

# 从“BEPCII 安全联锁门禁系统”看 数字化安防集成平台的发展趋势

北京艾克塞斯科技发展有限公司 朱峰

## 一、北京正负电子对撞机重大改造工程人身安全联锁门禁系统

北京正负电子对撞机是我国高能物理研究与应用的重要场所，在世界同能量级加速器中，其研究成果处于领先地位。在加速器运行时，加速器隧道内有很强的辐射场，对人体有极大的伤害，如何有效地管理进出加速器联锁区域的人员，是加速器人身安全联锁辐射防护技术的关键问题。北京正负电子对撞机重大改造工程（BEPCII），在人身安全联锁系统中采用出入口控制技术，根据北京正负电子对撞机运行模式划分的四个不同的联锁区域，分别建立了相应的门禁控制，有效地控制了人员的出入。特别是“自动门”、“巡更清场”、“刷卡进出”、“图像抓拍”、“零计数联锁”、“离开确认”、“个人剂量联锁”、等功能的使用，大大提高了人身安全联锁系统的技术含量及可靠性。

由北京艾克塞斯科技发展有限公司承担设计与施工的 BEPCII 人身安全联锁门禁系统于 2002 年 10 月建成并投入使用，2003 年 8 月通过有关部门组织的验收。整个系统达到了预期设计指标，运行到目前为止，情况良好。该系统的建立实现了北京正负电子对撞机数字化辐射防护的初步目标，该项目获中国科学院重大改进项目资金支持。

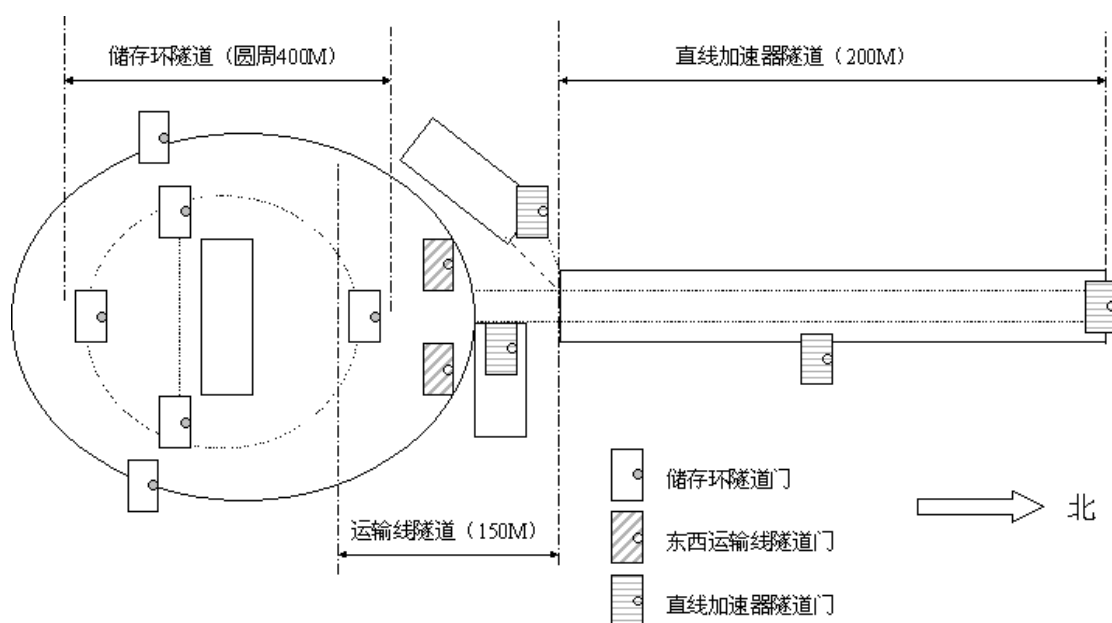


图 a 安全联锁门分布图

### 1. 联锁区域划分

根据 BEPC 运行经验及 BEPCII 运行要求，加速器的联锁区域划分为：直线加速器、核物理试验束厅、储存环加速器、同步辐射实验厅等四个区域，并在原安全联锁系统上建立了相应的门禁联锁系统。

