

# 目录

Mulu

## 第一章 绪论

1. 我国隧道修建的意义是什么? ..... 1
2. 隧道及地下工程的建设特点是什么? ..... 1
3. 隧道的施工方法主要有哪些? ..... 4

## 第二章 施工组织与管理

- 一、施工总体规划 ..... 6
  1. 隧道施工的指导思想是什么? ..... 6
  2. 隧道施工的目标是什么? ..... 7
  3. 隧道施工组织文件需要包括哪些方面? ..... 8
  4. 隧道施工计划变更一般包括哪些方面? ..... 10
- 二、机构及主要职责 ..... 11
  5. 项目管理工作的准则是什么? ..... 11
  6. 项目经理部的主要职责是什么? ..... 11
  7. 项目部主要负责人的职责是什么? ..... 12
  8. 管理层各部门的职责是什么? ..... 14
  9. 执行作业层岗位职责是什么? ..... 19
  10. 主要特殊工种基本操作规程是什么? ..... 23
  11. 项目管理主要措施有哪些? ..... 27
- 三、施工总平面布置及进度计划 ..... 29
  12. 施工总平面布置的原则是什么? ..... 29
  13. 施工总平面布置有哪些注意事项? ..... 29
  14. 施工区必要防洪措施有哪些? ..... 31
  15. 施工工期编制原则是什么? ..... 32
  16. 施工工期保障措施有哪些? ..... 32

17. 隧道施工资源配置原则是什么? ..... 33

**第三章 安全生产与文明施工**

**一、安全生产管理** ..... 34

1. 安全责任制度、现场安全生产管理保障措施有哪些? ..... 34

2. 安全监测保障措施有哪些? ..... 36

3. 安全检查处理措施有哪些? ..... 37

4. 如何进行安全事故调查和处理? ..... 37

5. 隧道作业人员需要哪些安全装备? ..... 39

6. 隧道施工安全措施有哪些注意事项? ..... 39

7. 人行道与工作场所有哪些注意事项? ..... 42

8. 隧道开挖时有哪些注意事项? ..... 43

9. 施作初期支护前后有哪些注意事项? ..... 45

10. 出渣运输过程中有哪些注意事项? ..... 48

11. 施作二次衬砌时有哪些注意事项? ..... 50

12. TBM 工法的安全注意事项有哪些? ..... 51

13. 空气中有害物质如何防治? ..... 52

14. 隧道施工的急救措施有哪些? ..... 53

**二、事故应对措施** ..... 54

15. 防止地下洞室开挖坍塌事故措施有哪些? ..... 54

16. 防止爆破飞石及坍塌事故措施有哪些? ..... 55

17. 防止边坡塌滑事故措施有哪些? ..... 56

18. 防止高空坠落事故措施有哪些? ..... 56

19. 有害气体控制标准是什么? ..... 57

20. 防止缺氧窒息或有害气体逸出事故措施有哪些? ..... 59

21. 防隧道内高地温措施有哪些? ..... 60

22. 防洪和安全度汛措施有哪些? ..... 60

23. 防止触电电击事故措施有哪些? ..... 61

24. 防止火灾爆炸事故措施有哪些? ..... 62

25. 防止行车交通事故措施有哪些? ..... 63

26. 防地下突(涌)水措施有哪些? ..... 64

27. 防岩爆措施有哪些? ..... 65

28. 防机械伤害措施有哪些? .....	65
29. 防噪声和振动措施有哪些? .....	66
30. 防电磁辐射措施有哪些? .....	68
31. 爆破管理措施有哪些? .....	68
32. 皮带输送机管理措施有哪些? .....	70
33. 施工用电管理措施有哪些? .....	71
34. 照明安全措施有哪些? .....	71
35. 环境温度与湿度控制管理措施有哪些? .....	72
36. 酒精饮料、毒品的控制管理措施有哪些? .....	72
37. TBM 施工防止出现安全问题控制措施有哪些? .....	73
38. TBM 掘进中的安全防护措施有哪些? .....	74
39. TBM 组装作业安全措施有哪些? .....	76
40. 施工用电安全操作规程有哪些? .....	77
41. 电动机运行操作规程有哪些? .....	79
42. 焊接作业安全操作规程有哪些? .....	79
43. 钢筋加工机械安全操作规程有哪些? .....	80
<b>三、应急预案</b> .....	<b>81</b>
44. 应急反应组织机构有哪些? .....	81
45. 应急部门的职能和职责以及人员组成有哪些? .....	81
46. 应急计划如何建立? .....	84
47. 高压大流量突(涌)水应急预案如何制订? .....	88
48. 岩爆应急预案如何制订? .....	89
49. 塌方应急预案如何制订? .....	89
50. 重大交通事故应急预案如何制订? .....	90
51. 火灾应急预案如何制订? .....	90
52. 突水突泥应急预案如何制订? .....	92
53. 人身伤亡事故预案如何制订? .....	93
54. 有轨运输应急预案如何制订? .....	95
55. 防汛抢险应急预案如何制订? .....	96
56. 洞内逃生方案是什么? .....	96
<b>四、文明施工管理及措施</b> .....	<b>96</b>
57. 文明施工管理目标是什么? .....	96
58. 文明施工管理组织机构的组成有哪些? .....	97

