

分离立交现浇预应力砼箱梁施工方案

一． 工程概况

本方案为 K59 + 258 青石分离立交桥 C50 现浇预砼箱梁施工方案，主桥起讫桩号 K59 + 209.50 ~ 305.50，桥梁总长度为 97.0m，平面位于 R = 2000m 左偏缓和曲线内，于 K59 + 258 处上跨 242 省道，交角 45°。下构采用斜交正做，全桥分为左右两幅，双向 2%横坡。现浇箱梁高 1.6m，单箱四室截面，箱梁支点处设置横隔板，中支点处厚 2.20m，端支点处厚 1.60m，钢绞线采用 5- ϕ 15.20 - 9- ϕ 15.20，Ⅱ级松驰钢绞线 OVM 锚具，金属波纹管成孔预应力孔道，全桥 27 + 36 + 27m 一联。

二． 总体方案

搭设满堂支架，留门洞保通车；钢筋、波纹管、力筋在加工棚加工后现场安装；砼由拌和站拌和、搅拌运输车运输、输送泵车泵送、震捣棒及平板震动器震捣，及时养生；预应力筋用穿心式千斤顶按设计顺序和张拉程序张拉；及时压浆、封锚；按程序分次卸架拆模。

三． 施工工艺流程

场地整理、地基加固 搭支架、门洞、安模板 预压观测 永久
支座安装 绑底、腹板钢筋、安波纹管、穿钢绞线 安内模 绑顶板
钢筋 浇砼 养生 钢绞线张拉 孔道压浆、封锚 支架卸落拆模。

四． 施工方法

(1) 场地整理及地基加固：为确保支架稳定，对地基进行加固。原地面整平压实，保证压实度达到 95%以上，主跨在 242 省道上，地基承载力不予考虑。0#台至 1#号墩采用岩渣回填至 221.300m，2#墩至 3#台回填至 222.100 标高。处理范围按梁体投影轮廓每侧加宽 2m。在基础四周挖设排水沟，确保雨水及施工水外排，以防浸泡地基。

(2) 搭支架、门洞及安装模板：1 采用满堂碗扣式支架，顺横桥向间距均为 0.9m，在墩台两侧 3.6m 范围为 0.6m，门架处间距为 0.3m，支架搭设中间横杆层距为 1.2m，门架支点处为 0.6m，跨省道支架处架设 40b 工字钢纵梁，纵梁间距 0.9m，纵向工字钢上铺置 50 × 100mm 方木其上铺 12mm 竹胶板，方木净间距 250mm，支点处净间距为 100mm，支架搭设宽度较梁底宽 2 m。梁翼板采用竹胶板结合木支架搭设，其整体布置见附图。

a、按砣方量检算碗扣支架承载力是否满足要求：梁底宽 11.2m，长 90 米，箱梁底总面积为 1008m^2 ，箱梁砣方量 945.14m^3 ，加上施工荷载按 1.2 倍的系数考虑，则每平方米的重量为 $945.14 \times 2.4 \div 1008 \times 1.2 = 2.7\text{t}$ 。支架采用多功能碗扣式支架，沿桥纵向步距 90cm，横向步距 90cm，每根立杆受正向压力为： $2.7 \times 0.9 \times 0.9 = 2.187\text{t}$ ，安全系数按 1.3 考虑，则每根立杆受正向压力为： $2.187 \times 1.3 = 2.84\text{t}$ ，小于碗扣式支架立杆允许承载力 3.5t，符合要求。

b、竹胶板采用江西产一等品，静曲强度 55Mpa $2.7 \times 9.8 = 26.46\text{Mpa}$ ，强度符合。

c、上、下撑托允许荷载 50KN，木材 [] = 11Mpa， $E = 1.1 \times 10^4 \times 10\text{cm}$ 横向方木

$$I = bh^3/12 = 5 \times 10^3/12 = 416.7 \text{cm}^4$$

$$W = bh^2/6 = 5 \times 10^2/6 = 83.3 \text{cm}^3$$

$$Q_{\text{总}} = 2.7 \times 9.8 = 26.46 \text{kn/m}^2$$

$$M = Q_{\text{总}} L^2/8 = 26.46 \times 0.3 \times 0.9^2/8 = 0.80 \text{kn} \cdot \text{m}$$

