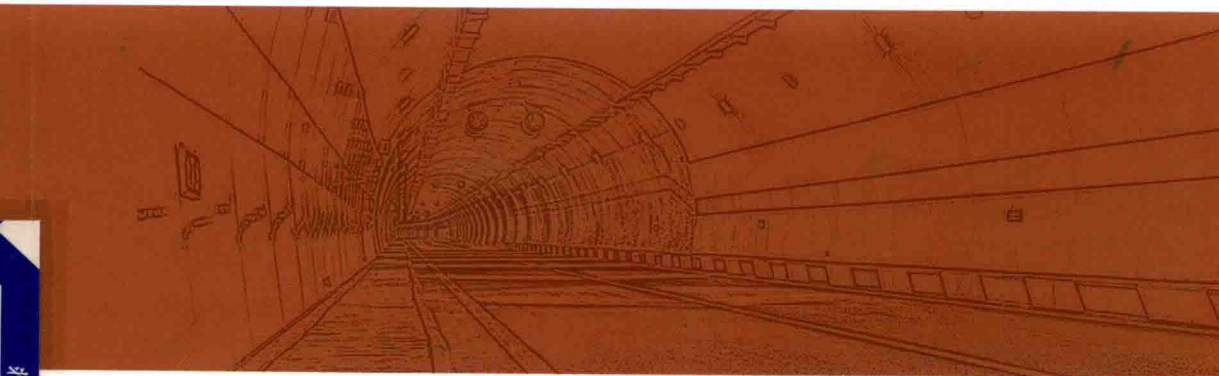


“一带一路”国际工程建设与管理丛书

Design Practice
of European (French) Standard Long Span
Soft Rock Highway Tunnel

**欧洲(法国)标准大跨度
软岩公路隧道设计实践**



丁小军 韩常领 曹校勇 史彦文 / 编著

海外借



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

Design Practice
of European (French) Standard Long Span
Soft Rock Highway Tunnel

**欧洲(法国)标准大跨度
软岩公路隧道设计实践**

丁小军 韩常领 曹校勇 史彦文 / 编著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书主要介绍了大跨度软岩公路隧道设计所参考的规范体系及其与中国规范的差别,并详细介绍了隧道设计的主要内容,包括隧道建设条件、结构设计、防排水设计、机电设计等。针对隧道建设过程中发生的特大变形,分享了成功的经验,图文并茂,数据翔实。

本书内容与工程实践相结合,可供相关专业技术人员参考和借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

欧洲(法国)标准大跨度软岩公路隧道设计实践 /
丁小军等编著. — 北京:人民交通出版社股份有限公司,
2019.1

ISBN 978-7-114-15294-8

I. ①欧… II. ①丁… III. ①公路隧道—隧道工程—
设计 IV. ①U459.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 302804 号

书 名: 欧洲(法国)标准大跨度软岩公路隧道设计实践

著 者: 丁小军 韩常领 曹校勇 史彦文

责任编辑: 曲乐 李娜

责任校对: 刘芹

责任印制: 张凯

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

开 本: 720×960 1/16

印 张: 11.25

字 数: 190千

版 次: 2019年1月 第1版

印 次: 2019年1月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-15294-8

定 价: 49.00元

(有印刷、装订质量问题的图书,由本公司负责调换)

前 言

2006年5月,中国中信-中国铁建联合体中标阿尔及利亚东西高速公路中、西两个标段,工程总投资69亿美元。2010年10月10日西标段359km建成通车,2012年4月14日中标段169km建成通车。该项目是当时中国公司有史以来在国际工程承包市场获得的各类工程中单项合同金额最大,同类项目中单项合同额第一,同类工程中技术等级最高、工期最短的大型国际总承包项目。该项目由中交第一公路勘察设计研究院有限公司(简称“中交一公院”)负责设计,两段总里程长达528km,采用双向六车道高速公路标准建设,荣获第十五届中国土木工程詹天佑奖。

