



## 前 言

《铁路隧道设计规范》(TBJ 3—85)业经铁道部批准发布。为了便于规范的贯彻执行,现将该规范编制组编写的条文说明予以出版,供大家在工作和学习中参考。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。为了减少篇幅,本说明只列条文号,未抄录原条文。在我国大力进行“四化”建设中,铁路工程建设必将不断发展,希望大家在实践中认真总结经验,如发现本条文说明有不妥之处,请将意见寄成都铁道部第二勘测设计院,并抄送北京铁道部专业设计院。

**铁道部基本建设总局**

一九八五年十二月十日

# 第一章 总 则

**第1.0.1条** 隧道工程由于其所处环境条件复杂多样,且在设计理论上和对自然界的认识上还有不少尚未搞清楚或未完全搞清楚的问题,因此,虽然在实践上修建了很多的隧道工程,可以总结出不少成功的经验,但在支护结构计算理论和工程地质认识判断方面仍有不少待研究解决的问题,这就导致了当前支护结构除采用计算手段核算外,还须结合已成工程实践进行类比确定的现象。鉴于以上情况,所以对隧道工程一定要进行周密的勘测和以安全、经济、合理、适用为宗旨的设计,并通过正确的施工,以期达到修建隧道工程的目的。本规范是从勘测、设计到规划施工全过程考虑提出问题的,也是从过去大量铁路隧道工程勘测设计实践中总结而来的。由于在过去的实践中,使用盾构法、隧道掘进机等特殊开挖方法极少,对地下铁道、水底隧道的设计施工也不多,并且各有其特殊性,故本次修订规范对在特殊条件下修建隧道的经验,并未包括在内,因而本规范不能完全适用于上述情况下修建的隧道。综上所述,本条文指出本规范是铁路山岭隧道工程设计的准则。

应用本规范进行勘测、设计和规划施工时,必须注意充分理解本规范的精神实质,作到对规范的应用不要发生错误,并尚应符合现行的其他有关标准、规范的规定,特别是《铁路隧道施工规范》的规定。

在地震区的隧道,由于有地震力的作用,可能危及按一般地区准则设计的隧道的安全,故有必要通过验算其抗震强度和稳定性,并采取必要的抗震措施,以确保隧道工程的安全或减轻其震害程度。故条文规定“地震区的隧道应符合国家现行的《铁路工程抗震

设计规范》的规定”。

**第1.0.6条** 过去规范对隧道未作过明确的分类，但在条文中则常提及短隧道、长隧道之类的名称，而又没有明确的概念和数值，使用甚感不便。因此本次修订规范，拟定了隧道按长度分类的条文，以适应工作的需要。经讨论认为，按国际隧道协会的分类数值比较明确，并利于国际交流，决定采用国际隧道协会的分类数值如下：

- 特长隧道 全长 10000m 以上；
- 长隧道 全长 3000m 以上至 10000m；
- 中隧道 全长 500m 以上至 3000m；
- 短隧道 全长 500m 及以下。

关于隧道长度的计算方法，各单位不完全一致，为统一起见，确定隧道长度系指进出口洞门端墙墙面之间的距离。计算时，以端墙墙面与内轨面的交线同线路中线的交点计算。双线隧道根据(84)基设字第 027 号关于新建双线铁路定测中线规定的通知，规定以下行线为准。位于车站上的隧道，可能有位于正线、站线、岔线与特别用途线上等各种情况，难以一一加以规定。当隧道中有正线时，以正线为准(有两股正线时，以下行线为准)；遇在站线、特别用途线上等情况，可参照本条规定计算。对于设有运营通风的洞口，因设置帘幕的需要，有时在洞门前方又修建一个假洞门，即帘幕洞门，此时隧道长度宜统一以帘幕洞门为准计算。

**第1.0.7条** 铁路隧道是永久性的大型建筑物，工程大、投资多，建成后不易改建或扩建。它不仅在勘测设计中受到地形、地质及其它环境条件的影响，而且在施工中及竣工后，它的耐久性等各个方面也仍将受到隧道所在地域的地形、地质等条件的影响，并且由于洞内工作条件差，给隧道施工及运营养护维修带来不利的影响。因此本条文考虑到隧道工程的上述特点，提出了隧道设计的总的原则规定。

