

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
50 EAST LAKE STREET, CHICAGO, ILLINOIS 60607
TEL: 773-709-3200 FAX: 773-709-9399
WWW.UCHICAGO.PRESS.EDU

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

高等教育铁道类规则教材

铁路站场及枢纽

北方交通大学 马桂贞 主编
长沙铁道学院 田联栋 主审

西南交通大学出版社

编写说明

本书由北方交通大学马桂贞（绪论、第三篇第三、四章）；曹若玉（第一篇）；张超（第二篇）；陈定（第三篇第一、二章）；西南交通大学叶怀珍（第四篇）；上海铁道学院吴家甫（第五篇）；北方交通大学王能豪（第六篇），刘其斌（第七、八篇）等同志编写。本书由长沙铁道学院田联栋同志主审。

(川) 新登字 018 号

内 容 简 介

本书是高等院校铁道专业的专科生教材。全书共分为八篇，主要内容包括：车站配线的连接及平、纵断面布置；各类车站（中间站、区段站、编组站、客运站、货运站）的布置图和咽喉结构；设备数量及能力计算；铁路枢纽的总布置图的规划；调车驼峰的线路设计等。

本书除作为铁路高等院校运输系的教学用书外，还可供从事站场及枢纽的设计、运营、科研、教学人员以及工业运输、总图设计人员参考。

铁路站场及枢纽

马桂贞 主编

西南交通大学出版社出版发行

（成都 九里堤）

四川省新华书店经销

西南交通大学出版社印刷厂印刷

开本：787×1092 1/16 印张：20.375

字数：450千字 印数：1~3000册

1993年10月第1版 1993年11月第1次印刷

ISBN 7-81022-490-5/U·025

定价：13.80元

绪 论

辛

在现代运输中，铁路是主要运输方式。铁路运输最基本的任务是安全、迅速、经济、合理地运送旅客和货物，为社会主义现代化建设和提高人民物质文化生活水平服务。在完成上述任务中，铁路车站及枢纽起着十分重要的作用。

车站（或枢纽）是铁路运输的基本生产单位，它集中了与运输有关的各项技术设备，它参与整个运输过程的各个作业环节，其中一部分是铁路与旅客和货主发生直接联系的作业，即运输过程的开始和终了作业（包括旅客乘降、货物承运、交付和装卸等）；另一部分是属于与旅客和货物在途运行有关作业（包括列车的接发、会让、越行和编组、解体；机车和乘务组的更换、列车的技术和商务检查等）。因此，铁路车站（或枢纽）既是铁路与外部（工农业和城市）联系的纽带，又是铁路运输内部生产的重要基层单位。

车站（或枢纽）对保证铁路运输工作质量有决定性的影响，据统计，我国货车一次全周转时间中，车辆在车站的作业和停留时间约占 65%，因此，合理地设计车站（或枢纽），有效地运用车站各项技术设备，是保证完成运输任务，加速货物送达，降低运输成本，提高劳动生产率，有效地运用机车车辆的关键。

车站（或枢纽）在铁路建设投资方面也占有很大比重。我国全路 5000 多个车站站线的长度约占铁路通车里程的 40%，铁路上的主要技术设备又大都集中在车站上，因此正确地设计和规划车站及枢纽对降低铁路建设的造价，节省投资有决定性作用。

由此可见，合理地设计和修建车站及枢纽，有效地运用各项铁路技术设备，对完成国家铁路运输任务，促进工农业生产的发展，降低铁路投资和运营成本，提高运输效率，加速铁路机车车辆周转，都具有十分重要的意义。

铁路站场及枢纽这门学科是在先进的运输工作组织的基础上，对车站各项设备的布置及其综合运用，提出合理的运营要求和设计方案。具体来说，该学科的重点是根据设计的技术条件和运营要求，研究在铁路车站及枢纽范围内的各车站间、各车场间、各主要技术设备的相互位置以及车站咽喉、调车设备和枢纽进出站线路的合理构造；研究铁路车站及枢纽与城乡规划、工矿企业、港口码头以及与他种运输方式的协调配合。

