

铁路车辆和轨道动力学 试验技术赴日考察报告

一、概 况

根据中日两国政府铁路科技合作计划安排,铁路车辆和轨道动力学试验技术研修组,于1985年1月20日至2月18日,前往日本国铁进行专业对口研修。研修组由铁道部科学研究院机辆所和铁建所的科技人员李仲才(组长)、杨润栋、李景昌、樊健民和马大炜等五位同志组成。日方由日本国际协力事业团八王子研修中心负责整个研修计划的安排与接待,由国铁技术研究所的专家负责进行技术讲授和参观指导,我们在日本一个月的研修期间的工作日程安排,(从略);在日期间总计拜访、参观、考察了24个单位,与日方进行过技术交流的人员共计约64人(从略);我们实地参观考察了有关车辆和轨道研究使用的大型试验设备共计29台(从略)。

“车辆和轨道动力学试验技术”课题,系根据中日两国铁道科技合作协定,从1982年开始,已连续进行了三年的技术合作,日本国铁曾先后派遣了四批车辆和轨道动力学试验技术专家来华进行多次技术交流,日本专家还先后两次参加了我方于1983年6月和1984年10月,在北京东郊环行试验线进行的车辆和轨道动力学综合性试验,并对试验工作进行了技术指导。我们研修组这次前往日本研修,是在该项目对日技术合作已取得良好成绩,互相已有比较了解的基础上进行的。我们这次赴日研修的主要目的是:实地了解学习日本国铁近些年来,在新干线高速铁路和既有铁路干线提高行车速度的综合试验研究工作中,在车辆和轨道动力学方面,所采用的一系列先进而实用的试验设备和测试技术,以提高我国铁路在这方面的试验技术水平,用以更好的进行车辆和轨道动力学方面的综合试验研究。

二、主要研修考察活动

我们这次研修的重点单位是国铁技术研究所,车辆方面是由国铁技研所的车辆构造、运动和性能三个研究室负责承担研修接待任务,轨道方面是由轨道构造、轨道机材和土工三个研究室负责承担研修接待任务,国铁技术研究所同我们在技术业务工作上进行接触交流过的试验研究人员共计21人(其中车辆11人、轨道10人)。对国铁技术研究所现有的车辆和轨道两个专业的大型试验设备24台(其中机车车辆14台,轨道10台),我们都作了参观,并由专家进行讲解,全部同意我们拍摄了照片,(现已制成幻灯资料片),据日方专家说:“他们在机车车辆和轨道专业方面的试验设备,已100%的向你们开放,这在过去还没有这样作过”。

在研修方式上,这次与过去采用单纯讲课的方式有所不同,采用了结合试验设备实际和

专家讲课和解答问题相结合的方式。我们一致认为,这种方式较好,对我们收获较大,在国铁技术研究所一共讲课十四次并结合参观考察了24台大型试验设备和试验测试仪器。

在国铁技术研究所,除了对试验技术进行研修外,我们还挤出了时间,对国铁研究所的科研管理也进行了多渠道的摸底了解,在这方面也有不少额外收获体会,回国后,我们已进行了单项总结,并已在我院科研管理干部会议上作了专题介绍,对我们当前的科研体制改革,将有一定参考作用。

我们在日期间,国铁技术研究所还专门安排了一次学术报告会,邀请我们在会上作了题为“中国铁路车辆和轨道科学技术研究概况”的学术报告,他们参加这次会议的科技人员约有60余人,据会后了解,他们对我国铁路科技发展很感兴趣。以上活动说明,国铁技术研究所对我们这次研修学习,确实是比较重视,热情和友好,因而我们在技术上的收获也是比较大的。

此外,我们还参观学习了16个技术业务单位,其中收获比较大的有:东北新干线和东海道新干线的综合试验列车,东急车辆工厂、新旧铁钢轨高速试验装置、北九州市的单轨铁路交通系统、金子计测(株)和东京大学等。我们还添乘参观了东北新干线和东海道、山阳新干线的高速列车,并前往宫崎参观了国铁新的交通系统——磁悬浮铁路。

三、主要收获与体会

这次赴日,对车辆和轨道动力学试验技术进行研修,是铁道部科学研究院与日本国铁技术研究所之间,开展的第一次专业对口研修项目。由于在前三年双方已进行过这方面的技术交流合作,彼此已有一定的了解,因此,我们这次研修着重于实际考察了解了国铁技术研究所,在车辆和轨道动力学方面,新的试验技术和所用试验设备的技术性能,用途及效益,而且也较系统地了解了日本国铁十分重视试验设备的改造更新,及其目的性、实用性、先进性和对科研试验工作的科学管理等方面的好经验。我们按预定的研修大纲要求,圆满顺利地完成了研修任务。关于研修的技术总结,我们正在分专项进行中,现将主要收获体会简述于后。

