

附件4

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

<b>TRL 1: 明确该技术有关的基本原理，形成报告</b>	
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%
<b>TRL 2: 基于科学原理提出实际应用设想，形成技术方案</b>	
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%
<b>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</b>	
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%
<b>TRL 4: 关键功能试样/模块在实验室通过了试验或仿真验证</b>	
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%
<b>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</b>	
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%
<b>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</b>	
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%

<b>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</b>	
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%
<b>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</b>	
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%
<b>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</b>	
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

<b>TRL 1：明确基本原理和算法，完成可行性研究。</b>	
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%
<b>TRL 2：完成需求分析，明确技术路线，完成概要设计</b>	
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%
<b>TRL 3：确定需求和功能，完成详细设计</b>	
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%
<b>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</b>	
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%
<b>TRL 5：完成测试版本软件研发，进行功能、性能、安全性等测试</b>	
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%
<b>TRL 6：完成正式版本软件研发，满足需求，达到设计目标</b>	
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%
<b>TRL 7：软件在实际环境中部署，交付用户试用</b>	
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%

<b>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</b>	
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%
<b>TRL 9: 完成软件推广和规模化应用</b>	
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%

表4：“平台服务”技术就绪度评价细则

<b>TRL 1：提出了平台建设的基本架构，形成报告</b>	
评价细则	权重
提出平台的基本架构	40%
明确平台的功能和定位	30%
明确平台的服务领域和对象	30%
<b>TRL 2：形成了系统方案</b>	
评价细则	权重
明确服务模式和运营机制	15%
分析明确所需的关键技术和方法	30%
明确开展服务所需的人力资源和人员技能	10%
论证场景（场地、环境等）需求	20%
分析需要的硬件设备、软件资源及集成要求	25%
<b>TRL 3：开展了平台关键技术、服务模式、运营机制等研究，论证了可行性</b>	
评价细则	权重
分析确定平台关键技术的基本要素、构成及相关技术的相互影响	40%
论证关键技术的可行性	30%
论证平台服务模式和运营机制的可行性	30%
<b>TRL 4：对平台关键技术进行了验证</b>	
评价细则	权重
具备或试制了关键技术的验证载体	30%
通过实验或仿真等手段验证了关键技术	40%
建立了平台服务所需的技术系统	30%
<b>TRL 5：初步进行平台所需场地、设备等能力建设</b>	
评价细则	权重
初步完成平台场地建设，场地环境基本符合服务要求	50%
部分软硬件设备到位	40%
根据平台特点制定人员技能要求及建设计划	10%
<b>TRL 6：基本完成平台所需场地、设备、人员及按需技术集成等能力建设，建立服务模式和运营机制</b>	
评价细则	权重
场地建设基本完成，环境条件符合相关规定	30%
平台软硬件设备基本到位	40%
建立服务模式和运营机制	20%
平台服务人员基本充足，具有明确的职责和分工	10%
<b>TRL 7：进行平台实际试用及测试，验证关键技术、服务模式及运营机制等</b>	
评价细则	权重
进行平台的实际试用及测试	35%
平台关键技术及集成能力、服务模式和运营机制得到验证	40%
人员具有专业资格和技能证书，满足平台服务要求	15%
形成平台建设报告	10%

<b>TRL 8：平台建设按要求全部完成，并得到典型用户认可</b>	
评价细则	权重
平台能力及运行得到典型用户认可	40%
平台建设按要求全部完成	40%
建立平台维护和持续发展机制	20%
<b>TRL 9：平台正式对外提供服务，关键技术、服务模式、运营机制等在实际服务中获得推广应用</b>	
评价细则	权重
平台正式开展对外服务	50%
平台关键技术、服务模式和运营机制等在实际任务中得到推广应用及持续改进	50%