

成昆铁路

4

桥梁

人民铁道出版社

目 录

概述.....	1
桥涵勘测设计	9
一、前言.....	9
二、平坝漫流区桥涵.....	9
(一) 摸清不同河段特性, 合理布置桥渡.....	10
(二) 改河并沟, 必须慎重.....	16
(三) 桥下净空和基础深度.....	17
(四) 桥跨选择.....	19
三、山区桥涵.....	19
(一) 桥位和线路.....	19
(二) 谷架桥和路基.....	20
(三) 桥长和桥式.....	21
(四) 拱桥.....	23
(五) 窄桥.....	25
(六) 隧道口桥.....	27
(七) 车站内桥.....	28
(八) 墩台.....	32
(九) 基础.....	33
(十) 小桥涵的“冲”和“堵”.....	37
四、特殊地区桥涵.....	38
(一) 泥石流地区.....	38
(二) 地震区.....	45
(三) 受龚嘴水库影响的桥梁加固工程.....	48
五、结语.....	55
栓焊钢桥	57
一、前言.....	57
二、设计.....	59
(一) 设计原则.....	59
(二) 结构形式.....	63
柔性拱.....	67

(四) 32米组合体系桁梁	74
(五) 连续桁梁	90
三、试验研究	97
(一) 16锰桥钢焊接和栓接疲劳试验	97
(二) 高强度螺栓连接接头摩擦系数试验	97
(三) 高强度螺栓连接的拉力接头试验	103
(四) 16锰钢可焊性试验	104
(五) 16锰钢焊接工艺试验	108
(六) 112米系杆拱整体模型试验	126
(七) 112米系杆拱桥门架(端拱肋)稳定模型试验	143
四、制造	148
(一) 准备工作	148
(二) 制造工艺	148
(三) 质量检查	162
(四) 小结	168
(五) 高强度螺栓制造	168
五、架设	171
(一) 施工准备	171
(二) 钢梁拼装	176
(三) 112米系杆拱内力调整	182
(四) 高强度螺栓工地试验和施工	187
六、静、动载试验及螺栓调查情况	193
(一) 静、动载试验	193
(二) 螺栓调查情况	195
七、结语	195
大渡河、金沙江、雅砻江三座山区大跨度钢桁梁桥	198
一、桥渡方案	198
(一) 大渡河大桥	198
(二) 金江大桥	201
(三) 雅砻江大桥	203
二、桥式布置	203
(一) 具体要求	203
(二) 三座大桥桥式选择	206
三、钢梁架设	207
(一) 全伸臂加墩旁托架	207
(二) 两岸悬臂、跨中合拢	210
四、金江大桥192米简支梁的模型试验	222

(一) 模型试验的目的和内容	222
(二) 模型梁设计和制作	222
(三) 静载试验	223
(四) 自振特性试验	230
(五) 实桥测试的对比资料	234
(六) 小结	235
五、结语	236
悬臂施工预应力混凝土梁	237
一、前言	237
二、设计	238
(一) 设计概要	238
(二) 主梁设计	238
(三) 中间剪力铰的设计	257
(四) 端锚杆(柱)的设计	259
(五) 其他	263
三、梁体施工	265
(一) 悬臂浇筑法	265
(二) 悬臂拼装法	273
四、运营情况及静、动载试验结果	278
(一) 静载试验	279
(二) 动载试验	286
五、结语	289
串联式预应力混凝土梁	291
一、结构设计	292
(一) 设计要点	292
(二) 梁部结构及预应力体系的选择	293
二、试验研究	293
(一) 无碴串联试验梁(实际尺寸)的静载试验	293
(二) 模拟梁的静载及疲劳试验	305
(三) 有碴桥面串联梁运营荷载试验	305
(四) 小结	307
三、施工工艺	308
(一) 梁块预制	308
(二) 梁块吊装运输	311
(三) 梁块串联	312
四、架设	317

