

# 有色金属冶炼厂余热电站的电气设计

卞海林

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 余热电站的电气设计直接影响其最大效能。本文对有色金属冶炼厂余热电站的电气主接线、并网点的选择、继电保护和自动化装置等进行了详细阐述。

[关键词] 有色冶炼; 余热发电; 主接线; 并网; 继电保护

[中图分类号] TF083.1 [文献标志码] B [文章编号] 1672-6103(2015)01-0036-03

## 1 工艺概述

为了充分利用火法冶炼过程中产生的蒸汽,绝大部分新建的有色金属冶炼企业都要求建余热电站,以降低企业的综合能耗,提高企业的社会和经济效益。

余热电站由汽轮发电机组及辅机,循环水冷却系统等组成。有色金属冶炼企业的余热电站多采用凝气式或背压式汽轮发电机组。余热电站的发电能力取决于冶炼工艺及其规模,如某 6 万 t/a 铅冶炼项目配置一台余热发电机组(1 × 8 825 kVA),某 30 万 t/a 铜冶炼项目配置 2 台余热发电机组(2 × 11 MVA),某 40 万 t/a 铜冶炼项目配置 3 台余热发电机组(2 × 12 875 kVA + 1 × 3 077 kVA)。

## 2 发电机组成套装置

目前,有色冶金企业采购的余热发电机组多为进口成套设备。该设备主要由透平机、齿轮箱、发电机、油系统及其仪控装置、中压配电装置及其监控保护系统等组成。厂家自带的控制系统测控和保护原理如图 1 所示,可以完成励磁、同期、继电保护、电能计量、联锁控制等功能。

发电机组成套装置与外部接口的技术参数及其监控保护系统的功能如下:

(1) 出口电压:一般与企业内部中压配电电压相同,如 6 kV 系统发电机的出口电压为 6.3 kV, 10

kV 系统发电机的出口电压为 10.5 kV。

(2) 频率:与企业所在电网一致,国内项目一般为 50 Hz。

(3) 中性点接地方式:由于国内有色冶金企业 10 (6) kV 系统的中性点多采用消弧线圈接地方式,因此发电机的中性点为全绝缘设计,经过避雷器接地。

(4) 励磁:采用 AVR 自动励磁调节系统,通过监测发电机运行工况的变化,能自动调节励磁电流,维持发电机机端电压的稳定,调节无功功率的输出。

(5) 同期控制:发电机组同期点设置在出口断路器的两侧,通过自动同期和频率调节继电器、同期检查继电器、同期选择开关来实现自动同期控制。

(6) 继电保护:设置多功能发电机保护装置,具有复合电压起动的过电流保护、电流速断保护、复合电压起动的过电流保护(反时限)、过载保护、不平衡负载保护、差动保护、欠励保护、逆功率保护、正向功率检查、欠电压保护、过电压保护、频率保护、过励保护、定子接地故障保护(90%)、接地故障诊断、断路器故障保护、相序检查等功能。

(7) 测量表计:电流表(3 相,发电机)、功率因数表(发电机)、有功功率及电度、双电压表(发电机/系统)、双频率表(47 ~ 53 Hz,发电机/系统)、同期表、透平机转速表、电池电压表(0 ~ 40 V)、电池电流表(0 ~ 40 A)等等。

(8) 联锁控制:自带 PLC,在线实时监测透平机组内轴承、齿轮的振动和温度,蒸汽的温度和压力、油压和油温、透平机的转速、发电机定子温度、轴承温度和振动等一系列关键状态量,当参数超过正常设定值时,发出预警或联锁跳闸信号,对整套机组进

