

团体标准

T/CAMET XXXXX—XXXX

城市轨道交通 地铁车辆延寿工作导则 第5部分：试验与检验

Urban rail transit—Directives for metro vehicle life extension—
Part 5: Testing and inspection

（征求意见稿）

（本稿完成时间：2026年06月）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国城市轨道交通协会发布

目 次

前 言 II

引 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体要求 2

5 试验分类与实施条件 2

 5.1 试验分类 2

 5.2 调整试验 2

 5.3 验收试验 2

6 静态试验 3

 6.1 限界检查 3

 6.2 称重试验 3

 6.3 受电装置静态试验 4

 6.4 气路系统试验 4

 6.5 静态制动试验 4

 6.6 绝缘耐压试验 5

 6.7 成套系统静态试验 6

 6.8 接地和回流电路接线的检查 7

 6.9 辅助电气设备和辅助电源的试验 7

 6.10 蓄电池及充电设备的检查 8

 6.11 车体和外部设备箱体密封试验 8

 6.12 工作条件和安全措施检查 8

 6.13 安全设备试验 9

7 动态试验 10

 7.1 运行安全性和平稳性试验 10

 7.2 曲线和坡度变化线路的运行试验 10

 7.3 受电装置动态试验 11

 7.4 起动和加速试验 11

 7.5 线路制动试验 12

 7.6 列车自动控制 (ATC) 系统试验 14

 7.7 干扰试验 14

 7.8 牵引能力和制动能力试验 15

 7.9 其他项点 16

附 录 A 17

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是T/CAMET XXXX《城市轨道交通 地铁车辆延寿工作导则》的第5部分。T/CAMET XXXX已发布以下部分：

- 第1部分：总体原则与要求；
- 第2部分：预评估；
- 第3部分：寿命评估；
- 第4部分：更新改造；
- 第5部分：试验与检验；
- 第6部分：退运处置。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国城市轨道交通协会标准化技术委员会提出并归口。

本文件起草单位：中车株洲电力机车有限公司、上海申通地铁集团有限公司、北京地铁运营有限公司、广州地铁集团有限公司、中车唐山机车车辆有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、天津轨道交通集团有限公司、南京地铁运营有限责任公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车南京浦镇车辆有限公司、株洲中车时代电气股份有限公司、中车制动系统有限公司、南京中车浦镇海泰制动设备有限公司、中铁检验认证中心有限公司、上海申通轨道交通检测认证有限公司、中车青岛四方车辆研究所有限公司、北京交通大学、西南交通大学、上海轨道交通检测认证集团有限公司。

本文件主要起草人：尚江傲、庄文锋、冯彬、柳兴、肖修鹤、陈嘉炜、朱慷弘、邬春晖、高利华、杨晨岚、温明亮、王雪峰、卢波、张妍、熊子斌、杨冬、胡建飞、夏泓轩、王志勇、张华丽、王晶凯、时蒙、丁朝奉、牟蓉、高正梁、迟鹏新、杨乐、王群、汪枫、王克俊、于荣泉、万勇兵、阎锋、薛松、姬程翔、王斌杰、吴兴文、蔡吴斌、马哲、刘友。

引 言

随着我国城市轨道交通早期线路配属车辆陆续接近或超过设计寿命，车辆老龄化带来的安全性、可靠性及运维经济性问题日益凸显。为科学应对这一趋势，规范并指导地铁车辆延寿工作，实现资产价值的最大化利用，特制定《城市轨道交通 地铁车辆延寿工作导则》。

本文件为城市轨道交通地铁车辆的延寿工作提供一套系统、规范的技术与管理依据，明确延寿全过程的基本原则、通用要求和工作流程，确保延寿决策与实践有章可循、有据可依，最终达到在保障运营安全的前提下，有效延长车辆服役寿命的目标。

地铁车辆延寿是一项涵盖状态筛查、寿命量化、技术改造、安全验证及资产处置等多个环节的复杂系统工程。为清晰地界定各阶段的技术内容与管理要求，便于不同专业使用与实施，并适应未来技术发展对标准进行独立修订和维护的需要，T/CAMET XXXX采用分部分编写的结构。

T/CAMET XXXX由以下六个部分构成。

- 第1部分：总体原则与要求。旨在确立车辆延寿的总体框架、基本要求和全过程流程，是整套标准的纲领性文件；
- 第2部分：预评估。规定初步筛查车辆延寿可行性的方法与要求；
- 第3部分：寿命评估。规定对车辆及关键部件进行剩余寿命定量评估的技术方法；
- 第4部分：更新改造。规定为实现延寿目标而进行的技术改造要求；
- 第5部分：试验与检验。规定更新改造后车辆投入运营前的验证要求；
- 第6部分：退运处置。规定不具备延寿条件车辆的报废或其他处置方式。

车辆完成延寿更新改造后，其安全性、可靠性及系统功能是否符合再次投入运营的条件，必须经过系统性的验证。为统一此类检验与试验的项目、方法及合格判据，为车辆重新上线运营提供权威的准入许可，制定本文件。

试验与检验是车辆交付运营前的最终质量关口，其试验项点、条件和方法具有高度的专业性和独立性。为形成完整、明确的验收规范，特将其编制为独立部分。本文件是对T/CAMET XXXX.4《城市轨道交通 地铁车辆延寿工作导则 第4部分：更新改造》成果的最终验证，是确保更新改造后的车辆满足运营安全要求，重新投入正线运营的重要技术依据。

本文件是T/CAMET XXXX的第5部分，与本文件其余各部分协同配套使用。

城市轨道交通 地铁车辆延寿工作导则 第5部分：试验与检验

1 范围

本文件规定了城市轨道交通地铁车辆延寿改造试验与检验的总体要求、试验分类与实施方法、静态试验和动态试验要求。

本文件适用于城市轨道交通地铁车辆延寿改造后投入使用前的试验与检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 5599—2019 机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范

