

研
究
开
发H X_D2 和 H X_D2B 型机车
司机制动控制器

李 晨, 王俊勇

(西南交通大学 机械工程学院, 四川 成都 610031)



作者简介: 李 晨 (1987-), 男, 硕士研究生, 研究方向为列车制动及机车制动系统。

摘 要: 介绍了 2 种应用在和諧电力机车基于时间的制动控制器和基于位置的制动控制器。重点介绍了 2 种司机制动控制器的结构组成和控制原理。时间闸是一种自动制动控制器, 其制动力的控制与时间有关, 可实现初制、全制、紧急制动等功能, 操纵简单可靠。位置闸将自动制动控制器与直通制动控制器集成在一起, 其制动力与制动手柄所处的位置有关, 有初制位、全制位、抑制位、重联位、紧急制动位等, 具有良好的功能性, 安全可靠。

关键词: 司机制动控制器; HX_D2 电力机车; HX_D2B 电力机车; 自动制动控制器; 直通制动控制器

中图分类号: U260.36; U260.35 文献标识码: A 文章编号: 1000-128X(2012)01-0033-04

Driver Brake Controller for HXD2 and HXD2B Type Locomotive

LI Chen, WANG Jun-yong

(Mechanical Engineering College, Southwest Jiaotong University, Chengdu, Sichuan 610031, China)

Abstract: Two kinds of driver brake controller used on HXD electric locomotive, i.e. time-based brake controller and position-based brake controller were introduced, the structural characteristics and the working principle of which were focused on. Time-based brake controller was a kind of indirect brake controller with brake force decided by time, which could realize minimum brake application, maximum brake application, and emergency brake and so on conveniently and reliably. Position-based brake controller included an indirect brake controller and a direct brake controller with brake force decided by the position of the handle such as run, minimum brake position, maximum brake position, suppression position, multiple unit position and emergency brake position etc, and it has nice functionality and reliability.

Key words: driver brake controller; HXD2 locomotive; HXD2B locomotive; indirect brake controller; direct brake controller

0 前言

司机制动控制器安装在机车司机室内, 是制动及缓解指令的发出装置, 司机通过操纵司机制动控制器, 即可实现对列车的控制。制动控制器是制动系统不可或缺的重要组成部分, 对行车安全具有十分重要的意义。

司机制动控制器必须要满足行车所要求实现的功能, 如控制信号的发出等, 这是对司机制动控制器的最基本要求。在此基础上, 对其控制信号的精确性也有要求。其信号的精确性是整个制动系统能精确控制的基础。在行车过程中, 司机要不断地动作制动控制

器来操纵列车, 这就要求制动控制器的机械及电气元件具有较高的可靠性, 包括机械部件的强度、耐磨性以及电气元件的疲劳寿命等。新一代的“和谐”电力机车引进了先进的制动控制技术, 其中制动控制器具有良好的性能, 为列车的精确控制提供了保障。

以下将介绍 2 种运用在“和谐”电力机车上的司机制动控制器, 详细介绍其结构及控制原理。根据这 2 种司机制动控制器的控制思想可分别称之为时间闸和位置闸, 分别应用于 HXD2 电力机车和 HXD2B 电力机车。

1 时间闸

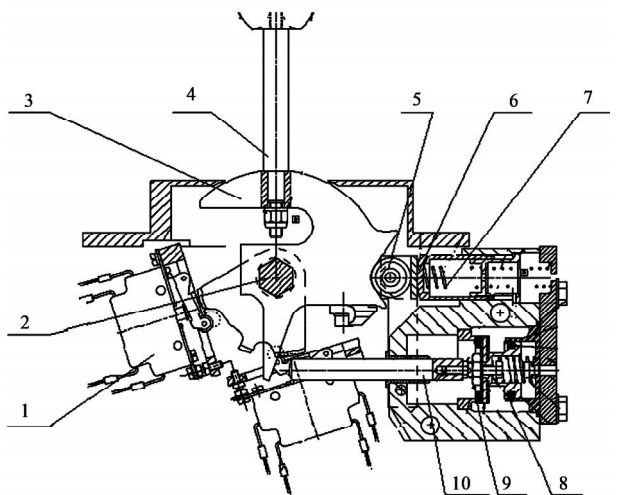
1.1 结构组成

所谓时间闸, 就是制动施加、缓解的指令由制动控制器手柄动作的时间决定。时间闸可实现自动制动

收稿日期: 2011-06-13

基金项目: 铁道部科技司课题(2008J009-A)

