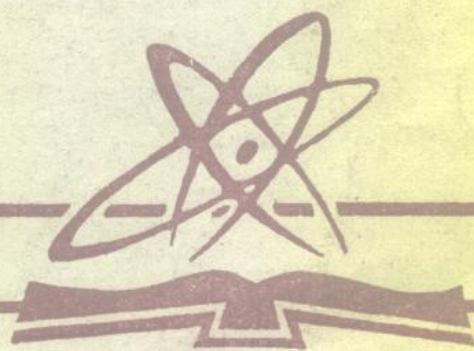


遥测遥控信息传输原理

陈宜元 刘政凯

徐佩霞 刘镇远

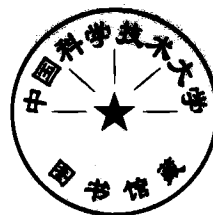
国防工业出版社



73.844
602

遥测遥控信息传输原理

陈宜元 刘政凯 编
徐佩霞 刘镇远



国防工业出版社

1109673

遥测遥控信息传输原理

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业 营业许可证出字第 074 号

解放军七二二六工厂印刷 内部发行

*

787×1092¹/₁₆ 印张 23⁶/₈ 569 千字

1980 年 7 月第一版 1980 年 7 月第一次印刷 印数: 1—5,000 册

统一书号: N15034 (四教 35) 定价: 2.45 元

前 言

本书系高等学校工科电子类遥测遥控专业统编教材之一。

无线电遥测遥控是现代科学技术中的一个重要方面，在空间科学技术、军事、科学研究、工业自动化以及石油、地震、医学等方面已获得了广泛的应用。本书就是讨论遥测遥控信息传输基本原理的教科书，着重介绍各种多路传输方法的原理及分析各种传输系统的抗干扰性能，而不过多地涉及具体设备。

全书共十二章，可分六大部分：第二章信号分析是学好本书的理论基础；第三、四章讨论频分多路传输；第五、六章讨论时分多路传输；第七、八、九章讨论数字传输；第十、十一章分别介绍数字传输中的二个重要问题——同步和差错控制；第十二章是传输系统分析。书中第二至六章由刘政凯编写；第七至九章由徐佩霞编写；第十一章由刘镇远编写。七机部五〇一部陈宜元同志对本书的编写给予了热情而具体的指导，并亲自编写了第一、十和十二章。

本书在开始编写时曾得到陈太一、秦馨菱、鞠德航、樊昌信、孔宪正等同志的热心指教，对此，我们表示衷心的感谢！在整个编写过程中，还得到了中国科技大学有关领导和遥测教研室同志们的支持和帮助，全书的原稿还请黎懋光、顾祝平、肖锦玉等同志进行了审阅，在此一并致谢！

本书初稿完成后曾请成都电讯工程学院遥控遥测教研室的同志作了认真细致的审查，并在由成都电讯工程学院、西北电讯工程学院，北京工业学院、北京航空学院及中国科技大学等单位参加的审稿会上听取了很多有益的修改意见，编者已尽量在书中采纳。但是，由于时间仓促，编者水平有限，因此书中一定还存在不少缺点和错误，望广大读者批评指正。

