

# 长客动车组制动系统

[日期: 2009-07-12]

来源: 作者:

[字体: 大 中 小]

## 制动系统概述

### 一、系统组成

长客动车组动车组制动系统由电制动系统（再生制动为主）、空气制动系统（盘形制动，包括风源）、防滑系统和基础制动装置等组成。

在 8 辆编组的长客动车组中，共有 10 根动力轴和 22 根从动轴/拖车轴。动力轴上有再生制动装置与盘形制动装置，每根轴上包含两个轴制动盘；从动轴/拖车轴上只有盘形制动装置，每根轴上包含 3 个轴制动盘。

动车组制动系统具有与车载列车运行速度控制系统的接口，采用电空联合制动模式，电制动优先。正常情况下的制动系统控制是通过每个司机台上的 2 个手柄进行。

#### （一）电制动系统

长客动车组使用的电制动以再生制动为主。电制动系统的组成与牵引系统一致，由受电弓、牵引变压器、牵引变流器及牵引电机组成。电制动仅在常用制动和列车定速运行时使用。

#### （二）空气制动系统

长客动车组使用的空气制动系统既包括直通式空气制动系统，又包括自动式空气制动系统：

##### 1.直通式空气制动系统

长客动车组使用的直通式空气制动系统采用电子控制，动车组直通式制动系统可按制动模式曲线（根据手柄位置或信号系统设定）控制列车减速或停车。安装在每个车上的微机控制的制动电子控制装置负责执行本车的制动控制功能，包括接收和解码制动命令信号（从司机台上的制动手柄发生），以及其它用于列车制动控制的重要信息。如果直通制动系统出现故障，系统应故障导向安全，必要时实施紧急制动停车，如直通制动系统不能正常工作，通过手动转换后，启动备用空气制动系统。

##### 2.自动式空气制动系统

长客动车组上的自动式空气制动系统为备用制动系统，其制动指令由列车管传递。备用空气制动系统可由采用自动式空气制动系统的中国既有线机车操纵控制（包括制动与缓解），满足动车组在救援和回送时要求。自动式空气制动系统处于热备用状态。

空气制动系统中的气缸为钢制、涂漆，内部具有良好的防腐处理。管路及管件的材质为不锈钢。设备外壳和管路之间的气动接口用适当的管接头连接。

#### （三）防滑系统

防滑系统由电控装置、车轴速度传感器以及防滑阀组成。气动防滑装置（符合 FICHE UIC541-05 标准）采用高性能防滑装置，以确保达到最高的轮轨粘着力，并在电子控制装置、供风、车轮速度传感器等层面上配有采用冗余配置的微处理器。防滑系统执行以下两个功能：

- 防滑；
- 车轮滑行控制，由两套冗余的防滑系统之一进行监视。

（长客动车组每个动轴的车轮上均装有撒沙器。撒沙器由司机手动操作，每个砂箱有 2 个空气入口：第一个用于维持持续气流，使沙子保持干燥；第二个用于撒沙。）

#### （四）基础制动装置

动车组的所有车轴均配备有盘形制动，而所有动轴均配有电制动。所有车轴均配备有 640 毫米钢制制动盘，并配有减压通风系统，每根从动/拖车轴安装 3 个轴制动盘，每根动轴安装 2 个轴制动盘。每个制动盘配备的制动缸及夹钳采用传统型，内置闸调器。停放制动缸为弹簧作用式，并配有防止混合作用装置。制动闸片为粉末冶金型，最大允许温度为 600℃，最大磨耗量为 30mm。

## 二、制动作用的种类

### (一) 常用制动

司机室中的制动手柄将向列车总线发送制动命令，该制动命令将被不同车辆的各制动控制装置读取和编译，并将制动命令发送给牵引单元，进行电制动以及电空制动空气系统进行摩擦制动。

在常用制动模式下，电力制动优先。

### (二) 紧急制动

在紧急制动时，牵引和电制动被切断，空气制动施加最大的制动力。

紧急制动可通过以下装置进行控制：

- 制动手柄处于紧急制动位置。在该位置下，安全环线断开，所有车辆均实施最大的空气制动力；
- 司机室的按钮；
- 安全装置（信号系统）；
- 异常情况下安全环线断开；
- 旅客报警（当切除旅客报警隔离状态情况下）。

旅客报警系统：动车组均配备有一个旅客报警系统（每个旅客车厢均应配备有两个报警手柄），该指令可以被司机撤消。

### (三) 备用制动

如果电控装置发生故障或处于救援模式，动车组可启动备用制动继续运行。之后，制动将通过制动管（600kPa）中的压力进行控制，该压力将通过安装在驾驶室中由时间控制的制动控制器进行调节，这一控制器由手动开关激活。备用制动系统可由操纵司机控制器或紧急按钮进行紧急制动。

