

技术就绪度评价标准及细则

技术就绪度（Technology Readiness Level, TRL）评价方法根据科研项目的研发规律，把发现基本原理到实现产业化应用的研发过程划分为 9 个标准化等级（详见列表），每个等级制定量化的评价细则，对科研项目关键技术的成熟程度进行定量评价。

表 1：技术就绪度评价标准（一般）

等级	等级描述	等级评价标准	评价依据
1	发现基本原理	基本原理清晰，通过研究，证明基本理论是有效的	核心论文、专著等1-2篇(部)
2	形成技术方案	提出技术方案，明确应用领域	较完整的技术方案
3	方案通过验证	技术方案的关键技术、功能通过验证	召开的技术方案论证会及有关结论
4	形成单元并验证	形成了功能性单元并证明可行	功能性单元检测或运行测试结果或有关证明
5	形成分系统并验证	形成了功能性分系统并通过验证	功能性分系统检测或运行测试结果或有关证明
6	形成原型并验证	形成原型（样品、样机、方法、工艺、转基因生物新材料、诊疗方案等）并证明可行	研发原型检测或运行测试结果或有关证明
7	现实环境的应用验证	原型在现实环境下验证、改进，形成真实成品	研发原型的应用证明
8	用户验证认可	成品经用户充分使用，证明可行	成品用户证明
9	得到推广应用	成品形成批量、广泛应用	批量服务、销售、纳税证据

表2：“一般硬件”技术就绪度评价细则

TRL 1: 明确该技术有关的基本原理, 形成报告	
评价细则	权重
在学术刊物、会议论文、研究报告、专利申请等资料中公布了可作为项目研究基础的基本原理	50%
明确了基本原理的假设条件、应用范围	50%
TRL 2: 基于科学原理提出实际应用设想, 形成技术方案	
评价细则	权重
明确技术的基本要素及构成特性	30%
初步明确技术可实现的主要功能	50%
明确产品预期应用环境	20%
TRL 3: 关键功能和特性在实验室条件下通过试验或仿真完成了原理性验证	
评价细则	权重
形成完善的实施方案, 有明确的目标和指标要求	30%
通过试验或仿真分析手段验证了关键功能的可行性	40%
理论分析了系统集成方案的可行性	10%
形成完善的项目开发计划	10%
评估产品预期需要的制造条件和现有的制造能力	10%
TRL 4: 关键功能试样/模块在实验室通过了试验或仿真验证	
评价细则	权重
完成基础关键功能试样/模块/部件的开发	30%
在实验室环境下通过各基础关键功能试样/模块/部件的功能、性能试验或仿真验证	30%
试制了关键功能试样/模块/部件	10%
对各关键功能试样/模块/部件进行系统集成	10%
评估关键制造工艺	10%
关键功能试样/模块/部件设计过程文档清晰	10%
TRL 5: 形成产品初样(部件级), 在模拟使用环境中进行了试验或仿真验证	
评价细则	权重
完成各功能部件开发, 形成产品初样	35%
在模拟使用环境条件下完成产品初样的功能、性能试验或仿真验证	35%
功能部件设计过程文档清晰	10%
确定部件生产所需机械设备、测试工装夹具、人员技能等	10%
确定部件关键制造工艺和部件集成所需的装配条件	10%
TRL 6: 形成产品正样(系统级), 通过高逼真度的模拟使用环境中进行验证	
评价细则	权重
形成产品正样, 产品/样机技术状态接近最终状态	35%
在高逼真度的模拟使用环境下通过系统产品/样机的功能、性能试验或仿真验证	35%
设计工程试验验证及应用方案	5%
系统设计过程文档清晰, 完成需求检验	10%
确定系统产品/样机的生产工艺及装配流程	10%
确定生产成本及投资需求	5%

TRL 7: 形成整机产品工程样机, 在真实使用环境下通过试验验证	
评价细则	权重
完成系统产品/样机的工程化开发	30%
在实际使用环境下完成系统产品/样机的功能、性能试验验证	30%
系统产品/样机开展应用测试	10%
产品/样机生产装配流程、制造工艺和检测方法等通过验证	10%
建立初步的产品/样机质量控制体系或标准	10%
验证目标成本设计	10%
TRL 8: 实际产品设计定型, 通过功能、性能测试; 可进行产品小批量生产	
评价细则	权重
实际产品开发全部完成, 技术状态固化	30%
产品各项功能、性能指标在实际环境条件下通过测试	30%
完成产品使用维护说明书	10%
所有的制造设备、工装、检测和分析系统通过小批量生产验证	15%
关键材料或零部件具备稳定的供货渠道	15%
TRL 9: 系统产品批量生产, 功能、性能、质量等特性在实际任务中得到充分验证	
评价细则	权重
产品的功能、性能在实际任务执行中得到验证	30%
所有文件归档	10%
所有的制造设备、工装、检测和分析系统准备完毕	10%
产品批量生产	20%
产品合格率可控	20%
建立售后服务计划	10%

表3：“软件”技术就绪度评价细则

TRL 1: 明确基本原理和算法, 完成可行性研究。	
评价细则	权重
正确识别该技术的关键问题和技术挑战	40%
在学术刊物、会议论文、研究报告、专利申请等资料中公布了可作为项目研究基础的基本算法	20%
明确了基本算法的条件、应用范围, 确定了整体工作的可行性	40%
TRL 2: 完成需求分析, 明确技术路线, 完成概要设计	
评价细则	权重
完成系统的需求分析, 获得潜在的需求	20%
确定拟采用的技术路线	30%
完成技术路线相关的技术准备	10%
形成系统的概要设计	40%
TRL 3: 确定需求和功能, 完成详细设计	
评价细则	权重
确定需求边界	30%
完成关键技术的验证	30%
完成详细设计	40%
TRL 4: 确定软件的研发模式, 完成原型系统研发, 开展验证分析	
评价细则	权重
完成研发实施方案及进度计划	30%
完成主框架的研发及原型系统的思想	30%
基于原型系统开展相应的验证分析	40%
TRL 5: 完成测试版本软件研发, 进行功能、性能、安全性等测试	
评价细则	权重
改善原型系统, 完成测试版本研发	30%
完成测试设计	20%
开展功能、性能和安全性等测试	15%
对测试结果进行分析, 形成测试分析报告	25%
规范管理研发过程中的代码、文档等	10%
TRL 6: 完成正式版本软件研发, 满足需求, 达到设计目标	
评价细则	权重
完成正式版本软件研发	30%
通过全功能测试和质量验证, 反馈的问题已经修改和完善	30%
通过软件产品验收评审会, 达到设计目标, 可以交付外部用户试用	20%
整理各阶段问题, 形成开发总结报告	20%
TRL 7: 软件在实际环境中部署, 交付用户试用	
评价细则	权重
软件交付典型用户在受控规模内试用	35%
软件运行环境与实际环境一致, 运行正常	35%
软件的使用体验获得典型用户认同	30%

TRL 8: 软件在实际生产中示范应用，各项指标满足生产要求，用户认可	
评价细则	权重
软件交付多个用户在实际生产中实际使用	35%
软件满足实际生产的性能、稳定性、安全性等指标要求	35%
软件的使用体验获得多个用户认可	30%
TRL 9: 完成软件推广和规模化应用	
评价细则	权重
软件产品的相关文档和宣传展示素材全部完成	25%
确定软件产品价格、出库销售方式、营销方式等。	20%
软件的安装、部署、维护等技术支撑和体系完善，建立售后支持系统	30%
用户在软件安装、操作、运行、部署、维护等体验良好	10%
软件性能、稳定性、安全性等满足大规模应用	15%

