

山、银山寺垭口，在四美桥附近跨沱江。再经台子上、五星水库、S206 收费站北、贺家冲、607 所东侧、高思山脚，在来宝桥下游侧跨小清流河，小河口乡附近的老桥处跨大清流河，顺原路在内江糖厂附近脱线，在徐家湾跨长滩河，在南瓜桥接老 321 线。在新冲子从高速公路潘家坝大桥主拱跨径 50m 内穿过高速公路脱线，李子园附近接老公路，顺原路在十梯铺、华家坡再利用原跨线桥两次穿过高速公路。然后在岩湾附近脱线经稗南乡、双凤镇北，在巴巴坳又接老公路，顺原路在六方碑、大坟坝、关圣殿附近利用已建铁路跨线桥加宽后穿过迎祥镇，同样加宽杉树桥跨成渝铁路。再顺原路在桂花村附近脱线，土桥子附近新建跨线桥跨成渝铁路，向南在原楼峰乡东折向东南，经大茅廝、大堰塘、隆昌县党校北、跨隆昌河，在白塔路至隆泸大道转盘处止，接上 321 线隆昌至泸州段。

(2) 脱线路段

根据路由规划，321 线改建公路将绕避球溪镇、资中县城、银山镇、史家镇、内江城城区、稗木镇、双凤镇、隆昌县城等八个重要城镇，即避绕部分将脱线新建。结合线路布置，新建长度为 47.80km，占总长的 40.8%，利用原路改线长度为 69.37km，占 59.2%。

3、路线主要控制点

(1) 路线起点：国道 321 线改建工程的衔接点在原公路资阳市与内江市分界的界碑处，线位和纵坡均应考虑利用该处高速公路跨线桥下穿。

(2) 路线止点：本路的设计止点为隆昌县白塔路与隆泸达到交叉处的转盘位置，与 321 线隆昌至泸州段衔接。

(3) 一级公路起点：该路线推荐方案 A 线在史家镇北的四美桥跨沱江后，沿沱江左岸进行至岩洞子附近的台子上，为了与内江市城市规划配合，这段路线采用东、西向

大致平行于内江汉安大道的方案布线，将路起点定在台子上的平面交叉口，即 K65+000 处。

(4) 一级公路止点：路线脱线绕过内江城区后，在裨木镇南边的南瓜桥附近与老公路汇合。该处距成渝高速公路互通式立交和成渝铁路火车站不远，也是裨木镇与本路连接的部位。受城市交通和辐射交通的影响，交通量在此必然发生变化。过了南瓜桥后，这种现象消失，只有在隆昌方向的过境交通存在，一级公路的止点定在南瓜桥的平交道口，即 K86+261 处。由此，一级公路路段的总长度为 21.18km。

4、路基、路面及排水设计

本路段设计标准根据不同交通状况采用一级公路和二级公路两种标准。一级公路以 K65+000m 至 K86+261m 止，长 21.18km，路基宽度为 22.5m，其余 95.98km 为二级公路，路基宽 12m。其中一级公路用设中央分隔带的路基断面，以利对向车辆的行驶。

本路段路基基本上顺原路进行改建，利用原公路段在平面指标满足要求时，一般加宽一侧，以节省投资，方便施工。在利用原桥改建时，根据桥梁的改建方案布置路基的加宽方式。经过水田的路基，采用排水清淤、晾晒、换土等方式提高路基的承载能力。个别软弱地带设置纵横向盲沟加强地表水和地下水的排导，必要时采用塑料排水板或反压扩道等方式加速土基的固结。

本路段的地质条件不复杂，没有严重的地质灾害影响路基的安全。但岩石边坡风化剥落、土质边坡冲蚀坍塌的现象仍然存在。所以边坡防护工程的重要性不容忽视。二级公路采用重点防护。稳定的挖方边坡岩石风化不严重的一般不防护，土质边坡考虑种草绿化。局部风化严重比较破碎的岩石边坡，采用支挡、护面封闭的方式防护。一级公路边坡除坚固、稳定的岩石边坡外，一般都考虑防护。土质挖方边坡采用挂网种草防

护，填方边坡采用砌石网格或拱形骨架、框格内种草的方式防护。石质边坡风化破碎严重的采用支挡、护面封闭的方式防护，稳定性差的高边坡采用浅锚喷护或辅以预应力锚索格子梁防护。

