



中华人民共和国国家标准

GB/T 26790.1—2011

工业无线网络 WIA 规范 第 1 部分：用于过程自动化的 WIA 系统结构与通信规范

Industrial wireless networks WIA specification—
Part 1: WIA System architecture and communication specification
for process automation(WIA-PA)

2011-07-29 发布

2011-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	XI
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	5
4 数据类型定义	7
4.1 布尔类型	7
4.2 无符号整型	7
4.3 八位字符串类型	7
4.4 浮点类型	7
5 概述	7
5.1 设备类型	7
5.2 拓扑结构	8
5.3 协议栈结构	9
5.4 数据流	10
5.5 互连	10
6 系统管理	11
6.1 概述	11
6.2 系统管理架构	13
6.3 设备加入过程	14
6.4 虚拟通信关系	17
6.5 路由配置与通信资源分配	18
6.6 聚合和解聚	21
6.7 网络性能监视	28
6.8 设备离开过程	29
6.9 管理信息库及其服务	32
7 物理层	44
8 数据链路层	44
8.1 概述	44
8.2 协议栈结构	44
8.3 MAC 层概述和功能扩展	45
8.4 DLSL 功能描述	47
8.5 数据链路子层数据服务	53
8.6 数据链路子层管理服务	57
8.7 数据链路层帧格式	64

- 9 网络层..... 65
 - 9.1 概述..... 65
 - 9.2 协议栈结构..... 65
 - 9.3 功能描述..... 66
 - 9.4 网络层数据服务..... 68
 - 9.5 网络层管理服务..... 70
 - 9.6 网络层包格式 117
- 10 应用层..... 128
 - 10.1 概述..... 128
 - 10.2 用户应用进程..... 129
 - 10.3 应用子层..... 132
 - 10.4 应用子层包格式..... 137
- 11 安全..... 140
 - 11.1 概述..... 140
 - 11.2 安全管理架构..... 141
 - 11.3 安全通信协议栈体系..... 142
 - 11.4 密钥管理..... 144
 - 11.5 安全入网过程..... 146
 - 11.6 安全传输..... 151
- 附录 A (资料性附录) WIA-PA 网络的安全策略 153
 - A.1 WIA-PA 网络的风险分析 153
 - A.2 WIA-PA 安全原则 153
 - A.3 WIA-PA 安全目标 153
 - A.4 WIA-PA 安全系统分层分级 153
 - A.5 WIA-PA 安全数据包的安全分级 154
- 附录 B (资料性附录) WIA-PA 规定的格式描述 155
 - B.1 时序图 155
 - B.2 包格式和帧格式 155
- 附录 C (资料性附录) 应用层用户应用对象实例 157
 - C.1 概述 157
 - C.2 模拟量输入对象 157
- 参考文献..... 159
- 图 1 WIA-PA 网络星型和网状结合的两层拓扑结构..... 8
- 图 2 WIA-PA 网络星型拓扑结构..... 8
- 图 3 OSI 基本参考模型与 WIA-PA 网络协议层映射关系 9
- 图 4 基本的数据流图 10
- 图 5 WIA-PA 网关的框架 11
- 图 6 系统管理中的 DMAP 12
- 图 7 分布式系统管理架构 13
- 图 8 路由设备通过网关设备加入网络过程 14
- 图 9 路由设备通过在网路由设备加入网络过程 15

