

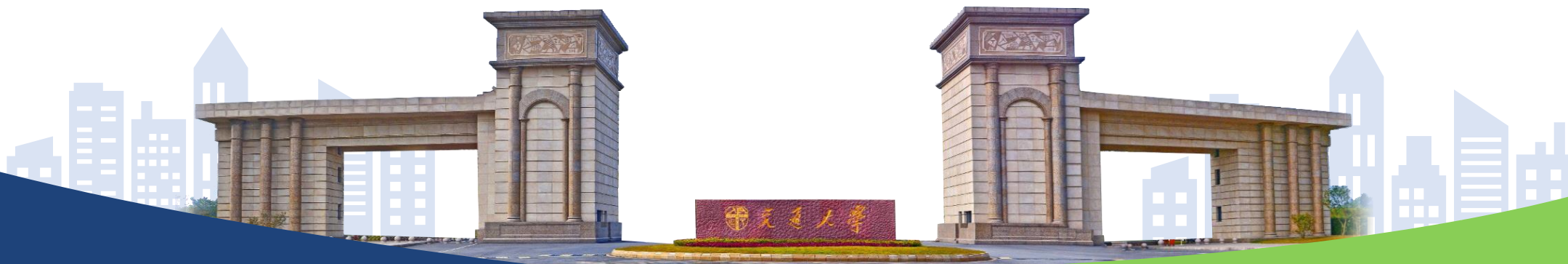


西南交通大学
Southwest Jiaotong University

铁路信号基础

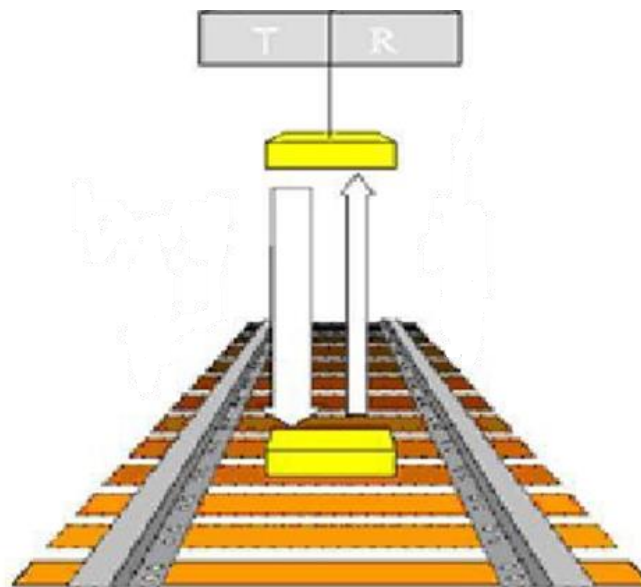
Basic of Railway Signal

点式应答器



- 查询-应答器，又称为点式应答器，它已经成为现代铁路信号系统中的重要地面设备，成为沟通列车与地面的一种点式信息交换装置。
- 查询应答器系统由查询器和应答器两部分组成。一般情况下查询器安装在机车上，应答器安装在地面上。

- 当机车经过地面**应答器**时，**查询器**以无线射频方式激活**应答器**，应答器接收电磁能量并开始工作，以编码信息的形式向列车**查询器**发射预置在**应答器**中的信息数据，应答器以循环不间断地串行发送传输报文，直至能量消失。



