

不落轮镟床轮对测量系统测量结果可靠性分析

陈 淼 杨 鑫 佐 磊

青岛地铁集团有限公司运营分公司 山东 青岛 260000

【摘 要】：为了能够研究轮对测量系统在实际应用过程中测量结果的准确性，本篇文章主要对机车车辆不落轮镟床轮对测量系统的作用原理，并结合实际情况对影响该系统测量结果准确性的主要因素进行阐述与分析。通过测量工作中对于轮径的误差的要求，对轮径测量系统所允许的最大误差进行评定，结合试验工作的实际情况，对轮对测量系统在实际应用过程中测量结果的准确性进行验证。

【关键词】：轮对测量系统；测量结果；误差；不确定度

Reliability Analysis of the Measurement Results of the Measuring System

Miao Chen, Xin Yang, Lei Zuo

Qingdao Metro Group Co., Ltd. Operation Branch Shandong Qingdao 260000

Abstract: In order to study the accuracy of the measurement results of the wheel measurement system in the practical application process, this paper mainly analyzes the action principle of the non-landing wheel bed wheel on the measurement system, and analyzes the main factors affecting the accuracy of the measurement results of the system according to the actual situation. Through the requirements of the wheel diameter error in the measurement work, the maximum error allowed by the wheel diameter measurement system is evaluated, and the accuracy of the measurement results in the wheel diameter measurement system is verified combined with the actual situation of the test work.

Keywords: Wheel-pair measurement system; Measurement results; Error; Uncertainty

在机车车辆实际应用的过程中，为了提高整体运行的效率，需要在车辆中的不落轮镟床中安装轮对测量系统。在镟修工作开展之前，需要对轮对的内侧距离、车轮的直径、以及车轮踏面的面积等各个方面进行准确的测量，在此基础上对镟修工作的主要参数进行确定；在镟修之后，对车轮相关的各项参数进行测量，以此来保证镟修的质量能够符合实际要求。镟修工作包含了非常多的内容，具有一定的复杂性，在对轮对相关的各种数据参数进行测量的过程中会受到各种因素条件的影响，对测量结果造成严重的影响，正因如此目前还没有对轮对测量系统测量的准确性进行相应的验证，使得在镟修工作结束之后，需要采用人工测量的方法来对轮对相关的参数进行测量，从而导致镟修工作的效率较低。对于一些结构较为复杂的部件来说，对工作人员的测量工作有一定的空间限制，从而导致在测量工作开展的过程中无法采用一些计量器具，无法检测镟修的质量与效果。为了解决此类问题，必须采取有效的措施对轮对测量系统测量结果的准确性进行验证，以此保证该系统能够高质量的运行，从而提高镟修工作的质量与效率，保证镟修的质量能够符合实际要求。在对轮对相关的各种参数进行测量的过程中，其测量的结果会受到各种因素条件的影响，同时整个测量工作也较为繁杂，具有一定的难度。本篇文章主要是对影响轮对测量系统测量结果的主要因素进行研究与分析，在此基础上对该系统的可靠性进行验证与分析。

1 对测量结果造成影响的因素进行分析

一般情况下，会对轮对测量系统的测量结果造成影响的因素条件主要有两点，具体为以下内容：第一，在镟床刀具对车轮进行镟削的过程中，车轮的踏面温度逐渐升高，车轮的大小也会发生一定的变化，从而对后续测量工作造成严重的影响，导致测量结果不准确；第二，轮对测量系统在实际应用的过程中，需要对轮径进行测量，但是使用的测量方法可能会产生一定的误差，从而导致测量结果不够准确。

1.1 车轮温度升高对测量结果造成的影响

对于轮对镟修来说，主要是利用了专用的刀具来对车轮进行镟削处理，在镟削工作开展的过程中会导致车轮的温度快速上升。轮对尺寸一般情况都比较大，在 1000 毫米左右，随着车轮的温度不断升高，车轮的轮径也会随之逐渐变大。根据相关的研究，对车轮在镟削的过程中温度升高量对于轮径变化之间的关系进行研究，在基础上来分析出轮径对于测量结果准确性的影响程度。

利用不落轮镟床来对车辆车轮进行镟削处理的过程中，车轮的踏面在与踏面相互接触之后，其接触的位置温度会逐渐升高，一般情况下可以达到 100 摄氏度。车轮具有较强的导热能力，且具备较强的散热能力，通常每一个车轮都需要花费较长的时间进行镟削处理，大约需要 13 分钟，在采用轮对测量系统对轮径进行测量的时候，车轮绝大部分的热量都已经散失，而只有一小部分的热量传递到了车轮的内部。经过试验可以发