[作者简介] 卞海林(1983—),男,湖北宜昌人,工程师,主要从事有色金属冶炼的供配电设计工作。

[收稿日期] 2014-04-27

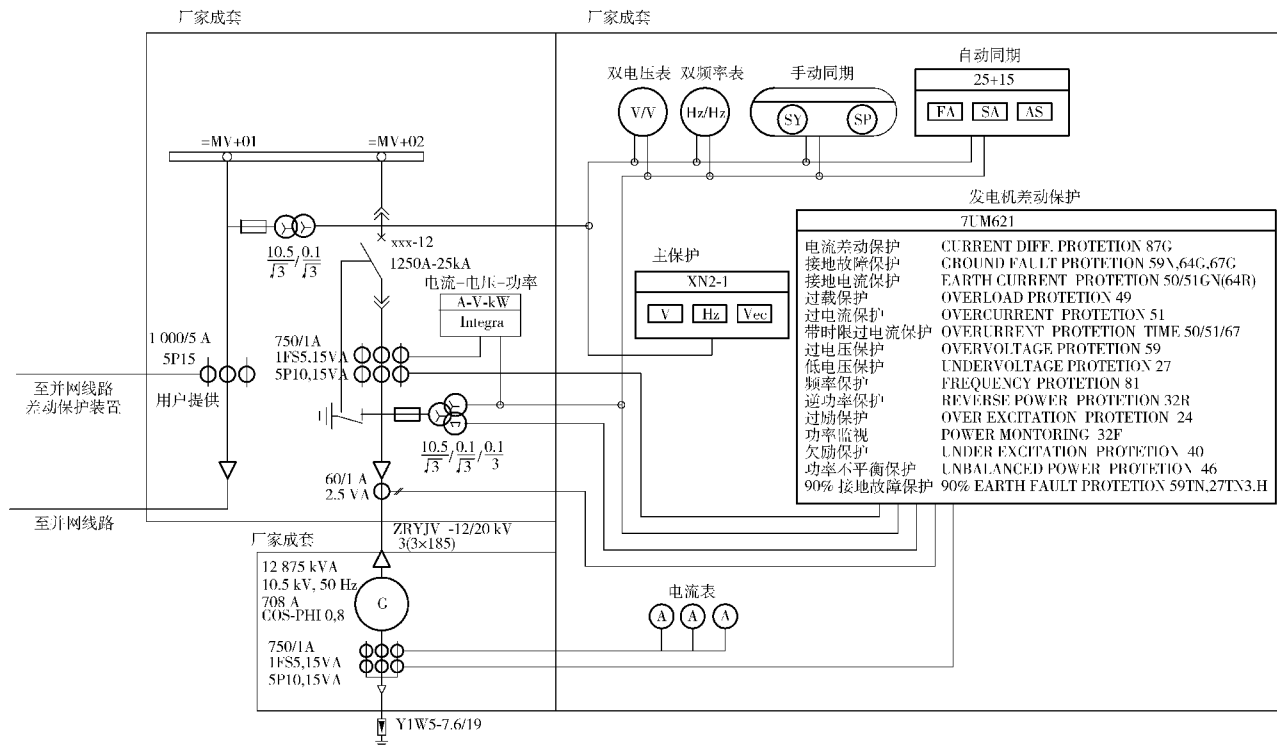


图1 发电机组测控及保护原理图

行仪控保护。

(9) 计算机控制系统(中方配套): 在余热发电站内设置计算机控制系统, 用于监控余热锅炉、汽轮发电机、余热电站循环水系统。

### 3 接入电力系统要求

余热发电量需要单独计量, 并直接传输至电力调度中心。电气工程设计中需要在并网回路设置计量专用电流互感器(0.2 s)和电压互感器(0.2), 并设置专用电能计量表(I类)和电能采集装置。

当外方成套电控与电网要求(如频率保护、电压保护)不相符时, 宜在并网线路加装发电机继电保护装置。

当电气主接线复杂时, 宜设置综合保护屏(含自动准同期装置、失步解列装置、频率电压紧急控制装置等)。

### 4 电气主接线和并网方案

余热电站依附于冶炼厂, 并网于企业内部电网, 电能完全消耗于企业内部。余热电站并网点的选择除考虑机组的出口电压、容量、台数, 以及电力系统要求以外, 还需要考虑企业总平面布置、用电负荷分

布等诸多因数。下面以典型工程为例, 对以下三种电气主接线方式及并网方案进行分析。

#### 4.1 在中压配电站并网

某6万t/a铅冶炼厂内设3个10kV配电站, 6回10kV电源引自锌厂总降压变电所(已建)。铅厂蒸汽与原锌厂蒸汽并网后发电, 余热电站建于铅厂内, 余热电站距离总降压变电所约为800m, 余热电站内设置一套发电机组(1×8825kVA)。电气主接线如图2所示。

