

主编 ● 贺 清
主审 ● 李国宁

TUOFENG ZIDONGHUA XITONG
JISHU YUANLI JI YINGYONG

驼峰自动化系统 技术原理及应用



西南交通大学出版社

主 编 ○ 贺 清
副主编 ○ 宋 丹 石 磊 张振海
主 审 ○ 李国宁

驼峰自动化系统 技术原理及应用

TUOFENG ZIDONGHUA XITONG
JISHU YUANLI JI YINGYONG

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

驼峰自动化系统技术原理及应用 / 贺清主编. 一成都: 西南交通大学出版社, 2016.2
ISBN 978-7-5643-4457-3

I. ①驼… II. ①贺… III. ①自动化驼峰 IV.
①U291.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 314008 号

驼峰自动化系统技术原理及应用

贺清 主编

责任编辑 周杨

封面设计 何东琳设计工作室

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)

发行部电话 028-87600564 028-87600533

邮政编码 610031

网 址 <http://www.xnjdcbs.com>

印 刷 四川森林印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印 张 18.5

字 数 462 千

版 次 2016 年 2 月第 1 版

印 次 2016 年 2 月第 1 次

书 号 ISBN 978-7-5643-4457-3

定 价 40.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

近年来,随着铁路事业的不断发展,编组站驼峰调车场技术和装备迅速更新,特别是一大批新的编组站综合自动化设备的安装投产,标志着我国编组站自动化技术已经登上了一个新的台阶。根据铁路发展规划,为了进一步提高铁路运能,将会有更多的编组站实施综合自动化,也将开发出更多的先进技术装备。

原《编组站调车自动控制》一书作为高等学校教学用书,出版至今已历 20 多年,已不再能反映技术的现貌,许多内容已显陈旧。本书为适应培养适用人才的需要,在保证学科和科学完整体系的前提下,广泛地收集了国内近年来研制成功的编组站综合自动化设备的资料,修改、替换和充实了原书的大部分内容。

为保证教材的先进性,本书从阐述驼峰调车自动控制扩展为编组站综合自动化系统,为此将第五章驼峰自动化系统从原教材的概念性介绍增加到对多个具体系统的剖析、阐述;另外还增加了第六章编组站综合自动化系统的论述、国内最新技术成果的介绍。在本书的编写过程中,我们广泛听取各校任课教师及有关专家意见,内容上力求做到充实、完整,密切结合现场实际设备,以期达到理论联系实际,做到学以致用。

本书可作为铁路高等学校交通信号与控制专业教学的教学用书,也可供铁道信号专业现场人员学习参考。由于编组站综合自动化是铁路信号中涉及学科领域最广的学科,它应用了机械、电气、电子、计算机、通信、自动控制及车站信号等许多方面的知识。因此,在学习本书时需要进一步参阅有关领域的专著。

本书由兰州交通大学贺清主编,中铁工程设计咨询集团有限公司电化通号设计研究院宋丹、兰州交通大学石磊、兰州交通大学张振海副主编,兰州交通大学李国宁主审。第一、二、三章由贺清编写,第四章由石磊编写,第五章由宋丹编写,第六章由张振海编写。贺清策划并对全书进行统稿。本书的编写得到了中国铁路通信信号总公司研究设计院、铁道科学研究院通信信号研究所的大力协助和支持,在此深表感谢。

由于编者水平所限,书中难免出现疏漏和错误,恳请读者批评指正,以期不断改进提高。

编 者

2015 年 10 月

目 录

第一章 编组站与调车驼峰概述	1
第一节 编组站概述	1
第二节 编组场调车设备及调车作业	4
第三节 车辆溜放动力学基础	13
复习思考题	17
第二章 驼峰信号基础设备	18
第一节 驼峰调车场信号设备概述	18
第二节 驼峰信号联锁设备	24
第三节 驼峰场轨道电路	47
第四节 驼峰道岔转辙设备及其控制	54
第五节 调速设备及其控制	67
复习思考题	93
第三章 自动化驼峰测量设备	95
第一节 车轮传感器	95
第二节 测阻设备	98
第三节 测重设备	99
第四节 测速设备	103
第五节 测长(测距)设备	111
复习思考题	119
第四章 驼峰自动化系统基本原理	120
第一节 溜放进路控制系统概述	120
第二节 继电进路储存式自动集中原理	128
第三节 驼峰调车速度调整的基本原理	151
第四节 驼峰调速自动化方案分析比较	171
第五节 驼峰推峰机车速度控制系统	176
复习思考题	194

第五章 驼峰自动化系统的典型应用195

 第一节 TW-2 型驼峰控制系统195

 第二节 TBZK II 型驼峰过程控制系统244

 第三节 TYWK 型驼峰全电子自动控制系统253

 复习思考题258

第六章 编组站综合自动化系统259

 第一节 概 述259

 第二节 SAM 系统261

 第三节 CIPS 系统271

 复习思考题289

参考文献290

第一章 编组站与调车驼峰概述

编组站的主要任务是货物列车的解体与编组。为保证改编能力，我国各编组站均设有调车驼峰设备。作为编组站调车控制技术的研究、设计和应用的基本理论，本章主要介绍编组站的分类，调车驼峰的基本知识，驼峰调车场的平、纵断面结构，车辆溜放的受力分析和能高线原理等。