BEPCII 人身安全联锁系统 PLC 联锁控制、门禁联锁控制、剂量联锁控制及安全联锁设

施之间的相互关系框图示于图 1。

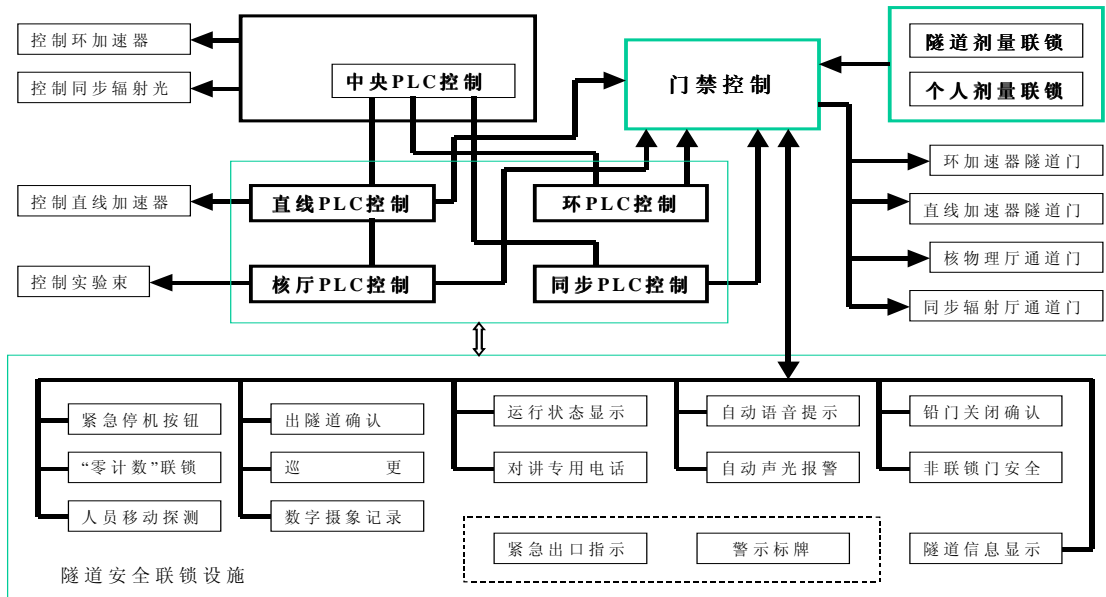


图 1 人身安全联锁系统 PLC 控制、门禁控制、剂量控制及安全联锁设施示意图

## 2 系统设计原则

### 2.1 最优切断

系统在设计时必须优先考虑联锁区域的门打开或被打开时，加速器必须停机。四个联锁区域的联锁信号分别是：直线加速器的门状态信号与直线加速器同步触发器联锁（即与电子枪及微波功率源联锁），门开时，同步触发无效，直线加速器停机；核物理试验束厅靶室门状态信号与直线加速器末端转弯磁铁电流联锁，门开时，转弯磁铁触发电流无效，核物理试验束厅无实验束流；储存环加速器门状态信号与储存环加速器高频触发器和正负电子转换磁铁电流联锁，门开时，高频触发和正负电子转换磁铁触发电流均无效，储存环加速器停机；同步辐射实验厅门状态信号与同步光注入触发器联锁，门开时，同步光注入触发无效，无同步辐射光注入。

### 2.2 失效保护

在系统设计时，充分考虑“失效保护”的原则。门禁系统采用分散集中智能的系统结构，每个安全联锁门都是一个能独立工作的智能系统，并配有备电电池，所有安全联锁门通过环型拓扑结构与中心计算机连接。同时门禁控制器及门禁系统管理主机都采用了自诊断及自恢复控制电路。

### 2.3 冗余

考虑到门禁系统的主要功能是管理和控制出入口的进出人员，并参与加速器联锁控制，所以系统有一定冗余，如中心计算机采用了双机同时运行模式，一旦主机出现问题，从机将自动进入主机模式运行。

## 2. 人身安全联锁门禁系统

### 3.1 门禁系统组成

BEPCII 人身安全联锁门禁系统是由自动门、门禁控制器、门内（外）感应式读卡器、点控门锁、门磁开关、进（出）门紧急按钮、语音灯光提示、图像抓拍记录、LED 显示、

