



锐利的视觉

Sharp vision

## Lightning protection

### 高速公路防雷设施智能监测系统

利用智能数字传感技术，对雷电防护装置（防雷器、接地地网）的工作状态和有效性进行在线实时监测，首创了防雷器（SPD）有效性（寿命）评估算法，依据防雷器（SPD）温度、漏电流、雷击次数等参数进行评估分析，及时预警并对失效或性能降低的雷电防护装置进行维修或更换，确保雷电防护装置的有效和完好，将雷电对高速公路机电设备的损害降到最低。

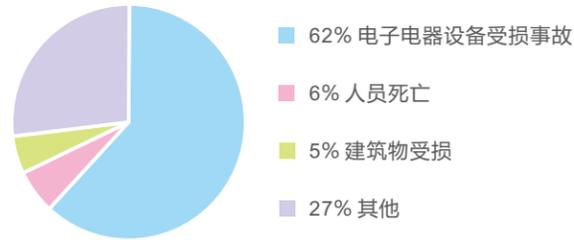
# Background

## 背景



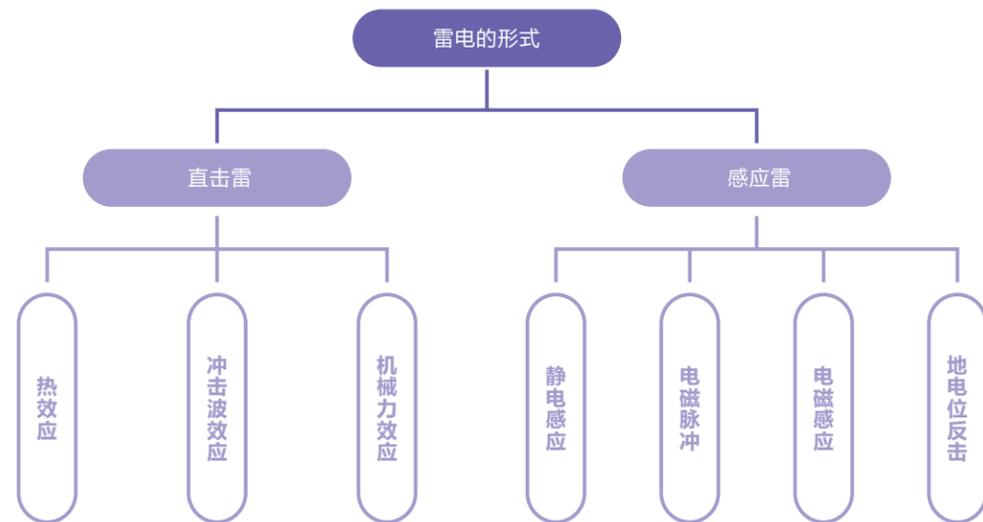
中国气象局防雷中心研究报告认为，雷电已成为电子设备受损最主要灾害。

随着智能交通的不断发展，电子电器设备的广泛应用和集成化程度不断提高，雷电对高速公路电子电器设备的危害程度还将不断增加。

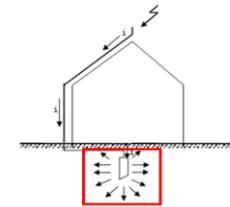


**雷电主要形式：直击雷、感应雷，大部分为感应雷。**

**雷电侵入途径：供电线路、通信线路、地电位反击电、雷击电磁场。**



**外部防雷保护**  
防直击雷的危害，防护装置：接闪器、引下线、接地装置等。



**内部防雷保护**  
防护装置：浪涌保护器(SPD)、等电位连接、屏蔽、综合接地、优化布线等。



### 2010

- 5.07 新丰县105国道红绿灯遭雷击，击坏线路板等，导致红绿灯停止工作10个小时，直接和间接经济损失20多万。
- 5.09 广东新台高速公路台山收费站遭雷击，击坏5台设备，造成收费系统无法运行。
- 5.15 广珠西安西线高速公路有限公司南海三山石洲收费站遭雷击，击坏供电设备，影响机电系统正常运行。
- 5.29 国道325线湛江收费站遭雷击，击坏多台监控设备，影响监控系统正常运行。
- 6.19 郁南县都城镇收费站遭雷击，遭受重大经济损失，并影响监控系统正常运行。
- 6.29 西部沿海高速公路台山段广海站遭雷击，击坏多台设备，收费系统瘫痪。
- 7.19 广云高速公路有限公司安塘管理中心遭雷击，击坏设备。
- 7.20 交警深汕高速大队遭雷击，击坏多台设备，造成业务无法开展。
- 8.20 广东新台高速公路台山段台城站遭雷击，击坏21台设备，遭受重大经济损失。
- 9.09 广东梅河高速公路有限公司遭雷击，击坏多台设备。
- 9.20 西部沿海高速公路台山段南北站遭雷击，击坏计算机等设备，影响收费系统正常运行。

