



T/CECS G XXXX: 2017

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

悬索桥猫道设计与施工技术规程

Technical Specification for Catwalk Design and Construction

（征求意见稿）

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

中国工程建设标准化协会标准

悬索桥猫道设计与施工技术规范

Technical Specification for Catwalk Design and Construction

主编单位：中交路桥建设有限公司

批准部门：中国工程建设标准化协会

实施日期：2017年XX月XX日

目 次

1	总则.....	- 1 -
2	术语和符号	- 2 -
2.1	术语.....	- 2 -
2.2	符号.....	- 5 -
3	材料.....	- 9 -
3.1	钢丝绳	- 9 -
3.2	结构用钢材	- 11 -
3.3	连接件等材料	- 13 -
3.4	猫道面层、木材	- 13 -
4	作用、作用组合及安全系数	- 15 -
4.1	恒载.....	- 15 -
4.2	可变荷载	- 15 -
4.3	荷载组合及安全系数	- 17 -
5	总体设计	- 18 -
5.1	一般规定	- 18 -
5.2	结构体系	- 18 -
5.3	总体尺寸	- 19 -
6	猫道整体计算	- 21 -

6.1	一般规定	- 21 -
6.2	计算方法	- 21 -
6.3	计算模型	- 21 -
6.4	计算内容	- 22 -
7	猫道承重索设计	- 24 -
7.1	一般规定	- 24 -
7.2	结构形式	- 24 -
7.3	构造要求	- 25 -
7.4	结构计算	- 25 -
8	门架支承索设计	- 26 -
8.1	结构形式	- 26 -
8.2	构造要求	- 26 -
8.3	结构计算	- 26 -
9	锚固及转向系统设计	- 28 -
9.1	一般规定	- 28 -
9.2	结构形式	- 28 -
9.3	构造要求	- 30 -
9.4	结构计算	- 30 -
10	猫道门架设计	- 33 -
10.1	一般规定	- 33 -

10.2	结构形式	- 33 -
10.3	构造要求	- 34 -
10.4	结构计算	- 35 -
11	牵引索设计	- 36 -
11.1	一般规定	- 36 -
11.2	结构形式	- 36 -
11.3	结构计算	- 36 -
12	横通道设计	- 39 -
12.1	结构形式	- 39 -
12.2	构造要求	- 39 -
12.3	结构计算	- 39 -
13	猫道面网设计	- 40 -
13.1	结构形式	- 40 -
13.2	构造要求	- 40 -
14	扶手绳及立柱设计	- 41 -
14.1	结构形式	- 41 -
14.2	构造要求	- 41 -
15	索股托架设计	- 42 -
15.1	一般规定	- 42 -
15.2	结构形式	- 42 -

15.3	构造要求	- 42 -
16	其它设施	- 43 -
16.1	一般规定	- 43 -
16.2	结构形式	- 43 -
17	猫道抗风设计	- 44 -
17.1	设计基本风速	- 44 -
17.2	设计基准风速	- 44 -
17.3	猫道风荷载	- 46 -
17.4	猫道的计算模型	- 47 -
17.5	猫道风致内力计算	- 47 -
17.6	猫道静风稳定	- 48 -
17.7	猫道风洞试验	- 51 -
18	猫道架设	- 52 -
18.1	一般规定	- 52 -
18.2	施工准备	- 54 -
18.3	钢丝绳使用与维护	- 54 -
18.4	牵引系统施工	- 75 -
18.5	承重索施工	- 79 -
18.6	猫道面网铺设	- 80 -
18.7	猫道侧网安装	- 80 -

19	猫道检验及使用	- 81 -
19.1	一般规定	- 81 -
19.2	猫道检验	- 81 -
19.3	猫道的使用	- 81 -
20	猫道拆除施工	- 83 -
20.1	一般规定	- 83 -
20.2	技术要求	- 83 -
21	附录.....	- 85 -

1 总则

1.0.1 为规范和指导悬索桥猫道的设计及施工，按照技术先进、安全可靠、经济合理、节能环保、便于安装与拆除的原则，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新制、改制的跨度 500m 以上的地锚式悬索桥猫道设计与施工；500m 以下跨度地锚式悬索桥和各种跨度自锚式悬索桥可参照执行。

条文说明

500m 以下跨度的地锚式悬索桥一般采用较少，其猫道的抗风稳定性可采用其它形式，如设置抗风缆、抗风斜拉索等解决。

1.0.3 本规范采用安全系数法进行设计，荷载采用不乘系数的标准组合。

1.0.4 猫道为施工阶段的临时结构，温度、风、冰雪等荷载的重现期按 20 年一遇考虑。

1.0.5 猫道设计与施工应积极稳妥地采用新技术和新结构，重视猫道主要材料的重复利用。

1.0.6 与猫道结构相联系的各种预埋构件应安全可靠且具有一定的延性变形能力。

条文说明

预埋件的延性可使其破坏前具有一定的可见变形，以避免预埋件的突然破坏。

1.0.7 猫道的设计除应执行本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 猫道

供悬索桥主缆等上部结构施工用的通道。由承重索、面层、防滑木条、大小横梁、横向通道、护栏及各承重索的锚固、长度调节装置等组成，如果设有门架，还包括门架支承索及其锚固调节装置。

2.1.2 猫道承重索

猫道中承受恒载、各种活载并支承面层和横向通道等结构的钢丝绳索。是猫道结构的主要受力体，左、右幅猫道各有若干根。

2.1.3 分离式猫道

承重索在各跨的锚碇或塔顶处分别进行锚固，各跨的猫道线形可通过各跨独立的调节装置进行调整。

2.1.4 连续式猫道

猫道的承重索在中间各塔顶处连续，仅在一端或两端锚碇处设置猫道线形调节装置。

2.1.5 门架支承索

用于支撑门架的钢丝绳索。在猫道上方设置，通过门架与猫道承重索连接成结构体系，以保持门架的稳定和高度。

2.1.6 牵引索

布置在两岸之间的一根无端头的钢丝绳索，可由两岸的驱动装置来使其往返走动，从而引拉其它需要架设的缆索或钢丝。

2.1.7 扶手索

作为猫道两侧护栏及立柱依靠、供猫道上行走工作人员保持稳定抓护的钢丝绳索。

2.1.8 横通道

供上、下游猫道之间联系，并提高猫道抗风整体稳定性的横跨于两幅猫道的跨越结构。一般是轻钢构件设计的空间桁架结构。

2.1.9 猫道门架

按照一定的间隔均匀地布置在猫道上，用来支承牵引索，控制拽拉器上的锚头下挠的门式结构。

2.1.10 变位刚架

连续式猫道中，用于改变承重索水平投影面内的间距和位置的钢结构框架。

2.1.11 大、小横梁

扣锁在承重索上，用以保持猫道面层与承重索整体性的横向布置的杆件，有大小之分。

2.1.12 猫道面网

铺设于猫道承重索之上的钢丝或钢片网，作为工作人员走行的支承面及防止小型零件坠落的防护网。

2.1.13 防滑木条

绑扎于猫道面层之上的木条，用于人员在猫道上走行时的防滑。

2.1.14 扶手立柱

固定于大横梁型钢上，用于支撑扶手钢丝绳和护栏钢丝网的立柱。

2.1.15 承重索托架

为防止架设猫道承重索时垂度过大，在牵引系统的下方设置的用于支撑承重索的简易支架。

2.1.16 设计基本风速

设计基本风速是指开阔平坦地貌条件下，地面或水面以上 10m 高度处，设计规定的重现期内 10min 平均的年最大风速。

2.1.17 静风荷载

平均风对猫道产生的静力荷载。

2.1.18 静风失稳

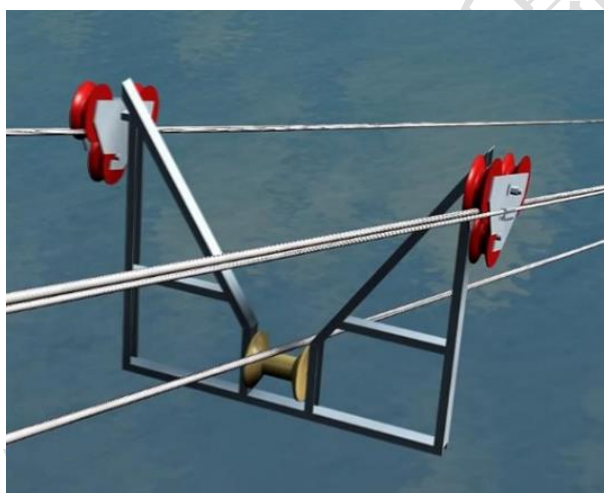
在平均风作用下，猫道变形所引起的附加风荷载超过了结构的抵抗能力而出现的变形不断增大的猫道结构失稳或者发散现象，称为静风失稳。

2.1.19 人体振动舒适度

是指猫道上施工人员感到舒适的振动频率和振幅。



猫道构件示意图 1



承重索托架示意图

2.2 符号

EA	—— 钢丝绳参数;
f_{td}^b	—— 普通螺栓抗拉强度设计值;
f_{vd}^b	—— 普通螺栓抗剪强度设计值;
f_{cd}^b	—— 普通螺栓承压强度设计值;

P_d	——	高强度螺栓预拉力设计值
Φ	——	钢丝网或钢片网直径
I _a 、II _a 、III _a	——	防滑木条木材材质等级
C_d	——	猫道各构件阻力系数
e	——	表示偏心距；
f_{cc}	——	底板下混凝土的轴心抗压强度设计值；
β_c	——	底板下混凝土局部承压时的轴心抗压强度设计值提高系数；
T_a	——	受拉侧锚栓的总拉力；
V_{fb}	——	底板底面与混凝土或水泥砂浆之间的摩擦力；
φ_x 、 φ_y	——	对强轴 x-x 和弱轴 y-y 的轴心受压构件稳定系数；
φ_{bx} 、 φ_{by}	——	均匀弯曲的受弯构件整体稳定系数
M_x 、 M_y	——	所计算构件段范围内对强轴和弱轴的最大弯矩；
N'_{Ex} 、 N'_{Ey}	——	$N'_{Ex} = \pi^2 EA / 1.1 \lambda_x^2$ ， $N'_{Ey} = \pi^2 EA / 1.1 \lambda_y^2$ ；
W_x 、 W_y	——	对强轴和弱轴的毛截面模量；
β_{mx} 、 β_{my} 、 β_{tx} 、 β_{ty}	——	弯矩等效系数，
T_z	——	牵引卷扬机放绳时对牵引索的反张力。

q_z

—— 主牵引索单位长度质量；

f_{zmax}	——	牵引索中跨跨中的允许垂度；
L	——	中跨水平跨距；
μ	——	索股与滚筒间的摩擦系数，取 $\mu=0.1\sim0.3$
∇W	——	索股在猫道门架间的重量。
P_0	——	索股反拉力
P	——	索股牵引端张力
B	——	猫道的特征宽度
H	——	猫道的特征高度
C_D 、 C_L 、 C_M		风轴坐标系单位长度上顺风向、垂向和扭转分力系数
C_H 、 C_V		风轴坐标系单位长度上水平向、竖向分力系数
F_D 、 F_L 、 F_M	——	风轴坐标系单位长度上顺风向垂向和扭转风荷载
F_H 、 F_V	——	体轴坐标系单位长度上水平向、竖向风荷载
U_{10}	——	设计基本风速
U_{sg}	——	猫道使用期内的设计基准风速
Z	——	猫道的基准高度
z_0	——	地表粗糙度高度

α	——	风攻角
α_0	——	地表粗糙度指数
ρ		空气密度

征求意见稿

3 材料

3.1 钢丝绳

3.1.1 猫道用钢丝绳的常用规格结构及技术参数

名称	结构	规格 (mm)	强度级	执行标准	参考最小弹性模量 (x10 ⁵ MPa)			
猫道 承重索	6x19W 6x36WS 6x37S	30~48	1670~1960	GB/T 8918《重要用途 钢丝绳》、 GB/T 20118《钢丝绳 通用技术条件》、 GB/T 20067《粗直径 钢丝绳》	未预张拉		预张拉后	
		24~36	1670~1870		纤 维 芯	钢 芯	纤 维 芯	钢 芯
		34~62	1670~1870					
		32~70	1670~1960					
		36~60	1770~1870					
门架 支承索	6x36WS	36~54	1770~1960	GB/T 8918、 GB/T 20118、	0.80	1.10	1.00	1.15
牵引索	6x36WS	16~42	1670~1960	GB/T 8918、 GB/T 20118、				
	6x37S	28~38	1770~1870					
	6x19W	18~36	1770					
扶手索	6x19S	18~44	1670~1870	GB/T 8918、 GB/T 20118				
	6x31WS	30~44	1670~1870					
	6x36WS	16~44	1870~1960					
	6x19W	18~36	1670~1870					
	6x37S	14~32	1670~1870					

注：1、应尽量使用 6x19S、6x19W、6x31WS、6x36WS 等线接触钢丝绳。

3.1.2 猫道承重索、门架支承索、牵引索和扶手索宜采用高强镀锌钢芯钢丝绳。对于重复使用的钢丝绳，应进行全面检查，以确保无断丝及明显磨损。

条文说明

承重索需选择强度高、耐腐蚀性好、耐疲劳性强、柔韧性能优越、松弛小的材料，高强镀锌钢芯钢丝绳一般能满足上述要求。

猫道系统为临时施工结构，因此在选用承重索、扶手索、抗风缆及抗风拉杆的材料时，除满足强度要求外，还应考虑其经济性及重复利用的可能性。

3.1.3 镀锌钢丝绳的技术条件不应低于现行《重要用途钢丝绳》(GB 8918)、《一般用途钢丝绳》(GB/T 20118)、《粗直径钢丝绳》(GB/T 20067)和《密封钢丝绳》(GB/T 352)的相关规定。

3.1.4 钢丝绳应按其最小破断力作为其极限承载力指标；其单位长度重量按标称值取用，钢芯钢丝绳面积按单位长度重量除以钢材容重计算确定。

条文说明

钢丝绳材料手册上一般不列出对应直径钢丝绳的面积，但是计算钢丝绳受力下伸长时要用到钢丝绳参数 EA ，为统一参数的取值标准，这里对面积的选取给出定义。

3.1.5 猫道承重索、门架支承索镀锌钢丝绳的弹性模量一般宜采用实测值（根据实测伸长计算弹性模量时，面积应采用 3.1.3 所给方法计算）。无实测数据时，设计可取 $(1.10 \sim 1.2) \times 10^5 \text{MPa}$ 。

条文说明

钢丝绳弹性模量普遍较低，且不同产地钢丝绳弹性模量值的离散性也较大，为较准确地确定钢丝绳的无应力索长并减小后期施工中调整猫道线形的工

作量，应对消除非弹性变形后的钢丝绳弹性模量进行实测。

3.2 结构用钢材

3.2.1 猫道横梁一般采用角钢、槽钢、方钢、工字钢等。宜选用 Q235 级别钢材，技术条件不应低于现行《碳素结构钢》(GB/T 700)的规定。

条文说明

猫道大小横梁的主要作用是将承重绳联系起来参与共同受力变形，以增加猫道的刚度和稳定性，大横梁端部还与护手绳的立柱相连。大小横梁的内力都比较小，一般不需要采用低合金高强度钢。

3.2.2 猫道门架一般采用方钢、槽钢等制作，可选用 Q235、Q355 等级别的低合金钢或者低合金高强钢，其技术条件不应低于现行《碳素结构钢》(GB/T 700)和《低合金高强度钢》(GB/T 1591)的规定。

3.2.3 横向通道宜采用薄壁型钢材料制作，钢材技术条件不应低于现行《碳素结构钢》(GB/T 700)、《低合金高强度结构钢》(GB/T 1591)和《建筑结构用钢板》(GB/T 19879)的规定。

条文说明

横向通道不仅要考虑自身刚度，还要尽量降低恒载质量，因此结构形式一般选择薄壁型钢（圆形或方形）钢材为主体的桁架结构。

3.2.4 猫道设计中连接螺栓等的技术条件不应低于现行《钢结构用高强度大六角头螺栓》(GB/T 1228)、《钢结构用高强度大六角头螺母》(GB/T 1229)、《钢结构用高强度垫圈》(GB/T 1230)、《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》(GB/T 1231)的规定；

3.2.5 普通螺栓技术条件不应低于现行《六角头螺栓 C 级》(GB/T 5780) 和

《六角头螺栓》(GB/T 5782)的规定。

3.2.6 钢材的强度设计值应根据钢材的屈服强度值除以安全系数 1.5 确定。

条文说明

由于缺乏基于可靠度理论的研究，考虑猫道结构中所用钢材较少且是临时结构，本规程中对钢结构部分采用允许应力法确定设计强度。

3.2.7 钢材的物理性能指标应按表 3.2.7 的规定采用。

表 3.2.7 钢材的物理性能指标

弹性模量 E (MPa)	剪切模量 G (MPa)	线膨胀系数 α (1/°C)	泊松比 ν	密度 ρ (kg/m ³)
2.06×10^5	0.79×10^5	12×10^{-6}	0.31	7 850