59. 文明施工管理及措施有哪些? .....	97
60. 职业健康管理及措施有哪些? .....	100

#### 第四章 环境保护与水土保持

1. 隧道施工影响周边环境应如何对待? .....	102
2. 根据工程对周边环境的影响可采取什么对策? .....	102
3. 怎样防止对公众伤害的发生? .....	104
4. 地下水变动和地层变异的对策有哪些? .....	105
5. 地上环境的预测技术和对策技术有哪些? .....	105
6. 水质污染、土壤污染等预测技术和对策技术有哪些? .....	105
7. 施工中涉及的环境保护、水土保持问题有哪些? .....	106
8. 环境保护、水土保持体系如何建立? .....	107
9. 环境保护内容有哪些? .....	108
10. 环境保护措施有哪些? .....	110
11. 水土保持方案有哪些? .....	114
12. 工地保洁措施有哪些? .....	116
13. 完工后清理措施有哪些? .....	116
14. 文物保护措施有哪些? .....	116
15. 接近施工有哪些不良影响? .....	116
16. 接近施工的对策有哪些? .....	117

#### 第五章 地质预报与监控量测

一、地质预报 .....	120
1. 超前地质预报的目的是什么? .....	120
2. 超前地质预报主要工作内容有哪些? .....	120
3. 参建各方在超前地质预报工作中的职责与分工是什么? .....	121
4. 超前地质预报的工作要求是什么? .....	121
5. 如何进行超前地质预报设计? .....	122
6. 超前地质预报竣工总报告的内容有哪些? .....	123
7. 超前地质预报的方法、内容和手段有哪些? .....	124
8. 超前地质预报的实施程序是怎样的? .....	126
9. 宏观超前地质预报的实施程序是怎样的? .....	126

10. 长期(长距离)超前地质预报的实施程序是怎样的? .....	127
11. 短期(短距离)超前地质预报的实施程序是怎样的? .....	127
12. 工程地质法超前地质预报的步骤是什么? .....	128
13. TSP 系统探测法超前地质预报怎么进行? .....	129
14. HSP 声波反射法超前地质预报怎么进行? .....	131
15. 超前钻探法超前地质预报怎么进行? .....	133
16. Beam 测试系统超前地质预报怎么进行? .....	134
17. 地质雷达法超前地质预报怎么进行? .....	135
18. 红外探水测试超前地质预报怎么进行? .....	136
19. CT 测试超前地质预报怎么进行? .....	137
20. 经验法超前地质预报怎么进行? .....	137
21. 典型不良地质体的评定方法有哪些? .....	138
22. 断层破碎带预报的步骤是什么? .....	145
23. 岩溶预报的步骤是什么? .....	145
24. 煤层瓦斯预报的步骤是什么? .....	147
<b>二、监控量测</b> .....	149
25. 监控量测的目的是什么? .....	149
26. 监控量测的原则和依据是什么? .....	150
27. 监测组织和作业流程是怎样的? .....	150
28. 监控量测工作项目的内容有哪些? .....	151
29. 监控量测项目怎样选择? .....	152
30. 监控量测的测点布置原则是什么? .....	153
31. 监测频率及监测进度安排如何确定? .....	154
32. 监测仪器设备安设的原则、标准有哪些? .....	155
33. 监测仪器设备如何安装、埋设? .....	156
34. 地表下沉量测的要点有哪些? .....	166
35. 围岩体内位移监测的方法及要点有哪些? .....	167
36. 围岩与初次衬砌、初次衬砌与二次衬砌之间接触压力的 量测要点有哪些? .....	168
37. 钢拱架应力的量测要点有哪些? .....	168
38. 锚杆轴力及锚杆拉拔力试验的操作程序是怎样的? .....	169
39. 衬砌裂缝监测的要点有哪些? .....	170
40. 如何做好施工监控量测管理? .....	170

