

# 轨道交通装备无损检测 职业技能等级标准

(2019 年 1.0 版)

中国中车集团有限公司 制定

2019 年 12 月 发布

## 目 次

前 言.....	3
1 范围.....	4
2 规范性引用文件.....	4
3 术语和定义.....	4
4 适用院校专业.....	4
5 面向职业岗位（群）.....	6
6 职业技能要求.....	7
参考文献.....	14

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2019给出的规则起草。

本标准起草单位：中车戚墅堰机车车辆工艺研究所有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车唐山机车车辆股份有限公司、中车株洲电力机车有限公司、常州铁道高等职业技术学校、湖南铁道职业技术学院、常州机电职业技术学院、常州工程职业技术学院等。

本标准主要起草人：万升云、郑小康、汤旭祥、章文显、桑劲鹏、李广立、葛佳棋、赵太平、黄科伟、方雁。

**声明：本标准的知识产权归属于中国中车集团有限公司，未经同意，不得印刷、销售。任何组织、个人使用本标准开展认证、检测等活动应经批准授权。**

## 1 范围

本标准规定了轨道交通装备无损检测职业技能的能力要求等级、主要职责及职业能力要求。

本标准适用于轨道交通装备无损检测职业技能等级认证的考核与评估,无损检测从业人员的聘用、教育和职业培训可参照使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 20737 无损检测 通用术语和定义

GB/T 12604 无损检测 术语

## 3 术语和定义

GB/T 20737 和 GB/T 12604 界定的以及下列术语适用于本文件。

### 3.1 无损检测 non-destructive testing (NDT)

以不损害预期实用性和可用性的方式来检查材料或零部件,用于探测、定位、测量和评定损伤;评价材料或零件完整性、性质和构成或者测量零件的几何特性。

### 3.2 磁粉检测 magnetic particle testing (MT)

利用漏磁场与磁粉来检测铁磁性材料表面和近表面不连续的无损检测方法。

### 3.3 渗透检测 penetrant testing (PT)

通过渗透、多余渗透剂的去除、显像等步骤,利用产生的可见显示检测表面开口缺陷的无损检测方法。

### 3.4 超声检测 ultrasonic testing (UT)

基于超声在被检工件中传播时,通过监测穿透信号或从缺陷反射、其它表面

反射以及折射的信号进行检测的方法。可以检测工件的内部缺陷，也可以检测表面缺陷。

### 3.5 射线照相检测 radiographic testing (RT)

利用 X 射线或者  $\gamma$  射线穿透工件时工件局部区域存在的缺陷改变物体对射线的衰减，引起透射射线强度的变化，通过胶片感光来检测透射线强度形成影像，判断工件中是否存在缺陷以及缺陷的位置和大小。

### 3.6 涡流检测 eddy current testing (ET)

利用铁磁线圈在工件中感应产生的涡流，借助探测线圈测定涡电流的变化量，从而获得工件缺陷的有关信息，检测导电工件表面和近表面缺陷。

### 3.7 目视检测 visual testing (VT)

利用目视（肉眼、放大镜、内窥镜和光学传感器等）对工件的表面形貌、缺陷等进行无损检测的方法。

### 3.8 超声相控阵检测 phased array ultrasonic testing (PAUT)

由多个独立的压电晶片组成阵列的换能器，按一定的规则和时序用电子系统控制激发各个晶片单元，来调节控制焦点的位置和聚焦的方向，为确定缺陷的形状、大小和方向提供出比单个或多个探头系统更强大的能力和功能。

### 3.9 TOFD 检测 time of flight diffraction (TOFD)

依靠从待检试件内部结构（主要是指缺陷）的“端角”和“端点”处得到的衍射能量来检测缺陷的方法，用于缺陷的检测、定量和定位。

### 3.10 射线数字成像检测 digital radiographic (DR)

用平板探测器取代胶片，采用影像直接转换技术获得直接数字化的 X 射线透图像的射线检测方法。

#### 4 适用院校专业

中等职业学校：无损检测专业、工程材料检测技术、金属热加工、焊接技术应用、电力机车运用与检修、铁道车辆运用与检修、城市轨道交通车辆运用与检修等专业。

高等职业学校：无损检测专业、材料成型与控制技术、金属材料与热处理技术、铸造技术、锻压技术、焊接技术与自动化、机械产品检测检验技术、铁道机车车辆制造与维护、铁道通信信号设备制造与维护等专业。

