

驼峰信号技术学习丛书

T·JY系列车辆减速器

李岱峰

编著

郭祥熹

中国铁道出版社

1987年 北京

内 容 简 介

本书是在1980年出版的《7501车辆减速器》的基础上重新修改，编写的。全书共分十章，重点叙述了T·JY₁型和T·JY₂型车辆减速器的原理、性能、结构、液压传动系统、控制电路以及安装、调试和维修。

本书可供从事驼峰信号维修、管理人员以及工程技术人员和大专院校师生学习参考。

驼峰信号技术学习丛书

T·JY 系列车辆减速器

李岱峰 郭祥熹 编著

中国铁道出版社出版、发行

责任编辑 魏京燕 封面 刘景由

北京市华东印刷厂印

开本：787×1092毫米 1/32 印张 12.75 字数：278千

1987年9月 第1版第1次印刷

印数 0001—3,500 册 定价 2.45元

前 言

车辆减速器是机械化、半自动化和自动化驼峰调车场的主及调速设备。根据驼峰调车场的作业要求，车辆减速器可分为驼峰头部间隔制动和调车线内目的制动两大类。T·JY系列(T·JY1、T·JY2和T·JY2A、T·JY3型)车辆减速器是驼峰调车场作为间隔制动和目的制动的调速设备，T·JY1、T·JY2和T·JY2A型主要作为目的制动的调速设备或峰尾停车器，T·JY3型主要作为间隔制动的调速设备，T·JY1型也可作为中小驼峰的间隔制动设备。本书主要介绍T·JY1和T·JY2型车辆减速器，而T·JY3和T·JY2A型车辆减速器将另册出版。和T·JY系列车辆减速器相对应的还有T·JK系列(气动型)车辆减速器，也将另册出版。

T·JY1型(原7501型)车辆减速器于1971年开始研究，1975年通过铁道部的技术鉴定，并在上海南翔、北京丰西、哈尔滨二调、柳州南、济南西和沈阳裕国等调车场推广使用；T·JY2型车辆减速器在T·JY1型车辆减速器的基础上简化了结构、提高了性能，降低了成本，减少了维修，于1982年9月通过铁道部的技术鉴定，1983年12月被评为国家发明三等奖。先后在西安东、郑州北、株洲北、沈阳裕国、徐州孟家沟、成都东等调车场推广使用。到目前为止，T·JY1型和T·JY2型车辆减速器已在全国17个调车场安装约600台。

本书是在原《7501车辆减速器》一书的基础上重新修改、编写的。全书共分十章，重点叙述了T·JY1型和T·JY2型车辆减速器的原理、性能、结构、液压传动系统、控制电路

以及安装、调试和维修。考虑到从事铁路信号设计和维修人员较少接触液压技术，为此，在第四章对液压技术基础作了简单的介绍。

T·JY₁型和T·JY₂型车辆减速器在现场试验和使用中，得到了北京、上海、哈尔滨、济南、郑州、广州和沈阳等铁路局的工人，技术人员和干部的积极参加与支持，并提供了许多宝贵的维修经验，丰富了本书的内容，对此谨表示衷心感谢。

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。

1986年 5 月

目 录

第一章	驼峰目的制动用车辆减速器概述	
第一节	目的制动用减速器的研究目的和减速器的分类	1
第二节	对目的制动用减速器的要求	3
第三节	减速器专用名词、符号与型号说明	7
第四节	国内外目的制动用减速器简介	9
第二章	T·JY ₁ 型车辆减速器的原理、性能与结构	
第一节	T·JY ₁ 型减速器的原理	27
第二节	T·JY ₁ 型减速器主要性能的分析与计算	32
第三节	T·JY ₁ 型减速器的结构	48
第四节	T·JY ₁ 型减速器主要部件的强度校核及使用范围	58
第三章	T·JY ₁ 型车辆减速器的安装、调试与维修	
第一节	T·JY ₁ 型减速器的上部限界	76
第二节	T·JY ₁ 型减速器的安装	77
第三节	T·JY ₁ 型减速器的性能试验	85
第四节	T·JY ₁ 型减速器现场使用中的维修与调整	92
第四章	T·JY ₁ 型车辆减速器的液压传动系统	
第一节	采用液压传动的目的	99
第二节	液压传动系统原理图及其说明	116
第三节	油泵与油缸	122

