

毕业设计论文

题目：数字式与模拟式制动系统分析研究

摘 要

人为地使运动物体减速或阻止其加速叫做制动。对于城市轨道交通车辆来说，为了运动着的电动车组能够迅速的减速或者停车，必须对它实施制动；为了防止在下坡道上运行时由于电动车组的重力作用导致电动车组速度增加，也需对其实施制动；同时为了避免停放的车辆因重力作用或风力吹动而溜走，亦需要对其实施制动。为了能实施制动，需要在城市轨道交通车辆上安装由一整套零件组成的一个完整的制动系统装置。它包括两个部分：制动控制系统和制动执行系统。控制系统由制动信号发生与传输装置和控制制动装置组成。制动执行系统通常称为基础制动装置，有闸瓦制动和盘型制动等。制动系统的设置目的是为了实现在列车能够按照人的意志减速或准确停车，所以制动系统性能的好坏，不仅影响着列车制动效果，而且影响着城轨车辆的运输安全。

城市轨道交通车辆运行过程中，制动系统是一个重要的组成部分，它是车辆安全运行的保证，在紧急情况下能迅速停车，对减少事故和人员伤亡有重要的意义。同时也直接涉及到车辆的运行性能和安全，影响乘客的乘坐舒适度。可见，制动系统是保证行车安全的极为重要的一个系统。在这里简单介绍了制动系统在城轨车辆运行中的重要意义，制动系统的种类、工作原理以及其基础制动装置的组成。在列车滑行会产生普遍的轮轨发热、轮轨擦伤，严重时会使线路失稳，产生胀轨跑道事故。因此，有效的制动控制也是极为重要的。

关键词：制动系统；模拟式；数字式

目 录

摘 要	II
目 录	III
引 言	1
第一章 城轨车辆制动方式的整体介绍	2
1.1 城轨车辆制动系统的定义	2
1.1.1 制动的基本概念	2
1.1.2 列车制动系统	2
1.2 城轨车辆制动系统的分类	3
1.3 城轨车辆制动系统的发展历史	3
第二章 模拟式与数字式制动系统制动系统分析	4
2.1 EP2002 模拟式制动系统	4
2.1.1 智能阀	4
2.1.2 网关阀	4
2.1.3 RIO 阀	4
2.2 KBGM 模拟式制动系统	5
2.2.1 供气单元	5
2.2.2 制动控制单元	6
2.3 SD 型数字制动系统	10
2.3.1 SD 型制动系统的工作原理	10
2.3.2 SD 型数字制动系统结构组成	10
2.4 模拟式与数字式制动系统对比分析	13
2.4.1 数字式制动系统优缺点	13
2.4.2 模拟式制动系统优缺点	14
第三章 城轨车辆常见制动系统故障及检修	15
3.1 常见制动系统故障及维修方法	15
3.2 检修	15
3.2.1 制动控制单元 BCU 的检修	15
3.2.2 制动微机控制单元 EBCU 检修	16
3.2.3 防滑系统的检修	17

3.2.4 单元制动机检修	17
3.2.5 管路和储气缸的检修	19
结 论	21
参 考 文 献	22
致 谢	23

引 言

在我国,由于经济建设的蓬勃发展,各种运输量增加很快,特别是市内客流量成倍或成几十倍的增长,加上城市基础设施建设相对滞后,导致公共交通问题越来越突出,严重的影响了经济建设的进程。另外,由于城市内部建筑物密度大,特别是老城区,各种建筑物、构造物比比皆是,城市里的剩余空间越来越小,旧城改建十分困难。

城市轨道是世界公认的低能耗、少污染的“绿色交通”,是解决“城市病”的一把金钥匙,对于实现城市的可持续发展具有非常重要的意义。地下铁道作为特大城市快速轨道交通的主要模式,其运输能力大,单方向高峰运输能力为 35 000 人次/h 以上,并具有准时、快速、舒适、安全的特点,能充分利用地下空间,对环境不产生污染。

由于站间距短、列车加速、减速及停车频繁。为了提高运行速度,增加列车密度,必须使列车起动快、制动快,制动距离短。这就要求其制动具有操作灵活。动作迅速、停车平稳准确、制动率及制动功率相对较大等特点。制动系统是地铁车辆安全可靠运行的基本保障。本文将对数字式及模拟式制动系统进行分析研究对比。

