

UDC

中华人民共和国行业标准

TB

TB 10082—2017
J 448—2017

P

铁路轨道设计规范

Code for Design of Railway Track

2017-09-29 发布

2017-12-20 实施

国 家 铁 路 局 发 布

中华人民共和国行业标准

铁路轨道设计规范

Code for Design of Railway Track

TB 10082—2017

J 448—2017

主编单位：中铁第四勘察设计院集团有限公司

批准部门：国家铁路局

施行日期：2017年12月20日

中 国 铁 道 出 版 社

2017年·北京

中华人民共和国行业标准

铁路轨道设计规范

TB 10082—2017

J 448—2017

*

中国铁道出版社出版发行

(100054, 北京市西城区右安门西街8号)

出版社网址: <http://www.tdpress.com>

中国铁道出版社印刷厂印

开本: 850 mm×1168 mm 1/32 印张: 5.375 字数: 133千

2017年12月第1版 2017年12月第1次印刷

书号: 15113 · 5177 定价: 31.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有印制质量问题, 请与本社发行部联系调换。

发行部电话: 路(021)73174, 市(010)51873174

国家铁路局关于发布铁道行业标准的公告

(工程建设标准2017年第8批)

国铁科法〔2017〕71号

现公布《铁路轨道设计规范》(TB 10082—2017)行业标准，自2017年12月20日起实施。《铁路轨道设计规范》(TB 10082—2005)同时废止。

本标准由中国铁道出版社出版发行。

国家铁路局

2017年9月29日

前 言

根据国家铁路局铁路工程建设标准体系要求，在全面总结近年来我国高速铁路、城际铁路、客货共线铁路和重载铁路轨道设计、施工、运营方面的实践经验和科研成果的基础上，本次对《铁路轨道设计规范》TB 10082—2005进行了全面修订。

本规范强化安全优先的原则，落实保护自然生态和环境、节约土地和能源等政策法规要求，结合我国国情、经济社会发展水平、运输需求和环境条件等因素，合理确定了铁路轨道设计的基本原则和主要技术标准，进一步提升了规范的科学性和技术经济合理性。

本规范共分10章，内容包括：总则、术语、基本规定、钢轨及配件、正线有砟轨道、无砟轨道、站线轨道、无缝线路、有缝线路和轨道附属设施及常备材料。

本次修编的主要内容有：

1. 修订了本规范适用范围。增加了高速铁路、城际铁路、重载铁路的轨道设计，客货共线铁路最高旅客列车设计速度由160 km/h修订为200 km/h。

2. 增加了有砟轨道、无砟轨道、轨距加宽等术语，删减了无缝线路相关的术语，删除了符号一节。

3. 增加了曲线超高设置原则，修订了曲线超高设计标准、轨距加宽值，修订了轨道铺设精度和曲线圆顺度标准。

4. 修订了钢轨选用标准，增加了钢轨采用60 N、75 N的技术要求，补充了不同铁路等级对钢轨材质的技术要求等。

5. 修订了正线有砟轨道的设计标准及扣件、轨枕、道床等技术要求。

6. 增加了无砟轨道设计原则、选型规定及设计参数,修订了CRTSI型板式无砟轨道、CRTSII型板式无砟轨道、CRTSIII型板式无砟轨道、CRTS双块式无砟轨道、长枕埋入式无砟轨道、弹性支承块式无砟轨道、道岔区无砟轨道等设计内容。

7. 修订了站线有砟轨道设计标准及扣件、轨枕、道床等技术要求。删减了道岔号数选择、道岔间插入钢轨长度等内容。

8. 修订了无缝线路设计的基本规定,删减了钢轨伸缩调节器、无缝道岔等设计内容。删除了无缝线路稳定性、强度等检算内容。

9. 修订了护轨设置规定,增加了无砟轨道常备材料的要求等。

10. 删除了CA砂浆试验方法,无缝线路纵向力计算、强度和稳定性检算等8个附录。

在执行本规范过程中,希望各单位结合工程实践,认真总结经验,积累资料,如发现需要修改或补充之处,请及时将意见和有关资料寄交中铁第四勘察设计院集团有限公司(湖北省武汉市武昌区和平大道745号,邮政编码:430063),并抄送中国铁路经济规划研究院(北京市海淀区北蜂窝路乙29号,邮政编码:100038),供今后修订时参考。

本规范由国家铁路局科技与法制司负责解释。

主编单位: 中铁第四勘察设计院集团有限公司。

参编单位: 中国铁路经济规划研究院。

主要起草人: 王玉泽、孙立、李秋义、许国平、杨全亮、朱彬、王森荣、张世杰、韩国兴、邵永杰、杨艳丽、刘华、葛海娟、李阳春、张珍珍、陈潇、蒋函珂、董武、全顺喜、申磊。

主要审查人：秦永平、江 成、曾会欣、刘 燕、吴明友、付建斌、桑翠江、吴细水、刘丙强、毛 斌、李 巍、王其昌、陈秀方、李振廷、曾树谷、肖俊恒、蒋金洲、魏周春、畅德师、于 鹏、颜 华、姚 力、潘自立、白宝英、闫红亮、胡华军、张 庆、许有全、王 平、高 亮、孙柏辉、梅 红。

本标准的历次版本发布情况：《铁路轨道设计规范》TB 10082—2005。

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	5
3.1	一般规定	5
3.2	曲线超高和轨距加宽	6
3.3	轨道静态铺设精度	8
3.4	接口设计	15
4	钢轨及配件	16
5	正线有砟轨道	19
5.1	有砟轨道设计标准	19
5.2	轨枕及扣件	19
5.3	道 床	23
6	无砟轨道	25
6.1	一般规定	25
6.2	设计荷载	25
6.3	扣 件	27
6.4	结构设计	28
6.5	轨道结构过渡段	54
7	站线轨道	56
7.1	站线轨道设计标准	56
7.2	轨枕及扣件	56
7.3	道 床	59

7.4 道岔	60
8 无缝线路	61
9 有缝线路	63
10 轨道附属设施及常备材料	65
本规范用词说明	70
《铁路轨道设计规范》条文说明	71

1 总 则

1.0.1 为统一铁路轨道设计技术标准，使铁路轨道设计符合安全可靠、先进成熟、经济适用等要求，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于标准轨距高速铁路、城际铁路、客货共线Ⅰ级和Ⅱ级铁路、重载铁路的轨道设计。

1.0.3 轨道设计标准应根据铁路等级、设计速度、列车轴重、客货运量、环境条件和维修管理方式等因素确定。

1.0.4 轨道结构设计应满足安全、稳定、平顺、耐久和少维修的要求，轨道部件选择应遵循匹配合理、标准化、通用化的原则。

1.0.5 轨道设计应与线下基础工程协调匹配，满足相关工程接口技术要求。

1.0.6 改建既有线和增建第二线轨道设计应充分利用既有轨道部件和附属设施。

1.0.7 铁路轨道设计应满足铁路建筑限界的要求。

1.0.8 轨道设计应重视环境保护、节能减排。当线路通过环境敏感区时，轨道设计应根据环境影响评价要求采取相应技术措施。

1.0.9 轨道设计应根据运营维护的需要配置备品备件。

1.0.10 轨道设计应积极采用新技术、新工艺、新材料和新设备。

1.0.11 轨道结构部件及所用工程材料应符合国家现行相关标准及准入的规定。

1.0.12 轨道设计除应符合本规范外，尚应符合国家现行相关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 轨道 track

路基、桥梁、隧道等线下结构物以上的线路部分，由钢轨及配件、轨枕及扣件、道床(有砟或无砟)、道岔及钢轨伸缩调节器等组成。

2.0.2 有砟轨道 ballasted track

采用碎石等散粒体及轨枕为轨下基础的轨道结构。

2.0.3 无砟轨道 ballastless track

采用混凝土等整体结构为轨下基础的轨道结构。

2.0.4 轨距 gauge

两股钢轨头部内侧与轨道中线相垂直的距离，在钢轨头部内侧面下16 mm 处量取。

2.0.5 轨距加宽 gauge widening

在小半径曲线地段，为使机车车辆能顺利通过曲线，减少轮轨磨耗，将曲线内轨向曲线中心方向移动，曲线外轨的位置保持不变。

2.0.6 曲线超高 curve superelevation

为平衡列车行驶在平面曲线上所产生的离心力，使曲线地段外股钢轨高于内股钢轨。

2.0.7 轨底坡 rail cant

为实现与车轮踏面斜度的匹配，钢轨应向轨道中心倾斜，从而在轨底与轨道平面之间形成的横向坡度。

2.0.8 CRTSI 型板式无砟轨道 CRTSI slab track

在现场浇筑的钢筋混凝土底座上铺装预制轨道板，通过水泥乳化沥青砂浆进行调整，并适应 ZPW-2000 轨道电路的单元板式

无砟轨道结构形式。

2.0.9 CRTSII 型板式无砟轨道 CRTSI slab track

在现场摊铺的混凝土支承层或现场浇筑的钢筋混凝土底座上铺装预制轨道板，通过水泥乳化沥青砂浆进行调整，并适应 ZPW-2000 轨道电路要求的纵连板式无砟轨道结构形式。

2.0.10 CRTSIII 型板式无砟轨道 CRTSIII slab track

在现场浇筑的钢筋混凝土底座上铺装带挡肩的预制轨道板，通过自密实混凝土进行调整，并适应 ZPW-2000 轨道电路的单元板式无砟轨道结构形式。

2.0.11 CRTS 双块式无砟轨道 CRTS bi-block sleeper ballastless track

将预制的双块式轨枕组装成轨排，以现场浇筑混凝土方式将轨枕浇筑到钢筋混凝土道床内，并适应轨道电路的无砟轨道结构形式。

2.0.12 弹性支承块式无砟轨道 low vibration track

以现场浇筑混凝土方式将弹性支承块(含预制的混凝土支承块、橡胶套靴、块下垫板)浇筑到钢筋混凝土道床内，并适应轨道电路的无砟轨道结构形式。

2.0.13 长枕埋入式无砟轨道 sleeper-embedded ballastless track

以现场浇筑混凝土方式将长轨枕浇筑到钢筋混凝土道床内，并适应轨道电路的无砟轨道结构形式。

2.0.14 道岔区轨枕埋入式无砟轨道 sleeper-embedded ballastless track of turnout area

以现场浇筑混凝土方式将预制的混凝土岔枕浇筑到钢筋混凝土道床内，形成整体的道岔区无砟轨道结构。

2.0.15 道岔区板式无砟轨道 slab track of turnout area

在现浇的底座或支承层上铺装预制道岔板，通过水泥乳化沥青砂浆或自密实混凝土进行调整，形成整体的道岔区无砟轨道结构。

2.0.16 跨区间无缝线路 continuous welded rail with welded turnout

长轨条跨越两个或更多区间，且车站正线上采用无缝道岔的无缝线路。

2.0.17 设计锁定轨温 design stress-free temperature of rail

根据气象资料和无缝线路允许温升、允许温降计算确定的无缝线路锁定轨温。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 铁路正线应按跨区间无缝线路设计，重载铁路正线亦可按区间无缝线路设计。无缝线路设计应符合《铁路无缝线路设计规范》TB 10015等相关规范的规定。

3.1.2 正线应根据铁路等级、设计速度、轴重、年通过总质量、线下工程条件、环境条件及养护维修要求等，经技术经济论证选择轨道结构类型。高速铁路、城际铁路和重载铁路的轨道结构类型应符合相关设计规范的规定。客货共线铁路宜采用有砟轨道，并应符合下列规定：

1. 长度超过1 km 的隧道及隧道群宜采用无砟轨道。

2 活动断裂带、地面严重沉降区、冻结深度较大且地下水位较高的季节性冻土区及深厚层软土等变形不易控制的特殊地质条件地段，宜采用有砟轨道。

3 同种类型的轨道结构应集中成段铺设，无砟轨道与有砟轨道之间应设置轨道结构过渡段。

3.1.3 当双线铁路的轻、重车方向年通过总质量有显著差别时，其轻、重车线应按年通过总质量、设计轴重分别确定轨道技术标准。

3.1.4 无砟轨道主体结构的设计使用年限应为60年。

3.1.5 轨底坡应为1:40。

3.1.6 轨道设计应满足结构防、排水要求，寒冷和严寒地区应采取防冻融措施，并做好与相关专业防排水系统的衔接。

3.1.7 道岔不应跨越路基与桥台分界处。设计时速200 km 及以上铁路正线道岔不应跨越梁缝，不宜设在路桥(涵)、路隧、桥隧等过渡段上。

3.2 曲线超高和轨距加宽

3.2.1 曲线地段外轨应按下列原则设置超高：

1 新建高速铁路、城际铁路曲线超高设置应满足本线直通列车的旅客舒适度要求，兼顾低于本线运行速度的跨线列车和中间站进出站列车的旅客舒适度要求。

2 新建客货共线铁路曲线超高应根据列车通过曲线的运行速度、旅客舒适度和货物列车对钢轨磨耗的影响进行设置。

3 新建重载铁路曲线超高应根据列车通过曲线的运行速度、货物列车对钢轨磨耗的影响，兼顾旅客舒适度要求进行设置。

4 改建铁路曲线超高可根据每昼夜各类列车次数、列车质量和实测列车速度进行设置。

5 车站两端曲线超高应根据实际运营车型的特性曲线，模拟计算通过列车和进出站列车的运行速度进行设置。

6 无砟轨道地段初期开通速度与设计预留速度不一致时，曲线超高应按设计预留速度进行设置。

3.2.2 曲线地段最大、最小设计超高值应符合表3.2.2的规定。

表3.2.2 最大、最小设计超高值(mm)

项 目		最大值	最小值
无砟轨道		175	15
有砟轨道	一般情况	150	
	客货共线铁路单线地段	125	

3.2.3 新建铁路外轨超高应在缓和曲线全长范围内递减顺接，超高顺坡率最大值应符合表3.2.3的规定，且不应大于2‰。

表3.2.3 超高顺坡率最大值

铁路等级	一 般	困 难
高速铁路	$1/(10V_{\max})$	$1/(9V_{\max})$
城际铁路	$1/(10V_{\max})$	$1/(8V_{\max})$
客货共线铁路	$1/(10V_{\max})$	$1/(9V_{\max})$
重载铁路	$1/(9V_{\max})$	$1/(7V_{\max})$

注：1客货共线铁路设计时速为80 km及以下时，超高顺坡率最大值，一般条件取 $1/(9V_{\max})$ ，困难条件取 $1/(8V_{\max})$ 。

2 V_{\max} 为列车最高运行速度(km/h)。

3.2.4 改建铁路外轨超高宜在缓和曲线全长内递减顺接。特殊困难条件下，保留复曲线时应在正矢递减范围内，从较大超高向较小超高均匀顺坡。

3.2.5 高速铁路和城际铁路曲线欠超高、过超高允许值应符合表3.2.5—1的规定，客货共线铁路和重载铁路曲线欠超高、过超高允许值应符合表3.2.5—2的规定。

表3.2.5—1高速铁路和城际铁路曲线欠超高、过超高允许值(mm)

铁路等级	欠超高			过超高		
	优秀	良好	一般	优秀	良好	一般
高速铁路	40	60	90	40	60	90
城际铁路	40	80	110	40	80	110

表3.2.5—2客货共线铁路和重载铁路曲线欠超高、过超高允许值(mm)

铁路等级	欠超高		过超高	
	一般	困难	一般	困难
客货共线、重载铁路	70	90	30	50

3.2.6 当既有线改建困难或站场线路中采用小半径曲线时，曲线地段轨距加宽值应符合表3.2.6规定。

表3. 2. 6曲线地段轨距加宽值(mm)

曲线半径(m)	轨距加宽值	轨距
$R \geq 295$	0	1435
$295 > R \geq 245$	5	1440
$245 > R \geq 195$	10	1445
$R < 195$	15	1450

3. 3 轨道静态铺设精度

3. 3. 1 高速铁路、城际铁路正线有砟轨道线路静态平顺度应符合表3. 3. 1的规定。

表3. 3. 1高速铁路、城际铁路正线有砟轨道线路静态平顺度

序号	项 目		容许偏差			
			$250 \text{ km/h} \leq V \leq 350 \text{ km/h}$	$V=200 \text{ km/h}$	$V=160 \text{ km/h}$	$V=120 \text{ km/h}$
1	轨距	相对于标准轨距	$\pm 2 \text{ mm}$	$\pm 2 \text{ mm}$	$+4$ -2 mm	$+6$ -2 mm
		变化率	1/1500	1/1500	—	—
2	轨向	弦长10m	2 mm	3 mm	4 mm	4 mm
		基线长30m	2 mm/5m	3 mm/5 m	—	—
		基线长300m	10 mm/150m	10 mm/150 m	—	—
3	高低	弦长10m	2 mm	3 mm	4 mm	4 mm
		基线长30m	2 mm/5m	3 mm/5 m	—	—
		基线长300 m	10 mm/150 m	10 mm/150m	—	—
4	水平		2 mm	3 mm	4 mm	4 mm
5	扭曲	基线长3m	2 mm	2 mm	3 mm	3 mm

注：1轨向偏差含曲线。

2 水平偏差含曲线、缓和曲线上的超高值。

3 扭曲偏差含缓和曲线上由于超高顺坡造成的扭曲量。

3. 3. 2 客货共线铁路、重载铁路正线有砟轨道线路静态平顺度应

符合表3.3.2的规定。

表3.3.2客货共线铁路、重载铁路正线有砟轨道线路静态平顺度

序号	项 目		容许偏差		
			160km/h<V ≤200 km/h	120 km/h<V ≤160 km/h	V≤120 km/h
1	轨距	相对于 标准轨距	±2mm	$\begin{smallmatrix} +4 \\ -2 \end{smallmatrix}$ mm	$\begin{smallmatrix} +6 \\ -2 \end{smallmatrix}$ mm
		变化率 (200 km/h)	1/1500	—	—
2	轨向	弦长10m	3 mm	4 mm	4 mm
3	高低	弦长10m	3 mm	4 mm	4 mm
4	水平		3 mm	4 mm	4 mm
5	扭曲	基线长6.25m	3 mm	4 mm	4 mm

注：1轨距偏差不含曲线上按规定设置的轨距加宽值。

2 轨向偏差不含曲线。

3 水平偏差不含曲线、缓和曲线上的超高值。

4 扭曲偏差不含缓和曲线上由于超高顺坡造成的扭曲量。

3.3.3 高速铁路、城际铁路正线有砟轨道道岔静态平顺度应符合表3.3.3的规定。

表3.3.3高速铁路、城际铁路正线有砟轨道道岔静态平顺度

序号	项 目		容许偏差			
			250 km/h≤ V≤350km/h	V=200 km/h	V=160 km/h	V=120 km/h
1	轨距	尖轨尖端	±1mm	±1mm	±1mm	±1mm
		其他	±1 mm	±2 mm	$\begin{smallmatrix} +3 \\ -2 \end{smallmatrix}$ mm	±3mm
2	轨向	直线 (弦长10m)	2 mm	3 mm	4 mm	4 mm
		支距	2 mm	2 mm	2 mm	2 mm
3	高低	弦长10m	2 mm	3 mm	4 mm	4 mm

续表3. 3. 3

序号	项 目		容许偏差			
			250 km/h \leq $V\leq 350$ km/h	$V=200$ km/h	$V=160$ km/h	$V=120$ km/h
4	水平		2 mm	3 mm	4 mm	4 mm
5	扭曲	基线长3m	2 mm	2 mm	3 mm	3 mm

注：设计时速200 km及以上线路正线道岔轨距变化率容许偏差为1/1500。

3.3.4 客货共线铁路、重载铁路正线有砟轨道道岔静态平顺度应符合表3.3.4的规定。

表3.3.4客货共线铁路、重载铁路正线有砟轨道道岔静态平顺度

序号	项 目		容许偏差		
			160 km/h $<$ $V\leq 200$ km/h	120 km/h $<$ $V\leq 160$ km/h	$V\leq 120$ km/h
1	轨距	尖轨尖端	± 1 mm	± 1 mm	± 1 mm
		其他	± 2 mm	± 3 mm	± 2 mm
2	轨向	直线 (弦长10m)	3 mm	4 mm	4 mm
		支距	2 mm	2 mm	2 mm
3	高低	弦长10m	3 mm	4 mm	4 mm
4	水平		3 mm	4 mm	4 mm
5	扭曲	基线长6.25m	3 mm	4 mm	4 mm

注：设计时速200 km线路正线道岔轨距变化率容许偏差为1/1500。

3.3.5 有砟轨道曲线静态圆顺度应符合表3.3.5的规定。

表3.3.5有砟轨道曲线静态圆顺度

曲线半径R(m)	实测正矢与计算正矢差		圆曲线正矢 连续差	圆曲线最大 最小正矢差
	缓和曲线	圆曲线		
$R\leq 250$	6 mm	7 mm	12 mm	18 mm
$250<R\leq 350$	5mm	6 mm	10 mm	15 mm
$350<R\leq 450$	4 mm	5mm	8 mm	12 mm

续表3.3.5

曲线半径R(m)	实测正矢与计算正矢差		圆曲线正矢连续差	圆曲线最小正矢差
	缓和曲线	圆曲线		
$450 < R \leq 800$	3 mm	4 mm	6mm	9mm
$800 < R \leq 1600$	2 mm	4 mm	4 mm	6 mm
$1600 < R \leq 2800$	2 mm	3 mm	4 mm	6mm
$2800 < R \leq 3500$	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm
$R > 3500$	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm
测量弦长	20m			

3.3.6 高速铁路、城际铁路正线无砟轨道线路静态平顺度应符合表3.3.6的规定。

表3.3.6高速铁路、城际铁路正线无砟轨道线路静态平顺度

序号	项 目		容许偏差			
			$250 \text{ km/h} \leq V \leq 350 \text{ km/h}$	$V=200 \text{ km/h}$	$V=160 \text{ km/h}$	$V=120 \text{ km/h}$
1	轨距	相对于标准轨距	±1mm	±2mm	±2 mm	±2mm
		变化率	1/1500	1/1500	—	—
2	轨向	弦长10m	2 mm	2 mm	2 mm	4 mm
		基线长48a(m)	$2 \text{ mm}/8a(\text{m})$	$3 \text{ mm}/8a(\text{m})$	—	—
		基线长480a(m)	$10 \text{ mm}/240a(\text{m})$	$10\text{mm}/240a(\text{m})$		
3	高低	弦长10m	2 mm	2 mm	2 mm	4 mm
		基线长48a(m)	$2 \text{ mm}/8a(\text{m})$	$3 \text{ mm}/8a(\text{m})$	—	—
		基线长480a(m)	$10 \text{ mm}/240a(\text{m})$	$10 \text{ mm}/240a(\text{m})$		
4	水平		2 mm	2 mm	2 mm	4 mm
5	扭曲	基线长3m	2 mm	2 mm	2 mm	3 mm

注：1轨向、高低栏中的a为无砟轨道扣件节点间距。

2 轨向偏差不含曲线。

3 水平偏差不含曲线、缓和曲线上的超高值。

4 扭曲偏差不含缓和曲线上由于超高顺坡造成的扭曲量。

3.3.7 客货共线铁路、重载铁路正线无砟轨道线路静态平顺度应符合表3.3.7的规定。

表3.3.7客货共线铁路、重载铁路正线无砟轨道线路静态平顺度

序号	项 目		容许偏差		
			160 km/h< V≤200 km/h	120 km/h< V≤160 km/h	V≤120 km/h
1	轨距	相对于 标准轨距	±2mm	±2mm	$\begin{smallmatrix} +3 \\ -2 \end{smallmatrix}$ mm
		变化率	1/1500	—	—
2	轨向	弦长10m	2 mm	2 mm	4 mm
3	高低	弦长10m	2 mm	2 mm	4 mm
4	水平		2 mm	2 mm	4 mm
5	扭曲	基线长6.25m	3 mm	4 mm	4 mm

- 注：1轨向偏差不含曲线。
 2 水平偏差不含曲线、缓和曲线上的超高值。
 3 扭曲偏差不含缓和曲线上由于超高顺坡造成的扭曲量。

3.3.8 高速铁路、城际铁路正线无砟轨道道岔静态平顺度应符合表3.3.8的规定。

表3.3.8高速铁路、城际铁路正线无砟轨道道岔静态平顺度

序号	项 目		容许偏差			
			250 km/h≤ V≤350 km/h	V=200 km/h	V=160 km/h	V=120 km/h
1	轨距	尖轨尖端	±1mm	±1mm	±1 mm	±1mm
		其他	±1mm	±2 mm	±2 mm	±2mm
2	轨向	直线 (弦长10m)	2 mm	2 mm	2 mm	4 mm
		支距	2 mm	2 mm	2 mm	2 mm
3	高低	弦长10m	2 mm	2 mm	2 mm	4 mm

续表3.3.8

序号	项 目		容许偏差			
			250 km/h \leq $V\leq 350$ km/h	$V=200$ km/h	$V=160$ km/h	$V=120$ km/h
4	水平		2 mm	2 mm	2 mm	4 mm
5	扭曲	基线长3m	2 mm	2 mm	2 mm	3 mm

注：设计时速200km及以上线路正线道岔轨距变化率容许偏差为1/1500。

3.3.9 客货共线铁路、重载铁路正线无砟轨道道岔静态平顺度应符合表3.3.9的规定。

表3.3.9客货共线铁路、重载铁路正线无砟轨道道岔静态平顺度

序号	项 目		容许偏差		
			160 km/h $<V$ ≤ 200 km/h	120 km/h $<V$ ≤ 160 km/h	$V\leq 120$ km/h
1	轨距	尖轨尖端	± 1 mm	± 1 mm	± 1 mm
		其他	± 2 mm	± 2 mm	± 3 mm
2	轨向	直线 (弦长10m)	2 mm	2 mm	4 mm
		支距	2 mm	2 mm	2 mm
3	高低	弦长10m	2 mm	2 mm	4 mm
4	水平		2 mm	2 mm	4 mm
5	扭曲	基线长6.25 m	3 mm	4 mm	4 mm

注：设计时速200 km线路正线道岔轨距变化率容许偏差为1/1500。

3.3.10 无砟轨道曲线静态圆顺度应符合表3.3.10的规定。

表3.3.10无砟轨道曲线静态圆顺度

曲线半径R(m)	实测正矢与计算正矢差		圆曲线正矢 连续差	圆曲线最大 最小正矢差
	缓和曲线	圆曲线		
$R\leq 1600$	2 mm	4 mm	4 mm	6 mm
$1600<R\leq 2800$	2 mm	3 mm	4 mm	6 mm
$2800<R\leq 3500$	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm

续表3. 3. 10

曲线半径R (m)	实测正矢与计算正矢差		圆曲线正矢连续差	圆曲线最大最小正矢差
	缓和曲线	圆曲线		
R>3500	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm
测量弦长	20m			

3. 3. 11 站线轨道线路静态平顺度应符合表3. 3. 11的规定。

表3. 3. 11站线轨道线路静态平顺度

序号	项 目		到发线	其他站线
1	轨距	有砟轨道	$+6$ -2 mm	$+6$ -2 mm
		无砟轨道	$+3$ -2 mm	—
2	轨向	弦长10m	4 mm	5 mm
3	高低	弦长10m	4 mm	5mm
4	水平		4 mm	5 mm
5	扭曲	基线长6.25m	4 mm	5 mm
		基线长3m	3 mm	4 mm

注：高速铁路、城际铁路基线长3m;客货共线铁路、重载铁路基线长6.25m

3. 3. 12 站线道岔静态平顺度应符合表3. 3. 12的规定。

表3. 3. 12站线道岔静态平顺度

序号	项 目		到发线	其他站线
1	轨距	尖轨尖端	± 1 mm	± 1 mm
		其他	± 3 mm	$+3$ -2 mm
2	轨向	直线(弦长10m)	4 mm	6 mm
		支距	2 mm	2 mm
3	高低	弦长10m	4 mm	6 mm
4	水平		4 mm	6 mm

3.4 接口设计

3.4.1 轨道设计应考虑线路、站场、路基、桥梁、隧道、供电、通信、信号等相关工程的接口技术要求，统筹规划，系统设计。

3.4.2 轨道结构与路基、桥梁、隧道等土建工程的接口设计应符合下列规定：

1 轨道设计应对路基、桥梁和隧道等工程结构物提出轨道结构预埋件、轨道排水等相关要求。

2 桥梁等土建工程在设计中应满足道岔、钢轨伸缩调节器等轨道部件设置和无缝线路设计的要求。

3.4.3 轨道结构与信号、综合接地系统的接口设计应符合下列规定：

1 轨道结构设计应满足轨道电路和综合接地相关技术要求。

2 信号设备的安装应满足轨道结构承载力、耐久性和正常使用要求。

3 信号、供电等相关专业应明确钢轨钻孔位置及数量。道岔钢轨应在道岔生产厂内钻孔，区间钢轨在无缝线路放散锁定后钻孔，钻孔应按规定倒棱。

4 钢轨及配件

4.0.1 高速、城际和客货共线Ⅰ级铁路正线应采用60 kg/m 钢轨，客货共线Ⅱ级铁路正线可采用60 kg/m 或50 kg/m 钢轨，重载铁路正线应采用60 kg/m 及以上钢轨。

4.0.2 正线钢轨及道岔基本轨为60 kg/m 及以上钢轨时，宜采用60 N、75 N钢轨。

4.0.3 钢轨定尺长可为100 m、75m、25 m、12.5m。无缝线路60 kg/m 钢轨宜选用100 m 定尺长钢轨，75 kg/m 钢轨宜选用75m 或100 m 定尺长钢轨。有缝线路宜选用25m 定尺长钢轨。

4.0.4 高速铁路、城际铁路钢轨材质应符合下列规定：

1 高速铁路、城际铁路应选用强度等级为880 MPa 的 U71MnG 钢轨。

2 在曲线半径小于或等于2800 m 的正线以及曲线半径小于或等于1200m 的动车组走行线、联络线、站线区段应选用同材质的在线热处理钢轨。

4.0.5 客货共线铁路钢轨材质应符合下列规定：

1 在年通过总重大于或等于50 Mt 的直线及半径大于1200m 曲线地段，应选用强度等级为980 MPa 热轧钢轨。在半径小于或等于1200 m 的曲线地段应选用强度等级不低于1180 MPa 的在线热处理钢轨。

2 在年通过总重小于50 Mt 的直线及半径大于1200 m 曲线地段，应选用强度等级为880 MPa 热轧钢轨，山区线路应选用强度等级为980 MPa 热轧钢轨。在半径小于或等于1200m 曲线地段应选用强度等级不低于1080 MPa 的在线热处理钢轨。

4.0.6 重载铁路钢轨材质应符合下列规定：

1 重载铁路直线及半径大于1600 m 的曲线地段应选用强度等级不低于980 MPa 的热轧钢轨。

2 在半径小于或等于1600 m 的曲线地段应选用强度等级不低于1180 MPa 的在线热处理钢轨。

4.0.7 道岔、钢轨伸缩调节器和胶接绝缘接头钢轨材质应符合下列规定：

1 道岔用基本轨、尖轨、心轨、翼轨(特种断面翼轨 TY1 除外)和导轨应满足以下要求：

(1)高速铁路、城际铁路应选用强度等级为1080 MPa 的 U71MnG 在线热处理对称及非对称断面钢轨。

(2)客货共线铁路、重载铁路应选用强度等级为1180 MPa 及以上的在线热处理对称及非对称断面钢轨。

2 伸缩调节器用钢轨应选用在线热处理对称及非对称断面钢轨。

3 厂制胶接绝缘接头应选用与相邻钢轨相同材质的在线热处理钢轨。

4.0.8 不同类型的钢轨连接时应采用异型钢轨连接。

4.0.9 钢轨接头螺栓和螺母的强度等级及垫圈类型应符合下列规定：

1 正线钢轨接头螺栓应采用10.9级高强度接头螺栓，螺母应采用10级高强度螺母，垫圈应采用高强度平垫圈。

2 站线60 kg/m 钢轨接头螺栓应采用10.9级高强度接头螺栓，垫圈应采用高强度平垫圈；50 kg/m 钢轨接头螺栓应采用8.8级及以上高强度接头螺栓，垫圈应采用单层弹簧垫圈；螺母均应采用10级高强度螺母。

4.0.10 无缝线路钢轨绝缘接头应采用胶接绝缘接头，有缝线路钢轨绝缘接头宜采用胶接绝缘接头。胶接绝缘接头应符合《铁路钢轨胶接绝缘接头技术条件》TB/T 2975的规定。

4.0.11 工地焊接接头不应设置在不同轨道结构过渡段以及不同

线下基础过渡段范围内，且距离桥台边墙和桥墩不应小于2m。

4.0.12 站线轨道的同一股道宜铺设同类型的钢轨。困难条件下，除使用铁鞋制动的调车线外，其余站线可铺设两种不同类型的钢轨，并应采用异形钢轨连接。

4.0.13 再用钢轨的使用应符合下列规定：

- 1 新建铁路正线不得使用再用钢轨和再用道岔，到发线不宜采用再用钢轨和再用道岔。
 - 2 年通过总重大于15 Mt 的既有线路不应使用再用钢轨。
 - 3 磨耗严重的曲线地段，不宜采用再用钢轨。
 - 4 再用钢轨应经过机械整修后使用。
-

5 正线有砟轨道

5.1 有砟轨道设计标准

5.1.1 正线有砟轨道设计标准宜根据铁路等级和运营条件按表5.1.1的规定选用。

5.2 轨枕及扣件

5.2.1 混凝土轨枕使用应符合下列规定：

1 铁路轨道设计应根据本规范表5.1.1的规定选用不同类型混凝土轨枕。

2 曲线半径小于300 m 的地段应铺设小半径曲线用混凝土轨枕。

3 设有护轨的地段应铺设III型混凝土桥枕。

4 正线道岔应采用混凝土岔枕。

5 混凝土电容轨枕和电气绝缘节轨枕的设置应满足轨道电路要求。

5.2.2 铺设新II型混凝土枕的正线线路，轨枕加强地段及其铺设数量应符合下列规定：

1 下列地段应增加轨枕的铺设数量：

1) 半径小于或等于800 m 的曲线地段(含两端缓和曲线)。

2) 坡度大于12‰的地段。

上述条件重叠时，铺设数量只增加一次。

2 轨枕加强地段每千米增加的轨枕数量和最多铺设根数应符合表5.2.2的规定。

表5.1.1正线有砟轨道设计标准

项 目			单位	高速 铁路	城际铁路			客货共线铁路				重载铁路					
								I级铁路			II级 铁路						
运营条件	年通过总质量		Mt	—	—	—	—	≥20			10~20	>250	101~250	40~100			
	列车轴重P		t	≤17	≤17	≤17	≤17	≤25	≤25	≤25	≤25	25~30	30	27、25	30	27、25	
	旅客列车设计速度V _K		km/h	≥250	200	160	120	200	160	120	≤120	—	—	—	—		
	货物列车设计速度V _H		km/h	—	—	—	—	≤120	≤120	≤80	≤80	≤100	≤100	≤100	≤100	≤100	
轨道结构	钢轨		kg/m	60	60	60	60	60	60	60	60/50	75	75/60	60	60	60	
	扣件		—	弹条 IV或 V型	弹条 II、III、 IV、 V型	弹条 II 或 III型	弹条 II 或 III型	弹条 II、III、 IV或 V型	弹条 II 或 III型	弹条 II 或 III型	弹条 II 或 I型	与轨枕匹配的弹性扣件					
	混凝土枕	型号	—	III	III	III	III	III	III	III或 新 II	III或 新 II	满足设计轴重要求的混凝土轨枕					
		间距	mm	600	600	600	600	600	600	600或 570	600或 570	600	600	600	600	600	
	道床 厚度 及材 质	土质路基 (双层道床)	面砟	cm	—	—	30	25	—	30	30	25	35	35	30	35	30
			底砟	cm	—		20	20	—	20	20	20	20	20	20	20	20
		土质路基 (单层道床)	道砟	cm	35	30	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35	30

续表5. 1. 1

项 目				单位	高速 铁路	城际铁路			客货共线铁路				重载铁路				
									I级铁路			II 级 铁路					
轨道结构	道床 厚度 及材 质	硬质岩石路基、 隧道	道砟	cm	35	35	30	30	35	35	35	30	35	35	35	35	35
		桥梁	道砟	cm	35	35	30	30	35	30	25	25	35	35	35	35	35
		道砟材质	面砟	—	特级	特/ 一级	一级	一级	特/ 一级	一级	一级	一级	特级	特/ 一级	特/ 一级	一级	一级