巡更清场、离开确认、个人剂量联锁、中心计算机等组成，门禁联锁控制系统框图示于图 2。

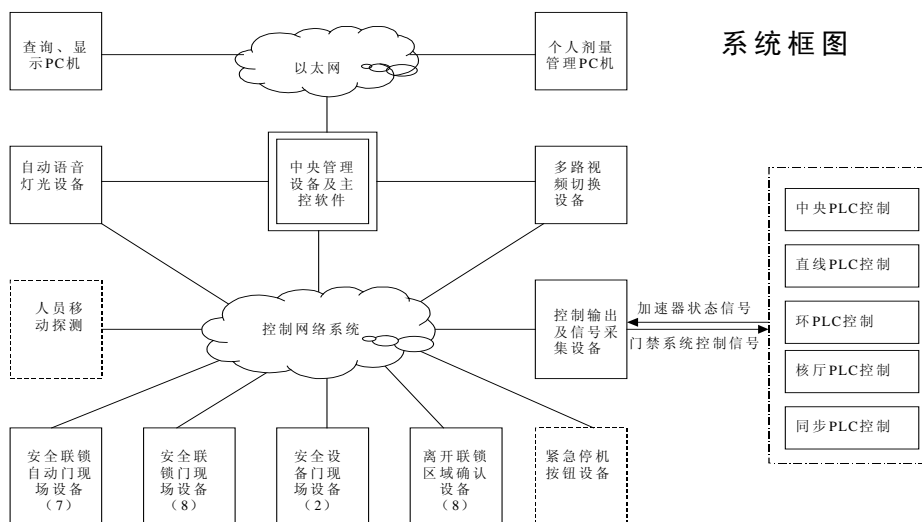


图2 门禁联锁控制系统框图

### 3.2 门的划分及功能介绍

#### 设备门

设备门是加速器停机检修时供大型设备进出使用的通道，在加速器正常开机期间，设备门锁闭不许使用。即便如此，也将设备门纳入门禁系统的监管之中，即在加速器处于“运行”状态时，设备门一旦被打开，门禁系统本地设备控制器将发出声光警告信号，同时通知中心计算机。设备门内侧设有人员移动探测器，若有人员进入设备门内侧，加速器将停机。

