

编号:

92-Z-61

龙岩地区矿山开发生态恢复技术

——典型煤矿和稀土矿
开发生态环境综合整治

研究报告

《龙岩地区矿山开发生态恢复技术研究》

课题组

一九九六年十月·福州



中国社会科学院研究生院图书馆藏

中国社会科学出版社
北京 100026

研究报告

中国社会科学院研究生院图书馆藏

1998.10.10

中国社会科学院图书馆

课题主持单位：福建省环保局

课题委托单位：福建省科学技术委员会

课题承担单位：福建省环保科研所

课题参加单位：龙岩地区环保局

苏邦煤矿环保科

河田镇企业办

长汀县环境监测站

课题主管局局长：杨明奕

省环科所所长：边归国

课题组组长：陈振金

副组长：郑大增、陈水柏

主要成员：陈振金 郑大增 吴先昌 周世良 陈水柏 黄印省

陈开瑛 张锡宾 林益洋 陈永炘 刘远芳 林仁金

张新峰

课题技术顾问：陈文辉 苏水金

课题研究报告编写人员：

主 编：陈振金

副主编：郑大增

各章节编写人：

第一章：陈振金

第二章：陈振金 陈水柏 张锡宾 邱承洲 林仁金

第三章：陈振金 林益洋 黄印省

第四章：郑大增 陈振金

第五章：郑大增 陈振金

第六章：吴先昌 陈永炘 陈振金

第七章：周世良

图件绘制：张孝棋 陈 轶

资料管理：阮秀芳

参加课题研究部分工作人员

邱承洲	叶明柔	吴金炉	王三铃	罗婉前	罗学升	涂宏章
陈成榕	卢和顶	胡 冰	李自碧	李观兰	卓瑶光	张萍萍
肖忠慎	陈友超	郭碧洁	张静冷	邱庆周	连卫中	陈岩翠
廖桂红	杨碧莹	张仁彪	张红兵	黄滨松	蔺计英	

前 言

本课题在省科委吴诚主任关心和支持下，作为福建省“八五”重点科技攻关项目于1992年底立项。原省环保局黄超英局长在开题时，给予许多指导和帮助。原省环保局丁肃修副局长、自然保护处李合宜处长、科技处王敦涛高工，龙岩地区环保局郑品华局长、陈文辉副局长、苏邦煤矿邱承洲副矿长、长汀县环保局许年金副局长和河田镇原党委副书记林霖，在组织协调、技术方案论证方面做了大量工作。陈祥彬教授级高工曾参加研究方案设计。陈尔金高工曾参加立项前期工作。课题在实施过程得到龙岩地区环保局、苏邦煤矿、长汀县环保局和河田镇人民政府各级领导关怀与支持。在此一并致以衷心感谢。

课题组

1996.10

目 录

第一章 绪论	1
第一节 引 言	1
第二节 国内外研究现状及本课题科学意义	2
第三节 技术方案设计和研究方法	4
第二章 龙岩地区煤矿、稀土矿资源与环境	9
第一节 煤矿、稀土矿资源分布与开采环境影响	9
第二节 苏邦煤矿环境与煤炭生产	19
第三节 河田芦竹稀土矿环境与稀土生产	28
第三章 苏邦煤矿污染趋势剖析	33
第一节 煤矿开采污染源调查与预测	33
第二节 煤矿环境质量现状评价	42
第四章 苏邦煤矿煤矸山植被恢复	52
第一节 植被恢复试验方案设计	53
第二节 煤矸山生态环境现状调查与监测	57
第三节 植被恢复试验结果	66
第四节 植被恢复效果与生态环境变化	77
第五节 植被恢复成本核算	87
第五章 河田稀土矿渣场植被恢复	92
第一节 植被恢复试验方案设计	92
第二节 稀土矿渣场环境现状调查与监测	95
第三节 植被恢复试验结果	102

