

施工标准化作业系列丛书

铁路工程（隧道、轨道） 施工作业操作手册

中铁电气化局集团有限公司 编著

施工标准化作业系列丛书

铁路工程(隧道、轨道) 施工作业操作手册

中铁电气化局集团有限公司 编著

中国铁道出版社

2014年·北京

图书在版编目(CIP)数据

铁路工程施工作业操作手册. 隧道、轨道/中铁电气化局集团有限公司编著. —北京:中国铁道出版社,2014.12

(施工标准化作业系列丛书)

ISBN 978-7-113-19566-3

I. ①铁… II. ①中… III. ①铁路隧道—隧道工程—工程施工—技术手册②轨道(铁路)—铁路工程—工程施工—技术手册
IV. ①U215-62②U459.1-62③U213.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 266428 号

书 名: 施工标准化作业系列丛书
铁路工程(隧道、轨道)施工作业操作手册
作 者: 中铁电气化局集团有限公司

策 划: 江新锡 王 健
责任编辑: 冯海燕 编辑部电话: 010-51873065
封面设计: 郑春鹏
责任校对: 龚长江
责任印制: 郭向伟

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 北京市昌平开拓印刷厂

版 次: 2014年12月第1版 2014年12月第1次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张:25.75 字数:654 千

书 号: ISBN 978-7-113-19566-3

定 价: 125.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

序

随着国民经济的快速发展和城镇化进程的加速推进,我国轨道交通正处在最好的历史发展时期。在铁路建设方面,截至 2013 年底,我国铁路营运里程突破 10 万公里,时速 120 公里及以上线路超过 4 万公里,高速铁路突破 1 万公里,在建规模达 1.2 万公里,成为世界上高速铁路运营里程最长、在建规模最大的国家。在城市轨道交通方面,自进入 21 世纪以来,我国城市轨道交通运营里程保持加速上升趋势,截至 2013 年年底仅中国内地就有 19 个城市开通地铁,总里程达到 2 476 公里,另有 15 个城市的首条地铁正在建设中,已发展和规划发展城市轨道交通的城市总数已经超过 54 个。应该说我国轨道交通建设速度、建设规模、建设标准前所未有的。

如何保证轨道交通工程建设的安全、质量和效益,是轨道交通工程建设企业永恒的主题。

中铁电气化局集团有限公司从事轨道交通建设工程施工多年,从我国第一条电气化铁路宝成线,到已建成开通运营的京沪、武广、哈大等高速铁路,五十多年来,先后承建了全国近 70% 的电气化铁路,60% 的高速电气化铁路,国内近 80% 以上的城市轨道交通“四电”工程及京石高铁、海青铁路、铜黄公路等土建工程,积累了丰富的施工经验,建设施工水平得以极大提高,在工程建设管理方面也进行了许多有益的实践和探索。

为贯彻工程建设标准化管理的要求,满足施工项目精细化管理需求,规范铁路及城市轨道交通各专业施工作业的程序、标准和方法,合理安排施工组织,提高现场施工作业人员的管控和操作能力,预防工程项目实施过程中的安全质量隐患,全面提升企业整体施工技术水平,提高工程质量,降低成本,增进效益,中铁电气化局集团有限公司组织公司内部技术人员开展了《施工标准化作业系列丛书》的编制工作,经过近 2 年的编制,完成了铁路土建工程、电力工程、牵引变电工程、接触网工程(高速、普速)、通信工程、信号工程、声屏障工程、防灾工程及城市轨道交通工程 9 个专业的编写工作。现得以出版,值得祝贺!

