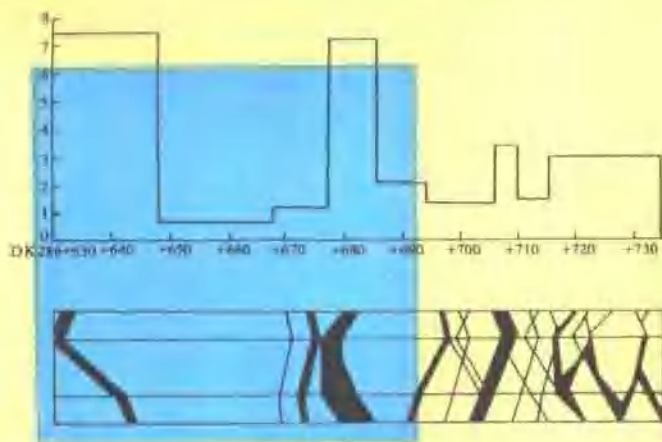


中国科学院地质研究所
工程地质力学开放研究实验室

工程地质与地质工程

孙广忠 著



地质出版社

工程地质与地质工程

孙广忠 著

地震出版社

1993

(京)新登字095号

内 容 提 要

以地质体为建筑材料,以地质体为工程结构,以地质体为建筑环境的特殊工程,称之为“地质工程”(Geoengineering),如地基工程、边坡工程、隧道工程等。本书就是作者对这种“地质工程”的工程地质问题进行多年研究的经验和理论总结。全书共八章,从地质工程的基本概念、土体力学、岩体结构力学、地应力、隧道工程、边坡工程、地质工程设计和地质体改造等方面进行了理论与实际应用的系统论述。全书观念新颖,论述精辟,在学术上有重要开拓,非常利于实际应用,对工程地质、工程建筑、设计、施工、环境保护、综合减灾等工作人员,有关方面的科研人员以及大专院校师生都有理论指导和实际应用的参考价值。

工程地质与地质工程

孙广忠 著

责任编辑:商宏宽

地震出版社出版

北京民族学院南路9号

北京朝阳晨阳印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

850×1168 1/32 7印张 188千字

1993年6月第一版 1993年6月第一次印刷

印数 0001—2500

ISBN 7-5028-0802-7/P·514

(1195) 定价:6.50元

前 言

在土木工程出现的一开始就伴随存在着一种以地质体为建筑材料，以地质体为工程结构，以地质环境为建筑环境的一种特殊工程，如地基工程、边坡工程、隧道工程等，简单地说，它是

以地质体为基础而兴建的一种工程，今天已经明确地称为“地质工程”。过去对这种工程的特殊性认识不够，而仅仅把地质体看作是土木工程建筑的环境，利用土木工程建筑的方法解决这类工程建筑中出现的问题。在工程规模比较小的时候，这种看法和做法问题还不

大，在工程规模十分巨大的今天，这种看法和解决这类工程问题的做法已经不行了，应该把它明确地划分出来，作为一种独特的工程类型来研究。这类工程建筑的基础是地质，这类工程的设计和施工一刻也离不开地质，地质工作是这类工程建筑的基础性工作。可是对这个问题目前认识并不一致，分歧还很大。作者近十多年来从事一些与此有关的工程建筑研究工作，如高坝建筑的坝基地质工程、各种类型边坡地质工程以及隧道地质工程、地下厂房地质工程、矿山地下采掘地质工程等，在这些地质工程工作中作者深深感觉到，对这些工程性质的认识状况，对于地质工程工作影响极大。目前还有不少人不承认地质工程这个事实，而简单地把它看作和土木工程一样，甚至排斥地质工作者参加地质工程设计和施工工作。这种看法和做法是片面的，也可以说是错误的。另一方面，目前的工程地质工作，不论从工作内容和

