

西门子电站优化解决方案及应用

—— SPPA—P3000 PROF I

摘要：随着电力市场的发展，机组的优化运行已经成为发电集团和电厂日益关注的重点话题。本文介绍了西门子电站优化解决方案 SPPA—P3000 PROF I，对其中的各个主要模块的原理和功能进行了阐述，同时还对其中部分模块的实际应用情况进行了说明。

关键词：电站 优化运行 现代控制 吹灰优化

1 概述

随着改革开放的发展，中国电力工业取得了巨大成绩，装机容量有了显著增加，且随着市场经济的迅速发展，电力市场的放松管制使得竞价上网已经成为发展的必然趋势，唯有降低成本，保持机组的最优运行，提高效率才能保证电厂在电力市场竞争中立于不败之地。

电力市场发展的另一个趋势是电网中大容量机组越来越多，电力负荷的峰谷差日益加大，大型机组参与电网调峰已是形势所迫。而目前国内的大型机组一般按照基本负荷设计，其调峰能力并不理想，因此为了有效解决这个矛盾，必须采用一些先进成熟的控制优化解决方案。较高的发电能力，电网跟踪能力以及稳定和快速负荷变化能力对吸引中调人员的注意力和高电价是非常重要的，可以使电厂获得更高的效益。

在通过对中调的快速响应等特性提高机组的效益的同时，还需要优化机组的运行，降低机组的燃料成本，提高机组的效率，当二者都达到最优时就能够使得机组运行在最佳工况，将使得电厂具有更强的竞争力，保持在电力市场中的有利位置。

针对以上电力市场发展的需求，西门子公司推出了同时考虑提高机组效益和效率的电站优化解决方案 SPPA—P3000 PROF I。

2 西门子电站优化解决方案 SPPA—P3000 PROF I

SPPA—P3000 PROF I 解决了现代电力系统中电网调度和火力发电厂中机组反应迟缓的尖锐矛盾，使得机组既能快速响应电网调度的指令，又能保证机组平滑稳定的运行，提高机组在电网中的竞争力。同时 PROF I 解决了机组起停速度过慢，机械寿命受损的缺陷，大大提高机组的起停速度，减少燃料的损耗，提高经济效益。同时通过 PROF I 还能够解决频繁发生的超温和振荡现象，提供准确而迅速的控制。通过减少机组的节流损失，提高机组的设定点，以及调整燃烧风煤比，优化吹灰周期等手段提高了机组的效率。

PROFI 是基于模块化的设计，主要的功能块有：新机组协调模块，凝结水节流模块，带预测的负荷裕度模块，自学习的温度控制模块，燃烧优化模块和吹灰优化模块。各个功能模块之间既相互独立，又可灵活搭配，可以根据电厂实际情况使用其中一个或几个模

块。各个模块都具有较好的可操作性和可控性，可以大大减少运行人员干预和设备变化次数，优化机组的运行。

PROFI 不仅有较高的经济性还有极高的安全性。所有上述模块都可以随时无扰的投入和切除，即使发生硬件故障时也只是无扰切换到机组原运行方式，不会产生任何危及机组安全的不良影响。

2.1 软件模块组成

PROFI 各个模块是针对不同目标而开发设计的，电厂可以根据各自的实际情况来选用不同模块。

（1）新机组协调模块

新机组协调模块是一种全新的机组协调动作思路，利用现代控制理论，把整台机组作为一个整体模型，通过充分利用机组的蓄能，达到机组快速响应负荷需求变化，解决了现在火电厂对电网负荷要求变化响应过慢的缺点，还能减少锅炉燃烧部分的过调，保持稳定燃烧，提高机组的燃尽率，降低设备磨损和维护费用。同时还能减少一定的机组节流损失，提高机组的效率。

（2）凝结水节流模块

该模块通过改变凝结水流量，瞬间改变到低压加热器的抽汽量，使得机组在煤量不变的情况下，能够瞬时提高机组出力达 4~6%MCR，快速响应现代电网调频（尤其一次调频）的要求，加强了电厂机组在电网中的调频和快速响应的竞争能力，并且不会产生过大的热应力变化，对机组寿命造成损伤。同时可以保持机组调门一直保持在最经济的位置，减少响应一次调频时长期存在的节流损失。

