

01文章信息	研究背景、目的、结论	总结思考
<p><b>题目：</b></p> <p>基于SOIS架构的星载设备虚拟访问设计</p> <p><b>作者：</b></p> <p>李许诺,吕良庆,赵勋峰,等</p> <p><b>单位：</b></p> <p>中国科学院国家空间科学中心复杂航天系统电子信息重点实验室,中国科学院大学</p> <p><b>关键词：</b></p> <p>空间数据系统；航天器接口业务；即插即用；设备虚拟访问；电子数据单</p> <p><b>来源：</b></p> <p>《航天器工程》第 33 卷第 2 期，2024 年 4 月</p>	<p><b>现存问题：</b></p> <p>航天器上设备接口依任务需求特定设计，导致不同接口设备互操作难、应用软件通用性弱及重复开发等问题</p> <p><b>已有的解决方法：</b></p> <p>通常采用标准总线网络连接设备、并在此基础上制定统一通信协议、再单独开发各自的应用软件</p> <p><b>作者提出的解决方法：</b></p> <p>将标准业务和电子数据单融合的星载数据系统架构，将物理设备抽象为虚拟设备，以逻辑访问的形式，提升设备间通信访问的开发效率。</p> <p><b>研究结论：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>提出实例化设计与框架：设备虚拟访问标准业务的实例化设计、标准业务与电子数据单融合的设备虚拟访问框架，并通过了初步的测试验证</li><li>解决相关问题：亚网层各子网内部的设备即插即用问题、为标准业务及其相关电子数据单设计提供参考、设备访问标准化、软件通用化、提升通信访问开发效率、系统快速集成、软硬部件重用</li></ol> <p><b>建议与展望：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>需进行基于SOIS架构的本地化标准业务设计。（为解决设备虚拟访问设计在具体型号任务中应用的问题）</li><li>建立一系列的设计标准规范和配套的电子数据单工具链</li></ol>	<p><b>总结：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>融合设计：提出了将标准业务与EDS融合方式来实现设备虚拟访问的设计，这种融合不仅能够发挥<b>标准业务</b>规范性和积累重用性，同时还能利用<b>EDS数据化设计</b>的灵活性、适应性、工具自动化等优势，降低系统设计的复杂性</li><li>系统分析：从SOIS架构演进的分析，到各业务的实例化设计，再到融合框架的提出。从抽象的概念，到结合实例化设计成果的完整体系，再提出实现设备虚拟访问和即插即用功能的通用解决方案。确保设计符合理论规范且在实际中可行</li><li>引入SEDS：CCSDS在2020年推出的应用支持层架构（ASL）建议书中对SOIS架构的应用层进行了改造，将原架构中的命令与获取业务变为SEDS衍生的设备访问业务，为星上使用SEDS提供了接口。通过数据描述和解析的方式，以及基于SEDS支持星载自动编程的预期能力，以实现在应用层使用SEDS描述的任意底层业务以及设备，形成自动识别和虚拟访问的能力。<b>引入SEDS后，系统架构设计的重点转移到数据设计方面，这回扩大数据的描述、生成、解析功能的设计及支持工具开发的需求</b></li><li>设备虚拟访问：是指系统上层业务和应用通过规范化的逻辑接口，访问下层的业务和设备，而不关心具体设备所处的物理位置、使用的通信接口和协议。基于<b>设备即插即用能力</b>和<b>设备访问能力</b>而实现。将物理设备通过设备虚拟业务（DVS）映射为逻辑设备，其他业务通过操作逻辑设备标准接口向逻辑设备发送该或读取数据，以实现对指定设备实体的访问和控制</li></ol> <p><b>疑惑：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>EDS在不同层次的传递和解析过程，有些抽象。是指EDS在不同层次中如何提取信息和转发的吗？</li><li>为什么使用SEDS就有可能实现星载自动编程？（SEDS与EDS区别是什么？）</li><li>为什么说航天器的高可靠和高安全限制了即插即用的应用灵活性？</li><li>为解决设备虚拟访问设计在具体型号任务中应用的问题，进行本地化标准业务设计，本地化具体指什么？</li><li>在设备接入和访问过程的测试中，DVS是如何确定虚拟ID与物理ID的对应关系的，这个过程是否有特定的规则或算法？</li><li>在设备发现业务中，设备发现记录表和设备信息记录表中的设备ID是如何生成和管理的？</li></ol>

