

加拿大钢铁工业 科研体制和科技动向

汪 楨 武

前 言

为了配合冶金工业科技体制改革和制定冶金科技发展规划，受冶金部科技司的委托，我所系统开展了国外钢铁工业科研体制和科研动向的调查研究。经过课题编写小组十几名科技人员历时一年半的努力，完成了这项课题的调研报告。将从1987年5月份起，按国家分册出版，然后合订成册，提供给读者。

这套调研资料在搜集国外最新报道的基础上，着重介绍日、美等工业发达国家；苏联及东欧国家；以及部分发展中国家钢铁工业科研体制、科技水平和发展动向。每个国家或地区基本包括五部分内容：一、概况；二、科研工作特点和科技政策；三、主要研究成果；四、今后研究的课题及动向；五、科研机构。本资料既有一个国家的一般情况介绍，又有各国科研体制的特点、技术政策及发展方向的分析研究和评论，内容比较全面、新颖。对于推进当前的科技体制改革，制定科技发展规划，促进国际间的交流与合作有一定参考价值。

在组织编写过程中，得到了在国外工作过的有关专家、学者的支持和帮助，同时也得到了国外有关机构的协助和配合，在此一并致谢。像这样较大规模地开展对国外钢铁工业科研体制及动向的调研还是第一次，由于缺乏经验，不足之处，欢迎批评。

编 者

1987年4月

目 录

一、概况.....	(1)
1. 矿物资源、矿山生产能力与技术水平.....	(1)
2. 科研体制、资金来源及特点.....	(2)
二、主要矿业科研机构.....	(5)
1. 政府矿业科研机构—加拿大矿物和能源技术 中心.....	(5)
2. 高等院校矿业科研机构.....	(13)
参考文献.....	(27)

概 况

一、矿物资源、矿山生产能力与技术水平

加拿大领土面积992.233万平方公里，人口2539.9万人（1985年）。加拿大矿产资源丰富，矿业发达。主要矿产资源有：铁、铜、铅、锌、镍、钨、钼、钴、金、银、钛铁矿、铂族、铌、钽、煤、天然气等。上述矿产储量均居世界前列。加拿大1986年铁矿石产量为4064万吨，居世界第7位（次于苏联、巴西、澳大利亚、中国、印度和美国），钢产量1410万吨，居世界第12位。1985年加拿大8种主要有色金属总产量达到282.12万吨，为世界第三大有色金属生产国（仅次于美国和苏联）。矿物工业是加拿大经济发展的一个重要因素。加拿大生产大约60种矿产品。1978年矿物总产值为196.6亿美元，其中10种矿产品的产值达156亿美元（石油57，天然气39，铁矿石11.5，铜矿石11.0，锌7.91，煤7.33，镍6.52，石棉6.02，铀5.89，钾碱4.93），占全国矿物总产值的79%。

加拿大矿产品大部分出口，主要出口给美国（69.9%）、欧洲经济共同体国家（14.5%）和日本（9.4%）。加拿大1978年矿产品出口值达145亿美元，占当年矿产品总值的73.8%。加拿大矿产品年出口值占全国商品出口总值的1/3以上。因此，世界上任何影响矿业需求的因素都会对加拿大的矿业活动产生重大影响，加拿大矿业的命运与其主要贸易国的经济波动紧密相关。近年来，由于钢铁工业不景气，对原料的需求减少，因此加拿大金属矿山的生产受到影响。加拿大金属矿物产值在矿产品总值中的比重已从1970年的53.7%下降到1978年的28.1%，而燃料矿物产值所占比例则从1970

年的30%上升到1978年的57.1%。

加拿大的铁矿山基本上采用露天开采，而铜、锌、镍、金、银等有色金属矿山则大多采用地下开采方法。这些矿山的装备、经营管理以及生产效率都达到相当高的水平。

二、科研体制、资金来源及特点

加拿大国家科学与技术部 (Ministry of State Science and Technology) 成立于1971年。它的主要任务是研究和制订联邦政府科学技术发展和应用活动的政策。该部组织成政府、工业、大学、行政管理和合作服务等部门。加拿大科学理事会 (The Science Council of Canada)、全国自然科学与工程研究理事会 (National Sciences and Engineering Research Council) 以及加拿大全国科学研究理事会 (National Research Council of Canada) 通过国家科学技术部部长向议会报告工作。

