

对现有某辐照装置安全性能的分析及改进

邱建辉, 周国全, 陈玉霞

中图分类号: TL75 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2010)04-0477-02

【摘要】 目的 为了提高某辐射中心辐射安全防护水平, 确保辐射应用安全。方法 对某辐射中心辐照装置控制系统安全性能进行了分析, 对供电部分的稳定性和完善联锁信号进行了探讨。结果 发现控制系统存在安全隐患, 提出消除安全隐患的具体方法。结论 辐照装置放射源活度大, 安全隐患绝对不允许存在, 否则后果不堪设想。

【关键词】 辐照装置; 辐射安全; 改进

辐射安全问题至关重要, 一旦发生人员受照事故, 后果极其严重, 而控制系统的功能完善性和稳定性是辐射安全的重要硬件基础。辐照中心生产过程中意外照射事故的发生大部分都是因为控制系统功能的部分缺失造成的^[1], 在我国, 已发生过多起导致人员死亡和严重过量照射的辐射事故, 但控制系统运行不稳定也会使生产存在重大安全隐患。

由于辐射源应用领域面广、点多, 辐射防护力量相对薄弱, 辐射事故发生率远超过了大型核工业企业。因此, 探讨辐照加工装置控制系统的安全性能, 降低事故发生概率, 对确保辐照加工装置安全运营具有积极意义。

1 对现有辐照装置安全性能的改进

1.1 现有控制系统介绍 湖北省农科院农产品加工与核农技术研究所辐照中心 1993年投入使用, 设计装源容量 18.5PBq (50万 Ci), 1999年改为悬链积放式辐照装置, 为了提高辐照中心辐射安全防护水平, 2006年辐照中心为辐照装置配备了一套大规模自动控制系统, 该控制系统通过改进已经满足国家环保部对辐照装置十五条安全要求, 现对我所辐照中心的控制系统作一个简要的介绍。图 1是控制系统的结构示意图, 系统主要包括上位机计算机系统、下位机 PLC、模拟量输入、操作开关网络、报警开关网络、运行状态指示灯、执行设备等组成。

上位机采用易控软件和下位机 PLC通信, 下位机 PLC采用施耐德 TWDLCA40DRFPLC作为主体控制器, TWDD-D B2DK TWDDDO32TK TWDDDO16TK TWDDAM3HT作为数字 I/O输入输出和模拟输入的扩展模块, 系统共有 56个数字输入点, 64个数字输出点及 4路模拟量输入, 可以满足中小型辐照装置的安全设置要求。

操作开关只要包括工作启动及停止、悬链运行及停止、风机开启及停止、水泵启动及停止、故障解锁等开关, 报警开关主要包括防人误入开关、拉线开关、复位开关、贮源井水水位开关、固定式报警报警开关、执行设备运行情况反馈开关等, 执行机构包括悬链电机、升源电机、风机电机、水泵电机, 运行状态模拟输入包括固定式剂量仪输入、源高度输入, 系统操作分计算机界面操作和操作面板按钮操作两种方式, 两种操作方式

互不干扰。

1.2 控制系统电源电路及改进 控制系统电源电路如图 2所示, 整个电路包括电源开关、整流部分及电源插座, EPS为上位机电脑, 监控系统及 PLC提供稳定电源, 24V直流电源为 PLC提供输入公共电压及输入公共接地, 由于系统电源接线在旧系统线路通过改造的得到, 本系统电源电路在实际接线及应用中存在以下缺陷。

