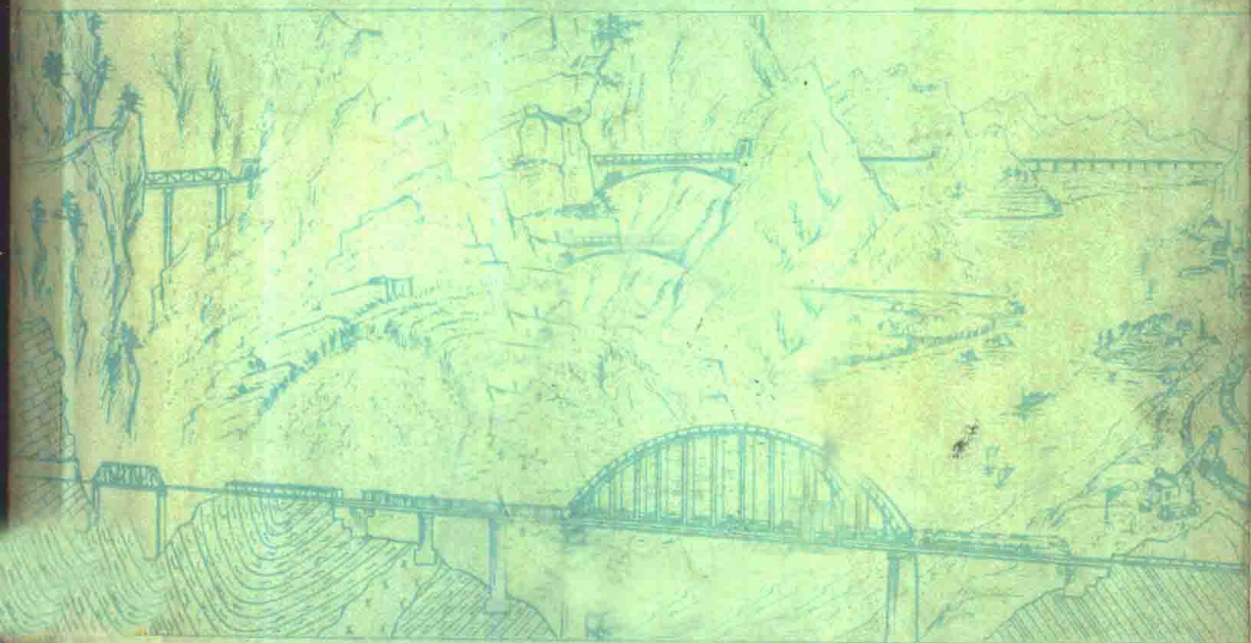


山区铁路工程地质

陕西省地质局第二水文地质工程地质队编著



地质出版社

山区铁路工程地质

陕西省地质局第二水文地质工程地质队 编著

地质出版社

本书是著者多年从事山区铁路工程地质勘察工作的经验总结。取材以成昆线和某新干线为主，并吸取了其它线路的资料。本书共三篇十五章。第一篇计四章，论述了山区铁路建设不同设计阶段工程地质勘察的目的、任务、内容和工作方法；第二篇计三章，论述了山区铁路各类建筑物施工中的工程地质问题及其勘察处理；第三篇计八章，论述了山区铁路建设中常遇的不良工程地质现象及其勘察处理。此书文图并重，典型实例较多，内容较丰富。

