

电厂热工自动化检修中故障树分析法的应用探讨

孙 勇 公方龙 高 琳 朱 锋
华能日照电厂 山东日照 276800

摘 要: 热力发电厂内部蕴含着庞大的能量, 谨慎的控制热电厂中的能量, 达到安全生产的目标, 既是热力发电厂保证经济效益的基础, 也是衡量热力发电厂现代化水平的重要指标。因此, 在热电厂的运行过程中做好故障检修是热电厂的一项重要工作。而随着热力发电厂自动化水平的不断提高, 发电厂内部出现的故障的概率也在不断增加, 各类故障出现的越来越隐蔽, 并且很难找到故障规律, 这些问题给热电厂的检修带来了很大的困难。针对上述的这些问题, 一些热力发电厂中采用了“故障树分析法”予以解决, 本文介绍了这种故障排查方法的内涵, 并利用案例解析了对这种方法在热电厂检修中的优势。

关键词: 热电厂; 热工自动化; 故障树分析法; 检修

引言:

当下, 我国的热力发电厂自动化的水平越来越高, 热工自动化的应用范围越来越广泛, 在这样的发展趋势之下, 电厂机器的系统变得越来越复杂, 操纵机器的控制回路越来越庞大, 在机器运行当中系统面临的变量越来越多。在这一背景下, 热力发电厂的管理重点也从对人的管理转移到了对机器的管理上, 检查维修热力发电厂自动化系统的故障成为了一个难题。本文对故障树分析法的内涵进行了分析, 并在此基础上介绍了电厂故障树检修的基本步骤。

一、故障树分析法的内涵

故障树分析法, 又称因果树分析法, 是由美国人沃特森在1961年提出的, 其基本步骤是以事故现象为起点, 列举出造成“现象”的直接原因, 并进行原因排查, 根据实际情况确定各项被列举出的直接原因当中哪一个是真的发生了的, 随后, 再以这个“直接原因”为起点, 将上述的过程循环一遍, 以此类推, 直到找到故障发生的根本原因为止。

以“高空作业的工作人员摔伤”为例, 在利用故障树分析法这一事故时, 首先要列举“直接原因”, 如“安全带没发挥作用或者工作人员身体失衡”, 而在确定了直接原因后再进行一次分析, 检查是“安全带发生了损坏或者使用方法有误”, 最终确定事故原因, 即“安全带的使用有误, 员工在走动时松开了搭扣, 并且忘了安回去”。

上述的调查步骤, 最终要绘制成具体形象的树状图, 绘制树状图是故障树分析法的核心, 其目的是将抽象的事故原因可视化, 使调查的过程更加清晰^[1]。

二、当下自动化热电厂检修中存在的问题

(一) 热电厂出现故障的概率增加

首先, 在当下的热电厂检修工作当中, 热电厂出现故障的概率增加了。在当下的自动化热力发电厂运行过程中, 故障的出现表现出了次数和概率两个方面的增加, 一方面, 发电厂故障发生的次数增加, 调查研究表明, 在热力发电厂完成自动化改造后, 虽然热电站的生产效率得到了大幅度的提升, 但是热电厂机械设备发生故障的次数也有着明显的增加; 另一方面, 从同一机器的故障率上看, 在热电厂完成自动化改造后, 同种机器的故障率也出现了升高。造成这种现象出现的原因是自动化机器设备的增加, 每一种机器都存在出现故障、运行状态不正常的现象, 因此, 随着机器数量的增多, 热力发电厂发生事故的次数必然会增加, 此外, 机器增多也给机器的检修、维护带来了困难, 以往的维修模式在当下很难覆盖自动化热电厂中庞大的机器系统, 导致许多隐患难以发现^[2]。

(二) 热电厂当中的故障变得越来越隐蔽

其次, 当下的热力发电厂中发电厂的故障也开始变得越来越隐蔽, 以往, 热力发电站的机器不但数量没有现在多, 这些机器的自动化水平也没有现在这样发达, 过去热电厂当中的机器是由工作人员直接操作的, 而自动化的机器设备的运行过程可以说是“由机器操纵机器”的系统, 热电厂的复杂程度变得更高, 在这样的背景下, 自动化热电厂中出现的故障也就变得越来越隐蔽。以往热力发电厂某台机器出现故障时, 可以询问操作机器的工作人员, 对单个的机器进行检查维修, 而在自动化热电厂的复杂系统当中, 出现故障往往意味着需要对

整个系统进行检查, 牵涉的机器多、工作量大, 给热力发电厂的运行带来了很大的不便。

(三) 热电厂当中的故障找不到规律

此外, 当下在自动化热电厂的运行维护过程当中出现的故障还存在着难以找到规律的现象, 这种现象的存在仍然是自动化系统的复杂造成的。一方面, 虽然自动化热电厂已经将大部分的人工操作取消, 改为了机器的自动运行, 但是热电厂的运行当中仍然保留着一部分人工操作, 而人工操作的不可预测性与机器固定化标准化的运行规律是存在冲突的, 这就造成了热电厂当中出现的许多故障看上去“莫名其妙”, 无法根据机器的运行规律推导出来。另一方面, 庞大的自动化机器运行系统也使得工作人员在检查故障时面临的影响因素增多, 有的故障是在多种因素共同作用下出现的, 有的故障是偶然发生的意外情况, 难以总结出故障的发生规律, 缺少故障的预防手段。