工作深度来说也满足不了当今的“地质工程”设计和施工的需要，工程地质工作也急需向前发展，这个发展的最突出特点，是要求工程地质工作更密切地与地质工程设计和施工相结合，研究地质工程问题，并直接参加地质工程设计和施工工作。可是也有

不少人对这个问题认识不清。作者认为，“地质工程”是当前工程地质和工程建筑相结合发展的必然趋势，它正在形成或者说已经形成一个新的行业，它推动着地质工程建筑更加科学，向高质量方向发展。为了正确地认识这个问题，使工作结果比较符合实际，使地质工程设计和施工质量进一步提高，为我国各项地质工程建筑带来更大效益，作者最近在国内以《工程地质与地质工程》为题做了一系列讲学，探讨了有关的理论，介绍了一些个人工作经验，本稿就是作者多年来从事工程地质和地质工程工作的经验总结，和在一系列讲学的讲稿基础上整理成的。由于整理本文稿过程中作者处于患病之中，故在本文稿的成稿、修改、清稿等工作中刘淑琴同志付出了巨大劳动，在此致以衷心感谢。本书中可能有不当之处，敬请读者指正。作者通讯处是：北京634信箱。

孙广忠

1991年7月 于北京

目 录

第一章 工程地质与地质工程	(1)
一、概说.....	(1)
二、工程地质的发展.....	(8)
三、地质工程问题解决的途径.....	(13)
四、构造地质与岩体结构.....	(14)
五、工程地质条件定量化的途径.....	(18)
第二章 土体力学原理	(24)
一、土体的概念.....	(25)
二、土体成分——土、水和空气.....	(27)
三、土体结构.....	(28)
四、土体赋存环境.....	(35)
五、土体变形规律.....	(39)
六、土体破坏判据.....	(42)
七、土体地基工程变形分析方法.....	(45)
八、土体边坡工程稳定性分析方法.....	(46)
九、土体中洞室稳定性分析方法.....	(50)
第三章 岩体结构力学原理	(55)
一、概说.....	(55)
二、岩体变形规律的理论.....	(61)
三、岩体破坏判据理论.....	(76)
四、岩体力学分析原理.....	(81)
五、岩体力学性质理论.....	(84)
第四章 地应力与地质工程	(96)
一、概说.....	(96)

二、地应力分布规律	(97)
三、高地应力地区与低地应力地区的地质标志	(110)
四、地应力测量问题	(114)
五、地应力资料在地质工程中的应用	(121)
第五章 隧道施工地质超前预报	(129)
一、概说	(129)
二、资料收集方法	(137)
三、岩体水力学规律及突水预报理论	(142)
四、成灾预报方法	(144)
五、超前防护措施	(152)
第六章 边坡地质工程	(155)
一、基本概念	(155)
二、边坡地质工程设计内容	(158)
三、稳定边坡的概念	(164)
四、边坡破坏类型	(166)
五、岩质边坡地质模型及分类	(168)
六、一些典型滑坡	(173)
七、边坡加固	(176)
八、边坡稳定性分析	(178)
第七章 地质工程设计	(183)
一、概说	(183)
二、地质工程的特点	(186)
三、地质工程建筑中的控制因素	(191)
四、地质工程设计程序	(193)
第八章 地质体改造	(196)
一、概说	(196)
二、地质体改造原理	(200)
三、岩体改造方法和技术	(203)

