

精益六西格玛在省级电网检修公司中的应用研究

在对电力检修公司的企业管理创新要求的基础上，提出精益六西格玛是实现电网检修公司管理创新的有效方法，并给出精益六西格玛管理创新实施的成功案例——500 kV 输电线路抗冰项目。该项目在实践中成功应用了精益六西格玛理念，较好地提升了公司质效，为同行业和其他行业提供了实践借鉴。

乔向东 李 宾 蒋一平 张琳琳/国网四川省电力公司检修公司



乔向东/工程师

国网四川省电力公司检修公司隶属于国网四川省电力公司，主要承担四川电网 500 kV 及以上交直流输电设备的生产运行、维护、检修、大修、抢修、带电作业和技术改造等业务。当前公司管辖电网规模已位居国家电网公司系统前列。未来几年，四川超特高压电网的快速发展对电网运行的安全性和稳定性提出了更高的要求，迫切需要公司提高驾驭超特高压大电网运行的能力，在管理思想、管理方式等方面突破创新，跟上电网快速发展的要求。公司将精益六西格玛作为生产运营管理的重要手段，并开展了一系列管理提升活动，确立了建设一流省级检修公司的改革发展目标。

精益与六西格玛的关系

精益生产方式既是一种以最大限度地减少企业所占用的资源及降低企业管理和营运成本为主要目标的生产方式，又是一种新的理念和文化。其指导思想是通过生产过程整体优化，改进技术，理顺物流，杜绝超量生产消除无效劳动与浪费有效利用资源，降低成本，改善质量，达到用最少的投入实现最大产出的目的。六西格玛从实质上讲是一种从

全面质量管理方法演变而来的一个高度有效的企业流程设计、改善和优化技术，并提供了一系列适用于设计、生产和服务的新产品开发工具。精益的优势在于帮助企业消除流程中的浪费，提高流程的效率，促使过程稳定，消除过程偏差，解决生产或服务均衡化等关键的瓶颈问题，但精益缺乏用定量的统计方法来界定缺陷，或由于跨部门对浪费的根本原因认识不足。六西格玛作为一种改善企业流程管理质量的技术，在逐步减少“缺陷”的过程中提高客户的满意度。六西格玛的目标是通过数据驱动管理，用数据作为基础，来支持或推动决策的形成，同时，六西格玛强调要针对过程、而非针对结果采取措施。但单靠六西格玛又缺乏缩短周期、显著提高流程效率的方法与工具。精益六西格玛正是基于精益生产与六西格玛管理整合基础上发展起来的一种新的管理模式，精益思想是以客户价值为一切组织行为出发点的管理哲学，精益六西格玛是实践这一思想必须遵循的方法论。

电网检修公司应用精益六西格玛的必要性

电网检修公司的管理体系复杂而庞大，精益转型是公司发展的必然选择，主要体现在三个方面。

1) 公司部分项目的成效难以通过数据量化，通常采用定性的描述。公司目前的项目成效分析往往只是一般的定性描述，比如“检修计划准确率不高”，“倒闸操作效率不高”，“检修间隔时间长”等，都缺乏具体统计数据的支撑。导致这

关键词/Keywords

精益六西格玛 ·
输电线路 ·
SCADA ·
ERP ·

种现象的原因有两点：第一，公司内部尚未形成“数据支撑一切”的氛围，造成有些衡量指标过于宽泛。第二，通过指标转换计算改进成果的能力有待提高。例如缩短应急抢险时间或带电作业带来的多输电量、降低人力成本的百分比等。

2) 有些项目取得的成效虽然可以量化，但判定条件不一定确切。因此，表面上看有的项目取得了改进效果，但实际效果有待商榷。还需要借助“统计分析”来准确判断是否有效。一些早先运用精益思想的电力公司为我公司提供了较好的借鉴。例如上海电力精益项目采用“五步推进法”，即“准备、诊断、设计、计划实施和固化完善”五个阶段，10 kV 线路故障抢修平均时间降低了50%，用户年平均停电时间减少了9.78 min。

3) 电网检修公司信息化的大规模应用为精益六西格玛管理积累了必要的原始数据。随着资源计划（ERP）、数据采集与监控系统（SCADA）、生产管理系统（PMS）和内容管理系统（CMS）等系统在公司中的应用，积累了大量的基础数据，为精益六西格玛管理的顺利开展提供了必要前提。

