

U 262
006

ND₅型内燃机车

(上册)

夏寅荪 王长荣 张 鑫 姜恩沪 张宗翰 吴鸿钧 合编
徐起发 蒋影斐 韩世英 杨大钧 刘叶弟

中 国 铁 道 出 版 社

1988年·北 京

前 言

柴油机标定功率4000马力的三相交流/直流电传动干线客货运ND₅型内燃机车,从1984年9月由美国陆续进口我国以来,机车台数已达420台,目前已在上海、济南、北京、沈阳四个铁路局运用,在京沪线上已成为货运的主型机车。

ND₅型机车单机功率大,牵引力大,运行速度高,一次准备作业运行距离长,适合于牵引长交路重载列车。由于ND₅型机车的引进,推动了机车运用方式和检修体制的改革。投入线路运用后,在缓和我国牵引动力不足、提高机车运用效率等方面,发挥了很大作用。机车柴油机、牵引发电机和牵引电动机以至于喷油泵等大、小主要部件的基本质量是可靠的,机车的万吨公里燃油消耗量较低,经济性能好。机车上采用不少先进技术。

为了使铁路机务部门广大工程技术人员更好地管理、运用、维修ND₅型机车,也为了更好地消化吸收该型机车的先进技术,在铁道部机务局内燃电力处殷洪烈、李国富、朱槿干、王德志等同志及中国铁道出版社庄大炘、林连照、张余昌、王濬明、苏国镇、杨宾华、张贵珍等同志的大力支持下,由上海铁道学院组织有关同志合编了本书。

本书共有五篇(二十二章),分上、下两册。上册内容为ND₅型内燃机车总体、主要技术参数、主要牵引运用特性、7FDL-16型柴油机及其辅助装置的结构和工作原理,以及ND₅型机车的车体和转向架。下册内容为ND₅型内燃机车电机、电器的基本结构、电传动工作原理、警哨粘着控制系统(SENTRY系统)、恒功率励磁调节系统(CHEC系统)和电路图,以及26-L型空气制动装置各部件的结构和作用原理、制动机综合作用、试验和故障分析等。

本书由上海铁道学院夏寅荪教授任主编,经王祖泽教授审阅。书中各章的编写人员为:上海铁道学院夏寅荪(第一章、第十八至二十二章)、王长荣(第二、四、八章)、姜恩沪(第三、九章)、张宗肅(第五、六章)、徐起发(第七章)、刘叶弟(第十章)、蒋影斐(第十三章)、张鑫(第十五、十七章)、上海铁路局职工中等专业学校韩世英(第十一、十二章)、杨大钧(第十四章),第十六章由张鑫与铁道部科技情报研究所吴鸿钧共同编写。王长荣、张鑫同志还分别担任第二篇、第四篇的分主编工作。

在本书编写过程中,南京东、济南西机务段为我们提供了大量的资料和检修、运用经验,并给予指导,使编写工作得以顺利进行。王德志、姜靖国、徐德明、李晓军、谢兴中、江纪松、武继亮、白殿增、郑文甫、华国平、陈绥宁、谢维达、姜伯荃、王业发、王羽、蒋星辉、徐兆元、赵志全、邹振波、张德臣、陆军、洪小涵等同志对本书有关章节提出了宝贵意见。夏佳毅和王爱莲同志描绘了大量插图,在此我们表示衷心的感谢。

由于该型机车在我国运用的时间不长,实践经验不足,资料也少,再加上我们的水平有限,编写时间也很仓促,书中错误与不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

1987年4月

目 录

第一篇 ND₅型内燃机车总论

第一章 ND ₅ 型内燃机车总体介绍、主要技术参数及运用特性	1
第一节 ND ₅ 型内燃机车总体介绍	1
第二节 ND ₅ 型内燃机车主要技术参数	10
第三节 ND ₅ 型内燃机车的几个主要运用特性	17

第二篇 7FDL型柴油机及其辅助系统

第二章 7FDL型柴油机概述	31
第一节 概 况	31
第二节 7FDL-16型柴油机总体布置	37
第三节 主副连杆机构的动力分析	41
第四节 7FDL-16型柴油机的结构特点	43
第三章 固 定 件	46
第一节 概 述	46
第二节 气缸体总成	47
第三节 机体总成	52
第四节 7FDL-16型柴油机固定件的特点	58
第四章 运 动 件	61
第一节 活 塞 组	61
第二节 连 杆 组	72
第三节 曲 轴 组	78
第四节 硅油减振器	82
第五节 传动装置	84
第五章 配气机构	90
第一节 概 述	90
第二节 凸 轮 轴	93
第三节 凸轮轴轴承	101
第四节 气门推杆、气门挺柱、气门、气门弹簧和气门旋转器	104
第五节 摇臂和气门间隙的调整	108
第六节 配气机构的润滑	111
第六章 柴油机增压和进、排气系统*	113
第一节 排 气 管	113
第二节 涡轮增压器	117
第三节 中冷器和进气管	126

第四节	空气滤清器	130
第七章	燃油系统	134
第一节	柴油机对燃油系统的要求	134
第二节	7FDL-16型柴油机燃油系统的组成及特点	136
第三节	燃油系统的低压油路	138
第四节	喷油泵及其驱动装置	143
第五节	喷油器及高压油管	152
第八章	调节控制系统及保护装置	155
第一节	概 述	155
第二节	PG调节器的构造和作用原理	158
第三节	柴油机的保护装置	175
第四节	燃油控制联动机构	190
第九章	机油系统	194
第一节	机油系统	194
第二节	机 油	202
第十章	冷却水系统	207
第一节	概 述	207
第二节	冷却水系统管路	208
第三节	流体放大器流量控制阀	213
第四节	冷却水泵、水箱和散热器	218
第五节	冷却风扇装置	225
第六节	冷却水的处理	231

第三篇 机车上部结构及转向架

第十一章	机车上部结构	234
第一节	概 述	234
第二节	车体及车架	236
第三节	车钩缓冲装置	238
第四节	辅助装置	239
第十二章	转 向 架	243
第一节	概 述	243
第二节	构架及支承装置	245
第三节	弹簧装置和摩擦减振器	249
第四节	轮对与轴箱	250
第五节	牵引电动机悬挂装置及齿轮箱	253
第六节	润滑与密封	255
第七节	轴重转移	256
第八节	基础制动装置	259