第一章 工程地质与地质工程

一、概 说

当前国际国内都存在这样一个问题：重大工程建设中出现的灾害性事故，与地质有关的比例越来越大。出现这一情况的原因有两个：一个方面是与工程地质勘察工作深度不够和质量不高有关，另一个方面是与设计、施工对工程地质勘察资料认识不足，设计方案、施工措施与地质条件针对性不强有关。这个问题不是今天、也不是一两个人认识到的，已经在很长时期内有很多人都认识到了。这个问题是怎么造成的呢？我们认为是地质勘察与设计、施工相互脱节造成的。我们说的是相互脱节，不是单方面造成。一方面是地质勘察工作不够深入，对一些不良的地质条件没有查清，或由于对所从事的工作性质认识不深，对所需要的地质资料的要求深度认识不够，以至地质勘察取得的有用资料不够完全，而使设计上不好用造成的。另一方面在设计上对所从事的工程性质认识不清和对所从事的这类工程对地质条件的依赖性不认识，而对地质的重要性认识不足或对地质勘察资料消化不够造成的。这个问题怎么解决呢？我们认为应该从两个方面来解决。一方面，地质上应该尽量提高对地质工程认识水平，提高地质勘察水平，使所取得的地质勘察资料不仅有用，而且让设计、施工单位好用，以便设计和施工单位能充分地运用地质勘察工作取得的结果；另一方面，设计和施工要提高建筑对地质的依赖性的认识，应认识地质体是工程结构的一部分或全部，地质材料就是工程建筑材料，地质环境就是地质工程的建筑环境，尽量防止设计、施工与地质脱节。这一观点我们相信大家都会同意的。为了

解决好这个问题，最好提出一个命题，一个目标，大家共同朝这个目标作工作，认识逐渐就统一起来了。因此我们提出“地质工程”(Geoengineering)这样一个命题。地质工程是指以地质体为工程结构，以地质体为工程的建筑材料，以地质环境为工程的建筑环境修建的一种工程。具体地说，如开挖的边坡、矿坑、地下洞室、地基等，实际上，就是以地质体为工程结构，地质材料为建筑材料，以地质环境为建筑环境的一类工程，它们都是工程，是地质工程。不应该只把上层建筑看作是工程，而把地而以下的地质体开挖，钻进形成的钻孔看作不是工程。这种观点今天看来是不恰当的。例如开挖的地下厂房是不是工程呢？我们认为工程；露天开挖的矿坑是不是工程呢？我们认为工程；更广泛地说，坝基、油井、地下采矿的井巷、采场都是工程，所有这些都是工程。是一种特殊的工程，即地质工程。由这一观点出发，从设计上讲，在作地质工程设计、施工时要充分考虑并利用地质体作建筑结构、建筑材料，地质环境是建筑环境等实际情况，在地质体自稳能力不足时，要想办法对地质体加固或对其赋存环境进行改造，使之满足地质工程的需要。这样就提出另一个重要课题，即地质体改造问题。据此，我们认为设计和施工需要转变一下观念，即从土木工程观念转到地质工程上来。另一方面，地质工作者也要认识到地质勘察和地质试验都是为地质工程服务的，要积极参与地质工程设计和施工工作，运用自己取得的地质勘察、试验结果进行地质工程设计和施工。需要说明一点，地质工作者参加地质工程设计和施工工作只能是方案论证或咨询性的。从这一点出发，地质工作者作的地质勘察、试验结果、就会好用。这样，地质、设计、施工就逐渐地走到一起来了。

为了解决地质与设计 and 施工相互脱节的问题，我们提出“地质工程”这个命题，大家为了一个共同目标来做工作，这个脱节问题就可以逐渐得到解决。这是历史的必然，是工程地质与土木工程发展的必然趋势。下面从工程地质发展分析入手，结合土木工程

