

工程地质编图指南

地质出版社

62

135-62
14.1
2

工程地质编图指南

任国林 等译
李景阳 等校

地 质 出 版 社

内 容 提 要

本译文集以国际工程地质编图委员会组织编写的《工程地质编图指南》和有关工程地质制图的文献为主,全面地论述了工程地质编图的理论、原则和方法。此外,还收入了其它一些国家有关工程地质编图的文章,介绍了一些国家为不同目的编制的不同类型和不同比例尺的工程地质图的编图方法和实例。本书内容基本反映了近10年来国外工程地质编图理论和方法的发展概况及现状,可供从事工程地质勘察及科研工作的人员以及有关大专院校师生参考。

工程地质编图指南

任国林 等译

李景阳 等校

*

责任编辑:戴鸿麟

地质出版社出版发行

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所经销

*

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 14.875 插页: 2页 字数: 366,000

1989年1月北京第一版·1989年1月北京第一次印刷

印数: 1—2,770册 国内定价: 4.75元

ISBN 7-116-00232-4/P·208

译 者 的 话

工程地质编图是反映工程地质条件的主要手段之一。因此，它历来被国、内外工程地质学界所重视。1970年，国际工程地质协会成立了国际工程地质编图委员会。在这个委员会的组织下，先后出版了一系列有关工程地质编图的重要文献。这些文献构成了本译文集的主要内容。其中，由联合国教科文组织于1976年出版的由国际工程地质编图委员会编写的《工程地质编图指南》一书，系统地论述了工程地质编图的理论和方法。书中除论述了工程地质图的定义和分类，工程地质图的岩土分类，水文地质条件、地貌条件及地球动力地质现象的评价以及工程地质分区原则外，还介绍了搜集和解释资料的方法。除常规方法外，对航空摄影、地球物理、钻探和取样、室内和现场试验等专门技术方法均作了介绍。如何将所取得的资料合理地表示在图上，这是编图工作能否达到预期目的的关键。因此，本书以专门章节分别就通用图、专用图、立体图、剖面图等作了详细的论述。此外，书中还专门列举了各类工程地质图的编图实例（由于彩图的成本较高，中译本已删去，只保留图例），并对图件说明书的编排和内容作了介绍。总之，这是一本对工程地质编图工作具有指导意义的专著。本译文集还收入了一些国家编制不同类型、不同比例尺工程地质图编制方法和实例的文章，以力求反映目前国外工程地质编图工作的进展情况和现状。我们希望本译文集能对我国的工程地质编图工作有所裨益。

本译文集主要由地质矿产部水文地质工程地质研究所环境工程地质研究室的同志们选编并翻译，李景阳（贵州工学院）等同志负责校对。任国林同志对全书作了统一的技术性校核。全书图件的植、贴字工作由阎运来和连雅静同志完成。

目 录

译者的话

工程地质编图指南	1
岩土工程地质制图分类	66
工程地质编图的岩土描述与分类	82
推荐工程地质图例	137
工程地质编图的环境问题	145
为工程目的的英国冰川地貌图	154
为规划目的的区域工程地质制图	168
地质环境保护及工程地质制图	180
用计算机技术编制的美国本土实验性工程地质图	184
热带风化地带的工程地质编图——以尼日利亚首都阿布贾为例	192
美国各地震活动区工程地质制图实例	205
南斯拉夫地震区的工程地质图	218
意大利部分山区详细工程地质制图（方法和实例）	227

工程地质编图指南

国际工程地质协会工程地质编图委员会

前言

为了促进全球和地区性地质科学知识的综合和全面发展,为更确切地了解全世界的矿产和土地资源提供科学依据,多年来,联合国教科文组织,曾参与编制和出版了各种类型的小比例尺地质图。这本小册子就是专门介绍工程地质编图的。

工程地质图的作用是反映专门地质现象的分布和影响不同地区工程效用的岩石和土的特性。对这些图件需求的不断增长,显示出了统一编图原则、编图体系和编图方法的必要性。这是个迫切问题,但同时也是一个只能通过国际协作才能完善解决的难题。

这本指南,是由国际工程地质协会工程地质编图委员会为联合国教科文组织编写的。指南概括了该委员会专家们的观点,并综合了已经编制出高水平工程地质图的不同国家的经验。这本书虽不能说给出了详细的编图程序,但却综合了这个领域内的现代经验。文中表达的观点是作者们的观点,未必是联合国教科文组织的观点。

联合国教科文组织向在本书编制中所有的合作者表示感谢,特别是向国际工程地质协会主席 M. Arnould 教授,国际工程地质协会工程地质编图委员会主席、Bratislava 市 Comenius 大学 M. Matula 教授和热心编辑本书的泰恩河畔 Newcastle 大学 W. R. Dearman 教授表示感谢。

1. 序

工程地质编图工作是随大型工程,如隧道、水坝和铁路的建设,由地质工作者与工程人员的初期合作开始发展的。早期的图件与一般的地层岩性图和地质构造图几乎无区别。由于工程人员对愈来愈多的定量地质资料要求的增加,逐渐导致早期说明书的出现,同时增加了图例,最后在地质图上出现了有关地质现象及其工程解释等技术方面的更专门的资料。直到目前为止,这些解释性图件,就是通用的被称为工程地质图的那些图件。