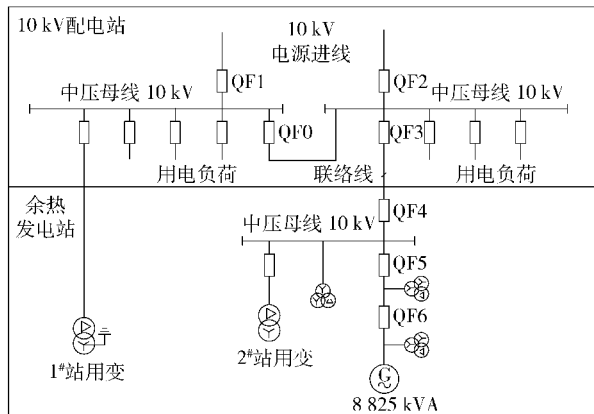


图2 在中压配电站并网

该并网方式主要适用于发电容量小, 可并网至

就近 10 kV 配电站的工程。其主要优缺点如下：

(1) 余热发电电量在该中压配电站内就地消耗，潮流流向较为合理，能有效减少功率损失和压降。

(2) 并网线路距离较短，电缆投资少，更经济。

(3) 发电机至用电负荷所在母线有 4 个断路器，发电机至总降压变电所 10(6) kV 母线有 6 个断路器，继电保护整定和时限配合较为困难。

### 4.2 在总降压变电所并网

大型有色金属冶炼企业用电负荷较大，同时为了保证供电可靠性，外部供电电源宜为 35 kV 及以上电压等级输电线路(至少 2 回)，企业需要建设总降压变电所。

当余热发电量较大，就地消耗较为困难时，宜选择在总降压变电所内并网。

#### 4.2.1 余热发电机组直接并网

某 30 万 t/a 铜冶炼厂内总降压变电所的建设规模为 2 回 110 kV 进线、2 台 110/10 kV, 40 MVA 主变。余热电站内设有 2 套 11 MVA 发电机组。电气主接线如图 3 所示。

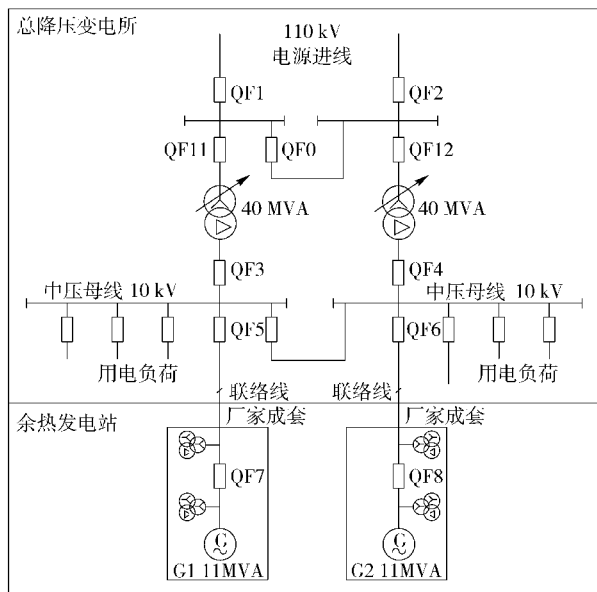


图 3 在总降压变电所直接并网

该并网方式主要适用于余热发电容量大，余热电站周围用电负荷小的工程。其主要优缺点如下：

(1) 主接线简单，每台机组独立并网，管理和调度相对容易。

(2) 发电机至总降压变电所 10(6) kV 母线只有 2 个断路器，继电保护整定和时限配合较为容易。

(3) 全部发电量输送到总降压变电所，再从总降压变电所分配到中压配电站。潮流流向不合理，存在迂回，导致电能损失和压降较大。

(4) 余热电站一般距离总降压变电所较远，并网线路较长，并网电流大，导致电缆投资较大。

#### 4.2.2 余热发电机组间接并网

某 40 万 t/a 铜冶炼厂内总降压变电所的建设规模为 2 回 110 kV 进线、2 台 110/10 kV, 63 MVA 主变。余热电站内安装了 3 套余热发电机组 (2 × 12 875 kVA + 3 077 kVA)，在余热电站内设置 10 kV 配电站，在该配电站内就地消耗部分电能，剩余发电量并网至总降压变电所。电气主接线如图 4 所示。

