

CXP6000

SF₆ 气体泄漏定量报警系统

产品说明书

武汉立禾电力科技有限公司

目录

一、产品概述	2
(一) SF6 特点及其危害性	2
(二) 有关 SF6 安全法则	2
(三) CXP 系统简介	3
二、系统配置	3
三、技术规范	4
(一) 系统基本功能	4
(二) 主要技术参数	5
(三) 功能特点	6
(四) 系统原理及性能对比	8
四、系统组成及特点	11
五、施工方案	13
六、售后服务	15

一、产品概述

（一）SF6 特点及其危害性

SF6 是由两位法国化学家 Moissan 和 Lebeau 在 1900 年合成。从 60 年代起，SF6 作为极其优越的绝缘、灭弧介质广泛应用于全世界电力行业中的高压断路器及变电设备中。在今天，SF6 气体几乎成为高压、超高压断路器和 GIS 中唯一的绝缘和灭弧介质。

纯净的 SF6 气体无色、无味、不燃，在常温下化学性能特别稳定，是空气比重的 5 倍多。但在电力系统中，由于 SF6 气体主要充当绝缘和灭弧介质，在电弧及局部放电、高温等因素影响下，SF6 气体会进行分解。它的分解物遇水份后生成腐蚀性电解质，尤其是某些高毒性分解物，如 SF4、S2F2、SOF2、HF、SO2 等，如大量吸入人体会引起头晕和肺水肿，甚至昏迷及死亡。

在相对密封的室内，由于空气流通不畅，SF6 及其分解物在室内沉积，加上 SF6 气体无色、无味，从而对巡视、检修人员产生极大的危害。当装有 SF6 设备的配电装置室如 GIS 产生泄漏后，SF6 气体积聚在地坪上方低层空间，当达到一定浓度后，如果工作人员进入室内，会造成大脑缺氧，使人窒息而造成重大事故。

正是由于 SF6 气体的危害性，《电业安全工作规程》（发电厂和变电站部分）特别规定，装有 SF6 设备的配电装置室必须保证 SF6 气体浓度小于 1000ppm，除须装设强力通风装置外，还必须安装能报警的氧量仪和 SF6 气体浓度检测报警仪等。

（二）有关 SF6 安全法则

SF6 安全法规摘录：

第 191 条 装有 SF6 设备的配电装置室和 SF6 气体实验室，必须装设强力通风装置。风口应设置在室内低部。

第 192 条 在室内，设备充装 SF6 气体时，周围环境相对湿度 80%，同时必须开启通风系统，并避免 SF6 气体泄漏工作区。工作区空气中 SF6 气体含量不得超过 1000ppm。

第 196 条 工作人员进入 SF6 配电装置室，必须先通风 15MIN，并用检漏仪测量 SF6 气体含量，尽量避免一人进入 SF6 配电装置室进行巡视，不准一人进入从事检修工作。

第 198 条 工作人员进入 SF6 配电装置室低位区或电缆沟进行工作应先检测含氧量（不低于 18%）和 SF6 气体含量是否合格。

第 199 条 SF6 配电装置室低位区安装能报警的氧量仪和 SF6 气体泄露报警仪。这些仪器应定期试验，保证完好。

第 203 条 发生紧急事故应立即开启全部通风系统进行通风。发生设备防爆破膜破裂事故时，应停电处理，并用汽油或丙酮擦拭干净。

(三) CXP 系统简介

CXP6000 SF6 气体泄漏定量报警系统，是根据当前电力系统强调安全生产的形势，为在安装有 SF6 设备的配电装置室的工作人员提供人身健康安全保护而设计、开发的智能型在线检测系统。

系统主要检测环境空气中 SF6 气体含量和氧气含量，当环境中 SF6 气体含量超标或缺氧，能实时进行报警，同时自动开启通风机进行通风，并具有温湿度检测、工作状态语音提示、远传报警、历史数据查询等诸多丰富功能。

