



四川省交通厅 編

架索道

人民交通出版社

本書介紹四川省山区各地架空索道運輸的經驗，及有關資料，主要內容分四方面：一是架空索道的特点、种类、性能、安編制；二是架空索道选綫与定点、滑車与运貨貨廂的結構和游輪、游繩、刹車、支架、托架、防震等裝置；三是架空索道的动力化；四是操作时应注意事項。此外，还附石棉礦区索道運輸情况。可供各地在山区安設架空索道时學習参考。

架 空 索 道

四川省交通厅 編

*

人 民 交 通 出 版 社 出 版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版业營業許可証出字第〇〇六号

新 華 書 店 發 行

人民交通出版社印刷厂印刷

*

1959年7月北京第一版 1959年7月北京第一次印刷

开本：787×1092 1/32 印張：1 1/2 張

全書：42,000字 印數：1—1,400 册

統一書号：15044-1336

定价(9)：0.21元

目 录

前 言	2
一、架空索道的特点	3
二、架空索道的种类及性能	4
三、选线与定点	7
四、架空索道的安装	10
五、架空索道的编制	16
六、滑车结构	22
七、运货货厢结构	25
八、游轮、游绳、刹车装置	27
九、支架、托架及张紧装置	30
十、索道的动力化	35
十一、有关操作注意事项	37
附四川省石棉矿区架空索道运输情况	39

前 言

架空索道在我國民間已有悠久的历史，根据零星可查攷的資料，远在唐、宋就应用了架空索道，在宋朝甚至于用作娱乐的工具；据宋人庄季裕在他所著“鷄肋編”中記当时盛况說：“……宁州城倚北山，遇上元节，于南山之巔維一繩，下达其麓，以瓦缶盛薪火，貫以环索，自上墜下，遙望如大奔星，土人呼为‘慧星灯’……”可見架空索道在宋代已有相当发展。

西南边陲地区，由于山险流急，历年来很多地方都利用架空索道作为山区的交通运输工具，一般人称之为“溜索”，用以代替桥梁渡船，溜送人、畜及物资等，以解决一些地区山险、流急、无法修路、造桥、行船的困难，如甘孜、阿坝及昌都等地区內，現尚存有少数这样的“溜索”，作为山区的交通运输工具。

架空索道虽在我國民間已有悠久的历史，但由于历代封建王朝的反动統治，从来没有重視“架空索道”在山区民間交通运输的作用，任其自生自灭，最多也不过作为所謂“士大夫”階級的娱乐工具而已。解放以来，党和政府关心山区交通建設，架空索道才被发掘出来，大量运用在交通运输上。早在进军西藏和修建康藏公路时，即架設和运用了架空索道；第一个五年計劃建設开始，索道更被正式运用担任矿区生产运输，如石棉等矿区就以架空索道来解决矿区的交通运输問題。1958年全国展开以鋼为綱全面跃进以来，架空索道在解决矿区的运输上起了很大的作用，江彰觀霧山矿区現場會議証明了架空索道确是投資少、收效快、解放勞力、消灭人背肩挑的好运输工具，
收集这方面的資料，作有系統的介紹，供各山区研究、解
的参考。

一、架空索道的特點

架空索道主要是利用自然的山勢，架設一條索道，利用物資本身的重力作用，从上而下，通过索道溜滑运输下来；由于索道在空中架过，所費的工程最小，而对地形的适应最大。它主要的特点有：

1. 建設省工、省时、省料、省錢 在建設各类交通設備中，架空索道是比較省工程、省時間、省材料、省錢的。在山区交通建設中，設公路的平均坡度为 5 % 时，高差 200 公尺的情况，需修公路 1 公里，但架設索道只需 200 公尺的索道一付，無論在修建的時間、所需土石方工程、耗用材料及金錢上，索道約节省 10~100 倍。

2. 運輸成本低 架空索道可以利用所运送的物資的重力，自然下滑，毋須消耗动力和燃料，所以運輸成本很低。根据四川省石棉矿的資料，以完成日运量 500 吨計算，索道支出为 100 %，汽車則为 1700 %，人力則为 3100 %。^① 茲將詳細情况列下，以作比較。

(1) 索道运输：27 个点，每点以作业人員 3 人計，共需 81 人，工資以平均 4 級工、每月工資 48 元計，81 人每日平均工資共为 129.60 元；索道折旧按总投資平均使用 3 年計，每天为 123.28 元；維修和保养以每天 50 元計，共計为 303 元。故以日运 500 吨計算，每吨運費为 0.606 元。

