

秦岭终南山特长公路隧道的快速掘进

罗洪戈

(秦岭终南山公路隧道工程指挥部 西安市 710054)

摘 要: 着重从多功能钻孔台架与楔形掏槽的配合使用和合理的机械调配等方面, 介绍秦岭终南山特长公路隧道采用人工钻爆法快速施工的经验和技术。

关键词: 秦岭终南山隧道; 大断面隧道; 钻爆法; 快速施工

1 工程概况

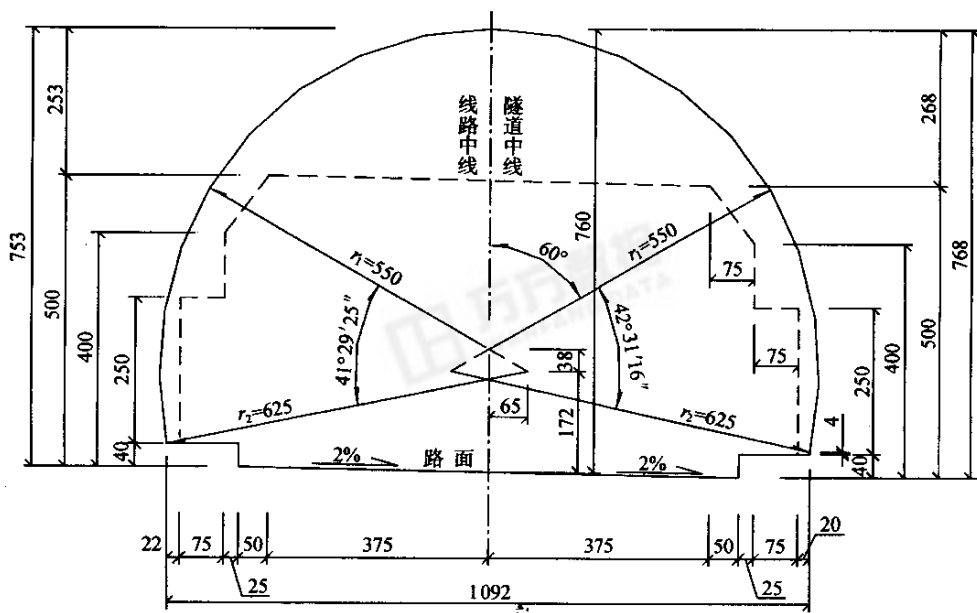
秦岭终南山公路隧道(以下简称“秦岭隧道”)是目前在建的国内乃至亚洲最长的公路隧道, 位于西安~安康高速公路西安~柞水段青岔乡与营盘镇之间, 隧道全长 18 020 m, 为 2 座平行的双车道公路隧道, 中线间距 30 m。

