

小型火力发电厂电气综合保护系统设计

顾大为

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 以 35 kV 的小型火力发电厂为例,根据当地电网的实际要求,灵活设计了电气综合保护自动化系统的各项技术指标配置方案,总结了一些火力发电厂综合保护系统的设计细节。

[关键词] 综合保护;自动化系统;火力发电厂;ECMS

[中图分类号] P271; TU271.1

[文献标志码] B

[文章编号] 1008-5122(2022)03-0053-04

DOI:10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2022.03.012

0 前言

随着当前科学技术在电力行业的发展,电气综合保护自动化系统对保证电气系统安全性和稳定性的贡献十分突出。电气综合保护系统是指通过计算机技术、信息自动化技术实现对火力发电厂或全厂运行设备的管理,从而提高对火力发电厂或变电站运行设备的管理效率,保障全厂安全稳定运行的系统。电气综合保护系统具有大数据的特性,可以在各类平台提供接口接入,同时实现对各类电动机、电动执行器的监控和调试。它是火力发电厂中非常重要的一环,可减少人力管理成本的支出,对发电厂的安全稳定生产有着极其重要的意义。

本文以山东某小型火力发电厂为例,介绍电气综合保护的电气配置方案以及需要注意的问题。

1 项目概况

山东某小型火力发电厂地处山东省中部地区。根据国家电网的批复,接入系统方案安排如下:新建的 2×18 MW 发电机组接入厂内升压站,机端电压为 10.5 kV,分别经 2 台 20 MVA 双绕组升压变压器升压后接至电厂 35 kV 母线,经新建的 1 回 35 kV 新建线路接至 220 kV 文昌变电站 35 kV 母线,以 35 kV 电压等级接入国家电网。架空线路采用 2×300 mm²

截面导线,电缆线路采用 800 mm²截面铜芯电缆,同塔双回单侧挂线,另一侧为远期工程预留。本期设置 35 kV 单母线段,预留二期联络接口。

2 工程设计

2.1 电气主接线

根据电网批复和厂内提资后的工艺要求,配置电气主接线如图 1 所示。

发电机出口电压均为 10.5 kV,出口设置断路器,且作为机组的并网开关,出口设置厂用分支向厂用电系统供电。每台发电机以发电机-变压器组接线方式接入厂内 35 kV 母线。35 kV 母线采用单母线分段接线,设 2 回主变压器进线和 1 回出线。备用端与厂用电系统 10 kV 的 1 段和 2 段设置母线分段开关。正常运行时,母联开关断开,两台 18 MW 发电机分列运行;出现事故时,母联开关手动闭合,由备用电源供电^[1-2]。

2.2 电气综合保护自动化部分

2.2.1 总体概述

根据当地电网的接入系统批复,35 kV 联络线设置光纤差动线路保护,其中光纤差动保护测控装置必须包含 3 段或 4 段可经复压和方向闭锁的过流保护作为后备保护,配置三相重合闸功能和三相操作箱。后续配置过程中,光纤差动测控装置包含光纤纵差保护、后备保护、测控功能、后备带方向等。

厂内电度表屏的关口表至少要设置 5 块:线路出口 1 块,发电机出口 2 块和主变高压侧 2 块。为了方便后续厂内电能计量优化,增设了厂用电分支 2 块,对厂用电分支也增加计量。其中电能表带独立双 485 输出,具备失压计时功能,可接引单相和三

[收稿日期] 2021-12-29

[作者简介] 顾大为(1986—),男,山东烟台人,硕士,高级工程师,主要从事市政、冶炼工程的供配电设计工作。

[引用格式] 顾大为.小型火力发电厂电气综合保护系统设计[J].有色冶金节能,2022,38(3):53-56,68.