3.2.8 普通螺栓和锚栓连接的强度设计值应按表 3.2.8 的规定采用。

表 3.2.8 普通螺栓和锚栓连接的强度设计值 (MPa)

螺栓的性能等级、锚栓和 构件钢材的牌号		普 通 螺 栓						锚栓
		C 级			A、B 级			
		抗拉 f_{td}^b	抗剪 f_{vd}^b	承压 f_{cd}^b	抗拉 f_{td}^b	抗剪 f_{vd}^b	承压 f_{cd}^b	
普通螺栓	4.6 级、4.8 级	145	120	—	—	—	—	—
	5.6 级	—	—	—	185	165	—	—
	8.8 级	—	—	—	350	280	—	—
锚栓	Q235 钢	—	—	—	—	—	—	125
	Q345 钢	—	—	—	—	—	—	160
构件	Q235 钢	—	—	265	—	—	350	—
	Q345 钢	—	—	340	—	—	450	—
	Q390 钢	—	—	355	—	—	470	—
	Q420 钢	—	—	380	—	—	500	—

注：A、B 级螺栓孔的精度和孔壁表面粗糙度，C 级螺栓孔的允许偏差和孔壁表面粗糙度，均应符合现行《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205) 的要求。

3.2.9 高强度螺栓预拉力设计值 P_d 应按表 3.2.9 的规定取用。

表 3.2.9 高强螺栓的预拉力设计值 (KN)

性能等级	螺 纹 规 格				
	M20	M22	M24	M27	M30
8.8S	125	150	175	230	280
10.9S	155	190	225	290	355

3.3 连接件等材料

3.3.1 焊接材料应与主体钢材相匹配，并应符合下列规定：

- 1 手工焊接采用的焊条的技术条件不应低于现行《碳钢焊条》(GB/T 5117) 或《低合金钢焊条》(GB/T 5118)的规定。对于需要进行疲劳验算的构件宜采用低氢型碱性焊条。
- 2 自动焊和半自动焊采用的焊丝和焊剂的技术条件不应低于现行《熔化焊用钢丝》(GB/T 14957)、《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》(GB/T 8110)、《碳钢药芯焊丝》(GB/T 10045)、《低合金钢药芯焊丝》(GB/T 17493)、《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》(GB/T 5293) 和《埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂》(GB/T 12470) 的规定。

3.3.2 焊缝的强度设计值应符合《钢结构设计标准》(GB50017-2017) 的相关规定。

3.3.3 热铸锚头铸体材料应选用低熔点锌铜合金。其中，锌含量为 (98±0.2) %，技术条件不应低于现行《锌碲》(GB/T 470) 的规定；铜含量为 (2±0.2)%，技术条件不应低于现行《阴极铜》(GB/T 467) 的规定。

3.3.4 冷铸锚头铸体材料配比应由试验确定。

3.4 猫道面层、木材

3.4.1 猫道面层由两层不同孔眼尺寸的钢丝网或钢板网组成，下层一般用 Φ5 的

焊接钢丝网或钢板网，上层采用 $\Phi 2$ 或 $\Phi 1$ 的小孔网。两侧的防护网可采用大眼钢丝网。

条文说明

猫道钢丝网一般由一层粗面网和一层细面网构成。第一层为粗面网，用以承重和增加面层刚度；第二层为细面网，用以防止小工件坠落。面层铺装材料承重网可选择钢板网或钢丝焊网。钢丝焊网的优点是刚度大、面层平整，施工人员行走舒适，透风率大风阻系数较小，缺点是片状铺设不方便。钢板网具有安全可靠、经济合理，回收率高，可周转使用等优点，缺点是风阻系数大。忠县长江大桥、万州长江二桥、湖北四渡河大桥等采用了刚度大风阻系数小的单层钢板网（板厚3mm，引眼为棱形），效果较好。

3.4.2 防滑木条一般采用方木，其材质等级不应低于《木结构设计规范》

（GB50005-2017）的规定中的IIIa。

4 作用、作用组合及安全系数

4.1 恒载

4.1.1 猫道恒载计算时应包括承重索、扶手索、面层和防护网材料、猫道大小横梁、扶手立柱、面层之上的防滑木条、滚轮及支架、其它辅助设备（如电缆线、照明灯、工具箱、垃圾箱、抗风缆等）等构件的自重，应根据实际所用材料进行准确的计算。上述自重可换算为沿猫道长度的均布荷载，作用于猫道承重索上。

4.1.2 门架支承索的自重应按沿长度均布作用于支承索上。门架的自重一般按集中力作用于支承索上；如果确有必要将门架自重的一部分作用于猫道承重索上，则可将门架自重按在门架支承索和猫道承重索间分配，门架的设计高度应与分配比例配合。

4.1.3 横向通道的自重，宜平均分配在上下游两条猫道上，可按作用于猫道承重索上的集中力考虑。

4.1.4 作用于猫道上的下压装置的力、抗风缆的作用力等，可根据实际作用位置，按集中力作用于猫道承重索上。

4.2 可变荷载

4.2.1 活载

作用于猫道上的活载包括索股自重、机具设备和人员重量，按下述要求取值：

猫道设计时应明确 PPWS 法可能存放于猫道上的索股数量、AS 法需要由猫道分担的钢丝重量的值。一般 PPWS 法施工时，单幅猫道上的索股活载计算时

应按不少于 2 根索股的自重考虑；

猫道上的人群荷载宜按每幅猫道每 10 米 0.8kN 计（相当于每 10m 按 80kg 重量一人计）；

横向通道上材料、小型机具和人群等的重量，宜按每条横向通道作用 10kN 计，平均分配于上下游两幅猫道。

活载不计动力效应。

条文说明

猫道是柔性索结构，其自振频率很低，牵引索股和人员在猫道上行走虽然可引起振动，但对整体结构其动力效应很小，可不考虑动力效应。

4.2.2 温度

猫道设计的基准温度宜与桥梁设计的基准温度一致。最高与最低设计温度可根据当地记录的温度，按 20 年一遇推算；简化分析时，可直接取记录的最高与最低的极端气温。

4.2.3 风荷载

猫道设计的风荷载应根据《公路桥梁抗风设计规范》(JTG/T 3360-01-2018) 的相关规定，按桥梁设计时所采用的相应参数执行，详细取值规定参照 17 张猫道抗风设计。

4.2.4 雪

基本雪压采用《建筑结构荷载规范》规定的方法确定的 20 年重现期的雪压。

4.2.5 冰

4.2.6 其它

4.3 荷载组合及安全系数

猫道承重索、门架支承索强度计算的荷载组合及安全系数，应符合《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T F50-2011）第 5-3-4 的规定；但荷载的取值宜采用本规程的要求。

条文说明

《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T F50-2011）第 5-3-4 的规定如下。

荷载组合		安全系数	备 注
静力结构强度验算	恒载	≥ 3.5	
	恒载 + 活载	≥ 3.0	
	恒载 + 活载 + 温度荷载	≥ 3.0	温度荷载按温降 15℃ 考虑
风荷载组合结构强度验算	恒载 + 活载 + 施工阶段风荷载组合	≥ 3.0	按 6 级风考虑
	恒载 + 最大阵风荷载组合	≥ 2.5	

5 总体设计

5.1 一般规定

5.1.1 猫道设计应遵循安全可靠、施工方便、经济合理和可重复利用的原则。

5.1.2 猫道面层材料的选择应利于防火和防小件坠落。

5.1.3 猫道建成后桥塔两侧的猫道承重索力水平分力宜尽可能相等。

5.1.4 猫道结构及连接件应能适应大变形及大转动的要求。

条文说明

可变荷载作用下，猫道竖向、横向都可能产生较大的变形，猫道与桥塔、锚碇等固定处可能产生较大的转动。连接件处要为这种大转动、大变形设置可靠的结构形式。

5.1.5 总体设计必须考虑抗风稳定性的要求并应根据需要进行必要的专题研究。

5.2 结构体系

5.2.1 猫道按照承重索在塔顶的跨越形式分为分离式和连续式两种。

条文说明

分离式猫道的承重索在各塔顶处是不连续的，各跨的猫道承重索在塔的两侧分别锚固或与预埋于塔的锚固件分别连接；连续式猫道的承重索在桥塔处是连续的，支承和约束于塔顶预设的索槽内，承重索在各跨内可接长。

5.2.2 分离式猫道的承重索在各跨内应至少设置一处调节装置。连续式猫道宜在两岸锚碇处各设置一处调节装置。

条文说明

猫道承重索长度有加工误差，安装时为保证线形，需要进行锚固点位置调整；主缆架设完成后，为保证安装加劲梁时，主缆与猫道的变形的一致，需要将猫道悬挂于主缆上，也需要对猫道承重索长度进行调整，因此需要设置合适的调节装置。

5.2.3 连续式猫道应在塔顶位置鞍座两侧设置转索鞍、变位钢架、下拉装置及合适的操作平台或整体式工作挂篮，以满足承重索竖向、横向的转向和与主缆间的竖向间距调整。

条文说明

连续式猫道要越过塔顶，其平面位置与鞍座位置冲突。因此在靠近塔顶位置，需要设置变位刚架，将承重索的位置从各跨的主缆正下方，逐渐变化到主鞍座的两侧，并将承重索的平面内的间距减小；由于承重索从塔顶跨过，靠近塔顶位置，主缆与猫道面层间的竖向距离有些情况下可能过小，在靠近塔顶位置设置下拉装置，将猫道承重索的高程压低。安装变位刚架需要操作平台，早期是在靠近塔顶处设置贝雷桁架式的操作平台；近期则将变位刚架与操作平台一起，设计成一挂篮形式的结构，工人在挂篮内进行作业。

5.3 总体尺寸

5.3.1 猫道面层的线形宜平行于主缆空缆线形，与空缆线形的主缆中心间的最小距离，中跨不宜小于 1.3m、边跨不宜小于 1.5m，且需通过与缠丝机适应情况的检验。

条文说明

猫道面层与主缆中心的距离过大，施工人员操作时比较困难，但过小则有可能不能满足缠丝机的操作需要的空间。既有猫道顶面与主缆中心最小间距

1.3~1.5m，能满足施工要求。

5.3.2 猫道面层宽度应综合考虑主缆直径、材料用量、主缆施工方法、主缆架设施工作业空间等确定；对于 PPWS 法施工的主缆，一般不宜小于 3.5m。

条文说明

猫道的面层宽度相对于不同的主缆施工方法略有不同。对于 AS 法，猫道面较窄，一般在 2.8~3.5 米左右；对于用 PWS 法施工的猫道面宽，由于要在猫道上设滚轮或轨道，面宽在 3.5~4.5 米左右。面层宽度大，使宽跨比变大，对于稳定性有利，但以增加材料用量为代价，需合理取舍。

5.3.3 每幅猫道的承重索不宜少于 6 根，承重索横向间距不宜大于 60cm，主缆正下方承重索的间距一般采用 1.3~1.5m。

条文说明

承重索既作为跨越结构承重的主要结构，也是面网的支点结构，承重索太少，其横向间距过大，要求面网的刚度就较大。

5.3.4 各跨的横向通道数宜采用奇数值，间距一般取 150~200m，根据抗风稳定性研究确定。

5.3.5 如设置牵引系统的门架结构，门架的间距一般在 50m 左右；每幅猫道的门架应设置至少两根门架支承索。

5.3.6 猫道面层上大小横梁间距一般采用 6 米，间隔布置。

6 猫道整体计算

6.1 一般规定

6.1.1 在猫道的整体设计计算中，应考虑结构几何非线性影响。

6.1.2 猫道的恒载状态是设计要求的线形状态，应先通过线形分析首先确定。

6.1.3 结构计算图式、几何特性、边界条件应反映实际结构状况和受力特征。

6.1.4 静力计算分析应包括承重索强度、门架支承索强度、活载、温度及静风作用下的猫道结构变形计算等；

6.2 计算方法

6.2.1 无门架支承索及抗风缆的猫道，可假定桥塔不变形，应用分段悬链线法或比拟法，计算猫道承重索的恒载内力与线形；可不计活载下的变形，同样采用解析的方法估算恒载与活载下的承重索最不利内力。

条文说明

猫道初步设计估算承重索内力时，为简化计算，可将门架支承系统、抗风缆系统与猫道系统分开，将各自看作是分段悬链线组成的单索结构，采用解析法估算猫道承重索内力、门架支承索及抗风索（如需要）的内力，作为选择承重索规格的依据。

6.2.2 猫道在可变荷载作用下的整体计算宜采用非线性空间有限元方法。

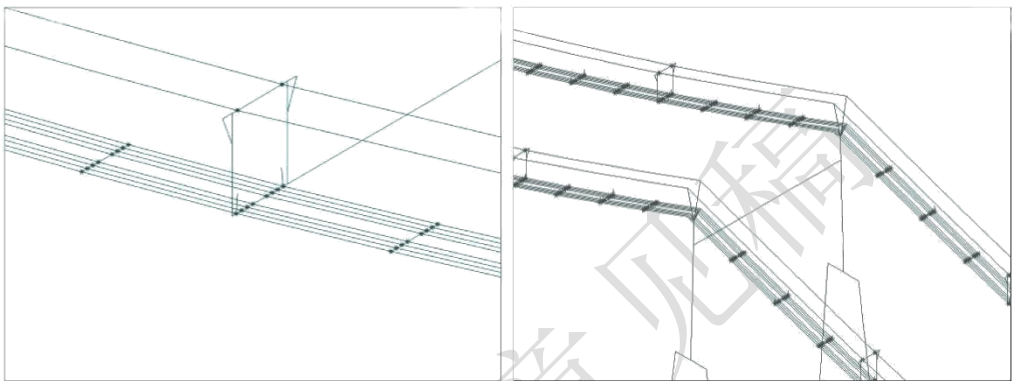
6.2.3 猫道的静风稳定性计算应按考虑几何非线性和荷载非线性方式，采用空间有限元法进行分析。

6.3 计算模型

6.3.1 猫道承重索、门架支承索及抗风缆（如有）宜采用悬链线单元；桥塔、门架、大小横梁宜采用空间梁单元；横向通道宜采用空间桁架模拟，也可简化为梁单元；下拉索、抗风拉索等可简化为空间杆单元进行模拟。

6.3.2 猫道承重索在锚固处固结，在桥塔处通过刚臂与桥塔连接。

6.3.3 门架支承索在锚固处固结，在桥塔顶门架上一般设置竖向支承，但不约束顺桥向位移。



猫道计算模型示意

6.4 计算内容

6.4.1 对于连续式猫道，整体计算应包括表 6.4.1 所列各阶段。

表 6.4.1 连续式猫道整体计算内容

阶段号	阶段名称	阶段号	阶段名称
1	猫道承重索架设	6	恒载状态
2	横向通道架设、铺设猫道面层	7	各种可变荷载作用
3	张拉下拉索	8	荷载组合

4	门架支承索架设	9	检算
5	安装门架	10	静风稳定性分析

6.4.2 对于分离式猫道，整体计算应包括表 6.4.2 所列各阶段。

表 6.4.2 分离式猫道整体计算内容

阶段号	阶段名称	阶段号	阶段名称
1	猫道承重索架设	6	各种可变荷载作用
2	横向通道架设、铺设猫道面层	7	荷载组合
3	门架支承索架设	8	检算
4	安装门架	9	静风稳定性分析
5	恒载状态	10	

6.4.2 猫道承重索、门架支承索及抗风缆索（如有）、各锚固点的支反力的荷载组合参照 4.3 条。

6.4.3 宜对 1000m 跨度以上的猫道工作状态的振动响应进行分析，评估最不利工作状态人员的舒适性水平。

7 猫道承重索设计

7.1 一般规定

7.1.1 采用钢丝绳制作的承重索，下料制作前应进行全长预张拉。预张拉力应不小于破断拉力的 50%，并保持拉力 2 小时以上，以消除非弹性变形；

条文说明

钢丝绳由于制作、卷盘或包装工艺限制，存在比较大的非弹性变形，其值无法准确估算。制作下料前进行预张拉，可消除大部分非弹性变形。重复使用的钢丝绳，可不进行预张拉，但应防止出现死折。

