

UDC

中华人民共和国行业标准

TB

P

TB 10055—98

铁路工程地质黄土地区勘测规则

The surveying regulation for loess area of
railway engineering geology

1998-02-03 发布

1998-07-01 实施

中华人民共和国铁道部 发布

中华人民共和国行业标准

铁路工程地质黄土地区勘测规则

The surveying regulation for loess area of
railway engineering geology

TB 10055—98

主编单位:铁道部第一勘测设计院

批准部门:中华人民共和国铁道部

施行日期:1998年7月1日

中 国 铁 道 出 版 社

1999年·北 京

关于发布《铁路工程物理勘探规程》等 7个铁路工程建设标准的通知

铁建函〔1998〕15号

《铁路工程物理勘探规程》(TB 10013—98)、《铁路工程地质钻探规程》(TB 10014—98)、《铁路工程地质风沙勘测规则》(TB 10053—98)、《铁路工程地质黄土地区勘测规则》(TB 10055—98)、《铁路工程制图标准》(TB/T 10058—98)、《铁路工程制图图形符号标准》(TB/T 10059—98)和《铁路工程岩石试验规程》(TB 10115—98)计7个规范经审查,现批准发布,自1998年7月1日起施行。现行《铁路物理勘探技术规则》(TBJ 13—85)和《铁路地质钻探技术规则》(TBJ 14—85)同时废止。

以上规范由部建设司负责解释,由建设司标准科情所和铁道出版社共同组织出版发行。

中华人民共和国铁道部

一九九八年二月三日

目 次

1 总 则	1
2 术语和符号	2
2.1 术 语	2
2.2 主要符号	3
3 新建、改建铁路勘测设计阶段黄土地区工程地质工作	4
3.1 选 线	4
3.2 踏勘（可行性研究）	5
3.3 初 测	5
3.4 定 测	7
3.5 改建既有线及增建第二线	8
4 施工阶段黄土地区工程地质工作	10
5 运营期间黄土地区工程地质工作	12
6 黄土地区工程地质勘测内容及方法	13
6.1 准备工作	13
6.2 遥感图像判释	13
6.3 调查测绘	14
6.4 勘探、取样	15
6.5 测 试	16
7 黄土地区场地评价	18
附录 A 黄土的特征及地貌类型	22
附录 B 黄土地层划分、成因类型及土质分类	24
附录 C 黄土地基基本承载力	25
附录 D 黄土常用土工试验项目	27
附录 E 本规则用词说明	28
附加说明	29
《铁路工程地质黄土地区勘测规则》条文说明	30

1 总 则

1.0.1 为统一黄土地区铁路工程地质勘测工作的技术要求，提高勘测质量，适应铁路工程建设的需要，制订本规则。

1.0.2 本规则适用于铁路工程勘测设计、施工阶段及运营期间黄土地区工程地质工作。

1.0.3 黄土地区铁路工程地质勘测工作宜广泛采用多手段相结合的综合勘察方法。

1.0.4 黄土地区铁路工程地质工作除按本规则执行外，尚应符合国家和铁道部现行有关标准规范的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 黄土

第四纪以来，在干旱、半干旱气候条件下，陆相沉积的一种以黄色粉土颗粒为主，含碳酸钙及少量易溶盐，具大孔隙，具垂直节理，抗水性差，易崩解、潜蚀，表层多具湿陷性的特殊土。

2.1.2 古土壤

指黄土沉积间断期，经过成壤作用形成的红色或灰棕色土壤。因其埋藏在黄土层中，亦称埋藏土。

2.1.3 黄土的湿陷性

黄土在自重或一定压力下受水浸湿，土体结构迅速破坏，并产生显著附加下沉的性质。

2.1.4 自重湿陷性黄土

在上覆土的自重压力下受水浸湿发生湿陷的湿陷性黄土。

2.1.5 非自重湿陷性黄土

在大于上覆土的自重压力下（包括附加压力和土自重压力）受水浸湿发生湿陷的湿陷性黄土。

2.1.6 非湿陷性黄土

在一定压力下受水浸湿，土结构不破坏，并无显著附加下沉的黄土。

2.1.7 湿陷系数

黄土的原状土样在试验室有侧限条件下施加压力压缩稳定后浸水，一厘米厚土样的湿陷变形量。根据试验施加压力不同分为：湿陷系数和自重湿陷系数。

当湿陷系数值小于 0.015 时，为非湿陷性黄土；当湿陷系数

值等于或大于 0.015 时, 为湿陷性黄土。

2.1.8 湿陷量

黄土湿陷变形大小的量值。是评价黄土湿陷性类型和湿陷等级的依据。根据黄土产生湿陷变形施加压力的不同和获取方法不同分: 总湿陷量、实测自重湿陷量和计算自重湿陷量。

2.1.9 饱和黄土

饱和度大于 80%, 并且湿陷性退化的黄土称为饱和黄土。

2.1.10 新近堆积黄土

沉积年代短(近 500 年内形成)、具高压缩性、承载力低、均匀性差, 在 50~150 kPa 压力下变形敏感的全新统黄土。

2.1.11 砂质黄土和粘质黄土

黄土按土质分类时, 根据塑性指数分为砂质黄土和粘质黄土。塑性指数小于或等于 10 的黄土为砂质黄土; 塑性指数大于 10 的黄土为粘质黄土。

2.2 主要符号

- e ——孔隙比
- s_r ——饱和度
- w ——土的含水量
- δ_s ——湿陷系数
- δ_{zs} ——自重湿陷系数
- Δ_{zs} ——计算自重湿陷量
- Δ'_{zs} ——实测自重湿陷量
- Δ_s ——总湿陷量

3 新建、改建铁路勘测设计阶段 黄土地区工程地质工作

3.1 选 线

3.1.1 黄土塬、梁、峁及丘陵区的铁路选线，应选择在山坡稳定、排水条件较好的地带，避开地形零乱、沟谷深切、冲沟发育等侵蚀强烈地带及地下水发育地带。斜坡地段应根据山坡稳定程度，确定线路通过部位、形式和应采取的工程措施。

3.1.2 河谷区线路应利用宽谷阶地展线，在低级阶地缺失地段，宜远离高陡谷坡。在高陡黄土坡脚挖方，应与隧道方案比较。

3.1.3 线路通过黄土地区既有及拟建水库、池塘地段时，应考虑水库溃坝、坍岸影响及蓄水后引起的周围工程地质条件变化等。

3.1.4 线路应尽量避免新构造活动强烈地段，必须通过时应以较短的距离并采用简易工程通过。

3.1.5 线路通过黄土滑坡、崩塌、陷穴等不良地质发育地段，应进行绕避方案与工程处理方案比较。当地质复杂，整治工程艰巨或工程处理技术尚无保证时宜采用绕避方案。

3.1.6 线路应选择在黄土地层单一、土质比较干燥地段，避开地层复杂、土质软弱、含水量大和地下水发育地段，避免与长大干渠近距离并行。

3.1.7 跨沟（河）谷线路应选择在沟床下切缓慢、沟（河）谷顺直、岸坡稳定地段通过。应避开谷坡零乱及山坡变形较多地段，不宜在狭窄的三侧临空的山嘴设置桥梁墩台。当必须通过泥流沟谷或有岸坡变形沟谷时，应做多种线路方案比较。

3.1.8 黄土隧道洞门应选择在山体稳定，地表排水条件较好的

山坡；洞身应选择在塬、梁顶面平整或地形凸起地带。应避免在山坡零乱，塬边、塬顶有封闭洼地地段通过。

3.1.9 黄土沟梁相间地段，应做采用深挖与隧道、高填与桥梁等工程方案设置条件适宜性的比较。

3.2 踏勘（可行性研究）

3.2.1 黄土地区踏勘（可行性研究）工程地质勘测应完成下列工作：了解黄土地区影响线路方案的工程地质问题，为编制可行性研究报告，提供工程地质资料。

3.2.2 黄土地区踏勘（可行性研究）工程地质勘测应包括下列内容：

1 搜集区域地质、黄土地貌、黄土地层、气象、地震、航空和卫星遥感图像及当地建筑经验等资料。

2 通过遥感图像判释，从宏观上了解黄土的分布，地貌类型（见本规则的附录 A），不良地质类别、范围及稳定性。

3 分析研究既有资料，并通过遥感图像判释和踏勘，初步确定黄土地貌分区、黄土分层、影响线路方案的不良地质的类型及分布，了解墓穴、已建及拟建大型工程（如水坝、干渠、公路、矿坑等）情况及其与线路的关系。

3.2.3 在踏勘（可行性研究）工程地质总说明书中，应阐明黄土的分布、地形地貌特征、地层划分（见本规则附录 B）、各层土的工程特性、不良地质等及其对线路的影响，并对线路方案作出评价。对控制线路方案的大型不良地质，可在全线工程地质图上加注简要文字说明。

3.3 初 测

3.3.1 黄土地区初测工程地质勘测应完成下列工作：查明黄土的分布、地貌形态、地层划分、成因类型、土质分类、土层结构、与下伏地层接触面形态、湿陷性类型、湿陷等级、分布规律，水文地质情况，影响线路方案的不良地质范围、性质、稳定

情况，为线路方案比选和代表性工点设计提供地质依据。

3.3.2 黄土地区初测工程地质勘测应按下列顺序进行：

1 分析研究踏勘（可行性研究）报告及有关资料，了解黄土区域特征及线路方案情况。

2 进行沿线地质调查测绘、勘探测试，结合遥感图像判释成果，了解黄土地区不良地质的分布、类型、稳定情况及其与线路的关系。

3 落实黄土区域工程地质条件，为初步设计及代表性设计工点搜集地质资料。

3.3.3 黄土地区初测工程地质调查测绘内容应根据本规则第6.3节的要求进行，重点是调查测绘黄土区域工程地质情况、影响线路方案的不良地质及重大工程场地的地质情况等。代表性设计工点的调查测绘内容应根据工程类型有所侧重，并应注意工程场地比选和场地条件工程适宜性的调查测绘。