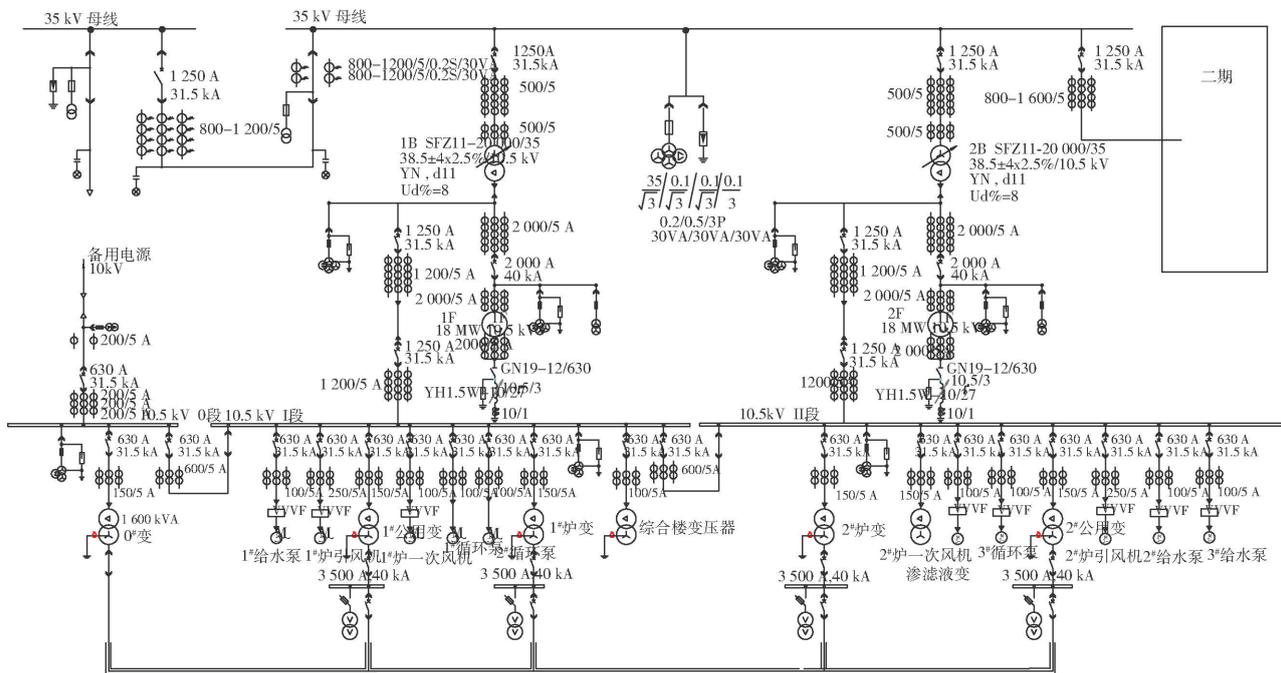


图 1 电气主接线图

相失压报警接点,在后续配置过程中,选择关口表(单表),为多功能电度表,双向,有功 0.2S 级,无功 1.0 级;发电机出口考核电度表(单表)为多功能电度表,单向,有功 0.2S 级,无功 1.0 级;主变高压侧单表为多功能电度表,双向,有功 0.2S 级,无功 1.0 级;厂用电分支多功能电度表,单向,有功 0.2S 级,无功 1.0 级。所有电度表均含失压计时器、接线盒、二次插头座、辅助电源等^[3-4]。

综合考虑,综合保护配置如图 2 所示。

2.2.2 机柜配置

为满足电网对该厂继电保护配置的要求,中央控制室机柜间的电气配置如下:

- 1) 设置主变压器保护测控屏,每台主变压器一面,屏内包含主变压器差动保护装置、高后备、低后备、非电量保护、测控以及有载调压控制装置。
- 2) 设置发电机保护屏,每台发电机一面,屏内设置差动保护、后备保护、非电量保护和测控装置。
- 3) 设置同期保护屏,设置 8 个同期点,本期使用 6 个,2 个备用。
- 4) 设置公用测控屏,其中电压采集不少于 8 路,电流采集不少于 16 路。
- 5) 设置低频低压失步解列屏,根据批复要求设置解列装置。
- 6) 设置远动测控屏、故障录波屏和试验电源柜。
- 7) 设置低压备自投装置。