$$= M/W = 0.80/83.3 \times 10^{-6} = 9.6 \text{Mpa} < [\quad] = 11 \text{Mpa}$$

强度符合

$$= 5Q_{\text{总}} L^4/384EI$$

$$= 5 \times 26.46 \times 0.3 \times 0.9^4/384 \times 1.1 \times 10^4 \times 416.7 \times 10^{-8} = 1.48 \text{mm}$$

$$/L = 1.48/0.9 \times 10^3 = 1/608 < [1/400] = [\quad /L]$$

刚度符合

3.2.3 15 × 15cm 纵向方木计算

$$I = bh^3/12 = 15 \times 15^3/12 = 4219 \text{cm}^4$$

$$W = bh^2/6 = 15 \times 15^2/6 = 562.5 \text{cm}^3$$

$$Q_{\text{总}} = 2.7 \times 9.8 = 26.46 \text{kn/m}^2$$

$$M = Q_{\text{总}} L^2/8 = 26.46 \times 0.9 \times 0.9^2/8 = 2.41 \text{KN} \cdot \text{m}$$

$$= M/W = 2.41/5.625 \times 10^{-6} = 4.28 \text{Mpa} < [\quad] = 11 \text{Mpa}$$

强度符合

$$= 5Q_{\text{总}} L^4/384EI$$

$$= 5 \times 26.46 \times 0.9 \times 0.9^4/384 \times 1.1 \times 10^4 \times 4219 \times 10^{-8} = 0.4 \text{mm}$$

$$/L = 0.4/0.9 \times 10^3 = 1/2250 < [1/400] = [\quad /L]$$

刚度符合

d、40b 工字钢门架

$$I_{x-x}=26032\text{cm}^4$$

$$W_{x-x}=962.3\text{cm}^3 \quad (\text{建材实用手册查})$$

$$Q_{\text{总}} = 2.7 \times 9.8 = 26.46 \text{ kn/m}^2$$

$$M = Q_{\text{总}} L^2 / 8 = 26.46 \times 0.9 \times 7.2^2 / 8 = 154.3 \text{KN} \cdot \text{m}$$

$$= M/W = 154.3 / 962.3 \times 10^{-6} = 160.3 \text{Mpa} < [\quad] = 210 \text{Mpa}$$

40b 工字钢材质 (Q235) 检验通过

$$= 5Q_{\text{总}} L^4 / 384EI$$

$$= 5 \times 26.46 \times 0.9 \times 7.2^4 / 384 \times 2.1 \times 10^5 \times 26032 \times 10^{-8} = 15.2 \text{mm}$$

$$/L = 15.2 / 7.4 \times 10^3 = 1/487 < [1/400] = [\quad /L]$$

钢度符合

3.3 碗扣支架

3.3.1 对于门架处单杆立杆承受竖向力

$$G = q_{\text{总}} \times S = 26.46 \times 0.9 \times 8/8$$

$$= 23.8 \text{KN} < 35 \text{KN} = [G]$$

符合要求

对于碗扣支架钢管(48mm ,壁厚 3.25mm),中间立杆间距 1.2m ,

则

$$I = (D^4 - d^4) / 64$$

$$= (4.8^4 - 4.15^4) / 64$$

$$= 11.5 \text{cm}^4$$

根据欧拉公式

$$[P_{cr}] = \frac{\pi^2 EI}{(\mu H)^2} = \frac{\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 11.5}{(1 \times 1.2)^2} = 52.6 \text{KN}$$

$$[P_{cr}] > G$$

满足强度要求

(2) 预压

1 对地基、支架预压

预压重量为梁体自重加施工荷载，用水袋作为预压荷载，水泵抽水加载。

2 沉降观测

在 1/8、1/4、1/2 跨处设置沉降观测标，加载前划好刻度线，加载后立即观测沉降量，以后每天的同一时间观测一次，记录加载前、加载中、加载满、稳定后和卸载后的沉降量。撤压后，进行沉降分析，作为设置预留沉降量的依据。

