

高原坝区高速公路 施工实用新技术

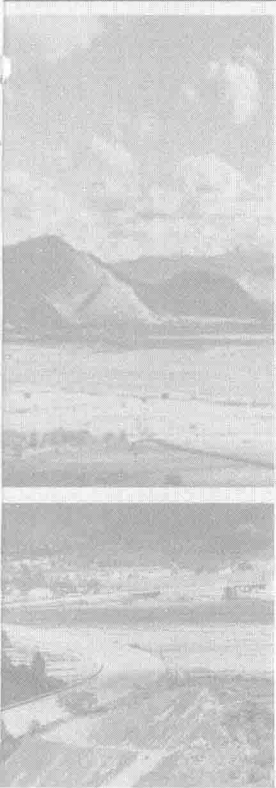
GAOYUAN BAQU

GAOSU GONGLU SHIGONG SHIYONG XIN JISHU

段 军 李宏杰 ● 著



西南交通大学出版社



高原坝区高速公路 施工实用新技术

段 军 李宏杰◎著
沈家文◎主审

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

高原坝区高速公路施工实用新技术 / 段军, 李宏杰
著. —成都: 西南交通大学出版社, 2016.7
ISBN 978-7-5643-4819-9

I. ①高… II. ①段… ②李… III. ①高原—高速公路—道路施工—云南省 IV. ①U412.36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 168921 号

高原坝区高速公路施工实用新技术

段军 李宏杰 著

责任编辑	姜锡伟
封面设计	何东琳设计工作室
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市二环路北一段 111 号 西南交通大学创新大厦 21 楼)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://www.xnjdcbs.com
印 刷	四川煤田地地质制图印刷厂
成品尺寸	170 mm × 230 mm
印 张	14.5
字 数	259 千
版 次	2016 年 7 月第 1 版
印 次	2016 年 7 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-4819-9
定 价	75.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

随着国家“一带一路”战略的实施，云南将成为面向南亚、东南亚的辐射中心，高原坝区高速公路的建设将迎来发展契机。高原坝区的地质环境严重制约了高速公路建设的建设周期和成本，制约和影响了公路的正常运营和运输安全。因此，研究复杂地质环境下高原坝区高速公路的施工技术意义重大。

本书依托麻昭高速公路，结合高原坝区高速公路建设中主要的不良地质现象，分析了高原坝区主要地质病害类型及其特征，研究和分析了高速公路地质病害的潜在隐患、公路地质病害的致灾因素，总结了复杂地质环境下高原坝区高速公路地质病害诱发及危害分析，提出了复杂地质环境下高原坝区高速公路施工实用新技术。

本书第1章为概况介绍；第2章介绍膨胀土路基的工程特点、破坏类型以及施工新技术；第3章介绍CFG桩处理软弱土路基的加固机理以及施工控制技术；第4章介绍路面工程的施工技术；第5章介绍高边坡路段的支护措施及其施工控制措施；第6章介绍膨胀土路堑边坡的成因、加固措施以及施工技术；第7章介绍高速公路边坡绿化施工技术；第8章介绍桥梁工程施工技术；第9章介绍隧道工程施工技术；第10章介绍高原坝区高速公路病害分析及处治措施。

本书由云南建工集团段军、李宏杰著，沈家文主审。第1、2、3、6、10章由段军著，第4、5、7、8、9章由李宏杰著。感谢麻昭高速公路D标段项目部全体参与人员的辛勤付出。

由于著者水平有限，书中不当之处恳请读者和专家批评指正。

著者

2016年5月

目 录

第1章 高原坝区地质灾害类型及展布特征

1.1 高原坝区主要公路地质灾害类型	2
1.1.1 软土	3
1.1.2 膨胀土	3
1.1.3 岩溶	4
1.1.4 采空区	5
1.1.5 泥石流	6
1.1.6 岩堆	6
1.1.7 滑坡	8
1.1.8 红层软岩	10
1.2 云南主要公路地质灾害展布	13
1.2.1 软土公路地质灾害展布	13
1.2.2 膨胀土公路地质灾害展布	14
1.2.3 岩溶公路地质灾害展布	14
1.2.4 采空区公路地质灾害展布	14
1.2.5 泥石流公路地质灾害展布	14
1.2.6 岩堆公路地质灾害展布	16
1.2.7 滑坡公路地质灾害展布	16
1.2.8 红层软岩公路地质灾害展布	17
1.3 云南公路地质灾害发育特征	18
1.3.1 公路地质灾害的时间展布特征	18
1.3.2 公路地质灾害的空间展布特征	18