8) 根据当地电网质监站的要求,设置小电流选线屏。

9) 根据厂区 10 kV 电容电流的计算,发电机中性点设置消弧线圈,故设置消弧线圈控制屏,放置于电子机柜间。

机柜配置和布置图如图 3 所示。

2.2.3 综合自动化系统

根据《火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程》(DL/T 5136—2012)中的“13.1.2:非单元制控制方式的发电厂”,发电厂的电气系统宜由 ECMS 监控。ECMS 系统采用监控方式时操作员站应按冗余配置。故本项目配置 2 套操作员站。配置后的系统组成如图 4 所示。

全厂设 1 套集成的综合自动化监控系统,集成 35 kV 保护、监控、发电机及 10 kV 保护监控系统和远动功能。全厂防误操作联锁(包括间隔内、间隔间电气设备的闭锁)功能通过自动化监控系统的测控装置和电气联锁回路实现,并辅以微机五防设备来实现各电压等级、相关电气设备间的闭锁。系统按照分层分布式结构,采用双网冗余星型拓扑方式。全厂按照电力系统的二次安防要求,采用双通道冗余方式以 E1 22Mb/s 网络接入电力系统调度数据网络。综合自动化系统按照双重化网络冗余配置,各子网通过点对点星型冗余拓扑方式接入综合自动系统^[5]。

