

第十五章 电子控制防抱死制动系统

防抱死制动系统 **ABS** (Anti-Locked Braking System) **ABS**是汽车主动安全控制装置。由于**ABS**可防止汽车紧急制动时车轮抱死，因此可充分发挥制动器的效能，缩短制动时间和距离。同时有效防止紧急制动时的车辆侧滑和甩尾，提高了制动时的行驶稳定性和转向控制能力。避免了轮胎与地面的剧烈摩擦，减少了轮胎和磨损。

防抱死制动系统的分类：

按控制参数分为：

- 1.以车轮滑移率**S**为控制参数的**ABS**
- 2.以车轮角减速度为控制参数的**ABS**
- 3.以以车轮角减速度和滑移率**S**为控制参数的**ABS**

- 按功能和布置的形式分为：
后轮防抱死ABS，全轮防抱死ABS

按控制系统方案分为：

轴控式ABS，轮控式ABS，混合式ABS.

按控制通道和传感器数分为：

1.单通道式ABS

2.双通道式ABS

3.三通道式ABS

4.四通道式ABS

单通道式ABS

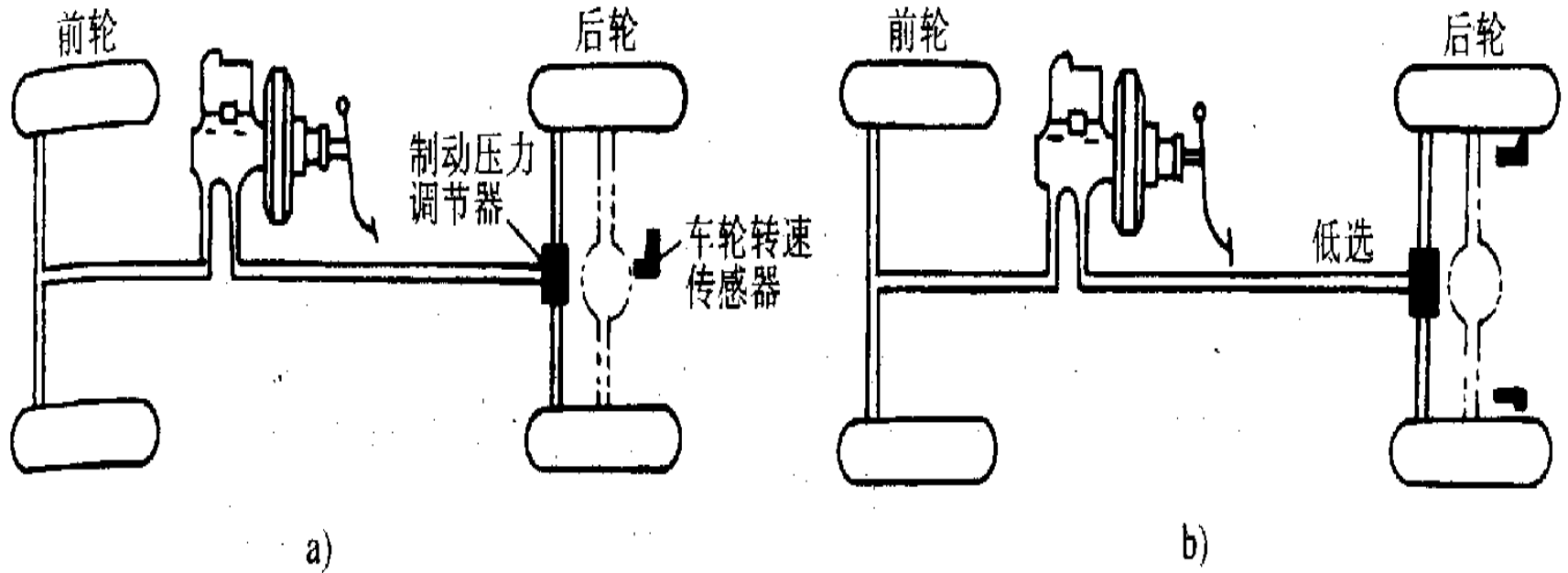


图 15-4 单通道式 ABS

a) 单通道一传感器 b) 单通道二传感器

双通道，三通道ABS

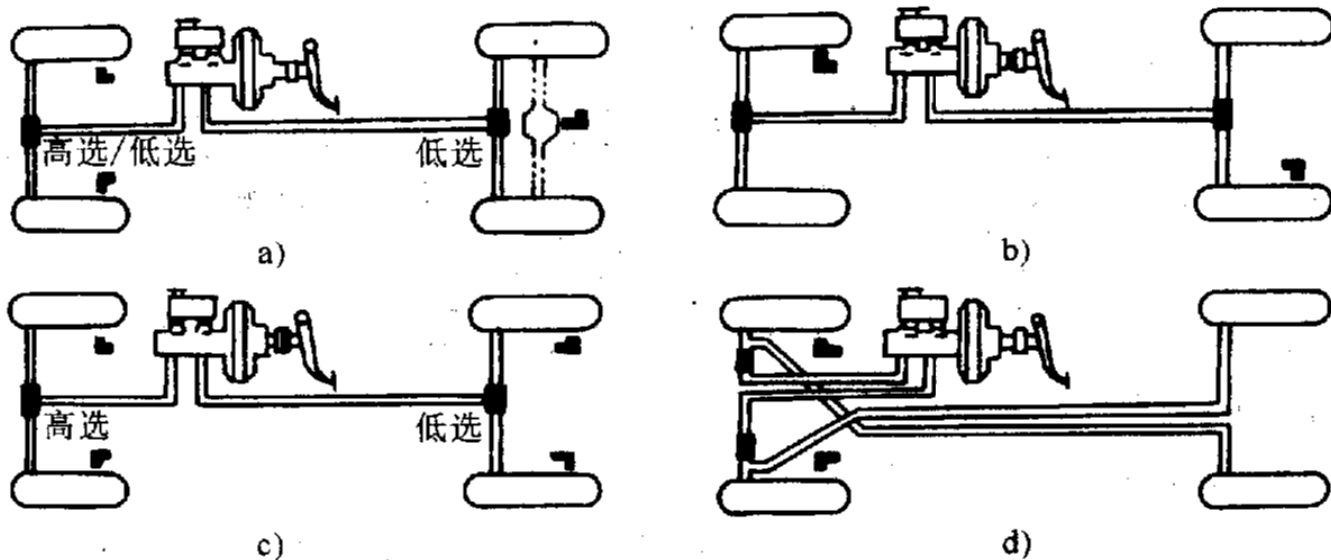


图 15-5 双通道式 ABS

a). 二通道三传感器 b) 二通道二传感器 c) 二通道四传感器 d) 二通道二传感器

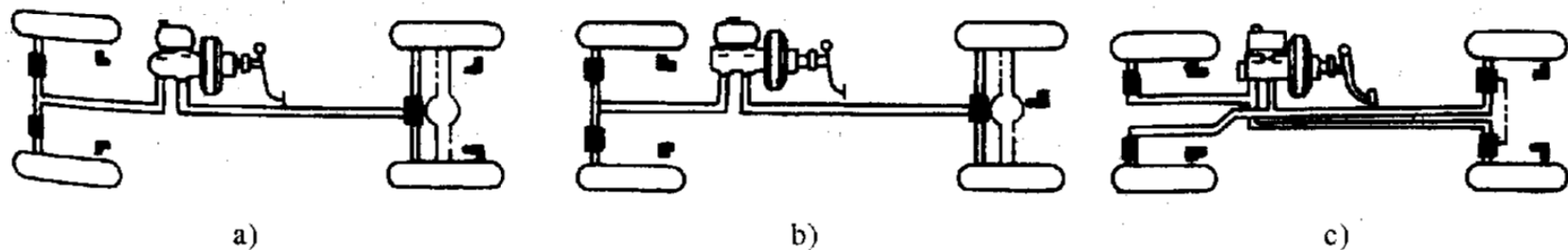


图 15-6 三通道式 ABS

a) 三通道四传感器（双管路前后布置） b) 三通道三传感器
c) 三通道四传感器（双管路对角布置）

四通道ABS

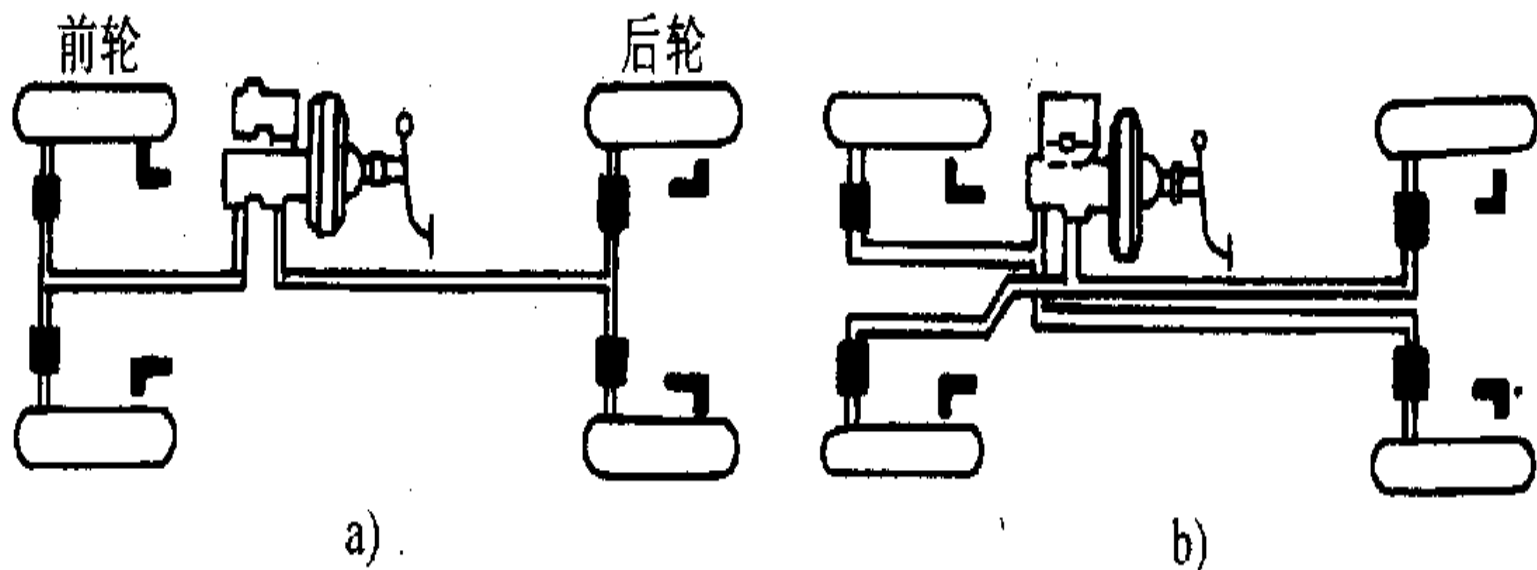


图 15-7 四通道式 ABS

a) 四通道四传感器 (双管路前后布置) b) 四通道四传感器 (双管路对角布置)

ABS 控制基本理论

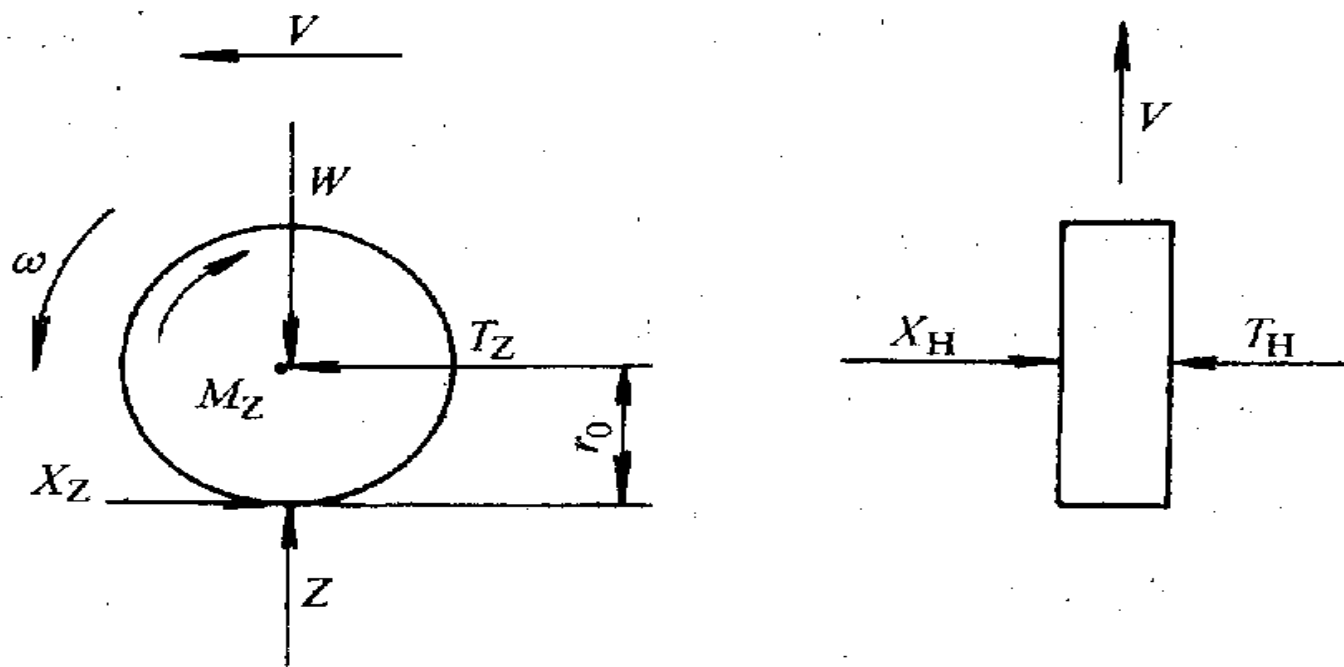


图 15-1 汽车制动时车轮的受力分析

W —车轮的径向载荷 Z —地面对车轮的法向反作用力

M_z —制动器的制动力矩 T_z —车轴对车轮的纵向推力

X_z —地面对车轮的切向反作用力 r_0 —车轮的工作

半径 T_H —车轴对车轮的横向推力 X_H —地面

对车轮的横向反作用力 V —汽车行驶

速度 ω —车轮角速度

附着系数与滑移率的关系

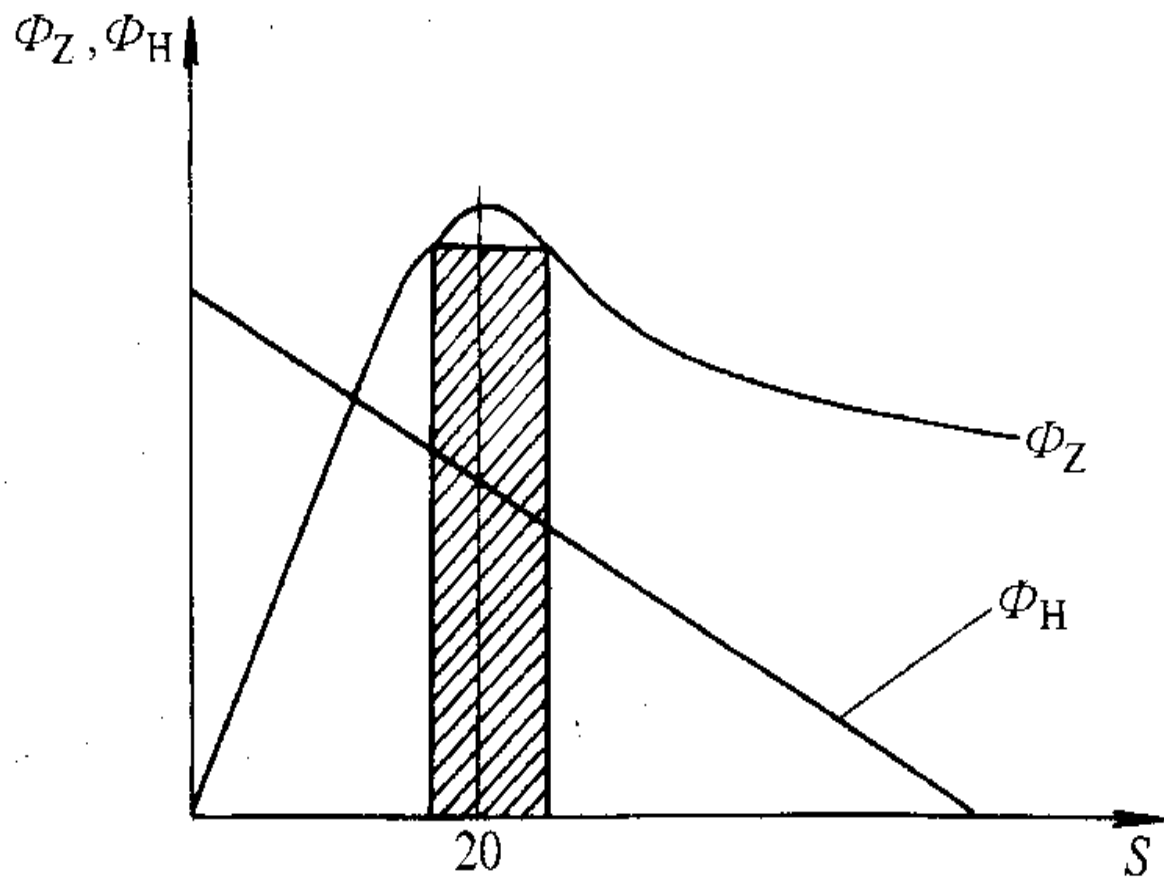


图 15-2 滑移率与地面附着系数

Φ_Z —纵向附着系数 Φ_H —横向附着系数 S —滑移率

纵向附着系数与滑移率的关系

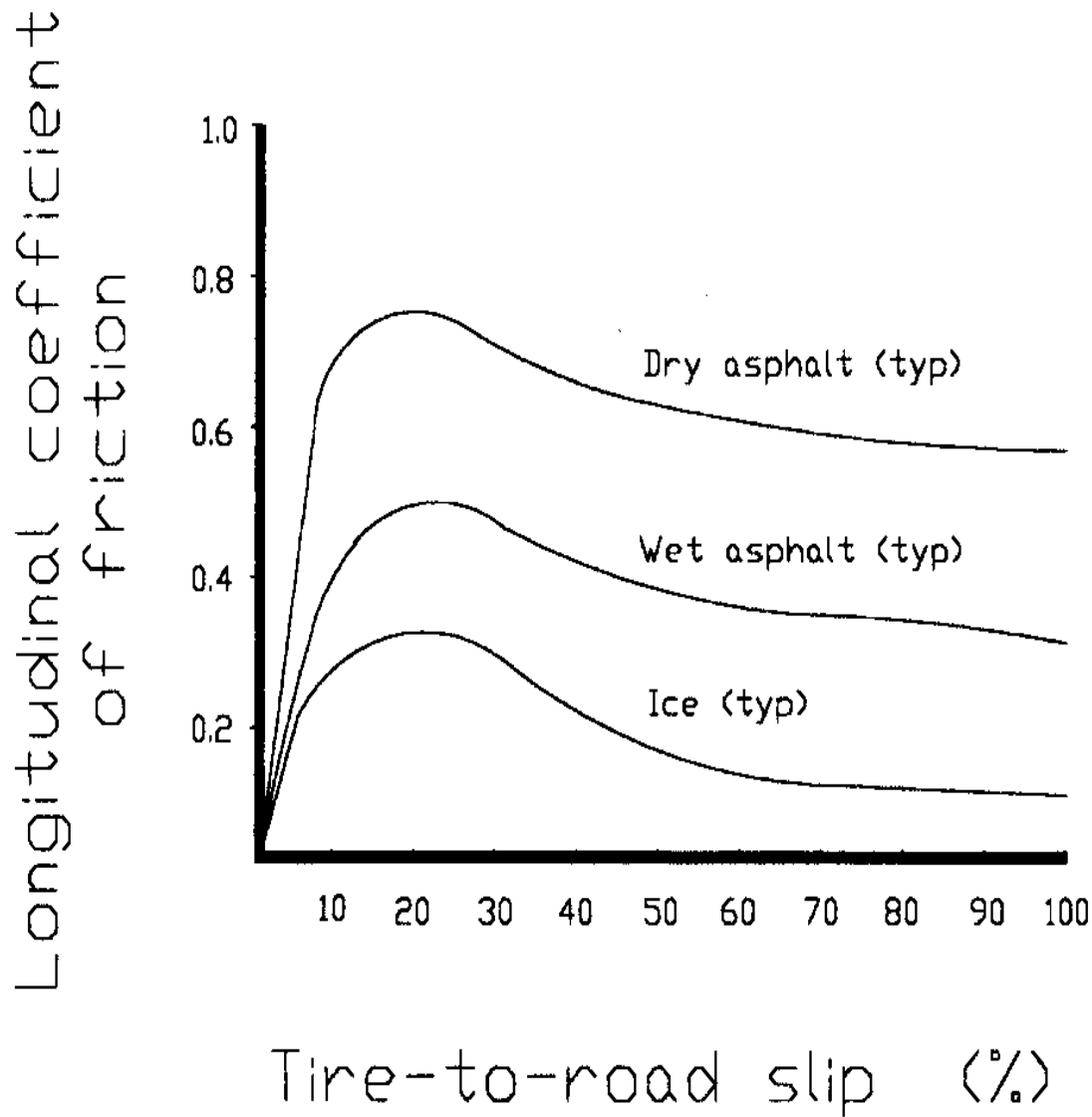


FIGURE 15.1 Longitudinal coefficient of friction as a function of wheel slip.