系统采用超声波测速法原理，能够实时、定量测量 SF6 浓度，哪怕在 SF6 浓度在 50ppm 也能有效地检测。不仅可以达到保障人身安全的目的，而且还能确保设备正常运行；原装进口高稳定的超声波传感器和氧传感器，可以为现场工作人员提供更多一层可靠保护。

本系统可广泛应用于各种电压等级的 SF6 开闭室、SF6 开关室、组合电器室（GIS 室）、SF6 主变室等。

二、系统配置

系统结构图如图 1 所示，系统配置表见表 2。

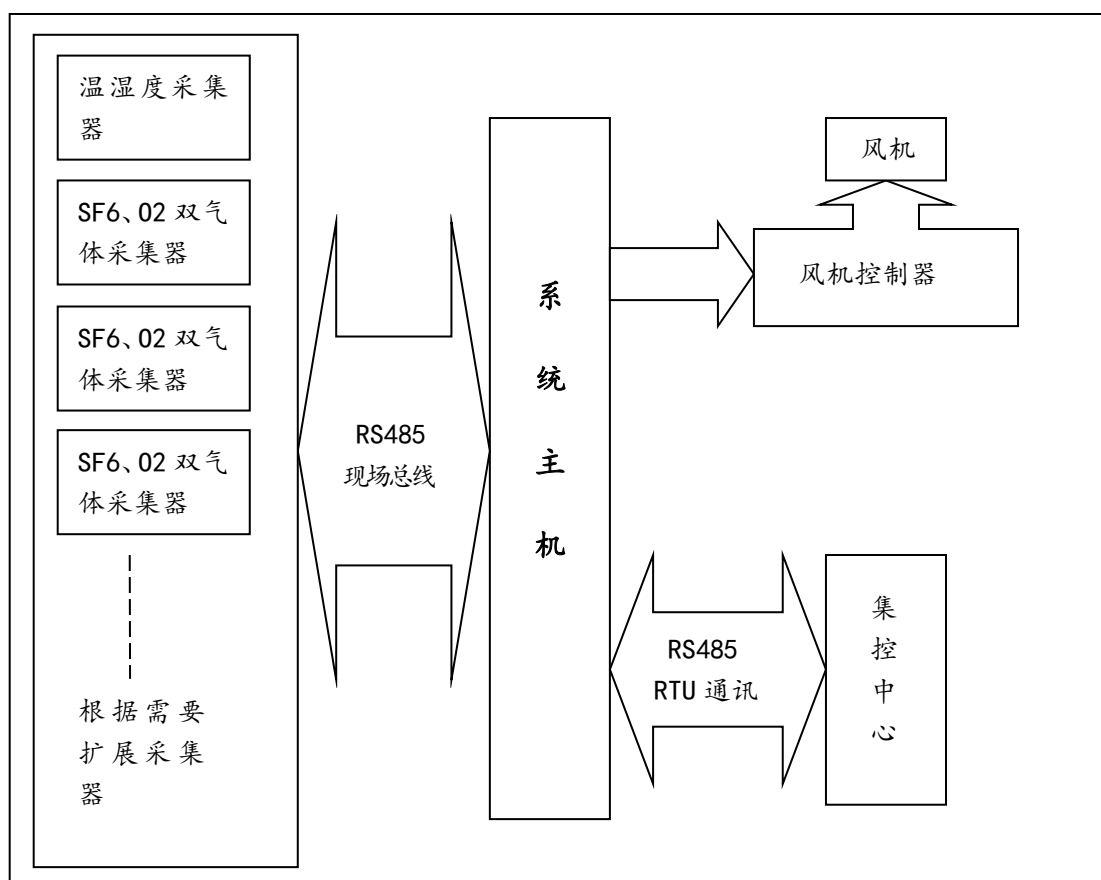


图 1 系统结构示意图

表 2 系统配置表

序号	类别	110kV 及以下	220kV 及以上
1	系统主机 (含红外感应)	1 个	1 个
2	SF ₆ 、氧气双气体采集器	推荐每 2 个间隔 1 个采集器, 或 50 平方米 1 个采集器	推荐每 1 个间隔 1 个采集器, 或 30 平方米 1 个采集器
3	温湿度采集器 (含标准点)	1 个	1 个
4	风机控制器	1 个	1 个
5	远程监控软件	1 套	1 套
6	电缆及其它配件	免费	免费
特点	外形简洁美观, 控制功能丰富。液晶屏显示现场监测环境数据, 带强制风机排风、报警时自动启动风机排风和远动报警输出, 可以通过主机自带的 6 个功能键设置风机定时排风功能、查阅历史数据, 并能通过 RS485 与计算机进行通讯。		

三、技术规范

(一) 系统基本功能

- 1、环境中 SF₆ 气体含量定量检测功能。
- 2、SF₆ 气体含量超标报警功能。
- 3、空气中氧气含量检测功能。
- 4、缺氧报警功能。
- 5、缺氧或 SF₆ 含量超标, 强制排风功能。
- 6、人工设置报警点。
- 7、环境中温、湿度检测显示功能。
- 8、定时排风功能。
- 9、定点采集功能。
- 10、人工强制排风功能。
- 11、上次排风时间显示功能。
- 12、实时显示各种参数功能。
- 13、SF₆、O₂ 含量分析功能。
- 14、数据报表功能。

- 15、历史数据查询功能。
- 16、监控系统客户端软件。
- 17、系统具有自我诊断能力，防止死机

(二) 主要技术参数

(1) 设备寿命：10 年以上

(2) 工作环境

温度范围：-25℃~+50℃

湿度范围：≤95%RH

地震等级：7 度

大气压力：86kPa~106kPa

(3) SF₆ 测量指标

测量范围：0~30000ppmv

报警点：可在测量范围内设置，默认 1000ppmv

