第 1 章　综　述

哈大铁路客运专线是国务院批准的《中长期铁路网规划》“四纵四横”客运专线网中京哈客运专线的重要组成部分，是国家“十一五”计划的重点工程。2005 年 12 月 23 日国家发展改革委员会批准立项，2007 年 4 月 25 日国家发展改革委员会批复可行性研究报告，2007 年 8 月 23 日开工建设。线路全长 904 km，南起大连 DK0+681.9，北终至哈尔滨站 DK931+800，纵贯辽宁、吉林、黑龙江三省。合同工期 65 个月。

1.1　工程概况

1.1.1　中铁二局承担的工程任务概况

中国中铁中标承建哈尔滨至大连铁路客运专线 TJ-1 标段工程，施工范围为大连至沈阳，标段里程为 DK0+681.9 ~ DK390+865.344，线路全长 376.907 km，位于辽宁省大连市、营口市、鞍山市、辽阳市、沈阳市境内。铺轨里程为 DK0+681.9 ~ DK404+200。正线铺轨长度 762.847 km。车站 10 个，其中新建 8 个，预留 2 个（新灯塔、新沈阳站）。

根据中国中铁任务安排，中铁二局承担 TJ-1 标段 DK233+000 ~ DK308+665.5 段线下工程、DK233+000 ~ DK319+215.8 段制架梁以及 TJ-1 标全部铺轨工程（大连北站枢纽至沈阳枢纽）。线下工程管段位于辽宁省辽阳市、鞍山市和营口市境内。线路自营海特大桥 423#墩（DK233+000）起，经下夹河线路所路基段（0.61 km）、海城特大桥（8.791 km）、新海城车站路基段（1.5 km）、海鞍特大桥（20.863 km）、DK227+784 ~ DK279+021 路基段（1.117 km）、名甲山特大桥（4.715 km），经鞍山隧道（2.440 km）、新鞍山车站路基段（1.5 km），至鞍辽特大桥（19.205 km）沈台尾（DK308+655.5），全长

75.3 km（短链 0.365 km）。制架梁则向北延伸包括王双树特大桥（DK312+510.6～DK319+215.8）在内。

主要工程量为：桥梁 7.5 座（其中特大桥 4.5 座），总长约 66.771 km；隧道 1 座，2.44 km，桥隧占线路总长 92%。路基 8 段，计 6.089 km，占线路总长的 8%。建设 3 个箱梁预制场并预制架设 32 m/24 m/ 20 m 简支箱梁 2 194 孔；建设 2 个 CRTS Ⅰ型轨道板预制场并制铺 31 194 块轨道板。正线铺轨 762.847 km，其中无砟轨道 680.018 km，有砟轨道 68.89 km，站线 61.087 km，铺高速无砟道岔 72 组、有砟道岔 147 组。

1.1.2 建成达到的主要技术标准

铁路等级：客运专线。

正线数目：双线。

设计速度目标值：350 km/h（暂定运营速度：冬季 200 km/h，夏季 300 km/h）。

最小曲线半径：7 000 m。

线间距：5.0 m。

限制坡度：一般地段 20 ‰，困难地段 25 ‰。

到发线有效长：700 m。

牵引种类：电力。

机车类型：动车组。

列车运行方式：自动控制。

行车指挥方式：调度集中。

建筑限界：客运专线铁路建筑限界（300 km/h＜v≤350 km/h）。

轨道结构形式：正线主要采用 CRTS Ⅰ型板式无砟轨道，高速道岔采用长枕埋入式。

1.1.3 管段内工程自然特征和地质概况

1. 气象特征

管段沿线气候由南向北变化较大，在气温、湿度、雨量等方面由南向北都有过渡性，南段营口至鞍山一带属暖温带～温带、湿润～半湿润的季风气候，鞍山至辽阳段属温带、湿润～半湿润的季风气候。年平均气温 8.9～10.9°C，最冷月平均气温−11.3～−3.9°C，极端最高气温 35.0～36.7°C，极端最低气温−18.8～−33.1°C。年平均降水量 591.5～674.7 mm，年平均相对湿度 56%～64%，年平均蒸发量 1 506.9～1 985.6 mm。主要风向 N、SSW，最大风速 12.7～35.6 m/s。土壤最大冻结深度 0.93～1.48 m。