(3) 永久支座安装

1 永久支座安装前对支座进行试验，对支座垫石高程、质量进行检查，均符合要求后进行“对号入座”安装。

2 在支座垫石上测出支座中心准确位置，并在径向画出十字线（垫石和支座均画）。

3 按两个十字线重合安妥。

4 支座处的梁底调平垫块与底模连接紧密不漏浆。

5 支座用环氧树脂粘贴在垫石上，支座顶钢板要安装准确、水平，使支座不承受侧压力。

(4) 绑底腹板钢筋、波纹管安装和穿钢绞线

1 钢筋在加工棚内严格按设计加工（包括焊接），运到桥上备用。在清理模板、放出主要钢筋位置后，先绑底板钢筋，再绑腹板钢筋，保护层用灰色塑料垫块垫牢。

2 在绑腹板钢筋的同时要把加工好的波纹管按设计位置，用

定位钢筋固定。

3 穿钢绞线

钢绞线按设计长度用砂轮机切断下料。

钢绞线穿束采用穿孔器，不造成对波纹管的损伤。

当预应力钢束就位后，在每一钢束的两端和曲线的最低处安设灌浆孔，在每一钢束曲线最高处安设排气孔。

安设钢束的锚垫板、螺旋筋和钢筋网。

(5) 内模安装

内模用竹胶板，用方木做支架。在顶板留人孔取模板支架。

(6) 内模立好后绑顶板钢筋

(7) 箱梁混凝土的浇筑

砼浇筑从一端向另一端全断面推进一次浇筑完毕。

浇筑端横梁后，按着“从腹板和顶模留缝浇入，控制好底板厚度；腹板浇筑到顶托部为止（到横梁也浇到此位），待初浇段砼不再下沉时，返回浇顶面砼”的程序浇筑。如此循环逐渐往前浇筑完毕。

插入式震捣棒（钢筋密时用细棒）震捣不触及波纹管。顶板砼最后用平板震动器震捣，收浆抹面拉毛。

梁顶砼稍硬后覆盖浇水养护 7 天以上。

(8) 预应力的张拉

1 锚具、及其与钢绞线的组装件均通过试验合格后使用。千斤顶与油压表配套标定后使用。

2 张拉设备的选配

为考虑 6 座现浇箱梁（分离立交桥 3 座、天桥 3 座）张拉设备的通用性（每束 5~9 根 j15.20 钢绞线），拟以每束 9 根钢绞线选用张拉设备，计算如下。

预应力束为 j15.20 钢绞线 9 根，经计算采用 YCW250C（ $1395 \times 140 \times 9 \times 1.3 \times 10^{-4} = 229$ ）穿心式千斤顶，配 ZB4-500 型油泵和油压表，共配 2 套。另用 K60+123 处的斜腿刚构天桥的箱梁预应力钢束为 j15.20 的 19 根，经计算需选用 500t 千斤顶及油泵等 1 套。

3 对与梁体同条件养护的砼试块试压，按设计规定砼强度达

到要求后进行张拉。采用穿心式千斤顶按设计张拉顺序和张拉程序分级张拉。

4 张拉程序

张拉采用应力（拉力）值、伸长值和回缩值三控。张拉力按计算出的油压表读数控制，伸长值和回缩值实际量取。

根据使用低松弛钢绞线和 OVM 锚具（夹片式有自锚性能）的情况，按规范采用以下张拉程序。

0 初应力（15% σ_{con} ，量千斤顶基础伸出值 L_0 ）30% σ_{con} （量千斤顶伸出值 L_1 ）100% σ_{con} （持荷 2min、锚固、量伸出值 L_2 卸荷、量回缩值）。

当实测伸长值 $L = (L_1 - L_0) + (L_2 - L_0)$ 与理论伸长值（按公式计算求得）相差超过 6% 或回缩值超过 6mm 时，查出原因，重新张拉。

