

ZHAIGUI NEIRAN JICHE

窄轨内燃机车

李飞鹏 主编



中国铁道出版社

铁路科技图书出版基金资助出版

窄 轨 内 燃 机 车

李飞鹏 主编

中 国 铁 道 出 版 社

2000年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书是为适应我国窄轨铁路运输,尤其是隧道及地下工程的发展需要而编写的,内容主要包括:窄轨内燃机车的概述,牵引计算,动力装置,传动系统,制动系统,电控、电气装置,发动机的废气净化与防爆技术,机车的维护保养与故障监测、诊断技术等。书中对隧道及地下工程用的窄轨内燃机车作了较详细的介绍。

本书可作为从事隧道及地下工程或其他窄轨铁路运输的工程技术人员参考,也可作为高校有关专业的教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

窄轨内燃机车/李飞鹏主编. —北京:中国铁道出版社, 2000.12
ISBN 7-113-03968-5

I. 窄… II. 李… III. 窄轨机车: 内燃机车
IV. U267.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 72934 号

书 名: 窄轨内燃机车

作 者: 李飞鹏

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

责任编辑: 赵 静

封面设计: 马 利

印 刷: 北京市燕山印刷厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 12 字数: 288 千

版 本: 2000 年 12 月第 1 版 2000 年 12 月第 1 次印刷

印 数: 1~1000 册

书 号: ISBN 7-113-03968-5/TH·85

定 价: 19.50 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

序

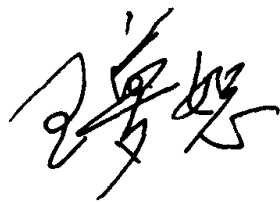
窄轨铁路运输,是隧道及地下工程、工矿企业、地方铁路广泛采用的一种运输方式。内燃机车是窄轨铁路轨道车辆普遍使用的一种牵引动力。国内外在隧道及地下工程施工中已愈来愈广泛地采用窄轨内燃机车作主要牵引动力。而有关窄轨内燃机车的资料却十分缺乏,《窄轨内燃机车》一书的出版问世无疑将填补这方面的空白。

我国是一个多山的国家,向西部开发又是当今的国策;发展山区交通(铁路和公路),脱贫致富是我国的具体要求;高速、准高速铁路,公路的发展和建设必然需要修建大量的山岭隧道,包括许多长隧道的建设。而直接影响隧道施工进度的是装碴和大容量运输设备,隧道施工出碴牵引的方向是重载快速,故窄轨内燃机车是隧道牵引动力的发展方向。因此,该书具有较高的应用价值。

该书的特点是立足于应用,并以隧道及地下工程用的窄轨内燃机车为重点,既介绍了国内外窄轨内燃机车的发展概况,又讲述了窄轨内燃机车的结构原理及维护保养,同时还论述了窄轨内燃机车牵引计算的方法,并介绍了窄轨内燃机车的典型发动机以及发动机废气净化和防爆技术。全书阐述深入浅出、条理清晰、层次井然、重点突出、内容新颖,是一本学术水平较高、应用范围较广、实用性较强的技术著作。

该书作者长期从事内燃机及工程机械学科的教学和科研工作,曾主持(或参加)过多项部、省级科研项目的科学研究,主编(或参编)过多部教材及著作。他们集多年教学和科研工作经验编著的此书,对推动我国隧道及地下工程的发展将起到有益的作用。

中国工程院院士
中铁隧道工程局副总工程师
北方交通大学教授



2000年7月

前 言

窄轨铁路运输是我国隧道及地下工程、工矿企业、森林和地方交通广泛采用的一种运输方式。内燃机车是窄轨铁路普遍使用的一种牵引动力。窄轨内燃机车在使用场所和作业条件等方面与干线准轨铁路内燃机车有较大的区别，对窄轨内燃机车尤其是隧道及地下工程用的机车均有一些特殊的要求。

长期以来，我国隧道及地下工程施工采用的有轨运输一直以蓄电池电机车（电瓶车）和直流架线式电机车（主要用于煤矿井下）为主要牵引动力。但是，随着隧道及地下工程施工技术的发展，运输机械化与掘进（凿岩）机械化发展不协调的问题越来越突出，客观上对隧道及地下工程有轨运输的牵引动力提出了新的要求。窄轨内燃机车以其独有的特点受到人们日益重视与青睐，在隧道及地下工程施工中获得愈来愈广泛的应用。然而有关窄轨内燃机车的参考资料却寥若晨星。编写本书的目的，正是为了适应我国窄轨铁路运输（尤其是隧道及地下工程）发展的需要，弥补这方面资料的空缺，以期对推动我国窄轨铁路运输的发展起到应起的作用。