图 10	现场设备加入网关设备的过程	16
图 11	现场设备加入路由设备的过程	16
图 12	设备长地址	16
图 13	路由设备短地址	17
图 14	现场设备短地址	17
图 15	通信资源分配示例	19
图 16	路由设备的通信资源分配过程	20
图 17	现场设备加入路由设备的通信资源分配过程	21
图 18	现场设备 DAGO 聚合数据格式	23
图 19	路由设备 PAGO 聚合数据格式	23
图 20	包聚合和解聚例子	25
图 21	路径失败报告过程	28
图 22	现场设备状态报告过程	28
图 23	路由设备状态报告过程	29
图 24	信道状况报告过程	29
图 25	路由设备主动离开网络过程	30
图 26	路由设备被动离开网络过程	30
图 27	现场设备主动离开网关设备的过程	31
图 28	现场设备主动离开路由设备的过程	31
图 29	现场设备被动离开网关设备过程	32
图 30	现场设备被动离开路由设备过程	32
图 31	WIA-PA 数据链路层栈结构	45
图 32	信标帧载荷内容	46
图 33	MAC 层 Keep-alive 命令帧格式	47
图 34	MAC 时间同步命令帧格式	47
图 35	数据链路子层参考模型	47
图 36	WIA-PA 超帧结构示例	48
图 37	R1, R2 和 R3 超帧结构	50
图 38	长周期数据的处理实例示例	50
图 39	DLSL 状态机	52
图 40	数据服务时序图	56
图 41	网络发现时序图	59
图 42	数据链路层通用帧格式	64
图 43	数据链路层帧控制格式	64
图 44	数据链路层数据帧格式	64
图 45	数据链路层命令帧通用格式	65
图 46	网络层在协议栈中的位置	65
图 47	网络层参考模型	65
图 48	网络层状态机	68
图 49	网络层数据服务时序图	70
图 50	现场设备加入路由设备时序图(现场设备——路由设备端)	73
图 51	现场设备加入路由设备时序图(路由设备——网关设备端)	73
图 52	路由设备一跳加入时序图	74

图 53	路由设备多跳加入时序图(待加入路由设备——在网路由设备端)	74
图 54	路由设备多跳加入时序图(网路由设备——网关设备端)	75
图 55	现场设备主动离开路由设备时序图(现场设备——路由设备端)	77
图 56	现场设备主动离开路由设备时序图(路由设备——网关设备端)	77
图 57	现场设备被动离开路由设备时序图(路由设备——现场设备端)	78
图 58	现场设备被动离开路由设备时序图(路由设备——网关设备端)	78
图 59	路由设备主动离开时序图(路由设备——网关设备端)	79
图 60	路由设备主动离开时序图(路由设备——现场设备端)	79
图 61	路由设备被动离开时序图(网关设备——路由设备端)	80
图 62	路由设备被动离开时序图(路由设备——现场设备端)	80
图 63	汇报簇成员时序图	82
图 64	汇报邻居信息时序图	84
图 65	路由增加时序图	85
图 66	路由更新时序图	87
图 67	删除路由原语时序图	89
图 68	网络管理者增加路由设备链路的时序图	92
图 69	路由设备增加现场设备链路的时序图	92
图 70	网关设备更新路由设备链路的时序图	94
图 71	路由设备更新现场设备链路的时序图	94
图 72	网关设备释放路由设备链路的时序图	96
图 73	路由设备释放现场设备链路的时序图	97
图 74	网关设备增加路由设备超帧配置的时序图	99
图 75	路由设备增加现场设备的超帧配置的时序图	99
图 76	网关设备更新路由设备超帧配置时序图	101
图 77	路由设备更新现场设备超帧配置时序图	101
图 78	网关设备释放路由设备超帧配置的时序图	103
图 79	路由设备释放现场设备超帧配置的时序图	104
图 80	现场设备向路由设备报告设备状态的时序图	107
图 81	路由设备向网关设备报告设备状态的时序图	107
图 82	现场设备向路由设备报告信道状态的时序图	109
图 83	路由设备向网关设备报告信道状态的时序图	109
图 84	路径失败报告时序图	111
图 85	网络属性获取时序图	114
图 86	网络属性获取时序图	117
图 87	网络层通用包格式	118
图 88	网络层数据包格式	119
图 89	网络层聚合包格式	119
图 90	网络层命令包格式	119
图 91	网络层加入请求命令包格式	121
图 92	网络层加入响应命令包格式	121
图 93	网络层离开请求命令包格式	121
图 94	网络层离开响应命令包格式	121
图 95	网络层汇报簇成员请求命令包格式	122