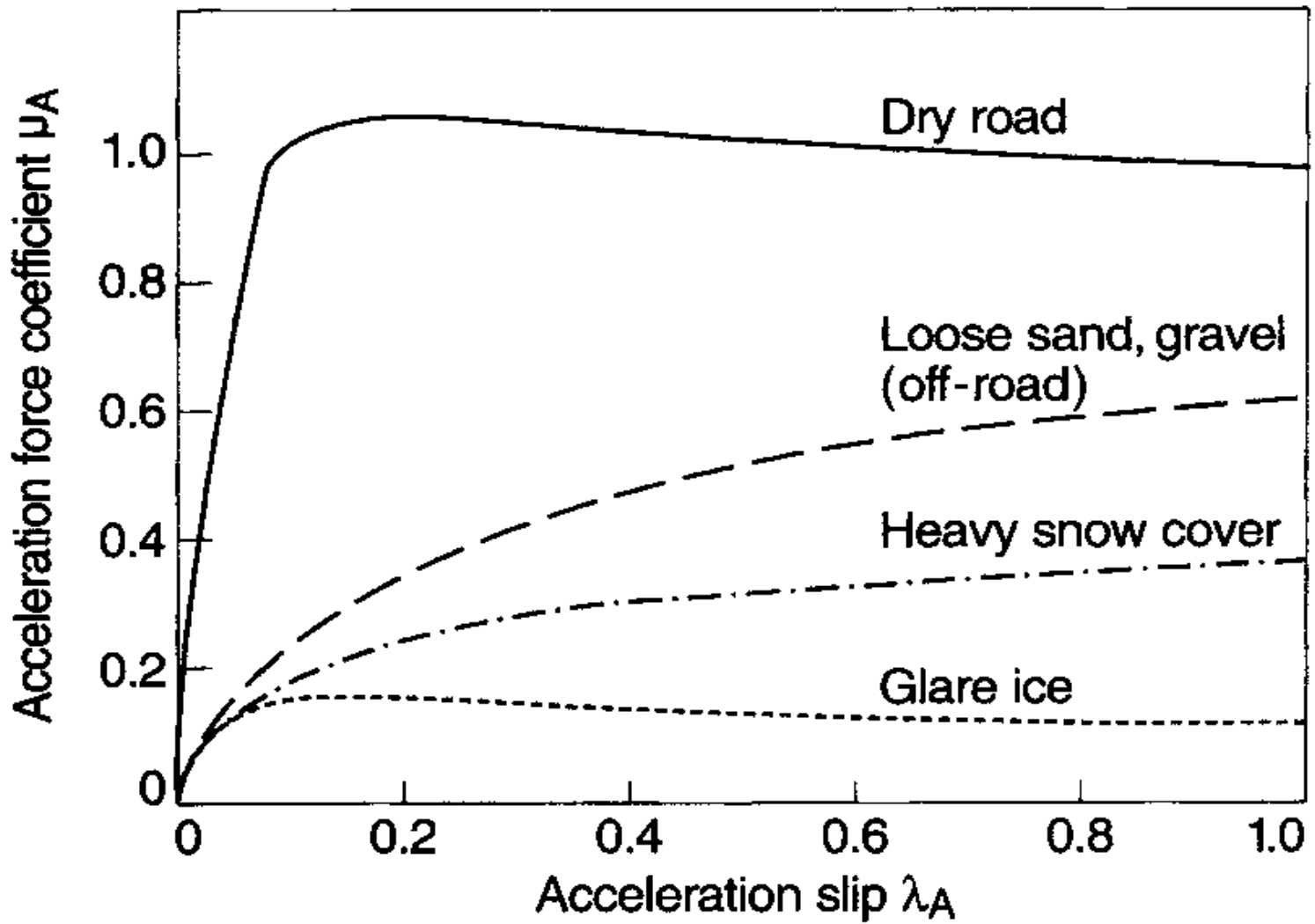


FIGURE 16.3 Adhesion coefficient for acceleration μ_A .

横向附着系数与滑移率的关系

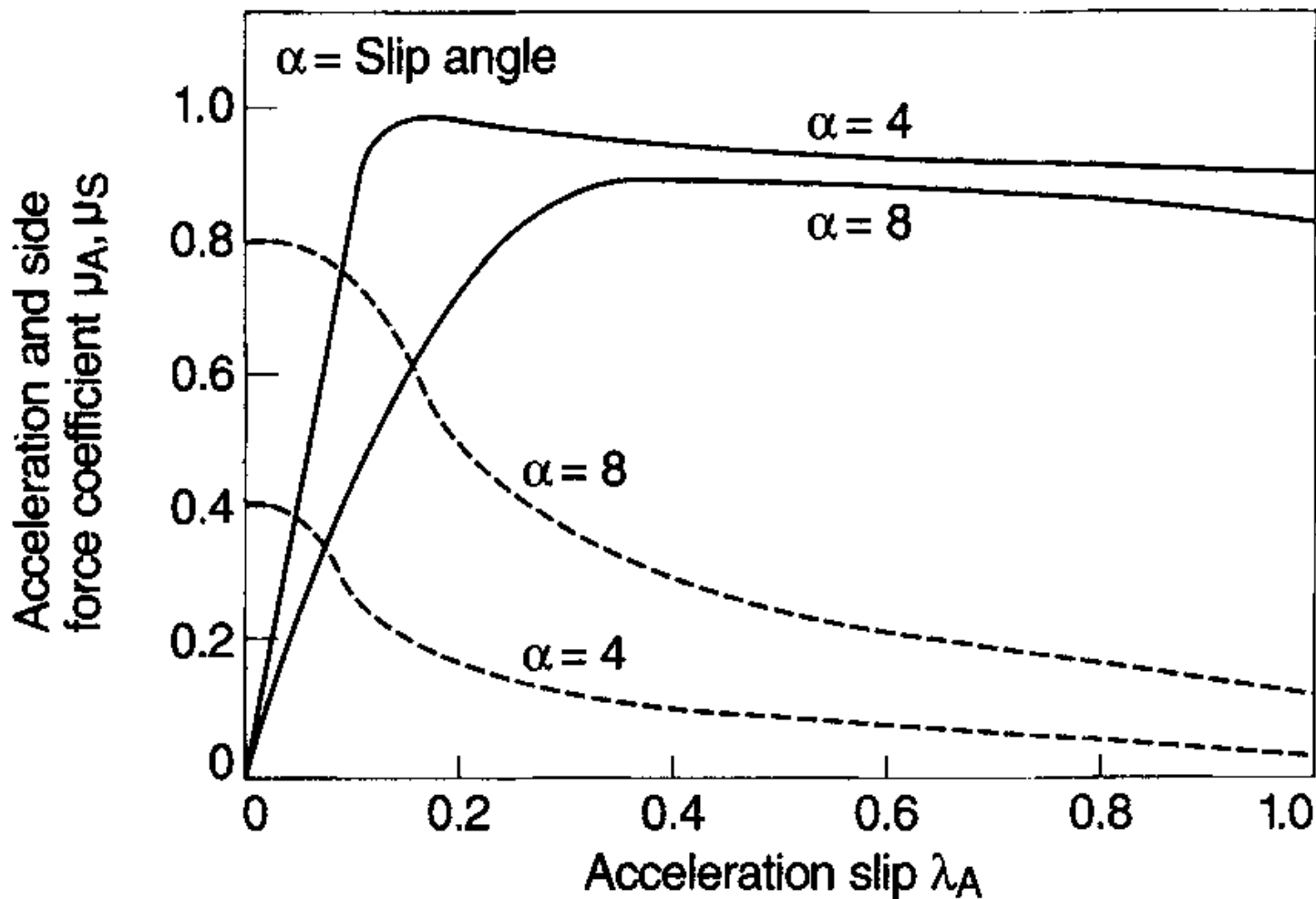


FIGURE 16.4 Acceleration and lateral traction coefficients at different slip angles α on a dry road surface.

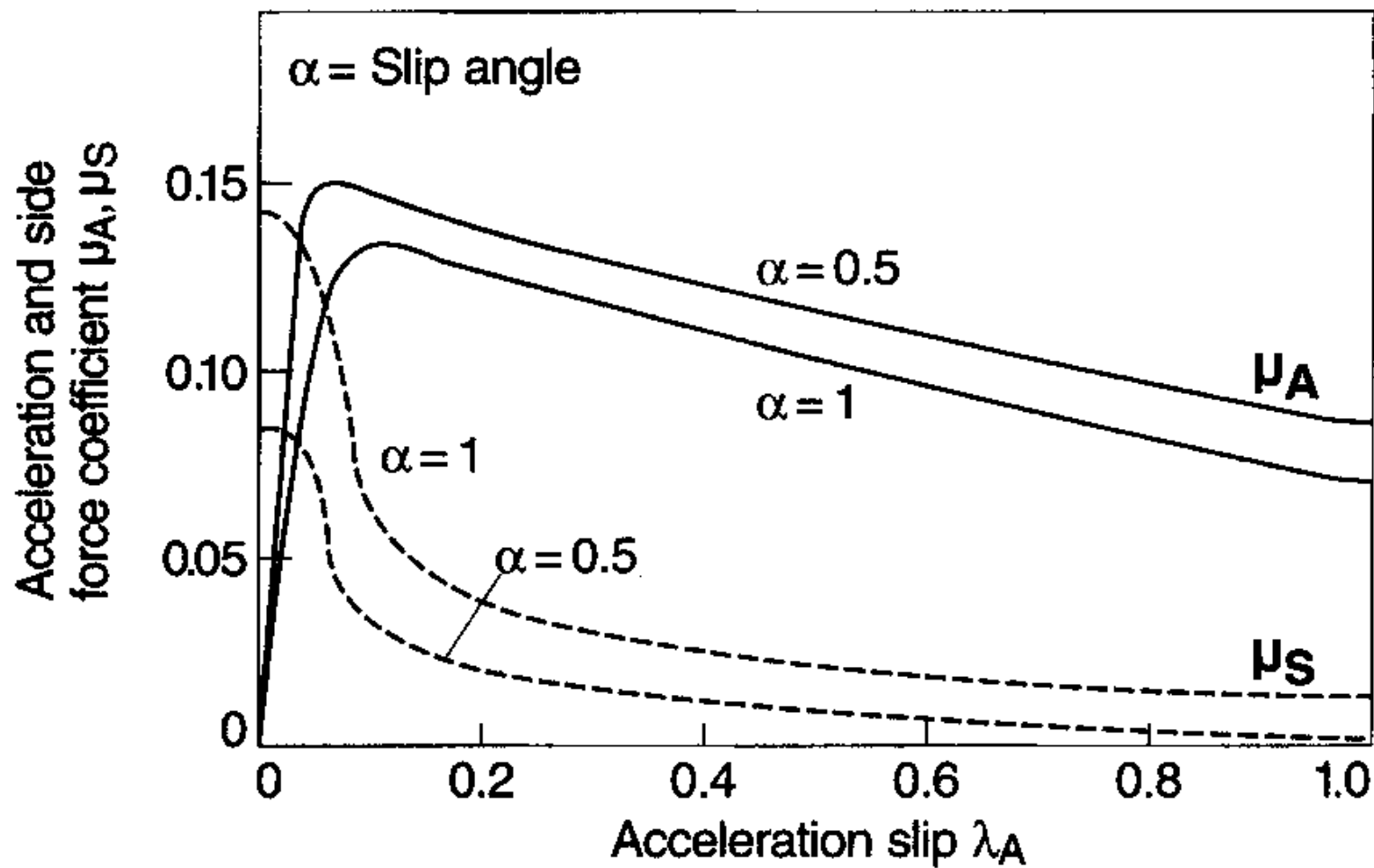


FIGURE 16.5 Acceleration and side-force coefficient at different slip angles α on glare ice.

控制系统组成

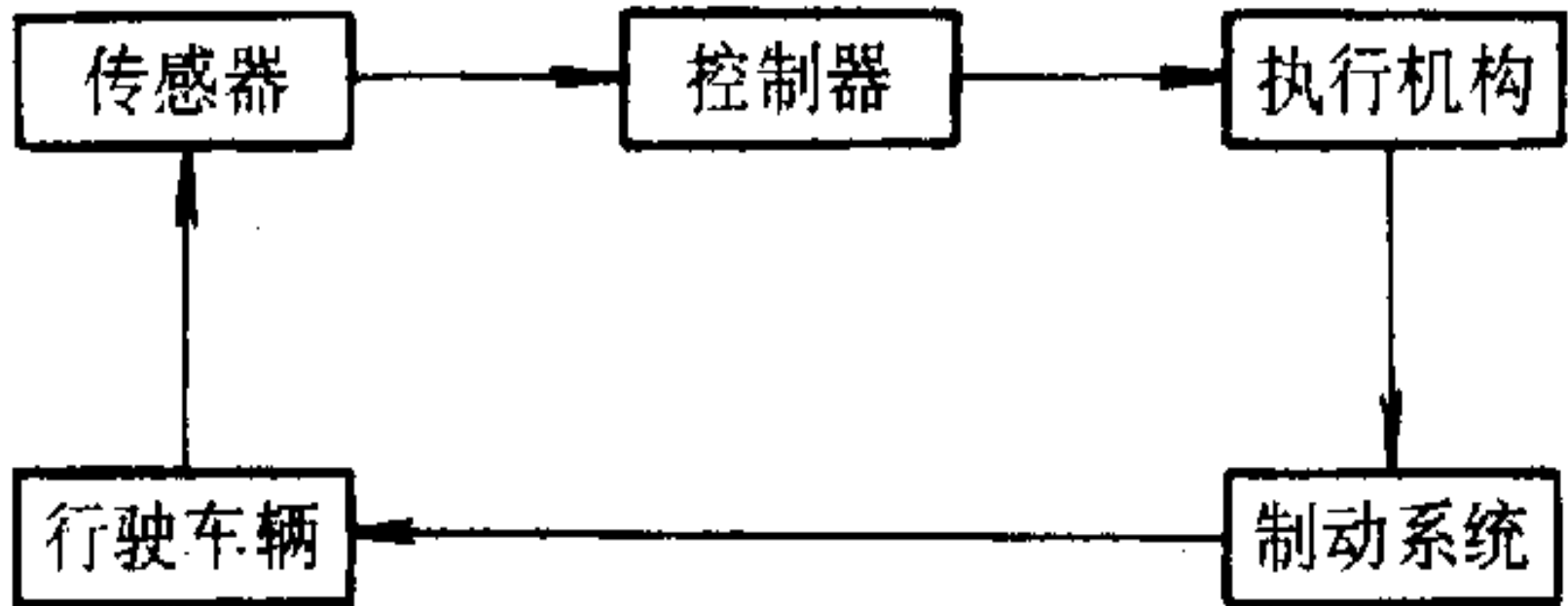


图 15-3 防抱死制动系统的组成

表 15-1 防抱死电子控制系统的组成部件及其功用

组成部件		功用
传感器	车速传感器	产生汽车相对于地面移动速度信号，用于计算车轮滑移率
	车轮转速传感器	产生制动车轮转速信号，用于计算车轮滑移率和角加速度等
	汽车减速度传感器	产生汽车减速度信号，用于判别路面附着力
执行机构	制动压力调节器	受 ECU 控制，用于调节制动系统的压力
	液压泵	受 ECU 控制，用于建立制动压力调节器控制油路的控制油压
	回油泵	受 ECU 控制，将从制动总泵中流出的制动液泵回到总泵储液罐
	ABS 警告灯	用于 ABS 系统故障报警和闪示故障码
控制器 (ECU)		根据传感器的信号进行计算、分析及判别，输出控制信号，控制执行机构的工作