引用误差：0~2000ppm ±3%FS；2000~30000ppm ±2%FS

重复性误差：<5%FS

零点漂移：<5%FS

量程漂移：<5%FS

(4) 氧气测量指标

检测浓度：0~35%

氧气浓度报警点：18%

氧气测量精度：<0.4%，O₂ 在 21%时

(5) 其它指标

温度测量范围：-25℃ ~ +99℃

湿度测量范围：0~99%RH

工作电源：AC 220V，可选 DC 110V、220V

开关量输出容量：24V/48V/110V/220V，3A

风机输出触点电流：AC380/45A（可根据用户需求定制）

风机通风时间设定：可设置，默认 15MIN/次

通讯方式：RS-485 总线方式

通讯规约：通用电力通信规约

绝缘性能 外壳与电源间：>10MΩ

抗电强度 外壳与电源间：>2000V

电磁兼容特性：快速瞬变脉冲群 GB/T17626.4-1999 3 级

雷击（浪涌） GB/T17626.5-1999 3 级

（三）功能特点

1、 先进的测试原理

系统采用声速原理，可定量、实时在线测量 SF₆ 气体泄漏含量，克服了传统测量方法如负电晕放电法和卤素传感器法只能定性判别是否越限的缺陷，能够准确得到气体中 SF₆ 含量。

2、 可靠性

系统采用双差分处理方法，有效克服了温度、湿度对测量结果的影响，消除了传统产品的缺陷。

3、 分析功能

监控软件可分析 SF₆ 气体含量变化趋势，可有效掌握运行设备的状态，真正起到预警作用，这也是传统定性产品无法做到的。

4、 宽范围内实时、定量检测 SF₆ 气体浓度

系统可以在 0~30000PPM 范围内精确测量空气中 SF₆ 气体含量，全量程定量显示。

5、 报警阈值调整功能

SF₆ 报警阈值可在 50~2000PPM 内自行设定。缺氧报警阈值可在 15~20% 内自行设定。

6、 通用电力规约，与综自系统无缝集成

系统对外提供 CDT、MODBUS、103 等通用电力规约接口，可与国内多家综自

厂家如南瑞、南自、许继、四方、东方电子等系统无缝集成。

7、 多参数输出

通过电力规约，系统可将各采集器 SF6、O2 含量，温湿度数值，各节点通讯、工作、报警状态等多个参数实时传输至综自系统，真正实现无人值守功能。

8、 多状态输出

系统可同时提供报警信号、主机状态信号、采集器状态信号等多个开关量输出。除 SF6 泄露报警、缺氧报警外，系统还能实时检测自身状态，如发生通讯或采集异常、系统停电停止运行时，也可以分别输出开关量信号。

