

高速公路隧道工程项目的施工方案和施工方法

1.1 总体施工方案

1.1.1 本标段共有山底村及白家坪 1 号两座隧道，复合式衬砌设计，喷锚构筑法施工。山底村隧道采用单向掘进方式，白家坪隧道采用进出口相向掘进的方式，主体工程采用“两头掘进，分部开挖作业，仰拱超前，衬砌完善配套”的施工方案。总体实施掘进（钻爆、无轨运渣）、支护（管棚、拌、运、锚、喷）、衬砌（拌、运、灌、振捣）三条机械化作业线。通风采用大功率通风机、大口径软管压入式隧道供风技术。

1.1.2 I、II、III、IV类围岩采用 YT28 风动凿岩机打眼，非电毫秒雷管微震控制光面爆破。

1.1.3 超前支护采用 YSP45 锚杆钻机及 ZTGZ-60/120 注浆机施作超前导管，初期支护采用 YSP45 锚杆钻机打注浆锚杆，喷射混凝土采用潮喷法，由 PBT20 泵送、干湿两用机与 RPJ-Z 型喷射机械联合作业。人工配合机械架立钢支撑，出渣运输采用 ZL50C 装载机装渣，重庆铁马 15t 自卸汽车完成无轨运输施工。

1.1.4 二次衬砌混凝土采用项目部统供混凝土，混凝土搅拌运

运输车，混凝土输送泵、整体液压衬砌台车完成全断面衬砌，一次成型。

1.1.5 路面混凝土施工采用集中时间、机械化流水作业，一次施工，一次成优。

1.2 施工原则

根据以往隧道施工技术水平及施工能力，应遵循以下具体原则施工：

1.2.1 先防护后施工的原则

优先做好地面排水系统，减少洞口、洞顶明挖数量，施工时尽量避免破坏坡积层，尽早作好洞口防护，力争早进洞。洞身施工时，应将水的治理放在首要地位充分重视，作好探水、堵水及排水工作。

1.2.2 稳扎稳打的原则

不良地质地段施工应坚持求“稳”的原则，采取短台阶法或分部法施工，特别在 I、II 类围岩地段，应严格按照“短开挖、弱爆破、强支护、快封闭、适时衬砌、勤量测”的原则组织施工，确保隧道不塌方。

1.2.3 综合支护的原则

本隧道按复合式衬砌设计，施工中，对断层、破碎带、浅埋地段等多种不良地段，切实作好超前钻探、预测、预报，采取超前管棚、超前锚杆、注浆堵水、喷混凝土、格栅拱架、钢拱架、系统锚杆等综合支护手段。

1.2.4 不渗不漏原则

为了保证隧道完工后不渗不漏，开挖时要保证开挖面圆顺，对渗水地段预先进行有效处理；衬砌施工时采取先进无钉铺设复合防水板工艺，加强环接缝施工；对施工缝的处理要坚持按规范处理，并逐个检查、落实；衬砌后有空洞的则采取背后压注水泥浆，进行防水治水等。

1.2.5 大力推广“四新”的原则

施工中，将大力推广应用隧道施工新技术、新工艺、新材料、新设备，进一步提高隧道工程质量，体现出新世纪隧道工程施工质量新水平。确保开工必优，一次成优，全面创优。

1.3 施工指导思想

1.3.1 针对该隧道施工的主要特点，其施工的指导思想是：严

格按照设计要求，遵循新奥法施工原理，以超前预测、探测为手段，超前探明地质、涌水情况。施工中管超前，短开挖、弱爆破、强支护、勤检查、适时衬砌、稳妥前进，不留隐患，确保安全、确保质量，实现工期。贯彻“光面爆破是基础，喷锚支护保安全，围岩量测明情况，施工通风出效率，仰拱先行快封闭（造环境），衬砌质量树形象”的工作思路。

1.3.2 充分利用以往浅埋隧道施工中形成的一套隧道施工经验，以减振控制爆破指导开挖，以施工监测指导支护、衬砌为核心的施工技术，确保顺利施工。

1.3.3 施工时严格按“喷锚构筑法”组织施工，采用无轨运输，充分发挥机械配套的威力。隧道地质差的地段，采取仰拱及时封闭，隧道初期支护采用先拱后墙的顺序，二次衬砌采用拆装整体式液压衬砌台车，全断面衬砌，人工配合机械化作业。实施掘进（钻眼、装运）、支护（拌、运、锚、网喷）、衬砌（拌、运、灌、捣）等三条机械化作业线。及时进行围岩量测，并根据量测反馈的围岩变形信息，调整支护参数，确定二次模注混凝土时间。

1.4 洞口工程

1.4.1 施工方案

根据以往隧道施工方面的经验及该隧道出口位置的具体情况，进洞前先完成地表排水系统，采取分层开挖，分层支护，自上而下，边挖边护的洞口加固处理方法：洞口仰坡按照设计采用锚、网喷混凝土加固技术，进出口明洞挖方在满足机械开挖的条件下，使用挖掘机开挖，装载机配合自卸车装运弃渣至指定弃渣位置，人工辅助修坡。不能直接用机械开挖的次坚石采用定向弱爆破，人工辅助机械装运弃方。进洞采用先施作超前小导管，弱爆破，短进尺，快循环，早封闭的施工方案。