第四节	植被恢复试验效果与生态环境变化	114
第五节	植被恢复成本核算及综合利用建议	127
第六章	煤矿开采环境污染控制技术	132
第一节	中、小煤矿污染治理现状评述	132
第二节	苏邦煤矿煤台煤尘治理	134
第三节	苏邦煤矿苏一井矿水治理	143
第四节	龙岩地区煤矸石综合利用探讨	151
第七章	龙岩地区煤矿开采环境保护	162
第一节	煤炭资源开采及其主要环境问题	162
第二节	煤矿开采管理指标体系	168
第三节	煤矿开采对策与措施	172
附录一	煤矸石淋溶污染特征模拟试验	177
附录二	生态环境整治技术现场阶段专家评审意见	181
附录三	示范工程科研效益证明	183

第一章 绪 论

第一节 引 言

矿产资源开采引发的环境污染和生态破坏,是当前人们十分关注的环境保护重要内容之一,煤矿开采伴随产生的地貌变迁、土地侵蚀、大气和水体污染、生态失衡、农业受损、社会纠纷等问题,已经引起政府部门的高度重视。

龙岩地区是我省矿产资源丰富地区之一,矿种多、矿点多、规模小,分布零散。主要矿产有煤、铁、钨、锰、石灰石和稀土。其中煤炭储量 5.2 亿吨,占全省煤炭储量的 50%。煤矿开采为我省工业发展提供了重要能源,促进我省经济迅速发展。尽管省地市各级政府和环保部门,为加强煤矿开采的环境管理、扼制生态环境污染和破坏做了大量有益工作。但由于在矿山(煤矿、稀土矿等)开采过程没有完善的污染防治和生态恢复对策,严格的科学评价和规划布局,特别缺乏有效的管理办法和实用技术的支持,致使部分矿区、局部区域出现水源枯竭、农田抛荒、鱼塘污染、溪流改道、水土流失等自然生态破坏和环境污染的严重后果,不断出现民事纠纷、影响社会安定和经济持续发展。因此,开展矿区生态环境综合整治技术研究,提供实用污染防治技术,加强矿区生态恢复和保护迫在眉睫,势在必行。

为此,1992 年 10 月在省环保局指导下,成立了以福建省环保科研所牵头的课题组,开展前期调研和研究方案设计,向省科委和国家环保局呈报了《龙岩典型煤矿和稀土矿开发生态环境综合整治技术研究》课题,1992 年 12 月省科委主持召开课题研究方案评审会并以编号 92—Z—61 文审批立项拨款 20 万元作为专项研究经费,签订了三项费用合同书,研究起止时间 1993 年—1996 年。

本研究选择具有代表性的典型煤矿和稀土矿,进行定点深入研究,通过调查

监测评价摸清典型煤矿和稀矿开发生态环境污染破坏现状，识别生态环境污染破坏特征及其原因，有针对性地进行生态环境整治技术研究和改善生态环境的管理措施探讨。通过研究，并充分吸收应用有关的现有科研成果的基础上，确立矿山开发生态环境整治技术指标体系，促使矿山生态环境得到明显改善。提交主要研究成果内容有：典型煤矿（稀土矿）开发生态环境影响评价；典型煤矿开发污染（矿尘、矿水）控制技术研究；典型煤矿（稀土矿）开发废渣占地复整和植被恢复技术研究。废地植被恢复试验示范工程，矿水、矿尘治理示范工程。

研究成果特点具有典型性和代表性，既建立环境管理指标体系，摸索煤矿开发环境管理办法，又提供废渣场绿化、矿水和矿尘污染治理实用技术，具有软硬件相结合综合性和实用性特色，力求课题研究过程，绿化工程和治理示范点成果充分体现环境、经济和社会效益相统一，并在研究过程中得到应用推广。

第二节 国内外研究现状及本课题科学意义

矿产资源与地层结构密切相关，矿产资源开采时，不可避免地对地层和地表（地形、地貌）及其依附的生态系统、相关社会环境带来影响，产生污染和破坏。从环境结构和生态系统角度分析，矿产资源开采产生的效应，从岩石圈传递、波及到大气圈、水圈和生物圈，影响整个生态平衡。近代工业发展，能源开发，煤矿开采已成为人们十分关注的重大生态破坏和环境污染问题之一。煤矿资源开采的生态环境保护已受到各国政府的高度重视。

