钢轨母材超声波探伤方法探讨研究*

刘志毅，梁正伟，郭利宏

（内蒙古包钢钢联股份有限公司轨梁轧钢厂，内蒙古 包头 014010）

摘 要： 根据标准检测要求的不同、侧重点不同，现今钢轨母材超声波探伤分为生产线在线探伤和钢轨线路的在役探伤两种，钢轨母材生产当中产生的原发性缺陷和铺设线路以后随服役时间的长短产生的疲劳缺陷，这两项探伤所探测的主要伤损类型及产生的重点部位有诸多的不同。只有钢轨母材的在线探伤和在役探伤方法相结合，研究精细探伤检测部位，改进出尽可能完善的探伤检测方式，才能最大程度保证钢轨母材探伤的伤损挑出率及探伤检测质量。

关键词： 钢轨母材；在线探伤；在役探伤；原发性缺陷；疲劳缺陷；探伤方法

中图分类号： TG115.285 **文献标识码：** B **文章编号：** 1009－5438(2017)04－0050－03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.04.014

Discussion and Study on Ultrasonic Flaw Detection Method of Rail Base Metal

LIU Zhi－yi, LIANG Zheng－wei, GUO Li－hong

(*Rail and Beam Plant of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp.*, *Baotou* 014010, *Nei Monggol*, *China*)

Abstract: According to the different requirements and focus of standard detection, the ultrasonic flaw detection of rail base metal is now divided into two types: online detection of production line and in service detection of rail track. The detection of primary defects arising from the rail base metal production and the detection of fatigue defects arising from the length of service time after track laying have many differences in main types and key parts of the detected flaws. Through the combination of online detection and in service detection of rail base metal, study the position of fine flaw detection and improve the flaw detection method as far as possible. Only in this way can maximize guarantee the flaw pick－out rate and flaw detection quality of rail base metal detection.

Key words: rail base metal; online detection; in service detection; primary defects; fatigue defects; flaw detection method

近年来，我国铁路迅速向无缝化、高速化发展，而且随着运量的增加、车速的提高及轴重增加，钢轨母材出现缺陷后的危险系数也在逐步提升。所以，加强钢轨母材探伤是保证铁路运输安全的一项重要工作。钢轨母材探伤中，影响探测结果的因素非常复杂。首先是伤损类型多样；二是钢轨中的缺陷分布可能在母材断面的任何部位，钢轨几何形状和耦合条件的限制。因此，钢轨母材要实施有效的全断面探伤，其工艺确实繁杂。钢轨探伤工作分为“生产在线探伤”和“在役钢轨探伤”两种方法。

* **收稿日期：** 2017－05－08

作者简介： 刘志毅(1983－)，男，内蒙古包头市人，助理工程师，现从事钢轨探伤技术管理工作。

中国知网 https://www.cnki.net

1　在线钢轨探伤

在线钢轨探伤现今均采用全自动探伤设备，通过传输辊道将钢轨输送至自动检测设备，以水作为耦合剂，当钢轨进入后，各部位检测探头全自动贴合，将检测脉冲信号转换为跟踪走线电信号，将缺陷以线条形式显示在计算机报表上，根据报表显示位置将缺陷在实物上做出标记。

1.1　钢轨制造缺陷

在钢坯冶炼、钢轨轧制、加工及热处理过程中产生的各种表面缺陷及非金属夹杂物等，对钢轨的表面、表层及内部质量均会产生较大影响。主要存在缺陷分别分类如下:

1.1.1　表面缺陷

轧疤、轧痕、刮伤、折叠、表面裂纹等。

1.1.2　低倍(宏观)缺陷

偏析、缩孔、疏松、气泡、白点、夹杂、内裂纹及热处理后易产生的显微裂纹等。

1.2　钢轨在线探伤方法

现行的国内外所有的钢轨标准，全部都强制要求出厂钢轨必须经过超声波探伤合格才能出厂，特别是我国铁路部门的钢轨制造专用标准 TB/T 2344—2012[1] 要求对钢轨进行逐支全长超声波探伤检查，并且明确要求钢轨超声波探伤的截面积为:轨头部分不小于 70%，轨腰部分不小于 60%，轨底部分见图 1。