2. 地质情况

线路位于第四系冲洪积平原，地形开阔、平坦。下伏片麻岩、砂岩，局部地段下伏灰岩。覆盖层厚度一般在 50 m 以上，局部较浅，个别地方（DK278+183）基层出露。覆盖层多为素填土、粉质黏土、黏土、砂类土（粉砂、中砂、粗砂）、淤泥质土，部分地段为松软地基。

一般力学指标为：淤泥质粉质黏土 σ_0=80 kPa；粉土 σ_0=130 kPa；粉质黏土 σ_0=140～180 kPa；细砂 σ_0=210～300 kPa；中砂 σ_0=370～450 kPa；粗砂 σ_0=550 kPa；片麻岩 σ_0=250 kPa、600 kPa、1 200 kPa；粗圆砾土 σ_0=1 000 kPa；花岗岩 σ_0=1 500 kPa。

3. 水文地质特征

管段线路所经河流属辽河水系，主要河流有八里河、海城河等，但河道均无通航要求。八里河设计流量 634.7 m^3/s、流速 1.21 m/s；海城河设计流量 4 862 m^3/s、流速 3.97 m/s。

沿线地下水按赋存条件可分为第四系孔隙水、基岩裂隙水、岩溶水，其补给来源主要是大气降水以及河流的侧向补给，埋藏条件随地貌单元不同而变化。地下水一般埋藏深度为 1.0～25.0 m。部分地段地下水具有硫酸盐侵蚀性或二氧化碳侵蚀性。

4. 地震参数（见表 1-1）

表 1-1 地震动参数区划表

里程范围	地震动峰值加速度/g	相当于地震基本烈度

DK233+000 ~ DK256+500	0.15	Ⅶ
DK256+500 ~ DK308+665.5	0.10	Ⅶ

1.2 工程设计概况

1.2.1 设计特点

作为高寒地区修建的高速铁路，在哈大高铁工程建设中采用 CRTS Ⅰ型板式无砟轨道，与其他地区客专及普速铁路相比，在结构设计、材料选用上有其独特要求。主要体现在：一是着重提高混凝土结构的耐久性，尤其是耐寒、抗冻融、抗裂性；二是路基结构体系的防冻胀处理；三是考虑了高寒地区温度场特性对工程结构的影响。

1.2.2 路基工程

（1）路基软土地基设计采用 CFG 桩复合地基加固，并采用桩帽或桩板结构进行加强处理，以严格控制路基工后沉降。例如：海城西站地基变更为 CFG 桩帽结构加固，鞍山西站地基变更为 CFG 桩板结构加固。

（2）无砟轨道路基基床总高度设计为 2.7 m，底层厚 2.1 m，采用非冻胀土和 A、B 组填料填筑。其中，冻深范围内为 A、B 组非冻胀土；表层级配碎石，原设计 0.4 m，表层与底层间设 20 cm 砂垫层及不透水土工膜（土工膜全路基断面铺设），2008 年变更设计为表层级配碎石厚 0.55 m，表层与底层间砂垫层厚度减为 0.05 m。路堤两侧设置防冻胀护道，高度和顶宽均为 1.5 m。

（3）土质及软岩路堑、地下水路堑地段采用路堤式路堑形式，基床底层换填非冻胀土和 A、B 组填料，换填厚度 0 ~ 2.1 m，两侧设盲管排水，部分地段设渗沟加强排水。2012 年初哈大客专发现冻胀问题后，变更设计于原未设渗沟的路堑及低路堤地段增设渗沟，并对既有渗沟进行保温补强处理。

（4）为满足排水需要，路肩墙做特殊设计处理：采用预制混凝土块砌筑在土工膜上，通过在底部设置无砂混凝土块和在中部设置泄水凹槽的方式，排除基床中及电缆槽道中的水。无砂混凝土块每隔

3 m 设置一处，中部泄水凹槽则与电缆槽排水孔相对应，每隔 1 m 设 1 个。

（5）基床表层裸露部分原设计采用沥青混凝土封闭，2009 年变更为 C25 纤维混凝土，厚 6 ~ 10 cm。每隔 5 m 设横向假缝，同时封闭层与混凝土底座间设置纵向缝。纵横向缝处原采用热浇沥青浇筑灌缝处理，后经冬季发现离缝严重，是导致线路冻胀的主因之一，故改用聚氨酯重新填缝。

1.2.3 桥梁工程

（1）本段工程桥梁基础主要采用钻孔灌注桩承台基础，钻孔桩大部分为摩擦桩，少数为柱桩，桩径有 1.0 m、1.25 m、1.5 m 三种，桩长 20 ~ 59.5 m 不等。