(一) 简易架桥机架设	317
(二) 桥位上预串就位	320
五、结语	321
大跨空腹石拱桥	323
一、前言	323
二、设计	326
(一) 设计依据和原则	326
(二) 主拱圈设计	327
(三) 拱上结构设计	327
(四) 电算	350
(五) 拱架设计及试验	360
三、施工	377
(一) 施工准备	377
(二) 拱架安装	379
(三) 砌筑	386
(四) 拱架拆卸	390
(五) 使用劳动工天	392
四、结语	393
悬砌拱桥	395
一、前言	395
二、设计	396
(一) 设计依据	396
(二) 拱圈设计	396
(三) 改善拱圈应力的措施	397
(四) 悬砌法影响的拱圈应力	398
(五) 拱圈砌块设计	399
三、施工	403
(一) 拱圈砌块的预制	403
(二) 主要起重、运输机械	404
(三) 拱圈悬砌	408
(四) 劳动组织和使用工天	410
四、混凝土试验工作	411
(一) 混凝土抗拉强度试验	411
(二) 砂浆粘着强度试验	412
五、运营及养护情况	412
六、结语	413

空心桥墩	414
一、概况.....	414
二、设计简介.....	418
(一) 顶帽计算.....	418
(二) 固端应力.....	418
(三) 局部稳定.....	418
(四) 温度应力.....	419
(五) 自振周期.....	419
(六) 抗震检算.....	419
(七) 偏心控制的探讨.....	419
三、施工.....	420
(一) 滑动模板构造.....	420
(二) 混凝土灌注.....	422
(三) 模板提升.....	423
(四) 混凝土修整及养生.....	423
(五) 偏移控制.....	424
(六) 施工组织.....	424
四、结语.....	425
预应力混凝土薄壁矩形拼装桥墩	427
一、前言.....	427
二、设计.....	431
(一) 设计依据.....	432
(二) 设计说明.....	432
(三) 预应力设计.....	437
三、施工.....	439
(一) 构件制造.....	441
(二) 构件吊装.....	442
(三) 预加应力.....	444
(四) 孔道压浆及封锚.....	447
(五) 工程量及工料分析.....	449
(六) 和平村大桥墩身裂缝问题.....	449
四、结语.....	450
(一) 优点及适用范围.....	450
(二) 有待研究解决的问题.....	451
板凳式拼装桥墩台	454
一、前言.....	454

二、设计	454
三、施工	458
四、结语	459
钢筋混凝土柔性桥墩	461
一、概况	461
(一) 柔性墩体系各部分结构特点	463
(二) 金口河一号三线大桥简介	466
二、设计	466
(一) 柔性墩的结构计算图式	466
(二) 柔性墩顶的纵向水平力及变形	468
(三) 荷载控制情况	475
(四) 基础计算	477
(五) 传递纵向水平力系统的结构强度	477
三、施工	479
(一) 组织专业队与安排施工程序	479
(二) 模型板制拼	479
(三) 绑扎钢筋和灌注混凝土	480
四、架梁	481
(一) 架梁的基本要求和施工措施	481
(二) 架梁经过情况	482
五、须进一步研究的问题	483
六、展望	489
漂石河床桥基埋置深度	492
一、前言	492
二、漂石河床特征	492
(一) 龙川江	492
(二) 牛日河	493
三、河床演变	494
(一) 主槽的局部变化	494
(二) 主槽的突然窄道	495
(三) 新河床的急剧下切	500
四、一般冲刷	500
(一) 一般冲刷与主槽平均流速关系	500
(二) 影响一般冲刷的因素	503
五、局部冲刷	504
(一) 局部冲刷与主槽平均流速关系	504