第一章 城轨车辆制动方式的整体介绍

1.1 城轨车辆制动系统的定义

1.1.1 制动的基本概念

制动是指人为施加的外力，使运动的物体减速或阻止其加速，以及保持静止的物体静止不变的作用。制动效能的大小和制动施加的时机由人为掌控。

使列车减速或阻止其加速的力称为制动力，而产生并控制这个制动力的装置叫做制动机。也称为制动装置。从能量变化的角度理解，制动过程就是一个能量转移过程，是将列车运行所具有的动能人为控制地转变成其他形式能量的过程，因此列车的制动过程必须具备两个基本条件：实现能量转换；控制能量转换。

此时，制动装置是用以实现和控制列车动能转换的一套装置。

对城市轨道交通车辆施行制动的目的在于：使运行中的列车能迅速地减速或停车；防止列车在下坡道时由于列车的重力作用导致列车速度增加；列车停稳后，避免停放的列车因重力作用或风力作用而溜车，这时也被称为停放制动。反之，对已实施了制动的列车，重新启动或再次加速，必须解除或减弱其制动，这种作用称为制动的缓解。

1.1.2 列车制动系统

为了能施行制动或缓解制动，需要在列车上安装一整套完整可操纵并能进行控制和执行的系统总称为列车制动系统。由于城市轨道交通车辆与铁路车辆的编组形式不同，一般由动车和拖车组成，因此也可按其编组形式的不同分为动车制动装置和拖车制动装置。

操纵全列车的制动功能的设备一般安装在列车两端带司机室的头车上。

一套列车制动装置至少包括两个部分：制动控制部分和制动执行部分。制动控制部分主要包括制动信号的发生与传输装置；制动执行部分（也称为基础制动装置）包括闸瓦制动和盘式制动等不同的制动装置。

列车的制动能力是指该列车的制动系统能使其在规定的的安全范围内或规定的安全制动距离内可靠停放的能力，它与列车的运行安全直接有关。一般来说，城市轨道交通系统都有明确的制动距离（紧急制动距离）不得超过某一规定值。而列车的最高运行速度与列车的牵引功率有关，但它更应该受到制动能力的限制。和其他轨道车辆一样，制动装置是城市轨道交通车辆的重要组成部分之一。

制动控制系统是空气制动系统的核心，它接受司机或自动驾驶系统（ATO）的指令，并采集车上各种与制动有关的信号，将指令与各种信号进行计算，得出列车所需的制动力，再向动力制动系统和空气制动系统发出制动信号。动力制动系统进行制动时将实际制动力的等值信号反馈给制动控制系统，制动控制系统通过运算协调动力制动和空气制动的制动量。空气制动系统将制动系统发来的制动力信号经流量放大后使执行部件产生相应的制动力。这就是制动控制系统的主要功能。

1.2 城轨车辆制动系统的分类

目前，我国城轨车辆制动系统主要分为国内和国外产品，国内制动系统为铁道科学研究院机车车辆研究所研制的制动系统，国外制动系统主要包括德国 KNORR 制动系统、日本 NABTESCO 制动系统。以上均属于当今主型的模拟式直通电空制动系统，具有反应快速、操纵灵活，以及与牵引、TCMS(列车控制管理系统)和 ATC 等系统协调配合等特点。主要对这些制动系统的制动控制、装置组成和功能进行介绍。

1.3 城轨车辆制动系统的发展历史

20 世纪 60 年代北京地铁首先采用干线客车 GL 型制动机的改造型，由于性能等问题，不久开始采用 SD 型电空制动机。80 年代末引进美国西屋公司（已被 KNORR 公司收购）的模拟式电空制动系统逐步取代了原有的 SD 型电空制动机。20 世纪 90 年代中后期，我国开始投入运用的城轨车辆采用了微机控制直通电空制动系统，包括德国 KNORR、法国 FAIVELEY 和日本 NABCO 制动系统。微机控制直通电空制动系统主要由制动指令发生及传输系统、微机控制单元、制动控制单元、防滑控制系统、基础制动装置、风源系统、辅助制动装置等组成，具有以下特点：具有制动力控制精确、空重车调整、故障导向安全、防滑控制等特点和功能。随着国内城市轨道交通建设的迅猛发展，打破国外垄断，我国加速推进城市轨道交通国产化，2003 年有关单位研制出具有我国自主知识产权的微机控制直通电空制动系统，标志着我国城市轨道交通车辆制动技术达到了国际先进水平

