

状态检修：目标，障碍，方法

蔡运清

2005-10-31. 第一版于加州。

一. 目标

状态检修涉及几个方面的问题，不明确地区分会导致方向的迷失。因此我们从目标开始进行分析。

首先从整个公司的目标来看。作为公司管理者，对设备维护的期望是：

1. 设备的正常运行，保证电网的供电可靠性
2. 维护人员，按规程，安全地，最有效地完成设备维护。
3. 也许，延长设备使用寿命。

公司管理者对状态维护的期望可以说，可靠性的目标永远不会变，在保证甚至提高可靠性的同时，更有效地提高设备维护的效率。所以追求状态检修实际是追求设备维护的效率！

设备维护的效率实际上是用有效的人力物力，按规程，按时，完成更多的计划的，临时的维护检修任务。

二. 设备维护管理体系

因此，提高设备维护的效率不是一个技术问题，更多是管理问题。作为管理问题，设备维护管理理论也是在 70 年代发展起来，归纳起来有 5 种设备维护管理理论。但对我们电力来讲，成功的是，从航空业发展起来的以可靠性为中心的设备维护 RCM – Reliability-Centered Maintenance

RCM 设备维护理论首先 60 年代在波音 737 飞机的实施。整个 RCM 的实施，在整个飞机的可靠性比传统维护方式得到提供的情况下，其整个维护成本大大降低。特别是飞机发动机从传统的例行定时维护改变为状态维护后，整个维护成本降 50%。

RCM 设备维护理论，在 80 年代开始进入电力设备的检修，并且是 RCM 理论体系并在航空业取得明确效果的后，其发明人主动向核发电厂进行推行 RCM 管理体系，并由此在发电厂中流行，90 年代开始在输配电行业开始使用。目前北美欧洲的输配电设备维护均 RCM 管理体系。在 70 年代，北美一个电力公司总裁曾经采用另外一种设备管理体系，其结果是他的下台。和美国加州的太平洋煤气及电力公司 PGE 就他们 90 年代实施 RCM 以来，在维护检修人员费用大大降低的情况下，其设备故障率还下降了。欧洲输配电电力公司也在使用 RCM 体系进行维护检修多年，取得了很好的成效

三. 量化设备维护管理的绩效评估

如何评价设备维护管理的成败呢，如何量化维护管理的绩效。显然没有一个固定的，万能指标。但可分为几类：

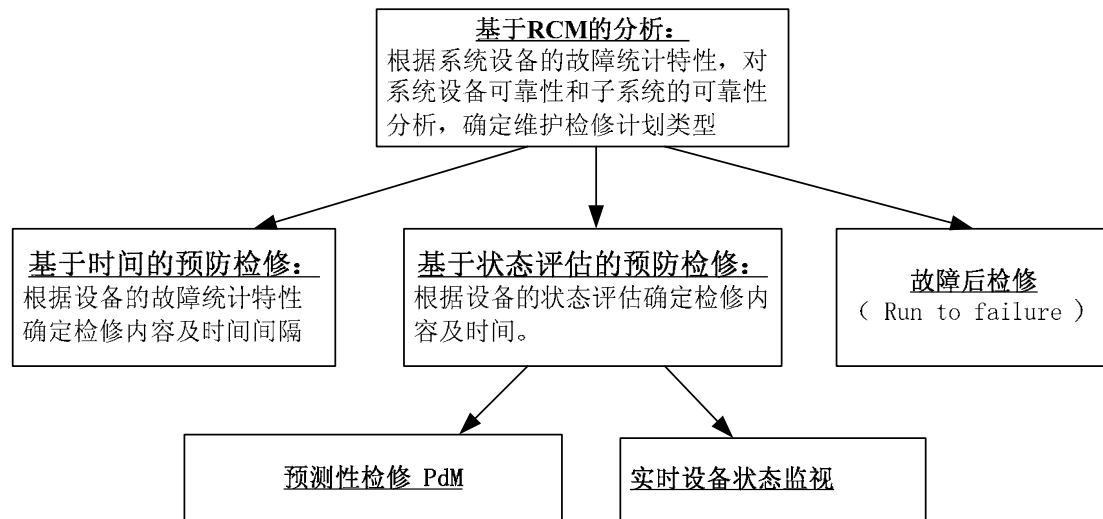
1. 可靠性：如电网的供电可靠性指标，设备的故障率
2. 计划及调度的有效性：维护检修工作的完成率，计划维护于非计划维护的比例。
3. 成本统计：维护所花费的人工及设备费用。或某项标准维护工作单的完成时间成本。

