

# 1067mm 轨距 54E1 钢轨 10 号单开道岔设计

王永利

(汝州郑铁三佳道岔有限公司 河南 平顶山 467599)

**摘要:** 针对印度尼西亚交通部铁路建设项目, 本文设计的 54E1 钢轨 10 号混凝土枕单开道岔主要参考汝州郑铁三佳道岔有限公司 2014 年为印度尼西亚铁路局设计生产的同型号木枕道岔加以升级。较同规格型号木枕单开道岔, 此次设计的道岔在转辙器部分尖轨、尖轨尖端和跟端设计、基本轨外侧设计、转换设备、扣件、辙叉等方面进行了改进, 从而达到保证在高速行车时的纵向稳定、防止基本轨外倾等目的。改进后的道岔经过实际应用后, 整体运行使用过程的安全性、稳定性, 以及旅客乘坐的舒适度良好。

**关键词:** 54E1 钢轨; 10 号; 单开道岔; 设计

## 0 引言

印度尼西亚号称“万岛之国”, 是世界第四人口大国, 航运自古在当地的交通运输中占据重要地位。自进入 21 世纪以来, 全球经济的持续快速发展, 人口数量的稳步增长, 轨道交通逐渐成为当前各国缓解能源危机和环保问题的重要方式。印度尼西亚是东南亚的重要经济体, 拥有着良好的自然资源禀赋和经济发展潜力, 但当前印度尼西亚国内的铁路交通产业不发达, 铁路网也不完备, 而市场经济发展及人口流动都对发展轨道交通有着迫切的现实需求。近年来, 随着世界各国对轨道交通产业的加快布局, 轨道交通装备市场也随之呈现出稳步增长趋势。印度尼西亚政府将大力发展从东爪哇至苏门答腊岛的铁路系统, 并规划于未来十几年内, 在爪哇岛修建约一千多公里铁路, 恢复约五百多公里现有线路, 在苏门答腊岛修建两千五百多公里铁路, 恢复约八百多公里现有线路。基于中国铁路产品制造的高性价比和日益增长的双边关系, 印度尼西亚交通部、铁路局一直希望将质量更优越的中国铁路商品和设备引向印度尼西亚市场, 为中国和印度尼西亚在“一带一路”框架下的基础建设合作增光添彩; 也希望“中国制造”在印度尼西亚的交通领域中发挥更加关键的角色、惠及更多印度尼西亚人民。为此, 汝州郑铁三佳道岔有限公司抓住这一市场商机, 投入大量营销工作进入印度尼西亚市场, 为占有立足一席之地, 特设计该道岔助力印度尼西亚铁路建设。

## 1 道岔平面布置设计

印度尼西亚交通部铁路建设项目主要采用欧洲 EN 标准钢轨, 而道岔的平面设计则主要依据印度尼西亚交通部的技术要求, 并结合中国 TB 设计理念<sup>[1]</sup>。本次设计的欧洲标准 (BS EN13674.1-2011《铁路应用-轨道-钢轨 第 1 部分: 46kg/m 及以上 T 型钢轨》), 54E1 钢轨 10 号混凝土枕单开道岔主要参考同型号木枕单开道岔的设计并进行了优化改进<sup>[2]</sup>。

### 1.1 设计标准

(1) 轨距: 道岔直股为窄轨距 1067mm, 尖轨尖端轨距加宽 5mm 为 1072mm, 曲线尖轨跟端曲股轨距加宽 15mm 至 1082mm, 轨距以轨顶下 14mm 处工作边测量。

(2) 整组道岔安装时零曲线超高。

(3) 道岔设计列车直向通过道岔设备的允许速度为 100km/h, 而侧向通过道岔设备的允许速度为 35km/h。

(4) 道岔的最大曲线超高控制在 70mm。

(5) 车辆轴重 18t。

### 1.2 参数选择

按照我国铁路设计有关标准要求, 影响道岔设备侧向通过速度、行车安全稳定性及乘客舒适性的参数主要有三项: (1) 动能损失; (2) 未被平衡的离心加速度; (3) 未被平衡离心加速度时变率。

#### 1.2.1 中国铁路参数取值

《铁路道岔的容许通过速度》TB/T 2477-2006 中规定如下: 动能损失不大于  $0.65\text{km}^2/\text{h}^2$ ; 未被平衡的

离心加速度不大于  $0.56\text{m/s}^2$ ；对于未被平衡离心加速度时变率不做规定，参照有关资料，不超过  $1.0\text{m/s}^2$  时，可作参照。

