

第一章 编组站与调车驼峰

本章概述编组站的作用、车场的配置、作业过程及主要技术装备、编组站调车综合自动化系统的组成。编组站的主要调车设备是驼峰调车场,主要介绍了调车驼峰的类型;平、纵段面结构;调车作业过程;解体能力与驼峰调车场技术的研究,即车辆溜放的受力分析和能高线原理。通过对本章的学习,了解驼峰解体能力的计算、编组站调车综合自动化系统的组成;掌握车场的配置、掌握峰高、计算停车点的概念。

第一节 编组站概述

在铁路网中,用于办理大量货物列车解体和编组作业,并为此设置专用调车设备的车站。编组站一般设在有大宗车流集散和需要整理的地方。主要进行改编货物列车作业、改编中转列车作业、机车整备与检修、车辆检修等作业,如图 1-1 所示。

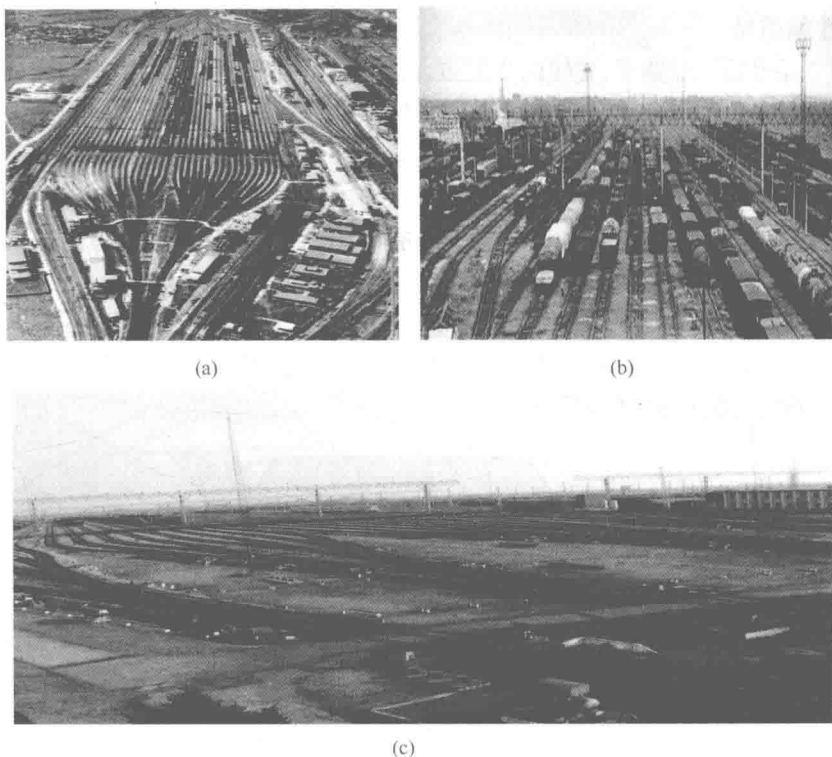


图 1-1 编组站现场图

铁路编组站主要是由列车到达场、编组场、出发场和直通场等组成。根据各车场配置数量和方式的不同,编组站可分为一级式、二级式、三级式三种。一级式有一级二场、一级三场等;

二级式有二级三场、二级四场等；三级式有三级三场、三级四场和三级六场等。各车场横列配置称横列式编组站，纵列配置称纵列式编组站，既有纵列又有横列配置称混合式编组站。上下行列车到发按一个方向设置的编组站，称为单向编组站，按两个方向设置时，称双向编组站。铁路编组站按其性质和作用，也可分为三种：路网性编组站（担任路网中远程列车的解编任务）、区域性编组站（担任一定区域内列车的解编任务）和地方性编组站（负担管内地方车流的解编作业）。

一、编组站的任务和分类

编组站的作业主要有改编货物列车作业、无改编中转列车作业、货物作业车作业、机车整备与检修、车辆检修等作业。而其核心工作是改编货物列车作业。

按编组站在整个铁路网上或铁路枢纽内所起的作用不同分为以下几类。

1. 路网性编组站

设置在有 3 条及以上主要铁路干线的交汇点，编组两列及以上远程技术直达列车（通过 1 个以上编组站的列车），每昼夜解编 6 000 辆及以上车辆。

2. 区域性编组站

设置在有 3 条及以上铁路干线的交汇点，主要编组相邻编组站直通列车，每昼夜解编 4 000 辆及以上车辆。

3. 地方性编组站

设置在有 3 条及以上铁路干、支线的交汇点，或工矿区、港湾区、大城市地区附近，主要编组相邻编组站、区段站、工业站、港湾站间的直通、区段、小运转列车，每昼夜解编 2 000 辆及以上车辆。

