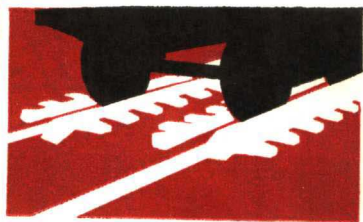


TUOFENGXINHAO
SHUXUEXI CONGSHU

驼峰信号技术学习丛书

7501 车辆减速器



中国铁道出版社

驼峰信号技术学习丛书

7501 车辆减速器

铁道部科学研究院通信信号研究所编

中国铁道出版社

1980年·北京

内 容 简 介

本书包括驼峰目的制动用车辆减速器的要求与分类、7501车辆减速器的机体、7501车辆减速器的液压传动系统及控制电路等四章。书中还将液压系统常用的图形符号、单位换算、各种管接头及车辆速度——能高换算表列入附录中，以供铁路信号工人及工程技术人员学习参考。

驼峰信号技术学习丛书

7501车辆减速器

铁道部科学研究院通信信号研究所编

中国铁道出版社出版

责任编辑 倪嘉寒

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092☆ 印张：9.375 字数：202千

1980年10月第1版 1980年10月第1次印刷

印数：0001—1,500册 定价：0.75元

前 言

车辆减速器是机械化、半自动化和自动化驼峰编组场的主要调速设备。根据驼峰编组站的作业要求，车辆减速器可分为驼峰头部间隔制动用和编组线内目的制动用两大类。本书介绍的7501车辆减速器是双轨条液压重力式车辆减速器，它适用于驼峰编组站作为目的制动工具或峰尾停车器，也可作为中、小驼峰的间隔制动工具。

7501车辆减速器于1971年开始研究，经过模型、样机和中间扩大试验后，于1975年1月在铁道部科技委的主持下，在上海通过了对7501车辆减速器的技术鉴定。该减速器鉴定以后，先后在上海南翔、北京丰西、哈尔滨二调等编组站安装使用，经过多年的使用与改进，使其更加完善。

实践证明，7501车辆减速器制动效果好，减速平稳，振动和噪音小；缓解时间快，可以保证较高的车辆出口速度控制精度，有利于半自动和自动化控制；液压传动自动控制系统工作安全可靠；无需测重设备，控制简单，日常电能消耗少；利用浮动基本轨传递重力，使结构简单、造价低、维修量小。因此适于在编组线内大面积推广使用。

7501车辆减速器在现场试验和运营中，得到了北京、上海、哈尔滨等铁路局广大工人、技术人员和干部的积极参加和支持，并提出了许多宝贵的改进意见和丰富的维修经验。对他们的辛勤劳动，谨表示衷心感谢。

本书由李岱峰、郭祥熹执笔。由于我们水平有限，书中可能有不少缺点和错误，热诚地欢迎批评、指正。

铁道部科学研究院

通信信号研究所

一九七九年五月

目 录

第一章 驼峰目的制动用车辆减速器的要求与分类	1
第一节 目的制动用车辆减速器的研究目的和要求	2
第二节 目的制动工具的分类	7
第二章 7501车辆减速器机体	19
第一节 7501车辆减速器的工作原理	19
第二节 7501车辆减速器的主要性能指标	24
第三节 7501车辆减速器的结构	37
第四节 7501车辆减速器的上部限界	66
第五节 7501车辆减速器的组装与安装	67
第六节 7501车辆减速器的性能试验	77
第七节 7501车辆减速器现场使用中的调整与 维修	84
第八节 7501车辆减速器的使用范围	90
第三章 7501车辆减速器的液压传动系统	92
第一节 7501车辆减速器为什么采用液压传动	92
第二节 7501车辆减速器液压传动系统原理图 及其说明	109
第三节 油泵	116
第四节 油缸	122
第五节 液压传动系统中的控制调节阀	146
第六节 液压系统中的辅助装置	155
第七节 液压系统主要参数的选择	173
第八节 7501车辆减速器液压传动系统的现场 安装、调整与试验	183

