

货运列车的编组调度问题

货运列车编组调度的科学性和合理性直接影响着货物运输的效率。某货运车站担负着国内东西和南北两大铁路干线上货运列车的编组调度任务,是我国沟通南北、连接东西的交通要道,素有铁路“心脏”之称。每天最多有 400 多列货车(无客车)在这里进出,有 20000 多辆(节)车辆在这里集结和解编。该站南北长 6000 余米、东西宽 800 余米,占地 5.3 平方公里(如附件 1 图),采用双向纵列式三级六场机械化驼峰编组站站型,即上行线方向(发往北、西)和下行线方向(发往南、东),上行线和下行线又分别包含有到达场、编组场和出发场。共有 151 条站线,全长 390 多公里,其下行线的到达场 12 条,记为 $XD(k)$ ($k=1,2,\dots,12$);编组场 36 条,记为 $XB(k)$ ($k=1,2,\dots,36$);出发场 24 条,记为 $XF(k)$ ($k=1,2,\dots,24$)。上行线的到达场 12 条,记为 $SD(k)$ ($k=1,2,\dots,12$);编组场 36 条,记为 $SB(k)$ ($k=1,2,\dots,36$);出发场 23 条,记为 $SF(k)$ ($k=1,2,\dots,23$)。另外下行线和上行线各有一个转发场(用于下行线与上行线之间的转换场地),各有 4 条线路,分别记为 $XZF(k)$ 和 $SZF(k)$ ($k=1,2,3,4$)。从每个到达场都有两条线路经驼峰区与相应的编组场相连,场区示意图如图 1 所示。注意:在这个问题里不考虑该车站装卸场的装卸作业。

实际中,货运列车编组的流程是:对于从上行线和下行线的各方向经过该站的每一列货运列车分别驶入各自的到达场内停靠,然后根据每一辆车的货物去向通过驼峰解体,分别向各自的编组场不同轨道线集结,从而编组成一列新的发往某一个方向的列车,最后转往上行线或下行线的出发场待发。编组工作每天分为白班和夜班两个班次,从早晨 6:00 点到 18:00 点为白班,18:00 点到第二天早晨 6:00 点为夜班。每班各分为四个时段,白班:6:00~8:00,8:00~12:00,12:00~15:00,15:00~18:00;夜班:18:00~20:00,20:00~24:00,0:00~3:00,3:00~6:00。铁路管理部门希望车站的编组调度工作快速高效,衡量编组调度效率的主要指标是“中时”(从列车进入到达场至重新编组成新的列车驶入出发场后,其每辆车的平均时间,即每辆车在车站的平均中转停留时间)。每个时段都有相应的任务指标要求,一般要求列车在到达场停留时间最多不得超两个时段,中时最多不得超过 8 小时。

根据实际作业情况可知,机车将待解体的列车从到达场推到驼峰轨道线上,缓慢运动中进行解体操作,解体后的车辆靠惯性(无动力)运行至编组场轨道上。每组车辆(一辆或同方向的若干辆)从到达场经驼峰解体到编组场集结平均大约需要 10 分钟;从编组场牵引一列车到出发场大约需要 5 分钟;无调车(无需编组的列车,含专列)直接经过转发场做必要的技术处理后进入出发场大约需要 15 分钟;由上(下)行线编组场经转发场到达下(上)行线出发场一次约需 20 分钟。编组调度规程规定每辆重车不超过 80T(含车自重 20T),一般要求每列车总重量不超过 4800T,总长最多不超过 70 辆。列车编组的各操作环节都是定班、定点、定人作业,自动控制流程。一般新编列车的车辆均发往同一方向,按到站次序由远至近依次排列,同一到站的车辆相连。通常情况下,货物列车的相关信息(列车车次、列车到站、编组车辆数、列车重量、列车长度等)有具体的预确报制度(附件 3),但确切的信息在列车到站时方能确定。

附件 2 给出某一天 24 小时内经过该车站货运列车的相关数据,请根据实际情况和相关数据依次研究解决下列问题:

(1) 试设计快速自动实现车辆编组调度方案的优化模型或算法,并给出附件 2 中车辆可行的编组方案(包括解体程序、轨道编号、车辆数量、集结程序、新列车的组成等),主要使每班的中时尽量地少。

(2) 发往 S_i 的货物和军用物资都为特别专供货物,需要保障优先运送。如果要求装载这类物资的车辆必须在 2 小时内发出(即中时不超过 2 小时);同时发往地震灾区(向西方向某些车站)的救灾货物车辆要求中时不超过 1 小时,请你们给出相应的调度方案,并计算相应每班的中时。

(3) 如果调度室在列车到达前两小时能够获取列车的相关信息,请利用这些信息制定可行的列

车编组调度方案，使每班的中时尽量少，发出的车辆尽量多。

(4) 如果因自然灾害导致 S_3 以南的铁路中断，需要将有关的车辆转向东方向经 E_4 向南绕行，请你们给出相应的调度方案，并计算相应每班的中时。

(5) 假设编组完成的列车都能及时发出，按照你们的编组调度方案分析研究该编组站一天 24 小时最多能编组完成多少车辆，相应每班的中时是多少？即根据所建立模型进一步分析该编组站能否再提高资源的利用率和运行效率。