1.4.2 进口施工方法

隧道进洞口岩体为坡、残积物，稳定性差，易失稳，开挖施工易坍塌，施工时须严格按照设计要求并结合实际地形进行开挖。边仰坡按设计图所要求的防护形式进行防护。

1.4.3 出口施工方法

隧道出口岩体为全风化花岗岩岩体，风化强烈，卸荷裂隙发育，稳定性较差，开挖施工易坍塌，施工时须严格按照设计要求

并结合实际地形进行开挖。边仰坡按设计图所要求的防护形式进行防护。

1.4.4 洞门施工

在明洞施工完后进行，安排合理时间进行洞门施工。并做好景观设计，同时恢复植被，搞好绿化。

洞门根据设计采用削竹式、端墙式洞门，材料为 C20 混凝土。模板采用大块组合钢模板，一次整体灌注成型。

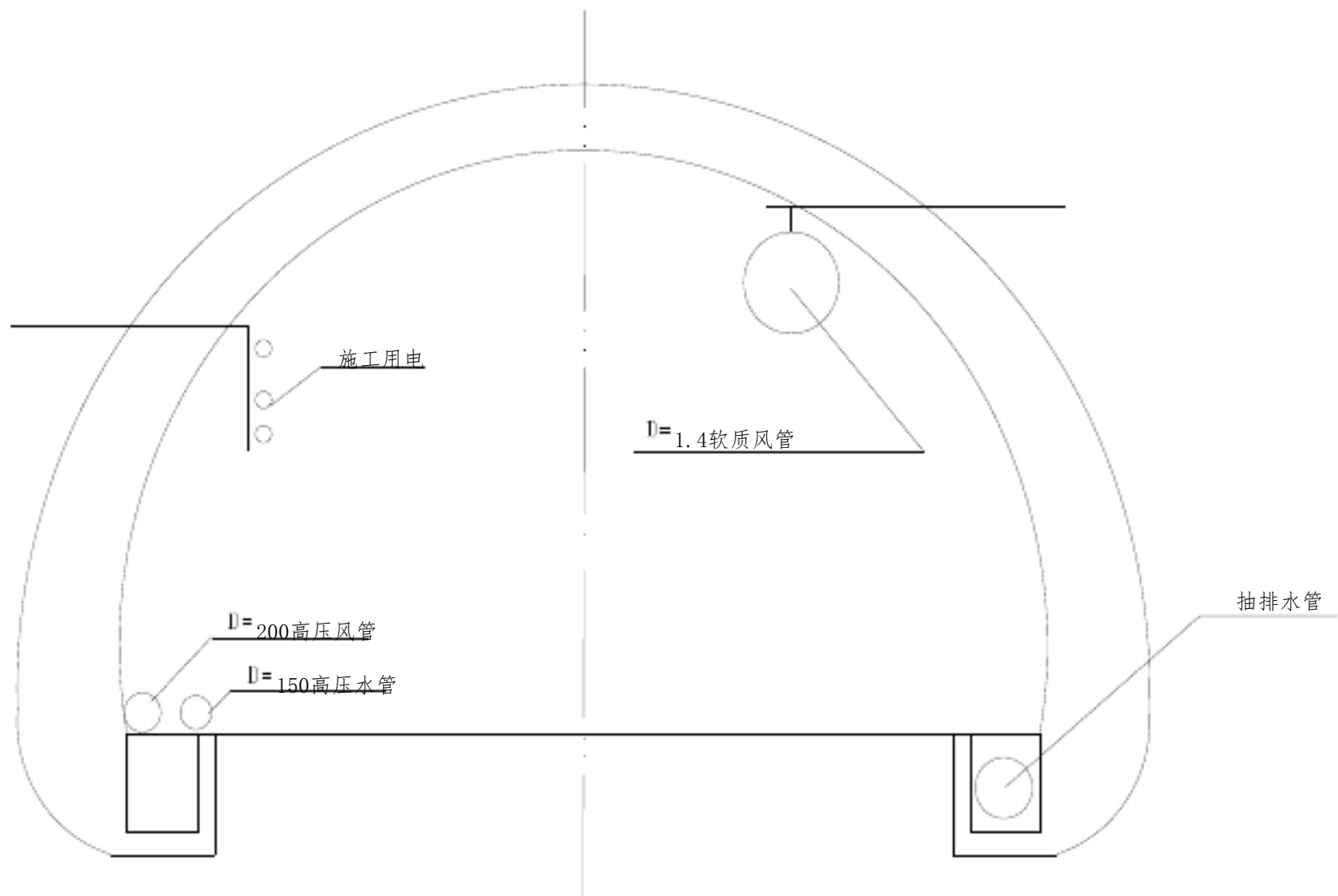
1.5 洞内布置

1.1.1 风、水、电管线布置

风、水、电管线布置见示意图。（下页）

1.1.2 洞内施工供风、通风与防尘

鉴于本标段隧道的实际情况，经现场考察及审阅图纸后决定，本合同段施工供风、通风以管道通风为主，加强机械废气净化，减少污染源。



风、水、电管线布置示意图

(1) 洞内施工供风

施工供风采取在洞口两侧安装 $20\text{m}^3/\text{min}$ 电动空压机,建高压风站,通过 $\Phi 200$ 钢管接至各施工部位,由高压橡胶风管再连接到风动机具进行施工。

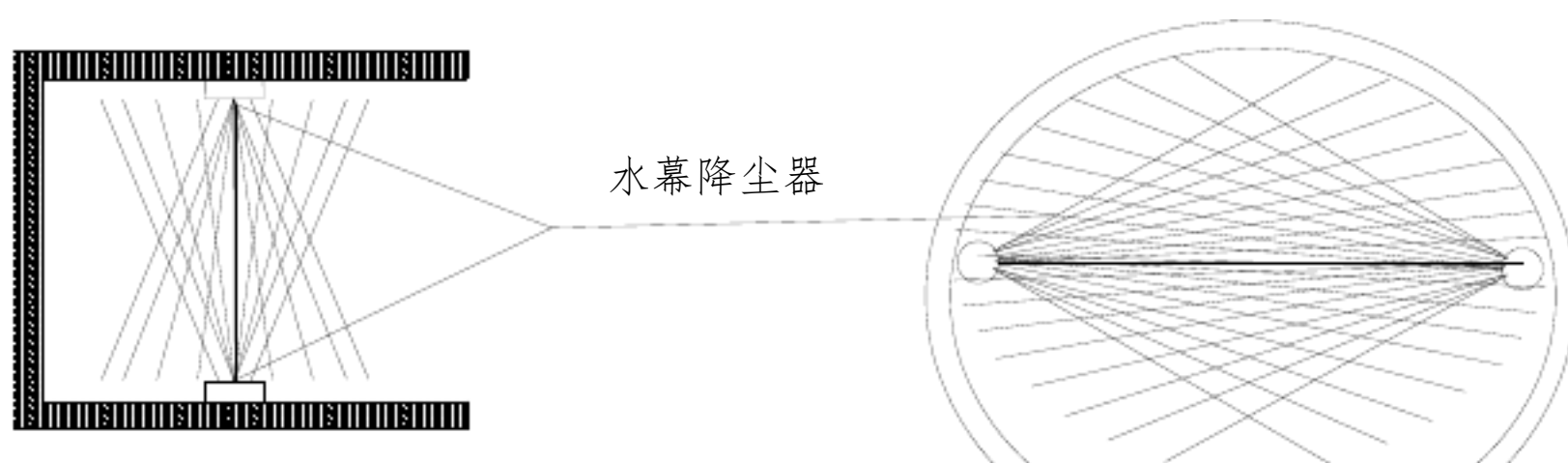
(2) 洞内通风排烟

采用压入式通风,选用天津风机厂生产 TZ63-12.5 型子午加速风机(风量: $1800\text{m}^3/\text{min}$, 全压 2800Pa , 电机功率 110KW 及 Φ

1.4WSFG型通风软管（全断面衬砌台车加上加工固定钢管，软式通风管过台车时由此换接度过）。

(3) 施工防尘方案

施工防尘采用水幕降尘和个人带防尘口罩相结合，在距掌子面 30m 外边墙两侧各放一台简易水幕降尘器，爆破前 10min 打开阀门，放炮 30min 后关闭。详细方案见下图。