二、编组站的车场配置

编组站根据其货运量，改编作业量不同而具有不同的设计规模，同时考虑编组站所处的地理位置。其车场有如下数种配置。

1. 横列式编组站

如图 1-2 所示，横列式编组站是所有车场都横向排列。因其三个车场的平行配置在同一“级别”上，故又称“一级三场”式编组站。

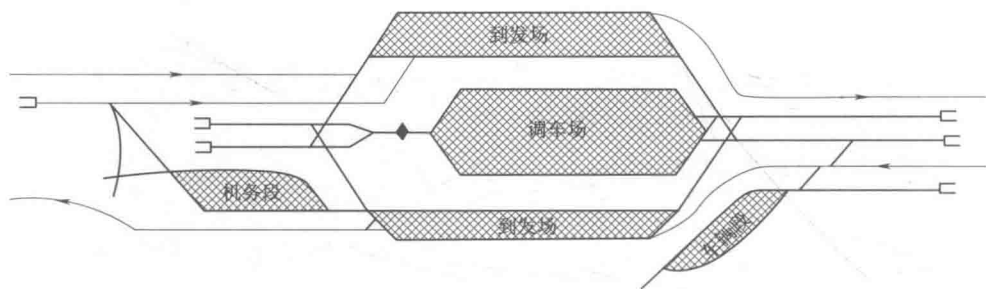


图 1-2 横列式编组站

2. 纵列式编组站

如图 1-3 所示，纵列式编组站是同一调车系统内的到达场、调车场，出发场是纵向排列的。因其三个车场纵向顺序排列，形成“三级”式配置，故又称“三级三场”式编组站。

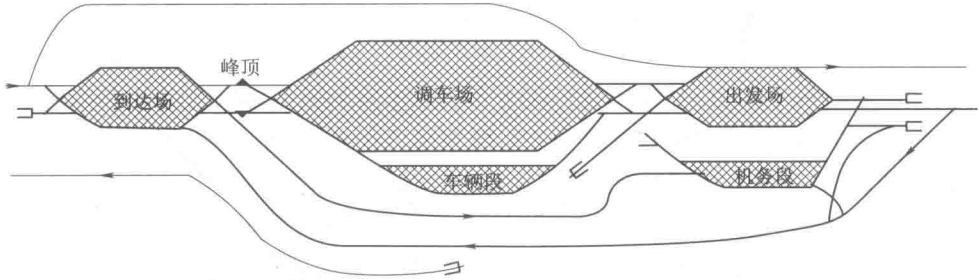


图 1-3 纵列式编组站

3. 混合式编组站

如图 1-4 所示,混合式编组站是各车场既有纵列配置又有横列配置的编组站。到达场与调车场为纵列配置,而调车场与出发场则为横列配置。

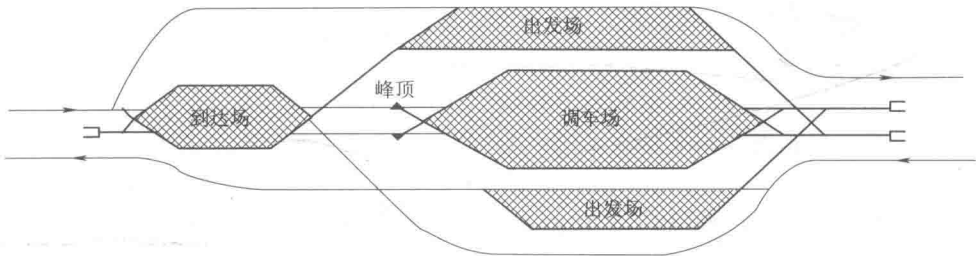


图 1-4 混合式编组站

上、下行合用一套调车设备(包括驼峰调车场与牵出线)的编组站叫做单向编组站。单向编组站的驼峰调车方向应与主要改编车流的运行方向一致。上、下行各有一套调车设备的编组站叫做双向编组站。其两套调车系统的主要驼峰调车方向应与各自的主要改编车流的运行方向相一致。图 1-5 所示为三级六场纵列式双向编组站。

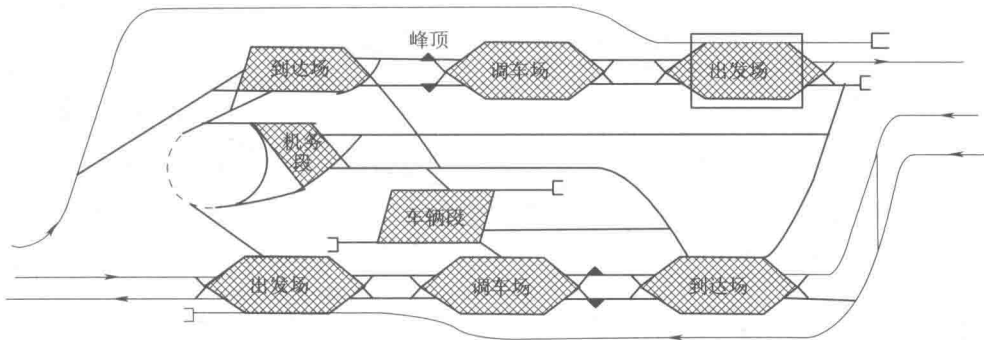


图 1-5 双向三级六场纵列式编组站

第二节 调车驼峰作业

调车驼峰是在调车场头部建一个高于调车场平面的土丘,其断面形状类似于单峰骆驼的峰,故此得名。驼峰是编组站(部分区段站)的重要技术设备,它对提高调车作业效率、增

进编组站(区段站)的改编能力具有重要的作用。驼峰调车与平面调车方法不同,其特点是:

(1)解体车列被推上峰顶后,摘钩的车辆主要依靠本身的重力,向编组线自行溜放;

(2)在保证前后两钩车有适当距离情况下,溜放可以连续进行。

利用调车驼峰进行解体作业时,由调车机车(简称调机)将车列按规定的速度向峰顶推送,峰顶处的联结员根据调车单的要求,在峰顶趁车钩压紧时摘钩,摘开钩的车组叫钩车(由一节或几节去向相同的车辆组成),过峰后,借本身的重力溜向编组股道(钩车溜放所经由路径叫溜放进路),利用控制溜放进路上的道岔(称分路道岔)使各钩车溜向规定的股道。在解体作业过程中,在保证前后两钩车有适当距离的情况下,溜放车辆是连续进行的。前行车组的后钩与后行车组的前钩之间要保持一定距离,称为溜放钩距,以保证分路道岔来得及转换,钩距越短,驼峰解体的时间越短,效率就越高,但钩距不能太小,太小会使分路道岔来不及转换,致使后钩车溜入前一钩车的股道上去,使后钩车溜错股道,后钩车叫“外路车”,或后钩车与前一钩车变成一钩车叫中途连挂(或称追钩)。

一、驼峰的分类

调车驼峰按技术装备和作业特点不同,可将其分为五类。

1. 简易驼峰

调车线为梯形布置,这类驼峰一般设在调车线不小于 5 条,每昼夜解体车辆数不小于 200 辆的区段站或编组站。溜放进路采用非集中或集中控制。调速工具主要采用人工手闸和铁鞋。

2. 非机械化驼峰

一般设在调车线小于 16 条,每昼夜解体车辆数小于 2 000 辆的中小编组站上。调速工具以制动铁鞋为主。溜放进路采用集中控制或半自动控制设备。

3. 机械化驼峰

一般设在调车线不小于 16 条,每昼夜解体车辆数不小于 2 000 辆的大、中型编组站上。调速工具以人工控制的大能力的车辆减速器为主,制动铁鞋为辅。溜放进路采用半自动控制。

4. 半自动化驼峰

一般设在大、中型编组站上。不仅设有车辆减速器等调速工具,还设有测重、测速、测长等各种测量设备和半自动控制机等设备,对车辆减速器实行闭环自动控制,以实现目的调速。分路道岔仍由驼峰自动集中控制。

5. 自动化驼峰

一般设在大型编组站上,对溜放进路、推送速度、溜放速度全部实现自动控制。

二、驼峰调车的作业方案

根据驼峰设备条件、配属机车台数和车流特点,驼峰调车有单推单溜、双推单溜和双推双溜三种作业组织方案。

1. 单推单溜

只需要 1 条推送线、1 条或 2 条溜放线、1 台调车机车。它的特点是驼峰作业周期长,驼峰

设备利用率低。适于解编作业量不大的车站。

2. 双推单溜

需要 2 条推送线,1 条或 2 条溜放线、2 台或 3 台调车机车。当 1 台机车在峰顶分解车列时,另一台机车可以去到达场连挂车列、向峰前信号预推,两台机车交替进行车列溜放,从而提高了驼峰设备的利用率,解体能力比单推单溜方案高,同时可避免或减少场间交换车及其重复改编的调车作业。它适用于衔接方向较多、各方向的车流构成复杂、改编作业量较大的编组站。