本项目仅中标段M3路段有隧道工程。M3路段是整个东西高速公路的重难点工程,而隧道又是M3路段的咽喉工程。该路段设置2座隧道,其中T1隧道长度720m,T2隧道长度1750m。技术标准为欧洲(法国)标准,双向六车道、速度100km/h。隧道穿越地层主要为碳质页岩、泥岩等极软岩,且隧址区断裂构造、褶曲发育,工程地质条件极差。面对严谨且近乎苛刻的法国工程师,面对陌生的欧洲(法国)规范,中国工程师努力钻研,秉承中交一公院人“特别能吃苦、特别能战斗、特别能奉献、特别能创新”的精神,及时顺利地完成了设计工作。这是中国工程师走出国门,完全按照欧洲标准独立设计的第一条高速公路。

在隧道建设过程中,隧道初期支护曾发生极其严重的沉降变形,设计监理法国SETEC公司多次派出专家团队到施工现场进行指导,但其所提出的方案并未解决大变形问题。在困难面前,中国的工程师没有气馁,迎难而上,在副总工程师韩常领的带领下,中交一公院累计投入隧道工程师13人·年,依靠中国工程师的智慧成功解决了隧道大变形问题,保证了工程的安全高效建设。

本书首先介绍了隧道设计所参考的规范体系及其与中国规范的差别,然后详细介绍了隧道的设计主要内容,包括隧道建设条件、结构设计、防排水设计、机电设计等内容。针对隧道建设过程中发生的特大变形,分享了我们的成功经验。书中图文并茂,数据翔实,很多成果都是第一次发表,是中交一公院隧道工程师多年工作心血的结晶。

本书由丁小军、韩常领、曹校勇、史彦文编著,参与编写还有白浪峰、徐平、师伟、徐智、寇宝文、杨绍战、孙海东、李广华、陈海洋、王万平、卢晓玲。本书在编写过程中得到了长安大学李宁军教授的审阅指导。对于他们的无私付出,在此一并表示感谢。

受种种条件限制,书中疏漏和不当之处在所难免,敬请专家、同行和读者批评指正。

编写组

2018年8月于西安

目 录

1 概述	1
1.1 项目概况	1
1.2 执行标准及设计流程对比	2
2 隧道勘测设计	14
2.1 隧道总体设计	14
2.2 隧道工程地质	22
3 隧道结构工程设计	52
3.1 土建工程安全标准	52
3.2 隧道衬砌结构设计	53
3.3 隧道洞口设计	79
3.4 隧道监控量测与地质超前预报	89
3.5 隧道施工	94
3.6 极软岩隧道沉降变形的控制措施	98
4 隧道防排水、预留洞室及防火设计	109
4.1 隧道防排水设计	109
4.2 预留洞室及电缆沟槽设计	118
4.3 隧道防火要求	125
5 隧道机电工程设计	128
5.1 机电工程安全标准	128
5.2 通风系统	132

5.3 照明系统	140
5.4 火灾检测和消防救援	143
5.5 CCTV 和事故检测系统	145
5.6 紧急呼叫网络(SOS)	146
5.7 动态信号和封闭设备	146
5.8 隧道供配电	149
5.9 无线通信网络	150
5.10 监控中心.....	151
5.11 东西高速公路隧道火灾逃生模拟分析.....	155
参考文献.....	168

1 概 述

1.1 项目概况

阿尔及利亚东西高速公路全长 1 216km,待建路段长 927km,全线东连突尼斯、西接摩洛哥。它既是阿尔及利亚贯穿东西方向的主要交通大动脉,又是北非地中海沿岸国家重要的战略要道。东西高速公路项目整体路线图如图 1-1 所示。整个项目分为东、中、西三个标段,中、西两个标段由中国中信-中铁建联合体中标,东标段由日本公司组建的联合体中标。这是我国公司在国际工程承包市场获得的各类工程中单项合同金额最大的国际设计-建造总承包项目。