### 2011

- 4.17 广东广珠西线高速公路有限公司遭雷击，损坏多台监控和收费设备。
- 7.13 英德海英公路有限公司一望埠收费站遭雷击，造成经济损失150万元，并导致收费系统无法运行。
- 8.26 阳东县雅韶镇广东西部沿海高速公路营运有限公司雅韶收费站遭雷击，收费站停电半小时。
- 9.05 肇庆市广贺高速公路有限公司位于四会的马头塘隧道和大屈岭（一号）隧道发生雷击事故，造成多台设备雷击烧毁。
- 9.19 东莞市广深高速公路厚街路段大型设备遭雷击受损，造成重大经济损失，并影响机电系统正常运行。

### 2012

- 4.17 河源市高速公路和平水出口收费站遭雷击，烧坏UPS电源，收费处及生活区立刻停电。导致收费系统无法运行。
- 5.20 325国道湛江收费站遭受雷击，击坏收费系统设备，造成无法收费。
- 5.02 肇庆市广贺高速公路有限公司位于四会沙塘坑专线53#塔发生雷击事故，击坏约350米架空绝缘导线。
- 6.13 广东江门市西部沿海高速公路营运有限公司遭受感应雷侵入，损坏多台通信系统设备，造成无法通讯。
- 7.19 河源市粤赣高速热水服务区遭雷击，击坏多台供电设备，造成停电。

### 2014

- 3.30 从化市江浦街从荔路36号的广州广从高速公路有限公司遭雷击，击坏多台收费系统车道设备，造成收费瘫痪。
- 6.03 梅州市梅县三乡高速公路收费站遭雷击，击坏监控系统和收费系统设备，影响收费。
- 4.01 汕尾市陆丰市东海镇陆丰市东海镇霞湖高速公路进出口收费站遭雷击，击坏多台收费系统设备。造成收费系统无法正常运行。
- 6.06 梅州市五华广东交通实业投资有限公司东御运营管理分公司遭雷击。
- 7.08 江门市恩平市广东开阳高速公路有限公司沙湖收费站遭雷击，损坏多台收费系统设备，造成收费系统无法正常运行。
- 7.21 清远市清城区广清高速银盏管理区广东省高速公路广清分公司遭受雷击，损坏高压设施2套，造成无法供电。
- 7.24 揭阳市深汕高速惠来隆江收费站副站遭雷击，损坏多部动态称重设备，影响收费系统运行。
- 2016 7.16 浙江台州收费站02、04、06、08四个出口车道称重仪表、收费通讯接口和称重传感器被雷打坏，整个称重设施几乎全部瘫痪，导致严重堵车。

# Background

## 背景



### 高速公路防雷系统存在的问题

Problems with the system

#### 防雷设施人工维护存在诸多薄弱环节

①

时效性低：人工检测不能及时获取防雷设施的运行状态，防雷设施带病工作，存在很大安全隐患。

②

不全面、不细致：人工检测周期长、效率低，存在漏检、误检。

③

数据不准确，人工检测结果不能充分反映防雷设施的工作性能。防雷器失效脱扣存在“拐点效应”。



### 高速公路防雷设施智能监测系统的必要性

The need for a system

随着“智能交通”的不断推进，越来越多的电子电器设备应用于公路建设和运营中，雷电灾害对高速公路影响也越来越显著，而当前高速公路防雷系统建设及运维中长期存在以下弊端：一是雷电防护装置缺乏统一规划、缺乏区域性雷电数据作为支撑而导致的设计针对性不足；二是雷电防护装置运维中，人工检测维护效率低、周期长，导致存在漏检、误检等现象；三是由于目前用于判断spd有效的U1mA和漏电流两个检测参数均存在“拐点效应”，无法及时判定雷电防护装置的老化程度及有效性，致使雷电防护装置不仅不能有效防雷，还会干扰系统或设备的正常运行，严重时还可能成为灾害性事故的诱发因子，存在较大的安全隐患。依托“互联网+”，引入高速公路综合防雷新理念及防雷智能监测等新技术、新手段，是有效解决上述问题的办法和有益尝试。