加拿大全国科学研究理事会是议会建立的，承担和促进加拿大的工程与科学研究。该理事会设有11个研究部和加拿大科技情报研究所。该理事会由21个成员组成，对研究计划和方针进行全面监督和指导。该理事会用25%的力量进行对加拿大具有特殊重要性的基础研究和探索性研究工作。应加拿大联邦政府各部、省市政府和工业企业以及其他机构和集团的要求，该理事会各研究所可进行特殊项目的研究。该理事会98%以上的工业基金用于研究与开发工作。

全国自然科学与工程研究理事会是根据1976年政府组织法于1978年成立的。该理事会由代表各大学、工业企业等的22名成员组成，协助和促进除医学科学之外的自然科学和工程研究工作。

1980~1981年加拿大政府提供的科学与技术资金总额达到

20.94亿美元，比1979~80年度增加了2.1亿美元(11%)。其中1980~1981年度能源、矿山和资源科研经费为1.678亿美元(占科研总经费的8%)，比1979~1980年度增加了2400万美元(+16.8%)。1980~81年度加拿大科研资金占国民生产总值的比重为0.86%，这个数字与美、苏、日等国相比是较低的。加拿大政府提供给各部门的科研经费见下表。

加拿大政府各部门提供的科研经费(百万美元)

部 门	1978—1979	1979—1980	1980—1981
农业	127.2	142.0	155.7
通信	61.9	65.1	66.3
能源、矿山和资源	124.6	143.7	167.8
加拿大能源公司	92.0	91.3	96.5
环保	206.4	215.4	229.8
外交			
加拿大国际开发署	35.6	37.8	38.7
国际开发研究中心	36.8	35.8	40.0
渔业和海洋	122.5	112.4	116.4
工业、贸易和商业	61.4	74.8	104.8
国防	83.3	93.4	103.9
卫生	58.1	48.4	54.0
医学研究理事会	64.2	70.1	80.0
科学与技术部			
全国科学研究理事会	197.2	211.2	227.7
自然科学与工程研究理事会	111.9	121.1	163.0
国务部			
国立图书馆	13.1	14.7	17.2
“博物馆	55.1	51.3	52.5
社会科学与人类学研究理事会	34.6	36.6	42.0
统计局	133.3	127.7	139.9
运输部	42.0	27.1	25.5
合计	1809.1	1883.8	2093.9

加拿大政府1980~81年度提供的自然科学研究与开发经费为16,468亿美元,大部分用于政府研究单位(59.2%),工业部门(17.5%)和各大学研究单位(16.6%)。其余经费用于各省市和非营利研究单位等。

加拿大工业科学技术活动资金主要由工业、贸易和商业部提供。根据企业开发计划,加拿大各公司可以得到费用分摊的支持,以便开发新产品和新工艺,或改进产品和工艺,或进行市场研究。加拿大全国科学研究理事会是工业科学技术活动资金的第二大提供者,它的工业基金中98%以上用于研究与开发工作。

加拿大联邦政府利用补助金和捐献以及用合同的形式对大学的科学技术工作给予直接支持。此外,通过建立计划转拨款项提供间接支持。在直接支持的总经费中,89%用于大学的研究与开发工作。这些经费是通过医学研究理事会、自然科学和工程研究理事会以及社会科学和人类学研究理事会以补助金的形式提供的。

加拿大主管矿业的政府部门是能源、矿山和资源部。该部是根据政府组织法于1966年设立的。除了管理服务之外,该部由能源、矿物政策和科学技术三个部分组成。该部的目标是保证加拿大能源和矿物资源的有效利用,其途径是确定该国自然资源的潜力,提高资源开发技术,评价经济和社会因素,制订和实施政策以及将有关能源和矿物资源的开发新技术转让给政府部门和工业企业等。该部的科学与技术部门包括加拿大地质调查所和加拿大矿物与能源技术中心等。这个中心是加拿大政府的主要矿业科研单位,加拿大的大多数矿业研究与开发工作都是由该中心进行的。

主要矿业科研机构

一、政府矿业科研机构

加拿大矿物和能源技术中心 (Canada Centre for Mineral and Energy Technology)

地址：加拿大渥太华市布鲁斯街555号 (555 Brooth Street, Ottawa, Canada KIAOG1)

成立时间：1907年

中心主任：W.G.杰弗雷 (W.G.Jeffery)

副主任：V.A.霍 (V.A.Haw)