9、 多种风机控制方式

风机有全天 6 时段定时自启动、告警启动、强制启动、人员感应启动等多种启动方式，更有效地保证人身安全。

10、 丰富语音提示功能

系统主机具有人体感应功能，当有工作人员接近开关室时，系统会根据当前状态启动语音提示，告知工作人员当前室内是否存有 SF6 或氧气报警，报警具体的方位，是否存在设备状态异常，设备异常方位，是否需要通风后进入等多种信息。

11、 可选直流电源

系统可以采选直流屏提供 DC110V 或 DC220V 作为系统电源，可有效防止交流停电时系统即停止运行的问题。

12、 监控软件

具有数据报表、历史数据查询等功能。

13、 长寿型设计

本装置是采用声速技术原理，真正意义上实现了 SF6 浓度实时定量采样分析，充分利用单片机的工作灵活性，传感器采取间歇式工作测量，大大提高了传感器的工作稳定性和使用寿命，系统运行寿命在 10 年以上。

14、 免维护设计

尽心的电气设计，整机无可调节器件，高等级、品质保证的元器件选用，优异的抗干扰性能。

(四) 系统原理及性能对比

目前, 探测 SF₆ 浓度的仪器多采用以下几种方法: 传感器探测法、负电晕放电法、热列解法及激光红外法等。但这些方法大都存在以下缺点:

1、并非检测 SF₆ 浓度的专用传感器, 容易受环境气体的影响, 如氟利昂、氯气及氢气等刺激性气体都会影响到卤素传感器, 也就是说, 在旁边喷口烟雾也会影响到测量结果。

2、误报率较高, 受环境因素影响较大, 湿度及温度都会对其产生影响, 误报率高。

3、寿命较短, 采集器调整不易。每只采集器的特性曲线都是不同的, 一般装置出厂前厂家会调设好, 因此, 若采集器失效, 需更换, 则必须对整个装置进行重新调整。

4、频率漂移对采集器的影响也增大了产生误差的可能性。

超声波测速法是目前世界上较先进的探测方法, 最早为德国 DIL0 所应用, 主要是采用超声波测速原理, 通过测量混合气体的声速转换成不同的信号流来确定 SF₆ 的含量。

声波是一种在弹性媒质中传播的机械波, 它是纵波。频率小于 20 Hz 的声波为次声波, 频率在 20 Hz~20 kHz 的为可闻声波, 大于 20 kHz 为超声波。超声波具有波长短、易于定向发射等优点, 而且超声波在媒质中的传播速度与媒质的特性和状态有关, 通过媒质中声波的测定可了解媒质的特点。如测气体、液体的浓度, 液体的流速, 气体温度的瞬时变化, 材料的弹性模量等, 都可通过测这些物质中的声速来实现。

$$\text{声波在理想气体中的传播速度为: } v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{\mu}}$$

式中, γ 为比热容比 ($\gamma = C_p/C_v$); R 为普适气体常量; μ 为摩尔质量; T 为气体的开氏温度。当通过差分法消除温度影响后, 声波速度就仅和 μ 气体摩尔质量有关。

对于 SF₆ 气体, 其气体摩尔质量为空气的 5.1 倍, 因此当空气中泄漏 SF₆ 含

量变化时，其气体摩尔质量也会发生变化，对应到声速上也会产生对应的改变。我们通过超声传感器测量超声波的传播速度，反推出 SF₆ 气体的含量，即可实现定量测量空气中 SF₆ 泄漏气体的浓度。

