

# 基于 PDCA 循环的通信工程质量控制模型构建

胡 侃

中国铁塔股份有限公司丽水市分公司 浙江 丽水 323000

**摘 要:** 本文旨在将全面质量管理的核心工具——PDCA (Plan-Do-Check-Act) 循环理论, 系统性地引入通信工程质量控制领域。通过深入剖析通信工程各阶段的质量特性与痛点, 结合丽水公司“工程质量竞争力模型”试点的实践经验, 构建一个覆盖全生命周期、闭环迭代、持续改进的“四阶八维”PDCA质量控制模型。该模型不仅明确了计划(P)、实施(D)、检查(C)、处置(A)四个阶段的具体任务与输入输出, 还创新性地融合了数字化技术赋能, 并提出了相应的保障机制。研究表明, 该模型能够有效整合项目资源, 强化过程管控, 驱动质量螺旋式上升, 为通信工程企业提升核心竞争力、实现高质量交付提供了一套系统化、可操作的理论框架与实践路径。

**关键词:** PDCA循环; 通信工程; 质量控制; 全生命周期; 模型构建

## 引言

数字经济时代, 通信网络是社会与经济发

## 1.2 通信工程质量特性与痛点分析

展的“大动脉”, 通信工程项目有投资大、迭代快、供应链复杂等特点, 工程质量至关重要, 微小瑕疵都可能造成巨大损失和不良社会影响。但当下许多通信工程项目质量管理仍采用粗放式、事后检验的传统模式, 存在被动、割裂、静态三大弊端。PDCA循环作为科学通用的管理方法论, 由美国专家戴明提出, 通过四个阶段形成自我驱动、持续改进的闭环系统。通信工程是复杂系统工程, 作为地处浙西南山区的丽水更有位如此, 需以高质量工程支撑数字乡村、智慧文旅等战略落地, 成为通信工程质量竞争力模型试点的理想场景, 为PDCA分阶段应用提供基础, 且其理念能弥补传统模式不足。2025年5月, 丽水公司承接总部试点任务后, 省市成立双组长专班推进工作, 历经探索尝试、标准固化、体系搭建、成效转化四阶段, 构建了具本地特色的质量管理体系。基于此, 本文融合试点实践构建“四阶八维”PDCA质量控制模型, 既是理论创新, 更是解决行业痛点、推动产业高质量发展的迫切需要。

## 1 PDCA循环理论与通信工程质量特性分析

### 1.1 PDCA循环理论内涵

PDCA循环是一种逻辑严密、动态演进的管理闭环, 由计划(Plan)、实施(Do)、检查(Check)和处置(Act)四个阶段构成。Plan阶段聚焦问题识别、目标设定与对策制定, 强调前瞻性与系统性; Do阶段重在严格执行方案, 确保过程受控; Check阶段通过数据驱动的方式评估执行效果, 判断目标达成度; Act阶段则固化成功经验、标准化流程, 并将未解问题转入下一轮循环, 实现螺旋式持续改进。

## 2 基于PDCA循环的通信工程质量控制模型构建

为有效应对上述挑战, 本文提出一个名为“四阶八维”的PDCA通信工程质量控制模型。该模型以PDCA四阶段为纵向主轴, 横向贯穿通信工程全生命周期, 并在每个阶段嵌入两个核心维度, 形成结构化的管控体系。

### 2.1 模型总体架构

“四阶八维”模型的架构清晰明了, 其中“四阶”即指PDCA的经典四个阶段, 而“八维”则是在这四个阶段中分别融入的八个关键维度。具体而言, 在计划(P)阶段, 模型强调“需求精准定义”与“风险前瞻预控”; 在实施(D)阶段, 聚焦于“过程精细执行”与“数字孪生

映射”；在检查（C）阶段，着力于“多源数据融合”与“智能实时预警”；在处置（A）阶段，则致力于“根因深度挖掘”与“知识资产沉淀”。该模型的核心思想在于，以数据为驱动引擎，以闭环反馈为根本保障，以持续改进为终极目标，从而系统性地推动质量管理从“被动响应”向“主动预防”、从“碎片管理”向“系统治理”的深刻转变。