第一节 编组站概述

在铁路网中，凡办理数量较大的货物列车的解体编组作业，并为此而设有专用调车设备的车站都称为编组站。编组站一般由到达场、发车场（或到发场）、编组场等多个车场组成。编组站的作业主要是车流的组织工作，按运行图不间断地接、解、编、发列车，最大限度地压缩机车车辆在本站以及有关车站的停留时间，以加速机车车辆的周转。接车、发车的技术作业分别在到达场和发车场进行。解体和编组作业在编组场进行。所谓解体作业，就是根据改编的货物列车中每节车辆（或几节车辆）的去向将它们分开，即去往同方向的车辆分在同一条编组线上。所谓编组作业，就是将去往同一方向或同一地点的车辆进行选编，连接在一起，组成新的列车。不难看出，编组站是列车“消逝”和“产生”的地方，因此，编组站也被称为“货物列车制造工厂”。

一、编组站的分类

编组站一般设在有大宗车流集中或消逝的地方，或在铁路网上大量车流集散的地方，如大工业企业和矿山地区、大城市、河海港湾、铁路干线交叉地等。

编组站按在整个铁路网上或枢纽内所起作用不同，可分为：

（1）主要编组站——也称为路网性编组站。它的主要任务是解体和编组技术直达列车，具有较强的调车设备。这种编组站一般设在几条具有强大货流的线路汇合或分歧的地点及有大量地方作业的地点。这种编组站在铁路网上的分布，应尽量保证车辆改编时所耗费的车辆小时及车辆公里最少，并保证整个铁路网作业的机动性。

（2）地区编组站——它主要用于对本地区及附近的大工业企业或大厂矿的列车进行编组及解体，也可编组技术直达列车及始发直达列车。这类编组站一般设在枢纽内或网点上或一个联合企业附近，也可设在如港口等附近有大量装卸作业的地点。

（3）辅助编组站——一般这种编组站改编工作量较小，主要以办理衔接本站各区段来的

车辆编成到最近的编组站去的列车及小运转列车作业为主，有时也可能组织少数技术直达列车。

二、编组站的车场配置

从上述编组站的分类可以看出，其在铁路网上的作用和车流的数量及性质，决定了编组站所处地理位置的不同，也决定了编组站内车场配置的不同。编组站按设有的调车作业系统数量不同可分为单向和双向两类，按车场相互位置的不同又可分为横列式、纵列式和混合式三种。一般有单向横列式配置、单向纵列式配置、单向混合式配置、双向纵列式配置、双向混合式配置等多种形式。图 1-1-1 和 1-1-2 分别是单向横列式配置示意图和单向纵列式配置示意图。

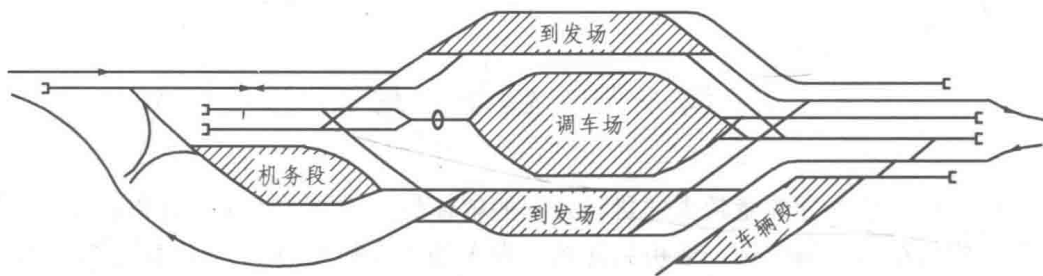


图 1-1-1 单向横列式配置图

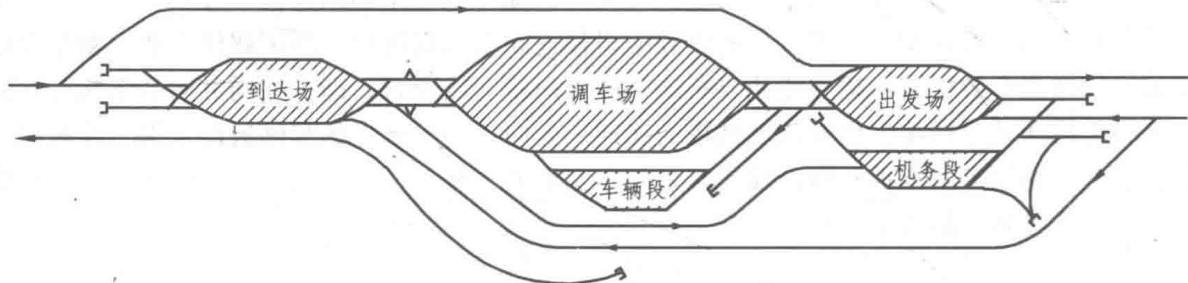


图 1-1-2 单向纵列式配置图

从图 1-1-2 可以看出，一个编组站只设一个到达场、一个编组场、一个发车场，用来解、编任何方向的车流，这样的编组站称单方向编组站，承办的改编列车任务主要是下行列车。在一些上、下行车流均较大的路网性编组站，分别设上、下行车流分开使用的到达场、编组场、发车场，这就是双方向编组站。

为了达到编组站在铁路网上保证主要干线不间断工作，车辆周转时间尽量缩短，在整个铁路上能顺利进行全面的运输作业过程的目的，对编组站内的车场配置，应尽可能做到合理布置，以保证良好的运营条件。在新建或改建编组站决定车场配置时，必须进行技术经济比较，择优选用。一般来说，车场横列式配置有占地省、造价低和便于管理等优点，但机车车辆调车走行距离长，车辆在站停留时间长，改编效率低。车场按到达、解编、出发的作业顺序纵列配置的纵列式编组站，对减少机车车辆行程，提高作业效率与能力有利，但站场站坪长，工程投资大。

