



中华人民共和国国家标准

GB/T 38024—2019

微纳卫星产品接口要求

Interface requirement for micro-nano satellite equipment

2019-08-30 发布

2020-03-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
微纳卫星产品接口要求
GB/T 38024—2019

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2019 年 8 月第一版

*

书号: 155066 • 1-63448

版权专有 侵权必究

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国宇航技术及其应用标准化技术委员会(SAC/TC 425)提出并归口。

本标准起草单位:航天东方红卫星有限公司、哈尔滨工业大学、浙江大学、上海卫星工程研究所、北京卫星环境工程研究所、深圳航天东方红海特卫星有限公司、北京空间科技信息研究所、中国航天标准化研究所。

本标准主要起草人:王海明、孙骥、韩建斌、扈勇强、李霖、袁媛、刘佳、房红军、李军予、窦骄、刘元默、王峰、蒙涛、周英庆、杨勇、薛力军、彭洪江、王维嘉、刘畅。

微纳卫星产品接口要求

1 范围

本标准规定了微纳卫星产品的机械、热、电气、信号、磁等接口的一般要求与详细要求。

本标准适用于微纳卫星产品的机械、热、电气、信号、磁等接口的设计,微纳卫星载荷产品接口可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 3100 国际单位制及其应用

GB/T 3101 有关量、单位和符号的一般原则

GB/T 3102.1 空间和时间的量和单位

GB/T 13850 交流电量转换为模拟量或数字信号的电测量变送器

GB/T 33993 商品二维码

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

功能板卡 **function card**

基于工业板卡标准,用以实现或部分实现星上数据接收、处理、传输、发送等功能的,具有相对独立物理接口的电路板卡。如星载计算机板卡、控制板卡、电源板卡及其他信息处理板卡等。

注:当前微纳卫星板卡的主流形式均采用 PC 104 嵌入式联盟的 PC104 标准,本标准中所述功能板卡均指 PC104 板卡,基形式参见附录 A 中图 A.1、图 A.2。

3.2

板卡集成单元 **function cards block**

基于设计需要,将若干功能单元按照通用协议标准,以机械的形式连接在一起,组成的具有一定刚度和环境适应能力的且具有相对独立物理接口的功能板卡组合。

注:板卡集成单元形式参见附录 A 中图 A.3。

3.3

通用产品 **universal equipment**

具有独立的功能和明确的外部接口,具有标准化、模块化特征,可独立设计、开发、测试、试验,与具体任务无关、不同任务间具有一定互换性的星上仪器设备。

注:在卫星产品的描述中,通常也称仪器、设备、单机、组件等。

4 一般要求

4.1 计量单位

计量单位要求如下：

- a) 除特别说明,所有接口用单位均宜采用国际单位制；
- b) 对于部件和产品,尺寸宜以毫米(mm)给出,角度宜以度(°)给出；
- c) 量、单位和符号均应使用 GB/T 3101 和 GB/T 3102.1 规定的法定计量单位,详细应用应符合 GB 3100 的有关规定。

4.2 接口控制

接口控制要求如下：

- a) 产品的机、电、热等接口数据和特殊要求应通过标准的接口数据单进行规定；
- b) 所有独立的产品、部件和电路板均应编写完整的接口数据单；
- c) 接口数据单的所有项目均应填写完整；如存在不宜表述的内容,可填写在相应的说明框中；对于无法在接口数据单中表达的接口项目,可用专用文件形式进行控制；
- d) 接口数据单及专用接口文件应由相关各方会签并批准后才生效；
- e) 接口文件的任何变更,均应履行与原文件同等的签署审批手续。

4.3 元器件、材料与表面处理

元器件、材料与表面处理要求如下：

- a) 微纳卫星产品用元器件应首先满足卫星功能与性能要求,在许可的情况下可选用工业级器件；
- b) 使用不同的金属材料时,应根据实际情况对不同金属界面采取防护处理；
- c) 星上产品或系统使用非金属材料时,应控制材料总的质量损失小于 1%,真空中可凝聚挥发物小于 1‰。

4.4 互换性

具有相同配置状态的部件和产品,即有同一产品代号的、同一研制阶段的所有部件和产品应能不经机械、热、电修改直接互换。进行互换的部件和产品应具有同样的研制验证状态和可靠性。

4.5 可测试性

电子产品应能用标准的测试设备完成其性能测试和故障识别；无法满足的,应随该产品提供必要的专用测试设备和测试细则。

4.6 环境适应性

所有部件和产品应适应卫星在地面运输、吊装和测试、主动段飞行、在轨运行经历的各种环境。

4.7 可靠性与冗余度

所有新设计的电子产品均应完成机电热一体化设计分析。在进行电性能设计的同时,做好产品结构的静、动力学分析和产品内部的热设计分析。

为了达到规定的可靠性指标,在部件或产品内部可采取必要的冗余设计。

4.8 安全性

涉及推进剂、供电及增压的部件和产品,其设计和工艺应保证卫星在总装、测试、试验和在轨运行期间的安全性。

部件和产品的设计在危险或者故障情况下不对人员、运载和卫星构成伤害,并符合卫星研制的安全规定要求。

4.9 产品标识

产品标识要求如下:

- a) 产品应有清晰可见的永久标识,标识的内容包括产品代号、出厂日期、研制阶段及电连接器号,其中电连接器的头和座也应有明确的标识;
- b) 产品的标识,包括标识的文字意义、标志尺寸、标志方法、标志字体和颜色等均应符合卫星研制规定;
- c) 产品标识的部位通常在产品侧表面或上表面,标识方向应保持一致,标识的位置应保证装星后可见并应在接口数据单中注明;
- d) 发射前需要拆除的工装产品应涂红显示以区别于星上的产品,所有的保护罩或保护盖均应用红色标识;
- e) 产品标识的制作可采用刻写或印刷,具体实施以抗腐蚀、耐磨和满足环境试验要求为准则,字体和颜色应清晰可视;
- f) 采用二维码作为标识时,应符合 GB/T 33993 要求;二维码提供的信息应不少于规定的标识信息;二维码所在位置应无遮挡,便于扫码确认;
- g) 功能板卡标识内容应由功能板卡代号、产品分类号、批次号和批序号等组成;如另有规定,按专用文件规定执行。功能板卡标识参见附录 A;
- h) 除功能板卡外其他产品标识应使用一个菱形框表示;菱形框内应标明该产品的批次号、产品代号、生产单位和生产时间,参见附录 A。

4.10 产品包装

产品包装要求如下:

- a) 每个产品、部件均应提供包装箱并包装完好;
- b) 包装箱应满足产品的防潮、防振要求,易碰损部位应有专门的保护措施;
- c) 产品和部件包装有特殊要求的,应按专用技术文件规定。

5 详细要求

5.1 机械设计与接口要求

5.1.1 构型布局

产品构型布局要求如下:

- a) 产品在星上的布局充分应考虑电、磁、热、配准、质心、振动、污染、视场、射流等要求;
- b) 产品布局应有产品安装和拆卸操作空间,有电连接器的还应考虑电连接器的插拔操作空间,以及防止不适当配合的措施等;
- c) 应在接口数据单中说明产品布局 and 安装的要求,无法通过接口数据单描述清楚的,应编写专用技术文件予以说明;

- d) 有极性要求的产品,其外观上应标示出极性方向,以保证装星操作时的唯一性;
- e) 如无特殊要求,电连接器插座应位于功能板卡或产品上,插头应位于连接电缆上。

5.1.2 尺寸

尺寸要求如下:

- a) 外形尺寸:产品的外部轮廓尺寸,有安装用凸耳、插座及安装面等尺寸均应标注明确规范,符合专用技术文件的规定;
- b) 位置尺寸:应标示质心、电连接器、接地桩、检测镜、产品标记、插座编号、安装参考孔“R”等在产品上的位置尺寸;
- c) 安装尺寸:应在“仪器简图”接口数据单中标明孔数、孔径、孔距及其公差,各项安装尺寸,参考孔用符号“R”在产品图上标明,卫星总装设计图上对应位置同样应标出对应的参考孔位置“R”;
- d) 本体尺寸:应在“机械特性”型接口数据单中标明用以确定惯量的尺寸,一般为除去安装凸耳和插座外的产品本体尺寸。

5.1.3 质量特性

5.1.3.1 坐标系

产品坐标系一般分参考坐标系和质心坐标系,对坐标系一般要求如下:

- a) 星上产品应以安装面为基准面,以安装面的长边为 L ,短边为 B ,垂直于安装面的边为 H ,参考坐标系的原点一般为安装面的几何中心,正 H 轴垂直于安装面, L 、 B 、 H 形成右手坐标系;
- b) 质心坐标系原点应为产品的质心位置,坐标轴与参考坐标系相应坐标轴平行。

5.1.3.2 质量

产品的标称质量应记录于接口数据单中,标称质量应为上天飞行产品的标称质量,标称质量允许偏差一般不宜超过 5%。

5.1.3.3 质心

产品在其参考坐标系下标称质心位置和偏差应在“接口数据单机械特性”中规定,正样阶段产品的质心位置与标称质心位置的偏差应不大于 2 mm 球半径,有特殊要求的产品,其质心由专用技术文件规定。

5.1.3.4 惯量矩

除特别规定,微纳卫星产品的惯量矩提供分析值,并应记录于接口数据单中,正样阶段有实测要求的产品的惯量矩与标称惯量矩的偏差应不大于 10%。

5.1.3.5 转动部件的角动量

有转动部件的产品,应在接口数据单中明确其转动惯量、转动速度相对时间的数值。除用于调整卫星角动量的转动部件之外,长期转动的部件在设计时应考虑对其所产生的角动量进行平衡补偿。

5.1.4 产品结构设计

5.1.4.1 强度

所有产品在鉴定载荷作用下应满足规定的安全裕度以保证其在鉴定载荷下不发生塑性变形、裂缝、

断开、挠曲、坍塌、失稳及过度变形等危及卫星任务完成的破坏与损伤。产品的安全裕度应不小于表 1 中规定的值。

表 1 安全裕度要求

材料		安全裕度要求
金属材料	屈服强度	≥ 0
	极限强度	≥ 0.12
	稳定性	≥ 0.25
非金属材料	首层失效	≥ 0.25
	承载强度	≥ 0.25
	稳定性	≥ 0.3

产品的结构设计安全裕度按式(1)计算：

$$M.S. = S_a / S_e - 1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

M.S.——安全裕度；

S_a ——极限载荷，引起结构完全破坏的载荷；

S_e ——设计载荷，产品在各种状态下所承受的实际载荷乘以安全系数，安全系数一般取 1.5。

5.1.4.2 刚度

所有产品应满足规定的刚度要求以保证其不会与卫星结构产品耦合，同时保证其在动态载荷下不发生塑性变形、裂缝、断开、挠曲、坍塌、失稳及过度变形等危及卫星任务完成的破坏与损伤。产品的结构固有频率应满足如下要求：

