About the Publisher

Universe Scientific Publishing (USP) was established with the aim of providing a publishing platform for all scholars and researchers around the word. With this aim in mind, USP began building up its base of journals in various fields since its establishment. USP adopts the Open Access movement with the belief that knowledge is be shared freely without any barriers in order to benefit the scientific community, which we hope will be of benefit to mankind

USP hopes to be indexed by well-known databases in order to expand its reach to the scientific community and eventually grow to be a reputable publisher recognized by scholars and researchers around the world.

Our Values

✓ Passion for Excellence our values
We challenge ourselves to excel in all aspects of publishing and most importantly, we enjoy in what we are doing.

✓ Open Communication
We believe that the exchange of ideas through open channels of communication is instrumental to our development. We are in continuous consultation with the research and professional communities to influence our direction.

✓ Value & Respect
We empower our employees to proactively contribute to the success of the company. We encourage our people to innovate and execute, independently and collaboratively.

地质研究

本刊由谷歌学术、中国知网检索，所有录用文章通过国际权威检测查重系统“Crossref”的检测并经过专家审定，
期刊在新加坡国家图书馆存档，本刊遵循国际开放获取出版原则，全球公开发行，欢迎投稿和下载阅读。http://cn.usp-pl.com/index.php

地质研究

Geological Research

Universe Scientific Publishing

ISSN 2661-3638

2023 [5] 9
第5卷第9期
9

ISSN:2661-3646（O）
2661-3638（P）

新加坡环宇科学出版社

地质研究

Geological Research

主编

Editor-in-Chief

王郁涛　新加坡南洋科学研究院

编委成员

（排名不分先后）

Editors

凌　翔　广西第四地质队
龙　浩　四川省蜀通岩土工程公司
陈　丹　四川省冶金地质勘查局六〇一大队
安　然　山西方山金晖凯川煤业有限公司
李向阳　中交第二航务工程局有限公司
陆　平　中水北方勘测设计研究有限责任公司
岑文锋　广西第四地质队
王晓桦　广西第四地质队
黄庭闪　广西第四地质队
许桂宁　广西第四地质队
张桂龙　天津市勘察院
陆艳西　广西第四地质队
杨　锦　国网四川省电力公司德阳市鋆华供电分公司
王楚华　中国核工业华兴建设有限公司
童伟浪　宁海县土地资源开发投资有限公司
师华珅　枣庄市水利勘测设计院
卢圆圆　南宁国土测绘地理信息中心
于路伟　河北省地矿局第九地质大队
余远洋　四川省冶金地质勘查局六〇四大队
丁铁军　安徽省核工业勘查技术总院

合作支持单位

Cooperative&Support Organizations

中国智慧工程研究会国际学术交流专业委员会
国际院士联合体
新加坡亚太科学院
美国恩柏出版社
新加坡万仕出版社
新加坡万知科学出版社
新加坡维图学术出版社
新加坡亿科出版社
北京春城教育出版物研究中心
万仕（成都）文化传媒有限公司
山东奥柏生物科技有限公司

http://cn.usp-pl.com/index.php/dzyj/index

Address:73 upper Paya Lebar road #07-02B-03 centro bianco Singapore 534818

目录 CONTENTS

水工地质勘察中的水文地质危害及其对策　王　琳　张　汭 / 1
预报预警在地质灾害防治中的应用研究　王　婧　高鹏程　张　煦 / 4
山区公路滑坡影响因素及防治措施研究　任　恩 / 6
森林资源多源数据整合方法研究　候逸晨 / 9
深部地下水的起源及其成矿作用　赵　航　孙　强 / 12
基于岩土勘察的地质工程基坑支护设计　孙　强　赵　航 / 15
静态冲量——地球内部热的主要来源　石绍山　密书胜 / 18
水工环地质环境勘察关键技术研究
——以江苏镇江丹阳市为例　胡　茜 / 21
东准噶尔卡拉麦里地区构造变形及其演化特征
石　青　胡宏利　李俊飞　李宾洋　王耀忠 / 24
岩土工程勘察在复杂地质环境下的技术研究　王　浩 / 27
新时期下无人机倾斜摄影测量技术在地质灾害防治中的有效应用
高鹏程　张　煦　王　婧 / 30
压力分散型锚索在实际应用中应考虑的几个问题　颜世明 / 32
浅析复合地质下的水平定向钻机的应用　苏　蕾 / 35
物化探技术在地质勘查中的应用研究
——以江苏镇江宝华山—巫岗成矿远景区勘查为例　赵　阳 / 38
基于“三调”数据的国土空间规划底图底数转换方法与思考　黄　侨 / 41
地质灾害避险及防治措施分析　张　煦　王　婧　高鹏程 / 44
城市地下空间开发利用的地质研究及科技应用　卢建荣　吉延梅 / 46
地质灾害防治中水文地质勘察的重要性　刘翠翠 / 48

水工地质勘察中的水文地质危害及其对策

王　琳　张　汭
山东省水工环地质工程有限公司　山东济南　250014

摘　要：在水工地质勘探中，对水文地质条件的测量、分析和研究是必不可少的。在水工地质勘察中，如果水文地质条件能够及时、准确和科学地确定，找出潜在的危险因素，并提出相应的防治措施，从而为合理开发地下水资源，预防和控制地下水污染提供了基础。

关键词：水文地质；危害；对策

引言：

在实际地质勘察工作中，由于水文参数与勘探结果的关系不大，很容易被忽略，从事勘察工作的技术人员通常只是对自然状况下的水文地质进行概括性的评估，而对更深层的水文地质问题尤其是地质灾害却置之不理，对水文地质的危害性认识不清，防范措施不够完善，进而影响到地质勘察的结果，进而影响到水工建设。为此，在水工地质调查过程中，要加强对水工施工过程中的水文地质灾害的分析、评价和预防工作，以保证水工施工质量和施工安全。

一、水文地质测量与勘察的重要性

水工地质学与水文地质学有着十分紧密的联系，二者既有联系，也有相互作用。水文地质勘察在工程地质中具有重要意义，因为其结果对于建筑物的安全性和稳定性有着重要影响。以下是其重要性的一些表现：

在勘察中，需要根据建筑物地基基础类型的需要，分析查明影响岩土工程的水文地质问题。因为地下水的类型、水位以及含水层的厚度等都会对建筑物的基础稳定性产生影响，甚至可能导致开裂或下沉等质量问题。

预测水文问题可能对工程地质造成的结果，并采取相应的预防措施。例如，在挖掘地基后，如果基础承压含有水层，需要预测基坑板是否会被承压水冲坏，从而提前采取预防措施，避免工程事故的发生。

总的来说，水文地质勘察是地下工程建设的重要依据，对于工程的安全性和稳定性具有极其重要的作用。

二、水文地质勘察，具有现实的积极意义

1.对地质情况了如指掌

地下水流经常会对基坑水工结构的稳定性造成影响，因此，在进行水工工程开始之前，要对水工场地进行充分的地质调查，这样就可以对水工场地中的地形地貌、水文、气象等情况有一个较为详尽的了解和掌握。

2.指导绘图工作

水工设计图是水工建设的总体指南，而水工技术人员画出的设计图又直接影响着水工的实施。进行好的水文地质勘察工作，可以较为客观地反映出现场的基本情况，发现存在的问题，绘制的图纸也可以更好地反映出现场的实际情况，确保了图纸的针对性、科学性和规范化，从而确保了施工质量。

3.防止建筑物损坏

水文地质运动对建筑物构造能够生产很大的破坏性，尤其是由于地下水运动所带来的巨大冲击力，很易破坏地下基础的坚固，从而产生下陷、漏水等问题。在地震影响下，可能会对地表上的房屋产生冲击，导致构造裂缝。利用水文地质勘探，能够有效地找到地下基层存在的可能出现的病害隐患，以便让科研人员能够对其做出认真的分析，进而能够对其做出合理的管理与防治，这样就可以避免或减少其对建筑物造成的破坏，从而使水工病害的发生率下降。

三、明晰的水文地质危险

地下水资源丰富，清洁，不易污染，又容易开发，有很大的蓄水量。但是，不合理的农业灌溉会引起土壤的二次盐碱化，过度开发会引起地下水污染、地表塌陷等问题。地下水对地质水工建筑物造成的危害，从其产生的原因来看，主要是由于地下水位的波动和水压的作用。根据其成因，可将其划分为自然因素和人类因素两类。如果地下水位变化幅度过大，超出了一定的范围，将对岩土和水工工程产生影响，从而构成灾害。其危害主要有三个方面。

1.潜水面升高引起的危险

潜流水位的增加是由于周边水库和江河湖泊水位的增加所致。此外，企业工业废水、地下给排水管道、引水渠道等灌溉水工的渗漏也会导致潜水位升高。由于多

种原因造成的地下水埋深升高，将给工程的质量带来很大的影响。（1）土中水分含量增加，土体强度下降，地基软化，易引起建筑物的沉陷和变形；（2）引起地基的侧向移动或上翘，引起地基的浮空，从而引起房屋的不稳定。（3）使砂质、泥质达到饱和，并有可能诱发流沙、管涌等事故。（4）边坡上覆岩土体变形破坏，导致边坡上覆岩土体失稳、滑落、坍塌等破坏。（5）引起本楼底层积水，不利于本楼正常使用。（6）加剧了土壤的沼泽化和盐渍化，导致建筑锈蚀，影响建筑的使用寿命。

2.地下水下泄灾害

在进行水力地质勘查工作时，应充分考虑有关问题，气候是不可控制的，如遇暴雨，将导致地下水水位持续升高，当水工场地周围存在工业、居民小区时，由于地下水的共同补给，会使地下水位不断上升，进而影响水工的正常进行。而且，地下水的升高，对建筑的基础形状，也有直接的影响，在冲蚀作用下，就会对地基的稳定性产生影响。一旦地下水位标高不能进行合理的调整，在建设中就会要面的地板裂缝和地下室渗漏的问题，地基的安全性会显得越来越不好，产生地基变形等问题。此外，随着地下水位的增多，还会对粘土的稳定性和黏度产生影响，因此建筑物下沉的可能性也也就会越来越大。

3.地下水水位变化带来的危害

在天然条件下，由于动水压力的影响很弱，通常不会造成损害，但是，水库水位的变化，河流湖泊的变化，气候和季节的变化，潮汐的变化，以及气压的变化，都会造成地下水水位的波动，从而给岩土水工工程造成威胁。在进行水力地质勘探工作时，往往会遭遇到水位的涨落，从而对水力资料造成一定的影响。当水位发生变化时，工程周边土体的紧实度将随之降低，若水位超过了施工现场，将会对工程质量产生直接影响，加速岩土变形。同时，由于水头的变化，使土体的密实度降低，从而对建筑物基础的稳定产生直接的影响。在水工施工中，大多数材料经过长时间的浸渍后，都会受到不同程度的腐蚀，从而导致建筑材料的使用性能下降，从而影响到后续施工。而且，如果在施工过程中出现了质量问题，及时发现并更换了质量问题，将直接影响到施工企业的经济效益。（1）压实土，增加其密度。（2）使建材的锈蚀程度增加。（3）淋溶土壤中的铁、铝等胶结物质，使土壤疏松，增加水分和孔隙率，减小土壤的承载力。（4）某些含盐岩层，如石膏岩层、钠盐岩层，极易被溶蚀，引起房屋移位。（5）易造成某些岩石土体的不规则膨胀与变形，水位的反复波动将导致岩石土体的膨胀与变形，长期波动将使得岩石土体膨胀与变形变得更大，严重者将导致地面开裂。

四、水工地质勘察中针对水文地质危害的对策

由于水文地质条件的不同，会对建筑物产生不同程度的影响。所以，要想保证水工质量，就必须要强化对水文地质的研究，不但要对水文地质的状况有一个全面的了解，要找出与岩土水工有关的因素，还要对这些因素对建筑物所产生的具体的影响和作用，要对所造成的危害展开分析，并提出相应的防御措施，为后期的水工施工提供准确、有效的水文地质信息，从而降低危害，确保安全。

1.增强我们的意识

在地质勘查工作中，应充分认识到水文地质勘查的重要意义，并给予足够的重视。在水工工程中，认真做好前期工作，做好各项调查工作，对水文地质条件有较好的了解；另一方面，要严格、仔细地按照技术规范进行勘察，避免敷衍了事、走过场，将水文地质勘察工作做好，为水工安全施工打下坚实的基础。

2.提高地质勘查技术水平

在施工前，做好科学的准备，以保证施工顺利进行。施工企业要正确认识地质勘察的重要性，制定出一套切实可行的地质、水文勘查方案，将井底水环境的影响降到最低。施工技术人员要对施工现场的水文地质条件进行全面的分析，明确地下水位和类型，以此为切入点进行调查，并做好资料的分析与汇总，保证建筑施工与建设的顺利进行。

3.科学地选择地质勘查方法

在具体的地质调查中，技术方法是否科学，将直接影响到调查的结果。有关的地质勘查人员要有与时俱进的观念，能在具体工作中融入现代科技，提高工作效率和质量。此外，对先进的勘察技术进行积极的探索和应用，既可以保证勘察结果的准确性，又可以促进后续工作的有序进行。

4.加强对水工测量规范与标准的研究

我国在地质勘查工作中，已形成了一套较为完善、较为全面、较为科学的标准体系。为水工技术人员进行地质勘查提供了依据。在具体工作中，只要技术人员对文件进行了认真的学习，对标准和工作流程了如指掌，严格按照规定去执行，就可以确保对施工前期的勘察工作做好，对地质状况进行全面、客观的了解。

5.要注意地下水位的测量

在水工地质勘察过程中，地下水的影响是一个不容

忽视的问题。为了有效地减少水文地质的危害，必须建立一个专门的团队，对地下水进行综合的分析和调研。

首先，需要明确工作对象，根据水工条件，建立相应的规范和标准。在具体实施时，必须严格遵循规范和标准，确保地下水测试工作的准确性和可靠性。这包括制定详细的测试计划，确定测试方法和测试范围，以及安排专业的测试人员进行测试工作。其次，在开展地下水状况调查时，需要对地下水类型进行综合分析，弄清地下水位的基本状况及变化规律。这需要收集相关的地质和水文资料，进行整理和分析。同时，还需要采用先进的勘测技术和设备，对地下水进行详细的勘测和监测，以便获得更准确的数据和信息。此外，勘测人员还需要具备资料分析与预报的能力。这意味着他们需要能够根据地下水的特征和变化规律，对可能存在的风险进行提前预知和准确的判断。通过对数据的分析和解读，可以预测未来可能发生的地质灾害，如地面沉降、渗漏、水源枯竭等，以及其对建筑物、隧道、矿井等工程设施的影响。这种资料分析和预报的能力，对于制定有效的应对措施、减轻地质灾害的危害具有重要意义。

综上所述，对于地下水的分析和研究是非常重要的，不仅关系到工程的安全性，还影响到人类的生命财产安全。因此，必须加强对地下水的研究和监测工作，提高对地下水的认识和管理水平，以保障人类和工程的可持续发展。

6.强化技术改造

通过实施一系列技术改造，我们可以显著增强地质变化的抵抗力，提升防灾能力。这一目标的实现，一方面需要我们关注施工材料的应用，对传统的施工材料进行改良和优化，从源头上保证施工的质量。具体而言，我们需要在材料配置、技术应用和工艺管理等多个方面进行细致的工作，确保每个环节的优化和提升。例如，我们可以通过引入新的材料和技术，使原有的施工材料配置更加合理，性能更加优秀。另一方面，我们应关注对已发现的水力地质缺陷和安全隐患进行改进。这需要我们利用先进的地质勘测技术和设备，对其进行详细的地质勘查和检测，找出潜在的问题和风险。然后，对这些地质缺陷和安全隐患进行深入分析，提出有效的改进措施，增强其抗病性。例如，我们可以通过采取新的防护措施，改善地质结构，提高其稳定性，避免因地质灾害引发的事故。

通过以上两个方面的努力，我们可以有效地防止地质变化带来的影响，提高工程的防灾能力，确保工程的稳定性和安全性。同时，这也有助于我们积累更多的地质工程实践经验，推动地质工程技术的不断发展和进步。

7.为解决现实问题而采取的对策

造成这些灾害的主要因素有：潜水面的升高和地下水位的变化。当我们面临现实中的问题时，我们就必须采取相应的对策来解决。对于潜水面的升高，有关部门及技术人员要加强对出现漏水的潜水管线的检修。但是，在出现地下水水位下降的状况时，应当组织有关人员，对因违规采矿、抽取地下水而导致地下水水位下降的人展开劝阻，并对其进行强化教育，让他们了解到违规采矿、抽取地下水所带来的危害，从而预防事故的发生，保证水工安全。

8.引入并运用高新的地学测量仪器

在地质调查工作中，为了提高水文调查的精确度，有关调查公司都需要使用的调查仪器，来提高调查的精确度。首先，有关人员要有科学的工作观念，要有较强的学习能力，要有较强的科研能力，使科研工作更好地开展。其次，对部分落后、陈旧的装备及时进行淘汰、更新，根据水利工程建设的要求，积极引入先进的装备，保证地质调查资料的精度，准确分析有关参数，结合数据特征，找出基础工程中存在的安全隐患。

五、结语

有很多水文地质因素会对岩土水力结构产生影响，在进行水力地质勘察的过程中，我们身为技术人员，必须注重对水文地质条件的调查与研究，充分了解水文地质的客观状况，仔细分析水文地质对建筑物地基造成的影响，并采取针对性的防范与治理措施，确保建筑物的质量与安全。

参考文献：

[1]黎春霖.水工环地质环境勘察中的技术应用及关键点分析[J].西部探矿水工，2023，35（09）：27–28.

[2]汪涛.矿山地质勘察中水工环的相关问题与对策分析[J].世界有色金属，2022，（13）：157–159.

[3]王丹丹.论环境保护下水工环地质勘察工作的开展[J].世界有色金属，2022，（13）：166–168.

[4]徐川川，卫伟，张恒博.水工地质勘察中的水文地质危害及其对策[J].冶金与材料，2022，42（03）：174–176.

[5]潘志伟，陈东兴.地质勘察中的水文地质危害分析及对策[J].西部探矿水工，2022，34（04）：32–34.

预报预警在地质灾害防治中的应用研究

王　婧[1, 2]　高鹏程[1, 2]　张　煦[1, 2]
1.河南省自然资源监测和国土整治院　河南郑州　450016
2.河南省地质灾害防治重点实验室　河南郑州　450016

摘　要：地质灾害的发生往往受到地质构造、地形地貌、气候变化等多种因素的影响，容易造成重大的人员伤亡和财产损失。因此，在地质灾害防治中，预报预警是非常重要的环节，其可以帮助人们及时发现和预防地质灾害的发生，将损失降到最低。基于本文将探讨预报预警在地质灾害防治中的应用价值和策略。

关键词：预报预警；地质灾害防治；应用

我国作为一个地质灾害多发国家，地质灾害防治工作是确保公共安全和生态平衡的重要一环。特别是在预报预警方面，既是一项具有挑战性的任务，也是一项刻不容缓的工作。尽管当前人类已经取得了一些研究进展，但是还存在着许多亟待解决的问题。因此，还需要进一步加大科研力度和技术创新，以更好地理解和预测地质灾害。

一、预报预警在地质灾害防治中的应用价值

地质灾害防治工作是当今社会面临的重要问题之一，预报预警在地质灾害防治中扮演着至关重要的角色。首先，其提高应对地质灾害的及时性。通过预报预警，公众可以提前了解可能发生的地质灾害，进而采取相应的应对措施。与灾害发生后再进行应对相比，预报预警能大大提高应对地质灾害的及时性，从而减少人员伤亡和财产损失。同时，预报预警还能够维护社会稳定和经济发展。地质灾害的发生往往会对当地的社会稳定和经济发展造成一定的影响。通过预报预警，政府可以采取相应的措施，维护社会稳定和经济发展。例如，政府可以提前组织受灾区域的群众进行转移安置，避免因灾害导致的人员伤亡；同时，政府还可以采取一系列的应急措施，确保灾区的生产生活秩序尽快恢复正常。此外，预报预警还可以推动地质灾害防治工作的创新发展。预报预警技术的不断发展和创新，为地质灾害防治工作提供了更多的手段和方法。通过引入先进的科学技术和设备，建立更加完善的地质灾害预报预警系统，可以进一步提高预报预警的准确性和时效性，为地质灾害防治工作提供更加有力的支持。

二、预报预警在地质灾害防治中的应用困境

预报预警作为地质灾害防治中的关键环节，运用在实际中能够渠道保护人民财产安全的重要价值。但是在实际应用过程中，预报预警面临着诸多困境和挑战。

首先，预报预警系统建设不足。在很多地区，监测设备的覆盖面和密度远远达不到实际需求，导致灾害信息获取不及时、不全面。此外，地质灾害预报预警需要具备地质、气象、水文等多方面的专业知识，但目前这样的人才储备相对较少，无法满足实际需求。由于缺少相应的预警系统，导致了对灾害的误判和漏报。

其次，公众意识和应急能力不足。很多公众对地质灾害掉以轻心，认为灾害不会轻易发生，缺乏必要的防范意识和自救能力。再加上部分地区机构缺乏应急演练和培训机制，公众在灾害发生时无法及时采取正确的应对措施，导致人员伤亡和财产损失。因此，强化公众意识和应急能力是当务之急。

此外，部门间缺乏协作和信息共享。不同部门之间的利益诉求和工作重点存在差异，导致在协作过程中出现沟通障碍和协调困难。同时，信息共享平台建设能力较弱，也影响了各部门之间的信息整合和共享，进而制约了预报预警的发展。

最后，缺乏科学研究和技术创新。与一些发达国家相比，我国在地质灾害预报预警方面的研究投入相对较少，缺乏先进的技术支持。限制了我国在国际合作和交流中的竞争力。为了解决这个问题，相关部门应加大对地质灾害预报预警研究的投入力度，推动预报预警技术革新发展。

三、预报预警在地质灾害防治中的应用策略

针对当前地质灾害预报预警问题以及实际灾害防治的需求，本文建议将从以下四个方面积极开展应用。

1.加强预报预警系统建设

首先，要积极完善监测网络。监测网络是预报预警的基础，为了提高地质灾害预报预警的准确性、时效性，

相关部门要积极强化监测系统的建设，进一步提高监测设备的覆盖面积和密度。特别是在一些地质灾害高发区，更需要加强监测设备的布设和更新。同时，要加强对监测设备的维护和保养，确保其正常运行和数据采集的准确性。

其次，也要积极应用新的预报预警技术。预报预警技术水平的提升是提高预测准确的关键。有关部门要加大科研力度，投入更多的人力和物力进行技术研发和创新。例如，利用人工智能、大数据等技术手段，提高数据分析和处理的能力，为预报预警提供更加科学和准确的技术支持。

2.增强公众意识和应急能力

公众对于突发地质灾害的预警和应急能力，是强化预报预警机制的关键因素。因此，相关部门一方面要通过多种渠道和形式，加强公众宣传教育，提高公众对地质灾害的认知和警惕性。例如，可以通过短视频平台、新闻媒体、宣传册、宣传片等手段，拍一些地震防灾自救、火灾自救等内容的短片，向公众普及地质灾害的基本知识和防范方法，提高公众的自我保护意识和能力。另一方面，要积极深入到学校、企事业单位、医院等人流密集场所，开展应急演练和培训，提高公众在灾害发生时的应对能力和自我保护能力。例如，可以通过模拟演练火情、地震等形式，让公众了解应急处置程序和自救互救方法，熟悉应急设施和资源的使用方法，从而不断完善和提高应急处置能力。

3.加强部门间协作和信息共享

信息共享是指不同部门之间通过信息共享平台，实现数据和信息的互通互联和高效利用，从而提高预报预警的准确性和时效性。一方面，相关部门要构建不同部门之间的信息共享和联动机制，实现信息的互通互联和高效传递。例如，可以构建一个预警预报信息共享平台，整合各部门之间的数据资源，加强与气象、水文等部门的合作，及时获取最新的监测数据和预报信息，为后续工作提供精准的数据支持，满足数据实时共享分析的需求。另一方面，加强数据的标准化和规范化管理。不同预报预警部门之间的数据存在差异和格式不一致，给信息共享带来很大的困难。通过建立统一的数据标准和规范，规范数据的采集和处理流程，能够进一步确保数据的准确性和一致性。在同一标准的过程中，要注重配备专业人员负责数据的审核和管理工作，避免数据的不当使用和误导。此外，有能力的部门还要加强人员培训和管理，提高工作人员的素质和能力，建立健全的数据专项管理制度和规范，明确不同人员之间的职责和任务，加强信息的保密和管理，确保信息的安全性和可靠性。

4.加强科学研究和技术创新

首先，要加大对地质灾害预报预警研究的投入力度，支持相关机构和企业加强技术研发和创新。通过设立专项资金、扶持科研项目等方式，鼓励科研机构和企业加强合作，创新推动地质灾害预报预警技术的提高和发展。

其次，要加强国际合作与交流。要积极开展国内外交流活动，积极借鉴国外先进的地质灾害预报预警技术和经验，取长补短，促进我国地质灾害防治工作的更好发展。同时，也要踊跃参加国际会议、开展合作研究项目，加强与其他国家和地区的地质灾害防治机构的合作与交流，分享经验和技术成果，推动我国地质灾害预报预警技术的不断提升和发展。

四、结论

综上所述，地质灾害是人类面临的一种严重自然灾害，具有突发性和不可预测性。为了减少地质灾害对人类生命财产的危害，预报预警在地质灾害防治中具有非常重要的意义。通过建立和完善预报预警系统，提高公众意识和应急能力以及加强部门间协作和信息共享等多种措施，可以有效地提高地质灾害预报预警的准确性和时效性，减少人员伤亡和财产损失，维护社会稳定和经济发展。

参考文献：

[1]张凯翔.基于“3S”技术的地质灾害监测预警系统在我国应用现状[J].中国地质灾害与防治学报，2020，31（6）：1–11.

[2]刘燕燕.水工环地质在矿山地质灾害活动中的应用[J].世界有色金属，2019（16）：275，277.

[3]何满潮，韩雪，张斌，等.滑坡地质灾害远程实时监测预报技术与工程应用[J].黑龙江科技学院学报，2012，22（4）：337–342.

[4]陈丽金.基于MapGIS的仙游县地质灾害区划研究[J].资源信息与工程，2021，36（2）：103–106+109.

[5]李铨兴.地质灾害防治的策略探讨以及地质环境的应用研究[J].中国住宅设施，2021，79（1）：45–46.

[6]刘柏龄.岩土工程地质灾害防治技术及预控[J].粘接，2021，45（2）：163–166+179.

