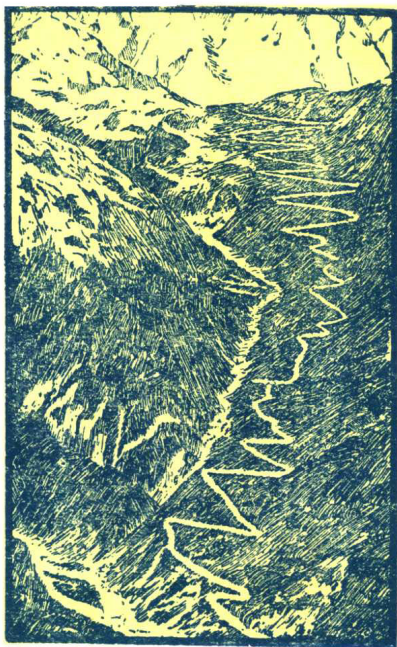


87.354

B-L-L

本



山区道路

[苏联]A.K.比鲁利亚著

黄 祝 寿 译

人民交通出版社

山区道路

A.K.比魯利亞著
黃祝壽等譯

人民交通出版社

本書介紹山區道路的特點，並系統地敘述了怎樣在山嶺地區敷設道路和建造山區道路上其他的構造物。

作者詳細指出了在選綫和修筑過程中應注意的事項；還談到在某些難以修筑通車道路的地區鋪筑駁運路的方法等等。

本書可供修筑道路的工程技術人員及山區省縣（市）交通建設部門參考。

山 區 道 路

А.К.БИРУЛЯ

СТРОИТЕЛЬСТВО

ГОРНЫХ ДОРОГ

ДОРИЗДАТ ГУШОСДОРА НКВД СССР

МОСКВА•1943

本書根據蘇聯道路出版社1943年莫斯科俄文版本譯出

黃 祝 壽 等 譯

人 民 交 通 出 版 社 出 版

（北京安定門外和平里）

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六號

新華書店北京發行所發行 全國新華書店經售

人 民 交 通 出 版 社 印 刷 廠 印 刷

1957年6月北京第一版 1964年9月北京第三次印刷

開本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張：3 張

全書：69,000字 印數：4,001—5,300冊

統一書號：15044•1199

定價（科六）：0.40元



目 录

1. 山区道路的特点及其建筑标准..... (1)
2. 小路与临时性道路..... (7)
3. 地質作用..... (10)
4. 沿山区河谷敷設路綫..... (11)
5. 跨越山区河谷..... (19)
6. 越过山脊与埡口的路綫..... (27)
7. 在山坡上敷設路綫..... (34)
8. 跨越泥石流与冲积錐..... (43)
9. 小型泄水構造物..... (57)
10. 在滑坍地段敷設路綫..... (66)
11. 在岩堆地段敷設路綫..... (70)
12. 在雪崩地段敷設路綫..... (75)
13. 隧道..... (80)
14. 山区道路的路面..... (85)
15. 山区道路的施工組織..... (89)

1 山区道路的特点及其建筑标准

山嶺地区表征着特殊的地形和地質現象。地質現象，尤其是侵蝕过程，在山嶺地区变化甚为剧烈。凡在短距离内地形高差很大，坡度很陡，以及具有深而曲折的河谷等地区均属于山嶺地区。地形标高拔海超过 200 公尺时，一般均認為属于山嶺地区。

根据技术规范，凡是沿着山峽或陡峻山坡，或越过山脊（翻山道路）所敷設的路綫，都是山区道路。现在还没有一个精確的定义，可以恰当地划分某一段路綫或某一个地区属于山嶺路綫或山嶺地区。应该补充說明，在山嶺地带，有个别区域极小部分是断裂地形，很大部分則近似于丘陵地形。

任何路綫都应该保証車輛以規定速度行駛时的安全、順适与便利。路基和構造物都應該是安全而且穩固的。

質量优良的路綫是根据轉角少、弯道半徑大以及极限坡度最短来判断的。

保証在規定速度下的行車安全，是对于路綫的一項最重要的要求。在山区道路上的行車速度，常常为小半徑曲綫多、視距不足、行車道不寬以及上下坡多等等所限制。

使汽車在每公里內轉弯数量最少、每公里內轉角度数总和最小以及汽車速度变换次数最少的路綫，才被認為是較好的路綫，路綫上沒有陡急下坡也是一項很重要的要求，因为这种下坡对于行車是很危險的，特別是在冬季。