## 2.2 P（计划）阶段：奠定质量基石

### 2.2.1 维度一：需求精准定义

此阶段的目标是“第一次就把事情做对”，通过周密的策划，将质量要求前置，为整个项目的成功奠定坚实的基础。在“需求精准定义”维度，工作重心超越了简单的功能清单罗列，而是深入到客户的业务场景深处，精准捕捉其对性能指标（KPI/KQI）、可靠性承诺（如SLA）乃至未来网络演进的潜在需求。例如，针对一个5G专网项目，不仅要明确峰值速率，还需细致定义端到端时延、海量连接密度、厘米级定位精度等具体且量化的指标。为此，可以采用质量功能展开（QFD）等先进工具，将模糊的客户需求逐层分解、转化，最终形成一份份可测量、可验证的技术规格和质量标准，并将其作为具有法律效力的条款写入合同与技术规范书，从而确保项目团队从一开始就朝着正确的方向努力。

### 2.2.2 维度二：风险前瞻预控

在“风险前瞻预控”维度，则要求项目团队运用失效模式与影响分析（FMEA）等系统性方法，对项目全生命周期中可能出现的质量风险点——无论是供应链的脆弱性、恶劣天气对户外施工的威胁，还是某项新技术的不成熟——进行全面的识别与评估，量化其发生的可能性与潜在影响。针对那些被评估为高风险的事项，必须提前制定详尽的预防措施，如锁定备选供应商、编制周密的应急预案、开展必要的技术预研等，同时配套设计有效的探测措施<sup>[2]</sup>，例如增加关键节点的检测频次或引入独立的第三方验证，从而将风险扼杀在萌芽状态，为项目的顺利推进构筑起一道坚固的防火墙。

## 2.3 D（实施）阶段：确保计划落地

### 2.3.1 维度三：过程精细执行

此阶段的核心使命是将P阶段精心绘制的蓝图忠实地转化为现实，并充分利用数字化手段来增强过程的可视化与可控性，确保计划不折不扣地落地。在“过程精细执行”维度，首要任务是将P阶段确立的质量标准和工艺规范，进一步细化为一线作业人员易于理解和执行的标准化作业指导书（SOP），并通过充分的培训和交底，确保每一位参与者都清楚自己的职责和操作规范。在此基

础上，严格执行“三检制”（自检、互检、专检），形成多层次的质量防线。推行标准化施工是此维度的关键举措，例如，强制使用统一的光纤熔接机参数模板、配备专业的基站天线安装校准工具等，通过最大限度地减少人为因素带来的不确定性，从而有效控制质量波动，保证施工的一致性和可靠性。

### 2.3.2 维度四：数字孪生映射

在“数字孪生映射”维度，模型引入了前沿的数字化理念，即为物理世界的通信工程构建一个实时、动态的虚拟镜像——数字孪生体。通过在施工现场广泛部署IoT传感器（用于监测温湿度、应力、倾角等）、利用移动APP进行关键工序的影像记录、以及深度应用BIM（建筑信息模型）技术，可以源源不断地采集物理实体的工程状态数据，并近乎实时地同步映射到虚拟的数字空间。这个数字孪生体不仅能够直观、全景地展示工程的实际进度，更能对铁塔垂直度、机房承重等关键质量参数进行7×24小时的不间断监控。一旦任何参数偏离了预设的安全阈值，系统便会立即触发告警，通知相关人员介入处理，从而将质量管理的触角延伸到了每一个细微的角落。

## 2.4 C（检查）阶段：客观评估绩效

### 2.4.1 维度五：多源数据融合

此阶段旨在通过科学的方法和先进的工具，对D阶段的执行成果进行全面、客观、数据化的评价，为后续的改进决策提供坚实依据。在“多源数据融合”维度，模型直面“数据孤岛”这一行业顽疾，致力于打破设计系统（CAD/BIM）、项目管理系统（PMS）、供应链系统（SCM）、现场IoT设备、自动化测试仪表（如路测设备、信令分析仪）等不同来源的数据壁垒<sup>[3]</sup>。通过建立统一的数据湖或数据中台，并辅以严格的数据治理策略，对这些多源异构的数据进行汇聚、清洗、关联和整合，最终形成一个涵盖“人、机、料、法、环、测”六大要素的全景式质量数据视图。这张统一的视图使得管理者能够穿透纷繁复杂的表象，洞察影响质量的真实脉络。

### 2.4.2 维度六：智能实时预警

在此基础上，“智能实时预警”维度得以发挥其威力。依托于融合后的高质量数据池，运用大数据分析和机器学习算法，系统能够对潜在的质量问题进行智能化的识别和预测性的预警。例如，通过分析历史施工数据与气象数据的关联性，模型可以预测某区域的光缆在未来雨季发生水浸故障的概率；通过持续监控设备的运行参数，系统可以提前数天甚至数周预判硬件的潜在故障。