编 者

1980年1月

目 录

主要符号

第一章 绪 论	(7)
§ 1.1 遥测遥控信息传输系统	(7)
§ 1.2 遥测遥控信息传输系统的组成及特点	(8)
§ 1.3 遥测遥控信息传输系统模型	(10)
§ 1.4 遥测遥控的历史及发展概况	(11)
第二章 信号分析	(13)
§ 2.1 确知信号的频谱分析	(13)
§ 2.2 确知信号通过线性系统	(81)
§ 2.3 信号知确的能量密度谱与功率密度谱	(24)
§ 2.4 随机过程	(30)
§ 2.5 随机信号的功率谱密度	(34)
§ 2.6 噪 声	(39)
§ 2.7 随机信号通过线性系统	(42)
§ 2.8 窄带噪声	(44)
§ 2.9 信号加噪声通过窄带系统	(47)
第三章 连续波调制	(51)
§ 3.1 振幅调制(AM)	(51)
§ 3.2 频率调制(FM)	(62)
§ 3.3 调频波的产生和解调	(68)
§ 3.4 调频的抗干扰性能	(72)
§ 3.5 调频的门限效应及降低门限解调方式	(77)
§ 3.6 相位调制(PM)	(82)
第四章 频分多路传输原理	(86)
§ 4.1 引 言	(86)
§ 4.2 多路信号的主要特性	(88)
§ 4.3 多路信号的调幅	(90)
§ 4.4 多路信号的调角	(91)
§ 4.5 随机调角信号的功率谱	(93)
§ 4.6 频分多路传输系统的抗干扰性能	(97)
§ 4.7 过调制	(103)
§ 4.8 交叉干扰	(106)
第五章 脉冲调制	(112)
§ 5.1 采样定理	(112)

§ 5.2 脉冲幅度调制(PAM)	(116)
§ 5.3 脉冲宽度调制(PDM)	(123)
§ 5.4 脉冲位置调制(PPM)	(134)
第六章 时分多路传输原理	(139)
§ 6.1 引 言	(129)
§ 6.2 时分多路传输系统中的制度增益和门限值	(141)
§ 6.3 PAM 系统的带宽	(142)
§ 6.4 PDM 系统的带宽	(146)
§ 6.5 PPM 系统的带宽	(148)
§ 6.6 PAM 信号的直接记录	(150)
§ 6.7 PDM 信号的直接记录	(152)
§ 6.8 PPM 信号的直接记录	(153)
§ 6.9 时分——频分多路传输	(154)
§ 6.10 时分——时分多路传输	(156)
第七章 脉冲编码调制和增量调制	(161)
§ 7.1 脉码调制的基本原理	(161)
§ 7.2 量化噪声及信噪比	(169)
§ 7.3 模/数与数/模转换	(174)
§ 7.4 增量调制的原理和性能	(180)
§ 7.5 增量调制系统的改进	(185)
第八章 基带传输原理	(189)
§ 8.1 基带信号的频谱分析	(189)
§ 8.2 基带信号的传输	(193)
§ 8.3 基带信号的接收	(198)
§ 8.4 最佳基带传输系统	(206)
§ 8.5 眼图与均衡	(211)
附录 A 二进制基带随机脉冲序列的功率谱	(214)
第九章 数字调制原理	(218)
§ 9.1 最大后验概率准则与最佳接收机	(218)
§ 9.2 数字调幅原理	(227)
§ 9.3 数字调频的基本原理	(234)
§ 9.4 数字调频系统	(243)
§ 9.5 数字调频系统的抗干扰性能	(251)
§ 9.6 数字调相的基本原理	(257)
§ 9.7 数字调相系统	(262)
§ 9.8 数字调相系统的抗干扰性能	(270)
附录 A 数字调频信号的功率谱	(276)
第十章 同步原理	(208)

§ 10.1 引 言·····	(280)
§ 10.2 载波(付载波)同步·····	(281)
§ 10.3 码位同步·····	(286)
§ 10.4 字同步·····	(291)
§ 10.5 帧同步·····	(293)
§ 10.6 PAM PDM PPM 调制的同步问题·····	(303)
第十一章 差错控制 ·····	(310)
§ 11.1 引 言·····	(310)
§ 11.2 检(纠)错编码的基本原理·····	(312)
§ 11.3 检错码·····	(315)
§ 11.4 纠错码·····	(318)
§ 11.5 差错控制的性能估算及其应用·····	(334)
第十二章 信息传输系统的比较与分析 ·····	(340)
§ 12.1 信息传输系统的信道容量·····	(340)
§ 12.2 各种调制所要求的带宽和门限值的比较·····	(343)
§ 12.3 各种调制系统效率的比较·····	(354)
§ 12.4 射频信道的计算·····	(355)
§ 12.5 美国“阿波罗”飞船统一S波段下线调频信道分析·····	(360)
§ 12.6 我国第二颗人造地球卫星小型遥测系统信道分析·····	(368)
主要参考资料 ·····	(373)