图 96	网络层汇报簇成员响应命令包格式	122
图 97	网络层汇报邻居信息请求命令包格式	122
图 98	网络层路由增加请求命令包格式	122
图 99	网络层路由增加响应命令包格式	122
图 100	网络层路由更新请求命令包格式	123
图 101	网络层路由更新响应命令包格式	123
图 102	网络层路由删除请求命令包格式	123
图 103	网络层路由删除响应命令包格式	123
图 104	网络层链路增加请求命令包格式	123
图 105	网络层链路增加响应命令包格式	124
图 106	网络层链路更新请求命令包格式	124
图 107	网络层链路更新响应命令包格式	124
图 108	网络层链路释放请求命令包格式	124
图 109	网络层链路释放响应命令包格式	124
图 110	网络层超帧增加请求命令包格式	125
图 111	网络层超帧增加响应命令包格式	125
图 112	网络层超帧更新请求命令包格式	125
图 113	网络层超帧更新响应命令包格式	125
图 114	网络层超帧释放请求命令包格式	125
图 115	网络层超帧释放响应命令包格式	126
图 116	网络层设备状态报告请求命令包格式	126
图 117	网络层设备状态信息格式	126
图 118	网络层信道状况报告请求命令包格式	126
图 119	网络层信道质量信息格式	126
图 120	网络层路径失败汇报请求命令包格式	126
图 121	网络层属性获取请求命令包格式	127
图 122	网络层属性获取响应命令包格式	127
图 123	网络层属性配置请求命令包格式	127
图 124	网络层属性配置响应命令包格式	127
图 125	应用层结构	128
图 126	用户应用进程实现方式	129
图 127	Client-Server 通信过程	135
图 128	Publisher/Subscriber 通信过程(不启用聚合功能)	136
图 129	Publisher/Subscriber 通信过程(启用聚合功能)	136
图 130	Report Source /Sink 通信过程	137
图 131	应用子层通用包格式	137
图 132	包控制字段格式	138
图 133	应用子层数据包格式	139
图 134	确认包格式	140
图 135	WIA-PA 网络安全体系示意图	141
图 136	安全通信协议栈示意图	142
图 137	MAC 层 PDU 结构	142
图 138	DL PDU 帧格式	143