然而,工程地质编图的理论和实践的发展表明,那些技术性或解释性或派生的图件都不应该算是真正的工程地质图。

工程地质学的任务是为工程师、规划师和设计师提供那些帮助他们进行工程结构物设计,并且尽可能与地质环境相协调地开发国土的资料。如果不协调,每一个土木工程,主要是水坝、隧道、公路、城市、工业基地和大型露天矿山等,经常在相当大的范围内干扰地质环境的动态平衡。其不利后果不仅可能影响工程投资和寿命,而且也影响这些工程的安全。

地质环境是非常复杂的多元动态体系，只从施工和其它工程活动方面是不能全面研究它的。当使用模型分析法时，必须建立只包括该体系地质环境要素的简化图形；从工程地质观点来看，有决定意义的地质环境要素包括：岩石和土的分布及其性质、地下水、地形特征和现代地球动力地质作用。一张工程地质图（表示这些基本要素的分布和空间关系）能反映历史情况和工程地质条件的动态特征。它能预测环境对工程建设的影响，同样要预测工程建设对环境的干扰方式。在工程地质资料体系中，工程地质图占有关键的位置，是极为重要的。自然，这样的图不能取代工程建筑物场地的详细勘察工作；但是，会有助于场地勘察的合理设计和对结果的解释。

工程地质图可以为最广泛的目的服务，例如为综合利用的土地规划，为不同特征地区（包括永久冻土区、半干旱气候区、地震灾害区）的开发，为大到整个国家领土小到一个城市进行区划。它可以只为某一专门目的服务，也可为更广泛的多种目的（必须解决更多的一般问题）服务；既可用于规划的初期阶段，同样可用于都市、工业、交通、水利工程或其它建筑设计的最初阶段。图的范围、比例尺和详细程度取决于目的。它们可以有不同的内容，而且编图性质可以有多种选择，评价的方面也不同。

在所有这类多种和单一内容的图件中，工程地质图和地层岩性图、构造图一样，必须体现出某些常规、通用的分类和一般的原则，而且在一定程度上要标准化。在工程地质工作者之间的国际协作下，完成这一任务是很重要的，但却是项很困难的工作。

在最近的一些国际大会和座谈会上，以及在专业文献中，对工程地质编图原则问题进行了广泛的讨论。这些讨论包括如下的议题：什么是工程地质图？它的基本概念和编图方法的基础是什么？根据它的目的、比例尺和内容，如何对各种类型的图件进行分类？在工程地质图上对岩石（以及其它现象）分类和划分区域单元，应该采用什么样的基本原则？工程地质资料的搜集、解释和表示方法存在那些问题？怎样用计算机编图以及工程地质编图的前景怎样？在统一标准、术语和经验交流方面，国际合作的可能性如何？

在1968年国际工程地质协会全体会议上，肯定了编图的重要性和必须进行国际协作的发展方向。这就是工程地质编图工作小组的第一次委员会议。确定这个委员会的任务是：

(a) 弄清工程地质编图的目前状况；(b) 分析被称之为工程地质图 的各类图件或者是为建筑、施工和土地规划服务的各种类型的图件；(c) 概括地指出工程地质制图学今后的发展趋势和综合工程地质图上一般应提供的资料；(d) 为上述课题 的国际资料交换做出贡献。

在世界各地现阶段工程地质编图的报告（国际工程地质协会通报，No. 3, 4）出版之后，提出这本简短的编图指南是该委员会体现其宗旨的第一个成就。

这本书有4个主要章节。工程地质编图原则的讨论，涉及到工程地质图的定义和分类，岩石和土的分类，水文地质条件及地貌条件的研究及动力地质现象的评价。为了获得和解释资料，随后介绍了可以采纳的技术方法。在简短地提及常用的地质编图方法之后，介绍了工程地质编图的专门要求和技术方法。最后，对工程地质图上的资料表示和说明书的编排作了详细考虑。

这本指南回答了这样一些问题：什么是工程地质图，怎样编制工程地质图，在这类图上怎样表示工程地质资料。国际工程地质协会工程地质编图委员会将进一步作如下方面的努力，诸如工程地质编图方法以及进一步充实本指南中所提出的一些观点。未来工作的很

