

# 电力系统机组检修计划交排的原则

柯依娃 电气 1908 班

摘要：电力系统发电机组的检修计划与电力系统调度和运行密切相关。检修计划是指计划时间内在满足检修技术要求等约束条件下以最大经济效益或增加可靠性等为目标安排各机组的维修时间段。要实行标准化检修，需要确定检修计划，做好提前安排，从而避免随意性，减少差错，提高管理效率。本文通过调研文献，总结了电力系统机组检修计划交排原则。

关键词：机组检修；电力系统；

## 1 引言

电力系统是由发电、供电（输电、变电、配电）、用电设施以及为保障其正常运行所需的调节控制及继电保护和自动装置、计量装置、调度自动化、电力通信等二次设施构成的统一整体。其中发电机组为电力系统提供复功率，但是其作为长期运行的设备，随着时间的推移，发电机组必然会在一定程度上有所损耗，从而导致性能下降并引发事故或故障。因此为提高机组运行可靠性、延长机组寿命保证电力系统的安全经济运行，必须对整个电网机组的检修进行统一安排，确定出各机组的合理检修时间，制定最优的发电机

组检修计划。检修计划是指计划时间内，在满足检修技术要求等约束条件下以最大经济效益或增加可靠性等为目标安排各机组的维修时间段<sup>[1]</sup>。使电网的总出力保持在一定的允许范围之内，以确保年发电、供电计划的顺利实施<sup>[2]</sup>。

总的来说，电力系统发电机组的检修计划与电力系统调度和运行密切相关。发电机组检修计划是电力系统长期运行计划中一项十分重要的内容。由于机组停机检修直接影响电网的总发电出力，所以它对系统运行的可靠性和经济性都有很大影响。

## 2 机组检修计划交排原则

发电机组检修安排，不仅影响其自身运行可靠度，也关乎各时段系统充裕度、机组调度顺序，进而影响系统运行的可靠性及经济性。好的检修计划应能延长机组寿命、提高系统可靠性、最大化系统效益。发电机组检修规划始终是一个重要研究课题，是电网安全保证体系中的一个关键环节。

制定机组检修计划按时间应分为两部分：长期发电机组检修计划与短期发电

机组检修计划<sup>[3]</sup>。在考虑制定长期发电机组检修计划时,需要考虑三个层面:发电厂、电力公司和电力联合运营中心。在考虑制定短期发电机组检修计划时,除了考虑电厂和单区域的约束外,还应加上联络线交换容量限制、互联系统可靠性应满足的要求、互相支援政策及业务、机组带负荷顺序和季节性因素等因素<sup>[4]</sup>。

为定量描述可靠性和经济性这两大检修计划应顾及的重要方面,需要对其进行数学模型的建立,从而便于在数学层面上确定电力系统机组检修计划交排原则。

## 2.1 可靠性模型

用户的停电损失与系统可靠性有着极为密切的关系,发电机组检修计划必须考虑系统可靠性,虽然检修计划实际上是一个多目标、多约束的优化问题,但由于复杂性,在实际应用中只选择一个优化指标作为目标函数.在约束中再考虑其它特定要求无论作为目标函数还是约束条件,可靠性都是必定要考虑到的。而经济性就不一定会出现在数学模型中,如等风险度法等。可靠性模型以可靠性为目标函数,可分为确定性和随机性两大类。确定性可靠性目标函数,是以考虑机组检修停运后系统的净备用(研究期间系统装机容量减去最大负荷和检修容量)最大或备用率最大为目标,等备用量法和备用率法属于此

类。随机性可靠性目标函数可以考虑发电机组随机强迫停运的影响,所安排的检修计划可以使系统的可靠性最高,即系统失负荷的概率 LOLP 或系统损失电量期望值 EENS 最小。传统的等风险度法属于此类<sup>[4]</sup>。

等备用法是在计及发电机组的检修停运后,使系统的净备用在全年各时段尽可能相等以制定检修计划的方法。

等备用容量法是保持各时段系统的备用容量相等,但忽略了一个明显的事实,即从保持一定的可靠性出发,在低负荷期间和高负荷期间所需的备用容量并不相同。因此,在安排检修计划时,应尽可能在低负荷期间多安排检修容量,而在高负荷期间则少安排或不安排机组检修,等备用率法可以达到这一目的。

等风险度法的目标函数是通过对检修计划的优化实现系统风险度在研究周期各时段最小<sup>[4]</sup>。

## 2.2 经济性模型

经济费用目标函数包括检修费用和生产费用两部分。检修费用又由两部分组成一部分为固定检修费用,它与发电机组是否经常处于运行状态无关,通常对给定的机组为一常量;另一部分与机组的使用情况有关,包括由于频繁启停或持续长期运行和人员维修水平不同导致的磨损和

损坏的费用。此外,当允许检修持续期间变动时意味着需要加班工作或雇佣额外人员,检修费用也可能变化。

生产费用是在检修计划已确定的情况下生产一定电能所需的燃料费用。为研究检修计划对经济费用的影响,可将上述两类费用之和作为目标函数来求最小值。需要注意的是,因为检修费用的统计困难所致,在优化检修计划时通常所用的经济费用目标函数只包含生产费用这一项<sup>[2]</sup>。

### 3 发电机组检修计划的应用发展情况

电力系统的发展极大地促进了发电机组检修计划的研究,对可靠性和经济性提出了更高要求。这主要体现在:(1)越来越多的电厂开始采用“预测性检修”降低检修成本,使检修周期得到延长。(2)核电工业取得迅猛发展、核电厂的特别之处在于核电运行期间无法加燃料,给原子反应堆重新加燃料全少要停机四周。在实际生产时机组检修与燃料同时进行,因而需要一个相当迎密的优化机组校修计划。(3)互联系统的发展使得工联系统检修成为急需解决的可行性课题互联系统可使整个电力系统获得更高的可靠性和更低的生产成本,互联情下的多区域联合检修势在必行(4)在勾电力市场转轨进程中,“电厂大家办,电网统一管”是世界电力工业

重组的共识。在厂网分离的电力市场下,存在经济性和可靠性的整体协周问题从系统角度讲,使系统可靠性最高的安排计划,并不是使发电机组所有者消耗经济费用最低的检修计划.这样就存在着分散协调问题。独立系统运背商,独立电力公司、输电供应商都需要制定综合性长期十划,而机组检修计划是其中重要且基本的部分。

## 参考文献

- [1] 冯永青,张伯明,吴文传,等.电力市场发电机组检修计划的快速算法[J].电力系统自动化,2004,28(16):41-44.
- [2] 冯长有,王锡凡.电力市场环境下发电机组检修规划研究综述[J].电力系统保护与控制,2011,39(13):138-147.
- [3] 冯永青,丁明.电力市场环境下的发电机组检修计划[J].电力系统自动化,2001,25(18):20-23.
- [4] 丁明,冯永青.发电机组检修计划的可靠性和经济性研究[J].中国电力,2001,34(7):22-25.
- [5] 朱坚强,吴颖.考虑大规模光伏接入的机组检修中等备用率法的改进[J].电力与能源.2016,37(01):80-82.