说明：不同类型的 ABS，电子控制系统的结构与组成部件会有所不相同。

ABS 车轮角减速度逻辑门限值控制原理

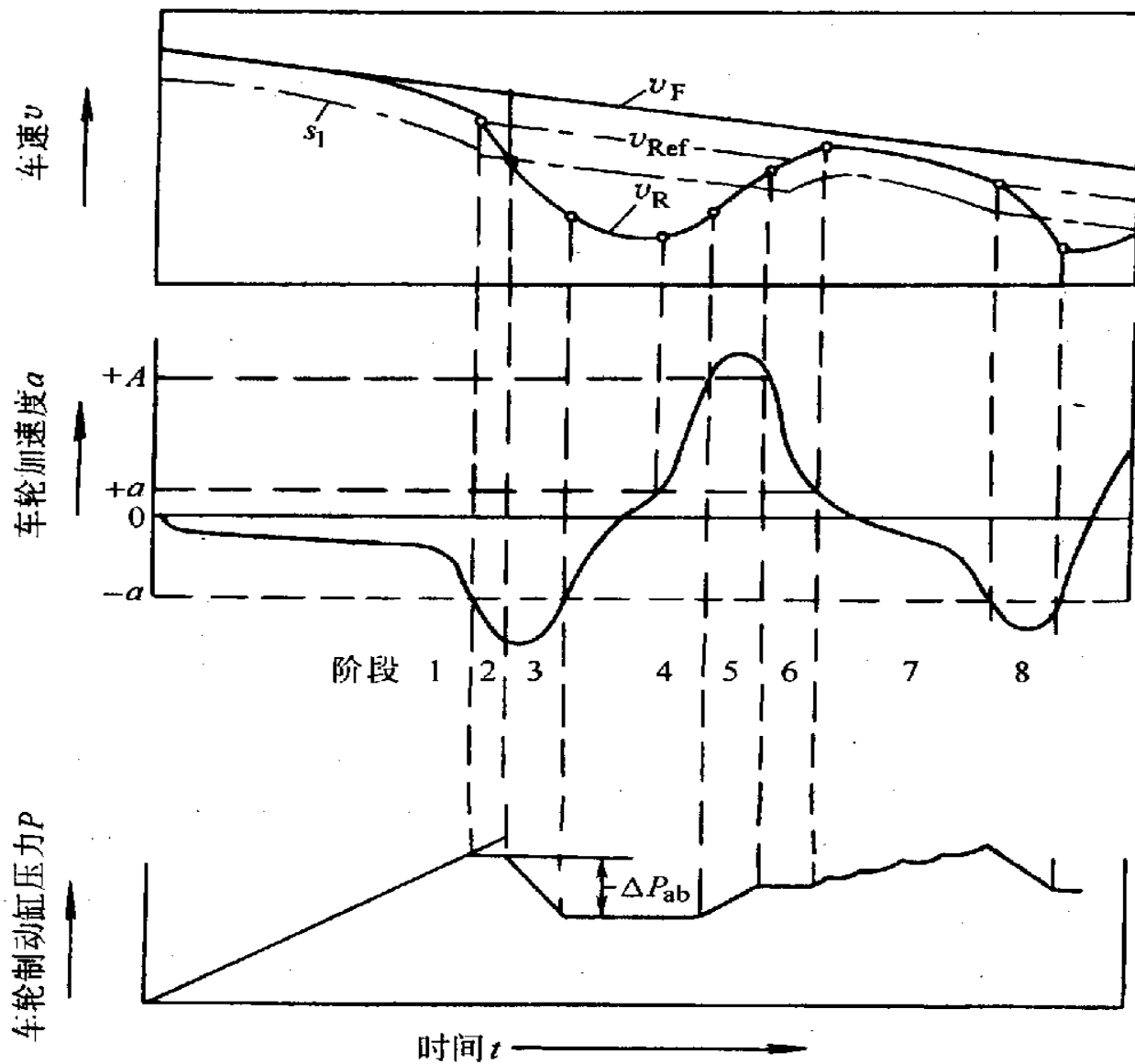


图 15-8 高附着系数路面的制动防抱死控制过程

v_F —实际车速 v_{Ref} —参考车速 v_R —车轮速度

ABS 车轮角减速度逻辑门限值控制原理

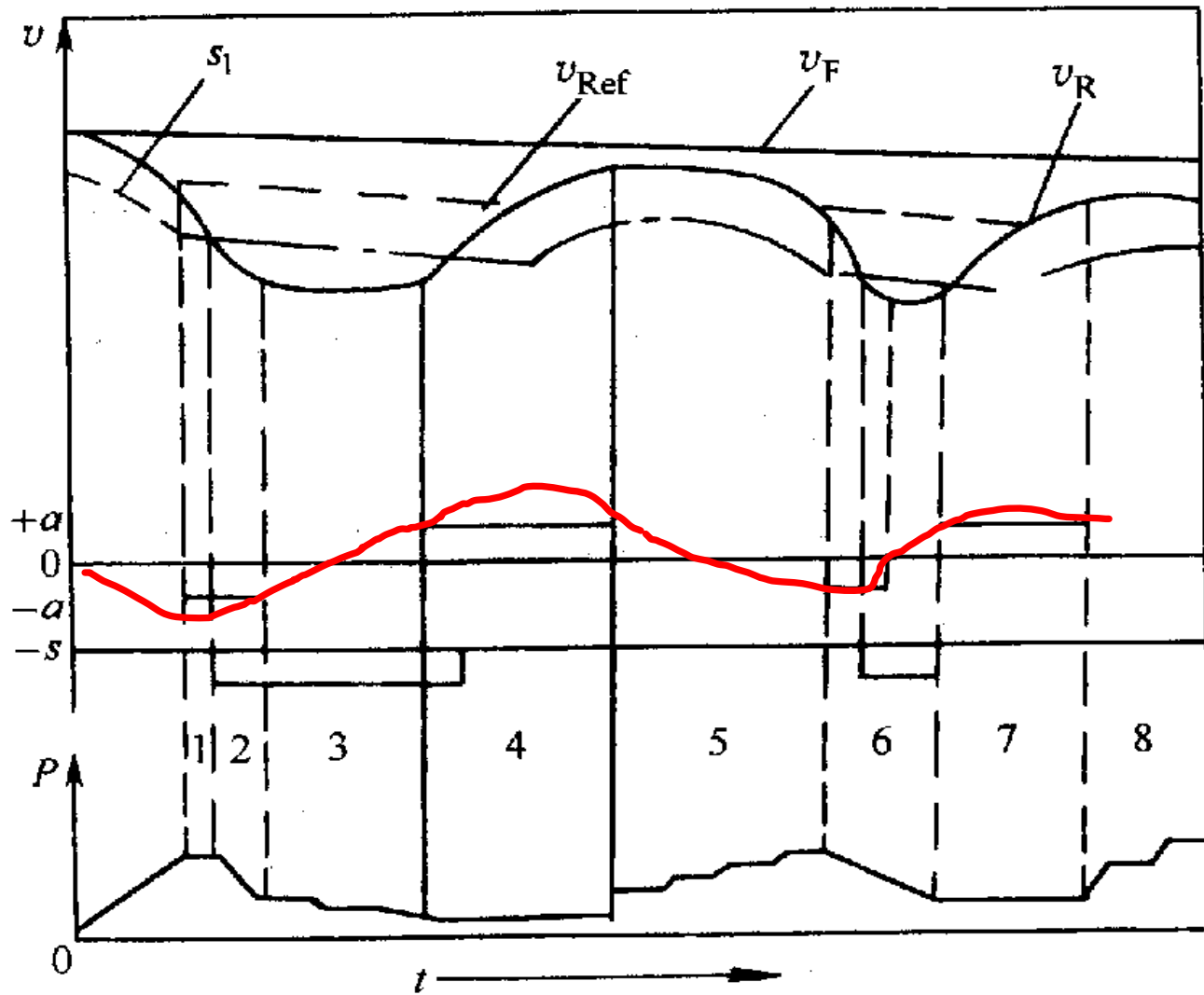


图 15-9 低附着系数路面的制动防抱死控制过程

ABS 车轮角减速度逻辑门限值控制原理

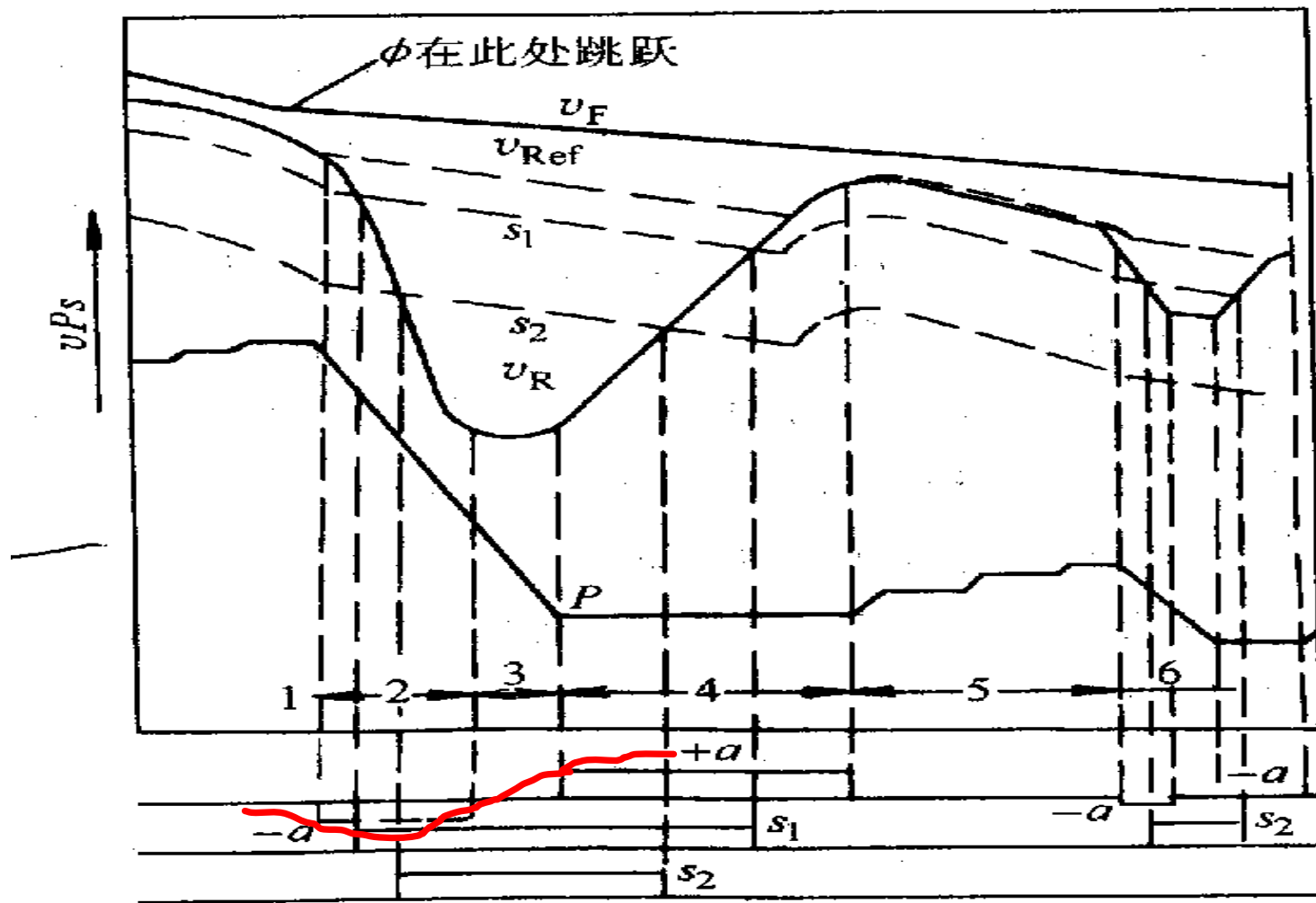


图 15-10 路面附着系数由高向低突变的制动防抱死控制过程

ABS系统部件的结构与原理

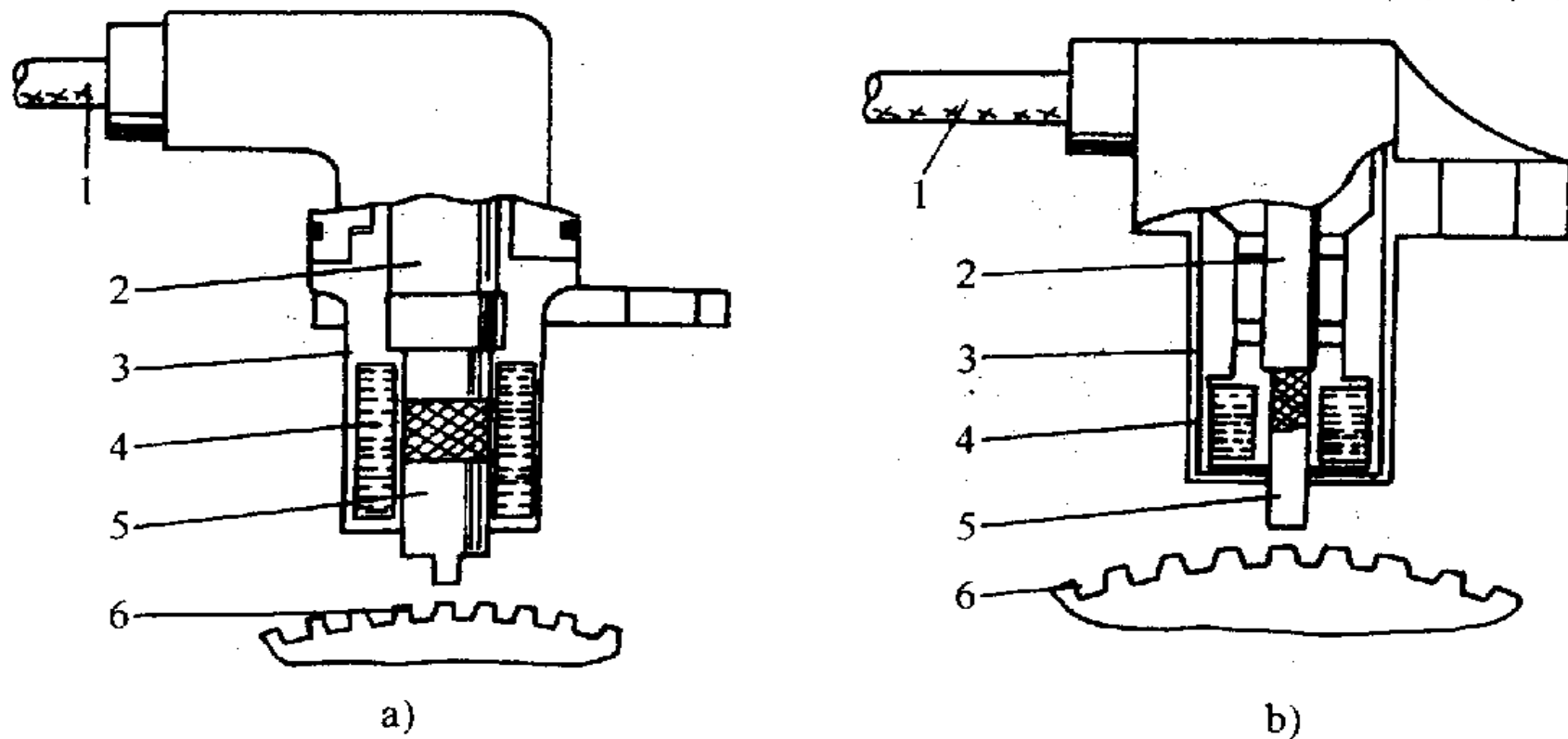


图 15-11 磁感应式车轮转速传感器的结构

a) 凿式磁极 b) 柱式磁极

1—导线 2—永久磁铁 3—传感器外壳 4—感应线圈 5—磁极 6—齿圈

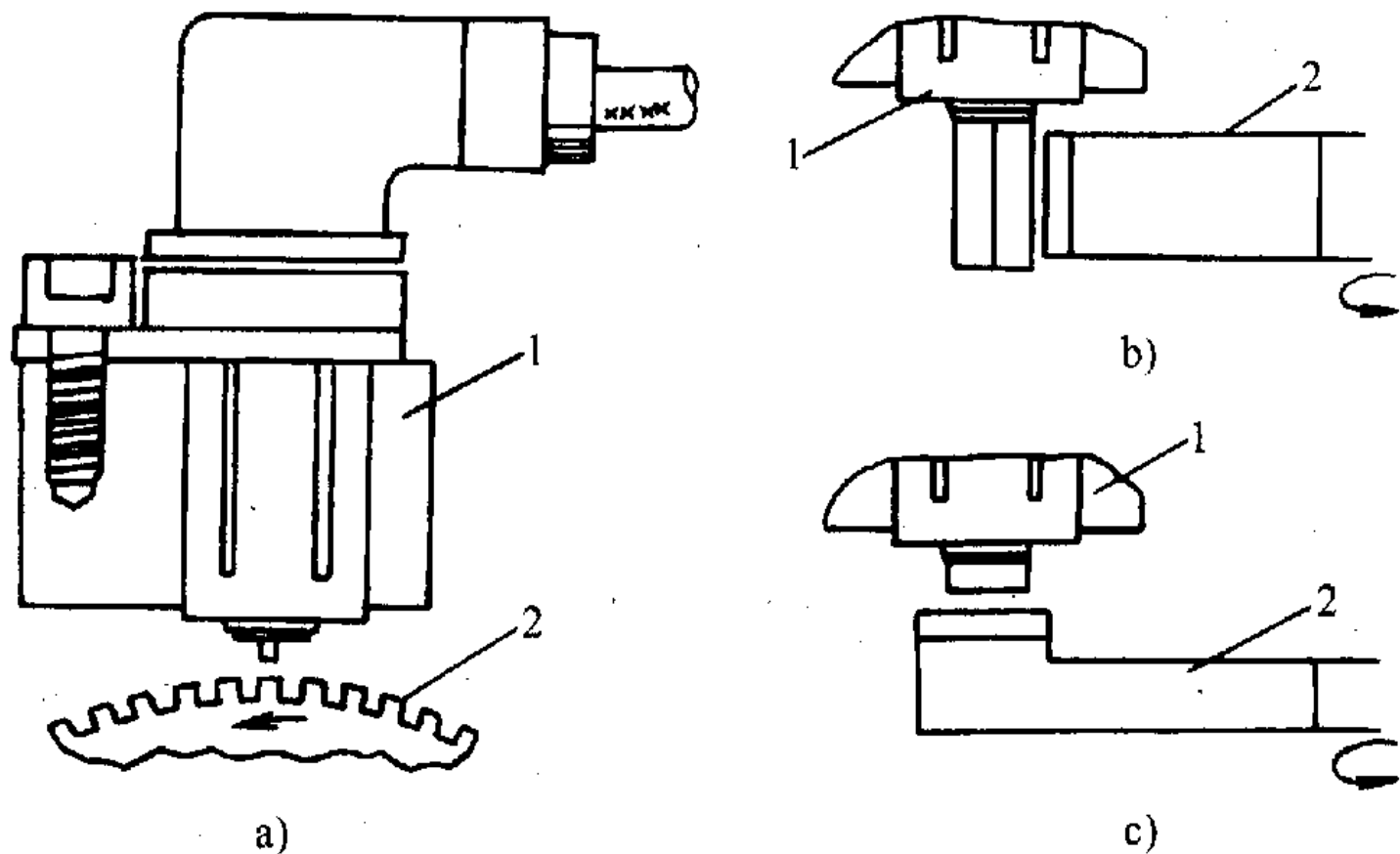


图 15-12 磁感应式车轮转速传感器的安装形式

- a) 凿式端头，径向安装 b) 菱形端头，轴向安装 c) 柱式端头，轴向安装
 1—传感器头 2—齿圈

车轮转速传感器的安装位置

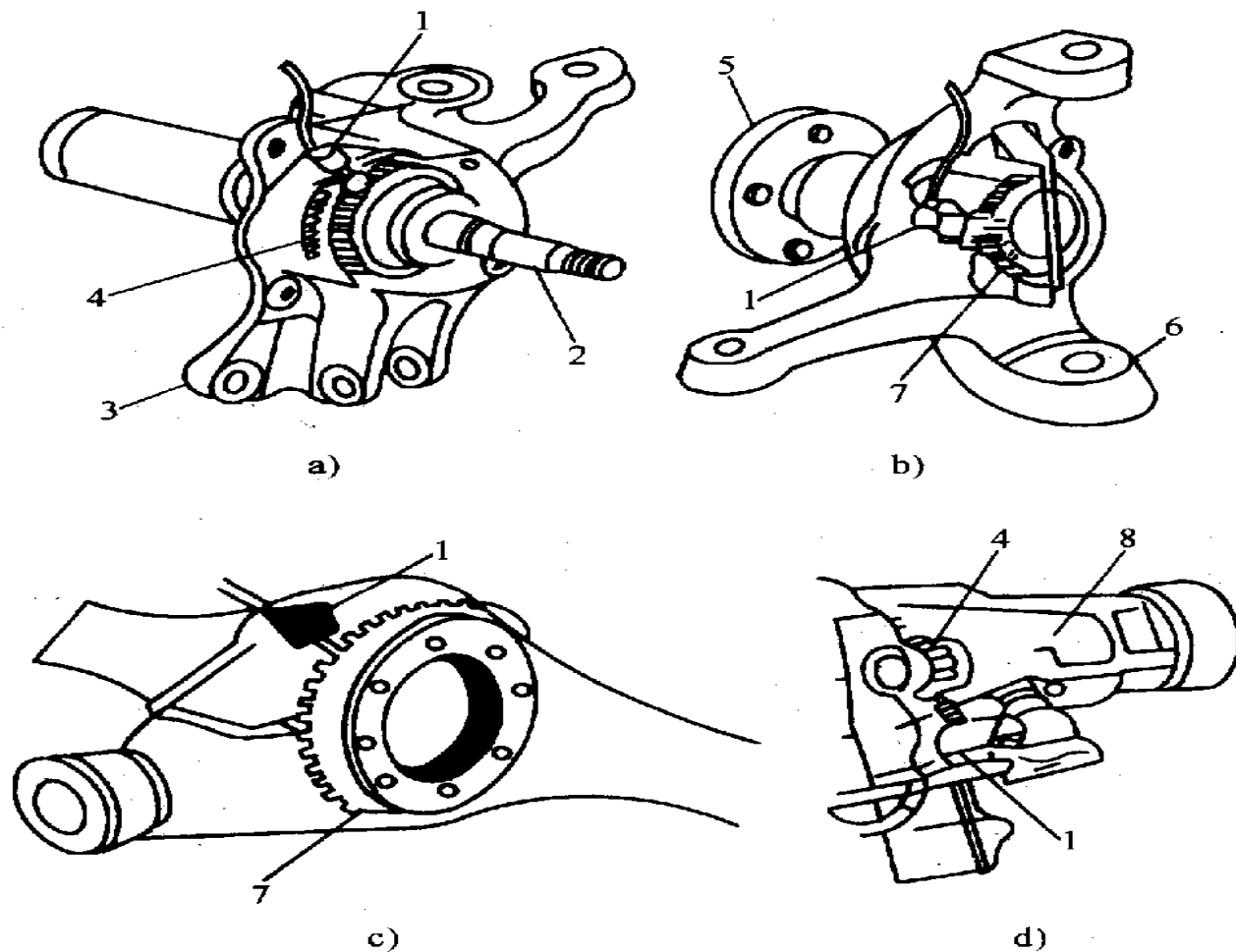


图 15-13 车轮转速传感器的安装位置

- a) 驱动车轮处 b) 非驱动车轮处 c) 主减速器处 d) 变速器处
 1—传感器头 2—半轴 3—悬架支座 4—齿圈 5—轮毂 6—转向节
 7—齿圈（主减速器从动齿轮） 8—变速器