3.3.4 黄土地区初测工程地质勘探、测试工作应符合下列要求：

1 勘探孔和原位测试点的布置，应按下列原则考虑：

1) 一般地段应根据地貌单元、地层年代、成因类型、土质特征等布置勘探和原位测试工作。相同地质条件地段用于土工试验和湿陷性评价的取样孔应不少于3个，并应满足每个区间不少于2个取样孔，不少于2~3个原位测试点；当地段较长或土工试验及湿陷性指标差异较大时，应适当增加取样孔。

2) 代表性设计工点，应根据工程场地条件、工程类型等综合考虑勘探孔、取样孔和原位测试孔（点）的布置。

3) 不良地质地段，应按有关标准规范要求进行勘探测试工作。

2 勘探测试手段、勘探深度、取样和测试工作等应符合本规则第6章中有关勘探、取样及测试的规定。

3.3.5 初测资料的编制应符合下列要求：

1 在工程地质总说明书中应阐明测区内黄土的分布、地形地貌、地层划分、成因类型、土质分类、水文地质特征、工程地

质条件（包括地基强度评价、黄土湿陷性评价、斜坡稳定性分析等）、各类不良地质的分布、发展趋势及对铁路工程的影响；对黄土地区的共性问题、重大及地质条件复杂的工程应提出工程措施意见。

2 初测详细工程地质图或 1/2 000 线路地形图中应填绘不良地质界线。在线路纵断面图的工程地质特征栏中应说明黄土湿陷性类型及湿陷等级。

3 代表性设计工点按场地评价黄土湿陷性类型及湿陷等级，湿陷性场地复杂时，应在工点工程地质图上区分黄土湿陷性类型及湿陷等级。一般地段的黄土湿陷性，可根据地貌单元、地层年代、成因类型、土质分段评价。

3.4 定 测

3.4.1 黄土地区定测工程地质勘测应完成下列工作：详细查明沿线工程地质条件，确定线路具体位置，为各类工程建筑物的设计和不良地质的整治，提供技术设计和施工图设计所需要的地质资料。

3.4.2 黄土地区定测工程地质调查测绘。应按本规则第 6.3 节的要求进行，并应符合下列要求：

1 宜按工点开展工作，调查测绘内容根据工程类型有所侧重。

2 调查测绘宽度应以满足工程设计和不良地质整治为原则，地质条件复杂的工点应扩大调查测绘范围，查明相关地质构造，不良地质发生、发展诸因素，满足环境工程地质评价的要求。

3 有工程方案比选的工点，应同时满足各工程类型设计的要求。

3.4.3 定测勘探、原位测试点的布置应符合下列要求：

1 勘探、测试点的布置除应考虑工程性质、基础类型、场地地质条件外，还应考虑黄土场地湿陷性评价的需要。

2 一般路基和小桥涵地段用于黄土地基强度及湿陷性评价

的勘探取样孔，应根据黄土地貌单元、地层年代、成因类型、土质特征等分段布置。相同地质条件地段取样孔数不应少于 3 个，当地段较长或短距离内变化较大时，应增加取样孔数。

3.4.4 定测资料的编制应符合下列要求：

1 工程地质总说明书中应详细阐明沿线黄土分布、地形地貌、地层划分、水文地质条件、各层土的物理力学指标和与各类工程设计有关的地质数据，黄土场地的湿陷性类型、湿陷等级及分段情况，各类不良地质的稳定性评价和工程处理措施，以及设计、施工、运营应注意的工程地质问题。

2 路基工点：路基个别设计工点应按场地评价黄土湿陷性，必要时还应进行边坡稳定性评价；一般工点应按沿线黄土地貌单元、地层年代、成因类型、土质分段进行黄土湿陷性评价。

3 桥涵工点：大中桥按场地评价黄土湿陷性；小桥涵应按沿线黄土地貌单元、地层年代、成因类型及土质分段进行黄土湿陷性评价。

4 隧道工点：应评价黄土土质、土体结构，以及洞口附近黄土湿陷性和斜坡稳定性。

5 站场及房屋工程：按场地进行黄土湿陷性评价。

6 黄土湿陷性复杂的各类工程场地，应划分湿陷性类型及湿陷等级。

3.5 改建既有线及增建第二线

3.5.1 改建既有线及增建第二线应搜集、分析既有线勘测设计、施工及运营期间积累的黄土地质资料，为改建或增建工程提供位置选择意见；根据改建及增建工程的类型、位置、场地地质条件等，进行必要的勘探、测试工作，为工程设计提供地质资料及工程措施意见。

3.5.2 改建既有线及增建第二线并肩地段应搜集、分析相邻既有工程黄土地基、路基边坡、隧道等工程地质资料，调查其稳定情况，存在病害及产生的原因、整治措施及效果；不良地质地段

应根据其稳定状况，结合改建及增建工程设置提出综合治理意见。

3.5.3 工程地质调查测绘应沿既有线及增建第二线进行，地质条件复杂地段应根据需要加宽调查范围，查明改建和增建工程的场地地质条件，推荐线路通过的位置和方式，并预测改建及增建工程对既有工程建筑物可能产生的影响。

3.5.4 改建既有线及增建第二线调查测绘工作应根据其勘测阶段有所侧重。

3.5.5 改建及增建工程的绕行地段应按新建铁路要求开展工作。

3.5.6 当改建及增建工程位于人工填筑黄土地基上时，应查明其填筑年限、强度及湿陷性。

3.5.7 改建既有线及增建第二线工程地质文件编制应符合下列要求：

1 总说明书应结合既有建筑物的使用情况详细阐明黄土地区改建既有线及增建第二线工程地质条件，为改建及增建工程设计提供所需地质资料；并重点阐明主要黄土工程地质问题、处理措施和施工、运营中应注意的事项等。

2 在详细及放大工程地质纵断面图的工程地质特征栏内，除应阐明改建及增建工程的地质条件外，还应阐明既有工程的稳定情况和病害整治措施及效果。

4 施工阶段黄土地区工程地质工作

4.0.1 黄土地区施工阶段工程地质工作应符合下列要求：

- 1 根据施工开挖暴露面核实、修正、补充地质资料。
- 2 重点复查、核实黄土地区重大工程及地质复杂地段的地质资料，完善工程措施意见。
- 3 预测和解决施工中遇到的黄土工程地质问题。
- 4 对复查、核实和施工中遇到的地质问题，应将处理过程、效果等分类作好记录。
- 5 整理竣工工程地质资料及施工总结报告。

4.0.2 黄土地区施工阶段工程地质工作应包括下列内容：

- 1 监测地质条件复杂的挖方地段和不良地质地段，注意赋水地层及水量变化，对可能出现的变形提出预报和处理措施。
- 2 施工过程中有变形迹象的地段，在采取应急措施的同时，应布置观测桩、网进行观测，并进行补充勘测，提出根治措施。
- 3 核查高填路堤地段的填土和夯填密度，发现问题应及时补救。
- 4 监督边坡施工程序，及时纠正错误施工和堆弃方式。
- 5 监测桥涵地基、隧道开挖情况，注意影响地基稳定和隧道稳定诸因素的细微变化，预报可能发生的病害，提出治理措施。
- 6 继续做好由勘测阶段延续下来的观测工作，并及时为相关工程施工提供资料。

4.0.3 工程竣工后应编制下列综合资料：

- 1 竣工工程地质说明书，应阐明施工中所遇到黄土地质问题的地段、性质、产生原因分析、处理过程、措施和效果；重点工程及不良地质地段施工中开挖的地质情况，工程处理情况；勘

测资料评价；观测桩、网地段设置及监测情况，若需继续监测的工点应提出注意事项；运营养护工作应注意的地质问题和地段；施工中的经验教训等。

2 竣工工程地质图、工程地质纵、横断面图可在施工图的基础上，根据施工情况及补充勘探测试资料修正、补充而得。

3 补充的勘探、测试、照片等原始资料的分类汇总。

4 宜对地质复杂、施工过程中出现地质病害较多的工点以及采用新技术处理的工点，单独写出总结报告。

5 运营期间黄土地区工程地质工作

5.0.1 黄土地区运营期间的工程地质工作应符合下列要求：

1 对各类工程地基、高填路堤、深壑边坡等的稳定性及隧道变形进行监测，当有不良发展趋势时，应及时提出防治措施。

2 对设置长期观测桩、网的地段及地质病害地段，应建立观测台帐，按时监测，发现异常迹象及时采取措施。

3 当发生病害时，应协同有关专业一起调查、分析工程病害原因，以便采取有效防治措施。

5.0.2 应根据黄土地区地质病害的产生规律及不同地质病害发生前的细微变化、征兆，及时制定并实施工程监测计划。

5.0.3 运营期间黄土地区的各类重点工程和不良地质地段应建立工程档案；进行工程监测的地段，应按时间顺序详细记录，及时分析判断监测资料，提出下阶段工作重点及应采取的工程措施。

6 黄土地区工程地质勘测内容及方法

6.1 准备工作

6.1.1 勘测前应搜集下列资料：

- 1 地形地貌、区域地质、工程地质、水文地质和地区性黄土资料以及沿线既有工程经验教训等。
- 2 遥感图像及判释资料。
- 3 气象、地震、自然灾害等资料。
- 4 既有建筑物（如水库、大型渠道、地下洞室、道路等）的地质资料及使用情况。

6.1.2 应根据黄土区域地质条件，线路方案情况，工程情况及勘测任务书的要求，拟定工作程序和勘测工作方法等。

6.2 遥感图像判释

6.2.1 在黄土地区工程地质勘测中，可应用遥感技术完成下列工作内容：

- 1 宏观了解黄土区域地质条件，为铁路选线提供地质依据。
- 2 地质复杂地段、重点工程和大型不良地质地段，应利用大比例和不同时期的航片进行判释对比、现场核对，了解黄土地区稳定情况动态，为确定线路具体位置和工程地质条件评价提供资料。
- 3 利用遥感图像判释资料并经重点调查核实，编制有关工程地质判释图件。

