

复杂地质艰险山区 修建大能力南昆铁路干线 成套技术

铁道部第二勘测设计院 编著

电子科技大学出版社

复杂地质艰险山区 修建大能力南昆铁路干线 成套技术

铁道部第二勘测设计院 编著

谨以本书献给：

南昆铁路 6 万名建设者
和沿线革命老区父老乡亲！

电子科技大学出版社

2000 · 成都

2000

责任编辑 徐守铭

版式设计 徐守铭

封面设计 李 伟

复杂地质艰险山区修建大能力南昆铁路干线成套技术

铁道部第二勘测设计院 编著

出 版：电子科技大学出版社（成都建设北路二段四号，邮编：610054）
发 行：新华书店经销
印 刷：成都泰吉印刷厂
开 本：787mm×1092mm 1/16 印张 40.5 插页 8 字数 749 千字
版 次：2000 年 3 月第一版
印 次：2000 年 3 月第一次印刷
书 号：ISBN 7—81065—361—X/U·1
印 数：1—5000 册
定 价：60.00 元

主 编：韩春暄 蒋忠信

主要编撰人员：（以姓氏笔画为序）

马庭林	王 衡	方伟国(铁道建研院)	刘名君
陈俊真	陈 杰(中铁二局)	李闰生	李安洪
李若林	李海光	杨朝清	周 健
范国庆	郑伟荣	张开鑫	周明高
项家琪	胡 明(铁一院)	姚展士	张 皓
倪穗滨	陶伟明	郭振勇	张 皓
徐坚如	唐明德		
曾令录	韩春暄	蒋忠信	

内 容 简 介

南昆铁路是在复杂地质艰险山区修建的具有 20 世纪 90 年代先进技术水平现代化大能力运输干线。由勘察、设计、施工 39 项科研试验的系列成果所组成的修建南昆铁路成套技术，涵盖了铁道工程的各主要技术领域，具有国际先进、部分国际领先的科技水平。本书分 7 章，第一章为综述，其余 6 章分别论述组成修建南昆铁路成套技术的 6 个科技领域：地质勘察，路基工程，桥梁工程，隧道工程，站场与运营设备，环保工程与软科学。

铁道部第二勘测设计院是南昆铁路的主体设计单位和主要科研项目主持单位，本书由该院的资深专家和科研课题主持人集体编著，内容全面，系统展示了铁道建设的最新科学技术，适合铁道工程科技人员、铁道运输管理人员和铁道院校师生参阅。

前 言

南昆铁路东起南宁、西至昆明、北接红果,全长 899.68km,是我国继成昆铁路之后,在西南艰险山区依靠科学技术进步修建的一条具有 20 世纪 90 年代现代化技术水平的长大铁路干线,是我国铁路网的重要组成部分。

南昆铁路是在复杂地质艰险山区修建的 I 级电气化大能力铁路干线。沿线地形险峻,地质复杂,工程艰巨,技术难度大。铁路从北部湾海滨爬上云贵高原,线路相对高差为 2010m。沿线地质构造复杂,断裂纵横,岩性多变,岩溶、膨胀岩土、煤层瓦斯、高烈度地震、滑坡泥石流等地质灾害分布长达 600km。全线牵引定数 3900t,远期输送能力达 $1964 \times 10^4 \text{t}$ 、 $2567 \times 10^4 \text{t}$;桥隧总长 267km,占线路总长的 30%,高墩大跨深基的新结构桥梁众多,长隧道和恶劣地质条件隧道突出。全线路基土石方 $10\,107 \times 10^4 \text{m}^3$,圻工 $673 \times 10^4 \text{m}^3$,每正线千米指标为 $15.99 \times 10^4 \text{m}^3$ 、 $1.06 \times 10^4 \text{m}^3$ 。众多地质灾害的防治,高边坡及特殊岩土路基、高墩大跨平弯桥梁和复杂地质长大隧道的设计与施工,以及运营设备的现代化、自动化,是全线的技术关键。与成昆铁路等我国已建成的山区铁路相比,南昆铁路地形地质条件更恶劣,工程更艰巨,技术要求更高。南昆铁路修建的技术难度,在我国铁路修建史上具有十分突出的地位。