### (四) 停放制动

动车组配备有一个从总制动风缸供风的弹簧作用的停放制动，配有手动缓解装置，可以满足在 30‰坡道上安全停放。

## 三、制动性能

动车组常用制动为电制动和空气制动的复合制动，紧急制动仅为空气制动。电制动在 200km/h 到 10km/h 的速度范围内工作，在达到最大电制动的情况下，轮周处的最大制动力和功率如下：

- 轮周处的最大制动力 205kN
- 轮周处的最大制动功率 5785kW
- 最大常用制动和紧急制动性能相同：
- 初速度 200 km/h：
  - 平均减速度 0.79 m/s<sup>2</sup>
  - 制动距离 ≤2000 m
- 初速度 160 km/h：
  - 平均减速度 0.79 m/s<sup>2</sup>
  - 制动距离 ≤1400 m
- 空气制动时的最大粘着系数 0.085
- 弹簧式停车制动装置能够使一列正常负载的列车停在 30‰坡度上。

## 电制动系统

## 一、结构组成

8 辆编组的长客动车组每根动轴都具有电制动作用（主要为再生制动）。电制动系统的组成与牵引系统一致，即由受电弓、牵引变压器、牵引变流器及牵引电机组成。

## 二、工作原理

制动时，控制系统将三相异步电动机转换为发电机工作，将列车运动的动能转变为电能，反馈回电网或变成热能消耗掉。使用电制动时，电空制动仅供拖车轴使用，而对于驱动轴来说，电空制动仅可用于无法使用电制动力的速度范围内。如果电制动失效，可在有关动车轴上使用空气制动系统。

电制动可单独使用或与空气制动一起使用。与空气制动一起使用时，将优先运用电制动，减轻拖车的空气制动负荷，从而减少其机械制动部件的磨耗。

## 三、制动特性

长客动车组的再生制动在 29 kV 网压以下使用，作用于动轴上，并可在全部速度范围（10 km/h- 200km/h）工作；在电分相区段进行电阻制动。

常用制动时，长客动车组再生制动力与列车速度的关系如图 4-1 所示。

图 4-1 再生制动力-速度曲线

## 第三节 空气制动系统

长客动车组的空气制动系统可分为压力空气供给系统、辅助气源、直通式空气制动系统、自动空气制动系统和基础制动装置五大部分。长客动车组空气制动系统总体如图 4-2 所示（以动车为例）。

### 一、压力空气供给系统

长客动车组配备 2 套压力空气供给系统，每个系统主要包括以下组件：电动压缩机组 SL25-15、空气干燥机装置 LTZ 0 1 5.2H 以及微孔滤油器 OEF 2。

有两根风管连通全车：一根是制动风管，便于空气制动的控制，压力保持在 5bar；另一根是主风管，用于向所有连接到空气系统的设备供气，压力保持在 8 bar 到 10bar。还为受电弓的升降配备 2 台辅助空压机。

（一）空气压缩机（每编组 2 台，如图 4-3 所示）

使用双气缸空气干燥机单元 LTZ-0 1 5.2H 的旋转螺纹电动压缩机单元 SL25-15，用于主储气罐气源；辅助空气压缩机单元用于在主储气罐压力 HB 不足时设置多单元制动。电动压缩机单元被弹性紧固到空气供应模块中，驱动电机和压缩机单元分别由三个支撑元件固定到一个框架部分上。

### 1.组成

#### （1）动力部分

空气压缩机由一台 MANNESMANN-DEMAG 的 KNA 160 C4 型三相电动机（曼尼斯曼-德国机器制造公司），电机以法兰盘直接安装到旋转螺纹空气压缩机上。该电机技术数据如下：

- 类型：KNA 160 C4
- 额定功率：15 kW
- 额定速度：1430 1/min（升/分）
- 额定电压：380 V
- 频率：50 Hz
- 允许的环境温度：- 40°C/+ 45°C

注入冷却式旋转螺纹压缩机的主要优点有：

- 低磨损
- 设计简单
- 以紧凑的结构实现高性能
- 气流几乎无脉动

### (2) 中央部分

中央部分包括涡形壳和传动装置，涡形壳上有法兰安装的导气管，空气从此气管中吸入。用于油冷却和空气后冷却的组合式冷却器以螺纹安装在导管上。驱动电机与传动装置及压缩机单元之间使用弹性联轴节连接。在联轴节的压缩机一侧固定有离心式风扇，可向组合式冷却器输送冷却空气。

### (3) 压缩单元

压缩机单元由压缩机气缸、千斤顶和传动装置组成。此外，它还包括进管单向阀、减压阀、吸气过滤器、带有滤油器的油路控制块、安全阀、油位表和泄油阀。压缩机气缸还配供有用于粗油分离的冲击面和用于精油分离的油分离筒。安全恒温器会对油温进行监测。为了进行诊断并方便维护，储气罐上安装有一个差压开关，它可在加油达到一定程度时向计算机发出一个信号，训练计算机进行控制。当达到最大压力差  $1\pm 0.2\text{bar}$  时，会在控制面板上显示错误信息“Change SL oil trap”（更换 SL 集油器）。吸滤器配供有光学灰尘指示器，有助于进行维护工作。随着过滤器元件中灰尘累积越来越多，过滤器的流动阻力也越来越大。这样，红色的指示器柱塞就被逐渐推入壳体的透明部分。当达到约 50 毫巴的最大允许阻力时，指示器柱塞完全可见。此外，还提供有工作时间记录。其技术数据如下：