1、无源应答器（固定应答器）

与外界无物理连接，不需要外加电源，平时处于休眠状态，仅在列车通过并获得车载查询器发送的功率载波能量时被激活，激活后立即发送调制好的数据编码信息。

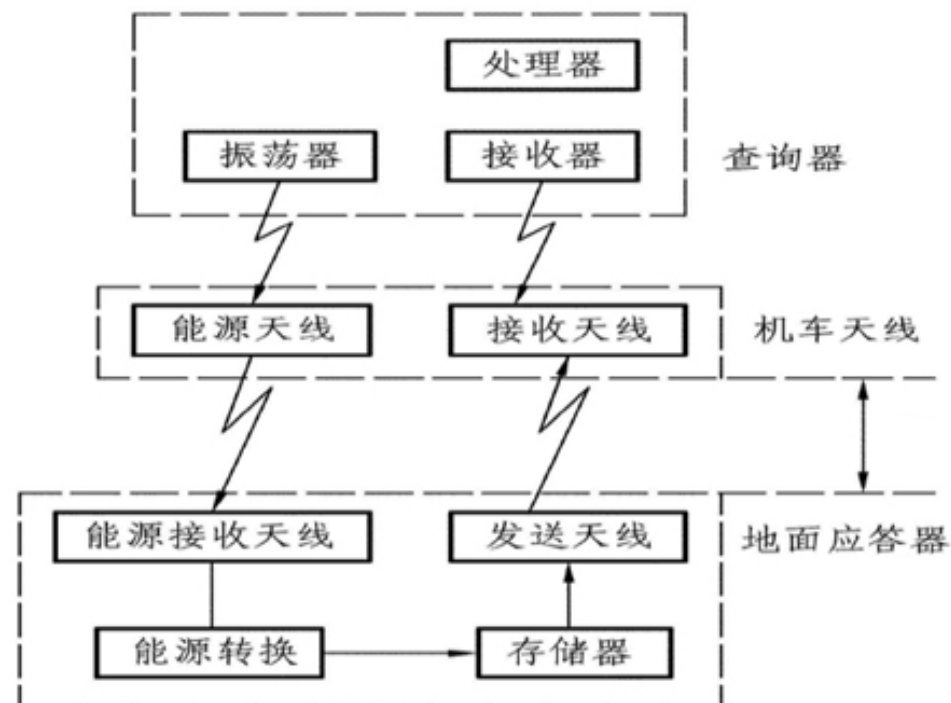
无源应答器中的信息是经特殊设备固化在应答器存储单元里，一般安装以后不能改变，用于发送固定信息，例如线路速度、坡度、轨道电路参数、信号点类型等信息。