6.2.2 黄土地区遥感图像判释宜包括下列内容：

- 1 黄土的分布范围，地形地貌特征，侵蚀及堆积形态特征。
- 2 地表水的分布范围及形态，地下水露头及湿地范围。

3 不良地质的类别、分布范围及水土流失情况，如滑坡、泥流、陷穴群、地震裂缝、山崩堵塞河流、道路的遗迹等。

4 隐伏或活动性断裂等。

5 根据不同时期图像判释对比，动态分析黄土地貌形态、不良地质发育等。

6.2.3 地质复杂、比选方案较多地段，宜编制像片镶嵌图。

6.3 调查测绘

6.3.1 黄土地区地形地貌调查测绘宜包括下列内容：

1 黄土的分布、地貌类型及发育特征。

2 黄土的侵蚀、堆积发育特征及与地貌形态的关系。

3 微地貌特征、山坡形态及稳定情况。

4 调查核实新构造运动形迹、地震活动情况及与地貌形态、不良地质分布的关系。

6.3.2 黄土地区地层特征调查测绘宜包括下列内容：

1 黄土地层的年代、成因、土质特征。

2 地层层序、结构、夹层、古土壤的分布及特征、层间接触面形态。

3 黄土与下伏岩层接触面形态，下伏岩层的岩性及风化程度。

4 黄土节理裂隙的形态及贯通情况。

5 对与线路有关的既有填土场地，应查明其厚度、密实程度、沉降特征、湿陷性及基底稳定性。

6 对既有大面积挖方场地，应查明挖深、坡度及稳定情况。

6.3.3 黄土地区水文地质调查测绘宜包括下列内容：

1 大气降水的汇集、径流对塬梁、阶地、山坡的作用及对山坡稳定的影响。

2 沟床的变迁和地表水对谷坡的侵蚀情况。

3 黄土土层和下伏岩层的赋水情况及其动态变化。地下水对山坡稳定的影响。

4 水库、池塘、渠道的浸没情况、渗漏情况，对地下水位的影响。水库坍岸、渠道变形情况。

5 城市抽、排水对地下水位的影响，地下水位升降引起的地基病害情况。

6.3.4 黄土地区不良地质调查测绘宜包括下列内容：

1 滑坡、崩塌、错落、陷穴、泥流、地裂缝、坑洞等不良地质的分布、性质、范围、规模、下伏地层及特征，并分析其产生原因及发展趋势。

2 黄土塬、梁、阶地顶面及塬边的碟形洼地的分布、形态、产生的原因、环境条件及发展趋势。

3 人为活动情况及人为坑洞分布。不良地质治理工程情况及效果。

6.3.5 应调查既有建筑物的现状、变形情况及原因，搜集黄土边坡、地基基础、桥梁、隧道等工程处理的经验教训资料。

6.4 勘探、取样

6.4.1 黄土地区的勘探宜采用简易勘探（挖探、锥探、洛阳铲、小螺钻）、物探、原位测试、钻探相结合的综合勘探方法。

6.4.2 黄土与下伏地层物性差异较大或地下水分布较规律时，宜结合场地条件采用综合物探为先导，并与钻探相结合开展工作。

6.4.3 黄土地层中采取原状土样宜采用挖探或原位静压的方法。钻探取样时应采用大口径回转钻进，并使用专门的薄壁取土器，严格遵照操作技术要求取样，并应有一定数量的探坑（井）取土作核对。

6.4.4 黄土地基勘探深度应满足下列要求：

1 地基勘探深度应大于地基压缩层，满足地基稳定性评价需要。

2 勘探深度还应满足黄土地基湿陷性评价的要求：

1) 非自重湿陷性黄土场地，深度应至基础底面下 5 m；

2) 自重湿陷性黄土场地上的一般建筑物应根据地区和湿陷性土层厚度确定取样深度: 当基础底面下的湿陷性黄土厚度大于 10 m 时, 陇西、晋南、豫西、陇东和陕北地区, 不应小于基础底面下 15 m; 其它地区, 不应小于基础底面下 10 m。不同地貌单元都应有一定数量的勘探取样孔穿透湿陷性黄土地层。

3) 高墩桥、及其他重型建筑物的场地勘探深度应根据地基压力情况, 在 Q_4 、 Q_3 黄土中取样; 必要时对压力影响范围内的 Q_2 黄土也应取样作湿陷性试验。

6.4.5 黄土地区挖方地段勘探孔深应至路基面以下 3 m, 当需查明与下伏地层接触面形态时, 应适当加深; 在路堑边坡及路基面以下分层取原状土样试验。

6.4.6 黄土隧道勘探孔宜布置在中心线两侧 5~7 m 处, 孔深应至路基面以下 3 m; 在隧道洞身、顶部及底部分层取原状土样作土工试验。

6.4.7 用于湿陷性评价采取的原状土样竖向间距每 1~2 m 一组 (不少于二筒), 当层次清晰、土质均匀、地层规律性较强时可按层取样, 若分层厚度大于 5 m 时, 竖向取土样间距不得大于 3 m。

6.4.8 原状土样应及时密封, 避免冻、晒和振动, 并尽快试验。

6.5 测 试

6.5.1 黄土测试手段应根据地层结构、工程类型等, 选择原位测试和室内试验, 并确定工作量。

6.5.2 用静力触探方法确定黄土的力学指标、地基承载力 (见本规则的附录 C), 使用机具、操作方法及资料整理应符合现行的《静力触探技术规则》的规定。长大干线或新工作地区宜在初测时建立或验证静力触探承载力计算公式。

6.5.3 黄土湿陷系数试验压力, 应按下列要求确定:

1 一般建筑物地基自基础底面 (初测时, 自地面下 1.5 m) 算起, 10 m 以内的土层使用 200 kPa, 10 m 以下至非湿陷性土

层顶面，使用其上覆土的饱和自重土压力；基底压力大于 300 kPa 的桥梁及重型建筑物湿陷系数试验压力应按实际压力，采用双线法测定。

2 新近堆积黄土湿陷系数试验压力采用 150 kPa。

6.5.4 在黄土弃土、填筑土上修建建筑物时均应作土工试验和黄土湿陷性试验。

6.5.5 位于地震基本烈度七度及以上地区的饱和砂质黄土应按有关规定进行地震液化判定。

7 黄土地区场地评价

7.0.1 黄土湿陷量计算方法应满足下列要求:

1 黄土计算自重湿陷量 Δ_{zs} (cm) 应符合下列要求;

1) 计算自重湿陷量按下式计算:

$$\Delta_{zs} = \beta_0 \sum_{i=1}^n \delta_{zsi} \cdot h_i \quad (7.0.1-1)$$

式中 δ_{zsi} ——第 i 层土在上覆土的饱和 ($s_r \geq 0.85$) 自重压力下的自重湿陷系数;

h_i ——第 i 层土的厚度 (cm);

β_0 ——因土质地区而异的修正系数, 对陇西地区可取 1.5, 对陇东、陕北地区可取 1.2, 对关中地区可取 0.7, 对其它地区可取 0.5。

2) 计算自重湿陷量 Δ_{zs} 的累计, 应自天然地面算起 (当挖、填方的厚度和面积较大时, 应自设计地面算起), 至其下全部湿陷性黄土层的底面为止, 其中自重湿陷系数 δ_{zs} 小于 0.015 的土层不累计。

2 湿陷性黄土地基的总湿陷量 Δ_s (cm) 应符合下列规定:

1) 总湿陷量 Δ_s (cm) 按下式计算:

$$\Delta_s = \sum_{i=1}^n \beta \cdot \delta_{si} \cdot h_i \quad (7.0.1-2)$$

式中 δ_{si} ——第 i 层土的湿陷系数;

β ——考虑地基土的侧向挤出或浸水机率等因素的修正系数, 基底下 5 m (或压缩层) 深度内可取 1.5; 5 m (或压缩层) 深度以下, 在非自重湿陷性黄土场地可不计算; 在自重湿陷性黄土场地, 可按本条第 1 款的 β_0 值取用。

2) 总湿陷量应自基础底面(初测及定测综合评价,自地面下 1.5 m)算起。在非自重湿陷性黄土场地,累计至基础底下 5 m(或压缩层)深度止;在自重湿陷性黄土场地,对大桥、特大桥应按穿透湿陷性土层的取土勘探点,累计至非湿陷性土层顶面止。对铁路其他建筑,当基底下的湿陷性土层厚度大于 10 m 时,其累计深度可根据所在地区确定,陇西、陇东、陕北、晋南、豫西地区不应小于 15 m,其它地区不应小于 10 m。其中湿陷系数 δ_s 小于 0.015 的土层应不累计。

7.0.2 黄土地区场地湿陷性评价按下列规定进行:

1 黄土地区场地的湿陷类型按实测自重湿陷量 Δ_{zs} 或室内压缩试验累计的计算自重湿陷量 Δ_{zs} 判定。当实测或计算自重湿陷量小于或等于 7 cm 时,应定为非自重湿陷性黄土场地;当实测或计算自重湿陷量大于 7 cm 时,应定为自重湿陷性黄土场地。

2 湿陷性黄土地基的湿陷等级,应根据基底下各土层累计的总湿陷量和计算自重湿陷量的大小等因素按表 7.0.2 判定。

表 7.0.2 湿陷性黄土地基的湿陷等级

湿陷性类型		非自重湿陷性场地	自重湿陷性场地	
计算自重湿陷量 (cm)		$\Delta_{zs} \leq 7$	$7 < \Delta_{zs} \leq 35$	$\Delta_{zs} > 35$
总湿陷量 (cm)	$\Delta_s \leq 30$	I (轻微)	II (中等)	—
	$30 < \Delta_s \leq 60$	II (中等)	II 或 III	III (严重)
	$\Delta_s > 60$	—	III (严重)	IV (很严重)

注:①当 $30 \text{ cm} < \Delta_s < 50 \text{ cm}$, $7 \text{ cm} < \Delta_{zs} < 30 \text{ cm}$ 时,可判为 II 级;

②当 $\Delta_s \geq 50 \text{ cm}$, $\Delta_{zs} \geq 30 \text{ cm}$ 时,可判为 III 级。

7.0.3 黄土地区湿陷性评价详简程度应结合勘测阶段确定。

1 踏勘(可行性研究)阶段:根据遥感图像判释、踏勘及区域地质资料,按黄土地区大的地貌单元,只进行有无湿陷性的初步评价。

2 初测阶段:按一般地段和代表性设计工点分别评价黄土湿陷性。一般地段按沿线地貌单元、成因类型、土质分段评价黄

土湿陷性类型、湿陷等级；代表性设计工点按场地评价黄土湿陷性类型、湿陷等级。

3 定测阶段：按工程场地评价黄土湿陷性。地质条件复杂的大型工程场地按分区评价黄土湿陷性类型、湿陷等级；路基及小桥涵工程根据地貌单元、成因类型、土质及湿陷性差异进行分段评价。