第九节	7501车辆减速器液压传动系统的维护 和检修	215
第四章	7501车辆减速器的控制电路	234
第一节	7501车辆减速器控制电路的技术要求	234
第二节	7501车辆减速器控制电路说明	239
附录		257
附录一	液压系统图形符号 (摘录GB786—65)	257
附录二	常用单位换算表	267
(一)	英寸-毫米换算表	267
(二)	压力单位换算表	268
(三)	功与能、功率单位换算表	268
(四)	各种粘度单位换算表	269
附录三	7501车辆减速器液压传动系统中使用 的液压管接头	270
(一)	O形密封圈钢管连接	270
(二)	O形密封圈钢管连接	271
(三)	球面钢管连接	271
(四)	球面钢管连接	272
(五)	扣压式胶管接头 (摘自JB1885—77)	273
(六)	可拆式胶管接头 (摘自JB1888—77)	274
(七)	法兰连接直通接头	275
附录四	车辆速度-能高换算表	276

第一章 驼峰目的制动用车辆减速器的要求与分类

车辆减速器是驼峰编组站关键性设备。早在1914年西德就开始安装试验车辆减速器。1924年美国也开始使用车辆减速器。经过几十年不断的发展与改进,已研制出种种不同形式的车辆减速器,并从最简单的手动控制发展到如今用电子计算机控制。

但是按其制动原理来分,基本上可分为两大类:钳夹式和非钳夹式。

钳夹式减速器按其动力系统可分为电机型、电空型和液压型。按其制动力来源可分为外力式和车重重力式。

非钳夹式目前有:橡胶轨式、减速单元式、螺旋滚筒式、电磁式和减速小车等。

根据驼峰编组场的要求,车辆减速器又可分为间隔制动和目的制动两大类。

此外,近年来作为目的制动,还出现了不少加速或加、减速设备,例如绳索牵引小车、齿条式油压加速装置、螺旋加速器、直线电动机加减速小车、油-气加减速单元等。

早期驼峰的发展主要是机械化,也就是主要发展间隔制动车辆减速器。国际上在50年代以前间隔制动用减速器已得到充分的发展。

由于使用历史较久,近年来间隔制动用减速器原理上没有新的变化,但由于车辆重量的不断增加以及自动化的要求,主要的改进是提高制动力,减少动作时间和简化结构,同时还要考虑便于安装,少维修和无维修等。

近十多年来，目的制动用减速器得到很大的发展，因为各国最近新建的许多自动化编组站都趋向在编组线内安装制动位，以提高解体效率和提高连挂率。由于目的制动要求减速器有较高的速度控制精度，而且使用减速器的数量大大增加，为此对目的制动用减速器在缓解时间快，结构简单，所需动力小，成本低等方面都提出了更高的要求。

第一节 目的制动用车辆减速器 的研究目的和要求

一、研究目的

间隔制动位安装减速器后对提高解体效率和保证作业安全起了很大的作用。但在车场内仍然保证不了钩车的安全连挂。几十年来编组场内一直使用手闸（或脚闸）制动和铁鞋制动，后期绝大多数采用铁鞋制动。铁鞋制动虽然较手闸制动优越，但仍然存在着很多问题，随着驼峰编组作业量的日益增加，问题也越来越突出，这些问题是：

1. 高速溜放，作业安全无保障，追钩、撞车事故不断发生；
2. 高速上鞋制动员劳动强度大，危险性大；
3. 对编组线钢轨的磨耗日趋严重；
4. 对车轮踏面的擦伤，进而影响车辆的走行性能；
5. 对车辆走行部分的损坏（燃轴事故等）日益增多。

为了解决铁鞋制动所带来的上述问题，世界各国均在着重研究取代铁鞋制动的有效途径。

理论和实验都证明在编组线内安装减速器能显著提高解体能力和提高钩车的安全连挂。

因此，十几年来各国对目的制动工具投入了极大的人力

与物力，研究出品种繁多，各有特色的目的制动工具。

因为编组线股道多，要在编组线内安装减速器，需要量大大增加，经济指标就成为重要的因素。另外也由于数量多，必然要求对减速器采用半自动或自动化控制，也就要求有良好的出口速度控制精度。为此，对目的制动用减速器提出了专门的要求。