(二) 影响局部冲刷的因素.....	509
六、桥基埋置深度的确定.....	510
七、桥基防护.....	510
(一) 龙川江.....	510
(二) 牛日河.....	513
八、结语.....	513
钻孔、挖孔灌注桩基础.....	514
一、概况.....	514
二、设计.....	516
(一) 一般作法.....	516
(二) 计算方法.....	518
三、施工.....	523
(一) 钻孔桩.....	523
(二) 挖孔桩.....	537
四、特殊桩基础.....	539
(一) 沉井式承台钻孔桩基础.....	539
(二) 局部支承桩基础.....	540
五、静载试验.....	541
(一) 单桩静载试验.....	541
(二) 承台座板光弹性模型试验.....	556
六、结语.....	562
桥墩台快速施工.....	564
一、前言.....	564
二、施工实例.....	566
(一) 旧庄河桥群.....	566
(二) 大田菁特大桥.....	568
(三) 玉田桥群.....	574
(四) 铁马特大桥.....	577
(五) 共同做法.....	580
三、几项行之有效的机具和施工方法.....	580
(一) 缆索吊机.....	580
(二) 移动式龙门桁车.....	583
(三) 无内拉杆框架模板.....	585
(四) 深大沉井施工的简易桁车.....	588
(五) 导坑法开挖桥基.....	589
四、结语.....	590

新型架桥机	592
一、前言.....	592
二、66型架桥机.....	594
(一) 结构及其特性.....	594
(二) 设计要点.....	599
(三) 架梁作业.....	601
(四) 66型架桥机的修改.....	603
(五) 存在问题.....	603
三、胜利型架桥机.....	603
(一) 结构及其特性.....	605
(二) 架梁作业.....	610
(三) 主要优缺点.....	612
四、红旗型架桥机.....	612
(一) 结构及其技术特性.....	612
(二) 架梁作业.....	615
(三) 主要优缺点.....	616
五、结语.....	617

概 述

一

成昆铁路由成都起横跨府河、岷江、青衣江、峨眉河、溯大渡河、牛日河至小相岭，长430公里，属岷江水系。在沙木拉打越岭后，沿孙水河、安宁河、雅砻江、金沙江、龙川江至乌蒙山北麓，长500公里，属金沙江水系。在大雀堡越岭后，顺旧庄河、禄丰河到鸡街，长90公里，属元江水系。在鸡街越过分水岭后，溯螳螂川至滇池北岸，长约60公里，属金沙江水系。

全线有大、中、小桥991座，总延长106.062公里，其中正线桥长92.690公里，站线桥长13.372公里，圬工共计153.655万立方米。涵洞2263座，平均每公里2.1座。

按自然地理特征分区全线桥涵工程分布见表1。沿线主要河流、桥梁分布见示意图。桥梁孔跨统计见表2。

成都至九里段，经川西平原及一系列低丘宽谷，人烟稠密，土地肥沃，地形起伏小，大小河流、灌渠交织成网，雨量充沛，洪水时干流、支岔、串沟、河滩汇成漫流，涨落快，历时短。属山前平坝漫流区。为了不淹农田，不危害路基，满足灌溉和交通道路的需要，逢沟设涵，遇河建桥，桥涵分布符合水网密布的实际。1973年改建的青衣江新桥33—31.7米+3×64+16—31.7，长1816.64米，是全线第一座长桥。

碧鸡关至昆明间为山前滨湖平原，线路跨过高沟和港岔、引水道、污水沟，当山洪暴发，洪水和泥沙溢向稻田和低沟形成漫流，也属平坝漫流区。桥涵每公里座数最多。

九里至碧鸡关间，全系山区，除泸沽至垭口沿安宁河一带地形较平缓开阔外，大部分山高谷深，悬崖峭壁。线路横跨大渡河、十三次跨牛日河、三次跨孙水河、八次跨安宁河、横跨金沙江、四十九次跨龙川江、十六次跨旧庄河、五次跨螳螂川。这些主要河流，坡陡流急，多数不通航，漂卵石河床，支岔多、沟谷深，洪水猛涨陡落，具有山区河流的特点。泸沽至西昌间泥石流分布很广，龙川江宽谷地段主流随泥石流消长而摆动；安宁河、金沙江一带约200公里位于高地震区，沿线还有滑坡、岩堆、断层、坍方、以及腐蚀性强的含盐含石膏地层、龙街粉砂地层等各种不良地质现象。线路行经地形陡峻、地质复杂的山区，迂回盘旋，展线越岭。为合理选择车站位置，或为选择有利地形，或为避免地质病害，除采用大跨长桥多次跨河外，还设置大量的谷架桥、多线桥；桥长、墩高、基础复杂，座数多、圬工量大。山区地段200米长度以上的桥梁就有121座，其中500米以上的特大桥8座；墩高在30米以上的桥梁就有50座128个墩，其中高50米以上的2座4个墩。如大田菁大桥长1165.94米，圬工2.35万立方米，平均墩高30米以上；铁马谷架桥长882.65米，圬工2.30万立方米，最高墩51.5米；禄丰附近密马龙5号大桥，长227.42米，圬工0.5万立方米，最高墩56米。山区地段，为了解决陡坡地形设站的困

