

某铜冶炼厂应急电源系统的集成设计

刘立峰

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 本文简要对比了有色冶炼厂比较常见的应急供电设备及非电保安措施,分析了目前工程实践中存在的主要问题,借助 PLC 和生产分布式控制系统实现应急电源系统的一体化监控和设备健康管理,提升了应急供电系统的可靠性和可控性。

[关键词] 应急电源;非电保安措施;一体化监控;健康管理

[中图分类号] TF811 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1003-8884(2022)01-0060-05

DOI: 10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2022.01.015

1 现状

1.1 应急电源系统的构成

有色冶金化工企业中由于中断供电造成人员伤亡或重大设备损坏或发生中毒、爆炸和火灾等安全事故的负荷,称为一级负荷中特别重要的负荷^[2]。按照国家相关规范要求,对一级负荷中特别重要负荷的供电应按要求配置双重电源供电,并应增设应急电源,并严禁将其他负荷接入应急供电系统。应急电源的配置应依据一级负荷中特别重要负荷的负荷类型、设备功率、允许停电时间、停电影响等,综合考虑可靠、合理、经济性进行设计。

根据项目所在地供电电源情况,能够正常连续稳定地为项目所有用电负荷提供电能的电源称为主电源。正常供电电源发生断电时,能够满足项目一级负荷中特别重要负荷供电的独立电源称为应急电源^[4]。同时,通常还需要结合工艺需求及现场实际情况,设置非电保安措施。

应急电源:主要包括柴油发电机组、EPS 电源、UPS 电源、直流蓄电池等。

非电保安措施:不以电能为媒介,为保证系统安

全,采取的非电性质的应急手段和方法。冶炼厂常见非电保安措施包括为工业炉窑水套冷却提供应急供水的高位水箱,为炉体循环水系统冷、热水泵设置的应急柴油泵等。

1.2 常见应急电源及比较

柴油发电机组是目前工程中最常见的应急电源,适用于允许中断供电时间大于 15 s,负荷功率较大、应急供电时间较长的负载^[1]。由于柴油发电机组容量选择范围大,可并机运行,连续供电时间长,因此应用广泛。

应急电源 EPS (Emergency Power Supply),主要由整流充电装置、蓄电池组、逆变装置、ATS 互投装置等构成。正常时通过整流充电装置将交流电整流成直流电给蓄电池组充电,应急工作时采用 SPWM (交流脉带调制)技术,通过逆变器将蓄电池直流电转换成交流电,为应急负载提供持续稳定的交流电源。一般适用于允许中断供电时间为毫秒级(不大于 100 ms)电机等电感性负载或应急照明负载^[5]。

直流电源(DC Power)采用蓄电池储能,通过直流母线为直流设备供电,常用于直流电机、中高压系统控制和操作电源等。

不断电电源 UPS (Uninterrupted Power Supply),当市电停电时能够无扰切换,持续为负载提供电源的设备。主要用于为生产控制系统、信息管理系统、数据中心等提供电源。

EPS、UPS、直流电源称为静态储能型电源。

1.3 目前应急电源系统运行存在的问题

目前,有色冶炼厂规模越来越大,重要一级用电

[收稿日期] 2021-10-12

[作者简介] 刘立峰(1980—),男,湖南衡山人,高级工程师,硕士,主要从事有色工程电气与控制系统设计与研究、设计管理工作。

[引用格式] 刘立峰.某铜冶炼厂应急电源系统的集成设计[J].有色设备,2022,36(1):60-64.

表1 常见应急电源的技术经济比较

应急电源种类	供电容量	工作方式	持续供电时间	切换时间	切换方式	使用寿命	成本	适用范围
EPS	0.5 ~ 800 kW	冷备、热备	30 ~ 120 min	0.1 ~ 2 s	ATS	20 年左右	造价较高	应急照明负载、电机负载、电容性负载以及混合负载,带载能力强
柴油发电机组	2.5 ~ 2 500 kW	冷备、热备	标准条件 12 h	5 ~ 30 s	ATS 或 手动	一般 10 年以上	成本低、辅助设施、运行费用高	自备电源、应急供电电源
UPS	< 800 kW	在线、热备	10 ~ 30 min	< 10 ms	在线或 STS	一般 5 ~ 8 年	造价高	数据中心、生产控制系统电源
EPS + 发电机	2.5 ~ 800 kW	冷备、热备	标准条件 12 h	0.1 ~ 2 s	ATS 或 手动	20 年左右	造价较高	应急照明负载、电机负载、电容性负载以及混合负载