本课程研究的主要内容有：

1. 车站线路及设计技术条件。主要研究车站线路的种类和线间距离、线路的全长和有效长度的计算、各种梯线及车场的特点、车站线路在平面和纵断面上布置的技术条件。

2. 中间站。中间站设在两个区段站之间，是牵引区段内有配线的中小站。它的主要作用是提高区间通过能力及为铁路沿线经济建设和人民生活服务。本课程研究中间站的作业和布置图、中间站的安全线、避难线的合理布置以及中间站改造等。

3. 区段站。区段站是铁路网上牵引区段的分界处，是设有机务设备的车站，它的主要任务是使车站具有必要的通过能力，保证直达、直通列车迅速而便利地换挂机车和更换乘务组，

进行列车技术检查和货运检查。此外，还办理一定数量的列车解编及客货运业务。本课程研究区段站的分类及其主要作业；区段站布置图；区段站运转设备、机务和车辆检修设备的设计等。

4. 编组站。编组站是设有强大调车设备，具有大量的解编作业的车站。它的主要任务是为全路合理的车流组织服务，办理改编货物列车为主，有的站办理少量的客货运业务。本课程研究编组站的分类、作业和设备；编组站布置图；编组站各车场和线路的设计等。

5. 客运站。客运站是专门办理客运业务的一种专业化车站，其主要任务是为旅客运输服务，办理旅客列车到发、旅客上下车以及行包邮件装卸作业。本课程研究客运站的作业和设备；客运站布置图；客车整备所的作业、设备以及布置图等。

6. 货运站。货运站是专门办理货运业务的车站，按其作业性质和服务对象还可以分为公用货运站、专用货运站、工业站、港湾站、换装站等。本课程研究货运站的作业、设备及布置图等。

7. 调车驼峰。为了保证车站必要的改编能力，需要有特设的调车设备。本课程研究调车驼峰的设计原理和计算方法以及驼峰现代化设备等。

8. 车站通过能力和改编能力。车站通过能力是铁路运输能力的重要组成部分，是根据车站现有技术设备条件，采用合理的技术作业过程及先进的工作方法，在一昼夜内所能通过的每个方向的货物列车数和运行图规定的旅客列车数。车站改编能力是指在合理使用技术设备条件下，车站调车设备在一昼夜内所能解体 and 编组的货物列车数或车数。本课程研究影响车站通过能力和改编能力的各项因素；车站通过能力和改编能力的计算方法，车站最终通过能力的确定及其与区间能力的协调等。

9. 铁路枢纽。在铁路网的干线交叉点或衔接点上，为了办理各线客货列车的始发、终到和中转作业，常常需要修建统一指挥、协同作业的几个专业车站和必要的联络线、迂回线和环线，这些铁路技术设备的综合体，称为铁路枢纽。本课程研究铁路枢纽的形成和发展，铁路枢纽总布置图，铁路枢纽内专业车站的布置及分工，铁路枢纽内进站线路的疏解以及铁路枢纽总体规划等。

综上所述，铁路站场及枢纽是由运输组织学和一般工程设计结合发展起来的，因而离开了运输组织就根本无法进行站场设计。车站（或枢纽）设备的布置，最终是为运输生产服务的，研究站场设备必须以满足运输生产要求为主要目的。因此，对站场设备布置提出合理的运营要求和设计方案，就是铁路站场及枢纽这门学科的主要研究对象。目前在国内外铁路上系统科学、应用数学、电子计算机等新的研究成果的运用越来越广泛，对改造铁路车站技术装备，改进车站（或枢纽）设计方法产生越来越大的影响，铁路站场及枢纽这门学科也必将随着铁路现代化的进程日益丰富和发展，将使车站（或枢纽）的设计和运用提高到新水平。

目 录

绪 论

第一篇 站场设计技术条件

第一章 车站线路间距.....	1
第一节 车站线路的种类和线间距离.....	1
第二节 电气化铁路站场布置特点.....	3
第二章 线路连接	11
第一节 道岔及道岔辙叉号码的选用	11
第二节 道岔中心线表示法和相邻道岔中心间的距离	14
第三节 线路连接形式	16
第三章 线路的全长和有效长度	19
第一节 线路全长和有效长度的规定	19
第二节 警冲标、信号机及水鹤的位置	20
第三节 线路实际有效长度计算方法	23
第四章 梯线与车场	27
第一节 梯 线	27
第二节 车 场	30
第三节 站场咽喉概述	31
第五章 车站站坪	33
第一节 站 坪	33
第二节 站坪在铁路正线平面上的布置	34
第三节 站坪在铁路正线纵断面上的布置	34
第四节 站坪与区间纵断面的配合	35