第2章 膨胀土路基施工技术

2.1 膨胀土路基的工程特点	21
2.1.1 膨胀土路基的基本特性	21

2.1.2	膨胀土路基的判别	25
2.1.3	膨胀土的结构特征	25
2.2	膨胀土路基的破坏类型	26
2.2.1	路堑破坏类型	26
2.2.2	路堤破坏类型	27
2.3	膨胀土路基的分布特点	28
2.3.1	膨胀土在国内的分布特征	28
2.3.2	膨胀土在麻昭高速 D 标段的分布特征	30
2.4	膨胀土路基病害的治理措施	31
2.4.1	膨胀土改性处理	31
2.4.2	湿度控制	32
2.4.3	换填法	34
2.5	膨胀土路基换填法施工要点	34
2.6	膨胀土路基施工关键技术	38
2.7	本项目的经济效益	38

第3章 软弱土路基施工技术

3.1	工程概况	40
3.2	CFG 桩的加固机理	41
3.2.1	桩体的置换作用	41
3.2.2	褥垫层的作用	41
3.2.3	挤密和加筋的作用	44
3.2.4	桩体的排水作用	44
3.3	施工部署	44
3.3.1	总体工程目标	44
3.3.2	施工区段划分及设备投入	44
3.3.3	施工顺序	45
3.3.4	施工现场布置平面图	45
3.3.5	施工组织	45
3.4	CFG 桩施工技术	47
3.4.1	施工前准备	47
3.4.2	沉孔施工	48
3.4.3	混合料拌制	48
3.4.4	浇注及拔管	48

3.5	CFG 桩施工中常见的问题及处理措施	49
3.5.1	堵管	49
3.5.2	窜孔	50
3.5.3	钻头阀门打不开	51
3.5.4	桩体上部存气	52
3.5.5	先提钻后泵料	52
3.6	CFG 桩的关键工艺标准	52
3.6.1	拔管速度	52
3.6.2	合理桩距	52
3.6.3	施打顺序	53
3.6.4	混合料的坍落度	54
3.6.5	保护桩长	54
3.6.6	本项目关键工艺的控制标准	54
3.7	监测、检测结果	55
3.7.1	CFG 桩检验标准	55
3.7.2	CFG 桩抽检结果	56
3.8	施工技术创新	56
3.8.1	工程难点及应对措施	56
3.8.2	施工技术	56
3.8.3	四新技术的运用	57
3.8.4	专项技术的检测、监控	57
3.9	结 论	58
3.9.1	新技术运用的结论及经验	58
3.9.2	总体评价	58

第4章 路面工程施工技术

4.1	试验路段的铺筑	59
4.1.1	底基层试验段	59
4.1.2	沥青面层试验段	61
4.2	底基层施工技术	63
4.2.1	施工准备	64
4.2.2	施工过程控制	66
4.2.3	混合料的拌和	67
4.2.4	混合料的运输	67

4.2.5	混合料的摊铺	68
4.2.6	混合料的碾压	69
4.2.7	横向接缝设置	70
4.2.8	养生	70
4.2.9	水泥稳定碎石底基层检测	71
4.3	粗粒式沥青混凝土施工	72
4.3.1	原材料	72
4.3.2	配合比组成设计	76
4.3.3	施工工艺	76
4.3.4	沥青混凝土混合料的拌和与运输	76
4.3.5	沥青混凝土混合料的摊铺	79
4.3.6	沥青混凝土混合料的碾压	80
4.3.7	沥青混凝土混合料的接缝	81
4.3.8	沥青混凝土混合料的质量检查	82
4.4	中粒式沥青混凝土的施工	84
4.5	桥涵中面层下防水层及喷砂抛丸的施工	84
4.5.1	抛丸方案	84
4.5.2	防水方案	86
4.6	细粒式沥青混合料的施工	86
4.6.1	原材料	86
4.6.2	配合比组成设计	88
4.6.3	施工工艺	88

第5章 高边坡路段施工技术

5.1	施工准备	89
5.2	土质路堑开挖	90
5.3	石方开挖	92
5.3.1	爆破方案	92
5.3.2	主爆区控制爆破参数	92
5.3.3	边坡光面爆破参数	94
5.3.4	施工工艺控制	95
5.3.5	保证安全、质量的技术措施	96
5.3.6	施工安全防护措施	97
5.4	锚杆(索)施工	97

