



路基实施性施工组织设计范本

1 编制说明

1.1 序言

(1) 本《实施性施工组织设计》仅以截至××××年××月××日承包人收到的所有业主签发的文件、图纸、资料编制。

(2) 本设计中提出的施工方案、方法、计划是本项目施工的指南，实际施工可以分项开工报告为准，但无特殊情况分项开工报告应满足本设计。

(3) 本设计由路桥集团第二公路工程局第×工程处（或下属公司）所属××标项目经理部编制并组织实施。

(4) 本设计应由监理工程师文件批准后正式生效。

1.2 编制依据

- (1) 施工承包合同书（××××年××月××日）；
- (2) 《施工招标文件》（××××年××月××日）；
- (3) 施工图设计（××××年××月××日）；
- (4) 现行的国家、行业、及交通部有关公路施工、测试技术规范、规程等。
- (5) 第×工程处（公司）质量程序文件与质量手册

1.3 主要编制人员名单

主要编制人员名单表

表 1.3-1

序号	工作内容	姓名	职务	备注
1	编制			编制负责人： 项目总工 审定： 项目经理 审批： 上级主管领导
2				
3				
4				
5				
7				
8				
9		编制负责人		
10	审定			
11	审批			



2 工程概况

工程名称：

施工单位：

建设单位：

监理单位：

设计单位：

合同开、竣工日期：

合同价：

2.1 工程项目特征

2.1.1 工程范围

（项目名称）是（地方名称）规划建设的（公路名称）重要组成部分，（说明地理位置及其重要性，比如：缓解交通压力，提高区域路网的服务水平，有利于加强城市之间的联系，加强中心城区的辐射力和影响力，推动经济发展等）。

（项目）起点桩号 K××，终点桩号 K××，路线长度××km，主要工程为××工程。

2.1.2 主要工程数量

本工程主要工程数量（见表 2.1.2-1）：（列举，可根据工程实际增减内容）

主要工程数量表

表 2.1.2-1

序号	工程名称	单位	数量	备注
1	清除表皮及砍伐树木	m ²		
2	路基挖土方	m ³		
3	清除淤泥	m ³		
4	路基土方	m ³		
5	砂砾垫层	m ³		
6	碎石垫层	m ³		
7	水泥深层搅拌桩	m		
8	土工布	m ²		
9	土工格栅	m ²		
10	特大桥	座		
11	大桥	座		
12	中、小桥	座		
13	通道（桥下）	座		



14	涵洞	座		
15	跨线支线桥	座		
16	稳定土底基层	m ²		
17	碎石基层	m ²		
18	沥青砼	m ²		
19	水泥砼面板	m ²		
20	泥灰结碎石	m ²		

主要材料数量表

表 2.1.2-2

序号	材料名称	单位	数量	备注
1	钢材	t		
2	水泥	t		
3	石灰	t		
4	砂子	m ³		
5	碎石	m ³		

2.1.3 工期要求

工程开工日期为：××××年××月××日，竣工日期为：××××年××月××日。

2.1.4 主要技术指标

- ◇ 公路等级：（公路级别）公路。
- ◇ 地形类别：（例：水网平原区）。
- ◇ 设计行车速度：（例：120km/h）。
- ◇ 设计荷载：（汽车—超 20 级，挂车—120）。
- ◇ 路基宽度：全线采用（例：六车道高速）公路标准，路基宽度××m。
- ◇ 设计洪水频率：路基、小桥、涵洞、通道：（例：1/100）。

2.2 工程建设地点及环境特征

2.2.1 地形、地貌

介绍项目的地理位置、地形特征（山地、丘陵、高原、平原等）、地层结构、地貌条件、地势分布等。（此部分可参考施工图设计中地形地貌简介）



2.2.2 工程地质：参考施工图设计中文字介绍

2.2.3 气候：此部分可参考施工图设计中气象、气候简介

2.2.4 水文地质：参考施工图设计中介绍

2.3 施工条件

可根据工程现场实际状况把工程中的主要技术难点（如构造物多）、自然条件、工期、施工工艺、技术难度等因素进行总结、归纳，提出以及在施工中应注意的主要问题等方面进行归纳总结。

2.3.1 水电设施

路线沿线水资源××，水质××，满足工程需要。

路线沿线电力供应情况××，（是否有发电厂，或者工程用电可与电力部门协商解决）。为确保不间断供电，将根据现场用电负荷情况配备一定容量和数量的发电设备，作好应急之用。

2.3.2 材料供给

2.3.2.1 水泥

水泥拟采用××生产的××水泥，主要有××水泥厂等，满足公路工程使用要求，运输方便。

2.3.2.2 钢材

根据本段工程对钢材的性能要求，拟从××钢厂等地购买：钢材考虑（运输方式）运至工地。

2.3.2.3 砂子

根据本段工程对筑路材料的性能要求，砂子拟从××采砂场等地购买：砂子考虑（运输方式）运至工地。

2.3.2.4 石料

根据本段工程对筑路材料的性能要求，片、块、碎石拟从 采石场等地购买：石料考虑（运输方式）运至工地。

2.3.2.5 粉煤灰

产地、产量、运输方式等等。

2.3.2.6 石灰

石灰拟采用××生产的石灰，主要有××石灰厂等，（石灰质量是否）满足公路工程使用要求，运输方便。



2.3.3 交通运输

路线沿线交通状况，运输是否便利，都要说明。各种主要材料可通过什么运输方式运至工地料场。)

2.3.4 通讯

本地通讯状况，沿线是否有通讯线路，是否可与当地电讯部门联系，项目部及其所属安装有电话、传真，工地内部配备对讲机，主要管理技术人员配备手机；建立项目部局域网，配备专线，连接互联网，保证同业主、监理之间信息的及时传递和有效沟通。

3 施工准备及施工总体布置

扎实充分的施工准备，是保障施工顺利实施的前提和基础，尤其针对本工程线路长、软基处理工程量大、结构物多、工程量分布散等特点，结合施工现场实际，我单位将从人员组织、工程技术、机械材料、临建工程和各项保障等方面认真扎实地做好准备。

3.1 总体策划

3.1.1 项目的质量、进度、安全、环境、成本目标

上述各种指标应不低于处（公司）管理手册中的所定目标，并满足业主在合同中所确定的目标。

局直属各项目目标不低于下列指标：

(1) 质量管理方针和质量目标

- 1) 管理方针：雕铸品牌工程 筑就现代文明
- 2) 质量管理目标：
 - a 分项工程一次验收合格率：100%
 - b 单位工程交竣工验收优良率：100%
 - c 重大工程质量、安全、环境污染责任事故：0 案次
 - d 工程履约率：100%
 - e 顾客满意率：95%
 - f 推广“四新”（新技术、新材料、新工艺、新设备）××项/年
 - g 千人死亡率：0.2 以下
 - h 千人重伤率：0.45 以下
 - i 严重职业病危害事故：0 案次

- j 施工噪音排放达标，社区居民无投诉
- k 控制施工扬尘、废物排放确保排污符合规定标准
- l 筑路造桥，保护植被，防止水土流失

(2) 工程进度目标

按合同工期，于××年××月××日完成全部路面工程及附属工程。

(3) 安全目标：

- 1) 杜绝工伤事故；
- 2) 无中毒、火灾、火警事故；
- 3) 杜绝重大车辆交通事故，减少一般责任事故；
- 4) 特种作业人员持合格证上岗率 100%，优良率 95%以上；
- 5) 重大伤亡事故 0 案次。

(4) 环境目标：按照业主及局（处、公司）贯标文件要求。

(5) 成本目标：根据工程实际，依据投标报价做成本计划，并按工序对成本计划进行分解，最终确定成本控制的目标，并在施工过程中对成本计划进行核算，及时进行调整，保证成本目标的实现。

3.1.2 项目部机构设置

在进场初期即按照招标文件和业主要求进行项目部管理机构的组建和优化工作，项目部的领导班子和测量人员、下属各职能部门主要人员、主要设备均按期进入现场。项目总理由既具有扎实专业理论和丰富的同类工程施工经验，又具有较高的施工组织和管理能力的领导担任，同时项目经理部也调配了路基、路桥、测量、试验、质检、计划等专业工程师，形成了阵容强大、搭配合理的工程管理组织机构。经理部下设工程部、中心试验室、质检部、测量队。各分公司、作业队分别设置工程组、工地试验站、测量组、质检组，分别配备专职质检工程师。

项目经理部实行统一计划、统一指挥、统一调度、统一组织、统一行动的五统一管理，制定内部岗位目标责任制，通过落实管理机构的职责，达到机构落实、职责分明、事事有人管、人人有专职的管理格局，为工程的顺利发展奠定了扎实的组织基础。

现场技术人员配备全部由我单位资深技术人员组成，我单位根据工程量分布情况由项目部进行统一管理调配。项目部按规划抽调了业务水平高的中高级管理人员实施分部管理，这些人员曾参与××高速公路等项目的施工管理，经验丰富。项目经理部统一协调实施本项目的人员、机械设备、资金、物料，以保证项目施工的顺利实施。

（见例图 3.1.2-1）

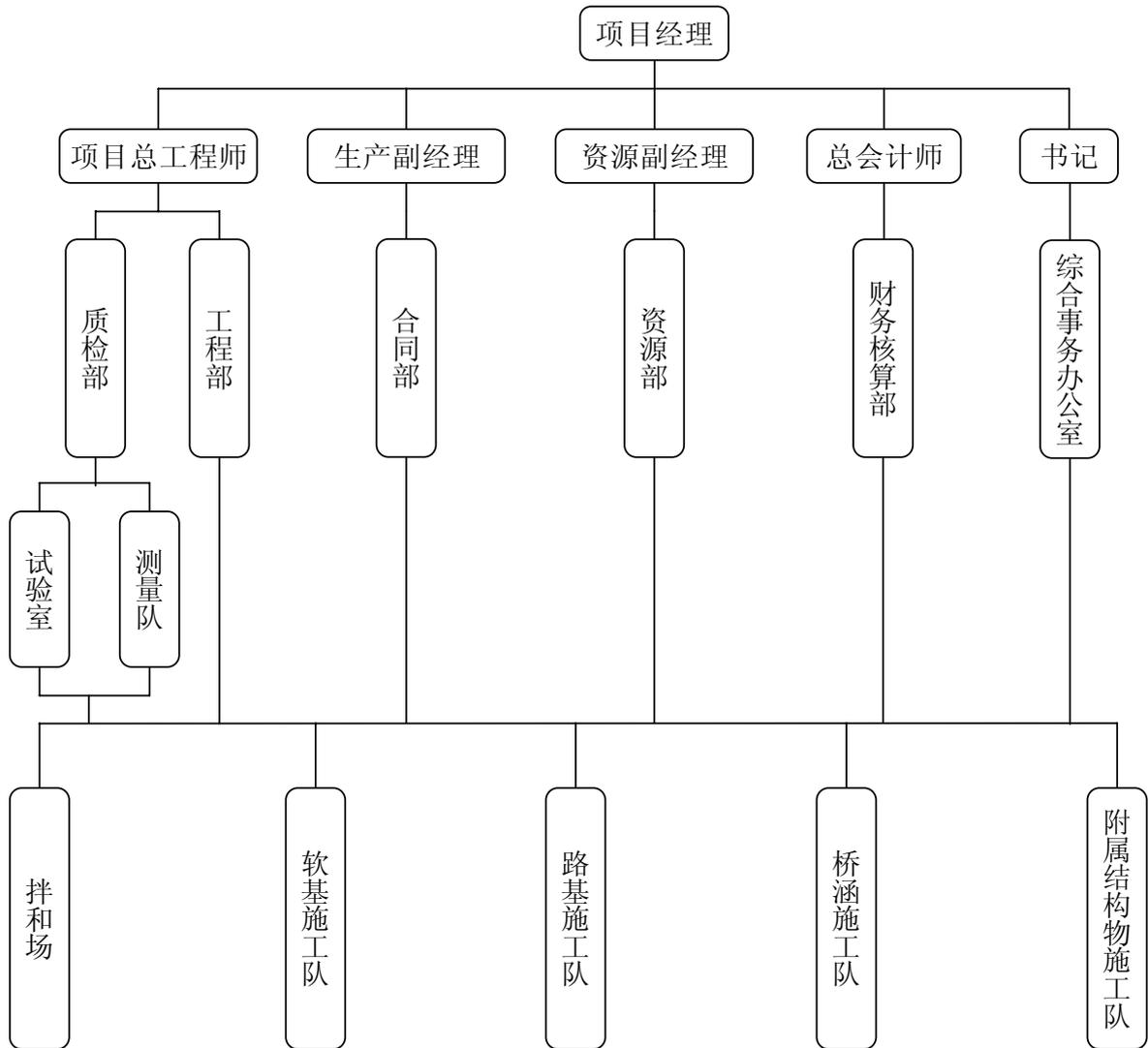


图 3.1.2-1 项目部组织机构框图

3.1.3 各机构管理职责和接口

3.1.3.1 项目主要管理人员职责

(1) 项目经理职责：

1) 项目经理是公司法人代表的授权代理人，代表公司对工程项目全面负责，实施管理；

2) 负责贯彻国家和行业有关质量管理、环境管理和职业健康安全管理方面的方针、政策、法律和法规，认真执行局制定的《管理程序》文件，协调质量管理、环境管理和职业健康安全管理活动；

3) 组织项目前期策划工作，确定项目管理方针、管理目标，确定项目机构设置及其职责、权限，批准并发布项目策划成果—《实施性施工组织设计》；

4) 负责审定项目资源配置方案的适宜性，并组织落实；

5) 负责组织工程物资采购和劳务分包的选择工作；



6) 负责审批项目环境管理方案职业健康安全管理方案及应急计划, 负责组织管理方案的落实及相关资料的配置, 组织应急计划的演习, 定期组织对管理方案的绩效进行评价。

(2) 项目总工程师职责:

1) 负责组织制定具体措施, 贯彻执行国家和行业关于质量管理和质量保证以及工程质量方面的方针、政策、法律、法规、技术标准和技术规范;

2) 负责项目质量管理体系的建立、运行、审核、改进等各项工作; 负责环境管理体系的评审工作, 在质量管理方面向项目经理全权负责;

3) 负责组织施工过程中的施工技术交底, 主持编制特殊工序的作业指导书;

4) 熟悉合同文件及施工图设计文件, 领会设计意图, 参加业主组织的设计交底和图纸会审;

5) 协助项目经理做好前期策划工作, 主持编制实施性施工组织设计, 制定施工方案、施工工艺、编制施工技术措施和施工计划及保证质量的措施等;

6) 负责推广应用新技术、新结构、新工艺, 组织项目的技术、质量攻关、做好科技成果的转化工作;

7) 主持交(竣)工技术文件的编制工作, 参加交(竣)工验收事宜。

(3) 项目生产副经理职责:

1) 贯彻项目管理目标, 根据业主、公司下达各阶段的任务目标, 保质保量完成生产任务;

2) 不定期的根据工程进展情况, 对现场质检工程师及分项工程的完成情况, 加以评价、奖优罚劣;

3) 协助项目经理做好项目前期策划工作, 负责项目部环境因素、危险源识别与评价工作, 确定项目重要环境因素及重大危险源, 组织管理方案的编写工作, 并组织落实;

4) 协助总经理监督检查各部门, 协调各部门职责的执行情况及质量管理、环境管理和职业健康管理工作, 贯彻实施公司管理程序文件、规章制度及项目的管理制度;

5) 负责现场安全生产工作, 组织制定和落实安全生产保证措施, 杜绝重大安全事故的发生, 负责组织应急计划的编制工作;

6) 负责组织制定分管部门人员的职责、工作标准, 并且在一定时期内对执行职责情况做出公正的评价和考核意见;

7) 搞好现场文明施工和环境保护, 负责项目环境管理体系的建立、实施和保持。



(4) 项目资源副经理职责:

- 1) 组织对新增机械设备、大中修机械设备和租赁机械设备的验收、鉴定和技术实验工作;
- 2) 负责机械设备的经济核算工作, 努力降低机械设备使用费, 提高机械设备的投资回报;
- 3) 组织对机械设备管理、操作人员的施工前技术交底工作, 组织对机械设备操作人员的技术培训, 提高专业技能;
- 4) 根据项目施工进度计划, 主持编制物资采购、供应计划, 参与编制实施性施工组织设计;
- 5) 组织市场调查, 准确掌握时常物资信息, 提出供应商、采购价格的初步意见;
- 6) 组织物资采购的招标和合同谈判, 按规定程序和要求签订采购合同;
- 7) 搞好物资、材料的供应, 满足工程进度的需要;
- 8) 负责物资管理安全工作, 组织作好物资、材料的进货检验、试验、计量、搬运、贮存和防护, 组织指定和落实安全保证措施, 杜绝重大安全事故的发生;
- 9) 按文明施工要求严格各项物资管理工作。

(5) 总会计师职责:

- 1) 制定项目财务管理制度(包括制定项目财务核算体系、财务管理办法、审核项目会计科目设置、财务资源配置等), 并主持编制项目资金收支计划;
- 2) 负责项目财务日常工作及会计基础工作检查, 掌握工程计量和财务收入情况, 了解项目资金分部情况, 并负责对外支付资金的控制及财务报表的审核;
- 3) 配合项目经理召集成本分析会议, 组织召开专题成本分析会, 配合项目生产副经理编制项目成本计划, 参与项目重大经济决策, 参与项目经济合同制定的研究、审查、签订, 监督各项合同的执行;
- 4) 宣传国家财经法规和财务管理制度, 督促指导项目财务人员工作, 维护财经纪律, 支持会计人员依法履行职责, 组织项目财务人员业务培训、学习、讨论, 签阅会签各种文件;
- 5) 考核相关人员及业务部门。

(6) 书记职责:

- 1) 建立党的组织及规章制度, 结合项目实际确定总体工作目标, 开展好党的活动, 带好党的队伍, 发展党员, 管理党员的组织关系及党费;



- 2) 宣传贯彻党的路线方针政策、国家法律法规及局重大决策和各项规章制度，开展遵纪守法教育，召开民主生活会，做好党员的思想政治工作；
- 3) 支持和参与项目管理，抓好文明施工，推行精细管理，主抓与当地关系的协调及处理，协助处理工地紧急问题；
- 4) 按照局、处（公司）党委要求，落实党风廉政建设责任制，对协作队伍落实廉政要求；
- 5) 领导工、团组织开展活动，关心群众生活，维护职工权益；
- 6) 督促、检查、指导办公室工作。

3.1.3.2 各部门管理职责

(1) 工程部管理职责：

1) 项目策划与工程管理：

① 负责识别、搜集和更新相关的国家法律、法规和其它对施工管理、施工方法和技术措施的相关要求；

② 负责编制项目实施性施工组织设计，施工方案、工艺和预防措施；补充必要的施工规定和操作规程；

③ 协助项目总工程师做好项目工程质量管理，确保质保体系正常运行；

④ 督促、检查试验室、测量队的有关施工技术资料的整理工作，对测量原始记录、试验检测报告以及送交监理工程师签证资料和各项试验资料是否齐全，数据是否准确，内容是否正确等进行认真审查，履行签证手续；

⑤ 参加经理部组织的工程质量检查及有关工程质量方面的会议，对项目主要工程项目的关键工序进行质量控制；

⑥ 负责编制项目施工作业指导书、目标管理方案、纠正和预防措施；

⑦ 协助生产副经理做好项目生产管理：施工计划管理、现场管理、文明施工管理和工程统计分析与工程信息交流管理；

⑧ 加强对操作层的过程管理，按单位、分部、分项工程及关键工序环节进行层层技术、质量交底，严格控制质量标准；

⑨ 负责项目质量和技术管理人员培训计划的编制和实施；

⑩ 协助项目总工程师做好项目贯标工作。

2) 质量与环境管理：

① 负责项目质量、环境管理体系建立、运行、改进工作；

② 负责编制项目质量、环境管理目标、实施计划和管理方案；



③ 负责环境管理：负责项目环境控制、环境影响检查和评价；

④ 负责工程回访和重大环境污染事故处理。

(2) 质检部管理职责：

① 负责监督各施工作业队贯彻执行国家、行业颁发的《公路工程质量评定标准》；业主、监理与企业发布的工程质量的的规定、规程、制度和措施，并检查落实；

② 深入施工现场了解掌握工程质量动态，协助各作业队处理施工中存在的质量问题；

③ 施工过程中各道工序的自检和报验工作，及时向各级领导汇报工程质量情况；对各种原材料、成品、半成品的质量检查与验收；

④ 记录历次质量检查、各种验收检查的情况，记录质量事故的调查处理情况，记录机械设备、计量测试仪器、人员素质等影响工程质量因素处理情况。

(3) 合同部管理职责：

1) 负责项目工程合同的管理及合同签订，做好合格分包商的评审、选择和管理工作；认真履行合同义务，保证工程质量，按合同工期完成工程施工任务；

2) 负责项目的工程计量结算工作，及时做好工程变更及索赔工作；

3) 参与项目成本核算工作；

4) 负责收集和反馈业主、监理单位对履约情况的信息；

5) 负责工程报验资料的收集整理、报验工作；

6) 负责竣工文件的编制工作。

(4) 资源部管理职责：

1) 负责项目物资管理、采购、供应工作；

2) 负责编制项目的物资采购计划和大宗材料采购合同的签定履行；

3) 负责选定合格供应方及进行评定；

4) 严格控制进货的检验，确保进场材料的质量和数量；

5) 负责各类物资的贮存、防护以及易燃、易爆物品的安全贮存，堆放；

6) 负责各类物资的收入、发出，贮存中防止环境污染；

7) 积极作好物资人员的培训工作；

8) 负责项目的物资成本核算和统计资料的上报；

9) 负责项目物资信息调查工作；

10) 负责项目物资经济核算工作，参与项目成本核算工作；

11) 审批施工单位机械进场计划、外租机械设备需求计划；



12) 负责外租机械设备合同的管理;

13) 推行单机核算。

(5) 财务核算部管理职责:

1) 财务管理:

① 负责制定项目的财务会计制度,并监督实施;

② 负责项目年度财务预算的编制,参与对外分包合同的签订,并督促执行考核;

③ 负责项目资金的调配、资金的筹措,并监督资金的使用回收;

④ 建立各类财务信息台帐,为经营决策提供详实资料;

⑤ 负责向公司上交各项费用;

⑥ 参与项目成本核算工作。

2) 会计核算:

① 负责建立项目的会计核算系统,并监督实施;

② 负责项目成本核算和成本管理工作;

③ 负责项目会计基础工作的规范达标工作,收集、保管会计档案;

④ 负责项目竣工后债权债务清理工作,并编制竣工决算。

(6) 综合事务办公室管理职责:

1) 行政后勤:

① 项目行政管理、行政事务;

② 负责项目档案管理和文件资料的同意管理以及相关文件的控制;

③ 负责项目行政决议的执行督办和各部门的工作协调;

④ 负责项目地方关系的处理、协调和对外接待工作;

⑤ 负责项目后勤管理与后勤事务,负责项目行政办公设备(用品)的管理;

⑥ 负责项目经理部文明办公、后勤生活保障、劳动保护及治安保卫工作进行监督、指导;

⑦ 负责对项目驻地建设、项目驻地环境管理提供策划支持,并进行监督指导;

⑧ 负责项目部驻地的规划建设与管理,包括:供水系统、通讯系统、计算机系统及办公设备的提供、维护和管理;

⑨ 负责项目部驻地文明管理,负责对项目驻地建设、项目驻地环境及有关临建设施的职业健康与安全进行统一管理;

⑩ 负责项目门禁管理和治安保卫工作,确保符合保卫工作规范并避免认为不安全事件的发生。



2) 劳动人事:

① 负责项目人力资源的调配管理工作;

② 负责编制由本项目组织实施的年度培训计划,经批准后予以实施,并管理培训记录;

③ 负责项目员工劳动工资和社会保险工作;

④ 负责项目劳动保护工作和职业健康管理。

3) 企管策划:

① 负责项目管理制度的编制和公司制度的监督执行;

② 负责获取业主、监理单位和地方政府的有关法规、规定和要求;

③ 负责项目文化建设和公司、项目形象宣传工作。

4) 党群工作:

① 负责项目党支部日常工作;

② 负责项目的纪检监察工作;

③ 负责项目工会工作与女工工作;

④ 负责项目青年工作与团支部工作。

3.1.4 操作层和分包规划(业主指定分包)

按照业主的指令进行分包,分包范围由业主划分,业主指定的分包队伍必须符合业主要求和经理部的统一管理及相关制度,我局操作层必须有局内相关资质,符合生产处《规范操作层市场有关法规、制度汇编》中相关规定。

(1) 操作层的选定

1) 选择操作层要坚持公开、公正、公平的原则,通过招标的方式进行选择。

2) 依据工程特点,招标可按资信招标和竞价招标两种方式进行选择。

3) 项目部招标评标小组应用书面文件将拟推荐录用的投标人名单报工程处(公司)审批。

4) 项目经理部必须与经工程处(公司)批准选定的操作层签订施工分包合同,并报工程处(公司)备案。

(2) 操作层的管理

1) 局指导、检查局直属项目和重点、难点项目的操作层管理工作。

2) 工程处(公司)建立合格操作层档案,掌握操作层市场信息,对操作层加强监督、检查,实施动态管理,并根据需要向项目经理部推荐优秀的操作层队伍。



3) 工程处(公司)建立各项目与操作层签订的合同台帐,负责监督检查项目经理部对操作层的管理工作。

4) 项目经理部负责对操作层的施工过程进行监督管理,坚决杜绝以包代管现象。

5) 项目经理部与操作层签订的合同内容包括:承担的工程项目范围、工程数量、单价或总价、质量标准、工期要求、安全生产要求、计量支付办法、双方的责任和义务、对出现质量问题和争端的解决办法等作出明确的规定。

6) 操作层必须遵守项目经理部的一切管理制度,加强沟通,服从变更指令,接受驻地监理工程师的监督。

7) 操作层在撤出工地前必须做好工作总结,按规定交出所有完整资料,办理退场手续。

(3) 计量支付

1) 项目经理部按照质量标准和验收办法,严格执行计量支付程序。

2) 项目经理部办理结算支付单须项目经理审批后财务部门方可支付。

3) 项目经理部不得向操作层提前支付或超额支付工程款,严格按照合同规定进行结算。

4) 工程完工后留部分结算款,督促操作层清理在本工程涉及的内外债务、员工工资后,才能最终结算。

3.2 具体布置

按照国家规定和本合同段招标文件要求实行项目管理。为此设立项目经理部,建立一个精干高效的领导集体,它代表我单位在本施工中进行具体组织运作。在做好本工程的基础上,使项目达到业主合同中所规定的目标;在全面控制的基础上,抓好工程的重点、难点施工技术。

为保工期、质量和进度,顺利安全的完成本合同段任务,避免人为的不利因素干扰,协调好:内部各作业点、面的关系;同相邻或其他承建商的关系及监理工程师、总监办、建设单位的关系;与当地群众及已有单位的友好关系,建立良好的社会关系。

在运用项目法管理实施本项目工程当中建立健全五种机制:被授权人全权负责制;项目目标责任制;竞争激励制;工程目标与工程自检制的质量管理;安全生产、环保一票否决制。

施工全过程及交工后的回访服务中采用相应的技术、手段与方法:进一步推行全面质量管理;推广与应用“四新”成果,结合实际贯彻 ISO9002 系列标准;科学安排



施工进度，最大发挥现有的劳动力；先试验，后示范，推行施工现场程序化、规范化、标准化作业。

3.2.1 施工进度计划

无论编制总体计划和分项工程计划均应反映关键线路，并进行各种要素优化后最终确定施工进度计划。要对计划实现动态管理。

施工总进度计划和单位工程施工进度计划采用网络技术并用计算机软件完成。如：工程项目计划管理系统：同洲软件（TZ-Project v7.2）、P3 计划软件、梦龙智能网络计划编制系统、微软 Project 等软件都是项目网络计划管理的应用软件。广泛适用于各行各业的大中小型工程项目的网络计划制定、评审、实施动态控制、资源优化平衡、成本费用控制、建设监理、工程投招标等方面的具体应用需求。可动态控制工程进度，以最省的费用合理安排时间、人力物力资源，可帮助取得最佳的经济和社会效益。

3.2.2 施工准备工作计划

3.2.2.1 施工准备工作组织及时间安排

进行施工总动员，主要内容为：介绍本合同段的施工概况、工程特点、总体施工顺序、施工工艺、施工计划和注意事项。明确工期目标、质量目标，强化工期、质量、安全、环保意识。强调本合同段高起点、高标准建设的具体要求，做好前期技术准备工作及设备调遣准备工作。

进场后协助业主单位并联系监理单位、设计单位进行图纸会审和设计交底，组织项目部技术人员认真学习地质报告和施工图纸，熟悉有关的设计施工规范和规程，了解设计意图和有关技术要求，并将有关设计疑难问题在交底会上提出。认真听取设计人员的技术交底，掌握各专业，各工种之间相互配合的关键所在，掌握本项目施工的重点和难点。

根据设计交底，编制详细实施性施工组织设计，并经监理工程师审批后实施，在此基础上编写具体分项工程施工组织设计、分部分项工程开工报告及各项技术文件。按公司程序文件及作业指导书进行各工序的技术分解及交底，并附技术交底书。

根据设计提供的基准点，进行导线点、水准点测量复核、加密、放样工作，测量放样成果报送监理工程师及业主审批。

组建中心试验室，在对进场的测量仪器和试验、检测设备进行检测计量认证，并取得实验室临时资质后，做原材料和配合比试验，合格后方可施工。

初具开工条件时，填写开工报告。（技术准备框图见图 3.2.2.1-1）。

从施工准备阶段起，项目经理部领导加强与业主联系，争取业主各方面对我们的支持，并积极主动与当地（村镇）政府取得联系与沟通。

一项工程得以顺利实施，主要取决于承包人自身的实力与管理水平，同时周围的社会环境、公共关系也起着重要的作用，所以具体须抓好以下几方面工作：

- (1) 积极宣传本高速公路工程修建的深远意义及给当地人民带来的好处，争取赢得社会的理解、关注与支持；
- (2) 自觉遵守与维护当地政府的有关条例、规定；
- (3) 设立投诉电话听取沿线民众的意见，在发生矛盾时，耐心解释、妥善解决；
- (4) 规范作业、文明施工、善始善终，做好工程结束后的收尾清洁工作；
- (5) 强化国土意识、珍异野生动植物资源，把施工与环境保护紧密联系起来；
- (6) 听从监理、业主的指挥及监督，从大局出发、全盘考虑。

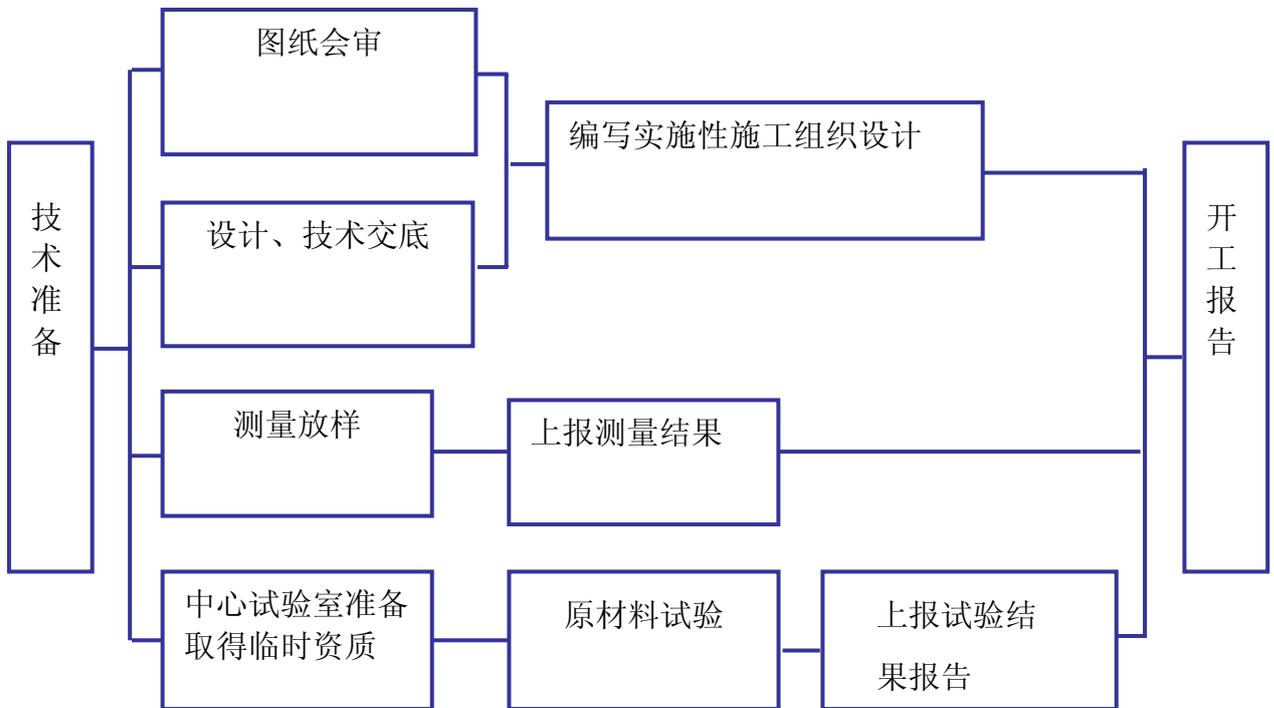


图 3.2.2.2-1 技术准备框图

3.2.2.2 施工现场准备、人员、物资、设备、资金准备

(1) 施工现场准备

1) 进场道路

根据驻地建设需要和现场进出方便的要求修建一些临时施工便道，便桥。

2) 供水系统

在办公、生活及临时生产区沿临时道路的两侧设置排水暗沟，保持排水设施畅通。

临时排水必需按地方环保部门的要求，经过处理、消毒，符合排放标准后进行排放。



3) 供电系统

根据本合同段施工方案，为保证正常施工，提高供电质量，可在办公生活区布置变压器。

4) 通讯

主要利用固定、高频无线电对讲机。在办公区、生活区、现场布置足够数量的经业主确认的通信设备，另外，还配置外线电话、传真机、移动电话，宽带网络，确保各方联络渠道的畅通。

(2) 人员准备

进场后立即联系购买材料等为工程的顺利展开创造良好条件，同时处理好与当地政府及附近村民的关系。后期主要施工人员将按照劳动力计划分批如期到场，并尽快展开工作面，确保后进场人员进场后即可满负荷工作。

施工动员将逐级进行，普及全体职工，确保参加建设本工程人员以饱满的热情和高昂的士气，按期、优质地完成各项施工任务。

(3) 材料物资供应准备

1) 土源

从××选取路基施工所需用土。日供应量××m³，采用××运输，满足施工生产需要。

2) 石料

混凝土所需石料从采石场采购。日可供应××t，采用××路运输，能满足日需求量××t的要求。做到专材专用，既可保证质量，又可保证货源。

3) 砂料

从××采购优质黄砂，日供应量××t，采用××运输方式。现场日需求量××t，建议设置专门采砂场，做到专材专用。

4) 水泥

在××采购优质水泥，日供应量××t，采用××运输方式，满足现场日需求量××t的要求。

5) 钢材、木材

在××地区采购，以满足施工生产需要。

(4) 机械设备准备

常规机械设备可根据工程需要按计划进场，而对于大型特殊设备则应留足进场时间。

(5) 资金准备

1) 项目启动资金

主要依靠业主的动员预付款，在资金不足时可向业主说明情况，暂借资金，或通过贷款及上级单位资金调配，满足工程启动需求。

2) 编制资金计划

①按工程位置或内容排列的不同资源供应（需求）计划，其形式是按单位时间段（季、月、周、日）分布的资源量计划，并根据资源量计划制定资金量计划

②按资源名称排列出用于工程各个不同部位的数量，并随时间段分布制定资金计划。

3.2.3 资源需求计划

项目部可根据沿线水、电、交通等状况，与当地管理部门取得联系或者通过业主与当地职能部门取得联系以提供便利条件。

3.2.4 劳动力安排及进度计划

为确保优质、安全、高效、按期完成本合同段工程，我单位根据本工程特点和施工经验，经认真测算，科学分析，决定采取划分作业队、加大投入、多开工作面、提高工效、应用“四新”技术（新技术、新设备、新工艺、新材料）等综合措施，本着统筹安排，精心组织，合理搭接工序，不窝工、不打疲劳战的原则，计划平均投入劳动力 人，施工高峰达到 人。劳动力进场计划（见图 3.2.4-1）所示，（实例：在软基处理及桩基施工时形成两个生产高峰）：

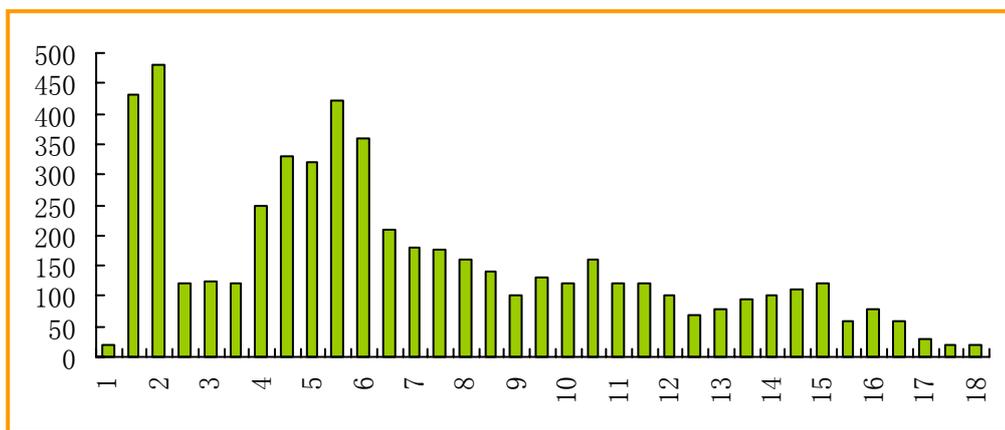


图 3.2.4-1 劳动力进场计划图

3.2.5 主要材料和周转材料需求计划

根据本段工程对筑路材料的性能及工期的要求，片、块、碎、砂石料拟从 等地购买。



3.2.6 机械设备需求及进场计划

依据本工程内容、数量、计划工期，一切施工机械、设备均应按“充分满足工程需要且搭配合理”的原则，准时进场。机械设备的进场时间和方法如表 3.2.6-1 所示（列表）：

主要机械设备需求及进场计划

表 3.2.6-1

序号	机械名称	规格型号	功率	数量	进场方式	进场日期
土方机械						
1	装载机	ZL50	3m ³			已进场
2	装载机	ZL40	2.5m ³			已进场
3	自卸汽车	T815-S1	17t			已进场
4	自卸汽车	红岩	9.5t			已进场
5	自卸汽车	解放	6t			已进场
6	挖掘机	WY-100	1.0 m ³			已进场
7	挖掘机	CAT-320B	1.0 m ³			已进场
8	推土机	SH120	120kw			已进场
9	推土机	D85	243kw			已进场
10	平地机	PY180B	132kw			已进场
11	平地机	PY180B	120kw			已进场
12	振动压路机	BW225D-3	25t			已进场
13	振动压路机	CA25	25t			已进场
14	振动压路机	CC501	77kw			已进场
15	稳定土路拌机	WB230	235kw			已进场
16	稳定土路拌机	WDB-300A	300T/H			已进场
17	洒水车	SCZ140	8t			
搅拌及起重设备						
1	混凝土搅拌站	HZQ25	25 m ³ /h			已进场
2	混凝土搅拌站	HZS60	60 m ³ /h			已进场
3	砼输送车	MR-4500	6 m ³			已进场
4	砼输送泵	HB-30	30 m ³ /h			已进场



5	汽车起重机	QY8	8t			已进场
---	-------	-----	----	--	--	-----

3.2.7 本项目投入试验设备和测量仪器计划

依据本工程内容、数量、计划工期，本项目投入试验设备和测量仪器均应按“充分满足工程需要且搭配合理”的原则，准时进场。试验设备、测量仪器的进场时间和方法如表 3.2.7-1 所示（例表）：

主要试验、测量、质检仪器设备进场计划和方法

表 3.2.7-1

序号	仪器设备名称	产地型号	数量	状况	进场日期
一	测量仪器				
1	全站仪	日本拓普康			已进场
2	经纬仪	拓普康电经			已进场
3	水准仪	北京 DS3			已进场
二	试验仪器				
1	电动击实仪	北京济咸 CLD-水 III			已进场
2	标准筛	上虞方孔			已进场
3	核子仪	美国			已进场
4	灌砂筒	上虞			已进场
5	电子天平	上海 PB2000			已进场
6	压力机	无锡 NYC-2000D			已进场
7	路强仪	北京 LD127-I			已进场
8	烘箱	天津 HWX-I			已进场
9	脱模机	北京 DTM-I			已进场
10	集料压碎值测定仪	北京申克			已进场
11	规准仪	北京申克			已进场
12	容积筒	上虞			已进场
13	调温电炉	北京			已进场
14	砂浆试模	沧州 7.07*7.07			已进场
15	负压筛析仪	北京 FSY150B			已进场

16	沸煮箱	天津 RAF-A			已进场
17	案称	上海			已进场
18	液塑限联合测定仪	江苏 ZYS-100g			已进场
19	胶砂搅拌机	沈阳巨林			已进场
20	砼试模	沧州 15*15			已进场
21	净浆搅拌机	无锡			已进场
22	胶砂振动台	沈阳巨林			已进场
23	稠度仪	无锡			已进场
24	胶砂抗折机	无锡			已进场
25	养护室自动控制仪	天津庆达			已进场
26	取芯机	多功能钻芯			已进场

3.2.8 施工平面图设计

3.2.8.1 施工平面图说明

施工平面图说明及管理规划：根据工程量分布、工程结构特点及业主提供临时用地位置和面积，通过对现场详细认真的勘察，项目部按“**布置合理、方便施工、安全可靠、少占耕地**”的原则，对施工现场进行了详细规划布设。项目经理部必须结合施工条件，按照施工方案和施工进度计划的要求，认真进行施工平面图的规划、设计、布置、使用和管理。

3.2.8.2 施工平面图

施工平面图宜按指定的施工用地范围和布置的内容，分别进行布置和管理。

施工平面图宜根据不同施工阶段的需要，分别设计成阶段性施工平面图，并在阶段性进度目标开始实施前，通过施工协调会议确认后实施；如图 3.2.8.2-1 所示。

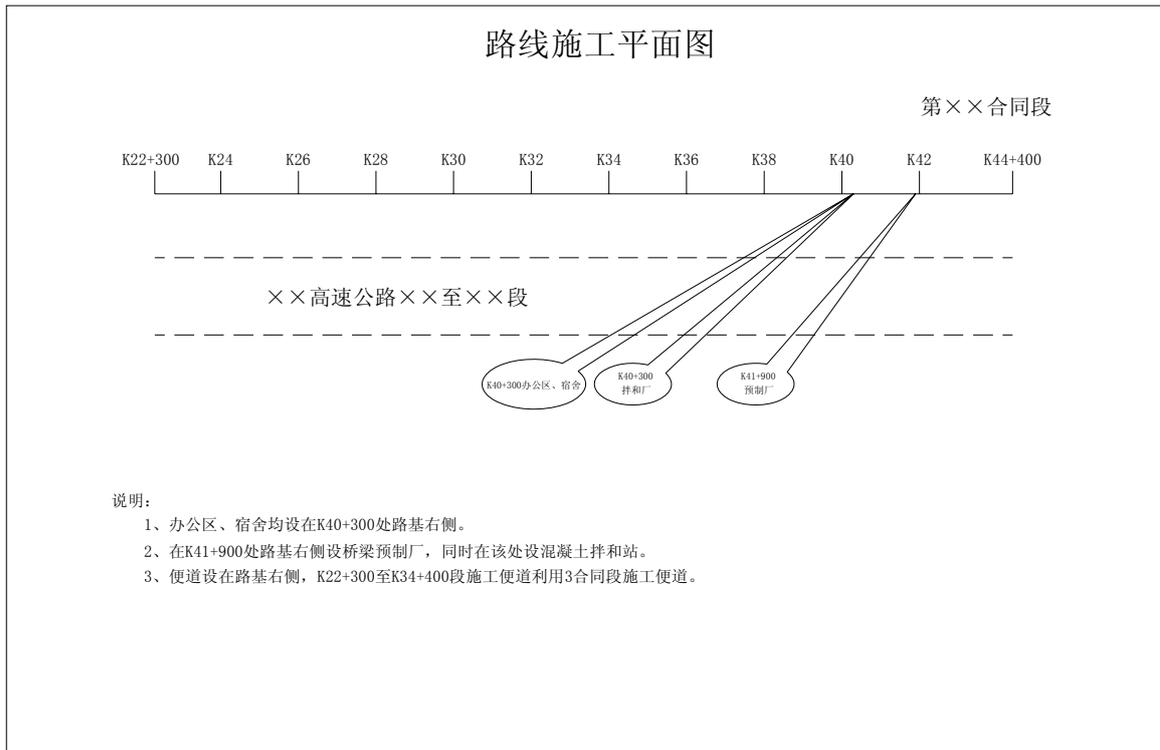


图 3.2.8.2-1 施工总平面布置图

项目经理部应严格按照审批的施工总平面图或相关的单位工程施工平面图划定的位置，布置施工项目的施工临时道路，供水，供电线路，施工材料制品堆场及仓库，土方及建筑垃圾，配电间，消火栓，现场的办公，生产和生活临时设施等。同时根据需要需对生活区和生产区的场地布置进行细化，绘制出相应的办公生活区场地布置图，见下图 3.2.8.2-2 所示。

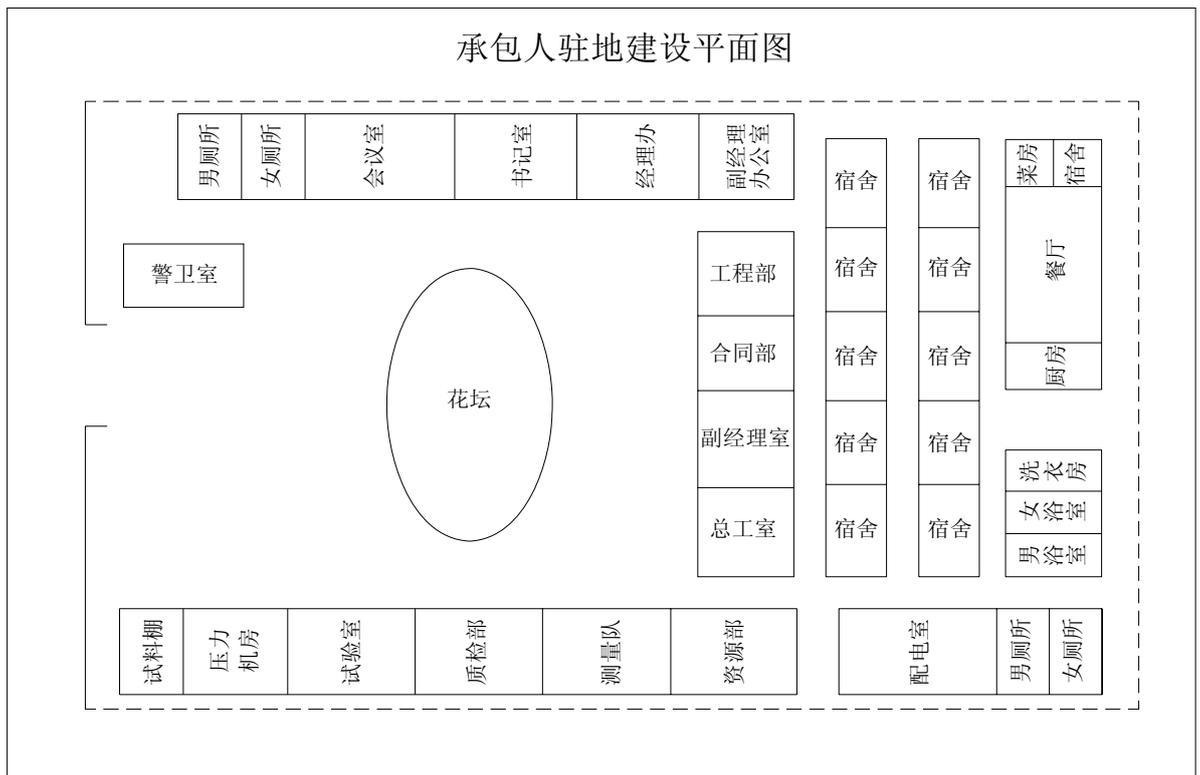


图 3.2.8.2-2 办公生活区布置图

在施工现场周边应设置临时围护设施工地的周边围护设施高度不应低于 1.8m。临街脚手架，高压电缆伸至街道的，均应设置安全隔离棚，危险品库附近应有明显标志及围挡设施。

施工现场应设置畅通的排水沟渠系统，场地不积水，不积泥浆，保持道路干燥坚实，工地地面做硬化处理。

施工平面图应按现行制图标准和制图要求进行绘制。施工平面图设计推荐采用现在流行的通用软件 AutoCAD 绘制。

3.2.8.3 施工平面图管理规划

- (1) 确定路线具体位置；
- (2) 确定路线交叉形式、结构类型及各部尺寸，绘制布置图及必要的设计详图；
- (3) 确定沿线设施各项工程的位置、类型及各部尺寸，绘制布置图和设计详图；
- (4) 确定环境保护设施的位置、类型及数量、绘制必要的布置图和设计详图；
- (5) 沿线有桥涵工程的，要确定大中桥的位置、孔数及跨径、结构类型及各部尺寸，绘制结构设计图；确定小桥、涵洞、漫水桥、过水路面等的位置、孔数及跨径、结构类型及各部尺寸，绘制布置图，特殊设计的应绘制特殊设计详图；



(6) 沿线有隧道工程的，要确定隧道及其附属设施的形式和尺寸，绘制布置图和设计详图。

(7) 施工便道、便桥

项目部依据设计图纸，对施工沿线进行了详细的实地踏勘，在经过必要的方案讨论以及与地方政府的沟通协调后，初步确定了便道、便桥的布设方案。便道的布设原则其一是便利施工，以确保工程进度；其二是方便地方群众。利用原有的乡间道路，与取土坑、驻地、拌和场相连，并充分考虑便道与部分乡间道路的改线方案的配合，以避免后期重复征地和重复施工。利用地方道路时，按标准便道处置方案进行加固加宽处理。

(8) 驻地绿化

项目部可根据实际情况，在临建四周进行绿化建设，美化环境，创造“花园式”工地。

(9) 其它

应招标文件要求，为监理及业主代表修建驻地，并进行交通、生活设施、安全设施及通讯设施等的配备。

3.2.8.4 施工平面图绘制标准和制图要求

施工平面图应按现行制图标准和制图要求进行绘制。施工平面图设计推荐采用现在流行的通用软件 AutoCAD 绘制。

3.2.9 项目经理部驻地建设

按二公生发[2005]114号文：关于印发《项目经理部驻地建设有关规定》的要求执行。

4 施工方案和施工方法

在本章中首先应简述总体施工方案和施工方法，对施工流向和施工顺序做出总体安排，并将整个工程项目进行施工阶段划分，同时根据工程实际情况，设计文件、规范要求，以及业主和监理工程师要求等对施工方法和施工机械进行选择，并对施工过程的安全施工进行设计。

施工便道和便桥：

进场便道原则上利用现有的地方道路，施工便道在充分利用地方道路的基础上，根据沿线取（弃）土场的布设、土石方的调配方案和全线主段区域内基本贯通的原则进行布设。经理部、各工区驻地及预制厂、拌和场等修筑横向便道。便道建成宽度为

7 米，沿便道一侧设置临时排水沟，以利路基排水及隔断外界水进入路基。

便道的结构：便道原地面用掺 5% 石灰土进行硬化处理，厚度为 25cm，上铺碎石土路面厚 30cm，如特别需要可加铺 20cm 厚混凝土路面，其标号可根据实际通行能力要求确定。路面设置 2% 单向外倾横坡，便于路基排水。便道遇到沟渠，要求过水时，设置临时管涵，管径根据实际过水能力确定。

对于有通航要求或较宽河流采用便桥通过。

(1) 搭设栈桥

1) 栈桥结构型式

栈桥主要有两种型式，一种是钢管贝雷栈桥，另一种是钢管型钢栈桥，一般来说，钢管贝雷栈桥的跨径可达 18—21 米，而型钢栈桥的跨径为 9—12 米，栈桥型式的选择主要取决于当地的地质情况与现场的材料。

① 钢管贝雷栈桥

钢管贝雷栈桥在我局的应用范围较多，因为其跨径大，可有效节约钢管桩，同时贝雷的周转利用也比较方便，因此经济效益较钢管型钢栈桥为好。

钢管贝雷栈桥布置如下图 4-1 所示，立柱采用 $\phi 0.6\text{m}$ 的钢管桩，立柱上布置 I45 作为分配梁，横向布置 6 排贝雷，贝雷上布置小型钢作为分配梁，面板采用 $\delta = 10\text{mm}$ 的钢板，桥面宽度一般为 6—7m，栈桥间距为 18—21m。

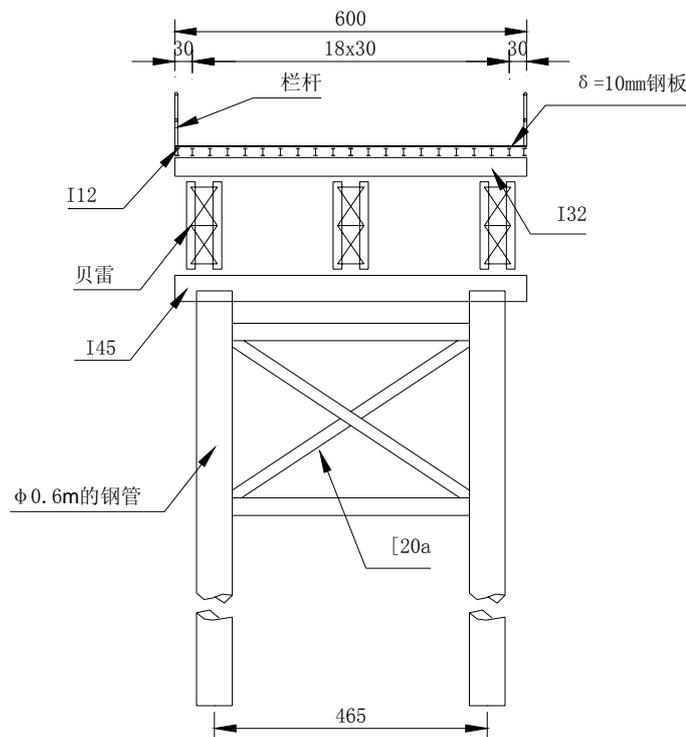


图 4-1 钢管贝雷栈桥布置示意图

②钢管型钢栈桥

钢管型钢栈桥布置如下图 4-2 所示，立柱采用 0.6m 的钢管桩，立柱上布置 I45 作为分配梁，横向布置 7-8 根大型钢，贝雷上布置小型钢作为分配梁，面板采用 $\delta = 10\text{mm}$ 的钢板，桥面宽度一般为 6-7m，栈桥间距为 9-12m。

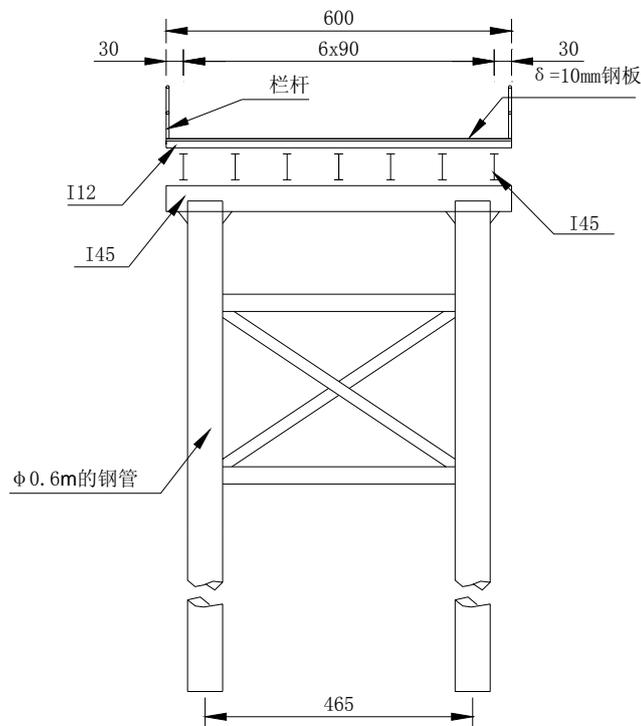


图 4-2 钢管型钢栈桥布置示意图

(2) 施工步骤如下：

- ①栈桥基础及下部施工
- ②钢管桩振沉完成后，利用 50t 吊车或浮吊配合人工及时将钢管桩的剪刀撑和平联焊接，在桩顶用 2I45 型钢连成整体。
- ③利用 50t 履带式吊车或 50t 浮吊铺设栈桥上部结构和行车道板。
- ④焊接桥面防滑钢筋（II 级钢筋），设置栈桥栏杆、照明灯等附属工程。
- ⑤一孔型钢栈桥施工平均需用 3 天时间，见下表 4-1 所示：

钢管型钢栈桥工效分析表

表 4-1

序号	工序	时间 (H)	备注
1	准备工作	6	人员、材料、设备
2	钢管桩振沉	18	含测量放样及纠偏时间
3	平联或剪刀撑焊接	6	
4	牛腿、桩顶承重梁焊接	8	含测量放样及调平时间



