

国家自然科学基金资助项目

铁路技术站

日工作计划 优化模型及其算法

李文权 杜文 著

西南交通大学出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

铁路技术站日工作计划优化模型及其算法 / 李文权, 杜文著. —成都: 西南交通大学出版社, 2003.5
ISBN 7-81057-651-8

I. 铁... II. ①李...②杜... III. 计算机应用 - 铁路车站 - 车站作业 - 计划 - 编制 IV. U292.13 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 101819 号

**铁路技术站日工作计划
优化模型及其算法**

李文权 杜 文 著

*

责任编辑 刘婷婷
封面设计 毕雪屏

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

E-mail: cbsxx@swjtu.edu.cn

四川森林印务有限责任公司印刷

*

开本: 850 mm × 1168 mm 1/32 印张: 7

字数: 171 千字 印数: 1—1000 册

2003 年 5 月第 1 版 2003 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 7-81057-651-8/U · 059

定价: 12.00 元

内 容 简 介

本书系国家自然科学基金项目部分研究成果的总结，同时也是我国第一本研究铁路技术站日工作计划编制优化模型及算法的专门论著。作者以计算机编制我国铁路技术站（区段站、编组站）日工作计划为研究对象，针对我国铁路技术站日工作计划自动化编制的优化模型及算法进行系统论述。主要包括：以车辆在站总停留车小时最小为目标，建立具体类型车站日车流分配问题的排序模型，解决车流分配问题；分别以调车里程最小和充分利用车辆为目标，建立空车调配问题的数学规划模型；对于放射状或树枝状专用线取送车问题，分别建立了不同的排序模型；建立到发线运用问题的固定工件排序模型，对到发线进行初始安排。若得到初始解，则转入咽喉区道岔组安排，否则，应建议分局调整或改变某些列车任务，建议提出的理论依据便是到发线运用的排序模型；建立道岔组安排问题的同时加工排序模型；运用网络耦合技术构造全站有调车流以调机作业安排顺序为连锁的网络计划图，将调机安排、到发线安排、咽喉区道岔组安排统一于车站有调车流网络中，使之相互协调；建立工件具有时间窗口限制的排序模型，解决列检组安排问题；并以列检组安排顺序为连锁耦合全站一切车流作业网络计划图，协调全站作业。

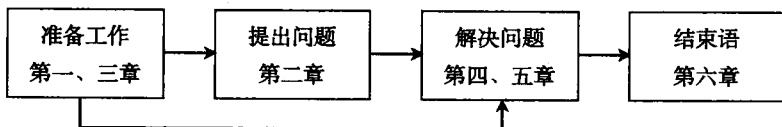
本书可作为铁路交通运输领域教学、科研、管理人员的参考用书以及铁道工程、交通运输、交通工程专业高年级本科生、研究生的教学用书。

前 言

生产作业计划是生产管理的主要手段。为了使企业的资源得到充分合理的利用,实现最大的生产效益,人们提出了多种生产计划和编制各种生产计划的方法。随着排序论自 20 世纪 50 年代的产生和发展,从 80 年代以来许多排序方法被引入生产作业计划的编制领域,于是,许多生产计划的编制方法与排序论紧密相关。由于编制生产计划的复杂性,使得计算机辅助生产计划编制成为计划管理和计算机应用的重要内容之一。

铁路技术站是铁路运输企业的重要基层单位,包括区段站和编组站。技术站各个技术作业系统对车辆(车列)的作业过程是在各种具体作业计划指导下进行的,其中日工作计划是车站各种作业计划的基础性计划,它规定着其它计划的实施和质量。研究排序理论,用排序的基本理论和方法来解决技术站日工作计划的优化编制是非常必要的,铁路作业的特殊性,决定了它的生产作业计划显得更为复杂,必须进行铁路技术站日工作计划的优化模型和算法研究,以实现用计算机辅助编制技术站日工作计划的目的。本书全面介绍作者在这方面的系统研究工作。

