

JTG

中华人民共和国行业推荐性标准

JTG/T F60—2009

公路隧道施工技术细则

Technical Guidelines for Construction of Highway Tunnel

2009-08-25 发布

2009-10-01 实施

中华人民共和国交通运输部发布

中华人民共和国行业推荐性标准

公路隧道施工技术细则

Technical Guidelines for Construction of Highway Tunnel

JTG /T F60—2009

主编单位:中交第一公路工程局有限公司

批准部门:中华人民共和国交通运输部

实施日期:2009年10月01日

人民交通出版社

2009·北京

图书在版编目(CIP)数据

公路隧道施工技术细则 / 中交第一公路工程局有限公司主编. —北京: 人民交通出版社, 2009.9

ISBN 978-7-114-07991-7

I. 公… II. 中… III. 公路隧道—隧道工程—工程施工
IV. U459.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 165763 号

中华人民共和国行业推荐性标准

公路隧道施工技术细则

JTG / T F60—2009

中交第一公路工程局有限公司 主编

人民交通出版社出版发行

(100011 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号)

各地新华书店经销

北京交通印务实业公司印刷

开本: 880×1230 1/16 印张: 12.25 字数: 257千

2009年9月 第1版

2009年9月 第1次印刷

印数: 0001—15000册 定价: 58.00元

ISBN 978-7-114-07991-7



中华人民共和国交通运输部

公 告

2009 年第 34 号

关于公布《公路隧道施工技术细则》 (JTG/T F60—2009)的公告

现公布《公路隧道施工技术细则》(JTG/T F60—2009),作为公路工程行业推荐性标准,自 2009 年 10 月 1 日起施行。

该细则的管理权和解释权归交通运输部,日常解释和管理工作的主编单位中交第一公路工程局有限公司负责。请各有关单位在实践中注意积累资料,总结经验,及时将发现的问题和修改意见函告中交第一公路工程局有限公司,以便修订时研用。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部
二〇〇九年八月二十五日

主题词:公路 细则 发布 公告

交通运输部办公厅

2009 年 8 月 26 日印发

前 言

根据交通部交公路发[2005]354号文件要求,由中交第一公路工程局有限公司为主编单位,河南省路桥建设集团有限公司、重庆交通科研设计院、重庆交通大学、长安大学为参编单位,组成《公路隧道施工技术细则》编写组。

《公路隧道施工技术细则》(JTG/T F60—2009)为行业推荐性标准,是对《公路隧道施工技术规范》(JTG F60—2009)的细化和补充,主要内容为公路隧道施工的具体方法、工艺等。

《公路隧道施工技术细则》(JTG/T F60—2009)共17章,分别为:1 总则,2 术语和符号,3 施工准备,4 施工测量,5 洞口、明洞与浅埋段工程,6 开挖,7 支护与衬砌,8 小净距隧道及连拱隧道,9 监控量测,10 超前地质预报,11 防水和排水,12 风、水、电供应,13 辅助坑道,14 辅助工程措施,15 不良地质和特殊岩土地段施工,16 隧道路面施工,17 附属设施工程。

各有关单位在使用过程中,若有意见和建议,请函告中交第一公路工程局有限公司(地址:北京市朝阳区管庄周家井,邮政编码:100024,电话:010-65761831),以便下次修订时研用。

主 编 单 位: 中交第一公路工程局有限公司

参 编 单 位: 河南省路桥建设集团有限公司

重庆交通科研设计院

重庆交通大学

长安大学

主要起草人: 弓天云 蒋树屏 侯金龙 刘元泉 陆仁达 程崇国 王 成
谢永利 彭国才 周 兵 王冬恒 蔡 军 王杰先 任尚强
王连成 付 钢 王先义 李宁军 王亚琼 杨晓华 李成效

目 录

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	施工准备	5
3.1	一般规定	5
3.2	施工场地与临时工程	7
3.3	施工人员、材料和设备	8
4	施工测量	9
4.1	一般规定	9
4.2	控制测量	10
4.3	放样测量	13
4.4	贯通误差的测定及调整	14
4.5	交(竣)工测量	15
5	洞口、明洞与浅埋段工程	17
5.1	洞口工程	17
5.2	明洞工程	17
5.3	浅埋段工程	18
6	开挖	20
6.1	一般规定	20
6.2	开挖方法	20
6.3	超欠挖控制	21
6.4	钻爆设计	22
7	支护与衬砌	26
7.1	一般规定	26
7.2	喷射混凝土	26
7.3	锚杆	28
7.4	钢架	29
7.5	衬砌钢筋	30
7.6	模筑混凝土衬砌	32
7.7	仰拱和底板	36

