
GEA Mission

The Global Electronics Association promotes industry growth and strengthens supply chain resilience.

**About IPC
Standards by
Global Electronics
Association**

IPC standards and publications by Global Electronics Association are designed to serve the public interest through eliminating misunderstandings between manufacturers and purchasers, facilitating interchangeability and improvement of products, and assisting the purchaser in selecting and obtaining with minimum delay the proper product for their particular need. Existence of such standards and publications shall not in any respect preclude any entity from manufacturing or selling products not conforming to such standards and publications, nor shall the existence of such standards and publications preclude their voluntary use.

IPC standards and publications by Global Electronics Association are approved by committees without regard to whether the standards or publications may involve patents on articles, materials or processes. By such action, Global Electronics Association does not assume any liability to any patent owner, nor does Global Electronics Association assume any obligation whatsoever to parties adopting a standard or publication. Users are wholly responsible for protecting themselves against all claims of liabilities for patent infringement.

**Global Electronics
Association
Position Statement
on Specification
Revision Change**

The use and implementation of IPC standards and publications by Global Electronics Association are voluntary and part of a relationship entered into by customer and supplier. When a standard or publication is revised or amended, the use of the latest revision or amendment as part of an existing relationship is not automatic unless required by the contract. Global Electronics Association recommends the use of the latest revision or amendment.

**Standards
Improvement
Recommendations**

Global Electronics Association welcomes comments for improvements to any standard in its library. All comments will be provided to the appropriate committee.

If a change to technical content is requested, data to support the request is recommended. Technical comments to include new technologies or make changes to published requirements should be accompanied by technical data to support the request. This information will be used by the committee to resolve the comment.

To submit your comments, visit the Status of Standardization page at www.electronics.org/status.

互联工厂数据交换（CFX）

If a conflict occurs between the English and translated versions of this document, the English version will take precedence.

本文件的英文版本与翻译版本如存在冲突，以英文版本为优先。

由全球电子协会的IPC电子产品数据描述委员会（2-10）下的IPC-CFX标准技术组（2-17a）制定

全球电子协会标准及有关人工智能的声明

全球电子协会是 IPC International, Inc. 的商业名称，IPC 拥有所有 IPC 标准及其他 IPC 资料的版权。

全球电子协会明令禁止：

- 任何个人或实体（包括授权分销商及终端用户），整合或传输任何形式的包括IPC的书籍、标准、元数据或者其他形式的数据到AI（人工智能）的引擎或算法中。
- 任何涉及到对上述数据进行收集、文本和数据挖掘、改进或基于此数据创作衍生作品的活动，包括使用自动数据收集方法或者使用AI（人工智能）的活动。

除非事先获得全球电子协会的书面授权，否则任何违反上述规定的行为均将被视为侵犯版权。

取代：

IPC-2591-v1.7 - 2023 年 8 月
IPC-2591-v1.6 - 2023 年 3 月
IPC-2591-v1.5 - 2022 年 7 月
IPC-2591-v1.4 - 2021 年 12 月
IPC-2591-v1.3 - 2021 年 2 月
IPC-2591-v1.2 - 2020 年 9 月
IPC-2591-v1.1 - 2020 年 1 月
IPC-2591 - 2019 年 3 月

鼓励本标准的使用者参加未来修订版的开发。

联系方式：

Global Electronics Association
3000 Lakeside Drive, Suite 105N
Bannockburn, Illinois
60015-1249
Tel 847 615.7100
Fax 847 615.7105