早在四十年代，国外煤矿开采就开始致力于土地复整生态恢复研究。1942年英国煤矿正规化开采以来，就恢复了土地2.4万公顷，其中90%用于农业。1987年莫色维提煤矿开采与土地恢复联合设计书被通过，此后十年内，将生产700万吨煤，同时恢复了大量土地，该项目是西欧最宏伟的恢复工程之一。1971年美国矿业占土地8.3万公顷，其中恢复土地6.6万公顷，复地率79.5%。西德莱茵褐煤矿区被破坏土地面积1.5万公顷，恢复0.83万公顷，复地率55%。

九十年代，人们对环境质量要求越来越高，规划制度更加严格，永续性发展的理论更加促进了矿山开采土地复整研究，煤矿开采的土地复整范围越来越广，类

型越来越多样，技术越来越先进，设计也越来越富有创造性和想象力。更多煤矿开采土地恢复已被作为农业、娱乐、建筑、公园和各种自然保护用地。

六十年代，我国煤矿开采开始开展土地复垦造田。复垦绿化。但大都是局部试验，规模有限，水平较低。

“八五”期间全国有煤矸山千座，总矸石量达12亿吨，占地近6万亩，而且每年还以1亿多吨递增。限于资金、技术及管理等因素，煤矸石综合利用率很低，全国仅有6%得到不同程度的利用，绝大多数在矿区中堆弃。煤矸石堆积，侵占土地，破坏植被；矸石山自燃，污染大气，危害人体健康；矸石淋溶，污染水体，损害农业生产。煤矸石综合利用和强化管理在改善环境，化害为利，开发资源，造福人民方面具有重要现实意义。此外，我国以井下开采为主的煤矿业生产，每年矿井污水排放量达10多亿吨。煤炭运输、堆放每年排到大气中煤尘至少达300万吨以上，因此矿水和矿尘污染治理也是一项十分重要的任务。

正因如此，1989年全国煤炭行业制订的“八五”环保科技攻关主要任务指出：开展对不同类型的矿水治理研究，提高矿水治理技术水平，并使其资源化；继续开展矸石山综合治理和利用研究，把综合利用煤矸石技术开发放在首位；提高高硫煤物理脱硫技术水平并形成工业生产规模。

目前，国内外对煤矿生态环境整治技术开始进行广泛研究，诸如废地复垦、绿化工程、矿水污染治理和矿渣综合利用资源化。这些研究成果为我省煤矿生态环境综合整治技术研究提供了宝贵经验和资料。但是，由于矿山开采方式不同，自然环境条件差异，管理水平不一样，许多经验还难于在实际工程上得到推广应用。对于我国南方山地丘陵，特别象龙岩地区地处南亚热带山地丘陵的中小型矿区类型研究尚未见报导，国内外大多数研究是单方面进行，综合调查研究，综合整治技术报导不多。

本课题研究，旨在国内外研究基础上，从煤矿开采生态环境整体出发，依据矿山开发污染防治、土地复垦和植被恢复的基本原理，通过矿山开发生态破坏问题的识别及其特征分析，典型煤矿污染防治技术评估，煤矸山绿化工程试验，从而提出矿山开发环境管理办法及生态恢复实用技术，为煤矿开采环境管理、污染防治技术、植被恢复工程提供科学依据，也为我国同类煤矿开发环境保护，生态

恢复提供借鉴。

第三节 技术方案设计和研究方法

3.1 技术方案设计

龙岩典型煤矿和稀土矿开发生态环境整治技术研究的目标，是通过项目的组织实施，寻找合理、可行、有效的矿水和矿尘污染控制和矿渣场复整及其植被恢复实用技术，最终达到确立矿山开发生态环境整治技术指标体系，为矿山（煤矿、稀土矿）开发环境管理污染防治、废地复整、植被恢复提供科学依据。