控制器的各种功能。制动手柄具有5个位置,依次是紧急制动位、制动位、运转位、缓解位和大流量缓解位。在正常的操纵模式下由电气部件来控制司机制动阀。司机制动阀由电磁阀、气动阀及传感器组成,根据制动指令控制均衡风缸的压力从而控制列车管。时间闸的结构如图1所示。



1——微动开关;2——凸轮轴;3——控制凸轮;4——控制手柄;5——辊子;6——活塞;7——弹簧;8——阀座;9——阀;10——阀杆

图1 时间闸结构图

时间闸由电气和机械2部分组成。电气部分主要为指令线和微动开关,由凸轮驱动。机械部分包括作用部和空气管路。作用部由控制机构和复位机构组成,控制机构主要包括控制手柄、控制凸轮、凸轮轴,复位机构由辊子、活塞、弹簧和止块组成;空气管路包括列车管入口、排气口和紧急阀。控制手柄向后拉实现缓解功能,向前推施加制动,中间为运转位,向前推到极端位置实施紧急制动。其中制动位和缓解位是不稳定位置。复位机构可使控制手柄自动回到运转位,通过辊子和弹簧作用在控制凸轮实现。紧急位是一个稳定位置,控制手柄通过机械机构锁死(见图2),无法自动回到运转位,只有主动动作才可以将手柄返回“运转”位。当手柄处于紧急制动位,球施力于控制凸轮,该球和针状止块交叉,由弹簧力锁定,阻止手柄自动返回。

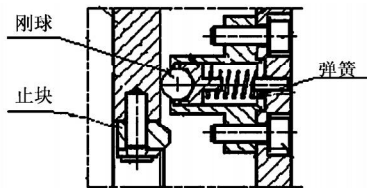


图2 手柄机械锁死机构

1.2 控制原理

相对于整个制动系统而言,制动控制器是制动施加、缓解指令的发出装置。制动系统的基本控制原理如图3所示。

司机操纵司机制动器发出脉冲信号给BCU (Brake Control Unit, 制动控制单元),BCU接收到来自制动控制器微动开关的电信号后,控制均衡风缸的压力在一定

的时间内变化,输出相应的列车管压力值。如果BCU故障,则通过备用制动模块来控制均衡风缸的压力。

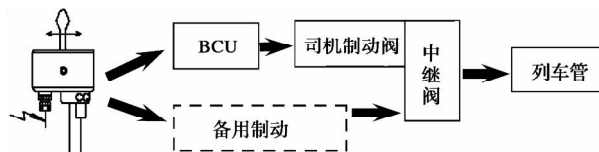


图3 时间闸控制原理框图

就司机制动控制器本身而言,其制动指令是通过控制手柄驱动凸轮组触发相应的微动开关而产生的。微动开关将信号发送给BCU,BCU根据该信号控制司机制动阀实现对列车管压力的控制,而紧急制动指令是通过将列车管排大气产生。下面将具体说明相应的制动缓解功能如何实现。

初制:初制是指最小常用制动,司机将控制手柄向前推至制动位,持续约1s,相应的微动开关触发,发出初制指令,产生初制。松手后控制手柄自动回到运转位,由于初制指令已发出,不会自动缓解。

常用制动:如果司机将控制手柄推至制动位后不松手,使控制手柄保持在制动位,则制动控制器持续给BCU发出信号,如果信号持续时间小于1s,则仍然触发初制,如果信号持续时间超过1s,则施加常用制动,且制动力随控制手柄停留在制动位的时间而增加,直到全制(全制是指最大常用制动),见图4。司机根据压力表显示的制动缸压力值来判断即时的制动力,当达到司机所需的制动力时,司机可松手,控制手柄自动回到运转位,实现保压功能。因为列车管的压力变化与控制手柄停留在制动位的时间成比例,因此称之为时间闸。