（9）孔道压浆、封锚

1 张拉结束后，尽快压水泥浆，水灰比 0.40 ~ 0.45，掺膨胀剂。

2 用活塞式压浆泵压浆，最大压力 0.5 ~ 0.7MPa。

3 达到压浆饱满，做好压浆记录。

（10）支架卸落、拆模

1 在箱梁上同条件养生的砼试件达到设计要求强度后，拆内模和卸架拆外模。

2 拆内模，拆后致细封闭人孔。

3 为防梁体在卸落支架过程中由于不均匀受力或集中受力造成底板裂缝，要根据箱梁结构的受力特点制定严格的卸落次序：翼板支座处支垫 纵向从中向边，底板的横向从中间向两侧，逐次均匀卸落。具体支架卸落操作是放松支架上顶托丝扣。

五、安全生产保证体系及措施

（1）安全生产保证体系

结合本工程实际，坚持“安全第一，预防为主”的方针，明确安全目标，成立以第一领导者为组长的各级安全管理组织，并配备各级

专职安全检查人员，坚持安全交底、持证上岗制度，组织经常性的安全检查，创建安全标准工地建设，最终实现安全目标。（附安全管理保证体系图。）

（2）、安全生产目标

本项目的安全生产目标是：“四无、二控、三消灭”。“四无”即无因公死亡事故、无交通死亡事故、无火灾、压力容器及锅炉爆炸事故、无行车险情；“二控”即年重伤率控制在 0.06%以内，年轻伤率控制在 1.2%以内；“三消灭”即消灭违章指挥、消灭违章作业、消灭惯性事故。

（3）、安全生产承诺

项目经理部及所有施工作业人员将严格遵守业主制定的各项安全保证措施及规定，始终贯彻我单位“安全第一、质量第一、信誉第一”的方针，对施工全过程实施有计划的系统的安全生产管理，树立全员安全意识，为施工期间的人身安全和健康、设备安全及环境安全提供保障。

所有施工人员无条件接受业主和监理公司的监督检查。我们将定期和不定期对安全生产活动进行检查，对发现的问题及时纠正。

（4）、安全生产保证措施

4.1 组织保证措施

项目部成立由项目经理为组长的安全领导小组，成员由各业务部门的负责人及在安质部配备的安全组组成。施工队相应成立安全生

产领导小组，队长为组长，分工一名副队长负责具体工作。施工队设安全室，配专职安全员。工班内设兼职安全员。

4.2 制度保证措施

认真贯彻国家及当地政府、业主关于安全生产的法律、法规和规定。广泛进行安全生产教育，增强全员安全生产意识和自我防护意识，使每个职工都明确各自的安全责任制，认真贯彻执行“安全生产、预防为主”的方针，打好安全基础，形成全员参加、人人有责、全员管理的安全生产氛围。

加强安全管理，保障施工人员和国家财产的安全。根据“管生产必须管安全”和“谁施工谁负责安全”的原则，建立各级安全生产责任制，分级管理，层层签定安全生产责任书，落实安全生产责任制。

建立安全生产定期和不定期检查制度。项目部每月对安全生产情况进行一次检查，每季度一次大检查，队每周、工班每天进行一次自检，评比打分，兑现奖罚。

抓好安全施工岗位培训。开工前，对所有上岗人员实行安全意识和安全技术知识教育，把有关安全操作规程印发到工班，特殊工种人员一律持证上岗。

开展安全达标竞赛，落实奖罚措施。开展安全标准工地建设活动，组织工程队与班组两个层次的安全达标竞赛活动，做到100%达标。

随时接受业主、监理单位及当地安监部对安全生产的监督、

检查、考评，对提出的问题，及时整改，确保安全生产。

4.3 安全生产具体措施

安全生产设备和器材管理措施

安全生产器材包括： 交通器材； 通讯报警器材； 灭火器材； 劳动保护器材； 环境保护器材； 医疗保健器材等。

对上述器材的摆放和使用明确位置和人员，并使每个人都熟知。

定期和不定期检查上述器材的性能，并根据生产及进度需要，经常更换和补充所需器材，确保能立即投入正常使用。

物资设备部负责上述器材的管理，并将其管理情况作为物资管理报告内容之一。

施工用电保护措施

建立电器安全管理和经济责任制度，专业电工负责电器安装和使用的管理、安全工作。专职安全员负责巡视监督检查。

进场后，由专业人员负责编制用电施工组织设计，内容包括配电装置及其电容量、供配电线路的走向和现场照明的设置，生活、生产设施用电负荷情况，编制有针对性的电器安全技术规定。