水幕降尘施工示意图

(4) 施工排水布置

隧道为人字坡，施工过程中，在左右两侧开挖排水沟，沟宽 40cm，洞内岩溶水和污水可通过排水沟自流出洞外。

为减少污染，在洞口附近修建污水处理池，经净化沉淀后，

排入当地沟渠中。

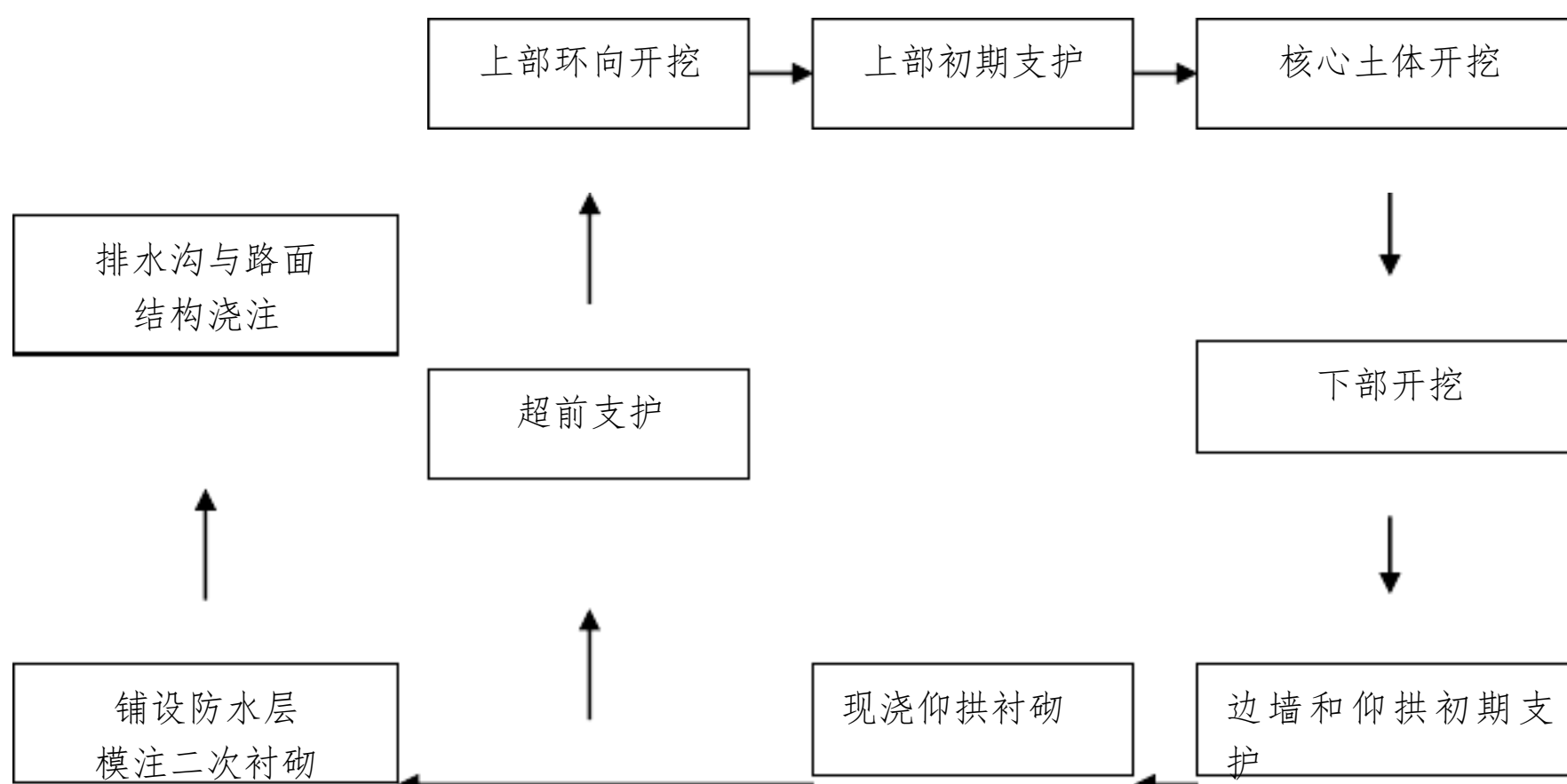
1.6 洞身开挖作业

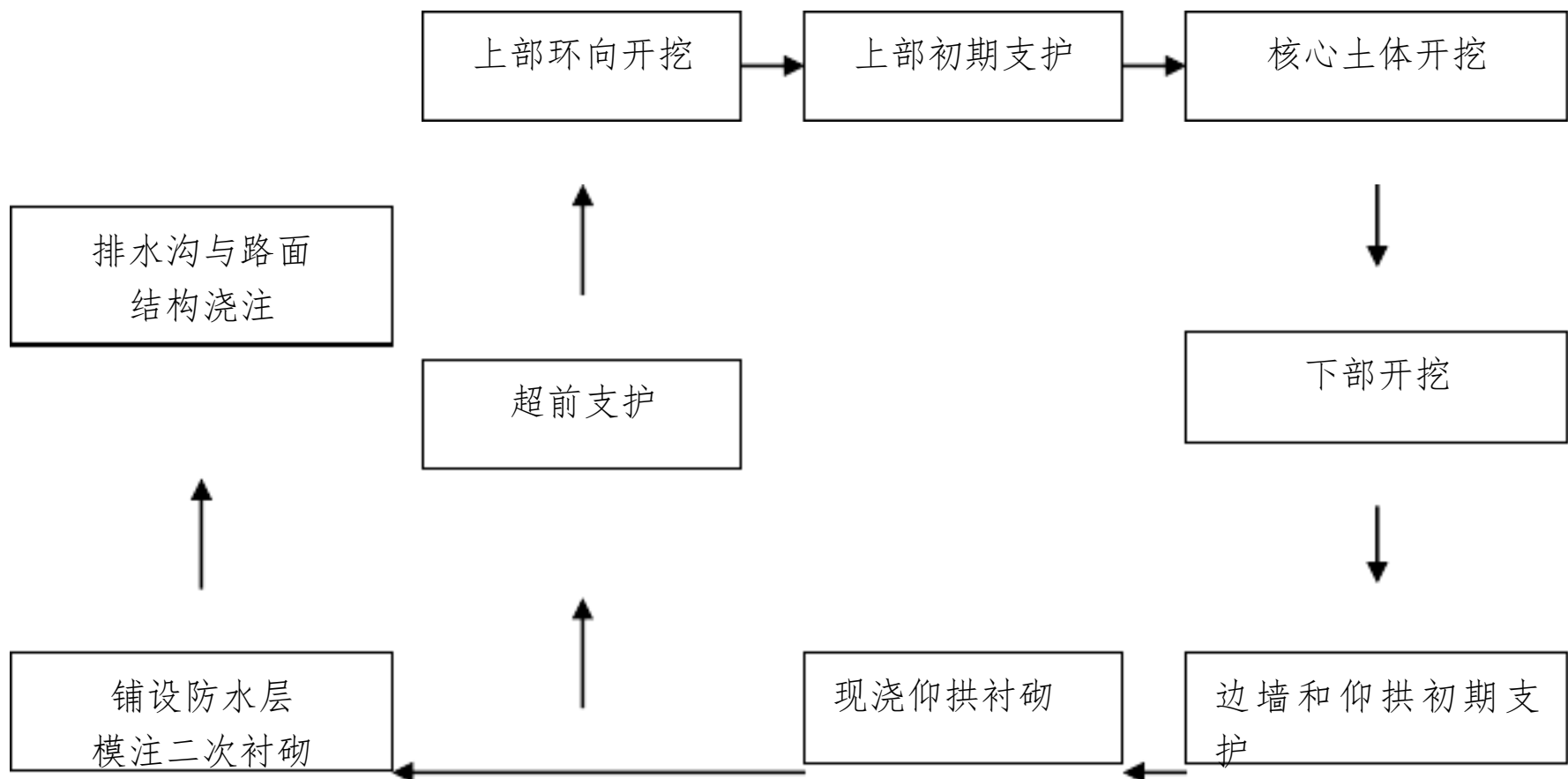
1.6.1 隧道开挖作业根据不同围岩类别分别采取不同的开挖方法

I、II类围岩地段，采用短台阶法施工，需要时保留上台阶核心土；III类围岩采用正台阶人工开挖，微震控制光面爆破开挖，IV类围岩采用微震控制光面爆破法全断面开挖。II、III、IV类围岩地段爆破施工，采用人工YT28型风动凿岩机钻孔。