图 1-1 阿尔及利亚东西高速公路总体路线图

本项目仅中标段 M3 (Lakhadaria-Larbaatache) 路段设有两座隧道。隧道按双向六车道高速公路设计,设计速度 100km/h,执行标准为欧洲标准,隧道建筑限界宽度 13.5m,限高 5.25m。隧道设置见表 1-1。

隧道设置一览表

表 1-1

隧道名称		隧道起点	隧道终点	长度(m)	洞门形式
T1	左线	ZK135 + 485.2	ZK136 + 210	724.8	削竹式
	右线	RK135 + 488.5	RK136 + 203	714.5	削竹式
T2	左线	ZK140 + 533.2	ZK142 + 317.8	1784.6	削竹式
	右线	RK140 + 546.2	RK142 + 295.8	1749.6	削竹式

隧道项目地处欧洲板块与非洲板块结合部,属于阿斯特拉-阿尔卑斯褶皱带。T1 隧道和 T2 隧道从一个褶皱背斜的核部穿过,在隧道南侧 20 ~ 60m 处,有一条与线路平行展布的 F3 大断层,断层破碎带宽 20 ~ 50m。在 F3 断层的两侧,发育有许多次级小断层。隧道围岩岩性主要以页岩、泥岩软质岩为主,质软、遇水崩解、易风化且具有弱膨胀性,受新构造运动影响,断裂构造发育、褶曲发育、节理裂隙发育,岩体完整性差。

本路段隧道有以下特点:

(1)隧道开挖跨度大,最大开挖面积超过 160m²,隧道形状扁平,结构受力复杂,施工难度与安全风险比较大。

(2)隧址区为地震多发区,工程地质条件复杂,围岩有一定的膨胀性,增加了设计难度与施工的风险性。

(3)设计与施工遵循欧洲(法国)标准,欧洲是以机械化施工为主(我国以人工施工为主),设计理念与习惯做法同我国有很大差异,给设计带来不少问题。

(4)隧道内机电设备选型要求高,需开展运营风险评估,对于保证行车安全提出了更高的要求。

本次设计执行欧洲标准,主要以法国标准和规范为主。在设计初期,由于设计者对设计流程、标准的掌握有欠缺,以及中国和欧洲国家设计理念、施工习惯的差异,设计施工方案甚至一些细节问题,都需要经过多次沟通才能确定下来。但随着工程的进展,同业主、业主顾问团队(加拿大咨询公司)以及设计外部监理(法国咨询公司)的沟通交流加深,我们对法国规范体系及设计流程有了更清楚的认识,设计工作逐步走向正轨。本项目合同模式为总承包合同。所做的施工图设计,并不等同于国内的施工图设计,施工图设计不能像国内一样把施工图全部完成,仅留少量后续服务人员现场跟踪变更;施工图设计往往在施工前夕才能得到外方监理的认可与批复,业主现场监理进场晚,对提交的图纸审批缓慢,致使许多工程已施工后审查意见才下来。由于施工图设计文件迟迟不能出台,导致现场设计人员较多且持续时间较长,这也是本项目的特殊之处。

1.2 执行标准及设计流程对比

隧道工程主要按照欧盟标准设计,其中以法国标准为主,其特点是跨越时间长、种类多。隧道设计执行的标准主要有:

(1)2004 年 4 月 29 日欧洲议会和欧盟委员会第 2004/54/CE 号指令。

(2) Cahier Des Clauses Techniques Générales(一般技术条款,简称 CCTG)。

(3) Association Française des Tunnels et de l' Espace Souterrain(AFTES)指导文件(法国隧道和地下空间协会指导文件)。

1.2.1 同中国规范、设计与施工理念差异对比

1.2.1.1 执行规范的差异

中国隧道设计、施工执行的规范主要有《公路隧道设计规范》(JTG D70—2004)、《公路隧道施工技术规范》(JTG F60—2009)等,规范集成化较高,且经验性的量化指标很多,使用起来比较具体和方便。而欧洲(法国)的标准、规范众多,可能某一内容就成为一本指南,如隧道照明、隧道通风、几何设计、防排水、二次衬砌、喷混凝土、钢拱架、衬砌模板台车、路面、洞口建筑等均有一册;欧洲标准大多为建议与指导性文件,经验性的量化指标不多,比如关于围岩分级,尽管AFTES介绍了多种方法,却没有规定必须用哪一种分类方法,设计、施工、使用的灵活性较大。