《施工标准化作业系列丛书》全面梳理了中铁电气化局集团有限公司近五十年,尤其是近十年大规模参与铁路和城市轨道交通建设的实践经验,系统总结、归纳了普速、高速铁路及城市轨道交通施工中的技术接口、标准、施工程序、质量验

收、安全环保注意事项等内容,覆盖面广,内容完整,创新点丰富,对实现各专业施工系统化、标准化、规范化、精细化具有重要的指导作用,对高标准、高质量、高效率地完成铁路和轨道交通工程施工具有重要的现实意义。

中铁电气化局集团有限公司总经理



2014年9月

施工标准化作业系列丛书

编委会

主任：李爱敏 张建喜 韦 国
副主任：赵印军 王青斌 曹相和 周志宇 沈九江
 刘德海 董安平 范陆军 陈建明
委员：刘 杰 冯晓军 刘焕强 鲁海祥 杨金让
 刘重阳 苏保卫 许建国 由占国 王作祥
 程彩红 刘关平 甘从海 龙安锋 秦晓智
 范远涛 田 宇 吴 楠 刘勇杰 杜 江
 冀正辉 李建宝 夏文忠 王 宁 罗 兵
 许 俊 赵 明 邢甲第 李 岩 周静恒
 李凤祥 张积卫 罗月兵 王喜敏 吕忠起
 都建国 黄国涛 薛旭辉 吴新春 赵允刚
 韩丽华

主 编：范陆军 陈建明

本书主要编写人员：刘焕强 龙安锋 吴新春 彭雁兵
 唐明江 程 裕 张 宝 刘 杰
 刚德军 余 俊 王津津 何秀田
 江 淋 李小锋 付 刚 郭基业
 刘 强 罗洪江 李少刚

前 言

随着经济的高速发展,中国轨道交通进入了一个快速发展的时期。以《中长期铁路网规划》的颁布为标志,以高速铁路建设为显著特点的大规模铁路建设正在如火如荼地进行,其规模大、标准高、建设周期短。城市轨道交通方面,截至2013年底,我国已发展和规划发展城市轨道交通的城市总数已经超过54个,城市轨道交通在建规模世界罕见。在此新形势下,如何提高轨道交通的建设水平,把控施工质量安全,是轨道交通建设的重要课题,作为施工企业技术管理基础的作业标准化管理至关重要。

为规范铁路及城市轨道交通各专业的施工作业,实现工程项目管理精细化,全面提升企业整体施工技术管理能力和水平,促进施工管理和作业人员全面掌握施工程序、施工工艺、施工方法及质量、安全和环保要求,中铁电气化局集团有限公司组织技术人员编写了本套《施工标准化作业系列丛书》。本丛书共分铁路土建工程、电力工程、牵引变电工程、接触网工程(高速、普速)、通信工程、信号工程、声屏障工程、防灾工程及城市轨道交通工程等9个专业。本套丛书的形成得益于中铁电气化局集团有限公司50余年的施工技术经验和具体实践,在一定程度上延续了各专业《作业指导书》的内容。

本书依据《铁路隧道工程施工技术指南》(TZ 204—2008)、《高速铁路隧道工程施工技术指南》(铁建设〔2010〕241号)、《铁路隧道工程施工安全技术规程》(TB 10304—2009)、《铁路隧道监控量测技术规程》(TB 10121—2007)、《铁路隧道超前地质预报技术指南》(铁建设〔2008〕105号)、《高速铁路隧道工程施工质量验收标准》(TB 10753—2010)、《铁路隧道工程施工质量验收标准》(TB 10417—2003)、《铁路大断面隧道三台阶七步开挖法施工作业指南》(经规标准〔2007〕119号)、《高速铁路轨道工程施工技术指南》(铁建设〔2010〕241号)、《铁路混凝土工程施工技术指南》(铁建设〔2010〕241号)、《高速铁路轨道工程施工质量验收标准》(TB 10754—2010)、《铁路混凝土工程施工质量验收标准》(铁建设〔2010〕240号)、《高速铁路工程测量规范》(铁建设〔2009〕196号)、《铁路营业线施工安全管理办法》(铁运〔2012〕280号)等施工技术标准、规范、办法编制。

本书共分二章五十一节,涵盖了隧道工程、轨道工程等施工中各工序的作业内容,明确了各工序的作业条件、工序流程,规范了各工序的作业标准、操作要点及质量控制标准,对安全、环保控制措施作了具体要求。本书集系统性、规范性、