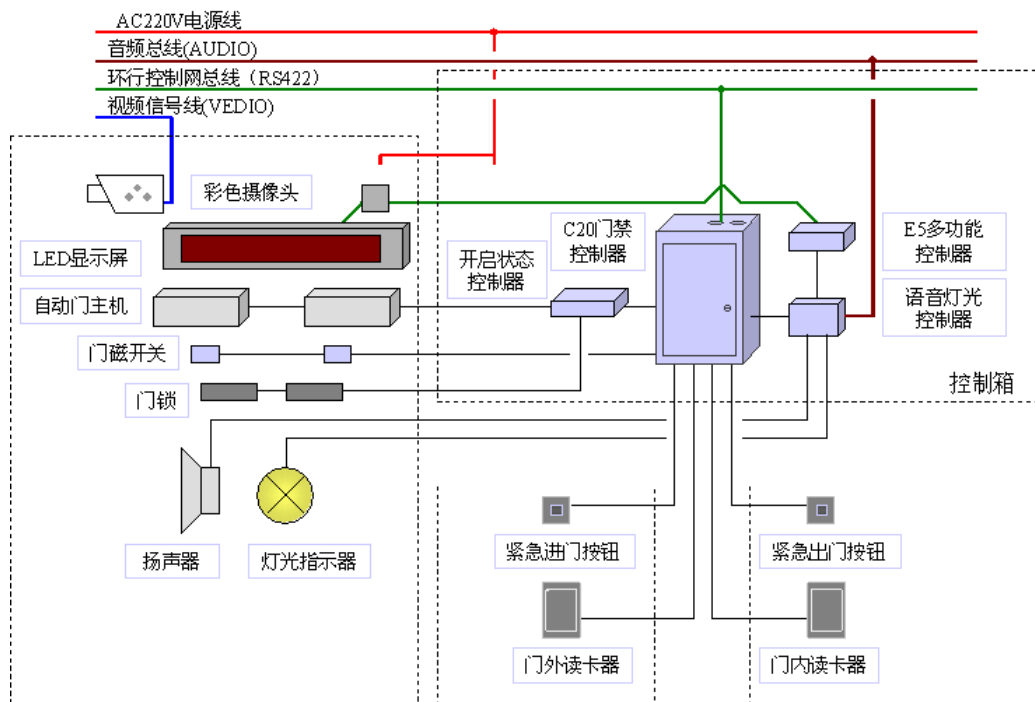


图3 北京正负电子对撞机安全联锁自动门现场控制设备示意图

#### 安全联锁门

图3为北京正负电子对撞机安全联锁自动门现场控制设备示意图。

安全连锁门是供工作人员进出加速器连锁区域使用的，在加速器正常开机期间，安全连锁门是经常使用的。安全连锁门和加速器连锁，门一旦打开，加速器必须停机。安全连锁门通过读卡器、读卡控制器和门禁系统的中心计算机联网。安全连锁门又分为安全连锁平滑自动门和安全连锁平开自动门。根据现场的具体情况，采用不同形式的自动门。

### 3.3 其它门禁连锁装置

#### 离开确认装置

系统在加速器连锁区域外的主要出入口及各控制室门口都设有“离开隧道确认”装置，只有进行了离开确认后，才认为有效持卡人确实离开了连锁区域，加速器方能启动。离开确认装置的设立，从物理空间上强迫工作人员必须离开连锁区域并进行离开确认后，加速器才能开机。确保加速器开机时人员是离开的。

#### 巡更卡巡更清场装置

清场是指加速器在开机前，工作人员进入加速器连锁区域，检查连锁区域是否还有人员滞留，并将滞留人员带出连锁区域的过程。巡更卡巡更清场是利用设置于安全连锁门内侧的读卡器，作为开机前“清场路径”的识别装置，通过软件设置，工作人员在开机前必须用巡更卡按预先设置好的路径进行刷卡清场，在门禁连锁系统确认巡更卡清场结束后，加速器才能开机。该功能可以强迫运行人员必须要到所有安全连锁门检查并确认门关闭，同时确认连锁区域内无人滞留，以保证开机前必须“清场”及确定“清场完毕”。

#### 人员移动探测装置

人员移动探测装置是设在连锁区域内（加速器隧道内），有三方面的功能：一是可定位人员在连锁区域的位置，二是对未刷卡人员进入连锁区域后进行报警；三是加速器开机“运行”时，当有人员移动被探测到时，加速器停机。

#### 个人剂量连锁装置

个人剂量连锁装置是一台独立的个人剂量计算机管理系统，该系统与门禁连锁系统相连，定期输入工作人员的个人剂量数值。门禁系统会自动对刷卡进入连锁区域工作人员进行个人剂量值对比判断，对超过年剂量标准限制的工作人员禁止入内。

#### 语音灯光提示及 LED 显示装置

所有安全连锁自动门都设有语音灯光提示装置，当刷卡时，语音广播除报出人名外，还可以根据不同的卡进行语音提示，如“你已进入直线连锁区域，请佩带好剂量卡，并注意安全”等。如安全连锁门在规定时间内还没有关上，警示灯闪烁，直到门关上。另外各控制室、主要出入口、安全连锁门上方均有条形 LED 显示装置，能及时显示加速器运行状态（准备、运行、停机），及连锁区域内人员的数目和姓名，并可根据需要发布信息。

### 3.4 中央控制管理设备及软件

中央控制管理设备由主从两台工控级 PC 主机和一台自动诊断控制器及一台网络集线器等组成，见图 4。

PC 主机及管理控制软件是整个系统的管理控制核心、它负责完成各种工作模式的设定、持卡人及操作员的授权管理、事件的收集统计、对网络及现场控制设备的监测、远程控制、完成各种控制输出及实现与其它扩展模块的连接等功能。

自动诊断控制器是 PC 主机及管理控制软件的监护器，当发生 PC 主机及管理控制软件工作异常时，能自动切换至从机，并发出报警提示信号，通知值班员紧急处理。当超过已设定的时间后仍然没人采取必要的措施后，诊断控制器会自动向 PC 主机发出复位指令，使其自动重新导入管理控制软件的监控状态继续工作。主从两机互为备份，确保可靠运行。