5.4.1	钻孔	98
5.4.2	锚杆杆体的制作与安装	98
5.4.3	注浆体材料及注浆工艺	100
5.4.4	张拉锁定	101
5.4.5	配件	103
5.4.6	锚杆的腐蚀与防护	103
第6章 膨胀土路堑边坡施工技术		
6.1	膨胀土路堑边坡滑坡特点及其成因	105
6.1.1	路堑边坡变形类型及其特征	105
6.1.2	膨胀土边坡滑坡特点	107
6.1.3	膨胀土滑坡的运动特征	109
6.1.4	膨胀土滑坡的力学机理分析	109
6.1.5	膨胀土边坡滑坡成因	111
6.2	膨胀土边坡防护加固措施	113
6.2.1	膨胀土滑坡的防治原则	113
6.2.2	表水防护	113
6.2.3	坡面防护加固	115
6.2.4	支挡结构	119
6.3	合同段膨胀土路堑边坡的特征	122
6.3.1	合同段膨胀土路堑边坡的分布特征	122
6.3.2	合同段路堑边坡的加固措施	122
6.4	膨胀土路堑边坡的施工技术	123
6.4.1	施工组织及部署	123
6.4.2	施工准备情况	123
6.4.3	施工工艺	124
6.4.4	膨胀土土质边坡施工的技术难点	126
6.5	监测、检测结果分析	127
6.5.1	地表位移观测	127
6.5.2	位移监测反馈分析	128
6.6	结 论	129

第7章 边坡绿化施工技术

7.1	边坡绿化施工总体布置及规划	130
-----	---------------------	-----

7.1.1	施工总体布置	130
7.1.2	施工规划	130
7.2	边坡绿化施工技术	131
7.2.1	生态植被袋绿化技术	131
7.2.2	液压喷播绿化技术	132
7.2.3	岩面垂直绿化技术	133
7.2.4	挖沟植草绿化技术	134
7.2.5	厚层基材喷播绿化技术	135
7.3	施工过程中重大施工技术关键问题分析及应对措施	137
7.3.1	项目特点与重大施工技术关键问题分析	137
7.3.2	施工问题应对措施	138
7.4	施工技术的优缺点分析及施工管理成效分析	139
7.4.1	施工技术的优缺点分析	139
7.4.2	施工管理成效分析	139

第8章 桥梁工程施工技术

8.1	工程概况	141
8.2	桩基础	142
8.2.1	钻孔灌注桩的特点	143
8.2.2	钻孔灌注桩施工的主要工序	143
8.2.3	灌注桩质量检验与质量标准	146
8.2.4	钻孔桩水下混凝土的质量要求	147
8.2.5	施工中易出现的问题及预防和处理方法	147
8.3	桥墩、桥台	149
8.3.1	桥梁下部结构的构造特点	149
8.3.2	承台施工	150
8.3.3	墩台施工	152
8.4	先张法预制梁板	155
8.4.1	先张法预制梁板工序	155
8.4.2	先张法张拉时的施工要点	156
8.5	后张法预制梁板	157
8.5.1	后张法预制梁板工序	157
8.5.2	后张法张拉时的施工要点	159
8.6	预制梁（板）的吊装	161

8.6.1	预制梁(板)的吊装概述	161
8.6.2	预制梁板吊装方法	162
8.7	现浇箱梁桥支架施工	163
8.7.1	地基处理与支架模板施工	163
8.7.2	普通钢筋、预应力筋施工	165
8.7.3	混凝土的浇筑	166
8.7.4	预应力张拉	166
8.7.5	压浆、封锚	167
8.8	桥梁施工技术的创新成果	168
8.8.1	桥梁曲线孔道锚圈口摩阻损失测定	168
8.8.2	预应力梁板智能张拉和压浆施工	168
8.8.3	铝合金模板在桥梁工程中的应用	169
8.8.4	T梁负弯矩张拉设备的创新应用	169
8.8.5	梁板蒸汽养护	169
8.8.6	桥梁摊铺机桥面铺装施工	169