7.1.2 猫道承重索锚固及接长位置，宜采用热铸锚头。

7.1.3 承重索的接长位置宜设置在桥塔附近 50m 范围内。

7.2 结构形式

7.2.1 宜选用线接触镀锌钢芯钢丝绳。

7.2.2 每幅猫道在主缆正下方两侧承重索宜等间距布置；主缆正下方的两根承重索间距可根据主缆直径调整，但最大间距不宜超过 1.5m；

7.2.3 连续式猫道承重索跨越塔顶处应能纵向锁定，索的平面排列间距应为压盖结构预留合适的尺寸，一般不宜小于 1.5 倍钢丝绳直径。

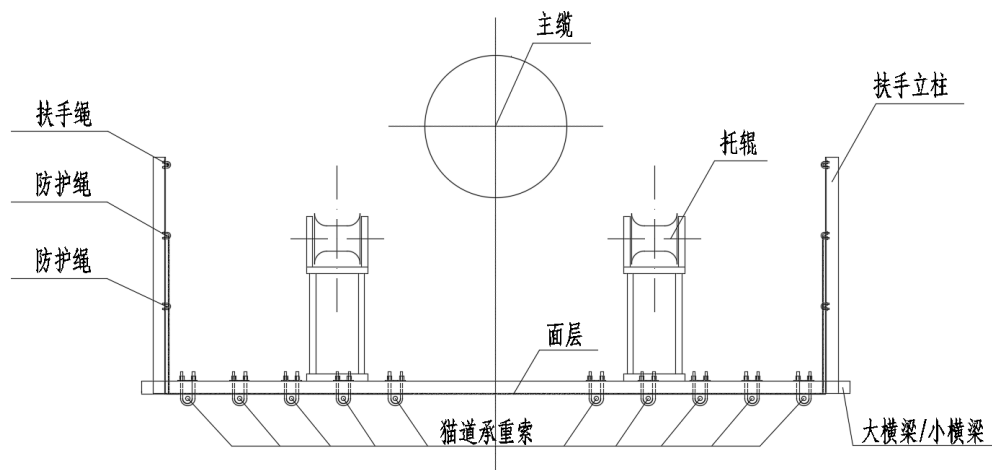


图 7.2.3 猫道承重索布置示意图

7.3 构造要求

7.3.1 承重索两端锚头构造形式应与调节拉杆相适应，宜采用安全可靠、结构简单、方便装卸的连接形式。

7.3.2 猫道承重索宜采用合金热铸锚头，接头强度应不低于钢丝绳最小破断拉力。

7.4 结构计算

承重索的无应力长度应精确计算；连续式猫道变位刚架及塔顶部分的长度可按实际构形，按折线长度扣除弹性伸长量计算。

8 门架支承索设计

8.1 结构形式

8.1.1 门架支承索在塔顶处一般支承在塔顶门架结构上，利用滑轮等装置连续通过。

8.1.2 门架支承索的锚固端一般不设锚头，在端部预留适当长度，采用钢丝绳夹等方式进行锁定。猫道施工完成后，可改为缆索吊的承重索。

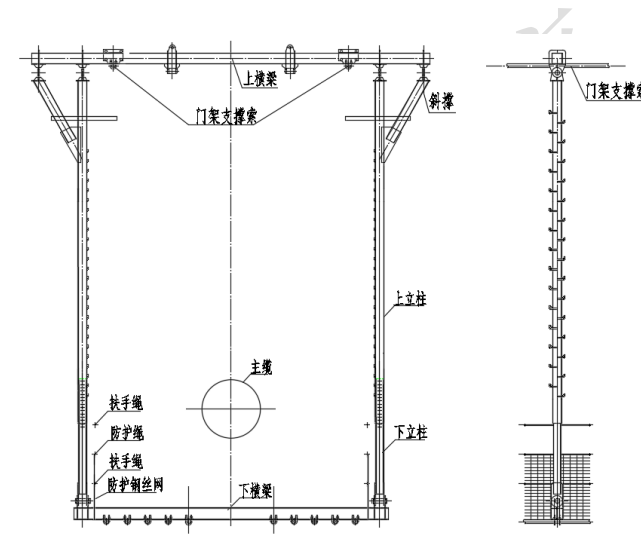


图 8.1.2 猫道门架支承索布置示意图

8.2 构造要求

8.2.1 每幅猫道上方宜对称设置两根门架支承索。

8.2.2 门架支承索的下料长度确定，应综合考虑支承索的线形要求、所受荷载、弹性模量及制作误差等因素，两端设置预留长度不宜小于 50m。

8.3 结构计算

8.3.1 恒载设计状态按支承索自重和分担的门架荷载及线形要求，可采用分段

悬链线法单独进行线形、内力和长度计算。

8.3.2 活载作用计算应采用与猫道承重索及门架组成的空间索网模型进行有限元分析。

征求意见稿

9 锚固及转向系统设计

9.1 一般规定

9.1.1 分离式猫道应在塔顶和锚碇处设置承重索锚固装置；连续式猫道应在塔顶设置转向装置，在锚碇处设置锚固装置。

9.1.2 锚固系统与承重索连接装置应满足悬索桥在不同施工阶段的变形要求。空间布置上应满足预埋螺栓（杆）张拉的操作空间需求。

9.1.3 锚固预埋件应在桥塔施工阶段提前布设，对于螺栓等构件应做好螺纹保护。

9.2 结构形式

9.2.1 猫道锚固系统锚碇处的锚固设计可采用预埋型钢支架锚固系统或预应力锚固系统。

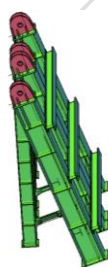


图 9.2.1-1 型钢锚固系统示意

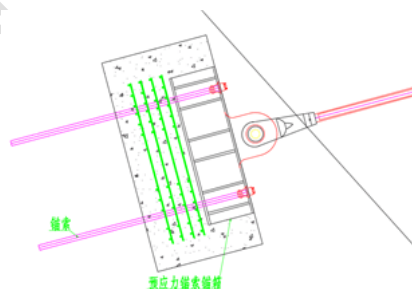


图 9.2.1-2 预应力锚固系统示意

9.2.2 分离式猫道塔顶处的锚固宜采用预埋型钢杆件、锚栓（杆）及预应力体系。

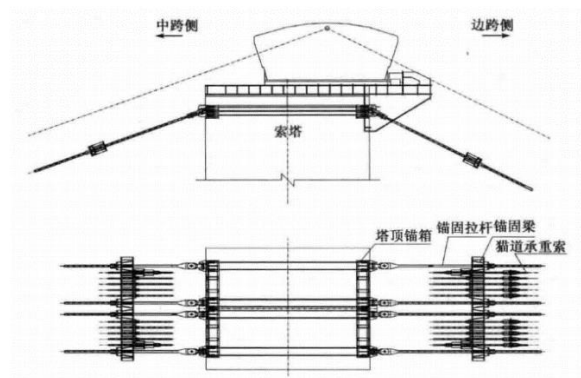


图 9.2.2 塔顶预埋型钢锚固

9.2.3 连续式猫道的塔顶处支承应采用转索鞍结构形式，转索鞍与预埋件采用锚栓或高强螺栓连接。

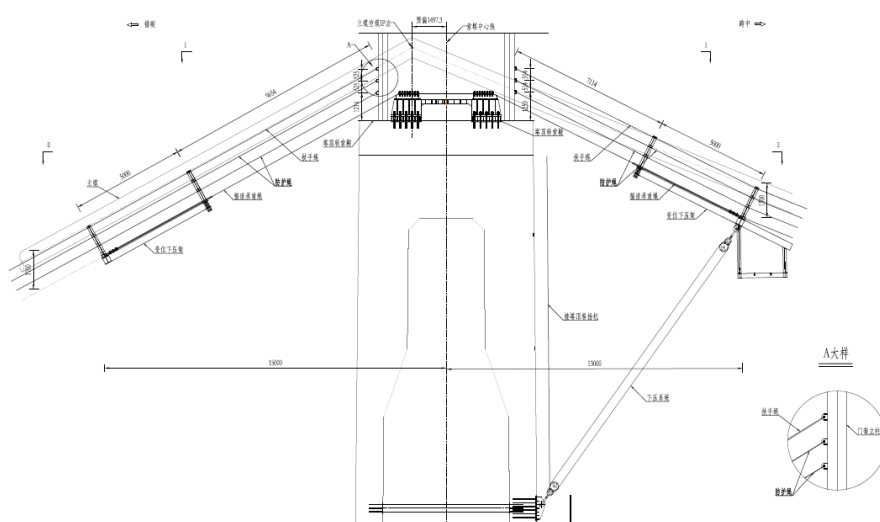


图 9.2.3 连续式猫道塔转向系统示意图

9.2.4 猫道承重索的调节系统宜采用可单根调节和整体调节相结合的方式，如大小拉杆及锚梁组合的锚固调节系统。

条文说明

拉杆及锚梁组合猫道锚固调节系统，猫道线形调整方便，目前国内悬索桥施工中应用广泛，也常用于分离式猫道在塔顶的锚固，在特大型跨径悬索桥施工中，猫道锚固力大，猫道放出长度较长的情况下，成本比较高。

滑车组锚固调节系统由于作业面多，过于繁杂，安全性低，目前已很少采用。

9.3 构造要求

9.3.1 猫道锚固系统的设置需要充分考虑与索鞍门架等结构的空間关系，确保锚固系统不存在干涉等影响。

9.3.2 应根据锚固方式、承重索拉力、锚块最不利剪切强度或结合面抗剪（预应力锚固系统）等因素，确定锚固系统锚固长度。

9.3.3 转向系统的布置应充分考虑索鞍、索鞍门架和塔顶格栅等结构对布设空间影响，同时还应考虑施工过程中猫道线形变化的影响，确保施工全过程均能满足净空要求。

9.3.4 承重索在转索鞍处通过上下夹具进行固定，上下夹具间宜采用高强螺栓进行连接。

9.4 结构计算

9.4.1 对于预埋件，应进行预埋深度验算以及锚固验算。

条文说明

根据《钢结构连接节点设计手册》，预埋件的预埋深度不宜小于 $25d$ （ d 为预埋的高强精轧螺纹钢筋的公称直径）；预埋件的锚固验算根据《钢结构连接节点设计手册》第 6-79 进行验算，首先判断偏心情况，然后根据偏心情况确定计算公式，计算公式如下表：

底板下的混凝土受压应力分布图示	(a)	(b)	(c)
偏心距 e 判别式	$e \leq L/6$	$L/6 < e \leq (L/6 + l_1/3)$	$e > (L/6 + l_1/3)$
底板下的混凝土最大受压应力	$\sigma_s = \frac{N}{LB} (1 + 6e/L) \leq \beta_s f_{cs}$ (6-130)	$\sigma_s = \frac{2N}{3B(L/2 - e)} \leq \beta_s f_{cs}$ (6-131)	$\sigma_s = \frac{2N(e + L/2 - l_1)}{Bx_s(L - l_1 - x_s/3)} \leq \beta_s f_{cs}$ (6-132)
受拉侧锚栓的总拉力或锚栓的总有效面积	$T_s = 0$	$T_s = 0$	$T_s = \frac{N(e - L/2 + x_s/3)}{L - l_1 - x_s/3}$ (6-133) 或 $A_s^* = T_s / f_s^*$ (6-134)
水平抗剪承载力	$V_{th} = 0.4N \geq V$ (6-127)	$V_{th} = 0.4N \geq V$ (6-127)	$V_{th} = 0.4(N + T_s) \geq V$ (6-135)

9.4.2 对于转索鞍，应进行各板件的强度及局部稳定性验算。

条文说明

转索鞍各板件的强度验算时，板件的 Von-mises 应力不能超过母材的容许应力；转索鞍可按照《钢结构设计规范》5.25 条对弯矩作用在两个主平面内的双轴实对称腹式工字形（含 H 形）和箱型（闭口）截面的压弯构件稳定验算公式来进行稳定性验算：

$$\frac{N}{\varphi_x A} + \frac{\beta_{mx} M_x}{\gamma_x W_x \left(1 - 0.8 \frac{N}{N_{Ex}}\right)} + \eta \frac{\beta_{ty} M_y}{\varphi_{by} W_y} \leq f$$

$$\frac{N}{\varphi_y A} + \eta \frac{\beta_{tx} M_x}{\varphi_{bx} W_x} + \frac{\beta_{my} M_y}{\gamma_y W_y \left(1 - 0.8 \frac{N}{N_{Ey}}\right)} \leq f$$

9.4.3 下压横梁应按承受局部集中荷载的梁单元进行弯矩、剪力计算，确保下压梁强度满足要求。

9.4.4 下压拉索通常采用滑轮组或钢绞线进行张力调整，应进行下压钢丝绳的最不利受力状态验算，确保强度满足要求。

9.4.5 采用大小拉杆张拉调节装置时，应分别对大、小拉杆进行强度验算。

征求意见稿

10 猫道门架设计

10.1 一般规定

10.1.1 门架的设计应考虑结构高度尺寸可调节，以实现门架支承索线形与猫道承重索线形基本一致的要求。

条文说明

考虑猫道承重索与门架支承索的锚固点差异，二者线形不完全平行，应设置猫道门架立柱的调整段，来调整门架高度。

10.1.2 门架结构应采用稳定的截面布置形式。

10.2 结构形式

10.2.1 猫道门架由上横梁、上立柱、斜撑、下立柱组成，下立柱与猫道大横梁通过销铰连接，以适应门架在顺桥向的转动变形。

10.2.2 门架上横梁与上立柱和斜撑间宜采用铰结形式连接。

10.2.3 门架与门架支承索通过支撑绳卡与门架上横梁连接。

10.2.4 在门架上横梁上设置牵引系统吊架支撑连接件，与索股牵引系统连接。

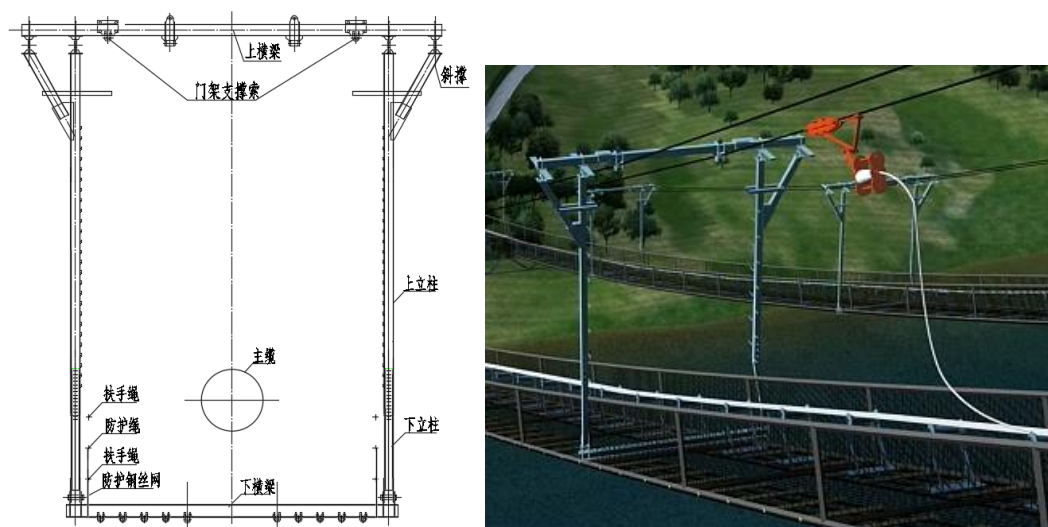


图 10.2.4 常用猫道门架结构图

10.3 构造要求

10.3.1 门架立柱宽度一般采用与猫道宽度一致。

10.3.2 门架立柱应设置脚蹬，便于结构安装施工和牵引系统检修。

10.3.3 门架的高度和间距应满足牵引索股时需要的拽拉器下最小净空高度要求，该要求一般是不小于 1.5m。

条文说明

猫道门架高度=最大允许垂度+拽拉器下净空。

当猫道门架间距一定时，牵引系统在主缆架设时的牵引力就取决于拽拉器的最大允许垂度(或拽拉器下净空)以及猫道门架的高度。以万州长江二桥为例，其猫道门架的间距为 48m，施工时要求拽拉器下净空大于 3.5m(计算时按 4m 考虑)。猫道门架的高度从 5m-8m 变化，来计算牵引系统在主缆架设时的牵引力大小。最大牵引力计算见下表和下图。

表 10-3.3 最大牵引力随门架高度变化表

门架高度(m)	5	6	7	8
净空(m)	4	4	4	4
允许垂度((m)	1	2	3	4
牵引力(t)	14	7	4.7	3.5

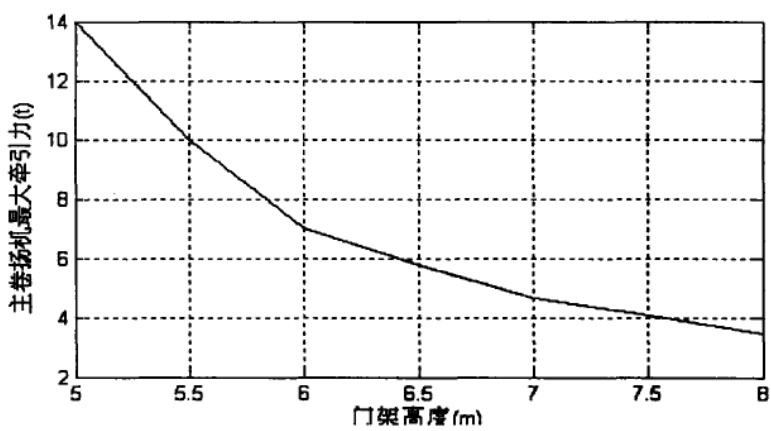


图 10-3.3 最大牵引力随门架高度变化图(净空 3m)