为实现上术目标，在设计技术方案时，应力求合理性和实用性。所谓合理性，就是要符合煤矿开采伴随产生生态破坏型和环境污染型内在的两重性规律，这种影响是产生在煤矿开采到煤矿退役的整个过程，而且是缓慢、累积和延续的，也是难以缓解的。例如在进行煤矿规划管理指标体系研究时，应针对煤矿开采过程时段性特点，把规划管理分为三类：煤矿开采设计时，必须进行环境影响评价、布局论证、以预防为主；煤矿开采过程，产生污染和破坏，以治理为主、治理与管理相结合；煤矿退役时，污染仍在扩散，以治理恢复为主，结合控制。所谓实用性，就是要注重实用技术，管理办法必须具体可行，防治技术必须进行技术、经济和环境评估，不仅技术可行，而且经济也是可以承受的。为了立足于研究成果的推广和应用，实用污染治理技术的研究，均进行现场试验和示范工程设计并进行运行考验。

为此，我们遵循以下思想和原则进行研究方安案设计。

3.1.1 污染成因分析的基础性原则

煤矿井下开采对生态环境影响是多种多样，除了诱发地貌塌陷、山体滑坡、水源枯竭、自然破坏外，环境污染主要表现在矿尘、矿水和堆弃矿渣对环境的影响。诸如矿尘对农作物和人体健康的危害；酸性矿水污染地表水，通过农灌使农田土壤盐渍化；煤矸石自燃引发二次大气污染，淋溶浸折引起二次水体污染，侵占土地、破坏植被、产生次生生态环境破坏和对景观不良的影响。尽管煤矿开采污染是多方面，污染防治方法也很多，但都离不开对上述污染成因的基础性研究工作。

例如，煤层开采、煤层的硫铁矿、有机硫，在氧存在条件下，经化学、生物作用形成硫酸，产生酸性矿水，并含有各种有害元素成分。治理酸性矿水必须对矿水酸性变化规律、有害元素成份组成以及矿水周年排放量等进行基础性研究。又如煤矸石淋溶产生水体污染，要了解淋溶水污染规律、危害性，采用相应综合利用和治理技术，必须对煤矸石的组成成份，淋溶浸折率和径流汇水进行基础性研究。同样要识别煤矿开采对生态环境影响因素和程度，必须对生态环境要素进行基础性研究。因此在研究方案设计时，我们参照调研资料信息，对煤矿开采产生的污染物和环境要素进行了必要的采样、监测分析及其规律研究，为治理技术研究和恢复绿化方案制订提供依据。

生态试验研究的重要特点，在于它一般要在特定的自然环境中进行，因而试验研究结果的代表性意义和运用范围，也往往取决于试验环境的选择，人们对该研究结果的分析和应用，也往往特别注意试验所赖以进行的特定环境条件。因此试验研究的自然要素和特征的基础状况，要进行认真监测分析，以便向人们提供赖以进行的自然环境条件和方案设计的背景。可见，环境现状基础性研究对生态型试验是多么重要。

3.1.2 整治方案的综合性原则：

煤矿开采往往会造成对自然资源的破坏和环境污染，甚至导致矿区及其周围的生态平衡严重失调。煤矿开采对自然环境影响的多样性决定了煤矿生态环境整治研究内容的综合性。它既包含着煤矿开采设计、环境影响评价、环境规划和环境监测；也包括污染治理，土地复整绿化和资源综合利用。

只有综合性的整治方案才能解决煤矿开采的环境污染问题。因此，研究方案设计时，根据环保部门要求和专家咨询意见，筛选确定选择具有典型性和代表性的矿区作为定点研究，所谓典型性，就是具备开展综合性研究内容，并具有示范作用；所谓代表性，就是存在的环境问题能够反映整个龙岩地区的特点，研究成果可以推广并且具有普遍指导意义。研究范围的缩小是为了集中有限资金、物力和人力，开展包含内容较多的综合性试验。