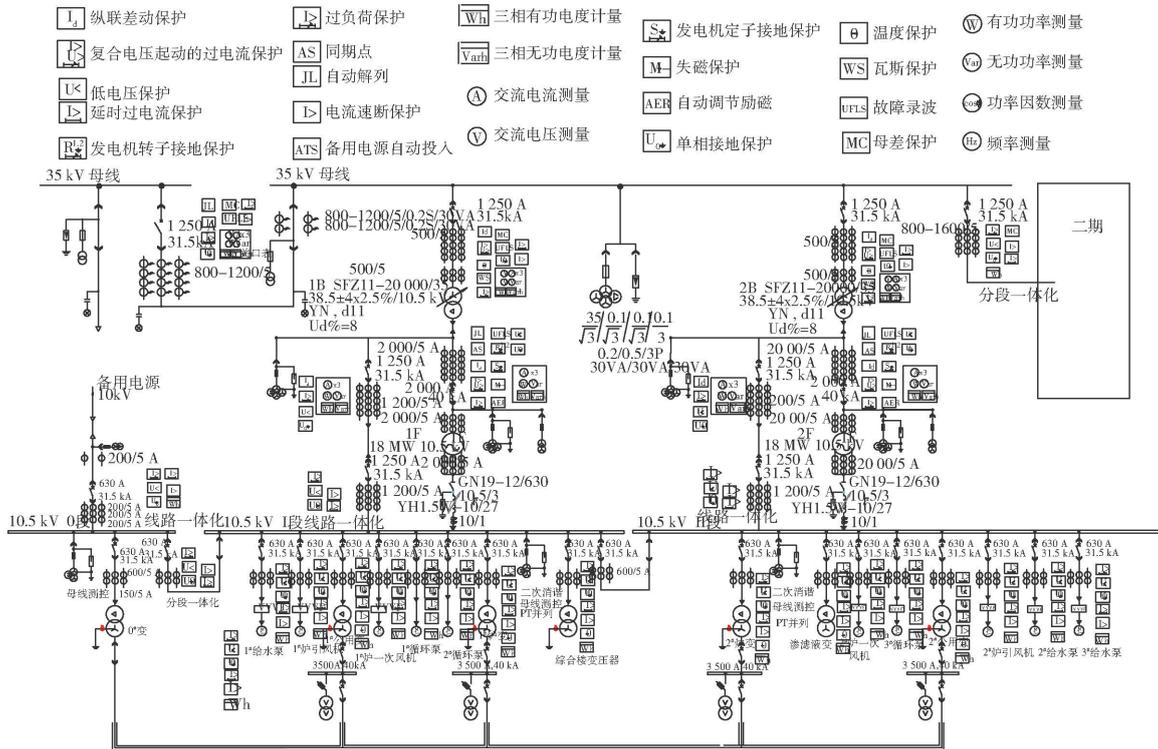


图2 继电保护及测量点配置图

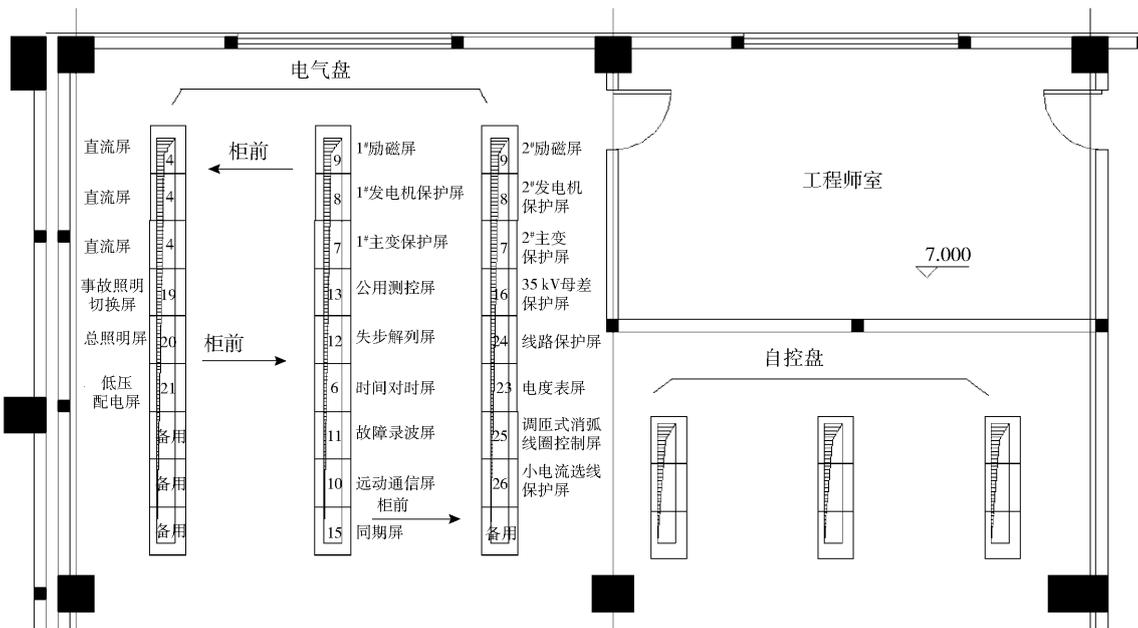


图3 中央控制室机柜间电气综布置图

1) 监控系统采用双机双向结构,由主控层、通讯控制层及现场设备层三部分组成。主控层由网络连接的数据库服务器、系统主机、工程师站等设备构成;通讯控制层由支持网络连接的交换机、智能通讯管理机等设备构成;现场设备层由现场的保护、测控装置、直流屏等其他智能 IED 设备组成。现场设备层以 RS485 总线网络接入通讯控制层设备,系统为