### 1.2.2 本道岔设计参数取值

综上所述，本道岔设计参数建议采用值：

- (1) 动能损失不大于  $0.65\text{km}^2/\text{h}^2$ ；
- (2) 未被平衡的离心加速度不大于  $0.56\text{m/s}^2$ ；
- (3) 未被平衡离心加速度时变率不大于  $0.65\text{m/s}^2$ ；

(4) 动能损失、未被平衡的离心加速度这两项道岔设计参数，在所有道岔设计中必须满足，未被平衡离心加速度时变率参数在道岔设计时仅供参考<sup>[3]</sup>。

### 1.3 道岔设计主要参数

(1) 道岔全长 25006mm，前长 10710mm，后长 14296mm。

(2) 转辙器的尖轨设计采用欧标非对称断面的 54E1A1 矮型钢轨制造，AT 尖轨长度 9502mm，为尖端藏尖式、一点牵引、外锁闭式，跟端则为弹性可弯固定式构造（欧洲标准 EN 13674.2-2006 铁路应用 - 轨道 - 钢轨 第 2 部分：与 46kg/m 及以上 T 型钢轨连接的道岔钢轨）<sup>[2]</sup>。

(3) 辙叉采用合金钢组合辙叉，执行标准《合金钢组合辙叉》TB/T3467-2016。

(4) 护轨为分开型可调结构，使用 33kg/m 槽型钢轨设计制造。

(5) 轨下基础为预应力螺旋肋钢筋混凝土岔枕。

(6) 道岔不设轨底坡与轨顶坡，弹性扣件。

(7) 钢轨与铁垫板下均设弹性橡胶垫板。

(8) 道岔导曲线半径为 180m。

(9) 可与既有线路木枕道岔互换使用。

### 1.4 总布置图设计

欧标 54E1 钢轨 10 号混凝土枕单开道岔设计 AT 尖轨为弹性可弯型式时，通常使用曲线尖轨，以增大道岔行车的导曲线半径。通过测算，该道岔的导曲线半径曲上股为 180m，曲下股为 195m，有助于提高车辆在侧向通过时的运行要求<sup>[4]</sup>。

#### 1.4.1 道岔主要尺寸

道岔全长 25006mm，前长 10710mm，后长 14296mm，导曲线半径曲上股为 180000mm，曲下

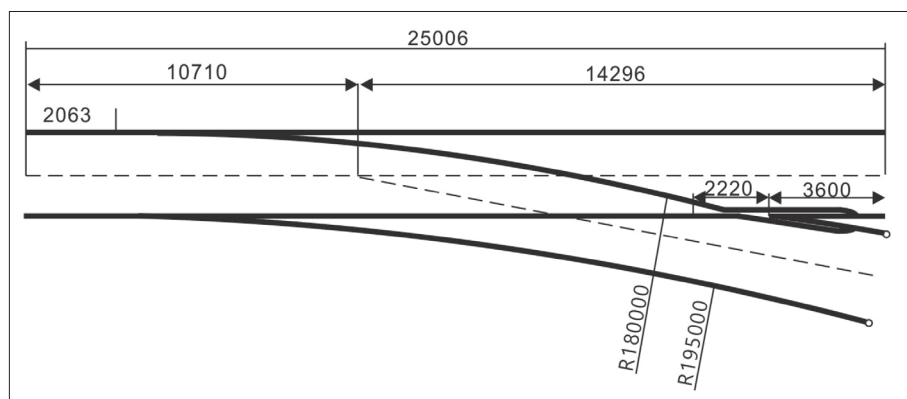


图 1 道岔主要尺寸/mm

股为 195000mm。道岔主要尺寸如图 1 所示。

#### 1.4.2 转辙器部分的尺寸确定

根据道岔设计的主要尺寸，可以确定道岔前部理论长度  $q$  值为 2063mm，尖轨线形采用半切线型曲线尖轨，特种断面尖轨长度为 9502mm，将尖轨尖端作藏尖刨切，尖轨最大冲击角度  $1^\circ 5' 36''$ 。