7.0.4 黄土地区各类工程场地评价应在综合分析黄土物理力学性质、水文地质条件、环境地质条件的基础上，针对工程特点进行：

1 黄土地区地基工程地质条件评价包括：地基土层均匀程度、黄土的湿陷性、承载力，位于七度及以上地震基本烈度地区的饱和砂质黄土地震液化评价，并据此提出工程措施意见。

高墩桥黄土地基湿陷性评价，不只限于第 7.0.1 条中第 2 款第 2) 项规定深度内的 Q_4 、 Q_3 黄土，必要时应对基础压力范围内的 Q_2 黄土也进行湿陷性评价。

2 黄土地区挖方工程地质条件评价包括：地层结构特征、与基岩地层接触面形态、稳定的自然山坡形态等，提供设计所需挖方边坡形式和坡率，有不利边坡稳定因素时应有针对性的提出工程措施意见。

3 黄土地区隧道工程地质条件评价包括洞口山坡稳定性和洞身围岩条件评价。评价内容包括：黄土层特征、洞身围岩通过地层结构、自然山坡形态等，提出洞口堑坡、仰坡坡率和隧道围岩类别，对影响洞口、洞身稳定的不利因素提出有针对性的工程措施意见。

7.0.5 黄土地区不良地质地段应根据不良地质类型、特点及与线路的关系有侧重地进行工程地质条件评价：

1 黄土冲沟、陷穴、碟形洼地，评价内容包括：黄土的物理性质（包括颗粒组成、含盐量等）、湿陷性、分布范围、发育特点、水文地质条件等，提出发展趋势、对铁路工程的影响及应采取的工程措施。

2 黄土山坡变形（包括滑坡、错落、崩塌等）评价内容包括：山坡变形地段地层特征、水文地质条件、变形类型、分布范围、规模、变形原因、裂隙（面）发育程度及产状、滑面（带）形态及土质特征、稳定程度分析等，并提出对铁路工程的影响及工程措施意见。

3 泥石流评价内容包括：流域地质条件，物质来源的分布，泥石流规模，危害程度，发展趋势，结合线路通过位置分析对线路工程的危害程度和应采取的工程措施等。

附录 A 黄土的特征及地貌类型

A.0.1 黄土是第四纪干旱、半干旱气候条件下，陆相沉积的一种特殊土，一般应具有下列特征：

- 1 颜色为淡黄、灰黄、棕黄或棕红色。
- 2 具有多孔性，有肉眼能看到的大孔隙，孔隙比一般 0.7~1.1。
- 3 质地均匀，颗粒成分以粉土颗粒（0.05~0.005 mm）为主，约占 50%~75%，一般不含粗大颗粒。
- 4 碳酸钙含量多在 10%~30% 之间，部分含钙质结核。并含有少量中溶盐和易溶盐。
- 5 一般无明显层理，有堆积间断的剥蚀面和埋藏的古土壤。
- 6 具垂直节理，在天然状态下能保持直立。
- 7 在天然状态下，含水量低，遇水易崩解、剥蚀。
- 8 表层多具湿陷性，易产生潜蚀形成陷穴。

具备上述大部分特征者，称之为黄土。

A.0.2 黄土地貌类型划分应符合表 A.0.2 的规定。

表 A.0.2 黄土地貌类型

地貌形态	亚 类	基 本 特 征
堆 积 地 貌	黄 土 塬	是黄土高原受现代沟谷切割后，保存下来的大型平坦地面，周边为沟谷环绕
	黄 土 梁	顶面平坦，两侧为深切冲沟中部为长条状的黄土低丘。长可达几百米、几千米到十几千米，宽仅几十米到几百米
	黄 土 峁	是孤立的黄土丘陵，顶面平坦，或微有起伏，呈圆穹状，大多数是由黄土梁进一步被切割而成
	黄土平原	分布于新构造下降区，由黄土堆积形成的低平原，局部发育沟谷，无梁峁。如渭河平原
	河谷阶地	沿河谷及大型沟谷两岸分布（或断续分布），表层全部由冲—洪积黄土等沉积物堆积的阶地

续表 A.0.2

地貌形态	亚 类	基 本 特 征
侵蚀地貌	大型河谷	形成及发展与一般侵蚀河谷相似，但其形成发展过程还伴随有风积黄土堆积
	冲沟	因黄土土质疏松，常伴有重力崩塌、潜蚀作用，因此发展快，其特征是沟深、壁陡、向源侵蚀作用显著
潜蚀地貌	黄土碟形洼地	是流水聚集，使黄土层内发生湿陷或潜蚀，引起地面下沉后的一种直径数米至数十米的凹地，它是陷穴和冲沟发育的初期标志
	黄土陷穴	是地表水沿黄土裂隙下渗潜蚀形成的黄土洞穴。若成串分布则称串珠状陷穴
	黄土井	黄土陷穴向下发展，形成深度大于宽度若干倍的洞穴，称为黄土井
	黄土柱与黄土桥	两个黄土陷穴之间被地下水流串通，在陷穴崩塌之后残存的土体呈桥状洞穴，称为黄土桥。沿垂直节理崩塌形成的土柱，称黄土柱
重力地貌	崩塌倒土堆	由于黄土冲沟深切，岸坡高陡，土体突然迅速地向下崩落，在坡脚下形成的地貌形态
	黄土滑坡	黄土岸坡由于坡脚临空，土体在重力和地下水作用下产生岸坡滑移变形所形成的地貌形态

附录 B 黄土地层划分、成因类型及土质分类

B.0.1 黄土地层划分, 应根据黄土区域地质资料, 结合黄土地层的分布, 地层层序, 古土壤的特征、分布及其工程性质等进行划分。一般要求划分到“统”, 岩性差异大、对工程影响显著者, 可细分至“组”。具体划分应结合勘测阶段、成图比例、工程类型及工程性质差异从表 B.0.1 中选定。

表 B.0.1 黄土地层划分

地层年代	符 号		地 层 划 分	
全新世	Q_4	Q_4^2	新近堆积黄土	新黄土
		Q_4^1	全新统黄土	
上更新世	Q_3	Q_3	马兰黄土	
中更新世	Q_2	Q_2^2	离石黄土上部	老黄土
		Q_2^1	离石黄土下部	
下更新世	Q_1	Q_1	午城黄土	

B.0.2 黄土地层成因类型应根据黄土所在地貌单元、地层特征、成因标志等确定。常见黄土成因类型有: 风积 (eol)、冲积 (al)、洪积 (pl)、坡积 (dl)、崩积 (col)、人工弃填等。

B.0.3 黄土地层土质分类定名, 主要依据土的颗粒组成、塑性指数等土的物理性质分砂质黄土、粘质黄土。

B.0.4 新近堆积黄土应根据其堆积环境、土质结构、包含物、成因、堆积时期和土的物理力学性质等特点确定。

附录 C 黄土地基基本承载力

C.0.1 铁路建筑物地基的基本承载力系指其基础短边宽度 $b \leq 2.0$ m, 埋藏深度 $h \leq 3.0$ m 的地基容许承载力。

C.0.2 Q_4 、 Q_3 黄土地基的基本承载力 σ_0 应符合表 C.0.2 的规定。

表 C.0.2 Q_4 、 Q_3 黄土地基的基本承载力 σ_0

液 限 w_L	σ_0 (kPa)	w (%)						
	e	5	10	15	20	25	30	35
24	0.7		230	190	150			
	0.9	250	210	170	130	100		
	1.1	230	190	150	110	80		
	1.3		160	120	80	50		
28	0.7	290	260	230	190	150	110	
	0.9	270	240	210	170	130	90	
	1.1	250	220	190	150	110	70	
	1.3	230	200	170	130	90	50	
32	0.7		300	280	240	200	160	
	0.9		280	260	220	180	140	
	1.1		260	240	200	160	120	90
	1.3		240	210	180	130	100	70

注：① σ_0 —基本承载力， e —孔隙比， w —天然含水量；

② Q_3 黄土当 $0.85 < e < 0.95$ 时，可按表中 σ_0 值提高 15%；

③ 本表不适用于新近积黄土和饱和黄土。

C.0.3 Q_2 、 Q_1 黄土地基的基本承载力 σ_0 应符合表 C.0.3 的规定。

表 C.0.3 Q_2 、 Q_1 黄土地基的基本承载力 σ_0

σ_0 (kPa) w_n/w_L	e	<0.7	$0.7 \leq e < 0.8$	$0.8 \leq e < 0.9$	≥ 0.9
<0.6		700	600	500	400
$0.6 \sim 0.8$		500	400	300	250
>0.8		400	300	250	200

注：① w_n —天然含水量， w_L —液限；

② 山东 Q_1 、 Q_2 黄土性质较差， σ_0 应降低 100~200 kPa。

C.0.4 使用静力触探确定黄土天然地基基本承载力 σ_0 时，应首先根据表 C.0.4 认定工程所在地区，再根据现场土层中贯入阻力综合考虑黄土的大值平均值和小值平均值在表 C.0.4 中取值，然后根据建筑物特点和重要程度酌情取两者中的小值、或大值、或中值为该土层基本承载力 σ_0 。

表 C.0.4 Q_3 、 Q_4 黄土天然地基基本承载力 σ_0

σ_0 (kPa) 地区	平均贯入阻力 \bar{P}_s (kPa)										
	500	800	1 000	1 500	2 000	3 000	4 000	5 000	5 500	6 000	6 500
东南带	90	105	115	140	165	215	265	315	—		
西北带	—	—	85	110	135	185	235	285	310		
北部边缘带	—	—	80	100	120	160	200	240	260	280	300

注：① 表内数值可以线性内插，不可外延；

② 黄土分带，各包括以下几个工程地质分区：东南带含关中地区、山西晋东南地区、河南地区及冀鲁地区；西北带含陇西地区、陇东、陕北地区、山西汾河流域区；北部边缘带含晋陕宁、河西走廊区。