三、编组站的主要作业过程

编组站的运输生产和工厂企业的生产一样，有一个生产作业程序，称为技术作业程序。现以一个包括三个车场的单向纵列式编组站为例说明编组站的技术作业程序。图 1-1-3 所示是编组站技术作业流程框图。三个车场各有分工，到达场主要办理列车到达（接车）、车列停留、直通列车发车等作业，编组场主要办理列车解体、集结和编组等作业，出发场主要办理编成的列车的发车作业。图 1-1-3 所示流程是对有改编列车的技术作业过程，若是直通列车，即不需要改编的列车，只需在到达场做技检、货检等工作后就发车。

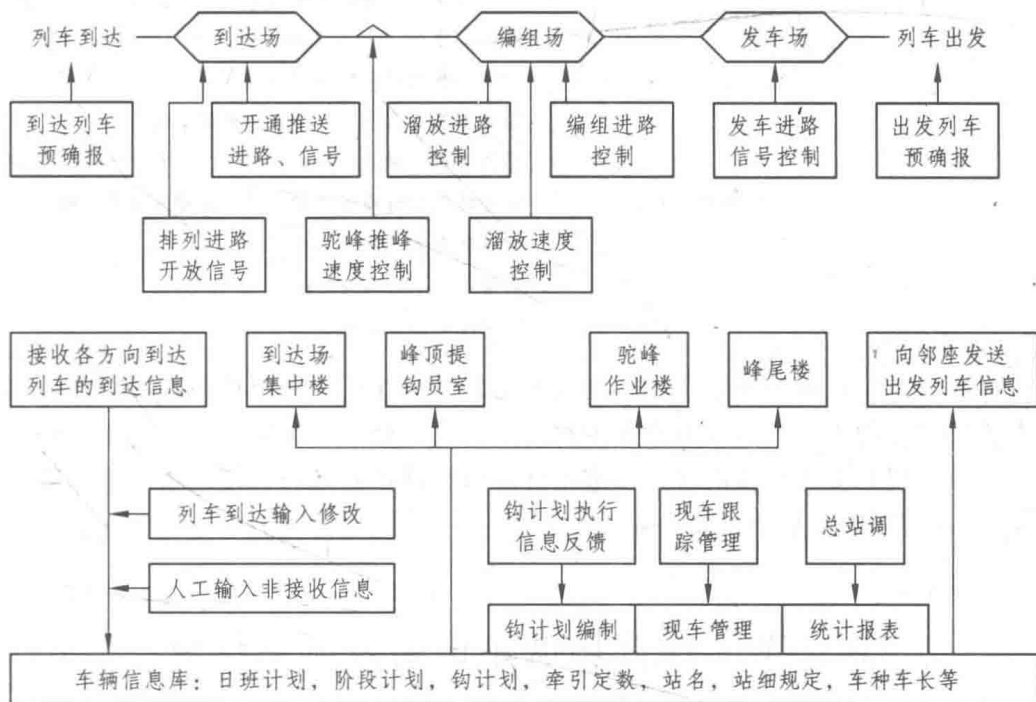


图 1-1-3 编组站技术作业流程框图

从技术作业流程框图可以看出，对整个运输环节产生较大影响的是解编作业。以往对编组站进行的技术改造措施基本上是围绕解编能力的提高，减少解编作业过程所需的时间。当前开展一些计算机管理系统在编组站上的应用也离不开这个范围。所以，实现编组站自动化的核心是首先实现解编作业自动化。

从管理系统的角度来看，可以将解编作业分成调度信息处理系统和解编控制执行系统两大部分。

1. 调度信息处理系统

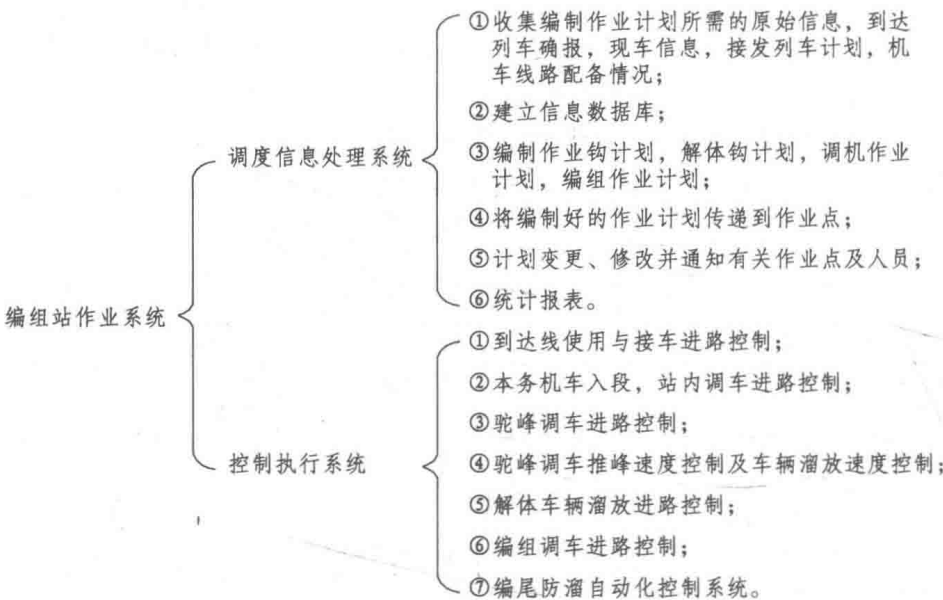
该系统的中心任务是编制出解体作业钩计划（解体调车单）和编组作业钩计划。这两项计划编制所需的基本信息是有序的现车信息。这些现车信息对编组来说是流动的，当列车到达时生成，当列车出发离开车站时消失。而对于计划编制来说，这些现车信息的基本数据是固定的，它在站内的位置是在流动的，位置的流动取决于所编制的计划。