Universe
Scientific Publishing

山区公路滑坡影响因素及防治措施研究

任　恩
四川省核地质调查研究所　四川成都　610000

摘　要：公路作为一项重要的基础设施，直接关系到我国的社会和经济发展。随着山区公路里程的增加和交通流量的不断增长，如何运用好现有的技术对山区公路滑坡问题进行有效的防治已经是一个非常值得关注的研究问题。文章阐述了山区公路滑坡破坏的主要类型，并针对山区公路滑坡原因，从加强多个方面提出了相应的防治措施，为山区公路边坡滑坡治理提供参考依据。

关键词：公路；滑坡；治理

引言：

随着时代快速发展，公路交通设施建设及维修也迎来巨大的挑战。我国幅员辽阔，气候环境复杂多样，在我国山区各类地质灾害多发，如滑坡、泥石流、崩塌等。公路建设及维护难度大。在南方山区，尤其滑坡灾害频发，许多边坡治理的问题显著。前期公路工程建设准备不足，后期边坡治理给工程建设增加了难度和费用。边坡一旦失稳，将危及公路的正常使用，并对国家财产和人民的生命安全造成巨大的损失。根据山区气候特点及自然环境特征，自然因素和人为因素的干扰影响是造成山区滑坡灾害频发的主要原因。因此，对公路边坡稳定性分析和防治方案研究显得尤为重要。

一、基本概念

1.滑坡的概念

滑坡是由于受河流、雨水冲刷、地下水冲刷、地震、工程建设等因素的影响，并在其自身的重力作用下，沿某一特定的滑动方向滑移。滑坡是由于地质构造和地形坡度等原因造成的，由于降雨、暴雨、地壳运动、矿产开发等多种自然或人为因素的影响，使坡体在重力作用下产生整体的滑移。

2.滑坡的危害

我国幅员辽阔，地形地势复杂多样，山区公路工程建造极大的便利了各地的交通，但山区公路因其气候条件因素、地形因素、植被因素等，山区公路滑坡灾害发生时明显的特点为：破坏力强、抢修困难、影响交通等。当山区公路工程遭受滑坡灾害时自然环境遭到严重破坏，公路周边及相关基础设施也同时遭到破坏，滑坡发生后会出现公路损坏，影响交通的正常运行，同时滑体会使下方河道产生淤泥堵塞的情况，使得河道的通航受到影响。

3.山区公路滑坡的主要类型

岩质边坡破坏类型有：顺层滑坡、切层滑坡、坐落型滑坡这三种类型。顺层滑坡是指在山区公路中，由于地形的变化，道路施工中不可避免的会出现挖方，并且在整个高速公路上，道路的走向很有可能与岩石的方向不太一样，这就造成了一些地区的岩层倾斜向路基倾斜，在三维立体组合形式上，直接为滑坡的发生提供了条件。在实际工程中，为了保证高速公路的安全，必须采取相应的安全措施。顺层滑坡可分为软滑和硬滑两种类型，相对于软滑，硬岩层的崩塌风险较小。

切层滑坡是指滑坡面与岩层平面相切的切向滑坡体，其滑移带通常沿着一系列斜坡向斜坡方向移动，滑坡体多为折线形，主要分布于斜坡上。结构面中有泥化夹层的存在，当泥质充填存在的时候，极容易导致滑动带的形成，进而发生大规模的切层滑坡现象。与顺层滑坡正好相反，岩层倾角有利于边坡的稳定性。切层滑坡的产生要求有两个条件：一是斜坡的临空高度高，二是滑坡体为软质。断层的发生机率低，治理难度大。坐落型滑坡中，由于其上部岩石密度高，坚硬程度高，而下部岩石又是较软的岩石，一旦开挖到较软的岩石层，很容易发生崩塌。坐落型滑坡的特征与顺层滑坡、切层滑移相似，但其根本原因在于其底部软岩的支撑力不足，无法承受上层岩的自重，进而造成崩塌，从而导致滑坡，如图1.1。

图1.1　坐落型滑坡

作者介绍：任恩，男，高级工程师，四川省核地质调查研究生，硕士研究生，河南卫辉，1982.05。

二、山区公路边坡失稳破坏的影响因素

1.自然因素

（1）地层与岩性的影响

地层和岩性是决定边坡是否可能发生滑坡的最本质特征，由于地层中所含有的矿物成分和物质并不完全相同，所以不同的地层与岩性所产生的破坏形式也各不相同。地层和岩性是影响边坡是否存在崩塌的最基本因素，因为其矿物组成和物质的差异造成了各种类型的崩塌。岩性是决定边坡岩质边坡稳定性的主要因素，岩性是也反映岩石特征的一些属性。

不同性质的岩石组成的边坡岩质边坡其稳定性也不同。在各种岩性边坡中，以砂质边坡和土质边坡最为常见。土质边坡通常发育在地下水活动强烈、岩体结构复杂等地区，这类边坡岩性稳定系数较低，破坏形式以崩塌为主，且多为整体滑塌、失稳破坏和流滑破坏。

（2）地质构造的影响

地质结构是指由岩石和其他外部环境的长期影响所产生的各类地质结构的统称。各个地区的地质构造各不相同，同时地质构造对边坡稳定起着决定性的作用。岩土体内部的物质运动，决定着它们的形态，也决定着它们的性质、状态、成因以及分布等。地质构造是一个地域地质现象的主要特征之一。地壳和地层岩层在一定条件下总是向地表发生伸展、褶皱或断层等一系列变化，这种变化构成了地层、岩体及其内部地质构造。岩土体中所含矿物质成分及所处环境和所处方向是影响地质体活动的主要因素。

2.人为因素

（1）公路选线方案不合理

在山地公路的设计中，道路规划是否合理，以及道路的选择直接关系到工程的施工难度、经济性和工程的安全性。山区的地形地质条件复杂，选择适合的线路是道路设计中的一个重要环节。由于工程施工中存在着许多潜在的地质隐患，在施工过程难以发现，因此在选线时应充分考虑水文、工程地质条件。当线路经过滑坡上缘的时候，为使滑坡重力降低，应该挖方路基。当线路通过滑坡的下缘时应确保路基的质量，采用相关策略提升路基的抗滑性。如果该线路通过某些地质条件较差、地质环境较差、水文状况较差的地段，很容易造成滑坡。

（2）边坡结构设计不合理

坡面形态对边坡的稳定性有很大的影响。凸型边坡的稳定性较差，因为边坡的岩土隆起造成了边坡的横向拉应力。而凹形边坡由于其表面的二向压力作用，其稳定性优于凸形边坡。边坡的坡度和高度对边坡的稳定性也有很大的影响，而均匀岩土边坡在坡度高、坡度较高时，稳定性较差。相反，它的稳定性要好得多。设计坡度对边坡稳定性的影响也很大，在不稳定的情况下，为了提高边坡的整体稳定性，可以采取相应的措施。边坡设计坡率对边坡稳定性也有很大的影响，在地质不稳定地区设计坡率应当适当减小，从而提高边坡的整体稳定性。

三、山区公路边坡失稳破坏的防治措施

1.科学确定最佳公路路线方案

在选线时，要提前进行山地地质调查，尽量避开滑坡和滑坡发生的地区。对可能存在的不稳定边坡，应采取预先测量的方法，以明确其实际性质、规模、稳定性和发展趋势。对边坡的设计文件进行严格审核和审核，重点路段要组织专家进行论证和修正。科学选线也要考虑到地形的真实情况，合理利用平面纵断面的综合设计，在保证安全的前提下，尽量节约投资，并注意选线，充分利用已有的地质资料，减少挖掘和填筑。要尽量不破坏高速公路周边的生态环境和人文景观，尽量使公路与环境协调。

2.优化设计边坡抗滑防护设施

（1）削坡减载和压脚

削坡减载一方面是通过削坡，放缓边坡角，使得滑坡体的体积减小，减小边坡岩土体的下滑力。另一方面是通过减小边坡上部荷载，使得下方岩土体受到上方施加的荷载变小。削坡减载这种方法主要是对容易使滑坡产生的坡体上部堆物进行削减，对使滑坡不容易产生的坡体下部基础物体进行增加，即通常适用于减重反压的砍头压脚；使边坡的总坡度减缓，从而不易发生滑坡。在边坡失稳发生破坏的案例中，通常都是因为边坡的坡度过高过陡所致。因此通过削掉部分含有不稳定岩体的边坡，或者采取阻止滑坡产生的措施，从而使边稳定性提高。压脚也是一种可以有效防治滑坡的措施可以减少滑坡下滑力以及增大滑坡的阻滑力。即使这两个种方法都有提升滑坡的稳定性的作用，但在实际工程中，二者结合使用效果更佳。互惠互利，后者可以为前者提供场地，前者可以为后者提供填料。因此，在施工过程中，石和土均处于平衡状态，应着重于滑坡上部削坡减荷，否则将毫无防治作用，坡脚空间大的滑坡适合采用压脚治理方法。

（2）加强挡土墙及抗滑桩设置

抗滑挡土墙是整治滑坡中较为有效的措施，抗滑挡土墙整治滑坡具有山体破坏少、稳定滑坡收效快的优点。对于大型滑坡抗滑挡土墙常作为排水、减重等。挡土墙的设置要遵守一定的操作规范，首先科学选择挡土墙的材料，要根据高边坡的地理条件和周边环境，结合公路高边坡滑坡现象的特点和性质做出全面分析和综合评价，选择合适的施工材料和科学的施工方法，将挡土墙的防

御功能充分体现出来。抗滑桩主要适用于滑坡体中有一个明显的滑动剪切面，且滑动剪切面以下是较完整的基岩，或者是密实的稳定基础，能提供足够的锚固力。

重力式挡土墙是利用墙体的重量来平衡土体的侧向压力，如图3.1。重力型挡土墙通常是以块状石、片石和混凝土为基础材料，具有方便、方便、节约经济等优势。重力式挡土墙根据墙的不同，分为三类：仰斜、俯斜、垂直，如图3.2。根据土力学的研究，斜墙面的主动土压力最大，而斜墙面的主动土压力最小，垂直墙背位于两面之间。由于挡土墙需要开挖部分土体工程，因此，斜墙可以与斜坡开挖部分相适应，而斜墙需要新的填筑，因此，在挖方的时候，采用仰斜墙的方式更合适。

图3.1　挡土墙示意图

抗滑桩是借助桩与周围岩土共同作用，将滑坡推力传递到稳定地层的一种抗滑结构。抗滑桩适用于一些中、深层滑坡，在抗滑挡土墙难以整治的情况下采用。这种防滑措施，特别适合于滑床和滑道基本保持完整的滑道，具有很好的抗滑性能，并且布置简单，施工干扰较少，施工操作难度较低，成本低，易于检验，有利于优化设计。

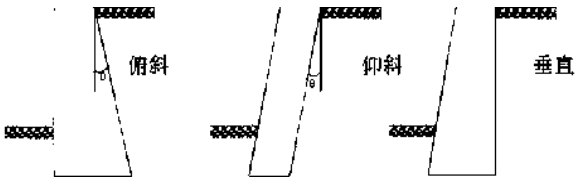

图3.2　重力式挡土墙图形

（3）框格坡面防护

格构锚固主要是利用浆砌块石和预应力混凝土来加固边坡。锚固技术一般与植被保护相结合，采用方格进行保护，并栽种花草树木以美化土壤。它在山地公路边坡加固中得到了广泛的应用，既能起到护坡的作用，又能美化环境。在此基础上，将斜坡上的下滑力平均分布到各节点的锚杆上，再通过锚杆将其传递至地下，以改善边坡的稳定性。格构锚固结构形式多样，调整方便，护坡稳定性好，可植草、喷射混凝土或现浇混凝土。结合格构体的特性，这种方法适合于坡度陡、岩土体均一的道路边坡。但在一些情况比较特备的地区也应采用不同的格构形式进行防护。例如，坡度不大，只有表面部分发生了滑移，可以通过修整后再用浆砌块石进行护坡；在坡度大的情况下，钢筋混凝土格构进行固化处理。当岩体节理发育而表层破碎严重的硬岩或节理发育并向路侧倾斜的层状结构，宜采用锚喷防护。

四、结论

由于工程技术的进步以及经济发展的需要，越来越多公路应运而生，在社会生产、流通、消费领域中起着连接纽带作用，成为社会再生产过程的一个必不可少的重要环节。本文通过对山区公路滑坡情况进行了分析，探讨了山区公路边坡失稳破坏的影响因素及山区公路边坡失稳破坏的防治措施运用研究，讨论是否可以在山区公路修建的基础上，通过科学的方法确定最佳公路路线方案、优化设计边坡抗滑防护设施、科学设计公路排水系统、强化公路沿线的生态环境保护，以有效地降低滑坡灾害对国家财产和人民的生命安全的损害以及改善公路的使用效率。

参考文献：

[1]李国忠.山区公路滑坡影响因素及治理措施研究[J].智能城市，2021，7（10）：59-60.

[2]梁亚红.黄土山区公路滑坡稳定性分析与防治研究[J].建材与装饰，2020（12）：238-239.

[3]王大伟.山区公路滑坡边坡稳定性及治理措施分析[J].中国标准化，2018（18）：115-116.

[4]俞椿辉.闽西北山区公路滑坡灾害成因分析和防治策略研究[D].福建农林大学，2017.

[5]张建强.山区公路滑坡成因及其防治对策探析[J].山西建筑，2014，40（32）：164-165.

[6]张立舟，唐德兰.浅谈西部山区公路滑坡与防治[J].甘肃科技，2011，27（06）：128-130.

[7]金坚兵，李仕龙.浅谈山区公路滑坡的影响因素及防治措施[J].物流工程与管理，2009，31（07）：103-104.

[8]姚凯.山区公路滑坡影响因素及防治措施研究[D].重庆交通大学，2009.

[9]刘红卫，苏生瑞，刘汝明等.基于范例推理的山区公路滑坡治理方案决策模型[J].水文地质工程地质，2006（02）：63-66.

[10]李方军.山区公路滑坡的综合防治[J].沿海企业与科技，2005（09）：145-146.

[11]刘红卫，苏生瑞，孙方强.山区公路滑坡与环境关系的探讨[J].公路，2005（07）：106-112.

森林资源多源数据整合方法研究

候逸晨
宁夏华林博源工程咨询有限公司　宁夏银川　750000

摘　要：森林资源多源数据整合具有重要意义，因为它可以提供更全面、准确的信息，有助于更好地管理和保护森林资源。不同数据源提供了不同类型和层次的信息，包括卫星遥感数据、地面测量、社会经济数据等。整合这些数据源可以提供更全面的了解森林生态系统和资源的状态、特征和变化。多源数据整合有助于监测环境变化，包括空气质量、水质、土壤状况等。这对于森林生态系统的健康和生态平衡至关重要。从而支持可持续的森林资源管理和环境保护。这对于维护生态平衡、防止灾害和实现可持续发展非常重要。

关键词：多源数据整合；森林资源；地理国情

一、森林资源多源数据整合原则

整合多源数据是有效管理和保护森林资源的关键原则。多源数据可以包括卫星图像、航空摄影、无人机图像、激光雷达数据、地理信息系统（GIS）数据、气象数据、生态学调查数据和人口统计数据等。确保不同数据源的数据格式、坐标系统和单位一致；有助于有效比较和整合数据。确保数据的质量和精度；低质量数据可能导致错误的分析和决策。因此，应对数据进行质量控制和验证。促进数据共享和协作。政府各部门间需打通数据共享通道，以促进更全面的资源管理。建立数据整合平台或信息系统，使不同数据源能够协同工作，提供综合的信息。整合不同尺度的数据，包括区域、局部尺度的数据，以便更好地理解森林资源的全貌。综合多种类型的数据，包括地形、地貌、土壤、植被、气象、野生动植物和人类活动数据，以获得更全面的信息。使用时间序列数据以监测森林资源的动态变化，包括伐木、生长、火灾、气候事件等。将不同数据源与地理信息系统（GIS）数据分析工具相结合，研究数据间的关联。根据具体的森林管理目标和问题，定制数据采集和整合方案。确保数据整合的合法性和合规性，涉密数据需按照《保密法》严格管理。建立定期监测和评估机制，以确保数据整合方案的有效性和效率。整合森林资源多源数据可以提供更全面的了解森林资源状态、生态系统健康和可持续管理的机会。这有助于林业管理部门更好地保护和管理宝贵的森林资源。

作者简介：候逸晨（1990-11—），性别：男，籍贯：河北省，职称：林业工程师，学历：硕士研究生，研究方向：森林资源调查、3S技术在林业中的应用。

二、森林资源多源数据整合方法

采用合适的方法和技术整合多源数据以有效管理和保护森林资源。森林资源多源数据整合方法有以下几种：

1.地理信息系统（GIS）

GIS允许用户将不同来源的数据整合到一个统一的平台上。以包括栅格数据（如卫星影像和航空影像）和矢量数据（如地图、道路网络、森林范围等）。GIS可以执行各种地理空间分析，如缓冲区分析、遥感图像分类、地形分析、交通网络分析等。这些分析有助于分析森林资源的分布和特征。GIS可以用来生成各种类型的地图，包括地形地图、用途规划地图、资源分布地图等。这些地图对于森林管理和规划非常重要。GIS提供了有关森林资源的可视化信息，这有助于政府机构、环保组织和研究人员制定更明智的决策，包括保护、伐木、规划和生态恢复。GIS允许用户对时间序列数据进行分析，以监测森林资源的变化。这对于监测森林火灾、毁林采伐和森林生长趋势等方面非常有帮助。GIS可以用于模拟不同管理方案的效果，以支持森林资源的可持续规划。这包括采伐计划、野生动植物保护、自然灾害管理等。GIS可以创建交互式地图和可视化工具，使决策者能够更容易理解和与数据互动。GIS平台可以用于共享数据，使不同利益相关者能够访问和使用有关森林资源的信息。GIS是一个多功能的工具，可用于整合、分析和可视化森林资源数据，以支持可持续的森林资源管理和保护。这有助于更好地了解森林生态系统、采取适当的决策和采取措施来维护宝贵的森林资源。

2.数据仓库

明确用户需求和数据整合的目标。确定需要整合的数据类型、格式和量级。从不同数据源采集数据，包括

卫星图像、无人机图像、地理信息系统（GIS）数据等。确保数据的质量和准确性。将不同数据源的信息整合到数据仓库中。使用ETL（提取、转换、加载）工具，确保数据的一致性和完整性。选择合适的数据库系统，如关系型数据库（例如MySQL、PostgreSQL）或大数据存储系统（例如Hadoop、Apache Spark），用于存储整合后的数据。为数据建立索引，以便快速检索。进行数据库优化，提高数据查询和分析的效率。确保数据仓库的安全性，包括数据加密、身份验证和访问控制。限制用户的访问权限，保护敏感数据。设计用户友好的界面，提供各种查询和分析工具。整合数据可视化工具，以便用户能够直观地理解数据。整合后的数据在同一平台上，保持数据间的一致性，避免了不同数据源之间的差异。数据仓库提供了快速查询的能力，用户能够迅速获取需要的信息，支持即时决策。用户可以进行综合性的数据分析，结合不同数据源的信息，获得更全面的信息。在森林资源管理中，建立数据仓库可以整合各种地理空间数据，支持森林覆盖监测、森林资源分析、林地保护利用规划等工作，为可持续的森林资源管理提供有力支持。是的，建立数据仓库是整合多源数据的关键步骤之一。数据仓库是一个用于集中存储、管理和分析大量数据的系统。它能够将不同来源的数据整合在一个统一的平台上，提供一种结构化的数据存储方式，使得数据能够快速、方便地被检索、分析和利用。

3.数据标准化

数据标准化是确保不同数据源的数据格式、单位和坐标系统一致的关键步骤。它在整合多源数据时起着重要的作用，有助于数据的准确比较、分析和解释。数据标准化需注意以下几个方面：不同数据源可能使用不同的单位来表示相同的属性，例如，不同数据源的面积可能为亩或公顷。在标准化过程中，需要将所有数据转换为相同的单位，以便进行准确的比较和分析。地理坐标系统的选择可能因地区和用途而异。不同数据源可能使用不同的坐标系统，如经纬度坐标、投影坐标等。在标准化过程中，需要将数据统一转换为相同的坐标系统，以确保数据在同一地理空间中位置的一致性。数据精度是数据的精确度和可信度的度量。在标准化时，需要考虑数据的精度，并记录数据的精确度，以确保在分析和比较数据时了解其可靠性。元数据是有关数据的数据，用于描述数据的内容、来源、格式和其他信息。在整合多源数据时，管理元数据是至关重要的，因为它可以提供数据的来源及具体信息，帮助用户更好地理解和使用数据。数据标准化可以借助自动化工具来实现，减少手动工作的复杂性和错误。这包括使用GIS软件和数据ETL（提取、转换、加载）工具来自动进行数据格式、单位和坐标系统的标准化。在标准化过程中，进行数据质量控制是必要的，以确保数据的准确性和一致性。这可以包括检查数据是否存在缺失、异常值或错误，并采取相应的纠正措施。使用数据集成工具和技术将不同数据源的信息整合到一个共同的数据集中。这可以包括ETL（提取、转换、加载）过程，以确保数据的完整性和一致性。

4.数据挖掘和机器学习

数据挖掘和机器学习算法可以帮助发现数据中的模式和趋势。例如，它们可以用于识别森林覆盖变化的季节性或年度模式。这些算法可以帮助查找数据中的关联关系，如特定气象条件与火灾的关联。这有助于预测火灾风险。可以使用机器学习来对森林覆盖进行分类，从卫星图像中自动检测森林边界。这可以用于将森林地区划分为具有相似特征的集群，以支持差异化的管理决策。卫星遥感提供了广泛的覆盖范围，可以用于监测大范围内的森林覆盖、土地利用和植被健康。这些数据源提供更高分辨率的图像，适用于更详细的监测和分析，例如检测树木健康状况和病虫害。激光雷达可以用于制作数字高程模型，以帮助理解地形和森林结构。地面调查和采样提供了直接的观测数据，可用于验证遥感数据的准确性和精度。这些数据还可以用于建立监测站点，以进行定期的森林健康和生态系统参数的测量。利用时间序列数据可以监测森林资源的动态变化，如森林覆盖变化、生长趋势、火灾历史等。这种分析可用于检测长期趋势，例如森林退化或复原的情况。综合利用这些方法，可以更全面地了解森林资源的状态和变化，支持决策者在森林管理、环境保护和可持续利用方面做出更明智的决策。这些方法的组合有助于维护和保护宝贵的森林生态系统。

5.云计算和大数据分析

将各种地理空间数据源（卫星图像、航空摄影、无人机图像等）上传到云存储，使用云计算资源来预处理数据，包括格式转换、镶嵌、图像校正等操作。利用云计算的弹性计算资源，可以加速大规模数据的处理。例如，使用云中的虚拟机实例或容器化技术来执行数据分析任务。使用大数据平台将来自不同数据源的信息整合在一起，以建立一个完整的数据仓库。使用分布式计算框架，如Apache Hadoop和Apache Spark，处理大规模地理空间数据，进行计算密集型任务，例如图像分类、地

理信息系统分析和模式识别。运用大数据分析平台来开发和训练机器学习模型，以识别地理空间数据中的模式、趋势和关联。这些模型可用于火灾风险预测、森林覆盖变化检测等任务。使用数据可视化工具，如Tableau、Power BI、D3.js等，将整合的数据以图表、地图等可视化方式呈现。创建交互式地图和仪表板，以帮助决策者理解和分析数据，从而支持森林资源管理和保护的决策制定。这些技术的组合使研究人员、林业管理部门能够更有效地处理、分析和共享森林资源数据，分析提供有关森林健康、可持续管理和环境监测的信息，为决策者提供数据支撑。它们还可以帮助准确预测和预防火灾、毁林开垦和其他潜在的森林威胁。

三、结束语

综上所述，整合多源数据需要综合使用多种方法和技术，以获得全面的洞见，支持森林资源的可持续管理和保护。这些方法可以根据具体的森林管理目标和问题进行调整和定制。

参考文献：

[1]杨锦.大数据背景下多源数据在自然资源政务中的应用与实践——以广东省土地管理与决策支持系统为例[J].热带地貌，2021（01）

[2]张旭，李新锋，王胜骞，高远，侯轶，马淑贤.一种融合多源数据的古建筑精细重建方法[J].工程勘察，2023（03）

[3]程朋根，吴雷云，张培林.多源数据支持下的城市发展与生态耦合关系分析[J].测绘地理信息，2023（02）

[4]张萌梦，胡蓓.地名地址数据库的多源数据更新方法的研究[J].信息与电脑（理论版），2023（05）

深部地下水的起源及其成矿作用

赵　航[1]　孙　强[2]
1.青岛地质工程勘察院（青岛地质勘查开发局）　山东青岛　266000
2.青岛地矿岩土工程有限公司　山东青岛　266000

摘　要：研究地球流体的成因和地质作用是当代地球科学的重要前沿课题。该领域能得到各国地学研究机构的优先资助，很大程度上得益于水文地质学家取得的一系列重要研究成果。

关键词：地下水成因；地下水成矿作用；古水文地质；沉积盆地水

引言：

近年来，国内外深层地下水研究的主要成果有：阐明了地下水的基本成因类型；建立了一套地下水成矿研究中的古水文地质分析方法。开发了一套研究水–岩相互作用的地球化学模拟软件。本文主要介绍了如何利用地下水及其气体的同位素资料来判断地下水的成因，同时也说明了成矿作用的古水文地质分析、沉积盆地中水的化学特征和成因、沉积盆地中水成矿作用的研究成果和方法。

一、研究的成果

1.阐述了地下水的基本成因类型，建立了较为成熟的工作方法。长期以来，对地下水的成因一直有不同的看法和认识。近年来，大洋钻探、科学深部钻探、油气勘探、寻找核废料地质处置场等勘探工程技术工作，以及气体地球化学和同位素地球化学研究，极大地丰富了对地下水成因类型的认识，取得了基本一致的观点，认为地下水成因包括渗透、沉积、岩浆和变质四种基本类型。

2.探索出一套有效的地下水成矿古水文地质分析方法。根据国外学者对古水文地质学的研究成果和对我国实际资料的分析，提出了一些古水文地质学的基本观点。

3.已经开发了一些用于水–岩相互作用地球化学模拟的软件，通过广泛应用，证明这些软件有助于揭示水–岩相互作用的机理及其控制因素。目前，在深层地下水的成因与成矿研究中，计算机模拟技术已经与水化学、同位素、实验方法一起形成了较为完整的方法体系。

二、地下水的概述

地下水是水资源的重要组成部分。在自然系统的循环过程中，与地下水接触的岩石圈、生物圈和大气圈交换着极其复杂的物质和能量等信息，水文和化学特征在时间和空间尺度上不断变化。在全球气候变化和高强度人类活动的影响下，地下水的不合理利用和水质恶化引发了一系列生态问题。地下水中化学成分的含量和赋存形式是影响地下水质量的主要因素。因此，研究地下水水化学的时空变化特征和演化规律，可以揭示地下水的现状及其与环境相互作用的形成机制。随着社会经济的快速发展，世界城市化进程越来越快，人们越来越关注城市环境。

三、地下水水化学形成机制

1.风化淋滤

风化淋滤是南宁市地下水水化学组分形成的重要地球化学过程，主要表现为地下水入渗过程中土壤或岩石层中某些组分的溶解和带走。研究区地下水主要赋存于第四系砂砾石层和上石炭统马坪组（C3M）、上泥盆统五指山组（D3W）灰岩、白云岩灰岩等地层中。淋溶主要体现在沉积岩和土层的淋溶。当地下水经过沉积岩和土层时，溶解度高的氯化物和硫化物首先溶入水中，改变了地下水的成分，增加了水中的含盐量。此外，空气中的CO_2进入地下水形成碳酸，加速淋溶。矿物成分分析结果表明，第四系砂砾石土壤的主要矿物成分为应时和硅质岩、长石、方解石等。主要化学成分为二氧化硅、氧化钙、氧化钠、三氧化二铁、K_2O等。地下咸水与它们反应释放出Ca^{2+}和Na^{+}离子，其中Na^{+}离子的释放相对比Ca^{2+}，所以孔隙水主要是Ca^{2+}和HCO^{-}_{3}。$CaCO_3$、$MgCO_3$和CAMG（CO_3）$_2$是上石炭统马坪组（C3M）和上泥盆统五指山组（D3W）的主要成分，因此咸水与岩石的相互作用释放出Ca^{2+}、Mg^{2+}和HCO^{-}_{3}等离子，岩溶水主要是Ca^{2+}和HCO^{-}_{3}。

2.地下水混合

混合是研究区地下水化学成分形成过程中的重要地球化学作用，主要表现在地表水与地下水交汇区水质类型往往复杂，化学成分多样。如邕江上游下雨时，河水

水位上升，邕江多级阶地松散岩类孔隙水水位也上升，具有明显的补给关系；埋藏岩溶区（良庆区）和裸露岩溶区（清水泉盆地）碳酸盐岩裂隙中的溶洞水主要接受大气降水补给，辅以地表水（大王滩水库），最终排入邕江。