威昆线桥涵工程分布统计表

表 1

地 区 分	理 区	地 段	长 度 (公里)	桥		合 计 座 — 延 米	每 公 里 座 — 正线延米	桥 梁 工 总工量 (立方米)	桥 梁 污 工 每公里污工量 (立方米)	涵 洞 分 布	
				座—正线延米	座—站线延米					座 数	每公里座数
川 西 平 原	峡 谷	成 都 ~ 九 里	162	92—4985	8—279	92—5264	0.56—31	75901	469	454	2.8
		九 里 ~ 泸 沽	340	302—28390	37—6788	302—35178	0.89—84	522793	1538	546	1.6
		泸 沽 ~ 垭 口	200	172—14606	2—200	172—14806	0.86—73	222593	1113	595	3.0
		垭 口 ~ 广 通	238	315—32293	35—5523	315—37816	1.32—136	528394	2220	309	1.3
		广 通 ~ 碧 鸡 关	139	104—12320	5—582	104—12902	0.75—89	184723	1329	341	2.5
滇 中 高 原		碧 鸡 关 ~ 昆 明	4	6—96	/	6—96	1.50—24	2249	562	18	4.5
全		线	1083	991—92690	87—13372	991—106062	0.92—86	1536553	1419	2263	2.1

注：本表按全线交付运营时统计，未包括 1973 年改建的青衣江新桥（49孔31.7米预应力梁，3孔64米栓焊梁，长度1816.64米）及其附近的三座小桥。

成昆线桥梁孔跨统计表

表 2

地 段	正线长度 (公里)	桥 梁 式 样 及 孔 跨 (孔数——跨度米)									
		普通钢筋 混凝土梁	预应力钢筋 混凝土梁	结合梁	钢板梁	钢桁梁	栓焊梁	石拱	混凝土 拱	钢筋混 凝土拱	梁 孔 合 计 (孔)
成 都 ~ 九 里	162	269—16 米及以下 6—20	2—23.8 14—31.7		3—24						294
九里~碧鸡关	917	1575—16 米及以下 20—20	1189—23.8 20—27.7 780—31.7 2—24 2—32.3 1—18 1—64.6	4—32 2—36 16—44	18—32 4—14 1—192	1—144 1—192	1—24 63—32 1—10 1—48 33—64 2—30 4—112	3—15 1—20 4—25 1—38 1—48 1—54	1—10 11—15 3—20 4—25	2—5 2—8 1—25 2—38	3778
碧鸡关~昆明	4	6—16 米及以下									6
按孔跨合计		1850—16 米及以下 26—20	1191—23.8 20—27.7 794—31.7 2—24 2—32.3 1—18 1—64.6	4—32 2—36 16—44 4—44	3—24 18—32 4—44	1—144 1—192	1—24 63—32 1—40 1—48 33—64 2—30 4—112	3—15 1—20 4—25 1—38 1—48 1—54	1—10 11—15 3—20 4—25	2—5 2—8 1—25 2—38	
共 计	1083	1876	2011	22	25	2	105	11	19	7	4078