本书可供从事山区铁路工程地质勘察工作的同志们阅读，也可供其它水文地质工程地质工作者、有关专业师生和铁路设计、施工人员参考。

山区铁路工程地质

陕西省地质局第二水文地质工程地质队 编著

*

国家地质总局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

1977年12月北京第一版·1977年12月北京第一次印刷

印数1—4,100册·定价1.00元

统一书号：15038·新235

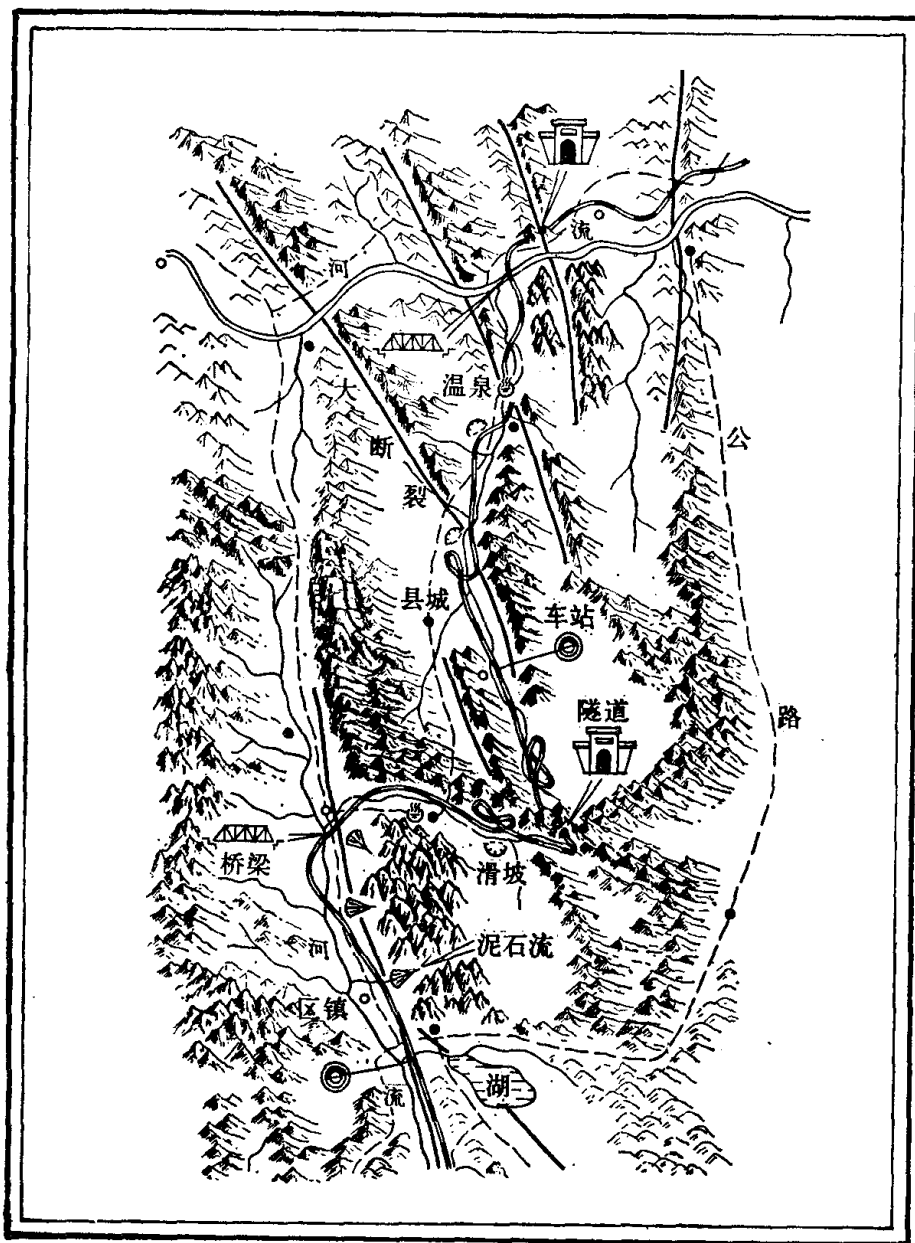


图 1 山区铁路示意图

前 言

我国山区，面积辽阔，地势险要，资源丰富。作为交通大动脉的铁路，在山区大力兴建，具有重要的政治、经济和战略意义。建国以来，在伟大领袖毛主席和党中央领导下，在“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线和“备战、备荒、为人民”的伟大方针指引下，铁路建设战线上的广大建设者们，在各族人民群众的支持下，“抓革命，促生产，促工作，促战备”，创造条件，克服艰难险阻，相继建成了丰沙、成渝、宝成、鹰厦、黎湛、黔桂、川黔和贵昆等山区铁路；在文化大革命运动的推动下，又建成了成昆、湘黔、焦枝和其它一些新线铁路；改变了旧中国铁路偏集东部平原的状况，改善了山区交通运输条件，加强了各民族的大团结，巩固了工农联盟，为加强无产阶级专政和加快社会主义革命与社会主义建设的步伐创造了有利条件。我们伟大的社会主义祖国朝气蓬勃，欣欣向荣，形势一派大好。这是毛主席无产阶级革命路线的伟大胜利。