操作性、工具性和精细化于一体,对工序、工艺、质量、安全等内容进行了系统的阐述,让操作方法更到位,易于理解,更易于操作,实现“拿来就可用,用了就有效”。

本书可用作项目部岗前培训教材和施工技术交底,亦可作为施工现场工程管理人员、施工技术人员的工具书。衷心希望本书能为铁路隧道、轨道工程施工技术发展尽绵薄之力,恳请同行对书稿中的不当之处不吝赐教。

作 者

2014 年 7 月

目 录

第一章 隧道工程	1
第一节 隧道围岩类别的划分及判定	1
第二节 全断面开挖法施工	5
第三节 台阶法施工	12
第四节 环形开挖预留核心土法施工	19
第五节 双侧壁导坑法施工	24
第六节 中隔壁法(CD)施工	29
第七节 交叉中隔壁法(CRD)施工	34
第八节 隧道施工准备	40
第九节 洞口边仰坡开挖及支护(含截排水沟)施工	45
第十节 洞门工程施工	51
第十一节 明洞、棚洞施工	59
第十二节 TSP203 超前地质预报	70
第十三节 地质雷达超前地质预报	75
第十四节 超前小导管施工	80
第十五节 大管棚施工	85
第十六节 钻爆法开挖施工	93
第十七节 弃渣无轨运输施工	106
第十八节 喷射混凝土施工	109
第十九节 锚杆施工	117
第二十节 衬砌防排水施工	124
第二十一节 隧道排水施工	137
第二十二节 仰拱施工	143
第二十三节 简易衬砌台车设计与衬砌施工	152
第二十四节 全液压衬砌台车衬砌施工	161
第二十五节 通风、供水、供电等辅助系统施工	168
第二十六节 辅助坑道施工	173
第二十七节 富水软弱破碎围岩深孔预注浆施工	193
第二十八节 瓦斯隧道施工	201
第二十九节 岩溶隧道施工	209

第三十节 黄土隧道施工	216
第三十一节 岩爆隧道施工	223
第三十二节 隧道施工测量	229
第三十三节 隧道监控量测(收敛、沉降)	238
第三十四节 隧道人员、机械进洞作业智能管理系统	247
第三十五节 隧道施工逃生设施	254
第二章 轨道工程	272
第一节 道床施工	272
第二节 25 m 标准轨铺设施工	280
第三节 长钢轨无缝线路单枕法施工	288
第四节 长钢轨无缝线路换铺施工	294
第五节 道岔原位铺设施工	299
第六节 道岔点内插入铺设施工	305
第七节 CRTSⅡ型无砟轨道高强度挤塑板及滑动层施工	314
第八节 CRTSⅡ型无砟轨道底座板纵连施工	322
第九节 CRTSⅡ型轨道板铺设施工	329
第十节 CRTSⅡ型无砟轨道水泥沥青砂浆施工	337
第十一节 CRTSⅡ型无砟轨道轨道板纵连水泥沥青砂浆施工	348
第十二节 无砟道岔板铺设施工	355
第十三节 隧道弹性支承块式无砟道床施工	365
第十四节 现场钢轨接触焊施工	377
第十五节 现场钢轨铝热焊施工	385
第十六节 应力放散及无缝线路锁定施工	393

第一章 隧道工程

第一节 隧道围岩类别的划分及判定

一、适用范围

目前,我国铁路隧道采用的围岩分级见表 1-1-1。当用物探法测有弹性纵波速度时,可参照围岩弹性纵波速度测定值确定围岩级别。本分级适用于一般地质情况的隧道,对特殊地质条件的围岩,如膨胀岩、盐岩、多年冻土等需另行考虑。关于隧道围岩分级的基本因素和围岩基本分级及其修正,可参照表 1-1-1 内容确定。