第四节	控制调节阀与辅助装置	154
第五节	液压传动系统主要参数的选择	181
第五章	T·JY ₁ 型车辆减速器液压传动系统的安装、 调试与维修	
第一节	液压传动系统的安装	192
第二节	液压传动系统的调整和压力试验	219
第三节	液压传动系统的维修	223
第六章	T·JY ₁ 型车辆减速器的控制电路	
第一节	T·JY ₁ 型减速器控制电路的技术要求	242
第二节	T·JY ₁ 型减速器控制电路说明	247
第七章	T·JY ₂ 型车辆减速器的原理、性能与结构	
第一节	T·JY ₂ 型减速器的原理	264
第二节	T·JY ₂ 型减速器主要性能的分析 与计算	270
第三节	T·JY ₂ 型减速器的结构	279
第四节	车辆减速器主要部件的强度校核 和应力测试	289
第五节	T·JY ₂ 型减速器的使用范围	315
第八章	T·JY ₂ 型车辆减速器的安装、调试与维修	
第一节	T·JY ₂ 型减速器的上部限界	316
第二节	T·JY ₂ 型减速器的安装	317
第三节	T·JY ₂ 型减速器的性能试验	324
第四节	T·JY ₂ 型减速器现场使用中的维 修与调整	326
第九章	T·JY ₂ 型车辆减速器的液压传动系统	
第一节	T·JY ₂ 型减速器液压传动系统原理图 及其说明	331
第二节	油 缸	333

第三节	液压系统主要参数的选择	·343
第十章	T·JY2型车辆减速器的控制电路	
第一节	T·JY2型减速器控制电路的技术要求	·348
第二节	T·JY2型减速器控制电路说明	·348
附录	录	
附录一	液压及气动图形符号	·353
附录二	常用单位换算表	·366
	in (英寸) --mm (毫米) 换算表	·366
	压力、应力单位换算表	·367
	功与能、功率单位换算表	·368
	粘度单位换算表	·369
附录三	T·JY1、T·JY2 型车辆减速器液压传 动系统中使用的液压管接头	·370
	O形密封圈螺纹钢管接头	·370
	O形密封圈中间钢管接头	·371
	球面螺纹钢管接头	·371
	球面中间钢管接头	·372
	扣压式胶管接头	·373
	可拆式胶管接头	·374
	法兰连接直通接头	·375
附录四	车辆速度—能高换算表	·376
附录五	形状和位置公差代号及其注法	·395
附录六	“公差与配合”新旧国标对照表	·397

第一章 驼峰目的制动用车辆减速器概述

车辆减速器（以后简称减速器）是机械化、半自动化和自动化驼峰编组站的主要调速设备。驼峰编组站安装减速器后，可以提高解编能力，保证调车作业和人身安全，减轻劳动强度。

早在 1900 年德国就开始安装试验减速器，1910 年美国正式开始使用减速器。经过几十年的不断改进与发展，已研制出各种不同类型的减速器。我国从 1950 年开始减速器的研究，改良了 1950 型 仿制出了 1950 型，于 1955 年自己研制了 1950 型（原型）液压重力式减速器。

随着铁路运输事业的不断发展，驼峰编组站逐渐发展成为半自动化和自动化作业。为了满足驼峰半自动化和自动化的要求，1960 年以后，我国又先后研制成功了 1960 型（原型）和 1960 型减速器，并从最简单的手动控制发展到现在用电子计算机控制，实现了驼峰溜放自动化。

第一节 目的制动用减速器的 研究目的和减速器的分类

一、目的制动用减速器的研究目的

间隔制动用减速器的使用对提

或铁鞋制动，后

但是仍然存在很多问题，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：

（一）高速溜放，作业安全无保障，追钩、撞车事故不断发生；

（二）高速上鞋，制动员劳动强度大，危险性大；

（三）对调车线钢轨的磨耗日趋严重；

（四）对车轮踏面的擦伤，进而影响车辆的走行性能；

（五）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。

理论和实践都证明在调车线内安装减速器能显著提高解体能力和提高车组的安全连挂率。

因此，十几年来各国对目的制动用减速器投入了极大的人力与物力，研究出了品种繁多、各具特色的目的制动用减速器。

二、减速器的分类

根据驼峰调车场的作业要求，减速器可分为间隔制动用和目的制动用两大类。

按照制动原理来分，减速器基本上可分为钳夹式和非钳夹式两大类。

钳夹式减速器按其动力系统可分为电机型、空压型和液压型。按其制动力来源可分为车重重力式和外力式（又称非重力式）。

非钳夹式减速器种类较多，目前主要有橡胶轨式、液压减速单元、螺旋滚筒式、电磁式和减速小车等。

此外，作为目的调速，还出现了不少加速或加、减速设

备，例如绳索牵引推送小车、齿条式油压加速装置、螺旋加速器、直线电机加减速小车、油-气加减速单元等。

（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、空压型和电机型。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，因而在国际上得到了最广泛采用，是目前目的制动工具中安装数量最多的一种。传统的空压非重力式减速器，由于性能和投资都不宜用于目的制动，因而很少采用。但最近研究的轻型空压减速器，在部分新建站场的目的制动中陆续被采用。

