

垃圾焚烧电厂电气二次系统的抗干扰接地设计

电气二次系统的抗干扰接地对于保障系统的安全稳定运行和系统设备的保护有十分重要的作用。以垃圾焚烧电厂的一个实际工程为例，详细介绍了该工程内电气二次系统抗干扰接地的设计方案，并以此提出了垃圾焚烧电厂中电气二次系统抗干扰接地的有效实施措施。

王春艺 焦见杰/中国航空规划设计研究总院有限公司

0 引言

接地系统对于人身安全、设备安全的重要性众所周知，各类项目中对于保护接地也形成了较为成熟的设计方案。随着电子元器件的广泛应用，对于电气二次系统的工作环境有了更高的要求（此处所说的电气二次系统是指垃圾焚烧电厂中与继电保护相关的采集、测量、分析和控制系统等）。二次系统的抗干扰接地，作为保障二次系统安全稳定运行第一道屏障，引起了业界工程师们越来越多的关注，但具体做法尚未形成共识，更未见对于垃圾焚烧电厂项目的研究探讨。本文以垃圾焚烧电厂的实际工程为例，详细介绍了该工程内电气二次系统抗干扰接地的设计方案。



王春艺/助理工程师

关键词/Keywords

垃圾焚烧 ·
二次系统 ·
抗干扰接地 ·
等电位接地网 ·

1 项目概况

该垃圾焚烧电厂项目的配置为4炉2机，配置有两台25 MW的汽轮机配套两台30 MW的发电机，汽轮发电机出口设发电机断路器，电厂厂用电源由汽轮发电机出口引接。由于装设了发电机断路器，发电机与系统并网运行前，厂用电源由110 kV系统倒送电获得。厂内设置

有升压站，在室外设置两台主变压器将10 kV升压至110 kV。电厂内的110 kV配电装置采用单母线接线，通过1路110 kV并网线接入所属区域内的220 kV变电站的110 kV备用间隔。

本项目的二次系统分布如图1所示。

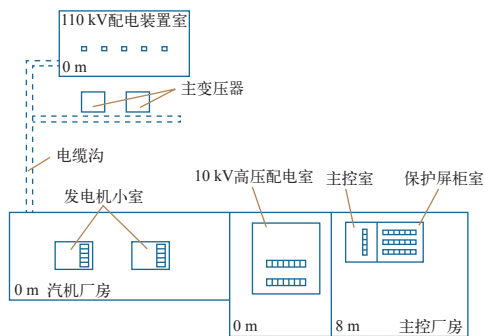


图1 垃圾焚烧电厂项目二次系统布置示意

如图1所示本项目的二次系统主要分布在以下几个区域：①控制室区域：包括主控室和保护屏柜室各系统的屏柜；②10 kV高压配电室：包括厂内10 kV高压开关柜；③发电机小室区域：包括发电机10 kV高压开关柜、发电机就地端子箱等；④升压站区域：包括室内GIS汇控柜及室外主变压器就地端子箱。

2 抗干扰接地系统设计

电气二次系统抗干扰接地属于功能性接地，主要有两个目的：一是为逻辑信号系统提供一个稳定的参考零电位；二是对电气二次系统产生的干扰电流起到泄流的作用，抑制外来电磁干扰对电子设备的影响。

目前垃圾焚烧电厂中的二次系统多采用微机综合保护等电子装置，对电磁

干扰的反应较为敏感，且在电厂的实际环境中存在有各种各样的干扰源，例如操作过电压、短路故障过电压、雷电过电压和对讲机等通信设备的电磁干扰等，将电气二次系统的公共端在设备侧与一次系统分离，采用独立的抗干扰接地系统，并在远端再与主接地网可靠连接，可有效地抑制一次系统的干扰，为二次系统的安全稳定运行提供了保障。

