

混凝土轨枕 线路维修

(第二版)

卢祖文 编

中国铁道出版社

1996年·北京

定性高,但接头部分由于线路刚度较大和存在不平顺,接头病害比木枕线路要严重得多等等。这些特点都必须采取适合混凝土轨枕线路特点的方法进行养护才能事半功倍,达到较好的养护质量。完全采取传统的木枕线路的养护方法,势必使混凝土轨枕线路的优点不能得以发挥,反而加速线路病害的形成和发展。

为了总结和交流混凝土轨枕设计、制造及混凝土轨枕线路养护的经验,加强对混凝土轨枕线路的研究和测试,提高养护水平和线路质量,铁道部工务局于1979年组织召开了“混凝土轨枕技术座谈会”。铁道部科学研究院的研究人员在会上介绍了混凝土轨枕的结构形式和设计原理、弹性垫层性能及标准、轨枕伤损调查及分析、轨道振动测试等方面的研究成果。会后,铁道部科学研究院、各大专院校及铁路局在混凝土轨枕线路测试、养护维修等方面做了大量工作,提出了许多极有价值的总结资料。本书在原武汉铁路局养护经验的基础上,尽可能多地搜集各单位有关资料进行了编纂和整理,力图从构造出发,从线路特点入手,阐述混凝土轨枕线路各种病害与养护维修工作的关系,从维修(基本作业)、保养(垫片起道)和重点工作(混凝土轨枕作业、扣件作业、钢轨接头养护)等三个方面介绍混凝土轨枕线路的养护维修工作。由于本人水平有限,谬误之处在所难免,请读者多提宝贵意见。

因引用资料较多,无法在文中一一列举,借此机会向这些资料的作者及单位表示衷心感谢。

编 者

1984 年

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书第一版出版距今已 10 年,作者在原书基础上进行了全面修订,把 10 年来混凝土轨枕在我国线路上铺设运营的维修经验和新的技术,以及国际上有关技术发展的动态纳入书中内容。本书可供从事铁路线路维修的现场技术人员和工人学习使用。

混凝土轨枕线路维修

(第二版)

卢祖文 编

*

中国铁道出版社出版发行

(北京市东单三条 14 号)

责任编辑 安鸿逵 封面设计 翟 达

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/32 印张:8.25 字数:182 千

1985 年 6 月 第 1 版

1996 年 3 月 第 2 版 第 2 次印刷

印数:7001—10000 册

ISBN7-113-02213-8/TU·484 定价:9.90 元

第二版前言

距今 40 年前,我国铁路部门开始研制混凝土轨枕。通过预应力钢弦混凝土轨枕的试制和试铺,证明以混凝土轨枕取代木枕在技术上是可行的,在经济上是合理的。

距今 30 年前,混凝土轨枕在经历了多种型式并存发展阶段之后逐渐统一为“筋 69”和“弦 69”两种型号的轨枕,并在相当长的一段时间内成为线路轨枕的主要类型。

距今 20 年前,随着混凝土轨枕铺设数量的增加,线路得到加强。同时,线路出现了一系列不同于木枕线路的特点,养护维修工作积累了很多经验,另一方面,混凝土轨枕的强度不足和制造质量问题随铁路运量的增加而逐渐暴露并引起各有关方面的重视。为了总结和交流混凝土轨枕线路的研究成果,提高养护水平和线路质量,铁道部工务局于 1979 年组织召开了混凝土轨枕技术座谈会。铁道部科学研究院的研究人员在会上介绍了混凝土轨枕的结构和设计弹性垫层性能及标准、轨枕伤损调查及分析,轨道振动测试等方面的研究成果。会后,铁道部科学研究院、一些部属院校及铁路局的工程技术人员和工人在混凝土轨枕线路测试、养护维修等方面做了大量工作,提出了许多极有价值的总结资料。