断裂的地形与地質作用，对于滿足山区路綫在平面和縱断

面上的要求是一种障碍。如果要充分满足这些要求，势必使修建路基和构造物的工程量极大，因而每公里造价要比平原区和丘陵区的道路超过很多。

这样，在山嶺区敷設道路，就要求满足两种相互对立的要求：一方面使路綫稳固并在平面和縱断面上順适，保証在較大速度下的行車安全；另一方面又要使道路（連同構造物）的造价为最低。

为了避免过份地增加山区道路的造价，应采用下述簡易标准。

由于山嶺区地形和地質的特殊性，在山区道路中以下列一些特点最为显著：

a) 平面上的曲折，表現为一公里內曲綫多和平均轉角度大。为了避免很大的土石方工程，路綫在平面上必須与地形的曲折一致。曲折的路綫使汽車經常地轉弯，降低行車的安全，而且使司机疲劳；

6) 为了避免大量的土石方工程，在地形陡峻曲折的地方，势必設置小半徑曲綫，因而限制了視距。在小半徑曲綫必須設置超高和加寬行車道，并且严格限制行車速度。

小半徑曲綫数量多时，会在汽車相遇或超越时增加避車的危險性，行車道上有泥和雪时，会使汽車向側面滑溜，并且会使汽車輪胎磨耗增大；

b) 在翻山爬坡时，有很多的上坡和下坡，这些上下坡道常常也是很長的。經常輪流地上下坡，就要求行車速度也經常地变化。較多的陡上坡会使燃料消耗大大增加，而这些消耗不会因有下坡而抵銷，因为为了保証行車安全，大部分的燃料必然还要在发动机上消耗掉。陡而長的下坡路綫，在冬季有冰雪复盖时，还会使行車发生危險；

г)道路跨過山区水流时，会有很多的小型人工構造物；

д)在高山地段有大量的雪堆；

е)路基稳定与行車安全，受到泥流、滑坍和岩堆的威胁。

从上述特点可知，山区道路的设计与施工，要求有广泛的技术知識，对于一切地形与地質条件，必須全面地加以考虑。

在修筑山区道路时，必須遵循下列技术标准，对Ⅱ級和Ⅲ級道路，采用1938年所出版的公路总局制定的技术规范；对Ⅳ級和Ⅴ級技术等級的道路采用1939年出版的俄罗斯苏維埃联邦社会主义共和国公路局制定的技术规范（表1）。

山嶺区公路技术标准①

表 1

标准项目	級 別			
	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
在曲綫上的設計速度.....公厘/小时	40	30	25	20
桥梁設計荷載	H-10	H-10	H-10	H-10
	H-8	H-8	H-8	H-8
				H-6
最大縱坡	6	7	8	9
特殊縱坡	7	8	9	10
行車道寬度	6	6	5	3.5
路基寬度	8	8	7	6
平曲綫最小半徑	60	35	25	15
平曲綫推荐半徑	120	70	50	30
平面視距	50	40	30	30
縱断面視距	25	20	15	15
凸形豎曲綫标准半徑	250	150	100	60
凹形豎曲綫标准半徑	250	150	100	60
桥梁淨空：				
а)木桥和永久桥加寬淨空	6.5	6.5	6.0	4.5
б)永久桥标准淨空	6.5	6.5	6.0	4.5
в)木桥标准淨空	—	6.0	5.5	4.5

① 以上标准系苏联在1938、1939年时所制定的，当时是根据不同地形來制定不同等級的标准，現早已不采用这种分等的方法，因此本書所涉及的等級問題，須对照目前苏联及我国所訂的公路技術等級加以研究。——譯注