题目：

基于SOIS架构的星载设备虚拟访问设计

作者：

李许诺,吕良庆,赵勋峰,等

单位：

中国科学院国家空间科学  
中心复杂航天系统电子信息  
技术重点实验室,中国科  
学院大学

关键词：

空间数据系统；航天器接  
口业务；即插即用；设备  
虚拟访问；电子数据单

来源：

《航天器工程》第 33 卷  
第 2 期，2024 年 4 月

1. SOIS架构分析：

深入研究 CCSDS 的 SOIS 架构及其演进，分析应用支持层业务变化及改进后可能的影响，基于此提出标准业务与 EDS 融合的设备虚拟访问设计

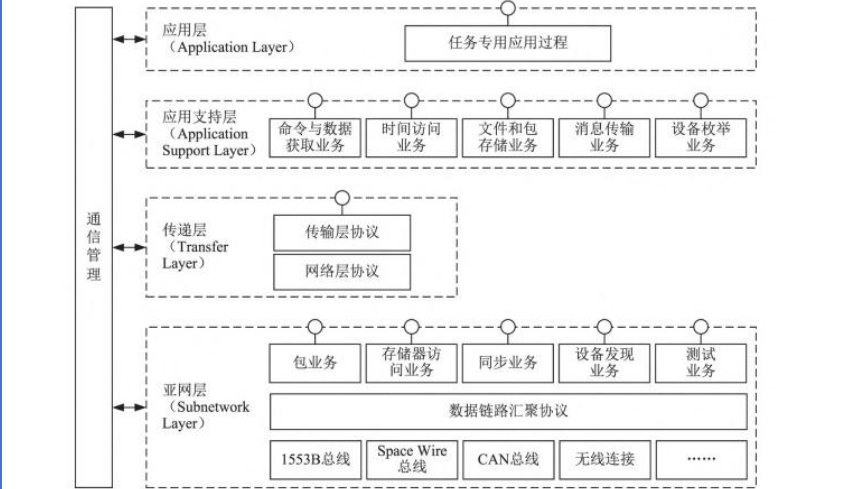


图 1 SOIS 参考通信架构  
Fig.1 SOIS reference communications architecture

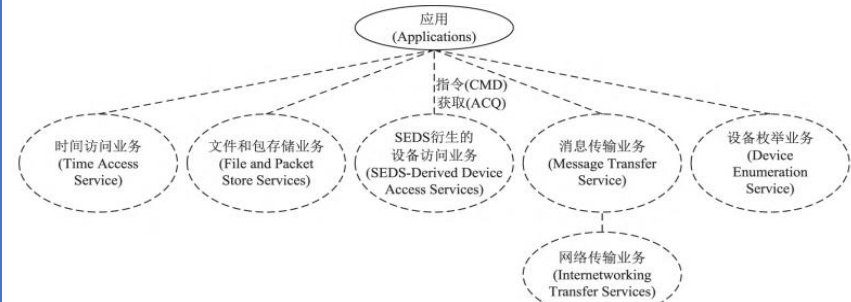


图 2 SOIS 应用支持层功能业务  
Fig.2 SOIS application support layer functions services

2. 业务实例化与融合框架设计：

明确设备虚拟访问业务组成关系，对设备发现、枚举、虚拟、数据池、访问管理等业务及其原语进行详细实例化设计；基于 EDS进行设备虚拟访问框架的设计，阐述不同层次中 EDS 传递与解析过程，及在 1553B 总线中的应用