GB/T 6769 机车司机室布置规则

GB/T 7928 地铁车辆通用技术条件

GB/T 14894 城市轨道交通车辆组装后的检查与试验规则

GB/T 21561.1 轨道交通 机车车辆受电弓特性和试验 第1部分：干线机车车辆受电弓

GB/T 21561.2 轨道交通 机车车辆受电弓特性和试验 第2部分：地铁和轻轨车辆受电弓

GB/T 24338.3 轨道交通 电磁兼容 第3-1部分：机车车辆 列车和整车

GB/T 24338.4 轨道交通 电磁兼容 第3-2部分：机车车辆 设备

GB/T 25119 轨道交通 机车车辆电子装置

GB/T 25122.1 轨道交通 机车车辆用电力变流器 第1部分：特性和试验方法

GB/T 27025 检测和校准实验室能力的通用要求

GB/T 28027 轨道交通 供电系统和机车车辆运行匹配

GB 55033 城市轨道交通工程项目规范

CJ/T 354 城市轨道交通车辆空调、采暖及通风装置技术条件

TB/T 1740 机车车辆重量测定方法

TB/T 1802 铁道车辆水密性试验方法

TB/T 3491 电动车组司机室设计规范

TB/T 3009 机车车辆制动系统用防滑装置

EN 14363—2016 铁路应用 铁道机车运行特性 验收试验 运行性能试验和静态试验 (Railway applications - Testing and Simulation for the acceptance of running characteristics of railway vehicles - Running Behaviour and stationary tests)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

型式试验 type test

对延寿车辆设计制造的一个或多个装置、系统或整车进行的试验，以证明该设计满足有关标准的要求。

3.2

例行试验 routine test

延寿车辆批量生产阶段对每批次产品进行的常规性功能验证试验，确保其达到交付标准。

3.3

研究性试验 research test

用于延寿车辆探索新技术、改进设计或解决特定问题而进行的试验。

3.4

专项检验 special inspection

针对延寿车辆的特定系统、关键部件或特殊场景进行的检测。

4 总体要求

- 4.1 车辆延寿后，若部分系统未改动，且原有性能和安全性能能够得到保证时，则该系统可不再进行相关试验。必要时，应当简化相应的试验。
- 4.2 车辆延寿后，若车辆的局部改造或更新对安全性能无影响，可不再进行相关试验。
- 4.3 车辆延寿后，若对车辆进行重大技术改进或子系统更新，则应重新进行相关试验。
- 4.4 已经过原有线路进行验证的试验，车辆延寿后，可不再进行相关试验。

5 试验分类与实施条件

5.1 试验分类

车辆延寿改造后投入使用前的试验分为以下三类：

- a) 调整试验；
- b) 验收试验，包括型式试验和例行试验；
- c) 研究性试验。

5.2 调整试验

5.2.1 在进行验收试验前可根据需要进行调整试验，宜在车辆改造商的工厂完成调整试验，若需在用户线路上进行调整试验，则应先完成所有静态试验。

5.2.2 型式试验前，调整试验最大运行里程不应大于 2 000 km。

5.3 验收试验

5.3.1 型式试验

附录 A 中表 A.1 和表 A.2 的给出了车辆的型式试验项目，延寿车辆的型式试验项点依据车辆技术要求及车辆改造商与用户确定的项点执行。

5.3.2 例行试验

附录 A 中表 A.1 和表 A.2 的给出了车辆的例行试验项目。例行试验可以按第 6 章和第 7 章规定的试验方法进行。

例行试验可简化，但需符合用户和车辆改造商的协议。

5.4 研究性试验

研究性试验是为了获得补充资料而进行的一种选择性的特殊试验。原有车辆上已经完成的研究性试验，延寿车辆不再重复进行。

5.5 试验实施条件

5.5.1 试验要求

5.5.1.1 在本文件中提出的各种试验项目和试验场所，用户和车辆改造商应协商一致。

协商内容应包括但不限于以下内容：

- a) 型式试验和例行试验程序；
- b) 静态试验项目试验设备条件的限值；
- c) 动态试验项目和进行试验的条件；
- d) 环境影响下的如雪、雨、尘埃、气温、潮湿等的试验方法；
- e) 某些部件的工厂试验由于供货商工厂相应的试验设备的缺陷，要求在整车上进行静态试验和动态试验时来做。

5.5.1.2 第三方试验机构应满足 GB/T 27025 的要求。

5.5.2 车辆的载荷状态

5.5.2.1 当进行检查和试验时，载荷状态应符合下列规定：

- a) 空载载荷（AW0）应为车辆自重载荷状态；
- b) 坐席载荷（AW1）应为车辆在客室坐席满员且无站席乘客的车辆质量；
- c) 定员载荷（AW2）应为车辆自重与额定载客重量之和；
- d) 超员载荷（AW3）应为车辆可安全运行的超员载荷，即车辆自重与最大载客重量之和。

5.5.2.2 对载荷要求无具体规定的检查和试验项目，可在空载载荷下进行。

6 静态试验

6.1 限界检查

延寿改造后的车辆在组装完成后，限界应满足原有车辆限界的要求。若车辆外形轮廓尺寸(包括容差)在用户所规定的车辆限界内，可不再进行限界检查试验。

应在最小载荷状态下检查限界。

6.2 称重试验

6.2.1 宜根据 TB/T 1740 的测定方法进行称重试验，并应附上测量设备的精度。在称重作业时，车辆的载荷状态应符合用户和车辆改造商间的协议规定；在没有其他规定且延寿改造后，车辆重量与延寿前的重量无明显差异时，只进行例行试验(在空载载荷状态下)，不再进行型式试验。

6.2.2 称重试验前，可调整悬挂装置，调整过程中可只检查尺寸，不测量载荷。车辆称重前应缓行或被牵引至称重位置，检查转向架的一系弹簧、二系弹簧及电机悬挂系统，不应有卡滞或干涉等现象，且高度应符合设计要求。称重前可对转向架的一系弹簧、二系弹簧进行调整。

6.2.3 在整个称重过程中，不应改变或调整车辆的载荷状态，也不应人为地采用冲击、摇动或其他方法改变车体和悬挂装置的状态。

6.2.4 称重试验可在满足称重试验要求设备上进行。如试验场地有特殊要求，可与用户协商确定。

6.2.5 同一动车每根动轴上所测得的轴重与该车各动轴实际平均轴重之差的绝对值不应大于实际平均轴重的 2%; 每个车轮的实际轮重与该轴两轮平均轮重之差的绝对值不应大于该轴两轮平均轮重的 4%。