2、有源应答器（可变信息应答器）

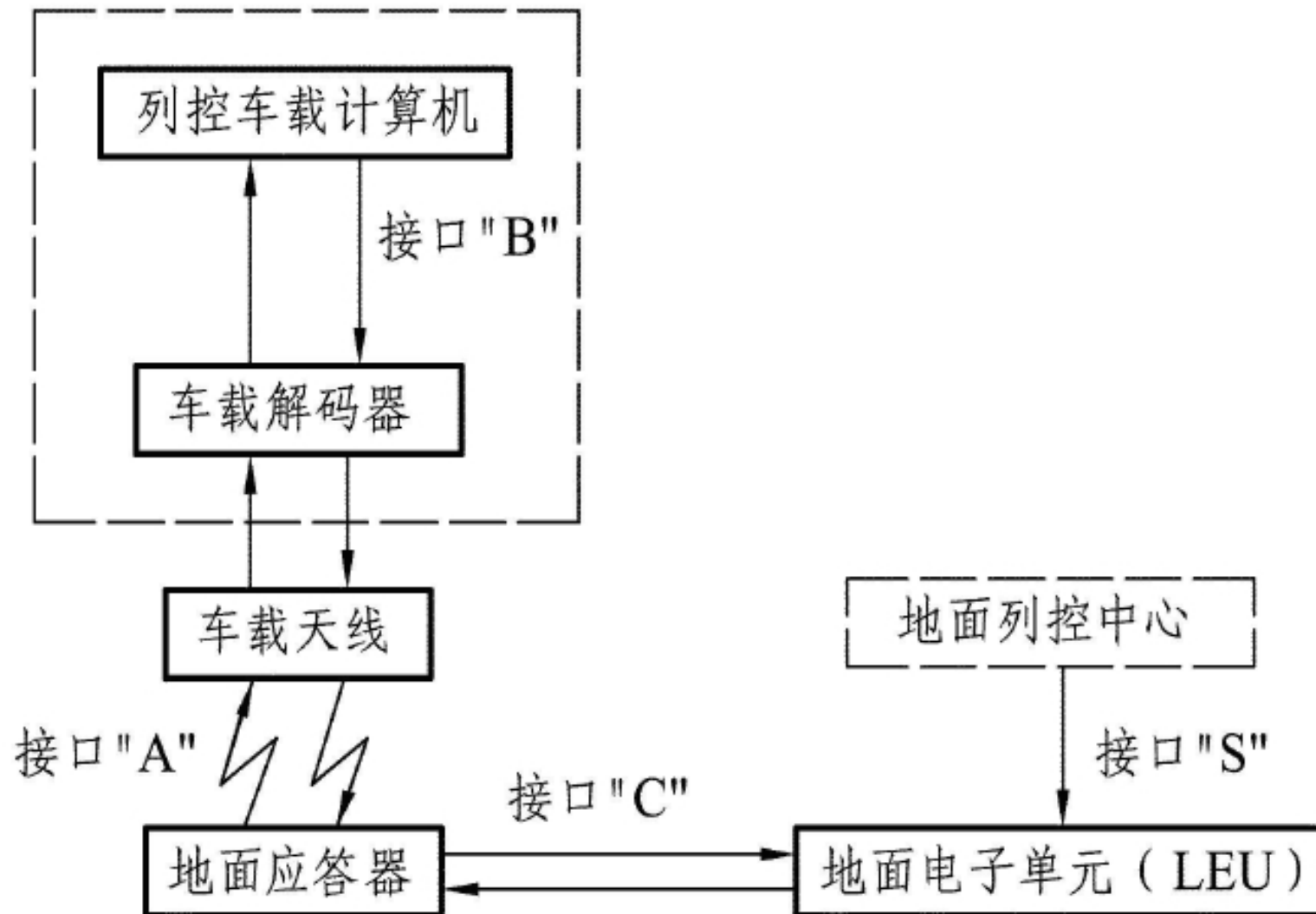
通过外接电缆获得电源。有源应答器中的信息是可以通过外接电缆由地面控制设备实时改变的，一般设置在进站和出站信号机前方，用于向列车传送实时可变信息，如临时限速、前方进路等。