精益六西格玛管理的实施

精益六西格玛管理有两个重要的特点：一是精益六西格玛从管理模式上将战略执行力和战略管理有效结合，通过公司最高管理者的大力支持和参与，搭建了精益转型建设管理体系，即执行机制、长效机制、保障机制和评价机制；二是从方法本身来讲，将已有的管理思想、方法和工具有效集成并提供了可操作性的技术路线。下图给出了精益六西格玛管理整合的 DMAIC 技术路线。公司按照该精益六西格玛技术路线，全面推动了17个精益六西格玛项目的实践，取得了卓有成效的结果。

检修公司的工作内容大多涉及多单位、多部门的综合性复杂项目，为实现公司发展目标，建设一流省级检修公司，必须在管理方式、管理措施和强化执行上开拓创新、落实行动，做精做细公司各项业务。而精益六西格玛项目活动主要针对复杂问题，把精益生产和六西格玛的哲理、方法和工具结合起来。通过引入精益六西格玛来推

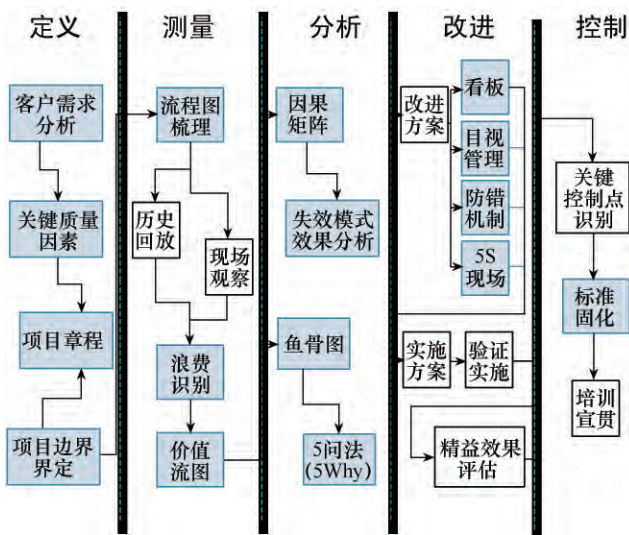


图 国网四川检修公司精益六西格玛技术路线

动公司管理上层次、上水平，实现公司管理向一体化、精益化和规范化转变，为公司战略目标落地提供坚实的支撑，降低浪费和提升绩效。同时设立精益六西格玛的管理机制，有效保障精益六西格玛管理在国网四川检修公司的落地。

1) 建立分层管理机制。活动分为公司统管解决问题（项目）以及部门（单位）自主解决问题（项目）两大类，统管项目由公司精益转型工作办公室确定解决问题的责任人、部门（或项目组）负责推进实施，公司精益转型工作办公室跟踪检查；自主项目由各部门（单位）负责实施，公司精益转型工作办公室定期检查考核。

2) 强化过程管控机制。项目开题必须形成严格的开题报告（包含业务现状、制约因素、诊断分析、改进方向、预期目标和工作计划等）；项目实施严格按照工作节点计划进行，侧重以数据说话。在项目推进过程中，公司精益转型工作办公室定期对项目进展进行审查，并根据项目进度安排中期评审。

3) 实施项目评审机制。项目完成后，项目责任部门（单位）提交结项申请书、工作报告等文档，公司精益转型工作办公室组织对项目实施成效评审，对于达到预期目标、取得实际成效的项目，予以结题并给与奖励，具有推广应用价值的项目成果和举措在公司范围内宣传并应用；对于未按期提交申请书、工作报告等文档，或未达到

到预期目标、取得实际成效的项目责任部门（单位），公司精益转型工作办公室将提出考核建议。

以 500 kV 输电线路抗冰项目为例

1. 精益六西格玛管理在 500 kV 输电线路抗冰项目中的实施

2011 年底至 2012 年初，四川地区遭受史上罕见的雨雪冰冻灾害，对 500 kV 输电线路的运行造成了严重的影响，部分线路因覆冰发生倒塔、断线事故。为提高输电线路抗击冰雪灾害能力，国网四川检修公司在完成 500 kV 输电线路抗冰改造后，实施了 500 kV 输电线路抗冰精益优化项目。

