

SD型 电控制动机

人民铁道出版社

SD 型电控制动机

彭守田 陈毅生 韩东云 合编
孙福祥 计生君

人民铁道出版社

1979年·北京

内 容 简 介

本书介绍了地下铁道车辆用 SD 型电控制动机的结构、作用原理、工作性能、故障及故障处理。

可供有关工人、工程技术人员学习参考。

SD 型电控制动机

彭守田 陈毅生 韩东云 合编
孙福祥 计生君

人民铁道出版社出版

责任编辑 杨宾华

封面设计 翟 达

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：1.75 插页：1 字数：37千

1979年7月第1版 1979年7月第1次印刷

印数：0001—5,000 册

统一书号：15043·5129 定价：0.16 元

目 录

第一章	绪言	1
第二章	空重车调整阀	4
第三章	七级中继阀	9
第四章	控导阀	16
第五章	空电转换器	18
第六章	其它部件	21
第七章	控制线路	30
第八章	综合作用	39
第九章	电控制动机的主要性能	44
第十章	运用中发生的故障及处理方法	50

第一章 绪 言

目前车辆上采用的制动装置是空气制动机，它是由司机操纵制动阀，增减列车制动管的空气压力，促使三通阀（分配阀）动作，从而使副风缸中的压力空气经三通阀（分配阀）进入或排出制动缸，来完成制动和缓解作用。采用这样的制动操纵方式，就需要一定的时间来增减列车制动管的压力，使制动缸压力上升或缓解。在常用制动时，一般制动缸压力的上升时间需要8~10秒，缓解时间需要15秒左右。一般的电空制动机，是利用电磁阀沟通副风缸和制动缸的空气通路，制动时间虽然可以缩短一些，但由于阶段制动和阶段缓解是根据手把在制动位的停留时间决定的，因此难以达到正确的分级操纵，在运用上造成不便。

地下铁道由于站距短，调速及停车频繁，故要求车辆制动机的动作快、制动距离短、操纵灵活、停车平稳和准确。同时又由于地下铁道车辆自重较轻，旅客上下时对车辆载重的影响较大，必须在各种情况下使车辆的制动率不随载荷而变化，始终保持恒定的性能。

近几年来，由于可控硅斩波技术的发展，地铁车辆逐步采用斩波控制再生制动或电阻制动。但在施行电制动（再生制动或电阻制动）过程中，开始制动时，电制动电流上升稍有滞后，而快要停车时，制动电流又衰减很快，因此在上述两种情况下均需要由空气制动来补偿电制动力的不足，以保证制动率为恒定。同时为了提高运输能力，在地铁车辆上将采用列车自动控制，因而要求地铁车辆制动机应具有能与列车

自动控制装置协调配合的性能。显然在地铁车辆上采用空气制动机或一般的电空制动机很难满足上述要求。为了适应地铁车辆的特殊要求，长春客车工厂和铁道部科学研究院、铁道部电务工程总队、西南交通大学和北方交通大学等单位共同研制成SD型电控制动机（简称SD型制动机），经过一系列的室内试验和现车运行试验表明，它完全能适应和满足地铁车辆的特殊要求，性能良好、运用可靠、是一种比较先进的制动机。本书即是根据研究、试制和试验的成果资料编写而成的；在编写中，沙茂世、周圣齐、林台平、李宝树、刘振山、林树中、孙三其、王峰杰、王猷丕、饶忠等同志参加了此项工作，金竹同志对原稿进行了审校，并提出了宝贵意见。

一、SD型制动机的基本原理

如图1—1所示，SD型电控制动机是由制动控制器、空重车调整阀、七级中继阀、控导阀、空电转换器、紧急电磁阀、故障缓解电磁阀、备用电磁阀、双向阀等组成。制动控制器是司机操纵列车进行制动及缓解作用的装置。空重车调整阀相当于一个称重装置，它根据乘客的多少而变化的空气弹簧的压力信号，输出相应的空气压力，并经由七级中继阀来控制制动缸压力，使车辆保持恒定的制动率，七级中继阀相当于一个空气加减法运算器，来自于制动控制器的指令信号，通过三个电磁阀的交互动作，将空气压力输入到七级中继阀膜板室，按不同的组合方式进行加减，以输出七个逐级增量值的压力供给制动缸，而产生制动和缓解作用。控导阀是将电制动力的信号变为空气压力输入到七级中继阀里的混合器中，通过混合器的减法运算，使电制动力不足部分由