四. RCM 体系简介及 RCM 体系及状态检修的关系

RCM 体系的根本出发点是，根据系统设备的故障统计特性，保证系统设备最大可用率，确定最经济的维护计划，包括基本检修单元，维护检修方式（预防，Run to Failure, 在线设备状态监视等），维护检修间隔。

在认识上，RCM 理论及实践主要校正了维护检修认识上的一个误区：所有系统设备运行过程中，通过巡视及备品备件的替换，系统设备的故障总会减少。通俗地讲，有些设备并不是越修越好！航空业的统计数据发现，设备随时间故障的概率不仅仅是大家熟悉的浴盆曲线，共有六种故障概率曲线。

RCM 建议的确定维护检修计划的流程及各种维护策略如下图所示：

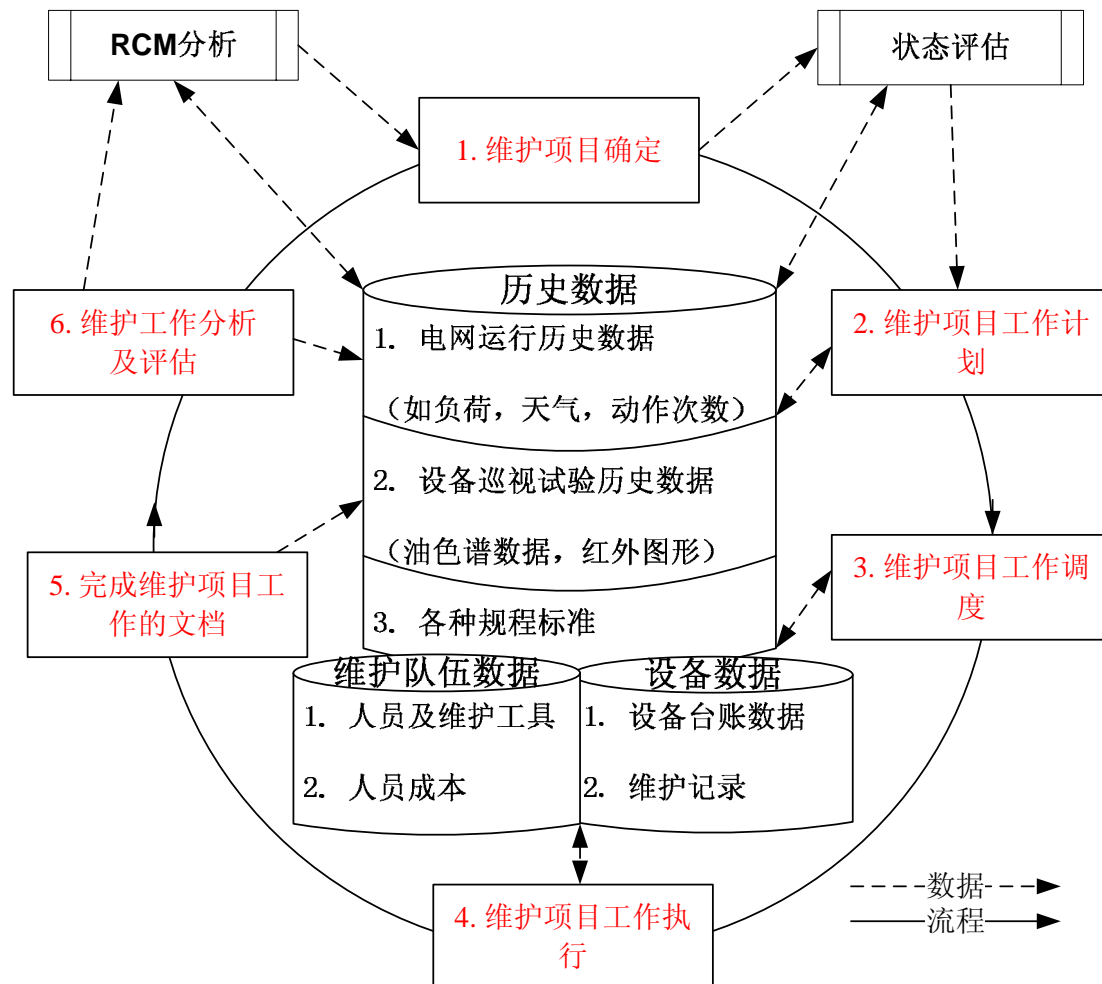


五. 实施基于 RCM 状态检修的关键

- a) 管理组织上挑战。观念的转变，面临的是不断修改的规程，而效果也在逐渐实现中体现。RCM 的实施是一个不断改善的过程！
- b) 历史数据累计及其利用。基于 RCM 状态检修的基础是历史数据，以可靠性为中心，实际上是以大量的历史数据为核心。这些数据包括运行检修试验数据。没有这些历史数据，没有有效的 RCM 检修。
- c) 状态评估连续性。输配电设备的状态评估没有固定的公式直接套用，需要专业人员，利用各种工具，试验运行数据，参考数据等进行的一项工作。在利用专业的知识的同时，保证评估的客观准确性及评估技术的延续性。

六. 实施基于 RCM 状态检修的流程

实施 RCM 维护检修的流程，需要 IT 技术的支持。实施 RCM 维护检修的 IT 结构是保证 RCM 实施的强有力的手段。千万不要认为，IT 手段有了，RCM 的实施就能保证。



七. 如何启动实施基于 RCM 状态检修

1. RCM 培训及对设备根据历史数据的整理，进行 RCM 分析。
2. 建立并量化维护检修管理的绩效评估