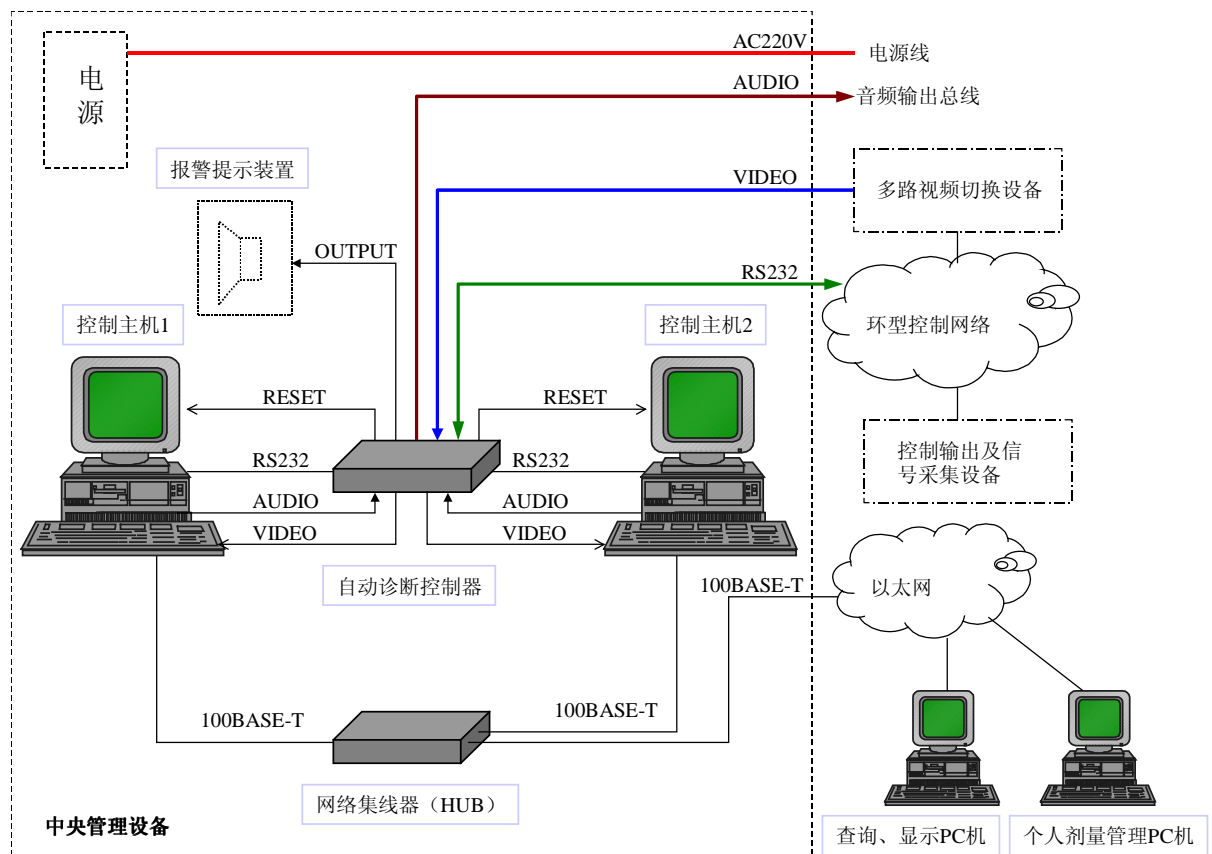


图4 中央控制管理设备

### 3. 门禁系统工作流程图

人身安全联锁门禁系统工作流程图示于图 5。

### 4. 门禁系统的主要功能

#### 5.1 开机前反复广播

加速器开机前 10 分钟人工广播，加速器门锁闭后自动语音广播 3 分钟，之后响铃 2 分钟，以提醒联锁区域滞留人员迅速撤离加速器联锁区域。

#### 5.2 巡更清场

加速器开机前必须要用巡更卡进行巡更清场，只有经过巡更清场后，加速器方可开机。

#### 5.3 门禁与加速器运行状态联锁

加速器“准备”开机状态，联锁区域内的报警系统工作，以声光方式提醒滞留在隧道内的人员马上撤离加速器隧道现场；所有安全联锁门关闭，人员只能出不能进；加速器“运行”状态时，安全联锁门除“紧急开门”按钮能开启安全联锁门外，感应卡刷卡无效；加速器“停机”状态时，感应卡刷卡有效。

