

地铁车辆 试验与验收手册

郭建国 周行运 主编



中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

地铁车辆试验与验收手册

郭建国 周行运 主编

中国科学技术出版社

• 北 京 •

图书在版编目 (CIP) 数据

地铁车辆试验与验收手册/郭建国, 周行运主编. —北京: 中国科学技术出版社, 2013. 12

ISBN 978-7-5046-6505-8

I. ①地… II. ①郭… ②周… III. ①地下铁道—铁路车辆—车辆试验—手册 IV. ①U270.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 309066 号

策划编辑 符晓静

责任编辑 符晓静

封面设计 孙雪骊

责任校对 刘洪岩

责任印制 张建农

出 版 中国科学技术出版社

发 行 科学普及出版社发行部

地 址 北京市海淀区中关村南大街 16 号

邮 编 100081

发行电话 010-62173865

传 真 010-62179148

网 址 <http://www.cspbooks.com.cn>

开 本 787mm×1092mm 1/16

字 数 125 千字

印 张 7.75

版 次 2013 年 12 月第 1 版

印 次 2013 年 12 月第 1 次印刷

印 刷 北京长宁印刷有限公司

书 号 ISBN 978-7-5046-6505-8/U·86

定 价 98.00 元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)

编辑委员会

总顾问

王梦恕

顾 问

徐小林 刘 健 李 莉 张建贤

编 委 （按姓氏笔画排序）

王梦恕 刘 健 李 莉 张建贤

周行运 郭建国 徐小林

序

随着我国经济建设的飞速发展，城市轨道交通以其高效、节能、便捷、环保等优势在许多城市受到青睐。截至目前，我国已有 40 余座城市在建、筹建地铁及轻轨等交通设施；预计 2015 年之前将建成 1700 千米的城市轨道交通，总投资超过 6000 亿元人民币。

随着城市轨道交通路网建设的快速发展，地铁车辆行业迎来了前所未有的机遇和挑战。我国对地铁车辆的需求已进入高峰。地铁车辆生产从原来的依靠进口已转变为基本上国产化的格局。这样，既有效降低了设备投资，实现了低消耗运营，又降低了运营票价，达到为民服务的目的。伴随地铁车辆国产化制造的兴起，对地铁车辆生产质量高水平监控变得日益重要，也成为确保产品质量的重要环节。

地铁车辆是一个技术复杂、多专业的综合产品，组装完成的车辆必须借助多种试验手段实施型式试验、例行试验等性能测试。试验完成后还要经过几个层次的二次验收，才允许出厂投入运营，以确保出厂的列车完全符合合同的要求。为此，北京地铁监理公司依据多年积累的地铁车辆监理咨询工作经验，编撰了这本《地铁车辆试验与验收手册》，让地铁车辆的试验、验收工作更加合理、更加规范。

在《地铁车辆试验与验收手册》一书即将出版之际，我很高兴受邀为这本书写序。这本书系统、全面地介绍了地铁车辆试验与验收的要点和程序，可供监理人员在车辆监理咨询过程中作参考、借鉴，从而使地铁车辆监理制度更加规范化、标准化。

这本手册填补了我国目前尚无地铁车辆监理专业手册的空白。在手册编

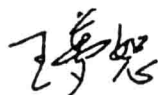
写过程中，倾注了北京地铁监理公司同志们的大量心血，同时还得到了业内有关单位的支持。一批具有扎实理论功底和丰富实践经验的学者、专家和工程技术人员直接参与编写、审校，应该说，这本书是集体智慧的浓缩，也是众多从事地铁车辆监理同志们实践的结晶。

可以预料，这本手册的出版发行必将受到从事地铁车辆技术、设计、管理人员的关注和欢迎，也将对我国地铁车辆监理事业的发展起到积极的促进作用。

希望广大读者在实际工作中不断改进、充实、完善地铁车辆监理的规范、规程等，以便在日后再版时进一步改进本书的内容。

仅作此序，以示对编著者的祝贺。

中国工程院院士



2013 年 1 月

前 言

随着城市经济的快速发展和科学的进步，城市的规模不断扩大，人口不断增加。城市里的小汽车数量激增，必然造成交通拥堵、空气严重污染等。实践证明，解决此问题的办法之一，就是大量修建轨道交通。