（3）燃烧优化模块

该模块是使用基于静电测量原理的探头来对每个燃烧器的煤粉量进行测量，然后根据测量的煤粉量对每个燃烧器的一次和二次风量进行调整，保持每个燃烧器的最佳风煤比，最后再根据氧量对总风量进行优化调整，保持整个锅炉燃烧的最优。通过燃烧优化的调整可以保持燃烧器处于最佳的效率，降低 NOX 和 CO 的含量，提高机组效率。

（4）自学习温度控制模块

温度控制模块利用了状态观测器和自学习回路等现代控制算法，成功解决了温度这种大滞后对象的控制，尤其是再热器挡板或燃烧器摆角的控制，在各种工况都能将温度迅速稳定地控制在设定点，具有较小的温度偏差，消除了电厂普遍存在的超温现象。同时基于良好的温度控制机组的温度设定点可以提高，并且尽量减少再热喷水的流量，提高机组效率，给用户带来长久地利益。

（5）吹灰优化模块

吹灰优化模块采用现代的算法，根据现场的测点计算出受热面积灰后带来的传热效率的损失，并对吹灰时所耗费蒸汽的成本进行计算，同时考虑机组受热面的最小吹灰周期以及最高允许温度等条件，根据传热损失和吹灰损耗的和为最小的目标动态的调整吹灰的周期。保持机组受热面的相对清洁而又具有较长的吹灰周期，保证机组的最优运行。

（6）带预测的负荷裕度模块

负荷裕度模块主要用于解决机组起停速度过慢的问题。根据机组厚壁元件的材质,利用先进的模型预测算法实时计算机组所受的热应力,依此控制机组的起停速度,使得机组能够快速起停而又不超过机械部分所能承受的弹性应力。节省了起停燃料的消耗,取消了传统的昂贵的温差测量设备,节约了电厂的成本。

3 SPPA—P3000 PROFI 的应用情况和前景

西门子的电站优化解决方案已经有很多的应用业绩,目前国内已经有 5 个电厂的 10 台机组采用了其中的新机组协调模块和温度控制模块,对于燃烧优化和吹灰优化模块,也已经有成熟的运用案例,并且都已经投入闭环运行,凝结水节流模块随着国内电力市场对调频要求的提高也进入中国市场。

采用西门子的电站优化解决方案后,用户获得了以下效益:

- 完全稳定的机组协调模式及滑压运行
- 提高机组燃烬率,减少 NO_x 和 CO 的排放,提高燃烧效率
- 支持在 30 秒内负荷变化达 4%的一次调频功能
- 高达 4%的负荷变化率进行全自动的负荷升降
- 对过热和再热汽温控制提高了品质,控制偏差大大降低,减少了超温现象,设定点大大提高,减少再热喷水,提高了机组的效率
- 通过新协调自动投入,使得压力设定点保持最优,减少了机组的节流,提高了效率
- 通过凝结水节流保持机组的阀门在最优位置,大大减少机组节流
- 动态优化吹灰周期,降低受热面的磨损,降低吹灰费用
- 提高在电网中调的排名,获得更多的发电机会

由于 PROFI 灵活,方便,不同模块可以任意搭配,具有较高的性价比。电厂可以根据自身的实际问题采用相应的配置方案,如果将来电厂还有其他的需求,则可以灵活的进行增加,充分保证电厂的投资。在使用西门子优化解决方案后提高机组的效率一般可以达到 0.5%以上,随着使用模块的增加,提高效率可以更高。

西门子的电站优化解决方案既能满足提高机组动态特性,适合电力市场发展的要求,又能提高机组的效率,达到优化运行的目标。采用这套优化解决方案,解决了电厂普遍存在的控制问题,提高了机组的效率,适应了日益市场化的电力工业的要求,保证电厂在电力市场中处于竞争优势,必将具有广阔的前景。