2. 解编控制执行系统

该系统的中心任务是根据计划解体编组，控制调机、车辆在驼峰编组场内位置的移动。

两个系统的内容如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 编组站作业系统的两大部分



上述两部分系统包括的内容及顺序构成编组站的作业过程，以往完成整个作业过程是以人工体力与脑力劳动为主，基本上全部由人工进行情报处理，编制各种计划以及用人工手动操纵控制设备。现在上述很多内容都已进入计算机管理控制之内，使编组站逐步达到半自动化、自动化和综合自动化的水平。

第二节 编组场调车设备及调车作业

在整个编组站中，编组场的解编作业是核心。解编的快慢是影响车辆周转时间的主要因素。为此，各国都集中一定人力和物力发展和改善编组场的调车设备。编组场调车设备包括两大部分内容：一是站场线路平、纵断面调车设备；二是调车控制技术装备。

一、平纵断面调车设备发展概况

目前编组场调车设备基本上是调车驼峰。调车驼峰与其他事物一样也是随着科学技术的发展逐步产生、发展、完善的，经历了从最初的平面调车设备、简易驼峰、机械化驼峰、半自动化驼峰到自动化驼峰调车等阶段。

平面调车设备是所有线路的纵断面基本上在同一个水平面上，就是牵出线与各梯形排列的编组线股道在同一水平面，如图 1-2-1 所示。车列解体是靠调车机车利用牵出线将各个车组（钩车）顶送到规定的股道上，然后摘钩，与车列分离。车组的运动是靠调车机车的推力完成的。不难看出，这种调车设备效率低。解体一个车列，调车机车需要往返运行在牵出线和股道之间，其走行的距离与车组的多少以及股道的长度有关，既浪费动力又占用大量时间。

到了 19 世纪末，世界上出现了特殊断面牵出线调车。它与前一种调车设备相比较，牵出线与各股道的纵断面不是一个水平面，牵出线的平面高于股道的平面，如图 1-2-2 所示。

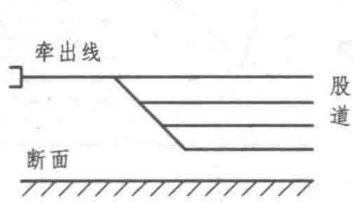


图 1-2-1 平面牵出线示意图

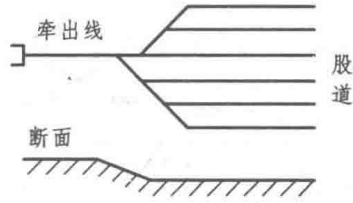


图 1-2-2 特殊断面牵出线示意图

机车在牵出线上给车列一定的推力，然后摘钩，让车辆借助本身的重力和惯性在下坡的线路上自己溜向股道，这样减少了调车机车的走行距离，缩短了车列解体的时间，提高了解体能力。

特殊断面牵出线的改造后又发展成了简易驼峰，如图 1-2-3 所示。它的各股道线路部分接近于线束型，牵出线部分的纵断面形成凸起，形状类似于骆驼的峰，故称为“调车驼峰”。简易驼峰的出现，对调车设备来说是一个技术上的飞跃。

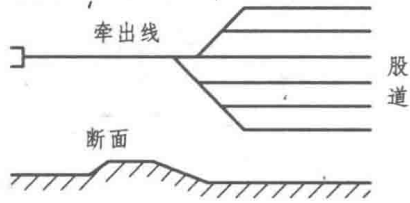


图 1-2-3 简易驼峰示意图

对简易驼峰不断改进完善，将各股道线路平面改为对称的线束型，纵断面由推送部分、峰顶平台和溜放部分几个不同坡度的坡段组成，如图 1-2-4 所示，即为目前纵列式编组场的调车驼峰。车列解体时，推送机车不必下峰，只在推送线路上顶送车辆至峰顶摘钩，脱钩的车辆靠自身重力溜放到股道上。因此，能进一步减小机车的走行距离，提高解体能力。

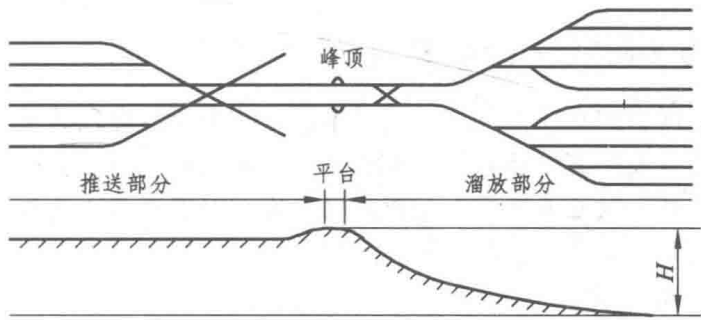


图 1-2-4 调车驼峰示意图

二、调车驼峰平、纵断面结构

调车驼峰是由推送部分、峰顶平台和溜放部分组成。图 1-2-5 所示为纵列式编组站调车驼峰平、纵断面结构图。

推送部分——由到达场股道中部到峰顶之间的线路区段。由到达场咽喉最外方道岔警冲标至峰顶之间的线路称为推送线。设置推送部分线路的目的是得到必要的驼峰高度；调机将解体的车辆送至峰顶，使车钩压紧，便于提钩员摘（提）钩。