本路段路面采用混凝土路面。

路基、路面排水设计特别注意系统性。路面采用自然排水。一级公路路面超高段，在中央分隔带设横向排水沟将外侧路面水导至内侧路面顺横坡排出。路基挖方边坡坡脚设边沟，填方边坡坡脚在水田及低洼地带设排水沟以方便农田灌溉，在鱼塘内侧采用浆砌片石护脚。挖方边坡顶部以上具有较宽集雨面积时，在开挖线 5m 以外挖截水沟。路基范围内有地下水出露或地表排水不畅地带，除采用相应排导措施外，还须设置盲沟或换填透水性土以保证路基具有合理的干湿度。上述排水措施均与天然沟渠或通过桥涵连通，形成可靠的排水系统，充分发挥排水系统在整个工程中所承担的任务。

5、桥梁

(1) 设计标准

本段路属改建工程，在原有桥梁能够满足荷载标准的情况下利用原桥改建，一般采用汽车-20 级、挂车-100 的荷载标准，新建桥梁荷载标准为汽车-20 级、挂车-100，特大桥汽车-超 20 级，挂车-100。

(2) 桥梁分布

本路北段大体顺沱江右岸布线，在路线的中间位置跨过沱江后顺左岸布线。球溪至樟木段靠沱江较近，跨过球溪河，鱼溪，大、小清流畅河等几条较大的支流，大、中桥梁多。而接近隆昌的地势升高，河流均汇入九曲河，在距泸州很近的地方才流入沱江。故没有大桥且桥梁不多。沿线小桥涵主要满足路基排水和农田灌溉，分布，比较均匀。在

道路沿线主要分布的大、中桥梁共 11 座 ,桥梁全长 1395.60m ,小桥共 11 座 ,总长 366m。

6、隧道

(1) 隧道设置

本路在经过深沟梁子时推荐方案为深挖路堑。由于挖方深达 24m ,弃方量很大 ,故拟设计一段隧道与路堑相比较。但该处受地形限制 ,隧道位置处于 $R=155m$ 的平曲线上 ,对通风、采光及通视都很不利。所以采取在山脊两侧开挖路堑 ,中部打隧道的方式 ,将隧道长度缩短。该隧道名为半山窑隧道 ,位于 $AK2+845$ 处,总长 115m ,两端各设 10m 长的明洞。

(2) 技术标准

隧道净空满足 $V=40km/h$ 的标准。为与路基宽度 12m 相协调 ,隧道净宽采用 9m 宽的行车道 ,单侧设 0.75m 宽的人行道 ,加上排水沟及管线通道 ,总宽 12m ,并不再考虑弯道加宽。

(3) 隧道设计

在隧道每个洞口三个方向均为挖方边坡。从坡脚起 ,8m 高度以内采用浆砌片石护坡 ,以上比较软弱破碎的岩石边坡采用浅锚喷护 ,稳定性差的采用预应力锚索格子梁防护 ,顶部土质边坡采用挂网种草绿化。隧道洞门墙采用浆砌块石衡重式墙 ,外露面饰深暗色天然石板材料。明洞采用钢筋砼结构 ,洞身初期支护及二次衬砌均采用砼。由于岩石稳定性较好 ,洞身开挖施工方式视具体情况可采用传统矿山法或其他方式。对开挖和衬砌方式应先打平洞查明工程地质和水文地质条件再制定可靠的实施方案。

该隧道设 2.07% 的单向纵坡 ,洞内两侧设排水暗沟 ,洞身设塑料板防水层 ,并布置附贴式盲沟。开挖时如有地下水集中成股流出 ,可增设集水孔道引入排水沟内 ,洞内采

用自然通风、采光。

7、路线交叉

(1) 分离式立体交叉

本路推荐路线上共有 17 处分离式立交桥。其中 6 处完全利用成渝高速公路跨线桥，4 处利用原成渝铁路跨线桥改建加宽。新建公路跨线桥 4 处，铁路跨线桥 3 处。

(2) 平面交叉

本路段平面交叉共 124 处，其中与四级及以上公路交叉仅 23 处，而且不少还是与 321 线旧公路交叉。其余均为乡村公路或机耕道。平交类型有多种，因具体情优而异。