5	纵梁、横梁及分配梁铺设	20	
6	桥面板铺设	8	
7	栈桥栏杆等附属工程	6	部分附属工程可推后施工
合计（小时）		72	

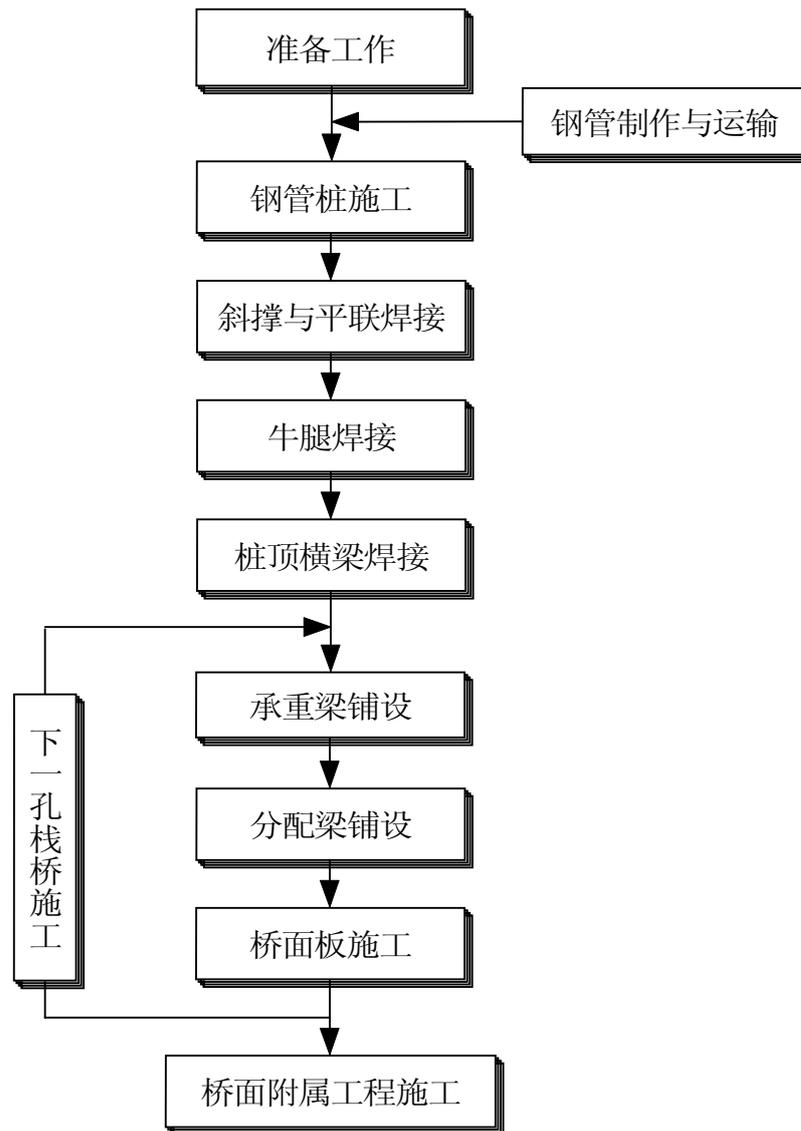
⑥一孔贝雷栈桥施工平均需用 4 天时间，见下表 4-2 所示：

钢管贝雷栈桥工效分析表

表 4-2

序号	工序	时间（H）	备注
1	准备工作	6	人员、材料、设备
2	钢管桩振沉	20	含测量放样及纠偏时间
3	平联或剪刀撑焊接	8	
4	牛腿、桩顶承重梁焊接	10	含测量放样及调平时间
5	贝雷梁、横梁及分配梁铺设	36	
6	桥面板铺设	10	
7	栈桥栏杆等附属工程	6	部分附属工程可推后施工
合计（小时）		96	

(3) 栈桥施工工艺流程：



主要施工工艺详见附录

5 施工技术组织措施

5.1 质量保证措施

5.1.1 质量总体目标及目标分解

质量目标应按照零缺陷的管理要求以及满足顾客要求编制创优计划质量评定分值。质量评比各项内容等量化指标和顾客特殊要求的其他单项技术指标为目标值，以及与之对应的项目计划指标和为达到这些总体目标分解到各组成部分的目标。



5.1.2 实现目标的措施

5.1.2.1 技术措施

(1) 编制检验和试验计划，确定业主对材料、过程、半成品、成品和各单项指标的明显和隐含要求，以上对应这些指标所进行的检验，测量和试验方法、依据、频次。

1) 原材料的检验和试验

为确保工程产品质量，对本工程的原材料建立有效的质量控制措施，确定投入使用的均为合格原材料，不合格的不投入使用。

原材料产品必须有齐全的质量保证书。该保证书由生产该产品的厂家出发，其内容与实物产品吻合。特殊材料出具国家主管部门的生产许可证复印件，以备查考。

原材料入库后，按《技术规范》中的要求进行取样与检验。对于检验不合格的产品，可进行重新取样检测。

原材料试验报告应及时递交监理工程师检查。各种材料的具体检测要求与检测频率应按照《技术规范》的有关说明。

施工用土，首先要根据设计图纸介绍或现场踏勘落实地方土源，并通过试验选用符合规范要求的填土，不符合规范要求的及时清理出路基以外，或经处理，符合要求后使用，以确保填土的质量符合标准。

施工用水，如果是从工地周围打井或抽取河水取得的，正式使用前做水质检验，确定对砼无腐蚀性后再使用，检验记录报监理工程师审查。

施工用砂，根据设计说明介绍和现场踏勘 2 个途径取得。特别对现场附近的砂，按《技术规范》的要求对其进行详细的检查，有完整的试验报告，并经监理工程师对试验结果审查批准后才能使用。

施工用石材料，严格按设计要求进行检查验收，不合格产品不投入使用，并报请监理工程师检查。

2) 模板

模板检验重点检查是否按照施工组织设计要求采用的模板材料，检验模板的平面尺度、安装高度和位置，保证模板的强度和刚度，脱模剂涂刷是否均匀，确认拆模不会对预制的块体产生损坏和影响外表美观。

3) 混凝土

对混凝土进行试块的制作、养护及按技术规范规定的各项要求进行试验，并对照预拌混凝土的质量进行核对。及时将结果上报给监理工程师。预拌混凝土质量由混凝



土配比单、混凝土运输车、抽样试块、抽检记录和试块送检报告共同组成控制质量依据。

(2) 全面施工过程质量控制

1) 施工前的控制

①项目经理部技术主管组织有关人员编制施工组织设计。

②编制施工总进度计划、劳动力计划、大型船机设备计划和材料计划。

③在施工组织设计中，详细制定各分项工程的施工工艺，提出本工程的质量控制点和相应的控制计划，对关键工序实行典型施工。

④组织有关人员详细阅读设计文件，透彻理解设计意图。

⑤在工程正式开工前十五天，提供一份完整的施工组织设计给甲方监理工程师审查。

⑥按照要求在开工前对水质和原材料、土源等按规定进行检验，送监理工程师审查确认。

⑦按照合同的要求，完备质量检验和施工中所使用的质量检验表格。

2) 施工计划控制

由项目经理部各职能部门编制、落实、检查和督促每月生产计划执行情况。

项目部每日召开调度会，每周召开一次生产会，检查落实施工进度、工程质量、安全生产等工作，协调人、机、物，控制工程形象进度。项目部每周召开一次质量例会，专题研究工程质量情况和改进措施。

3) 设计变更控制

无论何种原因需作出设计变更时，必须经业主和监理工程师签认同意后方可施工，并将变更文件妥善保管，作为竣工验收的依据。

4) 工序控制

①施工过程中严格执行三检制度。

②按设计文件要求，对工序施工中的工艺和技术要点编制作业指导书（技术交底书）。

③每道工序前进行技术交底。

(3) 针对质量通病，重要部位，关键、特殊工序制订预防措施和作业指导书，作为附件或单行本另列，文中只作简述和指导。

表 5.1.2.1-1

工程类别	质量通病	质量通病现象	原因分析	处治措施
------	------	--------	------	------



普通路基	填筑超厚	不按照规定的虚铺厚度回填。 推土机一次将沟槽填平。	技术人员和操作人员对质量通病现象不了解或不认识。 技术交底不清或质量措施不力。 施工者偷工或不顾后果。	加强技术培训，使技术人员和操作人员了解分层压实的意义。 作好技术交底工作，使路基填方和沟槽回填土虚铺厚度不超过规范值。 严格操作规程，加强质量管理，严惩偷工者。
	倾斜碾压	在填筑段内随高随低，使碾轮爬坡碾压。	在填筑段内未将底层整平就进行填筑。 沟槽内填筑高度不一，使碾轮在带有纵坡的状况下碾压。	在路基总宽度内，采用水平分层方法填筑。 路基地面的横坡或纵坡陡于1:1.5时做成台阶。 台阶高等于压实厚度，台阶宽度不小于1m。
排水工程	排水边沟沟底纵坡不顺断面大小不一	沟底高低不平，或者反坡。 局部积水，局部断面过小，排水不畅。	未按照设计纵坡和断面开挖修整边坡。 忽视对工序的质量检验。	严格按照设计要求开挖断面并修整，认真做好工序的质量检验。
	路基排水无出路	边沟排水无出路，边沟变成渗水沟。	设计单位调查不仔细，未解决排水出路问题。 施工单位图纸审查不细，对设计忽略的问题未提出补充意见。	认真审核施工图纸，加强施工图纸的会审，对排水出路不明确的，提出补充设计。 除解决好路基边沟的排水设施外，还要解决好边沟、排水沟的挖挑修整。
桥涵工程	钻孔灌注桩塌孔	成孔过程中或成孔后，孔壁塌落，造成孔底积泥砂、孔深不足。	护筒埋置过浅，周围封填不密。 操作不当，如提升钻头、安放钢筋笼碰撞孔壁。 泥浆稠度小，起不到护壁作用。 孔内水位高度不够，不足以平衡水头压力。 孔内加水流速快，冲刷孔壁。 在松软砂层进尺太快。	塌孔部位不深可改用深埋护筒，周围填土夯实重钻。 轻度塌孔可加大泥浆相对密度和提高水位。 严重塌孔用粘土泥膏投入，孔壁稳定后低速钻进。 安放钢筋笼保持垂直，勿碰孔壁。 软砂层钻进过程中控制好进尺速度。 尽量缩短砼的浇注时间。

表 5.1.2.1-1 (续)

工程	质量通病	质量通病现象	原因分析	处治措施
----	------	--------	------	------



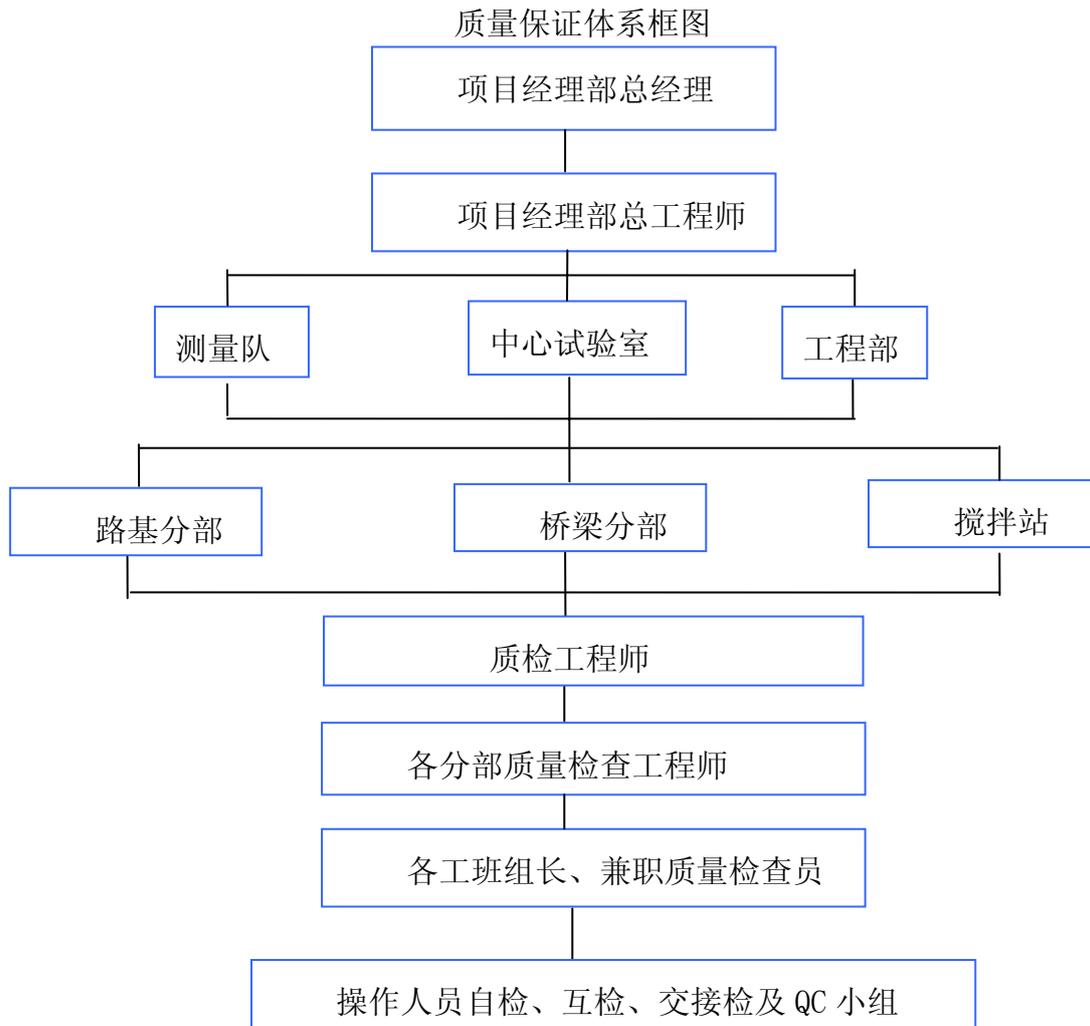
类别				
桥涵工程	钻孔灌注桩成孔偏斜	成孔后不垂直，偏差大于规定值。	平台不平整或承载力不够，产生不均匀沉降。 钻机部件磨损，接头松动，钻杆弯曲。 钻孔过程中遇有大孤石等。 扩孔较大处，钻头摆动偏向一边。	陆上埋设护筒前填50cm厚粘土并夯实，埋设后在周围填土夯实。 检查纠正桩架，使之垂直稳定。 钻孔偏斜过大时，填入土石，待沉积密实后重新钻进。
	灌注桩孔深不足	浇筑混凝土前复测孔深，发现孔深不够。	孔壁坍塌，土方淤积于孔底。 清孔不足，孔底回淤。	吊放钢筋笼不得碰撞孔壁。 必须两次清孔，保持清孔后的泥浆比重小于1.15。 尽量缩短成孔与浇筑混凝土的时间间隔。
	灌注桩缩孔	成孔中或成孔后局部孔径'设计要求。	软土层受地下水位影响和周边机械振动。 塑性土膨胀，造成缩孔。	用钻头反复扫孔，将孔径扩大至设计要求。
	钢筋笼上浮	浇筑混凝土时钢筋笼上浮。	混凝土进入钢筋笼底部时浇筑速度较快。 钢筋笼未采取固定措施。	当钢筋笼上升到接近钢筋笼下端时，放慢混凝土的浇筑速度，减少混凝土面上升的动能作用。钢筋笼埋入混凝土一定深度时，再提升导管，减少导管的埋深度，使导管下端高出钢筋笼下端有相当距离，再按照浇筑速度浇筑。 浇筑前，将钢筋笼固定在护筒上。



桥涵工程	混凝土表面麻面、蜂窝	<p>混凝土表面局部缺少水泥浆，表面粗糙，有许多小凹孔。混凝土表面有石子显露、砂痕。拆模几小时后，表面颜色差别很大。</p> <p>混凝土局部松散、砂浆少、石子多，石子间出现空隙，形成蜂窝状的孔洞。</p>	<p>模板表面粗糙不干净，拆模时混凝土表面粘损，或模板的隔离剂不均匀，或模板拼装不严密漏浆，出现麻面。混凝土振捣不密实，气泡未排除，一部分气泡留在模板表面，水泥浆流不到靠近模板的地方形成麻点。模板孔隙未堵好或模板支架不牢固，振捣时漏浆，形成蜂窝。混凝土下料时混凝土离析，形成蜂窝。</p>	<p>模板表面清理干净。模板表面隔离剂均匀。混凝土分层浇注并振实，不要漏振或过振。严格控制集料的级配和质量，选择优质水泥。用水砂布打磨，涂抹水泥胶溶液进行外观处理。严格控制混凝土的配合比，保证材料计量准确。混凝土搅拌均匀，搅拌时间不少于规定时间。严格控制混凝土的塌落度。</p>
------	------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5.1.2.2 管理措施

建立质量保证体系——设立质量保证机构和岗位，并结合局制定的《公路施工项目质量精细管理指导意见》，将质量指责分配到各机构和岗位，实行零缺陷管理。零缺陷管理核心思想就是第一次把正确的事情做正确，在项目管理中，通过细分质量管理单元、量化考核指标、统一责权利，主要以岗位工作和现场工作为主线，以质量精细管理单元的工作绩效考核为模版，涵盖项目管理各要素，集中体现全面过程预防质量控制，以岗位个人工作的完成来达到实现总体目标的目的。



(1) 建立质量保证和管理体系

1) 质量保证体系：由全局上下共同组成，从施工质量、质量检查、质量信息管理、目标管理以及政治、组织、经济等方面予以全面保证。

2) 质检体系：建立健全机构，严格按照检查程序检查、控制程序控制。经理部设立质检部和质检工程师，作业队及班组设质检员，配备职业道德良好、工作态度认真、责任心强和技术水平高的工程技术人员，从人员素质上确保工程质量监控的实现。对每道施工工序都必须经过自检、互检、交接检，由质检工程师检查合格、报监理工程师确认后，方可进行下一道工序的施工。

3) 试验检测体系：经理部设立中心试验室，确保每项工程开工前有标准试验，施工中有检测控制试验，完工后有准确完善的试验数据。

4) 测量体系：经理部设立测量队，各作业队设立测量组，做好施工测量控制管理。测量数据按制度严格把关，认真整理复核，确保资料准确齐全。

(2) 体系分工职责



1) 项目经理：为本工程质量第一责任人。负责组建质量体系，授权总工程师负责质量管理日常工作，组织制定质量计划，主持每月的质量会议，奖优罚劣，督促质量目标实现。

2) 总工程师：代表项目经理对质量管理实施组织、领导和质量决策，贯彻落实上级、业主的质量制度、办法，主持编制施工组织设计、审定施工设计、组织贯彻执行，领导质量、技术方面的工作，组织每月的工程质量检查评定，监管质量责任落实。

3) 工程部专业工程师：负责设计图的复核和施工设计，经常深入工地指导现场工程师依据设计施工。

4) 质检工程师：负责全面质量检验、分项工程质量检验评定，深入现场检查指导作业队质检员的工作。配合驻地监理工程师进行有关质量、试验检测、质量事故处理等方面工作，制止或处理违章操作、野蛮施工、使用不合格材料等现象，有权进行质量否决。

5) 中心试验室：负责各种原材料及半成品的物理力学性能试验和施工过程中的试验检测，进行各种混合料组成设计，测定的数据准确真实，记录齐全，按程序及时编制提交试验检测报告。

6) 测量队负责复测和控制测量、施工放样、控制标志桩的保护以及在建工程的平面位置和标高控制。重点工程专人负责、专人检查复核，确保平面位置和高程准确。

7) 各施工队主任工程师负责本段所属作业队按规范和质量标准作业，正确贯彻设计意图，执行质量标准，进行质量检查。

8) 作业队现场工程师负责本作业队按规范和质量标准进行作业，质检员负责进行工程质量自检，作好检验记录和评定工作，确保工程施工质量。

9) 现场技术员负责本作业班组按规范和质量标准进行施工作业。

10) 施工队工地试验室负责本队底基层、基层、面层压实度检测，准确真实地记录试验数据。

5.2 职业健康安全保证措施

5.2.1 项目的安全目标

项目安全目标如下：

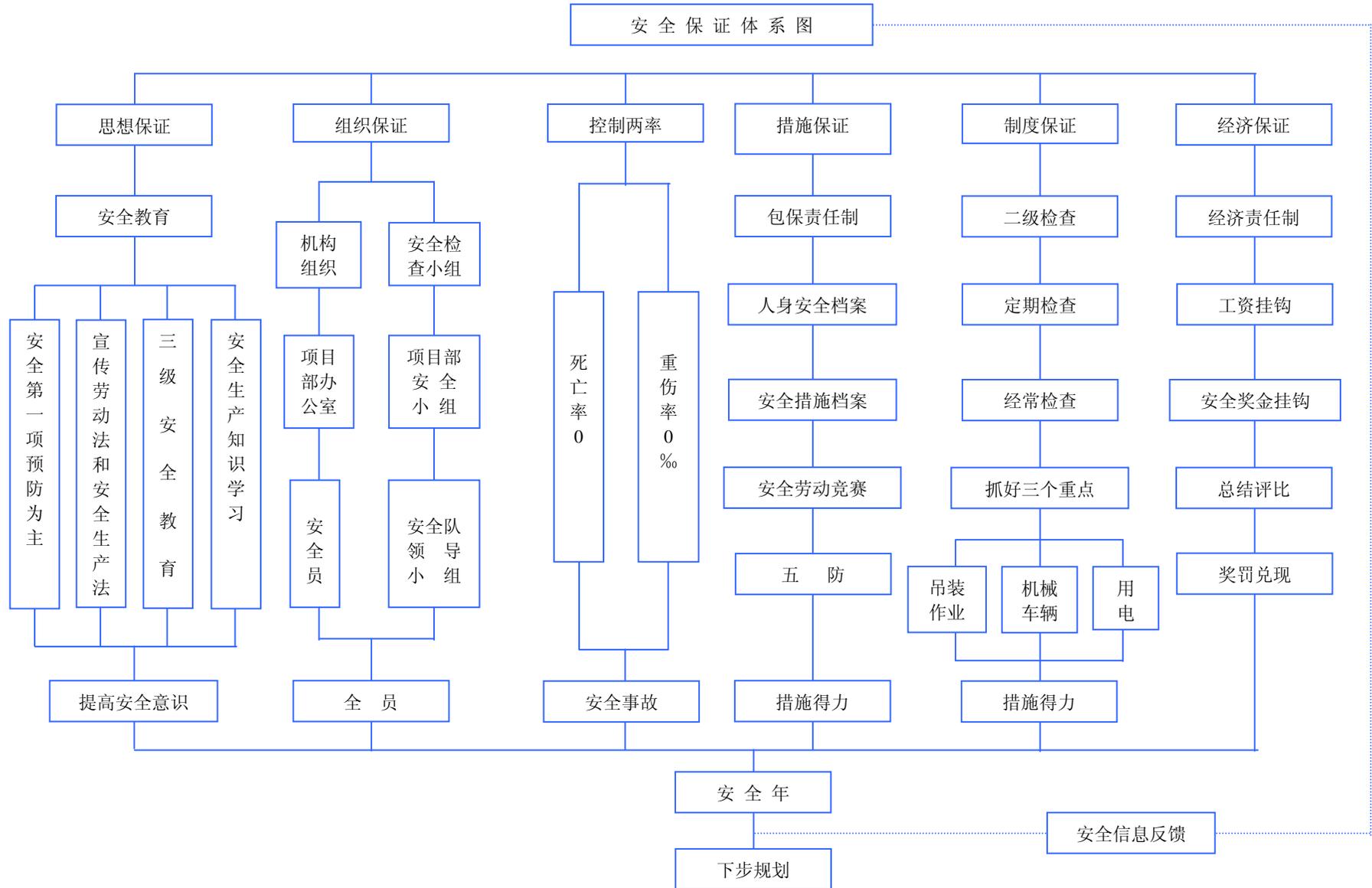
- a、重大安全责任事故案次 0 次/年；
- b、千人工伤死亡率 0 人次/年，重伤率 0 人次/年；
- c、千人职业病发生率 0 人次/年；



- d、特种作业人员持证上岗；
- e、严格按施工安全技术方案运行。

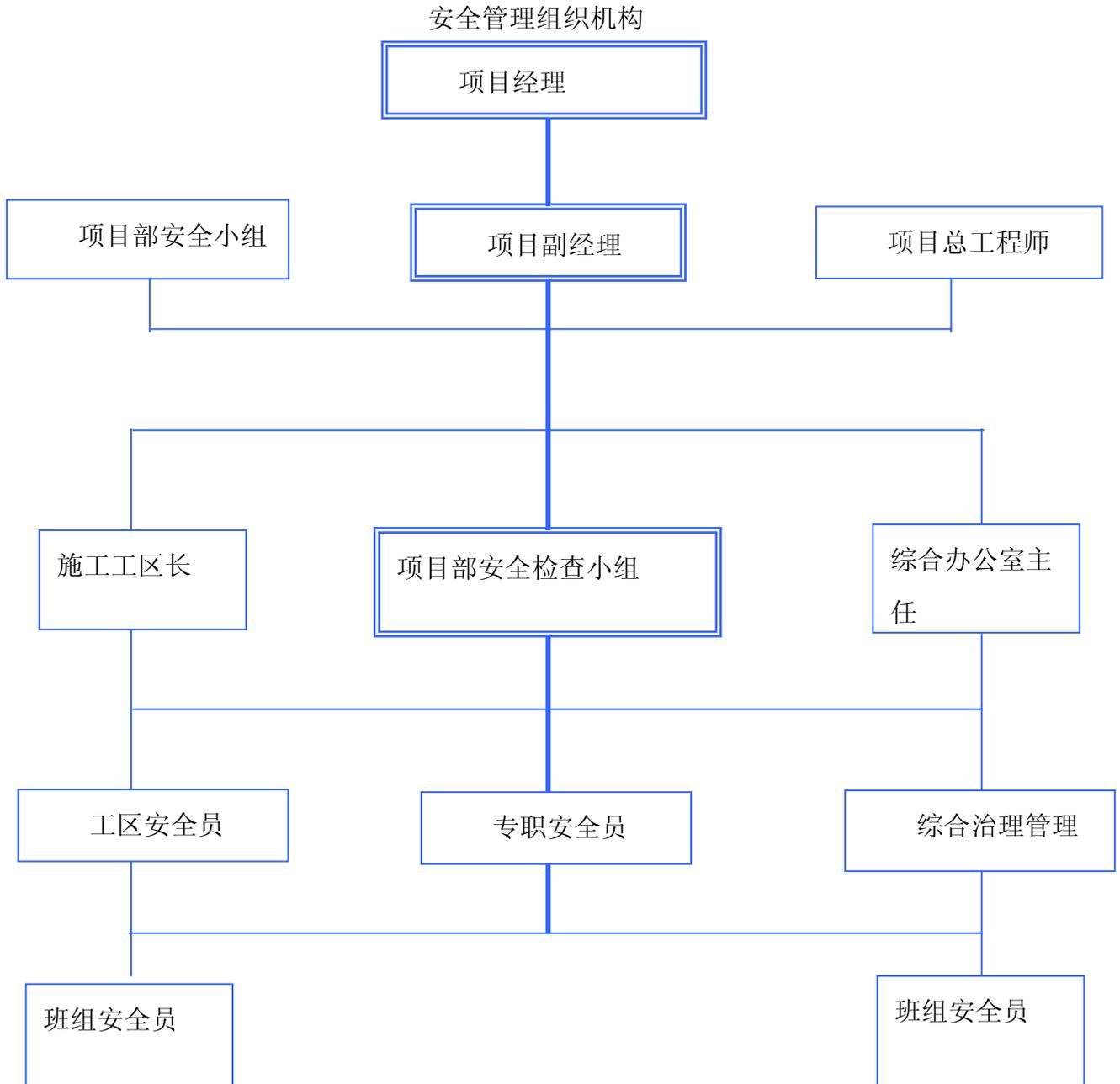
5.2.2 安全保证措施

建立安全保障体系



(1) 组织保证

成立由项目经理、项目副经理、项目总工、项目专职安检工程师组成的安全领导小组，其中项目经理为第一责任人，项目副经理为安全生产的直接责任人，项目总工为技术负责人，项目专职安检工程师负责日常的安全工作的落实，督促工人按有关规定进行生产，各工区设专职安全员，各班组设兼职安全员。



(2) 制度保证

完善各项安全生产管理制度，针对各部位、各工序、各工种的各自特点制定相应的安全管理制度，如：安全教育制度、安全检查制度、事故分析报告制度、安全奖惩制度等，并由各级安全组织督促检查，加以落实。营造“安全生产，人人有责”的良好氛围。

(3) 责任保证

建立以安全岗位责任制为中心的安全生产责任制，落实各级管理人员和操作人员的
的安全职责。

5.2.3 确定项目危险源

根据当地实际条件结合本项目的特点编制危险源清单，并指出项目的重大危险源
名称。（见下表 5.2.3-1）

项目部危险源清单

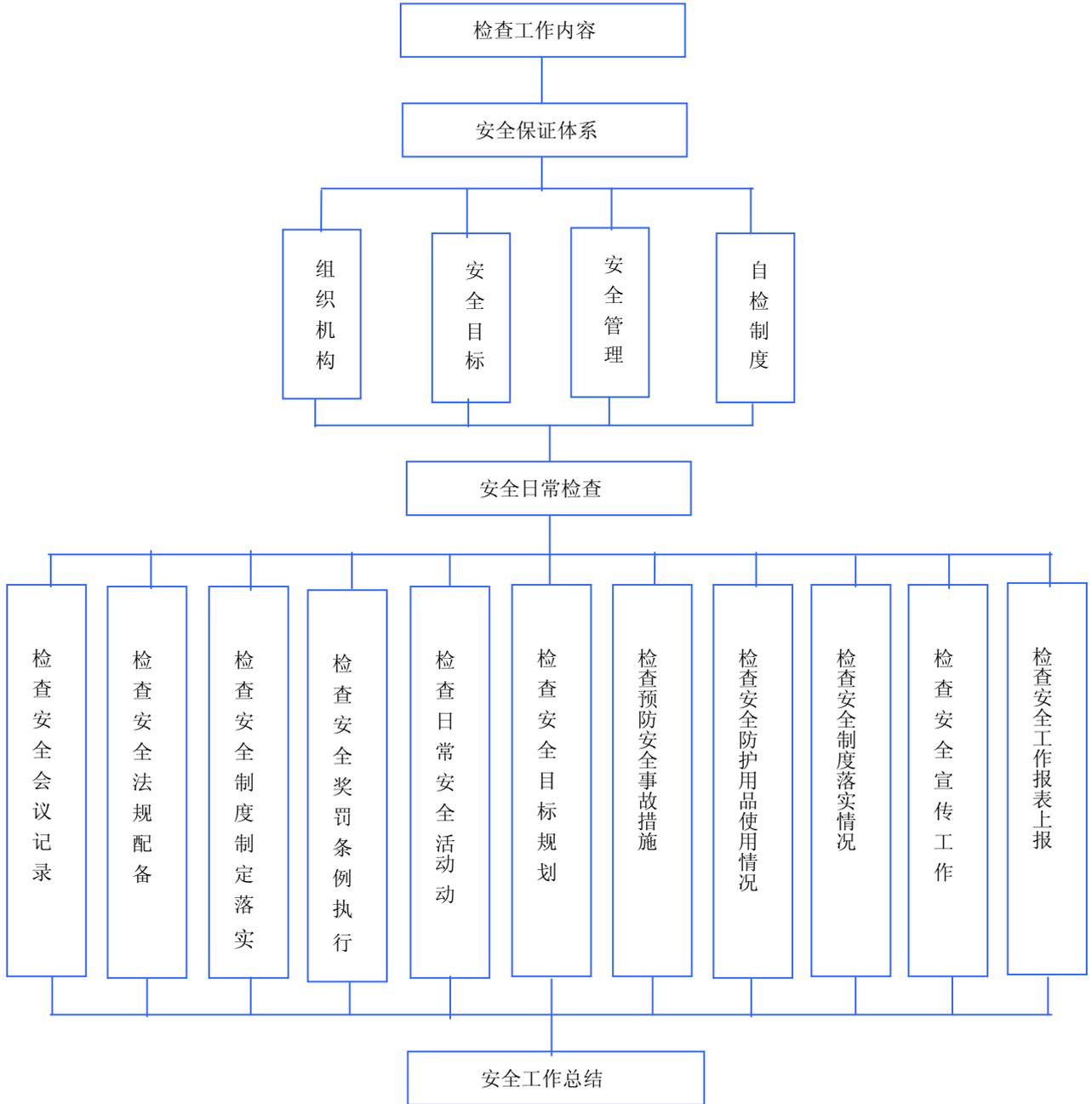
表 5.3.2-1

作业活动	危险源	可能导致的事故
碾 压	压路机违章操作	人员伤害、设备损坏
	未进行岗前安全培训导致侧翻	人员伤害、设备损坏
	压路机作业过程中车轮的清理	人员伤害
	带病(人、机械)作业	人员伤害、设备损坏
爆破	爆破工人违章操作	人员伤害
	危险区边界未设立警告标志、统一信号和警界哨	人员伤害
料的储存、 拌制	场内架设电线悬挂高度、线间距及绝缘性不符合安全规定	触电
	配电盘未实行箱体化、无防雨措施、缺盖少帽、无漏电保护器	触电、火灾
	现场变(配)电设备处未备有消防器材和高压安全用具	触电、火灾
	设备的传动带、转轮、飞轮等外露部位未安装防护罩	机械伤害、人员伤害
	装载机上料、传送带送料时飞散石料	人员伤害
	检查水泥罐水泥剩余量时高空作业	人员伤害
	电线接头不牢固，未用绝缘胶带包扎	触电
	电箱安装位置不当，周围杂物多，无明显的安全标志	触电
	闸具、熔断器参数与设备容量不匹配，安装不符合要求	触电、火灾
	配电线路电线老化，破皮未包扎	触电
	保护接地、保护接零混乱或共存	触电
	传送辅助工违规操作	人身伤害
	装载机上料违章	人员、设备伤害
	发电机输出电压不符合规定要求	设备损坏、人员伤害
	发电机房未设置安全警示标识	火灾
	没有安装避雷针	设备损坏
自卸车操作不当撞坏拌和设备	设备损坏	
设备检修时未挂警示牌	机械、人员伤害	

	装载机上料操作不当、撞坏设备	机械损坏、人员伤害
	电线接头不牢固，未用绝缘胶带包扎	触电
设备的保养 维修	发电机突发故障	拌和设备损坏
	未按要求配置安全防护用品	人员伤害
	照明设施配备不足	人员伤害
	拌和场内未配备灭火砂和灭火器等消防器材	火灾
	车辆维修保养不及时，车辆故障	机械伤害、人员伤害
	驾驶人员违章操作发生安全事故	机械伤害、人员伤害
	没有控制好电闸未设警示标志	人员伤害
办公生活区	考虑地理水文等情况（洪水）	房屋损坏、设备损失、人员伤害
	房屋地板未采取防护措施	人员伤害
	用电不当、线路老化、超负荷	人员伤害
	食堂卫生（厨师健康、卫生设施）	人员伤害
	食堂煤气、柴油、防护不当	人员伤害、火灾
修理场	吊装修理设备的配件操作不当造成坠落	机械伤害
	油料、油漆、香蕉水等易燃易爆品存放使用不当	火灾
	乙炔、氧气罐使用、运输维护不当	人员伤害
	配线电路老化、破皮未包扎	人员触电
	无漏电保护器	触电
	保护接地、保护接零混乱或共存	触电
	电瓶加电碱液操作不当	电瓶充电过程中未注意通风，影响人员健康；电瓶充电时间长引起爆炸，人员伤害
	无电弧防护用品	眼睛皮肤灼伤
	电焊机开机产生的烟气	呼吸道疾病
	轮式机车在维修时固定不当导致移动	人员伤害
	充气机压力表失灵	人员伤害
	车床、刨床、铣床等因违章操作	人员伤害
库房（料库、油库）	配线电路老化、破皮未包扎	人员触电
	易燃易爆及有毒物品存放不当	火灾、人员伤害
	保护接地、保护接零混乱或共存	触电
	油库无警示标志、灭火器等防护措施	火灾、人员伤害
	无漏电保护器	触电
	保护接地、保护接零混乱或共存	触电
	存放器材老化，摆放不当引起倒塌	人员伤害
检测活动	配线电路老化、破皮未包扎	人员触电
	无漏电保护器	触电
	大型设备安装、拆运不当	人员伤害
	化学试剂的管理（氯制品、酸碱液体飞溅）	人员伤害
	拉力、压力试验中崩飞的废渣	人员伤害
	路基现场试验时未注意车辆	人员伤害
	在高空试验、测量时未采取安全防范措施	高空坠落

	在交通繁忙路线未注意车辆	人员伤亡
高空作业	未设置安全网、系安全带	人员伤亡

5.2.4 贯彻安全法规、制度和安全操作规程



施工安全检查工作程序

(1) 项目经理部要保证安全检查制度的落实,规定检查时间和参加检查的人员。经理部每半月检查一次,作业班组每天检查一次,非定期检查视工程情况进行,在施工准备前、危险性大、采取新工艺、季节变化、节假日前后等情况下都要检查。



(2) 对检查中发现的安全问题、安全隐患，要立即登记、整改、消项制度。定人、定措施、定经费、定完成日期，在隐患没有消除前，必须采取可靠的防护措施。如由危及人身安全的险情，立即停工，处理合格后方可施工。

(3) 安全检查与完善和修订安全管理制度结合起来。把安全生产责任制与各级管理者的经济利益挂钩，严明奖惩，保证“管生产必须管安全”。

5.2.5 预测安全风险，提出防范措施

(1) 安全防范重点

- | | |
|------------|------------|
| ⊙ 防台风破坏事故 | ⊙ 防中暑、溺水事故 |
| ⊙ 防起重伤害事故 | ⊙ 防机械伤害事故 |
| ⊙ 防触电、雷击事故 | ⊙ 防交通事故 |
| ⊙ 防火灾事故 | ⊙ 防环境污染 |
| ⊙ 防高空坠落事故 | ⊙ 防坍塌事故 |
| ⊙ 防爆破事故 | ⊙ 防洪水灾害 |

(2) 编制重大安全事故应急预案

依据《中华人民共和国安全生产法》，结合项目重大危险源编制安全事故紧急预案。

1) 确定应急救援范围；

2) 成立安全事故应急救援领导小组，落实相关责任人和部门职责，公布相应的联系电话；

3) 针对项目特点确定危险目标，并对其进行危险性评估；

4) 在生产过程中安排专门时间对事故紧急预案定期进行排查和演习，对预案进行进一步的完善；

5) 配备应急救援物资和设备，并由安全事故应急救援领导小组统一进行管理、调度；

6) 在发生事故时，安全事故应急救援领导小组各成员单位按照各自职责开展现场救援救护。

7) 必要时安全事故应急救援领导小组可调集当地医疗单位的医疗队伍和医疗器械进行现场紧急救护。

(3) 安全生产教育

1) 认真贯彻执行国家、部、省、市有关安全的方针政策、规章，对职工进行安全教育和培训，牢固树立“安全第一，预防为主”的思想。



2) 针对工程特点, 编制详细的安全操作规程、细则及安全技术, 并发至工班, 组织逐条学习、落实, 抓好“安全五同时”(即在计划、布置、检查、总结、评比生产的同时, 计划、布置、检查、总结、评比安全工作)和“三级安全教育”。

3) 针对工程特点, 定期进行安全生产教育, 强化职工安全意识, 使职工掌握安全生产必备的基本知识和技能。

4) 有计划地对岗位的生产知识、安全操作规程、安全检查生产制度、施工纪律进行培训和考核, 重点对专职安全员, 班组长、从事特种作业的工人进行培训考核, 合格后发上岗证。

5) 特殊工种的安全教育、考核、复验, 严格按照《特种作业人员安全技术考核管理规则》(GB5306-85)号文执行。经过培训考试合格, 获取操作合格证者方能持证上岗。对已取得上岗证者, 要进行登记存档, 按期复审。

6) 未经安全教育的管理人员、施工人员, 不准上岗。未进行三级安全教育的新工人不准上岗。变换工种或采用新工法、新工艺、新设备、新材料及技术难度较大的必须经过技术培训, 未经培训合格者不准上岗。

7) 通过安全教育, 增强职工安全意识, 树立“安全生产, 人人有责”的观念, 提高职工遵守施工安全规章的自觉性, 认真执行安全操作规程, 做到: 不违章指挥, 不违章操作, 保护自己, 保护他人, 提高职工整体安全防护意识和自我防护能力。

8) 坚持“三工”教育: 工前安全讲话, 工中安全检查, 工后安全总结。此项工作由工班安全员负责。

(4) 加强安全生产技术管理

1) 项目开工前, 编制实施性施工组织设计应包涵安全技术管理办法, 经监理、业主审批同意后实施。

2) 严格执行逐级安全技术交底制度, 施工前由项目总工程师组织有关人员进行详细的安全技术交底, 并履行签字手续备案待查, 各工区、各施工队安全员组织对施工班组及具体操作人员进行安全技术交底。各级专职安全员对安全措施的执行情况进行督察, 并作好纪录。

3) 施工用电按《施工现场临时用电安全技术规范》(GJ46-88)要求设计、检测。所有电力设备设专人检查维护, 并设示警标志, 操作电气设备, 要符合如下规定:

- ① 非专职电气操作人员, 不得操作电气设备。
- ② 操作高压电气设备, 戴绝缘手套, 穿电工绝缘靴并站在绝缘板上。

③ 手持式电气设备的操作手柄和工作中必须接触的部位，有良好绝缘，使用前进行绝缘检查。

④ 低压电气设备加装触电保护。

⑤ 电气设备有良好的接地保护，每班均由专人检查。

⑥ 施工现场自备发电机，以防止突然停电造成安全事故。

⑦ 所有施工用电线路均按施组要求分别定位悬挂，由值班电工负责检查管理。

（5）施工现场安全管理措施

1) 进入施工现场人员，必须佩戴安全帽，特殊工种按规定要佩戴好防护用品。

2) 根据各工种特点，有计划按时配发防护用品。

3) 施工现场的布置符合防火、防爆、防雷电等安全规定和文明施工的要求，施工现场的生活办公用房、仓库、材料堆放场、停车场、修理场等按批准的总平面布置图进行布置。

4) 现场生产、生活区按《消防法》规定，布设足够的消防水源和消防设施网点，消防器材有专人管理，组成 30 人的业余消防队，定期训练，保证所有施工人员熟悉并掌握消防设备性能和使用方法。

5) 施工道路平整、坚实、保证畅通，危险地点悬挂 GB2893-82《安全色》和 GB2894-82《安全标志》规定的警告牌，有人车经过的坑、洞应设防护围栏和明显的红灯示警，以免车辆、行人坠落在坑、洞内，造成伤害事故。施工现场在醒目的地方设置固定的大幅安全标语及各种安全操作规程牌。

6) 房屋、库棚、料场等的消防安全距离符合《消防法》的规定。室内不得堆放易燃品；严禁在木材加工场、料库等处吸烟；现场的易燃杂物，随时清除，严禁在有火种的场所附近堆放。

7) 保持和气象部的联系，遇到六级以上大风，暴雨等恶劣天气，一律禁止室外作业，特别是在台风季节，更应严密关注气象信息，做好各项安全防护措施。如生产、生活用房逐间加固，各类机械设备、船舶开至避风处。

（6）重点工序安全保障措施

1) 高空作业

① 在高边坡高墩基高空脚手架临空面，布设安全护栏。

② 在高边坡临空面四周布设安全网。

③ 夜间施工有足够照明。

④ 高空作业的工人系好安全带、穿防滑安全鞋。

⑤ 高墩台下的通道设安全棚，防止高空重物坠落，击伤过路人。

2) 起重吊装车辆驾驶

① 严格执行持证上岗，定期检查复核。

② 加强机械设备的检查、维修、保养工作，做到使用前检查，使用后复查。

③ 严禁将车辆借给无证人员驾驶，严禁酒后开车。

④ 起重、吊装时，严禁违章操作，坚持做到“十不准吊”。

⑤ “十不准吊”是：无人指挥不准吊、指挥信号不明不准吊、吊物超载不准吊、散物捆扎不牢不准吊、吊物上有人不准吊、看不清吊物不准吊、斜牵斜吊不准吊、安全装置失灵不准吊、吊物脱钩不准吊、六级以上台风不准吊

3) 电器作业

① 电器作业工人，如电工、电焊工、发电机工等，严格执行持证上岗，定期检查复核。

② 电器作业工人，按劳保规定和工种要求，穿戴好防护罩、绝缘鞋、手套等。

③ 电器作业工人，严格执行安全生产的各项规章制度和安全操作规程，坚持开工前检查安全的制度，防止事故发生。

④ 现场施工用电的线路和开关，均经常检查外壳绝缘的良好程度。

⑤ 所有用电的工种在接、用电时，均由电工操作。

⑥ 禁上乱搭线和用电设备。

⑦ 电源开关要加保护罩、加锁，由专人负责、保管。

⑧ 严禁机电设备“带病”运转。

4) 爆破作业

① 爆破工人持证上岗。

② 爆破材料（雷管和炸药）的保管与运送设专人负责。

③ 在危险区边界设立警告标志，统一信号和警界哨。

④ 在岩石陡坡、土石方较松动的地方施工时，要求作业人员系安全绳。

⑤ 加强对工人进行施工安全教育，提高安全意识，防止麻痹大意，忽视施工安全。

（7）施工机械的安全措施

1) 车辆驾驶员和各类机械、船舶操作员，必须持证上岗，严禁无证操作。对驾驶员、机械操作人员定期进行《安规》教育。

2) 严禁酒后驾驶车辆、机械，车辆严禁“三超”，禁止机械超负荷和带“病”运转，并坚持“三查一检”制。



- 3) 机械设备在施工现场集中停放。严禁对运转中的机械设备进行检修、保养。
- 4) 机械作业的指挥人员, 指挥信号必须准确, 操作人员必须听从指挥, 严禁违令作业。
- 5) 起重作业应严格执行《建筑机械使用安全技术规程》和《建筑安装人员安全技术操作规程》中的有关规定和要求。
- 6) 使用钢丝绳的机械, 在运行中禁止人员跨越钢丝绳, 用钢丝绳起吊、拖拉重物时, 现场人员应远离作业半径, 并对钢丝绳进行保养, 检查更换。
- 7) 对机械设备、各种车辆定期检查, 对查出的隐患按“三不放过”的原则进行处理, 并制定防范措施, 防止发生伤害事故。
- 8) 全部机械设备、船舶均分别制定安全操作规程, 并挂牌上墙。

5.3 进度保证措施

5.3.1 对网络施工计划实行动态管理

定期检查计划完成情况, 确保关键线路工序进度不滞后, 对非关键线路的各工作根据资源优化的原则, 可作适当调整, 保持均衡施工。

(1) 根据合同工期, 认真做好项目的总体计划及实施性施工组织设计的编制工作, 合理安排工期, 使项目的一切施工活动在总体计划的控制下有序进行。根据每月计划分解落实各个分部, 月初项目部与各工区签定目标责任状, 按项目部管理办法进行管理奖罚。

(2) 制定周密详细的施工进度计划, 在统筹兼顾、合理安排、精心组织的同时, 抓住关键工序, 对影响到总工期的工序和作业环节给予人力和物力的充分保证, 确保总进度计划的顺利完成。

(3) 成立由生产副经理为主, 工程部门、作业队负责人组成的生产指挥调度室, 加强施工现场的协调和领导。根据总体计划目标, 按倒排法编制年度、月及旬生产计划, 必要时加大投入, 增加人员和设备, 并落实到位; 坚持行之有效的工地例会及生产调度会制度, 及时解决施工中出现的各种问题, 以保证计划任务的完成。定期召开生产调度会议, 作业队每天安排一次生产会; 生产调度室每周开一次生产协调会, 协调解决施工生产中出现的各种问题, 布置当月生产任务。

(4) 对生产要素认真进行优化组合, 动态管理。各分项工程的施工组织设计, 原材料检验, 标准实验, 配比设计等均应提前做好, 要根据工程要求, 做好分项工程的开工报告, 报监理工程师批准, 以便按计划施工。及时地组织人员、材料进场, 保障



后勤供应，满足施工需要。保证施工连续作业，顺利完成施工任务。加强机械设备的维修、保养，提高设备的完好率；加强机械设备的合理调配，提高设备的利用率，加快工程进度。

(5) 充分利用施工季节，积极推广承包责任制，采用分段突击，分季节大干，加强激励机制，充分发挥职工的内部潜力，提高职工生产积极性。建立良好的施工环境，协调理顺地方关系，排除干扰，为施工创造良好的外部环境。

(6) 在工程施工总进度计划的控制下，坚持逐月（周）编制出具体的工程施工计划。开工前，做好对施工图纸的现场核对工作，根据合同要求制订周密施工组织实施方案，绘制横道图、施工进度网络图，并制定关键工期控制点及关键工序，施工中严格按照计划进行。项目经理部制定总体计划、季度计划、月计划，每个工区班组按月计划制订出旬、日计划。抓好计划的落实、执行，使计划真正起到宏观控制的作用。

(7) 周密安排施工工期，确定雨季施工项目的施工措施，维护好施工便道，保证机械材料运输的顺利进场和材料储备工作，确保施工计划的实施。

(8) 采用新技术、新工艺，尽量压缩工序时间，安排好工序衔接，统一调度指挥，平衡远期、近期所发生或将发生的各类矛盾，组织均衡生产，使工程按部就班地有节奏进行，适当安排其它临时措施（如三班倒等），以确保工期。

5.3.2 工期保证体系



5.4 季节性施工保证措施

5.4.1 雨季施工保证措施

5.4.1.1 施工前的准备

雨季施工前应做好下列准备工作：

- (1) 对选择的雨季施工地段进行详细的现场调查研究，编制实施性的雨季施工组织计划；
- (2) 修好施工便道并保证晴雨畅通；
- (3) 住地、仓库、车辆机具停放场地、生产设施都应设在最高洪水位以上地点，并应与泥石流槽冲积堆保持一定的安全距离；
- (4) 修建临时排水设施，保证雨季作业的场地不被洪水淹没并能及时排除地面不；
- (5) 贮备足够的工程材料和生活物资。

(6) 对钢筋、预应力钢材等应设置遮雨棚(雨布)进行覆盖,防止雨淋生锈;对袋装水泥、混凝土外加剂、电器等遇水易潮物应分类入库存放,防止雨淋损坏;散装水泥应设置水泥罐集中存放。

(7) 施工区内所有电力线路应包装完好,防止下雨受潮漏电。

5.4.1.2 路堤填筑施工

(1) 场地处理。在填筑路堤前,在填方坡脚以外挖掘排水沟,保持场地不积水。如果原地面松软,采取换填等措施进行处理。

(2) 填料选择。在路堤填筑利用挖方土作填方时,应随挖随填及时压实。含水量过大无法晾干的土不得用作雨季施工填料。

(3) 填筑方法。路堤应分层填筑。每一层的表面做成2%-4%的排水横坡,当天填筑的土层应当天完成压实。防止表面积水和渗水,将路基浸软。

(4) 路床排水。路堤填筑完成后,为防止路床积水,应在路肩处每隔5-10cm挖一道横向排水沟,将雨水排出路床。用塑料膜铺在边坡上做临时流槽。

5.4.1.3 注意事项

(1) 雨季期间砂石料含水量变化甚大,要随时作好测定工作,确保混凝土、砂浆的质量;

(2) 雨天混凝土浇注完成后,应及时覆盖,防止雨淋造成表面出现麻面;下大雨时,应暂停施工。

(3) 雨季施工期间安排计划,应根据施工现场情况,对因雨易翻浆地段优先安排施工。对地下水丰富及地形低洼处等不良地段,优先施工的同时,还应集中人力、机具,采取分段突击的方法,完成一段再开一段,切忌在全线大挖大填。

(4) 施工坚持“两及时”,即遇雨要及时检查,发现路基积水尽快排除;雨后及时检查,发现翻浆要彻底处理,挖出全部软泥,大片翻浆地段尽量利用推土机等机械铲除,小片翻浆相距较近时,应一次挖通处理。填筑透水性好的砂石材料并压实。

(5) 经理部成立防汛抢险领导小组,经理任组长,并及时与当地气象部门和防汛指挥部取得联系,求得帮助和支持,有条不紊地应付洪水突发,尽量使财产损失到最低程度。

(6) 结构物施工进度计划进行适当调整使之适应汛期,千方百计采取措施使下部结构工程尤其是基础工程在汛期来临之前完工或是抢建出水面。

(7) 汛期工地派专人日夜值班,发现险情立即通报。每天工地做到工清、料清、设备转移到安全地带。



5.4.2 冬季施工保证措施

(1) 冬季来临之前,预先做好冬季施工的各项准备工作,根据历年气候条件对需要采取防冻措施的设施,物资进行必要的保护。

(2) 当室外日平均气温连续 5 天低于 5 摄氏度时,应按照冬期施工要求组织施工。

(3) 冬季施工砼拌和时,根据具体条件,在拌和机旁设置 1 台 1m³ 以上容量锅炉对拌和用水进行加热,同时砼上的搅拌时间应较正常情况下长 50%。

(4) 砼的运输时间尽可能地缩短,泵送砼的管道采用包裹矿棉保温措施,降低砼温度损失,提高砼的防冻能力。

(5) 对普通水泥,硅酸盐水泥配制的砼,在气温条件达到 5 摄氏度以下和 0 摄氏度左右,其强度未达到设计标号 40%或 5Mpa 时分别采取蓄热法和暖棚法对砼进行养护措施。

(6) 对矿渣水泥配制的砼,在气温条件达到 5 摄氏度以下和 0 摄氏度左右时,砼强度未达到设计标号 50%时也分别也采取蓄热法和暖棚法养护措施。

(7) 对钢筋的冷拉和张拉制定专门的安全措施:即设置防止脆断安全设施和选择相对应温度较高天气进行施工。

(8) 冬期砼施工时,在拌和机及砼浇筑区布置能连续记录的温度计,派专人连续观测记录砼拌和、养护温度。

(9) 砼的浇筑时间应尽量安排在一天气温较高的白天进行,当室外平均气温连续低于 0℃时,暂停砼施工。在养生方面,可采取蒸汽养生、野外砼保温等措施,防止砼受冻,避免开裂。

(10) 冬季土方施工时,空气相对干燥,要注意控制路基填方的含水量,当含水量太低时,应适当洒水,保证具有最佳含水量,同时做好场地洒水工作,避免扬尘。

5.5 环境保护措施

5.5.1 环境目标与指标

- (1) 污染案 0 次/年;
- (2) 除业主要求不要复耕的临时用地外,土地复耕要达到 100%;
- (3) 节约率达到预算总量的 1%;
- (4) 扬灰、扬尘控制到最低限度,确保无重大投诉;
- (5) 运输车辆废气排放达标率控制在 95%以上;
- (6) 废物分类后经适当处理堆放在指定地点或掩埋;

(7) 进行绿化;

(8) 现场噪音昼间<75dB, 夜间<55dB, 夜间定为 22: 00-次日 06: 00。

5.5.2 环境防治措施

(1) 地表清理及结构物拆除

地表清理及结构物拆除潜在环境影响

序号	活动内容	潜在影响
1	清除草丛、树木等植被	1. 生态破坏 2. 水土流失
2	清淤	1. 水土流失
3	结构物拆除	1. 扬尘污染 2. 噪声污染 3. 损害景观
4	场地内积水	1. 水污染 2. 传播病媒
5	废弃物未及时处理	1. 废弃物流失 2. 传播病媒

开挖施工中表层土保护是一个重点环境保护问题, 表层土流失除引起水土流失外, 也可能引发一系列生态平衡失调, 如植被丢失、景观破坏等。地表清理将对沿线植被及动物栖息地造成永久性的破坏; 此外, 表层土壤的剥离容易造成土壤结构的破坏和肥力的下降。主要措施:

1) 在施工前应明确清理对象和范围, 不应仅考虑方便施工而任意破坏沿线两侧的植被。对于古树名木等有保存价值的植物, 应事先联系当地林业部门, 采取移植等异地保护的方法加以保护。地表清理物应有专门的场地用以处置, 不得随意丢弃。

2) 施工清场的树木、农作物、杂草, 除部分可作为肥料外, 应及时清运。

3) 剥离表层土予以保存, 用于其它地面的土地改良, 或沿线受破坏土地的恢复。不用于本地恢复的, 应直接覆盖至可供耕作的其他地面; 用于本地恢复的, 应移至它处堆存, 堆放地宜相对低凹、周围相对平缓, 并设置排水设施。

4) 结构物拆除点周围 30m 范围内有居民点的, 拆除框架混凝土结构, 宜整体大部件吊装移除, 减少粉尘排放, 并且在拆除前应对被拆体充分洒水, 保持湿润。

(2) 临时施工道路

临时施工道路的周围环境的潜在影响主要是对土地利用的影响和水地流失及扬尘等污染, 例如临时施工道路的开辟和修筑以及运输车辆的行动会破坏地表植被, 包括耕地、用地、林地以及牧草地等。主要防治措施有:



1) 严格规划临时施工道路的路线走向，以减少植被破坏为首要原则，尽量利用现有道路，若无现成道路可利用，则应严格控制施工道路修筑边界。施工结束后，必须恢复临时占用土地原有的土地利用功能。

2) 根据《公路建设项目环境影响评价规范》3.2.5 的水土侵蚀量评价，结合临时道路在运行期对地表植被的破坏程度以及对沿线水土流失的影响。

3) 施工单位向周围生活环境排放废气、尘土，应当符合国家规定的环境空气质量标准（GB3095-96）。

4) 施工便道应保持平整，设立施工道路养护、维修专职人员，即时洒水清洁保持运行状态良好，减少扬尘污染。

(3) 临时材料堆放场

临时材料堆放场的环境潜在影响是对土地利用的影响，为符合材料的堆置要求，料场的选址多位于地势较平坦的地域，通常涉及耕地、园地、林地、牧草地或临近这些用地。此外，物料的散失和飘散污染也会影响环境。主要措施和办法：