- 功能板卡：三方向固有频率不小于 150 Hz；
- 产品本体：三方向固有频率不小于 150 Hz；
- 通过支架安装的产品，产品与支架组合体：三方向固有频率不小于 120 Hz。

5.1.4.3 增压部件

增压部件应按爆破压力设计，爆破压力应大于工作压力与规定的因子之积。增压部件设计压力因子要求如下：

- 胖瓶： ≥ 2.0 ；
- 胖和气源的管路、接头和软管： ≥ 4.0 ；
- 推进剂供给、排除部件： ≥ 4.0 。

5.1.4.4 辐射保护

微纳卫星主要采用整星防辐射措施，单机产品一般不采用抗辐射加固措施，对装载有特殊辐射敏感元器件的产品，应根据卫星轨道和寿命要求，结合元器件抗辐射数据，在产品设计中采取必要的抗辐射措施。

5.1.5 机械安装

5.1.5.1 功能要求

连接面功能要求如下：

- a) 连接面的连接孔数和螺钉规格应满足产品连接强度与刚度要求；
- b) 连接面接触应满足导电要求,特殊情况应进行绝缘隔离；
- c) 应满足热控导热要求,特殊情况应进行隔热处理；
- d) 如无特殊要求,连接面之间不应采用阻尼支撑或填充阻尼材料。

5.1.5.2 紧固件

紧固件的选用要求如下：

- a) 应采用无磁材料；
- b) 连接件宜采用规格为 M3 的钛合金十字槽沉头螺钉；
- c) 结构主框架的连接件宜采用 M4 螺钉,结构侧板的连接件宜采用 M3 螺钉；
- d) 电缆的安装应采用 M3 螺钉；
- e) 电缆和同轴电缆支架、管路支架等的安装可采用直径 3 mm 的空心铆钉；
- f) 铆钉应采用平头类铆钉,采用的铆接工具应确保不会对结构部件产生任何损伤。

5.1.5.3 底面/表面处理

5.1.5.3.1 安装面要求

为了保证产品安装后有足够的强度、刚度、导电和导热性能,产品安装面要求如下：

- a) 应为全底面接触,接触面边缘应有 $R=0.2\text{ mm}\sim 0.5\text{ mm}$ 圆弧过渡；
- b) 产品质量超过 1 kg 且无法全底面接触时,应确保满足导热要求；
- c) 接触区平面度最低应为 $0.1\text{ mm}/100\text{ mm}$ 、 $0.15\text{ mm}/(100\text{ mm}\sim 200\text{ mm})$ 、 $0.2\text{ mm}/(200\text{ mm}\sim 300\text{ mm})$ 、 $0.25\text{ mm}/(300\text{ mm}\sim 400\text{ mm})$ 、 $0.3\text{ mm}/(400\text{ mm}\sim 500\text{ mm})$ ；
- d) 接触区表面粗糙度应优于 $3.2\text{ }\mu\text{m}$ 。

5.1.5.3.2 表面处理

表面处理按照接口数据单执行,表面处理要求如下：

- a) 应满足防静电要求；
- b) 除防锈铝外,铝合金应按规定进行表面处理；
- c) 镁及其合金应进行表面处理,一般,镁合金件底面涂防护漆后,不应再填充导热硅脂；
- d) 若热控无特殊要求,不锈钢、铍合金、银、玻璃钢和碳纤维复合材料可不进行表面处理。

5.1.6 定位与配准

产品的定位与配准要求如下：

- a) 有安装方向或极性要求的产品,在规定位置应有符合约定的标记；
- b) 有配准要求的产品应提供配准标识；
- c) 配合面和敏感轴之间、销轴和敏感轴之间应有符合规定的配准允差；
- d) 如精确配准要求需在现场进行调整时,应有专用文件对各类调整情况进行明确规定。

5.2 热设计与接口要求

5.2.1 功能要求

星上所有产品均应能经受地面运输、储存、试验及发射、在轨运行期间的各种热环境。

5.2.2 热设计界面

热设计界面要求如下：

- a) 产品与卫星之间的热接口为产品安装面,功能板通过板卡集成单元与卫星之间进行热交换,其热接口与功能板卡的具体热设计有关,应通过功能板卡热设计专用文件明确规定;
- b) 为了热试验和飞行温度监测的需要,卫星热控应在产品特定位置上建立一个或多个温度参考点;
- c) 产品研制方应负责产品内部热设计,分析产品内部温度分布,给出产品内部热简图;
- d) 产品研制方应负责分析验证当温度参考点温度达到规定的最高、最低温度时,内部元器件温度是否满足温度降额使用要求;
- e) 产品表面的热辐射特性由卫星热控定义,产品研制方应负责实施满足卫星热控要求的表面处理。

5.2.3 产品热设计

产品应按下述要求进行热设计：

- a) 应满足工作、非工作、启动温度要求,并能经受住鉴定级试验的考验;
- b) 有主动热控的产品,其总热耗内应含主动热控用的热耗,还应给出加热器位置、加热功率和控温方式,并应在接口数据单-热简图中明确说明;
- c) 产品热设计应考虑固态组件的结温要求和有类似限制的其他元器件的温度要求,在产品处于环境规范中规定的最高工作温度时,这些温度不应超过降额后的最高值;
- d) 产品表面的平均温度接近规定的验收或鉴定温度上下限时,其内部热源应有所需的隔热措施或热流传递路径;
- e) 在确定产品内最佳热流传递路径时,产品与环境的传导或辐射热交换应按照其在卫星上的安装状态考虑;
- f) 产品研制方应进行详细的热分析,以验证产品的热设计,确定元器件的温度满足工作要求以及降额要求;
- g) 对于发热量大于 0.1 W 的器件,在产品热分析时应单独划分节点。