表 1-1-1 铁路隧道围岩分级

围岩级别	围岩主要工程地质条件		围岩开挖后的稳定状态(单线)	围岩弹性纵波速度 v_p (km/s)
	主要工程地质特征	结构特征和完整状态		
I	极硬岩(单轴饱和抗压强度 $R_c > 60$ MPa);受地质构造影响轻微,节理不发育,无软弱面(或夹层);层状岩层为巨厚层或厚层,层间结合良好,岩体完整	呈巨块状整体结构	围岩稳定,无坍塌,可能产生岩爆	> 4.5
II	硬质岩($R_c > 30$ MPa);受地质构造影响较重,节理较发育,有少量软弱面(或夹层)和贯通微张节理,但其产状及组合关系不致产生滑动;层状岩层为中厚层或厚层,层间结合一般,很少有分离现象,或为硬质岩石偶夹软质岩石	呈巨块或大块状结构	暴露时间长,可能会出现局部小坍塌;侧壁稳定;层间结合差的平缓岩层,顶板易塌落	$3.5 \sim 4.5$
III	硬质岩($R_c > 30$ MPa);受地质构造影响严重,节理发育,有层状软弱面(或夹层),但其产状及组合关系尚不致产生滑动;层状岩层为薄层或中层,层间结合差,多有分离现象;硬、软质岩石互层	呈块(石)碎(石)状镶嵌结构	拱部无支护时可产生小坍塌,侧壁基本稳定,爆破震动过大易坍	$2.5 \sim 4.0$
	较软岩($R_c \approx 15 \sim 30$ MPa);受地质构造影响较重,节理较发育;层状岩层为薄层、中厚层或厚层,层间一般	呈大块状结构		
IV	硬质岩($R_c > 30$ MPa);受地质构造影响极严重,节理很发育;层状软弱面(或夹层)已基本破坏	呈碎石状压碎结构	拱部无支护时,可产生较大的坍塌,侧壁有时失去稳定	$1.5 \sim 3.0$
	软质岩($R_c \approx 5 \sim 30$ MPa);受地质构造影响严重,节理发育	呈块(石)碎(石)状镶嵌结构		
	土体: 1. 具压密或成岩作用的黏性土、粉土及砂类土 2. 黄土(Q1、Q2)。 3. 一般钙质、铁质胶结的碎石土、卵石土、大块石土	1 和 2 呈大块状压密结构,3 呈巨块状整体结构		
V	岩体:软岩;岩体破碎至极破碎;全部极软岩及全部极破碎岩(包括受构造影响严重的破碎带)	呈角砾碎石状松散结构	围岩易坍塌,处理不当会出现大坍塌,侧壁经常小坍塌;浅埋时易出现地表下沉(陷)或塌至地表	$1.0 \sim 2.0$
	土体:一般第四系坚硬、硬塑黏性土,稍密及以上、稍湿或潮湿的碎石土、卵石土、圆砾土、角砾土、粉土及黄土(Q3、Q4)	非黏性土呈松散结构,黏性土及黄土呈松软结构		
VI	岩体:受构造影响严重呈碎石、角砾及粉末、泥土状的断层带	黏性土呈易蠕动的松软结构,砂性土呈潮湿松散结构	围岩极易坍塌变形,有水时土砂常与水一齐涌出;浅埋时易塌至地表	< 1.0 (饱和状态的土 < 1.5)
	土体:软塑状黏性土、饱和的粉土、砂类土等			

注:层状岩层的层厚划分:巨厚层,厚度大于 1.0 m;厚层,厚度大于 0.5 m,且小于等于 1.0 m;中厚层,厚度大于 0.1 m,且小于等于 0.5 m;薄层,厚度小于或等于 0.1 m。

二、各级围岩的物理力学指标

各级围岩的物理力学指标标准值应按试验资料确定,无试验资料时可按表 1-1-2 选用。

表 1-1-2 各级围岩的物理力学指标

围岩级别	重度 γ (kN/m^3)	弹性反力系数 K (MPa/m)	变形模量 E (GPa)	泊松比 ν	内摩擦角 ($^\circ$)	黏聚力 C (MPa)	计算摩擦角 ($^\circ$)
I	26~28	1 800~2 800	>33	<0.2	>60	>2.1	>78
II	25~27	1 200~1 800	20~33	0.2~0.25	50~60	1.5~2.1	70~78
III	23~25	500~1 200	6~20	0.25~0.3	39~50	0.7~1.5	60~70
IV	20~23	200~500	1.3~6	0.3~0.35	27~39	0.2~0.7	50~60
V	17~20	100~200	1~2	0.35~0.45	20~27	0.05~0.2	40~50
VI	15~17	<100	<1	0.4~0.5	<22	<0.1	30~40