主 要 符 号

$f(t)$	连续信号
f	信号频率
Ω	信号角频率
f_m	信号最高频率
ω_m	信号最高角频率
φ	相角
$F_n(\omega)$	离散频谱
$g(t)$	未调脉冲序列, 基带信号
A	脉冲幅度
τ	脉冲宽度
T	脉冲周期, 采样周期
F	采样频率 $F = 1/T$
α	脉冲序列空度比 $\alpha = T/\tau$
$F(\omega)$	连续频谱
n	谐波次数, 信息路数, 码元数, 码长
$S_a(x)$	采样函数
$\mathcal{F}[f(t)]$	$f(t)$ 的富氏变换
$\mathcal{F}^{-1}[F(\omega)]$	$F(\omega)$ 的富氏反变换
$y(t)$	线性系统的输出响应
$h(t)$	线性系统的冲激响应
$H(\omega)$	线性系统的传输函数
$\varphi(\omega)$	线性系统的相位特性
E	信号能量, 参考电压
$E(\omega)$	能量密度函数
P	功率, 概率
$f_\tau(t)$	从 $f(t)$ 中截出 $-\frac{T}{2}$ 至 $\frac{T}{2}$ 的一段
$W(\omega)$	功率密度函数或功率谱密度
$X(t)$	随机过程
$F_1(x_1, t_1)$	随机过程 $X(t)$ 的一维分布函数
$p_1(x_1, t_1)$	随机过程 $X(t)$ 的一维概率密度
$F_n(x_1, x_2, \dots, x_n; t_1, t_2, \dots, t_n)$	随机过程 $X(t)$ 的 n 维分布函数
$p_n(x_1, x_2, \dots, x_n; t_1, t_2, \dots, t_n)$	

随机过程 $X(t)$ 的 n 维概率密度

$P[X(t) \leq x_1]$	$X(t) \leq x_1$ 的概率
$E[x(t)]$ 或 $\langle x(t) \rangle$	$x(t)$ 的统计平均或数学期望
$\sigma^2(t)$	随机过程的方差
$R(\tau)$	相关函数
θ	相位随机量
$\overline{x_i(t)}$	时间平均
$\overline{x_i^2(t)}$	时间方差
$R_i(\tau)$	时间相关函数
$\mu_N = E[X^N]$	随机变量 X 的 N 阶中心矩
$n(t)$	噪声, 白噪声, 窄带噪声
$n_c(t)$	窄带噪声 $n(t)$ 的同相分量
$n_s(t)$	窄带噪声 $n(t)$ 的正交分量
$W_n(\omega)$	噪声双边功率谱密度
$W_N(\omega)$	噪声单边功率谱密度
n_0	白噪声单边功率谱密度
P_n	噪声功率
B	信号的带宽
T_n	等效噪声温度
G	功率增益
$\overline{NF}$	噪声系数
ρ	平均功率信噪比
$I_0(z)$	第一类零阶修正贝塞尔函数
$\operatorname{erf}(x)$	误差函数
$\operatorname{erfc}(x)$	互补误差函数 $\operatorname{erfc}(x) = 1 - \operatorname{erf}(x)$
$\Phi(x)$	概率积分
$s_c(t)$	未调载波
A_c	未调载波振幅
ω_c	未调载波角频率
φ_0	未调载波起始相位
AM	振幅调制
DSB	双边带抑制载波调幅
SSB	单边带调幅
VSF	残留边带调幅
FM	频率调制
PM	相位调制
m_a	调幅指数
$s(t)$	已调信号