表5.2.2 每千米增加的轨枕数量和最多铺设根数

轨枕类型	新Ⅱ型混凝土枕
增加的轨枕数量(根/km)	80
最多铺设根数(根/km)	1840

5.2.3 不同类型的轨枕不应混铺。在不同类型的轨枕分界处有普通钢轨接头时，应保持同类型轨枕延伸至钢轨接头外5根及以上。

5.2.4 铁路轨道设计应根据本规范表5.1.1的规定选用扣件。

5.2.5 重载铁路的重车线应采用与设计轴重匹配的混凝土轨枕和配套扣件，其技术性能应符合相关规定。

5.2.6 严寒地区可采用调高量较大的弹性扣件，大跨度桥梁可根据无缝线路设计要求采用小阻力扣件，沿海或酸雨腐蚀严重的地区、隧道内应采用相应防腐蚀措施的扣件。

5.2.7 有砟轨道轨下橡胶垫板型号及静刚度可按表5.2.7选用。

表5.2.7 有砟轨道轨下橡胶垫板型号及静刚度

扣件类型	钢轨(kg/m)	橡胶垫板型号	橡胶垫板静刚度(kN/mm)
弹条Ⅰ型扣件	50	50-10	90~120
弹条Ⅱ型扣件	60或75	60-10	55~80
	60或75	60-10R	90~120
	60或75	60-12	40~60
弹条Ⅲ型扣件	60	Ⅲb型	55~80
	60	Ⅲ bR型	90~120
弹条Ⅳ型扣件	60	RP4	60
弹条Ⅴ型扣件	60	RP5	60
弹条Ⅴ型小阻力扣件	60	CRP5	60

5.3 道 床

5.3.1 正线道床采用的道砟等级应符合表5.1.1的要求。道砟材料应符合《铁路碎石道砟》TB/T 2140 和《铁路碎石道床底砟》TB/T 2897的规定。重载铁路特级道砟级配应采用一级道砟的级配标准。

5.3.2 单线铁路正线道床顶面宽度应符合表5.3.2的规定，双线道床顶面宽度应分别按单线设计。无缝线路曲线半径小于800 m、有缝线路曲线半径小于600 m 的地段，曲线外侧道床顶面宽度应增加0.10m。

表5.3.2单线碎石道床顶面宽度

铁路等级	路段列车设计 行车速度 (km/h)	道床顶面宽度 (m)	
		无缝线路轨道	有缝线路轨道
高速铁路	$250 \leq V \leq 350$	3.60	—
重载铁路	$V \leq 100$	3.50	—
城际铁路 客货共线铁路	$160 < V \leq 200$	3.50	—
	$V \leq 160$	3.40	—
	$100 < V \leq 120$	3.40	3.10
客货共线铁路	$V \leq 100$	3.40	3.00

5.3.3 正线道床边坡坡度应为1:1.75。

5.3.4 无缝线路道床砟肩应使用碎石道砟堆高15 cm，堆高道砟的边坡坡度应为1:1.75。

5.3.5 道床顶面高度应符合下列规定：

1 高速铁路道床顶面应低于轨枕承轨面4 cm，且不应高于轨枕中部顶面。

2 铺设新Ⅱ型混凝土轨枕、Ⅲ型混凝土轨枕的道床顶面应与轨枕中部顶面平齐。

3 时速小于或等于200 km 铁路铺设岔枕、桥枕等地段的道

床顶面应低于轨枕承轨面3 cm。

4 有道岔转换设备的部位，道砟高度不应影响外锁闭装置或牵引杆件的正常动作。

5.3.6 碎石道床厚度应符合本规范表5.1.1的规定。

5.3.7 桥梁、隧道地段的道床厚度与两端线路的道床厚度应在桥台外、洞口外30m 范围内顺坡。

5.3.8 桥梁地段砟肩至挡砟墙间应以道砟填平，隧道地段道床砟肩至边墙(或高侧水沟、电缆槽壁)间应以道砟填平。高速铁路桥梁上两线并行地段线间道砟可填平。

5.3.9 道床主要参数指标应符合表5.3.9的规定。

表5.3.9道床主要参数指标(平均值)

铁路等级	轨枕类型	道床横向 阻力 (kN/枕)	道床纵向 阻力 (kN/枕)	道床支承 刚度 (kN/mm)	道床密 实度 (g/cm ³)
高速铁路	Ⅲ型混凝土轨枕	≥12	≥14	≥120	≥1.75
重载铁路	专用轨枕	≥12	≥14	≥120	≥1.70
城际铁路 客货共线铁路	Ⅲ型混凝土轨枕	≥10	≥12	≥100	≥1.70
	新Ⅱ型混凝土轨枕	≥9	≥10	≥70	≥1.70

6 无砟轨道

6.1 一般规定

6.1.1 无砟轨道结构选型应符合下列规定：

- 1 高速铁路无砟轨道宜采用板式、双块式结构形式。
- 2 城际铁路无砟轨道宜采用双块式、板式结构形式，隧道内可采用弹性支承块式结构形式。
- 3 客货共线铁路、重载铁路隧道内无砟轨道可采用弹性支承块式、双块式、轨枕埋入式等结构形式。
- 4 道岔区无砟轨道宜采用轨枕埋入式结构形式，可采用板式结构形式。

6.1.2 无砟轨道应采用配套弹性扣件。高速及城际铁路扣件间距不宜大于650 mm,客货共线铁路及重载铁路扣件间距不宜大于625 mm,特殊情况下超过以上限值时，应进行设计检算，且不宜连续设置。

6.1.3 无砟轨道与有砟轨道间应设置过渡段，不同轨道结构间宜设置轨道过渡段。

6.1.4 轨道结构应根据线下基础和环境条件设置性能良好的排水系统，严寒地区排水设计应考虑防冻融要求。

6.1.5 无砟轨道轨道板或道床板内钢筋应进行接地和绝缘。

6.2 设计荷载

6.2.1 无砟轨道结构设计荷载应包括列车荷载、疲劳检算荷载、温度荷载等，同时应考虑下部基础变形对轨道结构的影响。

6.2.2 列车荷载应符合下列规定：

1 竖向设计荷载应按下式计算:

$$Pa=a \cdot P_j \quad (6.2.2-1)$$

式中 Pa ——竖向设计荷载;

P_j ——静轮载;

a ——动载系数,按表6.2.2取值。

表6.2.2动载系数值

铁路等级	设计速度(km/h)	设计轴重(t)	动载系数
高速铁路	300、350	17	3.0
	250		2.5
城际铁路	200	17	2.5
	120、160		2.0
客货共线铁路	$V \leq 200$	23、25	2.5
重载铁路	$V \leq 100$	27、30	3.0
		25	2.5

注: V 为设计速度。

2 横向设计荷载应按下式计算:

$$Q=0.8 \cdot P_j \quad (6.2.2-2)$$

式中 Q ——横向设计荷载。

6.2.3 结构疲劳检算荷载应符合下列规定:

1 竖向疲劳检算荷载应按下式计算:

$$P=1.5 \cdot P \quad (6.2.3-1)$$

式中 P ——竖向疲劳检算荷载。

2 横向疲劳检算荷载应按下式计算:

$$Q=0.4 \cdot P \quad (6.2.3-2)$$

式中 Q ——横向疲劳检算荷载。

6.2.4 温度荷载及混凝土收缩影响应符合下列规定:

1 露天区间(包括隧道洞口一定范围)年温差根据当地气象条件取值。

- 2 正温度梯度(上热下冷)宜取90℃/m、负温度梯度(上冷下热)宜取45℃/m。
- 3 混凝土收缩以等效降温10℃取值。
- 4 严寒等特殊地区温度荷载应根据现场情况确定。

6.3 扣 件

- 6.3.1 无砟轨道应采用与设计速度、轴重匹配的扣件，扣件应与无砟轨道结构接口协调。扣件技术性能应符合相关规定。
- 6.3.2 变形不易控制的特殊地质条件地段可采用调高量较大的弹性扣件，大跨度桥梁可根据无缝线路设计要求采用小阻力扣件，沿海或酸雨腐蚀严重的地区、隧道内应采用相应防腐蚀措施的扣件。
- 6.3.3 无砟轨道扣件类型可根据运营条件及无砟轨道结构类型按表6.3.3选用。

表6.3.3无砟轨道扣件类型

铁路等级	无砟轨道结构类型	采用扣件类型
高速铁路	CRTS双块式	WJ-7B、WJ-8B
	CRTSI型板式	WJ-7B
	CRTSⅡ型板式	WJ-8
	CRTSⅢ型板式	WJ-8B
城际铁路	CRTS双块式	WJ-7B、WJ-8B
	CRTSI型板式	WJ-7B
	CRTSⅢ型板式	WJ-8B
	弹性支承块式	弹性扣件
客货共线铁路 重载铁路	CRTS双块式	WJ-7A、WJ-8A
	弹性支承块式	弹条Ⅱ型扣件 预埋铁座式扣件
	长枕埋入式	WJ-12型扣件(重载) WJ-13型扣件(客货共线)

注：新型及其他类型扣件应符合相关技术标准及准入规定。

6.4 结构设计

6.4.1 无砟轨道类型包括板式、双块式、弹性支承块式、轨枕埋入式等结构形式，高速铁路、城际铁路、客货共线铁路、重载铁路应根据运营条件进行结构设计。

6.4.2 CRTSI 型板式无砟轨道结构由钢轨、弹性扣件、轨道板、水泥乳化沥青砂浆充填层、底座、凸形挡台及其周围填充树脂等组成，如图6.4.2—1～图6.4.2—3所示。其结构设计应符合下列规定：

1 轨道板应根据列车荷载、温度荷载以及制造、运输和施工阶段的受力条件，并结合配套扣件、轨道电路、综合接地和耐久性等技术要求进行结构设计。

2 底座结构设计应根据列车荷载、温度荷载及混凝土收缩等的共同作用，并考虑下部基础变形的影响，进行承载能力、裂缝宽度等检算。

3 凸形挡台按固定于底座上的悬臂构件设计，形状分圆形和半圆形，大跨连续梁梁端半圆形凸形挡台及其与底座的接口设计应重点检算。

4 轨道板与底座间充填水泥乳化沥青砂浆、凸形挡台和轨道板间填充树脂材料，水泥乳化沥青砂浆及填充树脂的性能应符合相关规定。

5 路基地段底座在路基基床表层上设置；桥梁地段底座在梁面上设置，通过梁体预埋套筒植筋或预埋钢筋方式与桥梁连接；有仰拱隧道内，底座在仰拱回填层上设置，无仰拱隧道内，底座与隧道底板宜合并设置。

6 曲线超高在底座上设置，无仰拱隧道内超高可在隧道底板上设置。

7 大跨度桥梁端部轨道板应进行特殊布置，底座和凸形挡台应进行特殊设计和检算。

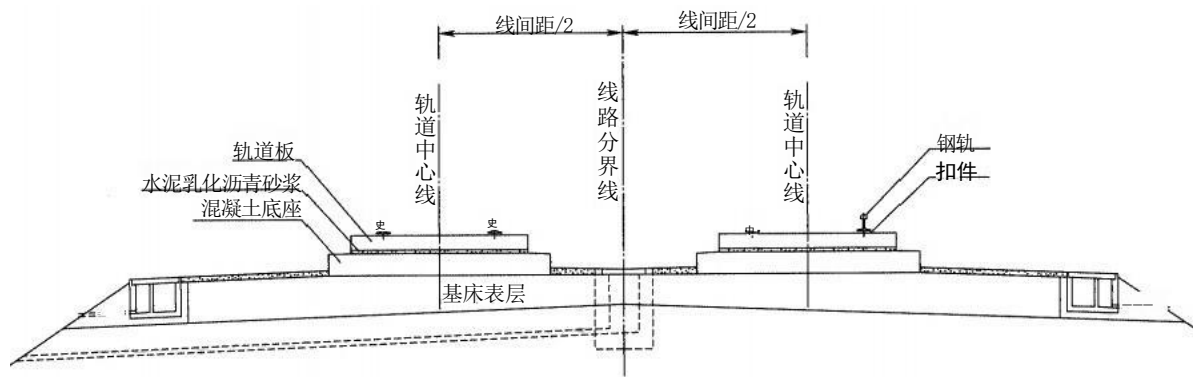


图6.4.2—1 路基地段CRTSI 型板式无砟轨道标准横断面示意图

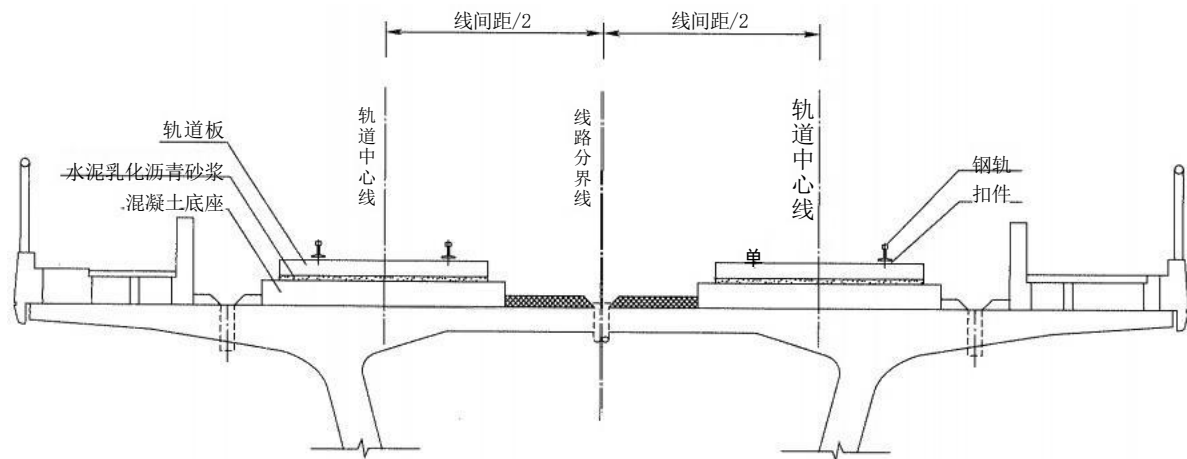
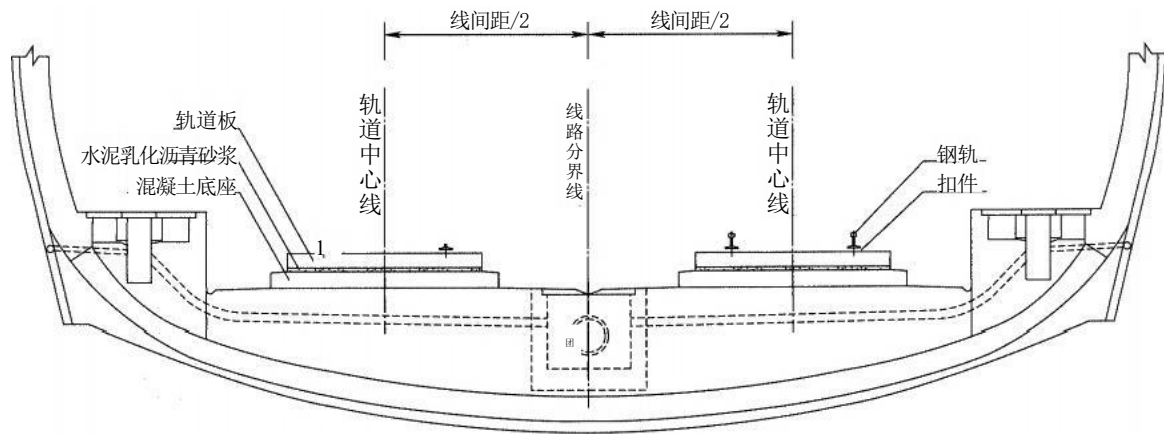


图6.4.2—2 桥梁地段CRTSI型板式无砟轨道标准横断面示意图



(a) 有仰拱隧道

图6.4.2—3 隧道地段CRTSI 型板式无砟轨道标准横断面示意图(1)

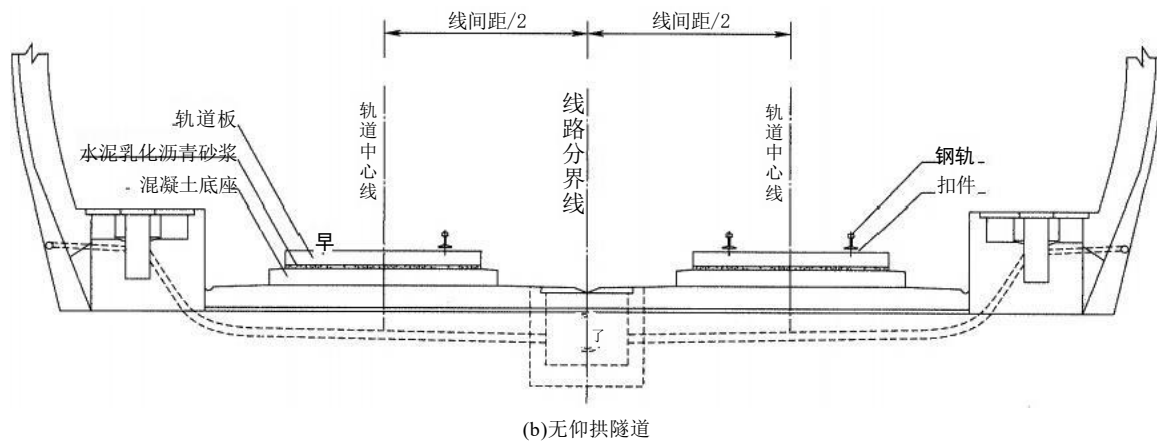


图6.4.2—3 隧道地段CRTSI型板式无砟轨道标准横断面示意图(2)

8 路基地段线间排水应结合线路纵坡、桥涵等工程条件和环境条件具体设计。采用集水井方式时，集水井设置间隔应根据汇水面积和当地气象条件计算确定；桥梁地段桥面宜采用三列排水方式。

9 路基、桥梁地段线路两侧及线间应进行防水处理。

6.4.3 CRTSII 型板式无砟轨道结构设计应符合下列规定：

1 轨道板应根据列车荷载、温度荷载以及制造、运输和施工阶段的受力条件，并结合配套扣件、轨道电路、综合接地和耐久性等技术要求进行结构设计。

2 轨道板纵连设计应结合环境温度、底座合拢温度等因素综合考虑。

3 轨道板下充填水泥乳化沥青砂浆，其性能应符合相关规定。

4 路基地段CRTSII 型板式无砟轨道标准横断面结构如图6.4.3—1所示，设计应符合下列规定：

1) 轨道结构由钢轨、弹性扣件、轨道板、水泥乳化沥青砂浆充填层、支承层等组成。

2) 支承层在路基基床表层上设置，其性能应符合相关规定。

3) 曲线超高在路基基床表层上设置。

4) 线间排水应结合线路纵坡、桥涵等工程条件和环境条件具体设计。采用集水井方式时，集水井设置间隔应根据汇水面积和当地气象条件计算确定。

5) 线路两侧及线间路基面应进行防水处理。

5 桥梁地段CRTSII 型板式无砟轨道标准横断面结构如图6.4.3—2所示，设计应符合下列规定：

1) 轨道结构由钢轨、弹性扣件、轨道板、水泥乳化沥青砂浆充填层、底座板、滑动层、高强度挤塑板、侧向挡块及台后锚固结构等组成。

2) 底座板为纵向连续的钢筋混凝土结构，其结构设计应根据列车荷载、温度荷载、制动荷载及混凝土收缩等的共同作用，并考虑下部基础变形的影响，进行承载能力、裂缝宽度及稳定性等检算。

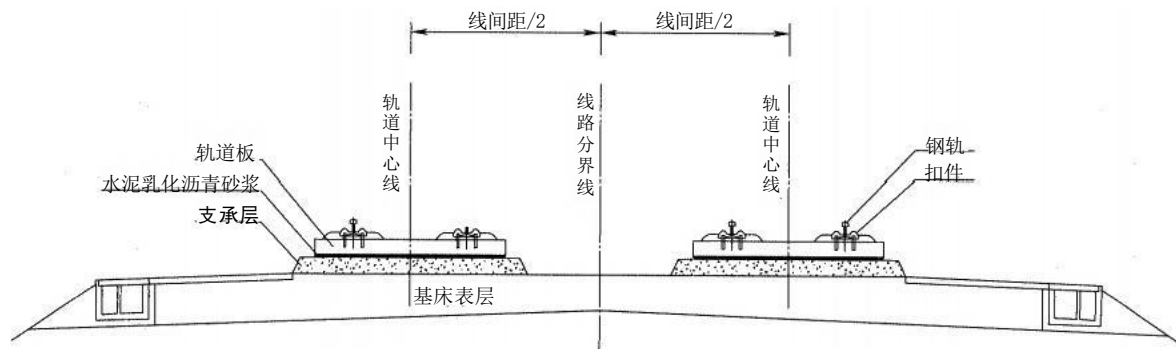


图6.4.3—1 路基地段CRTSII型板式无砟轨道标准横断面示意图

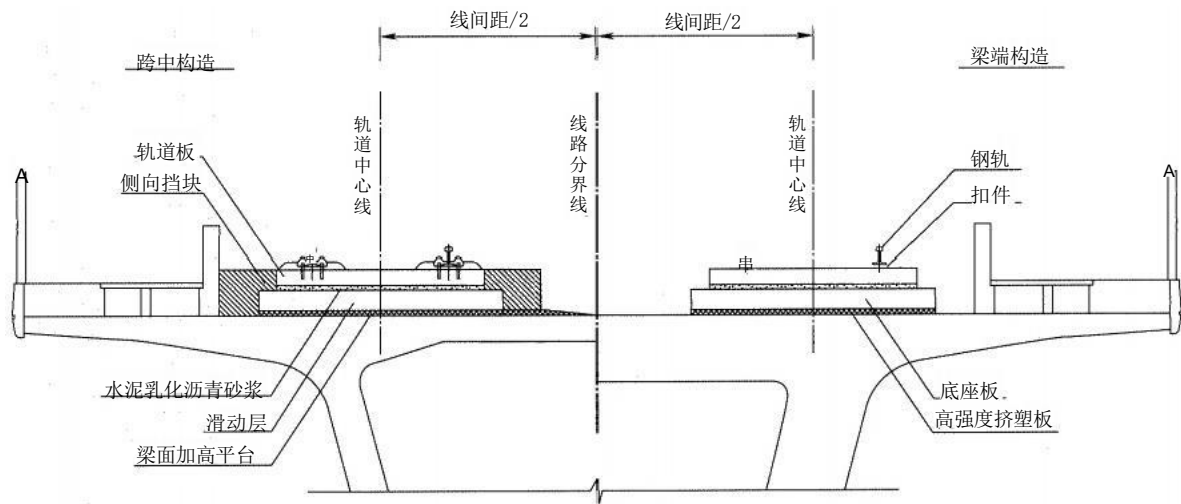


图6.4.3—2 桥梁地段CRTSII型板式无砟轨道标准横断面示意图

- 3) 梁面设置滑动层, 梁端设置高强度挤塑板。滑动层及高强度挤塑板的性能应符合相关规定。
- 4) 在桥梁固定支座上方, 梁体设置底座限位结构, 其结构及形式尺寸应根据计算确定。
- 5) 底座板两侧隔一定距离设置侧向挡块, 侧向挡块与底座板间应设置弹性限位板, 其性能应符合相关规定。
- 6) 大跨度桥梁地段应进行特殊设计和检算。
- 7) 曲线超高在底座上设置。
- 8) 桥面应采用三列排水方式。
- 9) 台后路基应设置锚固结构, 其结构设计应根据温度荷载、制动荷载等共同作用, 进行承载能力、稳定性等检算。

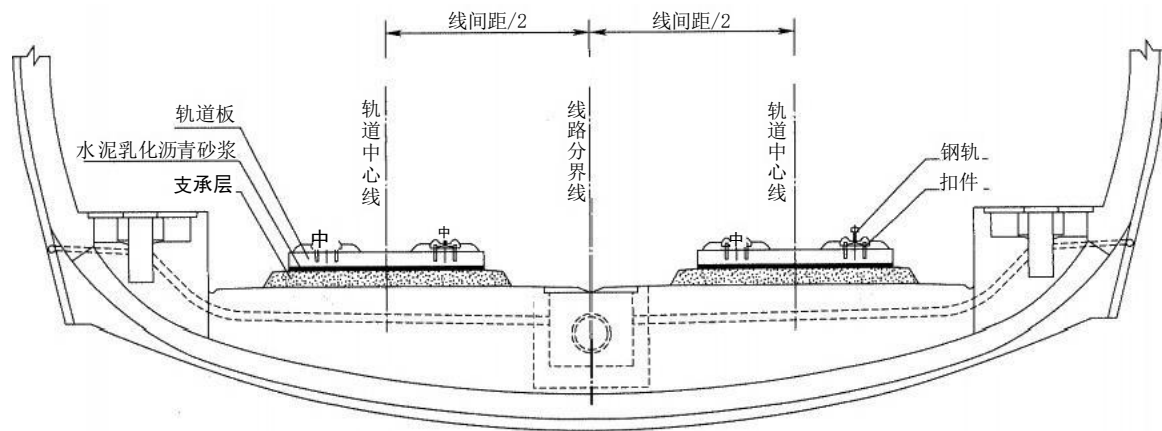
6 隧道地段CRTSII 型板式无砟轨道标准横断面结构如图6.4.3—3所示, 设计应符合下列规定:

- 1) 轨道结构由钢轨、弹性扣件、轨道板、水泥乳化沥青砂浆充填层及支承层等组成。
- 2) 支承层采用低塑性水泥混凝土时, 曲线超高可在支承层设置; 支承层采用水硬性混合料时, 曲线超高应在隧道仰拱回填层(有仰拱隧道)或底板(无仰拱隧道)上设置。
- 3) 支承层性能应符合相关规定。

6.4.4 CRTSIII 型板式无砟轨道结构由钢轨、弹性扣件、轨道板、自密实混凝土层、隔离层、底座及凹槽周围弹性垫层等组成。如图6.4.4—1~图6.4.4—3所示, 其结构设计应符合下列规定:

1 轨道板应根据列车荷载、温度荷载以及制造、运输和施工阶段的受力条件, 并结合配套扣件、轨道电路、综合接地和耐久性等技术要求进行结构设计。

2 底座结构设计应根据列车荷载、温度荷载及混凝土收缩等的共同作用, 并考虑下部基础变形的影响, 进行承载能力、裂缝宽度等检算。



(a) 有仰拱隧道

图6.4.3—3 隧道地段CRTS II型板式无砟轨道横断面示意图(1)

• 3
•

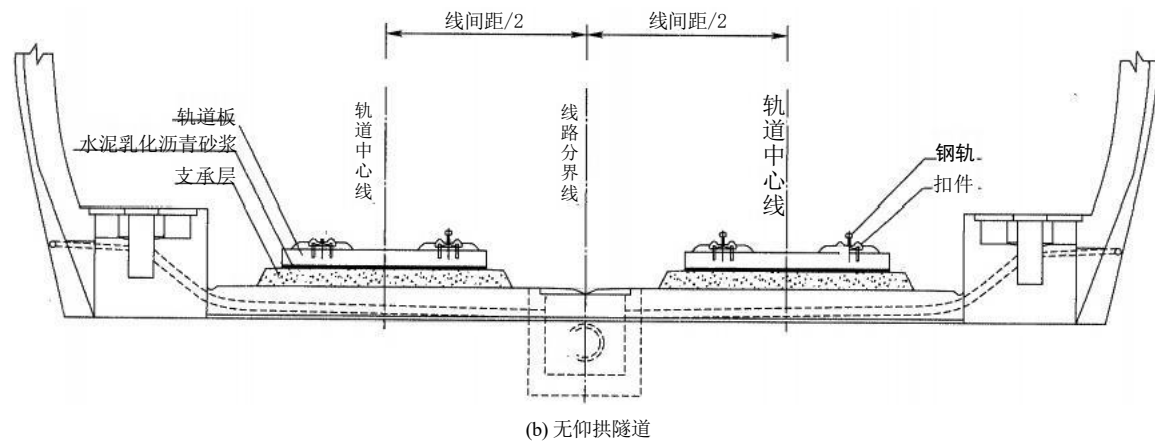


图6.4.3—3 隧道地段CRTSII型板式无砟轨道横断面示意图(2)

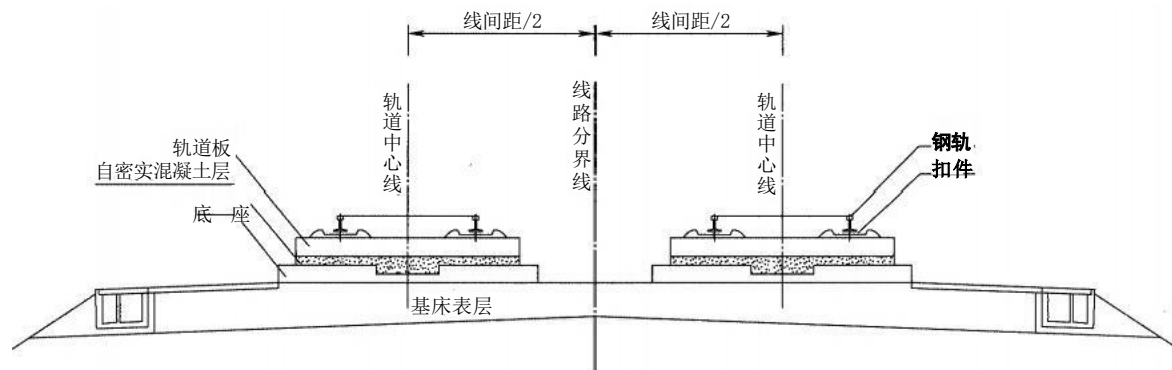


图6.4.4—1 路基地段CRTSIII型板式无砟轨道标准横断面示意图

• 4
•

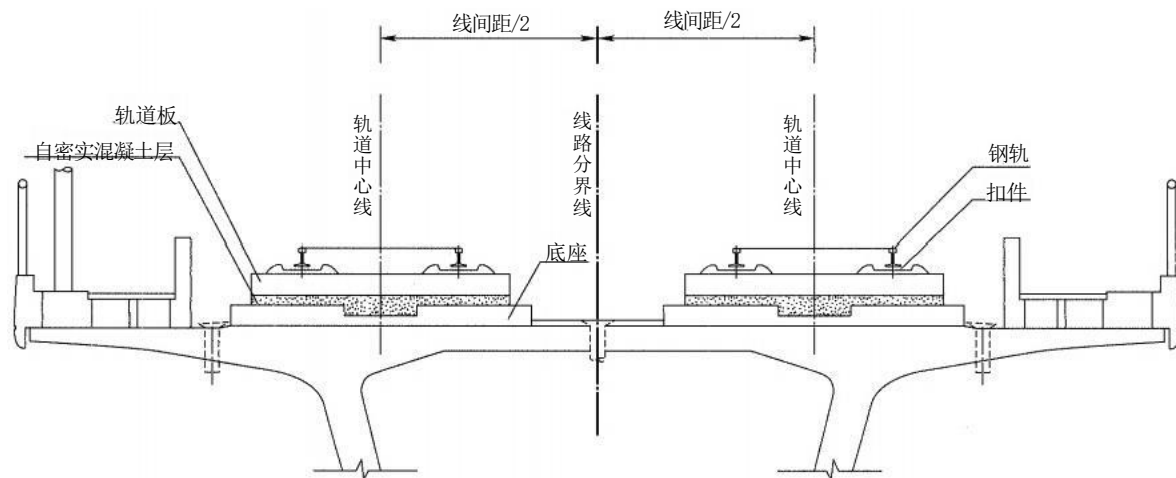
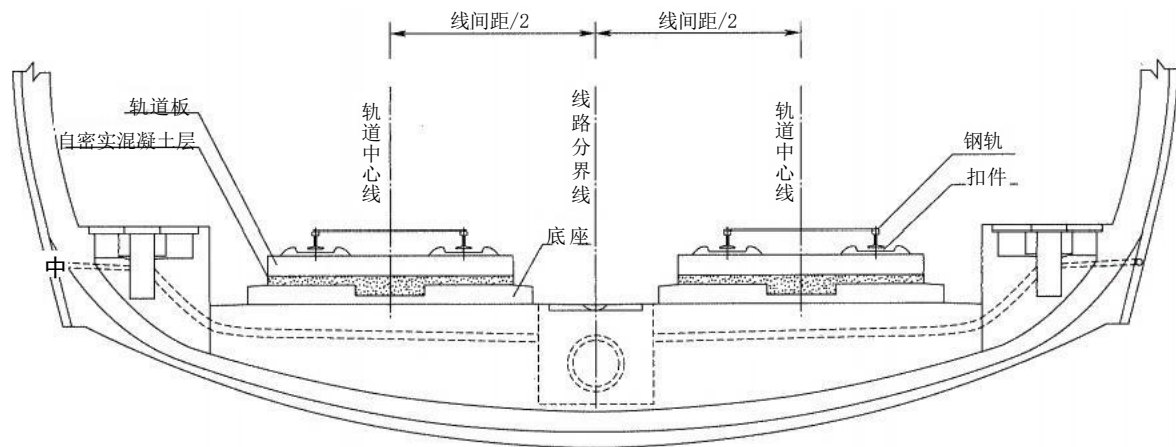
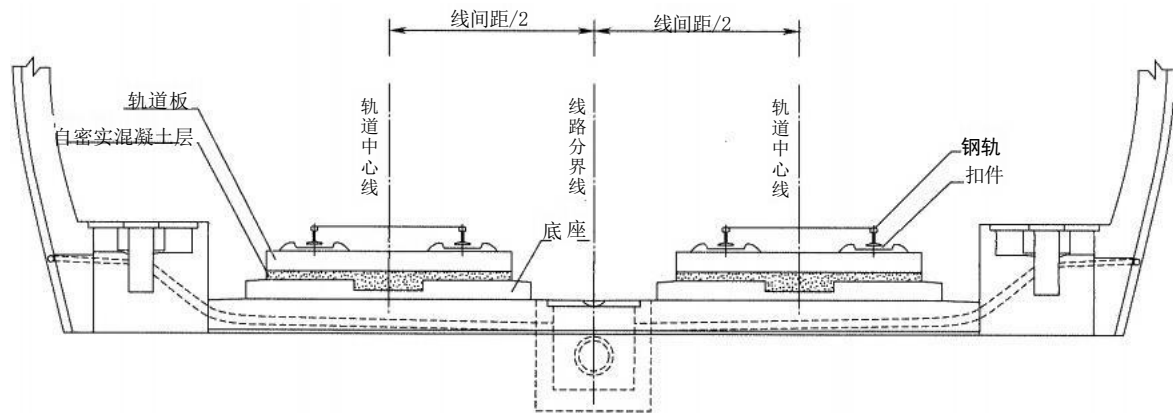


图6.4.4—2 桥梁地段CRTSIII型板式无砟轨道标准横断面示意图



(a) 有仰拱隧道

图6.4.4—3 隧道地段CRTSIII型板式无砟轨道标准横断面示意图(1)



(b) 无仰拱隧道

图6.4.4—3 隧道地段CRTSIII型板式无砟轨道标准横断面示意图(2)

3 轨道板与底座间充填自密实混凝土，自密实混凝土的性能应符合相关规定。

4 底座顶面应设置隔离层。对应每块轨道板，底座设置限位凹槽，凹槽的形式尺寸应根据设计荷载计算确定，凹槽侧面设弹性垫层。隔离层和弹性垫层的性能应符合相关规定。

5 路基地段底座在路基基床表层上设置；桥梁地段底座在梁面上设置，通过梁体预埋套筒植筋或预埋钢筋方式与桥梁连接；隧道内底座在隧道仰拱回填层或底板上设置。

6 曲线超高在底座上设置。

7 大跨度桥梁端部轨道板应进行特殊布置，底座和凹槽应进行特殊设计和检算。

8 路基地段线间排水应结合线路纵坡、桥涵等工程条件和环境条件具体设计。采用集水井方式时，集水井设置间隔应根据汇水面积和当地气象条件计算确定；桥梁地段桥面宜采用三列排水方式。