3.人类工程经济活动的影响

大气降水是地下水补给的主要来源，其化学成分丰富，形成了地下水的初始化学成分。随着人类活动的增加，地下水的物理、化学和生物性质发生了变化，从而导致地下水的变化。（1）三废和有害物质总量增加引起的地下水变化。随着经济的快速发展，南宁市工农业发展迅速，城市化进程加快。各种燃料燃烧产生的废气使大气中酸性物质（C、N、S）增加，形成酸雨，使地下水的pH值降低，血浆中H^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}含量逐渐增加。固体废物回收和保存不当，废物中的有毒有害物质通过淋溶进入地下，造成地下水污染；废水中的细菌、病毒等微生物消耗水中的溶解氧，而表面泡沫阻止空气中的氧气溶解于水中，导致CO_2含量相对增加，地下水中HCO^-_3增加。（2）过度开采地下水。随着工农业的快速发展和人口的迅速增加，对水的需求也在增加。为满足工业生产、农业灌溉和生活用水的需要，一方面增加邕江地表水，另一方面打井抽取大量地下水，导致地下水严重超采。一方面造成水位下降，从而形成下降漏斗，改变地下水的动力条件，为污染物进入地下创造便利条件。二是改变了不同含水层之间的水力联系，导致深层水质恶化；第三，改变了地层的渗透性，导致水文地球化学环境的变化，部分金属不溶物被氧化成游离金属离子，淋溶到地下水中。（3）城市建设造成地下水污染。评价城市化进程的一部分是城市建设。城市建设中开挖基坑容易使雨水聚集，成为地下水污染的“源头”；地下工程将浅层地下水切割成块，改变了城市浅层地下水的正常埋藏、补给和排泄条件，容易造成地下水污染。

4.ph值的分布

研究区孔隙水主要为酸性地下水，pH值集中在4.64~7.34范围内，酸性水点占总孔隙水的91%。岩溶水主要为碱性地下水，平均pH值在5.32~7.3之间，碱性水占岩溶水总量的57%。地下水的pH值会对生活用水、工业用水和农业灌溉产生很大的影响。研究区孔隙水pH值低的主要原因是地质环境背景，即包气带介质间接影响地下水的酸碱度。研究区孔隙水包气带介质主要由第四系冲积砾石层、砂砾石层、粘土和亚粘土层组成，厚度5~63m，表层土壤主要为红壤土。根据市土壤肥料站的数据，全市80.4%的水稻土和69.8%的旱地土壤pH值在6.5以下，而降水、地表水和灌溉水通过土壤渗入含水层。根据黑箱理论原理，进行了城市红壤的淋溶试验。结果表明，酸性水和碱性水通过包气带进入含水层后都呈酸性，pH值最终稳定在4左右。因此，地下水在土壤入渗过程中通过一系列反应转化为酸性液体，pH值稳定在一定范围内。然而，随着人类活动的增加，地下水的pH值也发生了变化。燃料燃烧产生的大量废气导致酸雨的形成，工业的快速发展导致三废和有害物质的排放日益增加。地下水通过大气降水或地表水直接或间接补给，改变其pH值。

四、深层地下水成因辨析

20世纪80年代以来，人们开始重视从地下水（尤其是地热流体）及其气体的同位素组成和气体组成数据中提取成因信息，如δD、δ18O13C36Cl、34S/32S、87Sr/86Sr、234U/238U、3He/4He、7Li/6Li等。其中，在地热流体氢氧稳定同位素研究中发现了“D移”现象。与Taylor推断的“原始岩浆水”相比，岛弧火山区部分高温喷流的δD值较高，而这些地区其他类型地热流体的δD和δ18 O值介于局部雨水和火山喷流之间。这种“氘漂”现象在一些高温热水中也有发现，很难用水岩相互作用引起的同位素分馏来解释，更有可能是同位素组成与火山蒸汽相似的岩浆流体混入了热水。近年来，气体地球化学方法在查明地下水成因中的作用越来越受到重视。不仅可以判断气体的成因，还可以推断流体所处的构造环境和岩浆流体的源岩类型。

五、地热系统与热液成矿

大量的实测、实验和理论研究表明，热液成矿作用的形成和分布与地下热液的动力条件、成因类型、化学成分和焓特征之间往往存在着内在的成因联系。因此，将地热和水文地质学的研究原理和工作方法引入热液矿床的研究，无疑有助于加深对成矿机制和矿化富集规律的认识，进而指导找矿工作。早在1981年，就从水文地质学的角度讨论了现今地热系统中某些矿床的形成。鄂东地区的研究表明，不同类型的地下水参与了某些矽卡岩矿床的形成。建立了鄂东南多金属成矿带控矿断裂的古水文地质模型。这些模式在基本控矿因素、主要含矿岩石、断层–岩体–矿体的空间关系及成矿溶液来源等方面有所不同。矿床学者也十分重视地热系统与热液矿床成矿关系的研究。各类矿床的成矿溶液都参与了成因地下水（大气降水、重力水）或沉积地下水（海水、施工用水）的渗入。

六、沉积盆地中水的化学特征及其成因

沉积盆地水是地壳深部水研究的重要组成部分。随着盆地油气和深层卤水资源勘探的深入，人们对沉积盆地的水化学特征有了更清楚的认识，对其形成机制在许多方面有了更一致的看法。系统总结了沉积盆地中水的化学特征。随着盐度的增加，水中Na、K、Mg、Ca、Sr的含量呈系统上升趋势，而pH和碱度呈下降趋势。盆地水中的有机阴离子主要与低盐度水有关，但Cu、Pb、Zn等金属组分优先出现在盐度大于200g/L的卤水中，可能是高Cl^-浓度和低pH增强了这些金属元素的溶解性（与Cl^-缔合形成金属络合物）。地下蒸发的浓度和蒸发岩的溶解有可能形成大多数地下卤水的盐度和Cl浓度。粘性土的膜过滤比效应以及结晶岩和花岗岩中氯硅酸盐（如云母和角闪石）的水解也可能是某些卤水中盐分增加的机理。深层地下水矿化度的明显降低可能是由于大气水的侵入和成岩过程中矿物或有机质脱水产生H_2O造成的。大多数地下水中的主要阳离子不能用地表蒸发水的埋藏或渗透以及地下蒸发岩的溶解来解释。据推测，主要的阳离子（钾、钠、钙、米等。）广泛受一种亚稳态热力学缓冲效应的影响，即硅酸盐–碳酸盐土（石盐）矿物组合与深部流体之间的热力学缓冲效应是控制地下流体成分的首要因素，即使在100℃以下。对这一假设进行了水溶液的热力学模拟，其结果与野外水化学数据有一些重要的相似之处。将地层水分为四类：第一类油田水的TDS普遍较低，一般小于50g/L，通常在几g/L至20–30g/L之间，最低仅为0.5g/L，个别情况下可达200mg/L（。pH值一般大于7，最高可大于10，属于弱碱性–碱性水；水化学类型主要为氯代碳酸钠、氯代碳酸氢钠、氯代碳酸氢钠、碳酸氢钠（包括碳酸氢钠）；（钠/氯）>1.这种水一般分布在淡水–半咸水相的砂质泥岩地层中，地层中没有石膏、盐等矿物，但普遍胶结有方解石和白云石。ⅱ类水TDS较高，一般大于100g/L，最高为349g/L；一般水中Ca^{2+}含量较高（与I类相比），但水中Cl^-和Na^+含量仍占优势。水的pH值一般小于7，大多在5.0–6.5之间；水化学类型一般为氯钠、氯钠钙和氯硫酸钠钙。这种水主要出现在有石膏和盐层的沉积盆地中。三类油田水矿化度较高，一般在50~100g/L，有时高于100g/L或低于50g/L；PH介于弱酸性和弱碱性之间；水化学类型主要为氯钠和硫酸氯钠。这类水主要分布在陆相淡水沉积环境的煤系地层中。第四类水的特点是阳离子中Ca^{2+}的含量高于Na^+和Mg^{2+}。发现蒸发浓缩水的化学特性（如酸碱度、盐度和水化学成分之间的差异程度）与实际油田水有很大差异。然而，不同CO_2分压和不同地热条件下方解石–白云石–钠长石–微斜长石–白云母–应时矿物组合和盆地水的模拟结果与第一类油田水的化学特征相当。岩盐–石膏–水相互作用体系的模拟结果也与二类油田的水化学特征相当。由于油田水是在漫长的地质历史中形成的，各种物理、化学和生物化学作用无疑会对其产生影响。我们知道油田水化学形成的主导因素，但不否认其他因素的作用。正是由于各种因素的共同作用，油田水的化学特征变得丰富多彩。

七、沉积盆地水与成矿

沉积盆地水的成矿作用包括两层含义：（1）沉积盆地水本身含有较高的成矿元素。当赋存环境发生变化时，溶解在沉积盆地水中的成矿元素会沉淀形成矿床。一般来说，盆地水作为潜在的成矿流体，必须含有1mg/L或以上的溶解成矿元素（如Pb、Zn、Cu、Ba）。（2）沉积盆地水本身在初始阶段不含高成矿元素，但在演化过程中与周围环境相互作用逐渐聚集成矿元素，然后成矿组分在适宜的条件下从盆地水中沉淀出来，进行聚集成矿。在许多独特的地质背景下，沉积盆地水一直被认为是成矿流体。

总之，随着地质勘探的深入和现代测试技术的提高，人们将获得更多关于地球内部流体的信息。由于地球流体特别是深部流体本身的复杂性和人们认识的局限性，对地球内部流体的研究将是一个永恒的科学课题。中国有大量的地质场地可供深部流体研究，如大量的古生代和中新生代沉积盆地、高温、中低温地热田、与深部流体有关的大中型矿床等。因此，中国完全有条件为地球流体的研究做出更大的贡献。

参考文献：

[1]张坤.地下水资源特性及其合理开发利用.2020.

[2]李连凯.浅谈深部地下水的起源及其成矿作用.2021.

基于岩土勘察的地质工程基坑支护设计

孙　强[1]　赵　航[2]
1.青岛地矿岩土工程有限公司　山东青岛　266000
2.青岛地质工程勘察院（青岛地质勘查开发局）　山东青岛　266000

摘　要：随着科学技术的不断发展，各个领域的技术水平持续提高，在各种工程施工中，岩土工程的勘察工作是工程施工中的一个很重要的环节，其结果的准确性直接影响基坑的支护质量，影响基坑的整体稳定性。因此，在地质调查工作工作中，要严格按照勘探程序进行地质勘探工作，选择合适的技术勘探方案。并对测量结果进行汇总，为基坑支撑施工提供准确详细的数据。

关键词：岩土勘察；地质工程；基坑支护设计

引言：

在基坑深度施工过程中，现场工作人员必须对周围岩石做开挖处理，在开挖过程中，因为施工工作的干扰，岩石岩性会在一定程度上发生变化，一般来说，岩石岩性的变化往往会对建筑物主体结构的稳定性和施工质量的安全产生负面影响，甚至在严重情况下会导致出现安全事故。为避免现场施工活动受到干扰以及不利因素的影响，施工单位认为，在进行基坑施工前，应对周围的地质水文环境进行全面研究，并根据调查结果尽量确保支护设计方案科学合理以及基坑作业安全顺利。

一、深基坑支护与岩土勘察特点分析

1.岩土工程条件

在工程项目准备的初步阶段，详细研究和分析项目的具体情况和各种外部环境因素，全面分析和讨论项目施工条件，有效提高会计工作的可靠性，准确性以及真实性。同时，项目施工计划方案应严格遵守相关法规，根据项目现实进行设计，不断优化创新，确保工程项目安全和谐实施。

2.环境分析

在基坑设计过程中，建筑商不仅要检查现场是否达到应有的指标，还要充分了解周围环境参数，经过多年的不断实践，人们认为基坑设计中涉及的环境影响因素从多方面表现：首先，在施工现场，建筑商必须根据施工现场的分布精确测量建筑物与施工现场之间的距离，同时通过精确测量的反馈和对建筑物周围地质条件的测量，制定科学合理的施工计划。联系有关部门，其目的是加深对施工现场电缆和管道分布的了解，必须有针对性地处理采石场施工中的不协调之处。

3.岩土勘察的重要性

在工程施工中，岩土勘探是工程施工的重要组成部分之一，项目施工前的全景测量主要包括现场地质条件分析评估、信息综合、施工期规划。岩土勘察研究涉及的范围广、综合能力强并且工作困难，需要各方专家和科学家的共同研究，共同努力。如果在地质勘探阶段出现问题，将严重影响后续工作，从而影响整个项目的进度和质量[1]。

二、岩土勘察的地质工程基坑支护设计现状

1.选择的力学参数不合理

由于工程地质条件复杂，工程地质条件往往差别很大，工程支互设计师必须对工程数据进行详细研究，并对力学进行详细分析，确保工程设计合理，在施工过程中，充分了解施工现场的岩土条件，分析施工过程中的安全风险，安全委员会根据现场施工状况及时采取适当措施，确保施工安全，在进行基坑支互时，根据具体设计条件，选择适当的机械参数，考虑深度、粘度、岩土摩擦等因素，考虑各个方面，得出有关科学结论。一些设计师没有足够的经验来根据项目进度进行合理分析，这将对项目建设产生一定影响。

2.基坑土体取样问题

为了获得合理的土体物理指标性能，设计师通常必须在地质工程项目中对地下基底层进行取样和分析，为之后的的设计提供有效参考。这可以为后续基础设施提供重要指导，钻井开始时必须按照国家标准采集油井样本，为减少勘探过程的工作量和工作成本，应该尽量减少钻孔数量，提取的土壤样本必须具有随机性，此外，如果因为地质结构相对复杂，导致的采集的土壤样本不符合标准要求，会导致支撑结构的实际与设计有很大差异。

3.深基坑空间效应问题突出

施工过程中基坑开挖产生的空间效应是影响坡度稳定性的重要因素，基坑的空间影响问题在基坑长度变大时会更加明显。为确保开挖结果的一致性，最大限

度地减少空间影响，必须遵守和优化平面应变设计的基本原则。

4.工程地质环境复杂

在地质工程基坑支护的施工过程中，地质环境条件复杂，部分施工区域有一层软淤泥或淤泥粘土，钻井时可能发生卡钻、井坍塌等现象。可能严重影响施工进度和支护效果，测试表明，岩土勘察的地质工程需要各种支护方案。由于基坑地质、周围环境条件，以及建筑物和管道数量众多，支护方案对环境的影响必须严格控制，确保建筑物总坡度的累积值符合设计要求，位移不大于2/1000，现场地质调查结果表明，在支撑桩施工中存在一些技术困难，应避免泄漏泥浆、坍塌井，以及油井倾斜或土石坍塌等施工问题，采取有效排水和防浮措施，避免影响支撑桩的施工质量[2]。

5.边坡堆载现象严重

开挖工作完成后，大多数施工人员在基坑周围堆叠混凝土，钢筋和其他工作材料，导致基坑支护结构不稳定，甚至发生大规模的安全事故，为了减少边坡堆载的发生，有必要加强支撑设计，积极与施工人员沟通，防止大量工作材料在边坡附近堆积，防止边坡受到过大压力。提高支撑效果，减少坍塌。

6.设计与施工差异较大

基坑支护中最重要的工作是设计，这直接影响后续施工是否能够顺利进行，从施工角度来看，地质工程工作面临极其复杂的地质条件，这也会对后续施工产生负面影响，甚至会出现突发事件，使设计和施工两方面产生巨大差异。同时，这可能会对岩土工程研究的最终质量和成效产生不利影响，导致与最终目标有大的差异，这种情况出现的原因是在不同的地质条件下，施工单位的工作落实程度有限，或者人员缺乏专业技能和水平，最终导致了岩土工程与预期目标有很大差异。

三、岩土勘察与地质工程基坑支护设计要点

1.选择合理结构参数

随着基坑地质工程的不断深化，挡土墙、连续墙、喷锚、各种支撑形式（如锚杆）都具有其独特的特点，因此需要进行力学分析，以确保基坑的整体稳定性，在结构分析中，由于土体内聚力和摩擦角的原因，导致结构中存在很大的受力差异，力学参数选择不当会降低设计的安全性。应采用先进的设计概念，优化反馈系统，以确保支护结构的稳定性。但实际工程地质结构复杂，应根据地形、根据环境条件等进行分析因此，为了选择合适的土体参数，根据测量数据建立垂直支护系统模型。在开挖过程中，使用有限元程序对基坑进行简单的数值模拟，并在每个剖面中输入不同的土体参数，以搜索最大深度。分析高度周围的荷载，寻找最合适的支护形式。大多数基础设施都建在需要高精度数据的岩石和山坡土壤上。地质勘探过程中可能会发生而误差，因此支撑结构的整体强度需要得到适当提高，确保承载能力，实现预防安全事故的目标。在基坑支护中，根据实际工程情况，结合现有工程价值，分析变形规律，合理选择力学参数，提高技术水平[3]。

2.及时处理建筑形变问题

建筑物基坑的变形是施工过程中不可预测的事故，因此管理人员需要实时监控基坑支撑结构，一旦检测到支撑结构的变形和破坏，应及时加强支撑结构，防止事态进一步发展，导致危险事故，造成不可估量的损坏。根据施工的经验，管理人员应通过观察斜坡、周围建筑物和地下管道来评估深沟支护的耐久性，然后通过将深沟坡度的现场测量值与平面图数据进行比较来分析支护的变形情况，如果差异仍在国家质量标准中，这意味着他们仍然在基坑支撑结构的能力范围内，如果超出了允许的数量，则有必要及时调整现有施工的安全性，其次，管理人员发现了无法解释的泄漏和基坑泄漏，应检查周围建筑物的地下管道，如果发现管道严重变形和位移，则应改善施工参数，确保施工质量。最后，将施工区域划分给基坑。如果发生显著偏移，表明基坑支撑结构的承载能力降低，因此，制定应急计划，以支撑基坑，避免加强坑洞，防止加剧破窗效应。

3.科学处理开挖问题

在开挖阶段，由于开挖空间的影响，斜坡可能会不稳定，在基坑长的情况下，这一问题会变得更加严重，需要改进支撑结构，确保在长度方向上的连续开挖效果，避免斜坡不稳定，在基坑支护设计的实践中，根据现场条件，加强应对变形的能力，根据所述变形进行计算，合理预测变形范围，根据气候和环境进行相应改善，变形控制参数由基坑的安全水平确定，根据基坑的安全系数可以确定变形控制参数，根据基坑安全系数，当对支护构件承载力进行详细分析，构件的外阻比超过安全系数时，说明结构可以安全满足开挖和施工要求，作为临时工程，有必要加强基坑支撑的安全设计，提高结构在复杂环境条件或岩土条件下的承载能力，为确保基坑支撑结构的安全，可以采用有限元分析软件进行分析，确定支撑强度，模拟不同工作条件下的施工，确定结构深度位置和横向位置的变化，提出有效的支撑方案，在确保结构安全的基础上，选择更经济的支撑方法，达到更高水平的基坑支撑设计。

4.做好土体取样工作

在制定和实施勘察工程方案时，土体取样至关重要，因为基坑基础设施非常复杂，良好的土体取样工作，不仅可以进一步提高测试出的各种岩土指标的精度，还可

以有效提高设计质量。地质勘探工程中基坑的良好施工，需要提高员工的工作质量，对土壤进行良好取样，提高员工的专业技能。在地质勘探工程中，管理人员应定期组织施工人员参与培训，并提高对基坑维护重要性的认识。同时，在培训过程中，对建设者进行良好培训非常重要。建立适当的激励制度，以帮助提高专业技能，有效保证工程质量[4]。

四、基于岩土勘察的地质工程基坑支护设计

1.勘察技术

（1）测点布置

在岩土勘探中，可以使用钻井和测量技术来提高勘探效率和质量，深入分析项目的地质和环境信息，确认施工现场是否存在安全风险。根据基坑的大小，为了确保不同观测点之间的距离约为10~15米，有必要知道合适的观测点，以确保不同观测点间的距离约10~15m。同时，在现场进行良好的土壤取样。结合实际施工条件，可选择XY–150钻机完成钻孔取样，钻孔设备可选择110mm孔径，130mm开口的仪器进行钻孔。在施工过程中，一旦到达粘土层，应及时停止钻孔，在钻孔下方进行最终取样，在粉土层中进行良好的螺旋开挖，符合粘土覆盖物的形状，避免孔坍塌，同时根据需要进行良好的取样工作。

（2）勘察试验

触探试验期间，施工装置应采用动态检测接头的方法，选择直径74 mm、锥角60° 的探头，选择自由落锤法，记录地下沉积物10 em获得的锤敲击量。在粉土层压实试验中，进行适当的标准测试工作，确保土壤稳定性，为保证土壤密度和粘土稳定性，应将土壤塑性指数控制在10左右，待扑杀0.075mm的颗粒，结合密度要求确定锤次，在试验过程中，施工装置应使用自动断开方法控制原始装置的重量，确保锤头自由下落73 cm高度，此外，施工单位在适当时候进行土壤测试，同时对坑内土壤质量进行全面评估。

2.支护设计

（1）安全评价

根据地质调查结果，做好矿坑施工安全评估和管理工作，根据项目施工现场的环境条件，及时对土壤进行环境分析，通常以平坦土丘和粉质粘土为主，该区域的环境部分由风化岩石和碎石组成，在调查过程中，发现地下水对施工的影响，当存在于露天坑环境中时，应根据季节变化及时采集地下水样本，以避免地下水腐蚀和污染，当发现地下水腐蚀时，应在维护过程中及时采取防腐措施，确保有效提高施工的整体稳定性。在基坑的开挖和施工过程中，应简化工程地质条件的管理，通过等值梁法检查支撑结构的稳定性，为制定科学合理的基坑支撑计划提供适当的基础[5]。

（2）支护方案

在地质工程基础支架的设计中，为了保证支架结构的安全性和稳定性，避免支架过程对环境的影响，因此通常采用锚杆支架的方式，铸造施工采用C30混凝土完成，有效提高了基坑整体稳定性，同时支撑坑顶。此外，及时使用双锚杆，第一层锚杆在地下3米处工作，锚杆坡度控制在15° 左右；同时，施加锚杆位置作为支撑，控制外部支撑荷载，避免影响结构稳定性；检查坑内土壤压力时，地下3米处的土壤压力力可达51 kPa，永久冻土压力可达342 kPa，坑内6米深度处的压力可达81 kPa。为了不影响实际支护下的稳定性，需要做好锚杆水平拉力而分析工作，结合盐酸结构，第一段锚固张力约为198 kN，第二段锚固张力大于323 kN，支撑高度必须控制在约18 m处，辅助建筑物必须确保不受梅雨季等环境因素的影响，这些因素会导致盆地地下水位上升，设计师必须做好基坑支撑和排水设计工作，良好的地下水处理工作，在项目施工后期建立完整的控制系统，以及良好的基础井开挖监督工作，使基坑支撑结构水平位移在36mm范围内，控制地面沉降变形约21mm，避免影响系统施工安全。此外，做好基坑施工监督管理工作，如支撑结构出现裂缝或基坑进水，应立即提出排水的建议。要执行此操作，请确保整个支护系统得到有效提高[6]。

五、结语

简言之，基坑支护设计和岩土勘察工程研究可被视为复杂和系统的工作，在正式的研究设计过程中，现场建设者应主动负责，坚持科学合理的施工设计原则，坚持协调规划和合理实施重点。在此基础上，积极整合信息技术内容，实现基坑支护设计和测量工程全周期管理，进一步提高基坑支护最终设计效果，实现测量技术不断进步。

参考文献：

[1]李娜.基于岩土勘察的地质工程基坑支护设计研究[J].四川建材，2022，48（06）：84–85.

[2]刘鹏程.基于岩土勘察的地质工程基坑支护设计[J].造纸装备及材料，2021，50（02）：125–127.

[3]史俊峰.基于岩土勘察的地质工程基坑支护设计[J].住宅与房地产，2020（04）：89.

[4]张鹏.基于岩土勘察的地质工程基坑支护设计[J].世界有色金属，2019（20）：252+254.

[5]彭俊龙.基于岩土勘察的地质工程基坑支护设计研究[J].智能城市，2019，5（23）：34–35.

[6]边渭华.基于岩土勘察的地质工程基坑支护设计[J].世界有色金属，2019（14）：224–225.

静态冲量——地球内部热的主要来源

石绍山[1]　密书胜[2]
1.山东省临沂市临沂凤凰岭中学　山东临沂　276104
2山东省临沂市河东区教育和体育局　山东临沂　276000

摘　要：静态冲量产生热能理论，天体自身引力的静态冲量改变物体微观粒子之间的运动和相互作用力，将能量转化为分子势能储存在分子之间，分子势能积聚到一定程度又转化为分子动能，物体热能增加，温度升高，物质的微观结构进入新的力学平衡态。这是新发现的一种力热转化理论。地球引力的静态冲量是地球内部热的主要来源，使地球内部热岩滚滚，为人类提供不竭的能源。地球引力的静态冲量是构造地震、火山喷发的元凶，也是板块形成的原动力。引力静态冲量是所有行星卫星内部热的主要来源，为原始恒星发生热核反应华变成恒星提供高温条件。

关键词：静态冲量；力学平衡；分子势能；分子动能；弛豫时间

一、地球内部热的来源

地球分地壳地幔和地核，地壳是坚硬的岩石层，从地表向下温度逐渐升高。地壳以下是地幔，大约两千多千米厚，是熔融的岩浆，热岩滚滚，温度约800至4000℃，越向下温度越高，内层是更高温度的地核，2000到5000℃，最高温可达6500℃[1]，蕴藏着巨大的热能。如此巨大的热能是从哪里来的呢？科学家们给出了两种来源：一是地壳内部的放射性元素衰变时释放的能量，二是地球在形成初期是一个熔融的大火球，46亿年来热量还没有散尽。不过，最近科学研究发现：地球内部的热量仍有约一半的不知来源。

其实地球初期自带的那些热能早在生命史前就散失掉了。地壳相对于地球半径如此之薄，含有的放射性元素自然有限，地壳内部的放射性元素衰变时释放的能量，与地球内部巨大的热能相比就显得微不足道了，况且放射性元素经过几十亿年的半衰蜕变，释放的热量必然越来越少。由热传递理论可知，热能在液体中主要以对流的形式向上传递，而且很快，以热传导的形式向下传递却很慢，地壳中的射放性元素产生的热量向下传至地幔层时，就被岩浆对流传回岩层中。如此看来，地球深处的温度岂不更低吗？地球自产生碳基生命至今约38亿年的生命演化历史说明，地表温度保持适于生命繁衍的相对恒温至少有38亿年了。而地球自诞生起至今46亿年，热力一直不减，尽管地球每年都持续向太空释放巨量的热量，也没有迹象或观测数据显示地球内部的温度在降低，地球内部必然还存在一个巨大的热源，本文将揭开“地球内部的热量仍有约一半的不知来源”的热源的奥秘。

二、静态冲量

物理学中将力与时间的乘积定义为冲量[2]，它等于动量的改变量，即$FT=MV_2-MV_1$。若力F作用在物体上一段时间T，物体静止不动，即$V_2=V_1$，物体必然还受到一个与F等大反向的力F′，则有合冲量为零，但FT与F′　T均不等于零。也就是说物体被力F和F′拉伸或压缩了T时间，物体运动状态并没有改变，即动量的改变量为零，此时力与时间的乘积并不为零。像这样，有力作用在物体上，物体仍处于静止状态，力与时间的积累效果同样可以用力与时间的乘积来表示，我们暂且将这个量称作静态冲量。

我们先来看两个事例。

一是冷拉钢筋。用一个恒定的力拉钢筋，增加钢筋强度是工程建筑常用的一种提高钢筋强度和硬度的工序。冷拉钢筋初期，钢筋发生形变伸长了，外力对钢筋做功，内能增加温度升高。待钢筋长度定型后继续施加恒定的拉力，钢筋几乎不再伸长，此时力对钢筋做功几乎为零，由现有的功能理论可知，只要钢筋长度体积不变，无论施加多大的力，力作用多长时间，钢筋的热能不会增加，温度不会升，这与牵引机车一直向钢筋“输入”能量，温度持续升高相矛盾。

二是液压机床压铁砧，用一个较大的恒力持续施加在铁砧上，铁砧发生微小的形变之后几乎不再发生形变，但内能也会持续增加，温度持续升高。这时机床向铁砧“输入”的能量是怎么使铁砧温度升高的呢？