本书编排的基本结构为



其中第一章与第三章内容是本书的准备工作,主体工作是第二、四、五、六章内容,各章内容简介如下:

第一章,介绍铁路技术站作业系统的概况和工作机制,目的在于描述技术站作业过程,提示各作业过程的相互协调是技术站顺利生产的重要保证。

第二章，从目前运输市场状况分析，提出优化技术站作业组织是刻不容缓的问题。而技术站日工作计划是协调技术站各系统的主要方法和重要手段，研究日工作计划优化问题是优化作业组织的研究核心。提出本书的研究对象，是用排序论及其它组合最优化理论建立与设计技术站日工作计划编制的模型及算法。

第三章，介绍排序的理论和方法，为后面应用排序理论分析、处理实际问题做充分的准备。

第四章，在车流合理接续情况下研究日工作计划，并称之为基础日工作计划。主要解决到发线、调机、咽喉区道岔组、驼峰（牵出线）、列检组安排的优化模型和算法。

第五章，对日常日工作计划进行研究，主要讨论在给定站存车辆及到达列车编组构成、出发列车编组计划情况下，如何给出发列车配流的问题，本站作业车辆中空车调配问题，货场、专用线（货物作业点）的取送车问题。

第六章 对全书进行总结，并提出进一步研究的问题。

由于排序理论的发展历史不长，许多理论还很不成熟。并且，由于铁路运输的特殊性决定了不可能直接套用已有排序模型来解决实际问题，必须用排序论的理论和方法，建立适合于铁路车站特点的新模型，这决定了排序论在铁路车站作业组织上的应用还处于发展阶段，有许多问题有待于深入研究。更重要的是由于作者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请诸位专家批评指正。

在本书出版之际，衷心感谢对本项研究一直给予支持和帮助的铁道部铁道科学研究院何邦模研究员，兰州铁道学院张忠辅教授，西南交通大学叶怀珍教授、朱松年教授，郑州大学林诒勋教授。

作 者

2002年5月8日

目 录

第一章 技术站作业系统	1
1.1 技术站及其作业	1
1.2 技术站设备	5
1.3 技术站布置图	6
1.4 技术站作业过程	8
1.5 全站作业的协调分析	16
第二章 技术站日工作计划的优化问题	24
2.1 问题的提出	24
2.2 技术站日工作计划图及其用途	27
2.3 研究现状综述	29
2.4 存在问题及难点	33
2.5 主要内容及研究方法	35
第三章 排序理论	37
3.1 排序问题的基本概念	37
3.2 排序问题研究的发展简史	45
3.3 排序问题的解决途径	47
3.4 排序问题研究的发展方向	49
第四章 基础日工作计划的优化模型及算法	51
4.1 基础日工作计划的内容及意义	51
4.2 调车机车作业安排模型	53
4.3 车站有调作业系统网络计划图	70
4.4 行车、调车活动分析	82

4.5 到发线占用安排的模型和算法	87
4.6 咽喉区道岔组占用安排模型及算法	108
4.7 驼峰、牵出线占用安排	116
4.8 列车检车组安排及全站车流系统作业网络计划图	116
第五章 日常日工作计划的优化模型及算法	121
5.1 编制日常日工作计划的准备工作	121
5.2 技术站日车流分配优化模型及算法	123
5.3 优化空车调配问题的数学模型	176
5.4 专用线(货场货物作业地点) 取送车问题的模型和算法	184
5.5 车站有调作业系统日常网络计划图	206
5.6 车站其它资源的安排处理	207
第六章 结束语	208
6.1 本书研究工作及主要结论	208
6.2 进一步研究工作展望	211
参考文献	213

第一章

技术站作业系统

铁路车站按其主要用途和设备、技术作业性质的不同可以分为中间站、区段站和编组站：中间站是设置在铁路区段内的车站，办理列车接发、会让作业及摘挂列车的调车作业；区段站设置在机车牵引区段的分界处，它的主要工作是办理货物列车的中转作业，进行机车更换或机车乘务组的换班，以及解体、编组区段列车和摘挂列车；编组站通常设置在有大量车流集中或消失的地点，或几条铁路线的交叉点。它的主要工作是改编车流，即对大量的货物列车进行解体或编组大量的货物列车。