(6) 目前我国的铁路资源紧张，需大于求，如何改进编组调度方案，才使得现有的铁路设施有更高的利用率，产生更高效益，谈谈建议和意见。

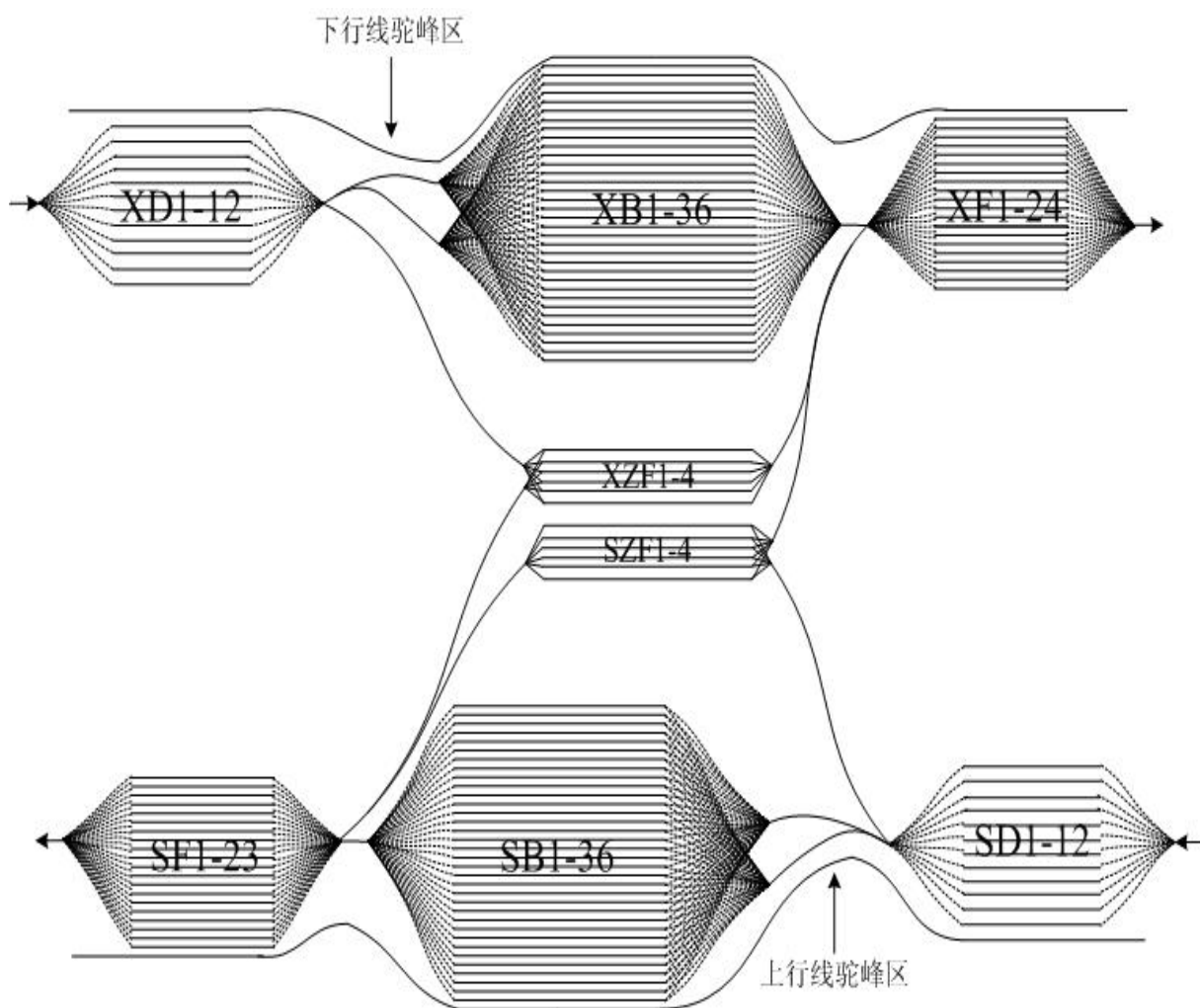


图 1：编组站场区示意图

附表：实际中使用的一种解体编组方案指令表：

时间：2008 年 5 月 30 日 9：00

XD001—63	*下行到达场 001 号列车，共 63 辆
XB15—1	*下行编组场 15 道 1 辆
XB25—2	*下行编组场 25 道 2 辆（下同）
XB23—2	
XB21—5	
XB07—1	
XB23—1	
XB15—1	
XB08—4	
XB05—4	
XB25—4	
XB03—2	
XB25—1	
XB23—4	
XB25—20	
XB11—1	
XB33—2	
XB15—2	
XB34—1	
XB27—2	
XB04—1	
XB15—1	
XB04—1	