1.2.1.2 设计与施工理念的差异

中国与欧洲(法国)在隧道建设领域均积累了丰富的经验与理论基础,由于国情和历史不同,在设计与施工理念上有一定差异,甚至在某些方面的理念是相反的,比如进洞方式。这些差异是与各国的机械化施工程度、施工工艺及技术水平相适应的,各有其特点与优势。下面结合我们的体会,将两种设计理念作一对比。

1) 设计方法

地下工程地质参数获取的难度较大,且勘察试验成果具有变异性,因此我国隧道设计以工程类比的经验法为主,理论计算为辅;而欧洲则比较强调理论计算,需要准确的基础数据与系统的理论计算为支撑,这是进行设计工作的前提,前期设计阶段时间比较长,如果光靠经验设计,而不通过计算验证,是很难通过业主审批的。像中国、日本等均有不同宽度、不同围岩级别条件下的经验支护参数供设计者选择,而欧洲设计规范中没有推荐的经验参数,均是各个设计单位根据自己的经验进行个案设计,各项设计均要进行计算验证。

2) 隧道段平纵设计

欧洲标准中,隧道平面线形主要是以满足安全行车视距为原则,在选线上没有刻意强调平曲线不能进洞的要求,采用曲线隧道较多,尤其是欧洲的长大隧道基本上为曲线隧道,采用曲线隧道有利于地质选线,可减少进洞的直光效应,也

有助于缓解驾驶员的疲劳与乏味感;另外,对洞口段路线无特殊规定,只要满足相应路线标准即可,而国内则对洞口段平面线形提出了相关要求(如3s行程);对于隧道纵坡一般要求控制3%以内,最大不超过5%,超过3%则应做风险分析,我国一般不超过4%;对于上、下行隧道洞口外一般均要设联络道,并在与联络道相对应的主线行车道外设置停车场。

3)隧道建筑限界

建筑限界最主要的区别是可行车区域的高度问题,我国技术标准中限界的顶角部位是个倒角,而欧洲(法国)标准则是整个可行驶区域均是一个高度,如图1-2所示。从保证行车安全方面讲,欧洲(法国)规范比我国规范更加合理。

4)地质勘察

在地质勘察方面,欧洲标准非常注重地质资料的准确性与完整性,地勘工作量一般比我国布置得多,勘察周期比较长,注重现场围岩各项指标的获取;另外对施工期间地质验证也非常重视,尤其是围岩物理力学指标,一般要求采用水平地质超前钻探(可取芯或破坏性钻探),对地质雷达、地震波等预测手段不是很推崇。围岩级别划分有多种方法,没有统一的标准,可根据各项目情况选用。

5)进洞方式与洞口设计

在欧洲,隧道进洞方式有两种:一种是少开挖直接进洞方式,同我国目前倡导的零开挖进洞方式一致;另外一种则与我国有显著区别,为深挖方式,此方法在法国应用较多,该方法被一些法国专家所推崇,并认为“早进洞晚出洞”原则是他们在100年前修建铁路隧道应用的方法,认为挖深大一些(一般为10~15m),有利于部分垂直荷载的传递,地质情况也会变好一些,也节省了造价。他们多把精力和工程措施花在洞口前边仰坡开挖所需的支挡结构上,一般是采用带锚索的钢管桩挡墙或长锚杆、锚索加固边仰坡,明洞较长,最终恢复起来同我们倡导的零边坡是一致的。隧道洞口段设计简洁,削竹式、环框式应用较多,刻意装饰的洞门很少。不论采用何种方式,最终洞口建成后基本无开挖仰坡的现象,洞口周围防护工程量较少,基本上均被绿化。

