

市域轨道交通专业技能培训教材

行车调度员

温州市铁路与轨道交通投资集团有限公司运营分公司 编



视频学习

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

行车调度员 / 温州市铁路与轨道交通投资集团有限公司运营分公司编. —成都: 西南交通大学出版社, 2021.1

市域轨道交通专业技能培训教材

ISBN 978-7-5643-7948-3

I. ①行… II. ①温… III. ①城市轨道交通—调度—技术培训—教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 269641 号

市域轨道交通专业技能培训教材

Xingche Diaoduyuan

行车调度员

温州市铁路与轨道交通投资集团有限公司运营分公司 编

责任编辑 梁志敏

助理编辑 宋浩田

封面设计 吴 兵

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)

邮政编码 610031

发行部电话 028-87600564 028-87600533

网址 <http://www.xnjdcbs.com>

印刷 四川煤田地质制图印刷厂

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印张 15.25 插页 1

字数 377 千

版次 2021 年 1 月第 1 版

印次 2021 年 1 月第 1 次

定价 46.00 元

书号 ISBN 978-7-5643-7948-3

课件咨询电话: 028-81435775

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

编委会



主 任

丁建宇

技术顾问

金 林

副 主 任

张向丰

委 员

(按姓氏拼音字母排序)

陈德茂 陈雁鸣 池绵绵 傅 唯

韩 星 孔国权 乐明娇 李 红

林周瑜 陆诗钊 马向东 孙瑞超

王 威 吴秋蓉 吴 越 徐 军

杨 广 张冠男 张 威 郑乔峰

郑 清 郑 伟 周思思 朱旭鹏

本书编写人员

>>>>

主 编	王 威
副 主 编	韩 星 王 静 张向丰
参编人员	朱旭鹏 项光达 史常潮 吴铭达 乐明娇
主 审	黄博川
参 审	金超群

前 言



城市轨道交通是一个庞大复杂的技术系统，包括线路、车站、车辆、供电、通信、信号等多个专业，涵盖了土建、机械、电子信息、环境控制、运输组织等多个门类。因此，对从业人员开展岗位技能培训，成为城市轨道交通行业人员技能业务提升的重要途径，也是企业的一项重要任务。

本书从行车调度员岗位相关基础知识、作业标准、应急处置及安全管理等方面入手，参考相关企业的培训教材进行编写，并在教学内容中介绍了温州轨道交通 S1 线技术设备、运营指挥、行车组织、施工组织、日常工作管理、应急处置等内容，此外还结合当前轨道交通发展趋势，对未来全自动无人驾驶情形下的调度指挥进行了初步探讨。

本书在编写过程中汲取了相关教材的精华，结合前期的培训讲义、专业技术资料和培训师的授课心得，紧密联系城市轨道交通行车调度员的工作实际，其内容深入浅出，文字力求通俗易懂。在教材结构及内容编排上，一方面以温州市域铁路为背景介绍城市轨道交通行车调度员的具体工作内容，另一方面结合常见应急场景介绍行车调整分析，提升行车调度员的应急处置能力，具有较强的针对性。通过学习本教材，可以使学员较快掌握行车调度员的日常工作，提高其实践能力。

由于编者水平有限，编写时间仓促，书中难免有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

2020年9月

序 言



温州市铁路与轨道交通投资集团有限公司（以下简称“温州铁投集团”）是温州市唯一承担城市轨道交通项目前期规划、工程建设、投融资、运营管理及沿线资源开发等“五位一体”建设的市级国有企业。温州市铁路与轨道交通投资集团有限公司运营分公司（以下简称“运营分公司”）成立于2014年3月21日，为温州铁投集团全资控股子公司，主要承担温州轨道交通的建设、运营、管理等职责。自成立以来，温州铁投集团紧紧围绕市委市政府总体部署，坚持“轨道交通+新型城镇化+智慧化”发展理念，秉承“用心温暖每一程”的服务理念，努力践行“幸福轨道，链接温州新未来”的企业使命，着力把温州轨道交通真正打造成温州的“民生线、幸福线、安全线、风景线、致富线”。

温州地处我国东南沿海，山水分隔、土地稀少、海相冲积，素有“七山二水一分田”之称，加之民营经济发达、人口密集、城镇化程度高，块状经济、城镇组团特征明显。为构建紧凑集约、资源要素配置合理的城市格局，打造温州1小时“交通圈”“经济圈”，温州铁投集团发扬“敢为人先、特别能创业创新”的新时代温州人精神，围绕打造“全国性综合交通枢纽”的目标，结合《温州市城市总体规划（2003—2020年）》，制定了“国家干线铁路+城际铁路+市域铁路S线+城区地铁M线”四层功能互补、融合发展的轨道交通发展体系。

