

中国交通运输协会团体标准

列控系统装备技术成熟度评估指南

(Guide for technology readiness assessment of train control system equipment)

(征求意见稿)

编制说明

2023 年 9 月

一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人

根据中国交通运输协会发布的“中国交通运输协会关于 2022 年度第二批团体标准项目立项的公告”（中交协秘字〔2022〕33 号）要求，由北京全路通信信号研究设计院集团有限公司联合北京交通大学、中铁检验认证中心有限公司等作为起草单位，负责本标准的编制工作。

主要起草人：×。

二、制订标准的必要性和意义

（一）制定的必要性

技术成熟度等级最早来源于 NASA（美国国家航空航天局）在 20 世纪 70 年代提出技术成熟度等级七级定义。1995 年，NASA 进一步提出了技术成熟度九级定义，并编制了《技术成熟度等级白皮书》。随后，技术成熟度被美国政府问责办公室(GAO)接受,并逐步推广至美国国防部(DOD)国防采办项目和能源部(DOE)重大项目管理当中。2013 年，国际标准化组织发布《ISO 16290:2013 航天系统-技术成熟度等级定义及其评估准则》，对国际航天领域的技术成熟度活动进行了规范。

我国于 2005 年开始在部分航天工程开展了技术成熟度的研究。2012 年，发布了国家军用标准《GJB 7688-2012 装备技术成熟度等级划分及定义》和《GJB 7689-2012 装备技术成熟度评价程序》。2014 年，相继发布了国家军用标准 GJB/Z 173.1 - 173.8 系列标准，对我国重大军工装备的技术成熟度等级进行了规范。2013 年，中国航天科技集团公司发布《航天工程技术成熟度评估指南》标准并在此基础上形成国家标准《GB/T 40518-2021 航天工程技术成熟度评价指南》，据相关文献报道，在我国航天工程关键技术研发管理、技术方案选择、科研计划管理、工程研发目标制定和工程宏观管理中，技术成熟度应用已经发挥了重要作用。

列控系统是保证我国轨道交通安全运行的大脑和中枢神经系统，是保障我国关键重大基础设施运营安全稳定的核心系统。近十年来，随着我国轨道交通建设的快速发展，我国列控技术特别是高铁列控技术从起初的跟跑发展到并跑、领跑，

目前已达到国际领先水平。2018 年，国家科技部部署国家重点研发计划，面向轨道交通列控领域，开展基于国产芯片的列控系统关键基础装备和评估体系研究，该项目由中国通号牵头，铁科院等相关单位参与，目前已经取得阶段性成果。在该项目中，课题组对列控系统技术成熟度评估开展了相关研究并形成了相关研究成果。

综上所述，随着我国路网规模的不断扩大和列控系统装备技术迭代升级水平的不断提升，有必要制定相应技术成熟度标准，用于指导在列控系统中开展技术成熟度评估，增强我国列控系统装备技术创新和技术风险管理水平，提升项目研发管理能力，促进我国列控系统装备的高质量发展。

（二）制定的意义

本标准的制定意义主要体现为以下三个方面：

一是，可以有效提升我国列控系统装备技术创新和技术风险管理水平，为列控系统项目研制工作合理规划和风险控制提供依据。

二是，提供了适合国内列控系统项目的技术成熟度评估方法，为各厂商列控系统项目研发提供从概念提出到实现应用各阶段的技术成熟度等级细化评价指导建议。

三是，可以为行业主管部门评估列控系统装备的技术成熟度水平提供量化依据，有效提升该领域关键技术成熟度评估能力，降低项目实施技术风险。

三、主要工作过程

本标准从立项以来，开展的工作可分为如下四个阶段：

2022 年 7 月-9 月：根据中交协立项通知，由标准主编方召集标准编制相关方，确定了标准工作组人员组成和分工并形成标准初步编制框架，对标准主要内容和关键指标进行了讨论和确定。

2022 年 10 月-12 月：开展标准大纲编制并进行了编制工作组评审，在总结前期成果的基础上，进一步研究相关行业技术成熟度标准和科技部在技术成熟度相关方面标准的进展情况，按照团标编制要求，形成了标准初稿并完成了编制工作组评审。

2023 年 1 月-5 月：根据工作组评审意见，对标准初稿进行了修订，形成了标准草案，编制工作组对草案进行了多次讨论和修订，经编制工作组评审后提交中交协。5 月，通过中交协组织的标准大纲评审。

2023 年 6 月-至今：根据中交协标准大纲评审意见，对标准草案进行修订和补充完善，形成标准征求意见稿（草案）。9 月，通过中交协组织的标准征求意见稿（草案）评审。根据评审意见进一步完善，现已形成标准征求意见稿。