6)初期支护

(1)初期支护的作用

在欧洲,隧道初期支护主要是满足施工期间稳定与安全需要,二次衬砌结构承担所有围岩荷载,即假定随着时间推移,初期支护完全失效;而我国《公路隧道设计规范》(JTG D70—2004)中明确规定初期支护和二次衬砌的围岩荷载承担比例,初期支护和二次衬砌共同承担隧道开挖后的围岩荷载。

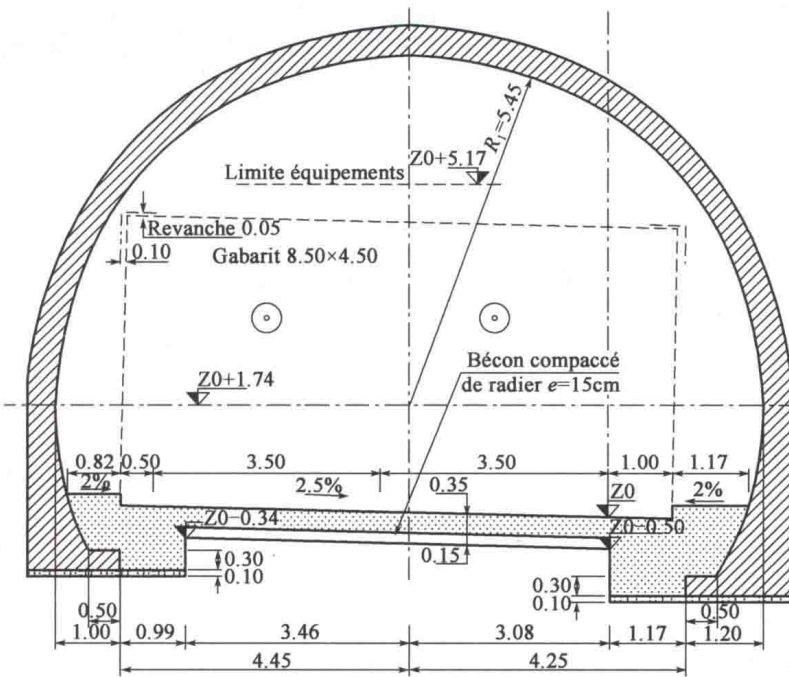
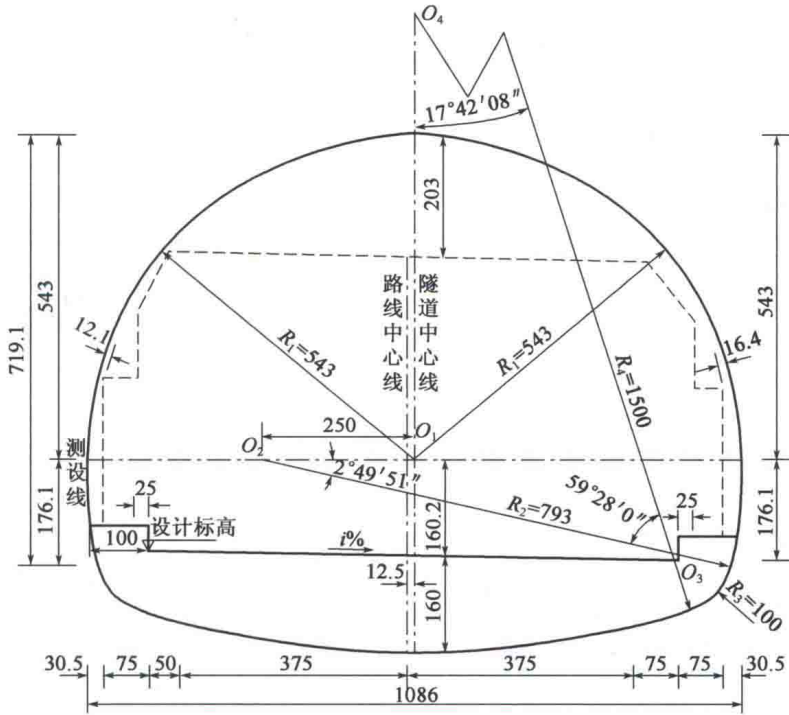