上述事例中，对静止的物体施加力，物体发生形变时，外力在力的方向上有距离，对物体做功，物体内能增加温度升高；物体不发生形变时，在力的方向上距离

为零，没有对物体做功，物体的温度也能继续升高，这与功能原理相“矛盾”。原因在于，无论是静止的钢筋还是铁砧持续受到较大的外力而体积几乎不变时，物体的内能也会持续增加，该过程并非通过做功的形式直接将机械能转化为热能，而是通过打破分子间的力学平衡，将能量先转化为分子势能储存在分子等微观粒子之间的相互作用之中（物质分子层级的微观结构也有能级区分），并未立即升高温度，此时“输入”的能量仍以分子势能的形式储存在分子等微观结构之间，还没有转化为分子动能。分子无规则运动的剧烈程度与温度有关，物体的温度越高，分子运动越剧烈，分子的动能越大[3]，可见物体温度的高低表征分子动能的大小，反应分子运动的剧烈程度，分子势能只有转化为分子动能，才使物体表现出温度升高。即外力施加的静态冲量使构成物质的分子、原子、电子等的微粒的转动振动状态产生变化，将外力“输入”的能量吸收并转化成分子、原子等微粒的分子势能，储存在分子之间。外力越大，作用时间越长，静态冲量越大，“输入”受力物体的能量越多，转化的分子势能越多。当分子势能积聚到一定程度，就会打破原有分子力学平衡，转化成分子动能，分子运动加剧，物体温度升高，随即分子结构达到另一种力学平衡。当分子势能未达到打破原有分子力学平衡结构所需要的能量时，物体的内能增加，增加的内能以分子势能的形式存在，温度不会升高。当外力发生周期性地变化，会使处于平衡状态的分子受扰动，分子间相互作用力发生相应的周期性的改变，也会诱导部分分子势能转化为分子动能，即物体的微观粒子的力学平衡没有被打破时，周期性的外力变化也会将部分分子势能转化为分子动能，物体温度升高。

换一句话说，在静态冲量的作用下，积聚的分子势能不足以打破原有分子结构的平衡时，物体温度不会升高。当分子势能积聚到一定程度，会打破原有分子结构的平衡，转化成分子动能，使物体温度升高并以热量的形式释放出来，随即分子进入另一种力学平衡。这就是静态冲量产生热能的理论，静态冲量通过改变物体微观粒子之间的运动和相互作用（如分子原子电子的运动振动及相互作用）将能量转化为分子势能储存在分子之间，分子势能积聚到一定程度又转化为分子动能，使物体温度升高的一种热力学现象。当外力发生周期性地变化时，也会诱导部分分子势能转化为分子动能，温度升高。

在巨大外力的作用下，微观粒子阻抗外力，粒子之间的相互作用力增强，分子势能增加并储存在分子结构层级内，当微观结构仍处于力学平衡的范围之内，内能增加但温度不升高，这时物体仍处于弛豫时间之内，微观粒子的力学平衡没有被打破。当继续施加静态冲量，分子势能持续增加，超出分子间力学平衡的限度，分子结构崩塌，势能转化为动能，物体温度升高，分子结构进入新的力学平衡，物质的物理性质也发生了变化（高温高压下存在金属氢和固态铁就是佐证）。

三、地球内部热源揭秘

地球巨大的引力，使构成地球物质的不同部分长时间挤压，是地球内部热能的主要来源。地球自身引力作用于其内部物质，持续的时间越长，静态冲量越大，分子势能积累的越多，超出分子间力学平衡的限度，分子结构崩塌，分子势能转化为分子动能，温度升高。距地面越深的地方受到的压力越大，静态冲量越大，分子间的相互作用力越强，积聚的分子势能越多，分子间的力学平衡越容易被打破，分子势能会更多更快地转化为分子动能，故越接近地心的地方温度越高，热量源源不断的向上释放，加热着地球的上层的物质。另外，地球内部热能的产生还受周围天体的影响，影响最大的是太阳和月球。地球上不同位置的物质受到的引力因距离变化也在发生周期性的变化（即太阳月球对地球物质的引力摄动），分子之间的相互作用力也随之发生变化，诱发地球物质分子势能转化为分子动能，加快了地球热能的产生。

四、解释现象，预测未来，引领探索

1.地球深处受到自身的压力最大，长时间压力作用产生巨大的静态冲量，使地球中心积聚大量的分子势能，当分子间的力学平衡被打破时，分子势能转化为分子动能，温度急剧升高，中心物质（早期吸积的物质）达到熔化温度时全部熔融，形成熔融的液态核。随着时间的推移，距中心较远的物质也依次熔融，逐渐变成液态，上部的压力仍源源不断地作用于下部，变成液体的熔岩也在持续升温，密度较大的沉入最底层形成地核，密度较小的上浮至表面冷却成密闭地壳，逐渐发育成今天的火成岩，冷却不了的就形成了地幔层。内部熔融的地球绕太阳公转，来自太阳的引力几乎全部提供绕太阳公转向心力，地球处于相对太阳的“失重”状态，地球对自身不同位置物质的吸引力各向同性，故地球物质被塑造成球型。和地球一样，其它较大的天体都被塑造成球形。质量较小的固态天体内部的产热速率小于散热速率，无法熔化自身演化成球形天体，最终演化成不规则的岩石块在太空游荡。

2.引力静态冲量转化的热能是形成板块、推动板块发生大陆漂移和产生构造地震的原动力。由于地球引力产生的静态冲量源源不断地产生巨大的热能，大于地表向太空散失的热量，当密闭的地壳承受不了多余的巨大能量时，就以做功的方式泄能。最早的泄能是将地壳撕裂成几大板块，然后推动板块发生大陆漂移，造山填海，将能量转化为岩层的机械能释放出来，形成构造地震，或是高压岩浆在地壳薄弱处上行，冲出地面形成火山。

3.解释木星表面温度升高。由静态冲量产生热能的理论，可以推测较大的行星或卫星的温度都有升高的趋势，质量越大温度升高的越快。近几十年观测到木星温度升高的主要原因就在于此。木星内部的热能单靠放射性元素蜕变产生的热量远远达不到木星内部现在的如此高温和持续升温的现象，科学家研究认为，木星内核的温度高达20000到30000℃，其实木星内核的温度远非止于此，还将持续升高。如此的高温能否点燃木星发生核聚变，答案是否定的，原因在于尽管木星引力作用的时间越长，内部受到的静态冲量越大，由于温度越高，热量散失的越快，内部温度在升高到核聚变需要的温度之前，就已经达到热平衡，到那时木星内部的温度达到极限，也满足不了热核反应需要的温度条件。该极限温度与质量有关，质量越大，极限温度越高，如果木星的质量增加到现在的67倍[4]，极限温度将达到氢聚变时的温度，发生热核聚变，发光发热，成为能发出巨量光和热的行星。现在，即使木星将太阳系内的所有行星小行星吸积，质量也增加不了一倍，故木星不会被自身点燃发生热核反应。

由静态冲量产生热能的理论，可以推测较大的行星或卫星的温度都有升高的趋势，质量越大温度升得越快。像木星一样，土星、天王星、海王星的质量和自身的引力较大，长时间作用与内部物质的静态冲量转化的热量大于向太空散失的热量，尽管现在他们的温度都较低，可以推测在将来它们的温度都会有明显升高。科学家在将来的科学观测中会证实。

4.原始恒星发生热核反应华变成恒星需要的高温条件，也是有巨大引力的静态冲量产生的热能提供的。科学观测认为，恒星是由分子云中的致密区域发生塌缩形成的，分子云的最初温度约为10K~20K，温度极低[5]，在不断地吸积碰撞过程中，内部积累了由相互碰撞产生的热能，恒星形成时吸积分子云的范围广，质量大，远远超出了行星质量，内部受到的引力巨大，引力产生的静态冲量转化的热量加热原始恒星，使原始恒星华变成发光发热恒星。

5.为深度开发地热能，降低地质灾害提供理论支撑。随着社会的发展，人类对能源的需求量越来越大，开发可再生能源——地热能无疑是弥补能源不足的一条优选途径。合理开发利用地热能，不仅有利于保护生态环境，还能降低地震等级、减缓火山喷发。

五、结论

地球内部的热能大部分来源与自身的引力静态冲量，地球上部物质的巨大重力长时间对下部的物质产生压力作用，改变下部物质微观结构层面的分子原子等粒子层面的相互作用、运运、振动的力学平衡，将能量以分子势能的形式储存在分子内部，分子势能积聚到一定程度，会打破自身的力学平衡，转化为分子动能，温度升高，以热能的形式释放出来，随后物质的微观结构进入新的力学平衡态。

参考文献：

[1]张安琪，郭震，Juan Carlos Afonso等.华南东部陆内火山区上地幔热化学结构及熔体分布[C]//中国地球物理学会.2022年中国地球科学联合学术年会论文集——专题五十九：岩石圈构造与大陆动力学、专题六十：地壳变形与大陆构造.北京伯通电子出版社，2022：1.

[2]孙焕泉，毛翔，吴陈冰洁等.地热资源勘探开发技术与发展方向[J/OL].地学前缘：1-13[2023-11-02].

[3]陈海鑫.地质灾害防治与地质环境问题分析[J].大众标准化，2023（20）：60-62.

水工环地质环境勘察关键技术研究

——以江苏镇江丹阳市为例

胡　茜

江苏省地矿局第一地质大队　江苏南京　210041

摘　要：如今社会经济发展速度加快，地质勘察在经济运转中有着明显的现实意义。展开地质勘察作业，可以进一步掌握地质环境实际情况，从而合理利用自然资源。基于现代科学技术高兴发展下，人们在地质勘察中有效应用了各种关键技术，不断提升了地质勘察质量和效果，降低相关工作人员的工作压力。江苏镇江丹阳市要想保证地质勘察的实际效果，有必要重视水工环地质环境勘察作业中的关键技术应用。

关键词：水工环地质；关键技术；勘察工作；丹阳市

引言：

现阶段，水工环地质勘察工作已经广泛使用到了各种高新科技，有效推动了我国工程地质勘察、环境地质勘察以及水文地质等领域高质量发展。江苏镇江丹阳市必须要不断加大水工地质勘察关键技术的应用力度，如此才能保证水工环地质勘察工作质量和技术应用水平，从而满足工程建设需要，带动当地经济发展。

一、案例分析

前几年丹阳市作为地质调查局服务实行的新型城镇化战略中小城镇地质调查的试点城市，该项目紧跟丹阳市城市发展计划，着重调查丹阳市主要的环境地质问题与地质资源特点，为丹阳市城镇建设提供数据保障。尤其是在实行系统化地质研究工作中，全面认识了地理环境。在地质研究中，丹阳市使用了粒度分析、古生物鉴定、同位素测年以及钻探揭露等技术防范，针对前人调查数据进行了验证，比如资料中的区域中的太湖冲湖积平原区全新世古河道的形成时间、物质来源、空间布局以及具体成因[1]。实践证明，所划分的古河道实际上是一碟形积水洼地，在新时期下，冰期渐渐结束，气候逐渐变暖，地域广泛分布了阔叶混交林。在气候变暖后，雨量减涨、海面不断提升，海水开始波及河床。当海侵直达高峰以后，海水会顺着支流或者低洼区域逐渐侵入到丹阳市东南部，从而造成地区镇江海侵。

在晚更新世纪末时期，丹阳市的东部便形成了波状平原低洼处汇集流入到海水中，逐渐构成了积水洼地，因为水体更多为入侵海水，整体水体环境更偏向于滨海泻湖，被该区域的沉积水动能比较弱，对于基底侵蚀作用不太明显；蝶形盆地当中发育大量海相有孔虫，同时中心水体更深处地区存在着发育浮游孔虫，同时有着厚度相当的沉积物，即近静水细粒沉积物，通常为湖沼沉积为主，在丹阳市的北东段局部有着进水通道沉积，主要为粉砂。其中水质中微体古生物以及同位素测年最终数据显示，该区域的积水洼地主要是全新世镇江海侵最大海侵，海水溯江而上，入侵至本区低洼区汇集形成[2]。在今后的水工环地质勘察工作中，丹阳市可以结合各种先进技术开展工作，这样可以不断提高勘察数据和结果的可靠性与精准性。

二、丹阳市水工环勘察工作中的关键技术

1.电法技术

电法技术是水工环地质勘察工作中使用最多的技术之一，在丹阳市地质勘察中应用该技术可以进一步提高勘察效果与质量。另外，电法技术发展历史比较漫长，因此技术层面相对成熟，通常情况下，该技术划分为两种，其一是高密电法，此技术的勘察核心是方式，被广泛应用到野外勘察中，其勘察数据精准度较高、操作也比较便捷。其二是激化法，该方法主要运用相关方式激化岩石，这是因为岩石内部有着明显的差异性，能够在差异不同情况下辨别结果，一般被使用到水资源勘察或者岩石勘察中。

2.钻孔静止水位测量技术

该技术是完成钻孔施工任务之后，要求相关人员有针对性的测量水工环地质区域的实际水位，测量时间的间隔控制在五分钟以此，最后一次测量时间保持在开始测量周的一个小时以内，在测量全过程中，相关测量人员要详细记录各项数据，并且保证为一个小时一周期，全面观测水位实际情况，进而保障钻孔静止水位测量数据的真实性[3]。在丹阳市水工环地质勘察中便可以有效使用该方法，以此保证水位在不断变化中其最终的测量数据相对稳定精准。另外，还要结合丹阳市实际情况与

水工环环境等，适当调整地质勘察测量方式，合理分析测量的数据信息，确保钻孔静止水位测量技术得到充分应用。

3.GPS技术

在技术在水工环地质勘察中起着重要测量作用，可以精准定位地质危险区域，搜索勘察领域中最关键的位置。现阶段，该技术更加实用与先进，可以有效应用到海陆空领域中，并且为测量人员提供更加精准的导航服务。所以在丹阳市水工环地质勘察项目中合理应用GPS技术，可以不断降低外部因素的影响，同时为勘察人员提供更加真实合理的数据信息，从而提升勘察工作效果。另外，GPS技术还能有针对性的监测环境当中的地质灾害、水文分布以及环境污染等，实时收集相关的精准信息数据，进而有效分析数据和处理数据，保证勘察工作的最终质量，并为后期提供更加合理的数据支撑。因此勘察人员在收集数据后应做好实时记录，通过信息技术保留数据，可以按照以下表1进行填写，确保数据的完整性[4]。

表1　GPS控制测量外业记录表格

观测日期：　　观测者：	
点名：	仪器号：
开机时间：	天线高：
关机时间：	
观测点描述：	
有无大范围水域，河、湖、池塘等	
有无无线电干扰源，发射塔、高压线等	
有无遮挡	
有无大面积反射面，玻璃幕墙等	

4.RTK技术

该技术在实际使用中，还需要结合GPS技术相位差分才可以高效完成工作，实时定位的数据信息会通过基准站传送数据，也叫改正数，同时有效结合流动站的应用技术，能够实时处理好测量数据。其工作原理为：在正式测量之前，合理设置好接收机，通常将其放置在流动站或者基准站上，与此同时，在安装全过程中，接收机可以精准、实时的接受定位系统传递来的相应信号。随后借助基准站收到的精准定位和信息数据处理结果，开展有效的数据对比分析工作，以此保障最终数值的正确性[5]。还要应用无线电数据链电台，把最终的数值高效发送到流动站中。流动站的处理方式：结合信号的距离和实际强度选择基础站开展常规的RTK作业、当某个基准站出现问题时能够灵活切换、其本质上就是常规的RTK、需要流动站通信设备具有自动化扫频性能。一情况下可以在丹阳市环境污染防治中应用该技术，比如灾害的检测和防控，还有水污染监测等勘察工作中，以此提高勘察工作的有效性[6]。

5.遥感技术

遥感技术工作原理见图1；在丹阳市水环工地质勘察工作中，可以使用遥感技术获取更多遥感数据，以此保证勘察技术水平。在实际使用中，遥感数据所呈现的地物表现能力大不相同，还需要基于地物波普特点，合理选择成像方式，比如地物类型主要为解译植物时，可以使用MSS5、TM3、TM2等成像方式收集遥感数据。对于数据的处理，遥感技术主要包括几何校正技术和辐射校正技术，丹阳市需要结合实际要求，选用合适的数据进行处理，处理好的数据将以图像形式呈现出来，相关人员需要合理裁剪图像，将有价值的部分保存下来，排除无关的数据信息[7]。最终将合成图像波段，为地下水信息解释提供依据。对于信息的解释，因为地下水信息数据和勘察地区的植被分布、地质特征以及地貌特点等相关，比如人类活动，一般人类活动比较平凡的地域，地下水一般更大，所以相关人员在分析辐射亮度、植被和土壤水分之间的关系之后，才估测地下水位的分布情况，以此获取更加精准的勘察结果。

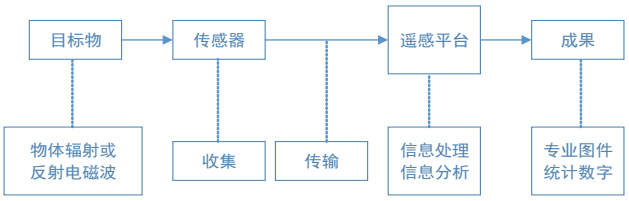

图1　遥感技术

6.地质雷达技术

在水环工地质勘察中，地质雷达技术也是非常重要的技术之一，其主要原理是结合探测目标选用合适的发射机，并结合发射天线发射相应频率的脉冲电磁波讯号，使用超高评电磁波来探索地下介质的实际分布状况。地质雷达基础理论中的麦克斯韦方程组如下，$\nabla \times H = J + \varepsilon \frac{\partial E}{\partial t}$，其中的$J=J_{外}+J_{自}$

$$\nabla \times E = -\mu \frac{\partial H}{\partial t} \qquad \nabla \cdot H = 0 \qquad \nabla \cdot E = \rho_V / \varepsilon$$

当发射机发射相应频率的和脉冲宽度的电磁波信号，如果信号在岩层当中产生反射信号，随后被反射讯号以及直达讯号利用接收天线传送到接收机以后，将其放大之后通过示波器呈现出来你，示波器有无反射波数值，就能判定监测目标的存在性，结合反射讯号的目标物体平均反射波速以及滞后时间，还能大概计算出检测目标的实际距离，雷达的工作频率见表2。

表2　雷达的工作频率

带号	频带名称	频率范围	波段名称	波长范围
–1	至低频（TLF）	0.03–0.3Hz	至长波或千兆米波	10 000–1000兆米（Mm）
0	至低频（TLF）	0.3–3Hz	至长波或百兆米波	1000–100兆米（Mm）
1	极低频（ELF）	3–30Hz	极长波	100–10兆米（Mm）
2	超低频（SLF）	30–300 Hz	超长波	10–1兆米（Mm）
3	特低频（ULF）	300–3000 Hz	特长波	1000–100千米（km）
4	甚低频（VLF）	3–30kHz	甚长波	100–10千米（km）
5	低频（LF）	30–300 kHz	长波	10–1千米（km）
6	中频（MF）	300–3000 kHz	中波	1000–100米（m）
7	高频（HF）	3–30 MHz	短波	100–10米（m）
8	甚高频（VHF）	30–300 MHz	米波	10–1米（m）
9	特高频（UHF）	300–3000 MHz	分米波	10–1分米（dm）
10	超高频（SHF）	3–30 GHz	厘米波	10–1厘米（cm）
11	极高频（EHF）	30–300 GHz	毫米波	10–1毫米（mm）
12	至高频（THF）	300–3000 GHz	丝米波或亚毫米波	10–1丝米（dmm）

7.技术创新

创新是快速发展的基础，就丹阳市的水工环地质勘察工作中，一定要高度重视技术的开发应用与创新，可以积极使用上述的GPS技术，通过物探技术比如图2所示，以及遥感技术等。同时要确保技术应用和勘察工作的适用度，必须要保证技术作用的充分发挥，这样才能保障勘察作业的质量。此外，对于技术的应用，必须要安排专业人员，培训其专业操作知识，防止在工作中出现各种大失误，在丹阳市地质项目模拟中，便能使用遥感技术采集数据，开展综合分析，降低工作人员工作压力，节约时间，合理使用化学分析法检测水质[8]。

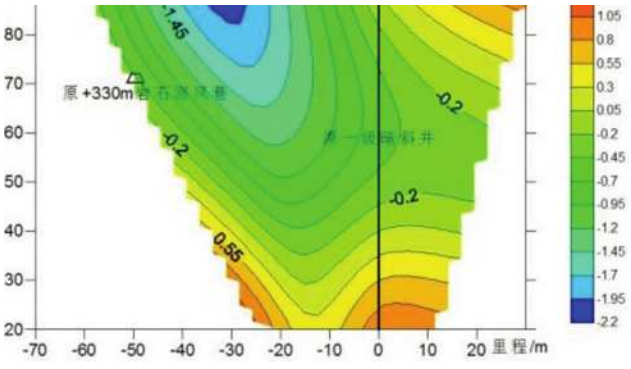

图2　物探技术

三、结语

丹阳市的水工环地质中勘察工作与开发利用对于国家经济而言有着现实意义，并且在环境保护中有着一定重要性，在科学技术高效发展下，水工环地质勘察工作成为现代勘察技术重点应用领域。与此同时，丹阳市水工环地质勘察工作对于能源建设而言影响较大，所以相关人员必须要高度重视勘察工作，积极学习先进的勘察技术与实际应用，全面掌握丹阳市的水文地质特点与实际情况，合理分析水文环境对于工程项目开展各种影响，在实际工作中有效使用新技术，这对于国家水工环建设而言意义重大。

参考文献：

[1]付玉芬.水工环地质勘察技术及应用——以鑫盛公馆为例[J].2020.

[2]郑翔.水工环地质勘察中的问题及合理防治关键技术的探讨[J].中国金属通报，2019（2）：2.

[3]张明磊，杨凯.研究水工环地质勘察问题防治对策[J].中国高新区，2019，000（009）：181，183.

[4]高杨.水工环地质环境勘察中的技术应用及实施要点分析[J].黑龙江冶金，2021，041（003）：108–109.

[5]李元，韩晓慧.水工环地质勘察技术探究[J].云南化工，2018，45（1）：2.

东准噶尔卡拉麦里地区构造变形及其演化特征

石　青　胡宏利　李俊飞　李宾洋　王耀忠
中国地质调查局乌鲁木齐自然资源综合调查中心　830057

摘　要：东准噶尔地区褶皱、断裂构造均十分发育，构造线总体方向为北西～南东向展布，构成了一系列强应变构造带与其间弱变形区域强弱相间的格局。卡拉麦里地区可划分为卡拉麦里沟弧盆体系、装阿尔地块稳定陆缘和准噶尔地块准噶尔坳陷3个构造层，主要构造变形发生在晚古生代，该阶段构造变形强烈，主要存在三期构造变形。

关键词：构造变形；构造演化特征；卡拉麦里；东准噶尔

引言：

东准噶尔地区褶皱、断裂构造均十分发育，构造线总体方向为北西～南东向展布，构成了由南到北的一系列变形较强的卡拉麦里、库布苏、阿尔曼泰、布尔根等强应变构造带与其间弱变形区域强弱相间的格局。褶皱、断裂构造几乎均分布于两条北西向高角度逆冲断层阿尔曼特断裂与卡拉麦里断裂之间，包括与之平行延伸的一系列褶皱和逆冲断层。划分为卡拉麦里沟弧盆体系、装阿尔地块稳定陆缘和准噶尔地块准噶尔坳陷，卡拉麦里地区主要构造变形主要发生在晚古生代。该阶段构造变形强烈，主要存在三期构造变形。

一、构造层及其构造特征

工作区内构造层的划分依据区域性不整合，平行不整合；沉积建造及沉积岩相特征；古生物群落及古地理环境；变质程度等特征，将区内划分为：加里东构造层，包括两个亚构造层；华力西构造层，包括九个亚构造层；印支期构造层，包括三个构造层；燕山期构造层，包括六个亚构造层（见表4–1）。由于卡拉麦里深大断裂的控制，形成了南北不同的构造单元，反映在构造层和沉积建造上也有显著的差异。

1.卡拉麦里沟弧盆体系

位于卡拉麦里深大断裂北部，由南至北为陆间残余海盆、弧前盆地、古火山岩浆弧和弧后盆地，由华力西期构造层第一亚构造层至第六亚构造层和加里东期构造层组成。

2.准噶尔地块稳定陆缘

该区位于卡拉麦里深大断裂南侧，由华力西期构造层第七、八、九构造层和印支期构造层第一亚构造层组成。构造古地理环境为无火山岩断陷盆地相中央带。

3.准噶尔地块准噶尔坳陷

以下二叠统的高角度不整合界线与准噶尔地块稳定陆缘分界。主要为印支期构造层的两个亚构造层和燕山期构造层的六个亚构造层组成。

二、卡拉麦里构造带构造演化特征

1.卡拉麦里构造带的组成

卡拉麦里构造带的位置与卡拉麦里蛇绿混杂岩带位置及范围相当，其构造演化过程其实就是卡拉麦里蛇绿混杂岩带的形成、侵位及演化过程。

蛇绿岩带的物质组成包括本地岩块、外来岩块、基质。本地岩块以蛇绿岩为主，包括超镁铁质岩（蛇纹石化）、超镁铁质–镁铁质堆晶杂岩及镁铁质岩等组成。超镁铁质岩石具有低SiO_2、高MgO、LREE富集的“V”字形和LREE略富集型稀土元素分布模式，具有SSZ型的地幔橄榄岩特征。玄武岩、堆晶辉长岩以及辉长岩脉具有低Al_2O_3、TiO_2、K_2O+Na_2O含量，且$K_2O<Na_2O$，具相对高的MgO和极低的P_2O_5含量，具低的Ti/V比值（10 ～ 20）、低的稀土元素丰度和LREE弱亏损型稀土元素配分模式，也显示与洋内板块俯冲作用有关的SSZ型蛇绿岩地球化学特征。少量碱性玄武岩则具有洋岛玄武岩特征，具有高Al_2O_3、TiO_2（2.50% ～ 3.43%，平　均3.16%）、K_2O+Na_2O（7.36% ～ 9.40%）、P_2O_5（0.509% ～ 1.579%，平均0.80%）和Ti/V（>50），相对低MgO（1.84% ～ 2.81%，平均2.60%）的特征，富集不相容元素，并具高的稀土元素总量和轻稀土元素明显富集的稀土元素配分模式，该区岩浆活动可能也受洋脊活动影响。外来岩块主要为变形程度较弱的中泥盆统地

基金项目：中国地质调查局项目DD20230380资助。

作者简介：石青（1986–），男，甘肃武威人，高级技工，从事战略性矿种调查工作，E–mail：542947075@qq.com。

***通讯作者：**胡宏利（1991–），男，新疆哈密人，助理工程师，从事矿产勘查和生态环境调查工作，E–mail：245812144@qq.com。

表 4–1　东准噶尔地区构造层划分简表

构造层	亚构造层	地层单元	构造单元及沉积建造			变质变形	矿产
			准噶尔地块准噶尔坳陷	准噶尔地块卡拉麦里褶皱带	卡拉麦里沟弧盆体系		
喜山期构造层		第四系（Q）	冲积、冲洪积物、湖沼积物、化学沉积物			未变质	
燕山期构造层	六	土谷鲁群（K_1T）	无火山岩断陷盆地相中央带			未变质	
	五	齐古组（J_3q）					
	四	石树沟群（$J_{2-3}SH$）					
	三	西山窑组（J_2x）	无火山岩断陷盆地相陡坡带				
	二	三工河组（J_1s）					
	一	八道湾组（J_1b）					煤矿
印支期构造层	三	小泉沟群（$T_{2-3}X$）				未变质	
	二	仓房沟群（$T_{1-2}CH$）					
	一	将军庙组（P_3j）					
华力西期构造层	九	胜利沟组（$P_{1-2}s$）		卡拉岗组（P_2k）		未变质	
	八	六棵树组（C_2lk）					
华力西期构造层	七	弧形梁组（C_2h）	无火山岩断陷盆地相陡坡带			未变质	
	六	巴塔玛依内山组（C_2b）			火山岛弧滨浅海环境沉积特征	区域低温低压变质作用、区域热流变质作用、脆性、韧性变形	
	五	姜巴斯套组（C_1j）		那林卡拉组（C_1n）			
	四	黑山头组（C_1hs）		塔木岗组（C_1t）			金矿
	三	蕴都卡拉组（D_2y）		卡拉麦里组（$D_{1-3}k$）			金矿
	二	北塔山组（D_2b）					金矿
	一	托让格库都克组（D_1t）					
加里东期构造层	二	红柳沟群（S_3H）		被动陆缘–陆棚碎屑岩盆地		区域低温低压变质作用、区域热流变质作用、脆性、韧性变形	
	一	白山包组（S_2b）					