山区铁路，蜿蜒于峰峦溪谷之间，穿山越涧，桥隧连绵，傍坡靠崖，常需深挖高填，工程复杂艰巨。经常遇到的滑坡、崩塌、泥石流等不良地质现象和基坑坍方、涌水等工程地质问题，给施工带来困难，并使线路的安全遭受威胁。每一条山区铁路的修建，都要与各种工程地质问题或不良地质现象作艰苦的斗争，付出很高的代价。山区的自然地质条件是客观存在，并有其自身的规律性，要多快好省地修建山区铁路，就必须充分认识它、改造它和利用它。只要我们掌握了它的规律性，就能利用有利的工程地质条件，防止不利工程地质问题的产生和发展。工程地质勘察在山区铁路建设中的任务，就是要查明与铁路工程有关的自然地质条件，为铁路设计和施工提供地质依据。对客观地质条件的认

识、掌握程度，在很大程度上决定着工程设计方案和施工方法的合理性。而设计、施工是否合理，则直接关系到铁路建设是多快好省还是少慢差费。因此，在山区铁路建设中，工程地质勘察工作是极为重要的。勘察工作做得好，工程地质条件掌握得清楚，设计、施工部门所做的设计和采用的施工方法、措施又比较合理，即使地质条件相当复杂的地区或地段，线路也可以安全顺利地通过；反之，工程地质条件未查清，或虽已查清而在设计、施工时没有充分加以考虑，即使地质条件相比起来简单一些，也容易发生问题，甚至遗留后患。在已建成和正在兴建的诸铁路中，都有不少这样的成功经验和失败教训。

铁路工程地质勘察是为铁路建设进行的地质调查研究工作。工作中必须努力学习、运用毛主席的辩证唯物主义哲学思想，坚持无产阶级政治挂帅。严格贯彻实践第一的观点，反对唯心论的先验论，提倡唯物论的反映论。整个勘察工作要分阶段有步骤地进行，各阶段该做的工作，该解决的问题，都要认真做够和解决好，不能留到后一阶段。一切原始资料都要正确反映自然地质条件的真实面貌，一切分析判断都要建立在掌握尽可能多而且准确的实际资料的基础之上，一切结论都要作在调查研究的末尾。在勘察工作中，要善于抓住主要矛盾。在整个铁路工程地质勘察及设计工作中，选好线路方案是最主要的矛盾，因为线路方案一经确定，铁路修建条件的好坏就基本上大局已定。在施工中产生的工程地质问题，往往影响因素很多，其中也必有某种最主要的因素，起着主导作用。及时针对主导因素进行处治，就能顺利制止不良工程地质问题的继续发展。在勘察过程中，还要广泛实行内外“三结合”，由地质、设计、施工这三个部门共同研究确定工程方案和处理措施。在处理工程地质问题时，要“防”、“治”兼施，以“防”为主。所谓“防”，不仅是躲开一些不良地质现象，同时也要防止已发生的小病害酿成大病害。对地质与工程以及地质勘察与工程设计之间的关系也要处理好。前者指的是在解决工程地质问题时，要从地质着手，从工程着眼。即对一切工程

地质问题，都要深入查清问题发生的原因，并要从论证对工程影响和处理条件的角度去研究问题的性状和特点；后者指的是工程地质勘察工作，要坚持主动服务的原则。即一方面要坚定不移地为工程设计服务，凡是工程设计所需的资料，都要设法保证满足；另一方面，地质工作又要保持本身的机动性和主动性，按照需要查明的地质问题性状，自行安排勘察工作，必要时应从地质方面提出工程比选方案和处理措施意见，以补充设计考虑之不足。