因此采用“声波测速法”原理的 CXP6000 SF₆ 气体泄漏监控报警系统具有可靠性高、误报率低、受环境因素影响小。不存在频率漂移的影响、误差小等优点，且使用寿命较长。

下表为超声波测速法与其它典型测量方法特点的对比：

名称	超声波测速法	卤素传感器	负电晕放电法	激光红外法	热列解法
简介	超声波速度在不同摩尔质量的气体的传输速度是不同的。SF ₆ 气体的分子量是空气的 5 倍,即使少量的气体泄漏,也能体现在气体摩尔质量的变化上,从而超声波的速度也是不同的。通过专用超声波传感器测量声速变化,即可反映 SF ₆ 泄漏浓度变化。	半导体传感器,卤素气体的多少可改变半导体电信号的变化,从而反映气体的浓度变化	两个特定形状的电极之间施加高压后,会产生放电现象, SF ₆ 气体具有负电性,会吸附电子,从而抑制放电现象,通过对放电电流的检测,可反映 SF ₆ 的浓度	SF ₆ 气体是一种温室气体,可吸收 10. 56 μm 长度的红外光线,通过一对红外光探测器检测红外光线减弱程度,来反映 SF ₆ 气体的浓度	SF ₆ 气体在高温下可发生分解产生 SO ₂ 气体,通过电化学传感器检测 SO ₂ 的浓度,来反映 SF ₆ 浓度
测量范围	宽量程: 0~30000ppmv	0~2000ppmv	0~1500ppmv	0~1500ppmv	0~1500ppmv
报警误差	<3%FS	<10%FS	<10%FS	<5%FS	<5%FS
采集方式	分布式采集,各采集器独立运行,互不影响	分布式采集,各采集器独立运行,互不影响	分布式采集,各采集器独立运行,互不影响	集中式采集,单一处理模块,出问题影响整个系统	集中式采集,单一处理模块,出问题影响整个系统
环境影响	不受环境因素影响,运行稳定可靠	容易受其他卤素气体影响	容易受湿度影响	容易受灰尘影响	容易受温度影响
寿命	SF ₆ 传感器采用压电陶瓷,属于无损检测范围,技术成熟,寿命长	寿命较短,传感器调整不易	电极始终处于放电状态,长期运行形状受损严重,寿命短	设备分析模块属于光电期间,寿命有限,维护复杂	属于电化学传感器,长期运行会出现衰减现象
反映速度	可快速响应	反映快	反映快	与管路有关,管路长或有弯道会降低反映速度	与管路有关,管路长或有弯道会降低反映速度
稳定性	高	差	一般	一般	一般
特点	专用于 SF ₆ 浓度检测,可靠性高、误报率低、受环境因素影响小、不存在频率漂移的影响、寿命长。	反映快,但受湿度及温度影响大、误报率较高、寿命较短、传感器易中毒。	反映快,但受湿度影响大,误报率较高,多用于手持式定性检漏仪。	测量精度较高,但是容易受灰尘影响,维护成本高,寿命有限。	测量精度一般,容易受温度影响,传感器容易中毒,有衰减现象,寿命短。

四、系统组成及特点

SF₆ 气体泄漏定量报警装置主要由以下几部分组成：系统主机、采集器、外围设备、监控系统。根据每个产品部件在系统中所起的不同作用，整个系统设备可以分为：系统主机、采集器、外围设备等几个部分。以下根据上述分类对产品选型和设计进行说明。



1、系统主机

系统主机接收采集器的传送的数据，同步显示，并进行分析处理，与固定标准参数进行对比后作出判断。同时主机能与上位 PC 机进行通信，接受 PC 发来的控制命令或者把数据上传到 PC 便于遥测、遥控以及存储。当采集数据超过设定限值时，主机自动运行各项控制程序，启动外围设备进行工作，包括声光、语音报警、通风等。另外主机可以自行对环境的温湿度进行测量，以便对相关数据补偿、修正。