对于电气二次系统的抗干扰接地，已有很多规范和文件提出了要求。《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》中“防止接地网和过电压事故”第14.1.1.9条指出：“变电站控制室及保护小室应独立敷设与主接地网紧密连接的二次等电位接地网，在系统发生近区故障和雷击事故时，以降低二次设备间电位差，减少对二次回路的干扰”；“防止继电保护事故”第15.7.3，15.7.4条对抗干扰等电位接地网的做法和二次回路电缆敷设要求作了详细说明；《防止电力生产事故的二十五项重点要求》第18.8条同样指出：“应采取有效措施防止空间磁场对二次电缆的干扰”，并对抗干扰等电位接地网的做法提出了明确的要求；Q/GDW 1914—2013《继电保护及安全自动装置验收规范》附录B中提供了适用于全厂的等电位接地网连接示意图；DL/T 5136—2012《火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程》中第16.2条“抗干扰接地”同样指出了等电位接地网的要求^[1-2]。根据以上规范及文件的要求，以及本项目电气二次系统的配置情况，对本项目电气二次系统进行抗干扰接地设计。

2.1 室内区域的等电位接地网

1) 主控室及保护屏柜室下设置了电缆夹层，故在电缆夹层内按柜屏布置的方向敷设 $30\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ 的专用铜排，将该专用铜排首末端连接，形成保护室内的“目”字型等电位接地网。等电位接地网专用铜排加装低压支柱绝缘子，利用电缆夹层内的桥架支柱进行固定。如图2所示。利用一根ZRC-YJV-0.6/1 kV- $1 \times 120\text{ mm}^2$ 的铜芯电缆将本室的等电位接地网与同一建筑物内的其他二次



图2 电缆夹层内等电位接地网做法

系统等电位接地网相连。

2) 10 kV高压配电室设置在一层，高压开关柜均柜后开电缆沟，沿电缆沟按开关柜布置的方向敷设 $30\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ 的专用铜排，将该专用铜排首末端连接，形成配电室内的“目”字型等电位接地网。等电位接地网专用铜排加装低压支柱绝缘子，利用电缆沟内的桥架支柱进行固定。利用 $30\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ 的铜排将本室的等电位接地网与同一建筑物内一层的其他二次系统等电位接地网相连。

3) 发电机小室内柜前开电缆沟，在电缆沟内敷设 $30\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ 的抗干扰接地专用铜排，加装低压支柱绝缘子固定于电缆沟内的桥架支柱上。利用 $30\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ 的铜排将本室的等电位接地网与同一建筑物内一层的其他二次系统等电位接地网相连。

4) 升压站内汇控柜柜前开电缆沟，在电缆沟内敷设 $30\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ 的抗干扰接地专用铜排，加装低压支柱绝缘子固定于电缆沟内的桥架支柱上。升压站为单独的厂房，利用 $30\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ 的铜排将本室的等电位接地网与厂区二次系统等电位接地网相连。

2.2 室外区域的等电位接地网

根据本厂区二次系统的布置，在主控厂房、汽轮机厂房至升压站区域的电缆主通道内设置 $30\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ 抗干扰接地铜排，同样加装低压支柱绝缘子固定于电缆沟内的桥架支柱上。依据就近原则，在各厂房电缆沟的入口处与各厂房

的室内等电位接地网相连，实际操作时不必强制将铜排在电缆沟入厂房处设置接口，直接将铜排由室内敷设至室外即可。

2.3 开关柜、汇控柜、保护屏和端子箱等与等电位接地网的连接

二次系统的屏柜等均要求设置两个 $30\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ 的铜排：一个用作保护性接地总连接铜排；一个用作功能性二次系统抗干扰接地总连接铜排。其中抗干扰接地铜排加装低压支柱绝缘子固定在屏柜上，不得与屏柜外壳直接连接。屏柜内装置的接地端子利用 $\text{BV}-4\text{ mm}^2$ 的铜线和抗干扰接地铜排相连。抗干扰接地铜排利用一根 $\text{ZRC}-\text{YJV}-0.6/1\text{ kV}-1 \times 50\text{ mm}^2$ 的铜芯电缆与本室内的等电位接地网相连。由于发电机小室、升压站内以及室外主变压器区域的电缆沟无法形成环网，为保证等电位接地网的效果，该处的屏柜接地连接采用“手拉手”的方式，其余区域的屏柜与等电位