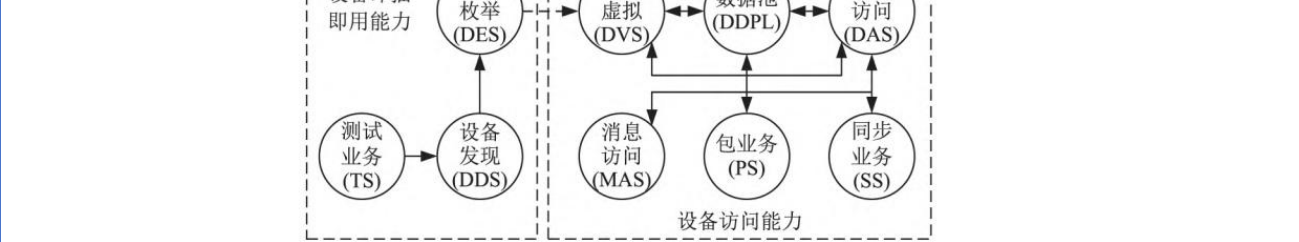


图 3 设备虚拟访问组成关系  
Fig.3 Device virtual access composition and relationship

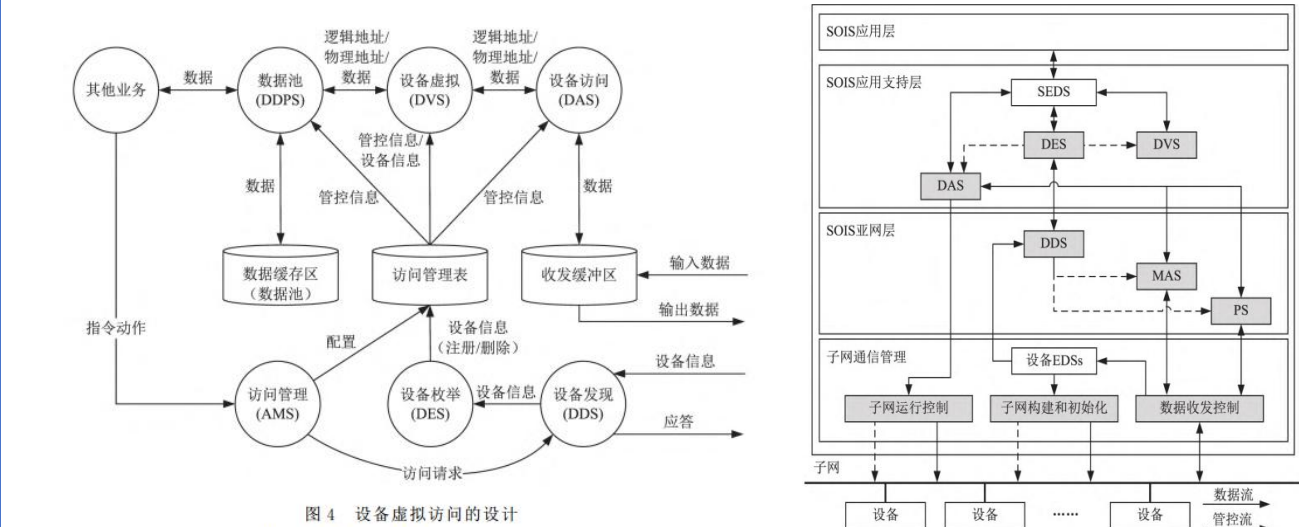


图 4 设备虚拟访问的设计  
Fig.4 Design of device virtual access

3. 测试验证：

通过设备接入、信息记录、访问等操作的输出结果验证了设备虚拟访问业务设计的正确性；通过 1553B 总线即插即用测试结果验证了 EDS 虚拟访问的可行性。

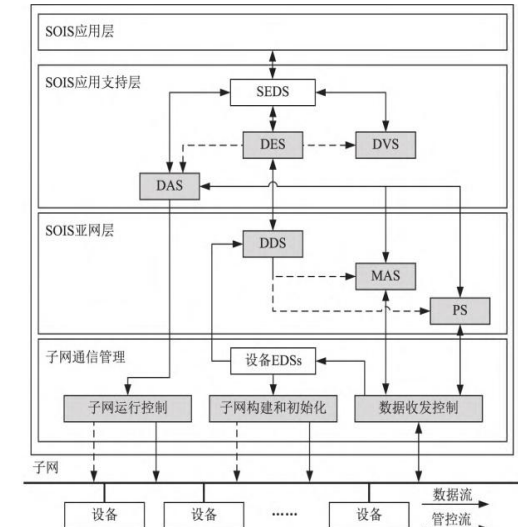


图 5 设备虚拟访问的融合框架  
Fig.5 A fusion framework for device virtual access

02文章信息	研究背景、目的、结论	总结思考
<p><b>题目：</b></p> <p>基于SOIS的星载平台软件架构设计探索</p> <p><b>作者：</b></p> <p>王君,王志杰,乐浪</p> <p><b>单位：</b></p> <p>中国空间技术研究院通信卫星事业部</p> <p><b>关键词：</b></p> <p>卫星信息处理；航天器在轨接口业务；软件架构设计</p> <p><b>来源：</b></p> <p>《航天器工程》第 26 卷第 3 期，2017 年 6 月</p>	<p><b>现存问题：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 且当前卫星平台软件复杂度高、功能扩展受接口限制、网络化适应性差、信息吞吐量有限；</li><li>2. 系统软件将信息处理、应用管理等功能在时序和存储设计上都融为一体，与外围硬件状态紧密相关，导致不易扩展；</li><li>3. 星内总线利用率低，星间传输速率有限</li></ol> <p><b>作者提出的解决方法：</b></p> <p>基于SOIS的信息处理流程，设计了新的软件架构，将应用软件和软件功能及接口界面分离开，采用将有线和无线总线相结合的外部接口应用方式，并优化硬件设备连接，将设备进一步网络化和虚拟化，采用统一接口，并简化拓扑结构</p> <p><b>研究结论：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 提出一种软件设计方法：基于SOIS建议信息处理流程，综合未来卫星信息处理需求，提出以集中信息收集和处理为主要工作方式的软件（如卫星平台自主管理应用）应具备的功能和架构设计。</li><li>2. 解决相关问题：新架构接口统一，无线总线的应用适用于处理多目标多变量的发展需求；信息处理软件可支持大容量数据存储和传输；传输层和子网层SOIS建议的应用可满足未来信息处理标准化和网络化的需求；应用软件可活得更丰富的信息，提升卫星自主管理能力和在轨操作能力</li></ol> <p><b>建议与展望：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 探索卫星未来软件架构，设计新的软件架构以及外围总线接口可以更好的利用SOIS的建议，适应未来卫星信息处理的需要</li><li>2. 建立一系列的设计标准规范和配套的电子数据单工具链</li></ol>	<p><b>总结：</b></p> <p>现有的架构不是一蹴而就的，也不是一尘不变的，是逐步发展的。（上帝视角，阶段定位）</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 多层业务处理，应用支持层、传输层、子网网络层，这些处理与应用软件分离开，专注于各自信息处理；</li><li>2. 信息集中处理的应用支持层，兼具多种业务形式，包格式的遥测遥控，文件、消息业务等新信息形式，可适应大容量、长延迟的信息传输需求；</li><li>3. 传输层和子网网络层中的数据链路集中协议，需要软件配置和识别有有线/无线总线通信协议。</li><li>4. 标准原语、设备访问、设备虚拟等业务的设计，有利于多目标多类型设备接入信息流，同时利于软件的模块化设计、集成和拓展，可以作为提升卫星信息处理能力的出发</li></ol> <p>未来卫星信息化、智能化水平的提升，体现在自主集中监视、控制和管理。</p> <p>未来卫星信息处理的新需求：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 卫星内部具备多目标多变量的识别与控制，软件自主管理范围从平台扩展到载荷，将新变量融合进卫星的管理中，用于完成更多目标任务；（装载更多先进智能化设备，配有大量传感器）</li><li>2. 更高自主性，自主管理维持运行、自主位置保持、自主预估寿命、自主切换工作模式（如寿命末期自主离轨）；</li><li>3. 大容量数据存储、传输，利用基于Flash等高效可随机存取的固态大容量存储器，以及可实时操作系统直接处理的、满足大容量输出上传下载的文件传输协议（CFDP）；</li><li>4. 网络化，满足星内、星地、兴建的信息互联交换、自主接入（空间互联网时代）；</li><li>5. 标准化，平台设计、结构机构、设备接口等应参考和兼容更多国际标准，适应更复杂的应用需求</li></ol> <p>应用SOIS建议的信息处理架构，需要软件架构具备<b>业务分层处理</b>的能力，具备设备访问和虚拟化以及子网通信的能力。</p>