1) 对临时借地范围要有明确的边界，以便控制对临时借地外围土地的不合理占用。若对农、林等生产用地的占用无法避免，则在施工结束后，必须恢复原有的土地利用功能。

2) 材料仓库和临时材料堆放场应防止物料散漏污染。仓库四周应有疏水沟系，防止雨水浸湿，水流引起物料流失。

3) 沥青、油料、化学物品等不堆放在民用水井及河流湖泊附近，并采取措施，防止雨水冲刷进入水体。

4) 水泥和混凝土运输应采用密封罐车。采用敞篷车运输时，应将车上物料用篷布遮盖严密。

(4) 搅拌场和预制场

拌和场和预制场潜在环境影响

序号	活动内容	潜在影响
1	拌和场	1. 扬尘 2. 废水污染 3. 噪声
2	预制场	1. 废水污染 2. 噪声

施工中主要措施及防治：

- 1) 稳定土拌和站、水泥混凝土拌和站不得设在饮用水源地保护区内。
- 2) 拌和站距离学校、医院、疗养院、城乡居民区和有特殊要求的地区不宜小于300m，减少拌和站对环境敏感点的粉尘和噪声污染。
- 3) 拌和场和预制场地向周围生活环境排放噪声应当符合国家规定的环境噪声施工场界排放标准（GB12523-90）。该阶段施工场界噪声限值为昼间 70dB，夜间 55dB。不能达标时，夜间应停止作业。
- 4) 大型拌和站（预制场）应配有除尘装置；沙石料场应及时洒水；沙石装卸时应尽量降低落差。施工人员应配有防尘用具，以保护工人健康。小型临时拌和场地应离敏感点大于 100m，并应尽量避免下风向有人群的时段。
- 5) 砂石料冲洗废水其悬浮物含量大，需建沉降池，悬浮物进行沉淀后排放。部分废水澄清后可用建筑工地洒水防尘。
- 6) 混凝土养护可以直接用薄膜或塑料溶剂喷刷在混凝土表面，待溶液挥发后，与混凝土表面结合成一层塑料薄膜，使混凝土与空气隔离。

(5) 路基开挖

路基开挖潜在环境影响

序号	活动内容	潜在影响
1	土石方开挖	1. 生态破坏 2. 水土流失 3. 资源消耗
2	开山	1. 生态破坏 2. 水土流失 3. 噪声（振动） 4. 扬尘 5. 资源消耗 6. 损害景观
3	挖掘机、装载机等	1. 噪声 2. 漏油污染 3. 扬尘 4 消耗能源 5. 排出有害气体
4	土石方运输	1. 沿路洒落 2. 随意丢弃
5	运输车辆	1. 噪声 2. 尾气 3 扬尘 4 消耗能源
6	炸药残留	1. 污染环境
7	开挖时管道破裂	1. 水污染

路基开挖对沿线植被及动物栖息地将造成永久性的破坏；此外，土壤的剥离与开挖容易造成土壤结构的破坏和肥力的下降。弃渣问题在此也会比较突出，弃渣场若选

址不合理，有可能导致河道淤塞而阻碍行洪、滑坡、地基下陷，以及损毁耕地、园地、林地、牧草地等土地。施工中主要措施及防治：

1) 施工前应明确开挖范围，不应仅考虑方便施工而任意破坏沿线两侧的植被。根据环评报告书的结论对弃渣场进行认定，明确弃渣场的范围。弃渣应在指定范围内严格按照设计技术要求进行堆置。

2) 预防表层土流失。剥离表层土，不用于本地恢复的，应直接覆盖至可供耕作的其他地面；用于本地恢复的，应移至它处堆存，堆放地宜相对低凹、周围相对平缓，并设置排水设施。

3) 将弃土、弃渣于指定地点堆放，并采取防护措施，避免其流入水体。公路边的临时零星弃渣，应在公路封闭前处理完毕，以免公路全封闭后，难以清理。

4) 施工单位向周围生活环境排放废气、尘土，应当符合国家规定的环境空气质量标准（GB3095-96）。

5) 土石方开挖回填时避开雨季，雨季来临前将开挖回填、弃方的边坡处理完毕。在雨水地面径流处开挖路基时，及时设置临时土沉淀池拦截混砂，待路建成建后，及时将土沉淀池推平，进行绿化或还耕。

6) 在雨水充沛地区，及时设置排水沟及截水沟，避免边坡崩塌、滑坡产生。

7) 尽可能以挖掘代替爆破，以多量少药代替大量炸药爆破，采用延时爆破技术等手段降低噪声和振动。夜间禁止开山爆破，敏感点及文物保护单位附近禁止开山放炮，确需放炮作业的，应加以阻挡，防护，以防碎石冲击，并减小振动对建筑物的影响。

(6) 路基填筑

路基填筑潜在环境影响

序号	活动内容	潜在影响
1	挖掘机、装载机等	1. 噪声 2. 漏油污染 3. 扬尘 4 消耗能源 5. 排出有害气体
2	土石方运输	1. 沿路洒落 2. 随意丢弃
3	运输车辆	1. 噪声 2. 尾气 3 扬尘 4 消耗能源
4	压路机、夯实机械等	1. 施工噪声 2. 漏油污染 3. 水泵能源

		4. 排出有害气体
5	履带式设备行驶	1. 对道路场地破坏
6	施工设备、车辆等维修保养	1. 机油洒弃 2. 零配件丢弃 3. 包装物丢弃
7	粉喷桩施工	1. 粉尘污染 2. 噪声
8	塑料排水板等施工	1. 噪声 2. 边料丢弃
9	土工格栅等铺设	1. 边料丢弃

施工中主要措施及防治:

- 1) 施工单位向周围生活环境排放废气、尘土, 应当符合国家规定的环境空气质量标准 (GB3095-96)。
- 2) 对成形施工路段适时洒水, 减轻扬尘污染。
- 3) 雨季施工时, 应及时掌握气象预报资料, 以便按降雨时间和特点实施雨前填铺的松土压实等防护措施, 减少水土流失。

5.6 文明施工

说明要贯彻的国家、地方、业主及处(公司)有关文明施工的评价标准, 围绕项目文明施工总目标制定相应的岗位、要求、检查、考核办法。主要分两个方面:

5.6.1 现场施工管理

包括文明施工管理和监控体系, 施工动态图表, 场容场貌, 材料贮存和标识, 机械停放、操作以及标志牌的管理, 安全警示标识, 劳动保护和劳动安全保障、环保、精神文明教育和员工行为准则。

(1) 制定具体的文明施工规范实施细则, 建立文明施工管理和监控网络, 建立以项目经理为第一责任人的实施保证体系, 整个网络中的具体职责必须落实到具体人。

(2) 实行目标管理, 将项目施工计划、年度目标计划及管理网络制成图表上墙, 并且根据施工进度, 描绘形象进度图、实行动态管理。

(3) 运用现代管理技术, 推行现代管理方法, 编制科学施工程序, 绘制施工流程图, 标明施工关键环节、技术关键点及其技术规范要点, 组织科学施工、创建良好施工环境和作业条件, 确保施工顺利进展。

(4) 施工现场按组织设计的场地总平面图设置, 依现场规定的标准合理布局, 明确划分作业区和生活区, 并明确标记。

(5) 施工现场应有明显的标牌，标明工程项目名称、工程概况、本单位名称、项目经理、总工程师、开工日期、竣工日期、主要分部（项）工程等。可明显划分为分部（项）工程的，应在标牌上标明分部（项）工程名称、工艺流程、主要技术关键点及规范要求、主要材料、主要设备、技术负责人、安全负责人、开工日期、竣工日期等。

(6) 施工现场作业区道路必须平整且要设置路标，在施工沿线的施工车辆集中出入口处应有醒目标牌。涉及水、火、电、机械等可能危及人身安全的作业区、作业点，必须设置醒目的警戒线、防护标志。

(7) 机械设备应科学统筹及时调配，并保持良好状况，摆放整齐有序。大型设备应在机具旁边竖牌，标明名称、规格、操作规定、配套动力、主要技术性能指标、操作人员资格要求、安全员、安全要求、负责人等。

(8) 科学统筹，适时组织材料进场，合理存储，整齐堆放。大批量材料应竖牌标明：名称、规格、数量、用途、技术指标、工期、责任人等；施工现场残留物材应及时清理归位，做到工完料尽场地清。

(9) 油料及易燃品应按消防部门要求及安全的规定妥善保管，竖立鲜明的“严禁烟火”标志。严格禁止边吸烟边干活。

(10) 确保施工安全，工地上要有鲜明的安全标记和完备的安全设施，职工进工地要戴安全帽、穿工作服、工作鞋。

(11) 项目经理部应对全体职工进行文明施工规范教育，使职工牢固树立文明施工意识，自觉遵守规章制度，规范施工，文明生产。

5.6.2 基础管理与生活管理

经理部企业识别系统的建立，企业领导和国家领导人的合影照片。职工生活、企业职工之家的创建，环境绿化和清洁卫生，员工精神面貌。

(1) 非生产性日常工作紧密围绕生产经营展开，积极配合一线施工，努力提供优质、高效服务。

(2) 围绕项目工程，做好各种内业资料的整理和数据处理，随时收集、整理并且能够提供诸如工程合同、开工报告、索赔原始资料、业主及其主管其他相关单位的文件、监理出示的书面材料、当地天气情况等各种原始资料和信息。

(3) 在办公室布置施工总平面图、施工进度计划网络图、工程施工进度形象图、交通、施工人行道分布图、质量、安全、文明施工管理网络图、施工沿线管道、电线分布图。经理部各办公室门前设置相应的标志牌。

(4) 生活区设置设施平面图和清洁卫生包干分区示意图。生活区设施按方便原则修建。

(5) 生活区设置简便实用的浴室、厕所及职工洗衣房，并且保持卫生清洁。

(6) 办公室、宿舍及其他公共场所应符合卫生要求，定期打扫、整理，达到通风、安全、透光、整洁等方面的基本标准。

(7) 生活区有清洁卫生的饮用水源，项目经理部为职工提供开水。

(8) 食堂遵守卫生标准，布局符合要求，内部环境整洁，工作台和地面无油腻。备有冰箱，生熟食品分开，定期清洗，要有进货记录。炊事员和伙管人员必须通过体检，无传染病，身体健康，且须定期体检。

(9) 提供简易实用的文化娱乐设施，提倡并积极组织职工进行有益的文体活动，制止各种不健康、违法的行为。

(10) 项目职工要注意个人形象，衣着整洁，言谈举止文明，在内外交往中讲文明礼貌。

(11) 实行岗位挂牌制，目的是明确职责范围，促进联系，方便监督，搞好现场文明施工。

(12) 主动加强同业主单位、新闻媒体的经常性联系，积极宣传企业的经营思想和业绩，宣传职工的精神风貌，借以扩大企业在社会上的影响。树立良好的企业形象。

6 项目信息管理规划

6.1 项目组织相适应的信息流通系统建立

项目管理信息系统(Construction Project Management Information System)，简称 CPMIS。它是路桥施工企业信息化的重要内容，是针对施工企业项目分散、信息交流不畅、管理随意性大、上级机关对项目管理成本（集中在通讯与人员往返方面）大的特点，采用了以数据库为核心，以网络应用为主要表现形式，包含了工程管理、物资管理、合同管理、财务管理、质检管理、机械管理、人事管理、后勤管理等项目各个方面的管理应用系统，是一套综合性的管理软件。使用户通过 Intranet/Internet 进行联系，方便异地办公。

根据项目实际情况，建立小型局域网（按照二公信发[2005]40 文《项目部局域网设计方案》执行），通过将工程数据采集、办公自动化、高速信息交换纳入信息化范畴，全面提升项目管理的信息化水平。

在项目进场施工初期筹备时，将项目信息管理系统建设经费单独列支、详细预算、专款专用，设立项目信息工程师职位，由项目经理牵头组建该网络。

(1) 计算机网络系统(Network)：建立计算机网络系统和配备服务器和网络工作站等硬件环境。

(2) 信息沟通系统(Communication)：采用先进的 Intranet 模式，建立信息沟通系统。为相关的部门和人员配备电子邮箱，利用电子公告板、会议管理系统等共享信息系统，提供有效的信息沟通。制定标准的文件交换格式和数据交换系统，方便地进行数据和文件的交换。

(3) 电子文档管理系统(Document)：图纸、文件、资料等文档，采用集中管理的方式，进行有序地组织，实现充分的共享和重复使用。

(4) 成本核算信息系统

工程项目成本核算信息系统的设置是项目施工科学化管理的基础，其成功与否直接关系到项目施工管理能否有效实施。

1) 配制服务器，搭建局域网；

项目部设置核算服务器一台，各部门根据需要设置客户端；根据项目实际情况对相关部门和人员配置计算机。

2) 根据终端站点的多少，购置相应的核算软件；

3) 依据施工组织设计，确定组织机构，为部门及个人辅助核算做好准备；

4) 成立核算中心，确定核算中心人员组成，明确各成员的分工及职责；

当前试点项目成立了由①财务成本管理中心主任，②成本会计，③工程统计人员，④机械统计人员，⑤材料会计人员，⑥库房管理员，⑦项目劳资员，⑧出纳组成核算中心。

5) 明确账套科目核算效果需要细化的程度；

6) 各部门明确自身所需要的统计资料；

项目内部管理的需要而统计的资料、向上级提交的统计资料、需对业主提供的资料以及竣工后需要统计的资料。必须将这些统计资料的填写各式地交给核算中心，以便核算中心以后能为其他部门及时提供其所需的数据资料、减少重复性工作做好准备（特别是物资部、机械部、工程部）。

7) 核算中心应及时整理、分析、归纳各部门统计中所需的数据资料，明确哪些统计数据可由核算中心提供，哪些材料暂须要各部门维持原状继续自行统计；



8) 财务部根据核算需要,与各个职能部门协商,确定各种基础单据的格式,明确具体的填列方法、传递流程,以文件的形式下发有关部门、人员遵照执行;设置核算账套,并进行账套的初始化。

6.2 施工项目信息化包括以下一些内容

各项目采用统一的管理模式,并以软件系统作执行保障,使得重复以往的成功成为可能(可复制级),生产能力的提高、生产规模的扩大也能容易实现并能确保管理到位、利润扩大。

- 1、合同管理;
- 2、工程管理(工程量清单、计划与进度统计、计量与支付管理、劳务结算管理);
- 3、财务管理;
- 4、物资计划与收、发、存管理;
- 5、人力资源管理;
- 6、机械管理;
- 7、行政后勤管理;
- 8、档案管理;
- 9、质量管理
- 10、竣工决算;
- 11、综合查询系统;
- 12、辅助决策

以上施工项目管理信息系统,要求建立集中的数据库,信息共享,各部门协同工作,与处实行的贯标工作紧密结合,项目经理能及时准确地掌握项目经营数据。工程网络计划是施工项目实施工程施工所必要的手段,可以相对独立运行,也可与工程管理数据连接运行。

6.3 项目信息化实施方案

项目管理信息系统是项目管理的一套综合性的管理软件,包含了项目 OA、工程管理、物资管理、合同管理、财务管理、质检管理、机械管理、人事管理、后勤管理等项目管理各个方面的应用系统,并且将 CPMIS 与公路工程仿真系统结合,以图形的方式,形象、直观、简洁的反映出工程计划、进度及计量的实际情况,可以进行查看以及按照单位工程进行编辑。

- (1) 业务范围广



本软件涵盖了施工项目各部门的日常业务工作，其中各个子系统不是独立存在的，而是一个整体，各子系统之间有着大量的数据共享与传递，各系统组成了 CPMIS 系统。

(2) 报表齐全、针对性强且格式灵活

所有的报表均由处（公司）机关相关部门和项目相关部门提供，均可以导入到目前最流行的办公软件 EXCEL 中进行二次编辑和保存，同时报表本身也具有一定的编辑功能，并且报表可以按要求进行增加和修改，极大的方便了操作人员对报表的要求，也提供了项目、处（公司）、局三级管理部门相关报表的统计一套表制度的推行。

(3) 操作简便

用户界面简单、简洁，所有的操作简单明了，而且在系统中提供对软件的操作的详细说明及术语的定义，用户可以通过系统帮助进行了解，并具有索引的功能，在新版的软件中，还提供在线帮助和信息反馈等功能，操作人员可以及时的将信息反馈到开发人员处，为操作人员提供了多层次的方便。

(4) 结构简洁、信息量大

在 CPMIS 中，用树结构型式建立工程项目清单，以建设项目——▶百章——▶单位工程——▶分部工程——▶分项工程——▶子细目工程为基本框架，以项目计量单元为最小的工程单位，真实、直观、简洁的在系统中反映了施工图纸的内容，做到了项目工程管理单元、计量单元、质检单元三者的统一，便于各项对比。

(5) 对比明确

统一制定最小的管理单元，计划、进度、计量、结算在工程项目清单中集中反映，只要项目业务人员将各项数据及时输入，相应的对比分析便一目了然。

(6) 管理的同步性

在业务人员编制好工程计划后，可以立即产生相应的材料计划、人工使用计划、机械使用计划和资金使用计划，便于相关人员查询，便于项目管理人员及时对项目施工的资源配置进行调整；在编制好进度后，相应的材料应耗情况产生，可以与已消耗材料情况进行对比，及时反映项目材料节超情况；

(7) 操作层结算的统一管理

对项目劳务结算进行统一管理，合同系统中对操作层清单进行跟踪，物资系统提供操作层材料调拨数据，工程系统提供操作层实际施工数据，机械系统提供操作层租用项目经理部机械情况，财务系统提供前期支付资金和最终结算情况，有一个部门没有提供数据，则操作层结算就不能实现，加强了各业务部门对操作层中间借款及结算进行管理；

(8) 实施项目成本的“精细化”管理

通过对物资多次入库的大量数据的横向和纵向比较，分析购买价格的人为因素、时间因素和别的相关因素，加强对购买的价格控制；通过对分项工程的物资应耗数量与已耗数量的控制，加强对操作层领料或各班组施工材料消耗的控制；通过对分项工程预算直接费、计划直接费、实际施工产生的直接费进行有效对比控制达到对工程成本的控制。

6.4 项目的管理和项目的跟踪

计划实施后，应当定期对计划的执行情况进行检查，收集实际的进度/成本数据，并输入到项目管理软件中。需要输入的数据通常包括：检查日期、工作的实际开始/完成日期、工作实际完成的工程量、工作已进行的天数、正在进行的工作的完成率、工作上实际支出的费用等。

在将实际发生的进度、成本信息输入到计算机中后，就可以利用项目管理软件对计划进行更新。更新后应检查项目的进度能否满足工期要求，预期成本是否在预算范围之内，是否出现因部分工作的推迟或提前开始（或完成）而导致的资源过度分配（指资源的使用超出资源的供应）。这样，可以发现存在的潜在问题，及时调整项目计划来保证项目的预期目标的实现，如通过压缩关键路径来满足工期要求等等。

项目计划调整后，应及时通过书面形式或电子形式通知有关人员，使调整后的计划能够得到贯彻和落实，起到指导施工的作用。需要强调的是，项目计划的跟踪、更新、调整和实施这个过程需要不断地反复进行，直至项目的结束。

*7 项目风险管理规划

7.1 公路施工企业风险识别

公路施工项目风险存在于公路施工项目生命周期的全过程，包括公路施工项目立项、设计选型、招投标与签约、施工准备与施工期中自然、社会及经济环境、交付使用及后期维护等。公路施工工程项目风险管理就是在项目风险发生之前，对那些可能导致项目延期、成本增加、降低项目质量甚至导致项目失败的因素进行识别、分析、评估并制定防范措施的过程。

(1) 风险管理概念的要点：

- 1) 时间段：公路施工项目生命周期的全过程；项目风险发生之前；
- 2) 缺少风险管理的后果：项目延期、成本增加、降低项目质量甚至导致项目失败；
- 3) 如何进行风险管理：识别、分析、评估并制定防范措施。

(2) 风险识别是根据风险的来源等特征对风险因素进行统计, 并对风险的各种影响因素分类统计, 最后汇编成册。在文献中, 使用以下工具和方法进行风险识别:

- 1) 文件审查: 项目档案及其它资料的审查;
- 2) 信息收集技术: 专家调查法 (头脑风暴法和 Delphi 法)、检查表法等;
- 3) 核对表;
- 4) 假设分析;
- 5) 图解技术: 因果图、系统或过程流程图、影响图。

(3) 按照项目风险形成的动因以及工程项目风险来源分析, 公路工程项目风险的分类型见下表。

风险分类

表 7.1-1

风险类别	风险因素
自然风险	地震、火灾、洪水、雷电、暴风暴雨、冰雹, 泥石流、山崩、滑坡、塌方、岩爆、瓦斯、未知不良地质构造, 其它自然力事件、偶然及突发事件
社会风险	战争, 社会动乱、紧急状态、治安环境、宏观经济调整、政策法规法律法规变化, 通货膨胀, 物价上涨、业主支付能力差、外汇管制、利率波动、汇率波动、金融动荡等
人为风险	管理机构或机制失灵, 决策或判断失误, 市场调查失真, 施工方案不当, 操作失误, 设计缺陷, 材料及设备制造、采购、供应错误, 技术资料供应不及时等

7.2 风险概率和损失评估

对已识别的风险要进行估计和评价, 风险估计的主要任务是确定风险发生的概率与后果, 风险评价则是确定该风险的经济意义及处理的费/效分析, 常用的方法有: 概率分布、外推法、多目标分析法等。

一般来讲, 风险管理者要与项目计划人员、技术人员及其他管理人员一起执行四种风险活动:

- ①建立一个标准 (尺度), 以反映风险发生的可能性。
- ②描述风险的后果。
- ③估计风险对项目的影响。

④确定风险的精确度，以免产生误解。

另外，要对每个风险的表现、范围、时间做出尽量准确的判断。对不同类型的风险采取不同的分析办法。

风险分析可利用加权平衡法，对风险因素划分优先级。分析方法可参考下表。

风险分析的加权平衡表

表 7.2-1

序号	分类	因素	权重	影响大小 (1~100)	影响总计	加权平衡值
1	A	a				
2		b				
3		c				
4	B	d				
5		e				
6		F				
7	C	g				
		合计	100			

根据上述表格，可绘制出风险因素优先级对比图，如下图所示：

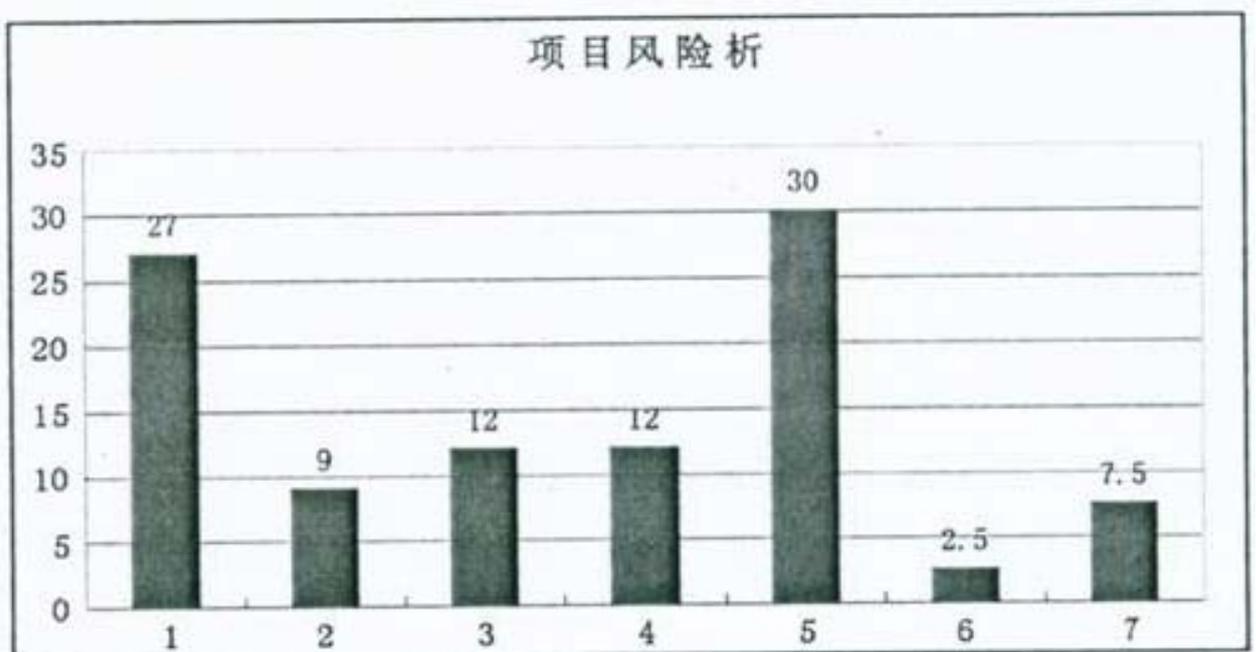


图 7.2-1 风险因素优先级对比图

计算结束后，可以给出按照风险轻重缓急排序的项目风险清单。

7.3 风险管理重点

公路施工项目风险存在于施工全过程，安全风险和质量风险以及自然风险的防范前面已叙述，以下重点列出项目管理方面存在的风险因素：

- 建筑材料价格上涨；
- 业主不能及时提供施工场地；
- 设计图拖延；
- 投标报价的失误；
- 公众和社会其它机构的干扰；
- 业主合同为固定价格合同将物价风险完全转嫁给承包商；
- 业主拖欠工程款；
- 社会诚信体系不健全，如：商业欺诈，合同违约，政府有关部门摊派；
- 与业主签订的不平等合同；
- “先干后谈”业主诚信问题；
- 分包商违约；
- 诉讼风险。

7.4 风险防范的办法

风险防范技术有多种多样，但归纳起来不外乎以下两种最基本的手段：一是控制法；另一是财务法。前者的目的在于降低损失频率缩小损失幅度或改善损失的不利差异；后者的目的则以提供资金以消解发生损失的成本。

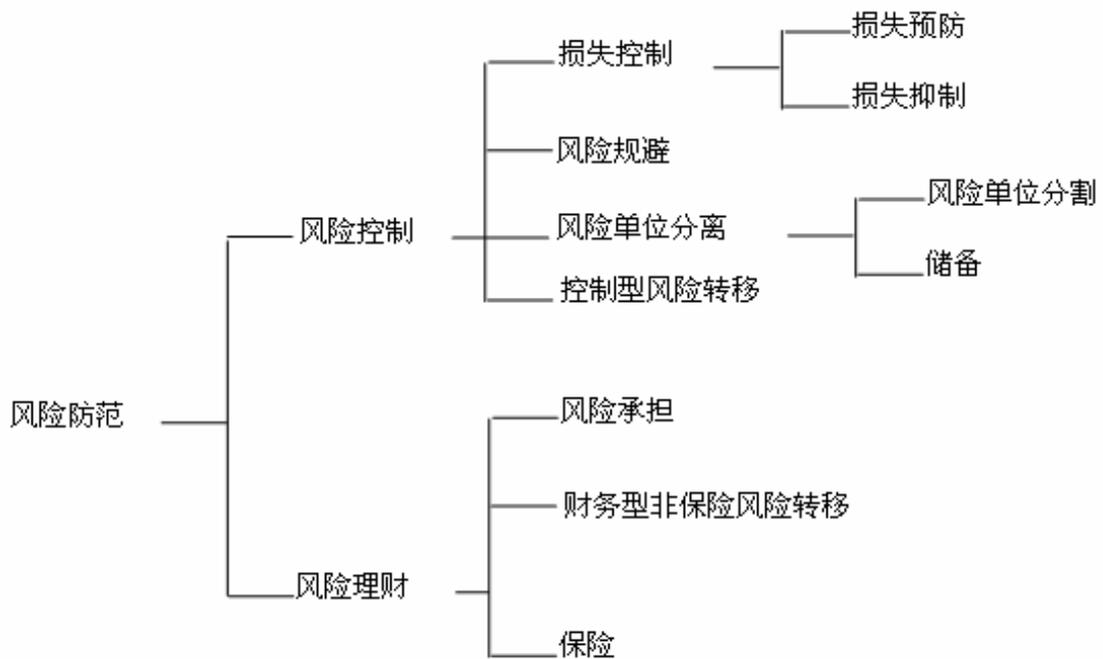


图 7.4-1 风险防范技术分类图

(1) 风险规避

风险规避是指为了不产生所要避免的风险，或者是为了完全消除既存风险所采取的行动。简单的说就是企图完全降低损失发生概率直至为零的行动。

第一，根本不从事可能产生某特定风险的任何行动。

第二，中途放弃可能产生某种特定风险的行动。

第三，放弃已经承担的风险以避免更大的损失。

转包工程也是回避风险的有效手段之一。许多情况下，如果承包人经过分析认定工程已注定难逃亏损厄运，他只有采取转嫁风险的办法。有些项目对于某些承包人可能风险较大，但对于另一些承包人则并不一定有风险。因为不同的承包人具有不同的优势。

风险管理中对风险规避的运用必需注意下列几点：第一，当风险所可能导致的损失频率和损失幅度很高时，规避风险是一种恰当的对策；第二，当采用其他风险对策的成本和效益的预期现值不合经济效益时，可以采用规避风险对策；第三，某些特种风险是无法避免的，例如死亡的人身风险，全球性能源危机等基本风险都是无法避免的；第四，任何风险如果都加以规避则对个人而言生活必定的无情趣，对企业而言根本不可能有赚钱的机会；第五，由于规避风险只有在特定范围内和特定的角度上来观察才有效，因此规避了一种风险有可能另外产生新的风险，例如，企业考虑由于高速公路近来车祸频繁，决定货物的运送不走高速公路而改走国道或省道，虽然避免了因走高速公路可能导致的财产、人身及责任风险，但却产生了走国道或省道可能产生货

物延迟到达的风险和其他风险。

(2) 损失控制

损失控制是指有意识地采取行动防止或减少风险的发生以及所造成的经济及社会损失。它包括两方面的工作：一是在损失发生之前，全面地消除损失发生的根源，尽量减少损失发生频率；二是在损失发生之后努力减轻损失的程度。

1) 损失预防

损失预防系指采取各种预防措施以杜绝损失发生的可能。例如承包人通过提高质量控制标准以防止因质量不合格而返工或罚款；生产管理人员通过加强安全教育和强化安全措施，减少事故发生的机会等。业主要求承包人出具各种保函就是为了防止承包人不履约或履约不力；而承包人要求在合同条款中赋予其索赔权利也是为了防止业主违约或发生种种不测事件。

2) 损失抑制

损失抑制系指在风险损失已经不可能避免地发生的情况下，通过种种措施以遏制损失继续恶化或局限其扩展范围使其不再蔓延或扩展，也就是说使损失局部化。例如承包人在业主付款逾期超过合同规定期限情况下采取停工或撤出队伍并提出索赔要求，甚至提起诉讼，施工事故发生后采取紧急救护。

3) 损失控制措施

损失控制通常可采用以下办法：

- 预防危险源的产生；
- 减少构成危险的数量因素；
- 防止已经存在的危险的扩散；
- 降低危险扩散的速度，限制危险空间；
- 在时间和空间上将危险与保护对象隔离；
- 借助物质障碍将危险与保护对象隔离；
- 改变危险的有关基本特征；
- 增强被保护对象对危险的抵抗力；
- 迅速处理环境危险已经造成的损害；
- 稳定、修复、更新遭受损害的物体。

(3) 风险单位分离

分离对策基于一个哲理演化处理，即“不要把所有的鸡蛋放在同一个篮子里”。根据这项哲理，分离又衍生成两项对策分割和储备。这两项对策均在企图减低经济单

位对单一财产、特定计划行动及特定人物的依赖，使损失单位减化为更小更多而且更容易预测和控制，从而达到风险管理的目的。

风险单位分离又分两种：

1) 风险单位分割

分割风险单位是将面临损失的风险单位分割，即“化整为零”，而不是将它们全部集中在可能毁于一次损失的同一地点。这种分割客观上减少了一次事故的最大预期损失，因为它增加了独立风险单位的数量。

2) 储备风险单位

储备风险单位是增加风险单位数量，不是采用“化整为零”的措施，而是安全重复生产备用的资产或设备，只有在使用的资产或设备遭受损失后才会把它们投入使用。

(4) 控制型风险转移

风险转移的途径有两个：一是通过保险合同转移出去；另一个是通过非保险合同转移出去。

风险转移的手段常用于工程承包中的分包和转包、技术转让或财产出租。

总结前面所述各项风险控制对策的说明，如下表所示。

风险控制对策

表 7.4-1

对策名称	性质	适用情况	备注
规避	企图使损失频率等于零的行动	损失频率及幅度均极高时	在特定范围内有效，不但个别经济单位免除了风险而且整个社会也可免除
预防	降低损失频率	损失频率高损失幅度低时	可以降低损失频率，但无使损失频率等于零的企图
抑制	缩小损失幅度	损失幅度高损失频率低	有时与预防很难严格区分
分离	增加风险单位使损失易于测算	原有风险单位极少或失去其原有功能时	可分为分割及储备

转移	转移法律责任给非保险人	需要由非保险人承担某一行动时	与风险理财型风险转移不同
----	-------------	----------------	--------------

(5) 风险防范对策

1) 不平等条款——在合同谈判中可能遭遇

合同谈判是项目中标后甲乙双方平等协商的过程，国家虽然制定了建筑工程施工合同的范本，但在业主方优越的市场地位面前，建筑业企业在合同谈判中可能遭遇“霸王条款”的风险。

这种风险的表现是：甲方被要求放弃合同范本中确定的条款或改变规定的内容，如改变工程款支付时限性规定的内容，要求垫资施工和降低施工期间工程款支付比例等；被要求接受合同范本之外的内容，如降低定额取费费率、不讲条件的工期要求及不对等的惩罚条款等。

风险防范：处于弱勢的施工企业在许多情况下难以做出更多的选择，但也应避免饮鸩止渴的风险。一是要有正常的谈判心态，克服投标阶段的被动，摆好平等的身份，既不要奢望对方多么大方，也不必显得如何慷慨。二是在合同谈判中沉着应对，在什么地方舍弃，在什么地方争取，要心中有数、处处设防、取予有度。三是要做好招标文件研究和合同评审，尽力排除风险因素，安全走出合同谈判的风险关。

2) “先干后谈”业主诚信问题

甲乙双方就未尽事项在合同上留有缺口是正常的，这类缺口既可以化解风险，但也可能蕴藏事后“翻脸”的风波及风险。

这类风险的表现是：业主增加工程量未与承包商因价格达成协议，业主方口头痛快承诺但工程完后拒不认帐；先干后谈，但业主前后判若二人，施工单位有口难言；承建“形象工程”、“政绩工程”时，受到来自政府的不正常干预，施工企业进退维谷，左右为难。

风险防范：防范这种风险最好的办法是“先小人，后君子”。一是要把合同缺口可能发生的问题想全，把可能影响工程成本的项目确定一个双方认可的意向和原则；二是寻找双方共同利益的汇合点，并用书面协议的形式确定下来，不可贸然施工；三是特别要防止把与业主建立良好关系不能得罪业主的考虑，带进合同缺口设定的谈判中来，规避商业陷阱。

3) 工程进度款被拖欠

合同实施阶段是发包人和承包人共同履约的过程，即使双方都按照合同范本执行，

也会使建筑业企业遇到一些来自业主方的付款矛盾及相应的风险。

这些风险主要表现在执行合同的误差上，如拖延支付工程进度款、使用承兑汇票支付工程进度款等，都会给施工单位带来意想不到的损失。

风险防范：防范这类风险，一是以合同范本为武器，当工程进度款被拖欠时，及时向业主发出书面催款通知并要求其签收，防止工程交工和交出后被动起诉；二是避免放弃合同范本规定的权利，保留各种原始记录、凭证和签证资料，为日后通过仲裁或法律途径解决保留证据；三是在合同谈判时应对付款及付款方式进行约定，遇到延期付款，应提出窝工损失要求，对承兑汇票付款应规定损失补偿要求等。

4) 在工程和劳务分包中连带问题

工程分包和劳务分包是社会化协作与建筑市场发展的表现，也是施工行业结构调整的必然结果，但也会因此遇到许多连带问题及风险。

这类风险的表现是：发包人干预承包企业正常的工程分包或劳务分包行为，指定分包人，特别是指定没有资质的分包人等；工程层层转包或劳务分包给个人，承担违法分包的后果；工程分包或劳务分包不签订合同，为日后出现纠纷埋下隐患；分包企业发生质量、安全等事故和拖欠农民工工资行为，承包企业承担连带责任。

风险防范：一是按照有关法律和规章要求，规范分包行为，选择合格的分包企业；二是抵制发包人干预工程分包和劳务分包行为；三是依法签订工程分包和劳务分包合同，有条件的要进行公证和备案；四是对分包人实行履约担保，预防分包人违约带来的风险；五是健全项目管理机构，对分包工程和劳务分包队伍的进度、技术、质量、安全、资金实施管理，减少连带风险。

5) 市场采购中纠纷转嫁

市场采购是建筑业企业从市场获得项目生产要素的经营行为，但会引发纠纷转嫁的风险。

这类风险的表现是：错误选择缺乏诚信的供应商，引发生产要素供应滞后的问题；采购了质量不好的产品，给工程质量和安全施工带来隐患；业主方指定材料供应商，使工程进度、质量、安全难以保证并为其承担责任；业主方直接向供应商付款，在业主不能 100%支付工程进度款情况下增加了总包企业的资金风险；业主方不能按时支付工程进度款和尾款，使施工方付款困难，增加了供应商、分包商等投诉的风险。

风险防范：一是选择有信用的供应商，并依法签订供货合同；二是实行公开招标采购，防止暗箱操作，保证采购质量；三是婉拒业主方指定供应商，如果实在无法拒绝则应就此签订相关各方的转移连带风险；四是抵制业主直接向供应商付款现象，预

防“甲方请客乙方买单”的风险；五是在与供应商签订合同时，要考虑业主方付款可能滞后的因素，防止业主方付款因素转嫁成为施工方的风险，带来不必要的经济和信誉损失。

6) 诉讼风险

司法保护是企业维护自身权益的最后一道防线，但也存在法律诉讼的风险。

这类风险的表现是：诉讼时效丧失，超过我国法律规定的2年诉讼有效期；证据不足，失去法院和仲裁机构应有的支持；审判或仲裁旷日持久，远水不解近渴；诉讼费用预支，发生没钱打官司的现象；胜诉执行难，既要发生各种名目的执行费，还可能碰到无法执行和执行不了的问题。

风险防范：一是要敢于用法律维护自己的合法权益，在法律诉讼有效期内及时提起仲裁或诉讼，避免错过法律时效；二是要从工程开工就要准备打官司，注意积累和保管好各种相关资料，做到有备无患；三是要在签订合同时就要想好日后发生纠纷怎么办，在仲裁机构或管辖法院选择上，要有意识地选择对自己有利的条款；四是仲裁机构或适时采取财产保全措施，保证财产的安全；五是为了避免仲裁或法律诉讼时间的风险，应积极选择庭外调解等方式解决经济纠纷；六是积极运用《合同法》第286条款，依法采取工程留置并争取优先受偿权，维护企业合法权益；七是加强履约管理，避免违约行为，从自身方面减少经营风险。

经营与风险是相生相伴的，风险不可能消灭。施工企业应积极应对项目生产经营过程中形形色色的风险，协调好与市场、社会、环境的关系，完善内部管理制度，在各个层面上构筑起保护整个企业的风险防御体系和“防火墙”，只有这样才能保证企业在竞争激烈和复杂多变的市场中，实现稳步、健康、安全的经营和发展。

7.5 风险管理的模式

对于施工企业来说，要成功化解内部风险压力和抵御外界风险因素，就必须在组织内建立起抵御风险的机制，包括风险管理组织机制、风险管理职能分工和风险管理流程规划。而施工企业作为一种典型的项目驱动型的企业，则需要在企业和项目两个层面上建立这样的机制，并且要以项目为中心，将风险管理流程贯穿于项目管理各个阶段，建立一个以风险管理为核心的项目管理模式。

这一管理模式要求施工企业在企业和项目两个层面上分别设立项目风险管理部门并明确责任人，这是确保项目成功的组织基础。他们的主要职责是对工程项目风险管理进行归口的领导，管理、监督、分析和评价，并帮助协调解决工程项目部在风险管理上与各相关部门和分包商之间的风险问题，提供相应的专业知识、咨询和技术服务。

工程项目风险存在于项目的所有阶段和方面，因此工程项目风险管理职能必然是分散于项目管理的所有方面，管理班子的所有成员都有负有一定的风险管理职责。

工程项目风险管理组织结构的最上层是项目经理。项目经理负起工程项目风险管理的全面责任。项目经理之下设一名风险管理专职人员，帮助项目经理组织和协调整个项目管理班子的风险管理活动。

专职风险工程师由项目经理任命一位有经验的工程师担任，他受项目经理领导并接受公司的风险管理部门指导和协助。他的主要职责包括：①组织风险预测、评估、分析、控制等工作，为项目经理决策提供依据；②负责编制项目风险管理方案；③解决项目风险管理目标在实施过程中出现的问题，开展项目风险管理活动；④为各有关部门、人员提供风险控制需要的风险信息，定期向项目经理提供风险管理报告；⑤监视项目风险动态，对重要风险因素提出预警和建议报告；⑥向公司风险管理反馈风险信息，对公司风险信息进行利用和充实。

*8 项目成本管理规划

8.1 成本策划

成本策划是指项目开工前，为满足业主和公司的要求，实现项目计划管理目标，项目经理部依据当时可支配的各种资源（技术、人员、设备、材料及有限时间工期等），采用作业成本法的管理理念，对项目施工成本进行管理，实现项目利润最大化的成本管理目标。成本策划是按成本管理体系需要而进行的事前成本控制。

8.2 成本计划

（1）项目目标成本

项目依据项目的实际情况在编制完施工组织设计后，预测项目成本，确定项目成本目标。项目目标成本的形成过程也就是计划成本的预测、分析、确定的动态管理过程。

（2）成本对象的确定

- 1) 按工程实体结构、工序和工艺确定成本对象。
- 2) 按工程实体施工的参与者确定成本对象。
- 3) 对工程实体按核算期确定成本对象。核算期分为年度、季度和月度等。
- 4) 按工程实体形成过程确定成本对象。

（3）成本计划的分类

- 1) 按照成本管理的内容：成本计划可分为成本控制计划和成本降低计划。

2) 按照工程实体的结构、部位、功能及施工工序：成本计划可分为单位工程成本计划、分部工程成本计划、分项工程成本计划。

3) 按照工程成本形成过程和施工工艺：成本计划可分为资源成本计划、作业成本计划和工程成本计划。

4) 按照成本发生的时期：成本计划可分为总体成本计划和阶段性成本计划；阶段性成本计划可分为年度成本计划、季度成本计划和月度成本计划。

5) 按照控制成本的责任者：成本计划可分为项目经理部成本计划、部门成本计划、班组成本计划、个人成本计划。

6) 按照工程实体的费用组成：成本计划可分为直接工程费用、期间费用和税金。直接工程费用包括直接人工费、直接材料费、机械使用费、其它直接费和现场管理费；期间费用包括企业管理费（含经营费用）、财务费用；税金包括营业税、城建税和教育费附加等。如下图。

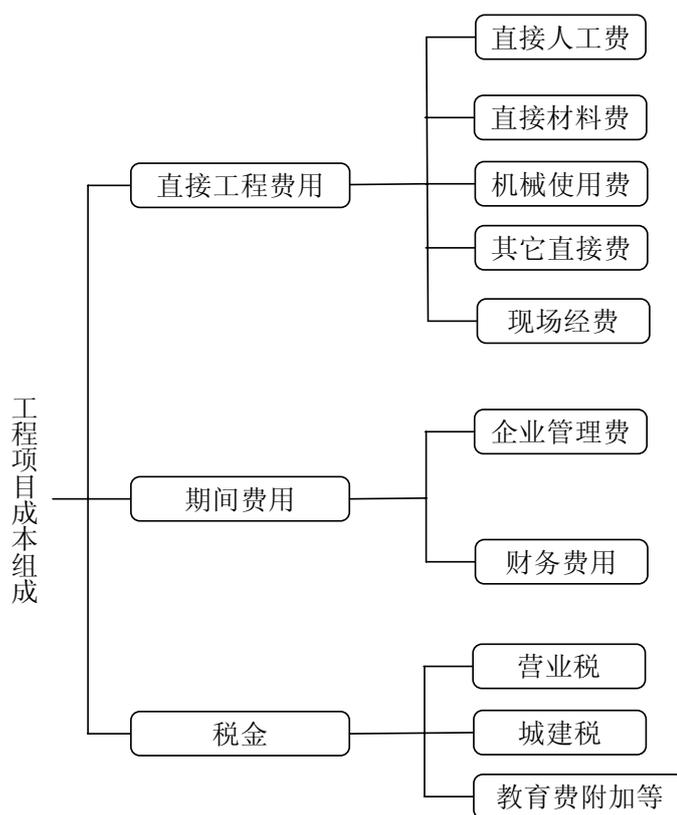


图 8.2-1 工程项目成本费用组成

(4) 成本计划的编制依据

成本计划编制所需要的技术、经济资料较多，这些资料主要包括：

- 1) 项目的主合同文件及其附件；
- 2) 公司与项目签定的《经营承包合同》和标后预算文件；



- 3) 项目实施性的施工组织设计及分项工程施工技术方案;
- 4) 省、市高指(业主)下发的实施性施工技术指导意见;
- 5) 项目的生产计划;
- 6) 项目拟使用的所有机械设备实际生产能力及其利用情况;
- 7) 项目调入和招聘的所有人员工作技能情况;
- 8) 项目能购入的各种材料性能情况;
- 9) 项目所在地人工、材料和机械实际价格和自有人工、机械配备情况;
- 10) 顾客、公司、项目的相关技术规范、制度和办法;
- 11) 以往同类项目的实际成本情况以及有关技术经济指标完成情况的分析资料;
- 12) 项目签订的所有经济合同。

(5) 成本计划的编制流程

成本计划编制的基本程序为：搜集和整理资料——编制工程项目总成本——与目标成本进行对比——分析并确定项目总成本——对成本计划进行适时修订；编制项目总成本程序为：编制各单位工程、分项工程、作业工序的资源消耗数量计划——编制各资源的总成本及计划单价——编制工程项目总成本（见下图）。

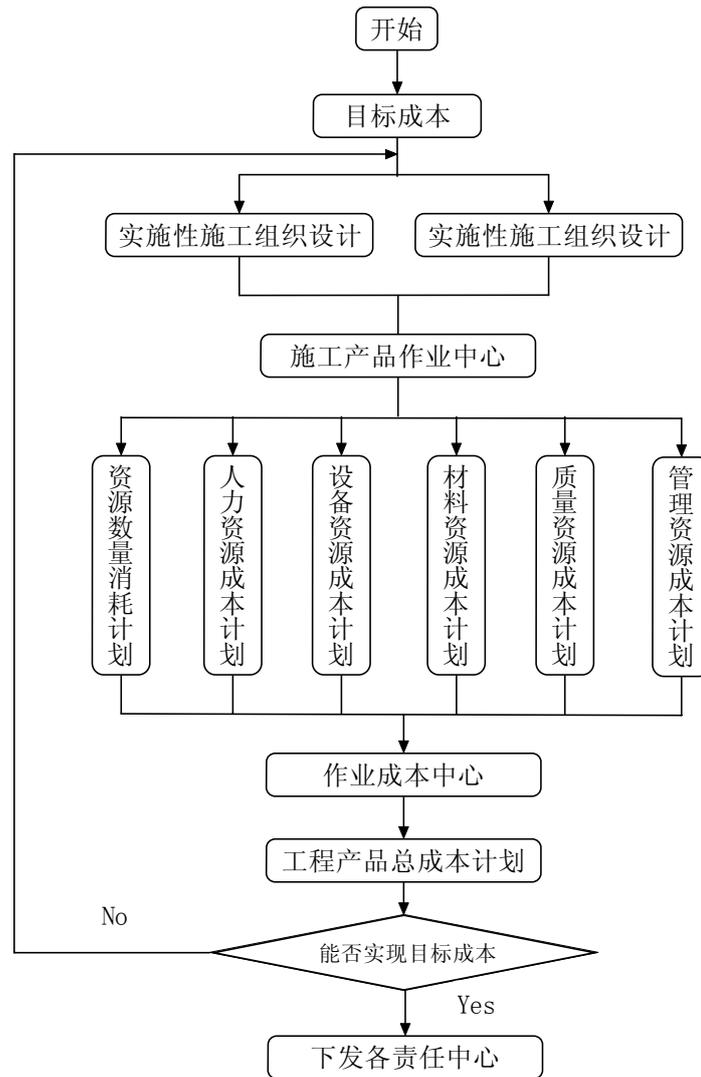


图 8.2-2 成本计划编制流程图

(6) 成本计划

工程成本的作业、资源数量消耗计划的编制。按照工程消耗作业、作业消耗资源的作业成本管理原理进行编制。

8.3 成本控制

(1) 项目按“成本归口管理方法以及层层分解的成本控制责任制”展开成本过程控制。即成本控制要落实到各部门——落实到各作业中心——进一步落实到个人，明确各部门、各作业中心及个人的成本控制范围及相应的内容。

(2) 成本控制的任务是跟踪成本形成过程，核算实际成本信息，对照成本目标和各定额标准发现偏差，分析重大偏差产生的原因，并提出纠正的措施。分析成本控制工作，要对成本控制的主要环节(事前、事中和事后)、程序、方法和效果进行评价，发现主要问题。

(3)公司各项目按项目的实际情况用作业成本法的管理理念建立成本控制信息系统，制定成本信息分析制度，形成全员成本控制的管理氛围。

8.4 成本核算

(1) 成本核算的目的及目标

1) 成本核算的目的

为了落实局“精细管理”精神，实施“低成本”战略，解决施工生产与成本核算脱节的问题，增强成本过程控制和成本持续降低能力，根据财政部颁布的《企业会计制度》、《施工企业会计核算办法》、交通部颁布的《公路工程国内招标文件范本》、《公路基本建设工程概算、预算编制办法》及局内部有关制度等规定，结合项目管理特点，应用作业成本法和计划成本法原理，进行资源成本、作业成本和工程成本核算，为局采集工、料、机及工程成本价、制定局内部定额、对外投标报价等企业决策提供翔实的基础资料。

2) 成本核算的目标

通过本办法的实施，项目经理部拟完成以下核算目标：

- ① 核算项目每位员工的人工费用总额、工日（或工时）消耗及人工单价。
- ② 核算项目每种材料材料费用总额、数量消耗及综合单价。
- ③ 核算项目每台机械设备（自有和租赁）的机械费用总额、数量消耗及机械台班（或产量）单价。
- ④ 核算分项工程每作业工序的成本费用总额、工程数量及作业工序实际单价。
- ⑤ 核算每分项工程的成本费用总额、工程数量及分项工程实际单价。

(2) 成本费用划分

项目经理部在生产经营过程中发生的各种费用支出。在作业-计划成本法下，有的计入资源成本、有的计入作业成本、有的计入工程成本，有的计入当期损益，有的计入实物资产，必须严格加以区分。

(3) 成本核算程序

成本核算遵循以下程序：

- 1) 确认和计量直接计入各成本对象的成本。
- 2) 确认和计量各成本对象耗用的工、料、机资源数量，按内部计划价（或实际价）计算并结转各成本对象耗用资源、作业的成本。
- 3) 按不同成本动因率分配现场管理费用（含质量成本）。



- 4) 分配成本差异。
- 5) 计算并结转本期各分项工程成本，计算分项工程单位成本。
 - (4) 成本核算的前期准备工作
 - 1) 全员学习，统一认识；
 - 2) 作业流程分析；
 - 3) 原始凭证的重新设计；
 - 4) 在用友 8.52 版网络软件中设置会计账簿；
 - 5) 改变现行成本管理过程中不适应的制度和办法。
 - (5) 成本费用及相关核算
 - 1) 人工成本及相关核算；
 - 2) 材料资源成本及相关核算；
 - 3) 机械作业及相关核算；
 - 4) 生产成本及相关核算；
 - 5) 现场管理费用及相关核算。

8.5 成本分析

(1) 成本对比分析的目的

项目成本分析是项目成本精细管理的重要内容，成本分析是通过对当期实际发生的成本费用与成本计划中相应的成本费用进行比较，发现其中的节超情况，以利于及时采取相应的考核、奖惩措施来降低成本，提高效益。

(2) 成本分析遵循的原则及分析报告的分类

1) 成本分析遵循以下原则：

- ① 实事求是原则
- ② 量、价分离，定量与定性分析相结合原则
- ③ 按各作业中心分别分析原则

2) 成本分析报告的分类：

- ① 按工程成本构成分析：人力资源成本、材料资源成本、设备资源成本、现场管理费用等分析报告。
- ② 按成本核算期分析：年、月、季、年度成本分析，特定期间成本分析。
- ③ 按竣工项目成本综合分析：分项工程分析、费用项目分析。

8.6 成本考核

按成本分析报告中界定的责任和成本计划出现偏差的原因，对成本计划确定的对象分部门、作业中心、班组及个人进行定性和定量相结合的考核。各项目根据项目的实际情况制定详细的考核办法。

成本管理的具体内容详见二公成发[2005]108号文件《工程项目成本核算办法》及二公成发[2005]325号文件《工程项目成本计划编制办法》。

附录

附录 1 软基处理施工工艺

1.1 塑料排水板施工工艺

1、材料要求：

采用的塑料插板需经检测部门检验，各项技术指标应符合设计文件要求，并且附有合格证和检验报告，经监理工程师批准后才可用于施工。

2、施工工艺：

(1) 场地清理，将施工范围内的树根、草皮等杂物清理干净，将清理的原地面按10m一个断面基本整平。

(2) 按设计厚度铺筑砂垫层：

①铺筑砂垫层所用的黄沙，其含泥量不大于3%。

②要求铺筑均匀，标高准确。

③按设计铺筑反滤层。

(3) 施打塑料排水板：

①施打方案：采用半幅处理，半幅通行施工方案，即由路基边侧向路基中心确定具体插板位置，并用明显的标志标出。

②根据设计图纸提供的间距及布孔型式，在砂垫层上用桩标出具体插板位置。

③在打设机的套杠上标出明显的打设进尺记号，以控制打设深度。

④根据插板间距和位置，调好机具位置。

⑤打设插板，在打设过程中检查塑料排水板是否扭曲，是否固定好，同套杠同时进尺。检查打设过程中套杠是否倾斜，应保证垂直偏差 $<1.5\%$ 。

⑥插板间距施工误差不大于10cm，板管带根不小于50cm，打入深度不小于设计值加板管带根深度。



(4) 半幅塑料排水板打完以后，转移至另外半幅施工，方法同前。

(5) 把砂垫层上外露的塑料排水板弯贴于已铺筑的砂垫层表面，两半幅折向相反，指向路基外。

(6) 按设计厚度要求铺设砂或砂垫层，把塑料排水板外露的部分埋入，做出设计要求的横坡，整平压实。

(7) 按设计要求在砂垫层外铺设护坡道，对护坡道进行整平、压实，按设计要求坡度做成向外横坡。

(8) 在规定位置埋设沉降板，打设沉降观测桩。

(9) 施工完成，并经检查合格后，即可进行路基填筑。

3、施工技术要求：

(1) 塑料排水板应严格按照设计图纸指示的位置、深度及间距设置。

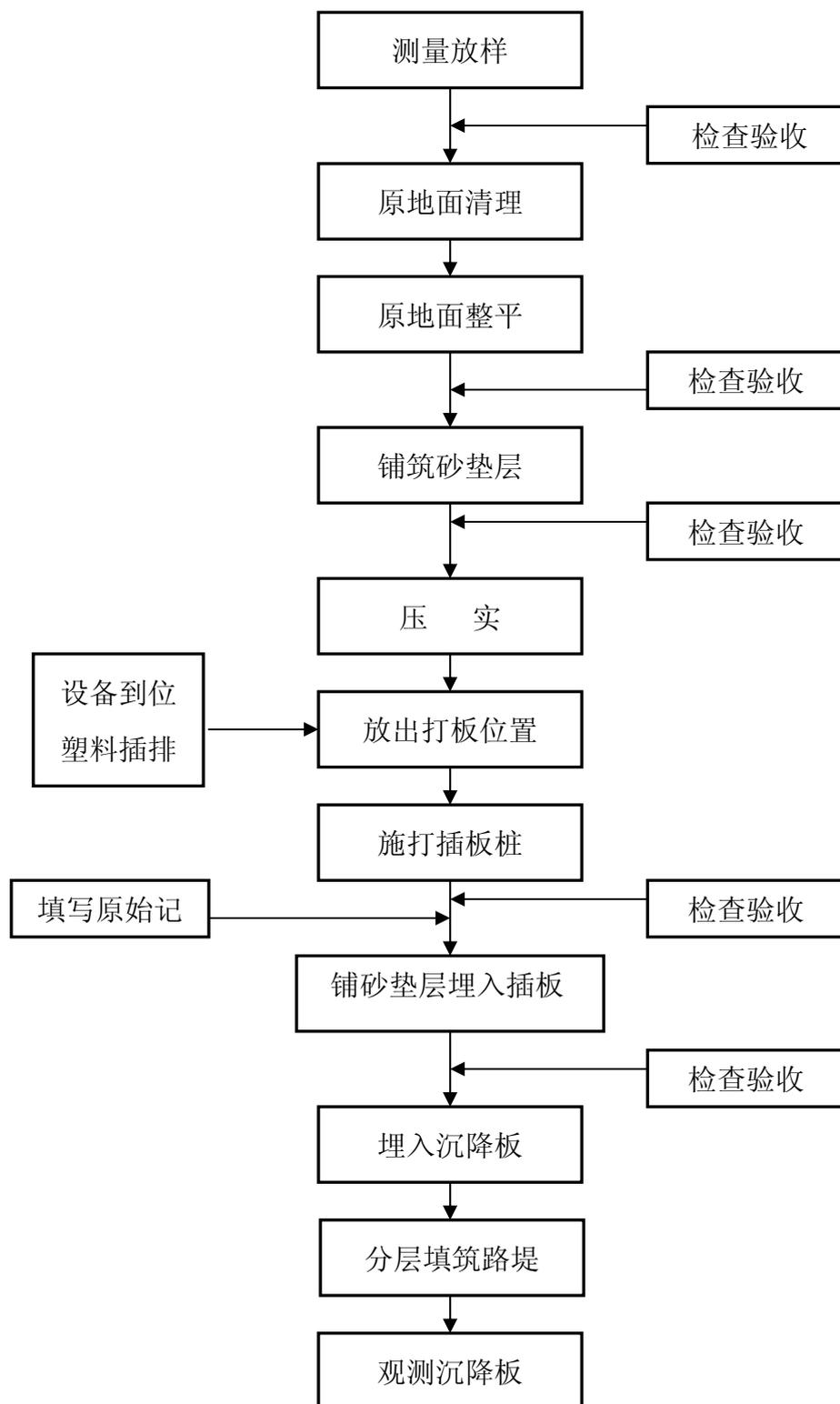
(2) 在打设排水板过程中，当塑料排水板所定进尺长度不够时，不允许使用搭接延续塑料排水板，以保证塑料排水板打设后的排水性能。