构造轨道交通，地铁车辆是关键项目之一。地铁车辆是一个技术复杂、多专业的综合产品，涉及机械、电力、电子技术、微机控制技术、网络传播、各种材料等专业领域。组装后的部件、整车必须经过各种试验手段，如型式试验、例行试验、研究性试验等，以测试产品的性能是否符合设计要求，功能是否齐全。车辆完成试验后再进行分层次的验收，如监造出厂验收、预验收、竣工验收、最终验收，以确保投入运营的列车，质量完全符合合同的要求。

本手册对地铁车辆要做的试验名称、测试条件、试验方法及技术标准做了详细阐述，可操作性较强。对车辆验收程序、标准以及具体做法，有较强的参考价值。

《地铁试验与验收手册》在编写过程中得到了技术专家顾问及各位编委的多次指导和帮助，还参考了地铁、轻轨车辆标准，以及北京交通大学、北京地铁运营公司、上海地铁公司、广州地铁公司、深圳地铁公司的车辆资料。在此，表示衷心的感谢！

由于编者的水平有限，在编写内容中很可能出现一些不当之处或疏漏，希望各级领导和同行们给予批评指正。

郭建国

2013 年 1 月

目 录

第一章 地铁车辆的试验	1
第一节 总则	1
一、车辆试验程序	1
二、车辆试验测试条件	1
第二节 试验分类	2
一、调整试验	2
二、验收试验	2
三、研究性试验	3
第三节 车辆静态测试试验	3
一、车辆常规试验	3
二、车辆无高压静态试验	7
三、车辆有高压静态试验	14
第四节 车辆动态测试试验	42
一、车辆运行安全和平稳性试验	42
二、曲线和坡度变化线路的运行试验	43
三、受电装置（受流器和受电弓）试验	44
四、牵引、制动试验	45
五、起动和加速试验	48
六、牵引能力和制动能力试验	49
七、运行阻力试验	50
八、线路制动试验	50

九、能耗试验	53
十、干扰试验	54
十一、列车自动控制（ATC）系统试验	56
十二、典型运行图的检查	57
十三、供电中断和电压突变试验	57
十四、过载装置动作正确性试验	59
十五、内部过电压的检查	59
第二章 地铁车辆的验收	61
第一节 一般规定	61
一、验收范围和要求	61
二、验收的一般做法	61
第二节 验收机构和职责	63
一、验收机构	63
二、验收职责	63
第三节 车辆的验收程序	64
一、车辆出厂验收	64
二、车辆预验收	69
三、车辆最终验收	74
第三章 地铁车辆试验检查表与验收证书	79
一、列车性能指标测试验收项目	79
二、地铁车辆外观检查记录表	87
三、地铁车辆静、动态检查记录表	93
四、证书-1 车辆出厂验收证书	106
五、证书-2 车辆预验收证书	109
六、证书-3 车辆最终验收证书	112

第一章 地铁车辆的试验

第一节 总 则

一、车辆试验程序

(1) 车辆试验除试验前的检查、电气绝缘试验、车辆称重试验、车辆起吊试验外，车辆的静态、动态试验均需在列车完全组装、联挂（包括车辆电气、机械的连接）后进行。

(2) 车辆的控制模式：本手册是参考 2012 年国产地铁车辆的通用控制模式和车辆部、器件代号编写的。

二、车辆试验测试条件

测试试验必须按如下所示的载荷状态进行测试：

- (1) 最小载荷 (AWO)：车辆自重，即空车载荷状态；
- (2) 额定载荷 (AW2)：车辆自重与额定载客重量之和；
- (3) 最大载荷 (AW3)：车辆自重与最大载客重量和。

为了减少试验时载荷的装卸工作量，车辆限界检查和称重试验，可在同样的载荷状态下进行；但要对所记录的数值进行适当修正。

第二节 试验分类

一、调整试验

在进行验收试验前，为了检验列车的牵引、制动等各种功能及列车信号、通信、供电，以及它们之间的接口性能是否达到列车设计的要求，就必须对列车，相关设备的技术参数和部件的元器件进行深层次的调整。这种试验就是调整试验。

例如：为了检验列车的牵引、制动特性是否达到设计技术要求，就必须对牵引逆变器的相关元、器件进行深层次的开、闭等功能调整，让从逆变器采集系统检测出来的电流、电压、频率、功率、功率因数，与输入的时间、速度、车重等参数能匹配地叠加在一起时，构成一条完整的列车牵引、制动特性曲线。依此来对列车的牵引、制动特性进行检验。实际上调整试验是型式试验的基础。