本路与乡村公路或机耕道交叉，不宜改为平面交叉时才设置通道。全线共设 7 处小孔径板桥式通道。一般为常年无水涵洞，多数也兼具非机动车和人行通道的功能。

本路与 15 处管线交叉，交叉长度 736m，需改建的底下光缆总长 575m，需要设置的管线通道涵有 15 道。

8、施工组织

一、施工材料

(1) 砂、砂砾料

拟建工程靠近沱江，在沱江河漫滩及 I 级阶地上，砂、砂砾料丰富。

砂砾料：粒径一般 0.5~2.0cm，物质成份以砂岩、花岗岩、石英岩为主，岩石坚硬，强度高，经筛选后为较好的砂砾料。

砂料：以粉细砂为主，砂中含云母等杂质，含泥量较高，经冲洗后可产生大量砂料，但砂质颗粒较细，杂质含量高，拟建工程区内沱江段所产砂料只能用于挡墙等一般性构筑物。大、中桥等构筑物关键部位所用砂料必须到简阳、泸州购买。

(2) 粘土料

改建公路附近粘土料丰富，可就地取用。根据线路沿线取土场分布。

(3) 石料

①片块石、料石

工程区内广泛出露 J_{2s} 砂岩，石料丰富。可开采成片石、块石、料石，用于挡墙、涵洞等一般性构建物。由于拟建公路附近出露基岩主要为 J_{2s} 砂岩、泥岩互层，岩石结构不紧密，成份以长石为主，岩石强度不高。从试验资料看，饱和抗压强度一般低于 30MPa，只能用于挡墙、涵台等一般性构建物，而大中桥等重要构建物所用石料，必须到泸州等地购买，所用石料必须符合有关规范要求，具备石料试验资料。

②碎石料

碎石料在拟建工程区内广泛分布，可以从沱江河滩、I 级阶地上用卵石加工而成，也可以从资中、隆昌等地现有碎石加工料场购买。目前在资中、隆昌等地线路附近有碎石加工场，碎石料丰富，能满足工程需要。但是拟建线路附近未见灰岩出露。

(4) 料场分布

改线公路全长 117.17km，根据主体工程设计，为满足道路建设用料，同时避免长途运输，在道路沿线共分布有 14 个取土场，总取土量为 33.98 万 m^3 ，占地总面积为 5.32 hm^2 。

(5) 工程用水

拟建工程靠近沱江，多次跨越沱江支流，沿线还有许多水库，水量丰富。水质较好，对混凝土无侵蚀性，满足全线施工用水及生活用水需要。但是由于沿线经济比较发达，人为污染较为严重，因此在使用前应参照相应的水质试验资料。

(6) 水泥、钢材

改线公路沿线经济比较发达，水泥、钢材等材料丰富，而且交通运输条件较好，能满足工程施工需要。

二、施工方案

本路为旧路改建，但不少路段为脱线新建。所以主要工程量集中在路基、桥梁、防护、排水和路面工程上。其中，桥梁工程受洪水威胁大，在经费、人工、机械安排及工期计划上应充分考虑汛期的影响。同时要注意填方路段施工期的排水、农灌问题。

另外，本项目的控制性工程包括高速公路、铁路、分离式立交桥和大、中桥梁。这些桥的结构简单，施工方便。但协调工作量大，实施前和实施中都要有足够的协调时序安排，否则将影响工程的进度。

沱江四美大桥是本项目最重要的桥梁。其桥宽 22.5m，长 402.1m，投资集中该桥枯水期的桥位水面宽只有 100 多米，但洪峰水面宽度可达 200~300m，水位季节性变化很大。所以应考虑枯水期施工基础和下部构造，汛期安排其他工作。

根据内江市人民政府批复的十五规划意见，本工程计划工期四年。实施步骤是内江城区过境段包括沱江四美大桥先开工，继而其他路段。

三、堆渣场规划

改线公路全长 117.17km，其中一级公路长 21.18km，二级公路全长 95.99km。根据道路沿线地形地貌条件及改扩建、新建路段长度和分布，结合水土流失中弃土弃渣量预测，本工程弃渣总量为 86.18 万 m^3 (堆方)，共布置 22 个堆渣场，占地总面积为 21.35 hm^2 。

四、施工临时占地

本工程施工临时占地包括道路沿线取土场、弃渣场、施工便道、工棚等临时设施占地，根据主体工程施工整地，工程临时施工占地面积为 51.55 hm^2 。

五、施工工期

项目于 2003 年 12 月开工建设，2012 年 7 月完工。

1.1.1.4 工程占地

国道 321 线球溪至隆昌段改建工程沿线涉及资中县、内江市市中区和东兴区、隆昌县。根据线路路由规划，道路沿线占地类型主要有农用地、建设用地和未利用地三类，结合对线路占地类型及面积的调查，线路沿线占地总面积为 378.83hm²，其中农用地面积为 322.62 hm²，建设用地面积 54.27 hm²，未利用地面积 1.94 hm²。