温州轨道交通S1线作为全国首条制式模式创新的轨道交通线路，被国家发改委列为“国家战略新兴产业示范工程”，拥有“市域动车组项目”“点式ATC信号系统”“基于TD-LTE的通信技术”“同

相供电系统”四项创新关键技术，并凭借上述技术在轨道交通业内

获得了多项科技进步奖项。另外，温州轨道交通 S1 线还被授予“城市轨道交通技术创新推广项目（工程类）”荣誉称号，在全国轨道交通建设中予以推广。该线于 2019 年 9 月 28 日全线开通运营，标志着温州正式迈入城市轨道交通时代。

近年来，随着我国综合实力与科技水平的提升，城市轨道交通建设和运营得到快速发展，但“日益增长的运营专业技术人才需求与现有市场人才供应不足之间的矛盾”已成为轨道交通行业和企业发展的主要矛盾。在这样的大环境下，企业的人才自主孵化和自主培养显得尤为重要，开发贴合温州轨道交通运营人才培养需求的教材迫在眉睫。运营分公司于 2019 年开始着手编写培训教材，结合规章及实际运营的优秀经验，历时一年开发出了一套符合专业技能人才培养的系列教材。本套教材涵盖了客运、乘务、调度和市域铁路机电设备接口调试实践等多个模块内容，可应用于全国市域轨道交通“订单班”“定向班”、员工上岗取证等人才培养项目，希望能对轨道交通行业，尤其是市域线的人才培养有所帮助。

最后祝愿各行业同仁能学有所获、学有所用、学有所长，立足岗位，创出佳绩。



温州市铁路与轨道交通投资集团有限公司 董事长

目 录



第一章	技术设备	001
第一节	线路基础知识	001
第二节	供电基础知识	012
第三节	信号基础知识	022
第四节	车辆基础知识	041
第五节	机电基础知识	053
第二章	运营组织基础	064
第一节	运营组织原则	064
第二节	运营组织内容	065
第三节	运营组织架构	066
第三章	行车组织	070
第一节	列车运行图	070
第二节	行车闭塞法	085
第三节	调度命令	089

第四节	行车分析	102
第五节	ATS 系统操作	107
第四章	施工管理	148
第一节	施工计划分类	148
第二节	施工计划审批	151
第三节	施工组织	154
第四节	施工安全	165
第五章	日常工作管理	170
第一节	行车调度员岗位职责	170
第二节	行车调度员日常作业流程	173
第三节	安全风险管埋	180
第四节	标准化制度管理	188
第六章	应急处置	200

第一节	处置原则	200
第二节	应急预案	202
第三节	行车调整	220
第四节	信息发布	225
第七章	未来调度模式展望	229
第一节	无人驾驶条件下的调度指挥	229
第二节	调度指挥与人工智能结合应用	230
参考文献		233
附录		234
附录 A	列车运行图	
附录 B	S1 线综合布置图	

第一章



技术设备

第一节

线路基础知识

【学习目标】

- (1) 掌握路基、道床、钢轨、道岔的基本概念及作用。
- (2) 掌握道岔的结构及分类。
- (3) 了解 S1 线路基、道床和钢轨的基本形式。

一、路 基

(一) 定 义

路基是轨道的基础，是经过开挖或填筑而形成的岩土结构物。

(二) 作 用

路基是由填筑或开挖而形成的直接支承轨道的结构，其主要作用是为轨道铺设及列车运行提供必要条件，并承受轨道及机车车辆的静荷载和动荷载，同时将荷载向地基深处传递与扩散。在纵断面上，路基必须保证线路需要的高程；在平面上，路基与桥梁、隧道连接组成完整贯通的线路。

(三) 分 类

路基依其所处的地形条件的不同，分为两种基本形式：路堤和路堑，俗称填方和挖方。

(四) 组 成

路基主要包括本体、排水、护坡几个部分。

路基本体包括用天然土、石所填筑的路堤和在天然地层中挖出的路堑，它直接支撑轨道，承受通过轨道的列车荷载，是路基的主体；排水设施主要用来把路基范围内的地面水迅速排到路基以外，并防止路基以外的地面水流入路基范围；护坡是用来防护路基边坡，使其免受自然作用破坏而出现坡面变形或失稳的设施，其主要作用是防护坡面、支持固定路基、防止雨水冲刷及防止沙雪掩埋路基。