我们在编著过程中广泛进行了调查研究，并参考了国内外有关的科研成果和大量文献资料，同时也总结了我们在窄轨内燃机车方面的科研和教学工作的心得体会。书中对隧道及地下工程用的窄轨内燃机车作了较详细的介绍。

本书由长沙铁道学院李飞鹏主编，参加本书编著的还有：长沙铁道学院应立军、黄长礼、王定祥*、范永忠和亓琳。具体编写分工如下：李飞鹏（第一、三、八章，第二章第一、二、四节及第九章第一节），黄长礼（第二章第三节，第五、六章），王定祥（第四章），应立军、亓琳（第七、十章），范永忠（第九章第二节）。长沙铁道学院外国语学院李俊芳译校了书中有关部分的外文资料。

本书在编著过程中，得到了有关领导和专家的关怀、鼓励与支持。在书稿完成之日，作者衷心感谢铁道部、中国铁路工程总公司及其所辖单位、中国铁道建筑总公司及其所辖单位、铁道部科学研究院西南分院、铁道部西安安康铁路建设总指挥部等单位的有关领导和专家，衷心感谢他们的指导、支持与帮助，也感谢外国公司 Schöma、Plymouth、Brookville、Clayton、Goodman、Fuji Heavy Industries Ltd.、Huslet、Bedia、Deutz、Cummins、Caterpillar、Deutz-MWM 及中国人民武装警察部队水电总队、西安交通大学、上海柴油机股份有限公司、力襄股份有限公司、东风康明斯发动机有限公司、潍坊潍柴培新气体发动机有限公司、石家庄动力机械厂、铁道部宝鸡工程机械厂、长沙重型机器厂、常州内燃机车厂等提供了素材与资料。

由于本书素材及资料来源不广，难免挂一漏万。书中如有错误与不当，恳请读者不吝指正。

最后，作者衷心感谢铁路科技图书出版基金委员会提供的经费资助。

作 者

1999年10月

* 王定祥同志现工作单位为湖南省交通学校。

目 录

第一章 概 述	1
第一节 一般规定	1
一、轨 距	1
二、铁路限界	1
三、线路等级	5
四、列车最高运行速度	5
五、最小曲线半径	5
第二节 窄轨内燃机车的适用范围、特点及要求	6
一、窄轨内燃机车的适用范围、特点及要求	6
二、窄轨铁路采用内燃牵引的优越性	8
第三节 窄轨内燃机车的术语及基本参数	8
一、术 语	8
二、基本参数	9
第四节 窄轨内燃机车基本构造	10
第五节 窄轨内燃机车的分类及型号	12
一、分 类	12
二、型 号	13
第六节 国内外窄轨内燃机车发展概况	16
一、国内窄轨内燃机车发展概况	16
二、国外窄轨内燃机车发展概况	22
三、窄轨内燃机车的发展趋势	22
第二章 牵引计算	26
第一节 机车牵引力	26
一、轮周牵引力	26
二、粘着牵引力	27
三、粘着系数	28
四、牵引特性	29
五、内燃机车主要计算标准	30
第二节 列车运行阻力	30
一、基本阻力	31
二、起动阻力	32
三、附加阻力	32
四、窄轨机车车辆阻力计算的经验公式	33
第三节 列车制动力和制动距离	34

一、制动力	34
二、列车制动力	34
三、制动距离	35
第四节 牵引质量的计算	37
一、限制坡道的确定	37
二、牵引质量的计算	37
第三章 窄轨内燃机车的动力装置	40
第一节 窄轨内燃机车对动力装置的要求	40
第二节 柴油机的基本构造及工作原理	41
一、内燃机的分类	41
二、基本名词术语	41
三、内燃机的总体构造	42
四、内燃机的基本工作原理	44
五、内燃机的主要性能指标和特性曲线	45
六、柴油机的增压	47
第三节 典型发动机介绍	47
一、国产 135 系列柴油机	47
二、D114 系列柴油机	50
三、道依茨 B/FL413F 系列风冷柴油机	55
四、道依茨 FM1012/1013 和 FM1015 系列水冷柴油机	63
五、卡特彼勒 3300 系列柴油机	67
六、康明斯 C 系列柴油机	71
七、道依茨-曼海姆 D916/D932 系列柴油机	73
第四节 气体燃料发动机简介	76
一、概 述	76
二、气体燃料的主要性质	76
三、气体燃料供给系统的基本形式	77
四、气体燃料发动机的应用实例	77
第四章 传动系统	81
第一节 窄轨内燃机车传动装置的类型	81
一、机车对传动装置的要求	81
二、各种传动形式的比较	81
三、传动装置简介	81
四、驱动装置简介	83
第二节 机械传动	85
第三节 液力传动	87
一、变矩器的基本工作原理	87
二、液力变矩器的组成与分类	93
三、液力变矩器与发动机的共同工作	94
四、典型变矩器结构	98