程的发展来讨论一下这个问题。

过去，工程地质的内容是什么呢？从定义来说，工程地质学是研究工程建筑的工程地质条件及工程地质预报原理及方法的应用性学科。工程地质条件包括：

- (1) 承载建筑物的地质体质量；
- (2) 工程建设地区地质环境质量。

工程地质预报包括：

- (1) 工程地质条件预报；
- (2) 工程地质灾害预报；
- (3) 超前防治措施预报。

过去，工程地质工作主要是研究工程地质条件的质量评价，也就是说评价建筑地区地质条件好坏。以工程地质报告为例，每份报告都在介绍工程地质条件后，对工程地质条件好坏作个评述，有的对工程地质环境好坏也要作个评价。但是过去作的地质环境评价范围很窄，只作建设前的气象、水文、地震等环境介绍，对建筑后的环境不作任何预测性评论。今天涉及的问题越来越多，大家认识上也有所提高，已经认识到工程地质环境评价不仅要求对建筑物修建前的环境进行评价，而且，要求对工程建设后对环境破坏、恶化的可能状况做出预测和评价。而当前对这两个评价工作做的怎样？看来不太够用。在工程建设早期的时候，工程建设规模比较小，对工程地质条件要求也不高，作一般评价也就够了，许多情况下根本也不做地质工作，工程地质科学可有可无。不仅中国，全世界大体都是这样，这是第二次世界大战以前的情况。工程建设规模很小，40—50m高的坝就是了不起的大坝了。现在情况不同了，现在的工程建设规模比以前大得多了。下面来展示一下当前常见的地质工程规模，可供大家了解一些情况。比如说边坡工程，目前建成的矿山边坡已经高达300—500m，而正在酝酿开挖600m的高边坡，它相当于200层楼高；目前在工程建设中遇到的自然边坡已达千米以上。铁路边坡也有很高的，有

名的铁西滑坡的边坡高度就近千米。现在我们在研究长江三峡工程，其库区边坡高有的也上千米。

表1.1 目前各类岩体工程规模

工程分类	亚类	规模
1. 边坡	矿山边坡	300—600m, 最高1000m,
	自然边坡	500—1000m.
2. 地基	坝高	250—300m,
	工业和民用建筑	200—300m.
3. 地下工程	隧道	跨度 8—11m, 长度 14km, 埋深几百至几千米.
	地下厂房	跨度 30—50m, 墙边高 60—70m, 地下洞室群.
	地下采场	跨度 120—140m.
4. 竖井及采掘工程	竖井	直径5—8m, 最大25m, 深1250m.
	深钻	6000—7000m.
	采油井深	3000—4000m.

工作条件: 地应力 30—50MPa; 地下水流量大, 水头高; 地温、瓦斯突出。

工程建筑地基要求与建筑物高度有关，坝基承受力的大小与坝高有关。目前修建的大坝高度已经高达 250m，正在筹建的龙滩大坝坝高是 280m，这么高的大坝坐落在地质体上，对坝基要求就不一般了。可能有的人想，不管地质体好坏，是压不坏的。实际并不是这样，是压得坏的。二滩坝基就存在这样一个问题。坝基岩石抗压强度中有的仅几十 MPa，折扣以后也不过几个 MPa，而坝基承载的大坝高达 250m，是一座拱坝，坝基窄一点儿，承载力要求很高，高达十个 MPa 以上；坝体宽一点儿承载力可以低一些，但造价就上去了，因此就存在一个问题，坝基宽度怎么定？有的国外专家建议坝基承载力用到 12MPa。我们在二滩做了大量的岩体力学试验，我们了解那里的情况，我们不敢用。因为，第

一，当应力高达12MPa时碎裂的玄武岩就要产生流变了；第二，国外目前也没有用到那么高，实际最高也不过用到8MPa。有时表面看地质体很好，可是里面就不一定了。地下埋的部分好坏都有，不一定和想象的都一样，这要非常慎重。工业与民用建筑物的规模也在发展，对地基承载力要求也在不断提高。如我们国内已有67层高层建筑物，国际上已有120层高层建筑物，也就是说其高度达300多米。这样高的高层建筑物地基如果是土基问题就更严重了，北京的67层大厦地基是土基，美国的120层高楼是花岗岩地基。这两个的难度是不能比的。要讲难度，北京的67层比美国的120层高楼的难度大。解决这类地质工程问题必须有坚实的理论基础和丰富经验。