**第1.0.8条** 关于新建铁路隧道的内部轮廓问题，本条文仅

作了应符合现行的标准轨距铁路隧道建筑限界及远期轨道类型的原则规定。这是考虑到：①铁路电化或非电化的问题，应在具体线路的设计任务书中予以规定。②隧道建筑限界标准未涉及轨面以下部分，而这一部分和具体线路的轨道类型有关。选用哪种远期轨道类型标准对确定隧道内部轮廓有直接关系。

位于车站上的隧道，由于站场有其特殊的规定和要求，如净空要求较区间的要大些，故条文提出“位于车站上的隧道，其内部轮廓尚应符合站场设计的规定和要求”。

**第1.0.9条** 隧道建筑物竣工后交付运营，需要长期保持正常状态，以满足运营要求。避免因采用临时性建筑物，而造成运营不久即需改建，影响运营；或建筑结构质量不良发生病害，危害运营安全。从这一观点出发，要求隧道结构物应设计为永久性的，即洞口要设置洞门，洞内要设置衬砌等，而这些结构设计必须具有规定的强度、稳定性和耐久性。所谓耐久性，一般指所使用的建筑材料须具有必要的抗渗性、抗冻性和抗侵蚀性，这样才能满足建筑物的耐久性的要求。

隧道为达到运营安全、适用的目的，必须增建一些为安全和方便养护维修工作所必须的设施，如大小避车洞、通信、信号、供电、照明及防治有害气体的设备（如无人增音洞、电缆槽、运营通风设备、避车洞防烟门），洞门检查设备以及兼作人行道用的水沟盖板等，这些设施或设备，有的是隧道结构设计时必须考虑的，有的是隧道必须为其提供安置条件的，故条文作了原则的规定。

**第1.0.10条** 在修建铁路工程中，正确处理铁路建设和农业生产的关系，十分重要。铁路隧道工程在隧道位置和洞口位置的选择、辅助坑道设置、施工场地布置、隧道弃碴处置等方面，都往往与农田、水利有着极为密切的关系，特别是隧道弃碴的处置，如不加注意或处置不当，将对农田及水利产生不利影响，故条文规定“在隧道勘测设计中，应对隧道弃碴作妥善处理，注意节约用地，保护农田水利”，这就要求在选定隧道线路、制定工程方案及布置施

工场地、处理隧道弃碴等，都应积极采取措施，尽可能地减少隧道工程对农业的不利影响。注意不占良田或少占农田，防止弃碴堵塞河道沟渠、隧道施工引起洞顶表面水下漏、影响农田水利或居民生活用水水源，当无法避免而产生对农业或居民生活有重大不利影响时，应采取诸如改土造田、弃碴改土、恢复水源或另开水源等措施以补救之。

**第1.0.11条** 隧道建筑结构、防排水设计及其所用的建筑材料，受地区气温的影响。如气温变化过大，将引起结构内力的变化；又如寒冷地区或严寒地区，由于气温过低，特别是有地下水时，将产生冻胀力及冻害，这些情况易造成隧道建筑物外荷载的增大，增加施工困难和影响混凝土质量。故结构设计须采取特别措施（如严寒地区宜采用曲墙式衬砌和加强防排水能力等）；为增强混凝土的抗冻性，其标号需适当提高（一般不低于200号）；为防止衬砌渗漏水、挂冰，亦须提高混凝土的抗渗标号（一般不低于B<sub>6</sub>）。混凝土施工时亦需采取防寒措施，以确保混凝土质量。此外为了加速洞内水沟水的排除，以防冻害，需采取加大洞身纵坡的措施；为防止水沟水流结冰造成危害，在寒冷地区有冻害地段及严寒地区的隧道水沟须采取防寒措施。为适应以上情况，故条文对按温度划分地区作了注释。