施工现场装备行业统一规定的标准电源箱。电器线路和用电设备安装完成后，由质安部验收合格后进行使用。

经常对用电设备进行安全检查、测试，每周测试一次开关、接地电阻的接触和安全情况，并有书面记录，发现问题及时纠正。

专业电工持证上岗。电工有权拒绝执行违反电器安全规程的工作指令，安全员有权制止违反用电安全的行为，严禁违章作业。

机械设备安全保证措施

机械设备操作人员（或驾驶员）经过专门训练，熟悉机械性能，经考试取得操作证或驾驶证后上机（车）操作。

机械设备操作人员和指挥人员严格遵守安全操作技术规程，工作时集中精力，谨慎工作，不擅离职守，不酒后驾车。

机械设备发生事故后及时检修，绝不带故障运行。

机械操作人员做好各项记录，达到准确、及时，严格贯彻操作制度，认真执行清洁、润滑、坚固、防腐、安全的十字作业法。

物资材料安全保证措施

工地设物资配件仓库，统一对物资进行管理，按照材料的储存要求，修建具备相应功能的仓库，做到分门别类储放，标牌清楚，消防器材齐全。

仓库设专人负责保管、看护，值班室内设报警装置。

施工现场作业安全保证措施

所有现场施工人员佩戴安全帽，特种作业人员佩戴专门的防护用具。

对于被允许的参观者或检查人员佩戴足够的防护用具，无关人员不得进入施工现场。

所有现场作业人员和机械操作手严禁酒后上岗。

现场施工道路的交叉处、过桥处以及道路转弯处设立安全标志，现场设置安全警示牌、安全规章制度牌，提醒施工人员加强安全意识，规范操作。

现有桥涵进行安全维护，确保机械、车辆安全通过。

大型机械作业时，不准许任何人在机械的回旋范围内进行任何工作。

确保作业范围内有足够的照明设施。

生活区的安全保证措施

所有施工人员的宿舍、办公室设计合理、牢固稳定，生活区内配备足够的消防器材和洗浴设施，设专人管理。

生活用水妥善管理，保证饮水卫生。

食堂保持清洁，腐烂变质的食物及时处理，食堂工作人员定期体检。

紧急救援措施

与当地医疗保健和消防等部门密切联系，万一发生意外的不安全事故，能做到有备无患。

4.4、安全保证措施监察

为使高速公路工程安全生产措施能够得到严格遵守和执行，安全部将定期和不定期对各部门和人员执行现场安全生产管理程序和实施细则情况制定监察计划，由安全组人员进行监察。

每次监察做好记录，提出“发现问题”和“观察意见”。被监察的部门和单位对“发现问题”采取措施纠正，对安全生产趋势进行分析，并形成报告。对现场安全生产实施好的单位和个人给予经济和荣誉奖励，对现场安全生产实施差的单位和个人给予经济处罚和纪律处分，情节严重的将开除公职，以确保现场安全生产趋势的良性发展。

六 现场管理及文明施工

(1)、 坚持文明施工、规范化施工

施工现场要保持整洁有序，坚持严格要求，照章办事，不折不扣地按照规范和有关的规定施工。

加强现场管理实现文明施工是实施精品工程的重要组成部分，是工程建设管理的重要环节。为加强这方面的工作，我单位认真贯彻执行文明施工标准，并将其正式纳入考核评比内容中。加大现场管理力度，把实现文明施工作为工程管理的重要内容，依据“文明施工标准”和自身情况，有针对性地制定出自己的现场管理和文明施工条例，并严格实施。

我单位除每月要进行一次文明施工检查外（要有检查记录）还要坚持日常的督促检查工作，不具备文明施工条件的不准开工、交工，坚决消除施工现场脏、乱、差现象，创造一个整洁有序、文明的施工环境。