设备多,布局分散,应急电源系统较复杂。各应急电源设备基本采用单体控制,设备的关键状态参数没有得到有效监视与控制、主要依靠人工巡检和记录,日常维护工作量大。归纳起来主要表现为:

(1)柴油发电机组启动信号单一,启动的可靠性和灵活性不足。柴油发电机组应实现供电范围内承担的所有重要一级负荷的可靠、灵活应急供电。但目前冶炼厂柴油发电机组的控制未纳入生产控制系统,自动化水平较低。普遍采用 10kV 配电站系统失压或应急负荷所在变电所进线柜失压信号,或全厂失压信号,通过硬接点控制柴油发电机组的启停,导致柴油发电机组易出现启动响应不及时、不可靠现象。

(2)应急电源系统没有集成统一的控制平台。柴油发电机组、EPS 电源、直流电源、UPS 电源及其他非电保安设备的状态信息彼此独立,不便于系统间的协同和管理。

(3)应急电源装置的缺乏健康监视管理:柴油发电机、柴油泵、EPS 电源、直流电源蓄电池等关键设备重要状态信号未实现系统监控,未形成统一、有效的状态监测,需要依赖人员日常巡检,增加了现场维护人员的工作量。一旦需应急使用时,可能出现因设备维护不到位而无法可靠启动。

2 应急电源系统的系统集成设计

某年产 15 万吨阳极铜冶炼项目采用艾萨熔炼、转炉吹炼、阳极炉精炼,含硫烟气制酸工艺,项目重要一级负荷包括^[3]:(1)锅炉汽包供水、炉壁冷却供水设备;(2)PS 转炉直流应急传动设备;(3)熔炼、

吹炼炉水套冷却供水设备;(4)中压系统控制及操作电源;(5)生产控制系统。

应急负荷清单及应急电源的配置如表 2 所示。

为满足重要一级负荷的供电要求,在鼓风机房内设置 1 台 400 V、1 200 kW 柴油发电机组,为表 2 中主要负荷提供应急电源。

在阳极精炼工段设置一套 EPS 电源装置,为阳极炉事故电机提供应急电源。

在吹炼工段设置三套直流电源和三套 EPS 电源装置,分别为 PS 转炉事故电机、转炉密封烟罩提供应急电源。

给排水专业为炉体冷/热水泵设置柴油水泵及高位水箱(储存约 5 ~ 15 min 冷却用水量)。

10 kV 配电站各设置一套交直流一体化电源。

生产过程控制系统设置在线式 UPS 电源。

在这些应急电源中柴油发电机为主要应急电源,供电范围涉及 4 个变电所和 MCC 站,图 1 为柴油发电机组应急供电单线图。

为实现对重要一级负荷供电的快速可靠响应,对各应急电源装置实现有效监控,本项目采用了以 PLC 为核心的分布式控制系统来实现对用电设备、应急电源装置统一监控和管理。

3 系统架构

通过基于 PLC 的分布式网络架构,通过生产控制系统采集全厂 10 kV 配电站、相关车间变电所(MCC 站)母线电压信号、柴油发电机组、直流电源装置、EPS 电源、UPS 电源及高位水箱、各应急用电设备的状态信号,构筑 PLC 应急电源系统实现对整

表 2 应急负荷清单及应急电源配置

子项名称	应急负荷名称	数量/台		设备功率/kW			运行时间	启动方式	允许断电时间/min	应急电源种类	后备时间	切换方式
		安装	工作	单台	安装	工作						
吹炼炉收尘变电所	热水循环泵	2	1	75	150	75	连续	DOL	5	柴油发电机	120 min	ATS
熔炼炉收尘变电所	热水循环泵	2	1	132	264	132	连续	DOL	5	柴油发电机	120 min	ATS
鼓风机房 MCC 站	罗茨鼓风机	1	1	110	110	110	连续	DOL	15	柴油发电机	30 ~ 120 min	ATS
余热电站 MCC 站	给水泵	2	1	250	500	250	连续	VSD	6	柴油发电机	120 min	ATS
吹炼工段	转炉事故电机	3	3	86	258	258	间断	电阻	≤1	直流蓄电池	5 min	在线
吹炼工段	密封烟罩	3	3	15	45	45	间断	VSD	≤1	EPS	5 min	ATS
精炼工段	精炼炉主电机	2	2	110	220	220	间断	VSD	≤1	EPS + 柴油发电机	5 min	ATS
DCS 系统	DCS 设备						连续		≤20 ms	UPS	30 ~ 120 min	在线
中高压变电站	中高压设备						间断		≤1	直流蓄电池	长期	在线