采矿研究部主任：T.S.柯齐伦 (T.S.Cochrane)

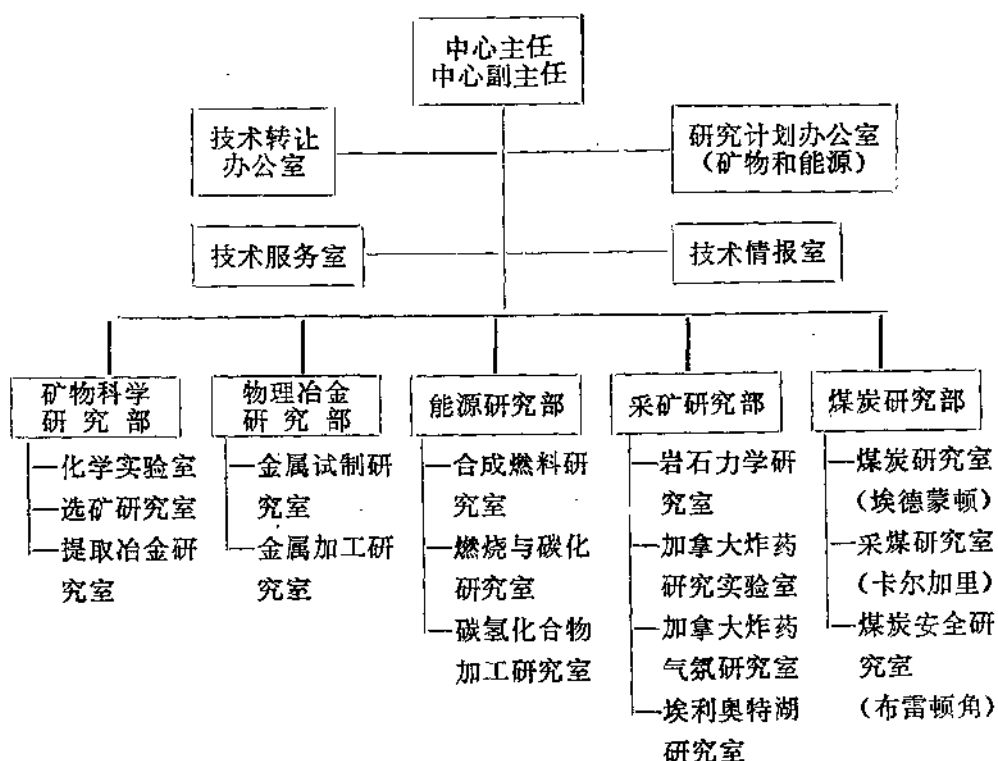
矿物科学研究部主任：W.A.高 (W.A.Gow)

这个中心属加拿大能源、矿山和资源部领导，是该部有关采矿、选矿和矿物保护与利用的研究与开发中心。自成立以来，它一直在加拿大矿物和能源矿物的研究与开发以及技术转让和技术情报等方面起重要的作用。它的主要研究领域是矿物和能源，它进行大部分的矿物技术的研究与开发工作，进行矿物开采和金属提取以及利用的研究。它在矿物研究活动中主要从事矿物资源鉴定（技术评价）、矿物技术开发（采矿、安全和保健、设备安全鉴定、选矿、矿物和金属保护、环保技术、原料开发、金属加工以及标准和技术规范等）以及授权实施加拿大炸药法令，并进行炸药试验。目前矿物研究的重点是发展先进、高效和经济的技术以及工人的安全与健康等。该中心加强了多金属硫化矿物的处理技术以及废料利用的研究，同时重视选煤、选铀以及陶瓷研究。在采矿技术方面取得了重要进

展，包括深部采矿方法，特别是对不良地层条件的控制，矿工保健与安全以及矿山环保等。该中心矿物研究工作的目标是：为加拿大矿物资源的开发方针和计划提供技术知识；保证加拿大在矿物加工、利用和供应方面拥有足够的技术能力；为公众安全实施加拿大炸药法令。

采矿研究部设岩石力学研究室，埃利奥特湖研究实验室，加拿大炸药研究实验室等。

矿物科学研究部下设化学实验室，矿物加工研究室（选矿、陶瓷、建筑材料、矿物学、非金属和矿物废料）和提取冶金研究室（工程与评价、冶金化学、物理化学、工艺化学）等。该中心的组织机构如下图所示（1982年）。