车身减速度传感器

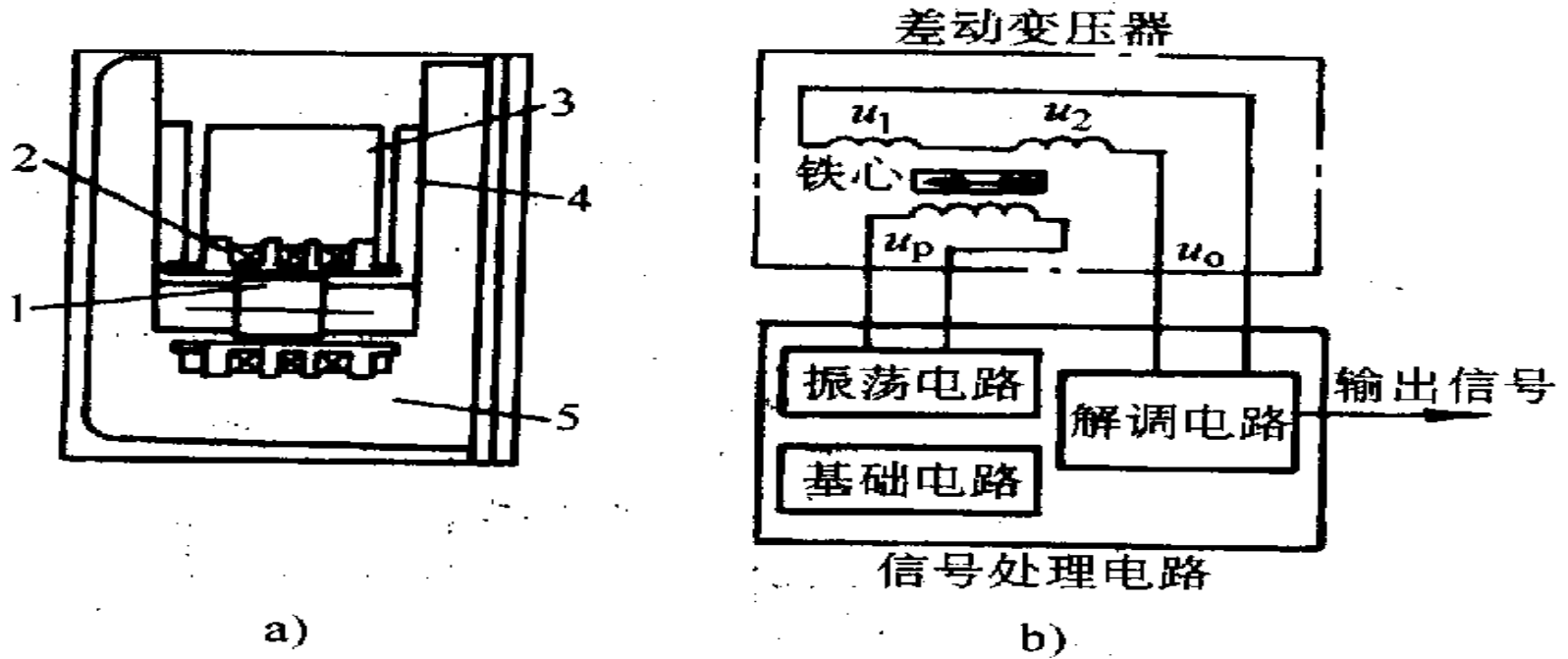


图 15-14 差动变压器式减速度传感器

a) 基本结构 b) 电路原理

1—铁心 2—线圈 3—印制电路板 4—弹簧 5—变速器油

车身减速度传感器

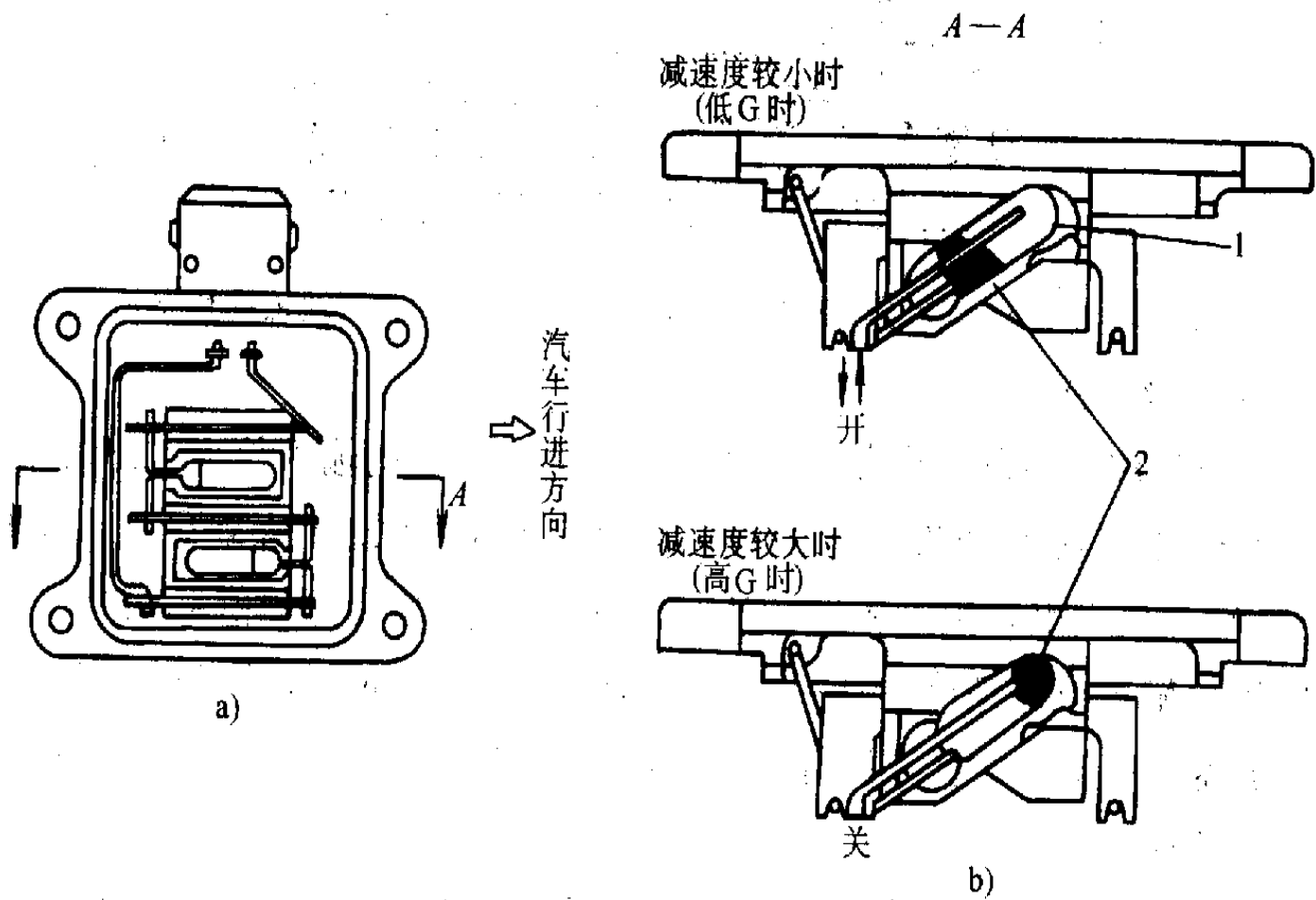


图 15-15 水银式减速度传感器

a) 基本结构 b) 工作原理

1—玻璃管 2—水银

ABS 中央控制器构成

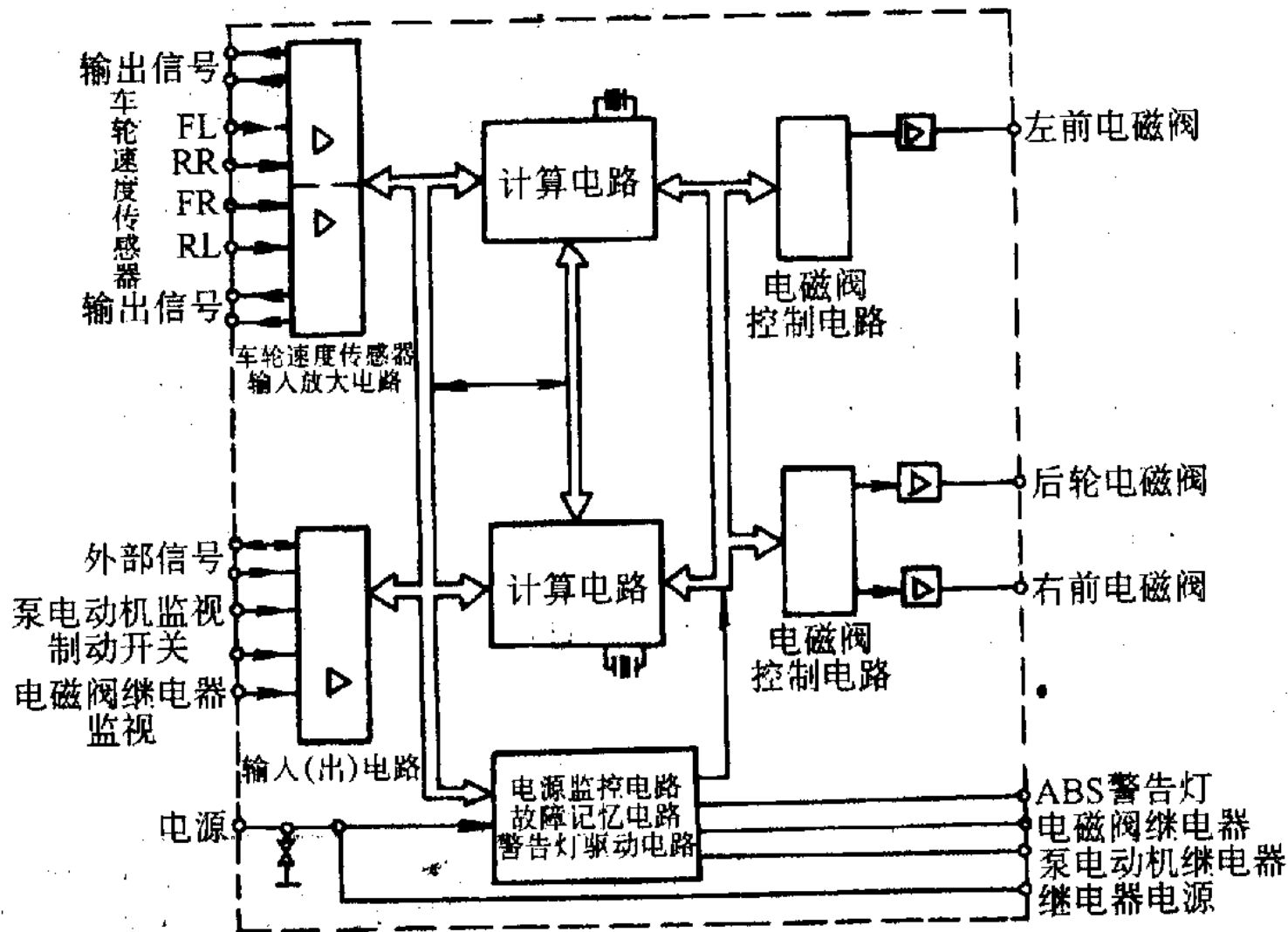


图 15-16 ABS 电子控制器 (ABS ECU) 的组成 (三通道四传感器)

制动压力调节器

- 制动压力调节器是**ABS**系统中主要的执行器，其作用是在制动时根据**ECU**的控制信号，迅速准确的动作，以控制制动压力的大小，使车轮不被抱死，处于理想的滑移率状态。
- 制动压力调节器有气压式和液压式两种。目前汽车普遍使用液压式。
- 液压式调节器按调压方式分为循环流通式和变容积式。
- 按与制动总泵的结构关系分为整体式和分离式。

