

安科瑞 Acrel-6000 电气火灾监控系统在 北京轨道交通燕房线（主线）工程阎村北停车场的应用

安科瑞 戴金花

江苏安科瑞电器制造有限公司

摘要：大型公共建筑，商业建筑人员密集、社会关注度高，其电气火灾预防十分重要。鉴于商业办公楼、大型商场、生活小区、基础设施、商场酒店等人员密集区域的特性，国家和各地区已经制定了相关电气火灾防范的强制规定。而在上述的各种人员密集型场所安装电气火灾监控系统可以有效的预防电气火灾的发生。本文通过介绍安科瑞 Acrel-6000 电气火灾监控系统在北京轨道交通燕房线（主线）工程阎村北停车场电气火灾中的应用，简析相关国家标准和设计规范，概述电气火灾监测系统在电气火灾预防方面的具体架构以及其优越性。

关键词： 停车场；电气火灾；公共建筑；安科瑞；

0 前言

近十年的火灾事故中，电气火灾居首位，且年均发生次数占火灾年均总发生次数的 27%，占重特大火灾总发生次数的 80%，且损失占火灾总损失的 53%，而发达国家每年电气火灾发生次数占总火灾发生次数的 8%~13%。事实上，电气火灾已成为消防安全的主要致灾因素，不仅次数多、损失大，而且多年来一直居高不下。商业酒店人员来往密集、流动性大、公共关注度高，其配电系统电气火灾的预防显得更加重要。

商业建筑电气火灾预防主要有以下几个方面：

- 1) 电气火灾一般初起于电气柜、电缆桥架等内部，当火蔓延至设备及电缆表面时，已形成较大火势，此时火势往往不容易被控制，故而预防便十分重要。
- 2) 商业建筑人员密集度高，人员流动性大，易燃物品多，若是发生火灾容易造成人员伤亡。
- 3) 商业办公楼等商业建筑社会关注度高，若发生火灾事故容易造成不好的社会影响。

安科瑞电气股份有限公司自主研发的研发的安科瑞 Acrel-6000 电气火灾监控系统能够实时监测各个重要回路的漏电流等参量来实现电气火灾的预防。本系统后台在显示各个探测点位数据的同时，还提供越限声光报警、人性化的界面等功能。本系统实现了配电系统的 24 小时无人实时监控，减少了人力成本，提高了电气火灾隐患的排除效率。

本文就电气火灾系统在北京轨道交通燕房线（主线）工程阎村北停车场项目中的应用，简单介绍安科瑞 Acrel-6000 电气火灾系统的实际应用和其实际意义。

1 项目概况

北京轨道交通燕房线（主线）工程阎村北停车场项目位于阎村北，项目包含综合楼、办公楼、停车列检库、联合检修库等。

现针对本项目设计一套电气火灾监控系统，监测其配电回路的漏电流等电参量，确保其整个配电系统的电气安全。

针对本项目的特性，在部分楼层配电柜的重要回路安装安科瑞研发的 ARCM 系列剩余电流式电气火灾监控探测器。电气火灾监控系统须实时监测重要回路的剩余电流值、箱体回路的实时温度，监测的数据实时传输至后台主机，当发生剩余电流值越限、温度越限时，后台能进行声光报警，同时后台能够和消防火灾报警系统实现消防联动。