二、验收试验

（一）型式试验

新设计的列车及其设备和部件均应进行型式试验，并提供相应的型式试验报告。如果采用的列车及设备已有成功的使用业绩，可不作型式试验，但必须提供型式试验报告。型式试验只在同一设计的样车上进行。

（二）例行试验

对同一设计的每一列车都必须作例行试验。例行试验的结果必须与型式试验的结果相符合。例行试验没有必要全部重复型式试验的项目，允许减少试验项目，简化试验程序。

三、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。仅当合同有规定时方可进行。

研究性试验项目、试验的操作方法和试验程序，由车辆运营方和车辆制造方进行磋商后决定。研究性试验的结果，不能作为拒绝验收车辆的理由。

第三节 车辆静态测试试验

一、车辆常规试验

(一) 车辆称重试验

车辆应在称重台上称重。称重时，须保证称重的精度。

(1) 应测量车辆的重量和每个支撑或承重的轮子作用于轨道上的垂直载荷，并应附上测量设备的精度。在称重作业时，车辆的载荷状态应按下列条件进行：

- 1) 型式试验：在最小载荷、最大载荷或额定载荷状态下；
- 2) 例行试验：在最小载荷状态下。

(2) 称重试验前，允许调整悬挂装置，通常不需测量载荷，只检查尺寸。为使一系悬挂装置起作用，让车辆在带有不同坡度的线路上运行后，松开减振器和转向架之间以及抗侧滚扭杆与车体之间的连接装置，减速缓行到称重试验地点。在整个称重过程中，不许改变或调整车辆的载荷状态，也不允许人为地采用冲击、摇动或其他方法改变车体和悬挂装置的状态。

(3) 型式试验时，应连续进行四次称重试验，车辆应在前进、后退两个方向各运行两次，以便尽量减少平衡不良和摩擦所产生的称重误差。例行试验时，必须连续称重两次测定值取在称重试验中所得数据的算术平均值。

(4) 车辆的重量以及每根轴的轴重，应考虑下列条件满足合同的要求：

- 1) 车辆最大重量与最小重量以及车辆总重量的容许误差；
- 2) 车辆最大轴重以及车辆每根轴重的容许误差；
- 3) 车辆一侧与另一侧称重的差值。

(5) 测得的车辆重量不应比合同中规定的值大 3%；测得的轴重与该车各动轴实际平均轴重之差不应超过实际平均轴重的 2%；每个车轮的实际轮重与该轴两轮平均轮重之差不应超过该轴两轮平均轮重的 $\pm 4\%$ 。

(二) 起吊性能试验

在制造的工厂内按型式试验，检查车辆的起吊性能。该试验可用天车或架车机在设计的起吊点或驾车点提升车辆。

(三) 车辆通过限界的试验

车辆限界试验的检查方法如下。

- 1) 各部件组装后，外形尺寸应在用户所规定的车辆限界内；
 - 2) 对因车轮磨损需补偿的部件（排障器、扫雪器等）应进行适当调整。
- 通常按下列载荷状态进行限界检查：

- 车辆上部部件：在最小载荷状态下；
- 车辆下部部件：在最大载荷状态下。

例行试验应在最小载荷状态下检查限界，同时考虑到最大载荷状态下发生的变化。

应考虑因车轮的磨损、弹簧装置的不良动作和损坏（如断簧或空气弹簧漏气）引起车体与转向架一处或多处相碰的情况。

(四) 接地和回流电路接线的检查

(1) 车辆上需要下列的电气连接线。

- 1) 用以固定各电路和车上机械部分的电位的连线；
- 2) 用以保护轴承不受杂散电流的影响的连线；
- 3) 用以确保某些电路（例如牵引电流的返回、列车采暖电路）的回流通路。

(2) 应检查配线符合要求：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。

(五) 绝缘试验

(1) 绝缘度试验要检查车辆上各种电路的电缆状态是否良好, 在装配中有没有损伤。

1) 设备通常是由几个绝缘等级不同的电路组成, 应分别对每个电路进行绝缘检查和对地耐受电压试验, 此时原则上应将其他电路处于接地状态。必要时, 为确保电路的所有部件连接在一起, 接触器和开关装置必要时应处于闭合或短路状态。为防止特殊部件因受电容和电感的影响出现异常的电压, 应采取必要的防护措施。对于易受损害的静止变流器和电子设备, 在试验前应切除或短路。对于在此之前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, 在整车的绝缘试验时也可将其切除。