空气制动来补充。空电转换器是把载重变化信号输送给电制动和牵引系统，使电制动和牵引电流能与车辆载重相适应。紧急电磁阀是为保证安全而设置的一种装置。备用制动电磁阀和备用保压电磁阀是当正常制动系统发生故障时，仍能保证继续运行的制动装置。双向阀是为七级中继阀与备用制动系统交替使用而设置的。

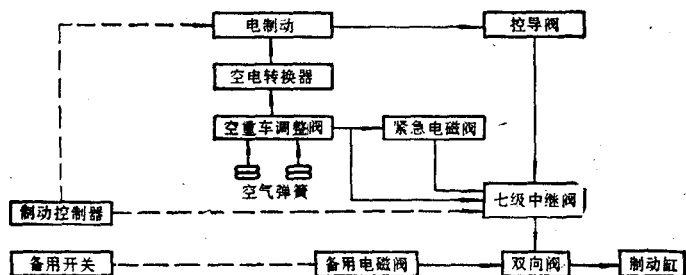


图 1-1 SD型电控制动机原理图
 → 压力空气流向， - - - → 电流方向。

二、SD型制动机的优点

1. 制动和缓解作用快，空走时间短，从而可以缩短制动距离。
2. 制动缸压力具有七级变化，有利于调速，而且各级压力上升时间基本一致，并且稳定、准确，操纵灵活方便。
3. 具有空重车调整装置，可根据乘客多少自动调节制动力，因此能得到恒定减速度，并使停车平稳和减少列车纵向冲动。
4. 能与电制动相配合，当电制动力不足时，空气制动

能自动进行补偿,使整个制动过程中制动力基本保持不变,从而提高旅客的舒适度。

5. 能与列车自动控制装置配合,使定位停车准确。

6. 设有紧急制动装置,当控制器手柄置于紧急位时或因列车分离和断电故障时,列车能自动实行紧急制动,以确保行车安全。

7. 除了上述常用制动系统外,还设有备用制动系统。当常用制动系统发生故障时,用以保证车辆继续运行。

8. 整个装置结构简单,各部件均装在一块集装板上,简化了管路,减轻了重量。同时,由于采用了O形密封圈、橡胶膜板结构,维修简单,并可以延长检修期。

第二章 空重车调整阀

空重车调整阀的作用是根据车辆载重的变化,即根据乘客的多少自动调节制动力,并通过七级中继阀的作用使车辆保持恒定制动率。它是利用空气弹簧的压力变化来控制空重车调整阀的输出压力,使之始终保持与车辆载重成一定的比例关系。考虑到车辆载重的不平衡,采取前后转向架对角的两个(即1、4位或2、3位)空气弹簧压力为输入信号,这样就能准确的使空重车调整阀的输出压力与乘客多少相适应。