- 安装方式：壁挂式或屏柜式
- 采集器连接最大数量：128 只（可根据用户需求调整）
- 外型尺寸：238×340×60（mm）
- 报警输出方式：常开触点（无源）、RS485 通讯
- 特点：外形简洁美观，控制功能丰富。液晶显示现场监测环境数据，带强制风机排风、报警时自动启动风机排风和远动报警输出，可以通过主机自带的功能键设置报警点、风机定时排风功能、查阅历史数据，并能

通过 RS485 与计算机进行通讯。远动也可通过 RTU 向主机查阅监控数据或控制风机启动。

2、SF₆、氧气双气体采集器

内含 SF₆ 气体、氧气体传感器，检测环境中 SF₆ 气体和氧气含量，采集数据直接传送至系统主机进行显示、分析、处理。

- 安装方式：固定在 SF₆ 气体易漏部位低位区，一般距离地面 5~10cm

- 外型尺寸：235×90×37（mm）



3、温湿度采集器

内含温度、湿度传感器，检测环境中温度和相对湿度，采集数据直接传送至系统主机进行显示、分析、处理。

- 安装方式：距离地面 1.5 米以上处
- 外型尺寸：235×90×37（mm）

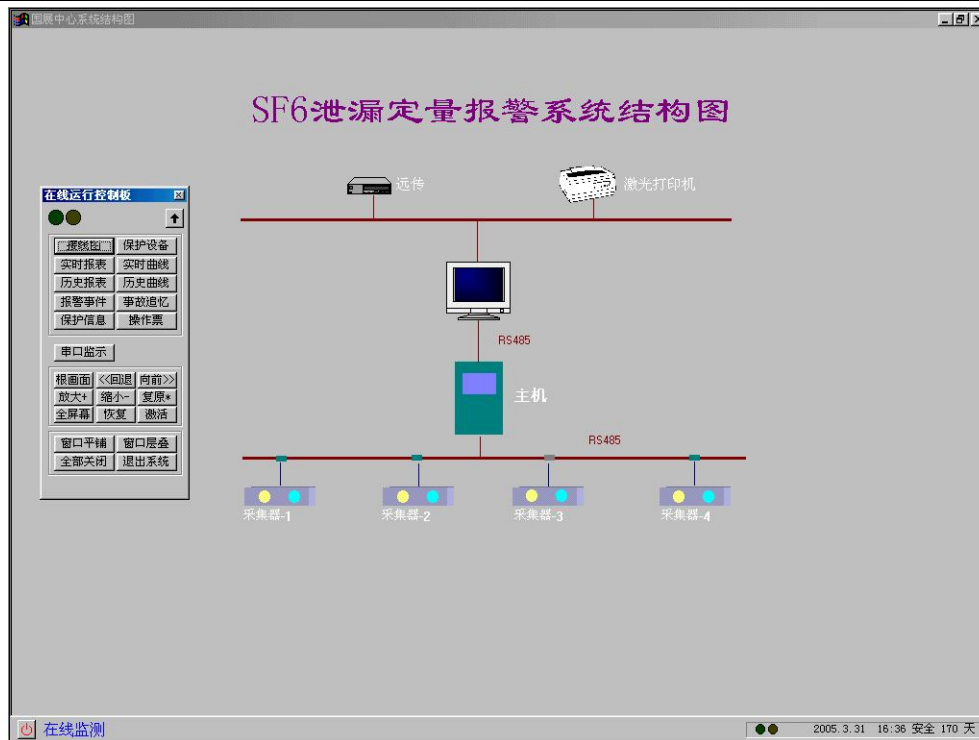
4、监控系统

- 数据采集、处理功能；
- 事件报警功能；
- 事故追忆功能；
- 实时检测功能；
- 数据报表功能；
- 远程控制功能；
- 设备信息管理功能。

监控系统基于 Window2000/WindowNT 操作系统，硬件以工控机或高档 PC 机为主，软件设计中采用了分层设计、组件化、标准化、开放式等先进的软件开发思想，为用户提供了可靠、安全、易于操作的监控系统平台。