距今 10 年前,编者在原武汉铁路局养护维修工作的基础上,尽可能多地搜集各单位有关资料加以编纂和整理,出版了《混凝土轨枕线路维修》一书。该书从混凝土轨枕的构造入手,结合线路的特点,阐述了混凝土轨枕线路的各种病害与养护

维修工作的关系,介绍了混凝土轨枕线路的养护维修作业。

那本书出版 10 年来,得到工务部门各级领导和广大同行们的关注并提出有益的建议。同时,混凝土轨枕的设计理论渐趋成熟,轨枕买方市场的形成对轨枕制造质量的提高给予了极大促进。在轨道结构方面,无缝线路迅速发展,特别是超长无缝线路技术的发展,既得益于混凝土轨枕的大量铺设,又推动了混凝土轨枕技术的进步。本书在初版的基础上,着力于介绍近 10 年来在混凝土轨枕在结构、制造及养护方面的新成果、新技术,并以较多篇幅阐述了混凝土轨枕线路的养护方式和科学管理方面的内容,使其更加充实和丰富。

目前,全路铺设混凝土轨枕的数量已超过 1 亿根,在正线铺设的延展长度已占正线总延展长度的 80%,混凝土轨枕已成为我国铁路轨枕的主要类型。在这种情况下,在作较大修改和较多补充的基础上再版本书,确有必要。由此出发,本书着重介绍混凝土轨枕线路养护维修及管理方面的知识,同时对轨枕构造、类别以及对养护维修有直接影响的混凝土轨枕线路的特点也进行了较为详细的阐述。在编写本书时,力求通俗、实用,贴近技术发展的最新成果,对从事铁路线路维修的现场技术人员和工人都有参考价值。

线路养护维修工作涉及面很大,而本人水平有限,书中谬误之处在所难免,请读者多提宝贵意见。

编者

1995 年 8 月

前 言

轨枕与钢轨由中间扣件联结组成铁路轨道框架,承受机车车辆传递的各种作用力。我国铁路轨道的轨枕主要是木枕和预应力钢筋(弦)混凝土枕。

木枕具有弹性良好、易于加工、价格便宜、使用方便等优点。自有铁路以来,木枕就是轨枕的主要类型。在长期的使用过程中,工务部门对木枕线路的铺设、养护及修理积累了丰富的经验。但是,木枕容易腐朽,使用寿命短,需要耗费大量宝贵的木材,特别是它的强度、弹性和耐久性不一致,在机车车辆作用下出现的轨道不平顺,引起巨大的车轮附加动压力,不仅会缩短轨道各部件的使用寿命,而且加速线路几何状态的残余变形。随着铁路建设事业的日益发展,铁路运量、轴重和行车速度不断提高,对铁路轨道也提出了新的要求,寻求制作轨枕的代用材料具有十分重要的意义。

预应力钢筋混凝土轨枕及其他混凝土轨下基础的问世,为铁路的代用轨枕开辟了新的前景。

我国早在 1953 年就开始进行以混凝土轨枕代替木枕的研究工作,通过预应力钢弦混凝土轨枕的试制和试铺,证明以混凝土轨枕代替木枕在技术上是可行的,在经济上是合理的。1957 年开始有计划地制造和铺设预应力钢弦混凝土轨枕。1961 年铁道部有关单位总结现场使用经验,编制了“弦Ⅱ-61A”型预应力钢弦混凝土轨枕的设计图纸,并进行了较大量的生产。1965 年在此基础上进行了改进,提高了轨枕中间截

面的强度,并将轨底坡由 1/20 改为 1/40,设计了新的“弦 61”型预应力钢弦混凝土轨枕,并投入生产。1966 年进行了预应力高强钢筋混凝土轨枕的研制工作。于 1970 年正式投产。1969 年铁道部有关部门在总结过去轨枕生产和使用经验的基础上,编制了“弦 69”型预应力钢弦混凝土轨枕和“筋 69”型预应力高强钢筋混凝土轨枕的设计图纸,并正式投产。目前,我国铁路铺设的混凝土轨枕主要有“弦 I-61A”、“弦 65B”、“弦 69”等型号的预应力钢弦混凝土轨枕和“筋 69”型预应力钢筋混凝土轨枕,其中“弦 69”和“筋 69”型轨枕约占铺设总数的 50% 以上。为了适应铁路运输向重载大运量发展的需要,又设计和试生产了“79”和“81”型轨枕,这两种轨枕在外型尺寸和结构强度方面均较“69”型轨枕有所改善和加强。