1.1 地层岩性

隧道洞身通过的主要地层为: 混合片麻岩, 夹有片麻岩和片麻岩残体; 混合花岗岩; 含绿色矿物的混合花岗岩, 间夹蚀变闪长玢岩、霏细岩、变安山岩等次火山岩脉。

1.2 隧道建筑限界及内净空尺寸

隧道建筑限界净宽 10.5 m, 限高 5 m; 内轮廓净宽为 10.92 m, 净高 7.6 m, 如图 1 所示。



单位: cm

图 1 隧道建筑限界及内净空尺寸

2 隧道开挖

公路隧道采用钻爆法施工。

公路隧道的开挖除 II 类围岩用台阶法施工外全

部采用全断面开挖, 运用自制多功能钻孔台架、大断面楔形掏槽、光面爆破技术, 以达到快速施工的目的。

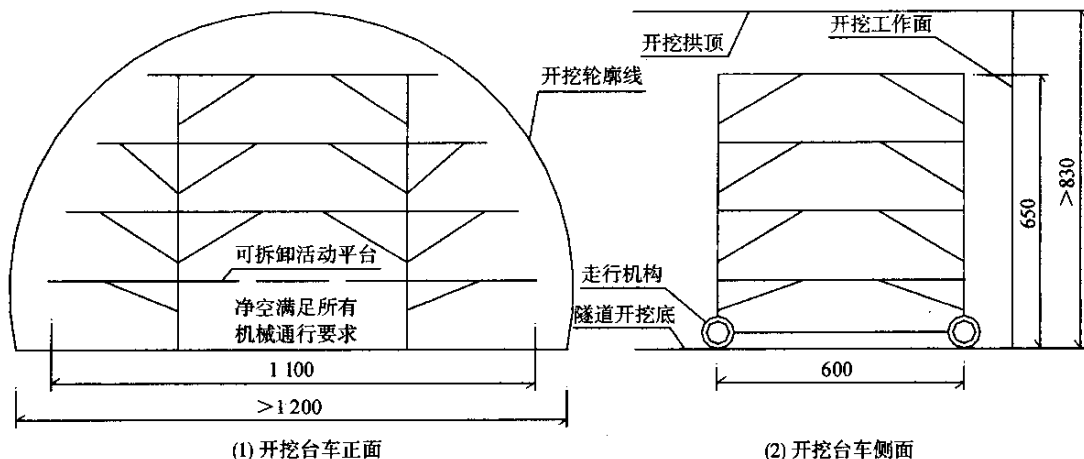
2.1 钻孔台架的运用

万方数据

20 世纪 90 年代初在隧道建设中探索出的台架开挖模式是符合中国国情的一种理智选择,其经济实用性已得到广泛证实,多功能钻孔台架全断面手持风钻开挖模式在隧道施工中越来越得到普及。

在秦岭隧道的施工中,根据断面大小和钻爆设

计,采用工字钢、钢管、钢筋等焊接加工成轮胎式钻孔台架,台架上安装有高压风、水钢管,通过闸阀连接风钻,可一次投入 26 台风枪同时打眼,如图 2、图 3 所示。风钻手的位置根据钻爆设计的要求可随意调整。



单位:cm

图 2 多功能简易钻孔台架结构

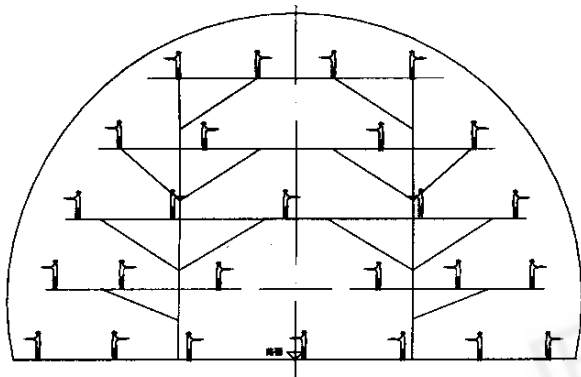


图 3 多功能简易台架上风枪布置

钻孔台架停放在距掌子面 100 m 的位置,每个循环开始前先由挖掘机在工作面进行排险,然后由装载机拖动台架(通过钢丝绳)就位。

2.2 激光定位

秦岭隧道是一座特长直线隧道,在施工中采用激光导向仪进行定位控制,可大大缩短测量放样时间。

激光导向仪首次安装在距掌子面 100 m(安全距离)处,定期对方向和坡度进行复查。激光导向仪最大照射距离可达 500 m,考虑到洞内施工受通风和能见度的影响,每开挖 200 m 移位一次。

2.3 大断面开挖数据

2.3.1 炮眼布置

以Ⅳ类围岩为例,全断面开挖炮眼布置如图 4 所示。

开挖面积 86.75 m²,掏槽面积 11 m²,掏槽眼总数 24 个,掏槽眼倾角 58°,掏槽眼净深 3.9 m,循环进尺 3.7 m。

2.3.2 装药参数

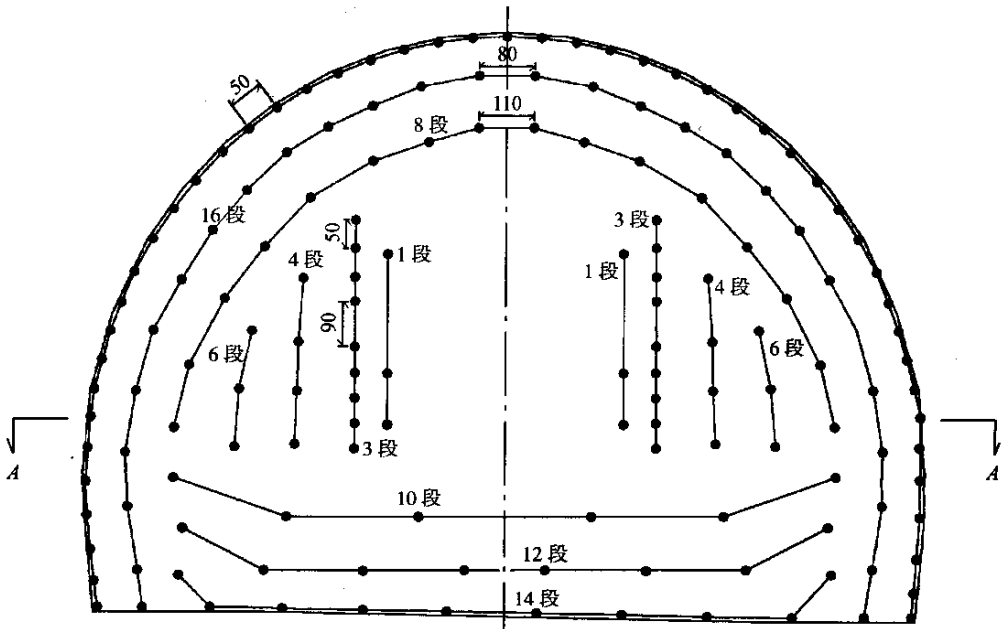
Ⅳ类围岩全断面开挖使用炸药总量为 272 kg,循环进尺 3.7 m,开挖方量为 321 m³,炸药单耗为 0.85 kg/m³,炮眼装药参数见表 1。