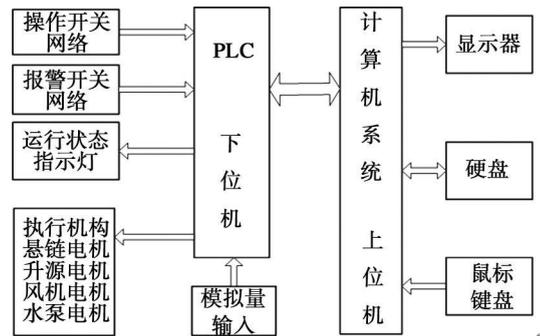


图 1 控制系统结构图

1.2.1 电路分支存在缺陷 QF8 控开和 EPS 之间有支路, 图中未给出, 由于电线进墙, 开始没有发现, 分支电路中接有两个插座, 插座在职工休息间, 而 QF8 为额定电流为 20A 的控开, 因为职工休息间经常使用大功率电器, 所以经常导致 QF8 跳闸, 而影响系统供电的稳定性, 通过去除电路分支, 设备运行稳定。

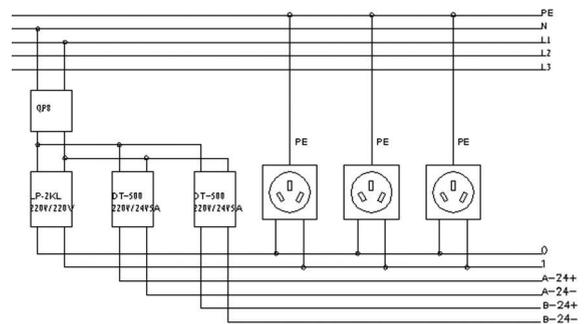


图 2 控制系统电源电路

1.2.2 光电开关供电问题 我所辐照中心控制系统使用的光电开关都是交流五线制的, 工作电源电压为 220AC, 由于控制系统是后期改造的, 施工人员对供电电路没有作统一思考, 光电开关也非由图 2 中的 EPS 供电, 而是在由供电控制柜中的另一支路供电, 并没有受 QF8 控制而由其他控开控制, 如果其他

作者单位: 湖北省农业科学院农产品加工与核能技术研究所, 湖北 武汉 430064

作者简介: 邱建辉 (1979~), 男, 湖北人, 研究生, 研究方向: 辐射防护安全。

控开因某种原因跳闸或损坏, 整个系统光电开关将全部停止工作, 而设备却在光电全部失灵的情况下继续运行, 使设备存在重大安全隐患, 为了消除此类安全隐患, 所有光电开关应由图 2 中的 EPS 供电, 这样就保证了光电开关和控制系统供电的一致。

1.3 HLC 输入回路及改进

1.3.1 PLC 输入回路问题 图 3 给出了输入回路的部分电路, 采用源极输入, 从 SA1 到 SA11 分别为手/自动选择、紧急停止、工作启动、工作停止、1号风机启动、1号风机停止、2号风机启动、2号风机停止、水泵启动、水泵启动、放射源下降及放射源停止, 未给出部分主要是安全连锁输入, 安全连锁基本满足环保部对辐射装置 15 条安全要求。但经过一年的辐照中心安全防护工作, 结合生产的实际出发考虑, 本人认为还需增加以下五条安全连锁:

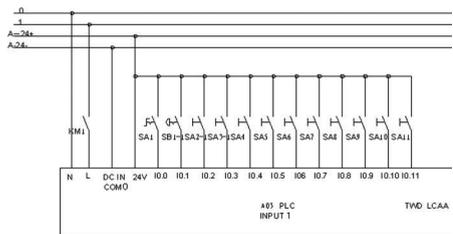


图 3 输入回路部分电路

1.3.1.1 辐照大厅照明开启与放射源升降的连锁 辐照大厅照明和升降源系统没有连锁, 辐照大厅内照明亮时悬链可运行放射源可升起, 通过电路改进, 实现辐照大厅照明与放射源升降连锁, 只要照明灯开时悬链不可运行, 射源不可升起, 可避免人员误留时源升起, 平时设备运行时, 只要辐照大厅照明灯开时, 设备立即停止工作, 射源下降, 提高设备安全性。