第三方设备预留以太网及 RS485 接口,要求第三方设备的通讯规约为 MODBUS 规约。通讯控制层整合、存储数据后,通过以太网接入网络交换机。

2) 主控层、通讯控制层的设备均组屏安装,屏柜设在主控室内。

3) 为了提高系统网络的可靠性,综合自动化系统采用双机双网冗余配置。

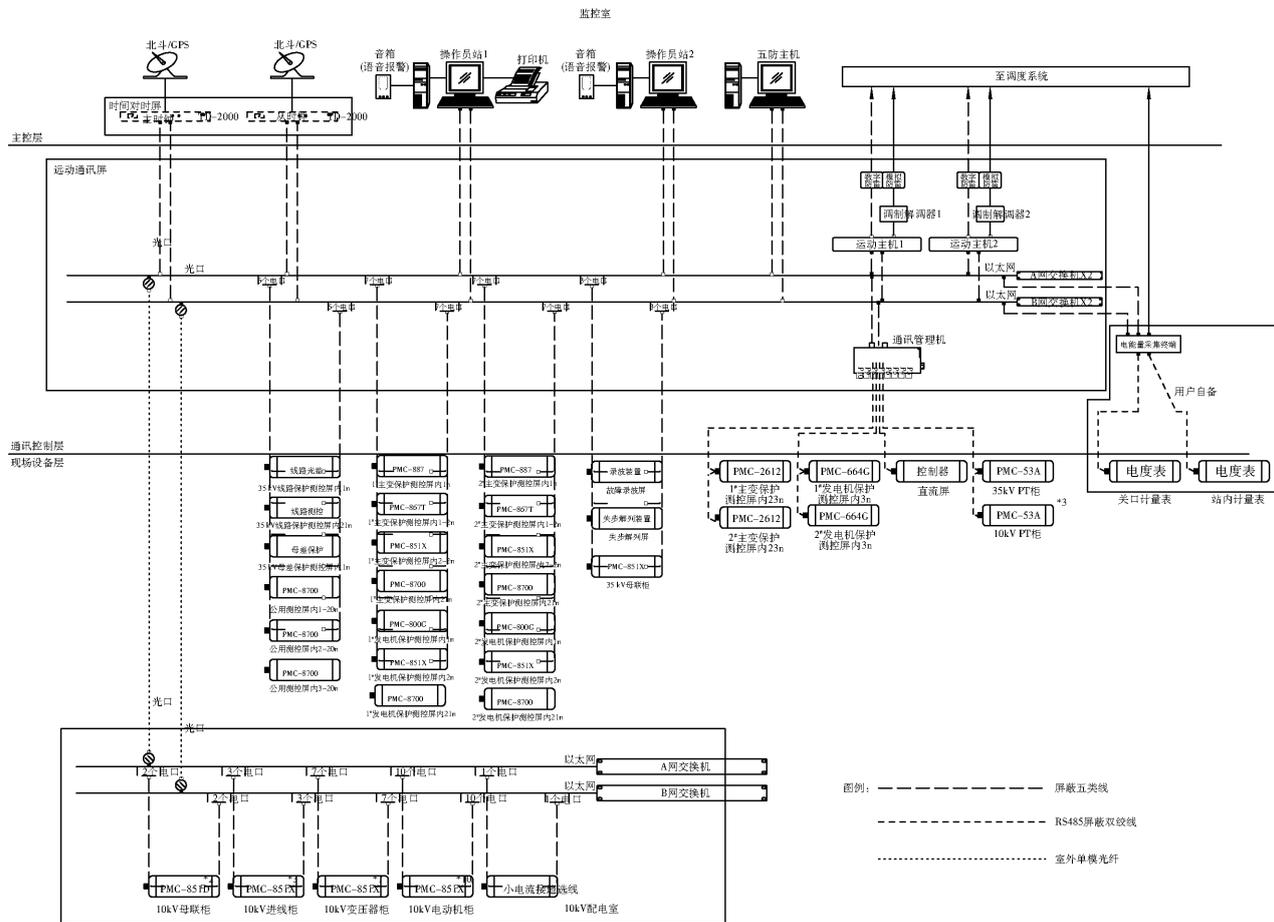


图 4 电气综合自动化系统组成

4) 35 kV 各间隔、发电机保护装置及各间隔测控装置分别采用双以太网口或双 485 口接入监控主网。

5) 10 kV 配电室配置通讯设备,安装在开关柜内。10 kV 保护装置通过双以太网口接入 10 kV 交换机,通过光纤以太网口上传数据至主控室监控系统。

6) 系统预留若干以太网口及 RS485 口用于第三方设备接入。

7) 整个系统设 1 套同步时钟,同步时钟支持 GPS 及北斗双时钟源,以及硬接线校时和网络校时。

8) 根据电力系统调度管理范围划分原则和调度自动化系统现状,配置远动通信设备。远动通信设备采用冗余配置,并采用专用装置及专用操作系统。采取“直采直送”原则,直接从 I/O 测控装置获取远动信息,并向调度端传送。变电所采用双通道冗余电力数据网通信方式向各级调度传输远动信息^[6]。