二、对目的制动用减速器的要求

(一) 对目的制动用减速器的要求

对目的制动用减速器的要求综合归纳如下：

1. 结构简单、造价低、维持费用低、便于安装维修；
2. 为便于编组线内的排水，不应有太深的基础；
3. 要求有足够快的缓解时间，可以用下列指标要求：

$t_{\text{缓}} \cdot h \leq 0.05$ 。即缓解时间 $t_{\text{缓}}$ （秒）与每米消耗能高 h 的乘积小于 0.05；

4. 要求有比较稳定的减速度 a ，以保证必要的速度控制精度；

5. 目的制动减速器的设计应满足部定限界的要求。

总之，要求目的制动减速器既经济又有较好的制动缓解特性。

以往在选用目的制动减速器时往往不注意对制动缓解特性的要求，各国都走了不少弯路。

为控制众多的目的制动减速器，全部由人工分散操纵是不经济的，因而必然要采用半自动化或自动化控制，同时为了提高连挂率，车辆从减速器出口必须要有准确的速度。当然，这应从整个控制系统考虑。例如，目前采用最多的是按减速度进行补偿控制减速器的闭环控制系统。但最后的精度很大程度上取决于执行元件——减速器的性能。下面简单地

分析减速器性能对控制精度的影响。

(二) 减速器的缓解时间及对控制精度的影响

货车在被制动的过程中，由于减速器和控制系统的情性（即减速器缓解时间和控制系统的迟延时间），使其要求的出口速度与实际的出口速度总会产生一定的偏差，为了使实际的出口速度与所要求的出口速度尽可能地接近，必须使减速器有一个提前缓解时间，或者说比要求的出口速度要高出某一速度就开始缓解。在控制系统中就是说必须对由于减速器和控制系统的情性引起的速度变化进行补偿。在减速器控制电路中，一般常用的有固定补偿或按减速度进行补偿等方法。目前比较合理的是按减速度进行补偿。

减速度补偿原理可用下式表示：

$$V_{\text{出}} = V_{\text{提缓}} - at \quad (1-1)$$

式中 $V_{\text{出}}$ ——要求的车辆出口速度；

$V_{\text{提缓}}$ ——考虑到减速器和其他控制元件的情性所要求的提前缓解速度；

a ——货车在制动过程中的减速度；

t ——控制系统的迟延缓解时间。

在自动化系统中， $V_{\text{出}}$ 是根据车辆的阻力情况，股道空闲长度计算出来的，因而受到测阻的精度，测长的精度以及计算运动方程式的真实性所影响，另一方面即使算出了精确的出口速度 $V_{\text{出}}$ ，但在控制过程中还受到 $a \cdot t$ 的影响。

在半自动系统中出口速度 $V_{\text{出}}$ 是人工给定的，其误差 $\Delta V_{\text{出}}$ 是指实际出口速度和给定出口速度之间的偏差，它是由 $a \cdot t$ 所决定的。

在半自动系统中，要求误差 $\Delta V_{\text{出}}$ 在95%以上不大于 ± 1 公里/小时，在自动化系统中要求更高的出口速度控制精度。

下面就补偿时间和减速度对控制误差的影响分析如下：

在补偿电路中实际要解决的是超前量 $V = at$ 的大小和误差。因减速度和时间的误差均属正态分布，按误差理论：

$$\Delta V^2 = \left(\frac{\partial V}{\partial a}\right)^2 \cdot a^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial t}\right)^2 \cdot t^2$$

$$\text{或} \quad \Delta V = \sqrt{\Delta t^2 \cdot a^2 + \Delta a^2 \cdot t^2} \quad (1-2)$$

现在分两种情况来讨论：

1. 时间偏差的影响

假如在系统中减速度测量误差 $\Delta a = 0$ ，则上式得 $\Delta V = a \cdot \Delta t$ ，也就是速度误差由时间偏差引起。