在整治方案综合性原则指导下，研究内容设置包括三个部分：（1）典型煤矿开发环境影响评价、建立生态环境整治技术指标体系；（2）典型煤矿污染治理技

术研究,开展矿尘、矿水污染治理技术研究并设计示范工程;(3)典型煤矿(稀土矿)矿渣场土地复垦和植被恢复研究,建立试验场和示范工程。

3.1.3 实施技术可操作性原则:

提供煤矿开发污染治理、植被恢复实用技术和环境措施,促使煤矿开发环境污染得到控制,废地植被得到恢复、生态环境得到改善,这是本研究的根本目的。这些技术和措施的可操作性原则体现在:技术实用,经济可行、符合当地煤矿开采的生产现状,有较好的经济、社会和环境效益。

目前国内外研究的整治技术,大都适合于大型或较大型的煤矿开采生产,大都处在平原地带,只能借鉴,不能照搬。龙岩地区煤矿地处山地丘陵,煤矿规模较小,属地下开采。自然地理条件优越,雨量充沛,光照充足,空气湿润,为植被恢复绿化提供优良条件,煤矸山堆弃山谷丘地,一般矸石堆坡度较大。矿水酸性随丰、枯期雨季变化明显。因此研究方案设计,在借鉴国内外经验基础上,必须遵循当地煤矿开采污染规律和自然环境特点,获得技术力求实用、可行。

无论是环境整治技术指标体系建立,还是污染治理技术研究方案设计,都通过专家咨询,广泛收集龙岩地区现存环境管理和矿尘、矿水治理经验,在此基础上进行评估吸收,使研究结果符合当地实际,便于采纳应用。例如,在土地复垦和植被恢复研究时,为了提高实施技术可操作性程度,土地复垦尽可能就地取材、简单易行;立体绿化配置植物种类选择“本土本乡”耐脊、抗干旱、适宜性强的树种和草仔。为了提高实施技术可操作性程度,试验研究特别注重试验场和示范工程的设计和运行考验,先后建立了二个植被恢复试验场进行复因素列区试验;一个植被恢复示范场;一个煤台矿尘治理示范工程;一个矿水治理示范工程。

3.2 技术方案实施和组织管理

研究技术方案实施包括三部分内容,各部分既有各自研究特点,又相互联系,构成整治技术的整体。

3.2.1 典型煤矿开发生态环境影响评价,包括调查监测矿区环境各要素,诸如矿水污染、矿尘污染、矿渣占地植被破坏现状,选择适合的参数和数学模型进行评价,判断生态环境污染破坏程度和原因,建立生态环境整治技术指标体系。

3.2.2 典型煤矿开发污染控制技术研究,包括调查评价筛选煤矿开发矿尘、矿水

污染治理和矿渣综合利用的实用技术，开展酸性矿水和煤台矿尘污染治理示范工程的设计和运行效果考察。

3.2.3 典型煤矿（稀土矿）开发矿渣场复整和植被恢复技术研究，包括矿渣场污染特征调查监测，废地复整工程、植被种植工程、管护工程的试验和示范研究，进行复整恢复技术经济可行性论证。

以上三部分内容实际又可归纳为两大部分；其一是生态环境影响评价，目的是为建立整治技术指标体系为环境管理提供决策；其二是恢复治理实用技术研究，它是依据前者评价结果所确定的治理技术指标，设计治理工艺流程。两大部分内容组合构成生态环境整治技术研究，其相互联系详见图 1—3—1。