为了高质量地顺利建成这条现代化铁路干线,克服面临的众多技术难题,铁道部制定了《南昆铁路科技进步计划》,列为全路科技进步 12 条龙之一,组织设计、施工、运营、科研单位和院校进行联合攻关。经过 40 多个单位近千名科技人员 10 年的创造性工作,在各主要技术领域取得了 39 项具有创新意义和经济价值的系列研究成果(其中 19 项尤具代表性)和 36 项新技术推广成果,组成了南昆铁路建设的成套技术。这些成果和技术的采用,使全线综合技术水平在整体上达到 20 世纪 90 年代国际先进水平,并在若干领域取得了国际领先的开创性成果。

在桥梁工程方面,跨越深谷、大跨和曲线地段的各类连续刚构和连续梁结构的设计施工技术以及移动式支架造桥技术等研究成果达到了国际先进水平。其中,清水河预应力混凝土连续刚构跨度 128m,桥高 183m;板其二号预应力混凝土平弯桥主跨 72m,曲线半径 450m。这些指标均属国际领先。

在隧道工程方面,软岩、富水、大变形、高浓度瓦斯、浅埋大跨、高烈度地震区等复杂地质条件下隧道的安全快速修建配套新技术,家竹箐瓦斯隧道监测和运

营、通风技术,长隧道消防技术,乐善村二号隧道抗震新结构等成果达到了国内领先水平。其中我国最长(9392m)的米花岭单线隧道的快速机械化配套技术和工艺实现了平均月成洞 122m 的速度,达到国际先进水平。

在路基工程方面,提出了“分层稳定,坡脚预加固”的新技术观念,因地制宜地采用预应力锚索、土钉墙、桩板墙、高托盘路肩挡墙、加筋土挡墙、锚固桩等多种加固和组合形式,成功地解决了全线大量分布的软弱岩体高边坡的机械化施工和陡坡路堤的支挡防护问题,使路基工程的整体技术水平有明显提高,达到国内领先水平。其中预应力锚拉式桩板墙的长度 200m,高 24m,达到国际先进水平。运用新技术对 27m 厚的泥炭土路基成功地进行了加固,属国内首次。

在运用综合地球物理方法探测地下洞穴和进行隧道开挖面前方不良地质预报方面分别取得了具有国内领先水平和国际先进水平的成果。

在站后工程方面,区段信号设备监督、监测系统,牵引变电所微机保护及监控自动化装置,站场接触网开关微机集中监控装置等三项成果属国内领先,部分技术达到了国际先进水平。

南昆铁路修建技术研究的各项成果为线路设计的优化提供了技术支持,特别是高墩、大跨新型桥梁的采用和长隧道修建能力的开发,使南昆铁路设计的展线系数仅为 1.23,远小于已建成的其它山区铁路。从而缩短了线路长度,减少了工程量,降低了造价,达到了山区铁路建设的高水平。

南昆铁路修建技术的研究有力地保证了这一条 20 世纪 90 年代技术水准的现代化铁路干线的顺利建成,取得了显著的社会效益和经济效益,是我国铁路修建技术的又一次突破,将我国铁路筑路技术推上了一个新的台阶,多项技术可以推广应用。

铁道部第二勘测设计院是南昆铁路勘测设计的总体单位。参加设计的还有铁一院(八渡南盘江大桥)和隧道局设计院(米花岭隧道)。在全线 39 项科研项目中,铁二院主持其中 24 项。为了总结南昆铁路的设计施工经验,交流科技成果,铁二院特组织课题负责人和有关专家撰写了这本专著,将修建南昆铁路的成套技术展示给广大读者。全书分七章。第一章为成果综述与选线技术,其余 6 章分别论述组成修建南昆铁路成套技术的 6 个技术领域:工程地质与灾害地质勘察技术,路基高边坡和特殊岩土路基工程技术,高墩大跨平弯新结构桥梁建造技术,复杂地质长大隧道快速施工与防灾技术,站场和运营设备的研究与应用,环境保护技术与软科学研究。内容既包括各项科研试验成果,也包容众多新技术推广成果;既涵盖了勘测设计技术领域,又覆盖了施工技术与运营设备领域;既涉及铁道工程技术