41. 施工期监测如何进行? .....	171
42. 监测资料如何整编? .....	172
43. 监测资料如何分析? .....	173
44. 监控量测结果在设计、施工中如何反映? .....	173
45. 评价量测结果时应注意哪些事项? .....	174
46. 如何进行施工控制测量? .....	174
47. 如何进行施工测量放样? .....	177
48. 测量质量保证措施有哪些? .....	180
49. 测量完工资料包括哪些内容? .....	180

## 第六章 施工方法与掘进

一、施工方法 .....	182
1. 隧道开挖时需进行哪些观察? .....	182
2. 选择隧道施工方法的基本因素有哪些? .....	182
3. 隧道施工时必须遵循的基本技术原则是什么? .....	183
二、钻爆法施工 .....	184
4. 钻爆法施工技术要点有哪些? .....	184
5. 如何进行光面爆破? .....	185
6. 爆破钻孔、装药应注意什么? .....	186
7. 爆破作业应注意什么? .....	187
8. 对光面爆破效果有哪些要求? .....	188
9. 如何尽量减少爆破超挖量? .....	188
10. 怎样防止剥落、冒顶? .....	189
11. 掌子面稳定有哪些对策? .....	190
12. 钻爆法施工工艺有哪些? .....	191
13. 全断面法施工工序是怎样的? .....	192
14. 台阶法施工工序是怎样的? .....	192
15. 三台阶七步开挖法施工工序是怎样的? .....	193
16. 中隔壁(CD)法施工工序是怎样的? .....	194
17. 交叉中隔壁(CRD)法施工工序是怎样的? .....	195
18. 双侧壁导坑法施工工序是怎样的? .....	196
19. 施工质量保证措施有哪些? .....	197

20. 施工安全保证措施有哪些? .....	200
<b>三、TBM 掘进机法施工</b> .....	<b>201</b>
21. TBM 工艺原理和流程是什么? .....	201
22. TBM 设备如何运输和验收? .....	202
23. TBM 设备的组装、调试如何进行? .....	202
24. TBM 施工规划如何制订? .....	208
25. TBM 施工管理技术要点有哪些? .....	210
26. TBM 技术保证措施有哪些? .....	211
27. TBM 掘进流程是什么? .....	212
28. TBM 掘进参数如何确定? .....	213
29. TBM 出渣有哪些注意事项? .....	214
30. TBM 通风及供风、供排水如何布设? .....	216
31. TBM 后援系统有哪些? .....	217
32. TBM 设备如何维修、保养? .....	219
33. TBM 拆卸及运输怎么进行? .....	221
34. TBM 主要技术保障措施和组织保障措施有哪些? .....	223
35. TBM 转场方案如何制订? .....	224
<b>四、石渣处理</b> .....	<b>226</b>
36. 如何编制石渣处理计划? .....	226
37. 装渣作业注意事项有哪些? .....	226
38. 洞内运输方式的选择应考虑哪些因素? .....	227
39. 洞内运输对道路及轨道有什么要求? .....	227
40. 关于石渣处理机械选型有哪些考虑? .....	229
41. 运输作业如何组织管理? .....	229
42. 洞内运输作业应注意哪些事项? .....	230

## 第七章 支护与衬砌

<b>一、钢筋混凝土作业</b> .....	<b>232</b>
1. 混凝土工程主要包括哪些内容? .....	232
2. 钢筋材质如何检验? .....	232
3. 钢筋如何加工? .....	233
4. 钢筋的安装及保护需要注意哪些事项? .....	235