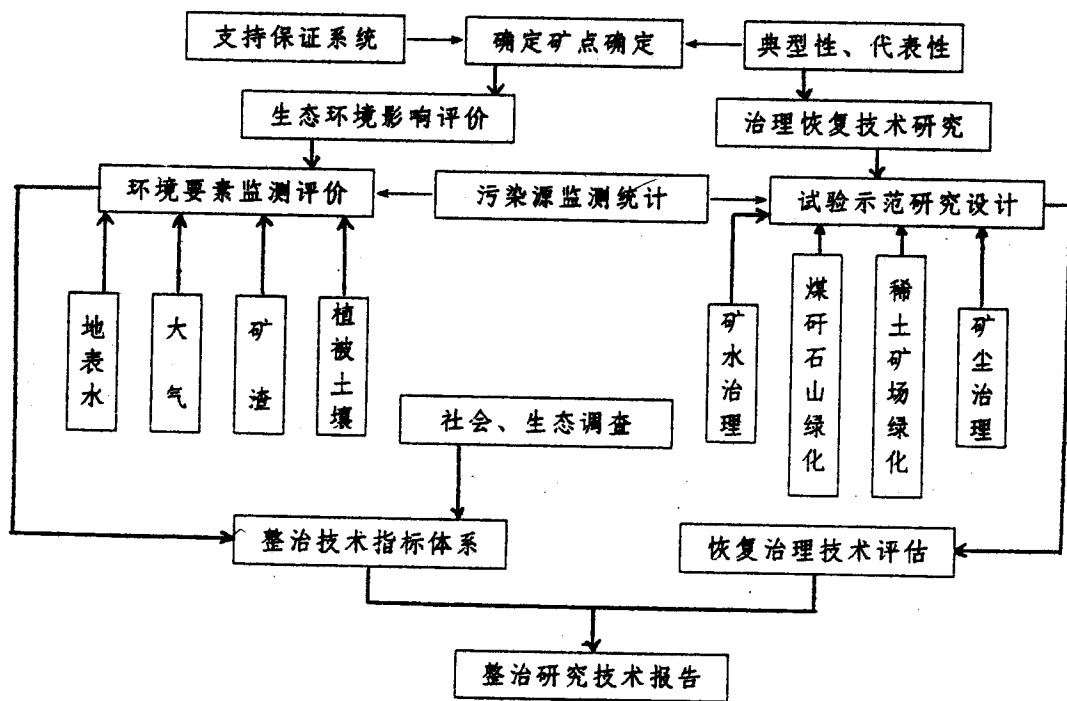


图 1.3.1 生态环境整治技术研究程序图

确保研究技术实施方案顺利完成，研究矿点选择确定是至关重要的。被选择定点试验矿区必须具备典型性和代表性，有示范、推广意义；矿区具备包含众多（矿尘、矿水、矿渣场）可实施的研究内容，便于集中领导、统一管理、节省资金、

人力、物力同时也便于信息沟通与反馈；此外还取决于矿区生产管理水平以及环保工作重视程度，也就是课题研究可能条件保证和支持程度。选择苏邦煤矿因该矿已把污染治理工程项目列入“八五”矿区环保工作计划，并且已筹集到部分矿水和矿尘治理资金，研究工作从分管矿长、矿井长到环保人员都十分重视。

河田芦竹稀土矿渣矿试验点选择也是如此，该点交通方便，便于管理，基础条件好，矿长负责管理具有较丰富的绿化经验。

与此同时，地县环保部门也给大力支持，环境监测站、环保科研设计所和水土保持站都组织参加研究，从而使研究技术实施得到有力保证。课题研究组织管理支持系统详见图 1—3—2。