目前，我国城轨车辆制动系统主要分为国内和国外产品，国内制动系统为铁道科学研究院机车车辆研究所研制的制动系统，国外制动系统主要包括德国 KNORR 制动系统、日本 NABTESCO 制动系统。以上均属于当今主型的模拟式直通电空制动系统，具有反应快速、操纵灵活，以及与牵引、TCMS(列车控制管理系统)和 ATC 等系统协调配合等特点。

国产制动系统由铁道科学研究院机车车辆研究所研制的国产制动系统，已成功运用于各城市的地铁车辆中，如天津滨海线所采用的制动系统。该系统采用微机控制的模拟式电空制动系统，制动控制系统采用车控方式，即每辆车都配有一套电空制动控制装置(EBCU)，

空气簧压力取自前后转向架各 1 点，将其平均后进行控制，EBCU 内设有监控终端，具有自诊断和故障记录功能。

空气制动系统能在司机控制器、ATO 或 ATP 的控制下对列车进行阶段或一次性的制动与缓解。该系统具有反应迅速、操纵灵活、能与电制动混合使用、防滑控制、紧急制动等功能。

第二章 模拟式与数字式制动系统制动系统分析

2.1 EP2002 模拟式制动系统

EP2002 制动控制系统为电气模拟指令式制动控制系统，其核心部件是 EP2002 阀，负责空气制动系统的控制、监控及与车辆控制系统的通信。EP2002 制动控制系统区别于常规制动控制系统的最显著特点为：采用一个 EP2002 阀控制一个转向架的分布式控制方式。这样，万一节车的一个阀出现故障，只会失去一个转向架的制动力，减小了对车辆产生的影响。

EP2002 系统引入分散式制动控制概念，将制动控制和制动管理电子设备以及常用制动 (SB) 气动阀、紧急 (EB) 制动阀和车轮防滑保护装置 (WSP) 气动阀等多个模块集成到一个阀体中，分别组成智能阀或网关阀，并安装在其所控制的转向架上 (每个转向架 1 个阀门)。

2.1.1 智能阀

智能阀是一个机电一体化集成阀，主要由气动阀单元 (PVU)、供电单元 (PSU) 卡、本地制动管理 (RBX) 卡等部件组成。智能阀根据相应网关阀提供的制动要求 (通过 CAN 总线传输) 来控制其所在转向架上的制动器缸压力 (BCP)，同时对每根轴的 WSP 进行控制。采用软、硬件组合的方式控制和监测制动施加情况，并检测潜在的危险故障。防滑系统结合本车取得的轴速数据和从其他相关阀 (网关阀或智能阀) 获得的速度数据进行控制。

2.1.2 网关阀

由气动阀单元 (PVU)、供电单元 (PSU) 卡、本地制动管理 (RBX) 卡、制动管理 (BCU) 卡、可选网络 COMMS 卡等部件组成，具备 EP2002 智能阀的所有功能，并执行制动管理功能和提供 EP2002 控制系统与列车管理系统之间的接口。通过定制的网关阀可与 MVB、LON、FIP、RS485 通信网络或传统的列车线及 PWM 系统等各种接口方式进行通信传输。在 EP2002 系统中，网关阀可将制动要求分配到系统所有的制动器上，以满足列车制动需求。

2.1.3 RIO 阀

具有与网关阀相似的系统结构，但是不能进行制动控制运算，也没有与上级网络通信的网络接口，只能通过硬连线与相连转向架上的牵引单元通信，实现动力制动与空气制动的协调工作。