5. 模板设计技术要求是什么? .....	236
6. 模板运输、安装、拆除及清理如何进行? .....	237
7. 混凝土如何拌制及运输? .....	237
8. 混凝土质量如何检查? .....	238
9. 混凝土外观有哪些要求? .....	240
10. 保证混凝土质量的措施有哪些? .....	240
11. 混凝土面的修整和混凝土面保护怎样进行? .....	242
12. 混凝土施工中需要采取哪些安全措施? .....	243
<b>二、衬砌作业</b> .....	<b>245</b>
13. 对喷射作业前的准备工作有哪些要求? .....	245
14. 对喷射面的处理有哪些要求? .....	246
15. 对喷射作业的要求有哪些? .....	246
16. 预防和处理堵管故障有哪些措施? .....	247
17. 喷射作业中需注意哪些安全事项? .....	248
18. 喷射作业中有哪些防尘措施? .....	248
19. 壁面有涌水怎样喷射混凝土? .....	249
20. 喷射混凝土工序是怎样的? .....	249
21. 二次衬砌施工工序是怎样的? .....	249
22. 衬砌背后空洞及回填问题怎么解决? .....	250
23. 如何防止二次衬砌的开裂? .....	252
24. 施工缝如何处理? .....	254
25. 对衬砌模板有何要求? .....	254
26. 用模板台车衬砌时有哪些事项需注意? .....	255
27. 模板移动安装常出现哪些问题? .....	257
28. 防止衬砌混凝土缺陷的对策有哪些? .....	257
29. 仰拱混凝土作业有哪些要求? .....	258
30. 隧道铺底作业的注意事项有哪些? .....	258
<b>三、锚杆作业</b> .....	<b>259</b>
31. 锚杆施工工序是怎样的? .....	259
32. 锚杆施工工艺不良有哪些影响? .....	261
33. 对锚杆钻孔有什么要求? .....	262
34. 对锚杆质量有什么要求? .....	262
35. 选用锚杆类型依据是什么? .....	263



36. 锚杆施工的基本要点是什么? .....	263
37. 格栅与钢支撑有什么不同? .....	264
38. 什么时候选用格栅工法? .....	265
39. 格栅施工需要注意哪些问题? .....	265
40. 钢架施工工序是怎样的? .....	265
41. 对钢拱支撑施工有什么要求? .....	265

## 第八章 防水与排水

一、防排水施工 .....	267
1. 防水作业的要点是什么? .....	267
2. 洞内水沟作业需注意哪些事项? .....	267
3. 防冻水沟施工需注意什么? .....	268
4. 衬砌背后排水沟管施工需注意什么? .....	268
二、施工排水 .....	269
5. 隧道施工防水排水有什么基本要求? .....	269
6. 洞口防排水需做哪些方面工作? .....	270
7. 隧道施工排水有哪些方式? .....	270
8. 截排水坑道设置有什么要求? .....	271
9. 如何进行超前钻孔探排水? .....	272
10. 怎样进行井点降水? .....	272
11. 怎样进行深井抽水? .....	273
12. 怎样进行斜井排水? .....	274
13. 竖井注浆堵水有哪些方式? .....	274
14. 怎样处理施工期间井帮淋水及涌水? .....	275
三、注浆堵水 .....	275
15. 开挖前注浆堵水有什么方法? .....	275
16. 注浆故障有什么处理方法? .....	276
17. 检查注浆质量有什么方法? .....	277
18. 洞内预注浆作业有哪些需注意事项? .....	278
19. 如何确定注浆参数? .....	279
20. 依据什么选择注浆材料? .....	282
21. 常用注浆液有何特点? .....	282

## 第九章 辅助工法

一、辅助工法的一般规定 .....	285
1. 辅助工法的目的和定义以及适用范围是什么? .....	285
2. 哪些围岩及地形条件需要辅助工法? .....	286
3. 辅助工法如何分类? .....	286
二、辅助工法的选定 .....	288
4. 稳定掌子面的辅助工法有哪些? .....	288
5. 保护周边环境的辅助工法有哪些? .....	293
6. 近接既有结构物施工的辅助工法有哪些? .....	296
7. 地下水对策的辅助工法有哪些? .....	297
三、辅助工法的施工 .....	300
8. 什么是地层稳定液工法? .....	300
9. 什么是压注法? .....	301
10. 什么是降低地下水位工法? .....	301
11. 什么是冻结法? .....	302
12. 什么是深基础工法? .....	303
13. 什么是地表垂直锚杆工法? .....	304
14. 什么是管棚工法? .....	305
15. 什么是水平高压旋喷压注工法? .....	305
16. 什么是高压喷射搅拌工法? .....	305
17. 小导管注浆工序是怎样的? .....	306
18. 超前锚杆施工工序是怎样的? .....	306
19. 管棚施工工序是怎样的? .....	308
20. 预注浆施工工序是怎样的? .....	310

## 第十章 特殊工法

一、斜井、竖井、洞口等施工 .....	311
1. 斜井由哪些部分组成? .....	311
2. 井底车场布置有哪些注意事项? .....	311
3. 斜井施工有哪些要点? .....	312
4. 斜井的安全设施有哪些? .....	313