在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国在铁路建设中，对地质勘察工作历来十分重视。随着铁路建设事业的飞跃发展，铁路地质勘察工作在保障铁路工程顺利完成的同时，本身也得到了很大发展。我队在1964年至1974年期间，参加了成昆线及其他新干线的铁路地质勘察大会战。遵照毛主席“要认真总结经验”的教导，我们将我队职工和同我们一起参加铁路建设的广大工农兵群众的实践经验，进行了技术总结，并吸取了别的铁路的有关资料，编写成《山区铁路工程地质》。全书共分三篇，依次阐述了山区铁路建设不同设计阶段工程地质勘察工作的主要内容和工作方法、山区铁路兴建中各类建筑物的主要工程地质问题及其勘察处理和山区铁路常遇的不良地质地段及其勘察处理。在编写过程中，对某些彼此间具有一定共性的现象和问题，为了避免重复，在不同章节内各有侧重地进行了论述。参加编写本书初稿工作的有刘广润、吕贵芳、江丕光、李阳生、吴耀球、张树桥、查统怀、刘克俭、刘兴荣、钱诚阳等同志，最后由刘广润、吕贵芳及李阳生同志整理定稿。在编写过程中，曾得到铁道部第二设计院、国家地质总局水文地质工程地质局、四川南江水文地质工程地质大队、广西水文地质工程地质大队、云南水文地质工程地质大队、浙江水文地质工程地质大队、湖北水文地质工程地质大队、国家地震局昆明地震地质大队和长春地质学院、西南交通大学、中国科学院地质研究所等单位及有关同志们的热情指导和帮助，在此深表感谢。由于我们水平不高，经验局限，错误之处，在所难免，敬希同志们批评指正。

目 录

前言

第一篇 不同设计阶段的工程地质勘察	1
第一章 草测阶段工程地质勘察.....	1
第一节 目的与任务	1
第二节 工作要点	1
第三节 勘察方法及主要要求	2
第二章 初测阶段工程地质勘察.....	6
第一节 目的与任务	6
第二节 工作要点	6
第三节 线路工程地质勘察	28
第三章 定测阶段工程地质勘察.....	35
第一节 目的与任务	35
第二节 工作要点	35
第三节 各类建筑物的工程地质勘察	44
第四章 施工阶段工程地质勘察.....	52
第一节 目的与任务	52
第二节 工作要点	52
第三节 工程地质编录及主要工程地质问题的勘察	54
第二篇 各类建筑物的主要工程地质问题及其勘察处理 ...	64
第一章 路基	64
第一节 边坡变形及其勘察处理	65
第二节 基底变形及其勘察处理	85
第三节 危害路基的其它工程地质问题及其勘察处理	92
第四节 边坡值的确定	94
第二章 桥涵	113
第一节 桥涵的主要工程地质问题及其勘察处理	114
第二节 地基土、石承载力的确定.....	124

第三章 隧道	129
第一节 洞口的主要工程地质问题	130
第二节 洞身的主要工程地质问题	139
第三节 隧道各类工程地质问题的勘察与处理	171
第四节 岩体成洞性的探讨	183
第三篇 不良地质地段及其勘察处理	197
第一章 滑坡	197
第一节 滑坡的识别	197
第二节 滑坡的类型、特征及产生原因	201
第三节 滑坡的工程地质勘察与处理	213
第二章 错落	224
第一节 错落变形特征及形成条件	225
第二节 错落的工程地质勘察与处理	228
第三章 崩塌及危岩落石	231
第一节 崩塌及危岩落石的特征	232
第二节 崩塌及危岩落石的形成条件及产生原因	233
第三节 崩塌及危岩落石的工程地质调查与防治措施	235
第四章 岩堆	238
第一节 岩堆的特征	239
第二节 岩堆的形成与分布规律	240
第三节 岩堆的工程地质勘察与处理	242
第五章 泥石流	245
第一节 泥石流的特征及形成条件	245
第二节 泥石流对山区铁路及其它工程建设的危害	252
第三节 泥石流的工程地质勘察与处理	255
第六章 岩溶	259
第一节 岩溶的发育条件与规律	260
第二节 与岩溶有关的主要工程地质问题	266
第三节 岩溶的工程地质勘察与处理	267
第七章 含膏盐地层	277
第一节 含膏盐地层的性状特征	277
第二节 含膏盐地层的工程地质问题	278

第三节	含膏盐地层的工程地质勘察与处理	284
第八章	断裂破碎带	286
第一节	断裂破碎带的性状特征	286
第二节	断裂破碎带的工程地质问题	289
第三节	断裂破碎带的工程地质勘察与处理	292

第一篇 不同设计阶段的工程地质勘察

目前,我国铁路工程地质勘察工作,是按照草测勘察、初测勘察、定测勘察和施工勘察(简称草测、初测、定测和施测)四个阶段进行的。它们与铁路工程设计的四个阶段(编制规划设计意见书、初步设计、施工技术设计和修改施工设计)相对应。各工程地质勘察阶段的具体任务虽有不同,但彼此是相互衔接的。整个勘察工作必须分阶段、有步骤地进行。在各阶段中一定要把该做的工作做够,把应解决的问题解决好。现将各阶段的工程地质勘察工作分章叙述于后。