注:1. 本表数值不包括黄土地层。
2. 选用计算摩擦角时,不再计内摩擦角和黏聚力。

三、围岩分级的主要因素

1. 围岩基本分级

围岩基本分级应由岩石坚硬程度和岩体完整程度两个因素确定。岩石坚硬程度和岩体完整程度,应采用定性划分和定量指标两种方法综合确定。岩石坚硬程度可按表 1-1-3 划分。岩体完整程度可按表 1-1-4 划分。围岩基本分级可按表 1-1-5 确定。

表 1-1-3 岩石坚硬程度划分

岩石类别		单轴饱和抗压强度 R_c (MPa)	代表性岩石
硬质岩	极硬岩	$R_c > 60$	未风化可微风化的花岗岩、片麻岩、闪长岩、石英岩、硅质灰岩、钙质胶结的砂岩或砾岩等
	硬岩	$30 < R_c \leq 60$	弱风化的极硬岩;未风化或微风化的熔结凝灰岩、大理岩、板岩、白云岩、灰岩、钙质胶结的砂岩、结晶颗粒较粗的岩浆岩等
软质岩	较软岩	$15 < R_c \leq 30$	强风化的极硬岩;弱风化的硬岩;未风化或微风化的云母片岩、千枚岩、砂质泥岩、钙泥质胶结的粉砂岩和砾岩、泥灰岩、泥岩、凝灰岩等
	软岩	$5 < R_c \leq 15$	强风化的极硬岩;弱风化至强风化的硬岩;弱风化的较软岩和未风化或微风化的泥质岩类;泥岩、煤、泥质胶结的砂岩和砾岩等
	极软岩	$R_c \leq 5$	全风化的各类岩石和成岩作用差的岩石

表 1-1-4 岩体完整程度

完整程度	结构面特征	结构类型	岩体完整性指数 K_v
完整	结构面 1~2 组,以构造型节理或层面为主,密闭型	巨块状整体结构	$K_v > 0.75$
较完整	结构面 2~3 组,以构造型节理、层面为主,裂隙多呈密闭型,部分为微张型,少有充填物	块状结构	$0.75 \geq K_v > 0.55$

续上表

完整程度	结构面特征	结构类型	岩体完整性指数 K_v
较破碎	结构面一般为 3 组,节理及以风化裂隙为主,在断层附近受构造影响较大,裂隙以微张型和张开型为主,多有充填物	层状结构、块石、碎石状结构	$0.55 \geq K_v > 0.35$
破碎	结构面大于 3 组,多以风化型裂隙为主,在断层附近受构造作用影响较大,裂隙宽度以张开型为主,多有充填物	碎石角砾状结构	$0.35 \geq K_v > 0.15$
极破碎	结构面杂乱无序,在断层附近受断层作用影响大,宽张裂隙全为泥质或泥夹岩屑充填,充填物厚度大	散体状结构	$K_v \leq 0.15$

表 1-1-5 围岩基本分级

级别	岩体特征	土体特征	围岩弹性纵波速度(km/s)
I	极硬岩,岩体完整	—	>4.5
II	极硬岩,岩体较完整; 硬岩,岩体完整	—	$3.5 \sim 4.5$
III	极硬岩,岩体较破碎; 硬岩或软硬岩互层,岩体较完整; 较软岩,岩体完整	—	$2.5 \sim 4.0$
IV	极硬岩,岩体破碎; 硬岩,岩体较破碎至破碎; 较软岩或软硬岩互层,且以软岩为主, 岩体较完整或较破碎; 软岩,岩体完整或较完整	具压密或成岩作用的黏性土、粉土及砂类土,一般钙质、铁质胶结的粗角砾土、粗圆砾土、碎石土、卵石土、大块石土、黄土(Q1、Q2)	$1.5 \sim 3.0$
V	软岩,岩体破碎至极破碎;全部极软岩及全部极破碎岩(包括受构造影响严重的破碎带)	一般第四系坚硬、硬塑黏性土,稍密及以上、稍湿、潮湿的碎(卵)石土、粗圆砾土、细圆砾土、粗角砾土、细角砾土、粉土、及黄土(Q3、Q4)	$1.0 \sim 2.0$
VI	受构造影响很严重呈碎石、角砾及粉末、泥土状的断层带	软塑状黏性土、饱和的粉土、砂类土等	<1.0 (饱和状态的土 <1.5)