预应力钢筋(弦)混凝土轨枕(以下均简称混凝土轨枕)的主要优点是:纵、横向阻力较大,提高了线路的稳定性,可以满足干线铁路高速度大运量的要求,铺设高弹性垫层可以保证线路有比较均匀的弹性;使用寿命长,可以大大降低铁路轨道每年的平均修理费用,特别是铺设混凝土轨枕可以节约大量优质木材,对铁路运输事业的发展具有重要意义。到目前为止,我国铁路混凝土轨枕铺设总数已达 5000 多万根,遍及全国各主要干线。

混凝土轨枕的大量铺设,使线路出现了一系列不同于木枕线路的特点,养护维修工作也面临许多新的课题。例如混凝土轨枕线路纵向阻力大于木枕线路,但是如果不能保证轨枕扣件达到良好的养护状态,线路依然会产生爬行;混凝土轨枕线路弹性比较均匀,但如果没有较好的弹性垫层,将大大提高轮轨间的相互作用力,使道碴迅速破碎,加剧残余变形积累;混凝土轨枕线路非钢轨接头部分比木枕线路动力坡度小,稳

目 录

第一章 混凝土轨枕线路的组成与构造	1
第一节 混凝土轨枕线路.....	1
一、轨道组成	1
二、混凝土轨枕线路发展简况	2
第二节 混凝土轨枕.....	5
一、受力特点	6
二、构 造	7
三、分 类	9
四、轨枕长度.....	14
五、铺设标准.....	16
六、混凝土轨枕的质量及其检验.....	17
第三节 联 结	20
一、扣 件.....	21
二、硫磺锚固.....	36
第四节 特种混凝土轨枕	37
一、混凝土宽枕.....	37
二、混凝土岔枕.....	39
三、钢纤维混凝土轨枕.....	40
四、混凝土桥枕.....	41
第五节 国外混凝土轨枕	42
第二章 混凝土轨枕线路的特点及其对轨道的影响	45

第一节 混凝土轨枕线路的特点	45
一、线路的刚度	46
二、线路的弹性	50
第二节 混凝土轨枕伤损及原因分析	59
一、混凝土轨枕伤损分类	59
二、混凝土轨枕伤损标准	65
三、混凝土轨枕伤损原因分析	67
第三节 钢轨接头病害及原因分析	75
一、钢轨接头病害分类	75
二、钢轨接头病害原因分析	85
第四节 道床工作特点及病害	94
一、道床下沉特点	95
二、混凝土轨枕线路道床病害	98
三、道床病害原因分析	101
第五节 钢轨伤损	107
第三章 混凝土轨枕线路养护维修	115
第一节 线路修理的修程	115
一、线路通过总重计算	116
二、各修程修理数量计算	117
第二节 线路维修的修程	118
一、国外线路维修修程及标准	118
二、我国线路维修的现状应考虑的一些问题	122
三、我国铁路线路维修的发展及动向	134
第三节 线路维修基本作业	142
一、起 道	142
二、捣 固	146
三、道心整碴(道碴回填)	150