（2）桥梁混凝土初步设计为普通混凝土，后考虑高寒冻融及侵蚀性环境，提高结构耐久性及使用寿命，变更设计调整为高性能混凝土；同时根据环境作用等级，提高了不同部位的混凝土强度等级。钻孔桩采用 C30 ~ C40 混凝土，墩台身、承台采用 C30 ~ C45 混凝土，箱梁采用 C50 混凝土。

（3）梁体主要采用 32 m/900 t 级后张法预应力混凝土箱梁，采用单箱截面结构，由中铁工程设计咨询集团有限公司设计，图号为通桥（2008）2322A-Ⅱ。设计对箱梁梁体、桥面系进行了优化处理。梁体宽度由 13.4 m 变为 12 m。桥面排水采用三列排水方式，防水结构设计为高聚物改性沥青防水卷材+纤维混凝土封闭。桥面电缆槽为 RPC 盖板，采用复合型基材栏杆。

（4）桥台锥体基础采用 CFG 桩加固处理，台后设掺 5%水泥级配碎石过渡段及混凝土块，以减少沉降差异并实现刚度平稳过渡。

1.2.4 鞍山隧道工程

（1）鞍山隧道系为满足军方要求而设的下穿军用线隧道，全长 2 440 m，位于 R=8 000 m 的曲线上，线路纵坡呈“V”形坡，纵向坡度为 15‰的下坡和 19.998 9‰的上坡，进出口两端设有封闭雨棚。

（2）鞍山隧道内线线路最大埋深约 20.5 m（轨面至地面），最大覆盖厚度约为 10.5 m。除下穿铁路

段 50 m 设计为暗挖，其余地段设计为明挖。暗挖采用单侧壁导坑法，明挖则分为放坡开挖和钻孔桩围护开挖。

（3）隧道衬砌按结构形式分为 5 种，分别为框架明洞衬砌、框架立交明洞衬砌、暗挖段衬砌、放坡段拱形明洞衬砌、桩围护段明洞衬砌。

（4）隧道防水按照 GB 50108—2008 一级防水设计：隧道结构采用全包防水，变形缝处埋设 350 mm×8 mm×*R*20 mm 中埋式钢边橡胶止水带，外侧安装 300 mm×8 mm×30 mm 背贴式橡胶止水带；隧道纵向、横向施工缝处埋设 300 mm×8 mm×*R*16 mm 中埋式橡胶止水带，并均埋设预留注浆管。衬砌全断面外包自黏式 ECB 防水卷材，并设 50 mm 厚细石混凝土防水保护层。

（5）隧道洞室每 500 m 设置 1 处，左右交错设置：中部设排水泵房机械排水，并变更增设排水竖井一处，以采用直接地上排水方式；隧道通风采用自然通风的方式。

（6）基于严寒地区高速铁路隧道内温度场的特殊性，后期又在中部设计增加了保温水沟。

1.2.5 轨道工程

（1）正线轨道按一次铺设跨区间无缝线路设计，以无砟轨道结构为主；枢纽范围则采用有砟轨道。钢轨采用 100 m 定尺长 U71Mn（k）、60 kg/m 轨，由沈阳局焊轨基地焊接成 500 m 长钢轨运至铺轨基地，轨道设计锁定轨温 12～22°C（±3°C）。

（2）哈大客专无砟轨道结构形式的选择，于 2008 年 9 月确定采用 CRTS Ⅰ型板式轨道。轨道板设计为双向后张预应力单元板，标准板长 4 962 mm、宽 2 400 mm、厚 200 mm，设置无挡肩承轨台（高 20 mm），混凝土强度等级 C60。纵横向预应力筋采用低松弛无黏结预应力钢棒，直径 13 mm。

（3）混凝土底座及凸台设计为 C40 钢筋混凝土结构，底座宽度：桥梁和隧道地段为 2 800 mm，路基地段为 3 000 mm；厚度：桥梁地段为 200 mm，路基地段为 300 mm，隧道地段受线路纵断面调整前后的影响，分别为 271 mm 和 200 mm；凸形挡台分圆形及半圆形两种，半径均为 260 mm；高度 260 mm，

减振板处高度为 270 mm。底座与梁面、隧道铺底之间设置有连接钢筋。

（4）桥梁地段每 1 块轨道板、路基隧道每 2 块轨道板对应的底座长度设置一处伸缩缝，伸缩缝宽 20 mm，对应凸台中心并绕过凸台，缝内用聚乙烯泡沫塑料板填缝，并用沥青软膏或聚氨酯密封。路基伸缩缝处底座内设有传力杆。