(五) S1 线路基情况简介

S1 线大部分线路为高架和隧道，其中桐岭—潘桥区间和动车南站区段共约 3 km 线路为地面段线路，路基形式为路堤。S1 线地面段线路情况如图 1-1-1 所示。



图 1-1-1 S1 线地面段线路情况

二、道 床

（一）定 义

道床是轨道的重要组成部分，是轨道框架的基础。道床通常指的是铁路轨枕以下、路基面以上铺设的石砟（道砟）垫层。

（二）作 用

道床（如图 1-1-2 所示）主要有以下几方面的作用：

- （1）承受来自轨枕的压力并均匀地传递到路基面上。
- （2）提供给轨道横向阻力，保持轨道的稳定。
- （3）提供轨道弹性，减缓和吸收轮轨的冲击和振动。
- （4）提供良好的排水性能，以提高路基的承载能力及减少道床病害。
- （5）便于轨道养护维修作业，校正线路的平纵断面。



图 1-1-2 道床（轨枕至路基之间的部分）

（三）道床分类

道床铺设于路基、桥梁或隧道等下部结构之上，钢轨、轨枕或支承块之下的碎石、卵石层或混凝土层，作为钢轨或轨道框架的基础。根据材料不同可分为有砟道床和整体道床。

1. 有砟道床

道砟通常由具有一定粒径、级配和强度的硬质碎石堆集而成，道砟块之间存在着空隙和摩擦力，使得轨道具有一定的弹性，这种弹性不仅能吸收机车车辆的冲击和振动，使列车运行比较平稳，还大大改善了机车车辆和钢轨、轨枕等部件的工作条件，延长了使用寿命。

道砟应具有以下性能：质地坚韧、有弹性、不易压碎和捣碎；排水性好，吸水性差；不易风化，不易被风吹动或被水冲走。

2. 整体道床

整体道床常为现浇钢筋混凝土结构，常用于不易变形的隧道内或桥梁上。

整体道床由混凝土整体灌筑而成，道床内可预埋木枕、混凝土枕或混凝土短枕，也可在混凝土整体道床上直接安装扣件、弹性垫层和钢轨。

(四) S1 线道床情况简介

S1 线的地面段线路采用碎石道床（见图 1-1-3），高架及地下段线路采用整体道床（见图 1-1-4）。



图 1-1-3 碎石道床



图 1-1-4 整体道床

三、钢 轨

（一）钢轨作用

钢轨是轨道的主要组成部件。它的功能在于引导机车车辆的车轮前进，承受车轮的巨大压力，并传递到轨枕上。

（二）钢轨类型

（1）钢轨的类型是以每米长的钢轨质量千克数表示的。我国铁路上使用的钢轨有 75 kg/m、60 kg/m、50 kg/m、43 kg/m 和 38 kg/m 几种。

（2）钢轨的断面形状采用具有最佳抗弯性能的工字形断面，由轨头、轨腰以及轨底三部分组成，钢轨断面构成如图 1-1-5 所示。为使钢轨更好地承受来自各方面的力，保证必要强度条件，钢轨应有足够的高度，其头部和底部应有足够的面积和高度、腰部和底部不宜太薄。

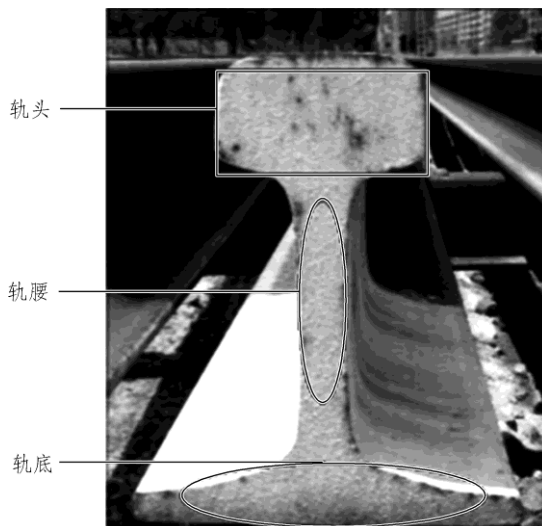


图 1-1-5 钢轨断面构成

（3）以上各种类型钢轨中，38 kg/m 钢轨现已停产，目前，我国城市轨道交通采用的钢轨主要有 50 kg/m 和 60 kg/m 两种。相比而言，60 kg/m 钢轨具有以下特点：