(2) 汽車运输：以矿区情况，每日每車往返 3 次，共需解

① 石棉礦区为鋼絲索道，其成本还較竹索道高 10~50 倍。

放牌車42輛，運費以目前0.273元/噸公里計，空駛費50%，共需5,159.70元。故每噸運費為10.32元。

(3)人力運輸：以矿区平均運距25公里計，每人每天僅能往返1次，每次以運60公斤計，完成日運量500噸，需8400人，以普通工日工資標準1.15元計，共需運費9,660元，故平均每噸運費為19.30元。

3.受自然影響小 架空索道適宜山區地形，同時不易受氣候、水文、地質等條件影響，特別是在山區，冬季大風大雪大霧，雨季洪水、泥濘……等，對交通影響很大；但索道所受這些影響較小，即使在惡劣天氣，如霧、雪、雨等，仍可發揮其運輸效率，不象汽車和人力，在冰雪、泥濘、大霧中運輸有困難。

4.運輸綫路最短，時間最經濟 架空索道在山區來說，可以說是最短、最經濟的運輸綫路，無論人行道、車行道、公路，都不會有架空索道那樣短的距离。因此在運輸時間上也是最節省的。

5.結構簡單，架設方便，掌握容易 架空索道的結構極為簡單，任何木工一看就會作，隨處可以安裝，用時架起，用完可以拆去需要的地方架設；使用架空索道，沒有複雜技術，任何人都可以很快學會使用並掌握。

二、架空索道的種類及性能

1.按索道材料分：

(1)竹索道——用竹子破成篾編成竹索（即一般所稱為牽藤）；或用楠竹破成竹條，互相疊接，用螺絲緊定，成竹條索道。由於山區多半產竹，可以就地取材，一般人均能編制，制

作方便，同时竹价低廉。質輕耐用，确是符合于小土群的方針，一般載运量約在100公斤左右，如使用保养較好，竹索壽命可达4~6月。

(2) 鉛絲索道——用6号或8号普通鍍鉛鉄絲絞制成索，在載运量100公斤以下，仅用6号鉛絲1根作載运繩即可；如用8号鉛絲，可以5~7股絞結成繩，載运量可达100~120公斤左右。由于鉛絲的磨阻較小，运行速度略高，同时因鉛絲受自然影响較竹索为小，使用時間較久，在一些高寒不产竹的地方，极为适宜，可解决缺乏竹子編制竹索道的困难。

(3) 鋼絲索道——用9.2公厘~20.5公厘各种直径的鋼絲繩架設；由于鋼絲繩質量較佳，最大破断拉力可达3800~5000公斤，可以架設跨距較大的索道，同时載运量亦可达200~700公斤，較大型的可达1000公斤以上，适合于量大、长期的运输需要；但架設成本較高，所需材料亦較高，目前尚不能大量推广建設。

2. 按架設情况分：

(1) 单跨距索道——全部索道只有起点和終点有支撑，从起点到終点只有一个跨距，所以称为单跨距；其距离一般較短，竹索道在100~200公尺左右，鋼絲索道在200~500公尺左右，但設備裝置均較簡單，运用也較方便，适合于短距离或較临时性的运输使用。

(2) 多跨距索道——結構如图1所示。全部索道除起点和終点有支架外，中途还有很多支撑点，以便把索道的距离增长，以适应长距离的远途运输需要；由于中途有支架，因此索道距离可以长达几公里至十几公里，并可以适应地形轉弯及上下坡，越过山峰，結構虽略为复杂一些，但能适应长距离远程运输的使用，其运用范围較广。

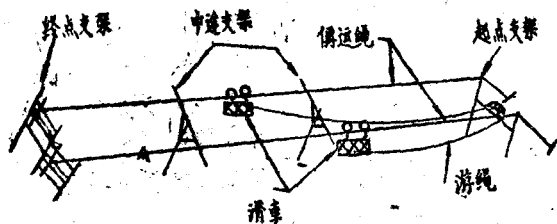


图 1

3. 按动力情况分:

(1) 重力索道——纯粹利用索道上所载运物资本身的重量及索道的坡度，自上向下自行滑行运输的，结构简单，不消耗什么动力或燃料，就可以把物资运下，架设方便，成本低廉；但只能适于由上运下的顺坡运输，不能适应由下向上运或平坡运输的情况。