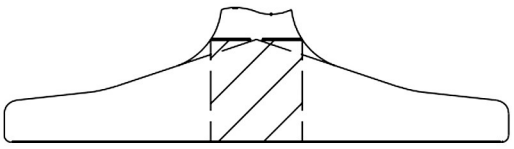


图 1　轨底超声波探伤区域

为了满足线路使用和标准要求，包钢轨梁厂结合各在线检测设备优点及现场实际情况，与设备制造方共同设计研制了一套钢轨在线超声波探伤装置，实现了对钢轨各部位的全面检查，该装置的特点是自动化程度高，实现自动探伤和自动记录缺陷，检测速度为 1.5 m/s，可以满足不同钢轨标准要求。该系统经过不断地现场运行检测及不断优化、完善，经过探伤钢轨没有出现标准要求范围内的漏探和误报等质量异议，完全满足现场生产和标准的要求。

此钢轨在线超声波探伤装置共在线布置了检测探头 20 个，其中 1#—3#探头从钢轨踏面中心进行探伤，4#—7#探头分别从轨头两侧往相对方向进行探伤，8#—13#探头对轨腰部位进行探伤，14#—16#探头从轨底底面向腰腿连接处进行探伤，17#—20#探头从轨底侧进行轨底裂纹探伤，探头布置见图 2。

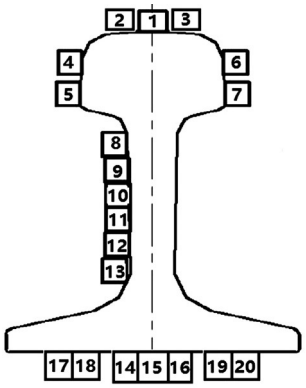


图 2　在线探头布置图

1.3　钢轨在线探伤缺陷分析

根据近三年来在线探伤伤损部位统计数据综合分析，由于钢坯冶炼、轧制过程中，由于在连铸过程中形成很长的液相穴，铸坯凝固时体积收缩，钢水补缩不好，在完全凝固后会产生疏松、缩孔和偏析，易产生中心缺陷[2]，此类缺陷较多，在轧制成钢轨后，主要反映在轨腰部位，轨头部位按检测标准可检出的细小夹杂物数量较少，多数细小夹杂物均出现的轨距角圆弧部位，而连铸工艺所产生的轨底部位缺陷及轨底裂纹数量更是微乎其微，具体出伤占比如下:轨腰缺陷占比 90.6%、轨头缺陷占比 8.5%、轨底缺陷占比 0.81%、轨底裂纹占比 0.09%。

2　在役钢轨探伤

目前我国对运营线钢轨超声波探伤，以人工推行探伤小车沿线检测为主，采用多探头组合，实施反射和穿透两种探伤方式，对钢轨各类损伤进行检查。实施检测过程中，探伤人员不仅要注意观察荧光屏上波形显示，步行于轨枕上推稳探伤小车，还需要时刻注意轨面状态，以及气温、电压等因素的变化，及时调节探头位置，修正探伤灵敏度。

2.1　钢轨疲劳缺陷

钢轨疲劳缺陷指的是钢轨在使用过程中发生折断、裂纹及其他影响和限制钢轨使用性能的各种状态。钢轨疲劳缺陷的形成很复杂，大致可分为钢轨核伤;钢轨接头部位伤损;钢轨纵向水平和垂直裂

中国知网　https://www.cnki.net

纹、钢轨轨底裂纹。

2.2 钢轨在役探伤方法

在钢轨探伤中常用的有0°双晶直探头,37°和70°双晶斜探头三种。检测速度为2~3 km/h,双晶片直探头在钢轨探伤中习惯称为0°探头,具有反射式和穿透式两种探伤功能,主要用于检测轨腰投影范围的水平裂纹、纵向裂纹和有一定长度的斜裂纹;37°探头主要检测轨腰投影范围内的斜裂纹、轨底横向裂纹和轨端或螺孔相连的水平裂纹;70°探头主要检测钢轨头部横向裂纹,如轨头核伤。探头布置如图3所示。