3 结束语

本电气设计方案顺利通过当地电网和电力质监站的竣工验收,满足电力批复的各项指标要求。至目前为止,该小型火力发电厂已经正常顺利生产 2 年多,一切电气技术指标正常。小型火力发电厂的电气综合保护配置工作复杂繁琐,遇到问题应结合实际情况具体分析。

[参考文献]

- [1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 继电保护和安全自动装置技术规程:GB/T 14285—2006[S]. 中国质检出版社,2006.
- [2] 水利电力西北电力设计院. 电力工程电气设计手册(电气一次部分)[M]. 北京:中国电力出版社,2018.
- [3] 国家能源局. 火力发电厂厂用电设计技术规程:DL/T 5153—2014[S]. 中国计划出版社,2014.

学院院刊, 2015, 30(4):477-483.

- [9] 陈泽雄, 张倩华, 何坤志. 工业企业搬迁遗留地块重金属污染的调查、评价及修复初探[J]. 广州化工, 2008, 36(3):62-64.
- [10] 苏畅. 关于土壤重金属污染危害分析及修复方法探讨[J]. 环境与发展, 2020, 32(3):98-99.
- [11] ZHANG W L, DU Y, ZHAI M M, et al. Cadmium exposure and its health effects: A 19-year follow-up study

of a polluted area in China[J]. Science of the Total Environment, 2014, 470-471:224-228.

- [12] 陈婧, 王博, 郭昱言, 等. 土壤重金属污染及其修复技术研究[J]. 中国环境管理干部学院学报, 2010, 20(5):66-67,72.
- [13] 周建军, 周桔, 冯仁国. 我国土壤重金属污染现状及治理战略[J]. 中国科学院院刊, 2014, 29(3):315-320,350,272.

Survey and Risk Assessment of Soil Contamination in Decommissioned Lead Smelting Site

LU Chun-yan, LIAO Heng-feng, ZHOU Zheng-wei, ZHONG Yang-yu, HU Wei-wen

Abstract: Taking a retired lead smelter as the research object, through investigating the historical changes of plots, process flow, pollution production links and site reconnaissance, appropriate sampling points were selected to conduct pollution investigation on soil, groundwater, waste residue and surface attachments of structures. Revealed by pollution survey results, the soil pollution exceedance factors are arsenic, lead, cadmium, mercury and antimony, while groundwater pollution exceedance factors include arsenic, cadmium, nickel, antimony, lead, zinc, thallium, cobalt, beryllium and other heavy metals and fluoride. This is related to pollutant discharge, leak and spill, fugitive matters as well as unplanned land-fill of slags and other activities in historical production process. The risk assessment results show that arsenic, cadmium, mercury and lead are higher than the risk control limit of the site soil, exceeding the acceptable level and posing health risks. The recommended remediation targets for arsenic, cadmium, lead, mercury and antimony are 60 mg/kg, 79.6 mg/kg, 1 327 mg/kg, 38 mg/kg and 180 mg/kg respectively.

Key words: heavy metal pollution; soil pollution; groundwater pollution; decommissioned lead smelter; contaminated site survey; health risk assessment

(上接第 56 页)

- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 电力装置的继电保护和自动装置设计规范:GB/T 50062—2008[S]. 中国计划出版社, 2008.

[5] 国家能源局. 继电保护和安全自动装置通用技术条件:DL/T 478—2013[S], 2013.

[6] 国家能源局. 火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程:DL/T 5136—2012[S], 2012.

Design of Integrated Electrical Protection System for Small Thermal Power Plant

GU Da-wei

Abstract: Taking 35 kV small thermal power plant as an example, according to the actual requirements of the local power grid, the technical indicators configuration scheme of the electrical comprehensive protection automation system was flexibly designed, and some design details of the comprehensive protection system of thermal power plants were summarized.

Key words: comprehensive protection; automation system; thermal power plant; ECMS