10.4 结构计算

10.4.1 门架的立柱可作为拉压杆进行强度验算；长度调节构造构件需进行抗剪验算；

10.4.2 门架的上横梁可作为承受局部集中力的梁结构，验算其抗弯和抗剪强度。

11 牵引索设计

11.1 一般规定

11.1.1 每幅猫道的牵引索宜采用单线往复式设计。

11.1.2 牵引索系统中应设计反拉装置，以控制牵引速度。

11.2 结构形式

常用的牵引系统可分为循环式牵引系统和往复式牵引系统，具体结构形式如下图 11.2 所示。

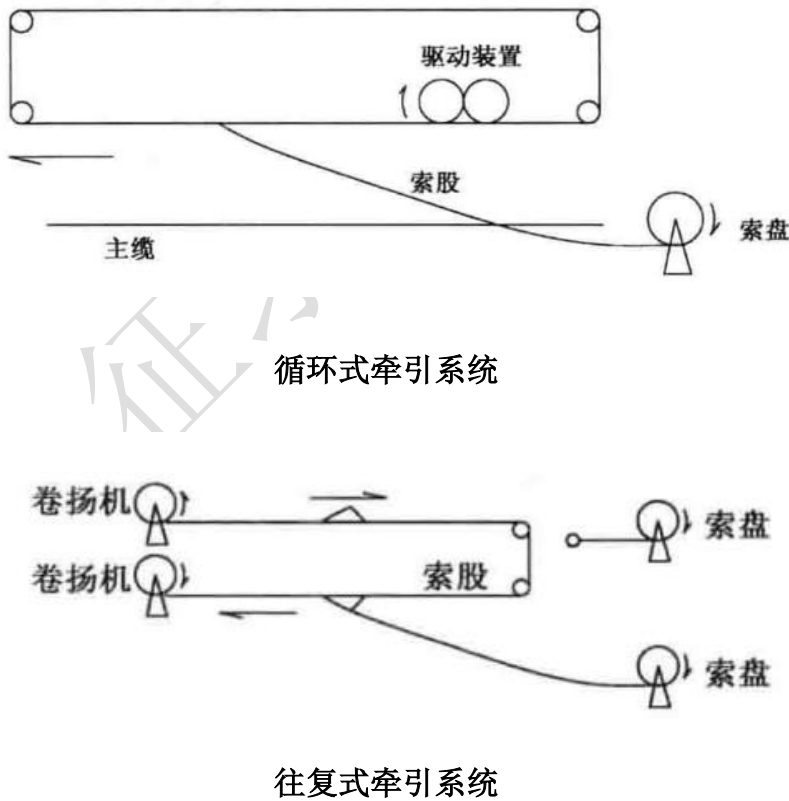


图 11.2 循环与往复式牵引系统

11.3 结构计算

牵引索的工作阶段可分为：托架承重索架设时牵引架设阶段、猫道承重索架设阶段、猫道面层架设牵引阶段、主缆索股牵引阶段、猫道拆除阶段。应分别对各阶段的最不利牵引力进行分析，确保各阶段都满足强度要求。

1、托架承重索架设时牵引架设阶段

托架承重索架设阶段，应将托架单根托架承重索的自重荷载沿索长均布加载于牵引索上，最不利状态对应于全跨满载状态，应对该状态下强度进行验算。

2、猫道承重索架设阶段

猫道承重索架设阶段中，承重索由承重索托架提供多点支撑，牵引力需要克服牵引反拉力与承重索下滑力的作用，最不利状态通常为牵引接近塔顶处时，需要对该状态进行强度验算。

3、猫道面层架设牵引阶段

猫道面层架设牵引阶段牵引力与猫道面层下滑力和面层与承重索间的摩阻力共同作用，通常最不利状态为猫道面层牵引临近跨中时，需要对该状态进行强度验算。

4、主缆索股牵引阶段

主缆索股牵引阶段中，主缆索股由猫道托辊提供多点支撑，最不利状态通常位于牵引索股接近桥塔时，需要对该状态下进行强度验算。

5、猫道拆除阶段

猫道拆除阶段需要对猫道承重索拆除过程中的最大反拉力进行计算，并对牵引系统的临时锚固连接进行验算。

条文说明

当承重索牵引至接近另一侧塔顶时，牵引力最大，此时：

$$T_z = \frac{q_z L}{2} \sqrt{1 - \frac{L^2}{16f_{z\max}^2}}$$

T_z ——牵引卷扬机放绳时对牵引索的反张力。

q_z ——主牵引索单位长度质量；

$f_{z\max}$ ——牵引索中跨跨中的允许垂度；

L ——中跨水平跨距；

主缆索股牵引时所需要的拽拉力：

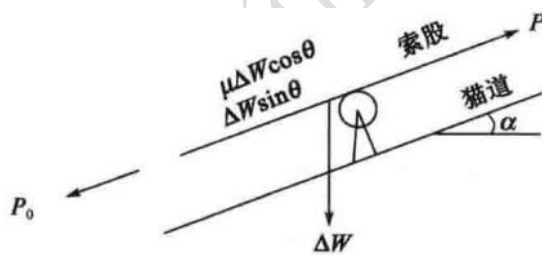
$$P = \mu \Delta W \cos \theta + \Delta W \sin \theta + P_0$$

μ ——索股与滚筒间的摩擦系数，取 $\mu=0.1\sim 0.3$

ΔW ——索股在猫道门架间的重量。

P_0 ——索股反拉力

P ——索股牵引端张力



索股牵引过程分析图

12 横通道设计

12.1 结构形式

横通道一般采用由型钢焊成的空间三角形桁架或四边形桁架组成，其宽度一般不宜小于 1.5m；两侧应设置护栏；顶面应设置纵横钢筋条和钢丝网面层。

12.2 构造要求

12.2.1 为方便运输和吊装，横通道一般长度方向分为三段加工，运至现场后，进行桁段间连接，桁段间一般采用便于拆装的法兰盘连接。

12.2.2 横通道与承重索之间连接应设置滑轮装置（便于横通道安装）和锁止装置（定位后锁止）。

12.2.3 横通道应设置与门架立柱相连接的装置。

12.3 结构计算

12.3.1 横通道计算荷载应考虑恒载、人群荷载和风载。

12.3.2 计算工况组合应不少于以下三种：①恒载+人群；②恒载+人群+工作风载；③恒载+20 年一遇风载（或 30 年一遇风载）。

12.3.3 横通道可按空间桁架结构进行计算，宜采用有限元法分析。

12.3.4 应对横通道的结构强度和局部稳定进行验算。

13 猫道面网设计

13.1 结构形式

13.1.1 大、小横梁一般采用角钢、槽钢、方钢和工字钢，间隔布置。

13.1.2 粗面网一般采用直 $\Phi 5.0\text{mm}$ 的焊接钢丝或钢板网，以增加面层刚度；细面网一般采用直径 $\Phi 1.0\sim\Phi 2.0\text{mm}$ 的钢丝网，以防小工件坠落。

13.1.3 防滑木条通常为矩形木条，尺寸一般为 $30\times 50\text{mm}$ ，间距一般取 50cm ，长度约参与主缆正下方两侧内外承重索的间距，纵向等间距布置。

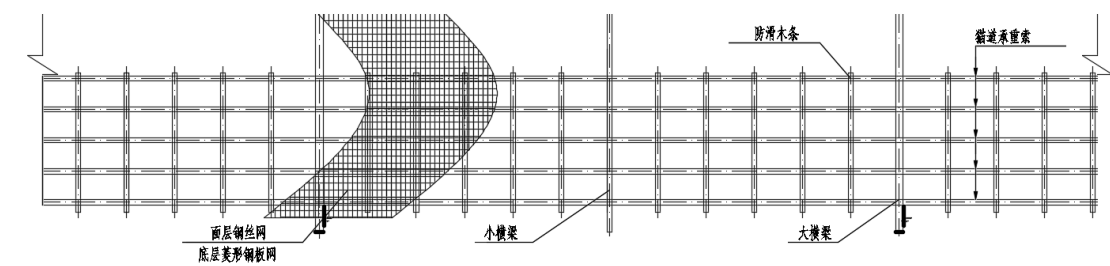


图 13.1.3 猫道面层示意图

13.2 构造要求

双层面网宜在猫道全宽范围铺设，与木条、大小横梁绑扎后铺设在猫道承重索上；大小横梁与承重索采用 U 型锁扣连接。

14 扶手绳及立柱设计

14.1 结构形式

14.1.1 立柱可采用型钢制作，一般采用 L63~75 角钢。

条文说明

海沧大桥采用 L75×75×8 的栏杆立柱，宜昌大桥采用 L63×63×5 的栏杆立柱，润扬大桥采用 L75×75×8 栏杆立柱。

14.1.2 每幅猫道每侧一般宜设置 3 根扶手绳，从下到上，直径依次减小。

条文说明

宜昌长江大桥猫道两侧各设两根扶手索，直径分别为 24mm 和 14mm。润扬大桥每侧设置三根扶手索，分别为一根直径 20mm 的扶手索和两根直径 16mm 的扶手索。洞庭湖大桥的扶手索上层采用 $\Phi 26$ 镀锌钢丝绳，下层分别采用 $\Phi 22$ 、 $\Phi 16$ 镀锌钢丝绳。

14.2 构造要求

14.2.1 扶手绳由栏杆立柱固定，侧面需设置钢丝防护网。扶手绳与立柱采用 U 型螺栓连接。

14.2.2 扶手绳立柱通常与猫道大横梁相连接。

14.2.3 考虑迎风面大小和人的安全，扶手绳高度一般不宜低于 1.2m；防护网采用大孔的钢丝网，高度一般不宜超过 90cm。

14.2.4 扶手绳在各跨分别锚固，采用在绳头处设置绳夹方式锁紧。

14.2.5 立柱的距离不宜大于 6m。

15 索股托架设计

15.1 一般规定

15.1.1 为保护索股表面的镀锌层，滚筒与索股接触面宜采用尼龙橡胶。

15.1.2 索股托滚的高度与间距，必须满足索股在两个托滚间下垂不会与猫道面层相碰撞；一般最大距离不宜超过 6m。

15.2 结构形式

托滚支架结构采用装配式结构，便于制造、运输、安装。

条文说明

索股托滚结构如图所示：

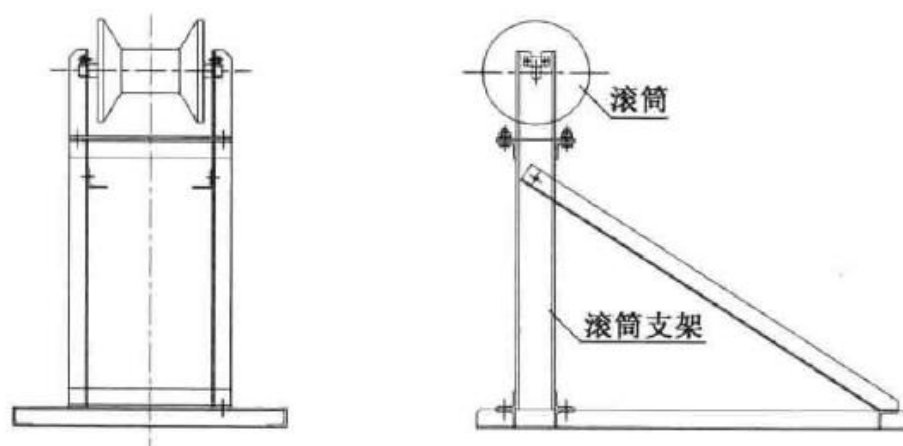


图 15.2 索股滚筒结构图

15.3 构造要求

15.3.1 索股托滚的布置在铅垂面上应与门架导轮组、支墩门架导轮组、塔顶门架导轮组、猫道门架导轮组中心所组成的面相重合，在一条轴线上。

15.3.2 索股托架与猫道连接应牢固可靠。

16 其它设施

16.1 一般规定

16.1.1 猫道上的电缆线敷设应采取绝缘保护措施。

16.1.2 猫道上设置安全警告标志，安装警示灯。

16.1.3 由专职电工按照设计图纸，对猫道灯电缆、灯具进行专业安装，猫道灯与电缆设置为串联，直接在电缆上开口连接。

16.1.4 安装过程中要充分考虑现场开启、关闭照明灯的便捷程度，单个边跨设置为一个电路、半个中跨设置为一个电路，电路开关位置应设置在锚碇处，当作业工人需要夜班作业时自行开启，下班时关闭。

16.1.5 灯具、电缆安装均为高空作业；灯具与电缆连接点较多，线路接头位置容易松动脱落导致漏电；猫道在使用过程中会多次调整总体长度，电缆线长度需要提前考虑好调节长度，设置多处电缆余量。

16.1.6 猫道灯具、电缆等装置均由专业电工进行作业，无证人员严禁直接操作。灯具应加装防爆罩，配电箱处设置醒目的警示牌，保险丝的额定电流应与其负荷容量相适应。专职电工定期检查电路的安全性，发现隐患及时排除。

16.1.7 应沿猫道纵向布设一定数量的工具箱、垃圾箱，并在横向通道上设置卫生间。

16.2 结构形式

照明系统间距宜沿猫道纵向每 12m 一道。在猫道单侧扶手立柱上安装猫道照明灯具。猫道灯具采用低压节能照明灯，并按设计在相应位置设置配电箱。

17 猫道抗风设计

17.1 设计基本风速

设计基本风速是指猫道结构或构件基准高度处、10min 平均时距、设计风速重现期内的年最大平均风速。

$$V_{s10} = \eta V_{10} \quad (17-1)$$

V_{10} ——当地基本风速，即基本风速是指开阔平坦地貌条件下，地面或水面以上 10m 高度处、10min 平均时距、100 年重现期的最大平均风速。

η ——为风速重现期系数可按照表 17.1 取值。

表 17.1 风速重现期系数

重现期（年）	5	10	20	30	50	100
η	0.78	0.84	0.88	0.92	0.95	1.00

条文说明

由于施工阶段一般经历的时间远比桥梁设计使用寿命 100 年要短，所以，猫道的设计基准期可采用较短的风速重现期，譬如 10 年或 20 年等，特别重要的桥梁或者台风多发地区，可以按照 30 年重现期进行设计。

17.2 设计基准风速

猫道基准高度处的设计基准风速与设计基本风速之间具有下述换算关系：

$$V_{sd} = K_1 V_{s10} \left(\frac{z}{10} \right)^{\alpha_0} \quad (17-2)$$

式中： V_{sd} ——施工期设计基准风速（m/s）；

K_1 ——桥位地表类别换算系数，分别取 1.174（A 类地表）、1.0（B 类地表）、0.785（C 类地表）和 0.564（D 类地表）；

Z ——猫道结构或结构构件离开地面或水面的基准高度（m），可取风荷载作用中心的高度；

α_0 ——桥位地表粗糙度指数，可按照表 17.2 取用。

表 17.2 地表分类

地表类别	地表状况	粗糙度指数 α	粗糙高度 z_o (m)
A	海面、海岸、开阔水面、沙漠	0.12	0.01
B	田野、乡村、丛林、平坦开阔地及底层建筑物稀少地区	0.16	0.05
C	树木及底层建筑物密集地区、中高层建筑物稀少地区、平缓的丘陵地	0.22	0.30
D	中高层建筑物密集地区、起伏较大的丘陵地	0.30	1.00

条文说明：

山谷或者峡谷中的风速分布于开阔平坦地区的风速分布有明显的不同，如果按照距离谷底 A.0.1-1 的公式进行计算，将距离谷底 10 米高度处的风速作为设计基本风速的计算高度，根据距离谷底的距离作为基准高度推算各个构件的设计基准风速，将得出不切实际的较高的风速，过于保守。目前针对山区的桥

梁的风参数确定方法是根据桥面高度处的设计基准风速，按照指数率推算其他构件的设计基准风速。桥面高度处的设计基准风速获取方法有两种，一种是通过现场实测获取，二是根据周边气象局风速资料，根据虚拟气象站的方法，推算桥位处大区域的基本风速，然后根据桥位地形条件，得出桥面高度处的设计基准风速，进而得到猫道基准高度处的设计风速。

17.3 猫道风荷载

作用在猫道上的风荷载一般只考虑与猫道垂直方向的横风向，如图 17-1 所示，作用在猫道上猫道的力为：

$$\begin{aligned} \text{阻力} \quad F_H &= \frac{1}{2} \rho U^2 H L C_H \\ \text{竖向力} \quad F_V &= \frac{1}{2} \rho U^2 B L C_V \\ \text{力矩} \quad M &= \frac{1}{2} \rho U^2 B^2 L C_M \end{aligned} \quad (17-3)$$

式中： ρ 为空气密度，取为 1.25 kg/m^3 ； U 为来流风速； H 为猫道的高度； B 为猫道的宽度； L 为计算猫道的长度； C_H 、 C_V 和 C_M 分别为断面体轴坐标系下的阻力系数、升力系数和力矩系数。

