

2 设计原理

2.1 系统整体设计

本防撞自动刹车功能由 PLC 控制模块、雷达模块、红外传感模块、气控模块和显示报警模块组成^[6]，采用雷达和红外探头进行双重测距，提高测量精度。雷达模块用于加油车与前方障碍物间的距离测量，在显示屏上显示并触发相应的语音报警提醒。根据航空公司行业规定，当加油车进出机位时，需要以不大于 5 千米/小时的速度行进，此时加油车挂一档，接近开关打开，启动防撞自动刹车功能。当加油车与前方障碍物的距离达到设定距离时，接近开关传递信号到 PLC 控制器，再驱动控制气阀进行紧急制动刹车^[7]，系统结构如图 1 所示。

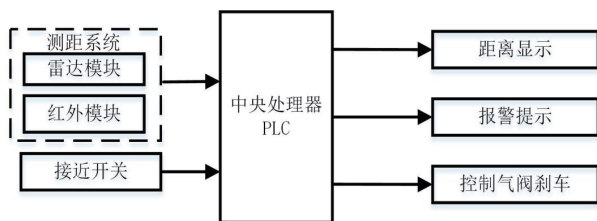


图 1 系统结构图

2.2 雷达模块

在加油车的外部不同位置安装四个性能稳定、不受障碍物形状和颜色影响的雷达探头，每一个雷达模块主要由发射机、接收机、天线和显示器四个部分组成。

雷达发射机发出的电磁波到达障碍物后被反射，反射信号到达雷达接收机^[8-9]，经接收机放大后传送给 PLC 控制器，再通过显示器显示加油车与前方障碍物的距离，当接近设定距离时，会触发语音报警模块^[10]。发射机发出的电磁波，经过障碍物反射到达接收机所需时间 T 可以根据公式 $S=CT/2$ 计算，其中 S 为加油车与障碍物的距离， C 为光速^[11-12]。雷达模块工作原理如图 2 所示，实物如图 3 所示。

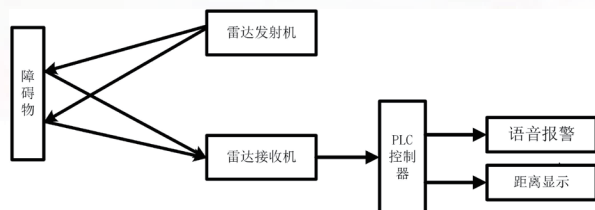


图 2 雷达模块工作原理图



(a) 雷达探头 (b) 雷达主机 (c) 距离显示器

图 3 雷达模块实物图

2.3 红外传感模块

采用红外传感器 EQ-34 进行障碍物测距，LED 为红外发射器，两段光电二极管作为接收器，若红外光入射角为 θ ，发射器和接收器的中心距离为 L ，通过三角测距原理可以测出加油车距离障碍物的距离 D 。测量过程中，光电元件将光信号转换成电信号^[13-14]，反馈给 PLC 控制器和气控系统，实现紧急刹车。红外传感模块工作原理^[15]如图 4 所示。

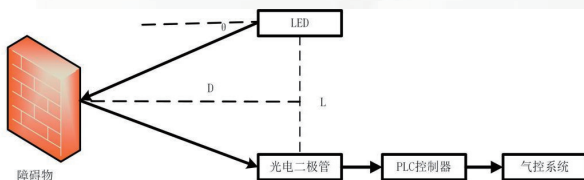


图 4 红外传感模块工作原理图

2.4 气控系统

防撞自动刹车功能的核心部分——气控系统的工作原理如图 5 所示，当加油车距离障碍物小于安全距离 0.8 米时，气控系统会收到红外信号，并依次经过气路 3、两位三通电磁阀 G、气路 4、梭阀 F、气路 6 和刹车气缸 H，执行防撞自动刹车功能。此效果制动行程为快排气急刹车，能第一时间将加油车自动刹停，避免刮碰飞机和机具。此时联锁刹车系统控制进入刹车泵的气源，实现慢排气缓刹车功能。因此，两套刹车系统均独立工作，且能够到达预期效果，控制模块实物如图 6 所示。

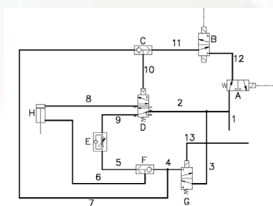


图 5 气控工作原理图 (A 是两位三通电磁换向阀，B 是两位三通电磁换向阀，C 和 F 是梭阀，D 是两位五通气控换向阀，E 是单向节流阀，G 是两位三通电磁换向阀，H 是刹车气缸。)