6.3 受电装置静态试验

6.3.1 受电弓静态试验

6.3.1.1 在车辆静置状态下, 受电弓标称静态接触力应符合 GB/T 21561.2 的要求且动作良好。

6.3.1.2 受电弓横向位移的极限尺寸应符合设计要求。

6.3.1.3 应通过模拟试验测试受电弓自动降弓装置功能正常。

6.3.2 受流器静态试验

6.3.2.1 受流器的安装尺寸、摆臂摆动位置尺寸应符合设计要求。

6.3.2.2 地铁车辆受流器静态接触压力应为 120 N~180 N, 自导向轮胎式车辆接触压力应为 100 N~140 N, 其余车型静态接触压力应符合设计要求。

6.3.2.3 受流器应进行 1 次以上的起复机构动作试验。

6.4 气路系统试验

6.4.1 空气压缩机组检查

6.4.1.1 应在各风缸无风压状态下, 逐一检查各空气压缩机组设备, 供风能力应符合设计要求。

6.4.1.2 空气压缩机组的启停逻辑应符合设计要求。

6.4.1.3 干燥器、压力调节装置、排水阀、安全保护装置、隔离塞门等各压缩空气设备应正常工作。

6.4.2 总风缸和其他压缩空气设备的气密性检查

6.4.2.1 总风缸和附属装置

在制动系统、门装置、空气弹簧、受电弓等压缩空气设备处于切断空气源、不带压力的情况下, 将总风压力充到最大值并关闭空气压缩机, 5 min 后压力下降值不应超过 20 kPa。

6.4.2.2 总风缸和附属装置与其他空气压缩设备的组合

除固有漏气设备外, 其他压缩空气设备在正常加压情况下, 将总风压力充到最大值并关闭空气压缩机, 20 min 后压力不应低于使所有设备正常工作的最小压力。

6.4.2.3 回送用列车管

列车管气密性试验方法和结果应符合设计要求。

6.4.2.4 制动缸和制动储风缸

试验时, 可由司机操纵制动控制器或采用其他方法将制动缸及制动储风缸压力升到最大值并切断空气源, 3 min 后制动缸及制动储风缸压力降低值不应超过 10 kPa。

6.4.3 延寿改造后的车辆压缩空气设备未发生改变时, 仅需对压缩空气设备进行例行检查。

6.5 静态制动试验

6.5.1 常用与紧急制动试验

- 6.5.1.1 基础制动装置应符合产品图样的要求，其静态传动效率应符合车辆技术要求的规定值。
- 6.5.1.2 应检查供气系统是否已正确调整到以设计要求的压力与速率对管道和风缸供气。
- 6.5.1.3 在紧急制动和常用制动的各级位工况下，制动缸压力和动作时间应符合设计要求。
- 6.5.1.4 车辆防滑装置发生变更时，应检查其排气时间、作用时间和缓解时间等符合设计要求。
- 6.5.1.5 车辆装有载荷调整装置时，应在空载载荷、定员载荷和超员载荷条件下检查所施加的制动缸压力。

6.5.2 停放制动试验

- 6.5.2.1 试验时风速不应大于 5 m/s。
- 6.5.2.2 停放制动动作逻辑、压力值应符合设计要求。
- 6.5.2.3 车辆载重增加时，列车应在设计要求的最大坡道和超员载荷情况下施加停放制动时，不发生溜逸，试验时间应至少持续 10 min。
- 6.5.2.4 列车停放在平直线路上并做好防溜措施后，应在空载载荷状态下进行下列试验：
 - a) 通过操纵司机室停放制动施加与缓解按钮或开关，停放制动施加和缓解功能应正常工作；
 - b) 施加停放制动后，隔离并缓解空气制动，操纵踏面单元制动器或制动夹钳单元的手动缓解装置，停放制动缓解功能应正常工作。
- 6.5.2.5 例行试验可按 6.5.2.4 的规定进行。

6.5.3 其他制动系统试验

当车辆装有弹簧或液压装置施加的制动、磁轨制动等其他制动系统时，可按 6.5.1、6.5.2 的规定进行型式试验和例行试验。

6.5.4 撒砂系统试验

- 6.5.4.1 在制动或牵引模式下，撒砂系统功能符合下列规定：
 - a) 与防滑系统的相互配合应正常；
 - b) 撒砂功能切除及相关显示应正常；
 - c) 当进行手动撒砂试验时，撒砂速率和监控应正常；
 - d) 撒砂目标位置应无明显偏移；
 - e) 撒砂系统加热功能应正常。
- 6.5.4.2 例行试验应至少进行手动撒砂功能试验和撒砂速率测试。

6.5.5 制动系统塞门试验

空气制动、停放制动塞门动作后车辆应能正常缓解或施加制动。

6.5.6 试验选择要求

延寿改造后的车辆空气制动设备及其控制软件未发生改变时，仅需对制动设备进行例行试验。

6.6 绝缘耐压试验

6.6.1 绝缘试验

- 6.6.1.1 在车辆重新组装前宜对利旧的所有装车电缆进行一次绝缘试验，在车辆重新组装完成后应立即进行各电路（含利旧电缆及新增电缆）绝缘耐压试验。应采用经用户和车辆改造商双方同意的电压等级来测量绝缘电阻值。

6.6.1.2 最低绝缘电阻值应符合用户和车辆改造商间协议的规定值。如无规定值，试验电压取 500 V 时，最低绝缘电阻值宜不小于下列定值：

- a) 额定电压不小于 300 V 的直流电路或不小于 100 V 的交流电路，最低绝缘电阻值应为 5 M Ω ；
- b) 额定电压小于 300 V 的直流电路或小于 100 V 的交流电路，最低绝缘电阻值应为 1 M Ω ，在高湿或使用铠装电缆条件等特殊条件下可在设计中规定最低绝缘电阻值，此值可小于 1 M Ω 。

6.6.1.3 当电气设备对车体为双重绝缘时，应验证绝缘系统的各部分均满足第 6.6.1.1、6.6.1.2 绝缘试验的要求。

6.6.2 耐压试验

6.6.2.1 对由多个绝缘等级组成的电路，应分别对每个电路进行绝缘检查和对地耐压试验，此时其他电路宜处于接地状态。

6.6.2.2 被测试电路中的接触器和开关装置应处于闭合或短路状态，宜使被测电路成为一个完整的回路；应断开或短路电感和电容等不参加耐压试验的电气元件，由于这些原因不能得到完整的电路时，耐压试验可分段进行。