$s_i(t)$	输入信号
$s_o(t)$	输出信号
$P_{si} = S_i^2$	输入信号功率
S_i	输入信号电压有效值
K_d	检波器特性常数
$P_{ni} = N_i^2$	输入噪声功率
N_i	输入噪声电压有效值
$x(t)$	信号加噪声的混合信号
$r(t)$	混合信号的包络
$\varphi(t)$	混合信号的相角
$P_{so} = S_o^2$	输出信号功率
S_o	输出信号电压有效值
$P_{no} = N_o^2$	输出噪声功率
N_o	输出噪声电压有效值
S_t	门限信号电平
N_t	门限噪声电平
P_t	发射功率
P_c	载波功率
P_{sb}	边带功率
P_p	峰值功率
$\frac{P_{si}}{P_{ni}} = \frac{S_i^2}{N_i^2}$	输入功率信噪比
$\frac{P_{so}}{P_{no}} = \frac{S_o^2}{N_o^2}$	输出功率信噪比
$\left(\frac{P_{si}}{P_{ni}}\right)_t$	门限信噪比
ω_i	瞬时角频率
$\Delta\omega$	最大频偏
m_f	调频指数
$K_1 = \sqrt{n_o}$	单位平方根带宽中的噪声电压
f_d	瞬时频偏
f_{Lo}	本振频率
m_φ	调相指数
a_{oi}	i 路付载波幅度
f_i	i 路付载波频率
f_{mn}	多路信号最高频率
B_Σ	多路信号带宽
$s_\Sigma(t)$	多路信号
$S_\Sigma r$	多路信号均方根值

$S_{\Sigma p}$	多路信号峰值
η	功率利用系数, 系统的信息效率
$m_{fsci} = \frac{f_{di}}{f_{mi}}$	第 i 路付载波的调频指数
$m_{fci} = \frac{\Delta f}{f_i}$	第 i 路付载波对载波的调频指数
$m_{\phi ci}$	第 i 路付载波对载波的调相指数
$Si(t)$	正弦积分 $Si(t) = \int_0^t \frac{\sin x}{x} dx$
β	带宽系数
$\epsilon(t)$	误差信号
h	射频脉冲的高度
F_c	视频带宽
D_N	噪声引起的宽度误差
Δt_n	噪声引起的相位变化
S_t	载波本身的门限值
S_v	载波的视频门限值
$W_{no}(\omega)$	输出噪声双边功率谱密度
$W_{n0}(\omega)$	输出噪声单边功率谱密度
R_{op}	功率制度增益
R_{ov}	电压制度增益
m_τ	脉冲调宽指数
PAM	脉冲幅度调制
PDM	脉冲宽度调制
PPM	脉冲位置调制
PCM	脉冲编码调制
ΔM	增量调制
$\Delta - \Sigma M$	增量总和调制
ΔV	量阶即量化电平之间隔
NRZ	不归零码
RZ	归零码
Bi ϕ	双相码
Pe	误码率
$p(x)$	$x(t)$ 的概率密度函数
P_{nq}	量化噪声功率
$f_\Delta(t)$	量化信号
ω_τ	低通滤波器的截止角频率
D_{db}	ΔM 系统的动态范围 (用分贝表示)

$W_s(f)$	信号 $s(t)$ 的功率谱密度
$S(f)$	信号 $s(t)$ 的频谱
T_b	码元间隔
f_b	码元重复频率 $f_b = 1/T_b$
$R_u(\tau)$	$u(t)$ 的自相关函数
$\delta(t)$	冲激脉冲函数
M	量化电平数, 量化分层数
$\Delta(t)$	量化误差电压
A_{max}	ΔM 时不发生过载的最大信号幅度
$P_{sm} = S_m^2$	最大信号功率
S_m	最大信号电压有效值
$G(f)$	基带信号 $g(t)$ 的富氏变换即 $g(t)$ 的频谱
$\frac{G(f)}{G(0)}$	$g(t)$ 的归一化频谱
$G(\omega)$	基带系统的传输函数
$G_T(\omega)$	发送滤波器的传输函数
$G_R(\omega)$	接收滤波器的传输函数
$C(\omega)$	信道的传输函数
$p(n)$	噪声 $n(t)$ 的概率密度函数
P_0	发送 0 码的概率
P_1	发送 1 码的概率
P_{e0}	发送 0 码时错判为 1 码的概率
P_{e1}	发送 1 码时错判为 0 码的概率
E_b	码元平均能量
$P(N_k > d)$	$ N_k > d$ 的概率
C_N	可变增益放大器的增益
$T(\omega)$	均衡滤波器的传输函数
b	判决门限
b_0	归一化判决门限
b^*	最佳判决门限
$Q(\alpha, \beta)$	马库姆 Q 函数
τ_e	码同步不良造成的码位同步误差
$C_x(j)$	巴克码的自相关函数
P_F	假同步概率
ε	同步码错误个数
ASK	数字调幅或振幅键控
FSK	数字调频或频移键控
PSK	数字调相或相移键控