第一章 草测阶段工程地质勘察

第一节 目的与任务

草测勘察属“战略”性工作。其目的是依据国家指定兴建铁路的起讫地点和必经地区,对各种可能的线路通过方案进行工程地质调查研究,配合规划设计,解决大的线路方案选择问题。

铁路大方案线的比选,涉及多方面的因素。大范围内线路的走向,主要取决于政治、经济等因素,而工程地质条件的优劣,也有重要的影响。

本阶段工程地质勘察工作的主要任务,就是要为大的线路比选方案搜集、提供沿线的概略性工程地质资料,扼要评价其工程地质条件,以满足编制规划设计意见书的需要。

第二节 工作要点

接受草测勘察任务后,必须首先明了拟建新线铁路的重要意

义和国家对该线建设的有关要求和规定，以作为总的工作准则。

本阶段工程地质勘察工作范围，应包括所有可供考虑的线路比选方案。线路比选方案应在初步掌握地形、地质条件的基础上，由设计和勘察两方面共同研究提出。

勘察工作内容分搜集、研究已有地质资料 and 进行实地调查两个方面。工作重点是对那些对线路通过有重大影响的严重不良地质现象地段，跨越大分水岭地段，通过大河流、大水库地段，拟建控制性工程地段和地震活动强烈地段。工作程度，要求能达到一般地说明线路的基本工程地质条件，做出扼要的比较评价。本阶段的地质工作，应充分注意研究和利用各种自然地质现象及工程地质条件的区域性规律，从其在不同地区表现的差异性中，寻求最有利于线路通过的方案。勘察过程中，除了认真论证已提出的各线路方案的工程地质条件外，还应从地质方面随时注意有否新的更合理的改善方案。发现有更合理的方案时，应及时予以推荐。

对各比选方案，要比较全面地、基本上同等程度地进行研究论证，不能单打一。特别是在地质条件较复杂时，更要多研究几个方案，以供选择。

第三节 勘察方法及主要要求

一、搜集、研究已有资料

工作之初，应首先充分搜集、研究线路可能通过范围内的已有的区域性地质和水文地质、工程地质资料。有航测资料的地区，应充分利用航空照片。航空照片与区域地质图合用，常能说明很多问题。一般说来，通过搜集研究区域地质资料之后，便能掌握与线路有关的区域地质基本情况，对各比选方案的工程地质条件有个大致了解。从而确定哪些地区地质情况比较简单，哪些地区地质情况复杂，哪些地区可能存在较大问题，为制订实地工程地质调查计划打下基础。

二、工程地质调查

草测阶段的工程地质调查工作，属于区域性小比例尺（1:100000或1:50000）普查踏勘性质。它是在研究已有资料之后，对初步拟定的各线路方案进行实地调查。由于比例尺较小，工作中一般不涉及具体工程建筑物的类型、位置。地质工作以路线调查为主，一般不做勘探和试验工作。对线路所有可能通过的地区，都要概略地了解沿线工程地质条件与水文、气象特征。如果拟建线路方案通过地区有较多的区域性地质资料，通过对资料的综合研究分析后，能基本满足编制规划设计意见书的需要时，可将全面调查改为重点调查，着重对那些工程地质条件较复杂的地段进行调查，以验证地质资料与实际情况是否符合，并获得地质条件的感性认识。全靠搜集资料，不做实地调查是不行的。因为山区自然条件和地质环境常比较复杂，在小比例尺区域地质图上，仅反映出一般地质情况，而对于与工程建设关系密切的一些资料，如不同地层的工程地质特征、水文地质条件及各类不良自然地质现象等均无表示。因此，在山区铁路草测阶段的工程地质勘察中，进行专门路线地质调查，有着很重要的意义。

草测阶段的工程地质调查工作，常与设计部门的线路踏勘一起进行。工作中，应着重研究影响线路工程地质条件的区域性地质岩性特征，地质构造特征，水文地质特征，岩溶、风化、滑坡、崩塌、岩堆、泥石流等自然地质现象的发育规律与特征。对下列一些控制线路方案的重点地段，应进行较详细的研究。必要时可扩大调查范围，或进行较大比例尺的工程地质调查。