**题目：**  
基于SOIS的星载平台软件  
架构设计探索

**作者：**  
王君,王志杰,乐浪

**单位：**  
中国空间技术研究院通信  
卫星事业部

**关键词：**  
卫星信息处理；航天器在  
轨接口业务；软件架构设计

**来源：**  
《航天器工程》第 26 卷  
第 3 期，2017 年 6 月1.

- 1. 需求分析：**  
从未来卫星信息化、智能化发展需求出发，分析多目标多变量、更高自主性、大容量数据存储传输、网络化和标准化等方面对软件架构提出需求。
- 2. 理论依据：**  
研究 CCSDS 的 SOIS 建议书及相关标准协议，阐述其信息处理流程和业务架构，为新架构设计提供理论依据。
- 3. 对比分析：**  
比对当前卫星平台软件设计与 SOIS 理念的差异，分析现有架构的优缺点，明确改进方向，提出新架构设计方案。

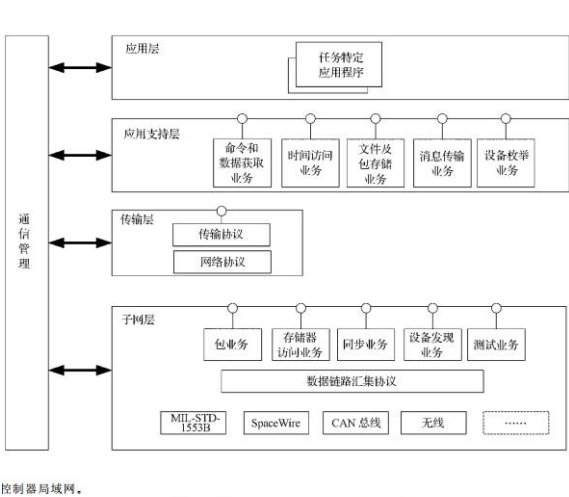
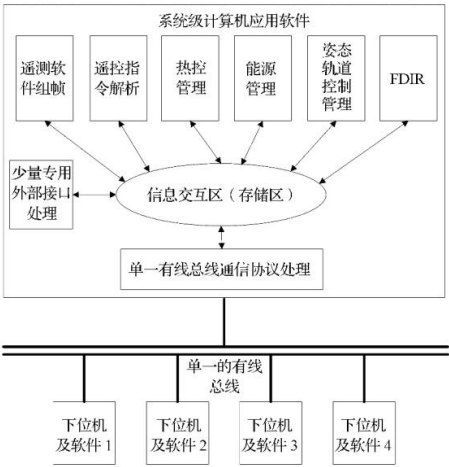


图 1 航天器在轨接口业务参考通信架构  
Fig 1 SOIS reference communications architecture



注：FDIR 为故障检测、隔离与恢复。  
图 3 目前常用卫星平台软件架构  
Fig 3 Common software framework in

- 4. 提出设计：**
1. 分设应用软件（SOIS的应用层）和信息处理软件（SOIS的应用支持层、传输层及子网层）；两者间使用软件可直接访问的大容器存储设备连接；为避免读写重读可设置两种存储区域；
  2. 应用软件提供更加智能和自主的功能；
  3. 信息处理软件网络化沟通多种设备；
  4. 信息处理软件适应有线和无线两种总线接口；
  5. 存储器设备独立于计算机，单独设计访问，便于适应大数据量及维护；
  6. 设备进一步网络化和虚拟化，从而适应即插即用和远程访问的需求；