第9章 隧道工程施工技术

9.1	工程概况	170
9.1.1	项目概况	170
9.1.2	自然条件	170
9.1.3	施工特点	171
9.1.4	隧道技术参数	171
9.2	施工安排与施工准备工作	171
9.2.1	施工安排	171
9.2.2	施工机械与人员准备	172
9.2.3	主要工程材料供应	175
9.2.4	其他施工条件准备	175
9.3	洞口及明洞施工	176
9.4	冬、雨季施工	178
9.4.1	雨季施工安排	178
9.4.2	冬季施工安排	179
9.5	特殊不良地质条件下的施工	180
9.5.1	瓦斯	180
9.5.2	涌水	182

9.5.3	坍方	183
9.5.4	对隧道围岩位移、下沉量过快的处理	184
9.6	创新施工技术——二衬钢筋定位施工	184
9.6.1	工艺流程	185
9.6.2	注意事项	186
9.6.3	质量控制	186
9.6.4	安全措施	186
9.6.5	环保措施	187
9.6.6	效益分析	187
9.6.7	应用效果	187
9.7	重大设计变更及处理	187
9.7.1	北闸隧道左洞坍方空腔处治	187
9.7.2	北闸隧道左洞空腔处治	188
9.7.3	隧道洞内围岩变化变更	189
9.8	施工技术的优缺点分析	189
9.8.1	监控量测工作的加强和完善	189
9.8.2	隧道控制超挖还需要进一步加强控制措施	195
9.8.3	二衬台车进场时间要尽量提前	195
9.8.4	初支钢筋网制作较慢,工作量较大	195
9.8.5	二衬钢筋采用定位法施工继续采用	196
9.8.6	二衬边墙处混凝土一起通过台车进行浇筑	196
9.8.7	预留洞室、预留槽施工严格制作、加固	196
9.8.8	二衬混凝土养护还有待加强	196

第10章 高原坝区公路病害分析及处治措施

10.1	公路地质病害致灾因素分析	197
10.1.1	高原坝区公路地质病害致灾因素鉴别	197
10.1.2	公路地质病害致灾因素的工程危害	200
10.2	复杂地形环境下的公路工程处治技术	202
10.2.1	复杂地形环境下的公路路基处治技术	205
10.2.2	特殊地形环境下的公路桥梁处治技术	207
10.2.3	特殊地形环境下的公路隧道处治技术	214
	参考文献	217

第1章 高原坝区地质病害 类型及展布特征

高原坝区自然地理环境复杂，加上地质环境复杂多变，使高原坝区的公路尤其是高等级公路在建设中常遇到各种各样的特殊地质及不良地质地区（地段）。它们会给线路的合理布局、工程设计和施工带来巨大困难，或对构筑物的稳定和道路的正常使用时造成严重危害。因此，了解它们的产生条件，掌握它们形成和发展的规律性，以便采取相应的工程对策措施，改善、回避或克服其不利的一面，是提高公路工程建设质量、减少公路地质病害、又好又快发展公路交通事业的一个重要任务。

公路病害：由于气候、降雨等环境影响因素造成的公路局部工程质量不满足规定要求的病害现象。

地质灾害：包括自然因素或者人类活动引发的危害人民生命和财产安全的山体崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等与地质作用有关的灾害。

不良地质现象：公路工程不良地质现象，指包括特殊土类（软土、膨胀土、红层软岩、松散类土、湿陷性黄土、盐渍土、多年冻土）、地质灾害（崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降）、地质作用（岩溶、断裂构造、不稳定斜坡）以及人类活动遗迹（如采空区）等在内的，易对公路工程建设产生重要地质影响作用的地质环境现象。

公路地质病害：包括两种类型。一是指由于公路沿线（或局部）地质体在自然环境（包括气候环境、降水环境、地震因素、冰雪环境、冻融因素等）影响下，产生变形而诱发的公路工程局部破坏现象；二是由于对公路沿线（或局部）地质体认识不足，采取的相应技术对策措施不到位，在公路工程建设活动条件下诱发地质体变形，导致公路工程局部破坏的现象。

因此，特殊地质和不良地质地区（地段）是多种多样的。结合高原坝区

自然地理环境 and 环境地质条件，针对高原坝区公路建设过程中的客观实际，本章重点对软土、膨胀土、岩溶、采空区、泥石流、岩堆、滑坡、红层软岩、断层等类型的不良地质现象进行分析，总结其特性及展布特征。