## 第二章 隧道勘测

### 第一节 调查测绘

**第2.1.1条** 隧道勘测资料是勘测设计人员通过勘测手段，对隧道所处位置、地形、地质等自然条件具体认识的反映，也是隧道位置的选择、工程布置和结构设计、以及计划工程投资等整个设计工作的依据。它不仅影响设计的正确性，而且在施工中及竣工后，隧道的性能和安全，仍然受到它所处地域的各种条件所左右，因此隧道勘测资料必须做到能正确反映客观实际的情况，才能满足修建隧道的预期要求。过去由于隧道勘测资料不够充分，特别是隧道的地质条件弄得不甚清楚，因而在着手设计和施工后，不得不变更计划和设计，甚至造成施工困难，发生意想不到的危害，延误工期，招致增大工程费用，或者必须以较大的费用，用于竣工后整治病害和维修养护上去，这种例子是不少的。因此，勘测资料必须按照设计要求进行搜集，其重要意义是很明显的。

根据加强基本建设前期工作，严格按照基本建设程序办事的原则，隧道勘测工作一般包括搜集已有资料、地形、地质的调查测绘、工程地质和水文地质勘探及试验等工作。勘测工作依设计阶段的不同，其任务、目的和设计要求也不相同，工作的范围、内容和深细度也不相同。本着隧道勘测工作应遵照基本建设程序分阶段依次进行，既不应超越阶段要求，也不应将本阶段工作推迟到下一阶段去完成，以免影响各阶段设计文件编制工作顺利进行的精神，因此本条规定“根据不同设计阶段的任务、目的和要求，针对隧道工程的特点，确定应搜集资料的内容和范围”。

根据《铁路基本建设工程文件编制办法》规定，铁路勘测分初步设计、技术设计、施工图三个阶段，每个阶段的任务、目的和设计要求是不相同的。当铁路的大方向确定之后，初设阶段是比选线路方案的关键阶段，也是对长隧道、特长隧道以及工程地质复杂的隧道和多线隧道方案比选的重要阶段。在这个阶段中，应做好大面积选线、区域性工程地质调查和必要的地质勘探工作，掌握区域工程地质和水文地质情况及其与线路和隧道的关系，查明重点工程的工程地质条件，从政治、经济、国防、安全和技术等方面综合考虑，进行认真的方案比选，提出稳定线路、选择隧道位置的意见，这是初步设计阶段的主要任务。在此阶段，必须搜集满足初步设计要求的勘测资料。技术设计阶段要求对隧道进行详细的调查、测绘、补充地质勘探、试验等，落实初步设计方案和工程处理方案，确定隧道位置，选定洞口以及整个工程的布置和工程的处理方案措施等，所搜集的勘测资料应能满足技术设计的要求。地质工作应查清隧道所经地区的地层岩性与层序、地质构造特征及其与隧道的关系，对长隧道或地质条件复杂的隧道应布置一定数量地质勘探和试验工作，当地下水对隧道影响较大时，还应进行水文地质试验工作，以正确判断隧道所处的工程地质和水文地质条件，有了正确的资料，才能作出符合实际的设计。施工图阶段，着重补充技术设计后有待补充的勘测资料和施工详图，并解决施工中发生的有关变更设计的问题。上面略述了各勘测阶段的主要任务、目的和设计要求，隧道勘测时，针对隧道长短、地质复杂程度等特点，去确定应进行调查、测绘、勘探和试验等工作内容和范围，并要求认真地进行，做到搜集的资料齐全、准确、满足设计要求。

**第2.1.2条** 本条所列的隧道工程调查的内容系根据《铁路基本建设工程设计文件编制规定》和有关规范、规则、以及勘测设计院编写的“新建铁路勘测细则”等所拟定的。通过调查所取得的资料，应能充分地说明隧道通过地段的地形、地质条件、自然条件



和施工条件等。根据过去的实践经验，证明这些资料是隧道设计和施工必须具备的基础资料，它是由初测阶段开始延续到施工图阶段止的整个过程的调查资料的总体。其内容及其深细度要求在各勘测设计阶段是有不同的，可根据各阶段的勘测设计要求和隧道规模去确定，使其能满足各阶段的设计和施工需要，到最后阶段終了时，应形成系统的、完整的资料。