9 路基、桥梁地段线路两侧及线间应进行防水处理。

6.4.5 CRTS 双块式无砟轨道结构由钢轨、弹性扣件、双块式轨枕、道床板、支承层或底座等组成。其结构设计应符合下列规定：

1 双块式轨枕应根据设计荷载以及制造、运输和施工阶段的受力条件，并结合配套扣件、轨道电路和耐久性等技术要求进行结构设计。双块式轨枕宜采用有挡肩结构。

2 路基地段双块式无砟轨道标准横断面结构如图6.4.5—1所示，设计应符合下列规定：

1) 道床板可为分块式或纵向连续式钢筋混凝土结构，并应根据工程地质、环境条件等具体情况，经技术经济比较后合理确定。纵向连续式道床板在支承层上构筑，分块式道床板在钢筋混凝土底座上构筑。

2) 支承层在路基基床表层上设置，其性能应符合相关规定。

3) 曲线超高宜在路基基床表层上设置。

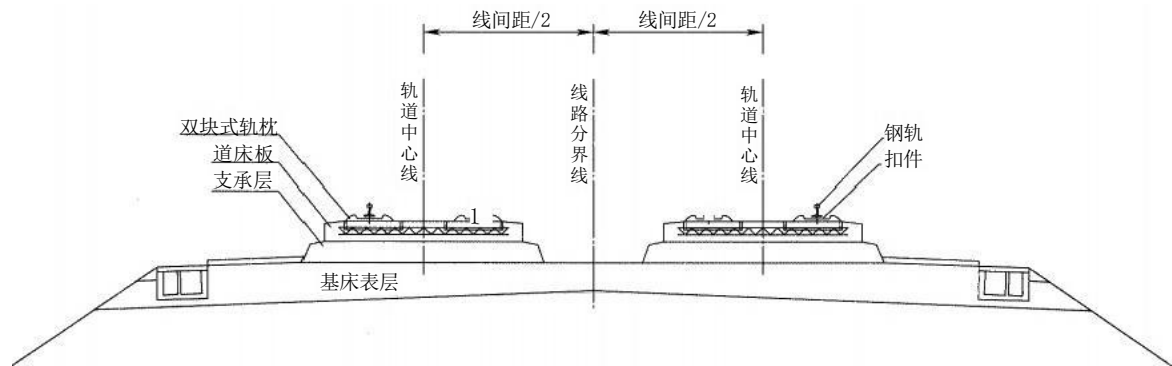


图6.4.5—1 路基地段双块式无砟轨道标准横断面示意图

4) 线间排水应结合线路纵坡、桥涵等工程条件和环境条件系统设计。采用集水井方式时,集水井设置间隔应根据汇水面积和当地气象条件计算确定。

5) 线路两侧及线间路基面应进行防排水处理。

3 桥梁地段双块式无砟轨道标准横断面结构如图6.4.5—2所示,设计应符合下列规定:

1) 道床板、底座沿线路纵向分块构筑,其结构设计应根据列车荷载、温度荷载及混凝土收缩等的共同作用,并考虑下部基础变形的影响,进行承载能力、裂缝宽度等检算。

2) 底座顶面应设置隔离层。对应每块道床板,底座设置限位凹槽,凹槽的形式尺寸应根据设计荷载计算确定,凹槽侧面设弹性垫层。隔离层和弹性垫层的性能应符合相关规定。

3) 底座通过梁体预埋套筒植筋或预埋钢筋与桥梁连接。

4) 曲线超高宜在底座上设置。

5) 大跨度桥梁端部道床板应进行特殊布置,底座和凹槽应进行特殊设计和检算。

4 隧道地段双块式无砟轨道标准横断面结构如图6.4.5—3所示,设计应符合下列规定:

1) 道床板可为分块式或纵向连续式钢筋混凝土结构,并应根据工程地质、环境条件等具体情况,经技术经济比较后合理确定。道床板直接在隧道仰拱回填层(有仰拱隧道)或底板(无仰拱隧道)上构筑,其结构设计应根据列车荷载、温度荷载及混凝土收缩等的共同作用,并考虑下部基础变形的影响,进行承载能力、裂缝宽度等检算。

2) 曲线超高宜在道床板上设置。

6.4.6 弹性支承块式无砟轨道由钢轨、扣件、钢筋混凝土支承块、橡胶套靴、块下垫板、道床板等部分组成,如图6.4.6—1所示,其结构设计应符合下列规定:

• 4

•

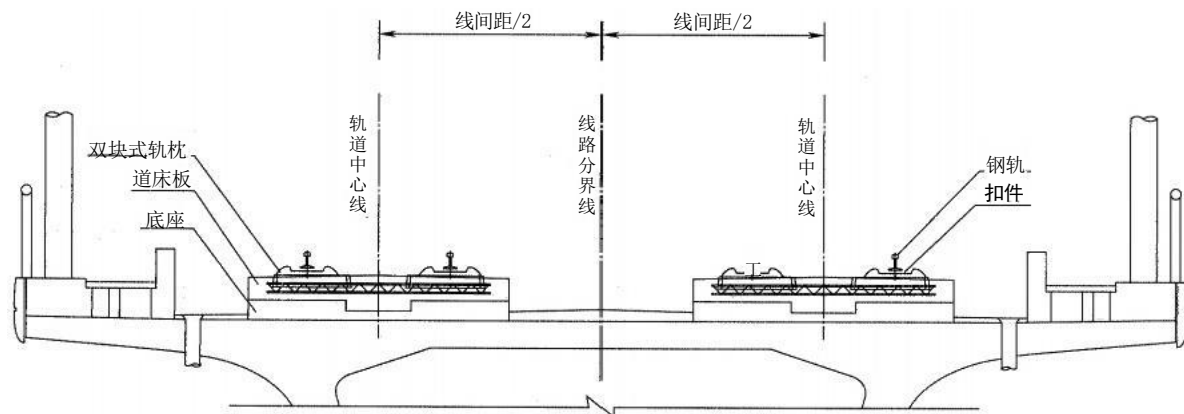
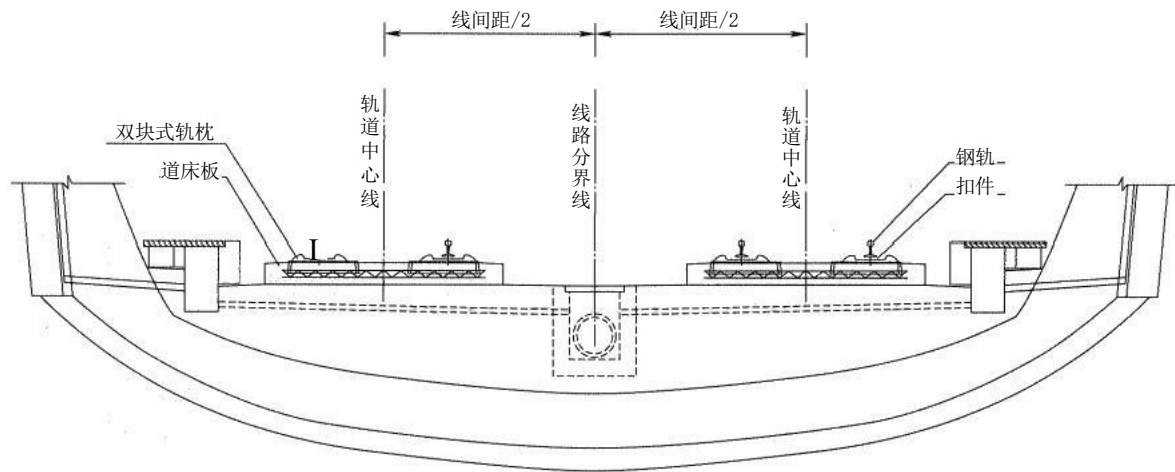


图6.4.5—2 桥梁地段双块式无砟轨道标准横断面示意图



(a) 有仰拱隧道

图6.4.5—3 隧道地段双块式无砟轨道标准横断面示意图(1)

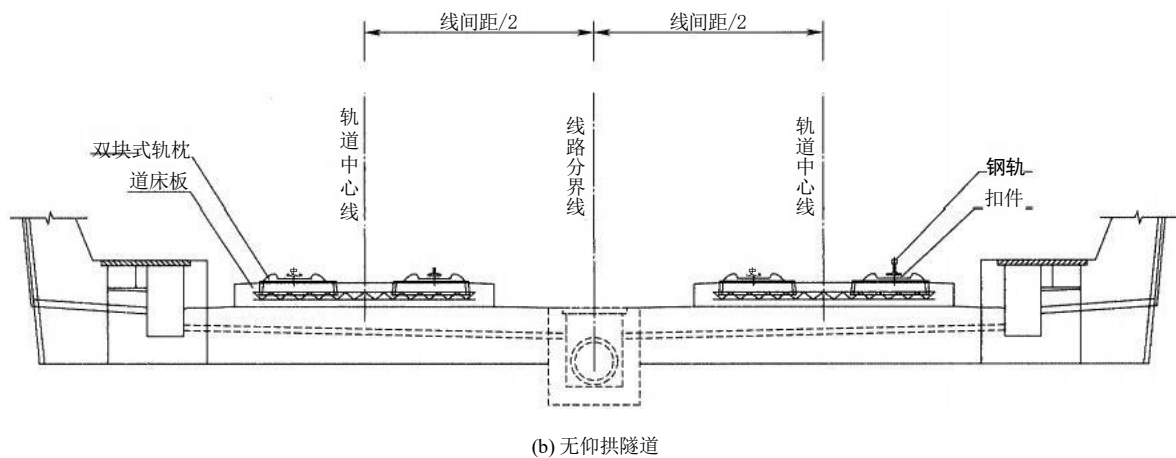


图6.4.5—3 隧道地段双块式无砟轨道标准横断面示意图(2)

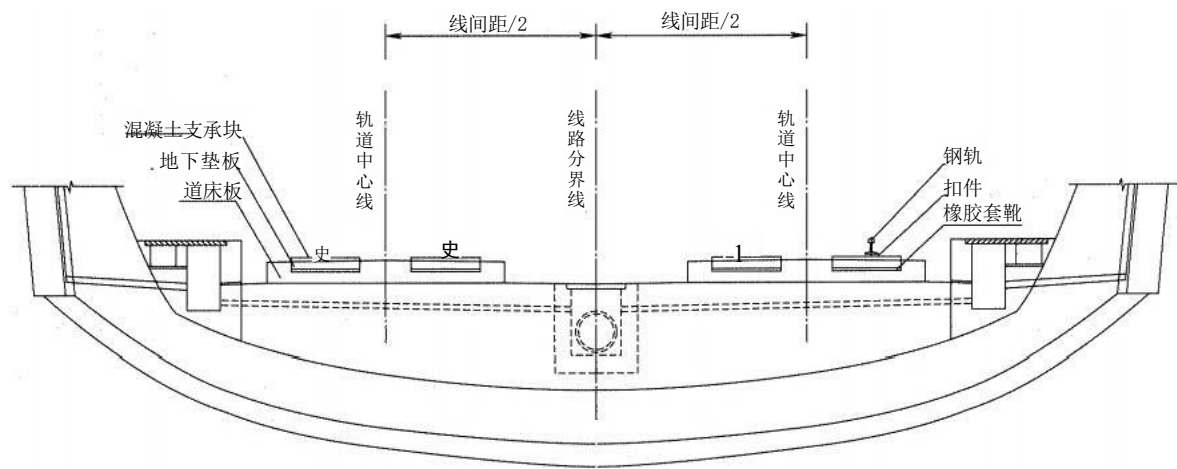


图6.4.6—1 弹性支承块式无砟轨道横断面示意图

1 弹性支承块式无砟轨道适用于设计速度小于或等于160 km/h的隧道地段。

2 道床板可为分块式或纵向连续式钢筋混凝土结构，并应根据工程地质、环境条件等具体情况，经技术经济比较后合理确定。道床板直接在隧道仰拱回填层（有仰拱隧道）或底板（无仰拱隧道）上构筑，并应在隧道变形缝处断开。

3 曲线超高宜在道床板上设置。

6.4.7 长枕埋入式无砟轨道结构由钢轨、弹性扣件、长枕、钢筋混凝土道床板及底座等组成，如图6.4.7—1～图6.4.7—3所示，其结构设计应符合下列规定：

1 长枕应根据设计荷载以及制造、运输和施工阶段的受力条件，并结合配套扣件、轨道电路和耐久性等技术要求进行结构设计。

2 路基及桥梁地道道床板、底座沿线路纵向分块构筑，其结构设计应根据列车荷载、温度荷载及混凝土收缩等的共同作用，并考虑下部基础变形的影响，进行承载能力、裂缝宽度等检算。

3 隧道地段道床板直接在隧道仰拱回填层或底板上构筑，其结构设计应根据列车荷载、温度荷载及混凝土收缩等的共同作用，并考虑下部基础变形的影响，进行承载能力、裂缝宽度等检算。

4 曲线超高采用外轨抬高方式，并在缓和曲线范围完成过渡，路基及桥梁地段曲线超高在底座上设置，隧道地段曲线超高在道床板上设置。

5 路基地段线间排水应结合线路纵坡、桥涵等工程条件和环境条件具体设计。采用集水井方式时，集水井设置间隔应根据汇水面积和当地气象条件计算确定；桥梁地段桥面宜采用三列排水方式。路基、桥梁地段线路两侧及线间应进行防水处理。

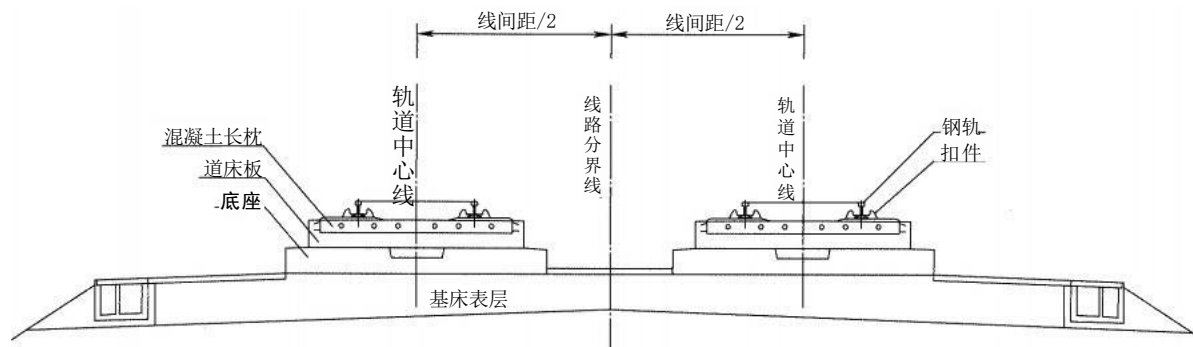


图6.4.7—1 路基地段长枕埋入式无砟轨道横断面示意图

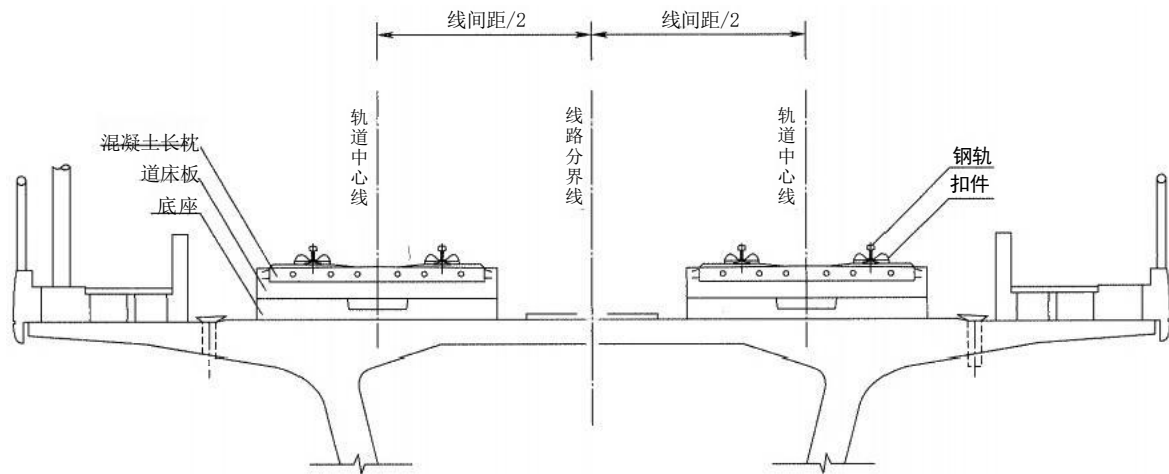


图6.4.7—2 桥梁地段长枕埋入式无砟轨道横断面示意图

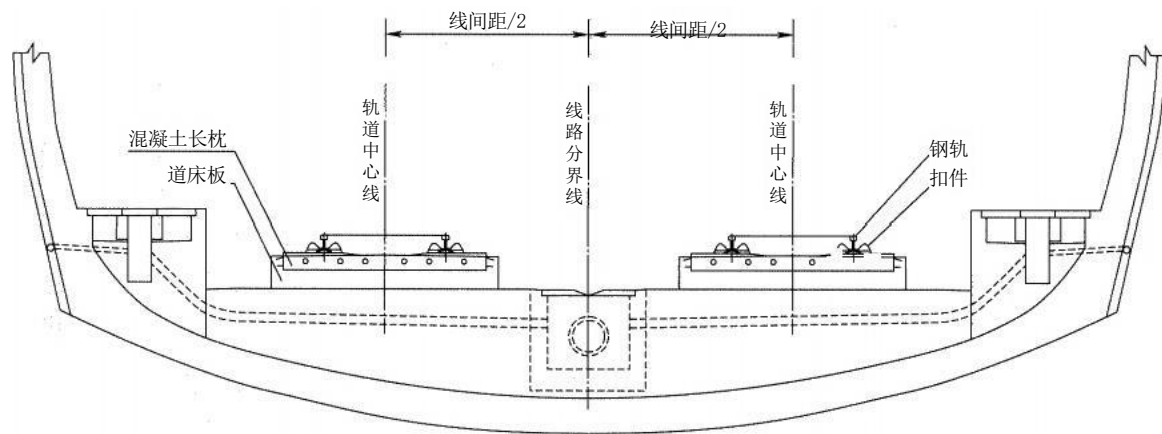


图6.4.7—3 隧道地段长枕埋入式无砟轨道横断面示意图

6.4.8 道岔区轨枕埋入式无砟轨道结构由道岔钢轨件、弹性扣件、岔枕、道床板、支承层或底座等组成，其结构设计应符合下列规定：

1 道床板、底座的结构设计应根据列车荷载、温度荷载以及混凝土收缩等的共同作用，并考虑下部基础变形的影响，进行承载能力、裂缝宽度等检算。

2 桥梁地段道床板与底座间应设置隔离层。底座设置限位凹槽，凹槽的形式尺寸应根据设计荷载计算确定，凹槽侧面设弹性垫层。隔离层和弹性垫层的性能应符合相关规定。

3 无砟轨道结构设计应符合道岔设备的安装要求。

6.4.9 道岔区板式无砟轨道结构由道岔钢轨件、弹性扣件、道岔板、调整层(水泥乳化沥青砂浆或自密实混凝土)及底座等组成，其设计应符合下列规定：

1 道岔板应根据列车荷载、温度荷载以及制造、运输和施工阶段的受力条件，并结合配套扣件、轨道电路、综合接地和耐久性等技术要求进行结构设计。

2 底座结构设计应根据列车荷载、温度荷载及混凝土收缩等的共同作用，并考虑下部基础变形的影响，进行承载能力、裂缝宽度等检算。

3 道岔板与调整层间通过门型钢筋或植筋进行连接。底座采用单元结构时，调整层与底座间应设置隔离层，调整层与底座间设置限位凹槽，凹槽的形式尺寸应根据设计荷载计算确定，凹槽侧面设弹性垫层，隔离层和弹性垫层的性能应符合相关规定。

4 无砟轨道结构设计应符合道岔设备的安装要求。

6.4.10 正线轨道采用其他类型的无砟轨道结构时，应符合国家及行业有关准入规定。

6.5 轨道结构过渡段

6.5.1 轨道结构过渡段设计应符合下列规定：

1 不同轨道结构应在相同下部基础上进行过渡。

2 不同轨道结构间的过渡段区域不应设置工地焊接接头和绝缘接头。

6.5.2 正线有砟轨道与无砟轨道结构间的过渡应符合下列规定：

1 时速200 km 及以上的铁路过渡段应设置与基本轨同类型的辅助轨，辅助轨长度宜为25 m（其中无砟轨道内约5m，有砟轨道内约20m），辅助轨的设置不应影响养路机械作业。

2 邻近过渡点无砟轨道侧一定范围内，应采取措施保证轨道板或道床板与其下部基础间的可靠连接。

3 过渡段范围的轨道刚度应按分级过渡设计。

4 路基地段无砟轨道的底座或支承层应从过渡点开始向有砟轨道延伸，长度不应小于10 m，同时应满足有砟轨道最小道床厚度的要求。

6.5.3 正线与到发线、到发线与到发线的无砟轨道与有砟轨道结构间的过渡应符合下列规定：

1 路基地段无砟轨道结构的底座或支承层应从过渡点开始向有砟轨道延伸一定长度，同时应符合有砟轨道区段最小道床厚度的要求。

2 邻近过渡点无砟轨道侧一定范围内，应采取措施保证轨道板或道床板与其下部基础间的可靠连接。

3 过渡段可不设辅助轨及配套部件。

6.5.4 不同无砟轨道结构间的过渡设计应考虑无砟轨道结构高度差异。

7 站线轨道

7.1 站线轨道设计标准

7.1.1 站线轨道类型应符合下列规定：

- 1 到发线宜采用有砟轨道，其余站线应采用有砟轨道。
- 2 高架车站、地下车站或站台范围设架空层的客车到发线可采用无砟轨道。
- 3 正线为无砟轨道时，与正线相邻的到发线可采用无砟轨道。

7.1.2 站线有砟轨道设计标准应根据站线的用途按表7.1.2的规定选用。

7.1.3 特大型、大型客运站的客车到发线及其他车站接发动车组列车的到发线应采用无缝线路。

7.2 轨枕及扣件

7.2.1 不同类型的轨枕不应混铺。当成段铺设的不同类型的轨枕分界处有钢轨接头时，应保持同类型轨枕延伸至钢轨接头外5根以上。

7.2.2 站线道岔应采用混凝土岔枕。与道岔连接的线路，其轨枕类型应与道岔的岔枕类型相同，不同时应在道岔前后两端铺设与岔枕类型相同的轨枕过渡。过渡范围为正线上道岔前后两端各50根轨枕（后端包括辙叉跟端以后的岔枕），站线上道岔前后两端各15根轨枕。

7.2.3 改建铁路的特殊工点在困难条件下，经技术经济比较可保留木枕。

表7. 1. 2站线有砟轨道设计标准

项 目					单位	到 发 线								驼峰溜放部分线路	其他站线		
						无缝线路				有缝线路					高速、城际	重载、客货共线	
						高速 铁路	城际 铁路	客货共线 铁路		城际 铁路	客货共线 铁路	重载 重车	重载 轻车				
钢轨					kg/m	60				50	60、50		60	50	50	50	
扣件					-	弹条Ⅱ型				弹条Ⅰ型	弹条型、Ⅰ型		重载专用	弹条Ⅰ型	弹条Ⅰ型	弹条Ⅰ型	
轨	混凝土枕				型号	-	Ⅲ	新Ⅱ	Ⅲ	新Ⅱ	新Ⅱ	Ⅲ	新Ⅱ	重载专用	新Ⅱ	新Ⅱ	新Ⅱ
					铺枕根数	根/km	1667	1760	1667	1760	1520	1760~1520		1680	1600	1520	1440
厚度	道砟材质				—	一级				一级				一级	一级		
	顶面宽				m	3.4	3.3	3.4	3.3	2.9	3.0	2.9	3.1	2.9	2.9	2.9	
	土质路基	双层	面砟	cm	—		—		—	20		—	—	25			
			—		—		—	20		—	—	20					
		单层	道砟		35	30	35		30	35		35	35	35	25		
硬质岩石路基		单层	道砟		35	30	30		30	25		25	25	30	25	20	

续表7.1.2

58.

项 目					单位	到 发 线							驼峰溜放部分线路	其他站线		
						无缝线路			有缝线路					高速、城际	重载、客货共线	
						高速铁路	城际铁路	客货共线铁路	城际铁路	客货共线铁路	重载重车	重载轻车				
道床		级配碎石或级配砂砾石路基	单层	道砟	cm	35	30	30	30	25	25	25	--	-		
	边 坡				-	1:1.75			1:1.5			1:1.5	1:1.5			

- 注：1钢轨系指新轨或再用轨。
- 2 到发线还包括到达线、出发线、编发线等。
 - 3 当重载铁路到发线铺设无缝线路时，道床顶面宽度、边坡等设计参数应满足无缝线路设计的有关规定。
 - 4 驼峰溜放部分线路系指自峰顶至调车线减速器出口的一段线路。
 - 5 其他站线系指到发线及驼峰溜放部分线路以外的站线。
 - 6 当站线采用大型养路机械养护维修时轨枕根数不应小于1600根/km。

7.3 道 床

7.3.1 站线道床应采用一级道砟，道砟材料应符合《铁路碎石道砟》TB/T 2140 和《铁路碎石道床底砟》TB/T 2897 的规定。

7.3.2 站线道床厚度应符合本规范表7.1.2的规定，其中土质路基接发动车组列车以外的到发线、驼峰溜放部分线路的道床应采用双层道砟，当年降雨量小于600 mm 且不造成路基病害的情况下，可采用单层道砟。

7.3.3 站线道床应按单线设计。下列地段轨道间及其外侧，应采用渗水材料填平至枕底下3 cm，并铺设面板：

1 经常有调车和列检等作业的调车线、推送线、牵出线、到发线和客车整备线。

2 有调车作业的咽喉区。

7.3.4 站线轨道的道床肩宽应符合下列规定：

1 到发线为无缝线路时，其道床肩宽应为0.4 m；半径600 m 及以下的曲线地段，其曲线外侧道床肩宽应增加0.1 m。

2 推送线经常有摘钩作业一侧的道床肩宽不应小于2.0 m，另一侧不应小于1.5 m。

3 调车线、区段站及以上大站的牵出线和有列检作业的到发线、客车整备线轨道外侧的道床肩宽不应小于1.5 m。

4 除上述情况外的其余站线轨道道床肩宽应为0.2 m，曲线外侧不加宽。

7.3.5 铺设新Ⅱ型混凝土轨枕、Ⅲ型混凝土轨枕地段的道床顶面应与轨枕中部顶面平齐。铺设岔枕、桥枕等地段的道床顶面应低于承轨面3 cm。

7.3.6 站线道床边坡坡度应为1:1.5。到发线采用无缝线路时，道床边坡坡度应为1:1.75，道床砟肩堆高15 cm。

7.3.7 道岔区的道床厚度、肩宽、边坡应与连接的主要线路一致，连接线路轨道结构高度差应在道岔的末根岔枕外顺坡。

7.3.8 站线道床主要参数指标应符合本规范第5.3.9条的规定。

7.3.9 特殊用途的装卸线、专用设备线等可铺设无砟轨道或其他特殊轨下基础。

7.4 道 岔

7.4.1 正线上的道岔，其轨型应与正线轨型一致。站线上的道岔，其轨型不应低于该线路的轨型，当其高于该线路轨型时，则应在道岔前后各铺长度不小于6.25 m 与道岔同类型的钢轨或异型轨，困难条件下，不应小于4.5m，并不应连续铺设。

7.4.2 正线道岔的列车直向通过速度不应小于路段设计速度。道岔辙叉号数选择应符合相关规定。

7.4.3 重载铁路用于侧向接发万吨及以上列车的道岔不宜小于18号，正线上的渡线道岔及用于接发其他列车的道岔不应小于12号。

7.4.4 正线不应采用复式交分道岔，困难条件下需要采用时，不应小于12号。

7.4.5 正线跨区间无缝线路及设计速度不小于160 km/h 的路段，不应采用交叉渡线。路段设计速度小于160 km/h 时，不宜采用交叉渡线；困难条件下，可采用交叉渡线。

7.4.6 旅客列车设计速度大于160 km/h 的路段，正线道岔应采用可动心轨辙叉。

7.4.7 有砟轨道正线及站线均采用混凝土岔枕道岔。

7.4.8 道岔配列应满足道岔转换设备安装及有砟与无砟轨道、有缝与无缝线路设置过渡段的要求。

7.4.9 道岔区无缝线路设计应符合《铁路无缝线路设计规范》TB 10015的相关要求。

8 无缝线路

8.0.1 路基、桥涵、隧道等线下工程的强度、刚度、变形、稳定性、耐久性等应满足铺设无缝线路要求。

8.0.2 无缝线路设计应根据线路条件、运营条件、气候条件及轨道类型等因素进行强度、稳定性、断缝安全性等检算，并确定设计锁定轨温。

8.0.3 严寒地区铺设无缝线路时，应采取轨道加强措施。

8.0.4 铺设无缝线路及无缝道岔的桥梁应根据无缝线路纵向力，对桥梁结构进行设计检算。

8.0.5 大跨度桥梁地段选线设计应考虑钢轨伸缩调节器与桥梁孔跨、结构的关系，预留设置条件。钢轨伸缩调节器的设置应符合下列规定：

1 线路、桥梁和轨道应系统设计，减少钢轨伸缩调节器的设置。钢轨伸缩调节器的设置应经轨道和桥梁结构检算后确定。

2 钢轨伸缩调节器应根据线路设计速度、线路平面条件、轨道类型、钢轨伸缩量等合理选型。

3 钢轨伸缩调节器范围内的轨道静态平顺度，应符合现行有关钢轨伸缩调节器技术条件的规定。

4 钢轨伸缩调节器范围内的轨道刚度应均匀，并与其两端轨道刚度一致。

5 钢轨伸缩调节器的布置应符合下列规定：

1) 钢轨伸缩调节器应设置在直线地段。

2) 钢轨伸缩调节器不应设置在不同轨下构筑物 and 轨道结构过渡段范围内。

3) 钢轨伸缩调节器基本轨始端和尖轨跟端焊接接头距离

梁缝、钢梁横梁、支座中心不应小于2 m。

8.0.6 钢轨应采用工厂化闪光焊焊接，工厂化焊接长轨条长度不宜小于500 m。现场钢轨焊接应采用闪光焊，道岔内及道岔两端与区间线路钢轨的锁定焊可采用铝热焊。焊接接头质量应符合相关标准的规定。

8.0.7 无缝线路设计除应符合本规范外，还应符合《铁路无缝线路设计规范》TB 10015的相关规定。

9 有 缝 线 路

9.0.1 有缝线路钢轨接头应采用相对式。曲线地段外股应使用标准长度钢轨，内股应使用厂制缩短轨调整钢轨接头位置。两股钢轨接头相对偏差直线不应大于40 mm，曲线不应大于40mm 加缩短量的1/2。

9.0.2 有缝线路轨道钢轨接头螺栓扭矩应符合表9.0.2的规定。

表9.0.2 有缝线路轨道钢轨接头螺栓扭矩标准

项 目	单位	2 5 m 钢 轨				12. 5m钢轨	
		最高、最低轨温差>85℃		最高、最低轨温差≤85℃			
钢轨	kg/m	60及以上	50	60及以上	50	60	50
螺栓等级	—	10. 9	10. 9	10. 9	10. 9	10. 9	10. 9
扭矩	N · m	700	600	500	400	500	400
C值	mm	6		4		2	

注：1 表中“C值”为接头阻力及道床阻力限制钢轨自由伸缩的数值。

2 高强度绝缘接头螺栓扭矩不小于700N·m。

9.0.3 有缝线路轨道设计时钢轨接头轨缝宜按8mm 取值。铺设钢轨时的预留轨缝值，应根据钢轨长度与钢轨温度按式(9.0.3—1)计算。

$$a_0 = aL(T_{\max} - t) - C \quad (9.0.3-1)$$

式中 a_0 — 铺设钢轨时的预留轨缝值(mm);

a — 钢轨钢线膨胀系数，取 $11.8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$;

L ——钢轨长度(mm);

T_{\max} ——当地历史最高轨温($^{\circ}\text{C}$);

t ——钢轨铺设时的温度($^{\circ}\text{C}$);

C——钢轨接头阻力和道床纵向阻力限制钢轨自由伸缩的数值(mm)，其值应按本规范第9.0.2条选用，并应满足下式要求：

$$C \geq \frac{\alpha L (T_{\max} - T_{\min}) - a_g}{2} \quad (9.0.3-2)$$

T_{\max} ——当地历史最低轨温(℃)；

a_g ——构造轨缝，采用18mm。

9.0.4 轨缝应均匀设置，25 m 钢轨地段每千米轨缝总偏差不得大于80 mm。钢轨绝缘接头轨缝不得小于6 mm。

9.0.5 采用不同类型钢轨铺设无缝线路轨道时，同一类型钢轨设计长度不宜小于200 m。

9.0.6 下列位置不应有钢轨接头，特殊困难时，应将钢轨接头焊接、胶接或冻结：

- 1 明桥面小桥的全桥范围内。
- 2 桥梁端部、拱桥温度伸缩缝和拱顶等处前后2 m 范围内。
- 3 设有钢轨伸缩调节器钢梁的温度跨度范围内。
- 4 钢梁的横梁顶上。
- 5 道口范围内。

10 轨道附属设施及常备材料

10.0.1 曲线地段轨距杆或轨撑设置应符合下列规定：

1 正线电力牵引区段曲线半径小于或等于600 m 和其他牵引区段半径小于或等于350 m 地段，应按表10.0.1的规定设置轨距杆或轨撑；站线可不设轨距杆或轨撑。

表10.0.1 轨距杆或轨撑设置数量

曲线半径 (m)	轨距杆(根)		轨撑(对)	
	2 5 m 轨	12. 5m轨	25 m轨	12. 5m轨
$R \leq 350$	10	5	14	7
$350 < R \leq 450$	10	5	10	5
$450 < R \leq 600$	6~10	3~5	6~10	3~5

2 轨道电路区段轨距杆应采用绝缘轨距杆。

10.0.2 护轨设置应符合下列规定：

1 护轨设置条件应符合《铁路桥涵设计规范》TB 10002 和《铁路路基支挡结构设计规范》TB10025 的规定。

2 护轨应采用与基本轨同类型或低一级的钢轨。钢桥明桥面上护轨应采用与基本轨同类型的钢轨，混合桥上明桥面护轨可采用比基本轨低一级的钢轨。

3 护轨可采用再用轨。

4 护轨与基本轨头部间净距应符合下列规定：

1) 有砟桥上和路肩挡土墙地段，其净距应为500 mm。

2) 钢梁明桥面上，其净距应为220 mm。

3) 混合桥上明桥面长度等于或小于50m 时，其净距在明桥面与有砟桥面上均应为500 mm; 明桥面长度大于50 m

时,在明桥面和有砟桥面上各自采用自身的净距,并在明桥面上采用不大于1.5%的斜率完成间距变化的过渡。

5 护轨顶面不应高于基本轨顶面5 mm,也不应低于基本轨顶面25 mm。

6 桥梁上护轨伸出桥台挡砟墙以外不应小于6m,路肩挡土墙地段护轨应向两端各延长5 m,护轨弯曲交会于线路中心。弯轨部分沿线路中心线长度不应小于1.9 m,梭头尖端超出台尾的长度不应小于2 m,其顶部应切成不陡于1:1的斜面并联结密贴,梭头尖端悬出轨枕的长度不应大于5 mm。

7 桥上铺设护轨地段设置应答器时应满足相关要求。

10.0.3 线路及信号标志应符合下列规定:

1 铁路线路安全保护区标志、铁路线路安全保护标志及警示标志的设置,应符合相关标准的规定。

2 线路标志(用地界标、位移观测桩除外)应设在线路计算里程方向的左侧,双线区段需另设标志时,应设在列车运行方向的左侧,增建第二线的线路标志可比照双线区段设置。

3 区间线路标志(用地界标、位移观测桩除外)、信号标志(警冲标除外)应设在距线路中心不小于3.1m处;不超过钢轨顶面的标志,可设在距钢轨头部外侧不小于1.35m处。用地界标应设在铁路两侧用地界上,直线每200 m、曲线上每50m及地界转角处应各设一个。

4 信号标志(警冲标除外)应设在列车运行方向左侧。

10.0.4 有砟轨道地段线路基桩设置应符合下列规定:

1 相邻线路基桩的距离,直线地段宜为100 m~200m,曲线地段宜为20 m,曲线上的直缓、缓圆、曲中、圆缓、缓直点和道岔中心、变坡点、竖曲线起终点均应增设一个。