6.6.2.3 在试验前应对易受损害的静止变流器和电子设备进行短路或切除。

6.6.2.4 在整车绝缘试验时，可将已在试验台上进行过绝缘强度试验并已合格的旋转电机或其他设备切除。

6.6.2.5 针对利旧电缆，为不破坏绝缘，根据其在服役期间绝缘耐压试验次数，对试验耐压值降低至出厂前耐压值的 80%或 60%，但最多只能降低至出厂前的 60%。

6.6.2.6 耐压试验前后应分别进行一次绝缘试验，耐压试验后测得的阻抗值不应比试验前测试值减少超过 10%。

6.7 成套系统静态试验

6.7.1 通则

6.7.1.1 所有更新的装车设备均应按照相应的技术条件在供货商的工厂内完成相应试验。

6.7.1.2 在静态顺序试验时，各电路中所有设备单个操作与操作顺序应正确，所有设备在组装后应无损伤。

6.7.2 保护装置的检查

各种保护装置和继电器等的整定值应正确。

6.7.3 乘客舒适性的设备

应对更新或升级改造的提供乘客舒适性的设备进行验证，检查结果应符合技术要求的规定值。特别应在正常时和紧急状态下进行下列检查：

- a) 当车辆外无任何光照时，正常照明照度应符合 GB/T 7928 的规定，应急照明照度应符合 GB 55033 的规定；
- b) 采暖、通风和空调系统性能要求应符合 CJ/T 354 的规定；
- c) 动力操作的客室驱动门装置功能应正常，不会对乘客造成危害；
- d) 乘客信息系统应工作正常，无干扰。

6.7.4 重联操作

在重联组合的车辆上，为了验证重联运行中所要求的功能，可进行以下项点的试验：

- a) 牵引与制动电路；

- b) 故障显示与信号装置;
- c) 空气压缩机的联锁;
- d) 辅助电源或蓄电池的并联装置或转换装置;
- e) 客室门的动作;
- f) 制动或客室门控制的安全电路;
- g) 照明、采暖和其他辅助设备的控制;
- h) 乘客紧急报警;
- i) 列车通信网络。

6.7.5 通风管道试验

车上设备冷却或空调装置用的通风管道均应在例行试验中做气密性检查,例如可用产生烟雾的装置来检查。

6.8 接地和回流电路接线的检查

6.8.1 车辆上接地和回流电路的连接线检查包括下列内容:

- a) 系统和设备与接地装置间的功能性接地连接线;
- b) 设备之间的等电位连接线;
- c) 确保系统或设备安全和人身安全的安全性接地连接线。

6.8.2 配线应符合如下要求:连接线的长度满足连接点间容许的最大相对位移,连接线有足够的导线截面;接线端子易于接近、牢固并有足够大的接触面积。采用焊接连线时,应确保焊接质量。

6.9 辅助电气设备和辅助电源的试验

6.9.1 基本试验

6.9.1.1 辅助电气设备和辅助电源更新的设备应在装车前,按 GB/T 25122.1 和 GB/T 25119 的要求在供货商工厂分别进行试验。在供货商工厂做试验时,应根据运行中将会遇到的电压变化范围,检查其工作性能的变化。根据用户和车辆改造商的协议,当供货商工厂缺少相应的试验设备时,这部分试验可在线路整车试验中进行。在整车上进行试验时,应检查辅助电源装置的输入和输出功率保持在“持续定额”范围内。

6.9.1.2 辅助供电系统冷却风机的旋转方向应正确;辅助供电系统的交流输出相序应正确。

6.9.2 辅助系统用静止逆变器检查

辅助系统用静止逆变器应检查以下项点:

- a) 逆变器外部接线应接触良好。测得的绝缘电阻应符合车辆设计要求。测量时,主电路功率电子器件各电极应短接,控制电路电子器件应切除。
- b) 输入电压分别为额定工作电压、最低持续工作电压及最高持续工作电压时,当负载在空载到额定负载至满载范围内突变时,逆变器工作应正常。如无特殊规定,则负载突变量分别为:从空载突变到 50%额定负载至满载,然后由满载至 50%额定负载至空载,各项试验进行三次。
- c) 在负载分别为额定负载及 50%额定负载时,当输入电压由最低持续工作电压到额定工作电压至最高持续工作电压,然后由最高持续工作电压到额定工作电压至最低工作电压,每项试验各进行三次。
- d) 输入电压分别为额定工作电压、最低持续工作电压及最高持续工作电压,负载分别为额定负载及 50%额定负载工作时,逆变器应能可靠启动并正常工作。

6.9.3 辅助供电系统故障运行试验

6.9.3.1 采用扩展供电方式的，当人为停机一台逆变器时，列车通风和空调系统应减载运行，其他用电设备应正常工作。

6.9.3.2 采用并网供电方式的，当人为停机一台逆变器时，列车各用电设备工作情况应符合设计要求；当人为停机一半逆变器时，列车通风和空调系统应减载运行，其他用电设备应正常工作；当人为操作仅使一台逆变器正常工作时，通风空调系统应以通风模式运行，其他用电设备应正常工作。

6.10 蓄电池及充电设备的检查

6.10.1 车辆蓄电池及其充电设备更新改造后，应进行下列检查：

- a) 蓄电池容量应满足 GB/T 14894 规定的要求；
- b) 蓄电池充电设备应符合技术要求，能充分而又不过度地给蓄电池充电；
- c) 在车辆的所有负载条件下，在最高网压和最低网压下均可对蓄电池充电；
- d) 在车辆运行时，充电设备除了作充电作用外，还应能给蓄电池所预定的负载供电；
- e) 在 24 小时内的正常运行负载循环中，蓄电池具有完全的充电能力；
- f) 蓄电池箱的通风，要做到足以保证充电周期内没有积聚的危险气体；
- g) 蓄电池电路的下列参数要符合车辆技术要求的要求：
 - 1) 最大充电电流；
 - 2) 最高电压；
 - 3) 浮充电压；
 - 4) 浮充电流；
 - 5) 放电电流；
 - 6) 放电时间。