表 1 Ⅳ类围岩全断面开挖炮眼药量分配

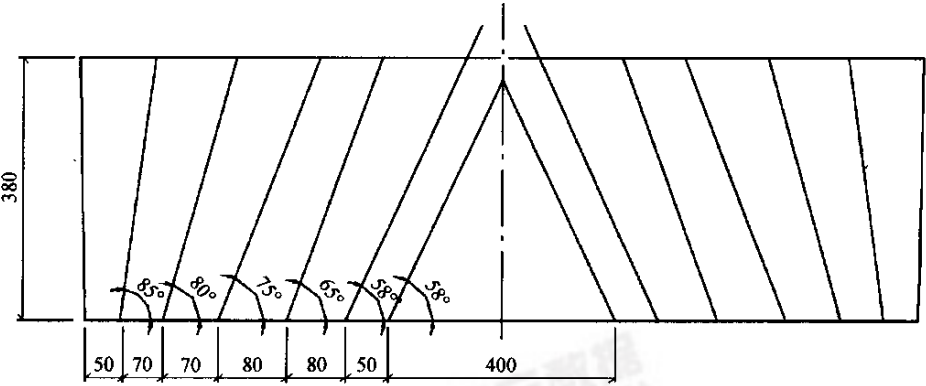
炮眼名称	眼深/m	炮眼数	非电段位	每孔药量/kg	合计药量/kg
掏槽眼	3	6	1	1.95	12
	4.6	18	3	3.15	57
扩槽眼	3.9	8	5	2.7	22
辅助眼	3.8	6	6	2.1	13
	3.8	16	8	2.1	34
	3.8	6	10	2.1	13
内圈眼	3.8	28	16	1.8	50
周边眼	3.8	49	18	0.6	29
二抬眼	3.8	8	12	2.1	17
底板眼	3.8	10	14	2.7	27
合 计		155			272

2.3.3 注意事项

(1)在爆破设计前期应按最不利因素进行爆破设计,然后通过试爆结果依次递减各种参数,以达到最佳效果。



IV类围岩全断面炮眼布置



A-A 掏槽剖面

单位:cm

图 4 IV 类围岩全断面开挖炮眼布置

(2)掏槽效果是直接影响开挖进尺的关键因素,如果掏槽区炮眼的布置和钻孔的方向出现错误,就会影响到掏槽孔中的爆破力不能合成,从而无法将掏槽区岩石破碎并抛出。可通过做好以下几项工作来控制掏槽区钻孔的质量。