(2) 动力索道——利用各种机械动力、水力、畜力或人力牵引滑车，载运物资在索道上行驶；由于具有动力，适应范围较大，不但可以顺坡，也可平坡和逆坡运输，不受地形限制，结构较为复杂，需要消耗一定的动力或燃料及一些保修设备，适于量大和永久性的运输需要。

4. 按索道数量分：(指载运绳而言)

(1) 单索道——只有 1 根载运绳作为单线运输；它的优点是索道的需要量达到最短和最少，100 公尺距离只要 100 公尺多一点的载运绳，架设安装均极节省，如能采用循环式的运行方法，它的运量并不低于双索道。

(2) 双索道——有 2 根平行的载运绳作为运输；因为是双绳，运效较大；同时在相同的使用情况下，索道磨损较单索道为小，其使用适应范围较广，所需索道仅较单索道增加 1 倍，但运效较高。

5. 按运行方式分:

(1) 往复式——索道上的滑車是一上一下往复运行，每上下来回一次运输一次，即每根载运繩上的滑車要上下来回往复一次，才能运输一次；装置结构较为简单，如图2所示；但运量较循环式为小，它必需待一方到达终点，卸载完毕后，才能进行第二次运输，效率略低于循环式。

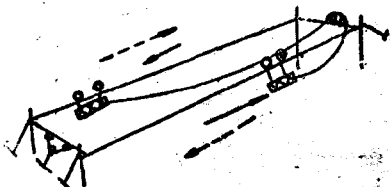


图 2

(2) 循环式——载运物资的滑車，在两根索道上

上（如单索道的1根是载运繩，另1根仅是返空繩）始终保持

一个方向的运行，即是

1根索道始终保持重载

下行，另1根索道始終

保持空载上行，如图3

所示。其特点是可以連續运放，毋須象往复式

需要等一下卸载后，再

运，运效较高，适合于

运量較大的要求，但結

构上略較复杂。

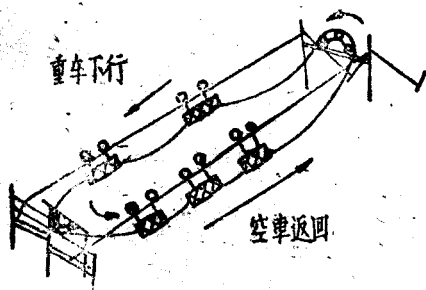


图 3

三、选线與定点

1. 选线定点的基本要求:

(1) 选线与定点，应从经济适用上考虑，不能单从技术上要求，在决定起点与终点及整个线路时，应考虑索道与其他运输工具的互相衔接，起点最好呈扇形，以便由面到点，由点到

綫的集中利用索道。

(2) 綫路应避开住房、工作区域、人行道、公路桥梁等，以防万一发生事故，造成损失；如无法避免，应作直角交叉越过，决不能相併平行；并应安装防护設置如木棚、木架等，或将人行道等进行改綫，以策安全。

(3) 定“点”时，应尽量利用有利的地形如凸出的山崗等，能使通过的索道下方，有足够的淨空，以便滑車运行，如图 4 所示；同时可以避免由于淨空不够而必需进行一些土石方工程的修整綫路，以資省工、省时、省費用。

(4) 单跨距的索道选綫，应尽可能避开山脊綫，利用山凹綫，以求索道下能有較大的淨空，防止滑車运行时触及地面。

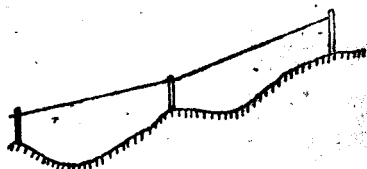


图 4

(5) 多跨距的索道选綫定点，应尽量利用山脊綫，各个支点均应在山脊上，如图 5，以免在支撐支点时要作很高的支撐，一則費工，一則不很牢固。各个点的位置应大致相等，不至使各跨距相差过多，以便保持基本一致的运行速度。

(6) 决定綫路及决定点时，应选几条不同的路綫进行比较，选择在經濟上、技术上和运行時間上最好的綫路进行施工。

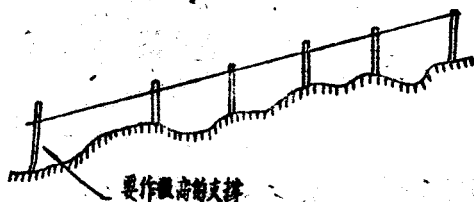


图 5

2. 选綫定点的技术要求:

(1) 坡度——架空索道主要是利用运載物質的重力自然下滑, 所以索道的坡度极为重要, 是决定滑車运行速度的主要关键之一(另一个主要关键是載运量)。坡度小了, 溜动速度慢, 甚至于溜到中間溜不动; 坡度大了, 溜得快, 冲击力大, 不容易控制, 对弯道、滑車都易引起碰坏。所以坡度过大过小, 均非所宜, 原則上长的索道(在 100 公尺以上的竹索道)坡度应大一点, 短的索道(在 100 公尺以內的竹索道)坡度可以略小一点。大致要求如表 1。

架空索道对坡度的要求表

表 1

顺 序	材 料	跨 距 式	一 般 坡 度	最 适 宜 坡 度
1	竹 索	单 跨 距	$16^{\circ} \sim 30^{\circ}$	22°
2	竹 条	多 跨 距	$6^{\circ} \sim 22^{\circ}$	$13^{\circ} \sim 15^{\circ}$
3	鉛 絲	多 跨 距	$10^{\circ} \sim 50^{\circ}$	$15^{\circ} \sim 30^{\circ}$
4	鋼 絲	单 跨 距	$16^{\circ} \sim 25^{\circ}$	$18^{\circ} \sim 22^{\circ}$
5	鋼 絲	多 跨 距	$10^{\circ} \sim 25^{\circ}$	$12^{\circ} \sim 22^{\circ}$

(2) 长度——架空索道的长度, 除应根据地形与需要决定外, 并应考虑其質量和重量。竹索道不应过长, 单跨距索道也不应过长, 过长則下垂弧度大, 滑車运行容易撞及地物; 多跨距索道可以拉长, 但其每个跨距应較单跨距所容許的为小, 索道长了, 本身重量也重, 下垂弧度大, 对坡度要求也較大, 对本身質量要求也較高。一般情况如表 2。

(3) 弯度(平曲綫)——单跨距索道不会有弯度, 只有多跨距索道才有弯度; 在原則上索道不允許有弯度, 一則綫路直

架空索道对长度的要求表

表 2

(单位: 公尺)

区 别	竹 索		竹 条		鉛 絲		鋼 絲	
	最 佳	最 大	最 佳	最 大	最佳	最大	最佳	最大
单跨距	100~150	250	60~80	100	60	100	350	500
多跨距	60~80	100	60	100	50	80	100	400

可将所需要的索道降为最短，二则可使滑车运行时间缩短为最短，三则可避免滑车在重载下坡转弯时因速度过快甩出索道。

但为了适应地形或需要，索道可容许少量的弯度，但弯道处应设法降速，即坡度降为 $6^{\circ} \sim 8^{\circ}$ ；每个弯处应架设支架，弯大的地方更应多架，以便可把弯度化为最小最缓。其情况如表 3。

架空索道容许弯度及运行速度表

表 3

滑车运行速度	公里/小时	5 以下	5 ~ 6	10 以下	10 ~ 20	20 以上
	公尺/秒	0.1~1.3	1.39~1.67	1.67~2.78	2.78~5.55	5.55—
弯 道 容 许 的 弯 度		8°	2°	$1^{\circ}50'$	$1^{\circ}30'$	0°

四、架空索道的安装

1. 清理线路 索道的线路决定后，应在已定线路上进行砍荒的工作，清除线路上的树木、树桩、乱石等障碍物，以免安装好后运行时游绳被挂住，或滑车碰及，发生危险。砍荒的宽度要求在 $2 \sim 3$ 公尺，为使砍荒符合要求，可采用起、中、终三点定线的方法保持线路的正、直，砍荒后不但扫清视界，便于

安装，而且架好后也便于滑车的运行。起点与终点由于需要作业场地，砍荒范围应略为增广一些。在起点、终点或中途如有自然树木可资利用作支架，应予保留，以便利用。

2. 进行土方 索道中的土方主要是起点的支架、终点的绞架和中途的支架，应按各种架子的宽、深、长度进行挖掘，特别是起点和终点，要进行一些整理作业场所的工作，需有适当的挖填工程；工程进行中，应充分考虑排水与防洪的问题，以免天雨或雨季山洪发生时产生冲崩冲触的情况；有时线路中间由于山埂，还有一些土石方工程必须进行，以防滑车运行时撞及。