AT 尖轨稳定性比较好，且刚度高，所以在运用中相对比较不易发生拱腰的情况，线路的保养维修量减小。

#### 1.4.3 合金钢辙叉与护轨部分的尺寸确定

该组道岔设计的合金钢心轨组合辙叉为曲线辙叉，辙叉的跟长为 3600mm，而辙叉的趾长为 2220mm，可和既有高锰钢整铸辙叉交替使用。直向护轨设计比侧向护轨短，长度为 4200mm，而侧向护轨设计长度为 4700mm。

#### 1.4.4 岔枕布置与牵引点位置

该道岔岔枕设计间距与既有木枕道岔一致，转辙器的岔枕则采用了垂直于道岔直股设计，第 32 根枕过渡至辙叉部分岔枕垂直于辙叉角平分线，而转辙机牵引点处间距设计为 694mm。

该设计使用曲线尖轨，同时增大了导曲线的半径，而且 AT 尖轨跟端采用了弹性可弯固定型设计，从而保证了尖轨跟端的可靠稳定性，改善了列车侧向通过时的平稳性和舒适性。

综上所述，以上平面设计方案的计算方法及主要参数均满足列车运行的要求，并与印度尼西亚交通部技术条件要求的一致，所以本道岔平面设计方案是可行的。

## 2 道岔整体结构设计

### 2.1 道岔主要结构特点

本文设计的道岔主要结构特点有以下几方面：

(1) 道岔区不设轨底坡与轨顶坡, 如与区间有轨底坡线路连接时, 应在道岔两端用顺坡垫板进行调整轨底过渡, 以利于与线路钢轨的联结或焊接。

(2) 转辙器部分尖轨采用 54E1A1 非对称断面钢轨加工制造。尖轨尖端采用内藏尖式结构, 将尖轨跟端通过模锻锻压成型为 54E1 钢轨断面形状, 成型段长度 470mm, 过渡段长度 150mm, 以保证尖轨跟端可与导曲线连接部分 54E1 钢轨正常用接头夹板连接或现场焊接。

(3) 考虑到转辙器部分的稳定性, 竖切区段配合基本轨轨头下颚加工成 1 : 4 斜面, 以加强尖轨断面。尖轨轨下设计 30mm 厚的滑床台板, 可以将基本轨工作边轨底扣住, 并且在尖轨滑床板内设置弹片扣压相应的基本轨工作边轨底, 增加了道岔结构的整体性。道岔结构如图 2 所示。

(4) 转辙器尖轨设计弹性可弯段, 可弯平直段轨底长肢一侧进行切削, 切削后轨底宽度为 97mm, 平直段切削长度为 1000mm, 目的是减小尖轨扳动力和密贴不足位移。

(5) 在尖轨跟端的传力机构上设计采用间隔铁结构, 与基本轨联结, 间隔铁水平螺栓采用高强度螺栓及高强度螺母, 间隔铁固定位置至尖轨轨头非工作边刨切起点处之间采用顶铁支撑, 防止尖轨位移。

(6) 在转辙器 AT 尖轨上设计有一个牵引点, 转换动程为 130mm。转辙器见图 3。

(7) 固定型辙叉设计采用锻制合金钢心轨组合辙叉, 趾、跟端可用接头夹板进行连接, 又可现场采用焊接<sup>[5]</sup>。

(8) 护轨设计采用分开式的可调轮缘槽宽度的护轨, 使用 33kg/m 槽型钢轨制作, 护轨顶面高于配轨顶面 15.2mm, 工作边采用淬火处理<sup>[6]</sup>。护轨见图 4。

(9) 扣件为弹性扣件, 采用Ⅲ型弹条及轨距块, 安装号数如下: 图 4 护轨

① 钢轨工作边一侧, 安装 U11 号轨距块; ② 钢轨的非工作边一侧, 安装 U9 号轨距块; ③ 钢轨接头处两侧以及 AT 轨短肢一侧, 安装接头轨距块; ④ U7 号、U13 号轨距块都是备用轨距块, 主要用于现场施工中调节轨距用。

(10) 道岔垫板设计用 Q235 钢板与 ZG230-450 铸铁座焊接制造, 在钢轨与辙叉下设置 5mm 厚的橡胶垫板, 在各铁垫板下设置 10mm 厚的橡胶垫板, 垫板用岔枕螺栓和双圈弹垫固定, 防止松动。