现,在车轮进行镟削处理之后,利用轮对测量系统对轮径进行测量,在该过程中发现车轮踏面的温度升高量在10摄氏度以下,并且朝着轮毂的方向去,车轮的温度不断降低,车轮温度的逐渐变化情况为以下内容。

$$k=t/R \quad (1)$$

在该公式中 k 代表车轮的温度朝着半径方向上的变化率, t 代表了车轮踏面温度升高的量, R 代表车轮的半径。车轮的主要材料为钢材,在对车轮踏面的温度对车轮的半径之间的关系进行验证的过程中,主要取车轮的最大的热膨胀系数进行计算,经过研究之后发现,在车轮进行镟削处理之后,轮径与踏面温度变化之间的关系为以下内容所示。

$$\Delta t = \int_0^R 1.2 \times 10^{-5} \times k \times r dr \approx 1.2 R t \times 10^{-5}$$

在该公式中, Δt 主要代表的是车轮的轮径在随着踏面温度变化下发生的变化量, r 代表车轮的中心与测量点之间的距离。通过该公式可以发现,如果车轮踏面的温度与车轮轮径之间成正相关。如果车轮的半径为640毫米,踏面的温度升高量在10摄氏度左右,那么车轮的轮径就会变大0.08毫米左右。

1.2 系统采用的测量方法对测量结果造成的影响

在不落轮的条件下,采用轮对测量系统对车轮的直径进行测量,空间具有一定的限制,因此无法对车轮的中心位置进行准确的定位,对测量工作造成影响,因此在轮对测量系统应用时必须采用新的原理对车轮的直径进行测量。首先需要结合实际情况对车轮周长进行测量,之后利用车轮的周长与直径之间的关系来将车轮的直径计算出来。在对车轮的周长进行测量的过程中,轮对测量系统会依据车轮轮缘内侧面所在的位置,移动测量轮,在该过程中所采用的测量轮是带有编码器的,在车轮被移动到滚动圆所在的位置时,会提供相应的压力,在压力的作用下,使得测量轮能够与车轮紧密贴合在一起。当车轮开始转动的时候,测量轮也会随之开始转动起来,通过对车轮的转动圈数以及测量轮中的编码器的脉冲量,来对车轮的周长进行计算,从而能够计算出车轮的直径。根据上述内容可以发现,在轮对测量系统实际应用的过程中,以下两点内容会对测量结果造成影响:第一,轮径在测量的过程中存在误差;第二,轮对测量系统在对滚动圆进行定位处理的过程中存在一定的误差。

1.2.1 测量轮带来的误差

一般情况下,测量轮在实际应用的过程中可能会引入误差,主要包括了以下两点内容:第一,编码器的分辨能力会对测量结果的准确性造成严重的影响;第二,测量轮自身存在问题,使得直径的测量存在误差,从而对检测结果造成严重的影响,导致结果不准确。

一般情况下,编码器的分辨能力在 0.1° , 根据实际情况来看,所采用的测量轮的直径在80毫米。在轮对测量系统对

车轮直径进行测量的过程中,车轮通常会转动10圈,在这种情况下,编码器的分辨能力对测量结果造成的误差主要为以下内容:

$$\alpha_1 = 80 \times \frac{0.1}{360} \times \frac{1}{10} \approx 0.007(\text{mm})$$

利用测长机设备能够将测量轮的直径测算出来。在测长机实际应用的过程中可能会存在一定的误差,根据实际情况来看,误差的范围在 ± 1.3 ,在此条件下对周长的测量也会存在一定的误差,误差大约在 $0.0015 \pi \text{ mm}$ 左右。

$$\alpha_2 = 0.0013 \pi \times \frac{1200}{80} \times \frac{10}{10} \approx 0.06(\text{mm})$$

1.2.2 定位不准确带来的误差

车轮的踏面是曲线形状的,如果在对轮径进行测量的过程中,测量轮与车轮的接触点不在滚动圆上,就会对测量结果造成影响,导致结果不准确。根据相关的研究可以发现,车轮踏面在滚动圆位置上最大的倾斜度在3.8度左右,因此对定位不准确的误差进行计算,主要为以下内容。

$$\alpha_3 = \tan 3.814^\circ \times 0.2 \times \pi \approx 0.04(\text{mm})$$

在上述内容中,主要是对影响轮对测量系统测量结果的主要因素进行了阐述与分析,并对各种因素影响对测量工作造成的误差进行了计算。

2 测量结果准确性的分析

随着目前经济与科技的快速发展,我国的项目工程建设规模也逐渐增大,为了有效地满足目前的需求,各个施工单位对于测量系统有着越来越高的要求。测量系统的质量以及应用效果会对项目工程的建设质量造成一定的影响,如果测量技术水平较低,就会导致所采集的数据信息以及相关的各种资料信息不准确如果将这样的数据信息应用于项目工程建设工作中,不仅会对项目工程的质量造成严重的影响,还会导致各种事故的发生,对相关人员的生命安全造成巨大的危害,同时也为相关企业造成的巨大的经济损失。为了能够促进建筑行业更好地发展,必须要加强对测量系统的研究,提高测量系统的质量与水平,促进建设工程更好地开展,提高施工的质量,在此条件下也能够有效提高企业的市场竞争力。在目前时代快速发展的背景下,以往所采用的测量系统已经无法满足目前的需求,因此必须要加强测量系统的研究,使其具备较高的技术水平,以此才能够更好地为工程项目服务,提高建设的质量与效率。根据实际情况来看,我国的信息技术不断地发展,越来越多的工作人员将该技术应用于测量工作中,使得测量系统更加的智能化,保证了测量的质量,提高测量结果的准确性。其次,通过信息技术在测量系统中的应用,能够有效地避免各种恶劣天气对测量工作造成的影响,以此来保证测量工作顺利进行,同时还能够保证数据信息的准确性,提高测量的质量与效率。