三、故障树分析法在自动化热电厂的作用优势

(一) 使故障分析更加直观

故障树分析法的核心就是绘制树状图, 将故障的表现、分析排查的过程以及有可能造成故障的原因直观的反映出来, 这一特征极大的方便了热力发电厂当中对于故障的排查, 成为了故障树分析法的一大优势。比如, 自动化热电厂的系统比较复杂, 在排查过程当中牵涉的影响因素多, 利用故障树, 在调查过程中就能够将这些复杂繁多的影响因素一一列举出来, 根据对故障设备的检查判断应当沿着哪一个思路继续排查。总而言之, 故障树分析法的运用有助于将故障排查当中的影响因素可视化, 有助于检修工作人员排除干扰^[3]。

(二) 可以使故障排查更加深入

利用故障树分析法排查自动化热电厂当中的故障的过程, 也是调查人员不断深入故障原因, 找到故障发生的根本原因的过程, 故障树分析法的这一特性也成为这种分析方法的另一大优势。在自动化热电厂的故障排查中, 由于系统的复杂性和人工操作的不可预测性, 很难总结出故障产生的规律, 而利用故障树分析法排查故障, 不但可以排查出每一次故障出现的根本原因, 还可以通过直观的对比, 通过比较多次排查的结果总结出故障发生的规律。比如, 如果热力发电厂在多次故障排查的过程中由于工作人员人工失误出现故障, 就应当加强对发电厂工作人员的培训教育, 提高工作人员素质, 如果多次出现机器损坏造成的故障, 则应当关注发电厂机器的质量, 更新设备。

(三) 对故障原因分析的更全面

利用故障树分析法对自动化热力发电厂当中产生的故障进行分析排查, 也可以将造成发电厂故障的原因分析的更加全面。比如, 在利用故障树分析法分析设备故障的过程中, 调查人员会将有可能造成故障的影响因素一一列举出来, 虽然一般来说最终只有一个故障原因会被保留下来, 沿着这一思路继续深入分析, 但是其他被列举出来的故障原因也并不是被“浪费”了。一方面, 故障原因与其他影响因素无关, 不代表这些影响因素不需要被关注了, 在自动化热电厂的运营中仍然可以关注其他被列举出来的故障因素, 做好热电厂故障的预防; 另一方面, 故障树分析中总结出的树形图可以在下一次故障排查的过程中继续使用, 根据树形图当中列举出的种种故障思路进行排查, 可以使故障排查工作进行的更加有计划^[4]。

四、在自动化热电厂的运行中利用故障树分析法的步骤

由于利用故障树分析法分析故障原因具有全面、深入和直观的优势, 因此在自动化热力发电厂当中, 故障树分析法的运用越来越广泛。下面就以发电厂的真空恶化为例, 结合具体的应用案例, 对在自动化热力发电厂利用故障树分析法的排查步骤进行列举分析。

(一) 确定顶事件

利用故障树分析法的第一步, 是确定故障树的顶事件。顶事件的设定要包含故障的过程和现象, 描述要清晰, 要有具体的数据做支撑。比如, 在发电厂真空恶化故障当中, 顶事件就应当包含循环水、传热端温差等数据, 如: “某热力发电厂设备运行过程中出现真空恶化故障, 循环水温度从6.5摄氏度上升到16.5摄氏度, 传热端温差从8摄氏度上升到16摄氏度。”在故障描述中要清晰具体。

(二) 目标事件分析

在故障树分析法的分析过程中, 将故障树的顶事件设置好后, 就应当对顶事件进行分析, 结合以往的故障处理经验, 列举出有可能造成故障的原因。比如, 在发电厂真空恶化故障的排查当中, 造成真空恶化故障的原因有可能是凝汽器老化、循环水水量不足等, 在故障排查中, 要将这两个原因列举出来, 逐一检查凝汽器和循环水排水沟, 而凝汽器与排水沟就可以看作在故障排查的过程中找到的“中间事件”。

(三) 中间事件分析

在确定好故障树的中间事件之后, 就应当对中间事

件进行实际检查,在检查的过程中要进行实验,根据实验结果决定排查方向。比如,在发电厂真空恶化故障分析当中,中间事件是凝汽器和循环水两个方面的设备问题时,我们就要对凝汽器和循环水两方面进行独立实验。比如,让凝汽器在额定功率下运行,检查凝汽器排气量是否有异常;观察铜管内循环水的水量是否充足。根据实验结果,调查人员判断到底是哪方面的问题,引导下一步的调查,仍以上述的真空恶化故障分析为例,如果凝汽器排气量无异常,而铜管内循环水水量不足,就应当判断是异物堵塞,进一步的检查循环水流经的排水沟等。

(四) 确定故障原因,完成检修

经过几次的中间事件分析,最终,调查人员就可以确定故障发生的原因,这时就应当完成故障树的构建,排除故障,完成检修。比如,在真空恶化故障分析当中,最终调查人员锁定故障原因是凝汽器堵塞,深入检修发现是铜管内部堆积了大量的水垢,此时,就应当完成故障树的构建,并对铜管做彻底的清洁,在检修完成后,还应当进行一次试运行,检查问题是否已经得到了彻底

的处理,并对故障原因进行一段时间的跟踪观察。

五、结束语

利用故障树分析法分析自动化热力发电厂的故障,能够利用图形的可视化,将故障分析的更全面、更深入,给检修工作提供更好的参考。本文在分析了故障树分析法的内涵和优势的基础上,结合具体案例,对故障树分析法的运用进行了介绍,希望能够为热电厂的运维同仁提供有益的参考。

参考文献:

- [1]王海平.电厂热工自动化系统检修常见问题分析及处理[J].信息周刊,2019(3):1.
- [2]王立,孔琳.对320MW机组核电厂除氧器液位异常的简单故障树分析[J].机电产品开发与创新,2019,32(6):4.
- [3]袁建辉.试论故障树分析法在电厂热工自动化检修中的应用[J].应用能源技术,2020(10):3.
- [4]张丽.电厂热工自动化系统检修常见问题分析及处理[J].科技创新与应用,2019(36):2.