自然概况调查，以地形地貌特征为主，其中包括：自然地理，如山脉、水系、地形的陡缓、标高、地表植被情况、建筑物分布、与地质结构有关的地形地貌特征等的概括情况（地下的地质结构往往影响地表的形成形态）；容易成为有重大影响的地貌单元及不良地质现象主要有：断层地形、阶地、河流形态、特殊地形（岩溶、熔岩台地、砂丘等）、崩塌、滑坡、岩堆、泥石流、流砂、盐渍土、盐岩、多年冻土、雪崩、冰川等。

地质条件调查以工程地质、水文地质特征为主要内容，包括：岩性特征（种类及名称、软硬程度、变质及风化、完整与破碎程度及其分布，有无膨胀性及膨胀程度等）、地质构造（地层层序、岩层产状、褶皱、断层、断层破碎带、节理裂隙及填充等）、表层堆积（表土、阶地、冲积扇、冲积层、岩屑、滑坡、崩积物等的分布、厚度及与隧道的关系）、水文地质特征（滞水带、隔水层、地下水位及其分布、上升泉、水温、水质、水量及压力、涌水状况预测等）、地温（温泉、地温）、弃碴利用的可能性等。通过地质勘测，包括收集地质文献、踏勘、调查、测绘、物理勘探、钻探、坑探等手段，取得完整而准确之资料，从工程观点出发，对隧道所在地质条件作出评价。

隧道通过不良地质地区，将给隧道的勘测设计和施工运营带来困难，甚或是预想不到的困难，给隧道工程造成重大危害，给国家造成重大的经济损失。因此对不良地质现象之处所，必须详细查清其发生、发展的原因及其类型和规模，根据其发展的趋势，以便采取对策。凡能绕避而又不过多增大工程费时，应尽可

能绕避，对不能绕避的处所，必须采取可靠的工程措施，以确保隧道工程施工及运营的安全。

地层中含有有害气体或有害健康的矿体时，将给隧道施工及运营带来困难，为此必须查明其类别、成分、含量和分布于洞身的具体位置等，以便采取预防措施和处理设计。在隧道工程中遇到的有害气体如瓦斯，就曾经发生过爆炸事故，因此不可不慎。

地震烈度一般按照国家地震局提供的 1 / 3 0 0 万《中国地震烈度区划图》进行沿线地震基本烈度区划，通过高烈度地震区时，应调查历史地震对既有建筑物的毁损情况、自然破坏现象等，结合岩性、构造、水文地质等条件，确定烈度界线的具体里程及地点、分析评价其对隧道工程的影响。

气象资料包括气温、气压、风、湿度、降雨量、洪水、晴雨情况、积雪量、积雪及雪融期以及地层冻结深度等。这些资料对隧道设计和施工都是必须的。

施工条件调查，除条文中所列者外，尚有生活供应、医药卫生条件及开挖口的用地和建筑物拆迁等。

**第2.1.3条** 各种不同比例尺的地形图、纵横断面图等，其上并附有工程地质和水文地质情况，以充分反映隧道位置和洞口位置的地形、地物、地质等的全貌，这些是供选定隧道方案、确定隧道平面和高程位置、洞口位置以及进行整个隧道工程布置和结构设计的基础资料。如隧道线路方案平面图，比例尺可为 1 : 5000 ~ 1 : 50000，当长隧道、特长隧道有线路方案比较时，必须有此图，以充分反映选用方案和主要比较方案的地形、地貌、地质等情况和显示各比选方案的客观性。隧道线路平面，比例尺 1 : 2000 ~ 1 : 5000，图上显示隧道所经过的地形、地貌及地质概况，供确定隧道位置、布置辅助坑道、运营通风风道、施工场地、截排水及改沟、弃碴处理等之用。隧道洞口平面图，比例尺 1 : 500，供选择洞口位置、洞口排水及有关工程布置使用。隧道纵断面图，依据隧道长度不同，可采用横 1 : 500 ~ 1 : 5000、竖 1 : 200 ~ 1 : 2000，图中显示