8 小净距隧道及连拱隧道	37
8.1 小净距隧道	37
8.2 连拱隧道	39
9 监控量测	40
9.1 一般规定	40
9.2 量测作业	40
9.3 量测数据处理与应用	41
10 超前地质预报	43
10.1 一般规定	43
10.2 地质预报的分级与预报内容	43
11 防水和排水	46
11.1 一般规定	46
11.2 施工防排水	46
11.3 防排水结构施工	48
11.4 注浆防水	52
12 风、水、电供应	54
12.1 供风	54
12.2 供水	54
12.3 供电与照明	55
13 辅助坑道	57
13.1 一般规定	57
13.2 斜井	57
13.3 竖井	58
13.4 横洞与平行导坑	58
14 辅助工程措施	59
14.1 稳定地层措施	59
14.2 处理涌水措施	60
15 不良地质和特殊岩土地段施工	62
15.1 一般规定	62
15.2 膨胀岩土	62
15.3 黄土	63
15.4 岩溶	64
15.5 含水沙层	65
15.6 瓦斯	65
15.7 岩爆	67
15.8 富水软弱破碎围岩	67
16 隧道路面施工	69

17 附属设施工程	71
17.1 设备洞、横通道及其他	71
17.2 装饰工程	71
附录 A 公路隧道围岩分级	73
附录 B 地质灾害分级影响因素	75
附录 C 隧道主要开挖方法及开挖、支护顺序图	76
附录 D 塌方的防治	78
附录 E 施工通风方式	80
附录 F 喷锚支护施工记录	81
本细则用词说明	83
附件 《公路隧道施工技术细则》(JTG/T F60—2009) 条文说明	85
1 总则	87
3 施工准备	89
4 施工测量	94
5 洞口、明洞与浅埋段工程	106
6 开挖	109
7 支护与衬砌	124
8 小净距隧道及连拱隧道	132
9 监控量测	134
10 超前地质预报	140
11 防水和排水	143
12 风、水、电供应	152
13 辅助坑道	156
14 辅助工程措施	159
15 不良地质和特殊岩土地段施工	164
16 隧道路面施工	173
17 附属设施工程	178
附录 A 公路隧道围岩分级	179
附录 D 塌方的防治	182

1 总则

1.0.1 为配合《公路隧道施工技术规范》(JTG F60—2009)的实施,细化山岭公路隧道(以下统称公路隧道)工程施工的技术要求,保证工程质量,使隧道施工符合技术先进、安全环保、经济合理的要求,制定本细则。

1.0.2 本细则适用于新建、改建,以钻爆法开挖为主的各级公路隧道,其他形式的公路隧道可参照执行。

1.0.3 公路隧道施工应按照批准的设计文件施工。在施工准备和施工过程中均应加强地质复核工作,并根据地质预测、预报及监控量测信息实施动态管理。

1.0.4 公路隧道施工应积极而慎重地推广应用新技术、新工艺、新材料、新设备,提高管理水平和技术水平,节约能源,降低材料消耗,提高综合经济效益。

1.0.5 公路隧道施工过程中,应完整地收集原始数据、资料,做好施工记录。应编写隧道施工技术总结,隧道交、竣工时应及时提交交工、竣工文件。

1.0.6 公路隧道按跨度可分为4类,见表1.0.6。

表 1.0.6 公路隧道按跨度分类

序 次	按跨度分类	开挖宽度 $B(\text{m})$
1	小跨度隧道	$B < 9$
2	中跨度隧道	$9 \leq B < 14$
3	大跨度隧道	$14 \leq B < 18$
4	超大跨度隧道	$B \geq 18$

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 中导洞法 center drift excavation method

在连拱隧道或隧道的喇叭口地段,先开挖两洞之间中墙部分,并完成中墙混凝土浇筑后,再进行左右两洞开挖的施工方法。

2.1.2 湿喷 wet shotcrete

将水泥、集料和水在拌和机内拌和后,压送到喷嘴喷出的喷射混凝土施工方法。

2.1.3 预注浆 pioneer grouting

为了固结围岩或堵水,在地面或在掌子面或沿拱部开挖轮廓线进行的超前注浆。

2.1.4 全封闭注浆 full-closed grouting

是超前预注浆的一种。沿开挖轮廓线或掌子面,按一定的间距,钻直径为 70 ~ 180mm 的孔,一般孔深为 30 ~ 50m,向孔内压注某种液浆(水泥浆或水泥—水玻璃双液浆),浆液的扩散将钻孔周围一定范围内岩缝中的水挤走,并和相邻钻孔的浆液与周围的岩体固结成一体,形成止水帷幕。