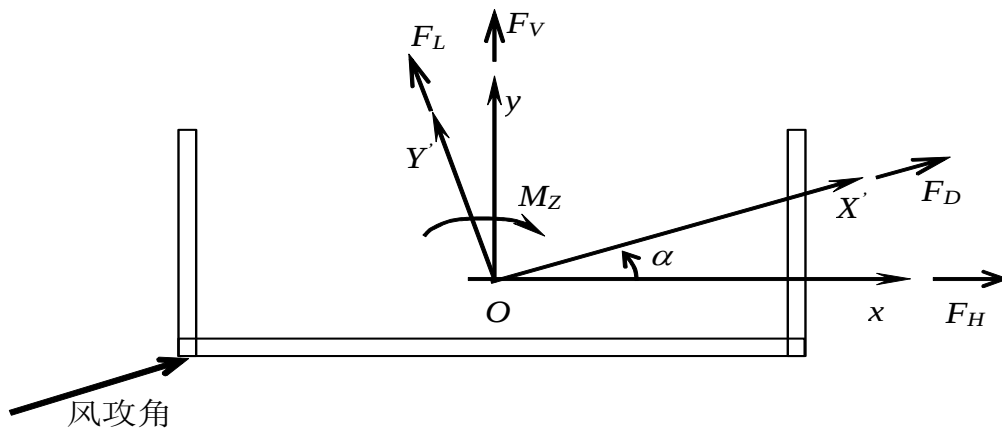


图 17-3 猫道风荷载系数示意图

条文说明

猫道在强风作用下有一定的变形，这时应该考虑风的攻角和由此引起的猫道的竖向力作用和力矩。猫道的三分力系数一般由风洞试验获得，在没有风洞试验的情况下，可参考下表中的取值。对于中小跨度的悬索桥猫道，可只考虑阻力的作用，且阻力系数取不小于 0.8。

表 17-3 典型猫道的三分力系数

猫道宽度	猫道高度	底面透风率	侧面透风率	C_H	C_V	C_M
4.2m	1.5m	88.40%	96.91%	0.565219	0.008003	-0.00499
		73.66%	80.76%	0.627772	0.006426	-0.00292
		58.93%	64.61%	0.678953	0.010966	-0.00106

17.4 猫道的计算模型

17.4.1 猫道的抗风计算一般用有限元法，有限元模型一般利用空间杆单元，其刚度特征、约束条件和质量分布应与实际情况相匹配。

17.4.2 猫道有限元模型应包括承力索、扶手绳、猫道门架，横通道等。

条文说明

由于猫道的各个结构是柔性结构，一般均采用只受拉的杆单元建立猫道的有限元模型。桥塔的刚度相对于猫道较大，在建立抗风计算有限元模型时，可以不考虑桥塔的作用，直接在塔底约束全部自由度，可将中跨猫道和边跨猫道分别考虑。因为特大猫道应考虑猫道的动力响应，其质量分布一定模拟准确。在进行计算时，特别是静风稳定计算时，必须考虑猫道结构的非线性影响。

17.5 猫道风致内力计算

17.5.1 计算猫道的风致内力时，应考虑风对猫道的静力作用和动力作用。可用等效阵风风速 U_g 将风的动力作用考虑进去。

$$U_g = G_v U_{sd} \tag{17-5.1}$$

式中：等效静阵风系数，可按表 17-2 取值。

表 17-5.1 等效静阵风系数取值

地表类别	水平加载长度(m)												
	≤20	60	100	200	300	400	500	650	800	1000	1200	1500	≥2000
A	1.29	1.28	1.26	1.24	1.23	1.22	1.21	1.2	1.19	1.18	1.17	1.16	1.15
B	1.35	1.33	1.31	1.29	1.27	1.26	1.25	1.24	1.23	1.22	1.21	1.20	1.18
C	1.49	1.48	1.45	1.41	1.39	1.37	1.36	1.34	1.33	1.31	1.30	1.29	1.26
D	1.56	1.54	1.51	1.47	1.44	1.42	1.41	1.39	1.37	1.35	1.34	1.32	1.30

条文说明

由于猫道刚度小，频率低，风的动力作用占用很大的比重，应充分考虑脉动风对猫道内力的影响。对于一般的猫道结构，可利用本条文中的等效静阵风风速考虑猫道的动力响应，这种计算结果是偏于保守的。对于特殊的猫道结构，应进行专门的抖振内力计算，然后和静风内力叠加起来，从而得到较精确的风致内力结果。

17.6 猫道静风稳定

17.6.1 猫道的静风稳定包括静风横向屈曲和静风扭转发散。

17.6.2 对于跨度大于 400m 的猫道，或者小跨大于 100m 的猫道，均应进行静风稳定性检验。

条文说明

根据目前的研究成果，静风稳定是猫道抗风的主要问题。静风稳定一般首先发生于小跨，因此本规程偏安全的以主跨大于 400m，小跨大于 100m 作为静

风稳定性验算的起点。

17.6.3 猫道的静风横向屈曲临界风速可按式 17-5 计算。

$$V_{lb} = K_{lb} f_t B \quad (17-6-3)$$

式中:
$$K_{lb} = \sqrt{\frac{\pi^3 \left(\frac{B}{H}\right) \mu \left(\frac{r}{b}\right)}{C_H \varepsilon \sqrt{K} \sqrt{K+1 + \frac{C'_V B}{C_H H}}}}$$

$$K = \frac{1}{4} \left(\frac{4\pi^2}{3} + 1 \right) = 3.54$$

$$\mu = \frac{m}{\pi \rho b^2}, b = \frac{B}{2}$$

$$\frac{r}{b} = \frac{1}{b} \sqrt{\frac{I_m}{m}}$$

式中: C_d 为猫道阻力系数; C'_l 为猫道升力系数斜率; ε 为猫道弯扭频率比;

H 为猫道高; m 为猫道单位长度质量 (kg/m); B 为猫道宽度; I_m 为猫道单位长度质量惯性矩 ($\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{m}$); ρ 为空气密度。

17.6.4 扭转发散失稳临界风速可按式 (17-6-4) 计算

$$V_{td} = K_{td} f_t B \quad (17-6-4)$$

式中:
$$K_{td} = \sqrt{\frac{\pi^3}{2} \mu \left(\frac{r}{b}\right)^2 \frac{1}{C'_{M0}}}$$

$$\mu = \frac{M}{\pi \rho b^2}, b = \frac{B}{2}$$

$$\frac{r}{b} = \frac{1}{b} \sqrt{\frac{I_m}{m}}$$

m 为猫道单位长度质量 (kg/m); I_m 为猫道单位长度质量惯性矩

($\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{m}$); C'_{M0} 为风攻角为 0° 时升力矩系数的斜率; f_t 为扭转基频。

条文说明

本条文适用于一般的猫道结构，竖向频率的选择和扭转频率的选择应分别针对猫道整体频率和每一小跨的频率分别进行静风稳定计算，从而得到较全面的结果。对于特别重要的桥梁，或者台风区的桥梁，猫道的静风稳定失稳风速宜用非线性有限元法进行计算，并充分考虑风荷载的非线性以及结构非线性、材料非线性。

17.6.5 静风失稳检验风速可按下式计算：

$$[V_{cs}] = K_{cs}U_g = K_{cs}U_{sd} \quad (17-7)$$

式中：[V_{cs}]——静风失稳检验风速（m/s）；

K_{cs}——静风失稳安全系数，当用本规程估算时，取 2.0。当采用非线性有限元法计算时，取 1.5。

条文说明

研究表明，传统上考虑各种不安全因素，静风检验风速取 2.0 应该都涵盖住了。如果考虑的几何非线性和材料非线性，一般得出的结果是线性的 50%，这样考虑材料非线性、几何非线性和风荷载的非线性，取 1.5 是合适的，和桥梁非线性稳定的检验风速基本保持一致。

17.6.6 可利用抗风索和减小小跨跨度增强猫道结构的抗风稳定性，一般情况下，猫道的小跨跨度不宜大于 180m，台风地区不宜大于 150m。

条文说明

研究表明，对于 1000m 跨度以内的悬索桥，猫道的小跨跨度在 180m 时，抗风稳定是有保障的，但是在台风区，为了安全，小跨跨度应不大于 150m。对于超过 1000m 跨度的悬索桥，若不满足稳定性要求，可适当减小小跨跨度，或者利用抗风缆。

17.7 猫道风洞试验

17.7.1 猫道风洞试验包括猫道节段模型风洞试验和猫道气动弹性模型风洞试验。

17.7.2 猫道节段模型风洞试验包括静力节段模型风洞试验、动力节段模型风洞试验。静力节段模型风洞试验主要是获取猫道的三分力系数。动力模型风洞试验主要是获取猫道的涡激振动特性、驰振特性。

条文说明

猫道的孔隙率较大，一般不会发生涡激振动和驰振现象，节段模型的主要目的是获取猫道的三分力系数，用于猫道的风荷载计算和静风稳定计算。

17.7.3 猫道的节段模型静力试验的攻角范围应在 $-15^{\circ} \sim +15^{\circ}$ 。

条文说明

猫道在强风作用下有较大的变形，其失稳时的攻角一般在 10° 以上，因此风洞试验时猫道的攻角应不小于 15° 。

17.7.4 当猫道主跨跨度超过 1000m 时，应做节段模型试验。猫道跨度超过 1500m 时，或者超过 1000 米跨度的空间变换的猫道，可考虑做气动弹性模型试验。

条文说明

目前我国建成的最大跨度的悬索桥为 1650 米的西堠门大桥和 1700 米的杨泗港大桥，这两座大桥的猫道利用常规节段模型得出的试验参数进行非线性稳定计算，也保障了猫道的抗风安全，因此，在这个跨度以下，只做节段模型风洞试验可满足抗风要求，当超过这个跨度时，目前尚无经验，尽管非线性有限元计算也可以达到要求，但为了保险，可考虑做气动弹性模型试验。

18 猫道架设

18.1 一般规定

18.1.1 猫道架设应制定合理详细的施工组织计划，编制专项施工方案，组织专家论证。

条文说明

危大工程专项施工方案的主要内容应当包括：

（一）工程概况：危大工程概况和特点、施工平面布置、施工要求和技术保证条件；

（二）编制依据：相关法律、法规、规范性文件、标准、规范及施工图设计文件、施工组织设计等；

（三）施工计划：包括施工进度计划、材料与设备计划；

（四）施工工艺技术：技术参数、工艺流程、施工方法、操作要求、检查要求等；

（五）施工安全保证措施：组织保障措施、技术措施、监测监控措施等；

（六）施工管理及作业人员配备和分工：施工管理人员、专职安全生产管理人员、特种作业人员、其他作业人员等；

（七）验收要求：验收标准、验收程序、验收内容、验收人员等；

（八）应急处置措施；

（九）计算书及相关施工图纸。

18.1.2 猫道在纵桥向应左右对称于主缆中心线布置，猫道间宜设置横向人行通道。

18.1.3 猫道在三跨悬索桥上的布置形式可分为分离式和连续式两种。

连续式猫道的施工流程一般为先导索过江（或河、海）→牵引系统形成→托架系统施工→猫道承重索架设→托架拆除、猫道承重索线形调整→变位下拉装置安装→猫道面网、横向通道安装→侧网及栏杆安装→门架安装→面层托架滚轮安装→猫道标高调整→抗风系统架设→照明及警示设施完善。

分离式猫道的施工流程一般为先导索过江（或河、海）→牵引系统形成→中跨托架系统施工→边、中跨猫道承重索架设→托架拆除、猫道承重索线形调整→猫道面网、横向通道安装→侧网及栏杆安装→门架安装→面层托架滚轮安装→猫道标高调整→抗风系统架设→照明及警示设施完善。

条文说明

分离式猫道承重索按主跨和边跨分成3段，各自锚固，塔顶预埋件数量较多，布置困难。由于主、边跨承重索分离，水平分力不相等，会对桥塔产生不平衡力。其施工简单，架设速度快。连续式猫道两边跨和中跨3段猫道绳在架设后连成一根整索，塔顶设转向鞍。从理论上讲这种布置方式不会对桥塔产生不平衡力，但它架设技术要求高，施工比较复杂。

18.1.4 猫道架设采用的特种设备严格执行年检、月检、日检等常规检查制度，发现异常情况立即处理，严禁带故障运行。

18.1.5 猫道架设应选择具备相关专业技能的施工人员，并进行安全技术交底。

18.1.6 猫道架设过程中应在场地周围设置安全警示标识，严禁非作业人员进入施工现场。安装作业应保持通信、统一指挥。

18.1.7 遇6级以上大风、雷雨、暴雪等恶劣天气时，应及时停止猫道架设作业。

18.2 施工准备

18.2.1 在施工索塔和锚碇时，应根据设计图纸，设置塔顶及锚碇内的预埋连接件，安装临时设施，为猫道架设施工做好准备。

18.2.2 猫道锚固系统及其他各种预埋件应满足设计受力要求，拉杆应按照设计要求调整，拉杆加工制作单位应具有有关资质，拉杆制作完成后应做探伤和抗拉试验。拉杆施工应由专人负责，标识清楚，埋设牢固。

18.2.3 设计有抗风系统时，应在猫道施工前完成抗风系统锚碇施工。

18.2.4 投入施工的卷扬机、滑车、电焊机及吊具等按照图纸安装就位，经检查达到施工要求。

18.3 钢丝绳使用与维护

18.3.1 钢丝绳进场检查

18.3.1.1 文件检查

钢丝绳交付后，应及时打开包装进行检查，以确认钢丝绳实物的状态、与文件的一致性，并保证钢丝绳及其终端固接能够与其配套使用的机器或设备相匹配。如果钢丝绳及其包装明显损坏，则应在交货单中予以记录。制造商提供的钢丝绳产品质量证明书应妥善保存，以便日后对使用中钢丝绳进行定期全面检查时查阅。

18.3.1.2 钢丝绳实物检查

钢丝绳交付后，应及时打开包装进行表面质量检查，钢丝绳不应有断丝、缺丝、钢丝交错、钢丝或股折弯、绳（股）芯挤出外露、钢丝绳起波浪形、绳或股扭结、锈蚀、涂油不均（有油绳）等明显缺陷。

18.3.2 钢丝绳的日常维护与检查

18.3.2.1 钢丝绳维护

对钢丝绳所进行的维护应与使用环境以及所涉及的钢丝绳类型有关。除无油钢丝绳外，一般钢丝绳在安装时应涂以润滑脂或润滑油。以后，钢丝绳应在必要部位作清洁工作，例如去除钢丝绳上的杂物等。对于在较短时间内、有规则的时间间隔内重复使用的钢丝绳，特别是绕过滑轮的长度范围内的钢丝绳，在显示干燥或锈蚀迹象之前，均应使其保持良好的润滑状态。

钢丝绳较短的使用寿命源于缺乏维护，尤其是起重机在有蚀性的环境中使用，以及由于与操作有关的各种原因，例如在禁止使用钢丝绳润滑剂的特定场合下使用，针对这种情况，钢绳检验的周期应相应短。

18.3.2.2 钢丝绳检查

1) 日常外观检查

每个工作日都应尽可能对何钢丝绳所有可见部位进行观察，目的是发现一般的损坏和变形。应特别注意钢丝绳的连接部位和油脂干燥或变质的部位，以及之前检查中有严重磨损、断丝、变形和腐蚀等情况的部位，有可疑变化情况的应及时报告。并由主管人员按照规定进行复查。

2) 定期检验

定期检查应由主管人员按照规定进行，每月至少一次。应特别注意钢丝绳的连接部位和油脂干燥或变质的部位，以及之前检查中有严重磨损、断丝、变形和腐蚀等情况的部位，有可疑变化情况的应及时报告。

根据钢丝绳的使用情况可缩短检查的时间间隔。

18.3.3 钢丝绳的储存

钢丝绳运搬时应谨慎小心，盘卷或轮轴既不允许坠落，也不允许用金属吊钩或叉车的货叉直接插入钢丝绳，以免对钢丝绳造成任何意外损伤。

钢丝绳应储存在清洁、通风良好、干燥、无灰尘、有遮挡的场所。如果不能储存在室内，则钢丝绳应用防水材料覆盖以免湿气导致锈蚀。

钢丝绳在储存期间或出入库搬运时，其储存和搬运方式、防护措施均不得对钢丝绳造成任何意外损坏。

钢丝绳不允许储存在易受化学烟雾、蒸汽或其他腐蚀性介质侵袭的场所。

如果钢丝绳以轮轴包装供货，长期(特别是在炎热的环境中)存放时，则应定期转动轮轴，以防止钢丝绳中的油脂流失。

钢丝绳经受高温会影响其性能，极端情况下钢丝绳原制造状态下的破断拉力会大幅度降低，以致不能满足安全使用要求，因此钢丝绳不得储存在易受高温影响的场所。

钢丝绳不得与地面有任何直接接触，轮轴的放置应保证其底部空气流通。

需要注意的是，如果上述要求得不到保证，则可能造成钢丝受到外界物质的污染，甚至在钢丝绳投入使用前就发生腐蚀。

轮轴最好用一个能够安全支撑起钢丝绳等全部重量的支架或托架支起。

储存的钢丝绳应定期进行检查，需要时，应用合适的与钢丝绳制造润滑脂相容的材料涂覆。

如果钢丝绳的包装材料潮湿，则应立即去掉。

应检查钢丝绳标志，确保标志上的字连清晰，而且与产品质量证明书相符。

储存的钢丝绳出库时，应遵循“先进先出”的原则。

条文说明

旧绳收卷、储存前应清理钢丝绳表面杂物，以避免收卷或储存过程中对钢丝绳造成损伤，有油绳、镀锌钢丝绳还应对钢丝绳进行涂油保护。

18.3.4 钢丝绳的解卷和安装

18.3.4.1 一般要求

钢丝绳的安装步骤应按照钢丝绳使用者制定的作业指导书进行。

应检查确认钢丝绳在卸货和运输至储存场所时没有遭到损坏。在这些操作过程中，钢丝绳本身不得与提升装置的任何部位如起重机的吊钩或叉式起重车的叉斗直接接触，采用编织吊带吊装钢丝绳可以避免这类损伤。钢丝绳的正确吊装方法见图 18.3.4.1。