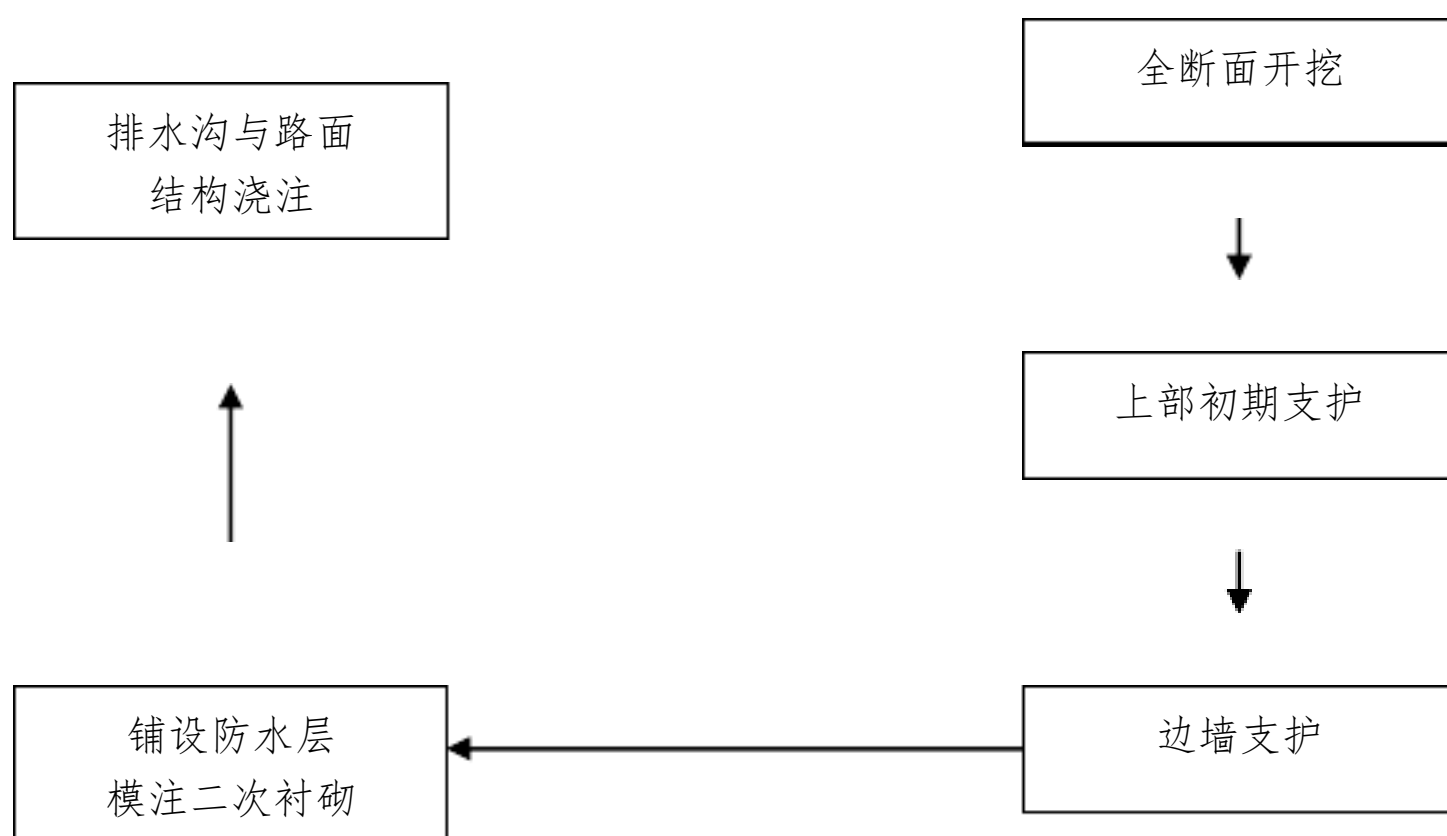
1.6.2 施工方法及施工步骤

隧道 I 类围岩施工方法与施工步骤见下：





隧道IV类围岩施工方法与施工步骤见下：



光面爆破施工工艺

隧道围岩开挖是否能够得到控制，钻爆是最关键的因素。钻爆过程最容易出现的就是围岩的超欠挖，超欠挖现象直接造成围岩局部应力集中，对硬岩容易产生岩爆现象，对软岩则可能出现坍塌，容易引发安全事故，不利于隧道围岩的自稳能力。同时超欠挖现象也大大增加了施工难度及喷射混凝土的使用量。为确保隧道施工过程的围岩开挖得到控制，本工程围岩开挖应用光面爆破施工技术，具体工艺见如下步骤：

(1) 放样布眼

钻眼前，测量人员要用罐装喷漆准确绘出开挖面的中线和轮廓线，标出炮眼钻设位置，其误差不得超过 5cm。施工过程中使用全站仪（本工程使用的是带红外瞄准功能的全站仪）控制开挖方向和开挖轮廓线。

(2) 定位开眼

人工 YT28型风动凿岩机钻孔按炮眼布置图正确钻孔。对于掏槽眼和周边眼的钻眼精度要求比其它眼要高，开眼误差要控制在 3cm和 5cm以内。

钻眼

钻工要熟悉炮眼布置图，要能熟练地操练凿岩机械，特别是钻周边眼，一定要有丰富施工经验的老钻工司钻，台车下面有专人指挥，以确保周边眼有准确的外插角（眼深 3m 时，外插角小于 3 度），应尽可能使两茬交界处台阶小于 15cm。同时，应根据眼口位置及掌子面岩石和凹凸程度调整炮眼深度，以保证炮眼底在同一平面上。

(4) 清孔

装药前，必须用由钢筋弯制的炮钩和小于炮眼直径的高压风管输入高压风将炮眼石屑刮出和吹净。

(5) 装药

装药需分片分组按炮眼设计图确定的装药量自上而下进行，雷管要“对号入座”。所有炮眼均以炮泥堵塞，堵塞长度不小于 20cm。

(6) 联结起爆网络

起爆网络为复式网络，以保证起爆的可靠性和准确性。联结时要注意：导爆管不能打结和拉细；各炮眼雷管连接次数应相同；

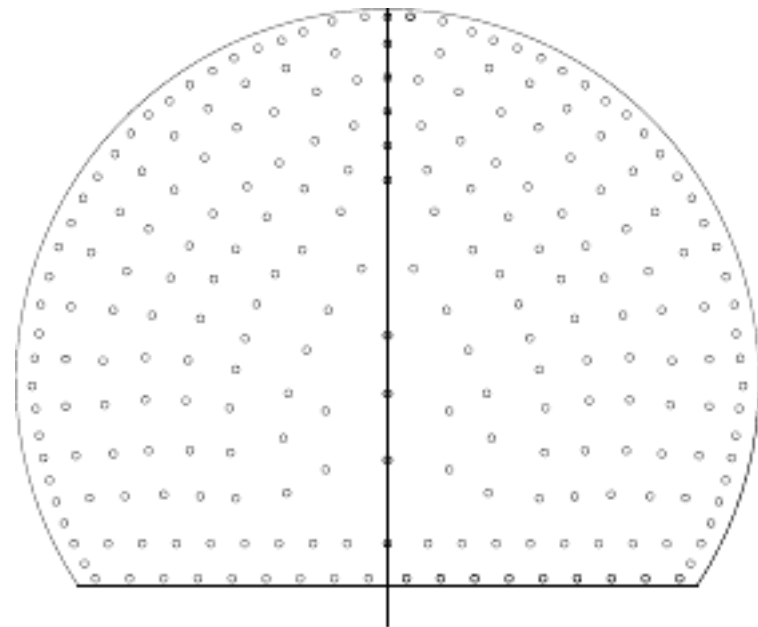
10cm以上处。网络

联好后，要有专人负责检查。

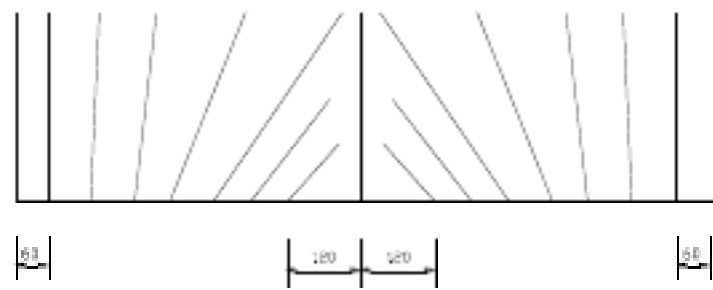
(7) 瞎炮的处理

发现瞎炮，应首先查明原因。如果是孔外的导爆管损坏引起的瞎炮，则切去损坏部分重新连接导爆管即可；但此时的接头应尽量靠近炮眼。如因孔内导爆管损坏或其本身存在问题造成瞎炮，则应参照《公路隧道爆破安全规程》有关条款处理。