2.1.5 复合衬砌 composite lining

由初期支护和二次衬砌组合而成的衬砌形式。

2.1.6 模板台车 form jumbo

由门架结构、大块模板、调整机构(液压或螺杆)、行走机构等组成的隧道二次衬砌混凝土浇筑用的整体移动设备。

2.1.7 隧道防水隔离层 layer of anti-water

由初期支护喷射混凝土与二次衬砌混凝土之间设置的起隔离作用,以防止渗水、漏水作用的结构,一般由盲沟排水管、土工布、防水卷材组成。

2.1.8 防水混凝土 waterproof concrete

通过调整配合比,掺加外加剂、掺合料,并采用相应的施工工艺而使其抗渗等级不小于 S8 的混凝土。

2.1.9 百米平均漏风率 average air leakage rate 100 meter

通风管路每 100m 漏风量占各段始点风量百分比的平均值。

2.2 符号

2.2.1 几何特征

L ——隧道长度或台阶长度

B ——隧道宽度或台阶宽度

H ——隧道高度或台阶高度

h_0 ——隧道埋深

A ——隧道的净空断面积

S ——隧道断面的周长

2.2.2 开挖出渣及支护

l ——每一循环开挖长度

b ——隧道开挖宽度

h ——开挖高度

D ——装药不耦合系数

d ——装药眼直径

E ——周边眼间距

R ——爆破震动安全允许距离

q ——周边眼装药集中度

r_h ——炮眼孔径

r_c ——药卷直径

V ——周边眼最小抵抗线

W ——装药量

Q ——注浆量

$H_{\text{注浆}}$ ——注浆段长度

r ——注浆浆液扩散半径

α ——有效注浆系数

β ——浆液耗损系数

R_b ——饱和单轴抗压极限强度

p ——有轨运输机车轴的质量

v ——有轨运输实际最高行车速度

2.2.3 风水电作业

K ——风动机具的同时工作系数

$K_{\text{备}}$ ——空气压缩机的备用系数

k_{m} ——空气压缩机所处海拔高度对空气压缩机生产能力的影响系数

$L_{\text{风管}}$ ——通风管路总长

Q ——计算所需风量或空气压缩机的生产能力

β ——通风管路百米平均漏风率

L_{x} ——照明亮度

2.2.4 监控量测

U ——实测位移值

t ——量测时间

t_0 ——测点初读数距开挖时的时间

$A、B$ ——回归系数

U_0 ——极限位移值

2.2.5 不良地质地段

P_{max} ——极限膨胀力

δ_{max} ——极限膨胀系数

A_{w} ——瓦斯含量

F_{w} ——瓦斯压力

Q_{w} ——瓦斯最大涌出量

f ——煤层坚固性系数

3 施工准备

3.1 一般规定

3.1.1 隧道施工前应做好现场调查、核对设计文件和编制实施性施工组织设计等工作。编制实施性施工组织设计时应考虑隧道长度和断面、工期要求、地质条件和自然条件、重点及难点工程、正确的施工方法、合理施工进度,配备足够的施工机械,组织均衡生产,提高劳动生产效率。

3.1.2 施工前,应做好下列调查工作:

- 1 隧道施工对地表和地下既有结构物的影响。
- 2 交通运输条件和施工运输便道的调查。
- 3 施工场地布置与洞口相邻工程、弃渣利用、农田水利、征地等的关系。
- 4 建筑物、道路工程、水利工程和电信、电力线等设施的拆迁情况和数量。
- 5 调查和测试水源、水质并拟订供水方案。
- 6 天然筑路材料(黏土、砂砾、石料)的产地、数量、质量鉴定及供应。
- 7 可资利用的电源、动力、通信、机具车辆维修、物资、消防、劳动力、生活供应及医疗卫生条件。
- 8 当地气象、水文资料及居民点的社会状况和民族风俗。
- 9 施工中和营运后对自然环境、生活环境的影响及需要采取的保护措施。
- 10 尚待解决的问题。

3.1.3 施工单位应全面熟悉设计文件,做好下列核对工作:

- 1 技术标准、主要技术条件、设计原则。
- 2 隧道设计的勘测资料,如地形、地貌、工程地质及水文地质、钻探图表等。
- 3 隧道平面、纵断面。
- 4 洞门位置、式样、衬砌类型、洞口周围环境及衔接工程。
- 5 设计文件中确定的施工方法、通风方案、技术措施与施工实际条件是否相符合。
- 6 洞外排水系统和设施的布置是否与地形、地貌、水文、气象等条件相适应。
- 7 在建设单位主持下,会同设计单位现场交接和核对平面和高程测量控制点,遗失的应补桩,资料与现场不符的应要求更正。

3.1.4 在施工调查和设计文件核对完成后,应将结果及存在的问题,以书面形式呈送建设项目合同规定的相关建设管理单位。

3.1.5 实施性施工组织设计,主要应包括下列内容:

1 编制原则

- 1) 满足指导性施工组织设计的要求。
- 2) 技术经济方案的比选,应选最优方案。
- 3) 积极应用新技术、新工艺、新材料、新设备。
- 4) 因地制宜,就地取材。
- 5) 根据工程特点、工期要求,合理安排施工工序流程及衔接。
- 6) 加强机械化施工能力,加快工程进度,确保工程质量。
- 7) 符合国家关于工程质量、安全生产、职业健康、土地管理及环境保护的法律、法规的规定。

2 编制依据

- 1) 承建项目的合同条件。
- 2) 批准的设计文件,国家和行业现行的标准、规范、规程。
- 3) 现场施工调查资料,主要包括交通运输、气候气象、当地建材、征地拆迁,以及能源、供水、通信、医疗等情况。
- 4) 工程施工环境及环境保护要求。

3 编制内容

- 1) 工程概况、工程特点、重点和难点的项目。
- 2) 重点、难点工程的施工技术方案设计:施工方法及工艺、关键工序的作业实施细则、监控量测、地质预报、施工通风,以及供水、供电设计等。
- 3) 施工总平面布置:生产生活区及设施、施工便道、弃渣场地,临时供电、供水、供风、通信等工程。
- 4) 工期安排:总进度、施工形象进度、施工网络图等。
- 5) 施工单位组织机构及资源配置:组织机构、机械设备配置、工区划分及管理、劳动力配置、材料供应、资金使用计划等。
- 6) 施工保证措施:质量目标、创优规划及保证措施、施工生产安全目标及保证措施、职业健康及医疗保证措施、工期目标及保证措施、成本目标和保证措施、环境保护措施等。
- 7) 发生自然灾害、紧急情况时的应急预案。
- 8) 附图及各种表格。
- 9) 安全管理和安全保证体系的组织机构,包括项目经理、专职安全管理人员、特种作业人员配备的数量及安全资格培训持证上岗情况。
- 10) 施工安全生产责任制、安全管理规章制度、安全操作规程。

- 11) 安全防护用具的配备。
- 12) 施工现场临时用电方案的安全技术措施和电气防火措施。
- 13) 针对重点部位和重点环节,应制订的工程项目危险源监控措施和应急预案。
- 14) 施工人员安全教育计划、安全交底安排。
- 15) 安全技术措施费用的使用计划。

3.1.6 实施性施工组织设计应报监理工程师及相关部门,按程序批准后实施;在实施过程中应根据客观条件、生产资源配置变化情况及时调整施工组织设计,并呈送监理工程师批准,实行动态管理。

3.1.7 隧道开工前,应完成洞口前可能干扰洞身施工的相关工程。

3.1.8 应根据施工规模、技术要求等建立工地试验室,并通过政府相关部门的验收。隧道开工前,应提前做好混凝土配合比并报送监理工程师批准。

3.2 施工场地与临时工程

3.2.1 隧道开工前应绘制施工场地总布置图。施工场地布置应结合工程规模、工期、地形特点、弃渣场和水源等情况,本着因地制宜、充分利用地形、合理布置、统筹安排的原则进行,并满足下列要求:

- 1 以洞口为中心布置施工场地。施工场地应事先规划,分期安排,并减少与现有道路交叉和干扰。
- 2 轨道运输的弃渣线、编组线和联络线,应形成有效的循环系统。
- 3 长隧道洞外应有大型机械设备安装、维修和存放的场地。
- 4 机械设备、附属车间、加工场应相对集中。仓库应靠近公路,并设有专用线。
- 5 合理布置大堆材料(砂石料)、施工备品及回收材料堆放场地的位置。
- 6 生活服务设施,应集中布置在宿舍附近。
- 7 运输便道、场区道路和临时排水设施等,应统一规划,做到合理布局,形成网络。
- 8 危险品库房应按有关规定办理。
- 9 确定风、水、电设施的位置。
- 10 确定混凝土拌和站和预制场的位置。