在地下工程方面，目前地下工程中双轨隧道的跨度是11m，洞高约10m，埋深是500—600m，现在计划建筑的秦岭隧道最大埋深是1500m，计划拟建的锦坪电站引水隧洞最大埋深是1500—2500m。在这样大的深度处，地应力很高，地温也很高，问题比较复杂，隧洞建筑的难度是很大的。一般来说长度不是主要问题，但是隧道长了通风也是一个大问题。还有地下厂房、地下仓库的规模就更大了。我们国内已经建成的电站地下厂房的跨度达到30m，边墙高度达到50—60m。正在计划建筑的地下工程的边墙高度达到70m，二滩电站就是这样。在这样一些大型的工程中，过去的工程地质工作是不够的，不足以解决这些问题。

在矿山的矿井设计方面，这里问题就更严重，矿山的一些地下采场跨度常达80—140m，一个使用综合采煤机的采场跨度是120—160m，要注意这些都是临时性建筑物，采过了以后是要崩塌下来的。综采机应怎样设计，地压怎么考虑，这些都是大问题，难度也相当大。大同矿务局曾发生综采机在井下压坏的事。问题出在哪里？大同矿务局使用综采机的那个深度的采场地应力比较高，而且冲击地压大。设备怎样使用需作分析，盲目的将一套设备到处使用是不行的，因为它是受地质条件控制着的。

上述这些工程实例说明了什么问题？当前在工程建设中有一类工程是在地下的，也有一类工程是在地面上的。如开挖的边坡，筑坝的坝基，属于地面地质工程。隧道和矿山井下开采属于地下地质工程。它们的工作条件是比较复杂的。以地下地质工程为例，地应力可高达30—40MPa，二滩地下厂房地带地应力就高达25—30MPa，埋深仅450m，不算深。唐山赵各庄矿井深120m处巷道已经被压坏，钢轨都被拧成了麻花。原因在哪里？到底能否稳定？原因在于地应力高。如果处理得当，完全可以稳定。关键在于要掌握这里的地质条件，适应这种地质条件，科学地作出设计，问题是完全可以解决的。就赵各庄的情况来说，首先要查清地应力及岩体力学性质，然后采取科学的岩体改造措施就完全可以解决了。关键在于要掌握住工程地质及岩体力学条件。如果掌握住工作地区的工程地质条件及岩体力学性质，就自由了，否则就要被动。地下水 and 地温也是一样，不搞清楚，就要被动。今天摆在我们面前的地质工程的规模是十分巨大的，它的条件也是复杂的。这一类工程问题也不是一般方法所能解决的。那么这个问题需要依靠什么来解决？主要依靠本文下面提出的地质工程的三大支柱来解决，这三大支柱的关键问题是搞好地质研究。地质工程中出现的问题80—90%是设计与地质脱节和地质工作没做好造成的。地质工作很难做好，如果说全都搞清楚了，那是说大话，这不是一件容易的事，地质条件和岩体力学性质不可能彻底搞清楚，主要问题搞清楚就不错了，这样我们就可以做到心中有数。再加上设计与地质紧密地相结合，按地质工程要求办事，工作中把握就大一些。这样我们必须把地质工程提出来，这是一类特殊的工程。不仅我们把它叫做地质工程，国际上愈来愈多的人也认识到这个问题。而且，目前出现地质工程类型是相当多的。如表1.2所示，几乎所有的建筑工程中都存在。