应用型本科学校：无损检测专业、材料成型及控制工程、材料科学与工程、材料物理、金属材料工程、复合材料与工程、测控技术与仪器等专业。

#### 5 面向职业岗位（群）

轨道交通装备无损检测职业技术等级标准，主要面向铁路机车、车辆、高速动车组、磁悬浮列车、轨道工程机械和城市轨道交通车辆整车和零部件的新制和检修，以及轨道交通工程建设、轨道交通线路维护、通信信号工程建设与安装等企业，同时也适用于新能源汽车制造，风力发电设备制造安装，工程机械制造，船舶与海洋工程建造，航空航天设备制造，建筑钢结构、桥梁钢结构制造和维护等行业或技术领域，从事铸件、锻件、焊接件、型材、复合材料、钢轨等产品无损检测操作、现场管理、设备管理、工艺管理、培训和检测技术研发等工作岗位（群）。

**【轨道交通装备无损检测】初级：**主要职责是根据工艺文件的要求，完成适用于轨道交通装备无损检测的设备和仪器调节、无损检测操作、检测结果记录和分类等内容。

**【轨道交通装备无损检测】中级：**主要职责是根据无损检测规范、标准、技术条件的要求，完成轨道交通装备无损检测作业指导书编写、检测设备验证、检

测结果评价、检测报告编制等工作内容。

**【轨道交通装备无损检测】高级：**主要职责是根据企业管理和轨道交通装备产品质量的需求，对无损检测流程实施指挥和管理，完成以下工作内容：建立适用轨道交通装备的无损检测管理制度和体系；审核无损检测工艺的正确性；协助轨道交通装备设计人员制定验收准则；组织无损检测疑难问题攻关；实施新技术的推广及应用；监督和指导各个等级的无损检测工作。

## 6 职业技能要求

### 6.1 职业技能等级划分

轨道交通装备无损检测职业技能等级分为三个等级：初级、中级、高级，三个级别依次递进，高级别涵盖低级别职业技能要求。

**【轨道交通装备无损检测】（初级）：**具有能依据工艺文件的要求设置无损检测仪器或设备参数、完成系统性能校验、执行无损检测操作的能力；具有能识别缺陷显示和伪显示，能完整、准确记录检测结果的能力。如，能正确操作铁路轴承专用磁粉探伤机完成系统性能校验和轴承检测，识别缺陷磁痕和伪磁痕，准确记录磁痕的位置、走向、长度等信息。

**【轨道交通装备无损检测】（中级）：**具有能把无损检测规范、标准、技术条件和工艺规程根据实际工作条件转化为作业指导书的能力，如能依据铁道行业标准制定车轴磁粉检测或者超声检测作业指导书；具有能验证检测设备或检测系统的可靠性的能力，如根据校准记录识别车轴检测设备的状态；具有能按适用的检测规范、标准、技术条件的要求解释和评价检测结果的能力，如根据磁痕显示、超声穿透回波幅度评价车轴是否合格；具有能对其他中级及以下等级无损检测员的操作实施监督和指导，能依据检测记录编制专业检测报告的能力。

**【轨道交通装备无损检测】（高级）：**具有能根据企业管理和产品质量的需

求建立无损检测管理制度和体系并保持体系有效运行的能力；具有能解释与轨道交通装备产品无损检测相关的国际标准、国家标准、铁道行业标准、采购方产品技术规范等技术条件的能力；具有能审核工艺的正确性，能协助设计人员选择检测方法、确定检测技术以及制定验收准则的能力；具有能解决无损检测疑难问题，能掌握无损检测新技术并进行推广，能对各个等级的无损检测工作进行监督和指导的能力。

## 6.2 职业技能等级要求描述

### 6.2.1 初级职业能力要求

初级人员能力需求见表1，应通过磁粉检测 MT、渗透检测 PT、目视检测 VT 其中 1 种和超声检测 UT、射线照相检测 RT、涡流检测 ET 其中 1 种的专业理论及实作部分考核。