第四节 动力换挡变速箱·····	103
第五节 液压传动·····	106
第六节 万向节与传动轴·····	108
第五章 制动系统 ·····	111
第一节 基础制动装置·····	111
一、基础制动装置的作用和主要结构形式·····	111
二、制动倍率及传动效率·····	113
三、闸瓦悬挂位置的确定·····	115
第二节 紧急制动装置·····	115
一、JM15 型内燃机车的紧急制动装置 ·····	115
二、SQC ₁ 型内燃机车的紧急制动装置 ·····	115
三、SQ 型内燃机车的紧急制动装置 ·····	115
第三节 发动机排气制动装置·····	117
第六章 车体、车架和走行部 ·····	119
第一节 窄轨内燃机车车体和车架·····	119
一、车体、车架的作用和要求·····	119
二、车体的形式·····	119
三、典型窄轨内燃机车的车体和车架·····	119
第二节 车钩、缓冲器及悬挂装置·····	120
一、车钩及缓冲器·····	120
二、悬挂装置·····	122
第三节 驱动机构（终传动）·····	123
一、曲柄连杆驱动机构·····	123
二、链传动驱动机构·····	123
三、轴齿轮箱与万向轴驱动机构·····	124
第四节 轴箱与轮对·····	127
一、轴 箱·····	127
二、轮 对·····	128
第七章 电控、电气装置及辅助装置 ·····	131
第一节 电控、电气装置·····	131
一、电 源·····	134
二、柴油机控制·····	134
三、行车控制·····	134
四、照明部分·····	134
第二节 仪表、信号及撒砂装置·····	135
一、仪表显示·····	135
二、报警信号·····	135
三、撒砂装置·····	135
第三节 机车防滑、防溜装置·····	136
一、概 述·····	136

二、防滑装置·····	137
三、防溜装置·····	138
第八章 发动机废气净化及防爆技术 ·····	139
第一节 柴油机有害排放物的生成原因及其危害性·····	139
一、排放物分类·····	139
二、各种污染物的危害性·····	140
三、有害排放物的生成原因·····	140
第二节 大气质量标准及排放标准·····	140
一、地下作业环境卫生标准·····	140
二、隧道及地下作业用柴油机排放标准·····	142
第三节 柴油机废气净化措施·····	143
一、机内净化措施·····	143
二、机外净化措施·····	145
第四节 窄轨内燃机车的防爆技术·····	149
一、防爆要求·····	149
二、柴油机存在的潜在点火源·····	149
三、防爆内燃机车的结构特点·····	150
四、内燃防爆装置系统的组成·····	150
五、防爆柴油机实例·····	152
第九章 窄轨内燃机车的维护保养 ·····	155
第一节 SCH OMA 机车的维护保养·····	155
一、总 则·····	155
二、保养内容·····	156
第二节 PLYMOUTH 机车的维护保养·····	160
一、机车控制·····	160
二、起动发动机前的准备·····	160
三、起动发动机以及机车的操纵·····	161
四、脚刹车控制·····	162
五、发动机进、排气系统·····	162
六、润滑系统·····	162
七、空气制动及其调节·····	164
八、链传动的调节和润滑·····	164
九、蓄 电 池·····	164
十、普通安全规则·····	165
十一、日常作业要求·····	165
十二、日常维护及保养要求·····	165
十三、注意事项·····	165
第三节 发动机的故障与排除·····	166
第四节 发动机的使用与保养·····	170
一、使 用·····	170