3. 双推双溜

其特点是到达场和调车场纵向划分为两个作业区,每区各自配备 1~2 台驼峰机车,自成一个独立的调车系统,分别进行车列的解体作业。到达车列中应当在调车场另一作业区集结的车流(简称交换车流)先溜入在该作业区专门划出的交换车线,然后再将由这些车辆集结成的车组拉往到达场,并将这些车辆溜放到相应作业区的固定线路内。采用这一方案,在设备上要求有两条推送线、两条溜放线,两套驼峰信号系统,调车场有较多股道,配备两台以上调车机车,每一方向到达改编车流基本上是在某一分区集结的车流。双推双溜的作业方案使驼峰设备能得到充分的利用,解体能力大,但是当车站衔接方向较多、车流构成复杂时,会产生大量需重复分解的场间交换车,降低解体能力。因此,当场间交换车的比重超过 20% 时一般就不再采用。

三、驼峰的纵断面

调车驼峰是指调车场始端道岔区前的线路抬到一定高度,主要利用其高度使车辆自动溜到调车线上,用来解体车列的一种调车设备。驼峰的范围是指峰前到达场(不设峰前到达场时为牵出线)与调车线之间的部分线路区段,如图 1-6 所示,调车驼峰包括以下内容。

1. 推送部分

指经驼峰解体的车列第一钩车位于峰顶时,车列全长范围内的线路区段。

2. 溜放部分

指由峰顶至调车线上某一特定点(计算停车点)之间的线路区段。

3. 峰顶平台

指推送部分与溜放部分连接处的一段平坦地段。车列的解体作业在此处进行,编组作业则在调车场的另一端咽喉——尾部进行。溜放部分纵断面设计 requirements 是:

(1) 驼峰溜放部分纵断面应设计为面向调车场方向的连续下坡。

(2) 在有利的溜放条件下,以 7 km/h 的推峰速度解体车列,易行车进入减速器时,不得超过最大的允许速度。

(3) 易行车在有利的溜放条件下,以 7 km/h 的推峰速度解体车列时,使用全部制动能力后,能在亚制动位末端停车(点连式)。

(4) 调车机车采用蒸汽机车时,加速坡的第一坡段不应陡于 40%;采用内燃机车时,不应陡于 50%;困难条件不应小于 30%。

(5) 制动位所在的中间坡,一般不应小于 8%,寒冷地区应适当加大。

(6) 道岔区的平均坡度不宜大于 2.5%,边缘线束不应大于 3.5%。

(7) 纵断面的变坡点距减速器制动位,道岔尖轨和辙岔部分不小于竖曲线的切线长。

四、驼峰调车场的平面布置

从图 1-6、图 1-7、图 1-8 可以看出驼峰调车系统的全局布置、线路配套的设备以及编组站的调车及溜放线路。

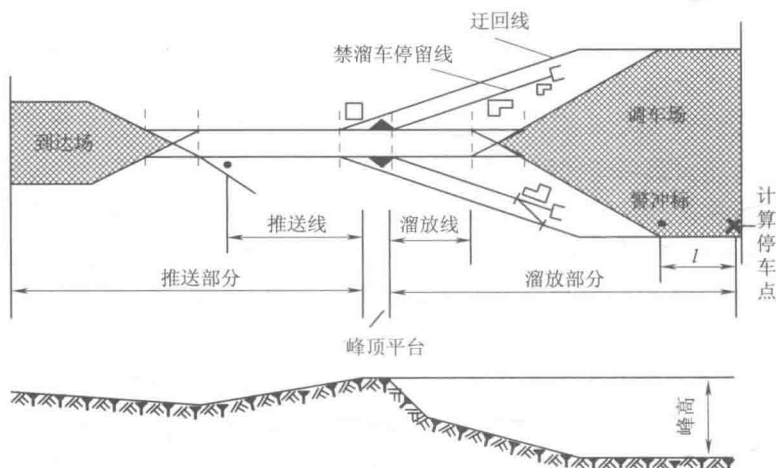


图 1-6 驼峰头部线路示意图

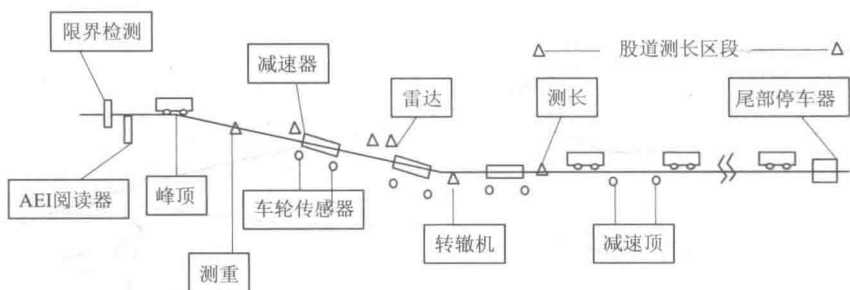


图 1-7 驼峰线路配套的设备

由推送线和溜放线组成了调车场的进口咽喉，也叫调车场的头部。为了提高驼峰的解体作业效率和降低工程造价，对调车场头部的平面布置提出以下要求：

(1) 使峰顶到最远计算点间的距离尽量缩短。这样不仅可缩短车辆的溜放行程，提高解体作业效率，而且可减少占地面积，降低驼峰的修建工程费用。

(2) 车辆自峰顶向调车场各股道计算点溜放时，其溜放行程和所受之总阻力（包括基本阻力、风阻力、道岔阻力和曲线阻力）应差别不大。这样可使驼峰高度设计适当，不致过高，从而可减少制动设备数量。