2 线路基桩应设置在列车运行方向左侧的路肩上,距钢轨头部外侧的距离不得小于2.5m。

3. 线路基桩的测设精度应与线路的测量精度相同。

4 设有轨道控制网(CPIII) 的地段可不另设线路基桩。

10.0.5 轨道常备材料种类及数量应满足故障抢修需要, 根据资源共享原则可按表10.0.5—1和表10.0.5—2配置。特殊环境(如高海拔、严寒地区等)及特殊的备品备件等可根据项目特点和需要配置。

表10.0.5—1正线轨道常备材料数量表

材料名称		常备数量
钢轨	25 m 无孔 轨	每工区6根
	6m有孔短轨	每工区2根
6.25有孔胶接绝缘轨		每工区2根
现场胶接绝缘夹板及绝缘材料		每工区2套
接头夹板		每工区24块
接头螺栓及垫圈		每工区36套
断轨急救器		每工区6套, 每套含急救器6个、撇包夹板1对
绝缘轨距杆		每工区50套
有砟轨道	轨枕(桥枕单列)	每千米2根
	电容枕	每工区4根
	扣件及其垫板	每千米5套
无砟轨道	I、III型轨道板	标准长度每车间2块 非标准长度每种型号每车间1块
	II 型轨道板	标准长度毛坯板每车间5块
	双块式轨枕、长轨枕	每车间50根
	弹性支承块	每车间100块
	扣件及其垫板	每千米5套
轨道 过渡段	过渡段辅助轨扣件及垫板	双线每处5套
	过渡段基本轨扣件及垫板	双线每处5套
	过渡段轨枕	双线每处2根

续表10.0.5—1

材料名称		常备数量
钢轨伸缩调节器	整组	每车间1~100组备1组
	轨枕	每种型号每铁路局每1~100组备1组
	尖轨(含配套扣配件)	每种型号每车间每1~20组备1对
	基本轨(含配套扣配件)	每种型号每车间每1~20组备1对
道岔	正线主型道岔 (含配件及岔枕)	每种型号每铁路局每1~100组备2组, 其中左、右开各1组
	其他型号道岔	每种型号全线备1组
	岔枕	每种型号每铁路局每1~100组备2组, 其中左、右开各1组
	道岔紧固器	按道岔型号和数量配备(每站每组18号道岔3个, 每站每组42号道岔5个, 每组12号道岔3个, 其他类型道岔根据需要配置)

注: 无绝缘轨道电路区段, 胶接绝缘数量可适当减少。

表10.0.5—2站线轨道常备材料

材料名称		常备数量
钢轨	25m钢轨	每2千米1根
	12.5m及以下钢轨 (包括缩短轨备用数量)	每千米1根
接头夹板		每千米2套
接头螺栓及垫圈		每千米2套
有砟轨道	轨枕	每千米1根
	扣件	每千米2套
无砟轨道	无砟轨道轨枕	每千米5根
	扣件	每千米5套
胶垫		每千米2套
异型钢轨		每种每1~50根备1根

续表10.0.5—2

材料名称	常备数量
道岔	单开道岔每1~100组备2组,其中左、右开各1组;交分道岔、菱形交叉或特殊类型道岔每种每1~50组备1组
岔枕	每1~100组备1组

注:1 改建时站线轨道常用材料,新增钢轨、异型钢轨、配件、轨枕、交分道岔、菱形交叉或特殊类型道岔应按表10.0.5—2规定配置;新增单开道岔每种每30~100组备1组(含岔枕),新增型号者每种备1组;不足30组一般不备,但增加新型号者每种备1组。其中基本轨、尖轨、辙叉等常备材料,新建车站按每站新增道岔每种型号每1~20组备用辙叉1个,尖轨1对,基本轨1对;改建、扩建车站按每站新增道岔数量计算,每新增30组备用辙叉1个,尖轨1对,基本轨1对。

2 • 减速顶常备材料应按安装顶数的10%配置。

本规范用词说明

执行本规范条文时，对于要求严格程度的用词说明如下，以便在执行中区别对待。

(1) 表示很严格，非这样作不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

(2) 表示严格，在正常情况下均应这样作的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

(3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样作的用词：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

(4) 表示有选择，在一定条件下可以这样作的，采用“可”。

《铁路轨道设计规范》 条文说明

本条文说明系对重点条文的编制依据、存在的问题以及在执行中应注意的事项等予以说明，不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。为了减少篇幅，只列条文号，未抄录原条文。

1.0.2 2005年4月实施的《铁路轨道设计规范》TB 10082—2005 (以下简称“原规范”)规定的适用范围为客货列车共线运行、旅客列车设计速度等于或小于160 km/h、货物列车设计速度等于或小于120 km/h 的 I、II 级标准轨距铁路的轨道设计。本次修订将适用范围调整为适用于标准轨距高速铁路、城际铁路、客货共线I 和 II 级铁路、重载铁路的轨道设计。本规范中，高速铁路指设计速度为250 km/h~350 km/h、运行动车组列车的标准轨距客运专线铁路，设计速度分为250 km/h、300 km/h、350 km/h 三级；城际铁路指专门服务于相邻城市间或城市群，设计速度200 km/h 及以下，仅运行动车组列车的标准轨距客运专线铁路，设计速度分为200 km/h、160 km/h、120 km/h 三级；客货共线铁路指客货列车共线运行，旅客列车设计速度200 km/h 及以下、货物列车设计速度120 km/h 及以下、轴重25 t 及以下的I 级和 II 级铁路；重载铁路指满足列车牵引质量8000 t 及以上、轴重为27 t 及以上、在至少150 km线路区段上年运量大于4-000万 t 三项条件中两项的铁路。

本规范是按照我国铁路网中高速铁路、城际铁路、客货共线铁

路、重载铁路的1435 mm 标准轨距铁路常用机车、车辆(动车组)、信联闭设备、机车车辆限界和建筑限界、运输性质和运营特点编制的,故本规范只适用于铁路网中1435 mm 标准轨距的铁路轨道设计。与原规范相比,适用范围主要变化如下:

1. 增加了高速铁路、城际铁路轨道设计内容

高速铁路与城际铁路共同构筑我国的客运专线网。目前我国已建成京沪、京广、沪昆、郑西、哈大、兰新、郑徐等高速铁路,以及珠三角、武汉城市圈等城际铁路,积累了丰富的建设经验。在全面总结高速铁路和城际铁路的基础上,国家铁路局先后发布了《高速铁路设计规范》TB10621、《城际铁路设计规范》TB 10623,为完善轨道工程设计内容,本规范适时纳入了高速铁路和城际铁路的轨道设计内容。

2. 修订了客货共线铁路轨道设计内容

随着向莆等一批新建200km/h 客货共线铁路陆续开通运营,我国在200 km/h 客货共线铁路的设计、建设和运营管理等方面取得了丰富经验,并发布了《新建时速200公里客货共线铁路设计暂行规定》。本规范总结了我国200 km/h 客货共线铁路轨道设计、施工及养护维修的研究成果和实践经验,在原规范的基础上增加了200 km/h 客货共线铁路轨道设计标准、平顺度标准、轨道部件要求等相关内容。

20世纪90年代以来,我国铁路货运异常紧张,许多繁忙干线的线路运输能力已达到饱和,中国铁路用仅占世界6%的里程,完成了世界铁路货运25%的换算周转量,是世界上最繁忙的铁路。为适应运输发展需求,中国铁路通过内部挖潜、扩大内涵再生产和新建线路等措施逐步扩充路网能力。长期以来我国货物列车轴重21t,难以满足日益增长的运输需求。

近10年来我国铁路货车技术发展取得长足的进步,实现了轴重与速度的同步提升。

(1)研制了轴重23 t、载重70 t 级通用货车,实现了货车由轴

重21 t(载重60 t)向轴重23 t(载重70 t)的全面升级,达到了时速120 km、轴重23 t、载重70 t、列车牵引编组5000 t~10000 t四大技术指标同步集成。目前全国轴重23 t、载重70 t级货车保有量超过9万辆,大幅提升了运输能力。

(2)研制了轴重25 t、载重80 t(C80 型铝合金、C80A 型全钢、C80B 型不锈钢、C80C 型凹底)运煤专用敞车,满足大秦线开行2 万t 重载列车的需要,使大秦线的年运量由1亿t 提高到4亿t。

(3)开行轴重25 t、载重78 t、运营速度120 km/h 的双层集装箱车专列,与单层集装箱列车相比装箱能力提高了40%以上。到2009年,全国有61.3万辆货车满足120 km/h 提速要求,占全路货车总保有量的83%,轴重25 t、载重80 t级运煤专用货车达到28万辆。

为了在大秦线、大包线、朔黄线开行25 t 轴重货物列车,系统验证各种线路条件对25 t 轴重货车的适应性,原铁道部组织开展了大量的运营试验和科学研究,在胶济线、京秦线、遂渝线及陇海线等进行了大规模的线路综合性试验,试验包括线路、轨道、桥梁、隧道结构的适应性及加固技术。

为研究25 t 轴重货车对钢轨焊接接头的动力作用影响,2006年7月在胶济线K68+200~K68+550 进行了25t 轴重货车作用下钢轨焊接接头加速度和垂向力的测试,试验列车为120 km/h 双层集装箱货物列车,货车轴重为25 t,牵引机车为SS7E 电力机车,轴重为21t。轨道结构为60 kg/m 钢轨无缝线路、弹条Ⅱ型扣件、Ⅲ型混凝土轨枕、Ⅰ级道砟、道床厚度40 cm~60 cm,轨道状态良好、路基无病害。测试结果表明:(1)在运行速度为120 km/h 时,25 t 轴重货车比21 t 轴重机车对焊接接头造成的钢轨垂向力增大17%~18%,加速度增大12%~17%。(2)25 t 轴重货车速度由80 km/h 提高到120 km/h 时,钢轨焊接接头垂向力增大10%~15%,加速度增大最大值达94%。

铁路大轴重货车运输对轨道结构影响是一项复杂的技术和经

济问题，涉及轴重与轨道结构的匹配关系、合理的维修体制及周期、全寿命周期成本及经济效益等一系列问题。大量试验结果表明，既有线钢轨基本适应开行轴重不大于25 t 货物列车的要求，轨枕和扣件需采用Ⅲ型混凝土轨枕及配套扣件；道床应采用一级碎石道砟，双层道床，底砟厚度20 cm，面砟厚度30 cm；基于实验研究及运营经验，本规范客货共线铁路轴重的适用范围调整为小于或等于25 t。

3. 增加了重载铁路轨道设计内容

重载铁路因其运能大、效率高、运输成本低而受到世界各国的广泛重视，尤其在一些幅员辽阔、资源丰富、煤炭和矿石等大宗货物运量占比较重的国家，如美国、加拿大、巴西、澳大利亚、南非等国。

我国于1984年，以丰沙大线作为试点，在大秦线进行了双机牵引7400 t 的重载组合列车试验。1985年为扩大开行重载组合列车的范围，又在沈山线、石太线、石德线、津浦线等线路相继开通了7000 t~8000 t 的重载组合列车。1985年至1992年，我国修建了大同至秦皇岛双线电气化运煤专线，1997年完成了1亿t 配套工程，2006年3月大秦线开行了2万t 重载组合列车，年运量从2002年的1亿t 飞跃到2007年的3亿t，目前大秦线年运量已突破4 亿t。

朔黄铁路是我国西煤东运第二大通道，设计年输送能力远期为4.5亿t。2000年5月朔黄铁路正式开通运营，2006年累计煤炭外运首次突破1亿t，2007 年10月神池南至黄骅港上行线全部更换为75 kg/m 无缝线路，运输能力得到大幅度提升，2009年10月首列万吨列车正式开行，2013年运量已突破2亿t，2014 年 9月30 t 轴重2.5万t 重载列车在朔黄铁路开行，运输能力进一步提升。

山西中南部铁路通道是我国大能力运煤通道工程，是世界上第一条按30 t 轴重标准建设的重载铁路，设计货运能力每年2亿t。

针对本线的特点开展了《山西中南部铁路通道工程建设关键技术研究— 30 t 轴重重载铁路隧道内无砟轨道关键技术研究》等专项研究课题，确定了30 t 轴重重载铁路有砟轨道、无砟轨道结构形式和技术标准，研制了有砟轨道有挡肩IVa 型轨枕及配套弹条VI 型扣件、有砟轨道无挡肩IVb 型轨枕及配套弹条VII型扣件、弹性支承块式无砟轨道及配套弹条VII型扣件、长枕埋入式无砟轨道及配套 WJ-12 型扣件等轨道部件，编制了山西中南部铁路通道30 t 轴重重载铁路的系列技术条件及技术要求。该线已于2014年12月正式通车运营。

规范总结了大秦铁路、朔黄铁路及山西中南部铁路等重载铁路设计、建设、运营经验和科研试验成果，纳入了重载铁路轨道设计内容，体现了重载铁路轴重大、牵引质量大、运量大的特点。

1.0.4 轨道是铁路运输的主要技术设备之一，轨道结构主要由钢轨、扣件、轨枕(轨道板)及道床等组成，其作用是引导机车车辆运行，直接承受由车轮传来的荷载，并把它传布给路基或桥隧构筑物。铁路轨道结构应具有合理的刚度，足够的强度、稳定性、耐久性和良好的几何形位保持能力，以保证列车按规定的速度安全、平稳运行。

少维修是指轨道结构设计需考虑设备状态劣化，减少维修工作量和成本，当轨道设备发生故障时应易维修，且能及时恢复功能。

轨道部件合理匹配是指轨道结构各部件受力合理，部件结构强度得以充分发挥，轨道质量状态基本一致、整体刚度趋于一致，在使用周期内达到均匀损耗，部件使用更经济。轨道部件标准化、通用化措施可确保轨道部件匹配合理，保障质量，降低成本，且有利于养护维修。

1.0.7 现行国家标准《标准轨距铁路建筑限界》GB 146.2是对铁路建筑物和设备几何尺寸的限制，要求铁路一切建筑物和设备在任何情况下均不能侵入建筑限界，否则将危及行车安全和作业人

员的人身安全。

1.0.8 控制铁路沿线振动噪声污染，是铁路环境友好性的保障，也是我国大规模铁路网，特别是高速铁路网建设和运营条件下构建和谐社会的重要技术保障。当经过沿线城市人口密集区、医院、学校等环境敏感点时，列车产生的轮轨振动和噪声影响人们的生活、学习和工作。轨道结构设计需与其他专业密切配合，坚持合理规划、科学设计、防治结合的原则，采取有效的减振降噪措施，以满足沿线敏感点的环境保护要求。近年来随着环保意识的加强，轨道减振降噪技术也得到迅速发展，弹性轨枕、弹性支承块式无砟轨道、无砟轨道隔振垫、阻尼钢轨等技术在多个铁路项目的轨道减振降噪设计中得到应用，取得了良好的应用效果。

3.1.1 有缝线路钢轨接头处夹板的竖向刚度相对于钢轨竖向刚度较小，我国50 kg/m 钢轨接头夹板的竖向刚度为钢轨竖向刚度的27.6%，60 kg/m 钢轨接头夹板的竖向刚度为钢轨竖向刚度的32.6%。车轮经过钢轨接头时，轮轨接触在该处间断，钢轨的弹性挠曲在该处呈折线形，轨道发生强迫振动，并产生附加冲击作用，对线路设备、机车车辆的使用寿命、旅客的舒适度、能源的消耗等产生不良影响。

20世纪50年代以来，我国铁路相关单位开展了一系列的无缝线路理论研究、模型试验及现场测试，形成了一套具有中国特色的无缝线路设计理论体系、施工工法、管理和维修标准体系，并成功研制出了具有自主知识产权的小阻力扣件、胶接绝缘接头、钢轨伸缩调节器、无缝道岔等轨道部件。截至目前我国已经成功地在大跨度桥梁、小半径曲线、大坡道地段及寒冷地区铺设了无缝线路。进入21世纪以来，我国新建高速铁路、城际铁路及客货共线Ⅰ级和Ⅱ级铁路已基本实现了一次铺设跨区间无缝线路。2013年发布实施的《铁路无缝线路设计规范》TB10015，标志着我国铁路无缝线路应用技术已发展成熟。因此本规范立足于我国实际情况，规定铁路正线应按跨区间无缝线路设计。

对于重载铁路，由于轴重大、运量大，就目前的道岔结构而言，道岔部件更换相对较为频繁，因此，运营部门一般倾向于铺设区间无缝线路。设计时，可根据线路年通过总质量并结合重载道岔的技术发展现状，合理选择跨区间无缝线路或区间无缝线路。

3.1.2 有砟轨道和无砟轨道是铁路轨道结构的两种基本形式。有砟轨道具有结构简单、铺设容易、维修方便和弹性良好的特点，且造价相对较低，但在高速行车条件下有可能产生道砟飞溅，轨道稳定性和几何形位保持能力相对较差。无砟轨道整体性强，纵、横向稳定性较好，平顺性高，养护维修工作量相对较小，但刚度较大，弹性较差，造价比有砟轨道高。

《高速铁路设计规范》TB 10621—2014、《城际铁路设计规范》TB 10623—2014、《重载铁路设计规范》TB 10625—2017 中已明确规定轨道结构类型的选择原则，本条只具体规定客货共线铁路轨道结构选型，对于高速铁路、城际铁路和重载铁路应满足相关设计规范的要求。

在隧道区段，由于受隧道净空条件限制，采用有砟轨道时，部分大型养路机械工作受限，从减少隧道内轨道维修工作量，提高线路平顺性等方面综合考虑，在长度超过1 km 的隧道及隧道群地段，宜采用无砟轨道。

线下基础的稳定是铺设无砟轨道的前提条件，由于在活动断裂带、地面严重沉降区、冻结深度较大且地下水位较高的季节冻土区及深厚层软土等区域变形不易控制，难以保证线下基础稳定性，而无砟轨道结构自身调整能力有限，一旦受损，维修不便，且影响运营，因此上述地段宜采用有砟轨道。

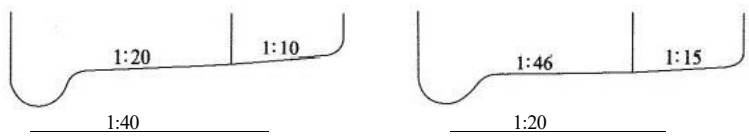
有砟轨道要采用大型养路机械作业，考虑大型养路机械作业的连续性，同时为减少有砟、无砟轨道之间的频繁过渡，故同种类型的轨道结构应集中成段铺设。

3.1.3 目前，国内重载铁路及个别客货共线铁路轻、重车方向的列车轴重和年通过总质量有显著差别，为合理确定技术标准、降低

工程投资，设计中需按轻、重车方向分别确定轨道技术标准。

3.1.4 无砟轨道主体结构设计使用年限主要针对难以修复和更换的混凝土结构，如轨道板、支承层、底座、凸形挡台等。

3.1.5 钢轨的轨底坡是在扣件铁垫板或轨枕(轨道板)承轨槽上设置，它是轮轨关系中轨道受力计算和轨道部件设计的一项重要参数。由于车轮踏面与钢轨顶面主要接触部分为斜坡，设置轨底坡可使车轮压力集中于钢轨的中轴线上，减小载荷偏心距，降低轨腰应力，避免轨头与轨腰连接处发生纵裂；增加了轮轨之间的接触面积，减小了接触应力；从运行效果上还可以减轻列车的蛇行运动。世界各国铁路钢轨的轨底坡大致分两种：一种为1:40,如我国、日本(见说明图3.1.5—1)；另一种为1:20,如法国、德国等一些欧洲国家铁路(见说明图3.1.5—2)。轨底坡与轮缘踏面坡度相匹配，才能使轮轨受力更趋于合理，同时对钢轨的磨耗也会有利。我国车辆轮缘踏面为1:20至1:10,其对应轨底坡以1:40为宜。长期运营实践表明，1:40轨底坡能够较好地与我国车辆轮缘踏面适应。



说明图3.1.5—1 中国、日本轮缘踏面 说明图3.1.5—2 德国、法国轮缘踏面
及轨底坡 及轨底坡

3.1.6 水是轨道结构和线下基础发生病害、影响轨道结构耐久性的主要根源之一，为确保无砟轨道结构和线下基础的耐久性，需根据不同轨道的结构特点结合线下基础和环境条件合理设置防排水系统。

3.1.7 由于路基与桥梁(涵洞)、路基与隧道、桥梁与隧道的刚度、变形相差较大，线下基础刚度、变形不均匀将影响行车舒适性，增加养护维修工作量，并将降低道岔的使用寿命。因此本条规定道

岔不应设置在路堤与桥台连接处；时速200 km 及以上铁路，正线道岔不应跨越梁缝，不宜设在路桥(涵)、路隧、桥隧等过渡段上。时速200 km 以下铁路，轮轨冲击作用相对较小，困难条件下经技术经济比较后确定。

3.2.1 机车车辆在曲线上行驶时，由于离心力作用，将机车车辆推向外股钢轨，一方面加大了对外股钢轨的压力，另一方面使旅客感觉不适，离心力过大还将影响行车安全。为抵消离心力的作用，需要将曲线外轨抬高，即设置超高。

超高设置的基本要求是：保证内外两股钢轨受力均匀；保证旅客有一定的舒适度；保证行车平稳和安全。在满足前两项要求的前提下，第三项要求自然满足。

1. 保证两股钢轨均匀受力

离心力的计算公式为

$$J = \frac{GV^2}{gR} \quad (\text{说明3.2.1—1})$$

式中 J ——离心力(N)；

V ——列车运行速度(m/s)；

G ——车辆重力(N)；

g ——重力加速度， g 取 9.8m/s^2 ；

R ——曲线半径(m)。

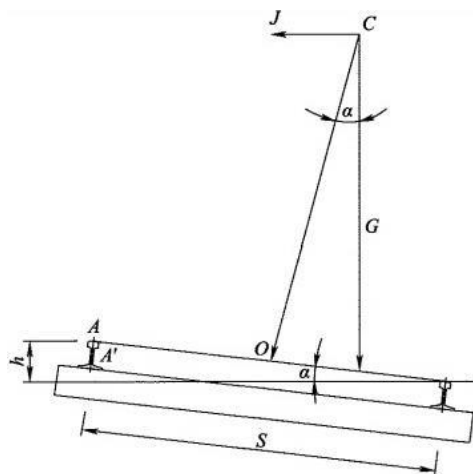
如说明图3.2.1—1所示，为平衡离心力而设置超高，离心力 J 与车辆重力 G 的合力作用于轨道中心 O 点，从而使两股钢轨所受压力相等。

在说明图3.2.1—1中， J 与 G 的合力作用于 O 点时，相应的超高为 h ， S 为两股钢轨支承点间距离，则

$$\sin\alpha = \frac{h}{S}, \tan\alpha = \frac{J}{G} \quad (\text{说明3.2.1—2})$$

因 α 甚小， $\sin\alpha \approx \tan\alpha$ ，故

$$h = \frac{S \cdot J}{G} = \frac{S}{G} \cdot \frac{G \cdot V^2}{gR} = \frac{SV^2}{gR} \quad (\text{说明3.2.1—3})$$



说明图3.2.1—1 超高分析图

将 $g=9.8\text{m/s}^2$, $S=1500$ mm (约为两股钢轨中心距离) 代入上式, 并将速度的单位由 m/s 换算为 km/h , 则计算超高的理论公式为

$$h = \frac{1\,500}{9.8R} \cdot \left(\frac{1}{3.6}\right)^2 = \frac{11.8V^2}{R} \quad (\text{说明3.2.1—4})$$

列车速度是影响曲线超高设置的关键因素, 曲线超高设置要同时兼顾不同速度列车的舒适性要求, 还要考虑曲线左右股钢轨偏载造成的钢轨不均匀磨耗。新建高速铁路、城际铁路曲线超高设置应根据通过曲线的最高、最低列车速度, 优先考虑本线直通列车的旅客舒适度要求, 兼顾低于本线运行速度的跨线列车和中间站进出站列车的旅客舒适度要求; 新建客货共线铁路曲线超高设置应根据通过曲线的客、货列车运行速度, 综合考虑旅客舒适性和货物列车对钢轨磨耗的影响; 新建重载铁路曲线超高设置应根据通过曲线的客、货列车运行速度, 优先考虑货物列车对钢轨磨耗的影响, 兼顾旅客舒适度要求。

改建铁路可根据每昼夜各类列车次数、列车质量和实测列车

速度，计算确定均方根速度，曲线超高应按均方根速度进行计算并设置。均方根速度(km/h)按下式计算：

$$V_j = \sqrt{\frac{\sum N_i Q_i V_i^2}{\sum N_i Q_i}} \quad (\text{说明3.2.1—5})$$

式中 N_i ——一昼夜各类列车次数(列/d)；

Q ——各类列车质量(t)；

V_i ——实测各类列车速度(km/h)。

车站两端曲线应根据实际运营车型的特性曲线，模拟计算通过列车和进出站列车的运行速度，确定通过圆曲线的最高、最低列车速度，检算和调整曲线设计超高。

2. 保证旅客舒适度

所有列车是以各种不同的速度通过曲线的，所设置的超高不可能适应每一列列车，使所产生的离心力完全得到平衡，因而对每一列列车而言，普遍存在着过超高或欠超高的现象。过超高时产生未被平衡向心加速度，欠超高时产生未被平衡离心加速度。

(1) 未被平衡超高与未被平衡加速度

由超高表达式可以看出，当通过曲线的列车速度为 V 时，该曲线应设置的超高 h 与列车通过曲线时所产生的离心加速度 $a = \frac{V^2}{R}$ 乘一常数153相等，即

$$h = 153a, \quad a = \frac{h}{153} \approx \frac{1}{150}h \quad (\text{说明3.2.1—6})$$

由上式得知，当 $h = 150 \text{ mm}$ 时， $a = 1 \text{ m/s}^2$ 。即大约150 mm的超高与列车通过曲线时产生 1.0 m/s^2 的离心加速度相平衡，亦即每15 mm的欠或过超高相当于存在未被平衡离心或向心加速度 0.1 m/s^2 。

上述分析是在假设列车为一刚体质点的条件下进行的，没有考虑机车车辆的弹簧装置对未被平衡加速度的附加作用。实际上，当存在过超高，列车通过曲线时，车辆内侧弹簧被压缩，相当于

增大了未被平衡向心加速度；当存在欠超高时车体外侧弹簧压缩，相当于增大了未被平衡离心加速度。所以，实际的未被平衡加速度 a_k 为

$$a_k = (1+k)a \quad (\text{说明3.2.1—6})$$

式中， k 为弹簧系数，经测试，一般取为0.2左右。

(2) 未被平衡超高与旅客舒适度

“旅客舒适度”广义是指车辆里旅客在生理上和心理上感知的舒适程度，它与车辆运动状态、车厢内外环境、座位条件和旅客的身体素质等有关。而未被平衡超高的影响，是与车辆运动状态有关的主要一项。根据一些试验，感觉舒适程度因人而异，未被平衡欠超高与舒适度的关系，大致如说明表3.2.1—1。

说明表3.2.1—1 未被平衡的超高与舒适性的关系

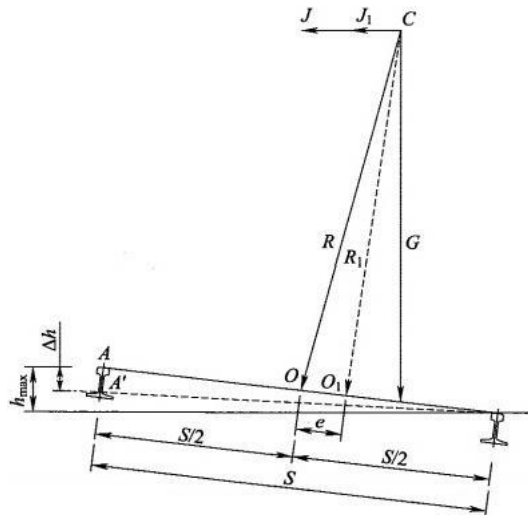
未被平衡超高(mm)	未被平衡加速度 (m/s^2)	多数旅客的舒适程度
60	0.40	无感觉
75	0.50	有感觉，能适应
90	0.60	感觉有横向力，比较容易克服
110	0.73	明显感觉有横向力，尚能克服
130	0.87	感觉有较大横向力，需保持平衡，行走困难
150	1.00	感觉有很大横向力，站立不稳，不能行走

实验研究表明，人体能长时间承受横向加速度的极限值为 $1.0m/s^2$ 。因此，建议舒适性允许的最大未被平衡超高 Δh_{max} 取 150 mm。

3. 保证行车安全性

在曲线上设置的最大超高必须有所限制。如设置的超高过大，当列车以低速运行时，会产生过大的未被平衡向心加速度，列车的重量偏压在里股钢轨上，会加剧里股钢轨的磨耗和压宽。如在曲线上停车，车体向内侧倾斜量也大，易滚易滑的货车可能产生位移，以致造成偏载，对行车安全不利，极端情况下可能造

成列车的倾覆。



说明图3.2.1—2 外轨最大超高分析图

设曲线外轨最大超高值为 h_{\max} ,与之相适应的行车速度为 V ,产生的离心力为 J ,车辆的重力为 G , J 与 G 的合力为 R ,它通过轨道中心点 O ,如说明图3.2.1—2所示。当某一车辆以 $V_1 < V$ 的速度通过该曲线时,相应的离心力为 J_1 , J_1 与 G 的合力为 R_1 ,其与轨面连线的交点为 O_1 ,偏离轨道中心距离为 e ,随着 e 值的增大,车辆在曲线运行的稳定性降低,其稳定程度可采用稳定系数 n 表示。

令
$$n = \frac{S}{2e} \quad (\text{说明3.2.1—8})$$

当 $n=1$, 即 $e = \frac{S}{2}$ 时, R_1 指向内轨断面中心线, 属于临界状态;

当 $n < 1$, 即 $e > \frac{S}{2}$ 时, 车辆丧失稳定而倾覆;

当 $n > 1$, 即 $e < \frac{S}{2}$ 时, 车辆处于稳定状态。 n 值愈大, 稳定性愈好。

由以上分析可知, e 值与未被平衡超高 Δh 存在一定的关系, 由说明图 3.2.1—2 可知过超高三角形 $\triangle BAA'$ 与力三角形 $\triangle COO_1$ 有以下近似关系:

$$\frac{OO_1}{OC} = \frac{AA'}{S}$$

设车辆重心至轨面的高度为 H , 则上式可变换为

$$e = \frac{H}{S} \Delta h \quad (\text{说明 3.2.1—9})$$

式中 e ——合力偏心距;

H ——车体重心至轨顶面高, 货车为 2220 mm (25 t 轴重的 C80、C80H 重车重心高 1997 mm, C80A、C80AH 重车重心高 2000 mm; C80B、C80BH 重车重心 2126 mm), 客车为 2057.5 mm, 动车组约 1800 mm;

Δh ——未被平衡超高值;

S ——两轨头中心线距离。

将式 (说明 3.2.1—8) 代入式 (说明 3.2.1—8), 得

$$n = \frac{S^2}{2H \cdot \Delta h} \quad (\text{说明 3.2.1—10})$$

一般情况下, 为保证行车安全, n 值不应小于 3。当列车在曲线上停车时, 其外轨超高全是过超高, 在这种情况下应使稳定系数 $n \geq 3$, 求得容许设置的最大超高。将 $n=3$, $S=1500$ mm, $H=2220$ mm 代入式 (说明 3.2.1—10), 得 $h_{\max}=169$ mm; 将 $n=3$, $S=1500$ mm, $H=2057.5$ mm 代入式 (说明 3.2.1—10), 得 $h_{\max}=182$ mm; 将 $n=3$, $S=1500$ mm, $H=1800$ mm 代入式 (说明 3.2.1—10), 得 $h_{\max}=208$ mm。

3.2.2 根据超高设计计算公式, 最大超高限值与列车的重心高度有关, 重心越高超高限值越小。在客货共线的铁路上, 应主要考虑

满足货车的最大超高限值。由于还存在其他因素，如风力、车辆不良等，为保证列车运营安全，最大超高限值还应将超高保留一定的安全裕量。

2004年我国开行首列双层集装箱列车，双层集装箱列车较之普通货车重心高，需要对曲线最大超高进行验证。《铁路双层集装箱运输管理办法》铁运〔2007〕125号中规定：“每车集装箱和货物总重不得超高78 t, 重车重心高不得超高2400 mm”。根据式(说明3.2.1—10), 可计算双层集装箱货车对应的最大超高，此时 $n=3$, $S=1500$ mm, $H=2400$ mm, $h_{\max}=156$ mm。开行双层集装箱货车线路按150 mm 设置最大曲线超高是满足稳定性要求的，且经过了京九、京沪等铁路运营实践检验。因此，本条规定的有砟轨道最大曲线外轨超高为150 mm 对于开行双层集装箱列车的线路也是适用的。

高速铁路各种超高参数标准依据舒适度条件确定，并考虑轨道结构特点合理选用，最大设计超高允许值[h] 主要取决于列车在曲线上停车时的安全、稳定和旅客乘坐舒适度要求。根据中国铁道科学研究院1980年的试验研究，当列车停在超高为200 mm 及以上的曲线上时，部分旅客感到站立不稳，行走困难且有头晕不适之感。国外高速铁路的最大超高一般在170 mm~200 mm。

综上，全面考虑列车安全和舒适等因素条件，本规范规定有砟轨道最大设计超高值一般情况下为150 mm, 无砟轨道最大设计超高值可为175 mm。

3.2.3 在曲线外股设置一定数量的超高，需要通过一段半径渐变的曲线顺到直线上，不至于使离心力突然产生或突然消失。在一个缓和曲线上，若超高顺坡不在整个缓和曲线内完成，超高进入直线段，会引起轨道不平顺；若顺入圆曲线会引起超高不足，为此，应于整个缓和曲线范围内完成超高顺接。

在超高顺坡地段，轨道的轨面呈扭曲状态，列车通过时，不仅车辆车轮有偏载，而且车辆外轮的升降速度对旅客的舒适性有直

接影响，故对超高顺坡率需要适当控制。参考我国铁路运营经验，超高时变率要求为：高速铁路一般条件下不大于28 mm/s，在困难条件下不大于31mm/s；城际铁路一般条件下不大于28 mm/s，在困难条件下不大于35 mm/s；客货共线铁路一般条件下不大于28 mm/s,在困难条件下不大于32 mm/s；重载铁路一般条件下不大于28 mm/s，在困难条件下不大于36 mm/s。与客货共线铁路相比，城际铁路列车轴重较轻，车辆性能较好，线路状态也较好，根据《城际铁路设计规范》TB 10623,城际铁路超高时变率困难条件下可不大于35 mm/s。

顺坡长度 l 为

$$l = V_{\max} \cdot t \quad (\text{说明3.2.3—1})$$

式中 t 为车轮由 l 的一端滚至另一端所用的时间。这一时间与车轮由 $h=0$ 上升到 h 所用的时间相等，即 $t = \frac{h}{V_f}$ 。将 $t = \frac{h}{V_f}$ 代

入式(说明3.2.3—1), 则 $l = V_{\max} \cdot \frac{h}{V_f}$ ，

顺坡坡度 i 为

$$i = \frac{h}{l} = \frac{V_f}{V_{\max}} \quad (\text{说明3.2.3—2})$$

式中 l ——顺坡长度(m)；

V_{\max} ——最高行车速度(km/h)；

V ——超高时变率(m/s)；

h ——曲线超高(m)；

i ——顺坡坡度。

将 V 的单位由m/s 换算为km/h 以统一式中的单位时，则 l 与 i 的表达式应该改为

$$l = V_{\max} \cdot \frac{h}{3.6V_f} \quad (\text{说明3.2.3—3})$$

$$i = \frac{3.6V_f}{V_{\max}} \quad (\text{说明3.2.3—4})$$

$$\text{当 } V=0.028 \text{ m/s 时, } i = \frac{3.6 \times 0.028}{V_{\max}} = \frac{0.1008}{V_{\max}} \approx \frac{1}{10V_{\max}}$$