重要部分是试图通过国际合作选择和采用统一的标准符号，用于工程地质编图。

委员会的成员们认为，这本指南不是问题的彻底解决，并且期待今后能制定出更完整的方案。任何有助于制定未来工程地质编图指南的意见和建议都要给予极大的重视。

曾参加本指南编制工作的国际工程地质协会的成员有：

M. Matula教授（主席），Gottwaldov nam. 2 Bratislava（捷克斯洛伐克）的Come-nius大学水文地质及工程地质系。

W. R. Dearman教授（编辑），泰因河畔 Newcastle 大学（英国）地质系工程地质专业。

G. A. Golodkovskaja教授，莫斯科117234（苏联），莫斯科大学地质系。

M. Janjic教授，贝尔格莱德1100，Tolstojeva 5（南斯拉夫）。

A. Pahl博士，联邦德国地学原料研究院.3 Hannover, Postfach 230153（联邦德国）。

A. Peter，法国中央高原地质局.22 Avenuc de lempdes, 63800 courror d'Auver-gne（法国）。

H. Dorothy夫人（秘书），美国地质调查所Radbruch-Hall.345 Middlefield Road, Menlo park CA94025（美国）。

2. 原 则

2.1 引 言

工程地质学的研究目的，是为土地利用规划和土木建筑工程的规划、设计、施工和维护提供基础资料。这些资料，对评价所推荐的土地利用或工程项目的可行性及用来选择土木工程最适宜的类型和施工方法，确保天然地基沉降时结构物的稳定性及用来维护工程的正常运营都是必须的。因此，工程地质研究和编图的主要目的是了解地质环境和工程环境的关系，一些单一地质要素的性质及其相互关系，活动的地球动力地质作用和预测由目前正在发生的变化可能引起的作用。

每一个工程环境都意味着一个独特的互相关联和相互依赖的尚未完全了解和描述的地质作用和现象的地球动力地质体系。构成单个建筑场地和地区工程地质条件的一些基本要素是岩石、土、水、地貌条件和地球动力地质作用。

工程地质图很好地反映了地质环境，其中包括工程地质条件的种类和特征、各种条件的单一要素以及它们的相互关系。但是，工程地质图只是一些真实情况的简化模型，决不可能全面反映错综复杂的动力地质要素。其简化程度主要取决于工程目的和图件的比例尺、特殊工程地质因素及其相互关系的重要程度、资料的精度及所采用的表示方法等。

工程地质图应满足如下要求：

（1）应该描绘和评价与区域规划、选择场地和选择最适宜的施工方法以及采矿有关的工程地质特征所必须的客观资料。

（2）应使图件尽可能地预测所推荐的计划可能引起的地质环境的变化，并提出必要的防护措施。

(3) 图上反映资料所用的方法, 应易于被非地质的专业使用者所理解。

工程地质图必须以地质图、水文地质图和地貌图为基础; 但是, 对这些图上所提供的
基本要素必须用工程地质术语进行说明和评价。

2.2 工程地质图的定义

工程地质图是地质图的一种类型。它综合表示了对土地利用、土木工程和采矿工程的
规划、设计、施工和维护有意义的所有地质环境要素。

工程地质图上表示的地质内容有:

(1) 岩石和土的特征: 包括它们的分布、地层和构造展布、时代、成因、岩性、物
理状态, 以及它们的物理力学性质。

(2) 水文地质条件, 包括含水的岩石和土的分布, 开放的不连续的饱水带, 地下水
位埋深及其变化幅度, 承压水和侧压水位, 储水系数, 地下水流向; 泉, 河流, 湖泊以及
洪水的周期和范围; pH值、矿化度及侵蚀性。

(3) 地貌条件: 包括地势和地貌景观的主要单元。

(4) 动力地质现象: 包括侵蚀作用和沉积作用, 风成现象, 永久冻土, 斜坡运动,
岩溶的形态组合, 侵蚀, 塌陷, 土体积的变化, 地震现象资料 (包括活断层, 现代的区域
构造运动和火山活动)。

工程地质图应包括有关的横剖面、说明书和图例, 也应包括为编图所收集到的文献资
料。为表达所有这些资料可能需要编制几幅图。

2.3 工程地质图的分类

工程地质图可以根据编图的目的、内容和比例尺进行分类。

2.3.1 根据目的划分

2.3.1.1 专门工程地质图: 该图提供的资料不是反映工程地质的一个专门方面, 就是
为一个专门目的服务。

2.3.1.2 综合工程地质图: 该图提供的资料, 涉及到与各种规划和工程目的有关的工
程地质的多方面内容。

2.3.2 根据内容划分

2.3.2.1 分析图: 提供地质环境的详细情况或对地质环境的某一方面做出评价。它的
内容, 通常由图名反映出来, 例如: 风化工程图、节理图、地震灾害图等。

2.3.2.2 综合图: 有两种类型。它们可以是描述工程地质环境所有主要要素的工程地
质条件图; 也可以是工程地质分区图, 根据工程地质条件的均一程度评价和划分单个的地
区单元。在小比例尺的图上, 这两种类型可能合并在一起。

2.3.2.3 辅助图: 这类图表示实际材料, 如实际资料图、构造等值线图及等厚图等。

2.3.2.4 附加图: 这类图包括地质图、构造图、地貌图、土壤图、地球物理图和水文
地质图。它们都是基础资料图, 有时它们包括在工程地质图系里。

2.3.3 根据比例尺划分

2.3.3.1 大比例尺图: 比例尺为1:10000或更大。

2.3.3.2 中等比例尺图: 小于1:10000, 大于1:100000。

2.3.3.3 小比例尺图：比例尺为1:100000或更小。

2.4 工程地质编图的岩石和土的分类原则

在不同比例尺的工程地质图上所表示的岩石和土体单元的界线，应圈定主要工程地质性质均匀程度有明显区别的岩石和土的单元。

工程地质编图中的主要问题是选择与岩石和土的物理性质（如强度、变形、耐久性、渗透性等）密切相关的地质特征，这些物理性质在工程地质学中是重要的。之所以这样，是因为目前我们尚缺乏岩石和土的各种工程地质性质变化的区域资料；还没有研究出适宜的方法和探测技术，能在大区域上大量、定量、快速和经济地确定这些物理性质。因此，我们只好利用能很好反映岩石物理和工程地质特性的那些地质特征。它们是：(a) 岩石的矿物成分，它与比重、阿特堡界限和塑性指数等密切相关；(b) 结构和构造特征（如颗粒级配），它与容重和孔隙度有关；(c) 含水量、饱和含水量、稠度、风化程度和蚀变以及节理等。这些均与岩石和土的物理状态有关，并反映了强度性质、变形特征、渗透性和耐久性。