第二篇 中 间 站

第一章 概 述	37
第一节 中间站的作用和分布	37
第二节 中间站的作业和设备	37

第二章 中间站设计	39
第一节 中间站布置图	39
第二节 中间站线路	43
第三节 中间站改建	46

第三篇 区 段 站

第一章 概 述	50
第一节 区段站的分布及分类	50
第二节 区段站的作业及设备	51
第二章 区段站布置图	53
第一节 区段站主要设备的相互位置及相互联系	53
第二节 区段站布置图的分析及选择	57
第三节 枢纽区段站	64
第三章 运转设备	67
第一节 列车到发线	67
第二节 机车走行线、机待线及机车出入段线	69
第三节 调车线及牵出线	72
第四节 车站咽喉设计	73
第五节 国外高速铁路站场设计特点	77
第四章 机务和车辆设备	82
第一节 机务设备	82
第二节 车辆设备	88

第四篇 编 组 站

第一章 编组站的作业和设备	90
第一节 编组站的作业	90
第二节 编组站的设备	92
第三节 编组站的分类	93
第二章 编组站布置图及其适应范围	95
第一节 单向横列式一级三场编组站布置图	95
第二节 单向纵列式三级三场编组站布置图	98
第三节 单向混合式编组站布置图	101
第四节 双向编组站布置图	108

第五节	单向双溜放编组站布置图	111
第六节	重载运输条件下的编组站图型特点	113
第七节	编组站布置图的选择	116
第三章	编组站各车场和线路的设计	118
第一节	编组站各类车场设备数量的确定	118
第二节	编组站各主要车场的咽喉布置	121
第三节	辅助调车场与箭翎线设计	129
第四节	编组站各车场及线路的平、纵断面设计	133

第五篇 调车驼峰

第一章	驼峰设计基础	137
第一节	调车设备概述	137
第二节	溜放钩车运动的基本理论	139
第三节	调速工具	145
第四节	驼峰平面设计主要技术条件	152
第二章	机械化驼峰	156
第一节	驼峰峰高的计算和确定	156
第二节	调速工具能力的计算及其分布	158
第三节	机械化驼峰纵断面设计	161
第三章	自动化驼峰	167
第一节	自动化驼峰概述	167
第二节	驼峰自动调速的基本原理	167
第三节	驼峰自动调速系统	170
第四节	点一点连式驼峰调速系统设计	174
第五节	全顶式驼峰调速系统的设计	180

第六篇 客货运站

第一章	客运站	185
第一节	客运站的作业和布置图	185
第二节	客运设备	189
第三节	客车整备所	199
第二章	货运站	203
第一节	综合性货运站 (简称货运站)	203

第二节	换装站	206
第三节	工业站	209
第四节	港湾站	214

第七篇 车站通过能力和改编能力

第一章	区段站通过能力	219
第一节	概述	219
第二节	车站咽喉通过能力的计算方法	219
第三节	到发线通过能力的计算方法	228
第四节	区段站最终通过能力的确定	232
第二章	编组站通过能力	234
第一节	到达场到发线通过能力的计算方法	234
第二节	出发场到发线通过能力的计算方法	239
第三节	编发线通过能力的计算方法	243
第三章	车站改编能力	246
第一节	驼峰解体能力的计算方法	246
第二节	调车场尾部编组能力的计算方法	249
第三节	解体能力与编组能力的协调以及改编能力的确定	251

第八篇 铁路枢纽

第一章	铁路枢纽总布置图	254
第一节	概述	254
第二节	影响铁路枢纽总布置图的主要因素	255
第三节	铁路枢纽布置图型	257
第二章	铁路枢纽内主要设备的配置	263
第一节	铁路枢纽内编组站的配置	263
第二节	铁路枢纽内客运站和客车整备所的配置	266
第三节	铁路枢纽内货运站和货场的配置	268
第四节	铁路枢纽内机务和车辆设备的配置	269
第三章	铁路枢纽内主要线路的配置	271
第一节	枢纽引入线和联络线	271
第二节	枢纽环线和直径线	273
第三节	枢纽线路疏解布置	274

