

# 火电运行深度调峰时火电机组安全运行的相关问题分析

徐迟

国家能源集团谏壁发电有限公司，江苏镇江，212016；

**摘要：**在新时期发展背景下，我国电力事业实现了全面发展，火电厂建设规模也在不断扩大，很大程度满足社会和谐稳定运行需求。但是从现实角度来分析，火电运行深度调峰的过程中，会出现火电机组运行安全问题，严重情况下，还会引发安全事故，影响电力输送，增加人员伤亡。当务之急，就是要明确这些现实存在的问题，采取有效的应对措施，确保火电运行深度调峰效果，保障机组运行安全性和可靠性，实现可持续发展。

**关键词：**火电运行深度调峰；火电机组；安全运行

DOI:10.69979/3041-0673.24.5.027

## 前言

在电力系统运行的过程中，最为重要的基础就是火电机组，其可以保障电网的科学高效运行。为满足电力调度要求，经常需要开展深度调峰作业，这样才能对各种负荷波动进行全面适应。通俗的来讲，深度调峰就是在整体电力需求处于低谷的时间段，采取降低机组出力的方式，促使系统负荷平衡达到预期目标。但是对于此种方式而言，会一定程度的影响到机组安全稳定运行。所以需要重点分析，多角度采取应对措施，保证火电机组安全稳定运行，满足社会发展需求。

## 1 火电运行深度调峰时火电机组安全运行的相关问题

### 1.1 设备磨损与老化加速

在深度调峰过程中，火电机组运行势必会出现频繁调整出力的问题，这就会给设备本身带来非常大的冲击影响，也会造成严重的负荷变化。不论是锅炉，还是汽轮机，又或者是发电机等关键设备，在运行过程中，若需要经过频繁且往复的热胀冷缩影响，同时负荷波动又缺乏稳定性，势必就会受到严重机械应力以及热应力的侵蚀，导致设备表面的金属材料，不断加大疲劳损伤力度，使得机器后续运行的磨损问题加重，老化进程也会不断加快。在火电机组运行的过程中，尤其是锅炉受热的部件，受到高温高压的持续作用和影响，负荷变化过于频繁，就会出现材料本身加快速度腐蚀以及氧化等问题，导致使用寿命大幅缩短。汽轮机这一设备，其中的叶片和转子本身，也会在频繁出现热胀冷缩问题时，增加热疲劳度，导致开裂，影响到最终的安全稳定运行效果。对于发电机绕组而言，冲击启动过于频繁，势必会加大故障问题发生概率。不论是从任何一个角度来分析，开展深度调峰作业，会给火电机组内部的每一个系统带来严重损害和影响。

### 1.2 控制系统的稳定性挑战

深度调峰本就是一个消耗较大的操作，对于火电机组控制系统的精准度以及稳定性等各个方面提出了非常高的要求。现实中，若负荷处于快速波动状态，控制系统本身就需要对控制机组的出力进行快速且高效反应，这样才能确保电网运行的稳定性和安全性。但是我们深入到系统内部运行可以发现一点，就是机组控制系统本就规模较大，而且涵盖内容较多，可谓是错综复杂，其中包含的子系统内容也相对较多，例如，汽轮机、辅机等等，而且不同的子系统彼此之间还具备一定的耦合关系，这就导致控制系统运行过程中，会遇到很多复杂和不确定问题，导致控制误差持续增加。不仅如此，严重情况下还会引发震荡问题等，导致控制精度和准确性受到直接影响。此外，在深度调峰的过程中，启停和负荷调整过于频繁，就会导致内部元件的磨损性不断增加，导致系统故障风险不断加剧，严重影响到电网的安全运行，不利于社会和谐稳定发展。

### 1.3 燃料消耗效率变化

在深度调峰的过程中，最经常遇到的一种情况，就是火电机组常常需要在低负荷状态下进行运行，那么对应的燃料燃烧效率也会同步下降。机组本身处于低负荷运行的时间相对较长，锅炉燃烧系统自然无法达到最为理想的燃烧状态，进而引发严重的热损失问题，导致燃料利用效率持续降低。除此以外，负荷调整过于频繁，也会导致锅炉运行过程中，出现燃烧不够稳定和充分的问题，导致燃料利用率大打折扣。通俗的来讲，在深度调峰运行的过程中，火电机组的整体燃料燃烧效率始终相对较低，不仅会让运行成本投入不断增加，还会带来一定环境污染问题，不利于生态可持续发展。