- ① 强度更大、稳定性更好、安全可靠更高。
- ② 垂向刚度大、冲击振动小、线路平顺，噪声小。
- ③ 钢轨断面大、耐磨性好、使用寿命长。
- ④ 有利于降低供电能耗和提高杂散电流防护能力。
- ⑤ 初期投资较大，但由于其使用寿命长，伤损率低，养护维修工作量小，寿命周期内综合费用较低，综合效益好。

（三）钢轨长度

我国钢轨的标准长度为 100 m、50 m、25 m 和 12.5 m 四种，通称为标准轨；短于标准者称为短轨。

曲线缩短轨长度有比 12.5 m 标准轨短 40 mm、比 12.5 m 标准轨短 80 mm、比 12.5 m 标准轨短 120 mm 三种，有比 25.0 m 标准轨短 40 mm、比 25.0 m 标准轨短 80 mm、比 25.0 m 标准轨短 160 mm 三种。

（四）钢轨扣件

扣件是用于连接钢轨与轨枕的零件。其主要作用是将钢轨固定在轨枕上,保持轨距,阻止钢轨的横、纵向移动,并提供适当的弹性。

扣件性能直接影响轨道的安全性、平顺性和乘坐舒适性,主要设计原则如下:

(1) 扣件应具有足够的强度、耐久性及适量的扣压力,以抵抗钢轨的纵向力和横向力,保证轨道结构的稳定性。

(2) 扣件应具有较好的弹性,以减轻列车荷载的冲击。

(3) 扣件应结构简单,安装方便,少维修。

(4) 扣件应具有良好的绝缘性能,以减少杂散电流对结构的腐蚀。

为便于轨道进行几何形位调整,减小梁轨相互作用,城市轨道交通高架线路整体道床一般采用无挡肩、有螺栓、弹性分开式的小阻力扣件,扣件通过轨下胶垫或轨下小阻力复合胶垫提供弹性。

温州轨道交通 S1 线高架段主要采用 WJ-2A 型扣件,地下段及地面段主要采用弹条 II 型扣件(其中地下段为分开式扣件)。扣件如图 1-1-6 所示。



(a)



(b)