循环流动制动压力调节器及调压过程

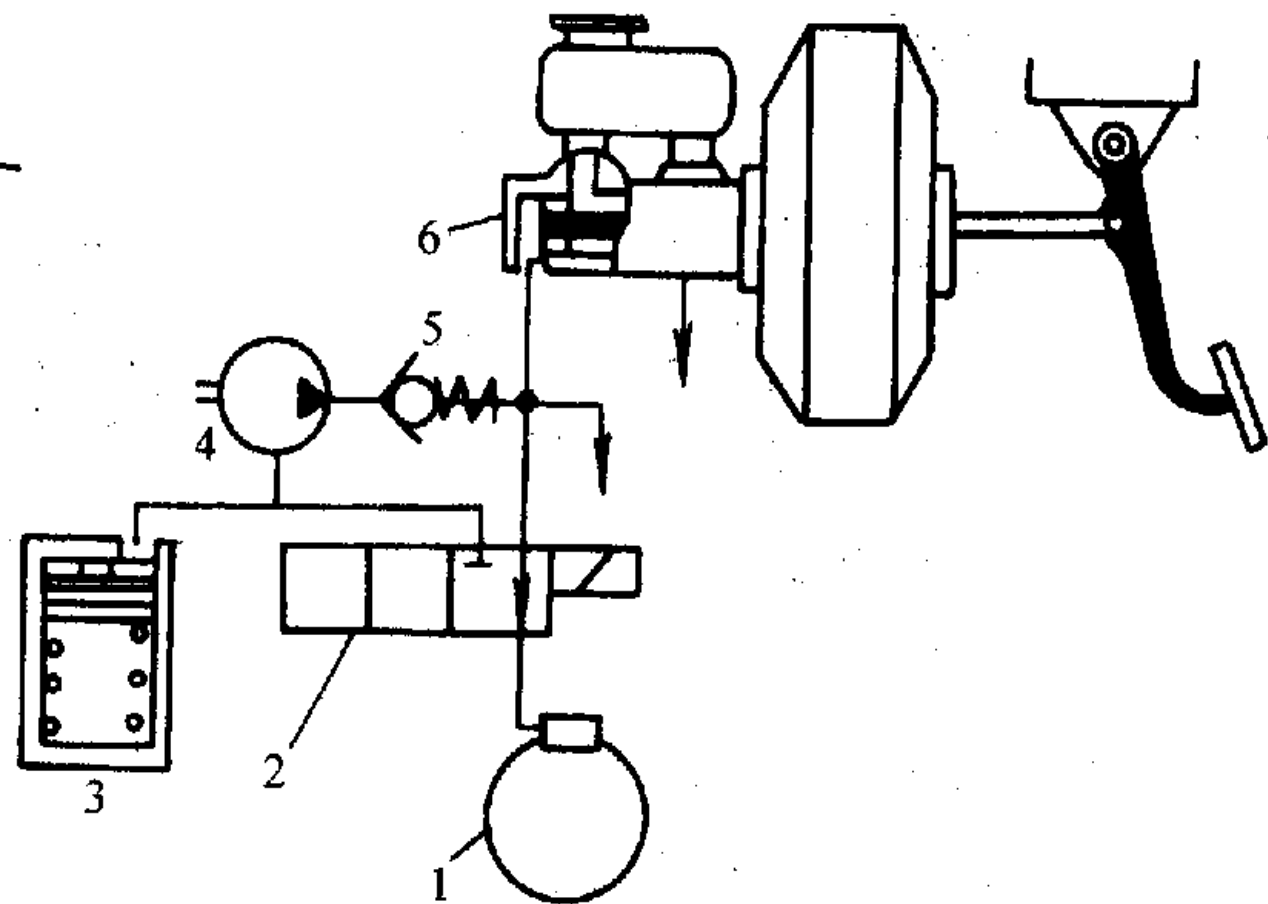


图 15-17 循环流动式制动压力调节器的组成

- 1—制动分泵 2—电磁阀 3—储油器
4—回油泵 5—单向阀 6—制动总泵

循环流动制动压力调节器及调压过程

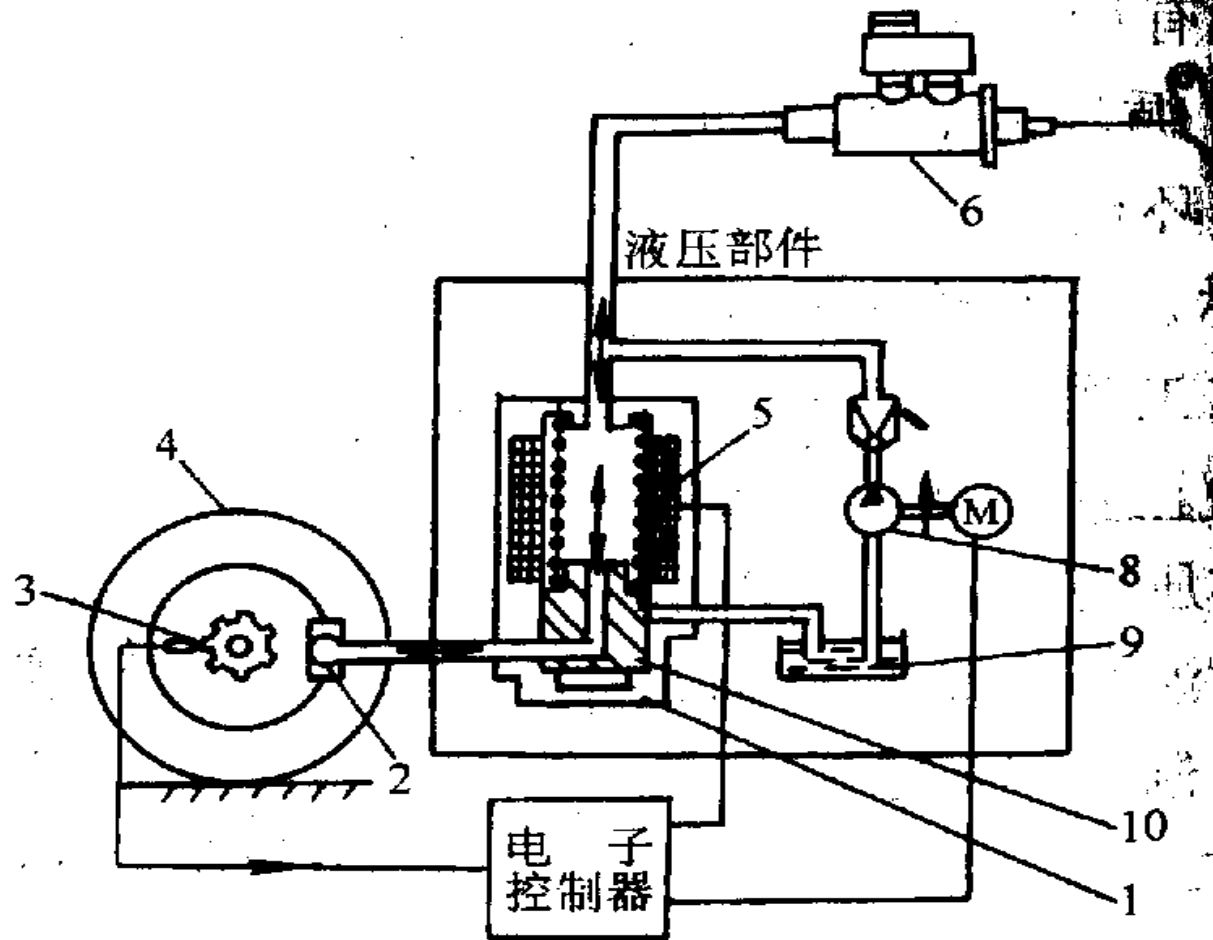


图 15-19 常规制动过程

- 1—电磁阀 2—制动分泵 3—车轮转速传感器 4—
 5—电磁阀线圈 6—制动总泵 7—制动踏板
 8—电动泵 9—储油器 10—柱塞

减压控制

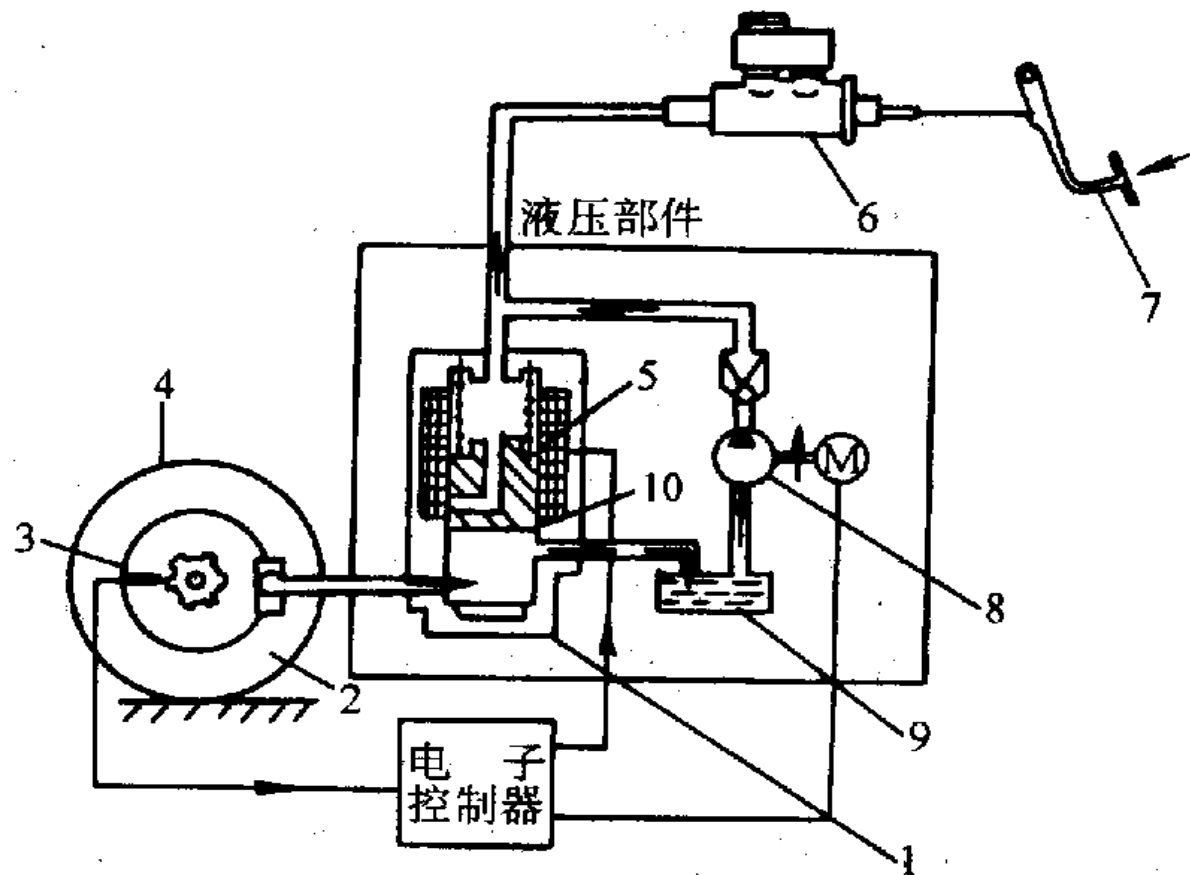


图 15-20 ABS 减压过程

- 1—电磁阀 2—制动分泵 3—车轮转速传感器 4—车轮
5—电磁阀线圈 6—制动总泵 7—制动踏板
8—电动泵 9—储油器 10—柱塞

保压控制

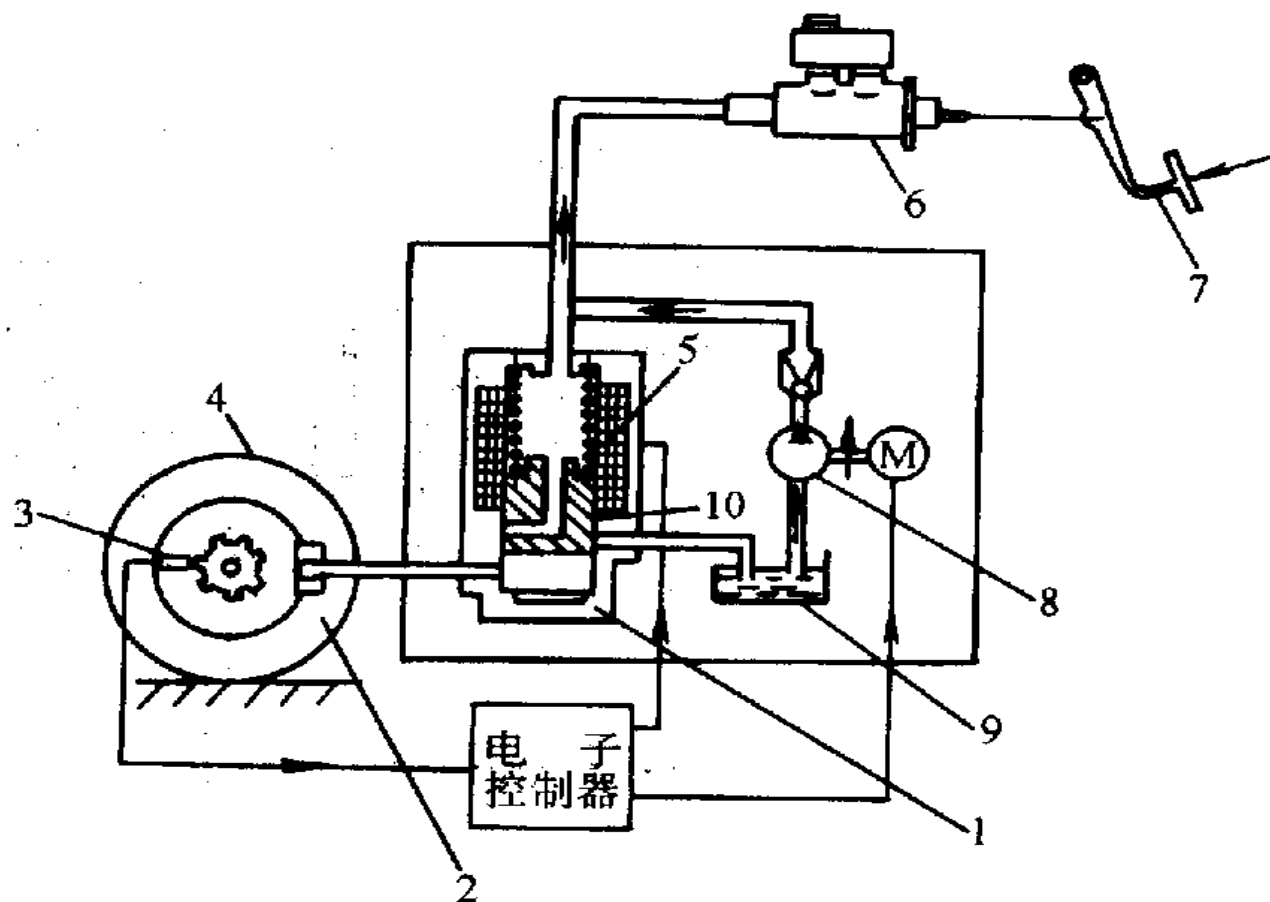


图 15-21 ABS 保压过程

- 1—电磁阀 2—制动分泵 3—车轮转速传感器 4—车轮
5—电磁阀线圈 6—制动总泵 7—制动踏板
8—电动泵 9—储油器 10—柱塞

增压控制

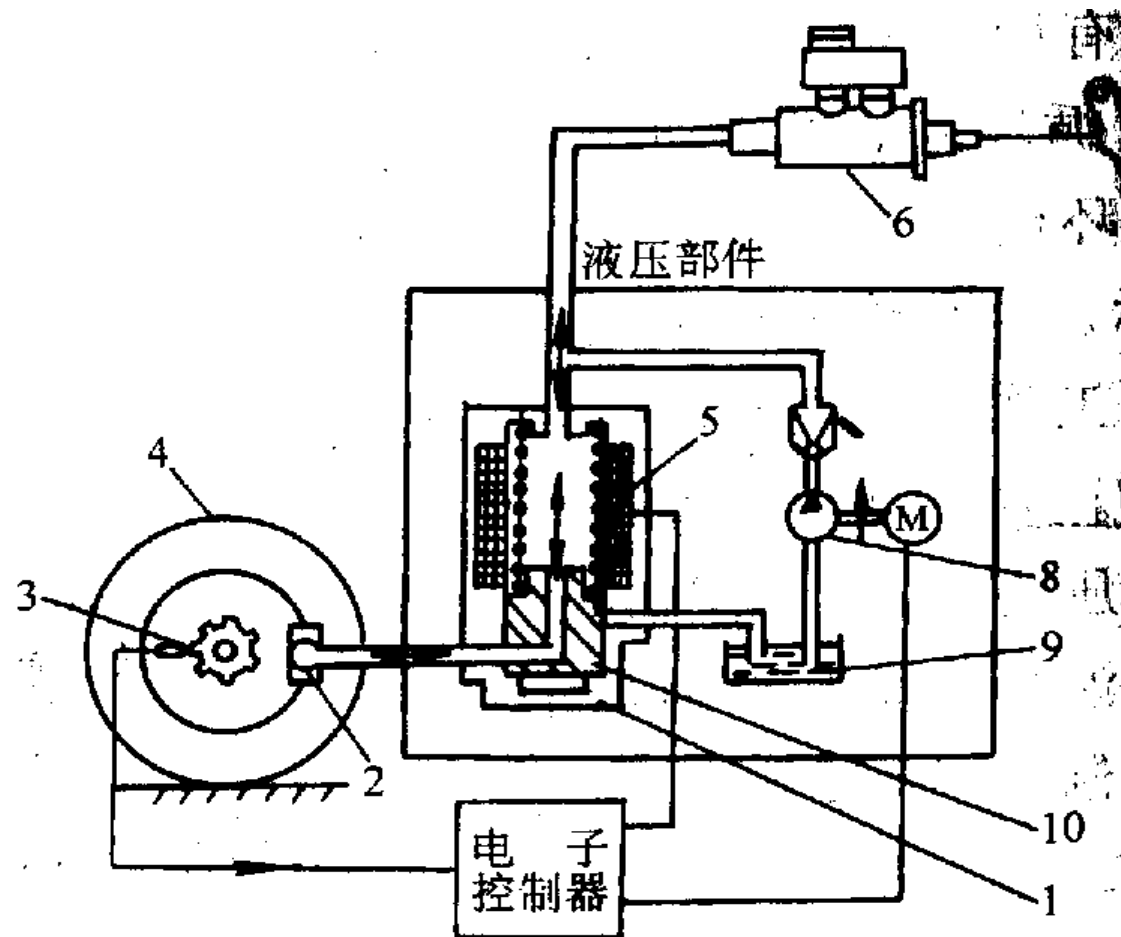


图 15-19 常规制动过程

- 1—电磁阀 2—制动分泵 3—车轮转速传感器 4—
5—电磁阀线圈 6—制动总泵 7—制动踏板
8—电动泵 9—储油器 10—柱塞

二位 二通 电磁 阀循 环流 动式 ABS 调节 器控 制过 程

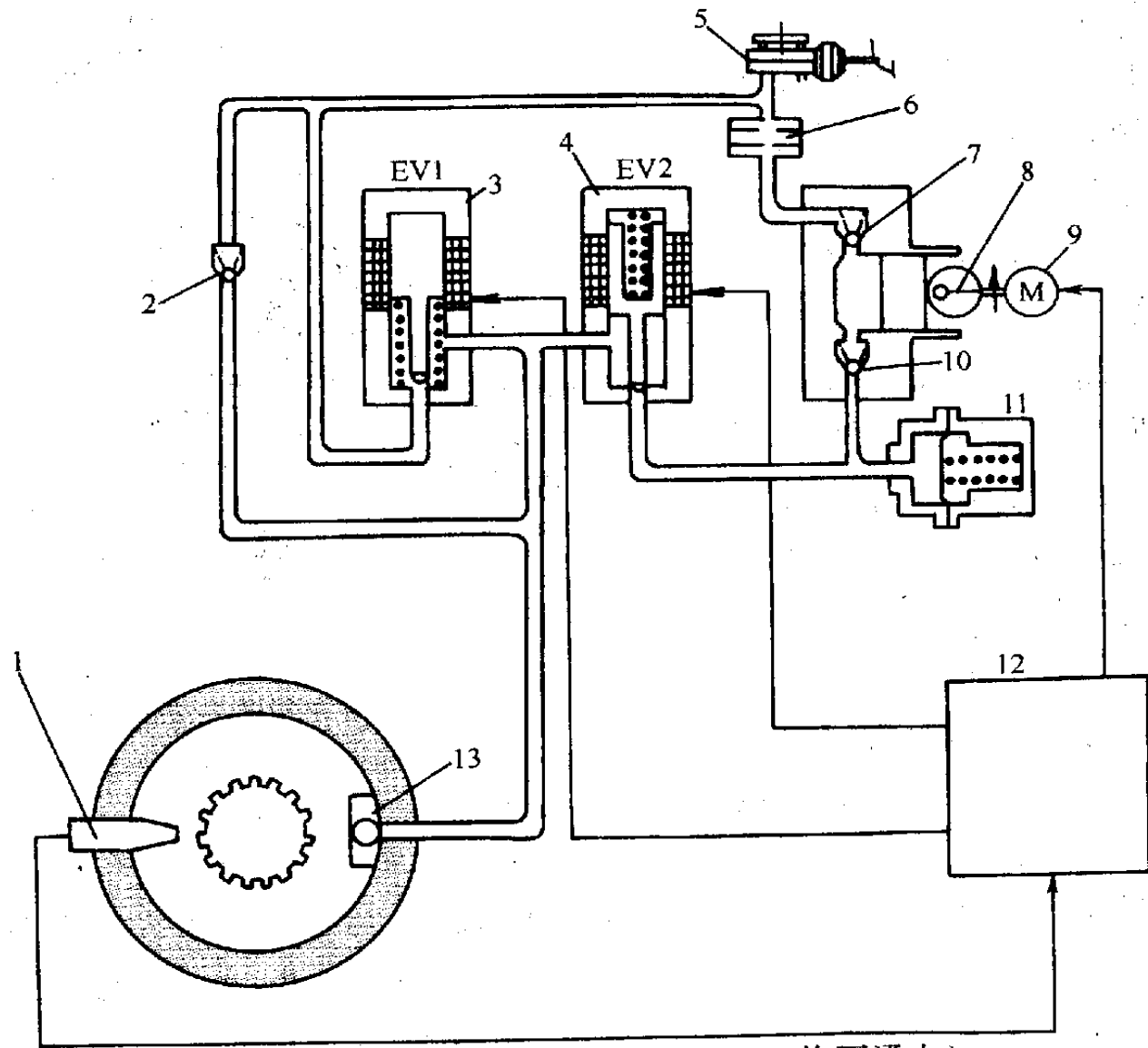


图 15-23 常规制动过程 (EV1、EV2 均不通电)
 1—车轮转速传感器 2—解除制动单向阀 3—常开电磁阀 4—常闭电磁阀 5—制动总
 6—缓冲器 7、10—液压泵排出与吸入止回阀 8—液压泵 9—电动机 11—储液器
 12—ECU 13—制动分泵