二、保 养.....	171
第十章 机车状态监测与故障诊断技术.....	174
第一节 我国现行的机车维修体制及发展方向.....	174
一、机械设备的三种维修体制.....	174
二、我国现行的机车维修体制.....	174
三、机车维修体制的发展方向.....	175
第二节 故障诊断技术在机车上的应用.....	175
第三节 油样分析技术.....	175
一、概 述.....	175
二、润滑油中污染物的来源.....	176
三、润滑油理化指标的常规分析.....	176
四、油样的光谱分析.....	177
五、油样的铁谱分析.....	177
参考文献.....	179

第一章 概 述

第一节 一般规定

一、轨 距

窄轨铁路运输，是我国隧道及地下工程（如煤矿井下、水电站引水隧洞等）、工矿企业、森林和地方交通广泛使用的一种运输方式。窄轨铁路是指轨距小于1 435 mm的铁路。国标 GB 179—63 规定的窄轨铁路轨距有600 mm、762 mm和900 mm等3种。地方铁路和森林铁路轨距不采用600 mm和900 mm。云南省内的昆河线的轨距为1 000 mm。国内地方铁路采用的窄轨铁路的轨距是762 mm。工矿铁路轨距多采用600 mm、900 mm。

隧道及地下工程施工运输设备采用的轨距有600 mm、750 mm、762 mm、900 mm、1 000 mm和1 067 mm等6种。目前隧道施工运输设备多采用762 mm和900 mm轨距。

二、铁路限界

（一）机车车辆限界和建筑限界

铁路限界由机车车辆限界（简称“车限”）和建筑限界（简称“建限”）两者共同组成，两者间相互制约、相互依存。铁路限界是铁路安全行车的基本保证之一，为了确保机车车辆在铁路线路上运行的安全，防止机车车辆撞上邻近的建筑物或其他设备，要求线路上的建筑物或其他设备不能侵入一个最小的空间，同时又要求机车车辆轮廓不能超出一个最大的空间，使两者之间在任何情况下都存在足够的空隙，以保证行车的绝对安全。为此，1992年9月1日起施行的《铁路技术管理规程》对机车车辆横断面的最大轮廓尺寸和建筑物及其他设备在线路横断面方向侵入线路的最小尺寸，以命令形式作了规定。前者称为机车车辆限界，后者称为建筑限界。

实际上机车车辆限界和建筑限界均指在平直线路两者中心线重合时的一组尺寸约束所构成的极限轮廓，如图 1-1 所示。

机车车辆限界是限制机车车辆横断面用的，即为机车车辆横断面的最大尺寸。机车车辆无论是否空载状态，均不得超过机车车辆限界。这一点在机车车辆的设计和制造时要得到保证。

建筑限界就是每一线路必须保有的最小空间的横断面。凡靠近铁路线路的建筑物及其他设备的任何部分（与机车车辆有直接互相作用的设备，在使用中不得超过规定的侵入范围），在任何情况下均不得侵入建筑限界。

在进行机车的总体设计时，要特别注意使机车的最大轮廓尺寸控制在机车车辆限界之内。同时，当机车通过线路的曲线区段时，机车上任何部分超出建筑限界以外也是不容许的。所

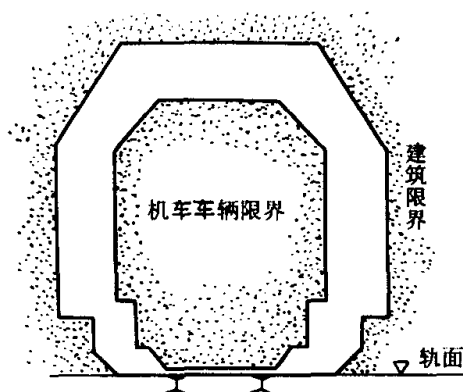


图 1-1 机车车辆限界与建筑限界

以，设计机车时，还要进行机车曲线通过的计算，以判明机车在最小曲线半径上通过时，车体是否与建筑物或与其相交会的机车车辆相接触，即“机车车体的曲线通过校检”。当计算结果不能满足限界的要求时，要调整机车的全轴距或削减机车车体的宽度或长度，直到满足这一要求为止。

(二) 762 mm轨距铁路限界标准

762 mm轨距铁路采用内燃机车牵引时，必须符合国标 GB 188—63 《762 mm轨距铁路机车车辆限界和建筑接近限界分类及基本尺寸》的规定，如图 1-2～图 1-5 所示，图 1-6 为隧道建筑限界。当采用电力机车牵引时，可参照图 1-7 的规定。

