

# QJ

## 中华人民共和国航天行业标准

FL 0130

QJ 2687A—2004

代替 QJ 2687—1994

---

### 卫星综合测试设备通信规程

Communication specification for electrical ground support equipment of satellite

2004 - 09 - 01 发布

2004 - 12 - 01 实施

---

国防科学技术工业委员会 发布

## 前 言

本标准代替QJ 2687—1994《卫星综合测试设备通信规程》。

本标准与QJ 2687—1994相比主要有以下变化：

- a) 保留了采用 RS-232C 串行通信局域网络系统的卫星综合测试系统设备间通信接口约定，增加了传输速率的选则范围和通信信息类型；
- b) 增加了采用以太网局域网的分布式卫星测试系统设备间通信接口约定。

本标准由中国航天科技集团公司提出。

本标准由中国航天标准化研究所归口。

本标准起草单位：航天科技集团公司第五研究院总体设计部。

本标准主要起草人：王宪文、朱维宝。

本标准于1994年6月首次发布，本次为第一次修订。



# 卫星综合测试设备通信规程

## 1 范围

本标准规定了卫星综合测试设备的总控设备与专用测试设备之间的通信规程。

本标准适用于总控设备和分系统专用测试设备组成的卫星地面测试网络系统。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包含勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 1988 信息处理交换用的七位编码字符集

GB 3454 数据终端设备和数据电路终接设备之间的接口电路定义表

GB 3455 非平衡双流接口电路的电特性

GB 6107 使用串行二进制数据交换的数据终端设备和数据电路终接设备之间的接口

IEEE 802.3 载体监听存取方法和物理特性

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**综合测试设备 electrical ground support equipment (EGSE)**

用于卫星电性能测试的电气设备，包括总控设备、专用测试设备和通用测试设备，也可称卫星综合测试设备。

### 3.2

**总控设备 overall checkout equipment (OCOE)**

综合管理各专用测试设备和通用测试设备，对卫星电性能进行测试、控制和监视的中央设备。它包括主测试处理机、遥测前端、遥控前端、测试操作控制台、数据图形显示器、标准外设和系统测试软件。

### 3.3

**专用测试设备 special checkout equipment (SCOE)**

专门用于某一分系统测试并可与总控设备联网的测试设备。

### 3.4

**主测试处理机 master test processor (MTP)**

总控设备的主计算机。具有系统数据管理、设备管理、遥控指令管理、遥测参数监视、图形管理、测试程序执行和调度的功能。

### 3.5

**遥测前端 telemetry front end equipment (TMFEE)**

用于将测控系统专用测试设备或卫星送来的遥测视频信号解调、分路、组帧，然后将遥测数据送主测试处理机的设备。

3.6

遥控前端 telecommand front end equipment (TCFEE)

用于将主测试处理机送来的遥控码组帧,调制后将视频信号送往测控系统专用测试设备或卫星的视频接口的设备。

3.7

测试操作控制台 test conductor console (TCC)

用于控制、监视测试过程的设备。

3.8

数据图形显示设备 data graphic display equipment(DGDE)

接收来自主测试处理机的数据并产生动态彩色图形显示的设备。

3.9

局域网 local area network(LAN)