(3) 合理确定制动位置，以减少车辆减速器的数量。

(4) 尽可能地少铺设短轨和避免反向曲线，以减少车辆的溜放阻力。

为满足上述要求，采取了以下措施：

(1) 为缩短峰顶至计算点间的距离，应尽量采用 6 号或 6.5 号单式对称道岔或三开道岔，可显著缩短调车场咽喉区的长度。

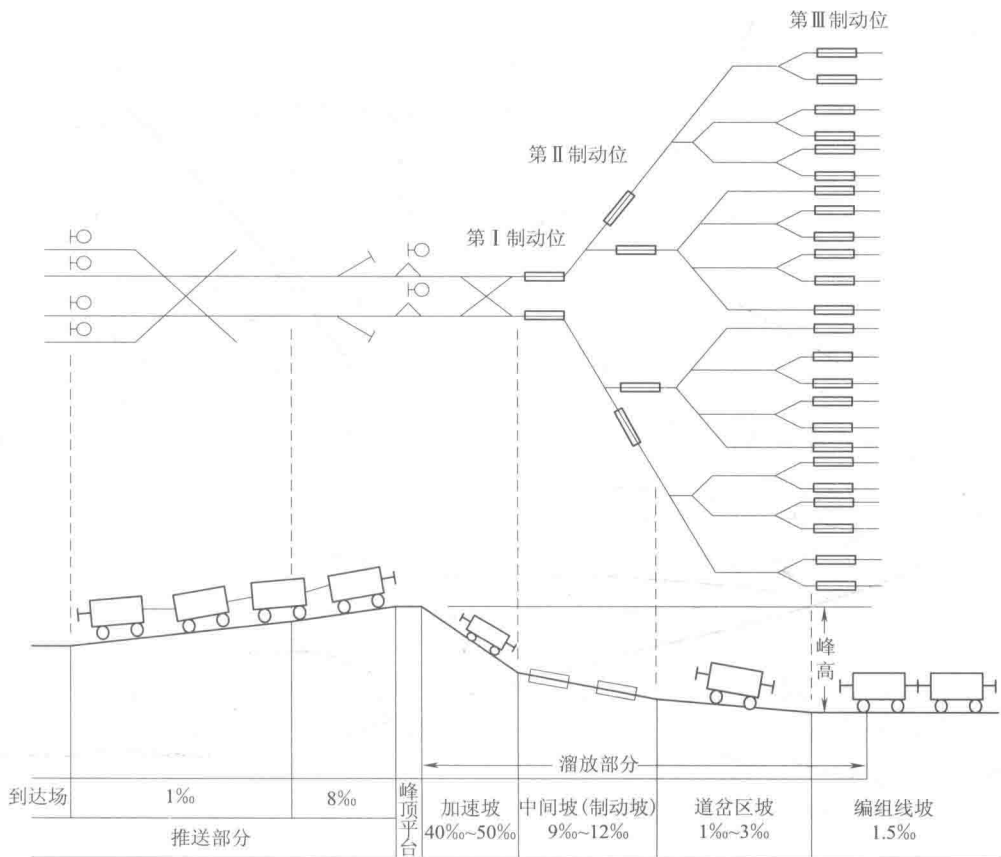


图 1-8 编组站的调车及溜放线路

(2)调车场采用对称配列的扇形车场,股道采用线束形布置,每个线束可包括 6~8 条编组线。这样,可使溜向各编组线的钩车,它们所经过的道岔数和曲线转角的度数比较接近,从而使各编组线的溜放总阻力差别较小。

(3)车辆减速器应设于线路的直线段上,并且在其前后也各应有一段直线。车辆减速器前的直线段,是为使车辆进入减速器时不致发生斜向冲击;车辆减速器后面的直线段是为设置复轨器,使经过制动的车辆恢复正常溜放状态。

(4)为保证解体作业的连续溜放,应合理选定峰顶至第一分路道岔间的距离。由于峰顶与第一分路道岔间一般不设调速设备,车辆的溜放速度在这段范围内不能调整,因此在连续溜放过程中,特别当出现不利的溜放顺序时(难行车在前易行车在后),应使前后钩车间保持必要的间隔,以保证第一分路道岔来得及转换。这段距离可由计算确定。

(5)调车驼峰应根据改编作业量的大小、调车场股道的数量来确定推送线和溜放线的数目。改编作业量较大的机械化驼峰,一般均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(双推单溜或双推双溜),并且当一条线路发生故障或维修时,仍可不间断解体作业。对于改编作业量更大的自动化驼峰,推送线及作业机车还要多一些。

(6)为停放禁止由驼峰溜放的车辆(如装有危险品的车辆或超过车辆减速器限界的车辆),在推送线上靠近峰顶的地方,应铺设禁溜车停留线(简称禁溜线)。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。禁溜线的长度一般不应短于 150 m,能存放 8~10 辆车的

长度。在禁溜线附近尚应设有迂回线,它绕过驼峰直接与调车场最外侧的线路连接,以便由峰顶将不能经由驼峰溜放的车组送至编组线。

1. 峰高

峰高是峰顶与调车线计算停车点的高度差。

驼峰峰高的计算条件是:

(1)溜车不利条件下以 5 km/h 的推送速度解体车列;

(2)需以难行车为标准计算;

(3)以难行线为最后钩车连挂停留线。

峰高的设计原则是保证在最不利的溜放条件下,以规定的初始速度自由溜放时,难行车能自由溜到难行线的计算停车点停车。车流性质对驼峰设计影响较大,当空车和不满载车所占的比重较大时,就要求峰高高些,反之,可使峰高低些。

峰高应保证这些条件:

(1)溜放部分不设调速设备的小能力驼峰时,应保证溜车有利条件下以 5 km/h 的推峰速度解体车列时,易行车溜入调车场易行线警冲标的速度不大于 18 km/h;

(2)调车线头部设有减速器制动位时,易行车溜入制动位的速度不大于其制动动能高允许的速度;

(3)减速器+减速顶点连式驼峰的高度应保证以 5 km/h 的推送速度解体车列时,在不利溜放条件下,难行车溜到打靶区段末端仍有 5 km/h 的速度进入减速顶控制区。

2. 驼峰推送部分的坡度

要求其应能保证推到峰顶的最重车列停车后,在不利的条件下能够启动,便于提钩,有利于变速推送。

3. 驼峰溜放部分的坡度

溜放部分纵断面的设计原则:满足提高车列解体能力,设计成几个坡度连续递减的下坡,坡段应尽量陡些。

不同形式的纵断面坡度有不同的溜放速度,它们的关系曲线如图 1-9 所示。

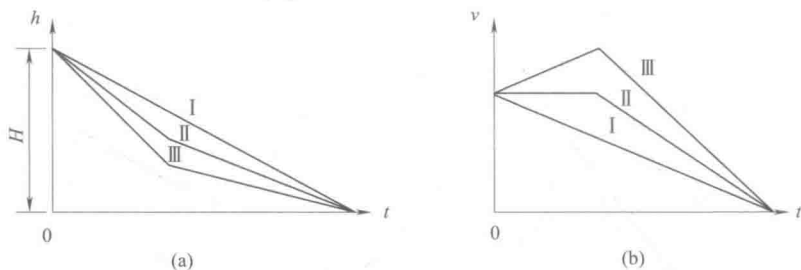


图 1-9 纵断面坡度与溜放速度的关系曲线

溜放部分的几个坡段:

(1)加速坡:从峰顶到第一制动位始端的一段坡段。要求:在满足机车上下峰的限制条件下,加速坡越陡越好。

(2)中间坡:加速坡与道岔坡之间的坡段。要求:有利于难、易车均能保持高速溜行;对于被减速器夹停的车辆,在减速器缓解后能继续溜行。

(3)道岔区段坡:从中间坡到计算停车点的坡段。要求:大多数车组能以较高的速度通过

道岔区,对易行车基本不加速,对难行车基本不减速。

4. 调车线坡度

为保证车辆能够克服运行阻力溜到预定地点和保证钩车能停在编组线尾部,编组线做成“锅底形”。

5. 峰顶平台

为了防止溜放时折断车钩和脱钩等事故的发生,并且保证不降低峰高,同时还应能满足禁溜线出岔的需要,一般采用 5~10 m 的平台净长。

五、驼峰调车作业

调车工作是编组站的主要生产活动。编组站能力和主要质量指标完成得好坏,除了取决于调车设备外,还与调车工作组织有关。驼峰调车场的主要作业包含在图 1-10 中。



图 1-10 编组站的作业系统组成

1. 解体车列作业

在驼峰推送线和溜放部分作业,将到达驼峰的车列,按车组的去向分解于调车场各固定(或基本固定)编组线内的调车作业,也称溜放作业,是按调车作业计划在调车场头部进行的。

2. 编组作业

按照《铁路技术管理规程》和编组计划要求将车组编成车列,挂机车后组成列车的调车作业。编组作业一般在调车场尾部进行。

3. 其他调车作业

调车机车转线或转场的调车作业、车列转线或转场等调车作业。

上述三类作业中,工作量最大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,解体一个车列的过程是相似的。以纵列式编组站为例,解体作业过程如图 1-11 所示,具体步骤如下:

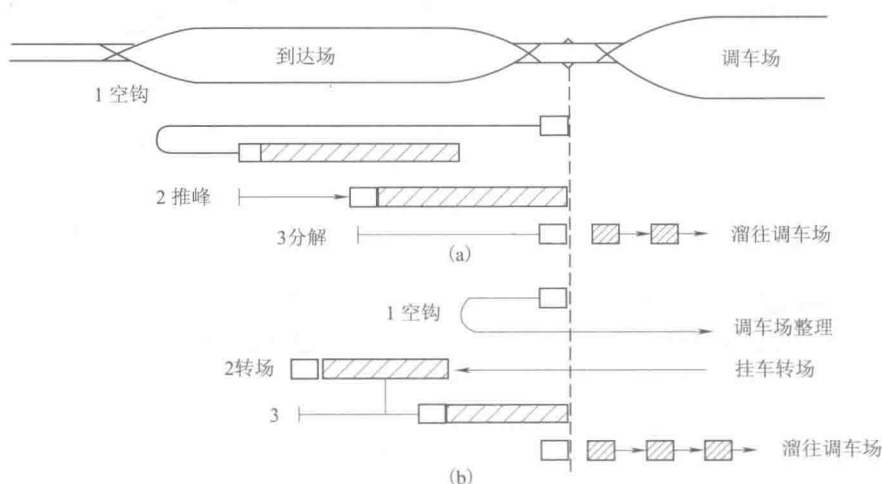


图 1-11 解体作业过程

- (1) 调车机车至到达场待解车列的尾部挂车；
- (2) 驼峰调车机车将车列推至峰顶或预先推送至驼峰信号机前预定的地点；
- (3) 按照驼峰信号机显示进行解体作业,其中包括在溜放过程中向禁溜线送禁溜车的作业；
- (4) 驼峰机车在分解一列或几列车列后,要下峰进行纠错、整理或挂车转场；
- (5) 无条件按站顺溜放的沿零车溜放到某一条或两条编组线后,待驼峰头部空闲后,机车再将其牵回峰顶,进行二次溜放。

随着车列的解体,同时将某一方向的车辆集结在同一编组线上。集结到一定数量时就要进行编组作业。编组作业一般在编组线和驼峰尾部进行。驼峰调车场是多工种、多环节、多设备配合工作的整体,站务组织工作和技术设备必须密切配合,互相协作,才能最大限度发挥调车驼峰的效率。

为了保证作业安全,《铁路技术管理规程》和《铁路危险货物运输规则》中对禁止溜放在车辆、线路及其他方面的限制做了具体规定。某些车辆由于其走行部分的个别构件侵入车辆减速器的限界,或因装卸货物的性质及装卸状态,通过驼峰可能危及行车和货物安全,在《车站行车工作细则》中也规定禁止其通过驼峰。解体车列中禁止溜放的车辆和禁止通过驼峰的车辆在车列分解时一般先送往禁溜线暂时停留,待适当时机再由调车机车将禁溜车送入调车线,或将禁溜车和禁止过峰车经迂回线送入调车线。

六、驼峰溜放作业过程控制

驼峰溜放作业过程控制包括推峰机车速度控制、溜放进路控制、溜放车组速度控制三部分。

1. 推峰机车速度控制

推峰机车根据驼峰信号机的指示进行作业。因推峰机车在车列尾部,加上天气影响,瞭望条件较差。为此研制了驼峰机车信号,还进一步开发了推峰机车遥控系统。

2. 溜放进路控制

溜放进路控制是按溜放作业要求转换分路道岔,将溜放进路通向目的编组线。人工控制溜放进路需大量扳道人员,效率低,易出错。采用驼峰道岔自动集中,分路道岔由快动转辙机转换,作业人员在开始解体前将目的股道号按钩序存入储存电路。溜放作业开始后进路控制命令随车组溜放不断向前方道岔传送控制命令并自动转换,不再需人工介入。

3. 溜放车组速度控制

溜放车组速度控制是对车辆减速器等调速工具进行控制,以保证溜放车组适当的间隔,以及以安全速度与停留车连挂。对溜放车组的速度控制已从手动、半自动发展为自动控制。利用计算机,将各种测量设备提供的参数作为依据,对车辆减速器进行自动控制,即构成自动化驼峰。

七、编组站的主要作业过程

编组站运输生产也和工厂企业生产一样,有一个生产作业程序。它包括从待改编的列车到达开始,经一系列符合技术要求的技术作业后,到编组成新车从编组站出发为止的整个过程。图 1-12所示为纵列式编组站作业流程框图。

从流程图中可以看出,对整个运输环节产生较大影响的是解编作业。因此,解编作业自动化是实现编组站自动化的核心。

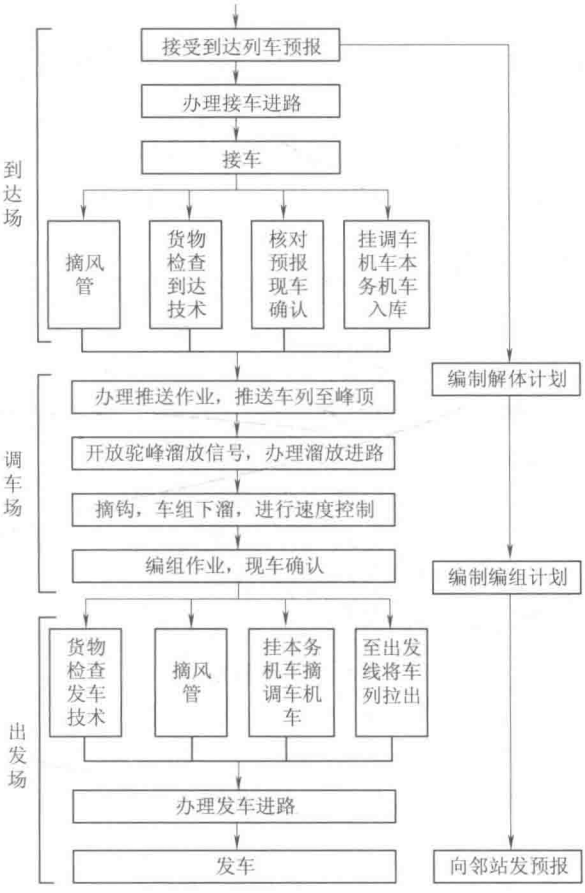


图 1-12 编组站作业流程图

第三节 车辆溜放动力学基础

一、车辆溜放时受力的分析

参见图 1-13,车辆从峰顶到调车线溜放时,可以看作是一个物体在斜面上的运动。当倾角 α 很小时,有下列结果:

$$P = Q\cos\alpha \approx Q \quad (1-1)$$

$$F = Q\sin\alpha \approx Q\tan\alpha \quad (1-2)$$

$$C = F - W$$

式中 P ——与坡道垂直的分力;
 Q ——车辆的重力;