隧道埋置全貌、洞身分段工程地质和水文地质特征以及线路条件等,供布置洞身衬砌设计之用。其余如洞口纵断面、洞口横断面、洞身断面图等,比例尺为1:200,供选定洞口和设计洞口、洞身之用。有关辅助坑道、运营通风道等参照隧道各图纸搜集测绘资料,以供作相应设计之用。以上这些资料,凡有可资利用的如军用图、航测照片、航测绘图等必须搜集,没有现成可供利用的,必须进行现场测绘,故条文应作出相应的规定。

《铁路测量技术规则》、《铁路工程地质技术规范》以及其他有关的勘测细则等,都对测绘资料作出了测绘精度的规定和要求。只有当测绘资料符合规定的精度要求时,才能保证其供工程方案选择及工程设计达到准确无误的境地。因此条文作出“测绘资料应符合规定的精度要求”的规定。

**第2.1.4条** 对越岭的长隧道、特长隧道和工程地质、水文地质条件复杂的隧道,如采用一般的沿程调查、测绘,是很难说明隧道必须穿越该处所的依据的,其调查、测绘资料,也不能达到充分反映客观实际、查清情况的目的,因而也不能满足设计和施工要求。为此,应进行大面积的区域性工程地质调查、测绘。通过大面积的区域性工程地质调查、测绘,对推断深埋地下的地质结构是有可能的,但如不通过勘探、试验则很可能出现错误的判断,因此应加强地质勘探和试验工作,查清区域地质构造及工程地质和水文地质条件。通过深入细致的工作,这样才能提供隧道的设计依据,并在弄清情况的基础上,提出采用工程方案的理由和可靠的工程措施意见,以保证隧道设计合理、施工和运营安全。过去隧道调查、测绘由于工作一般化,对地质、水文条件复杂的地层,没有做好大面积的区域性工程地质调查、测绘和勘探、试验工作,致使采用的方案或工程措施不切合实际而造成重大损失是屡见不鲜的,因此条文必须作出原则的规定。

一般说来,隧道位置宜尽量避免穿越工程地质、水文地质条件复杂的地层,但自然界毕竟是多样的和复杂的,因此只采用绕避的

办法是不够的，还必须从线路的总体性来考虑。当技术、经济合理、因地制宜地采用隧道(明洞)建筑物来穿越复杂地层，在成昆线或其他线段均曾取得了良好的效果。只要有依据，情况明、措施得力、不掉以轻心，就可取得成功。这说明如能按条文规定去做，遇到困难也能克服的。

**第2.1.5条** 铁路隧道围岩分类是总结我国三十年来在修建铁路隧道经验的基础上，并参考国内外有关围岩分类的成果，从围岩稳定性出发，以围岩结构特征和完整状态为主要分类指标而建立起来的分类法。

#### 一、主要分类指标的说明

本分类主要考虑的因素有：

(一) 围岩结构特征和完整状态，这是指坑道围岩被各种地质结构面切割成单元结构体的特征和块度大小。结构特征是体现围岩所经历的地质构造变动和外力作用下的特点。不同的结构特征(如整体结构、压碎结构……等)，其力学属性(介质状态和变形性质等)不同。如无裂隙或少裂隙整体结构的围岩，近似于均质的、各向同性的弹性或弹塑性介质，而多裂隙压碎结构的围岩，则接近不连续的，各向异性的松散介质。因此，结构特征大体是评价围岩稳定性的定性指标之一。完整状态是体现围岩被各种地质结构面所切割的块度大小为其特征的。块度越小，围岩越破碎，坑道稳定性也越差。大量的工程实践表明，围岩结构特征和完整状态是评价围岩稳定性的最直接的重要标志。国内外许多现行分类也都是以此为基础的。