例如，水利水电工程建设中边坡、坝基、地下厂房；铁路建设中的边坡、桥基、隧道工程；煤炭、冶金工业中的露天边坡、

表1.2

工程实践中的地质工程

工 程 分 类	地 质 工 程 类 型
1. 水利、水电工程	①高坝坝基, ②各类人工及自然边坡, ③隧道工程, ④地下厂房, ⑤防渗工程, ⑥坝下游冲刷坑, 等
2. 铁路、交通及航运工程	①自然及人工边坡, ②桥基, ③隧道工程, ④码头及船闸, ⑤瓦斯和水突出防治, ⑥地面塌陷防治, 等
3. 煤炭工业	①露天矿边坡, ②通风及提升竖井, ③地下采场及巷道, ④采空区塌陷防治, ⑤采掘过程中煤、瓦斯、水的突出防治等
4. 冶金工业	①露天矿边坡, ②竖井, ③地下采场及巷道岩体工程, ④采空区塌陷防治, ⑤地下水疏干, ⑥水下开采, 等
5. 工业与民用建筑	①高层建筑地基, ②山城边坡, ③地下空间开发, 等
6. 石油工业	①深钻, ②采油过程中井损防治, ③采区地面塌陷防治, 等
7. 核电工业	①电厂地基, ②引水及排水隧道, ③核废料处理, 等
8. 国防工程	各种掩体工程
9. 地质灾害防治	山崩、滑坡、泥石流防治工程, 等

井巷及采场等。今天的石油工业中也有地质工程问题, 如深井钻进、采油井井损及采空区塌陷防治等。大庆油田前几年每年井损就达40%, 为什么产生井损? 原因是地应力高, 再加上采油破坏了原始地应力场, 在不平衡的地应力作用下采油管被挤扁了、弯曲了、剪断了, 采油井就这样被破坏了。核电站建设中这类问题也很多, 如建设区的区域稳定性、反应堆地基稳定性等。今天人们一听到核电站就害怕, 这是没有必要的。目前来说, 对人类造成威

胁最大的灾害是煤炭燃烧，当然，核电站的安全问题也很大，它的影响不仅是今天，而是关系到我们子孙后代的大问题，一旦出现放射性泄漏，环境被污染，甚至核扩散，问题就更大了。这些问题的出现，都与对地质条件的认识有关，这些都是地质工程问题。可见今天的工程建设中地质工程问题越来越多。

还有，地质灾害防治问题也提出来了。大家都知道，长江上有两个点正在做，这就是链子崖危岩体和黄腊石滑坡体地质灾害防治。这些地质灾害防治不是仅靠土木工程就行了，这些地质灾害防治很大程度决定于对地质条件认识的深度。不仅是决定于地质工作做得好坏，而设计工程师对地质资料消化程度和所采取的措施的针对性是否合适也很重要。链子崖防治方案比选工作结果给了我们很重要的启示，口头上说重视地质是容易的，而做的时候就难了。地质资料摆在那儿，设计中就是用不上，或想不到去用它。以链子崖防治方案比选为例，共作了三个方案，地质勘探报告明确地指出了链子崖破坏方式是以崩塌为主，在极端条件下不能排除整体滑动的可能性。显然链子崖防治的关键在于防崩塌。链子崖崩塌是受什么控制的？地质报告明确地提出过是受采煤造成的采空区及崖脚下存在的一层瘤状灰岩控制的，而且瘤状灰岩正在被压碎，它控制着正在发展的岩壁崩塌。防崩塌设计不仅要填洞、防滑，而且还必须对坡脚瘤状灰岩进行加固，不对它进行处理，仅回填煤洞还是解决不了问题。在三个比选方案中，对这一点都没有注意，也可以说，答非所问。显然这是不行的。