附录 柴油机功率修正及AAR与UIC标准间换算

第一篇 ND₅型内燃机车总论

第一章 ND₅型内燃机车总体介绍、主要技术参数及运用特性

第一节 ND₅型内燃机车总体介绍

ND₅型内燃机车是于1984年10月起分两批从美国进口的机车，“N”表示内燃机车；“D”表示电传动；角码号“5”表示第五种机型。这是我国铁路对这种内燃机车所定的型号，而在美国称为C36-7型，其中“C”表示机车轴式为C₀—C₀，就是两台三轴转向架；前两个数字“36”表示机车柴油机给牵引发电机的功率为3600马力；“7”表示设计序号排列为7，意为该型的第七代产品。

封面上示出的是第一批进口的ND₅型内燃机车（也称Ⅰ型，车号为0001~0220）外貌，可看出车体呈翠绿色；图1-1所示为第二批进口的该型机车（也称Ⅱ型，车号为0221~0420）外貌，车体呈深绿色。机车车体外表涂有黄色条纹修饰，在前端端面正中设有我国铁路标志——路徽。

ND₅型交-直流电传动干线客、货运内燃机车是美国通用电器公司（简称GE公司）设计制造的。该公司从60年代中期起，就成功地制造出一批包括ND₅型在内的交-直流电传动内燃机车，它们大多只装一台柴油机及一套电传动装置，功率等级在3000马力左右，机车都具有以下特点：

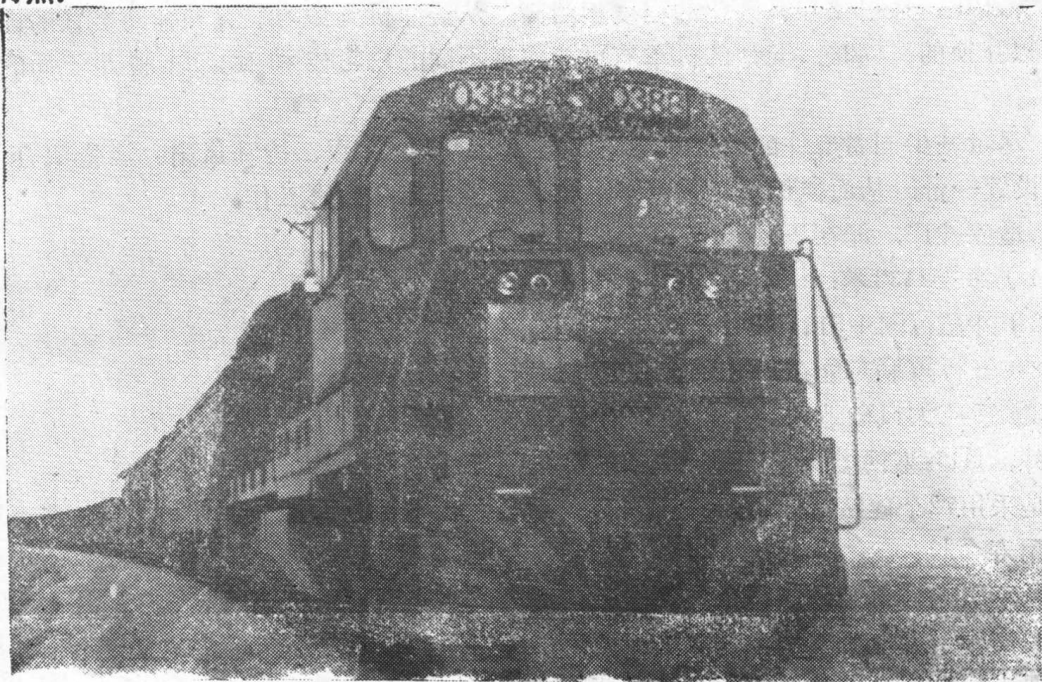


图1-1 ND₅型内燃机车外貌

1. 机车轴重较大, 适合于美国铁路运营及线路的特点, 并可利用轴重大, 使机车具有较大的粘着牵引力, 来牵引长大货物列车。一般机车轴重在26.7~30吨。

2. 采用外走廊罩盖式车体, 仅由车架承载, 主要设备均安装在车架上, 所以车架结构非常坚固, 车壁拆开吊走后, 内部设备的拆装检修十分方便。同时, 外走廊式车体还具有司机瞭望方便, 机车具有客、货、调通用等优点。

3. 由于机车运行速度并不太高, 所以机车转向架仍沿用了传统的心盘、轴箱、导框式的, 但结构简单、坚固可靠。

4. 功率贮备较大, 柴油机的功率可达4200马力, 但实际运行时, 最大才用到3600马力; GE-752型牵引电动机的功率可达1000马力, 而实际使用中最大不超过750马力, 留有较大余量, 有利于提高柴油机、电机的工作可靠性及延长使用寿命。此外, 机车冷却能力和牵引发电机允许温升余量也较大。

5. 非常重视对空气的滤清, 对进入车体内部及各种设备如动力室、电气控制室、整流柜、牵引发电机、牵引电动机、空气压缩机等处的空气都进行了滤清, 且滤清效果好, 从而保护各种机械和电器设备免受灰尘污染, 而影响使用寿命和产生故障。对于进入柴油机气缸的空气则要经过两级滤清, 以确保柴油机良好工作。

6. 冷却水系统是封闭加压循环, 具有水压2.5公斤力/厘米², 在正常情况下, 该系统不和大气相通, 因而可提高冷却水沸点, 柴油机出口冷却水温度最高可达115°C。

7. 机车的控制系统比较先进, 广泛采用集成运算放大器、逻辑门和晶体管元件、印刷电路、组件电路, 可靠性高, 布置紧凑, 维修方便。

8. 在各个系统和装置中, 采用了多种类型的安全保护装置, 使整个机车工作可靠、安全。某些故障发生后, 能及时在司机室得到反映, 安全保护装置能以色灯信号及警铃通知司机采取措施, 有的还能自动采取措施降低机车功率、使柴油机卸载或直接使柴油机停机, 甚至使列车停车。

9. 标准化、通用化和系列化的程度相当高, 从柴油机到传动装置和辅助装置的许多部件都是可以互换的。同时, 同型的机车有可能实现不同的齿轮传动比, 以满足不同的运输需要。

10. 尽量减少同名部件的设置数量, 如空气压缩机、水泵、冷却风扇、涡轮增压器等部件都只设置一台, 从而使机车结构简单, 也减少了故障和检修工作。

11. 适应性广, 能在下列条件下正常运用:

(1) 海拔2433米;

(2) 外温范围+51.7°C至-48.3°C;

(3) 三机重联时能在10公里长隧道内运行;

(4) 适应大风砂地区。

此外, ND₅型内燃机车的交-直流电传动系统还有下列特点:

一是采用72个硅整流元件, 并有热二极管传感器等保护装置, 因而可靠性高, 故障率小, 使用寿命长;