的各主要方面,又结合全线各主要难重工点。因此本书不但荟萃了山区铁路建设的成套新技术,而且内容丰富、全面、系统,具有实用性。

本书编撰分工如下:第一章由蒋忠信教授级高工撰写;第二章由唐明德教授级高工(第一节之一、二)、王衡高级工程师(第二节之一、二、三和第三节)和蒋忠信(第一节之三,第二节之四,第四、五节)撰写,唐明德统稿;第三章由李海光教授级高工(第一节)、李安洪高级工程师(第二节)、曾令录高级工程师(第三节)和蒋忠信(第四节)撰写,李海光统稿;第四章由陈俊真教授级高工(第一、五节)、马庭林教授级高工(第二节)、铁一院胡明高级工程师(第三节)、倪鹤龄教授级高工(第四节)、方伟国高级工程师(第六节)、刘名君高级工程师(第七节之一)、陈杰高级工程师(第七节之二)撰写,马庭林统稿;第五章由张祉道教授级高工(第一节,第三节之二,第四节,第五节之一、二、三、四、七)、周明高高级工程师(第二节)、张开鑫高级工程师(第三节之一,第五节之五、六1)、倪穗滨高级工程师(第五节之六2,第七节之四)、陶伟明高级工程师(第六节)、郭振勇高级工程师(第七节之一、二、三、五)撰写,张祉道统稿;第六章由姚展士高级工程师(第一节)、李闰生教授级高工(第二节)、范国庆、郑伟荣高级工程师(第三节)、周健高级工程师(第四节之一、二)、项家琪高级工程师(第四节之三)和徐坚如教授级高工(第五节)撰写,李闰生统稿;第七章由杨朝清高级工程师(第一节之一、二)、李若林工程师(第一节之三)、张皓高级工程师(第二节)和韩春暄教授级高工(第三节)撰写,杨朝清统稿。全书由韩春暄和蒋忠信主编并统稿。

本书的出版得到铁道部科技教育司、建设管理司、铁道部南昆铁路建设指挥部的大力支持和帮助。撰写中参阅了兄弟单位所主持科研试验项目的成果报告。在此一并致谢。

由于时间紧迫,水平所限,书稿来不及征求参加南昆铁路科研试验工作的兄弟单位的意见,错漏在所难免,恳请专家、读者进行批评指正。

编著者

1999年12月

《复杂地质艰险山区修建大能力南昆铁路干线成套技术》

勘误表

页	行	误	正	页	行	误	正
前言	1 倒 2	裂	烈	503*	表 6-1 “12” 由右首至至左末”		
目录	3 倒 6	梁	梁	506	表 6-3 (首列) .8m	.8mm	
11	倒 7 (3 列)	抗	坑				
66*	表下 1	酸岩	酸盐岩	548	6	既有	即有
72*	8	,	、	551	倒 6	即减	既减
79*	倒 6	为	在	554*	图 6-16 (中部少一箭头)		
97	倒 13	结	综	554*	倒 7	~~	~
101*	倒 14	震雷	质雷	555	倒 1	速定	整定
111	1	2)		556	2	定	定值
	3		2)	557*	式 6-6 (中)	a	b
111	倒 1	n	η	558	式 6-8	i_k-N	i_{k-N}
112	2	n	η		式 6-9	i_k-N	i_{k-N}
121	图 2-13	(漏 2 箭头)		567*	倒 3	一为了	为了
126 *	18	④	③	584	17	[14]	[11]
129	9	弱纹	弱网纹		18	[15][16]	[12][13]
133	倒 2 (5 列)	26.4	264		19	[17]	[14]
	倒 1 (5 列)	4.3	(删除)	585	式 6-16	f _{cm}	f _{cm}
157	19	水	永		6	[15]	[12]
165	倒 13	成的	成			[18][19]	[15][16]
167	13	并坡铺	并铺		倒 12	[20]	[17]
175	13	290	2900	586	式 6-18	/1.15... ρ)	
179*	6	一般...	(提行)			/(1.15... ρ)	
182	17	裂是	裂面是	588	4	[22]	[19]
183	倒 4	与	比		式 6-26	$\cdot L_0 \cdot f_c$)/(t $\cdot L_0 \cdot f_c$)	
195	图-16	5w	sw	589	倒 7	[23]	[20]
221	倒 6 (8 列)	383	38.3		式 6-28	A _{sv}	A _{sv}
592	图 6-28	钢骨节点节图	SRC 梁钢骨布置图				
	5	Y_{RE}	$Y_{RE}=1611kNm>M=510kNm$				
593	图 6-29	SRC 梁钢骨布置图	SRC 梁截面配筋图				
242	倒 7	叠代	迭代	257	17	70, E	70E
257	17	30, E	30E	257	18	60, E	60E