在半自动或自动化系统中，时间的偏差主要由下列因素产生：

$\Delta t_{\text{雷}}$ ——雷达迟延引起的偏差；

$\Delta t_{\text{控}}$ ——控制电路迟延时间引起的偏差；

$\Delta t_{\text{缓}}$ ——减速度缓解时间引起的偏差；

$\Delta t_{\text{其他}}$ ——其他因素引起的的时间偏差。

上述几项偏差均属正态分布，按或然率理论，总偏差 Δt 仍然属正态分布，并有：

$$\Delta t = \sqrt{\Delta t_{\text{雷}}^2 + \Delta t_{\text{控}}^2 + \Delta t_{\text{缓}}^2 + \Delta t_{\text{其他}}^2} \quad (1-3)$$

按目前的设备状况， $\Delta t_{\text{雷}}$ 、 $\Delta t_{\text{控}}$ 、 $\Delta t_{\text{其他}}$ 都较小，偏差在 $\pm 2\sigma$ 范围内（即95%以上）， $\Delta t_{\text{雷}}$ 不超过50毫秒， $\Delta t_{\text{控}}$ 、 $\Delta t_{\text{其他}}$ 不超过25毫秒。而 $\Delta t_{\text{缓}}$ 所占的偏差最大，一般可达100~400毫秒，因而是起决定性的一项，可以举一例子说明。如果 $\Delta t_{\text{雷}} = 50$ 毫秒， $\Delta t_{\text{控}} = 25$ 毫秒， $\Delta t_{\text{其他}} = 25$ 毫秒，减速度 $a = 1$ 米/秒²。

假设 $\Delta t_{\text{缓}}$ 分别为200毫秒和300毫秒，则 Δt 为209毫秒和306毫秒。

此时，仅由时间引起的误差分别为0.75公里/小时或

1.1公里/小时。

同时，制动和缓解时间过长，在减速器上由于车辆阻力和坡度影响所产生的误差都相应增加。

从上面简单分析可以看出，减小减速器的缓解时间和减少其偏差是目的制动用减速器首要的条件之一。

2. 减速度偏差的影响

上面讨论 $a \cdot \Delta t$ 的误差中，是把减速度 a 认为常数来处理的。实际上减速度是一个变量，在对同一个车辆制动过程中，由于进入减速器的轮对不断变化就必然引起减速度的变化。另外，对于不同类型的减速器情况也不一样，重力式减速器在梁上任何一点，理论上夹力是相同的，因而减速度接近相同。而空压式减速器同一个轮对在制动梁上不同位置所受夹力也不同（梁中点受力最大，绞接处最小），因而减速度也不同，这样用前一短时间所具有的减速度 a 来代替此刻的减速度一定会有所差异，根据测量 a 方法的不同，将产生不同的 Δa ，这就引起 $\Delta a \cdot t$ 的误差，为了减少这项误差，要求目的制动用减速器应当有尽可能稳定的减速度并努力提高减速度测量精度以减小 Δa 的值。

另一方面，为减少由于减速度对控制误差的影响，对于目的制动用减速器不希望有太大的减速度。如前面的例子， Δt 分别为0.209秒和0.306秒，而最大减速度增加为 $a = 2$ 米/秒，则引起的 $a \cdot \Delta t$ 误差分别为1.5公里/小时和2.2公里/小时。也就是说单由这一项引起的误差，在目的制动中已经超过所要求的精度，这种系统将已无法使用。

由上简述可以看出，对目的制动用减速器除经济上提出要求外，更为重要的是在性能上提出了比间隔制动用减速器更为高的要求。这也是近十几年各国投入大量人力和物力进行研究的重要因素之一。

另外，目的制动用减速器和间隔制动用减速器一样，必须满足有关规程、规范所规定的上部限界的要求，必须能适应车辆的蛇形运动，以及减速器必须有足够的强度等，这些要求在本书中就不予阐述了。

第二节 目的制动工具的分类

前面已提到，近十几年来，自动化驼峰趋向在编组线内设置制动位，这样能提高推峰速度并能保证目的制动的精确度，从而提高效率和连挂率。例如美国73年投产的考尔顿西（West Colton）和76年投产的巴斯托（Barston）两个自动化编组站，一、二部位间隔制动位共安装了16台减速器，而第三部位——目的制动位则安装了104台目的制动用减速器。