二是牵引电动机采用固定全并联、全磁场方式。牵引发电机采用双定子绕组串并联转换, 用提高牵引发电机调压比的方法 (而不是牵引电动机磁场削弱) 来满足机车恒功率速度范围的要求, 这样, 可在较宽运行速度范围内实现恒功率控制;

三是设有恒功率励磁调节系统(CHEC系统), 可以精确提供电压限制和电流限制, 保持

牵引发电机的功率恒定。设有“警哨”粘着控制系统 (SENTRY系统), 以改善对粘着的利用。保护装置集中在可靠性高的电子调节系统中, 相应执行电器电路大为简化;

四是保护系统较完善, 首先是保护的环节较多, 保护柴油机的有超速、低水压、低油压、曲轴箱超压、空气滤清器堵塞、增压器超速等; 保护电传动系统的有限压、限流、接地、过载、励磁减少、整流器超温、防空转、防滑行等。它们的测试信号采样、输入电子调控装置、形成调控指令或给出显示等形成系统; 其次是所有电感性电器都单独敷设浪涌保护, 这样可防止对电子调控装置造成干扰, 同时还延长了电感性电器的自身寿命; 再者是在电气控制室的布置上, 发热的电阻性元件在顶部, 继电器在中部, 对温度升高敏感的电子装置控制屏在下部, 唯一的起动接触器在下角, 层次分明, 避免了电器热源对电子系统的影响, 也便于调整作业的进行。

五是可进行自负荷试验, 只要按下电气室中的自负荷箱开关LBTS, 即可由正常运行工况变成自负荷试验工况, 操作很方便。

此外, 主电路电器基本实现了无电切换, 克服了主触头烧损; 控制电路中设有多种不同延时时间的延时器, 在设计上解决了误动作的可能性。

ND₅型内燃机车由车体、车架、柴油机、电传动装置、转向架、机车辅助装置、空气制动装置等组成。第一批进口的ND₅型内燃机车 (ND₅-0001~ND₅-0220) 和第二批进口的ND₅型内燃机车 (ND₅-0221~ND₅-0420) 的总体布置分别示于图1—2和图1—3。

ND₅型内燃机车装有7FDL-16型柴油机。柴油机曲轴通过法兰盘直接驱动5GTA24A3型三相交流同步牵引发电机, 将机械能转变为电能, 通过硅整流装置把牵引发电机发出的三相交流电整为直流, 再经过一套控制系统将电能输送给两台转向架上的六台5GE752AF8型直流串励牵引电动机, 使之转动, 这样电能又转变为机械能。由于牵引电动机电枢上的主动小齿轮与车轴上的从动大齿轮相啮合, 牵引电动机的转动便带动了轮对转动, 使机车产生牵引力, 牵引列车运行。

机车车体为外走廊罩盖式, 由钢板和型钢焊接而成, 主要用以保护乘务人员及机车内各机组设备不受风、砂、雨、雪的侵袭, 并使机车的外形美观。

车体的前端为司机室及电气控制室, 中间为动力室, 后端为冷却室。动力室的车顶做成可以由两侧向中间绕纵向铰链向上翻转开启的折合式罩盖, 用以吊装柴油机和某些机组; 车壁做成可以分段向两侧开启的侧门, 且内壁与内部设备之间没有任何连接管道和电缆, 管道和电缆都装在车架下面, 因此, 维护检修柴油机和其它部件都非常方便。车壁各段之间采用柔性连接密封结构, 密封材料为泡沫尼龙。

车架是机车车体、柴油机及各个机组的安装基础。它是由两根纵向工字钢、端梁、枕梁等横向梁和钢板焊接而成的、刚度相当大的结构。车架前、后端安装着带有NC-391型橡胶缓冲器的车钩。车钩中心距轨面高度, 在新轮箍及非整备状态时, 不超过890毫米; 在踏面磨损37毫米时, 不小于815毫米。车架两端的下部装有平板式排障器 (第一批进口机车), 它由位于上方的大排障平板, 和位于下方的小排障平板, 相互间用螺栓连接组成。排障器的下端, 也就是小排障平板的下端面, 距轨面高度为120+10毫米 (整备状态, 新轮箍), 此高度可通过变换小排障平板相对于大排障平板的高低位置来进行调整。在小排障平板下部, 对准钢轨处装有扫石橡胶板。第二批进口的机车上装外凸式排障器。排障器两侧装有调车员脚踏板, 并有相应的扶手。机车两侧有走行板, 设有扶手栏杆; 前后端两侧均设有登上机车的脚踏板和扶手, 在后端车体端壁上, 有爬到车顶上去的扶手——脚蹬。