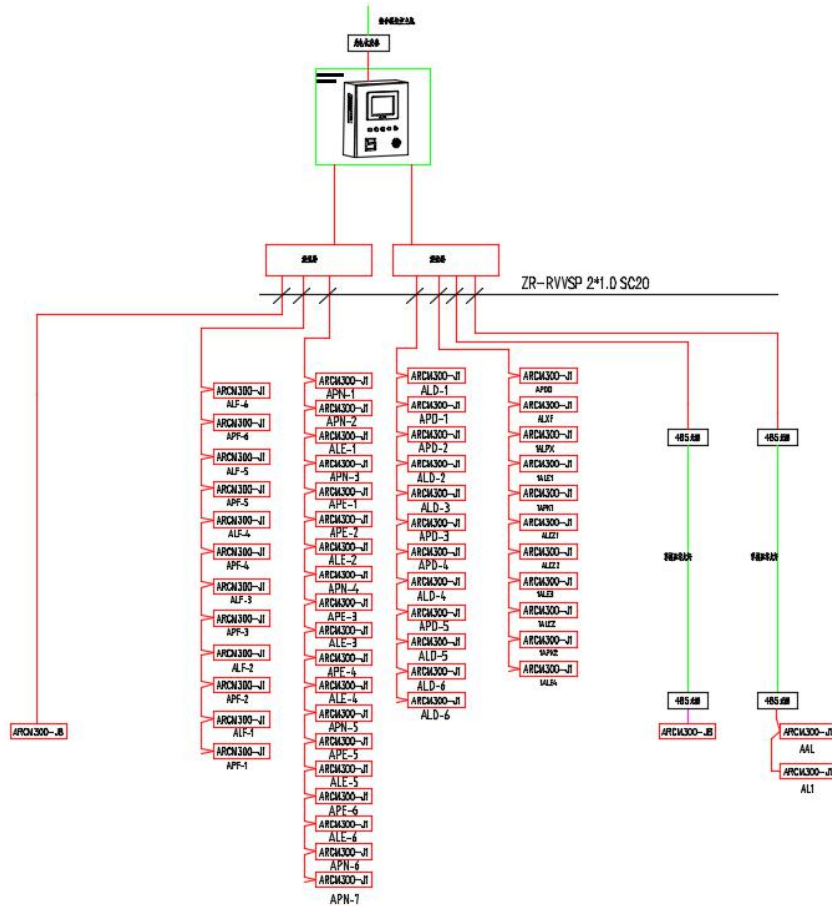
2 参照标准

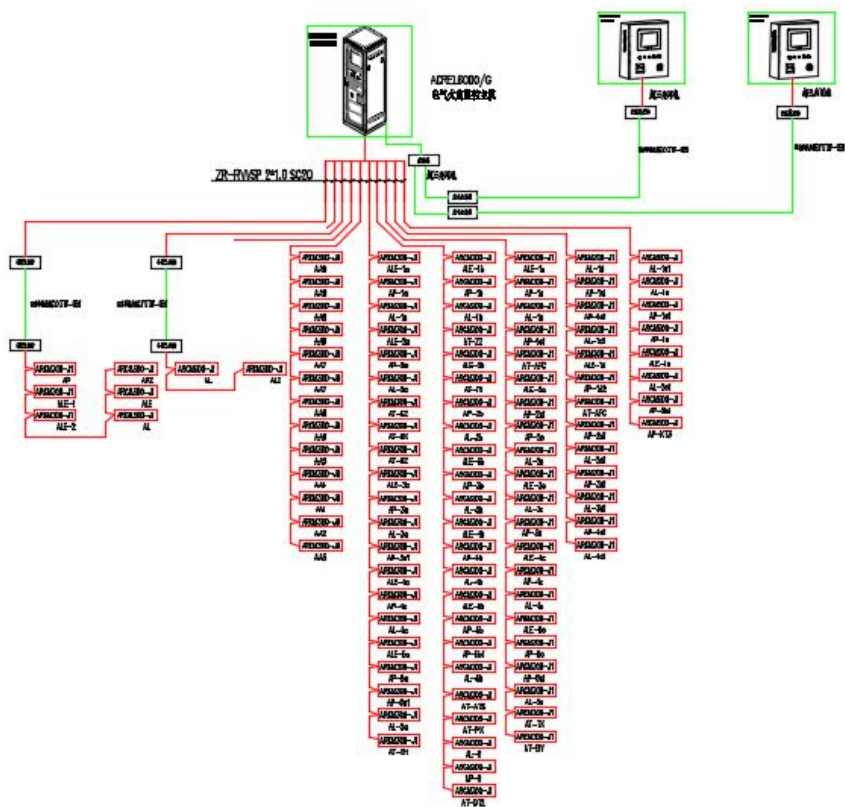
鉴于公共建筑区域发生火灾容易造成人员生命财产损失。为了加大电气火灾监控防范的力度，近年来，国家相继制订或修改了一批相关标准规范。相关的标准规范已经对电气火灾监控系统提出了具体的要求，本项目中选用的安科瑞 Acrel-6000 电气火灾系统的设计参照的标准主要有：