- 类型：SL25-15
- 传动比：4.875
- 入口流量：1550 l/min（升/分）
- 额定速度：1430 l/min（升/分）
- 工作压力：10 bar（巴）
- 可能的工作温度：- 40°/+ 50° C（加热筒 2×500 W）
- 功率消耗：13.5 kW
- 含油量：8 l Anderol 3057

## 2.工作原理

空气压缩机压力由调节器进行控制。根据行程方向，其开关值已被分别设置为 8.5/10.0 或 8.0/10bar。若主储气罐压力（HB/MR）降至 8.5bar 表压以下，在前端安装的压缩机单元的驱动电机将以驱动方向接通运转，压力升高至 10.0bar 以上后立即被再次切断。在发生大量空气消耗，压力降至 8.0bar 以下时，两台压缩机单元均被切入运行。当主储气罐管道压力不足（降至 5.5bar 以下）时，压力调节器会作出响应停止牵引。当主储气罐管道压力不足而车辆已启动时，压力调节器会作出响应，抑制制动控制设备 HSM 的故障报告。例如在 HB（MR）压力降至 6.5bar 以下时，由于供气压力不足，牵引被停止。仅当主储气罐管道压力再次上升到 7.5bar 以上时，列车才能够重新运行。

在动车组的制动多管面板上，来自主储气罐的空气流过切断旋塞被引至需使用压缩空气的设备；切断旋塞可以切断整个气源。如果两台头车的旋塞均被关闭，

则使用压缩空气的设备即与主储气罐管道隔离；这样，在制动多管面板上打开相应管道后，即可对单独设备进行更换。

## （二）空气干燥机装置

空气干燥机设备 LTZ015-H 从旋转螺纹空气压缩机压缩的空气中吸取湿气和其中很大部分的油料。

### 1.组成

- （1）两台带有整体式油分离器的干燥塔；
- （2）一个支架，带有再生节流器和以下阀门；
- （3）两个用于干燥塔的单向阀，在通向主储气罐通道中的一个中央溢流阀；
- （4）一个用来控制空气的预控制阀；
- （5）一个带有消音器的双活塞阀，用于对有恒温器控制加热筒和绝缘壳的设备进行泄流；
- （6）用于控制循环的阀门磁铁和电子电路板。

### 2.工作原理

双气缸类型无加热再生吸收单元在两个阶段可同时工作，即干燥和再生并行。当主气流在一个塔中被干燥时，另一塔中的干燥剂同时进行再生。

来自压缩机的潮湿压缩空气进入空气干燥机，在此先析出部分水分，并由油分离器吸取油分。然后气体通过装有吸附性干燥剂的干燥塔，由干燥剂吸取大部分水分，使从干燥机出口排出的主气流相对湿度小于等于 35%。

一部分经过干燥的空气被从主气流中引出，经过一个再生节气门后发生膨胀，并在穿过第 2 个塔内的饱和干燥剂后被释放到大气中。由于已经在膨胀过程中被最大程度地干燥，这些空气会从干燥剂（需要再生）中吸收其在前一干燥阶段所吸收的水分。两个干燥塔按照特定的工作循环进行交替。

图 4-4 所示为处于运行状态的空气干燥机装置，其中塔（19a）处于其干燥阶段，塔（19b）处于其再生阶段。阀门磁铁（43）由来自循环定时器的电气输入信号励磁；阀座（V<sub>3</sub>）打开。压缩空气被从通气管分出一支到排气口（P<sub>2</sub>），从打开的阀座（V<sub>2</sub>）<sup>2)</sup>和（V<sub>3</sub>）流至活塞阀（34）。往复压力会克服起作用的弹簧弹力推动活塞到达顶部和底部位置，以此打开阀座（V<sub>5</sub>）和（V<sub>6</sub>）。来自压缩机、经过冷却和预泄流的空气流经出口（P<sub>1</sub>）打开通向塔（19a）的阀座（V<sub>5</sub>）。它从底部到顶部流过此塔，然后被重新引回下方的中央管道，经过单向阀（24a）和旁路阀（71）到达口（P<sub>2</sub>）。在空气进入干燥剂（19.11）之前，它首先被通入油分离器（A）中 Raschig 环填充物。在经过多次偏转、涡旋和回弹效应后，仍悬浮在压缩空气中的油和水的微小颗粒即沉积到 Raschig 环相对较大的表面上。它们汇聚在一起形成较大的液滴，然后在重力作用下落入收集室中。接下来当压缩空气经过干燥剂时，它所含的大部分水分会被吸收，其离开干燥塔（19a）时的相对湿度低于 35%。此干燥空气中的一部分从支路引出，经过再生节气门（50）膨胀再以相反方向通过塔（19b）中的干燥剂。这路膨胀后的空气也称再生空气，它会从需要再生的干燥剂中吸取水分，在通过打开的阀座（V<sub>8</sub>）和消音器释放到大气中。在干燥剂达到其饱和和极限前很短的时间，本单元由电子循环定时器切换至 T/2，即阀门磁铁（43）失电。阀座（V<sub>3</sub>）关闭，阀座（V<sub>4</sub>）打开。通向活塞阀（34）的控制管开口泄流。