接地网连接采用放射式。

2.4 二次系统等电位接地网与主接地网的连接

同一建筑物内的等电位接地网与主接地网仅允许一点连接。本项目二次系统所在的各厂房间均有电缆沟相连，电缆沟由室外进入室内时设置有总等电位端子箱，在总等电位端子箱内利用低压支柱绝缘子固定一 $30\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ 的铜排，用作本建筑物的二次系统抗干扰接地总接地排。利用一根 $\text{ZRC}-\text{YJV}-0.6/1\text{ kV}-1 \times 120\text{ mm}^2$ 的铜芯电缆将厂房内的室内等电位接地网与抗干扰接地总接地排可靠连接，利用4根 $\text{ZRC}-\text{YJV}-0.6/1\text{ kV}-1 \times 50\text{ mm}^2$ 铜芯电缆将抗干扰接地总接地排与总等电位端子箱内的主接地网接地排可靠连接。专门设置二次系统抗干扰接地总接地排，可方便工作人员定期对等电位接地网进行检测。

根据以上的设计方案，全厂二次系统的抗干扰接地设计示意图如图3所示。系统图如图4所示。

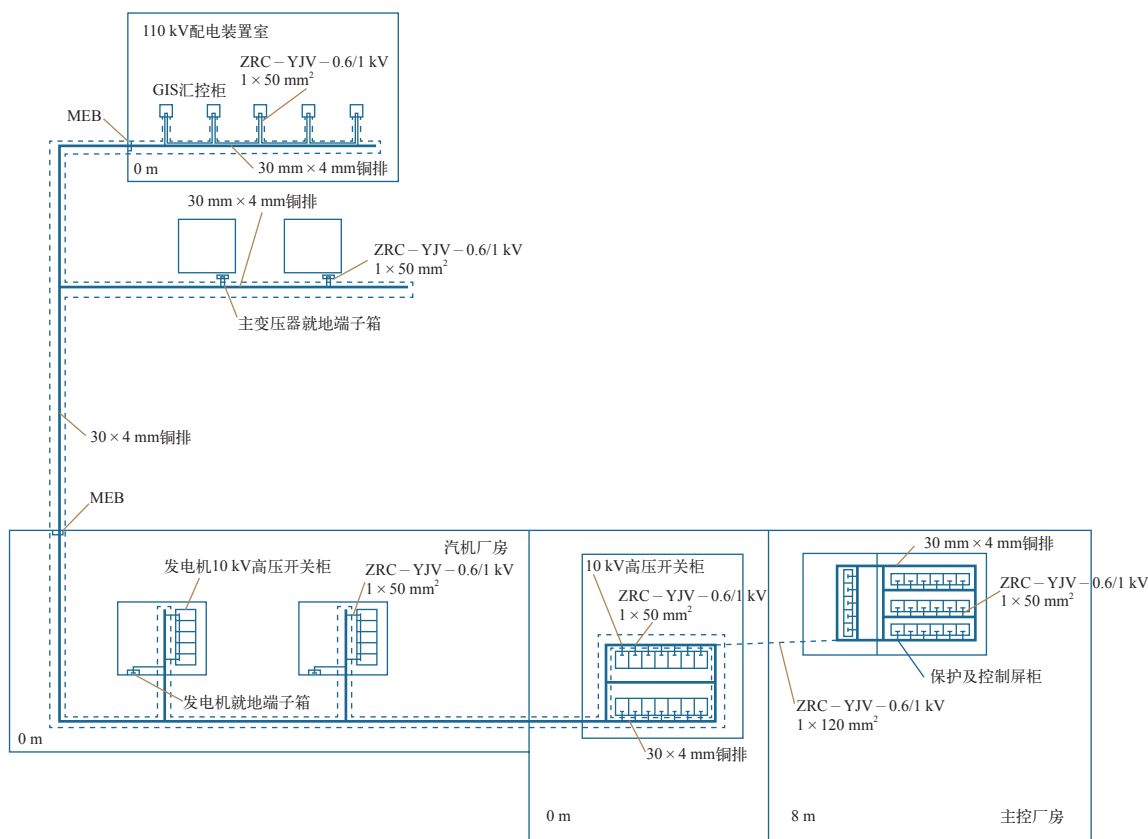


图3 全厂二次系统抗干扰接地设计示意图

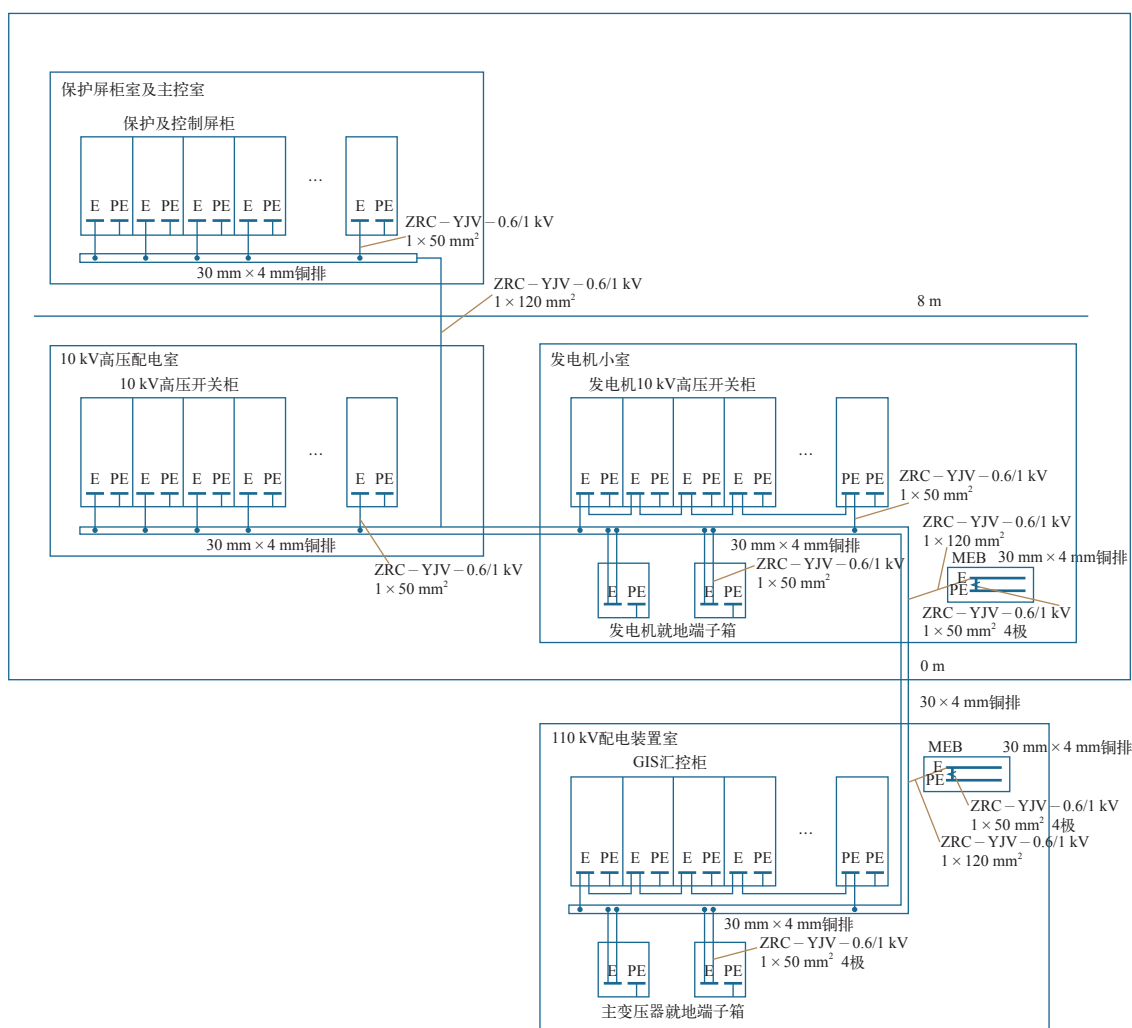


图4 全厂二次系统抗干扰接地设计系统图

3 注意事项

按图施工和规范施工是首先和必须要保证的，等电位接地网的可靠连接是保证此系统功能实现的首要任务，必须引起各方重视。从设计方来说，在进行设计交底时需向施工单位进行设计意图的说明和强调；从施工方来说，电气专工要将施工要求和施工要点清楚地交代给现场施工人员；从监理方来说，通过旁站、巡视等多种方式对施工进行监督，各项表单要齐全、准确，各个施工节点的验收要高标准严要求。

为达到二次系统等电位接地网设置的目的，需要严格遵守“一点接地”的原则。此处所说的一点接地并不是对于全厂的二次系统等电位接地网而言，而是针对单独的建筑物而言，同一建筑

物内的等电位接地网仅允许一点与主接地网相连。这样设置是为了降低一次系统的干扰通过主接地网进入二次系统的风险。为此需关注等电位网敷设时与主接地网的隔离措施，严禁盘柜内及沿电缆沟、电缆桥架敷设的等电位铜排与盘柜或桥架支架直接连接。