图 139 DLDSL 层安全头的结构 143

图 140 应用层安全包格式 144

图 141 密钥生存周期序列图 145

图 142 WA-PA 设备安全入网过程 146

图 143 现场设备安全加入路由设备时序图(现场设备——路由设备端) 149

图 144 现场设备安全加入路由设备时序图(路由设备——网关设备端) 149

图 145 路由设备一跳加入时序图 150

图 146 路由设备多跳加入时序图(待加入路由设备——在网路由设备端) 150

图 147 路由设备多跳加入时序图(网路由设备——网关设备端) 151

图 B.1 时序图 155

表 1 VCR 所需的协议支持 18

表 2 聚合功能及对应 VCR 列表 22

表 3 数据聚合对象的类级属性 26

表 4 数据聚合对象实例的实例级属性 26

表 5 MEM_STRUCT 结构体 27

表 6 包聚合对象的类级属性 27

表 7 包聚合对象的实例级属性 27

表 8 解聚对象的类级属性 27

表 9 解聚对象的实例级属性 28

表 10 非结构化属性 33

表 11 结构化属性 35

表 12 NLRoute_Tbl 结构体定义 36

表 13 Superframe_Struct 结构体定义 36

表 14 Link_Struct 结构体定义 36

表 15 Neighbor_Struct 结构体定义 37

表 16 ChanCon_Struct 结构体定义 38

表 17 Device_Struct 结构体定义 38

表 18 VCR_Struct 结构体定义 40

表 19 DevConRep_Struct 结构体定义 40

表 20 Key_Struct 结构体定义 41

表 21 ObjList_Struct 结构体定义 41

表 22 DMAP-MIB-GET, request 原语的参数 42

表 23 DMAP-MIB-GET, confirm 原语的参数 42

表 24 DMAP-MIB-SET, request 原语的参数 43

表 25 DMAP-MIB-SET, confirm 原语的参数 44

表 26 MAC 层扩展命令帧 45

表 27 MLME-TIME-SYN, request 原语参数 46

表 28 跳频机制 49

表 29 DLDSL 状态转移表 52

表 30 DLDE-DATA, request 原语参数 54

表 31 DLDE-DATA, confirm 原语参数 54

表 32 命令执行结果列表 55

表 33	DLDE-DATA.indication 原语参数	55
表 34	DLME-DISCOVERY.request 原语参数	57
表 35	DLME-DISCOVERY.confirm 原语参数	58
表 36	NetDes_Struct 结构体的元素表	58
表 37	DLME-JOIN.request 原语参数	59
表 38	DLME-JOIN.indication 原语参数	60
表 39	DLME-JOIN.response 原语参数	60
表 40	DLME-JOIN.confirm 原语参数	61
表 41	DLME-LEAVE.request 原语参数	61
表 42	DLME-LEAVE.confirm 原语参数	62
表 43	DLME-CHANNEL-CONDITION.indication 原语参数	63
表 44	DLME-NEIGHBOR-INFO.indication 原语参数	63
表 45	DLME-TIME-SYN.request 原语参数	63
表 46	数据链路层命令帧格式	65
表 47	路由表示例	67
表 48	网络层状态定义	67
表 49	网络层状态转移表	68
表 50	NLDE-DATA.request 原语参数	69
表 51	NLDE-DATA.confirm 原语参数	69
表 52	NLDE-DATA.indication 原语参数	70
表 53	NLME-JOIN.request 原语参数	71
表 54	NLME-JOIN.indication 原语参数	71
表 55	NLME-JOIN.response 原语参数	72
表 56	NLME-JOIN.confirm 原语参数	72
表 57	NLME-LEAVE.request 原语参数	75
表 58	NLME-LEAVE.indication 原语参数	76
表 59	NLME-LEAVE.response 原语参数	76
表 60	NLME-LEAVE.confirm 原语参数	76
表 61	NLME-RPT-CLRMEM.request 原语参数	81
表 62	NLME-RPT-CLRMEM.confirm 原语参数	81
表 63	NLME-RPT-CLRMEM.response 原语参数	82
表 64	NLME-NEIBOR-INFO.request 原语参数	83
表 65	NLME-NEIBOR-INFO.indication 原语参数	83
表 66	NLME-NEIBOR-INFO.confirm 原语参数	83
表 67	NLME-ADD_ROUTE.request 原语参数	84
表 68	NLME-ADD_ROUTE.confirm 原语参数	85
表 69	NLME-UPDATE_ROUTE.request 原语参数	86
表 70	NLME-UPDATE_ROUTE.confirm 原语参数	86
表 71	NLME-UPDATE_ROUTE.request 原语参数	88
表 72	NLME-DELETE_ROUTE.confirm 原语参数	88
表 73	NLME-ADD-LINK.request 原语参数	90
表 74	NLME-ADD-LINK.confirm 原语参数	91
表 75	NLME-UPDATE-LINK.request 原语参数	93

表 76	DLME-UPDATA-LINK. confirm 原语参数	93
表 77	NLME-RELEASE -LINK. request 原语参数	95
表 78	NLME-RELEASE-LINK. confirm 原语参数	95
表 79	NLME-ADD-SFR. request 原语参数	97
表 80	NLME-ADD-SFR. confirm 原语参数	98
表 81	NLME-UPDATA-SFR. request 原语参数	100
表 82	NLME-UPDATE-SFR. confirm 原语参数	100
表 83	NLME-RELEASE-SFR. request 原语参数	102
表 84	NLME-RELEASE-SFR. confirm 原语参数	102
表 85	NLME_AGG. indication 原语参数	104
表 86	NLME-AGO-SEND. request 原语参数	105
表 87	NLME-DAG. indication 原语参数	105
表 88	NLME-DEVICE-STATUS. request 原语参数	106
表 89	NLME-DEVICE-STATUS. indication 原语参数	106
表 90	NLME-DEVICE-STATUS. confirm 原语参数	106
表 91	NLME-CHANNEL-CONDITION. request 原语参数	108
表 92	NLME-CHANNEL-CONDITION. indication 原语参数	108
表 93	NLME-CHANNEL-CONDITION. confirm 原语参数	108
表 94	NLME-PATH_FAILURE. request 原语参数	110
表 95	NLME-PATH_FAILURE. indication 原语参数	110
表 96	NLME-PATH_FAILURE. confirm 原语参数	110
表 97	NLME-INFO_GET. request 原语参数	111
表 98	NLME-INFO_GET. indication 原语参数	112
表 99	NLME-INFO_GET. response 原语参数	112
表 100	NLME-INFO_GET. confirm 原语参数	113
表 101	NLME-INFO_SET. request 原语参数	114
表 102	NLME-INFO_SET. indication 原语参数	115
表 103	NLME-INFO_SET. response 原语参数	116
表 104	NLME-INFO_SET. confirm 原语参数	117
表 105	包控制字段	118
表 106	网络层命令包类型	119
表 107	命令包返回执行结果列表	120
表 108	离开原因子域的有效值	121
表 109	用户应用对象所支持的方法	130
表 110	READ 请求数据格式	130
表 111	READ 响应数据格式	131
表 112	WRITE 请求数据格式	131
表 113	WRITE 响应数据格式	131
表 114	PUBLISH 数据格式	131
表 115	REPORT 数据格式	131
表 116	REPORT ACK 数据格式	132
表 117	ASLDE-DATA. request 原语参数	133
表 118	ASLDE-DATA. confirm 原语参数	133