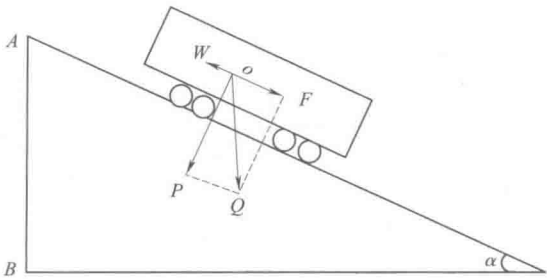


图 1-13 车辆在斜面上运动的受力分析

α ——倾角;

F ——与坡道平行的分力;

W ——摩擦力;

C ——车辆在溜放运动中的动力与阻力的合力。

从上式中可见:

当 $F - W > 0$ 时, 车辆将加速溜放;

当 $F - W = 0$ 时, 车辆将等速溜放;

当 $F - W < 0$ 时, 车辆将减速溜放。

车辆溜放时, 作用于车辆上的有各种力, 其中有两种力为主:

(1) 机车的推力: 由机车的推力, 使溜放车辆获得溜放的初速度。

(2) 车辆本身重力的分力: 车辆沿斜坡向下溜放, 获得溜放动力, 使车辆产生加速度。

二、车辆运行阻力

车辆在溜放过程中受到的各种阻力, 其中包括以下五个方面。

1. 基本阻力

指车辆在平直线路上自由溜放时, 除风和空气阻力之外所受的阻力, 它与车辆类型、车辆重量、轴承结构、线路状态、气象条件等有关。基本阻力产生的原因主要有以下原因:

(1) 车轮轴颈与轴瓦间的滑动摩擦或滚珠轴承的滚动摩擦;

(2) 车轮踏面与轨面间的滚动摩擦;

(3) 车轮与轨面间的滑动摩擦;

(4) 车辆溜行中的冲击、震动和摇摆。

2. 曲线阻力

曲线阻力指车辆通过曲线时比通过直线时增加的那一部分阻力, 与曲线半径、车辆速度、车辆重量等有关。

3. 道岔阻力

道岔阻力包含有曲线阻力, 还有车轮与道岔尖轨和辙岔的撞击、振动而产生的附加阻力, 它与道岔型号、结构及车辆速度等有关。

4. 风和空气阻力

风和空气阻力指车辆在溜放中与空气作相对运动而产生的阻力, 它与车辆形状、受风面积、车辆表面光洁程度、车速、风速以及溜放方向与风向之间的夹角等有关。

5. 调速工具产生的力

以机械化驼峰为例, 峰高是以难行车在难行条件下溜到难行线计算点停车的原则设计的。对于易行车、易行条件、易行线的极端情况(或具备其中的一个条件), 如果也要在计算点停车, 就要将多余的动能在停车前将其消耗掉, 即施加于车辆以制动力。反之, 如果在所有困难条件下要求在远于计算点的地方停车, 则要给车辆以动能, 即使其加速。在溜放过程中, 为保持溜放车组之间的间隔以使道岔来得及转换, 以及使溜放车组安全到达调车线的停车地点, 就需要调速工具。在调速工具产生的调速力作用下, 使车辆加速或减速达到调整车辆溜放速度的目的。

分析上述四种力,可以看出,其中两种可以进行调整,即机车的推力和调速工具的调速力。而另两种力是不能人为调整的,即车辆的重力和溜放的阻力。控制推送速度和调整溜放速度就是通过改变可调的两种力实现的。

三、难行车和易行车、难行线和易行线

所谓难易行线是指,车辆自峰顶向调车场不同股道溜放时,受到阻力最大的股道叫难行线,受到阻力最小的就叫易行线。其中主要是选难行线作为计算驼峰峰高之用。

过峰车辆的分类:

- (1)最易行车(规定采用满载 60 t 敞车 C62A,总重 80 t);
- (2)易行车(规定采用满载的 50 t 敞车 C50,总重 70 t);
- (3)难行车(规定采用不满载关门窗的 50 t 棚车 P50,总重 30 t)。

四、能高线原理

把使车辆溜放的能量和溜放消耗的能量看作假象的高度,称能量高度,简称能高。能高线原理就是根据能量守恒,用能高表示车辆溜放过程中的各种能量的变化,并画在同一张纸上。首先按照一定的比例划一个三角形 ABC ,如图 1-14 所示,其中 AB 等于峰高, AC 为峰顶到计算点的流放部分线段, AC 上的各点至 BC 上的垂直距离表示在溜放过程中的势能能高。通过能高线图可以用图解法得到任意一点 X 的动能高,求出该点的速度。同时,用能高线图也可以确定机械化驼峰车辆减速器的制动能量。

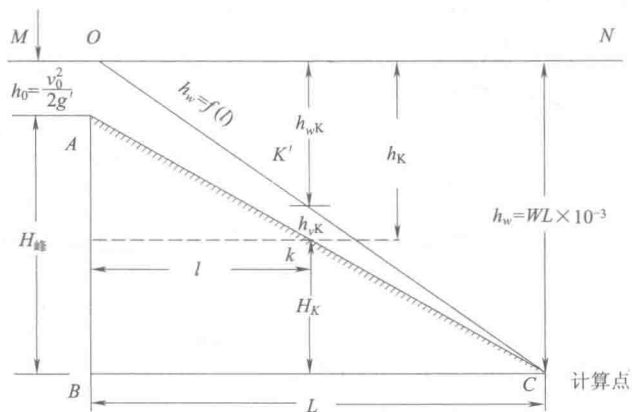


图 1-14 能高线图

车辆自峰顶脱钩溜放,至调车线计算点停车是一个能量的转换过程。车辆在峰顶脱钩时,钩车具有两种能量:

$$Qv_0^2/2g' + QH_{\text{峰}} \quad (1-3)$$

式中 Q ——车辆重量(kN);

v_0 ——溜放初速度(m/s);

g' ——重力加速度(m/s^2);

$H_{\text{峰}}$ ——驼峰高度(m)。

车辆由峰顶溜到计算点停车,是由于钩车溜放时要克服各种阻力,总的阻力功为:

$$WL = QwL \times 10^{-3} \quad (1-4)$$

式中 W ——车辆溜放总阻力(N);