1.3.1.2 护源架防撞装置与放射源升降的连锁 我所辐照中心安装了护源罩, 护源罩跟辐照装置的主骨架牢牢的固定在一起, 护源罩内每隔 30 cm 有一根防护杆支撑。但我们用的单板源, 货柜在源板两侧需要翻面, 由于输送自身精度不够导致偶尔货柜翻面不到位, 而直接撞向护源架, 降低设备的安全性, 为了避免这种碰撞, 为设备添加了护源架防撞装置, 并且与悬链运行及射源升降连锁, 避免货柜因翻面不到位而撞向护源罩, 提高设备全性能。

1.3.1.3 固定式报警仪辐射探头是否正常工作与放射源的连锁 我所辐照装置固定式报警仪有三个辐射探头, 分别在迷道口、货物进口及水处理间, 位于货物进口及水处理间的辐射探头与放射源升降连锁, 迷道口探头与辐照大厅人员通道门电磁锁连锁, 这些连锁功能的实现前提条件是辐射探头工作正常, 假设探头损坏, 连锁将失效, 为此增设辐射探头是否正常工作与放射源的连锁。

1.3.1.4 货柜货物超宽与放射源升降的连锁 我所辐照装置

为积放式悬挂传输系统, 在辐照大厅内同时积放六列货柜, 每列六个货柜, 如果货柜货物超宽, 六个货柜排列可能会超出允许的宽度而引起货柜被悬链挂钩误带走, 导致两个货柜走到一起而卡篮, 增加工作人员进入辐照厅次数, 通过在辐照大厅外增设货物超宽检查减少这种情况的发生。

1.3.1.5 悬链电机变频器故障与射源升降问题 悬链电机变频器用于调整电机转速, 通过调整电机转速控制悬链输送速度以达到控制货物吸收剂量, 我所辐照装置实现了悬链运行和放射源升降的连锁, 但对引起悬链停止运行因素并未考虑全面, 控制台“悬链停止”按钮可以控制悬链停止, 按下“悬链停止”按钮悬链停止, 放射源下降到安全位, 但有其他原因引起的悬链停止, 比如变频器故障引起悬链停止, 放射源并不会下降, 可能因工作人员没有及时发现而导致货物长时间静待近距离照射, 存在安全隐患, 增设变频器故障与放射源升降的连锁可避免这种情况。

1.3.2 PLC 输入回路的改进 我所辐照中心控制系统原有硬件数字输入 I/O 口全部使用, 在不增加数字输入 I/O 模块的情况下, 没有剩余 I/O 口可利用, 但本套控制系统原先采用的货物通道关门系统, 由于关门系统性能不稳定, 经常出现货柜撞门现象, 所以把货物通道关门系统改为机械式装置, 原先关门系统的自动门有两个限位开关及两个限位开关不再使用, 系统有 4 个数字输入 I/O 可再使用, 正好可用于 2.2.1 提到的 4 个连锁, 如图 4 把 I0.12, I0.13, I0.14, I0.15 分别设备辐照大厅照明灯开启、货物撞源、故障报警仪探头损坏及货物超宽信号输入。

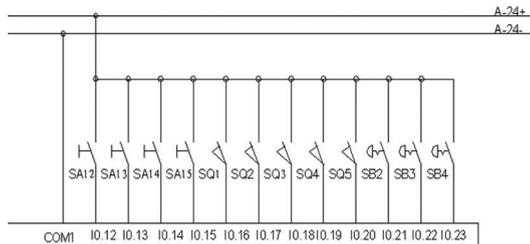


图 4 输入回路部分电路

2 总结

控制系统硬件设计的好坏直接影响控制系统稳定性, 本系统设计上基本达到安全要求, 但控制系统电源电路实际接线上及输入信号存在一些缺陷, 通过本文第 2 节所述对控制系统的改进, 进一步提高了设备的稳定性和安全性。

参考文献:

[1] 侯庆梅, 孙晓. 1985—1994 年 γ 辐照装置放射事故原因浅析 [J]. 中国辐射卫生, 1997 6(1): 16—18.

(收稿日期: 2010-06-30)