上述标准，在特殊情况下尚可降低，这就是說：Ⅲ級道路
在行車較少地段經公路总局許可后，行車道寬度可以定为 3.5
公尺，但是路基寬度仍应不小于 8 公尺。

山嶺区个别特殊困难地段，經公路总局許可后，可將Ⅱ級
道路的縱坡定为 8 %，Ⅲ級道路縱坡定为 9 %。

上述各种等級道路上的桥梁荷載，Ⅱ—Ⅳ級道路上木質構
造物为汽—8，石砌的、鋼筋混凝土的、混凝土的和金属的構
造物为汽—10，Ⅴ級道路上木質構造物为汽—6。

由于山嶺区在短距离內的地形标高相差很大，所以不得不
設計長上坡（或下坡），所謂長上坡就是有最大坡長而且長度
超过2000公尺以上的上坡路綫。在最大長上坡地段，必須每隔
2 公里插入一段不大于 2 %的緩和坡度。在Ⅱ級路上此种緩和
坡度的長度应不小于 100 公尺，Ⅲ級路上不小于50公尺。在Ⅳ
級和Ⅴ級路上，每隔 600 公尺，設一段不小于50公尺長的緩和
坡度。

長下坡的尽头，不准許設置最小半徑的曲綫。在此情况下，
应当規定半徑不小于最小推荐半徑，并且須作防护設備。

在路塹內，不准許修筑水平地段。在任何情况下，边溝坡
度应不小于 0.5 %，以保証其排水。

在山区路綫中，曲綫要占全路綫長度很大一部分。汽車
道路上設置曲綫的理論，在專門書籍中都有所論述。

在公路曲綫上，必須加寬行車道，設置超高及緩和曲綫。

在弯道半徑为300公尺及300公尺以下时，可依照表 2 来加
寬行車道。

行車道須从曲綫內側加寬，同时要逐漸加寬，俾使在主曲
綫开始处达到全部加寬。Ⅱ至Ⅲ級道路逐漸加寬長度与緩和曲
綫長度相等。車輛帶有拖車时，所有曲綫的加寬，要特別按照

表 2

半 徑 (公尺)	加寬(公尺)	半徑(公尺)	加 寬 (公尺)
15	2.5	70	1.3
20	2.2	100	1.0
25	2.0	150	0.7
35	1.8	200	0.5
50	1.5	300	0.3

帶有拖車車輛的轉彎度加以計算。

在瑞士和法國，行車道是從曲綫外側加寬的。這種情況在下述場合對山區道路是有利的：a) 靠山一方凸出不堅硬的土壤，山下方須使用擋土牆，b) 靠陡崖一方凸出的是岩石，下方可不設擋土牆。必須按照曲綫上加寬行車道的情況來加寬路基。

行車道略為加寬可佔用路肩，但路肩的剩餘寬度，不得小於0.5公尺。

技術規範指出，曲綫上的縱坡折減應根據下列公式計算：

$$\Delta i = 0.03 \left(1 - \frac{R}{\rho} \right)$$

式中： $\rho=200$ 公尺（山嶺區）。

以上公式係由粘結條件推出。

陡坡上的曲綫行車道，其內側邊緣的縱坡要比中綫縱坡大些，因此縱坡折減可得出下值：

$$\Delta i = \frac{b}{2R} i$$

汽車如靠近行車道的內側邊緣行駛，即將在大于最大允許的坡度上行駛。不論怎樣，對於冬季有冰凍的路面地段，應該推荐將曲線上的縱坡減小，因為當道路溜滑時，在曲線地段剎車困難，汽車在下坡路上是很危險的。

在坡度大于30%的山坡上，當曲線中心設在懸崖方面時（即山外方——譯注），行車道應向山內方做成1%的橫坡，而且彎道須採用最小推荐半徑。

當半徑小于推荐半徑時，即應限制行車速度。當曲線中心設在山內方時，即按標準規定設置超高。在山区道路上設置超高及緩和曲線，仍按一般准則辦理。

山区道路的特點，是在大部分路段上或整條路線上沒有夏季道路。

在大部分路段上因山地條件的限制，用地兩邊是不能獲得利用的，例如通常供作特殊型式馬車行駛和停歇之用的地方和設置停車站的場所等等。

另一方面，為了使路基造價便宜，在相當長的地段內，須將山区道路的路肩寬度減窄，因此，山区道路的路肩，不能象在平原區的路肩一樣可以供超車和強迫停車時之用。山区道路沒有足夠寬的行車道，這是特別明顯的缺點。絕大部分的道路有這樣的情況時，總是要採取設置專門地段和加寬行車道的辦法的。