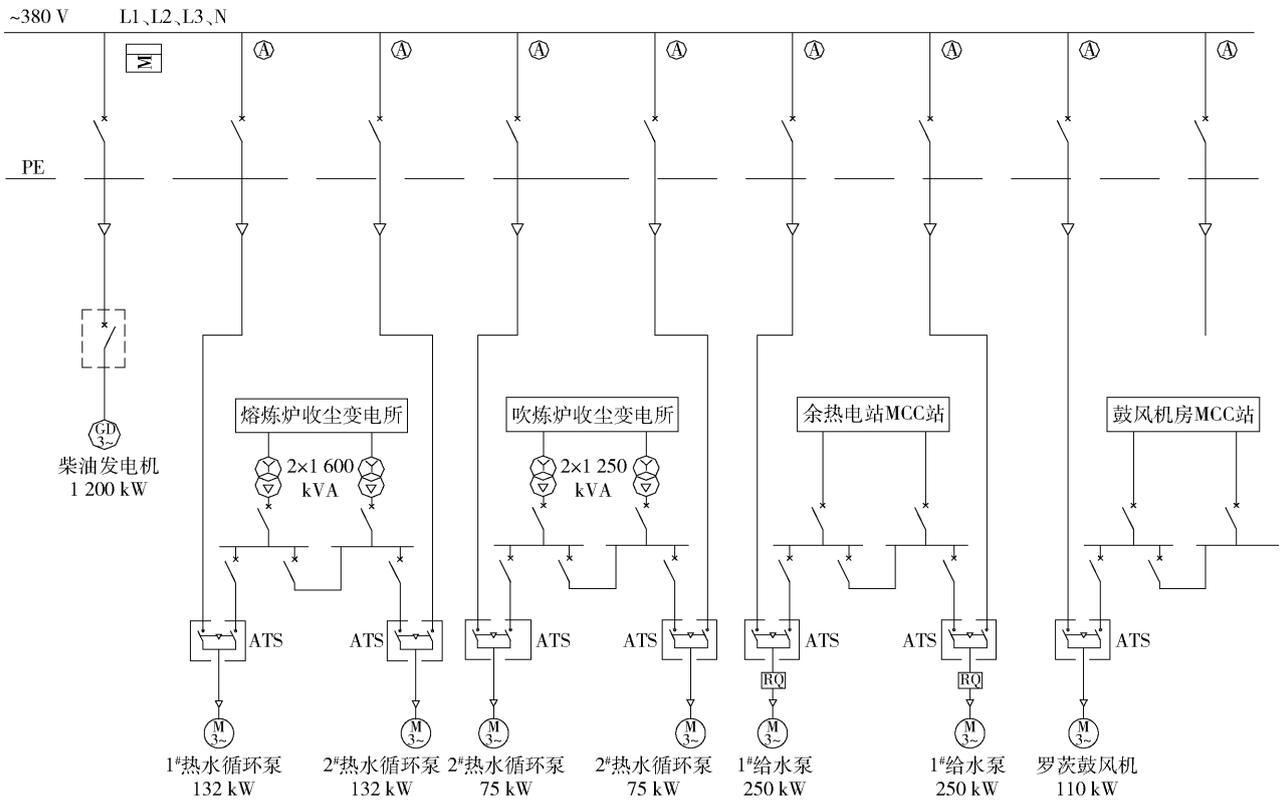


图 1 柴油发电机组应急供电单线图

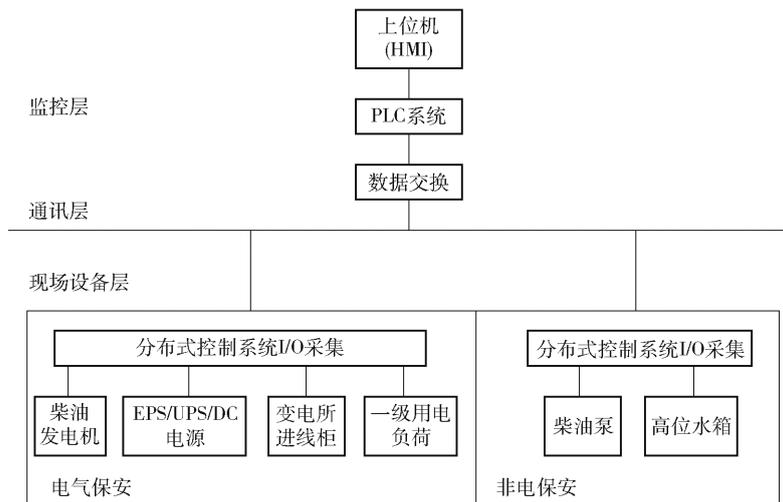


图2 应急系统框架图

个应急系统的监控管理。

本系统采用三层网络结构,即现场设备层、通讯层、监控层。

3.1 现场设备层

主要负责设备状态信号的采集和储存。对 10 kV 配电站、车间变电所、MCC 站、柴油发电机组、EPS 电源、UPS 电源、直流蓄电池、柴油泵、高位水箱、各应急负荷设备的状态信号就近接入生产控制系统,进行数据采集存储。