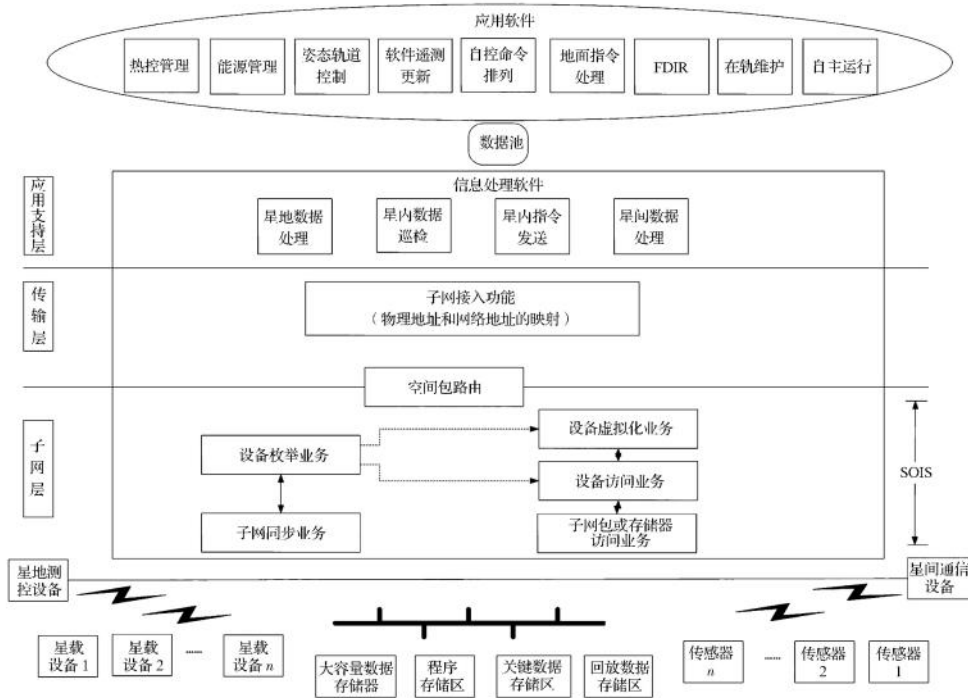


图 4 一种基于 SOIS 的软件架构设计  
Fig 4 A software framework design based on SOIS

03文章信息	研究背景、目的、结论	总结思考
<p><b>题目：</b></p> <p>星载标准接口业务在航天器中的应用方法</p> <p><b>作者：</b></p> <p>何熊文,朱剑冰,程博文,顾明,阎冬</p> <p><b>单位：</b></p> <p>北京空间飞行器总体设计部</p> <p><b>关键词：</b></p> <p>空间数据系统咨询委员会；航天器；星载标准接口业务</p> <p><b>来源：</b></p> <p>《航天器工程》第 24 卷第 6 期，2015 年 12 月</p>	<p><b>现存问题：</b></p> <p>中国航天器星载接口协议不统一、设备和软件通用性差</p> <p><b>作者提出的解决方法：</b></p> <p>从星内节点协议配置、SOIS业务选择、与空间链路协议配合等方面，探讨如何在中国航天器中应用SOIS标准</p> <p><b>研究结论：</b></p> <p>应用 SOIS 标准有助于实现中国星载接口协议的标准化，建立统一信息网络服务，为航天器智能数据处理和系统重构提供支撑；促进航天器上设备和软件的通用化和产品化，缩短研制周期、节约成本、提高开发效率</p> <p><b>建议与展望：</b></p> <p>未来需进一步研究SOIS标准在中国航天器中的应用方法，如何实现设备“即插即用”、异步消息传输业务如何实现多航天器间通信、SOIS 与容断容延迟网络（DTN）结合以及如何支持无线接口等问题。一系列的设计标准规范和配套的电子数据单工具链</p>	<p><b>总结：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>设备枚举业务，可与子网层的设备发现业务等配合，实现设备的“即插即用” [01学位论文]</li><li>综合应用CCSDS定义的空间链路协议、ECSS定义的PUS包应用标准协议、SOIS的星内通信业务及协议，制定航天器数据系统的标准业务及协议规范，能促进航天器空间网络与星载网络的协议标准化设计，推动航天器数据系统软硬件的规范化以及产品化进程。</li></ol> <p>SOIS优势：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>兼容性与可扩展性强：提出空间在轨接口业务参考通信架构，对航天器信息处理流程分层和定义，建议多种总线和信息链路接口。</li><li>适用范围广：不仅适用于单星星内处理，还适用于星地以及星间信息互联，子网层业务种类丰富，契合卫星发展趋势。</li><li>实现特定目的：通过归纳总结航天器不同层次标准业务、标准接口，在不改变本层业务功能的前提下跨层传递数据，达成虚拟访问、业务重用和互联互通的目的。</li><li>利于标准化访问与重用：定义标准化业务接口和协议，实现对传感器、执行机构、通用航天器功能的标准化访问，让星载应用程序开发独立于业务提供机制，提高在不同航天器中的重用率。</li><li>满足多样化通信需求：通过分层次的业务制定，可满足不同智能程度、不同接口的网络节点或设备之间的通信，应用时需按需进行业务选择并指定配套协议。</li></ol> <p><b>疑惑：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>SOIS体系架构中层与层之间的数据是如何传输的？[CCSDS的标准书]</li><li>对SOIS的理解程度应该达到什么标准，感觉看完就忘了。</li></ol> <div><p>CCSDS 批准出版的文件根据其用途和标准化过程的不同阶段被分为若干类别，用不同的颜色加以区分。共有八种不同类别，以八种不同的颜色表示如下：</p><ul style="list-style-type: none"><li>● 蓝皮书（Blue）：建议的标准文件（Recommended Standards）；</li><li>● 洋红皮书（Magenta）：建议的实践文件（Recommended Practices）；</li><li>● 绿皮书（Green）：信息报告文件（Informational Reports）；</li><li>● 红皮书(Red)：标准或实践文件的草稿（Draft Standards/Practices）</li><li>● 橙皮书（Orange）：试验类文件（Experimental）；</li><li>● 黄皮书（Yellow）：管理类文件（Administrative）；</li><li>● 银皮书（Silver）：已退出使用的历史文件（Historical）。</li><li>● 粉皮书（Pink）：用于评审的修订稿（Draft Revisions For Review ）</li></ul></div>

题目：  
星载标准接口业务在航天器中的应用方法

作者：  
何熊文,朱剑冰,程博文,顾明,阎冬

单位：  
北京空间飞行器总体设计部

关键词：  
空间数据系统咨询委员会；航天器；星载标准接口业务

来源：  
《航天器工程》第 24 卷第 6 期，2015 年 12 月

1. 标准研究：

研究 CCSDS 的 SOIS 相关标准文档（如紫皮书、绿皮书等），简要分析 SOIS 体系架构、业务组成及相关协议，为应用方法的研究提供理论基础。

2. 问题分析与解决：

分析中国航天器现有星载接口协议亟需解决的问题，有针对性地提出 SOIS 标准的应用方法。  
通过具体的通信场景实例，详细阐述 SOIS 业务选择和协议配置方法。

- 1. 不同智能程度地设备或节点，协议如何配置（星内节点协议配置）
  - 2. 不同种类的数据采用何种业务进行数据传输（SOIS业务选择）
  - 3. SOIS与空间链路等其他协议如何配合（与空间链路协议的配合）
- 智能节点通信（较强的处理与通信能力——数管/星务计算机）  
简单智能节点通信（收发空间包处理能力——挂接在总线接口的分系统终端）  
非智能节点通信（收发原始数据——挂接在指令接口上的设备）