1、在车辆测试技术方面,通过国铁研究所的车辆运动研究室、车辆构造研究室和车辆性能研究室的研究人员的讲解和参观,学习和了解利用振动台测量转向架蛇行运动的三种方法(振幅法、频率法和位移法),掌握了校正测力轮对 P 、 Q 力的测量装置和方法。了解了测量车辆重心和质量特性的专门装置和测量方法,学习了在地面上和车辆上测量轮对的冲击方法,这些方法由于国内试验装置不具备和不完善在车辆测试中还没有采用过。通过这次重点了解和考察,不但看了实物,而且听取了方法的介绍,并得到了一部分资料,因此,为今后在我国车辆测试中应用这些方法奠定了基础。

2、在试验数据处理方法上,我们重点学习了轮轨 P 、 Q 力和 P/Q 值的试验数据处理方法以及车辆振动波数据处理和分析方法。国铁研究所利用专用 P/Q 处理机,将在线路上记录的 P 、 Q 波形数据磁带在试验室内 P/Q 处理机上进行处理,提高了效率和精度,而我们仍采用手工方法进行波形分析,速度慢,精度差。因此,我们必须应用计算机进行 P 、 Q 力的处理。在车辆振动波形分析上,日本国铁研究所采用振幅法和频谱分析这两种方法。由于车

辆振动是不规则的随机振动,振幅法不能满足要求,而是采用频谱分析法,利用计算机进行试验数据的分析,即将数据记录在磁带上,然后回到试验室在专用的小型计算机上处理后,划出各种数据图形和打印表格,效率十分高。这次通过参观实物,和日本专家进行讨论和请教,对上述方法有了较深刻的了解,并索取了一部分资料,我们将进行专题技术总结,以便在我们测试中能有所应用。

3. 在轨道试验技术方面,我们通过国铁技术研究所轨道构造研究室,轨道机材研究室和土工研究室的科研人员的讲授,实际操示范和参观,学习和了解了日本国铁在轨道动力学的试验研究工作中。在试验车上测定振动加速度,轨道几何状态和轮轨相互作用力 $P-Q$,以及在地面测定轨道振动加速度,横向水平力,枕压力和基面压应力等动态参数,所采用的测试方法、测试元件和试验标定技术,还学习了解了在地面测定轮轨冲击角的测试技术和试验设备。这是日本国铁近年来才开发的新测试技术。这些试验技术,对研究轨道破坏和钢轨磨损的机理,都是十分有用的,近些年来,他们在轨道测振方面,多采用压电式振动加速度计,其工作频率一般为 $5\sim 10\text{kHz}$,他们认为轨道的振动频谱特性的分析,结合防噪音研究,其重点应着眼于 1000Hz 以上。这些对我们今后进行轨道振动试验研究、将有重要的参考作用。在轨道试验资料的分析整理方面,他们较普遍的运用了电子计算机,对所测资料进行幅值谱,频率和功率谱的综合全面分析,但对幅值谱的分析研究更为重视,在幅值谱的分析中,他们又以“实效值”和“平均下限值”作为对轨道破坏研究的重点。

通过这次研修,我们不但实际考察了解了日本国铁在轨道方面的试验技术和设备,还索取了这方法一部分技术资料。因此,为我们今后改进和提高我国铁路轨道动力学试验技术,将有大的启发和帮助。

4. 轨道落轴试验测试技术及装置,为日本国铁独创,为了研究机车车辆对轨道作用的动力特性和轨道破坏机理,它作为一种冲击激励源,可在现场和室内对实际轨道结构,用实物轮对进行轨道动力学特性试验。从而可以定性或相对定量地研究冲击和振动效应对轨道破坏的影响,还可根据试验取得轨道结构的动态试验参数,建立力学数学模型。对轨道结构的动力效应进行理论解析,该试验装置具有结构简单,使用方便,工作稳定可靠。对轨道动力学特性的试验研究十分有用,通过这次实地研修考察、示范、参观和讲解,对该试验装置的试验方法,测试质量优劣的判别标准和试验资料的分析整理方法等,均有了进一步了解,这对我们今后开展这方面的试验研究工作将有大的促进。

日本国铁在车辆和轨道方面所采用的试验测试设备,我们都获得了比较全面的了解,给我们比较深的印象是:试验设备多,电子计算机的应用很广泛,而且设备的使用率高,据我们的体会,有如下特点:

1. 目的性

他们对试验设备的更新和添置,其目的性十分明确,首先由研究室或研究课题,根据研究工作的需要,提出新的试验设备的构思及其技术性能要求。经审查同意后,交由研究所的设备部门出面用外委研制的方式,在 $1\sim 3$ 年就将所需设备加工安装好,投入使用,直接交由所属研究室管理使用,为研究课题服务,如板式轨道试验装置,就是由板式轨道研究课题为了严寒、冻融、强烈日照和降雨自然等条件下,进行持续加载动荷试验,以进一步查明板式轨道结构,部件和所用材料的工作特性,就是由研究专题提出构思及要求,加工安装好