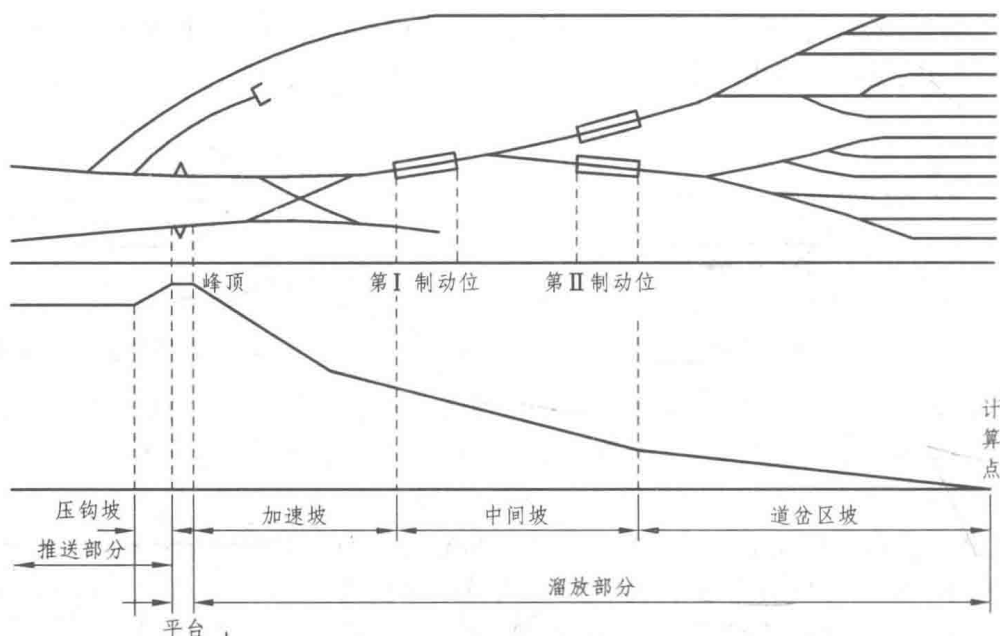


图 1-2-5 调车驼峰平纵断面结构图

峰顶平台——在溜放部分与推送部分之间设的一段平坦地段。设置峰顶平台是为了连接两个不同方向的反坡，同时保证不降低驼峰的计算高度。

溜放部分——由峰顶至编组线计算点之间的区段。计算点是为了进行驼峰设计而人为规定的参考点，它因调速设备类型的不同而不同。例如，机械化驼峰的计算点规定为难行调车线警冲标内方 100 m 处。由峰顶至计算点之间的长度称为溜放部分的计算长度。从峰顶至第一分路道岔始端的一段线路称为溜放线。

（一）驼峰调车场的平面布置

提高驼峰的解体能力的具体措施之一，就是要有一个经济合理的平面布置，否则再好的自动化设备也不能充分发挥其经济效益。因此，我们必须对驼峰平面进行较为深入的讨论。对于小能力驼峰、机械化驼峰或者是自动化驼峰来说，对平面布置的要求虽不尽相同，但是它们都有一些共同的基本要求。这些基本要求如下：

- （1）头部咽喉区的长度最短；
- （2）各股道自峰顶至计算点间车组溜放总阻力相差较小，并尽量缩短至最低程度；
- （3）不铺设多余的道岔、短轨等，以免增加钩车的运动阻力；
- （4）要考虑有利于设置机械化和自动化驼峰的设备。

为了满足这些基本要求，驼峰编组场的平面采取了如下措施：

（1）从峰顶至各编组线采用对称配列的线束形布置。把编组线分成几个线束，每个线束一般包括 6~8 条编组线。这样布置的优点是车组从峰顶进入各个线路所经过的道岔数量、转折角度的总和都比较接近，从而达到减少各个线路间的车组溜放总阻力差的目的。

（2）为了缩短咽喉区长度，道岔采用长度短、辙叉角度大的 6 号或 7 号单式对称道岔、复式交分道岔或不对称三开道岔。这样的布置还可以缩短前、后车组之间的间隔，有利于峰顶提高机车推送的速度。

(3) 推送线和溜放线的数目应根据改编作业量的大小和调车场股道的数量确定。一般设计成两条推送线和两条溜放线,这样可以保证两台机车能同时作业,提高作业能力。自动化驼峰有的设置 3~4 条推送线。