局域网是将小区域内的各种通信设备互连在一起的通信网络。

4 卫星综合测试设备系统结构与功能

4.1 系统结构

卫星综合测试设备的系统结构是由总控设备的主测试处理机与各专用测试设备通过局域网链路互连的分布式计算机测控系统。综合测试设备系统一般结构如图1所示。

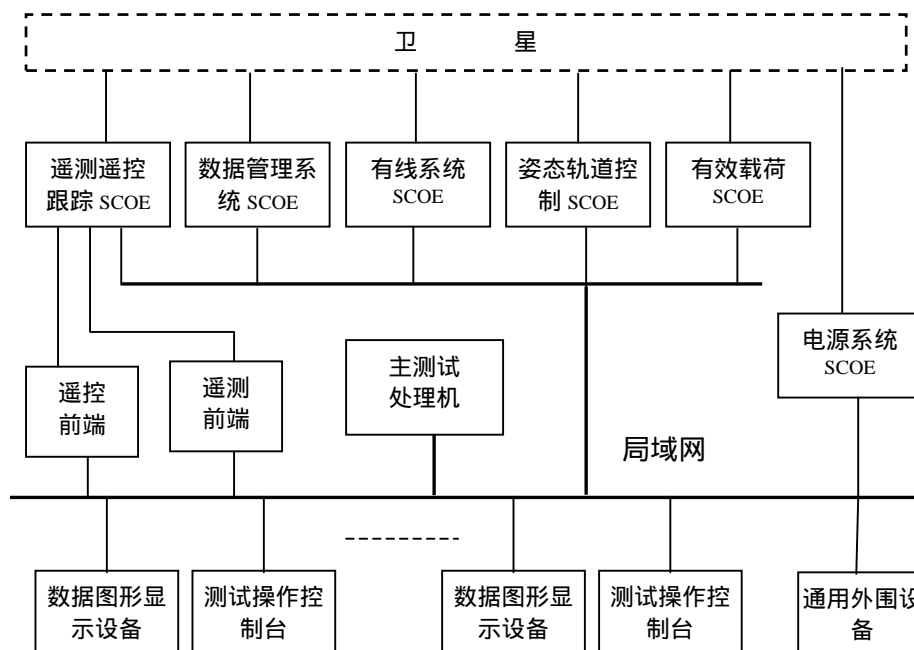


图1 卫星综合测试设备系统结构

总控设备包括主测试处理机、遥测前端、遥控前端、测试操作控制台、数据图形显示设备、通用外围设备。主测试处理机具有测试系统的全部测试控制功能。专用测试设备应是计算机控制的智能化测试设备,可用于分系统测试,并且有与总控设备联网的硬件接口和通信控制软件。在卫星测试时与总控设

备建立点对点的通信链路互联成网，在总控设备的控制下执行对卫星的测试，在卫星测试中形成最终的闭环测试。

#### 4.2 主要功能

由总控设备与各分系统专用测试设备组成的卫星综合测试设备主要功能是：

- 在线测试设备配置；
- 遥测数据的处理、监视、归档；
- 遥控指令发送归档；
- 数据图形动态显示；
- 人机对话控制；
- 测试过程归档；
- 遥测数据回放；
- 测试数据库生成。