#### 5.4 紧急按钮

所有安全联锁门旁边都设有醒目的“紧急按钮”（即紧急进/出门按钮），以共急需使用。

#### 5.5 零计数联锁

系统通过人员刷卡自动统计联锁区域内的人数，且人数与加速器启动信号联锁，只有当

统计人数为“零”时加速器才具备开机启动的条件。

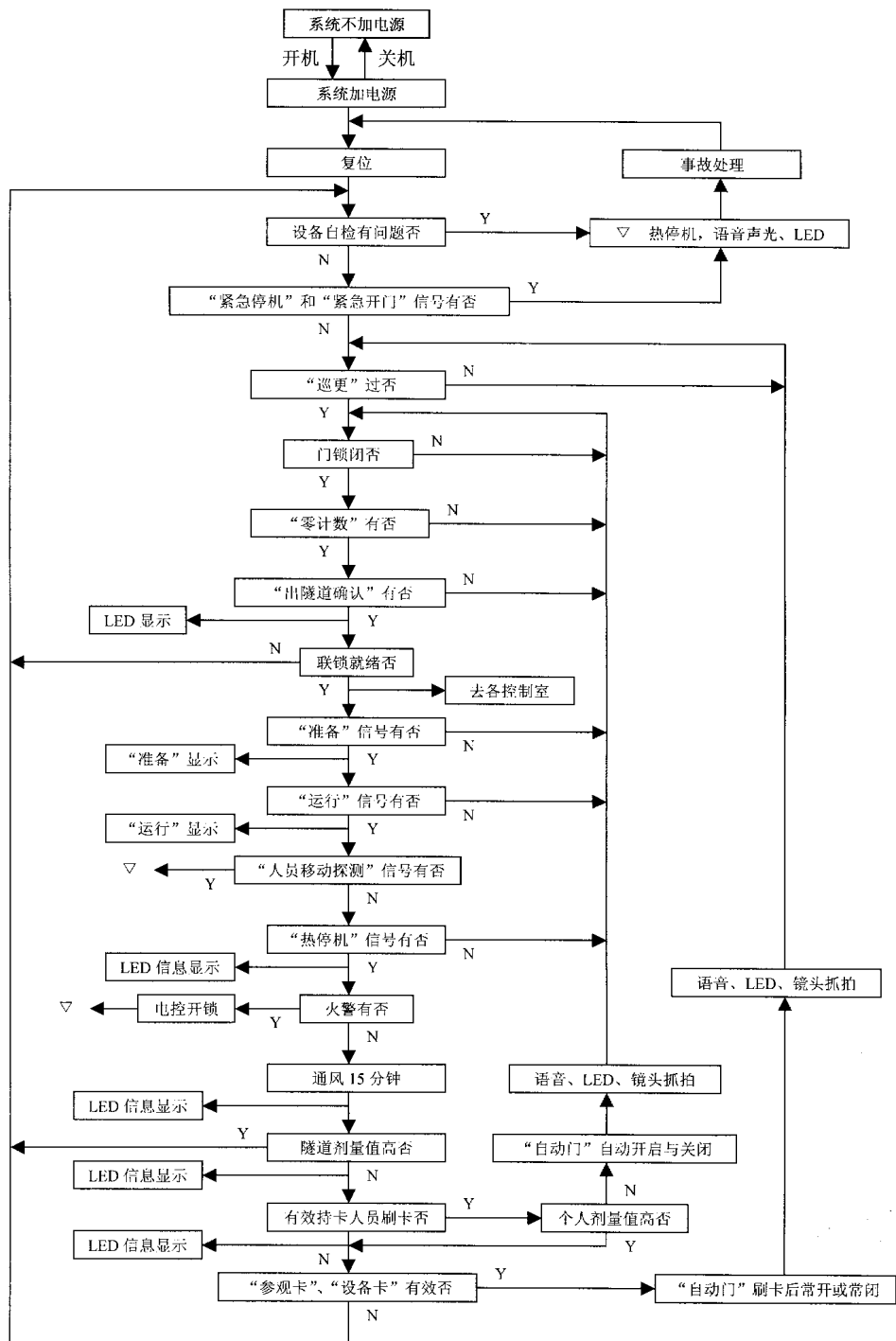


图 5 人身安全联锁门禁系统工作原理图

## 5.6 离开确认

有效持卡人必须在设在联锁区域以外的“离开确认”装置刷卡后，该有效持卡人才被认

为真正离开连锁区域，此后加速器才可开机。

### **5.7 自动语音灯光提示**

系统可根据不同持卡人及加速器不同的运行状态自动发出语音及灯光提示，体现了“以人为本”的设计思想。

### **5.8 个人剂量连锁**

个人剂量连锁指工作人员所受剂量超过一定阈值时，门禁连锁系统拒绝其进入。

### **5.9 出入口图像抓拍**

在刷卡瞬间，摄像头抓拍图像并记录。

### **5.10 人员探测连锁**

加速器运行时，如果有人员移动，并被探测器探测到，加速器停机，并发出报警信号，确保隧道内人员的人身安全。

### **5.11 其它功能**

LED 显示，自检与自恢复，远程遥控开门关门，远程（网上）信息查询，双机备份，人机界面友好的管理主机等。

## **5. 门禁系统采用的关键技术**

### **6.1 可编程序控制器（PLC）技术**

由于可编程序控制器（简称 PLC）可靠性高、稳定性好，所以在加速器门禁系统中，直接用于门禁就绪信号连锁。

### **6.2 辐射剂量监测技术**

将个人辐射剂量监测数据与门禁系统连锁，若剂量值超过规定值，系统将拒绝该工作人员进入。

### **6.3 自动门控制技术**

自动门机和电控锁结合，通过门禁控制器对读卡器刷卡识别来控制安全连锁门及防护门的开启和关闭。同时在防护门开启过程中使用了触摸和红外线两级防夹功能，实现了“以人为本，安全第一”的设计理念。

### **6.4 分散集中智能控制技术**

每个门禁控制器都能独立进行工作并进行数据处理和判断，即使中央计算机停止工作，本地控制器也能在加速器运行状态不变的情况下长期正常工作。中央控制管理设备一方面接受各设备上传数据，另一方面有效整合数据，做出综合判断与控制；若某一本地控制器出现故障时，中央计算机会显示故障位置并发出报警提示，但不影响整个系统运行。