- 1) GB50045-95(2005 版)《高层民用建筑设计防火规范》，其中在条文 9.5.1 里规定:高层建筑内火灾危险性大、人员密集等场所宜设置漏电火灾报警系统。
- 2) 国家标准《建筑电气火灾预防要求和检测方法》有关条文也明确要求“应在电源进线端设置自动切断电源或报警的剩余电流动作保护器。
- 3) 电气火灾监控系统的产品应满足:GB14287.1-2014《电气火灾监控设备》、 GB14287.2-2014《剩余电流式电气火灾监控探测器》、GB14287.3-2014《测温式电气火灾监控探测器》
- 4) 电气火灾监控系统的安装和运行应满足 GB13955-2005《剩余电流动作保护装置安装和运行》
- 5) 电气火灾监控系统的供电应满足 GB50052《供配电系统设计规范》的要求
- 6) 电气火灾监控系统的设计应满足《电气火灾监控系统的设计方法》的要求(暂行规定)

3.系统架构及设计

本项目共计 260 个监测点位，分 3 个区域。面积较大，因此本方案分层架构：柜体主机+壁挂分机+探测器的架构。





电气火灾监控系统拓扑图

1) 站控管理层

站控管理层针对电气火灾监控系统的管理人员，是人机交互的直接窗口，也是系统的最上层部分。安科瑞电气火灾监控系统主机充分考虑到用户的操作习惯，和持续稳定运行，参照的相应的国家标准和规范。主机主要由监控软件、触摸屏、UPS 电源、打印机等设备组成。将现场的各类数据信息进行计算、分析、处理，并以图形、数显、声音、指示灯等方式反应给终端管理人员。使管理人员能够实时掌握系统动态，且实现故障信息可追溯，信息可导出等功能。

鉴于本项目中仪表点位以及数据量的规模，现为项目配置 1 台柜体式电气火灾主机 Acrel-6000/G 和 2 台壁挂式主机 Acrel-6000/B，本主机的具体参数见下文介绍。

2) 网络通讯层

本项目中的所有仪表须严格按照手拉手的形式连接，且所有的通讯总线须沿着弱电桥架铺设。本项目的仪表分布在楼层强电间电气火灾监控探测。

本项目的数据总线设计为两根总线，独立的总线便于后期系统的维护，发生漏电流报警时也可以根据后期我方提供的点检表快速定位故障回路，快速排除故障。

现场电气火灾探测器通过双绞线（ZR-RVSP2*1.0）以手拉手方式进行通讯连接，每根总线的仪表数量在 20 只左右。

电气火灾探测器与主机间采用 485 线连接，分机和柜体主机间采用光纤连接。

3) 现场设备层

本项目中主要是针对楼层配电箱的进线回路安装安科瑞嵌入式电气火灾探测器，通过嵌入式电气火灾探测器实时监控配电回路的漏电流大小来显示整个配电系统的工作状态。

ARCM 系列剩余电流式电气火灾监控探测器，是针对 0.4kV 以下的 TT、TN 系统设计的，通过对配电回路的剩余电流、导线温度、过电流、过电压等火灾危险参数实施监控和管理，从而预防电气火灾的发生，并实现了对多种电力参数的实时监测，为能耗管理提供精确的数据。产品采用先进的微控制器技术，集成度高，体积小，安装方便，集智能化，数字化，网络化于一身，是建筑电气火灾预防监控、系统绝缘老化预估等的理想选择。产品符合 GB14287.2-2005《电气火灾监控系统 第 2 部分：剩余电流式电气火灾监控探测器》的标准要求。

4 系统特点和工作原理

鉴于本项目的规模，以及本项目电气火灾检测点位的实际情况。无论在终端剩余电流探测器还是后台主机都是根据本项目的实际情况来进行设计的。

本项目的系统特点可总结为一下 3 点：

- 1) 终端探测器选用嵌入式电气火灾探测器，方便安装、节省成本、便于后期维护。
- 2) RS485 总线连接方便，可操作性强。总线布线时走的是弱电桥架，不会受到强电的影响，确保的整个系统的通讯稳定。
- 3) 考虑到本项目中仪表数据量，客户要求。本项目配置 1 台柜体式电气火灾主机 Acrel-6000/G 和 2 台壁挂式主机 Acrel-6000/B。主机界面简洁，系统操作方便，适合本项目中的配电间环境和客户的相关操作要求。