①利用钻孔台架结构上的自然区域,将爆破设计按框架划分成十几个固定的区域,并分别绘制区域成孔布置图,及钻孔长度、角度示意图。

②将钻爆人员按以上区域进行分工,人员要长期固定,各自熟练掌握该区域钻孔参数,并根据爆破效果明确责任。

③掏槽孔方向应利用钻孔台架框架及底板做明确标识,给司钻人员提供方向参照。

④全部炮眼,特别是掏槽区炮眼在装药前必须经过统一检查,长度、角度必须符合要求,避免漏打或堵孔现象发生。

(3)大楔形掏槽有赖于能够方便各部位炮孔的操作,钻孔台架的制作要服务于钻爆设计,钻孔台架的设计与制作必须满足钻爆设计的要求。

①钻孔台架的长度应满足钻杆、风钻及服务人员的最远操作距离。

②两侧翼台阶宽度应能够保证斜向打眼的最宽

要求。

③中间立柱及斜撑位置应充分考虑风钻整个斜向打眼的行程不受阻拦,并方便人体操作。

④掌子面往往不在一个平面上,钻孔台架前侧最顶层前沿应外伸一定长度施工。

⑤顶层高度应以人体操作手持风钻的最佳位置设计,确保拱部周边眼的准确。

2.4 光面爆破

隧道全断面开挖采用光面爆破技术。

(1)周边炮眼的布置和装药结构。

周边炮眼的布置包括炮眼的间距、最小抵抗线及相对距离的设计,周边炮眼布置要求见表 2。

表 2 周边炮眼布置

钻眼深度/m	周边眼间距 E/cm	最小抵抗线 W/cm	相对距离 E/W
3.8	50	50	1.0

周边眼的装药采用空气间隔装药,并考虑均匀分布,由于眼底的控制作用大,可相对集中或加强一些。周边眼装药结构如图 5 所示。

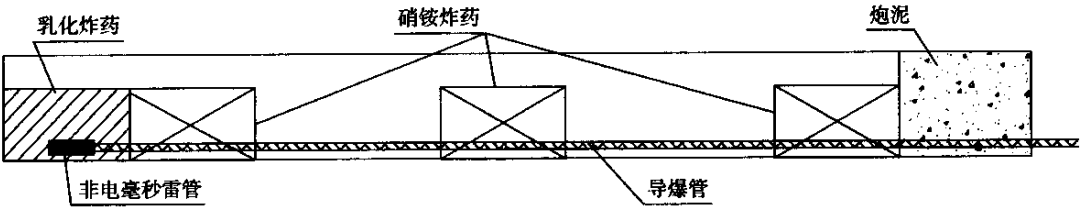


图 5 周边眼装药结构

(2)掏槽眼。

掏槽眼采用连续装药结构,装药结构如图 6 所示。

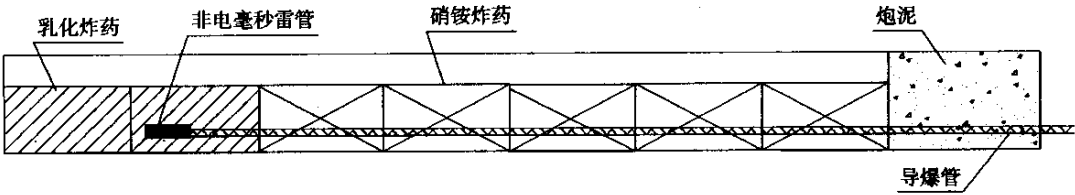


图 6 掏槽眼装药结构

(3)辅助眼和底板眼采用连续装药结构。

(4)光面爆破的起爆顺序由掏槽炮眼开始,向周边炮眼逐层起爆,采用毫秒雷管跳段使用,周边炮眼同时起爆。

2.5 装渣运输

采用双装载机配合载重自卸汽车出渣。

下面以隧道中部工区为例计算出渣能力。

隧道中部工区距离洞口 8.5 km,洞内采用双装载机配合载重自卸汽车出渣,在洞口进行二次倒运,采用挖掘机配合自卸汽车倒运至弃渣场。该工区为Ⅳ、Ⅵ类围岩,按Ⅳ类围岩计,开挖断面为 86.75 m³/m,循环进尺 3.7 m,开挖方量约 500 m³(虚方),载重自卸汽车的斗容量为 10 m³(虚方),需出渣 50 车;出渣汽车的行车速度为重车 0.33 km/min,空车 0.5 km/min;装渣时间为 3 min/车,洞口卸渣 1 min。

每台汽车出一趟渣所需时间为 42.5 min,需配备
万方数据

的汽车数量为 15 台,全部出渣所需时间为 150 min。

2.6 资源配备

隧道开挖所需主要机械设备见表 3,劳动力组织见表 4。

表 3 隧道开挖主要设备

类别	设备名称	规格型号	数量/台	备 注
钻 爆	空压机	20m ³ /min	8	备用 1 台
	钻孔台架	自制	1	轮胎式
	风枪	YT-28	28	钻孔,备用 2 台
装 渣 运 输	装载机	小松 WA470	1	洞内装渣
	装载机	小松 WA420	1	洞内装渣
	挖掘机	PC200	1	洞内排险
	自卸汽车	奔驰 ACTROS3340	8	洞内出渣
	自卸汽车	日产 CWB520	7	洞内出渣
	自卸汽车	康明斯	5	洞外倒运
	挖掘机	PC300	1	弃渣场平渣
推土机			1	弃渣场平渣
压路机		16 t	1	道路养护
轴流风机		2×110 kW	1	通风