DPSK	差分相移键控
C 或 $\mathbf{C}$	码字 (码矢)
k	信息元个数
r	监督元个数
d	汉明距离 (距离)
d_0	码的最小距离
W	汉明重量 (重量)
H	码的一致监督矩阵
G	码的生成矩阵
$\mathbf{e}$ 或 $\mathbf{e}(x)$	错误图样
S	伴随式
R	接收到的字 (接收码组)
$\mathbf{C}(x)$	码字的码多项式
$\mathbf{G}(x)$	码字的生成多项式
P_r	接收功率
η_a	天线效率
A_{er}	天线有效面积
G_t	发送天线增益
G_r	接收天线增益
λ	波长
C_i	输入信道容量
C_0	输出信道容量
T_a	天线输入噪声温度
T_0	室温
L_r	馈电损耗
L_p	路径损耗
S	信号电平
N	噪声电平
I	信息量
$C = \frac{I}{T}$	信道容量
B_{LP}	带通限幅器的带宽
$\left. \frac{P_{si}}{P_{ni}} \right _{B_{LP}}$	进入带通限幅器的输入信噪比
B_{TV}	电视基带信号带宽

第一章 绪 论

§ 1.1 遥测遥控信息传输系统

信息传输是指把信息从一个地方传递到另一个地方。在自然界的生物活动和人类的实践活动中都离不开信息传输。几千年的人类历史证明，人类社会的进步和发展是与信息传输密切相关的。我们知道，语言是人类的伟大创造，它是传递信息的最普通、最有效的方式。自从有了语言，人类的文明才开始发展起来。

图1.1-1 画出了信息传输系统的基本模型。

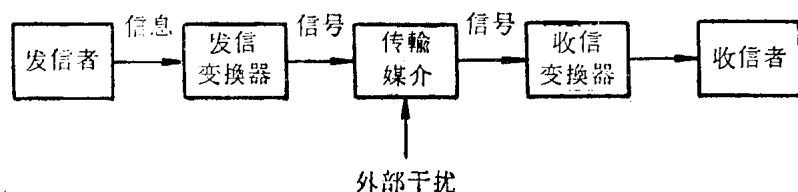


图 1.1-1 信息传输系统的基本模型

人们相互之间的讲话就符合上述信息传输的基本模型。讲话者要表达自己的思想，就通过大脑控制口腔和声带，从而发出声波，这个声波通过空气的传播到达听话者的耳器官，使听话者明了讲话者的思想。这里，讲话者就是发信者，人的口腔和声带就是发信变换器，传输声波的媒介是空气，听话者的耳器官是收信变换器。听话者又叫收信者。

在讲话过程中，周围环境里存在的嘈杂声音也会进入听话者的耳器官，这就形成干扰。干扰太大时，就会使听者听不清讲话的声音。

上面介绍的讲话过程是以声波的形式传递信息。我们知道声波在空气中是传播不远的，为了增加信息传输距离，在我国古代就采用了用“烽火”传输信息的方法，在航海中一直采用着灯光、旗语。这些都是以光的形式传递信息的。