由于蓄电池和充电设备种类很多，试验的形式要按照用户和车辆改造商间的协议进行。

6.10.2 如果充电设备在断开蓄电池情况下工作，则应检查充电设备的脉动电平，该脉动电平应在技术要求规定的允许值内。

6.10.3 在蓄电池和充电设备的例行试验中，应测定以下项点：

- a) 最大充电电流；
- b) 最高电压；
- c) 浮充电压；
- d) 浮充电流。

6.11 车体和外部设备箱体密封试验

6.11.1 延寿车辆在更新改造后，车体开孔、门、孔盖、盖板等部件功能性完好。

6.11.2 车辆延寿改造后，应按 TB/T 1802 规定的喷水试验方法进行试验。如仅对局部进行更新改造（如车顶开孔安装天线），可采用近似的模拟方法完成淋雨试验。

6.12 工作条件和安全措施检查

6.12.1 司机室检查

司机室相关设备进行延寿改造后，应按 GB/T 6769 或 TB/T 3491 进行下列检查：

- a) 司机室应便于司机瞭望，应能在正常坐姿或站姿下看到轨道、信号灯、障碍物、立柱等车辆行进线路上可能侵入限界的物体；

- b) 司机室内各类光源或放射光不应引起司机误操作和司机眼睛过度疲劳，司机在日光下和夜间应均能清晰观察仪表和指示灯，任何灯光不应妨碍司机的视野；
- c) 司机室照度应满足要求；
- d) 室内照明和指示灯不应引起司机信号误判、漏看；
- e) 门窗应装配紧密、无气流侵入；
- f) 前窗刮雨器、遮阳帘和除霜器应正常工作；
- g) 无独立司机室的司机台 IP 防护等级应符合设计要求。

6.12.2 安全措施检查

为了人身安全而采取的各项措施应功能正常。应对延寿改造后车辆的下列项点进行检查：

- a) 可能触及通风机、联轴节、皮带及尖锐边缘等危险的机械部件和旋转部件应有防护措施；
- b) 存在危险的进风口区域应有防护措施；
- c) 对于固定的或移动的带电设备，应留有足够的安全距离；
- d) 装有与外部供电电源连接而可能带有高压的电气柜或车外箱体，开门时应能先行切断电路或将电路接地；
- e) 装有车辆牵引设备的高压柜或车外箱体，应配置主隔离开关或主接触器等安全保护装置；
- f) 主电路电容器应有放电设备和安全标识，标识中应标明最短放电时间；
- g) 高速断路器或接触器应有灭弧措施；
- h) 电气设备或车辆中可能偶然带电的部件应有保护性接地；
- i) 制动电阻箱外壳等可能在无意中触及造成烫伤的设备应有相应警示标识；
- j) 设计要求应提供的其他必备的安全标识或设备设施。

6.13 安全设备试验

6.13.1 一般安全设备检查

应对安装在延寿车辆的一般安全设备的正确动作进行检查，检查项点如下：

- a) 司机警惕装置；
- b) 紧急制动装置；
- c) 音响警告装置(警笛、铃、喇叭)；
- d) 速度表与事件记录仪；
- e) 火灾报警和灭火装置；
- f) 乘客报警装置；
- g) 制动控制的安全电路；
- h) 客室门的防护措施和安全电路。

特殊的检查应由用户和车辆改造商双方议定。

6.13.2 通信系统试验

通信系统更新改造后，应检查以下通信系统状态和安全性：

- a) 司机室间的通信联系，应符合设计要求；
- b) 车辆有线广播设备应作用良好，声音清晰，符合设计要求；
- c) 车辆无线通信系统应符合设计要求。

6.13.3 车钩装置试验

车钩系统如进行更新改造后，应检查车钩装置的以下项点：

- a) 车钩中心线距轨面高度及前后两车钩高度差应符合设计要求;
- b) 车钩在规定的范围内作用良好;
- c) 车钩装置上的机械、电气、空气组件连结准确, 关键尺寸及重量符合更新改造设计要求;
- d) 水密封试验符合设计要求;
- e) 车钩装置负载试验符合技术要求规定。

7 动态试验

7.1 运行安全性和平稳性试验

7.1.1 基本要求

线路条件和试验方法应由用户与车辆改造商协商确定。

当对延寿改造车辆的设计进行变更时, 应确定所有变化的参数范围, 具体的设计参数更改宜符合 EN 14363—2016 附录 U 表 U.1 的要求。与动力学性能相关的参数要求如下:

- a) 当满足表 U.1 中 2a 所示范围时, 可不作运行安全性试验;
- b) 当满足表 U.1 中 2b 所示范围时, 可按 EN 14363—2016 中 7.2.1 的要求简化测量方法进行运行安全性试验;
- c) 当超出表 U.1 中 2a 和 2b 所示范围时, 应使用正常测量方法进行运行安全性和平稳性试验。
- d) 其中简化测量方法可选用旋转阻力试验 (EN 14363—2016) 或平稳性试验替代运行安全试验。

7.1.2 运行安全试验

如有可能, 车辆应在包括隧道在内的运营的线路上, 按以满足运行图规定的速度和技术要求中规定的最高速度进行试验。运行安全性试验也可以在用户与车辆改造商确定的条件相似的另外线路上进行。

按照用户和车辆改造商的协议, 在该试验中检查车辆运行安全性的特征参数:

- a) 防止脱轨的安全性:
 - 1) 检查车辆脱轨系数。通过测量车轮作用于钢轨的横向力 Q 和垂直力 P 得到脱轨系数 Q/P , 延寿车辆的脱轨系数按照 GB 5599—2019 中 10.1.1.2 执行。
 - 2) 检查轮重减载率。通过测量车轮作用于钢轨上的轮重 P 和轮重减载量 ΔP , 得到轮重减载率 $\Delta P/P$ 。延寿车辆的轮重减载率应按照 GB 5599—2019 中 10.1.1.3 执行。
 - 3) 检查车辆倾覆系数。车辆倾覆应在试验车辆以线路容许的最高速度通过时的运行状态进行测试。延寿车辆的倾覆系数 D 应小于 0.8。
- b) 防止对钢轨及其固定装置, 以及对车轮、车轴和转向架重要部件机械应力的安全性; 防止悬挂装置故障 (如空气弹簧泄气等) 的安全性。