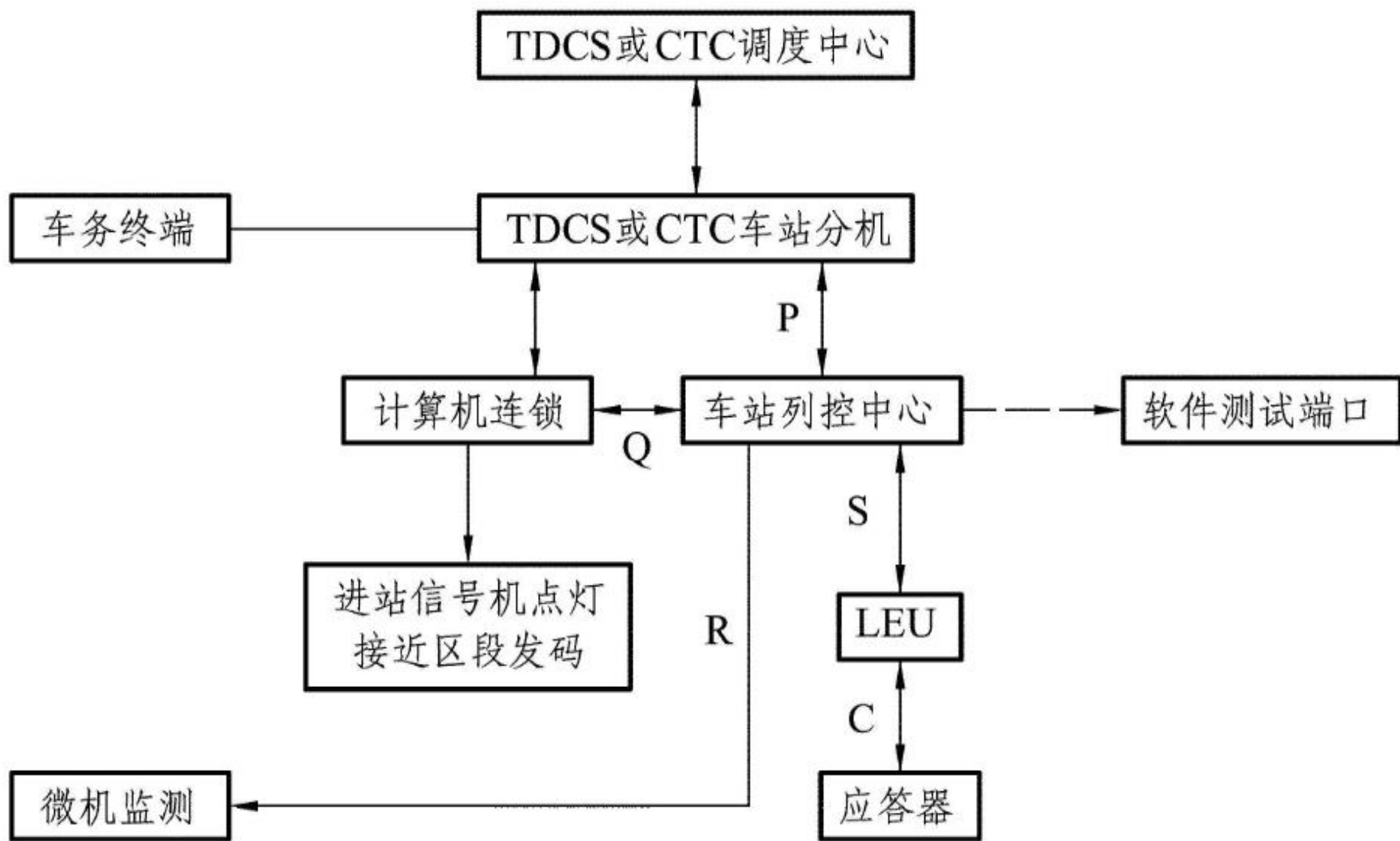
- 应答器系统分为地面设备和车载设备两部分。地面设备包括**地面应答器**和**地面电子单元（LEU）**。车载设备包括**车载天线**、**车载解码器**和**应答器传输模块（BTM）**。车载解码器除对应答器报文进行解码还原，还包含载频发生器与功率放大器。



应答器的基本概念



应答器的基本概念



每一条应答器用户报文都由帧标志（包头）、用户数据位和报文结束标志（结束包）构成，具体格式如下：

应答器用户报文数据内容：

帧标志（包头）	50 bits
用户数据位	772bits
结束位（11111111）	8bits

- 在CTCS-2级系统中，772位用户数据主要由应答器链接、线路坡度、线路速度、等级转换、CTCS数据、特殊轨道区段、调车危险七个ETCS信息包和轨道区段、临时限速、区间反向运行、大号码道岔四个CTCS信息包构成。
- **应答器链接包**（ETCS-5）：提供应答器的链接信息，描述应答器的链接关系，数据包报文基准量为69bit、增量为39bit，总量为 $69 + (n - 1) \times 39\text{bit}$ ， n 为链接应答器数目。
- **线路坡度包**：提供线路坡度信息，数据包基准量为78bit，增量为24bit，总量为 $78 + (n - 1) \times 24\text{bit}$ ， n 为线路坡度数目。