（二）非钳夹式减速器

上述介绍的钳夹式减速器虽然比较简单，易于制造，易于控制，但其缺点是制动力受轮辋表面状态以及车轮直径影响较大，因而制动力不太稳定。近十几年来，非钳夹式减速器的研究得到了很大发展，特别在车辆重量较轻的西欧各国得到更为广泛的发展。

非钳夹式减速器种类很多，而原理也差异很大，具有代表性的有橡胶轨式、减速单元式、螺旋滚筒式、电磁式、费弗莱（*Faiveley*）自调节式和减速小车等。

各类非钳夹式减速器都有自己的特点，然而也都存在着不同程度的缺点，因而使用范围均受到一定的限制。

第二节 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

由于调车线股道较多，要在调车线内安装减速器数量就较大，所以经济指标就成为重要的因素。另外，也由于减速

器数量较多，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新的要求，综合归纳如下：

（一）要求结构简单、造价低、维护费用低且要便于安装维修；

（二）为便于调车线内排水，不应有太深的基础；

（三）要求有较快的缓解时间，对于重力式减速器可以用下列指标要求： $t_H \cdot h \leq 0.05$ ，即缓解时间 t_H (s) 与单位制动动能高 h (m) 的乘积小于 0.05；

（四）要求有比较稳定的减速度 a ，以保证必要的速度控制精度；

（五）目的制动用减速器的设计应满足部定限界的要求。

总之，要求目的制动用减速器既要经济，又要有较好的控制精度。

二、减速器性能对控制精度的影响

以往在选用目的制动用减速器时往往不注意对减速器控制精度的要求，在这方面，各国驼峰都走了不少弯路。

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。

（一）减速器出口速度偏差 ΔV 的计算公式

车组在被制动的过程中，由于减速器和控制系统的惰性

(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接近,必须使减速器有提前缓解时间,即在比要求的出口速度高一些时就开始缓解。这就是说,必须对由于减速器和控制系统的惰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。目前比较合理的方法是按减速度进行补偿。

减速度补偿原理可用下式表示:

$$V_c = V_H - at \quad (1-1)$$

式中 V_c ——要求的车辆出口速度;

V_H ——考虑到减速器和其他控制元件的惰性所要求的提前缓解速度;

a ——货车在被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_c 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_c ,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_c 是人工给定的,其误差 ΔV_c 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 ΔV_c 在95%以上不大于 $\pm 1 \text{ km/h}$,在自动化系统中要求更高的出口速度控制精度。

在补偿电路中实际要解决的是超前量 $V = at$ 的大小和偏差问题。因减速度偏差和时间的偏差均属正态分布,所以按误差理论有:

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

或

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

式(1-2)即为减速器出口速度偏差的计算公式。

(二) 时间偏差对出口速度偏差的影响

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

在半自动或自动化系统中，时间偏差主要由下列因素产生：

- $\Delta t_{\text{雷}}$ ——雷达迟延引起的偏差；
- $\Delta t_{\text{控}}$ ——控制电路迟延引起的偏差；
- $\Delta t_{\text{缓}}$ ——减速器缓解时间引起的偏差；
- $\Delta t_{\text{其他}}$ ——其他因素引起的时间偏差。

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 50ms， $\Delta t_{\text{控}}$ 、 $\Delta t_{\text{其他}}$ 不超过 25ms，而 $\Delta t_{\text{缓}}$ 所占的偏差最大，一般可达 100~400ms，因而是起决定性的一项，可以举一例子说明。如果 $\Delta t_{\text{雷}} = 50\text{ms}$ ， $\Delta t_{\text{控}} = 25\text{ms}$ ， $\Delta t_{\text{其他}} = 25\text{ms}$ ，减速度 $a = 1\text{m/s}^2$ ， $\Delta t_{\text{缓}}$ 分别为 200ms 和 300ms 则 Δt 为 209ms 和 306ms。

此时，仅由时间引起的误差分别为 0.75km/h 或 1.1 km/h。

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，减少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。

(三) 减速度偏差对出口速度偏差的影响

上面讨论 $a \cdot \Delta t$ 的误差中，是把减速度 a 看作常数来处理的。实际上减速度是一个变量，在对同一车辆制动过程中，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，铰接处最小），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 $0.209s$ 和 $0.306s$ ，而最大减速度增加为 $a = 2m/s^2$ ，则引起的 $a \cdot \Delta t$ 误差分别为 $1.5km/h$ 和 $2.2km/h$ 。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。