2. 隧道围岩分级修正

隧道围岩级别应在围岩基本分级的基础上,结合隧道工程的特点,考虑地下水状态、初始地应力状态等必要的因素进行修正。

(1)地下水状态的分级宜按表 1-1-6 确定。地下水对围岩级别的修正,宜按表 1-1-7 进行。

表 1-1-6 地下水状态的分级

级 别	状 态	渗水量[L/(min · 10 m)]
I	干燥或湿润	<10
II	偶有渗水	$10 \sim 25$
III	经常渗水	$25 \sim 125$

表 1-1-7 地下水影响的修正

围岩基本分级 地下水状态分级	I	II	III	IV	V	VI
I	I	II	III	IV	V	—
II	I	II	IV	V	VI	—
III	II	III	IV	V	VI	—

(2)围岩初始地应力状态,当无实测资料的,可根据隧道工程埋深、地貌、地形、地质、构造运动史、主要构造线与开挖过程中出现的岩爆、岩芯饼化等特殊地质现象,按表 1-1-8 评估,初始地应力对围岩级别的修正宜按表 1-1-9 进行。

表 1-1-8 初始地应力场评估基准

初始地应力状态	主要现象	评估基准($R_c/\sigma_{\max}$)
极高应力	1. 硬质岩:开挖过程中时有岩爆发生,有岩块弹出,洞壁岩体发生剥离,新生裂缝多,成洞性差; 2. 软质岩:岩芯常有饼化现象,开挖过程中洞壁岩体有剥离,位移极为显著,甚至发生大位移,持续时间长,不易成洞	<4
高应力	1. 硬质岩:开挖过程中可能出现岩爆,洞壁岩体有剥离和掉块现象,新生裂缝较多,成洞性较差 2. 软质岩:岩芯时有饼化现象,开挖过程中洞壁岩体位移显著,持续时间较长,成洞性差	$4\sim7$

注: R_c 为岩石单轴饱和抗压强度(MPa); $\sigma_{\max}$ 为最大地应力值(MPa)。

表 1-1-9 初始地应力影响的修正

围岩基本分级修正级别 初始地应力状态	I	II	III	IV	V
极高应力	I	II	III 或 IV	V	VI
高应力	I	II	III	IV 或 V	VI

注:1. 围岩岩体为较破碎的极硬岩、较完整的硬岩时定为Ⅲ级;围岩岩体为完整的较软岩、较完整的软硬互层时定为Ⅳ级。
2. 围岩岩体为有些地方的极硬岩、较破碎及破碎的硬岩时定为Ⅳ级;围岩岩体为完整及较完整软岩、较完整及较破碎的较软岩时定为Ⅴ级。

(3)隧道洞身埋藏较浅,应根据围岩受地表的影响情况进行围岩级别修正。当围岩为风化层时,应按风化层的围岩基本分级考虑;围岩仅受地表影响时,应较相应围岩降低 1~2 级。