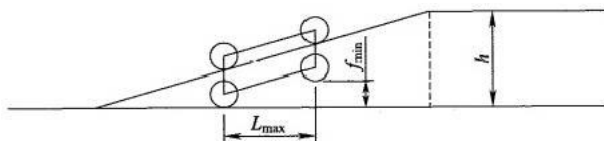
$$\text{当 } V_4=0.031 \text{ m/s 时, } i = \frac{3.6 \times 0.031}{V_{\max}} = \frac{0.1116}{V_{\max}} \approx \frac{1}{9V_{\max}}$$

$$\text{当 } V_4=0.035 \text{ m/s 时, } i = \frac{3.6 \times 0.035}{V_{\max}} = \frac{0.126}{V_{\max}} \approx \frac{1}{8V_{\max}}$$

$$\text{当 } V=0.040 \text{ m/s 时, } i = \frac{3.6 \times 0.040}{V_{\max}} = \frac{0.144}{V_{\max}} \approx \frac{1}{7V_{\max}}$$

故本条规定：曲线超高应在缓和曲线内完成，高速铁路、城际铁路、客货共线铁路、重载铁路的曲线超高顺坡率应满足表3.2.3规定。

机车车辆行驶在缓和曲线上，若不计轨道弹性和车辆弹簧作用，则转向架一端的两车轮贴着钢轨顶面；另一端的两车轮，在外轨上的车轮贴着钢轨顶面，而在内轨上的车轮是悬空的，如说明图3.2.3—1所示。



说明图3.2.3—1 转向架上四个车轮在轨道上可能形成的三点支承

为保证行车安全，应使车轮轮缘不爬越内轨顶面。设外轨超高顺坡率为 i_0 ，最大固定轴距为 L_{\max} ，则车轮离开内轨顶面的高度为 $i_0 L_{\max}$ 。当悬空高度大于轮缘最小高度 f_{\min} 时，车轮就有脱轨的危险。因此必须保证：

$$i_0 L_{\max} \leq f_{\min}$$

$$i_0 \leq \frac{f_{\min}}{L_{\max}} \quad (\text{说明3.2.3—5})$$

式中 i_0 ——外轨超高顺坡率。

根据最大固定轴距为 L_{\max} 和轮缘最小高度 f_{\min} ，最大超高顺

坡率不应大于2‰。

3.2.4 由于既有线修建的年代不同,采用的标准不一,加之列车速度的提高,有的缓和曲线长度较短,为适应行车速度需要,对改建铁路困难条件下,允许将一部分超高顺坡延伸至直线上,但考虑直线上应有的平顺性,应给予必要限制,对于顺坡至圆曲线上的应满足容许的欠超高要求。

3.2.5 最大允许未被平衡超高由以下各项条件决定:

- (1)通过曲线时的旅客舒适度;
- (2)通过曲线时,离心力及风力等使车辆向外倾覆的安全性;
- (3)养护维修的要求。

高速铁路、城际铁路为客运专线铁路,未被平衡超高考虑旅客乘坐舒适度要求分为优秀、良好、一般三个等级。客货共线铁路、重载铁路未被平衡超高需要考虑旅客乘坐舒适度和钢轨磨耗的影响,分为一般、困难两个等级。综合国内外对旅客乘车舒适度、行车安全和运营情况的调查和试验研究结果,参考《高速铁路设计规范》TB10621、《城际铁路设计规范》TB 10623、《铁路线路设计规范》GB 50090、《重载铁路设计规范》TB 10625 等规范的相关规定,根据不同铁路等级确定最大欠超高值和最大过超高值。

3.2.6 设计中要尽量采用较大半径的曲线,当既有线改建困难或站场线路中采用小半径曲线时,为使机车车辆能顺利通过小半径曲线,尽量减少轮轨间的横向水平力,减少轮轨磨耗和轨道变形,需在小半径曲线地段进行轨距加宽。

我国《铁路曲线轨距加宽》TB 1350 于1983年发布实施。当时蒸汽机车还占有很大的比重,蒸汽机车的固定轴距与车辆相差较大,对机车和车辆是按不同的内接条件即车辆转向架满足力学自由内接条件、蒸汽机车满足最小运营半径条件,确定轨距加宽值。原《铁路轨道设计规范》TB 10082—2005曲线轨距加宽值加宽的规定见说明表3.2.6—1。

说明表3.2.6—1 原规范曲线轨距加宽值

曲线半径R(m)	加宽值(mm)
$300 \leq R \leq 350$	5
$R < 300$	15

目前,我国铁路使用的机车车辆与过去已经发生很大的变化,大轴距的蒸汽机车已经不再使用,故曲线轨距加宽只需按车辆曲线通过性能的要求(即力学自由内接、最小导向力原理)进行检算,不必考虑多轴转向架的曲线通过性能。

根据原铁道部运输局《关于对〈铁路技术管理规程〉第40条进行修改的请示》(运基签〔2010〕62号),对曲线轨距加宽标准进行了修改,本次规范编制标准采用了2014年《铁路技术管理规程》(普速铁路部分)的新标准。新标准缩小了需加宽轨距的曲线半径,克服了轮对游间过大的缺点,提高了旅客列车的舒适度;根据最大线间距5m考虑,同心圆曲线半径最大差为5 m,将曲线加宽对应的半径统一为5m 的整数倍,避免了同一位置两条曲线可能出现不同的加宽值,有利于加宽值的设置,方便了技术管理;同时原来加宽值5 mm 和15 mm 两挡的基础上,增加了10 mm 一档,使加宽值合理地递增,方便了曲线钢轨磨耗后轨距的调整,有利于提高养护维修质量。既有曲线轨距加宽值不符合新标准规定时,应有计划地进行改造。表3.2.6中涉及195 m 以下小曲线半径主要适用于既有线改建困难仍沿用小半径曲线时或站场内的9号道岔中。9号道岔全长较短,可有效地缩短咽喉区长度,在站场设计中应用较为普遍。由于9号道岔的导曲线半径为180 mm,设计时需进行15 mm 轨距加宽。

3.3

轨道的静态平顺度及曲线圆顺度主要参照《铁路线路修理规则》、《高速铁路设计规范》TB 10621、《城际铁路设计规范》TB 10623、《铁路线路设计规范》GB 50090、《重载铁路设计规范》

TB 10625、原《铁路轨道设计规范》TB 10082—2005 以及EN 13231 的相关规定确定。

EN 13231中 按Ⅰ～Ⅳ 级分类规定了轨道、道岔几何尺寸静态验收标准，如说明表3. 3. 1—1、说明表3. 3. 1—2。

说明表3. 3. 1—1轨道几何尺寸静态验收公差

分 类	I	II	III	IV
速度等级 (km/h)	$V \leq 80$	$80 < V \leq 120$	$120 < V \leq 160$	$160 < V \leq 220$
轨距 (mm)	± 3	± 3	± 2	± 2
水平 (mm)	± 3	± 3	± 3	± 2
高低 (mm) (平均值—峰值) (10m弦)	± 6	± 5	± 4	± 4
高低 (mm) (峰值—峰值) (10m弦)	5	4	4	3
方向 (mm) (平均值—峰值) (10m弦)	± 5	± 4	± 4	± 3
方向 (mm) (峰值—峰值) (10m弦)	5	4	4	3
扭曲 (mm/m) (基长3m)	± 1.5	± 1	± 1	± 1

说明表3. 3. 1—2道岔几何尺寸静态验收公差

线路等级	I	II	III	IV
速度等级 (km/h)	$V \leq 80$	$80 < V \leq 120$	$120 < V \leq 160$	$160 < V \leq 220$
轨距 (mm)	± 3	± 3	± 2	± 2
水平 (mm)	± 3	± 3	± 3	± 2
高低 (mm) (平均值—峰值) (10m弦)	± 6	± 5	± 4	± 4
高低 (mm) (峰值—峰值) (10m弦)	6	5	5	4
方向 (mm) (平均值—峰值) (10m弦)	± 5	± 4	± 4	± 3

续说明表3.3.1—2

线路等级	I	II	III	IV
方向 (mm) (峰值—峰值) (10m弦)	6	5	5	4
扭曲 (mm/m) (基长3m)	±1.5	±1	±1	±1

3.3.5 设计中要尽量采用较大半径的曲线。小半径曲线一般存在于既有客货共线铁路和站场线路中。当采用小半径曲线时，曲线静态圆顺度需满足表3.3.5的要求。

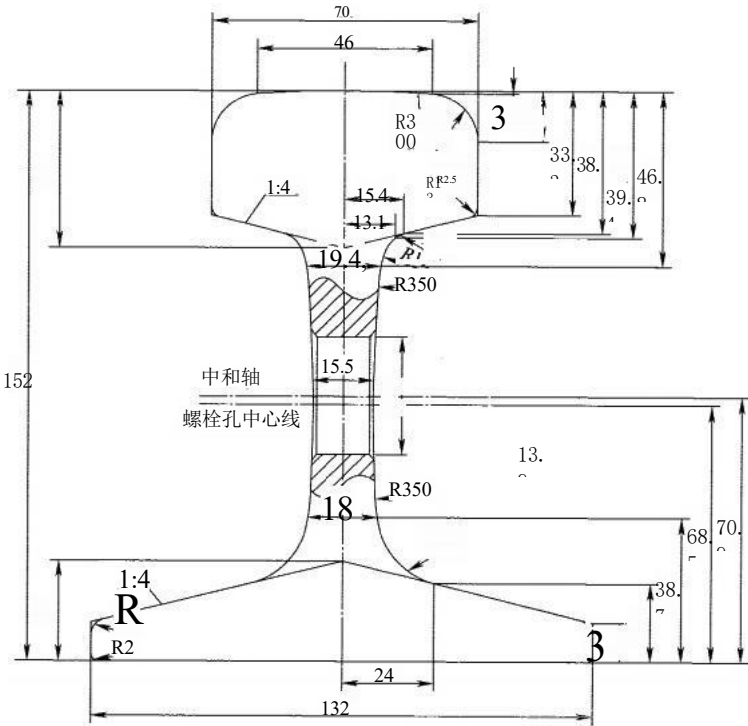
3.4.3 我国铁路信号系统统一采用轨道电路作为自动闭塞的基本制式。由于混凝土道床板内部的钢筋网与轨道电路存在电磁感应，对钢轨阻抗参数构成影响，导致无砟轨道电路传输长度小于有砟轨道结构轨道电路传输长度。从理论上来说，要降低电磁感应的影 响，其主要措施有：(1)增大钢筋网与轨道电路的距离，即增大钢轨距无砟轨道结构中钢筋网的距离，降低互感影响；(2)结构采取绝缘措施，防止无砟轨道结构中钢筋网形成回路；(3)减小钢筋电环路表面整体面积。

由于目前无砟轨道道床板(轨道板)采用双层配筋，且厚度比较小，采用增大钢筋网与轨道电路的距离的方式比较困难，同时降低钢筋电环路表面整体面积也比较困难。所以采取钢筋绝缘措施，防止钢筋网形成回路是目前无砟轨道结构中可采取的有效措施。

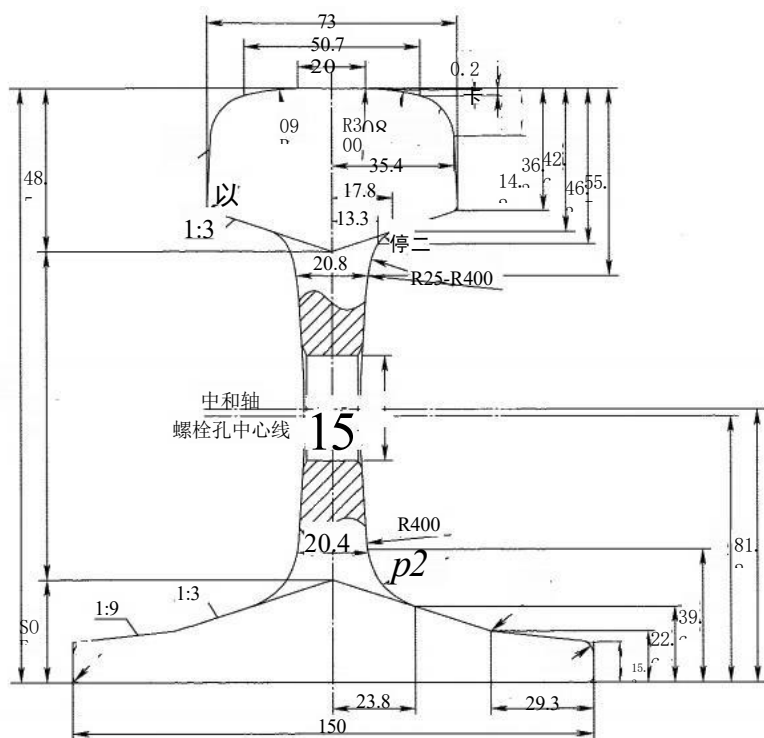
4.0.1、4.0.2 我国钢轨类型按标准《43 kg/m~75 kg/m热轧钢轨订货技术条件》TB 2344 分为43 kg/m、50 kg/m、60 kg/m、75 kg/m四种类型，以适应不同运营条件的使用要求。目前国内钢轨生产企业已经完全拆除了43 kg/m 钢轨生产线，因此本次规范修编取消43 kg/m 钢轨的相关内容。根据《60N、75N 钢轨暂行技术条件》TJ/GW142—2015，本次修编补充规定正线铁路钢轨及道岔基本轨采用60N 和75N 两种廓形断面钢轨，新廓形断面钢轨

与车轮接触时的接触点基本在轨头踏面中心区域，有效改善了轮轨接触关系。铺设60N 钢轨的试验结果表明：采用新廓形断面钢轨可以减少甚至避免钢轨在轨距角部位出现飞边、剥离掉块和损伤，无需进行钢轨预打磨廓形设计，大幅度减少了钢轨打磨工作量。

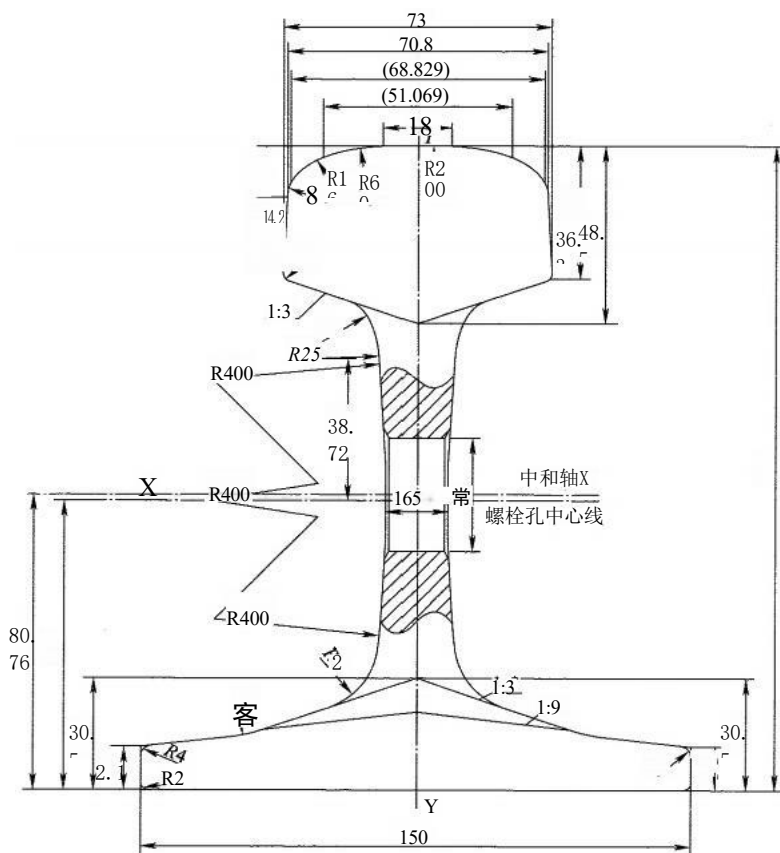
我国常用钢轨横断面如说明图4.0.1—1~说明图4.0.1—5，钢轨断面尺寸及特性见说明表4.0.1—1，钢轨垂直磨耗时钢轨断面参数见说明表4.0.1—2，主要钢种钢轨屈服强度见说明表4.0.1—3所示。



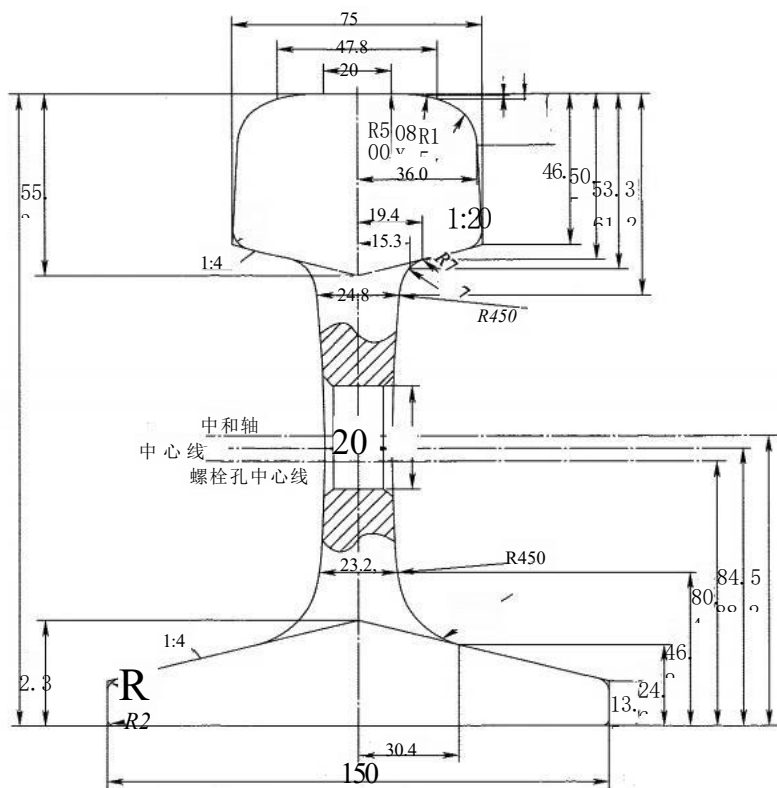
说明图4.0.1—150 kg/m 钢轨标准横断面(单位: mm)



说明图4.0.1—260kg/m 钢轨标准横断面(单位: mm)



说明图4.0.1—3 60N钢轨标准横断面(单位: mm)



说明图4.0.1—475 kg/m 钢轨标准横断面(单位: mm)

续说明表4.0.1—1

项 目	单位	钢轨类型				
		50 kg/m	60 kg/m	60N	75 kg/m	75N
重心至轨底面距离 y_1	cm	7.1	8.1	8.1	8.8	8.8
对水平轴惯性矩 I_x	cm ⁴	2037	3217	3184	4489	4449
对竖直轴惯性矩 I_y	cm ⁴	377	524	521	661	661
下部断面系数 W_1	cm ³	287	396	394	509	507
上部断面系数 W_2	cm ³	251	339	334	432	427
钢轨横向挠曲断面系数 W_y	cm ³	57	70	70	89	88
轨头所占面积 A_h	...	38.68%	37.47%	37.15%	37.42%	37.10%
轨腰所占面积 A_w	—	23.77%	25.29%	25.42%	26.54%	26.68%
轨底所占面积 A_b	—	37.55%	37.24%	37.43%	36.04%	36.22%
钢轨高度 H	mm	152	176	176	192	192
钢轨底宽 B	mm	132	150	150	150	150
轨头高度 b	mm	42	48.5	48.5	55.3	55.3
轨头宽度 t	mm	70	73	70.8	75	72
轨腰厚度	mm	15.5	16.5	16.5	20	20

说明表4.0.1—2 钢轨垂直磨耗时钢轨断面参数

钢轨 垂直 磨耗 (mm)	钢轨断面参数	单位	钢轨类型				
			50 kg/m	60 kg/m	60N	75 kg/m	75N
	轨底宽度 B	mm	132	150	150	150	150
0	断面积 F	mm ²	6580	7745	7705	9504	9456
	上部断面系数 W_1	mm ³	250000	339400	334000	432000	427000
	下部断面系数 W_2	mm ³	289000	396000	394000	509000	507000
	对水平轴惯性矩 I_x	mm ⁴	20370000	32170000	31840000	44890000	44490000
3	上部断面系数 W_1	mm ³	242000	318000	316000	420000	408000
	下部断面系数 W_2	mm ³	283000	385000	384000	496000	496000
	对水平轴惯性矩 I_x	mm ⁴	19460000	30690000	30002000	43280000	42341000

续说明表4.0.1—2

钢轨 垂直 磨损 (mm)	钢轨断面参数	单位	钢轨类型				
			50 kg/m	60 kg/m	60N	75 kg/m	75N
	轨底宽度B	mm	132	150	150	150	150
6	上部断面系数 W_1	mm ³	230000	291000	298000	405000	389000
	下部断面系数 W_2	mm ³	275000	375000	373000	482000	483000
	对水平轴惯性矩 I_x	mm ⁴	18270000	28790000	28178000	40890000	40119000
9	上部断面系数 W_1	mm ³	216000	264000	279000	390000	370000
	下部断面系数 W_2	mm ³	264000	363000	362000	480000	471000
	对水平轴惯性矩 I_x	mm ⁴	17020000	26900000	26364000	38980000	37922000

说明表4.0.1—3 我国主要钢种钢轨钢屈服强度(MPa)

钢种	U71Mn、U71MnG	U75V、U75VG、 U76CrRE、U77MnCr、U78CrV
Os	457	472

4.0.3 由于长定尺钢轨生产时可减少矫直和探伤盲区,可显著提高钢轨端部质量,且减少了焊接接头的数量,有利于提高轨道的平顺性和使用安全性。国外铁路发达国家均采用长定尺钢轨,如日本为50 m、法国为80 m、德国为120 m。考虑到我国钢轨生产的现状以及与既有25 m 钢轨定尺长成倍关系,我国铁路钢轨定尺长主要有100 m、75m、25 m、12.5m四种。

无缝线路轨道采用的钢轨定尺长越长,焊接接头越少,不仅可以减少焊接接头不平顺,还可减少钢轨焊接的强度薄弱点。我国铁路主要技术政策要求积极采用长定尺钢轨。60、60N 钢轨宜选用100 m 定尺长钢轨;75、75N 钢轨宜选用75m 或100 m 定尺长钢轨,由于受连铸坯尺寸的影响,目前75 kg/m 钢轨定尺长度最长只能做到75m,但随着钢厂技术改造和科技攻关不断推进,不久将通过采用大尺寸连铸坯,完成75 kg/m 百米钢轨的生产。

有缝线路轨道的钢轨接头是薄弱环节。在钢轨接头处,由于

轨线不连续，机车车辆的振动加剧，钢轨损伤增加，轨道病害也随之增加。因此有缝线路钢轨应尽可能长一些，以减少有缝线路轨道的接头，本规范规定有缝线路轨道宜采用25m 定尺长钢轨。

4.0.4 高速铁路、城际铁路的列车轴重轻，运行速度高，曲线半径大，钢轨磨耗轻微。考虑到轮轨硬度匹配以及轮轨磨合，所用钢轨的硬度不宜太高。从材料角度分析，钢轨强度等级低，虽然耐磨性稍低，但韧性、塑性、焊接工艺性好，钢轨的安全储备大、质量可靠性高。日本新干线一直采用强度等级为800 MPa、轨面硬度大于235 HB的热轧钢轨；欧洲高速铁路包括客货混运的德国均采用强度等级为880 MPa, 轨面硬度为260 HB~300 HB的 UIC900A 热轧钢轨。

借鉴国外的经验，结合我国铁路实际，规定高速铁路、城际铁路应选用强度等级为880 MPa 的 U71MnG 钢轨。U71MnG 钢轨化学成分与性能指标与欧洲使用的 UIC900A (欧洲标准称之为 EN260 或 R260) 基本相同，经过我国高速铁路、城际铁路多年的实际应用，表现良好。

多年的运营经验表明，热轧钢轨硬度和强度级别较低，在曲线上使用，耐磨性能明显不足。因此，在高速铁路、城际铁路 $R \leq 2800\text{m}$ 的曲线地段，以及曲线半径小于或等于1200m 的动车组走行线、联络线等，均应选用相应的在线热处理钢轨。

4.0.5 客货共线铁路的列车轴重较大，曲线半径较小，钢轨磨耗较大。因此，客货共线铁路需选用强度较高、耐磨性较好的钢轨。年通过总重大于等于50 Mt 的线路，在直线和大半径曲线上选用980 MPa 级的热轧钢轨，在 $R \leq 1200\text{m}$ 的曲线上包括上下股，选用1180 MPa 级的在线热处理钢轨；在磨耗严重(磨耗速率大于0.05 mm/Mt)区段，可选用强度等级为1280 MPa 级在线热处理钢轨。

4.0.6 我国大秦重载铁路年运量已达到4亿t 以上，开行25 t 轴重的1万t、2万 t 及 3 万t 列车，直线上钢轨的疲劳伤损和曲线上

钢轨的侧磨非常严重。因此，重载铁路钢轨的选用标准为在 $R \leq 1600 \text{ m}$ 的曲线上包括上下股，选用强度等级不低于1180 MPa级的在线热处理钢轨，包括U75V、U77MnCr、U78CrV、U76CrRE等在线热处理钢轨。大秦线的铺设实践表明，在25 t轴重的重载铁路的直线和半径大于1600 m曲线上选用强度等级为980 MPa级的热轧钢轨，使用情况良好，考虑到轮轨硬度匹配以及在直线和半径大于1600m曲线上钢轨磨耗并不大，应选用强度等级不低于980 MPa的热轧钢轨。

4.0.7 我国在高速铁路、城际铁路建设初期，国产道岔采用U71MnG钢轨制造，未进行热处理。如沪宁城际铁路因线路运输繁忙，曲尖轨磨耗严重，侧磨平均速率1mm/年，最严重的侧磨速率达到0.3 mm/月，开通运行时间不长，部分道岔钢轨磨耗超限达到重伤标准。为此，本规范规定高速铁路、城际铁路应选用强度等级为1080 MPa的U71MnG在线热处理钢轨。

客货共线铁路、重载铁路道岔尖轨和辙叉部件，往往承受很大的冲击力，要求钢轨不仅具有高的耐磨性能，还要有好的耐冲击性能。因此，在道岔部件，包括基本轨、尖轨、辙叉翼轨及叉心应选用强度等级为1180 MPa及以上的在线热处理钢轨，不应采用离线热处理钢轨。

钢轨伸缩调节器的使用工况复杂、轮轨冲击作用较大，为了保证钢轨伸缩调节器具有较高的使用寿命，本规范规定钢轨伸缩调节器钢轨应采用与区间钢轨同材质的在线热处理钢轨。

为了保证胶接绝缘接头具有较高的使用寿命，本规范规定厂制胶接绝缘接头应选用与相邻钢轨相同材质的在线热处理钢轨。

4.0.8 由于各区段的运营条件不同，同一条铁路的轨道类型可能不完全一致，存在不同类型钢轨的连接。过去采用异型夹板连接异型钢轨接头，但接头强度低，而且轨头断面突变，顶面、侧面均不平顺，对行车安全和养护维修不利，因此对于不同类型的钢轨连接应采用异型钢轨。

4.0.9 钢轨接头夹板、接头螺栓及螺母是钢轨的主要配件，接头螺栓拧紧后应使夹板与钢轨联结密贴牢固，在气温变化引起钢轨伸缩时，又可使轨端在两夹板之间作少量纵向移动。在国家现行标准《钢轨用高强度接头螺栓与螺母》TB/T 2347中，将接头螺栓分为10.9级和8.8级，螺母均为10级。为使钢轨接头具有足够的强度和稳定性，确保行车安全，本条规定了钢轨接头螺栓及螺母、垫圈所采用的强度等级。

4.0.10 在自动闭塞区段上，闭塞分区分界点的钢轨接头需设置绝缘接头。绝缘接头有普通绝缘接头和胶接绝缘接头两种。

普通绝缘接头由绝缘夹板、接头螺栓、螺母、轨端绝缘片、槽型绝缘片、螺栓绝缘管垫等组装而成。由于结构上的原因，此种接头的强度及接头阻力较低，使用中易出现低接头、绝缘件被挤压变形或损坏。一般累计通过总质量150 Mt 左右时就需更换，且更换时需工务、电务配合施工，工作量较大，一般情况不建议采用。

胶接绝缘接头是绝缘接头的另一种形式，由特制的胶接绝缘槽板、绝缘套管、夹板、接头螺栓、螺母等经特殊加热施工程序制成。这种接头价格较高，但整体性好、强度高、接头阻力大、寿命长，一般累计通过总质量600 Mt 以上时才需要更换，特别适合在无缝线路轨道，尤其在跨区间无缝线路上使用，本规范规定无缝线路钢轨绝缘接头应采用胶接绝缘接头。

5.1.1 正线有砟轨道设计标准说明如下：

1. 轨道设计标准划分原则和方法

原《铁路轨道设计规范》适用于160 km/h 及以下的客货共线铁路，按照运营条件将轨道设计标准分为特重型、重型、次重级、中型和轻型五级，未考虑铁路等级的影响，这与原规范的适用范围及当时铁路发展状况和运输条件是相适应的。原《铁路轨道设计规范》年通过总质量小于25 Mt 时轨道设计标准差别不大。近年我国铁路客货运量不断增长、运输需求多元化、铁路运输性质发生了很大变化，本次修编纳入了高速铁路、城际铁路、时速200 km 客货

共线铁路及重载铁路的轨道设计标准。

本规范轨道设计标准结合铁路等级和运营条件进行划分。铁路等级根据其在铁路网中的作用和性质、旅客列车设计速度和近期客货运量确定，分为高速铁路、城际铁路、客货共线铁路和重载铁路。运营条件根据轴重、速度、年通过总质量等进行划分。

2. 轨道部件的选定

轨道是由钢轨及轨下基础(轨枕、道床等)构成的一个整体结构，直接承受机车车辆荷载，并将其由钢轨经轨枕和道床传递给基础。在荷载作用下，轨道各结构部件均产生应力和变形，不同轨道结构，各部件的应力和变形有很大的差异。为使各部件的应力和变形不超过其容许值，在选定轨道设计标准时，首先要根据铁路等级和运营条件选定钢轨类型、配套扣件、轨枕及配置根数、道床材料和断面尺寸，使整体结构的各组成部分互相配套，充分发挥各自的工作性能，既有足够的强度、稳定性、耐久性，又满足养护维修的要求。

(1) 钢轨类型的选择

钢轨类型的选择不仅是一个技术问题，同时也是一个经济问题，选型时要根据有关规定、运营条件要求、合理的修理周期等条件确定。

① 钢轨类型与轴重的适应关系

钢轨的弯曲疲劳应力与轴重、钢轨的断面参数、运行速度、轴式配置、轨道刚度等有关，当应力达到或超过疲劳强度极限时，就会引起钢轨损坏。钢轨的疲劳强度是由钢轨的机械性能、应力大小、力的作用次数来决定。钢轨的疲劳寿命可以通过使用年限和通过总质量两个指标来衡量。在年通过总质量不变的情况下，当采用轴重大的车辆时，作用一次的应力值增大，车轮对钢轨的作用总次数减少；而当采用轴重小的车辆时，作用一次的应力值较小，可增大列车密度或增加列车编组辆数，轮轨间作用总次数增多。轴重的大小直接影响钢轨的寿命，在轴重和轮径一定的条件下，钢

轨重量越大，断面参数越大，弯曲疲劳应力越小，使用寿命也越长。在相同行车密度的情况下，增大轴重可显著提高运量，但会引起钢轨使用寿命降低和线路维护费用增加。钢轨类型与轴重合理匹配才能使提高运量和减少线路维修消耗两者间达到平衡，从而产生良好的经济效益。

②钢轨类型与行车速度的适应关系

列车速度的提高会使轮轨附加荷载增加，钢轨应力增大，导致钢轨安全寿命缩短，轨道结构强度需相应提高。

(2) 轨枕配置标准

轨枕配置标准需与运营条件相适应，并与轨道各部件合理匹配，以求在最经济的条件下保证轨道具有足够的强度和稳定性。

轨枕的种类按材质分主要有混凝土枕和木枕。由于混凝土枕具有强度高、道床纵横向阻力大、稳定性好、使用寿命长等特点，可减少现场的养护维修工作量，并节省大量的优质木材，所以我国目前主要使用混凝土枕。

我国混凝土枕可分为I 型、II (新II)型、III型枕。不同类型的混凝土枕，其设计使用条件各不相同，承载能力也不同。新II型枕与I 型枕相比，其轨下断面承载能力提高了13%，枕中断面负弯矩承载能力提高了40%；III型枕与新II型枕相比，其轨下断面承载能力提高了43%，枕中断面负弯矩承载能力提高了65%。随着我国铁路客货运量及行车速度的提高，I、II 型枕不能满足运营需求，目前已不再使用，新II型和III型枕成为目前我国主型轨枕。因此本规范规定新建和改建铁路设计混凝土枕类型包含新II型和III型枕。

轨枕每千米配置根数：欧洲各国轨枕间距一般为600 mm，每千米铺设1667根，曲线地段根据强度要求按60根一级增加。目前我国混凝土枕已由原来的I 型混凝土枕发展至新II型轨枕、III型混凝土枕，轨枕长度也由2.5 m 发展至III型枕的2.6 m。且轨枕底面宽度增加，III型轨枕底宽为300 mm，新II型轨枕底宽为

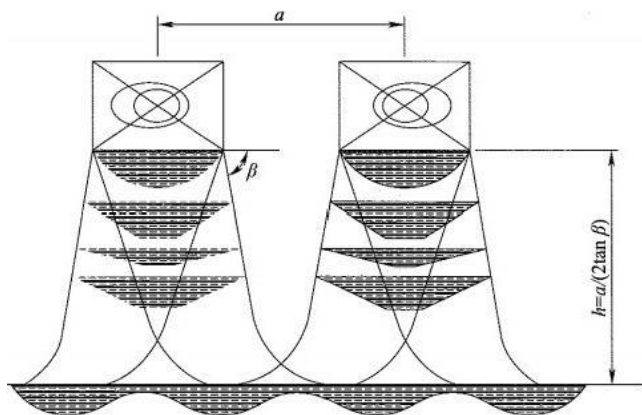
280 mm。道床纵、横向阻力Ⅲ型枕较新Ⅱ型枕大,基床表面应力Ⅲ型枕较新Ⅱ型枕降低10%~12%。对于Ⅲ型混凝土枕,20世纪90年代中期,原铁道部建设司曾组织在京九铁路做过每千米1600根、1667根、1680根的配置铺设试验。实验结果表明,铺设Ⅲ型混凝土枕,每千米1600根即可满足运营要求,考虑安全储备及施工维修方便,采用枕间距为600 mm,既每千米配置1667根是合适的。另外,铺设无缝线路地段还应考虑焊接接头与轨枕承轨槽重叠的影响。由于钢轨焊接顶锻量的原因,焊缝并不在钢轨标准长度的位置上,这样实际1680根/km的焊缝与轨枕承轨槽重叠较1667根/km更多。从方便捣固作业的角度,轨枕配置不宜过密,在国外,轨枕配置一般为1667根/km~1720根/km。本规范规定Ⅲ型混凝土枕铺设为1667根/km,既减少了新建铁路的工程量,也减少了养护维修工作量。

根据优化轨道结构、实现各部件性能的合理匹配、提高轨道结构整体承载能力的要求,本规范中,高速铁路、城际铁路及客货共线Ⅰ级铁路速度大于等于160 km/h应采用Ⅲ型混凝土枕。客货共线Ⅰ、Ⅱ级铁路根据设计速度120 km/h及以下可铺设Ⅲ型轨枕或新Ⅱ型轨枕,铺设新Ⅱ型混凝土枕的根数为1760根/km(轨枕间距570 mm),铺设Ⅲ型混凝土枕的根数为1667根/km(轨枕间距600 mm)。

(3)道床厚度

道床应有足够的厚度,使由钢轨、轨枕传下来的车轮压力经道床的扩散而大大减小,以使在列车重复荷载作用下所产生的道床下沉、道砟和路基面应力均不超过容许值,以延缓轨道永久变形。所以在确定道床厚度时,必须考虑机车车辆荷载的大小,钢轨、轨枕类型,轨枕间距,道砟粒径和级配对压力传递的特征,以及路基面的容许承载能力。