#### 4.3 网络结构

卫星综合测试设备是通过分布式计算机局域网组成的测控系统，其网络拓扑结构属于星形网络结构，如图2所示。

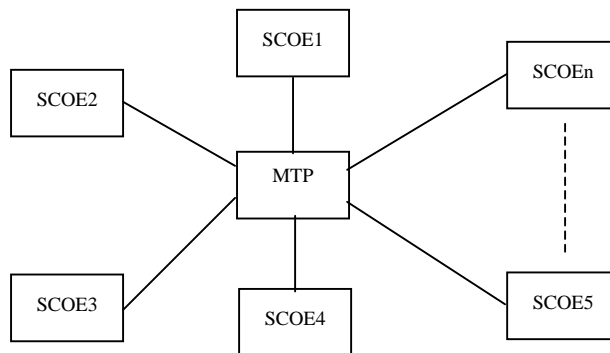


图2 卫星综合测试设备的网络结构

#### 4.4 通信协议层次结构

本标准所采用的通信协议的层次结构模型符合国际标准化组织（ISO）的开放系统互连参考模型（OSI），其层次结构模型如图3所示。

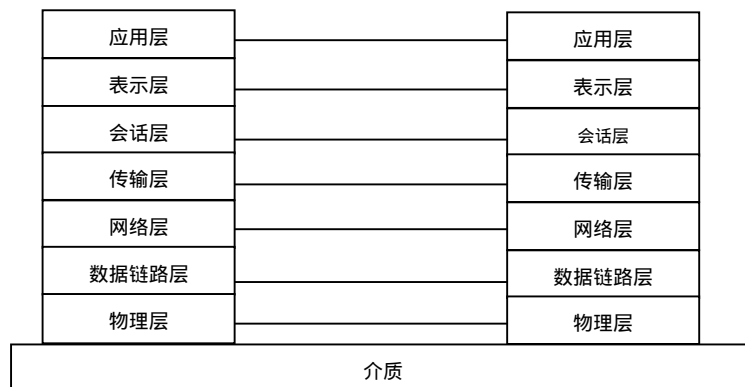


图3 综合测试设备通信协议层次结构

## 5 总控设备与专用测试设备通信协议

### 5.1 局域网络系统类型

综合测试设备中总控设备与专用测试设备通过不同的网络设备连接形成两种不同的局域网络系统：

——采用符合GB 6107标准协议和设备组成的串行通信局域网络系统；

——采用符合IEEE 802.3 的10/100BASE-T标准协议和设备组成的以太网局域网络系统。

以太网局域网络系统具有传输速率高、传输误码率低、方便、可靠等特点，目前卫星综合测试设备普遍采用以太网局域网络系统。

### 5.2 物理层及数据链路层协议

#### 5.2.1 以太网局域网络系统

##### 5.2.1.1 网络结构

以太网局域网内设备连接通过集线器、网卡互连成网络系统。系统连接如图4所示。

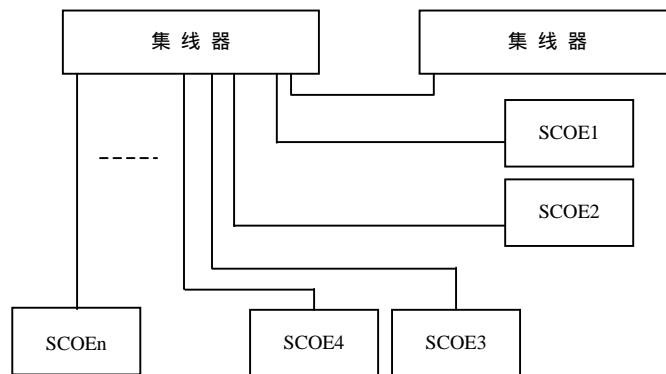


图4 以太网局域网络

##### 5.2.1.2 机械特性

采用IEEE 802.3的10/100BASE-T 标准RJ-45连接器，应用的RJ-45连接器接点定义见表1。

表1 RJ-45连接器接点定义

插脚号	信号	说明
1	TD+	发送正端
2	TD-	发送负端
3	RD+	接收正端
6	RD-	接收负端

连接传输介质是按螺旋结构排列的4对双绞线缆，RJ-45接点连接见表2。

表2 RJ-45接点连接表

插脚号 RJ-45	插脚号 RJ-45	双绞线对	信号
1	1	黄	TD+
2	2	黄白	TD-
3	3	兰	RD+
4	4	绿	—
5	5	绿白	—
6	6	兰白	RD-
7	7	棕	—
8	8	棕白	—

注：1、2 为一对双绞线，3、6为一对双绞线，4、5为一对双绞线，7、8为一对双绞线。

### 5.2.1.3 传输速率

传输介质采用3类双绞线，速率为10Mbit/s；传输介质采用5类双绞线，速率为100Mbit/s。

### 5.2.1.4 传输协议

传输协议采用TCP/IP网络协议。

### 5.2.1.5 远距离通信接口

当总控设备与专用测试设备在远距离（1km以上）通信时，可在总控设备与专用测试设备之间加接光缆和光转发器，如图5所示。

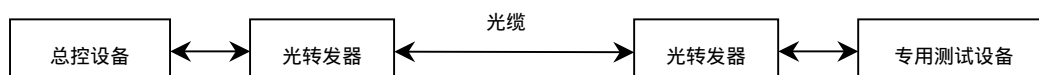


图5 总控设备与专用测试设备加接光转发器

## 5.2.2 串行通信局域网络系统

### 5.2.2.1 网络结构

串行通信局域网络系统应通过总控设备主测试处理机内的RS-232C多串口通信卡，由串行电缆与专用测试设备内的RS-232C串口通信卡连接成局域网络。系统连接如图6所示。