(11) 本设计设轨道电路, 轨道电路钢轨绝缘, 既可设置在侧股, 又可设置在直股, 可根据现场要求具体设置位置。如线路不设轨道电路, 绝缘接头

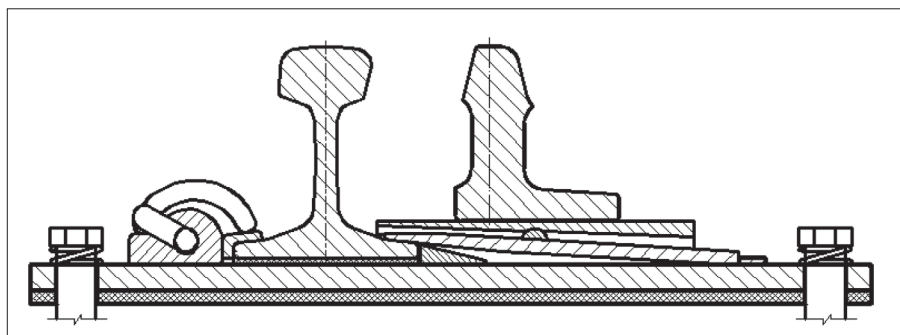


图 2 道岔结构

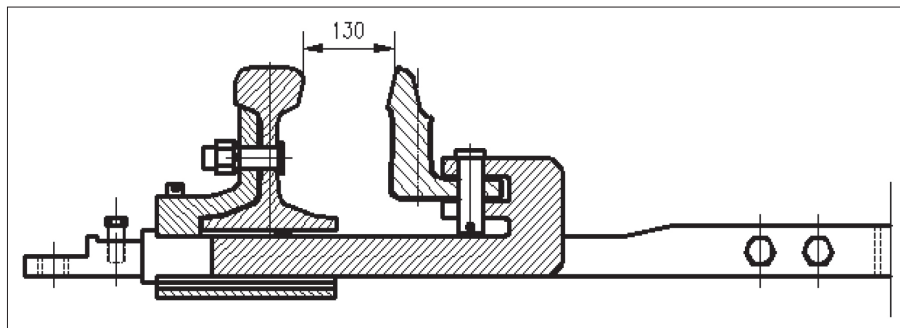


图 3 转辙器

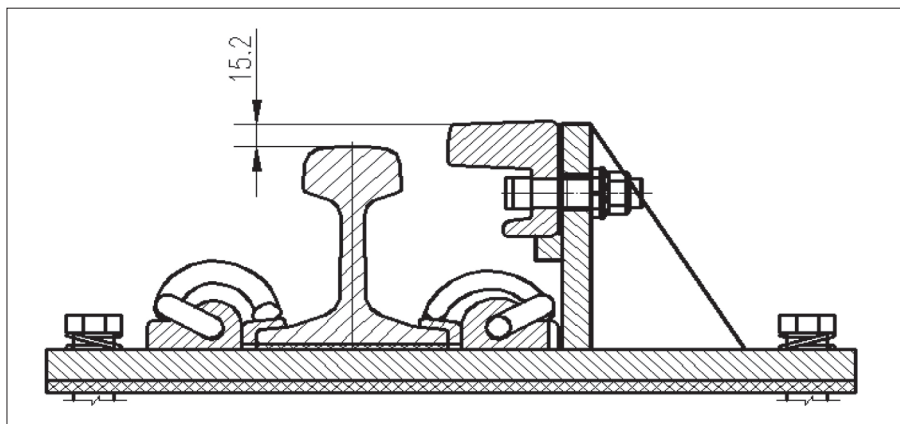


图 4 护轨



的相邻两根钢轨应改成一根长轨。

## 2.2 轨下基础

(1) 采用预应力钢筋混凝土岔枕, 岔枕的底部宽为 300mm, 顶部宽为 260mm, 枕高为 220mm, 无挡肩, 预埋套管, 岔枕承轨底部均不设轨底坡。岔内接头的岔枕之间距离均为 380mm, 其他岔枕间距为 540 ~ 650mm 之间。