2.2 KBGM 模拟式制动系统

2.2.1 供气单元

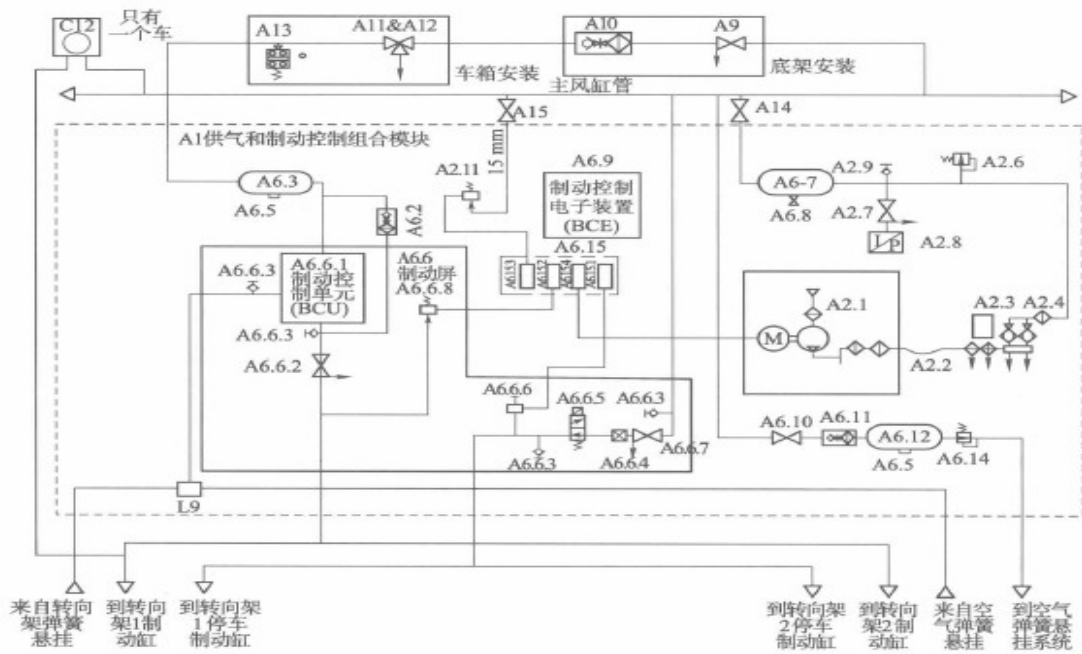
供气单元主要由 VV230 / 180—2 型活塞式空气压缩机组 A1、单塔空气干燥器 A7 和多个、50L 制动储风缸和 50L 客室风动门风缸。在每个 C 车上另外还有一个 50L 的用于空气干燥器的再生风缸。

空气压缩机组 A1 要为每个车组 (A—B—C 或 B—C) 提供足够的所需的干燥压力空气, 在供气过程中由安全阀 A6 和压力继电器 (气—电开关) A13 对空气压力进行监控。安全阀的锁定值为 1000kPa; 压力继电器是空气压缩机组电动机的控制元件, 它的开启压力为 700kPa, 切断压力为 850kPa。整个供气系统除了为空气制动供气外, 还为受电弓升降、客室气动门、空气悬挂系统和刮雨器等提供压缩空气。

单塔空气干燥器 A7 输出的压力空气通过单向阀 A14 和总风管到达每辆车的总风缸 A9、制动储风缸 B4、空气弹簧风缸和客室车门风缸。司机室驾驶台上的双针压力表 B29 用白色和红色指针分别显示总风管压力和制动缸压力。

在空气制动系统中, 由制动储风缸进入制动控制单元 B6 的压力空气, 在微处理机和制动控制单元的控制下, 进入各个单元制动机, 中间要经过数个截断塞门 B9 和排气 (防滑) 阀 G1 等。排气阀仅受微处理机的防滑系统控制, 在制动和缓解过程中, 排气阀仅作为进出制动缸的压力空气的通道而已, 不产生任何动作。

此外, 总风管还通过截断塞门 B2、减压阀 B12、电磁阀 B19 及双向阀 B20 通向具有弹簧 (停车) 制动器的单元制动机 C3。这条通路是由司机在驾驶室内操纵电磁阀 B19 来控制停放制动的施行或缓解的, 而双向阀 B20 的另一端与一般的单元制动机 C1 相连, 这主要是为了防止通常制动与停放制动同时施加而造成制动力过大的安全回路。



1.

