500V 兆欧表测量，绝缘电阻值不低于 100MΩ；
28. 直流耐压试验及泄漏电流测量：
29. 额定电压 1KV：试验电压 2.4KV，时间 15 分钟；
30. 额定电压 10KV：试验电压 24KV，时间 15 分钟；
31. 额定电压 15KV：试验电压 35KV，时间 15 分钟；

试验中泄漏电流稳定，无明显增长，无击穿现象；

检查电缆线路的相位：电缆线路两端的相位一致并与电网相位相符，用相位表测量，相位错误时调整。

1. 箱式变电站
2. 箱式变电站是集受、变、馈为一体的成套电器装置，其日常和专项维修项目和内容参照高低压配电装置、变压器、电缆的有关条款执行，确保各组件功能正常；
3. 箱体维修：箱式变电站箱体为金属结构，设置在室外，巡视中发现锈蚀部分，需及时除锈并涂防腐漆（如环氧富锌漆），破损时修补；
4. 部件维护：可拆卸部分（如柜门、操作把手）需紧固，转动部分及门锁加润滑油（如锂基润滑脂）确保灵活，铁锁需更换为铜锁防止锈蚀，箱内照明损坏时更换；
5. 通风散热维修：检查箱体通风孔是否堵塞，堵塞时清理；自动排风扇不工作时维修或更换，箱体内温升超过允许范围（如环境温度 + 10℃）时，需增加散热措施（如加装风扇）并停运检修；
6. 防雨措施：室外设置的箱式变电站需增设遮雨棚，遮雨棚破损时修补，防止雨水进入箱体。
7. 配电其它设施
8. 不间断电源（UPS）
9. 不间断电源是保障一级负荷（如监控中心服务器、收费系统）不中断供电的关键设备，需执行日常维修和专项维修；若 UPS 不经常使用，也应开机维护（每 3 个月开机不少于 12 小时），防止电池亏电。
10. 不间断电源维修的主要项目和周期见表 5.3.7.1.2

表 5.3.7.1.2 不间断电源维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 日常维修 | 次 | 维修内容见 5.3.7.1.3，侧重运行状态监控 |
| 2 | 专项维修（小修） | 次 | 维修内容见 5.3.7.1.4，侧重功能测试和电池检查 |
| 3 | 专项维修（大修） | 次 | 维修内容见 5.3.7.1.5，侧重深度检修和系统试验 |

1. 不间断电源日常维修的主要项目和内容为：
2. 检查室内环境：保持清洁，环境温度在 15~25℃范围内，温度超标时调整空调；
3. 设备清洁与检查：对 UPS 设备进行除尘，检查指示灯、显示屏无异常，按键操作正常；
4. 参数测量与记录：测量并记录蓄电池的浮充电压（如 12V 电池浮充电压 13.5~13.8V）、充电电流，三相输出电压（380V±5%）、电流，异常时排查故障。
5. 不间断电源专项维修（小修）的主要项目和内容为：
6. 停电检修：停电后对 UPS 设备进行保洁、除尘，检查外观（无破损、变形）和机械部件（如风扇、开关）；
7. 功能测试与报警试验：测量并记录输出电压（380V±5%）、频率（50Hz±0.5Hz）精度，检查指示灯和故障报警装置，做故障报警试验（如模拟电池欠压报警）；
8. 备用时间测试：关闭 UPS 的市电电源，UPS 切换至电池供电，持续时间不小于规定值（如 30 分钟），不足时检查电池或更换；
9. 参数校准：检查并校准蓄电池电压（单体电压均衡，偏差不超过 0.2V）、逆变器输出电压和频率，超标时调整；
10. 接地电阻测试：用接地电阻测试仪测量接地电阻（≤4Ω），不合格时维修。
11. 不间断电源专项维修（大修）的主要项目和内容为：
12. 停电准备：将供电系统切换至备用电源，使 UPS 完全停电，挂 “禁止合闸” 标识；
13. 电力电缆检修：检查所有输入、输出电力电缆及连接端子，紧固松动端子，更换老化电缆，做绝缘测试（绝缘电阻不小于 1MΩ）；
14. 系统试验：按照厂家说明书做 UPS 充放电试验（深度放电至电池电压下限后充电）、市电 / 电池切换试验（切换时间不大于 10ms），确保功能正常；
15. 部件更换：更换老化部件（如电容、风扇、电池），测试逆变器、整流器输出性能，确保符合标准。
16. 交直流配电屏及稳压电源
17. 交直流配电屏及稳压电源是低压配电的重要组成部分，需执行日常维修和专项维修，其它电源和配电箱参照执行。
18. 交直流配电屏及稳压电源维修的主要项目和周期见表 5.3.7.2.2。