注：(1) 本表数量按全线交付运营时统计；

(2) 站内道岔梁布置以片计，有时出现0.5孔；

(3) 未包括改建的青衣江新桥及其附近的三座小桥。

难,共有79个站,建多线桥87座,例如金口河车站1、2号三线大桥,共有16米钢筋混凝土梁81孔,圬工达1,345万立方米。

全线以梁桥最多,钢筋混凝土梁占总梁孔的95%,其中预应力混凝土梁又占较大比重。为了跨越急流大河、宽谷深沟和不良地质地段,为了压缩全线架桥时间,部分桥梁采用了大跨度钢梁和不同的桥跨结构;在跨越大渡河、金沙江时,主跨分别采用144米和192米钢桁梁,避免深水高墩;在牛日河、安宁河、龙川江上分别采用44米结合梁和64~112米栓焊梁;迎水河大桥跨越深沟,桥面距沟底72米,采用112米栓焊梁,使墩高降至39米;桐模甸2号大桥主孔用112米栓焊梁跨过滑坡体;上格达1号、白沙沟1号大桥分别用64米和80米下承栓焊梁争取桥下净空跨越泥石流等。此外还因地制宜、就地取材,修建了一批15~54米跨度的石拱桥、38米钢筋混凝土板式拱桥和15、20、25米跨度的悬砌拱桥。设计施工了一批23.8米串联梁,进行了48米预应力悬臂拼装梁、64.6米悬臂灌注梁的试点。金沙江大桥192米钢桁梁,一线天54米大跨空腹式石拱桥都是目前国内铁路上最大的跨度,112米栓焊系杆拱在当时已接近世界先进水平。

桥墩从实体到空心,从厚壁到薄壁,从砌块到钢筋混凝土,逐步向轻型发展,并采用了柔性墩、板凳墩和多线的双柱式刚架墩等新结构。适应山区特点,多采用矮桥台、小锥体,甚之伸入挖方或隧道的顶帽式桥台,因地制宜设计的L形桥台、锚杆护墙式桥台以及组合式、排架式轻型台等。基础方面为了解决漂卵石层粒径大、渗水强、龙街粉砂层软而厚、陡坡挖基破坏山体而引起坍滑等难以施工的情况,广泛推广了钻孔桩基础,创造和普遍采用了挖孔桩基础,为桥梁基础施工开辟了一条新路。

二

桥梁方面大力采用新技术,开展路内外大协作,组成了钻孔桩基础、预应力拼装墩、栓焊梁、预应力梁、拱桥、新型架桥机等新技术战斗组。从研究、试验、设计到制造、检验、安装和使用,实行“七事一贯制”,选点实验,取得经验,不断总结改进提高,普遍推广,取得了显著的成效,不仅解决了当时遇到的难题,也为桥梁技术的发展谱写了新的篇章。

桥梁新技术项目主要有:

1. 钻、挖孔桩基础:牛日河、孙水河、安宁河及龙川江等山区河流,河床坡降大,流速急,基岩埋藏深,漂卵石层覆盖,漂石粒径有超过一米以上者,石质坚硬,渗水极大。在这些河流中修建桥基,常用的围堰明挖、沉井和打桩等方法不易成功。采用冲击钻机穿石崩岩,灌注深水桩基,攻克了在漂卵石层中修建桥基的难关。钻孔桩既改善了劳动条件,又节省了大量圬工,是桥基施工上的一大革新。挖孔桩使用机具简单,上马容易,开挖快,造价省,在小量地下水的条件下,适用于陡峻山坡,山麓堆积,特别是块石堆积、覆盖厚、基岩深的桥基。钻、挖孔桩的采用使山区桥基施工,获得更大的自由。全线62座桥152个墩台,采用钻孔桩1155根,总延长19676.9米;70座桥209个墩台,采用挖孔桩807根,总延长8126.3米。桩基由群桩到单桩,桩径由小到大,发展至3~3.8米,桩深已达43.55米。不仅在桥梁基础中广泛采用,还扩大应用于路基挡墙、护岸、