实践证明，地质构造变动特征(性质、类型、规模、强弱和次数等)直接控制着围岩的结构特征和完整状态。一般说，地质构造变动越剧烈，规模越大，次数越多，围岩节理、裂隙、断裂、断层等就越发育，围岩就越破碎、其稳定性也就越差。显然，各类围岩的结构特征和完整状态是与一定的地质构造变动的影晌程度有关的，故本分类表引入了“围岩受地质构造影响程度等级划分”(见附录一

附表 1.2), 作为考虑围岩分类的一个定性条件, 围岩受地质构造变动的影响程度, 在现象上往往通过裂隙发育特征来表达, 所以, 为了有利于围岩类别的定量鉴别, 依据上面的分析, 又将节理(裂隙)的发育程度, 包括它的成因、性质、组数、间距、张开情况、充填胶结情况、接触状态, 组合关系以及岩层的层理、节理等进行必要的定性和定量分级, 从而引入了“围岩节理(裂隙)发育程度划分”(见附录一附表 1.3)。

根据围岩的结构特征和完整状态, 结合现行支护衬砌的分类需要, 将其划分为: 巨块状整体结构、大块状砌体结构、块(石)碎(石)状镶嵌结构、碎石状压碎结构、角(砾)碎(石)状松散结构和泥沙角砾状松软结构等六类, 详见分类表。

(二) 围岩强度是表征围岩质量的一种定量指标。围岩强度的大小往往决定于各单元结构本身构造的、物理的、力学的、水理的性质以及围岩的结构特征和完整状态。因此, 本分类表将岩石强度作为一个主要因素来考虑。一般说, 无裂隙或少裂隙的整体结构的围岩, 其强度大体上可以岩块试件在饱和状态下的单轴抗压极限强度来表示。土体强度则主要决定于土体本身的抗剪强度。多裂隙岩体的强度将大大小于岩块本身的强度, 而决定于节理裂隙的发育程度、产状、组合、层(隙)间结合、胶结强度等。在有些情况下, 软弱结构面的强度对围岩稳定性起着控制的作用。

在岩石强度划分(见附录一附表 1.1)中, 为了分类的需要, 按客观的实际情况并结合坑道支护要求, 根据岩石的饱和单轴抗压极限强度 ( $R_b$ ), 大体上划分为硬、软岩两类。将  $R_b = 30\text{MPa}(300\text{kgf}/\text{cm}^2)$  作为硬、软岩的大致分界指标。这是根据岩石能否作为建筑石料的条件和硬、软岩  $R_b$  及软化系数的统计资料而定的。硬岩划出  $R_b \geq 60\text{MPa}(600\text{kgf}/\text{cm}^2)$  的指标, 是根据在这种条件下坑道可不需支护的条件而定的。 $R_b < 5\text{MPa}(50\text{kgf}/\text{cm}^2)$  的岩石属于不坚实的半岩质岩石或具有压密结

构强度的土体。

在岩石分类中，只用  $R_b$  进行分级还不能全面反映某些岩石的质量特征。如有些岩石（页岩、千枚岩、片岩等）虽然新鲜时的  $R_b$  可大于  $30\text{MPa}$  ( $300\text{kgf}/\text{cm}^2$ )，但因开挖暴露后有的就很快风化使其强度急剧降低。为此，在岩石分类中，除用  $R_b$  外，还引入了代表性岩石因素。在判定岩石类别时，必须同时考虑  $R_b$  和岩石名称这两个条件。如开挖后很快风化的泥岩，即使  $R_b > 30\text{MPa}$  ( $300\text{kgf}/\text{cm}^2$ )，也应划入软岩类。对 VI 类可不衬砌、不防护的围岩，在满足结构特征和完整状态的前提下，还必须同时满足  $R_b > 60\text{MPa}$  ( $600\text{kgf}/\text{cm}^2$ ) 和属于长年不易风化的岩石（如石灰岩和其它硅质岩类）。