表 5.3.7.2.2 交直流及稳压电源维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 日常维修 | 次 | 维修内容见 5.3.7.2.3，侧重运行状态监控 |
| 2 | 专项维修 | 次 | 维修内容见 5.3.7.2.4，侧重深度检修和功能测试 |

1. 交直流配电屏及稳压电源日常维修的主要项目和内容为：
2. 交流配电屏：
3. 表面清洁：清除屏面灰尘、油污；
4. 参数检查：记录输入侧、负载回路电压（380V±5%）、电流、频率（50Hz±0.5Hz），异常时排查；
5. 运行观察：设备无异常声响、发热，指示灯正常，异常时维修；
6. 直流配电屏：
7. 表面清洁：清除屏面灰尘、油污；
8. 参数检查：记录输入侧、负载回路电压（如 220V±5%）、电流，异常时排查；
9. 运行观察：设备无异常声响、发热，指示灯正常，异常时维修；
10. 交流稳压电源：
11. 状态巡查：稳压器工作状态正常（输出电压稳定在 380V±2%），无过载、过热；
12. 清洁保养：对稳压器部件除尘保洁，防止积尘引发故障。
13. 交直流及稳压电源专项维修的主要项目和内容为：
14. 交流配电屏：
15. 停电清洁：交流配电屏停电后，清扫屏内及设备灰尘，清除异物；
16. 部件检修：检查屏内闸刀、空气开关等电气元件，更换损坏元件（如跳闸的空气开关）；
17. 接线检查：紧固屏内松动接线，修复虚接、氧化接头；
18. 操作试验：做电气操作试验（如开关分合闸、回路通断），确保电气元件操作灵活、正确；
19. 接地测试：用接地电阻测试仪测量接地电阻（≤4Ω），不合格时维修；
20. 直流配电屏：
21. 停电清洁：直流配电屏停电后，清扫屏内及设备灰尘，清除异物；
22. 部件检修：检查屏内闸刀、空气开关、整流元件，更换损坏元件（如整流二极管）；
23. 接线检查：紧固屏内松动接线，修复虚接、氧化接头；
24. 操作试验：做电气操作试验，确保电气元件操作灵活、正确；
25. 接地测试：用接地电阻测试仪测量接地电阻（≤4Ω），不合格时维修；
26. 交流稳压电源：
27. 部件维修：检查电器触点，更换损坏触点和碳刷；检查减速器，给链轮加油，校正松紧度，擦拭线圈；
28. 参数校准：调整碳刷位置，校正中心电压值（380V）和稳压精度（±2%），确保输出稳定。

## 照明通风电气设施

1. 照明通风电气设施由照明设施和通风电气设施所组成，两类设施直接影响公路运营安全，需维修，确保功能正常。
2. 照明设施
3. 照明设施由道路照明、大桥照明、立交照明、广场照明、收费站与服务区照明、隧道照明等组成，需按场景执行差异化维修。
4. 照明设施应执行日常维修和专项维修，及时修复损坏灯具，保障照明效果。
5. 照明设施日常维修和专项维修的主要项目和周期见表 5.4.2.3