由于区段站和编组站除办理一般车站的客、货运业务外，要进行大量的机务、车辆、运转等其它技术业务，拥有较多的技术设备，并主要办理货物列车和车辆的技术作业，故又通称它们为技术站。铁路线以技术站划分为区段，本书后面所说铁路车站、车站均指铁路技术站——区段站或编组站。

1.1 技术站及其作业

1.1.1 区段站及其分类

区段站是铁路网上相邻牵引区段的分界点，是铁路技术站中数量最多的一种。它的主要任务是为邻接的铁路区段的全部或部分列车提供、整备及检修机车，或更换机车乘务组；为无改编

中转列车办理规定的技术作业，还办理一定数量的列车解编作业、客货运业务。区段站由于其作业性质、范围及作业量大小的不同使各种设备的规模及配置相差很大，主要由区段站在路网上的位置和作用，及相邻区段产生或消失的车流状况而决定。

从我国既有铁路区段站来看，不担任列车改编作业的区段站，其位置在铁路网中一般位于两个有解编作业的区段站或编组站之间，且无干、支线接轨。由于沿线中间站地方车流以及本站车流不大，一般不解编区段列车，车站作业以甩挂车辆和更换列车机车为主，个别情况下进行小运转列车、零摘列车的解编作业；担任列车改编作业的区段站，其位置在铁路网中一般位于两个无解编作业的区段站或编组站之间，或有干、支线接轨，并且沿线中间站地方车流以及本站车流较大。车站作业除更换列车机车外，一般担任解编区段列车、小运转列车、零摘列车的解编作业；当有干、支线接轨，并且担任解编直通列车、始发直达列车、区段列车、小运转列车、零摘列车的区段站，虽然其站型为区段站，但其性质已经是编组站，人们习惯上称其为编组性区段站。

区段站通常有以下几种分类方法：

(1) 按作业内容和作业量可分为简易区段站、一般区段站和编组性区段站。

① 简易区段站：除换挂机车外，仅担任零摘列车的甩挂及解编作业，或有极少量地区车流的摘挂作业，其中某些车站虽解编区段列车，但列数不多。

② 一般区段站：除担任零摘列车、摘挂列车等的解编作业外，主要担任区段列车的解编作业。有时因衔接有较大运输流量的专用线，还担任个别直通或直达列车的始发、终到或解编作业。

③ 编组性区段站：除担任零摘列车、摘挂列车、区段列车的解编作业外，根据列车的编组计划要求，还承担部分直通或直

达列车的编解作业。此类区段站有的还具有两个调车系统，其规模相当于一个小型编组站。

(2) 按有无解编作业可分为无改编作业区段站和有改编作业区段站。无解编作业区段站除担任机车交路外，不担任列车解编作业；有解编作业区段站除担任机车交路外，还担任区段列车、零摘列车和少量直通、直达列车的解编作业。

(3) 按站场布置类型分为横列式、纵列式及客货纵列式区段站。

(4) 按机务段设备性质分为有基本机务段、有折返段、既有基本段又有折返段的区段站。

(5) 按处在路网上的位置分为贯通式区段站和尽端式区段站。

(6) 按区段站配属调机台数可分为一台调机区段站、2 台调机区段站和 3 台调机区段站等。

1.1.2 编组站及其分类

所谓编组站，就是在铁路网上以办理货物列车解体、编组作业为主，拥有比较完善的调车设备的车站。编组站与区段站的主要区别在于，后者以办理无改编中转货物列车为主，办理一定的改编作业，而前者是按照列车编组计划的要求，编组各种类型的列车，为全路合理的车流组织服务。因此，铁路编组站被称为编组列车的工厂。

当然，并不是所有到达编组站的车流都要进行改编。例如，在前方装车（或技术站）组织的直达列车，完全可以通过本编组站不进行任何调车作业。到达编组站的成组列车、变更列车重量或变更运行方向的列车，只需要进行部分改编作业即可。