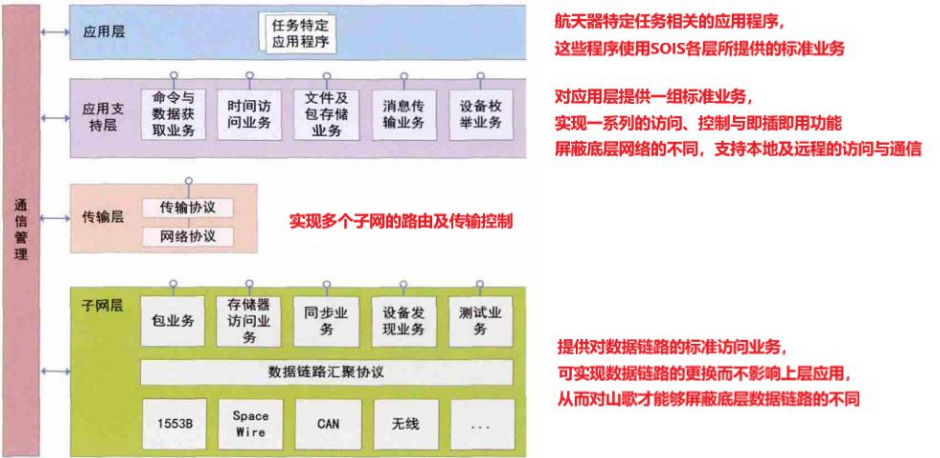


图 1 SOIS 体系架构  
Fig. 1 Architecture of SOIS

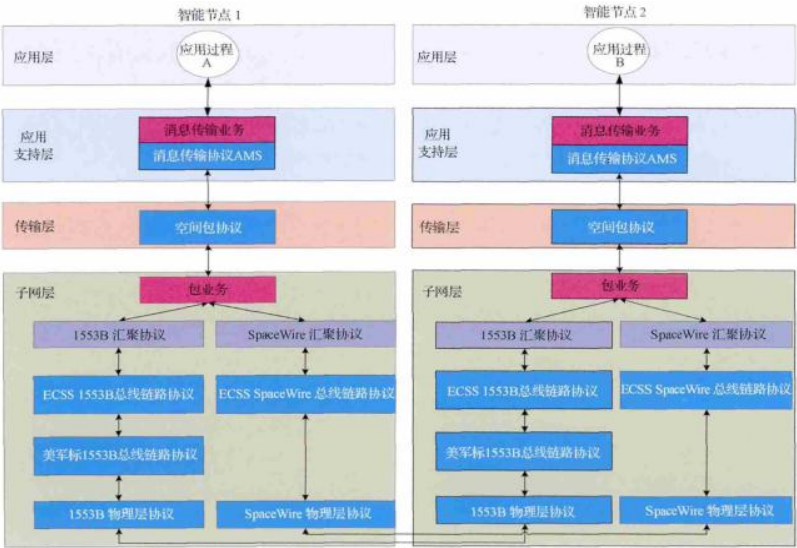


图 2 智能节点协议配置  
Fig. 2 Protocol configuration of intelligent node

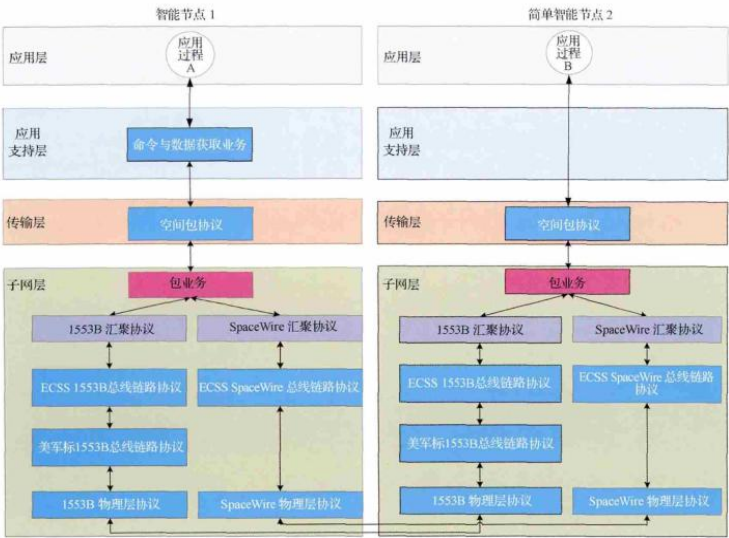


图 3 简单智能节点协议配置  
Fig. 3 Protocol configuration of simple intelligent node

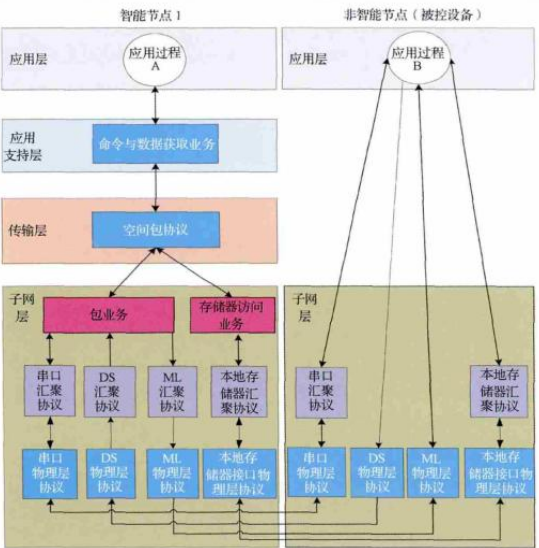


图 4 非智能节点协议配置  
Fig. 4 Protocol configuration of non-intelligent node



04文章信息	研究背景、目的、结论	总结思考
<p><b>题目：</b></p> <p>标准化参数定义方法及其工具设计</p> <p><b>作者：</b></p> <p>王彧泽,吕良庆,张峻巍</p> <p><b>单位：</b></p> <p>中国科学院国家空间科学中心复杂航天系统电子信息重点实验室,中国科学院大学</p> <p><b>关键词：</b></p> <p>标准化参数；参数定义；包应用标准（PUS）；基于可扩展标记语言的遥测遥控信息交换（XTCE）；基于可扩展标记语言的格式化数据单元（XFDU）；工程参数；遥测格式</p> <p><b>来源：</b></p> <p>《航天标准化》2023年 第2期</p>	<p><b>现存问题：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>传统遥测格式设计依赖各方协商确定，一旦确定不易修改</li><li>不同卫星任务之间遥测数据格式难以复用，需进行大量重复性工作</li><li>固定遥测格式可能存在数据冗余，占用传输带宽和资源</li><li>固定格式难以灵活应对日益复杂的航天任务和未知场景</li></ol> <p><b>作者提出的解决方法：</b></p> <p>基于包应用标准（PUS）中的PTC+PFC方法设计参数类型、参数、数据格式；使用可扩展标记语言（XML）遥测遥控信息交换（XTCE）的描述方法对数据格式进行标准化描述；使用XML格式化数据单元（XFDU）对数据格式进行封装，从而对数据转换工作进行了规范</p> <p><b>研究结论：</b></p> <p>该方法有助于实现星上按需、灵活定义数据格式，提升星载应对紧急、未知、非预期等情况时的自主能力。