加拿大矿物与能源技术中心的人员组成如下 (1980年3月)

	专业人员	非专业人员	合计
行政和服务部门	4	84	88
研究计划办公室	9	3	12
能源研究部	61	77	138
采矿研究部	44	39	83
矿物科学研究部	88	99	187
物理冶金研究部	45	75	120
技术情报室	14	19	33
合计	265	396	661

加拿大矿物和能源技术中心科研力量和经费分配情况见下表
(1981~82年)。

	人年	科研资金 (万美元)	基建资金 (万美元)
能源技术			148.8
保护技术	4	33.0	
石油供应技术	68	364.7	
煤炭技术	112	519.9	
核能技术	33	105.8	
再生能源技术	10	39.5	
研究计划办公室 (包括合同)	6	300.8	
情报和图书服务	16	85.8	
技术 (工程) 服务	34	122.2	
管理和其他服务	50	69.3	
赠款和捐款	—	30.1	
矿物技术			74.5
采矿技术	14	68.8	
采矿保健与安全	19	106.8	
保护和资源管理	26	85.9	
选矿技术	41	146.0	
环保技术	22	89.4	
原料开发技术	39	146.7	
金属加工技术	52	179.8	
标准和技术规范	23	74.2	
研究计划办公室 (包括合同)	5	144.0	
情报和图书服务	21	96.1	
技术 (工程) 服务	32	113.5	
管理和其他服务	74	277.1	
赠款和捐款	—	0.6	
加拿大炸药法令的管理	12	45.8	2.9
合 计	713	3245.8	226.2

矿业研究课题及科研成果

1. 采 矿

加拿大矿物和能源技术中心采矿研究的目的是为提高露天和地下矿山生产效率需要的技术进步。

(1) 露天边坡稳定性

加拿大大约70%的矿石是用露天开采方法生产的。边坡角是露天开采矿山最主要的设计指标，因为它决定矿石开采量和废石剥离量，从而确定企业的经济效益。对于大型深露天矿来说，边坡角加大 1° ，就可能使矿山开采期间的废石剥离量减少2000万吨，因而可以节省生产费用1000万美元。

1972年，加拿大矿物与能源技术中心开始进行一项改进露天矿采矿方法的五年研究项目，它是工业企业与联邦政府之间的合作研究项目。大量研究工作是由各采矿公司、咨询工程师和大学根据合同进行的。研究成果是1978年完成了露天矿边坡手册。

(2) 矿区稳定性

该中心与里奥·阿尔果姆公司和丹尼森矿山公司于1979年开展了合作研究，调查研究埃利奥特湖地区的稳定性问题。确定了矿山布置和回采顺序，以使采矿企业的生产不损害其他企业。利用计算机模型对矿柱回收方法进行了评价研究。采用推荐的方法回收矿柱，未发生问题，使顶板和矿柱的稳定性达到了最佳化。

根据各矿山公司的要求，对选矿厂尾矿倒入矿山上面的奎克湖中井下可能产生的稳定性问题进行了评价和研究。研究结果已经肯定这不会产生不稳定的问题。

(3) 深部硬岩矿山的设计原则

在这个问题上的研究计划，主要是岩石力学以及可以改进1000米深部矿体开采的经济和安全问题的采矿技术研究。按常规做法，可以采用充填法。在凿岩、爆破、除渣和采空场充填过程中，特别是在进行支护时，矿工暴露在未支护的岩体下。为此，有几座矿山试验了混合回采法，包括整个采场打超前炮孔，进行大吨位爆破以及连续除渣。采场充填作业在采矿结束后才进行。在这种情况下，矿工在得到很好支护的采场中工作，矿工在采矿过程中不进入采场。这种方法与充填法比较，生产效率较高，成本较低。

根据过去与鹰桥镍矿山公司签订的合同，又于1980年执行包括混合采矿法试验的新合同，论证采用深孔回采法的可行性。试验在奥勒平矿山进行，为此专门设计了岩层支护系统，该系统用计算机程序进行监控。

(4) 井下矿山的稳定性

该中心与丹尼森矿山公司和里奥·阿尔果姆公司联合开展了一个研究项目，即对顶板塌落的监控系统进行评价以及确定该系统是否能对即将发生的冒顶发出及时的警报。监控仪表安装在专门试验采场的顶板中，从1981年开始控制了顶板冒落。