（三）水的影响：地下水活动的结果往往是使岩质软化（特别是软岩）、风化、膨胀、溶蚀、潜蚀、液化、冲走或软化结构面间的充填物等，从而削弱岩体的强度，故本分类表把地下水影响问题作为一个很重要的因素来考虑。根据隧道施工实践和试验证明，地下水对坚硬、完整的围岩影响较小，而对软岩，破碎或有软弱结构面的硬岩以及土质围岩的稳定性影响较大，而在水量大、水压高的情况下这些影响尤为显著。

本分类中对地下水影响的处理仍采用现场习惯的作法，即根据地下水状况（水量、水压、流通条件……）及其对不同围岩稳定性的影响，采用降级的办法加以处理，在此提出了调整围岩类别的原则。

## 二、弹性波速度(纵波)参数的说明

近年来，随着弹性波量测技术的发展，用弹性波参数来表征工程岩体质量的方法已被实践证实是可行的。国内外在这方面都积累了大量经验。因此，在分类中给出了与各类围岩相适应的弹性波(纵波)速度值(表 2.1.5—2)，作为确定围岩类别的主要参数之一。

表 2.1.5—2 建议的弹性波速度仅仅是围岩的纵波速度

( $V_p$ )。各类围岩的  $V_p$  值的确定, 参考了国内外已有成果及我国铁路隧道的工程实践。各种分类法采用的  $V_p$  值对比参见图 2.1.5。

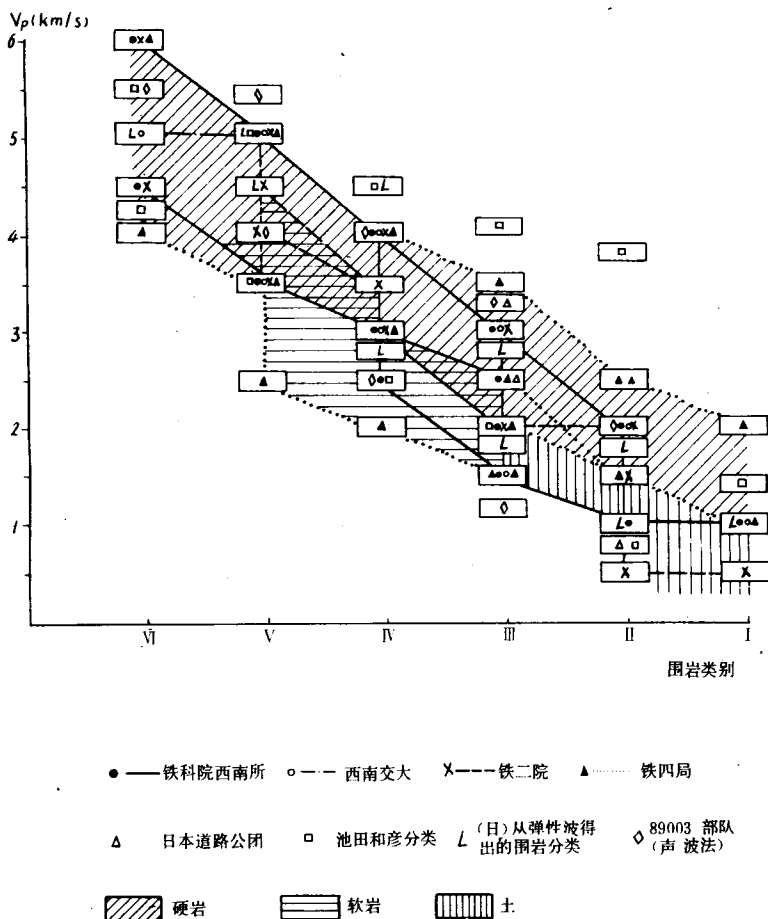


图 2.1.5 铁路隧道围岩分类及其他岩体分类中弹性波速度对比

表 2.1.5—2 给定的  $V_p$  值是一个范围值, 而且各类围岩的  $V_p$  值都有些搭接。为此, 依我国铁路隧道的实践经验, 在具体应用

$V_p$ 值鉴别围岩类别时,可参考表 2.1.5。

$V_p$ 值 km/s

表 2.1.5

类别	硬 岩	软 岩	土
VI	$\geq 4.5 \sim 6.0$		
V	4.0~4.5	3.5~4.0	
IV	3.0~4.0	2.5~3.0	
III	2.0~3.0	1.5~2.5	1.5~2.0
II	1.0~2.0		
I	< 1.0 (饱和状态的土壤 < 1.5)		