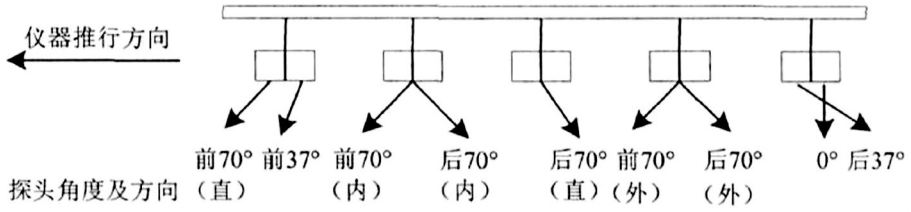


图3 9通道探伤车探头组合方式

2.3 钢轨在役探伤缺陷分析

根据对各线路缺陷伤损统计分析,钢轨核伤占比可达全部伤损的62%,表面掉块占21%,接头伤损占14%,孔裂缺陷占3%。而钢轨核伤产生的主要原因是由于钢轨冶炼过程中,材质不良或存在有轻微夹杂物,在列车重复荷载作用下形成应力集中,疲劳源不断扩展而形成。核伤主要产生部位于钢轨头部圆弧内侧,随着核伤直径增大,钢轨承载能力急剧下降,在高速重载的使用环境下极易发生钢轨折断。

3 两种钢轨探伤作业存在的问题

3.1 现存问题

手检式探伤作业方法经过近几十年的实际检验已经比较成熟,伤损检出率较高,可靠性较好,而其余两种钢轨探伤作业明显存在不足之处:

(1)全自动在线检测局限性较大,探头数量及布置有限;辊道输送过程中,钢轨平直度状况、检测环境温度及输送装置平稳性均对检测结果有较大影响,对轨头内侧圆弧处微小缺陷检出能力较弱。

(2)在役钢轨探伤以手推车为主,大型探伤车为辅,导致探伤作业效率低;电器件性能不稳定,导致漏检;人工推行易出现不同路况探头与轨面间耦合不良;光带磨损位置变化,探头随时调整检测位置;轨头核伤未扩大到一定程度时,检出能力较差。

3.2 原因分析

现今两种探伤方法检出轨腰及轨底缺陷的能力较强,而针对生产当中轨头内侧圆弧处微小缺陷及使用当中的轨头疲劳核伤的检出能力较弱,主要有以下几方面原因:

(1)欧美国家钢轨中的核伤由于白点原因所产生较多,核伤大部分存在于轨头中央,执行EN标准可较大程度检出核伤隐患[3]。而我国钢轨的核伤主要是由于夹杂物和表面擦伤等原因引起的,多存在于轨头内侧圆弧处。因此,适合于欧美线路的钢轨探伤工艺标准翻译后,并不完全适合于我国钢轨核伤的探伤检出。

(2)标准局限性较大,两种探伤方法各有针对性,而只能互补,无法互通,易出现因标准不统一而产生的检测结果不同的现象。

4 结论

(1)自行完善、改进适合我国钢轨实际产生各类缺陷的检测标准,尽量将在线探伤与在役钢轨探伤标准实现互通、结合,减少标准不统一产生的不同意见。

(2)加强统计、分析核伤及各类性缺陷的分布情况,针对产生缺陷占比的实际情况改进自动化探伤工艺,减少探伤盲区。

参 考 文 献

[1] TB/T 2344—2012,43kg/m~75kg/m钢轨订货技术条件[S].

[2] 陈昌华. 钢锭和锻件超声波探伤缺陷分析[M]. 合肥:合肥工业大学出版社,2015.

[3] 仲东民. 对发展我国铁路钢轨探伤技术的建议[J]. 铁道建筑,1999,(12):11-12.

中国知网 https://www.cnki.net