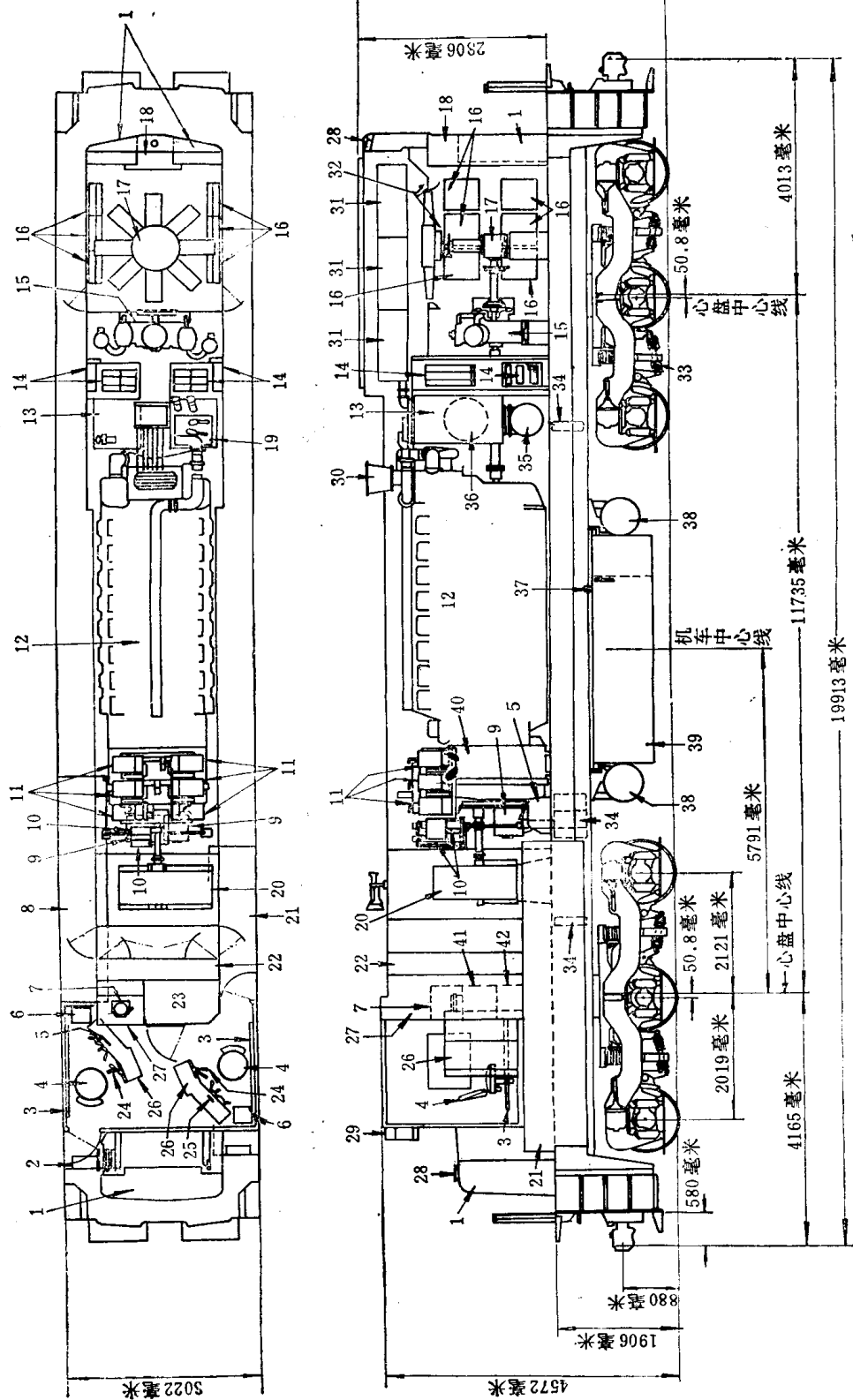


图1-2 第一批进口的ND₃型内燃机车总体布置

- 1—砂箱；2—手制动机；3—侧壁加热器；4—司机座；5—通风道；6—燃油机空气滤清器；7—电炉；8—蓄电池箱；9—辅助发电机；10—接轴器；11—硅整流装置；12—7FDL-16型柴油机；13—水箱；14—燃油机空气滤清器；15—空气压缩机；16—制动电阻；17—传动装置和冷却风扇；18—低速时扩展电阻制动范围接触器室；19—流体放大器流量控制阀；20—通风机；21—电气下室（高压室）；22—电气上室（低压室）；23—贮藏室（原为器洗室）；24—空气制动阀；25—速度表；26—操纵台；27—柴油机控制板（EC板）；28—加砂口；29—车号灯盒；30—烟窗；31—散热器；32—电磁隔离离合器；33—闸瓦间隙自动调整器；34—设备空气系统的空气滤清器；35—机油冷却器；36—机油滤清器；37—燃油加油口；38—总风缸；39—燃油箱；40—牵引发电机；41—乘务员更衣箱；42—工具箱。