### 中华人民共和国交通运输部办公厅

交办公路函〔2017〕800号

#### 交通运输部办公厅关于加强公路水路建设工程防雷工作的通知

各省、自治区、直辖市、新疆生产建设兵团交通运输厅(局、委)：

为落实《国务院关于优化建设工程防雷许可的决定》(国发〔2016〕39号，以下简称《决定》)及《中国气象局等11部委关于贯彻落实〈国务院关于优化建设工程防雷许可的决定〉的通知》(气发〔2016〕79号，以下简称《通知》)要求，保障公路水路建设工程防雷安全，现就有关事项通知如下：

##### 一、明确防雷工作总体要求

做好防雷工作事关人民群众生命财产安全和公共安全，防雷工作与工程建设和运营安全息息相关。公路水路新建、改建、扩建工程各有关单位应当将防雷减灾工作纳入安全生产日常管理，做到防雷装置与主体工程同时设计、同时施工、同时验收并投入使用。

易燃易爆建设工程和场所，雷电易发区内投入使用的建(构)筑物、设施等需要单独安装雷电防护装置的场所，以及雷电风险高且设有防雷标准规范、要求进行特殊论证的大型项目，其防雷工作按

《决定》要求执行。

##### 二、落实防雷工作主体责任

公路水路建设工程的建设、设计、施工、监理、检测、材料设备供应等单位，依照相关法律、法规、标准规范和工程建设合同，分别承担相应防雷工作的主体责任。施工图设计应当包含防雷内容，未经审查的施工图设计文件，不得交付施工。工程设计变更涉及防雷工程的，变更审批应当保证防雷工作落实。

建设单位要组织各参建单位落实防雷工作要求，竣工验收应当组织核查防雷工程是否符合要求。设计单位要在施工图设计中完善防雷工程设计方案，对设计文件负责。设计咨询审查单位要核查防雷工程设计是否符合要求。施工单位应当依据经批准的设计文件完成防雷工程施工，对施工质量负责，并做好施工现场防雷工作，完善气象防雷预警机制和防雷应急预案。防雷装置材料设备供应单位对材料设备质量负责，提供必要的质量检验证明并接受质量监督。监理单位应当将防雷工程纳入监理工作范围。防雷装置检测单位应当具备相应的防雷检测资质，如实出具检测报告并对检测结论负责。公路水运管养(运营)单位应当将防雷装置纳入养护巡查范围，维护防雷装置完好、有效。

##### 三、加强防雷工作监督

各地交通运输主管部门要在当地政府领导下，加强与编办和气象部门协调，按照《决定》和《通知》要求，进一步强化管理职责，做到分工明确、责任落实。

各地交通运输主管部门应当将防雷工程纳入公路水路建设工程设计审查、监督管理和竣工验收工作中。竣工验收检测范围应当包括防雷工程。

汛期将至，各地交通运输主管部门要积极配合气象部门指导建设工程防雷工作，完善工作机制和工作流程，确保防雷安全。



(此件公开发布)