地面端基于XTCE标准，对临时、按需定义的参数类型、参数、数据格式进行描述，并使用XFDU对数据格式进行封装，使得数据格式标准化，便于在异构系统之间进行交换</p> <p><b>建议与展望：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>进一步优化参数定义工具，提高易用性和效率</li><li>研究如何更好地与现有航天系统集成，确保兼容性</li><li>探索在更多类型航天任务中的应用，进一步验证和完善方法及工具</li></ol>	<p><b>总结：</b></p> <p>基于国际通用标准进行研究，有助于实现数据格式的标准化，便于异构系统之间的数据转换和共享，通用性的工具设计可适用于不同卫星任务，为航天领域数据处理的规范化和通用化提供参考。</p> <p>XFDU 与 XTCE 相互协同补充，XTCE 专注描述遥测数据结构内容，其格式信息融入 XFDU 元数据实现数据封装管理。XFDU 元数据含格式描述，数据格式变动时，处理软件依此解析，保证航天遥测数据处理准确，实现对航天器状态的精准监测控制。</p> <p><b>疑惑：</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>PUS 标准中的工程参数业务提到可以根据任务阶段控制和调整航天器报告计划，那在实际操作中，如何实现这种动态调整？需要涉及哪些具体的流程和技术手段？</li><li>标准中用于描述工程参数的标签，这些元素看起来比较抽象，它们是如何具体协同工作来描述遥测参数信息以及遥测包封装的呢？有没有一个简单的示例可以直观地展示这些元素的使用方式和效果？在数据格式交换设计方面，XTCE 是如何确保不同系统之间能够准确理解和转换数据格式的？为什么说航天器的高可靠和高安全限制了即插即用的应用灵活性？</li><li>如何理解“XFDU 包的元数据部分包含了具体的数据格式描述信息，将该格式文件作为遥测数据处理软件的输入，达到数据格式动态变化时，依旧能正确解析遥测数据的目的”？</li><li>新定义的数据格式能否与旧有系统兼容？航天器或许存在特定的格式要求。</li></ol>