L ——溜放距离(m);

w ——车辆溜放单位重量所受到的阻力(N/kN)。

写成能量平衡(守恒)方程式:

$$QH_{\text{峰}} + Qv_0^2/2g' = QwL \times 10^{-3} \quad (1-5)$$

在驼峰设计中,为使问题分析简化而直观我们引入了能高的概念。下溜车辆每吨重量所具有的能量或所消耗的能量,可视为假想的高度,以 m 或 mm 为计算单位来表示能量大小的高度,叫做能量高度,简称能高。把公式(1-5)化简后,可得

$$H_{\text{峰}} + v_0^2/2g' = wL \times 10^{-3} \quad (1-6)$$

设: $h_0 = v_0^2/2g'$

$$h_w = wL \times 10^{-3}$$

则: $H_{\text{峰}} + h_0 = h_w \quad (1-7)$

式中 h_0 ——动能高;

h_w ——阻力能高。

图 1-14 中的 CN 线代表难行车的能高线,但对一般的钩车,在峰顶脱钩时具有的总能量是 $H_{\text{峰}} + h_0$,在溜放过程中,该总能量应完全转化为任一点的动能高 h_v ,阻力高 h_w ,制动设备吸收的能高 $h_{\text{制}}$ 以及任一点坡道的标高,即位能高 h ,则:

$$H_{\text{峰}} + h_0 = h_v + h_w + h_{\text{制}} + h \quad (1-8)$$

从而可以推导出溜放线上车辆溜放至任意点的速度表达式:

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2g'l(i - w) \times 10^{-3} - 2g'h_{\text{制}}} \quad (1-9)$$

式中 v ——距峰顶距离为 l 点的速度。

势能能高线——AC 线上的各点;总能高线——MN 线是车辆在峰顶动能和势能的总合;阻力能高线——OC 线;动能高——OC 线与 AC 线间的距离。

第四节 编组站调车综合自动化系统

驼峰调车控制系统(hump marshalling control system)是在驼峰调车场上控制货车溜放进路和溜放速度,实现车列自动分类解体 and 编组进行自动控制的系统。它主要包括调车场头部溜放调车控制和峰尾调车进路控制两部分。头部溜放调车控制又分为驼峰指挥系统(驼峰信号及其他调车信号联锁设备)、机车推峰速度控制、货车溜放进路控制以及货车溜放速度控制。按技术设备可分为非机械化驼峰调车控制、机械化驼峰调车控制、半自动化驼峰调车控制、自动化驼峰调车控制。机械化驼峰调车控制如图 1-15 所示。

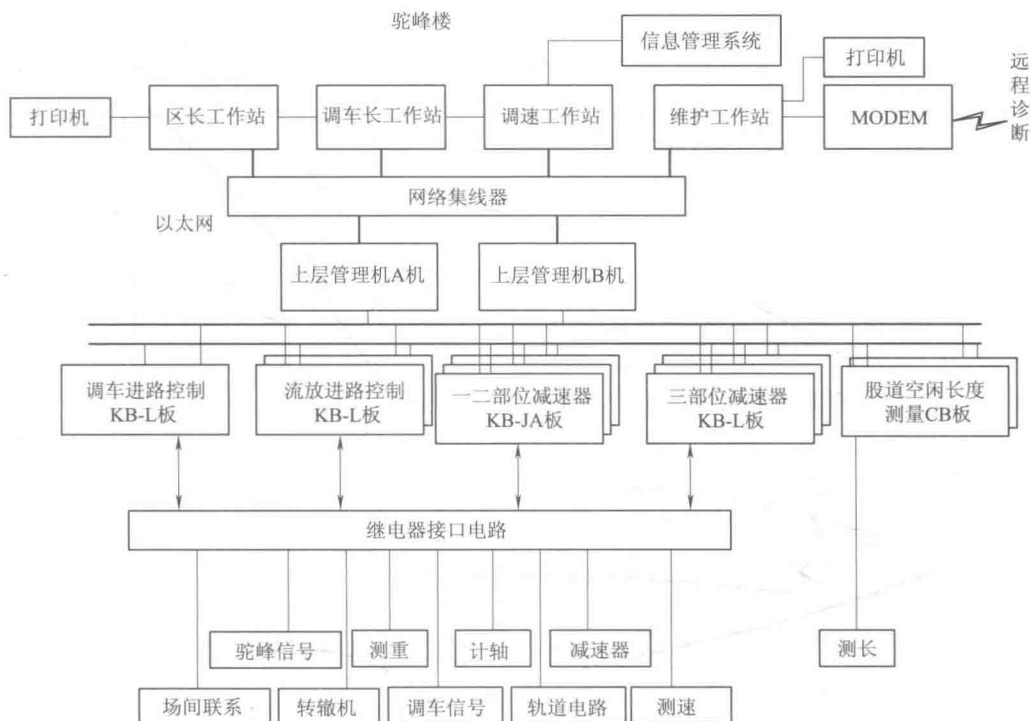


图 1-15 机械化驼峰控制系统示意图

非机械化驼峰调车控制，溜放进路采用集中控制或继电自动集中，调速工具以铁鞋为主。机械化驼峰调车控制，溜放进路采用继电自动集中或溜放进路自动控制，调速工具以人工控制大能力的车辆减速器为主，制动铁鞋为辅。半自动化驼峰调车控制是在机械化驼峰调车控制的基础上，在调车线上增设1~2个目的制动用的车辆减速器，用半自动控制机控制车辆减速器，有些驼峰调车场还安装了减速顶或推送小车。自动化驼峰调车控制是利用计算机控制机车推峰速度、货车溜放进路、货车溜放速度的系统。如图1-15所示，这种系统可以由一台大型计算机集中控制，也可按功能由多台微机分别控制（分布式系统）。在驼峰调车自动控制中，随时掌握溜放车组在溜放过程中的实际位置和溜放状况是十分必要的，所以该系统与编组站的数据处理系统连通，就能从数据处理系统取得车列的解体计划和组成信息，并将解体结果返回到数据处理计算机系统。系统中按控制内容和调车区划分为子系统，每个子系统由一台微机控制。各微机之间的信息交换、控制机与编组站信息处理系统等的信息交换通过管理计算机进行。主机、机车遥控从机、进路控制从机采用双机冷备或热备。溜放速度控制从机采用两两互为热备方式，例如东半场与西半场Ⅰ、Ⅱ部位减速器控制微机互为热备。自动化驼峰调车控制系统的基本组成包括：驼峰指挥系统、驼峰机车遥控系统、货车溜放进路控制系统。驼峰指挥系统是指指挥驼峰调车场溜放作业和其他调车作业的系统。目前由驼峰自动集中继电电路控制，1996年以后，有些编组站将驼峰信号、峰上峰下调车信号、驼峰溜放进路控制的功能全部由驼峰自动集中计算机控制系统来实现。信息处理是驼峰调车自动控制系统的重要组成部分。

由于铁路运输本身有突出的特点，就决定了编组站信息处理有自己的特点，归纳起来有以下几点：

1. 专业性强

编组站运输调度指挥系统的任务是按运行图和各项作业标准及计划,安全、准确、及时地组织列车的接发、解编和车辆的取、送、装、卸,涉及的工种多、环节多,要求各部门都严格遵守《铁路技术管理规程》、站细、作业规范进行标准化作业;同时还要求各工种岗位业务熟练、基本功过硬,否则将导致全路运输秩序的紊乱,甚至造成人员伤亡的严重后果。