四、拨 道	153
五、改正轨距	155
六、直 轨	156
七、小型养路机械大编组开“天窗”维修作业	158
八、大型养路机械开“天窗”线路维修	162
第四节 垫片起道法	162
一、垫片外形尺寸	163
二、垫片材料	164
三、垫片起道的施垫厚度	166
四、作业方法	169
五、劳动组织	173
六、工 具	174
七、垫片起道法的注意事项	174
第五节 混凝土轨枕作业	176
一、防止混凝土轨枕伤损和延长其使用寿命的 措施	176
二、混凝土轨枕的破损及修理	186
三、加强混凝土轨枕的管理	188
四、Ⅲ型混凝土轨枕的养护	188
第六节 扣件作业	191
一、关于扣件安装	192
二、关于扣件养护	200
三、弹条Ⅰ型扣件的轨距挡板和挡板座的基本 尺寸及号码	204
四、扣件改换	207
五、扣件扭矩的控制	208
第七节 钢轨接头养护	211

一、轨 缝	212
二、捣 固	220
三、吊 轨	221
四、上弯接头夹板	224
五、轨面修理	227
六、道床弹性	233
七、轨下及枕下弹性垫层	236
八、接头病害综合整治	240
第八节 轨道检测及轨道质量指数.....	240
一、轨道检测技术及轨道检查车	241
二、轨道质量指数	243
第四章 发展超长轨节无缝线路	245
一、混凝土轨枕线路要最大限度地减少钢轨接头 ...	245
二、国外超长轨节无缝线路发展简况	247
三、我国发展超长轨节无缝线路的技术基础和 主要问题	249
四、铺设超长轨节无缝线路,促进无缝线路技术 发展	253

第一章 混凝土轨枕线路的组成与构造

混凝土轨枕线路与木枕线路的轨道都是由钢轨、轨枕、联结零件、道床、防爬设备及道岔组成的。混凝土轨枕线路与木枕线路的根本区别是用混凝土轨枕代替木枕。混凝土轨枕与木枕是性质绝然不同的结构物,因此,从设计思想到结构形式、联结方式等都具有自身的特点。为了养护好混凝土轨枕线路,必须对它的组成和构造,特别是与养护维修直接有关的内容有一个粗略的了解。

第一节 混凝土轨枕线路

一、轨道组成

混凝土轨枕线路由钢轨、混凝土轨枕、扣件、道床等部分组成。这些力学性质绝然不同的材料承受来自列车车轮的作用力,它们的工作状态是紧密相关的。任何一个轨道零部件强度和结构的变化都会影响所有其他零部件的工作条件。而工作条件,即受力状态的变化又会引起各部件的伤损和失效。

钢轨直接承受由机车车辆传来的巨大压力,并传向轨枕。混凝土轨枕通过轨下弹性垫层和中间扣件承受钢轨传来的竖向垂直力、横向和纵向水平力后再将其分布于道床,并保持钢轨正常的几何位置。混凝土轨枕接受和传递各种作用力的性

能除与轨枕本身的构造有关外,还与弹性垫层、扣件的结构特点及道床支承状态有关。

轮轨间的各种作用力通过轨枕和扣件的隔振、减振和衰减后传递给道床,使道碴重新排列,并将作用力扩散地传递于路基。

二、混凝土轨枕线路发展简况

对于有碴轨道结构,轨枕是轨道结构极为重要的部件。自有铁路以来,木枕是轨枕的主要类型,它具有弹性良好、易于加工、价格便宜、使用方便等优点。但是,随着混凝土结构特别是预应力混凝土结构的出现,以及世界各国环境保护意识的加强导致木材价格上扬,推动了混凝土轨枕的应用和研究。40年代以后,混凝土轨枕首先在英国、德国、前苏联、日本、南非,随后在更多的国家诸如加拿大、澳大利亚、瑞典和我国得到了进一步的应用和发展。

混凝土轨枕类型很多,按其结构可分为整体式、组合式混凝土轨枕和半枕,按其配筋方式可分为普通钢筋混凝土枕和预应力钢筋混凝土枕,而预应力钢筋混凝土枕按预加应力的方式,又可分为先张法、后张法和连续配筋法等几种类型。目前我国主要生产整体式、预应力混凝土轨枕,简称混凝土枕。