如用户和车辆改造商协商确定, 可做专项试验, 用以检查车辆在隧道内和相邻轨道上通过车辆时产生的冲击波对车辆机械强度的影响。

7.1.3 平稳性试验

应按 GB/T 5599—2019 的要求进行平稳性测量, 延寿车辆运行的平稳性指标应按小于 2.75 评定。

7.2 曲线和坡度变化线路的运行试验

7.2.1 如延寿车辆仅针对部分部件 (如车辆和转向架之间新增线缆布线) 进行更新, 仅针对更新的部分进行专项检验验证。

7.2.2 延寿车辆按设计要求的特定速度通过规定的最小曲线半径区段时,其运行不应受限或干涉,跨越电缆、连接风管、电机连线、回流连线应有足够余量。

7.2.3 可通过移车台使车体相对转向架转动的静态试验方法进行车辆在曲线上的间隙检查。

7.3 受电装置动态试验

7.3.1 基本要求

7.3.1.1 应选取接触网或接触轨状态良好的区段以车辆最高运行速度进行受电装置动态试验,宜在包括隧道段在内的将要运行的线路上进行试验,试验时应记录气象条件。

7.3.1.2 应分别进行受电弓开口和闭口方向的动态试验。

7.3.2 受电装置检查

7.3.2.1 应检查受流状态,受流时不应对受电装置和供电装置产生损伤或异常磨损。

7.3.2.2 当列车通过无电区或接触轨间隙时,应对受电装置的电气动作、机械动作进行检查。

7.3.3 受电弓受流性能试验

7.3.3.1 对于采用直流 1500 V 供电制式的车辆,受电弓受流性能试验方法应符合 GB/T 21561.2 的规定;对于采用单相工频交流、50 Hz 供电制式的车辆,受电弓受流性能试验方法应符合 GB/T 21561.1 的规定。

7.3.3.2 燃弧次数应小于 1 次/160 m,燃弧率应小于 5%,1 次燃弧最大时间应小于 100 ms。

7.3.3.3 应在受电弓弓头位置串联安装力传感器,应计算每跨内的弓网动态接触力平均值和标准偏差符合设计要求。

7.3.4 受电弓空气动力学影响试验

应校验两个运行方向上、车辆最高运行速度时空气动力不会使降下的受电弓发生不应有的升起,且不应妨碍受电弓正常上升或下降。

7.3.5 供电系统与车辆运行匹配试验

应按 GB/T 28027 的规定进行试验,试验结果应符合设计要求

7.4 起动和加速试验

7.4.1 车辆应在良好的黏着条件下进行起动和加速试验,试验速度应由低到高直至达到设计所规定的运行速度。

7.4.2 型式试验时应检查下列各项:

- a) 牵引力-速度特性及牵引设备的工作条件符合技术要求的规定。为此,应采用数据自动采集及处理装置测量速度、时间及对应的输入、输出电参数(电流、电压)。
- b) 测定技术要求规定的平均加速度,平均加速度应符合技术要求规定值。
- c) 自动控制下加速度的任何变化不得超过技术要求规定的冲击率。在没有规定值时,冲击率在正常运行中不得超过 0.75 m/s^3 。
- d) 车辆装有防空转装置时,应做到在低粘着状态下能正确动作以防止车轮过大的空转。为了模拟低粘着状态,可使用 50%的乙二醇和 50%水的混合液涂在车轮或钢轨面上,进行防空转试验。

7.4.3 例行试验应检查牵引力/速度特性应符合技术要求的规定。该数值可由已知条件下通过测定动车速度与时间的关系,从起动与加速度试验来推算。应定性检查在特性转折点上无异常冲击。

7.5 线路制动试验

7.5.1 基本要求

7.5.1.1 列车各制动系统的动态试验应包括制动距离的测定和制动系统动态特性。

7.5.1.2 当影响制动力输出的变量发生变更时,应对紧急制动、常用空气制动、常用电空混合制动等制动方式进行试验。应至少在空载载荷和超员载荷下进行试验。可根据设计要求切除一台或几台转向架的制动。

7.5.1.3 例行试验紧急制动距离的测定和常用制动系统功能试验可根据设计要求进行简化,可在空载载荷状态下进行。

7.5.1.4 磁轨制动等其他制动系统的试验应满足设计要求。

7.5.2 轨道状态

7.5.2.1 轨道状态应符合以下规定:

- a) 试验线路长度应能使车辆运行至最高试验速度并安全停车;
- b) 试验线路坡度应满足试验大纲的要求;
- c) 在无特殊规定时,试验线路应为干燥状态;
- d) 试验线路轨道几何状态和轨道表面状态应维护良好。

7.5.2.2 应在具有良好道床的线路上进行制动试验。例行试验在自然的实际状态下进行,应将实际状态记录在试验结果中。

7.5.3 基础制动装置状态

7.5.3.1 试验前,基础制动装置应进行磨合,闸瓦或闸片应良好地贴靠在车轮或制动盘上。

7.5.3.2 装有闸瓦间隙调整器的车辆,应采用新闻瓦进行型式试验;没有安装闸瓦间隙调整器的车辆,应采用完全磨合的闸瓦或闸片进行型式试验。

7.5.4 制动距离的测定方法

7.5.4.1 制动距离的测定应在平直轨道上进行。应按照技术要求的规定,进行列车组等不同编组的制动距离的测定对每种编组或每种制动型式(紧急制动、常用制动或必要时的联合电制动)至少应进行3次检查,每次检查应在相同运行状态下按下述要求进行。实际试验次数由每次检查的试验结果的偏差决定。

- a) 在到达施加制动的标志地点之前,应使车辆的速度接近试验预定的速度(V_0)并切除牵引电动机电源。当通过施加制动的标志地点时,立即施加所要求的制动。
- b) 应该精确测量
 - 1) 每次试验中所记录的制动距离 L (单位为 m);
 - 2) 制动开始的初速度 V (单位为 km/h)(该速度与基准速度 V_0 之差不应超过 ± 3 km/h)。
- c) 为了用图解法求减速度时,还应记录制动过程中速度随时间变化的曲线和必要的系统参数(压力、电流等),减速度应符合技术要求中常用制动减速度和紧急制动减速度。
- d) 应检查各次试验之间制动管压力是否恢复正常。