表 5.4.2.3 照明设施维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 日常维修 | 次 | 维修内容见 5.4.2.4，侧重故障灯具更换和基础检查 |
| 2 | 专项维修 | 次 | 维修内容见 5.4.2.5，侧重深度清洁和部件维护 |

1. 照明设施日常维修的主要项目和内容为：
2. 隧道照明设施：
3. 灯具巡视与维修：巡视检查照明灯具，发现光源熄灭时，查找原因（如灯泡烧毁、镇流器故障）并及时更换光源或维修镇流器；
4. 灯具清扫：每半年清扫一次灯具表面灰尘，清除影响透光的污垢；
5. 结构检查与维修：检查照明桥架及附属结构件、灯具支座及连接螺栓，松动时紧固，损坏时修复；
6. 其它照明设施（道路、大桥等）：
7. 灯具巡视与维修：巡视检查照明灯具，发现光源熄灭时，查找原因并更换光源或维修电器附件；
8. 灯具清扫：每半年清扫一次灯具表面灰尘，确保透光率；
9. 结构检查与维修：检查照明桥架及附属结构件、灯具支座及连接螺栓，松动时紧固，损坏时修复；
10. 高杆灯维修：检查高杆灯升降器，确保升降灵活、可靠，卡涩时维修或更换升降机构。
11. 照明设施专项维修的主要项目和内容为：
12. 隧道照明设施：
13. 灯具深度维修：关闭照明灯具，打开外罩，彻底清洁灯具内部（如反光罩、镇流器），更换损坏光源和电器附件（如电容、触发器）；
14. 内部元件检查：检查照明灯具内部元件（如镇流器、接线端子），修复元件损坏、接线松动问题，确保连接可靠；
15. 分线箱维修：照明分线箱维修项目和内容与照明灯具相同，清洁内部、更换损坏元件、紧固接线；
16. 接地维修：检查灯具接地连接线是否牢固，测量接地干线的接地电阻（≤4Ω），不合格时维修；
17. 结构维护：检查照明桥架及附属结构件、灯具支座及连接螺栓，处理松动、锈蚀问题（除锈涂漆、重新紧固）；
18. 其它照明设施（道路、大桥等）：
19. 灯具深度维修：关闭照明灯具，打开外罩，彻底清洁灯具内部，更换损坏光源和电器附件；
20. 内部元件检查：检查照明灯具内部元件，修复元件损坏、接线松动问题；
21. 灯杆 / 灯架维修：检查灯杆、灯架是否锈蚀，进行防腐处理（除锈后涂防腐漆）；检修高杆灯升降器，按要求加润滑油（如齿轮箱加齿轮油）；
22. 配电箱维修：照明配电箱维修项目和内容与照明灯具相同，清洁内部、更换损坏元件、紧固接线；
23. 接地维修：检查灯具接地连接线是否牢固，测量接地电阻（≤4Ω），不合格时维修；
24. 结构维护：检查照明桥架及附属结构件、灯具支座及连接螺栓，处理松动、锈蚀问题。
25. 照明设施维修标准
26. 公路不同部位、场所照明的亮度应符合《公路照明技术条件》（JT/T367）的要求，如道路照明平均亮度不低于 1.5cd/m²，隧道入口段平均亮度不低于 40cd/m²；
27. 当照明的光衰至《公路照明技术条件》（JT/T367）规定的平均亮度维持值的 70% 时，应清扫灯具和更换光源；当光源开启累计时间达到其使用寿命（如 LED 光源 50000 小时）时，必须更换光源；
28. 隧道照明亮灯率维修后不小于 99%，其它照明亮灯率不小于 95%；
29. 可触及的金属灯杆和灯具金属外壳保护接地均应可靠，接地电阻≤4Ω，确保触电安全。
30. 通风电气设施
31. 通风电气设施由射流风机电动机、轴流风机电动机、水泵电动机等组成，是隧道、机房通风散热的关键设备，需维修。
32. 电动机设施应执行日常维修和专项维修，及时修复故障，防止电机烧毁。
33. 电动机设施日常维修和专项维修的主要项目和周期见表 5.4.3.3