(4) 在推送线上衔接禁溜线、迂回线。禁溜线与推送线连接的道岔应靠近峰顶,以便取送禁溜车辆。

禁溜线是在解体过程中暂时存放禁止由峰顶溜放的车辆(易撞碎、爆炸的车辆)的尽头线。它的有效长度不应短于 150 m,即能存放 10 辆车的长度。

迂回线是绕过峰顶和车辆减速器,从推送线直接与调车场最外侧线路衔接的线路。不能通过峰顶和车辆减速器的车辆可由机车通过迂回线送至调车场。

(5) 峰顶至第一分路道岔要有一个合理的长度。这是由于经驼峰解体车列时,车辆在第一分路道岔分路的机会最多,以较高的推送速度解体车列时,要保证前、后钩车之间有足够的间隔。由于在这段距离内一般是不设调速工具的,因此在连续溜放的条件下前、后钩车之间的间隔就由峰顶至第一分路道岔的距离和它的坡度决定。根据理论分析和现有驼峰经验来看:当坡度在 35~40‰ 时,这段距离为 35~40 m;当坡度在 50‰ 时,如考虑到机械化驼峰向自动化驼峰过渡,这段距离为 25~30 m 较为合适。

(6) 合理布置调速位是驼峰平面布置的一个重要问题。就目前来说,机械化或自动化驼峰在咽喉区一般设两个调速位。为了在调速位上设置减速器,在其前、后都应有一段直线段,保证车辆平衡进入减速器和防止车辆脱轨。在相邻两股道减速器始端之间的线间距离不少于 3.8 m,以便安装其附属设备。

(二) 驼峰调车场的纵断面布置

驼峰头部纵断面的合理与否对驼峰解体效率、工程及运营费,以及调车工作人员的安全和劳动强度等有着极为密切的关系。在介绍头部纵断面之前,首先说明什么叫难行车、易行车、难行线、易行线、有利条件、不利条件等,因为设计纵断面坡度及峰高时要考虑这些因素。

所谓难行车和易行车,是对车辆走行性能及所受阻力大小而言的,与车的类型及重量有关。我国站场设计规范中规定:难行车采用基本阻力(走行性能决定)与风阻力总和最大,选择非空车的不满载 50 t 棚车(类型为 P_{50})。易行车选择基本阻力和风阻力总和较小而又大量存在的车辆,如满载 50 t 敞车,总重为 70 t(类型为 C_{50})。最易行车选择基本阻力和风阻力总和最小而又有一定数量,如满载 60 t 煤车,总重量为 80 t(类型为 C_{62A})。

难、易行线的区别与难、易行车一样。对各编组线按其溜车的难易程度(即阻力大小)分为若干种线路。难行线作为计算峰高之用。溜车的难易取决于线路上弯道折角的大小和通过的道岔数目多少,为此,编组线的最外侧线路弯道转角和道岔转角之和最大,道岔数目也最多,可以称为最难行线。考虑路基横断面影响设计峰高时不一定是最外侧线路。

和难行线相反,弯道转角和道岔转角之和最小、道岔数目最少的为易行线。

有利和不利条件一般是对气候和风向以及风力而言的。如冬季气温最低,而且风力最大,又是逆风溜放,为最不利条件;反之,气温较高、顺风溜放为有利条件。

1. 峰 高

峰高即驼峰高度,是指峰顶与计算点之间的高度差,亦称驼峰计算高度。峰高是车组溜

放的能量来源之一。车组种类不同,对峰高也有不同要求,为了适合各种车组,必须设计一个合理的峰高。

驼峰峰高应符合下列要求:

(1) 驼峰溜放部分设有调速设备的驼峰峰高应保证在溜车不利条件下,以 1.4 m/s 的推峰速度解体车列时,难行车溜至难行线的计算点达到该调速系统规定的速度。计算点的位置应根据采用的驼峰调速系统种类确定。

(2) 驼峰溜放部分不设调速设备的驼峰峰高应保证在溜车有利条件下,以 1.4 m/s 的推峰速度解体车列时,调车线始端不设减速器时,易行车溜至易行线警冲标处的速度不大于 5 m/s;调车线始端设有减速器时,易行车溜至减速器处的入口速度不应大于其制动能高允许的速度。

(3) 当设计驼峰的溜车方向与当地冬季主要季风方向相反时,该峰高按计算出来的峰高再增加 10%。

峰高的计算方法,对不同驼峰而言,其公式中的参数选取各不相同。对机械化驼峰,峰高要求是以 1.4 m/s 速度推送车列,保证难行车在不利的条件下自由溜放到难行线的计算点。对自动化驼峰来说,峰高的计算与计算点的选取因所采用的调速工具和技术方案不同,有着不同的设计。例如,采用减速器与减速顶或减速器与加速顶和减速顶组合的点连式调速系统中,设有间隔制动位时,驼峰高度应设计为保证在溜车不利条件下,以 1.4 m/s 的推峰速度解体车列时,难行车自由溜放到难行线打靶区末端有 1.4 m/s 的速度。其峰高的计算公式为

$$H_{\text{峰}} = [L_{\text{溜难}}(W_{\text{溜基}}^{\text{冬难}} + W_{\text{溜风}}^{\text{冬难}}) + L_{\text{场难}}(W_{\text{场基}}^{\text{冬难}} + W_{\text{场风}}^{\text{冬难}}) + 8\sum\alpha_{\text{难}} + 24N_{\text{难}}] \times 10^{-3} + \frac{v_{\text{连}}^2 - v_0^2}{2g'_{\text{难}}} \quad (1-2-1)$$

式中 $H_{\text{峰}}$ ——驼峰高度, m;

$L_{\text{溜难}}$ ——峰顶至难行线车场制动位入口的距离, m;

$W_{\text{溜基}}^{\text{冬难}}$ ——冬季难行车在溜放部分的单位基本阻力, N/kN;

$W_{\text{溜风}}^{\text{冬难}}$ ——冬季难行车在溜放部分的单位风阻力, N/kN;