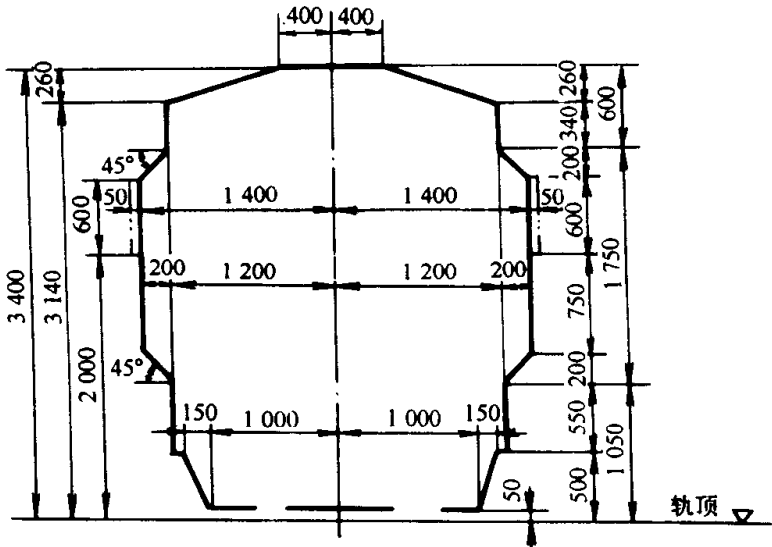


图 1-2 机车车辆上部限界

图中：——机车车辆限界及货物装载基本限界。

— · — 列车信号灯灯插限界。

- 注：①守车附挂信号灯时，信号灯的外缘距线路中心线不得大于1 650 mm。
- ②在运送较大的货物或机具时，货车的装载尺寸如果超出机车车辆限界（车限—1）的轮廓尺寸，称为超限货车。超限货车的装载尺寸及其装载重心距轨面的高度，与行车速度有关。超限货车的最大装载尺寸及行车速度的限制办法，可由各铁路主管部门自行制订。在超限货车限速运行时，建议保持超限货车装载轮廓上任何一点和建筑物或设备（如桥梁、隧道、转辙器标志和站台等）间的距离，不小于100 mm。

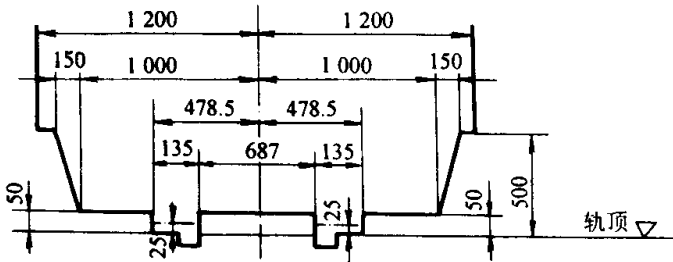


图 1-3 机车车辆下部限界

图中：——机车车辆下部限界。机车车辆下部的簧下部分及簧上部分距轨面的设计制造尺寸，在减去机车车辆部件的垂直磨损容许量及弹簧在静载和动载时的压缩振动量后，均不得低于此线。

— · — 机车闸瓦及撒砂管限界。

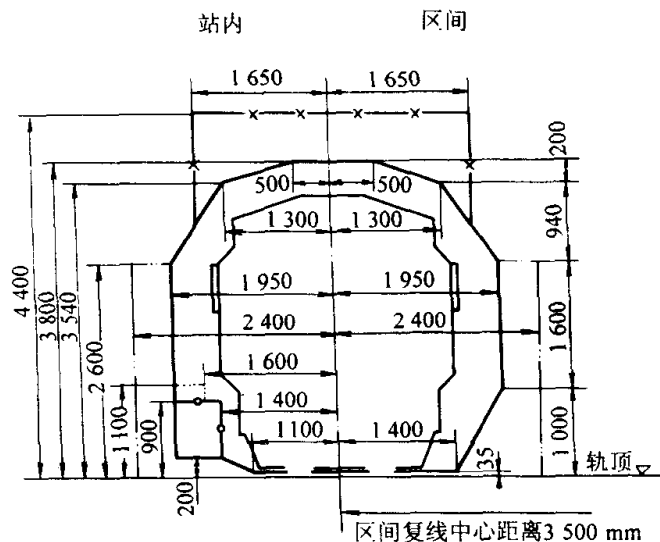


图 1-4 建筑接近上部限界

图中：——蒸汽、内燃机车牵引铁路的基本建筑接近限界。

—。—货物站台的接近限界。

-----转辙器标志的接近限界。

—·—区间及站内最外侧线以外的（不在站台上的）房屋、篱笆和通信、信号、照明支柱的接近限界。

—×—跨线桥（公路、铁路、人行）的接近限界。

注：①桥梁、隧道及其他铁路建筑物的建筑尺寸，应设计在建限—1的轮廓尺寸（站内或区间）以外，并应考虑建筑物施工误差及使用中可能发生的变动，保证在任何情况下均不会侵入。设计隧道拱部时还应考虑机车排烟所需间隙。