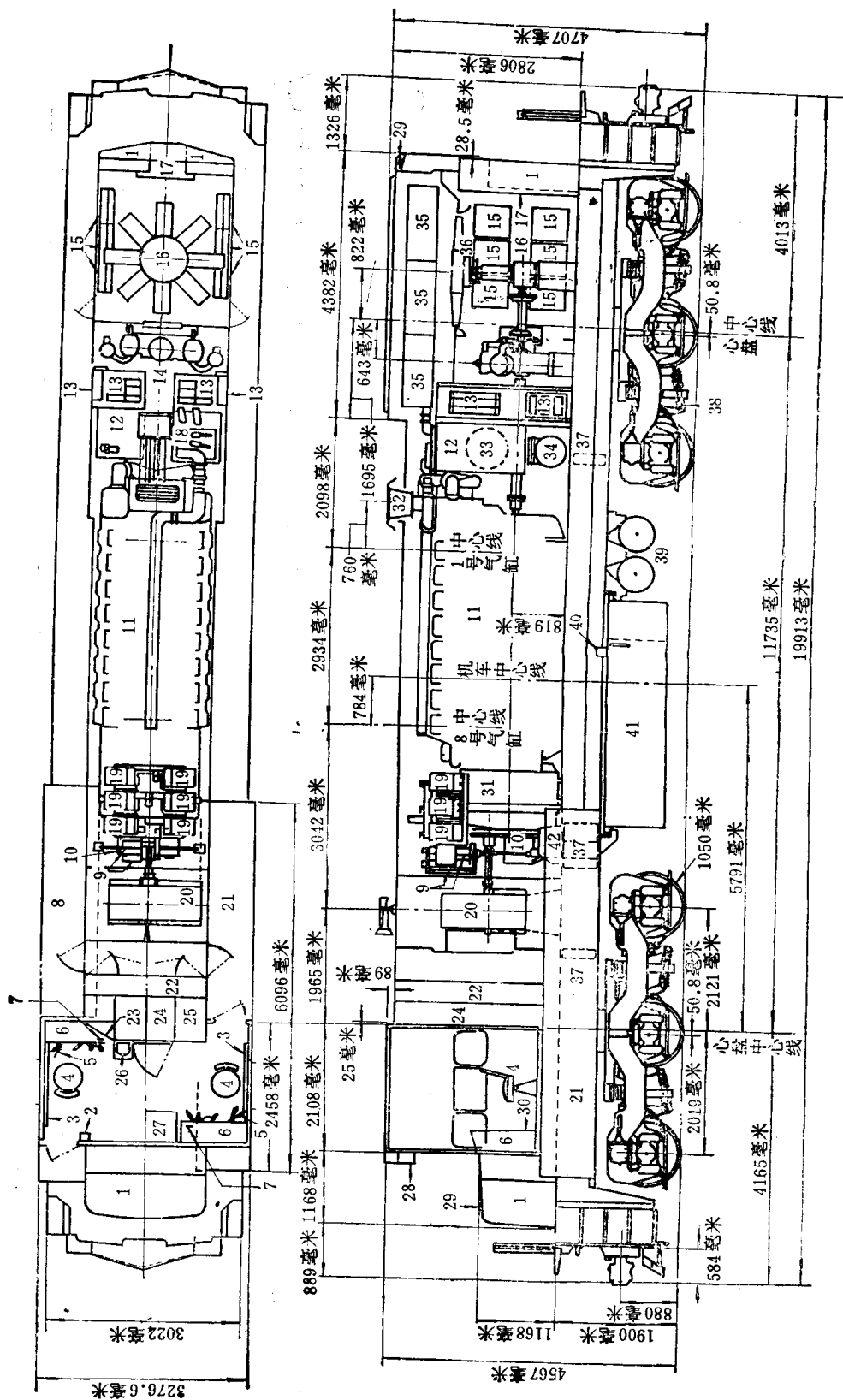


图1-3 第二批进口的ND₃型内燃机车总体布置

- 1—砂箱, 2—手制动机, 3—侧壁加热器, 4—司机座, 5—空气制动阀, 6—操纵台, 7—速度表, 8—蓄电池箱, 9—接触器, 10—辅助发电机, 11—7FDL-16型柴油机, 12—水箱, 13—柴油机油滤清器, 14—空气压缩机, 15—制动电阻, 16—传动装置和冷却风扇, 17—低速时扩展电阻制动范围, 18—乘务员更衣箱, 19—工具箱, 20—电炉, 21—油箱, 22—车号, 23—加砂口, 24—热风, 25—牵引发电机, 26—燃油机控制板, 27—燃油滤清器, 28—机油冷却器, 29—燃油箱, 30—通风道, 31—乘务员更衣箱, 32—电炉, 33—柴油机油滤清器, 34—空气压缩机, 35—制动电阻, 36—传动装置和冷却风扇, 37—低速时扩展电阻制动范围, 38—蓄电池箱, 39—接触器, 40—辅助发电机, 41—燃油箱, 42—通风道。

车架及其上部重量由两台三轴转向架承受, 转向架构架为整体铸钢结构, 结构并不先进, 但结实耐用。车体通过心盘和浮动枕梁, 坐落在转向架的四个橡胶旁承上。车体与转向架的心盘间, 用掺入石墨的润滑油润滑, 并用橡胶海绵制成的套围住心盘, 起防尘作用。心盘除了传递机车上部重量外, 还用以传递车体和转向架之间机车纵向的牵引力、制动力和纵向冲击力。垂直载荷的传力途径为: 车体→心盘→浮动枕梁→橡胶旁承→转向架构架→轴箱弹簧→轴承→轮对→钢轨。这样的传力结构较为简单, 经运用实践证明是可靠的。轴箱为传统的导框式, 具有双列向心滚柱轴承, 导框衬板用尼龙材料制成, 比较耐磨, 不需要加润滑油。转向架构架坐落在轴箱上面的第一系悬挂装置(圆弹簧)上, 而上述橡胶旁承作为第二系悬挂。在轴箱与构架间设有垂向摩擦减振器, 主要用来吸收垂直振动, 每台转向架上共装两个。

ND₂型内燃机车采用由一台牵引电动机驱动一个动轴的个别传动方式。其优点是某一台牵引电动机发生空转或其他故障时, 可以单独切除该电机, 而其他牵引电动机仍能继续工作。牵引电动机采用抱轴式悬挂, 电动机的一侧以其机座的抱轴轴承支承在机车车轴上, 另一侧通过带有粘合橡胶垫的鼻缘悬挂装置悬挂在构架上, 所以也称鼻缘式悬挂。

两台转向架之间设有容量为9900升的燃油箱, 燃油箱左、右两侧都设有加油孔, 两侧还各有三个玻璃油位表, 两组油位表在燃油箱上呈对称布置, 三个油位表分别显示不同高度的油面, 下表显示的油量为400~2800升, 中表显示2750~6250升, 上表显示5850~9450升。燃油箱底部两端有排污堵, 用以定期排放燃油箱底部的沉积油污和水。

燃油箱的前、后设有总风缸, 均为横向布置, 用以贮存压力空气, 总容量为915升(第二批进口机车的两个总风缸均设在燃油箱后方)。总风缸下面设有排水阀。在总风缸与管道连接处, 装设自动排水阀及防冻装置, 以防止缸内积水在冬季冻结。

ND₂型内燃机车采用单司机室。机车有司机室的一端称为机车前端(由于短罩在这一端, 故也称为“短端”); 另一端称为机车后端(由于长罩在这一端, 故也称为“长端”)。司机室右侧前面和左侧后面设有司机室门。司机室内, 在左、右侧各设一个司机座和一个操纵台。机车正向运行时, 司机坐在左侧, 在左操纵台(又称主操纵台)上进行操纵, 而副司机坐在右侧; 机车反向运行时, 司机坐在右侧, 在右操纵台(又称副操纵台)上进行操纵, 而副司机坐在左侧。司机座是软席, 有靠背, 可以升降和转向。操纵台位于司机按运行(瞭望)方向的右侧, 呈45°斜置, 兼顾瞭望和操纵的方便; 第二批进口机车的操纵台改为横向正面布置, 增加了司机室使用空间。司机室的前壁设有两根很强的防撞梁作为保护, 司机室的壁内装有玻璃纤维隔音材料, 可保证司机室在门窗关闭时在任何运行速度下噪声小于80分贝。

司机室内设有电加热采暖装置, 为二个侧壁加热器和二个热风机, 它们的总功率为12.4千瓦, 可保证室外温度为-40℃时, 室内温度在16℃。在靠近每个司机座的地板上, 各设一个侧壁加热器和一个热风机。在两个司机座的上方设有顶吹风扇, 及可调节开度的通气孔。

司机室后面设有贮藏室(机车进口时原为盥洗室)、挂衣钩等。右侧后壁还有三个壁龛, 原设计用以安放供饮食加热用的热板式电炉、随车工具箱及衣物杂物, 现改放自动停车装置、机车信号装置和机车电台装置。电炉被移放在司机室中靠近前端壁正中的地板上, 在电炉近旁的地板上还放置着手提干式化学质灭火器, 容量20磅。

司机室的前、后, 各有四扇和两扇瞭望玻璃窗, 侧向各有一扇玻璃窗。所有的玻璃窗均设有热风防霜装置, 利用热风机从窗框缝隙中吹出的热风使窗的外表面不致于成霜。瞭望窗

上还没有刮雨器。第二批进口机车的前部玻璃窗加大,相应地使前部砂箱(短罩)适当降低,便于司机瞭望;前、后玻璃窗均改为电热丝防霜玻璃。

司机室的车顶及侧壁均用防火材料制成,以确保安全。地板是用不易燃的高密度硬木制成,上面铺以塑料橡胶板。

司机室内两个操纵台的设置基本相同。操纵台上设有:

主手柄、电阻制动手柄和换向手柄(它们是属于司机控制器中的三个操纵手柄)。三个手柄之间设有安全联锁装置,可避免操纵错误而造成事故;

26-L型制动机的26-C自动制动阀和SA-26单独制动阀;

警铃控制按钮(司机呼唤按钮),风喇叭控制阀(第二批进口机车由手动式改为脚踏式),接地继电器复位按钮、过载复位按钮,撒砂开关,导轮撒砂开关;