# Related standards

## 相关标准



交通运输部办公厅  
关于加强公路水运  
建设工程防雷工作  
的通知

交办公路函[2017]800号  
2017年6月5日发布  
2017年6月5日实施

### 建筑物防雷设计规 范

GB50057-2010  
2010年11月3日发布  
2011年10月1日实施



### 高速公路设施防雷 设计规范

QX/T 190-2013  
2013年7月11日发布  
2013年10月1日实施

### 中华人民共和国国 家标准雷电电磁脉 冲的防护（第三部 分）对浪涌保护器 的要求

GB19271.3-2005  
2005年7月29日发布  
2006年4月1日实施



### 建筑物电子信息系 统防雷技术规范

GB50343-2012  
2012年6月11日发布  
2012年12月1日实施

### 高速公路监控技术 要求

运输部2012年第3号公告  
2012年1月11日发布  
2012年1月11日实施



# System introduction

## 系统介绍



### 系统结构

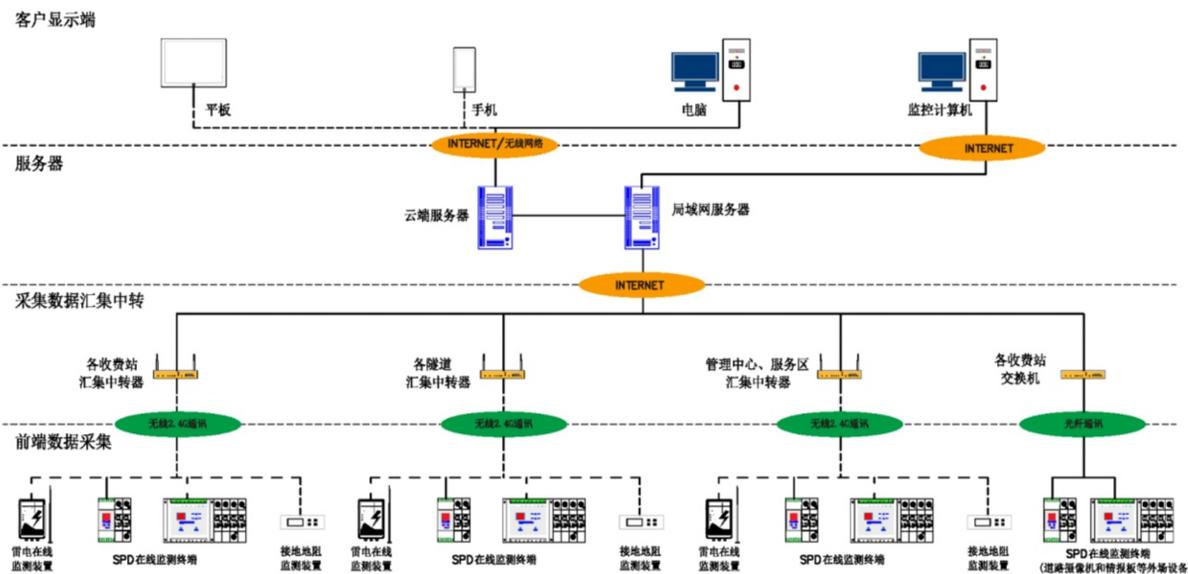
System structure

应用层	智能监测平台
数据层	内网服务器, 云服务器
网络层	无线网络, 有线网络、互联网
感知层	智能感知设备, 防雷器监测, 地阻监测, 雷电监测
防雷设施层	外部防雷设施、内部防雷设施



### 网络结构

Network structure



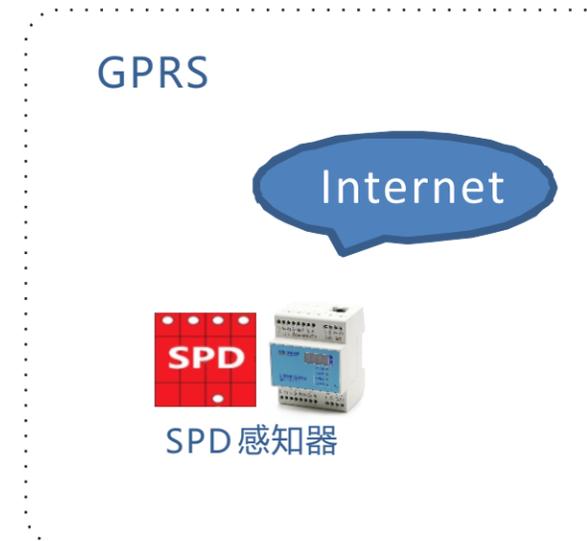
### 组网方式

Networking mode

#### Zigbee 无线局域网



#### GPRS



#### 以太网



# System introduction

## 系统介绍



**移动监测平台**  
Mobile Monitoring Platform



**系统特点**  
System characteristics

- 独创的实时监测外部防雷接地装置的地阻监测终端
- 集成通讯功能的多参数智能采集监测终端
- 自主知识产权的SPD寿命评估算法
- 灵活便捷的通讯组网方案
- 具有很好的兼容性的智能监测平台



**监测设置原则**  
Monitoring setup principles

A级设备：建议设置完善的防雷器监测、地阻监测和雷电信息监测。  
B级设备：建议设置较完善的防雷器监测(可不带寿命计算)、地阻监测和雷电信息监测。  
C级设备：建议有针对性的设置防雷器监测，或不设置防雷监测。

级别 \ 类型	I类 少雷区	II类 中雷区	III类 多雷区、强雷区
<b>A级</b>	1. 与建（构）筑物有进出线关系的线路 2. 收费雨棚下设备	1. 监控分中心、收费站、收费雨棚等 2. 与建（构）筑物有进出线关系的线路 3. 收费雨棚下设备	1. 监控分中心、收费站、收费雨棚等 2. 与建（构）筑物有进出线关系的线路 3. 收费雨棚下设备 4. 交通监控视频类设备 5. 防逃费、多义性识别类外场设备
<b>B级</b>	1. 监控分中心、收费站、收费雨棚等 2. 交通监控视频类设备 3. 防逃费、多义性识别类外场设备	1. 交通监控视频类设备 2. 防逃费、多义性识别类外场设备 3. 隧道洞内重要机电设备	1. 隧道洞内重要机电设备 2. 起重要疏导作用的信息发布设备 3. 起重要作用的环境监测类设备
<b>C级</b>	1. 普通外场设备 2. 隧道设备 3. 机房内设备	1. 普通外场设备 2. 普通隧道设备 3. 机房内设备	1. 普通外场设备 2. 普通隧道设备 3. 机房内设备