隧道边墙、明洞基础以及整治滑坡的“抗滑桩”，显示出它的广阔前景。

2. 轻型墩台：在初期阶段，曾就地取材采用砌筑块石或预制块的厚壁空心墩，以后发展为钢筋混凝土薄壁空心墩，墩身截面有矩框形、圆环形、单孔或双孔圆端形。自安宁河三号大桥采用滑动钢模灌注钢筋混凝土空心墩新工艺取得成功之后，更加广泛应用。全线有21座大桥计165个墩，采用不同截面型式，不同壁厚、不同坡度的空心墩，最高达51.5米。为了使桥梁建筑拼装化、工厂化，和平村、张家村、牛日河四号三座大桥15个墩分别采用了单、双柱式预应力薄壁矩形拼装空心墩。金口河一号三线大桥首次设计并建成了23个柔性墩，最高17米，把墩和梁联结在一起，形成一个共同受力体系，使桥墩混凝土受压强度得到充分发挥，节省了大量圬工。此外还有埃岱板凳式构件拼装墩、大德立交桥排架式构件拼装墩，尼日、苏雄、阿寨、牛坪子等九座车站大桥39个双柱式多线刚架桥墩；土山包、古马基桩栈桥以及黑井站大桥、弯滩小桥组合桥台，赖猫山、湖路塘大桥的锚杆桥台等都比较成功。通过施工实践和运营考验证明，轻型墩台自重轻，减少大量圬工，施工进度快，机械化程度高，可以因地制宜地使用，尤其在缺沙石、缺水和地震区更有显著的优越性。

3. 栓焊钢梁：栓焊钢梁是以栓焊代替铆接的新型结构，全线有13种不同跨度和结构型式，42座大桥采用了栓焊钢梁108孔（包括青衣江新桥3孔），其中112米大跨4孔。共用钢材1.2万吨，高强螺栓近100万套。

栓焊梁与铆接梁相比，具有节约钢材，安装和养护维修简便的优点。试验鉴定和运行考验表明，栓焊结构工作状态良好，强度和稳定性完全符合设计要求，普查中发现少数螺栓有松动和破断情况，这是由于施工初期经验不足，欠拧和超拧所致。随着施工工具的改进，今后可以准确控制螺栓预紧力。

4. 串联和悬臂施工预应力钢筋混凝土梁：串联梁系现场预制梁块，运至桥头路基进行胶拼串联，张拉成梁。用简易架桥机架设在桥跨便梁上串联、张拉，是缩减架梁作业时间，加速铺轨进度的措施之一。经对真型梁和模拟梁试验，分块串联，胶结良好，受力情况符合设计，原拟大量采用，后因受林彪、“四人帮”的干扰破坏，变更计划，只在11座大桥上采用了47孔串联梁。

为了探索大跨度预应力混凝土梁在铁路上的应用，第一次在成昆线上选点试用铰接悬臂梁新结构。孙水河5号大桥为32.3+64.6+32.3米的悬臂灌注梁；旧庄河1号大桥为24+48+24米的悬臂拼装梁，都是双肢悬臂对称，中间铰接的结构型式，梁为变截面箱形，刚性强、用料少，利用吊架悬臂分段灌注或拼装，不用脚手架，适宜于跨越深沟峡谷以及通航河道。

经过几年来的运营考验以及静、动载试验，证明串联梁、悬臂灌注梁、悬臂拼装梁整体性良好，纵横向刚度和强度均满足运营的要求，展示了预应力混凝土梁可以向更大跨度发展的前景。

5. 石拱桥、悬砌拱桥：石拱桥具早民族传统形式，可以就地取材，节省钢料，坚固耐用，维修养护简便，但圬工数量大，规格要求高，使用工天多。一线天、锦川两桥位于深沟峡谷，两岸峭壁，紧连隧道。在设计 and 施工初期，悬臂式架桥机还无法在隧道口架梁。本着因地制宜，就地取材的原则，修建了两座单孔大跨空腹石拱桥，54米跨度

的一线天桥和48米跨度的锦川桥。在设计和施工过程中，解决了小拱设计和主拱分环砌筑的方法，为今后修建石拱桥提供了经验。

悬砌拱桥的拱圈由现场预制干硬性混凝土块件，吊运拼装而成。这项新工艺，取消了拱架和脚手架，实现了预制工厂化和装配机械化，加快了施工进度，减少了大量的石工劳动。从上普雄大桥9孔15米的试点，推广到新民2号、红卫2号、铁口山三座拱桥，跨度由15米、20米发展到25米。