本项目最初进行抗干扰接地设计时，仅在主控室及保护屏柜室下的电缆夹层内设置了等电位接地网，并引出至室外与厂区主接地网一点连接。电力质监站进行机组整套起动前的质量监督检查时，对电气二次系统的抗干扰接地十分重视，提出应在电气二次系统范围内采取抗干扰接地措施，仅保护一个区域是不够的。

(下转第72页)

有效降低滑触线阻抗值, 安装示意如图3所示。

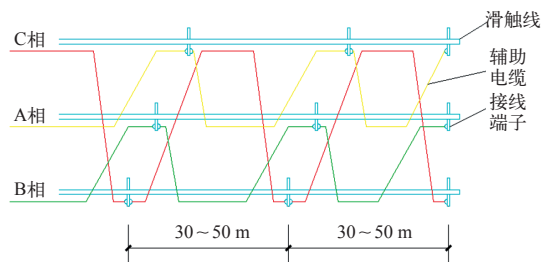


图3 行车滑触线辅助电缆安装示意图

根据工作场所温度的差异, 滑触线需考虑装设膨胀补偿(温度补偿)装置。膨胀补偿的解决主要有分散补偿和集中补偿两种方法。

分散补偿法就是在每根标准长度(通常为6 m)滑触线之间预留空间, 伸缩空间由安装环境温度差确定, 并且在每根滑触线上加一固定支撑点, 其他支撑点采用浮动支撑。

集中补偿法是对某一长度滑触线的伸缩进行集中补偿, 通常采用补偿装置来补偿。

通常固定式滑触线跨越建筑物伸缩缝处和滑触线长度每隔30~50 m处应装设膨胀补偿装置。

(上接第67页)

另外, 由于电气二次系统的各个厂家对抗干扰的理解程度不同, 有些屏柜没有设置两个接地排, 无法将抗干扰接地与保护性接地分开, 需要整改。不同建筑物之间通过室外电缆沟进行连通, 进行整改时电缆敷设已经完成, 如再在电缆沟内采用铜排进行区域等电位网之间的连接, 不切实际且十分不方便施工。最终采用截面积为100 mm²的铜缆进行连接, 直接沿电缆沟内的桥架进行敷设。

4 结束语

为防止过电压、其他电磁设备干扰等问题对电气二次系统稳定运行及二次系统设备安全的威胁, 电气二次系统的抗干扰接地必不可少。由于规范、文件等的描述不够细致, 设计者理解各异, 现场施工时的随意, 这些都威胁着二次系统的稳定和安全的运行。希望通过本文的方案介绍

安全型滑触线装设膨胀补偿装置的要求应根据其制造厂提供的资料而定。

5 结束语

行车配电设计时, 计算电流、尖峰电流和电压损失的计算方法有很多, 应根据不同的工程条件确定最适用的计算方法, 在满足设备可靠运行的前提下, 通过正确的计算, 竭力降低滑触线及电缆投资。经过几个大型炼钢车间行车的正常运行案例的验证, 得出本文中的计算方法适用于大型炼钢车间。

参考文献

- [1] 陈延鏢, 陆乃城, 王敏杰. 钢铁企业电力设计手册 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 1996.
- [2] 工业与民用配电设计手册 [M]. 3版. 北京: 中国电力出版社, 2005.
- [3] GB/T 3811—2008 起重机设计规范 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.

(收稿日期: 2016-02-10) EA

可以引发大家的探讨, 从而对电气二次系统的抗干扰接地达成共识, 为设计和施工提供借鉴。

参考文献

- [1] Q/GDW 1914—2013 继电保护及安全自动装置验收规范 [S].
- [2] DL/T 5136—2012 火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程 [S].
- [3] 美国森, 王世祥. 电网继电保护二次系统接地设计研究及应用 [J]. 贵州电力技术, 2013, 16(10): 48-51.
- [4] 阮羚, 黄华, 全江涛, 等. 直流输电新型分布式接地极的优化设计 [J]. 电气工程学报, 2015, 10(7): 63-70.
- [5] 肖磊石, 张波, 李谦, 等. 分布式等电位接地网与变电站主接地网连接方式 [J]. 高电压技术, 2015, 41(12): 4226-4232.

(收稿日期: 2016-02-10) EA