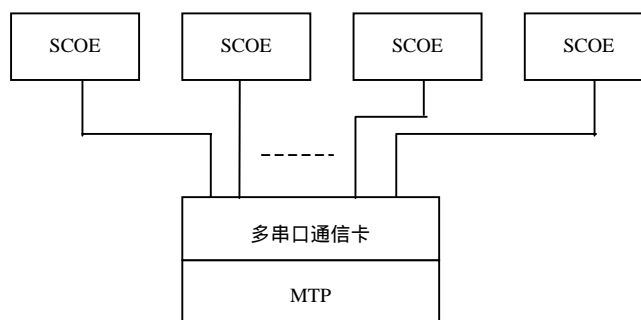


图6 串行通信局域网络

### 5.2.2.2 机械特性

接口采用的连接器类型和接点分配应符合GB 6107。使用的接口电路应符合GB 3454的DTE与DCE之间的接口电路定义。

连接器的类型应为D型25芯或D型9芯连接器。总控设备方连接器应为针座连接器，专用测试设备方连接器应为针座连接器。

接点号分配见表3。

表3 接口电路及接点号分配表

插脚号 D25	插脚号 D9	GB 3454 接口电路编号	名称	符号
2	3	103	发送数据	TD
3	2	104	接收数据	RD
4	7	105	请求发送	RTS
5	8	106	发送准备好	CTS
6	6	107	数据设备准备好	DSR
7	5	102	信号地	SG
20	4	108	数据终端准备好	DTR
8	1	109	数据信道接收线路信号检测器	DCD

### 5.2.2.3 电气信号特性

接口电路的电气信号特性应符合GB 6107的要求，电特性符合GB 3455的要求。

接口电路上的驱动器应能承受开路、短路以及本接口电路与任一其它接口电路间所连接的无源非感性负载，而不使其自身或其附带设备受损伤。

对于数据接口电路，与信号地之间的电压等于或小于-3V时，信号表示二进制中的“1”状态；当此电压等于或大于3V时，信号表示二进制中的“0”状态。对于控制功能接口电路，与信号地之间的电压等于或小于-3V时，认为功能是“断开”(OFF)；当此电压等于或大于3V时，认为功能是“接通”(ON)。

任何接口电路相对于信号地的驱动器开路电压幅度不能超过25V，终端器开路电压幅度不能超过2V。

从接口电路的终端器测得的负载阻抗应具有不小于3k $\Omega$ 、不大于7k $\Omega$ 的直流电阻值，并且当终端器开路电压为零时，接口电路上的电压幅度不低于5V、不大于15V。

### 5.2.2.4 传输方式

数据传输方式为全双工异步传输方式。

### 5.2.2.5 传输速率

数据传输速率可以为2400bit/s、4800bit/s、9600bit/s、19200bit/s、38400bit/s、57600 bit/s、115200bit/s。

### 5.2.2.6 远距离通信接口

当总控设备与专用测试设备在远距离(1km以上)通信时，可在总控设备与专用测试设备之间加接调制解调器，如图7所示。

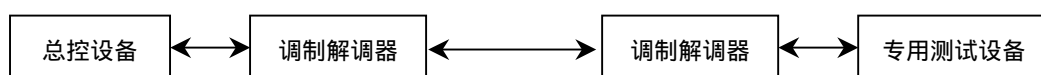


图7 总控设备与专用测试设备加接调制解调器

总控设备与调制解调器、专用测试设备与调制解调器之间的连接见表4。

表4 总控设备、专用测试设备与调制解调器之间的连接

插脚号 D25	符号	插脚号 MODEM	符号
2	TD	2	TD
3	RD	3	RD
4	RTS	4	RTS
5	CTS	5	CTS
6	DSR	6	DSR
7	SG	7	SG
20	DTR	20	DTR
8	DCD	8	DCD

### 5.3 数据通信协议

#### 5.3.1 通信协议驱动

数据通信协议在总控设备一方由主测试处理机的专用通信驱动程序完成。在专用测试设备一方由固化在专用通信板上的通信驱动程序完成，或由专用测试设备计算机内的通信驱动程序完成。

#### 5.3.2 信息格式

总控测试设备与网内专用测试设备通信信息的格式为：

2 字节	1 字节	1 字节	4 字节	
信息长度	数据类型	设备类型	应用类型	信息
信 息 头			信 息 体	

信息头由信息长度、数据类型和设备类型组成。信息长度占2字节，数据类型占1字节，设备类型占1字节。

信息体由应用类型和信息组成。应用类型占4字节，信息最长为65529字节。

信息长度计算方法：信息长度（字节数）等于1（数据类型字节数）加1（设备类型字节数）加4（应用类型字节数）加n（信息字节数），信息长度为16位二进制数，存储结构如下（LB二进制数低字节，MB二进制数高字节）：