我国早在1953年就开始进行以混凝土枕代替木枕的研究工作,通过预应力钢弦混凝土轨枕的试制和试铺,证明以混凝土枕代替木枕在技术上是可行的,在经济上是合理的。1957年开始有计划地制造和铺设预应力钢弦混凝土枕。1961年铁道部有关单位总结现场使用经验,编制了“弦Ⅱ-61A”型预应力钢弦混凝土枕的设计图纸,并进行了较大批量的生产。1965年在此基础上进行了改进,提高了轨枕中间截面的强度,并将

轨底坡由 1/20 改为 1/40, 设计了新的“弦 61”型预应力钢弦混凝土枕, 并投入生产。1966 年进行了预应力高强钢筋混凝土枕的研制工作, 于 1970 年正式投产。1969 年铁道部有关部门在总结过去轨枕生产和使用经验的基础上, 编制了“弦 69”型预应力钢弦混凝土枕和“筋 69”型预应力高强钢筋混凝土枕的设计图纸, 并正式投产。在其后的十几年间, “弦 69”和“筋 69”型混凝土枕的铺设有了大幅度增长。1978 年着手研制适用于重型轨道的混凝土枕, 1981 年提出了弦 81 和筋 81 型混凝土枕的设计, 经过试铺、运营、测试, 于 1984 年通过部级鉴定, 与此同时, 将 69 型枕在配筋不变情况下外形与 81 型一致, 称为 79 型枕。1985 年, 为适应大秦重载轨道的需要, 又试制了大秦线用混凝土枕。随着铁路运输的发展, 五六十年代生产的混凝土枕已陆续淘汰, 69 型轨枕是按建设型机车、轴重 21t, 速度 85km/h 的运输条件设计的, 在 81 型轨枕投产以后, 已限期停止生产 69 型轨枕。为统一混凝土枕型号及名称, 1984 年部工务局根据混凝土枕生产的先后顺序和混凝土枕强度等级的发展, 以 (84) 工技字 40 号文“公布预应力混凝土枕统一名称”, 把轨枕分为三类 (表 1—1)。

表 1—1

丝 79 型预应力混凝土轨枕	S-1 型预应力混凝土枕
丝 81 型预应力混凝土轨枕	S-2 型预应力混凝土枕
筋 81 型预应力混凝土轨枕	J-2 型预应力混凝土枕
与 75kg/m 钢轨配套的钢丝混凝土枕	S-3 型预应力混凝土枕

I 型枕是 79 型枕, 它的配筋和 69 型一样, 而外形尺寸与 81 型相同, 其强度与 69 型枕等强, 在设计时只考虑了内燃机车的影响, 而没有考虑电力机车和大型货车的影响, 在运输条

件迅速发生变化的条件下,列车速度提高,机辆轴重增大,行车密度增加,79型轨枕已远不能适应运输的发展,目前,这种轨枕在正线上数量不大。而69型枕尽管早已停止生产,但由于经历了较长的发展过程,在全路正线上仍有5000多万根,损坏失效最严重的就是这部分轨枕。I型枕用于中型和轻型轨道。

80年代铁路运量急剧增长和69型轨枕设计中的先天不足形成剪刀差,促使了Ⅱ型轨枕的产生和发展。Ⅱ型枕与I型枕相比,轨下断面弯矩计算承载能力提高13%~25%,中间断面正弯矩承载能力提高88%,中间断面负弯矩承载能力提高14%~41%,到1993年末,Ⅱ型枕已占轨枕铺设总数的32.4%,遍及主要干线,对强化轨道结构起到了积极作用。但是,由于设计、制造和管理方面的问题,Ⅱ型枕没有完全达到运输条件的要求,特别是轨枕质量普遍不高,轨枕伤损情况突出,目前,Ⅱ型枕的质量问题已引起各方重视。Ⅱ型轨枕适用于次重型轨道。但是由于种种原因,在今后相当长的一段时间内,Ⅱ型轨枕仍将是主要干线的主型轨枕。