轮滑指示灯,导轮撒砂指示灯,电阻制动警告指示灯。

此外,在两个操纵台的上方均设有牵引-制动电流表、机车速度表,以及显示空气制动系统中总风缸、均衡风缸、列车管和制动缸压力的两个压力表,在操纵台外侧的地板上设有足阀(警惕脚踏开关)。

第一批进口机车,在副操纵台的前端垂直板的下方设有复式重联截断塞门手柄和压力维持切断阀的截断塞门的手柄。在第二批进口机车上,这两个塞门的转换改用手轮操纵,手轮设在主操纵台的左下方。

在司机室右侧后壁板上方设有柴油机控制板(又称EC板)。板上设置有两块故障显示灯板,其中一块设有显示接地*、过负荷*、蓄电池不充电、机油泵起动、柴油机超速等各种故障的警告灯;另一块设有显示柴油机过热、自负荷工况、调节器停机、曲轴箱超压*、柴油机空气滤清器堵塞*、整流装置超温等各种故障的警告灯。这些警告灯可直接向司机提供运行中的柴油机工况,和可能或已经发生的故障。上述带“*”的警告灯,在电气室内安装的故障显示屏(又称AP屏)上也设置。在机车运行时,司机应按照警告灯显示,对已经发生的各种故障情况及时作出正确的判断,采取应急处理措施,维持机车运行。

柴油机控制板上还设有:起动机油泵起动按钮,柴油机启动按钮,柴油机停机按钮,以及空气滤清器、燃油泵、整流装置超温、牵引电动机开路等的复位按钮。还有一些自动开关(如机车信号自动开关,本机控制自动开关,重联控制自动开关,励磁控制自动开关,照明自动开关等)、照明开关、柴油机控制开关(起动位、运转位)、多机重联头灯组合开关及牵引电动机切除开关,后者可分别切除任一台发生故障的牵引电动机。

柴油机控制板与故障显示屏、调节器、温度开关、压力开关、有关的保护继电器一起,组成柴油机监控系统(ESM)。此系统是一个电子机械装置,用来鉴别、监控、改善柴油机和机车的运行,可以防止不必要的途中停车、机破和减少故障引起的继发性事故,并能在停车或机破之前迅速提供检查、维护和排除故障的多种指示信号。这种监控系统的作用可靠性,以及在我国铁路上的适用性,尚有待一段时间运用实践的验证。

在司机室后壁上的柴油机控制板下方,设有一个充电插座,可利用外接电源向蓄电池充电。在后壁上贮藏室门的上方,设有自动停车装置报警盒。在司机室前壁右侧,设有紧急制动阀。

在司机室前壁正中上方,以及后壁上方,均设有双面六种信号的显示灯,能向司机复示线路信号机的信号。在司机座外侧上方车顶上,设有调节刮雨器动作快慢的旋钮开关及司机室照明开关。

电气控制室有上、下两个控制室，简称电气上室和电气下室。电气上室为一个有两扇折门的密封室，此室集中装置了所有低电压和只产生低热的电气控制部件，故又称低压室，室内有励磁可变电阻、硅二极管、励磁控制屏、控制和保护继电器和接触器、电压调整器、警哨系统的牵引电动机速度控制屏（MSP屏）、故障显示屏、接地闸刀、充电显示二极管等。电气上室内部各电器的布置井然有序，这在前面“特点”中已叙述过。在司机室与电气上室的夹层中设有蓄电池充电电阻器。

由于电气上室就在司机室的后面，这对查看和检修低压控制电器来说是比较方便的。为使室内空气洁净，减少控制电器不必要的故障和检修作业，门与门框之间用橡胶垫予以密封，室内充以由通风机送出并经滤清、具有正压的空气，使外界未经滤清的大气空气不能进入电气上室。

电气下室位于主操纵台位置的地板下面，并在一部分左侧走行板的下面。大部分高压、大电流、有热量散逸出来的功率设备均安装在此室内，故此室也称为高压室。室中装有牵引电动机并联接触器（主接触器）、牵引发机电流控制电感器、换向转换开关、电阻制动转换开关、自负荷接触器、牵引发电机励磁接触器等。电气下室的门也具有橡胶垫密封，室内也充以正压洁净空气。

在司机室副操纵台位置的地板下面为空气制动柜（简称制动柜），柜中装置26-L型空气制动机的绝大部分部件，如26-F控制阀、J1.4-14继动阀、A-1撒砂及切断先导阀、P-2-A强迫制动阀、各个风缸与空气制动有关的各个压力开关、电磁阀和截断塞门等。另外，在制动柜内的前方安装自动停车装置（简称自停装置）的一些部件。

第二批进口机车中，将某几个制动部件从制动柜移至司机室地板下方。

在制动柜的后面、靠右侧一部分走行板的下面，安放蓄电池组。

在通风机安装位置的车顶上方设有风喇叭，共两组，一组向前，一组向后，均有高、中、低三种音调。两组风喇叭分别由两个操纵台上的风喇叭控制阀来控制。另外，在司机室外的右侧车架下面，设有一个铸铁铃，用压力空气操纵，作为机车风喇叭的补充音响与警戒信号。

在机车的每一端，设有照明灯（又称头灯），以保证司机夜间运行瞭望前方线路情况。在机车每一端的两侧，均设有显示一红一白色灯的二显示标志灯。另外，在转向架两端的车架上，设有四个底部照明灯。

第一批进口的机车，在司机室右侧前方外面，设有一个手制动轮，直径为508毫米，顺时针方向旋转时是制动，反时针方向旋转时为缓解。手制动轴通过链条操纵与机车第二、第三位轮对的右侧车轮相对的闸瓦。第二批进口机车的手制动机，由手轮式改为倒链式，并移到司机室内，靠前壁右侧处，这样可防止闲人扳动。

动力室中安装有柴油机-牵引发电机组，7FDL-16型柴油机的标定持续功率为4000马力（指公制马力，后同），它是四冲程、水冷、高增压的16缸呈V型布置的柴油机。5GTA24A3型牵引发电机位于柴油机前端（按机车正向），它通过法兰盘由柴油机曲轴驱动。除此之外，在动力室中还设有：

5GY27M1（或M2）型励磁机和5GY27L1（或L2）型辅助发电机，它们的额定功率分别为18.3和19.5千瓦，均装固在牵引发电机前端的齿轮箱上，由牵引发电机输出轴通过齿轮驱动，前者作为牵引发电机的励磁机，后者作为蓄电池的充电发电机、励磁机他励绕组电源，并兼供照明和控制设备的电源用。在起动柴油机时，两台电机由蓄电池供电，作为起动电