保压控制

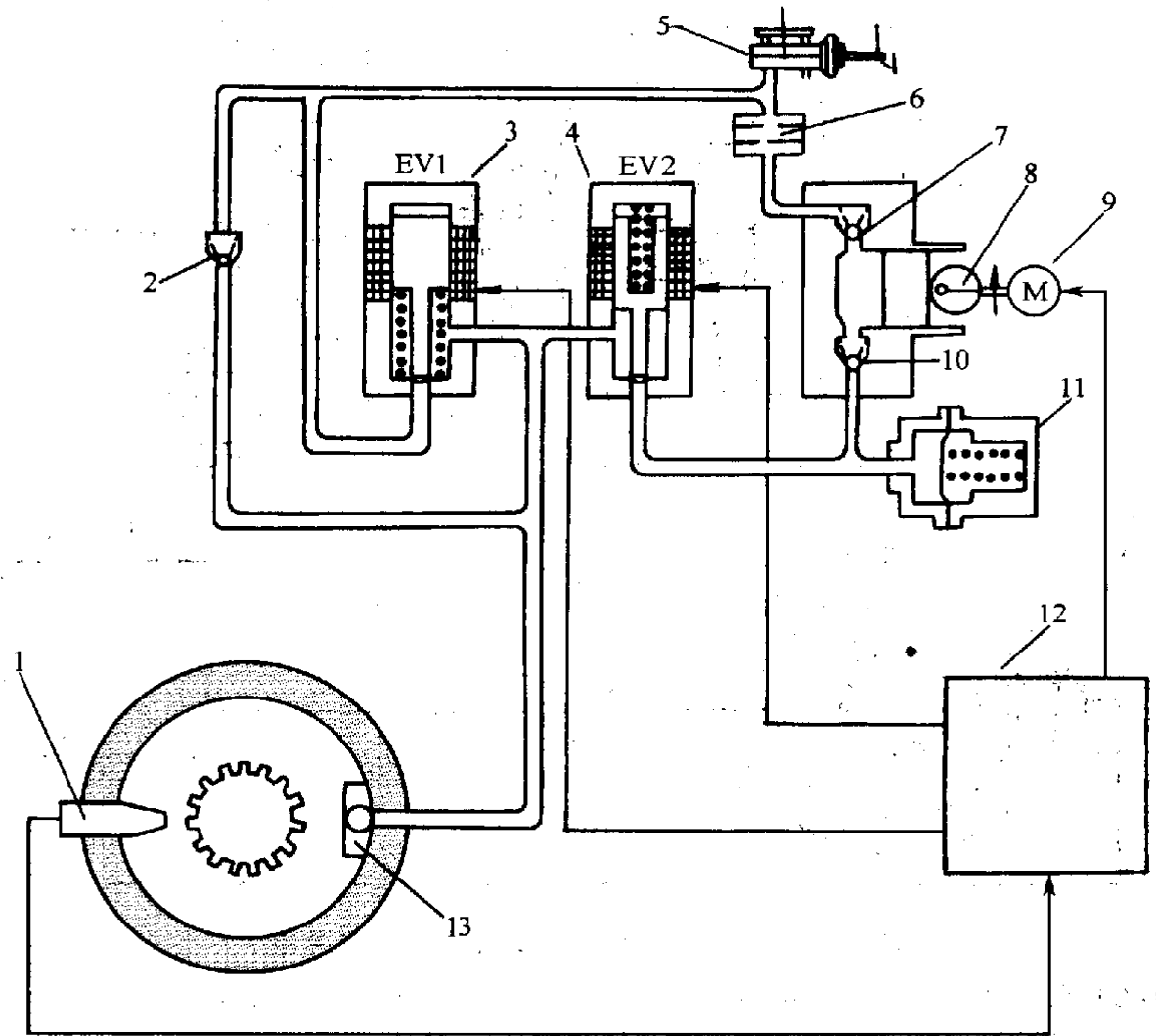


图 15-25 保压过程 (只 EV1 通电)

- 1—车轮转速传感器 2—解除制动单向阀 3—常开电磁阀 4—常闭电磁阀 5—制动总
 6—缓冲器 7、10—液压泵排出与吸入止回阀 8—液压泵 9—电动机 11—储液器
 12—ECU 13—制动分泵

增压控制

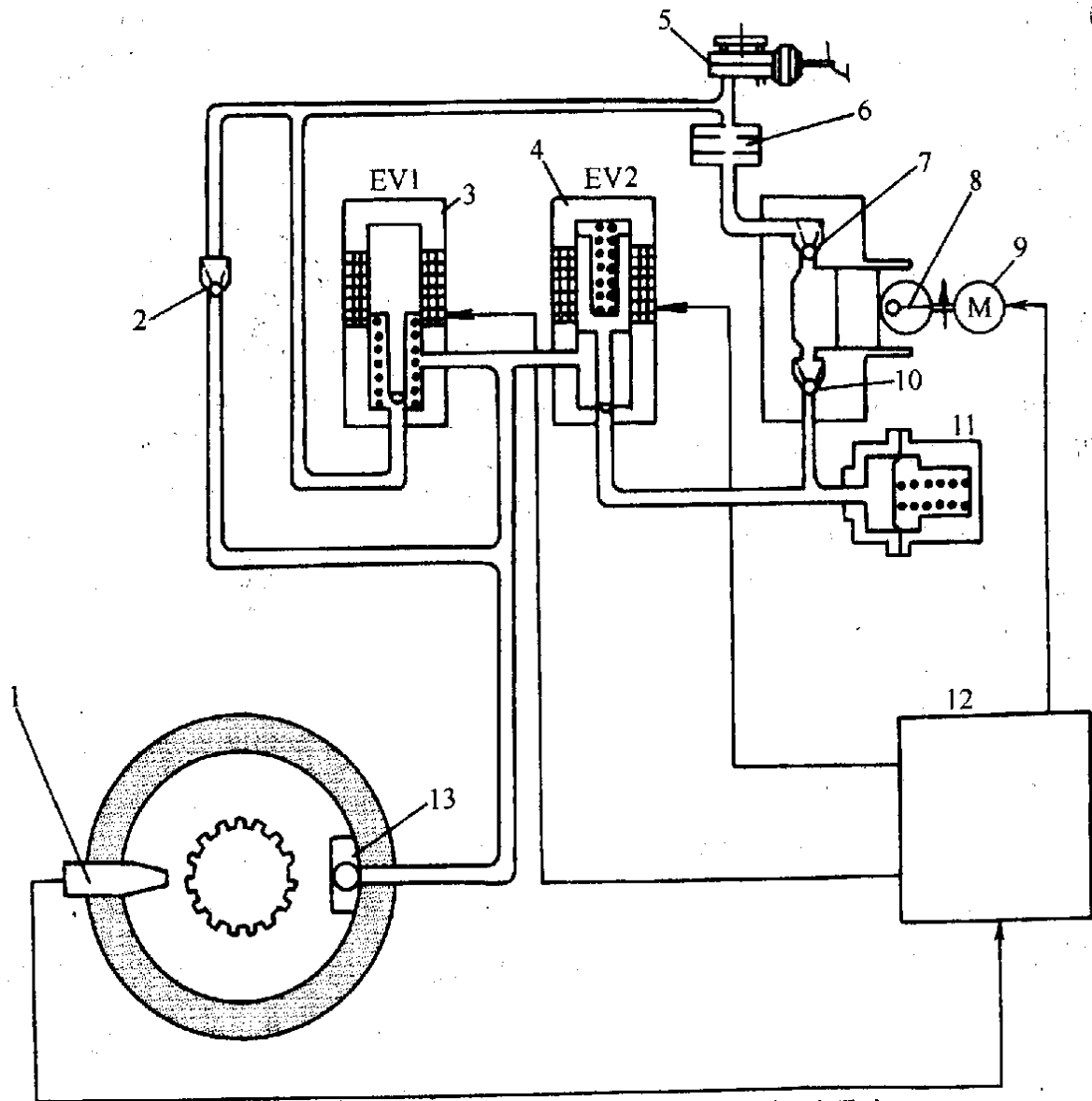


图 15-23 常规制动过程 (EV1、EV2 均不通电)
 1—车轮转速传感器 2—解除制动单向阀 3—常开电磁阀 4—常闭电磁阀 5—制动总
 6—缓冲器 7、10—液压泵排出与吸入止回阀 8—液压泵 9—电动机 11—储液器
 12—ECU 13—制动分泵

变容积式制动压力调节器

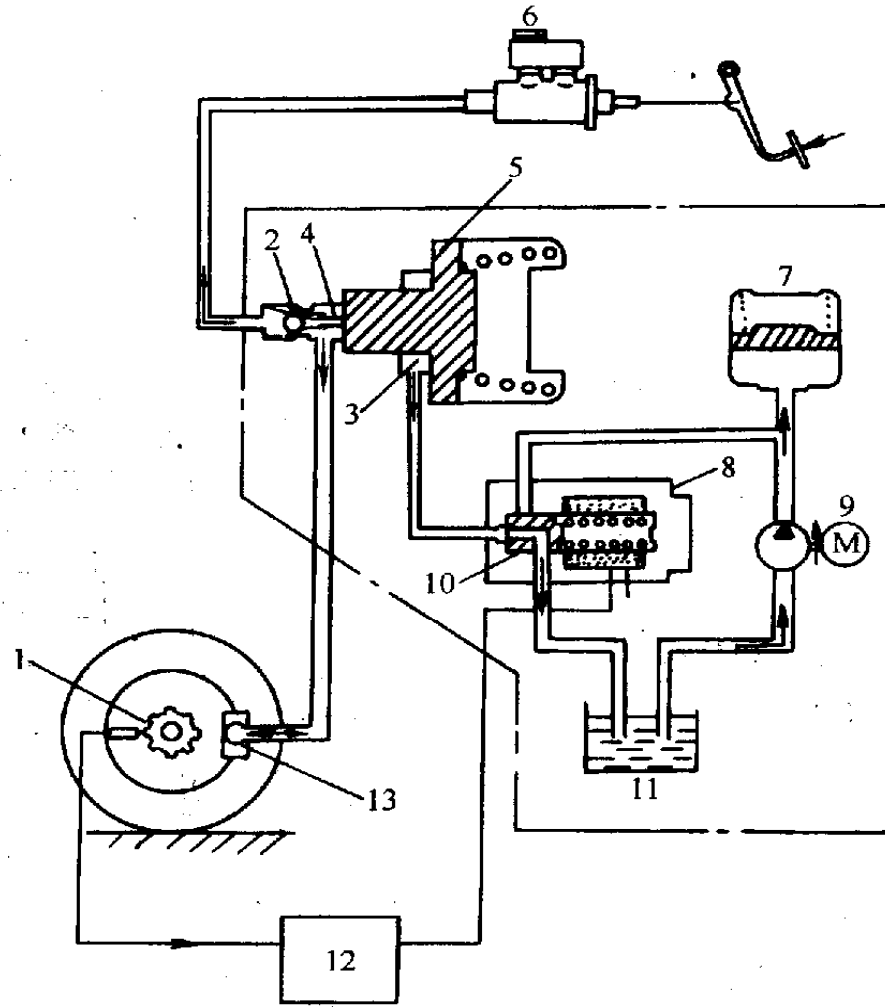


图 15-26 变容积式制动压力调节器

- 1—车轮转速传感器 2—单向阀 3—动力活塞移动控制油腔 4—动力活塞左腔
5—动力活塞 6—制动总泵 7—蓄压器 8—电磁阀 9—电动泵 10—柱塞
11—储液器 12—ECU 13—制动分泵

减压控制

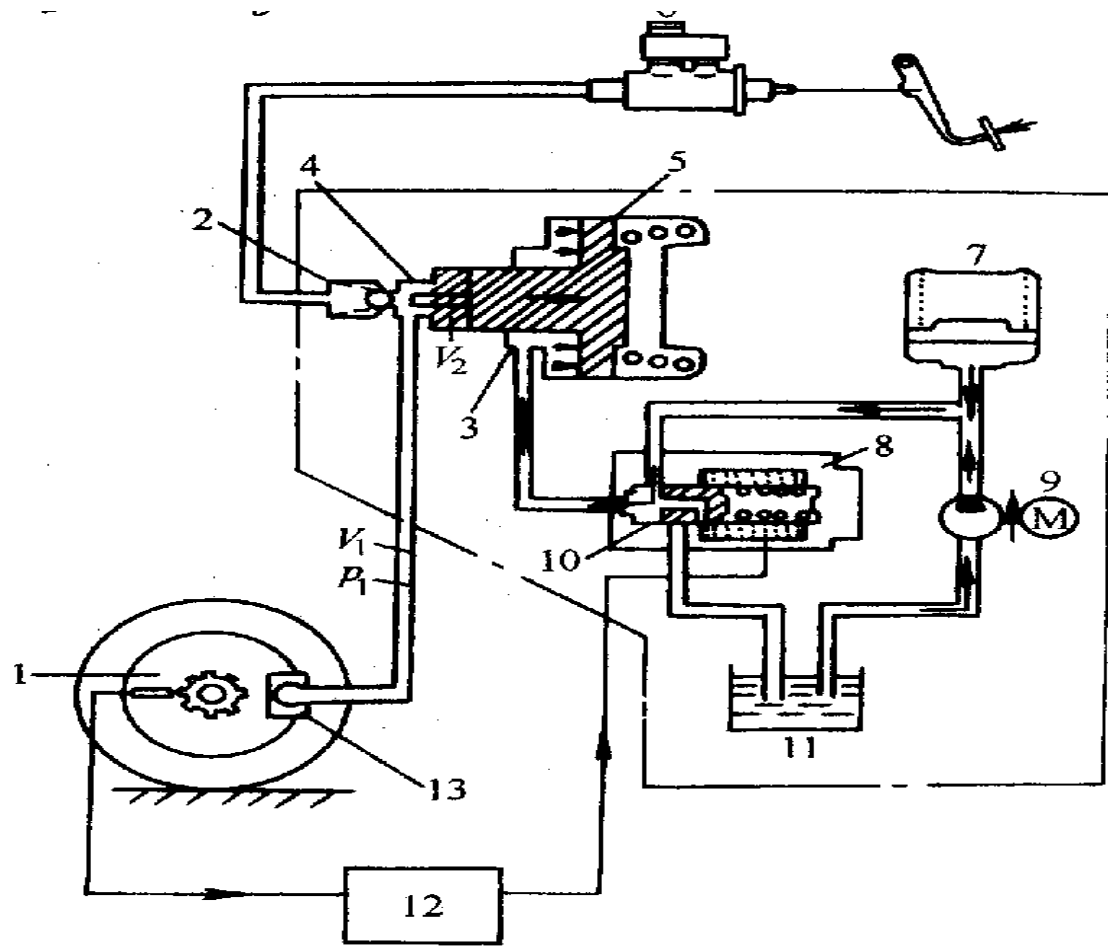


图 15-27 ABS 减压过程

- 1—车轮转速传感器 2—单向阀 3—动力活塞移动控制油腔 4—动力活塞左腔 5—动力活塞 6—制动总泵
7—蓄压器 8—电磁阀 9—电动泵 10—柱塞
11—储液器 12—ECU 13—制动分泵

保压控制

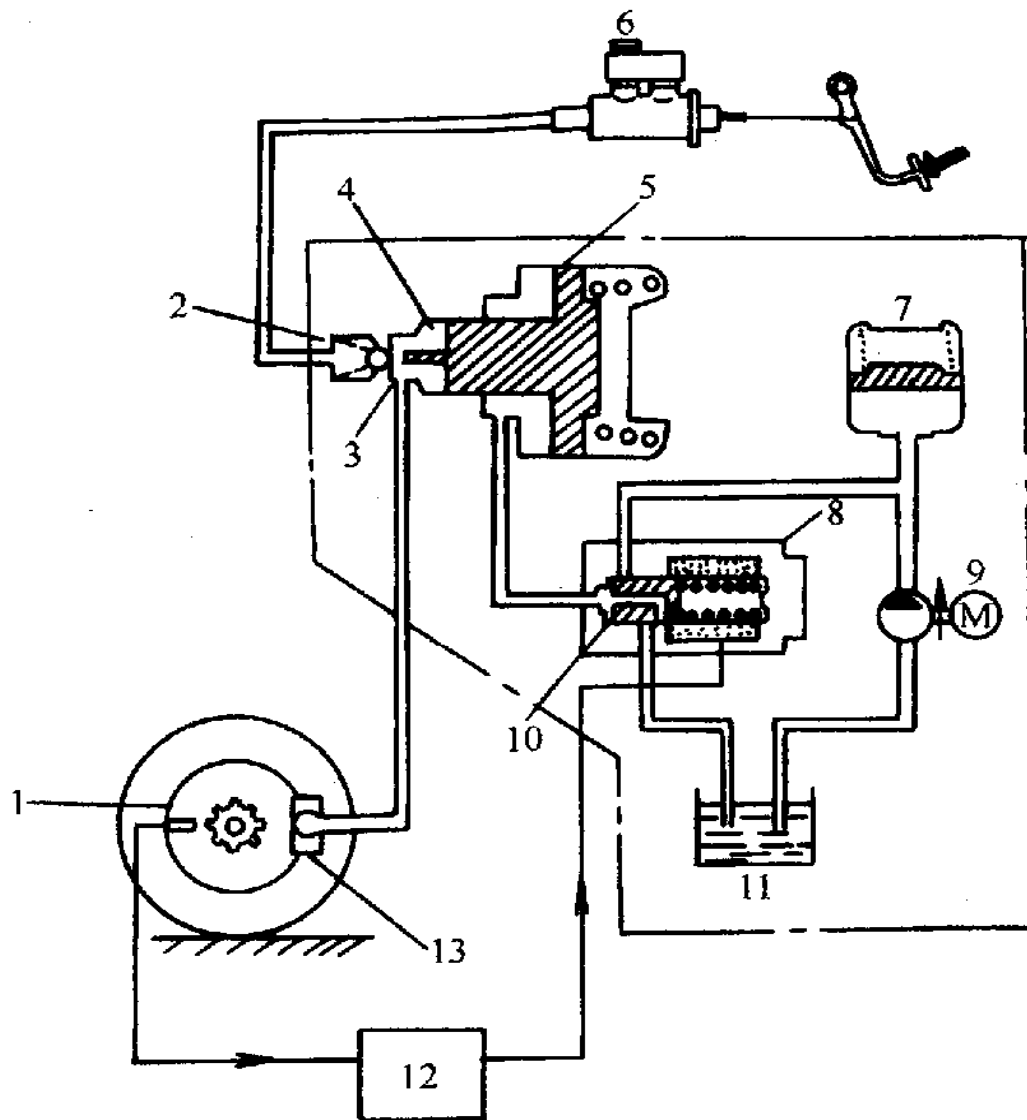


图 15-28 ABS 保压过程

- 1—车轮转速传感器 2—单向阀 3—动力活塞移动控制油腔 4—动力活塞左腔
 5—动力活塞 6—制动总泵 7—蓄压器 8—电磁阀 9—电动泵 10—柱塞
 11—储液器 12—ECU 13—制动分泵

增压控制

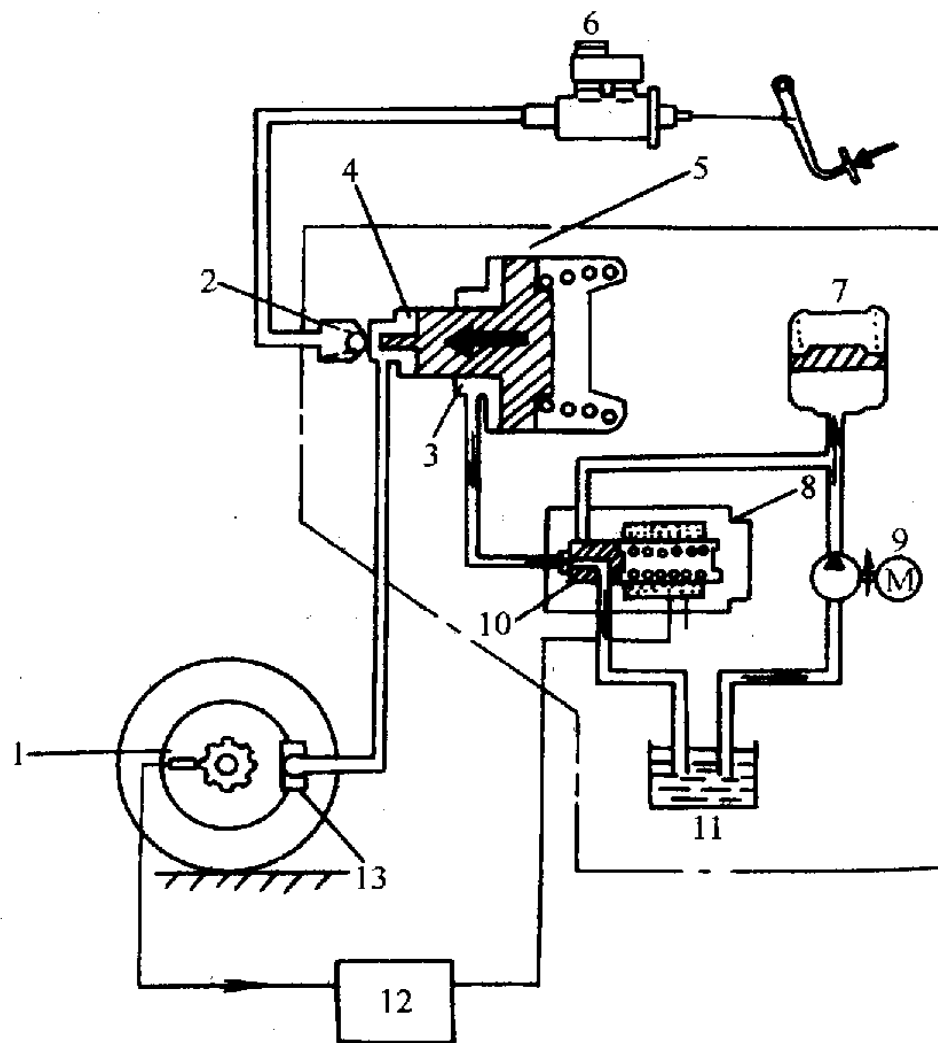


图 15-29 ABS 增压过程

- 1—车轮转速传感器 2—单向阀 3—动力活塞移动控制油腔 4—动力活塞左腔
 5—动力活塞 6—制动总泵 7—蓄压器 8—电磁阀 9—电动泵 10—柱塞
 11—储液器 12—ECU 13—制动分泵