(3) 塑料排水板在保管、运输和打设过程中应保证不扭曲，透水膜不被撕破和污染。

4、塑料排水板施工检测指标：

间距	≤10cm
深度	不小于设计值
垂直度	<1.5%
砂垫层厚度	不小于设计值

塑料插板施工工艺框图



1.2 粉喷桩施工工艺

1. 进行粉体搅拌桩施工的场地, 事先应整平, 整平高程见设计图表, 必须清除地面以下的一切障碍物 (包括石块、树根和垃圾等), 准确地进行桩位放样, 场地低洼或水塘地段应先排水清淤后再回填粘性土 (不得回填杂土) 至整平高程。

2. 粉喷桩施工操作步骤如下:



- a、搅拌机械就位；
- b、预搅下沉；
- c、重复搅拌下沉；
- d、重复搅拌提升，直至离地面 0.25m；
- e、关闭搅拌机械；
- f、桩顶 25cm 未喷灰部分，结合清耕后原地面的处理，掺加剩余的水泥和 5%石灰进行翻松处理。

3. 粉体搅拌桩采用的水泥为 32.5#普通硅酸盐水泥干粉，桩径 50cm，水泥喷入量 50-55kg/m。粉喷桩施工前必须进行成桩试验，以掌握对该现场的成桩经验及各种技术参数，掌握下钻及提升的困难程度，确定输灰泵的输灰量，水泥干粉经输灰泵到达搅拌机喷灰口的时间以及预搅下沉速度、粉体搅拌桩提升速度、重复搅拌下沉、重复搅拌提升速度等施工参数。

4. 几个允许偏差值

- a、水泥用量的误差不得大于 1%；
- b、为保证搅拌桩的垂直度，应注意起吊设备的平整度和导向架对地面的垂直度，垂直度偏差不得大于 1.5%；
- c、桩位偏差不得大于 5cm；
- d、搅拌机下沉或提升的时间应有专人记录，时间误差不得大于 5 秒；
- e、成桩七天后，应进行开挖检查，观测桩体成型情况及搅拌均匀程度，成桩 28 天后应进行钻孔取芯检测桩身无侧限抗压强度试验。抽检桩数的频率和检验标准按省高指有关检测文函规定执行。桩身无侧限抗压强度（90 天龄期）控制标准为 1.2MPa。

5. 注意事项

- a、桩基的粉体发送器必须配置粉料电脑计量装置，严禁无粉料喷入计量装置的粉料发送器投入使用，并记录水泥的瞬时喷入量和累计喷入量。储灰罐容量应不小于一根桩的用灰量加 50kg，当上述重量不足时，不得开钻下一根桩的施工，同时输送粉料的管道不宜太长，一般应在 60-80m 以内；
- b、严格控制喷粉标高和停粉标高，不得中途中断喷粉，确保桩体长度；严禁在尚未喷粉的情况下进行钻杆提升作业；
- c、粉喷桩施工中途如遇停电、机械事故等原因喷粉中断，必须复喷，第二次喷粉接桩时，其重叠长度应大于 1m；
- d、施工中发现喷粉量不足，实行整桩复打，复打的喷粉量仍应不小于设计用量；



e、32.5#普通硅酸盐水泥应确保质量，严禁使用过期、受潮、结块、变性的劣质水泥；

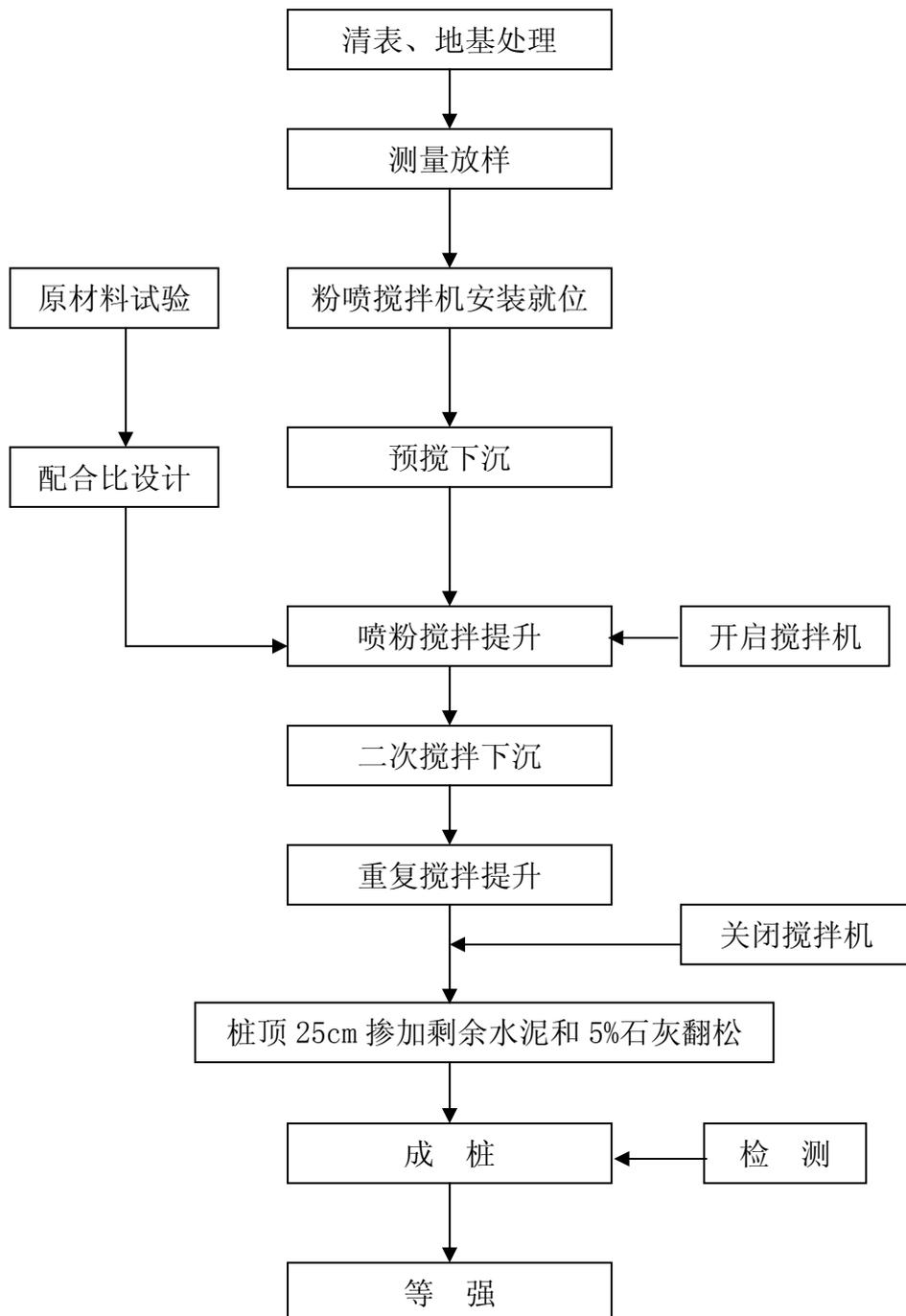
f、严格控制喷粉高程、灰面和水泥喷入量，确保粉喷桩长度；

g、粉体搅拌桩施工时，为确保粉体搅拌桩的成桩质量，应在粉喷桩的全长范围内进行复搅；

h、桩身施工时，应采用中～低整档钻进（或提升），切勿采用高速档快速钻进（或快速提升）。钻进速度控制在小于等于 1.0 米/分钟，到达设计深度前提前喷灰，提升喷灰速度控制在小于 0.8 米/分钟。

i、粉喷桩的打设范围应严格按图纸执行，特别是桥头锥坡及边坡护坡范围内的粉喷桩，以确保路基稳定。

水泥粉喷桩施工工艺框图



1.3 干振碎石桩加固软土路基施工工艺

干振碎石桩是一种采用预沉导管、重锤冲挤工艺施工的碎石桩,是根据综合冲击钻进和重锤夯实的原理和工艺发展起来的,利用管状机械设备在软土地基中成孔,再向孔内分批填入碎石且击实,形成一根根桩体,桩体与原来的软弱土层构成复合地基。干振

碎石桩能够起到消除可液化土层的地震液化、提高地基土承载力和减小地基土在上部荷载作用下所产生的压缩变形量的作用。

1、工艺原理

干振碎石桩是按一定间距和分布打设在要处理的软弱土层中,形成“复合地基”,“复合地基”中的桩体有竖向排水和应力集中双重作用,同时复合土层还起垫层作用。软土地基中的饱和水在荷载(包括永久性填土与临时超载填土)作用下,沿碎石桩竖向排出地面,加速土体固结,提高土体承载能力。桩体穿过软弱土层打到相对硬层的地基,桩体在荷载作用下,主要起应力集中的作用。由于桩体的压缩模量远比软弱土大,因此传给“复合地基”的外加压力随着桩、土的等量变形会逐渐集中到桩上,从而减少软弱土负担的压力,从而提高了地基的承载力。而当桩体打不到相对硬层时,“复合地基”则主要起垫层作用,垫层将荷载引起的应力向周围横向扩散,使应力分布趋于均匀,以提高地基整体承载力,减少沉降量。

2、施工程序施工放样→清理场地→修筑路拱→桩孔定位→机具就位→成孔制桩→碎石垫层→埋设测控设施→填筑路基。

3、施工方法及工艺要点

(1) 施工准备

1) 施工现场水、电、路三通。

2) 作土路拱:清理平整场地,铲除芦根杂草,然后按要求修筑预拱坡面作路拱。

3) 桩位测定:按照施工图在现场放样,定出桩位,测出水准基点,以正确控制桩位和标高。

(2) 桩的制作

1) 桩的施工顺序:一般采用“由里向外”或“一边推向一边”的方式,因为这种方式有利于挤走部分软土。

2) 沉管成孔:首先桩机就位,桩管对准打桩点;然后启动桩顶振动器,将带活瓣桩或底端封闭的沉桩钢管沉入土中,在振动与重力的作用下,桩管沿桩位下沉到设计标高。

3) 灌桩:施工中我们使用了不同形式的两种桩尖沉桩。其一是下端装有活瓣钢桩靴的沉桩钢管。桩管底端装有活瓣能向下开启的锥形桩头,沉管到设计深度后,从管口加料斗往管内灌碎石,将桩管灌满,然后开机拔管,桩头的活瓣在碎石重力作用下打工,碎石留在孔中,拔一段往下反插一段,活瓣合上,开机振实,经多次反插,桩孔中的碎石被压实,孔内碎石顶面离地面约2m~4m时,直接往孔口灌料,分次振压,直到设计标高,此桩即完成。其二是预制钢筋砼锥形桩尖(留在土中)的沉桩钢管。将预制的砼桩尖置于

桩管底端,沉管到设计深度后,在管口加料斗往管内灌碎石,将桩管灌满,然后开机振拔桩管出地面,在桩管底端接一个圆压板,压于碎石顶面,以振密孔中的碎石,压实后,振动拔管出地面,再从孔口分批灌碎石,逐次沉管振压,直至达到设计的桩顶标高,即该桩完成。

上述两种灌桩方法各有优缺点。采用活瓣钢桩靴省工省料,经济效益好,还可缩短工期;缺点是由于土的侧压力影响,往往活瓣张开不大,下料不畅,需多次反插振动才起作用。而采用预制砼锥形桩尖时,碎石下料畅通,沿桩身碎石分布均匀;缺点是要预制桩头,费时费料,增加成本,使工期延长。

需要注意的是,每施工完一根桩,要及时做好记录,记录每根桩的桩长、用料量及施工过程中出现的问题。

(3) 碎石垫层

碎石垫层的作用一方面是将荷载引起的桩体应力向周围均匀扩散,另一方面是将桩体进入垫层的渗流水迅速排出,使土层固结能正常进行,因此垫层的施工质量将直接关系到加固的效果和预压时间的长短。

1)清理修整土路拱。表面若有淤泥要晾晒修整,保证人员、机具正常工作,避免铺设过程碎石与泥土混合,影响垫层排水效果,尤其要清除干净桩顶面的淤泥或杂物,使桩与垫层紧密结合。

2)铺设层垫前先预铺5cm~10cm厚的中粗砂,其渗透系数不低于10⁻³cm/s,以起到一定的反滤作用,避免土颗粒渗入垫层的孔隙中阻塞排水通道,减小垫层的渗透性。铺设碎石垫层分两次进行,每次厚25cm(根据设计厚度),使用10t光轮压路机压3~5遍,密实度达到90%以上即可。

(4) 填土预压

1)分两部分进行填土预压,即永久性填土与临时超载填土。地基预压前,应设置垂直沉降观测点、水平位移观测桩、测斜仪及孔隙水压计等。

2)预压加载应分期分级进行。加载时应严格控制加载速率。控制方法是每天测定边桩的水平位移与垂直升降水压力等,若超过规定数值,即应停止加荷。若停止加荷后仍超过规定数值,则应减荷,待稳定后再加荷。

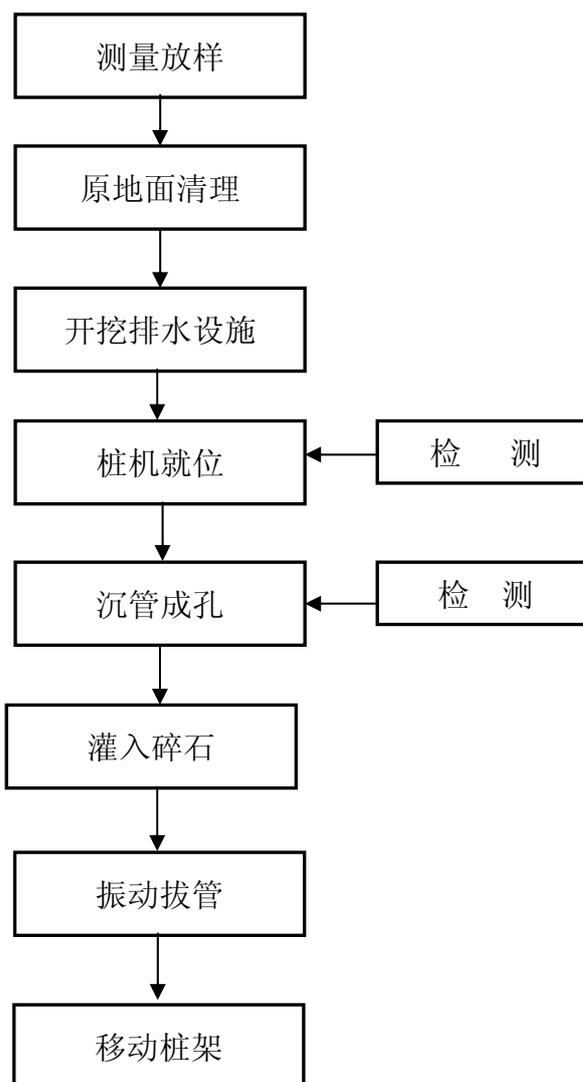
3)加载预压期为半年。待地基平均沉降速率减少到每天不大于2mm时,方可开始分期分级将临时超载部分卸掉。卸载后仍要进行测试,以检验软土的加固效果。

4、施工中注意事项及质量控制

(1)碎石粒径2cm~5cm,含泥量及其杂质不大于5%。

- (2) 桩机就位必须平稳, 不发生移动或倾斜, 桩管应对准桩孔。
- (3) 沉管开始阶段要慢、稳, 待桩管方向稳定后再按正常速度沉管。
- (4) 桩管下沉过程中, 应沿导向架向下插, 并始终保持同导杆平行。如有偏斜, 及时纠正, 以保证桩管垂直下沉。
- (5) 严格按设计的桩位和深度成桩, 其平面偏差不大于 3cm。
- (6) 严格按施工要求控制填料质量、密实度、振留时间。
- (7) 路基填料要符合要求, 路堤边坡脚余土要经常清除, 以免堵塞排水通道。
- (8) 预压加载应严格按照规定数据进行, 不得随意乱填。控制预压沉降的数据为: 地面沉降每天不超过 20mm; 边桩垂直升降每天上升不超过 2mm, 下降量不控制; 边桩水平位移每天不超过 5mm(离路基边缘 1m 处)。对检测数据要安排专人做好记录, 以随时掌握路基动态, 指导施工。

干振碎石桩施工工艺框图



1.4 真空排水预压施工工艺

运用真空排水预压法施工工艺加固软土地基，要取得良好的效果，实施合理的施工工艺是十分重要的，其施工工艺包括排水系统、抽真空系统和密封系统这三方面的施工工艺。对材料的选择，设备的制造，现场的施工和加固过程中的管理都有一定的要求。

1、真空排水预压法施工程序

真空排水预压法是一项比较新的加固软土技术，其基本工艺流程见真空排水预压施工工艺流程图。

2、排水系统

排水系统包括水平向和垂直向两个系统，前者一般指砂垫层，后者一般指垂直排水通道，即塑料排水板或袋装砂井。设置排水系统前要先进行场地平整。

(1) 场地平整

施工前对欲加固的场地先进行平整，基本上做到中间略高，四周稍低，便于后续塑料排水板的打设施工与砂垫层铺设同时亦方便准确量测施工沉降量，有利于滤管与主管中水的排出。一般预先找平的填土厚度大约有 30~50cm、坡度有 1%~2%就可以了。

(2) 垂直排水系统——塑料排水板或袋装砂井

按设计好的垂直排水通道的种类、技术指标选择垂直排水通道，并按设计间距、深度进行打设施工。打设间距和深度的准确性直接影响着加固的效果和加固时间的长短，在施工中应加强管理，建立严谨的施工操作程序，确保工程质量。

对垂直排水通道所用材料的总体要求：要具有一定的拉伸强度，良好的适应地基变形能力，能透水隔土、不淤堵；此外就是要有良好的通水能力，对真空排水预压来说这一点尤其重要。

对袋装砂井来说，袋子一般是由聚丙烯材料编织而成，能透水但不能漏出砂粒，袋中所用砂子最好是粗砂，要求砂的渗透系数大于 5×10^{-3} cm/s，砂中含泥量要小于 3%，颗粒组成最好是均匀，其不均匀系数小于 4。袋中砂应灌满，灌实率要在 95%以上。现场施工注意事项：第一，已灌好的砂袋不要在太阳下暴晒，尤其是夏天强烈地紫外线会将聚丙烯袋子分解，从而使袋子强度大大降低，未灌砂的空袋子当然也应避光保存；第二，对已打入地下的砂袋要进行检查，补灌未满的部分，因为砂袋上端不满就不能与砂垫层很好相连，就不能形成连续的排水通道，或者砂袋头部被埋入地下，

使该垂直排水通道失去作用；第三，严格按设计要求控制打设深度，不能浅也不能太深，一般控制在砂袋制作长度比设计长度长 50cm 为好。

(3) 水平排水系统——砂垫层

砂垫层可采用中偏粗的洁净砂。在砂源十分匮乏的地区，也可用洁净的细碎石代替砂垫层，细碎石的最大粒径一般小于 5mm 控制在 0.5~4mm 的范围内为宜，级配不要好，渗透系数能达到 10^{-2} cm/s 量级为佳。由于碎石棱角锋利，抽真空时易戳破薄膜，所以在细碎石垫层上加铺一层无纺土工布保护薄膜，同时也能加强水平排水和传递真空度的能力。

砂垫层或细碎石垫层在铺设时，应将其中混有的锋利物清除干净，对高出砂垫层的塑料排水板应予剪断或埋入砂垫层中。铺设时要厚度均匀，把滤管盖住，使垂直排水通道、滤管通过砂垫层真正连接起来，能形成一个通畅的排水系统和真空压力传递系统。

3、抽真空系统

抽真空系统包括：主、滤管及其布置，主管出膜装置，抽真空设备与安装。

(1) 主、滤管及其布置

主管、滤管的管材可以是钢材或 PVC 管，目前大多使用的是 PVC 管。所用的 PVC 管其规格大都是 3in(76mm) 的，很少使用 4in 管。主管、滤管一般直径相同，主要便于在施工现场连接。管壁厚度 3.5~4.0mm，要求能承受 400Kpa 的压力，它的单根长度大多数为 4m。当主管或滤管的每段设计长度超过 4m 时，可用二通或四通加以连接。在主管的端部与滤管连接时，应采用三通连接。二通一般是用螺纹钢丝橡胶软管制成，长度在 300mm 左右，它的内径稍大于主管和滤管的外径；连接时如果间隙太大，则应在管壁上用布或其它材料加以衬垫，达到密封的目的，同时在连接处用 10 号或 20 号铅丝扎牢。主管与滤管之间是用三通或四通连接的，三通和四通均用 3in(76mm) 钢管制成。三通或四通与各管之间也是由二通来连接的。软胶管的连接使整个管路系统能较好地适应地面的不均匀变形情况。

滤管上的孔洞有圆孔和狭长条形孔，圆孔的直径为 10mm，孔距 20~40mm，间距 40~60mm，排距一般为 120mm，宽度 10mm，排距大约 100mm，孔距 150mm。

现场铺设时，将滤管的末端用木塞或 PVC 圆板封死，然后再套上预先制好的反滤布套。注意反滤布一定要把滤管上的孔洞盖住，再用细绳把滤布套两端捆扎牢靠。

滤管外起反滤作用的滤布套是用针刺热粘无纺土工布缝制而成，该土工布的规格为 $250\sim 300\text{g/m}^2$ ，渗透系数 $k > 5 \times 10^{-3}$ cm/s。在把滤管装入滤布套之前，要把主管和

滤管内外清洗干净，避免将砂、泥留在管内，因为泥沙被吸入泵体会损坏泵叶。一切安装结束后，将整个主、滤管埋入砂垫层中，而出膜装置的开口部分暂时用布包好，以防砂子进入管内。一般滤管的间距 4~6m，主管的间距 12~16m。

(2) 主管的出膜装置

出膜装置是指膜下的主管与膜外的抽真空装置相联接的一种装置。该装置使整个膜内、膜外抽真空系统形成一个有机整体，使管路系统连续、通畅，同时又不使薄膜漏气。在主管的出口部位联结一个带有法兰盘的弯曲钢管，在法兰盘上焊有固定的螺杆菌，实施时先在膜内法兰盘上放置一个密封橡胶垫圈，将密封膜穿过固定的螺杆菌置于法兰盘上，再将膜外的垫圈和膜外法兰盘置于膜上，加上螺栓拧紧，这样就形成了主管的出膜装置，再通过钢丝螺纹橡胶软管就把抽真空装置与膜下的管路系统联系起来，形成一个抽气系统。

(3) 抽真空装置

抽真空装置一般由离心泵、射流喷嘴、循环水箱组成。抽真空装置的好坏直接决定真空排水预压加固的成败和效果。目前我国研制的抽真空装置工作原理是，首先开动离心泵，水箱中的水通过管被打入喷嘴，这时水的压力、流速都很大，在喷射水流的带动下，在喷嘴周围的真空吸管内形成负压区，在橡胶管内的气体随之被射流吸走，形成一定真空，由此逐步延伸到加固区内。

4、密封系统

密封系统包括密封膜、密封沟、土体深层密封和加固地表开裂的密封等诸多方面。密封也是真空排水预压法成功与否的关键，因此在施工时对密封问题应引起高度注意。

(1) 密封膜及铺设

密封膜在真空排水预压加固中起着关键的作用，应具有重量轻、强度大、韧性好、抗老化、耐腐蚀等特性。目前国内使用的薄膜大都是由聚乙烯 (PE) 或聚氯乙烯 (PVC) 制成。

密封膜在铺设时应注意以下几点：

①在加工时膜的大小应考虑埋入密封沟的部分，留有余地。

②一般用砂垫层作水平排水层时，为保证密封效果，密封膜应铺两层；若用小碎石作水平排水层时，可在小碎石层上先铺一层无纺土工布 (250g/m² 即可)，然后再铺上塑料薄膜，土工布搭接宽度为 20cm，以防漏垫。

③铺设时，膜不宜拉得太紧，每边要比设计尺寸多放出几米。从一边开始铺设，几层一道依顺序同时由近及远进行铺设。

④现场粘贴时，应保持粘结部位的清洁，粘贴要自上而下沿粘缝后退进行，在缝下垫一块 2m 长的条形模板，上胶后要用力压紧；然后将木板抽出后移，依次沿缝向后进行粘接；注意刚粘接的部位不能马上受力。

⑤膜在埋入密封沟时，注意膜不要被石头或草、树根等戳破，保持其完整性。

⑥在膜上放置沉降标时，应在降标下垫一层土工布或软草席或一些小块密封膜，注意放平压重，以防戳破薄膜。

⑦膜铺好后进行抽气时千万别急于将抽出的水放到膜上，应在几天内派专人穿布底鞋或软底鞋在膜上进行地毯式的巡查，以便发现膜破的地方能及时进行粘补。

⑧当采取堆载或自载预压与真空排水预压联合加固时，要等膜上全面进行检查、密封性有了保证之后才能进行。先在膜上铺上保护薄膜材料，如土工布或软草席等，然后在进行堆载。最好是先进行真空排水一段时间后再进行联合加固。

（2）密封沟

加固区周边密封的方式一般有挖密封沟将膜埋于沟中和长距离平铺膜两种方式，大多数工程采用挖密封沟的方式。

密封沟是指在加固区四周挖一定深度用于埋设密封膜的沟槽。沟的深度在 1.2~1.5m 之间。当被加固土的表层其粘粒含量较高、渗透性较差时，可以取较小值，沟可挖浅一些；反之，沟可挖深一些。沟的宽度依据施工方式确定，采用机械挖沟时可以窄一些，一般最小为 60cm；采用人工挖沟时最小宽度为 70cm。

沟挖好后将膜放入沟中，将膜贴于沟的内壁，并将膜放至沟底，然后分层回填、压实。在填筑第一层时，一定要用土把膜压好，使能紧贴沟壁和沟底。

（3）土层深部的密封

当被加固的地层表面以下 3~5m 的地方有一层 2~3m 厚的透水层或强透水层存在，在运用真空排水预压法进行加固表层或透水层下的软土层时，应对透水层进行密封处理。处理方法一般采用钢板桩法，灌浆法，深层搅拌桩法。

（4）加固过程中对地表裂缝的处理

运用真空排水预压法对软土地基进行加固时，加固区外的土层向加固区移动。土体移动会使地表产生一些裂缝，这些裂缝发展到一定程度会成为漏气的通道，使膜下真空度降低，必须采取措施予以密封。一般的做法是发现有漏气时，将拌制一定稠度的粘土浆灌到裂缝中，泥浆会在重力和真空吸力的作用下向裂缝深处钻进，浆会慢慢充填于裂缝中，堵住裂缝达到密封的效果。

（5）加固过程中的管理



在加固过程中实行科学而严格的管理，是保证加固取得良好效果的一个重要环节和措施。主要有以下几方面的内容：

①可靠的供电

电力供应的连续不断是保证抽真空装置连续工作的必要条件，因此在现场安装设备前，要弄清楚电源的供应方式和供应能力。在条件允许的情况下采用双回路供电方式。

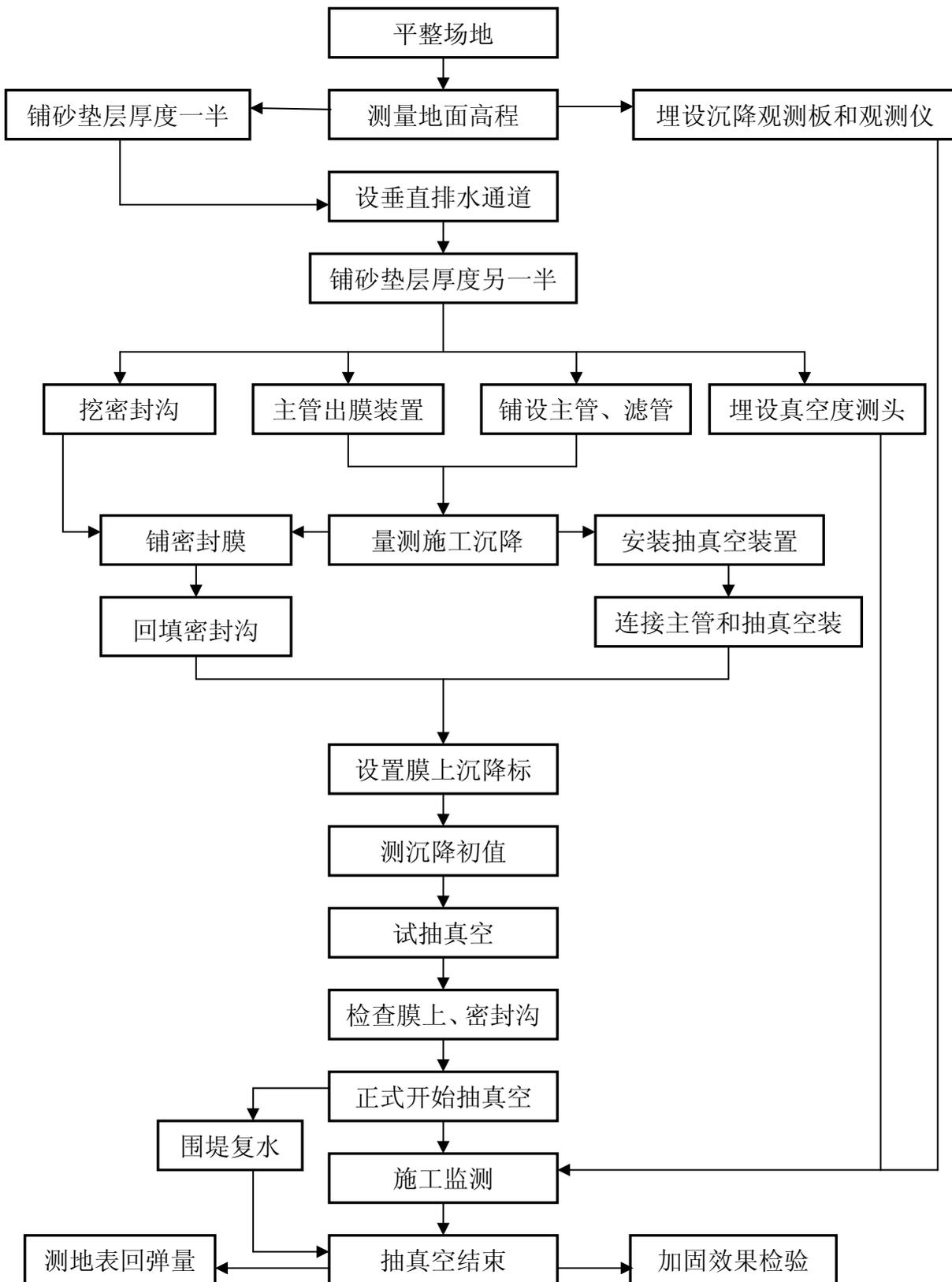
②保证密封效果

随着加固过程的进行，地基将发生连续不断的变形，它包括垂直和水平两个方向的变形。从而引起地面开裂，薄膜破裂造成漏气，导致真空度下降，管理过程中就是随时注视这些情况的出现，并及时采取相应的措施予以补救，保证加固区的密封效果。现场人员随时注意水箱内的水温，若水温过高，应更换一些冷水降温，假如还是无效时，说明喷嘴磨损过大，效率降低，应更换喷嘴。

③建立严格的值班制度

现场中自抽真空开始就必须进行连续不断的值班，一天 24 小时都得有人在严格进行注视、检查和处理，同时对真空度、沉降、水平位移、孔隙水压力等得变化以及工地上发生得一切正常和异常情况作详细记录，以备日后查找问题和分析加固效果。

真空排水预压施工工艺框图



1.5 管桩施工工艺

1、场地整理

进行管桩施工的场地，事先采用推土机(人工配合)加以整平，清除原地面的表土及杂物(包括树根)，并翻松 30cm，掺 5%灰土拌和均匀后，整平压实，压实度达到 87%，场地低洼，用 5%灰土回填找平。

2、施工放样

按设计图纸要求，先用全站仪放出路基边线及轴线，并埋设轴线角和施工控制桩，再根据桩排尺寸用经纬仪、钢尺定出每根施工桩桩位，桩位偏差不得超过 $\pm 10\text{cm}$ ，用竹签插入土层标定位置，绘制桩位点状网络图，并请监理工程师复检验收。

3、打设工艺

(1) 桩位放样：根据设计文件和技术交底所确定的坐标控制点和水准点进行桩位放样，采用经纬仪定出桩位。用石灰作出桩位标记，圆心用小木桩标记，并注意保护所作标记。

(2) 压桩：用钢丝绳绑住桩身单点起吊，小心移入桩机，然后调平桩机，开纵横两向油缸移动桩机调整对中，同时用相互垂直的两个方向经纬仪检查垂直度。第一节桩压入土中 30-50cm 后检查和校正垂直度，垂直度控制在 0.5%以内，开动压桩装置，记录压桩时间和各压力表读数，保持连续压桩并控制压桩速度 1m/min-2m/min。

(3) 接桩及焊接要求：接桩时桩头应高出原地面 1m 左右，接桩时下节桩桩头应加上导向箍，便于上节桩就位，使上、下节桩保垂直，其错位偏差不大于 2mm，管桩焊接前，上、下端表面应用钢丝绳刷洗干净，直至其坡口处刷出金属光泽，焊条必须用 5 字开头的焊条，且焊工必须具有焊工操作证。焊接时由两个焊工对称在四边焊 6 点加以固定，然后拆除导向架，由两个焊工对称进行分层焊焊接，焊接层数不少于两层，焊缝应连续、填满两端板四周的坡口位置，层间的焊渣必须清理干净，焊缝质量达到三级焊要求，焊接好的桩头应自然冷却 8 分钟，严禁用水冷却。

(4) 送桩：送桩前用水准仪确定地面标高，在送桩杆上作标记，送桩过程中要跟踪，动态检查送桩深度。送桩器下面宜设置桩垫，桩垫厚度均匀并且与桩顶全断面接触。

(5) 终止压桩：正常情况下按设计压桩力送桩，达到设计高程后持荷（正常压力）10min 且每分钟沉降量不超过 2mm 后方可结束送桩。在同一地质类型的地段，若出现静压力显著增加或送桩时静压力显著减小等异常现象，暂停施工报监理，分析和找出原因后提出处理措施。

4、施工注意事项

(1) 桩长控制及检查：PTC 桩属于地下隐蔽工程，现场监理必须认真负责，保证每根桩都达到设计深度。在 PTC 桩压入前，应检查其长度规格和长度组合是否满足设计

文件要求，可在 PTC 桩的端部用红色油漆作出长度和桩位标记。压桩“按从内侧到外侧、每根桩先长桩后短桩”的顺序施工，在压后一排桩之前要检查前一排桩的偏位情况。压桩结束后，通过锤球法检测桩的打入深度，并记录每个桩位的实测深度。

(2) 桩身垂直度控制及检查：压桩过程中，桩身必须始终保持垂直。施工时应在距桩机 20m 处，成 90° 方向设置经纬仪各一台，检查桩身垂直度并记录。

(3) 施工过程中控制及检查：PTC 桩起吊时，现场监理应在现场检查堆放场地、起吊方法，防止桩断裂或环裂。施工过程中，现场监理全程旁站，施工人员应检查和记录静压机压力表读数、压桩速度，若发现异常应及时停止并报告标段长。接桩、焊接时，现场监理应检查桩的垂直度、焊缝质量。送桩时应检查送桩深度，并复核桩头标高是否达到设计要求。

(4) 桩施工结束后质量控制：PTC 管桩施工结束后，若有高出地面的桩头，应小心保护，严防施工机械碰撞。机械挖土时，应控制铲斗入土深度，严防挖土机铲斗碰桩，导致桩头破损。压桩完毕后，须进行验收，验收合格后才能进行下道工序施工。

1.6 湿喷桩施工工艺

1、施工机械

水泥搅拌桩施工机械应配有电脑记录并能打印喷浆量，其动力应大于 45kw 以上，钻头叶片三层，每层两片，上下层间距 300mm，水平刀片与水平夹角 30 度，每片叶片宽 100mm。

2、施工工艺流程：

a、钻机定位；

b、钻杆下沉钻进，速度 $\leq 1.0\text{m}/\text{min}$ ；

c、到达硬层后应提前喷浆，间歇一定时间再提升钻具，速度 0.4-0.7m/min，确保底部有足够的灰量。上提喷浆，提升至地面以下 1m 时，宜用慢速，提升至地面下 0.25m 时，停止喷浆，搅拌数秒以保证桩头均匀密实。

d、重复搅拌下沉、喷浆；

e、重复搅拌提升，直至离地面 0.25m，然后回填石灰处治土至整平高程；

f、关闭搅拌机械；

g、移位；

h、回填石灰处治土或沙垫层并压实。

3. 水泥浆搅拌桩采用的水泥为 32.5#普通硅酸盐水泥，桩径 50cm，水泥用量为 50-55kg/m，为了增加水泥浆液的和易性及稳定性，提高喷浆水泥搅拌桩的早期强度，在

制备水泥浆时应掺加 NF 系列高效减水剂, 掺量为水泥用量的 0.5-2.0%。桩身配方试验强度 90 天为 1.2MPa, 在工程施工前必须通过室内配方试验的检验, 并且进行成桩工艺试验以掌握对该场地的成桩工艺及多种技术参数。

4. 技术要求

- a、水泥用量的误差不得大于 1%;
- b、为保证搅拌桩的垂直度, 应注意起吊设备的平整度和导向架对地面的垂直度, 垂直度偏差不得大于 1.5%;
- c、桩位偏差不得大于 5cm, 深度误差不得大于 5cm。
- d、搅拌机下沉或提升的时间应有专人记录, 时间误差不得大于 5 秒;
- e、成桩七天后, 应进行开挖检查, 观测桩体成型情况及搅拌均匀程度, 成桩 28 天后应进行钻孔取芯检测桩身无侧限抗压强度试验。抽检桩数的频率和检验标准按省高指有关检测文函规定执行。桩身无侧限抗压强度 (90 天龄期) 控制标准为 1.2MPa。

5. 注意事项

a、桩机必须配置喷入量计量装置, 严禁无喷入量装置的桩机投入使用, 并记录水泥的瞬时喷入量和累计喷入量。浆液罐容量应不小于一根桩的用灰量加 50kg, 当上述重量不足时, 不得开钻下一根桩的施工。

b、严格控制喷浆标高和停浆标高, 不得中断喷浆, 确保桩体长度; 严禁在尚未喷浆的情况下进行钻杆提升作业; 施工过程中发现喷浆量不足时, 实施整桩复打, 复打得喷浆量仍应不小于设计用量;

c、泵送浆液前, 管路应保持潮湿, 以利输浆。现场拌制浆液, 应有专人记录水泥用量, 并记录泵送浆开始、结束时间。

d、水泥搅拌桩采用的水泥为 32.5#普通硅酸盐水泥, 桩径为 50cm, 水泥用量为 50kg/m, 所用水泥应确保质量, 严禁使用过期、受潮、结块、变性的劣质水泥;

e、供浆必须连续, 拌和必须均匀。一旦因故停浆, 为防止断桩和缺浆, 应使浆搅拌机下沉至停浆面以下 1.0m, 待恢复供浆后, 再喷浆提升。因故停机超过 3 小时, 为防止浆液硬结堵管, 应先拆卸输浆管路, 清洗后备用。

我局将对深层搅拌桩施工投入工程经验丰富的作业队。

6. 水泥浆搅拌桩施工参数建议

a、钻进速度 $\leq 1.0\text{m}/\text{分钟}$ 为宜, 为保证桩体含灰均匀性, 钻进时不宜带浆, 在钻进的同时, 按确定的水灰比拌制水泥浆 (一般为 0.4-0.5)。水泥浆制作预搅必须大于 4 分钟时间后才能进入喷浆池, 喷浆池内必须随时搅拌以保证水浆不离析。

b、喷浆搅拌提升，速度应 0.4-0.7m/分钟，边喷浆边搅拌提升，搅拌轴转动速度应尽量用快挡。

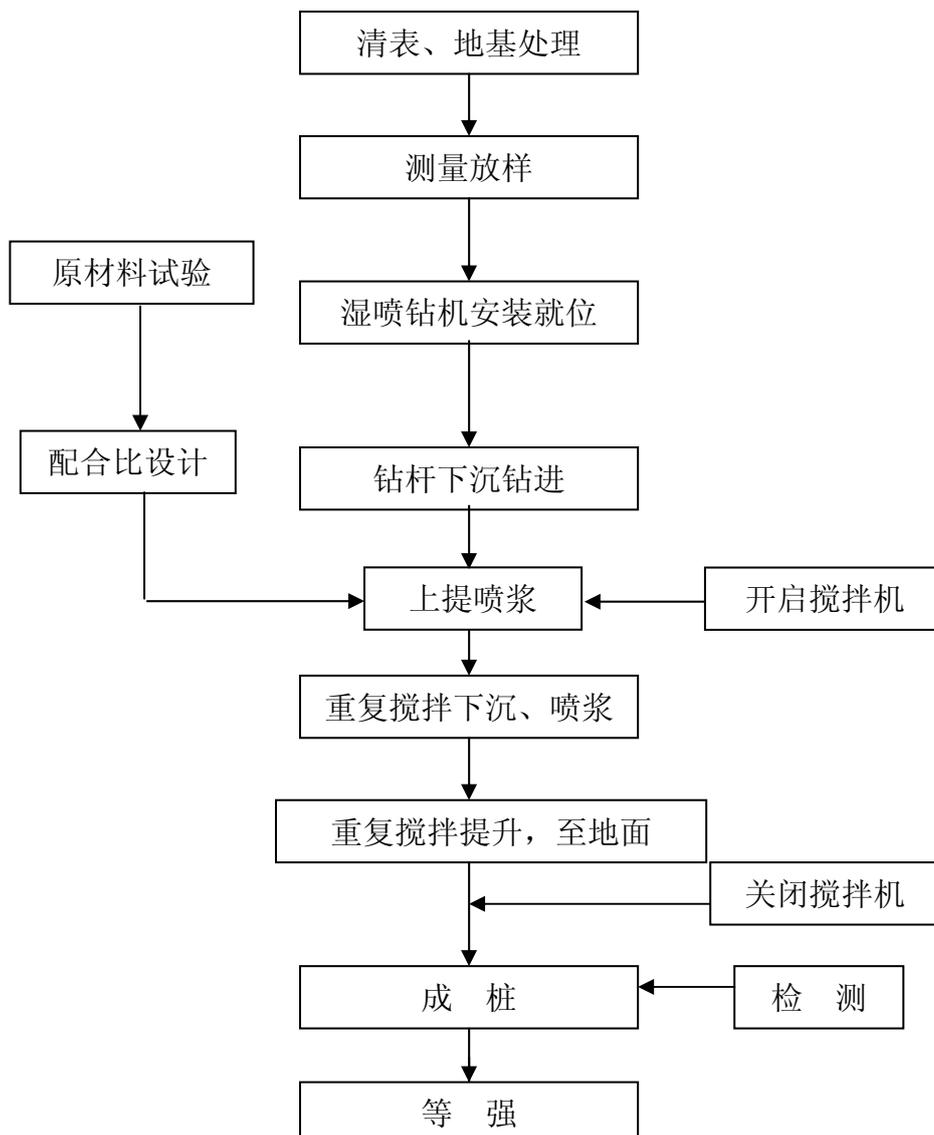
c、全桩进行复搅，复搅及提升速度 0.4-0.7m/分钟，将剩余水泥浆喷完。

d、检查浆桶中水泥浆是否喷完，如没喷完，重复以上步骤直至水泥浆喷完。

对于采用水泥搅拌桩处理的通道、涵洞路段施工前需将原地面整平至整平高程，整平高程应高于构造物基础底标高 25cm，然后沿构造物轴线方向布桩。待桩施工完毕后，需养生至设计强度的 80%以上，桩身强度取芯样的无侧限抗压强度达到 1.0MPa，才可挖至桩顶高程，然后施工构造物基础。

在水泥搅拌桩施工前需先安排试桩，试桩后安排质量检测，根据试桩和质量检测结果验证和调整施工工艺参数和设计。

水泥湿喷桩施工工艺框图



1.7 超载和等载预压

1) 施工准备

- a、原材料实验，机械设备调迁；
- b、测量放样。
- c、在路基中心设沉降板，路堤两侧设位移桩。

2) 路堤填筑

经软基处理后，进行路堤填筑，到达设计标高后，再填筑到预压要求的标高。填筑时要从原地面起设立标尺，标尺上要求划分每层填筑的厚度，按规范要求的距离设立标尺。

3) 预压及沉降和稳定监测

a、沉降率监测装置采用沉降板，底板采用尺寸符合规范及图纸要求的钢材，底板与测杆必须焊接牢固，测杆的接杆长度应方便施工，便于观测，一般为 50cm 为宜，在处理地基完毕之后埋置于基底。按照施工技术规范的要求的位置和距离进行设置。

b、沉降板和位移桩要妥善的进行保护，不得变形和损坏。在施工过程中，要按照技术规范规定的要求进行监测工作。

c、在施工期间，每填筑一层进行一次沉降观测。填筑间歇期间每 3 天观测一次。路堤填筑完毕进入预压期后，每隔 14 天观测一次直至沉降结束，观测必须和监理同时观测，而后将多余的填料卸除。

d、沉降观测采用精密水平仪测定。测设精度要符合规范要求。

e、位移观测桩采用钢筋混凝土预制桩，桩长不小于 150cm，埋于地基的深度不小于 140cm，埋置的边桩必须稳固，踩、碰、撞不易变形。

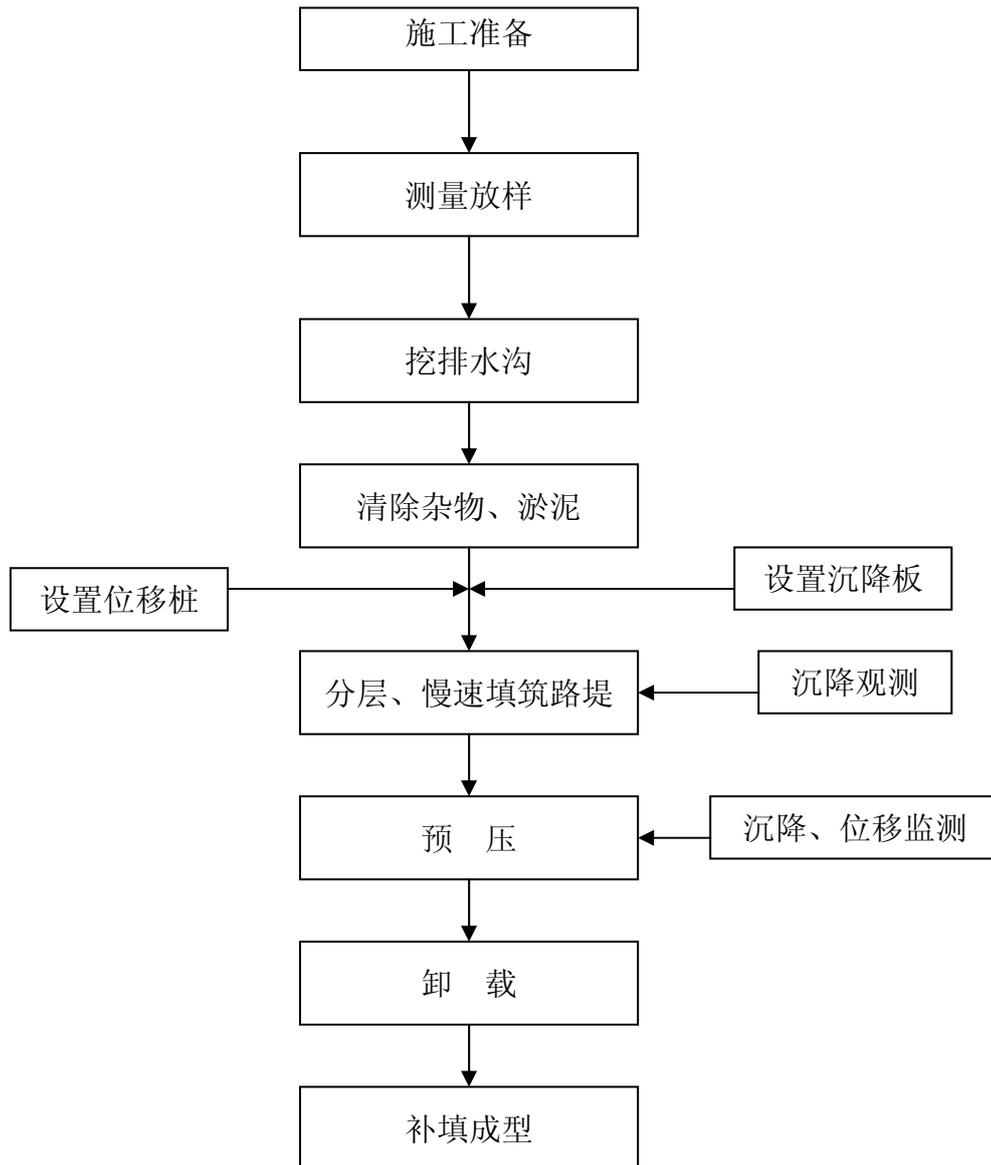
f、边桩水平位移观测采用红外线测距仪可按三角交会法或视准线法测定。水平位移观测频率与测定时间与沉降监测同步进行，测试精度符合规范要求。

g、路堤填筑过程中，沉降速率每天不大于 15mm，水平位移速率，边桩控制在每天不大于 3mm，测斜管控制在每天不大于 5mm。

h、在施工过程中当发现沉降或水平位移骤增或超过控制标准时，应加密测次，同时向监理工程师报告，根据工程师的指示再进行下一步。

i、在监测中要作好观测记录，及时整理汇总测量记录，交监理工程师审查。当预压期满后，经多次观测记录，达到技术规范要求后，经工程师批准认可后，将预压的填料多余部分卸除，并将路堤整形至路基面标高。路基顶面应达到表面平整，边线直顺、边坡稳定。

超载、等载预压施工工艺框图



附录 2 路堤施工工艺

2.1 沙性土施工工艺

1、施工前准备工作。包括放样、清除填方路段原地表杂草、树根及借方位置原地表杂草、树根等。

2、原地表处理。对填方路段填前原地表杂草、树根清除后应对原地表进行填筑前压实，采用振动压路机碾压不少于 6 遍，碾压时轮迹重叠不应小于轮宽的 1/3，轮迹布满一个作业面为一遍。碾压后取样检测应达到规程规定的压实标准，不合格时应补压直到合格为止。

3、推送填料。推土机从路基两侧或短距离内纵向调配风积沙推运至填方路段。

4、摊铺填料。对推运至填方路段内的填料采用推土机摊铺并整平，或采用推土机配合平地机整平。推土机摊铺后每层厚度不得超过 30 厘米。可采用填料前后定点测量高程控制松铺厚度。

5、推土机稳压。推土机稳压时按照一般土方路基的压实工艺，从路基边缘向内侧逐轮碾压，碾压时轮迹重叠宽度不小于 1/2 单轮宽度，单侧轮迹布满一个作业面为一遍，稳压 2 遍，稳压时也可采用纵向、横向交错的碾压方式。

6、振动压路机碾压。压路机碾压时应按下列规定进行：

(1) 压实应根据试验段确定的压实遍数进行控制。若控制压实遍数超 10 遍，应考虑减少填料层厚，经压实度检验合格方可转入下道工序，不合格应进行补压再做检验，直到合格为止。振动压路机一般碾压 6 遍以上。碾压轮迹重叠宽度不应小于 1/3，轮迹布满一个作业面为一遍。

(2) 采用 15T 以上前后轮驱动振动压路机进行碾压。碾压时先慢后快，用强振进行振动碾压。

(3) 压路机的碾压行驶速度开始时不超过 4km/h；碾压直线段由边向中间，小半径曲线段由内侧向外侧，纵向进退式进行。前后相邻两区段（碾压区段之前的平整预压区段与其后的检验区段）应纵向重叠 2.0m 以上达到无漏压、无死角，确保碾压均匀。

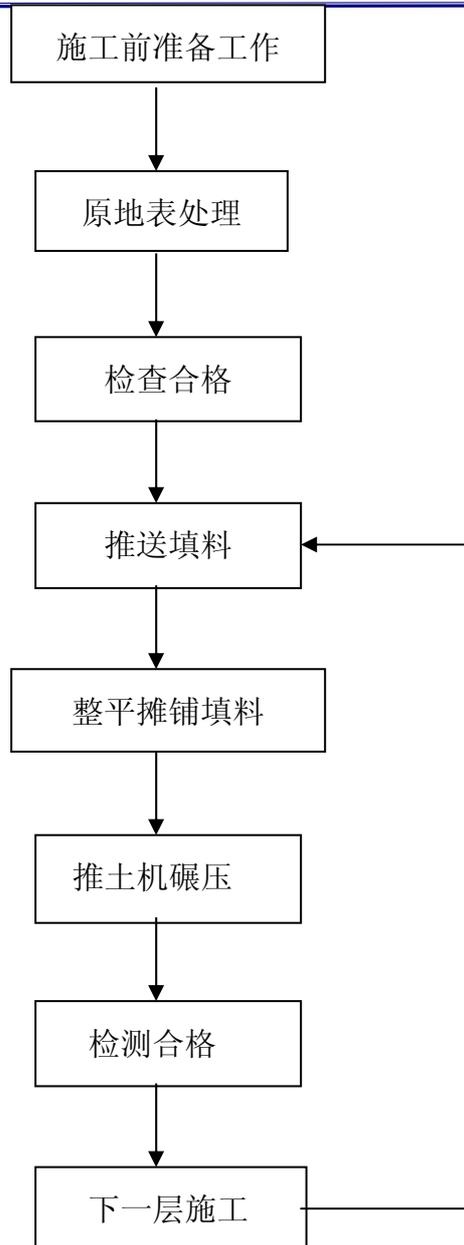
7、推土机终压。推土机终压压实工艺与推土机稳压相同轮迹重叠宽度不小于 1/2 单轮宽度，终压 2 遍。

8、检测。压实度检测采用环刀法测定风积沙干密度，计算压实度、固体体积率等，压实质量以压实度控制。压实度达到本规程规定的标准，若不符合要求时应进行补压，直到合格为止，方可进行下一道工序的作业。检测取样位置、深度也应符合本规程有关条款之规定。

9、推土机在天然含水量状态下分层碾压的压实工艺

1) 此种压实工艺适用于采用推土机在天然含水量状态下分层压实风积沙的填方路段。

2) 施工工艺流程图



10、施工工艺

1) 施工前准备。准备工作主要包括施工放样、试验、机械选择、清除填方路段和借方位置原地表杂物等。

2) 原地表处理。填方路段清除原地表杂物后采用 140 马力以上的推土机碾压，碾压时直线应从路基边缘向内侧逐轮碾压，半径较小的曲线段应从内侧向外侧逐轮碾压，碾压时轮迹应重叠，重叠宽度不小于单轮宽度的 1 / 2。可采用纵向、横向交错的方式碾压，轮迹布满整个作业面为一遍，一般碾压 8 遍以上，检测压实度，应达到本规程规定的压实度标准。否则，应补压直到合格。

3) 推送填料。推土机从路基两侧借方位置或纵向短距离内调配风积沙推运至填方路段。

4) 摊铺、整平。采用推土机或平地机配合推土机将推送到路基范围内的风积沙摊铺、整平,摊铺厚度应根据试验路段结果确定,但不得超过 25 厘米,施工时可在填料前后定点测定高程以控制松铺厚度。

5) 推土机碾压。推土机碾压时单侧轮迹重叠宽度不小于 1 / 2 单轮宽度,在直线段碾压时应从路基两边向中线逐轮碾压,在半径较小的曲线上碾压时从内侧向外侧逐轮碾压,碾压遍数也应根据试验路试验结果确定,一般不得低于 6 遍。

11、水坠碾压法压实工艺

(1)适用于水源充足的路基填方路段和通道、桥头及其他构造物台背处。

(2)水坠碾压法施工可分为水坠加推土机碾压或水坠加振动压路机碾压两种方法,两种方法施工工艺相似。

(3)水坠碾压法施工工艺流程

1) 施工前准备工作。包括放样、清除填方路段原地表杂草、树根及借方位置表面杂草、树根等。

2) 原地表处理。对填方路段填前原地表杂草、树根清除后应对原地表进行水坠碾压。水头高度、碾压遍数按规定办理,等水渗完后取样测定干密度,计算压实度,压实度达到要求的压实标准,不合格时应重新水坠碾压直到合格。