这样，活塞由弹簧力推动到达相应的顶部或底部位置。此动作会关闭阀座（V<sub>5</sub>）和（V<sub>8</sub>），打开阀座（V<sub>6</sub>）和（V<sub>7</sub>）。在此情形下，主气流（P<sub>1</sub>→P<sub>2</sub>）在塔（19b）中被干燥，在塔（19a）中干燥剂被再生。

为正常工作，本机要求有一定的往复压力，在此压力下预控制阀（55）打开，活塞阀（34）可以往复运动。旁路阀（71）确保系统中可以快速建立这一压力。它仅会在超过往复压力后才打开通向主储气罐的路径。此功能可防止塔（19b）中的干燥剂在持续时间很长的填充过程中发生过饱和。两个单向阀（24）可防止在压缩机静止时主储气罐和车辆管路被泄流。

### （三）微孔滤油器

微孔滤油器 OEF1 和 OEF4 可大大消减压缩空气中的剩余油雾。微孔滤油器位于压缩空气通路上干燥装置的下游方面，排放由手动控制。滤油器由机体和过滤器油芯组成（图 4-5），其结构及工作原理如下：

#### 1. 机体

铝制机体可长期用于 16bar 的最大工作压力之下。表面的合成树脂涂料可以提供足够的防腐蚀保护。滤油器上下两部分由梯形螺纹连接在一起。过滤器滤芯用螺纹固定在位于机体中央的螺杆上，并用其端盖（1）进行自密封。滤油器检查、排气和除油以手工方式通过蝶形螺母完成。

#### 2. 过滤器油芯

过滤器滤芯包含一个极深的玻璃纤维层（2），此外还有很大的空腔。这样可以实现较高的吞吐量和较低的压差。

它可以清除 1 微米以上的悬浮油颗粒和固体杂质。残油含量不会高于 20℃ 和 7bar 压力下 0.1 mg/m<sup>3</sup> 的相当值。固体颗粒会被阻滞在过滤器纤维层中，而非常细微的液滴会在此形成较大的液滴。它们被强制进入外部的泡沫夹层（5），并在重力作用下成为粘性液体薄膜，流入下过滤器的碗形容器中。

钢制支撑圆筒（4）位于玻璃纤维材料的外部，它为过滤介质提供了必要的稳定性。微纤维不能从夹层结构中透出，即使在极大的压力波动下也不能。覆有 PVC 的专用泡沫夹层（5）可以阻滞矿物油、合成油和使用过久的油。

### （四）安全阀

安全阀 DNIO 排气压力为 12bar，用于保护安装在出口一侧的空气干燥机设备的其他组件。安全阀 NHS，排气压力为 10.5bar，用以保护主储气罐和出口处压缩空气系统免受不允许的高压破坏。安全阀的动作由切断旋塞的动作保证，后者可以切断压力调节器的气源。

## 三、直通空气制动系统

### （一）空气制动控制装置

图 4-6 空气制动控制装置

长客动车组空气制动控制装置的结构如图 4-6 所示。

空气制动模块通过接口（HB）连接于主风缸管。主风缸（x）中充满来自制动主管并经过滤装置（q）过滤的压力空气。分配阀（s）向两个增压阀（i）输入一个 0 至 3.7bar 间的预控制压力（Cv）。该预控制压力与制动主管压力（HL）成正比，并可在压力计（a7）处显示。列车管和风缸（cv）的容积与 UIC 制动施加和缓解的时间相匹配。压力传感器（e）对制动管压力（HL）和预控制压力（Cv）进行测量，并将压力信号传输到进行诊断的电子控制器。

若预控制压力适当，增压阀会通过一根来自风缸（y1，y2）的大孔管将压力空气输送到装在动轴和拖轴上的制动缸。制动缸压力可在压力计（a3，a6）处进行显示。电磁阀（f1，f2）用来通过活塞阀（n1，n2）对磁轨制动进行控制。

脉冲阀（p）用以对停车制动进行控制。若需缓解停车制动，该单元将来自风缸（x）的压力空气输送到安装在制动缸上的弹簧驱动的？弹簧驱动的制动缸通过脉冲阀排风，对弹簧处于紧张状态下的停车制动进行操纵。