Bosch 博世ABS系统结构

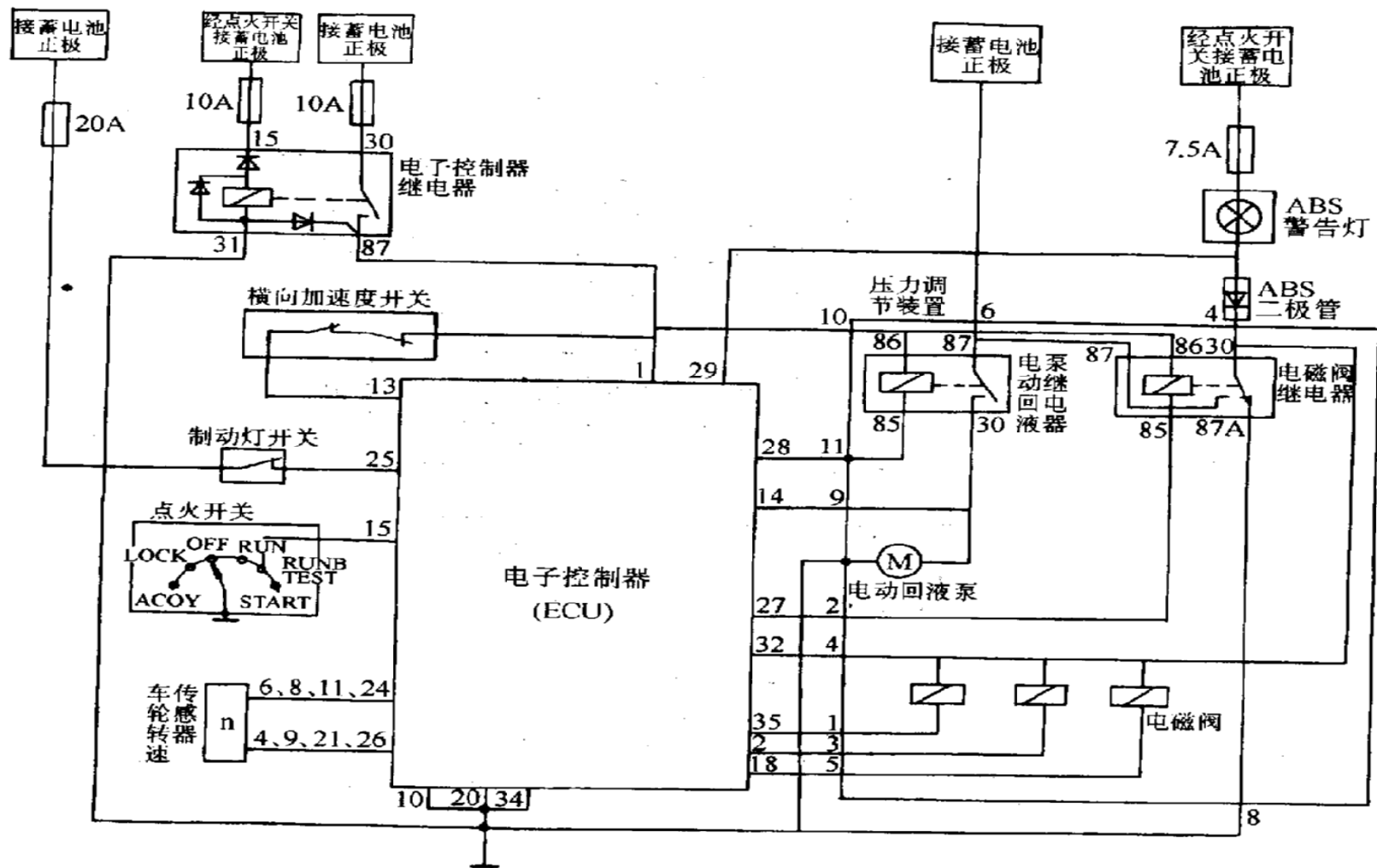


图 15-30 博世 (Bosch) ABS2 系统电路

捷达ABS系统

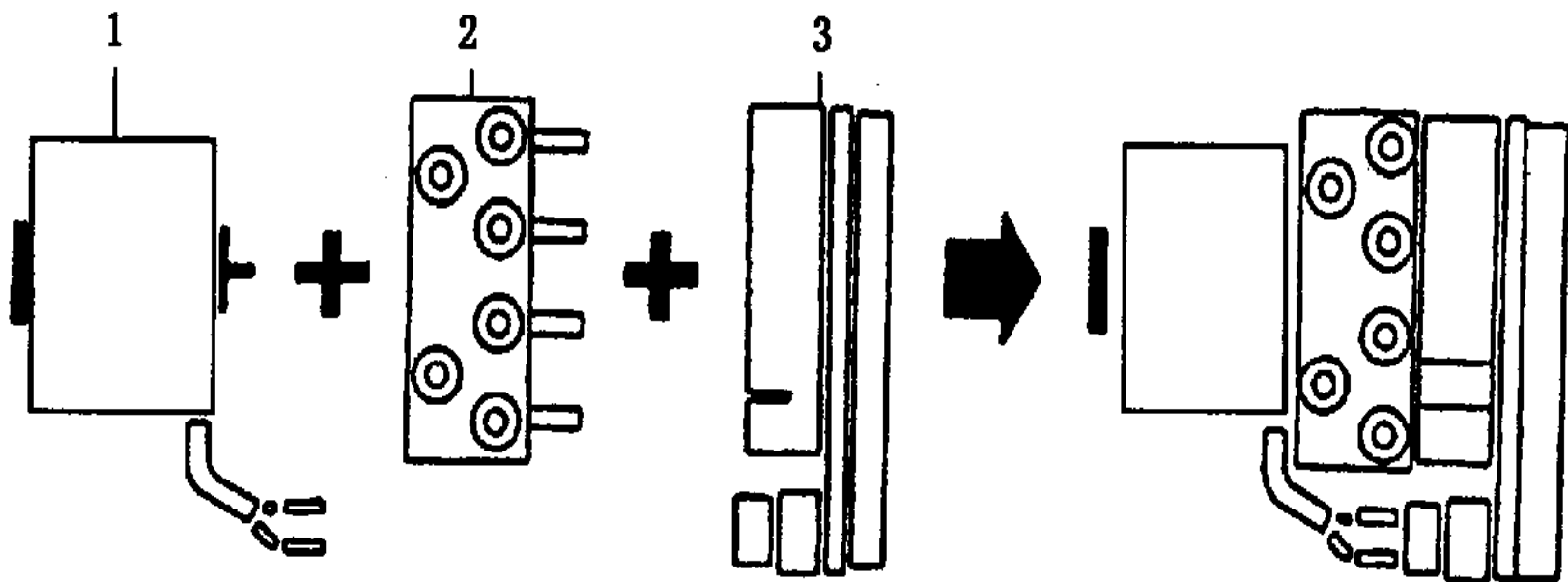


图 7-1 MK20—I 模块式结构

1—泵电动机；2—液压控制单元；3—电子控制单元

Jetta ABS系统安装位置

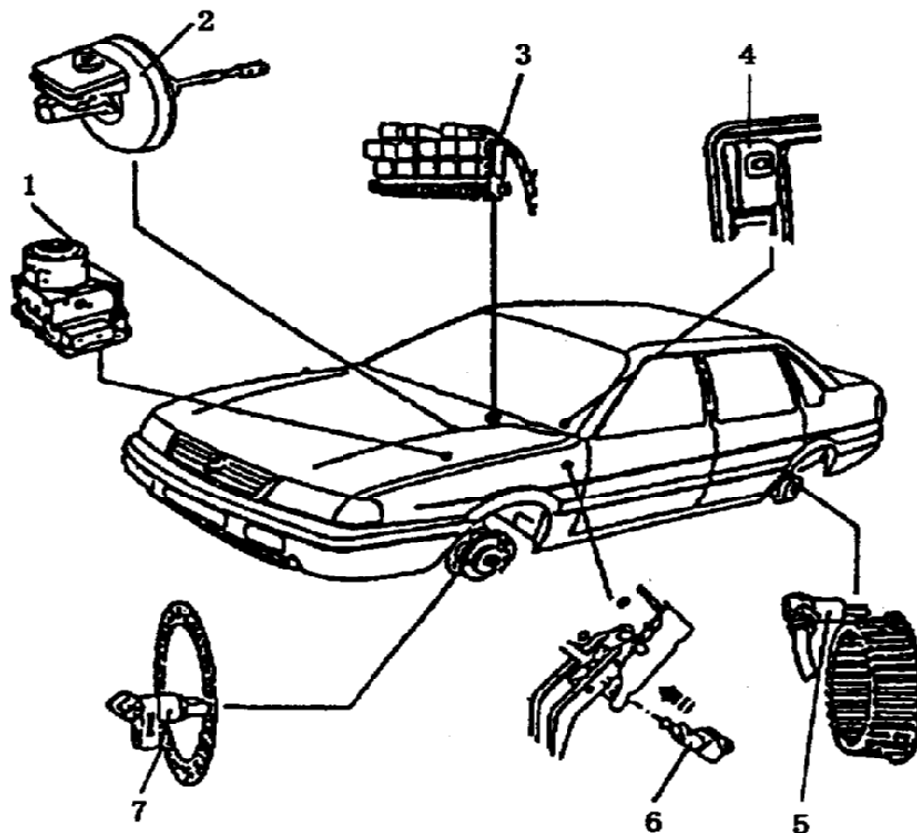


图 7-2 ABS 系统各元件的安装位置

1—ABS 控制器；2—总泵助力器；3—自诊断接口；4—ABS 警报灯 K47；5—后轮转速传感器 G44/G46；6—制动灯开关 F；7—前轮转速传感器 G45/G47

Jetta ABS系统结构形式

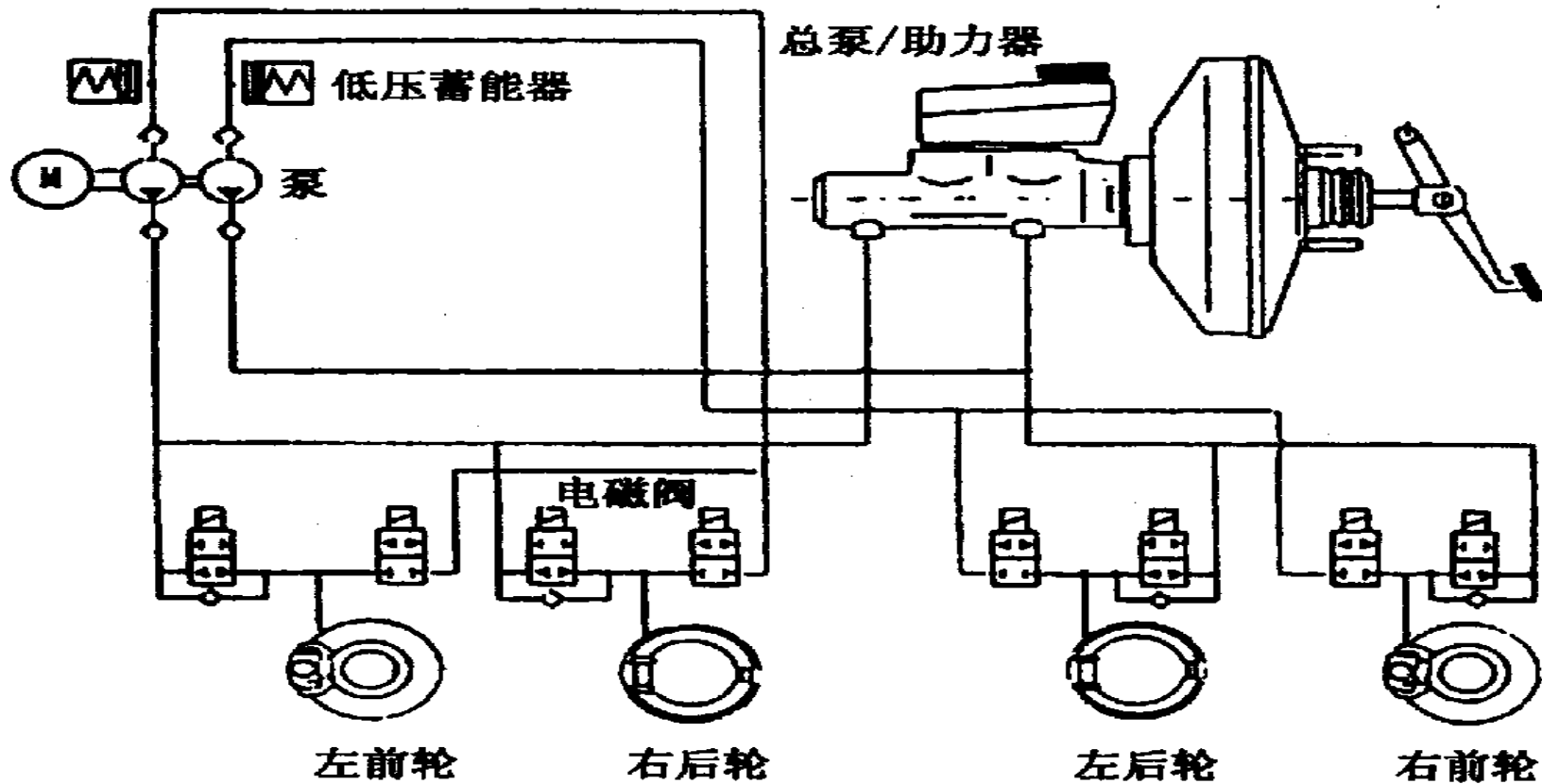


图 7-3 液压对角线双回路制动系统

Jetta ABS系统部件结构

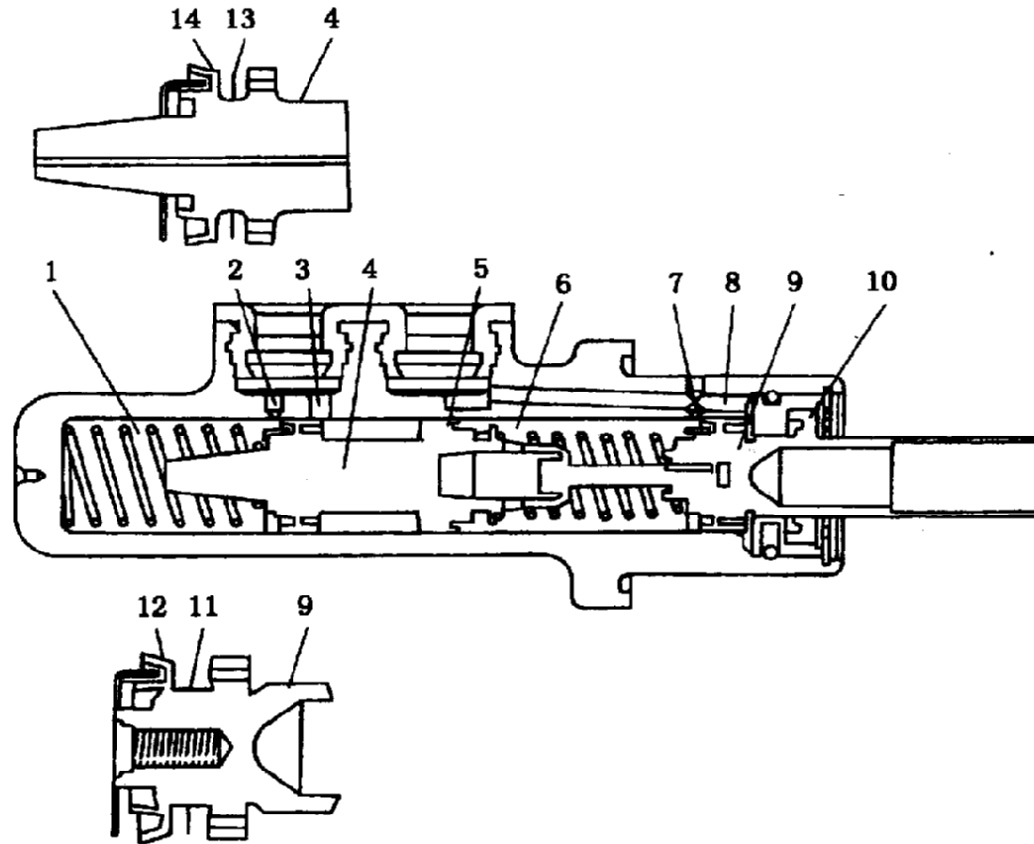


图 7-4 制动主缸

1—第二压力腔；2—补偿孔；3—回油孔；4—第二活塞；5—密封圈；6—第一工作腔；7—补偿孔；8—回油孔；9—第一活塞；10—密封圈；11—第一腔挡片；12—第一腔密封圈；13—第二腔挡片；14—第二腔密封圈