主要检测信号:(1)柴油发电机组:油箱油位,运行时间,柴油机状态;蓄电池组的电压、内阻、温度信号,应急段各馈线柜开关状态信号等。(2)EPS 电源:工作状态、高频充电模块、逆变器状态、直流电源绝缘检测,蓄电池的电压、内阻、温度监测。(3)直流电源:直流电源绝缘检测,蓄电池的电压、内阻、温度监测。(4)柴油泵:柴油泵状态信息,蓄电池电压、内阻及温度监测。(5)高位水箱:高位水箱液位,进/出口阀状态。(6)各 10 kV 配电站母线电压信号。(7)车间变电所、MCC 站进线电压信号。

3.2 通信层

采用星型网络结构,通过工业以太网接口实现应急电源 PLC 系统与生产控制系统的交互。

3.3 监控层

为应急电源系统控制核心。通过应急电源 PLC 系统实现对柴油发电机的启停控制,实现对应急负荷设备、EPS 电源、直流电源、UPS 电源等状态信号和运行数据的分析、健康状态展示和异常报警。

主要控制点:柴油发电机启停控制;重要负荷事

故停电时,综合判断事故类型,停电范围,根据柴油发电机启动控制策略,控制柴油发电机的启停及相应馈出开关分合,实现对全厂重要供电负荷的灵活、可靠供电。

以熔炼炉收尘变电所为例,该变电所设两台 1 600 kVA 10/0.4 kV 变压器,熔炼余热锅炉两台 132 kW 热水循环泵分别接在 I、II 段低压母线上,采用 ATS 末端投切方式,一路电源取自正常市电,一路电源取自柴油发电机房应急母线段。当 1#热水循环泵因市电断电停机时,应急控制程序自动启动 2#热水循环泵,如判断 II 段市电也断电或设备异常,应急系统将立即启动柴油发电机组,并关合相应馈出开关,通过末端投切装置(ATS)给 1#、2#热水循环泵送电,并自动启动 1#热水循环泵给余热锅炉供水。

此外,系统可根据各应急电源系统的状态监视,对各应急电源系统健康异常报警,及时提醒运维人员进行检修维护,减少因维护不到位导致的启动失败情况发生,同时减轻运维人员劳动强度。

4 结语

采用基于 PLC 的应急电源集成控制系统,可对全厂应急电源系统进行统一管理、信息融合。不仅实现了对应急电源系统及非电保安设备的一体化监控,还提高了应急供电系统的可靠性、灵活性,提升了生产供电的安全性,在实际应用中取得了良好的应用效果。

[参考文献]

[1] 中国航空规划设计研究总院有限公司等编.工业与民用

- 供配电设计手册(第 4 版)[M].北京:中国电力出版社, 2016.
- [2] GB50052—2009,供配电系统设计规范[S].
- [3] GB 50673—2011,有色金属冶炼厂电力设计规范[S].
- [4] GB/T 29328—2018,重要电力用户供电电源及自备应急电源配置技术规范[S].
- [5] 林卫东. EPS 应急电源的探讨及应用[J]. 电气应用, 2005,5:18 -21.

Integrated Design of Emergency Power Supply System in a Copper Smelter

LIU Li-feng

Abstract: This paper gives a brief comparison of emergency power supply equipment versus non-electrical security measures commonly seen in non-ferrous smelters, analyzes the main issues existing in the current engineering practice, and enables the integrated monitoring of emergency power supply system and equipment health management by virtue of PLC and production distributed control system, thereby improving the reliability and controllability of the emergency power supply system.

Key words: emergency power supply; non-electrical security measure; integrated monitoring; health management ▲

(上接第 35 页)

NC Latheing Process Design and Machining of Double-fit Parts

YANG Xu, TIAN ZHI-yong, OU Yi

Abstract: The right end of the part is a conical thread internal and external mating connection, the left end is a taper surface, ARC surface mating connection. In order to achieve the taper thread with a reasonable fit, taper surface, ARC surface with more than 70% of the requirements. Reasonable part NC Latheing process design, determine clamping scheme, choose cutting tools and cutting parameters to process qualified parts to ensure the size and quality of parts to meet the design requirements.

Key words: taper thread; NC Latheing; process design; machining ▲