动机使用，带动柴油机旋转；

离心式通风机（也称设备通风机），位于牵引发发电机的前方，用以向柴油机冷却水系统散热器以外的许多机车设备如牵引发发电机、硅整流装置、牵引电动机等电机、电器设备进行冷却和通风，它以联轴器连接于牵引发发电机的电枢轴上，由柴油机直接驱动。由通风机泵出的压力空气，对设备进行通风、冷却的这一系统称为“设备空气系统”；

FM-464型硅整流装置（也称硅整流柜或主整流柜）设在牵引发发电机上方，共六个，每个整流柜内安装12个大功率整流二极管，二极管型号为6RT105TT，用以对牵引发发电机发出的三相交流电进行全波整流；

GE7S1616B1型废气涡轮增压器装在柴油机自由端正方的正中央，而它的两侧为中间冷却器。柴油机排出的废气经管道引入涡轮增压器的涡轮机部分，以其所含能量推动涡轮机转动，带动涡轮机轴另一端的压气机叶轮一起转动。大气中的空气通过动力室车体两侧的金属滤网（也称过滤窗），再通过两侧共六块塑料粗滤器块（包括162个离心式滤清元件）进行粗滤，然后经两侧共12个纸质滤清元件精滤后进入涡轮增压器，故空气经过二次（二级）滤清（如把进入车体时经过金属滤网也作为一次滤清，则为三级滤清）。进入增压器的空气经压气机压缩，增压空气由中间冷却器冷却，再引入柴油机各气缸工作。进入柴油机的压力空气的这一系统称为“柴油机空气系统”。高度洁净的新鲜空气，有效地保证了柴油机可靠工作。塑料粗滤器的每一个滤清元件，如同一个小型旋风式除尘器，设计新颖，性能好，清洗周期可达6万公里。GE公司规定，季检时塑料粗滤器的压降为152.4毫米（6英寸）水银柱，而实际压降仅120毫米水银柱。

在涡轮增压器中工作过的废气，经不锈钢制成的折迭式排气管通过车顶烟囱排出。

此外，在动力室中还设有：机油泵和水泵，它们均安装在柴油机的自由端，由柴油机曲轴通过中间齿轮驱动；燃油泵，专门用一台电动机单独驱动，泵和电机连接成为一个机组，等等。

从上述及下面将叙述的空气压缩机、冷却风扇等内容中可看出，机车上的辅助装置，大多数都为机械传动，由柴油机直接或通过齿轮（辅助传动装置）驱动，这种传动方式效率高，并且可靠。

柴油机上设有独立的安全保护装置，一个是低油压自动停车装置，另一个是低水压自动停车装置，均位于车体左侧的PG调节器的上方。在整个柴油机转速范围内，在各种工况下，这两个装置都起保护作用。当油压或水压降到安全值以下时，柴油机即自动停车。

在动力室内，从前面数起第二扇门内，设有柴油机起动板，板上设有燃油泵复位按钮、柴油机起动按钮、柴油机停机按钮（红色）、起动机油泵按钮、起动机油泵的指示灯，以及刻度从0~14公斤力/厘米²的机油压力表。

在第二批进口机车上增加一块燃油压力表，以便在起动柴油机时观察燃油压力和判断故障用。

起动机油泵和机油冷却器位于车体左侧第六、第七扇门内。在动力室后部的大、小水箱，分别置于车体左、右侧。大水箱的外侧壁的下方有一个水温表，标度为-10℃~110℃。在小水箱的下方设有机油精滤器。两水箱上均装有玻璃水位表，其上有空载满水位、空载低水位及负载低水位的标志线。

冷却室位于机车车体的后部，与动力室相邻。冷却系统中的散热器设置在该室顶部，共六个单节（或称六块），在左、右两侧呈八字形倾斜天窗式排列，用来冷却流经柴油

机的循环水。散热器下面为由冷却风扇、电磁涡流离合器和变速箱组成的GDY-72D型冷却风扇装置,冷却风扇直径为1828.8毫米,有8个叶片,排风量为3029米³/分,转速由电磁涡流离合器根据冷却水温度及柴油机转速自动调节。当柴油机工作时,柴油机自由端通过驱动空气压缩机,再由后者通过变速箱中的一对圆锥齿轮及电磁涡流离合器驱动冷却风扇转动,风扇排出的空气流吹过散热器,将从循环水经散热器传出的热量消散入大气中。

电磁涡流离合器结构简单,它的绕组在主传动轴上,通过滑环输入电流。冷却风扇由于传动轴轴线方向改变,故设置了具有圆锥齿轮的变速箱。此外,在变速箱前端,还设有飞轮盘,对保证变速箱前端轴承的可靠工作,有明显的益处。

电阻制动的电阻器(电阻栅),布置在冷却室车体两侧的侧壁上,冷却风扇吸入的空气流,先通过这些电阻器,所以先对电阻进行冷却。机车在进行电阻制动时,柴油机处于卸载状态(除驱动辅助装置以外),这时经电阻器加热的热风虽然降低了散热器的冷却效果,但由于柴油机正处于卸载工况,所以散热器的冷却效率就显得无关紧要了。

散热器为干式,即柴油机停机或循环水温度较低不需要冷却时,不让循环水流经散热器,而直接流回水箱,散热器及其水管中原有的冷却水也靠重力全排回水箱,即使在严寒季节,散热器也不会因忘记保温而冻结,使散热器保持干燥,故称为干式散热器。这有利于散热器的保养和延长使用寿命。但干式散热器在检查其泄漏处所时,由于机车上无试压装置,将带来一定困难。在大水箱左侧顶上设有流体放大器流量控制阀,它是利用少量冷却水流量作控制流体,来控制冷却水主流量的流向,根据水温高低进行控制。水温较低时,控制柴油机的冷却水直接流回水箱;当水温升高达到某一温度时,控制一部分冷却水流经散热器;当水温继续增高达到某一更高的温度时,可控制全部冷却水流向散热器。

机车上所用的压力空气由3CDCL型活塞式三缸空气压缩机泵出,它安装在柴油机自由端,由柴油机通过联轴器和传动轴直接驱动,额定排气量为7009升/分,压力空气贮存于前面提到过的两个总风缸中,压力空气先流入第一总风缸,该总风缸出口的压力空气,除供给风喇叭、警钟、刮雨器和撒砂阀外,并流入第二总风缸,再由第二总风缸向空气制动装置及其它需要压力空气的部件供给压力空气。