- **线路速度包**：提供线路静态速度信息，为线路最大允许速度，数据包基准量为86bit，增量为28bit，总量为 $86 + (n - 1) \times 28\text{bit}$ ，n为线路允许速度数目。
- **等级转换包**：提供级间转换信息，数据包容量为97bit。
- **特殊区段包**：可以向机车乘务员实时反映列车运行前方的一些特殊情况，如隧道、桥梁、无电区等，数据包容量为114bit。
- **调车危险包**：用于在进、出站口处应答器向列车传送调车危险报文信息，可禁止列车以调车模式进入区间。在出站信号机处发送调车危险报文，可防止列车在没有排列调车进路时，以调车模式驶出股道。数据包容量为24bit。

- **轨道区段包**：提供线路轨道区段信息，数据包基准量为93bit，增量为24bit，总量为 $93 + (n - 1) \times 24\text{bit}$ ，n为轨道区段数目。
- **临时限速包**：提供线路临时限速信息，数据包容量为122bit。
- **区间反向运行包**：用于当区间反向运行，轨道电路发送轨道检查码（27.9Hz），没有发送追踪码序时，给列车发送反向运行的起点以及反向运行的长度，容量为122bit。
- **大号码道岔包**：根据道岔区段空闲条件，给出道岔侧向允许列车运行的速度。根据道岔区段空闲条件的不同，同一大号码道岔其侧向允许列车运行的速度可以有多个等级。当大号码道岔侧向允许列车运行的速度小于或等于80km/h时，应答器可以不给出大号码道岔报文，数据包容量为48bit。

区间无源应答器组在列车正、反向运行时，既有线和客运专线的数据包内容相同。

[illegible]

2、进站口有源应答器组

有源应答器提供列车进路等列车正向运行信息，无源应答器用于提供列车反向运行时的线路数据，并发送调车危险信息防止列车以调车模式进入区间运行。

• 进站口有源应答器组内有源应答器数据内容

应答器 工作状态	用户信息报文包						CTCS数据				
	应答器 链接	线路 坡度	线路 速度	等级 转换	特殊 区段	调车 危险	轨道 区段	临时 限速	区间反 向运行	大号码 道岔	绝对 停车
正线接车	√	√	√				√	√			
侧向接车-1		√	√				√	√			
侧向接车-2	√	√	√				√	√			
侧向接车-3	√	√	√				√	√			
反向发车	√							√			

- 进站口有源应答器组内无源应答器数据内容

应答器 工作状态	用户信息报文包										
	应答器 链接	线路 坡度	线路 速度	等级 转换	特殊 区段	调车 危险	CTCS数据				
							轨道 区段	临时 限速	区间反 向运行	大号码 道岔	绝对 停车
反向发车		√	√			√	√				

3、出站口有源应答器组

在既有线和客运专线中，该组应答器内有源和无源的数据内容均相同。

该组内有源应答器的数据内容与进站口有源应答器数据内容相似，无源应答器的数据内容与区间无源应答器数据内容相同，且发送调车危险信息防止列车以调车模式进入区间运行。

- 出站口有源应答器组内有源应答器数据内容

应答器 工作状态	用户信息报文包										
	应答器 链接	线路 坡度	线路 速度	等级 转换	特殊 区段	调车 危险	CTCS数据				
							轨道 区段	临时 限速	区间反 向运行	大号码 道岔	绝对 停车
正向发车	√							√			
反向正线接车	√	√	√				√	√			
反向侧向接车-1		√	√				√	√			
反向侧向接车-2	√	√	√				√	√			
反向侧向接车-3	√	√	√				√	√			

- 出站口有源应答器组内无源应答器数据内容

应答器 工作状 态	用户信息报文包										
	应答器 链接	线路 坡度	线路 速度	等级 转换	特殊 区段	调车 危险	CTCS数据				
							轨道 区段	临时 限速	区间反 向运行	大号码 道岔	绝对 停车
正向发 车		√	√		√	√					

4、出站信号机处应答器组

在既有线提速中，未设置该应答器组，但在客运专线中，为保证列车在车站内运行的安全性，以及列车在站内数据的完整性，设置了该应答器组。当车站排列接车进路时，出站信号机处的应答器发送默认报文，其中默认报文的内容含ETCS-254数据包外，还应包含有绝对停车数据包CTCS-5。该信息包在没有排列进路时发车方向有效。