表 4 隧道开挖劳动力组织

序号	工 种	每班人数	班次	全天人数	备 注
1	现场领工员	1	3	3	
2	空压机司机	1	3	3	
3	司钻手	30	2	60	
4	车辆调度	1	2	2	
5	挖掘机司机	2	2	4	
6	装载机司机	2	2	4	
7	汽车司机	20	2	40	含二次倒运司机
8	推土机司机	1	1	1	
9	压路机司机	1	1	1	
10	文明施工	10	2	20	
合 计				138	

2.7 循环时间

隧道全断面开挖循环时间为 7 h,各工序作业时间见图 7 所示。

3 文明施工

在隧道施工中,文明施工是一个重要的辅助环节,文明施工的好坏直接影响着施工的进度。

(1)设专人负责洞内的通风、照明、排水和道路养护。

通风;负责通风管的挂设、维护和供风,保证工作面空气流动,满足规范要求。

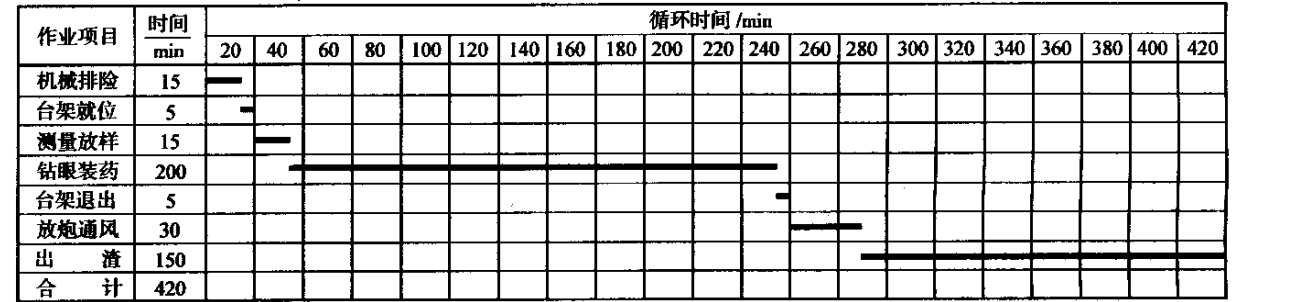


图 7 全断面开挖循环时间

照明:按照规范要求的间距安设照明灯具,确保洞内能见度。

排水:定期清理两侧排水沟,确保排水畅通。

道路养护:随时清理散石和淤泥,整平道路;同时配一台压路机,定期硬化路面,确保车辆行驶速度。

(2)洞内摆放的材料和设备要整齐、规范,以不影响交通运输为原则。

(3)各种警示灯和标识牌的挂设要规范,必须放在醒目的位置。

4 结语

良好的施工管理是实现隧道快速施工的必要条件。技术创新、设备科学配套、文明施工等都为隧道快速施工创造了条件。

秦岭隧道的施工通过精心组织、科学管理,取得了可喜的成绩。在东线隧道的施工中,隧道南北两端分别取得了单口独头月掘进 429.5 m 和 365.1 m 的好成绩,创下了隧道施工史上的新纪录。

澳门西湾大桥正式开通

澳门回归祖国以来最大的公共工程,连接澳门半岛和氹仔的第三座跨海大桥——西湾大桥2005年1月9日正式开通。这标志着澳门结束了每逢台风来临,澳门半岛车辆与离岛不能对开的历史。

西湾大桥总投资 5.6 亿澳门元,是澳门三座桥中最短的一座桥,只有 2 200 多 m,但它却拥有世界众多第一。首先,它是世界上首座上下两层行车的混凝土斜拉桥,在平常,大桥开放上面六车道,一旦台风来临,上面的车道全面封闭,车辆改走下面密封的四车道。

另外,西湾大桥主桥采用了抗风性能好、抗扭度大的竖琴式双塔斜拉桥型,最大跨度 180 m,距海面净高 28 m,主塔采用了“m”造型,也是斜拉索桥首创。据了解,“m”具有三方面意义:m 是macao(澳门)的第一个字母,也是罗马数字 3,寓意第三座大桥,“m”造型与澳门地标大三巴相像,也寓意澳门的三个岛紧密相连。桥墩宛如两片盛开的莲花花瓣,极富澳门地方特色。