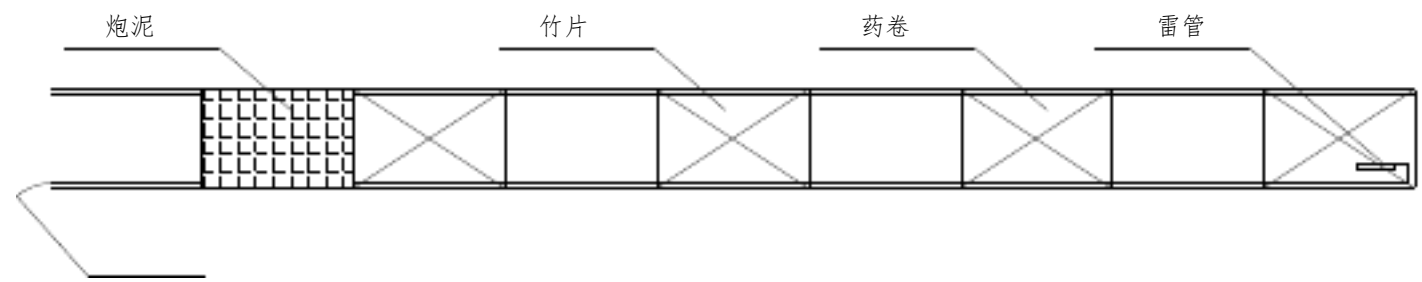
(8) 钻爆设计（见下图）



IV类围岩全断面开挖钻爆设计示意图



IV类围岩复式楔形掏槽示意图



周边眼不耦合装药结构示意图

光面爆破参数表

开挖部位的 跨度	周边眼爆破参数							
	炮眼直径	炮眼直径		最小抵抗线 m	装药集中度		单位耗药量	
		光面眼	预裂眼		光面眼	预裂眼	光面眼	预裂眼
辅助眼	40	550	500	0.6	1.0	0.95	0.25	0.2
周边眼	40	650	550	0.7	0.9	0.95	0.24	0.2

围岩开挖爆破示意图

1.6.5 出渣运输

采用挖掘机、侧卸装装载机，15~19t 自卸车配合，无轨运输一次性将洞内弃渣运至指定弃渣场，弃渣场事先应按设计要求做好防护。

1.6.6 质量检验标准

1、超、欠挖

爆破后的围岩面应圆顺平整无欠挖，超挖量（平均线性超挖）应控制在 10cm（眼深 3m，应用部位为超前砂浆锚杆布设段落）和 13cm（眼深 5m，应用部位为超前小导管布设段落）以内。

2、半眼痕保存率

围岩为整体性好的坚硬岩石时，半眼痕保存率大于 80%，中硬岩石应大于 70%，软岩应大于 50%。

3、对围岩的破坏

爆破后围岩上无粉碎岩石和明显的裂缝，也不应有浮石（岩性不好时应无大浮石），炮眼利用率应大于 90%。

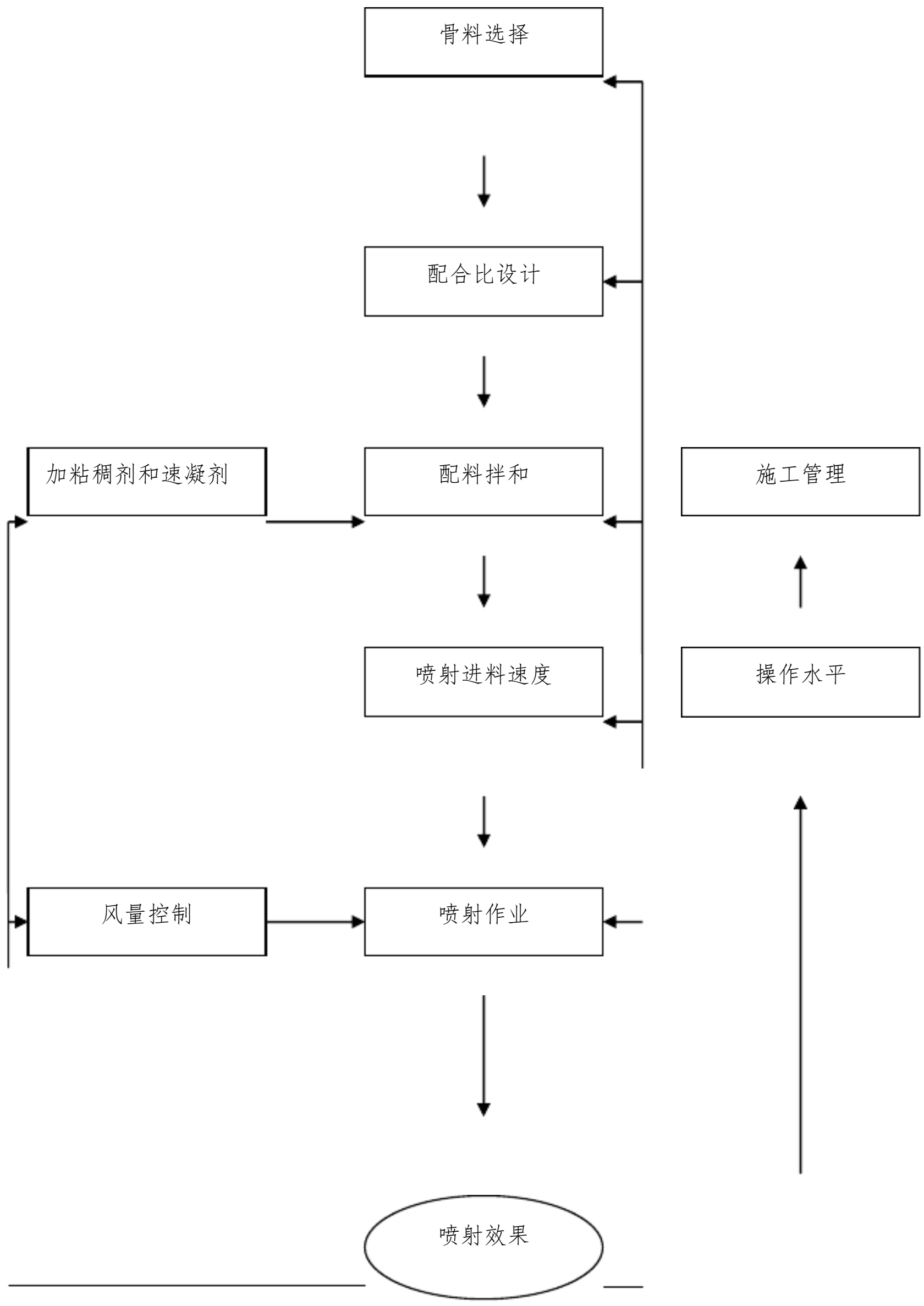
1.7 隧道支护施工方法及工艺

本合同段隧道支护方法有：锚喷、超前锚杆、超前小导管、钢支撑等。

1.7.1 喷射混凝土

喷射混凝土的作用是约束围岩的变形，分布围岩开挖造成的应力不均匀，在隧道壁面形成一承载环，从而提高围岩的自稳能力。隧道工程喷射混凝土通常使用方式有干喷、湿喷等。干喷特点：喷射过程中粉尘、回弹较大，其中粗骨料回弹为多，对混凝土强度有部分影响，由于回弹大，造成单位水泥用量也多；湿喷特点：喷射过程中粉尘和回弹较小，但由于空气压力的原因，不能长距离喷送，混凝土拌和后的放置管理要求较高，管理不当容易浪费混凝土，而且湿喷方式对喷射机械性能及使用的速凝剂要求相当高。而混凝土的潮喷方式则综合了干、湿两种方法，水泥用量及喷射混凝土附着强度达到了最大程度的节约和提高。因此本工程采用《掺 STC 粘稠剂半湿式喷射混凝土工法》进行隧道围岩的潮喷施工。