(2)、 文明施工条件规定如下

7.2.1 生活区

2.1.1 各种设施建设布局合理、整齐。

2.1.2 舍、办公室、库房、工作间内干净、整洁，各类物品摆放整齐。

2.1.3 区域内垃圾集中存放、定期清理。

2.1.4 区域内不准明沟排放污水。

2.1.5 区域内始终保持清洁、卫生、道路晴雨畅通、平坦。

2.1.6 厕所定期消毒处理，便池加盖，保持清洁。

2.1.7 区域内各类物品设备存放定置有序。

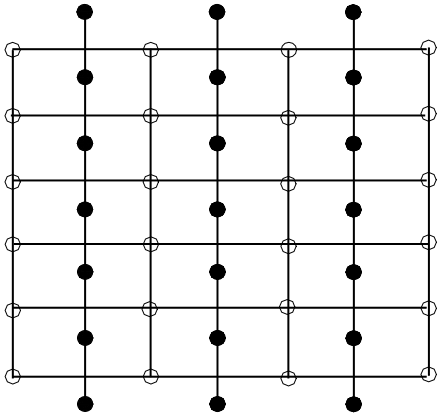
2.1.8 区域内用电设备安全有效，线路符合标准，防火、灭火器材足量有效。

7.2.2 施工现场

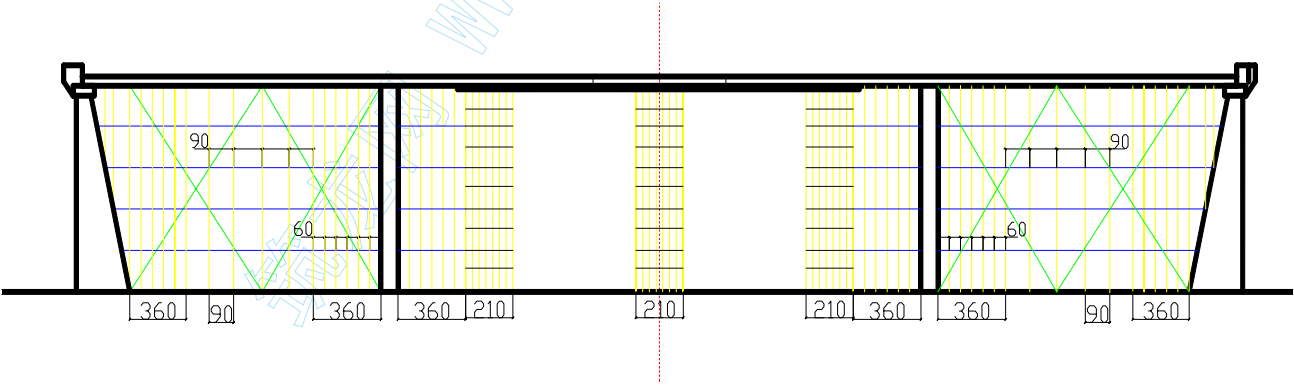
- 1) 施工人员要佩带胸卡上岗，并坚守岗位。
- 2) 施工现场实施标示牌管理，标示牌上注明分项工程作业内容、简要工艺和质量要求、施工及质量负责人姓名等。
- 3) 各种材料、物品、设备分类存放界限清楚，放置规矩，砂石料等地方材料码方整齐堆放，主要材料设标志牌。
- 4) 对特殊设备、物品、材料要采取防潮、防雨、防晒、防火等措施不准因管理和存放不善而降低材料的使用性能。如：水泥、石灰等材料。
- 5) 现场内不准有废料、垃圾等各类杂物存在（清理不过夜）经常保持清洁。
- 6) 道路畅通、平坦。
- 7) 现场内无不合格材料、无多余或杂乱无章的堆积物。做到工完料净。
- 8) 现场内用电设备、安全、规范、防火、灭火器材足量而有效。
- 9) 施工人员无违章指挥、违章作业，施工工艺符合要求。现场文明整齐有序。
- 10) 路基、路面边沿顺直、边坡平滑、整齐。

- 11)对工程的成品、半成品和在建项目，有积极的保护措施，使其免受损伤。
- 12)不对工程的成品、半成品造成污染。
- 13)分项工程施工实行现场标示牌管理，标示牌上注明分项工程作业内容，简要工艺和质量要求，施工及质量负责人姓名等。
- 14)施工结束后，对场地进行清理，恢复原貌。

附图



碗扣式支架搭设平面示意图



青石桥分离立交支架施工图

碗扣式支架搭设立面示意图