图 1-2 隧道建筑限界示意图(上:中国标准;下:欧洲标准)(尺寸单位:cm)

(2) 长锚杆的应用

在欧洲,由于机械化施工程度高,在软弱围岩段多采用6~10m长的锚杆,锚杆一般不与拱架焊接,多布置在两榀拱架之间;而我国的锚杆长度一般不超过4m。

(3) 钢拱架设计

欧洲的钢拱架同我国类似,分为型钢拱架与格栅拱架,但其截面形式与我国有较大区别,型钢基本采用HEB型钢拱架(图1-3),而我国基本是工字钢;格栅钢架基本上三角形,也有四角形,甚至是定型产品,如由中国土木工程集团有限公司承建的以色列隧道,其钢架是从德国进口的三角形格栅拱架(图1-4),而我国基本上采用四边形格栅拱架居多。



图 1-3 HEB 钢架



图 1-4 格栅钢架(德国)

(4) 超前支护

欧洲标准中长管棚直径一般不小于 $\phi 100\text{mm}$,壁厚一般不小于8mm,我国管棚壁厚多为5~6mm。欧洲标准中一般很少采用我国用得比较多的长度小于5m的小导管注浆加固方式,若支护长度比较短,多采用 $\phi 25$ 或 $\phi 32$ 锚杆。

7) 二次衬砌设计

(1) 结构耐久性

欧洲隧道结构耐久性要求高,设计寿命一般为100~120年,这主要体现在混凝土强度上,模筑混凝土强度达40MPa(试件为圆柱体),相当于我国C45,我国多采用C25或C30;喷射混凝土强度达到30MPa(试件为圆柱体),相当于我国C35,且有早期强度要求(如8h达到4MPa),我国多采用C20或C25。

(2) 二次衬砌结构计算

欧洲隧道衬砌结构基本上可分为两种:一种为喷锚单层衬砌,此类衬砌在挪威应用较多;另一种是复合式衬砌,此类衬砌在各国均有较广泛应用。对于复合

式衬砌,其计算方法有地层法与荷载结构法,同我国类似,但在受力模式上同我国有较大区别。欧洲(法国)计算二次衬砌时一般不考虑初期支护受力,即二次衬砌需承受全部的围岩压力,相当于提高了衬砌结构的承载能力。结构计算考虑正常使用极限状态和承载能力极限状态,但荷载分项系数与我国有一定区别。

(3)二次衬砌配筋

在欧洲,对于公路隧道而言,除洞口浅埋段及地质不良地段外,一般情况下二次衬砌拱部多采用素混凝土结构,主要是在基础或边墙脚处局部配筋;仰拱与二次衬砌连接不强调以圆顺相接,可以直角连接。

8)隧道防排水

欧洲隧道防排水既有全防设计,也有排防结合设计,需根据隧址区水文地质条件确定。在防排水材料上比我国要求高,防水板厚度一般不小于2mm,土工布一般采用 $500\text{g}/\text{m}^2$ 。排水体系要求具有可维修性,多数都设置了衬砌背后纵向排水管(沟)检查井;采用连续开缝排水沟与倒虹吸管沟组成的污水排放系统,有利于分段灭火,避免火灾通过排水系统蔓延,特别是在上坡路段尤为重要,因为一旦有任何的燃油着火,它都将流向火灾后面的车辆。在路面下通常设置排水层与纵向排水管,有利于路面下渗水排放;地下水与污水分开排放,在洞口外设置 200m^3 的油水分离池,以减少对环境的污染。

9)隧道路面

欧洲隧道内路面设计也考虑可能的超载问题或按提高一个交通量等级进行计算。对于是采用混凝土路面还是沥青混凝土路面没有统一要求,但多采用沥青混凝土路面,路面下多数增加一层透水层。对于仰拱回填多采用级配碎石,满足 CBR 值 $\geq 15\%$ 即可,我国基本是素混凝土或片石混凝土回填。