3.2.2 弃渣场地的布置应满足下列要求:

- 1 场地容量应足够,且出渣运输方便。
- 2 不得占用其他工程场地和影响附近各种设施的安全。
- 3 不得影响附近的农田水利设施,不占或少占农田。
- 4 不得堵塞河道、沟谷,不得挤压桥梁墩台及其他建筑物。

5 弃渣场堆的边坡,应作防护,防止水土流失。

3.2.3 临时工程应满足下列要求:

- 1 临时工程应在隧道开工前基本完成。
- 2 运输便道需引至洞口,满足行车安全要求,并经常养护,保证畅通。
- 3 风、水、电设施宜靠近洞口布置,安装机械和管线应按有关规定布置,并及早架设。
- 4 临时房屋应结合季节和地区特点,选用定型、拼装或简易式建筑,并能适应施工人员工作和生活的需要。各种房屋应遵守消防安全规定。爆破器材库、油库的位置应符合有关规定。
- 5 严禁将临时房屋布置在受洪水、泥石流、塌方、滑坡及雪崩等自然灾害威胁的地段。临时房屋的周围应设有排水系统,并避开高压电线。生活用水的排放,不得影响施工。
- 6 临时工程及场地布置时应采取措施保护自然环境。
- 7 临时工程的布置应考虑突发性自然灾害,并制定相应的应急预案。

3.3 施工人员、材料和设备

3.3.1 应根据工程规模、工期和技术难度配备相应的管理、技术、测量、试验、环保、专职质量检查和安全监督人员。从事隧道施工的作业人员应经过岗前专业培训,全面接受安全、职业健康等教育,符合有关规定,持证上岗。

3.3.2 隧道施工前,应结合工程特点和新材料、新技术、新工艺的推广应用等情况,对施工人员进行安全教育、技术交底和培训。

3.3.3 隧道开工前,应根据施工进度计划要求提前预备工程所需的各种材料。材料进场时应按批次进行检测、试验工作。同一生产厂家、同一等级、同一品种、同一批号且连续进场的材料为一批,每批抽样不少于一组。

3.3.4 应根据实施性施工组织设计的要求,配备污染小、能耗低、效率高的施工机械和机具设备。

3.3.5 应配备好量测和超前地质预报所需仪器设备。

4 施工测量

4.1 一般规定

4.1.1 隧道施工测量的平面坐标系和高程系统应与定测隧道控制网坐标系和高程系统一致。平面控制网的运算及平差计算的基准平面,宜采用隧道纵断面设计高程的平均高程面。投影长度变形值宜不大于 10mm/km。

4.1.2 隧道施工测量方案设计,应根据隧道规模和贯通误差要求,综合考虑控制网等级和图形、测量仪器精度和测量方法,估算误差范围,确保测量结果能够满足工程需要。

4.1.3 隧道平面和高程控制网桩点的交接,应由建设单位主持,由设计单位向施工单位逐桩逐点交付资料确认桩点,遗失的应由设计单位补桩,资料与现场不符的应更正。施工单位对设计交桩的复测结果应报送监理工程师批准。

4.1.4 控制测量对隧道两相向施工贯通面的贯通中误差影响值,应符合表 4.1.4 的规定。

表 4.1.4 贯通中误差

测 量 部 位	两开挖洞口间长度(m)			高程中误差(mm)
	$L < 3\,000$	$3\,000 \leq L < 6\,000$	$L \geq 6\,000$	
	横向贯通中误差允许值(mm)			
洞外	$\leq \pm 45$	$\leq \pm 60$	$\leq \pm 90$	$\leq \pm 25$
洞内	$\leq \pm 60$	$\leq \pm 80$	$\leq \pm 120$	$\leq \pm 25$
整个贯通区间	$\leq \pm 75$	$\leq \pm 100$	$\leq \pm 150$	$\leq \pm 35$

注:利用竖井联系测量的控制网的贯通误差允许值应根据测量设计确定。

4.1.5 隧道施工测量所用仪器,应按现行《中华人民共和国计量法》及相关法规检定和维护,确保达到标称精度要求。

4.1.6 瓦斯隧道施工测量防爆措施包括:

- 1 采用检测通风等手段保证测量作业区瓦斯浓度小于 0.5%。