图 1-1-6 扣件

(五) 轨 枕

1. 概 念

轨枕是轨道的基础部件，承垫于钢轨之下，将钢轨所承受的压力和应力分散传递到道床上，同时又能有效地保持钢轨的轨距和方向。

轨枕必须具备一定的柔韧性和弹性，能固定钢轨，有抵抗纵向和横向位移的能力。轨枕还能阻止钢轨因列车行驶压力而被拖动，能使两条钢轨之间保持一定的距离和方位。

2. 分 类

轨枕一般可分为木枕、钢筋混凝土轨枕、钢枕及合成树脂轨枕。其中，钢筋混凝土轨枕因其使用寿命长、稳定性高、养护工作量小、损伤率与报废率低、自重大等优点而被广泛应用。

钢筋混凝土轨枕如图 1-1-7 所示。



图 1-1-7 钢筋混凝土轨枕

(六) S1 线钢轨情况简介

S1 线正线及配线采用 60 kg/m 钢轨，车辆段除与正线衔接的出入段线和试车线采用 60 kg/m 钢轨外，其他线路均采用 50 kg/m 钢轨。

S1 线正线采用跨区间无缝线路钢轨，钢轨焊接前后对比如图 1-1-8 所示。



(a) 焊接前



(b) 焊接后

图 1-1-8 钢轨焊接前后对比

四、道岔

(一) 定义

道岔是一种使机车车辆从一股道转入另一股道的线路连接设备。

(二) 作用

通过道岔可以充分发挥线路的通过能力，通常在有技术作业的设备集中站铺设，可实现列车的交会、越行、转线、折返等作业。道岔是轨道中的薄弱环节之一。

(三) 道岔结构

以最常见的普通单开道岔为例，道岔由转辙器、连接部分、辙叉及护轨三个单元组成，如图 1-1-9 所示。

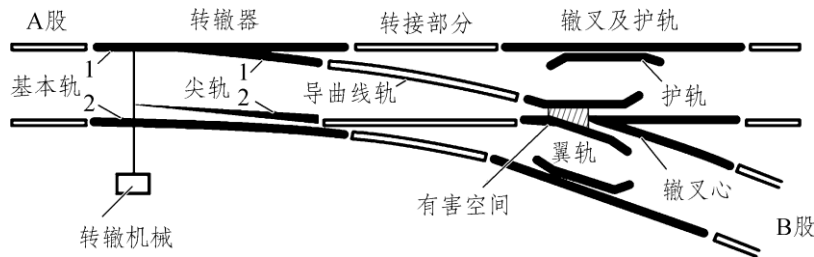


图 1-1-9 普通单开道岔

转辙器包括基本轨、尖轨和转辙机械。当机车车辆从 A 股道转入 B 股道时，操纵转辙机械使尖轨移动位置，尖轨 1 密贴基本轨 1，尖轨 2 脱离基本轨 2，这样就开通了 B 股道，关闭了 A 股道，机车车辆进入连接部分沿着导曲线轨过渡到辙叉和护轨单元。这个单元包括固定辙叉心、翼轨及护轨，作用是保护车轮安全通过两股轨道的交叉处。

道岔护轨是固定型辙叉的重要组成部分，设于固定辙叉的两侧，用来控制车轮运行方向，防止其在辙叉有害空间冲击或爬上辙叉心轨尖端，从而保证行车安全。在可动心轨辙叉中，一般仅在侧股设护轨，用以防止心轨的侧面磨耗。

(四) 道岔分类

按照道岔结构类型可分为单开道岔、可动心轨道岔、对称道岔、三开道岔、复式交分道岔等，城市轨道交通线路中最常用的道岔为单开道岔。

1. 单开道岔

单开道岔有主线和侧线，通过尖轨的动作实现道岔的开通，尖轨的动作由转辙机控制。单开道岔是现场使用最多、最典型的道岔类型，如图 1-1-10 所示。

道岔有顺向和对向之分：道岔尖轨往辙叉心方向为对向、辙叉心往道岔尖轨方向为顺向。



图 1-1-10 单开道岔

2. 可动心轨道岔

前文讲解单开道岔时，大家可能已经发现，车轮在通过辙叉时，从两根翼轨的最窄处与辙叉心的最尖端之间有一段空隙，这就是道岔的有害空间。车轮通过此处时，有可能因走错辙叉槽而引起脱轨。设置护轨的目的也就在此，它要强制引导车轮的运行方向。尽管如此，有害空间的存在限制了列车通过道岔的速度，对开行高速列车十分不利。

解决道岔有害空间的根本之道就是消灭有害空间，而普通道岔难以做到，因此研制了特殊道岔——可动心轨道岔。可动心轨单开道岔如图 1-1-11 所示。

可动心轨最主要的特点是辙叉心轨可以扳动。当我们要开通某一方向股道时，可动心轨的辙叉心轨就与开通方向一致的翼轨密贴，与另一翼轨分开，这样一来，普通道岔的有害空间就不存在了。实践证明，消灭了道岔有害空间，行车更加平稳，过岔速度限制较小，因而特别适合运量大、需要开行高速列车的线路使用。

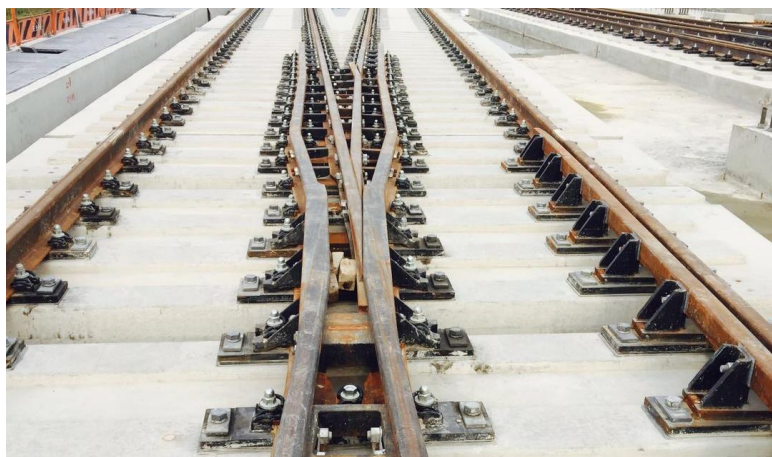


图 1-1-11 可动心轨单开道岔

3. 辙叉角（道岔号数）

道岔岔心所形成的角，称为辙叉角。道岔各个部分的主要尺寸，通常用辙叉角（ α ）的余切值来表示，即道岔号数 $N = \cot \alpha = FE/AE$ 。9 号道岔转辙角 $6^\circ 20' 25''$ ，12 号道岔转辙角 $4^\circ 45' 49''$ ，18 号道岔转辙角 $3^\circ 10' 47.39''$ 。