10)车、人行横通道设计

欧洲的车行、人行横通道限界均比我国小:人行横通道限界宽度不小于1.8m,高度2.2m,门洞宽度1.4m,高度2m;车行横通道是以满足救援车辆通过为主,其限界宽度为3.5m,限高3.5m,转向直径19m,不像我国还考虑在隧道内行驶大型车辆。横通道防火门上还要求设置宽0.9m、高2m的小门。人行横通道应考虑残疾人的使用,最大纵坡一般不超过5%。

11)隧道通风

欧洲通风量计算结合有关限制排放标准的实施,提出了不同时期的车辆组成以及不同排放标准下的基准排放量,另外提出了稀释 NO_x 的卫生标准,我国还没有这方面的规定。另外,横通道内要求设置通风系统,火灾时,可以阻止烟雾

蔓延以减少撤离人员和车辆的安全隐患,我国目前在横通道中均没有设置风机。单向行车隧道纵向通风最大长度一般不超过 5 000m,对向行车一般不超过 1 000m。

12) 隧道照明

在欧洲,对于高速公路隧道,入口加强段多使用逆光型照明灯具。高速公路隧道基本段照明亮度一般可取 $4 \sim 5 \text{cd/m}^2$ 。另外,隧道内均设置低位诱导灯,高度 1m 左右,间距一般为 10m。

隧道内灯光设计多以单排灯为主,照明灯具多采用荧光灯,也采用高压钠灯。路缘带上均设置有突起路标,洞内交通标志、标识清晰,紧急电话、避难通道均有标识。

13) 隧道消防

隧道消防洞室(消防柱)间距(欧盟最低安全标准)一般不超过 250m,法国要求 200m,消防柱出水口压力为 0.6MPa,出水量按 $60 \text{m}^3/\text{h}$ 考虑;我国要求间距一般为 50m。灭火器多放在安全洞室内,安全洞室间距 150m,每个安全洞室放两具单重 6kg 的灭火器,安全洞室内还设置紧急电话,消防洞室与安全洞室基本为左右对称布置。

14) 隧道防火等级

欧洲规范的隧道防火等级为 4 级,分别为 N0、N1、N2、N3,每一级的隧道防火都有明确的技术要求。比如 N0,结构局部断裂时不会对隧道造成不利后果;N2 的防火等级为 HCM120,表示碳氢化合物着火后,衬砌结构强度可以确保 120min 的救援时间。我国目前尚没有对隧道防火提出明确要求。

15) 洞口关闭设施

在欧洲,长度大于 1 000m 的隧道,除在洞口前设置信号灯、可变信息指示板(与我国相同)外,一般均要求设置封闭栏杆,以利于在紧急情况下有效控制交通,关闭隧道。我国没有要求设置封闭栏杆。

16) 施工机械化程度的差异

施工机械化程度上的差异较大,在欧洲是以机械化施工为主,以钻爆法为例,多采用钻臂台车、管棚机、锚杆台车、喷射混凝土机械手等;而我国则是以人工操作小型施工机具方式为主,大型施工设备,如钻臂台车、喷射混凝土机械手等则使用较少。施工方法的不同体现到设计与支护材料选型上的差异,最主要体现在锚杆设计与施工上,其锚杆可施工的长度很长(6~10m),以及喷混凝土、模筑混凝土强度指标,其强度等级均比我国高。机械化施工,施工质量容易保证。

17) 开挖方式的区别

在欧洲采用钻爆法施工时多采用台阶法与全断面开挖法,开挖断面的划分以满足机械化施工为原则。当地质较差时,为保证掌子面的稳定多采用在掌子面上打设长度超过 15m 的玻璃纤维锚杆,这样仍可采用台阶法开挖,有利于机械化施工快速开挖、快速支护,以及支护体系的尽快形成,除非地质条件非常差才会采用双侧壁开挖法或单侧壁开挖法。