(1) 潮喷（半湿式）混凝土施工作业流程见下图：

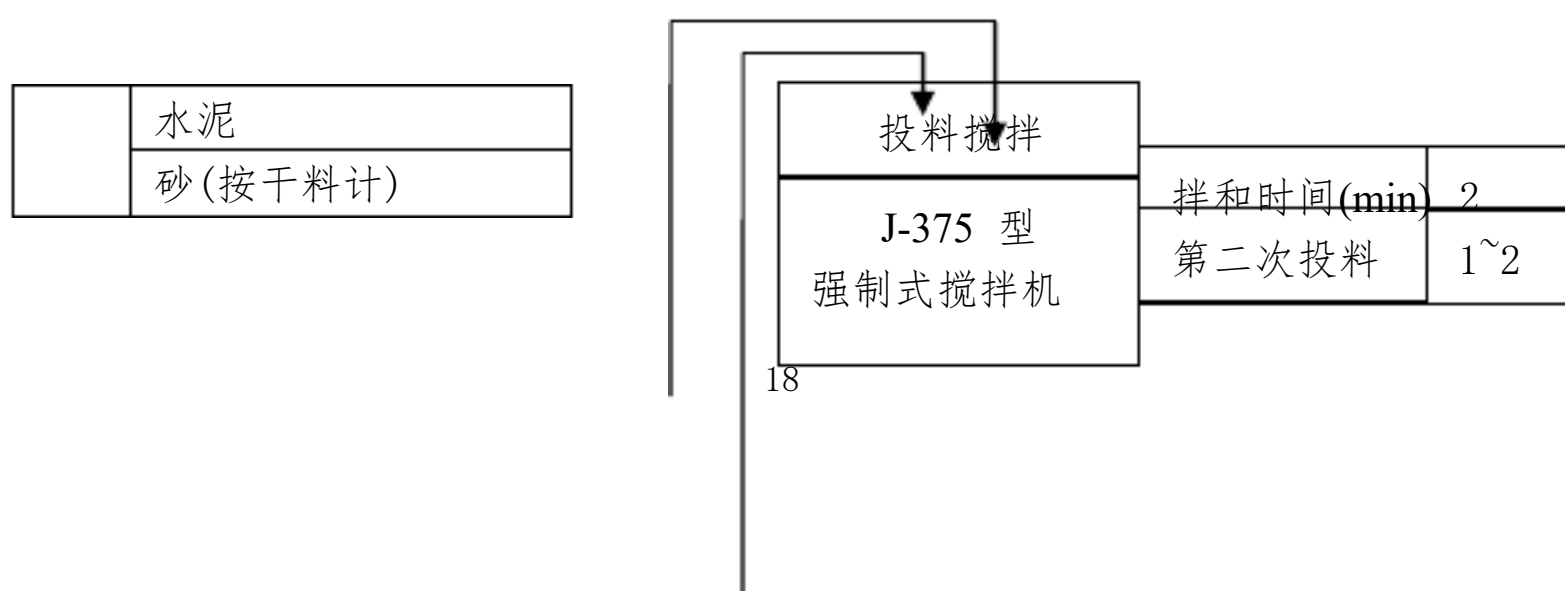


(2) 机械设备

进行潮喷需对干喷机的喷头进行改进：

- ① 在喷头加水环上增钻若干 $\phi 1.0$ 径向注水孔，使部分水射向输料管心，连同原注水孔组成均匀加水射流。
- ② 用长度 1.0~1.2m 硬质聚乙烯管替换原钢质喷嘴，这主要是为了延长注水后风力搅拌时间，使水泥水化初期反应期粘稠剂粘聚反映较充分，同时也减轻了喷射手的负重。
- ③ 在喷头处增设一控制水阀，由喷射手按需要注水，以适应不同情况下的喷射。