第四章 铁路枢纽总体规划	279
第一节 铁路枢纽规划与路网规划的配合	279
第二节 铁路枢纽规划与城市规划的配合	279
第三节 铁路枢纽规划与自然条件的配合	284
附 录	286

第一篇 站场设计技术条件

第一章 车站线路间距

第一节 车站线路的种类和线间距离

一、车站线路的种类

在铁路车站内除与区间直接连通的正线外，还设有以下用途的线路，见图 1—1—1。

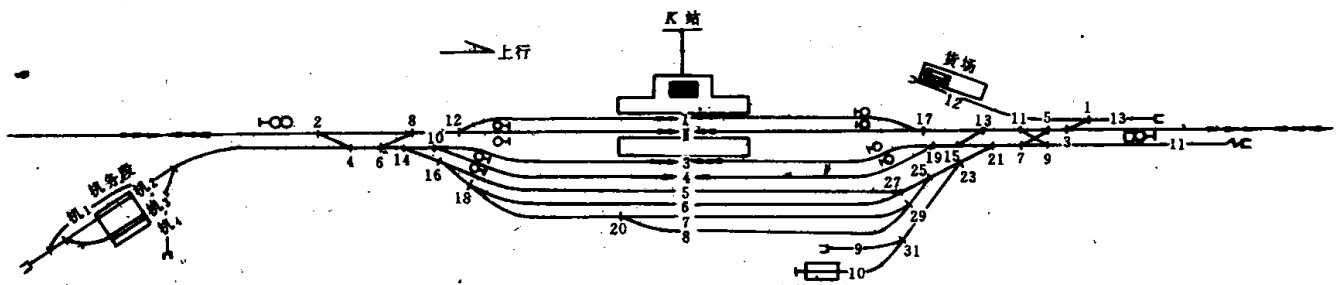


图 1—1—1 车站线路详图

I—正线；1、3、4—到发线；5、6、7、8—调车线；9、10—站修线；11、13—牵出线；12—货物线；机₁—机车走行线；机₂、机₃—整备线；机₄—卸油线

1. 供接发旅客列车或货物列车用的到发线
2. 供解体或编组货物列车用的调车线和牵出线
3. 办理装卸作业的货物线
4. 办理其他各种作业的线路，如机车走行线、存车线、检修线等
5. 为保证行车安全而设置的安全线和避难线

此外，还有一些不属于车站管辖范围但与车站连接的线路，如通向工矿企业或仓库的工业企业线以及机务段、车辆段等所管辖的段管线等。

二、限界

为了确保行车安全，凡接近铁路的各种建筑物及设备，必须与线路保持一定的距离。同时对于在铁路上运行的机车车辆的断面尺寸，也应有一定的规定。为此，铁路制定了各种专门的限界，其中最基本的是机车车辆限界和建筑限界。

机车车辆限界是一个和线路中心线垂直的横断面轮廓。无论是新造的机车车辆还是各种部件具有最大限度公差或磨损的空重车，停在水平直线上时，沿车身所有一切突出部分和悬挂部分，除升起的集电弓外，都必须容纳在限界轮廓之内，严禁超出。

建筑限界也是一个和线路中心线垂直的横断面轮廓，在此轮廓内，除机车车辆及与机车

车辆本身及与机车车辆有相互作用的设备（车辆减速器、路签授受器、接触电线等）外，其他设备及建筑物不得侵入。

在制定国家标准的铁路建筑限界时，不但要考虑超限货物的运输要求及车辆在运行中的振动偏移量，而且对超限货物的尺寸也要限定一个范围。为此需要规定超限货物最大装载货物的尺寸。