附录 D 黄土常用土工试验项目

D.0.1 黄土常用土工试验项目应符合表 D.0.1 的要求。

表 D.0.1 黄土常用土工试验项目

试 验 项 目				挖方边坡	地基	隧道围岩
试 验 名 称		符 号	单 位			
颗粒分析			%	(✓)	(✓)	(✓)
土的含水量		w	%	✓	✓	✓
天然密度		ρ	g/cm^3	✓	✓	✓
比 重		G_s		✓	✓	✓
天然孔隙比		e		✓	✓	✓
饱 和 度		s_r	%	(✓)	✓	(✓)
可塑 性	液 限	w_L	%	✓	✓	✓
	塑 限	w_P	%	✓	✓	✓
	塑性指数	I_P		✓	✓	✓
液性指数		I_L		✓	✓	✓
剪切试验		C_ϕ		✓	(✓)	✓
压缩试验		$a_{0.1-0.2}$	MPa^{-1}		✓	(✓)
湿陷 性	湿陷系数	δ_s			✓	(✓)
	自重湿陷系数	δ_{zs}			✓	(✓)
	湿陷起始压力	P_{sh}	kPa		✓	(✓)
碳酸钙含量		CaCO_3	%	(✓)	(✓)	(✓)
原 位 测 试	静力触探		kPa		✓	
	标准贯入		击/30 cm		✓	
	轻型动探		击/30 cm		(✓)	
	大面积剪切	C_ϕ		(✓)		(✓)
	旁压试验		kPa		(✓)	

注：“✓”为必做项目；“(✓)”为选做项目。

附录 E 本规则用词说明

执行本规则条文时，对于要求严格程度的用词说明如下，以便在执行中区别对待。

E.0.1 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严格”。

E.0.2 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

E.0.3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

附加说明

本规则主编单位和主要起草人名单

主 编 单 位：铁道部第一勘测设计院

主要起草人：张增淮 李 森 郭欣芳

在执行本规范过程中，如发现需要修改和补充之处，请将意见及有关资料寄交铁道部专业设计院（北京市朝阳区门外大街 227 号，邮政编码：100020），并抄送铁道部建设司标准科情所（北京市朝阳区门外大街 227 号，邮政编码：100020），供今后修改时参考。

《铁路工程地质黄土地区勘测规则》

条文说明

本条文说明系对重点条文的编制依据、存在的问题以及在执行中应注意的事项等予以说明。为减少篇幅，只列条文号，不抄录原条文。

1.0.1 黄土广泛分布在我国秦岭、伏牛山以北的华北、西北、东北等广大地域，面积达 44.068 万 km^2 ，是我国北方铁路建设中经常遇到的特殊土。为适应铁路建设需要，提高黄土地区铁路勘测设计、施工、养护的技术水平，在总结经验的基础上，制定本规则。

1.0.3 实践证明：黄土地区工程地质勘测采用综合勘察方法是行之有效的。根据地形、地质条件、工程类型合理选配勘察手段是取得最佳勘察效果的关键。在平原地区宜采用地质调查测绘、原位测试、钻探、化验等相结合的方法；而在沟梁相间的丘陵地区宜采用遥感图像判释、地质调查测绘、物探、原位测试、钻探、化验等相结合的方法。

1.0.4 本规则是依据《铁路工程地质技术规范》(TBJ 12—85) (以下简称《地质规范》)，针对黄土地区工程地质勘测工作作出的具体规定。

本规则的编写除少数条文外，不重复叙述《地质规范》中的共性规定，在执行中应与《地质规范》配套使用。

2.1.2 古土壤是黄土沉积减缓或间断期间由气候等因素综合作用的产物。它反映了黄土堆积时期的古气候环境，因此可作为黄土地层划分的重要标志之一。例如，某地 Q_1 黄土上部有 15~18 层成层较薄的密积钙质结核层，这些钙质结核层是经过后期地下水作用影响钙质富集的古土壤层； Q_2 黄土夹有褐红色古土壤，

其中下部 (Q_2^1) 黄土中古土壤色较淡, 各层古土壤底部的钙质结核大, 上部 (Q_2^2) 黄土中古土壤色鲜, 结核小。 Q_2 黄土中古土壤厚度相差较大, 一般 1~2 m, 最厚达 5~6 m 系由三层相互连接的古土壤组成; Q_3 黄土中夹有一层红褐色古土壤厚 3 m 左右, 色鲜, 其上部的黄土中夹 1~2 层灰棕色古土壤, 厚 0.3 m 左右; Q_4 黄土中有一层黑垆土。因此, 根据黄土地区古土壤的分布和特点等即可粗分黄土地层。

2.1.7 湿陷系数是评价黄土湿陷性的重要参数, 它用于黄土湿陷性判别、湿陷性场地类型划分、湿陷等级判别等方面。根据湿陷系数试验时所施加压力的大小, 将其分为自重湿陷系数 (δ_{zs}) 和湿陷系数 (δ_s) 两种, 两系数计算式如下:

1 黄土湿陷系数 δ_s 计算式:

$$\delta_s = \frac{h_p - h_p'}{h_0} \quad (2.1.7-1)$$

式中 h_p ——保持天然湿度和结构的土样, 加压至一定压力时, 下沉稳定后的高度 (cm);

h_p' ——上述加压稳定后的土样, 在浸水作用下, 下沉稳定后的高度 (cm);

h_0 ——土样的原始高度 (cm)。

2 自重湿陷系数 δ_{zs} 计算式:

$$\delta_{zs} = \frac{h_z - h_z'}{h_0} \quad (2.1.7-2)$$

式中 h_z ——保持天然湿度和结构的土样, 加压至土的饱和自重压力时, 下沉稳定后的高度 (cm);

h_z' ——上述加压稳定后的土样, 在浸水作用下, 下沉稳定后的高度 (cm)。

3 湿陷系数应用中应注意的问题:

1) 湿陷系数 (或自重湿陷系数) 用于计算总湿陷量 (或计算自重湿陷量) 时, 只计算等于或大于 0.015 者, 小于 0.015 者不计。

2) 用湿陷系数计算总湿陷量时, 自基础底面 (初测自地面下 1.5 m) 起计算; 用自重湿陷系数计算自重湿陷量时, 自地面起计算。

4 湿陷性黄土的判定界限值从 0.02 改为 0.015, 是本规则与国家标准协调一致的结果。由于标准提高对工程地基稳定有利, 也便于技术资料交流。

2.1.8 湿陷变形是在水与压力共同作用下使黄土结构破坏, 发生迅速而显著的下沉, 是正常压缩以外的附加下沉。湿陷变形的产生, 往往引起工程建筑物的不均匀沉降、开裂、倾斜、甚至严重地影响安全使用。因此对黄土湿陷变形特性的研究, 具有重要的现实意义。在工程设计中常使用的湿陷变形量有: 实测自重湿陷量、计算自重湿陷量、总湿陷量。它们是确定黄土场地湿陷性类型、湿陷等级的依据。

湿陷量的应用:

1 用实测或计算自重湿陷量的大小, 判定黄土场地湿陷类型。即当实测或计算自重湿陷量小于或等于 7 cm 时, 定为非自重湿陷性场地; 当实测或计算自重湿陷量大于 7 cm 时, 定为自重湿陷场地。

2 用总湿陷量和计算自重湿陷量的大小判定黄土地基的湿陷等级。

2.1.10 新近堆积黄土的鉴别方法: 分为现场鉴别和室内试验指标的鉴别。现场鉴别是根据场地所处地貌部位、土的外观特征进行。根据黄土堆积环境、颜色、结构、包含物等分析判定哪些地段和土层属于新近堆积黄土。在现场鉴别把握性不大时, 可以根据土的物理力学性质试验指标作出判别分析。也可按两者综合分析判别。判别新近堆积黄土 Q_4^2 的详细规定见国际《湿陷性黄土地区建筑规范》(GBJ 25—90) 附录四。

2.1.11 砂质黄土、粘质黄土: 是本规则在黄土土质分类中新引进的术语, 根据影响土质工程性质的塑性指数进行分类, 并规定了以塑性指数 10 为界限。

3.1.1 黄土塬、梁、峁及丘陵地区铁路选线，山坡稳定性评价是工作中的重点之一。常见山坡变形类型有：滑坡、错落、崩塌等。地形零乱地段可能是土层结构疏松遭受坡面水侵蚀的结果，也可能本身就是变形山坡再遭受侵蚀所致；深切沟谷的高陡山坡坡脚临空，给山坡变形创造了条件；黄土冲沟的快速形成，常使岸顶卸荷裂隙发育形成地表水下渗的通道，继而发育成陷穴，造成山坡不稳。这些都属黄土地区受强烈侵蚀的迹象表露。若该类山坡再有地下水发育，则更增添了山坡的不稳因素。在这些条件和因素的共同作用下有的山坡已是变形山坡，有的虽未变形，修建工程即可能引起山坡变形。因此该类山坡都应列为选线慎重考虑地段。沿山坡或通过山坡都应先查明山坡是否稳定。稳定山坡应考虑工程修建后对其的影响；不稳定山坡则应考虑在什么位置以什么方式采取什么样措施可以消除或减小山坡不稳对工程的影响和威胁。

3.1.2 黄土地区沿河谷展线，首先应考虑河谷的选择，其次应考虑河谷两岸的选择。选择具有低级阶地的宽阔河谷展线是区域性选线必须考虑的问题。宽谷阶地一般有可供展线的低级阶地，地形平坦，地层单一，工程地质条件较好，工程简单，是选线的良好场地。河谷内选线要注意作好两岸地质条件的比选。选择有低级阶地分布一侧展线，其地形平坦、地质条件单一，工程量小；而低级阶地缺失地段是受现代河床侵蚀或曾受侵蚀形成的岸坡陡峻地段，也常是线路方案的控制地段：其中高陡山坡坡脚挖方，中心挖深尽管不大，但边坡一般较高，其坡脚还有受流水侵蚀的可能，尽管工程上经常是上挡下护，技术上仍缺乏十分把握，一旦产生病害，由于倚山临水病害处理十分困难。因此，本条作了若线路通过该类地段时，应考虑挖方和隧道方案比较的规定。选择内靠隧道方案时，既要考虑避开冲蚀影响，又要避开高陡山坡坡顶卸荷裂隙发育地段，才是安全的。