### 1.4 机组启停频率增加的影响

现实中，为了对电网负荷的波动继续拧全面适应，火电机组势必需要开展频繁启停作业。在机组启动的过程中，就具备一定的复杂性，不仅要针对设备本身进行全面余热，还

要提供缓冲空间，如若不然，就会出现设备损坏或者停止运行问题。不仅如此，若调峰深度不同，机组启停过程中投入的成本也完全不同。启停的频次越多，势必就会让设备本身的热胀冷缩幅度不断增加，不同部件之间的位移差不断加大，还会产生应力变化行为，使得设备疲劳损伤不断加剧。与此同时，频繁启停的过程中，还会让辅助系统运行出现一些问题，即额外负荷不断增加，导致磨损加重，老化现象加剧。

## 2 火电运行深度调峰时火电机组安全运行问题应对策略

### 2.1 改进机组设计与材料优化

在火电运行深度调峰的过程中，会不可避免的出现设备磨损和老化问题，所以为有效应对这一现实问题，就可以深入到火电机组之中，通过改进机组设计和同步优化材料的方式，使得设备运行的耐久性和稳定性持续性提升上来。首先，就是对于关键设备部件而言，可以将一些耐热性和耐磨性非常强的材料应用进来，实现科学制作。举例来讲，可以整合最为先进的陶瓷或者是高合金钢等材料，对汽轮机叶片进行科学制作，这样就可以提高运行耐磨性，而且在后续深度调峰过程中，遇到频繁热应力和机械应力作用时，不会受到过多影响，依旧保持良好运行状态；其次，就是对设备结构设计进行全面优化。举例来讲，就是在锅炉容器和管路之中，对应力释放装置进行科学设置，使得热应力集中的情况得以减缓，这样设备运行寿命就可以大幅延长；最后，就是紧随时代潮流，将最为先进的制造工艺实施进来，举例来讲，整合热处理措施和表面强化等措施，让设备部件本身的抗疲劳性能可以不断提升。只有在这些设计优化和材料完善措施的科学实施背景下，才能让火电机组在遇到深度调峰时，强化抗磨损和抗老化的能力，保证运行的安全性和可靠性。哪怕是现实中遇到负荷调整极为频繁的现象，这些设备也不会受到过多的影响，依旧可以保持良好运行状态，促进电网运行的安全性和稳定性。

### 2.2 采用高效灵活的控制系统

在新时期发展背景下，为了更好的应对深度调峰状态下，火电机组系统运行稳定性的问题，电厂企业则可以从系统本身角度出发，将更加高效且灵活的控制系统应用进来。首先，就是整合现下实际运行情况，对最为先进的控制算法进行科学引进。举例来讲，模型预测控制等等，通过这样的方式，让控制系统本身的控制精度不断提升，对应的相应速度也可以不断加快。通过这些算法的科学实施，可以立足于当下机组的运行实际情况，对控制参数进行自动化的调整和改进，在短时间内就可以获取到控制决策，使得机组运行始终处于安全保障状态，对应的机组出力进展也能得到有效跟踪；其

次，电厂方面应深入到控制系统之中，对各个硬件的性能进行全面提升，举例来讲，可以对精度更高、处理速度更快的处理器进行应用；整合现下应用最为广泛的通信系统等等。通过这些措施的实施，可以让系统本身的计算能力和数据传输能力不断强化，让机组的响应时间大幅缩短，不断提高控制的精确度；最后，就是在对控制系统进行创新完善的过程中，还要侧重对系统本身的精简性进行提升，将有效的故障诊断措施以及冗余备份技术科学和实施进来，可以降低故障问题发生概率，避免系统运行过于冗余，影响到机组运行的安全性和可靠性。

### 2.3 优化运行参数与调整策略

在深度调峰过程中，会遇到燃料消耗速度大幅下降的问题，为有效解决这一现实问题，电厂则需要对整体机组运行参数进行全面优化，还需要对运行策略进行针对性调整，这样才能提升运行效率，保证运行效益。首先，就是对于电厂而言，应以机组负荷的现实变化情况为依据，对锅炉的燃料供给量进行科学调整，同时还要对空气流量进行动态性的调整。若运行处于低负荷装填是，则需要对燃料供给的量适当减少，同时对送风机的转速进行科学精准调整，确保空燃比可以始终处于最佳适宜状态，避免出现任何形式的燃烧不够充分问题，使得燃料利用效率持续性提升。与之相反，若运行中处于负荷较高的状态，则需要对燃料的供给以及空气量进行适度的增加，确保燃料可以燃烧更加充分，促使发电效率不断提升。通过根据不同的运行状态对燃料和空气供给进行实时优化，可以让机组可以满足各种负荷状态运行需求，同时保证燃烧效率始终处于较高状态；其次，就是电厂在现实运行的过程中，还需要依据负荷变化的实际情况，对机组的具体启停策略进行科学实时调整。若遇到负荷波动持续增加且非常大的情况，则需要将多机并网的方式应用进来，也就是说，在负荷高峰状态时，对更多机组进行全面启动。在处于低谷运行状态时，则可以对部分机组运行适当的停运。通过此种方式，既可以让单机平均负荷率不断提升，确保单机的燃烧消耗可以大幅降低，还能站在宏观高度，促使不同机组运行更加灵活和高效，并对负荷变化进行更加快速和灵敏的响应，使得电厂运行效率持续提升，并保证燃料燃烧的充分性。现实中，开展深度调峰作业的过程中，会出现调峰深度不同的问题，所以机组的蝙蝠和损耗成本以及调峰补偿等各方面内容，也会发生一定的变化，这就需要根据现实情况，不断调整和完善，确保火电机组运行的安全性和可靠性。