全球电子协会中国
电话：400-621-8610
邮箱：China@electronics.org
网址：www.ipc.org.cn
上海 深圳

目录

1 范围	1	1.8.26 工具Tool	3
1.1 目的	1	1.8.27 事务型端点Transactional Endpoint	4
1.2 本标准适用范围	1	2 适用文件	4
1.3 CFX和Hermes标准	1	2.1 IPC	4
1.4 本标准的更新	1	2.2 ECMA国际	4
1.5 需求定义	2	2.3 国际标准化组织（ISO）	4
1.6 优先顺序	2	2.4 SEMI	4
1.6.1 冲突	2	3 通用要求	4
1.6.2 条款参考	2	3.1 标准使用指南	4
1.7 缩略语	2	3.1.1 技术参考	4
1.8 术语和定义	2	3.1.2 应用参考	4
1.8.1 活动Activity	2	3.2 CFX的用户	4
1.8.2 元器件Component	2	3.2.1 自动化装配工艺过程	4
1.8.3 仪表板Dashboard	2	3.2.2 企业内部的制造解决方案开发	5
1.8.4 数据完整性Data Integrity	2	3.2.3 MES软件解决方案	5
1.8.5 端点Endpoint	2	3.3 软件开发环境	5
1.8.6 工厂资源Factory Resource	2	3.4 CFX支持声明	5
1.8.7 轨道Lane	3	4 CFX结构概述	5
1.8.8 锁定Lock	3	4.1 主传输层：AMQP v1.0	5
1.8.9 物料载具Material Carrier	3	4.1.1 CFX消息信道	6
1.8.10 物料链 Material Chain	3	4.1.2 信道配置	7
1.8.11 物料位置Material Location	3	4.1.3 CFX消息类型	7
1.8.12 物料包Material Package	3	4.1.4 CFX压缩	7
1.8.13 物料可追溯性Material Traceability	3	4.1.5 CFX – AMQP消息属性	7
1.8.14 物料Materials	3	4.2 编码：JSON	7
1.8.15 操作员Operator	3	4.2.1 JSON数据类型	8
1.8.16 工序端点（站点）Process Endpoint (Station)	3	4.3 CFX定义内容	9
1.8.17 生产单元Production Unit	3	4.4 CFX关键参数	9
1.8.18 配方Recipe	3	4.4.1 端点标识（CFX Handle）	9
1.8.19 根Root	3	4.4.2 TransactionID	9
1.8.20 上料设置 Setup	3	4.5 CFX消息包络	9
1.8.21 状态（生产状态）State (Production State)	3	4.6 操作员信息	10
1.8.22 站点（工序端点）Station (Process Endpoint)	3	4.7 CFX端点配置	10
1.8.23 阶段Stage	3	4.7.1 具体CFX端点配置地址	11
1.8.24 子部件Subassembly	3		
1.8.25 症状Symptom	3		

4.8	消息附件	11	7 CFX消息	32
4.8.1	指定消息附件	12	7.1 根级别消息	32
4.8.2	InBand消息附件	12	7.2 CFX.InformationSystem (1级)	33
4.8.3	OutOfBand附件	13	7.2.1 CFX.InformationSystem.DataTransfer	
4.8.4	消息附件支持的表格数据格式	13	(2级)	33
4.9	支持的消息附件类型	13	7.2.2 CFX.InformationSystem.OperatorValidation	
4.9.1	SolderPasteInspection.SolderPaste		(2级)	33
	Measurement	14	7.2.3 CFX.InformationSystem.ProductionScheduling	
4.9.2	PCBInspection.OffsetMeasurement	14	(2级) 与工厂生产计划的创建和管理相关的	
4.10	支持附件的消息	15	的消息。	33
4.10.1	CFX.Production.TestAndInspection.		7.2.4 CFX.InformationSystem.TopicValidation	
	UnitsInspected附件	15	(2级)	34
4.11	CFX消息记录器	15	7.2.5 CFX.InformationSystem.UnitValidation	
			(2级)	34
5 CFX操作建模	16		7.2.6 CFX.InformationSystem.WorkOrderManagement	
5.1 设备状态模型	16		(2级)	34
5.2 站点故障事件模型	17		7.3 CFX.Maintenance (1级)	34
5.3 生产单元架构	18		7.4 CFX.Materials (1级)	35
5.3.1 生产单元数据填充	18		7.4.1 CFX.Materials.Management (2级)	35
5.3.2 生产单元状态	20		7.4.1.1 CFX.Materials.Management.MSDManagement	
5.3.3 生产端点决策类别	21		(3级)	36
5.3.4 生产单元状态示例	21		7.4.2 CFX.Materials.Storage (2级)	36
5.3.4.1 加工站点	21		7.4.3 CFX.Materials.Transport (2级)	37
5.3.4.2 产生废品的加工站点	21		7.5 CFX.Production (1级)	37
5.3.4.3 识别潜在缺陷的检验站点	22		7.5.1 CFX.Production.Application (2级)	39
5.3.4.4 解决不通过的生产单元的审查/维修站点	22		7.5.2 CFX.Production.Assembly (2级)	39
5.3.4.5 审查/维修站点报废不通过的生产单元	23		7.5.2.1 CFX.Production.Assembly.PressInsertion	
5.4 生产站点加工模型	23		(3级)	39
6 CFX主题和动态结构体	24		7.5.3 CFX.Production.Hermes (2级)	40
6.1 CFX主题的层次结构	24		7.5.4 CFX.Production.LoadingAndUnloading	
6.2 CFX消息名称	25		(2级)	40
6.3 CFX结构	25		7.5.5 CFX.Production.Processing (级别2)	40
6.4 CFX动态结构体	25		7.5.6 CFX.Production.ReworkAndRepair (2级)	41
6.5 CFX消息传递要求	26		7.5.7 CFX.Production.TestAndInspection (2级)	41
6.6 CFX认证	26		7.6 CFX.ResourcePerformance (1级)	41
6.6.1 实施责任声明	26		7.6.1 CFX.ResourcePerformance.PressInsertion	
			(2级)	42
			7.6.2 CFX.ResourcePerformance.SMTPlacement	
			(2级)	42