②货物站台高度为900 mm，站台边缘距线路中心线为1 400 mm。

③旅客站台高度一般为200 mm，站台边缘距线路中心线为1 400 mm。

④站台上各类建筑物距站台边缘至少为1 500 mm。

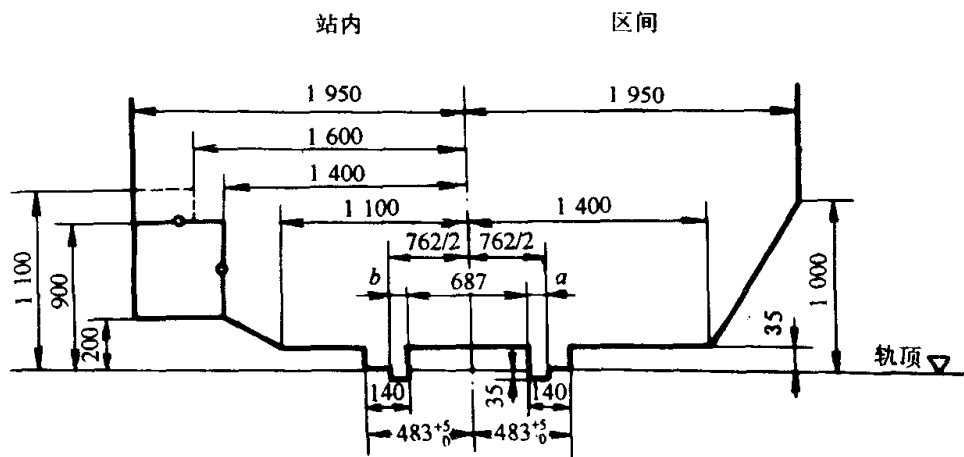


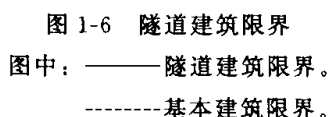
图 1-5 建筑接近下部限界

图中：——站内及区间线路上的设备（护轨、信号等）建筑接近限界。

—。—货物站台的接近限界。

-----转辙器标志的接近限界。

注：一侧轮缘槽 a 或 b 的宽度不得小于33 mm，另一侧轮缘槽的宽度则应根据两护轨（或护轨与辙叉翼轨）外侧工作面的距离不超过687 mm决定之。



(三) 600 mm和900 mm轨距铁路限界标准

[illegible]

b_2 ——1/2 机车或车辆最大宽度；
 b_1 ——500 mm (安全距离)；
 B —— $=b_2+b_1$ ；
 S ——轨距。
 H_1 ——机车或车辆最大高度；
 H_2 ——受电弓高度；
 h_1 ——距易燃烧的建筑物为700 mm，距耐火建筑物为350 mm；

—•— 区间房屋、篱笆和通信、信号、照明支柱（接触网电柱除外）接近限界。

三、线路等级

线路等级应根据其运输性质和远期客货运量确定。

《地方铁路（762 mm 轨距）设计准则》将铁路等级划分为三级：

1. I 级铁路 远期重车方向年客货运量大于及等于 1 Mt 者；
2. II 级铁路 远期重车方向年客货运量小于 1 Mt，但大于及等于 0.5 Mt 者；
3. III 级铁路 远期重车方向年客货运量小于 0.5 Mt 者。

《冶金矿山地面窄轨铁路设计规范》（试行）规定的线路等级见表 1-1。

表 1-1 线路等级

线路等级	远期重车方向年客货运量 (Mt)		
	600 mm 轨距	762 mm 轨距	900 mm 轨距
I	—	1~1.5	>1.5
II	0.3~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5
III	<0.3	<0.5	<1.0