LB	MB
----	----

#### 5.3.3 通信信息类型

##### 5.3.3.1 信息类型结构

信息类型包括：

——二进制数据信息类型；

——字符型数据信息类型。

信息类型结构如图8所示。

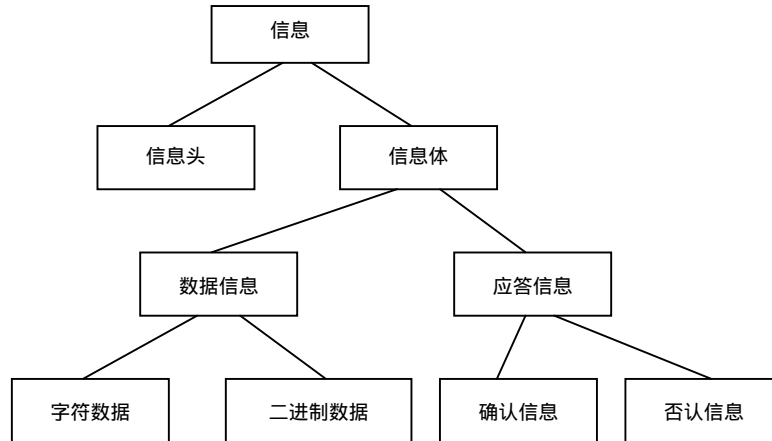


图8 信息类型结构

### 5.3.3.2 数据类型约定

二进制字节数据信息标识 01H

字符型数据信息标识 03H

字符编码符合GB 1988。

### 5.3.3.3 应用类型约定

应用类型是指进一步处理信息的附加标识。

用户可根据不同卫星规定二进制字节数据信息，下面为一种应用类型标识约定。

返回舱数据	00000000H
轨道舱数据	00000001H
总线缓变数据	00000002H
总线速变数据	00000003H
SCOE数据	00000004H

字符型数据信息应用类型标识为“XXX:”(X为英文字母A~Z)。字符型数据信息应用类型标识具体约定如下：

“BIN:”数据	二进制字符数
“OCT:”数据	八进制字符数
“HEX:”数据	十六进制字符数
“BCD:”数据	二—十进制字符数
“DEC:”数据	十进制字符数
“CLK:”时间	时间信息
“ERR:”字符串	出错信息

“ EXE : ”	程序名	执行程序
“ KBC : ”	键盘命令	执行键盘命令
“ MES : ”	字符串	一般信息
“ MON : ”	字符串	要求监视信息
“ REP : ”	字符串	响应信息
“ REQ : ”	字符串	发请求信息
“ STA : ”	字符串	设备状态
“ TCM : ”	遥控指令	发送遥控指令
“ TCB : ”	遥控块指令	发送遥控块指令

#### 5.3.3.4 设备类型约定

常用分系统专用测试设备类型标识约定如下：

AOCS	姿轨控分系统专用测试设备	设备类型码30H
OBDH	数据管理分系统专用测试设备	设备类型码31H
PLDS	有效载荷分系统专用测试设备	设备类型码32H
PSS	供电系统专用测试设备	设备类型码33H
REPS	转发器分系统专用测试设备	设备类型码34H
THCS	热控分系统专用测试设备	设备类型码35H
TT&C	测控与通信分系统专用测试设备	设备类型码36H
WTCC	有线测试设备	设备类型码37H