04文章信息	研究方法	
<p><b>题目：</b></p> <p>标准化参数定义方法及其工具设计</p> <p><b>作者：</b></p> <p>王彧泽,吕良庆,张峻巍</p> <p><b>单位：</b></p> <p>中国科学院国家空间科学中心复杂航天系统电子信息技术重点实验室,中国科学院大学</p> <p><b>关键词：</b></p> <p>标准化参数；参数定义；包应用标准（PUS）；基于可扩展标记语言的遥测遥控信息交换（XTCE）；基于可扩展标记语言的格式化数据单元（XFDU）；工程参数；遥测格式</p> <p><b>来源：</b></p> <p>《航天标准化》2023年第2期</p>	<p><b>1. 标准研究与整合：</b></p> <p>阐述了PUS、XTCE、XFDU等相关标准的概念、组成和应用场景，将这些标准的优势进行整合，提出适合工程参数定义的方法。（利用 PUS 的包域代码概念定义参数类型，借助 XTCE 描述遥测参数信息和封装方式，通过 XFDU 实现数据封装。）</p> <div><div><p>1) PUS 标准 由欧洲航天标准化合作组织（ECSS）提出：</p><p>a) 包域代码（Packet Field Code）：由包域类型代码（PTC，12 种取值类型）和包域格式代码（PFC，取值类型所占存储空间大小）组成</p><p>b) 每一个包域都应当关联一个包域代码用来表示该包域携带数值的数据类型</p><p>c) 工程参数定义方法：定义参数（指明参数类型、名称，即实例化生成参数）—&gt;定义数据格式（排列组合已有参数，形成简单数据格式）—&gt;形成工程参数报告（排列组合简单数据结构，形成复杂数据格式）</p><p>i. 简单数据格式：由参数组成，参数是有序且不可重复的</p><p>ii. 复杂数据格式：由简单数据格式组成，简单数据格式无序且可重复</p></div><div><p>2) XTCE 标准 由对象管理组织（OMG）提出，后 CCSDS 颁布推荐标准：</p><p>a) XTCE 的应用场景：遥测数据处理、数据格式交换设计、遥控指令系统设计、测试序列建模等</p><p>b) XTCE 的组成：</p><div><pre>&lt;xtce:SpaceSystem&gt;&lt;!-- XTCE 的根元素--&gt; &lt;xtce:Header&gt;&lt;!-- 头部--&gt;   &lt;xtce:TelemetryMetaData&gt;&lt;!-- 遥测描述部分--&gt;   &lt;xtce:CommandMetaData&gt;&lt;!-- 遥控描述部分--&gt;   &lt;xtce:ServiceSet&gt;&lt;!-- 描述遥测或遥控服务--&gt;   &lt;xtce:SpaceSystem&gt;&lt;!-- 可选的子空间系统(递归)--&gt; &lt;/xtce:SpaceSystem&gt;</pre><p>图 1 XTCE 的组成示意</p></div><p>c) XTCE 对工程参数的描述主要用到&lt;xtce:TelemetryMetaData&gt;标签，提供了 6 种标签元素，描述了遥测参数信息、遥测包封装方式</p><div><pre>&lt;xtce:TelemetryMetaData&gt;   &lt;xtce:ParameterTypeSet&gt;&lt;!-- 描述参数类型信息--&gt;   &lt;xtce:ParameterSet&gt;&lt;!-- 描述参数信息--&gt;   &lt;xtce:ContainerSet&gt;&lt;!-- 描述遥测包结构--&gt;   &lt;xtce:MessageSet&gt;&lt;!-- 基于关联关系定义数据包或子帧--&gt;   &lt;xtce:StreamSet&gt;&lt;!-- 描述数据流--&gt;   &lt;xtce:AlgorithmSet&gt;&lt;!-- 描述算法--&gt; &lt;/TelemetryMetaData&gt;</pre><p>图 2 XTCE 遥测元数据的组成示意</p></div></div><p>3) XFDU 标准 由 CCSDS 提出：</p><p>a) 目标是将数据和描述数据的元数据打成单个包，便于信息的传输和归档，同时提供满足当前 CCSDS 机构要求的核心封装结构和机制的详细规范。</p><p>XFDU 目前主要用于数字信息管理系统。</p><p>b) XFDU 包：包含若干文件的容器，包括一个特殊的文件（清单文档 Manifest Document）</p><p>c) 清单文档：包含了 XFDU 包中一部分文件，并描述了文件间的关联关系。描述内容包括：包头、信息包映射、数据对象部分、元数据部分、行为部分</p></div> <td><p><b>2. 工具设计与验证：</b></p><p>设计参数定义工具，从软件架构上分为用户界面层（提供图形化操作界面）、业务逻辑层（处理用户请求和业务逻辑）和参数定义库（包含相关数据表），并基于 XFDU 标准封装数据格式生成格式文件用于遥测数据处理软件输入。</p><p>通过使用已有卫星遥测数据格式接口控制文件以及自主设计格式，检验工具生成的 XTCE 和 XFDU 文件是否符合要求。</p><div><div><div>用户界面层</div><div>用户界面</div></div><div><div>业务逻辑层</div><div><div>定义参数类型</div><div>定义参数</div><div>定义简单数据格式</div><div>定义复杂数据格式</div><div>参数类型表</div><div>参数类型表</div><div>参数类型表</div><div>参数类型表</div></div></div><div><div>参数定义层</div><div><div>参数类型表</div><div>参数表</div><div>简单数据格式表</div><div>复杂数据格式表</div></div></div></div><p>图 4 参数定义工具软件架构图</p></td>	<p><b>2. 工具设计与验证：</b></p> <p>设计参数定义工具，从软件架构上分为用户界面层（提供图形化操作界面）、业务逻辑层（处理用户请求和业务逻辑）和参数定义库（包含相关数据表），并基于 XFDU 标准封装数据格式生成格式文件用于遥测数据处理软件输入。</p> <p>通过使用已有卫星遥测数据格式接口控制文件以及自主设计格式，检验工具生成的 XTCE 和 XFDU 文件是否符合要求。</p> <div><div><div>用户界面层</div><div>用户界面</div></div><div><div>业务逻辑层</div><div><div>定义参数类型</div><div>定义参数</div><div>定义简单数据格式</div><div>定义复杂数据格式</div><div>参数类型表</div><div>参数类型表</div><div>参数类型表</div><div>参数类型表</div></div></div><div><div>参数定义层</div><div><div>参数类型表</div><div>参数表</div><div>简单数据格式表</div><div>复杂数据格式表</div></div></div></div> <p>图 4 参数定义工具软件架构图</p>

8

**2. 工具设计与验证：**

设计参数定义工具，从软件架构上分为用户界面层（提供图形化操作界面）、业务逻辑层（处理用户请求和业务逻辑）和参数定义库（包含相关数据表），并基于XFDU标准封装数据格式生成格式文件用于遥测数据处理软件输入。

通过使用已有卫星遥测数据格式接口控制文件以及自主设计格式，检验工具生成的XTCE和XFDU文件是否符合要求。

用户界面层

业务逻辑层

参数定义层

用户界面

定义参数类型

定义参数

定义简单数据格式

定义复杂数据格式

参数类型表

参数类型表

参数类型表

参数类型表

参数类型表

参数表

简单数据格式表

复杂数据格式表

图 4 参数定义工具软件架构图

 8 |