3) 推送填料。推土机从路基两侧或短距离内纵向调配风积沙推运至填方路段。

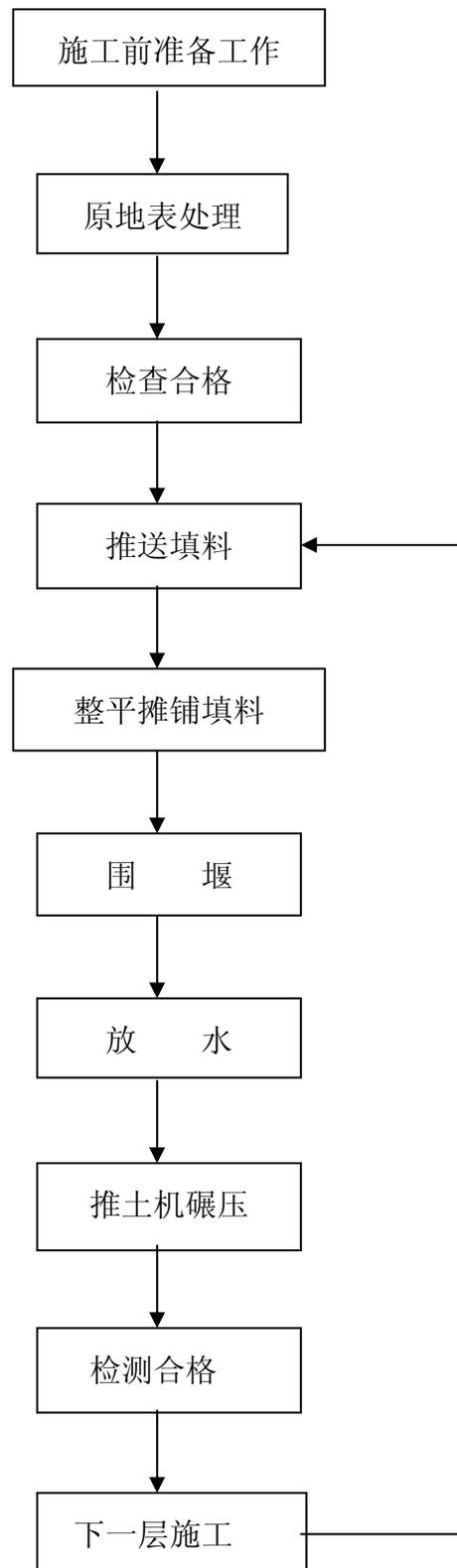
4) 摊铺填料。对推运至填方路段内的填料采用推土机摊铺并整平,或采用推土配合平地机整平,推土机摊铺后每层厚度不得超过 30 厘米。可采用填料前后定点测量高程控制松铺厚度。

5) 围堰。在摊铺、整平好的路基上分段设围堰。设置围堰时应根据纵坡、横坡大小适当划段,底面长度不宜小于 10 米,宽度不宜小于 5 米,围堰高度不低于 30 厘米,顶面宽度不小于 3 0 厘米。

6) 放水。围堰设置好之后开始放水,放水应连续进行,放水时水流流速应稍大,沙基顶面上的水头高度应大于 20 厘米。

7) 碾压。水头高度保持 20 厘米的情况下开始碾压,可采用推土机或振动压路机碾压,碾压时轮迹应重叠,推土机重叠单轮宽度的 1 / 2,振动压路机重叠轮迹宽度的 1 / 3 以上。当轮迹布满整个作业面时称为一遍。碾压遍数应通过试验确定,一般不少于三遍。

8) 检测。等待沙基顶面多余水渗完后取样检测干密度,计算压实度和固体体积率等,压实度符合本规程的规定,不合格时应重新水坠碾压,直到合格。



12、零填及路堑路床的压实工艺与推土机或压路机在天然含水量的压实工艺相同，压实度也应符合要求。

13、沙路基的检查验收

风积沙路基施工完成后，石灰土封层施工前应对已完工的沙路基进行验收，实测项目检测方法、检测频率和允许偏差见下表 4.2.1-1。

沙路基实测项目

表 2.1-1

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检测方式及频率
1	压实度 (%)	94	每 2000m ² 每压实层测 4 处
2	纵断高程 (mm)	+10, -15	水准仪, 每 200m 测 4 个断面
3	中线偏位 (mm)	50	经纬仪, 每 200m 测 4 点, 弯道加测 HY、YH 两点
4	宽度 (mm)	不小于设计	米尺, 每 200m 测 4 处
5	横坡 (%)	±0.5	水准仪, 每 200m 测 4 个断面

14、沙路基石灰土封层

1) 石灰土封层施工技术要求与石灰稳定土路面底基层要求相同。

2) 施工之前应对沙路基顶面用平地机整平，压路机稳压，并整理路拱横坡与路面横坡一致。

3) 石灰土封层采用集中厂拌。拌和时含水量略大于最佳含水量值 (2~3) %，混合料摊铺前应对路基表面洒水碾压，以保证运输车辆的行驶。

4) 用推土机摊料粗平，平地机整平。

5) 碾压时先用 12—15T 振动压路机碾压两遍，然后用自重 18—20T 的拖式羊足振动碾碾压。待达到设计压实度后，用平地机将凸出部分刮掉，最后用振动压路机稳压两遍。

6) 石灰土封层在碾压完成后应进行养生，养生期间应保持一定的湿度，养生期一般不少于 7 天。然后用 3—5cm 的风积沙覆盖，以免于缩裂纹的产生。

石灰土封层完成路基整形后，应对路基进行全面验收，按要求实测项目及检测方法、检测频率进行。

15、边坡防护——粘土包边

为防止边坡风蚀和雨水冲刷，确保路基稳定，对风积沙路基应及时防护，有粘土料的路段，应首先考虑用粘土包边。

1) 粘土包边所用粘土材料的塑性指数是 7 以下的普通土或种植土,并要求在含水量适中,土粒细小情况下用机械压实成型,压实度不小于 85%,确保包边土具有既能封沙又适宜于种草和绿化的良好效果。

2) 路堑边坡的粘土包边直接设置在边坡的坡面上,底部埋入积沙平台下 20cm,顶部与原地面平齐。

3) 路堤边坡的粘土包边应在路基宽度范围外的边坡上铺筑,底部埋入原地面下 20cm,顶面至硬路肩底面,并做成向外 5%的横坡。

4) 每层每 50 米检测两点,取样时应随机抽查,每点压实度不小于 85%。

2.2 高液限粘土路基的施工工艺

由于高液限粘土含水量较大,用此类土直接进行路基填筑施工,无法满足路基施工规范要求。根据施工规范的规定,应对 90、93 区填土采用分层法和对 95 区填土采用掺灰法的措施填筑施工。

1、90 区和 93 区的分层填筑法

(1) 路基填筑采用分层填筑时,采取了以下几种填筑方式:

1) 90 区内采用晾干分层碾压填筑高液限土,93 区可以采取填石。

2) 所有 90 区和 93 区也可采取高液限土和非高液限土分层相间的分层填筑方法施工。每填一定高度的高液限土(最大填筑厚度控制在 3.3m 以内),再填筑一定高度的非高液限粘土(厚度在 0.25~0.5m 以内)。

3) 清表土或地基处理后,在水位影响的高度范围内填筑非高液限粘土,即填石或其它透水性材料或按设计要求进行处理。

(2) 路基分层填筑单层松铺厚度严格按照路基施工规范要求。土方按松铺厚度 30cm 一层填筑,石方按松铺厚度 40cm 一层填筑。

(3) 含水量的控制与检测。在每层土分层摊铺压实前,在现场测试出土的天然含水量,若现场检测天然含水量在含水量允许范围内时,即可分层填筑压实,具体允许范围通过试验确定。若达不到要求,仍需晾干或废弃,使天然含水量接近容许含水量范围时才可碾压。对于天然含水量过大的无法压实的天然土方予以挖除废弃。填石可通过试验路段确定碾压遍数,检测压实度。

(4) 填筑时的其它要求。在每层填筑时,表面应做成 2%~4%的横坡以利于填筑的路基排水,且当天摊铺材料应当天碾压完毕。

(5) 填方段全部采取浆砌片石或预制块护坡以消除雨水对路堤的影响。

2、95 区填土掺灰处理

(1) 掺灰比例:根据不同土类确定不同掺灰量,掺灰比例控制在 5%左右,先经试验室进行掺灰试配,待试配结果合格后,再确定掺灰具体比例予以现场试验。

(2) 现场掺灰拌合方式:采用路拌法分层掺灰拌和压实,拌和机械为犁耙拌和式机械。

(3) 现场压实度检测:压实度检测与未掺灰前检测方式相同,检测频率可适当增加。

3、施工方法

(1) 在填筑前,在借土场每 5000m³ 取样一次,按《公路土工试验规程》规定的方法进行颗粒分析、含水量与密实度、液限和塑限、有机质含量、承载比(CBR)试验和击实试验。

(2) 测量原地面中桩标高及横断面,放出填筑边缘线。

(3) 在填方和借方地段的原地面要进行表土清理,清理深度应根据种植土厚度来确定。清除的种植土须运到路基范围以外。

(4) 清表后,须平整压实到规定要求才可进行填土,压实度不小于有关规定。

(5) 做好原地面的临时排水设施,并与永久排水设施相结合,不得引起水沟淤积和路基冲刷。

(6) 路堤原状土的强度若不符合规范要求,应进行换填。

(7) 填方路段的填土,应选用满足一级公路路基填料要求的材料进行填筑,具体要求见表 2.2-1。

(8) 路基土方的填筑

1) 土方路堤应分层填筑压实,90 区填筑时含水量在最佳含水量±4%以内。

2) 土方路堤根据设计断面分层填筑压实,并要求路基两侧立杆挂线施工,路堤填土宽度每侧应宽于填层设计宽 50cm,压实宽度不小于设计宽度。

一级公路路基填料要求表

表 2.2-1

项目分类 (路面底面以下深度)		填料最小强度(CBR) (高速公路及一级公路) %	填料最大粒径 cm
路	上路床(0~30cm)	8.0	10
	下路床(30~80cm)	5.0	10
堤	上路堤(80~150cm)	4.0	15
	下路堤(>150cm)	3.0	15

零填及路堑路床(0~30cm)	8.0	10
-----------------	-----	----

3) 填筑路堤采用水平分层填筑法施工,即按照横断面全宽分成水平层逐渐向上填筑,如原地面不平,应由最低处分层填起,每一层须经监理工程师的检验合格后才能进行上一层填筑。

(9) 压实。土质路堤及土石路堤的压实度不低于标准要求(见表 2.2-2)。

土质路堤及土石路堤的压实度要求 表 2.2-2

填挖类型		路面底面计 起深度范围 (cm)	高速公路及一级公路 压实度 (%)
路 堤	上路床	0~30cm	≥95
	下路床	30~80cm	≥95
	上路堤	80~150cm	≥93
	下路堤	>150cm	≥90
零填及路堑路床		0~30cm	≥95

4、高液限粘土路基施工质量、安全保证措施

(1) 每层土层摊铺压实前,测出现场土料的天然含水量,若在允许范围内,即可分层填筑,若达不到要求,则晾干或废弃,直至达到允许含水量。

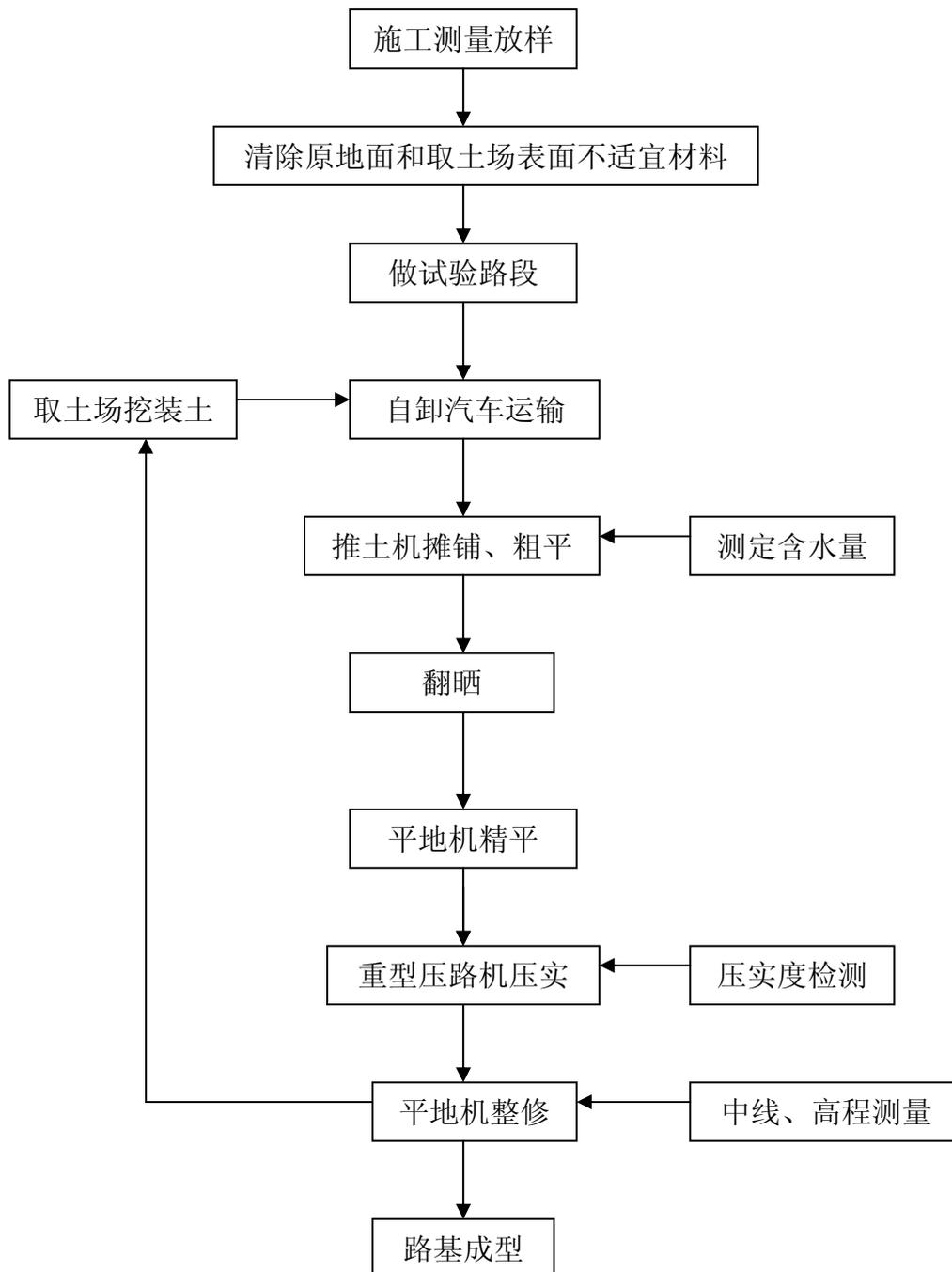
(2) 碾压方法:由两边向中间碾压,且每次碾压轮迹与前一次重合 1/2。

(3) 路基压实标准与后面填土试验路段压实标准相同。

(4) 加强现场检测,为现场施工提供可靠的数据。

(5) 加强安全文明施工,增强“安全第一、质量第一”的意识。

高液限粘土施工工艺框图



2.3 石灰土路基施工工艺

1. 原材料准备

用于路基灰土填筑的原材料，在用于工程前按照规范要求进行检查，然后进行混合料配合比设计、确定其最佳含水量和最大干容重，提出具体施工方案。报监理工程师批准后进行施工。

1) 原材料技术要求

石灰：要符合Ⅲ级或Ⅲ级以上石灰各项技术指标的要求，石灰要分批进料，做到既不影响施工进度，又不过多存放；应尽量缩短堆放时间，如存时间稍长应予覆盖，并采取封存措施，妥善保管。

土：宜采用塑性指数 12~20 的粘土（亚粘土），有机质含量>10%的土不得使用。

2) 混合料组成设计

①、取工地实际使用并具有代表性的各种材料，按不同的配合比制备至少五组混合料，石灰剂量初步定为 6%、8%。

②、用重型击实法确定混合料的最佳含水量和最大干密度。

③、在最佳含水量状况，按要求的压实度（按重型击实标准的 95%）制备混合料试件，在标准条件下养护 6 天，浸水一天后取得无侧限抗压强度。

④、在此配合比下，计算试件室内试验结果抗压强度的代表值。

⑤、取符合强度要求的最佳配合比作为石灰土的配合比，用重型击实法求得最佳含水量和最大干密度，报总监代表，以指导施工。

2. 试验段施工

在试验路段开工 14 天前，将试验方案报监理工程师批准，在监理工程师批准的现场试铺一段长度为 100~200m 的试验路段，按批准的配合比做试验路段，确定按认可的混合料设计配合比所需的松铺系数，一次铺筑的厚度和长度，检验所采用的机械能否满足运输、摊铺、拌合和压实的质量要求和工作效率，以及施工组织和施工工艺的合理性和适应性。

当使用的原材料和混合料、施工机具、施工方法及试验路面各检测项目都符合规定，经监理工程师抽检确认，即可编写《试铺总结》，经驻地监理工程师审查，报总监代表批准和总监助理确认后，即可作为申报正式开工的依据。

3. 施工方法：

1) 清除修整下承层表面浮土和杂物，并整型和压实。

2) 施工放样，放出铺向层宽度的边线，在铺筑层两侧每 10m 打一桩，并标出设计标高。

3) 在取土场附近取土掺灰，此时掺磨细的生石灰，掺灰量为总掺灰量的 40%左右，用挖掘机、装载机对其翻拌后打堆闷料，并有适当的闷料时间，闷料时间为 48~72h。

4) 将拌和料用自卸车从取土场运到施工路段，按照预先划好的方格网卸料，然后用平地机按虚铺厚度摊铺，严格控制标高。



先用中型光轮压路机碾压一遍，再将磨细的生石灰按设计配合比规定的用量（补足剩余石灰剂量）均匀地摊铺在灰土表面。

5) 然后用稳定土拌和机拌和，经试验室检测各项指标符合设计及技术规定后，方可进行碾压。压路机依据试验路段所确定的压实遍数和机械组合在全宽范围内压实，碾压时含水量控制在接近或略大于最佳含水量 1~2% 范围内。压实到规范规定的压实度。表面要平整、密实、无弹簧现象，施工接茬平整、稳定。做到及时摊铺，及时拌合，即时碾压。

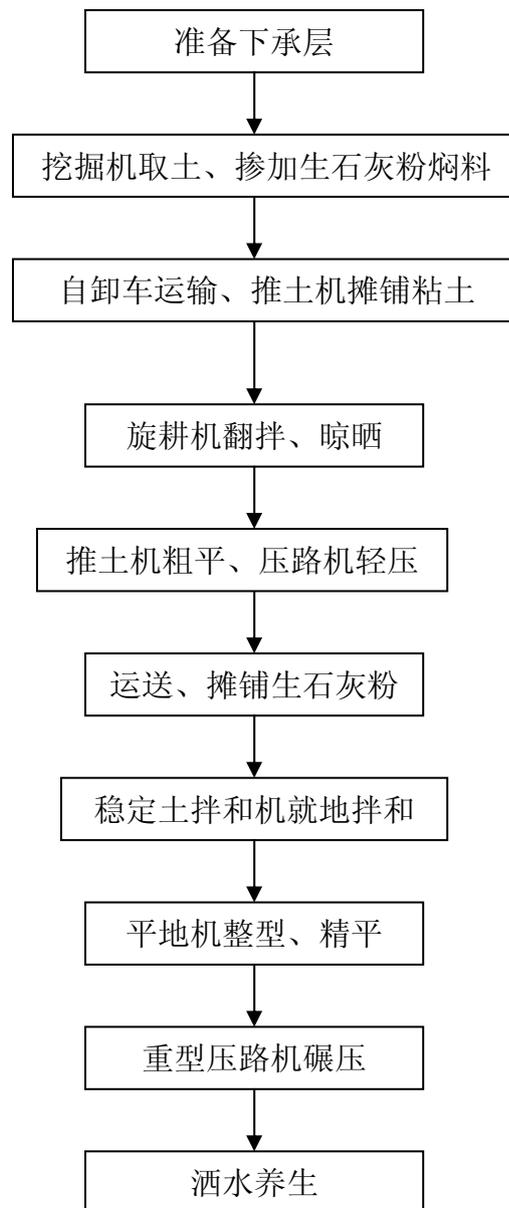
6) 试验室按规范规定的频度和数量取样试验，分别测定其压实度、配合比、抗压强度等，使其最终达到规范规定的允许值，报监理工程师签认。

7) 任何不符合规范要求的混合料均清除更换，清除的混合料要废弃出路基以外。

两工作段的衔接处搭接拌和，前一段拌和后，留 5~8m，不进行碾压，后一段施工时，将前一段未压部分一起进行拌和，并与后一段一起碾压。

施工时一定要注意温度变化，当气温在 5℃ 以上和非雨天时，才可进行结构层的施工。

石灰土路基施工工艺框图



2.4 宕渣路堤施工工艺

1、材料要求：

(1) 用于路基填筑的宕渣最大粒径 $\geq 20\text{cm}$ ，路槽底面以下 80cm 范围内的宕渣最大粒径 $\geq 12\text{cm}$ 。

(2) 高于或低于最佳含水量 4% 的填料，应该进行晾晒或洒水处理以后，运到施工现场进行铺筑。

2、施工工艺：

(1) 施工测量放样

①路基施工前，恢复定线打出固定点及中心桩，依据地形情况及填筑厚度，放出路堤坡脚桩，并在该桩 1~1.5m 外设置坡脚桩。

②按 20m 一个断面放出边坡桩，用明显的标志标出各层填筑厚度。

③在界桩内边坡桩外适当位置挖临时排水沟，排水沟的深度和宽度要保证在当地雨季排水通畅，路基不被水浸。

(2) 场地清理：

①清除公路用地范围内的草皮、树木、树根、树墩、腐植土和其它杂物，清理厚度按设计文件要求进行，并将清除物堆放到指定地点。

②路基范围内不允许保留的旧桥梁、旧涵洞、旧路面和其它障碍物，按设计文件要求进行拆除，并对路基范围内的坑穴回填、压实。

(3) 原地面压实：

依据设计文件要求对原地面进行压实，经检测合格后，即可进行路基填筑。

(4) 运输：

采用自卸车将宕渣填料运到指定路段，依据松铺系数和摊铺厚度计算材料用量，并根据自卸车运载数量确定倒土间距，由专人指挥倒入指定位置，防止因多料或缺料而增加工作量。

(5) 摊铺：

①每层摊铺压实厚度为 20~40cm 或通过试验路段确定铺筑厚度，为保证路基边缘的压实度，铺筑宕渣时超宽铺筑 30~50cm。

②用推土机将运至路基上的宕渣进行粗平，宕渣粒径较大时采用圆盘耙进行粉碎，使宕渣粒径符合设计文件要求。

③场地清理后，对地面横坡陡于 1:5 时需进行处理，将原地面挖成 1m 的台阶，台阶顶面做成 2%~3% 的内倾斜坡，然后再进行路堤填筑。

④采用平地机进行整平，每层做成 2%~4% 的横坡，以利于排水。

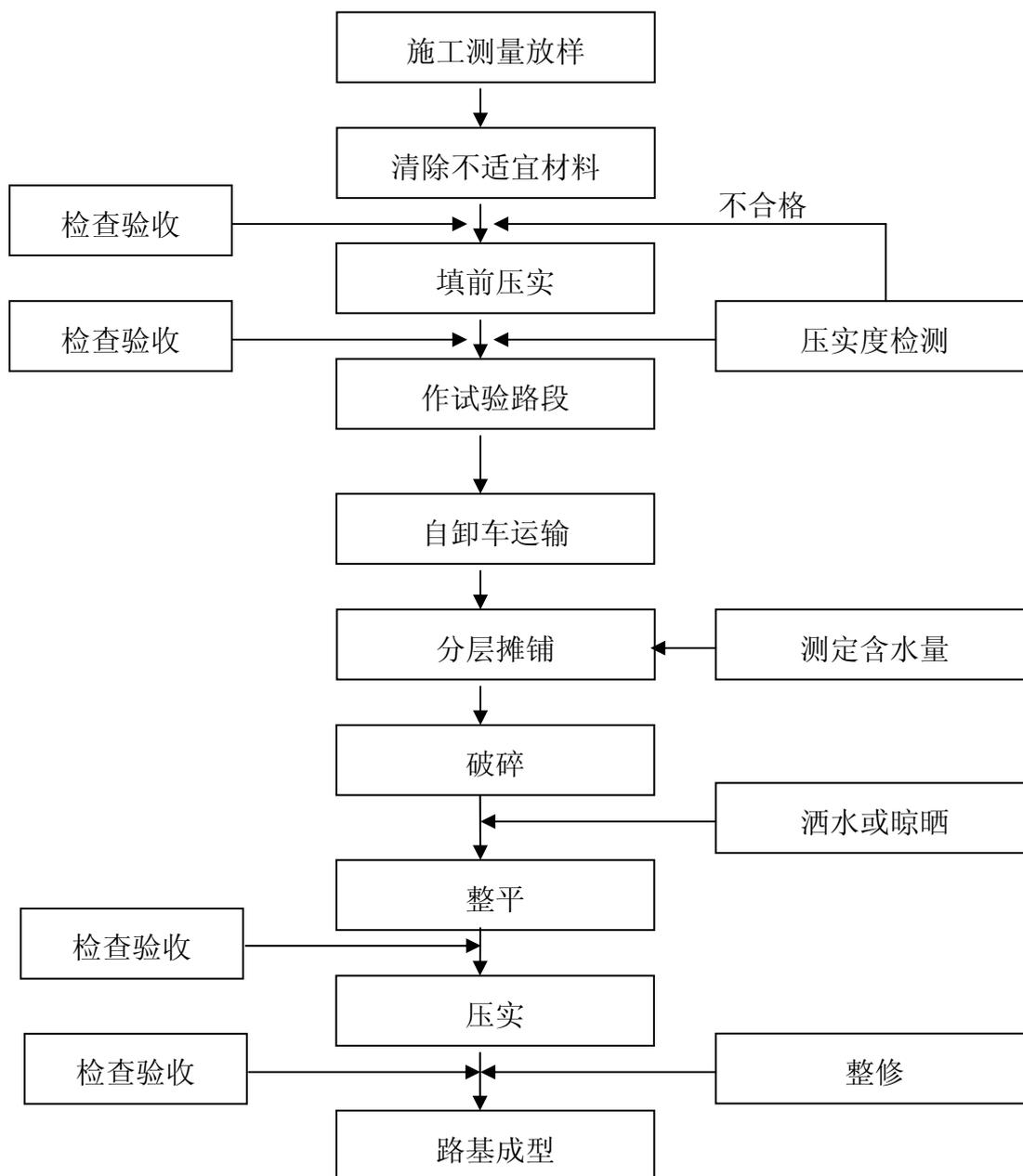
(6) 碾压：

每层摊铺整平后，立即进行碾压，先用 10T 左右的压路机稳压 2 遍，然后用平地机进行精平，再用振动压路机（25T 以上）振压 3~4 遍。在碾压过程中要不断进行整平，以保证均匀一致的压实度和平整度，压路机轮迹须重叠 20~30cm，同时要跟踪检测压实情况，直至达到规范要求的压实度。

(7) 路基成型：

碾压结束后，立即恢复中线、边桩，对高程、压实度、平整度、路基宽度等各项指标进行检测，对不符合要求的路段需进行处理。各项指标均达到要求后，即可进行下一层铺筑，最后整修边坡，路基成型。

宕渣路基填筑施工工艺流程图



2.5 填石路基的施工工艺

随着经济建设的发展，对公路的等级要求越来越高，并且高等级公路建设已从沿海地区的腹地中心城市向山岭重丘区延伸，这样势必在公路国道主干线建设中，有许多路段通过丘陵、山区的石方地段，为了充分利用资源，降低工程造价，这样路基修筑需要使

用碎石、块石作为填方材料,解决好填石路堤的压实标准、质量控制和施工检测,是当前高等级公路建设工程的重要课题。因此,为确定填石路基的施工工艺,提高工程质量,加快工程施工进度,达到技术规范填石路基施工要求,对填石路基必须做好试验路工作。

1、施工准备

首先进行施工放样,然后清除表土。地表有树根、草皮或腐植土应予清除。在水田地区,施工前沿公路用地筑埂,在埂内开挖纵横排水沟,沟底 1%以上的坡度并接通出水口排出,以疏通晒干表土。地基填筑前应进行压实,路基基底的压实不小于 85%。填土高度小于路床厚度时,基底的压实不小于路床的标准,基底松散层厚度大于 30cm 时,要翻挖再回填分层压实。

2、边坡码砌

在填石路堤填前要进行边坡码砌,码砌的石块应大于 30cm,石块尽量规则,码砌石块尽量紧贴、密实、无明显空洞、松懈现象,砌块间承力接触面应微向内倾斜。填高小于 4m 时,码砌厚度为 2m。边坡坡面采用大于 25cm 的石块进行台阶式码砌。

3、运料与摊铺

石料采用石质均匀、不易风化、且未风化、无裂纹的硬质材料。运料采用挖掘机配合自卸汽车进行运输。在石质填料装运时,尽量使填料混合均匀,避免大粒径填料的过分集中。安排好作业面和石料运输路线,按水平分层,由低到高,先两侧后中间卸料。填石路堤的堆料和摊铺同时进行,采用大功率的推土机向前摊铺。松铺厚度控制在 60cm,填石料在推土机摊铺初步完成后,对超粒径的石块要进行人工破碎,使之能够满足规范要求。对于大粒径的石块,要进行人工摆平,在摆放过程中,块石贴近底面,且大面朝下,在同一位置,大粒径的石块不能重叠堆放。对细料明显偏少的段落,应补充碎石或石屑料嵌缝料,碎石或石屑料用量约占大粒料的 15%~20%,要保证碎石或石屑料填满大粒料间的缝隙,并摊铺整平到平顺平整,有利于压路机进行碾压施工。

4、碾压

填土路堤主要通过控制土的含水量,并予以及时碾压,使之达到所需的压实度,增加土体的粘聚力和内摩阻力,提高土体抗剪强度,从而保证路基的强度和稳定性。对于填石路堤由于粒料之间没有粘聚力,它主要是靠填料之间相互镶嵌、紧密咬合,达到足够的摩阻力和抵抗路基变形的刚度。所以,填石路基需要用大吨位的振动压路机。在施工中采用 15 t 以上振动压路机进行碾压施工,在碾压时,压路机碾压速度为 2.0~4.0 km/h,频率 30Hz 左右,先用压路机静压一遍,然后振压 6~8 遍,最后再静压一

遍。碾压的顺序由两侧开始向中间碾压,然后再由中间向两侧碾压,且每次要求错轮 1/3 轮宽。对于有明显空洞、孔隙的地方,补充细料,再碾压,对于碾压后仍有松动的石块,用合适粒径的小石块嵌缝并压实。

5、质量检测和控制在

填石路堤的施工质量主要由施工工序配合质量检测进行控制,在施工中,技术人员要详细记录每层填石料的压实层厚、压实遍数、粒径,供监理工程师随时查证。在自检中,一般进行下列项目的检测。

1) 压实厚度和最大粒径暂行规定中要求如表 2.5-1。

填石路堤每层填筑完工后都要测量该层顶面的标高(可以结合压实沉降差进行检测),相邻层位的高程差就是压实层厚,压实层厚应小于相应分区路堤填筑厚度的规定。在路堤施工中,采用松铺 60cm。

2) 压实遍数按试验段的试验结果,采用 15 t 振动压路机碾压静压 2 遍,振压不少于 6 遍。

填石路堤填筑层厚、最大粒径

表 2.5-1

路面底面以下深度 (cm)	路堤区分	最大压实层厚 (cm)	最大粒径 (cm)
>150	下路堤	60	40
80~150	上路堤	60	40
30~80	下路床	40	25
0~30	上路床	30	10

3) 压实质量检测

填石路堤的压实质量检测可用压实沉降差或压实干密度进行。在实际施工中采用压实沉降差检测。控制标准为平均沉降差小于 5mm,标准差小于 3mm。

4) 表观质量检测碾压后的填石路堤表面无明显的孔隙、空洞,大粒径填石无松懈现象,应达到用铁锹难挖,用撬棍方能使之松动的状态。

6、路床填筑

在路堤填筑完成后,在填石料表面先填筑一层 30cm 厚的碎石、石屑过渡层,过渡层碎石粒料应小于 10cm,其中小于 0.5cm 的细料含量应大于 30%。然后,用土来填筑路床,路床用平地机摊铺整平,压路机碾压,压实度不小于 95%。在路基基本完工后,检查测量中基面的中心线标高,以及路基宽度和边坡坡度。检查合格后,即可进行路基整修工作。

7、质量控制

填石路堤的施工质量主要由施工工序配合质量检测进行控制。在各个施工工序中,特别是对填料的最大粒径、压实层厚、碾压遍数、压实沉降差等,必须严格按照规定要求进行控制。在施工中,技术员要详细记录每层填石料的压实层厚、压实遍数、粒径。供监理工程师随时查证。每一层完成后,一定要进行中间检查,对不合格路段,要进行返工,确保质量检查合格后再进行下一层的施工。在路基完成后,进行了弯沉检测,结果符合设计和规范要求。

8、注意事项

填石路堤作为高等级公路的一种尝试,其施工工艺需要在实践中不断地总结与改进。在实际施工中,我们发现,填石路堤最重要、最困难的是填料粒径大小的控制,如何在爆破中尽量减少超粒径石块的比例,减少二次爆破的工作量,这就需要认真学习和掌握爆破技术,正确地选择爆破方案和爆破参数,在施工实践中不断地总结经验。施工实践证明,只要严格控制填石路堤施工工序的各个环节,特别是对最大粒径、压实层厚、碾压遍数、压实沉降差等进行严格控制,填石路堤是能够满足高等级公路路基要求的。而且,填石路堤有以下优点:

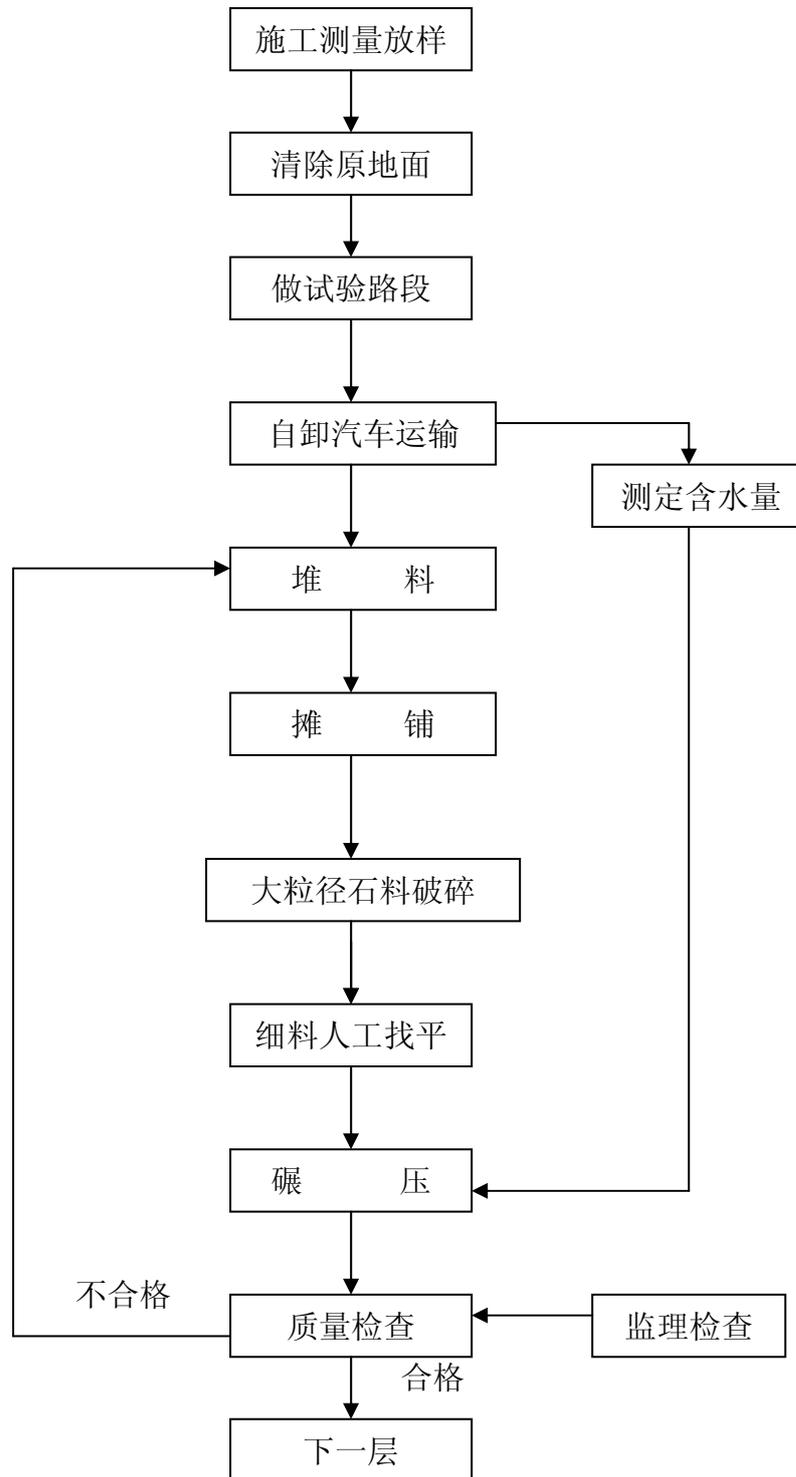
1) 填石路堤不会出现翻浆现象,受雨季干扰少。这对于工期紧,必须在雨季施工的工程有重要的意义。

2) 填石路堤用粗粒料进行填筑,渗水性很强,堤身不会形成饱水区,可减少路基沉降、塌散现象。

3) 由于不存在毛细水上升而使路基、路面强度降低的现象,填石路堤可以降低路堤的填筑高度,同时减小坡率,这对于水田区路堤施工有利,减少占地具有重要的意义。

4) 利用开挖石方,减少弃方,节约造价,提高经济效益。通过填石路堤试验段的施工和质量控制实践,对于掌握填石路堤施工工艺以及质量控制方法有一定的积极意义,也为今后填石路堤施工积累经验。

填石路基施工工艺框图



2.6 湿陷性黄土施工工艺

1) 一般规定

①黄土地段路基施工应严格执行 JTJ039-95 相关规定。

②黄土路堤应分层填筑，分层夯实，大于 100mm 的土块必须打碎，并应在压实含水量范围内时碾压密实。

③路基范围内的回填及碾压，其压实度应符合土方路基压实度标准。

④湿陷性黄土路基应采取拦截、排除地表水等措施，并防止地表水下渗。其地表排水构造物及地面排水渠必须采取防渗措施。

⑤对于 II 级以上湿陷性黄土地基应在填筑前进行冲击振动碾压或采取强夯、灰土桩挤密、石灰土加固等处理措施。

⑥应对路堤或路堑边坡上侧 50m，下侧 10-20m 以内的黄土陷穴采用灌砂、灌浆、开挖回填等措施处理。承包人应将陷穴的位置、埋藏深度及大小、所采取的处理措施报监理工程师批准后实施。

⑦对挖方路基范围内的陷穴应封堵其进口，引排周围地表水，使其不再流向陷穴，并回填卵砾石夯实或灌注混凝土等。

2) 灰土垫层及土工织物隔水墙

①用石灰加固软基，除设计另有要求外，灰土比例（体积比）一般为 2: 8 或 3: 7。

②灰土用土料，宜采用就地挖出的土，但不得含有机杂质。消石灰应过筛，其粒径不得大于 5mm，消石灰中不得夹有未熟化的生石灰块，也不得含有过多的水分。

③灰土垫层应使用路拌机按层铺法现场路拌铺筑。

④灰土垫层施工前必须对原地基进行检验，如发现局部软弱土坑，应挖除并用素土或石灰土填平夯实。

⑤灰土应拌和均匀，颜色一致，含水量合适，如土料水分过大或不足时应先晾干或晒水润湿。

⑥分层松铺厚度按采用的压实机具经现场试验确定，一般情况下分层压实厚度不大于 20cm。拌好后的灰土采取排水措施，3 天内不得受水浸泡。灰土垫层铺筑完毕后，应及时铺筑上层，防止日晒雨淋。

3) 铺设土工织物

①土工织物应在平整的下承层上按设计要求的宽度铺设，土工织物的上下填料不得有刺破土工织物的尖石、树根等物。

②土工织物应横向铺设。铺设时必须绷紧、拉挺，不得有折皱、扭曲或坑洼。土工织物纵向拼接可采用缝合或搭接。若采用缝合时，缝合强度不应小于土工织物的同时向抗拉强度。若采用搭接时，搭接宽度不应小于 30cm。

土工织物横向两端的锚固长度不小于 2m，端部回折部分不得外露。应不小于 30cm 厚度的填料予以覆盖，以免老化断裂而失去加固效果。

③为避免已铺好的土工织物长期曝晒，土工织物铺设后与填筑其上的第一层填料之间的间隔时间不应超过一周。因故必须延长间歇时间时，织物表面应覆盖保护，厚度不小于 20cm。

④禁止一切施工车辆和施工机械行驶或停放在铺好的土工织物上。

⑤施工中随时检查土工织物的质量，发现有折损、刺破、撕裂等损坏时，视程度或修补或更换。修补范围应超过裂口至少 30cm。

⑥双层土工织物上、下层搭接缝应错开最小 50cm。

⑦土工织物第一层填料应采用无棱角的细粒料，填筑应两边向中间摊铺，碾压时应自中间向两边。

4) 强夯法

①按照设计图纸所示位置及要求对湿陷性黄土地基进行强夯处理。

②当地下水位距地表 2.0m 以上表层为非饱和土时，可直接进行夯击；当地下水位较高不利于施工或表层为饱和粘性土时，可铺填 0.5-2.0m 厚的中（粗）砂、砂砾或片石等材料后进行夯击。

③强夯施工宜采用带有自动脱钩装置的履带式起重机或其他专用设备。采用履带式起重机时，可在臂杆端部设置辅助门架或采用其他安全措施，防止落锤时机架倾覆。

④夯锤重不宜小于 10t，其底面宜采用圆形，对粘性土，锤底面积宜在 3-6m²。夯锤中宜对称设置若干个上下贯通的气孔。

⑤夯击点布置，一般按正方形或梅花形网格排列。其间距可根据击坑的形状、孔隙水压力变化情况及构造物基础结构特点确定，一般为 5-15m。

⑥按上列形式和间距布置的夯击点，依次夯击完成为第一遍。第二次选用已夯点间隙，依次补点夯击为第二遍，以下各遍均在中间补点，最后一遍锤印应彼此搭接 1/2-1/3 表面平整。

⑦每一遍内各个夯点的夯击次数，应按现场试夯得到的夯击次数与夯沉量关系曲线确定（一般为 3-10 次），并应同时满足。

a、最后两击的平均夯沉量不大于 50mm，当单击夯击能量较大时不大于 100mm。

b、夯坑周围地面不发生过大的隆起。

c、不因夯坑过深而起锤困难。

⑧夯击遍数一般为 2-3 遍，最后再以低能量满夯一遍。必要时可根据地基土的性质和工程要求适当增加夯击遍数。

⑨两遍之间的间歇时间，取决于孔隙水压力的消散，一般不少于 7 天。地下水较低和地质条件较好的场地，可以连续夯击。

⑩强夯施工前，应先清理、平整场地并查明场地范围内地下构造物和管线的位置及标高，采取必要的措施，防止因强夯施工造成损坏。

⑪强夯大面积施工前应先按下列顺序进行试夯。

a、根据设计文件提供的地质资料，在施工现场选取一个面积不小于 10*40m、地质条件具有代表性的试验区。

b、在试区内进行详细的原位测试，取原状土样测天然密度等有关数据；

c、选取合适的一组或多组强夯试验参数进行试夯；

d、检验强夯效果。可在最后一遍夯击完成后 7 天以后进行原位测试和室内土工试验，并与强夯前的测试数据对比分析，按设计文件处理深度和标准对强夯加固效果进行判定；

f、通过强夯前后的试验结果对比，确定正式施工采用的技术参数。

⑫强夯施工必须按试验确定并经监理工程师批准的技术参数进行，以夯击能、夯击遍数和各夯点的夯击次数为施工控制数值，也可采用试夯确定的沉降量控制。

⑬夯击时落锤应平稳，夯位准确，如错位或坑底倾斜过大，宜采用砂土将坑底整平才能进行下一次夯击。

⑭施工过程中应做好下列监测和记录工作；

a、开夯前检查锤重和落距，以保证单击夯击能量符合设计要求。

b、每遍夯击前应对夯点放样进行复核。

c、检查每个夯点的夯击次数和每击的夯沉量。

⑮强夯所产生的噪音和振动对周围建筑物有影响时，不得采用强夯法施工。强夯施工距建筑物的最小距离应不小于 50—100m。

5). 冲击碾压

①冲击压实既适用于对湿陷性黄土地段路堤基底的填前碾压，提高地基的承载能力，消除湿陷性；也适用于对填方路堤的补充压实（若压实质量检验），提高路基的整体强度和稳定性。

②冲击压实遍数应通过现场压实试验确定，并应根据现场地质及填料变化进行适当调整，压实试验方案和成果经过监理工程师的批准。

③对湿陷性黄土地基的加固，用 25 千焦三边形冲击压实 40 遍为宜；对填方路基的补充压实以补压厚度 1.0m、冲击压实 20 遍为宜。

④冲击压实后的基底和填层质量检验，以贯入仪动力触探 85cm 深度范围内的击数分别达到 50、60 击为合格标准。

2.7 粉煤灰路堤施工工艺

1、材料要求

作为路堤填料粉煤灰，一般电厂排放的硅铝型低钙粉煤灰均是适宜的。含炭量的大小影响粉煤灰压实和强度性能，因此用于高速公路和一级公路时，其烧失量应小于 12%。

2、粉煤灰储运

粉煤灰含水量的调节宜在堆场或灰池中进行，过湿的粉煤灰应堆高沥干，过干的粉煤灰应在摊铺前 2~3 天在堆场中撒水闷料。运输方式要因地制宜，宜采用自卸汽车运输和机械化装车，在运输途中防止粉煤灰扬尘或流失造成污染。中转站堆灰场应为硬地面，以利机械作业和排水。大型灰场需设置雨水沉淀池，防止粉煤灰流失并减少污染。堆灰场应设有洒水设备，以便控制、调节粉煤灰含水量，并防止干灰扬尘污染环境。

3、粉煤灰摊铺

粉煤灰路堤采用水平分层填筑法施工。当分成不同作业段填筑时，先填地段应分层留台阶，使每个压实层相互重叠搭接，搭接长度应大于 150cm，保证相邻作业段接头范围内的压实度。

土质护坡应与粉煤灰填筑同步进行。土质护坡摊铺宽度应保证削坡后的净宽满足设计要求。

粉煤灰的松铺系数可按照下列数值选用，人工摊铺：1.5~1.7；推土机摊铺：1.2~1.3；平地机摊铺：1.1~1.2。在施工中应通过试验路段确定并在施工中予以调整。

4、粉煤灰压实

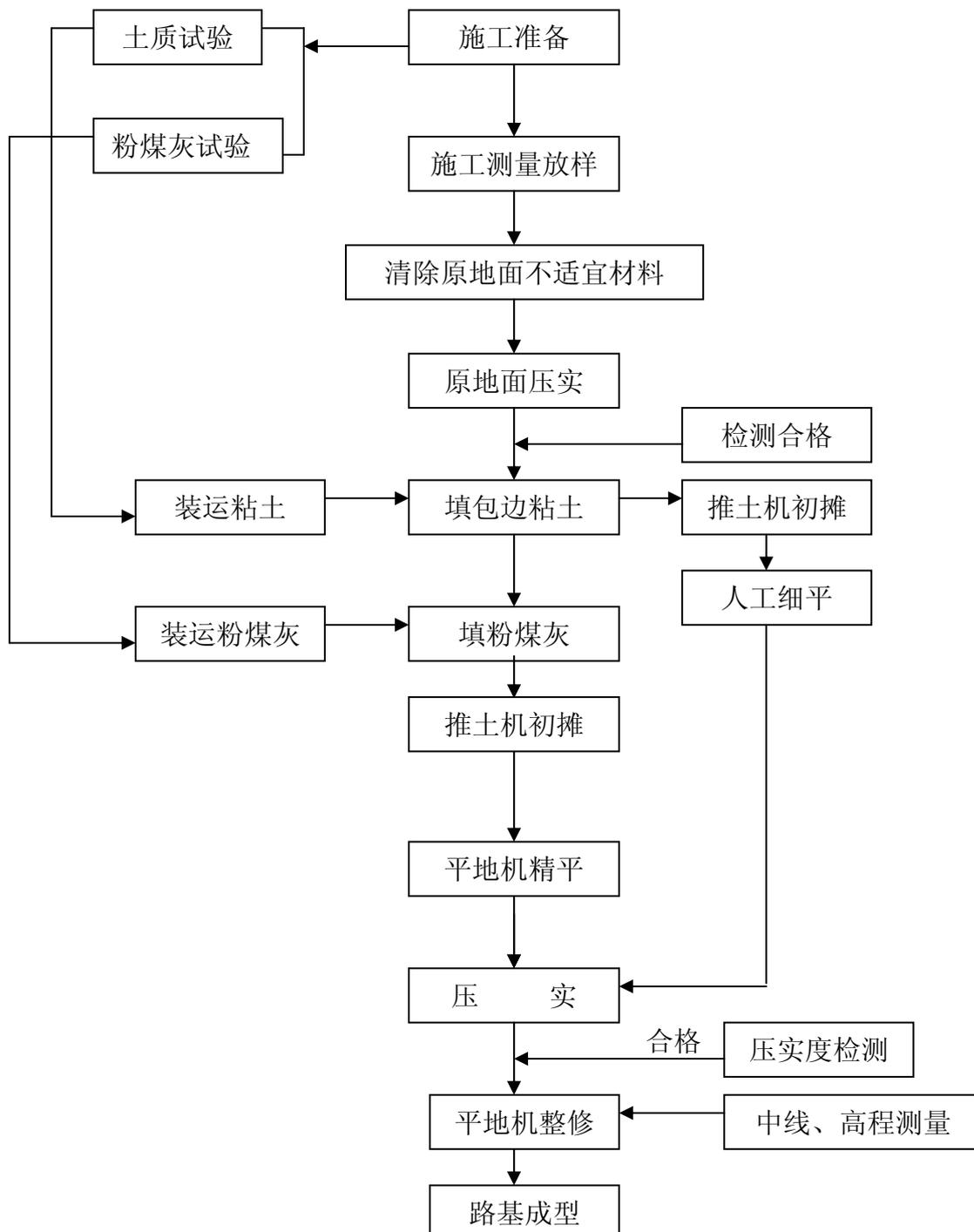
粉煤灰路堤的压实度与碾压机械压实功能的大小、摊铺厚度、最佳含水量、碾压遍数等因素有关。从试验工程压实效果分析可以看出，大吨位（20~50t）的振动压路机或振动羊足碾压实时可取得满意的压实效果，吨位较轻的光轮静压机具压实效果较差。所以应尽量采用振动压路机，一般 20~30t 中型振动压路机，每层压实厚度不大于 20cm，中型振动羊足碾或 40~50t 重型振动压路机每层压实厚度不大于 30cm。

粉煤灰碾压，应遵循先轻后重原则。对人工摊铺的灰层宜采用履带式机具或 8~12t 轻型压路机静压 1~2 遍。稳压后，用振动压路机振碾 3~4 遍。机械摊铺的灰层可直接用 20t 以上的中型或重型振动压路机碾压 3~4 遍，然后再静碾 1~2 遍。

5、现场压实度检测

由于粉煤灰颗粒较细，应以细粒土压实度试验方法中的环刀法为准，取样位置应在压实层的中间部位。对用灌沙法、核子密度仪等方法检验压实度时应与环刀法建立相关关系。

粉煤灰填筑施工工艺框图



2.8 强夯施工工艺

- 1、按照设计图纸所示位置及要求对湿陷性黄土地基进行强夯处理。
- 2、当地下水位距地表 2.0m 以上表层为非饱和土时，可直接进行夯击；当地下水位较高不利于施工或表层为饱和粘性土时，可铺填 0.5-2.0m 厚的中（粗）砂、砂砾或片石等材料后进行夯击。
- 3、强夯施工宜采用带有自动脱钩装置的履带式起重机或其他专用设备。采用履带式起重机时，可在臂杆端部设置辅助门架或采用其他安全措施，防止落锤时机架倾覆。
- 4、夯锤重不宜小于 10t，其底面宜采用圆形，对粘性土，锤底面积宜在 3-6m²。夯锤中宜对称设置若干个上下贯通的气孔。
- 5、夯击点布置，一般按正方形或梅花形网格排列。其间距可根据击坑的形状、孔隙水压力变化情况及构造物基础结构特点确定，一般为 5-15m。
- 6、按上列形式和间距布置的夯击点，依次夯击完成为第一遍。第二次选用已夯点间隙，依次补点夯击为第二遍，以下各遍均在中间补点，最后一遍锤印应彼此搭接 1/2-1/3 表面平整。
- 7、每一遍内各个夯点的夯击次数，应按现场试夯得到的夯击次数与夯沉量关系曲线确定（一般为 3-10 次），并应同时满足。
 - 1) 最后两击的平均夯沉量不大于 50mm，当单击夯击能量较大时不大于 100mm。
 - 2) 夯坑周围地面不发生过大的隆起。
 - 3) 不因夯坑过深而起锤困难。
- 8、夯击遍数一般为 2-3 遍，最后再以低能量满夯一遍。必要时可根据地基土的性质和工程要求适当增加夯击遍数。
- 9、两遍之间的间歇时间，取决于孔隙水压力的消散，一般不少于 7 天。地下水较低和地质条件较好的场地，可以连续夯击。
- 10、强夯前施工前，应先清理、平整场地并查明场地范围内地下构造物和管线的位置及标高，采取必要的措施，防止因强夯施工造成损坏。
- 11、强夯大面积施工前应先按下列顺序进行试夯。
 - 1) 根据设计文件提供的地质资料，在施工现场选取一个面积不小于 10*40m、地质条件具有代表性的试验区。
 - 2) 在试区内进行详细的原位测试，取原状土样测天然密度等有关数据；
 - 3) 选取合适的一组或多组强夯试验参数进行试夯；

4) 检验强夯效果。可在最后一遍夯击完成后 7 天以后进行原位测试和室内土工试验，并与强夯前的测试数据对比分析，按设计文件处理深度和标准对强夯加固效果进行判定；

5) 通过强夯前后的试验结果对比，确定正式施工采用的技术参数。

12、强夯施工必须按试验确定并经监理工程师批准的技术参数进行，以夯击能、夯击遍数和各夯点的夯击次数为施工控制数值，也可采用试夯确定的沉降量控制。

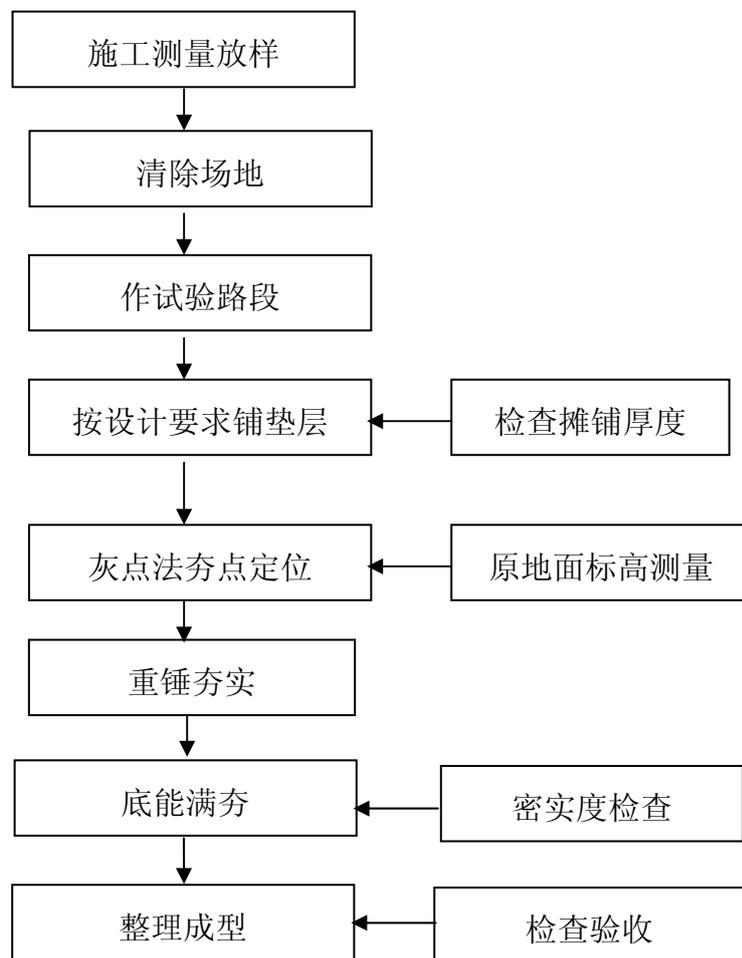
13、夯击时落锤应平稳，夯位准确，如错位或坑底倾斜过大，宜采用砂土将坑底正平才能进行下一次夯击。

14、施工过程中应做好下列监测和记录工作；

- 1) 开夯前检查锤重和落距，以保证单击夯击能量符合设计要求。
- 2) 每遍夯击前应对夯点放样进行复核。
- 3) 检查每个夯点的夯击次数和每击的夯沉量。

15、强夯所产生的噪音和振动对周围建筑物有影响时，不得采用强夯法施工。强夯施工距建筑物的最小距离应不小于 50~100m。

强夯施工工艺流程图



2.9 一般填土路基工程施工工艺

1、施工前准备

(1) 导线复测：在正式开工前，用全站仪对导线点进行复核补设。

(2) 恢复定线：根据设计线路坐标及设计图纸，用全站仪定出路线的控制桩、公里桩、五百米桩，桥涵构造物控制桩并加以固定。后用经纬仪及钢尺等进行中线放样及标定路基边缘、坡脚、边沟、收费站等的具体位置，并标明轮廓，用水准仪复查增设水准点，复测高程，绘制出路基横断面图，计算工程量，并将测量资料在路基工程开工前 28 天报送监理工程师审核批准。