表 5.4.3.3 电动机设施维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 日常维修 | 次 | 维修内容见 5.4.3.4，侧重运行状态监控 |
| 2 | 专项维修 | 次 | 维修内容见 5.4.3.5，侧重深度检修和性能测试 |

1. 电动机设施日常维修的主要项目和内容为：
2. 清洁与除尘：对于水泵等易于清扫的电动机，停机后清洁机身灰尘，防止积尘影响散热；
3. 运行声音与气味：注意电动机有无不正常声音（如 “嗡嗡” 声过大、“咔咔” 摩擦声）、异味（如焦糊味），异常时停机检查；
4. 温度监控：用红外测温仪测量电动机外壳温度，不超过厂家规定值（如 A 级绝缘电机 95℃），温度过高时检查负载或冷却系统；
5. 电压与电流检查：检查电动机三相电压是否平衡（偏差不超过 5%），运行电流不超过铭牌额定电流，保护回路（如热继电器）正常无误，异常时调整负载或维修保护回路；
6. 安全检查：检查电动机（风机）的安全检查绳无变形、拉直，连接螺栓无松动，连接件牢固，异常时修复或紧固。
7. 电动机设施专项维修的主要项目和内容为：
8. 清洁与润滑：不拆开电动机的情况下，清洁机身及散热片灰尘，电动机周围无妨碍运行的杂物和易燃品；更换电动机润滑油（如轴承加锂基润滑脂，加脂量为轴承室的 1/2~2/3）；
9. 机械部件检查：检查电动机有无机械损坏（如端盖裂纹、轴弯曲），转动是否灵活，有无摩擦、卡住、串动和不正常声响，异常时维修或更换部件；
10. 结构检查与维修：检测电动机（风机）的固定螺栓是否牢固，连接件的焊接点无脱落、裂缝或变形，结构不牢固时加固、补焊；
11. 锁定解除检查：检查电动机的轴承与风机轮轴转动的锁定是否已解除，确保转动无卡滞；
12. 绕组维修：更换损坏的电动机绕组（如绕组烧毁时重新绕制），调整各部分之间的间隙（如气隙偏差不超过 0.1mm），按规定进行绝缘测试和试运行；
13. 电源检查：检查三相电源电压正常（380V±5%），熔丝无损坏且安装可靠，损坏时更换同规格熔丝；
14. 接线与接地检查：确认端子箱电气连接正确、紧固，电动机接地良好（接地电阻≤4Ω），按规定做绝缘测试（绕组绝缘电阻不小于 0.5MΩ）和空载试运行（运行 2 小时，电流稳定无异常）。
15. 电动机设施维修标准
16. 三相电动机定子绕组最高允许温度符合下表要求：

| 绝缘等级 | A | E | B | F | H |

| 最高允许温度（℃） | 95 | 105 | 110 | 125 | 145 |

1. 电动机经过大修后，必须进行试验，试验项目和标准如下：
2. 测量绕组的绝缘电阻和吸收比：
3. 额定电压 1KV 以下，常温下绝缘电阻值不低于 0.5MΩ；
4. 额定电压 1KV 及以上，常温下绝缘电阻值不低于 1MΩ；
5. 1KV 及以上的电动机应测量吸收比（R60/R15），不低于 1.2；中性点可拆开的应分项测量；
6. 测量绕组的直流电阻：
7. 1KV 或 100KW 以上的电动机各相绕组直流电阻值相互差别不超过其最小值的 2%；
8. 中性点未引出的电动机可测量线间直流电阻，相互差别不超过其最小值的 1%（用直流电阻测试仪测量）；
9. 定子绕组的交流耐压试验：
10. 额定电压 3KV，试验电压 5KV，时间 1 分钟；
11. 额定电压 6KV，试验电压 10KV，时间 1 分钟；