电气火灾系统工作原理

1) 剩余电流测量是根据基尔霍夫电流定律：在同一时刻，电路中流入和流出一个节点的电流矢量和为零。以 TN-S 系统为例，将 A/B/C/N 同时穿过剩余电流互感器，当系统未发生漏电时，流入和流出剩余电流互感器的电流矢量和为零，此时，剩余电流互感器感应出的二次电流也为 0；当某相对大地发生漏电，此时流入和流出剩余电流互感器的电流矢量和不再为零，其大小等于从大地流走的电流即漏电流。此漏电信号通过剩余电流互感器的二次接线传输至电气火灾探测器，经运算放大、A/D 转换后送入 CPU，经过一系列算法后，对变化的幅值进行分析、判断，并与报警设定值进行比较，若超出定值则发出声光报警信号并上送至后台电气火灾监控设备。

2) 终端探测器负责监测各个回路的剩余电流值，将剩余电流值的数据传输至系统主机。终端探测器还负责其监测回路剩余电流值的实时显示，同时能够设置限值，当剩余电流值越限时能够发出声光报警，提醒管理人员及时维护、整改。

3) 仪表通过 RS485 总线将数据传输至系统主机，系统主机将上传数据通过图形、报表、事件记录等形式反映整个系统的运行状态。

5 系统设计注意事项和方法

5.1 电气火灾监控系统主要监测剩余电流和温度两类对象，在设计时应注意的基本要点

1) 关于剩余电流

由于剩余电流监测的原理采用了基尔霍夫电流定律，所以，对所应用的低压配电系统形式有一定要求。目前，可以应用剩余电流互感器的低压配电系统有：TT 系统，IT 系统，TN-S 系统，不能使用在 TN-C 系统中。对将要设计安装电气火灾监控系统的用户，不管是新工程或旧工程改造项目，首先要调查核实该用户低压配电系统的系统接地形式是什么，否则，设计安装剩余电流互感器的点位进行检测是根本无法施行的。

关于 AC220V 单相供电系统，剩余电流互感器只要套住 L/N 两根电源线即可，但要求中性线 N 此后不容许再接地。对于 AC380V 三相供电系统，由于有三相三线制、三相四线制、三相五线制等使用状况，则根据具体情况将剩余电流互感器同时套住 A/B/C 三相电源线，或同时套住 A/B/C/N 线。同理，要求中性线 N 此后不许再接地，保护线 PE 不得穿过互感器。

在系统接地的形式为 TN-C 型时工业自动化网，必须将其改造为 TN-S 型、TN-C-S 型或局部 TT 型系统后，才可以安装剩余电流检测装置。

2) 关于温度

温度测量与系统接地的形式无关，主要考虑包括线缆在内的低压配电装置中关键部位的温度，一般在二级保护的线路中应用。温度探头 Pt100 可采用接触式布置法，当被检测对象为绝缘体时，宜将探测器的温度传感器直接设置在被探测对象的表面。当被检测对象为配电柜内部温度变化时，可采用非接触式布置，靠近发热部件。

5.2 系统设计中的点位分配

根据国家标准 GB13955-2005《剩余电流动作保护装置安装和运行》4.4 条中关于分级保护的规定，安装剩余电流火灾监控装置时，点位分配原则的步骤是：

1) 研究分析被控低压 AC380V/220V 配电线路的相关图纸，将建筑电气的分布情况调查核实，确定配电设备(如配电柜、箱、盘、电缆等重要设备)的位置，把每一个监控探测器分配到相应的配电设备上，以此来确定探测器的数量，避免重设浪费。

2) 确定分级保护。为了缩小发生人身电击事故和接地故障切断电源时引起的停电范围，通常在供电线路的不同地点安装三级(或两级)不同容量的剩余电流保护装置，以形成分级保护。根据用电负载及线路情况，一般分两级或三级保护，适用于城镇和农村第一级和第二级保护。其中，重要线路应包括安防、消防、应急电源、通道照明线路及不容许停电的重要场所。