因为目的制动位需要安装大批的减速器，因此除要求制动性能要满足目的制动要求外，还要求其结构简单，所需动力少，成本低，便于维修或少维修。

现将各国用于目的制动的减速器介绍如下：

一、钳夹式减速器

钳夹式减速器即以钳子钳夹车轮产生制动力而得名。前面已提到，钳夹式按其动力可分为液压型、电空型和电机型。在目的制动中由于液压重力式具有能量省，投资少，动作快，减速度稳定和简化自动化控制等一系列优点，因而在国际上得到最广泛的采用，是目前目的制动工具中安装数量最多的一种。电空型由于性能和投资都不宜用于目的制动，因而很少被采用。电机型由于控制特性不好，目的制动中基本上不用。

国内外主要车辆减

项	型 式 目	钳	
		电 空	
		美、英、加拿大 WABCO 31A, 32B型	法 国 C、F、S、W 34 型
1	应用制动位	间 隔	间隔、目的
2	动作原理	气动钳式	单轨或双轨 气动钳式
3	制动力调整	4 级	4 级
4	减速器有效长 (米)	6 节, 12米(2) 每节1.905米	5 节10米 每节 2 米
5	构造深度 (米)	0.50	~0.60
6	构造宽度 (米)	3.54	3.60
7	制动时夹板高 (毫米)	70/70 (3)	115/115
8	消耗能高 (米) 对120吨 对80吨	0.36 0.50	
9	单位制 动能高 (米/米) 对120吨 对80吨	0.03 0.04	
10	钢材用量 (吨)	14	
11	单位制动力 钢材用量 (吨/米)	28	
12	制动 制 动 (秒) 时间 全制动	0.5~1.0 1~2	1
13	缓解 缓 解 (秒) 时间 全缓解	0.5~1.0 1.8	0.5
14	最大入口速度 (米/秒)	6	6
15	使用最大压力 (公斤/厘米 ²)	7(4)	8
16	使用范围	曲 直 线	曲 直 线

速器性能指标

表 1—1

夹 式			
钳 式 (1)			
日 本 (京三) AR31型	苏 联 T-50	中 国 GEP-31(9)	中 国 DK-59
间 隔	间 隔	间 隔	间 隔
气动钳式	气动钳式	气动钳式	气动钳式
6 级	4	4	4
5 节8.3米 每节1.8米	5 节12.475米 每节 2.275米	5 节9.52 每节1.905米	5 节11.375米 每节 2.275米
0.59	0.70	0.70	0.70
2.88(5)	3.54	3.60	3.54
50/50(6)	83/83	75/80	80/83
3.3吨·米 (7)	0.50 0.65	0.95	0.65
2.0吨·米/米·轴	0.04 0.05	0.10	0.057
	23.8	30	30
	39.66	31.6	46.2
0.5~1 1~2	0.5~1 1.45	0.6~1 1.5	0.5~1 1.5
0.3~0.7(8) 1~2	0.95 1.5~2	1.5~2.0	1~1.5 1.5~2
7	6	6.5	6
10	6.5	7	6
直 线	直 线	直 线	直 线

国内外主要车辆

项 目	型 式	钳 夹	
		改 进 后	
		日 本 (京三) MF型	美 国 WABCO 67 型
1	应用制动位	间隔、目的	间 隔
2	动作原理	气动钳式	单轨或双轨 气动钳式
3	制动力调整	6	6
4	减速器有效长 (米)	8节11.9米 每节1.8米	6节12米 每节1.905米
5	构造深度 (米)	0.86	0.60
6	构造宽度 (米)	2.88	3.60
7	制动时夹板高 (毫米)	50/50	70/70 (6)
8	消耗能高 (米) 对120吨 对80吨	52吨·米 (7)	0.58 0.80
9	单位制动能高 (米/米) 对120吨 对80吨	2.2吨·米/米·轴 (7)	0.05 0.065
10	钢材用量 (吨)		30 (10)
11	单位制动力钢材用量 (吨/米)		37.5
12	制动时间制 动 (秒) 全制动	0.6~1 1.0	1.0
13	缓解时间缓 解 (秒) 全缓解	0.3~0.7 1~2 (8)	2.5
14	最大人口速度 (米/秒)	7	
15	使用最大压力 (公斤/厘米 ²)	9.8	10.5
16	使用范围	曲 直 线	曲 直 线