成昆铁路一度拟大量推广拱桥，建成的24座带有试点意图，采用了各种不同的结构类型和施工方法：建筑材料有钢筋混凝土、混凝土预制块和砌石。结构形式有空腹、实腹；单孔、多孔；陡拱、坦拱（1/5拱度）；宽拱圈、窄拱圈（最窄3米）。新的施工方法有悬砌和分环砌筑等。单孔大跨拱桥适合于山区跨越峡谷。拱圈宜窄、拱度宜坦，大跨用空腹、小跨用实腹。结合工点的地形、地质、工期等条件选用拱桥，从减小圪工量和改进施工方法着手，逐步向预制轻型块件、拼装化发展。

6. 新型架桥机：成昆铁路山区地段，桥隧相连，使用原有悬臂式架桥机架梁作业的困难是：轴重达44.5吨，通过地段尤其是桥头一段的线路和路基必须特别加固，压道工作量大，还需增设岔线；紧邻隧道的桥梁，限于隧道净空，无法吊梁通过隧道架设；架桥作业需机车牵引对位，吊梁运行，吊点高，稳定性差；每架完一孔需人力铺轨或退让铺轨机，费工费时等。

成昆铁路大会战中，由十三个协作单位组成的战斗组，深入使用单位、制造车间，广泛调查研究，征求意见，贯彻设计、制造、使用相结合的原则，克服了各种困难，终于在短期内设计制造成功我国第一台简支式静止状态下架梁的新型架桥机，命名为66型。简支架桥的特点是：改革了悬臂吊梁运行，安全可靠；既能架梁又能铺轨，在桥梁密集地段不必调换铺轨机；轴重较轻，对桥头线路路基无特殊要求；不需铺设岔线等等。全线使用66型架桥机架设预应力混凝土梁641孔。

1971年武汉工程机械厂和大连机车车辆工厂针对66型存在的缺点，加以改进，分别命名为胜利型和战斗型，解体组装方便，运行性能较好，曾在全国各线广泛使用。1973年成都铁路局又改进为双向双臂式的红旗型，前后方向都可架梁不须掉头；吊梁小车既能前后走行又能左右横移；可以直接落梁就位，不必在墩顶移梁；长途运行不需解体。曾在成昆线架设混凝土梁69孔，其中青衣江新桥31.7米梁49孔。

三

成昆铁路地形艰险、地质复杂、工期紧迫、桥梁工程十分艰巨。会战以来，广大勘测设计科研人员深入工地，调查研究，掌握第一性资料，作了大量的勘探和水文地质测绘工作；精心设计，全面分析比较，选定切合实际的设计方案和工程措施；大搞科学实验，采用桥梁新技术、新结构；参加施工实践及时改善设计，满足现场的需要。施工队伍积极响应工指党委快速施工的号召，贯彻自力更生、艰苦奋斗和集中力量打歼灭战的方针；发扬敢于斗争、善于斗争和大干社会主义的精神；从作好施工准备、突击基础、猛攻墩台到拼装架梁，周密组织流水作业；开展技术革新，技术革命；涌现了许多“大

桥不过月、中桥不过旬、小桥不过夜”的工点，因而建桥进度成倍增长，成桥工效不断提高。1965年在施工队伍陆续进入工地，逐步开展桥梁施工的情况下，完成成桥12295米、工效129工天/米。1966年完成36089米、工效110工天/米。进度增长2倍、工效提高17%。1967年在林彪、“四人帮”严重干扰破坏下，仍完成28631米。三年累计完成77015米，连同1965年以前，占全部桥梁任务的77.3%，为全线通车奠定了基础。分年完成成桥统计见表3。

分年完成成桥统计表

表3

年 度	1964年及以前	1965年	1966年	1967年	1968年	1969年	1970年	1971年
完成成桥(米)	5014	12295	36089	28631	7537	8546	7852	100
累 计 (米)	5014	17309	53398	82029	89566	98112	105964	106064
%	4.7%	16.3%	50.3%	77.3%	84.4%	92.5%	99.9%	100%