1.1 高原坝区主要公路地质病害类型

由于公路是条带形构造物，所经区域环境、地质、地形地貌、气候条件等差异较大，所以，可按照公路地质环境要素来划分公路地质病害类型：

(1) 划分原则：固有环境和外在环境原则。

固有环境主要指地质环境、地形环境、自然气候和水环境等自然地理因素诱发的公路地质病害。外在环境主要指除自然地理环境本身以外，由于人类工程活动等诱发的公路地质病害。

(2) 划分依据：主要岩土体和地理环境条件、人类活动条件。

依据岩土体和地理环境条件，导致公路地质病害的因素（固有条件）有：特殊土类、地质作用、灾害地质等。

依据人类工程活动条件，导致公路地质病害的因素有：采空区、人工边坡、人工填土等。

特殊土类导致的公路地质病害可分为：软土、膨胀土、红层软岩等。

地质作用导致的公路地质病害可分为：岩溶、断裂构造、不稳定边坡等。

灾害地质导致的公路地质病害可分为：滑坡、崩塌、泥石流、岩堆、地面沉降等。

(3) 公路地质病害分类。

公路地质病害分类，见表 1-1。

表 1-1 公路地质病害分类表

划分原则	划分依据	病害类别	公路地质病害及地质灾害
固有环境	岩土体和地理环境条件	特殊类土	软土、膨胀土、红层软岩
		地质作用	岩溶、断裂构造、不稳定边坡
		灾害地质	滑坡、崩塌、泥石流、岩堆、地表沉降
外在环境	人类工程活动	人类工程活动	采空区、人工边坡、人工填土

1.1.1 软 土

(1) 软土的特征。

软土是在静水或缓慢流水环境中沉积而成、天然含水量大、压缩性高、承载力低、透水性差的一种软—流塑状饱和黏性土层。它包括内陆湖塘盆地、江河沿岸和山间凹地沉积的各种淤泥和淤泥质黏土，以冲洪积、冲湖积成因的湖沼相软土为主。

(2) 软土的判别。

按软土成因类型、物理力学与化学性质等指标，软土还可划分为泥炭、泥炭质土、淤泥和淤泥质土等。2013 年颁布的《公路软土地基路堤设计与施工技术规范》(JTG/T D31-02—2013)，从方便实用且能代表软土主要物理力学特征的角度考虑，用天然含水量、天然孔隙比和十字板剪切强度三个指标划分软土。《公路软土地基路堤设计与施工技术指南》中，关于软土的识别见表 1-2。

表 1-2 《公路软土地基路堤设计与施工技术指南》关于软土的鉴别

特征指标名称	天然含水量/%		天然孔隙比	直剪内摩擦角/(°)	十字板剪切强度/kPa	静力触探锥尖阻力/MPa	压缩系数 $a_{0.1-0.2}/\text{MPa}^{-1}$
黏性土有机质土	≥ 35	$\geq$ 液限	≥ 1.0	宜 < 5	宜 < 35	宜 < 750	宜 > 0.5
粉质土	≥ 30		≥ 0.9	宜 < 8			宜 > 0.3

1.1.2 膨胀土

(1) 膨胀土的特征。

膨胀土是同时具有吸水显著膨胀软化和失水收缩硬裂两种变形特性，且具有湿胀干缩往复变形的高塑性黏性土。

膨胀土具有吸水后体积膨胀以及失水后体积收缩的胀缩特性、浸水膨胀后在无侧限下发生吸水湿化出现不同程度的崩解特性、土中裂隙发育的多裂隙性、超固结性、风化特性及强度衰减性等特有性质。

(2) 膨胀土的判别。

① 膨胀土的现场判别。

比较广泛应用的膨胀土鉴别方法是现场定性和室内简易定量指标相结合

的方法,即根据工程地质特征及土的自由膨胀率指标综合判定。膨胀土常具有下列工程地质和环境地质特征:土颗粒细腻,有滑感,在自然条件下呈坚硬或硬塑状态,裂隙发育,常见光滑面和擦痕,有的裂隙中充填着灰白、灰绿色黏土;多分布于二级或二级以上阶地或山前、盆地边缘丘陵地带,地形平缓,无明显自然陡坎;常出现浅层滑坡和地裂,新开挖坑(槽)壁易发生开裂,裂缝均随气候变化而变化;膨胀土地基上未设防治措施的低层砌体结构建筑物墙体常发生开裂,裂缝均随气候变化而变化,低层较多层严重;建筑物开裂多发生在旱季,裂缝宽度随季节变化。