试验无击穿、闪络现象；

1. 检查定子绕组极性及其连接的正确性：极性及连接正确，用极性测试仪验证；
2. 电动机空载转动检查和空载电流测量：空载运行时间 2 小时，空载电流不超过额定电流的 30%，三相电流平衡（偏差不超过 10%）。

## 其它附属设施

1. 其它附属设施主要由房建设施、电缆附属设施所组成，是配电系统稳定运行的保障，需与主设备同步维修。
2. 其它附属设施维修的质量直接影响电气设备的正常运行，因此需重视其维修工作；本章未涉及的其它附属设施（如消防设施、安防设施）的维修参照国家相关规范执行。
3. 其它附属设施日常维修和专项维修的主要项目和周期见表 5.5.3

表 5.5.3 其它附属设施维修的主要项目和周期

| **序号** | **项目** | **周期** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 日常维修 | 次 | 维修内容见 5.5.4，侧重基础检查和 minor 故障修复 |
| 2 | 专项维修 | 次 | 维修内容见 5.5.5，侧重深度检修和功能优化 |

1. 其它附属设施日常维修的主要项目和内容为：
2. 房建设施：
3. 环境检查：检查电气设备室内温、湿度（温度 19~28℃，湿度 40~70%），有无异音、异味，通风口堵塞时清理；
4. 安全设施检查：室内照明设备（如应急灯）和防火设备（如灭火器、烟感报警器）完好，损坏时维修或更换；
5. 建筑结构检查：建筑物、门、窗无损坏，无被盗痕迹；基础无下沉；无渗、漏水现象；防小动物设施（如挡鼠板、防虫网）完好有效，破损时修复；
6. 标识检查：各种标志（如安全警示标识、设备编号）齐全、清晰，缺失或模糊时补做；
7. 环境清理：清除周围威胁安全、影响运行或阻塞检修车辆通行的堆积物，保持室内和周围环境清洁；
8. 安全用具检查：电气安全绝缘用具（如绝缘手套、验电器）齐全且在有效期内，不足时补充；
9. 电缆附属设施：
10. 电缆槽架检查：槽架固定牢固，螺栓联接无松动、锈蚀，机械强度无安全隐患，松动时紧固，锈蚀时除锈涂漆；
11. 电缆人孔井检查：井内清洁、无积水，排水系统通畅，盖板完好，积水时抽排，盖板缺失时补装；
12. 电缆沟检查：电缆沟内电缆支架完整、固定牢固、无锈蚀，沟内无积水（特别是变电站室内电缆沟），积水时处理，盖板齐全，缺失时补装。
13. 其它附属设施专项维修的主要项目和内容为：
14. 房建设施：
15. 建筑维修：对建筑物、门、窗进行维修，屋面漏水时做防水处理，屋内墙壁粉刷，屋外警告标志重新喷漆，门损坏时改造，封堵电缆孔洞，加强防小动物措施（如加装防虫网、填补缝隙）；
16. 通风优化：对房建自然通风设施进行改造（如增加通风口），必要时设置机械通风（如安装排风扇），改善室内通风条件；
17. 温湿度控制：对 UPS 等对温湿度要求较高的设备房间，增加空调设施，必要时加装除湿机，确保温湿度符合设备要求；
18. 照明维修：对室内照明设备及线路进行全面检修，更换老化灯具、电线，修复开关故障；
19. 环境清洁：对室内和周围环境进行彻底清洁，对电缆沟内做全面清洁检查，清除杂物、积水；
20. 电缆附属设施：
21. 电缆槽架维修：对电缆槽架进行全面检查，紧固螺栓、除锈补漆，必要时做负荷试验（如承重测试），确保机械强度；
22. 电缆人孔井维修：对电缆人孔井进行全面检查，疏通排水系统（如清理排水管堵塞），补充缺失的人孔井盖板，修复破损井壁；
23. 电缆沟维修：对电缆沟内电缆支架进行全面检查维护（除锈、紧固），对室内（特别是隧道内）电缆沟进水、渗水进行彻底处理（如做防水层），补充缺失的电缆沟盖板。