一、构造

空重车调整阀由上面的压力供排部、中间弹簧调整部和下面的空气弹簧压力平均运算部共同组成,如图2—1所示。

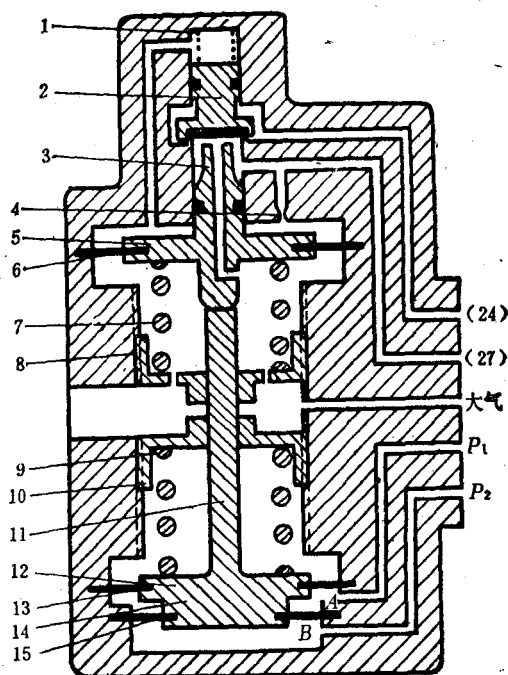


图 2—1 空重车调整阀

1——弹簧；2——给排阀；3——均衡鞣鞣杆；4——节流孔；
5——均衡鞣鞣；6——膜板；7——上调整弹簧；8——上调整螺母；
9——下调整弹簧；10——下调整螺母；11——鞣鞣杆；12——大鞣
鞣；13——大膜板；14——小鞣鞣；15——小膜板。

压力供排部 主要由弹簧1、给排阀2、均衡鞣鞣杆3、节流孔4、均衡鞣鞣5和膜板6组成。

弹簧调整部 主要由上调整弹簧7、上调整螺母8、下调整弹簧9和下调整螺母10组成。

空气弹簧压力平均运算部 主要由鞣鞣杆11、大鞣鞣12、大膜板13、小鞣鞣14、小膜板15组成。

空重车调整阀共有五条空气通路：通路(24)——通总

风缸；通路（27）——空重车输出，中间孔通大气； P_1 和 P_2 分别连接两个转向架空气弹簧的1、4位或2、3位。

二、作 用

当车辆处于空车状态时，由于空气弹簧的空气压力作用，将膜板13和15向上推，其向上的推力与下调整弹簧9的反力相平衡，使膜板13和15处于水平位置，这时鞣鞣杆11刚好与均衡鞣鞣杆3相接触而无作用力，因此不能推动均衡鞣鞣杆3向上移动。空重车的输出压力是由上调整弹簧7来进行调整，在上弹簧作用下，均衡鞣鞣杆3向上移动，打开给排阀2，同时关闭了通大气的通路，使压力空气经过打开的给排阀2，再经通路（27）供给七级中继阀。同时由总风缸来的压力空气又经过节流孔4送到均衡鞣鞣5的上方，当鞣鞣上方的空气压力与下方调整弹簧7的作用相平衡时，均衡鞣鞣5下移，给排阀2在弹簧1的作用下向下移动而关闭阀口，停止向通路（27）供风，即不向七级中继阀输出压力空气。七级中继阀输出的压力空气值，相当于上调整弹簧7的调整压力值。当空气弹簧压力为2.6公斤/厘米²时，空重车调整阀输出压力设计值为3.0公斤/厘米²。

当重车时，空气弹簧压力随乘客增加而升高时，则作用在膜板13和15下部的空气压力也随之增大，压缩下调整弹簧9，使鞣鞣杆11推动均衡鞣鞣5上移，关闭通大气的通路，同时打开给排阀2，使总风缸的压力空气经通路（24）向通路（27）供风，流向七级中继阀。同时，经节流孔4流向均衡鞣鞣5的上方。当鞣鞣上方作用力与空气弹簧作用力及调整弹簧的作用力相平衡时，空重车调整阀停止输出空气压力。当两个空气弹簧压力均为4.2公斤/厘米²时，空重车调

整阀输出压力设计值为4.2公斤/厘米²。空气弹簧压力与空重车输出压力关系如图2—2所示。

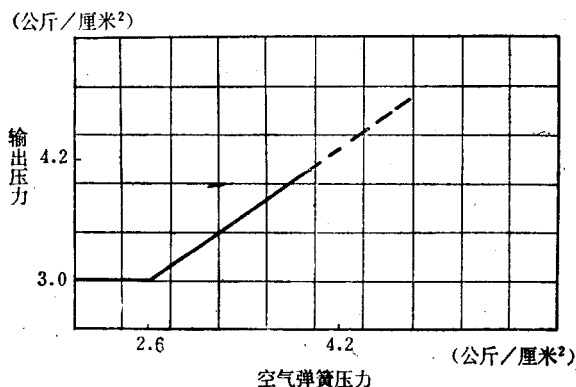


图2—2 载重与输出压力的关系

当乘客减少时，空气弹簧压力也随着下降，均衡鞣鞣5向下作用力就大于空气弹簧及上调整弹簧7的向上作用力，于是均衡鞣鞣5下移，给排阀2切断(24)至(27)的空气通路。而均衡鞣鞣杆3向下移动离开了给排阀2，通路(27)的空气压力经均衡鞣鞣杆3的空心孔排向大气，直到均衡鞣鞣上方所受的空气压力与空气弹簧作用在膜板13和15的力相平衡为止，于是均衡鞣鞣杆3再次上移，使其与给排阀2接触，遮断大气通路成为平衡状态。