图 2.1 KBGM 模拟式制动系统

2.2.2 制动控制单元

(1) 模拟转换阀

模拟转换阀又称为电—气转换阀或 EP 阀，是由一个电磁进气阀（类似控导阀）、一个电磁排气阀和一个气—电转换器组成，如图 2.2 所示。当电磁进气阀的励磁线圈接收到微处理器要求提供摩擦制动的电指令时，吸开阀芯，使 R 口引入的制动储风缸的压力空气通过该进气阀转变成与电指令要求相符的压力，即预控制压力 $Cv1$ ，并送往紧急阀（通过它的旁路）。与此同时，具有 $Cv1$ 的压力空气也送往气电转换器和电磁排气阀。气—电转换器将压力信号转换成相对应的电信号，马上反馈送回微处理器，让微处理器将此信号与制动指令比较。如果信号大于制动指令，则关小进气阀并开启排气阀；如果信号小于制动指令，则继续开大进气阀，直到预控制压力 $Cv1$ 与制动电指令的要求相符为止。从模拟转换阀出来的 $Cv1$ 压力空气通过气路板内的气路进入紧急阀的 A2 口。

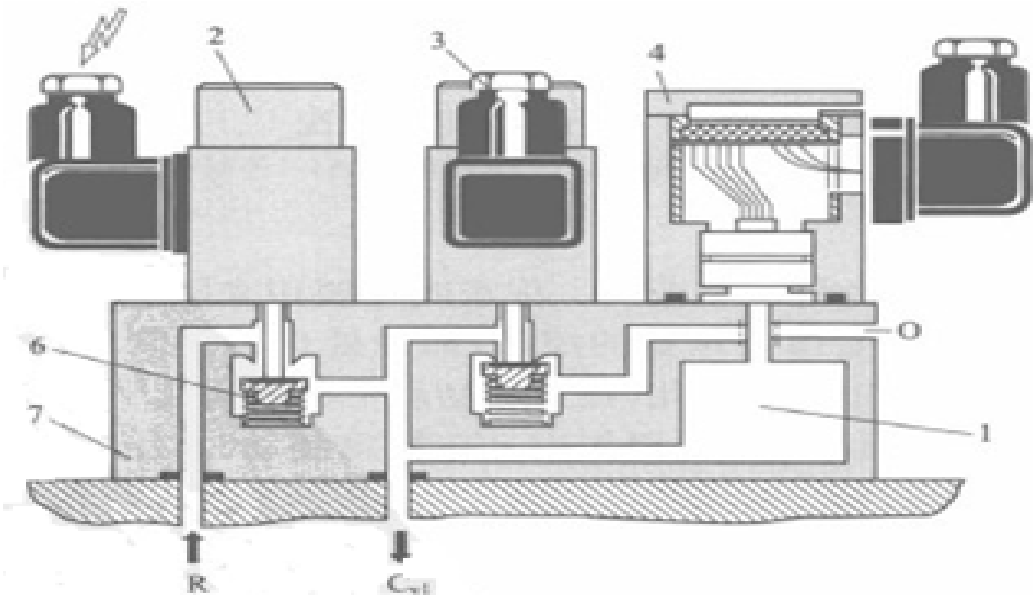


图 2.2 模拟转换阀

1-气电转换器；2-电磁排气阀；3-电磁进气阀(图示线圈处于励磁状态)；4-阀座；5-阀；6-弹簧；7-阀体；
R-由制动储风缸引入压力空气；Cv1-预控制压力空气引出；D-排气口