3. 起点的支架安装 索道起点的支架安装必须要求牢固，能利用自然树木（其直径不得小于20公分）最好，不但省事，而且牢固。支架一般采用牌架式的，如图6，直径应在20公分左右，上端在预备缠绕竹索的地方应削一浅槽口，以免竹索缠绕时上下滑动；略下处可打樺斗入游輪支架，以便装置游輪。下部埋入土内之脚，应安装十字形地龙，以求稳固；埋入土内的深度不得少于80公分，并应夯紧填实；为了防止支架前倾，埋时可略向后倾斜，以便架起索道绞紧受力后不致前倾。竹索可用双套瓶口结的形式，拴在支架顶端浅槽口内，如图7，但应注意槽口

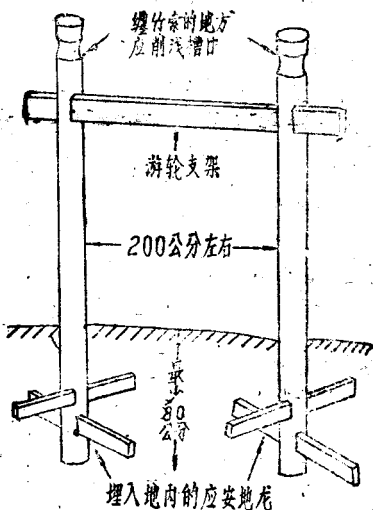


图 6

內不能有稜角，以防竹索受絞后发生折断情况。为了减少支架所受的拉力，可利用纏繞剩下的竹索拴在后面所打的桩上，如图8，桩打入地面最少为80公分。或可在支架后面横挖深80公

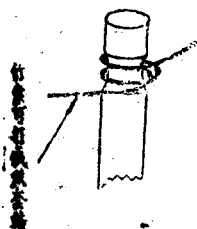


图 7

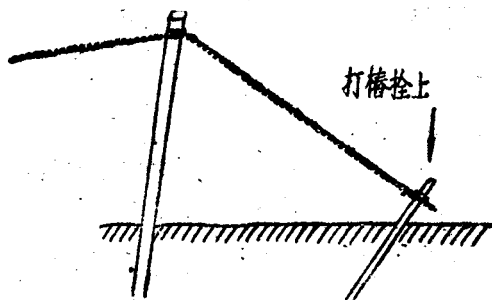


图 8

分丁字沟，把竹索纏在长1公尺、圆径20公分的元木上，埋于丁字沟內，填以大石块后填土夯紧。两种方法均可，埋丁字沟较牢固，但有部分竹索埋在土內，容易受潮变质损坏。为保证竹索牢固起见，可另用一段竹索或其他质量的拉繩，借以拉固支架。

4. 終点絞架的安装

索道的終点应安装絞架，用以絞紧索道。双索道均应用三柱双絞筒的絞架，

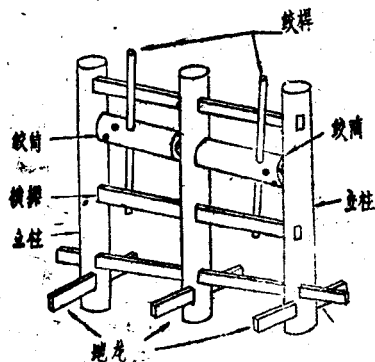


图 9

如图9，它的优点有三：(1)絞时较为省力；(2)可单独調整各索道的松紧；(3)可使絞筒絞架所受之力分开，防止事故。

用作立柱的木牌，其直径不应小于20公分，可用较紧实的

木料如松木、栗等作絞筒，
如图10，直径也应在20公分
以上，并应打3个直径5~
6公分的眼对穿过，以备絞
杆穿入絞动。絞杆应选用質
地坚硬的圓木如青杠木等，
其直径应在5公分左右，每