路基上的道床厚度按道床中压力的扩散角及路基面的允许应力计算确定,道床中压力分布方式如说明图5.1.1—1所示。

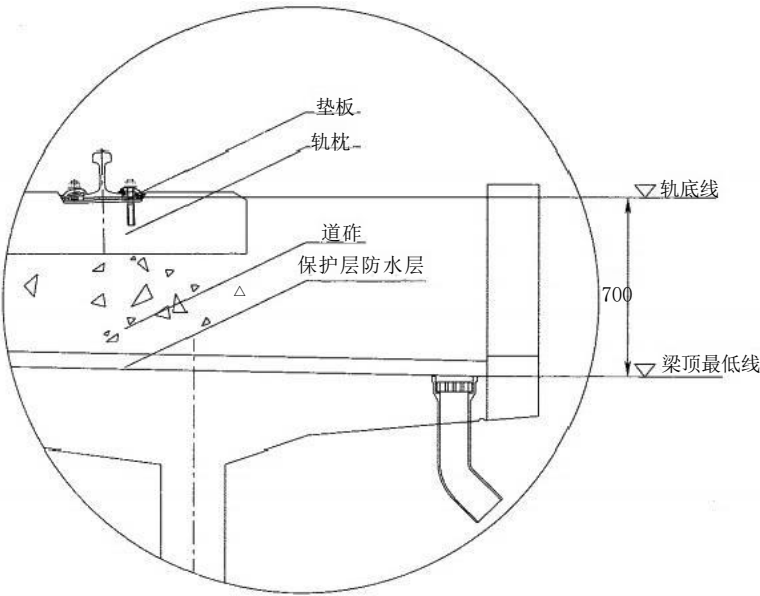


说明图5.1.1—1 道床中压力分布方式

列车荷载传递给路基面的压力随道床厚度增加而逐渐减少，轨道的变形也逐渐减少。当厚度达到 $h=a/(2\tan\beta)(\text{cm})$ 时，沿线路方向的路基面所承受的压力可大致均等，然而沿轨枕方向路基面所受压力仍不均等。根据计算，要使路基面在纵、横向所受压力大致均等，道床厚度将达到70 cm~80 cm,但事实上并无必要。由于道床内的应力分布比较复杂，因此对道床厚度的要求，只要相邻轨枕的压力传到路基面上相互重叠就可行(约 $h>25$ cm)。本规范按高速铁路、城际铁路、客货共线铁路及重载铁路分别确定了道砟厚度。

混凝土桥上、隧道内和硬质岩石路基地段的道床基础为刚性基础，比土质路基有更高的承压应力。传统的设计思想认为，在硬质岩石路基、隧道、混凝土桥等刚性基础上，较土质路基地段可以减薄道床厚度。但是，道床除了起扩散分布荷载的作用之外，还能起到增加轨道弹性、延缓道砟颗粒的破碎和粉化、隔离振动和减少噪声等作用。因此，本规范在硬质岩石路基、桥梁、隧道上道床厚度按高速铁路、城际铁路、客货共线铁路及重载铁路分别做出规定。

桥梁地段轨底至桥梁支点位置梁顶面最低处的高度，如说明图5.1.1—2所示，包含轨下垫板厚度、轨下轨枕厚度、最小道砟厚度、桥面防水层保护层厚度、桥面横向排水坡度(2%)和梁体的上拱度，具体数值根据相应等级铁路要求的桥上轨底枕下最小道砟厚度和桥面构造计算确定，例如200 km/h 客货共线铁路，最小道砟厚度为350 mm，轨下垫板和轨枕厚度240 mm，桥面防水层保护层厚度60 mm，桥面横向排水坡度(2%)和梁体的上拱度50 mm，以上合计为梁顶面至轨底的高度为700 mm。



说明图5.1.1—2 轨底至桥梁支点位置细部图

5.2.1 半径小于300 m 的曲线地段需要轨距加宽，普通轨枕难以满足使用要求，为此需要采用专门的小半径曲线用混凝土枕及配套的扣件。近年来，国内研发了小半径曲线用混凝土枕，经运营实践检验取得了较好的效果，技术已较为成熟，因而规定小半径曲线

地段应铺设小半径曲线用混凝土枕。

设有护轨的有砟轨道地段，铺设与连接线路轨枕类型相同的桥枕，主要是为了安装护轨，并与线路的弹性相近。早期采用的Ⅱ型混凝土桥枕由于强度低、维修量大，目前已不再使用。当前我国混凝土桥枕主要类型为Ⅲ型桥枕，近年来为了适应大型机械化捣固车的作业，护轨与基本轨间距调整为550 mm。

有砟道岔的轨枕类型主要包括木岔枕、混凝土岔枕和钢岔枕等几种。1996年既有线提速以前，我国的铁路道岔以采用木岔枕为主，同时铺设了少量的有挡肩混凝土岔枕。1996年以后，无挡肩混凝土岔枕迅速得到推广使用。由于混凝土岔枕具有稳定性好、使用寿命长、道岔组装方便的特点，可极大地减少现场的养护维修工作量，取得了良好的使用效果。因此，本次规范规定正线道岔应采用混凝土岔枕。

我国常用轨枕主要设计参数见说明表5.2.1。

说明表5.2.1常用轨枕主要设计参数

型 号	长度 (mm)	轨下高度 (mm)	质量 (kg)
新Ⅱ型钢筋混凝土轨枕	2500	205	290
Ⅲa型钢筋混凝土轨枕	2600	230	370
Ⅲb型钢筋混凝土轨枕	2600	230	360
新Ⅲ型钢筋混凝土桥枕	2600	210	440
Ⅲc型钢筋混凝土轨枕	2600	230	370
Ⅲqc型钢筋混凝土桥枕	2600	210	440
Ⅲ型电容枕	2600	230	368
新Ⅱ型电容枕	2500	205	290

5.2.2 轨道在曲线、大坡道地段的工作条件比平直线地段差，承受的外力也比较复杂，故轨道在曲线、大坡道地段均应加强。Ⅲ型混凝土枕由于强度较高，重量较大，纵、横向阻力较大，根据实际使

用经验，不需增加铺设根数亦能满足曲线、陡坡地段的使用要求。但新Ⅱ型混凝土枕重量轻，道床纵、横向阻力较小，在曲线、陡坡地段需要通过增加轨枕的铺设根数，来增大轨道的纵、横向阻力，减少钢轨和道床应力，保持轨道的稳定和提高轨道强度。

1. 关于加强范围的确定

(1) 曲线地段：由于各种类型的轨道是与其运营条件相适应的，列车通过曲线时，由于钢轨受垂直力和水平力的偏心作用，将增大钢轨的应力，其增大值与曲线半径的大小成反比。因此对各类轨道曲线加强的临界半径作了统一规定。根据实测，曲线半径从800m 减少到300 m 时，横向水平力系数增大42%，而曲线半径大于800 m 时，横向水平力系数与直线较接近。因此，从横向水平力与曲线半径的关系和现场实践证明，从800m 半径开始加强是合适的。

(2) 大坡道地段：在坡度大于12%的坡道上，上坡时需加大列车牵引力，下坡时需经常制动，这些均将增加作用在钢轨上的纵向力，引起轨道的爬行，坡度越大，采用多机牵引时，轨道爬行越严重。故要求在坡度大于12%的坡道上增加轨枕铺设数量，增强轨道的抗爬能力。

2. 加强标准的确定

轨枕加强地段每千米所增加的轨枕根数一般根据轨枕及扣件抵抗纵、横变形能力及防止钢轨爬行能力综合确定。轨枕外形尺寸及自重不同，在道床中抵抗纵、横向变形的能力也不同，有关实测资料表明，Ⅲ型混凝土枕每千米的配置根数比新Ⅱ型混凝土枕少80根，但其道床的纵、横向阻力仍大于新Ⅱ型混凝土枕。扣件的扣压力越大，轨道的防爬能力越强。由于混凝土枕主要采用弹性扣件，一般每个弹条的扣压力为8~11kN，其抗爬行能力比较强，多年的实践证明，新Ⅱ型混凝土枕每千米增加80根是合适的。

3. 最多铺枕根数的确定

轨枕最多铺设根数要考虑轨道加强和养护维修的要求。从加

强轨道整体结构方面考虑，轨枕根数配置多一些有利，但从轨道养护维修的要求以及保持轨道的弹性均匀方面考虑，轨枕的配置根数不宜过多。设计时要考虑养护维修捣固作业所要求的轨枕净距，同时需考虑大型养路机械养护维修作业要求，以及道床阻力受道床肩宽、轨枕埋深、密实度、脏污程度等因素影响时变化范围较大的情况，因此规定新Ⅱ型混凝土轨枕每千米的最多铺设根数为1840根。

5.2.3 由于新Ⅱ型和Ⅲ型混凝土枕的型式尺寸、配套扣件、承载能力、适用范围各不相同，为保持轨道弹性连续，方便设计、施工和养护维修，因而要求同一类型的轨枕应集中连续铺设。

为保持钢轨接头前后轨道的弹性一致，减缓列车对钢轨接头的冲击，在不同类型的轨枕分界处，如遇钢轨接头，应保持同类型轨枕延至钢轨接头外5根以上。

5.2.4 我国常用有砟轨道扣件类型主要有弹条Ⅰ型、弹条Ⅱ型、弹条Ⅲ型、弹条Ⅳ型、弹条Ⅴ型扣件。常用扣件适用范围见说明表

5.2.4—1，主要技术性能见说明表5.2.4—2。

说明表5.2.4—1常用扣件适用范围

扣件类型	运营条件
弹条Ⅰ型	客车速度≤120 km/h 货车速度≤80 km/h 轴重≤25 t
弹条Ⅱ型	客车速度≤200 km/h 货车速度≤120 km/h 轴重≤25 t
弹条Ⅲ型	客车速度≤200 km/h 货车速度≤120 km/h 轴重≤25 t
弹条Ⅳ型	适用于客运专线铁路 客运专线：最高速度350 km/h，轴重17t 客运专线(兼顾货运)：客车速度250 km/h，客车最大轴重23 t(客运机车)，货车速度120 km/h，最大轴重25t

续说明表5. 2. 4—1

扣件类型	运营条件
弹条V型	适用于客运专线铁路 客运专线：最高速度350 km/h, 轴重17 t 客运专线(兼顾货运)：客车速度250 km/h, 客车最大轴重23t (客运机车), 货车速度120 km/h, 最大轴重25 t

说明表5. 2. 4—2常用扣件主要技术性能

扣件类型	单个弹条初始扣压力 (kN)	弹程 (mm)	弹性垫层静刚度 (kN/mm)	轨距调整量 (mm)	高低调整量 (mm)
弹条I型扣件	A型弹条：8	A型弹条：9	90~120	-8~+16 (50轨) -8~+12 (60轨)	10
	B型弹条：9	B型弹条：8			
弹条I型调高扣件	>8	9	90~120	-8~+12	20
弹条II型扣件	10	10	55~80	-12~+8	10
弹条III型扣件	≥11	13	55~80	-8~+4	0
弹条IV型	≥11	13	60	-8~+4	0
弹条V型	W2型弹条： >10	W2型弹条： 12	60	-8~+4	10
	X3型弹条： 4.5	X3型弹条： 9.5			

有砟轨道弹条I~V 型扣件的轨距挡板(及挡板座)或轨距块号码配置见说明表5. 2. 4—3~说明表5. 2. 4—7。

说明表5. 2. 4—3弹条I型扣件轨距挡板和挡板座号码配置

钢轨类型 (kg/m)	轨距调整量 (mm)	轨距挡板、挡板座号码							
		外侧		内侧		内侧		外侧	
		挡板座	轨距挡板	轨距挡板	挡板座	挡板座	轨距挡板	轨距挡板	挡板座
50	-8	6	20	14	0	0	14	20	6
	-6	4	20	14	2	0	14	20	6

续说明表5.2.4—3

钢轨 类型 (kg/m)	轨 距 调整量 (mm)	轨距挡板、挡板座号码							
		外侧		内侧		内侧		外侧	
		挡板座	轨距挡板	轨距挡板	挡板座	挡板座	轨距挡板	轨距挡板	挡板座
50	-4	4	20	14	2	2	14	20	4
	-2	2	20	14	4	2	14	20	4
	0	2	20	14	4	4	14	20	2
	+2	4	14	20	2	2	14	20	4
	+4	4	14	20	2	4	14	20	2
	+6	2	14	20	4	4	14	20	2
	+8	4	14	20	2	2	20	14	4
	+10	2	14	20	4	2	20	14	4
	+12	2	14	20	4	4	20	14	2
	+14	0	14	20	6	4	20	14	2
	+16	0	14	20	6	6	20	14	0
60	-8	6	10	6	0	0	6	10	6
	-6	6	10	6	0	2	6	10	4
	-4	4	10	6	2	2	6	10	4
	-2	2	10	6	4	2	6	10	4
	0	2	10	6	4	4	6	10	2
	+2	4	6	10	2	4	6	10	2
	+4	4	6	10	2	2	10	6	4
	+6	2	6	10	4	2	10	6	4
	+8	2	6	10	4	4	10	6	2
	+10	0	6	10	6	4	10	6	2
	+12	0	6	10	6	6	10	6	0

说明表5.2.4—4弹条Ⅱ型扣件轨距挡板和挡板座号码配置

钢轨 类型 (kg/m)	轨 距 调整量 (mm)	挡板、挡板座号码							
		外侧		内侧		内侧		外侧	
		挡板座	挡板	挡板	挡板座	挡板座	挡板	挡板	挡板座
60	-12	6	10	6	0	0	6	10	6
	-10	6	10	6	0	2	6	10	4
	-8	4	10	6	2	2	6	10	4
	-6	2	10	6	4	2	6	10	4
	-4	2	10	6	4	4	6	10	2
	-2	4	6	10	2	4	10	6	2
	0	4	6	10	2	2	10	6	4
	+2	2	6	10	4	2	10	6	4
	+4	2	6	10	4	4	10	6	2
	+6	0	6	10	6	4	10	6	2
	+8	0	6	10	6	6	10	6	0

说明表5.2.4—5弹条Ⅲ型扣件绝缘轨距块号码配置表

轨距调整量 (mm)	左股钢轨		右股钢轨	
	外侧	内侧	内侧	外侧
-8	13	7	7	13
-6	13	7	9	11
-4	11	9	9	11
-2	11	9	11	9
0	9	11	11	9
+2	7	13	11	9
+4	7	13	13	7

说明表5. 2. 4—6弹条V型扣件绝缘轨距块号码配置表

轨距调整量 (mm)	左股钢轨		右股钢轨	
	外侧	内侧	内侧	外侧
-8	13	7	7	13
-7	12	8	7	13
-6	12	8	8	12
-5	11	9	8	12
-4	11	9	9	11
-3	10	10	9	11
-2	10	10	10	10
-1	9	11	10	10
0	9	11	11	9
+1	8	12	11	9
+2	8	12	12	8
+3	7	13	12	8
+4	7	13	13	7

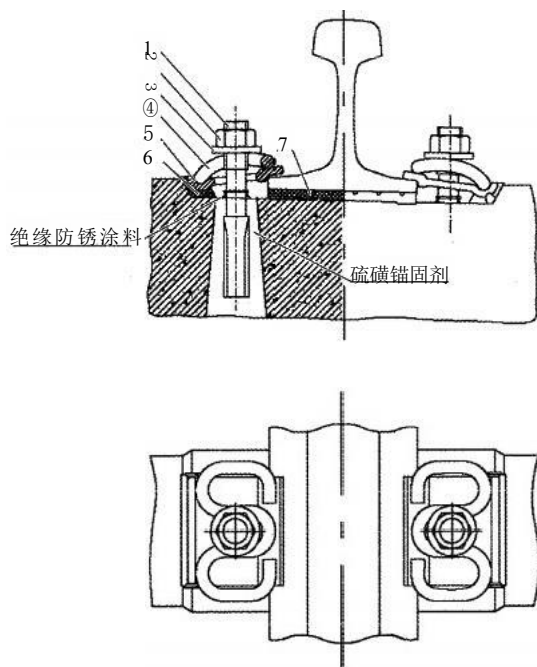
说明表5. 2. 4—7弹条V型扣件轨距挡板号码配置表

轨距调整量 (mm)	左股钢轨		右股钢轨	
	外侧	内侧	内侧	外侧
-8	8	2	2	8
-7	7	3	2	8
-6	7	3	3	7
-5	6	4	3	7
-4	6	4	4	6
-3	5	5	4	6
-2	5	5	5	5
-1	4	6	5	5
0	4	6	6	4

续说明表5.2.4—7

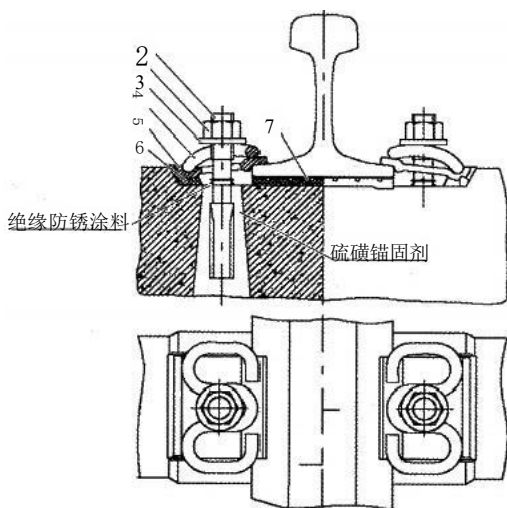
轨距调整量 (mm)	左股钢轨		右股钢轨	
	外侧	内侧	内侧	外侧
+1	3	7	6	4
+2	3	7	7	3
+3	2	8	7	3
+4	2	8	8	2

各种常用扣件类型的组装图如说明图5.2.4—1～说明图5.2.4—5所示。



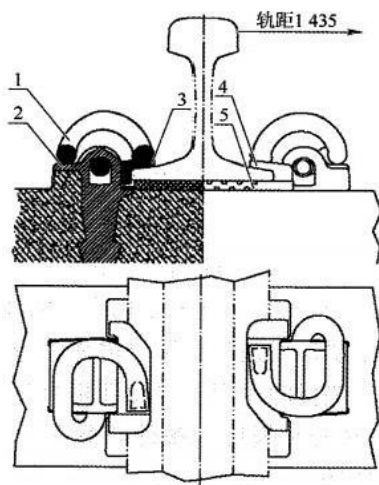
说明图5.2.4—1 弹条I型扣件组装图

1—螺旋道钉；2—螺母；3—平垫圈；4—弹条；5—轨距挡板；6—挡板座；7—橡胶垫板



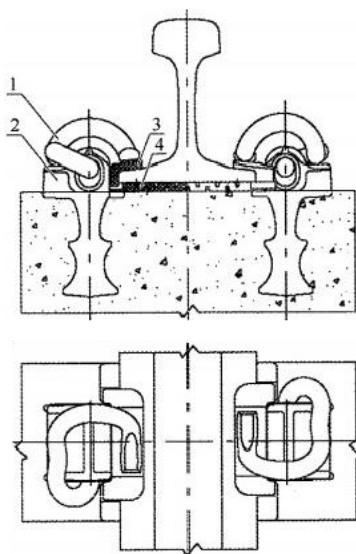
说明图5.2.4—2 弹条Ⅱ型扣件组装图

1—螺旋道钉；2—螺母；3—平垫圈；4—弹条；5—轨距挡板；6—挡板座；7—橡胶垫板



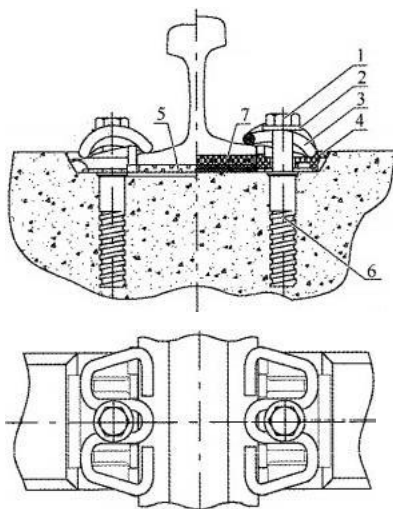
说明图5.2.4—3 弹条Ⅲ型扣件组装图

1—弹条；2—预埋铁座；3、4—绝缘轨距块；5—橡胶垫板



说明图5.2.4—4 弹条Ⅳ型扣件组装图

1—弹条；2—预埋铁座；
3—绝缘轨距块；4—橡胶垫板



说明图5.2.4—5 弹条Ⅴ型扣件组装图

1—螺旋道钉；2—平垫圈；
3—弹条；4—轨距挡板；5—垫板；
6—预埋套管；7—调高垫板

5.2.6 严寒地区采用调高量较大的扣件可以方便养护维修。大跨度桥上可采用小阻力扣件，主要是为了满足桥上无缝线路的设计要求。沿海、酸雨腐蚀严重的地区、隧道内因环境条件恶劣，扣件腐蚀严重，使用寿命减少，扣件腐蚀后轨道结构几何形位不易保持，养护维修工作量增加，因此应采用相应防腐措施的扣件。

5.2.7 橡胶垫板主要作用是为轨道提供弹性，同时也是钢轨与轨枕间的绝缘层，橡胶垫板的使用应与扣件相配套。本规范根据《铁道混凝土轨枕下用橡胶垫板技术条件》TB/T 2626的规定增加了各橡胶垫板的静刚度值。

5.3.1 道床是轨道的重要组成部分，是轨道框架的基础，它承受来自轨枕的压力并均匀地传递到轨下结构上；提供轨道的纵、横向

阻力，保持轨道的稳定；提供轨道弹性，减缓和吸收轮轨的冲击和振动；提供良好的排水性能，以提高路基的承载能力及减少基床病害；便于轨道修理作业，校正线路的平、纵断面。为此，对道床材料的要求，应能满足上述功能，道砟应具有质地坚韧，有弹性，不易压碎和捣碎，排水性能好，吸水性差，不易风化，不易被风吹动或被水冲走等性能。

(1) 现行标准《铁路碎石道砟》TB/T 2140 按道砟材质性能和粒径级配将道砟分为特级碎石道砟、一级碎石道砟。新建时速250 km及以上的高速铁路、年通过总质量大于250 Mt 且设计轴重大于250 kN 的重载铁路应采用特级道砟；新建时速200 km 的城际铁路和客货共线铁路、年通过总质量大于101 Mt~250 Mt 且设计轴重大于25t 的重载铁路可采用特级道砟或一级道砟；其余铁路应采用一级道砟。

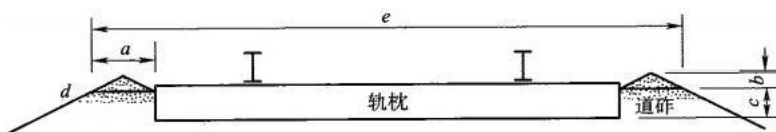
(2) 碎石道砟属于散粒体，其级配是指道砟颗粒的分布。道砟粒径的级配对道床的物理力学性能、维修工作有重要影响。现行标准按级配要求可保证道砟产品有最佳的颗粒组成。级配道砟由于道砟粒径相互配合以及道砟颗粒之间的填充，使得道砟有更好的强度和稳定性，也利于道床作业。重载铁路轴重大，动荷载大，因此道砟材质最重要的性能是抗磨性、抗冲击、抗压碎性能，其次是道砟颗粒形状和清洁度。从增加道砟接触面积、减小道床内应力以优化道床整体受力性能角度讲，重载铁路道砟粒径级配应采用宽级配。现行《铁路碎石道砟》TB/T 2140中特级道砟粒径级配采用窄级配、一级道砟粒径级配采用宽级配。因此重载铁路道砟采用特级道砟材质时，亦应采用一级道砟级配。

(3) 碎石道砟的材质性能参数有抗磨耗、抗冲击性能、抗压碎性能、渗水性能、抗大气腐蚀性能及稳定性能；碎石道砟的加工指标有粒径级配、颗粒形状及清洁度等。碎石道砟的材质指标、粒径级配、试验检验、运输储存及交付验收等在现行标准《铁路碎石道砟》TB/T 2140中进行了详细规定。

(4)底砟是铁路碎石道床的重要组成部分，位于碎石道床道砟层和路基基床表层之间，起着传递、分布列车荷载，隔离碎石层和基床表层，防止上层碎石道砟和下层路基土颗粒之间的相互掺混，对从碎石到基床表层之间的渗水性能起过渡作用，防止基床表面在暴雨时被冲刷，防止地下水通过毛细管作用向上渗透，对基床表层起保温防冻作用。当然，底砟层本身要有足够的承载能力，底砟层材料要有足够的抗冲击、抗压碎、抗磨损功能。结合我国的国情和路情，按照道砟层界面上的隔离过滤准则，在《铁路碎石道床底砟》TB/T 2897中对底砟材料的材质、粒径级配、性能指标及检验规则、运输储存均进行了详细规定。

5.3.2 道床断面包括道床厚度、顶面宽度及边坡坡度三个主要特征参数。

道床肩宽、堆高、埋深、边坡和道床顶面宽度如说明图5.3.2—1。



说明图5.3.2—1 直线地段道床断面图

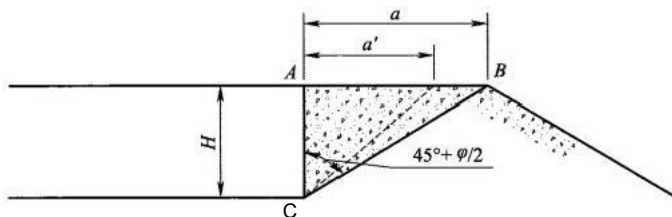
a—肩宽；b—堆高；c—埋深；d—边坡；e—道床顶面宽度

道床厚度是指直线上钢轨或曲线上内轨中轴线下轨枕底面至下部基础顶面的距离。道床顶面宽度是指轨枕长度与两侧道床肩宽的总和。无缝线路钢轨内部存在一定的温度力，其道床肩宽对保持无缝线路稳定性起着重要作用。道床肩宽是影响道床横向阻力和无缝线路稳定性的主要因素。道床肩宽部分所提供的道床横向阻力约占总阻力的1/3，轨枕横移挤动砟肩产生道床剪切面，见说明图5.3.2—2。为了保证道床横向阻力，最小道床肩宽应满足下式的要求：

$$a = H \tan(45^\circ + \phi/2) \quad (\text{说明} 5.3.2)$$

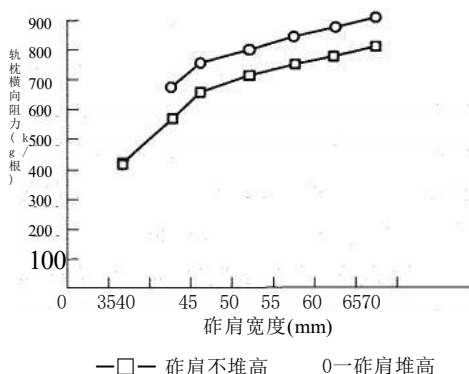
式中 H —— 轨枕端部高度；

ϕ —摩擦角，一般 $\phi = 35^\circ \sim 50^\circ$ 。



说明图5.3.2—2 道床横向阻力与肩宽关系图示

根据国内相关测试结果，道床横向阻力随砟肩宽度的增加而加大，道床肩宽从30 cm 增加到55 cm, 总阻力值增加16%, 道床肩宽超过55 cm 阻力几乎不再增加。国外道床肩宽和轨枕横向阻力的试验资料表明 (见说明图5.3.2—3), 肩宽度从40 cm 以下增加到40 cm~45 cm是轨枕横向阻力增长最快的阶段，砟肩宽度大于45 cm 之后，轨枕横向阻力的增长趋于平缓。因此，各国对砟肩宽度也规定了限值：美国为50 cm, 日本为55 cm, 俄罗斯为45 cm。



说明图5.3.2—3 轨枕横向阻力与砟肩宽度及砟肩堆高关系曲线

《无缝线路铺设及养护维修方法》TB/T 2098规定铺设无缝线路的道床顶宽一般情况不小于3.4 m。行车速度大于160 km/h的线路地段道床宽度为3.5m。该规定吸取了我国无缝线路胀轨跑道事故的教训,结合运营实践检验,道床顶面宽度的取值对确保我国铁路无缝线路运营安全起到了重要作用。

高速铁路及重载铁路列车轮轨横向力大,要求轨道具有足够的横向稳定性。《高速铁路设计规范》TB10621 中道床顶面宽度3.6m,《重载铁路设计规范》TB 10625中道床顶面宽度3.5 m。考虑到砟肩宽度超过50 cm 以后对提高轨枕横向阻力的作用较少,加宽砟肩会过多地增加路基面宽度及桥、隧限界而增大工程投资,因此本规范仍采用相应规范取值。

对于有缝线路来说,由于其行车量小、速度低、横向力小,实际应用,原《铁路轨道设计规范》规定的道床顶面宽度值能够满足运营要求,因此,本次修订维持道床顶面宽度值不变。

小曲线半径地段,列车通过时轮轨横向力增大,影响轨道横向稳定性,曲线外侧需要增加道床横向宽度。因此,本规范规定无缝线路曲线半径小于800 m、有缝线路曲线半径小于600 m 的地段,曲线外侧道床顶面宽度应增加0.10m。

5.3.3 道床边坡坡度是指道床两侧坡面与水平面之间的的坡度。为了保持道床结构在列车循环振动下的稳定性,以减少养护维修工作量,道床及堆高道砟需有适当的边坡坡度。根据我国铁路长期运营经验和目前养护条件,规定道床边坡坡度为1:1.75。

5.3.4 砟肩堆高是提高轨枕横向阻力,提高线路横向稳定性最经济、最有效的手段。根据砟肩堆高与横向阻力关系的测量结果(见说明图5.3.2—3)以及多年的实践经验,砟肩堆高后横向阻力一般能增加20%左右。根据国家现行标准《无缝线路铺设及养护维修标准》TB 2098规定砟肩堆高15 cm,我国广深线采用砟肩堆高15 cm,秦沈客运专线道床也采用这一标准,之后时速200 km 及以下的新建线路及提速干线均采用这一标准,实践表明这一堆高值

便于保持及养护维修，列车速度在200 km/h 及以下时不会由于列车风力引起飞砟，故本规范规定无缝线路道床两侧砟肩堆高15 cm。

5.3.5 为保持轨道结构的稳定性，提高道床纵、横向阻力，轨枕盒内和枕端均应有饱满的道砟。但为了防止道床表面水分锈蚀钢轨和扣件，避免影响轨道电路正常工作和出现道砟飞溅现象，轨底处道床顶面应低于轨枕承轨面。高速铁路为避免列车风力引起飞砟，规定道床顶面应低于轨枕承轨面4 cm, 且不应高于轨枕中部顶面。Ⅲ型枕及新Ⅱ型枕沿长度方向为变截面，轨枕顶面中间部分低、两端承轨部分高。本规范规定混凝土枕地段，道床顶面与轨枕中部顶面平齐。Ⅲ型轨枕的枕端埋深为18.5 cm, 新Ⅱ型轨枕为16.5 cm。由于混凝土枕的承轨槽高于轨枕中部的枕顶面，其高度差值新Ⅱ型轨枕为3.625 cm,Ⅲ型轨枕为4.475 cm, 可满足绝缘电阻要求。时速小于等于200 km 铁路铺设混凝土岔枕、混凝土桥枕等地段，由于轨枕全长范围内轨枕顶面等高，为保证轨道电路绝缘电阻的需要，本规范规定岔枕、桥枕等地段道床顶面应低于轨枕承轨面3 cm。

5.3.7 路桥、路隧连接部位是轨道的薄弱环节。由于轨道垂向弹性在该部位的突变，经常导致列车通过时的颠簸和振动。因此，要求连接部位的轨道弹性有一个较为平缓的过渡。本条规定在30m 的长度范围内对路桥、路隧上道床厚度差进行顺坡，主要是考虑轨道弹性的平缓过渡。

5.3.8 桥梁上和隧道内由于受结构宽度限制，结构检查和轨道的维修养护都比较困难，为此道床砟肩至桥梁挡砟墙和隧道边墙(或高侧水沟、电缆槽壁)间需以道砟填平，便于维修养护人员工作和行走，以及待避列车时便于进入避车台或避车洞。高速铁路为提高轨道结构几何形位保持能力，减少道床维修，且养护维修时具有充足的道砟储备，本规范规定高速铁路桥梁上两线并行地段线间道砟填平。

5.3.9 根据有砟轨道实践经验和相关研究结果,铁路线路开通前,道床应满足道床密度、道床支承刚度、道床纵向阻力、道床横向阻力等相关的物理力学指标。

1. 道床密度(g/cm^3)

(1) 灌水法: 常规方法, 但精度不高、测量工作量大并且速度慢。

(2) γ 射线仪: 利用 ^{137}Cs 放射的 γ 射线, 在穿过不同介质时, 其衰减程度与介质的性质、厚度、密度有关的原理, 测量散粒体道床密度。

2. 道床支承刚度(kN/mm)

道床支承刚度是用于评价道床弹性和承载力的力学指标, 是指轨枕在道床的支承面上产生单位下沉所需的单股钢轨作用到轨枕上的荷载值。用支承刚度仪测量道床支承刚度。测量时将加力架安装在轨枕一端, 以钢轨作支撑反力, 在轨枕上加载, 在加、卸载与位移关系曲线图上取位移量最大值与最终值之差, 即为道床恢复变形的能力。由非侧限条件下道床所受垂直荷载与垂向位移关系曲线的斜率表示道床支承刚度 K 。由下式计算:

$$K = \frac{P_{35} - P_{7.5}}{S_{35} - S_{7.5}} \quad (\text{说明 } 5.3.9)$$

式中 K ——道床支承刚度(kN/mm);

P_{35} 、 $P_{7.5}$ ——分别为轨枕承受的荷载值(kN);

S_{35} 、 $S_{7.5}$ ——分别为轨枕承受 P_{35} 、 $P_{7.5}$ 荷载时道床的下沉量(mm)。

3. 道床纵向阻力($\text{kN}/\text{枕}$)

道床纵向阻力一般以每根轨枕的阻力或每延厘米分布阻力来表示。它是抵抗钢轨伸缩, 防止线路爬行的重要参数。道床抵抗轨道框架纵向位移的阻力, 是由轨枕与道床之间的摩阻力和轨枕盒内道砟抗推力组成。纵向道床阻力还同道砟材质、粒径尺寸、道床断面形状有关, 尤其同道床的密实度有关。它也是无缝线路轨道结构计算的一项重要参数。

4. 道床横向阻力(kN/ 枕)

道床横向阻力是由轨枕两侧及底部与道砟接触面之间的摩阻力和枕端的砟肩阻止横移的抗力组成。道床的横向阻力是防止胀轨跑道，保持轨道稳定的重要因素，主要与轨枕的长度、枕底及枕侧接触面积和枕端截面有关。

根据铁路有砟轨道道床密度、道床支承刚度、道床纵向阻力、道床横向阻力的测试结果，本条列出了正线轨道有砟道床状态主要参数指标。

6.1.1 世界各国铺设的无砟轨道结构形式多种多样。日本新干线主要采用板式轨道，目前累计铺设里程达2700多公里。德铁批准上道的无砟轨道结构形式有六种：Rheda、Züblin、ATD、Getrac、Berlin和 Bögl，在铺设的660 km 无砟轨道(含80多组道岔区)中，Rheda 型轨道(含Rheda2000 型)约占一半以上；Bögl 板式轨道在纽伦堡至英戈尔施塔特高速线(于2006年开通)上铺设了35双线公里。

自20世纪90年代以来，我国铁路研发了轨枕埋入式、板式和弹性支承块式无砟轨道结构，在秦沈客运专线3座特大桥上以及西康线和赣龙线等隧道内进行了试铺。2004年，我国在遂渝线无砟轨道综合试验段的路基、桥梁、隧道及岔区首次成段铺设了无砟轨道，取得了一系列研究成果，研发了单元板式、双块式、纵连板式和岔区轨枕埋入式无砟轨道，首次在路基地段、岔区和大跨度桥梁上铺设，并通过了实车试验验证。2006年底开始，在我国前期无砟轨道研究成果的基础上，针对国内高速铁路的工程特点和环境条件，国内组织开展了无砟轨道技术再创新研发工作，并在武广客运专线武汉综合试验段、京津城际铁路等项目得到试验和工程实践验证，之后随着高速铁路建设的全面推进，无砟轨道进入了大规模应用阶段，设计时速300 km 及以上线路大都采用以无砟轨道为主的轨道结构，形成了适应国情、路情的CRTSI 型板式、CRTSII 型板式、CRTS 双块式无砟轨道以及道岔区轨枕埋入式、道岔区板