#### （二）电空转换阀（EP 阀）

EP 阀提供电子和气动部分之间的连接，其功能决定制动系统的精度和质量。EP 转换器由一块电路板 EPA 和阀门支架组成，包括一个进口和一个出口电磁阀，以及检测预控压力的压力传感器。EP 转换器的特性是其通过预控压力 A 反馈形成的控制回路。它可以实现 EP 转换的线性和精度。在预控电路中不存在滞后现象。

通过评估正负公差公差控制，可以实现对 EP 转换器的监控，用这种方法可以检测电子预控部分和外设组件，即：压力传感器和电磁阀的故障。为避免在设置车辆时（储气管压力不足）向 EP 转换器提供任何错误信息，应该根据主储气管中的压力，抑制对 EP 转换器的故障监控。

#### （三）电磁阀

长客动车组上所使用的电磁阀结构如图 4-7 所示；其中，（a）、（b）分别为消磁和励磁状态。工作原理已在第二章中加以介绍。

#### （四）截断塞门

截断塞门的结构如图 4-8 所示，（a）、（b）分别为开通状态和截断状态。

截断塞门的空腔（1）包含一个橡胶密封的球形塞（2），该球形塞可通过将手柄（3）旋转 90° 进行控制。手柄转轴可根据手柄（3）和密封垫圈（4）的安装位置调整，从而可适应各种安装位置。气流方向由球形塞销上的狭槽指示。

### 四、自动式空气制动系统

#### （一）组成

自动空气制动系统中的许多部件与直通空气制动系统共用，下面仅就其主要的不同部分——分配阀加以说明：

图 4-10 分配阀

分配阀为自动空气制动系统的核心部件，长客动车组使用的分配阀为三压力阀，其主要组成部分如下：

##### 1. 主体

##### （1）滤尘器

滤尘器用于将来自制动管路的灰尘阻在分配阀外面，从而大大延长分配阀的寿命。当分配阀从其安装托架拆下时，分配阀不需进一步拆解即可对滤尘器进行更换。

##### （2）三压力阀

三压力阀 G 根据制动管中空气压力变化的速度来控制制动缸的充排风。三压力阀 G 对制动管中的压力变化反应快，从而制动作用的反应速度非常快。而且，三压力阀 G 可以触动加速器，控制过充保护。

##### （3）制动加速器

制动加速器包含一个具有快速动作室 **K**、控制套管和阻断开关 **H** 的快速控制阀 **U**。

制动动作开始时，来自制动管的空气流入快速动作室 **K**，使列车管压力获得一个初始跃减，促进制动波的迅速传播。装有 **Ked** 分配阀的列车，其制动波速可达 285m/s。

#### (4) 控制风缸 (A) 的控制阀

经由控制风缸 (A) 控制阀 **D** 来自制动管压力 **L** 的控制压力 **A** 由阻断开关 **H** 和预控制压力 **Cv** 进行监控。由于 **A** 控制阀通过阻断开关 **H** 与制动加速装置相连，制动作用可以很可靠地受到保护，避免控制压力泄光。

从而，制动加速装置在缓解结束时重新充风就绪，使 **UIC** 的限制指标得到最好的利用。

#### (5) 最低压力限制装置

制动时，最低压力限制装置 **F** 使制动缸压力空气迅速充至 **UIC** 规定的水平(约等于全制动作用下制动缸压力的 10%)。

#### (6) 最高压力限制装置

与副风缸容积、风压和制动缸容积的大小无关，制动缸压力由最高压力限制装置设定至最高值。从而，最高压力限制装置可有效防止因制动力过大而引起的轮对滑行。对于制动缸以及与其相连的管路中的压力空气的损失，可通过采用大容积的复风缸来解决。

所以，在双供系统中，副风缸压力可比工作压力偏高，而制动缸所允许的最大压力不致因之升高。即使副风缸中的空气压力有波动，制动时间也不会发生变化。

### 2.副风缸 (R) 充气阀

分配阀 **Ked** 上装有 **R** 充气阀 **IV** 或具有截断阀的 **R** 盖 **IVa**。缓解时，来自制动管路 **L** 的压力空气经 **R** 充气阀使副风缸重新充风。副风缸的重新充风与制动缸压力的下降同时发生，与副风缸容积无关(全列的充气动作由 **R** 充气阀中的三压力阀触动)。在副风缸和制动管 **L** 之间有一个检压阀(在 **R** 充气阀中)。

如果不需全列统一充风，可安装只有检压阀的 **R** 盖，而不是 **R** 充气阀(动车分配阀 **KETd**)。

### 3.中继阀

分配阀 **KE1d** 中用一个具有 1:1 放大倍率的一级中继阀来代替 **C** 盖。对于分配阀 **KE2d** (用于制动作用根据载重调节的情形)，有一级、二级以及可变级的中继阀供选用。