5.2.4 硬件热接口

产品与卫星之间的硬件热接口主要体现为热控涂层、界面填充材料、支架、垫片及电加热器等,热控措施一般由产品研制方负责,并通过专用文件明确规定,产品硬件热接口采用的措施一般要求如下:

- a) 除产品安装面外,外部涂层一般采用高发射率涂层,发射率(ϵ)应不小于 0.85;
- b) 根据需要,局部可采用低发射率热控带或者隔热组件;
- c) 产品安装面之间可根据需要采用界面填充材料改变接触面之间的接触传热系数;
- d) 产品与卫星结构之间可根据需要使用隔热支架、隔热垫片;
- e) 产品可根据需要使用电加热器对产品温度进行主动控制。

5.2.5 温度传感器

产品内部使用的温度传感器及其温度测量电路应在接口数据单中标示,在产品交付时应提供温度标定数据;产品外部使用的温度传感器由卫星总体研制部门统一管理,应通过专用文件明确规定。

5.2.6 热接口数据

产品研制方应在接口数据单中提供下述信息:

- a) 热简图；
- b) 热容量及其允差；
- c) 热功耗及其允差,按工作模式,包括重要的瞬时工况；
- d) 标称的安装底板接触面积；
- e) 外部涂层和辐射率参数；
- f) 星表产品或面对空间的产品,应给出暴露面、孔洞、镜头和其他部件细节；
- g) 大功耗产品应在其热简图接口数据单上标明内部功率的近似分布、主要发热区或部件,以及内部、外部温度敏感器的位置；
- h) 影响热控的任何其他接口细节。

5.3 电气设计与接口要求

5.3.1 供配电设计

供配电设计要求如下：

- a) 在卫星研制及在轨运行的各个阶段,星上各产品均应保证系统的电气接口关系兼容协调,系统安全可靠；
- b) 卫星应为星上产品提供分散与集中相结合的配电体制,由整星提供一次电源、二次电源；
- c) 星上产品的电气接口应在硬件上支持通过系统测控通道对其计算机程序进行修改和注入能力,以实现必要的故障处置和任务重组；
- d) 整星及星上各产品的初始电状态应是已知的、确定的,其初始加电状态应具有合理性、安全性、一致性和可重复性；
- e) 从卫星初始加电状态开始到卫星按程序断电,各产品均应支持卫星能够按程序进入、退出正常的工作模式或正确地进行测试；
- f) 星上所有产品的开关机均应满足卫星系统最小工作模式状态测试要求,在加电启动时其主、备份切换的控制开关应处于主份工作状态,断电时按规定复位到初始状态。

5.3.2 供电接口

5.3.2.1 纹波

不同母线电压对应的纹波电压应满足如下要求：

- a) 一次电源 10 V~13 V 的纹波电压不大于 200 mV、二次电源 5.2 V~5.4 V 的纹波电压不大于 55 mV、二次电源 -12.5 V~-11.7 V 的纹波电压不大于 70 mV；
- b) 一次电源 21 V~29 V 的纹波电压不大于 350 mV、二次电源 11.7 V~12.5 V 的纹波电压不大于 70 mV、二次电源 5.2 V~5.4 V 的纹波电压不大于 55 mV、二次电源 -12.5 V~-11.7 V 的纹波电压不大于 70 mV。

注：上述纹波电压为频率 DC~10 MHz 区间的峰峰值。

5.3.2.2 浪涌电流

负载加电瞬间不同母线电压应能承受具有下述特性的浪涌电流：

- a) 一次电源 10 V~13 V 的浪涌电流不大于 1 A/5 ms、二次电源 5.2 V~5.4 V 的浪涌电流不大于 1 A/5 ms、二次电源的浪涌电流 -12.8 V~-11.5 V 不大于 0.08 A/5 ms；
- b) 一次电源 21 V~29 V 的浪涌电流不大于 3 A/5 ms、二次电源 11.7 V~12.5 V 的浪涌电流不大于 2 A/5 ms、二次电源 5.2 V~5.4 V 的浪涌电流不大于 3 A/5 ms、二次电源 -12.5 V~-11.7 V 的浪涌电流不大于 1 A/5 ms。

5.3.2.3 浪涌电流引起的电源母线电压的瞬变

当一次电源母线向负载提供 5.3.2.2 所定义的一个浪涌电流时,不同母线电压产生的电压瞬变应满足如下要求:

- a) 一次电源 10 V~13 V 的电压瞬变不大于 1 V/15 ms、二次电源 5.2 V~5.4 V 的电压瞬变不大于 0.5 V/5 ms、二次电源 -12.8 V~-11.5 V 的电压瞬变不大于 1 V/5 ms;
- b) 一次电源 21 V~29 V 的电压瞬变不大于 2 V/15 ms、二次电源 11.7 V~12.5 V 的电压瞬变不大于 1 V/5 ms、二次电源 5.2 V~5.4 V 的电压瞬变不大于 0.5 V/5 ms、二次电源 -12.8 V~-11.5 V 的电压瞬变不大于 1 V/5 ms。

5.3.3 接地和搭接

5.3.3.1 功能

各类产品的接地和搭接主要功能如下:

- a) 防止由于内部产品故障或由于感应场使产品框架导致高电势时,产生电击;
- b) 减小由于电场,或其他形式的互耦而产生的电磁干扰;
- c) 保护卫星在地面各阶段不受与雷电放电和雷电的感应效应有关的电击;
- d) 为产品提供统一的零电位参考平面或参考点,防止静电积累。

5.3.3.2 接地

接地要求如下:

- a) 应选择星体结构靠近主配电器的基准点作为电位参考点,也称整星结构地。
- b) 产品与安装面间搭接电阻应小于 10 m Ω ;
- c) 产品间的信号接口应提供相应的隔离,遥测信号的回线应以用户端的地为参考,遥控信号的往返线均应与用户端机壳和电路相隔离,避免地回路;
- d) 二次电源地进入功能板卡集成单元后应与一次电源地短接,再与整星结构地连接;
- e) 锂离子蓄电池结构应分别通过 10 k Ω ~100 k Ω 电阻高阻接地,继电器与卫星地绝缘或高阻接地;
- f) 有浮地要求的产品,其内部电路应与产品壳体隔离,由供电回线为其内部电路提供参考电位;
- g) 电子产品应提供接地设计图。

5.3.3.3 电搭接

电搭接要求如下:

- a) 如无特别要求,电搭接应按永久性搭接、半永久性搭接、铆接、夹紧式金属配合、螺纹锁紧、间接搭接的次序进行电搭接;
- b) 产品结构的所有金属件应是电气上连续的;
- c) 任何产品搭接带和结构搭接点间采用 1 A 电流测试时的直流电阻应不大于 10 m Ω ;
- d) 太阳能电池阵等复杂部组件的搭接方法应在其相应接口数据单中详细描述。

5.3.4 布缆和屏蔽

5.3.4.1 导线的要求

卫星导线主要包括普通线、双绞线、屏蔽线、同轴电缆等,各类型导线使用要求如下:

- a) 普通线一般用于单端模拟量信号传输;

- b) 绞合线一般用于一次和二次电源母线的供电及回路、磁力矩器和马达等大电流噪声产品的供电及回路、加热电路供电及回路、热敏电阻测温信号传输、数据总线等；
- c) 屏蔽线一般用于火工品供电及回路、低频敏感信号传输、LVDS 信号传输等；
- d) 同轴电缆一般用于高速数据传输。

5.3.4.2 绞合和屏蔽

导线的绞合与屏蔽要求如下：

- a) 低频敏感信号线、用于马达/大电流噪声部件的连线，其载流线应与回线绞合使用；
- b) 同一类的线应并入一束，不同类的电缆沿同一路径布设时应相隔一定间距，不同类的电缆束相互交叉时，其交叉角应尽量接近 90° ；
- c) 对于电缆的屏蔽接地应在设备外部采用适当措施，根据分系统要求可分为屏蔽接地、源端屏蔽接地、受端屏蔽接地、双端屏蔽接地、全束电缆屏蔽接地；
- d) 需接地的屏蔽层应通过接线片引出或将屏蔽层连接到电连接器的某一接点；
- e) 不接地的内层屏蔽应在电连接器尾罩内固定好，与尾罩和邻近的屏蔽绝缘；
- f) 屏蔽体应有绝缘护套，且维持屏蔽体的连续性直到或接近两端连接器的尾罩；
- g) 双绞线屏蔽时其信号线和回线应屏蔽在一起；
- h) 同类的一组兼容的线可采用一个共同的、整束的屏蔽；
- i) 高频电缆的屏蔽应维持到四周的端接，低频电缆的屏蔽可通过电连接器的触针端接到机箱内侧壁或使屏蔽引出端接到电连接器的壳体上；
- j) 除了接地点之外，屏蔽应与结构隔离，不同屏蔽间应相互隔离。

5.3.4.3 电缆布设

电缆布设要求如下：

- a) 电缆的布设应使得易于接触和插拔电连接器；
- b) 走线应为屏蔽的端接，接地的连接提供操作空间，并且易于电连接器的插拔；
- c) 应在连线不会被拉出的前提下选择最直接和兼容的连接；
- d) 电缆束应贴紧结构布设并避免电缆束穿越锋利粗糙物和硬的边缘；
- e) 最后一个电缆固定点到电连接器间的电缆的自由长度应尽可能小。

5.3.4.4 电缆线的端接

电缆线的端接要求如下：

- a) 星上电缆线的端接一般采用压接或焊接，采用压接时，应选择正确的压接工具和方法，每个电连接器触针上只应压接一根导线，不应出现导线重叠；
- b) 电缆线的端接应严格按照电连接器触针适合的导线规格用线，不应使用比规定用于特定电连接器触针的导线规格更小的导线。

5.3.5 电连接器

5.3.5.1 电连接器的选择和触针的分配

电连接器的选择和触针的分配要求如下：

- a) 每个产品的电连接器上应至少有一个触针准备用于线缆屏蔽体连接到机壳结构上；
- b) 电连接器应为其所有的内部触点提供低阻抗通路，当具有金属外壳时，外壳应能提供与仪器外壳低阻抗搭接；

- c) 产品上的每类零电压基准可在电连接器上分配一个专用的触针,以允许电源或信号回线有意的
外部接地;
- d) 双绞线对应选择电连接器相邻的触点,以使导线回路最小。对电源线及其回线,推荐用一个未
分配的触点将它们分开;
- e) 所有产品均应在规定的接口数据单中明确规定其电连接器的型号规格代号及定义每个触点的
用途。