### **6.5 计算机多媒体技术**

门禁系统采用了计算机多媒体技术，实现了语音灯光提示，远距离 LED 显示及信息查询功能，提高了系统的信息发布功能和查询功能，方便工作人员的使用。

### **6.6 自诊断及自动恢复技术**

本地控制器及中心计算机都设计有自诊断电路控制，若有死机情况发生，本地控制器或中心计算机将自动复位使控制器或计算机重新运行。

## **二、数字化安防集成平台**

## 1 再谈数字化安防的实质

“安全防范”是一个既古老而又现代的话题，它与人们的日常工作、生活息息相关。“数字化安防”是相对传统安防而言的，它与采用数字化技术处理的传统安防也有所不同。传统安防技术产品，从产生到现在，对维护社会公共安全起到了巨大的作用。但传统的安防技术产品也有其应用的局限性，往往只能做到被动报警与事后分析，远远不能满足人们的需要。

“数字化安防”从流动目标个体的数字化信息入手，以识别目标的数字化编码信息、数字化特征信息为技术核心，它是采用主动的方法，从加强日常事物管理入手，对流动目标进行监控管理，并能快速进行判断。对符合条件的流动请求予以放行，对不符合条件的流动请求予以拒绝，并发出报警信息，它还能全方位的记录，并以数字方式存储各种流动与报警信息。它的出现，从根本上改变了人们对安全与管理的传统观念，极大地改善了安防工作条件，提高了工作效率。

目标探测→传输→处理→监视→控制，一直是技防系统主要的技术应用模式，无论是报警、监控、出入口控制系统，个性化目标探测始终是技防系统追求的目标之一，出入口控制系统率先全面实现个性化目标探测，它推动着数字化安防技术的发展。

“数字化安防”的技术核心，是对管理与监控对象（目标）的数字化，相对于传统安防而言，是主动管理与被动报警的关系，是智能监控与人工监视的关系，是全面安防与部分安防的关系。

## 2 联动平台，安防系统集成的解决方案

系统集成是在安防工程项目中经常遇到的问题，不单是要求监控、报警、门禁、停车场管理等安防系统集成，还要和其它管理系统（如：消防报警、楼宇自控、信息发布、电梯控制、消费系统、日常管理等）集成。在 BEPCII 人身安全联锁门禁系统中，已经把该系统和整个加速器的控制、管理、辐射防护紧密集成在一起。