2. 选 矿

研究目标是发展能提高矿石回收率和精矿品位的选矿技术和设备，并注意尽量减少它们对公众健康和安全以及对环境的不良影响。

(1) 选矿厂模拟

作为加拿大选矿厂操作人员和设备制造人员教学和分析工具的选矿厂计算机模拟取得了重大的进展。这有利于设备设计和操作的最佳化。1980年，该中心和矿山企业编制了一个15年合作计划，以

巩固和完善选矿厂模拟概念和方法，并将其转让给矿山企业。

(2) 铁矿石选矿

这个中心在铁矿石选矿方面的研究目标主要是提高选矿技术，以加强加拿大在世界市场上的竞争能力。它与加拿大钢铁工业研究协会共同确定了有关提高铁矿石选矿回收率、精矿品位、球团矿质量、降低能耗以及环保等方面存在的15个问题。处于优先考虑的课题是：水的净化循环利用，粉状矿石的回收，精矿脱磷，矿石性质鉴定、皂土的造球特性，工艺革新以及代用粘结剂等。

该中心对加拿大铁矿公司克洛布湖精矿生产的生球焙烧的矿物和显微组织变化进行了研究。在各种温度条件下焙烧的球团矿与一般工业加工条件下焙烧获得的产品进行了比较。结果表明，球团矿各种组分的反应速率是焙烧温度、时间、加热和冷却的一个函数。一般来说，球团矿的强度随焙烧温度和均热时间的增加而得到提高。此外，还对加拿大铁矿公司卡罗尔选矿厂球团矿膨胀原因的确定进行了进一步的研究。

该中心和环境保护服务局以及废水技术中心共同完成了一个研究项目，研究铁矿石选矿厂处理废水进行循环利用的方法。

该中心进行的矿石加工还包括：矿石破磨和选矿，处理多金属矿石生产精矿，多金属矿石的萃取，铜、镍、铅的湿法冶金，炼铁技术，干法氯化/氧化法等。

3. 安全与环保

对采选企业工作环境和溢出物的严格控制使工业企业受到了很大的限制。从这些课题的研究投资中很少能获得利润，因而工业企业趋向于尽量减少这方面的经费，而采取短期的补救措施。因此，保证环境保护、健康和安全问题得到解决的长期技术发展工作取决于

政府采取行动。因而加拿大矿物与能源技术中心在联邦政府有关部门的合作下，对保证这些问题长期解决所需技术的发展工作做出了重要的贡献。

(1) 矿山防尘

矿尘是影响矿山企业工人工作条件和长期健康的主要因素。某些矿物特别是石英和石棉矿尘引起尘肺病，润滑油雾和柴油机排出的废气带有有毒的矿尘和气体。个人暴露于可吸入矿尘用测定仪表得到了很好的发展。为了确定矿尘有效控制的方法并指导各种职业病的研究，需要了解矿尘尘源、成分、粒度分布、以及其他因素。防尘措施集中使用于改进岩石破碎和装卸作业，尽量减少浮尘的飞扬，采取矿尘湿润措施和进行通风。最佳防尘方法要求抑制矿尘并将防尘装置直接安装在矿山设备中。从1980年开始使用计算机控制的x射线衍射仪，该仪表使用效果良好。拉布拉多西部铁矿山的防尘工作取得了进展，根据计划搜集了8000多个矿尘样进行二氧化硅及其他成分的分析。根据合同规定研制了高灵敏度石棉尘末传感器。这个中心为工业企业（里奥·阿尔果姆，丹尼森，魁北克卡特尔公司等）和各大学在矿尘重量采样计划以及在发展x射线分析方面提供协助。矿尘采样器得到了矿山监察局和各矿山公司的肯定，并获得了奖励。

(2) 柴油废气的控制

通过柴油废气溢出控制样机的示范表演，该技术已被转让给了矿山企业。1982年1月，该中心与美国矿务局和安大略省劳动部门共同签署了降低柴油废气溢出产生有毒物质的合作计划的备忘录。该中心积极研制两种柴油废气过滤装置—浸石墨的纤维玻璃布和蜂窝状陶瓷过滤器。该中心研究了汽车后冷却发动机、变速器以及废

气洗涤器整个系统的特点。通过功率计试验评价了每个部件的性能。

(3) 噪音控制

在过去10年间，加拿大矿山企业在降低噪音方面取得了重大的进步。目前该中心与工业企业合作执行全国降低噪音的计划。在保护矿工的听力方面，已经采取了行动，努力用计算机监测装置进行噪音自动测定。使用新式消音器极有利于矿工的健康和安全，并改善生产环境。