- 出站信号机处应答器组内有源应答器数据内容

应答器 工作状态	用户信息报文包										
	应答器 链接	线路 坡度	线路 速度	等级 转换	特殊 区段	调车 危险	CTCS数据				
							轨道 区段	临时 限速	区间反 向运行	大号码 道岔	绝对 停车
接车进路						√					√
发车进路	√	√	√		√	√	√	√			

- ### • 出站信号机处应答器组内无源应答器数据内容

[illegible]

5、级间转换应答器组

该组应答器提供CTCS-2至CTCS-0/1或CTCS-0/1至CTCS-2转换处的线路信息。由三组应答器组成，分别是正向预告点应答器、执行点应答器和反向预告点应答器组，由于均提供线路固定信息，采取成对无源应答器提供该信息。

- 级间转换处预告点应答器组数据内容

应答器 工作状态	用户信息报文包										
	应答器 链接	线路 坡度	线路 速度	等级 转换	特殊 区段	调车 危险	CTCS数据				
							轨道 区段	临时 限速	区间反 向运行	大号码 道岔	绝对 停车
CTCS0/1 至 CTCS-2	√	√	√	√			√				
CTCS-2 至 CTCS0/1	√	√	√	√			√				

- 级间转换处执行点应答器组数据内容

应答器 工作状 态	用户信息报文包						CTCS数据				
	应答器 链接	线路 坡度	线路 速度	等级 转换	特殊 区段	调车 危险	轨道 区段	临时 限速	区间反 向运行	大号码 道岔	绝对 停车
CTCS0/ 1至 CTCS - 2	√	√	√	√			√				
CTCS - 2至 CTCS0/ 1		√	√	√			√				

6、大号码道岔应答器组

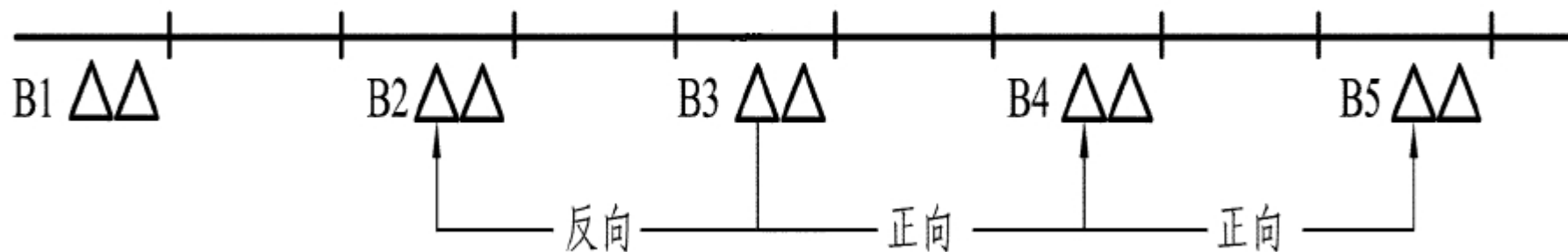
该组应答器根据道岔区段空闲条件，给出道岔侧向允许列车运行的速度；且根据道岔区段空闲条件的不同，同一大号码道岔其侧向允许列车运行的速度可以有多个等级。当大号码道岔侧向允许列车运行的速度小于或等于80km/h时，应答器可以不给出“大号码道岔”报文。当列车进路为道岔正向时，该应答器发送默认报文，默认报文的内容与区间无源应答器相似。

• 大号码道岔应答器组数据内容

[illegible]