**监测对象**  
Monitoring Object

**收费系统**

门架ETC设备，收费机房设备，收费广场配电箱、收费广场ETC设备、入口拒超和出口计重的供配电SPD和接地地网

**供配电系统**

含隧道  
变电所内的各低压配电柜的SPD和接地地网

**监控系统**

含隧道  
情报板、摄像机等设备的供配电SPD

**照明系统**

含隧道  
照明配电箱SPD



**高速公路防雷设施智能监测与人工检测的对比**  
Comparison of the tests

项目	传统人工检测方法	智能在线监测方法	
防雷功能监测	A 监测方式	人工现场检测	
	B 投入费用	外包检查	无需人工，智能监测
		专职团队	仅支付设备费用
		设备仪器	
C 检测频次	差旅费	实时监测，实时预警	
雷电流采集	D 效果说明	一般：每年检查（雷雨前）	任何时刻，设备损坏，马上可知
	雷击次数	每季检查	有
	雷击能量	不能保证设备始终有效运行	可以测量
	雷击波形	有（简单计数）	可以定义并绘制
接地电阻检测	统计分析	无	可定义并统计（多种分析可定制）
	测量频次	每年检测一次	实时自动检测
	测量方法	专人+测试设备+手工记录	传感器+秒级取值
	存在隐患	无法及时发现	无
案例	人工检测后次日，如因外力破坏，只有再次检测时才可发现。会带来损失。	独立的接地解决方案，做到每分钟测试并实时提交数据，确保全天候监测，避免灾害事故。	
漏流测试	无法测知，只有坏掉之后，人工检测才知道	传感器技术，实时监控漏流异动，并及时判定SPD单元效能	
温湿度	有	监控温湿度各时点变化	
三项电压电流	有	动态绘制各数值波形，马上报警	
环境监测	无	数据智能分析，找到问题根源	

# System features

## 系统特色



### 首创实时监测

The first real-time monitoring

首创的实时监测外部防雷接地装置性能的地阻监测仪：对防雷接地、保护接地和工作接地的接地电阻的实时在线监测。



### 自主知识产权

Independent intellectual property rights

自主知识产权的SPD寿命评估算法：采用了具有自主知识产权、国际领先的SPD寿命算法，依据SPD温度与环境温度差、漏电流和雷击次数等数据，实时定量评估防雷器（SPD）的有效值（寿命值），为及时更换提供参考，为防雷设施预防性养护提供依据。国内同行目前只能监测防雷器（SPD）的好坏状态，没有寿命值计算和监测功能。



### 高集成度采集

High-integration acquisition

高集成度采集终端：采集终端分别集成了Zigbee协议无线通讯模块、以太网协议通讯模块和GPRS通讯模块，在提高设备集成度和稳定性的同时，大大加强了适应不同网络通讯环境的能力。国内同行目前的防雷设备设施的监测设备和数据传输通讯设备是分离的，增加了设备的连接节点，更容易造成设备的不稳定性和故障率，同时也给安装和维护带来了不便。



### 行业领先

Industry leader

行业领先的防雷设施智能监测平台：可通过桌面系统终端和移动系统终端，实现对防雷系统及设备运行状态的实时监测和管理，使得防雷系统和设备维护管理更及时、方便、有效，系统兼容国内外正牌的防雷器，具有良好的可扩展性，可嵌入到高速公路综合监控管理系统。目前国内同行的系统大多用的是组态软件来编辑和开发的，扩展性差，不利于与现有的综合管理系统兼容。



### 多参数智能

Multi-parameter intelligence

多参数智能感知采集终端：采集终端采用了国内先进的数字传感技术，可分别对防雷器、地阻、雷电等多个设备的多种工作参数同时进行不间断采集、处理和传输，采集精度高、稳定性强，拥有目前国内对防雷设施数据最专业、最全面和最先进的采集设备，为将来雷电大数据与智慧防雷提供数据积累和技术支撑。