7.5.4.2 如果制动距离的测试不可能在一段绝对平直线路上进行,可选在坡度不超过 $\pm 4\%$ 的线路上进行。这时试验值可按式(1)进行修正。

$$S_1 = \frac{v_0 t_e}{3.6} + \left(S - \frac{v t_e}{3.6} \right) \times \frac{3.933(1+R_0) v_0^2}{[3.993(1+R_0) v^2] \pm i \left(S - \frac{v t_e}{3.6} \right)} \quad (1)$$

式中:

- S_1 — 修正后的制停距离, 单位为米(m);
- S — 测得的制停距离, 单位为米 (m);
- V_0 — 目标制动初速度, 单位为千米每小时(km/h);
- V — 实际制动初速度, 单位为千米每小时(km/h);
- t_e — 等效响应时间, 单位为秒(s);
- i — : 试验地点坡度的千分数, 单位为毫米每米(mm/m) “+”号用于下坡, “-”号用于上坡
- R_0 — 转动惯量系数, 如设计中对 R_0 未规定时, 取 $R_0=0.08$ 。

7.5.5 制动试验的频率

重复进行制动试验频率, 不应超过设计要求。应检查在技术要求规定的最苛刻的制动情况下, 用于制动系统的能量(如空气、油、蓄电池)不超过能源的能力。应考虑轮对防滑装置、空气弹簧等多消耗的能量。

7.5.6 制动平均减速度试验

7.5.6.1 常用制动平均减速度试验应分别在常用空气制动和常用电空混合制动模式下进行, 紧急制动平均减速度试验应在切除电制动功能后进行。

7.5.6.2 制动平均减速度试验满足下列要求:

- a) 应采用数据自动采集及处理装置测量速度和时间及对应的电流、电压、频率、功率和功率因数等输入、输出电气参数;
- b) 车辆在额定工作电压、平直干燥轨道和定员载荷状态下, 常用制动平均减速度及紧急制动平均减速度的最小值应符合技术规格书的要求。

7.5.6.3 宜定性检查在工况转折点上无异常冲击。

7.5.6.4 例行试验可在空载载荷状态下进行, 制动平均减速度应符合设计要求, 该数值可由测定的速度与时间推算得出。

7.5.7 制动距离试验

车辆以人工驾驶模式在平直线路区段运行至最高运行速度, 应分别施加最大常用制动、紧急制动。当列车停止时, 制动距离应符合设计要求, 制动距离应按 7.5.4 的方法测定。

7.5.8 保持制动试验

7.5.8.1 应在超员载荷状态下, 将列车停放在设计要求的线路上进行试验。记录制动缸压力, 压力值应符合设计要求。

7.5.8.2 可采用测力闸片测量列车保持制动施加时的制动闸片的静态推力, 其值应符合设计要求。

7.5.8.3 例行试验可在空载载荷状态下进行。

7.5.9 车轮防滑装置

车辆防滑装置发生变更时, 需根据 TB/T 3009 的规定人为降低黏着系数后进行防滑试验, 其结果应符合设计要求。

7.5.10 电制动试验

装有电制动的车辆, 应对常用制动的全部级位和手动或自动施加制动方式进行下列项目检查:

- a) 当下坡道采用恒速制动时, 实际制动状况应符合设计要求;
- b) 每台牵引电动机的电压、电流不应超过设计值;

- c) 电制动因受电弓离线、网线不连续或通过无电区等原因无法工作时,应平滑转换至其他制动系统,且无明显的冲击、欠制动或过制动;
- d) 当采用电空混合制动时,电制动应优先;
- e) 在进行电阻制动试验时,试验过程中制动电阻最高温度、电阻箱外壳温度应符合设计要求,电阻元件应无变形;
- f) 装有过压吸收电阻的车辆在试验时,宜打开地面吸收装置。

7.6 列车自动控制(ATC)系统试验

7.6.1 基本要求

信号系统更新改造或车辆更新改造影响信号系统控车功能,则需进行车辆与信号系统的综合联调试验,主要包括正线对标、开关门、全自动广播功能等。

7.6.2 列车自动防护(ATP)系统

装有列车自动保护系统的车辆,是由外部向司机室提供信息(速度的显示和紧急制动的自动作用信号等)。特别要检查以下项目:

- a) 无论按技术要求规定的速度实施紧急制动,还是向司机发出减速指示的警告,保护系统都应起作用;
- b) 实施紧急制动时,自动切除动力,并施加合同规定制动率的制动,车辆应在规定的制动距离内停车;
- c) 除非发生超速,保护系统不得无故动作。应在最大载荷条件下进行速度保护系统试验,检查其动作是否正确;
- d) 车载装置的信号显示符合合同的规定。

7.6.3 列车自动驾驶(ATO)系统

列车自动驾驶(ATO)系统发生故障时,应能转为司机控制。应检查下列项目:

- a) 速度控制系统在制动、惰行与加速度运行时没有明显的颠簸或振荡;
- b) 根据变化的指令而进行加速与制动时的速率应在车辆设计规定的极限内;
- c) 在站台上及在其他停车场所(例如区间临时停车处)内的停车位置准确,应符合技术要求的规定。

7.6.4 列车自动监控(ATS)系统

列车监视和追踪功能与列车运行管理功能应符合设计要求。

7.7 干扰试验

7.7.1 基本要求

干扰试验应考虑从传导源和辐射源来的内部干扰与外部干扰。由用户与车辆改造商双方议定干扰试验程序的详细内容,如果技术要求中没有规定,应按 GB/T 24338.4 的要求进行试验与评定。

7.7.2 车辆内部干扰

车辆内部传导干扰,例如感应线圈电路的失电或无效的接地状态。车辆内部辐射干扰,例如线圈产生的感应辐射影响最近的电子电路,可能是容性耦合或感性耦合。通过试验确认干扰源发射的噪声和控

制设备对噪声的抗干扰之间是否有足够的余量。可让车上所有的接触器，继电器及电路中其他干扰源依次动作，以保证不因磁辐射或传导信号对车辆电路产生有害的电气干扰。

7.7.3 车辆对外部干扰

车辆对外部的传导干扰，例如车辆主电路中谐波电流对轨道电路信号频率发生干扰。车辆对外部的辐射干扰，例如车上的电抗器的感应辐射干扰轨道旁的通信电缆或轨道上的信号控制线圈。通过试验确认车辆的干扰频谱(幅值、频率、噪声电流等)不超过技术要求的规定。试验在用户和车辆改造商双方同意的不同运用条件下进行，确认在用户线路所有正常状态下不会产生任何有害影响。例如：