图 1—1—2 中标出上述各种限界的主要尺寸（单位为 mm）。

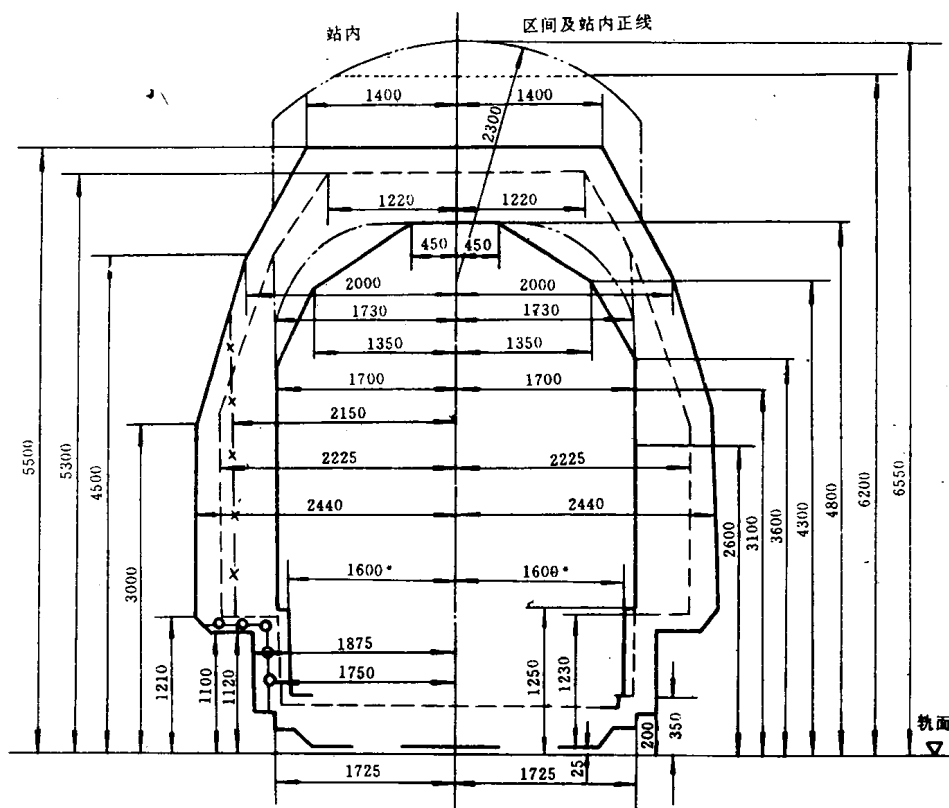


图 1—1—2 限界

- 机车车辆限界；
- 超限货物装载限界；
- 建筑限界
- 站台建筑限界(正线不适用)；
- X—X— 信号机水鹤的建筑限界(正线不适用)；
- · — · — 适用于电力机车牵引的线路的跨线桥、天桥及雨棚等建筑物；
- · · · · 电力机车牵引的线路的跨线桥在困难条件下的最小高度。

三、线路中心线至主要建筑物（设备）的距离

站内各种用途线路的两旁，一般都设有相应的建筑物和设备，如信号机、警冲标、水鹤、接触网及电力照明的支柱、旅客站台、货物站台及各种技术房屋等。这些建筑物和设备的设置位置必须保证行车、人身安全和不影响办理规定的作业，故应根据建筑限界和机车车辆限界以及其他有关因素确定。

新建或改建站场建筑物及设备时，在线路的直线地段上，站内各建筑物及设备至相邻线

路中心线的距离见书末附录八。在曲线地段，须按国家现行的《标准轨距铁路建筑限界》的有关规定加宽。

四、相邻线路间的中心距离

在车站上，相邻两线路中心线间的距离（简称线间距离），一方面要保证行车安全及车站工作人员进行有关作业的安全和便利，另一方面还要考虑通行超限货物列车和在两线间装设行车设备的需要。

线间距离决定于下列各项因素：

1. 机车车辆限界
2. 建筑限界
3. 超限货物装载限界
4. 设置在相邻线路间有关设备的计算宽度
5. 在相邻线路间办理作业的性质

在新建或改建车站时，在线路的直线地段上，站内两相邻线路中心线间的间距见书末附录九。

第二节 电气化铁路站场布置特点

一、接触网

（一）站内线路架设接触网的范围

凡有电力机车进入的到达线、到发线、安全线、机车走行线、机务段段管线和电力机车需要行驶的其他线路，均应架设接触网。

在电气化区段内的中间站，若无其他类型的支线接轨时，全部到发线应架设接触网，以保证接发列车。为了便于摘挂列车的本务机进行调车作业，中间站的装卸线及牵出线一般应架设接触网，但要保证调车及装卸作业人员的安全。如因有起重吊车或其他设备干扰时，可在干扰范围外的一段牵出线、货物线上架设接触网。