随着人类社会的进步以及科学技术的发展，对信息传输系统的要求愈来愈高，要求传递的信息量愈来愈大，传递的距离愈来愈远，因而信息传递的方式也愈来愈多、愈来愈复杂。在十九世纪，电报和电话的出现使信息传输从单靠人的器官所能直接感觉的一般声、光的形式进入到利用电信号。这是一个很大的进步。此外，随着本世纪初无线电传输技术的大力发展，又大大扩大了信息传输的空间尺度，并大大缩短了信息传输的时间。

不管信息传输是以声、光的形式，还是以电信号的形式，它们都满足图 1.1-1 所示的信息传输的基本模型。例如有线电话系统它所传输的信息是人的语言声音，发信变换器就是将声波变成电信号的送话器及调制器；电话的电线则是传输电信号的媒介；收信变换器则是将电信号变成声波的受话器及解调器。

随着科学技术和工业的发展，往往要求相距很远的各个系统在运行时能取得协调一致。例如大型电力系统是由许多水电站、发电厂、变电站、输电线等等组成的，这个联合系统可

能很分散，因此往往要求有一个中心控制调度室，能及时测量了解各部份的运行情况并及时控制各部分的运行。另外，铁道运输部门的集中自动控制；油田输油管道和输气管道的远距离监视和控制，都要求在远距离，短时间内实现信息的传递。这种信息传输系统就叫做遥测遥控系统。简言之，遥测就是对被测对象的远距离测量，以了解被测对象的特性；遥控就是对被控对象的远距离控制，使被控对象按所传递的信息去完成特定的行为。遥测遥控系统同样满足图 1.1-1 所示的信息传输基本模型，对于遥测系统来说，发信者就是各个被测对象；信息就是各种被测对象呈现出来的物理化学特性；发信变换器则将这些特性变换成适合于远距离传输的信号形式的设备；收信变换器是将信号变换成收信者（人或设备）可以接受的信息形式的设备。遥控系统发信者和收信者恰好与遥测系统相反，发信者可以是人或其它设备，发出的信息是需要控制的一些规定和要求。发信变换器将这些规定和要求变换成可以传输的信号形式。收信变换器则是将信号变换成控制收信者（被控对象）的一些物理量。由此看来，遥测遥控系统同属于信息传输系统。从原理上说，它们在发信变换、传输媒介、外界干扰、收信变换等方面是相同的，当然由于对象不同，二者在技术和特点方面也有所差异。

通常我们所说的遥测遥控系统是指以电信号的形式传输信息的。当传输媒介是电线、电缆时，称为有线遥测遥控系统；当利用射频无线电波在空间的传播来传输信息时，称为无线电遥测遥控系统。