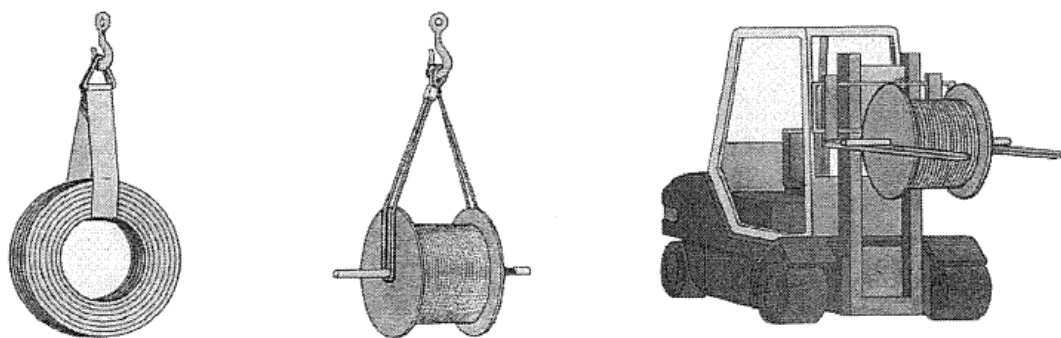


图 18.3.4.1 钢丝绳的正确吊装方法

18.3.4.2 以盘卷供货的钢丝绳

解卷时，应将钢丝绳盘卷放在洁净的地面上沿着直线滚动展开，不得在地面上拖曳以防磨损，并保证不被尘土、砂石、雨水或其他有害物质污染。

禁止采用将钢丝绳从静止不动的盘卷中直接拉出的解卷方法，因为这样操

作会将钢丝绳卷进盘卷中并形成扭结，从盘卷中放出钢丝绳的错误方法见图 18.3.4.2-1。

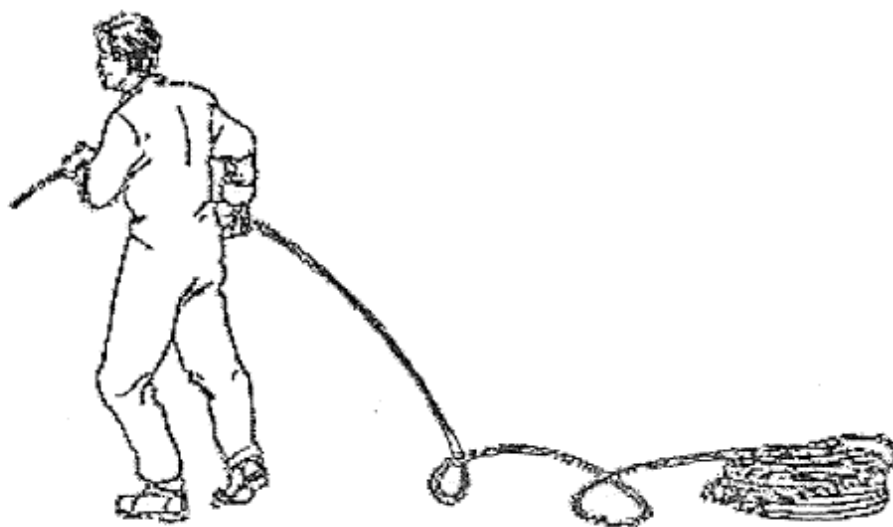


图 18.3.4.2-1 从盘卷上解开铜丝经的错误方法

如果钢丝绳盘卷过大而用人力转不动时，则需要将钢丝绳放置在一个可以自由转动的线架上，然后牵引钢丝绳盘卷的末端就可以把钢丝绳放出，从盘卷中放出钢丝绳的正确方法见图 18.3.4.2-2。

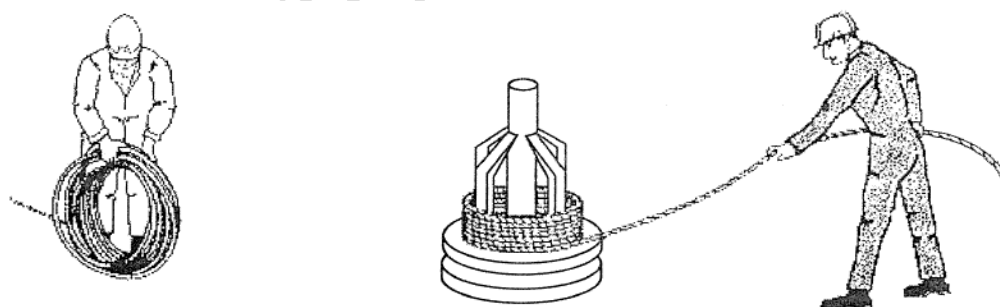


图 18.3.4.2-2 从盘卷中放出钢丝绳的正确方法

18.3.4.3 以轮轴供货的钢丝绳

应在轮轴中心孔中穿上一根具有足够强度的轴，把轮轴放在可以转动并带制动装置的合适支架上，制动装置可以防止安装过程中轮轴过度旋转。

当钢丝绳需要在卷筒上绕多层时，应将轮轴放置在一个能够给钢丝绳提供1%~2%钢丝绳最小破断拉力的反张力的装置上，这样反张力就可以从轮轴传递到卷筒上，从而保证卷筒上的下伏圈钢丝绳、尤其是最低层的钢丝绳能够紧密地绕在卷筒上。

如果安装过程中钢丝绳上出现环形图，则应将轮轴吊起沿环形反向转动加以消除，不允许直接将钢丝绳拉紧，以免钢丝绳形成扭结。

轮轴支架的安装应保证解卷穿绳过程钢丝绳不产生反向弯曲。即如果卷筒上的钢丝绳是下卷式，则供绳轮轴上的钢丝绳也应从其底部牵引出来。其正确的解卷钢丝绳方法见图 18.3.4.3-1。

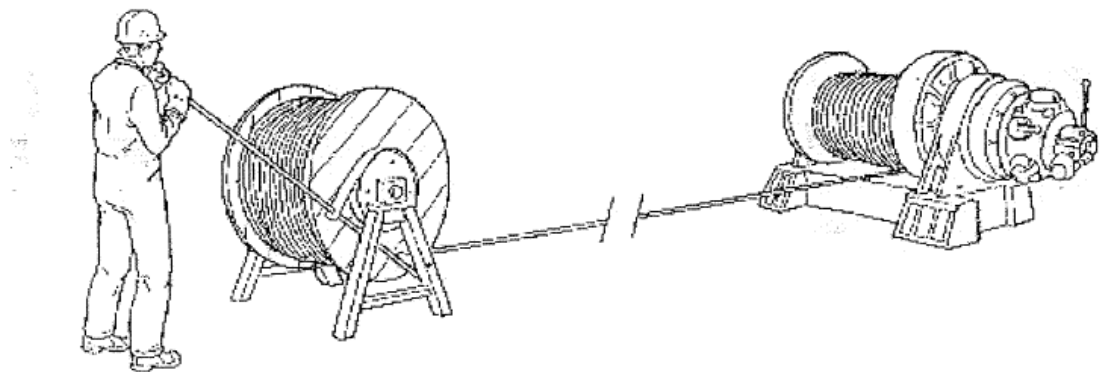


图 18.3.4.3-1 带张紧装置的钢丝绳从轮轴绕到卷筒上一从轮轴底部到卷筒底部

当用人力从轮轴上放出钢丝绳时，则应将轮轴放置在一个可以自由转动且受控的支架上，牵引钢丝绳的末端就可以把钢丝绳放出。其正确的解开钢丝绳方法见图 18.3.4.3-2。

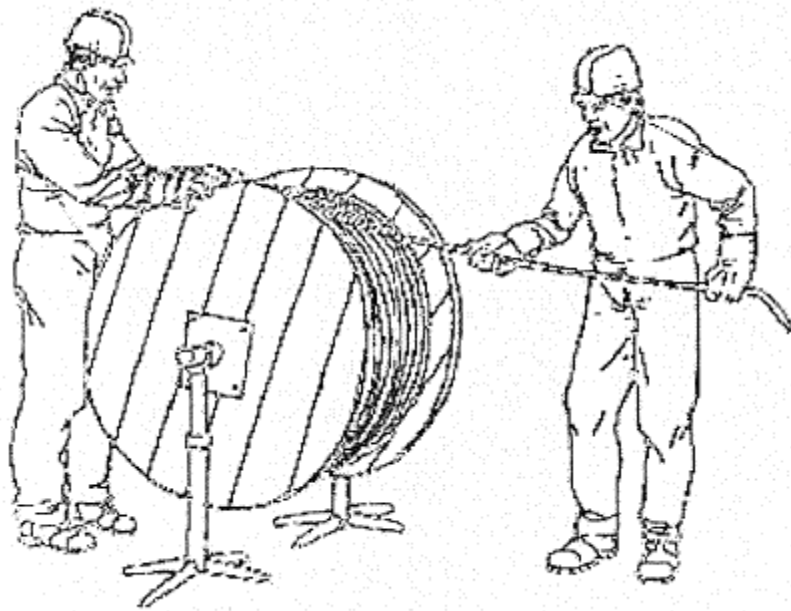


图 18.3.4.3-2 人力从轮轴上解开铜丝绳的正确方法

禁止采用在地面上滚动轮轴或从立放的轮轴中将钢丝绳放出的解卷方法，因为这样操作会造成钢丝绳表面损伤或扭结。从盘卷中放出钢丝绳的错误方法见图 18.3.4.3-3。

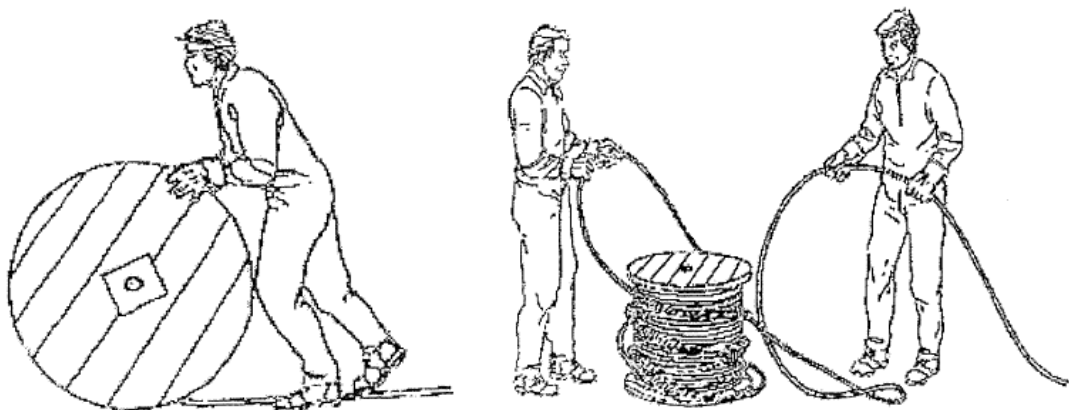


图 18.3.4.3-3 从盘卷中放出钢丝绳的错误方法

从供绳轮轴或盘卷解开钢丝绳外侧的末端固定时，应特别加以控制。当解开约束或末端固定时，钢丝绳会自动弹直，如果不加以控制，钢丝绳会猛烈弹

开，可能造成人员伤害。

安装过程中应保持钢丝绳的制造状态。

18.3.5 钢丝绳的切割

如果需要切断钢绳，则应在切割标记的两侧将钢丝捆扎牢固，对于多股钢丝绳每个捆扎的长度至少应等于钢丝绳直径的两倍(见图 18.3.5)。

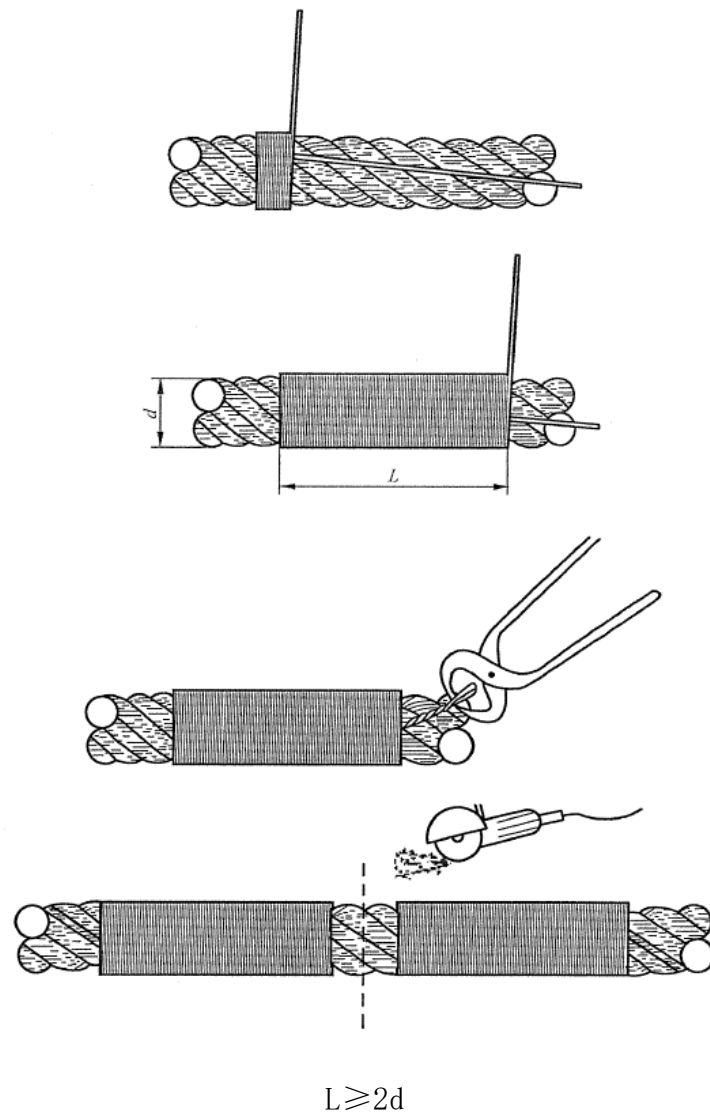


图 18.3.5 钢丝绳切割之前的捆扎准备

一般钢丝绳，通常切割标记的两侧各一个捆扎就足够了;对于非预变形钢丝

绳、阻旋转钢丝绳和平行捻密实钢丝绳，切割标记两侧最少各有两个捆扎;对于多丝单股绳、粗直径钢丝绳、同向捻钢丝绳，切割标记两侧最少各有三个捆扎，且 $L \geq 3d$ 。

切割钢丝绳时最好应采用高速砂轮切割机，也可以使用其他合适的机械或液压剪切设备。但当钢丝绳的末端采用电焊或铜焊时不推荐采用此切割方法。切割钢丝绳时要保证通风良好，以避免任何来自钢丝绳及其组件的烟气的聚集。

条文说明

一些特殊的钢丝绳含有合成材料，当加热温度高于正常生产加工温度时，这些合成材料就会分解并释放有毒气体。碳素的丝制成的钢丝绳，在装运过程中不会对健康产生危害，但在切制、焊接、削、清洗过程产生的灰尘和气体中，可含有影响暴露在该环境中人员健康的元素。