二、工程地质的发展

对地质工程来说，地质是最最重要的一个方面。那么我们地质工作现状是什么？从第二次世界大战以后到目前为止，工程地质研究已经经历了三个阶段：

第一阶段 第二次世界大战后至60年代，以工程地质条件研究和质量评价为主要工作。一方面作为工程建筑载体、工程建筑材料、工程建筑结构的地质体质量评价，另一个方面是作为工程建筑环境的质量评价。仅作建筑物地基、边坡、地下洞室的地质体质量评价是不够的，我们的建筑是造福于人民的，为了保证工程建筑持久稳定和防止工程建筑引起环境变异、环境恶化，危害人民生活 and 生存，还必须进行建筑区域环境评价。工程建筑后引起环境恶化，危害人民生存和生活的例子有没有？有的，而且还不少。我们在铁路建设中，铁路建成了，附近居民点的水源断了，这是完全不允许的。煤炭采掘以后引起地而塌陷，使农田和居民点遭到破坏了，这种事例在我们国内越来越多。这些问题应该及早引起重视加以防治。还有，工程建设的大环境，如建筑区内有没有活动断层，地壳变形趋势如何等也应该予以考虑。如长江、黄河年年防洪，年年加高大堤，大堤已经加高到多高了？沙市大堤已经高出地面13m。还在继续加高。作者在1981年到沙市去看过，该处由于堤顶太窄无法加高土堤，而在堤上砌了一道砖墙，大堤再加高那该怎么办？不能再加高了。洪水一旦漫顶，大堤决口，沙市就毁了。有没有洪水是大气决定的，在哪里泛滥是受地壳活动控制的，现代的洪泛区都是近代地壳沉降带。地壳沉降趋势人类是改变不了的，大堤加得越高，决口的危险性越大，长江、黄河大堤决口的危险性愈来愈大，而且也可以说决口是不可避免的。对沙市来说，如其将来被毁，不如现在有计划地搬迁。原因在哪里？原因在于在这样的地质环境里以加高大堤的方案进行防洪是不合适的。我们总结了我国大江大河的洪泛区的地质背景后得到了一个结论，即凡是现代的洪泛区都是近代的地壳沉降带。地壳沉降可不是一天两天就结束的，何时回升很难预测。因此，我们国内有一些大堤周期性决口。解放以来，我国政府对防止黄河大堤决口是下了大工夫，确实是造福于人民。40年来没有发生一个决口事故。以黄河为例，如果按历史上发生的频

率来计算，解放后至今至少要发生决口二十余次，可是实际上一次也没有发生。这个没有发生决口酝酿着更大的危险，对这样的建筑环境不考虑，显然是不行的。因此，我们认为过去的工程地质工作侧重于搞地质体的质量评价，今天看来是不够的，建筑区域地质环境质量评价更为重要。地质环境不适宜建筑某种工程，硬要建，那就要付出昂贵的代价。例如修建一条隧道，中间有一条活断层怎么办？你建好了，将来断层活动错断了怎么办？一次两次可以维修，长期活动怎么办？所以说建筑区域地质环境质量非常重要。在工程地质工作的第一阶段，工程地质工作的主要内容是以这两个内容为主的工程地质条件评价。工程地质条件质量评价一般是定性的，用打分的办法评价好坏，没有绝对标准。工程建筑后能否出事没有绝对把握。在60年代末、80年代初，世界各国大体同时都开始了工程建筑中能否出现地质灾害，或者说能否出现工程地质灾害的成灾条件研究，开始了成灾预报研究工作。随此，工程地质工作进入了第二阶段。

第二阶段 大体上开始于60年代末至80年代初，以开展地质体稳定性分析为特征的工程地质灾害预测研究阶段。如60年代末开始提出地基稳定性、边坡稳定性、地下洞室稳定性评价研究课题；70年代进一步提出地基稳定性、边坡稳定性、地下洞室稳定性、山体稳定性、地壳稳定性评价研究五大课题，开始了工程地质研究的第二阶段。当时研究内容主要是稳定性评价。评价的内容是什么？就是分析预测工程建筑后能否出问题，也就是工程地质预测。不过当时不敢叫工程地质预测，因为怕预测不准招来非难，叫稳定性评价缓和一些，实际上开始了工程地质预测研究工作。经过稳定性评价或工程地质预测，工程建筑中会少出问题，可以放心大胆地建筑；如果发现有问题，当时解决问题的办法是以躲为主，另选地址。偏偏有些工程所处的地方躲不了，那就没有办法了，只好停下来了。这在我们国家也有过，所有条件都好，由于工程地质条件不好，要建的工程不能建，只好停下来。