如果因为空气弹簧破损而无空气压力时，由于上调整弹簧7的作用，能在任何情况下保证空重车调整阀输出空车时的压力(3.0公斤/厘米²)。

三、膜板有效面积的选择

为了使空重车调整阀输出的压力和载重成比例关系，所

以在设计膜板时,各膜板必须有一定的比例。已知当空车时,空气弹簧压力为2.6公斤/厘米²,空重车调整阀输出压力为3.0公斤/厘米²;重车时,空气弹簧压力为4.2公斤/厘米²,空重车调整阀输出压力为4.2公斤/厘米²,根据空重车调整阀的输出和空气弹簧的压力变化,来选择三个膜板的面积比(图2—3)。

由空车到重车时,空气弹簧压力变化为:

$$\begin{aligned} P_2 &= 4.2 - 2.6 \\ &= 1.6 \text{ 公斤/厘米}^2 \end{aligned}$$

由空车到重车时,空重车调整阀输出压力变化为:

$$\begin{aligned} P_1 &= 4.2 - 3.0 \\ &= 1.2 \text{ 公斤/厘米}^2 \end{aligned}$$

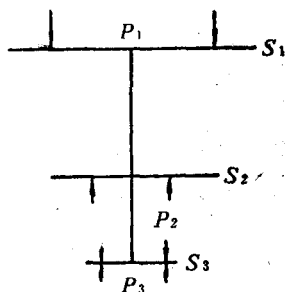


图2—3 膜板空气压力作用简图

根据保压时三个膜板作用力的平衡条件,建立如下方程式:

$$P_1 S_1 + P_2 S_3 = P_3 S_3 + P_2 S_2$$

如果 $P_2 = P_3$ 则得 $P_1 S_1 = P_2 S_2$

把 P_1 、 P_2 数值代入上式则得

$$1.2 S_1 = 1.6 S_2$$

$$\therefore \frac{S_2}{S_1} = \frac{1.2}{1.6}$$

$$S_2 = 0.75 S_1$$

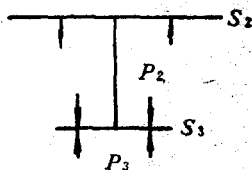


图2—4 空气弹簧压力作用简图

S_3 可按如下方法求出,即当两个空气弹簧压力不同时,空重车调整阀输出压力应与两个空气弹簧的空气压力平均值相适应如图(2—4)所示。

按图 (2—4) 可列出下列方程式:

$$P_2 S_2 + P_3 S_3 - P_2 S_3 = \frac{P_2 + P_3}{2} S_2$$

移项
$$S_3 (P_3 - P_2) = \frac{P_2 + P_3}{2} S_2 - P_2 S_2$$

$$S_3 = \frac{P_3 - P_2}{2(P_3 - P_2)} S_2$$

即
$$S_3 = \frac{S_2}{2}$$

由上式得出 S_3 膜板应是 S_2 膜板的 0.5 倍, S_2 膜板是 S_1 膜板的 0.75 倍,

即
$$S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 0.75 : 0.375$$

第三章 七级中继阀

七级中继阀是一个用电气控制的, 并能进行加减法运算的中继阀, 来自制动控制器的指令信号, 通过三个电磁阀的交互励磁和消磁, 将空气压力输至七级中继阀膜板室内, 按不同的组合方式相加减, 以输出七个逐级增量值的空气压力, 供给制动缸, 而产生制动和缓解作用。