（一）跨越大分水岭地段

山区铁路一般常沿河谷修建，有所谓“跟水走，必能通”之说。由于山区水系发育，地形割切强烈，河床坡降大，在不同流域之间或大河长距离弯曲处，线路不可避免地要穿越不同大小的分水岭。其中较大的分水岭，常对控制线路起着重要作用。因此，工程地质调查工作应结合可能拟建工程类型，着重研究分水

岭或垭口地段的地貌成因，构造形迹、规模及其与线路的几何关系，岩层（或岩体）的工程地质特性（分水岭的岩性组成及两侧山坡上的风化层、堆积层发育程度等）以及水文地质条件等，以满足线路越岭方案所需的地质资料。

跨越分水岭地段的调查，应考虑各种可能的越岭方式及可能地点，以供比选。

例如，成昆线的沙木拉打越岭地段，系牛日河与孙水河之间的分水岭，是该线标高最高的控制性地段，采取了长六公里多的深埋隧道通过。进口端基岩裸露；出口虽堆积层厚度较大，但稍胶结，稳定性尚好。隧道轴线除进口端与近南北向的米市沟开阔向斜呈锐角斜交外，与断裂构造线大都近于正交。通过地层全为白垩系紫红色中至厚层状砂岩、泥岩。岩石工程地质特性虽泥岩易于风化和遇水易于软化崩解，一般都较均一完整。水文地质条件除局部洞段沿断裂带产生过较多涌水（绝对量不是很大，有一端因逆坡开挖，排水困难）外，一般均较简单。从综合工程地质条件看，该段线路选在此处通过，远比另一曾考虑过的通过震旦系强烈岩溶化石灰岩地段的长隧方案优越。

（二）长隧道地段

应着重了解岩层（或岩体）的工程地质特性和水文地质条件，构造形迹、规模与展布状况，洞身地段遇到岩溶及有害气体的可能性以及可能作为洞口、洞身处的岩体稳定程度。临近河谷的长隧道地段的地质调查工作应考虑线路可能移向河谷时的短隧群或路基方案的调查，为线路方案选择提出地质依据。

（三）跨越大河流地段

应着重研究河谷形态（谷坡地形变化情况、河漫滩与阶地分布情况及岸坡水流冲刷情况等），河床结构（覆盖层厚度、性状，基岩岩性，构造发育情况）及山坡稳定程度等。根据工程地质条件，评价或提出线路跨越河谷地段的方案。

（四）大水库地区

当线路通过已建成的或拟建的大水库地区时，应着重对沿线

库岸的工程地质条件进行了解和研究，并考虑水库坍岸、浸没、淤积、渗漏等问题对线路可能带来的危害。譬如，水库的回水，对松散堆积层和软弱岩层（或有其夹层）组成的库岸稳定性往往影响颇大。这些岩层被水浸泡后，会逐渐软化，其物理力学性质改变，强度降低，再加之水浪拍击、水流冲刷、地下水压力作用等，可导致库岸失去稳定而产生坍岸。而某些稳定程度较差的不良地质体（如滑坡、错落、坍塌体等）也将由于上述原因，重新复活或加剧其发展程度。这些都会给线路带来极为不利的影响与危害。为此，在草测阶段的工程地质调查中，应搜集与水库有关的概略性工程地质资料，以便在考虑线路方案选择时，提出通过或绕避意见。

（五）严重不良地质地段

严重不良地质地段，系指有大型不良地质现象或中、小型不良地质现象较普遍、集中存在的地区或地段。如：大型滑坡及滑坡群集中发育地段；崩塌、岩堆集中发育地段；泥石流普遍发育地段；岩溶发育地段和风化破碎极为严重的地段等。这些不良地质现象，常具有地区性的分布规律和特点，对控制线路方向常起重大作用。因此，在草测阶段工程地质勘察中，必须对各种不良地质现象的区域性分布规律，及其对线路危害程度认真地进行调查了解，从而提出线路通过或绕避的方案。