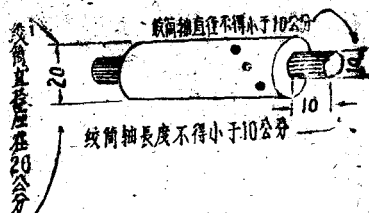


图 10

付絞架应配备4根以上絞杆，以便在絞紧时换用；絞杆如有損
坏，立即更换，以保证安全。立柱下端应装地龙，以便埋入土
中更为稳固，絞筒伸入立柱之軸，应求坚固耐用，其有效直径
不得低于10公分，长度亦最少不得小于10公分，以求使用时牢
固，不致折断；并不宜安装滾珠轴承，以免絞动时过于溜滑，
失手发生事故；也不得加注潤滑油；如发现使用时过于溜滑，
还应洒沙或鋸木面在其中，以增大其磨阻，使絞动时得力。

5. 索道的絞紧 索道在絞紧前，应仔細检查，起点的支架及
拉紧桩是否牢固，終点的絞架是否埋穩，絞筒是否結实，如图
11；絞杆应选用牢固的青杠木或鉄棍制作，以防折断发生事
故。担任絞紧作业的人員，应听从指揮进行絞紧或放松，不得
任意丢手或扳紧，非作业人員应远离絞架，以重安全。

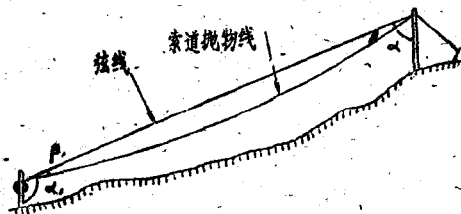


图 11

每个絞筒应备2~3个絞杆，以备2人同时工作，絞杆应

用 5 公分以上的有韌性的硬雜木制作，同時其長度不得短于 2 公尺，以免使用時費力。

索道的絞緊程度，原則上是要求緊些，但不能拉得過緊，以防在運行時折斷；因為索道本身有重量，必然會成拋物綫弧度下垂，所以索道難于絞成理想的直綫——弦綫——，其下垂的弧度應根據理論進行計算，大致上在短距離(100公尺以下)應絞緊一點，長距離可略松一點，坡度小時應絞緊一點，坡度大可略松一點，一般可容許其下垂弧度，在經驗上可根據其坡度(±)若干度作為標準，即是在起點支架加、終點支架減若干度，如圖11起點 $\angle\alpha + \angle\beta$ 、終點 $\angle\alpha - \angle\beta$ ，作為其容許下垂弧度，詳細計算見表4。這種方法較為簡易，但不十分精確；

索道允許下垂弧度表

表 4

跨 距 (公尺)(L)	索 道 絞 緊 所 允 許 下 垂 弧 度 (β)	
	鋼 絲 及 鉛 絲	竹 索 及 竹 條
100以下	0°~1°	0°~0°20'
100~200	2°~3°	0°20'~0°25'
200~300	3°~4°	0°25'~1°
300~400	4°~5°	——
400~500	5°~6°	——

在決定時，可用手水準或傾斜儀進行測量起點終點的弦綫，然後再測量索道絞起後距起點或終點 3~5 公尺的角度即可。用此法求得的下垂度還應結合索道的破斷拉力、跨距、坡度，進行考慮修正。

關於索道的破斷拉力可依據下列公式計算：

$$T_{\max} = \frac{qL + 2Q \cos \beta}{8 \frac{f_{\max}}{L} \left(\frac{L}{N} - H \right) \cos^2 \beta - 1} R$$

式中: $T_{\max}$ ——載重索的最大破斷拉力(公斤);

q ——載重索的單位長度的重量(公斤/公尺);

L ——索道的水平跨距(公尺);

Q ——集中荷重(滑車, 貨廂, 運載物資, 游繩)(公斤);

β ——索道的坡度(傾斜角)(度);

$f_{\max}$ ——索道重載時的最大垂度(公尺);

R ——索道在自重作用下斷裂的長度(公尺);

N ——索道的安全系數;

H ——索道兩支點的高差(公尺)。

關於索道在宜載自重時, 其下垂度的計算可依下列公式計算:

$$f_{\phi} = \frac{qL^2}{8H}$$

式中: f_{ϕ} ——索道的自重下垂度(公尺);

q ——索道的單位長度重量(公斤/公尺);

L ——索道的水平跨距(公尺);

H ——因索道自重而產生的水平拉力(公斤)。

索道在載重時, 其最大下垂度可根據下式計算:

$$f_{\max} = \frac{qL^2}{8H \cos \beta} + \frac{QL}{4H}$$

式中: $f_{\max}$ ——索道在重載時其最大下垂度(公尺);

q ——索道的單位長度重量(公斤/公尺);

L ——索道的水平跨距(公尺);