- 与变电所的不同距离；
- 牵引和制动时的不同速度和加速度。

为监视干扰临界频率，应对所设检测装置进行检查。如果技术要求中没有规定最大干扰电平，可通过在用户线路上在相同条件下运用的类似车辆所测得的干扰电平和频率进行比较，同时应考虑不同的车上系统和要避免的不同临界频率。

7.7.4 无线电频率干扰

在不小于 150 kHz 临界频率下，试验结果应符合 GB/T 24338.3 的规定车辆改造商。

7.7.5 外部对车辆的干扰

外部的传导干扰，如交流供电系统的谐波或直流供电系统的脉动。外部的辐射干扰，如铁道附近的架空电力线或变电站或大功率发射台附近。

7.7.6 静电放电

如果车辆用金属导电构件连接到公共接地点上时，则由于静电放电对电气设备干扰的危险原则上可以忽略。但是对非导电构件的特殊情况，应对敏感设备采取相应的预防措施。

7.8 牵引能力和制动能力试验

7.8.1 牵引和制动设备在装车前应经用户和车辆改造商双方同意，可以在地面试验台上进行试验，确定在规定的负载周期达到的温升。必要时，这些试验可以按技术要求规定，可在线路试验时完成。如果没有合适的试验台，可在线路上做全部试验。

7.8.2 根据用户和车辆改造商的协议，在试验过程中检查设备温升是否在设计值内。特别应做以下各项检查：

- 旋转电机；
- 冷却液；
- 制动电阻器；
- 电抗器；
- 功率半导体器件及其散热器；
- 电缆绝缘；
- 电缆管道；
- 辅助设备；
- 控制开关装置；
- 辅助电源变压器；
- 电容器；
- 设备机箱；

- 冷却风；
- 联轴节；
- 齿轮箱；
- 机械制动杆件；
- 轴箱；
- 轮对；
- 制动盘。

7.8.3 应按用户和车辆改造商的协议对切除一部分设备或牵引电机而运行的列车，应重复进行上述的检查如果没有协议时，应根据 GB/T 7928 的要求，重复进行上述的检查。

7.8.4 应按用户和车辆改造商的协议，为救援其他列车，要求该列车投入紧急运行业务时，应在紧急运行业务条件下重复进行上述的检查。如果没有协议时，应根据 GB/T 7928 的要求，重复进行上述的检查。

7.9 其他项点

7.9.1 在新造车辆已经验证的试验（含研究性试验），车辆延寿改造后，可不再进行试验，主要项点如下：

- 冲击耐压试验；
- 运行阻力试验；
- 能耗试验；
- 典型运行图的检查；
- 供电中断和电压突变试验；
- 过载装置动作正确性试验；
- 内部过电压检查；
- 牵引系统静态、动态试验；（仅牵引系统改造要求时复检）
- 车辆状态噪声试验；
- 车内空气质量试验。

7.9.2 用户与车辆改造商协议需要进行上述试验项点，可参照 GB/T 14894 执行。

附录 A

(资料性)

试验项目一览表

表 A.1 静态试验项目

试验项目	条款		
	型式试验及要求	例行试验及要求	研究性试验及要求
限界	—	√/6.1	—
称重试验	—	√/6.2	—
受电装置静态试验	√/6.3	√/6.3	—
气路系统试验	√/6.4	√/6.4	—
静态制动试验	√/6.5	√/6.5	—
绝缘耐压试验	√/6.6	√/6.6	—
成套系统静态试验	√/6.7	√/6.7	—
接地和回流电路接线的检查	√/6.8	√/6.8	—
辅助电气设备和辅助电源的试验	√/6.9	—	—
一相序检查	—	√/6.9.1.2	—
一静止逆变器试验	—	√/6.9.2	—
辅助供电系统故障运行试验	—	√/6.9.3	—
蓄电池及充电设备的检查	√/6.10	√/6.10	—
车体和外部设备箱体的密封试验	√/6.11	—	—
一初期检查	—	√/6.11.1	—
一开口部和孔盖	—	√/6.11.1	—
一过滤器等安装部件	—	√/6.11.2	—
工作条件和安全措施检查	√/6.12	—	—
一外部噪声水平	—	—	—
一压力冲击	—	—	—
安全设备的试验	√/6.13	√/6.13	—
冲击耐压试验	—	—	—
牵引系统静态试验	—	—	—
车辆状态噪声试验	—	—	—
车内空气质量试验	—	—	—
注：√表示应做的试验项目；—表示不需要做的项目；○表示选做的项目。			

表 A.2 动态试验项目

试验项目	条款		
	型式试验及要求	例行试验及要求	研究性试验及要求
运行安全性和平稳性试验	√/7.1	—	—
曲线和坡度变化线路的运行试验	√/7.2	—	—

试验项目	条款		
	型式试验及要求	例行试验及要求	研究性试验及要求
受电装置动态试验	√/7.3	—	—
一受电装置检查	√/7.3.2	√/7.3.2	—
-受电弓受流性能试验	√/7.3.3		
-受电弓空气动力学试验	√/7.3.4		
供电系统与车辆运行匹配试验	—	—	—
起动和加速试验	√/7.4	—	—
-牵引力·速度特性	—	√/7.4.3	—
线路制动试验	√/7.5	—	—
一制动平均减速度试验	√/7.5.6	√/7.5.6	—
一制动距离试验	√/7.5.7	√/7.5.7	—
-保持制动试验：	√/7.5.8	√/7.5.8	—
防滑装置试验	√/7.5.9	—	—
电制动试验	√/7.5.10	√/7.5.10	—
列车自动控制(ATC)系统试验	√/7.6	√/7.6	—
干扰试验	√/7.7	—	—
牵引能力和制动能力试验	√/7.8	—	—
运行阻力试验	—	—	—
能耗试验	—	—	—
典型运行图的确认	—	—	—
供电中断和电压突变试验	—	—	—
过载装置动作正确性试验	—	—	—
内部过电压的确认	—	—	—
牵引系统动态试验	—	—	—
注：√表示应做的试验项点；—表示不需要做的项点；○表示选做的项点。			