项目由检修公司精益转型工作办公室负责精益六西格玛知识培训、精益六西格玛工具运用指导和项目进度管控，运维检修部为业务主管，各分部为基层试点单位组成项目小组。项目小组通过项目边界界定，界定项目范围，梳理高阶流程及其关键输入和输出的需求。对 500 kV 输电线路抗冰相关部门的多层岗位进行访谈，涉及到访谈部门五个，访谈岗位 10 个。搜集并整理抗冰工作前期遇到的问题与项目的期望。进行需求分析，利用帕累托图分析找到抗冰工作两大类关键需求：一类是提高覆冰事故处理效率；另一类是降低覆冰事故次数。再通过关键质量因素分解，将客户需求量化为明确可测量的需求，形成项目章程，阐述项目目标、项目范围、项目计划与团队选择。

随后，通过梳理现状流程，回放历史资料，绘制价值流程图，甄别流程中的浪费与不良问题点。绘制现状流程泳道图，梳理流程现状。对 2011 年冬季线路覆冰故障次数进行历史资料回放，统计 2011 年冬季覆冰跳闸原因，发现跳闸的主要原因为冰闪。收集线路覆冰厚度分布，识别重冰区输电线路。制定数据收集计划表。通过现场勘测发现抗冰流程中的浪费。以时间节点为切入点，筛选出影响故障处理效率的时间节点。然后进行价值流图分析，除冰流程效率为 23.1%，缺陷处理流程效率为 15.7%，断线跳闸事故处理流程效率为 26.7%，倒塔事故处理流程效率为 96.6%。经过价值流图分析得出抗冰过程 10 类主要发现。

然后，通过鱼骨图、因果矩阵筛选出流程中的关键输入，进行失效模式效果分析，确定重点改进方向，并确定改进方案。分析现状流程和价值流程图中不良浪费的原因，绘制鱼骨图。列举出线路覆冰跳闸/倒塔事故次数多的主要原因，以及覆冰事故处理效率低的原因。利用帕累托图寻找影响客户需求的重点流程步骤重点输入。进行失效模式效果分析，量化影响客户需求重点流程步骤重点输入失效风险。通过帕累托图分析确认抗冰流程步骤输入六个失效风险点，抗冰失效风险点主要在于环境影响、现场巡视、线路设计、物资准备、监测装置和观冰方法等方面。对失效模式效果分析及不良发现鱼骨图分析的 39 个原因点梳理归类，进行改进方向识别，确定改进举措。

运用精益思想制定持续改进的流程。对改进方向，进行头脑风暴，制定改进措施，并验证改进成效。建设观冰站，覆盖易覆冰线路的微气象段，人工定点全天候观冰，培训和鼓励护线员积极开展观冰工作，大力加强观冰培训工作，确保观冰覆盖有效。严格信息报送管理，形成《抗冰工作日报》，确保公司对观冰全局工作的掌控。制定观冰工作手册，实现合理有效的观冰。引入直流融冰装置，制定直流融冰操作规范，提高除冰效率，减小人员安全风险。提前进行抗冰改造，加强线路和杆塔抗冰灾能力。加大在线监测装置的投入，并加强管理。

最后制定控制计划，并进行控制固化。针对改进措施，提取出控制风险点，制定了相应的控制计划。对抗冰过程中所有的关键控制点进行控制固化。从流程效率、抗冰方案、故障次数和人员素质四个方面进行成效分析。

2. 500 kV 输电线路抗冰项目取得的成效

1) 安全性提升。减少了人员在恶劣气候条件下的巡查工作，减小了巡查途中的安全事故风险；同时引入直流融冰装置有效地防止人工除冰过程中的人身事故的发生。

2) 供电可靠性提升。观冰措施能够及时发现和处理故障隐患，预防或减短故障停电时间；另外，抗冰改造提高了线路抗冰雪灾害的能力。

3) 流程效率提升。观冰点的设置减少了事

故和缺陷巡查的时间；直流融冰措施替代以往人工除冰工作，大大提高了线路除冰作业效率。项目组根据实施验证数据测算，对整体流程效率成效进行量化评价，最终除冰流程效率提升 24.5%，缺陷处理流程效率提升 14.3%，断线跳闸事故处理流程效率提升 9.7%。