在工程地质图上岩石和土的分类，应该建立在如下的原则上：在现今状态下某一岩石的物理性质或工程地质性质，取决于它的成因模式、后生的成岩改造作用、变质作用和构造历史以及风化作用等综合影响。这一分类原则，不仅决定了岩石和土的岩石学特征和物理特征的成因，而且也决定了它们的空间分布。同其它地质编图一样，这也是工程地质编图的一个基本原则，它不仅适用于单个岩石样品的分类，而且也适用于许多个岩石样品的分类及野外观察和测量，以便勾划出均一而连续的岩石单元。

根据岩性和成因模式，建议作如下的分类^①：(a) 工程地质类型（ET）；(b) 岩石类型（LT）；(c) 岩石综合体（LC）；(d) 岩组（LS）。每个单元的均匀程度将是不同的。

工程地质类型，其物理均匀程度最高。它的岩性特征和物理状态应该是均匀的。这些单元可用按单个样品测得的物理力学性质的统计值来表征。这一单元一般仅用于大比例尺图上。

岩石类型，其组成、结构和构造是均匀的；但是，其物理状态通常是不均匀的。不能给出整个单元平均力学性质的确切值；通常仅能表示工程地质性质的一般概念和指标的变化范围。这种单元用在大比例尺图上，可能的话，也可用在中等比例尺图上。

岩石综合体是由一组发育在特定的古地理和地质构造条件下由成因相关的岩石类型组成的。在岩石综合体内，岩石类型的空间分布是均匀的，而且能与其他综合体相区别。但是，岩石综合体无论在岩性特征上或物理状态上都不一定是均匀的。因此，不可能确定整个岩石综合体的物理力学性质，仅能给出包含在岩石综合体内部的单一岩石类型的数据，

① 工程地质上所采用的岩石和土的单元分类，可以和岩石地层分类所采用的单元术语相对照(Hedberg, 1972)。

岩石地层单元常规等级如下：

层(Bed)：已命名的或尚未命名的能彼此区分的单个岩层；

段(Member)：在地层“组”内已命名或未命名的岩性统一体；

组(Formation)：岩石地层的基本单元；

群(Group)：由两个或更多的“组”构成的单元。用于工程地质的单元术语没有任何地层的涵义，而且实际上也不能那样应用。因此，常规岩石地层术语不能使用，应建立一组新术语专门为工程地质使用。然而，有些术语可以相似和大体相当。例如，工程地质类型相当于层，岩石类型相当于段，岩石综合体相当于组，岩组相当于群。

描述整个岩石综合体的一般属性。岩石综合体用作中比例尺和一些小比例尺的编图单元。

岩组包括很多岩石综合体，它们通常是在相似的古地理和地质构造条件下形成的。它具有一定的共同的岩性特征，使岩组具有一般的均匀性，而能和其它岩组区分。仅能确定出岩组的很一般的工程地质性质。这些单元仅能用于小比例尺图上。

在工程地质图上，要表示编图单元的分布情况及其地层和构造展布以及时代关系。编图单元的工程地质性质应该在图例中说明。这些图的单元可以用在多种和专门目的的综合图或分析图上。

2.5 水文地质条件

水文地质条件影响土地利用、规划、场地选择和投资及结构物的耐久性、甚至安全。地下水和地表水在诸如风化，斜坡滑动，物理和化学潜蚀，岩溶发育条件，由黄土收缩、膨胀、湿陷所引起的体积变化等动力地质作用中起重要作用。由于受地下水的作用，岩石和土的性质是经常变化的。由于地下水流向坑道而产生的渗透压力、扬压力和地下水的侵蚀作用，可能影响坑道掘进和施工方法。水文地质条件也可能影响地下废物的处理。

天然地下水和地表水的动态可能受到水工建筑物和抽取地下水的直接影响，间接地受引起迳流增加的城市发展和森林采伐以及河流输沙量和侵蚀等因素的影响。因此，也影响诸如斜坡滑动和沉积等其它作用。

工程地质学的一个宗旨是，在图上提供的水文地质资料便于预测水文地质动态的不良变化，并提出避免它们发生的方法。因此，在工程地质编图中，下述有关水文地质条件的重要资料应在图上予以评价和表示：地下水和地表水的分布、入渗条件、水量、地下水流速和流向、从单个含水层流出的泉和渗出现象、水位埋深和它的变化幅度、承压水分布范围和侧压水位、水化学性质（如pH值、含盐量、侵蚀性）、水中存在的细菌或其它污染物。

