

基于航天器 XTCE 遥测的 XFDU 设计

何睿^{1,2} 张峻巍^{1,2} 卢广佑^{1,2} 王彧泽^{1,2} 吕良庆^{1,2}

(1 中国科学院复杂航天系统电子信息技术重点实验室(中国科学院国家空间科学中心), 北京,100190;

2 中国科学院大学, 北京, 100049)

Spacecraft telemetry design based on non-convention communication between satellite and Earth

HE Rui^{1,2} ZHANG Junwei^{1,2} LU Guangyou^{1,2} WANG Yuze^{1,2} LYU Liangqing^{1,2}

(1 Key Laboratory of Electronics and Information Technology for Space System, National Space Science Center, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

(2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

随着深空探测项目的实施,传统航天器按既定格式的遥测模式已经遭受到严峻的挑战。目前航天工程中参与各方通常在航天器任务设计阶段使用协商约定的方式组织遥测数据格式,随后遥测数据按照这种事先约定好的格式进行组织。但深空探测面临较多的环境不确定性,固定遥测的设计会限制卫星应对突发、异常和未知情况的能力。其次,固定格式的设计必然会导致数据冗余,导致占用较大的传输带宽但传输数据的信息量受限。同时,不同的卫星任务的遥测设计往往是不同的,协商约定的方式会导致遥测数据格式不易修改且难以继承。因此如何针对性地传输“有意义”、“受关注”的数据,不传输“无用”的数据,消灭“信息冗余”和“填充”数据,提升数据的应用价值,是值得研究的一个问题。

基于可扩展标记语言的遥测遥控信息交换标准(XML Telemetry and Command Exchange, XTCE)提出了健壮有效的数据模型和数据交换格式来描述从卫星研制至卫星发射运行各阶段的数据信息,在欧美的航天器研制中得到广泛应用[1]。但目前基于 XTCE 的遥测设计过程仍依赖于人工编制[2],遥测数据格式信息通常在研制阶段由设计人员借助解释编辑工具生成,星载端只能以这种既定的格式进行遥测数据的组织和下传。

XML 格式化数据单元(XFDU)是 CCSDS 于 2008 年提出的一项标准建议书,其定义的数据、元数据、软件打包标准适用于空间信息的传输和归档[3]。基于 XFDU 进行遥测设计使得航天器可以不依赖地面的固定遥测设计,通过工程参数组织业务按需向地面传输遥测数据的组织格式,地面端接收以 XFDU 形式打包的遥测数据格式、识别提取并标准化格式信息,并形成包含格式标签的元数据文件以支持自定义格式遥测数据的解析。结合 XFDU 的遥测场景如下图 1 所示。

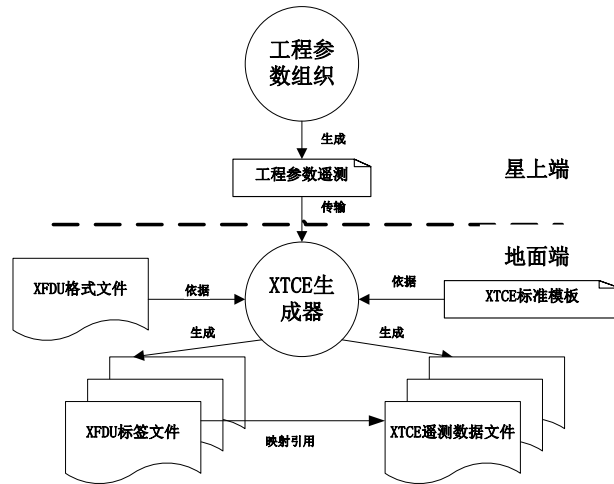


图1 基于 XFDU 和 XTCE 的自适应遥测场景

目前，以该设计思路构建的基于 XFDU 的地面端遥测系统依据星上下传的遥测格式信息能够自动生成标准化遥测数据格式信息，进而完美地解决前文所述人工编制方式存在的诸多问题和弊端并且高效地完成后续卫星遥测数据处理的任务。

不同于传统下传的遥测信息，卫星需要先发送依据 XFDU 打包的遥测格式信息，再发送以该格式组织的遥测数据信息。星载端定义的遥测格式信息被地面端格式转换映射系统处理后，产生的 XTCE 数据格式信息会被存储到内部卫星遥测格式数据库或是提供给异构系统进行进一步处理。当卫星继续下传遥测数据时，以某载荷的工程参数为例，数据处理系统就会调用数据库中对应的 XTCE 格式信息对其进行解析，根据解析后的遥测数据判断该载荷的运行情况，从而完成遥测数据处理。地面端自适应生成遥测数据格式信息以及遥测数据的处理过程如下图 2 所示。

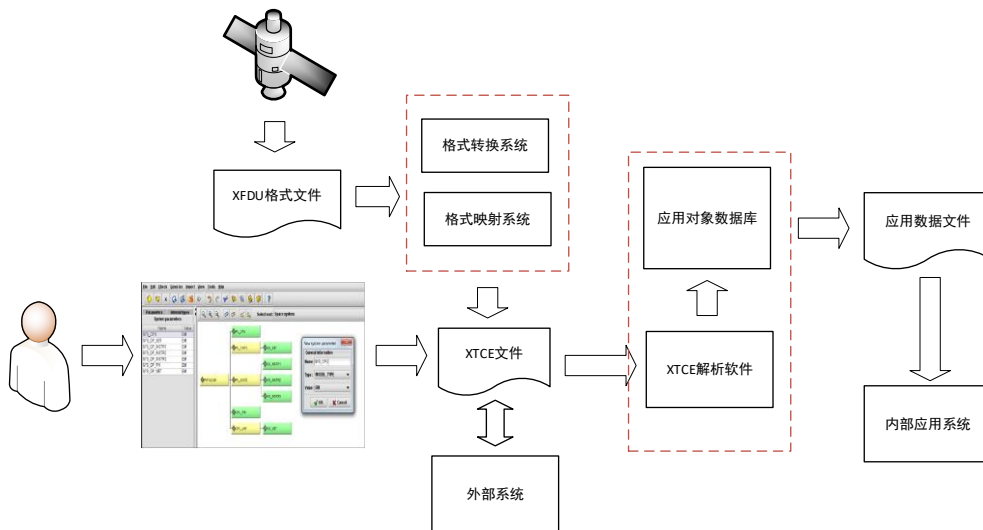


图2 两种方式下 XTCE 遥测格式文件的应用生命周期

本课题在可扩展体系架构、空间包协议、PUS 协议、XFDU、XTCE 等基础上，研究了地面端遥测格式自适应识别技术，并支持卫星遥测数据的按需组织下传及接受识别。遥测格式识别和解析可以支持航天器以事先未定义的格式下传遥测数据，可以处理星载设备临时组织的数据结构，突破传统遥测的局限性。有助于实现遥测数据的高效下传，提高数据的应用价值，为自适应科学探测提供自主数传支持。

关键词：卫星、自适应遥测、XTCE、XFDU、数据处理、遥测格式映射