5. 竖井由哪些部分组成? .....	313
6. 竖井施工有哪些特点? .....	313
7. 竖井施工应有哪些安全设施? .....	314
8. 洞口施工计划有哪些原则? .....	315
9. 洞口施工方法有哪些? .....	315
10. 为保证洞口施工安全有哪些对策? .....	316
11. 洞口段施工要点有哪些? .....	316
12. 明洞施工工序是怎样的? .....	317
13. 洞门施工工序是怎样的? .....	318
<b>二、特殊地质施工方法</b> .....	<b>318</b>
14. 稳定掌子面的对策有哪些? .....	318
15. 松散地层隧道施工有何方法? .....	320
16. 在松散地层中如何用超前支护法施工? .....	320
17. 如何控制注浆加固法的注浆数量? .....	321
18. 震松法施工有哪些辅助措施和注意事项? .....	322
19. 松散围岩分部开挖施工方法及注意事项有哪些? .....	323
20. 断层及岩堆体隧道如何施工? .....	324
21. 煤层瓦斯隧道施工技术要点有哪些? .....	325
22. 高地应力隧道施工技术要点有哪些? .....	325
23. 遇溶洞隧道施工要注意哪些事项? .....	328
24. 岩溶高压富水隧道施工技术要点有哪些? .....	329
25. 黄土隧道施工要注意哪些事项? .....	330
26. 膨胀岩隧道施工技术要点有哪些? .....	330
27. 岩爆地段隧道施工有哪些注意事项? .....	332
28. 流沙隧道施工技术要点有哪些? .....	332
29. 高原冻土隧道施工技术要点有哪些? .....	332
30. 隧道塌方有哪些征兆和预防措施? .....	333
31. 处理隧道塌方需采取怎样的步骤? .....	334
32. 坍穴处理有哪些常用的方式? .....	334
33. 隧道塌方段怎样衬砌与回填? .....	335
34. 隧道大变形问题有哪些对策? .....	336
35. 大断面隧道有什么特殊施工方法? .....	337
36. 如何快速、有效、安全地进行大断面施工? .....	337

**第十一章 质量管理及风险分析**

一、质量管理 .....	338
1. 质量保证体系怎样建立? .....	338
2. 质量管理及检验的标准是什么? .....	338
3. 质量管理保证组织措施有哪些? .....	338
4. 质量管理资料与技术管理资料如何处理? .....	342
5. 混凝土衬砌施工质量如何管理? .....	343
6. 防排水施工质量如何管理? .....	343
二、风险分析 .....	344
7. 工程风险应对措施有哪些? .....	344
8. 风险责任如何分配? .....	347
9. 工程和施工设备保险有哪些? .....	348
10. 损失和损坏的费用补偿有哪些? .....	349
11. 人员伤亡事故的保险有哪些? .....	349
12. 对各项保险的要求有哪些? .....	349
参考文献 .....	351

# 第一章 绪 论

## 1. 我国隧道修建的意义是什么？

答：隧道既是铁路、公路、城市地铁等交通路网的重要组成部分，也是地下空间利用的基本形式。由于其具有占地少、无污染、使用可再生能源等优点，隧道及地下工程被誉为“绿色工程”。隧道及地下工程在国民经济发展中占有重要地位，地下空间是人类生存活动的第二个空间。

我国是世界上隧道及地下工程规模最大、数量最多、地质条件和结构形式最复杂、修建技术发展速度最快的国家。随着我国经济建设的高速发展和城市人口急剧膨胀，所带来的生存空间拥挤、交通阻塞等问题日益凸显，为满足高速增长的资源流动性需求，我国交通路网建设中需要大量的深埋长大山岭隧道和浅埋城市地下铁道。其次，改革开放政策使得国际交流广泛增长，我国与世界各国间的交通联系也在加强，为促进国家地区边贸经济发展，需要修建大量的隧道。

大量隧道及地下工程项目建设的同时，为多种施工方法的应用提供了广阔的舞台。在建设过程中，广泛吸纳世界各国先进的建设理念、方法与技术，引进大量先进的机械设备，并在此基础上实现了自主创新、设计与施工。目前，我国隧道修建技术已有长足的发展，许多成果已处于国际先进水平，部分成果已达到国际领先水平。相信通过工程实践不断创新，将逐步形成具有我国特色的隧道及地下工程修建方法与技术体系，使我国隧道及地下工程修建技术进入跨越性发展的轨道，成为引领世界隧道及地下工程修建技术的国家。