(3) 清理与拆除：在路基施工前，用人工、推土机等将施工路段及取土场内的树木、灌木、杂草、树根、垃圾、芦苇、秸秆、腐植物等清除，原地面的表土、草皮按图纸所示及监理工程师要求的范围和深度清除，并运至指定地点存放，施工路段上用压路机压实到规定的密实度，经监理工程师验收批准后，即运土石分层填筑。开挖的表土堆积在经工程师批准的合适位置处，以备用。

(4) 修好临时道路和临时排水系统。临时排水系统与永久性排水设施相结合，不使施工路段的雨水，废水排入农田、耕地、污染自然水源等，并确保在路基工程施工期间，场地具有良好的排水状态，不受冲刷破坏。

(5) 陡坡地面的处理：地面纵横坡小于 1:10 时，可直接填筑，纵横坡在 1:10—1:5 时，将原地面挖松，再进行填筑，地面纵横坡陡于 1:5 时，将地面挖成不小于 1m 的台阶，台阶顶面做成 2—4% 的内倾坡，再进行填筑。

(6) 在开工前，事先对用于填方的各种材料取样，按有关技术规范的试验频率、试验标准进行含水量，液、塑限指数等的试验，测定出密度—湿度曲线，确定最大干容重，最佳含水量，并将测试结果报监理工程师审批，批准后方可使用。

2、路堤填筑：

(1) 作实验段：

在实验段开工 28 天前，将试验方案报监理工程师审批，在监理工程师批准的路段内试填一段长度不小于 100m 的试验路段，选用不同的压实机具对于不同厚度的路基填料做压实试验，确定出压实系数、合适的填土厚度、采用的压实机具类型和压实遍数，以及最优机械组合，将实验段报告监理工程师批准，以此作为路基填筑时的依据。

(2) 施工方法及注意事项：

a、本标段路基为填土路堤，施工拟采用方法为：在挖方段、取土场挖装土自卸车运土到路基上，先用推土机摊铺、平地机进行平整后（摊铺厚度采用试验段所确定

的松铺厚度），用中型压路机进行稳压实到规定的密实度。具体机械按照“1、2、3、4”配套的原则，即一个作业面至少满足一台平地机、二台推土机、三台压路机、四套翻晒设备的要求。

b、路基填方采用分层平行摊铺，填土路堤其最大压实厚度不大于 20cm，路床顶面最后一层压实厚度应大于 10 cm，路基填筑时，使土的含水量控制在最佳含水量±2% 范围内。含水量若不合适，则应采取措施（含水量过大则晾晒、含水量过小则及时洒水），以使在接近最佳含水量时进行压实。

c、填方路堤路面底基层下 80cm 的路床，按设计图纸要求，掺加石灰处理。

d、分段填筑时，先填地段在接头处留 1:1 的坡度，并在各填筑层面上预留不小于 2.0m 宽的平台，便于接头段的衔接。

e、路基填筑要每边多填 30cm 宽，以便于机械能够压实到路基边缘，确保边坡的稳定性。

f、填筑层在碾前先整平，做成 2%—4% 的横坡，碾压从低处向高处排压，前后的两次轮迹应重叠 15cm—20cm。

g、池塘、沟渠段落的路基，先筑坝、抽水，清除路基范围内的沟渠、池塘底的淤泥，再按图纸的要求回填，填土分层压实，并确保压实度满足规范要求。围堰至少高出最高水位 30cm，并不得有渗漏水现象。

h、路基填筑碾压时，应离开桥台、涵墙一定距离。台背填土对称、分层填筑压实，填料的最大粒径不超过 5cm，每层压实厚度不大于 15cm，压实度不小于 95%，用 1t 小型压路机压实，在压路机达不到的地方，采用小型机动夯具进行夯实，直至达到规定密实度，同时注意与路基接头处的处理。

i、工地实验室应按技术规范要求频率取样做密实度试验，自检合格后报经监理工程师认可后，方可进行上一层的施工，下一层填筑未经监理工程师检验合格，上一层填筑不得进行。

j、雨季施工时，集中力量，分段铺筑，在雨前做到碾压密实，并且在雨季期间，路基不允许车辆通行，同时做好施工场地的排水，保证排水沟渠的畅通，并做到随挖、随运、随填、随压实，每层表面预留 2%—4% 的横坡，以利排水路基临时排水，用水泥砂浆修建临时水簸箕，以防冲破路基。

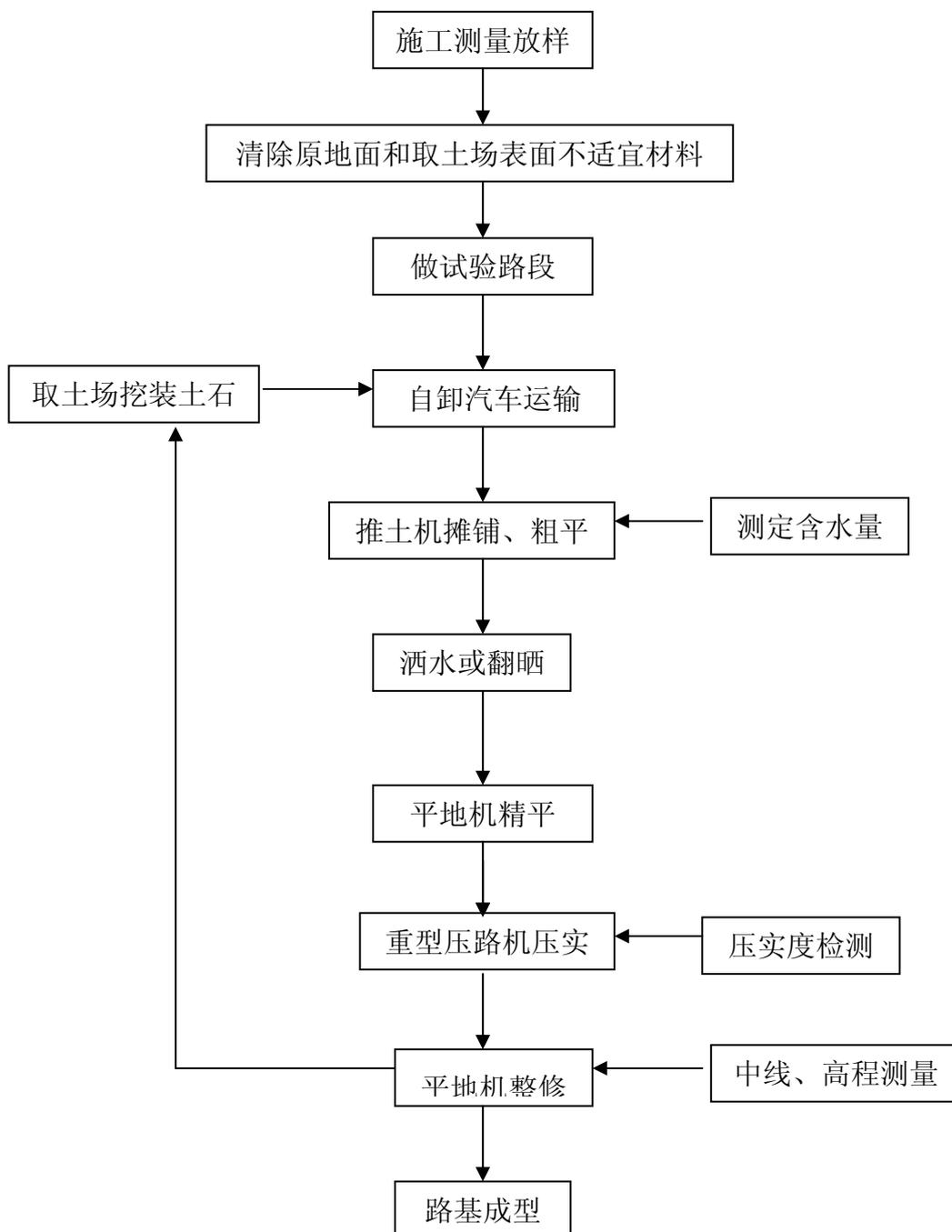
k、在进行改路施工前，修好临时便道，确保原路交通畅通，并使改路后的路线与原路连接处顺畅。

在进行改渠、排灌渠施工和在河道内施工时，及时将河道内的废弃物清除掉，不能将废弃的砂石料、砣等物投入河道，确保河道畅通。并与气象部门联系，了解气象情况，做好防汛措施。

1、在路堤填筑期间，为避免空气中有害的悬浮颗粒，经常在已压实的路堤上洒水。

m、路基填筑工程完工后，对其外型进行修整，使之与设计几何尺寸相符，误差规定要求，并具有令人满意的外观。

路基填筑施工工艺框图



附录 3 路堑施工工艺

3.1 土方路堑施工工艺

1. 清表：清除土方路堑段表面所有树木、杂草及腐质土等不适宜材料，并报监理工程师验收合格。

2. 测量放样：测放中桩后，根据图纸要求放出路堑挖方边线。

3. 挖除：

a. 路基挖方开挖前先作截水沟工程，开挖采用推土机、挖掘机配合作业，有不同的土层时，按不同的土层、土质自上而下分层开挖，开挖时距设计边坡线留有一定的宽度，用人工配合整修边坡，以确保边坡稳定、顺适、整齐，边坡坡度符合设计。

b. 在挖方地段开工前 7 天将所有的施工方法，开挖的工程段落按要求报送监理工程师批准，批准后方可作业。在施工过程中，如发现地质变化等异常情况应及时报告监理工程师，得到明确指示后，再继续作业。开挖中严格控制开挖的标高，避免超挖。

c. 路槽底以下 30cm 以内的土在翻松破碎后压实到 95% 的密实度并留有一定的横坡以利排水。

d. 合理利用挖方材料至填筑地段，弃方运至规定弃土场堆放。挖出的适用材料和不适用材料分开堆放，未经监理工程师同意，不得废弃可以利用的适用材料。

e. 路基边坡按图纸要求、规范规定和监理工程师的指令处理，做到美观、协调、顺适。

f. 路基挖方至设计标高后，如仍有不适宜材料，按监理工程师要求的宽度和深度继续挖除，为此而产生的超挖部分，采用批准的材料回填，并压实到图纸与毗连路段相同的密实度，在回填前，测量必要的断面，报监理工程师批准。

g. 高边坡开挖应按设计留出台阶，并与防护工程配合进行。按设计要求及时开挖好坡顶的截水沟或设置拦水埂。

h. 修好从路堑到路堤的过渡排水沟，以保证路堤不因挖方地段排出的水而受损坏。同时在路基施工中和成型后，及时做好纵向排水，以利于排除路基上的地表水，不致路基受浸害。

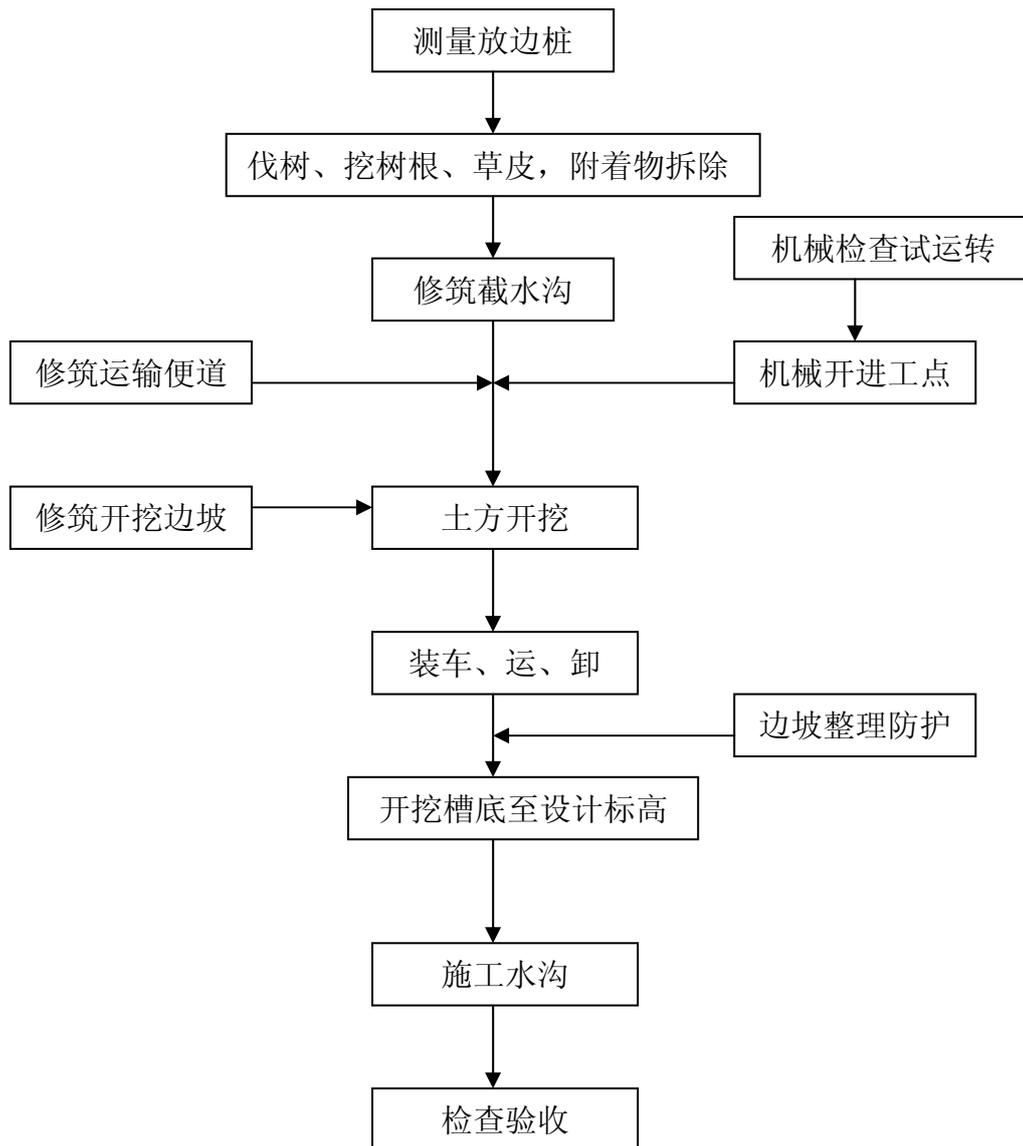
i. 弃土堆放在指定的位置，并堆放整齐，防止对周围的灌溉渠道和天然水沟的污染和淤塞，以防止出现不必要的占地及影响环境。弃土堆底层填风化程度较弱的坚硬

岩石，以利排泄地下水，边坡用坚硬岩石码砌，以利边坡稳定。弃土堆表层填耕植土以利植物生长，防止水土流失，保护环境。

h. 边沟、截水沟和排水沟的位置、断面尺寸严格按照图纸和监理工程师的指令进行施工。

1. 沟槽要保持排水畅通，边坡平顺稳定，沟底纵坡符合设计图纸及工程师的要求。

路堑开挖施工工艺框图



3.2 石方路堑施工工艺

1. 清表：清除石方路堑段表面所有树木、杂草及腐质土等不适宜材料，并报监理工程师验收合格。

2. 测量放样：测放中桩后，根据图纸、地质条件放出路堑挖方边线及施工台阶位置线等。

3. 挖除：

a. 根据施工放样线，采用多向潜孔钻打孔，微差毫秒爆破，采用推土机、人工配合整平，形成工作平台。

b. 严格遵守国家或地方政府关于炸药装卸、运输、储存，以及人身和财产安全的法令、法规及规定。

c. 采用空压机钻孔，按设计好的爆破参数布设孔位、孔深、孔距，用白灰标定编号，并向操作人员交代清楚各孔孔深，钻凿顺序由远到近，由内向外依次进行。

d. 用测绳锤、长炮棍等检查孔深和孔内是否堵塞，然后进行装药爆破。

e. 采取有效措施，保证居民、牲畜、建筑物及其它所有设施不受到危害或损坏。爆破期间在危险区周围设置醒目的禁止牌、警戒线及警告标语，在危险区入口或出口道路处指派足够的警戒人员阻止居民在爆破期间进入危险区。

f. 爆破后，首先清理大块危石，然后用挖掘机、装载机装车，用自卸车运到路基上进行填筑。

g. 高边坡开挖应按设计留出台阶，并与防护工程配合进行。按设计要求及时开挖好坡顶的截水沟或设置拦水埂。

h. 路基挖方至设计标高后，如仍有不适宜材料，按监理工程师要求的宽度和深度继续挖除，为此而产生的超挖部分，采用批准的材料回填，并压实到图纸与毗连路段相同的密实度，在回填前，测量必要的断面，报监理工程师批准。

i. 修好从路堑到路堤的过渡排水沟，以保证路堤不因挖方地段排出的水而受损坏。同时在路基施工中和成型后，及时做好纵向排水，以利于排除路基上的地表水，不致路基受浸害。

j. 弃土堆放在指定的位置，并堆放整齐，防止对周围的灌溉渠道和天然水沟的污染和淤塞，以防止出现不必要的占地及影响环境。弃土堆底层填风化程度较弱的坚硬岩石，以利排泄地下水，边坡用坚硬岩石码砌，以利边坡稳定。弃土堆表层填耕植土以利植物生长，防止水土流失，保护环境。

k. 边沟、截水沟和排水沟的位置、断面尺寸严格按照图纸和监理工程师的指令进行施工。

1. 沟槽要保持排水畅通，边坡平顺稳定，沟底纵坡符合设计图纸及工程师的要求。



m. 路基边坡按图纸要求、规范规定和监理工程师的指令处理，做到美观、协调、顺适。

4. 施工注意事项：

a. 高陡边坡处施工必须遵守下列规定：作业人员必须绑系安全带；边坡开挖中如遇地下水涌出，应先排水后开挖；开挖工作应与装运作业面相互错开，严禁上下双重作业；弃土下方和有滚石危险范围内的道路，应设警告标志，作业时破下严禁通行；破面上的操作人员对松动的土、石块必须及时清除，严禁在危石下方作业、休息和存放机具。

b. 设有支挡工程的不良地质地段，在考虑分段开挖的同时，应分段修建支挡工程。

c. 施工中如发现山体有滑动、崩塌迹象危机施工安全时，应暂时停止施工，撤出人员和机具，并报监理工程师，待方案批准后再施工。

d. 滑坡地段的开挖，应从滑坡体两侧向中部自上而下进行，严禁全面拉槽开挖，弃土不得堆在主滑区内。开挖挡墙基槽也应从滑坡体两侧向中部分段跳槽进行，并加强支撑，及时砌筑和回填墙背，施工中应设专人观察，严防塌方。

5. 爆破后的安全检查和处理：

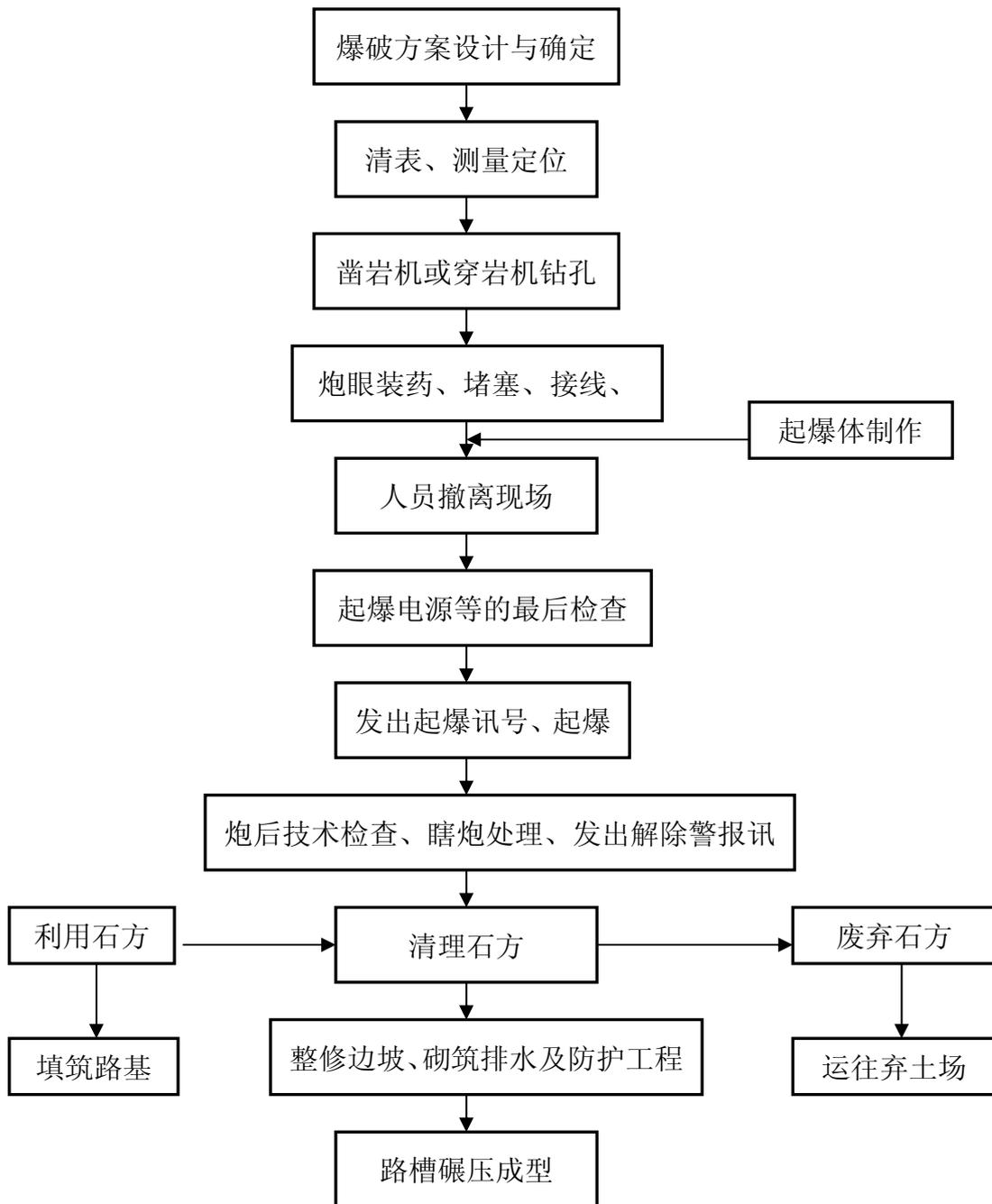
a. 爆破后，爆破员必须按规定的等待时间进入爆破地点，检查有无冒顶、危石、支护破坏和盲炮等现象。

b. 爆破员如发现无冒顶、危石、支护破坏和盲炮等现象，应及时处理，未处理前应在现场设立危险警戒或标志。

c. 只有确认爆破地点安全后，才准许人员进入爆破地点。

d. 每次爆破后，爆破员应认真填写爆破记录。

路基石方开挖施工工艺框图



3.3 光面爆破边坡施工工艺

1. 概述

近年来，全国各地都在纷纷兴建高等级公路，其中包括许多山区高等级公路，如四川成渝高速公路、山西太旧高速公路、北京八达岭高速公路、贵州贵新高等级公路等，随着西部大开发战略的实施，山区高等级公路工程在近期将激增。山区高等级公路多位于山岭重丘区，受地形、地质条件限制较大，为了获得较高的道路技术标准，

必须增设大量桥梁、隧道、深挖高填路基等工程,这样石方工程量大大增加.目前石方工程主要依赖爆破方法开挖,但石方开挖工程受地形、地质条件、爆破技术力量制约,难以进行全面优质、快速施工,因而成为制约工期和质量的重要因素.因此如何利用现代控制爆破技术进行山区高等级公路各类石方工程的快速、优质、安全开挖是我国公路工程施工技术中函待解决的问题。

根据《公路路基施工技术规范》的要求,对深挖石方路堑边坡的施工应采用光面爆破或预裂爆破的方法,以保证边坡的稳定性。

2. 边坡控制施工

(1) 光面爆破

光面爆破是在开挖限界的周边适当排列一定间隔的爆孔,在有侧向临空面的情况下,用控制抵抗线和药量的方法进行爆破,使之形成一个光滑平整稳定的边坡。其施工方法为,先在路槽内打主爆孔进行爆破,创造出临空面,同时主爆区与光爆孔之间留出缓冲区,使主爆区爆破时的应力波不至损害边坡。然后沿边坡限界周上钻一排光爆孔,最后用微差爆破法爆破缓冲区和光爆孔,从而完成光面爆破工作。其施工顺序为:主爆孔—缓冲孔—光爆孔。

(2) 机械选择

路槽主爆区及缓冲区施工按正常的爆破方法施工,考虑到地形情况及经济等因素,用北京产 2.4 吨压缩机带动 7655D 型手扶式小钻施工。对于光爆孔的机械选择,由于钻孔是边坡光面爆破的关键,它决定边坡的平整度、坡率及边坡的稳定性,为便于操作采用蚌埠产 12 心压缩机带动沈阳 CPS 仪型潜孔钻施工。

(3) 光面爆破参数的确定

①炮孔直径: $d=90\text{mm}$;

②炮孔间距: $a=(8\sim 15)d=0.72\sim 1.35\text{m}$, 取 $a=12\text{m}$;

③预留缓冲区: $w=a/8=12/8=1.5\text{m}$,为减小主爆区凿眼工作量和光爆层爆坏程度取 $w=1.8\text{m}$;

④沿边坡线向下钻孔,每个台阶垂深 8m,超深取 10m,炮孔长度 $L=H/\sin\alpha=8/\sin\alpha$;

⑤炮孔装药量: $Q \cdot a \cdot w \cdot L$;

⑥堵塞长度: $L'=(0.5\sim 1.0)w$;

⑦线装药密度: $q=Q/(L-L')$ 。

(4) 爆破安全

爆破安全包括爆破作业本身和爆破对周围环境的影响两大方面，爆破对环境的影响在露天作业中主要有空气冲击波，爆震、飞石三方面影响。

①空气冲击波安全距离 R_B

$$R_B = K_B \sqrt{Q}$$

式中： Q —一次最大起爆药量，按实爆孔数计算总药量 Q ，根据周围环境判断对村庄无影响（爆点距庄实际距离约 500m）。

②爆震时地面建筑的安全距离 R_C

$$R_C = K_C \sqrt[3]{Q}$$

式中： K_C —岩石性质系数，坚石 $K_C=3$ ；对村庄无影响。

③飞石最大距离 R_{max}

$$R_{max} = 20n^2wk$$

式中： n —爆破作用指数，在半路堑抛坍爆破中， $n=1$ ； k —安全系数，对于庄稼、机械取 1.0。

(5)路基及边坡施工

①路槽施工

首先在路基范围内用小钻在主爆区内钻孔，按正常的爆破方法爆破拉槽，自上而下分梯刷坡。

②缓冲区施工

主爆区爆破后进行缓冲区施工，缓冲区的施工采用钻孔机械及孔距与主爆区相同，但装药量应比主爆区装药量减少一半，以防止破坏边坡。缓冲区可先进行单独起爆，也可与光爆孔一起用微差爆破同时起爆，工程施工中用微差爆破起爆。

③光爆层施工

a. 光爆孔施工

光爆孔施工时用大的潜风钻沿测量放样确定的边坡顶边线打眼，相邻孔距按 1.2m 布置，注意在施工中要控制好钻孔方向、孔径、孔深和坡率。同时利用钻孔过程来评估地表下看不见的岩体变化，从而对装药起指导作用。例如，钻进缓慢。过大的钻场和钻具振动等说明有难于爆破的坚硬岩石，钻进快和钻声平静说明岩石较弱，钻进毫无阻碍又无钻屑、水或气体流回，就可判断有空洞或可能遇到张开的裂隙等，将钻孔情况详细记录，以便随时调整爆破系数。

b. 光爆孔装药

光爆孔成孔后，采用不偶合装药和缓冲间隔装药。即用中 $\Phi 32\text{mm}$ 药卷，导爆索串联，然后捆绑在竹杆上，孔底部 0.2m 空隔范围内不装药，在 0.2m 以上 0.4m 范围内连续并加倍装药。中部 3m 范围内连续装药，中部以上 6.6m 范围内每卷间隔 0.2m 装药，上部 1.4m 用草或炸药袋阻塞后，再用炮渣充实，孔与孔之间用长导爆索串联。

注意装药时应确保药包与炮孔的良好不偶合关系。必须将柱状药包严格按装药结构绑扎在竹片上，放置到孔中间，上部孔口段堵塞要填满捣实，同时一次爆破的孔数要尽可能的多，以便保证同一个边坡的平整度。

④点火引爆

当缓冲孔和光爆孔所有爆眼堵塞完毕后，布置好安全警戒，疏散危险区内人员、牲畜，封闭所有与爆破地点相通的路径，做好点火引爆的准备。为安全起见使用电雷管引爆。其方法是用蓄电池做为产生电流的电源，通过电爆网路使电雷管的点火器通电，通电时灼热的电桥丝点燃引爆剂，使起爆炸药爆炸，完成爆破工作。

3. 注意事项

(1) 钻孔偏斜是造成边坡平整度好坏的主要原因。所以在施工时应挑选经验丰富的司钻人员操作，并要求司钻人员严格按技术人员所放出的边坡线 and 设计坡率将钻机就位，不得随意变动位置和坡率，以确保边坡倾角所要求的精度。

(2) 装药量和装药结构是预留半孔率多少的关键因素，在施工时应严格按装药结构装药、确保药包和炮孔的良好不偶合关系，同时应根据现场的岩体变化情况随时调整装药量的大小，以确保爆破后有较好的半孔率。

(3) 光爆层必须保护好，施工时邻近光爆层的缓冲孔一定要减半装药，因为如果缓冲区装药过多，可能造成光爆层破坏，从而使边坡坡面不稳定、不平整。

(4) 同一坡面上的光爆孔应尽可能的采用微差爆破，因为采用微差爆破在装药量相同的情况下，可减震 $1/3 - 2/3$ 左右，对边坡稳定性有较好的效果，另外采用微差爆破，由于是依次爆破，减少岩石夹制力，可增大缓冲孔的孔距，节约炸药用量。同时避免了当缓冲孔施工时，由于施工人员操作不当或其他原因(如操作人员装药时与设计药量有较大偏差等)对边坡发生意想不到的破坏。

附录 4 结构物施工工艺

4.1 圆管涵的施工工艺

基础的开挖视工程量的大小，地质水文情况采用人工配合机械开挖。在开挖前，对结构的现场地形及基础位置的标高进行校核，并制定可行的施工方案，报监理工程师审批。

基础开挖的位置、深度、平面尺寸符合设计图纸的要求，并采用支护的方法，防止坍塌，对基底按有关规定进行夯实和换填砂砾处理，经检测达到设计要求后方可进行基础砼浇筑作业。基础砼的浇筑作业按常规方法进行，并确保质量符合设计要求。

(1) 首先进行场地准备，包括场地平整，设备及材料进场。

(2) 进行中桩的定位与复测，埋设相应护桩。护桩要坚固，并埋在车辆及人不易碰撞的地方。

(3) 基坑放样。标明基础开挖的位置、尺寸、基础的轴线位置，并经校核后再开挖基坑。

(4) 基坑开挖。基坑开挖采用人工配合挖掘机进行施工，挖至设计图纸要求的标高时，按图纸要求进行基础底处理，使各项指标达到规范要求，及时通知监理工程师检查。

(5) 浇筑涵基础及基础砼之上的管座砼，先浇筑底下部分，注意预留管基厚度及安放管节座浆砼 2~3cm，待安放管节后再浇筑管底以上部分。

(6) 涵管：在预制场购买或订做合格的涵管。

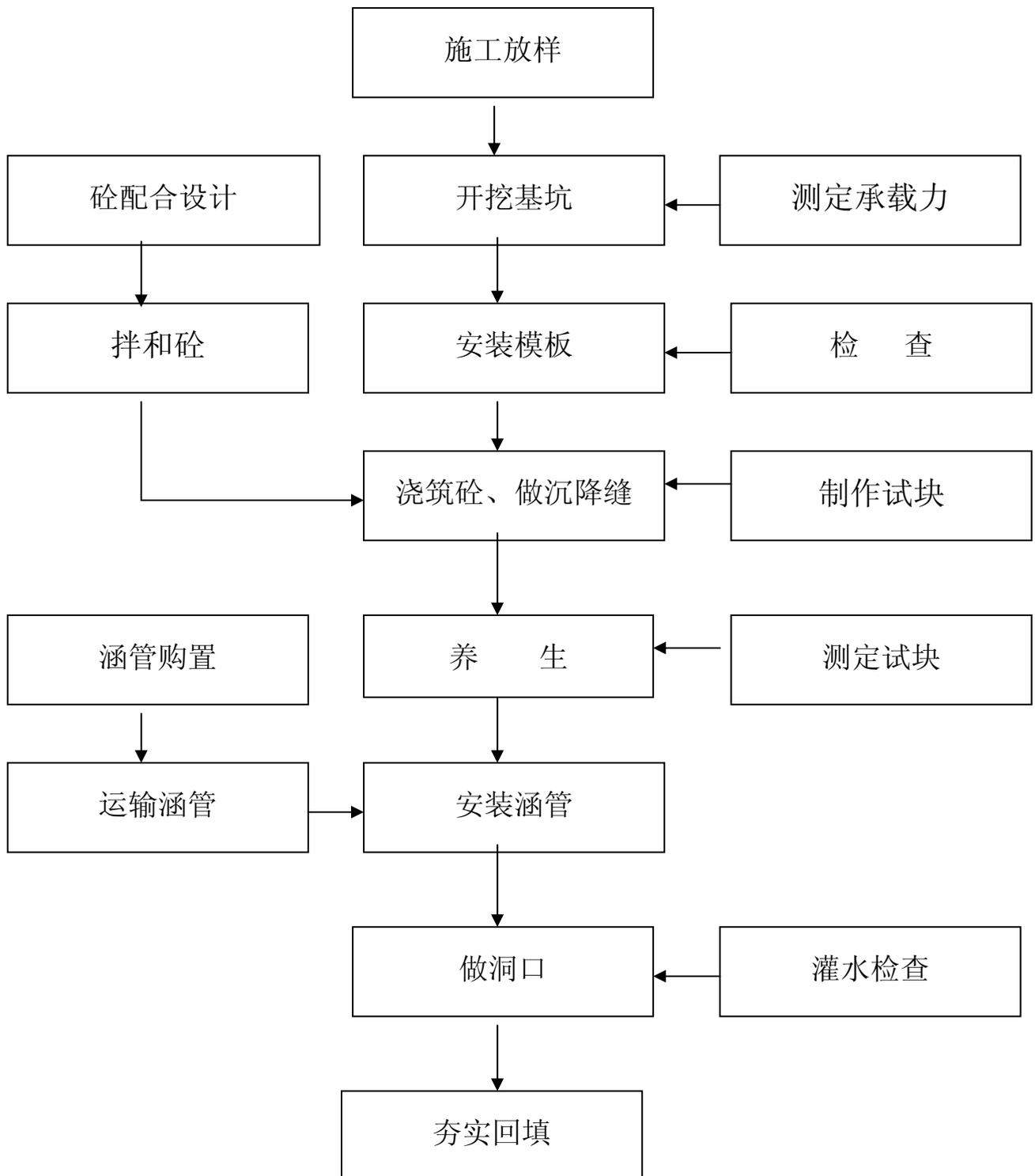
(7) 管节的运输与装卸：当管节砼强度达到设计标号的 70%，并经检查符合圆管成品质量标准的规定时，管节才可装运，在装卸过程中，要小心谨慎、防止管节碰撞，造成破裂。

(8) 管节的安装：当基础砼强度达 70%以上时，可以吊装涵管。安装时，基础砼必须与管身紧密接触，使圆管受力均匀。管节接头采用对头拼接，接缝应不大于 1cm，并用沥青麻絮或其它具有弹性的不透水材料填塞。管节沉降缝必须与基础沉降缝一致。填土覆盖前，做灌水试验，符合要求后再填土。

(9) 管涵后回填，两侧分层对称回填，且每层压实厚度不大于 15cm。

施工过程中，涵洞顶填土厚度小于 0.5m 以上时，严禁机械车辆通行，并不使用振动碾进行填土碾压。

圆管涵施工工艺流程图



4.2 箱涵的施工工艺

箱涵的施工在基础开工前，首先做好测量放线定位工作，并在附近设控制桩，以便及时校验各部施工尺寸。同时做好各种原材料试验和配合比的设计，平整好场地，将所需材料设备就位后，向监理工程师提出开工报告，批准方可进行施工。

(1) 基坑施样。标明基础开挖的位置、尺寸、基础的轴线位置，并经校核后再开挖基坑。

(2) 基坑开挖。基坑开挖采用人工配合挖掘机进行施工，开挖过程中控制好开挖高程，以免超挖，边挖边将废土运走，防止压在基坑壁上引起塌方，挖至设计图纸要求的标高时，按图纸要求进行基底处理，使各项指标达到规范要求，及时通知监理工程师检查。

(3) 模板采用钢模板，外露面的砼模板采用大块钢模板，每块钢模板的面积不小于 1.5 m^2 ；模板安装要牢固接缝紧密，砼采用在拌和场拌和，泵送入模，插入式振捣器振捣，浇筑过程中随时校验模板，防止跑模，确保砼的强度、表面光滑、顺直、美观。砼浇筑完毕，待强度达到规范要求时方可拆除模板。

(4) 基础砼浇筑。在基坑密实度达到要求后，并验收合格，挂线立模校正后按事先设计好的沉降缝分段浇筑施工，养生使砼强度达到规范要求时拆除模板。在中央分隔带垂直涵身方向设一道沉降缝，缝宽 $1\text{—}2\text{cm}$ ，用沥青麻絮填塞。

(5) 涵身模板及砼的浇筑：其施工方法同台身；

(6) 盖板预预制：其施工工艺见表 5—15

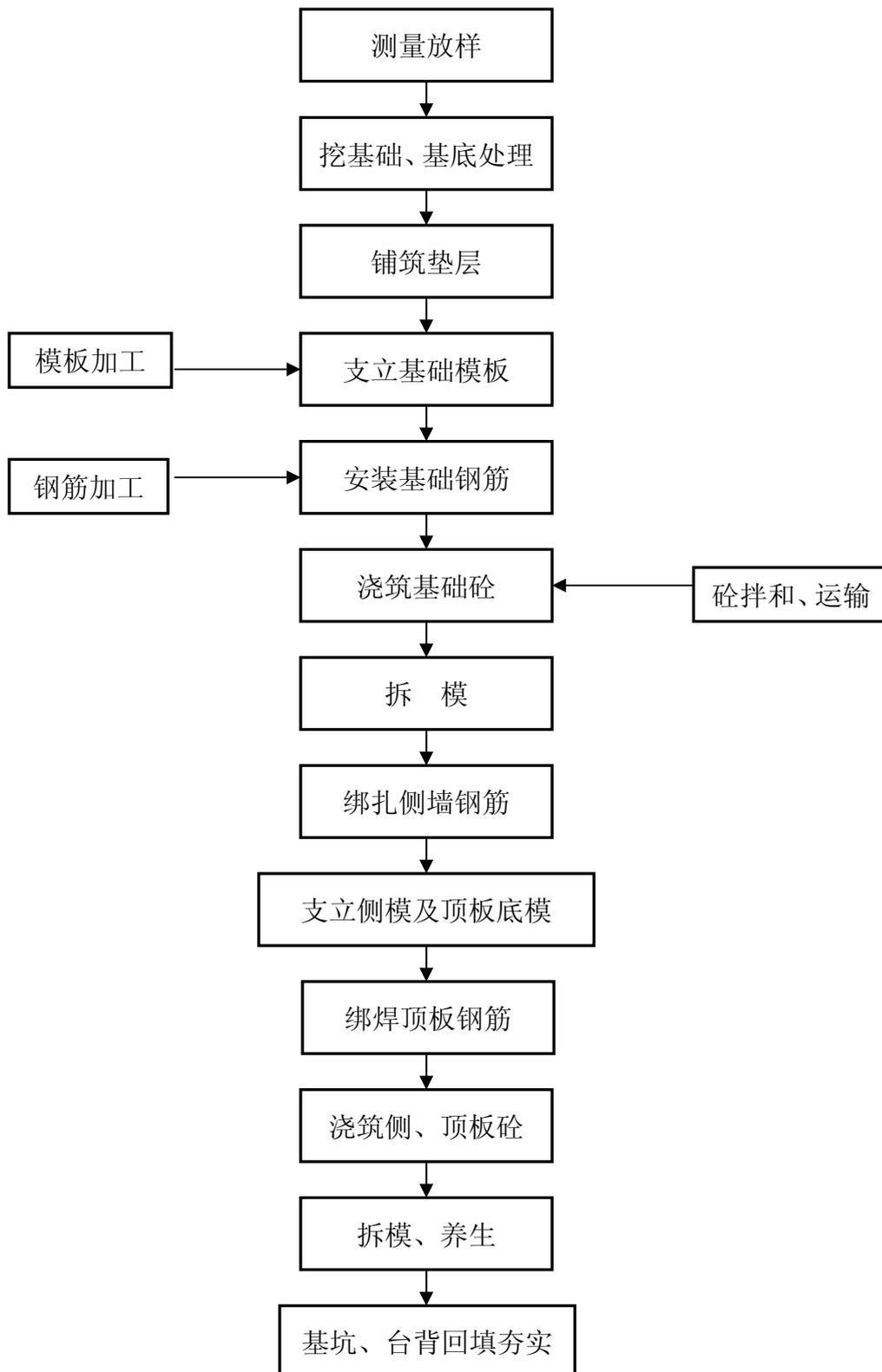
(7) 盖板的吊装：用吊车安装，其施工工艺同表 5—11，盖板安装完毕后用 30 # 水泥砂浆充填台背与盖板间的空隙，当其强度达设计强度的 70% 后，方能进行台后填土。

(8) 涵内铺砌在基础和墙身拆模后进行，施工中保证砂浆饱满，纵横坡符合图纸要求。

(9) 台背回填。回填采用石灰土回填，台背回填在盖板吊装完毕后进行，回填必须两侧对称，分层夯实，墙身近 2m 范围禁止使用压路机，用打夯机配合人工夯实，盖板上部回填厚度 1m 内不得使用压路机，涵顶填土禁止使用振动压路机。

(10) 施工过程中，当涵顶覆盖土厚度小于 0.5m 时或未做涵顶、涵底铺装时，严禁任何重型机械和车辆通过。

砼箱涵施工工艺框图



4.3 通道、盖板涵的施工

通道、盖板涵的施工在基础开工前，首先做好测量放线定位工作，并在附近设控制桩，以便及时校验各部施工尺寸。同时做好各种原材料试验和配合比的设计，平整好场地，将所需材料设备就位后，向监理工程师提出开工报告，批准后方可进行施工。

(1) 基坑放样。标明基础开挖的位置、尺寸、基础的轴线位置，并经校核后再开挖基坑。

(2) 基坑开挖。基坑开挖采用人工配合挖掘机进行施工，开挖过程中控制好开挖高程，以免超挖，边挖边将废土运走，防止压在基坑壁上引起塌方，挖至设计图纸要求的标高时，按图纸要求进行基础底处理，使各基指标达到规范要求，及时通知监理工程师检查。

(3) 模板采用钢模板，外露面的砼模板采用大块钢模板，每块钢模板的面积不小于 1.5 m^2 ；模板安装要牢固接缝紧密，砼采用在拌和场拌和，泵送入模，插入式振捣器振捣，浇筑过程中随时校验模板，防止跑模，确保砼的强度、表面光滑、顺直、美观。砼浇筑完毕，待强度达到规范要求时方可拆除模板。

(4) 基础砼浇筑。在基坑密实度达到要求后，并验收合格，挂线立模校正后按事先设计好的沉降缝分段浇筑施工，养生使砼强度达到规范要求时拆除模板。在中央分隔带垂直涵身方向设一道沉降缝，缝宽 $1\text{—}2\text{cm}$ ，用沥青麻絮填塞。

(5) 涵身模板及砼的浇筑：以上工序经检查无误后，即可开始进行砼浇注工作。砼混合料在拌和场拌和，泵送入模，振捣采用插入式振捣器振捣，砼混合料分层进行浇筑，厚度不得超过 30cm 。用插入式振捣器振捣时要仔细，以免漏振。振捣密实的标志是砼停止下沉，不再冒出气泡，表面呈现平坦泛浆。大体积砼，进行砼配合比设计时，使砼初凝时间满足承台砼浇筑的要求，必要时添加缓凝性的减水剂。

(6) 盖板预制：其施工工艺见框图。

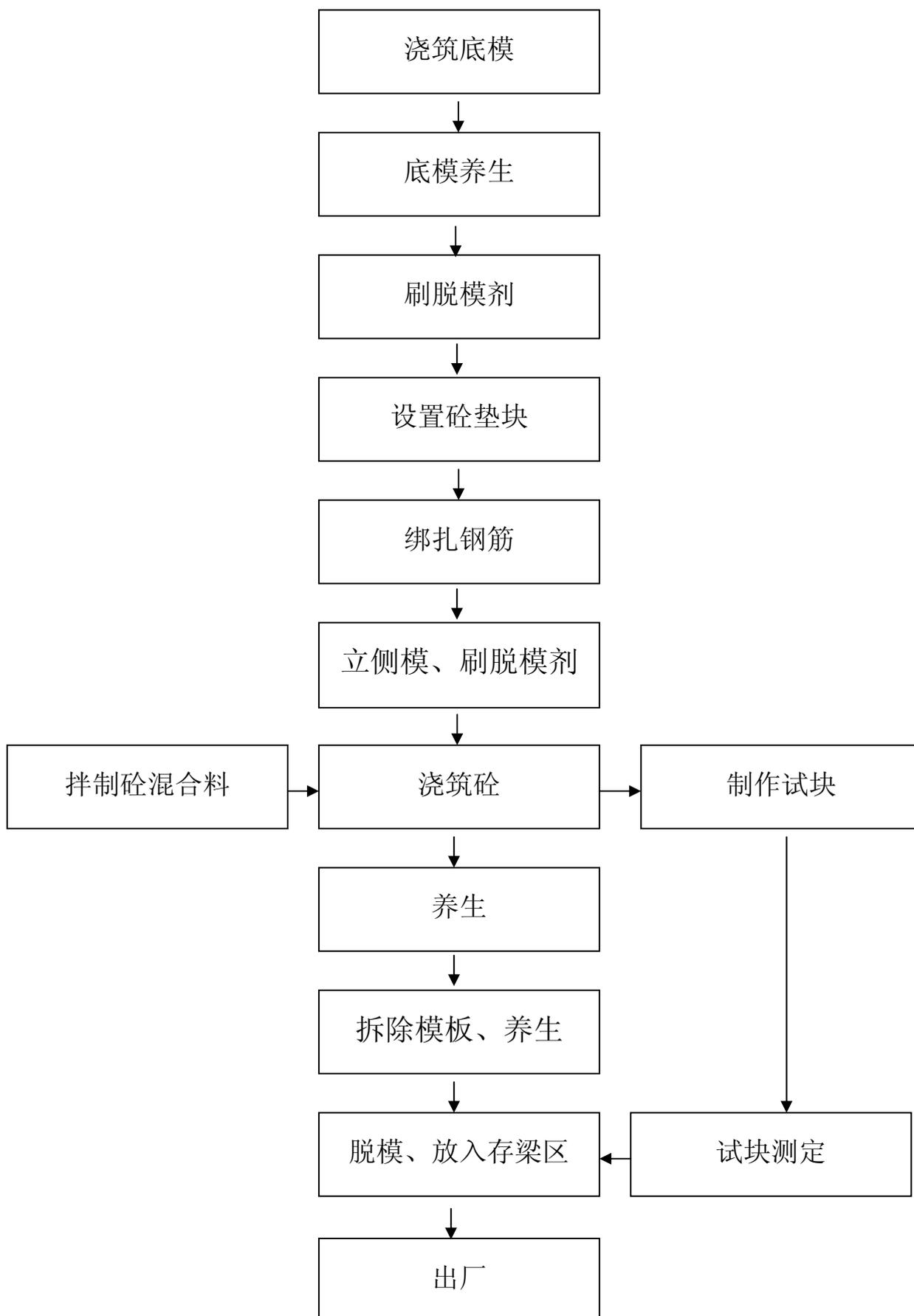
(7) 盖板的吊装：用吊车安装，其施工工艺见框图，盖板安装完毕后用 $30\#$ 水泥砂浆充填台背与盖板间的空隙，当其强度达设计强度的 70% 后，方能进行台后填土。

(8)、涵内铺砌在基础和墙身拆模后进行，施工中保证砂浆饱满，纵横坡符合图纸要求。

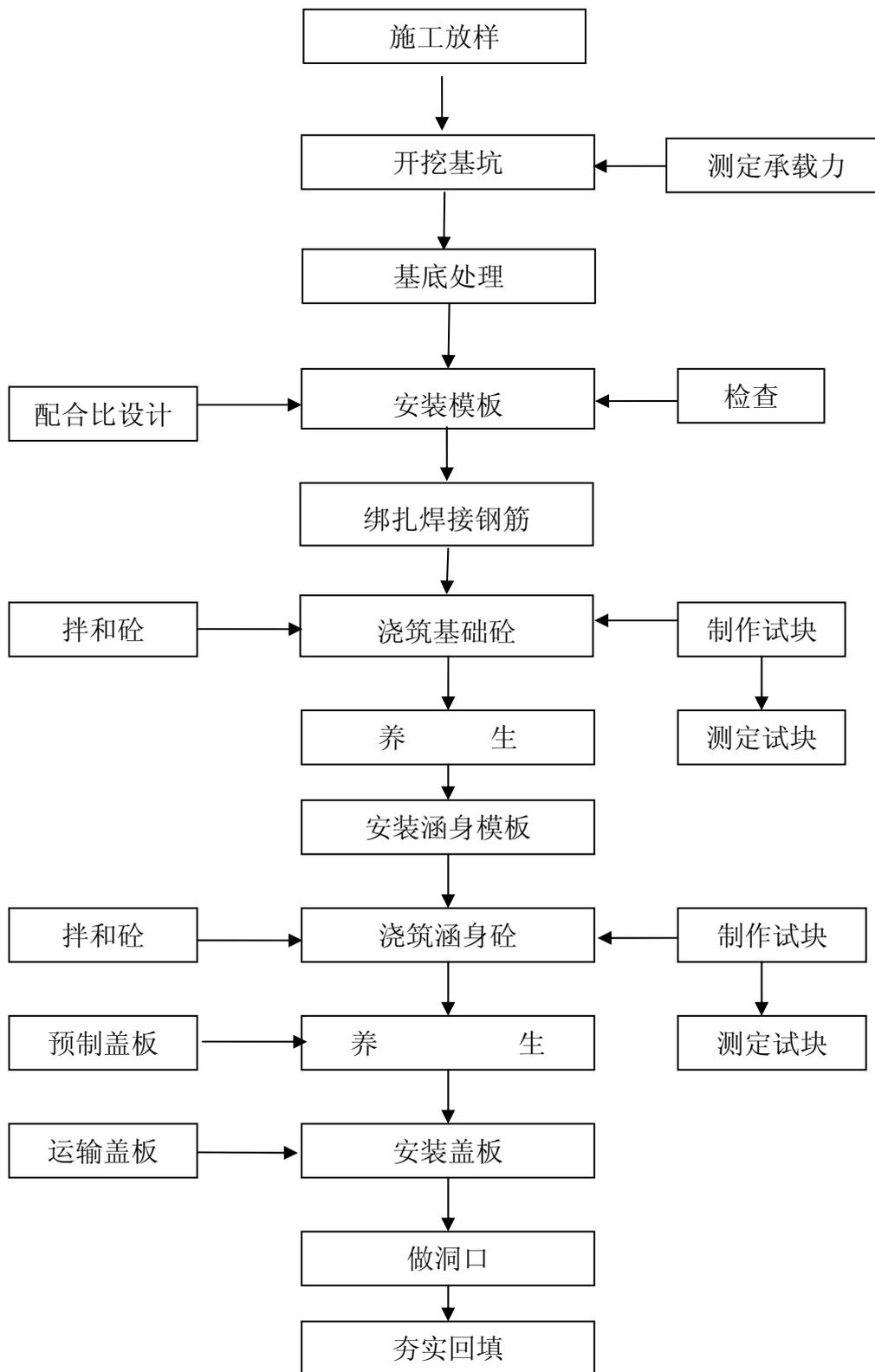
(9)、台背回填。回填采用石灰土回填，台背回填在盖板吊装完毕后进行，回填必须两侧对称，分层夯实，墙身近 2m 范围禁止使用压路机，用打夯机配合人工夯实，盖板上部回填厚度 1m 内不得使用压路机，涵顶填土禁止使用振动压路机。

(10) 施工过程中，当涵顶覆盖土厚度小于 0.5m 时或未做涵顶、涵底铺装时，严禁任何重型机械和车辆通过。

钢筋混凝土盖板施工工艺流程图



通道、盖板涵施工工艺框图



4.4 构造物回填施工工艺

构造物回填的好坏，直接影响着整个公路的运行情况，特别是高填方桥头，如果处理不好，将形成错台，引起行车的跳头，影响了整个公路的质量，因此设计单位、业主和施工单位对构造物的回填已经越来越重视，在施工工艺上进行一系列的改进和规范化，为此在施工中要成立构造物回填作业队，由专人负责，专门从事此项工作，确保构造物回填质量，其施工方法和要求如下：

1、开挖台阶：与路基搭接部分开挖台阶，其台阶的宽度和高度要符合要求和工程师的指示。

2、划出填筑标志：构造物回填前，在构造物的背墙上每间隔 15cm 画出填筑控制线，并标出标高，清除全部沙子土和杂物。

3、分层填筑：每层填筑厚度不得大于 15cm，且要顺路基方向形成 3%的倒坡和具有大于 2%的横坡度。

4、分层碾压：构造物回填土方应采用重型压路机碾压，在边角处，重型机械无法碾压时采用手扶振动压路机压实。

5、自检报验：碾压成型，自检合格后进行报验。

6、确保无积水：不管在何种情况下，都要始终保持排水畅通，无积水现象存在。

7、施工中的规定要求

(1) 涵洞、信道先修建，其回填和路基施工同步进行。

(2) 当涵洞、信道为反开槽施工或与两侧路堤同步施工时，其构造物两侧要预留断面必须满足规定要求。

(3) 构造物两边的填筑要对称进行。

(4) 桥台台背填土，若为软土地基，则应先填筑台后路堤，待沉降稳定后再进行桥台的施工，然后开挖修建台帽和胸墙，回填时按反开槽修建涵洞和通道的技术规定，而采用粉喷桩等处理的，则根据施工进度要求，经工程师批准后可以先钻桩；若为非软土地基，或先钻孔和接桩，在回填到台帽底标高时，再进行台帽施工，而台帽和胸腔内的回填，按构造物回填技术施工。

(5) 圆锥体部分的填筑

① 按设计规定宽度超宽填筑 30cm；

② 圆锥体部分的土方必须和路基同步施工，且用小型手扶式振动羊足压路机分层压实，压实厚度不得大于 15cm。

(6) 回填范围内的密实度比同层次的路基密实度提高了 2 个百分点。

(7) 回填压实度的检测，施工单位和监理的检测频率均为每层不少于 4~6 个点（按车道数确定）。

附录 5 小桥施工工艺

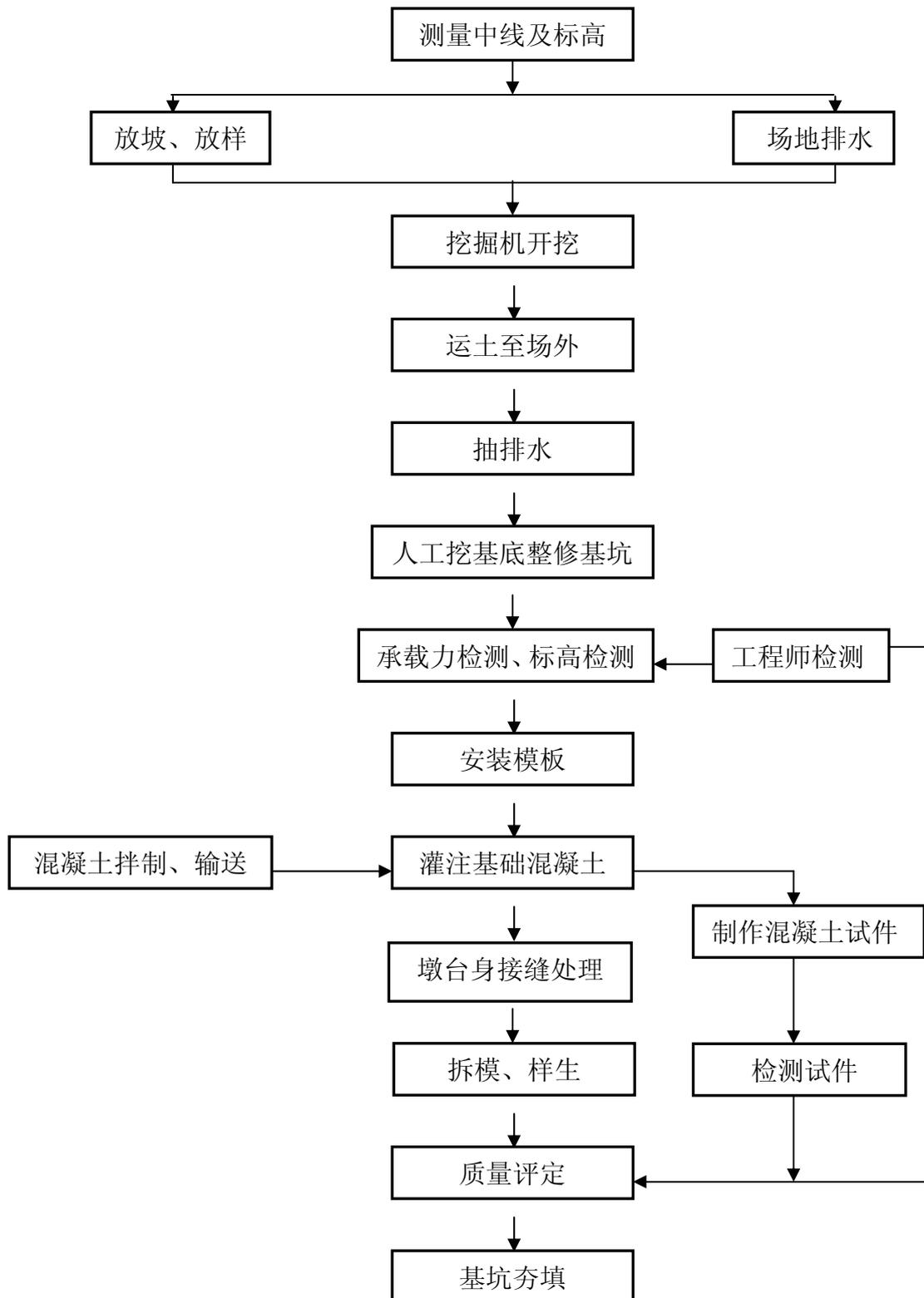
5.1 基础工艺

5.1.1 扩大基础施工工艺

基础的开挖视工程量的大小、地质水文情况，采用人工配合机械开挖。在开挖前，对结构物的现场地形及基础位置的平面标高进行校核。基础开挖的位置、深度、平面尺寸符合设计图纸的要求，并采用支护的方法，防止坍塌，对不能满足承载力要求的基底要进行夯实或换填砂砾处理，经检测满足承载力要求后方可进行基础砼浇筑作业。