3.1.3 黄土地区沟深坡陡，水库坝高而多为土坝，因此在选线中应考虑上游水库、池塘是否有溃坝的可能，线路从周边附近通

过时，应考虑水库岸坡坍岸影响，在预测坍岸线外适当距离通过；在拟建水库地段通过时，应考虑水库建成蓄水后地下水位升高，可能引起沉陷及山坡变形等。

3.1.4 黄土地区新构造活动较强烈地带的地貌形态特征：

- 1 在平原地区，沿构造线方向多形成地裂缝；
- 2 在塬、梁地带多形成槽形凹地，呈线性延续；
- 3 沿塬边的构造带山坡变形多集中分布。

该类地区选线时应根据区域新构造活动带资料，并经过实地调查测绘确定其分布和延续特点，为线路通过位置和方式提供依据。例如，渭河盆地南缘的宝鸡—临潼断裂带近期活动明显，切割了少陵塬、白鹿塬等黄土诸塬，使塬面成阶梯状降落，断裂带上形成了陡坎及串珠状槽形凹地，部分地段出现地裂缝，塬边见多处第四纪断层。西安—安康线在该断裂带展线时，重大工程都设法避开了该断裂带。

3.1.5 黄土地区，不良地质现象类型多，但分布规律性较强。因此，在黄土地区工程地质选线中，应注重不良地质现象的分布与地形地貌、区域地质条件、水文地质条件等的关系。解剖几个控制线路方案的不良地质现象，查明其产生原因，根据分布特点及地质条件的类同情况，找出不良地质发育的规律性。做到绕有依据，过有措施，使推荐的线路方案综合工程地质条件最佳。

大型不良地质现象，一般成因复杂，处理工程艰巨，处理不当复发可能性大，在选线时应考虑诸多影响因素，免留后患，通过时没有稳妥措施宜采用绕避方案。

3.1.6 黄土地层的土质特征、结构面状态等是黄土地区选线时应考虑的地层微观特征。从黄土地层微观特征去分析宏观地质现象产生的原因、条件是对黄土地区地质条件的深化认识过程。因此，在工程地质选线调查中，既应重视宏观调查，也应重视微观调查和分析。黄土地层基本特征是土质均匀、干燥、具壁立性。若出现土质软弱，含水量大，说明地下水发育，若有临空面或不利倾向的结构面，则具备了产生山坡变形的因素和条件。具有上

述特征的山坡有的本身就是变形山坡，也可能虽没有变形但条件稍有变化即可产生山坡变形。因此工程地质选线调查时，应注意从黄土地层微观特征中，发现影响山坡稳定因素，为铁路选线提供比较依据。当山坡地质条件复杂，又受多种不利因素影响，工程艰巨，处理后往往遗留后患，则应避开为宜。长大干渠的渗漏使黄土的状态、物理力学性质发生变化，可造成地基湿陷、边坡变形，给隧道洞身稳定带来潜在威胁。因此，应避免与长大干渠近距离平行或渠道在隧道顶部通过。

3.1.7 黄土地区跨沟（河）线路方案主要有位址选择和通过方式选择。线路跨沟（河）谷位址选择，是基于工程安全，防患未然为前提。选择在沟床下切缓慢、沟谷顺直、岸坡稳定，区域构造活动相对稳定地段，是线路跨沟（河）设桥涵或路堤工程的必备环境地质条件，不然后患无穷。通过黄土冲沟的桥址比选，经常是控制性工程方案比选。因为黄土冲沟一般深切，再经河床变迁存留阶地，形成的河谷既深又宽，跨沟谷多为高桥、大桥、特大桥。桥址只有选择在沟床顺直、岸坡稳定沟段，才能保证桥基工程稳固可靠。

根据多年在宽阔黄土沟谷选择桥址认识到：黄土冲沟有发育快、岸坡受侵蚀易剥蚀的特点，三侧临空的黄土山嘴（梁），遭受三面剥蚀和坡面水侵蚀的威胁，对山坡稳定不利。因此，若将在基岩地区利用山嘴跨沟设桥以减短桥长的经验应用到黄土地区，将造成潜在威胁。线路不得不跨越黄土泥流沟谷或其上下游有山坡变形的沟谷时，应统筹考虑线路平面位置选择及纵断面设计方案比选。在平面位置选择中，考虑通过泥流沟段合理位置，保证通过方式有效。在纵断面设计方案的比选中：考虑抬高或降低路肩设计高程的方案比选，让泥流顺利的从桥下通过，或让线路以隧道或明洞在泥流沟下面通过，或让泥流从渡槽通过等。只有在综合考虑的基础上，才能保证推荐线路方案技术条件最佳。

3.1.8 黄土隧道是黄土地区重点工程之一。隧道进出口是隧道的咽喉工程，其位置选择应从能反映黄土工程性质的地貌形态、

地层特征、水文地质条件调查入手，选择在稳定性好的山坡为隧道进出口位置；洞身地段从黄土塬、梁地貌形态、顶面微地貌形态、地层层序、地层特征、水文地质条件去分析隧道洞身工程地质条件。洞顶山梁平整或地形微凸地带说明山梁相对稳定，是洞身免受地表水侵蚀影响的较好地段。洞顶的封闭洼地常常是由于上部地层为自重湿陷性黄土在地表水的作用下出现湿陷的结果，如再发展就会产生陷穴或暗洞，威胁或影响洞身安全。

3.1.9 黄土沟梁相间地段线路方案多，工程比较方案也多，因此在选择地区稳定性较好的同时，还应考虑地段可能采用工程方案的适宜条件调查，这些都是工程地质选线的调查中应考虑的问题。在野外工程地质调查中大范围地质条件比较确定线路走向，局部地段工程地质调查应考虑各类工程设置条件，只有这样才能真正作好工程地质选线工作。

3.3.3 查明地区地质条件为线路方案比选提供依据是初测阶段的任务之一。黄土地区铁路展线地域宽，方案多。特别在黄土冲沟发育、沟谷深切地段，线路方案经常迂回展线在沟梁之间常造成工程地质调查，隔沟相望，对岸地物清晰可辨，而要抵达对岸则须翻越多个几十米乃至百余米的深沟。在此种情况下若沿线路走向进行带状调查，钻沟爬坡体力消耗不少，但对地区工程地质条件认识，收效却不一定很大，经常是事倍功半。

如何做好这类地区初测线路方案工程地质调查是该阶段一项十分重要的工作。实践经验证明，线路方案比选阶段的地质调绘工作，抓住黄土地区特点和了解线路可能展线范围，采用遥感图像判释与地质调查相结合的方法是行之有效的。充分利用遥感图像直观，视域大，内涵信息多的优点，先进行室内判释，然后重点实地调查、核实。遥感图像判释可弥补对野外地质调查未及地段地质条件认识的不足，野外实地调查、核实可补充遥感图像判释的失误。

野外工程地质调绘、核实工作宜采用沿沟“左看右顾”的调查方法。即：站在右山坡远观左山坡地貌形态特征，近看右山坡

微地貌形态、地层特征、水文地质条件等，然后站在左山坡采用同样方法远观右山坡近察左山坡。这样“之”字形沿沟调绘可全貌了解两岸，了解不同沟段黄土冲沟的同异，全面了解冲沟工程地质条件，为顺沟、跨沟等展线方式提出评价及位置选择意见。通过对几个黄土冲沟的调查、对比、分析，即可得到调查范围内工程地质条件规律性的认识，为线路方案比选提供地质依据。因此，黄土沟梁相间地段，该方法在初测线路方案比选地质调查测绘中是行之有效的。

3.3.4 初测黄土地区的勘探测试工作不仅应考虑查明区域地质条件、不良地质、地质条件复杂地段及代表性设计工点的工程地质特征，还要查明沿线黄土湿陷性特征。因此本条作了如下规定：“地质条件相同地段用于土工和湿陷性试验评价的取样孔不少于3个，还应考虑每个区间不少于2孔，原位测试孔（点）不少于2~3个。”此规定从地质条件和勘探测试密度提出了最少要求，如果再少，黄土物理力学指标和湿陷性评价、对比就无法进行。

取样孔、原位测试孔（点）的代表性要强，地质条件相同必须把握地貌单元、地层年代、成因类型、土质特征四个方面缺一不可。否则，就没有比较的实际意义。为能在初测中对区域地质条件评价准确，提供地质资料可靠，工程处理措施合理，使工程预算准确，提出相同地质条件地段较长，土工及湿陷性指标差异大时应加密取样孔数量的要求。

3.3.5 黄土地区，初测资料编制中应根据黄土地区特点，黄土工程地质特性，去评价区域工程地质条件，做好方案比选，评价场地工程地质条件，为初步设计提供依据；对黄土的物理力学性质、湿陷性等，应结合取样地段特点去综合分析，以保证地段划分合理、代表性强。

黄土虽属特殊土，由于分布地域大，经常一条长大干线，或数百公里地段都位于黄土地区，为突出其中其它不良地质、特殊地质分布，黄土的特性仅在说明中阐述，其界线仍采用地层界线

符号圈划。

黄土地区代表性设计工点的黄土湿陷性按场地评价，地质条件复杂的工点跨沟穿梁，可能经几个微地貌单元和不同沉积成因类型，湿陷性场地评价时应注意在不同地貌单元、成因类型及不同年代黄土的区划，以满足场地黄土湿陷性评价的需要。

3.4.2 黄土地区定测工程地质调查测绘工作是为各类工程建筑和不良地质整治搜集技术设计和施工图设计地质基础资料，按工点开展工作。调查测绘工作的深度和广度比初测需更进一步，是在认识区域地质条件的基础上，对工程场地地质条件进一步深入调查、认识。调查测绘时一方面应根据工程类型有侧重地收集场地地质资料；另一方面应分析环境地质条件对工程的影响。在调查中，需结合对地质条件的初步认识及工程类型场地的要求去考虑如何合理使用勘探、测试手段；合理、有效地布置勘探、取样、测试工作；为达到勘探、测试目的需要采取的技术措施等。