编组站通常有以下四种分类方法：

1) 按编组站的作业性质、作业量和地理位置分类

按编组站的作业性质、作业量和地理位置分为路网性编组

站和地区性编组站。

① 路网性编组站：这类车站一般位于主要干线汇合点，担当各干线间大量车流的改编任务。它除完成编组站通常的作业外，还承担大量远程直达车流的改编工作。编组直达列车到站数一般在 3、4 个以上，编组列车到站总数，达到 15~20 个或更多，有调作业量一般在 4 500 辆以上，它们在路网运营工作中属于战略布点，在地理位置上大多数又是大区的政治经济中心。

② 地区性编组站：这类车站一般位于干线或地方线、支线和干线的汇合点，担当路网中一定区域范围内车流的改编任务，同时还兼办理部分远程直达车流的作业。编组直达列车到站数一般在 1~2 个，编组列车到站总数，达到 10 个左右，有调作业量在 2 500 辆以上，它们在路网运营工作中属于重要支点，是分兵把关的“口”。在地理位置上多属于省会或大工矿企业、大港口码头所在地。

2) 按枢纽内编组站的作业分工、作业量分类

按枢纽内编组站的作业分工、作业量可分为主要编组站和辅助编组站。

3) 按编组站调车系统分类

按编组站调车系统可分为一个调车系统编组站和两个调车系统编组站。

4) 按编组站车场布置图和调车系统分类

按编组站车场布置图和调车系统可分为单向横列式、单向纵列式、单向混合式、双向横列式、双向纵列式、双向混合式等编组站。

1.1.3 技术站的主要作业

从技术站作业的数量和性质来看，所有铁路车站的各种作业在技术站上都有不同程度的反映。主要作业按其办理业务分为：

1) 客、货运输业务

这类业务所对应作业与中间站或专业客、货运站基本相同。如客运中的组织旅客候车、售票、旅客乘降；货运中的办理整车及零担货物的承运、交付、装卸、保管以及换装、检斤等作业。一般而言，区段站的客运业务较编组站大，编组站的客运业务很少，专业编组站几乎没有客运业务。

2) 机务业务

以更换货物列车机车和乘务组为主，有些车站还办理更换旅客列车机车和乘务组，以及机车出入库及整备、检查和修理等作业。

3) 运转业务

与旅客列车有关的运转作业，主要是办理通过旅客列车的接发、技检作业。有的车站还办理局管内或市郊旅客列车的始发、终到作业以及个别车辆的甩挂作业。与货运有关的运转作业，主要办理无改编中转列车的接发技检、换挂等有关作业；对区段列车、零摘列车、直通或直达列车进行解体和编组作业；同时还办理向货场、工业企业专用线取送车作业，及一定数量始发直达货物列车的编组任务；在一些技术站对部分改编列车，还要办理变更运行方向、变更列车重量及换挂车组等作业。

4) 车辆业务

车辆业务主要办理列车技术检查和车辆修理作业等。

5) 其它业务

如军用列车供应作业、为客车上水等。

1.2 技术站设备

为了保证完成技术站的各项作业业务，技术站一般设有下列主要设备。

1) 客运设备

客运设备包括旅客列车到发线、站房、站台、天桥、地道等，有的还有客车车底停留线。

2) 货运设备

货运设备一般集中配置在货场里面，主要包括货物装卸线、货物站台、仓库、雨棚、堆放场以及装卸机具等。

3) 运转设备

旅客列车的运转设备包括旅客列车到发线、牵出线、机待线、机走线等；货物列车的运转设备包括货物列车的到发线（到发场）、编组线（调车场）、机车走行线及牵出线、驼峰等。

4) 机务设备

在技术站上有的设基本段，有的设折返段，有的既设有一个方向的基本段又设有另一方向的折返段。在基本段内设有机车检修、整备及转向等设备，担负检修和整备作业。折返段一般不配属机车（除调车机车外），只担任整备作业。