## 2. 隧道及地下工程的建设特点是什么？

答：隧道及地下工程的建设特点主要表现为建设工程构筑物处于地质体中，建筑基础理论体系尚不成熟，处于以经验设计和工程类比法为主的建筑现状，具有建设过程复杂、影响因素及不确定因素多、涉及学科范围广、建设过程需与建设环境相协调等特点。这些特点使得其对工程问题的研究方法涉及领域更广泛，方法更多、更复杂。

### (1) 建设工程构筑物处于地质体中

工程岩(土)体是地下工程结构的一部分。这些地下工程埋设在不同的地层中,可能遇到各种各样的复杂地质问题。因此,地下工程的设计、施工均与建筑地区的地质条件有着密切的关系。地质环境对地下工程设计、施工的影响主要表现在以下6个方面。

#### ①地貌与气候对地下工程的影响

地形地貌对隧道建设的影响主要表现在地应力特征上,隧道处于沟谷地带时,隧道结构将承受较大的水平应力或偏压应力,在隧道设计时需要特殊考虑;气候对地下工程的影响以温度和降雨量两因素最为显著,在特定的地质条件下可引起围岩工程特性的变化,产生新的工程地质问题。

#### ②地质构造对地下工程的影响

地质构造是指在造山运动等大规模的地壳变动中,岩体产生变形、断裂、破碎后留下的痕迹,如褶皱、断层、挤压破碎带、节理裂隙带等。褶皱和断层对隧道建设的影响,前者主要表现在成为瓦斯和水的汇集场所,后者则主要表现在围岩力学性质发生巨大劣化,围岩破碎,易引起隧道坍塌等。

#### ③岩(土)体结构对地下工程的影响

岩(土)体结构是岩(土)体中结构面和结构体的总称,它表达了结构面的发育程度及组合关系,反映了结构体的规模、形态及排列情况。岩体结构对地下工程的影响主要表现在:

- a. 节理裂隙降低围岩力学指标,增大力学性质的各向异性。
- b. 结构面改变了围岩应力传导途径。
- c. 岩石空隙成为地下水的通道和储存场所。
- d. 结构面成为剪切滑移面。
- e. 岩体结构是进行围岩质量评定与围岩分级的依据。
- f. 岩体结构是进行岩(土)体力学分析时建立力学模型的基本依据。

#### ④岩(土)体性质对地下工程的影响

由于围岩中的岩石(土)是地壳中由地质作用所形成的固态物质,主要是由造岩元素所构成的玻璃或矿物的天然集合体,地质作用的历史及性质使得这一作用的产物——岩(土)体呈现出复杂多变的承载特性。其矿物组成及结构不同,力学性质也不同。岩性反映了岩石的基本力学性质及物理化学性质。

#### ⑤地质体赋存环境对地下工程的影响

地质体赋存环境因素主要有三种:地应力、地下水、地温。它们对岩(土)体的变形、破坏和力学性质具有重要的控制作用。

初始地应力对隧道建设的影响主要表现在决定隧道所处位置的应力状态(方向)及应力水平上,它决定着“平衡拱”的形状和尺度,因此,也直接决定着隧道支护结构的荷载。

地下水是造成洞室围岩失稳的一个重要原因。水对隧道建设的影响表现在两个方面:第一,形成流体能量,产生隧道涌泥、涌石、涌水。第二,弱化岩体的强度,降低围岩承载能力。

在深埋地层中,地温常常是地下工程施工的一个重要控制因素,地温对地下工程的影响主要表现在温度增高会引起人员、设备工作效率的降低,不做特殊处理无法施工;另一方面,从能量转化的角度出发,温度升高,预示着地质环境中能量活动增大,能量转化的几率增大,处理不当可引起相应的工程问题。

#### ⑥特殊地质与地下工程

所谓特殊地质,可定义为在承载特性及施工安全上需进行特殊设计和施工的地质条件。按其対隧道修建的影响特性,可分为结构突变型、应力时效型及有害物质型三类。

结构突变型,如隧道穿越岩溶洞穴、断层带、岩堆体等。这类地质特点是围岩的承载特性突然发生巨大的改变,导致隧道稳定性及施工安全性受到威胁,往往造成重大地质灾害,其共同特点是突发性和劣化性。