(2) 混凝土岔枕的承载力: 正弯矩  $M=23.6\text{kNm}$ ; 负弯矩  $M=17.7\text{kNm}$ 。

(3) 岔枕制造技术要求的注明条款如下: ①粗料必须选用碎石, 最大粒径不得大于 25mm。②强度等级不小于 C60 级。③预应力螺旋肋钢丝采用  $\phi 7\text{mm}$  的预应力螺旋肋钢丝; 箍筋与螺旋筋按设计图要求制作安装; 预应力钢丝的初始总张力为 592kN, 预应力总损失为初始总张力的 19%。箍筋布置: 岔枕端部需要布置 1 个 I 型箍筋和 1 个 II 型箍筋; 其他部位布置 I 型箍筋, 箍筋间距以 200mm 为宜, 具体布置可按每根岔枕实际情况确定; 箍筋必须与主筋绑扎。④预埋塑料套管采用图号: 研线 0405-4; 预埋塑料套管允许偏差值按岔枕设计图纸要求。⑤当采用蒸汽养护时, 蒸汽养护温度不得大于  $45^{\circ}\text{C}$ , 静停时间不少于 2h, 升降温速率不大于  $15^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。⑥每根岔枕两端部顶面注上永久性编号、制造厂名及制造年份等标志。

岔枕制造技术要求除以上注明条款外, 应按照 TB/T 3080-2003《混凝土岔枕技术条件》执行。

## 2.3 转换装置

(1) 为保证转换设备的整体稳定性, 转辙机设计安装在 4.0m 长的岔枕上面。

(2) 尖轨转换锁闭采用外锁闭装置。

(3) 转辙机尖轨采用分动转换, 设一牵引点, 设计动程为 130mm。尖轨理论总扳动力不大于 4000N, 满足转辙机扳动力不大于 5000N 的要求。

## 3 54E1 钢轨 10 号混凝土枕单开道岔的改进

本次设计的 54E1 钢轨 10 号混凝土枕单开道岔主要参考汝州郑铁三佳道岔有限公司 2014 年为印度尼西亚铁路局设计生产的同型号木枕道岔设计并加以升级, 较同规格型号木枕单开道岔有以下改进:

(1) 转辙器部分尖轨由原木枕道岔 54E1T1 对称断面高型钢轨改进为 54E1A1 非对称断面矮型钢轨制

造, 可保证高速行车时的纵向稳定。

(2) 尖轨尖端设计为内藏尖型, 而跟端则为弹性可弯固定型结构。

(3) 为防止基本轨外倾, 基本轨外侧由原螺栓联结轨撑改进为尖轨滑床板内设置弹片扣压基本轨工作边轨底。

(4) 电务转换装置为一点牵引分动的外锁闭装置。

(5) 原木枕刚性扣件改进为弹性扣件。

(6) 辙叉由原高锰钢整铸辙叉趾、跟端闪光焊接钢轨改进为合金钢组合辙叉, 可有效减少焊接接头, 延长辙叉使用寿命。

## 4 结语

54E1 钢轨 10 号混凝土枕单开道岔通过设计、制造、整组铺设、用户对首组的验收、批量生产, 并发运至印度尼西亚国家爪哇岛铺设上道运行使用已近 5 年。对于使用情况对用户进行回访, 用户评价整体运行使用过程具有安全性、稳定性, 以及旅客乘坐的舒适度良好。该型号道岔的设计结合中国 TB 设计理念与制造工艺技术为汝州郑铁三佳道岔有限公司在中国倡议的一带一路沿线铁路道岔市场的开发奠定了坚实基础。

## 参考文献:

- [1] 铁道部第三勘测设计院. 道岔设计手册 [M]. 北京: 人民铁道出版社, 1975: 34-138.
- [2] 中国铁道科学研究院. 国内外钢轨标准汇编 [G]. 北京: 中国铁道科学研究院, 2012.
- [3] 中华人民共和国铁道部. TB/T 2477-2006 铁路道岔的容许通过速度 [S]. 北京: 中国铁道出版社, 2006.
- [4] 国家铁路局. 标准轨距铁路道岔技术条件: TB/T 412-2014 [S]. 北京: 中国铁道出版社, 2014.
- [5] 国家铁路局. 合金钢组合辙叉: TB/T 3467-2016 [S]. 北京: 中国铁道出版社, 2016.
- [6] 国家铁路局. 33kg/m 护轨用槽型钢: TB/T 3110-2018 [S]. 北京: 中国铁道出版社, 2018.

作者简介: 王永利 (1981.02-), 男, 汉族, 河南平顶山人, 本科, 工程师, 研究方向: 机械设计及制造。