当土体具备这些特征,并且测得的自由膨胀率大于或等于40%时,就可以判定为膨胀土,然后再对其进行黏土矿物、基本指标、力学强度等方面的全面分析研究。

②膨胀土的指标判别法。

指标判别法(指标评判法)是采用将膨胀土的胀缩特性、物质组成等表征性强、试验方法简单且易于取得的单个或复合指标作为判别和分类的依据,从而对膨胀土进行判别和分类的方法。目前,国内外对膨胀土的判别指标大体分为两类:一是土的物质成分(黏土矿物成分、粒度成分等)指标;二是按土体与水相互作用所呈现的水理性质指标(塑性指数、液限、自由膨胀率、膨胀力等)。

在我国,《铁路工程地质膨胀土勘测规则》(TB 10042—95)中采用自由膨胀率、蒙脱石含量、阳离子交换量作为膨胀土的评价和分级指标。《岩石和矿石分析规程》(DZG 93-01~DZG 93-12)中采用蒙脱石含量、阳离子交换量作为膨胀土的评价和分类指标。《膨胀土地区建筑技术规范》(GBJ 50112—2013)中采用自由膨胀率作为膨胀土的判别和分类指标。《公路路基设计规范》(JTG D30—2015)中则以黏土矿物成分、黏粒含量、自由膨胀率和胀缩总率作为膨胀土的分类指标。

《高等级公路病害机理与整治方法新技术实用手册》中的判别标准为:自由膨胀率 $\geq 40\%$;液限 $\geq 40\%$;液性指数 ≤ 0.25 。当土样的三个指标均符合上述判别标准时,可认为是膨胀土。否则,应根据当地建筑经验与野外特征以及土样物理力学性试验分析进行综合判定。

1.1.3 岩 溶

(1) 岩溶的特征。

可溶性岩石和具有一定侵蚀性的流水是岩溶发育的两个基本条件,此外,岩溶发育还受地质构造、地形地貌及气候特征等因素的影响和控制。一般情况下,地质构造越复杂、岩石越破碎,则岩溶越发育,有利于地表水、地下水汇集、渗流、排泄的地形区域,岩溶也发育。云南气候复杂,大部分地区炎热多雨,溶蚀作用强烈,以地表岩溶发育为主;而部分气候温润、较干燥的地区岩石的溶蚀、侵蚀作用较弱,则以覆盖型岩溶及古岩溶发育为主。

(2) 岩溶的判别。

在岩溶发育地区,公路工程岩土体塌陷及路基稳定性是一个很棘手的环境地质和灾害地质问题,其发育具有复杂性、随机性、间接性和时间上的不确定性。岩溶在地表上表现出形态各异的地形地貌,如溶沟、溶槽、石芽和石林、漏斗、落水洞、溶洞、暗河、岩溶谷地、天生桥、溶蚀洼地、蜂丛、蜂林和残丘、坡立谷、钟乳石、石笋、石柱等,形态万千,各不相同。岩溶给在以上区域建设的公路工程带来了不同程度的影响及处治困难。

1.1.4 采空区

(1) 采空区的特征。

地下固体矿床开采后的空间及其围岩失稳而产生位移、开裂、破碎垮落,直到上覆岩层整体下沉、弯曲所引起的地表变形和破坏的地区或范围,统称为采空区。按照采空区的形态,采空区一般划分为小型采空、采洞和大面积采空区。小型采空由于采空范围狭窄多呈巷道式,地表一般不会产生移动盆地,地面变化比较剧烈,常见的变形类型有地表塌陷和开裂,地表裂缝的分布常与开采工作面方向平行,且随开采工作面的推进而不断向前发展。除极浅的采空区外,裂缝一般上宽下窄,无显著位移。而大面积采空后,采空区上方岩体内部发生破坏和移动,从而自下而上逐渐发展成漏斗状沉落地形变形区。影响采空区地表变形的有矿层、岩性、地质构造、地下水及开采条件等因素。对于通过采空区的公路工程,应根据采空区实际情况,针对矿层、岩性、地质构造、地下水条件,并收集开采区当时开采的方法及支护措施,进行采空区工程处治或绕避措施,以最短的路径或最小的处治工程通过采空区,将采空区对公路工程的影响减到最低。

(2) 采空区的判别。

采空区的判别以实际调查、物探为主,钻探为辅,综合判断采空区分布的区域。