在小比例尺图上，水文地质资料是用符号和数字表示的。在中比例尺图上，地下水位可用等值线表示，用数字表示它的变化幅度。在山区，用等值线表示是不可能的，只能用数字表示地下水位埋深和其他特征。承压水埋深和侧压水位都可用等值线表示。在大比例尺图上、水文地质条件用等值线、等深线、等压线来表示，同时用数字表明已知的变化幅度。

2.6 地貌条件

编制地貌图有助于说明地貌景观发展的近代史，如山谷、阶地、斜坡形态的形成和现代地貌景观的活动作用。编制地貌图是工程地质编图的一个必不可少的部份。它可以使工程地质编图工作迅速和经济地完成，并且在规划和工程地质调查中，经常是决定性的因素。

在工程地质编图中，对地貌条件的评价应该超出对地表地形的简单描述。评价应包括：说明地形条件与地质背景之间的关系；阐明各个地貌单元的成因、发展和时代；也要描述地貌条件对水文和动力地质作用的影响。预测地貌特征的近期发展对工程地质也是很重要的，如河岸的侧向侵蚀、沙丘的移动，岩溶或地下开挖区的塌陷等。

在所有比例尺的工程地质图上，必须用等高线表示地表地貌。在小比例尺图上用点的符号表示个别有意义的地貌单元。在中比例尺和大比例尺图上，应划出地貌形态的实际界线和细节。

2.7 动力地质现象的评价

动力地质现象是指现今地质作用活动造成的那些环境地质形态。但沉积作用和蚀变作用除外，因为在岩石和土的单元中已将它们描述了。地质形态包括由侵蚀和沉积、风积、斜坡滑动、永久冻土、岩溶、潜蚀作用、土的体积变化、地震和火山活动等造成的现象。所有这些形态在工程地质规划和施工中都是很重要的。可将它们表示在专用或通用的工程地质图、分析图和综合图上。表示的详细程度决定于图的比例尺。重要的是，不仅表示形态，而且表示促使它们发育的那些条件，它们的强度和出现的频率。

强烈的侵蚀一般产生在很多陡壁沟谷和山坡上的冲沟中；在极端情况下，可造成崎岖地形。沿河流、水库和天然海岸，侵蚀可搬运物质，并使斜坡变陡。山坡侵蚀，不仅破坏农田，而且引起建筑物的一系列问题。它使地形不规则，增加了河流的输沙量，因而又增加了侵蚀能力；侵蚀排出了斜坡的侧向支撑，从而增加了斜坡滑动的可能性。从斜坡上冲刷下来的沉积物可能堆积在涵洞、砌沟和其它排水设施中，或使水库加快淤积。

发生强烈侵蚀的有利条件是渗透性低的软弱岩石、中等的到陡的斜坡、稀少的植被和在短期内强度高而集中的降雨。促进的因素是过度放牧、过度垦植、森林采伐和城市开发。

在工程地质图上一般表示的侵蚀形态有山坡、沟谷和冲沟，以及正在遭受侵蚀的河岸和海岸线等。

风成作用一般属于破坏性较小的地质作用；但是，在某些地区可能给工程建筑造成麻烦。发育在干旱和半干旱地区和沙漠地区的沙丘，可以阻塞和冲断运输线路，因此需要经常维护。过度地放牧、过度地垦植或过份的采伐森林可以在某些沙漠地区形成沙丘地。反之，沙丘常常可以被植物固定。沙丘和类似的形态应表示在工程地质图上。

在重力影响下，斜坡发生移动，包括蠕变、滑动、各类岩石和土的流动和崩塌。

促使斜坡移动发育的地质条件是各种各样的。它们包括：坚硬而抗风化的岩石覆盖在软弱岩石之上，如火山岩覆盖在粘土之上，或夹页岩的砂岩层覆盖在含少量砂岩夹层的页岩之上，或相对未扰动的岩层覆盖在被断层强烈剪切扭曲的岩层之上；节理、裂隙、剪切作用强烈发育的岩石；由坚硬和软弱岩石互层组成的斜坡；未固结的沉积物覆盖在相对不透水的基岩之上；地下水的存在。斜坡移动的发生和触发，可以由其它天然作用或人类活动引起。适于斜坡移动的条件或由斜坡移动造成的形态，可以表示在图上；而引起斜坡移动的触发因素往往不能表示出来。

引起斜坡移动的因素可分为减少斜坡抗剪强度的因素和增加斜坡抗剪强度的因素。

永久冻土和地下的永久冻结层在北极和靠近北极地区广泛分布。在永久冻土地区的细粒物质中（如粉土），特别是在含冰透镜体和冰楔的物质中，一些建筑发生问题是不难设想的。有关永久冻土的某些形态可以在图上加以表示，例如龟裂地面、融湖和人类活动干扰引起融化造成的沉陷等。

在北方地区，地面的季节性冻结和融化，特别是在细粒物质中，也可以引起诸如冻胀

丘或破坏道路等问题。

岩溶形态是岩石溶蚀的结果。通常，地表的岩溶形态是落水洞、盲谷和陡壁干谷；在地下，洞穴系统是常见的。此外，岩溶区基岩的表面是极不规则的，并且通常被压缩性不同的土层所覆盖。