$L_{\text{场难}}$ ——车场制动位入口至打靶区末端的距离, m;

$W_{\text{场基}}^{\text{冬难}}$ ——冬季难行车在车场部分的单位基本阻力, N/kN;

$W_{\text{场风}}^{\text{冬难}}$ ——冬季难行车在车场部分的单位风阻力, N/kN;

$\sum\alpha_{\text{难}}$ ——溜放范围内的曲线转向角(包括通过道岔时的辙叉角)度数之和;

$N_{\text{难}}$ ——溜放范围内的换算逆向道岔总数;

v_0 ——峰顶推送初速度, m/s;

$v_{\text{连}}$ ——安全连挂速度, 取 1.4 m/s;

$g'_{\text{难}}$ ——难行车考虑车轮转动惯量影响的重力加速度的数值, m/s²。

当然,这样计算出的峰高,对易行车在有利条件下溜至易行线,就有着较多的能量需要用减速器消耗掉,而且需要减速器有足够大的能量。又如若采用有几个加速位的加速器调速方案,峰高只需保证易行车在有利的条件下溜至易行线的计算点即可,这样设计的峰高是最低的,但目前我国没有研制大功能的加速设备。

2. 推送部分

推送部分的坡度主要是为了满足提钩作业的需要,在峰顶设有一段具有一定坡度和长度的压钩坡,以压紧车钩以便于提钩。坡度一般为 $10\sim 15\%$,长度不短于 50 m 。压钩坡的前一段是较接近平坡的缓坡,一般在 3% 以下。另外它还必须满足满载重车在停车后能自行启动。为此,推送部分平均坡度不大于 4% 。

3. 溜放部分

溜放部分的纵断面应设计成面向编组场连续递减的下坡,坡度尽量陡些,可以提高钩车通过咽喉区的平均速度,有利于保持溜放车辆之间的间隔和提高峰顶推送速度。溜放部分由下面几个坡段组成。

(1) 加速坡。

从峰顶到第一制动位入口为加速坡。其功能是使车辆迅速加速,减少难、易行车的走行时差,保证峰下第一分路道岔转换的安全间隔。但是必须从整个溜放部分分析,坡度不能过陡,否则将使中间坡和道岔区坡过缓,反而不利于提高溜放部分的平均速度。同时还要受到车辆进入减速器的速度及其他因素的限制。如我国现有设计规范规定:采用蒸汽机车为驼峰机车时,加速坡不应陡于 40% ;采用内燃机车时不应大于 55% ;困难条件下不应小于 35% 。从我国驼峰的实际情况来看,驼峰加速坡采取 $40\sim 50\%$ 为宜。

(2) 中间坡。

从第一制动位入口到第二制动位出口,这段坡度为中间坡。它把加速坡和道岔区坡之间连接起来,同时在其上设置制动位。该坡度的设计应满足以下条件:①在冬季不利的条件下难行车自由溜放到第二制动位入口,不超过减速器允许的最高入口速度;②使难、易行车均能保持高速溜放并且走行时差最小;③在冬季不利条件下,难行车被夹停后能自行启动。因此,这段坡度一般不小于 9% 。

(3) 道岔区坡。

从第二制动末端至编组线的始端之间的坡度为道岔区坡。对机械化驼峰来说,编组线的始端是指计算点,对自动化驼峰来说,编组线的站端是指车场调车线减速器的入口。这段坡度应保证易行车在有利的条件下不加速;对难行车在不利的条件下溜至计算点,还要保持良好的间隔。其坡度一般不大于 3.5% ,不小于 1.5% 。

(4) 调车线(编组线)坡。

机械化驼峰,由于调车线上采用铁鞋作为调速工具,为安全起见,一般要求调车线有效长度的 $2/3$ 线段上,在顺溜车方向有 1.5% 的下坡道,其余 $1/3$ 长度内为顺溜车方向再设一段不大于 1.5% 的上坡道,两个坡段中间插入 200 m 左右的平道,即所谓锅底形。

自动化驼峰则根据所采用的调速工具和技术方案不同而对调车线坡有不同的要求。

三、调车驼峰控制技术设备简介

1913年,美国研制了调整车组溜放速度的第一台减速器,使调车驼峰设施技术有了一个突破,是一项重要的技术革命。随后,工业技术比较先进的国家开始大力研制发展调车驼峰上的技术设备,直到目前广泛应用计算机处理大量信息及自动控制。

我国的调车设备发展较晚,20世纪50年代还停留在平面牵出线调车阶段。1958年以后,在全国许多编组站修建和改造了大量的简易驼峰及驼峰。随着我国车辆减速器的研制成功,建成了我国第一个机械化驼峰。由于电子技术和计算机技术的发展,调车驼峰上的技术装备也在不断地更新发展,1972—1979年我国第一个半自动化驼峰投入运营。1984年,我国开始用计算机对溜放车辆的速度进行自动控制并投入运营,至20世纪80年代末又将微型计算机控制投入运营。

调车驼峰按其技术装备不同大致可分为非机械化驼峰、机械化驼峰、半自动化驼峰及自动化驼峰。

非机械化驼峰调整车辆溜放速度是用车辆上的手轮闸或在编组线上放置铁鞋,调速能力和精度较低,制动员劳动强度大,且很不安全,并且机车在峰顶的推送速度必须较慢,使前后溜放车辆之间距离较长。这就限制了解体能力,一般每昼夜解体600~700辆。