施工阶段隧道围岩级别的判定宜按表 1-1-10 的判定卡进行。

表 1-1-10 施工阶段围岩级别判定卡

工程名称	位置		里程		评定				
			距洞口距离(m)						
岩性指标	岩石类型(名称)			黏聚力 $c=$ MPa; $\phi=$		极硬岩 硬 岩 较软岩 软 岩 极软岩 土			
	单轴饱和抗压强度 $R_c=$ MPa			点荷载强度极限 $I_x=$ MPa					
	变形模量 $E=$ GPa			泊松比 $\nu=$					
	天然重度 $\gamma=$ kN/m ³			其他					
岩体完整 状态	地质构造影响程度				轻微	较重	严重	极严重	完整 较完整 较破碎 破碎 极破碎
	地质 结构 构造 面	间距(m)	>1.5	1.5~0.6	0.6~0.2	0.2~0.06	<0.06		
		延伸性	极差	差	中等	好	极好		
		粗糙度	明 显 台阶状	粗 糙 波纹状	平整光滑 有 擦 痕	平整光滑			
		张开性(mm)	密闭 <0.1	部分张开 0.1~0.5	张开 0.5~1.0	无充填张开 >1.0	黏土 充填		
	风化程度		未风化	轻微风化	颇重风化	严重风化	极严重风化		
	简要说明								

续上表

工程名称	位置		里程		评定
			距洞口距离(m)		
地下水状态	渗水量 [L/(min·10 m)]	<10 干燥或湿润	10~25 偶有渗水		25~125 经常渗水
初始地应力状态	埋深 $H=$ m				
	地质构造应力状态		其他		
围岩级别	I	II	III	IV	V
备 注					
记录者	复核者			日期	

第二节 全断面开挖法施工

一、适用范围

适用于高速铁路Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级围岩,Ⅳ、Ⅴ级围岩在采取有效措施稳定开挖工作面后,也可采用全断面法开挖。

二、作业条件及施工准备

1. 作业条件

- (1)每循环隧道开挖前上一循环进尺初期支护完成且达到一定强度。
- (2)超前地质预报完成,且确定前方地质符合设计要求,满足开挖安全条件。
- (3)超前支护完成且达到一定强度。

2. 施工准备

- (1)做好施工调查,主要调查内容:工程环境、气候特征、工程地质、水文地质、工程规模和工程特点等;施工运输、水源、供电、通信、弃渣场等施工条件;当地原材料及半成品品种、质量、价格及供应能力;当地交通运输情况等。
- (2)审核设计文件,重点审核设计标准、隧道平面和纵面、隧道地质地形勘测资料、不良地段特殊设计方案、隧道通风排水设计方案,隧道洞门位置、洞门样式、洞口边坡与仰坡的稳定程度、衬砌类型、辅助坑道的类型和位置灯。
- (3)控制点复测,测量结果报监理工程师审核,隧道洞门、隧道中心线现场放样,特殊地段现场地形实测。
- (4)组织技术人员认真学习实施性施工组织设计,选择和制订施工方案,制定施工安全保证措施,提出应急预案。对施工人员进行技术交底和安全交底。
- (5)根据施工组织,进行机械设备、劳动力资源配置。

- (6)办公场地、施工场地、临时便道、弃渣场等临时工程建设。
- (7)作业人员的安全教育培训。

三、引用技术标准

- (1)设计文件。
- (2)《铁路隧道工程施工技术指南》(TZ 204—2008)。
- (3)《高速铁路隧道工程施工技术指南》(铁建设〔2010〕241 号)。
- (4)《铁路隧道工程施工安全技术规程》(TB 10304—2009)。
- (5)《铁路隧道监控量测技术规程》(TB 10121—2007)。
- (6)《铁路隧道风险评估与管理暂行规定》(铁建设〔2007〕200 号)。
- (7)《铁路隧道超前地质预报技术指南》(铁建设〔2008〕105 号)。
- (8)《高速铁路隧道工程施工质量验收标准》(TB 10753—2010)。
- (9)《铁路隧道工程施工质量验收标准》(TB 10417—2003)。

四、施工顺序及工序流程

1. 施工顺序

施工准备→超前地质预报→测量与量测→布置炮眼→钻孔、装药、爆破→通风→排险→出渣→质量检查、地质描述。

2. 工序流程(图 1-2-1)