1. 平整场地，设备、人员及材料进场。
2. 定位和复测中桩，埋设相应护桩。护桩应坚固，并埋在车辆及人不易碰撞的地方。
3. 基坑放样。标明基础开挖的位置、尺寸、基础的轴线位置，并经校核后再开挖基坑。
4. 基坑开挖。采用人工配合挖掘机进行施工，挖至设计图纸要求的标高时，按图纸要求进行基底处理。成型后，通知监理工程师检查。
5. 制作与绑扎基础钢筋。按图纸要求规范制作、绑扎钢筋，并注意预埋墩台身钢筋，绑扎完毕后，报监理工程师检查。
6. 模板安装：安装前应清除模板表面污垢并涂刷脱模剂，以便脱模。模板安装应牢固，防止跑模，接缝间塞海绵条以防止漏浆。模板安装完毕后，及时报请监理工程师检查，以便转入下一道工序。
7. 浇注砼：模板经监理工程师检查合格后，即可进行砼浇注。砼混合料采用 JZ350 型拌和机或强制式拌和机现场拌和，拌和时严格按照砼的配合比进行配制，以磅称控制计量，采用 1t 自卸车运输，振捣采用插入式振捣。砼混合料应分层进行浇筑，每层厚度不得大于 30cm。用插入式振捣器振捣要防止漏振。振捣密实的标志是砼停止下沉，不再冒出气泡，表面呈平坦泛浆。
8. 拆模及养生。拆模时间根据气温控制在至少 24 小时或 48 小时后。拆模后应及时用草袋覆盖养生，直到砼达到设计强度。

扩大基础施工工艺框图



5.1.2 挖孔桩施工工艺

1、场地平整

本合同段地形较为复杂，桩位多数设在深沟沟底。所以应首先作好场地平整工作，以便于后序工作有序进行。

2、护筒

护筒采用就地浇筑砼护筒，护筒直径为 $D=d+0.1\text{m}$ （ d 为桩的直径）

护筒埋设深度为 2.0m，高于地面 0.2m，埋设护筒时应注意护筒的中心应对准测量的桩中心；护筒平面位置偏差不得大于 5cm，护筒桩轴线偏差不得大于 1%，并应严格保证护筒的竖直度。

3、检孔

在挖孔过程中须用验孔器，验孔器用钢筋焊接而成，其外径不小于设计孔径，长度为 6m；每一班下井时都必须检孔；孔深达到设计要求时，在砼浇筑前应对全长进行检验，挖孔桩应符合下列误差：

- ① 平面位置任何方向不得大于 5cm；
- ② 孔径不得小于设计孔径；
- ③ 孔深不得小于设计孔深；
- ④ 竖直度不大于 1%；

4、钢筋笼

钢筋笼制作在施工现场进行，对于小于 25m 的桩孔采用一次性焊接成型的方法，大于 25m 的桩采用分段焊接以便于钢筋笼的安装作业；钢筋笼的制作应按照设计图纸的要求进行，其绑扎、焊接安装应符合规范的规程和要求，同时还要求做到：

- ① 钢筋笼安装时应须采用有效的方法固定；
- ② 轴线位置应和桩轴线相重合，还应设置控制钢筋笼与孔壁的定位钢筋及垫块，垫块用砂浆制成其标号不得低于桩砼的设计标号；
- ③ 钢筋笼底面高程允许误差为 $\pm 5\text{cm}$ ；
- ④ 钢筋笼制作按有关规定进行预设检测桩质量的钢管；

5、砼浇筑

① 砼的配制应采用监理工程师批准的配合比进行配制，所用材料经监理工程师抽检合格的材料方能使用，同时材料应符合下列要求：

- a. 粗骨料采用碎石，相应砂率应该增加 2%，并应有良好的级配
- b. 细骨料采用级配良好的中砂
- c. 砼坍落度应为 16-20cm
- d. 水泥标号不得小于 32.5 号

- e. 水灰比应该在规范要求的范围内不得超过 0.6
- ② 灌注前应检查孔深，满足设计要求方可施工；
- ③ 砼运至灌注地点应检查均匀性和坍落度符合要求才能使用；
- ④ 钢筋笼安装好后应立即进行灌注并连续进行；
- ⑤ 砼浇筑采用导管下料，导管在使用前应做水泌、压力等相应的试验确保混凝土灌注工作的正常运行。直到砼面上升到高于设计高度 50-100cm
- ⑥ 截除桩头砼（50cm-100cm），保证桩顶砼质量；
- 6、挖孔桩成桩后，应按照施工技术规范 and 监理工程师的指示进行桩的检测。

5.1.3 钻孔灌注桩施工工艺

1. 施工放样

由于本合同段地形较为复杂，所以在开钻前，首先应做好场地的平整工作，以利后序各项工作的有序进行，针对不同地段地形，做相应的处理：

① 场地为旱地时，首先应平整场地，清除地表杂物，换除软土（如存在），夯打密实。钻机底座不宜直接置于不坚实的填土上，以免产生不均匀沉陷；

② 场地为陡坡时，可用枕木或木挑架搭设坚固稳定的工作平台，同时应清除钻孔范围内的地表杂物，包括直径较大的树根等；

2. 护筒

护筒采用钢护筒，钢板厚 8mm，护筒内直径 $D = d + 0.2 \text{ m}$ （ d 为桩直径）。

护筒埋置深度视各桩的地质情况确定。护筒顶面应高出地下水位或施工水位 2 m，旱地应高出地面 0.3 m。埋设护筒时，护筒中心轴线应对正测量标定的桩位中心，护筒的平面位置偏差不得大于 5cm，护筒偏出桩轴线偏差不得大于 1%。并应严格保持护筒的竖直位置。

3. 泥浆

在开钻前两天应按照施工技术规范规定配好泥浆，经监理工程师检查批准后待用。泥浆以优质粘性土和清水拌和均匀，同时应符合下列要求：

相对密度 1.05-1.2	粘度 (Pa.S) 16-22
静切力 (PS) 1.0-2.5	含砂率 <8-4%
胶体率 >90%-95%	失水率 <25ml/30min
酸碱度 (PH) 8-10	

钻孔时，泥浆应始终高出筒外水位或地下水位至少 1.0m。

为了回收泥浆，减少环境污染，应设置泥浆循环净化系统。

4. 钻孔时，钻架必须稳固，钻头对准桩位中心，开钻前对钻机及其它机具进行检查，机具配套，水电接通。在施工过程中，为保证施工连续进行，应配备满足施工需要的备用发电机。

钻孔必须按照技术规范规定和质量要求进行施工，同时还应符合下列要求：

①开钻时应先在孔内灌注泥浆，如孔中有水，可直接投入粘土，用冲锥以小冲程反复冲击造浆。开孔及整个钻进过程中，应始终保持孔内水位高出地下水位（或河中水位）1.5-2.0 m，并低于护筒顶面 0.3 m，以防溢出。掏渣后应及时加入清水或泥浆，以维护水头高度，防止塌孔。

②钻机正常钻进时，应根据不同土层情况控制冲程：一般通过大的土层时，宜采用高冲程（100 厘米），在通过松散砂、砂砾石或砂卵石、粘土、亚粘土、轻亚粘土中时，宜采用中冲程。在易坍塌或流沙地段宜用小冲程，并应提高泥浆的粘度和比重。

③钻机采用冲击钻，视不同地质情况采用空心锥和实心锥，当土层为大卵石、漂石、岩层时，采用实心锥；当土层为普通土、松散卵石等时，可采用空心锥，以加快钻进速度。

④在通过漂石或岩层时，如表面不平整，应先投入粘土、小片石，将表面垫平，再用十字型钻锥进行冲击钻进，防止发生斜孔、塌孔事故。

⑤要注意均匀地松放钢丝绳的长度。一般在松软土层每次可松绳 5-8 厘米，在密实坚硬土层每次可松绳 3-5 厘米。

5. 掏渣

在冲击相当时间后，应将冲击锥提出，换上掏渣筒，下入孔底掏取钻渣，倒进钻孔外的倒渣沟中。管锥本身兼作掏渣筒，无须另换掏渣筒。

在开孔阶段，为使钻渣挤入孔壁，可待钻进 4-5 米后再掏渣。正常钻进每班至少应掏渣一次。

掏渣后应及时向孔内填加泥浆或清水以维护水头。

6. 检孔

钻孔中须用检孔器检孔，检孔器用钢筋做成，其外径等于设计孔径，长度等于孔径的 4-6 倍。每钻进 4-6 米，接近及通过易缩孔（孔径减少）土层（软土、软塑粘土、亚粘土等）或更换钻锥前，都必须检孔。钻孔深度达到要求时，在灌注砼之前，应对全长进行检查，同时，钻孔桩应符合下列误差：

①平面位置：任何方向不大于 50mm；

②钻孔直径：不应小于桩的设计直径；

③孔深：不小于设计；

④倾斜率：不大于 1%；

⑤清孔后泥浆指标：相对密度（ t/m^3 ）1.05~1.20，粘度（秒）17~20，含砂率 <4%。

7. 清孔

在掏渣后，投入一些泡过的散碎粘土，通过冲击锥低冲程的反复拌浆，使孔底剩余沉渣悬浮后掏出，沉渣厚度按设计不超过 5 厘米，而后向孔底注入高压水以降低泥浆比重。

8. 钢筋

钢筋笼在施工现场绑制成型。绑扎、焊接应按照设计图纸要求进行。成型后经自检合格并请监理工程师检查批准。绑扎、焊接、安装应符合规范的规定和要求，同时还要求做到：

①清孔后，应及时将钢筋笼放入孔内，并用有效的方法进行固定，防止浇筑过程中钢筋笼上浮，还要防止钢筋笼移位和倾斜。

②钢筋笼应事先安设控制钢筋与孔壁净距的间隔块，间隔块沿柱长的间距为 4 米。

③砼导管拔出时，应防止钢筋笼上浮。

④钢筋笼底面高程的允许误差为 $\pm 50\text{mm}$ 。

9. 浇筑水下砼

二次清孔：在钢筋笼下到孔内后，浇筑砼之前，须对孔底沉淀层厚度应再次进行一次测定。如厚度超过规定，须进行二次清孔，直至沉淀厚度达到规定为止。

水泥砼拌和采用两台 JL-500 型强制式砼搅拌机（小型拌和设备），根据施工现场实际情况分别采用 1t 自卸车以及砼泵车运输砼；或者采用砼卧式泵将砼泵入浇筑现场。

砼所用的水泥、骨料、水及掺加剂，砼拌和、运输、浇筑和养护均应符合技术规范要求。

①配置水下砼应采用经监理工程师批准的砼配合比进行配制。所用材料，还应符合下列要求：

a. 粗骨料优先选用卵石，如采用碎石，含砂率应增加 3%，并应有良好的级配；

b. 细骨料采用级配良好的中砂；

c. 骨料最大粒径为 40mm，并应不超过导管直径的 1/8 和钢筋间距的 1/4；

d. 通过 0.25mm 筛子的骨料重量应占骨料总重的 6~10%；



e. 塌落度宜为 18-20cm;

f. 水泥标号应不小于 32.5 号, 水泥最小用量应为 350kg/m³;

g. 水灰比不得超过 0.60。

②灌注砼前, 应探测孔底泥浆厚度, 如果大于 0.4d, 应再次清孔。

③砼混合料运至灌注地点, 应检查均匀性和塌落度是否符合要求, 方准使用。

④钢筋笼安放好后, 应立即浇灌砼, 并应连续进行, 不得中断。

⑤浇注砼用的导管, 直径不小于 250mm, 同时还要做水密、承压和接头抗拉试验。

在浇筑水下砼期间, 应配备水泵以及吸泥机、高压射水管等设备, 其设备性能应具备施工要求, 以保持孔内水头和及时处理浇注故障。

⑥在浇注砼过程中, 导管下口应埋入混凝土 2-6m。

⑦浇注砼时, 溢出的泥浆, 引流至合适地点, 以防污染。

⑧砼应连续浇注, 直至浇注顶面高于设计标高不少于 500 mm。

⑨截除桩头砼不小于 50cm, 保证桩顶砼质量。

10. 钻孔灌注桩成桩之后, 应按照施工技术规范规定和监理工程师的指示, 分别采用无破损检测法和钻探取芯(必要时), 检验桩的匀质性和强度。

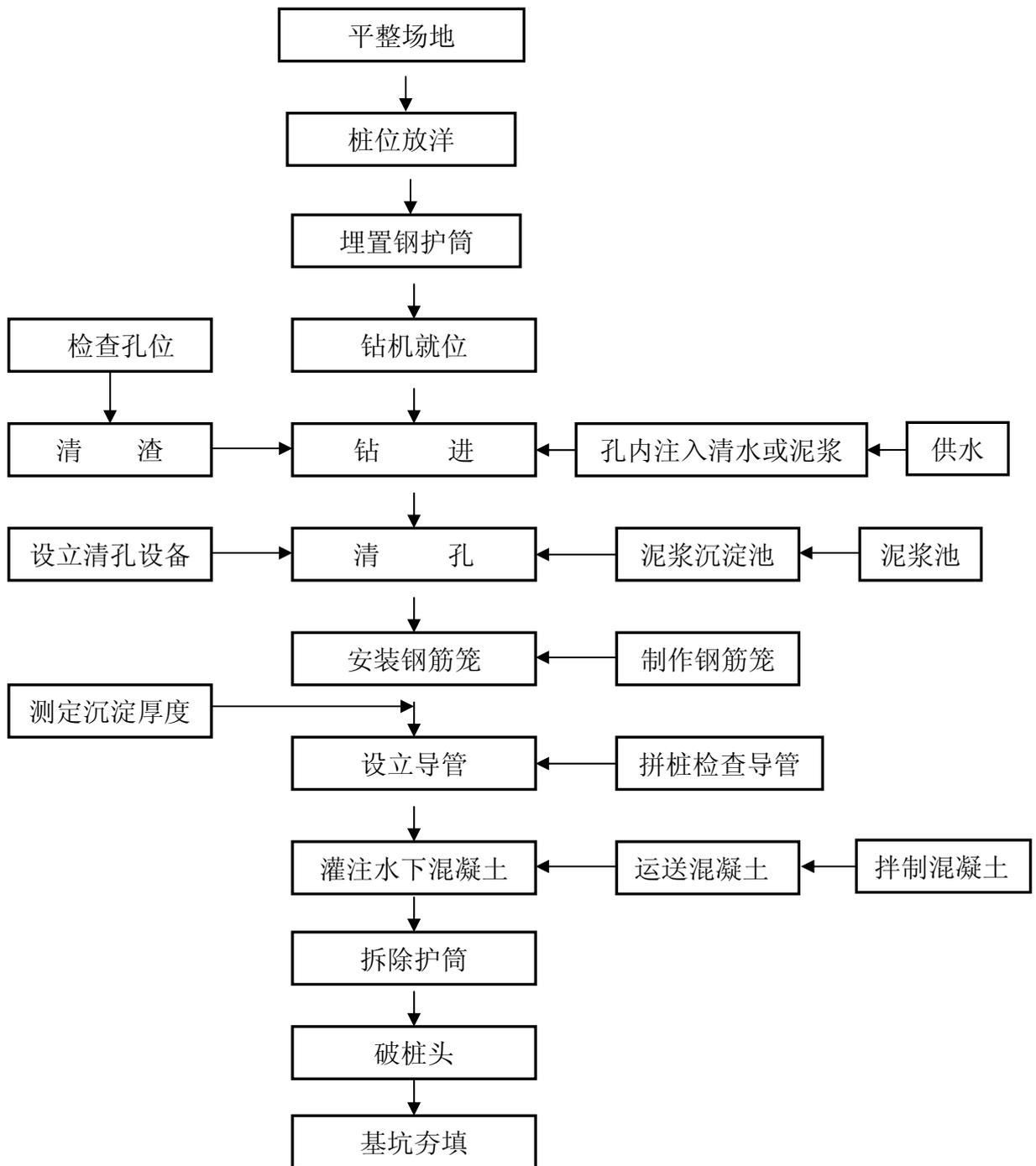
①砼的强度应满足设计要求;

②无断层或夹层。

③桩头凿除预留部分后, 无残余松散层和薄弱砼层。

④需嵌入承台内的砼桩及锚固钢筋长度应符合设计图纸要求。

钻孔灌注桩施工工艺图



5.2 下部施工

5.2.1 承台施工工艺

在进行完基础施工后,报监理工程师验收,经批准后即可开始进行承台的施工。

(1) 承台基坑放样。



(2) 承台基坑开挖，基坑开挖采用人工配合挖掘机进行。挖至接近基底标高时，应保留 10~20cm 一层，在基础施工前突击挖除，并整平夯实，及时通知监理工程师检查。基础挖方的进度安排使坑壁暴露时间不超过 30 天。

(3) 浇筑水泥砂浆垫层，采用拌和机拌和砂浆，平板振捣器振捣工艺施工。

(4) 承台钢筋的制作与绑扎：在进行承台钢筋的制作、绑扎过程中要注意墩台身预埋钢筋的设置，并在大体积承台中预埋冷却管。绑扎完毕检查无误后，及时报请监理工程师检查。

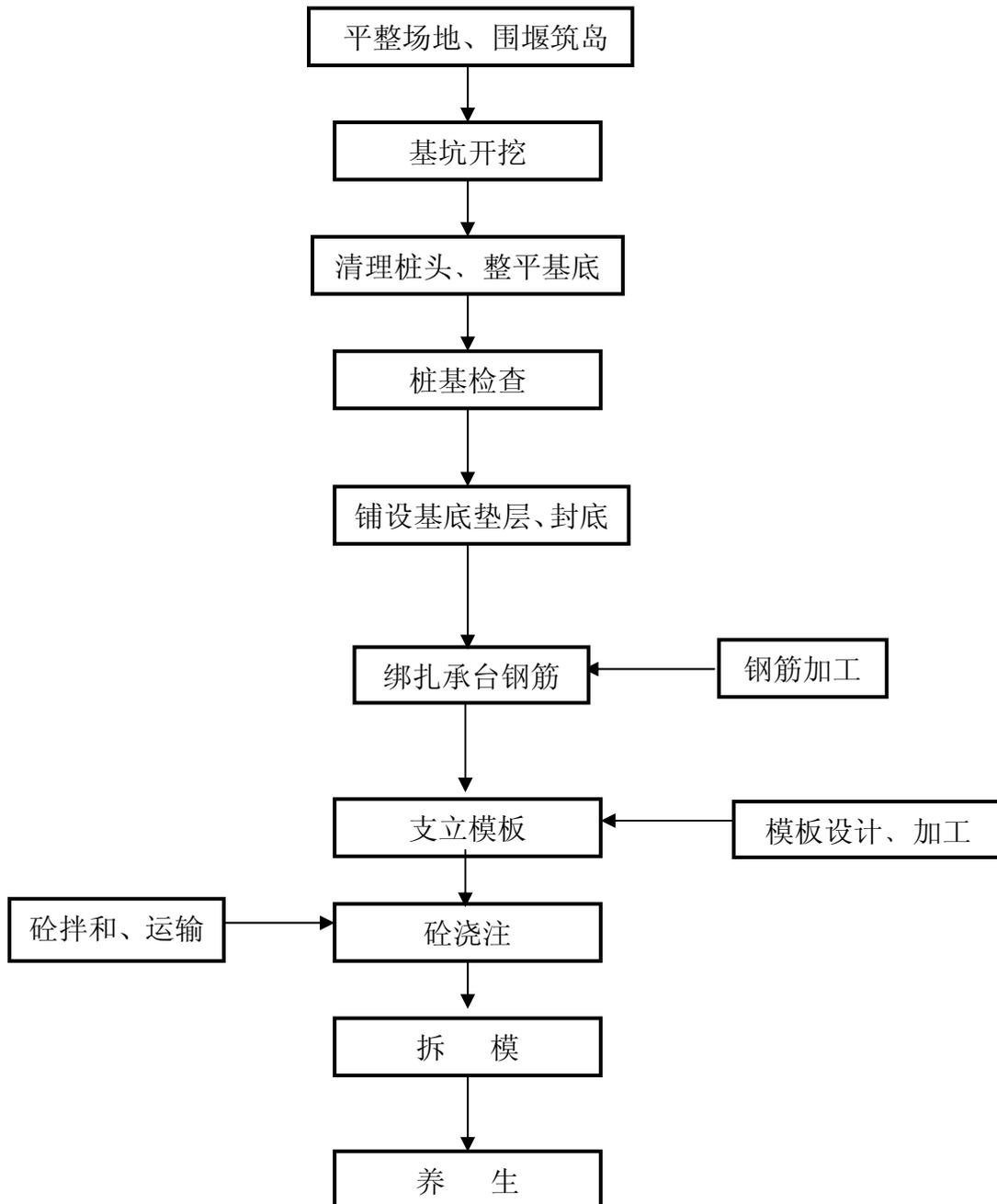
(5) 承台侧模的安装。侧模采用钢模板，安装前应涂脱模剂，以便脱模。钢模板安装应稳定牢固，接缝平顺严密不漏浆。

(6) 砼的浇筑。以上工序经检查无误后，即可开始进行砼浇筑工作。砼混合料在拌和场拌和，泵送入模，振捣采用插入式振捣器振捣，砼混合料分层进行浇筑，厚度不得超过 30cm。用插入式振捣器振捣时要仔细，以免漏振。振捣密实的标志是砼停止下沉，不再冒出气泡，表面呈现平坦泛浆。大体积砼，进行砼配合比设计时，使砼初凝时间满足承台砼浇筑的要求，必要时添加缓凝性的减水剂。

(7) 承台的拆模、养生。拆模后及时用草袋覆盖养生，确保砼在养生期间始终保持在湿润状态，直到砼达到设计强度。

当气温低于 5℃时停止施工。

砼承台施工工艺框图



5.2.2 桥台施工工艺

基础施工后并报监理工程师验收后，即可开始进行桥墩台身的施工。有承台的先进行钢筋砼承台施工，然后进行墩台的施工。

1. 承台基坑放样。
2. 承台基坑开挖。基坑开挖采用人工配合挖掘机进行。挖至接近基底标高时，应保留 10~20cm 一层，在基础施工前突击挖除，并整平夯实，及时通知监理工程师检查。基坑挖方的进度安排使坑壁暴露时间不超过 30 天。
3. 浇筑水泥砂浆垫层，采用拌和机拌和砂浆，平板振捣器振捣。

4. 承台钢筋的制作与绑扎。制作绑扎钢筋时各项指标均应符合规范要求，同时应注意墩台身预埋钢筋的位置。绑扎完毕检查无误后，及时报请监理工程师检查。

5. 承台侧模的安装。侧模采用钢模板，安装前应涂刷脱模剂，以便脱模。钢模板安装应牢固，接缝严密不漏浆。

6. 砼浇筑。砼混合料采用 JL500 型强制式拌和机现场拌和，1t 自卸车运输，插入式振捣器振捣，砼混合料分层进行浇筑，厚度不得超过 30cm。用插入式振捣器振捣时要仔细，以免漏振。振捣密实的标志是砼停止下沉，不再冒出气泡，表面呈现平坦泛浆。

7. 承台的拆模、养生。拆模后及时用草袋覆盖，洒水养生，直到砼达到设计强度。

8. 进行墩台身施工放样。

9. 制作并绑扎墩台身钢筋。墩台身钢筋在现场绑扎，其竖向钢筋与承台中预埋钢筋焊接牢固，绑扎过程中应注意墩台帽中预埋钢筋的设置，各项工作都应符合技术要求。

10. 模板采用根据台身尺寸设计加工的钢模板。模板内侧面应保持一定的光洁度，在每次使用前均应涂刷脱模剂以保证浇筑的砼表面光洁美观。钢模板安装要牢固，接缝要平顺、严密、不漏浆。模板安装好并自检无误后，报请监理工程师进行检查。

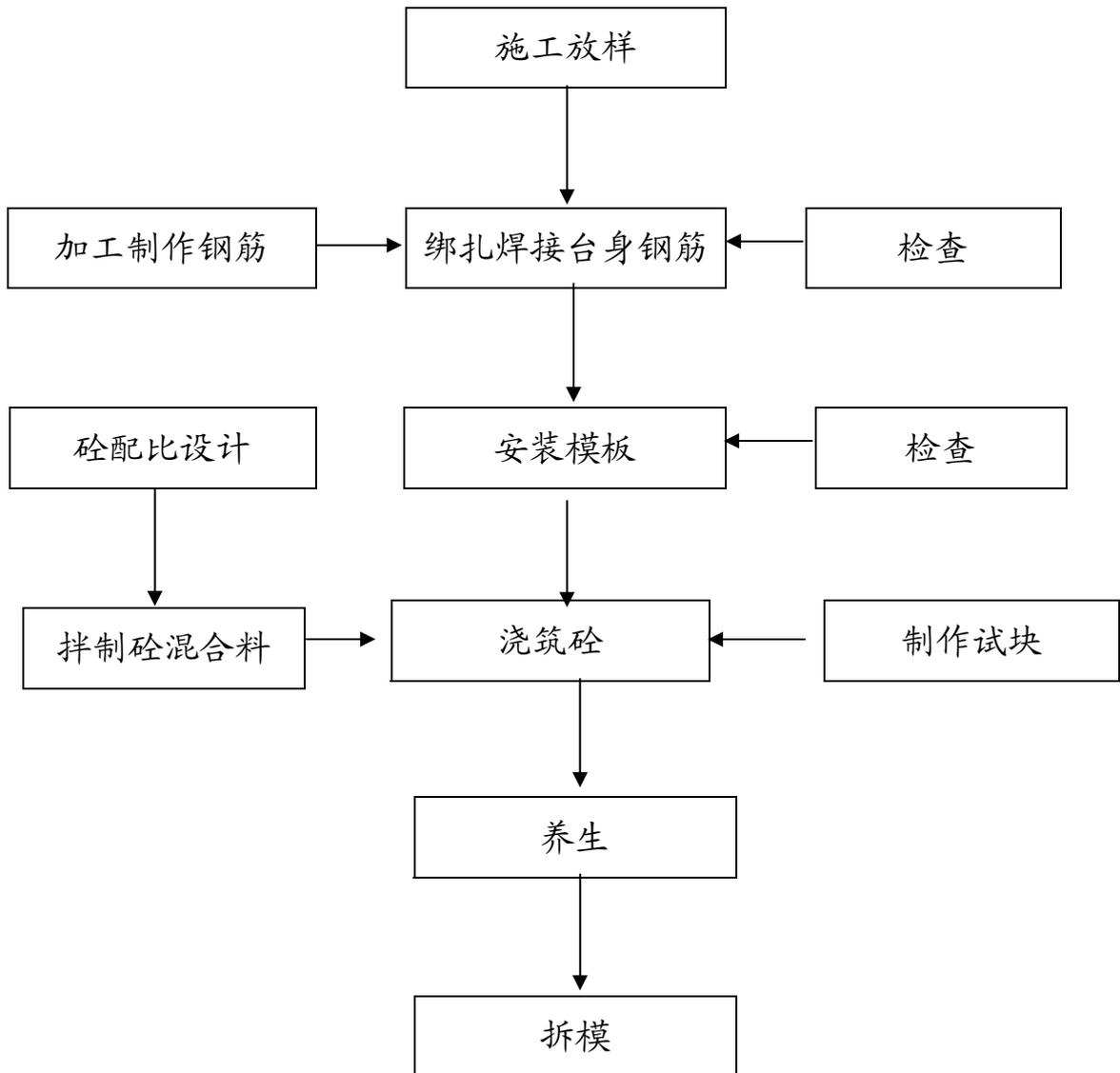
11. 砼的浇筑。砼混合料采用现场拌和，用砼输送车或 1t 翻斗车运输，砼泵或吊车吊砼料斗浇筑，振捣采用插入式振捣器振捣，并设置串筒等减速装置，以避免砼混合料从高处向模板内倾卸时产生离析。砼混合料分层进行浇筑，每层厚度控制在 30cm 内。用插入式振捣器振捣时要仔细，以免漏振。振捣密实的标志是砼停止下沉，不再冒出气泡，表面呈现平坦泛浆。

12. 砼的拆模、养生。拆模后及时用草袋覆盖，洒水养生，直到砼达到设计强度。

13. 为方便墩台帽的施工，在进行墩台身砼浇筑时，在墩台顶设计标高下预留 Φ 120mm 孔，以备墩台帽施工时支撑底模的托架孔。

当气温低于 5℃ 时停止施工。

桥台施工工艺框图



5.2.3 墩身施工工艺

在进行完基础及承台施工后，即可开始进行桥梁墩台身的施工。

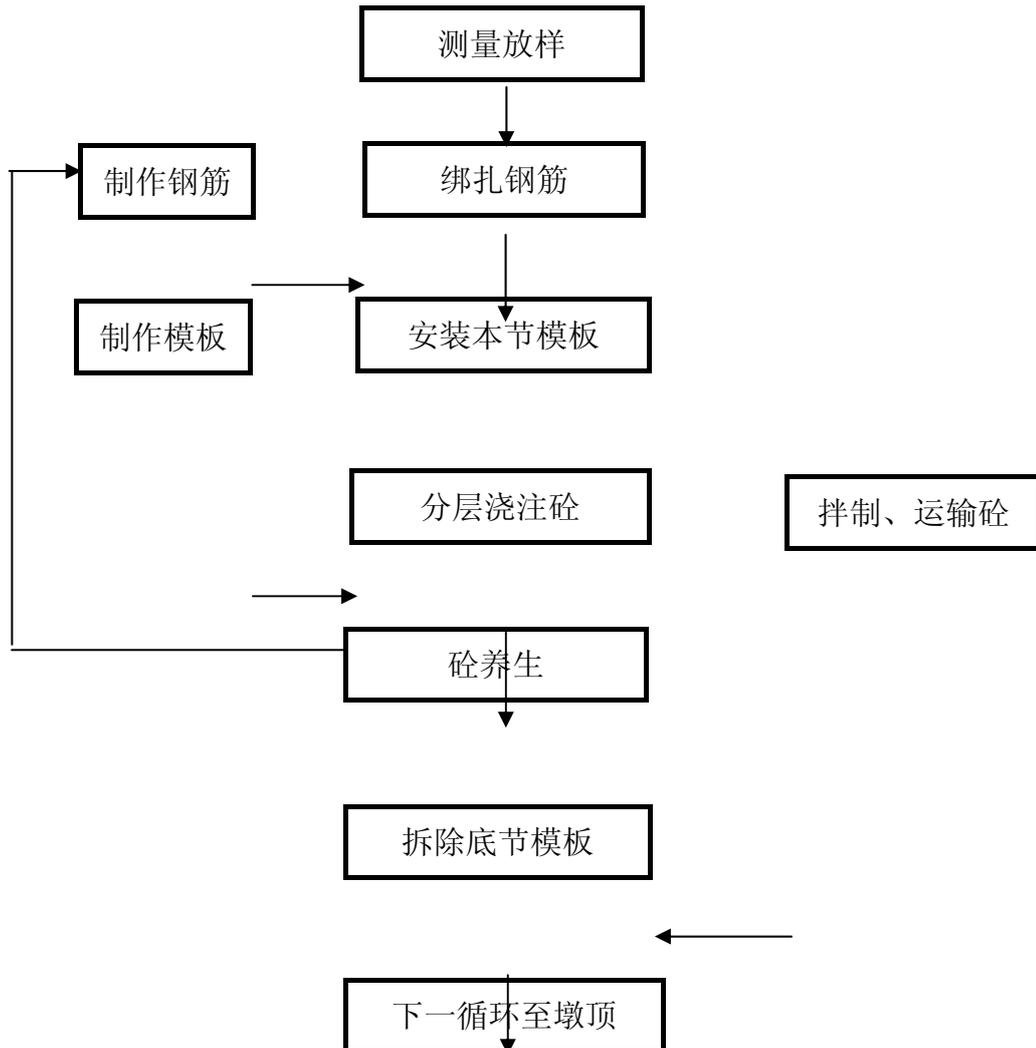
(1) 墩台身施工放样。

(2) 制作并绑扎墩台身钢筋。墩台身钢筋在现场绑扎，其竖向钢筋与承台中预埋钢筋要焊接牢固，绑扎过程中要注意墩台帽中预埋钢筋的设置，各项工作都应符合技术要求，并及时通知监理工程师检查。

(3) 模板采用根据墩台身尺寸设计加工的钢模板。钢模板采用大块钢模板，每块钢模板的面积不小于 1.5 m^2 。立上层模板时，要嵌入已浇砼 5cm 以上高度，上、下邻层砼间的竖向接缝，错开位置做成企口，并按施工缝处理。模板内侧面保持一定的光洁度，在每次使用前均应涂脱模剂以保证浇注的砼表面光洁美观。钢模板安装牢固，接缝要平顺严密不漏浆。模板安装好并自检无误后，报请监理工程师进行检查。

- (4) 砼的浇筑，同承台。台身片石砼的浇筑同基础。
- (5) 砼的养生、拆模同上。
- (6) 为方便墩台帽的施工，在进行墩台身砼浇筑时，在墩台顶设计标高下预留 $\Phi 120\text{mm}$ 孔，以备墩台帽施工时支撑底膜的托架孔。
- 气温底于 5°C 时停止施工。

墩身施工工艺框图



5.2.4 桥梁墩台帽施工工艺

在进行完墩台身施工后，墩台身砼强度达到规范或设计图纸规定的强度，即可进行墩台帽的施工。

1. 底模准备

将 $\Phi 100\text{mm}45\#$ 优质钢棒插入墩身预留孔内，在钢棒上安装贝雷架，在贝雷架上放上盖梁底模并固定在贝雷架上，调平后进行测量放样。底模应保证有足够的稳固性，并在模板间塞海绵条，以防漏浆。



2. 钢筋骨架的绑扎

墩台帽钢筋在准备好的底模上进行绑扎。绑扎过程中，钢筋的绑扎严格按技术规范及设计图纸的要求进行，并注意在与模板接触的钢筋上绑上适量的砼垫块，以保证钢筋有足够的保护层。绑扎完毕及时通知监理工程师检查。

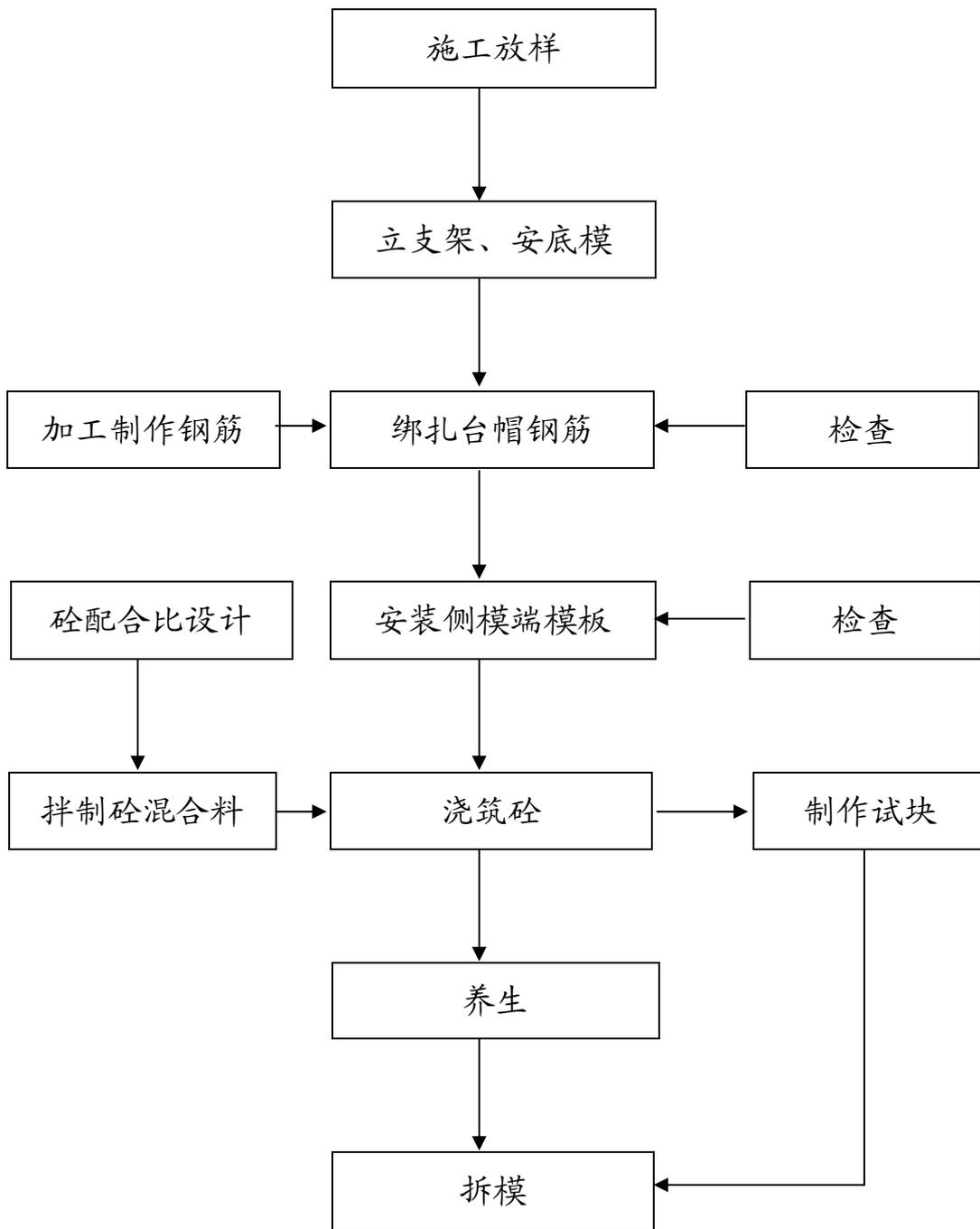
3. 侧模及端模安装

侧模端模及底模采用钢木组合模板。在安装前涂刷脱模剂以便脱模。侧模及端模安装后，采用经纬仪检查模板的轴线和用水平仪检查标高是否符合规范要求，同时应注意检查模板间连接是否牢固，是否会漏浆，钢筋的保护层及预埋件的设置是否符合要求。

4. 以上工序经监理工程师检查无误后，即可进行砼的浇筑工作。砼的浇筑采用插入式振捣棒振捣，振捣砼应密实，防止漏振及过振。振捣过程中，设置专人检查模板的稳固性及严密性，出现问题应及时处理。

5. 当墩台帽砼强度达到规范要求后即可拆模及支架。当气温低于 5℃时应停止施工。

桥梁墩台帽施工工艺框图



5.3 上部施工

5.3.1 支架现浇梁施工工艺

在下部结构工程施工完毕，并经监理工程师检验合格后，即可进行上部现浇钢筋砼连续箱梁的施工，采用支架现浇完成。

1. 支架

支架采用门式组合支架，主要由横桁、纵桁、底模系及支腿组成。支架基础采用砼浇筑的临时支座，在砼支座上预埋螺杆，以便固定支腿。支架的横桁、纵桁之间必须连接牢固。每孔桥梁支架组成一体，应具有足够的稳定性、强度及刚度。

2. 立模

底模及侧模采用钢模板，模板之间应连接平顺紧密，可采用夹木条或塞海绵条的方法使其达到平顺紧密的效果。模板上应涂刷脱模剂，以保证其有足够的光洁度，以便浇筑的砼板底面光洁美观。

3. 支架预压

预压采用均布荷载加压法预压，均布荷载按 100%静荷载加施工荷载。静荷载采用编织袋装砂成型，每袋砂的重量要求基本一致，以利于加荷总重量的控制。预压过程中，应经常对沉降进行观测，直至稳定为止。

4. 绑扎底板、侧板钢筋。

先在底模上施工放样，再绑扎钢筋。并在与底模接触的钢筋上绑扎砼垫块以保证钢筋的保护层厚度，同时注意通气孔、泄水管、护栏等预埋件的铺设。

5. 浇筑底板砼。现场 JL500 强制式搅拌机拌和，1t 自卸车运输，采用插入式及平板式振捣器振捣，振捣应密实、仔细，应防止漏振、控制过振。

6. 内模安装，绑扎其它构造钢筋

内模采用 2cm 厚水泥钢丝板，与砼接触面应涂刷脱模剂。

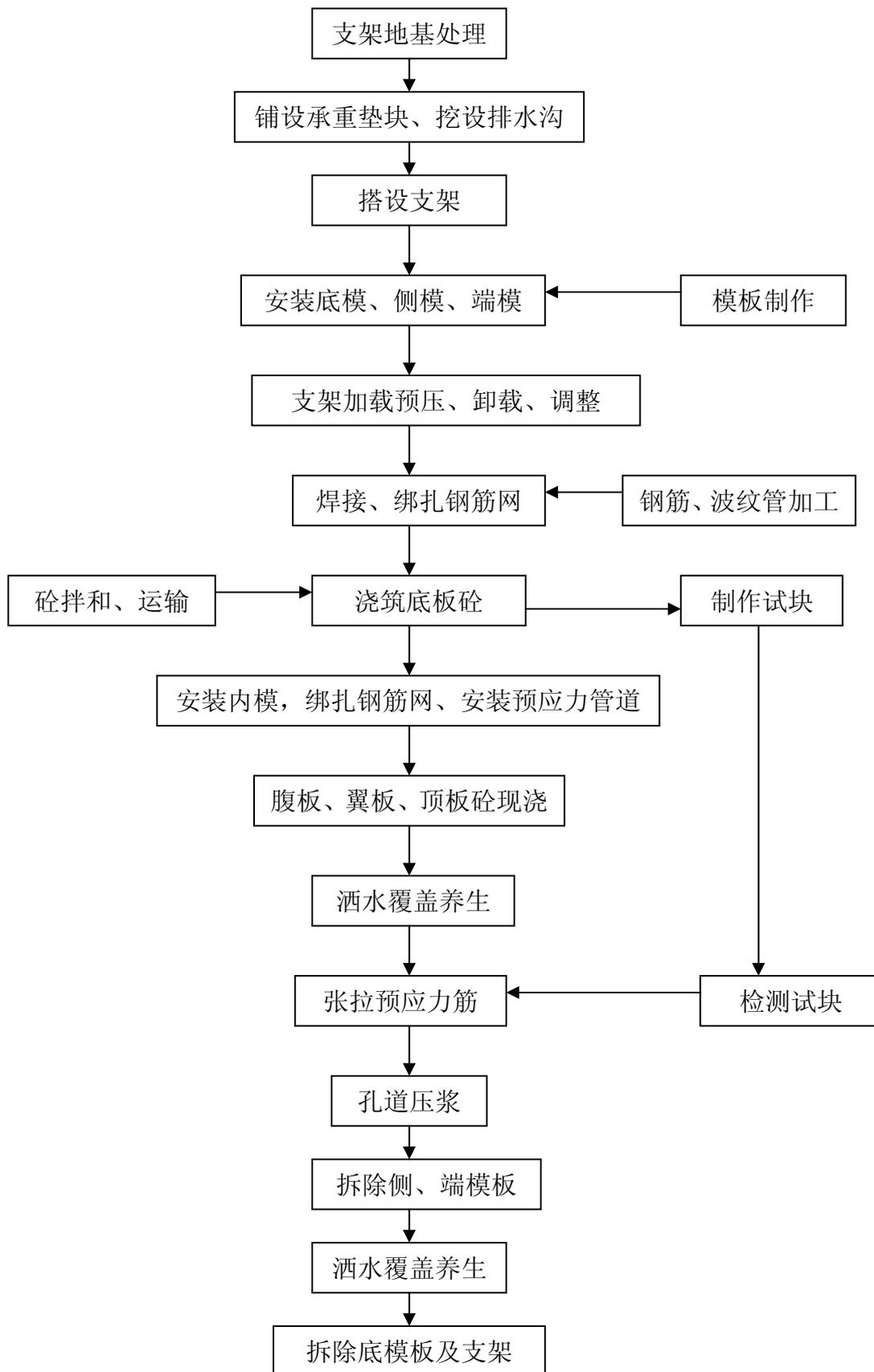
7. 浇筑腹板、顶板及悬臂砼。

8. 洒水养生。根据气温确定养生时间、次数，如气温过高，可加盖草袋，进行洒水养生。

9. 浇筑封端砼及养生。

10. 拆除模板及支架。非承重式结构可在 24 小时后拆除模板，承重式结构必须在强度达到规定要求后方可拆除，以利形成强度。拆模后应注意养生。气温低于 5℃时停止施工。

支架现浇等截面预应力连续箱梁施工工艺框图



5.3.2 先张法预应力空心板梁施工工艺

预制场设立长线张拉台座一个台座配两台油压千斤顶及其配套设备，外模采用钢模板，内模采用充气胶囊芯模，砼采用强制式拌和机进行拌和，1t 自卸车运送砼，人工入模插入式振捣器振捣。

1. 砼所用原材料石、砂、水泥、外掺剂、钢筋（钢绞线、丝）必须符合技术质量指标和施工技术规范的要求，并经试验和监理工程师检查批准。

水泥砼配比采用经监理工程师批准的设计配合比。

2. 质量要求：

①砼强度（Mpa）满足设计要求；

②梁板长度允许误差+5mm，-10mm；

③宽度、缝允许误差：干接缝±10 mm，湿接缝±20 mm，箱板顶宽±30 mm，腹板梁肋±10 mm；

④高度允许误差：±10 mm；

⑤跨度允许误差：±20 mm；

⑥支座板平面高差：±2mm；

⑦平整度：±5mm；

⑧横系梁及预埋件位置：5mm；

外观：表面光滑平顺、整齐，没有蜂窝、露筋及空洞、裂缝现象。

3. 施工程序：

①平整预制场地，场地硬化，分层碾压；

②测量放样，建造长线预制张拉槽式台座；

a. 台座的台面要求平整、光滑；

b. 台座的反力支墩应能承受全部予应力筋张拉而不产生变形和位移；其抗倾覆系数不应小于 1.5；抗滑移系数不应小于 1.3。张拉台的台面要求平整、光滑。

c. 反力横梁要保证其强度、刚度和稳定性，避免受力后产生变形和翘曲；受力后挠度不应大于 2 mm；

d. 张拉后应有足够的定位板以保证在浇筑砼期间钢绞线能保持其准确位置。

③预应力筋张拉：

a. 铺设预应力钢绞线；

b. 采用多根预应力筋同步张拉，其预应力 δ_0 应一致；

c. 为了减少预应力钢绞线的松弛损失，采用超张拉力 5%进行张拉；

d. 为了施工安全，在超张拉持荷 5 分钟后放松油压表归零，再张拉到控制应力并行锚固后，装设预埋件、模板、非预应力钢筋等。

e. 钢绞线张拉程序为：

0→初应力→1.05 δk （超张拉）→0→ δk （锚固）

④绑扎底板和侧板钢筋；

⑤架立外侧模板；

⑥浇筑底板和侧板 30cm 高度砼；

⑦安放充气气囊并固定和充气；

⑧绑扎顶板钢筋；

⑨浇筑侧板和顶板砼；

⑩洒水养生或蒸汽养生；

⑪当砼达到规定强度时拆除内外模板；

⑫当砼达到设计强度 75%时，方能放松预应力钢绞线；

⑬截断钢绞线，并用砂浆封闭外露端头；

⑭将梁出槽，移入存梁区存放。

4. 张拉安全注意事项：

①在张拉端头和锚固端，设钢筋网护栏，防止钢绞线滑脱后伤人。

②在张拉钢绞线时，张拉端及锚固端禁止站人，防止钢绞线滑脱后伤人。

③钢绞线张拉后，防止焊渣等落在钢绞线上，以免烧伤钢绞线。

④在钢绞线张拉完成后持荷 6h 后方可进行钢筋的绑扎等工作，以免钢绞线滑脱伤人。

5. 存梁注意事项：

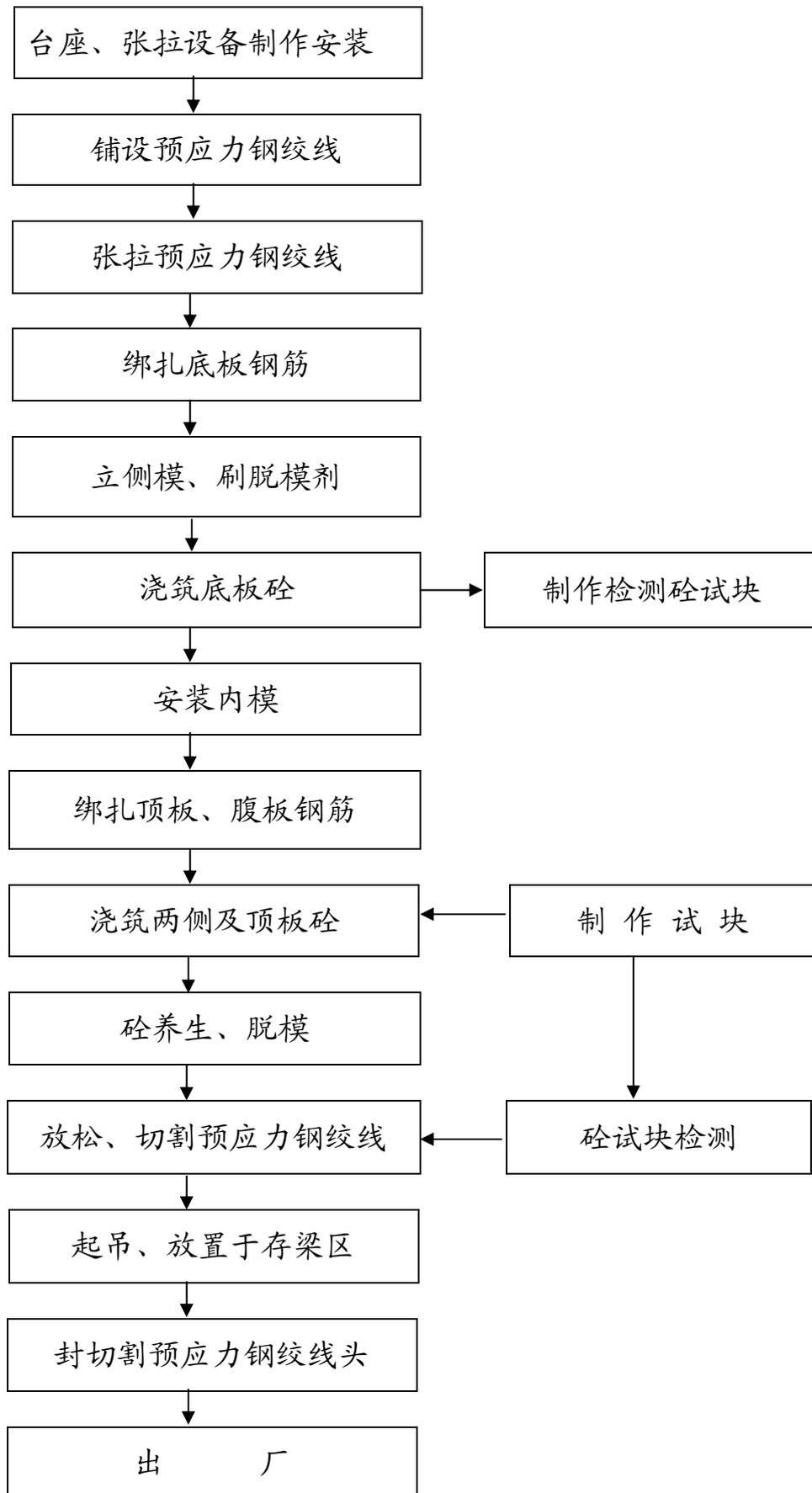
①梁的支点应选在梁支座位置处；

②梁的堆放不应超过 2 层；

③梁的存放时间不宜超过 2 个月。

先张法预应力钢筋砼空心板施工工艺框图附后

先张法预应力钢筋砼空心板施工工艺流程图



5.3.3 后张法预应力箱梁预制

1、场地布置

① 制梁台座

制梁场设置台座。台座采用 50cm 厚 C20 砼制作，台座端头 2 米长度范围顶面砼内部设三层 $\phi 12\text{mm}$ 钢筋网片，以分散梁体在张拉后台座端头的集中应力。制梁区内台座周围原地面整平压实后铺筑 15cm 砂砾垫层，然后铺筑 10cm 厚 C15 砼硬化。

② 砼、材料运输道路

梁场内和梁场周围设置车辆进出的施工运输道路，道路硬化采用 10cm 砼下垫 15cm 砂砾。

③ 钢筋加工场地

钢筋加工场地设于制梁台座左侧，用于钢筋加工、存放等，加工好的钢筋分类挂牌存放，并搭设钢筋棚防护。

④ 排水设施

制梁场区内地面按 1%排水坡设置，存梁区两台座中间设置排、截水沟，确保雨季施工能将水顺利排出场外。

2、箱梁预制施工工艺

箱梁预制施工工艺流程是：底模修整→底腹板钢筋绑扎→预应力孔道布设→内外模板安装→顶板钢筋绑扎→砼浇筑→养生→穿束→张拉→压浆→封锚→移梁等。

后张法预应力砼箱梁施工工艺框图见后附。

①模板工程

在箱梁的预制施工中，模板设计的好坏是质量保证的前提，为了保证混凝土外观质量，必须认真设计加工。考虑箱梁外侧有横隔板，内腔变截面，外模采用大块钢模拼装，内模采用分节组合的形式。板缝中均嵌入固定式弹性嵌缝条，保证不漏浆和梁体美观。

a. 外模

外模面板采用 6mm 厚冷扎普通钢板，面板加劲肋及支架均采用 100*63*4.5 工字钢。工厂制作完毕之后运至工地，用砂轮磨平焊缝，各块模板之间用螺栓联结。外模与底座之间嵌有 U 型橡胶条，以防底部漏浆。底部拉杆每隔 1.2m 一根，另外，为了保证模板就位后支撑稳固，满足受力要求，模板支架每隔 5m 设两根可调丝杆作为就位后的支撑。

立模时用龙门吊逐块吊到待用处，上紧拉杆及可调螺栓。拆除外模时，拆除上下拉杆和接缝螺栓，松掉可调螺栓，逐步拆除。

b. 内模

根据箱梁内部尺寸及操作难度，内模每单位的尺寸以 1.2m 为宜。内模支架每隔 60cm 一道，每个支架用 4 块焊接成三角形的独立支架和三根可调丝杆组成一个稳定的组合支架。

立内模先在拼装场地按 3.6~6m 拼装成节，待底板、腹板钢筋绑扎安装完毕后，再将内模分节吊入箱梁内组拼。为保证箱梁内模的位置，内模与钢筋间设置砼垫块，下部每侧间隔 3m 左右用预制同标号混凝土垫块顶紧内模，底板也用预制同标号混凝土垫块作为支撑。为了防止内模上浮，每隔 1.2m 在外模上设一道横梁，以此横梁上为支撑将内模用可调螺栓向下顶紧。

混凝土灌注完成后，待混凝土强度达到或超过设计强度的 50% 时，即可开始拆除内模。拆内模时先拆除变截面处的楔形块，消除模板纵向的挤压力，然后逐次拆除支架和组合模板，支架的拆除方式是拆除下边一根可调螺栓，再收紧斜向两根可调丝杆，使 4 个三角形结构支架松动后取出，然后再拆除组合模板。以次类推，即可将所有内模全部拆除。

c. 模板安装要求

模板安装完毕后，各部分尺寸的施工容许误差符合以下规定：

标高	±10mm
内部尺寸	+5, 0mm
相邻两板面高低面	2mm
表面平整度	5mm
预埋件中心线位置	3mm
预留孔洞中心线位置	10mm
预留孔洞截面内部尺寸	+10, 0mm

② 钢筋制作及安装

a. 原材料的技术要求

钢筋应具备原生产厂的质量证明书，运到工地后，接规范要求进行检查，各项指标均需满足规范要求

Ⅱ级钢筋采用闪光接触对焊连接，并按规定提取试样，做拉力和冷弯试验，焊接质量应符合有关规定。

加工成形的钢筋堆放在防雨棚中，并加以标识，以防混用。

b. 钢筋骨架的绑扎安装

钢筋的绑扎顺序为先底腹板，待内模立完后再绑扎顶板钢筋，每个断面的钢筋接头不超过 50%，并按规定错开。

钢筋网的间距位置容许误差必须符合以下要求：

主筋间距	二排以上	±5mm
	同排	±10mm
箍筋、横向水平筋		0, -20mm
钢筋骨架	长	±10mm
	高、宽	±5mm
弯起钢筋位置		±20mm
钢筋保护层厚度		±5mm