為使能夠超越大型馬車或與這些馬車錯車，建議可在最便利而且不需要多量的土石方的地方加寬路基。為使汽車和馬車在路上有地方停歇，在10~20公尺長的地段內將路基加寬2.00~2.50公尺，就可供汽車和馬車被迫停留之用。這種加寬尤其需要推荐使用於長坡路線上，因為在這種地方，車輛要從路基上開下來是絕不可能的。

一公里內可加寬 1~2 处，每一加寬部分犹如棋盤的式样。在陡坡上弯道处，桥梁的引道以及隧道入口，都同样必須設置車輛停留場地，該地段必須表面平整，且与路基相联接，并可容納下 2~3 輛汽車。

2 小路与临时性道路

在山嶺区，修筑行駛車輛的道路如有困难，可以利用已修成的小路进行駄运。

在山嶺区，利用馬、驢、騾子和少数駱駝作为駄运的負重力。兽力駄运的載重量，視小路的縱向上坡情况、行走速度与駄載的方便与否而定。

表 3 中列出使用馬匹駄运的載重量。

表 3

上坡坡度以角度計	最大載重量与自重的比例	馬行走的平均速度 (公里/小时)	每一标准工作日行走里程总计 (公里)
10°以下	0.3	4.5	36
10—15	0.3	3.5	28
15—25	0.275	3.0	24
25—40	0.24	2.0	16

騾子的載重量，按其与自重的比例要比馬載的大 20%。上坡路角度小于 10° 时，驢子的載重量为自重的 0.6，駄載物的寬度不大于 1.20 公尺，駄載物在馬背以上的高度不大于 0.35 公尺。

在窄狹而有陡上坡的小路上，馬要一个跟一个分开地行走。在較寬的小路上，馬与騾子常常并排地行走，前后兩对相

隔距离是4公尺。运输驮载物的小路，可用简单的方法扩修为1—1.5公尺宽的道路。

为使兽力驮运（马、驢）在相遇时有避让的地方，必须把小路加宽到3公尺，或者利用天然场地与平坦山坡做为避让的地方。

在森林里山坡边缘上垂直的或很陡山坡脚下修筑小路，必须保证有足够宽的净空，以便驮载物通过。马匹驮运（单行）宽度应不小于2公尺，这样就可以避免驮载物在树上或峭壁上撞击，骑马通行的净高，应不小于2.5公尺。

在小路有足够的宽度并按照驮载物通过的需要而加宽的净空能得到保证的条件下，曲线可以用3~5公尺半径；马匹驮运的小路纵坡应不超过35%。

修筑小路时，要先在地图上进行研究，然后在实地上选定小路的最有利的方向和路线。要在通过河谷最便利的地方和在具有平缓山坡的最低山垭处选择小路的路线。选定小路时，要避免淹没地区，泥石流区域，岩堆，落石雪崩，难以通行的森林，不稳定的陡坡以及沼泽地区。

在小路的道上，需将树木灌木丛和石头清除掉，尤其是有稜角的和个别的地点都须加以平整。在沼泽地区可用石料和沙子填铺。有时铺上木棒和枯树枝等等。山区河流，照例都可以涉水而过。

跨过窄而深的峡谷时，可建筑最简单的索桥。在峡谷底部的河槽水流不大时，就有可能沿峡谷底修筑小路，但在河槽里要没有大的石头堵住以及没有急流和瀑布时才行。

为便于马车行驶（两轮马车），要求小路路幅的宽度扩修到2~2.5公尺宽，净空应不小于2.5公尺。小路纵坡大于15%时就不大适宜。曲线最小半径，应不小于5公尺。小路的表

面，为便于車輪駛过，應該要比駄运路平整些。

測定小路时，每經 8 ~ 12 公里，要考虑在小路近旁布置駄运牲口飲用的水源和放牧地点。

修筑临时性的山区道路，有以下三种用途：a) 为供应建筑道路或其他構造物工程而修筑的临时便道；б) 作为第一阶段的工程（初期道路）而修筑的道路；в) 按照特殊任务，适用于軍事国防的路綫。