装有中继阀的 **Ked** 分配阀使全列的动作一致，即：制动/缓解时间与制动缸的容积无关。所以，当制动缸缸径和活塞行程发生变化时，分配阀无需进行任何调整。

### 4.快速缓解阀

通过拉动快速缓解阀即可使车辆得到缓解，而不会使副风缸中的压力空气排掉，从而使车辆保持其制动能力。快速缓解阀安装在控制风缸 **A** 或 **A** 盖上。如果只安装了一个缓解阀，必须拉动快速缓解阀至完全缓解。

### 5.截断塞门

截断塞门是 R 充气阀 IV 或 R 盖 IVa 的一部分，可由分配阀直接触动或由车辆侧面的开关操纵。截断阀用来开启或关闭某辆车的制动作用；并且关闭制动作用时，同时使副风缸和制动缸排风。

## 6.电空控制单元 EPZ

若分配阀在电空制动控制系统中运用，需要配置一个电空控制单元 EPZ。配有电空控制单元 EPZ 的分配阀在双供系统中应用效果最佳。

### （二）自动式空气制动系统工作原理

参看图 4-2：来自主管路的空气经过止回阀（2）、制动主风缸（69）和过滤器（4），进入备用空气制动柄，然后进入压力调节器（61）、止回阀（2）和电动安全阀（8），以防紧急操作时向制动管再充风。

备用空气制动柄由司机本人主动操作。为此，管路上装有一个诊断塞门（9）。出于安全考虑，可以使用不同的设备。

旅客紧急制动手柄（10）可直接开始制动操作，同时给安全阀（12）发送一个电子信号，随后安全阀开启，为制动管减压。如果司机认为有必要寻找更合适的位置停车，则可停止制动。在此情况下，司机可通过按下电动按钮停止制动程序。两列尾车上均安装此安全阀。如需要，只打开安装在头车的阀门。司机室的操作台上安装有一个紧急制动按钮（32）。该按钮直接连通制动管，按下按钮时使列车管减压。通过司机的制动手柄（1 或 7）发送紧急制动请求时，安全阀（3 4）放空制动管，同时发送信号。两列尾车上均安装有此安全阀。

空气分配系统由阀门（21）和软管（38）连续连接起来的、贯通整动车组（单节或多节编组）的主管路（P）组成。主管路通过一个过滤器（62）、一个止回阀（2）和一个旋塞阀（9）向一个辅助风缸（70）送风。旋塞阀（9）上装有开关，以便监控其是否隔离。沿着风缸向下，管路分为三路。一路向缓解阀（42）供气；另外一路通过诊断旋塞阀（9）向电-气制动阀（43 和 44）供气；最后一路向分配阀（41）供风。来自制动管（G）的供风信号通过一个诊断阀（9）到达分配阀，一个压力开关（51）将控制制动管。现在，根据制动所用的制动系统，电/空常用制动或纯空气制动，产生了引导性的空气信号，该信号通过双向止回阀（45）后进入缓解阀（42）。压力传感器（59）对压力值做出反馈。随后，空气被送至车辆的制动气缸，防滑阀（30）对制动气缸的轴予以保护。内锁阀（6 3）可能截断流向动车轴缸的空气。气动阀（64）是个旁通阀，由制动管加以控制。沿着这两个阀门向下，有一个止回阀（45）。诊断旋塞阀（9）也可能阻止气流，车辆的每个轴都有一个旋塞阀。两个压力开关（59）分别检测动车轴和拖车轴的风缸处于供风还是放风状态。

在车辆的两侧，为每个轴提供可依照压力改变颜色的指示器（27），以便外观检查制动缸的状态。沿着辅助风缸向上重新开始，有个用于停放制动指令的连接。空气通过一个止回阀（2），流经管路至电动阀（49），流经止回阀（45）至诊断阀（9），最后流入停放制动缸（26）。止回阀（45 作为防混装置。辅助风缸也可向停放制动缸供风。在车辆的两侧，为每个停放制动缸提供可依照压力改变颜色的指示器（27），以便外观检查停放缸的状态。风源系统为空气悬挂系统和撒沙设备提供空气。来自主管路的空气通过一个止回阀（2）、压力调节器（61）、风缸（71）和旋塞阀（11），向高度阀（55）、二系悬挂和风缸（54）供风。阀门（56）的作用是均衡同一转向架两侧的悬挂的压力。压力开关（51）检测悬挂的低压。通过风缸上的旋塞阀，可从二系悬挂设备上的各部件排出空

气。此外，来自主管路的空气通过旋塞阀和压力调节器（61）被分为两路，需要时通过阀门（57）撒沙，或者通过阀门（52）保持沙子干燥。也向风管、轮缘润滑设备、门、自动车钩和开闭机构及辅助设备提供压缩空气。可以预见，每个供气过程都使用隔离塞门。