表1 轨道交通装备无损检测（初级）能力要求

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 磁粉检测	1.1 系统性能校验	1.1.1 能根据作业文件，在工件（如车轴）或试块上的正确位置粘贴标准试片，实施完整的综合灵敏度校验。 1.1.2 能根据磁悬液浓度和污染程度判断是否需要更换磁悬液，能配制浓度复合规程要求的磁悬液。 1.1.3 能操作仪器，对白光照度、紫外辐照度的测量、工件表面磁场强度和剩磁强度进行准确测量，能识别不合格的性能参数。 1.1.4 能正确进行提升力试验，并判断探伤仪和磁轭的可靠性。
	1.2 检测操作	1.2.1 能根据说明书开启磁粉探伤机，安全吊装和夹持工件，正确调节磁化电流，完成磁悬液喷淋和磁痕的观察。 1.2.2 能使用磁粉探伤机对工件进行退磁，工件剩磁小于规定数值。 1.2.3 能按照说明书进行设备、器材的日常维护和保养。 1.2.4 能按照作业指导书的要求，使用仪器设备对某一试样或工件进行正确的实际检测操作，能正确识别磁痕显示。
2. 渗透检测	2.1 系统性能校验	2.1.1 能根据作业指导书，实施完整的透综合灵敏度校验。 2.1.2 能根据工艺文件要求，实施渗透检测对比试验，识别和记录实验结果。

工作领域	工作任务	职业技能要求
		2.2.3 能规范保存灵敏度试块，保持试块人工裂纹不会堵塞。
	2.2 检测操作	2.2.1 能选择合适的技术对工件表面进行预处理，使工件表面达到检测要求。 2.2.2 能在工件表面进行喷洒或者涂刷渗透剂，保持整个检测过程表面润湿。 2.2.3 能采用水洗或者溶剂去除法进行多余渗透剂的去除，多余渗透剂去除干净且不会过清洗。 2.2.4 能在工件表面喷洒一层薄而均匀的显像剂。 2.2.5 能正确识别渗透检测的缺陷显示痕迹。
3. 超声检测	3.1 系统性能校验	3.1.1 能完成超声检测仪器水平线性、垂直线性测试，并正确测量误差值。 3.1.2 能根据工艺要求进行直探头的灵敏度余量、声束偏斜角，横波斜探头的入射点、折射角、声束偏斜角等性能测试，并正确记录测量结果。 3.1.3 能根据工艺要求进行超声检测仪器和探头灵敏度余量，脉冲宽度等组合性能的测试，并正确记录测量结果。
	3.2 检测操作	3.2.1 能根据作业指导书正确调节检测范围和检测灵敏度。 3.2.2 能利用对比试块的规则反射体制作 DAC 曲线。 3.2.3 能完成表面补偿值的测量。 3.2.4 能按照作业指导书的要求，使用仪器对某一试样或工件进行检测操作和正确识别波形显示。
4. 射线照相检测	4.1 系统性能校验	4.1.1 能使用黑白密度计完成射线照相底片黑度值的测量。 4.1.2 能在射线底片上正确读出像质指数。 4.1.3 能按照工艺要求完成胶片灰雾度和暗室处理化学试剂性能测试。
	4.2 检测操作	4.2.1 能对 X 射线机进行老化训练操作，根据工艺要求正确调节射线探伤机的管电流、管电压参数。 4.2.2 能根据作业指导书完成胶片的拍摄。 4.2.3 能对拍摄的胶片进行恰当的暗室处理，得到黑度和对比度合格的底片。 4.2.4 能正确识别底片上的缺陷显示。
5. 涡流检测	5.1 系统性能校验	5.1.1 能完成涡流检测系统各部件的性能检查。 5.1.2 能使用人工缺陷试样完成涡流综合灵敏度校验。
	5.2 检测操作	5.2.1 能按照工艺文件完成检测参数的调节。 5.2.2 能按照作业指导书的要求，使用仪器对某一试样或工件进行实际涡流检测。 5.2.3 能识别缺陷信号和系统干扰信号。
6. 目视检测	6.1 系统性能校验	6.1.1 能进行目视检测观察条件的调节和确认。
	6.2 检测操作	6.2.1 能按照作业指导书的要求，选择正确的仪器和工具，对某一试样或工件进行实际检测。

工作领域	工作任务	职业技能要求
		6.2.2 能正确识别产品表面的外观缺陷。

### 6.2.2 中级职业能力要求

中级人员能力需求见表2，应至少通过磁粉检测 MT、渗透检测 PT、目视检测 VT 其中 2 种和超声检测 UT、射线照相检测 RT、涡流检测 ET 其中 1 种的专业理论及实作部分考核。