层，该地层由灰绿色–灰黑色凝灰质粉砂岩、硅质粉砂岩、凝灰质砂岩、细粒砂岩及砂砾岩等组成，岩石劈理化强烈，具低绿片岩相变质特征。下石炭统姜巴斯套组地层，是在蛇绿混杂岩就位后沉积的，主要为一套灰绿色–浅灰色的凝灰质砂岩、凝灰质粉砂岩及土黄色–浅灰绿色的岩屑砂岩、砾岩等，劈理倾向介于12° ~ 46°，倾角较陡，岩石普遍具绿泥石化、绿帘石化等蚀变特征。基质主体为中泥盆统地层，在清水泉地区的碎屑锆石年龄出现三个年龄段，分别为310 ~ 370Ma、380 ~ 440Ma和600 ~ 610Ma（田晓莉，2013）。说明该区可能存在古老基底或基质（>400Ma），其中最新年龄为310Ma，其沉积于晚石炭世以后，说明部分基质的时代不是中泥盆统，而是更晚，或者该中泥盆统地层中部分岩层不属于基质，而是更新的上覆岩系。而该区的含粉砂沉凝灰岩的碎屑锆石年龄集中于421Ma ~ 473Ma之间，由此判断蛇绿岩混杂岩带的基质主体可能为早于志留系火山岩或相关火山碎屑岩。同时该区的上覆地层早石炭统沉积地层样品中的碎屑锆石年龄在305Ma ~ 361Ma之间，说明该套沉积地层应属于晚石炭世末期，上覆地层可能在晚石炭世末期后形成。

2.卡拉麦里蛇绿岩的形成与侵位

（1）卡拉麦里蛇绿岩的形成时代

目前蛇绿岩块体岩石的年龄报道较多。1990年，李锦轶等在碧玉岩中发现了不晚于早泥盆世的大量微体古生物化石，包括放射虫、小软舌螺、小壳类化石等。卡拉麦里蛇绿岩中的硅质岩（产于卡拉麦里带南明水段剖面）所含放射虫，时代属晚泥盆世，相同样品经法国Lille大学放射虫专家M.Caridroit鉴定为晚泥盆世弗拉期到早石炭世杜内期，对应时间为（345 ~ 385Ma）。同位素年龄跨度较大（如表4–2），分布在329 ~ 737Ma之间，其中原因之一可能由于测量方法的限制（如K–Ar，Ar–Ar法），另外可能是采取样品的限制，以及反映继承锆石的年龄。根据最新报道的锆石U–Pb测年数据，本文认为蛇绿岩可能主要形成于泥盆纪，局部可能延续到早

石炭世。

表4–2　卡拉麦里蛇绿岩年代学研究成果表

岩石名称	位置	年龄	方法	资料来源
枕状玄武岩	平顶山	418.5 ± 5.4Ma	La–ICP–Ms锆石U–Pb	李现冰，2013
辉绿岩	大沙沟西	416.7 ± 3.2Ma	La–ICP–Ms锆石U–Pb	黄岗等，2012
辉长岩		737Ma	Ar/Ar	何国琦等，2001
	平顶山	398.7 ± 3.8Ma	La–ICP–MS锆石U–Pb	李现冰等，2013
	红柳沟	329.9 ± 1.6Ma	La–ICP–Ms锆石U–Pb	汪帮耀等，2009

（2）卡拉麦里蛇绿岩的就位时限

蛇绿岩就位的启动时间可以由变质底板来限定，就位的下限时间可以由后就位沉积物或穿插的岩浆岩来限定，其就位时限介于二者时代之间。

穿切蛇绿岩带的老鸦泉–黄羊山偏碱性花岗岩年龄，该岩基年龄范围为277 ~ 316.8Ma。不整合于蛇绿岩之上的凝灰岩LA–ICP–MS锆石U–Pb年龄（黄岗，2102）为343.0 ± 5.0Ma。因此凝灰岩的年龄（343.0 ± 5.0Ma）作为蛇绿岩就位的下限时间更为合适。蛇绿岩就位的上限时间可以由李现冰2013年报道的斜长角闪岩LA–ICP–MS变质锆石U–Pb年龄（388.5 ± 2.9Ma）来限定，而蛇绿岩西段与中泥盆统地层混杂，因此卡拉麦里蛇绿岩就位的时限初步限定在343.0+5.0 Ma ~ 388.5 ± 2.9 Ma之间是合适的。

3.卡拉麦里构造带中构造变形阶段及特征

由于早古生代的造山作用影响较小，卡拉麦里地区主要构造变形主要发生在晚古生代。该阶段构造变形强烈，主要存在三期构造变形。早期为挤压韧性剪切变形，该期变形与中泥盆世至早石炭世的区域性挤压剪切有关，相当于卡拉麦里蛇绿岩的构造侵位阶段。构造类型有以透入性轴面劈理为主的面理、线理、一系列枢纽近东西向的紧闭同斜褶皱（图版4–1：a、b），近直立的拉伸线理。中期变形为晚石炭世至早二叠世初的中浅部构造层的走滑脆–韧性剪切变形，这期变形以发育北西向和近东西向右行走滑的脆–韧性剪切带为特征，使早期的蛇绿岩等岩石多形成透镜状岩块（图版4–1：c、d）、富碱花岗岩中出现北东向剪节理（图版4–1：e）。晚期为早二叠世后的脆性变形作用，包括下二叠统地层中出现的逆冲断裂（图版4–1：f）及其伴生的张性断裂、裂隙、膝折、共扼节理等构造变形。

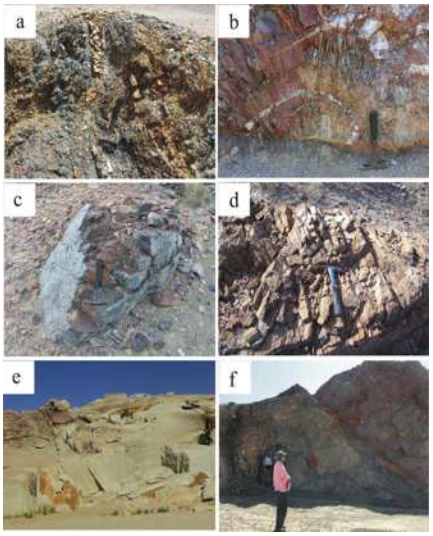

图4–1　卡拉麦里地区岩石矿石的构造变形特征

a–中泥盆统粉砂岩中劈理；b–凝灰质砂岩中充填的褶皱状石英脉；c–透镜状辉长岩岩块；d–透镜状灰岩岩块；e–钠铁闪石花岗岩中北东向剪节理；f–下二叠统将军庙组安山岩夹层中向北逆冲断层

三、结论

1.东准噶尔地区褶皱、断裂构造均十分发育，构造线总体方向为北西~南东向展布，构成了由南到北的一系列变形较强的卡拉麦里、库布苏、阿尔曼泰、布尔根等强应变构造带与其间弱变形区域强弱相间的格局。

2.卡拉麦里地区构造层可划分为卡拉麦里沟弧盆体系、装阿尔地块稳定陆缘和准噶尔地块准噶尔坳陷，卡拉麦里地区主要构造变形发生在晚古生代，该阶段构造变形强烈，主要存在三期构造变形。

参考文献：

[1]李现冰.新疆东准噶尔卡拉麦里蛇绿混杂岩组成、结构及演化研究[D].长安大学，2013.

[2]黄岗，牛广智，王新录等.东准噶尔卡拉麦里蛇绿混杂岩中斜长角闪岩的发现与洋中脊构造环境的确认[J].中国地质，2017，44（02）：358–370.

[3]何国琦，李茂松，贾进斗等.论新疆东准噶尔蛇绿岩的时代及其意义[J].北京大学学报（自然科学版），2001（06）：852–858.

[4]汪帮耀，姜常义，李永军等.新疆东准噶尔卡拉麦里蛇绿岩的地球化学特征及大地构造意义[J].矿物岩石，2009，29（03）：74–82.

[5]田晓莉.东准噶尔晚古生代碎屑岩的沉积时代与物源分析[D].合肥工业大学，2013.

岩土工程勘察在复杂地质环境下的技术研究

王　浩
中煤湖北地质勘察基础工程有限公司　湖北武汉　430064

摘　要：岩土工程勘察作为土木工程中至关重要的一个环节，其在复杂地质环境下的技术研究显得尤为重要。本文将着重探讨岩土工程勘察在复杂地质环境中的技术特点和应用方法，希望能够为相关领域的研究和应用提供一些参考。通过对复杂地质环境的研究，能够更好地了解地质情况，为工程设计和施工提供科学依据，以期也为相关学者带来一定参考。

关键词：岩土工程勘察；复杂地质环境；技术特点；应用方法

岩土工程勘察是土木工程中不可或缺的一环，它的目的是通过对地质环境的详细调查和分析，获取相关地质信息，为工程设计和施工提供科学依据。然而，在复杂地质环境下进行勘察工作，由于地质条件的复杂性和不确定性，给勘察工作带来了诸多挑战。因此，研究和应用包括技术特点和应用方法在内的岩土工程勘察技术，对于解决这些问题具有重要意义。

一、岩土工程勘察在复杂地质环境下的技术特点

在复杂地质环境下进行岩土工程勘察时，其技术特点显得尤为重要和复杂。复杂地质环境下的岩土工程勘察，首先面临的是地质信息的获得和解释的难题。复杂地质环境往往伴随着构造活动、地震、火山活动以及岩层变形等自然因素，这导致地质构造和岩石土壤的性质变得错综复杂。因此，岩土工程勘察师需要通过现场观测、采样和实验室测试等手段，获取准确、全面的地质信息。同时，勘察人员还需要对这些信息进行综合分析和解释，以便更好地理解地质问题，为后续工程设计和施工提供准确的依据。第二，复杂地质环境下的岩土工程勘察需要充分考虑地质风险和灾害因素。在复杂地质环境下，地震、滑坡、地面沉降等地质灾害的潜在风险大大增加，这对于岩土工程的可靠性和安全性提出了更高的要求。因此，在勘察过程中，勘察人员需要细致地研究和评估地质灾害的潜在风险，选择适当的岩土工程方法和技术，以确保工程的可持续发展和安全性。第三，复杂地质环境下的岩土工程勘察还需要利用先进的技术手段和设备。随着科技的发展，各种高精度、高效率的岩土工程勘察技术被引入到实际工程中。例如，地质雷达、地球物理勘探、遥感技术等技术手段可以提供非常丰富的地质信息，帮助勘察人员更精确地了解地质条件。此外，数值模拟、三维建模等技术也可以为勘察人员提供更直观、准确的数据分析和结果展示。第四，复杂地质环境下的岩土工程勘察需要注重团队合作和专业交流。在面对复杂地质环境时，勘察人员通常需要组成多学科、多专业的团队，共同研究和解决问题。每个专业人员都需要将自己的专业知识和经验与其他人进行交流和共享，以便更好地理解和解决问题。同时，勘察人员还需要与工程设计师、施工人员等其他相关人员进行有效的沟通和协作，以确保勘察结果的有效应用和工程的顺利进行[1]。

二、岩土工程勘察在复杂地质环境下的技术应用方法

1.室内试验技术

岩土工程勘察中的室内试验技术主要包括岩石试验和土工试验。岩石试验旨在评估岩石的物理力学性质和工程行为，如强度、变形特性、稳定性等。而土工试验则着重于土壤的工程性质和特征，如压缩性、剪切强度、渗透性等。

在进行岩石试验时，严格遵循了试验的要求以及标准，实验室内配备了各种测试设备和仪器，如岩石力学试验机、岩石蠕变试验仪、声波检测设备等。通过这些设备，可以对岩石的抗压强度、抗剪强度、弹性模量、泊松比等力学性质进行定量测量，从而为工程设计提供科学依据。

而土工试验则主要依靠室内试验箱或仪器进行。这些仪器可以模拟不同的地下环境，如饱水、干燥、冻融等。通过土工试验，可以了解土壤的湿度、含水量、固结性质、剪切强度等关键参数。这些参数对于土壤的工程行为和稳定性评估具有重要意义。例如，在地基工程中，通过室内试验可以确定土壤的承载力、沉降性质，从而为工程的合理设计和施工提供指导。

室内试验技术的可靠性和准确性是保证工程质量和安全的重要保障。通过准确的试验数据，工程师能够更好地预测工程材料和结构的性能，优化设计方案，提高工程的可靠性和经济性。室内试验还可以辅助现场观测和监测，为工程施工提供实时的反馈和指导。因此，在岩土工程勘察中，室内试验技术不仅是一门学科，更是需要不同工作人员的努力，保证最终结果的准确性。

室内试验技术的应用方法并不仅限于上述几种，随着科技的不断进步和研究方法的创新，还有许多新的试验方法被引入。然而，无论采用何种试验方法，都需要严格的操作和准确的数据分析，从而保证试验结果的可靠性和准确性。室内试验技术在复杂地质环境下的应用不仅可以提供工程设计所需的参数和依据，还可以帮助工程师更好地理解地下土层的特性和行为规律。通过室内试验技术，可以模拟和探究实际工程环境中的复杂情况，为工程的安全性、稳定性和可持续性提供保障。

2.原位测试技术

在面对复杂的地质环境时，勘察人员需要运用各种技术手段来获取准确的地质信息，以便进行合理的工程设计和施工。而在这些技术手段中，原位测试技术无疑是一项非常重要且广泛应用的方法。原位测试技术即在现场进行的地质测试和监测。其目的是通过直接获取现场数据，了解地层的性质和特征，为岩土工程的设计与施工提供可靠的依据。这项技术的应用领域非常广泛，包括但不限于地基处理、基坑开挖、边坡稳定性分析等。岩土工程勘察中常用的原位测试技术有很多种，其中较为常见的有静力触探、动探、钻孔取样等。静力触探是一种通过推进钢管并测量推进阻力和孔压来判断地层性质的测试方法，动探则通过钻杆或动探杆对地层进行冲击，观察冲击反应以推断地层的性质。而钻孔取样是通过钻孔设备钻取地下样品，然后对样品进行岩土分析以了解地层的组成和特征。原位测试技术在岩土工程中的应用具有很多的优势，比如它能够提供直接的现场数据，相较于室内试验可以更准确地反映地层的实际情况，同时原位测试技术可以在不破坏地层结构的情况下获取数据，具有较小的干扰性，不会对周围环境造成不可逆的影响。此外，原位测试技术通常能够快速获取数据，提高工程进度。

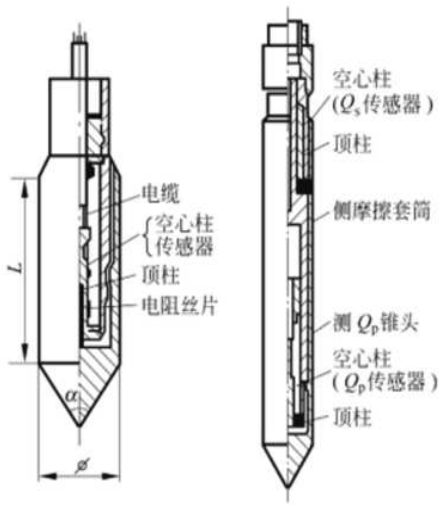

图1　双桥静力触探试验

3.岩土钻探技术

在复杂地质环境下，岩土钻探技术的应用就显得尤为重要。岩土钻探技术是一种通过钻探设备将钻杆送入地下，并进行取芯、取土和取样的方法，以获取地下岩土的详细信息。通过钻探技术，能够了解地下岩土的层位分布、物理性质、力学特性等。这种技术的应用范围广泛，不仅在岩石工程、土质工程、水文地质工程等领域有重要意义，还在地质灾害预测与防治、环境地质工程等方面发挥着重要作用。岩土钻探技术的具体方法有很多种，其中，双层岩芯管钻进方法较为常见，即在岩土钻探过程中，使用装配有两层管壁的钻杆进行钻进。为了克服复杂地质环境对岩土勘察的挑战，双层岩芯管钻进方法在结构上进行了巧妙的设计。每一根钻杆都由外层壁管和内层取芯管组成，其间留有一定的间隙，既保证了岩芯的采集，又有助于钻孔的稳定性。在实际应用过程中，双层岩芯管钻进方法展现了卓越的性能。由于双层结构的设计，岩芯采集的质量得到显著提升，外层壁管的主要作用是保持钻孔的稳定，避免在钻探过程中发生塌方现象。而内层取芯管则能有效保护岩芯，减小岩屑的碎裂与损伤，使得采集到的岩芯更加完整，有利于后续实验分析以及岩土勘察的准确性。此外，在水下进行钻探时，亦需要采取防水措施，以保证钻探工作的正常进行。循环冲洗钻探也是一种常用于复杂地质环境的钻探方法。该方法通过注入水或泥浆，形成一定的水压，在钻探过程中将岩屑带至地表，从而达到取土和取样的目的。这种方法适用于一些水分较多、岩屑较松散的地质环境。通过控制注入液的流速和压力，可以有效减少对地下构造的干扰。在复杂地质环境下，旋喷钻探也展现出其独特的优势。旋喷钻探是一种将高速旋转的喷射器送入地下，通过喷射水射流冲击破碎地层，并将岩屑带至地表的钻探方法。这种钻探技术适用于一些较硬、较坚固的地层，并且对于一些有压力、温度高的

地下环境也具有较好的适应性。岩土钻探技术在复杂地质环境下的应用，对于勘察工作的准确性和工程设计的合理性起着关键作用[3]。通过合理选择钻探方法，结合地质勘察的特点，可以有效地获取地下岩土的详细信息，为后续的工程施工提供可靠的依据。然而，需要注意的是，在进行岩土钻探工作时，要遵循相关的安全规范，确保人员和设备的安全。

三、结束语

综上所述，岩土工程勘察在复杂地质环境下的技术研究具有重要的意义。通过研究和应用技术特点和应用方法，能够更好地了解复杂地质环境的地质情况，为工程设计和施工提供科学依据。然而，需要注意的是，在实际应用中，我们还需要结合具体的工程要求和地质条件，选择合适的技术方法，并加强创新思维，不断完善勘察技术。只有这样，我们才能更好地保障工程的安全性和可靠性，实现可持续发展的目标。

参考文献：

[1]刘献科，许颜，李松然.岩土工程勘察在复杂地质环境下的相关技术方法探究综述[J].建筑技术开发，2020，47（05）：133-135.

[2]史季韬.岩土工程勘察在复杂地质环境下的技术分析[J].石油化工建设，2021，43（05）：128-129.

[3]胡军.复杂地质环境下矿山岩土工程勘察钻探技术分析[J].世界有色金属，2022（23）：166-168.

新时期下无人机倾斜摄影测量技术在地质灾害防治中的有效应用

高鹏程[1,2]　张　煦[1,2]　王　婧[1,2]
1.河南省自然资源监测和国土整治院　河南郑州　450016
2.河南省地质灾害防治重点实验室　河南郑州　450016

摘　要：在科技创新的时代背景下，无人机倾斜摄影逐渐成为勘测工作中新兴的测量技术，可将地面立体拍摄和传统航拍有效结合，让摄影效果达到最佳，改变传统航拍诸多不足，让测绘制图方案得到优化。因此，在新时期的背景下，在地质灾害有效防治工作开展中也可以尝试着对该技术有效的进行引入，进一步的提高技术应用的可靠性和实用性，对准确数据进行获取，做到全方位立体式摄影。基于此，本文将以此为话题，对地质灾害防治工作中该技术的有效应用进行研究，希望对相关工作的展开发挥出良好的借鉴作用和价值。

关键词：无人机倾斜摄影测量技术；地质灾害防治；应用

一、无人机倾斜摄影测量技术的概述及特点

1.概述

无人机在使用的过程中主要借助无线遥感这一系统对机器进行控制，使机器可以按照预定路径加以飞行。而在无人机倾斜摄影这一测量技术运用的过程中主要以全方位、立体化的方式对有效数据进行获取，可以对侧面影像和正面影像进行区分，借助多个相机对信息全面获取，便于对信息后续的整理和科学分析，为地质灾害防治工作的开展提供良好的数据支持。该技术在运用的过程当中可以对传统拍摄角度的限制进行打破，以垂直倾斜等多个角度对信息进行采集，是值得在地质灾害防治中有效应用的一种技术。

2.特点

首先，该技术获取到的图像效果更加逼真，便于对数据的有效分析和整理。其次，该技术的有效应用可以为后续的建模提供有效的精确数据，发挥技术优势和价值。再次，可以在技术的辅助下实现高精准测量，对传统技术运用的局限性进行打破。最后，在技术操作中也更加方便快捷，机动性较强，可以让低空遥感作业得到实现，让采集周期大大缩短。突破传统技术的缺陷，使得测量的质量和效率都得到显著性的提高。

二、新时期下无人机倾斜摄影测量技术在地质灾害防治中的有效应用优势

1.灵活性

无人机倾斜摄影这一测量技术在运用的过程中首先就具备着操作性能较为灵活的特点。在该技术运用的过程中实操过程较为简便和灵活，起飞时对周边环境要求相对较低，并且可以在后续准确到达指定地点，即使条件环境较为艰难，该技术在运用中也会有效的减少环境带来的影响，进入到人们无法达到的地区。从而让地质风险勘探工作的效率得到良好的提高，保障人员作业安全。

2.高性价比

无人机倾斜摄影这一测量技术的运用也具备较高的性价比，可以对空间位置有效的进行测量，同时获取到三维立体化图像数据，对数据有效的传输，便于相关的工作人员对信息进行获取。在该技术的有效支持下可以更好的满足测量要求，对大量和地质相关的信息数据进行获取。在开展三维建模这项工作中，该技术也可以实现成本控制和节约，从而真正的展现出较高的性价比。

3.抗干扰强

在地质灾害防治工作中对无人机倾斜摄影这一测量技术进行运用也具备着抗干扰较强的特点。如，可以在禁区，对无人机进行飞行，屏蔽电磁波和禁飞区的干扰，在技术的辅助下打破区域限制。但在实际飞行的过程当中应该对低压环境进行排查，避免附近出现基站、高压电线和其他设备，否则可能会对技术的应用产生非常不利的影响，严重情况下会导致财产损失或严重的无人机坠毁事件。

4.信息精确

无人机倾斜摄影测量技术的应用也具备着信息精确的特点，可以全方位的对精准数据进行获取，成果传递效率较高。如，在开展灾害勘查工作中，传统测绘技术的应用只能对单一产品进行提供，而该技术在运用的过程当中则可以生成地形图，对清晰实时三维模型、影像地图的信息进行提供，有效的减少结果误差，测量精度更高。该技术在运用的过程中可以结合需求对有效数据

和信息进行快速获取，对传统单一测绘技术和摄影技术缺陷进行弥补，获取到更加准确的技术成果。

三、新时期下无人机倾斜摄影测量技术在地质灾害防治中的有效应用

1.无人机倾斜摄影测量技术在“灾害预防”中的应用

在地质灾害防治工作开展的过程中，日常的灾害预防是非常重要的。为了更好的对准确信息进行捕捉，在灾害苗头出现时第一时间进行察觉，首先就可以将无人机倾斜摄影这一测量技术有效地应用在灾害预防中。在技术的有效支持下对数据和信息进行捕捉，做好地质灾害防治中的第一步也是非常关键的一步。

例如，在无人机倾斜摄影这一测量技术下可以有效的面对地质灾害情况进行信息的获取。如，会结合地质灾害的发生、存在、演化过程及时的进行预警和监测，对预警阀值进行设置，当超出一定范畴之内就会发出相应的预警信号，做好灾害的预防和相应的准备工作。在技术运用的过程中可以对地质灾害有效的进行勘测，对固定区域内的具体情况进行分析和了解。预防地质灾害工作开展的过程中调查范围相对较为广泛，依赖传统技术进行调查会费时费力，并且容易出现各种各样的失误和疏漏，最终调查结果也缺乏准确性。在新型技术的支持下可以借助正射影像确保几何精度、数学精度和图像特征客观真实，获取到场景图像，对整体调查区域进行覆盖，体现细节，凸显整体。

2.无人机倾斜摄影测量技术在“灾害调查”中的应用

地质灾害发生过后也可以利用无人机倾斜摄影这一测量技术来更好的对灾情进行调查，具备较强的灵活性，可以实现信息准确全面的传递，传递精度更高。在地质灾害发生时，通常情况下相关的调查人员是无法靠近灾害现场的，也很难对工作进行实施。在这时就可以对技术有效的进行运用来更好的开展灾害调查工作

例如，对无人机摄影技术进行运用，有效的指挥无人机按照固定的路线进入到灾区。后续，将获取到的实时图像有效的传递给后方相应的专业指挥中心，由专家借助图像进行分析，对地质灾害具体发生情况进行获取，对有效的解决措施进行制定，对方案进行生成。在测量的过程中，由于灾害现场的地形往往是较为复杂的，导致测量工作受到一定的影响。所以，需要提前的进行定点控制，对定位控制点进行准确设定，保障无人机进行航拍时更加容易找寻到控制点位置，保证数量，分布均匀。

3.无人机倾斜摄影测量技术在“灾害分析”中的应用

地质灾害灾发生之后可以有效的对无人机倾斜摄影这一测量技术进行运用对灾害情况进行调查，在后续就可以利用数据对灾害分析工作有效的进行开展，确保后续的救援工作有效的推进。在这其中，可以借助无人机倾斜摄影这一测量技术进行灾情的定量分析与日常监测。

例如，在借助无人机倾斜摄影这一测量技术获取到数据和相应的图像后，就可以在此基础上对地质灾害的数字化三维模型进行建立，对定量分析和监测工作进行开展。如，在其中可以对地貌地形进行分析，对卫星图像进行比对，对地质灾害具体特征和等级进行定量评估。不仅为后续的救援，也为日常的监测和预警提供良好的依据。在技术的支持下可以全方位的对灾情进行观察，对局部区域情况进行把握，对灾区范围加以精准推测，发挥技术优势，辅助灾害救援工作得到有效的开展。

4.无人机倾斜摄影测量技术在“灾害救援”中的应用

地质灾害一旦发生可能会造成非常严重的生命和财产损失，后续救援工作应该第一时间对形势进行控制，避免影响的扩大化。为了更好地辅助灾害救援工作得到良好的开展，也可以对技术的优势和价值有效的进行发挥，需要对无人机倾斜摄影这一测量技术的内在价值和潜能进行挖掘。

例如，地质灾害发生之后，一方面，可以对无人机倾斜摄影这一测量技术进行运用，快速对数据信息进行采集。数据分析之后制定专业和整体的治理和救援方案，通过数据处理和图像分析准确快速进行定位，对灾害区域进行分类，保障治理方案和救援计划的制定更加具备针对性，让治理和救援效率得到大幅度的提高。另一方面，对无人机倾斜摄影这一测量技术进行运用也能够快速的在救援现场实现调度指挥，根据技术获取到实时图像，传导给指挥中心，便于救援效率的提高，发挥技术优势和价值，真正的为地质灾害防治工作的开展赋能。

四、结论

在地质灾害有效防治工作开展中，通过无人机倾斜摄影这一测量技术的运用可以带来更多新的手段和方法，实现自动化数据处理，做到全方位、立体式的摄影，达到理想中最佳的测量效果。因此，在现阶段，需要对技术的优势和价值有效的进行发挥。通过上述几个路径实现技术在灾害防治工作中的有效应用，在技术赋能下最大化的防范地质灾害，为灾害防治提供行之有效的可靠依据。

参考文献：

[1]黄书华，庄振禄，谭金石.无人机倾斜摄影技术辅助建筑工程施工管理[J].智能城市，2022，8（9）：43–46.

[2]张欢.基于无人机倾斜摄影测量的建筑物平立面一体化测图[J].测绘与空间地理信息，2022，45（12）：214–217.

[3]余飞，徐乔，罗博仁.无人机全景技术在桥梁施工管理中的应用[J].中外公路，2021，41（3）：180–183.