注：本表系矿外线路等级。

四、列车最高运行速度

各级铁路列车最高运行速度应由设计任务书确定，当无资料时可参照下列规定：云南省境内 1 000 mm 轨距铁路为 50 km/h；地方铁路 762 mm 轨距 I 级铁路为 55 km/h，II 级铁路为 45 km/h，III 级铁路为 30 km/h；矿山 762 mm 和 900 mm 轨距铁路为 35 km/h，600 mm 轨距铁路为 25 km/h。

根据铁道部《铁路隧道施工规范》（TBJ 204—86）的规定，机车牵引的列车，在洞内施工地段、视线不良的弯道、通过道岔和平交道等处，运行速度不应超过 5 km/h，其他地段在采取有效的安全措施后可适当提高，但最高速度不应超过 15 km/h。

在最高速度不超过 15 km/h 地段范围和条件下，曲线上的允许运行速度 v_a 见表 1-2。

表 1-2 曲线地段允许运行速度（单位：km/h）

曲线半径 R (m), $v_a = 2.5 \sqrt{R}$						
R	10	15	20	25	30	≥ 36
v_a	7.9	9.7	11.2	12.5	13.7	15

注：按运行速度的要求选用道岔曲线半径（根据原煤炭工业部窄轨道岔标准设计说明）：①运行速度 $v \leq 1.5$ m/s 时，选用道岔的曲线半径，不得小于通过车辆最大轴距的 7 倍；②运行速度 $v = 1.5 \sim 3.5$ m/s 时，选用道岔的曲线半径，不得小于通过电机车车辆的最大轴距的 10 倍；③ $v > 3.5$ m/s 时，选用道岔的曲线半径，不得小于通过电机车车辆的最大轴距的 15 倍。

上述道岔曲线半径与运行速度的要求，须具备下列先决条件并经试车合格后方可实行：道岔的构造组成符合标准设计，铺设及维护质量符合要求。在未能确认具备上列条件前，通过道岔速度不应超过 5 km/h。

五、最小曲线半径

各级铁路的最小曲线半径，不宜小于表 1-3 的规定。

表 1-3 最小曲线半径 (单位: m)

铁路等级	工矿铁路				地方铁路		云南省内铁路	
	600 mm 轨距		762 (900) mm 轨距		762 mm 轨距		1 000 mm 轨距	
	一般地段	困难地段	一般地段	困难地段	一般地段	困难地段	一般地段	困难地段
I	—	—	150	100	300	200	200	125
II	80	50	120	80	200	150	150	100
III	60	30	80	60	100	70	—	—

注: ①《地面窄轨铁路设计手册》规定, 采用电力和内燃机车牵引的 762 (900) mm 轨距铁路, 有技术经济依据时, 其最小曲线半径还可适当减小, 但不得小于机车固定轴距的 20 倍;

②昆明铁路局开远分局管内的 1 000 mm 轨距铁路, 由于既有线标准较低, 因而规定的最小曲线半径较小。

第二节 窄轨内燃机车的适用范围、特点及要求

机车是牵引或推送铁路车辆运行, 而本身不装载营业载荷的自推进车辆, 俗称火车头。窄轨铁路的牵引机车有蒸汽机车、内燃机车、工矿电机车 (包括蓄电池电机车 (简称电瓶车)、直流架线式电机车、交流架线式电机车) 等几种类型, 其中蒸汽机车已趋于淘汰。本书重点介绍中小功率 (441 kW 以内) 窄轨内燃机车 (又称工矿内燃机车* 或小型内燃机车), 尤其是地下窄轨内燃机车。

一、窄轨内燃机车的适用范围、特点及要求

(一) 适用范围

窄轨内燃机车主要用于工厂、矿山、地方铁路、货场、建筑工地、港口码头、森林铁路、隧道及地下工程等场合, 作轨道车辆的牵引动力和调车作业用。窄轨内燃机车在使用场所和作业条件等方面与干线准轨铁路机车有较大的区别, 其驱动功率和粘着质量均比干线铁路机车小, 结构上也有所不同。窄轨内燃机车的功率一般在 15~1 400 kW 之间。

(二) 特点

窄轨内燃机车的使用条件与干线铁路机车相比有以下特点:

1. 线路质量差。窄轨内燃机车在隧道 (或坑道) 内运送碴石 (或矿石、煤炭等), 因常随开挖面进展而延伸、移动, 因此路基状况不良, 轨道质量差。同时线路坡度大, 曲线多, 转弯半径小, 线路障碍物多, 机车易掉道, 故机车的轴重和轴距受一定限制。