（5）轨道板与底座之间设计为 50 mm 厚的 CA 砂浆填充层，CA 砂浆为低弹模砂浆，弹性模量为 100～300 MPa，采用灌注袋充填方式；板与凸形挡台之间灌注聚胺脂树酯，厚度为 30～50 mm。

（6）Ⅰ型板轨道扣件采用 WJ-7B 型扣件，其中桥梁需设置小阻力扣件地段采用 X2 型弹条并配用复合垫板，其他地段采用 W1 型弹条并配用橡胶垫板。

（7）路基地段无砟轨道排水取消了线间设集水井方案，变更为底座预埋排水管方式，选用管径 120 mm 的不锈钢管。

（8）正线有砟轨道地段采用Ⅲc 型混凝土枕，1 667 根/km，采用弹条 V 形扣件；道床采用特级碎石道砟，厚 0.35m（硬质岩石路堑、桥上及隧道内道床厚均为 0.35m）。

（9）车站正线两端咽喉区采用轨枕埋入式及双块式无砟轨道结构，其中无砟道岔选用我国自主研发的 18#、42#轨枕埋入式无砟道岔，双块式无砟轨道则设置在岔区轨枕埋入式轨道之间以及岔区轨枕埋入式轨道与Ⅰ型板式轨道之间。

（10）正线无砟有砟轨道间以及岔区无砟轨道与到发线有砟轨道间设置过渡段，过渡段在有砟轨道下设置混凝土搭板或支承层，在有砟轨道一定范围内设置道砟胶，道砟胶按全部黏结及部分黏结方式设置。

（11）正线道岔均设置了道岔融雪装置。

1.3 施工特点及难点

1.3.1 施工管理特点及难点

哈大客专项目工程规模大、类型齐全、技术标准要求高、气候条件差，外部施工环境复杂，主体工程实际工期又相当紧迫，在施工管理方面面临着新的要求与挑战。

（1）工程规模大，类型齐全，施工组织要求高。

施工管段线下工程长度 75.3 km，桥梁 66.775 km、隧道 2.44 km、路基 6.089 km，制架梁 2 194 孔、制铺板 31 194 块，铺轨近 400 双线公里、铺岔 214 组，路基、桥涵、隧道、站场、轨道等工程类型齐全，工程总额达 70 多亿。工程规模大，作业面多，气候条件恶劣，自推行项目法管理以来，单个项目经理部从未承担过如此重大的工程任务，这对施工组织提出了相当高的要求。

（2）工期紧，任务重，资源投入大。

根据当时铁道部、辽宁省要求，总工期提前一年，再加上严寒地区冬季气候影响，实际正常施工时间相当紧，施工强度大，实际混凝土月产量高峰期达 28×10^4 m^3，单个梁场最高月制梁达到 93 孔、单机架梁 109 孔，单作业面日铺板 130 m，单机日铺轨 3.5 km，部分工点采取了冬季施工以满足工期要求，整个项目在施工人员、设备、料具等方面投入大。

（3）点多线长，作业面广，安全质量管理难度大。

施工管段跨度大，工程项目安全风险点多，供应组织线路多、品类多、用量大。其中，桥梁深基坑开挖、大吨位箱梁架设、临近高压线下架梁、特殊结构梁多且上跨高速公路、国道、省道及既有铁路等；鞍山隧道下穿铁路军用线；轨道工程铺设范围涵盖 8 个区间站、1 个线路所及大连北、沈阳两大枢纽，涉及大量既有线施工与驳接、线下工程、架梁作业、桥面系施工、铺板作业、铺轨铺岔作业、线路精调、铺设运输作业等多个交叉施工。联调联试期间，动态检测后进行精调作业、安全确认。整个项目点多线长，作业面广，现场施工安全管理、质量控制难度大。

（4）征地拆迁工作量大，环水保要求高。

施工管段位于辽宁省经济较发达地区，征地拆迁工作量大，尤其是国家高压电网 500 kV、220 kV、66 kV 电力线路和农保田的迁改难度大，沿线房屋、厂矿、农田的拆迁及“三电”迁改干扰大，协调工作重，部分拆迁工作至 2010 年 5 月才完成（鞍山隧道），对工期影响极大。沿线多为基本农田，且村镇居民点较多，防止污染、水土保持、降噪措施等方面要求严格，环水保要求高。