§ 1.2 遥测遥控信息传输系统的组成及特点

无线电遥测遥控系统的组成原理图如图 1.2-1 所示。其中图 1.2-1(a) 为无线电遥测系统，图 1.2-1(b) 为无线电遥控系统。

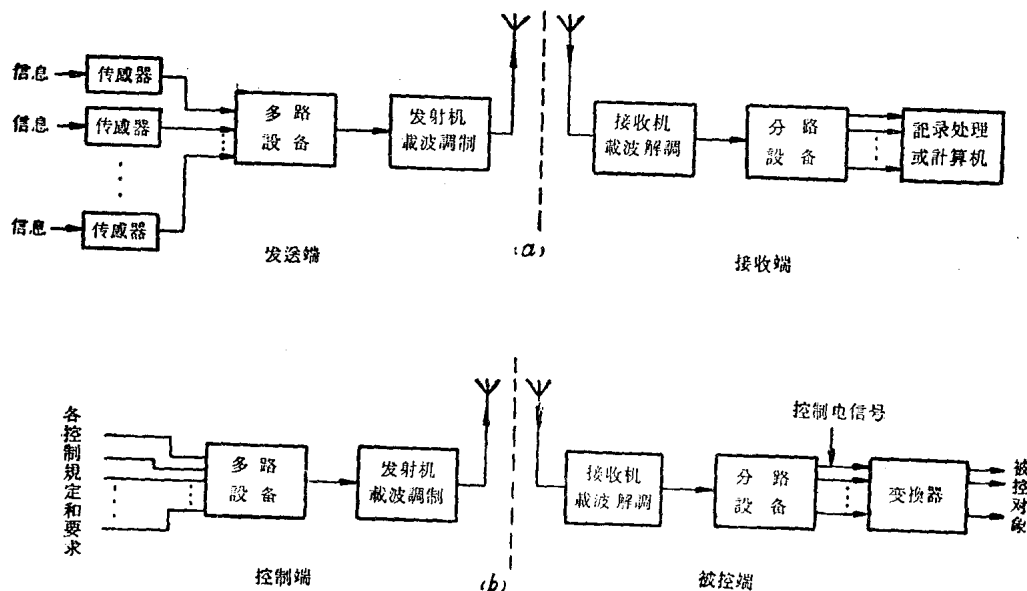


图 1.2-1 无线电遥测遥控系统原理图

(a) 无线电遥测系统；

(b) 无线电遥控系统。

在图 1.2-1(a) 所示的无线电遥测系统中, 由于被测对象往往有很多个, 而且有时一个对象就需要测量几个参数, 这些参数往往是非电量, 这就需要通过传感器将这些被测量变成统一的电信号。当然, 如果被测量本身就是电信号, 那么只要经过变换器变成统一的电信号就可以了。传感器输出的各路信号在多路设备中综合相加在一起变成多路信号, 然后送入发射机进行载波调制, 再经天线发射出去。无线电波经空间传播后在接收端通过接收机进行载波解调, 再经分路设备把输出的各路信号送入纪录、显示、处理设备或送入计算机中进行处理。

图 1.2-1(b) 为无线电遥控系统原理图。由图可见, 无线电遥控系统的多路设备、发射机、接收机, 分路设备等方面是与无线电遥测系统相同的。由分路设备输出的各路信号经变换器变成控制信息送到被控对象上去。因此遥测系统与遥控系统二者从信息传输的角度上看是基本相同的。

无线电遥测遥控系统具有以下主要特点:

1. 多路传输

由于遥测被测参数和遥控指令很多, 不可能也没有必要每一个参数都单独占用一条传输线路, 而必须采用一条传输线路传输多个参数, 这就是多路传输技术。

2. 精确性和可靠性

遥测系统是远距离测量系统, 必须具有一定的测量精度。目前遥测系统的误差在百分之一左右, 对某些参数, 其测量和传输误差可达千分之一或万分之一。遥测系统如果系统设计不好、设备故障或者信号失真、抗干扰能力太小等都会引起遥测信号无法解调或者解调出来的信号误差太大, 这就是遥测系统的可靠性问题。遥测系统是测量和监视系统, 必须保证可靠的工作。

遥控系统 为了能准确地对被控对象进行控制, 这就要求遥控系统传输的信息具有高度的精确性。显然遥控系统应当是高度可靠的。否则, 遥控系统的错误或失灵可能造成被控对象的毁灭。

3. 被测参量的多样性与数据处理的复杂性

遥测系统所要传输的参数不但很多, 而且参数的性质也不尽相同。被测参数可以是非电量、也可能是电量。经过传感器变换后遥测参数大体上分三种: 一种是慢变信号, 其最大变化率在每秒几周至几十周。例如导弹和卫星内的温度、压力、电源的变化等等。第二种是快变参数, 变化速率每秒几百周至几千周, 最高为几十千周。例如导弹中的某些振动参数。第三种是脉冲与数字信号。例如监视开关的工作状态, 可以用某一电平代表开关闭合, 而用另一电平代表开关断开, 这就相当于由“1”和“0”组成的数字信号。此外, 有些被测参数的变化还具有随机性。例如, 用科学卫星测量宇宙射线的强度时, 平时的强度可能很少而且变化缓慢。但当太阳活动剧烈时, 某些宇宙射线的强度可能突然剧增而且变化很快。恰恰是这种突然变化更具有科学价值。在科学研究中, 当我们用遥测作为探索手段时, 更是存在着很多参数的特性我们知道得不完全或完全不知道的情况。这些都要求遥测系统能适应被测参数的特性。