页	行	误	正	页	行	误	正
279	倒 2 行中列	4=	$4L^{1/2}=$				
295	12	鹰架	膺架	297	1, 9, 10	鹰架	膺架
298	2	鹰架	膺架	319	倒 12	。	,
318	倒 2	采用,	采用。	319	倒 5	,... ,	,...。
323	式 4-20	J_i	J_{i-1}				
	倒 2 的“于是可得:”移至式 (4-20) 之前						
328	4	,...。	,...。	357	2	伸臂	伸臂
357	表 4-27	2 行 3 列漏“实测值”三字					
	首行 4 列的“实测值”与“计算值”之间加——号						
358	9	多支点承	多点支承	359	8	MPa 由	MPa 的
362	11	96/	96m	362	14	/=	/5.75m=
364	13	22km	2km	366	14	厦	夏
367	8	偏距	偏移距	367	倒 4	强底	强度
370	倒 11	钻法	钻	372	20	,、	、
373	倒 5	爪	立爪	375	8	电式	电
378	表 5-5	3 行末列				158	15.8
379	表 5-6	倒 5 行末列				330.69	338.75
379	末	:、。	:。	380	倒 15	机构	机械
382	8	和	的	386	11 倒 3	、。	,。
397	倒 12	,、,	,、,	383	4, 6, 8	Atlas,	Atlas
399	表 5-14	倒 4 行之 2~4 列				轮抬	轮胎
401	8 行 3 列	拌筒	拌筒	402	末行 6 列	机	机厂
405	倒 12	线;	线:	420	表 5-26 3 列	Mpa	MPa
412*	表下 1	P_{2d+c+l}	$P_{2(d+c+l)}$	412	倒 15	(P)	(I)
425*	图 5-16	图名中“低”与“高”字互换					
431	4 列倒 6 行	T 梭	T; 梭	431	5 列倒 6 行	1600 容	1600; 容
	4 列倒 2 行	T1	T; 1		5 列倒 1 行	1550 固	1550; 固
438	图 5-19 注漏“5—橡胶垫圈; 6—砧试件; 7—压力表; 8—透过的空气”						
438	倒 10	0.4 对	0.4 时				
439	12	醇按	醇胺	439	13	密性	气密性
452	13	,... ,	,...。	454	11	初砌	衬砌
452	倒 13	删“和护套内层金属网屏蔽”					
460	倒 13	大于	大	460	倒 1	和	的
465	倒 10	“(10)”提行		469	倒 15	K_t 弹	K_t 为弹
471	3	v^2	$1-v^2$	475	图 5-33 (a)	漏横坐标“ ϵ ”	
473	图 5-32	1, $i+1$	($i, i+1$)			1, $i-1$	($i, i-1$)

目 录

第一章 南昆铁路科技进步概述·····	(1)
第一节 南昆铁路工程特征与科技进步实施·····	(1)
一、线路意义与工程特征 ·····	(1)
二、科技进步的组织实施 ·····	(4)
三、科技进步项目 ·····	(6)
第二节 修建南昆铁路成套技术要览 ·····	(12)
一、测绘和选线技术·····	(12)
二、地质勘察技术·····	(17)
三、路基工程技术·····	(21)
四、桥梁工程技术·····	(25)
五、隧道工程技术·····	(30)
六、站场与运营设备·····	(35)
七、环保工程与软科学研究·····	(40)
第三节 科技进步成果的水平、应用和效益 ·····	(42)
一、科技进步成果的水平·····	(42)
二、代表性科研、试验成果的应用及效益·····	(49)
三、修建南昆铁路成套技术的效益分析·····	(53)
参考文献 ·····	(58)
第二章 工程地质与灾害地质勘察新技术研究 ·····	(60)
第一节 南昆铁路工程地质和地质灾害及其勘察方法 ·····	(60)
一、全线工程地质与地质灾害特征·····	(60)
二、地质综合勘探技术的应用·····	(71)
三、地质灾害勘察测试试验新技术的应用·····	(74)
第二节 岩溶地下洞穴综合物探技术及地貌预测方法研究 ···	(80)
一、探测地下洞穴的的物探方法的研究·····	(80)