喷射工艺见下图：



第一次投料	粘稠剂量	粉剂与水泥一起加
	c*%	液剂加入拌和水中
	水	W/C=0.22

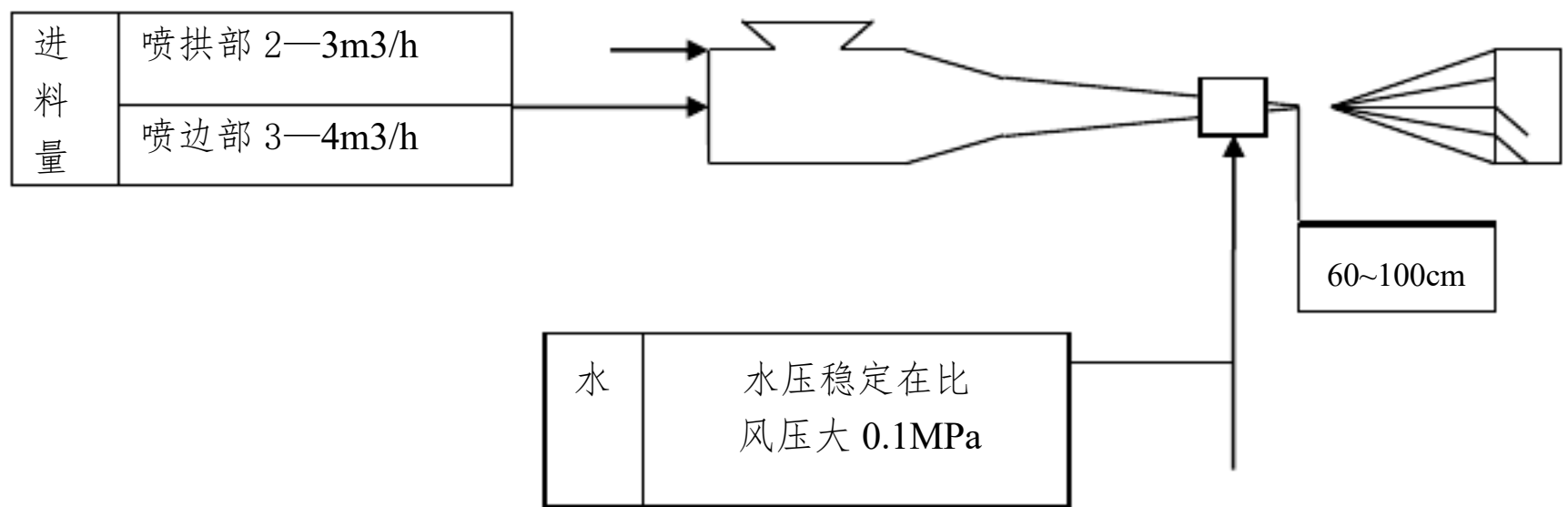
1t

第二次投料	石子(以干料计)
	速凝剂 c*%

风压	喷拱部 0.12~0.15
	喷边墙 0.15~0.18

倾卸车运送

筛网(阻止超径石子入机) 喷射直径 30cm

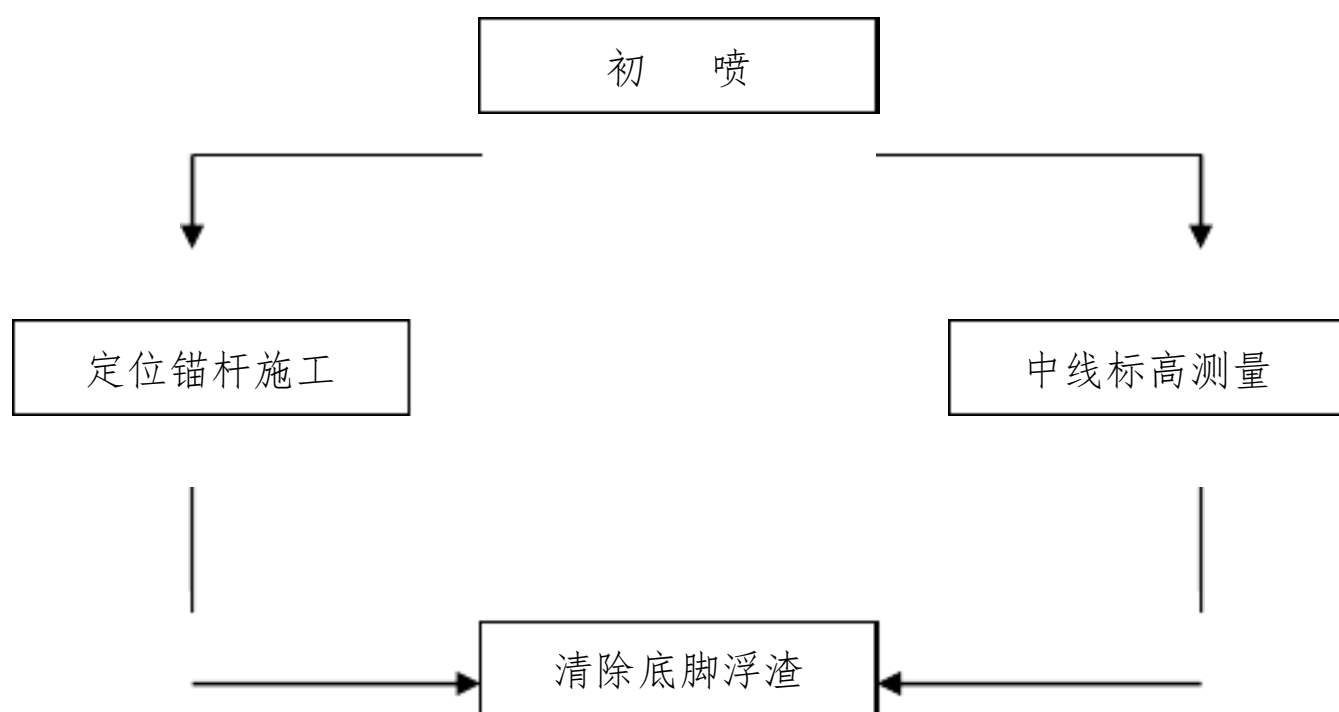


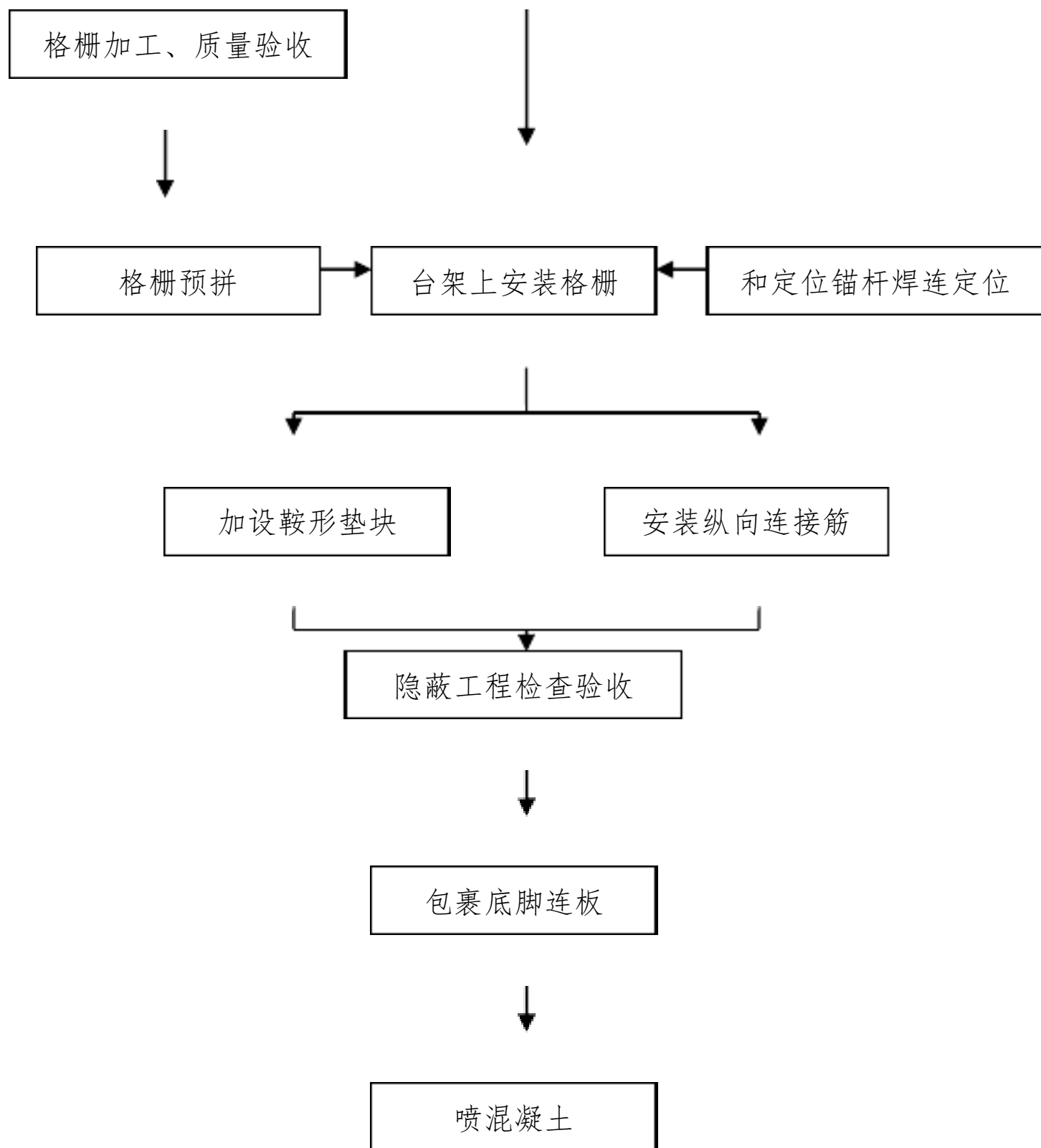
1.7.2 钢架施工

格栅支撑计划在加工厂加工,人工就地安装成型,装载机配合安装.

(1) 工艺流程

施工工艺流程见下图:





(2) 施工注意事项

- ① 安装前分批按设计图检查验收加工质量，不合格禁用。
- ② 清除干净底脚处浮渣，超挖处加设钢（混凝土）垫块，其中间段接头板用砂子埋住，以防混凝土堵塞接头板螺栓孔。
- ③ 按设计焊定位筋及纵向连接，段间连接安设垫片拧紧螺栓，确保安装质量。