遥测系统传递的信息在接收端经过数据处理才能还原成被测参数。这个数据处理包括对传感器的变换特性、信号变换及传输过程中造成的误差进行校正。由于被测参数多, 因此,

数据处理是很烦琐的。目前大型遥测系统的数据处理大多采用计算机进行处理。

常常会遇到被测对象与被控对象是同一体内的情况。例如卫星上的遥测遥控系统就是如此。这时遥测遥控系统可以组成一个闭环系统,即由遥测系统测得的卫星各种参数送入计算机进行实时数据处理,从而计算出需要控制的量。然后通过遥控系统对卫星进行控制。在控制的同时,又通过遥测系统监视控制执行的情况,再进一步通过遥控系统进行修正。因此,卫星——遥测系统——计算机——遥控系统——卫星形成闭环系统。

总之,多路传输、精确性及可靠性,被测参数的多样性和数据处理的复杂性是遥测遥控系统区别于其它传输系统的主要特征。

§ 1.3 遥测遥控信息传输系统模型

遥测遥控系统也是多种多样的。上面谈到根据传输媒介的不同,遥测遥控系统可以分为有线遥测遥控系统和无线遥测遥控系统。有线遥测遥控系统是利用电线、电力线、电缆等作为传输媒介,在电力、油井、天然气等工业部门及医学、生物、地震及其它科学研究中广泛采用。无线遥测遥控是利用电磁波在自由空间的传播来传输遥测遥控信息,它在飞机、导弹、卫星及宇宙探测中广泛应用。

根据实现多路传输的方式可分为频分多路遥测遥控系统和时分多路遥测遥控系统。所谓频分多路是指把各路信号安排在互不重叠的频率位置上进行传输,在接收端利用分路滤波器再把各路信号区分开来。所谓时分多路是指在不同的时间传输不同路的信号,也就是说按照一定的时间顺序依次地传输各路信号。

根据传输信号的类型可分为模拟式遥测遥控系统和数字式遥测遥控系统。我们知道,信号可分为两大类,一类是模拟信号,其大小随时间连续变化;另一类是数字信号,即信号的变化在时间上是不连续的,或称离散的,而且其取值也是离散的。例如,二进制码组及代表开关状态的由“1”和“0”组成的信号都是数字信号。用于传输模拟信号的遥测遥控系统称为模拟式遥测遥控;用于传输数字信号的遥测遥控系统称为数字式遥测遥控。当然模拟信号可以用模拟式遥测遥控系统进行传输,即模拟传输,也可以把模拟信号通过模拟/数字(A/D)转换器变成数字信号进行数字传输。在一个遥测遥控信息传输系统里也可以有些信号进行模拟传输,另一些信号进行数字传输。总之遥测遥控系统本身也是多种多样的。

由于本书主要讨论遥测遥控信息传输的基本原理,不过多地涉及具体设备。为此,我们把遥测遥控系统用图 1.3-1 所示的信息传输模型加以概括。下面对图中各部份作一简单介绍。

1. 信息源和终端设备 信息源是被测参数经传感器变成电信号或者遥控信号的总合,代表被传输信息的发源地。终端设备是指遥测信号的记录、显示和数据处理或者遥控信号的执行机构。

2. 信源编码及解码 信源编码的主要任务是解决模拟信号的数字化和提高数字信号的有效性。例如在一定精度要求下,如何用最小的码元数来表示信号,以及如何压缩频带以提高信息传输的效率等。信源解码是信源编码的反变换。

3. 多路设备及分路设备 上面我们谈到,由于遥测和遥控参数很多,为了提高传输效率需要借用一条信道传输多路信号。多路设备就是把各路信号综合在一起的设备,分路设备