Ⅱ型轨枕是根据工务部门提出的技术条件设计和生产的新型轨枕。在设计中,着重提高轨枕承载能力,采用铁道部科学研究院铁建所研究并编制的“预应力混凝土枕设计方法”进行设计。对于外形尺寸的优化是基于承载能力提高后允许接受更高的外荷载而不导致道床发生过大的变形为前提,在长度2.6m前提下加宽枕底以增加轨枕与道床的支承面积,提高道床的纵横向阻力,减缓道床累积变形。生产工艺立足于采用流水机组法,主要设备和工艺流程基本与Ⅱ型枕相同,只需稍作改造即可投产,为加快发展Ⅱ型轨枕创造了条件。

Ⅱ型轨枕与60kg/m和75kg/m钢轨配套使用,适用于重

型和特重型轨道。

混凝土轨枕型号的发展不仅反映了轨道结构的强化,对轨道技术进步和养护维修工作等赋予了新的内容,同时对混凝土枕的设计理论、工装设备、制造工艺、技术标准等都有极大的促进。

第二节 混凝土轨枕

混凝土轨枕设计中的控制截面是轨枕的轨下截面和中间截面。这两个截面所受荷载弯矩的大小取决于机车车辆轴重、行车速度、轨道状态和道床支承情况等的不同,同时,轨枕截面所受荷载弯矩在很大范围内波动,不仅每一根轨枕所受的荷载不同,而且同一根轨枕的轨下截面或中间截面在每一次轮载作用下所接受的荷载弯矩也是不同的。在这种不稳定重复荷载作用下,轨枕截面在预期使用期内达到失效状态的概率应不大于某一预定值。这是混凝土轨枕按使用安全度设计理论的基本含义。

轨枕失效状态是指轨枕截面达到这一种状态后轨枕的使用情况已经比较恶劣,以致难以保证轨枕的正常使用。在预应力混凝土轨枕设计中,轨枕截面的失效状态具体规定如下:

1. 轨枕截面受拉钢筋处混凝土在不稳定重复荷载弯矩作用下出现宽度大于 0.3mm 的裂缝;
2. 轨枕截面受拉钢筋处混凝土在不稳定重复荷载弯矩作用下出现宽度大于 0.03mm 的残余裂缝。

一般来说,钢轨接头处混凝土轨枕所受荷载比非钢轨接头处大,但从数量来说,接头轨枕又远比非接头轨枕少,从全面的技术经济观点考虑,混凝土轨枕截面达到失效状态的概率,即使用安全度应有接头与非接头之分:

1. 钢轨接头处轨枕截面在 50 年使用期限内,达到失效状态的概率不大于 50%;

2. 非钢轨接头处轨枕截面在 50 年使用期限内达到失效状态的概率不大于 10%。

一、受力特点

混凝土轨枕承受钢轨集中传递的压力和振动,并扩散地传向道床,同时还要保证两股钢轨在平面和立面上正确的相对位置。

如上所述,列车运行时机车车辆的荷载是不稳定重复荷载,其轨枕承受垂直荷载的情况如图 1—1 所示。

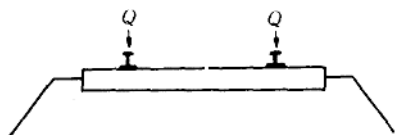


图 1—1 轨枕垂直荷载示意图

1 所示。

将轨枕的受力状

态独立进行分析可以看到,由钢轨传来两个均匀分布在钢轨底宽上的垂直荷载为 Q ,轨枕底面对轨枕有反力,轨枕各截面弯矩如图 1—2。

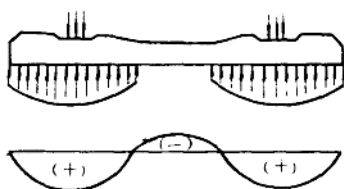


图 1—2 轨枕弯矩示意图

在设计中规定:轨枕截面上部受拉为“—”,下部受拉为“+”。

在一般情况下,轨枕的轨下截面将承受较大的正弯矩,而中间截面则将承受较大的负弯矩。但是,由于轨枕支承