以往通常的做法是：各子系统独立工作、集中监视、人工干预控制，稍好一点的做法是前端设备硬件联动。虽然许多视频监控设备厂家已将报警功能集成其中，门禁产品也大多具有报警接口，但仍然满足不了设备集成商应付最终用户千差万别、极负个性化的应用需求。在实际应用中，要么降低或修订使用标准，要么降低技术指标，临时拼凑、搭配。这为今后的使用、维护、系统升级带来诸多隐患和不便。

另一方面，安防系统的各子系统应能独立运行，当一个子系统发生问题时，不应影响其它系统，确保可靠。在 BEPCII 人身安全联锁门禁系统中，对加速器及对撞机的控制可靠性要求极高，决不允许各子系统过分依赖或粘连过多。最好的方式是在安防监控中心把各系统的数据资源、控制资源等信息通过集成联动平台的方式组合起来，最大限度地利用整体资源，做到优势组合，满足应用的需要。

构成平台的技术基础是数字化、网络化、标准化。随着信息技术的飞速发展，安防各子系统的信息化、网络化的进展也十分迅速，以出入口控制、数字视频监控系统为首的 IT 产品迅速成为市场的宠儿，老一代产品面临新的革命。

## 3 区域安防系统智能管理集成平台

社会治安智能动态监控网络的建立，离不开各风险单位、场所及部位等基础安全技术防范设施的合理建设。要达到快速预警目的，有效预防和控制各种犯罪及恐怖活动，保障国家和社会稳定，就要求各基础安防设施能有效、可靠地组织好各子系统（如入侵报警、视频监控、出入口控制等）的信息，及时将预决策的结果上报，并能根据管理需要实施远程控制。

区域安防系统智能管理集成平台，就是通过有效的整合单一风险单位、场所或部位内部各安防子系统（如入侵报警、视频监控、出入口控制等）的数据资源、控制资源等信息，通过集成联动的方式，最大限度地利用整体资源，满足应用需要，达到快速预警目的，有效预防和控制各种犯罪及恐怖活动，保障国家安全和社会稳定的目的。

#### 4 数字化安防集成平台应具备的要素

从 BEPCII 人身安全连锁门禁系统的实践以及安防管理与实际应用的要求可以看到，作为平台所应具备如下要素：

- 1) 应保证各应用子系统工作的独立性
- 2) 应具有连接各种设备的软硬件接口
- 3) 能根据需要快速实现个性化编程
- 4) 能适应大系统多机并行处理与热备份需要
- 5) 能将收集各安防信息合理组织形成预决策结果
- 6) 易于实现各子系统间设备的联动

#### 5 数字化安防集成平台的发展趋势

**个性化目标探测是数字化安防的基础**，它决定了数字化程度的多少。各种探测与识别技术层出不穷，我们将越来越模糊前端设备的专有属性，如：摄像头可能时监控系统的前端设备，也可能是出入口控制系统的面像识别采集设备，还可能是报警探测器。RFID 技术、生物特征识别技术推动着个性化目标探测不断进步与发展。

**出入口控制系统是构成集成平台的技术基础**，它率先全面实现了个性化目标探测，从独立控制走向联网管理，从单一的专用控制网络协议向通用的 TCP/IP 协议迈进，新一代出入口控制系统不但能支持 C/S 结构，也同样支持 B/S 应用，用户可通过网络以浏览网页的方式进行管理与控制，强大的数据库管理与事件记录查询系统，丰富多样的个性化客户管理应用需要，长期与视频监控及报警系统的联动实践，已培养了一批善于研发、设计数字化系统的专家和企业，数字化安防集成平台已具备必要的研发基础及技术优势，已经取得一定的应用成果，集成平台正在发展之中。

**区域安防预决策信息系统是安防集成平台的关键**，在社会治安智能动态监控网络的建设中，各风险单位、场所及部位等基础安全技术防范设施应独立发挥各自的功能，在数字化技术的推动下，预决策信息系统不但能给出“报警”与“不报警”两种状态，还可根据综合的信息提出多级预警信息及联动预案，达到快速预警目的，有效预防和控制各种犯罪及恐怖活动。区域安防预决策信息系统不但缓解了社会治安智能动态监控网络的处理压力，还能快速有效的处理局部问题，有广阔的发展前景。