潜蚀是指从未固结的物质中，特别是从砂和砾石层中将细颗粒冲刷掉的作用。它是一个次要的动力地质作用，但在水工结构设计中可能是值得重视的问题。可以在图上表示的最常见的潜蚀形态是涌泉或潜蚀泉的位置。

土的收缩和膨胀引起的体积变化可使建筑物破坏。在工程地质图上，应表示出胀缩土的分布区。

地震动力地质形态是由足以影响，以至形成有明显地貌外形的地震活动造成的。此外，有时可能在工程地质图上表示按大地测量确定的连续相对构造隆起区和沉降区，以及根据历史记载和地质资料推断的活断层。这些地质资料，如近代沉积物和老沉积物相接触或上升和倾斜的阶地和海岸等。与活动断层有关的现象，包括错移的河流、阶地和人工建筑物，悬崖，断陷湖泊，错断的山脊，泉水的线状排列及直线状沟谷等。

火山活动可能与地震活动、现代局部地区的隆起和沉降有关；但是，火山活动的频率和强度和火山发生的性质、位置和其产物的延伸范围，对工程地质可能具有更重要的意义。

工程地质学的宗旨，不仅应说明动力地质形态的分布和范围，而且应尽可能地指出它们的年代和活动程度。

在小比例尺图上，有关动力地质形态的分布位置可以用符号表示。在中等比例尺图上，应圈定动力地质形态出现的区域；可能时，应表示出单个形态的边界。在大比例尺图上，可以表示单个动力地质形态的实测边界；可能时，应表示其内部构造。

2.8 工程地质分区原则

综合工程地质图可以按工程地质分区来表示有关资料。这些区在图上都是单个的地区，它们有大致相同的工程地质条件；任一专门工程地质图幅所包括的地区都可以细分为若干独具特色的分区单元。

每一个工程地质分区单元的均一性和详细程度将取决于图件的比例尺和目的。例如，在小比例尺图上，分区标准应是组成地质环境的主要因素大体上的一致性，如大地构造或区域地貌特征。在大比例尺图上，分区是以对构造展布、岩石和土单元成分均一程度的评价、水文地质条件和动力地质现象为基础。

工程地质分区可以为一般目的服务，也可专门目的服务。在通用目的的分区图上，应考虑划分下述自然区单元：

- (1) 区域：根据单个大地构造单元的均一性划分；
- (2) 地区：根据单个区域地貌单元的均一性划分；
- (3) 区：根据岩性的均匀性、岩石和土的岩石综合体的构造展布划分；
- (4) 地段：地段中的水文地质条件和动力地质现象是均一的。

用这个方法，一个区的特征可以通过分区来识别；反之，为了土地利用和工程目的，可以随时用分区评价一个分区单元内工程地质条件的复杂程度。

专门目的的工程地质分区图是为特殊的工程类型而编制的,例如公路、水坝、坑道等。在这类图上,分区单元必须建立在地质现象的分析和土工参数的基础上,对其评价也是根据特殊的工程目的进行的,

2.9 一般原则

工程地质编图的主要原则必须适用于所有类型 and 所有比例尺的工程地质图。这样做,便于将相同比例尺和不同比例尺的图进行比较。不同比例尺图件之间的基本区别仅仅是反映资料的多少和反映这些资料的方法。例如,图的比例尺将决定是否将滑坡用适用于小比例尺图件的点的符号表示。在中等比例尺图上,必须用统一的符号表示滑坡的类型和它们所占据的实际范围;而在大比例尺图上,滑坡区内的所有细节都应该按比例尺加以测绘。

在所有类型 and 所有比例尺的工程地质图上,必须用如下原则表示所提供的资料:不但对实际自然情况,而且对资料的工程意义,都能被理解和全面评价。

2.10 参考文献 (略)

3. 搜集和解译资料的技术方法

3.1 引言

工程地质编图与地质编图有很多相同之处,如两种类型编图的目的都是反映有关地质环境的资料。据土木工程师的观点,常规地质图的缺点之一是可能把工程地质明显不同的岩石组合在一起,作为一个单元,因为它们的时代和成因相同。然而,工程地质编图的范围是宽广的,如除了岩相和构造资料之外,其它内容也必须加以考虑。这些内容主要包括描述和鉴定岩石及土的工程性质和重要的物理性质,地层的延伸范围和厚度,水文地质条件和动力地质现象。

地质图为工程地质编图提供了重要的基础资料。但是,为了适应工程地质图的要求,在搜集和解释工程地质资料时,需采用特殊的技术方法。地质编图和工程地质编图两者所固有的技术困难是,岩石和土的特征通常是逐渐变化的,而且在水平和垂直方向上都能产生这样的变化。

3.2 地质编图的一般方法

编制地质图,通常是在已有的地形图上或专门为此目的绘制的地形图上,或在垂直航测照片上增绘地质资料。解释已积累的地质资料,并将综合的地质条件(包括已确定单元共有的构造和地层界线)以相同比例或较小比例清绘出来。