# 接地与防雷

## 一般规定

1. 接地与防雷包括电力系统（强电）接地防雷和弱电接地防雷两部分。电力系统防雷设施（如高压避雷器、避雷铁塔、避雷架空线）的维修按电力部门有关规定执行，弱电系统（如监控、收费、通信系统）防雷设施的维修按各行业规定执行；本规范为公路工程通用的接地与防雷设施维修要求，所有相关设备维修均应参照执行。
2. 运行过程中，需保持监控系统、收费系统、通信系统、供电与照明等机电系统防雷、接地装置的完好性；应维修防雷与接地装置（如紧固接地引线、更换损坏防雷元件），并检测接地电阻，确保参数符合标准，避免因防雷接地失效引发设备损坏。
3. 接地与防雷检测应按固定流程执行：先检测接地装置（含接闪器、接地引线、接地线），修复接地松动、锈蚀等问题；后检测防雷装置（含电源、数据、视频和网络防雷器），更换失效防雷模块。其中，接地电阻测试必须在天气连续晴朗三天之后进行，避免雨水影响测试精度。
4. 维修中使用的接地电阻测定仪、防雷元件测试仪等仪器，均应经法定计量检定单位检定合格，并在有效使用期内；严禁使用未检定或过期仪器，防止测试数据偏差导致维修不达标。

## 接地装置的维修

### 接地装置（含接闪器、接地极、接地线）的主要维修内容如下：

1. 每年春秋季雷雨季节前，需全面检查接地装置的接地引线、汇接端口等处的填土情况（无塌陷、裸露）及连接状态（无松动、锈蚀），发现填土流失及时回填，连接松动或锈蚀时，需除锈后重新紧固（采用螺栓连接时涂抹防锈脂），必要时更换引线；
2. 每年春秋季雷雨季节前，需用接地电阻测定仪检测接地装置的接地电阻值，若超标（如工作接地电阻＞4Ω），需立即采取维修措施；
3. 雷雨季节后，需全面检查接地装置有无雷击痕迹（如接闪器变形、接地线烧蚀），发现损坏及时维修或更换，防止后续雷击失效。

### 维修标准

1. 接地装置维修后必须可靠，所有接地设备均应单独与接地干线直接连接，严禁将多个接地设备串接在一条接地线上，避免单点故障导致多个设备接地失效；
2. 除金属杆、紧急电话通话柱的接地电阻及防雷接地可≤10Ω 外，其余接地电阻维修后必须符合下列要求：
3. 工作接地电阻 ≤ 4Ω
4. 保护接地电阻 ≤ 4Ω
5. 联合接地电阻 ≤ 1Ω
6. 接地装置的连接方式需符合规范：采用焊接时，搭接长度应等于方形断面宽度的 2 倍或圆形直径的 6 倍（如 10mm 圆钢搭接长度≥60mm）；采用压接时，需确保接触良好、连接牢固，压接点无松动、氧化；
7. 人工接地极的最小规格需符合下表要求，维修更换时严禁使用小于最小规格的材料：