表2 轨道交通装备无损检测（中级）能力要求

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 磁粉检测	1.1 作业指导书编写	1.1.1 能依据工艺文件的要求和产品的特征，选用合适的检测设备，磁化技术，材料类型等等。 1.1.2 能正确识别检测过程中的质量控制要点。 1.1.3 能完成产品的工艺确认和工艺验证试验的策划和实施，能正确分析试验结果。
	1.2 设备仪器验证	1.2.1 能编写设备仪器计量检定的要求，能对委外计量检定报告的准确性和适用性进行确认。 1.2.2 能策划和实施具备相同功能的仪器，设备的对比试验，分析试验结果。
	1.3 结果评价及报告编制	1.3.1 能根据磁痕位置和形貌特征，评估缺陷类型。 1.3.2 能根据磁痕长度等，评定是否符合验收规范要求。 1.3.3 能编写内容验证，合适规范，表述准确的报告模板。 1.3.4 能完整读取检测记录的信息，正确评价。 1.3.5 当检测过程无标准规范发生偏离时，报告中能准确叙述偏离原因，偏离程度和影响。
渗透检测	2.1 作业指导书编写	2.1.1 能根据标准，工艺文件的要求和产品的特征，选用合适的检测技术，渗透检测材料类型等等。 2.1.2 能正确识别检测过程中的质量控制要点。 2.1.3 能完成产品的工艺确认和工艺验证试验的策划和实施，能正确分析试验结果。
	2.2 设备仪器验证	2.2.1 能编写设备仪器计量检定的要求，能对委外计量检定报告的准确性和适用性进行确认。 2.2.2 能策划和实施具备相同功能的仪器，设备的对比试验，分析试验结果。

	2.3 结果评价及报告编制	<p>2.3.1 根据显示位置和形貌特征，评估缺陷类型，</p> <p>2.3.2 根据显示长度等，评定是否符合验收规范要求</p> <p>2.3.3 能编写内容验证，合适规范，表述准确的报告模板。</p> <p>2.3.4 能完整读取检测记录的信息，正确评价。</p> <p>2.3.5 当检测过程无标准规范发生偏离时，报告中能准确叙述偏离原因，偏离程度和影响。</p>
3. 超声检测	3.1 作业指导书编写	<p>3.1.1 能根据标准，工艺文件的要求和产品的特征，选用合适参数的探头，确定合适的扫查方式等。</p> <p>3.1.2 能正确识别检测过程中的质量控制要点。</p> <p>3.1.3 能完成产品的工艺确认和工艺验证试验的策划和实施，能正确分析试验结果。</p>
	3.2 设备仪器验证	<p>3.2.1 能编写设备仪器计量检定的要求，能对委外计量检定报告的准确性和适用性进行确认。</p> <p>3.2.2 能策划和实施具备相同功能的仪器，设备的对比试验，分析试验结果。</p>
	3.3 结果评价及报告编制	<p>3.3.1 根据静态波形、动态波形、显示位置以及回波高度，评估是否符合验收规范要求。</p> <p>3.3.2 能编写内容验证，合适规范，表述准确的报告模板。</p> <p>3.3.3 能完整读取检测记录的信息，正确评价。</p> <p>3.3.4 当检测过程无标准规范发生偏离时，报告中能准确叙述偏离原因，偏离程度和影响。</p>
4. 射线照相检测	4.1 作业指导书编写	<p>4.1.1 能根据标准，工艺文件的要求和产品的特征，选用合适的透照方式及参数、曝光条件等。</p> <p>4.1.2 能正确识别检测过程中的质量控制要点。</p> <p>4.1.3 能完成产品的工艺确认和工艺验证试验的策划和实施，能正确分析试验结果。</p>
	4.2 设备仪器验证	<p>4.2.1 能编写设备仪器计量检定的要求，能对委外计量检定报告的准确性和适用性进行确认。</p> <p>4.2.2 能策划和实施具备相同功能的仪器，设备的对比试验，分析试验结果。</p>
	4.3 结果评价及报告编制	<p>4.3.1 能根据底片或图像特征，评估缺陷类型。</p> <p>4.3.2 能根据不连续的类型及尺寸，评定是否符合验收规范要求。</p> <p>4.3.3 能编写内容验证，合适规范，表述准确的报告模板。</p> <p>4.3.4 能完整读取检测记录的信息，正确评价。</p> <p>4.3.5 当检测过程无标准规范发生偏离时，报告中能准确叙述偏离原因，偏离程度和影响。</p>
5. 涡流检测	5.1 作业指导书编写	<p>5.1.1 能根据标准，工艺文件的要求和产品的特征，选用合适的检测系统。</p> <p>5.1.2 能正确识别检测过程中的质量控制要点。</p> <p>5.1.3 能完成产品的工艺确认和工艺验证试验的策划和实施，能正确分析试验结果。</p>