后,由专题负责使用,我们参观考察了这台正在试验使用的大型设备。

2. 实用性

日本国铁十分重视试验研究工作的经济效益,不片面追求先进设备,立足于能满足研究课题的试验需要,能解决试验研究存在的问题就行。据了解,国铁技研所现用的44台大型试验设备中,有36%是已使用了10年以上的设备,有的已使用了五十四年,至今还在使用。如钢轨接头滚动疲劳试验装置,是一台已有30多年历史的老设备,他们对其进行改造更新,将原有机机械加载方式改造成液压加载,将原有用手动操纵,改造成局部的用电控,不是全搞新的,另起炉灶。他们认为,这样作不但实用,而且经济,投入使用的时间也快些。他们在试验室空间的有效利用方面,不讲排场,据我们参观考察后一致认为。他们的有效利用率很高,总计有15幢试验楼。均有研究所统一考虑试验设备的布局,试验楼的房屋水电由研究所统一管理,试验楼内部安装有多个专业的试验设备,每台试验设备分别由有关专业研究室负责管理使用,其试验人员也属所在研究室。他们对试验设备强调其实用性的经验,很值得我们学习。

3. 先进性

随着社会生产力发展和科学技术的进步,国铁技术研究所对科学试验设备的先进性十分重视,我们这次研修考察后,在这方面给我们留下了深刻的印象,概括起来体现在以下几个方面。

① 电子计算机在试验研究工作中应用很广泛,大型试验设备大多数都有电子计算机控制,试验资料的整理分析,从试验室到研究室都采用了电子计算机,除研究所设有计算中心,免费供应研究人员使用外,各研究室也有小型电子计算机,而且使用效率较高。

② 试验装置从机械方式普遍向伺服液压方式更新;试验装置的性能,由一般速度向高速运转方向转化,他们现在已具有在室内模拟300~400km/时运行速度的试验装置。

③ 试验功能具有多用性,一台试验装置既能做轮轨横向力、垂直力和纵向力,又能对车辆振型五个自由度的模拟试验。又如轨道落轴试验装置,既能作冲击振动试验,又可作为轮轨冲击噪音源试验,以作防噪音措施的研究。

4. 重要性

国铁技术研究所在发展性的研究工作中,研究课题基本上都有自己所需要的试验设备和手段,作为课题研究工作的强大后盾。因此,科研工作质量较高,能取得比较充分的试验资料进行研究分析论证,而课题负责人在拟定课题研究的技术路线中,就十分重视将必须的试验设备、手段等,作为课题研究工作的重要一环考虑,在新的试验设备的添置上,他们很舍得花钱,据了解每年科研经费(人工费除外)的一半左右,是用于添置大型试验设备,例如:1983年的大型试验设备添置费为10.71亿日元(折合币约1000万元),国铁技术研究所最近五年,新添置了22台大型试验设备,总价值约42亿日元。

总之,他们在铁路现代化科学研究工作中,对试验设备和试验技术的实用性,先进性和重要性都十分重视,这方面对我们很有启发。相比之下,我们看到了自己在这方面存在有较大的差距,使我们深刻地认识到,在铁路现代化的科学研究工作中,必须十分重视科研试验设备的加强和测试技术的提高,才有可能使铁路车辆和轨道动力学的研究工作,获得切实深入的开展。

四、建 议

1. 建议组织力量对下述试验测试装置进行消化试制。
 - 1) 车辆质量重心测试装置
 - 2) 钢轨接头拉弯疲劳试验装置
 - 3) 轮轨冲击角测试装置
 - 4) 轮轨相互作用力 P 、 Q (车上与地面) 测试标定装置。
2. 建议我院与日本国铁技术研究所和私铁 (或民铁) 近铁道技术研究所, 进行科技资料对等交流。
3. 邀请国铁技研所车辆运动研究室长三芳功达先生和轨道研究室长佐藤吉彦先生来华讲学, 对车辆和轨道动力学研究进行技术交流。
4. 建议在北京市动物园——颐和园之间, 筹备修建单轨铁道新的交通系统, 以解决日益拥挤的旅游客运交通问题。
5. 建议对日本的金子计测 (株) 和吉田精机测计 (株) 的有关车辆和轨道动力学的试验装置和技术, 着手进行引进消化转入运用。
6. 建议积极开展列车轨道纵向动力学的综合试验研究, 重点是研究解决防止重载列车脱轨问题。

铁路车辆和轨道动力学研修组