在各电缆电路对地之间施加试验电压, 时间为 1min。试验电压值为现行标准, 例如: TB/T 1333.1—TB/T 1333.3、TB/T 1680—1997、TB/T 1393—2003、TB/T 3001—2000 或 IEC 60411 中规定的单个设备试验电压的 85%。

2) 各电路的绝缘强度试验可在电缆敷设和设备安装完成后, 并没连接以前, 在制造商的工厂内进行。但在连线前, 所有电气设备, 需经过绝缘强度测试并确认是合格的。

车辆组装完成后应立即进行各电路绝缘检查。应采用经用户和制造商, 双方同意的电压等级的欧姆表来测量绝缘电阻值最低绝缘电阻值应符合用户和制造商间协议的规定值。如无规定值时, 试验电压取 500V 时的最低绝缘电阻值应不小于如下给定值:

——对额定电压 $\geq 300\text{V}$ 的直流电或 $\geq 100\text{V}$ 的交流电, 各电路电阻 $> 5\text{M}\Omega$;

——对额定电压 $< 300\text{V}$ 的直流电或 $< 100\text{V}$ 的交流电, 各电路电阻 $> 1\text{M}\Omega$ 。

但是, 如果通过用户和制造商间的协议同意, 按以下条件测得绝缘电阻 $< 1\text{M}\Omega$ 也是认为合格的, 即:

- a) 试验在高湿度环境的时候进行的；
- b) 所测得的较低电阻值，是由于各电路中有铠装电缆之类的部件而引起的。

(2) 双重绝缘系统。

合同中规定的电气设备对车体为双重绝缘时，则要实际验证这种绝缘系统的各部分均能承受第(1)条绝缘度试验的要求。

(六) 蓄电池充电设备的检查

(1) 应对车辆蓄电池及其充电器进行下列检查。

- 1) 蓄电池容量应满足 GB/T 7928—2003 规定的要求；
- 2) 蓄电池充电设备必须按合同的要求，能充分而又不过度地给蓄电池充电；
- 3) 按照合同规定，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；
- 4) 在车辆运行时，充电器除了作充电作用外，还应能给蓄电池所预定的负载供电；
- 5) 在 24 h 内的正常运行负载循环中，蓄电池具有完全的充电能力；
- 6) 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；
- 7) 蓄电池电路的下列参数要符合车辆合同的要求：
 - a) 最大充电电流；
 - b) 最高电压；
 - c) 浮充电压；
 - d) 浮充电流；
 - e) 放电电流；
 - f) 放电时间。

由于蓄电池和充电器种类很多，试验的形式要按照用户和制造商间的协议进行。

(2) 如果充电器在断开蓄电池情况下工作，则应检查充电器的脉动电瓶。该脉动电瓶应在合同规定的允许值内。

(3) 在蓄电池和充电器的例行试验中，测定以下事项。

- 1) 最大充电电流；
- 2) 最高电压；
- 3) 浮充电压；
- 4) 浮充电流。

二、车辆无高压静态试验

(一) 辅助电源逆变器控制试验

(1) 在 1 号 TC 车进行试验。

- 1) 断开 TC 车隔离开关 IVS。
- 2) 闭合 TC 车内以下开关：
 - a) SIV 启动箱断路器 QF14；
 - b) SIV 控制断路器 QF43。

(2) 启动 SIV 开关 SA9。

1) 将 SIV 箱内试验开关 TSW 由“正常”位切换到“控制试验”位。

在空级位试验时，控制放大器的监视器画面强制切换到模拟 LED 显示。

a) 试验开关 TSW 从“平常”切换为“试验”

1	2	3	4	5	6	7	8
●							☆

↓ …… 瞬间

b) 接触器 DCHK 开

1	2	3	4	5	6	7	8
●					●		☆

↓ 起动时间约 1 s

c) 辅助系统高压断路器 IvHB 开

1	2	3	4	5	6	7	8
●				●	●	●	☆

↓ 瞬时

d) 逆变器门电路 开

↓ 约 2 s

逆变器门电路 关

↓ 约 5 s

e) 自动复位

1	2	3	4	5	6	7	8
●			●	●	●	●	☆

↓ 瞬间

f) 逆变器门电路 开

↓ 约 2 s

逆变器门电路 关

↓ 约 5 s

g) 辅助系统高压断路器 IvHB 关

1	2	3	4	5	6	7	8
●					●		☆

↓ 约 5 s

接触器 DCHK 关