④严格控制中线及标高。

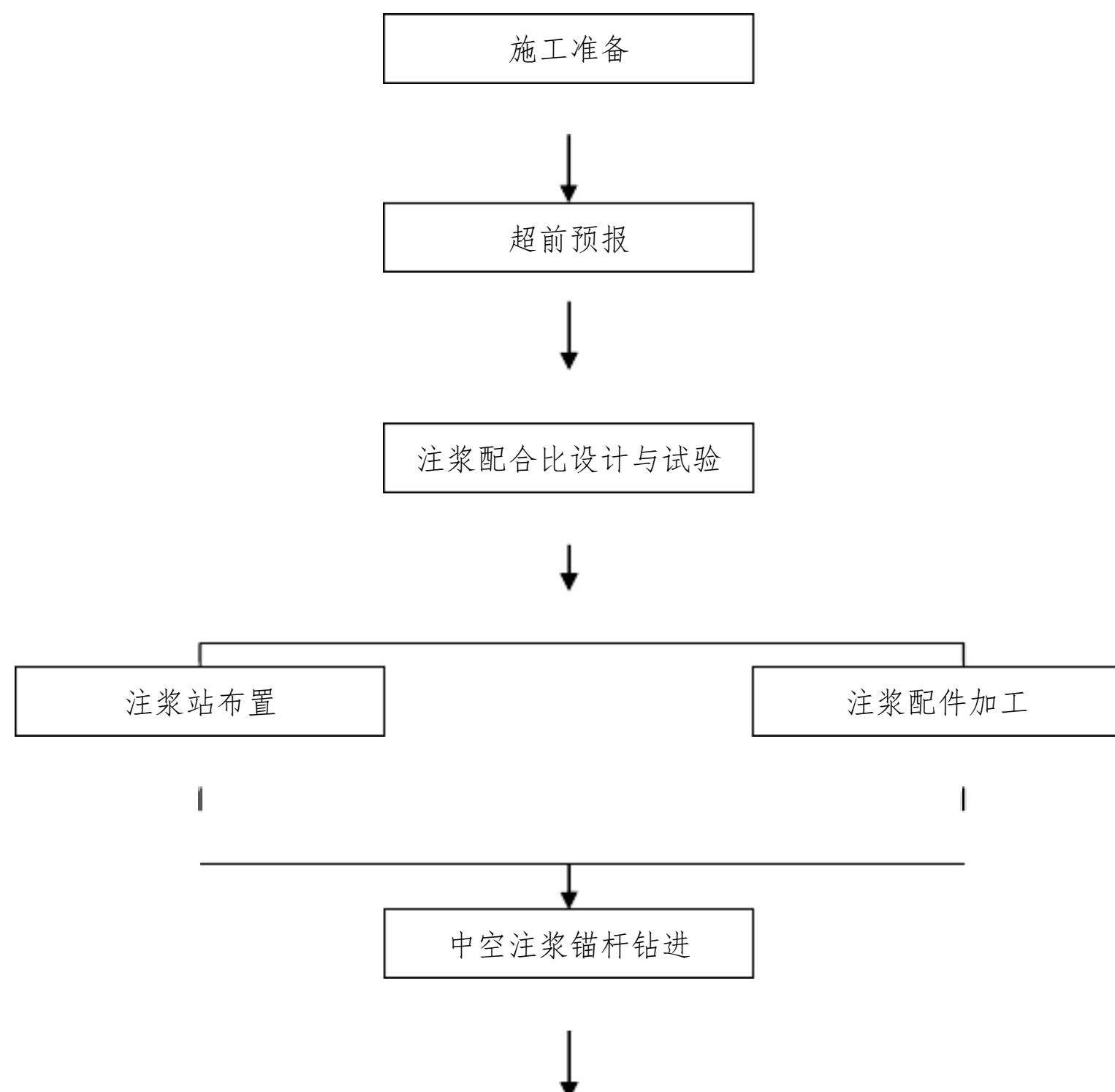
⑤拱架与岩面间安设鞍形混凝土垫块，确保岩面与拱架密贴。

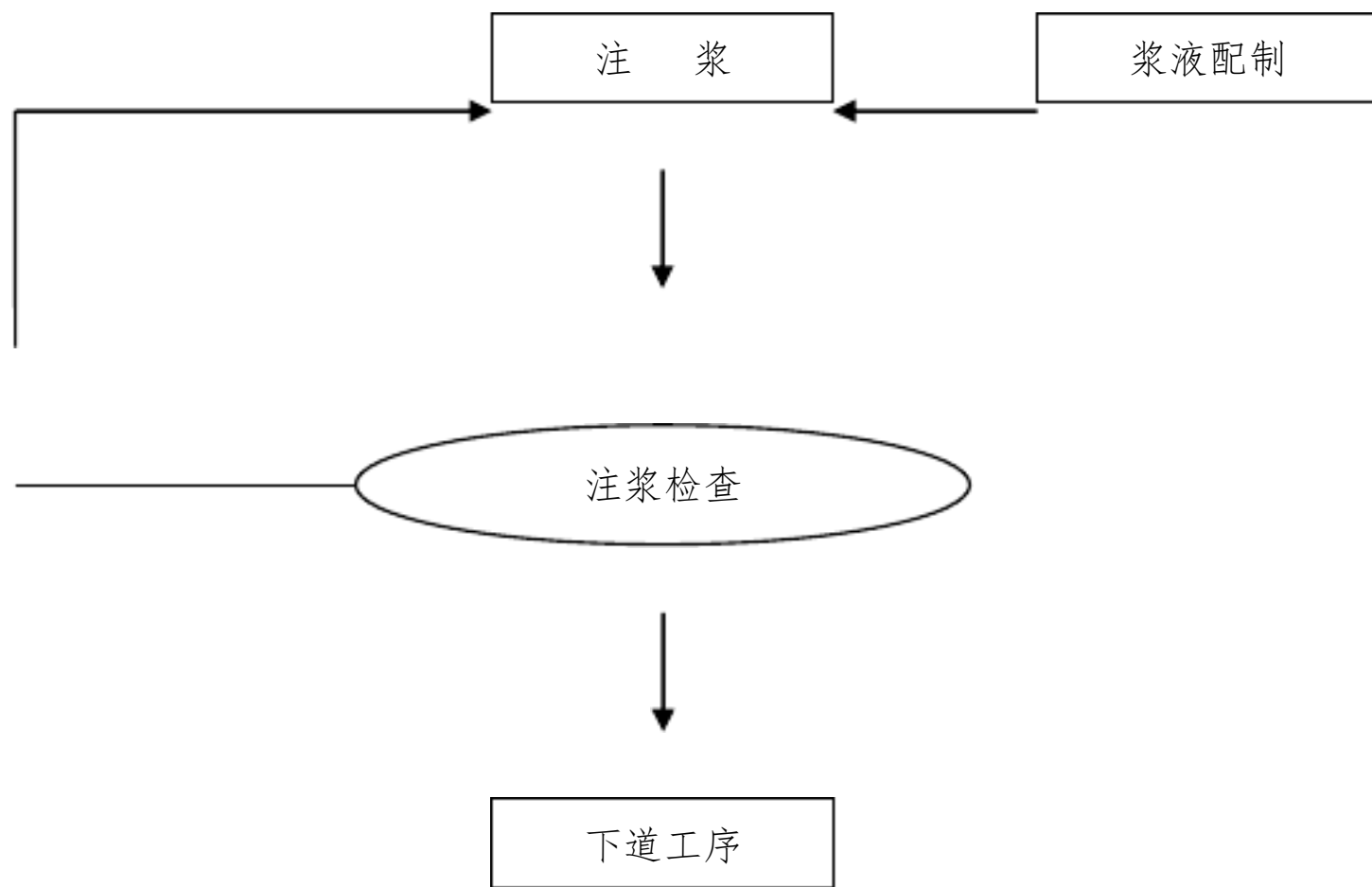
⑥确保初喷质量，钢架在初喷 5cm 后架立。

1.7.3 锚杆施工

中空注浆锚杆施工工艺：

(1) 采用风动凿岩机钻孔，专用注浆泵或 2TGZ-60/120 注浆施工。中空注浆锚杆施工工艺流程见下图：





(2) 双液预注浆的参数设计

① 注浆压力

一般为地下水静水压力的 2~3 倍，同时考虑岩层的裂隙阻力，根据现场情况试验后确定。但瞬间最高压力值不应超过 0.5Mpa。

② 浆液的扩散半径 r 的确定

根据已有资料进行工程类比及现场渣体注浆试验情况选定注浆压力范围，确定浆液扩散半径 r 的大小。

③ 注浆孔距 D 与排距 L 的计算

$$L=D\sin 60^{\circ}$$

$$D=2r\cos 30^{\circ}$$

$$\textcircled{4} \text{ 单孔注浆量 } Q_{\text{注}} = \pi r^2 h \eta \beta$$

式中： r —浆注扩散半径， m ；

h —压浆段有效长度， m ；

η —岩石裂隙率；

β —浆液在裂隙内的有效充填系数；

⑤ 洞内注浆结束的标准

达到下述两种情况之一者即可停止单孔注浆施工；注浆压力达到 0.35Mpa ；单孔灌注量达 1000Kg 。

砂浆锚杆：

(1) 早强砂浆锚杆

采用 353E 凿岩台车或人工 YT28 凿岩机钻孔， ZW 早强锚固剂锚固。锚杆尾部设丝扣，安装钢垫板。

ZW 锚固剂使用方法为：

① 将药卷浸入清水 1min 后取出（以软而不散为度）；

② 将锚固卷逐个用炮棍装入孔内捣实；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/515313124220011331>