二、综合物探探测地下洞穴的组合模式·····	(97)
三、综合物探探测地下洞穴方法在南昆铁路工程中的应用实例·····	(99)
四、高原溶洞的地质地貌预测方法与应用·····	(102)
第三节 隧道开挖面前方地质的物探预报技术研究·····	(107)
一、弹性波法预报技术·····	(107)
二、地质雷达超前预报技术·····	(118)
三、组合预报技术与现场预报试验·····	(123)
第四节 特殊岩土地质特性试验研究·····	(125)
一、南宁-百色盆地膨胀性红土地质特性·····	(125)
二、百色盆地(及长坡岭)膨胀岩地质特性·····	(132)
三、七甸泥炭土地质特性·····	(138)
第五节 段家河泥石流灾害及其防治研究·····	(144)
一、流域泥石流与河道淤涨灾害·····	(145)
二、灾害防治规划与计算机选线系统·····	(150)
参考文献·····	(155)
第三章 路基高边坡支护和特殊岩土路基处理技术研究·····	(158)
第一节 全线路基工程特性与加固新技术·····	(158)
一、全线路基工程特性·····	(158)
二、边坡支护技术·····	(160)
三、特殊岩土及不良地质工点处理技术·····	(166)
第二节 软岩深路堑高边坡支护工程试验研究·····	(171)
一、分层稳定与坡脚预加固设计原理·····	(171)
二、数值分析与工程试验·····	(179)
三、新型支护技术的推广应用·····	(185)
第三节 路堤高边坡支挡工程技术试验研究·····	(187)
一、预应力锚拉式桩板墙设计原理与数值模拟及结构模型试验·····	(187)
二、石头寨预应力锚拉式桩板墙工程试验与原型测试·····	(194)
三、新型拉筋加筋土挡土墙研究试验·····	(206)
第四节 特殊岩土路基处理技术试验研究·····	(217)
一、七甸泥炭土路基工程试验与现场测试·····	(217)

二、膨胀岩土路基工程试验与机理研究	(223)
参考文献	(233)
第四章 高墩大跨平弯新结构桥梁建造技术研究	(235)
第一节 板其二号大桥预应力混凝土平弯连续刚构桥建造技术 研究	(235)
一、板其二号大桥概况	(236)
二、计算理论与设计原理	(238)
三、平弯桥的特殊问题	(246)
四、平弯梁悬灌施工工艺与监控技术	(249)
五、静载、动载试验	(255)
第二节 清水河大桥深基高墩大跨预应力混凝土连续刚构新技术	(256)
一、水文、气象和工程地质情况	(257)
二、主桥设计研究	(258)
三、连续刚构主桥施工技术及工艺	(273)
四、静载、动载试验	(278)
五、主要技术成果和经济效益、社会效益分析	(281)
第三节 高墩 V 撑大跨 PPC 铁路连续梁桥建造技术	(283)
一、高墩 V 撑大跨 PPC 铁路连续梁桥设计技术	(284)
二、高墩 V 撑大跨 PPC 铁路连续梁桥施工技术	(294)
三、高墩 V 撑大跨 PPC 铁路连续梁桥施工监测与动载、静载试验	(300)
第四节 喜旧溪河大桥横联双薄壁高墩预应力混凝土轻型连续 刚构设计与施工研究	(302)
一、大桥结构	(303)
二、横联双薄壁高墩设计研究	(304)
三、刚构箱梁设计研究	(311)
四、刚构施工工艺	(314)
五、静载、动载试验	(316)
第五节 新明村大桥——首创的组合支座新桥型	(319)
一、铸钢橡胶组合式支座桥	(320)
二、水平力在桥内传递和分布的理论和计算	(322)