表 119	ASLDE-DATA. indication 原语参数	134
表 120	ASLDE-AGG. request 原语参数	134
表 121	ASLDE-DAG. indication 原语参数	135
表 122	包类型子字段取值	138
表 123	传输模式子字段取值	138
表 124	DLSL 层安全头安全控制字段	143
表 125	DLSL 层安全头安全信息控制字段	143
表 126	应用层安全控制字段格式	144
表 127	DLME-SEC. request 原语参数	147
表 128	DLME-SEC. indication 原语参数	147
表 129	DLME-SEC. response 原语参数	147
表 130	DLME-SEC. confirm 原语参数	148
表 A.1	WIA-PA 网络分层分级安全措施	154
表 A.2	合法的数据包流入流出安全级别	154
表 B.1	以字节为单位的包/帧格式	155
表 B.2	以位为单位的包/帧格式	156
表 C.1	模拟量输入对象的类级属性	157
表 C.2	模拟量输入对象的实例级属性	157

前 言

GB/T 26790《工业无线网络 WIA 规范》分为以下 7 个部分：

- 第 1 部分：用于过程自动化的 WIA 系统结构与通信规范；
- 第 2 部分：用于工厂自动化的 WIA 系统结构与通信规范；
- 第 3 部分：WIA 安全规范；
- 第 4 部分：WIA 互操作规范；
- 第 5 部分：WIA 测试与评估规范；
- 第 6 部分：WIA 产品标准通用条件；
- 第 7 部分：WIA 行业规范。

本部分为 GB/T 26790 的第 1 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国工业过程测量和控制标准化技术委员会(SAC/TC 124)归口。

本部分主要起草单位：中国科学院沈阳自动化研究所、浙江大学、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、北京科技大学、重庆邮电大学、沈阳中科博微自动化技术有限公司。

本部分参加起草单位：上海工业自动化仪表研究所、东北大学、西南大学、大连理工大学。

本部分主要起草人：于海斌、曾鹏、梁炜、褚健、欧阳劲松、王沁、徐皑冬、王平、刘丹、冯冬芹。

本部分参加起草人：彭瑜、张晓彤、王宏、王兴伟、刘枫、张晓玲、梅恪、王忠锋、尚志军、万亚东、刘全利、肖金超、魏旻、谢素芬、杨颂华。

工业无线网络 WIA 规范

第 1 部分:用于过程自动化的 WIA 系统结构与通信规范

1 范围

本部分规定了基于 IEEE STD 802.15.4—2006 的 WIA-PA (Wireless Networks for Industrial Automation—Process Automation) 系统结构与通信规范。

本部分适用于工业过程测量、监视与控制的无线网络系统。

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/T 9387.1 信息技术 开放系统互连 基本参考模型 第 1 部分:基本模型(ISO/IEC 7498-1:1994, IDT)

GB/T 19769 (所有部分) 工业过程测量和控制系统用功能块(IEC 61499:2003, MOD)

GB/T 21099.1 过程控制用功能块所构成的应用进程(IEC/TS 61804-1:2003, IDT)

IEEE STD 802.15.4:2006 第 15.4 部分:低数据率无线个域网(WPAN)的无线媒体访问控制(MAC)和物理层规范 [Part 15.4: Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks(WPANs)]

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

绝对时隙号 absolute timeslot number

从网络形成开始计数的全部时隙,通常该值是指当前时隙号。

注:该值以递增 1 的方式计数,一般为当前时隙的序列号,且最大值为 $(2^{48}-1)$,达到最大值后,该值重置为 0。

3.1.2

主动离开 active leaving

路由设备向网关申请后离开或现场设备向路由设备申请后离开的过程。

3.1.3

自适应跳频 adaptive frequency hopping

在 WIA-PA 超帧簇内通信阶段的每个时隙,根据实际的信道状况更换通信信道。

3.1.4

自适应频率切换 adaptive frequency switch

在 WIA-PA 超帧中,信标 Beacon 阶段和活动期在一个超帧周期内根据实际的信道状况更换通信