调查测绘宽度满足工程设计和场地地质条件分析要求是对铁路工程地质调查测绘的基本要求。地质条件复杂的场地及不良地质地段，不仅要查明工程场地范围内的地质条件，还要查明影响或可能影响场地条件的地质构造、水文地质及工程地质等因素。地质条件复杂地段、大型不良地质地段的场地地质条件调查测绘，仅在场内范围内进行地质调绘是远远不够的，必须扩大调查范围，对比、分析相邻地段地质条件，查明复杂地质条件的诸因素或不良地质现象产生原因、发展趋势，才能深化认识场地地质条件，为工程建筑和不良地质处理提供准确的地质依据。因此，在场内地质条件调查测绘的范围必须满足场地地质条件分析要求。

黄土地区的工点设计常要进行多方案的比选，如：隧道和深挖，高填和桥的比较等。工程设计方案的比较往往与地质条件密切相关，因此，在场内地质条件调绘时，两类工程所需地质内容及范围都应收集齐全，以保各种工程设计方案的地质基础资料可靠、准确、齐全，避免不必要的返工或重复工作。

3.4.3 黄土地区定测勘探、测试工作的目的不仅要详细查明工程建筑场地地质条件，满足技术设计，施工图设计所需工程地质资料，而且还要提出切实可行的工程措施。因此，布置勘探、取样、测试工作时，对地层层序、岩土工程特征、水文地质特征等项内容的精度、及了解的广度都要更深入一步。

一般路基、小桥涵地段由于工程简单，对地基无特殊要求地段，采用根据地貌单元、地层年代、成因类型、土质特征等分类划段，去布置湿陷性评价的取样孔已能满足需要。但关键在分类划段的精度，因此规定地质条件相同地段取样孔不少于3个的要求，是评价黄土湿陷性所需最少孔数。地质条件长距离相同或不同地质条件交错出现时，在布孔时应充分考虑其代表性及地层不均匀性，取样太稀，地质条件不容易控制，往往造成评价与工点不能对口，实践经验证明：在地质条件类同时，每公里应不少于一处取样孔或原位测试点较为适宜。

3.5.1 改建既有线及增建第二线的工作任务及其勘探测试工作的特点是充分分析、利用既有工程地质资料。根据改建及增建工程布置必要的勘探测试工作是工程建设必不可少的工作环节。

3.5.6 位于人工填筑黄土上的改建及增建工程地基应考虑其地基强度和湿陷性，勘探、测试工作是根据黄土特性及填筑土特性提出来的。人工填筑黄土地基强度与填筑时间、填筑密度、周围环境条件等有关。人工填筑土虽然经历了碾压及多年的沉降改变了其原状土的大部分性质，但实践证明：人工填筑黄土受水浸泡仍有明显的湿陷性。例如，50年代末修建的三门峡水库铁路专用线有5个高填路堤，在水库蓄水前已产生了较大沉降，沉降量减小趋势明显，但后来水库蓄水期间三个月又急剧下沉约1 m。梅七线稠桑沟和麻子沟两段路堤也是用黄土填筑的路堤，竣工后30个月观测情况：第1~10个月间下沉0.127 m；尔后的10~20个月间下沉0.038 m。这些资料表明下沉趋于稳定后，随着运量增加路堤顶面形成凹槽，为雨水积存提供了条件。被水浸泡后路堤下沉迅速，总下沉量达1.0 m左右。因此，在人工填筑黄土

上修建工程时必须考虑取样作地基强度和湿陷性评价。

4.0.1 施工阶段是检验、核对勘测工程地质资料质量、重新认识工程地质条件及工程地质问题、完善处理措施的阶段。因此,重视施工阶段工程地质工作,注重整理好竣工工程地质资料并对施工阶段各类工程地质问题的产生原因、处理措施、效果等项工作认真总结,可为今后工程地质勘测提供经验,可为竣工后的运营、管理工作提供地质依据有利于地质技术工作的提高和发展。

4.0.2 施工阶段黄土地区工程地质工作事项较多,本规则仅列了其中的主要项目,条内第1~2款是监测土体或山坡稳定的内容和工作,条内第3~4款是监测和监督施工质量、施工方式的内容。高填路堤施工质量直接影响铁路运营安全,必须引起重视。黄土地区边坡开挖应是自上而下开挖,将弃土运至路堤填方或堆弃在不影响铁路边坡稳定位置。弃土堆放位置不当会增加山坡或堑坡荷重,可能引起山坡或堑坡变形。挖“神仙土”是黄土地区常见的边坡错误开挖方法,该方法自山坡坡脚开挖,土体自由塌滑,尽管省力、方便,但在土体自重作用下,常易使山坡顶部产生裂缝,引起山体大范围塌滑,造成人员伤亡和掩埋机具,并给今后边坡稳定留下后患。

4.0.3 竣工后,工程地质综合资料编制是施工阶段工程地质资料汇总、分析、总结、提高的过程。现在存在重视配合施工中地质问题的解决,不重视竣工后工作总结的倾向,这样会使施工中宝贵的经验、教训得不到总结,不利于工程地质技术的发展。只有作好施工总结才能为工程地质勘测提供经验教训,为运营留下完整的技术资料,而且还可促进工程地质技术发展。

工程地质综合资料整理可采用先分类汇总原始资料(既便于以后查找,也可重新系统认识施工过程中遇到的各类工程地质问题),然后整理综合图件(即用施工及补充勘探测试资料修订、补充施工图),最后编写施工工程地质总说明和单独总结性报告的程序进行。

5.0.2, 5.0.3 预报、防治黄土地区地质病害是铁路运营期间工

程地质工作的重点。黄土地区地质病害的特点是突发性强、季节性强、病发地段集中、对铁路运营危害大。作好该地区地质病害的监测工作应根据黄土地质病害产生的规律性，不同地质病害容易产生的地段、部位，病害发生的季节性等，制定工程地质病害监测计划。有目的、重点的去监测、发现有病害前兆或病害前细微变化，及时采取防治措施。真正使工程地质病害监测达到防患未然的目的。

6.3 本节黄土地区工程地质调查测绘工作方法是黄土地区工作经验的总结。在该类地区进行铁路勘测工作应目的明确，根据该段工程或填、或挖、或隧、或桥去考虑工程场地地质条件及环境地质条件对工程的影响。区域地质情况是开展工程地质调查测绘工作的基础。结合工程和区域地质情况，目的明确地进行地质工作，是铁路工程地质调查测绘工作的特点。

黄土地区初测工程地质调绘工作应根据地区特点开展工作，多采用“远观了解其貌，近察了解其因”的工程地质调绘方法。在区域性地质调查中，应沿线路或沿某一冲沟进行带状调查，了解其表，解剖工程集中、地质条件复杂地段和线路方案受不良地质条件控制地段，查明它们的工程地质条件及其对工程的影响；然后把各地段地质情况综合分析、比较，去认识区域地质条件，在此基础上进一步认识场地地质条件、区域地质条件，并为合理有效的布置勘探、测试工作提供依据。

6.4.1 工程勘探的任务是查明工程场地地质条件，为工程设计提供地质依据。黄土地区工程勘探又增加黄土地基湿陷性评价要进行的勘探取样。工程类型不同、地质条件千变万化使勘探手段必须采取综合勘探方法才能达到目的。黄土地区工作经验表明：以查明地层层序、地下水情况、黄土物理力学性质、湿陷性为目的的勘探工作宜选用挖探、钻探与原位测试相结合的方法，有条件时可配合物探方法；浅层勘探和洞穴勘探，宜采用洛阳铲、锥探等简易勘探方法。

6.4.3 黄土原状土样的质量直接影响土工试验指标的准确度，

关系到黄土地层评价和认识的准确可靠程度。因此，黄土地区原状土样的采取是工程地质勘察中必须重视的问题。

黄土地区铁路工程地基勘察采取原状土样的方法有：挖勘、原位静压取土、钻探等。

采取黄土原状土样试验结果表明：原位静压取土和挖勘采取的原状土样都能保证原状土样的质量。因此，原位静压取土也列为本规则推荐采取原状土样的方法之一。钻探方法采取的原状土样因控制因素多、易遭受机械扰动，质量往往难以保证。因此，钻探采取原状土样时，应严格按国标《湿陷性黄土地区建筑规范》(GBJ 25—90)附录五规定要求执行。

6.4.4 黄土地基勘探深度列条规定的目的，是为了使勘探能满足区域地质条件和场 地地质条件分析的要求，取样深度也能满足地基评价要求，避免顾此失彼。黄土地基评价包括：地基强度评价和地基湿陷性评价。规定增加了高墩桥、特大桥、高层建筑及其它重型建筑勘探深度要求，以保证日以增多大型建筑对地基土层的特殊要求。

6.4.5 黄土地区挖方勘探的目的是了解挖方地段黄土分层及其影响边坡稳定的物理力学性质。湿陷性不是影响边坡稳定的决定因素，因此取样时以分层了解影响边坡稳定的物理力学性质为主，其湿陷性可只作有无湿陷性及湿陷场地类型的评价。

6.4.6 黄土隧道勘探的目的是了解隧道洞身通过地层及其围岩性质。湿陷性可只作有无湿陷性及湿陷场地类型的评价。

6.4.7 黄土地区湿陷性试验原状土样的竖向间距要求：当层次清晰、土质均匀、地层规律性较强时，延用了《地质规范》的规定要求。为保证黄土湿陷性评价精度增加了上述土层“分层厚度大于 5 m 竖向间距不得大于 3 m”的要求。这项要求是根据黄土微观结构在分层时容易被忽视，常影响黄土湿陷性评价精度的经验教训而增补的。

6.5.1 适用于黄土地区的原位测试方法有：静力触探 (CPT)、旁压试验 (PMT 及 SBPMT)、十字板剪切试验 (VST)、载荷

试验 (PLT)、标准贯入试验 (SPT)、轻型动力触探等, 根据工程类型和原位测试手段的适用性合理选择测试手段与室内试验相结合, 以取得完整的地质测试数据。

6.5.3 本规则 Q_4 、 Q_3 黄土湿陷系数试验压力按国标《湿陷性黄土地区建筑规范》(GBJ 25—90) 规定执行, 不再使用《地质规范》该类黄土湿陷系数试验压力采用 300 kPa 的要求。

本规定作这项改变的原因是:

一是根据黄土地区上述两土层经载荷试验、静力触探、土工试验等方法确定的地基承载力多为 100~200 kPa (见说明表 6.5.3), 与湿陷系数试验压力 300 kPa 相差较大, 用其测定的湿陷系数评价场地湿陷性显然不尽合理。

二是同一地区因建筑物不同 (如同在一车站的房屋和桥涵) 根据以前规定用不同测试压力, 有时出现不同判定结果。

三是黄土地区测定湿陷系数试验中, 铁路标准与国家标准采用试验压力标准不同不利资料交流。

综合考虑上述原因, 本规则湿陷系数试验压力采用与国标相一致的规定。

本规则对新近堆积黄土湿陷系数压力仍采用《铁路工程地质设计规范》规定的 150 kPa 的要求, 是因为新近堆积黄土具有沉积时间短、土体疏松、土质不均匀、低压力情况下变形敏感、承载力低等特点, 该类土层根据各种方法确定的地基承载力多为 80~130 kPa, 很少有达 150 kPa 的, 在此类土层湿陷系数试验压力仍按 200 kPa, 测得结果也不切合实际, 判定结果也不尽合理。再者铁路工程对该类土湿陷系数试验压力采用 150 kPa 去评价该类土地并未发现问题。因此, 本规则对新近堆积黄土湿陷系数试验压力仍采用《地质规范》规定的压力。

说明表 6.5.3 不同地区 Q_3 、 Q_4 黄土承载力 (σ_0) 汇总表

线 名	地层年代	地层成因	承载力 (kPa)
宝中线	Q_3 黄土	风成	150~200
	Q_4 黄土	冲积	100~150
陇海线宝兰段	Q_3 及 Q_2 黄土		150~250
	Q_4 黄土	冲积	100~150
包兰线	Q_3 黄土	风成	200
	Q_4 黄土	冲积洪积	100~150
临汾台头线	Q_3 黄土	冲积	200
	Q_3 黄土	洪积	150~200
	Q_4 黄土		150~200
神朔线	Q_3 黄土	风成	100
	Q_3 黄土	洪积	100~120
	Q_3 黄土	冲积	100
	Q_4 黄土	冲积	100
侯月线	Q_3 黄土	冲积、洪积	150~200
	Q_4 黄土	冲积、洪积	100~150
西安地区 (机械工业部勘察研究院)	Q_2 黄土	风成、冲积	200~390
	Q_3 黄土	风成、冲积	146
孝柳线	Q_3 黄土		150
	Q_4 黄土	冲积	150

6.5.5 位于七度及以上地震基本烈度地区的饱和砂质黄土地震液化判定,按国标《建筑抗震设计规范》、《铁路工程抗震设计规范》规定进行工作。但据在 Q_3 黄土进行标准贯入试验、静力触探试验成果中发现,尽管从地层年代上属于上更新统地层,但其饱和土的试验结果都比较低,若以此值用《铁路工程抗震设计规范》及《建筑地基抗震设计规范》规定按全新统饱和土判定,大多属地震液化层。

为什么会出现上述判定结果?分析其原因:

一是黄土颗粒组成以粉土颗粒为主，并含有碳酸钙及少量中溶盐、易溶盐，土体结构疏松，饱和状态土层松软。

二是有的长期处于饱和、欠固结状态。有的由于地下水位上升溶蚀掉土层原盐分，土层处于松软状态。

该类土层若按上更新统地层不作地震液化判定，则有地基可能在发生强烈地震时发生液化给建筑带来破坏。为确保该类土层上重要建筑物的安全，遇上述情况的饱和土层时宜作地震液化判定。

7.0.4 黄土地区不同类型工程地质条件评价应根据工程对环境地质条件的要求进行。

1 黄土地区地基特定评价内容：承载力、压缩性、湿陷性和地震液化判定。这些数据都有测试手段，评价指标。但在工作中应注意其数据的可靠性，准确性。其检验方法是将不同手段取得的地质数据综合分析。地基土的均匀性评价只能对从地基地层层序、地层分布及各层物理力学性质等综合分析后才能得出。但其评价不容忽视，评价不当会造成地基不均匀下沉。这方面影响工程安全的实例很多。

特大桥、高墩桥、高层建筑及其他重大建筑工程的黄土地基湿陷性评价是依据黄土地区重大工程地基实际情况提出来的。黄土地区的高墩桥有的墩高达百米以上，仍采用湿陷性评价 5~15 m 的土层厚度显然是不合适的。蒲城电厂资料表明，黄土湿陷性土层厚达 38 m， Q_2 黄土层上部也具湿陷性；侯西线汾河三级阶地暴露的 Q_2 黄土地层上，在 400 kPa 压力下湿陷系数 $\delta_s = 0.0824$ 。因此，本规则规定了在“基础压力影响范围”的深度内，不仅评价 Q_4 黄土、 Q_3 黄土湿陷性，对于上述深度内 Q_2 黄土也应做湿陷性评价的规定。

2 黄土地区挖方地段地质特定评价内容：边坡坡率和形式。黄土边坡坡率在高度不大于 20 m 时， Q_1 、 Q_2 黄土一般采用 1:0.3~1:0.75； Q_3 、 Q_4 黄土一般采用 1:0.5~1:1.25；华北、东北（包括内蒙古）地区 Q_4 黄土一般采用 1:0.5~1:1； Q_3 黄土

一般采用 $1:0.3 \sim 1:0.75$; Q_2 黄土一般采用 $1:0.75 \sim 1:1$ 。边坡高度大于 12 m 时,可采用阶梯式,中部设平台,阶梯高度一般为 8~12 m。边坡坡率具体评价需采用综合分析、类比的方法,由各类地质条件及当地经验分析提出具体数据。与基岩地层接触面的形态、水文地质条件是影响山坡稳定的重要因素;具有上述两种不利因素的山坡应首先考虑其本身的稳定,再进一步考虑不利因素对工程的影响程度及应采取的措施。

3 黄土隧道地质条件评价包括:进出口山坡地质条件评价和洞身围岩地质条件评价。进出口山坡地质条件评价可按上述黄土挖方地段地质条件评价方法考虑。洞身围岩地质条件评价主要是确定围岩类别。围岩类别影响因素众多,主要应考虑以下几个方面:

一、地层年代对黄土工程性质影响明显。据已成隧道证明通过 Q_1 、 Q_2 黄土隧道,施工安全、稳定性较好。 Q_4 、 Q_3 黄土土体疏松、大孔隙发育、柱状节理发育、渗透性强,对洞身影响较大,施工中经常出现变形、开裂等现象。 Q_2^2 黄土介于两者之间。一般完好的 Q_1 、 Q_2^1 黄土为Ⅲ类围岩; Q_4 、 Q_3 黄土为Ⅱ类围岩; Q_2^2 黄土根据具体情况确定围岩类别。

二、洞身的埋深可以从分析得出地表环境条件对洞身围岩影响程度。由于地层工程特征不同、环境条件不一样,洞身围岩受埋深影响也不尽相同。隧道施工经验表明: Q_4 、 Q_3 黄土层中埋深小于 30 m, Q_2 、 Q_1 黄土层内埋深小于 20 m 时,洞身受外界因素影响明显。当隧道埋深大于以上数据时,则受外界影响较小。因此,隧道洞身受外界因素的影响程度应作为确定围岩类别的主要因素。

三、水文地质条件对洞身围岩影响最为显著,这与黄土的工程特征密不可分。经验证明有微量水就会使黄土的工程性质变坏。因此,在隧道勘探时应十分注意洞身黄土地层的含水情况及水文地质条件的细微变化。在对洞身围岩进行评价时,对地下水

影响的黄土围岩应考虑降低Ⅰ～Ⅱ级围岩类别。

四、人为活动影响在黄土地区十分明显。窑洞、水窖、掏沙洞等是黄土地区常见的人为坑洞，应查明其开挖特点、分布及对隧道洞口、洞身的影响程度，酌情降低围岩类别及对洞口边坡采取相应措施。

B.0.1 黄土的形成年代不同使其工程性质差异明显。例如， Q_1 黄土：颜色淡红、致密坚硬、称石质黄土； Q_2^1 黄土：灰褐色，胶结，较硬； Q_2^2 黄土：淡褐色，结构较松； Q_3 黄土：颜色淡黄，结构疏松，大孔隙明显，多具湿陷性； Q_4 黄土：颜色，淡黄，灰黄，结构疏松，多具湿陷性。

B.0.2 黄土成因类型对其工程性质影响也十分明显。例如，同是 Q_3 黄土，其中风成黄土 (eol)：颜色淡黄，结构疏松，土质均匀，大孔隙发育，易被冲刷；冲、洪积黄土 (al、pl)：颜色淡黄，结构不均匀，夹有深色块状体，性质变化大；坡积黄土 (dl)：淡黄色，夹杂其它颜色，结构疏松，颗粒不均匀，强度较低。

B.0.3 黄土的物理性质对它的工程性质有直接影响。按黄土的颗粒组成、塑性指数进行黄土分类定名，尽管只考虑了土的物理性质，但其与工程关系密切。如，含砂量大的砂质黄土，挖方坡面冲蚀现象比较明显，用其填筑的路堤易产生冲蚀现象；而含粘粒比例大的粘质黄土，挖方边坡能保持坡面较整齐，但填筑的路堤坡面易出现溜滑现象。

B.0.4 新近堆积黄土地层在国标《湿陷性黄土地区建筑规范》(GBJ 25—90) 中，从堆积环境、颜色、结构、包含物、试验指标等方面规定了判定标准。铁路工程与新近堆积黄土关系密切，是对工程影响较大的层位之一。该类土堆积时间短、工程性质差，调查测绘、勘探、测试等工作若不考虑其特性，仍按一般性黄土作工作，就不能准确评价其工程性质，会给工程建筑埋下隐患。调查测绘应避免判断失误。

新近堆积黄土可分为：沟谷型、平川型和人工弃填型。河谷

型的成因多为崩积、坡积、滑塌堆积、山洪泥石流等。土质松软、不均匀、强度低，对工程危害程度大。平川型的成因主要为冲、洪积。人工弃填型有人工填筑黄土和人工弃填黄土。

新近堆积黄土的物理力学性质、地基承载力等与黄土的成因类型、所处地貌部位密切相关。因此，在确定为新近堆积黄土后，应有针对性地去布置勘探测试工作。