1、应答器基本链接关系

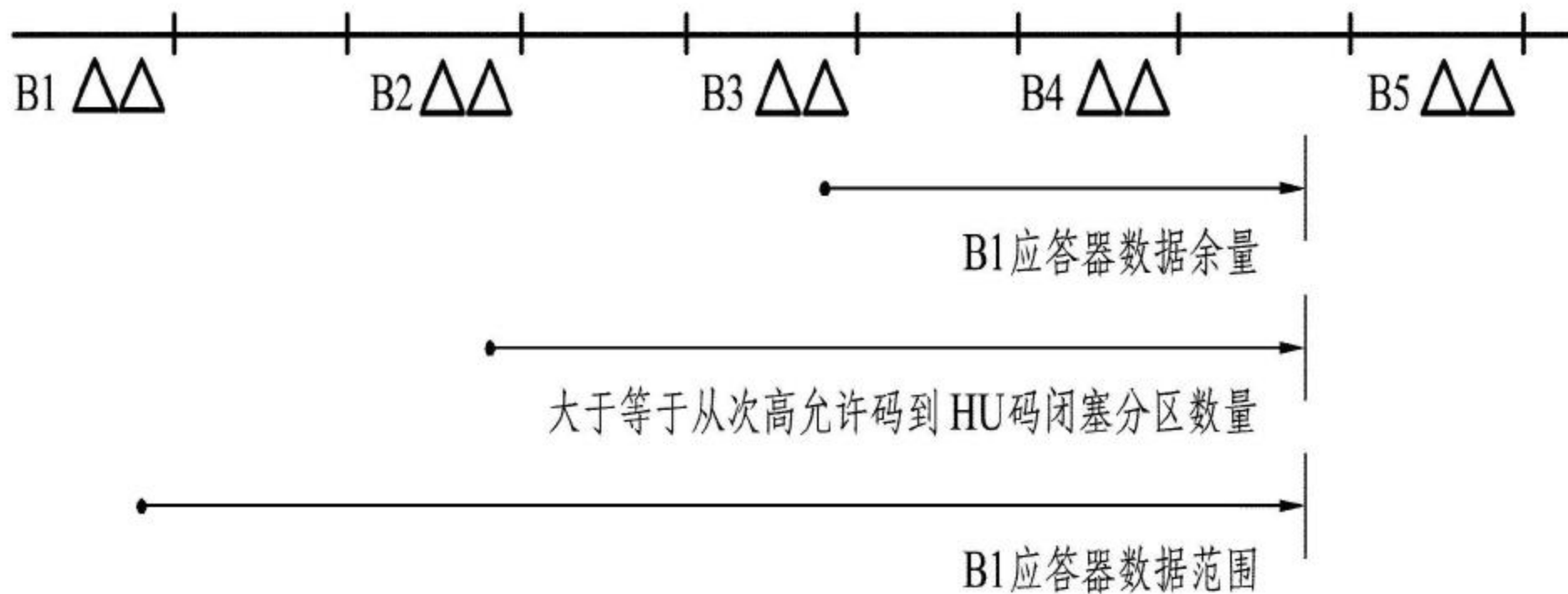
在CTCS-2级列控系统中，信息内容涉及行车安全的应答器组之间建立链接关系。当列车正向运行时，一个应答器组与同一运行方向连续两个相邻应答器组建立链接关系；当列车反向运行时，一个应答器组应与同一方向相邻一个应答器组建立链接关系。



2、区间无源应答器数据覆盖范围

列车正向运行时，一个应答器组链接其相邻方向两个应答器。当丢失一个应答器的数据时，不影响列车正常运行，仅在连续丢失两个应答器数据包的情况下，列车采用常用制动或紧急制动。区间无源应答器的数据范围为链接同一方向相邻两个应答器组，再加上一个制动余量。对于既有线提速200km/h区段，其制动余量按4.5km计算；对于设计最高时速250km/h的客运专线，其制动余量按7个闭塞分区计算。