显而易见，辙叉角 α 越小， N 值就越大，导曲线半径也越大，列车侧线通过道岔时就越平稳，允许过岔速度也就越高。所以采用大号道岔对于列车运行是有利的。不过，道岔号数越大，道岔越长，造价越高，占地越多。因此，采用什么号数的道岔要因因地制宜，因线而异，不可一概而论。我国铁路主要线路上大多采用 9 号、12 号、18 号三个型号的道岔。道岔号数计算示意如图 1-1-12 所示。

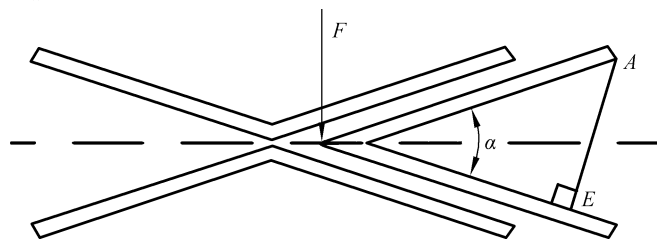


图 1-1-12 道岔号数计算示意

（五）S1 线道岔应用简介

（1）S1 线正线、配线均采用 60 kg/m 钢轨 12 号道岔（灵昆站存车线道岔采用 9 号道岔），桐岭车辆段内采用 50 kg/m 钢轨 9 号道岔。道岔允许通过速度如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 道岔允许通过速度

道岔类型	9 号道岔	12 号道岔
直向允许速度/(km/h)	100	120
侧向允许速度/(km/h)	35	50

（2）为了适应列车高速运行和无缝线路等结构的需要，S1 线采用与中轴线不对称工字型的矮特种断面尖轨，简称 AT 轨（A 和 T 是“矮”和“特”字汉语拼音第 1 个字母），且采用曲线尖轨。曲线尖轨与直线尖轨特点对比如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 曲线尖轨和直线尖轨特点对比表

	曲线尖轨	直线尖轨
优点	<ol style="list-style-type: none"> 1. 逆向过岔时较平顺，尖轨尖端轨距加宽小，直股行车条件好，侧向过岔速度高； 2. 尖轨根端采用弹性可弯结构，结构稳定； 3. 道岔长度略短，可节省土建投资； 4. 可适用于跨区间无缝线路 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 左右开道岔尖轨可通用互换，不需分别备料； 2. 与国铁道岔钢轨件相同，便于养护维修； 3. 单点牵引，可节省电务投资
缺点	<ol style="list-style-type: none"> 1. 左右开道岔尖轨不通用，需分别备料； 2. 尖轨较长，需两点牵引，增加电务投资 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 逆向过岔走行侧股时冲击角大，尖轨根端活接头养护维修量较大； 2. 侧向过岔速度低；

	3. 尖轨根端的活接头结构无法冻结，难以用于跨区间无缝线路
--	-------------------------------

AT 尖轨（如图 1-1-13 所示）具备如下特点：

① 尖轨尖端采用“藏尖式”。

基本轨轨头下额刨切，尖轨尖端藏于其内，防止轮缘轧伤，消除了列车过岔的垂直不平顺，提高直股过岔速度。

② 靠根端处轨底内侧刨切一部分，便于弯曲形成曲线，增大导曲线半径。

③ 尖轨根端与普通钢轨断面相同，便于用普通鱼尾板联结。

④ 采用限位器防止尖轨爬行。

⑤ 尖轨下设 24 mm 高滑床台，可减少沙、雪的影响，提高行车安全性。



图 1-1-13 AT 尖轨

（3）S1 线高架及地面线路部分铺设的道岔采用可动心道岔。其中动车南站最外端的 W0101/W0103 道岔、灵昆站正线上的道岔及其他高架站的道岔均采用 12 号可动心道岔，有效提高了列车侧向过岔的平顺性。

思考题：

1. 单开道岔由哪些组成？
2. 道岔号与辙叉角及导曲线半径、通过速度的关系是什么？
3. 路基的主要形式及作用有哪些？
4. 钢轨的型号及作用有哪些？

评价表

项目名称	技术设备	学生姓名	
任务名称	线路基础知识	分数	
	项目	分值	考核得分
1. 路基基础知识掌握		10	
2. 道床基础知识掌握		10	
3. 钢轨基础知识掌握		10	
4. 道岔知识掌握		20	

5. 温州 S1 线路基础设施应用情况掌握	50	
<p>教师简要评语：</p> <p style="text-align: right;">教师签名：</p>		