在有配属蒸汽或内燃调车机车的车站上，牵出线和货物线可不架设接触网。

在区段站、编组站或其他大型车站上，当有蒸汽、内燃和电力等几种牵引类型时，应充分考虑电力机车的走行条件，提高到发线的利用率和使用的灵活性，合理确定架设接触网的范围。

电气化铁路车站的调车线、有大型起重吊车设备的装卸线、车辆段段管线、站修线、蒸汽或内燃机车停留线及其整备线、轻油油库线、易燃易爆物品专用线路，为了保证人身及设备安全，不应架设接触网。

（二）接触网的组成部分

电气化铁道采用架空式接触网，如图 1—1—3 所示，从结构形式可以分为以下几个组成部分。

1. 接触悬挂

是指直接向电力机车供电的架空线路。它包括接触导线、吊弦、承力索和坠砣补偿器（当外界温度变化时，能自动调整接触网的张力）等。列车运行时，电力机车顶部的受电弓在

和接触悬挂滑动接触的过程中取得电能。

2. 支持装置

用来吊挂全部接触悬挂设备，并将其重量传给支柱，如图 1—1—3 中支持装置，包括腕臂、拉杆和绝缘子。支持装置的结构形式，可随着不同的线路情况（区间、站场、桥梁、隧道），有其不同的类型。在区间主要为支柱腕臂结构（图 1—1—4）。在站场则视线路数量、线路情况、支柱所在位置等因素采用软横跨（图 1—1—5）、硬横跨（图 1—1—6）或支柱腕臂结构，但以软横跨为主。在隧道和桥梁等大型建筑物处，又要视其内部结构的具体情况而作设计，必要时采用特殊结构。

3. 定位装置

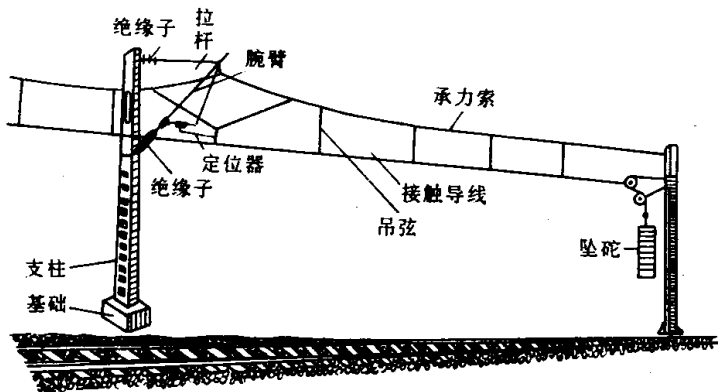


图 1—1—3 接触网组成示意图

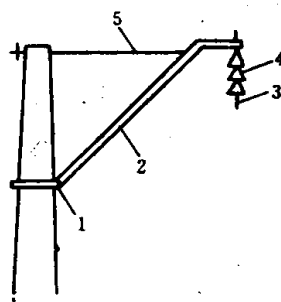
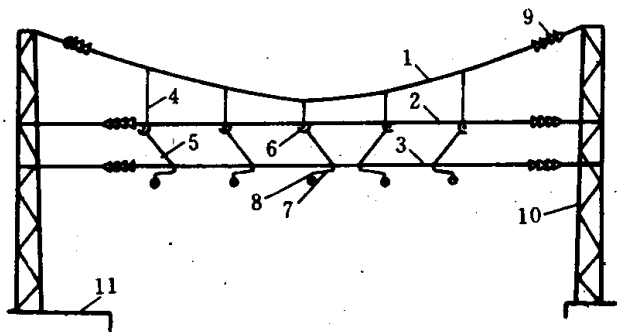
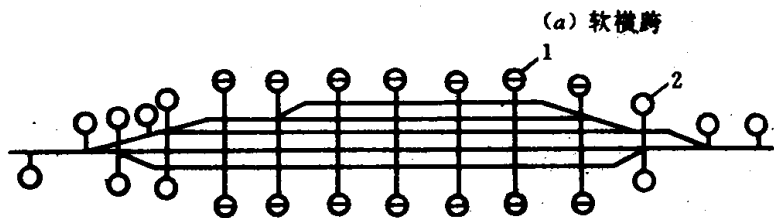