三、新明村大桥概况	(326)
四、全桥动载试验	(328)
第六节 专用移动支架建造预应力混凝土箱形梁技术研制··	(330)
一、专用移动支架式造桥机箱形梁研究设计	(330)
二、专用移动支架式造桥机的研制	(333)
三、专用移动支架式造桥机建造预应力混凝土箱形梁施工技术	(338)
四、白水河一号大桥静载、动载试验成果	(348)
第七节 桥梁工程的其它设计施工新技术·····	(350)
一、加大 32m 简支梁跨越能力的尝试 (八渡三号大桥)	(350)
二、平果右江大桥 1—96m 单线钢桁梁有边孔全伸臂拖拉架设	(354)
三、新型架桥机——单臂横移架桥机的应用	(362)
参考文献·····	(363)
第五章 复杂地质隧道快速施工和防灾技术·····	(364)
第一节 概述·····	(364)
一、单线隧道机械化配套及快速施工技术有较大突破	(364)
二、施工及运营防灾技术成果丰富	(366)
第二节 米花岭单线长隧道快速施工及机械配套·····	(370)
一、隧道工程特性与快速施工技术现状	(370)
二、单线长隧道快速施工设备配套模式与现场测试	(372)
三、四条平行作业线的设备配套	(381)
四、隧道施工重轨运输技术	(389)
五、自动极坐标系统在隧道测量中的应用	(391)
第三节 中等长度单线隧道施工技术与机械化配套·····	(392)
一、有轨运输	(392)
二、无轨运输	(397)
第四节 单线隧道仰拱及底板施工防干扰作业平台·····	(405)
一、整体式防干扰活动作业平台的研究和设计	(406)
二、施工工艺的研究	(408)
三、防干扰平台的现场试验	(409)
第五节 高地应力高瓦斯隧道防灾技术·····	(410)

一、家竹箐隧道工程特征及相关地质灾害	(410)
二、高瓦斯隧道揭煤防灾技术	(413)
三、施工通风与瓦斯监测技术	(424)
四、防爆施工配套设备与安全管理	(430)
五、气密性衬砌材料和防瓦斯措施研究	(435)
六、运营通风与瓦斯监测报警系统	(445)
七、高地应力灾害防治	(453)
第六节 9 度地震区浅埋大跨乐善村二号隧道修建技术	(465)
一、隧道抗震计算方法的改进	(466)
二、新型抗震材料	(472)
三、抗震新结构	(475)
四、模型试验验证	(478)
五、中壁法施工技术	(481)
第七节 长隧道消防常备技术措施的设计研究	(482)
一、铁路隧道火灾原因及土建防灾的设计研究	(483)
二、铁路长隧道模拟火灾灭火试验	(485)
三、铁路隧道防火设计要点及常备技术措施	(487)
四、火灾自动监测报警及消防控制系统研制	(490)
五、成果创新点	(493)
第六章 站场与运营现代化设备研制与应用	(495)
第一节 站场工程特征与驼峰自动化	(495)
一、站场工程特征	(495)
二、昆明东编组站驼峰自动化	(497)
第二节 铁路现代通信技术研究与应用	(500)
一、束管式铁路小综合光缆研制及应用	(500)
二、铁路区段 68M-SPDH 光纤数字分插设备研制及应用	(512)
三、无漏泄电缆的区间中继无线列调系统	(521)
四、通信数字化、电话程控化、监测管理集中化的南昆铁路通信网	(526)
第三节 铁路信号新技术研究与应用	(530)
一、区段信号设备监督、监测系统研究及主要技术方案	(530)

二、高强度胶接钢轨绝缘接头研制	(540)
三、微机联锁和站内不对称脉冲轨道电路的应用	(542)
第四节 铁路电气化牵引与供变电自动化装置的研制	(548)
一、牵引变电所微机保护监控综合自动化装置	(548)
二、枢纽站接触网开关集中监控装置	(565)
三、不良地质地段接触网杆塔基础处理	(576)
第五节 劲性钢筋混凝土 (SRC) 结构研究及应用	(584)
一、概述	(584)
二、SRC 构件正截面承载力计算	(585)
三、SRC 构件斜截面承载力计算	(585)
四、SRC 梁刚度计算	(586)
五、SRC 梁裂缝宽度计算	(586)
六、有 SRC 边框的剪力墙承载力计算	(587)
七、SRC 柱非埋入式锚固的强度计算	(588)
八、角节点强度计算	(589)
九、SRC 梁的钢骨锚脚计算	(589)
十、SRC 框架结构拟动力试验结果	(589)
十一、设计应用	(590)
参考文献	(595)
第七章 南昆铁路环境保护与建设管理新技术研究与应用	(597)
第一节 环境保护新技术	(597)
一、南昆铁路环境影响评价	(597)
二、环境保护与水土保持工程技术	(604)
三、昆明东站铁路降噪工程观测试验	(607)
第二节 给排水工程技术	(610)
一、供水与水质净化技术	(610)
二、排水与污水处理技术	(615)
第三节 建设管理技术研究	(618)
一、层次分析法在施工组织设计中的应用研究	(618)
二、南昆铁路建设科学管理模式	(620)

