

第二节 控制系统的组成和描述

对卫星进行控制的任务是由测控站完成的，测控站直接对卫星等航天器进行跟踪测量、遥测、遥控和通信等，它将接收到的测量、遥测信息传送给航天控制中心，根据航天控制中心的指令与航天器通信，并配合控制中心完成对它们的控制。除此之外，测控站也可根据规定的程序独立实施对航天器的控制。

测控站的设备包括外测系统、遥测系统、遥控系统、通信系统、电视系统、时间统一系统、计算机系统以及其他辅助设备。可见，对卫星等航天器的控制是由一个非常庞大的控制系统完成的。

其实，我们的生活中也存在很多不同的控制系统，不同的控制系统有不同的组成、结构和控制过程，以达到不同的控制目的，如电灯控制系统、交通控制系统等。

导学思考

测控站控制系统由哪些部分组成？它是如何工作的？你能按照绘制流程图的方法对测控站控制系统进行表达吗？

一、控制系统的组成

一个控制过程的实现，往往要经过若干个环节，这些环节构成了一个系统，所以我们可以把它看作一个控制系统。

通过前面的学习，我们知道控制系统是多种多样的。为了方便对控制系统进行分析和描述，可用方框图的形式描述一个控制系统。在单次射箭和骑自行车的例子中，如果将人也看作系统中的一部分，则可分别用图4-23、图4-24描述它们的控制过程。



图4-23 射箭的控制过程

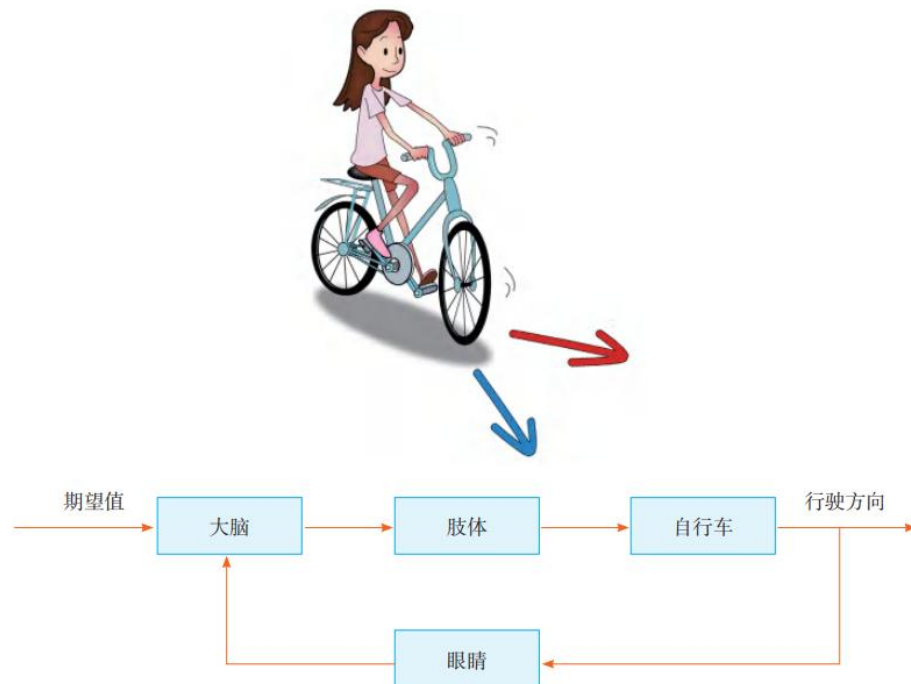


图4-24 骑自行车的控制过程

在图4-24中：期望值（即基准量，又叫给定量）——道路的方向；大脑——比较器和控制器；肢体——执行器；自行车（主要是指车头）——被控对象；行驶方向——被控量；眼睛（包括神经传输系统）——反馈环节。