式无砟轨道的设计、制造、施工等成套技术体系。

在总结前期铁路无砟轨道工程实践经验和无砟轨道技术再创新基础上,近年来我国研发了一种新型无砟轨道结构—CRTSIII型板式无砟轨道,其首次试验铺设于成灌铁路,并已在盘营、湖北城际铁路、郑徐客运专线等项目上应用并开通运营。

鉴于不同无砟轨道结构具有鲜明的技术、经济特征,铁路设计时需针对不同项目的铁路等级、运营条件、工程和环境条件,进行技术经济比选,合理确定无砟轨道结构形式。

6.1.2 扣件节点间距需根据运营条件合理确定,以求在最经济的条件下,保证轨道具有足够的强度、弹性和稳定性。减小扣件节点间距,可降低钢轨、道床板的受力,但也不能太小,否则就不经济。

(1)高速铁路无砟轨道的扣件节点间距是参照国外相关技术标准以及我国客运专线无砟轨道技术再创新成果和高速铁路建设工程实践确定的。

日本新干线前期板式轨道设计技术要求中,扣件节点间距一般为625 mm,最小为400 mm,超过625 mm扣件间距不得连续存在。当受梁缝的限制,扣件间距可以容许到725 mm,当725 mm时,可以采用支承面积大的带铁垫板的直结5型接头扣件,扣件间距可以容许到900 mm。近年来,日本铁路根据理论和试验研究成果,新干线一般地段的板式轨道结构增大了扣件节点间距,以提高经济性,降低轨道整体刚度。

德铁扣件节点间距有砟轨道一般为600 mm,无砟轨道一般为650 mm,技术标准中要求不大于650 mm。

我国已开通运营的高速铁路中,有砟轨道普遍采用的扣件节点间距一般为600 mm。而不同形式的无砟轨道扣件节点间距则有所不同: CRTSI 型板式无砟轨道扣件节点间距一般为629 mm, CRTSII 型板式无砟轨道和 CRTSI 型双块式无砟轨道扣件节点间距一般650 mm,郑西客运专线 CRTSII 型双块式无砟轨道扣件

节点间距一般为654 mm。运营实践证明,采用上述扣件节点间距均能保证高速铁路轨道动态平顺性。

由于高速铁路、城际铁路的列车轴重相对较轻,适当增大扣件节点间距既可以减少扣件数量又可以满足轨道强度检算要求,同时借鉴国内外高速铁路的运营实践经验,提出扣件节点间距原则上不大于650 mm的要求,特殊情况下超过650 mm时,需进行静、动力设计检算,且尽量避免连续设置。

(2)设计时速200 km及以下客货共线或重载铁路无砟轨道的扣件节点间距是参照国内建设工程实践确定的。秦岭隧道、乌鞘岭隧道(客货共线铁路)内采用弹性支承块式无砟轨道结构,扣件节点间距分别为625 mm、568 mm。宜万铁路采用双块式无砟轨道结构,扣件节点间距为625 mm,目前的运营情况良好。山西中南部铁路和在建的蒙西至华中煤运铁路扣件节点间距采用600~625 mm。因此本规范规定客货共线铁路、重载铁路扣件节点间距可按最大不超过625 mm设置。

设计时速200 km及以下客货共线、重载铁路的列车轴重相对较大,减小扣件节点间距,可降低钢轨、道床板的受力,同时借鉴国内客货共线铁路的运营实践经验,提出扣件节点间距原则上不大于625 mm的要求,特殊情况下超过625 mm时,需进行静、动力设计检算,且尽量避免连续设置。

6.1.3 无砟轨道结构弹性主要来自扣件系统的弹性垫板,有砟轨道弹性除来自扣件系统外还由碎石道床提供,有砟轨道相对无砟轨道其刚度较小,且列车荷载作用下轨道结构垂向变形也有一定的差异。为使有砟轨道与无砟轨道间刚度均匀过渡,无砟轨道与有砟轨道之间应设置轨道结构过渡段。

6.1.4 为确保无砟轨道结构和线下基础的耐久性,需根据无砟轨道的结构特点结合线下基础和环境条件合理设置防排水系统。

6.1.5 考虑铁路电子、电气设备安全可靠运行和人身安全防护要求,无砟轨道结构需进行接地设计,无砟轨道道床结构内的接地钢

筋,通过接地装置及引接线连接到铁路综合接地系统的贯通地线。一般道床板(轨道板)接地不大于100 m 形成一个接地单元,接地单元中部与“贯通地线”单点“T”形可靠连接。

6.2.2 根据不同荷载图式的理论计算分析结果,无砟轨道结构设计荷载采用集中荷载图式。设计活载的取值是根据国家“九五”攻关项目《高速铁路无砟轨道结构设计参数的研究》对不同运营条件进行轮轨动力计算分析,并参照日本新干线和德国高速铁路无砟轨道的荷载参数确定的。考虑最不利的运营条件,计算中高速列车采用德国ICE-2 型机车(轴重195 kN,速度300 km/h),中速列车采用国产SS8 型和DF11 型机车(轴重分别为220 kN 和230 kN,速度160 km/h),计算得出的高、中速的轮轨力动载系数分别为(2.4~3.0)和(2.4~2.6)。考虑到无砟轨道主要为钢筋混凝土结构,其结构或部件一旦损坏,修复相对困难,在确定竖向设计荷载时,采用较大的强度安全储备是必要的,因此,对于设计时速250 km 以上的高速铁路和轴重大于25 t 的重载铁路,竖向设计活载中的动载系数取3.0;对于设计时速250 km 的高速铁路、设计时速200 km 的城际铁路、客货共线铁路和轴重25 t 的重载铁路,竖向设计活载中的动载系数取2.5;对于设计时速160 km、120 km的城际铁路,竖向设计活载中的动载系数取2.0。横向设计荷载根据静轮重及容许的最大脱轨系数0.8确定。

6.2.3 列车疲劳检算荷载供无砟轨道结构设计疲劳检算中的计算使用,为高速列车运行在线路上经常出现的轮载值,根据客运专线无砟轨道技术再创新提出的有关设计理论和设计方法,结合我国前期无砟轨道结构轮轨作用力测试数据的数理统计分析结果,竖向疲劳检算活载取为静轮载的1.5倍;横向疲劳检算活载取静轮载的0.4倍。

6.3.1 我国常用无砟轨道扣件类型主要有WJ-7 型、WJ-8 型扣件,无砟轨道扣件适用范围见说明表6.3.1—1,主要技术性能见说明表6.3.2—2。

说明表6. 3. 1—1无砟轨道扣件适用范围

扣件类型	运营条件
WJ-7A型	最高速度250 km/h客运专线(兼顾货运): 客车最大轴重23t(客运机车), 货车最高速度120km/h, 最大轴重25 t
WJ-7B型	最高速度350 km/h客运专线: 轴重17t(考虑轴重可能增加10%)
WJ-8A型	最高速度250 km/h客运专线(兼顾货运): 客车最大轴重23t(客运机车), 货车最高速度120 km/h, 最大轴重25 t
WJ-8B型	最高速度350 km/h客运专线: 轴重17 t(考虑轴重可能增加10%)

说明表6. 3. 1—2 无砟轨道扣件主要技术性能

扣件类型	单个弹条初始扣压力(kN)	弹程(mm)	弹性垫层静刚度(kN/mm)	轨距调整量(mm)	高低调整量(mm)
WJ-7型	W1型弹条: >9	W1型弹条: 14	B型扣件: 20~30	-12~+12	30
	X2型弹条: 6	X2型弹条: 12	A型扣件: 30~40		
WJ-8型	W1型弹条: >9	W1型弹条: 14	B型扣件: 20~30	-10~+10	30
	X2型弹条: 6	X2型弹条: 12	A型扣件: 30~40		

无砟轨道用WJ-8 型扣件的轨距挡板(及挡板座)或轨距块号码配置见说明表6. 3. 1—3。

说明表6. 3. 1—3 WJ-8型扣件轨距挡板号码配置表

轨距调整量(mm)	左股钢轨		右股钢轨	
	外侧	内侧	内侧	外侧
-10	12	2	2	12
-9	11	3	2	12
-8	11	3	3	11
-7	10	4	3	11
-6	10	4	4	10
-5	9	5	4	10
-4	9	5	5	9

续说明表6.3.1—3

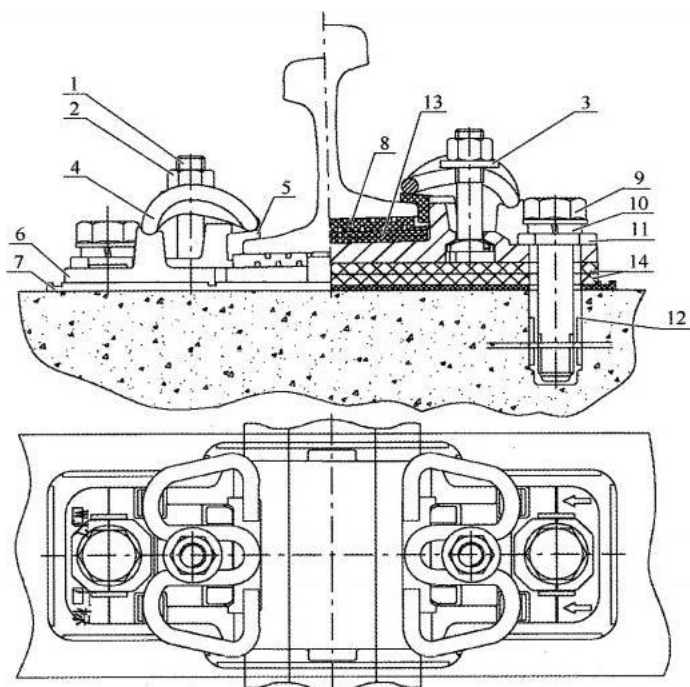
轨距调整量 (mm)	左股钢轨		右股钢轨	
	外侧	内侧	内侧	外侧
-3	8	6	5	9
-2	8	6	6	8
-1	7	7	6	8
0	7	7	7	7
+1	6	8	7	7
+2	6	8	8	6
+3	5	9	8	6
+4	5	9	9	5
+5	4	10	9	5
+6	4	10	10	4
+7	3	11	10	4
+8	3	11	11	3
+9	2	12	11	3
+10	2	12	12	2

无砟轨道扣件类型的组装图见说明图6.3.1—1、说明图6.3.1—2所示。

6.4.2 CRTSI 型板式无砟轨道结构设计说明如下：

(1)轨道板的设计既要考虑轨道受力，又要兼顾轨道板在制造、装载运输及施工时的可操作性。

轨道板宽度设计需满足结构设计及制造工艺要求，同时考虑传递列车荷载的有效范围，尽可能减少传递到板下结构的荷载应力及作用在板上的弯矩。轨道板宽度减少，则板上横向正弯矩减小，而纵向弯矩及横向负弯矩将增大。通过理论计算分析，轨道板设计宽度取2400 mm。

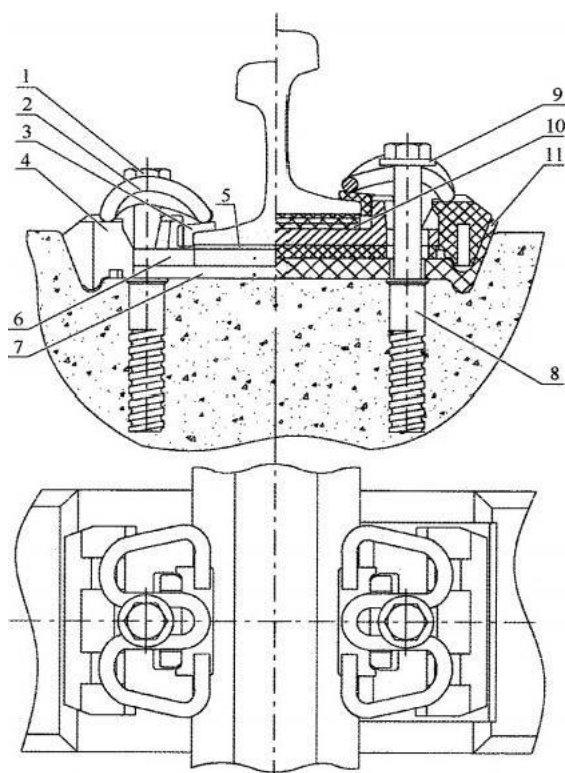


说明图6.3.1—1 WJ-7型扣件组装图

- 1—T 形螺栓；2—螺母；3—平垫圈；4—弹条；5—绝缘块；6—铁垫板；7—绝缘缓冲垫；
8—垫板；9—锚固螺栓；10—弹簧垫圈；11—平垫块；12—预埋套管；
13—轨下调高垫板；14—铁垫板下调高垫板

轨道板厚度主要由结构强度及配筋要求决定。在结构强度允许的范围内，考虑温度荷载的影响，通过对不同厚度情况下的对比计算分析，轨道板的设计厚度一般取190 mm。但针对特殊环境气候条件下(如严寒地区)，考虑提高其抗冻性和耐久性，可以适当增大轨道板厚度。

有限元计算分析结果表明轨道板长度在3 m~6m 范围内，轨道纵、横向的外荷载弯矩变化较小。我国高速铁路桥梁所占比例较高，且主型为32 m 简支箱梁，为了减少轨道板类型，轨道板长度



说明图6.3.1—2 WJ-8 型扣件组装图

1—螺旋道钉；2—弹条；3—绝缘块；4—轨距挡板；5—垫板；6—铁垫板；

7—铁垫板下弹性垫板；8—预埋套管；9—平垫圈；

10—轨下调高垫板；11—铁垫板下调高垫板

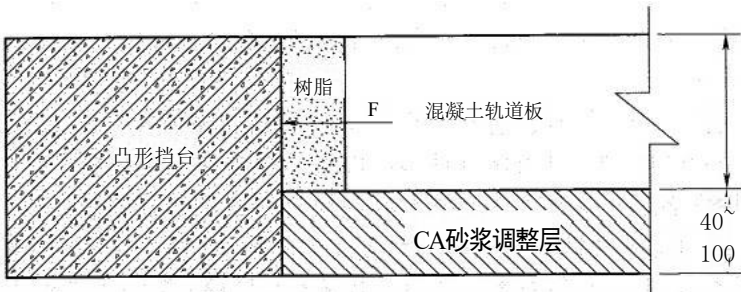
设计以此为基础，单孔32 m 箱梁设计布置2种长度的轨道板，即4962 mm 和3685 mm，可以实现桥上扣件节点间距的均匀性(629 mm)。对于数量较少的24 m 简支箱梁，布置一种长度的轨道板，即4856 mm，扣件节点间距617. mm。为统一轨道板长度，降低制造成本，路基和隧道区段轨道板的标准长度为4962 mm，相邻轨道板的间隙为70 mm。 对于其他桥梁结构(如连续梁等)上

的轨道板长度，可以在标准长度的轨道板基础上，以尽可能减少轨道板类型为原则合理配置，考虑结构设计、制造和施工等因素，轨道板长度建议在3.5~5.5m 范围内。

配合设在底座上的圆形或半圆形凸形挡台，轨道板两端设置半圆形缺口。轨道板的制造和验收技术要求可以执行《CRTSI 型板式无砟轨道混凝土轨道板》。

(2)混凝土底座是板式轨道的支承基础，其主要功能一方面修正在无砟轨道施工前下部基础的变形(如桥梁上拱、路基沉降)与施工偏差，另一方面实现曲线地段板式轨道的超高设置。底座宽度的设计需在保证结构强度的前提下，考虑板式轨道的施工设备和机具的使用，桥梁和隧道地段一般为2.8 m，路基地段一般为3.0m；其厚度和配筋需根据下部基础的支承条件和预测变形(如桥梁的跨中挠度、路基承载力及不均匀沉降等)条件计算确定，桥梁和隧道地段基础相对较为坚实，厚度一般采用200 mm，而路基地段则加厚至300 mm。在缓和曲线地段，由于其超高是逐渐变化的，底座高度需根据超高变化情况合理设置。

(3)凸形挡台作为板式轨道的一个重要组成部分，其主要功能是限制轨道板的纵、横向位移。凸形挡台结构是按悬臂受弯构件设计的，其悬臂梁的固定端固定于下部混凝土底座中。其受力图式如说明图6.4.2—1所示。



说明图6.4.2—1 凸形挡台受力图式

作用于凸形挡台上的力包括温度力(长钢轨纵向力、轨道板伸缩产生的纵向力)、轨道抵抗钢轨压屈的横向抗力、制动或牵引力、轮轨横向力等,其中温度力与轨道横向抗力作为主力考虑,其余作为附加力考虑。

凸形挡台分圆形和半圆形,半圆形挡台一般设在桥梁的端部或板式轨道的末端。凸形挡台的半径一般采用260 mm,高度250 mm。大跨连续梁及温度跨度较大的桥梁地段由于受桥上无缝线路纵向力影响较大,需对其梁端半圆形凸形挡台及其与底座的接口设计进行专项检算。

(4)轨道板和底座板之间设置水泥乳化沥青砂浆充填层,它是CRTSI 型板式无砟轨道的关键组成部分,其性能的好坏直接影响轨道系统的耐久性和运营期间的养护维修工作量。CRTSI 型板式无砟轨道水泥乳化沥青砂浆充填层的主要功能是施工调整、协调板端翘曲变形、阻断底座反射裂纹、缓和轨道振动冲击等。轨道系统要求充填层砂浆材料需具有良好的力学性能、耐久性能和可施工性,并适于采用袋装灌注法进行施工。国内在秦沈客运专线、遂渝线无砟轨道试验段相关研究成果的基础上,通过客运专线无砟轨道技术再创新课题“板式无砟轨道水泥乳化沥青砂浆的试验研究”开展了大量的试验研究工作,取得了一定成果,并编制了《客运专线CRTSI 型板式无砟轨道水泥乳化沥青砂浆暂行技术条件》和《客运专线铁路 CRTSI 型板式无砟轨道水泥乳化沥青砂浆和凸台树脂用灌注袋暂行技术条件》,已在我国高速铁路建设中推广应用。

凸形挡台与轨道板半圆形缺口相匹配,间隙一般为40 mm,需充填弹性好、强度高的树脂材料,以缓冲轨道对凸形挡台的作用。我国在客运专线无砟轨道技术再创新研究成果的基础上,研究编制了《客运专线铁路 CRTSI 型板式无砟轨道凸形挡台填充聚氨酯树脂(CPU) 暂行技术条件》和《客运专线铁路CRTSI 型板式无砟轨道水泥乳化沥青砂浆和凸台树脂用灌注袋暂行技术条件》,并

已推广应用。

(5)为保证无砟轨道结构与梁体的可靠连接,实现梁体与无砟轨道结构的变形协调,在混凝土底座范围内的桥面需预埋一定数量的连接套筒或预埋钢筋,其数量需根据底座承受的纵、横向力的大小计算确定。

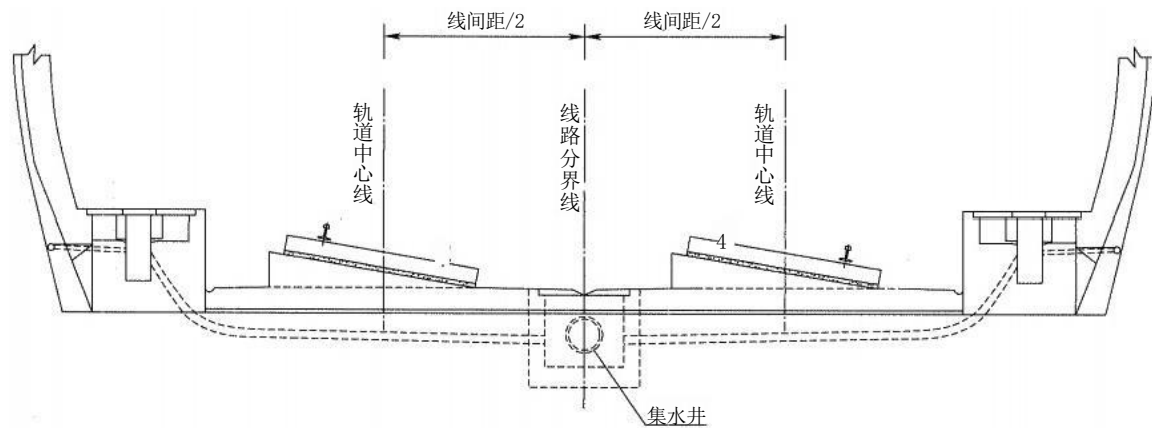
隧道洞口附近温度变化较大,与隧道内部相比,底座结构在温度荷载作用下变形较大,为保证轨道结构稳定性和耐久性,隧道洞口附近仰拱回填层需设置连接钢筋与底座相连。

(6)对于地质条件较好的I、II级围岩隧道,一般采用曲墙衬砌加钢筋混凝土底板的结构形式,衬砌底板设计厚度一般大于30 cm,混凝土强度等级不低于C35。CRTSI型板式无砟轨道结构一般需设钢筋混凝土底座,而对于设底板结构的I、II级围岩隧道,可以将底座与隧道底板合并设置,不仅避免隧道内混凝土的二次施工,且可以降低工程建设成本。曲线地段隧道底板的施工需系统考虑,隧道工程施工时根据线路设计要求,在底板上设置超高,如说明图6.4.2—2所示。

轨道超高一般在底座上设置。超高设置需优先满足直通列车旅客舒适度要求,并兼顾低速跨线列车和中间站起停列车的旅客舒适度要求。

(7)大跨度桥梁及温度跨度较大的桥梁在温度荷载作用下,梁端伸缩量大,梁轨相互作用力剧烈,因此需要对桥梁端部轨道板进行特殊设计,确保扣件间距满足要求,对桥梁端部的底座和凸形挡台进行特殊设计检算,确保结构安全、可靠。

(8)路基地段CRTSI型板式无砟轨道,温暖地区可以采取集水井排水方式;寒冷地区线间排水设计考虑防冻要求,在保证横向排水管道畅通、不会因冻胀影响底座结构安全的前提下,可以采取在底座内埋设横向排水管等措施,线间填筑级配碎石,表面混凝土封闭;严寒地区路基地段的CRTSI型板式无砟轨道线间排水设计需结合气候条件、线下工程设计情况等系统研究,确保各结构物



说明图6.4.2—2 隧道底板与无砟轨道混凝土底座合并设置示意图(无仰拱隧道)

的安全可靠。桥梁地段CRTSI 型板式无砟轨道，由于相邻底座板间伸缩缝过窄（一般为20 mm）及凸形挡台的阻断作用，无横向排水通道，桥面泄水孔设计需采用三列排水方式，对于严寒地区，排水管等需考虑防冻措施。

6.4.3 CRTSII 型板式无砟轨道结构设计说明如下：

1 CRTSII 型板式无砟轨道的轨道板为单向预应力混凝土结构，横向设置预应力，采用先张法生产工艺；纵向通过6根 $\phi 20$ 的精轧螺纹钢筋连接。每块标准轨道板上设10对扣件，扣件节点间距0.65 m，相邻扣件节点间的板顶面设置深度为40 mm的预裂缝，相邻预裂缝距离为0.65m。

2 轨道板纵连后，为纵向连续结构，为确保高温时轨道板不致在温度压力作用下失稳或上拱，低温时轨道板裂纹宽度在容许范围内，需专门进行纵连设计，同时必须规定轨道板与底座板锁定温度的容许范围。

3 CRTSII 型板式无砟轨道水泥乳化沥青砂浆充填层的主要功能是施工调整和约束轨道板。轨道系统要求充填层砂浆与轨道板、支承层/底座间良好粘结，砂浆材料需具有良好的力学性能、可施工性和耐久性，采用模筑法进行施工。客运专线无砟轨道技术再创新课题“板式无砟轨道水泥乳化沥青砂浆的试验研究”开展了大量的试验研究工作，在课题研究成果和京津城际铁路、武广客运专线武汉综合试验段工程实践的基础上，编制了《客运专线 CRTS II 型板式无砟轨道水泥乳化沥青砂浆暂行技术条件》，并已在京沪高速铁路、京石武客专等项目中推广应用。由于水泥乳化沥青砂浆与轨道板的粘结性能是保障轨道板的稳定性的重要因素，因此必须保证水泥乳化沥青砂浆耐久性满足相关技术标准及轨道结构安全运营的要求。

4 路基地段的CRTSII 型板式无砟轨道，支承层一般需沿线路纵向每隔不大于5m 切一横向预裂缝，缝深建议为支承层厚度的1/3。轨道板宽度范围内的支承层表面需进行拉毛处理。

路基地段CRTSII 型板式无砟轨道, 温暖地区直线地段可以采用经轨道板顶面向线路两侧横向排水的技术方案, 即线间填充级配碎石和C25 混凝土封闭层, 利用轨道板表面横向排水坡进行横向排水, 为降低造价, 线间可以取消级配碎石, 采用C25 混凝土封闭层和集水井进行横向排水; 寒冷地区直线地段线间排水设计建议采用经轨道板顶面向线路两侧横向排水的技术方案。曲线地段受轨道超高设计的影响, 线间排水采用设集水井的横向排水技术方案。

5 桥梁地段CRTSII 型板式无砟轨道

(1) 主要技术特点

轨道板和底座板为跨越梁缝的连续结构;

底座板与梁面通过滑动层保持滑动状态。桥梁固定支座上方的底座板通过在梁体预设锚固筋、齿槽与梁体固结;

梁缝处的梁面一定范围内(一般梁缝两侧各1.45 m), 铺设高强度挤塑板, 减小梁端变形对轨道结构的影响;

采用沿线路纵向隔一定间距设置侧向挡块的方式, 对底座板横向和竖向进行限位。

(2) 设计方法

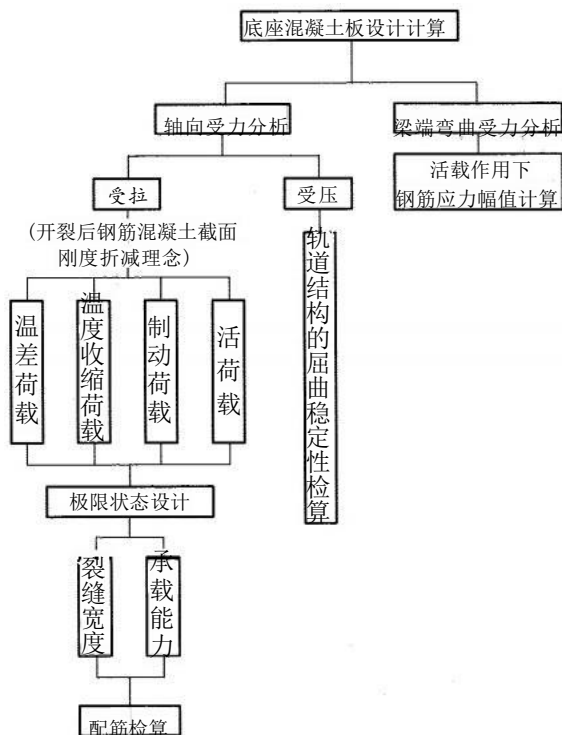
桥上CRTSII 型板式无砟轨道结构的主承重构件为连续铺设的钢筋混凝土底座板, 基于开裂后钢筋混凝土构件刚度折减理念, 按轴向拉压杆件采用极限状态法进行力学计算和结构设计。底座板的力学计算和结构设计流程如说明图6.4.3—1所示。

桥上轨道系统的结构设计主要检算内容和方法包括:

不同工况轨道系统检算(分别考虑结构自重、预应力、桥墩不均匀沉降、桥墩扭曲变形、温度、混凝土徐变和收缩、列车活载等荷载以及不同的荷载组合):扣件上拔力检算、底座抗弯、抗剪及疲劳检算、高强度挤塑板检算;

轴向受压检算(轨道结构屈曲稳定检算);

轴向受拉计算(考虑底座板开裂后, 不同的刚度折减及不同的



说明图6.4.3—1 底座板力学计算流程

摩擦系数):单线活载作用下底座板拉力计算、降温荷载下底座板和钢轨拉力计算、轨道板与底座板温差及混凝土收缩荷载下底座板拉力计算及制动荷载下底座板拉力计算。

根据计算得出的底座板可能承受的最大轴向拉力等设计荷载,按轴向拉压杆件采用极限状态法进行配筋设计。底座配筋完成后,再进行桥梁与底座板连接、侧向挡块及台后锚固结构等计算、设计。

(3)台后锚固结构包括摩擦板及端刺,其结构设计需与接触网支柱基础以及路桥过渡处电缆槽等相关工程统筹考虑。摩擦板及

端刺结构与接触网支柱基础发生干扰时，可以适当调整大小端刺的设置位置，当需在摩擦板上开槽处理时，在摩擦板槽口与接触网支柱基础之间需设置一定空隙，并做好防水处理。

(4) 桥梁地段CRTSII 型板式无砟轨道，由于轨道系统为纵连结构，无横向排水通道，桥面泄水孔设计需采用三列排水方式。

6 隧道地段CRTSII 型板式无砟轨道

根据《客运专线铁路无砟轨道支承层暂行技术条件》，支承层材料分水硬性混合料、低塑性水泥混凝土两种，分别采用滑模摊铺机摊铺模式、立模浇筑模式施工。

支承层采用水硬性混合料、滑模摊铺机施工，施工机械化程度高，有利于质量控制、提高工效和经济性，此时曲线超高需在隧道仰拱回填层(有仰拱隧道)或底板(无仰拱隧道)上设置。

当无法采用滑模摊铺施工工艺时，支承层可以采用低塑性水泥混凝土，并采用模筑法施工，此时曲线超高可以在支承层设置。

从提高工效和施工质量角度考虑，长大隧道地段的支承层建议采用水硬性混合料、滑模摊铺施工，曲线超高尽量在仰拱回填层(有仰拱隧道)或底板(无仰拱隧道)上设置。

6.4.4 CRTSIII 型板式无砟轨道结构设计说明如下：

1 轨道板的设计既要考虑轨道受力，又要兼顾轨道板在制造、存储、装卸、运输及施工时的可操作性。

轨道板宽度设计需满足结构设计及制造工艺要求，同时考虑传递列车荷载的有效范围，尽可能减少传递到板下结构的荷载应力及作用在板上的弯矩。轨道板宽度减少，则板上横向正弯矩减小，而纵向弯矩及横向负弯矩将增大。通过理论计算分析，轨道板设计宽度取2500 mm。

轨道板厚度主要由结构强度及配筋要求决定。在结构强度允许的范围内，考虑温度荷载的影响，通过对轨道板不同厚度时的对比计算分析，轨道板的设计厚度取200 mm。

有限元计算分析结果表明轨道板长度在3~6m 范围内，轨道

纵、横向的外荷载弯矩变化较小。我国高速铁路桥梁所占比例较高,且主型为32 m 简支箱梁,为了减少轨道板类型,轨道板长度设计以此为基础,单孔32 m 箱梁设计布置2种长度的轨道板,即4925 mm和5600 mm,可以实现桥上扣件节点间距的均匀性(630 mm)。对于数量较少的24 m 简支箱梁,布置一种长度的轨道板,即4856 mm,扣件节点间距617 mm。为统一轨道板长度,降低制造成本,路基和隧道区段轨道板的标准长度为5600 mm,相邻轨道板的间隙为70mm。对于其他桥梁结构(如连续梁等)上的轨道板长度,可以在标准长度的轨道板基础上,以尽可能减少轨道板类型为原则合理配置,考虑结构设计、制造和施工等因素,轨道板长度建议在3.5 m~5.5m 范围内。

2 混凝土底座是板式轨道的支承基础,其主要功能一方面修正在无砟轨道施工前下部基础的变形(如桥梁上拱、路基沉降)与施工偏差,另一方面实现曲线地段板式轨道的超高设置。底座宽度的设计需在保证结构强度的前提下,考虑板式轨道的施工设备和机具的使用,桥梁和隧道地段一般为2.9 m,路基地段一般为3.1m;其厚度和配筋需根据下部基础的支承条件和预测变形(如桥梁的跨中挠度、路基承载力及不均匀沉降等)条件计算确定,桥梁和隧道地段基础相对较为坚实,厚度一般采用200 mm,而路基地段则加厚至300 mm。在缓和曲线地段,由于其超高是逐渐变化的,底座高度需根据超高变化情况合理设置。

3 轨道板和底座板之间设置自密实混凝土层,它是CRTSIII型板式无砟轨道的关键组成部分,其性能直接影响轨道系统的耐久性和运营期间的养护维修工作量。自密实混凝土层的主要功能是与轨道板形成复合板,通过与底座间设置的凹凸槽对轨道板进行纵、横向限位,同时还具有施工调整等功能。轨道系统要求自密实混凝土材料应具有良好的力学性能、耐久性能和可施工性。通过成灌线、盘营客专、湖北城际铁路、郑徐客专等项目CRTSIII型板式无砟轨道建设,我国已形成了适应不同环境条件的自密实混

凝土技术标准。

4 底座表面设置隔离层，便于在特殊情况下轨道板的更换和维修；沿线路纵向底座设凹槽限位机构，限制轨道板的纵、横向移动，传递水平力。凹槽周围的弹性垫层的力学性能需根据其应力水平计算确定，其材料需保证具有长期耐久性。

5 为保证无砟轨道结构与梁体的可靠连接，实现梁体与无砟轨道结构的变形协调，在混凝土底座范围内的桥面需预埋一定数量的连接套筒或预埋钢筋，其数量需根据底座承受的纵、横向力的大小计算确定。

隧道洞口附近温度变化较大，与隧道内部相比，底座结构在温度荷载作用下变形较大，为保证结构稳定性和耐久性，隧道仰拱回填层需设置连接钢筋与底座相连。

6 超高一般在底座上设置。超高设置需优先满足直通列车旅客舒适度要求，并兼顾低速跨线列车和中间站起停列车的旅客舒适度要求。

7 大跨度桥梁在温度荷载作用下，梁端伸缩量大，梁轨相互作用力剧烈，因此需要对桥梁端部轨道板进行特殊布置，确保扣件间距满足要求，对桥梁端部的底座和凹槽进行特殊设计检算，确保结构安全、可靠。

8 路基地段CRTSIII 型板式无砟轨道，温暖地区可以采取集水井排水方式；寒冷地区线间排水设计考虑防冻要求，在保证横向排水管畅通、不会因冻胀影响底座结构安全的前提下，可以采取在底座内埋设横向排水管等措施，线间填筑级配碎石，表面混凝土封闭；严寒地区路基地段的CRTSIII 型板式无砟轨道线间排水设计需结合气候条件、线下工程设计情况等系统研究，确保各结构物的安全可靠。桥梁地段CRTSIII 型板式无砟轨道，由于相邻底座板间伸缩缝较窄，无横向排水通道，桥面泄水孔设计需采用三列排水方式，对于严寒地区，排水管等需考虑防冻措施。

6.4.5 CRTS 双块式无砟轨道结构设计说明如下：

1 双块式轨枕可以为扣件的安装提供良好的接口。道床板作为主要的承载结构且暴露于空气之中，要严格满足强度和裂纹控制要求。支承层(或底座板)铺设于道床板和下部基础之间，为道床板的铺设安装提供良好的接口，并能保证良好的刚度过渡，以使结构设计合理、经久耐用。

双块式轨枕目前主要有有挡肩和无挡肩两种类型，双块式轨枕推荐采用有挡肩结构主要基于以下几方面考虑：(1)有挡肩双块式轨枕结构能够提供更好的横向力，轨道结构横向稳定性相对更好；(2)弹性相对较好；(3)维修更为方便、快速。

2 路基地段双块式无砟轨道道床板一般采用纵向连续的钢筋混凝土结构，有利于提高施工工效，减少综合接地端子的设置数量。但对于路基长度较短地段，考虑减少或取消端梁设置，道床板可采用分块式结构。

为有效控制纵向连续道床板混凝土裂纹，道床板设计时应明确混凝土水灰比、入模温度等主要参数。

列车纵、横向荷载需通过道床板与支承层的摩擦力进行传递，为保证双块式无砟轨道结构的整体稳定性，道床板宽度范围内，支承层需进行拉毛处理。

支承层为连续摊铺的水硬性混合料或低塑性水泥混凝土，为了减少和消除连续结构的横向裂纹，根据前期工程实践经验，支承层沿线路纵向每隔不大于5m 设置横向伸缩假缝，深度宜为支承层厚度的1/3。

3 桥梁地段双块式无砟轨道的底座和道床板采用分块结构，以适应桥梁的变形，间隔缝一般为100 mm；底座表面设置隔离层(一般采用土工布材料)便于在特殊情况下道床板的更换和维修；沿线路纵向底座设凹槽限位结构，限制道床板的纵、横向位移，传递水平力。凹槽周围的弹性垫层的力学性能需根据其应力水平计算确定，其材料需保证具有长期耐久性。