| 接地极材料 | 最小规格(mm) |
| --- | --- |
| 圆钢直径 | 10 |
| 角钢 | 50×50×4 |
| 钢管壁厚 | 3.5 |

### 维修方法

1. 接地电阻不符合规定时，可采取以下维修措施：
2. 补打接地极：在原有接地网周围补打符合规格的垂直接地极（长度一般为 2.5m，间距一般为 5m，区域不足时可适当减小至 3m）；
3. 深埋接地极：将原有接地极深埋至地下水位以下，或更换为更长接地极，降低土壤电阻率影响；
4. 使用降阻剂：在接地极周围填充合格降阻剂（如膨润土降阻剂），确保降阻剂与接地极、土壤紧密接触，降低接地电阻；
5. 接地引线或接地线出现锈蚀、断裂时，需更换为同规格镀锌钢材（如原用 25×4 扁钢，更换后仍保持一致），更换后重新焊接或压接，并做好防腐处理（涂防锈漆和面漆）；
6. 接闪器（如避雷针、避雷带）出现变形、腐蚀时，需校正或更换，确保接闪器高度、保护范围符合设计要求，更换后需重新测试接地电阻。

## 防雷器的维修

### 防雷器（含电源防雷器、数据防雷器、视频防雷器、网络防雷器）维修的主要内容为：

1. 每年春秋季雷雨季节前，需对所有避雷器（含高压避雷器、弱电系统防雷器）进行外观检查和性能测试：外观无破损、开裂，接线无松动；用防雷元件测试仪检测各项参数（如漏电流、残压），参数超限时立即维修或更换；
2. 每年春秋季雷雨季节前，需加强监控系统、收费系统、通信系统、供电照明系统室内外场设备及光电缆防雷装置的专项维修：检查防雷器接线端子有无氧化、松动，光电缆屏蔽层接地是否可靠，修复接触不良、接地虚接等问题；
3. 每年春秋季雷雨季节前，需增加防雷器巡查频次（每周至少 1 次），发现防雷器指示灯异常（如由绿变红）、外壳破损、漏液等情况，需立即停机维修或更换，避免防雷失效；
4. 每年雷雨季节后，需全面检查防雷器工作状态：通过设备日志查看防雷器动作记录，若发现防雷器已动作（如浪涌放电后）或损坏，需及时更换；对易受雷击的薄弱环节（如外场摄像机、气象仪），需加强防雷措施（如增加二级防雷器）。

### 维修要求

1. 防雷器维修时，必须使用防雷元件测试仪进行检测，确保漏电流、残压、响应时间等指标在规定范围内；对于检测不合格的避雷器，必须立即更换，严禁继续使用；
2. 避雷器安装维修后需牢固固定（如壁挂式防雷器用膨胀螺栓固定），接线正确无误：电源防雷器需区分相线、零线、地线，数据 / 视频防雷器需对应信号输入、输出端，连接导线需采用绝缘良好的铜芯线（截面积不小于 2.5mm²），无损伤、老化；
3. 更换防雷器时，需先断开设备电源或信号源，挂 “禁止合闸，有人工作” 标识，防止触电或信号中断；更换完成后，需测试设备运行状态，确保防雷器与设备兼容，无信号干扰。

### 维修标准

1. 采用防雷元件测试仪对设备防雷器进行检测，不同类型防雷器的关键参数需符合以下要求：
2. 电源防雷器：漏电流≤20μA（10KV 等级），残压≤1.8KV（In=10KA 时）；
3. 数据 / 网络防雷器：漏电流≤1μA，插入损耗≤0.5dB，响应时间≤1ns；
4. 视频防雷器：漏电流≤1μA，插入损耗≤0.3dB，带宽符合视频信号传输要求（如 10Hz~6MHz）；
5. 防雷器的指示灯（或防雷模块显示器）为维修重要依据：当指示灯由绿变红时，表明防雷器已失效（如浪涌保护元件损坏），必须及时更换同规格防雷器；
6. 更换的防雷器需与原型号接口一致、参数匹配（如原用 220V 单相电源防雷器，更换后仍为 220V、通流容量≥20KA），严禁混用不同规格防雷器；更换后需记录防雷器型号、更换时间、测试数据，归档维修档案；
7. 防雷器维修后，需对设备进行整机测试：如监控系统视频防雷器维修后，需检查视频信号是否清晰、无干扰；收费系统数据防雷器维修后，需测试数据传输是否正常、无丢包，确保防雷器不影响设备原有功能。