压力分散型锚索在实际应用中应考虑的几个问题

颜世明
江苏省地质矿产局第一地质大队　江苏南京　210041

摘　要：锚索由于其结构合理、施工方便、适应性广等优势点，现已成为边坡治理中的重要手段，但也存在诸多问题，因此压力分散型锚索在工程应用中越来越多。本文以南宁某基坑边坡为例，对压力分散型锚索在实际应用中需考虑的极限抗拔承载力和承载板间距设置等几个问题进行讨论。

关键词：压力分散型锚索；极限抗拔承载力；承载板

引言：

锚固是把锚杆（索）埋入岩土体，外侧用锚头固定，利用钢筋的张拉特性，提高岩土体稳定性的技术[1]，尽管常规的拉力型锚索具有结构合理、施工方便、适应性广等优势，但同时存在应力过于集中、锚固长度有限、锚固力有限及防腐效果难以保证等问题，压力分散型锚索在大型工程中的应用越来越广泛，该类型的预应力锚索，将预应力转化为均匀的压力挤压注浆体上的锚固技术，能够显著提高锚索在岩土体中的锚固力，因此应用越来越广泛。

但工程实践中也暴露出该类型锚索的不足，除了施工难度较大、预应力张拉繁琐等问题外，还由于其受力机理复杂以及锚固机理的研究还不成熟，造成在实际应用过程中仍存在值得探讨和改进的问题。

目前设计人员在实际应用过程中关注问题有[2]（1）压力分散型锚索较普通拉力型锚索提高锚固力是毋庸置疑的，但在实际应用过程中锚索的极限抗拔承载力是多少？如何计算锚固段长度？这些问题至今没有彻底解决（2）压力分散型锚索往往存在多个承载板，但如何合理设置承载板的间距，即可避免应力集中现象又能避免材料浪费，这个问题也没有较权威的定论。本文将总结相关理论的基础上，结合工程实践，对上述问题加以探讨和分析。

一、极限承载力设计

锚索的极限抗拔承载力影响因素较多，与破裂面形状、倾角、注浆体性质、周边岩土体物理力学性质均有关。

基于统一强度理论和极限平衡原理，各破裂面形式的抗拔力计算如下[3]：

（1）圆锥形破坏。当锚索浅埋，即锚固段埋深小于某一临界深度时，破裂面可近似认为是的圆锥形，此时根据双剪统一强度准则和极限平衡原理可得出锚索椎体的极限拉力计算公式为：

$$P_a = \int_0^L \{2\pi qx\cot\theta + 2\pi x[\sigma^*(\tan\varphi_t\sin\theta - \cos\theta) + c_t\sin\theta]\}dz \quad (1)$$

（2）滑移破坏。当锚索深埋时，即锚固体埋深大于某一临界深度时，上部破裂面形状与（1）基本相同；而在深部的锚固体一般沿锚孔滑移，其破裂面破裂面为浆岩界面。

此时根据浆岩界面的粘结可得出锚索的极限拉力计算公式为：

$$P_a = \int_0^L \pi d\tau dz = \pi dl_1\tau_{s1} + \pi dl_2\tau_{s2} + \cdots + \pi dl_n\tau_{sn} \quad (2)$$

（3）复合破坏模式。这是大部分锚索的破坏形式，破坏时在靠近地表部分形成圆锥形破裂面，而深部则发生锚索与锚孔的相对滑移，最后整根锚索从孔中抽出而发生破坏。

当锚固体按复合破坏模式进行破坏时，其极限抗拔力主要由两部分组成：一部分是锥体承受的拉力；另一部分是锥体下端的锚索与锚孔之间摩阻力。

综合以上两个部分的计算可得极限抗拔力计算公式为：

$$T_{ult} = \int_0^{l_a}\{2\pi qx\cot\theta + 2\pi x[\sigma^*(\tan\varphi_t\sin\theta - \cos\theta) + c_t\sin\theta]\}dz + \int_0^{l_b} 2\pi r\tau^{*\prime}dz \quad (3)$$

除此以外，对于压力分散型锚索还应考虑材料本身可能出现的破坏形态[4]：承载板破坏、钢绞线断裂破坏以及注浆体压碎破坏，所以锚固体的极限锚固力 T_{ult} 也应当满足下列3个基本条件：

$$T_{ult} \le A_s \cdot f_r \quad (4)$$

$$T_{ult} \le A_s \cdot f_{ptk} \quad (5)$$

$$T_{ult} \le n \cdot A_c \cdot f_c \cdot \lambda \quad (6)$$

A_s—钢绞线的横截面面积（m^2）；

f_{ptk}—钢绞线的强度标准值（MPa）；

作者简介：颜世明（1990年生）男，汉族，山东潍坊人，硕士，工程师，主要从事地质灾害治理设计。

n—承载体的数量；

A_c–注浆体承压面积（m^2）；

f_c–注浆体抗压强度标准值（MPa）；

λ–周边岩土体对注浆体抗压强度的提高系数；

τ_{s1}，τ_{s2}，…，τ_{sn}–各单元在不同地层的平均粘结强度标准值（MPa）；

l_1，l_2，…，l_n–各单元锚固长度（m）；

d–注浆体直径（mm）；

L_a–锚索锚固段与自由段长度之和；

L_b–锚固段长度；

θ–微元体破裂面与垂直于锚索体方向的夹角；

φ_t'、c_t'–锚固体与岩体的接触面参数；

r–锚索体半径；

f_r–承载板的抗压强度标准值。

由以上破坏条件的分析可得，压力分散型锚索的极限抗拔承载力即可取以上式（1）~式（6）六个公式计算结果的最小值。

二、承载板间距设置

合理的承载板间距对压力分散型锚索的安全性具有重要作用，当承载板间距过小时，可能因应力叠加造成锚索破坏；当承载板间距过大可能造成材料浪费或浆体开裂。

当承载板间距过小时，单元锚固段浆岩界面摩擦力无法完全抵消所施加的荷载，围岩体无法完全分担这些荷载，将导致荷载传递到下一锚固单元，这样会导致距孔口方向最近的单元锚固段上的剪应力和轴向应力不断叠加。当应力叠加导致轴向应力超过注浆体抗压强度或剪应力超过浆岩界面抗剪强度时，会导致距孔口方向最近的单元锚固段的注浆体的破坏或浆岩界面的破坏进而导致此单元的破坏失稳，甚至将导致整个锚索失效，压力分散型锚索应力叠加的示意图如下图。

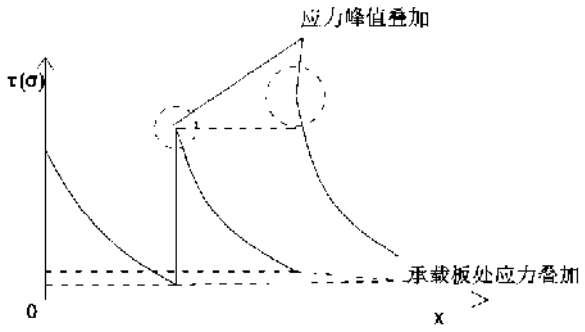

图1　锚固段应力叠加示意图

当承载板间距较大时，锚固段低应力区区段比较长，而在本单元与下一单元交界的承载板附近存在着对本单元的拉应力，此时低应力区段主要承受拉应力。但注浆体抗拉强度较小，当拉应力区段峰值超过注浆体的抗拉强度时，注浆体很容易受拉开裂，从而导致注浆体的破坏，进而导致锚索单元的破坏。

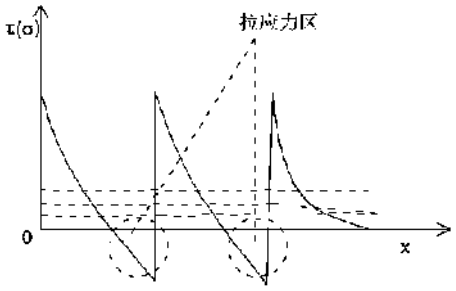

图2　锚固段拉应力区示意图

综上分析，可以根据锚固段注浆体轴向应力与浆岩界面剪应力的分布来判定合理承载板间距

三、工程实例

1.工程概况

项目为南宁市某基坑边坡，边坡24.2~37.9米，基坑（边坡）支护采用永久性支护及临时性支护两种支护形式，其中永久支护段采用桩锚支护方式，锚索主要使用拉力集中锚索及压力分散性锚索。根据项目勘查报告，边坡深度范围内土层从上往下主要为填土、含角砾粘性土、含粘性土角砾、粘性土、全风化泥岩、中风化泥灰岩、石灰岩、硅质岩等。其中主要涉及到受力地层主要有②含砾黏性土、③含黏土角砾、⑤全风化泥岩、⑥中风化泥质灰岩4个岩土层。为获取边坡支护方法动态设计的相关参数，该项目针对压力分散型锚索开展基本试验，获取得到个地层与锚固体粘结强度标准值如下表：

表1　岩土层粘结强度表

岩土层名称	地层与锚固体粘结强度标准值（kpa）	地层与锚固体粘结强度设计值（kpa）
②含砾黏性土	83	80
③含黏土角砾	226.01	220
⑤全风化泥岩	118.13	115
⑥中风化泥质灰岩	751	700

2.极限抗拔承载力计算

由第3节基于破坏模式的计算方法，针对本工程压力分散型锚索，其锚固深度较深，在上覆岩土层的重力条件下，岩土层基本不会产生圆锥破裂面，而主要发生浆体与岩土体的接触面破坏，同时承载板强度较高，不易破坏，所以本工程的压力分散型锚索的破坏方式主要有三种即①钢绞线断裂破坏；②注浆体压碎破坏；③浆岩界面滑移破坏。

即对本工程压力分散型锚索，锚固体的极限锚固力T_{ult}应当满足以下3个基本条件：

$$T_{ult} \le A_s \cdot f_{ptk}$$

$$T_{ult} \le n \cdot A_c \cdot f_c \cdot \lambda$$

$$T_{ult} \le \pi d l_1 \tau_{s1} + \pi d l_2 \tau_{s2} + \cdots + \pi d l_n \tau_{sn}$$

利用上式根据以上基本试验得到的参数，对锚索进行计算，得到的计算结果与拉拔试验数据对比如表3所示。

表3　压力分散型锚索极限抗拔承载力

锚索编号	基于破坏模式的计算方法计算值（kN）	实测值（kN）	误差（kN）	误差率
②-1	248.81	257	8.19	3.2%
③-1	675.03	685	9.97	1.5%
③-2	2736.96	3234	497.04	15.4%
③-3	3421.19	3731	309.81	8.3%
⑤-1	357.67	311	46.67	15.0%
⑤-2	1073.01	1306	232.99	17.8%
⑥-1	1935.22	2075	139.78	6.7%

由上表可知，利用基于破坏模式的计算方法计算得出的压力分散型锚索极限拉拔承载力与实测极限拉拔承载力值误差均在20%以内，其中一项数据误差较大的误差率为17.8%，由此可得利用本方法计算压力分散型锚索极限拉拔承载力较为合理，与实测值较为符合。

3.承载板合理间距设置

为研究压力分散型锚索中承载板的合理间距，本项目采用flacd3d进行数值模拟，并以锚固段在软岩⑥层中为例进行分析：

图3　软岩条件下锚固段注浆体轴向应力云图

图4　软岩条件下锚固段注浆体剪应力云图

模拟建立三单元的压力分散型锚索，各单元施加锚固力为300KN，对承载板间距分别2m、2.5m、3m、4m的不同间距的轴向应力和剪应力进行模拟，得到如下结果。

（1）轴向应力结果

由图5（a-d），当其承载板间距取2m和2.5m时，第二单元和第三单元轴向应力峰值大于第一单元轴向应力峰值，这说明承载板间距取2m和2.5m时，间距偏小，会发生明显的应力叠加现象；而当其承载板间距取超过3m，注浆体内有拉应力出现，这说明此时间距偏大。

四、结语

（1）对压力分散型锚索极限抗拔承载力的拉拔试验结果和基于破坏模式计算方法得到的极限抗拔承载力结果进行了对比，得到两者极限抗拔承载力结果的差距在20%以内，证明了该理论计算方法的可行性。

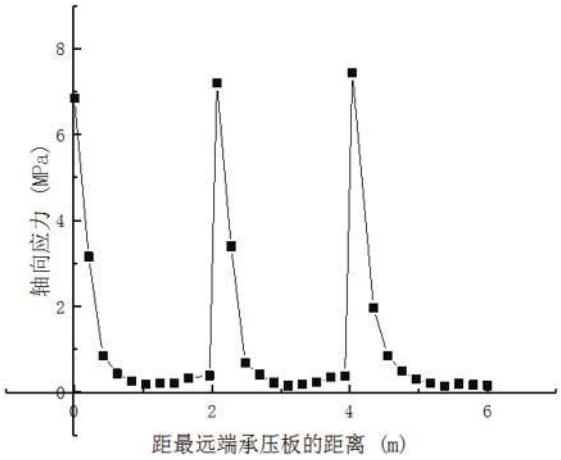

图5a　承载板间距为2m时的轴向应力分布曲线

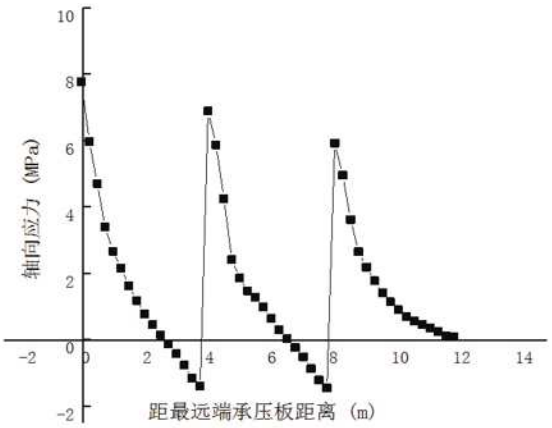

图5d　承载板间距为4m时的轴向应力分布曲线

（2）采用flac3d对软岩中的承载板间距进行研究，证明通过综合分析不同承载板间距下轴向应力及剪应力的分布情况来确定承载板合理间距是合理的。

（3）由于本人能力及客观因素限制，本文仅通过工程实例对软岩中承载板合理间距设置进行研究，希望在后续工作中能对各种岩土体中承载板间距以及工程中各参数对承载板合理间距的影响开展进一步的研究，加深压力分散型锚索机理的认识，为工程应用提供更多支持。

参考文献：

[1]程良奎，胡建林，张培文.岩土锚固技术新发展[J].工业建筑.2010，40（01）：98-101.

[2]周德培，刘世雄，刘鸿.压力分散型锚索设计中应考虑的几个问题[J].岩石力学与工程学报.2013，32（08）：1513-1519.

[3]邓宗伟，冷伍明，李志勇，等.基于统一强度准则的预应力锚索极限承载力计算[J].岩石力学与工程学报.2007（06）：1138-1144.

[4]曹兴松，周德培.压力分散型锚索锚固段的设计方法[J].岩土工程学报.2005（09）：1033-1039.

浅析复合地质下的水平定向钻机的应用

苏　蕾
安徽省地质矿产勘查局327地质队　安徽合肥　230011

摘　要：随着社会进步，建筑工程规模不断扩大，有越来越多的复杂施工环境。目前城市基础工程随着经济快速发展工程数量增加，而在实际工程施工期间，地面沉降和质量问题并不令人满意，尤其是地下的管道施工困难，要求高，而且风险大。传统的垂直钻机，难以满足实际需求。水平定向钻机具有勘探精度高、适应性强、环境友好、工作条件好等优点。水平钻穿技术是目前管道施工工作发展中一项非常成熟的技术，在使用期间不会对周围环境造成严重影响，可以实现对管道的合理保护，降低后期维护的难度。应适用于施工难度较大的复合地质环境。水平定向钻穿施工是一项非开挖施工工程，由于施工工作可以在不破坏环境和地形的情况下进行，实现了对生态平衡的有效保护，因此被广泛推广应用。

关键词：复合地质；水平定向钻应用

引言：

利用传统施工技术进行地下管线施工的缺点逐渐暴露出来，环境污染和交通压力增加已成为建筑业亟待解决的问题。水平定向钻穿施工技术在不影响地形的情况下得到广泛应用，已成功完成的管道施工工程。水平定向钻穿技术主要是根据地质和水文特点开发的非开挖贯通法。水平定向钻穿技术是1972年发明的。经过不断的科学研究和施工人员的共同努力，水平定向钻穿技术目前已经达到了较高的应用水平，尽管水平定向钻穿施工技术已经得到了广泛的应用，但其穿越技术和施工工艺仍然在不断改进。水平定向钻穿越施工技术施工质量和距离与设计思路和穿越点的选择等因素有直接关系。复合地质主要由板块边界形成的岩石圈板块融合形成，地质结构复杂，给工程施工带来了困难。应注意建筑行业的现状，水平定向钻越技术具有相对适合复合地质施工的特点。

一、水平定向钻技术概述

水平定向钻穿越技术需要一台水平定向钻机在地下作业，并按照计划路线进行钻探。这种施工技术不会损坏土质，钻机会在地面的某个点进出。目前，水平定向钻机可以适应大多数地面施工要求，并将定向技术融入其操作中，使其更加智能，并广泛应用于各种市政工程项目中。当使用水平定向钻穿越技术时，有必要规划管道施工计划，因为钻机在操作过程中的方向需要提前来确定路线。制定计划后，有必要在施工现场确定导向孔的位置，这是钻孔作业的起点。水平定向钻孔是使用驱动钻杆进行的。这一过程需要水平定向钻机技术人员持续监控钻机的工作方向是否符合规划要求。如果水平定向钻穿越施工发生偏差，地面反作用力可能会改变钻孔方向。如果钻机操作员在操作过程中遇到无法克服的障碍，他必须控制定向钻机的运动。钻孔后，水平定向钻机用回程扩孔器取代了钻机，更容易收回钻杆，并根据计划要求进一步扩大钻孔直径。最后管道施工完成。

在钻探复杂地质结构时，由于岩石强度和结构的差异，孔底部的钻探应力不均匀，导致孔方向发生变化。工艺组件的集成，即手动弯曲螺杆钻具的实时测量和MWD系统软件，可以控制钻孔路径并对其进行控制，以达到设计结果。当选择螺旋钻进行钻探时，可以使用或配置不同类型的结构，以实现不同类型的固定工作时间。钻机根据项目的运动路径和倾角信息调整钻机的位置，使钻机与目标之间的倾角基本达到最终目标。使用螺丝实现实体钻主要有三个因素：首先，螺旋钻可以随着麻花钻头旋转，而螺旋钻和麻花钻在石头破碎时不会旋转。其次，它可以连接到不同角度的固定部件或可调节的弯曲外管。最后，测量系统软件可以随时随地测量倾角和方位角。基于合理的计算模型，对实际钻孔路径进行数学建模，将钻孔平面中心线的空间坐标转换为数学分析模型。估算钻孔中心线的内部空间位移，将中心线切割成几个小段，然后在每个线段节点进行测量，使中心线的每个线段成为平行线或曲线，用于累积计算。

二、水平定向钻穿越技术施工应用分析

1.现场勘察及管道穿越设计

为确保管道顺利通过，现场对管道线路范围内的地质、水文、地形、地貌等进行了全面细致的调查，了解

土壤结构、地下管道分布、现有道路等具体施工条件，并与各单位进行沟通。同时应记录详细信息，为管道设计和优化提供参考。根据现场勘察结果和施工单位提供的施工图纸，设计管道穿越方案。

2.测量放线

计量器具应经法定计量检验机构检验并在有效期内使用，测量人员应对提供的穿越处平面、横截面等资料信息进行现场检查，充分保护测量控制桩，确保每一个标记和记录都是正确的。

3.安装钻机

制定好施工计划后，第一步就是安装钻机。根据建设项目的规划位置，安装钻机以及与钻机相关的设备，使用起重机放置在指定位置。该过程应确保钻机和管道之间的中心线重合。否则，在钻机运行过程中会出现明显的偏差。此外，钻机轨道与穿过入口的管道之间的角度必须与结构入口的角度一致。钻机的工作轨迹和进给角度的设计主要基于实际设计的地形、地质和管道直径。进料角度最终确定为-9°，出土角度为+6°，通过管段的曲率半径不小于800d。一旦确定了钻机的位置和高度，将通过钻机的工作轨迹和进给角度来设计钻机。在固定钻机的区域进行地下勘探之前，还必须固定钻机，以防止在作业过程中可能导致钻机转向无法遵循施工计划路线。同时，不可靠的锚固也会影响钻机的反向推力，这可能导致钻机不能向后拉伸，从而对钻机造成永久性损坏。

4.泥浆配比方案

根据地质条件和现场钻孔速度，综合确定泥浆配比方案，并根据地质条件的变化及时调整方案。在施工过程中，通过烧钠和纯碱来调节溶液的pH值，将pH值控制在9和10之间。泥浆的作用与泥浆配比密切相关。

5.泥浆循环

泥浆液循环正常稳定，钻屑能及时排出。钻孔压力和孔壁保持稳定。因此，在不同的施工阶段、施工条件等方面，设计了不同的解决方案组成：（1）导孔钻孔阶段。泥浆循环有利于泥浆和沙子从孔中排出，确保孔壁的稳定性。泥浆溶液与0.2%至0.4%的粘合剂、8%至9%的预水合钠膨润土和0.3%的脱水剂混合。（2）钻孔扩张阶段。为了保护孔壁的不稳定性和防止坍塌，有必要提高溶液的润滑性能。因此，将溶液与0.3%至0.5%的粘合剂、8%至9%的预水合钠膨润土和0.4%的脱水剂混合。（3）扩孔回拖阶段。在这个阶段，解决方案需要具有良好的保护孔壁和输送泥砂的能力，以及减少扭矩和具有良好润滑能力。因此，将溶液与0.3%至0.5%的粘合剂、8%至9%的预水合钠膨润土、0.4%的疏水剂和2%至3%的润滑剂混合。（4）清孔阶段。在这个阶段，要求溶液具有良好的润滑性，因此主要向溶液中添加2%至3%的润滑油，用于将管道拖回。同时，现场安装了一种特殊的溶液沉淀剂，用于溶液回收和再利用。此外，泥浆量应根据实际扩孔直径、钻孔长度和扩孔次数确定。

6.导向孔的施工

施工精度能否满足与控制方向参数密切相关的标准要求，将直接影响管线回拖的质量。因此，在钻孔作业之前，有必要全面分析地质数据，充分了解管道的具体位置，根据需要制定定向钻孔管理计划，分析参数，合理控制各个环节，确保施工人员之间的相互配合，并对地面仪器和地质材料进行分析。为了分析孔的情况，确保开挖的准确性，确保导孔的最终质量能够满足预期要求。钻探前，应根据地质资料、施工长度、管径和现场相关情况，对施工场地的岩石和地层性质、地层结构特征、空间分布等进行仔细研究。对穿越地层的管道进行工程地质评价，确定走向图，并根据情况分析制定相应的施工方案。由于定向钻孔是整个施工成功的关键因素，因此必须严格遵守施工规范，以确保钻孔过程中每个钻杆的曲率半径符合设计要求，为了确保每个钻杆的倾角和方位角的变化符合钻杆旋转的标准要求，控制整个旋转角度的速度至关重要，应缩短每次测量之间的距离。

7.管道的回拖

管道回拖是在保护管道防腐层的同时，首先向管道的沟槽中注入少量的水，以减少反拖过程中的阻力。因此，回拖前必须派专业人员对管道进行检查，确保管道符合要求。管道回拖是在钻杆上安装扩散器并将其连接到管头，以确保管道的正常反向拖动。如果水不能降低阻力，则应添加适当的润滑脂，以确保管道回拖工作正常进行。此外，在回拖过程中，会形成一部分粘土溶液并进行特殊处理，以确保周围环境不会损坏。开挖管道时，应确保回拖能够顺利进行，避免在地下回拖时出现管道无法拖动的情况，并控制开挖角度和方向。

8.配套机具

由于钻孔轨迹差异较大，为了确保钻孔液的有效循环，应合理选择钻孔泵，最大压力为10MPa。两台钻孔泵并联使用。施工期间使用钻机需要大量的钻孔泵，以实现钻孔液的更好循环。考虑到钻孔液的容量，主要目的是提高钻孔井液的动塑性比、静剪切等指标，适度降低钻孔泥浆的粘度，提高其流动性，增加流速可以产生更好的效果。由于制备钻孔泥浆的成本很高，它可以用

于长距离钻孔岩石。在振动筛等钻孔泥浆净化系统后，可以增加离心机固相去除设备，更好地去除钻孔泥浆中的固相成分，提高钻孔速度和钻孔液携带能力。

9.扩孔的施工

导孔施工完成后，必须进行管道安装。为了确保管道安装的最大连续性，有必要扩大孔。通常，扩孔直径应为导向孔直径的1.5倍。同时，应根据导孔的实际尺寸、施工现场的地质特征和管道的直径进行数次扩孔，以确保施工质量。扩孔工具必须根据地质条件和施工图进行选择。根据现场地质分析充分考虑扩孔最终直径。钻机到达指定开挖地点后，安装工具并向导向孔中倒入泥浆，然后进行扩孔作业。

10.钻孔纠偏

在操作过程中，钻机不可避免地会受到许多其他未知因素的影响，这些因素会导致钻机方向出现微小偏差。因此，有必要继续关注控制台上的当前情况。钻机配备了传感器系统。如果控制台屏幕上显示的方向与计划中的方向不匹配，则应调整钻杆的位置，并将钻机导向指定的路线。不要移动太快，因为钻机的调整主要是通过调整钻杆来实现的。如果操之过急，则容易出现管线无法回拖现象。

11.周边环境保护措施

（1）有效控制扩孔过程中产生的反向扭矩，确保它们保持一定的比例。（2）认真跟踪施工现场的地质条件和管径，加强管道回拖施工。（3）设计科学合理的扩孔数据。根据规划要求，对污浆配比进行动态控制。（4）根据施工现场地质条件，随时优化施工方案。（5）通过导孔、扩孔和管道回拖过程数据监测进行反馈，将加强对施工区域内泥浆遗漏监测。当监测到遗漏或异常时，必须立即停止钻孔作业。

三、总结

综上所述，水平定向钻穿越技术由于其定位精度高、灵活性强，对生态环境影响相对较小，在复合地质施工中得到了广泛应用。水平定向钻穿越技术在管道施工中的应用起着不可或缺的重要作用。在实践中，有必要克服地质和水文因素带来的障碍。考虑到水平定向钻穿越施工过程中影响边坡稳定性的各种因素，有必要在施工过程中不断优化水平定向钻穿越技术。根据工程标准要求灵活选择这项技术可以减少施工任务量，防止对土壤环境的干扰，避免管道变形，降低施工过程安全事故的发生。

参考文献：

[1]赵海凤.水平定向钻技术在市政给排水管道项目中的应用研究[J].中国新技术新产品，2022（20）：125-127.

[2]姚宁平.我国煤矿井下近水平定向钻进技术的发展[J].煤田地质与勘探，2020（04）：78-80.

[3]赵春会，钱铁柱.水平定向钻技术在排水管道工程中的应用[J].水利水电技术，2019，50（S1）：262-264.

[4]丁伟杰，郑航.水平定向钻进拉管施工技术在市政管网工程中的应用研究[J].住宅与房地产，2020（29）：151-152.

[5]杨楠，申琪玉.大口径长距离水平定向钻穿越项目施工安全风险评价研究[J].项目管理技术，2021，19（7）：64-70.

[6]朱海锋，李伟.长输管道水平定向钻穿越施工的冒浆风险及应对措施[J].建设监理，2018（10）：74-77.

[7]陈杨，费晓炜，赵涛，等.德胜河定向钻穿越燃气管道施工风险控制[J].城市燃气，2019（1）：20-27.

[8]梅英军.水平定向钻进技术在市政供水管道施工中的应用分析[J].住宅与房地产，2019（24）：188.