(2) 紧急阀

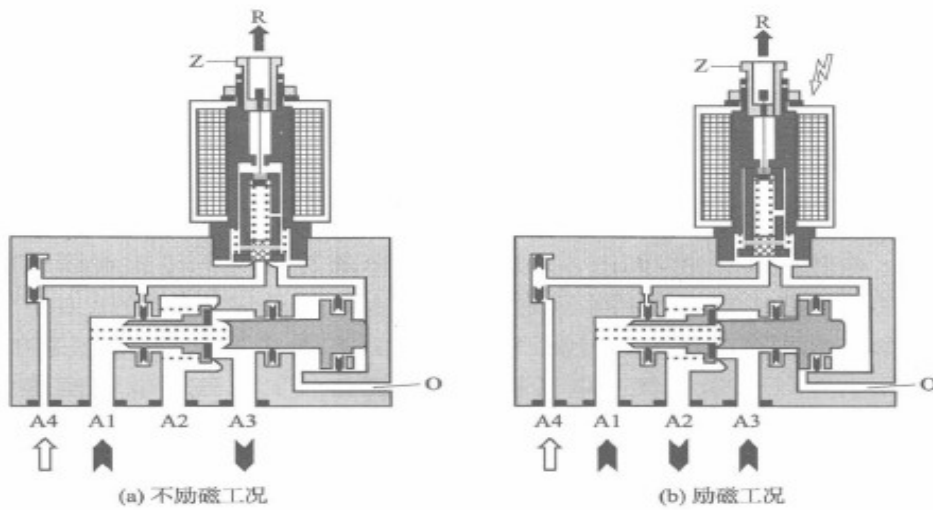


图 2.3 紧急阀两种工况

A1-通制动储风缸；A2-通模拟转换阀；A3-通称重阀；A4-控制空气的通路；O-排气口

紧急阀实际上是一个二位三通电磁阀，它有三个通路：A1 与制动储风缸相连接，A2 与模拟转换阀输出口相连接，A3 与称重阀的进口相连接。在紧急制动时，紧急阀不励磁，滑动阀受弹簧压力滑向右侧，使制动储风缸与称重阀直接相通，而切断模拟转换阀与称重阀的通路，使压力空气直接通过称重阀作用在单元制动机上。在常用制动时，紧急阀励磁，滑动阀受控制空气压力滑向左侧，使模拟转换阀与称重阀相通，而切断与制动储风缸的通路，这时预控制压力 $Cv1$ 越过模拟转换阀而直接进入称重阀。当预控制压力 $Cv1$ 经过紧急阀时，由于阀的通道阻力使预控制压力略有下降，这个从紧急阀输出的预控制压力称为 $Cv1$ 。同样， $Cv1$ 压力空气通过气路进入称重阀。

(2) 称重阀

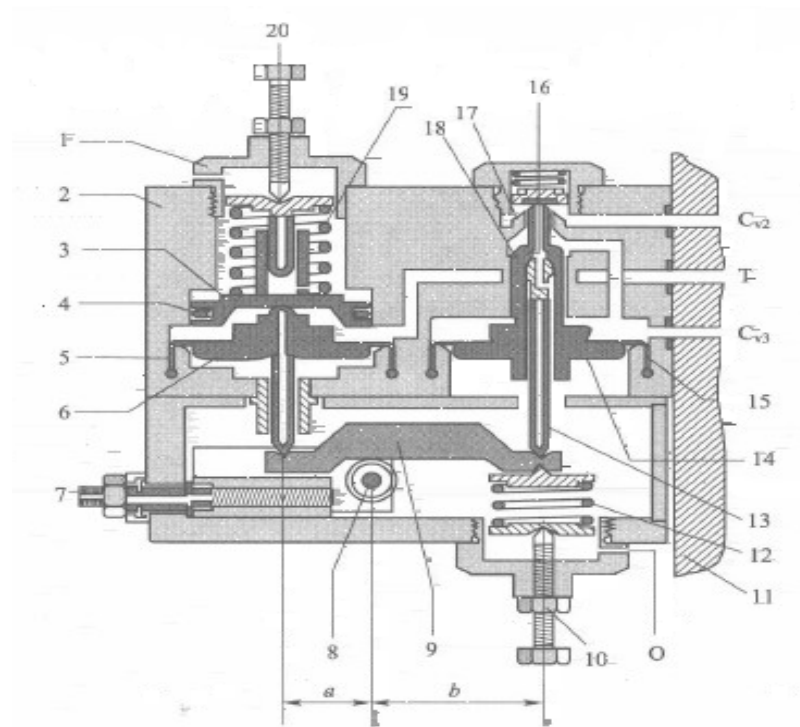


图 2.4 称重阀

1-螺盖；2-阀体；3-从动活塞；4-K形密封圈；5-膜板；6-活塞；7-调整螺钉；8-支点滚轮；9-杠杆；10-调整螺钉；11-管座；12-弹簧；13-空心杆；14-活塞；15-膜板；16-橡胶夹心阀；17-充气阀座；18-排气阀座；19-弹簧；20-调整螺钉

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/927062005154006062>