## 2.5 A（处置）阶段：驱动持续改进

### 2.5.1 维度七：根因深度挖掘

此阶段是PDCA循环的价值升华所在，其核心目标是将本轮循环中获得的经验与教训，转化为驱动组织能力持续进化的宝贵财富。在“根因深度挖掘”维度，模型坚决反对对质量问题的浅尝辄止。对于C阶段发现的任何质量偏差或故障，不能仅仅满足于表面的修复，而必须运用5Why分析法、鱼骨图等结构化工具，层层剥茧、步步深入，直至揪出最根本的原因（RootCause）。这一过程通常需要组织跨部门（设计、采购、施工、运维）的复盘会议，营造一个开放、坦诚、非指责性的沟通氛围，引导团队成员将注意力聚焦于流程和系统的内在缺陷，而非个人过失，从而找到真正能够杜绝问题复发的解决方案。

### 2.5.2 维度八：知识资产沉淀

在“知识资产沉淀”维度，模型着眼于组织的长远发展，强调将P-D-C-A全过程中涌现出的有效经验、最佳实践、经过验证的标准模板以及惨痛的失败教训，进行系统性的梳理、结构化的整理和知识化的管理。通过建立一个企业级的知识库或经验教训数据库，并将其与日常的项目管理系统无缝集成，可以确保这些凝聚了集体智慧的知识资产能够在新项目启动之初就被自动推送和高效复用。这种机制有效地构建了组织的记忆，形成了强大的学习能力，从根本上避免了“在同一块石头上绊倒两次”的低级错误，真正实现了质量管理水平的螺旋式上升。

### 3 模型实施的保障机制

一个优秀的模型若缺乏有效的保障，也难以在实践中落地生根、开花结果。为此，必须构建起一套坚实的保障体系。首先是组织与文化保障，需要成立由公司高层领导亲自挂帅的质量管理委员会，赋予其调配资源和做出关键决策的权威。同时，必须在全公司范围内大力倡导“质量第一”、“人人都是质量员”的企业文化，并将质量绩效作为硬性指标纳入各部门及个人的KPI考核体系，通过正向激励与负向约束相结合的方式，让质量意识深入人心。其次是流程与制度保障，要将“四阶八维”模型的精髓固化到企业的核心项目管理流程（如IPD、敏捷

开发）和既有的质量管理体系（如ISO9001）之中，使之成为所有项目必须遵循的强制性制度规范，并清晰界定各相关方在PDCA各阶段的职责、权限和协作接口<sup>[4]</sup>。最后是技术与平台保障，企业需要有战略眼光，投资建设一个一体化的数字化项目管理与质量管理平台。该平台应能有机集成BIM、IoT、大数据、AI等先进技术能力，为模型的八个维度提供强大、稳定、易用的技术底座，从而显著降低一线人员的操作门槛，提升模型的整体运行效率，确保这一先进理念能够顺畅地转化为卓越的实践成果。

### 4 结语

本文针对通信工程质量控制挑战，结合丽水工程质量竞争力模型试点实践，创造性构建“四阶八维”PDCA质量控制模型。该模型深度耦合PDCA原理与通信工程特性，融入数字化技术与本地化适配要求，实现质量管理三大跃升：从局部管控到全生命周期覆盖，从静态标准到动态智能预警，从单点改进到体系化长效机制。丽水试点成果充分验证了模型的科学性与可操作性，其核心价值在于既提供了系统化的理论框架，又给出了适配复杂场景的实操路径。通信工程企业可结合自身业务场景，参照丽水试点四阶段推进逻辑，分步导入模型各维度，优先落地需求定义、过程执行等基础维度，再逐步升级数字孪生、智能预警等高级功能。

### 参考文献

- [1]李康.基于PDCA循环的DSD微波台通信工程项目质量管理改进研究[D].哈尔滨理工大学,2020.
- [2]谢利夫.ZY公司ICT项目全过程管理问题研究[D].东北石油大学,2025.
- [3]马思宇.基于PDCA循环的项目质量管理体系优化[C]//广西大学广西县域经济发展研究院.2025年第三届工程技术数智赋能县域经济城乡融合发展学术交流论文集.浙江科路核工程服务有限公司北京科技分公司,;2025:50-51.
- [4]王海娜.PDCA循环理论在设计质量管理中的应用[J].中国标准化,2024,(03):169-173.