图 1—1—4 支柱腕臂示意图

1—腕臂底座；2—非绝缘腕臂；3—承力索；4—悬式绝缘子串；5—拉杆



1—横向承力索；2—上部固定绳；3—下部固定绳；4—直吊线；5—斜吊线；6—纵向承力索；7—定位器；8—接触线；9—悬式绝缘子串；10—支柱；11—旅客站台



1—钢柱；
2—钢筋混凝土柱

(b) 站场软横跨布置示意图

图 1—1—5 软横跨

用以保证接触线与受电弓的相对位置在规定的范围内，并将接触线的水平负荷传给支柱（见图 1—1—3）。

4. 支柱和基础

用来承受接触网悬挂和支持设备的全部重量，并将它们固定在规定的的高度（见图 1—1—3）。

接触网是直接给机车供电的重要设备，它的安装质量如何，它是否能够正常向机车供电，并保证列车高速运行，具有十分重要的意义。因此要求接触网弹性均匀，弛度小，使它在受电弓压力的作用下具有良好的稳定性，保证机车受电弓和接触导线之间始终保持良好而又可靠的接触。

二、电力牵引对车站线路和设备布置的影响

(一) 电力牵引对车站线路和设备布置在平面上的影响

当使用电力牵引时，站场中接触网的设置，主要是根据车站线路的布置情况而设计的，因此，在进行车站线路平面布置时，应考虑接触网的一些技术要求，以便密切配合。其中应经常注意的有：

1. 线间距离

采用电力牵引时，在车站的某些线路间需埋设接触网支柱，因此，对线间的宽度有一定要求。

常用的接触网支柱有关尺寸见表 1—1—1。

接触网支柱有关尺寸

表 1—1—1

支柱类型	$H \frac{37.3}{8.7+2.6}$	$H \frac{76.5}{8.7+3}$	$G \frac{196.1}{13}$	$H \frac{127.5}{12+3.5}$	$G \frac{343.2}{15}$	$G \frac{441.3}{15}$	附注
高度 (m)	8.7	8.7	13.0	12.0	15	15	高出基础面
底宽 (m)	0.55	0.705	1.0	0.92	1.2	1.2	垂直线路方向

注 1. $H \frac{37.3}{8.7+2.6}$ 中的 H 表示钢筋混凝土柱，37.3 表示支柱的容量 kJ，8.7 表示支柱露出地面的高度，2.6 表示埋入地下深度，其余类推。

2. $G \frac{196.1}{13}$ 中的 G 表示钢柱，196.1 表示垂直于线路方向的支柱容量 kJ，13 表示钢柱的高度，其余类推。

轨面处支柱内侧离线路中心线的距离叫做支柱侧面限界。直线地段支柱的侧面限界，施工后的距离应大于 2.44m，曲线地段应按建筑限界加宽的办法加宽。腕臂支柱的侧面限界可参照表 1—1—2，软(硬)横跨支柱侧面限界一般为 3m，道岔处的支柱侧面限界如图 1—1—7 所示，在道岔主线外侧为 2.6m，在侧线内侧时为 2.8~2.9m。

腕臂支柱侧面限界 表 1—1—2

曲线半径 R (m)	300~599	600~1000	≥ 1001	直线
曲线外侧限界(m)	2.7	2.6	2.6	2.5
曲线内侧限界(m)	3.1	2.8	2.7	