比较图4-23和图4-24可以发现，后者在结构形式上比前者多了一个将实际行驶方向反馈到输入端的反馈环节，即人的眼睛。正是由于有了眼睛这个反馈环节，才可以保证骑车人使自行车始终行驶在正确的道路上。由于反馈环节的存在，使图4-24在信号的流动上形成一个闭合回路，这也是该类控制被称为闭环控制的原因，反馈环节是闭环控制的必要条件。

图4-23和图4-24都是对一个具体的控制实例进行的描述。控制系统具有多样性，如果将每个控制系统都用这样的方法来描述，每个方框图的具体内容会有很大的不同，这会给人们分析和描述控制系统带来很多不便。能不能用一种更统一的形式表示各种控制系统呢？

立即行动

如果将你的身体看成是一个控制系统，在你从书架上拿一本书的过程中，身体各部位分别发挥了什么功能（表4-2）？如果还需要去搬一张凳子，结论会有什么变化？

表4-2 拿书时身体各部位的功能

控制系统	发挥对应功能的身体部位
发出命令	
执行命令	
控制的作用对象	
反馈环节	

在工程领域，控制系统的控制过程与人进行控制的过程是相似的，两者都有控制指令的发出者、控制指令的执行人，如果是闭环控制，则还存在反馈环节。可见不管控制系统的目的有多么不同，它们的基本架构是相似的，因此我们引入了控制器、控制量、被控对象、被控量等概念。

在图4-23和图4-24中，人的大脑都是控制命令（信号）的发出者，我们将这一部分称为控制系统的控制器。

控制系统都有确定的控制目的。骑自行车要控制的是自行车的前进方向；射箭的目的是控制箭飞向我们期望的落点。所以自行车的行驶方向、箭的落点就是这两个控制系统中的被控量。

自行车在前进过程中由于路况等因素的变化，其方向是不断变化的，要使自行车按照期望的方向前进，需要对自行车进行控制；而在射箭的例子中，箭的落点是通过箭的控制来实现的。自行车和箭就是这两个控制系统中的被控对象。

很多时候控制器发出的命令并不能直接对被控对象产生影响。如在骑自行车和射箭的过程中，大脑发出的生物信号，并不能直接影响自行车或箭的状态，在射箭中要通过肢体和弓去控制箭，在骑自行车时要通过肢体去控制自行车。这种将控制器发出的信号转换成能影响被控对象的信号的装置，称为执行器。图4-23和图4-24中，人的肢体和弓就是执行器。

执行器能够控制自行车和箭的状态，实际上是对它们施加了一定的力。这种能对被控对象产生作用，从而使被控量发生变化的量，称为控制量。

立即行动

根据你对控制系统的认识，填写表4-3。

表4-3 分析控制系统

控制系统	期望值	控制器	被控量	被控对象	控制量	反馈环节
抽水马桶中的水位控制						
电风扇机械定时开关控制						
路灯黑夜/白天自动开关控制						
电冰箱恒定温度控制						

二、控制系统的方框图表示

当我们了解了控制系统的控制器、控制量、被控对象、被控量、反馈环节等概念后，就可以将图4-23和图4-24用更具一般性的方式表示为图4-25和图4-26的形式。有时一个控制系统不一定能相对独立地在结构形式上分出控制器、执行器、比较器等部分，也就是说控制器、执行器、比较器有时是合在一起的。



图4-25 开环控制系统

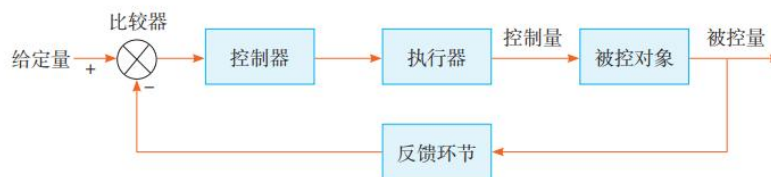


图4-26 闭环控制系统

图4-25和图4-26是控制系统的方框图表示形式，是各种控制行为的一种抽象表述，适用于各种控制系统。