一、构造

七级中继阀上部为三个常用电磁阀 (CZF_1 、 CZF_2 、 CZF_3) 和压力给排部, 中间部分是混合器, 下部是膜板组 (图 3—1)。

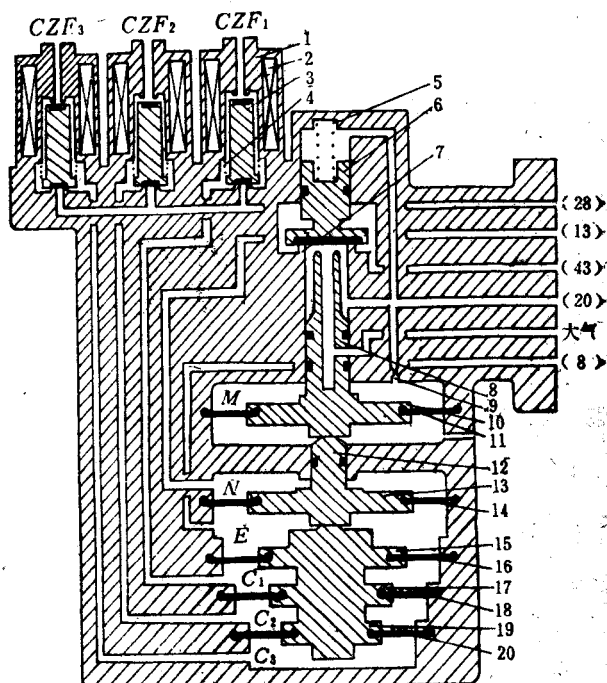


图 3—1 七级中继阀

1——阀体；2——线圈；3——铁芯；4——弹簧；5——给排阀
弹簧；6——给排阀；7——大口阀；8——作用杆；9——节流孔；
10——均衡活塞；11——均衡膜板；12——活塞杆；13——活塞；
14——混合器膜板；15——膜板组活塞；16——七级膜板；17——
活塞；18——六级膜板；19——活塞；20——四级膜板。

常用电磁阀 是三个Q23×D型电磁阀，工作电压为直
流110伏，它由阀体1、线圈2、铁芯3和弹簧4组成（图
3—2）。此外，有三个空气通路，由空重车输出来的压力
空气由（28）通电磁阀下部阀口；上部阀口通大气；侧面通

路通膜板组的膜板室。

压力给排部 压力给排部
(参看图 3—1) 它是连通总风缸到制动缸或制动缸通大气的机构, 它由弹簧 5、给排阀 6、大阀口 7、作用杆 8、节流孔 9、均衡鞣鞣 10 和均衡膜板 11 组成。当膜板室充入压力空气时, 作用杆 8 向上移动, 首先关闭排气阀口, 然后顶开给排阀 6, 打开大阀口 7, 使由通路(43)来的压力空气经通路(20)进入制动缸。当

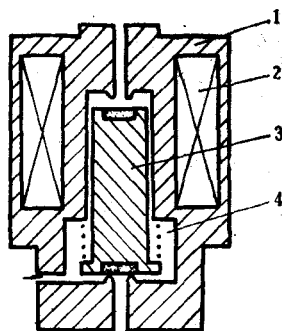


图 3—2 常用电磁阀结构

- 1 —— 阀体; 2 —— 线圈;
3 —— 铁芯; 4 —— 弹簧。

膜板室的压力空气排出时, 作用杆 8 向下移动, 给排阀 6 落在大阀口 7 上, 作用杆上的排气口离开了给排阀, 使制动缸内的压力空气经排气口排于大气。当均衡膜板上方 M 室的压力空气与作用在膜板组上的压力空气平衡时, 作用杆 8 处于中间位置, 给排阀 6 压在大阀口 7 上, 作用杆 8 上的排气口仍与给排阀 6 接触, 制动缸压力空气处于保压状态。给排阀柱塞上装有 O 形密封圈, 柱塞上方与制动缸相通, 其目的是为了减少给排阀 6 的背压。作用杆 8 上装有两个 O 形密封圈, 作用杆 8 的空心通路与大气相通, 鞣鞣 10 下方通大气。作用杆 8 下端与混合器鞣鞣杆 12 相接触。