表 1.1-1 工程占地面积统计表

线路属 地	长度 (km)	农用地					建设用地				未利用地			合计 (hm ²)
		耕地	园 地	林地	其他农用 地	小计	旧公路	住宅	坟地	小计	河流	荒地	小计	
资中县	66.82	157.03	2.8	7.29	2.04	169.16	29.98	4.59	0.02	34.59	0.7	0.43	1.13	204.88
内江市	28.02	98.49	0.57	4.64	1.75	105.45	5.96	2.92	0.07	8.95	0.71	0	0.71	115.11
隆昌县	22.33	45.4	0.23	1.94	0.44	48.01	9.15	1.58	0	10.73	0.09	0	0.09	58.83
合计	117.17	300.92	3.6	13.87	4.23	322.62	45.09	9.09	0.09	54.27	1.5	0.43	1.94	378.83

1.1.1.5 土石方平衡

根据批复的《水土保持方案》，经土石方平衡分析，全线土石方开挖总量 301 万 m³（自然方，下同），土石方填筑利用总量 230.10 万 m³，弃方量 86.80 万 m³，弃方运至沿线布置的弃渣场内集中堆放。

表 1.1-2 弃渣场特性表

县(市)	编号	桩号	弃土场位置		弃方 (m ³)	占地类型及面积 (hm ²)					渣源、起讫桩号
			左 (m)	右 (m)		水田	旱地	荒地	鱼塘	合计	
资中县	1#	K2+990	70		25083	0.00	0.65			0.65	K3+043~K4+095 K2+600~K2+735
	2#	K3+500		50	24503	0.60	0.00			0.60	K3+962~K4+043
	3#	K5+400		175	127152	0.81	0.37			1.19	K4+315~K4+994
	4#	K57+100		120	43853		0.67			0.67	K55+880~K57+493
	5#	K65+630		50	30000		1.07	0.07		1.13	K65+000~K68+000
	6#	K67+920		80	50000		0.84	0.56		1.40	K67+000~K70+000
	7#	K69+700		80	30000		0.35	0.26		0.61	K69+000~K71+000
	8#	K71+300		120	30000		0.47	0.26		0.72	K70+000~K72+000
	9#	K74+150	50	80	40000		0.55	0.45		1.00	K71+000~K75+000
	10#	K77+150			38341	0.34	0.81	0.00		1.15	K74+000~K78+000
	11#	K78+170		50	10000	0.12	0.27	0.00		0.39	K78+000~K81+000
	12#	K79+800		30	30000	0.48	0.68	0.45		1.61	K80+000~K84+000
	13#	K82+650		30	20000		0.63	0.41		1.05	K83+000~K85+000
	14#	K85+820	120		90145	0.14	1.76	0.29		2.19	K84+000~K86+000 K108+040~K86+968
	15#	K88+150		60	17298	0.11	0.26			0.37	K88+260~K88+900
	16#	K90+620	45		15922	0.20	0.21			0.41	K89+330~K90+940
		小计			622297	2.80	9.59	2.75		15.14	
内江市	17#	K92+750 K92+880		100	39955	0.61	0.15			0.77	K92+200~K93+450
隆昌县	18#	K107+770	150		20301		0.48			0.48	K107+650~K107+825
	19#	K110+900	70	40	92107	2.11	0.31			2.41	K108+250~K112+230
	20#	K113+000	30		19813	0.67				0.67	K112+300~K113+930
	21#	K115+280	80		26533	0.62				0.62	K114+000~K115+470
	22#	K116+540		80	40807	0.50	0.65		0.11	1.26	K116+422~K116+702
			小计			199561	3.90	1.44		0.11	5.44
合计					8868813	7.31	11.18	2.75	0.11	21.35	

1.1.1.6 施工进度及投资

项目于 2003 年 12 月动工，2012 年 7 月竣工。

本项目总投资 8.75 亿元，资金来源为业主单位自筹。

1.1.2 项目区概况

1.地质地貌

(1) 地貌

内江市位于四川盆地川中丘陵地带中南部，沱江中下游右岸。幅员面积 386.11km²。东西跨度 26.4km，南北跨度 28.3km。一般海拔 320~350m，城区平均海拔 324m。最高点海拔 448m，位于全安镇三登寺，最低点海拔 268m，位于龙门镇大溪口。