2. 协调性强

编组站作业涉及车、机、工、电、辆各个职能部门,外部受路局、邻站、相邻区段的制约,内部包括众多的作业环节,环环相套,这就要求从编制、指挥命令下达,执行结果汇报,到现场原始数据收集、核实、传输、保存和加工各个环节和过程之间责任明确,加强联系,密切配合、联劳协作。只有这样才能保证铁路运输这个大联动机的正常运行。

3. 时间性强

按班计划和运行图编发列车是车站运输的总原则。当前铁路运量与运能矛盾突出,压缩车辆站停时间是加速车辆周转的主要途径。因此,各作业过程和数据处理过程都必须严格在指定的时间内完成,或者与其作业同步地并行进行。由于到达列车晚点率高,预确报的有报率和准确率又低,这就给及时编制各类作业计划增加了难度。因此,时间性要求高是编组站系统的又一大特点。

4. 信息量大,数据动态性强

伴随站内列车和车辆移动的每个作业过程环节都有大量的数据产生和加工处理,目前全国主要编组站日办理车数在2万辆以上,接发列车200对左右,站内现车3000辆左右;另外,许多无报列车编组的信息要人工采集,出发编组顺序表要及时抄写,大量的解体、编组、零摘和取送车计划要编制、复写和传送。而且,上述数据处理过程中绝大多数要不断地更新。由于站调、场调、区长等管理人员要随时确切地掌握车流和站内车的状态和位置等细节,而且这些细节信息又在不断地动态变化因此需要记忆和处理的数据量过于庞杂,而且还需要及时决策,向有关部门下达指挥命令,并进行频繁的协调联系,使得调度指挥人员常年始终在超负荷的压力下工作,劳动强度过强,从而不能有充裕的时间和精力进行周密的计划进行科学的决策指挥,因此往往使得编组站的调度指挥工作质量难以提高。

编组站自动化包括对溜放车组的控制,其中用推送速度控制,溜放进路控制,溜放速度控制。此外,还包括自动化基础设备,如遥控机车、限界检查器、方向踏板、计轴踏板、减速器、减速顶、测速设备、测阻设备、测重设备、测长设备、气象站、轨道电路、联锁设备和溜放进路控制设备等。最终由计算机控制系统对编组站的作业过程进行自动控制。计算机控制系统又分为分布式控制系统和集中式控制系统两种,它们在列车解体过程中,车辆溜放的进路和速度进行自动控制。

自动化驼峰的自动装置,一般具有道岔自动转换、车速自动调节、调机自动驾驶和车钩自动摘解四种功能。其中,道岔自动转换和车速自动调节是每一个自动化驼峰都具备的功能。车速自动调节可通过下列不同控制方式实现:点控方式、联控方式或点连合控方式。

编组站综合自动化一般可分为三个子系统。

一、货车信息处理子系统

货车信息处理子系统是利用现代计算机技术和通信网络技术下述各项工作的,主要有:

- (1)基本计划、解体作业计划、编组作业计划、场内调车作业计划的编制和自动传送。
- (2)现车管理:主要包括编组间的预确报的接收和发送;对站内货车移动的信息按车场、股道、顺位等进行跟踪和管理。
- (3)作业变更处理:作业计划变更处理和场内状况变更处理。
- 它们间的关系如图 1-16 所示。

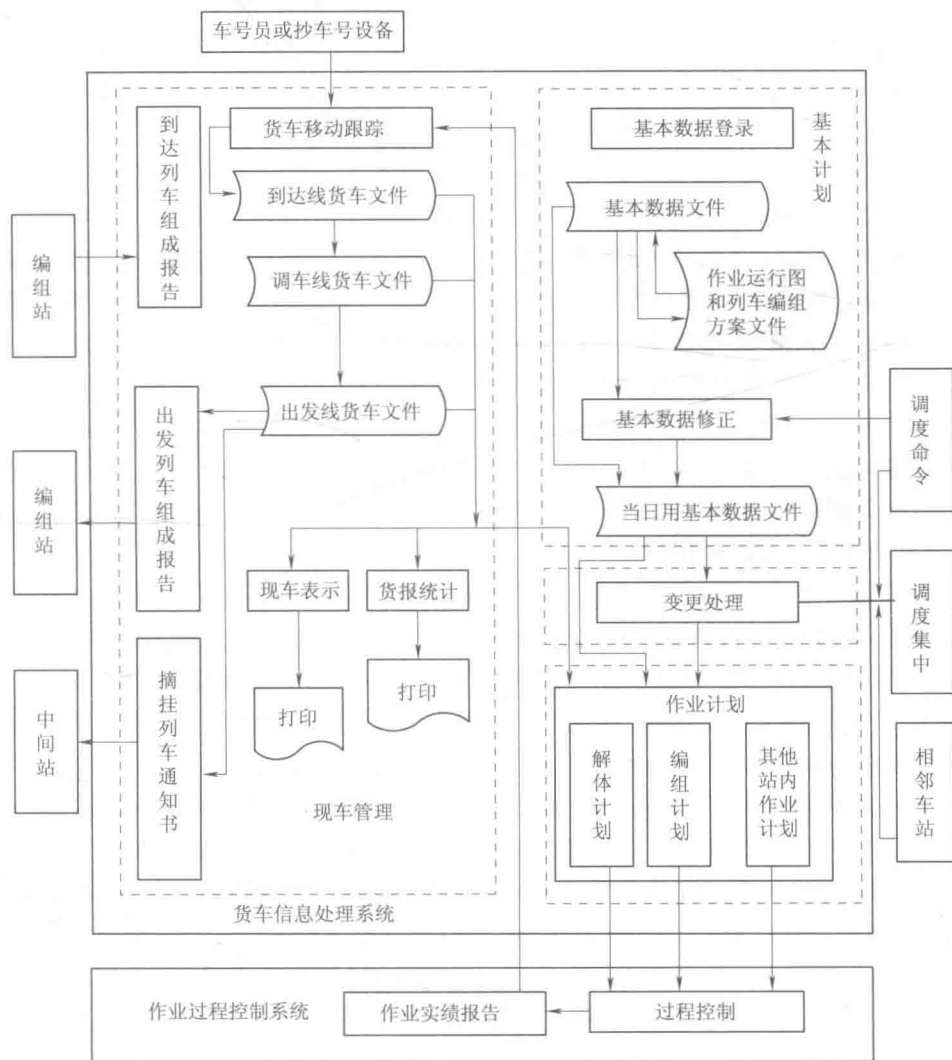


图 1-16 货车信息处理系统图

二、溜放作业过程控制子系统

溜放作业过程控制子系统是本课程的核心内容,包括众多的技术设备,主要有:

- (1)调车场头部信号联锁设备;
- (2)溜放进路控制设备;
- (3)推送和溜放速度控制设备。