#### 5.3.3.5 校时信息格式

当各分系统专用测试设备启动并进入测试准备时，总控测试设备向这些设备发送地面校时信息。

总控测试设备发给各专用测试设备校时信息与字节数：

2	1	1	4	5	3	3	3	3	2
25	02H	01H	CLK:	YYYY-	MM-	DD	hh:	mm:	ss

CLK: 4个ASCII 字符。

YYYY为代表年份的4个 ASCII 字符,后跟一个减号‘ - ’字符。

MM为代表月份的2个 ASCII 字符,后跟一个减号‘ - ’字符。

DD为代表日期的2个 ASCII 字符,后跟一个空格字符。

hh为代表小时的2个 ASCII 字符,后跟一个‘ : ’字符。

mm为代表分的2个 ASCII 字符,后跟一个‘ : ’字符。

ss为代表秒的2个 ASCII 字符。

以上日期与时间是总控测试设备MTP的日期与时间。信息全长27个字节，信息长度25个字节。

#### 5.3.3.6 专用测试设备签到信息格式

当专用测试设备收到时间信息时应回答签到的信息，如3s内不回答，总控测试设备则认为该设备处于离线状态。

各专用测试设备向总控测试设备签到的信息格式与字节数：

2	1	1	4	2
8	02H	设备类型码	“ STA : ”	“ ON ”

### 5.3.3.7 应答信息格式

接收信息正确，回答信息结构是：

2	1	1	4	1
7	02H	设备类型码	“REP:”	06H (ACK)

当接收信息方接收到一条完整的用户信息时，应将此信息回送给发送方，通信结束。

接收信息不正确，回答信息结构是：

2	1	1	4	1
7	02H	设备类型码	“REP:”	15H (NAK)

当接收信息方接收到发送方发出的信息，同时检测的一个可检测到的信息错误时，回送此信息给发送方，通知发送方此次通信信息有错。

### 5.3.4 超时机制

为防止在连接线路出现故障时程序死锁而中断测试，设立发送、接收超时计时功能：

——信息超时：传送一条完整的信息需要的最长时间间隔，本标准定义为3s；

——接收超时机制：当接收方收到一个信息字头时启动超时计时，当接收完信息长度字节总数时停止超时计时；在未收完信息长度字节总数而且超时计时到达3s时，停止超时计时并给出信息超时错误报告；

——发送超时机制：当发送方发完一条完整的信息时，启动超时计时并在3s内收到一条应答信息时，停止超时计时，此次发送完成。如未收到应答信息而又到达3s时，停止超时计时并给出信息超时错误报告。

### 5.3.5 重发信息机制

当发送方发送完一条完整的信息后收到一条出错应答信息（NAK信息），则重发完整的信息。若已收到3次出错应答信息，则停止重发信息并给出三次出错应答信息报告。

## 5.4 总控设备对专用测试设备的管理功能

### 5.4.1 对专用测试设备的操作管理

#### 5.4.1.1 设备初始化管理

总控设备初始化程序应测试有关专用测试设备是否在线，并在测试控制台给出状态显示。

#### 5.4.1.2 键盘操作管理

总控设备应设立关闭、打开总控设备同专用测试设备通信链路的键盘命令，命令格式如下：

CLOSE<SCOE名> 关闭

OPEN<SCOE名> 打开

### 5.4.2 测试程序对专用测试设备的操作管理

测试程序语言应设立如下语句对专用测试设备进行操作管理：

——连接已在线的专用测试设备建立通信软件链路 CONNECT<SCOE名>；

——释放建立通信软件链路 DISCONNECT<SCOE名>；

——等待从专用测试设备来的信息，进行程序同步 WAIT<SCOE名>；

——等待从专用测试设备来的预定信息，执行预定程序 WHEN<SCOE名>；

——从专用测试设备输入信息 INPUT<SCOE名>，<信息>；

——向专用测试设备输出信息 OUTPUT<SCOE名>，<信息>。

## 5.5 通信信息错误类型

通信出现错误时应给出以下信息错误类型：

- 收到的信息长度错；
  - 收到或发出三次NAK应答信息；
  - 接收或发送3s超时；
  - 发送信息缓存区满；
  - 接收信息缓存区满；
  - 打开专用测试设备无效；
  - 向专用测试设备输出信息失败。
-

中华人民共和国航天行业标准  
**卫星综合测试设备通信规程**  
QJ 2687A - 2004

\*

中国航天标准化研究所出版  
北京西城区月坛北小街2号  
邮政编码：100830

北京航标印务中心印刷  
中国航天标准化研究所发行  
**版权专有 不得翻印**

\*

2004年12月出版  
定价：13.00元