四、制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

（一）制定的原则和依据

① 借鉴国际、国内相关技术成熟度评估的标准文献

本标准主要对国际标准（ISO 16290:2013 航天系统-技术成熟度等级定义及其评估准则）和我国国防领域相关标准（GB/T 40518-2021 航天工程技术成熟度评价指南、GJB 7688-2012 装备技术成熟度等级划分及定义、GJB 7689-2012 装备技术成熟度评价程序）进行了研究，同时，结合研究科技部相关评价标准（GB/T 22900-2022 科学技术研究项目评价通则、GB/T 41621-2022 科学技术研究项目评价实施指南 开发研究项目）中对技术成熟度的相关要求。通过分析相关标准对技术成熟度评估的概念、等级定义、方法和程序等，为本指南的编制提供借鉴和参考。

② 结合考虑我国列控系统的特点和需求

本标准的编制结合列控系统的特点，在各级原有技术要求的基础上，按照相关标准（GB/T 28809-2012 轨道交通 通信、信号和处理系统 信号用安全相关电子系统）要求，增加 RAMS 活动的相关要求，主要是考虑到列控系统是关系到轨道交通安全运行的关键系统，对于安全性有明确严苛的规定，目前在现有的项目开发过程中均要求开展相应的安全活动并通过第三方的安全评估和认证，应当在技术成熟度过程管理中进行体现。

③ 符合推荐性和指南性标准定位

本标准作为推荐性和指南类标准，在编制过程中，按照“GB/T 1.1-2020 标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草原则”和“GB/T 20001.7-2017

标准编写规则 第 7 部分：指南标准”的要求开展编制，提供普遍性、原则性和方向性的指导，提出相关建议和信息，不提出规定性要求，不采用强制性的文字表述方式，而是采用推荐性、指南性的表达方式进行编制。

(二) 与现行法律、法规、标准的关系

本标准遵守现行法律、法规要求，无冲突内容。本标准与上级政府法令、有关的国家标准不存在矛盾。

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、试验验证的论述

(一) 章节结构

按照 GB/T1.1-2020 要求和本标准的技术特点，确定本标准共包含 7 个章节和 2 个资料性附录。章节结构如下图：

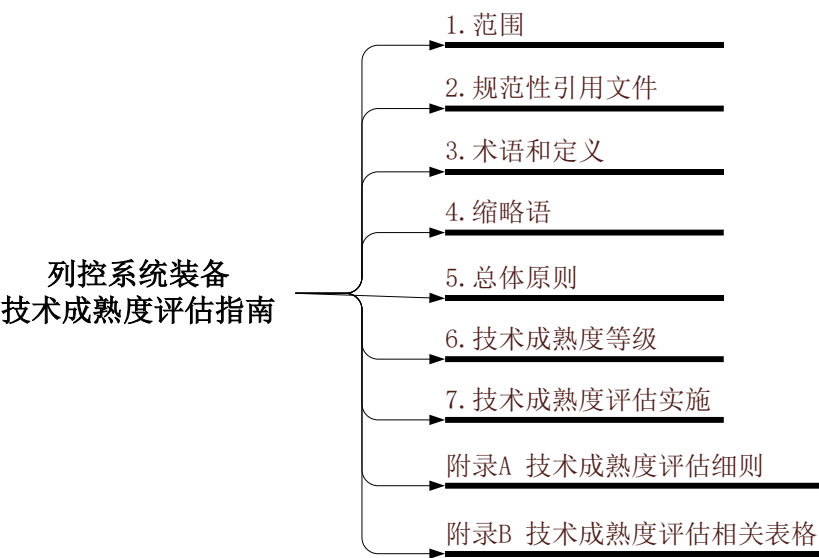


图 1 列控系统装备技术成熟度评估指南标准章节结构图

(二) 各部分主要说明

(1) 范围

按照 GB/T 20001.7 的规范要求提出本标准的主要内容和适用范围。

本标准主要内容：提供了列控系统装备技术成熟度评估的总体原则、技术成熟度等级、技术成熟度评估实施方面的指导。

本标准适用范围：本文件适用于开展轨道交通领域列控系统装备技术成熟度评估活动。

(2) 规范性引用文件

按照 GB/T 1.1-2020 的要求，列出本标准所引用的标准文件。

(3) 术语和定义

按照 GB/T 1.1-2020 的要求，对本标准特定的术语进行定义。其中，对于相关术语（如技术成熟度、技术成熟度等级等）在其他相关标准中已经定义的并且符合本标准的要求的，直接引用原定义。