机械化驼峰在线束头部装有调整车辆溜放速度的车辆减速器,它既可以调整在道岔区溜放的前、后两车组之间的间隔,又可以根据车组在编组线上的溜放距离(停车或挂钩地点)来调整车组驶出减速器的速度。车辆减速器的控制采用人工目测判断车辆溜放情况,操作控制台上的制动或缓解按钮,控制减速器对车辆进行制动或缓解。机械化驼峰因有车辆减速器控制溜放车组之间的间隔,调速能力和精度较高,所以机车推峰速度可以提高,提高解体能力,每昼夜可解体4500辆以上。

在此讨论的半自动化驼峰和自动化驼峰,主要是对车辆溜放速度控制方式而言的。前述机械化驼峰对车辆减速器的控制由人工完成。如果增加一些测试设备和自动判断的控制设备,取代值班员的目测和判断,在机械化驼峰的基础上对车辆减速器实现半自动控制,这不但能提高解体能力,而且能减轻值班员的劳动强度。如果再进一步增加测试采集现场信息的设备,并使用计算机,按照当时实际情况由计算机计算车辆离开减速器应具有出口速度并做出判断,对减速器发出制动或缓解命令,这便是自动化驼峰,亦称溜放车辆调速自动化。

在自动化驼峰的基础上,再进一步可向编组站综合自动化发展。编组站综合自动化的技术设备除了驼峰各环节的控制系统的自动化外,还应有编组场尾部平面调车计算机联锁系统、到达场和发车场的计算机联锁系统以及编组站车辆信息管理系统、枢纽调度监督系统、编组站车辆实时跟踪系统、站内调车无线指挥系统等先进技术和设备,实现编组站调度、管理、作业的全盘自动化。

调车驼峰按作业能力不同可分为:

(1) 大能力驼峰——一般有两条及其以上的推送线,调车线在30条以上,其解编能力在4000辆/日以上;

(2) 中能力驼峰——一般有两条推送线,调车线为17~29条,其解编能力在2000~4000辆/日;

(3) 小能力驼峰——一般只设一条推送线,调车线为5~16条,解编能力在2000辆/日以下。

调车驼峰按作业方式不同可分为:

(1) 单推单溜驼峰——在同一时间内,只有一台机车进行推送和解体车列的溜放作业;

(2) 双推单溜驼峰——在同一时间内,有两台机车平行推峰,一台机车进行解体车列的

溜放作业，另一台机车可进行预推作业的作业组织方式。大部分驼峰采用此作业方式；

(3) 双推双溜驼峰——能够使用两台机车同时进行推送和解体作业的作业组织方式。

四、驼峰调车作业

驼峰编组场调车作业可分为三类：

(1) 解体车列作业——在驼峰头部推送线和溜放部分进行；

(2) 编组作业——在驼峰尾部编发线上，根据列车编组计划，将车辆选编成列的调车作业；

(3) 其他调车作业——车列、车辆转场、转线调车，编组线上整理车辆等作业。

上述三类作业中，工作量最大并且较复杂的是解体车列作业。解体车列是根据编制的钩计划进行的，不管是双推单溜，还是单推单溜的作业方式，解体一列车一般可分为以下几个过程（以纵列式编组站为例）：

(1) 到达作业：包括对到达的车列进行技检、货检、核对现车以及办理货票交接等工作。这些工作均在到达场股道上由相关作业人员平行进行。

(2) 待解作业：调车人员将车列风管内的气放掉和按调车作业通知单摘开分钩处的风管，驼峰调车机车从机待线或峰顶驶往到达场连挂待解车列。

(3) 预推作业：若为双推单溜作业方式，一台机车正在推送线上解体前一车列，另一台机车去连挂待解车列后就可推送到另一条推送线上等待，称为预推作业。等到前一车列解体完毕，即可接着解体预推的车列，缩短了车列之间的间隔时间，充分发挥驼峰的作用。

(4) 解体车列：驼峰调机根据驼峰信号机的显示，将车列推至峰顶，提钩员提钩，分钩车组下溜，进路开通。调速设备调整溜放车组的速度，车组溜至编组线上。应该注意，在解体过程中，若车列内有禁溜车应送入禁溜线。

(5) 取送禁溜车：一般在一个车列（有时是几个车列）解体溜放结束后，驼峰调机将停在禁溜线上的禁溜车取送到编组线上。

(6) 整理作业：在解体溜放车组时，如果出现因调速不当，造成堵门车或过大的“天窗”，影响线路使用时；或中途追钩溜错股道的车需要纠正时；或双推双溜时两半场需要交换车等情况时，均需调机下峰进行整理，消除“天窗”，连接车辆，将溜错线路的车或交换的车辆送入指定线上。

(7) 集结及编组作业：随着车列的解体，同时将某一方向的车辆集结在固定编组线上。集结到一定数量时就要进行编组作业。编组作业在驼峰尾部进行。

从上述内容可看出，驼峰场调车是一个由多工种、多环节、多设备配合在一起工作的整体。站务组织工作和技术设备必须密切配合、互相协作，才能最大限度地发挥调车驼峰的潜力。

五、驼峰解体能力及其对信号设备的要求

驼峰解体能力的计算方法很多，一般的站场设计单位使用直接计算法，主要是以车列平均解体时间和充分利用峰顶为根据。如驼峰解体能力按每昼夜能通过驼峰解体的车列数或车辆数来表示。这样驼峰解体能力与驼峰推送线的数目、驼峰调车机车的台数有关。以双推单