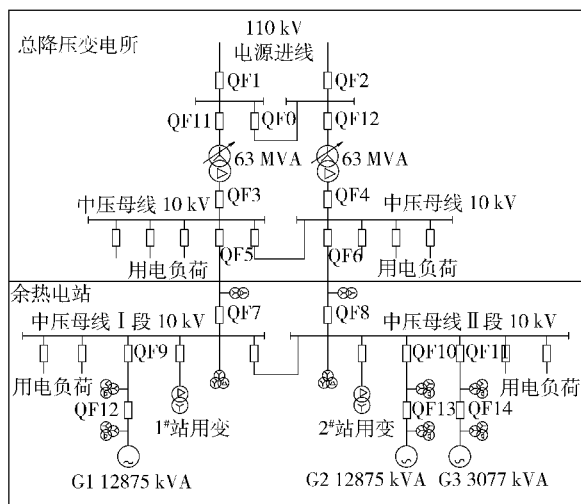


图 4 在总降压变电所间接并网

该并网方式主要适用于余热发电容量大，余热电站周围用电负荷也较大的工程。其主要优缺点如下：

(1) 余热电站内为单母线分段接线，正常情况下 G1 并网到 I 段，G2、G3 并网到 II 段；当某回并网线路故障时，所有发电机组可以通过另一条线路并网，即两条并网线路互为备用。

(2) 余热电站内就地消耗大部分电能，潮流流向最为合理，并网线路上输送功率小、损耗也小。

(3) 并网线路既作为受电线路又作为输电线路，其计量以及保护配置较为复杂。

## 5 结束语

余热电站电气设计是一个系统工程，其主接线和并网方案应根据工程的实际情况，从多方面进行技术经济比较论证，择优选取。

钛一反萃,制备出氧化钪含量 25% 以上的粗钪产品,该产品易于制备高纯氧化钪。

包钢尾矿中含有一定量的放射性元素,尤其尾矿中 Th 的含量达到了工业回收级,充分回收尾矿中 Th、U 等放射性元素,减少环境污染,同时提高包钢尾矿资源综合利用率非常必要。

[参考文献]

[1] 刘翹楚,薛济来,朱骏. 钾冰晶石-氧化钪体系铝热还原反应过程的研究[J]. 有色金属(冶炼部分), 2013, (3):24-27.

[2] 杨庆山,陈建军,陈卫平. 铝热还原 Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 制备 Al-Sc 中间合

金[J]. 稀有金属与硬质合金, 2007, (2):5-7.

[3] Y-H Choi, S-H Lee, J-Wackerl, et al. Fabrication of scandia-stabilized zirconia electrolyte with a porous and dense composite layer for solid oxide fuel cells[J]. Ceramics International, 2012, 385: S485-S488.

[4] 傅世业. 应加强钪的应用研究[J]. 有色金属(冶炼部分), 1985, (2):61.

[5] 池汝安,王淀佐. 稀土选矿与提取技术[M]. 北京:科学出版社, 1996.

[6] 徐光宪. 稀土[M]. 北京:冶金工业出版社, 1995.

Study on crude scandium oxide extraction from tailings of Baogang beneficiation plant

SU Zheng-fu, BAO Xin-jun, WANG Zhi-jian, LIU Ji-bo, WU Xi-tao, DENG Zhi-jun

Abstract: The Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> was effectively separated from tailings of Baogang beneficiation plant by processes of CaCl<sub>2</sub> + NaCl + powder mixed roasting and hot concentrated hydrochloric acid leaching, The contents of scandium oxide in crude scandium oxide production reached above 25% when leached liquor was treated by the process of iron powder reduction-P204 solvent extraction-multistage washing entrainment-multistage washing titanium-stripping.

Key words: Baogang tailings; roasting; leaching; Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

(上接第 38 页)

Electrical design for exhaust heat power station of nonferrous metals smelter

BIAN Hai-lin

Abstract: The electrical design directly influences the highest efficiency of exhaust heat power station. The main electrical connection, selection of grid-connection point, relay protection and automation equipments of exhaust heat power station of nonferrous metals smelter were introduced in detail in this paper.

Key words: nonferrous metals smelting; power generation with exhaust heat; main connection; grid-connection; relay protection

欢迎订阅 2015 年《中国有色冶金》

《中国有色冶金》国内外公开发行,国际刊号:ISSN1672-6103,国内刊号:CN11-5066/TF。大 16 开,双月刊,常年办理征订业务,每期 18 元/份,全年 108 元/份(含邮费)。

订购办法:

(一) 邮局直接汇款。地址:北京市复兴路 12 号(邮编:100038)  
 单位:中国有色工程有限公司期刊杂志部  
 收款人:《中国有色冶金》编辑部

(二) 银行汇款。开户名:中国有色工程有限公司 开户行:建行金安支行  
 帐号:11001029200056000502

咨询电话:63936351