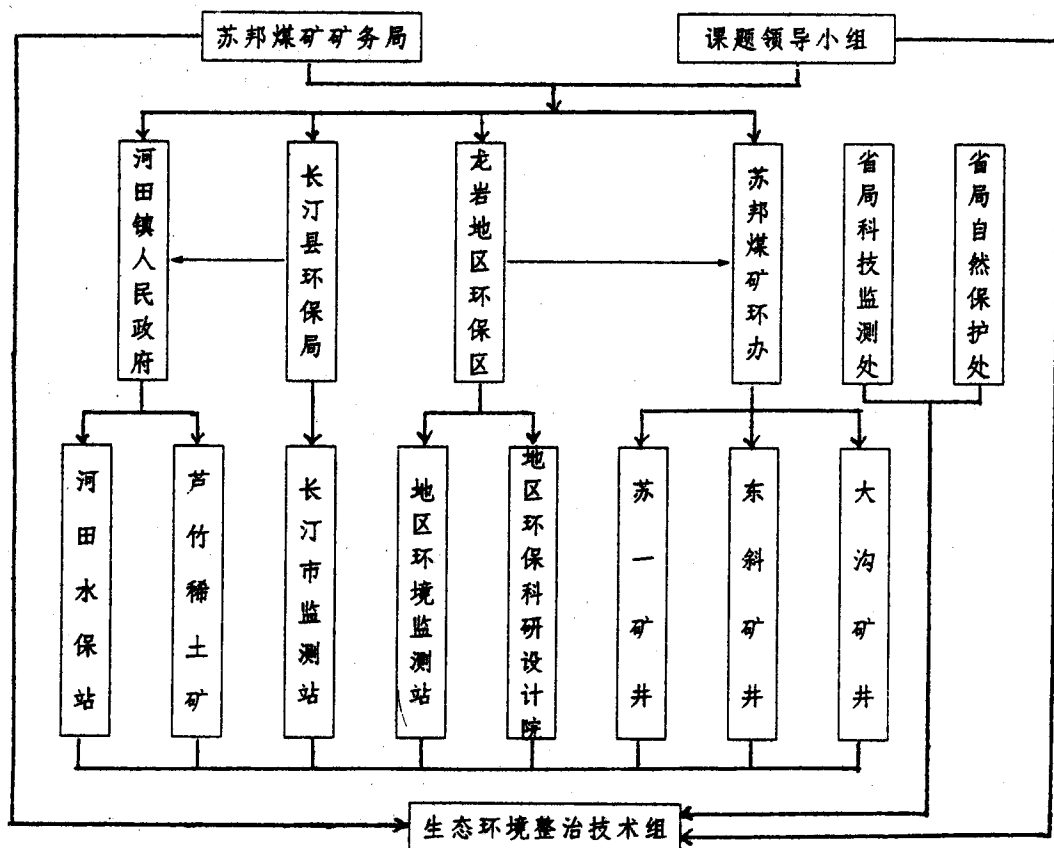


图 1.3.2 课题支持保证系统图

第二章 龙岩地区煤矿、稀土矿资源与环境

在地质史中，龙岩地区曾是闽西南凹陷区的组成部分，有一个温暖的浅海沉积环境，积累了深厚的沉积岩，有着石灰岩和煤炭等沉积物矿产的大量埋藏和出露。又由于地质反复交替活动，使成矿的花岗岩体广布，形成了本区的铁、锰、钨、锌为主体的多种金属矿带。龙岩地区成为我省矿产资源集中分布地域。煤矿和稀土矿就是一个明显的例子。全省主要煤矿分布见图 2—1。

第一节 煤矿、稀土矿资源分布与开采环境

龙岩地区矿产资源丰富，品种多、已发现的矿物种类有 50 多种，已探明储量的有 26 种，其中无烟煤、铁、稀土、高岭土储量均占全省首位。煤炭资源储量达 5 亿多吨，占全省储量的 50%。稀土矿工业储量 4 万吨，居全省储量的首位。明、清二代龙岩地区就已有民采矿的历史，改革开放以来，国家、集体、个体煤矿有了很大发展。

龙岩地区煤炭产量从 1978 年的 240 万吨上升到 1992 年的 483.4 万吨，1993 年全区煤产量占全省总产量的一半。煤炭工业现已成的龙岩地区国民经济中的一个重要支柱产业。

稀土矿的开发是从 1985 年开始，1986 年至 1988 年得到较大的发展，至 1988 年全区共有 46 个矿点，实际生产氧化稀土达 300 吨。这些矿点全部都是乡镇、个体开发的。1989 年下半年开始，由于市场影响开始滑坡，1990 年至 1993 年绝大部分矿点停产，少数矿点进行了维护性生产。