对于泄水孔、通气孔、伸缩缝及护栏等预埋钢筋，预埋时必须保证其位置正确，注意不要遗漏。

③ 预应力孔道设置

箱梁腹、底板预应力孔道均用橡胶抽拔棒成孔，橡胶抽拔棒接长采用 0.5mm 镀锌薄铁皮管套接，按设计间距设“井”字形定位钢筋孔道位置，孔道定位误差应小于 8mm。

为了保证孔道畅通，采取的措施是：

- a. 孔道接处用胶带纸缠绕，加强接头的严密性。
- b. 在抽拔棒附近电焊钢筋时，对抽拔棒加以防护，焊完再细致检查。
- c. 浇筑砼时，振捣人员应熟悉孔道位置，严禁振动棒与抽拔棒和波纹管接触，以免抽拔棒伤，造成成孔尺寸偏差过大。
- d. 加强岗位责任制，严格执行孔道安装操作工艺要求。

④ 砼施工

a. 配合比的选定

选定配合比前，对粗集料、水泥、拌和用水和外加剂等原材料进行单项抽检试验，符合规范要求后方可使用。对于每批到场水泥均要进行抽检。

选定配合比时，根据不同的含砂率、水灰比、外加剂等进行多组设计比较，除满足砼强度和弹模要求外，还要确保砼灌注顺利和砼外表质量，尽量减少表面气泡。配合比须监理工程师同意批准后使用。

根据此箱梁钢筋密，振动难，以及泵送砼等特点，在考虑砼设计配合比时，砼的坍落度拟适当加大，并对粗骨料粒径及级配进行严格控制。水泥用量不大于 $500\text{kg}/\text{m}^3$ 。含砂率 40%左右，掺 RC-3B 高效减水剂，掺量 1%，砂的细度模数控制在 2.6~3.0 之间。

b. 砼的浇筑

先从一端开始浇筑底板开槽部分的混凝土，浇筑长度约为 8-10m，封底后开始浇筑腹板及顶板混凝土，当腹板混凝土的分层坡脚到达底板 8-10m 位置后，再向前浇筑 8-10m 位置，以次类推进行浇筑，浇筑到另一端顶板砼，及时封底后变换方向，从端部向中部方向浇筑腹板及顶板混凝土。腹板浇筑采用斜向分段水平分层浇筑，分层厚度不大于 30cm，斜向坡度不大于 1:3，新旧混凝土间隔时间不大于混凝土的初凝时间。

振动方式：采用附着式振动器并配以插入式振动器振动的方式。在腹板钢筋密集处，插入式振动难以发挥作用的地方，用捣固铲人工捣固配合附着式振动器振捣。插入式振动器的移动间距不大于 50cm，捣固铲的移动间距不大于 30cm，插入式振捣器每次插入下层砼的深度宜为 5-10cm。无论是使用插入式振动器或是捣固铲，都必须将架在骨架上的砼捣下去，以防将后灌的砼架空。附着式振动器的振动要由有经验的人员专人指挥，短振勤振，每振一点的累积振动时间在 20 秒以内，以砼不再沉落，不出现气泡，表面呈现浮浆为度，且灌注上层砼时，不开启下层已筑好砼部分的外部振动器。

砼灌注过程中如砼泵车中途发生故障，则用砼运输车运送，龙门吊提升灌注，确保灌注的连续性。

灌注砼的时间尽量控制在白天进行，以利用随时观察情况。

顶板灌注完毕开始初凝时，需用抹面进行收面，并将表面划毛。

c. 砼的养护

a). 自然养护

拆模后，自然温度大于 10°C ，应对梁体砼表面洒水养护，洒水养护时间不少于 7 天，洒水养护次数随气温变化而定，白天不宜超过 2 小时一次，向阳和向风面多洒一次水，洒水次数应能使砼表面保持充分潮湿。

如早期采用蒸汽养护，虽砼强度已达设计要求，但后期仍用自然养护，其洒水办法按自然养护办理。

b). 砼试件的制作与养护

对于梁体用蒸汽加热养护，除制取标准养护试件外，同时制取与梁体同条件蒸汽养护后再在标准条件下养护到 28d 的试件，以检查经过蒸养后砼 28d 强度，另外还需

制取 2~3 组与梁体同条件蒸汽养护试件，以控制降温及张拉前的梁体强度。结束恒温养护前，必须对试件做抗压强度检验，若强度达到 90%设计强度，才可结束恒温时间，开始降温，否则应继续恒温蒸养。

⑤预应力张拉施工

预应力所用锚具有 28 丝墩锚。张拉时，先按编号双束对称张拉底板，腹板束。

综合考虑箱梁预制情况，锚具束张拉时采用 YCW150 千斤顶。

a. 材料和设备检验

预应力钢束采用符合设计要求的高强钢丝，锚具和夹具的类型须符合设计规定和预应力筋张拉的需要，而且须经过有资质的质检单位作技术鉴定，出厂前应由厂方按规定进行检验并提供质量证明书。张拉机具（千斤顶、油泵）与锚具配套使用，应在进场进行检查和校核。千斤顶与压力表配套校验，以确定张拉力与压力表读数之间的对应关系。其校验频率一般超过 6 个月或 200 次以及千斤顶使用过程中出现不正常现象时，必须重新校验。

b. 预留孔道成形后的拔管

本合同段预制箱梁，均采用抽拔橡胶棒成孔。抽拔橡胶棒时间应以保证进孔道成形良好，管壁砼无坍塌现象为原则，根据经验灵活掌握，一般在梁体砼浇筑完毕 6-8 小时为宜，冬天 8-10 小时。抽拔过早砼有坍孔的危险，过晚则拔出较为困难。

拔管采用人工抽拔或 3-15T 卷扬机，事先维修保养，拔管时先用 $\phi 10 \sim \phi 12$ 钢丝绳将梁体外露胶管捆住，接上卷扬机钢丝绳，然后开动卷扬机往回拉，达到一定拉力后稍稳定一下力量，稍后再加一些力量，促使胶管从外向里逐渐剥离砼而顺利拔出，否则胶管受力过大，胶管容易被拔断。

拔管顺序应从梁体砼先浇一端开始，自上而下进行，每次拔管的根数不得多于 2 根。

c. 预应力筋下料、绑扎

高强钢丝按设计图要求下料，下料长度=工作长度+150mm（工作长度为两端锚具之间的预应力筋长度），下料采用砂轮锯切割，在切口处两端 20mm 范围内用细铁丝绑扎牢固，以防止头部松散，禁止用电、气焊切割，以防热损伤。高强钢丝应梳整分根、编束，每隔 1.5m 左右绑扎铁丝，使编扎成束顺直不扭转。编束后的钢绞线应顺直接编号分类存放。

d. 穿束

穿束前用压力水冲洗孔道内杂物，观测孔道有无串孔现象，再用风吹干孔道内水分。预应力束的搬运，应无损坏、无污物、无锈蚀，且应多支点支承，支点距离不得大于 3m，端部悬出长度不得大于 1.5m。由于钢束重量小，穿束用人工进行，如若困难采用穿束用卷扬机牵引，后端用人工协助。

e. 预应力张拉

梁体砼强度达到 95%，方可张拉预应力束。

预应力束采用两端双束对称张拉，张拉程序为 0→初应力→100% σ_k （持荷 2min 锚固）。

预应力以控制应力为主，伸长量作为校核。要求计算伸长量与实测伸长量之间的误差为 $\pm 6\%$ 。超过时应分析原因并采取措施加以调整后方可继续张拉。

全梁断丝、滑移总数不得超过钢丝总数的 1%，且每束钢绞线断丝或滑丝不得超过 1 丝，否则须采取补救措施。张拉时，要作好记录，发现问题及时补救。

f. 孔道压浆

预应力束全部张拉完毕后，应有检查人员检查张拉记录，经过批准后方可切割锚具外的高强钢丝并进行压浆准备工作。切割时防止锚塞退火引起滑丝。张拉工作完毕后，应尽快进行压浆工作，一般不得超过 14d。

压浆水泥选用与梁体同标号普通硅酸盐水泥，出厂日期不得超过一个月，并掺减水剂，水灰比不大于 0.4，拌和后 3 小时泌水率不超过 2%。水泥浆掺用的外加剂，其掺量应由试验确定，不得掺入铝粉等锈蚀预应力钢材的膨胀剂。

水泥浆的拌制采用连续方法进行，每次自调制至压入孔道的时间不得超过 30-45min。压浆设备采用活塞式压浆泵，压浆能力以 0.7Mpa 恒压作业。

g. 封端及修整

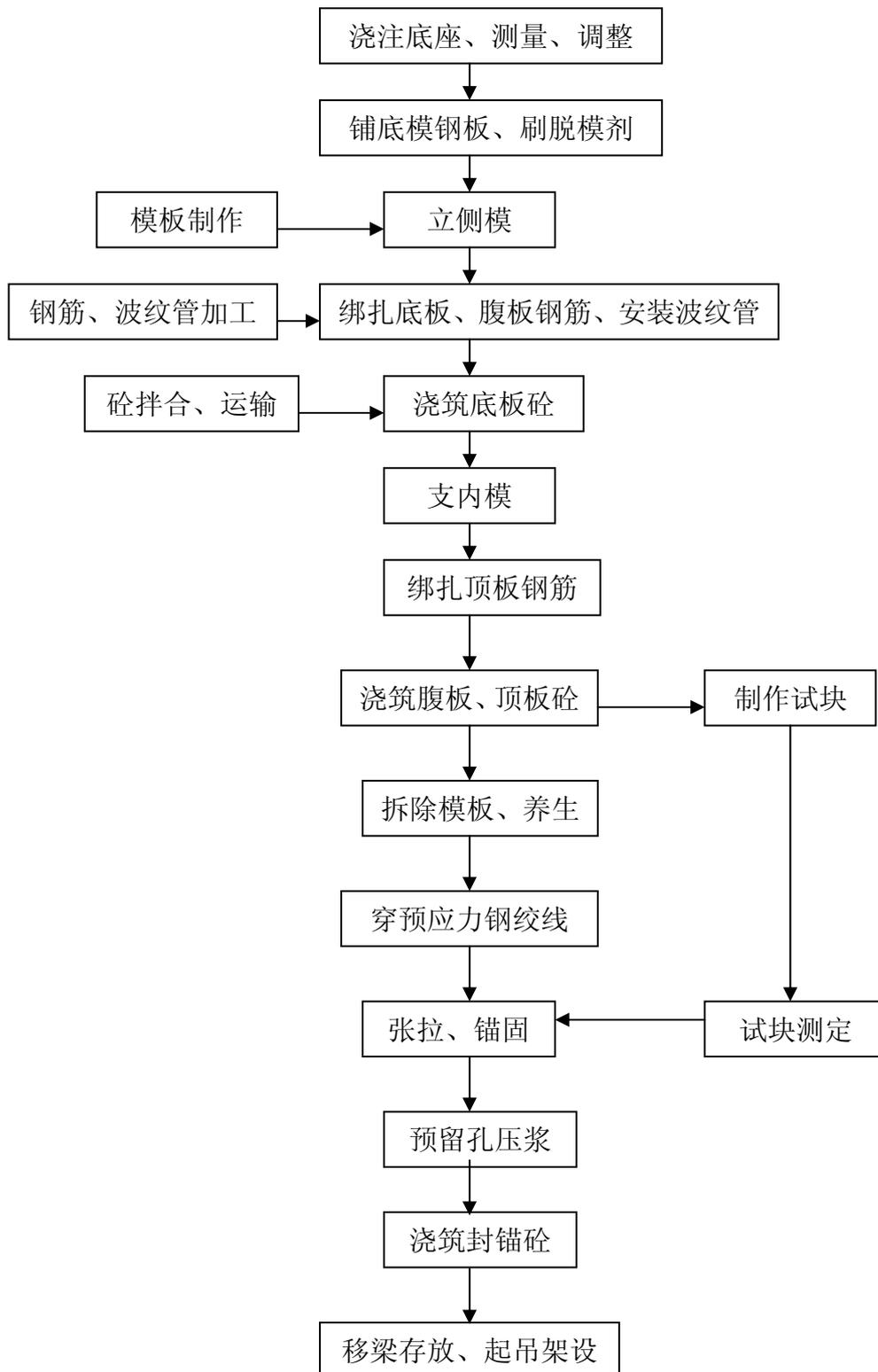
孔道压浆后将梁端水泥浆冲洗干净，清除垫板、锚具及梁端砼的污垢，并将梁端凿毛处理，对有伸缩缝的一端按设计要求立模施工，封端砼标号与梁体相同。

⑥移梁

箱梁压浆达到规定强度和龄期后，在制梁台座区用两台龙门吊将梁体吊出台座，移至存梁台或移至运梁台车上运至架设梁孔处进行箱梁架设。

移存梁时两点支撑，支点距梁端头 $\geq 1m$ 。

后张法预制施工工艺框图



5.3.4 桥梁架设施工工艺

1、吊车安装工程施工

预制好的梁强度达到设计规定和规范要求时，用一台 40T 吊车安装就位。

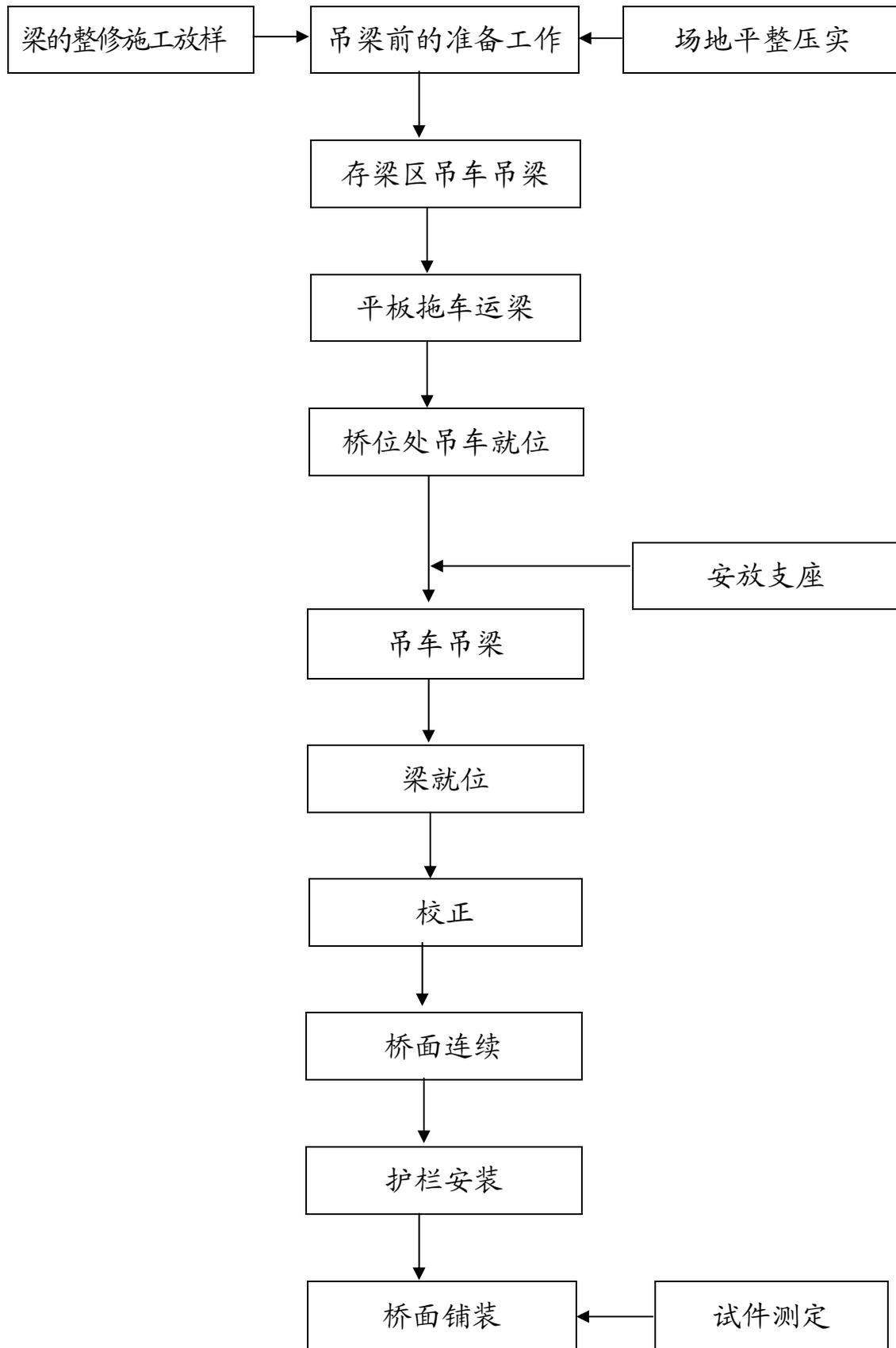
为避免大梁在拖运过程中梁体受扭和碰撞，使用的运梁设备长度保证满足支承间的距离要求，支点处设置活动转盘，并采取措施将梁体牢固地固定在设备上，以免其前后移动，碰坏梁体。不准上下倒置装卸，在运输前，修好运梁设备经过的道路，确保运梁设备在平整的道路上行驶。并在吊装前向监理工程师提交一份起重操作的详细图纸和计算结果，经批准后方可进行吊装。

支座采用符合设计及规范要求的产品，并经监理工程师批准。安装前将墩台帽支座垫层表面及梁底面清理干净，并使放置支座部位表面平整清洁。然后，将支座准确地安装就位，并采取有效措施保持支座的正确位置。梁的安装图纸规定的温度范围内安装，经监理工程师确认一般在 5~10℃ 范围内安装，在未浇筑桥面砼前，不允许汽车或筑路机械直接在梁上行驶。

梁吊装就位后，铰缝内钢筋施工中先形成骨架后整体放入铰缝内，并与预制板箍筋绑扎在一起，浇筑铰缝桥面铺装砼前，用钢刷清除结合面上的浮皮，先在铰缝底部填塞 12.5# 砂浆，待砂浆强度达 50% 后，再在铰缝内浇筑砂砼，并振捣密实，然后浇筑桥面铺装砼。

为保证铰缝及桥面连续施工质量，施工时，在预制空心板靠近板端的两侧预埋 $\Phi 25$ 钢筋（注意要保证有足够的保护层和锚固长度），浇筑铰缝，桥面连续时，用角钢将相邻板锁定，并塞紧端缝，先浇筑铰缝及桥面水泥砼，待砼强度达 70% 以上时，解除锁定，割除钢筋头，抹隔离层后再浇筑桥面连续砼。

桥梁安装施工工艺框图（吊车）



2、架桥机安装工程施工



箱梁拟采 DF50/150 轻型架桥机安装，确保吊装安全和吊装质量。

(1) 总体方案

将梁体吊装至轨道平车，牵引轨道平车将梁运到就位存蓄架桥机下，然后用安装在架桥机上的吊装设备起吊梁体，至拟吊装的桥位处下落就位。吊装过程中采取一定的措施，确保不使导梁在运行过程中和梁体安装时因颠覆、弯曲、脱落而造成安全和质量事故。

(2) 支座安装

支座采用符合设计及规范要求的产品，并经监理工程师批准。安装前将墩台支座垫层表面及梁底面清理干净，并使放置支座部位表面平整清洁。然后，将支座准确地安装就位，并采取有效措施保持支座的正确位置。

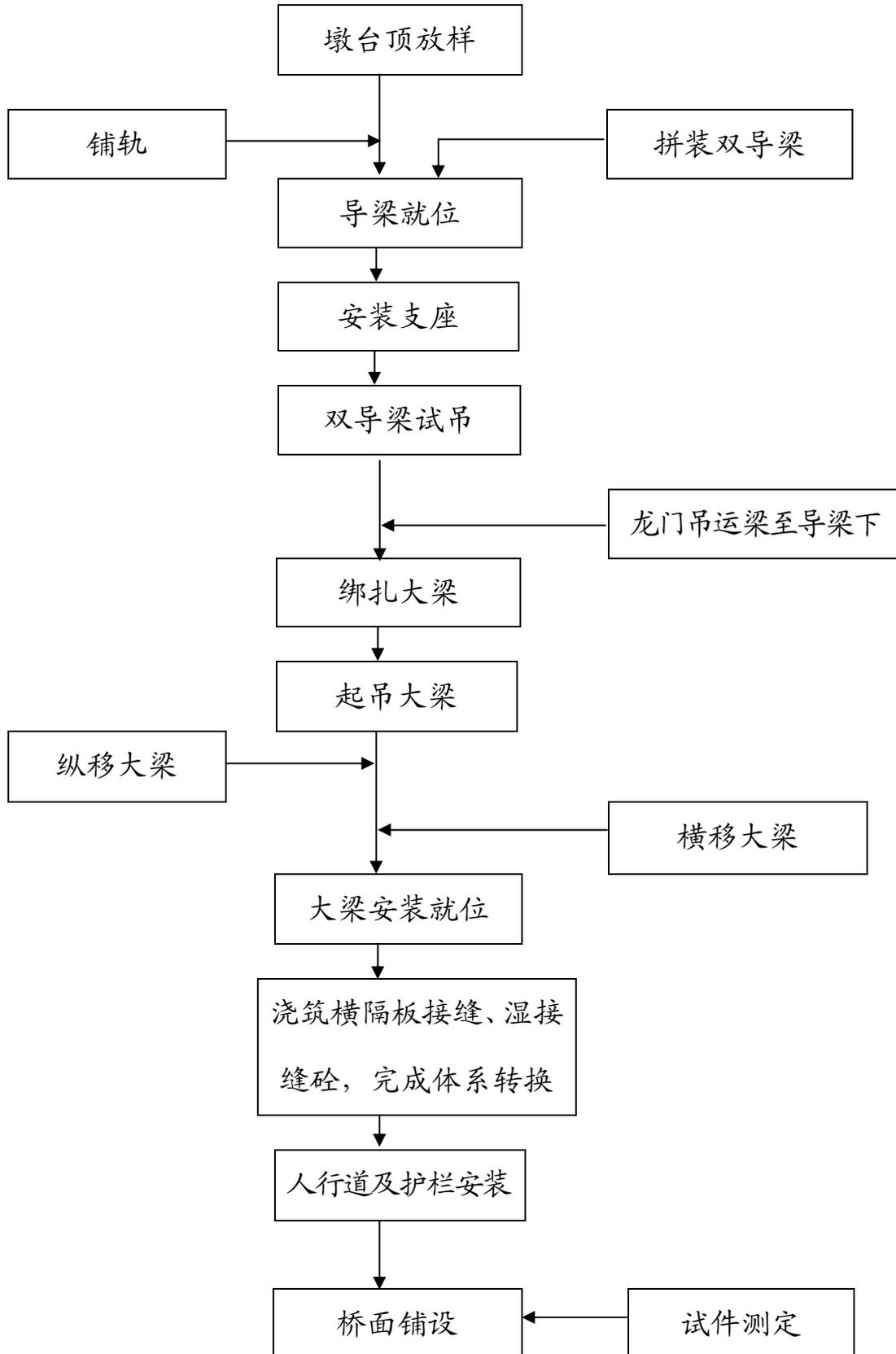
(3) 架桥机安装：

- a. 墩、台顶施工放样、定出支座准确位置。
- b. 平整场地，铺设轨道。
- c. 拼装架桥机就位。
- d. 进行试吊。

(4) 一孔安装完成后，立即进行桥面横向连接作业，待桥面横向连接完成之后方可去掉支撑，将架桥机移到下一孔处进行吊装工作。

桥梁安装施工工艺框图

(双导梁架设)





5.3.5 桥面系施工工艺

1、桥面铺装：绑扎桥面钢筋网，铺筑桥面混凝土。

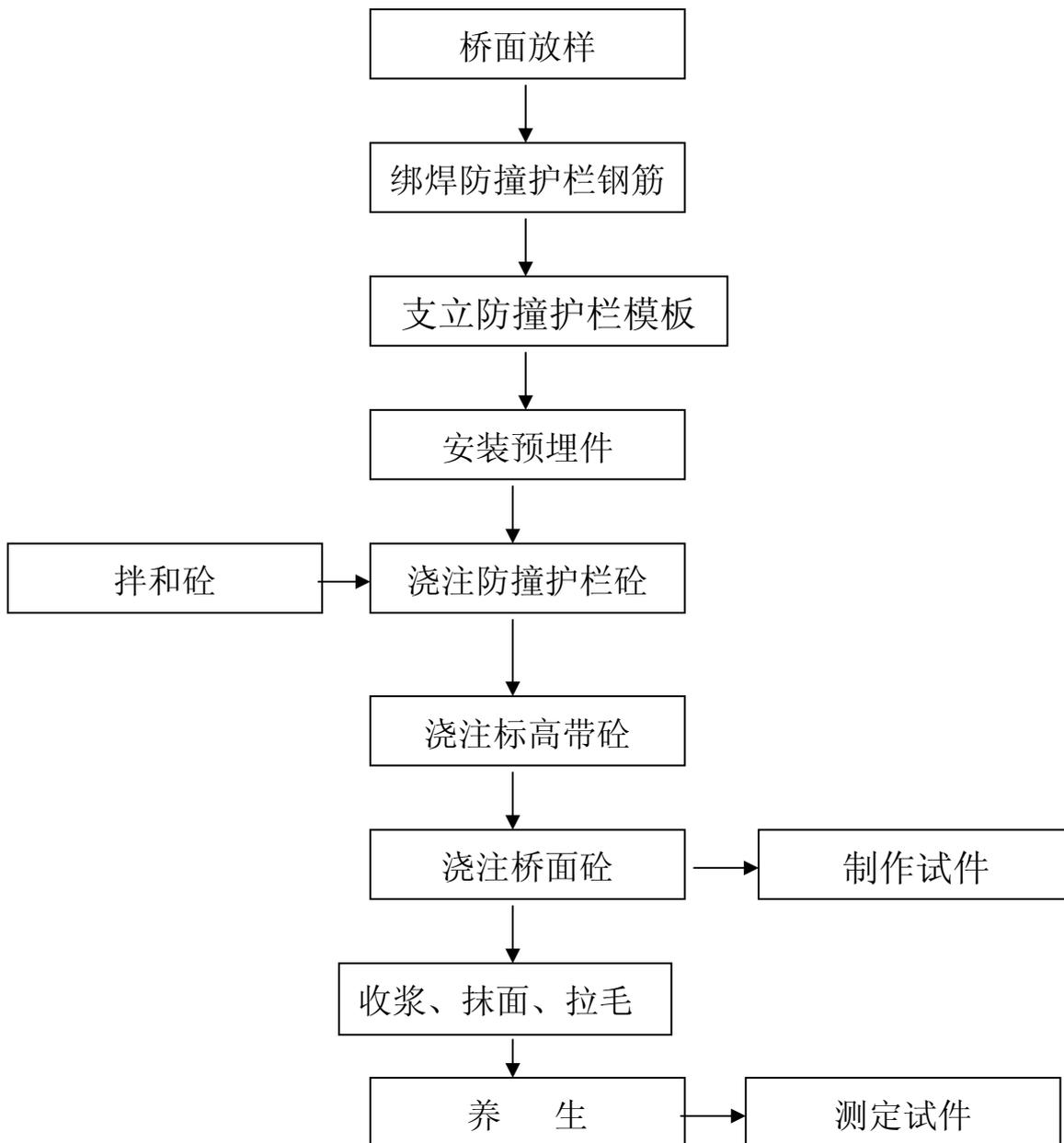
(1) 施工顺序

桥面左、中、右线位放样→绑焊防撞护栏钢筋→支立防撞护栏模板
→安装预埋件→浇防撞护栏砼→浇筑桥面铺装两侧砼标高控制带→全宽一次铺装砼→
收浆抹面拉毛→覆盖养生→钢扶手安装→检查验收。

(2) 工序要点：

- a、严格控制测量线位，直线 5m 一点，曲线 2m 一点放样左、中、右线位。
- c、防撞护栏模板支立稳，位置校正准确，预埋件位置标高准确。
- d、严格控制桥面铺装砼带标高，采用 ZXL—1 自行式振动梁全段面一次铺装。
- e、铺装层人工收浆拉毛后及时洒水薄腊覆盖养生，防止表面龟裂。

桥面系施工工艺流程图



2、砼防撞护栏施工工艺

(1) 采用模板现浇施工工艺

高等级公路砼防撞护栏是结构物建成后行车过程中唯一可见、影响造型美观的外露工程，工程质量的好坏和几何尺寸的准确与否直接影响工程的整体形象，所以质量要求标准非常高。如何保证防撞护栏的几何尺寸及美观顺直是施工单位追求的目标，由于防撞护栏本身外形特点决定了施工技术不易掌握，如砼护栏表面易产生气泡、外表线条不顺直等缺陷。

砼防撞护栏施工工艺：

1) 模板的选材与制作

①模板是保证防撞护栏各部尺寸和外观质量的基础。以往防撞护栏模板一般采用木模，外包镀锌铁皮。木模板具有投资少、易加工等优点，但也存在着木材收缩变形大，表现在铁皮易变形、表面平整度差、边缘变形大等缺点。由于木材为弹性材料，做出的模板整体刚度差，所以浇筑砼以后护栏顺直度、平整度不易保证。近几年护栏施工中用钢模板代替了木模板，钢模板具有刚度大、平整度好、不易变形等优点，在使用过程中不易产生变形，保证了砼表面平整光洁、线条顺直。其次钢模板周转次数多，长期效益好，但一次性投资较大。

②钢模板在加工制作时，要考虑工程本身的特点和周转使用情况来决定取材。常规做法是模板正面用3mm厚普通新钢板，禁止用生锈(尤其是有锈斑坑)的钢板，根据护栏尺寸和形状决定用整板加工还是碎板拼接，无论用何种方法，都要保证钢模板的各部尺寸绝对准确，且边缘顺直，钢板表面有良好的光洁度。其加固带间距视情况而定，主要是保证模板在使用过程中和吊装过程中不能变形。

2) 放样、刷脱模剂与支模板

①试装

钢模板制作完成后，在正式使用前要进行试拼装，主要是看模板安装后的整体效果，模板接缝处是否平顺，有无缝隙和明显错茬，检查无误后方可正常使用。

②除锈、刷脱模剂

钢模板在正式安装使用前应将表面浮锈清除干净，并用好机油将模板表面涂抹均匀(涂油不宜过多，防止污染砼连接面)，以保证砼表面光洁和砼不沾模板。

③测量放样

首先用全站仪或经纬仪在桥梁边板上准确放样，用墨线将防撞栏内边缘线弹好。每隔一定间距(视模板长短)精测标高，以此为基础控制防撞护栏模板的位置。

④安装模板

在上述工作完成后，即可在构造物的准确部位正式安装模板，工区主管技术人员要向木工做详细技术交底，严把质量关。模板一般下部使用拉杆螺栓固定，上部用花杆螺栓配合支杆固定。还可用其他方法固定，无论使用何种方法，都要本着简单易行，既能固定模板又不致于漏浆跑模为原则。

⑤检查

模板安装完成后,木工班要进行自检,自检合格后方可报请有关部门检查,自检时质检人员主要是检查安装尺寸是否合适,各个固定点(拉杆、支杆等)是否牢固可靠,在砼浇筑过程中,木工班还要随时检查,发现变形及时调整,并将砼重新振捣。

3) 砼的拌和与浇筑

①配合比

为了保证护栏砼表面光洁美观,经过多次尝试,例如采用下列配合比,水:水泥:砂:小石子(直径为0.5~1cm):大石子(直径为1~2cm)=0.5:1:1.74:1.52:1.85,水泥525#普通硅酸盐水泥,水泥用量370kg,砂率34%,砼坍落度控制在5cm。砼用的原材料要求砂子、小石子一定要过筛,其用量要严格地按配合比配料。

②砼拌和

拌和机操作人员要严格控制用水量,拌和时间不小于3min,保证砼拌和均匀及坍落度符合要求,并使拌和出的砼有较好的和易性。

③砼浇筑

砼浇筑时采用三层浇筑法。第一层浇筑到护栏底部斜边下角变点,第二层浇筑到斜边上角变点,第三层浇筑到顶,由振捣工控制三层砼的入模时间及用量。砼布料要均匀,严格控制振捣时间,每层砼振捣时间不小于1min,不大于1.5min。

④收浆

护栏砼浇筑完成后,顶面采用三次收浆。第一次用木抹子抹平,第二次用铁抹子抹平初压光,第三次待砼初凝时使用轧子用力轧光。

⑤拆模板

拆模时间根据气温和砼强度而定,不承重构件10~20h即可拆模。拆模后应阴干半天(主要是保证颜色一致),用掺白水泥的水泥浆将气泡堵严并覆盖上不污染砼的草帘洒水养生。通过在施工中采取以上施工工艺,可以有效提高砼防撞护栏外观质量,保证了高等级公路工程整体形象,为修筑精品公路锦上添花。

(2) 混凝土护栏(新泽西护栏)的滑模施工

1) 混凝土护栏形式

①适用性与技术结构特点混凝土护栏是一种具有一定断面形状的墙式护栏,它是一种承力结构。其作用特点是:当汽车与护栏碰撞时,在瞬间移动载荷作用下,护栏基本上不移动、不变形(刚性状态),碰撞过程中的能量主要是依靠汽车与护栏面接触并沿着护栏面爬高和转向来吸收,同时,碰撞汽车也恢复到正常行驶方向。这种护栏防止车辆越出路(桥)外的效果好,由于其几乎不变形,因而维修费用很低。但当车辆与护

栏碰撞角度较大时,对车辆和乘员伤害较大,因此,这种护栏使得乘客的安全感和视觉的舒适性较差,有较强的行驶压迫感。

目前国外大量使用且较好的护栏形式有三种(按断面形状和尺寸分):

- a. NJ 型(新泽西型);
- b. F 型(NJ 改进型);
- c. GM 型(通用汽车型)。

NJ 型截面对碰撞车辆的爬高和转向比较有利,因而对减少车辆的损坏和保护车上乘员的安全比较好,但对于高速重车的碰撞容易越过护栏冲向东道或路外;F 型是在 NJ 型基础上改进的形式,比 NJ 型经济,防止车辆越出护栏的能力也强些,但对减少车辆损坏的能力稍差,比较适用于交通量大、重车比例高的道路;GM 型护栏从经济和安全角度都比 NJ 型稍差,但防撞能力相近。在国内大量使用 NJ 型混凝土护栏。

②施工方法

混凝土护栏制作可分为预制和就地浇注两种方式。预制应控制好以下几道工序:混凝土拌和,模板装合,混凝土振捣,护栏块养生,运输、吊装、校准等。就地浇注法应注意:做好测量放样,测准护栏设计中心位置,水平标高、弧线等;模板装合、校准,混凝土拌和物运输、浇筑、振捣、养生等。混凝土护栏根据设计要求可不配或少配钢筋,预制件一般因吊装所需,要配少量钢筋;就地浇注者,一般不配,但如需提高强度可配少量钢筋。护栏基础是保证护栏寿命,充分发挥其作用的重要组成部分。

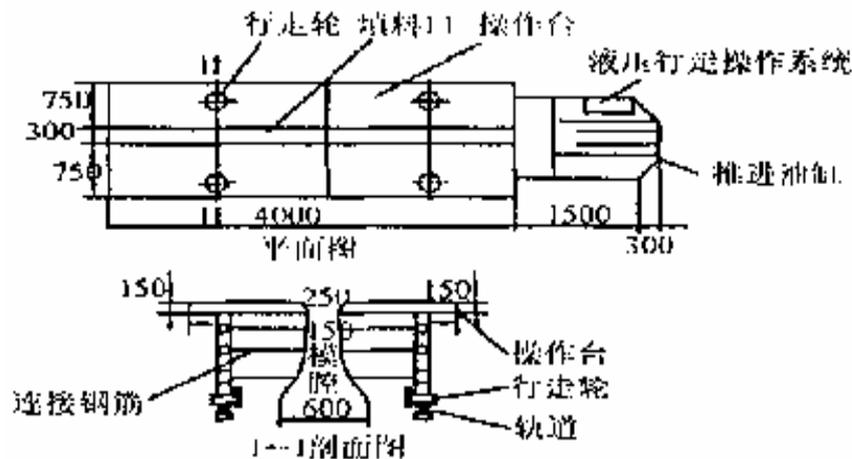
其与护栏连接采用两种方式:

- a. 护栏嵌锁在基础中;
- b. 通过传力钢筋与基础相连。

2) 滑模施工技术

①滑模机

新泽西护栏滑模施工,是采用适当的混凝土配合比,使混凝土坍落度较小,容易成型,能采用钢模具行走连续浇注护栏的施工方法,它改变了传统的固定模板施工工艺,在保证质量前提下,使投入减少,施工程序简化,进度加快,效益明显。滑模机大样尺寸如下图所示。



② 滑模施工的混凝土配合比(以 25#混凝土 1m³为例)

- a. 普硅 425#水泥 270kg;
- b. 粉煤灰 100kg;
- c. 砂 535kg;
- d. 碎石: 中石 930kg, 小石 410kg;
- e. 水 145kg;
- f. 掺加剂 RC-1, 0.32kg。

此配合比具有坍落度小, 易成型, 具有一定和易性, 同时可节约水泥用量, 适合滑模机使用。

③滑模机制作: 滑模机制作的主要部件是钢模压制成型和液压推进系统的制作安装, 车架焊接, 其质量约 3t。滑模机主要配套机具有: 350L 混凝土滚筒拌和机 1 台, 1m³柴油翻斗车 2~3 台, 15kW 发电机 1 台, 插入式振动棒 3 台。

④滑模施工工艺如下:

- a. 沿护栏基座纵向轴线两侧对称固定好钢轨, 使轨距与滑模机行走轮距相等。将滑模机安装在钢轨上, 使行走轮可在钢轨上自由滚动。
- b. 向模腔填料并用插入式振动棒振捣, 注意振捣深度应足够, 振捣时间应以混凝土密实且表面出现砂浆为止。
- c. 振捣完成后即可启动液压推进器, 使液压缸顶端牢靠地顶在护栏基础预埋螺钉上, 加大推力使滑模机借反作用力前进, 滑制出墙体。
- d. 对滑制出的墙体进行人工抹光和养护或修补。

3、桥梁伸缩缝的施工

随着公路等级不断提高, 交通量不断增大, 行车速度加快, 对行驶的各项指标要求越来越高。平整度是路表功能中最重要、最直观的一项技术指标, 它关系到行车的

安全、舒适以及路面受到冲击力的大小和使用寿命。对于高速公路来讲，平整度这一指标就显得更为重要。因此，在确保工程内在质量的前提下，提高路面平整度是我们工程技术人员和工程施工人员应该研究的一个课题。平整度除正常路段要控制好之外，桥梁伸缩缝跳车是多年来高速公路施工中影响总体路面平整度的重要部位。目前影响平整度的桥梁伸缩缝按施工顺序可分两种，一种为预先施工伸缩缝再做沥青混凝土铺装层，此种方法的优点是伸缩缝施工不污染黑色路面，安装方便，工期相对短。缺点是给桥面沥青混凝土铺装带来了麻烦，很难控制平整度，跳车现象较多。第二种为先铺装沥青混凝土桥面铺装后做伸缩缝，此种方法的优点是便于保证形成后的路面平整度。缺点是施工烦琐，工期相对长。但目前为了保证高速公路整体行车舒适，具体施工方法如下：

(1) 施工前控制

1) 施工现场准备

①确保沥青混凝土桥面铺装前伸缩缝位置的平整度。首先将伸缩缝的预留位置清理干净，在基底位置铺一层彩条布，再在上面用低标号砂浆抹平保证与两侧桥面同高，同时标注好伸缩缝两侧边缘的位置，以便于桥面铺装完成后确定伸缩缝的切开位置。

②待桥面沥青混凝土铺装层完成后，在切缝前要对伸缩缝位置进行测量定位，用3m直尺沿伸缩缝方向每隔30~50cm测量一个断面检查该处路面是否平顺，检查后按图纸要求的位置或稍宽的位置划线，准备切缝。

2) 材料准备

①伸缩缝的准备：伸缩缝可以采购经业主、监理工程师批准的厂家按图纸进行定制，应预先定货，按期进场，并进行现场检验合格后备用。

②水泥混凝土原材料准备：按监理工程师批复的配合比所用原材料厂家及规格数量分别组织备料并经检验合格后备用。

③机械准备：按合同规定的机械组织进场，并保证设备的完好率。如：切缝机、电焊机、机械千斤顶、发电机组、振捣棒等。

(2) 施工过程控制

1) 切缝应按预先检验好的位置和图纸要求进行，要保证切缝顺直、切缝深度，应将沥青混凝土铺装层切透，并及时用清水将切缝的灰浆冲洗干净，防止污染黑色路面。

2) 起缝切缝完成后，要起除多余的废料，起缝时要注意不能扰动相邻的沥青混凝土路面，切缝深度不足应进行二次切割，并及时将废渣运出，同时将伸缩缝位置及梁头缝间清洗干净，经检验合格后进行下道工序。

3) 调整预埋钢筋及梁间处理(堵缝)。由于预埋钢筋很难保证与设计及伸缩缝预埋钢筋相吻合,所以必须对钢筋进行有效调整和重置,保证每一根预埋筋都能与伸缩缝钢筋焊接,堵缝可采用不同厚度的苯板进行处理,保证伸缩缝底部不漏浆,并清理槽内杂物。

4) 预置伸缩缝调整定位、钢筋安装伸缩缝安置前应对伸缩缝再次进行检验,确定无误后开始预置,伸缩缝吊安过程中要防止伸缩缝本身扭曲变形,下缝后要根据安装时的气温及设计要求调整缝的大小,同时要根据气温情况调整缝顶面高程。具体还应考虑梁板长短和设计要求,顶面高程一般应低于相临两侧黑色路面 2mm,可用 3m 直尺每隔 30~50cm 进行检验定位,检验合格后对全缝按设计、规范规定进行焊接,钢筋按图纸要求安装,同时消除焊缝焊渣,焊接完成后再次检验缝顶高程和缝的顺直情况,如有变化用人工进行调整,用苯板堵严伸缩缝梁间缝隙,以确保两侧浇注混凝土时不连接,保证伸缩缝正常工作。人工清理杂物,以备混凝土浇注。

5) 水泥混凝土浇筑

首先应将两侧黑色路面用胶带及塑料薄模各粘贴 50-80cm,保证浇筑混凝土过程中不污染路面。各项准备工作完成后,按预先批准的配合比拌制合格的水泥混凝土浇筑,下料时要在伸缩缝两侧对称进行,并对称插入振捣器对混凝土进行捣实,捣实后用 3m 直尺对混凝土进行刮平,再用木抹子抹平整,(混凝土浇注应一次浇注完成)待混凝土定浆后,用压抹压光,特别应注意梁上混凝土浆要刮净抹平。养生宜采用保湿的干净的土工布覆盖养生,定时浇水确保混凝土强度满足设计要求。水泥混凝土施工一般应在接近 20℃时浇筑。另外,如果路幅过宽,可能会出现伸缩缝需接长的问题,接伸缩缝时应注意接缝的质量,要保证两个伸缩缝连接平顺,接头要用角磨机打光磨平,如个别出现侧弯必须进行调整,方法可采用机械千斤顶进行顶压、调直。在伸缩缝安装时,应注意顶层钢筋网保护层必须满足设计要求,否则易在伸缩缝表面钢筋位置出现裂缝给将来通车伸缩缝损坏留下后患。

附录 6 大桥施工

详见另册即:《独立特大桥实施性施工组织设计范本》

附录 7 防护工程施工工艺

7.1 加筋土挡墙的施工工艺

1、工艺原理

加筋土挡墙是由填料、拉筋、面板三者组成的复合结构，基本原理是利用填土和拉筋之间的摩擦力平衡墙面板所受的侧向土压力(即达到加筋土挡墙的内部稳定)，使土与拉筋结合成为一个整体，藉以提高墙体的抗拉、抗剪强度，并以这一复合结构抵抗拉筋尾部填料所产生的土压力(即加筋土挡墙的外部稳定)。从而保证了整个结构的稳定，使结构轻型化和简单化。

2、施工工艺

(1)测量要求用全站仪及经纬仪、钢尺准确定位。

(2)基础施工应保证基础的长期稳定。在基础施工完毕后，填料底层需平整，不得有坑，洼，以防积水，同时要做好防水处理。具体做法是，以比例为3：7的石灰土填筑底层，要求密实，并留2%的排水坡。

(3)面板安装。基础施工结束后，要准确按测量桩位找平、凿修，以利底层面板的拼装。安装时用低强度砂浆砌筑调平，按要求的坡度挂线安装，应防止角隅碰坏和插销孔破裂及插销变形。施工中由于夯打填料等原因，会使墙面板外移影响设计坡度，为此，一般可内倾1%，作为填料压实时面板外倾的预留度。水平误差可用软(木)条或低强度砂浆予以调整。应注意逐层调整，不要等到误差累积后再行总调整。

(4) 填料压实

1)碾压前应进行压实试验。根据试验结果和碾压机械及填料性质，确定填料分层摊铺厚度、碾压遍数，以指导施工。

2)填土施工顺序应从纵向回填，严禁横向堆填。填料应严格分层摊铺、分层碾压。以保证填料在最佳含水量时压实成型。碾压顺序宜先从拉筋中部开始，沿平行于墙面板方向进行，再转向尾部，逐步向墙面板方向进行碾压。距面板1.0m范围内的碾压，宜用人工夯实，以防面板错位。机具不得在未覆盖填料的筋带上行驶，并不得扰动下层筋带。

3)检测压实密度，并填写填料压实度检查表。填料压实标准应符合《公路路基工程质量评定验收标准》中的有关规定。

4)挡墙顶部0.5m厚度范围内，应采用3：7的石灰土填封。

(5) 拉筋铺设

1)当一层墙面板拼装完成且填土填至拉筋位置后，首先平整填土表面。

2)为保证拉筋与填料良好接触，应在拉筋下表面与填土表面之间垫少量中细砂，使两者密贴。

3) 拉筋与墙面板的连接应保持平直,刚性拉筋与面板拉环之间以及每节拉筋之间,均采用扣环连接再加点焊。拉筋各节之间拉环的连接必须确实拉紧,这是保证面板稳定的设计位置和确保面板安装质量的重要一环。

4) 钢筋混凝土拉筋为预制构件,在拉筋节端部有钢筋伸出,以便与其它拉筋节和面板连接。这些构件长期埋于地下,如果金属表面产生锈蚀,日久天长就会影响到结构物的稳定性。因此,要求拉筋具有较好的耐腐蚀性能,具有较长的使用寿命。一般防锈处理采用裹缠三油二布的方法。

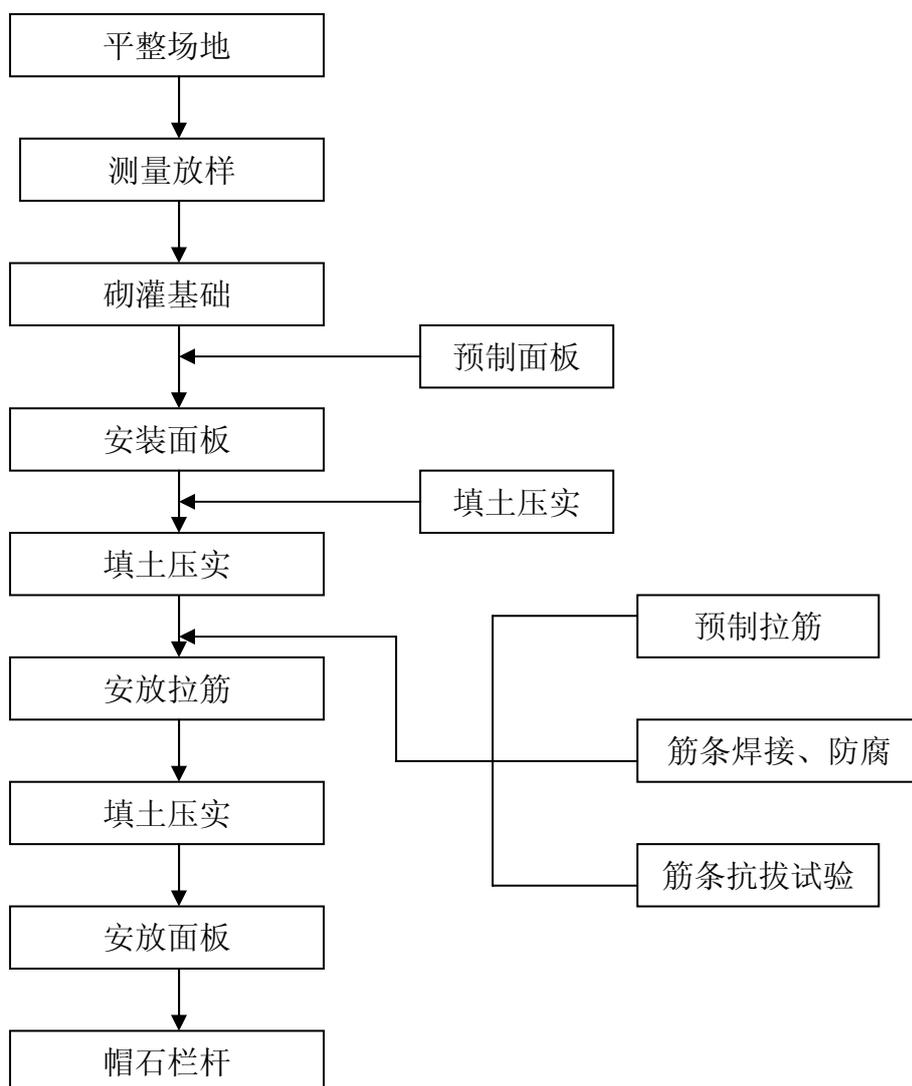
5) 拉筋应进行拉力试验,对于钢筋混凝土拉筋,应测定混凝土与钢筋之间的握裹力。

6) 对钢筋混凝土拉筋,不得随意踩踏,在其顶面以上填料每次摊铺厚度不小于0.2m。

(6) 构件预制

加筋土挡墙工程的构件,毛括面板、拉筋、帽石等,为保证各部几何尺寸,宜采用钢模预制。对于钢筋混凝土拉筋,为增加其与土体的摩擦力,拉筋表面应粗糙。预制构件应表面平整,外光内实,外形轮廓清晰,企口分明,线条顺直,不得有露筋翘曲、掉角、啃边等缺陷。面板、拉筋在运输过程中,应轻搬轻放,以防断裂及碰坏角隅。

加筋土挡墙施工工艺框图



7.2 客土喷播防护施工工艺

我国公路建设中因山地开挖形成的路堑石质边坡，工程界一直采用硬性防护的传统措施，使得沿线生态植被无法恢复。因此，在高速公路建设中对路堑石质边坡客土喷播防护是解决生态的一种有效方法，目前，在我国高速公路建设中客土喷播生物防护新技术得到进一步推广应用。

1、石质边坡客土喷播生物防护技术

(1) 适用范围

客土喷播适用于山地开挖后形成的除了极其坚硬(硬度指数大于 30 mm)和坡度陡于 1: 0.5 的石质边坡以外的各种路堑石质边坡及碎石边坡。一般由泥质页岩和砾岩等构成的路堑石质边坡均设计为客土喷播方式进行边坡生物防护，是路堑石质边坡最主要的防护形式。

(2) 工艺原理

1) 通过加入种植土、专业客土基质(含腐质酸 N、P、K 等)、长效肥(含 N、P、K 及 Mn、Fe、Cu 等)、保水剂等,给植物提供其生长所需的有效基质。

2) 打锚、挂网,在基质中加入纤维、稳定剂、结合剂,对边坡防护和支撑客土基质发挥双重功能。

3) 用空压机等设备对客土基质进行高压喷播(0.4 MPa),保证了基质在边坡的稳定性,且机械化作业速度快,效率高。

4) 植物的生长,绿化和美化了环境,同时,植物根系的生长,尤其是灌木根系的生长,给坡面的长期稳定起到了重要的作用。

5) 在喷播基质中加入了岩石风化剂,由于植物生长对坡面岩石的影响,岩石的风化速度将会更快,保证了客土喷播的中长期效果。

2、施工工艺

在高速公路石质边坡客土喷播生态防护一般采用两套方案,两套方案施工工艺大同小异,分别为:

方案一:清坡→排水处理→挂网→锚固→喷播基质(不含种子)→覆盖植生带→养护;

方案二:清坡→排水处理→挂网→锚固→喷播基质(含种子)→覆盖无纺布→养护。

可以看出,方案一和方案二的区别在于第 5、6 步。下面以方案一为例对客土喷播的工艺作简要介绍。

(1) 清坡:清除坡面杂草、浮石,尽可能使坡面大面平整。对光滑岩石面要进行粗糙处理以增强喷播材料的附着性。

(2) 排水处理:在坡顶、坡侧挖排水沟;对坡面径流涌水进行处理,通过设置排水管将涌水引至坡底,设置好坡面平台排水设施,使平台水从坡面两头排出并引至坡底。

(3) 打锚、挂网:主锚长 0.5~1m(在坡顶应适当加长), $\Phi 16$,次锚长 0.4m, $\Phi 12$,主锚间距、次锚间距均为 2m,其下凹处均适当加密。机编镀锌网,网材为菱形镀锌低碳钢丝网,网丝直径不小于 2mm,网丝间距不大于 6mm。

(4) 客土喷播

1) 喷播基质的选择:客土喷播采用专业客土基质种植土、长效肥、纤维材料、结合剂等。其中专业客土基质含以下成份:腐殖酸、有机质、土壤改良剂、保水剂、土壤稳定剂、微生物菌剂、根瘤菌剂、pH 缓冲剂等。基质的配比是客土喷播最基础、最关键的一步,也是所有工序中的重点和难点。

2) 喷播施工时应使喷附厚度均匀, 保证坡面基本平顺, 在施工过程中对喷附厚度进行检测控制, 喷附厚度 8~12cm。在方案二中, 种子是被拌和在基质中的, 喷播后应及时覆盖无纺布, 以免雨水冲刷, 造成喷播材料流失。

3) 喷播时应自上而下进行喷附, 并尽可能保证喷口与坡面垂直, 喷口与坡面垂直距离在 0.8~1m, 一次喷附宽度为 5~6m。

(5) 植物种类选择与种子试验: 植物种类选择的基本原则是, 选择适合当地气候、地质条件、具有较强抗旱及抗寒性能的草、灌、乔相结合的立体配置的混合植物种类, 而且尽量采用与当地自然植被相类似的植物种类, 一是使客土喷播后的植被能扎根于石质边坡; 二是两年后也能使覆盖的植被完成从草坪到树林的演变, 以便能最大限度地恢复自然生态植被。

对喷播采用的植物种子必须以批次为单位做发芽率试验, 重新测定千粒重, 作为确定各种植物种子用量的依据。以保证喷播效果。对具有腊质的草种和灌木种子进行温水浸泡等催芽处理以确保出苗率。

(6) 植生带铺植: 在坡面上自上而下把植生带开卷

平铺在坡面坪床上, 边缘交接处要重叠 3~4cm, 用竹签、铁钉等固定。由于植生带种子是预先定植在无纺布基带里的, 且植生带外层有绿色塑料防护网, 所以固定在坡面后, 一般无须再覆盖无纺布等防冲刷的材料。

植生带铺植完毕后即可喷水, 喷水要细, 避免水柱直冲。

(7) 施工管护

1) 喷播材料应充分拌匀, 以确保喷播质量。

2) 禁止暴雨中或暴雨前施工, 造成种子和喷播材料流失。如发现雨水冲刷造成喷播材料流失应及时补喷。

3) 定期检验植被覆盖率和测定形成株数, 注意草本植物过量生长将抑制木本植物的发育。

4) 养护管理是建植优良植被的关键, 除洒水养护外, 针对实际条件和设计要求进行不同季节追肥、除杂、防病。

(8) 安全保证

1) 施工人员在挂网、喷播作业时, 必须戴安全帽, 穿作业保护鞋, 边坡上作业必须系安全带。

2) 施工前对边坡要进行详细调查, 发现不稳定的坡体及时报告监理工程师, 同时作好人员疏散, 设立警告标志。



(9) 验收标准:喷播施工完成1年后,边坡绿色植被覆盖率与可绿化面积之比达到98%以上;灌木组合中灌木达到4株/m²;草花成活率必须达到2株/m²。未成活的予以补植并成活。

3、注意事项

1) 高速公路的石质边坡由于采用了客土喷播等生态防护措施,边坡稳定,植被恢复良好。与传统的边坡防护措施相比较,既能实现石质边坡绿化,美化高速公路环境,又能降低建设成本,值得大力推广。但同样的方法在不同的环境下不一定适用,特别是各项生态防护措施里的基质配比,植物种子品种与用量的选择等关键因素应当结合当地实际,通过试验灵活决定。

2) 客土喷播无论是在防护作用还是在植物生长效果上均优于其它生物防护措施(土工格室喷播法、微生物改良法和植生袋绿化法等),而且客土基质配方和厚度可依据当地的地质和气候条件进行调整,因此客土喷播可适用各种石质边坡的生物防护。

3) 植物种类选择废除了传统的单一植草方法,取而代之的是选择适合当地气候和地质条件的植物群落设计,力求达到最佳自然植被的效果。

4) 机械化作业程度高,石质边坡上覆盖的植被无需养护管理,能节约建设投资。

5) 对于北方特干旱地区石质边坡防护工程,由于蒸发量远大于降雨量,生物防护措施是否能简单适用尚值得商榷。特别是客土基质的配方中要特别加大保水材料的比重,因而应用中存在着种种问题需要解决。