市中区辖内无高山、平原，亦无大山脉。溪流、河谷、冲沟纵横交错，沱江蜿蜒曲折穿境而过，地形被切割成许多高矮不同、形状各异的山丘。一般海拔 320~350m，是四川盆地低值区之一。地形总趋势是西北高东南低，其高程自西北向东南呈起伏下降，为典型的切割形地形地貌特征。

(2) 地质

①地质构造

根据区域地质资料，第三纪末新构造运动较强烈，四川全境产生了广泛褶皱降升，至晚第三纪中新世，四川处于上升夷平。

本次勘察场地也卷入了上述构造变动。勘察场地地处新华夏系的川中褶皱带，勘察场地及附近构造形迹主要以北东东向的褶皱为主，威远背斜的南东，岩层为近水平岩层，威远背斜区域上长近 100km，轴向北东 - 北东东向展布，核部平缓，两翼为沙溪庙组，岩层倾角 1~3°。

②地层岩性

经勘探，勘探深度范围内场地地层由上至下分别为：新近人工填土层（Q₄^{ml}）素填土，第四系全新统坡、残积（Q₄^{dl+el}）粉质粘土，下伏侏罗系中统沙溪庙组（J_{2s}）砂质

泥岩、砂岩。现将岩土分布及结构特征分述如下：

a.人工堆积层 (Q_4^{ml})

素填土：紫红、褐黄色，稍湿~干燥，主要成份为强、中风化砂岩、泥岩块石、碎石及角砾，块石约占5~25%，碎石约占40~50%，角砾约占10~30%，填充物为粘性土，为新近场平堆填，回填时间约为1-2年，结构松散，场地普遍分布，厚度较大，层厚0.50-35.0m，层底高程325.21-364.67m。

b.第四系全新统坡、残积层 (Q_4^{dl+el})

粉质粘土：褐黄色、灰褐色，湿、可塑状态，以粘粒为主、次为粉粒组成，切面稍有光泽，无摇振反应，干强度、韧性中等。该层在场地内局部分布。层厚0.8-3.5m，层底高程320.62-362.74m。

粉质粘土：灰褐色、褐黄色，很湿、软塑状态，以粘粒矿物为主、次为粉粒组成，切面稍有光泽，无摇振反应，干强度、韧性中等。该层在场地内局部分布。层厚1.2-4.3m，层底高程322.42-326.84m。

c.侏罗系中统沙溪庙组 (J_2s)

砂质泥岩：紫褐色、紫红色，场地均分布，粉砂泥质结构，薄-中厚层状层理构造，岩层倾角1-3度，产状近于水平，层间夹泥质砂岩互层；钻探深度范围内按其风化程度可分为强风化砂质泥岩和中等风化砂质泥岩。

强风化砂质泥岩：岩石破碎，裂隙发育，岩芯呈土状、碎块状，岩性极弱，局部地段受侧向风化影响，厚度较大，厚度0.5~3.5m，层底高程318.42~365.44m。

中等风化砂质泥岩：岩石相对较完整，裂隙发育一般，部分裂隙面浸染暗黑色、暗褐色铁、锰质氧化物，岩芯呈短柱状、柱状，岩性相对较硬，砂质泥岩具有遇水软化，

失水易崩解的特性；本次勘察揭露的最大厚度为 39.80m。

砂岩：浅灰色、灰褐色，细粒结构，孔隙式泥质胶结，中-厚层状构造，岩层产状近于水平，倾角 1-3 度；钻探深度范围内按其风化程度可分为强风化砂岩和中等风化砂岩。

强风化砂岩：岩石破碎，裂隙发育，岩芯呈碎块状，岩质较软，厚度 0.5 ~ 3.3m，层底高程 322.51 ~ 365.25m。

中等风化砂岩：岩石相对较完整，裂隙较发育，岩芯呈柱状、长柱状，岩质相对较硬，本次勘察揭露的最大厚度为 4.70m。

③地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），场地设计基本地震动峰值加速度为 0.05g，动反应谱特征周期为 0.35s，对应地震基本烈度为 VI 度，区域构造稳定性好。

④水文地质

根据地下水在土层、岩石中的赋存条件和岩性组合，场区内地下水主要为上层滞水和基岩裂隙水。

a.上层滞水

上层滞水主要赋存于第四系全新统素填土层中、其次为局部粉质粘土内，主要接受大气降雨及沿线施工排水下渗补给，在接受补给后，以向下渗透及蒸发的方式排泄。该类地下水主要受季节性影响，具有分布水量小、无统一稳定水位、水位变幅较大等特点。在部分钻孔内遇见少量上层滞水，分布地表下 1.8m ~ 9.1m。

b.基岩裂隙水