4 考虑无砟轨道温度荷载的影响,道床板采用分块式结构可使其受到的温度力相对连续道床板结构显著降低,结构受力更为有利。但分块式道床板结构稳定性相对于连续道床板结构稍差。考虑隧道内道床板的整体温度荷载较小,道床板采用分块式或连续浇筑均可。

隧道地段道床板直接浇筑在隧道仰拱回填层(有仰拱隧道)或底板(无仰拱隧道)上,列车纵、横向荷载需通过道床板与隧道的仰拱回填层或底板的摩擦力进行传递,所以要求隧道的仰拱回填层或底板表面进行拉毛或凿毛处理。

6.4.6 弹性支承块式无砟轨道结构设计说明如下:

弹性支承块式无砟轨道是目前普遍采用的无砟轨道结构型式之一。1999年,我国在西康线秦岭隧道I、II线(长度为18.5 km)内采用了弹性支承块式无砟轨道,现在使用状况良好。2004年,我国在兰新铁路乌鞘岭隧道(长20.05 km,两单线隧道)内采用了弹性支承块式无砟轨道结构。弹性支承块式无砟轨道适用于隧道地段,如果用于路基和桥梁地段,其缺点是橡胶套靴在露天地段易老化,雨水容易浸入套靴,列车经过时会有污水挤出,不仅污染道床,而且还影响轨道结构的弹性和耐久性,必须采取相应的措施。

6.4.7 长枕埋入式无砟轨道结构设计说明如下:

在20世纪90年代,结合高速铁路无砟轨道前期研究,选定秦沈客专沙河、狗河和双何三座特大桥进行无砟轨道实验研究,其中沙河特大桥上试铺了长枕埋入式无砟轨道,采用WJ-2型小阻力扣件。为完善无砟轨道技术,又在渝怀线鱼嘴2号隧道进行了长枕埋入式无砟轨道的铺设。此外,2004年在遂渝线无砟轨道综合试验段范围内也铺设了长枕埋入式无砟轨道结构形式。通过对国内客货共线铁路轨道状态调查,长枕埋入式无砟轨道结构及运营状态总体情况较好,达到了减少养护维修工作量的目的。经过多年的科研实验和工程实践,长枕埋入式无砟轨道已日趋成熟,2016年中国铁路总公司颁发了《客货共线铁路隧道内长枕埋入式无砟

轨道用混凝土轨枕暂行技术条件等三项暂行技术条件》(铁总科技(2016)214号)。

6.4.8 道岔区轨枕埋入式无砟轨道结构设计说明如下:

1 道床板是道岔区轨枕埋入式无砟轨道的主要承载结构,结构配筋要根据受力计算确定,道床板的宽度在道岔区范围变化相对较大,需根据道岔结构的布置合理确定。

2 桥梁地段的道岔区轨枕埋入式无砟轨道,需考虑道岔、桥梁相互作用。桥上道岔区底座采用C40 钢筋混凝土在桥面现场浇筑而成,底座板与梁体通过预埋钢筋或预埋套筒相连,预埋钢筋或预埋套筒数量需根据强度检算确定。底座采用分块设计,底座长度与对应分块单元的道床板长度一致。底座板与道床板之间设置隔离层,通过设置限位凹槽结构实现轨道纵、横向力的传递。

3 在转辙机区段的道床板由于转辙机拉杆净空的要求,必须在道床板设计中预留出相应的空间,预留坑槽的宽度、相应位置的轨枕间距、轨枕宽度、最外层钢筋的混凝土保护层厚度等均需根据转辙机拉杆的需要而定,同时要满足相关规范的要求。

6.4.9 道岔区板式无砟轨道结构设计说明如下:

路基地段岔区板式无砟轨道系统,在路基基床表层上设置素混凝土或钢筋混凝土底座。桥梁地段道岔区板式无砟轨道的系统设计涉及桥梁、道岔结构,需结合桥梁结构、道岔结构以及区间无砟轨道的结构形式进行系统设计。

1 道岔板是道岔区板式轨道的重要组成部分,采用工厂预制。道岔板及原材料的技术要求、试验方法、检验规则、标识、存放、运输、装卸等方面的技术要求按照相关规定执行。

2 道岔区板式无砟轨道有底座单元式或连续式。底座采用单元结构时,调整层与底座间应设置隔离层,调整层与底座间设置限位凹槽,凹槽的形式尺寸应根据设计荷载计算确定,凹槽侧面设弹性垫层,隔离层和弹性垫层的性能应符合相关规定;底座采用连续结构时,路基地段调整层与道岔板之间采用门型钢筋连接,桥梁

地段道岔板、沥青砂浆层和底座间采用植筋连接；调整层采用自密实混凝土或沥青砂浆现场浇筑，材料及配合比需试验研究确定，其性能应符合相关规定。

6.5.1 为尽可能改善过渡段的工作条件，保证过渡段范围内线路刚度的平顺过渡，一般情况下，轨道结构与下部基础之间的过渡段避免设在同一部位。结合我国前期无砟轨道的工程实践，过渡段宜设置在同一下基基础上。

6.5.2 正线有砟轨道与无砟轨道结构间的过渡说明如下：

3 正线无砟轨道与有砟轨道结构过渡段的轨道刚度过渡需根据列车通过速度情况确定，一般采取改变扣件弹性垫板刚度的过渡方式，分三级过渡。为减少备料种类，方便养护维修，过渡段扣件类型尽量与相邻线路扣件一致。

4 在相同下部基础上，路基地段无砟轨道底座或支承层的底板从过渡点开始向有砟轨道延伸长度不应小于10m，有利于改善不同轨道结构之间刚度均匀过渡。

6.5.3 对于正线与到发线及到发线与到发线之间的无砟轨道与有砟轨道结构过渡段，由于速度低，可仅考虑无砟轨道结构的底座或支承层从过渡点开始向有砟轨道延伸一定长度，取消辅助轨及配套部件等技术措施。

6.5.4 不同无砟轨道结构的扣件刚度差异不大，两种无砟轨道结构之间可以不考虑轨道刚度的过渡，但由于无砟轨道结构组成和结构高度的不同，需根据具体条件作相应设计，保证其顺接。

7.1.1 站线轨道类型说明如下：

1 由于到发线上行车速度较正线低，采用有砟轨道即可满足运营安全及作业要求，较无砟轨道可以节省大量工程投资，因此规定到发线宜采用有砟轨道。除到发线以外的其余站线，行车速度比到发线进一步降低，且多为空车运行，对轨道平顺性要求低，因此规定应采用有砟轨道。

2 高架车站、地下车站及站台范围设架空层的车站到发线一

般位于高速铁路、城际铁路及其他高标准铁路上，线路空间几何状态保持好，不易沉降，为保持站内整洁美观，减少养修作业，可以采用无砟轨道。

3 考虑到方便日后运营维护，以及与正线相邻到发线的线下基础与正线相比工程措施差异不大，较为稳固，因此当正线轨道结构为无砟轨道时，与其相邻的到发线也可以采用无砟轨道。

7.1.2 站线轨道设计标准说明如下：

原《铁路轨道设计规范》中站线轨道设计按到发线、驼峰溜放部分线路、其他站线及次要站线进行了规定。本次修订规范适用范围包含了高速铁路、城际铁路、重载铁路及客货共线Ⅰ和Ⅱ级铁路，到发线的种类增加较多。高速铁路、城际铁路到发线仅供动车组列车停靠，客货共线铁路到发线可停靠动车组列车、机车牵引客车或货物列车，重载铁路到发线可供重车或轻车停靠。到发线可铺设无缝线路，也可铺设有缝线路。

考虑到原《铁路轨道设计规范》TB 10082—2005中其他站线和次要站线的轨道标准差别不大，仅土质路基的单层道砟厚度不同，其他站线为25 mm、次要站线为20 mm，故这次修订将其他站线和次要站线合并，统称为其他站线，减少站线分类，便于使用。

本次修订依据《高速铁路设计规范》TB10621—2014、《城际铁路设计规范》TB 10623—2014、《重载铁路设计规范》TB 10625—2017及《铁路车站及枢纽设计规范》TB 10099—2017，对站线轨道设计标准进行了整合修订，形成表7.1.2。

1. 钢轨

到发线一般只作接发列车之用，只有在个别情况下才办理通过列车，但列车速度因受所连接道岔的侧向容许通过速度控制，要比正线通过列车速度低，到发线所承受的列车动荷载也比正线轨道低，所以到发线一般采用60 kg/m 或50 kg/m 钢轨。

到发线按无缝线路设计时采用60 kg/m 钢轨。到发线铺设无缝线路，正线采用75 kg/m 钢轨时，到发线可采用60 kg/m 钢轨；

正线采用60 kg/m 钢轨时，到发线可采用60 kg/m 或50 kg/m 钢轨。城际铁路到发线铺设无缝线路时采用50 kg/m 钢轨。

本次修订取消了站线采用43 kg/m 钢轨的规定，原因是目前国内生产厂家已不再作为正常供货产品生产43 kg/m 钢轨。

2. 轨枕

由于混凝土枕具有强度高，道床纵、横向阻力大，稳定性好，使用寿命长等优势，因此，站线不再推荐使用木枕，既可减少现场养护维修工作量，又能节省大量优质木材。

一般情况下，到发线采用的轨枕标准宜比正线低一个等级。当到发线采用无缝线路轨道时，其轨枕铺设标准应符合《无缝线路铺设及养护维修办法》TB/T 2098的要求，采用新Ⅱ型混凝土枕时每千米配置轨枕数量为1760根，采用Ⅲ型混凝土枕时每千米配置轨枕数量为1667根。小半径曲线、大坡道地段，需根据检算确定轨枕配置数量。

驼峰溜放部分的线路因坡度较陡，曲线半径较小，轨道爬行较严重，养护工作与解体作业干扰多。为加强轨道、减少维修、保证安全，规定采用1520根/km 的新Ⅱ型混凝土枕。

其他站线只用作机车及车辆的走行及停留，轨道承受的动荷载更低，因此，其轨枕配置数量规定为每千米1440根。

3. 有砟道床厚度

站线行车速度较低，行车量较小，故其道床厚度较正线薄些。经过多年运营实践证明，现行的各类站线的道床厚度基本上是合理的。本次修订增加了客货共线铁路铺设无缝线路时道床厚度值，根据无缝线路设计要求以及高速铁路和城际铁路道床厚度相关标准综合确定。

对本条文表7.1.2有关附注说明如下：

注2:技术作业站的到达线、出发线、编发线等都属到发线。当正线采用60 kg/m 钢轨时，到发线宜采用轻一级钢轨，但当正线及到发线均为无缝线路时，到发线的钢轨和轨枕标准均与正线相同。

注5:其他站线包括调车线、牵出线、机走线、机待线、站内不通行正规列车的联络线、安全线、货物线、段管线及其他特殊用途线路等。

7.2.1 不同类型的轨枕不应混铺,是为使列车运行平稳,简化铺轨作业以及方便养护维修工作。由于不同类型的轨枕型式尺寸、配套扣件、承载能力、适用范围各不相同,为保持轨道弹性的连续,方便设计、施工和养护维修,因而要求同一类型的轨枕应集中连续铺设。

为保持钢轨接头前后轨道的弹性一致,减缓列车对钢轨接头的冲击,在不同类型的轨枕分界处,如遇钢轨接头,应保持同类型轨枕延至钢轨接头外5根以上。

7.2.2 为保证道岔前后的弹性均匀过渡,延长道岔的使用寿命,提高列车过岔时的稳定性,与道岔连接的线路轨枕类型应与道岔的岔枕类型相同,否则应在道岔的前后两端铺设与岔枕类型相同的轨枕过渡,过渡范围为正线道岔前后两端各50根轨枕(后端包括辙叉跟端以后的岔枕,下同),站线道岔前后两端各15根轨枕。

7.2.3 既有线改造的特殊工点如驼峰溜放部分线路、既有车站的木岔枕地段等。因混凝土岔枕道岔要求的岔间插入钢轨及岔后直线段的长度均较长,既有驼峰溜放线木岔枕改造为混凝土岔枕,平、纵断面布置难以满足混凝土岔枕的特殊布置要求时,可保留采用木岔枕;既有车站改建,当其他站线采用混凝土岔枕道岔有可能因增加岔区长度,而大大增加站场的拆迁和改建工程投资,其他站线可保留采用木岔枕。

7.3.2 土质路基采用单层道砟,易造成各种路基病害,为防止路基病害发生,到发线、驼峰溜放部分线路的道床采用双层道砟。当年平均降水量为600 mm 以下,且不造成路基病害的情况下,可采用单层道砟。其他站线道床较薄,不需要做成双层,这是因为面砟太薄易与底砟混杂,而底砟太薄又易变形,失去反滤作用,因此需做成单层道砟。

7.3.3 站内各种线路的道床一般应分别按单线设计，以节省道砟。但在编组站、区段站上经常有调车作业和列检作业的调车线、到发线、牵出线、客车整备所的客运及技术整备线间及其外侧和调车作业繁忙的咽喉区范围内，为了作业的安全与便利，又不影响排水，需采用渗水性材料(最好采用与面层相同而粒径较小的材料)将线路道床间及最外线路外侧的洼坑填平，为抽换轨枕方便而填至轨枕底下3 cm。

7.3.4 道床的顶面宽度取决于道床肩宽。道床肩宽的作用一是阻止道砟从枕端下面挤出，二是提高轨道的横向阻力。

对于有缝线路的站线来说，由于其行车量小、速度低、横向力小，故站线道床肩宽为0.2 m，曲线外侧不加宽的规定是可行的。

对于无缝线路来说，增加肩宽有助于保证道床的捣固效果和防止道床砟肩坍落，有利于保证无缝线路的稳定性。

7.3.5 为防止铺设混凝土枕线路道床表面水分锈蚀钢轨和扣件，并避免影响轨道电路正常工作，故道床顶面应比轨枕顶面稍低。

7.3.6 为了保持轨道结构在列车往复震动下的稳定性，减少养护工作量，道床需设有适当的边坡坡度。本规范规定站线道床边坡采用1:1.5。为提高无缝线路的稳定性，到发线采用无缝线路时，有砟道床的边坡采用1:1.75，道床砟肩应使用碎石道砟堆高15 cm。

7.3.9 整体道床具有站场整洁，作业安全，改善劳动条件，提高作业效率等优点。特别是在液态、散粒、粉状等危险品货物的装卸线上采用这种道床，可及时清扫回收，便于运输车辆、线路、场地的洗刷消毒，防止对环境的污染。在客车整备线、洗车线、散装货物线、车辆架修线、石油装卸线、电子轨道衡引线、车库线及危险品库线等专用设备线上，因地制宜地铺设一些整体道床，可取得良好的经济和社会效果。整体道床的结构型式，可根据工程地质条件、装卸货物类型和技术作业特点，采用钢筋混凝土整体道床或其他特殊轨道结构。

7.4.1 道岔是轨道的薄弱环节，其钢轨类型不低于线路的标准。而正线上的道岔行车密度大，通过速度高，为了减少车轮对道岔的冲击，保证行车平稳以及延长道岔的使用寿命，应避免异形钢轨接头，所以规定正线上的道岔，其轨型应与线路轨型一致。

正线和站线可采用不同类型的钢轨，在站线上常常出现异形钢轨接头，为了减少车轮对道岔的冲击，应避免道岔前后有异形接头，因此，本条规定，到发线、其他站线的道岔，其轨型不应低于该线路的轨型，如道岔轨型高于该线路的轨型时，则需在道岔前后各铺长度不短于6.25 m 同型的钢轨或异型轨，在困难条件下不短于4.5m，使异形接头移至较远的地点，以保护道岔。

插入两根上述短轨，对轨道的强度和稳定性影响较大，故规定不得连续铺设，但既有其他站线上，两相邻道岔间连续插有两根短轨者可保留。

7.4.2 道岔是控制行车速度的关键设备，道岔号数一旦确定，再要改变将会引起站场改造的巨大工程或严重影响正常运营。道岔号数的选择，一般应根据列车的运行方式、路段旅客列车设计速度以及要求的道岔侧向允许通过速度来确定。目前，道岔主要分为120 km/h、160 km/h、250 km/h、350 km/h等直向容许通过速度，道岔的选用应保证道岔的列车直向通过速度满足路段设计速度，以确保列车运行安全，并经济合理。

7.4.6 采用可动心轨辙叉，可以有效提高道岔的直向容许通过速度，延长道岔的使用寿命，改善旅客乘坐舒适度，但与固定型辙叉相比，现场养护维修难度大，投资大。根据国内的使用经验，固定型辙叉的单开道岔，其直向容许通过速度最高可达160 km/h，故规定列车直向通过速度为160 km/h 以上的路段采用可动心轨道岔。

7.4.7 道岔采用混凝土岔枕，可以提高道岔的稳定性，延长道岔的使用寿命，减少现场的养护维修工作量，目前混凝土岔枕已比较成熟并大量推广使用，也取得了良好的使用效果。原铁道部在

2005年发布了《关于发布继续使用和作废标准设计图纸目录的通知》(铁建设(2005)73号),要求废除木岔枕道岔(含单开道岔、复式交分、交叉渡线等)。因此,本次规范修订规定正线及站线均应采用混凝土岔枕道岔。

7.4.8 一般说来,站内股道按规定要求配列道岔,均不会引起道岔转换设备安装的困难,但有一种情况是两平行布置的渡线道岔,当其线间距为5.0m及其以下、道岔本身又配置有不止1台转辙机时,就会引起转换设备安装的困难。这时应增加同一股道上两组跟部对应的道岔间插入短轨的长度,将两平行布置的渡线道岔的线间距加大至5.0m以上,方可满足道岔转换设备安装的要求。

8.0.1 我国新建及改建铁路铺设无缝线路已不再采用过去的短轨过渡方法,而是普遍采用一次铺设无缝线路技术,因此,要求路基、桥梁、隧道等线下构筑物必须坚固稳定,具有足够的强度、稳定性、耐久性,良好均匀的刚度,可控的变形及沉降,才能充分发挥无缝线路的技术经济优势。

桥上无缝线路不同于路基上,桥上钢轨除承受温度变化引起的纵向温度力外,还要承受梁体伸缩和挠曲引起的钢轨伸缩附加力和挠曲附加力。根据梁轨相互作用原理,钢轨伸缩力和挠曲力将通过桥梁支座传给墩台,因而对墩台的纵向水平线刚度、位移、墩台强度提出了更高的要求。桥梁与无缝线路协调设计尤为重要。桥梁设计时需合理确定桥梁结构形式、跨度、墩台纵向水平线刚度等,满足桥上无缝线路及桥梁结构设计相关要求,并尽可能减少设置钢轨伸缩调节器。

在路基、桥梁、隧道连接处,不同构筑物之间的刚度差和沉降差会导致轨面不平顺,引起轮轨相互作用增大,影响轨道结构的稳定性及列车运行安全性和舒适性,因此,铺设无缝线路的不同线下构筑物过渡段刚度均匀性和差异沉降也要满足相关要求。

8.0.2 设计锁定轨温是无缝线路设计的重要参数。确定设计锁定轨温必须保证无缝线路具有足够的强度、稳定性及断缝安全性。无

缝线路的强度、稳定性及断缝安全性与行车速度、轴重、轨道结构、钢轨材质、轨枕类型、道床阻力、当地轨温等因素有关。根据无缝线路强度条件和断缝检算可以确定允许温降,根据无缝线路稳定性条件可以确定允许温升,从而确定无缝线路的设计锁定轨温及范围。

8.0.3 严寒地区轨温变化幅度较大,冬季或夏季无缝线路所承受的温度拉力或压力较大,钢轨折断及胀轨跑道的几率增大,因此严寒地区铺设无缝线路时,需采取增加道床肩宽、堆高砟肩、加设防胀挡板等加强轨道结构的措施,并合理确定设计锁定轨温,保证无缝线路的强度和稳定性满足要求。

8.0.4 新建铁路桥梁墩台设计时,应考虑无缝线路与桥梁间的相互影响。根据桥上轨道结构和桥梁结构型式,进行梁轨相互作用分析,计算无缝线路作用在桥梁上的纵向力,然后结合桥梁设计荷载,进行桥梁墩台设计检算。

8.0.5 钢轨伸缩调节器尖轨与基本轨间存在结构不平顺,根据铁科院实测资料,列车通过钢轨伸缩调节器时,其簧下竖向振动加速度($7.0g\sim 8.0g$)为通过平顺的焊接接头的簧下竖向振动加速度($2.5g\sim 5.0g$)的 $1.4\sim 3.2$ 倍,铺设钢轨伸缩调节器会对行车舒适性产生不利影响。另一方面,钢轨伸缩调节器是轨道结构的薄弱环节,在运营过程中,养护、维修作业量大,因此桥上无缝线路设计尽量减少钢轨伸缩调节器的设置。

钢轨伸缩调节器由于其固有的结构特性,轨线不连续,结构不平顺,如果再与曲线叠加,制造工艺将更加复杂,运营中轨道几何形位难以保证,养护维修工作量大。因此规定钢轨伸缩调节器应设置在直线地段。

8.0.6 近年全路已统筹规划并建成了十五家500 m长钢轨焊接基地,统一负责全路新建及改建铁路、大修无缝线路长钢轨的焊接,提高了我国厂焊钢轨总体技术水平和焊接质量,同时自主开发了500m长钢轨运输车 and 铺轨机组,形成了500m长钢轨焊接、运输、铺设成套技术装备,并在工程实践中广泛应用。结合我国目前

工务技术装备条件，规定长钢轨长度一般不宜小于500 m。

钢轨焊接的主要方法有闪光焊、气压焊和铝热焊。闪光焊采用的焊机自动化工艺控制水平高，焊接质量好，其抗拉强度和疲劳强度与母材相当。气压焊和铝热焊由于工艺本身、工作环境条件、自动化控制水平等原因，焊接质量和强度弱于母材。工务部门的焊接接头伤损数量统计表明，铝热焊伤损数量较多、气压焊次之，闪光焊最好。实践证明，闪光焊的焊头强度高、断轨率低，其焊接质量最为可靠。近年来，移动闪光焊机已经实现国产化，现场移动闪光焊接技术已经非常成熟，并得到普遍推广应用。因此，本规范规定除道岔内及道岔两端与区间线路钢轨锁定焊接外，钢轨焊接应采用闪光焊。

9.0.1 有缝线路的两股钢轨接头采用相对式，可减少列车轮对对钢轨接头的冲击次数，改善行车和轨道修理条件，同时有利于轨排机械化施工。曲线地段内股钢轨长度短于外股长度，若铺设标准长度钢轨，则内股钢轨接头比外股钢轨接头超前，造成接头相错，为使接头相对曲线内股每当超前量大于缩短量的一半时，则需采用厂制缩短轨。我国采用的厂制缩短轨长度为：25 m 钢 轨 有 24.96m、24.92 m、24.84 m;12.5m 钢轨有12.46 m、12.42 m、12.38m。 厂制缩短轨的适用范围见说明表9.0.1—1。

说明表9.0.1—1 厂制缩短轨的适用范围

曲线半径 (m)	缩短轨的缩短量(mm)			
	25m钢轨		12.5m钢轨	
4000~1000	40	80	40	—
800~500	80	160	40	80
450~250	160	—	80	120
200	—	—	120	—

注：每处曲线应选用同一种表列缩短量较小的缩短轨。

选用厂制缩短轨长度时可按下式计算：

$$L_0 < L(1 - S_1/R) \quad (\text{说明} 9.0.1-1)$$

式中 L ——厂制缩短轨长度(m), 按计算结果选用缩短量较小的缩短轨;

L ——标准钢轨长度, 25m 或12.5m;

S_1 ——两股钢轨中心距离, 一般按1.5m 计算;

R ——曲线半径(m)。

即使曲线内股铺设了厂制缩短轨, 两股钢轨接头超前或错后仍不可避免。为了尽可能减小钢轨接头相错造成的不利影响, 则需对容许相错量加以限制。

9.0.2 接头螺栓由螺栓、螺母和垫圈组成。接头螺栓对保持钢轨接头的整体性和强度, 保证轨缝的应有尺寸和均匀, 起着十分重要的作用。因此, 每个钢轨接头均应按螺栓孔配齐和拧紧螺栓, 并保持作用良好, 缺损时应及时补充和更换。此外, 为防止列车脱轨将一个接头的全部螺栓切断造成螺栓全部失去作用, 螺栓应交错安装, 使螺母一端分别处于一股钢轨的两侧。

(1) 接头螺栓等级标准

现行国家标准《钢轨用高强接头螺栓、螺母》GB 5098中规定, 螺栓分10.9和8.8两级, 螺母均为10级。10.9级螺栓直径为24 mm, 8.8级螺栓直径为24 mm 和22 mm 两种。螺栓的标称等级之小数点前数字, 如10.9级之10为 $\sigma_b/100$ 取整数, 其小数点后数字之9为 $10 \cdot \sigma_s/\sigma_b$ 取整数。接头螺栓尺寸、主要机械性能见说明表9.0.2—1、说明表9.0.2—2。

说明表9.0.2 —1 接头螺栓各部尺寸(mm)

螺栓等级	螺杆长	带螺纹部分		无螺纹部分杆径	长圆径	螺杆帽厚	螺母厚	适用范围
		杆长	纹径					
10.9	160	66	24	22.051	32	16	24	75 kg/m轨
	135	60	24	22.051	32	16	24	60 kg/m轨
	145	60	24	22.051	32	16	24	50 kg/m轨

续说明表9.0.2—1

螺栓等级	螺杆长	带螺纹部分		无螺纹部分杆径	长圆径	螺杆帽厚	螺母厚	适用范围
		杆长	纹径					
8.8	145	60	24	22.051	32	16	24	50 kg/m轨
	145	50	22	22.376	30	15	22	43 kg/m轨

说明表9.0.2—2 接头螺栓主要机械性能

螺栓等级	抗拉强度 σ_b (N/mm ²)	屈服强度 σ_s (N/mm ²)	洛氏硬度 HR (min/max)	伸长率 δ_s (%)	螺栓等级标志
10.9	1040	940	34/41	9	螺杆帽为平锥头
8.8	830	660	25/35	12	螺杆帽为半球头， 加两圆凸棱

(2) 接头螺栓扭矩

如果接头螺栓扭矩很低，在夏季会使轨端互相挤压而轨缝顶严，接头处产生很大的纵向力，加之接头处存在的不平顺，对接头部位的稳定很不利；在冬季会形成大轨缝，可能拉弯甚至拉断接头螺栓。因此，接头螺栓扭矩需满足本条规定的要求。

9.0.3 有缝线路轨道钢轨轨缝设计时，应采用最大构造轨缝的一半，且留有一些安全裕量，故采用8mm 为宜。

铺轨时的实际预留轨缝还需根据轨温变化，考虑接头阻力和道床阻力影响经计算确定。轨温变化与轨缝变化之间的关系可分为三个阶段：

第一阶段：钢轨接头阻力未被克服前，随着轨温变化在钢轨全长范围内产生温度力。

钢轨接头阻力由钢轨与夹板之间的摩阻力提供，钢轨接头阻力与接头螺栓扭矩有关。根据室内外静动载试验，扭矩与阻力的关系见说明表9.0.3—1。

说明表9.0.3—1螺栓扭矩与接头阻力的对应关系

Tn(N·m)		300	400	500	600	700	800	900	1000
PH (kN)	43 kg/m轨 \$22 mm螺栓	140	180	220	260				
	50 kg/m轨 Φ 24mm螺栓	150	200	250	300	370	430	490	
	60 kg/m轨 Φ 24 mm螺栓	130	180	230	280	340 (390)	400 (450)	490 (510)	(570)

注：在年轨温差大于或接近90℃地区的60 kg/m钢轨无缝线路缓冲区，可采用表中括号内的PH值。

在温度力小于接头阻力的条件下，钢轨不伸缩，轨缝仍保持原有状态。此时，温度力与接头阻力之间的关系见式(说明9.0.3—1)：

$$P \leq PH \quad (\text{说明9.0.3—1})$$

$$P_t = \alpha E t_H F \quad (\text{说明9.0.3—2})$$

式中 P_2 ——钢轨内部温度力(N)；

PH——钢轨接头阻力(N)；

t_H ——按相应接头阻力换算的轨温变化量(℃)；

α ——钢轨钢线膨胀系数， $\alpha = 11.8 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ ；

E——钢轨的弹性模量， $E = 2.1 \times 10^7 \text{N}/\text{cm}^2$ ；

F——钢轨断面面积(cm^2)。

第二阶段：钢轨接头阻力被克服后至道床阻力被克服前，轨缝为有限制地变化。

道床纵向阻力值与轨枕类型、轨枕配置、道床密实程度有关。根据测试资料，道床纵向阻力如说明表9.0.3—2。

说明表9.0.3—2道床纵向阻力

线路条件		单根轨枕下道床 纵向阻力(N)	一股钢轨下单位道床纵向阻力(N/cm)	
			1840根/km	1760根/km
木枕	正常条件下	7000	64	62
	捣固作业后	4000	37	35

续说明表9.0.3—2

线路条件		单根轨枕下道床纵向阻力(N)	一股钢轨下单位道床纵向阻力(N/cm)	
			1840根/km	1760根/km
混凝土枕	正常条件下	10000	91	87
	捣固作业后	7000	64	62

在钢轨接头阻力被克服后,道床纵向阻力(扣件阻力小于道床纵向阻力时,则为扣件阻力),开始工作并限制钢轨伸缩。随着轨温持续变化,在温度力作用下,钢轨接头附近道床纵向阻力首先被克服,并逐渐向钢轨中间陆续被克服。阻力被克服部分的钢轨陆续有限制地伸缩。在道床纵向阻力陆续被克服过程中,轨温变量与轨缝变化量可用式(说明9.0.3—3)表示:

$$t_D = \frac{p_0 l}{\alpha E F} \quad (\text{说明9.0.3—3})$$

$$a_D = \frac{p_0 l^2}{E F} \quad (\text{说明9.0.3—4})$$

式中 t ——第二阶段以内轨温变化量(°C);
 a_p ——第二阶段以内轨缝变化量(cm);
 p_0 ——一股钢轨下单位道床纵向阻力,见说明表9.0.3—2;
 l ——钢轨端部伸缩部分的长度(道床纵向阻力被克服部分长度),最长为半根钢轨长(cm)。

从以上两式可以看出,在第二阶段内,轨温变化量与钢轨伸缩部分的长度呈线性关系,而轨缝变化量与钢轨有伸缩部分的长度平方成比例关系,即呈非线性关系。

第三阶段:道床纵向阻力全部被克服后,随着轨温变化轨缝按自由伸缩变化。

由轨缝的三阶段段变化可知,钢轨伸缩实际上受到了接头阻力及道床阻力的限制,只有接头阻力及道床阻力被完全克服后,轨缝才发生变化。所以钢轨的实际伸缩量为钢轨随温度变化的自由伸缩量减去接头阻力及道床阻力限制钢轨自由伸缩(即C值)。

C 值按下式计算:

$$C_1 = C_1 + C_2 = \frac{P_H L}{EF} + \frac{p_0 L^2}{4EF} \quad (\text{说明} 9.0.3-5)$$

式中 C_1 ——接头阻力限制钢轨伸缩量 (cm);

C_2 ——道床纵向阻力限制钢轨伸缩量 (cm)。

表 9.0.3 的 C 值是根据上式计算分析后, 并考虑地区最大轨温差和铺设的钢轨长度等因素而确定的。

9.0.4 本规定的每千米轨缝总偏差, 是按单个轨缝偏差 $\pm 2 \text{ mm}$ 考虑的最大限度值, 其中包括测量轨温时的偏差、测量轨缝时的偏差、铺设轨排和现场预先准备轨组时纵向和横向不平顺产生的偏差等。在铺设钢轨作业中, 要尽量减少单个轨缝的偏差, 从而减少轨缝总偏差。

9.0.6 为减少桥梁结构的附加动荷载引起的冲击, 以利延长桥梁结构的使用寿命和工况良好, 故本条规定在桥梁某些部位的一定范围内不得有钢轨接头, 否则应将其焊接、冻结或胶接。

在平交道口范围内有钢轨接头时, 不仅会增加安装护轨的困难, 而且不易进行日常检查和养护维护。如必须将钢轨接头设在道口范围内时, 应将其焊接、冻结或胶接。

10.0.1 车轮作用在钢轨上的横向水平力有:

- (1) 车辆通过曲线时的离心力和转向力;
- (2) 车辆在直线地段由于蛇行运动产生的水平力;
- (3) 由于轮缘急剧冲击钢轨而产生的水平冲击力。

其中以转向水平力最大, 通常约为轮重的 35%, 在较大横向水平力的作用下, 有可能发生钢轨横移和向外倾斜。在小半径曲线地段, 轨距杆或轨撑的作用是为提高轨道结构的稳定性, 防止轨距扩大, 保障行车安全, 延长设备使用寿命, 减少养护维修工作量。当既有线改建困难条件下保留小半径曲线时, 需按表 10.0.1 要求设置轨距杆或轨撑。

10.0.2 护轨的作用是当机车车辆在桥头、桥上或路基挡土墙处

有护轨地段脱线时，护轨可将车轮引导、限制于护轨与基本轨之间，另一侧的车轮保持在轨枕头上或护轨内，不至于在设置护轨的范围内发生翻车事故。故本条规定护轨应根据基本轨类型及桥梁结构要求选用。

护轨顶面不得高于基本轨顶面5 mm，主要是考虑到有砟桥面预应力混凝土枕的结构需要，而且也可以满足机车车辆限界要求。护轨顶面不得低于基本轨顶面25 mm，主要是根据我国机车车辆车轮轮缘顶点至踏面最小距离为25 mm，当列车脱轨时不至越过护轨。

10.0.3 2014年1月1日起施行的《铁路安全管理条例》，对铁路线路安全保护区、铁路线路安全保护标志及警示标志的设置作出了规定，因此以上安全设施的设置必须符合国家 and 行业相关规定的要求。

线路标志是用来表明铁路建筑物及设备的状态或位置的标志，因机车司机位置在左侧，为使司机瞭望方便，所以标志应设在列车运行方向的左侧。为不妨碍列车的顺利通过，标志应设在机车车辆限界外，故规定线路标志、信号标志应设在距线路中心不应小于3.1m处。对曲线标等不超过钢轨顶面的标志，为不妨碍某些特种车辆(如除雪车、底开门车等)在工作状态时顺利通过，可设在距钢轨头部外侧不小于1.35 m处。

警冲标对行车安全有特别重要的意义，故其安设位置按现行《铁路技术管理规程》的规定办理。

10.0.4 当列车运行速度较高时，由于曲线半径较大，传统的养护维修方式已难以适应。为此有必要设置轨道控制网(CPIII)或线路基桩，以方便现场的养护维修，提高轨道的保养精度。根据目前铁路测量规范和实际建设情况，设计时速200 km及以上的铁路及其他铁路的无砟轨道地段均要求设置轨道控制网(CPIII)，以提高轨道工程的测设精度和施工质量。

有砟轨道地段，可设置线路基桩。线路基桩是采用混凝土或

金属制成的永久性标志，直线地段双线埋设于线路中间、单线埋设于左股路肩上，曲线地段埋设于曲线左股轨道的路肩上，其测设精度与线路的测量精度相同。线路基桩布设的距离直接影响其经济性，因此在直线上应少一些，在曲线上应多一些，并在曲线的主要控制点增设基桩。基桩的设置应统一，并不得侵入限界。

10.0.5 为满足线路故障抢修的配置需要，不包含线路日常维护维修所需要的备品备件，轨道常备材料的数量主要依据《铁道部关于印发〈高速铁路轨道及站后“四电”工程备品备件配置指导意见〉的通知》（铁建设〔2012〕158号）的规定。其对应条款说明如下：

(1) 整组道岔是为应对列车发生脱轨或其他重大事故后紧急抢修，按维修机构进行配置。正线主型道岔的每种型号每个铁路局备1组，其他型号道岔全线（即一次批复的工程项目）备1组，按图号分左、右开分别配置。设计时需进行充分的调研，若铁路局已有该型号的道岔，则设计中不再配置。

(2) 无砟轨道双块式轨枕、长轨枕、弹性支承块及Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ型预制轨道板主要用于故障抢修，考虑到短时间难以制造，故按一定数量进行配置。