应答器的链接关系

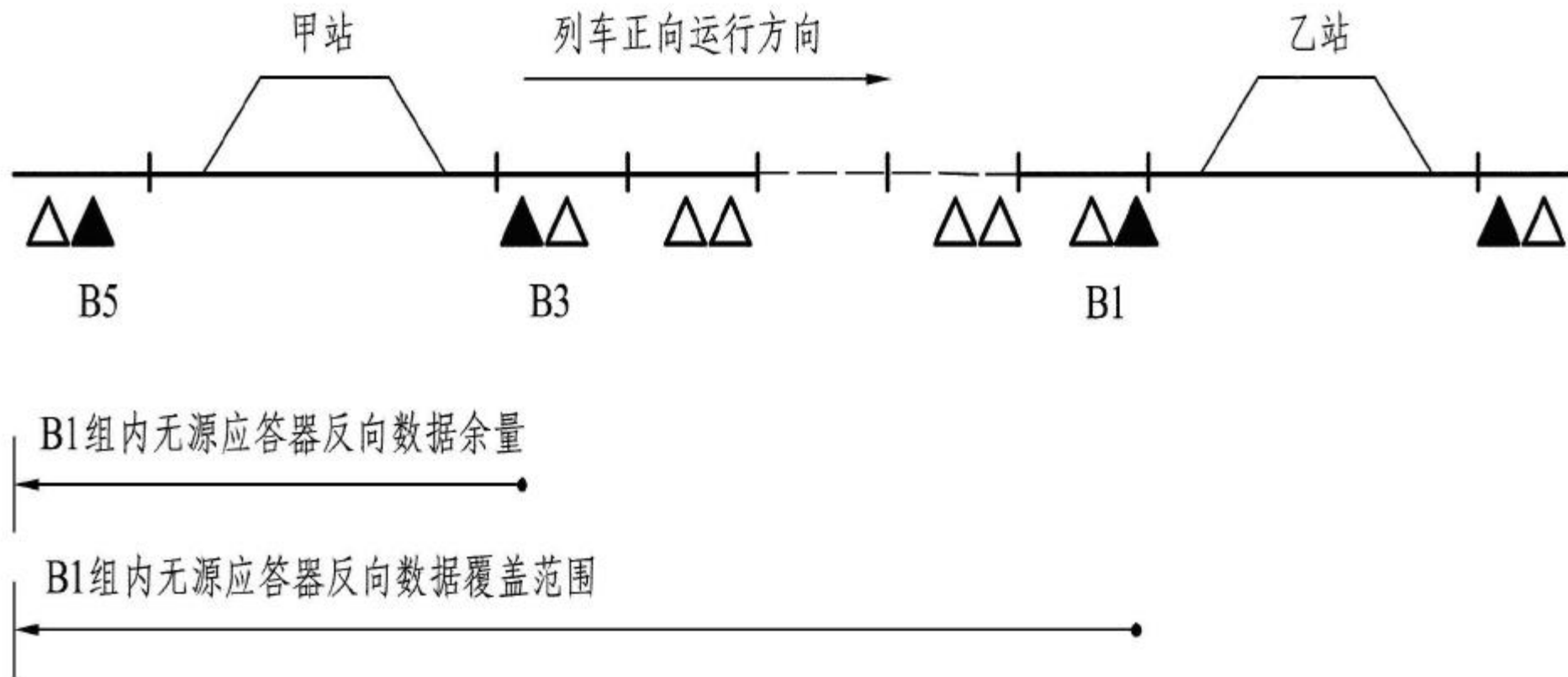


3、进站口应答器组内无源应答器反向数据覆盖范围

列车在站内运行时，需有站内设置的应答器提供线路静态数据以及进路等相关动态数据。站内设置的应答器，其应答器链接关系以及数据覆盖内容与区间无源应答器类似，均为链接同方向的相邻两个应答器组，再加一个制动余量。

列车反向运行时，按**站间自动闭塞**运行，区间运行的应答器数据内容由进站口应答器组内无源应答器提供。

应答器的链接关系





西南交通大学
Southwest Jiaotong University

谢谢