(4) 火法冶金有毒溢出物的控制

该研究项目提供了加拿大有色金属火法冶炼过程中遇到的主要潜在有害元素的形式和分布的资料，以及对经济上有吸引力的气态和粒度溢出物的控制方法进行了研究和评价。硫、砷、汞、铅、镉、硒和碲元素或化合物是有色冶炼厂具有潜在危害的溢出物的例子。

4. 炸药试验研究

加拿大炸药研究实验室的研究工作是要确认，按加拿大炸药法令提交核准的新炸药具有安全的特性，对炸药的生产、贮存和运输进行技术咨询，对炸药或类似危险物料所发生的事 故 进行调查研 究。

这个研究项目的责任在继续增加，因为技术在发展，加拿大作为主要的炸药生产国担负的国际责任以及加拿大公众对涉及炸药的事 故 的批评日益增多等。

该室根据加拿大炸药法令的授权进行炸药试验，并向炸药总监察员提出建议。对各种炸药进行取样试验并写出报告，内容包括炸药的化学成分、摩擦和冲击危险灵敏度试验，起爆速度的性能敏感度

试验以及化学稳定性等。为了最大限度地减少潜在事故的发生，研制并试验了一种新式炸药混合机。一年间检查认可了多种新炸药，包括数量日益增多的高效炸药，几种新一代乳化油炸药以及得到改进和发展的多种浆状炸药。由于加拿大炸药研究实验室于1980~81年间帮助研制的灭火系统发挥了作用，在炸药生产中 没有发生重大事故。

该研究室的研究与开发成果包括：预测炸药安全指标的计算机系统；确定新乳化油炸药的安全性质，并在加拿大炸药法令和规程中采用；建立矿尘爆炸危险研究实验室。

5. 技术情报

矿物能源技术情报资料的编辑和传递是加拿大矿物和能源技术中心的基本任务之一。技术情报工作计划包括下列活动：

(1) 从全世界鉴别、选择和获取有关的技术情报资料，以满足各部门研究人员的需求，为加拿大的研究工作提供全国性的矿物和能源技术情报资料。

(2) 已获得情报资料的组织工作；各种指标、样本和数据库的编辑工作，加强情报资料的查索工作；编辑出版详细介绍该中心完成的研究成果的报告。

(3) 该中心的各种刊物以及包括该中心按合同完成的科研成果的出版物的发行工作；向社会公众和私人机构提供技术情报和建议。

二、高等院校矿业科研机构

1. 加拿大安大略省女王大学 (Queen's University) 矿业工程系的研究工作

地址：加拿大安大略省金斯敦 (Kingston, Ontario K7L 3N6)

电话：(613) -547-2644 (系办公室)

(613) -547-6104 (大学研究服务主任)

研究服务主任：托尼R.伊斯特汉姆 博士 (Dr. Tony R. Eastham)

成立时间：1893年 (矿业工程系)

加拿大女王大学矿业工程系在加拿大矿物工业中占有重要地位，它是目前加拿大最大的采矿学校。该系的主要研究课题是：爆破振动，计算机应用，冻结充填料，矿山通风，露天矿模拟，放射性矿物，岩爆，岩石力学，应力模型及测量。设有下列研究室及相应的研究设施：

(1) 岩石力学研究室。除了通常的物理性能试验设备之外，有1台90.7吨闭合环路（伺服控制）刚性四柱构架式电动液压试验机，1台带孔隙水压力发生装置的18吨侧压三向压力槽以及1台453.6吨水力压缩机，1台用于现场测定岩石钻孔变形的炮孔千斤顶，1台用于切割1.5米厚岩块的大钢丝锯以及1台大型移动式金刚石钻机。

(2) 矿山测量和摄影测量研究室。有1台Zeiss-Jena 1818型立体比较仪，2台Wildp30型照相经纬仪，1台Zeiss-Jena Stecometer，1台万能立体摄象机，1台陀螺经纬仪以及1台Instronics数字转换器。

(3) 露天和地下矿山设计室。采用Ramtek 6212和Tektronix 4109型彩色图形视频显示终端和Tektronix 4663型数字化绘图机，它们都与该大学的IBM3081计算机相联结。最近该系获得了矿体模