由上分析可以看出，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。

第三节 减速器专用名词、符号与型号说明

一、专用名词

(一) 车辆能高一 在溜放过程中，车辆单位重量所具

有的能量（包括位能和动能），可以用高度来表示，这个高度称为该车辆的能高。

（二）制动能高——减速器消耗被制动车辆的能高值，称为该减速器的制动能高。

（三）单位制动能高——减速器单位制动长度（m）上消耗被制动车辆的能高值，称为减速器的单位制动能高（或单位能高）。

（四）全制动时间——从接到制动命令开始至减速器制动轨之间的开口达到规定尺寸的时间，称为减速器的全制动时间。

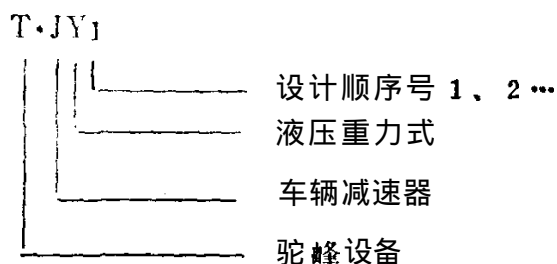
（五）全缓解时间——从接到缓解命令开始至减速器制动轨之间的开口达到缓解后规定的最大尺寸的时间，称为减速器的全缓解时间。

（六）缓解时间——从接到缓解命令开始至减速器制动轨对车辆失去减速作用的时间，称为减速器的缓解时间。

二、符号

- （一） H ——车辆能高（m）。
- （二） H_z ——制动能高（m）。
- （三） h ——单位制动能高（m/m）。
- （四） t_{QZ} ——全制动时间（s）。
- （五） t_{QH} ——全缓解时间（s）。
- （六） t_H ——缓解时间（s）。

三、型号说明



第四节 国内外目的制动用减速器简介

国内外目的制动用减速器主要有钳夹式和非钳夹式两大类。

一、钳夹式减速器

(一) 液压重力式

液压重力式减速器在已有的目的制动用减速器中占绝大多数，在中国、美国、法国、日本、苏联等国的驼峰调车场得到最广泛的应用。

我国驼峰目的制动减速器绝大部分采用双轨液压重力式减速器，自1976年至1985年十年间，共有14个编组站目的制动位，安装了600多台（到1986年底达800多台）T·JY₁和T·JY₂型减速器，安装数量占世界首位。

美国驼峰目的制动用减速器全部采用液压重力式减速器。有美国西屋空气制动公司（WABCO）生产的50B型、美国通用铁路信号公司（GRS）生产的G型以及美国制动公司生产的ABEX型。

三家公司生产的上述减速器均为浮动基本轨式单侧液压重力式。它们的单位制动能高约为0.07m/m，制动时间小于

1 s, 缓解时间 0.3~0.5s。该减速器当车组压在上面时不能重复制动。

法国驼峰目的制动大部分采用液压重力式, 其中代表型号为日蒙·施乃德公司所生产的 R 68、R 73、R 76 和 R 78 型。

R 68型是采用附加踏板传递制动力的单轨重力式减速器, 其基础较深、体积和重量都较大、造价也较高。

R 73型采用浮动基本轨传递制动力, 系单轨重力式减速器, 其控制精度较高, 价格比较低廉, 可直接装在道碴路基的木枕上, 并可以装在曲线上。

R 76和 R 78型原理和 R 73型相同。为了系列化和便于生产, 设计了 R 76和 R 78型。其中 R 78型为双边制动, 一般多用于间隔制动位; R 76型为单边制动, 与半个 R 78相同, 多用于目的制动。

R 76与 R 78型制动效果较好, 价格低廉。单位制动能高 R 76与 R 78型分别为 0.1和 0.2m/m。

日本国营铁路在日本第一个自动化编组站——郡山编组站采用 KD1001A型单轨液压重力式减速器。采用附加踏板传递制动力, 此减速器机构缺乏跟随车辆摆动的自由度, 因而在制动时, 由于车辆的蛇行, 使制动力波动较大而且容易挤出车辆。

日本国铁在武藏野编组站第四制动位采用 KD1004A型双轨液压重力式减速器。最大使用压力为 14MPa, 制动时间为 1s, 缓解时间为 0.3s, 单位制动能高为 0.08m/m。

全苏铁道科学研究院 (ЦНИИ) 研究了 ЦНИИ-3B 型单轨液压重力式减速器, 作为苏联主要的目的制动用减速器之一。它是采用附加踏板式传递制动力, 制动时间为 1s, 缓解时间 0.3s, 单位制动能高为 0.09m/m, 使用工作压力为