（六）地震

地震是山区铁路建设应考虑的重要问题之一。地震的破坏能力巨大，严重时可导致山崩地裂，房倒屋塌，道路断绝。如1935年4月台湾省的新竹地震，曾造成铁路弯曲、桥梁断落、涵洞破裂；1966年3月河北省邢台地震和1970年云南省通海地震，也曾造成桥梁酥裂和公路堵塞。地震活动的强烈程度是很不均匀的，常与区域断裂带有关。在草测阶段的工程地质调查中，应对跨越不同构造单元和地震活动区的各比较方案，进行沿线地震调查访问，搜集有关地区历史的与近期的地震活动资料。特别是对地震活动较强烈的地区，调查了解地震烈度及其活动规律是非常

重要的。它直接关系到线路能否通过或需否采取防护措施等重大问题。通过调查，结合地震研究部门的研究成果，应为选择线路方案提供沿线地震基本烈度资料。

草测阶段的工程地质勘察工作结束后，应提供为方案比选用的线路工程地质图（各方案相离较近时，共做一张图，否则分开做。一般是在原小比例尺地质图上编制）和说明书。并提供为满足编制规划设计意见书所需的其它概略性地质资料。

第二章 初测阶段工程地质勘察

第一节 目的与任务

初测阶段工程地质勘察的目的，是在草测阶段确定了线路方案（一般是确定一条，有时也可有两条）的基础上，与设计部门一起稳定好线路位置，并为铁路初步设计提供地质依据。其任务主要是对已定线路范围内所有的线段摆动方案进行勘察比较，确定线路在不同地段的具体走法，并将其位置稳定于实地；在全面查明线路最优方案的一般工程地质条件的同时，着重对那些对线路方案起控制作用的重大复杂工点或地段，进行较详细的工程地质勘察（满足有关重大复杂工点工程设计的需要），以提供编制铁路初步设计所需的全部地质资料。

第二节 工作要点

一、中心问题是稳定好线路

稳定好线路（包括线段比选和线位稳定）对铁路建设是非常重要的。因为线路稳定下来了，其修建条件好坏，就基本上大局已定。当地区地质条件复杂时，线路的稳定，在很大程度上取决于地质条件。因此，初测阶段的工程地质勘察是地质为铁路建设服务的最关键的时期。如何充分发挥工程地质勘察工作在稳定线

路中的应有作用，保证根据充足的工程地质资料，把线路方案又快又好地稳定下来，是头等重要的问题。所以，初测阶段工程地质勘察工作，应把稳定好线路做为重点，始终围绕选择和稳定好线路方案去查明沿线的主要工程地质问题。

初测阶段工程地质选线的过程，就是对客观自然地质环境的认识不断深化的过程。线路选定得好坏，直接关系到工程建筑物的数量、造价、施工难易程度和列车运营条件。从工程地质角度选线，就是要充分利用有利的地质条件，避开不利因素，为工程建筑提供理想的地质环境，减少线路工程病害，保障施工顺利完成，不留隐患。但是，在实际选线过程中，影响因素是很多的，除了地质条件外，还要顾及到设计、施工等方面的要求。由于考虑问题的角度不同，要求也不尽一致，甚至会发生尖锐矛盾。譬如，除地质上前述要求外，设计上在选线中要求线路直短、线坡在设计标准之内、站场地形开阔、运营条件好、展线位置符合线路标准、设计项目少、造价低等；施工上则要求技术上符合现今水平、施工条件较好、处理简便、竣工期短等。由此看来，诸因素矛盾较多，但只要认真进行全面的分析研究，从中抓住主要矛盾，按照多快好省的精神，是可以合理解决的。

自然地质条件是客观存在，在短期内一般无大变化，对工程的利弊影响，一方面决定于其自身条件，另一方面也决定于人们对其利用、改造的技术水平和方式、方法。当地质条件显著优越，或有严重弊病时，地质因素在稳定线路中应占主要地位。而在地质条件无大差异，或虽有差异，但无严重问题的情况下，有时为了线路设计的需要，或施工上的便利，可适当放宽地质要求，所选定的线路方案在地质条件上不一定是最好的，但综合条件确是合理的。地质上的责任就在于全面查明线路的工程地质条件，评述其优缺点，使线路的选定建立在充分了解地质情况的基础上。例如，某新干线老岭沟至权河口段，在初测阶段选线时，曾在某河左、右两岸拟有左Ⅰ、左Ⅱ、左Ⅲ与右Ⅰ、右Ⅱ、右Ⅲ等六个方案。通过比选，诸方案在地质方面无显著优劣，但左Ⅰ