#### 五、基础制动装置

基础制动装置在转向架上的安装情况如图 4-11 所示（以动车转向架为例）。

长客动车组的盘形制动装置也采用钳盘式结构，内置闸调器。所有车轴均配备有 640 毫米（直径）钢制制动盘，并配有减压通风系统；每个从动/拖车轴 3 个轴装制动盘，每个动轴 2 个轴装制动盘。

闸片为粉末冶金型，最大允许温度 600℃，最大磨耗量 30mm。

### 第四节 防滑装置

#### 一、结构

长客动车组使用基于微处理器的防滑和防转系统 MGS。防滑系统由一个电控装置、车轴速度传感器以及防滑阀组成。每个轴上有两个速度传感器和两个防滑阀。气动防滑装置（符合 FicheUIC541-05 标准）采用高性能防滑装置，（以确保达到最高的轮轨粘着力），并在电子控制装置、供风、车轮速度传感器等层面上配有采用冗余配置的微处理器。

冗余装置包括两个电动装置，其中一个包含在 BCU（制动控制装置）中。这两个装置互相通讯，这样在正常运行时，一个是主装置、执行 WSP 功能，而另外一个则执行 DNRA 功能。如果主装置出现故障，另外一个就开始执行 WSP 和 DNRA 功能。

#### 二、作用原理

防滑系统执行以下两个功能：

- 防滑；
- 车轮滑行控制，由两套冗余的防滑系统之一进行监视。

为了避免车轮锁定，防滑系统检测每个车轴的移动并对制动气缸的压力进行控制，以便使车轮和轨道之间的附着力达到最佳。轴箱中安装了带有齿轮的速度传感器。防滑阀门 GV12-1B 被安装在车体下方，位于靠近各转向架的保护区域，电子控制器安装在电气控制柜中。轴速可以通过速度传感器检测，无需直接接触、无磨损。使用轴速信息，微处理器可以计算参考速度和导出“压降（脉冲）”，“压力保持”，“压力增量（脉冲）”等控制命令。由于每个车轴的防滑装置的响应标准是车轮和列车之间的差速，轴加速度和轴速历史记录，因此，包括车轮滑动和加速度的变化。这样，可以获得全面的防滑过程，安全地防止车轮锁定，降至极低的附着值，使车轮永远保持在期望的最佳车轮滑动范围内。为了在防滑响应开始时，使车轮迅速达到期望的车轮滑动范围，从而增加车轮/轨道之间的附着力，以微处理器为基础的防滑系统 MGS 具有启动相位功能。

#### 三、特点

（一）具有综合自检测功能，可识别故障（区别是否永久性或暂时性）到可更换的故障存储装置（与电压无关）；如果需要可提供数字显示。

（二）可通过集成的串行接口（IBIS 和 20 mA）连接到中央诊断计算机；通过附加电路板和附加软件，可将防转功能增加到防滑系统。

这意味着通过使用防滑系统就可以实现防转功能，可以检测速度、提供车辆的运行状况以及防滑系统的状况。此外，防转电路板还可以处理推进控制系统的输入信号，并通过模拟信号对后者施加作用。

（三）提供了特殊的逻辑防转功能，形成参考速度和通过推进控制影响轴速度而使车轮保持在最佳车轮滑动范围内。并且在防滑系统的普通诊断分析系统中同样可进行特殊的防转功能监控和显示。

## 第五节 制动控制

### 一、控制方式

长客动车组制动控制系统在工作时，只可从有司机的那一端的驾驶台上进行控制，制动作用可以按如下三种级别进行控制：

- 通过压力空气进行控制；
- 通过电子制动总线；
- 通过单独的指令线进行电气控制；

通常，在驾驶组合在一起的两列车与单独的一列车时，制动作用的操纵相同；除非组合在一起的两列车出现偏差。

司机室中装有下列设备对制动作用进行控制和监测：

- 组合式自动制动机和制动控制器 FHEL2（B5）
- 组合式电气制动/功率调节手柄
- 司机制动阀 B1 和紧急截断塞门
- 紧急阀 B4
- 双针压力表 B12 和 B13
- 空气制动控制面板
- 中继阀单元电子控制系统 HSM B20
- 主面板上的防滑故障指示灯
- 停车制动按钮和指示灯

每辆车中还有一个制动电子控制装置，该装置包含两个电子部件 MGS-SVB-1 和 MGS-SVB-2，以及 G2 和 G3，这些部件也进行防滑控制。同时，每辆车中还有一个用于对磁轨制动进行控制的控制箱 D18。

动车组制动机的压力空气控制与自动式制动机的类似。贯通全列的制动主管内的空气压力由中继阀 B7 进行调节，每辆车中的制动模块根据制动管中的压力变化对制动作用进行控制。列车除了传递压力变化信号，还为制动设备供应所需的压力空气。

电子制动总线将不同车辆中的制动控制装置 HSM、MGS-SVB-1 以及 MGS-SVB-2 彼此连接起来。通过制动总线，HSM 将操纵指令发送到车辆中的 MGS 装置。制动总线还用来在不同的设备间传输故障和操纵信息。当控制电压加到司机操作台的瞬间，制动总线立即触发。当操纵模式开关由气密测试模式移开时，HSM 对制动总线进行初始化，将其置于制动操纵状态。