5) 车辆设备

包括站修线、列检所、车辆段，主要担负车辆检修任务。

除上述设备外，还有通信、信号、给水、排水、电力供应及技术办公房屋等。这些设备构成了技术站的实际布置，使得经过技术站的一切车辆（列车）作业，都在这些设备的控制（制约）下顺利进行。

1.3 技术站布置图

1.3.1 区段站布置图

我国铁路区段站的图型，按车站平面布置可分为横列式、纵列式、客货纵列式三种。也有一些其它不甚规则的图型，通常是

在新建或改建铁路时受客观条件制约，为了适合自然地理条件而个别设计的，但一般还是常用这三种基本图型。

据 1988 年出版的《铁路站场及枢纽设计规范条文说明》统计，各种类型区段站在单、双线中的数量及所占比例如表 1.1 所列。

表 1.1 各种类型区段站在单、双线中所占比例表

区段站形式	单线铁路	双线铁路
横列式	94.0%	58.9%
纵列式	1.2%	23.4%
客货纵列式	4.8%	17.7%

从表 1.1 可以看出，横列式是单、双线铁路区段站采用最多的图型。在实际统计过程中，纵列式区段站主要是在行车量大，其中直通列车占比重较大的双线铁路上，或者是由单线发展为双线，以及既有横列式区段站受建筑物和地形限制时采用。客货纵列式区段站图型常常是由于旧站改建时，受线路纵剖面 and 地形条件的限制，为充分利用既有设备，而将原站址改建为客站另建新的货物列车运转场而形成的。

所谓横列式、纵列式站型，是指区段站的不同车场的相互配列关系是横向配置或纵向配置。由于车场数目及配列组合的不同，决定了非常多的站型，这些站型各有优缺点，详细讨论可看有关站场设计方面的参考书。

1.3.2 编组站布置图

编组站各项设备相互位置的布置是多种多样的。根据干、支线的数目、运量及车流性质、车站作业特点、城市规划要求及地形地质条件不同因素，能构成不同的布置图。我国铁路编组站的布置图型，按车站平面布置可分为单向横列式、单向纵列式、单向混合式、双向横列式、双向纵列式、双向混合式等六种。也有

一些其它不甚规则的图型，通常是在新建或改建铁路时受客观条件制约，为了适合自然地理条件而个别设计的，但一般还是常用这六种基本图型。

凡以一套调车设备为核心，配合到、发车场组成的车站图型称为一个调车系统的布置图，简称单向布置图。而设有两个调车系统时，在一般情况下，两个系统的主要驼峰应朝向两个彼此相对调车方向，故这种车站图型称为两个调车系统的布置图，简称双向布置图。上、下行到发场与调车场平行配置的布置图叫横列式布置图，所有车场顺序排列的布置图叫纵列式布置图，部分主要车场纵列，另一部分车场横列的布置图叫混合式布置图。由于车场数目及配列组合的不同，决定了非常多的站型，这些站型各有优缺点，详细讨论可看有关站场设计参考书。

1.4 技术站作业过程

技术站所进行的各种作业中，中转列车作业、解体 and 编组列车作业、装车和卸车作业及与装（卸）车这两种作业有关的调车作业构成技术站的基本作业。由于到达区段站的车流中有大部分车辆都是随中转列车到达的，因此中转列车作业便构成了区段站的主要作业。由于到达编组站的车流中有大部分车辆都是随到达解体列车到达的，因此解体、编组列车作业便构成了编组站的主要作业。

技术站的调车工作量是很不相同的。因此为完成这些调车工作，所配置的调机台数及相应的固定调车设备也不相同，如有的只需一台调机，有的则需 2 台调机，有的则需更多的调机或调车系统。

一般情况下在区段站上需要进行解编调车作业的，只是区段列车和摘挂列车，个别区段站上也进行始发直达及直通列车的解编调车作业。而在编组站上需要进行大量的解编调车作业。这些