5.3.5.2 电连接器的标识

电连接器的标识一般由产品所在的系统分类字、产品分类号、种类代号前缀、电连接器代码和电连
接器的顺序号组,每束电缆均应在其两端的电连接器上标明对装配、测试和故障定位所需要的足够
信息。

5.3.6 星上供电母线短路保护要求

母线短路保护的要求如下:

- a) 电源母线上的直接产品,凡是有可能因单点失效造成电源母线失效的,均应采取短路保护
措施;
- b) 应最大可能地将短路保护措施分散到产品、部件或模块以降低母线保护所引起的失效范围;
- c) 保护电路动作后不应使卫星丧失主要功能或者严重降低其工作寿命;
- d) 母线保护可采用限流电阻或具有自恢复能力的保护电路,所选短路保护电路应该具有抗瞬态
过载能力;
- e) 电源母线直接并联滤波钽电容进行保护时,输出端的滤波钽电容应分组串熔断器后再并联
使用。

5.4 信号设计与接口要求

5.4.1 接口电路设计要求

信号接口电路设计要求如下:

- a) 产品的信号接口电路要完整,并在产品的接口数据单中清楚示意,有备份的产品要画出主、备
接口电路及相互关联关系;
- b) 产品之间的信号接口电路不应损害所属卫星的接地布局,信号接口电路的回线接地方式应满
足卫星接地要求;
- c) 应该通过设计减小本产品对其他产品的干扰并抑制其他产品对本产品的干扰,接口电路应考
虑足够的抗干扰能力。

5.4.2 高频信号接口

产品之间的高频信号接口应使用同轴电缆线或波导连接,并满足以下要求:

- a) 高频信号通路上的所有产品,应确保输入、输出阻抗匹配;
- b) 同轴电缆线接口的屏蔽端应保证其连接的连续性,电缆上的电磁泄漏不应超过规定要求;
- c) 发射端和接收端信号电平应满足规定要求。

5.4.3 其他电信号接口

产品内部的专用接口,以及有特殊的电信号接口,包括硬件及通信协议等,应由专用技术文件进行
详细规定,其接口电路图、时序图应在接口数据单表中明确说明。

5.4.4 典型的接口电路

5.4.4.1 指令接口

指令接口要求如下：

- a) 指令分直接指令和间接指令,应分别由应答机(或遥控单元)和各下位机提供;
- b) 各种指令的设置原则为:重要控制功能可以采用直接指令和间接指令互为备份的方式,各种指令执行结果应设置状态遥测参数;
- c) 指令输出脉冲宽度一般为 $160\text{ ms} \pm 10\text{ ms}$,采用 OC 门输出,低电平导通,导通电平相对于配电柜接地点电压应不大于 1.0 V ,截止状态下漏电流应不大于 $200\text{ }\mu\text{A}$,指令驱动能力吸收电流应不小于 200 mA ;
- d) 指令驱动对象为继电器线圈时,线圈两端应并联泄放电路。

5.4.4.2 模拟量测量接口

模拟量测量接口要求如下：

- a) 模拟量采用单端测量,各产品将需要测量的模拟量以 DC/DC 变换器输出地为基准变换为 $0\text{ V} \sim 3.3\text{ V}$ 的标准电压,输出阻抗应不大于 $5\text{ k}\Omega$;
- b) 对于变化比较快的模拟量,信号变换电路应进行平滑滤波。

5.4.4.3 CAN 总线接口

CAN 总线接口要求如下：

- a) CAN 总线网络应使用主从通信方式,一般星上信息管理设备为主节点,其他为从节点;
- b) CAN 总线连接应采用总线型网络拓扑结构,每个通信节点 CAN 总线的驱动器连接到总线的 CANL、CANH。

5.4.4.4 I²C 总线

I²C 总线要求如下：

- a) I²C 总线应采用主从工作方式,一般星上信息管理设备为主节点,其他均为从节点;
- b) I²C 总线采用的是“线与”的工作方式,连接在 I²C 总线上的各产品应注意在总线异常或者通信异常时,及时处理、及时释放总线,避免单个产品较长时间占用或拉低总线的情况;
- c) I²C 的 SCL 和 SDA 在星上信息管理设备上经过两个电阻分别上拉到同一电源 (3.3 V),其他节点不进行上拉电阻设计;
- d) 各从节点的 SCL 和 SDA 线路上,应在节点内部各增加一个串联电阻 R_s ,用于抑制电平毛刺对节点 I²C 端口的干扰。

5.4.4.5 RS-422 差分接口

RS-422 差分接口要求如下：

- a) 发送方输出正负端应分别串入 $100\text{ }\Omega$ 的电阻;
- b) 接收方正负输入端应分别通过 $10\text{ k}\Omega$ 电阻接电源和地,使得在无输入信号的情况下接收器输出确定的信号。

5.4.4.6 电流测量接口

电流测量接口要求如下：

- a) 使用串联采样电阻测量:根据欧姆定律原理,将电流流经采样电阻后产生的电压信号经比例放大后形成 0 V~3.3 V 的电压信号,再送测量电路;
- b) 霍尔电流传感器测量:按 GB/T 13850 要求执行。

5.5 磁设计与接口要求

5.5.1 磁指标分配

根据系统任务分配整星剩磁指标并进行分解与控制。微纳卫星的磁设计应以系统磁控制为主,产品磁控制为辅。

5.5.2 系统磁控制要求

5.5.2.1 布局的要求

布局要求如下:

- a) 剩磁较大的设备应尽量布放在靠近卫星的中心;
- b) 状态相同、产品数量为偶数的应尽量反向布置以使产品之间的剩磁矩相互抵消。

5.5.2.2 整星电缆网要求

整星电缆网要求如下:

- a) 电缆网走线应充分考虑到路径最短;
- b) 供电线与回流线应尽量放置于同一束电缆中。

5.5.2.3 太阳能电池阵要求

太阳能电池阵引出线的走向应以其产生的剩磁矩对敏感部件的影响最小为原则。

5.5.2.4 蓄电池的磁控制

蓄电池磁控制要求如下:

- a) 应严格控制蓄电池单体之间的磁性差异;
- b) 应最大可能地减少蓄电池分组与联线的电流回线面积,抵消单体之间的本底自身磁场。

5.5.3 产品磁洁净度控制

5.5.3.1 材料选用

为了控制磁洁净度,各个产品应使用无磁性材料。如无法保证使用无磁材料,应采取有效的磁设计措施以控制磁洁净度。常见的无磁性材料包括:硬铝、防锈铝、黄铜、紫铜、焊锡、钛等。常见的软磁性材料包括:纯铁、硅钢、铁镍合金、铁镍钴合金等。在材料选择时应慎重考虑。

5.5.3.2 元器件使用

元器件使用要求如下:

- a) 元器件宜选用磁场值小于 5 nT 的产品;
- b) 元器件使用方法应有利于减小设备磁性;
- c) 大部分元器件额定参数越大,其磁性也越大,因而不宜进行超过标准的降额使用;
- d) 如因特殊任务需要进行高洁净度磁控制,应按专用文件执行。

5.5.3.3 导线与接地处理

导线与接地处理要求如下：

- a) 应妥善处理接地；
- b) 各产品在设计时应确保使用的电源负母线没有接地到自身机壳，以免形成额外的导电回路而存在由于磁通变化引起的感应电流并导致产生感应磁场；
- c) 机箱的电源线和印制板布线应尽量减小回路面积。产品内部的线缆应尽可能考虑相互绞合；
- d) 不同的信号类型应使用不同的线缆。

5.5.3.4 试验评估

有磁控制要求的产品应进行定量的磁试验评估，磁试验应在振动试验之后进行，以精确评估元器件、零件、装配体和产品的磁特性。

附录 A
(资料性附录)
功能板卡设计

微纳卫星的功能板卡基于通用的 PC104 标准设计,通过 2 个 52 芯总线连接器(H1、H2)进行信号传输。功能板卡的外形尺寸见图 A.1,总线连接器(H1、H2)的插针编号规则见图 A.2。