混合器由鞣鞣杆 12、鞣鞣 13 和混合器膜板 14 组成。膜板上方 N 室通控导阀, 下方 E 室通紧急电磁阀。

膜板组由三个膜板及鞣鞣组成, 15 及 16 是上膜板和上鞣鞣, 17 及 18 是中膜板和中鞣鞣, 19 及 20 是下膜板和下鞣鞣。各膜板的有效作用面积比为:

$$S_1:S_2:S_3=7:6:4$$

膜板组构成三个空气室 C_1 、 C_2 和 C_3 ，它们分别与 CZF_1 、 CZF_2 和 CZF_3 三个常用电磁阀相通。

七级中继阀的阀座上有六条通路：通路（28）通空重车调整阀；通路（13）通控导阀；通路（43）通总风缸；通路（20）通制动缸；通路（8）通紧急电磁阀；另一条通大气。

二、作 用

常用制动 由司机操纵控制器，使三个常用电磁阀 CZF_1 、 CZF_2 、 CZF_3 交互励磁和消磁；三个膜板室 C_1 、 C_2 、 C_3 分别充气 and 排气。根据其组合的不同，制动缸有七个压力值。

当发出一级制动指令信号时，仅 CZF_1 常用电磁阀励磁，此时空重车调整阀的输出压力空气，经 CZF_1 电磁阀的下阀口进入 C_1 室，空气压力作用在膜板16和18上，膜板16受向上作用力，而膜板18受向下作用力。由于两个膜板面积比为 $S_1:S_2=7:6$ ，所以膜板16的作用力大于膜板18所受的作用力，使膜板组受到向上的作用力，该作用力为一个逐级增量值，它通过鞣鞣杆12传递给作用杆8，使作用杆8向上移动，打开给排阀6，使总风管（43）内的空气压力通过大阀口7进入制动缸和给排阀6的上端，并经节流孔9进入均衡鞣鞣10上方M室，以实现平衡作用。

保压 当进入制动缸的压力空气，即作用在均衡鞣鞣11上的压力空气与作用在膜板组上的压力空气的作用力相平衡时，作用杆8向下移，在给排阀弹簧5的作用下关闭大阀口7，使七级中继阀处于保压状态，制动缸压力保持不变。当制动缸压力需要增高或降低时，给排阀均能自动排除增高的压力空气或自动补偿降低的压力空气，以保持制动缸压力不变。

缓解 缓解时, CZF_1 电磁阀消磁, C_1 室内的压力空气经 CZF_1 电磁阀的上方排气孔排向大气。由于均衡膜板 II 受到向下的空气压力作用, 此时, 推动均衡鞣鞣 10 及作用杆 8 向下移动, 作用杆 8 与给排阀 6 离开, 打开了制动缸通大气的通路, 制动缸的空气经通路 (20) , 再经作用杆 8 内的空心通路排向大气, 同时, 给排阀上端和均衡鞣鞣 M 室的空气经节流孔 9 排向大气, 使制动缸呈缓解状态。

常用制动及缓解作用 1 至 7 级的动作过程完全一样, 通过常用电磁阀的交互励磁和消磁, 使制动缸得到 1 至 7 个逐级增量值的压力值。

常用制动 1 至 7 级电磁阀励磁和消磁及膜板室排列组合如表 3—1 所示。

表 3—1

司机控制 手柄位置	电 磁 阀 消、励 磁				充气膜板室	输 出 压 力 等 级	
	GZF	CZF_1	CZF_2	CZF_3			
运转位	0	—	—	—	无	无	无
常用 制 动 区	1	0	—	—	C_1	7—6	1
	2	0	—	0	C_2	6—4	2
	3	0	0	0	$C_1 + C_2$	$(7-6) + (6-4)$	3
	4	0	—	—	C_3	4	4
	5	0	0	—	$C_1 + C_3$	$(7-6) + 4$	5
	6	0	—	0	$C_2 + C_3$	$(6-4) + 4$	6
	7	0	0	0	$C_1 + C_2 + C_3$	$(7-6) + (6-4) + 4$	7
紧急制 动 位	—	—	—	—	E	8	8

注: “0”表示有电励磁; “—”表示无电消磁。

当载重不变即空重车调整阀输出压力一定时, 制动缸各