3) 二级保护中，所有开关处都要设置安装剩余电流火灾监控探测器，即在线路的电源端(第一级保护)和分支首端(第二级也称为末端保护)都要安装剩余电流探测器，并接入电气火灾监控系统，只作火灾监控报警用。

6 系统参数的配置

6.1 报警值设置范围

本项目中现场仪表的剩余电流报警值设置在 300mA，关于剩余电流值的设置在相关的国家标准都有详细的规定。

依据国家标准 GB14287.2-2005 中的规定，剩余电流式电气火灾监控探测器的报警值设置范围在 20~1000mA 之间。按此要求，一般把电源总进线处的剩余电流动作值定为 400~800mA，电源分支线路上的剩余电流动作值定为 100~400mA。一般在实际现场，设置剩余电流式电气火灾监控探测器的报警值，具体地说应不小于被保护电气线路和设备的正常运行时泄漏电流最大值的 2 倍，且不大于 1000mA。电气火灾探测器的报警设定值应考虑配电系统及用电设备的正常泄漏电流。

6.2 关于电缆温升报警设定参考，根据《电力电缆设计规范》对电缆有关温度的规定

- 1) 60℃以上高温场所应按经受高温及其持续时间和绝缘类型要求，选用耐热聚氯乙烯、交联聚乙烯或乙丙橡皮绝缘等耐热型电缆 100℃以上高温环境宜选用矿物绝缘电缆。高温场所不宜选用普通聚氯乙烯绝缘电缆。
- 2) 电缆持续允许载流量的环境温度应按使用地区的气象温度多年平均值确定，并应符合规定。在户内电缆沟敷设时，环境温度为场所最热月的日最高温度平均值另加 5℃。
- 3) 电缆所承受温升与敷设及散热条件有关。

7 主要设备参数

项目中电气火灾监控系统由柜体式电气火灾主机 Acrel-6000/G 和壁挂式主机 Acrel-6000/B、漏电火灾探测器 ARCM200、漏电流互感器 AKH-0.66L 组成。关于仪表和互感器在此就不多做介绍，相关资料可登陆安科瑞官网 <http://www.acrel.cn> 查询。

7.1 主要技术参数

电源：

- 1) 额定工作电压 AC220V (-15% ~ +10%)
- 2) 备用电源：主电源欠压或停电时，维持监控设备工作时间 ≥ 4 小时

工作制：

24 小时工作制

通讯方式：

RS485 总线通讯，Modbus-RTU 通信协议，传输距离 1.2km，可通过中继器延长通讯传输距离

监控容量：

- 1) 监控设备最高可监控 1024 (须定制) 个监控单元 (探测器)
- 2) 可配接 ARCM 系列监控探测器

监控报警项目：

- 1) 剩余电流故障 (漏电)：故障单元属性 (部位、类型)
- 2) 温度报警 (超温)：故障单元属性 (部位、类型)
- 3) 电流故障 (过流)：故障单元属性 (部位、类型)

监控报警响应时间： $\leq 30s$

监控报警声压级 (A 计权)： $\geq 70dB / 1m$

监控报警光显示：红色 LED 指示灯，红色光报警信号应保持，直至手动复位

监控报警声信号：可手动消除，当再次有报警信号输入时，能再次启动

故障报警项目：

- 1) 监控设备与探测器之间的通讯连接线发生断路或短路
- 2) 监控设备主电源欠压或断电
- 3) 给电池充电的充电器与电池之间的连接线发生断路或短路

故障报警响应时间： $\leq 100s$

监控报警声压级 (A 计权)： $\geq 70dB / 1m$

监控报警光显示：黄色 LED 指示灯，黄色光报警信号应保持至故障排除

故障报警声信号：可手动消除，当再次有报警信号输入时，能再次启动

故障期间，非故障回路的正常工作不受影响

控制输出：

报警控制输出：1 组常开无源触点，容量：AC250V 3A 或 DC30V 3A

自检项目：

指示灯检查：

- 1) 报警、故障、运行、主电源、备用电源指示灯
- 2) 显示屏检查
- 3) 音响器件检查

自检耗时 $\leq 60s$

事件记录：

- 1) 记录内容：记录类型、发生时间、探测器编号、区域、故障描述，可存储记录不少于 2 万条
- 2) 记录查询：根据记录的日期、类型等条件查询

操作分级：

- 1) 日常值班级：实时状态监视、事件记录查询
- 2) 监控操作级：实时状态监视、事件记录查询、探测器远程复位、设备自检
- 3) 系统管理级：实时状态监视、事件记录查询、探测器远程复位、设备自检，监控设备系统参数