单独的电气控制已在某些重要操纵和故障报告中加以应用。以下的功能都是靠单独的、贯通全列的 110 V 电气来进行控制的：

- 制动缸压力指示灯 P4H20 的控制。该指示灯由压力控制器 B9 操纵。
- 用开关 P3S27 对磁轨制动进行的控制
- 制动施加/缓解阀供气管
- 停车制动施加/缓解控制

- 停车制动“开”指示
- 乘客紧急制动显示信号
- 乘客紧急制动解除

## 二、各种制动作用的控制

### （一）常用制动

司机室中的制动手柄将向动车组总线发送制动命令，该制动命令将被不同车辆的各制动控制装置读取和编译，并将制动命令发送给牵引单元，进行电制动以及电空制动空气系统进行摩擦制动。在常用制动模式下，电力制动优先。

禁止通过牵引控制器激活联锁电磁阀对动车轴实施空气制动。在处于施加常用制动的最大位置情况下，对动车轴实施最大的电力制动，并对拖车轴实施一个气动制动力，以确保达到制动能力。在低速下（小于 10km/h）以及在动车轴发生电制动故障情况下，应通过将联锁阀设定为失电状态，启动空气制动。只有当电制动系统达到最大值时，空气制动力才作用于拖车轴。常用制动时，牵引被切断。

### （二）紧急制动

在紧急制动时，牵引和电制动被切断，空气制动施加最大的制动力。紧急制动可通过以下装置进行控制：

- 制动手柄处于紧急制动位置。在该位置下，安全环线断开，所有车辆均实施最大的空气制动力；
- 司机室的按钮；
- 安全装置（信号系统）；
- 异常情况下安全环线断开；
- 旅客报警\*（旅客报警装置中间状态被打破/切断）。

按钮（32）连通制动管，沿动车组排列的安全环线断开，各尾车上的应急阀（34）将制动管放空，分配阀产生最大制动力。自动制动（而非 EP 制动）保证了采用紧急制动的安全。采用紧急制动时，安全环线的断开不仅防止了 ED 制动，而且使备用制动中的阀门（8）断开，以防再次向制动管供气。

#### \*旅客报警系统

动车组均配备有一个旅客报警系统（每个旅客车厢均应配备有两个报警手柄），该指令可以被司机撤消。启用旅客报警系统时，会产生下列情况：

- ◇ 向司机发送一个可视声响信号；
- ◇ 头车中紧急制动面板（12）上的电磁阀断开，实现紧急制动；
- ◇ 阀门（8）断电，以防重新向制动管送气；
- ◇ 手柄复位时，旅客报警操作结束。

### （三）备用制动

如果电控装置发生故障或处于救援模式，动车组可启动备用制动继续运行。之后，制动将通过制动管（600kPa）中的压力进行控制，该压力将通过安装在驾驶室中由时间控制的制动控制器进行调节，这一控制器由手动开关激活。

备用制动系统具有紧急制动功能，同时产生紧急制动距离。在每辆车中，一个弹簧作用的分配阀将给中继阀提供命令。启动备用制动操纵时无法采用动力制动。制动管上的压力开关和备用制动手柄上的微动开关抑制牵引。

### （四）停放制动

动车组应配备有一个从总制动风缸供风的弹簧作用的停放制动，配有手动缓解装置，可以满足在 30‰坡道上安全停放。

停车制动应配备有：

- 防混合装置；
- 永久式手动缓解装置，该装置可通过弹簧作用式制动的供风自动复位；
- 集中式启动/关闭电空控制，可通过一个安装在驾驶室中的按钮进行操纵，并应以稳定方式进行启动。

停放制动的状态显示在司机台上，可通过司机按钮启动或缓解停放制动，并通过压力开关（51）进行检测。采用停放制动时，禁止牵引。动车组走行过程中，禁止启动停放制动。机械释放装置的手柄应安装在相关风缸上及其它所用风缸的同一侧。弹簧制动的制动、缓解状态可通过以下方式加以指示：

- 驾驶室指示灯；
- 每个停放制动机外侧配有一个指示器。红色表示：司机室采用停放制动，或转动塞门、气动隔离停放制动。绿色表示：司机室气动缓解了停放制动。

## 第六节 制动系统的维修

### 一、检修周期

长客动车组的检修周期以走行公里为主，以时间为辅，其检修周期分为五个等级：日常级是每日运行结束后的例行检查；基本级是“基本性”检修，检修周期为 6 万公里；第三级是一级大型维修，检修周期是 120 万公里；第四级是二级大修维修，检修周期是 240 万公里；第五级是三级大型维修，检修周期是 480 万公里。

### 二、检修内容

长客动车组制动系统各零部件的检修标准见表 4-1：