2. 线路轨距繁杂。有 600 mm、750 mm、762 mm、900 mm、1 000 mm、1 067 mm 等多种轨距。

3. 运输距离短。在隧道及地下工程、矿内运输时, 距离短的只有 1~2 km, 长的也只是一二十公里。

4. 轮轨粘着条件差。隧道、煤矿井下空气相对湿度大, 轨面很不干净, 经常受到粉尘、油泥、污水的污染, 因此粘着系数较低。

5. 机车工作环境差。

(1) 厂区、矿区 (或洞内) 人员流动多, 线路与其他道路交叉多, 不利于行车安全;

* 工矿内燃机车亦包括工厂、矿山、货场等场地使用的准轨机车。

(2) 机车常在建筑物间或在建筑物内运行, 烟雾多、弯道多, 线路瞭望条件差, 信号标志不完整、不统一 (有左侧也有右侧);

(3) 机车常在空气含尘度很高的条件下或在有瓦斯爆炸危险的坑道内工作;

(4) 隧道、坑道使用的机车废气污染严重;

(5) 机车常进入高温区作业, 如在钢厂运送 $1\ 300\ ^\circ\text{C}$ 的炽热钢水和液态炉渣, 或在两侧有高达 $800\ ^\circ\text{C}$ 的脱锭室及轧钢车间的线路上作业, 车体表面要承受很高的温度;

(6) 在北方森林区和山顶矿区作业的机车, 冬季的环境温度可能低到 $-37\sim-40\ ^\circ\text{C}$, 甚至更低。

6. 窄轨机车运输工况变化大, 空载和部分负载时间长。作业时, 起动、换向、停车、负载变化频繁, 且机车运行速度受到坑道和制动距离的限制, 常处于低速范围内牵引。

7. 窄轨内燃机车的大多数用户保养和修理条件较差, 在设计时必须对此加以考虑。

(三) 要 求

1. 运行要求

(1) 机车必须有足够的整备质量, 以充分利用柴油机的装车功率。

(2) 在机车常用工况下 (当转速为标定转速的 $30\%\sim70\%$) 及空转时, 柴油机油耗要低。在变换转速时, 必须保证足够高的经济性, 柴油机应能适应急剧、频繁的工况变化。

(3) 能通过曲线半径较小的弯道, 使机车各部分互不干涉, 并在弯道上能与车辆连挂和分解。

(4) 窄轨内燃机车牵引性能的适应性要大。窄轨机车与干线铁路机车相比, 运行速度低, 主要是发挥牵引力, 但用于地方铁路时, 由于线路较长, 为提高运转效率, 对速度也有一定的要求, 在大多数情况下还需要客货运兼用。

(5) 机车柴油机的空气滤清器、燃油滤清器和机油滤清器应能保证在灰尘较大的环境中正常工作。

(6) 机车应具有可靠的行车制动和驻车制动, 应备有紧急制动装置。

(7) 机车的使用性能 and 操作要求应符合有关规范。操作应方便、灵活及可靠, 并尽量满足人-机工程学的要求。

(8) 机车应能在环境温度 $-40\sim+40\ ^\circ\text{C}$ 条件下使用, 根据不同地区采取防寒或降温措施。如机车应设有自动采暖系统, 使冬季长时间停用后的机车便于起动; 机车应具备隔热等热保护措施; 司机室应有降温设施, 使机车能在高温区正常工作。

(9) 机车应装有撒砂装置, 并能在机车通过小曲线半径弯道时自动撒砂。

(10) 机车应具有良好的起动性能, 并具有一定的抗冲击能力, 噪声和振动应尽可能地降低。

(11) 机车换向应方便迅速, 最好采用不停车就能换向的装置。

(12) 隧道及地下工程使用的机车应设置灵敏可靠的防滑/防溜装置、自动停车装置、故障自动保护装置以及瓦斯报警与超温保护装置, 以防止车轮打滑或磨平, 并确保在柴油机超速, 瓦斯超限, 压缩空气气压降低, 油温、水温过高以及在防爆或废气净化措施不良时机车能及时、安全可靠地停止运行。

(13) 功率较大的机车应能进行无级调速, 以保证列车在运行中能根据运输的吨位和运行的坡度均匀地调节运行速度。同时便于低速重载牵引、调车作业以及进行辅助作业或高速运送人员。