(4) 缩略语

按照 GB/T 1.1-2020 的要求，对本指南涉及到的缩略语进行说明。

(5) 总体原则

按照 GB/T 1.1-2020 标准文件编制的要求，提出本标准的总体原则。

总体原则的提出主要考虑如下几个方面：

- 提出开展列控技术成熟度评估的意义和作用；
- 针对列控系统特点，提出技术成熟度分级和评估的总体原则；
- 提出保证技术成熟度评估实施开展需要遵循的总体原则；
- 提出当需要延伸至技术成果商业化阶段评估时，需要遵循的原则。本条款的提出主要是考虑到与科技部相关评价标准的衔接。目前科技部在进行科技项目评价过程中，在引入技术成熟度等级 9 级定义的基础上，针对开发研究类项目，又增加了 4 个等级评价的相关规定（详见《GB/T 41621-2022 科学技术研究项目评价实施指南 开发研究项目》）。对于列控系统类项目言，属于开发研究项目范畴，一般需要对技术成果回报情况纳入评价范畴。

(6) 技术成熟度等级

本部分对列控系统装备的技术成熟度等级进行定义并给出每级技术成熟度等级需要开展的相应技术活动。

6.1 节中给出了技术成熟度的定义。技术成熟度等级定义采用与技术成熟度

相关 GB、GJB 中相同的等级定义，共分为 9 级。并且级间的层次划分原则也基本与技术成熟度相关 GB、GJB 相同，相关等级定义描述采用了《GB/T 41621-2022 科学技术研究项目评价实施指南 开发研究项目》中对等级定义的描述，各等级说明根据列控系统装备的实际情况和特点进行阐述说明。

6.2 节中给出了技术成熟度各级需要开展的设计开发、测试检验和安全与 RAMS 活动的内容。与其他技术成熟度相关 GB、GJB 标准不同的是，其他标准主要是对开展的与设计相关的技术活动要求（如开发文档、技术评审等），而本标准在提出相应的技术活动要求外，还对每级应开展的 RAMS 活动提出了建议，这主要是考虑到列控系统涉安的特性，对于安全性有明确严苛的规定，目前在现有的项目开发过程中均要求开展相应的安全活动并通过第三方的安全评估和认证，应当在技术成熟度过程管理中进行体现。

(7) 技术成熟度评估实施

本部分提供了开展技术成熟度评估活动的评估组织架构和评估流程。

7.1 给出了评估组织架构。包括评估组织方、评估专家组和被评估方。提出评估可以是自评估、委托评估或第三方评估。

7.2 给出了评估的流程。包括在评估准备、现场评估和评估后工作三个阶段，各方应开展的活动。

评估准备主要包括：确定评估的技术和评估要求、成立评估专家组、制定评估实施计划、召开评估准备会和被评估方需要准备的工作。

现场评估主要包括：召开评估首次会议、根据评估细则开展评估、对评估结果进行讨论并形成评估结论、召开末次会议通报评估结果。

评估后工作主要包括：编写评估报告、向评估组织方汇报评估工作情况和评估结果、完成评估文档的归档、落实评估意见和建议、对意见和建议的实施情况进行检查。

附录 A 技术成熟度评估细则

附录 A 为资料性附录，给出了技术成熟度评估细则。按照每一个等级定义，给出评估内容和评估结果（满足、不满足和不相关）。

附录 B 技术成熟度评估相关表格

附录 B 为资料性附录，给出了技术成熟度评估的相关表格模板，供开展技术成熟度评估活动时参考使用。

六、重大意见分歧的处理依据及结果

本标准制订过程中尚未发生过重大意见分歧。

七、用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况

本标准未采用国际标准和国外先进标准。

八、作为推荐性标准建议及其理由

本标准提供了列控系统装备技术成熟度评估的总体原则、技术成熟度的分级和定义、各等级的评价要素构成、技术成熟度的评估程序和方法。通过本标准的制订，填补了行业标准空白，为轨道交通列控系统装备开展技术成熟度评估提供标准指导，对增强列控系统装备技术创新和技术风险管理水平、提供系统项目研发评估标准、提升项目研发管理能力，具有重要推动作用，建议作为推荐性标准。

九、贯彻标准的措施建议

（1）精心组织安排，开展宣贯培训。建议由行业相关部门统筹协调，开展标准实施培训和宣贯普及，推动贯标工作的开展及落实。

（2）定期组织研发、应用、评估等各环节人员进行技术交流和研讨，巩固深化对标准的理解，共同推进标准在行业内的实施开展。

十、其他应说明的事项

暂无。