1.3.2 施工技术特点及难点

哈大高铁作为我国乃至世界上首条严寒地区设计时速达 350 km 的高速铁路，正线主要采用 CRTS Ⅰ型板式无砟轨道，设计上有不同于其他铁路的显著特点，施工质量上有其特殊要求，建设过程中所应用的新技术、新工艺、新材料、新设备比较多，当时又无成熟经验可供借鉴，对施工企业科技创新、施工技术水平要求高。本段工程主要施工技术特点及难点如下：

1. 路基工程

在寒冷地区，高铁路基对防冻胀有着特殊设计及要求，各种防冻胀处理措施的施工，非冻胀土填料、砂垫层及土工膜、渗沟（盲沟）及保温补强、地表封闭防水层、底座伸缩缝填充、线间排水系统、基床水排泄通道（路肩墙无砂混凝土块）等，其原材料的选用、施工工艺及过程中质量的控制，将直接影响线上轨道的几何状态。

2. 桥梁工程

900 t 大型预应力混凝土箱梁的制造过程中，在东北地区温差大的情况下如何防止温度裂纹的产生，冬季制梁的保温措施；冬季运架梁如何确保机械设备的正常运转，如何保证支座重力式灌浆的施工质量；桥面封闭防水层的施工工艺质量、连续梁的施工中线型控制确保合龙精度等都对线上无砟轨道结构有直接影响。

3. 隧道工程

鞍山隧道全长 2 440 m，中部 50 m 采用浅埋暗挖法通过铁路专用线地段，其余采用钻孔灌注围护

桩明挖法或放坡明挖法施工。隧道衬砌结构形式多，各种施工开挖防护措施如降水井降水、旋喷桩止水、围护桩加钢支撑防护、大直径管幕支护施工等工作量大，地表沉降控制、结构防水等要求严格，施工难度很大。

4. 轨道工程

高速铁路精度要求非常高，从混凝土底座施工、轨道板的预制与铺设，到其上轨道几何状态的静态精调、动态调整，毫米级的精度控制贯穿始终。

（1）寒冷地区 CA 砂浆配合比、原材料技术要求、施工工艺和质量检验等技术标准尚不成熟，设计、施工仍处于探索阶段，是哈大客专工程的技术难点。

（2）寒冷地区高铁对无缝线路稳定性要求严格，跨区间无缝线路的现场闪光接触焊、线路锁定、无砟道岔铝热焊接与锁定，工艺要求高，锁定温度控制难度大，无缝线路施工是本工程的技术难点。

（3）国产 18#、42#高速无砟道岔首次应用于寒冷地区高铁，道岔结构复杂、技术设备新，铺设、精调、工电联调难度大。

5. 混凝土工程

寒冷地区高速铁路对混凝土结构的耐久性提出了更高要求，桥梁基础、墩台身、箱梁、轨道板及底座等各类高性能混凝土配合比的选配是本工程的技术难点。

（1）高寒高铁要求混凝土结构具有良好的抗裂防冻性能，对裂缝的控制更严格，因此对施工过程中原材料、混凝土拌制、捣固、养护以及钢筋制做与安装、预应力施加等各个环节的工艺标准、质量控制要求更苛刻，施工难度比较大。

（2）由于工期原因，冬季施工在所难免，寒冷地区冬季混凝土工程施工环境温度相当低，相比其他地区，冬季施工难度更大。

6. 测量工作

高铁无砟轨道工后沉降控制要求高，沉降观测工作量大、周期长，必须满足《客运专线铁路无砟

轨道铺设条件评估技术指南》的要求，线下工程沉降观测是本段工程重点之一。

CPⅢ控制网测量是当前无砟轨道施工中的新技术，不仅精度要求高，而且对测量设备、测量环境要求苛刻。由于管段内无砟轨道 CPⅢ控制网测量全由项目部自行承担（由四个线下工程大队组建四个精测队），控制点布设、测量、评估、维护工作量大，都是本段工程的技术难点。

7. 工程接口

管段工程各专业接口多，有路堤与路堑，路桥（涵），路隧过渡段，无砟与有砟过渡，底座与梁体，隧道连接，综合接地，电缆过轨、过桥、上桥，接触网支柱基础，接触网滑槽，电缆槽道，自动过分相，道岔工电安装、联调，融雪装置预留管道，隧道照明等，涉及各种技术标准，质量控制较难。接口施工是本工程的难点之一。