3.2.1 地形底图的测制

在没有地形底图或因比例尺太小不便供野外工作使用的地方,应该专门为地质制图测制地形底图。在地质调查开展之前,应用常规地面调查方法或根据垂直航空照片测制地形图。此外,地质工作者也可以自己测制地质图,像地质观测那样进行。测制地形图有几种

方法，这取决于精度要求。方法有步测-罗盘法、手用水平仪法、高度计法和平板仪法。这些方法在各种教科书中都有充分的叙述。在测量陡峭岩坡和地基条件时，地面摄影测量可能是有用的。这种摄影技术的用法在文献中已有叙述。

3.2.2 地质资料的搜集

为了编制工程地质图，要求积累地质资料工作应遵循所属各勘探阶段建立的模式。初期阶段是搜集有关编图地区已有的地质资料，通过研究图件和已有的航片来补充资料。接着进行工作区踏勘。在踏勘过程中，对所获得的资料进行评价，同时搜集新的地质、地貌和动力地质资料。为进行实验室的初步研究，也可采集一些样品。一般的调查工作可以辅以地球物理试验和某些不复杂的地下取样工作（例如手摇钻和麻花钻）。在最后阶段，不是一般的就是专门地阐明与特定建筑场地有关的条件，包括野外的详细制图（3.3节）、各种野外勘察工作（3.4节之1—3）和实验室及原位试验（3.4节之4）。

3.3 工程地质编图的专门要求

3.3.1 岩石和土的工程地质描述

地质工作者采用的岩石和土的分类，用于工程目的是不能令人满意的，因为在通常的地质描述中不包括有意义的那些性质，并且这些性质常常是不能根据通常地质描述推断出来。因此，人们建议为工程地质编图实践使用简单的岩石名称，选用一些描述性术语加以补充。这些术语必须适用于岩石物质和岩体，描述内容应包括颜色、粒径、结构、构造、岩体的不连续性、风化状态、蚀变状态、强度特征、渗透性和其它表明专门工程特征的术语。

能满足要求地描述岩体和土体，需要增加资料，包括构造和不连续面的倾角和走向或产状，层面和其它不连续面的表面特征，构造和不连续性的变化，风化剖面的详细情况。其中，特别重要的是评价岩体的均匀性和各向异性的程度。

所有这些特征都必须用半定量的描述术语描述。这些术语，为供不同国家使用，都曾下过定义。

3.3.2 为工程目的的岩土编图

工程地质学家的目的是根据工程地质调查的成果做出一个按工程性质划定单元的图。通常，这些单元的边界可以按照岩性界线划分。但是，工程地质特征的界线很可能体现不出与地质构造或地层界线的关系。不同岩石类型对风化深度的影响不同，是这方面的例子。因此，如前面已经指出的那样（2.4），表示在各种比例尺工程地质图上的岩石和土单元的界线，应当按基本物理性质具一定均一程度特征的岩石和土的单元划定。在野外绘制编图单元的界线，其方法的选择，首先取决于进行工程地质编图的目的。而编图目的将决定相应的比例尺，比例尺又将限定岩土的基本分类和编图单元。编图单元可能是岩组、岩石综合体、岩石类型或工程地质类型。

为了绘出这些单元中每一个单元的分界线，都有相应的方法。这些方法是：

- （1）岩组：判读已有地质图；踏勘制图；航片地质解释。
- （2）岩石综合体：具岩相分析的区域制图，把成因相关的岩石类型组合在一起。
- （3）岩石类型：详细区域制图，并进行岩性调查。
- （4）工程地质类型：详细调查所测制岩石类型图的岩体和土体的物理状态。

表示每一个基本的分类或编图单元特征所使用的方法包括:

(1) 岩组: 根据对已知岩石类型性质的认识, 评价岩石的大体特征。

(2) 岩石综合体: 进行野外地球物理调查。在现场系统地进行打钻和取样, 做现场试验。进行物理性质和标准性质的实验室和野外-实验室实验。进行岩相调查, 并根据已知岩石类型性质知识评价岩石特征。

(3) 岩石类型: 进行详细岩相调查和现场地球物理试验。在实验室系统地确定标准性质。在现场和实验室进行力学性质和其它岩石性质试验。

(4) 工程地质类型: 在现场进行力学性质和其它岩石性质试验。进行物理和力学性质的实验室系统试验。

确定编图单元的调查方法和表征其特征所使用的方法其基本要求概括于图 1 中。在该图上用图解形式说明了比例尺依次增大情况下所适用的方法。

3.3.3 水文地质条件的制图

在工程地质编图中, 需要记录或监测的基本水文地质条件有两类。首先要考虑的是地表资料, 如泉、溢出带、河流、湖泊等; 其次是从已有钻孔和井或为此目的的勘探钻孔中取得的地下资料。凡是水文地质条件, 都应尽可能定量地表示。