单位为毫米

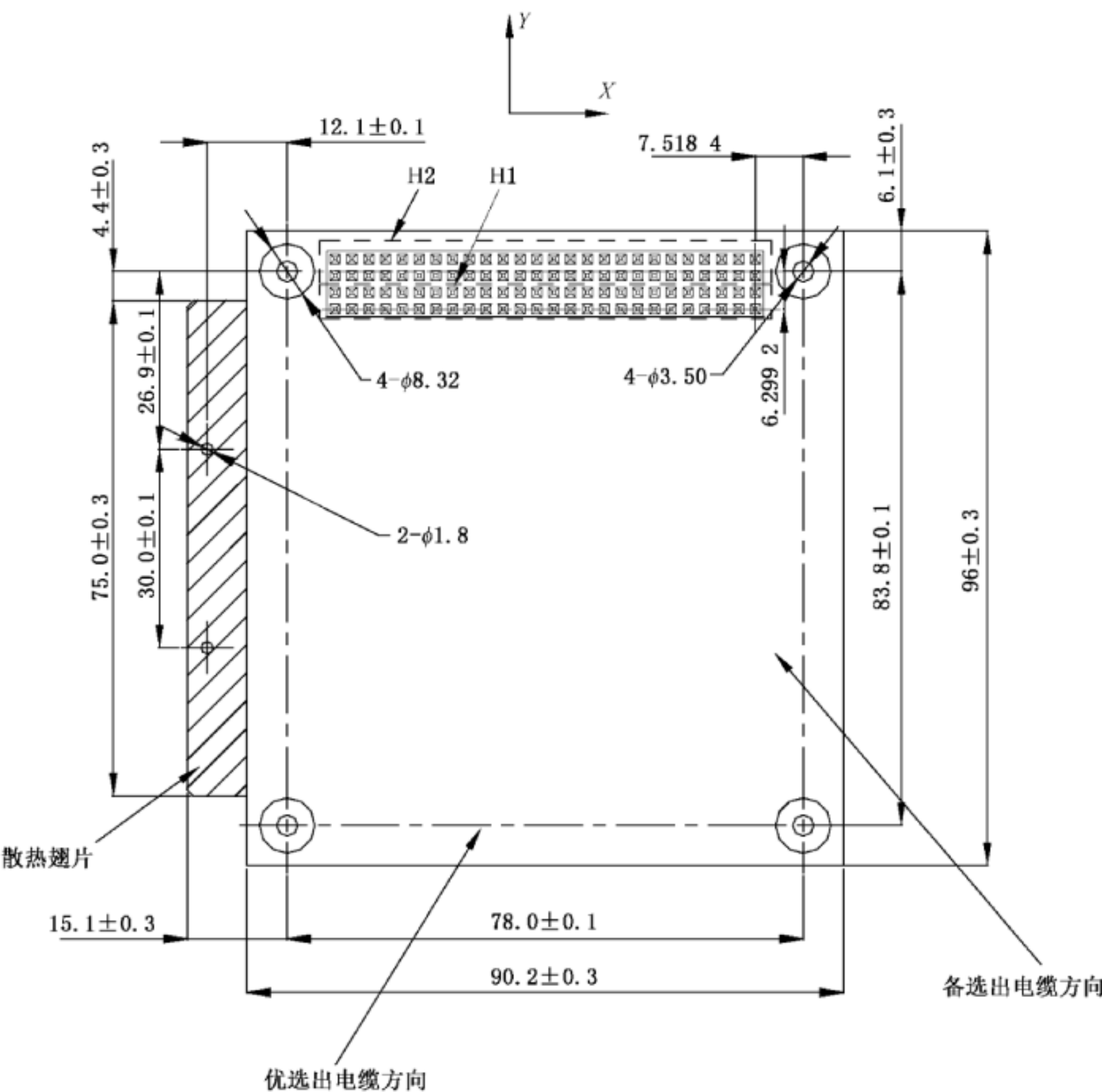


图 A.1 功能板卡外形

52	50	48	46	44	42	40	38	36	34	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	H2
51	49	47	45	43	41	39	37	35	33	31	29	27	25	23	21	19	17	15	13	11	9	7	5	3	1	
52	50	48	46	44	42	40	38	36	34	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	H1
51	49	47	45	43	41	39	37	35	33	31	29	27	25	23	21	19	17	15	13	11	9	7	5	3	1	

图 A.2 H1、H2 总线连接器节点编号规则

各功能板卡以堆栈组合体形式组合在一起形成板卡集成单元,以独立的产品和机械结构形式与卫星结构相连,板卡集成单元结构形式见图 A.3。

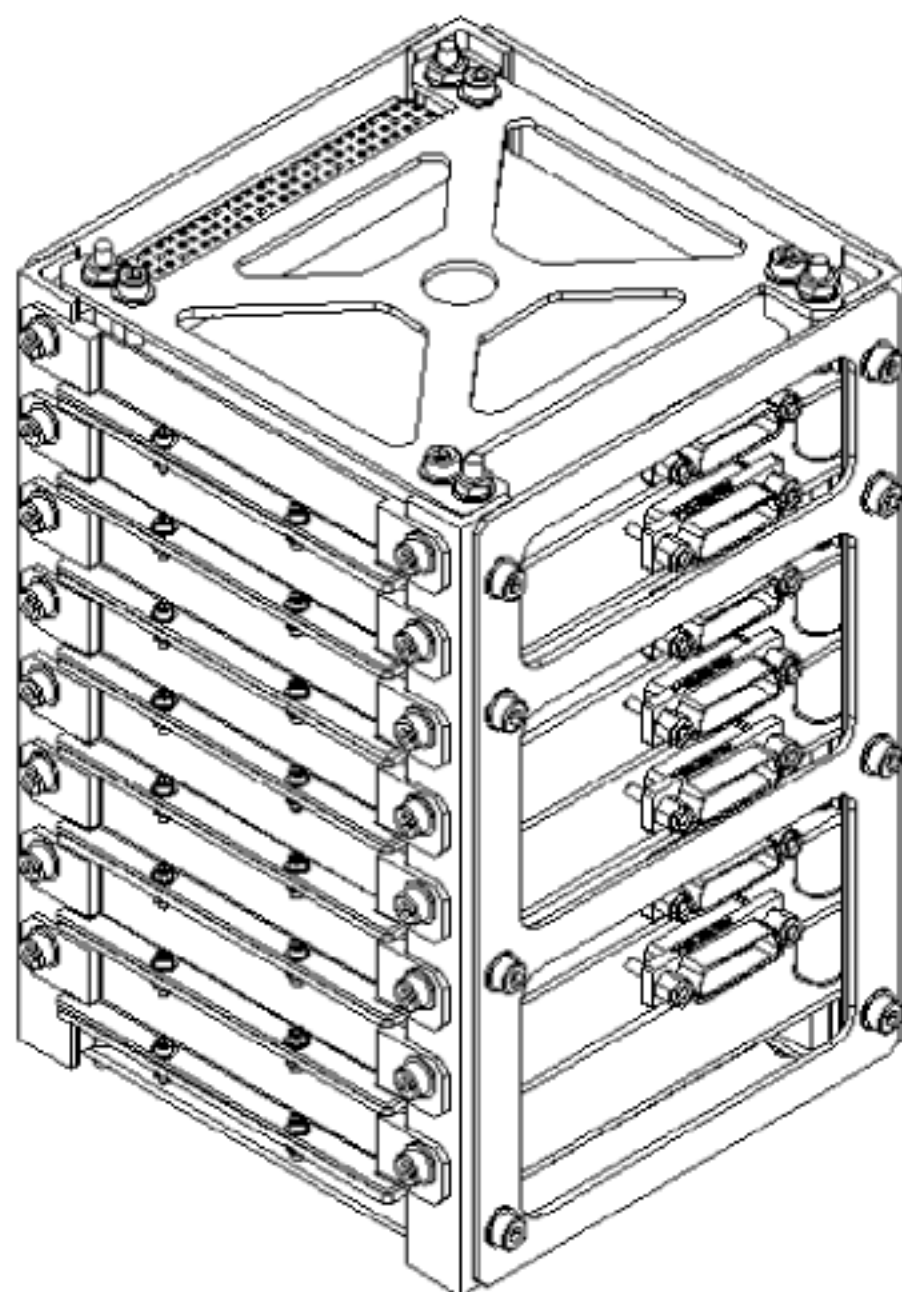


图 A.3 板卡集成单元结构形式



GB/T 38024—2019

版权专有 侵权必究

*

书号:155066 · 1-63448