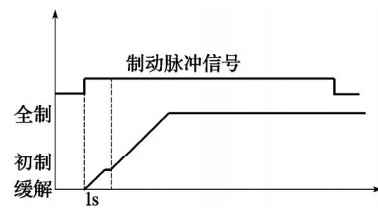


图4 制动曲线

缓解:HXD2机车具有阶段缓解模式和一次缓解模式,可通过制动柜上的塞门转换。一次缓解模式时,施加制动后只需向后拉控制手柄到大流量缓解位,制动控制器即给BCU发出缓解指令,BCU控制司机制动阀缓解,此时松手后控制手柄可自动回到运转位,缓解指令仍然有效,直至列车管缓解至定压。一次缓解模式下,如果将手柄拉至缓解位,制动缸不缓解。阶段缓解模式时,施加制动后,将控制手柄向后拉至缓解位,制动控制器给BCU发出指令,BCU根据控制手柄在缓解位停留的时间控制司机制动阀,实现缓解,一旦司机松手,控制手柄会自动返回运转位,实现保压功能;如果司机再次将手柄推至缓解位,则制动缸继续缓解。阶段缓解模式下,如果将手柄拉至大流量缓解位,可以实现大流量缓解。一次缓解和阶段缓解控制曲线见图5。

紧急制动:紧急制动时,将控制手柄推至最末端,

即紧急制动位, 该位置有机装置锁定控制手柄, 司机松手后, 不会自动回到运转位。当控制手柄被推至紧急制动位, 气动阀打开使列车管排大气, 实现紧急制动。作为附加措施, 通过微动开关告知BCU上述装置起了紧急制动。

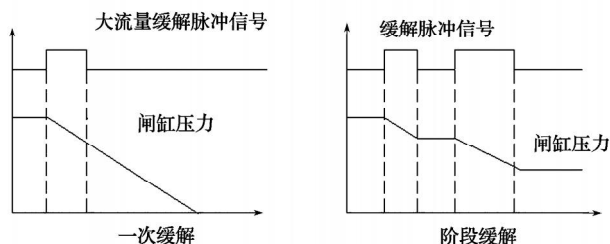
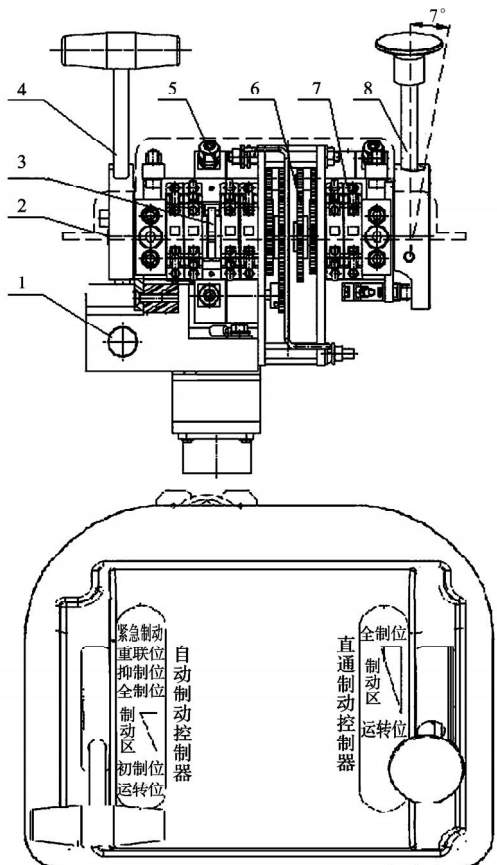


图5 一次缓解和阶段缓解曲线

2 位置闸

2.1 结构组成

位置闸将自动制动控制器（大闸）和直通制动控制器（小闸）集成在一起，大闸和小闸分别设有不同的手柄位以实现不同的功能。大闸设有运转位、初制位、常用制动区、全制位、抑制位、重联位和紧急位；小闸设有运转位、制动区、全制位，并具单独缓解功能，位置闸由此而得名，其结构如图6所示。