注：分年各施工单位成桥数均以米计，因之累计与全线总桥长尾数略有出入。

为了使桥梁修建达到三高一低（高标准、高质量、高速度、低成本）的要求，确保工程质量，除建立必要的制度和措施外，还广泛开展评比竞赛和树样板的活动。1966年5月全线工程质量大检查、大评比，通过看、听、议的方法，评选出干溪沟大桥、深溪沟石拱桥、开建大桥、金沙江大桥、凤仪村大桥、小西村1号大桥、兰家坟大桥、广通河2号大桥、旧庄河14号大桥、螳螂川1号大桥、陈家村1号大桥及六座涵洞共十七个样板工点。在样板工点的带动下，出现了一批场地布置、施工秩序、兵力布置、成桥进度以及节约材料、现场管理方面又快又好又省的工点。金沙江大桥主跨192米钢桁梁，采用两岸悬臂，以调整支点为主配合顶落梁及纵横移设备，顺利而准确地跨中合拢，钢梁拱度符合设计，安装质量良好。样板工点的检查评比活动，对桥梁工程质量的普遍提高起了很大的推动作用，但遭到林彪、“四人帮”的干扰破坏以后，这些好的措施没有得到继续贯彻执行。

四

全线建成通车以来，经过多年运营考验，实践证明：桥渡位置和桥式布置是恰当的，采用的新技术是成功的，工程结构和质量是好的。但也有少数桥梁受到滑坡、泥石流、危岩落石等不良地质的威胁，有的桥基埋深不足，受到洪水冲刷的危险，以及部分涵洞产生洞内淤塞、上下游冲刷和涵顶纵向开裂等病害，尚待整治。

桥梁修建过程中，不论是试验研究或是采用的结构类型、设计计算的理论数据以及施工方法、工艺，建筑材料的应用，都有所改进和发展，积累了经验，成绩是显著的。特别是在设计和施工阶段，针对复杂的地形、地质、水文等条件，充分调查研究，准确详尽地掌握水文、地质资料，结合实际进行设计，慎重处理桥梁基础，墩台落实到牢固可靠的地层上，消除运营以后的隐患，这些都是成功的经验。但由于对复杂的地质、水

文情况以及河床演变和水流冲刷等自然条件认识不足，缺少经验，也出现一些病害。如跨龙川江的桥墩有的埋置较浅，受冲刷威胁，造成防护整治困难；原青衣江大桥桥长偏短、桥孔偏小、基础偏浅、净空不足，1973年改线新建长桥；玉田三线大桥部分墩台埋于堆积体内，由于滑坡复活，架梁时发现墩位下沉偏移，通车后继续发展，梁缝抵紧，墩身裂纹，改跨重建墩台；三滩中桥和弯滩小桥，受泥石流沉积影响，净高不足，危及桥梁，须增加排导宣泄设施，以保证建筑物安全；百家岭隧道两端和沙木拉打隧道昆端洞口跨沟桥梁净空不足，淤积严重，水流不畅，清淤工作量大；在灌溉区和泥石流地段内，有的涵洞孔径偏小，上下游河床不顺，纵坡平缓，排泄不畅，造成淤塞等情况。如新铁村泥石流掩埋股道，涵洞改建成站线桥。这些都是值得吸取的教训。

成昆线的桥梁，采用和发展了一些新技术，比过去前进了一大步，尤以钻、挖孔桩基础、轻型墩台、栓焊梁等项目，应用较广，对多快好省地修建桥梁起了很大作用。有的项目如柔性墩、悬臂施工大跨度预应力梁等虽是初次试点，座数不多，也都取得了成功的经验，可以推广应用。通过成昆线的实践，展望未来，今后新建桥梁应广泛采用新技术、新工艺、新材料、新结构，向高强、轻型、大跨和标准化发展，加强科学实验，培养和组织专业队伍，加快施工拼装化、机械化的步伐，为实现桥梁建设现代化而努力。