4) 人员素质提升。公司内部开展了多轮绿带加速培训，认知培训以及实际的项目实施，培养了一批掌握精益工具和方法的储备人才。

结束语

国网四川检修公司通过精益六西格玛实践，把精益六西格玛管理理念扩展到电网检修公司生产管理的各领域，营造了良好的精益转型工作氛围，逐步形成“消除浪费，提高效率，集约管理”的工作风气。公司全面构建了流程清晰、职责明确和运转高效的管理体系，提升了管理精益化水平、管理综合效益和电网安全保障能力，改善和提高了业绩指标水平，使综合管理水平逐步提升，为确保电网安全稳定运行和实现跨越式发展奠定了坚实基础。

信息动态

数字能效服务合作生态圈初现规模

——全球能效管理专家施耐德电气开展云能效合作伙伴计划

施耐德电气近期开展了“云能效合作伙伴计划”，与多家国内能效管理合作伙伴正式达成全面合作协议。此举标志着围绕施耐德电气 EnergyMost（云能效）能源管理开放平台的数字化能源管理及数据服务生态圈初步形成，以及软硬件研发、移动应用、架构设计、项目实施、节能咨询、能效服务和系统集成对全套能力的提升，协同配合响应客户需求的能力和效率大幅度提高，并进一步完成了对北上广以及周边地区的能源服务能力建设。至此，与施耐德电气签订合作协议的能源服务伙伴已扩展至 18 家，其中两家已经基于 EnergyMost 平台与最终用户签署了合同。

此次以施耐德电气为核心的合作伙伴发展计划，是在创新商业模式及互联网思维的基础上，通过向合作伙伴开放平台及技术能力的方式，整合业界优质资源，全方位支持节能业务发展、快速响应最终用户对能效管理及相关服务的需求，达到帮助最终用户提升运维管理水平和能效优化能力的目的。参与该项计划的合作伙伴，将以最少的投资，获得 EnergyMost 能源管理开放平台的使用权、专业技

参考文献

- [1] 徐育才. 六西格玛管理培训 [M]. 北京: 京华出版社, 2002.
- [2] 周延虎, 何桢, 高雪峰. 精益生产与六西格玛管理的对比与整合 [J]. 工业工程, 2006, 9 (6): 1-4.
- [3] 王东旭, 史景超, 刘志全. 电网企业导入六西格玛管理的必要性和可行性 [J]. 浙江电力, 2012 (1): 58-61.
- [4] 何桢, 韩亚娟, 张敏, 等. 企业六西格玛管理与创新能力的关系研究 [J]. 上海质量, 2007 (2): 83-85.
- [5] 肖智军, 党新民. 精益生产方式 [M]. 广州: 广东经济出版社, 2004.
- [6] 刘胜军. 精益生产现代 [M]. 深圳: 海天出版社, 2004.
- [7] 詹姆斯 P 沃麦克, 丹尼尔 T 琼斯. 精益思想 [M]. 台湾: 商务印书馆, 2002.
- [8] 张颖. 杰克·韦尔奇与六西格玛 [J]. 中国质量, 2001 (9): 15-17.
- [9] 胡明光, 张华静. 浅谈六西格玛在中国企业中的应用 [J]. 商场现代化, 2008 (1): 16-31.

(收稿日期: 2014-01-05) EA

术商务培训以及全方位技术支持，并通过此次合作增强自身竞争优势，积极转型为能效管理专业团队和运维管理长期服务商。

作为全球能效管理专家，施耐德电气秉承合作共赢与开放互联的思想，自主研发 EnergyMost 能源管理开放平台。该平台所具有的云架构系统特点和大数据的系统设计思路，在初期部署、后续运维投入、大规模数据接入、广域分布式数据扩展、易用性和能源管理专业性方面都更胜一筹。此次云能效合作伙伴计划的开展，免除了客户购买服务器、软件等大量的初始投入和后续运行维护投入，克服了传统系统对数据规模的限制，使客户以最少的投入轻松覆盖多点、多地分布式的广域能效管理需求，并随着客户业务的不断增长，快速将新的管理对象和功能需求纳入到平台中来。配合施耐德电气专业节能咨询服务、能效优化服务，多、快、好、省地帮助客户降低能源消耗、优化能源成本以及提高能源管理效率，真正做到能效绿色发展。