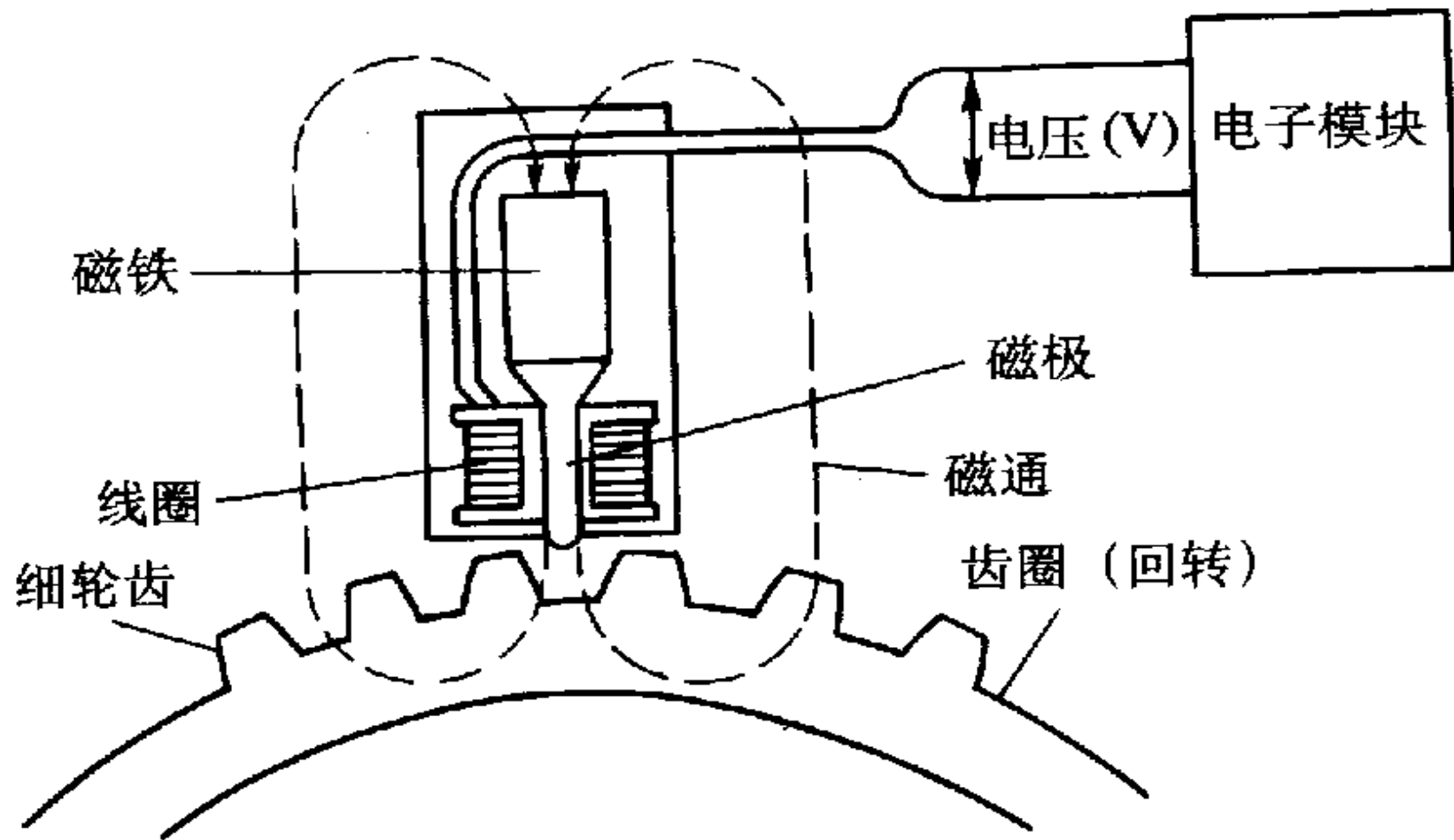


图 12-19 车轮转速传感器工作原理图

Jetta ABS 系统 控制 过程

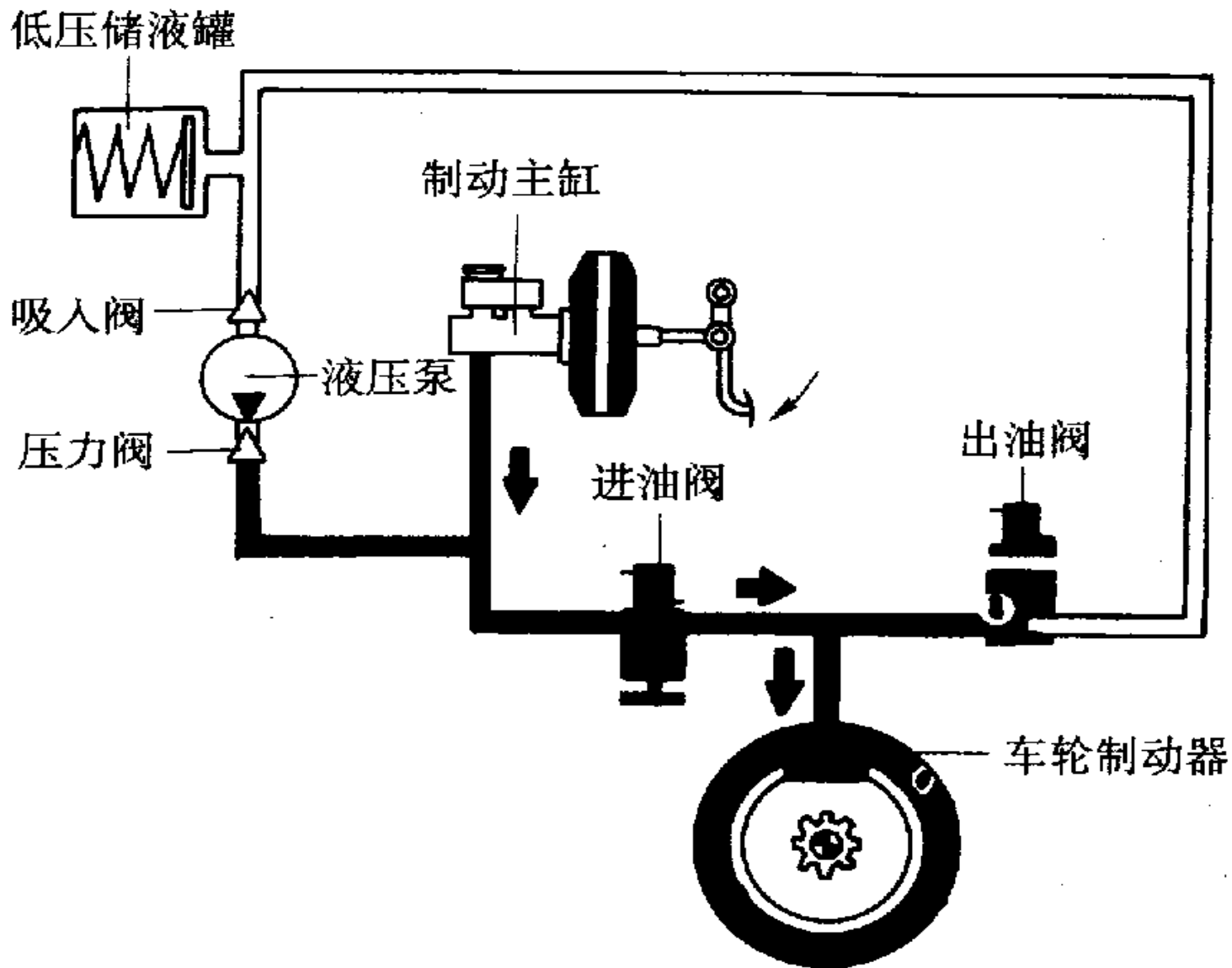
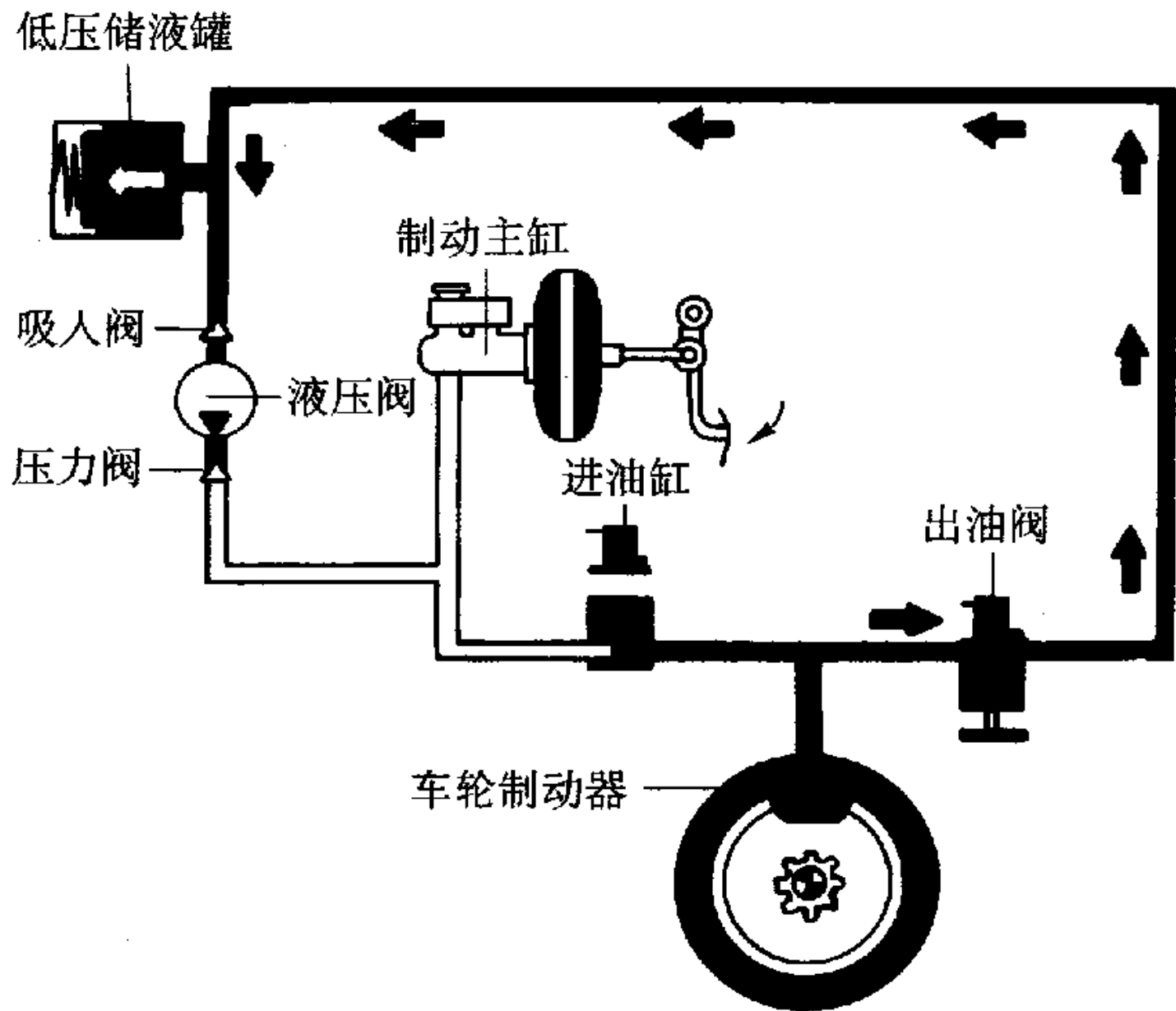


图 12-21 ABS 不工作 (常规制动过程)

減压控制



保压状态

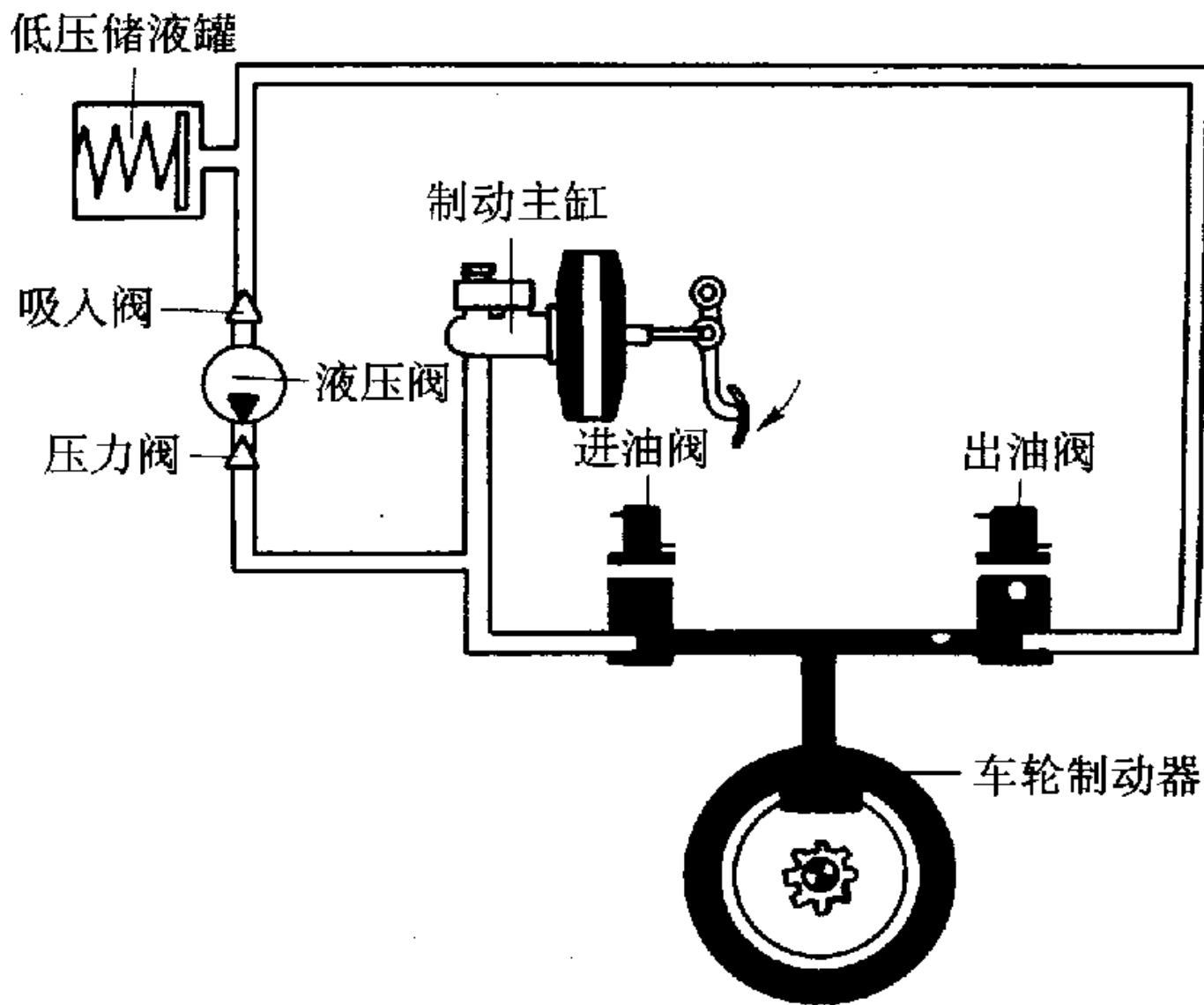


图 12-22 保压阶段

增压状态

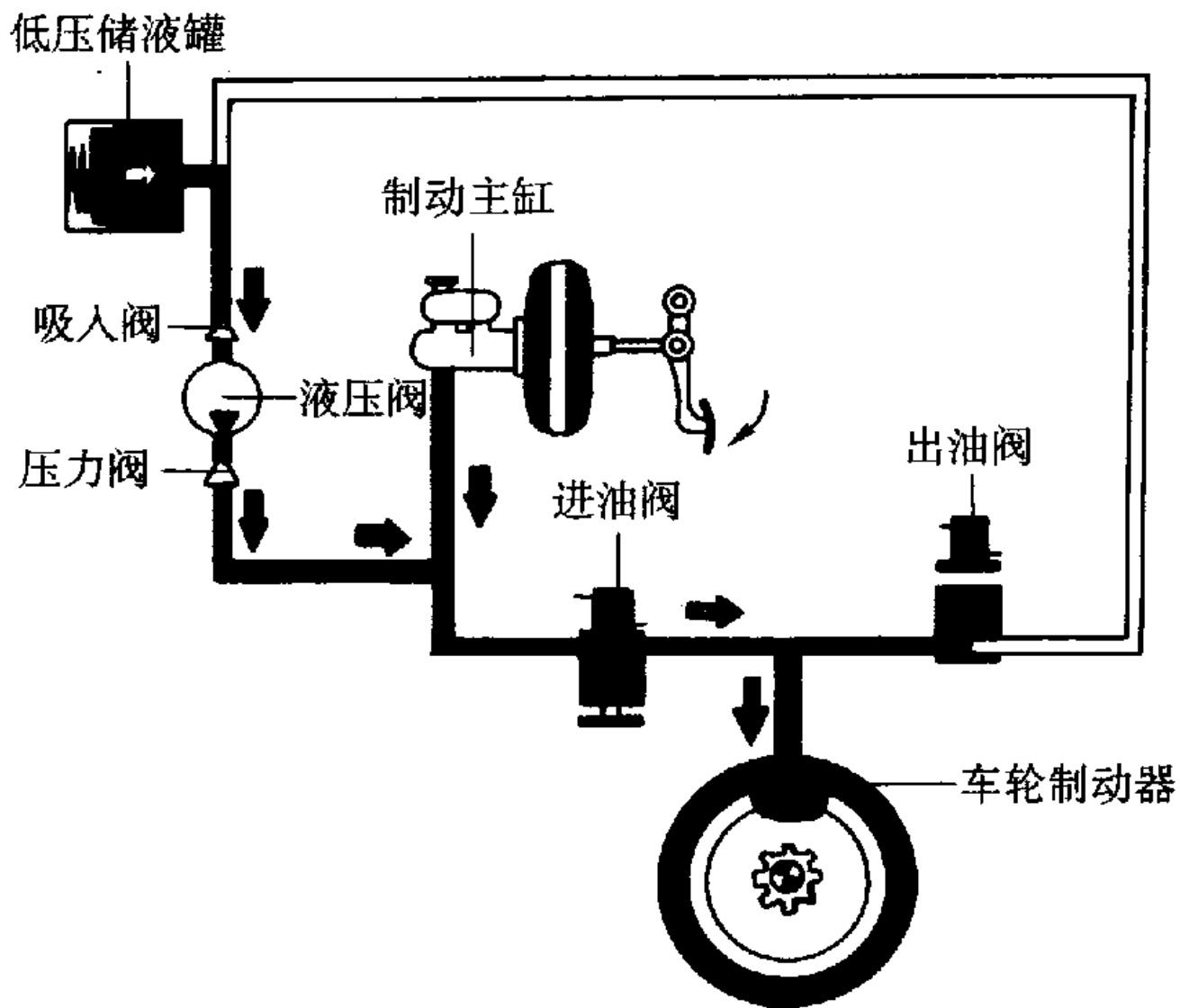


图 12-24 增压阶段

使用常识

(二) 制动踏板自由行程的调整

(1) 关闭发动机，踩几次制动踏板，放出真空助力器内的存留真空。

(2) 用手压下制动踏板，当感到有阻力时的压下距离即为自由行程，其规定值为3~6mm。

(3) 如果自由行程达不到要求值，应调整真空助力器推杆与制动主缸的间隙。

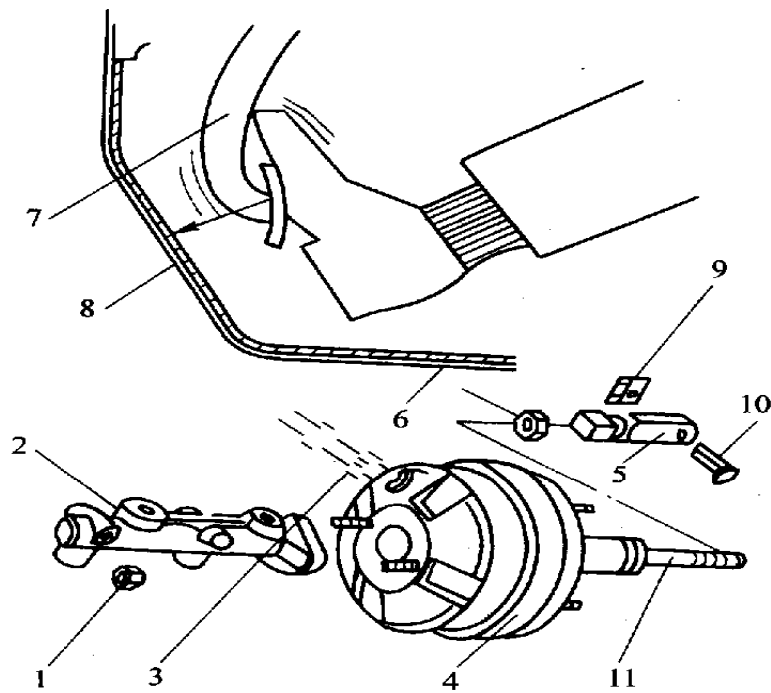


图 12-18 调整制动踏板

- 1—螺母 2—制动主缸 3—真空管单向阀 4—真空助力器 5—推杆叉
6—锁紧螺母 7—制动踏板
8—地板 9—弹簧锁片
10—销 11—推杆