物化探技术在地质勘查中的应用研究

——以江苏镇江宝华山—巫岗成矿远景区勘查为例

赵　阳
江苏省地质矿产局第一地质大队　江苏南京　210000

摘　要：作为世界大国，我国地势辽阔，不仅物产资源丰富，人口也众多，因此我国的资源消耗量是巨大的，矿产资源的开发规模以及储存数量关系着我国国民经济的进一步发展，为加快工业化进程提供丰富的原材料，是有效促进我国社会经济进步以及满足我国市场经济需求的重要手段之一。但是，矿产资源一般都深埋于地下岩层中，想要全面地掌握地下矿产资源的具体情况，就需要进行详细的地质勘察工作，然而传统的矿产地质勘察技术水平较低，导致了矿产资源的利用率不高。近年来，随着地质勘察科学技术的不断发展，物化探技术逐渐成为矿产地质勘察中最常用的勘探技术，基于此，本文将以江苏镇江宝华山－巫岗成矿远景区勘查为例，首先对物化探技术进行简要的概述，然后分别对物探技术以及化探技术进行分析，最后对物化探技术在实例中的应用展开研究，为提高我国矿产地质勘察技术提供参考。

关键词：物化探技术；地质勘察；应用；实例

矿产资源是我国重要的物产资源之一，关系着我国国民经济的发展，在各行各业中广泛被应用，并且随着社会经济的快速发展，矿产资源的需求量呈指数级上升，目前我国的矿产资源处于短缺的状态，难以满足人们的生活以及生产的需要，矿产资源形成时间长并埋藏于地下，开发难度大，受技术水平与资金的影响，传统的地质勘察技术难以提高矿产资源的开发使用率。由于我国幅员辽阔，不同的地质条件决定了地质勘察方式的不同，因此，如何有效提升地质勘探的工作效率以及矿产资源的开发利用率是现阶段地质勘察中至关重要的问题。近年来随着科学技术发展，我国在地质勘察中主要采用物化探技术进行矿产勘探工作，使得地质勘察工作效率以及矿产的开发规模的得到了极大的提升，推动了我国能源开发事业的发展。本文将以成矿远景区为例，对物化探技术在地质勘察中应用进行深入的研究。

一、物化探技术概述

物化探技术是一种测量技术，是将地球物理与地球化学勘探技术相结合，从而为矿产地质勘察工作提供准确数据的一种勘探技术，也可以将物化探技术看做是物探技术与化探技术的总称，在地质勘察过程中通过应用这些技术来提高工作效率与矿产资源的开发率，并推动我国社会经济的发展。我国物化探技术获得突破性发展是在20世纪末，随着科学技术的不断进步，物化探技术先进的科学方法与勘探设备被技术人员普遍应用在矿产地质勘察过程中，推动了我国资源开发技术水平的进一步提高，虽然如此，物化探技术依然在地质勘察应用中存在一些不足：首先，由于我国资源种类以及地质条件复杂多样，造成了矿产资源分布的位置与环境对勘探技术提出了更高的要求，我国物化探地质勘查技术种类多样，因此，在地质勘查过程中若是只采用形式单一的物化探技术，会导致无法获得全面详细的矿产地质勘查报告。其次，在收集关于地质勘查资料的过程中，会出现众多无用的信息以及干扰因素，要想准确地收集到可靠的参考信息，就需要技术人员具有较强的专业能力，能够有效地过滤无效信息，并且物化探技术需要综合性地进行应用[1]，以圈定覆盖区砂岩型铀矿远景区找矿物为

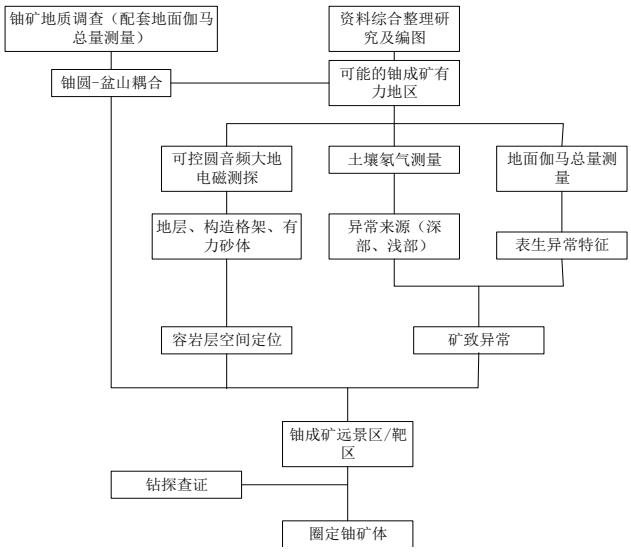

图1　物化探技术组合方法以及流程示意图

例，物化探技术组合使用方法及流程如图1所示。

二、物探技术的分类

1.电磁技术

物探技术中的电磁技术是基于矿区本身自然环境下形成的磁场电磁波，通过应用我国现阶段拥有的被动源电磁测探法进行矿区地质勘查，由于矿场内部具有磁场，所以在进行地质勘查过程中，需要结合矿区内部天然的电磁场变化规律，有针对性的调节被动源的电磁强度，避免地质勘查工作的开展受到其他因素的影响，以便于能够收集到准确的相关地质情况图像，然后通过对图像进行科学合理的分析，从而得到全面且详细的关于矿区的地质勘查信息，如图2所示代表了电磁法中的中心回线法采集的数据[2]，当地层本身连续性较好时，电阻率断面呈现的颜色变化较为平缓，若是出现了明显的颜色分层，则代表两种颜色的分界处出现了地质破坏问题，并且当深色形成了一定的区域面积，就意味着这个区域产生了高阻异常地带，需要重点关注。电磁法采用的设备携带方便，并且数据获取速度快，时间短，处理迅速，但是也存在明显的缺点，探测深度较浅，约为50m左右，并且容易受外界电磁环境的影响，导致勘探信息的精确度较低，参考性不高。

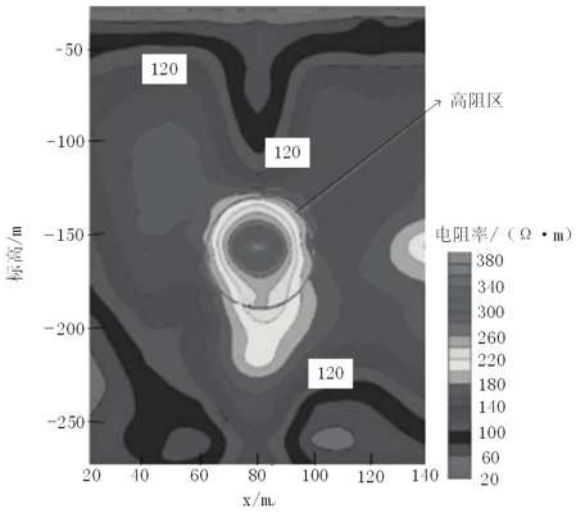

图2　中心回线法电阻率的断面结果图

2.地震成像技术

地震成像技术是地质勘查工作中比较常用的一种勘探方法，应用的原理是医学中常见的CT原理，通过地震波的应用对矿区地质情况进行勘查，收集相关的数据，根据结果形成相应的地质分布图像，然后对采集的数据信息以及形成的地质图像进行全面深入的分析，能够准确地对矿产的分布情况、地质特征以及勘查区域的地下结构进行判断与掌握，从而获得有效的地质勘查信息。地震成像技术适用于勘探地层深度较深的矿区，具有探测数据精度高且获取速度快的优点，所以形成的图像分辨率较高，因此，在我国地质勘查中得到了广泛的应用。与电磁技术的轻巧便捷不同，地震成像技术需要专业的勘探设备，专业素养要求较高，成本投入较大。

表1　电磁技术与地震成像技术的对比

技术名称	优势	劣势
电磁技术	设备获取较为简便 数据获取速度较快 成本投入较低	探测深度较浅 容易受到外界电磁环境的影响 深层探测中精度较低
地震成像技术	探测深度较深 数据获取速度较快 数据精度较高	需要专业化仪器 专业素质要求较高 成本投入较高

三、化探技术的分类

1.岩石测量技术

岩石测量技术顾名思义就是指对勘查区域的岩石进行测量，根据测量结果对整个勘查区域的地质情况进行推测总结。在应用岩石测量技术进行地质勘查时，需要先对整个矿区的具体地质情况进行全面的了解与调查，并采集勘测区域的岩石样本若干，通过科学的设备对岩石样本中含有的各类化学元素的含量、特征进行合理的分析，挖掘出样本中存在的不正常信息，并进行准确的判断，岩石测量技术适用于隐伏矿类型区域的勘查。

2.土壤测量技术

与岩石测量技术相似，土壤测量技术就是通过对勘查区域土壤中的微量元素进行分析，明确矿区内矿物种类以及地质环境情况的一种地质勘查技术。土壤测量技术根采集土壤样本密度的不同可以将其分为化探普查技术以及化探详查技术[3]，化探普查技术主要应用于有色金属矿土壤的测量中，通过对若干种金属元素进行详细的分析，快速地掌握矿区的地质情况，应用比例尺为1：50000，而化探详查技术的比例尺则为1：10000或者更大，适用于金属密度更小、探查难度更高的微粒型金属矿。

3.水系沉积物测量技术

水系沉积物测量技术广泛应用于水系淤泥和细沙等相关水系物质的采集，属于一对一或者一对多进行系统采集的勘查方法，然后通过对采集的水系物质中含有的各类微量元素进行全面的检测分析，得到关于采集地区详细的地质信息以及该地区矿产的分布情况与矿物类型。水系沉淀物测量技术通常分为水系沉积物测量与地表水系测量，同时根据采集的水系沉积物密度的不同又可将水系沉积物测量技术分为区域化探技术和化探普查技术[4]。

四、物化探技术在地质勘查中的应用研究

以江苏镇江宝华山—巫岗成矿远景区项目为例，该成矿远景区位于江苏省镇江句容市宝华山景区，是国土资源部与中国地质调查局新开展的“长江中下游成矿带地质矿产调查”其中的项目之一。镇江宝华山—巫岗成矿远景区主要矿产种类为铁、铜等，经过不断的努力，镇江宝华山—巫岗成矿远景区在找矿方面取得了重大进展，相关找矿技术人员先后在伏牛山地区与巢凤山地区通过应用物化探技术进行钻探验证，发现了若干铁铜矿脉，首先在伏牛山地区发现了多层含铜、钼矿（化）体，其次又在双顶山—巢凤山一线区域发现了经过物探技术钻探验证异常的现矽卡岩型含铜磁铁矿体。江苏镇江宝华山—巫岗成矿远景区项目主要通过采用物化探测量技术与大比例尺进行矿产地质调查和钻探验证工作，物探技术一般选择采用电磁法，化探技术则采用岩石或者土壤测量技术，对整个矿产地质勘查区域进行样本采集，然后对采集样本中的微量金属元素进行全面的分析，发现该成矿远景区主要矿产类型为铁与铜，并根据收集到地质勘查数据信息总结了宝华山—巫岗成矿远景区的成矿条件、成矿规律以及地质特征，推动了镇江句容市今后的基础地质勘查与矿产资源开发工作的开展，但是要严格根据镇江市矿产资源总体规划的规定，加强矿产年开采的规模调控（具体见表2），促进矿产资源的节约利用。项目周期结束后经过项目专家检查验收之后，在该景区共圈定了6个成矿远景区，2处找矿靶区，以及新发现的矿化点2处，并获得多处具有找矿价值的物化探异常，矿产地质勘查成果优秀。

表2　主要矿种矿山最低开采规模计划表

序号	开采矿种	开采规模单位	矿山最低开采规模		
			大型	中型	小型
1	铜	矿石万吨	≥100	≥30	不得新建小型矿山
2	铁	矿石万吨	≥100	≥30	不得新建小型矿山
3	岩盐	矿石万吨	≥100	≥50	不得新建小型矿山
4	熔剂用灰岩	矿石万吨	≥30	不得新建小型矿山	
5	水泥用灰岩	矿石万吨	≥100	≥50	不得新建小型矿山
6	砖瓦用粘土	矿石万吨	≥10	≥5	不得新建小型矿山
7	膨润土	矿石万吨	≥50	不得新建小型矿山	
8	地热	开采规模不得超过允许取水量			
9	矿泉水	开采规模不得超过允许取水量			

五、结语

综上所述，将地球物理测量与地球化学测量技术相结合的物化探技术是未来地质勘查技术发展的新方向，在矿产地质勘查工作中应用物化探技术，有利于提高矿产资源勘察与地质结构情况调查数据信息的准确性，推动我国地质勘查技术水平的进一步提升。现阶段，在我国的矿产地质勘查中，物探技术主要包括电磁技术与地震成像技术，通过向地质空间内部发送电磁波或者地震波，当信号波遇到矿物时就会发出异常提示，技术人员以此来判断矿物的分布位置以及地质的具体情况。而化探技术则包括岩石、土壤与水沉积物测量技术等，主要通过对勘查区域中采集的样本中含有的微量元素进行测量与全面的分析来判断地质环境与矿产种类。虽然物化探技术在地质勘查中被广泛使用，但各自存在明显的缺陷，因此，在应用物化探技术时要根据勘查区域的具体地质情况进行勘察方法的选择。

参考文献：

[1]吴仁飞，刘舜.物化探技术在矿产勘查中的应用分析[J].世界有色金属，2023（1）：115-117.

[2]孙辉光.物化探技术在矿产地质勘察中的应用研究[J].西部资源，2020（1）：132-134.

[3]王立涛.浅谈物化探技术在矿产地质勘查中的应用研究[J].中国金属通报，2020（16）：133-134.

[4]张家文.物化探技术在矿产地质勘查中的应用分析[J].世界有色金属，2021（19）：109-110.

基于“三调”数据的国土空间规划底图底数转换方法与思考

黄　侨
重庆市规划设计研究院　重庆　401120

摘　要：准确的底图底数是科学编制国土空间规划的重要基础，本文详细梳理了“三调”地类与国土空间规划用途分类的四种对应关系及转换规则、土地管理数据的补充细化规则、城镇村范围及相应建设用地的识别规则，介绍了国土空间总体规划底图底数转换的技术细节和成果要求，最后对当前背景下底图底数转换存在的问题进行了剖析并提出了合理性意见。

关键词：三调；国土空间规划；底图底数；一张图

根据自然资源部《关于开展国土空间规划“一张图”建设和现状评估工作的通知》（自然资办发[2019]38号）[1]和《市级国土空间总体规划编制指南》（试行，2020.09）[2]要求，国土空间规划编制应在“三调”（即第三次国土调查）基础上，按照《国土空间规划用地用海分类指南》（试行，2020.03）[3]形成符合规定的国土空间利用现状和工作一张底图，即国土空间规划“一张图”的底图底数。

一、国土空间规划底图底数转换方法

根据《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T 1055–2019）[4]，“三调”将用地分类分为13个一级地类与73个二级地类，而《国土空间规划用地用海分类指南》（试行，2020.03）[3]则依据国土空间规划保护与开发意图，将用地用海分为21个一级类、81个二级类以及41个三级类，两者分类标准存在差异（图1），需将“三调”数据中的地类转换为国土空间用地分类并进行补充核实，从而形成国土空间规划中的现状底图底数。

1.“三调”地类和国土空间用途分类对应关系及转换规则

根据《国土空间规划用地用海分类指南》（试行，2020–03）[3]的“三调”工作分类对接情况表，“三调”地类与国土空间用途分类存在“一对一、一对多、多对一、无对应”四种对应关系。

“一对一”和“多对一”的地类可直接进行分类转换。如“三调”中的“农村宅基地”（0702）和国土空间用途分类中的“农村宅基地”（0402）属于“一对一”对应关系，可以直接转换；“三调”中的“果园”（0201）、“茶园”（0202）、“橡胶园”（0203）及“其他园地”（0204）均属于“种植园用地”（02）一级地类，与国土空间用途分类中的“园地”（0102）就是“多对一”的对应关系，也可以直接进行转换。

“一对多”和“无对应”的地类则需要通过外业踏勘并结合数字高清影像等进行内业补充细化调查。具体需要进行补充细化调查的地类主要有：

（1）“三调”中的“科教文卫用地”（08H2）应细分为国土空间用途分类中的“城镇社区服务设施用地”（0403）、“农村生产生活服务设施用地”（0404）、“文化用地”（0502）（图书博览用地、文化活动用地）、“教育用地”（0503）（高等教育用地、中等职业教育用地、中小学用地、学前教育用地、特殊教育用地、其他教育用地）、“体育用地”（0504）（体育场馆用地、体育训练用地）、“医疗卫生用地”（0505）（医院用地、公共卫生用地、其他医疗卫生用地）、“社会福利设施用地”（0506）（老年人社会福利设施用地、儿童社会福利设施用地、残疾人社会福利设施用地、其他社会福利用地）和“科研用地”（050306）。

（2）“三调”中的“城镇村道路用地”（1004）细分为国土空间用途分类中的“城镇道路用地”（09）和“村庄道路用地”（1307）。

（3）“三调”中的“交通服务场站用地”（1005）细分为国土空间用途分类中的“交通场站用地”（0903）（公共交通场站用地、社会停车场用地、其他交通场站用地）和“其他交通设施用地”（0905）。

（4）“三调”中的“公用设施用地”（0809）细分为国土空间用途分类中的“供水用地”（1001）、“排水用地”（1002）、“供电用地”（1003）、“供燃气用地”（1004）、“供热用地”（1005）、“通信用地”（1006）、“广播电视用地”（1007）、“环卫用地”（1008）、“消防用

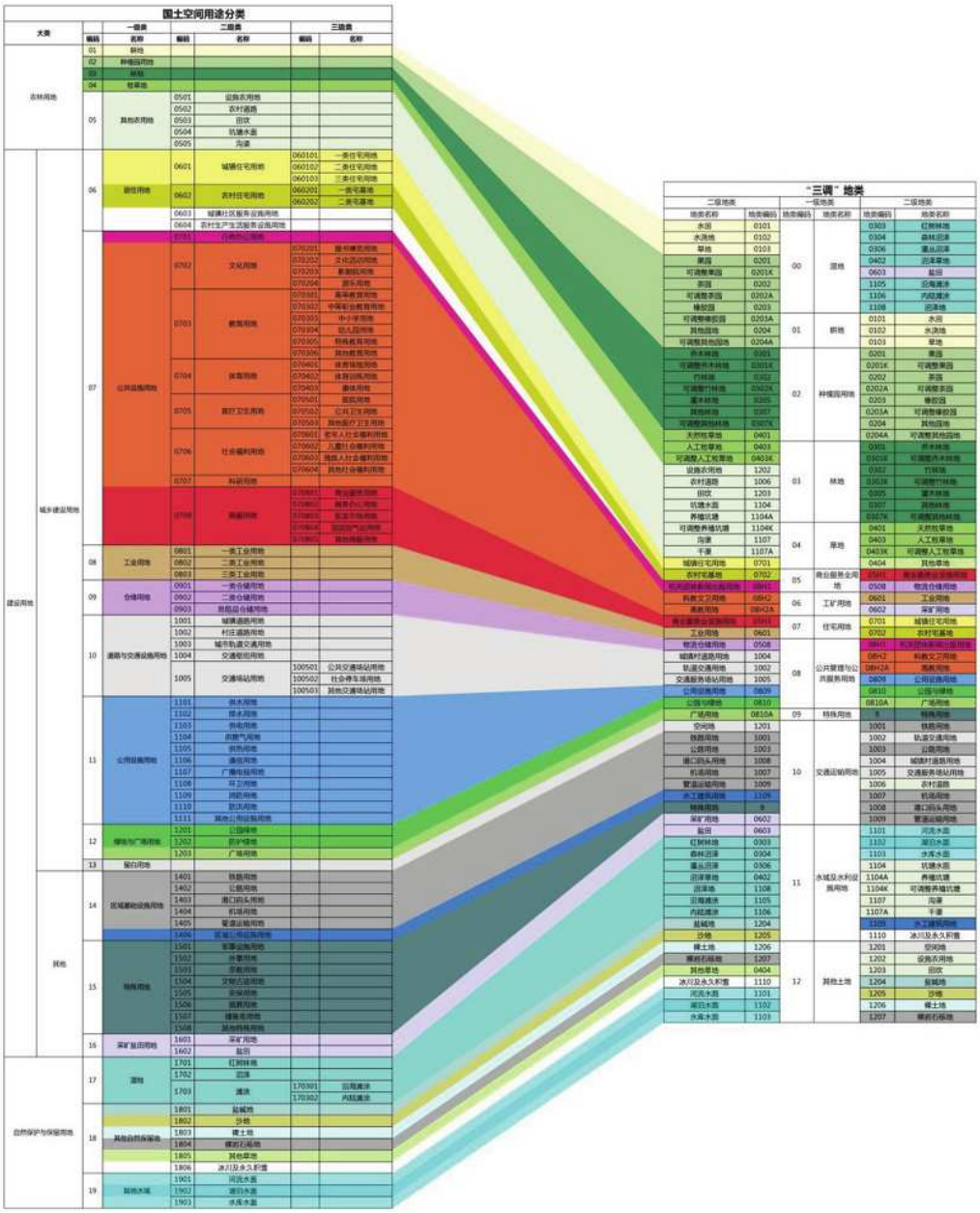

图1 “三调”地类与国土空间用途分类对应关系示意图

（图片来源：作者自绘）

地”（1009）、“防洪用地”（1010）、“其他公用设施用地”（1011）和“区域公用设施用地”（1306）。

（5）“三调”中的“公园与绿地”（0810）细分为国土空间用途分类中的“公园绿地”（1101）、“防护绿地”（1102）和“广场用地”（1103）。

（6）“三调”中的“特殊用地”（09）细分为国土空间用途分类中的“军事设施用地”（1501）、“外事用地”（1502）、“宗教用地”（1503）、“文物古迹用地”（1504）、“监教场所用地”（1505）、“殡葬用地”（1506）、“储备库用地”（1507）和“其他特殊用地”（1509）。

2.土地管理数据的用途分类转换规则

“三调”基于“所见即所得”的原则，导致在土地管理中“批而未用”、“征而未供”的用地按现状土地利用属性调查，在国土空间规划底图底数转中应将这部分用地作为国土空间规划中的现状建设用地基数。

对于“批而未用”的区域，应按照批准文件对应的地类用途转换为对应的国土空间规划用途分类；对于“征而未供”的区域，参照对应地块的合法控规或“多规合一”对应的用地性质转换为相应的用途分类。

3.城镇村范围及相应建设用地识别

根据市域国土空间功能结构调整要求，需要分别确定城镇及村庄范围内的建设用地，规划基期年的数据及

底图底数中的城镇及村庄建设用地采用“三调”中的城市、建制镇、村庄用地数据。

“三调”中可以通过城镇村属性码（CZCSXM）识别出城市、建制镇和村庄用地数据，其中201表示城市用地（含201A城市独立工业用地）、202表示建制镇用地（含202A建制镇独立工业用地）、203表示村庄用地（含203A村庄独立工业用地），通过城镇村属性码提取城镇、村庄范围，分别统计其中的建设用地，以此作为城镇及村庄建设用地。

二、国土空间总体规划底图底数的形成

通过“三调”地类和国土空间用途分类的基础转换和补充细化调查、土地管理数据的用途分类补充转换、城镇村范围及相应建设用地的识别即可形成国土空间规划底图底数，具体成果应包含国土空间现状用途分类数据库、国土空间现状用途分类图、国土空间现状用途分类结构表。

其中国土空间现状用途分类数据库应以拓扑和几何关系正确、属性信息完整的矢量面状要素类进行储存，并有准确的空间参考坐标系信息；国土空间现状用途分类图应按不同用途分类进行分层设色，区别表达出各种现状用途分类图斑的空间尺度大小和分布区域；国土空间现状用途分类结构表应按市级国土空间规划编制指南中国土空间功能结构调整表的要求，分别统计各一级类现状用地面积及比重。

三、当前存在的问题及建议

1.用地不一致导致底图底数不实的问题

由于“三调”调查与实际建设活动的时间差以及调查口径不一致等原因，导致“三调”调查认定的地类与国土空间规划口径下的实际地类不一致的情况，如将部分城市内的高快速公路等国土空间规划口径下的区域交通设施用地调查为城镇村道路用地、将部分城市公园绿地调查为各类农林用地，影响城乡用地结构和国土空间规划底图底数准确性。

建议在各级国土空间规划进行基数转换和补充调查的过程中结合实地踏勘、现有规划覆盖及管理数据等对用地现状一致性进行研判，并根据实际情况实事求是的予以修正。

2.不同层级国土空间规划的底图底数转换问题

市级国土空间总体规划的底图底数仅提出了对一级类的结构分析要求，对于区县级国土空间总体规划、国土空间分区规划、国土空间详细规划和国土空间专项规划的底图底数转换和成果要求未做出相应的规定。

建议在市级国土空间总体规划层级可以只转换至一级类，对应于相应的结构分析要求；在区县国土空间总体规划及国土空间分区规划层级转换为二级类；在国土空间详细规划和国土空间专项规划中可有选择的转换为三级类。这样一方面可以体现不同层级国土空间规划的深度要求，另一方面也可以避免重复工作产生上下层级规划底图底数不一致的问题。

3.补充调查的准确性和严谨性问题

“三调”工作有严格的技术规程和方法，其成果也是经过严格审核，具有很高的准确性和严谨性，但是在国土空间规划底图底数的转换过程中无法完全按照“三调”的技术规程和方法进行补充细化调查，因此会存在调查方法不科学、调查过程不严谨、调查成果不准确等问题。

建议编制严格的底图底数转换和补充调查技术规程，提出相应的技术和成果要求，统一组织转换和补充调查工作并对底图底数成果进行严格审查，以保证其成果的准确性。

四、结语

“三调”数据已按统一时点更新完成并形成了相应的成果数据库，最新的市级国土空间规划编制指南和用途用海分类指南也已经下发各地试行，指南中三调基数转换的原则、要求和方法进行了深化完善并对前期存在的问题进行了部分回应和修正，全国各级国土空间规划正在全面开展，基于“三调”数据的国土空间规划底图底数转换工作将全面推进，作为摸清国土空间规划本底的基础工作，必须做到转换方法的科学性、转换过程的严谨性、转换成果的准确性，本文重点从转换技术规则、存在的问题和建议上进行了系统性论述，除此之外，底图底数转换工作还应加强团队组织建设、转换成果审查等相关工作，只有这样才能保证国土空间规划底图底数成果的科学性和可信度，为建立国土空间规划“一张图”打好基础，从而更好的服务国土空间规划和管理。

参考文献：

[1]自然资源部办公厅.关于开展国土空间规划“一张图”建设和现状评估工作的通知.自然资办发[2019]38号

[2]自然资源部.市级国土空间总体规划编制指南（试行）.2020.09

[3]自然资源部.国土空间规划用地用海分类指南.2020.03

[4]自然资源部.第三次全国国土调查技术规程.TD/T 1055–2019

[5]重庆市规划和自然资源局. 重庆市国土空间规划基数转换技术指南（征求意见稿）.2020.07

地质灾害避险及防治措施分析

张　煦[1, 2]　王　婧[1, 2]　高鹏程[1, 2]
1.河南省自然资源监测和国土整治院　河南郑州　450016
2.河南省地质灾害防治重点实验室　河南郑州　450016

摘　要：随着经济的大力发展，所引发的生态环境问题也愈发严峻，诱发了多种地质灾害风险，严重威胁了人们的生命健康以及国家的安全稳定。本文主要分析地质灾害的有效避险和防治措施，希望能够在今后面对地质灾害时形成正确的预防思想观念，采取有效的手段进行避险和防治，以控制地质灾害所造成的不良风险。

关键词：地质灾害；避险；防治

前言：

地质灾害所带来的不良影响十分显著，威胁着人们的日常生活和生命健康。因此，在新时期的社会环境下，为了保障社会的安全与稳定，就必须重点加强地质灾害的有效避险和综合防治。从容应对不良的灾害风险，切实维护当前社会环境的安全与稳定，促进人们的生活实现和谐发展。

一、地质灾害的特点及成因

通过分析可以发现在当前的社会环境下，地质灾害所呈现的类型比较多元。坍塌所呈现的发展现象尤为普遍，且所造成的影响和危害较为严峻。一旦发生坍塌风险，严重威胁建筑房屋结构的安全，甚至还会给群众带来严重的人身安全损害。其次，也会影响正常的交通运输功能发挥。而通过对坍塌现象的分析，可以发现造成这一现象的因素比较多元，主要涵盖地震或者强降雨等。而有关单位需要形成正确的思想认知，在明确掌握坍塌的基本形成诱因和所呈现的严重程度之后，采取更科学的手段进行综合治理与防护。其次，在当前的地质灾害领域，滑坡也是一种比较常见的风险现象，一般情况下可能会因为重力等一些力的作用和影响下，使得其内部结构出现明显的破坏现象，这严重影响了周边生态环境的安全和稳定，甚至还会导致一些重要的建筑物出现坍塌等。此外，通过对地质灾害情况的分析，可以发现泥石流也是比较经典的灾害类型。在发生这一灾害风险之后，可能会威胁建筑物结构，同时也会给人民群众在一定程度上带来安全隐患。所以，在今后的防治和避险领域，有关单位需要结合所掌握的地质灾害类型，在把握具体形成诱因的前提下，采取更科学的手段进行综合性的防治与避险处理。