7.6.3	CFX.ResourcePerformance.SolderPastePrinting (2级)	43
7.6.4	CFX.ResourcePerformance.THTInsertion (2级)	43
7.7	CFX.Sensor (1级)	43
7.7.1	CFX.Sensor.Identification (2级)	43
7.8	CFX消息流	43
7.8.1	生产端点(站点)连接	43
7.8.2	站点状态转换	44
7.8.3	站点加工	45

8	CFX技术参考	46
---	---------	----

附录A	版本更新	47
-----	------	----

附录B	词汇表及首字母缩写词	61
-----	------------	----

图

图1-1	版本变更跟踪示例	2
图4-1	端点间的CFX信道	6
图4-2	CFX TransactionID	9
图5-1	SEMI E10设备状态模型	15
图5-2	PrimaryIdentifier和UnitIdentifier情况示例	19
图5-3	分组生产单元示例	19
图5-4	拼板印制板(顶部视图)	20
图5-5	拼板上的CFX生产单元位置识别 (顶部视图)	20
图5-6	面板加工示例—未发现缺陷	21
图5-7	面板加工示例—一个生产单元报废	22
图5-8	面板检验示例—一个生产单元发生故障	22
图5-9	在制板审查/维修示例—一个生产单元已得到 维修	23
图5-10	面板审查/维修示例—整个面板报废	23
图5-11	CFX生产站点加工模型	23
图7-1	CFX站点连接示例消息流	44
图7-2	CFX站点状态转换示例消息流	45
图7-3	CFX站点加工示例消息流	46

表

表4-1	CFX消息类型	7
表4-2	CFX-AMQP消息属性	8
表4-3	CFX消息包络	10
表4-4	附件数组条目的格式	12
表4-5	SolderPasteMeasurement附件类型的列	14
表4-6	OffsetMeasurement附件类型的列	15
表5-1	站点故障事件模型	18
表5-2	PrimaryIdentifier和UnitIdentifier字段	18
表6-1	不同设备类型的CFX功能要求	27
表6-2	功能必备消息	29
表7-1	CFX.Root消息	33
表7-2	CFX.InformationSystem.DataTransfer消息	33
表7-3	CFX.InformationSystem.OperatorValidation 消息	33
表7-4	CFX.InformationSystem.ProductionScheduling 消息	34
表7-5	CFX.InformationSystem.TopicValidation 消息	34
表7-6	CFX.InformationSystem.UnitValidation 消息	34
表7-7	CFX.InformationSystem.WorkOrderManagement 消息	34
表7-8	CFX.Maintenance消息	35
表7-9	CFX.Materials.Management消息	36
表7-10	CFX.Materials.Management.MSDManagement 消息	36
表7-11	CFX.Materials.Storage消息	37
表7-12	CFX.Materials.Transport消息	37
表7-13	CFX.Production消息	38
表7-14	CFX.Production.Application消息	39
表7-15	CFX.Production.Assembly消息	39
表7-16	CFX.Production.Assembly.PressInsertion 消息	40
表7-17	CFX.Production.Hermes消息	40
表7-18	CFX.Production.LoadingAndUnloading 消息	40