每台转向架上各设有四个直径为228.6毫米(9英寸)的制动缸,制动缸鞴杆通过水平及垂直布置的杠杆及U形链环与闸瓦托连接。机车的六根车轴都是制动轴,采用单侧闸瓦制动,闸瓦与车轮之间的间隙可通过RK2型闸瓦间隙自动调整器进行调整,这样可使制动缸鞴杆行程保持在规定的范围内。每台转向架上共有四个闸瓦间隙自动调整器。

制动方式有电阻制动和空气制动,两种制动方式间设有联锁装置,以防止运用中发生制动故障。电阻制动作用比较好,并设有低速扩展电阻制动范围的控制系統,在运行速度低达15公里/小时还能有较大的电阻制动制动力。

第二节 ND₅型内燃機車主要技术参数

机车主要技术参数

用 途	干线客货运
轨 距	1435 毫米
机车限界	中华人民共和国机车车辆限界GB146—59(所有车门和装货口关闭状

态)

运用条件·····在海拔2433米及以下,外界温度 -48.3°C 至 $+51.7^{\circ}\text{C}$ 范围内,在10公里长
隧道内三机重联牵引,以及在大风及多砂的条件下,机车均能正常运行

传动方式·····三相交流/直流电传动

走行部型式·····转向架式

轴 式····· $C_0-C_0(3_0-3_0)$

轮径(新轮箍)·····1050毫米

机车最高运行速度·····118公里/小时

机车(一台机车)通过最小曲线半径·····85米

机车主要尺寸:

车钩连接面间距离·····19913毫米

至机车顶的高度(喇叭在限界内)····· 4713 ± 38 毫米

车体宽度····· 3277 ± 13 毫米

转向架心盘中心距·····11735毫米

全轴距·····15875毫米

车钩中心线距轨面高度(新轮箍,非整备状态)····· 880 ± 10 毫米

轮箍内侧距离····· $1353^{+0}_{-1.5}$ 毫米

牵引电动机齿轮箱距轨面高度(新轮箍)·····128毫米

机车净重····· $125.5^{+0}_{-2} \pm 3\%$ 吨

机车全整备重量(包括两名乘务员及全部燃油、砂等)····· $138^{+3}_{-2} \pm 2\%$ 吨

轴 重····· $23^{+3}_{-2} \pm 0\%$ 吨

转 向 架:

自 重·····27.215吨

轮廓尺寸····· $5175 \times 2979.7 \times 1285.7$ 毫米

每轴簧下重·····5.738吨

弹簧悬挂装置总静挠度····· 129.82 ± 6.41 毫米

其中:一系静挠度····· 117.5 ± 4 毫米

二系静挠度····· 12.32 ± 2.41 毫米

燃油箱容积····· $9900 \pm 6.0\%$ 升

有效使用量·····9455升

冷却水贮存量·····1362升

机油贮存量·····1439升

砂贮存量····· $850^{+6}_{-3} \pm 3\%$ 升

每端砂箱贮存量····· $425^{+6}_{-3} \pm 3\%$ 升

牵引齿轮传动比·····82:21

牵引力:

最大起动牵引力.....534千牛 (54453公斤力)
 持续牵引力 (在持续速度22.2公里/小时、冷却风扇全速运转时)360千牛
 (36710公斤力)

柴油机主要技术参数

型 号.....7FDL-16型
 型 式.....V型、四冲程、废气涡轮增压
 气缸数.....16
 气缸直径228.6毫米
 活塞行程 (主缸) 266.7毫米
 V型夹角..... 45°
 压 缩 比.....12.7:1
 活塞总排量175.4升
 标定功率 (在UIC条件下, 当环境温度27℃、大气压力750毫米水银柱、
 相对湿度60%时).....4 000⁺²₋₁%马 力
 平均有效压力.....标定功率时为20.5公斤力/厘米²
 最高爆发压力标定功率时>160公斤力/厘米²
 最小压缩压力.....柴油机空转时为30.6公斤力/厘米²
 转 速:
 柴油机各档位转速如下表所列。

手柄位置	转速 (转/分)	转速范围 (转/分)	手柄位置	转速 (转/分)	转速范围 (转/分)
8	1000 (最高转速)	995~1003	1	443	439~447
7	923	910~937	空转*	443	439~447
6	841	837~845	低速空转	385 (最低转速)	381~389
5	841	837~845	电阻制动1	443	439~447
4	742	728~756	电阻制动2	742	728~756
3	682	678~686	电阻制动3	1000	995~1003
2	514	500~527	*空转也称惰转, 或称怠速运转		

超速停机转速.....1100 转/分
 起动时最小点火转速.....40 转/分
 活塞平均速度..... 最高转速1000转/分时为8.9米/秒
 曲轴旋转方向 (面向输出轴)左转 (反时针)
 气缸发火次序:

右列 1 3 7 4 8 6 2 5 1
 ↘ ↗ ↘ ↗ ↘ ↗ ↘ ↗ ↘ ↗ ↘ ↗
 左列 1 3 7 4 8 6 2 5

配气相位:

进气门开.....	上止点前65°
进气门关.....	下止点后45°
排气门开.....	下止点前55°
排气门关.....	上止点后61°
气门重叠角.....	126°
喷油提前角.....	26°
起动方式.....	辅助发电机和励磁机均由蓄电池供电, 作为起动电动机使用, 带动柴油机 旋转
电机起动扭矩.....	2000~5000牛·米

燃油系统主要参数

喷油泵:

型 号.....	贝恩迪克斯型 (Bendix, GE公司编号为41E902979 Group1)
型 式.....	双螺旋槽, 单体柱塞型
柱塞直径.....	18毫米
柱塞行程.....	20毫米

喷油器:

型 号.....	勃鲁斯型 (Bryce, GE公司编号为41D715116G2)
型 式.....	多孔闭式
喷射压力.....	267 ⁺ ₄ 公斤力/厘米 ²
喷孔数.....	10个
喷孔直径.....	0.432毫米
针阀升程.....	0.52±0.009毫米

燃油泵:

型 号.....	吐脱希尔型 (TUTHILL 2LA)
型 式.....	内齿轮式, 电动机单独驱动
泵油量.....	28.39升/分
供油压力.....	转速2350转/分时为2.8公斤力/厘米 ²
燃油牌号.....	ASTM No.2
燃油消耗率 (标定功率).....	147.6±3% 克/马力·小时

机油系统主要参数

型 式.....	压力循环式
机油牌号.....	SAE40
机油消耗率.....	小于燃油消耗率的0.3%
机油泵:	
泵油量.....	柴油机1000转/分、压力为8.5公斤力/厘米 ² 时为1000升/分
柴油机机油压力:	
标定功率时.....	5.25~6.65公斤力/厘米 ²
空 转 时.....	1.4公斤力/厘米 ²