1——紧急阀；2——凸轮轴；3——凸轮；4——自动制动控制手柄；5——编码器；6——齿轮；7——微动开关；8——直通制动控制手柄

图6 位置闸结构图

从功能上可将位置阀分为3部分，自动制动控制

器，单独制动控制器和紧急阀。从结构上位置闸由电气和机械2部分组成。电气部分主要包括微动开关、编码器和线束；机械部分主要包括控制手柄、凸轮轴、凸轮组、齿轮组以及紧急阀。

自动制动控制器和直通制动控制器结构类似，都是通过制动手柄驱动凸轮轴，从而驱动凸轮组触发相应的微动开关。凸轮轴同时带动齿轮组，齿轮组驱动编码器主轴旋转，编码器输出相应的电流信号。编码器输出电流与编码器主轴角度的关系如图7所示。自动制动控制器齿轮组传动比约为3.2，编码器输出电流4~20 mA变化范围所对应的自动制动控制器手柄的角位移行程约为68°；直通制动控制器齿轮组传动比约为3.85，对应的直通制动控制器手柄的角位移行程约为56°；通过侧压直通制动控制器手柄可以单独缓解机车闸缸，手柄侧压的角度约为7°。

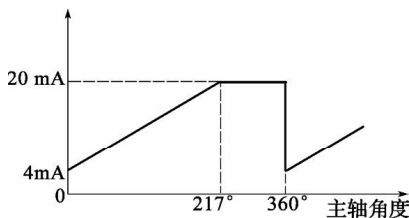


图7 编码器电流与主轴角度关系曲线

自动制动控制器可打开紧急气动阀使列车管排大气，从而实现紧急制动。紧急气动阀的结构如图8所示。当大闸手柄推至紧急位，紧急触发按钮被按下将阀打开从而使列车管连通大气，实现紧急制动。同时，编码器也给BCU发出紧急制动指令。紧急按钮的行程决定了触发紧急制动的灵敏性，可以通过增减垫片数量进行调整。

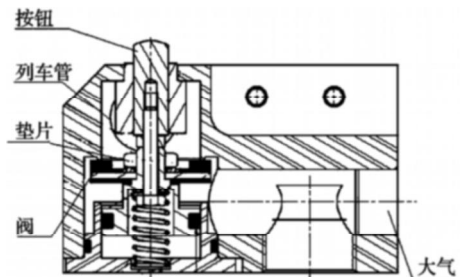


图8 紧急阀结构原理图

2.2 控制原理

位置闸与时间闸运用在类似的制动系统中，在控制原理上也比较相近，只是位置闸将小闸也集成到制动控制器中。位置闸基本控制原理如图9所示。

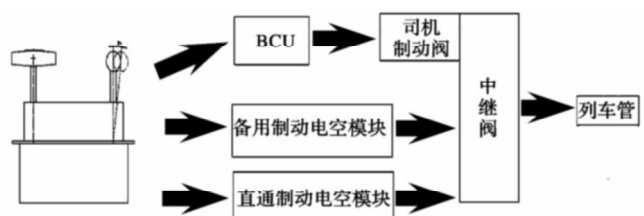


图9 位置闸控制原理框图

2.2.1 自动制动控制器

正常模式下，自动制动控制器的电气部分控制司机制动阀，降级模式时控制备用制动电空模块。自动

制动控制器的电气部分产生必要的控制信号发送给BCU用来控制司机制动阀。BCU接收到来自制动控制器(常用制动编码器)的控制信号,改变均衡风缸的压力。在自动制动控制器内有2套编码系统,其中一套是用来控制常用制动,另一套用来控制备用制动模块。同样根据不同的控制信号,均衡风缸压力也相应变化。

自动制动控制器可以实现如下功能。

运转位:列车管充风至定压,并使列车管保持在定压;

初制位:手柄置于该位置实施初制,列车管减压50 kPa;

全制位:手柄置于该位置实施最大常用全制动,在初制位与全制位之间移动制动控制器,列车管减压量和制动力位置比例对应;

抑制位:当系统实施惩罚制动后,须将大闸推至抑制位1 s以清除惩罚制动,这样BCU才能接受缓解指令,当启用备用模式时,须把大闸手柄推至抑制位以确认备用制动启用,此时备用制动电空模块开始工作;

重联位:在操纵端,把大闸推至抑制位和重联位之间的位置,列车管将在最大减压量和0之间比例减压,当手柄推至重联位的时候,列车管减压至0;