表7-19 CFX.Production.Processing消息.....40

表7-20 CFX.Production.ReworkAndRepair消息.....41

表7-21 CFX.Production.TestAndInspection消息.....41

表7-22 CFX.ResourcePerformance消息41

表7-23 CFX.ResourcePerformance.PressInsertion
消息42

表7-24 CFX.ResourcePerformance.SMTPlacement
消息42

表7-25 CFX.ResourcePerformance.SolderPastePrinting
消息43

表7-26 CFX.ResourcePerformance.THTInsertion
消息43

表7-27 CFX.Sensor.Identification消息43

IPC-2591，版本 2.0

互联工厂数据交换（CFX）

1 范围

本标准规定了电子装配制造领域中制造过程与相关主机系统之间进行全向数据交换的要求。本标准适用于印制板组件制造中所有可执行工序（包括自动化、半自动化以及手动工序）之间的通信，同时也适用于相关的机械装配与事务性工序。

1.1 目的 随着制造业的成长对数字建模的接受与实践，在机器、系统与制造过程间进行信息交换时，因为整体工业物联网（IIoT）标准的缺乏而严重限制了电子制造业数字化、计算机化的发展。同样，抑制“工业 4.0”和“智慧工厂”这些技术创新应用到不同规模、行业与地点的企业中。

互联工厂数据交换（CFX）标准在制造过程中提供了真正意义上“即插即用”的物联网（IoT）通信环境，所有的设备、制造过程与事务站点可以相互通信，无需进行定制开发或使用定制接口。通过应用 CFX 标准，来自不同供应商的设备与解决方案能够实现无缝协同。

该 CFX 标准有许多类型的用户，包括设备供应商、解决方案供应商、企业内的信息技术（IT）工作组等。CFX 标准定义的多种类型的数据被应用在各种不同的系统中；例如，闭环反馈系统、现场生产仪表板、可追溯性（IPC-1782）、制造执行系统（MES）控制、精益供应链管理、主动质量管理与生产控制等。

由于 CFX 数据具有全向性，任何 CFX 端点连接都可以创建或使用数据。例如，某台设备与来自不同供应商的设备连接在一起组成一条产线。该设备既能够将 CFX 消息发送到产线中的其他设备，也能够将 CFX 消息发送到如 MES 的主机系统。同时，该设备也能够从产线中的其他设备或主机系统接收 CFX 消息，以此优化该设备的运行，并能够使设备供应商开发出更有附加价值的新功能，如支持设备专有的工业 4.0。通过这种方式，智能化、数字化的工业 4.0 工厂将由许多不同的工业 4.0 电脑化应用构成。每个应用可由不同的供应商提供，实现设备、产线、工厂甚至企业层级的协作，并通过 CFX 无缝地共享数据。

CFX 标准中的“大数据”概念包括了来自整个工厂的不同类型数据，如绩效、物料、资源、用户、品质、产品追溯等，这些数据共同形成了一个“大数据”环境。由此，CFX 能够为制造过程提供更多的附加值，例如，提升运营效率和生产力、质量和可靠性、灵活性与反应能力。借助 CFX 标准，组织将能够确保最终用户及消费者获得满意或超出预期的产品和服务，并采用最及时、最经济可行的方法。

1.2 本标准适用范围 本标准定义了贯穿整个装配生产过程的通信协议与消息内容，不用考虑操作类型和操作方法。本标准同样适用于事务型操作。本标准在产品分类领域、运营规模及地域方面没有限制，也不局限于表面贴装技术（SMT）有关的生产。虽然本标准旨在支持印制板生产的相关业务，但 CFX 的应用范围同样可以扩展到机械装配、定制化、包装和运输等下游环节，以及电气、机械部件等上游环节。

1.3 CFX 和 Hermes 标准 CFX 标准是 IPC-HERMES-9852 的补充。Hermes 标准作为表面贴装设备制造商协会（SMEMA）标准更高级、更智能的替代方案，能提供几乎实时的产线控制，并在生产单元通过生产线时传递该生产单元的信息。CFX 提供了与 Hermes 互为补充的垂直领域消息传递。

1.4 本标准的更新 IPC-CFX 标准技术组计划对本标准进行频繁的增量修订，以支持更多的设备和工艺。版本更新有版本号 and 更改（添加、删除等）标识。这样读者可以很容易地识别每个版本中的更改。图 1-1 以本标准中 CFX.Production.TestAndInspection 表的一部分为例介绍了版本变更跟踪。

附录 A 还提供了详细的版本历史记录。