查询、监控设备各模块单独检测、操作员添加与删除

使用环境条件：

- 1) 工作场所：消防控制室内、有人值班的变配电所 (配电室)、有人值班的房间内墙壁上

- 2) 工作环境温度：0℃~40℃
- 3) 工作环境相对湿度：5%~95%RH
- 4) 海拔高度：≤2500m

7.2 基本功能

1) 监控报警功能：

监控设备能接收多台探测器的漏电、温度信息，报警时发出声光报警信号，同时设备上红色“报警”指示灯亮，显示屏指示报警部位及报警类型，记录报警时间，声光报警一直保持，直至按显示屏“复位”按钮远程对探测器实现复位。对于声音报警信号也可以使用显示屏“消声”按钮手动消除。

2) 故障报警功能

通讯故障报警：当监控设备与所接的任一台探测器之间发生通讯故障时，监控画面中相应的探测器显示故障提示，同时设备上的黄色“故障”指示灯亮，并发出故障报警声音。

电源故障报警：当主电源或备用电源发生故障时，监控设备也发出声光报警信号并显示故障信息，可进入相应的界面查看详细信息并可解除报警声响。

3) 自检功能

检查设备中所有状态指示灯、显示屏、喇叭是否正常。

4) 报警记录存储查询功能

当发生漏电、超温报警或通讯、电源故障时，将报警部位、故障信息、报警时间等信息存储在数据库中，当报警解除、排除故障时，同样予以记录。历史数据提供多种便捷、快速的查询方法。

5) 电源功能

当主电源发生停电、欠压等故障时，监控设备可自动切换到备用电源工作，当主电源恢复正常供电时，自动切回到主电源，切换过程中保证监控设备连续平稳运行。

6) 对探测器控制功能

通过监控软件操作，可对连接到本设备的所有探测器进行远程复位控制。

7) 权限控制功能

为确保监控系统的安全运行，监控设备软件操作权限分为三级，不同级别的操作员具有不同的操作权限。

项目总结

随着智能建筑及电力系统智能化的发展，政府及民众对电力系统的电气安全的认识度和重视度越来越高。企业建筑、公共建筑以及商业建筑等安装漏电火灾系统是智能化建设的必然趋势。电气火灾系统有利于发现安全隐患，及时提醒管理者处理电力安全隐患，对火灾预防有着重要的意义。本系统在北京轨道交通燕房线（主线）工程阎村北停车场投入运行以来，帮助甲方发现和整改了多处电气安全隐患，大大提高了工作人员的工作效率，保证了购物广场的日常营业的稳定有序的进行，并为也管理者的消防管理提供了科学的依据。

电气火灾系统的设计，安装，调试，验收的整个过程既是对电气安全的一次全面的检测，也是对用户配电系统管理人员的一次全面培训，通过项目的实施和系统运用的培训，让本项目的电力系统管理人员能够更加细致的了解本项目配电系统的电气火灾隐患的排除方法，提高其电气火灾防范意识和效率。

在项目运行正常后，我方还提供了本项目电气火灾系统整套资料，资料中包括本项目电气火灾探测点的点位表，系统使用说明书等。就其中点位表而言，上面标注了本项目中各个火灾探测器安装回路的具体名称位置，系统正常运行后的实时数据。全套资料便于后期管理人员快速掌握系统的架构，提高系统维护效率和故障排查速度。

参考文献

[1].任致程 周中. 电力电测数字仪表原理与应用指南[M]. 北京. 中国电力出版社. 2007. 4

[2].周中.电力仪表在大型商业酒店电能分项计量中的应用[J].现代建筑电气 2010. 6

作者简介：戴金花，女，本科，江苏安科瑞电器制造有限公司，主要研究方向为智能建筑供配电监控系统。

Email: 2880157871@qq.com QQ: 2880157871 手机: 18860995103 电话: 0510-86179967 传真:

0510-86179963 网址: <http://www.acrel-et.com/>