应该指出,  $V_p$ 值仅仅是确定围岩类别的一个指标。在确定时尚应考虑其它因素加以综合判断。

### 三、围岩开挖后的稳定状态的说明

这是指坑道开挖后围岩不支护条件下的稳定程度,实质上它是坑道开挖后围岩力学动态的反映。根据实践和理论分析表明:当坑道开挖后,由于围岩原来的应力状态受到了扰动,引起坑道围岩应力的重新分布,洞室周边附近往往应力集中,产生较高的应力,从而使坑道发生变形,掉块、侧壁坍塌、岩块滑动、洞顶坍方等现象。这些现象都是坑道稳定性的反映。本分类依据铁路单线隧道的特点,结合相应的围岩特征及理论分析提出的围岩开挖后稳定状态的表现特征,亦可作为围岩分类的判定条件之一。对于双线及多线隧道应另行考虑。

### 四、分类适用条件的说明

表 2.1.5—1 注⑤曾指出:本表中“类别”和“围岩主要工程地质条件”栏,适用于单线、双线和多线隧道,但不适用于特殊地质条件的围岩(如膨胀性围岩、多年冻土等)。这是因为我们过去修建的单线隧道实践经验较多,双线及多线隧道较少,故本分类侧重于单线隧道。但在实际工作中,从确定围岩质量来看,双线及多线隧道遇到的地质条件与表列地质分类条件没有什么不同之处,只是



其跨度比单线大,因此稳定性要相应降低,这可以采取相应的支护衬砌措施加以处理,因而作为分类条件是可以适用于双线及多线隧道的。依同样理由,本分类也适用于偏压隧道,唯其支护、衬砌类型应另行考虑。对于膨胀性围岩、永久冻土以及由于地质结构面产生显著偏压和岩块滑动等特殊地质条件,因为本分类地质条件的内容未考虑这些特殊因素,故不能适用。

**第2.1.6条** 隧道设计文件应尽量做到切合实际,但由于受客观的地形、地质的复杂性和目前勘探技术水平及勘探手段的限制,使所收集的资料不能完全符合实际的情况,还是经常出现的。因此应根据开挖后充分暴露出来的围岩地质条件和水文地质条件,通过直接观察、量测和试验进一步判定坑道围岩的稳定性和核定岩层构造、岩性及地下水情况。当发现设计文件与实际情况不相符时,应及时修正围岩类别并变更支护结构的设计和施工工艺,这对保证工程质量是非常必要的。

这里指的直接观察,主要是对掌子面地质状态的观察,应做好记录。量测指净空位移(收敛)、拱顶下沉以及围岩声波测试……等。物性试验、地下水的水质分析等,在编制施工计划时应将这些考虑在内。

**第2.1.7条** 正确地选用围岩的物理力学指标是经济合理地设计隧道支护结构的重要因素。围岩的物理力学指标很多,本条仅给出围岩容重( $\gamma$ )、弹性抗力系数( $K$ )、变形系数( $E$ )、泊松比( $\mu$ )及计算摩擦角( $\phi$ )。现说明如下:

#### 1. 围岩容重 $\gamma$

表 2.1.7 所列  $\gamma$  值,系指围岩天然容重,亦即岩土在天然湿度状态时的单位体积重量。这是根据近 3000 个试验数据及有关参考资料拟定的(图 2.1.7—1)。考虑到各类围岩的容重变化较大,故表 2.1.7 所列  $\gamma$  值采用数值交叉的范围值。

#### 2. 围岩弹性抗力系数 $K$

表 2.1.7 中所列  $K$  值是根据部分水电工程  $K$  值现场试验资