1.1 龙岩地区煤矿、稀土矿资源分布

龙岩地区所辖七个县除长汀、上杭两县外均有煤矿分布，但主要煤矿资源储量集中在龙岩市和永定县境内、两县（市）煤炭储量占全区总储量的 87.7%。煤

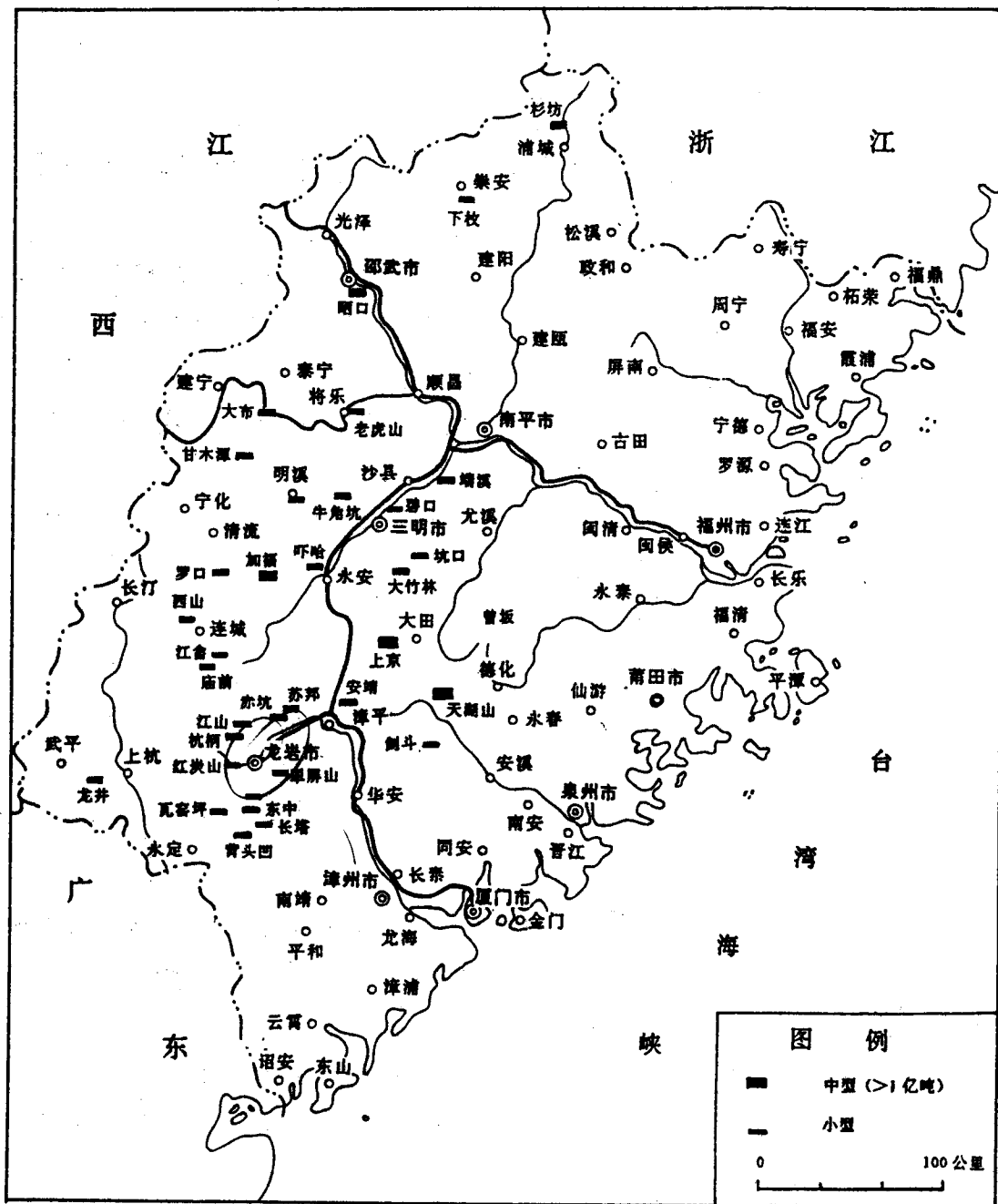


图 2-1 福建省主要煤矿分布图