	5.2 设备仪器验证	5.2.1 能编写设备仪器计量检定的要求，能对委外计量检定报告的准确性和适用性进行确认。 5.2.2 能策划和实施具备相同功能的仪器，设备的对比试验，分析试验结果。
	5.3 结果评价及报告编制	5.3.1 能根据阻抗幅值、相位及不连续的延伸性，评估缺陷的位置、尺寸及是否符合验收规范要求。 5.3.2 能编写内容验证，合适规范，表述准确的报告模板。 5.3.3 能完整读取检测记录的信息，正确评价。 5.3.4 当检测过程无标准规范发生偏离时，报告中能准确叙述偏离原因，偏离程度和影响。
6. 目视检测	6.1 作业指导书编写	6.1.1 能根据标准，工艺文件的要求和产品的特征，选用合适的检测系统。 6.1.2 能正确识别检测过程中的质量控制要点。 6.1.3 能完成产品的工艺确认和工艺验证试验的策划和实施，能正确分析试验结果。
	6.2 设备仪器验证	6.2.1 能编写设备仪器计量检定的要求，能对委外计量检定报告的准确性和适用性进行确认。 6.2.2 能策划和实施具备相同功能的仪器，设备的对比试验，分析试验结果。
	6.3 结果评价及报告编制	6.3.1 能根据缺陷形貌特征，评估缺陷类型。 6.3.2 能编写内容验证，合适规范，表述准确的报告模板。 6.3.3 能完整读取检测记录的信息，正确评价。 6.3.4 当检测过程无标准规范发生偏离时，报告中能准确叙述偏离原因，偏离程度和影响。

### 6.2.3 高级职业能力要求

高级人员能力需求及考核内容不局限于某种无损检测方法或技术，包括系统的无损检测管理和指挥能力、难题攻关能力、非常规技术及新技术应用能力。

高级人员能力需求见表 3，应通过专业能力要求理论及实作部分考核。

表 3 轨道交通装备无损检测（高级）能力要求

工作领域	工作任务	职业技能要求
1 体系建立与维护	1.1 体系及制度建立与维护	1.1 能识别管理体系的组成和关键因素，制定无损检测管理体系，制定管理制度； 1.2 能监督和指导下等级无损检测日常工作； 1.3 能组织无损检测管理审核，发现不合格行为，并进行有效的纠正和预防。

工作领域	工作任务	职业技能要求
2 工艺管理和支撑	2.1 工艺制定和审核	2.1 能完成产品多种无损检测方案的策划； 2.2 能识别工艺文件的完整性和规范性，评定工艺的适用性和准确性； 2.3 能在没有现成标准及其它技术文件的时候，选择适用的无损检测方法和技术； 2.4 能对特殊方法和特殊工艺的应用范围和局限性进行正确评价； 2.5 能在没有现成标准或其它技术文件的时候，根据产品特征及在役条件，协助制定无损检测验收准则。
	2.3 难题攻关	3.1 能在零部件产品质量或者无损检测过程出现问题时，进行问题诊断，找到问题根源； 3.2 能依据问题出现原因和实际条件，组织实施解决方案设计和策划； 3.3 能对问题解决效果进行准确评估。
	2.4 新技术应用	4.1 能掌握无损检测新技术发展的动向与趋势，把握新技术在相关领域的应用情况； 4.2 能使用超声相控阵检测、TOFD 检测或者射线数字成像检测等新兴技术检测的仪器或者设备的对轨道交通装备零部件实施检测操作； 4.3 能对高级以下无损检测员实施新技术培训； 4.4 能根据轨道交通领域产品的特点，进行新技术的推广应用。

## 参考文献

- [1]GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证
- [2]ISO 9712 Non-destructive testing Qualification and certification of NDT personnel 无损检测 人员资格鉴定与认证
- [3]TR/ISO 25107 Non-destructive testing Guidelines for NDT training
- [4]syllabuses 无损检测人员培训大纲