如果钢丝绳末端固定不正确，钢丝绳切断之后，很可能造成钢丝绳结构松弛或畸变，即与钢丝绳生产时的捻制状态不一致。

另一个可供选择的切割方法是锥形熔断，即采用感应加热等方式将钢丝绳熔断，这种设计工艺可以防止钢丝和股松散。

18.3.6 钢丝绳夹的安装

1) 钢丝绳夹的布置

钢丝绳夹应按图 18.3.6 所示把夹座扣在钢丝绳的工作段上，U 形螺栓扣在偶丝绳的尾股上。钢丝绳夹不得在钢丝绳上交替布置。

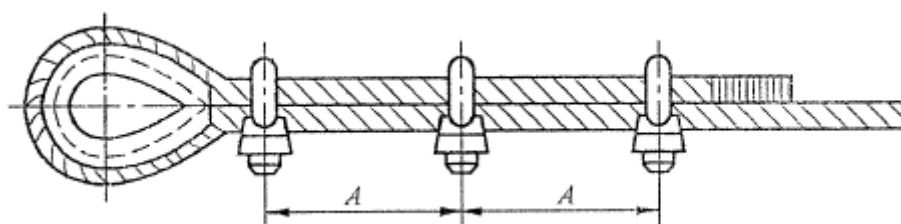


图 18.3.6 钢绳夹的正确布置方法

2) 钢丝绳夹的数量

对于符合 GB/T5976 规定的适用场合，每一连接处所需钢绳夹的最少数量，推荐如表 18.3.6。

表 18.3.6 钢丝绳夹的数量

绳夹规格(钢丝绳公称直径) d/mm	钢丝绳夹的最小数量/组
≤ 18	3
$> 18 \sim 26$	4
$> 26 \sim 36$	5
$> 36 \sim 44$	6
$> 44 \sim 60$	7

3) 钢丝绳夹间的距离

钢丝绳夹间的距离 A 等于 6~7 倍钢丝绳直径。

18.3.7 钢丝绳预张拉、测长下料与制锚

18.3.7.1 制作工艺流程

钢丝绳→预张拉→测长定尺→切割下料→收卷→绳端制锚→检验包装

18.3.7.2 技术规程

1) 钢丝绳

a) 一般采用优质镀锌钢芯圆股钢丝绳。

b) 钢丝绳经检验，各项性能指标、尺寸、表面质量等符合设计和标准要求。

c) 钢丝绳初始弹性模量一般 $\geq 1.1 \times 10^5$ MPa

2) 预张拉

a) 钢丝绳一般采用离线分段式预张拉。

b) 预张拉载荷 50~55%公称破断拉力。

c) 预张拉持荷保载时间为 60min，预张拉次数 2 次。预张拉持荷保载时，载荷允许波动范围为 1%。

d) 预张拉时对钢丝绳非弹性变形率进行测量，预张拉后钢丝绳非弹性变形率 $S_n \leq 0.3\%$ 。

$$S_n = [(L_n - L_{n-1}) / L_{n-1}] \times 1000\%$$

式中： S_n — 预张拉时第 N 次施加载荷结束后钢丝绳非弹性变形率；

L_n — 第 N 次预张拉的样本长度，单位：mm。

L_{n-1} — 第 $N-1$ 次预张拉的样本长度，单位：mm。

e) 预张拉合格后，实测钢丝绳最终弹性模量。

3) 测长定尺

a) 根据设计、制造计算出钢丝绳的金属截面积、测量钢丝绳最终弹性模量，以供索长设计。

b) 钢丝绳测长在预张拉合格后在线进行，无应力测长时也可施加 3~5%公称破断力以保持钢丝绳直态形；应力测量长时索长张力允许偏差 $\leq 0.5\%$ 。

c) 索长精度 $\geq 0.4\%$ 。

d) 特殊情况下，索长应按设计要求时进行必要的温度修正。

4) 切割下料

- a) 钢丝绳测长定尺时按图纸要求进行记号着色标记。
- b) 绳两端预留制锚工艺余量后进行捆扎切割，捆扎可靠绳头不松散。
- c) 切割采用无齿砂轮锯，不得用气割或电焊机进行切割。

5) 收卷

- a) 一般采用钢质工字轮收卷。
- b) 当钢丝绳两端制锚时，根据现场索架设时放索情况明确收线轮轮底端、轮面端锚头型式及要求。
- c) 为了制锚便利，收卷时可采用带有预留绳槽的异型工字轮卷取。
- d) 工字轮尺寸和强度满足钢丝绳质量和运输安全需求。

6) 绳端制锚

- a) 锚具（索节）通常分类：一类是开式索节、闭式索节，标准为 G417 G416；另一类是圆筒承压式非标索节。锚具与钢丝绳按等强度设计制造。
- b) 绳端采用符合 GB/T30588-2014 《钢丝绳绳端 合金熔铸套接》的制锚工艺方法。

c) 制锚流程

绳端头捆扎→绳端头切割→制作帚头→粗洗帚头→精洗帚头→（光面钢丝绳预处理）→烘干帚头→索节预热、熔铸金属的制备→浇铸→冷却→检验

d) 制锚要求

- a、浇铸套接合金介质：锌铜合金

各成分质量 %	
锌	铜
98±0.2	2±0.2
注，合金熔融温度不得超过 600℃。	

名称	标准	含量 %	名称	标准	含量 %
锌锭	GB/T 470	≥99.995	工业盐酸	GB/T 320	≥31
阴极铜	GB/T 467	高纯牌号	——	——	——

b、合金材料

c、锌铜合金浇铸温度 460℃±10

6) 检验

a) 外观检查

每个金属套接均应进行金属填充的检查。套接接头表面检查应符合：

必要时在凝固之后可移出锥体，并目测检查索节腔体完全被套接金属填满。

目测检查套接金属完全充满钢丝绳与索节口之间的环状空间。

目测检查索节筒应被介质填满至套筒的顶端且平整。

b) 试验

组批规则

由同一结构、同一直径、同一表面及同一强度级的钢丝绳与同一规格、同一化学成份、同一力学性能的套筒，并用同一批次的金属原材料，在相同工艺条件下浇铸的套接索组为一批。

试样长度

两端索节（索节）终端除外，最小试验长度如下表。

试验长度（尺寸用 mm 表示）

公称绳径 d	最小试验长度
	多股钢丝绳
$20 < d \leq 60$	30d
$d > 60$	3000

注：选择的试样端头应牢固，确保钢丝绳没有明显的松散。

试验方法和判定

试验机中的试样应安装牢固，确保钢丝绳中的钢丝在试验期间均受力。如果采用套筒或者锥形物进行试验，则套接方法应符合规程。

方法：

试样（含锚头）加载的拉力值达 F_m 达到钢丝绳公称破断拉力 F_{min} （需保持 30 秒）或者超过钢丝绳公称破断拉力 F_{min} 时，套接锚头头未抽丝、未断丝；索节未变形、未产生裂纹等则试样合格，试验可以终止。

每批套接索中应随机抽取一件（至少一个接头）进行拉力试验。

判定规则与复验

如果试验符合要求，则该批套接索合格。

如果试验不合格，应取双倍数量（除去不合格件数）的试样进行复验，复验结果符合规定要求时，则该批套接索合格，复验不合格则该批判为不合格。

18.3.8 旧绳周转利用的检测方法和报废标准

18.3.8.1 旧绳周转利用的检测方法

检查钢丝绳的外观，特别是钢丝绳的连接部位和油脂干燥或变质的部位，以及钢丝绳磨损、断丝、变形和腐蚀等情况；断丝数量的检查；钢丝绳整绳破断拉力检测。

条文说明

旧绳总体排查步骤为：第一步、每3人一组逐根进行外观检查；第二步、用仪器逐根进行检查；第三步、每根端头取样进行破断拉力试验检测。每次检查均应做详细记录和标识。

达到 18.3.8.2 条报废标准的应立即报废，不得再利用；去除掉损坏报废部分，剩余部分未达到 6.2 条报废标准的经相关部门鉴定、批准后可继续使用。

18.3.8.2 报废标准

1) 绳端断丝

绳端或其邻近的断丝，尽管数量很少但表明该处的应力很大，可能是绳端不正确的安装所致，应查明损坏的原因，为了继续使用，若剩余的长度足够，应将钢丝绳截短(截去绳端断丝部位)再造终端。否则，钢丝绳应报废。

2) 断丝数量超标

在一个捻距内断丝断面积与钢丝总断面积之比达到 5%的，必须报废。由于一根断丝会有两个端头，计算时按一根计算。

3) 断丝的局部聚集

如断丝紧靠在一起形成局部聚集，则钢丝绳应报废。如这种断丝聚集在小于一个捻距的绳长范围内，或者集中在任一支绳股里，那么，即使断丝数低于5%，钢丝绳也应予以报废。

4) 断丝的增加率

在某些使用场合，疲劳是引起钢丝绳损坏的主要原因，钢丝绳在使用一个时期之后才会出现断丝，而且断丝数将会随着时间的推移逐渐增加。在这种情况下，为了确定断丝的增加率，建议定期仔细检验并记录断丝数，以此为据可用以推定钢丝绳未来报废的日期。

5) 绳股断裂

如果整支绳股发生断裂，钢丝绳应立即报废。

6) 绳径因绳芯损坏而减小

由于绳芯的损坏引起钢丝绳直径减小的主要原因如下：

- 内部的磨损和钢丝压痕；
- 钢丝绳中各绳股和钢丝之间的摩擦引起的内部磨损，特别是受弯曲时尤甚；
- 纤维绳芯的损坏；
- 钢芯的断裂；

如果这些因素引起的钢丝绳实测直径比钢丝绳公称直径减小 10%，即使没有可见断丝，钢丝绳也应报废。

7) 外部磨损

钢丝绳外层股的钢丝表面的磨损，是由于其在压力作用下与滑轮等摩擦造成的，这种现象在吊运加速或减速运时特别明显，而且表现为外部钢丝被地成平面状。

润滑不足或不正确的润滑以及灰尘和沙砾促使磨损加剧。

磨损使钢丝绳股的截面积减小，从而降低钢丝绳的强度，如果由于外部磨损使钢丝绳实际直径比其公称直径减少 7%或更多时，即使没有可见断丝，钢丝绳也应报废。

8) 弹性降低

在某些情况下，通常与工作环境有关，钢丝绳实际弹性显著降低，继续使用是不安全的。

弹性降低较难发现如果检查人员有任何怀疑，应征询专家意见，然而，弹性降低通常还与下列各项有关：

- 绳径的减小；
- 钢丝绳捻距的伸长；
- 由于各部分彼此压紧，引起钢丝之间和绳股之间缺乏空隙；
- 在绳股之间或绳股内部，出现细微的褐色粉末；
- 韧性降低。

虽未发现可见断丝，但钢丝绳手感会明显僵硬且直径减小，比单纯由于钢丝磨损使直径减小要更严重，这种状态会导致钢丝绳在动载作用下突然断裂，是钢丝绳立即报废的充分理由。

9) 外部和内部腐蚀

a) 一般情况

腐蚀在海洋和工业污染的大气中特别容易发生，它不仅会由于钢丝绳金属断面减小导致钢丝绳的破断强度降低，而且严重破裂的不规则表面还会促使疲劳加速。严重的腐蚀能引起钢丝绳的弹性降低

b) 外部腐蚀

外部钢丝的锈蚀通常可用目测发现。

由于腐蚀侵袭及钢材损失而引起的钢丝松弛，是钢丝绳立即报废的充分理由。

c) 内部腐蚀

这种情况比时常伴随它发生的外部腐蚀更难发现，但是下列现象可供识别（见 GB/T5972-2009《起重机 钢丝绳 保养、维护、安装、检验和报废》附录 D）：

——钢丝绳直径的变化：钢丝绳在绕过滑轮的弯曲部位，通常会发生直径减小，但静止段的钢丝绳由于外层绳股锈蚀而引起绳径增加并非罕见

——钢丝绳的外层绳股间的空隙减小，还经常伴随出现绳股之间或绳股内部的断丝。

如果有任何内部腐蚀的迹象，还应按 GB/T5972-2009《起重机 钢丝绳 保养、维护、安装、检验和报废》附录 C 的说明由主管人员对钢丝绳作内部检验。一经确认有严重的内部腐蚀性，钢丝绳应立即报废。

10) 变形

a) 一般情况

钢丝绳失去它的正常形状而产生可见的畸形称为“变形”，这种变形会导致钢丝绳内部应力分布不均匀。

b) 波浪形

波浪形（见图 18.3.8.2）是一种变形，它使钢丝绳无论在承载还是在卸载状态下，其纵向轴线呈螺旋线形状。这种变形不一定导致强度损失，但变形严重时，可能产生跳动造成钢丝绳传动不规则，长期工作之后，会引起磨损加剧和断丝。

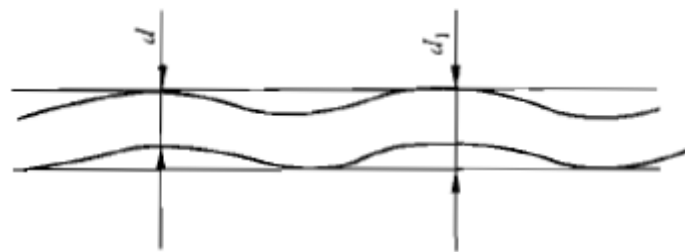


图 18.3.8.2 波浪形

在出现波浪形的情况下，如果绕过滑轮或卷筒的钢丝绳在任何载荷状态下不弯曲的直线部分满足以下条件：

$$d_1 > 4d/3$$

或如果绕过滑轮或卷筒的弯曲部分满足以下条件：

$$d_1 > 1.1d$$

则钢丝绳均应予以报废。

式中：

d ——为钢丝绳公称直径；

d_1 ——为钢丝绳必须后相应的包络直径。

c) 笼状畸变

篮形或笼状畸变也称为“灯笼形”，是由于绳芯和外层绳股的长度不同产生的结果。不同的机构均能产生这种畸变。

例如当钢丝绳以很大的偏角绕入滑轮或卷筒时，它首先接触滑轮的轮缘或卷筒的绳槽尖，然后向下滚动落入绳槽的底部。这个特性导致对外层绳股的散开程度大于绳芯，因而使钢丝绳股和绳芯间产生长度差。

钢丝绳绕过“致密滑轮”即绳槽半径太小的滑轮时，钢丝绳被压缩使绳径减小，同时造成钢丝绳长度增加。如绳股的外层被压缩和拉长的长度大于钢丝绳绳芯被压缩和拉长的长度，这种情况就会再次形成钢丝绳绳股与绳芯间的长度差。

在这两种情况下，滑轮和卷筒均能使松散的外层股移位，并使长度差集中在钢丝绳缠绕系统内某个位置上出现篮形或笼状变。

有笼状变的钢丝绳应立即报废。

d) 绳芯或绳股挤出/扭曲

这一钢丝绳失衡现象表现为外层绳股之间的绳芯(对阻旋转钢丝绳而言则为钢丝绳中心)挤出(隆起)的一种篮形或或笼状变的特殊形式。

有绳芯或绳股挤出(隆起)或扭曲的钢丝绳应立即报废

e) 钢丝挤出

钢丝挤出是一些钢丝或钢丝束在钢丝绳背对滑轮槽的一侧拱起形成环状的变形，有钢丝挤出的钢丝绳应立即报废。

f) 绳径局部增大

钢丝绳直径发生局部增大，并能波及相当长的一段钢丝绳，这种情况通常与绳芯的暗变有关(在特殊环境中、纤维芯由于受潮而膨胀)，结果使外层绳股受力不均衡，造成绳股错位。

如果这种情况使钢丝绳实际直径增加 5% 以上，钢丝绳应立即报废。

g) 局部压扁

通过滑轮部分压扁的钢丝绳将会很快损坏，表现为断丝并可能损坏滑轮，如此情况的钢丝绳应立即报废。

位于固定索具中的钢丝绳压扁部位会加速腐蚀，如果继续使用，应按规定缩短周期对其进行检查。

h) 扭结

扭结是由于钢丝绳成环状在不允许绕其轴线转动的情况下被绷紧造成的一种变形，其结果是出现捻距不均而引起过度磨损，严重时钢丝绳将产生扭曲，以致仅存极小的强度。

有扭结的钢丝绳应立即报废。

i) 弯折

弯折是由外界影响因素引起的钢丝绳的角度变形。有严重弯折的钢丝绳类似钢丝绳的局部压扁，应按要求处理

j) 受热或电弧引起的损坏

钢丝绳因异常的热影响作用在外表出现可识别的颜色变化时，应立即报废。

k) 钢丝绳整绳破断拉力降低

对使用过的钢丝绳切取钢丝绳试样，对钢丝绳作整绳破断拉力试验，当整绳破断拉力低于该钢丝绳公称破断拉力的 77.8%时，钢丝绳应报废。

条文说明

本条综合参考了《煤矿安全规程》第 400 条和第 401 条“专为升降人员”的新绳安全系数不低于 9 倍和在用绳安全系数不低于 7 倍的降低比例得出。)

18.4 牵引系统施工

18.4.1 牵引系统的支承形式和运行方式应从施工安全、施工效率方面综合考虑。大跨度悬索桥宜采用门架式牵引系统，单线或双线往复式牵引。

条文说明

牵引系统按照牵引索运动方式分类，常用的有循环式和往复式两种，按照牵引索支承方式分类，常用的有门架拽拉器式、轨道小车式和架空轨道索式三种方式。循环式牵引系统的牵引索是靠驱动装置滚筒以摩擦方式驱动，牵引速度连续性好，但牵引力较小，适用于 AS 法主缆架设和悬索桥跨径较小时的 PWS 法索股架设。往复式牵引系统是把钢丝绳直接卷在卷扬机上，容易实现较大的牵引力，因此大跨径悬索桥索股架设适合采用往复式牵引系统。