### 2.4 实施严格的维护与检修计划

在现实中，为了对设备磨损问题以及老化加速问题进行

全面解决，就需要电厂从宏观层面出发，实施科学且有效的维护和检修计划。首先，应针对各种关键设备开展定期检查工作，例如，汽轮机、锅炉等等。在检查过程中，可以及时并敏感的发现各种问题，例如，磨损、变形等情况。根据检查的最终结果，将科学且有效的维修方案制定出来。在实际维修过程中，应深入到设备的关键部件之中，开展全面维护和保养工作，即，叶片、轴承等。并根据磨损情况，明确维护和保养方向，必要情况下，应替换已经磨损非常严重的零部件，进而确保设备可以始终处于良好的运行状态；其次，就是电厂运行的过程中，还要针对火电机组的运行，构建完善的设备状态监测体系，不仅如此，还要构建独一无二的故障诊断体系。体系运行过程中，需要不断引进先进监测和诊断技术，例如，红外热成像技术等，及时把控设备运行实际情况，并了解到设备运行的不足之处，根据监测和诊断的结果，对预防性维护计划进行科学制定。若发现设备内部出现各种异常的情况，则需要第一时间采取维修措施，避免小故障持续演变，最终形成较大的安全事故。此外，对于电厂而言，还应立足于设备的实际使用寿命特点，并制定大修计划，明确大修间隔时间，同时不会影响到火电厂的稳定运行。只有通过不同维护检修工作交替实施，才能确保所有关键设备始终处于高效运行状态，而且遇到问题，也能及时发现，延长设备的使用寿命，实现可持续发展。

## 2.5 增强操作人员培训与管理

现实中，操作人员的专业素养如何，综合技能水平高低，都会很大程度的影响到火电机组处于深度调峰运行状态下的安全性。所以，应从操作人员角度出发，开展全方位无死角的安全培训和教育工作，确保其可以时时刻刻将安全意识内化于心，外化于行，保证操作的安全性，即便遇到一些安全问题也可以第一时间处理和应对，保证机组运行安全性。首先，就是从深度调峰运行的特点角度出发，针对所有相关操作人员，开展系统的培训活动，培训内容应涵盖理论和实际

操作两方面，确保其可以不断熟悉相关操作规程，并掌握各项应急预案；其次，就是针对操作人员，应开展全面安全意识教育工作，确保其可以对深度调峰运行中可能会遇到的各种风险问题进行充分的认识，始终具备较高的警惕性。还可以采取实操模拟演练的方式，让其不断提高应急反应能力；最后，就是应对操作人员开展全面管理工作，并不断完善和细化管理制度，确保在制度的约束下，促使操作人员规范开展培训活动，同时依据标准，落实操作规程，保证操作效果。不仅如此，还需要做好过程监管工作，明确每一位操作人员的责任，提高其责任意识，保证操作规范性和可靠性。

## 3 结束语

总而言之，在新时期发展背景下，火电厂建设规模不断扩大，为保证社会和谐稳定运行，往往会开展深度调峰作业，但是这也给火电机组安全运行带来了一定的威胁。为了有效应对这一现实问题，应做好机组优化设计工作，同时整合先进材料，并对运行参数进行实时针对性调整。为避免出现一些突发性的问题，还要开展定期维护和检修作业，并注重从操作人员角度出发，开展培训和教育活动等。通过多方面措施的和实施，最终保证火电机组在深度调峰时始终处于安全运行状态。

## 参考文献

- [1] 秦榕蔚. 储能参与调峰竞价模型及其费用风电分摊研究[D]. 长沙理工大学, 2022.
- [2] 张小科, 王子杰, 夏大伟, 等. 一种面向深度调峰运行火电机组的一次调频能力建模新方法[J]. 电网技术, 2022, 46(12): 4947-4954.
- [3] 强均. 600MW 超临界火电机组不投油深度调峰技术分析[J]. 设备管理与维修, 2021, (20): 110-112.
- [4] 许大通. 超超临界燃煤发电机组深度调峰价值工程及运行策略研究[D]. 东南大学, 2021.