3. 尝试积累状态评估，在不更改现有维护检修规程情况下，对待检修的设备进行状态评估。
4. 建立各类历史数据的统计方式及数据管理更新共享体系。

八. 输配电设备状态评估的技术现状

我们知道一台设备的状态评估设计到多个子系统，多个试验，甚至是物理，化学，大气等各方面的内容。同时目前输配电设备的完整状态评估并没有公认的标准。例如变压器，油色谱有一定的标准可以作为维护指导，但各个国家，甚至不同的电力公司，不同的变压器，具体作为维护的量化值并不一样。

目前不少电力公司的状态评估，在可以采用的针对某个指标或试验标准为基础，形成一个针对整个设备的一个状态指标。希望把某个完整设备的状态量化用一个数值表示。这个值是有关这个设备各个试验结果的一个加权值。这个值的各个范围确定维护检修。但到目前为止，这种方式还是非常初级。还没有发现一个公司真正按这个值来计划检修，更没有如何标准或如何组织的任何推荐。实际上，根据某个设备各个测量试验结果，然后由公司内部或外包的技术评估小组来确定维护检修。

在如何统计汇总变压器，开关的各种故障，评估变压器开关设备状态的各种试验及反映对应的设备那些状态方面，国际上具有一些标准可以参考。例如 IEEE 的标准 Std 1325-1996(R2002) IEEE Recommended Practice for Reporting Field Failure Data for Power Circuit Breakers 电力断路器现场故障的统计。IEEE Std C37.10.1-2000。IEEE Guide for the Selection of Monitoring for Circuit Breakers 断路器的状态监视指导。

结论：

状态检修的成功取决于维护检修整个管理体系 RCM 的实现，而大量的历史数据，不断更新的新数据是实施的基础。量化的指标是评价维护检修改进的指南针。

欢迎和作者联系

蔡运清 jimcai@dsius.com