紧急位:该位置打开制动控制器内的气动阀使列车管排大气产生紧急制动,紧急制动位既有编码器也有微动开关信号串联安全回路。自动制动控制器各位置电流值如表1。

表1 自动制动控制器各位置电流值

位置	运转位	初制位	全制位
电流值/mA	19.5 ± 0.3	18.2 ± 0.3	11.6 ± 0.3
位置	抑制位	重联位	紧急位
电流值/mA	10.2 ± 0.3	6.7 ± 0.3	4.5 ± 0.3

在备用制动模式下,备用制动电空模块激活,并受自动制动控制器控制。备用制动电空模块将从自动制动控制器收到的电控制信号(备用制动编码器)转换为空气输出压力,作为均衡风缸预控压力来控制列车管。备用模式下,电空模块能够根据制动控制器的位置成比例地调整均衡风缸压力。电空模块接收来自制动控制器的信号然后转换为设定值(目标压力值),该值用来和电空模块内部的压力传感器读取值做比较,电空模块对比2个值之间的差值来并行控制电磁阀以设定目标压力值。

备用制动编码器各位置的电流值与常用制动编码器相同。

2.2.2 直通制动控制器

直通制动是一种用来直接向两转向架的制动缸进行供风的控制方式,主要用于机车单独行驶时(如调车时)使用。直通制动的电空模块由直通制动控制器直接控制。在失电状态下,向制动缸提供最高压力。故障时,直通制动的输出可由小闸隔离塞门进行隔离。

由于双向止回阀的作用,直通制动和自动制动压力不会相互干扰。

每个司机室都有1个直通制动控制器(基于位置),它具有2个稳定的位置(运转位和全制位)以及1个不稳定的侧向位置(单独缓解位)。它的电气部分用来控制直通制动模块,向直通制动电空模块输出必须的控制信号。电空模块接收到直通制动控制器编码器的控制信号之后调整直通制动均衡风缸,根据相应的制动位置改变压力。电空模块将控制信号转换为目标压力值,该压力值将和电空模块内部的压力传感器读取到的压力进行比较,电空模块将这2个值之间的差值用来平行控制电磁阀以达到目标设定值。

通过直通制动控制器可以实现如下功能。

运转位:用来缓解机车制动缸;

全制位:用来实现制动缸最大压力,在运转位和全制位之间移动控制器手柄,制动缸压力会根据手柄所处位置成比例地改变制动缸缓解或制动压力;

单缓位:将手柄推向侧面单缓位实现机车单独缓解,在这种状况下机车常用制动被抑制,直通制动不能通过单缓位抑制。直通制动各位置对应的电流值如表2所示。

表2 直通制动控制器各位置电流值

位置	运转位	全制位
电流值/mA	4.5 ± 0.3	16.9 ± 0.3

3 结语

时间闸运用在大秦线HXD2电力机车制动系统中,其结构简单,操作方便,可以实现精确的控制;其机械部件及电气元件具有高强度、高可靠性;其控制信号为微动开关发出的脉冲信号,稳定可靠、抗干扰性强;其独特的控制思想很好地满足了大秦线重载列车的运用要求。

位置闸同样运用在新一代“和谐”电力机车的制动系统中,其结构紧凑,有多个手柄位,具有很好的功能性,同时操作简便,控制精确,并通过微动开关和模拟信号结合的方式提高其控制的安全性。其控制信号为编码器发出的模拟量,在机车高电磁干扰的环境中,对其信号抗电磁干扰的性能有非常严格的要求,必须做好屏蔽及接地。

参考文献:

- [1] 王俊勇. 准高速DF₁₁机车制动系统研究与分析[J]. 西南交通大学学报, 1997, 32(6): 637-642.
- [2] 王俊勇, 全雷, 王海平. HXD2电力机车制动系统[J]. 机车电传动, 2008(5): 8-14.
- [3] 王俊勇, 杨美传. 大秦线2万t重载组合列车制动计算分析[J]. 内燃机车, 2008(4): 5-7.
- [4] 王俊勇, 殷世波, 闫宏伟. HXD2主控机车制动控制研究[J]. 机车电传动, 2009(5): 1-6.