2.1 现场对轮径测量结果提出的要求

对轮径镟修测量结果有着明确的要求，必须要保证车轮之间的直径没有较大的差异。为了能够很好地满足该要求，必须要对轮对测量系统对与左轮以及右轮的测量工作进行严格的把控，保证两者的测量结果误差在合理的范围内。为了能够便于生产工作的开展，必须要对测量结果的误差要求进行全面的分析，在此基础上对轮径测量系统对于测量结果的示值误差的要求进行推测。

2.2 测量结果不确定度的计算

为了能够准确地推算出轮对测量系统对于轮径测量的最大误差，必须要对测量模型以及主要的原理进行全面的分析，在此条件下，对测量结果的不准确性进行判定。

2.2.1 各分量的标准不确定度评定

(1) 车轮踏面的温度变化量会引入一定的误差，根据实际情况来看，如果在车轮温度不断变化的情况下，车轮的轮径发生了一定的改变，变化程度在 0.076 毫米以内，区间的半宽则为 0.038，具体的不确定度为以下所示：

$$u_1 = 0.038 / \sqrt{3} \approx 0.022(\text{mm})$$

(2) 将编码器的分辨能力引入的不确定度为 u_2 ，由编码器带来的误差在 0.007 毫米，对其不确定度进行计算：

$$u_2 = 0.007 / \sqrt{3} \approx 0.004(\text{mm})$$

(3) 将测量轮在对直径进行测量时引入的误差的不确定度为 u_3 ，由测量轮测量直径带来的误差为 0.06 毫米，对该条件下不确定度进行计算，主要为以下内容：

$$u_3 = 0.06 / \sqrt{3} \approx 0.03(\text{mm})$$

(4) 对滚动圆定位不准确引入的误差的不确定度为 u_4 ，由该情况带来的误差主要具体为 0.04 毫米，对该情况下带来误差的不确定度进行计算：

$$u_4 = 0.04 / \sqrt{3} \approx 0.02(\text{mm})$$

(5) 将反复测量引入的误差的不确定度为 u_5 ，利用轮对测量系统对同一个车轮进行反复多次的测量，利用相应的公式对不确定度进行计算：

$$u_5 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \approx 0.03(\text{mm})$$

(6) 轮对测量系统的分辨能力带来的误差的不确定度为 u_7 ，具体带来的误差为 0.01 毫米，对分辨能力带来误差的不确定度进行计算。

2.2.2 合成标准不确定度

对各种情况带来的误差的不确定度进行合成，具体为以下内容：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2 + u_6^2} \approx 0.058(\text{mm})$$

2.2.3 扩展不确定度的计算

$K=2$ ，并将扩展的不确定度为 U ，

$$U = k \times u_c = 2 \times 0.058 \approx 0.12 (\text{mm})$$

通过上述内容可以得出，轮对测量系统在对轮径测量的过程中，测量结果最大允许的误差为 0.12 毫米，与提出的要求一致，因此该轮对检测系统对于轮径测量结果的准确性能够满足实际需求。

2.3 试验

为了能够更进一步的验证轮对测量系统测量结果的准确性，利用已知各种数据信息的标准轮，对轮对测量系统进行验证，具体的数据为下表所示。

表 1 试验数据

轴承编号	标准轮对轮径		轮对测量系统测量结果		示值误差	
	左轮	右轮	左轮	右轮	左轮	右轮
001	886.91	887.91	886.98	887.93	0.07	0.02
002	887.91	886.91	887.99	886.85	0.08	-0.06

通过表格内容可以发现，轮对测量系统测量结果的误差在要求的范围之内，因此能够满足实际应用的需求。

3 结语

本篇文章对影响轮对测量系统检测结果准确的主要因素进行研究与分析，计算出各种各样因素带来的误差，根据计算误差的实际情况，对轮对测量系统测量结果的不准确度进行计算，根据试验工作，发现轮对测量系统测量结果的准确性能够很好地满足实际需求。

参考文献：

- [1] 魏晖, 郭远天, 杨飞, 刘敏. 轨检仪矢距测量系统的频响特性及其弦长选择[J]. 铁道科学与工程学报, 2020(02).
- [2] 李钱. 测量系统分析在机动车检测站的运用[J]. 中国计量, 2012(11).
- [3] 雷巨光. 单轨测量系统在新建有砟铁路轨道粗捣中的应用[J]. 铁道勘察, 2014(01).
- [4] 贾绍华, 李静静. 测量系统重复性与再现性在产品质量管理中的应用[J]. 大连交通大学学报, 2010(05).
- [5] 涂光钧. 瑞士组合式测量系统配备微型计算机[J]. 铁道建筑, 1983(11).