二、地质灾害的避险及防治措施分析

1.构建地质灾害防治体系

在面对地质灾害时，需要形成更明确的避险与防治工作目标，结合国家的政策方针，确定接下来的防治工作目标。前期阶段做好全方位的准备和调研工作，根据对地质灾害具体情况、发生类型以及形成诱因的了解，就相关的监测服务体系加以完善。充分发挥多种智能监测技术手段的优势，在科学监测的过程中，获得更精准的数据结果，以此为基准展开分析与评估。以便可以及时发现所存在的风险隐患，确定接下来的防治与管理工作目标。其次，还需要在灾害防范与控制的过程中，做好调查区域的科学划分。这样能够保证所开展的防范工作更加全面，也能保证所开展的各项防治工作更具有针对性，提高整体的实效性。一般在区域划分的过程中，需要遵循地质界限进行科学划分。之后，根据地质灾害的类型以及严重程度就相关的防治标准进行科学设置，全面提高整体的防治处理效果。同时，在监测的过程中，还需发挥智能化技术手段的助力作用。在智能监测与分析的过程中，能够收获更加全面的预警信息。并在明确掌握防治工作目标的前提下，就接下来的防治处理方案进行优化设置，从而顺利完成各项避险和应急处理工作。在必要的情况下，还需要由有关单位组织周边区域环境中的居民进行有效的搬迁治理，集中搬迁到安全区域环境下，以尽可能降低地质灾害给人民群众所造成的不良安全隐患。此外，还需要在现场救援和指导的过程中，形成良好的统筹规划意识。要从宏观与整体的角度考量，分析地质灾害所造成的不良影响。在全面了解其严重程度的前提下，需要就具体的应对处理措施加以革新。

2.建立完善地质环境评价体系

在针对地质灾害进行避险和防治时，有关单位需要从地质环境评价的角度着手，树立起正确的评价思想观念。适应新时期背景下的地质环境评价发展要求，从当

前的市场环境当中，选择更加先进的评价技术手段，构建完善性的评价体系。在明确设置评价标准，优化开展评价工作的过程中，能够获得更精准的数据信息。并以此为依据，分析和了解当前区域范围内所呈现的地质灾害风险，就其可能会发生的风险类型以及所造成的不良影响进行有效评估和诊断，以确定接下来的避险和防治工程作业目标。同时，还需要在评价体系构建的过程中，做好前期评价方案的科学设置，明确具体的评价参数。遵循持续性开发和发展的行动思想，在注重当地经济建设的同时，还需要从节能与环保的角度，构建安全稳定的生态环境体系，进而降低地质灾害的风险发生几率。

3.针对地质灾害进行全面防治

在面对地质灾害风险时，有关单位需要遵循全方位防治的行动准则，就具体的防治范围加以明确。然后，在多种先进监测以及智能监督技术支持下，对所负责区域范围内的地质情况进行全方位的监测诊断。以便可以及时发现具体的灾害风险类型，在掌握主要形成诱因的前提下，就接下来的防治策略进行科学设置。在这一环节当中，需要增强多个部门之间的互动联系。在统一防治目标的前提下，结合以往更先进的防治理念和实践经验，制定出更加科学可行的防治计划。组建专业的防治人员队伍，在形成具体的防治工程流程以及计划的前提下，更科学有序地完成各项防治处理工作。这样能够显著提高防治工作的成效，也能够促进接下来的地质灾害防治工作得以高品质高效能开展。比如说，在当前的地质灾害领域，滑坡是比较典型的灾害类型。在针对这一风险进行有效防治和避险的过程中，有关单位需要在资金上加大投入力度。适当的修筑阻拦体系，这样能够保证所呈现的加固处理效果更加突出，提高整个结果的稳定性。此外，还需要适当发挥生物治理措施的支撑作用，通过植树造林等多种方式来有效预防这一风险。

4.倡导公众社会地质灾害防治文化意识

在面对地质灾害风险时，有关单位需要发挥自己的舆论宣传和引领地位。要加强对相关防治文化思想的宣传和推广，让广大群众能够形成良好的防治思想认识，积极配合基层政府，共同关注地质灾害情况。一旦发现地质灾害风险，需要及时上报给有关部门，通过基层政府与群众之间的协同配合，更高效地完成地质灾害的有效防治和避险工作。其次，还需要通过新媒体载体的形式，就常见的地质灾害类型以及在地质灾害发生时应该掌握的避险和应对处理措施进行宣传和推广。以便广大群众在今后发现地质灾害问题时，能够及时进行自主处理，从而降低不良的风险发生几率和影响程度。同时，还需要在平时的生活当中重点加强地质灾害防范文化思想的宣传教育，开展知识普及讲座等多种方式，就常见的风险类型以及主要的防范措施进行宣传推广。在组织公众教育的过程中需要吸引公众积极参与，并结合自身所积累的防范文化常识与实践经验进行有效探索。在彼此互动交流的过程中，能够对地质灾害的防范形成更加深刻认识。还需要在平时的生活当中，定期开展地质灾害的避险演习演练等各项活动。构建完善性的演练体系，优化演练演习的训练环境，在邀请公众参与防范演练的过程中需要保证灾害演练环境的真实性。然后，由公众根据自身所积累的防范知识与技能自觉地进行避险处理，以全面提高整体的避险能力，切实保障公众的人身安全。此外，还需要在文化宣传和推广的过程中利用一些重要的节日来加强相关思想宣传和推广，有效解读国家在地质灾害风险防范方面的重要政策方针，以满足广大公众的文化认知和获取需求。促使其不断积累文化常识和丰富的防范实践经验。最重要的是，在进行文化推广的过程中，需要基于现代化媒介支撑，加强政府部门与广大公众的联系。在互动交流的过程中，能够就政府当前所开展的各项地质灾害应急处理措施和方案进行有效推广，也能够在沟通过程中全面了解公众目前对于地质灾害防范措施和经验的掌握情况，以确定接下来的培训目标。

三、结论

依前所述，在面对地质灾害时，有关单位需要形成良好的风险防范意识。要结合所掌握的地质灾害特征以及主要的行政诱因，分析接下来的避险和防治策略。要构建更完善性的防治体系，在开展防治的过程中。需要科学构建防治体系，建立完善性的地质环境评价体系，加强对常见地质灾害的全面防治与分析。更要做好地质灾害防治的思想宣传与推广，让公众也能够有效参与到地质灾害的预防和避险等各项活动当中。通过基层部门与群众之间的有效协调配合，全面提高整体的避险和防治水平。

参考文献：

[1]杨晓东，陈冬梅.地质灾害防治现状与防治对策探究[J].四川水泥，2019（08）：321.

[2]周托.试论地质灾害防治措施及技术建议[J].西部探矿工程，2019，31（07）：15–16.

[3]王进良.煤矿地质灾害特征及其防治措施[J].能源与节能，2021，9（6）：378–379.

城市地下空间开发利用的地质研究及科技应用

卢建荣　吉延梅
山东省地质矿产勘查开发局第二水文地质工程地质大队（山东省鲁北地质工程勘察院）　山东德州　253015

摘　要：城市地上空间环境在城市快速发展的带动下，变得日渐拥挤，为了缓和城市空间紧张问题，将城市土地资源所具有的价值发挥到最大，开发和利用地下空间成为城市现代化建设发展的新趋势。但是，开发利用城市空间环境期间，要尤其关注地质环境和相应技术手段，只有合理控制两者之间的关系，才可对地下空间有效开发。本文重点研究城市地下空间利用开发的地质条件影响和相关技术手段应用情况，从而提高城市地下空间开发利用效率。

关键词：城市地下空间；地质研究；工程地质

引言：

随着城市化进程的推进和人口增长的加速，城市地面空间变得越来越紧张，因此充分利用地下空间成为了缓解城市压力、提高土地利用率的重要途径。地质研究在城市地下空间开发利用中起到了至关重要的作用，勘查和评价地下岩土体，了解地下地质条件、岩土性质、地下水等信息，为城市地下空间开发提供科学依据。基于地质勘查结果可明确地下岩层的稳定性、承载能力以及地下水的流动情况，为地铁、地下车库、地下商业街等地下工程的设计和施工提供可靠的资料[1]。

一、工程地质与地下空间开发之间的关系

工程地质和地下空间开发之间存在着密切的关系。工程地质是研究地质条件对工程建设活动的影响及其防灾减灾措施的学科，而地下空间开发则是在城市规划和建设中充分利用地下空间的过程。

首先，工程地质为地下空间开发提供了重要的科学依据。通过工程地质调查了解地下岩土体的性质、地下水位、地下水流动方向和速度等信息，评估地下岩土的稳定性和承载能力。准确获取此类关键信息对于地下工程设计和施工决策具有重要意义，既可减少地质灾害的风险，又可提高地下空间的安全和可靠性[2]。

其次，地下空间开发也会对地下环境产生一定的影响，工程地质可以帮助评估和管理存在的影响。在地下空间开发过程中，会对周围地下水系统造成影响，引起地下水位变化、水质污染等问题。工程地质工作人员凭借监测、模拟和预测等手段，分析和评估地下水系统，提出相应的保护和管理措施，减少对地下环境的不良影响。

最后，工程地质还与地下空间开发的可持续性密切相关。通过深入研究地下岩土的物理力学性质、水文地质条件等，为地下空间的规划和设计提供科学依据，避免因地质原因导致的不必要的重复工程或资源浪费。同时，工程地质还能提供关于地下岩土资源的合理利用建议，促进地下空间的可持续开发利用。

工程地质是地下空间开发的重要基础，通过对地下地质条件的研究和分析，可以为地下工程的规划、设计、施工和管理提供科学依据，确保地下空间的安全、可靠和可持续发展。

二、城市地下空间利用开发的地质条件影响

1.岩土性质的影响

不同类型的岩土具有不同的承载能力，直接影响地下结构的设计和施工。如果地下岩土承载能力较低，需要采取加固措施或选择合适的地下结构形式，进而提高地下空间的安全和稳定性。在荷载作用下，不同类型的岩土会有不同的变形和收缩特性，对地下结构产生影响，当黏土具有较大的变形能力，需考虑其膨胀性和收缩性。对于地下空间开发而言，透水性是一个重要的考虑因素，若岩土具有较高的透水性，会造成地下空间的渗漏和涌水问题，影响地下结构的使用和安全。地震活动对地下空间的影响主要表现为地震波传播、地盘沉降或隆起，以及岩土体的摩擦耗能等[3]。不同硬度的岩土对于地下空间开发的可挖性具有直接影响，软黏土和松散砂土通常容易挖掘，但在支护和稳定方面需要额外注意，坚硬的岩石需要更强大的挖掘设备和更复杂的支护结构，增加了地下空间的开发成本和技术难度。

2.地下水位和水文地质影响

高地下水位影响地下建筑物，容易发生涝水，采取适当的防水措施来避免水位上升导致的水损问题，可见高地下水位也可能增加地下结构的排水工作量和成本。水文地质条件对地下水流动的方向、速度和渗流路径等起着决定性的作用，如果地下水流动速度较快或存在地下水体的运动影响，需采取更复杂的排水方案和防止渗漏的技术手段。高地下水位和湿度条件使土壤出现膨胀，不利于地下空间的稳定性和结构。在设计和实施地下空间的时候，需考量土壤膨胀因素，提出地基加固措施或选择抗膨胀性能较好的材料。若地下水中存在污染物，

会危害地下结构和人体健康。一些地区存在岩溶和地下洞穴等特殊的水文地质条件，尤其岩溶和地下洞穴，诱发地下结构的不稳定和塌陷，时刻挑战着城市地下空间利用开发性能。

3.地下岩层结构和空洞分布

地下岩层的稳定性是城市地下空间开发中必须考虑的关键因素，不同类型的岩石具有不同的强度和稳定性，需要根据岩层的特性来选择合适的开挖和支护方法。在某些地区，存在天然的地下空洞，这些空洞对城市地下空间的利用开发带来了挑战。地下空洞的存在地表下沉、地面塌陷等问题，需要进行详细的勘察和评估，并采取相应的填充、加固或避让措施。某些岩层可能具有较高的透水性，需要采取相应的排水措施，以避免地下空间的渗漏和涌水问题，研究岩层的渗流特性对地下结构的设计和地下水资源的利用有所助益。不同硬度的岩层对于城市地下空间开发的可挖性具有直接影响，地质断层是地壳中两个岩层之间的裂隙，常见于地震活动区域，规划和设计地下空间必须考虑地质断层的位置和活动性，提高地下结构的抗震能力和安全性[4]。

三、城市地下空间开发利用的地质问题应对技术

1.地质勘查和数字建模

地质勘查使用遥感技术、激光扫描、卫星测绘收集大量的地质数据，分析和解释数据了解地下岩层结构、地下水文地质条件以及地下洞穴的分布情况。通过数字建模技术转换地质数据为三维地质模型，反映地下岩层的分布、强度、透水性等特征，基于模型分析岩石力学、模拟地下水流动，预测地下各种地质问题的可能性，制定合理的地下结构设计和施工规划。在选择地下支护结构时，根据地质模型预测的岩层强度和稳定性选择合适的支护方式，帮助规划开挖顺序、确定施工方法，以减少地下岩层变形和不稳定的风险。

地质勘查和数字建模可以提供关于地下水位、水力梯度、地下水流动方向等信息，并在制定地下水资源的管理策略中应用。地质勘查和数字建模技术可以提供全面的地质信息，有助于评估地下工程项目的风险，基于这些信息展开可行性研究、环境影响评估等，为决策者提供科学依据，制定合理的发展策略。

2.地下无人机和机器人技术

地下无人机和机器人可以进入狭窄、危险或难以到达的地下空间，进行勘察和探测工作，携带摄像头、激光雷达、地震仪等各种传感器和设备，收集地质数据和图像。通过这些数据获取地下岩层结构、断层情况、地下洞穴分布等信息，辅助地质勘查和评估工作。地下无人机和机器人可以配备形变传感器、温度传感器、气体传感器等各种传感器，用于实时监测地下结构的变化和异常情况，定期巡视地下空间，检测地表沉降、裂缝扩展等地质问题，并及时报告和预警。地下无人机和机器人可以进行地下管道的安装、维修和清洁工作，减少人工操作的风险和难度，检查和维护地下结构的。通过地下无人机和机器人收集的数据，结合其他地质数据进行数据分析和建模，用于预测地下岩层滑动、沉降变形等地质问题的发生概率，并提供决策支持[5]。地下无人机和机器人可以进入危险的环境中，寻找被困人员、评估地下结构的稳定性，并提供实时反馈和通信。

3.智能传感器和监测系统

智能传感器可以被安装在地下井、钻孔或管道中，实时监测地下水位的变化，提供准确的水位数据，了解地下水流动的情况。通过监测地下水位预测地下水涌出、水压变化等地质问题，并采取相应的措施进行处理。在地下结构、土壤中或地表上安装智能传感器，收集地表沉降的数据，时发现地下岩层变形、地下水抽取引起的地表下沉等问题，采取适当的补救措施，防止地质灾害的发生。监测地下结构的变形情况时，它们可以被在地下隧道、地下工程中安装智能传感器，通过测量位移、应变等参数实时监测结构的变形状态，早发现地下结构的变形、位移等异常情况，为修复和维护提供及时的警报和反馈。传感器可以记录并分析地震波频率、振幅、持续时间等参数，预测地震风险。

四、结语

在城市地下空间开发利用中，地质研究和科技应用扮演着重要的角色。通过地质勘查、数字建模、地下无人机和机器人技术、智能传感器和监测系统等手段，可以获取准确的地质信息，预测地质问题的可能性，并为规划、设计、施工和维护提供支持。合理利用这些技术，可以充分发掘地下空间的潜力，并为城市的可持续发展做出贡献。

参考文献：

[1]何继善，李帝铨，胡艳芳，等.城市强干扰环境地下空间探测技术与应用[J].工程地球物理学报，2022，19（05）：559-567.

[2]向泽君，何兴富.勘测大数据在地下空间安全评价中的应用[J].地下空间与工程学报，2022，18（03）：743-750.

[3]邢怀学，窦帆帆，葛伟亚，等.城市地下空间开发利用地质适宜性三维评价指标体系研究——以杭州市为例[J].地质论评，2022，68（02）：607-614.

[4]蔡建斯，龚鹏，任宏剑.深圳市某片区岩溶塌陷致塌成因分析及预防措施[J].中国矿业，2022，31（02）：173-179.

[5]李鹏岳，王东辉，李胜伟，等.山前冲积平原型城市地下空间开发利用地质适宜性评价——以成都市为例[J].地质通报，2021，40（10）：1644-1655.

地质灾害防治中水文地质勘察的重要性

刘翠翠
河北省地质矿产勘查开发局国土资源勘查中心（河北省矿山和地质灾害应急救援中心） 河北石家庄 050000

摘 要：在当前我国经济迅速发展的背景下，社会和居民的现实需要不断增加，各类工程的类型以及规模也逐渐扩大，在工程项目开始之前需要对整个施工现场进行细致勘察，其中就包括水文地质能够使用专业的技术人员以及勘察人员收集相关信息，充分利用水文信息减少在施工中出现的地质灾害带来的影响。我国作为人口大国幅员辽阔，地质特点丰富，不同的地区会受到多种因素的影响，所以水文地质的勘察工作是一项十分重要的任务。

关键词：水文地质勘查；地质灾害防治；重要性

我国幅员辽阔，地质灾害是我国常见的灾害类型，并且一旦发生地质灾害，规模较大，能够对社会产生巨大的影响，虽然不同程度的地质灾害带来的影响不尽相同，但是也真正的影响到了附近居民以及矿山工作人员生命安全[1]。在发生一系列地质灾害的同时，人们将关注点放到自然因素，往往将人为因素忽视。发生地质灾害后，不仅影响的是人类的生命财产还会影响自然环境。虽然地质灾害不可避免，但是通过水文地质勘查，就能够预判地质灾害的发生，通过地质灾害的征兆性来做好预防措施，减少因为地质灾害对社会的不利影响。

1.水文地质勘查对地质灾害防治的作用

我国当前的社会经济水平逐年攀升，人类与自然环境之间的利益关系更加地显著，为了生活和生产开发了很多地面以及地下建筑，这种情况如果没有及时的进行地质勘察，不仅会影响人类的生命健康，也会很大程度地破坏自然环境。人类社会应该重新重视水文地质勘查工作，认识到对地质灾害防治的重要意义[2]。有些建筑企业并不重视地质勘察，在建筑之后，各种不良的建筑计划和手段导致原有的地质结构发生一系列的改变，结构的不稳定一定会影响居民生活生存，地面会由于地质结构的不稳定出现坍塌和地下水流失的情况，影响地质灾害发生的概率。如果可以重视到水文地质勘查工作，通过利用专业手段和技术人员细致的勘察，将收集到的信息整合分析，在多种方面探析地下水状况，才能够在一定程度上利用有效信息判断水文地质影响对自然环境的程度，及时进行预防和处理。影响地质结构的因素有很多，地下水压力的不稳定就会造成地质灾害的发生。在出现地质灾害之前，地下水会出现变动，想要提前预知这灾害的发生，就应该及时地对水文特征进行分析，利用灾害的先兆性进行有效防御，减少地质灾害对社会的影响，并且可以及时地制定出针对性的应对措施。在进行水文勘察工作进行过程中，需要采用科学合理的方式进行测绘。通过有效测绘全方面观察水文特征，根据真实情况以及气候等了解地质情况，将二者结合起来分析影响关系，然后进行地质灾害的准确分析[3]。在进行测绘工作过程中，大多数使用的是遥感获取数据，通过分析水资源的分布情况，寻找一个合理的观测点。大多数情况技术人员会通过水资源的全点进行观测点设计。钻探也是一个重要的测绘方式，通过该手段分析地下水情况，获取准确的水文数据，通过将水文数据与测绘数据有效对比，保证两者之间偏差最小。

2.水文地质勘查中地质灾害产生的原因

2.1地下水文升降

从以往的水质地质勘察过程中可以显示，地下层中的水环境在一定的期间内是保持一个稳定结构的，一般情况下不会发生变化，但是随着当前人类对自然环境的各种利用以及其他特殊情况就会导致地下水发生一个显著的变化。地下水作为重要的水资源，自身拥有补给源，补给区域的水量能够直接影响地下水压力，补给区域的水量超出范围之后就会影响地下水位，超过承压水面。地下水量会根据自然降水以及人为干扰发生巨大变化[4]。在水位迅速上涨之后，会影响地面以及地下土质的变化，造成土壤沉积，并且土壤因为各种影响造成盐碱化。在水位上涨之后，土壤会不断地受到地下水的浸泡，结构变软，出现的最多情况就是泥石流和滑坡。尽管这些灾害是较为常见的，但是人类的能力还是不能小觑自然灾害，与之相比人类的能力杯水车薪，一旦发生灾害人类的生命安全会受到极大威胁。有一些较为复杂的水文环境，如果地下水补给区域不能正常排水，造成堵塞，导致一些地区的地下水聚集到一起，产生较强压力。如果

下游区域水位下降，加上较大压力会导致地面发生坍塌、滑坡等现象。如果补给区域的上游地区聚集了大量的地下水，聚集到一定程度导致地质结构不能够以自身的力量承受，进而产生不能人工干预的巨大冲击，严重威胁人类生命健康。

2.2 地下水压变化

地下水的压力系数是动态的而不是不变的，压力系数与水位与地面距离是正比关系，如果区域内的地下水较深，那么自身的压力越大，如果离地面表层较近，产生的压力就越小。地下水在一定的期间是一个相对稳定的状态，如果受到各种内外因素的影响，地下水会超过特定区间，导致压力上下波动，就需要及时进行预测[5]。使地下水的压力产生波动的原因基本分为自然和人为，部分地区为了能够生存只能对自然环境进行改变，例如一些缺水的地区需要开采地下水来满足自身的生存需要，这种情况下导致地下水的结构产生变化，提高地下水压力。这样的情况也会导致土壤盐碱化加快，进而影响地面和地下建筑。一些区域因为土壤结构出现变化之后，强度已经不能维持地面承重，出现大量建筑物坍塌的现象。如果受到自然环境的影响，其中降水量的增加也会导致水位上升，破坏地下水层结构出现较为严重的洪涝灾害，影响人类生命健康。我国处于地质板块活动地带，在发生地震以后也会造成地下水位的变化，有些地区水位下降在地质层中产生空洞，也会降低地质强度影响地面和地质建筑物的稳定性[5]。这些问题的产生根源都是由于地下水的压力起伏导致土壤出现问题，造成地层的沉降和滑坡等，如果地下水出现的问题频率越来越高，地面也会出现不同程度的裂缝。所以面对这样的特殊情况，需要建筑施工能够在施工前和施工过程中重视到此项问题，重视水文地质勘查工作，保证水文特征稳定，减少各种危险风险。

3. 水文地质勘查中地质灾害防治的措施

3.1 降低人为因素影响，合理规划工程建设

人类社会需要发展，为了生存和生产就会对自然环境进行所必要的改变，但是对地质环境进行改变，这种行为是不可逆的。我国幅员辽阔，自然环境也更加丰富，那么极其特殊的地质环境，想要保证经济发展和人居环境改善，就应该减少人为因素，通过多种手段合理规划当前各类建筑工程。在进行自然环境的改造之前，就必须要将保护自然环境放到首位，能够从多个手段做好防治自然灾害工作。例如，提高植被覆盖率，有效地进行防风固沙，也能够保证地下的水资源压力稳定。人类的生存离不开自然环境，自然环境也需要人类的保护，所以人类和自然环境是相辅相成、和谐共生的关系[6]。人类也应该重视在生存过程中所产生的生活污水的相关处理。当前经济提升导致各类工厂规模不断壮大，在这种情况下，工业污水就是影响当前地下水资源环境的重要因素，如果这些工业污水排放到地下水中，就会造成水资源污染以及土质腐蚀影响人类生命健康。所以要重视污水防治，通过多种手段将污水过滤后进行正常排放。各类工程建筑企业也应该重视自然环境的保护，在建设之前需要专业人员能够将地质环境的勘探放在首位，分析水文特征，避免在工程建设中对地质结构造成破坏。一些地区急剧缺水，必须要利用地下水进行生活和生产，开采前需要相关部门以及专业人员根据实际情况制定一个合理计划，能够保证地下水压力的平稳，避免过度开采影响地下环境。不论是在什么工程，在利用自然环境过程中，一定要秉持可持续原则，树立保护环境的意识，制定科学合理的计划，避免过度开采。相关部门也应该重视，加强正面宣传，让人们能够认识到自然环境的重要性从自身做起。保护自然环境也应该设立一定的奖惩机制，呼吁居民正确利用日自然环境。

3.2 建立动态化水文地质监测方式

虽然地质灾害的发生没有规律，如果是因为自然因素所造成的，更是不可预测。在当前就需要对水文特征进行长期的观察，能够利用数据找到其规律性，减少地质灾害带来的影响。如果发生地质灾害，首先影响到的就是人类的生命健康以及社会经济，所以必须进行不断的监测，能够使用多种手段保证人类的生命财产安全。只有利用科学合理的手段，并且密切监测水温地质环境，才能够有效地监测地质灾害的发生。在进行监测的过程中，利用信息化设备，充分利用当前先进手段，精准的判断地质灾害发生。并且应该重视地面水流和自然降水的情况，与水利局和气象局等相关部门进行沟通，将信息整合设定出准确的参数，能够有效地观测地质灾害的发生，利用机械以及自动化的检测手段，避免人工获取数据的主观性和延时性，进而能够减少地质灾害产生的损失。

3.3 搭建专业的救援体系

在出现地质灾害之后，需要一个非常专业的救援力量，保证人们的生命财产安全。所以应该结合实际情况以及当地的灾害情况，进行系统分析，保证可以利用一个针对化的力量进行救援。随时准备好进行救援活动，如果在发生时地质灾害以后，要第一时间进行救援，减

少损失挽救人民生命。救援队伍不仅需要专业的救援人员，还要配备医疗队伍，才能够在第一时间快速处理险情。相关部门在平时的训练中也应该加强演练，提高救援人员的专业性。在一些自然灾害多发的地区，应该设定专业性的救援方案，才能够及时地对险情进行处理。政府也应该积极进行引导，能够让社会资本参与到救援中，完善公益性救援体系，进而形成一个高质量的救援队伍。加强民间队伍的训练，能够在地质灾害发生后第一时间进行救援，也能够利用正确的方式自救以及救助他人，保证人们生命健康[7]。

4. 结束语

总而言之，当前社会经济不断发展，人类使用多种手段不断地开发自然环境，并且进行社会性改造，还有一些其他不良行为无形地增加了地质灾害发生的概率。一般地质灾害与水文环境密切相关，可以对人类生活造成很大的影响。所以对一定区域内的水文环境引起相关重视，通过多种手段准确进行勘察，并且能够发现其中蕴含的特征规律，提前了解地质灾害征兆特性，而掌握当前地区的整个地质结构，才能够精确判断地质灾害发生的情况。也正是通过两者之间的关系研究，当前影响地质灾害的原因，并且提出可实行的措施才能够有效地预防地质灾害的发生，减少对社会及人类的影响。

参考文献：

[1]顾婧媛，张学红，路玉杰.水文地质勘查对地质灾害防治的重要性探讨[J].世界有色金属，2022（3）：170–172.1002–5065.2022.03.057.

[2]黄爱奇.水文地质勘查对地质灾害防治的重要性[J].世界有色金属，2022（9）：187–189.2022.09.063.

[3]令狐勇.水文地质勘查对地质灾害防治的重要性探讨[J].有色金属设计，2021，48（3）：92–94.1004–2660.2021.03.027.

[4]兰昌俊.探究水文地质勘查对地质灾害防治的重要性[J].科技尚品，2021（12）：94–96.2021.12.032.

[5]杨化.刍议水文地质勘查对地质灾害防治的重要性[J].文渊（高中版），2021（2）：2216.2021.02.2115.

[6]柴丹，冉百涛.水文地质勘查对地质灾害防治的重要性分析[J].建筑工程技术与设计，2021（26）：656–657.2021.26.0320.

[7]刘霞.企业预算管理现状与创新策略探究[J].经营者，2022，36（5）：43–45..2022.05.015.