临时性的山区道路，是按照适合于在这条路上实际通行的运输类型所規定出来的簡易式技术标准来修建的。專門用途的临时性山区道路的技术标准，大概如下：

a) 單行的行車道寬度为 3.5 公尺；

б) 路基寬度为 5 公尺，而且在山坡上和半填半挖处路基全寬中的 3 公尺寬部分，应在密实土上修成半路塹；

в) 山坡一方的路基橫坡为 3 %；

г) 行車道只須用礫石在两个輪軌寬度內加固，道路最大縱坡为 9 %，但在特殊情况下可为 12 %；

д) 曲綫最小半徑为 15 公尺，在地形困难情况下的迴头曲綫上，不应小于 7 公尺。

應該指出，当有重型貨車行駛时，曲綫半徑在任何情况下均应不小于 15 公尺。

汽車相遇时的避車道，每公里內应不少于两个，它的長度是 6 公尺，寬度 2.5 公尺。

汽車成队行駛时，每公里內需修建一个較長的避車道，并須考虑到有 25 ~ 30 輛汽車在該处停歇。

对于軍事性小路和大車路，推荐应用下列技术标准（表 4）。

表 4

标 准	人行小道	驮 运 路	大 車 路
單行道寬度公尺	0.75	1.50	2.5—3.0
双行道寬度公尺	1.50	3.0	4.5—5.0
最大縱坡度%	35	35	12
最小曲綫半徑公尺	2	5	10—15

3 地 質 作 用

在解决山区的道路工程問題时，地質占首要地位。山嶺地区的地質变化过程頗为强烈，地質現象也很明显。

在山区內敷設路綫，是在很多不同地質条件的环境下进行的。路綫的稳定与坚实，主要取决于地形的稳定和岩石的层理。滑坍，岩堆，崩坍和泥石流，不断地使山嶺区地形起着变化，同时，也就使如何保証路綫稳定的問題更加复杂化。

山嶺区的特征是虽小而为数众多之水流的强烈活动，由于这些水流的作用情况特殊，它們是具有很大的破坏力的。

大气因素的强烈活动，对岩石起着破坏作用；由于这种破坏作用，使大量的风化生成物积聚下来，山水把它們从一些地方帶走，在另一些地方又堆积下来。

山区河流的特性是极不固定而且变化无常。

在山嶺地区最显著的是特殊复杂的地質構造和在短距离內地質层理与地壳性質的变化。

上述一切，造成了变化复杂的地質状态，而道路工程就在这种状态下进行，因此，必須根据足够詳細的地質和水文調查

来决定山区道路工程。地質調查的目的是：

a)根据沿途所遇到的岩石稳定性，研究路綫的坚实程度，調查滑坍，岩堆，崩坍，落石，喀斯特，塌陷，地震，泥石流，冲刷以及其他等等現象；

b)根据从施工和造价观点上所做出的决定，編拟这些地段修筑路基和各項构造物的指示和方案；

c)研究在路基底下的或作为建筑路基用的土壤和岩石的建筑性質；

d)研究各項构造物基础下土壤与岩石的特点及性質；

e)探尋修建路面和各項构造物的料場和建筑材料产地。

进行野外地質調查时，除靠研究天然露头外，还需采取鑽探和坑探的方法。

4 沿山区河谷敷設路綫

在山嶺区測定道路的一般方法，是常常需要利用河谷，由于山嶺地区的居民点大半数集中在河谷內，因此，为居民服务的道路，就要敷設在这个河谷以內。

利用河谷来測設道路，在任何情况下都是方便的，主要的原因是河谷的縱坡不会超过山区道路所能允許的縱坡，同时，縱断面不致有突然的轉折。仅仅在河谷最上游和某些較短的河谷中，河谷縱坡才会很大。在山区河谷中，有充足的石料和礫石，也有充足的水源可以供工程上使用。