列车到达后先进行解体作业，然后再用这些列车内的车辆和本站装毕的重车以及卸后的空车重新编组新的区段列车、摘挂列车、直达列车、直通列车等。在很多区段站要进行中转列车的调车作业——成组换挂中转列车和变更方向的中转列车的调车作业，但在某些编组站上也进行中转列车的调车作业——成组换挂中转列车和变更方向的中转列车的调车作业。很多技术站的货物作业量都是很大的，这些货物作业都是在货场和与车站接轨的各类专用线或专业车站上进行的，其作业过程如图 1.1 所示。

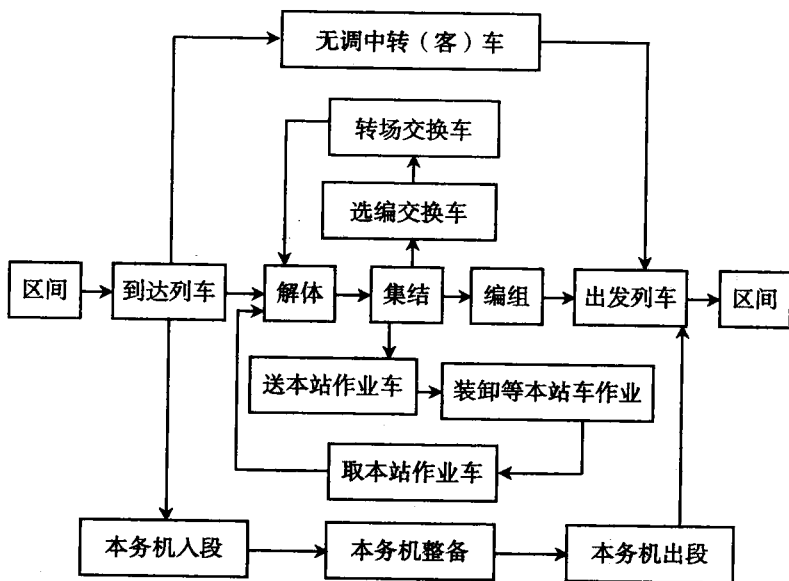


图 1.1 技术站作业过程逻辑图

从图 1.1 可以看出，技术站的技术作业过程是由下列三个主要部分构成的：

- (1) 中转列车有关的列车作业过程；
- (2) 改编列车有关的车辆作业过程；

(3) 本站作业车辆的作业过程。

下面分别叙述之。

1.4.1 中转列车的作业过程

中转列车共分两种：① 无改编中转列车；② 部分改编中转列车。部分改编中转列车到站后除了进行一切中转列车的一般作业之外，还要进行少许的调车作业。在技术站上要进行的部分改编中转列车一般是成组换挂车组或变更列车运行方向。

1) 无改编中转列车的作业过程

在技术站上，无改编中转列车的作业如下：

- (1) 列车的技术检查，必要时还要进行车辆修理；
- (2) 车列的商务检查；
- (3) 列车乘务组换乘；
- (4) 更换机车并试风等。

对列车进行技术检查的目的是发现能危及行车安全的车辆，在发现了这样的车辆后进行摘车或不摘车修理。这一任务由列车检修所中列检组人员执行，一般执行时间为 35 分钟。

车列的商务检查，一般由货运组人员负责执行。主要检查有无铅封，及铅封是否完整，无盖车上的货物装得是否正确，有无货物被偷盗和丢失的痕迹，罐车是否有漏迹的情形及其它情况，发现后及时处理。它一般与技术检查同时进行。

列车乘务组内包括由车长和副车长组成的车长乘务组和检车乘务员。车长在列车到站后应向车站值班员报告列车完整到达，把票据送往技术室，将商务方面的票据交给货运组有关人员，或交给接运的车长乘务组。完成车列向车站及下班车长的移交并办理相应手续。

更换机车的作业是在每一个有机务折返段的技术站上都要进行的（对于实行循环运转制的时候，在机务本段所在站上不更换机车，只是机车在站线上进行相应的整备作业）。更换机