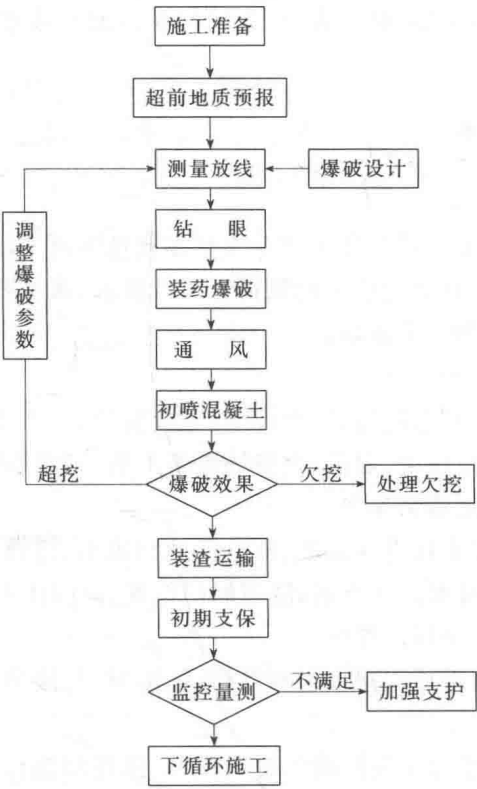


图 1-2-1 全断面法施工工序流程图

五、施工方法及要求

1. 施工方法

(1) 开挖施工准备

- ① 钻孔前对施工机械进行检查,确保施工机械能正常运转。
- ② 检查风、水管有无破损,确保风、水压满足施工要求。
- ③ 隧道开挖前,根据工程地质条件、开挖断面、开挖方法、掘进尺寸、钻眼机具等进行钻爆设计。

④ 做好排水系统,保证排水畅通。

(2) 施工过程

全断面开挖是一次开挖成形的施工方法。采用多功能台架、人工 YT28 风枪钻眼,楔形掏槽,非电毫秒雷管光面爆破,开挖循环进尺不宜超过 3.5 m,仰拱一次开挖长度不应大于一倍洞径,出渣采用装载机装渣,25 t 自卸汽车运输,挖掘机找顶清底。

(3) 爆破作业

1) 爆破器材选择。爆破器材选择参见表 1-2-1。

表 1-2-1 爆破器材选择表

序 号	爆破器材名称	规 格	备 注
1	炸药	乳化炸药	
2	导爆管雷管	1~19 段	
3	导爆管	$\phi 3.0$ mm	
4	起爆针	HTQBZ-3	

2) 钻爆参数选择。

① 周边眼参数设计。隧道周边控制爆破是指在岩体中开挖轮廓线采用光面爆破或预裂爆破。光面爆破和预裂爆破的参数如下:

a. 炮眼直径 $D=45$ mm。

为保证隧道开挖轮廓线的圆顺度和平整度,周边眼根据选定的周边眼间距进行布置;为了控制爆破开挖超挖量,必须控制周边眼的外插角。为了控制周边眼的插角,采用人工手持风枪进行周边眼的钻眼。

b. 炮眼间距 a 。炮眼间距和炮眼直径 D 的关系用间距系数 n 来表示: $a=nD$; n 值的大小决定着炮眼的数量, n 值过大,不能保证预裂缝的形成,影响预裂效果; n 值过小,将增加钻孔数量,不经济,并且影响施工进度。一般隧道爆破的 n 值取 8~18 较合适。根据工程类比, $a=30\sim 50$ cm。

c. 抵抗线 W 。根据经验, $W=(1\sim 1.4)\times a=40\sim 60$ cm。

d. 不偶合系数 E 。不偶合系数 E 是指炮眼直径与药卷直径的比值,可用 $E=D/d$ 表示。 E 值一般为 1.25~2.0。炮眼直径 D 为 45 mm,采用药卷为 22 mm 的光爆药卷。

e. 线装药密度。线装药密度可以根据下列经验公式计算。

微新岩石的抗压强度一般均在 850~1 100 kg/cm² 以上,参照相关工程的经验,选择经验公式为:

$$\Delta_{\text{线}}=0.034[\sigma_{\text{压}}]^{0.63}\alpha^{0.38}$$