另一方面，由于在河谷底部兩側和山坡上水流的强烈活动，河谷中的地質条件，对于敷設路綫，不一定常常是有利的。

某些河谷的急湾，使測設路綫变得复杂化。山区河流中游

和下游地段的河谷是比較寬的，而且具有或多或少的淺平的底部。在這個底部範圍內，河水為本身開辟出河槽，有時又分成幾個支流。河岸從河谷底部上升時就比較陡些。河谷底部，在某種程度上，是由礫、卵石沉積而成的。在河流較大的河谷中，有遠古和現代礫石形成的沖積層階地，以及坡積粘土和大粒碎屑物形成的階地。

這些山區河谷地段的縱坡，一般不超過 3 ~ 5 %。順着這些河谷的河岸低處測設路線時，要考慮到路基必須離開河谷底部中時常變遷的河槽，並且要提高路基超過洪水位。同時，路線不應總是隨着河岸的所有曲折形狀前進，而且要避免繞進側面的河溝和河谷。但是，如果能沿着河谷底部較高地段通過路線，而且盡量離開作用河槽，這種取直還是可能的。假定河谷具有穩定的岩石所形成的階地，而且表面也相當整齊，那末，可以適當地將路線提高到這種階地上，但是要離開這些地方的斷崖，以免受河流沖刷崩落的危險。

至於路線究定在哪一個河岸上的問題，要根據當地地形條件、地質條件和居民點分布狀況來解決。

應該選定這樣一種河岸來敷設路線，它具有適宜的而且相當寬的階地或楔形地帶，在這些地方沒有滑坍、崩坍、落石、雪堆和沖積錐等等，而跨越水流，尤其比較大的水流的次數也最少，河岸上還有作為路線控制點的居民區。

如果有適當的橋位，而橋梁造價又不大時，路線可以按照河岸在河谷中某些地段的特點，先後敷設在這一岸和另一岸。

由於在高級路上有大量車輛行駛，故不僅不應該而且也不推薦讓路線在居民區中間穿過。尤其不推薦將路線穿過山地居民區內的既窄狹、彎曲而又錯雜紊亂的街道。因為路線在同一河岸繞過居民區，常常會發生困難（河岸地帶窄狹）並且受到

路線提高的限制，所以推荐將路線設在对岸，另外修建桥梁和道路来專为这个居民区服务。

如果能够防止河流冲毀与冲刷河岸，沿着河谷最低部分設路線，从土方工程着眼是适宜的。在个别河谷地区，河槽緊靠着河谷岸边，在河谷底部，几乎没有修建路基的地方。加固这些地方的河岸，以防止路基受到冲刷，修筑导流構造物，并把河槽从受危害的地方引开，都是可能的，但是費用很貴，尤其是在大山区河流上。將來在使用的时候，这些構造物还需要很大的修理和养护費用。因此，考虑到山区河流的汹涌而且多变的特点，应该只能在距离不長的地段偶尔地采用这种方法。

由疏松的冲积层和坡积层組成的河岸，大半会被河水冲毀，因此，河岸可用以下方法进行加固：a)抛石和砌石护坡，所用石料的尺寸是根据水深和流速来决定的。水面流速为4~5公尺/秒，水深为5~6公尺，坡度为1:2，石料尺寸可規定为0.3~0.4公尺；水面流速为2.5~3.5公尺/秒，水深为2~4公尺，坡度1:1，石料尺寸則应为0.2~0.3公尺；6)梢輓鋪砌，長为5~10公尺，厚約0.7公尺（內填石料）；B)采用中亚細亞广泛流行的橋槎加固，这种橋槎是由3~4根圓木做成的角錐体，高度为2~4公尺，角錐体底部，用填以石料的梢料做成平台，橋槎沿着河岸安置成一排或数排，使它們互相联系，并以石料填充到必要的高度；当发生冲刷时，橋槎就沉坐下去；r)用沉籠加固，沉籠由鉄絲編成，中間实以石料；A)用石梢加固即以內填石料的多层梢料层进行加固。

上述構造物，都需要进行养护、修理和更換的工作。

在河槽貼近河谷岸边的地方，把路線由这一岸轉到另一岸，或者把路線提高到山坡上，二者都是比較妥当的。路線提高到河谷的斜坡上，只有在山坡是由不怕冲刷的坚实岩石所構