系统采用全图形的人机界面，具有接线图组态功能，界面美观，符合现场人员操作习惯。各功能节点机具有统一的操作形式，易学、易于操作。

监控系统主接线图及采集器显示示例如下：



5、风机控制器

功能：接受主机的风机控制信号，控制风机启动和停止。

- 控制功率：380V，60A
- 外型尺寸：300×200×16（mm）

五、施工方案

（一）安装方案

系统主机安装于GIS室门口，高度以便于观察显示窗且便于操作为宜，连接AC220V电源及通讯电缆、报警信号及风机控制输出。

SF₆气体、氧气体采集器安装在开关室内气体易泄漏部分如检漏口、SF₆充气嘴、法兰连接面等低位处，一般距地面5~10厘米。

温湿度采集器安装在SF₆气体、氧气体采集器工作环境相同或相近处，一般距离地面1.5米以上。

监控系统位于上位机，上位机置于主控室内。

所有采集器通过4*0.75多芯屏蔽电缆串接后在与主机连接。

风机控制器根据实际情况制定安装位置。

（二）施工工期

一般需要 3 天时间。

（三）安装施工规范

1、主机、双气体采集器、温湿度采集器（含标准点）、风机控制器等安装位置必须经过用户同意后方可安装。

2、电缆采用耐火或阻燃型电缆。

3、电缆布线时易受机械损伤的地方采用足够强度的 PVC 管材，必要时采用铠装电缆。

4、电缆管应安装牢固；电缆管支持点间的距离，不宜超过 3m。电缆管短于 3m 时，在两头和中间位置至少设置 3 个支点。

5、系统外部走线不得采用单芯电缆。

6、不得以明线方式布线。没有电缆沟或桥架走线时，考虑 PVC 管、PVC 卡槽或者切割后埋管的方法，具体方法需要和用户沟通实施。

7、PVC 卡槽和 PVC 管弯角、三通、直通等处，需采用专用连接件。

8、电缆敷设时应排列整齐，并及时装设标志牌。

9、标志牌的装设应符合下列要求：

在电缆终端头、隧道及竖井的两端等地方，电缆上应装设标志牌。

标志牌上应注明线路编号。当无编号时，应写明电缆型号、规格及起迄地点。标志牌的字迹应清晰不易脱落。

标志牌挂装应牢固。

10、在电缆穿过竖井、墙壁、楼板或进入电气盘、柜的孔洞处，用防火堵料密实封堵。

11、在封堵电缆孔洞时，封堵应严实可靠，不应有明显的裂缝和可见的孔隙，孔洞较大者应加耐火衬板后再进行封堵

六、售后服务

1、设备维护

① 本公司提供符合买方技术规范要求、质量合格、技术性能先进、成熟的、完整的和安全的成套产品。

② 成套设备承诺 5 年内免费保修，终身维护，对质量不合格产品终身免费更换。

③ 提供软件免费升级。

2、售后服务

① 成套设备在验收之日起 10 年内提供电话支援服务，终身提供技术支持等。

② 产品验收后 10 年内因卖方产品质量问题或客户使用疑问，将派出合格的、有经验的技术人员进行免费修理，零配件更换或调换、服务、指导工作。

③ 产品验收后 10 年内如因质量问题，无法继续工作，将无偿提供备用设备直到产品修理完成为止。如客户确有困难，在保质期外也可酌情提供相应服务。

④ 提供免费 24 小时电话服务，包括产品问题解决，如何使用问题，及功能性培训。

⑤ 保修期后的售后服务由卖方负责，提供终身免费服务。

⑥ 系统投入后，终身免费为用户进行系统软件升级。

⑦ 对于用户提出的技术问题，本公司承诺在一天之内给予答复。

⑧ 本公司收到用户的维修报告后，在 2 个工作日内到达现场维修。

⑨ 本公司将不定期举行客户交流会及培训会议。