国内外部分悬索桥的牵引系统方案

序号	桥名	主跨 (m)	主缆					
			构成 (PPWS)	直径 mm	长度 m	单根 索股 质量 t	牵引方 式	支承 形式
1	汕头海湾大桥	452	110x91x ϕ 6	Φ 560	1029	15.0	小循环	轨道
2	厦门海沧大桥	648	110x91x ϕ 5.1	Φ 570	1228	17.8	单线往 复	门架
3	广东虎门大桥	888	110x127x ϕ 5.2	Φ 687	1634	34.6	单线往 复	门架
4	西陵长江大桥	900	110x91x ϕ 5	Φ 550	1530	30.6	小循环	轨道
5	宜昌长江大桥	960	104x127x ϕ 5.1	Φ 655	1574	32.1	双线往 复	门架
6	江阴长江大桥	1385	171x127x ϕ 5.35	Φ 897	2200	50.0	双线往 复	架空 索道
7	日本明石海峡大桥	1990	290x127x ϕ 5.23	Φ 1122	4071	87.1	双线往 复	门架
8	日本白岛大桥	720	520x127x ϕ 5.2	Φ 470	1620	34.0	小循环	门架

18.4.2 猫道牵引系统架设施工时，可采用直径较小的先导索过渡，利用先导索架设牵引索。施工顺序一般为：主副牵引卷扬机安装→先导索过江（或河、海）→牵引索架设→猫道架设阶段牵引系统形成→猫道架设→牵引系统转换→主缆架设阶段牵引系统形成→主缆架设。

18.4.3 先导索施工应根据悬索桥所跨越海峡、河流、峡谷等障碍的具体特点，选择适当地过渡方式。

条文说明

根据悬索桥跨越海峡、河流、峡谷等障碍物的具体特点以及先导索与被跨越障碍物相对空间关系，先导索的施工方法可划分为 3 类：（1）水下拖拉法；（2）水面浮运法；（3）空中牵引法。

征求意见稿

国内外部分悬索桥猫道先导索过江/过沟方法

施工方法	水下拖拉法	水面浮运法	空中牵引法					
			浮吊牵引	拖船牵引	直升机牵引	飞艇牵引	火箭抛送	无人飞行器牵引
适用条件	水流较缓，无岩礁、暗礁，施工须报航道部门同意	水流缓慢，无乱流，施工须报航道部门同意	水流较急、有岩礁，施工须报航道部门同意	水流较缓、无突出岩礁，施工须报航道部门同意	空中无障碍物，视野开阔，有500m ² 直升机升降场地可用，施工须报航空部门同意	空中无障碍物，视野开阔，无大气紊流，施工须报航空部门同意	空中无障碍物，视野要求不高，要求20-50m ² 发射场，一般有军方参与	空中无障碍物，风力不能超过三级，周围无信号干扰，施工须报航空部门同意
先导索材质	钢丝绳	钢丝绳、纤维绳	钢丝绳	钢丝绳	纤维绳	纤维绳	纤维绳	轻质尼龙绳、杜邦丝等
所用设备	轮船	轮船	轮船	轮船	直升机	飞艇	火箭	无人飞行器
航道影响	封航 1-4h	封航 1-4h	封航 1-4h	封航 1-4h	不封航	不封航	不封航	不封航
施工时间	约 1-2d	约 1-2d	约 1-2h	约 1-2h	0.5h-2h	约 20min	小于 1min	约 2min
应用实例	美国金门大桥、江苏润扬长江大桥等	日本关门大桥、因岛大桥、泰州长江大桥等	武汉阳逻长江大桥、万州长江二桥、南京长江四桥等	厦门海沧大桥、宜昌长江大桥等	舟山西堠门大桥、日本明石海峡大桥等	贵州坝陵河大桥、马鞍山长江大桥等	湖北四渡河特大桥、湖南澧水特大桥等	云南龙江特大桥、洞庭湖特大桥等

18.4.2 先导索施工前应对施工方案进行专项论证，并应加强先导索跨越区域的监控，由专人统一指挥，保持通讯畅通。

18.4.3 采用火箭、直升机、飞艇等牵引先导索施工时，应由专业机构操作，并按规定经相关部门批准。周围设置安全警戒区。

18.4.4 采用拖轮牵引先导索施工时，拖力应满足牵引技术要求，并应经海事、航道管理部门批准，施工期间应封航。

18.4.5 采用无人机牵引先导索施工，无人机性能应满足牵引技术要求，在江河上使用时需向海事、航道管理部门报备。

18.4.6 先导索施工需要选择无风、可见度高的天气下进行，恶劣天气不得进行先导索牵引作业。

18.4.7 水上作业必须按规定配备足够的救生圈、救生衣等求生设备，高空作业人员必须穿防滑鞋、戴安全帽,系好安全带,并挂在牢固处(高挂低用)。

18.5 承重索施工

18.5.1 承重索安装时应采取保护措施，防止承重索受到损伤。

18.5.2 严禁在承重索上进行焊接搭火，动火时必须有审批手续。

18.5.2 承重索的锚固系统每端宜设置大于 2m 的调整长度，在端头使用梨形环固定，防止承重索弯折变形。

18.5.3 猫道施工要严格控制承重索制作精度，在架设过程中，以跨中垂度为直接控制点，对整个猫道线形进行控制。

18.5.4 中跨猫道承重索宜采用托架法架设，以防止在牵引过程中垂度过大，影响通航。猫道承重绳及门架承重绳架设完成后，进行托架及托架承重索的拆除。

18.5.5 猫道承重索架设时，在横桥向，两侧应保持基本同步，数量差不宜超过 1 根；在顺桥向，分离式猫道应遵循先边跨后中跨顺序对称进行，连续式猫道边跨与中跨应连续架设；以减少不均衡荷载对主塔的影响。

18.5.6 猫道承重索架设时应注意监测主塔偏移量；

18.5.7 猫道承重索架设完成后，应对其线形进行调整，各根索在跨中的高程相对误差宜控制在 $\pm 30\text{mm}$ 以内。

18.5.8 猫道承重索调整时间宜选择早上 6~8 点或者下午 18~20 点温差较小且无风时进行。

18.5.9 各种型号的钢丝绳在架设过程中均应设置反拉卷扬机，防止钢丝绳突然下坠。

18.6 猫道面网铺设

18.6.1 猫道面层宜由阻风面积小的两层大、小方格钢丝网或单层钢板网组成，材料应满足施工和受力要求，面层上设置可靠的防滑措施。

条文说明

猫道面层一般由阻风面积小的两层大小方格钢丝网组成，底层用 $\phi 5.0$ （孔 $60\text{mm}\times 60\text{mm}$ ）的大方眼焊接钢丝网，以增加面层刚度，下层用 $\phi 1.0$

（ $20\text{mm}\times 20\text{mm}$ ）的小方眼钢丝网，以防小工件坠落；猫道承重索上每 3m 交替设置面层小横梁和大横梁，并应与猫道牢固连接，面层每隔 0.5m 绑扎一根防滑木条，坡度较大的区域应加密。

18.6.2 猫道面层顶部与主缆下缘的净距宜为 1.3m~1.5m，净宽宜为 3m~4m。

18.6.3 面层及横向通道铺设宜从索塔塔顶开始，同时向跨中和锚碇方向对称、平衡架设安装，并应设置牵引及反拉系统，控制面层铺设下滑速度。

18.6.4 猫道面网铺设时应采取措施，防止对承重索产生磨损。

18.6.5 猫道面网铺设应对称进行，铺设期间定期观测主塔的扭转和偏位，以塔的两侧水平力差异不超过设计要求为准。

18.7 猫道侧网安装

18.7.1 猫道侧网高度宜为 1.2m~1.5m。

18.7.2 猫道侧网每根立杆均应采用可靠的固定措施。

18.7.2 猫道侧网应设置扶手绳，扶手绳高度宜为 0.8~1m。

19 猫道检验及使用

19.1 一般规定

19.1.1 猫道投入使用前，应对锚固系统、抗风索作全面检查，不符合要求的进行加固调整处理。

19.1.2 猫道使用时应安排人员进行日常巡查和维护，形成记录。

19.2 猫道检验

19.2.1 猫道的技术资料应齐全，包括：

1) 猫道的施工方案经过论证、审批，设计图纸、计算书齐全，主要受力结构经过第三方计算复核。

2) 承重索、牵引索、连接构件、动力系统等的各项检查试验记录、报告或者合格证明齐全。

3) 主要技术参数与设计图、设计计算书相符。

19.2.2 承重索和扶手索的固定措施应符合方案要求、承重索是否有断丝断股或都变形情况、面网及侧网的固定措施是否可靠。

19.2.3 设有抗风缆时应可靠连接。

19.2.4 猫道上的电缆线敷设应采用绝缘保护措施。

19.2.5 猫道附属设施应齐全，设置安装警示标志，安装警示灯。

19.2.6 猫道入口处进行封闭管理，严禁不具备相关作业资质的人员私自进入。

19.3 猫道的使用

19.3.1 猫道经验收合格后方可投入使用。

19.3.2 猫道上严禁堆放杂物，尽量减轻荷载。对于确有必要的堆放物，要做到专人负责，有序管理。

19.3.2 主塔下应设专职安检员，确保通航安全和施工安全。

19.3.3 所有施工人员必须系安全带、戴安全帽、配工具袋。

19.3.4 施工过程中，要经常对猫道的承重索的锚固进行检查，发现问题应及时排除。

19.3.5 在悬索桥主缆架设完成、加劲梁安装之前，应将猫道改挂于主缆上，改挂前应拆除影响吊机行走的中跨横向通道。改挂宜分段进行，并应分次逐步放松承重索的锚固系统，最终解除承重索与索塔和锚碇的连接。改挂后的悬挂点应设在猫道的底梁处，在桥纵向的间距不宜超过 24m。

征求意见稿

20 猫道拆除施工

20.1 一般规定

20.1.1 猫道拆除应编制专项施工方案，应对操作人员进行技术交底。

20.1.2 猫道下放时，垂直方向不得有障碍物。

20.1.3 猫道拆除时严禁交叉作业，影响拆除作业区域的翼缘板不得施工。

20.1.4 猫道拆除为高空作业，作业人员须佩戴安全防护设施；作业面垂直地面应做好周边的安全警示工作，并指定专人监控，防止高空坠物伤人。

20.2 技术要求

20.2.1 猫道拆除前应收紧承重索。

20.2.2 猫道各部位结构拆除尽可能保持两岸对称作业，并应及时进行材料回收。

20.2.3 猫道面层和底梁宜按中跨从塔顶向跨中方向、边跨从塔顶向锚碇方向的顺序分段拆除。

20.2.4 拆除作业前应检查牵引设备和吊具等安全性，特别是卷扬机的刹车和滚筒受力部位。

20.2.5 猫道拆除前应应对承重索、扶手索、横向通道等构件进行受力计算，拆除使用的各种机具应满足受力要求。

20.2.6 猫道拆除过程的松放、卷扬要匀速，不得出现对拉现象，以确保拆除安全。

20.2.7 猫道拆除应遵循先搭的后拆、后搭的先拆原则，从上往下进行。

20.2.8 猫道拆除宜按照下列顺序进行：

- 1) 拆除门架承重绳
- 2) 拆除横向通道
- 3) 拆除猫道改吊绳

-
- 4) 拆除侧网、扶手绳、扶手横梁及面网
 - 5) 拆除变位刚架、下压装置
 - 6) 拆除猫道承重绳
 - 7) 拆除锚固预埋件、猫道工作平台及其他预埋件等。

征求意见稿

21 附录

附录 A 安全管理程序执行情况检查表

序号	安全管理程序	检查依据	是否完成	备注
1	作业前准备	是否取得施工许可证	施工许可证	
2		是否编制与审查专项施工方案	施工方案及审批记录	
3		是否足额配备人力资源	劳动力计划	
4		设备进场是否验收，特种设备是否检验取	验收记录及检验报告	
5		特种作业人员是否持有相应资格证书	特种作业证件	
6		是否进行了岗前安全教育及安全技术交底	教育和交底记录	
7		船舶是否检验及海事核发的有效证书	船舶资料	
8		船舶是否有相应的船员适任证书	船员证件	
9		相关物资材料进场是否验收	验收记录	
10		猫道埋件是否验收	验收记录	
11	猫道架设	猫道架设机具是否检查	检查记录	
12		猫道承重绳是否验收	验收记录	
13		猫道面层架设是否验收	验收记录	
14		猫道牵引系统架设是否验收	验收记录	
15	猫道使用	猫道是否进行常规检查	检查记录	
16		猫道动火是否有审批手续	审批记录	
17		夜间工作面照明是否充足	现场检查	
18		临时用电是否规范	现场检查	
19	猫道拆除	是否编制与审批拆除专项施工方案	施工方案及审批记录	
20		特种作业人员是否持证上岗	特种作业证件	
21		是否进行了岗前安全教育及安全技术交底	教育和交底记录	
22		拆除关键步骤是否检查	现场检查	

附录 B 猫道埋件验收表

位置	埋件名称	检查内容	检查标准	检查结果	检查人	备注
锚碇	锚固埋件	位置数量	符合设计			
	走道埋件	位置数量	符合设计			
	拉杆埋件	位置数量	符合设计			
	平台埋件	位置数量	符合设计			
	卷扬机埋件	位置数量	符合设计			
	转向轮埋件	位置数量	符合设计			
塔顶	贝雷梁埋件	位置数量	符合设计			
	下拉埋件	位置数量	符合设计			
	走道埋件	位置数量	符合设计			
	门架埋件	位置数量	符合设计			
	转索鞍埋件	位置数量	符合设计			
承台	卷扬机埋件	位置数量	符合设计			
门架	是否与埋件可靠连接	焊缝、螺栓	符合设计、 无松动			
	是否设置安全爬梯	背圈	符合设计			
	是否有安全走道	栏杆、防护网	符合设计			
	横梁连接是否牢固	焊缝、加劲板	符合设计			

附录 C 猫道架设机具检查表

埋件名称	检查内容	检查标准	检查结果	检查人	备注
拽拉器	是否连接牢固	符合设计			
	是否进行荷载试验	符合设计			
卷扬机	是否有出厂合格证	符合设计			
	是否进行荷载试验	符合设计			
钢丝绳	旧绳是否有断丝、弯折	符合设计			
	新绳是否有预张拉报告	符合设计			
	索节是否有试验报告	符合设计			
绳卡	是否有出厂合格证	符合设计			
导向轮	轮面是否有破损	符合设计			
	钢构件是否完好	符合设计			
托架	轮子是否能灵活转动	符合设计			
拖轮	轮子是否能灵活转动	符合设计			
门架导轮组	轮子是否能灵活转动	符合设计、无松动			
滑轮组	轮子是否能灵活转动	符合设计			
	轮轴、套筒是否完好	符合设计			
放索架	焊缝、加劲板	符合设计			

附录 D 猫道承重索架设验收表

名称	检查项目	检查标准	检查结果	检查人	备注
承重绳	垂度差	差值是否合格			
	索节	连接是否合格			
调节杆	接头	连接是否合格			
	拉杆座	丝扣是否拧到位			
		球铰是否正常工作			
	调节横梁	是否与拉杆垂直			
	锚固座	是否能各向转动			
变位刚架	位置	符合设计			
	锚固	与承重绳连接牢固			
转索鞍	底座	与埋件可靠连接			
	鞍槽	清洁、平滑			
	压板	螺栓是否拧紧			
	保险	是否安装保险绳卡			
	调节装置	是否正常运行			
下拉装置	底座	是否与埋件可靠连接			
	滑轮组	是否正常运转			
	下拉绳	是否相互平行			
		是否与平台接触			

附录 E 猫道面层安装验收表

项目	名称	检查内容	检查结果	检查人	备注
猫道横梁	连接	与承重绳连接牢固			
		横梁是否与面网绑扎牢固			
		与横向通道连接是否牢固			
	位置	是否按照设计间距布置			
横向通道	连接	单元件间是否连接牢固			
	位置	两侧是否平行			
	下滑	下滑轮是否正常运转			
		是否与下放卷扬机连好			
扶手绳	立杆	是否与横梁可靠连接			
	连接	是否与侧网绑扎好			
	锚固	是否有下放余量			
照明	灯具	是否正常工作、位置正确			
	线缆	是否安全架起、绝缘可靠			
	电箱	是否牢固固定			
木条	位置	是否按间距布置			
	连接	是否与底网连接牢固			

附录 F 猫道牵引系统架设验收表

项目	名称	检查内容	检查结果	检查人	备注
门架	位置	是否竖直连接，无倾斜			
	导轮	弹簧、导轮是否正常运转			
门架承重绳	连接	与横梁是否连接牢固			
	线形	垂度是否合格			
	锚固	调节装置是否连接牢固			
	索节	连接是否合格			
		是否有相关试验报告			
拽拉器	连接	是否于牵引绳可靠连接			
		拽拉器连接位置是否可行			
	试运转	是否进行了试运转			