对于永久的和间歇的泉和溢出带应该制图, 应记录河流的流量, 并应确定地下河的流向和流量 (例如在岩溶地区)。

应利用钻孔取得测压水位、渗透系数、贮水系数和地下水的化学资料。

应为试验室分析采取水样。应特别注意测定 pH 值、二氧化碳、硫酸盐含量等对工程有侵蚀性的因素。无论在什么情况下, 都应尽可能地参考一些水文地质图和出版物。

3.3.4 地球动力作用结果的制图

对动力地质现象制图 (2.7) 所采用的方法决定于图的比例尺。重要的是不仅要描述形态, 而且要描述形成的有利条件、引起的因素和它们的发展。重要的是不仅确定各种现象的范围, 而且要确定他们的发生频率、强度和活动程度, 以及每种作用发生的速度。还应努力做出动力地质现象未来发展的预测。无论在什么情况下, 都应尽可能定量或半定量地评价每种地球动力体系。

在小比例尺图上, 可根据航片和采用遥感等其它方法或踏勘调查绘制单个现象; 可以利用已有图件的以往记录、研究过去不同时期拍摄的同一地区的航片或根据历史和其它档案资料进行动力地质现象的定量评价。

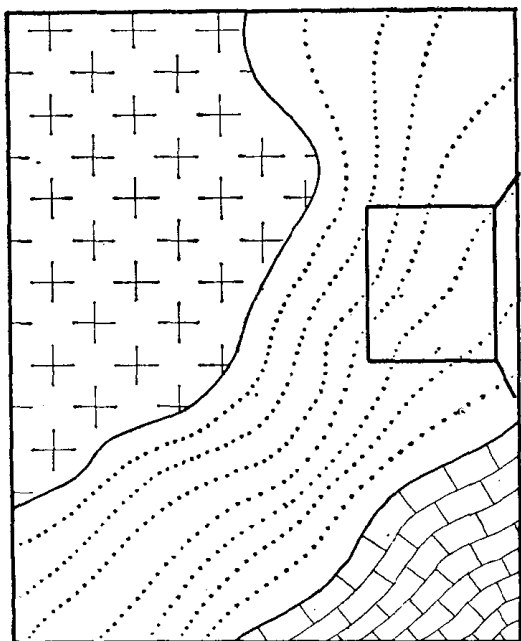
此外, 在大比例尺图上, 通过详细地貌调查或者根据航片可以测制活动地貌成因图。

详细的地面编图可辅以钻探和地球物探方法。单个动力地质作用的速度, 可在野外每隔一定时期直接测量确定。如果图件合适, 可以得到航片和档案材料的话, 则可借助于研究连续出版的大比例尺图件及间隔一段时间的航片和其它记录的分析来确定其速率。

3.4 编制工程地质图的专门技术方法

3.4.1 航测地质学

对大区域进行初次评价, 航片解译对工程地质研究是一个重要的补充, 因为它提供了一种快速的, 比较便宜的和准确的方法。采用的比例尺通常是 1:10 000 到 1:30 000。尽



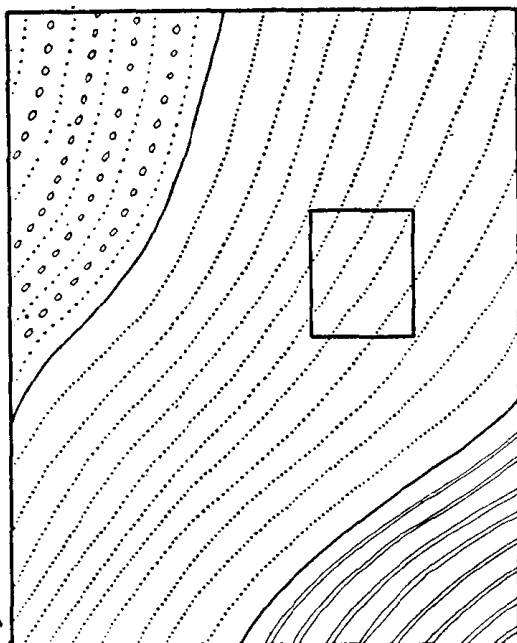
图的比例尺: 小于 1: 200000

图上所表示的分类单元: 岩组。

均匀特征: 某些岩石综合体及其空间展布的特 定组 合。

圈定编图单元的方法: 据现有地质图、踏勘制图、航片 解译。

确定编图单元特征的方法: 评价现有资料。



图的比例尺: 1:10000 到 1:200000

图上所表示的分类单元: 岩石综合体。

均匀特征: 某些岩石类型及其在空间展布的特定组合。

圈定编图单元的方法: 辅以岩相分析的区域制图。

确定编图单元特征的方法: 钻探和取样; 物探和岩相调 查; 试验室确定标准性质。

编图单元的描述:



花岗岩组。多期花岗岩侵入体, 夹有由花 岗岩、花岗闪长岩、闪岩、副片麻岩等组 成的片岩残余体。



下三迭系碎屑岩组。由砾岩、砂岩及泥 岩综合体组成。



中三迭系钙质岩组。灰岩、白云岩及钙质泥 岩综合体(岩石地层单位属康太尔群)。

编图单元的描述:



下三迭系砾岩综合体。滨海相: 砾岩、砂岩 及少量泥岩。



下三迭系砂岩综合体。类复理石建造: 钙质 砂岩、泥岩及少量粉砂岩(岩石地层单位 属奥麦瓦组)。



下三迭系泥岩综合体。浅海相: 夹少量砂 岩和粉砂岩的泥岩。

图 1 为调查和确定基本工程地质图单元特征, 制图比例尺对基本要求的影响