1.2.2 各设计阶段文件组成及其特点

法国公路工程勘察前期工作及设计一般划分为 EF(可行性研究)、EP(项目预先研究)、APS(简明初步设计)、APD(详细初步设计)、APA(APD 吻合性检查设计)、EXE(施工图设计)6 个阶段。

1.2.2.1 EF 阶段

该阶段称作项目的可行性研究阶段,其研究的内容包括:区域交通概要,区域现状,项目费用评估,交通量初步预测,投资模式选择,客、货运模型环境评估。该阶段工作深度相当于我国的项目立项或项目投资策划。

1.2.2.2 EP 阶段

该阶段称作项目预先研究阶段,其研究内容包括:通过现场考察,初步确定路线走廊;研究论证备选走廊的技术方案及社会经济状况;交通量预测;对各项社会经济指标进行评估,为确定最佳路线走廊提供依据;通过对各项细目的计算,估算项目总费用。

该阶段是项目启动之初的一个重要阶段,要求进行多方案研究比较,择优推荐最佳方案,与主管部门及相关部门就重要技术问题进行讨论研究,并最终达成一致意见。

该阶段工作深度基本上相当于我国的预可行性研究。

1.2.2.3 APS 阶段

该阶段称作简明初步设计阶段,在本阶段主要完成环境的初步评估、交通量的初步评估,初步提出路线走廊方案、其与主要路网的衔接方案及备选方案,初步提出项目将可能采用的标准等。简明初步设计的深度相当于我国的工程可行性研究,注重对环境的评估及研究。

1.2.2.4 APD 阶段

APD 阶段称作详细初步设计阶段,本阶段是项目设计的关键阶段,交通量、技术标准、路线方案、主要构造物及沿线设施等均在本阶段确定。APD 文件设

计深度比国内初步设计深,但尚未达到施工要求。设计文件反映的信息量较多,其基础资料(水文、地质勘察、边坡稳定、桩长计算)与相关设计结合并作为正式文件的重要组成部分。

若 APS 完成已久或由不同的咨询公司完成,首先应对 APS 进行分析并对 APS 文件进行修正,报业主批准后,才能进入 APD 阶段。

APD 阶段,针对隧道专业有三套技术文件,并分别送审报批:

1) 隧道土建设计文件

包括隧道地质、路线、结构、排水、洞口边仰坡(土方工程)、洞门建筑与结构、路面设计及相应的技术说明与计算(论证)报告等。

2) 隧道机电设计文件

包括通风、照明、消防、供配电、监控、救援、防火设施、通信、其他设备设计及相应的技术说明与计算(论证)报告等。

3) 隧道技术间设计文件

包括洞口总体规划、技术间建筑图、技术间结构图、化粪池及相应的技术说明与计算(论证)报告等。

1.2.2.5 APA 阶段

本阶段称作 APD 吻合设计阶段,对业主已经完成 APD 的设计标段,承包商必须完成 APD 吻合设计,即 APA。如果 APD 文件由承包商自己完成则不需进行吻合性设计。承包商吻合性设计首先指出、分析原 APD 文件的不足,然后通过充分的比选论证,提出替换的技术方案,再根据业主的批准进行必要的测量、勘察,重新完成 APD 文件的编制。因此,APA 的设计过程比 APD 还要复杂。

1.2.2.6 EXE 阶段

EXE 阶段即施工图设计阶段,这个阶段与我国设计有着本质的不同,其最大特点是没有明显的阶段划分,施工图设计是一个动态的过程,将伴随着施工的进行,直到工程结束。文件组成要求深入细致,每个技术方案、设计细节,必须具有详尽的勘察、地质资料作支撑,必须进行详细的计算并提供完整的计算书供审查。

在 EXE 阶段,法国习惯将施工图设计分为很多小的设计单元,分类细化,不像我国为一整套文件。

1) 隧道土建施工图设计

隧道地质报告:包括技术说明、图表。在欧洲非常注重基础试验数据的获取,这也是进行隧道结构计算的基础。