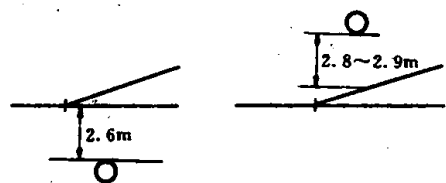


图 1—1—7 支柱在道岔侧面限界

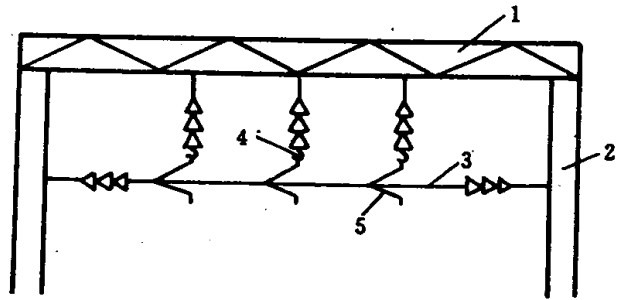


图 1—1—6 硬横跨

1—硬横梁；2—支柱；3—下部固定绳；4—承力索；5—定位器

根据支柱的以上有关数据，埋设支柱的两线路间的线路中心距离应按以下公式计算：

$$S = A \times 2 + K \quad (1-1-1)$$

式中 S ——两线路间的线路中心距离；

A ——支柱侧面限界；

K ——支柱底宽。

如 $2.5 \times 2 + 1.2 = 6.2 \approx 6.5$ (m)

软横跨所跨的线路数一般不应超过 8 条。因此，在站场设计时，每隔 8 条线路应有不小于 6.5m 的线间距离，在该线间距离的线路间还不能布置水槽，以免妨碍支柱的埋设。

支柱设在牵出线旁，或设在调车线一侧，该侧有调车人员经常上下车时，支柱的侧面限界应按 3.5m 设计，以保证调车人员的安全。

在有列检人员作业的线路旁设置支柱时，其侧面限界应按 3.0m 设计，以保证列检人员瞭望信号的视线。

2. 道岔布置

在铁路站场设置道岔的地方，接触线在此处也要交叉。为了保证机车受电弓平滑地由一接触线过渡到另一接触线，应设置线岔（旧称架空转辙器）。线岔内两接触线的交叉点 o ，应在距辙叉心前两内轨距为 600~700mm 处（图 1-1-8 中 cd ）。为此应利用单腕支柱、软（硬）横跨支柱或专设的支柱，在距离交点 1~2m 的范围内将两接触线定位，以保证线岔交点的位置。定位支柱的安设位置，视道岔类型和辙叉号码而异，其标准位置如图 1-1-9 所示。

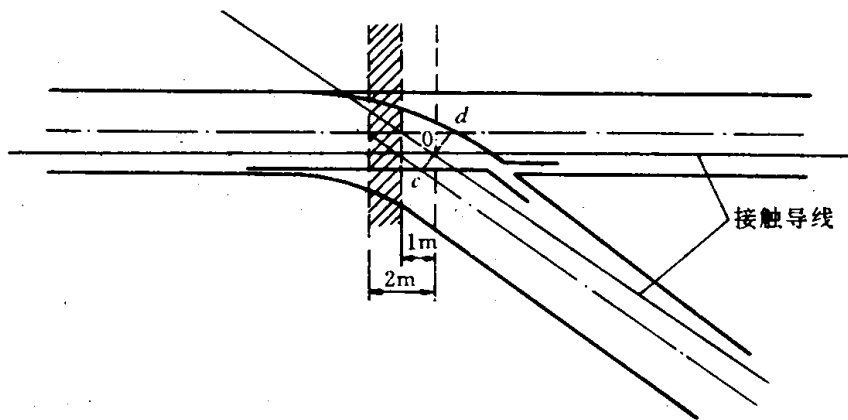


图 1-1-8 单开道岔的线岔位置

车站两端是道岔集中的地方，由于线岔定位的要求，支柱的埋设也比较集中。在布置道岔时应考虑减少支柱和站场美观，为此，在布置同类型的道岔时要尽量对称。图 1-1-10 (a) 为对称布置，支柱排列整齐，且可减少其数量。图 1-1-10 (b) 为非对称布置，支柱排列既不整齐，又多用了一根支柱。

另外，在平行线上布置道岔时，对不同类型的道岔应错开布置，如图 1-1-11 (a)，其错开距离应视道岔辙叉号码而定。对反方向布置的道岔，如图 1-1-11 (b) 中的 N_2 与 N_3 ，为使两副道岔的线岔在同一横向断面上取得好的定位，两副道岔的岔心间应有一定的距离 e ，才能整齐地布置支柱。 e 的数值视道岔辙叉的号码而定，如 N_2 及 N_3 均为 9 号道岔时， e 为 8.7 m， N_2 和 N_3 均为 12 号道岔时， e 为 11.4 m。