54 131

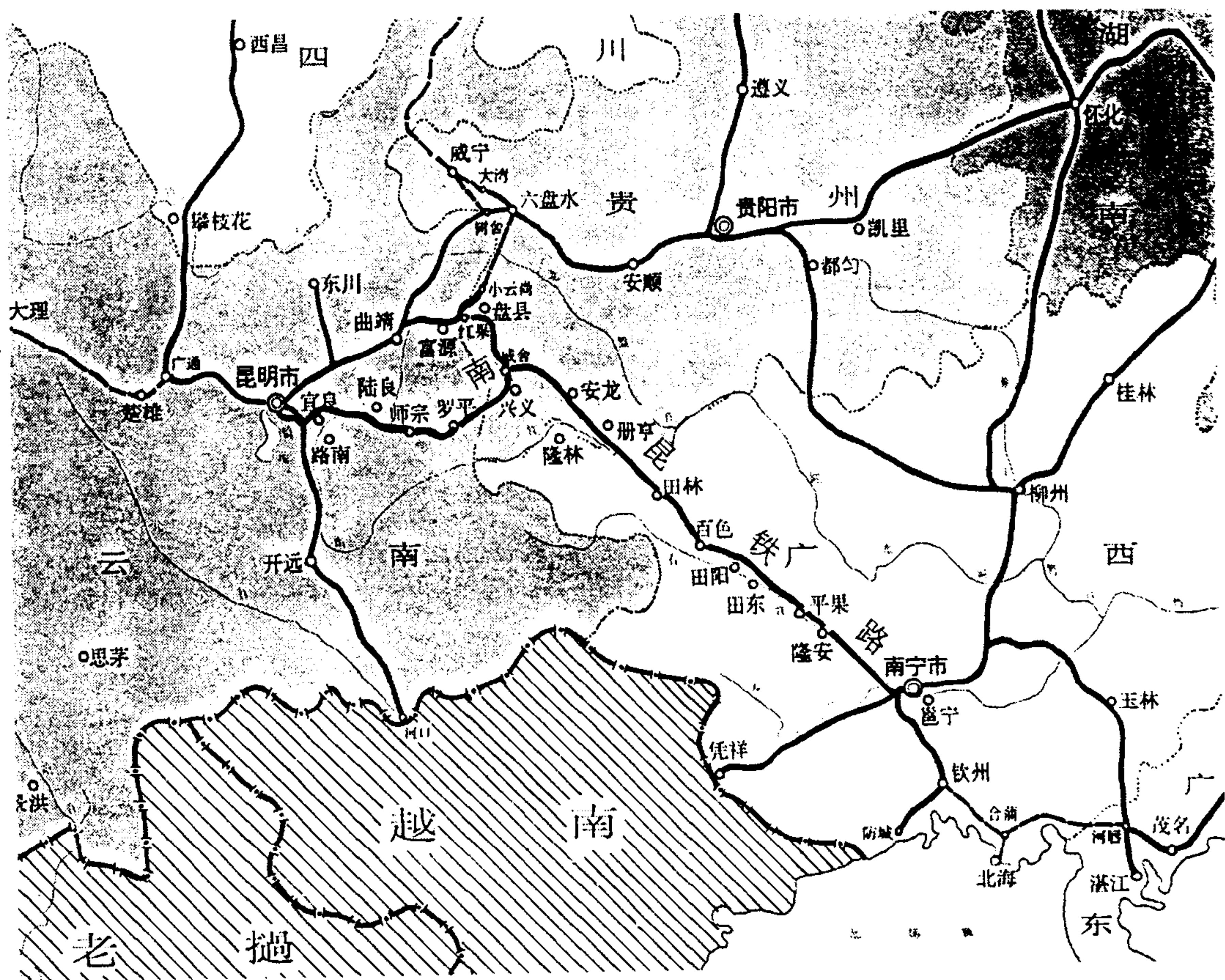


图 1-1 南昆铁路地理位置图

一、线路意义及工程特征