应力时效型,如高地应力、膨胀岩、黄土、冻土等。这类地质特点是隧道周边围岩压力随时间发生较大变化,使隧道结构发生过度变形或破坏的特性。

有害物质型,如瓦斯、放射线等。这类地质特点是危及施工人员及机械设备的安全,需要进行特殊防护与施工控制。

#### (2)基础理论体系尚未建成

地下工程建设涉及的学科范围很广,学科的科学思想体系、研究对象、服务领域及在工程技术上的广泛应用,使其具有地学、力学、技术学科的特征和显著的多学科交融的性质,既具有基础研究的内容,又带有强烈的实践性特点。由于对地下工程建设环境——地质体的变形、破坏力学机制的理论研究尚未取得突破,地质工程独立的理论体系尚未完全形成;地下工程设计施工应用层面的理论研究尚未取得成熟的成果,地下工程的设计仍采用以经验为主的工程类比方法。

#### (3)建设过程具有复杂性

地下工程受地理与地质环境、工程情况、经济水平、材料科学发展水平、施工过程控制水平以及地下工程在国民经济中的地位等因素的影响,其建设过程具有复杂性。地理与地质环境本身就是复杂的,它是天然的介质(涉及地应力、地下水、岩性、地质结构、地质构造等),几乎没有地质条件完全相同的两个工程。

工程情况则是指工程规模、断面形状与尺寸、施工技术、过程控制、环境控制、工程材料和人机料的协调水平等,这些因素又具有显著的历史特征与动态特征。工作面状态在时间和空间上的动态性、技术发展的历史性均增加了地下工程的复杂性。这也是我们特别强调的动态信息化施工、动态信息化设计、结合实际的动态信息化管理在地下工程建设中的重要性和特别性。

### 3. 隧道的施工方法主要有哪些?

**答:**在隧道修建方法中,根据不同的结构用途、水文地质条件、周边环境要求、安全风险分析、成本投入、工程规模、我国国情等条件,根据支护结构设计理论的不同,诞生出不同设计、施工特点的中国隧道及地下工程修建方法,主要有钻爆法、浅埋暗挖法、明挖法、掘进机法、盾构法、沉埋管段法和辅助工法。

(1) **钻爆法**。该法是以钻孔、装药、爆破为开挖手段,以“围岩—结构”共同作用为支护设计理论,采用复合式衬砌结构,以钻爆开挖作业线、装渣运输作业线、初期支护与防排水作业线、二次模筑衬砌作业线、辅助施工作业线为特点的应用极广的隧道施工方法。

(2) **浅埋暗挖法**。该法是针对隧道埋深浅,多在软弱地层中穿过,环保要求高,施工难度大,强调保护、提高围岩的自承能力,按照“管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤量测”的18字方针,采用复合式衬砌和中小型机械开挖,应用多种辅助工法为特征的、重要的、首选施工方法。

(3) **明挖法**。该法以基坑开挖为特点,以支挡隧道侧向压力与基坑底部围岩抗滑(涌)为支护设计理论,进行围护结构作业、支撑体系作业、分层分段土方开挖作业,同时进行主体结构施作、回填覆盖作业的常用且影响环境的一种施工方法。

(4) **掘进机法**。该法以开敞式掘进机破岩,具有开挖、支护过程为一体的自动化特征,以围岩自承为主的复合式衬砌结构作为支护设计理论,适用于硬岩特长隧道的施工方法。

(5) **盾构法**。盾构机是针对流塑软弱、不能自稳围岩的开挖支护机械,该法以高度自动化为特征,以“围岩—支护”共同作用为支护设计理论,适用于不稳定地层的施工方法。该法适用于隧道长度不小于6km的隧道开挖,此条件下的开挖最经济合理。

(6) **沉埋管段法**。该法以预制的方法分段形成隧道主体结构,以水下基槽开挖、浮运、沉放、对接、回填及辅助作业为特征,是隧道施工安全性很高的方法,适用于水流平缓、基底软弱的水下隧道施工。



(7) **辅助工法**。辅助工法是指在各种施工方法中,为满足安全、快速、环保等目的,而对软弱围岩和地下水进行处理,保证围岩稳定的一系列技术方法。其应用范围涉及前面六种主要施工方法,每种施工方法都需要辅助工法配套,隧道才能安全优质建成。

本书主要对钻爆法、掘进机法、辅助工法等施工方法进行阐述。